國立政治大學俄羅斯研究所

碩士論文

俄羅斯半導體產業發展之研究：台俄產業合作機會探討

A Study of Semiconductor Industry Development in Russia

國立政治大學 National Chengchi University

指導教授： 魏百谷 博士 林建憲 博士

研究生：王麗銘

中華民國 一〇六年 八月

謝辭

兩年研究所時間過得很快，這段時間與同學、老師們的相處非常愉快。首先要感謝我的兩位論文指導老師，魏百谷老師以及林建憲博士，帶著我順利在兩年之中完成論文撰寫與學位考試。兩位老師的用心與耐心都讓我非常感動，也非常感謝。感謝您們給予許多寶貴意見與指導，讓我的論文撰寫更加順利。再者也要謝謝與我一起努力的同學們，我們共同創造了許多寶貴的回憶。

在研究所就讀的過程當中，感謝俄羅斯研究所所長魏百谷教授的推薦，以及金屬工業研究發展中心醫療器材及光電設備處國際合作室林建憲主任的同意，讓我能在金屬中心有實習的機會。我也很慶幸自己有機會能在金屬中心擔任實習生，在這裡學習許多專業的知識、溝通的技巧，也累積了許多特別的經驗。感謝金屬中心所有前輩與同仁給予我的幫助、肯定以及鼓勵，這些都成為我在撰寫論文與完成學位的過程中很重要的養分。

特別感謝所有在我論文撰寫過程中，願意擔任訪談對象的所有業界先進與資深前輩，因為有您們的寶貴建議與豐富的國際合作經驗分享，讓我能順利蒐集到珍貴的一手資料。謝謝您們持續支持金屬中心國際合作室。然而，更可貴的是能有機會與您們面對面交談，這是身為後輩的我覺得最幸運最難得的事。

感謝父母和家人的支持，從大學決定就讀俄文系、是否就讀研究所、參與實習工作等，你們不斷給我自己思考與決定的空間，也不吝惜給予鼓勵與建議，這些都成為我面對挫折與困難時，非常重要的動力和幫助。

國立政治大學 National Chengchi University

摘要

台灣半導體產業發展成熟，產業群聚效應明顯，供應鏈完整。基於晶圓製造過程中成本花費考量，若能尋找設備、零組件、材料原廠以外的第二來源，對於台灣半導體廠商而言，除了有機會降低成本，也能不受到原廠的牽制。另外，台廠期望能透過自主開發生產設備來取代設備的高額進口成本，然而目前本土設備廠商自主開發前段製程設備能力有限，向外尋求關鍵技術之合作為良好的解決方案。筆者思考這兩個方面是否能透過與俄羅斯合作，成功突破目前的情況。

本論文針對俄羅斯半導體產業過去發展、現況與未來發展進行研究，同時了解台灣與全球半導體產業現況及發展前景。運用文獻檢閱法搜集全球、台灣、俄羅斯半導體產業現有資料。筆者也使用訪問法，自行設計訪談問題，以台灣及俄羅斯半導體產業專家為對象進行訪談，並將搜集到的第一手資料資料進行整理，以 Rugman 與 Verbeke 的「雙鑽石模型」，分別為「生產因素條件」、「需求條件」、「相關及支援性產業」、「企業策略、結構與競爭」，以及第五個因素「政府」作為理論架構，分析台灣與俄羅斯半導體產業發展現況，並提出雙方可能合作機會與策略之建議。

研究發現俄羅斯科學基礎研究實力豐厚，晶片應用著重在軍事、航太等方面，晶片生產朝向少量多樣方向發展。從俄羅斯政府許多政策上可以其支持國內微電子產業的發展，並期望微電子產業的振興能帶動國內其他產業的升級。台灣晶圓製造能力強，供應鏈完整，應用領域主要專注於資通訊方面，雙方競爭可能性低。台灣在基礎研究與設備開發所需技術方面，實力較為不足，與俄羅斯進行技術合作可謂實現設備國產化的策略之一。經由理論架構分析，台灣與俄羅斯進行技術合作，有望能縮短設備開發所需的時日。台灣供應鏈及先進製造能力，能為俄羅斯特殊晶片提供生產製造、封裝檢測等服務。台俄雙方在半導體領域的合作機會大，可互相補足缺口，促成產業升級。

關鍵詞：俄羅斯半導體產業、雙鑽石模型、台俄合作

Abstract

The semiconductor industry in Taiwan is well developed. Because of the high cost of wafer manufacturing process, having a second source of equipment, components, and materials would be beneficial for Taiwanese semiconductor companies. The cost of production and dependency on original equipment suppliers will decrease. In addition, Taiwanese companies seek the opportunity to be self-reliant on developing production equipment in order to reduce the high cost of importing equipment. However, the capacity of Taiwanese equipment manufacturers is limited. Cooperate with foreign companies on key technology is the preferable solution. This thesis focuses on the cooperation with Russia companies and check whether Taiwanese companies can have a breakthrough at current situation.

This study includes the past, present, and the future development of Taiwanese and Russian semiconductor industry. Literature review and interview method are two main research methods. Collecting current reference of global, Taiwanese, and Russian semiconductor industry and primary sources from the interview with semiconductor industry experts, the author conducts an analysis on the development of the semiconductor industry in Taiwan and Russia with the “Double Diamond” model of Rugman and Verbeke. The analysis factors include “Factors conditions”, “Demand conditions”, “Related and supporting industries”, and “Government.” Further, this research proposes advice for cooperation and strategies.

Through theoretical analysis, technical cooperation between Taiwan and Russia is expected to shorten the develop time of equipment. Industrial supply chain and advanced manufacturing capacity in Taiwan can provide manufacturing, packaging and testing service for Russia. Cooperation between Taiwan and Russia in the field of semiconductor can complement each other and will promote industrial upgrading.

Keywords: Russian semiconductor industry, “Double Diamond” model, Russia-Taiwan cooperation

國立政治大學 National Chengchi University

目錄

第壹章 緒論----------1

第一節 研究動機與目的----------1

第二節 文獻述評----------4

第三節 研究方法與理論架構----------9

第四節 研究範圍與限制----------16

第五節 研究架構與章節安排----------18

第貳章 全球與台灣半導體產業現況----------21

第一節 全球半導體產業現況----------21

第二節 台灣半導體產業現況----------27

第三節 台灣半導體產業政策----------36

第四節 小結----------41

第參章 俄羅斯半導體產業現況----------42

第一節 產業沿革----------42

第二節 產業現況----------46

第三節 俄羅斯半導體廠商及研究單位----------57

第四節 小結----------71

第肆章 俄羅斯電子產業政策----------72

第一節 相關政策----------72

國立政治大學 National Chengchi University

第二節 電子零組件進口替代政策----------80

第三節 優惠補助與園區進駐----------81

第四節 小結----------90

第伍章 台俄半導體產業合作----------91

第一節 訪談問題設計與理論分析結果----------91

第二節 個案討論----------103

第三節 策略建議與合作機會----------109

第四節 小結----------123

第陸章 結論----------125

第一節 研究發現----------125

第二節 後續研究建議----------128

參考文獻----------129

國立政治大學 National Chengchi University

圖目錄

圖 1-1　台俄半導體產業雙鑽石理論分析----------3

圖 1-2　國家競爭優勢的四大因素----------11

圖 1-3　波特國家競爭優勢(Competitive Advantage of Nations)理論----------12

圖 1-4　Rugman & Verbeke 的「雙鑽石」模型----------13

圖 1-5　半導體產業鏈上、中、下游----------17

圖 1-6　本論文研究流程----------19

圖 3-1　1986 年至 2005 年俄、美政府提供其國內科技研發單位之資金----------43

圖 3-2　各國電子裝置生產產值----------45

圖 3-3　俄羅斯半導體廠商分布圖----------63

圖 3-4　莫斯科地區俄廠商分布圖----------64

圖 4-1　俄羅斯政府補助方案概況----------81

圖 4-2　俄羅斯經濟特區—特定產業發展特區分布----------85

圖 4-3　俄羅斯經濟特區—科技發展特區分布----------85

圖 4-4　創新聚落分布----------87

國立政治大學 National Chengchi University

表目錄

表 2-1　2016 年全球半導體廠商總收益排名----------22
表 2-2　全球前十大純晶圓製造商排名----------24
表 2-3　2013 年及 2014 年全球半導體供應商收益、成長率、市佔率----------25
表 2-4　2011 年及 2012 年全球半導體供應商收益、成長率、市佔率----------26
表 2-5　2011-2016 年台灣 IC 產業產值、成長率----------28
表 2-6　台灣晶圓製造與代工廠商資本支出及主要用途----------35
表 2-7　晶片系統國家型科技計畫----------38
表 2-8　奈米國家型計畫----------39
表 4-1　各年預期達到晶片生產技術水平----------73
表 4-2　各年預期達到晶片銷售額----------74
表 5-1　台灣訪談對象表----------94
表 5-2　俄羅斯訪談對象表----------95
表 5-3　台灣、俄羅斯半導體產業雙鑽石模型分析----------101
表 5-4　台灣晶圓製造商前段製程設備供應商----------109
表 5-5　台灣晶圓製造商後段封裝設備供應商----------109

第壹章 緒論

第一節研究動機與目的

一、研究動機

以半導體產業而言，目前台俄實際合作上的例子並不多。可能的原因是對於該國政治局勢、經濟狀況、人民的做事方式、想法態度具有較負面的印象，或是擔心海關檢查繁瑣、貨物到達情況不穩定等。筆者認為主要原因是，台灣對於俄羅斯該產業的瞭解並不是非常透徹，也沒有很多廠商思考並嘗試與俄羅斯方面進行合作。又或者想與俄羅斯合作，但卻無法找到適合的合作對象、研究單位、代理機構。由於對俄羅斯的研發實力、專業人才、政策、市場都並非全盤了解，因此對於合作機會的探尋，也就更不會花時間去仔細分析其可能性。

俄羅斯所研發的許多設備，雖然從外觀來看，並不像美國、日本、歐洲所研發的設備如此精美，也不像歐美日產品擁有外觀、擁有技術、搭配出色的產品行銷能力、提供需求者應用層面與方案。俄羅斯設備的生產效能與歐美、日本所設計出來的設備，可能技術實力相當，唯設計出設備並沒有找到可應用的地方，也因為缺少了精美的包裝與出色的行銷想法，而在價格上失去競爭力。
俄羅斯該產業發展方向與台灣不同點在於技術的應用領域不同，台灣半導體產業主要應用在消費性電子產業。俄羅斯在許多基礎研究領域的能量強，從其國防產業、航太產業發展上，就能看見。軍工產業強，關鍵技術與基礎研究能量大。軍事工業的特性，注重的是產品的表現，相對不計較成本，銷售金額可以非常高。國防產業投入的研發資金多，能協助國家發展高科技產業，很多技術都可以轉成民間商業應用。

現今俄羅斯也開始朝這方面努力，將這些技術商品化。台灣若能在俄羅斯技術商業化的過程中，找到合作的對象，未來台灣能有機會自主開發設備，有效降低生產過程像外商購買設備所花費的高成本。若是能從俄羅斯找到技術來源，可能以比從歐美取得所花費的成本更低，技術也較不會受限於目前的幾個國家及廠商的來源。很多關鍵技術有機會能從軍事、航太應用，轉換成其他應用。此外，俄羅斯在基礎科學研究方面，也具有深厚實力。這方面也能從其研究單位的數量、研究人員的素質上看見。台灣基礎研究人員與單位之能量相對於俄羅斯而言較為弱，而未來台灣若希望能自主開發設備，也需要許多優秀的基礎研究人員。開發

一台半導體製程前段設備，像是黃光設備，需要同時結合物理、化學、光學、機械等領域的專業，並有經驗深厚的工藝師傅，才能製造出精度高的設備，以因應市場不斷追求下一世代製程的快速演變。

台灣半導體產業是帶動台灣經濟的重要產業，2016 年佔台灣 GDP 的 13%[1]，目前在全世界半導體產業排名當中，也能看得見台灣數家世界級廠商。從過去開始發展半導體產業，一直到現今，政府皆依然非常重視這個產業，且不斷以各項政策支持其成長。半導體產業對於台灣整個經濟發展而言，具有舉足輕重地位。面對國際上日漸嚴苛的競爭環境，台灣半導體產業仍需要不段提升實力，在製程上持續領先。又或者是在設備購買等生產成本上，突破大量資本支出的情形，以取得更高利潤。

台灣半導體產業主要以晶圓代工為主，能與世界其他半導體廠商競爭業者，也多為純晶圓製造商。由於以晶圓代工為主，生產成本成為非常重要的考量。一座晶圓廠所需要的設備很多，目前台灣晶圓製造廠商所使用的設備，大多自歐美、日本進口。這些設備價格都很高，且設備運作一段時間之後，便會需要更換零件，若是更換原廠進口零件，則確保效能，但價格昂貴。台灣目前晶圓製造與代工廠商像是台積電、聯電、旺宏、華亞科、南亞科，以及世界先進，其一整年資本支出非常高，其中購買設備之支出佔非常大的金額。若一企業要擴增產能、布局下一世代製程，必須進行廠房的設置以及設備機台的購買。

俄羅斯從 2014 年開始面臨西方制裁，無法從西方進口電子零組件，因此對於進口替代的政策更加強化，俄政府更加重視並支持半導體產業的成長。此外俄羅斯也需要採取新的策略，找尋新的合作夥伴，以目前的國際情勢來說，對亞洲國家是有機會的。若能擬定正確的合作機會與方向，並找到適合的合作夥伴與單位，我們就能更積極、更實際的與俄羅斯合作。

二、研究目的

本論文第一個目是透過相關文獻回顧、數據統計資料、政府政策蒐集，了解台灣及俄羅斯半導體產業情形，並與台灣、俄羅斯半導體產業中政府、產業、學

[1] Atkinson。「2016 年台灣蟬聯全球第二大半導體生產國 四大子產業同步上揚」。*財經新報*。（2016.09.29）。<https://finance.technews.tw/2016/09/29/tsia/>。（檢閱日期：2017.06.17）。

界三方面專家進行訪談，整理一份具備現有資料與一手資料的兩國半導體產業發展現況描述。同時針對兩國設備廠商、研究單位進行現況了解。

第二個目的希望藉由雙鑽石模型作為本論文研究架構，以「生產要素」、「需求條件」、「企業策略、結構與競爭」、「相關及支援性產業」四大要素，分析台灣與俄羅斯半導體產業發展的現況，並同時加入「政府」因素進行探討。分析出台俄半導體產業各自缺口與可互補之處，再提出台灣與俄羅斯在半導體領域方面可以合作之機會。圖 1-1 中可以看到筆者整理台俄半導體產業雙鑽石理論分析。

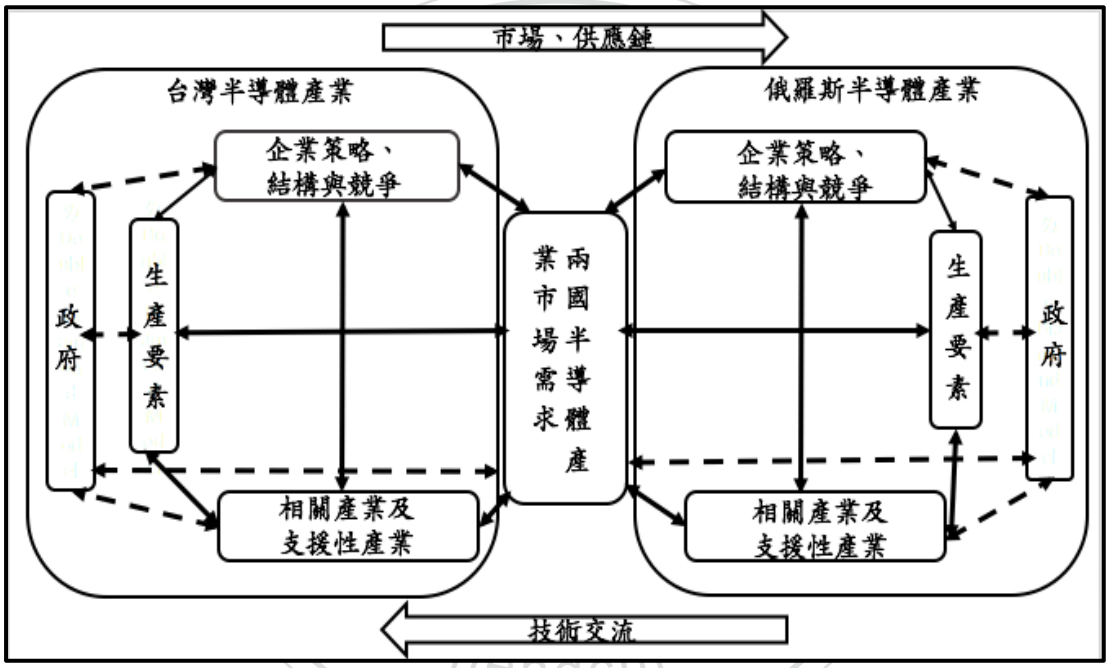

圖 1-1 台俄半導體產業雙鑽石理論分析

資料來源：筆者整理自何昶璈。*應用雙鑽石模型進行跨國產業分析之研究—以兩岸汽車產業為例*。國立交通大學科技管理研究所，碩士論文，2009。

第二節 文獻述評

一、 理論架構方面

本論文使用二種研究方法，分別是文獻檢閱法、深度訪談法，並以「雙鑽石模型」為理論架構。此處針對深度訪談法及雙鑽石模型相關論文、期刊進行述評。

（一） 雙鑽石模型

何昶璈以「雙鑽石模型」及工研院所提出的「兩岸產業雙鑽石模型」進行跨國產業分析[2]，針對的產業類別為汽車產業，分析台灣及中國之汽車產業，以「生產要素」、「需求條件」、「企業策略、結構與競爭狀態」、「相關與支援性產業」、「政府」五大要素進行分析。文章先定義汽車產業，並說明兩岸汽車產業歷史發展、現況、政策，並以「SWOT分析」為理論基礎，提出策略建議、結論及後續研究建議。

田暢鎮以波特五力分析說明全球、中國、韓國行動通訊產業現況[3]，並以SWOT分析中、韓國內行動電話業者使用之行銷策略，並分析兩國行動電話產業優勢、劣勢、機會、威脅。再以「國家競爭優勢」（鑽石理論）分析為架構理論撰寫「中、韓行動電話產業比較與競爭分析」，其中以國家競爭優勢分析中國、韓國之行動電話產業，最後得出結論並提出策略及相關建議。

鄭椀止以「國家競爭優勢」理論分析俄羅斯伏特加產業的競爭優勢[4]，敘述全球及俄羅斯伏特加產業現況，與俄羅斯該產業之機會、挑戰，並針對廠商、整體產業及政府提出策略建議。

---

[2] 何昶璈。*應用雙鑽石模型進行跨國產業分析之研究 —以兩岸汽車產業為例*。國立交通大學科技管理研究所，碩士論文，2009。

[3] 田暢鎮。*中、韓行動電話產業比較與競爭分析（以行動電話系統業為主）*。國立台北大學，企業管理學系，2000。

[4] 鄭椀止。*俄羅斯伏特加產業之國家競爭優勢分析*。淡江大學俄羅斯研究組，碩士論文，2003。

二、 半導體產業發展方面

為符合本論文分析方法，此處將台灣與俄羅斯半導體產業、微電子產業相關文獻進行回顧，並以「生產要素條件」、「需求條件」、「企業策略、結構與競爭狀態」、「相關與支援性產業」、「政府」五個要素分類探討，並進行評論。

（1） 生產要素條件

N. N. Balan 談及俄羅斯國內微電子產業的發展[5]，認為俄羅斯在 1990 年時逢經濟改革時期，對於俄羅斯國內發展電子產業並沒有非常大的助益，反而產生了退後與衰落的現象，雖然當時與其他國家相比，俄羅斯產業發展水平只落後於其他國家二個世代，但高科技水平基礎卻無法持續維持。而現今在俄羅斯甚至生產的軍事及特殊用途之專門電子產品，也就是說俄羅斯幾乎沒有自己生產的專業科技設備，倚賴進口的程度高於國內自行生產。N. N. Balan 認為每個生產電子零組件的基礎建設都應該具備研發中心網絡，能在俄羅斯本土生產，建立符合所有種類使用的光罩生產中心、非營利性質的設計研發協會等。文中提到俄羅斯過去及現今微電子產業的發展情形，並分析造成主要的原因。N. N. Balan 認為電子產業的現代化是長時間且困難的發展進程，需要政府及整個俄羅斯商業環境與結構轉變，才能幫助該產業發展。只有提到需要政府、商業環境改變，但並未提到如何改變，因此本論文將以此方向研究，找到其產業與台灣半導體產業的互補性，提出可能的合作機會，期待可促進雙方該產業發展得更好。

（2） 需求條件

許蒂那(Tina Hsu)在文中提到 2008 年俄羅斯電子元件市場約 17 億 2000 萬美元[6]，較 2017 年成長 16%，俄國國內自行生產的金額一年是 3 億美元，俄羅斯所生產之電子元件，主要還是供應給國內軍事設備使用，近幾年由於俄政府在電子元件生產上投入更多補助，電子元件的產量就增加，然主要是國防方面的訂單居多，國內市場的主要應用為工業電子產品、通訊社備、軍用設備、安全系統、汽車電子及家電製造商。

---

[5] N. N. Balan，國內半導體產業發展—現代化. Foreign Trade Association” Vneshtechnika”. < http://www.vneshtechnika.ru/rus/Index.html>。（Accessed：2017.06.15）。

[6] Tina Hsu（2010.06.10），「俄羅斯電機電子產業投資商機」，經濟部投資業務處。<http://twbusiness.nat.gov.tw/news.do?id=74678531>。（檢閱日期：2017.06.15）。

（3） 企業策略、結構與競爭狀態

Heinz Kundert提到俄羅斯加入WTO之後[7]，也將降低其關稅、免除貿易壁壘以及繁複的官僚檢查制度，這些改變對於其他有意願與俄羅斯進行貿易的國家來說是佳音，而對於俄羅斯國內高科技產業市場也將帶來新突破。[8]文中也點出三大值得關注的俄羅斯本土半導體廠商，分別是Sitronics、Angstrem、Crocus Nano Electronics（CNE），並說明其特色與現況。Heinz Kundert提到Sitronics、Angstrem皆在俄羅斯半導體產業中擔任領先者角色，作者認為未來這兩家公司會增加更多投資於半導體生產。Mikron 也有新的65奈米廠完工，但能夠有多少產出還是取決於政府基金多寡的給予。Angstrem則是完成了執行已久的Angstrem-T計畫，顯然計畫所需要的經費部分已經得到解決，他也期待看到產品線能生產新的產品。文中說明俄羅斯半導體產業目前幾間主要廠商，他們目前最新的發展，並提及這些公司未來會繼續投資更多在半導體產業，但並未提到太仔細。因此本研究將更多說明這幾間公司的現況、未來的走向，生產晶圓大小、生產規模，如此便能更了解整個俄羅斯半導體產業的樣貌。

勞倫・格拉漢姆(Lauren Graham)在他所撰寫的專書「Can Russia Compete?」中提到了俄羅斯半導體產業的發展[9]。俄羅斯在商業應用電晶體領域仍在全球市場中處於發展較為緩慢的國家，因此俄羅斯政府在 2010 年決議建立類似美國矽谷的科技園區「斯柯爾科沃」（Skolkovo）。現今在世界上各大電腦生產技術以及芯片生產大廠名單當中，仍然沒有俄羅斯的公司。以電晶體為基礎並在世界獲得擴展性成就的全球微電子廠商中，Lauren Graham 認為俄羅斯發展緩慢。相反的，美國與世界各大電晶體領域研發實驗室建立關係，像是 BELLA Laboratory[10]，是屬於私人集團 AT&T，也提到 Walter Houser Brattain[11]、John Bardeen[12]、William

---

[7] 半導體協會(Semi)歐洲區及獨立國協地區的執行長。

[8] Heinz Kundert, “Semiconductor Market Update Russia-March 2012”, SEMI, March 2012.

[9] Lauren Graham，Can Russia Compete? 2014, pp. 94-102.

[10] BELLA Laboratory：奈米技術研究所（INT）的電池和電化學實驗室，是由 Karlsruhe 理工學院和 BASF SE 共同資助。其研究將基礎工作與下一代鋰離子和鋰電池的主動/非活性材料和其他電池組件的應用驅動項目相結合。實驗室的基礎設施、設備持續支持各種研發工作，包括電極材料和電解質體系的電化學表徵、半電池和全電池的研究等。

[11] Walter Houser Brattain：美國物理學家，是國家科學院、富蘭克林研究所、美國物理學會的研究員、美國藝術與科學學院、美國科學促進會的一員。他同時也是國際純粹應用物理聯盟和海軍研究諮詢委員會半導體委員會成員。於 1956 年獲得諾貝爾物理獎。

[12] John Bardeen：美國物理學家，自 1945 年開始便以半導體和金屬的導電為主要研究領域、半導體的表面性質、超導理論和原子在固體中的擴散等。1957 年時，Bardeen 和兩位同事 L.N.

Bradford Shockley[13]這些美國學者，為電晶體研發領域的先驅，他們對於科學研究具有極大的貢獻，對於電晶體商業化亦即如此。Lauren Graham 認為俄羅斯也有優秀的研究人員，但對於將研發技術、產品成功商業化，俄羅斯則相對較弱。Lauren Graham 提到了俄羅斯對於將研發品商業化這個部分，與其他半導體產業發展先進國家相比，能力較弱，但並未提及如何能增加此方面的實力。因此本研究將以此為思考點，探討在台俄合作當中，台灣能否協助俄羅斯將研發技術、產品成功商業化，讓雙方都能互惠，達到雙贏。

（4） 相關與支援性產業

SEMI 協會[14]報告書中說明俄羅斯及獨立國協地區從 2007 年開始了許多半導體產業相關的計畫項目，像是多晶矽(polysilicon)製造，包含 TCS[15]，也是屬於俄羅斯半導體產業的相關性產業。目前有 Russia Silicon 每年生產 3000 噸的多晶矽，俄企業 Renova Orgsyntes 從 2009 年開始每年生產 2000 噸到 4000 噸的多晶矽。波羅的海矽谷每年生產 5000 噸至 20000 噸之間的多晶矽，位於烏克蘭的札波羅結(Zoporozhye)從 2010 年開始每年生產 3000 噸的多晶矽。文中提到一個主要的半導體相關性產業，並大略提到近幾年在俄羅斯及獨立國協國家的多晶矽產業發展與生產的情形，但還有其他相關及支援性產業沒有特別提到，因此本論文將再提到其他相關性產業在俄羅斯的發展，進行說明及研究，這項要素也是半導體產業競爭優勢之一。

(5) 政府

Lauren Graham 提及中國除了私人出資投資相關企業之外[16]，政府也有一系列的優惠政策吸引外國大企業與廠商投資，像是美商 Motorola、日商 NEC、荷蘭商 Phillips 等。反觀俄羅斯的情形，與美國比較之下，發現美國國家投入的研發經費遠超過俄羅斯政府所提供給其國內的研發機構之研發經費補助，再比較國內生產電子裝置的總值，俄羅斯也少於美國、日本、及歐洲國家。

Cooper 和 J.R. Schrieffer 提出了超導性的第一個成功的解釋。

[13] William Bradford Shockley：美國物理學家，和 John Bardeen、Walter Houser Brattain 共同發明了電晶體，三位因此共同於 1956 年獲得諾貝爾物理獎。

[14] SEMI 協會全名為國際半導體產業協會，專注於推度全球電子業供應鏈發展、致力於增進會員互利，推廣全球自由開放市場。目前於全球各大製造重鎮舉辦展覽。

[15] 三氯矽甲烷，英文全名為 Trichlorosilane，簡稱 TCS，是半導體、太陽能、石化產業的重要原料，也是做成各種矽原料的來源。

[16] Lauren Graham，*Can Russia Compete?*, 2014, pp.94-102.

吳春光提到戈巴契夫及葉爾欽兩人於執政時期[17]，致力於將俄羅斯國防工業所研發之高端科技，轉為運用於民生科技發展，也就是所謂的「軍轉民」政策。2000年普京獲得總統選舉的勝利並開始執政之後，變不再以「軍轉民」為政策方向，而是將俄羅斯所擁有基礎科學能量，開始發展民生科技產業，並以科技產業、電子產業之發展作為國家工業發展的重要核心，定期制定、發布相關執行政策與計畫。該文列出2002年普京總統所批准之科技發展政策，提到在俄羅斯經濟特區內設辦公室、蓋廠房等等所能享有的優惠政策與稅務、地租減免方案。像是在經濟特區，其統一社會稅稅率調降為14%，廠商在經濟特區註冊後免除企業財產稅和土地稅。主要的關稅優惠包括在特區內進口外國商品免關稅、附加價值稅、出口商品免徵出口關稅，只需繳消費稅。此文章提到許多普京所頒布的重要政策，可看出其對於科技領域的重視與政策走向，唯該文章並非針對半導體領域、微電子領域相關政策進行分析，因此本研究更聚焦在半導體、微電子領域相關法規、政府補助、優惠政策進行探討，並試圖列出最新科技政策、策略計畫重點，以期能更明白俄羅斯政府目前對於整個科技及半導體、微電子產業的未來構想與實際執行計畫。

(6) 筆者述評

以上回顧之文獻，對於俄羅斯半導體產業有不同層面與角度的分析，針對俄羅斯優勢及產業缺乏之處也進行討論。但未有一篇文章針對俄羅斯從上游 IC 設計商、零組件商、中游晶圓製造商、下游封裝與測試廠商、設備製造商、耗材與原料商之情形進行整理，因此筆者試圖在此論文中將俄羅斯目前半導體產業發展情形、各部門主要廠商、目前技術節點與生產水平等進行探討。

關於俄羅斯半導體政策及政府角色方面，目前文獻主要針對俄羅斯整體科技產業進行探討，但並未針對半導體產業相關政策進行探討，且由於撰寫時期較早，多為俄羅斯較為先前所發佈的科技政策，再加上近幾年俄羅斯因應全球局勢的變化，及國家面臨的挑戰，俄羅斯提出了許多新的政策與執行法規。因此筆者於本論文整理近 10 年俄羅斯所發佈的科技政策、進口替代政策、電子零組件發展策

[17] 吳春光，「俄羅斯科技產業政策分析一從戈巴契夫到普京」，*遠景基金會季刊*，2007 年，第 8 卷第 3 期，頁 127-170。

略與相關規定等，以期呈現出俄羅斯目前對於其國內電子產業所採取的態度與各項措施。

筆者發現過去的文獻當中，沒有任何一篇將俄羅斯及台灣半導體產業整體發展、目前主要廠商、製造水平、研發單位專業人才、專業研發人才、政府政策等議題進行比較、共同討論與研究。目前現有文獻也沒有探討台俄半導體合作的可能性。筆者思考兩國半導體產業，目前皆有產業升級的必要性，只是需要提升的方面不同。蒐集資料的方式，過去的文獻也並未以訪問台灣及俄羅斯半導體產業專家之形式，進行訪談內容整理與分析。筆者觀察兩國在該產業之優勢、缺口，認為彼此競爭性不強，而合作的可能性相對更大。產業互補性較強，因此筆者認為這是一個值得研究的題目。

第三節 研究方法與理論架構

一、 研究方法

（一）文獻檢閱法

本研究主要使用文獻檢閱法，找尋國內外研究俄羅斯半導體產業歷史、發展過程與現況之相關研究文獻，從俄羅斯相關期刊論文以及學術文獻當中，了解並寫出俄羅斯半導體產業發展的整體脈絡，探討俄羅斯政府對此產業的政策與市場環境的變化。台灣半導體產業發展與現況也將透過專書、期刊論文以及產業發展趨勢研究相關新聞等，了解其發展進程與現況。

（二）訪問法

選擇深度訪問法進行研究，此訪問方法為非結構性訪問，沒有一定的格式或既定答案。除了運用文獻檢閱法蒐集資料之外，以訪談法能蒐集到初級資料，這樣的一手資料能夠使本論文資料更有完整性，也能更貼近目前的現況與真實性。透過與台灣半導體業者、俄羅斯半導體產業相關廠商逐一訪談之方式，並且了解雙方產業的技術缺口，以及可以互補之處。明白台俄兩方的想法，與未來合作方式期望，進而分別針對產、學、官三方面寫出適當的策略方針與政策提議。再者，

提出建議台灣半導體廠商投資俄羅斯之項目、廠商名單，以及建議俄羅斯與台灣合作之領域。

此外，這部分也將擬定適合的問題，針對俄羅斯與台灣之半導體產業內上、中、下游廠商進行訪談，並將訪談內容與結果，做為本論文參考與研究依據。希望透過訪談的方式，能取得第一手的資料，直接與台灣與俄羅斯的半導體廠商接觸，相信資料內容也將更精準與詳盡。如此便能幫助本研究更加貼近產業真實面與現況，伴隨台灣廠商前輩與同業先進，一同參與台俄半導體產業對話，在後續給予政策上與各項合作模式上，建議也將更加深切實際，定能有效提升本研究之參考價值。

訪問題目將針對台灣與俄羅斯產、學、官三個方面之相關代表人物，分別進行訪談。題目設計會依據本研究之研究分析方法「雙鑽石模型」，針對六大因素，也就是生產要素條件、需求條件、相關支援產業、企業策略、結構與競爭狀態、政府、機會等進行提問。

二、 理論架構

（一）雙鑽石模型

「國家競爭優勢(Competitive Advantage of Nations)」是美國經濟學家波特（Michael Eugene Porter）所提出，思考為何有些國家裡有些企業能不斷的創新、努力改善、克服在改變及創新上的困難，得出主要四個特質。這些能組合成一個國家的鑽石體系，維繫一個國家的產業建立、營運，分別是「生產因素條件」、「需求條件」、「支援與相關產業表現」、「企業策略」、「結構與競爭狀態」。

這些因素能創造出國家的環境，企業在這當中思考如何競爭，這四個點以及這整個體系都會影響到企業在國際競爭中是否成功，且是最基本的條件。圖 1-2 為國家競爭優勢分析的四大因素。除了考慮四大因素之外，也加入政府、機會領個因素進行分析，如圖 1-3。本文主要以五大要素分析台灣與俄羅斯兩國之半導體產業，而一個國家半導體產業之五大要素的關聯性、五大要素之間的相互關係，

以及這些要素的相互關係，會如何影響產業的競爭力，在本論文中將不會討論之。

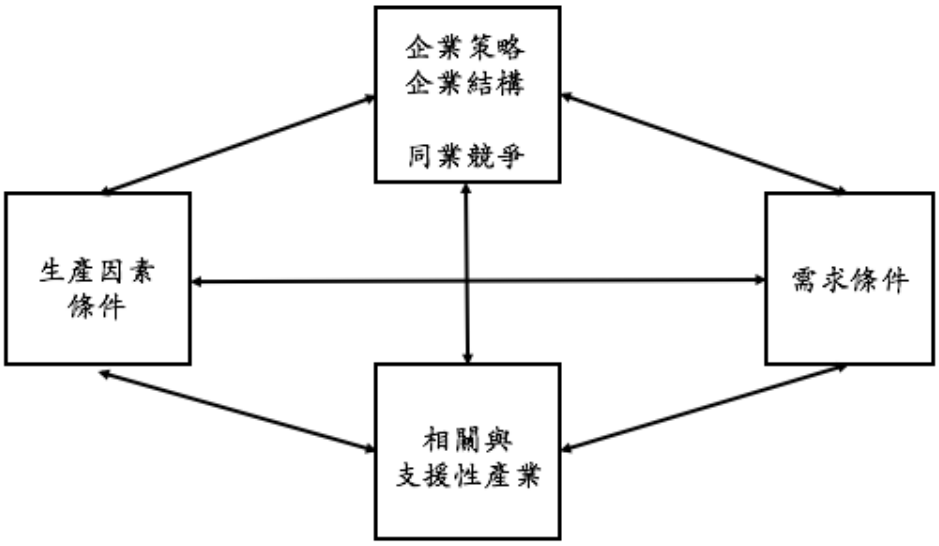

圖 1-2 國家競爭優勢分析的四大因素

資料來源：麥可•波特，*競爭論*，天下文化，2009，頁 263-265。

國立政治大學
National Chengchi University

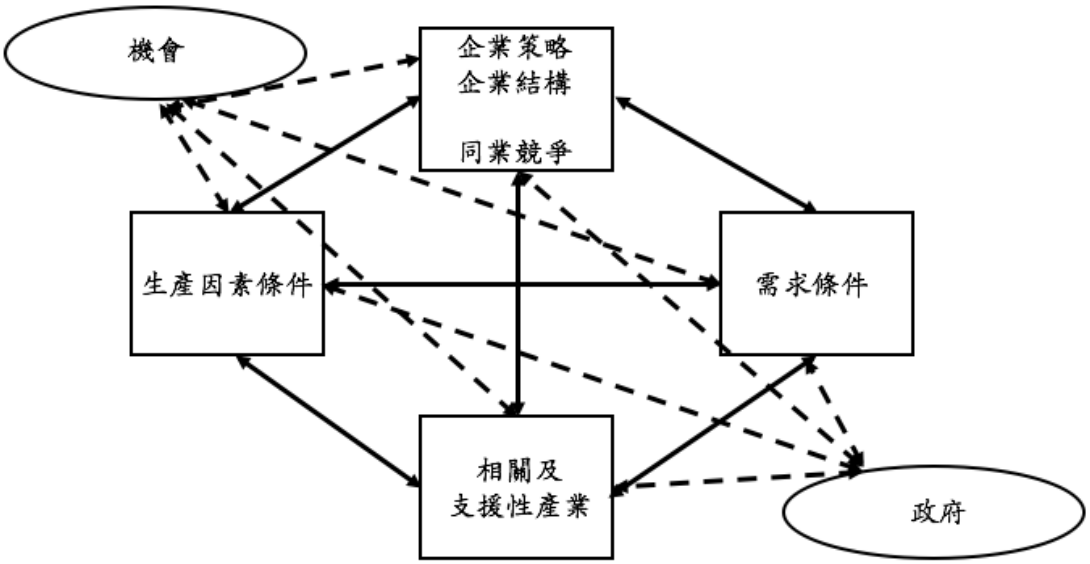

圖 1-3 波特國家競爭優勢模型

資料來源：麥可・波特，*競爭論*，天下文化，2009，頁 263-265。

國立政治大學
National Chengchi University

其後有許多研究者針對該模型進行修正，使之能更符合研究者所研究產業之分析要素，架構更貼近所研究的對象與目的。Rugman & Verbeke 在 1993 年以原本波特所提出得鑽石體系（分析單一國家），調整為針對兩國之間產業及貿易關係的「雙鑽石模型」（Double Diamond Model）。圖 1-3 為波特國家競爭優勢(Competitive Advantage of Nations)理論圖。由於本論文分析台灣與俄羅斯兩國同一產業間的關係，因此將以此模型作為理論架構。此外本研究作者認為政府也是影響兩國產業關係的重要因素，因此除了「雙鑽石模型」所強調的「生產要素條件」、「需求條件」、「相關與支援性產業」、「企業策略、結構與競爭狀態狀態」四項因素之外，也納入第五個因素，亦即政府。以下說明五個分析因素之定義。圖 1-4 為雙鑽石模型圖。

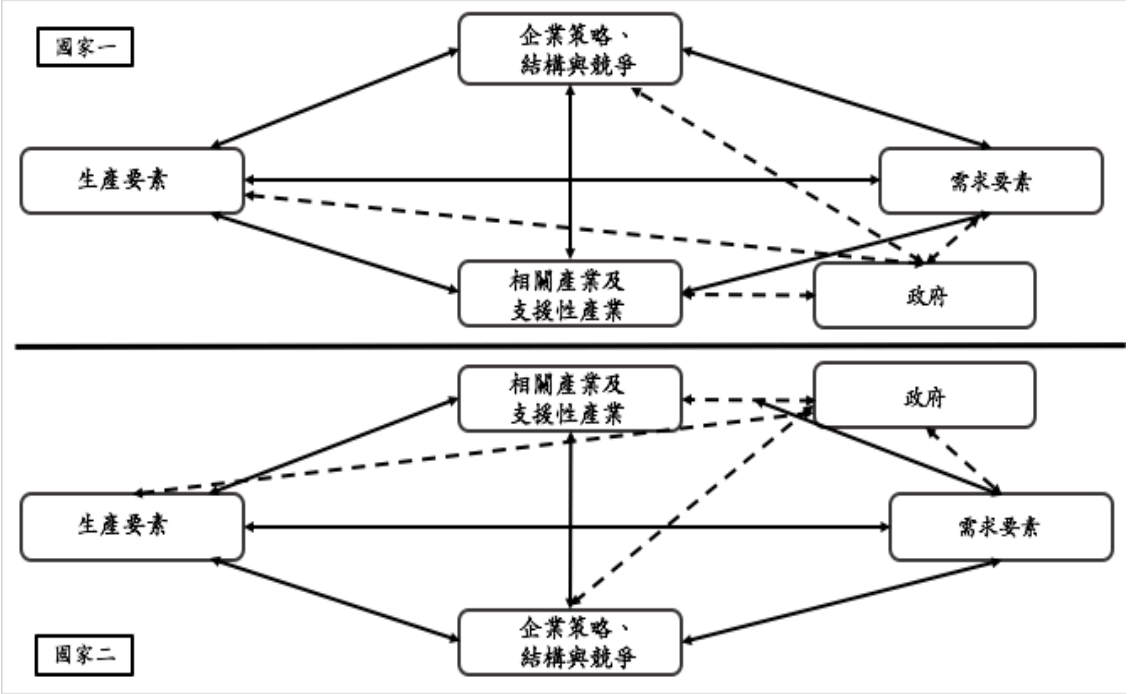

圖 1-4 Rugman & Verbeke 的「雙鑽石」模型

資料來源：筆者整理自 Alan M. Rugman, Joseph R. D'Cruz, “The "double diamond" model of international competitiveness: the Canadian experience”.

（1） 生產因素條件

傳統經濟理論所言的生產因素條件像是天然資源、勞動力、土地、資本、基礎建設等等，然而一個國家裡的精密產業、知識密集的產業要能夠發展，並不能只靠這些因素條件，還需要有技術勞動力、科技方面的基礎，甚至是高度的專業化。以半導體產業為例，所需要的因素是許多物理、光學、電學、機械方面的專業人才，這些並非原本就存在的國家裡的因素條件，而是培養與創造出來的。

（2） 需求條件

全球化競爭下其實並不會減少國內需求的重要性，反倒是更增加。國內市場的特質、組成結構會影響企業思考如何回應客戶的需求。國內需求條件可以幫助企業、產業建立競爭優勢。需求條件也是使廠商面對考驗與挑戰的一種方式，進而使得廠商具有優勢。如果國內客戶對產品、服務的要求是全球最挑剔、最精密細緻的時候，國內的企業就能獲得優勢；而國內的價值觀、環境也會塑造需求，甚至造成較為極端、嚴峻的需求，這是為何需求條件成為影響企業優勢的因素。

（3） 相關與支援性產業

一個國家在相關與支援性產業的競爭力，具有國際競爭力的本國供應商，以各種方式在下游產業中創造優勢，以有效率、快速、優惠等方式運送最符合成本的原物料，而一國相關與支援性產業所提供創新與升級的優勢，是由於彼此密切關係而得的優勢。

相關產業與支援性產業之間，像是一個產業的上、中、下游產業及具有互補作用，公司之間的協調、合作、技術移轉等都是可能的因素。發展到最後，所有供應商與服務對象（end user）會由於成本而選擇群聚在一起，這樣便能夠有效率的溝通、運輸、資訊交流等等，彼此在這些方面都具有優勢。支援性產業會提供主導產業原料、中間配套產品、物流、銷售等的產業部門。

國內的競爭可以促進其他特質的改善，若是在某個地區競爭非常激烈時，會刺激獨特、專業因素的發展。像是日本世界領先的半導體製造廠商，也會促使國內的半導體設備商升級，成為世界領先。一個國家並不會只有一個有競爭力的產業，而此鑽石體系可以創造一個群聚效應，這個群聚效應會有一個主要的產業，

是具有競爭力的。這些群聚的廠商會有垂直、水平的關係，可能是上、中、下游的關聯，或者是共同客戶、技術、通路商等。一個產業開始有了群聚效應，就會開始促進所有相關企業的發展，帶動整個產業的升級、發明技術可以擴散、研發方法、新策略的引進等都更佳快速方便。

（4） 企業策略、結構與競爭

此因素主要分析一國的企業如何創立、建造、組織、管理，並了解該國的國內競爭型態為何。國家的狀態、時空背景會營造出關係到企業如何創造、管理的一個趨勢。特定產業若能匯集一國當中有優勢的管理、組織模式，則能成為該產業的競爭力及優勢來源。

企業所追求的目標會表現出該國家資本市場具有的特質，每個國家都不同，個人工作、擴展自己的動機，也會影響競爭優勢；而國家機構與制度的目標、價值也會影響到個人的發展、企業的發展，形成一些產業的特殊地位、引導人才流動、資金的挹注流通等，也可能直接影響某些產業的競爭表現。若要刺激競爭優勢的持續力、創造力，必須端看該地的競爭狀態為何。

以上四種特質定義形成「鑽石體系」，每個特質的作業也要看其他特質的作用如何，這四個頂點當中，任何一個點不夠好，都有可能限制該產業的進步、升級。而這四個頂點也會自行強化，國內的競爭、地理的集中性也會將整個鑽石體系轉換成一個系統。

（5）政府角色

政府這個因素在國家競爭力探討當中，是一個具有爭議性的點，有些人認為政府具有正面的作用，可以幫助國家產業，運用政策制定等方式來針對特定產業進行扶持，影響該產業的競爭力；有些人則認為政府干預產業的發展即介入了市場，應讓經濟體系自然運作。然而，波特認為這兩種的想法長期來看都不是正確的，都有可能會對國家競爭力造成不好的影響。

政府的長期扶持可能導致企業無法成長，但政府的適度介入卻能營造適合產業、企業取得競爭優勢的環境。因此政府在國家競爭力中依然具有重要地位，它必須是一個適當的催化劑或是挑戰者，可以促使企業有更高程度的競爭優勢，政府若能打造出讓企業不斷提升競爭力的環境，就顯示出其政策制定正確、執行也具有果效。

國立政治大學 National Chengchi University

波特認為關鍵在於政府是塑造環境，而非干預。若要解釋為何很多政府會犯錯誤，主要原因是由於企業競爭的時間點，沒有與政府執政期間搭配在一起。一個產業要能創造自身強大的競爭優勢，需要的時間長度往往超越政府所預期。政府政策的特點多以短期利益為優先，鮮少是真的有助於產業表現出實質改變。產業要有競爭優勢，或許需要 10 年以上，不論上產品上、技術勞動力的素質、製程上的改善與革新、群聚效應的建立等。而短期成本優勢的各項政策，其實會損害創新與企業發展的動力。

第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

（一）時間範圍

全球半導體產業現況將納入2011年至2016年間總產值、成長率等數據統計、相關資料，以呈現目前全球最新情況及趨勢。

俄羅斯方面，由於俄羅斯半導體產業發展也是本論文探討重點，因此會著重 2000 年至 2016 年半導體產業發展情形詳述。

台灣方面，由於其半導體產業發展歷程，已有諸多文獻研究，因此本論文不針對此部分進行詳述。主要進行近五年發展與現況探討。

由於產業分析一般以五年為期，俄羅斯及台灣都將以 2011 至 2016 年的數據結果、發展情形共同進行理論架構分析。

(二) 半導體產業界定

本研究談及半導體的分離元件類、光電半導體、積體電路元件類。由於非以技術方面為主要探討內容，而是聚焦兩國產業間合作。因此在技術及產品的描寫、解釋方面，將不會太多琢磨。

游啟聰撰寫工研院電子所 ITIS 計畫「我國半導體產業國際競爭力分析」中，

將半導體產業從原料，經過生產、加工，直到產品的產出，大致可區分為半導體材料(含化學品)、光罩、設計(含 CAD 軟體)、製程、封裝、測試及設備等七個技術領域。半導體製程繁複，牽涉非常多供應商，上游廠商主要為 IC 設計廠商、中游廠商為 IC 製造及晶圓製造廠商、下游廠商為 IC 封裝測試、生產製成檢驗廠商。本論文將針對台灣及俄羅斯產業鏈的上、中、下游所涵蓋之相關廠商發展情形、現況。圖 1-5 中可以看到半導體產業鏈上、中、下游主要分工，本文將探討俄羅斯及台灣半導體產業上、中、下游發展情形與主要廠商。

此外探討兩國該產業市場規模、近幾年半導體生產產值、相關零組件與設備進出口情形等。半導體之應用在現今社會非常廣泛，關係到國家微電子產業的成長，因此本研究也會探討兩國該產業發展概況、主要應用領域、未來可能趨勢等。

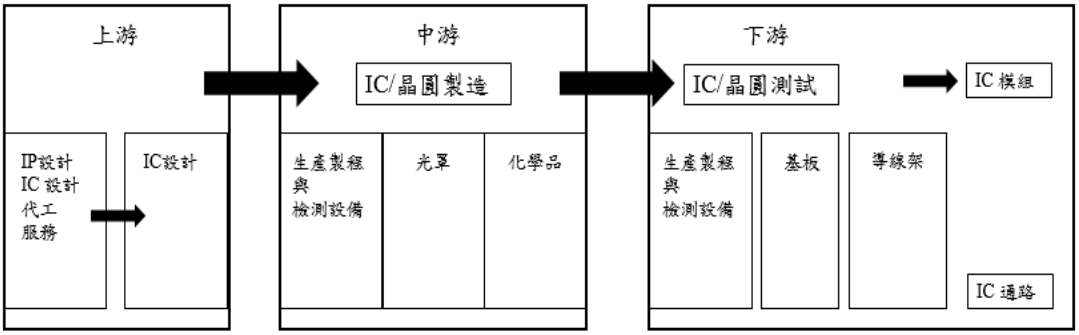

圖 1-5 半導體產業鏈上、中、下游

資料來源：筆者整理自產業價值鏈資訊平台。
<http://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=D000>。（檢閱日期：2017.06.18）

（三）訪問對象之界定

訪談對象的會影響其訪談之內容，因為不同的角色思考的方式、考量不同。本文將邀請幾位台灣與俄羅斯半導體廠商、相關研究單位中，具有決策權之專家及主管級人物進行訪談，進一步了解台俄半導體產業目前情形，分析兩國之間的互補性，並提出可能合作機會。

二、研究限制

本研究希望能訪問更多來自俄羅斯之廠商及官方代表，但受限於地理環境，目前只能把握機會與俄羅斯顧問、來台俄羅斯廠商進行訪談，也訪問目前在台灣駐點的俄羅斯半導體分公司決策者。此外，訪談過程中可能遇到廠商不願透露商業機密，以及相關議題不便提及之時，也將影響訪談內容之取材，訪談範圍及深度可能視廠商有不同的限制。

第五節 研究架構與章節安排

一、 研究架構

本研究進行流程，首先緒論說明研究背景與動機，接者確立研究目的。開始著手進行研究，先蒐集並研讀現有相關文獻，對於該領域及產業分析論文撰寫有更清楚脈絡了解，也決定本研究所適用之研究架構理論，即「雙鑽石模型」。開始第一階段資料蒐集，找尋全球、俄羅斯、台灣半導體產業現況資訊、數據統計等。同時，針對台灣、俄羅斯產、學、官三方半導體產業相關代表人物進行訪談問題設計，並進行訪問，完成第二階段資料搜集，也就是一手資料的蒐集。

完成兩階段資料蒐集後，接下來以「雙鑽石模型」將第一階段、第二階段之資料進行分析，整理分析結果，並提出台俄半導體產業可能之合作機會與策略建議。圖 1-6 為本論文研究流程圖。

國立政治大學 National Chengchi University

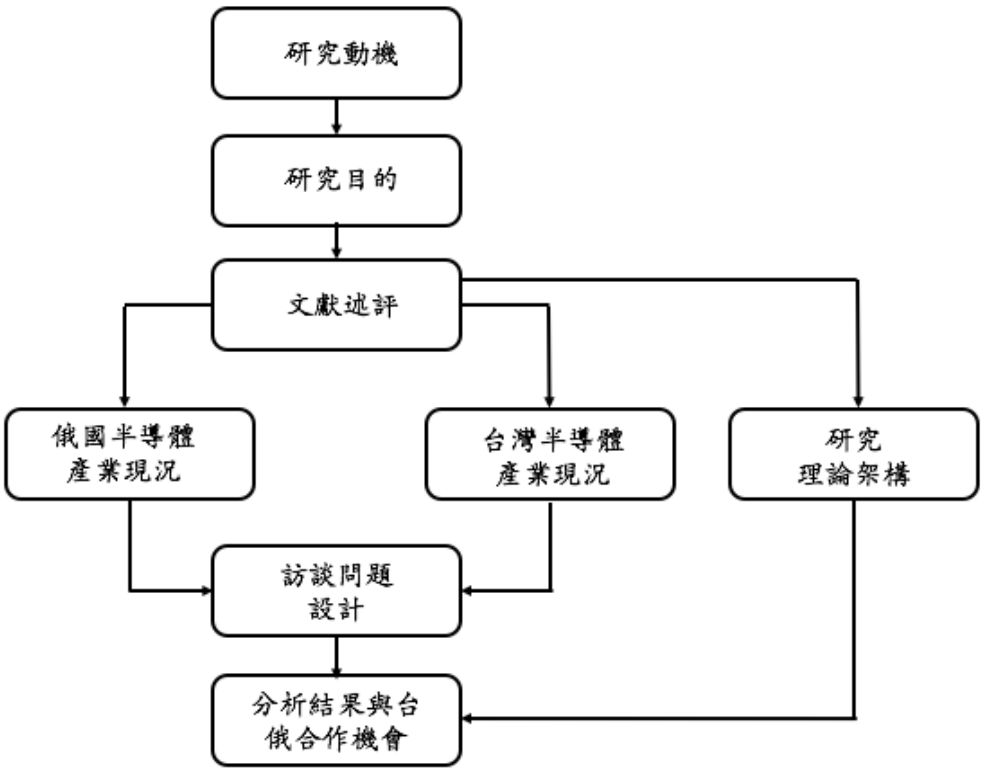

圖 1-6 本論文研究流程

資料來源：筆者整理。

二、 章節安排

第壹章為緒論，主要說明研究背景、研究動機與目的，整理出數篇相關文獻進行敘述與評論，並說明本研究理論架構、研究限制、研究範圍、章節安排等。

第貳章進行與本論文相關文獻資料蒐集，針對全球及台灣半導體產業蒐集最新資訊、產業情報及進行現況描述，並做出結論。

第參章探討俄羅斯半導體產業的過去發展、現況與未來可能趨勢，瞭解該產業主要優勢、缺口為何，能與台灣半導體產業現況最比對。

第肆章蒐集並整理俄羅斯政府對於該產業之相關政策與新計畫，了解俄羅斯政府是否支持該產業，有哪些新的政策方向與焦點。

第伍章以「雙鑽石模型」理論架構為基礎，設計出一份訪談題目，並以深度訪談法，分別針對俄羅斯、台灣兩方產、官、學界進行訪問。接者以「雙鑽石模型」分析所蒐集到的所有資訊，包含與專家之訪談內容。再以模型分析結果，找出台灣與俄羅斯半導體產業可能合作之機會，針對合作機會提出策略建議。

第陸章將會對此研究做出結論，說明本研究結果，回應兩個研究目的，並提出對於未來研究者之建議。

國立政治大學
National Chengchi University

第貳章 全球與台灣半導體產業現況

第一節 全球半導體產業現況

根據 World Semiconductor Trade Statistic[18]統計，2016 年 Q4 全球半導體市場銷售值達 930 億美元，較去年同期成長 12.3%，而全球半導體市場全年銷售值為 3389 億美元，較去年成長了 1.1%。銷售量方面，2016 年整年共為 8241 億顆。資策會預估全球半導體市場成長率會達 7.1%[19]，主要由於工業應用、車用半導體需求增多，整體記憶體價格升高等因素。

根據美國資訊技術研究及諮詢公司高德納（Gartner）分析， 2016 年全球半導體總收益達到 3397 億美元，比 2015 年的收入增長了 1.58 億美元。2016 年前 25 強的半導體供應商的綜合收入增長了 7.9%，佔市場的 75.9%。Gartner 資深研究分析師 Adriana Blanco 認為 2016 年下半年出現庫存增加，因此需求和價格上漲，2016 年下半年的半導體收益表現比 2016 上半年表現更好。英特爾（Intel）在 2016 年仍排名第一，此排名已經蟬聯 1/4 個世紀，成為第一大半導體供應商，目前市佔率為 15.9%。三星電子（Samsung Electronic）維持了十五年的第二名，市佔率為 11.8%。博通有限公司（Broadcom Ltd.）是前 25 名中表現最好的企業，在安華高科技 Avago 收購博通公司後，排名攀升 11 位，達到第 5 名。表 2-1 為 Gartner 公司統計 2016 年全球半導體廠商總收益排名。

Adriana Blanco 認為，2016 年的記憶體市場開始，DRAM 和 NAND 市場供過於求，價格下滑。到今年年中，DRAM 和 NAND 兩個市場皆呈現供不應求的情形，價格大幅上漲。在 2016 年經濟方面，歐元與美元相比相對穩定，而日元則大幅上漲。英國 Brexit 在 2016 年 6 月的決定，對全球半導體市場沒有明顯影響。

---

[18] World Semiconductor Trade Statistics 是市場情報的預測、數據統計報告單位。其市場數據在準確性、細節和市場覆蓋方面精準。專門進行半導體產業大部分市場情報、主要廠商營業情形的預測。

[19] 「2017 臺灣半導體產值成長率 3.5%」（2017.06.01）。資策會產業情報研究所。

表 2-1　2016 年全球半導體廠商總收益排名

單位：百萬 美元

2016 排名	2015 排名	供應商	2016 收益	2016 市佔率%	2015 收益	2015-2016 成長率%
1	1	英特爾 Intel	53,996	15.9	51,690	4.5
2	2	三星 Samsung Electronics	40,143	11.8	37,852	6.1
3	4	高通 Qualcomm	15,351	4.5	16,079	-4.5
4	3	SK 海力士 SK hynix	14,267	4.2	16,374	-12.9
5	16	博通有限公司 Broadcom Ltd.	13,149	3.9	5,216	152.1
6	5	美光科技 Mikron Technology	12,585	3.7	13,816	-8.9
7	6	德州儀器 Texus Instruments	11,776	3.5	11,533	2.1
8	7	東芝 Toshiba	10,051	3.0	9,162	9.7
9	12	思智浦半導體 NXP	9,170	2.7	6,543	40.1
10	11	聯發科技 Media Tek	8,697	2.6	6,704	29.7
		其他	150,499	44.2	159,799	-5.8
		總計	339,684	100	334,768	1.5

資料來源：Gartner, “Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 1.5 Percent in 2016”, January 2017, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3573717>.（Accessed：2017.06.26）.

國立政治大學 National Chengchi University

目前全球類比 IC 市場中，德州儀器（Texas Instruments, TI）[20]為第一大廠商，排名第二的是意法半導體（STMicroelectronics）[21]，排名第三為英飛凌（Infineon Technologies）[22]。德州儀器在 2014 年度成為全球最大類比元件供應商，銷售額達到 81.04 億元。[23]

2016年全球四大純晶圓代工廠(見表2-2，營業額單位為百萬 美元)，也就是台積電（TSMC）、格羅方德（GlobalFoundries）、聯電（UMC），及SMIC（中芯國際）持有全球純晶圓代工市場的85%。其中台積電佔了59%的市佔率，與2015年相同，且銷售量較去年同期增加了290億美元，比2015年的140億美元成長了兩倍一上。格羅方德、聯電、及中芯國際三家廠商總共佔了26%，與2015年相同，十大純晶圓代工廠當中有七間廠商皆是立基於亞洲地區，非亞太公司為總部位於以色列的城堡半導體有限公司（Tower Jazz）、總部設在歐洲的專業晶圓代工廠X-FAB半導體晶圓公司（X-Fab）、總部位於美國的格羅方德。

其中成長率最高的是X-FAB半導體晶圓公司，主要專門生產類比IC、混合訊號、高壓裝置等，成長率為54%。以中國為基地的中芯國際，在2011年的銷售額為12億2000萬美元，2016年為29億2100萬美元，成長率為31%。以色列的城堡半導體有限公司在2013年時銷售額是5億500萬美元，2016年時則達到了12億4900萬美元。

國立政治大學 National Chengchi University

[20] 德州儀器（Texas Instruments, TI）成立於 1930 年，位於美國德克薩斯州達拉斯的跨國公司，以開發、製造、銷售半導體和電腦技術聞名於世，主要從事數位訊號處理與模擬電路方面的研究、製造和銷售。<https://goo.gl/OaGIuU>。（檢閱日期：2017.06.16）

[21] 意法半導體（STMicroelectronics）成立於 1957 年（為 SGS），1987 年為 SGS-Thomson，為國際性半導體廠商，總部設在瑞士日內瓦。<https://goo.gl/vghUPY>。（檢閱日期：2017.06.16）

[22] 英飛凌科技股份有限公司（Infineon Technologies），成立於 1999 年，總部位於德國慕尼黑，主力提供半導體和系統解決方案，解決在高效能、移動性和安全性方面帶來的挑戰。2012 銷售額達 39 億歐元，在全球擁有約 26700 名員工。<https://goo.gl/PyiT9P>。（檢閱日期：2017.06.16）

[23] IC Insights. <http://goo.gl/QXbVax>。（Accessed：2017.06.16）

表2-2 全球前十大純晶圓製造商排名

2015排名	2016排名	公司(總辦公室)	2014 營業額	13/14 變化%	2014 市佔率	2015 營業額	15/14 變化%	2015 市佔率	2016 營業額	16/15 變化%	2016 市佔率
1	1	TSMC (Taiwan)	25,138	25%	59%	26,574	6%	59%	29,488	11%	59%
2	2	GlobalFoundries (U.S.)	4,355	6%	10%	5,019	15%	11%	5,545	10%	11%
3	3	UMC Group (Taiwan)	4,331	9%	10%	4,464	3%	10%	4,582	3%	9%
4	4	SMIC (China)	1,970	0%	5%	2,236	14%	5%	2,921	31%	6%
5	5	Powerchip (Taiwan)	1,290	9%	3%	1,268	-2%	3%	1,275	1%	3%
6	6	Tower Jazz (Israel)	828	64%	2%	961	16%	2%	1,249	30%	2%
7	7	Vanguard(Taiwan)	790	11%	2%	736	-7%	2%	800	9%	2%
8	8	Hua Hong Semi (China)	665	14%	2%	650	-2%	1%	712	10%	1%
9	9	Dongbu HiTek(S. Korea)	541	20%	1%	593	10%	1%	672	13%	1%
10	10	X-Fab (Europe)	330	14%	1%	331	0%	1%	510	54%	1%
---	---	其他	2,280	3%	5%	2,405	5%	5%	2,251	-6%	<1%
---	---	總計	42,519	18%	100%	45,237	6%	100%	50,005	11%	100%

說明：格羅方德（GlobalFoundries）2015年下半年有7億4000美元是來自於IBM的採購而中芯國際則有部分是屬於台積電。營業額單位為 百萬美元

資料來源：筆者整理自Samsung Cuts Intel' s Semiconductor Sales Lead to 16% in 2Q15, August 2015, *IC Insights.*

2013 年及 2014 年全球半導體產業發展情形，2013 年全球半導體供應商總收益為 3154 億 28 百萬美元，2014 年總收益則為 3403 億 31 百萬美元，成長了 7.9%。英特爾、三星電子及高通皆維持在世界前三名，英特爾 PC 產量回升，銷售額增加 7.7%，其市佔率第一的紀錄已維持 23 年。2014 年主要半導體供應商重要的交易為安華高科技（Avago Technology）收購 LSI Corporation，晨星半導體（MStar）與聯發科技（Media Tek）合併，安森美半導體（ON Semiconductor）收購了艾納影像科技（Aptina Imaging）。表 2-3 為 2013 年及 2014 年全球半導體供應商收益、成長率、市佔率整理。

表2-3　2013-2014全球半導體供應商收益、成長率、市佔率

2013 排名	2014 排名	供應商	2013 收益	2014 收益	2013-2014 成長率	2014 市佔率
1	1	英特爾 Intel	48,589	52,331	7.7%	15.4%
2	2	三星電子 Samsung Electronic	30,636	34,742	13.4%	10/2%
3	3	高通 Qualcomm	17,211	19,291	12.1%	5.7%
5	4	美光科技 Micro Technology	11,918	16,278	36.6%	4.8%
4	5	SK 海力士 SK Hynix	12,625	15,997	26.7%	4.7%
7	6	德州儀器 Texas Instruments	10,591	11,538	8.9%	3.4%
6	7	東芝 Toshiba	11,277	10,665	-5.4%	3.1%
8	8	博通 Broadcom	8,199	8,428	2.8%	2.5%
9	9	意法半導體 STMicroelectronics	8,082	7,376	-8.7%	2.2%
10	10	瑞薩電子 Renesas Electronics	7,979	7,276	-8.8%	2.1%
		其他	148,321	156,409	5.5	46.0
		總計(Total Market)	315,428	340,331	7.9%	100%
單位為：百萬 美元						

資料來源：” Worldwide Semiconductor Revenue Grew 7.9 Percent in 2014, According to Final Results by Gartner.” , March 2015, *Gartner*. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3023317>.（Accessed：2017.06.28）.

2011年總收益為3154億28百萬美元，2012年總收益則達3403億31萬美元。2012年較2011年成長了7.9%，排名前三名分別為英特爾、三星電子、高通。表2-4為2011年及2012年全球半導體供應商收益、成長率、市佔率整理。

表2-4　2011-2012全球半導體供應商收益、成長率、市佔率

2011 排名	2012 排名	供應商	2011 收益	2012 收益	2011-2012 成長率	2012 市佔率
1	1	英特爾 Intel	50,669	49,089	-3.1%	16.4%
2	2	三星電子 Samsung Electronic	27,764	28,622	3.1%	9.5%
6	3	高通 Qualcomm	9,998	13,177	31.8%	4.4%
4	4	美光科技 Micro Technology	11,754	11,111	-5.5%	3.7%
3	5	SK 海力士 SK Hynix	11,769	10,610	-9.8%	3.5%
5	6	德州儀器 Texas Instruments	10,650	9,152	-14.1%	3.1%
8	7	東芝 Toshiba	9,388	8,965	-4.5%	3.0%
7	8	博通 Broadcom	9,635	8,415	-12.7%	2.8%
10	9	意法半導體 STMicroelectronics	7,160	7,846	9.6%	2.6%
9	10	瑞薩電子 Renesas Electronics	7,643	6,917	-9.5%	2.3%
		其他	151,343	146,008	-3.5%	48.7%
		總計(Total Market)	307,773	299,912	-2.6%	100%
單位為：百萬　美元						

資料來源：　Worldwide Semiconductor Revenue Declined 2.6 Percent in 2012, According to Final Results by Gartner. *Gartner.* < http://www.gartner.com/newsroom/id/2405215>. （Accessed：2017.06.28）.

第二節 台灣半導體產業現況

台灣半導體產業產值是世界第三，晶圓製造能力強。台灣半導體產業也是大多數投資者最主要投資的產業，在每年電子零件出口，也佔了很大的比例。同時，半導體產業也提供大量工作機會，經濟部工業局統計目前台灣有 22.2 萬人從事半導體相關工作。半導體產業的發展與成長，對於台灣經濟發展與穩定性的影響頗大。根據台灣半導體產業協會（TSIA）資料，台灣 2016 半導體產值為 2.43 兆，佔全球半導體產值 23%。台積電董事長張忠謀博士在台灣半導體產業協會主辦的「啟航下個黃金盛世 半導體產業高峰論壇」提到，未來半導體產業發展將有三個特性，分別為「人才集中」、「資金集中」、「技術密集」。目前我國半導體產業也朝這樣的趨勢邁進。張忠謀博士也提到，未來半導體技術除了繼續邁向摩爾定律的先進製程發展，也可投入「超越摩爾定律」（more than Moore）的研發領域，持續開發各式半導體應用，舉例像是數位相機及嵌入式產品等都是機會。

台灣目前IC設計市佔率世界第二，晶圓代工與封裝測試都是世界之首。資策會產業情報研究所統計，台灣半導體產業在2015年整體產值為21,616億臺幣，2015年台灣半導體產值成長幅度是優於全球的。產值主要在2011年開始到2015年有持續成長，但以2015年統計作為參考，相對於全球半導體市場的成長率來看，台灣半導體市場的成長率較低。[24]資策會預估2017年臺灣半導體產值將達2.4兆新台幣，成長率3.5％。表2-5當中也可以看到2011年至2016年台灣IC產業產值以及成長率（單位：億台幣）。此外，根據TSIA之統計資料，2014年台灣半導體產業產值首次突破2兆新臺幣，達到20,033億元，約725億美元，佔全球半導體產值市場3,358億美元的21.6%，排名全球第二，僅次於美國，超越日本及韓國。[25]

[24] 「2015 台灣半導體產值成長幅度優於全球」。MIC 資策會產業情報研究所。< https://mic.iii.org.tw/IndustryObservations_PressRelease02.aspx?sqno=391 >。（檢閱日期：2017.06.15）。

[25] 「我國組團出席第 16 屆政府間半導體會議　力爭我業者權益」，2015.10.21，經濟部國貿局。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=40&pid=539917&did=94897>。(檢閱日期：2017.06.15)。

表 2-5　2011-2016 年台灣 IC 產業產值、成長率

	2011年	2011年成長率	2012年	2012年成長率	2013年	2013年成長率	2014年	2014年成長率	2015年	2015年成長率	2016年	2016年成長率
IC產業產值	15,627	-11.7%	16,342	4.6%	18,886	15.6%	22.033	16.7%	22,640	2.8%	22,869	1.0%
IC設計業	3,856	-15.2%	4,115	6.7%	4,811	16.9%	5,763	19.8%	5,927	2.8%	6,273	5.8%
IC製造業	7,867	-12.6%	8,292	5.4%	9,965	20.2%	11,731	17.7%	12,300	4.9%	12,096	-1.7%
晶圓代工	5,729	-1.7%	6,483	13.2%	7,592	17.1%	9,140	20.4%	10,093	10.4%	10,544	4.5%
記憶體製造	2,138	-32.5%	1,809	-15.4%	2,373	31.2%	2,591	9.2%	2,207	-14.8%	1,552	-29.7%
IC封裝業	2,696	-6.1%	2,720	0.9%	2,844	4.6%	3,160	11.1%	3,099	-1.9%	3,150	1.6%
IC測試業	1,208	-5.5%	1,215	0.6%	1,266	4.2%	1,379	8.9%	1,314	-4.7%	1,350	2.7%
IC產品產值	5,994	-22.3%	5,924	-1.2%	7,184	21.3%	8,354	16.3%	8,134	-2.6%	7,825	-3.8%
全球半導體成長率	-	0.4%	-	-2.7%	-	4.8%	-	9.9%	-	-0.2%	-	0.3%

資料來源：筆者整理自工研院 IEK 報告，2016.05。
說明：單位億元新台幣。

2015年台灣市場上IC進口量較去年同期減少2.3%，總額為10,009億台幣（2014年為10,248億台幣），IC出口量增加1.2%，總額為20,217億台幣。2015年主要進口國以中國（含香港）(19.5%)、日本(17%)、南韓(13.5%)、新加坡(11.4%)、美國(9.6%)為主。出口方面主要以中國（含香港）(48.7%)、新加坡(17.6%)、南韓(11.2%)、日本(8.2%)、馬來西亞(3.3%)為主。[26]

以下針對台灣 IC 設計、IC 製造及 IC 封測發展現況進行說明，是由於台灣半導體產業主要以晶圓代工為主，供應鏈完整，可以細分為這幾項進行研究。

(一) IC 設計

IC 設計產業廠商可以資本分為 Tier1(一級資本)、Tier2(二級資本)、Tier3(三級資本)。[27] 台灣 IC 設計一級資本廠商主要有:聯發科、聯詠、瑞昱、奇景、群

[26] Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2016 Edition), *Taiwan Semiconductor Industry Association*, p.12.
[27] 金融監管機構衡量銀行金融實力的主要指標，於 1988 年巴塞爾資本協議開始使用

聯等等，分別設計與研發不同用途之 IC，舉凡智慧型手機、面板驅動 IC、乙太網路相關、面板驅動 IC、記憶體控制 IC 等等。

2015 台灣 IC 設計營收成長 2.8%，達到 5927 億台幣，佔全球 IC 設計市場的 20.5%，排名第二名，僅此於美國。台灣 IC 設計公司於 2015 年在研發領域共投資了 9980 億台幣，佔所有無晶圓廠總收入的 16.8%。[28]

台灣資訊領域以 PC、一般消費性電子產品為主，數位（Digital）IC 研發上能力強，而類比 IC 設計以及 RF 研發能量相較於其他國家仍較為不足。近年台灣對類比 IC 設計領域的發展更加重視，2016 年 5 月 4 日在國立交通大學由台灣半導體產業協會（TSIA）與國立交通大學電子研究系所、立錡科技（Richtek Technology）共同舉辦「類比 IC 設計產業未來發展趨勢與願景」以及「如何踏入類比～Power IC 領域」等校園講座，由立錡科技資深副總經理暨共同創辦人賴世芳擔任演講講者。演講中以蛋殼理論分析人合應用類比的電源管理，並分析目前全球及台灣半導體市場、類比 IC 市場、電源管理 IC、台灣半導體 IC 設計業市場，以及類比 IC 在電腦、消費性電子產品、通訊產品等等的應用。[29]

IC 設計方面，美國的高通（Qualcomm）對於台灣聯發科技而言，為國際上最主要的競爭者，角逐 IC 晶片設計市場上的大筆訂單。例如 iPhone 手機內的 CPU 晶片，就是這幾年兩家公司長期競賽，企圖取得的大餅。而就中國大陸方面，台灣目前並沒有開放中國大陸投資，因此目前面臨中國大陸之競爭壓力較小，但中國大陸海思半導體，其 IC 設計技術也非常先進。海思（Hisilicon）屬於華為集團，目前在國際市場上被視為通訊設備世界級大廠。至於台灣未來半導體產業 IC 設計商發展會受到哪些因素影響，這可以提出主要兩個，一個是中國大陸的經濟發展速度，另一個則是中國大陸的 IC 設計商成長速度。這些 IC 廠商中，對台灣而言，又以智慧型手機 IC 晶片、面板驅動 IC 廠商為主要競爭者。

雖然台灣 IC 設計產值在國際上已有數一數二的地位，但台灣長期著重於數位電路的設計，為 PC 相關的資訊產品設計等，且主要致力於產品的研發，而非技術的研發，因此必須不斷提升產品的附加價值，才能提升競爭實力。而目前類

[28] Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2016 Edition), *Taiwan Semiconductor Industry Association*, p.6.

[29] TSIA 第 77 期簡訊電子書。<http://ebook.greenpublishers.com/ebook/tsia/77/>。（檢閱日期：2017.06.16）

比設計人才仍較缺乏，專業廠商也不足。台灣 IC 設計大廠併購案近幾年增多，為了能優化產品線。

聯電在 2015 年投資中國聯芯廈門廠動工後，力晶與中國大陸合肥市政府在 2015 年的第三季宣布要合資，在該地興建 12 吋晶圓廠。2017 年將以大尺寸 LCD 驅動 IC 為主。台積電也在 2015 年宣布要在南京設立 12 吋晶圓廠[30]，以就近接受中國大陸 IC 設計廠商的訂單需求。這是台灣晶圓代工方面未來發展趨勢。圖 13 中可以清楚看到台灣半導體產業廠商數量與薪資概況。台灣 IC 封測產業在 2015 年下半年，穿戴式裝置以及物聯網相關產品的使用增加，通訊產品也增加高階封裝的使用，因此產值會增加至於智慧型手機，市場仍有其需求，但新興國家的智慧型手機市場需求將日益減少。

一支蘋果智慧型手機所牽涉的供應商可能非常多家，以通訊晶片而言，製造技術需要非常領先，市場上能與台積電製造技術相比的廠商少，蘋果選擇台積電作為代工廠商，也是由於其製造技術好，生產的晶片性能強，功率消耗低。而鴻海為蘋果代工組裝及機殼部分等，技術也需要領先，因此若能在接到更多蘋果的訂單，對於鴻海來說，代工品質好，未來就能有更多廠商希望能讓他代工。

由於智慧型手機代工技術門檻高，台灣晶片製造廠商優勢在於其技術能力強，能手機裡晶片量產，晶片效能與品質維持在與原始設計所期望的標準一樣，代工技術必須非常良好、晶片能達到低功率消耗、維持高性能的品質，因此獲得智慧型手機代工訂單。製造出的晶片若是能比其他國家的廠商所生產出來的晶片效能更好，價格又都相當，那麼將來智慧型手機廠商也將會選擇台灣製造商生產，因為消費者使用之後也會有其想法，對於規格也會比較。

上游廠商設計出的晶片，製造商要能夠與當初設計者的應用想法、效能一致，需要非常好的代工技術，此外也必須擁有研發人才，測試該晶片的原始設計是否能夠生產，並將其轉成可以製造的製程參數，這些也都需要專業技術，對於晶片設計商原始設計的安全控管也非常重要，才能確保設計不外流。

[30] 「2015 台灣半導體產值成長幅度優於全球」，MIC 資策會產業情報研究所，2015.05.20。<https://mic.iii.org.tw/micnew/IndustryObservations_PressRelease02.aspx?sqno=391>。（檢閱日期：2017.06.16）。

（二）晶圓代工與晶片生產

2015 年台灣的 16 家 IC 晶圓製造商，包含台積電、聯電、力晶、世界先進、漢磊、茂矽、敦南科技、元隆、鉅晶、穩懋、新唐、宏捷等。晶圓代工以台積電、聯電為主，其先進製程於下一代製程的不斷進步，能使其領先於其他晶圓代工廠商。還有許多廠商像是旺宏、華邦電子、華亞科、嘉晶等等皆為台灣上市之晶圓代工廠商。整合元件製造商(IDM)像是華邦、旺宏，記憶體製造商像是南亞科、華亞科。台灣 IC 製造商營收（包含代工及記憶體製造商）在 2015 年成長 4.9%，達到 1230 億台幣。[31]

台積電晶圓製程與晶片生產技術水平為全台最領先製程。目前有三座 12 吋晶圓廠。2012 年這三座晶圓廠的總產能達 393 萬 6,000 片 12 吋晶圓。目前提供 0.13 微米、90 奈米、65 奈米、40 奈米、28 奈米全世代以及其半世代設計的生產。此外也保留部分產能，作為研發用途，支援 20 奈米、16 奈米及更先進製程的技術發展。[32]聯電目前也有數座營運中的 12 吋晶圓廠，目前已運用先進 28 奈米製程為生產客戶產品。研發製造複和廠區由三個獨立的晶圓廠，產能目前一個月超過 75,000 片。最新的 12 吋晶圓廠是位於中國廈門，已於 2016 年第 4 季度開始量產。其總設計產能為一個月 50,000 片。[33]

台灣晶圓代工業者由於高階技術以及先進製程目前仍領先全球，緊追在第一名的美國之後，大廠紛紛往大陸設廠，找到增加產值的驅動力是主要的努力目標。目前中游 IC 製造與晶圓代工方面，美國主要以英特爾（Intel）為主要競爭對手，目前英特爾晶圓製造技術仍領先台灣。台灣開放廠商至中國大陸設廠之後，日後將更易取得中國大陸之訂單。中國大陸政府對於其半導體產業的發展非常重視，投入的支持與各方面的實質補助也顯而易見，因此也將視為未來台灣半導體產業前景發展不容忽視的競爭與挑戰。而在中國大陸併購動作增多之下，台灣封裝與測試廠商，需要掌握高階技術發展與產品良率穩定度，維持超前於其他國家廠商之優勢。

---

[31] Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2016 Edition) ,*Taiwan Semiconductor Industry Association*, p.8.

[32] 台積電網頁。<http://www.tsmc.com.tw/chinese/dedicatedFoundry/manufacturing/gigafab.htm>。（檢閱日期：2017.06.26）。

[33] 聯電網頁。<http://www.umc.com/chinese/class_300/index.asp>。（檢閱日期：2017.06.26）。

此外，南韓半導體產業成長也非常快速，尤其是 Samsung 集團在 1992 年就已成為全世界最大的 DRAM（Dynamic Random Access Memory，動態隨機存取記憶體）廠商，在 2004 年成為全世界半導體前十大廠商，當年營收為 163 億美元，產品多為記憶體產品。[34] 對於台灣來說，也是國際半導體市場上的主要競爭者之一。DRAM 製造業者主要優勢在於非揮發性記憶體上，有自行研發之技術，以及自己的專利。

電子產品許多都需要晶片，晶片的應用廣泛。台灣主要是以晶圓代工為主，由於我們沒有較大的品牌能推向國際，與全球其他品牌大廠競爭，我們生產出來的產品若沒有品牌，依然沒有可以銷售的機會，而設備開發與技術研發，台灣也無法開發出晶圓製程前端的精密機台設備，像是全球設備營收金額最大的三個企業為美商 Applied Meterial、荷商艾斯摩爾(ASML Holding N.V.，簡稱 ASML)、日商 Tokyo Electronic Limited 他們所開發設計出的設備非常精密，也是晶圓製程必需的設備，沒有這些機台無法生產。這些設備一台的價格就非常高，他們所獲得的利潤也高，台灣生產晶圓也必須向這些企業購買並進口機台設備。因此我們需要投入生產的資本就非常的高，必須先投入龐大資金建廠，接者購買設備，代工所能賺到的利潤其實並不高，需要不斷的接單來累積，實際上是以大量資本投入來賺取生產財以及管理財。舉例而言，台灣晶片製造廠商為手機品牌代工，手機品牌本身不需要蓋廠生產，其擁有品牌以及創新，發明智慧型手機改變整個消費性電子產業的生態。

（三）IC 封裝與測試

台灣 IC 封裝與測試總收益在 2015 年達到 4,413 億台幣(包含國內、海外銷售額)，佔全球封測總營收的 54.19%，排名僅次於美國、中國。總資本額投資於 2015 年達到 8570 億台幣。[35] 2015 年台灣前 10 大封測廠商排名為日月光、矽品、力成、南茂、京元、欣邦、華泰電子、華東及同欣。前五大公司營收總額佔台灣封測廠商總營收的 69.7%，前 10 大廠商總營收佔台灣封測廠商總營收額的 82.7%。[36] 台灣目前晶圓製造、生產過程所需的生產製成及檢測設備商主要有致茂電子、德

[34] 簡志勝，*IC 產業鏈報告*，2005，頁 6。
[35] Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2016 Edition), *Taiwan Semiconductor Industry Association*, p.10.
[36] Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2016 Edition), *Taiwan Semiconductor Industry Association*, p.11.

律科技、晶彩科、辛耘、崇越科技、家登精密、三聯科技等。光罩設備商主要有台灣光罩以及翔耀實業。

IC 封裝與測試方面，目前封測代工廠多結合 EMS 廠的模組設計、系統整合，積極發展 SiP 技術[37]。封測廠商則仍以高階技術名列世界第一，維持產品良率，發展新技術以維持領先地位。基板商有景碩、同欣電子、和碩；而導線架廠商有健策、界霖、順德。此外，還有 IC 模組以及 IC 通路。IC 模組廠商有臺達電、立萬利、福懋興業、宇瞻科技等，IC 通路商有聯強國際、華立、全科和宣昶等等。

（四）主要應用端

台灣目前 IC 主要應用端以消費性電子產品，諸如手機、平板、個人電腦、相機等，以及編碼型快閃記憶體(NOR Flash) 、NAND Flash[38]、記憶體模組 DRAM[39]等應用為主。目前台灣主要的編碼型快閃記憶體(NOR Flash)有華邦、旺宏，他們提供 NOR Flash 中階產品，有 16Mb、32Mb、64Mb。高階的 NOR Flash 目前以美商美光科技（Micron）、美商賽普拉斯半導體（Cypress）供應，這兩家廠商有逐漸離開中階產品市場的趨勢。

目前全球半導體產值都將受到主要終端產品為智慧型手機、電腦系統產業所影響，由於這兩種終端產品都有成長變慢甚至是衰退的情形，因此未來半導體產業產值也將會有衰退的趨勢。應用產品，只有伺服器可能還會有成長的可能，因此半導體市場需要再找到可以使其成長的方向和終端產品，這不只局限於台灣，而是整個全球半導體市場都是如此。未來台灣將朝向車用、醫療電子、穿戴式裝置、物聯網等應用方向發展，並朝特殊製程邁進，以台灣目前擁有成熟製程技術來推動特殊製程。

---

[37] SiP 技術為 System in Package (系統級封裝、系統構裝)的簡稱， SiP 為在一 IC 包裝體中，包含多個晶片或一晶片，加上被動元件、電容、電阻、連接器、天線等任一元件以上之封裝，在一個封裝內不僅可以組裝多個晶片，還可以將包含上述不同類型的器件和電路晶片疊在一起，構建成更為複雜的、完整的系統。

[38] NAND Flash 是記憶體的一種規格，容量大，改寫速度快，主要用於大量資料的儲存，像是數位相機的記憶卡。

[39] 動態隨機存取記憶體，為一種半導體記憶體，這種記憶體需要定時重新整理，單位面積容量高，成本較低，但存取速度慢且耗電。

(五) 設備

SEMI 報告中指出 2016 年全球訂單半導體設備出貨總金額為 412.4 億美元，其中台灣設備銷售金額為 122.3 億美元[40]，我國財政部統計處 2016 年 12 月台灣實質半導體設備進口值為 583 億 6500 萬台幣，相當於 19 億 4500 萬美元，2016 年整年進口值為 430 億 300 百萬台幣，相當於 14 億 3433 萬美元。台灣設備商主要有致茂電子、蔚華科技、辛耕與長華電材等。

表 2-6 可以看到台灣晶圓製造與代工廠商資本支出及主要用途。廠商主要多以為下一世代製程布局而支出，以蓋廠、購買設備為主。設備的國產化對於台灣半導體產業來說非常重要，若是能成功達到，除了可以非常有效地降低生產成本之外，技術可以自主、在製程方面可以自行針對不同應用做出調整、機台也能更自由地做改造及更換。

雖然需要有一些策略執行，但若實現可以為台灣帶來更多就業機會，當設備產業發展更加成熟，還能將自行生產製造的設備外銷至他國，成為新獲利來源與商機。我政府目前積極推動此方面的發展，財團法人針對此議題擬定策略計畫，以期能實現該目標。表可以看到台灣晶圓製造與代工商資本支出及其應用之處。此表格所呈現的資料屬於概估值，精準數字及資訊並無法完全掌握。

國立政治大學 National Chengchi University

[40] SEMI. <http://www.semi.org/en/Press/P040644>. (Accessed：2017.06.15)。

表 2-6 台灣晶圓製造與代工廠商資本支出及主要用途

企業名稱	2016 年營收 (新台幣)	2016 資本支出	獲利率 (%)	主要用途
台積電	稅後淨利為 3,342,47 億	約 1,500 億	稅後淨利為 35.3%	上半年→提高 16 奈米產能，下半年→針對 10 奈米製程進行投資。
聯電	稅後淨利為 83.2 億	約 850 億	稅後淨利 2.61%	8 吋產能增加、投資廈門聯芯半導體、南科設立利基型 DRAM 實驗線、14 奈米先進製程
旺宏	稅後淨利為 -2.43 億	6.5 億	稅後淨利為-1.02%	先進製程擴增、 高階產品需用設備購買
華亞科	2016 年只顯示 Q3 稅後淨利 -25.6 億 (2015 年稅後淨利為 -181 億)	61 億	稅後淨利為 -7.06%	核准 20 奈米製程轉換資本支出預算新台幣 61 億元。
南亞科	稅後淨利為 237 億	223.35 億	稅後淨利為 57%	配合 20 奈米製程技術導入。 主要集中於第四季，用於機器設備採購支出。
世界先進	稅後淨利為 55.4 億	18 億	稅後淨利為 21.4%	未來若布局電源管理 IC 特殊材料及製程，可能投資入股國外合作夥伴，共同開發新製程，並投資建置特殊設備。
力晶	稅後淨利為 65.7 億	無相關公告	稅後淨利 15.7%	近期部會有太多資本支出。

資料來源：筆者整理自台灣股市資訊。<http://goodinfo.tw/StockInfo/StockList.asp>。(檢閱日期：2017.06.19)。

第三節 台灣半導體產業政策

台灣從1970年代開始發展半導體，發展初期我政府即出資大力支持與有策略性的幫助、扶植台灣半導體產業，使台灣半導體產業整體產業鏈發展皆能在全球市場有傑出表現。台灣半導體產業長期合作對象為美國，不論是技術或是產業各方面的合作；近幾年中國大陸半導體產業發展不斷往前，電子零組件出口比例也快速攀升，因此台灣半導體廠商也增加與中國大陸之合作。外商投資對於台灣半導體產業而言，具有重大意義。尤其是台灣半導體產業起步時期，很多外商像是美商、日商，以及其他歐洲廠商等，其先進技術以及經驗都是台灣非常值得學習的對象。長時間發展與累積之後，台灣半導體產業能增進實力直到現在的盛況。

外國投資台灣半導體產業可以追朔至1960年代，德州儀器就與台灣晶圓代工廠商台積電與聯電合作，在台灣設立分公司，主要是硬體應用開發與設計。博通公司（Broadcom）[41]也已在台設立網路系統單晶片（Network SoC）研發中心。博通公司主要致力於改善無線與有線網路的頻寬與效能，針對各種不同通訊領域的需求，發展出矽晶片解決方案產品組合。

一、1978年科學技術發展方案

當時台灣正逢推動十大建設時期，政府希望能藉由完成這些基礎建設的，推動各項產業的發展，並加快經濟的成長速度。除了基礎建設之外，政府也希望能引進高科技，不論是技術或是人才的引進，以期推動各項產業的升級、轉型。當時政策的內容主要包含加強與我方留學國外專業人才之交流、吸引這些專家學業完成回台參與研發工作、籌備並建立國立科學工業園區、加強學界及研發單位與工商業結合、鼓勵國內外研究發展型企業在台投資設廠、推動國際間科技合作、鼓勵進行國際合作研究計畫、加強國內科學教育、引進台所需新技術。

[41] 博通公司 (Broadcom)：全球最大的無廠半導體公司之一，產品為有線和無線通訊半導體。創立於 1991 年，2015 年被安華高科技公司收購。兩間公司合併後，改名博通有限。博通在 2006 年收入為 36.7 億美元，2007 年營收為 37.8 億美元，有 2000 多項美國專利和 800 多項外國專利。2010 年營收預計要達到 60 億美元以上。<https://goo.gl/WVhc2q>。(檢閱日期：2017.06.15)。

這個方案除籌建科學園區外，也希望發展電子計算系統、推行工業自動化生產、設置資訊工業策進會等，同時也帶動資訊工業、積體電路(半導體產業)、電腦、資訊有關產品的發展，成為國際貿易的主要項目。這些產業的發展與獲益，為國家帶來鉅大外匯收入。而電算機的應用，則成為台人求學、就職、生活等普及的應用。[42]

二、兩兆雙星產業發展計畫

台灣「兩兆雙星產業發展計畫」，是政府為了加速產業升級經濟部從 2002 年開始了此計畫，並配合行政院經濟建設委員會的「挑戰 2008－國家重點發展計畫」。兩兆主要是指半導體產業以及影像顯示產業（當時先以平面顯示產業為發展重點）。工業局也成立半導體產業推動辦公室、影像顯示產業推動辦公室，提昇我國相關產業。雙星是指數位內容產業[43]、生物技術產業。

三、國家科學技術發展計畫(2009年至2012年)

台灣半導體產業，多年來建立全球最有效率的水平分工、垂直整合的產業結構，然台灣半導體產業必須轉型，並具備新的國際競爭優勢，開發以 IC 設計與創新為核心的新興產業。

國家科學技術發展計畫當中有許多國家型科技計畫自2008年開始實施，目前主要以經濟類、生技類、民生類為主。經濟類以電信、晶片系統、奈米三方面進行發展。其中提到「晶片系統國家型科技計畫」及「奈米國家型科技計畫」，主要目標在於創新產品的開發、前瞻技術的整合、與人才環境的全球化。以「矽晶圓製造為根，晶片系統設計為幹，創造優質生活為果」為核心，規劃三個分項、三個專案作為橫向整合，以滿足短期技術的需求。

「晶片系統國家型科技計畫」三個分項分別是創新產品為導向之系統整合技術」、「以前瞻技術為導向之晶片整合技術」、「前瞻 SoC 設計人才養成與環

[42] 訂定科學技術發展方案的緣起、經過與貢獻。
<http://www.sunyunsuan.org.tw/dlfile/report3/start.doc>。(檢閱日期：2017.06.15)。
[43] 軟體、電子遊戲、媒體、出版、音樂、動畫、網路服務等領域。

境建構 並就目前以我國最急迫發展的技術」。三個專案分別是「射頻與混合信號電路設計(RF and Mixed Signal Circuit Design)[44] 」、「嵌入式軟體 (Embedded Software)」、「異質整合技術 (SiP/MEMS/Sensor Integration)」。

第一期晶片系統國家型科技計畫(2003年至2005年)，鼓勵廠商投入SoC研發。總經費為56億元。第二期計畫(2006年至2011年)，以「創造優質生活之兆級多元整合技術」為執行核心。以期推動半導體產業升級，當時預估五年內投入總經費達 144 億元。[45] 表2-7為該計畫第第一期及第二期預算與計畫內容整理。

表2-7 晶片系統國家型科技計畫

期數	時間	預算(新台幣)	計畫主旨
第一期	2003-2005	56億元	鼓勵廠商投入SoC研發
第二期	2006-2011	144億元	以「創造優質生活之兆級多元整合技術」為執行主軸、推動半導體產業升級

資料來源:筆者整理自行政院國家科學委員會,國家科學技術發展計畫2009年至2012年，附錄，頁200-202。

「奈米國家型科技計畫」(2003年至2008年)，內容包括（1）學術卓越（2）產業化技術（3）學術研究（4）人才培育。奈米國家型科技計畫第二期計畫（2009年至2014年）規劃方面，規劃六大重點領域方向分別為前瞻研究領域、生醫農學應用領域、能源與環境技術領域、儀器設備研發領域、奈米電子/光電技術領域、傳統產業領域以及持續推動。當時預期至2012 年可達到新台幣1,300億產值，至2015年將可達新台幣 3,200億產值。[46]表2-8為該計畫第一期及第二期計畫內容整理。

[44] 專案一細項: A. 系統架構與標準規範 (分項一) B. RF/MSD 前瞻電路模組設計 (分項二) C. 射頻與混合訊號電路教育改進聯盟 (分項三)。

[45] 行政院國家科學委員會，國家科學技術發展計畫，民 98 年至民 101 年。頁 200-202。<https://www.most.gov.tw/most/attachments/1a97a82f-8432-4194-bff5-c08a17878f28>。（檢閱日期：2017.06.15）。

[46] 行政院國家科學委員會，國家科學技術發展計畫，民98年至民101年。頁200-202。<https://www.most.gov.tw/most/attachments/1a97a82f-8432-4194-bff5-c08a17878f28>。（檢閱日期：2017.06.15）。

表2-8 奈米國家型科技計畫

期數	時間	計畫內容
第一期	2003-2008	主要內容: （1）學術卓越（2）產業化技術（3）學術研究（4）人才培育。
第二期	2009-2014	重要政策執行計畫: (1)環境、安全、與健康議題計畫(2)人才培育(3)奈米標準(4)奈米標章(5)產學研合作(6)國際合作

資料來源：筆者整理自行政院國家科學委員會國家科學技術發展計畫2009年至2012年附錄，頁200-202。

四、國家科學技術發展計畫(2013-2015年)

在此計畫中，有一主要目標，希望提升台灣科技產業之創新動能。因此在該計畫中，也針對台灣資通訊產業發展現況做出檢討。主要提到南韓資通訊產業的發展，不論是關鍵零組件、應用軟體、上中下游整合都發展完整，讓市場上其他企業受到影響與壓力。主因是由於南韓政府將資金與其他資源投入支持該產業，政策制定與計畫執行也非常一致。

此外，近年中國與東南亞國家廉價勞動力的衝擊，使台廠商利潤逐漸減少，製造業附加價值率也降低，但資通訊產業的附加價值卻增加。因此當時該計畫的重是我方資通訊產業的發展，這個目的是希望能讓我方資通訊產業朝向創造附加價值高的方向邁進，因此需要政府培育人才，也需要技術的支援。

檢討中也提到政府在科技預算分配的問題，主要是全國科技經費是讓科技領域方面的學者進行審議，經過檢討後認為應該讓我國產業方面的人才、政府產業經濟研究人員、顧問等共同來進行審議。希望藉由專業人士的眼光與經驗，能夠以目前產業的缺口、產業的優點進行分析。另外，也提到目前國內學界研究論文及主題仍朝發表至期刊論文為主，對於國內產業在技術、應用方面的研究少有切合的主題，因此學界培養的人、研究的領域題目離產業需求遠。

五、國家發展計畫-106 至 109 年四年計畫-晶片設計與半導體產業推動方案

晶片設計與半導體產業推動方案(從 2017 至 2020 年)以技術、環境、人才為三大核心，再加上結合前瞻科技、國際合作、在地鏈結三個方向，並搭配其他重要的國家科技政策與推動計畫，希望能使我國高科技產業界、學界、研究單位三方的能量更加增強。

主要目標希望建立有利於創新的半導體電子生態圈、培養多元應用人才、配合國家目前重要的科技政策共同推動晶片設計及半導體領域的垂直整合、推動該領域自主研發、強化跨方案的連結性、推動下一世代推緒技術 5G Small Cell、智慧機械、物聯網、人工智慧、相關應用的晶片自主研發及商業化。此外也推動跨產業業者與國家特定智慧應用領域的聯盟，以及電子實際操作教育課程等。

2015 年推動的重點主要在於特定尖端技術研發、建立國際合作機制、讓產業環境更能促進創新，並推動產學研三方的連結，培養跨領域人才，由海外延攬人才。

六、產學合作計畫

台灣半導體研發聯盟籌備辦公室實行「產學合作計畫—產學桂冠 TIARA 計畫」，主要專注於晶片設計、晶圓製造、晶圓封裝及測試過程，半導體產業所需之競爭前先導前瞻技術、知識。希望能藉此計畫增加產業未來競爭力，此計畫屬於高創新且需長期研發之先期研究計畫。該辦公室於 2015 年成立，2016 年進行第一期計畫，至 2018 年進行結案成果發表。產學媒合階段辦理一對一產學媒合座談會，並募集業界研發經費。提案審查階段除了進行指標技術趨勢調查與諮詢之外，也協助研提科技部計畫。在第一期計畫執行階段，辦理技術趨勢研討交流會以及年度成果發表會。此計畫業界出資比率為 60%，政府出資比率則為 40%。[47]

[47] 產學合作計畫—產學桂冠 TIARA 計畫。台灣半導體研發聯盟籌備辦公室。<http://www.twnpie.org:8080/tiara/10_TSRO_02.asp>。（檢閱日期：2017.06.26）。

第四節 小結

上述內容呈現全球半導體產業發展情況，以及目前在全球市場上的主要的半導體廠商，可以大致明白整個半導體產業的樣貌。目前全球半導體銷售領導廠商當中，以 2016 銷售額排名，台灣最大半導體晶圓製造商台積電為第三大，而第二大晶圓製造商聯電也列入世界前 20 的排名當中。以純晶圓製造商排名，台積電則為世界最大，聯電排名第三。由此可見台灣半導體產業在全球半導體產業晶圓製造領域，是領先於全球其他製造商。

半導體產業重視產業群聚，將所有上、中、下游廠商聚集在一起，可以非常有效的減少運輸過程所花費的成本, 這樣的群聚效應也帶動整個半導體相關的產業同時發展。上述文中針對晶片設計、封裝、測試產業進行研究，發現台灣半導體產業供應鏈完整、群聚效應強，是產業的主要優勢。思考台灣半導體產業可能面臨的挑戰與競爭，主要來自於近年中國大陸快速該產業的快速發展，政府積極投入資金扶持該產業，以及生產技術及規模穩定強健的南韓晶圓製造商。再者，討論到晶片應用領域，台灣設計與生產之晶片主要針對資訊、通訊領域、消費性電子產業之運用，這方面的應用目前雖仍為台灣廠商所服務之市場的主流需求，但若要發展長期而穩固的晶圓代工產業，台灣廠商勢必也須要發掘新的應用領域，開發新製程與技術，才能在未來競爭日益激烈的艱難環境中持續成長與進步。

最後，就政策上來看，可以發現台灣政府單位認同產業需要轉型與升級，因此積極提出許多政策，希望推動技術進步、同時也試著延攬關鍵人才，增加產學研三方的鏈結。政府希望積極提升產業整體競爭力，以面對國際競爭越加激烈的發展局勢。除了讓製造技術具備更高且無可取代的地位，我國半導體產業在技術缺口與人才方面，也需要尋求國際上的合作，以補足產業缺口。

國立政治大學
National Chengchi University

第參章 俄羅斯半導體產業現況

本章將說明俄羅斯半導體產業發展過程、現況，並列舉出目前俄羅斯半導體產業中主要的上、中、下游廠商。希望藉由了解雙方產業的特性，找到互補之處與合作機會。

第一節　產業沿革

蘇聯解體後，很多產業都沒有資金投入發展，電子產業、微電子產業也沒有資金的投入。當時與美國相比，原只落後一年半到兩年的發展水平，但美國與日本等國在電子、微電子產業研發經費的投入上，是俄羅斯投入的兩倍以上。因而俄羅斯逐漸從技術領先者，轉趨落後於其他競爭國。圖 3-1 為 1986 年至 2005 年美國及俄羅斯提供給研發單位的資金（單位 十億 美元），可以看到在 1986 年至 1990 年時，美國已投入 200 億美元的資金，提供給美國國內科技研發單位使用，而蘇聯則是 100 億美元，但自從 1991 年蘇聯解體之後，俄羅斯國內給予其科技研發單位的資金驟減，逐年與美國所投入的研發金額差距越來越龐大。俄羅斯期刊「Electronics: Science, Technology, Business[48]」也刊登數篇談及俄羅斯國家電子產業發展的文章，從這些文章當中可以看到國內許多科學家也對於該產業的發展提出憂慮及展望等想法。像是 J.Alferov 就在 2004 年提出了「Semiconductor Electronics in Russia. Its State and Development Trends」文章，提到俄羅斯半導體產業發展階段及未來趨勢。

[48] Electronics: Science, Technology, Business 是 1996 年於莫斯科開始的俄羅斯國內科技科學期刊，是在俄羅斯聯邦無線電電子工業部門的協助下推出的。該雜誌被列入俄羅斯科學引文索引（RSCI）。

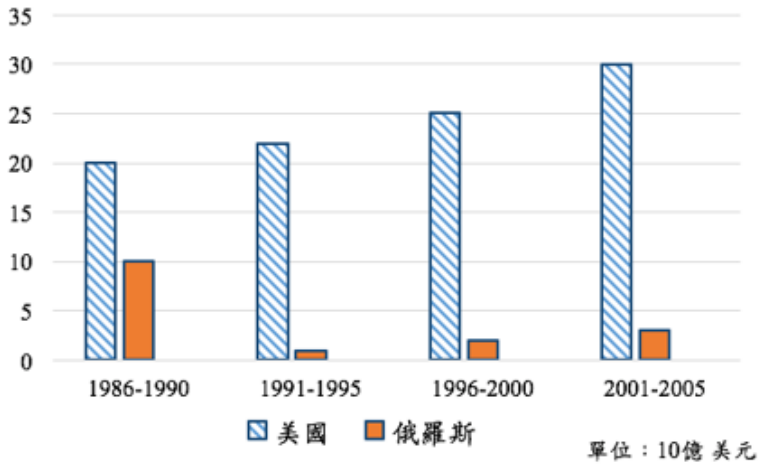

圖 3-1　俄、美政府提供其國內科技研發單位之資金

資料來源：筆者整理自 J.Alferov. (2004.05), Semiconductor Electronics in Russia. Its State and Development Trends, *Electronics：Science, Technology, Business.*

1990 年代開始，俄羅斯企業受到國際情報及電子中心的建議，發展計算及電信科技，以實現資訊安全。首先使用於政府組織與部門，俄羅斯政府因此也獲得外國貸款將近 9000 萬美元。為了建立高科技部門，允許生產計算及電信科技相關產品，像是 CAM 這家現代科技產品開發股份有限公司的莫斯科工廠，生產以 RISC[49]為基礎的伺服器（server）、Intel 處理器平臺，一年各生產兩千個。在烏里揚諾夫斯克[50]（Ulyanovsk）的聯邦國有科學生產企業 Mars 生產個人電腦、工業控制系統（ICS）[51]裝置，在卡魯加[52]的聯邦國有企業「Kalugapribor」一年生產 25 萬個政府機關用的 ATC（Advanced Transfer Cache）[53]裝置。

[49] 精簡指令集計算（reduced instruction set computing，簡稱：RISC）是電腦中央處理器的一種設計模式。這種設計思路可以想像成是一家流水線工廠，對指令數目和尋址方式都做了精簡，使其實作更容易，指令並列執行程度更好，編譯器的效率更高。目前常見的精簡指令集微處理器包括 DEC Alpha、ARC、ARM、AVR、MIPS、PA-RISC、Power Architecture(包括 PowerPC、PowerXCell）和 SPARC 等。<https://zh.wikipedia.org/wiki/精簡指令集>。（檢閱日期：2017.06.15）。

[50] 烏里揚諾夫斯克（Ulyanovsk）：位於伏爾加河畔的城市，是烏里揚諾夫斯克州首府，距離首都莫斯科大約 890 公里左右。

[51] 工業控制系統（Industrial Control Systems，簡稱：ICS）：ICS 網路的定義是由各個在機電組件上控制和提供自動測量資料的元件所組合成的網路或網路集合。這些機電組件包括閥門、調節器、開關和其他機電設備，你可以在各種產業裡看到它們，像是石化與天然氣、自來水處理、環境控制、發電和配電、製造業、運輸業以及許多其他產業別。

[52] 卡魯加（Калуга）：位於俄羅斯首都莫斯科西南方的一個城市。

[53] 先進傳輸快取：（Advanced Transfer Cache，簡稱：ATC），是英特爾（Intel）公司用於其 Pentium III 系列（及此以後）的處理器，其內部第二階快取記憶體（en:L2 cache）在架構連接上的設計技術，首次使用此技術的 Pentium III 處理器其研發代號為「Coppermine（銅礦）」，在此之前的 Pentium III 處理器為"Katmai"（取名自一座美國阿拉斯加州的火山），運用此種技術可大幅提昇處理器與第二階快取記憶體間的資料存取傳輸效能。

受挫於後蘇聯時代之產業供應鏈崩解效應，至 2002 年時俄羅斯仍然沒有完整系統來支持其國內高科技領域發展。唯對於科學研究機構與組織方面，在土地成本比工業單位較為優惠。例如土地增值稅（20%）是由聯邦政府全額支付。同年俄羅斯政府雖然公開聲明，俄羅斯需要克服其經濟過度依賴能源產業出口的問題，並努力於發展俄羅斯其他產業。但可惜現實狀況卻有落差，對於支持研究經費需求龐大的領域、需要耗費大量研發創新經費產業，其相關實際動作不明顯。

2000 年時，電子設備中的半導體部件比例不斷的成長。俄羅斯的技術水平為線寬 0.8-1 微米，且尚有些許半導體零組件的自主生產需求，當時只有發展類比 IC，以及離散半導體[54]產品。當時俄羅斯產值少於全球的 0.5%，主要原因是美國該領域專家學者、生產者數量，都比俄羅斯多兩倍以上。[55]俄羅斯電子產業的現代化，對於俄羅斯極為重要，除了前面提及在解決其國內電力部門問題之外，甚至對於俄羅斯航太通訊或特殊武器等領域都會受影響。

值得注意的是整個俄羅斯電力部門的發展，此部門使用新的電力系統將有助於解決許多效率問題。因此，應用需求的發展可能性不容小覷，不僅僅侷限於出口電子產品的供應。俄羅斯國內電子系統與半導體零組件顯然具有發展潛力，不論是俄羅斯企圖實現節能的目標，或者是各樣設備的現代化與自動化，測試方式的現代化、企業統計與計算系統現代化、交通部門、核能部門、石油及天然氣產業部門，以及其他部門都與電子產業息息相關，都可能使用到電子元件、半導體零組件。

2004 年其國內調查報告指出，俄羅斯在全球高科技產業掌握度較為不足，主因在於研究員、工程師與製造生產等專業人員缺乏所致。再者，缺乏明確的發展規劃或獎勵計畫，來吸引外國產業投資者。俄羅斯在基礎科技與技術研發的年度經費，長期比美日等國較少等等，都是影響其長期發展之重要因素。俄羅斯聯邦政府此時期對於電子產業相關經費補助與特別撥款範圍，只限於「國家科技基礎研究與發展」類似計畫，但此時還並沒有為次世代先進半導體技術與量產化來

[54] 離散半導體：Discrete semiconductor，半導體元件當中分為離散元件、光電半導體、積體元件等類，離散元件主要有二極體、電晶體、整流器，這些元件是獨立的，這些元件可以調節電源電壓、電路保護、切換信號等。

[55] Alferov。Semiconductor Electronics in Russia. Its State and Development Trends. *Electronics－Science, Technology, Business*, May 2004. < http://www.electronics.ru/journal/article/1095>.（Accessed：2017.06.15）。

成立大型專案，故只有少部分研發單位受益。事實證明這樣對俄羅斯電子產業的發展，難以達到實質上幫助。

政府財務方面支持並無法補足先期研究開發上的經費缺口，直接影響到俄羅斯研發發展，進而無法與世界領先國進行下一世代競爭。圖 3-2 中可以看到 1986 年至 2005 年美國、日本、歐洲與俄羅斯生產電子裝置之產值表。比較之下可以發現，俄羅斯的生產電子裝置產值也相對較其他國家落差頗大。

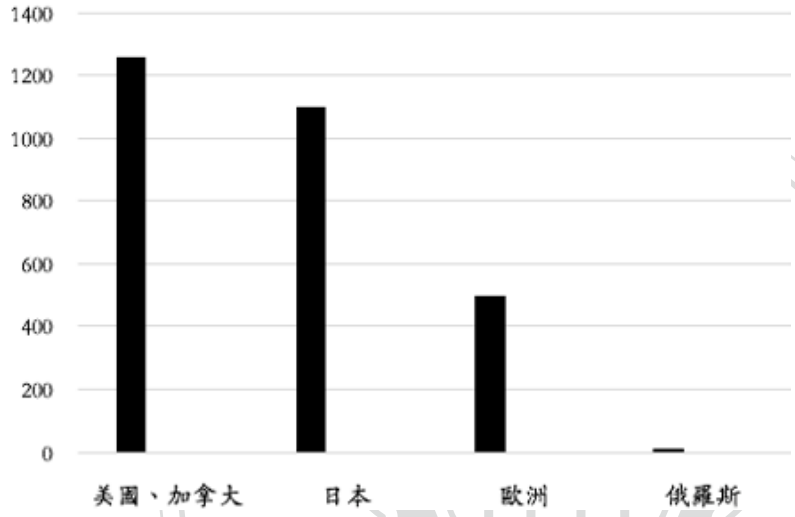

圖 3-2 各地區電子裝置生產產值

說明：單位為十億美元。

資料來源：筆者整理自 Alferov。Semiconductor Electronics in Russia. Its State and Development Trends. *Electronics — Science, Technology, Business*, May 2004. <http://www.electronics.ru/journal/article/1095>。（Accessed：2017.06.15）。

即便這個時期俄羅斯政府對於俄羅斯電子產業的重視與支持較少，但俄羅斯微電子產業市場（含半導體領域）仍具發展潛力。例如俄羅斯微電子產品設計與開發，確實廣泛應用於交通部門、核能部門、天然氣、石油產業等現代化自動系統。另一個微電子產業能發揮重要潛力的地方，則是在電子消費系統方面。由於俄羅斯金融業對於這些電子部件需要，使得這些電子部件需求量大增。這些電子系統提升，可以保障銀行內存款、財產的安全。除此之外，莫斯科地鐵也從 2008 年全莫斯科地點以改採用電子智慧卡的方式來支付車資。

第二節 產業現況

分別以 IC 設計、晶圓生產與晶片製造、設備、主要應用端、專業人才、原料等方面，探討俄羅斯目前半導體產業現況，並列出主要廠商與廠商發展概況。

（一）IC 設計

俄羅斯IC設計方面，以往是以類比IC設計為主，隨著類比以及數位處理器都有進步，兩種類型的IC在市場上都日益強大，且能找到廣泛的應用，因此俄羅斯的設計研發IC中心，學校、研發中心便將目標與焦點轉移至設計數位IC的解決方案上。今日的俄羅斯在數位IC的設計與研發上，已有顯著良好的發展，但類比IC設計與研發能力仍然強過數位IC的設計能力。

目前俄羅斯IC設計研發仍以航太、軍事為主，雖然並未以商業、民生消費領域進行IC設計及發展，但已目前俄羅斯在航太、軍事領域之設計能量與實力，能夠提供國際市場上需要且精密的航太及軍事晶片，與其他同為該領域強者競爭。而晶圓生產、晶片製造方面，俄羅斯也在近幾年找到符合其國內需求，並能成功與市場區隔之生產方式。

（二）晶片生產與晶圓製造

解體前後，政府投入資金銳減，加上當時國家經濟情況極度惡化，因此半導體產業的發展幾乎呈現停滯，甚至是退後的情況。近年來俄羅斯半導體產業近幾年雖然持續成長，政府態度也由消極轉趨積極，對於電子產業整體發展，以及半導體產業本土化生產積極努力，投入支持。

目前俄羅斯晶片生產技術節點為線寬 65 奈米製程，線寬 90 奈米、線寬 130 奈米量產，在本土化生產上， 45 奈米少量生產也進行佈局。而晶圓（wafer）[56]

[56] 晶圓(wafer)是生產積體電路所用的載體，是矽半導體積體電路製作用的矽晶片。由於形狀為圓形，因此稱為晶圓。晶圓按其直徑可分為不同規格，晶圓片越大，其上可產生之積體電路（Integrated Circuit）就多，其生產過程中良品率為重點。生產出的矽晶圓片越大，代表其晶圓製造廠技術層次越高。

生產水平方面，則是 4 吋晶圓以及 8 吋晶圓。目前有 70%的晶圓是以 8 寸的尺寸生產，30%左右是以下一世代技術，12 寸的大小來生產晶圓。

Beatrice Shepher[57]在 2012 年報告中，他根據俄羅斯目前市場發展潛力、技術限制、自由競爭、產品出口機會等因素，分析俄羅斯微電子產業。他認為發展微電子產業並不只是讓國家的威望升高，它同時也是能提升國家資訊安全的重要關鍵，也是國家發展創新產業的基礎元件。此外他也提出一項在俄羅斯微電子產業中的一項隱憂，就是假冒的半導體元件的出現，可能威脅俄羅斯資訊安全。因此，他建議俄羅斯應謹慎嚴格控管所有進口至俄羅斯的半導體元件、零組件。[58]

俄羅斯加入 WTO 之後，隨後便承諾要加入國際科技協定（ITA）[59]，加入此協議，將會對於美國的半導體產業有更深的影響。美國眾議院於 2012 年 11 月 16 日贊同與俄羅斯立法成為永久性正常貿易關係，美國半導體協會為此感到欣喜。半導體產業是美國一項主要出口的產業，對於美國半導體產業的利益包含關稅的消除，減少關稅壁壘，增加俄羅斯國內產業透明度以及責任性。此外，對於美國半導體產業也將有更強韌的智慧財產權保護（包含 ICT 產業[60]），對於美國來說是擴展商機、進入新市場的機會。

然而，為了讓美國公司得到俄羅斯因加入 WTO 的利益，美國必須與俄羅斯承諾永久性正常貿易關係。沒有永久性正常貿易關係，美國公司的權利會在 WTO 規則底下受到限制，與其他在俄羅斯市場的競爭對手角逐時也會不利。由此我們可以看出，美國對於俄羅斯半導體市場的重視，為了能在俄羅斯市場上更順利進行商業行為，保障自己所研發之產品的智慧財產，並在俄羅斯市場上取得更多的利益。俄羅斯絕大多數之晶片皆是由美國進口，由於俄羅斯目前晶片本土化生產能力尚未趕上其他半導體產業先進發展國家，因此進口國外廠商所製造之晶片仍為目前主要趨勢，近幾年俄羅斯開始努力推行電子零組件的進口替代，但仍須一段時間才能滿足其國內對於電子零組件之需求。

---

[57] Beatrice Shepher 是市場研究與產業分析機構 Frost & Sullivan 副總經理。

[58] Who we need Russia Microelectronics? (2011.01), FROST & SULLIVAN.

[59] 國際科技協定又名資訊科技協定，Information Technology Agreement，簡稱 ITA，內容主要是資訊科技產品的降稅方案，為 WTO 下的協定，於 1996 年 12 月新加坡部長會議時由 29 個會員以部長宣言方式發起創立。降稅清單內產品包括電腦、通訊設備、電子零組件、軟體、半導體、半導體製造設備、科學儀器、測試設備等，但不包含家電產品。

[60] ICT 產業：資訊與通訊科技，產品需讓資料的處理與傳播透過電子工具完成。國內的資訊與通訊科技產業包括電子零組件製造業、電子產品、光學製品製造業、電信業、資訊業等。

Frost & Sullivan 在 2013 年 6 月報告當中指出，台積電、聯電、Global Foundries 等企業已在俄羅斯市場曝光，俄羅斯本地主要的半導體公司可顯示其國家的科技及經濟實力，這些公司可能與政府有一定程度之合作關係，並在政府間關係框架中進行發展。此外，該報告中也指出俄羅斯有機會可以成功建立成世界微電子產業的製造中心，因為該產業在國內仍有需求。

俄羅斯從計畫建立到實際執行，有限制的機會窗口（a limited window-of-opportunity）。在俄羅斯有專業化生產的趨勢，像是無廠半導體公司（fabless）、輕晶圓廠（fab-lite）、晶圓代工廠（foundry）等，而不是整合元件製造商（IDM）。不論俄羅斯微電子及半導體產業進行之商業模式為何，該國希望能建立全球性的製造中心，若要使策略能成功，若只專注於技術層面較不充足，必須在多方面先需要建立夥伴關係。

目前俄羅斯國內所需的零組件主要由美國、歐洲提供。根據俄羅斯新聞公司 Izvestia 資料，俄羅斯截至 2013 年夏天前，每年都由美國進口 20 億美元總值的電子零組件，直到 2014 年開始情形有了變化。自從俄羅斯拒絕引渡愛德華•史諾登之後，美國開始拒絕供應俄羅斯公司 Reshetnikov Information Satellite Systems 製造晶片「Geo-IK-2」所需之零組件，但並沒有受到歐洲方面供應商之拒絕供貨，除了停止供應數位類比轉化器（Digital to analog converte）[61]，因為該轉換器需要有歐洲官方之證明文件才可出口。

2014 年春天美國由於經濟制裁，開始禁止供應俄羅斯電子零組件，因為考量俄羅斯會將這些零組件應用在軍事用途上，從那時候開始，中國的航太科學及工業結合之企業，開始一定規模的供應俄羅斯電子產品及零組件，但俄羅斯航太政策機構長 Ivan Moiseyev 也提到中國也提高了這些產品的價格，也提到中國能提供給俄羅斯的晶片有限，因為大部分這些晶片沒有授權（licenses），且絕大多數防輻射晶片（Anti-radiation Chip）皆由美國製造。

這樣的局勢除了對於俄羅斯本土微電子及半導體產業發展來說是一個契機，對於亞洲國家來說，俄羅斯也開啟了新合作想法以因應此階段之環境。瞭解俄羅斯目前產業現況可以幫助臺灣廠商與研發單位找尋與俄羅斯合作之領域和機會，

[61] 數位類比轉化器（Digital to analog converte），可將數字訊號用電流、電壓型式轉化為模擬信號。

未來若能改變兩國之間存在的既定印象，尋找產業間互補性，對於兩方都會有助益。半導體建廠及生產過程中，需要上下游廠商聚集而成的供應鏈，也必須有這些廠商的群聚效應，才具有效率。因此半導體產業鏈便牽涉到設備商、材料供應商、零組件供應商、氣體供應商、廠務施工等廠商，這些都廠商所提供的產品與設備，都是環環相扣。俄羅斯公司正尋找相關技術聯盟，以期盡快趕上世界領導地位之半導體企業。

俄羅斯火箭及太空防禦企業企劃從中國購買數批電子零組件，價值近10億美元，Roscosmos透露目前與中國太空科技及工業公司（Communications and Signal Processing IC Design，簡稱CASIC）進行合作， 直接替代因制裁而無法進口之美國電子零組件、元件，目前技術文件資料正進行測試，以確定這些零組件、元件之特性是否符合溫度、振動及重帶電粒子的影響等。俄羅斯開始計畫從2014年至2017年，將由中國進口需要的電子零組件，直到俄羅斯電子產業能自行製造電子零組件，供應其航太工業及軍事工業所需。

中國太空科技及工業公司在2014年8月派12位機構代表至莫斯科，參與俄羅斯電子製造商論壇，該論壇由俄羅斯企業Roscosmos、Reshetnikov Information Satellite Systems、 Epsilon，聯合火箭太空公司 （United Rocket and Space Corporation）也表示對與CASIC合作有興趣，其公司資訊政策部長Igor Burenkov說明該研究與具有品質、供貨時間、價格等優勢之製造者合作，在受到西方制裁期間與中國廠商之合作機會尤其重要。

俄泰商業委員會（Russia-Thai Business Council）會長 Ivan Polyakov 在 2015 年 10 月 20 日受訪，認為目前俄羅斯對於其出口品多樣性較為關心，並強調高價值產品之出口，而進口方面則顧及到俄羅斯受西方經濟制裁，暫時無法從歐美進口的像是微電子設備及部件、農業產品等，俄羅斯希望能從泰國成功進口。[62]

俄羅斯的航太產業開始獨立，不受限於其他任何國家，也開始增加其多元性，倚賴進口程度逐漸減少，仍然有從各國進口所生產之零組件，其餘的則由俄羅斯自行生產製造。俄羅斯微電子生產者開始希望生產出的零組件能滿足國內航太工業之需求，Angstrem 的通訊處處長 Vitali Aryshev 認為，若俄羅斯微電子業者能

[62] 泰國是俄羅斯在東南亞地區主要的貿易夥伴，根據泰國貿易統計，2014 年俄泰雙邊貿易額估計是 49 億美元，俄羅斯出口估計是 37 億美元，進口是 12 億美元，俄對泰貿易盈餘是 25 億美元左右。進口值中電子設備及部件（electrical equipment and parts）佔 3.2%。

生產符合國內航太工業所需電子零組件，則也將能作出除了最先進 CPU 以外之所有電子零組件。實際上俄羅斯最尖端之航太科技及火箭所使用之零組件仍然由俄羅斯自行研發及生產，也已使用 Angstrem 所生產的零組件。

直至 2016 年前，俄羅斯晶片設計及微處理器生產仍然以軍事國防為主要應用領域，而在 2016 年俄羅斯生產了第一個針對商業使用之微處理器，名為「Baikal-T1」，並開始大量生產，俄羅斯政府目前對於使用國內生產之晶片，取代外國進口晶片仍屬於推廣與努力階段，還未強制執行。俄羅斯廠商 Baikal Electronics (BE)日前也開始計劃生產商業用途之雙核心（dual-core）處理器，第一批客戶就有 100 家公司，其中有 20 家國外廠商下訂單，包含臺灣的嵌入式電腦及工業電腦業者立端科技（ Lanner）[63]，BE 預計至 2020 年以前能達到 500 萬片的銷售量，Baikal-T1 售價是每片 60 美元。[64]

第五代微電子實驗設計部（Fifth Generation Microelectronics Experimental Design Bureau）部長 Valery Shunkov 認為，Baikal-T1 目前的對手有美國的 Broadcom 及 Freescale，他們設計處理器給路由器、路由閘道器（routing gateway）、數位電視機上盒（digital TV set-top boxes）等家庭應用，晶片價格介於每片＄50-70 美金。

斯哥爾柯沃園區航太科技及通訊聚落（Skolkovo's space technologies and telecommunications cluster）資深處長 Alexey Belyakov 認為俄羅斯微電子產業要成為世界領導角色仍有一段長路，就晶片而言，俄羅斯目前的業者仍然無法追上像是 TSMC、XFab 等企業。俄羅斯目前仍主要供應國內市場需求，無疑俄羅斯還需要有大筆資金投入以建立現代化微電子生產系統。

[63] 立端科技：立端科技股份有限公司（Lanner）是臺灣一家工業電腦及嵌入式電腦業者。

[64] 聯想集團（Lenovo）俄羅斯、獨立國協及東歐區總經理 Gleb Mishin 說到，若俄羅斯政府今後要求要使用俄羅斯製造之微處理器，則他認為使用 BE 生產的微處理器來製造設備，是合理且可行的。目前 BE 計畫將推出四種類型的微處理器，其中一類是針對 PC 所設計，根據 Gleb Mishin 所說，Lenovo 的裝置可以採用這些處理器，但前提是俄羅斯國有企業對於這些裝置有足夠的需求，微處理器價格要合理。

（三）主要應用端

根據Frost & Sullivan[65]在2013年11月20日的報告中顯示，俄羅斯微電子零組件市場2012年達到25億美元，相當於國際微電子零組件市場的0.5%，綜觀整個俄羅斯的市場，目前主要的幾個較大廠商及數個較小企業，進口的微電子零組件還是主要的來源，且在俄羅斯的商用、軍用部門，都擁有支配的地位。

以下幾個微電子的終端應用領域為俄羅斯半導體產業之機會，像是通訊應用（telecommunication）、車用半導體（Automotive Semiconductors）、智慧卡（Smart Card and Security/RFID）、航太及安全防禦（Aerospace and Defence）、智慧電網（smart meters）與、工業自動化（Industrial Automation）、照明設備系統（Lighting/LED）等。首先是通訊應用，主要有兩種應用，分別是行動通訊以及無限基礎設施。車用部分有電子發動控制系統、排放與消耗電子控制系統、全球導航衛星系統格洛納斯(GLONASS)[66]、全球定位系統（Global Positioning System，簡稱 GPS）[67]，俄羅斯具有極大潛力成為汽車製造大國，因此未來對於車用半導體的需求也將增加，智慧卡部分可應用在地鐵卡、條碼等，但他認為智慧卡的應用需要具有經濟效益。

航太及安全防禦的應用主要像是攝影衛星、彈道飛彈防禦、信息收集平台、戰鬥機、直升機、海上監視等。私人航太公司在微電子進口替代方面面臨問題及困難，衛星生產業者 Dauria Aerospace 最近幾年開始與國外零組件商合作，國內基礎元件皆是針對 100 公斤以上的設備所設計，也就是那樣的解決方案並不適用於小型的零組件使用。俄羅斯航太系統維護與開發領域的「全球導航系統公司（Russian Space Systems）」為俄羅斯主要航太公司之一。該公司成立於 1946 年，

---

[65] Frost & Sullivan 為產業研究機構。該機構已有 50 多年歷史，一直在為全球超過 1000 個強大的企業、各式新興企業、公共部門和投資者提供策略建議及研究發現。對於各產業趨勢進行分析、提供客戶新的商業模式提案及事業擴展新機會，幫助業者及早進場投資與新策略擬訂。

[66] 全球衛星導航系統格洛納斯GLONASS是俄羅斯—格洛納斯系統是由俄羅斯研發運作的衛星導航系統，全名為GLObal NAvigation Satellite System，全球導航衛星系統。由衛星、地面測控站、用戶設備組成，和GPS是目前唯二完全覆蓋全球的定位系統。<goo.gl/ji4zs3>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[67] GPS全名為Global Positioning System，由美國國防部研製和維護。GLONASS與GPS有幾點不同之處，一、衛星發射頻率不同：GPS每顆衛星的信號頻率相同，而GLONASS的衛星靠頻率不同來區分。基於這個原因，GLONASS可防止整個系統同時被敵方干擾，因而具有更強的抗干擾能力。二、座標系不同：GPS使用世界大地座標系，而GLONASS使用前蘇聯地心座標系。三、時間標準不同：GPS系統時與世界標準時間相關聯，而GLONASS則與莫斯科標準時間相關聯。<goo.gl/ji4zs3>。（檢閱日期：2017.06.10）。

總部設在俄羅斯莫斯科聯邦，於 2009 年 1 月更名為聯合股份公司俄羅斯太空系統公司。俄羅斯於 2011 年成為全球第一個啟用全球導航衛星系統的國家，一共有 24 個衛星。目前該衛星系統的訊號覆蓋全球，在距離 GPS 25MHz 的頻段執行，採用分頻重存取技術。Russian Space Systems 公司主要服務包括 GLONASS 全球導航系統的維護、開發、使用、搜索救援; 大地測量、氣象學、衛星廣播、遙感、空間探索、其他空間系統; 特種用途和民用航空器的車載設備; 衛星、太空火箭、有效載荷模塊的自動地面控制、空間成像數據接收; 發射現場數據採集、測量系統; 自動化資源、設施管理，測量、監控等。該公司的服務還包括 GLONASS 的維護、開發、使用，包括最終用戶設備、地面控制; 國家自動化地面控製網絡、檢索、處理、傳播地球遙感信息; 聯邦、工業和區域系統的關鍵設施、危險貨物監測系統、車載繼電器、基礎及關鍵導航、控制、監測、地球遙感技術的設計和實際運用。

假冒的半導體元件在這個應用領域最為氾濫，若沒有注意，可能淪為間諜竊取資訊的管道，俄羅斯政府也將其是為國家安全隱憂之一。若要建設智慧電網（smart meters），那麼俄羅斯目前仍須精進其國內半導體生產技術，半導體是離散元件，擁有高性能低功率耗損的特性（high performance at low power），因此適合在智慧電網、類比電源管理、射頻解決方案（RF Solution）等方面之應用。

IT 產業相關市場急速擴張政府合作在國內通訊、資訊科技基礎建設上的支出明顯增加，地方消費情形也有成長。因此半導體在俄羅斯國內製造，已成為國家優先計畫，許多半導體生產製造本土化計畫也陸續在俄羅斯有增加的情形。談及俄羅斯微電子產業及 IT 產業能否成功進口替代，由依賴進口轉為國內自行生產，美國對俄羅斯實行經濟制裁時期，拒絕供應電腦軟體給俄羅斯，這同時也是國內軟體工程進步的機會，若沒有國家 IT 產業等電子產業的進步，技術水平的革新，國家要從依賴其他國家到獨立，是不太可能的事情，像是資料庫管理系統、各種系統軟體等，若不能自行創新生產，只能繼續受制於其他國家和企業。

根據俄羅斯通訊及大眾媒體部(Ministry of Communications and Mass Media) 部長 Nikolai Nikiforov 在 2015 年莫斯科舉行之「創新論壇（Open Innovations Forum）」說到，中國廠商目前正積極進入俄羅斯市場，俄羅斯若與他們合作，能夠朝各個方向發展，包含軟體工程及超級電腦的創造。2015 年在俄羅斯城市烏法（Ufa）舉行上海合作組織（Shanghai Cooperation Organization）高峰會及金磚四國領導者會議，尼古拉·尼基福羅夫(Nikolai Nikiforov)也提到對於俄羅斯 IT

產業來說也是一個機會，能夠使計畫在全球市場環境下更加清晰，邁向多邊化世界。俄羅斯企業 InfoWatch 高層 Natalya Kasperskaya 也在創新論壇中提到，俄羅斯技術開發人員已經討論了重要替代方案與計畫，並投資在自行顏研發技術上，但還是有很多方面都需要從草稿與草案變成實際的操作與執行。

應用至LED的這種趨勢也在俄羅斯發展，像是照明設備系統（Lighting/LED），像智能照明系統、無線網路遠程遙控，可以遙控街燈、運動控制器應用（motion controller）、調光感應器。現今俄羅斯國內商業模式也將佈局整個照明系統市場，而不是只生產LED裝置，其中Optogan是主要的領頭企業，在照明系統是投資金額龐大。藍寶石的生產技術是由俄羅斯廠商所發明，也是屬於俄羅斯廠商的專利，世界各地區的重要材料市場也正在發展LED的生產與製造，因此藍寶石市場也是具有潛力的市場之一。而工業自動化（Industrial Automation）部分主要在石油及化學工廠的自動化、金屬加工、水/廢水自動化處理廠、發電廠等應用。

此外，物聯網為Internet-of-Thing（簡稱IoT），藉由各種無線感測器網路，或是各式穿戴裝置等等，將訊息傳至雲端，進行運算與資料處理，像是智能手錶、智慧冰箱、智慧汽車、智能灑水系統等。根據愛立信集團[68]估計俄羅斯物聯網裝置數量在2015年已超過4600萬，如果持續發展，專家預測在2018時，俄羅斯境內與物聯網裝置連接數量，將會超過3億2500萬，因此很明顯的可以看出，俄羅斯物聯網市場將會成長。

俄羅斯具備能夠成為光電領域之世界領導者的條件，為了要達成這樣的目標，俄羅斯在這領域增加更多的財務及政策上的支持，來吸引更多投資者加入投資行列。在實驗室裡的技術與產品研發將能夠發展程可以在市場上銷售的技術和商品。光子學可以處理光訊息的控制與轉變，現今能透過光纖傳輸信息、創建調光信號傳感器等的技術出現，未來電子學及光學將由「光子學」取代。到 20 世紀末時，光子運用主要在電信相關領域，也成為網路發展的基礎。現今無線光電開始取代「通訊」光電，目前用於微波和光電裝置之電磁波信息傳輸、射頻系統等。俄羅斯研究光子學之學校及研究機構的亞歷山大·普羅霍羅夫(Alexander Prokhorov)及尼古拉·巴斯夫(Nikolai Basov)在 1964 年因發明雷射而得到了諾貝爾物理學獎。

[68] 愛立信集團（Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson）為一家瑞典電信設備製造商，創辦人為 Lars Magnus Ericsson。

俄羅斯希望能在無線光電領域及國防科技為基礎之領域，與西方國家競爭並取得勝利。俄羅斯國內科學家也認為他們將有可能以專注研發光電子取代研發電子相關產品。計畫產生主因是希望以光電子學為基礎運作之裝置設備，由於其尺寸可以設計成比現有一般產品、處理器更小幾百倍，同時數據速度卻能提高十倍。例如目前的地面式雷達站（ground-based radar station）都需要安裝在建築物上，但若使用無線電光子學原理（radio-photonics）所製作之雷達系統，便可安裝在卡車上。如果能在一個網絡裡結合行動系統，運作效率將會非常好。若要這樣做，該網絡將對於太陽磁爆或磁擾（solar magnetic storms）及附近閃電電擊（lightning strikes）有特殊抵抗能力。寬頻雷達的解析能力、速度、效率等水平都將提高，將可能被稱之為「radar vision」。

該系統與技術之設計研發，將不僅只用於軍事國防上，也將用於民生方面，像是用於交通工具，該設計可以在高速鐵路途中檢測是否具有障礙物，在家用及商業上的服務也同時適合，光子晶體技術可以取代在城市當中的熱水加熱系統[69]。現今在俄羅斯有 850 間左右之企業在光電子領域中進行研發與商用活動，大多集中於莫斯科地區、聖彼得堡、新西伯利亞（Novosibirsk）、伏爾加地區（Volga），在該地區最大的製造商為 KRET。現今 KRET 與 Foundation for Advanced Studies(FAS)共同創造無線光電子元件基礎，供應給無線電天文學（radio astronomy）、雷達（radar）及其他方面之運用。KRET 與 FAS 在 2015 年共同簽署了協議「發展以無線光電為基礎之電子掃描陣列（Development of an active phased array based on radio-photonics）」計畫，KRET 之研究將專注於發展新科技，作為下一世代雷射及電子作戰系統之基礎。數百萬盧布已從俄羅斯聯邦預算中分配至該領域，創立特殊實驗室以研究並測試無線光子基礎元件之實驗品，並且將其設計發展成具廣泛運用之設備裝置。預期該研究將需要 4.5 年的時間，因此 KRET 的專家已開始擴展以無線光電子為基礎之設備及系統，供應給無線天文學、雷達、通過光纖傳輸之無線通訊、行動通訊等應用。

KRET 的執行長尼古拉·科莫列夫(Nikolai Kolesov)認為，無線電光子學是一個有前景的科學領域，未來可以在世界各處決定兩用技術的發展，對俄羅斯來說將是一個在科學及技術上的突破大突破，有利於過渡到第六代技術。到 2020 年時將有最新科技的幫忙，KRET 計畫要創造具高效能之先進兩用無線電、雷達及其他無線射頻系統（radio-frequency systems），這些都將取代現今所存在與使用的技術應用。舉例而言像是無線電光子應用在無線電光子整相陣列天線

[69] 通過光子晶體光纖傳播的能量，可以接近 100%的效率轉換成熱量。

（radio-optical phased array antennas），長期上來說可以建立一個獨特網絡、同步空間及地面無線電望遠鏡、可用以覆蓋飛機及直升機表面，成為「新的智能外衣」。

此外，以無線電光子整相陣列天線為基礎的雷達將會置入俄羅斯第五代 PAK FA 戰鬥機以及一些有人飛機或無人機，同時也將使用在海軍作戰上，像是船艦及潛艇的雷達站等。無線電光子整相陣列天線系統也將減輕電子設備原重量及尺寸的 5-7 倍，通訊系統解像力及雷達功率將會比原本現有的增加十倍。如果現代雷達有雷達射頻（radar radiation frequency）10 GHz 並搭配 3 cm 範圍之 1-2 GHz，則無線電光子整相陣列天線將能夠同時在頻率 1Hz 到 100GHz 的範圍內操作。另一方面，無線電光子整相陣列天線將可以執行一種「X 射線視覺（X-ray vision）」，也就是位於 500 公里外距離的飛機可以拍攝並生成清晰詳細的 3D 影像。由於信號可以穿透任何障礙物，像是一公尺後的鉛牆，該技術還有一個目標是要找出哪一種設備可以搭載它，這個設備將可以確認某一區塊有多少人，甚至人臉也能看得一清二楚。[70]

（四）專業人才

儘管2014年開始西方對俄羅斯實行經濟制裁，但歐盟國家仍與俄羅斯在科學領域持續合作，德國駐俄經濟暨科技部(Economics and Science Department at the German Embassy in Russia)部長沃夫爾岡・迪克(Wolfgang Dik)認為，在科技方面合作能讓雙方未來合作奠基。因此至2014年俄羅斯與德國就有超過100項大學合作計畫，Wolfgang Dik相信擴大建立彼此的夥伴關係是很重要的。卓科夫斯基中央空氣動力學機構(Zhukovsky Central Aerohydrodynamic Institute)總負責人，同時也是新航空科技研發人員謝爾蓋・切爾尼謝夫(Sergei Chernyshev)，說明俄羅斯及歐盟國家將繼續分享科技相關資訊，各個機構將合作並提供彼此商業化產品及科技市場之資訊。

俄羅斯在高等教育方面有很堅固的基礎，從蘇聯時代開始，很多大學、研究所就聚焦在產業方面所需要的基礎研究，像是電子業、微電子產業、機械工業、汽車工業、航太產業等，直到現今俄羅斯在這些方面仍然維持良好的教育根基。

[70] Rostec website. <http://rostec.ru/en/research/tecnology/4517645>. (Accessed：2017.06.18).

而在半導體產業方面，需要更多專業的人才，俄羅斯半導體產業專家認為俄羅斯目前國內具有足夠的人才，能支持國內半導體產業的發展。

俄羅斯許多大城市，像是聖彼得堡、莫斯科、新西伯利亞、下諾夫哥羅德、薩馬拉等，都有半導體公司。也許並不是每個公司都有在當地蓋廠生產，或者是目前擁有的廠較小。但這些公司、廠商都需要專業人才，因為有這樣的需求，在俄羅斯會持續有很多教育機構，能培養國內優秀的研究人員，能夠支持整個俄羅斯半導體產業的發展。[71]

半導體與光電生產過程會使用到的雷射技術，以及其他關鍵技術之研發，俄羅斯都具備有許多優秀專才與研發人員。這些研發人員能根據應用端之需求，研發與設計出客製化的產品。國內高科技產業研發能力頗有潛力與前景。針對類比 IC 設計來說，在俄羅斯有很多類比 IC 設計中心，有非常多能力強的年輕設計師，且具有開發設計的天份。

這些設計及研發中心多位於莫斯科、沃羅尼斯(Voronezh)[72]、新西伯利亞[73]、以及其他較小的城市中。此外，近幾年俄羅斯對於其國家之電子產業，高科技產業發展日趨重視，因此國內許多高階研發機構與學校，也多數參與國家大型計畫，這都為日後俄羅斯電子產業整體技術水平以及競爭力的提升有很大的幫助。[74]

（五）原料

俄羅斯境內稀土金屬儲藏量居全球第 2，惟產量僅有全球的 2%，90%以上需求依賴國外進口。稀土金屬應用範圍非常大，範圍擴及電子產業、石油產業、現代軍事裝備及武器、化工產業、造船業、汽車業。現今俄羅斯政府在積極推動進口替代政策，同時也希望能擴大生產稀土金屬，預計未來將透過俄羅斯政府與企業共同參與及投資，以滿足稀土金屬的生產與消費。俄羅斯政府於 2013 年制定「2020 年前稀土開發計畫」，將投資 1,450 億（盧布）成立從稀土礦石開採，到研發製造技術的完整生產鏈，希望能在俄羅斯國內自行生產稀土金屬成品，為

[71] 筆者整理自與俄羅斯半導體專家訪問內容。

[72] 沃羅尼斯是位於俄羅斯歐俄地區，距離莫斯科 534 公里的一座城市，也是俄羅斯大型經濟重鎮之一。

[73] 新西伯利亞（俄文：）：位於俄羅斯中南部的城市，人口有將近 158 萬人，在俄羅斯排名第三，人口密度為 3133.06 人/平方公里。

[74] 筆者整理自與俄羅斯雷射專家訪問內容。

俄羅斯的航空業、航太業、核能工業、電子業提供所需要的稀土金屬，期望在2020年前產量增加10%-20%。[75]

（六）消耗品

無塵衣、無塵室消耗品、耗材等目前也由歐洲廠商供應，中國也是提供者之一。除此之外，歐洲半導體廠商也提供材料及備用的部件，給新的或已使用過的設備，同時提供半導體設備的售後服務與維修。[76]

第三節 俄羅斯半導體廠商及研究單位

藉由俄羅斯主要半導體廠商介紹，了解目前俄羅斯半導體產業主要業者，以及他們主要的產品及服務，如此可以使讀者對於俄羅斯半導體產業目前的供應鏈情形更加認識。其中所提到的 Angstrem-T、Mikron、Crocus Nano Electronics、Ruselectronics 將晶圓生產製造之後，也會自己進行封裝與測試、裝配等過程，並沒有像台灣有大型封測廠商、裝配商，因此不會交由另外的俄羅斯廠商進行封裝與測試。目前俄羅斯半導體產業還沒有像台灣一樣上、中、下游廠商發展如此成熟，分工也沒有這麼仔細。此外，也將介紹俄羅斯與半導體產業及技術相關的研究單位，藉以了解目前俄羅斯研究單位之研究能量、技術應用領域等。

一、半導體相關廠商

1. KM211

KM211是俄羅斯領先的IC設計團隊之一。[77]在IC設計方面有豐富經驗，可設計出高效的加密算法解決方案，讓IC功率消耗降低在三個方向開發自己的專利與智慧財產權，分別是多媒體平台HYDRA、微控制器平台KROLIK、KVARC RISC核心。其他IP Design像是加速加密器（Crypto accelerators）、算術協同處理器（Math coprocessors and accelerators）、智慧卡及射頻（Smart cards and RFID）、控制器

[75] 俄羅斯普欽總統召開稀土金屬會議指示擴大生產。經濟部國貿局。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=45&pid=571319&did=106703>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[76] 筆者整理自與俄羅斯半導體專家訪問內容。

[77] 2014年，KM211被列為台積電與俄羅斯供應鏈一環。

（Controllers）、介面（Interfaces）、儲存控制器（Memory controllers）、周邊IP（Peripheral IP）、類比IP等。

2. Milandr

Milandr 是俄羅斯 ASIC 設計服務公司，包含設計模擬、射頻、混合信號和存儲器積體電路等領域。公司總部和主要 IC 設計公司位於俄羅斯矽谷 Zelenograd。

目前專注於電源管理單元設計、模擬設計（ADC，DAC，PLI 等）、完整的 MCU 模擬 IP 設計、射頻 IC 設計、MCU 和 DSP 開發現代芯片，不斷提高技術水平並提升產品質量。[78]電源管理設計已完成的有低輸入/低壓差 2A 調節器（Low Input /Low Dropout 2A Regulator）、1.5A 負載電流的降壓型 DC-DC 轉換器（Step-down DC-DC converter with 1.5A load current）、低功率小區全積體電源管理單元 IP（Low power small area fully integrated Power Management Unit IP）等。其他部分可詳見該公司網站。

3. Mikron

Mikron為Sitronics旗下公司。Sitronis為俄羅斯以及獨立國協國家最大智慧IC卡片製造商，受到MasterCard以及Visa的認證。提供先進解決方案在智慧IC卡片、財務服務領域、近場通訊(Near Field Communication，簡稱 NFC）[79]領域、通訊領域、健康管理以及政府計畫中提供複雜處理系統。Mikron為目前俄羅斯最大半導體設備製造商，同時也是東歐地區擁有最大出口量的半導體供應商，其垂直整合公司（Integrated Design and Manufacture）[80]營收排名為歐洲前五大之一，且是歐洲最大RFID[81]生產製造者。其主要的產品為智慧卡及身分辨識文件使用之微處

[78] MILANDR website. <http://www.milandr.com/#home>. （檢閱日期：2017.06.20）。

[79] 近場通訊（Near Field Communication，NFC），又稱近距離無線通訊，是短距離的高頻無線通訊技術，允許電子裝置之間進行非接觸式點對點資料傳輸，在十公分（3.9 英吋）內交換資料。基礎是 RFID 及互連技術，由非接觸式射頻識別（RFID）演變而來。近場通訊是一種短距高頻的無線電技術，在 13.56MHz 頻率運行於 20 公分距離內。<https://goo.gl/zcE51b>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[80] 垂直整合模式（IDM, Integrated Design and Manufacture），即一個公司包辦從設計、製造到銷售的全部流程，需要雄厚的運營資本才能支撐此營運模式，如英特爾。<https://goo.gl/Wb6sxj>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[81] RFID(Radio Frequency Identification)，傳輸電能和資料且採非接觸式自動的鑑別系統稱為射頻鑑別系統(Radio Frequency Identification system，RFID system)。RFID 中文為無線射頻辨識系統。該系統針對接觸式系統的缺點，利用射頻訊號以無線電波方式傳送數碼資料，感應器

理器（Microprocessors for smart-cards and ID documents）[82]、無線通訊技術電子標籤（RFID tags（RFID: Radio Frequency IDentification無線射頻識別系統）[83]，鑲嵌卡（inlays and cards）、電源管理IC（Power management ICs）[84]、離散／分立半導體裝置（Discrete semiconductor devices）。2015年該公司計畫要有65奈米製程之生產線，同年7月該公司與Mostransavot簽署合約，三個月內會供應1200萬張RFID交通票。這種交通票內含Mikron所設計的晶片，使用180奈米搭載640位元（bits）的可程式化記憶體。[85]

4. Angstrem-T

Angstrem-T 於 2005 年 6 月 10 號成立，最主要的商業模式(Business model)為盡力為晶圓代工廠提供晶片之封裝服務。該公司擁有總面積 7200 平方公尺，等級為 class 1000[86]的無塵室，。擁有自己的設計中心確保能建立所有基本必要之設計裝置、設備，並以製程導向來發展自有產品，也同時具備測試與封裝晶片之生產線，對於目前工業廢棄物處理，該公司也設置整合系統，以符合俄羅斯國內及世界所訂之環境保護標準。

根據 Gartner 集團的分析，技術節點為 90-130 奈米的產品生產比例，將不斷增加。這家公司在智慧型手機產業方面也有自己的應用程式，在自動化生產、醫療保健、公共設施、智慧家園裝置、通訊設備等領域，以及銀行業等等，都有不錯的應用表現。2016 年 7 月該公司的研究專家與俄羅斯國家標準化研究機構(The Russian National Standardization Research Institute）共同發起一項標準 GOST R

不需要跟接收器接觸就能做資料的交換。該系統三個主要部分：天線 Antenna, or Coil、感應器 Transponder, or Tag、接收器 Transceiver, Reader。<http://goo.gl/nrz0Hs>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[82] 微處理器（Microprocessors for smart-cards and ID documents）是微型電腦的主要零部件。

[83] 無線通訊技術電子標籤(RFID tags(RFID: Radio Frequency IDentification 無線射頻識別系統)：一種無線通訊技術，可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，而無需識別系統與特定目標之間建立機械或者光學接觸。資料來源：https://zh.wikipedia.org/wiki/射频识别。

[84] 電源管理 IC（Power management ICs）：簡稱 PMIC，主要負責提供系統內部穩定且適當的電壓，廣泛應用於各種電子產品上。由於系統中各項電路，如中央處理器（CPU）、繪圖晶片（GPU）、射頻接收/傳送器等，具有不同電壓規格，且在省電/高效能等不同運轉狀態下，各電路所需要的電壓也隨之變化，因此 PMIC 在系統晶片中扮演不可或缺角色。最常見的 PMIC 為直流-直流轉換器。<http://www.alab.ee.nctu.edu.tw/wpmu/ed307/about/power-management-ics/>。（檢閱日期：2017.06.10）。

[85] RFID 交通票內部晶片可順應 ISO 14443A，卡片可感測範圍離終端裝置表面不超過 10 公分，讀取時間不超過 1 秒鐘。

[86] class 1000 無塵室其最大落塵量為每 1 立方英呎大於 0.5μm 粒徑的 particle 不超過 1000 顆。

ISO/IEC 11694-6 身分識別智慧卡（smart-cards）[87]、光學記憶智慧卡、線性資料紀錄方法，以及光學記憶智慧卡生物測定。[88]

5. Crocus Nano Electronics

Crocus Nano Electronics（CNE）是 Crocus Technology 及 Rosnano 的合資企業，在 2011 年創立由立基於美國聖塔克拉拉的 Crocus 有限公司與俄羅斯國家投資基金 RUSHAHO 所共同經營的合資企業，現今已成為能生產 12 吋和 8 寸的晶圓公司，且具有 90 奈米及 65 奈米之技術節點的生產線、90 奈米及 65 奈米整合磁性記憶體技術銅後段製程（Copper BEOL）晶圓廠。生產線包含離散型以及嵌入型磁阻式隨機存取記憶體（MRAM）及供給智慧卡及 RFID 使用的磁傳感器，包含工業電子、通訊、自動化、消費性電子及其他應用領域，90 奈米雙鑲嵌互補性金屬氧化半導體（CMOS）後段製程，包含磁性包層和搭接（magnetic cladding and strap）。

Crocus Nano Electronics提供之設備主要有磁性物理汽相澱積系統（Magnetic PVD Deposition system）、電漿加強化學蒸氣沈積（PECVD (TEOS & SiN)）、物理汽相澱積（PVD (Me)）、化學機械研磨拋光（CMP）、電鍍設備（Electroplating）、介電質及金屬蝕刻設備（Delectric and Metal Etch）、光刻設備（Photolothography）、磁性蝕刻設備/封裝設備、度量衡設備（抗蝕厚度、覆蓋度等）。提供1-4 Mbit 非揮發性（non-volatile）MRAM (Magnetoresistive random-access memory) 裝置，SRAM兼容35ns以及 35/90/120/150 ns寫入週期時序，具有無限制耐度及數據可保留超過20年。該公司的MRAM裝置可以在44- pin TSOP II and 48-pin TFBGA型態上使用，這些可以與相似的低功耗SRAM產品及其他非揮發性記憶體產品相容，該公司記憶體設備在廣大的溫度範圍下皆可以儲存數據。

[87] Smart Card，智慧卡，或稱積體電路卡(Integrate Circuit Card)。於 1974 年由法國人 Ro-land morono 發明，將具有儲存資料及加密保護功能的電路晶片封裝於塑膠卡片中。法國 BULL 公司於 1976 年首先製成產品並開 始應用於各種領域之中。常見的 Smart Card 應用有手機內的 sim 卡、銀行金融卡、信用卡以及捷運悠遊卡等。<http://goo.gl/p4ss5I>。（檢閱日期：2017.06.18）。

[88] 這項標準會定義統一數據紀錄、保護以及讀取智慧卡的規格模具製造。今年 9 月將有此相關標準討論之結果出爐。該公司從 2015 年便致力於在智慧卡以及身分辨識卡領域申請標準，並成為非營利組織俄羅斯生物測定社群（The Russian Biometric Society）的一員。俄羅斯國家標準化研究機構發展國內一般技術系統以及結合國家標準（統一國內生產之技術準備、統一科技參考文獻與分類系統、統一設計方面之文獻與分類系統、統一計算與測試系統等。

6. Roselectronics

這家公司為俄羅斯政府所擁有，主要設計並生產電子材料、設備、半導體產品及微波科技相關產品，控股公司最先建立於1997年，130-110 奈米晶片生產廠在2013年完工，Istok為旗下研發與生產公司，設計第一個俄羅斯微波生產線，生產能力達到每年100萬個。Ruselectronics最大的客戶為Sukhoi、Phazatron-NIIR 及Almaz-Antey實驗設計部，Ruselectronics生產了將近80%的俄羅斯電子零組件，並確保俄羅斯策略企業與重點產業不會依賴外國供應商。[89]目前Roselectronics為國有企業，政府擁有100%的股份， 目前的領導高層為伊戈爾·伊利奇·科茲洛夫(Igor Ilyich Kozlov)。

7. RUSNANO

RUSNANO投資擴大ESTO真空自動真空裝置（ESTO-Vacuum位於Zelenograd）項目，也開發用於MEMS（用於傳感器）的電子元件及SiTime參與的電信設備。同時也擴大LED藍寶石和藍寶石晶圓的生產項目，投資Monocrystal Ltd.，以增加用於LED和高頻積體電路的單晶藍寶石、藍寶石基板的工業生產，以及用於太陽能電池金屬化的銀和鋁複合材料。RUSNANO和URALSIB在聖彼得堡也共同投資設廠，生產用於高速光學元件的EPI晶圓，生產技術由Ioffe研究所團隊與VI Systems GmbH共同開發。生產產品包括在EPI晶圓的基礎上發射雷射和光電二極體，並將用於下一代的光互連(optical interconnections)，像是USB、HDMI的電視、顯示端接口（interface for Display Port）、電腦系統用光纖接頭（active optical cables for computer systems（Infiniband standard））、光纖通道標準裝置（devices for Fiber Channel standard）。

[89] 另也與國立核能研究大學（National Nuclear Research University （MEPHI）及莫斯科工程物理研究所 (Moscow Engineering Physics Institute)達成合作協議，該聚落共有5個公司，分別是Pulsar state plant、Pulsar research and production enterprise、Optron、SDC ‘MELZ’ 及Central Design Bureau of Special Radiomaterials。同年公司監理會決定要整合Sirius、Orion兩個公司成為Roselectronics。

8. ELTECH

ELTECH是俄羅斯最大的工程中心，主要創建高新技術產業、微電子產業之企業所需要的研究中心、工程基礎設施等複雜的工程。該公司也實行先進技術的轉移和引進，並與國外的主要科學中心合作。對技術複雜的項目採用複雜的實施模式，包括EPC / M工程算法。為客戶設計適合的解決方案，也是一個整合商，具備研發中心、科學與工程中心、設備供應、人員培訓等，同時也作為總承包商或單獨承包商，執行技術、設備、產業現代化。公司在設計，建設和技術裝備方面擁有豐富的經驗。

9. JSC Germanium

JSC Germanium主要業務是生產鍺及其化合物。企業有三個主要生產領域，分別是濕法冶金、鍺冶金和鍺機械加工，並生產四氯化鍺、鍺多晶、金屬鍺顆粒、用於光學應用的不同形狀的鍺片、其他應用的鍺單晶、用於光學應用的不同形狀的矽片。主要可用於無線電電子、紅外光學、生產光纖通信線路、以鍺(Ge)為基的催化劑、用於醫療用途的化合物、合金、太陽能電池、伽馬射線探測器以及雷射設備和太陽能發電工程等。企業生產設備每年20噸。我們向美國，日本，韓國，德國，保加利亞，以色列，英國，拉脫維亞，新加坡，羅馬尼亞，法國等國家出口了80％以上的產量。俄羅斯聯邦合作夥伴和俄羅斯工業部的獎勵為最佳出口商。

10. Mediana Filter

Mediana Filter 是一家以處理水及廢水處理為主的公司，具有穩固發展水處理系統之經驗，能達到國際性標準，為多樣產業提供處理方案，單位容量高達3100 m3 / h，在一千多個工廠、企業成功運作公司最獨特的工業水處理系統獲得專利，已受俄羅斯聯邦和獨立國協國家的多項專利保護。開發和實施工業水處理，通過環保方法提供超純水生產，該公司在國家特殊需求、國際相關方案中，已針對水處理方案做出非常多研究。主要設備有逆滲透設備系統（Reverse osmosis units）、超過濾設備（Ultrafiltration units）、連續電離子設備（Electrodeionization units）、自動過濾器（Automatic filters）、逆流離子交換設備（Counter-current ion-exchange units）、機械過濾裝置（Mechanical filtration units）等。該公司設

國立政治大學 National Chengchi University

計具有模塊化構造原理的設備，提供去離子水的輸出， 10 l / h～1000 m3/ h 等。應用此技術可使超純水生產持續有穩定品質與量。目前該公司可以做到 180 甚至是 65 奈米水平製程所需的相關設備。IC 製造可以分為三個階段，分別是材料生產、晶片生產、包含測試和測量在內的組裝過程。當進行不同拓撲的晶片洗滌時，第二階段超純水的消耗最大，半導體和液晶顯示器製造也規定了對處理水質量的高要求，CJSC “ RPC Mediana “ 過濾器設計、製造可用於微電子超純水生產的水處理系統中。

圖 3-3 整理俄羅斯半導體廠商在俄羅斯的位置分布，不同圖示代表不同種類廠商。可以明顯發現大多廠商主要集中於中央聯邦區的莫斯科地區，而原料廠商集中於西伯利亞聯邦區。圖 3-4 可以看到位於莫斯科地區中的俄廠商，有些集中於綠城經濟特區，有些則設立於莫斯科市環狀帶上。

圖 3-3 俄羅斯半導體廠商分布圖

說明：深色區域為中央聯邦區。

資料來源：筆者整理自各廠商網站資料。

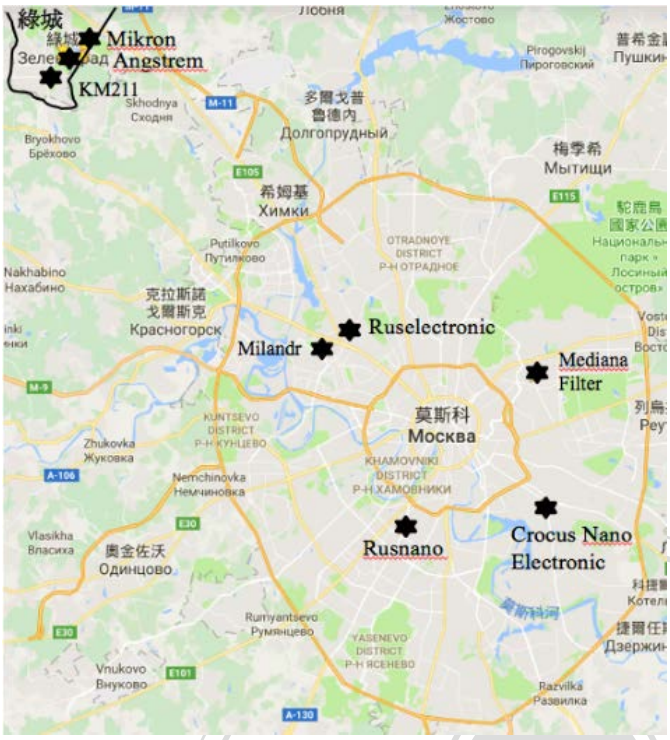

圖 3-4 莫斯科地區俄廠商分布圖

資料來源：筆者整理自各廠商網站資料。

雖然俄羅斯半導體產業相對於其他國家發展來說，在發展水平、技術節點與層次較為落後，但俄羅斯在許多基礎研究領域之能量深厚，許多研究單位之研發實力不容小覷。很多科學基礎研究與技術，都會在半導體設備製造、晶圓生產與製造、封裝測試等製程當中運用到。因此以下將介紹筆者目前整理與蒐集的俄羅斯科學研究單位。台灣學界可以與俄羅斯一些研發機構、基礎科學研究大學、基礎物理研究所、化學研究實驗室等，進行技術方面的合作，以及人才方面的交流。以下為主要推薦合作單位介紹，此處以半導體製程會需要的技術「雷射技術」、「電漿技術」、「奈米技術」為主。

二、俄羅斯研究單位

俄羅斯研究單位像是莫斯科工程物力研究所/國立核能大學（National Research Nuclear University（MEPhi））、莫斯科物理及科技大學（Moscow University of Physics and Technology）、聖彼得堡理工大學（St. Petersburg Polytechnic University (Polytech)）、ITMO University、莫斯科州立科技大學（Moscow State Technical University）、俄羅斯科學院計畫系統研究所（The

Program Systems Institute of RAS）、俄羅斯科學院聖彼得堡國立研究大學（St. Petersburg National Research University Academic of the Russian Academy of Sciences）、科學聯邦國家機構半導體物理研究所俄羅斯科學院西伯利亞分院（Federal State Institution of Science Institute of Semiconductor Physics. AV Rzhanova Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences）、Ioffe研究所（Ioffe Institute）。

1. 莫斯科工程物理研究所

莫斯科工程物理研究所（Moscow Engineening Physics Institute, MEPhi / National Research Nuclear University）有雷射和等離子體技術研究所、電子、自旋電子、光電奈米工程研究所（Institute for Nanoengineering in Electronics, Spintronics and Photonics）、雷射及電漿技術研究所(Institute for Laser and Plasma Technologies)、核能與核技術中心、雷射等離子體研究與技術、基礎研究與粒子物理為主，這些是半導體製造設備可能用到的技術。

2. 莫斯科物理及科技大學

莫斯科物理及科技大學（Moscow University of Physics and Technology，MIPT）俄羅斯領先的物理和技術領域的大學之一。[90]建議合作單位為電子技術研究所、奈米光學和等離子體實驗室（Laboratory of Nanooptics and Plasmonics）、脈衝等離子體系統實驗室、離子和分子物理實驗室（Laboratory of Ionic and Molecular Physics）、應用太赫茲物理實驗室（Laboratory of Applied Terahertz Technologies）、超導系統拓撲量子現象實驗室(Laboratory of Topological Quantum Phenomena in Superconducting Systems)、奈米電子功能材料與器件實驗室、量子信息理論實驗室(Laboratory of Quantum Information Theory) 、量子奈米結構實驗室（Laboratory of Quantum Nanostructures）、二維材料光電實驗室（Laboratory of 2d Materials' Optoelectronics）、高能物理實驗室（Laboratory of High Energy Physics）等。

[90] 2013年以來，MIPT參與了關於提高俄羅斯領先大學在世界領先的研究，和教育中心競爭力的聯邦計畫。MIPT的戰略包括在尖端領域，如量子和電子技術、抗衰老研究、奈米光子學和等離子體雷射元、生物技術、應用數學、空間研究、航太物理技術、進行高精度血液測定等領域開展，和開發高質量研究。

3. 聖彼得堡理工大學

聖彼得堡理工大學（St. Petersburg Polytechnic University）研究中心主要研究領域為奈米複合材料的物理電子技術、通用之儀器儀表、雷射技術、新能源技術、資訊及通訊系統安全、固體廢物管理、沼氣和廢物的能源等。研究所有物理電子技術研究所（Physics of Nanocomposites for Electronic Technology）、雷射技術研究所（Laser Technologies）、新材料與非傳統材料實驗室（New and Non-conventional Material Laboratory）、光材料和結構實驗室（Light Materials and Constructions Laboratory）、真空鑄造實驗室（Vacuum Casting Laboratory）、真空和低溫系統的創新與生產研究所（Innovation and Production Laboratory of Vacuum and Cryogenic Systems）。此外還有各領域研發實驗室[91]。

4. ITMO大學

ITMO創立於1900年，主要研究領域有光子學和光學、智能技術和機器人、生命科學與健康、自然科學、智能材料，奈米材料和奈米技術、IT經濟學、社會科學和藝術、基本和關鍵軍工工業技術開發。建議可合作之單位為國際奈米光子學與超材料研究中心、雷射微奈米技術國際實驗室 (International Laboratory "Laser Micro-and Nanotechnologies")、非線性光學分子晶體和微量元素國際實驗室、先進光子材料與技術國際實驗室(International Laboratory "Advanced Photonic Materials And Technologies")、國際奈米結構物理研究與教育中心（International Research And Education Center For Physics Of Nanostructures）、國際光電子學功能材料與器件研究中心(International Research Center of Functional Materials and Devices Of Optoelectronics and Electronics)、奈米光學力學國際實驗室、奈米結構光物耦合實驗室、跨國科學與教育聯合會材料研究先進方法中心、奈米光子學與光學信息技術研究所、光導光子學研究所、雷射系統國際實驗室非線性光信息實驗室、智能光學系統國際實驗室、雷射物理研究所（Research Center for Laser Physics）、矽與光電微系統國際實驗室（International Laboratory Of Silicon And Photonics Of Microsystems）等。

[91] 研發實驗室主要研究領域有資訊架構與電腦軟體、量子計算基礎組件、RAS機械工程問題研究所之「複雜機械系統的建構模擬與識別」研究、生產和消費廢物管理、真空和低溫系統的創新與生產研究、電腦模擬與計算、水氣動聲學及湍流實驗、液態冶金技術研究、智能控制系統研究、金屬材料實驗室結構與性能的研究與建構與模擬、醫用超聲設備實驗室、新材料與非傳統材料實驗室、行動裝置控制系統實驗室、CAD / CAM技術實驗室、真空鑄造實驗室、光材料和結構實驗室、醫療技術實驗室、核苷酸結合蛋白實驗室分子生物學、分子微生物學實驗室等。

國立政治大學
National Chengchi University

5. 莫斯科鮑曼國立技術大學

莫斯科鮑曼莫斯科國立技術大學（Bauman Moscow State Technical University，BMSTU）BMSTU 2009-2018發展計劃包括航太工程技術、生物醫學工程與生物系統技術、奈米工程、動力和能源效率、信息和通信技術、武器軍事和特種裝備、反恐系統等。[92]

該校「奈米工程」最近已經獲得了大量納米材料和納米系統設計的研發結果。從實驗室到工業樣品(商品化)的過渡是一個複雜的過程，通常需要一些與新技術相關的研究和有效的原子精度系統的開發。該校這個領域的大學課程主要集中在：形成和永久改進創新的教育體系，培訓和重新培訓旨在實現工業生產的研發項目的納米技術專家、發展應用技術和設計理念的方法、技術和規範基礎、奈米行業需求的計量保證，並制定認證文件，專業和教育標準，確定納米產品使用的安全性。在奈米領域，鮑曼大學與俄羅斯國家研究中心「科爾塔科夫研究所」國有企業「MMPP SALUT」、「Kometa」、「Keldysh」、「Russian Space Systems」 等合作。 2009年也和國家研究中心Kurchatov研究所合作，在奈米領域進行科學研究、培養奈米技術領域的高素質專家。

6. 聖彼得堡大學

聖彼得堡大學(Saint Petersburg University，簡稱SPBU)內的資源中心(Resource Center)是聖彼得堡大學研究基礎研究園區的重要組成部分，目前有25個不同類別的中心。[93]在奈米技術和材料科學領域共有13個資源中心，分別是複合奈米材料創新技術中心、奈米技術跨學科資源中心、物理教育中心、化學教育中心、應用空氣動力學中心、中子物理中子研究中心、材料和建築國家中心。

---

[92] 該校主要的技術研發可用於先進武器、軍事特種裝備、蛋白質組和後基因組技術、奈米技術與材料、奈米設備的診斷技術、信息和認知技術、信息及管理和導航系統技術、微系統設備技術、分佈式和高性能計算系統的技術和軟體、用於監測和預測環境狀況技術、防止和消除污染技術、環境和技術災害預測技術、新一代空間和運輸設備技術、用於開發電子元件基座和節能照明設備的技術等。為培養該校學生和研究能量，主要以開展培訓實習，由大學院系和各種實驗室進行各種複雜程度高的科學和教育實習培訓。

[93] 聖彼得堡大學資源中心以「聖彼得堡大學2020戰略計劃」為主，旨在使聖彼得堡大學成為世界領先的古典大學之一，為俄羅斯創新發展的國家政策提供學術和科學支持。資源中心優先希望改善教育方案、提升正在進行的研究項目的質量。研究創新是SPBU和俄羅斯經濟的關鍵因素，國家的國際競爭力取決於科技成果。主要以四個類別為優先發展領域，分別為奈米技術與材料科學、生物醫學與人體健康、信息系統與技術、生態與自然管理等。

雷射方面，有光電及雷射材料研究中心（Center for optical and laser materials research）其主要研究方向有吸收光譜（Absorption spectroscopy）、動態光散射（Dynamic light scattering）、螢光光譜（Luminescence spectroscopy）、霍氏轉換紅外光譜(The Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR))、拉曼光譜(The Raman scattering spectroscopy）、介面電位原理分析（Zeta potential measurement principle (Laser Doppler Electrophoresis)）。

物理方法進行表面特性探究中心（Centre for Physical Methods of Surface Investigation），主要研究重點有「科學超真空研究」、「表面奈米結構、複合材料研究」、「局部原子結構，形態，電子能量和自旋結構」，運用X射線和紫外光電子能譜、超高真空掃描隧道、原子力顯微鏡，研究也涉及化學、物理、生物學、材料科學等領域。

7. 俄羅斯科學院聖彼得堡國立研究大學（St. Petersburg National Research University Academic of the Russian Academy of Sciences）

該大學成立於1999年，目前主要部門有由俄羅斯科學院教育副校長Mikhail V. Dubina帶領的「奈米技術中心」，由Alexey E. Zhukov領導的「奈米結構物理與技術系」、「數學與信息技術系」、「冷凝物理系」、「理論物理系」，由Mikhail G. Ivanov帶領的「基礎教育中心（Lyceum物理技術學校）」 等。自2005年起，該大學是俄羅斯和國外知名國際研討會「奈米結構：物理與技術」的舉辦者之一。[94]

[94] 是科學與技術研究所研究和教育中心，在科學和教育領域融入物理和信息技術領域。它由 Ioffe 研究所所長，也是俄羅斯科學院副主席，阿爾費羅夫(Zhores I. Alferov)院士發起，他從創立以來一直領導中心。今天 Zhores I. Alferov 是學術大學校長。舉行各項研討會在該大學已是傳統，於 2003 年在聖彼得堡舉行的諾貝爾獎得主舉辦「科學與人類進步(Science and Mankind Progress)」、2005 年舉辦國際研討會「科學與社會（Science and Society）」，及聖彼得堡科學論壇「科學與社會：納米科技-研究與教育(Science and Society": "Nanotechnologies: Research and Education")」，2008 年「信息技術（Information Technologies）」、2009 年「21 世紀經濟社會學（Economics and Sociology in the 21st Century）」、「21 世紀生理與醫學（Physiology and Medicine of the 21st Century）」、2011 年「科學與人類進步（Science and Mankind Progress）」2012 年、2013 年「新俄羅斯經濟創新技術（Innovative Technologies for New Russian Economy）」、2015 年「奈米結構：物理與技術（Nanostructures: Physics and Technology）」。參閱：http://www.spbau.ru/main_eng/info_main_eng

8. 科學聯邦國家機構半導體物理研究所俄羅斯科學院西伯利亞分院

俄羅斯科學院西伯利亞分院半導體物理研究所（ISP SB RAS）成立於1964年，Rzhanov半導體物理研究所SB RAS正在進行科學研究，並應用於凝聚態物理學的局部問題，包括半導體和絕緣子物理學（semiconductor and insulator physics）、低維物理學（physics of low-dimensional systems）、先進科學方向（prior scientific directions）、微電子元件基礎（element base of microelectronics）、光電奈米電子學（opto-, nanoelectronics）、量子電腦（quantum computers）、光學和雷射物理學（topical problems of optics and laser physics）。[95]

研究成果主要有「基於超薄TiN薄膜的超導體 - 絕緣體轉變的雙閾值二極體（Dual threshold diode based on the superconductor-to-insulator transition in ultrathin TiN films）」、「Si（111） - （7×7）Si生長過程中二維成核的臨界平台寬度（Critical terrace width for two-dimensional nucleation during Si growth on Si(111)-(7×7)）」、「應變SiGe量子阱中的孔內光學變化（Intraband optical transitions of holed in strained SiGe quantum wells）」、「基於GaAs / AlGaAs異質結構的納米機電系統的高振幅動力學（High-amplitude dynamics of nanoelectromechanical systems based on GaAs/AlGaAs heterostructues）」、「拋物面量子阱中的表面光電流（Surface photocurrent in a parabolic quantum well）」、「具有各向異性遷移率二維電子系統中的非線性磁傳輸（Nonlinear magnetotransport in a two-dimensional electron system with anisotropic mobility）」、「對於狀態指數密度的情況，可變範圍跳躍狀態中的電子遷移率（Electron mobility in variable range hopping regime for the case of exponential density of states）」、「來自p-GaAs表面的非平衡Cs覆蓋層的光電發射（Photoemission from p-GaAs surface with nonequilibrium Cs overlayers）」、「基於具有移動微膜柵欄極的場效應晶體管的超小位移光電傳感器（Optoelectronic sensor of ultra-small displacements based on field effect transistor with a moving micromembrane gate）」。

[95] 現今有 800 名員工，其中科研人員有 214 人、院士 2 人、俄羅斯科學院專家 4 人，131 博士在物理數學領域。2003 年，RAS 主席團決議（第 N 224 條法規，將半導體物理研究所 SB RAS 的半導體物理研究所重組，加入了傳感器微電子研究所 SB RAS 作為附屬機構。該研究所由 5 個部門組成，23 個實驗室。它有一個附屬單位，即 A.V.的 RAS 的新西伯利亞附屬分公司以及應用微電子設計與技術研究所（Rzhanov ISP SBRAS）。

9. Ioffe研究所

Ioffe 研究所是俄羅斯最大的物理與技術研究機構之一，成立於 1918 年，由 Abram F. Ioffe 經營幾十年。主要有以下幾個領域，分別是奈米結構物理中心、固態電子部門、固態物理學系、等離子體物理學、原子物理學和天體物理學系、電介質和半導體物理學系。

介電子與半導體方面的實驗室主要研究領域有鐵電性物理研究、中子研究所、寬能隙功率半導體元件(Wide-Bandgap Semiconductors Electronics) 、半導體擴散現象研究、低溫固體動力學現象、熱電物理、非等項性材料物理 Physics of Anisotropic Material、稀土半導體物理、電磁光譜物理學、半導體與電介質理論、全晶體繞射方法(Diffraction Methods for real Crystals)、雙電子
研究等。

10. 俄羅斯科學院計畫系統研究所（The Program Systems Institute of RAS）

RAS 計劃系統研究所是俄羅斯領先的信息技術領域研究機構。研究所成立於 1984 年，今天的 PSI RAS 在人造智慧、高端電腦系統（超級計算機）、區域電信網絡建設、分佈式信息系統等領域具有優秀成就。[96]

以上這幾個俄羅斯的大學、研究中心，是俄羅斯專家建議台灣學界與廠商可合作之對象。這些單位有些已與台灣學界開始各項計劃的合作，然還有很多是未與台灣進行合作，未來也期待看到更多的交流與關係建立。

11. 俄羅斯科學院一般物理研究院

俄羅斯科學院一般物理研究所（GPI RAS） 於 1982 年由諾貝爾獎獲得者 A. M. Prokhorov 院士組織。該研究院目前分為 28 個部門，其包含的研究人員將近 1000 人。與半導體相關的單位像是雷射材料與技術研究中心、物禮儀器中心等。

[96] 1986 年，該研究所被重組並命名為蘇聯科學院計劃系統研究所。主要研究中心有人工智能研究中心、醫學信息研究中心、多處理器系統研究中心、系統分析研究中心、控制流程研究中心、科教中心 - 國際兒童電腦中心

第四節 小結

半導體產業非常重視研發資金的投入，才能幫助產業升級，繼續成長與進步。由於蘇聯解體後俄羅斯國內各樣產業缺乏資金挹注，使產業無法快速發展，因而相較於其他國家，處於成長較緩的地位。然而，近幾年俄羅斯政府明白發展國家電子產業之重要性，也針對通訊、資訊產業等類產業進行計畫執行。因應現今國際情勢變動，許多需要進口的零組件因無法從歐美進口，俄羅斯轉而在亞洲地區尋找合作夥伴，這樣的局勢對於亞洲國家之微電子及半導體商無疑是新機會之開啟，而台灣可以說是台灣晶圓製造能力領先國，整體供應鏈的完整性，也能充分供應俄羅斯該產業的需求。

經由上述文章中針對俄羅斯上、中、下游廠商，以及設備商、原料商、領組件商的了解，可以發現目前俄羅斯半導體產業分工尚未發展像台灣一樣精細，許多晶圓製造商同時具備晶圓封裝與測試商的角色。而晶圓製造水平及技術節點上，也較世界上其它領先廠商發展慢。主要優勢在於其研究單位非常多，在許多技術領域也有豐富人才。

國際半導體設備暨材料協會(Semiconductor Equipment and Materials International，簡稱SEMI)在1992年即於俄羅斯成立，主要目的為促進俄羅斯、獨立國協國家半導體產業發展、相關單位交流，舉辦交流團、展覽、技術及商業教育計畫方案、找尋投資機會等。俄羅斯每年都在莫斯科舉辦SENICON Russia展覽會，這個展會為俄羅斯業者提供一個國際平臺，讓俄羅斯國內半導體產業、廠商、重要科學機構，參與這場展覽及研討會。進行有關現代科技、積體電路、微機電系統、半導體等領域討論。包括廠商於大會中展示產品，讓所有參與者都能有機會互相交流。俄羅斯廠商、國外廠商也能接收從SEMICON Russia展會所提供的市場資訊、技術知識、相關科技投資機會。

每一屆SENICON Russia展會皆吸引數百家以上相關廠商設立攤位，參訪的人次更是不計其數。顯示國際市場對於俄羅斯半導體市場的重視，以區域市場來看，參與此展會不僅掌握俄羅斯市場，甚至能擴及至整個獨立國協及東歐市場。從每年在俄羅斯舉辦之SEMICON Russia展會所參與之廠商數目及展覽規模來看，其實各國半導體相關業者對於俄羅斯半導體市場表現出重視，也顯示出俄羅斯微電子及半導體產業之發展仍具有發展潛力。

國立政治大學
National Chengchi University

第肆章 俄羅斯電子產業政策

本章針對俄羅斯電子產業、微電子產業、半導體產業相關產業政策進行研究，探討其政策內容與政府優惠補助如何實施，探討政策導向與發展。表 4-1 為本章探討項目結構表，將文中探討項目表格化。本章將討論俄羅斯電子產業至 2025 年期間發展策略、電子部件基礎發展及無線電電子產業發展策略、2015-2025 年電子產業發展創新及新計畫、創新 2.0 計畫、俄羅斯長程科學技術發展草案、俄羅斯至 2035 年科技發展政策。接著將探討俄羅斯進口替代政策探討的主要內容與相關產業。最後將討論俄羅斯各項優惠補助、科學園區進駐、經濟特區進駐、創新聚落進駐等。

第一節 相關政策

一、 俄羅斯電子產業至 2025 年期間發展策略

(一)策略制定緣由

俄羅斯聯邦產業及能源部[97]在 2007 年 8 月 7 日頒布俄羅斯電子產業發展至 2025 年計畫，策略計畫名為「俄羅斯電子產業至 2025 年期間之發展策略」。此計畫中包含了幾項重要的內容「整體系統之問題與可預期之策略結果」、「基問題解決方向之基礎以及風險評估」、「策略任務及根本目標」、「根本計畫因應措施」、「必要之財務保障評估及財務來源」等部分。在此計畫當中，可以看出俄羅斯政府對於其電子產業之發展日漸重視。甚至其政府也充分了解到，電子產業的發展與研究發現，都會對其他產業造成影響，若能在研發等方面投入更多資金與支持，將不只是振興國內電子產業之繁榮發展，而能更廣泛的提升其他產業的競爭優勢。

[97] 原為俄羅斯產業及能源部，現已改為產業與貿易發展部。<goo.gl/KD7UhD>（檢閱日期：2017.06.16）。

俄羅斯國內經濟現代化優先發展方向，在高科技部門必須擴大內需電子科技的需求規模。首先要求增加國內新科技水平之電子基礎零組件需求數量。期望在2015 年時市場能增加 2-2.5 倍。因此，以呈現新應用領域、增加產量等方式，改變電子科技市場的結構。像是發展無線射頻系統，應用於國內電子護照、運用於航海座標確認、電視晶片等。在未來幾年俄羅斯重要的責任是需要開發新的市場需求，也就是發展一些國外市場尚未飽和的應用領域。現有的潛在市場能夠建構實際條件，讓國內電子產業發展更加快速。

(二)政策制定目標

俄羅斯聯邦總統令確立科學科技發展之優先方向，每四年將更新一次。在現今的環境中，社會經濟優先事項、俄羅斯科學科技發展最主要的問題，就是每一個運作的部門、組織，並沒有一個統一的聯合系統，因此首要的任務就是要建立一個「優先發展系統」。具備這樣統一系統是實現創新週期的必要條件。基礎科學要有國家機構系統構成，並確保取得教育發展及新科技研發的知識，甚至是針對國家決議的生產量也能控管。形成統一聯合系統是社會經濟及科學科技發展的基本原則。此政策目標是俄羅斯電子產業創新，並朝加速研發方向邁進。在參考美國矽谷、臺灣竹科與南韓等國家的半導體產業發展策略後，俄羅斯政府對此產業更加重視也更有信心，加上其科技政策態度改變，這也為俄羅斯半導體產業的帶來新發展可能性。

該計畫希望達到的技術水平是 2025 年，要能夠達到 18 奈米。表 4-1 為各年預期達到晶片生產技術水平，而表 4-2 則為電子產業產品預計達到銷售額目標，該計畫希望能於 2025 年達到 3 億 5000 萬盧布的銷售額。

表 4-1 各年預期達到晶片生產技術水平

年份	**2007 年**	**2008 年**	**2009 年**	**2010 年**	**2011 年**
銷售額	180 微米	130 微米	130 微米	90 奈米	90 奈米
年份	**2012 年年**	**2013 年**	**2014 年**	**2015 年**	**2025 年**
銷售額	90 奈米	90 奈米	65 奈米	65 奈米	18 奈米

資料來源：俄羅斯電子產業至 2025 年期間發展策略，2006 年 09 月，頁 32。

表 4-2 各年預期達到晶片銷售額

年份	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
銷售額	1900 萬	2500 萬	3100 萬	3800 萬	4500 萬
年份	2012 年年	2013 年	2014 年	2015 年	2025 年
銷售額	5600 萬	6800 萬	8400 萬	1 億 500 萬	3 億 5000 萬

說明：單位為盧布。
資料來源：俄羅斯電子產業至 2025 年期間發展策略，2006 年 09 月，頁 33。

該政策目標及任務設定，是要能建立國家電子產業新競爭全貌，優化電子產業內組織及生產者的組織結構，提升生產能力，進行技術革新及科技設備更新，建立發展新的產能與製程，改善目前現況以因應國際及國內市場需求，增加俄羅斯所生產之微電子產品的市佔率。該計畫分三個時期。第一時期為 2007 年至 2011 年，第二個時期為 2012 年至 2015 年，三個時期為 2016 年至 2025 年。每個時期皆有不同目標與任務必須達成。第一時期以穩定速度發展國家電子產業，建立新的基礎建設部門（晶片設計中心、光罩中心、矽處理工廠、整合中心），並增加商品種類、擴充國內電子基礎零組件產品生產量。

此時期所具備的基礎條件應該要能解決以下任務。（一）消除遭評比落後於世界水平的技術與科技。（二）生產新的具備急迫需求的技術，優先用於電子基礎零組件的製造上。（三）有效優化生產產能，並達到組織架構專業化整合及統一的單位部門。（四）採用新設計並創造出在市場上具有競爭力的電子基礎零組件。(五)電子產業結構革新並優化政府管理機制，建立政府與私人機構鏈結。(六)發展跨部門及跨不同基礎零組件部門的連結網絡。(七)優先發展科學製造基礎，像是超短波電子相關、複雜短波相關產品。(八)優先發展微系統科技產品。(九)優先發展微電子產品。（十）優先發展電子產品生產所需材料。

(三)預算投入

第一時期為 2007 年至 2011 年，此時期計畫投入 494 億 4222 萬盧布，其中有 304 億 7800 萬是屬於聯邦預算。第二個時期為 2012 年至 2015 年，此時期計畫投入 632 億 5000 萬盧布，其中有 389 億 1600 萬盧布是屬於聯邦預算。第三個時期為 2016 年至 2025 年，此處計畫投入 1150 億至 1350 億之間，其中有 700

億至 800 億左右是屬於聯邦預算的部分。策略方面，首先聚焦在國家高科技產業發展策略，及實現可確保國內自行生產電子零組件之方針。

該策略方針使用之工具即為俄羅斯聯邦計畫、跨國計畫、跨領域計畫與各部門機關計畫等共同實行，以期達到總體目標。在 2007 年即開始實施「發展 2007-2011 年電子基礎零組件」子計畫，從 2008 年開始發展聯邦計畫「電子零組件發展及無線電發展」計畫，計畫執行是從 2008 年至 2015 年。發展俄羅斯國內電子零組件的同時，也將在此框架下發展另外其他計畫，「2007-2010 年及 2010-2015 年發展俄羅斯聯邦軍事產業」及「全球導航系統」計畫。

二、 電子部件基礎發展及無線電電子產業發展

2007年11月26日俄羅斯政府也發佈聯邦目標計劃「電子部件基礎發展及無線電電子產業發展」，並且企圖轉變俄羅斯電子產業長期劣勢狀況，且決定給予部分私人企業支持。該計畫是最近20年中，俄羅斯政府對於其國內電子產業一項重要的政府資助與支持行動。這個計畫目標大致分兩階段執行，第一階段是2008-2011年，第二階段是2012-2015年。

第一階段的計畫以「微電子科技基礎加工的量產技術，技術水平達到線寬0.1-0.09微米」為主要目標。第二階段則是要推進到線寬為45奈米。但現今要在俄羅斯建立具競爭力的微電子產品，如能夠達到線寬為45奈米，估計必須要再投資更多的經費。[98]另外，根據俄羅斯發表最新2016年至2025年電子產業發展計畫，他們將在此產業中著重於創新。內容表示將給予市場參與者有新合作發展可能性，其中也包括政府將部分參與在計畫案內，如共同合資新公司等。[99]

[98] Balan. N.N., 國內電子產業現代化，從結構開始。國家聯邦聯合企業 外國經濟協會『國內科技』（Federal State Unitary Enterprise "Foreign Economic Association (FSUE)-Vneshtechnika".）。

[99] 俄羅斯至 2025 年電子產業發展計劃，由俄羅斯聯邦產業及能源部所公布（2007 年 8 月 7 日，第 311 條）。

三、 2015-2025 年電子產業發展創新及新計畫

由於從 2014 年開始受到西方國家制裁，俄羅斯開始有了新的對策，認為受到孤立對於俄羅斯來說，並不是損失，甚至能幫助俄羅斯面對自身不足，各個產業卯起全力革新，相對而言會進步更加快速。俄羅斯投資公司執行長 Igor Agamirzian 認為儘管如此，俄羅斯在科技進口上受到國際孤立，這會有效刺激俄羅斯本身科技方面之發展，石油及天然氣公司首長們也已經開始動用國內工程，他們也將被強制採用與接受所謂的「創新強制（innovative compulsion）」法，此外政府也將刺激私人企業財務，使之能投資並創造具有創新特色及競爭力之產品。

俄羅斯半導體業者及相關產業業者受到俄羅斯政府支持，從 2014 年開始俄羅斯政府將投資國內研發及半導體生產製造本土化等兩大重點，俄羅斯的科技產業正在持續成長，「2015-2025 年電子產業發展創新及新計畫」的進行，俄羅斯提供新的機會給市場投資者，包含公私兩方面的合作夥伴計畫發展，也特別針對高科技產業，積極挪去貿易障礙及官僚複雜檢查程序。

四、 創新 2.0.計劃

俄羅斯從 2014 年開始進入到新的階段，特別是其推動進口替代以及在各個產業領域之科技方面發展，「Innovations 2.0.」計畫成為俄羅斯政府優先推動的重點。主要夥伴對象將是中國，而與歐盟國家之合作計畫也將持續進行，俄羅斯將在 IT 部門實現整個國家獨立之目標。

俄羅斯公開政府事務（Open Government Affairs）首長米哈以爾・哈比左夫(Mikhail Abyzov)認為俄羅斯必須增進其科技發展水平，「創新 2.0.」計畫將促進進口替代及與大公司（如蘋果、微軟）、企業的創業。根據道瓊投資（Dow Jones Venture Source ）資料顯示，2010 年至 2013 年間俄羅斯在風險投資方面是全球五大國家之一，俄羅斯投資公司執行長伊戈爾・阿加米爾(Igor Agamirzian)說到，這樣的突破發生在過去幾年當中，而俄羅斯最大股份公司，特別在能源部門的公司，仍然受到政府的嚴格監管，因此不太可能有新創公司出現。

五、 俄羅斯長程科學技術發展策略草案

普京於 2015 年 6 月 25 日時說道:「俄羅斯必須開始制定科學發展長程策略計畫,這個計畫必須是官方文件的形式,並以我們目前正進行的各樣工作為基礎。在未來方向的制定上,無疑地需要在智能方面有突破,以準備好面對未來不論來自外部或者是內部本身的挑戰。而在該策略計畫當中,也需要在科學研究及國內相關機構方面進行提升。」

該計畫於 2016 年 3 月 10 日發部,有主要幾個重點,分別是「政策制定的迫切性」、「科學科技的發展是確保俄羅斯在全球具競爭力之重要因素」、「策略計劃的目的以及實現的條件」、「策略性的首要任務以及科學技術發展的優先是項」。

六、俄羅斯至2035年長程科技發展政策

2016年俄羅斯聯邦總統普京在科學與教育委員會會議中談及,他認為俄羅斯必須為科學研究專家創造一個擁有良好條件的研究環境,以吸引國外優秀的研發人員。首先是設定大規模、特別的科技研發任務,並發表長期資金投入之研發計畫,以及建立優良環境。

普京認為應將焦點聚集在基礎科學上,以及獲得新知識與研究發現,能以成功應付明日的挑戰。雖然會面對困難,但仍必須維持基礎科學持續擴張、將水平不斷提升,在未來2-3年當中保持財務方面以及基礎科技水準。普京總統也提到,希望在2016年秋天要擬定與準備好長期策略,同時也必須致力於規劃實際可使用的管道與途徑,設計可執行之方法。提升科技知識與素養,以面對現今全球趨勢與挑戰以及提供現今社會及經濟活動中新科技的需求。先進科技的發展是國家主權和安全的重要關鍵,俄羅斯企業的競爭力也是經濟成長與提升人類生活水準的重要條件。

2016年12月1日普京在國情咨文會議上宣布新的俄羅斯長程科技發展政策,該政策制定由超過300位各領域科學與技術專家、研究機構人員、高科技產業各領域公司代表等。若要實現該政策需要俄羅斯聯邦各部會的代表、科學院、科學

及教育機構等共同努力。該策略針對實現科技進展、能夠提高創新產品推出比率、提升GNP、推出知識密集型國內科技產品、提升俄羅斯研究人員之研究產值、增加研究成果。

實現該政策將有效使國家科技發展水平在近十年內更加提升，計畫將分成多方面，進行數個生產技術的發展、研發新材料、發展新系統、使生產產量增加、機台設備研發、致力於環境潔淨及資源保護、節能、增進醫療方面的技術等。該計劃的執行也將有聯邦預算在財務方面給予支持，並負擔預算外的費用，像是研發的花費及科技的生產將逐漸達到俄羅斯GNP的2%，其中也包括按比例成長的私人投資，估計到2035年在科技領域之私人投資應不會少於國家所投資的金額。

俄羅斯認為科學科技發展為確保具備全球化競爭力之要素。從上一世紀後半科技開始非常快速發展，新的全球地緣政治的轉變，產生新的世界秩序，也就是確立了科技領先的國家、提供工業生產的國家、提供各樣資源的國家等三種具有不同優勢的國家。在新的階段處於領導地位的國家，確立了自己國家快速地經濟發展、人民生活水平的提升、資源更有效的使用、具有科學科技方面的高度潛力。

全球化促使新科技結構的產生，也就是所謂的「後工業化科技制度」，將方向聚焦於提升該國的生活水平。俄羅斯在 1990 年代錯失知識密集產業轉型的重要時機，當時大幅度地縮減了在這些產業投入研發與生產的經費，也失去成為知識密集強國的機會，成為能源以及國外技術、設備、消費產品的供應等。這樣的情況呈現出國家發展的速度、國防能力、科技經濟方面缺失、未來發展及政治主權、國土分裂上的負面影響。具備自然資源與私人的資本、地理位置，這些是俄羅斯的全球競爭優勢，而其要達成的任務則是將這些優勢發揮到極致，進到世界上最高水平國家的行列。藉由這些優勢確立國家的地位及競爭力，也就是吸引外部私有企業資金以及取得全球市場資格。

很明顯地，要解決這些為題需要確保科技的主權掌握自己手中，帶領國家進行再工業化經濟，目標為新類型產品的品質建立，確保新的科技產品在市場上具有領導的地位。在短期的預期上（5-7 年）應該要解決進口替代的問題，而長期的預期方面（20-30 年）必須實現後工業化科技制度以及再工業化，讓俄羅斯再次奪回到世界科技領導者的地位，並確保科技發展水平與世界其他國家同等。這是俄羅斯建立長遠科學科技發展政策之基礎的兩個主要方向。俄羅斯發展之策略性優先事項及首要任務，以及科學科技發展優先事務。

與此策略相符合的法規還有「俄羅斯聯邦國家安全策略，由總統於2014年6月28日批准」、「至2030年俄羅斯聯邦科學科技發展預測，由俄羅斯聯邦總統於2014年1月決議批准」、「俄羅斯聯邦國家計畫 『科學與科技發展』此計畫為No_2433-p，於2012.12.20批准」、「俄羅斯聯邦至2020年及未來預測在科學發展方面及科技發展方面之政治基礎」、「俄羅斯聯邦至2020年創新發展策略，由俄羅斯聯邦總統於2011年12月8日批准No_2227_p」等。

該策略制定的急迫性高，俄羅斯聯邦現今發展需要制定出新的科學科技發展策略，確立實施之原則及方向，甚至是在系統中所執行的國家行為準則。俄羅斯認為應先自行提出策略及戰略上的目標、任務、方向、優先處理事項，以及俄羅斯聯邦在現代社會經濟條件下科學科技發展的原則，協助提升使用資源的效率。以下六點也是該政策積極希望達成的目標，分別是（一）優先科技方向的確定經由國家的要求，考慮到社會及個人各樣商業機會。（二）國家需求的確立也是根據憲法的準則與規範。（三）社會需求的確立是根據經濟社會發展。（四）人們的需求由文化水平及提高生活品質而確立。（五）基礎科學導入優先發展統一系統，基礎科學研究及機制方向確立，是經由獨立科學社會的實現，且擁有資源及策略發展優先事務。（六）商業任務—確保已存在之市場的發展，並形成新的市場，創立新產品。[100]

國立政治大學 National Chengchi University

[100] 俄羅斯至 2025 年電子產業發展策略，*俄羅斯聯邦產業及能源部命令*，2007.08.07.

第二節 電子零組件進口替代政策

普京在 2014 年 12 月 4 日提到：「進口替代是我國長期優先發展事項，不論外部情況如何，進口替代計畫應該在俄羅斯創立大量製造商，且其能力不應僅只在國內強大，在國際市場上也應該具備競爭的能力。為了鞏固國家防禦力，國家應進行進口替代。我們應該培養自己在高科技領域的特長，我們必須能夠，也應該要達成這個目標。這不僅是國家的發展，同時也是經濟的發展。」[101]

2014 年時俄羅斯專家們也感嘆國內微電子產業的不足，尤其是國內一直沒有研發出能抵抗太空輻射的晶片。但由於俄羅斯對於將衛星系統現代化的急迫性，也就必須串連其他以地面為基地（land-based）科技的發展，像是通訊系統革新等，因此造就了抗太空輻射晶片的開發。Angstrem 通訊科技處長維塔利•阿魯雪夫(Vitali Aryshev)認為一個新的晶片從研發、設計到推出，至少需要兩年的時間，這也是為什麼俄羅斯政府都使用外國進口的基礎零組件，但使用的同時俄羅斯仍然持續在努力研發新的晶片。

2015 年 4 月開始，俄羅斯政府發出 20 項產業進口替代政策，主要對於軍事工業、電子業、化學、造船、運輸工程、製藥、醫療科技、工具機、食品加工、汽車等產業，制定政府命令，提升國內生產動能、針對部分需升級產業提供補助措施等，希望在 2020 年達成初階段成效，大規模降低對進口的依賴，促進國內各項產業之升級。[102]其中電子業也包含半導體產業在內的微電子產業，由於現今俄羅斯國內仍有 80%的 IC 是由國外進口，因此對於進口依賴仍強。

Frost & Sullivan與莫斯科市政府合作，共同舉辦了名為「莫斯科微電子產業發展情形（Scenarios of microelectronic industry development in Moscow）」的圓桌會議，該會議是由產業先進及政府官員以公開討論與辯論之型式進行，討論俄羅斯微電子市場的未來發展，尤其針對莫斯科地區的未來發展可能情形來討論。根據該報告，80%的電子零組件是進口的，航太及軍事產業是俄羅斯最大的終端應用，俄羅斯微電子產業市場估計從2012年至2025年會增加8.4%（複合年均增長率（CAGR）），該成長率主要是在關鍵產業上發展，呈如上述提及的航太及軍事兩大產業，以及通訊設備、維安系統、照明設備、工業自動化等領域。

[101] 俄羅斯聯邦科學科技發展策略，*俄羅斯聯邦總統令 No.642*，2016.12.01。

第三節 優惠補助與園區進駐

一、優惠補助

目前俄羅斯政府給企業相關優惠政策為稅務獎勵制度、計畫財務補助、特殊聚落發展補助、基礎建設及應用研究財務補助、政府採購中地方生產者優先補助、出口支持補助等。圖 4-1 可以看到各項補助情形，分為五項目。分別是稅務獎勵制度、計畫財務補助、特殊聚落發展補助、基礎及應用研究財務補助、政府採購地方生產者優先補助及出口支持等項目。

根據 Frost & Sullivan 研究機構統計調查，絕大多數人普遍認為目前俄羅斯政府所提供的補助制度仍然無法足夠維持俄羅斯本土電子產業之競爭力 Frost & Sullivan 在 2013 年 6 月的報告中提到俄羅斯仍存在著稅務不完善、只專注財政措施、政府支持不足、地方市場需求較小、官僚規定限制複雜且多、海關檢查制度繁複耗時、市場不完全公平競爭、微電子產業發展策略及未來發展方向(roadmaps)不明確等問題。

項目	補助情形
稅務獎勵制度	低 1 2 3 4 5 高
計畫財務補助	低 1 2 3 4 5 高
特殊聚落發展補助	低 1 2 3 4 5 高
基礎及應用研究財務補助	低 1 2 3 4 5 高
政府採購 地方生產者優先	低 1 2 3 4 5 高
出口支持	低 1 2 3 4 5 高

圖 4-1 俄羅斯政府補助方案概況

資料來源：筆者整理自 Overview of Microelectronic market in Russia. *Frost & Sullivan.*

俄羅斯除了持續對大型企業投資並給予基金支持，也逐漸重視許多俄羅斯國內中小型企業的需要，並建立一些機構，實行以政府支持為基礎的計畫。對於俄羅斯之電子產業、微電子產業也投入心思，俄羅斯中小型企業協助代理機構成立於 1992 年，是俄羅斯境內最大型的中小企業協助機構之一。此機構與歐盟、俄羅斯高科技領域中小型企業協助基金、俄羅斯創新中心聯盟合作，主要提供資訊分析、市場銷售顧問建議等服務，實行「歐洲企業至俄羅斯方展計畫」。此計畫獲得俄羅斯聯邦經濟發展部支持，以進行「扶植中小型企業」國家計畫為基礎，協助俄羅斯國內擁有競爭力產品與服務之中小型企業成功進入區域市場與全球市場，幫助俄羅斯中小型企業尋找適合海外合作夥伴。

俄羅斯在能源產業，天然氣、石油、核能等，以及軍事、國防工業、航太業等等，皆為國營大型企業為主，政府對於這類型產業支持，往往非常龐大。2015 年，俄羅斯生產部門開發基金以發展各產業之生產部門為目標，特別提供軟貸款[103]約 200 億盧布給各產業，其中有超過 10%是提供給電子產業領域之公司及企業。[104]

二、科技園區進駐

(一)斯柯爾科沃

位於俄羅斯首都莫斯科的創新中心斯柯爾科沃（Skolkovo），有俄羅斯矽谷之稱，在 2010 年 9 月 28 日當時俄羅斯聯邦總統梅德韋傑夫簽署法條「On the Skolkovo Innovation Center」開啟此創新中心的管理計畫，也就是非營利性質之 Skolkovo 基金會，促進俄羅斯經濟之多元化，斯柯爾柯沃基金會希望能朝向持續創新及創業之總目標，並建立創業文化、鼓勵創業資本家，該基金會具有五個潛在成長的領域，包含能源效率、策略電腦技術、生物醫療、核能科技以及航太科技。為了實現該目標與基礎，必須監督斯柯爾科沃創新中心，該中心由企業及創

[103] 軟貸款：是指國家開發銀行作為政策性銀行，可以通過政府或國有公司的融資平臺進行貸款，其貸款允許用於國家確定的重點建設項目的資本金或股本投入，這是軟貸款與商業銀行硬貸款的最大區別。

[104] 產業專家討論俄羅斯微電子產業方面之需求。（Industry experts discussed the demands of Russian business in the sphere of microelectronic）（2016.02.25）. <http://www.angstrem-t.com/eng/press-center/news-detail.php?ELEMENT_ID=980>。（檢閱日期：2017.06.18）。

新公司組成，發展創新科技（現今成員已超過 1000 個企業、公司），成為一個科技園區，有斯柯爾科沃研究所(Skolkovo Institute of Science and Technology) ，以及新的研究大學建立，與美國麻省理工學院（MIT）合作，以及斯柯爾科沃城市也於莫斯科附近落成。

這些實體機構將建立一個充滿活力的創新科技中心及創業系統，30個世界最成功的科技企業，包含Boeing、Cisco Systems、EADS、GE、Johnson & Johnson、IBM、Intel、Microsoft、Siemens、Nokia、Samsung等，皆以接受Skolkovo所提出的機會，並與該中心簽署研發合作夥伴協議。數十個創新計劃由Skolkovo創新機構發展並成功進入國際市場，其中包括石油及天然氣田所需之動態模組設備（dynamic modeling of oil and gas fields）、下一世代屏幕顯示器、鬆筋手術所需雷射系統（laser systems for soft-tissue surgery），調查研究指出Skolkovo創新園區中之創新企業的投資吸引，是非Skolkovo創新園區成員的三倍。2013年8月Skolkovo創新園區計劃，被選為包含在政府的「經濟發展及創新經濟」計畫中其中之一，俄羅斯聯邦政府在2020年之前總計將撥款35億盧布給該創新園區發展計劃。

富士康集團子公司昆山納諾新材料股份有限公司（Kunshan Nano New Material）即將在此設立研發中心，主要產品為雷射切割、奈米材料研發、環保回收、玻璃製造、拋光及切割技術，特別是生產供應apple公司產品做使用。包含拋光粉、拋光輪、研磨片、研磨拋光液、溶膠、凝膠奈米鍍膜等。散熱材料方面則有導熱塑膠、導熱膏等產品。納諾新材料股份有限公司董事長呂鴻圖與創新中心奈米及產業科技及材料聚落（the cluster of nuclear and new industrial technologies and materials at Skolkovo）首長Igor Karavayev簽訂協議。目前針對行動裝置之外，也期望能就進提供俄羅斯電動公車所需要的應用服務。Igor Karavayev也發表，希望藉由這此合作，能開啟俄羅斯與更多高科技領導者的新合作機會。

(二)Technopolis Moscow園區

Technopolis Moscow是一個靠近莫斯科市中心的特別區域，總面積為24萬平方公尺。該園區主要提供高科技產業發展，Technopolis Moscow的使命是要發展莫斯科創新商業系統，提供有利條件給當地高科技廠商以及國際高科技企業，該

計畫是由科技發展部、產業政策部以及莫斯科創業部所指導與監督。該園區腹地中大約有35萬5000平方公尺涵蓋了該產業所需要的設備與裝置。該園區的執行長為伊格爾・伊先科(Igor Ishchenko)，他提到：「莫斯科市有一項重點政策，即希望在該市發展創新產業，並營造吸引外資投入的優良環境，建立高科技部門以幫助該地區經濟發展興盛與繁榮。」[105]

他與團隊期望在2018年以前能有超過5萬5000人能夠在這裡工作，目前已成功吸引許多創新企業進駐，超過50間以上的公司在此設置，包括俄羅斯本國及外國企業，像是Crocus Technology、NeoPhotonics、Mapper Lithography、Schneider Electric等。該園區同時也是各大高科技展覽與研討會的重要舉辦地點，由於莫斯科市期望發展創新及高科技產業，因此Technopolis Moscow園區便成為該是主要發展重心，同時也能振興莫斯科南方港口，也就是年久失修而為持續發展的一塊棕地（brownfield）[106]。

三、經濟特區進駐

對於專業人事資源、新科技成長的需要以及俄羅斯經濟各部門現代化之需求，政府將會保障一些關稅與部分特定稅務之優惠政策，這方面將讓經濟特區能成為吸引高階設計人才，以及高科技產品製造生產商的地方。除了優惠政策之外，經濟特區也提供一個良好企業發展環境，在經濟特區中聚集許多科技與創新公司，莫斯科及俄羅斯發展中心地區，是銷售高科技產業產品與服務的絕佳地區。此外，也聚集許多微電子領域優秀高科技專業人才、高教育及知識水平、受過訓練的人員，且莫斯科政府也高度支持這個地區科技領域與產業的發展，發表支持計劃及創新發展計劃為其主要作為，俄羅斯政府也發展支持俄羅斯高科技產業研發、生產、製造、銷售等的計劃案。

俄羅斯經濟特區（Special Economic Zone，簡稱 SEZ）為俄羅斯政府與地方政府合作，在各個不同區域所設立，期望能促進當地一些主要產業之發展，增加經濟活動，提升該地區經濟成長。2006 年 1 月 18 日莫斯科政府與聯邦政府簽定協議，要在莫斯科成立科技發展特別經濟區，提供資金、交通、社會基礎建設等。

[105] Technopolis Moscow 網站。<https://www.technomoscow.ru/en/>。(檢閱日期：2017.08.16)。
[106] 棕地（Brownfield）係指被棄置的工業或商業用地，而可以被重複使用的土地。

其中有 50%為俄羅斯聯邦政府預算、50%為莫斯科市提供之資金預算。圖 4-2 灰點為俄羅斯經濟特區—特定產業發展特區分佈。

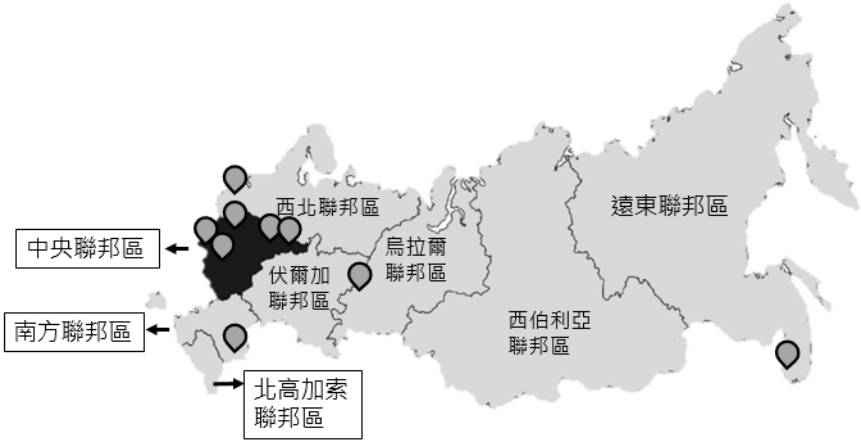

圖 4-2 俄羅斯經濟特區—特定產業發展特區分佈

資料來源：筆者整理自 Russia Special Economic Zone.
<http://www.ved.gov.ru/eng/investing/sez/>。（Accessed：2017.06.16）。

目前俄羅斯境內有 5 個科技發展特區，圖 4-3 灰點顯示為其分佈。這些地區也可稱為創新特區，分別是莫斯科地區的杜布納經濟特區（SEZ Dubna）、聖彼得堡經濟特區、莫斯科綠城經濟特區、托木斯克經濟特區（SEZ Tomsk）以及伊諾波利斯經濟特區（SEZ Innopolis）。這些科技經濟特區座落於大量受過高等教育人才聚集之處，有許多俄羅斯國內的研究機構、學校，在這些地區發展創新企業與產業、生產高科技產品，並將這些科技產品外銷至國際市場上，皆非常具有機會與潛力。

圖 4-3 俄羅斯經濟特區—科技發展特區分佈

資料來源：筆者整理自 Russia Special Economic Zone.
<http://www.ved.gov.ru/eng/investing/sez/>。（檢閱日期：2017.06.16）。

莫斯科綠城經濟特區(Zelenograd SEZ)也提供相關諮詢服務給進入的廠商，透過與俄羅斯奈米（RUSNANO）、斯柯爾科沃（Skolkovo Fundation）、俄羅斯發展銀行（Russian Development Bank）、俄羅斯直接投資基金（Russian Direct Investment Fundation）、俄羅斯合資企業（Russian Venture Companies），在基礎建設現代化方面、物流方面、關稅流程簡單化方面等，給予企業協助。員工生活及工作環境、居住環境雖然在百萬人口的城市裡，但在綠城經濟特區，仍然能住得較為舒適並擁有較安靜與清新的環境。莫斯科綠城經濟特區研發處長在訪談中表示：如果外國公司決定要在科學園區、科技園區、經濟特區設立辦公室、建立子公司或分公司，這些公司企業將享有相當的特惠以及特別的待遇，這也可被視為吸引外國企業進入俄羅斯市場的一項主要吸引因素。

每一種選擇和決定可能會有其優點和缺點同時存在。俄羅斯政府本身並不會給予在特殊區域外設立的外國分公司、子公司特別的優惠政策，除非是在科學園區等特定區域設分公司。但是在一些案例當中，當外國政府與俄羅斯政府達成高度認同與協議，（例如像是簽訂雙方的策略夥伴計畫合作協定等等），俄羅斯政府會給這些特別選擇出來的外國公司、組織一些特殊的優惠。[107]

莫斯科綠城經濟特區（ОЭЗ ТВТ « Зеленоград »）內的創新園區提供基金給創新企業，以及有投資潛力者所主持的計畫，與特別有吸引力的計劃投資者合作。這些基金是由莫斯科政府在 2006 年所設置，作為國家對於小型及中型企業的支持工具與管道，在莫斯科科技部產業創業政策的主持之下，此基金目標是希望能擴充中小型企業財務資源以及信貸者的擔保債務。

莫斯科地區的杜布納經濟特區主要是發展資訊科技、核子及奈米科技、生物與醫療科技、複雜科技系統設計等等。聖彼得堡經濟特區主要發展資訊及通訊科技、能源效率、新醫療科技及製藥學、儀表製造及新材料研發。托木斯克經濟特區以電子科技、通訊交通科技、新材料製造科技、奈米科技、生物及醫療科技、複雜科技系統等。伊諾波利斯經濟特區主要發展 IT 產業。莫斯科綠城經濟特區主要發展微電子科技產業、節能科技、生物科技、資訊與交通科技、其他類型高科技技術研發與科技產品商業活動。莫斯科綠城經濟特區主要的以下列領域廠商

[107] 筆者整理自與俄羅斯雷射專家訪談結果。

與公司進駐：微電子產業相關廠商、能源效率科技廠商、生物科技以及製藥廠商、通訊與資訊科技產業廠商、其他高科技及生產廠商。進駐者可以成立公司、進行技術引進及導入等活動。

四、創新聚落進駐

目前俄羅斯國內有許多科學園區及創新聚落開放外國投資者及廠商進入，此處將介紹數個俄羅斯目前主要科技園區及創新聚落。

首先將介紹俄羅斯各個行政區所建立之科技聚落。6 個聯邦區「西北聯邦區」、「中央聯邦區」、「伏爾加聯邦區」、「烏拉爾聯邦區」、「西伯利亞聯邦區」、「遠東聯邦區」皆有與其區域發展重點特色之科技創新聚落。圖 4-4 為俄羅斯境內創新聚落之分部，圖中星號處為其位置，以下分別介紹各聚落。

圖 4-4 創新聚落分布

資料來源：筆者整理自 Technounity website. <http://www.technounity.com/klaster/klastery-rossii/>。（檢閱日期：2017.06.18）

(一)西北聯邦區

西北聯邦區所設立的聚落有：位於聖彼得堡的「製藥、醫療產業聚落」、「列寧格勒區聖彼得堡放射技術聚落」、「通訊科技發展暨無線電發展聚落」、「電信通訊科技與儀器聚落」，及「阿爾罕科斯坦地區造船創新聚落」。

(二)中央聯邦區

中央聯邦區目前已設立的聚落為：「藥學與藥劑聚落」、「卡魯加地區生物科技與生物醫療聚落」、「莫斯科地區 21 世紀物理科技聚落」、「杜布納地區生物科技創新聚落---核能及奈米科技研究」、「特羅伊茨克地區新材料研發,雷射及無線電技術聚落」和「綠城 Zelenograd 創新聚落」。

(三)伏爾加聯邦區

此區的創新聚落分別是：「摩爾多維亞地區能源效率照明工程暨照明控制智能系統聚落」、「烏拉揚諾夫斯克地區薩洛夫創新聚落」、「烏拉揚諾夫斯克地區狄米特哥羅德核能創新聚落」、「韃靼斯坦卡馬創新製造聚落」、「下諾夫哥羅德汽車與石化產業創新聚落」、「薩馬拉航空創新聚落」、「巴什哥爾托斯坦石化產業聚落」與「新茲維茲達涅區火箭引擎科技創新聚落」。

(四)烏拉爾聯邦區

俄羅斯目前在烏拉爾聯邦區所設立的聚落為葉卡捷琳堡的「鈦聚落」。

(五)西伯利亞聯邦區

「托木斯克地區藥品、醫療器材及資訊科技聚落」、「克麥羅沃地區（Kemerovo Region）煤碳之複雜變化及科技廢料聚落」、「克拉斯納雅達爾斯克地區（Krasnoyarsk Region）創新科技聚落」、「新西伯利亞地區資訊創新及生物製藥科技聚落」及「阿爾泰地區生物製藥聚落」。

(六)遠東聯邦區

遠東聯邦區目前所設立的創新聚落為「哈巴羅夫斯克地區航空器及造船創新聚落」。

由上述各行政區劃中聚落的分部與產業主體，我們能夠明顯發現，每個地區皆有其主要發展的重點產業與政府欲扶植之方向。其中觀察到，與半導體產業相

國立政治大學 National Chengchi University

關的聚落，最大多數是集中在中央聯邦區，主要原因是這裡聚集了許多優秀的頂尖大學，培育出許多優秀的技術人才，這些人才紛紛進入到高科技電子產業中，在企業、研究機構、研發中心等地，發揮其所學，創造出更多新的技術。此外，此處也有廠商群聚效應，許多半導體廠商也都在莫斯科這一地帶設立公司，因此考量這個地區擁有人才、以及市場需求等因素，臺灣廠商若想在俄羅斯當地設立辦公司、分公司，那麼首選的必定是中央聯邦區。

國立政治大學
National Chengchi University

第四節 小節

俄羅斯政府近幾年對微電子產業及科技電子產業的重視漸增，從政策的制定、預算的編列當中，可以看到政府開始積極推動能源軍事以外的產業，而重視微電子產業主要也是由於仰賴國外電子零組件的出口可能會威脅其國家安全，且俄政府也意識到若國家其他產業要升級，微電子產業興起，也將帶動其他產業的轉型與現代化。

目前有針對俄羅斯電子產業、微電子產業擬定的政策有「俄羅斯電子產業至 2025 年期間發展策略」等，將政策細分成數個階段，每個階段都有需要達成的目標以及任務。同時也在策略中先列出每一階段的預算，從俄羅斯政府的預算支出來看，可以發現俄政府對於發展該產業的重視度。以上各產業政策中，明確列出國家優先發展的技術及科技應用領域。俄羅斯目前希望優先提升國內電子基礎零組件生產產量、產品種類與品質。因此提出許多必須改革的地方，像是改善基礎建設、改革管理單位制度與結構、更新目前生產的機械與生產機構。此外在跨領域鏈結部分，也積極推動政府與私有單位及企業，進行夥伴關係建立，也提倡濟鏈跨領域及跨部門統一的網絡系統，進而讓整個政策推行更加順暢，有效實現所制定的目標。

觀察目前於俄羅斯國內所規劃與設立的各樣經濟與產業特區，發現俄羅斯中央政府及地方政府也開始學習全球科技先進國家，於國內規劃多個區域，建立像是美國矽谷、科學園區、經濟特區等具備各項優惠補助的區域。一方面吸引國外資金投入、鼓勵國外廠商設立分公司及代表處，期望能同時帶動整體產業群聚的效應，進而讓整個產業結構更加完整。除此之外，也希望能帶動該區域整體經濟成長，提升社會發展與人民生活水平，進而讓俄羅斯各地皆有重點發展產業，有效減少失業率、城鄉差距、區域發展速度慢、人民生活水準較低等相關問題。

各樣科技園區、經濟特區、創新院區等規劃，搭配政府近期對於俄羅斯國內中小企業發展之重視，許多私人企業進駐，逐漸形成具規模的經濟帶。這樣的情形在半導體相關及支援性產業的群聚方面，也有正面影響。現今在綠城經濟特區、莫斯科雷射園區等地，形成晶片設計商、晶圓製造商、材料及零組件商持續集中的趨勢。

國立政治大學
National Chengchi University

第伍章 台俄半導體產業合作

本章主要探討台灣與俄羅斯在半導體產業合作的可能性，將蒐集到的資料先進行分析，釐清兩方所擁有、所缺乏的部分，找到雙方的互補性，作為提出主張「台俄半導體產業具有高度合作機會」之依據。首先將針對俄羅斯及台灣訪談對象進行訪談問題設計，並說明經過理論分析之後的結果。再者將提出他國與俄羅斯相關合作個案、台灣與俄羅斯合作個案。最後針對產學官三方提出可能的策略建議及合作機會，針對上述內容做出結論。

第一節 訪談問題設計與理論分析結果

本研究以訪問法蒐集一手資訊，針對俄羅斯及臺灣產、學、官專家進行訪談，並以雙鑽石模型分析之五大要素，也就是「生產要素」、「企業策略、結構與競爭」、「相關與支援性產業」、「需求條件」、「政府」，來設計訪談問題。同時也針對台俄在半導體產業中技術交流、人才交流、合作機會、第二來源探尋等議題，擬定題目訪問專家們。

一、 訪談問題設計

以下列出本研究深度訪談問題，這些問題主要是作為專家訪談內容的方向引導，由於使用的訪談方法為「深度訪談法」，它是屬於開放式的訪問法，因此訪談內容並不局限於以下題目，而是希望專家能根據自身經驗與建議自由發揮，進而能提供此研究更多資料。

（一）針對俄羅斯產、官、學

1. **生產要素**

您認為俄羅斯半導體產業在專業人才、基礎建設、資金、技術方面的發展為何? 哪一方面台灣具有優勢，哪一方面是台灣較為缺乏的?

2. **需求條件**

俄羅斯目前半導體產業市場規模大小為何?與全球市場相比情形？主要應用端為何?

3. **企業策略、結構與競爭**

俄羅斯目前半導體產業結構為何？主要廠商有哪些？

俄羅斯目前半導體產業、主要廠商發展策略為何？

4. **相關及支援性產業**

俄羅斯目前半導體產業相關產業、支援性的產業有哪些？

5. **產業界**

您認為台灣廠商若希望與俄羅斯廠商、研究單位等機構合作，可與哪些單位合作?目前可以何種方式進行? 哪些方面是您認為俄羅斯廠商或研究單位與台灣廠商可能合作的地方?

6. **政府**

您認為俄羅斯政府是否支持國內半導體產業發展? 俄羅斯政府是否提供優惠及補助，提出各項政策以吸引外國廠商進入?您建議俄羅斯政府以何種方式支持半導體產業以及該產業的國際合作?您認為政府應如何協助台俄之間的半導體產業合作?

7. **學界**

您建議台灣學界可與俄羅斯哪些學校合作?

8. **綜合**

您如何看待台俄在半導體產業的合作?在技術交流、人才交流、合作機會探討等議題中您有哪些建議和想法?

（二）針對台灣產、官、學

1. **生產要素**

您認為台灣半導體產業在專業人才、基礎建設、資金、技術方面的發展為何?哪一方面台灣具有優勢，哪一方面是台灣較為缺乏的?

2. **需求條件**

台灣目前半導體產業市場規模大小為何?與全球市場相比情形？主要應用端為何?

3. **企業策略、結構與競爭**

台灣目前半導體產業結構為何？主要廠商有哪些？

國立政治大學 National Chengchi University

台灣目前半導體產業、主要廠商發展策略為何？

4. 相關及支援性產業

台灣目前半導體產業相關產業、支援性的產業有哪些？

5. 產業界

您認為俄羅斯廠商若希望與俄羅斯廠商、研究單位等機構合作，可與哪些單位合作?目前可以何種方式進行? 哪些方面是您認為俄羅斯廠商或研究單位與台灣廠商可能合作的地方?

6. 政府

您認為台灣政府是否支持國內半導體產業發展? 台灣政府是否提供優惠及補助,提出各項政策以吸引外國廠商進入?您建議台灣政府以何種方式支持半導體產業以及該產業的國際合作?您認為政府應如何協助台俄之間的半導體產業合作?

7. 學界

您建議俄羅斯學界可與台灣哪些學校合作?

8. 綜合

您如何看待台俄在半導體產業的合作?在技術交流、人才交流、合作機會探討等議題中您有哪些建議和想法?

這些題目是根據理論架構做設計，並列出來給專家參考，但訪談過程仍給予受訪者很大的發揮空間。受訪者比筆者更佳專業，筆者在訪談結束之後，皆有再針對內容做出結論與整理。表 5-1 為台灣訪談對象表，受訪者將以 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K 及 M 等代號表示，受訪者所屬單位也將以 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K 及 M 等待號對應呈現在表格中。

國立政治大學 National Chengchi University

表 5-1 台灣訪談對象表

台灣廠商與單位			
類別	**單位名稱**	**單位介紹**	**訪談對象**
零組件 生產、製造	A	該公司主營業務為以高純不銹鋼為母材之高潔淨應用材料研發、生產與銷售，主營產品為構成高潔淨流體管路系統。	A
設備製造、廠務工程	B	該公司主要於半導體、平面顯示器設備及耗材代理，近年也進入 LED 光電製程設備製造與技術開發，同時也佈局太陽能、雷射應用等產業。	B
設備	C	該公司初期以精密分析儀器之維修及技術咨詢服務為主，現也提供半導體設備的維修服務。提供專業的「各類半導體設備」的維修及零件銷售服務。	C
	D	該公司整和控制、電力、雷射光學、製程及機械等專業，專注於雷射製程開發、系統整合設計，在此領域已有多年經驗，成功專案、開發專利多項，製程最佳化設計及雷射光機電整合為公司研發重點。	D
晶圓測試	E	該公司主要以製造半導體及 LCD 面板測試用配件，包括探針卡及 Logic&DRAM IC 測試插座為主，提供半導體及 LCD 面板產業之測試方案。除了客製化的測試介面設計與生產外，也提供機台代理銷售、機台搬遷、機台零件更換維修等服務。	E
協會	F	該協會是非營利目的之產業同業組織。目前主要專注於推廣台灣電子、光電、半導體、顯示器、觸控面板等產業，同時也推動各樣商貿活動、產學合作，並辦理展覽相關業務、人才培訓、研討會、會議活動等。	F
	G	該公會目前會員廠商以達三千多家，本業及上下游產值及出口值約各佔台灣工業總產值及總出口值的一半，是台灣重要的產業及產業公會。	G

資料來源：筆者整理自各單位網站。

表 5-2 俄羅斯訪談對象表

俄羅斯廠商與單位			
類別	**單位名稱**	**單位介紹**	**訪談對象**
晶片設計	H	該公司是俄羅斯領先的 IC 設計團隊之一。在 IC 設計方面有豐富經驗,可設計出高效的加密算法解決方案,讓 IC 功率消耗降低在三個方向開發自己的專利與智慧財產權。	H
晶圓製造	I	該公司為俄羅斯以及獨立國協國家智慧 IC 卡片製造商,提供先進解決方案在智慧 IC 卡片、財務服務領域、近場通訊(NFC,Near Field Communication) 領域、通訊領域、健康管理以及政府計畫中提供複雜處理系統。目前同時也是俄羅斯半導體設備製造商,且是歐洲 RFID 生產製造者。	I
設備廠商	J	該公司是俄羅斯在雷射科學和技術的領先製造商。主要產品線包括準分子雷射器、CO 2 和 N 2 雷射器、DPSS 雷射器、雷射醫療系統、雷射雷達、高壓電源和磁力。目前最新發展是 LASIK 手術、角膜移植術等飛秒雷射系統,同時也是俄羅斯唯一以 CVD 系統方式長單晶、多晶體廠商。	J
俄羅斯研究單位	K	該研究單位主要研究領域為雷射物理學和光學、量子電子學、新材料技術、凝聚態物理、表面物理、等離子體物理和受控熱核聚變、雷射醫學等。	K
俄羅斯政府	L	該單位主要提供來自於莫斯科政府之各項補助及支持,像是財務方面、人才方面、進駐減免優惠、市場情報提供等、推廣政府訂單與合約、安排展覽與商業貿易參訪團、在國外市場推動經濟特區進駐公司之產品、傳播媒體及報導服務等。	L
學校	M	該校物理學系目前有多位來自不同國家之博士後研究員。該教授主要研究光譜學、光學操作、雷射物質相互作用等領域。	M

資料來源:筆者整理自各單位網站。

一、 分析結果

以下將所蒐集到的現有文獻資料、期刊、論文、報告，以及向台俄專家進行深度訪談所得到的內容與建議，用雙鑽石模型分析。五大要素分別為「生產因素條件」、「企業策略、結構與競爭」、「相關與支援性產業」、「需求條件」、「政府」，並列出統整表。分析俄羅斯與臺灣兩國半導體產業情形，找出互補性與合作機會，再提出合作策略及建議。

（一）生產要素分析

首先是「生產要素」的部份，傳統的生產要素，像是一般勞動力、土地等，在此知識密集的半導體產業，並不能建構出產業的優勢。要支持這個產業的競爭優勢，此條件必須要有高度的專業化。也就是說，在此產業必須建立許多像是在光學、物理學等方面的研究機構，或是需要有大量支持技術研發的資金挹注等，才能支持產業的競爭優勢。因此最先創造「專業化」，會使國家在產業生產因素的創造上成功，專業化也是國家競爭優勢的來源。

國家需要有能支持經濟進步的精密製造產業，很多的生產因素是需要培養出來的，產業可以創造、提升並使用這些生產因素。以台灣及俄羅斯而言，在製造能力上，成熟也先進，但台灣較欠缺的是基礎方面的研究人員，國內產業與廠商投入技術研發的經費並不多。而俄羅斯則是在基礎研究人員方面的培養，有深厚的根基，但投入半導體產業本身的資金少，由於俄羅斯天然資源豐富、土地便宜等優勢，讓政府並沒有積極推動半導體產業的發展，在資金支持方面也少，因此相較於台灣、世界其他發展領先國家，其半導體產業製造能力較弱，此方面的人才也較少。因此在人才方面，俄羅斯與台灣也有互補的機會。技術與研發方面，我們的製造能力與他們的研發能力，也具有互補性。

（二）需求分析

「需求條件」是指國內市場的需求，國內市場需求的特質、組成，會影響企業去了解與回應客戶的需求，因此國內需求的特質對於國內企業來說，其實遠比國內市場的規模來的重要。對於有競爭優勢的產業來說，本地客戶的要求越苛刻，對於企業與產業的創新、進步會更有幫助。國內客戶的品質、對產品的期待越高，企業會因為想滿足這些需求，而得到競爭的優勢。像台灣目前半導體產業的市場，就是屬於國內客戶的要求高的情形，因此該產業也會因此擁有競爭優勢。而市場需求規模方面，目前台灣的市場需求，比俄羅斯還要大。

（三）相關與支援性產業分析

「相關與支援性產業」方面，國內相關及支援性產業的國際競爭力也是國家優勢的重要因素。該國國內相關及支援性產業的創新、升級對於國內的最終使用者來說也非常重要。半導體產業中，這些供應鏈當中所牽涉到的供應商逐漸聚集，與最終使用者位置鄰近，不論在距離、資訊交流等方面，具備優勢。最終使用者可因此影響這些供應商的技術，或者是為了加快創新的速度，將這些供應商當作研發的測試地。

以台灣半導體產業而言，相關與支援性產業有封裝測試廠商、裝配商、關鍵零組件商、半導體設備商、金屬提煉與銲接產業、真空閥件產業等。相關性產業部分，台灣有許多「隱形冠軍」，很多中小型企業其實工匠技術強，其實若能導入科技，可以在生產製程上進行現代化革新，這些具有特殊技術的廠商，便能繼續永存與發展。台灣工業化的歷程長，很多產業技術的累積很可觀，只是可能因為沒有找到適合的人傳承，而可能無法持續經營。

隱型冠軍像是台灣第一家自製 CNC 電腦控制器設備商大量科技，以超強核心技術領先同業，目前為全球僅有三大廠之一。總部位於台中的「上銀科技」為全球第三大線性滑軌廠商。這樣的企業多為「機械關鍵零組件」或是「整個生產流程」，消費大眾難以從終端產品辨識出是哪一家企業所生產的。半導體設備商漢微科，是全球第一半導體電子束檢測。2016 年 6 月 16 日我國先進半導體製程設備圖像驗證系統廠商漢微科與 ASML 共同宣布雙方已簽署股份轉換契約，漢微科以每股新台幣 1,410 元出售給 ASML ，而 ASML 將以現金方式收購漢微

科全數流通在外的股權，總交易金額為 1,000 億元 。這次的大型大型投資案，是台灣半導體領域近期最大的投資案。這次的投資案也可以顯示出，台灣研發能量具備實力，受到國際大廠肯定。[108]

以俄羅斯半導體產業相關及支援性產業來說，其主要相關產業有軍事工業、航太產業、衛星定位導航系統相關產業、工業電子、汽車工業等。支援性產業則有稀土產業、貴金屬產業、零組件產業等。

（四）企業策略、結構與競爭方面

「企業策略、結構與競爭」方面，台灣半導體產業內個企業的策略，主要都是追隨著，要朝「下一世代製程」邁進，也就是將線寬越做越窄，因此在全球半導體市場上，主要的競爭對手是韓國、中國為主。而俄羅斯則是有「以小型工廠進行小量生產」的趨勢，或是專注於無廠 fabless 方向發展。

結構方面，台灣產業結構完整，群聚效應明顯，而俄羅斯方面，整個供應鏈並未發展得非常成熟，結構方面也不像台灣這樣完整，市場上比較多都是 IDM 形式的公司，上、中、下游分工程度較不明顯。尚未發展本土供應鏈，並未所有服務皆由俄羅斯當地半導體相關廠商提供其終端使用者服務及產品。

競爭方面，以國內競爭來看，國內競爭有助於企業的創新、改善。由於本地出現競爭，會讓企業以更低的成本競爭、改善本身的服務品質、提升服務、創造新的產品和製程等方式，與其他企業競爭。台灣半導體產業經歷過國內競爭之後，也得到創新與升級，而俄羅斯由於該產業發展較慢，且目前政府保護幾家主要企業，因此國內競爭程度較小。以國外競爭來看，兩個國家在該產業所追求的目標不同，未來的發展趨勢也將不同。台灣主要以晶圓代工生產，有能力與全球其他國家競爭。兩國並不是競爭的關係，兩國擁有的優勢、缺口不同，因此互補性高。本論文探討兩國該產業的合作機會，則有更多可能性。

[108] ASML 收購漢微科以強化其全方位微影技術解決方案，*漢民微測網站，2016.06.16.*。<http://www.hermes-microvision.com/ch/News/more.php?id=79>。

（五）政府角色

政府的政策可以創造一個讓企業得到競爭優勢的環境。很多政策像是政府大量的補助、保護該產業，很多國家中由政府所扶持的廠商，時常因為過度依賴政府而缺乏競爭力。通常這些政策可以在短期內看到利益，但會對企業的創新造成傷害。政府可以鼓勵企業改變、促進國內市場競爭、刺激創新。正確的解決之道是讓國家該產業形成一、兩家大廠，帶著政府確保他們能取得的資源，到全球市場上，與他國競爭。[109]

政府的角色也非常重要，應讓國內企業能更有競爭的優勢。至於如何執行，也非常需要策略。我國政府曾在半導體產業發展各個階段，對台灣該產業進行資金、優惠補助等方面的政策支持，也制定出針對半導體產業相關的推動政策。像是「晶片設計與半導體產業推動方案」等，並希望能建立國際合作機制、培養多元人才、至海外延攬人才、增加產學研三方面的鏈結。專家認為政府在產業發展與推動方面有支持，只是全面性較不足夠，似乎只看到整個半導體供應鏈的前與後，其實供應鏈牽涉到的廠商非常多，但對於一些廠商的幫助卻較小。像是政府推動零件在地化，專家認為其實該政策方向良好，但實際執行目前還未看到有形的碩果。專家普遍認為目前政府有支持台灣半導體產業，然而支持的程度與果效，企業並非都能受惠，政府的幫助對多數廠商而言也限。舉例說明，邀請國外企業來台設立研發中心，實質對於台灣產業升級的推動力道不強。專家建議若要制定吸引外商來台投資、人才引進等政策，政府需要同步將相關法規鬆綁，在稅務上方面的規定也建議放寬。

俄羅斯政府也對於其半導體產業、微電子產業進行資金投入、科學園區進駐等優惠，扶持其國內該產業的發展。然主要的推動方式仍以資金、優惠補助、土地租稅減免等方式，來幫助國內該產業的發展，這些政策對於產業發展前期非常重要，若沒有資金投入技術研發、生產，則整個產業無法開始發展。但發展至一個階段，達到一個水平之後，政府應以創造「讓企業得到競爭優勢」的環境為主，而不是介入整個發展過程，且應該鼓勵企業進行創新與升級。政府無法創造出具有競爭優勢的企業，還是必須由企業自行達成。

[109] 麥可・波特，*競爭論*，2009 年 7 月，頁 263-265。

筆者分析自現有文獻資料蒐集、台俄專家訪談內容，並整理出專家共通性看法，製作成以下簡表。表 5-3 為台灣、俄羅斯雙鑽石模型分析表。本論文應用該模型分析，主要使用五個因素進行分析，並無討論兩國半導體產業五個因素之間的關聯性與相互關係。

國立政治大學
National Chengchi University

表 5-3 台灣、俄羅斯半導體產業之雙鑽石模型分析

	臺灣	俄羅斯
生產要素	**一、人才** 基礎研究人才：較少 製程專業人才：較多 **二、研發與技術** 基礎科學研究能量較弱 技術多由國外引進 國內投入研發情形較少	**一、人才** 基礎研究人才：較多 製程專業人才：較少 **二、研發與技術** 基礎科學研究能量強 技術研發較不應用於商業 主要應用於軍事領域
需求條件	**一、市場需求規模：**較大（佔全球%） **二、市場客戶要求：**挑剔 **三、主要應用需求領域：** 民生用消費性電子產品、資通訊產業、傳感器	**一、市場需求規模：**較小（佔全球%） **二、市場客戶要求：**挑剔 （只生產少量晶片，多由他國進口） **三、主要應用需求領域：** 軍事、航太、衛星定位導航系統、工業電子、汽車工業
相關與支援性產業	**一、相關產業：**IC 設計產業、晶圓封裝測試產業、半導體設備製造業等、晶片裝配產業、水與廢水處理、氣體供應。 **二、支援性產業：**金屬提煉與銲接產業、零組件生產、電腦控制器、印刷電路板、線性滑軌、工具機產業、真空閥件產業。	**一、相關產業：**IC 設計產業、晶片裝配產業、設備製造業、水與廢水處理。 **二、支援性產業：**多晶矽製造業、三氯矽甲烷生產產業、稀土產業、貴金屬產業、零組件產業。
企業策略、結構與競爭	**一、企業策略：**追求下一世代製程 **二、企業結構：**中小企業較多 **三、主要競爭者：**美國、韓國	**一、企業策略：**以無廠生產（fabless）、輕晶圓廠（fab-lite）、晶圓代工廠（foundry）為主 **二、企業結構：**大型國有企業、近幾年出現較多中小型企業及新創企業 **三、主要競爭者：**歐洲（以 RFID 而言）
政府	**主要以推動產業升級為目標** 晶片系統計畫、奈米計畫、兩兆雙星計畫	**主要因應國防安全、國際局勢變化** 進口替代政策、電子基礎元件計畫、電子產業發展計畫

資料來源：筆者分析自現有文獻資料蒐集、整理台俄專家訪談內容。

俄半導體廠商也有朝無晶圓廠生產（fabless）、輕晶圓廠（fab-lite）、晶圓代工廠（foundry）為主的趨勢，台灣廠商認為這是一個新的趨勢，但由於這種小型工廠不像一般的大型工廠，需要的蓋廠經費高，小型工廠蓋廠成本較低。因此認為俄廠商在與政府申請經費時，可能無法申請到像一般大型工廠的預算，可能會因此無法申請到較多的經費，這樣企業可運用的資金也有限。

與台灣半導體專家、廠商訪談過程當中，了解到廠商在評估投資的可能性、風險與報酬等，其實都非常警慎小心，設廠的成本很高，因此是必須要考量許多的情況，最後才能進行下一步的策略。有些專家、廠商提到在評估過程當中，認為目前俄羅斯半導體市場並不大，設廠的效益與用處也有限。舉例而言，台灣生產的晶片主要以資通訊產業方面的應用為主，目前俄羅斯並沒有自己的國有手機生產商，因此相對而言市場不大。此外，許多建廠的工程，由於歐洲也有許多廠商可以提供這方面的服務，歐洲廠商具有地緣上的優勢，若是要讓台灣廠商協助廠務方面服務，由於距離的問題，也較不符合成本。當然，若有些廠商願意嘗試，成功合作也將對產業或該公司有很大的助益，也可能獨佔市場。

半導體發展策略，台灣專家認為廠商必須找到自己的定位，再者是找到適合的合作夥伴，從國內、國外找到適合的合作夥伴。目前主要的市場，專家認為台灣的市場小，中國大陸及國際市場較大。舉例中國手機晶片市場大，目前有幾家主要的手機廠商，因此需求多。像是華為、中華酷聯、聯想、酷派、Oppo、Vivo。國際市場上也有其他的應用，像是傳感器、車用半導體、物聯網、智慧製造等應用領域。

目前台灣專家認為可以進行的合作主要還是以技術交流、人才交流為主，若要研發，可以找俄羅斯各領域專家合作，特別是在基礎研究方面，不過也要看俄羅斯人願不願意將技術與我們交流，如何讓彼此都獲得好處也是需要思考的。若是在雙方的貿易方面，在高科技領域，或半導體領域，像是關稅上、貨物運輸上、管制品等方面，可能會遇到一些障礙與問題，需要解決。台廠商認為可以先從代理開始，像是一些設備代理、非管制品零組件的進口等。以這種方式建立關係較為容易，商業往來的時間長了之後，對雙方彼此也較了解，建立更強的信任感之後，可以再評估進行更多、金額更大的合作案。[110]

[110] 整理自與台灣半導體專家、廠商訪談結果。

另外也提到俄羅斯稀土含量非常大，且稀土為半導體產業必要原料，未來若能從俄羅斯提供稀土，供應給台灣半導體廠商，也是一個新商業往來的機會。主要還是俄方要同意將稀土賣給我們。再者，台灣的消費性電子產品自有品牌，能將以生產完成的產品外銷至俄羅斯市場，針對終端消費者的需求為主。這些產品也算是半導體產業的相關及支援性產業，若是這些產品需求大，則晶片的需求也會增加。

根據以上分析結果，可以找到台灣與俄羅斯半導體產業，在哪些方面可以進行互補，找到合作的機會。以下第二節將進行個案討論，並於第三節提出台灣與俄羅斯半導體產業合作機會，且針對台灣產、官、學提出策略建議。

第二節 個案討論

在探討台灣與俄羅斯半導體產業合作之前，也將提到目前他國企業與集團與俄羅斯當地廠商進行合作，以期及早進入俄羅斯市場的例子。有些例子並不是直接討論到半導體，而是提到其應用領域方面的合作，也與半導體產業有相關。

一、 他國與俄羅斯合作個案

（一）Tekes與俄羅斯合作

現今很多歐洲計畫都非常歡迎俄羅斯的參與。由芬蘭創新基金會 Tekes[111]的總經理佩卡・索伊尼(Pekka Soini)在 2014 年 10 月 14-16 日莫斯科舉行之創新論壇（Innovations Forum）中所聲明。佩卡・索伊尼說到俄羅斯是芬蘭在北冰洋計畫中最大的夥伴，其最主要的目的是要刺激在北極地區新事業發展及新生態清潔技術發展，該計畫執行於 2014-2017 年間，預計總共投入 1 億歐元。

[111] Tekes 為芬蘭科技創新基金機構。

（二）印度與俄羅斯合作

2016年8月俄羅斯有計劃要出口其國內生產航太晶片到印度，這對於俄羅斯微電子產業來說將是一大突破，因為直到近幾年俄羅斯IC晶片仍以進口為主。目前俄羅斯半導體業者Angstrem已成功開發出新的抗輻射晶片，能以在外太空使用，2016年9月開始輸出至印度，這也成為俄羅斯晶片出口之主要市場，最初會先出口1萬顆晶片，合約預估將會出口20萬顆晶片。印度有已發展成熟的太空計畫，也有完善火箭運送設備（launch vehicles），這是Angstrem選擇印度這個市場的原因。雖然台灣半導體產業目前仍以消費性電子產品為主要應用端，並沒有要朝向航太與軍事領域發展，但仍可以生產、代工、封裝與測試，再將晶片外銷。俄羅斯設計客製化的類比、數位IC，台灣也可以協助生產、代工、封裝與測試。

（三）俄羅斯與歐洲合作

與歐洲之研發中心合作，共同研發產品。合作對象主要有歐洲的IMEC[112]、法國替代能源及原子能委員會其中一個研發科技機構（CEA-LETI）[113]、R&D Centers of ST Microelectronics(意法半導體)[114]。

（四）SEMIDEC計畫

俄羅斯與歐洲之技術交流與合作也相當密切。2009年至2011年間實施「SEMIDEC」計畫，促進歐洲國家與俄羅斯之間半導體設計開發之合作。

（五）Intel在莫斯科開設領航實驗室

許多俄羅斯以外的公司，看準未來發展性，紛紛在俄羅斯當地開設研究室、實驗室及合作中心，以期能先踏入新興市場。這些實驗室研發有進行物聯網裝置及提供服務，舉例而言，Intel 在莫斯科開設領航實驗室(Ignition Lab laboratory)。

---

[112] IMEC：為一家在奈米電子及數位科技領域中世界領先研發及創新企業，成立於 1984 年，至 2014 年為止已有 30 年歷史。在比利時西部的法蘭德斯（荷蘭語：Vlaanderen；英語：Flanders）成立。<http://www.imec-tw.tw/tw_en/about-imec/history.html>。（檢閱日期：2017.06.18）

[113] CEA 是保護與安全領域、核能領域、科技研發領域、物理科學及生活科學基礎研究領域的主要角色。LETI 為 CEA 之下的其中一個研發科技機構，主要領域為能源領域、IT 產業、衛生保健領域、保護防禦領域、安全領域、奈米科技等領域等。

[114] 意法半導體（STMicroelectronics）成立於 1957 年（為 SGS），1987 年為 SGS-Thomson，為國際性半導體廠商，總部設在瑞士日內瓦。<https://goo.gl/vghUPY>。（檢閱日期：2017.06.18）

這個實驗室提供解決方案，由 Intel 處理器當作基礎，應用在俄羅斯的交通能源、智能安全系統，搭載全球網絡之操作與經營。主要專注的領域為智慧型建物、智慧城市、零售。這個實驗室提供解決方案，由 Intel 處理器當作基礎，應用在俄羅斯的交通、能源以及智能安全系統，搭載全球網絡之操作與經營。物聯網領航實驗室為 Intel 集團意識到許多企業在進行新專案時，所可能面臨到的問題與需求，並認為產業需要更便捷的建立解決方案以及基礎元件，希望能提供企業資源、工具、技術、電子工程相關專業知識及各項服務，因此決定成立領航實驗室。第一間領航實驗室於 2014 年 5 月在成立，目前在俄羅斯也有物聯網領航實驗室，另外兩間則是分佈於愛爾蘭以及阿拉伯聯合大公國。

（六）俄羅斯科技轉型拓展為歐洲 Enterprise Europe Network 成員

俄羅斯科技轉型拓展網絡（Russian Technology Transfer Network (RTTN) ）是一個由70個以上俄羅斯創新中心所組成的協會，擁有科技轉型領域的專業。致力於有效宣傳科技資訊與尋找創新計畫夥伴，此協會也是歐洲企業網絡 Enterprise Europe Network的成員之一，主要服務SMEs、R&D 部門及大學，提供資訊、顧問服務、代理服務、活動舉辦、拓展等。

（七）SAP 於俄國開設物聯網實驗室

SAP是歐洲最大軟體製造企業之一[115]，基於俄羅斯物聯網市場成長之潛力，他們聲明未來將有意在2016年要在俄羅斯開設物聯網中心，前提是要先建立一個創新合作實驗室。SAP期待這個實驗室能成為繼德國、法國和日本之後，全球第四大的網路中心。這個平臺將提供消費者和合作夥伴有機會學習物聯網相關科技，以及如何在各種領域當中，使用物聯網科技。通訊公司Rostelecom[116]以及Russian Space Systems (RSS)這兩家公司已經簽訂合作備忘錄，要建立產業網絡的發展協會，鼓勵在俄羅斯經濟體系中，各樣領域與產業中採用物聯網技術。這個協會將

[115] SAP： 5 位德國企業家成立於 1972 年，至今已有 44 年歷史。目前為世界第三大獨立軟體生產企業，提供軟體及軟體相關服務。<http://go.sap.com/corporate/en/company/history.html>（檢閱日期：2017.06.18）。

[116] Rostelecom：俄羅斯寬頻、付費電視、固定語音市場領導者，擁有超過1230萬固定寬帶用戶和超過930萬付費電視用戶，其中超過420萬是訂閱Rostelecom的IPTV服務。2016年的12個月中，集團的合併營業收入為2974億盧布，其中OIBDA的營業額為968億盧比（佔收入的32.5％）和122億盧比的淨收入。該集團是向各級政府機構和企業提供電訊服務的市場領導者。它也是在醫藥，電子政務，雲計算，教育，安全和住房與公共事業服務領域提供解決方案的創新者。被惠譽評級和標準普爾評為“BBB”和“BB +”國際信用評級。

建立平臺，讓軟體開發公司、硬體公司、解決方案提供之企業、科學研究組織、整合單位，做為互相合作之使用。[117]目前隨機存取記憶體（Random Access Memory，簡稱RAM）[118]在俄羅斯仍然為主要IC設計的方向。[119]

（八）法商Air Liquide Group與俄商Roselectronica建立夥伴關係

法國工業氣體集團（Air Liquide Group）和俄羅斯電子（Roselectronica）控股公司宣佈在Zelenograd的LOGIC工廠建立技術合作夥伴關係。Air Liquide Group收購了75％減去工廠的1股，而Roselectronica 則是持有25％的股份加1股。Air Liquide Group在工廠投資超過1600萬盧布（約合4000萬歐元），該工廠將進行現代化，具備用於生產液態氮、氮氣的新設備，以及新的自動化灌裝系統。Air Liquide Group與Rustechnologies合作，希望提供俄國國內公司電子和汽車行業的所有工廠最佳品質的液化空氣和服務。Air Liquide Group副總裁[120]表示，新的合作夥伴關係加強了他們在俄羅斯的地位。

上述為各國與俄羅斯在半導體領域已實際進行之合作，以下將針對台灣廠商、研究單位、學校與俄羅斯方面進行合作之實際個案進行討論。

二、我國與俄羅斯合作個案

(一) 金屬中心偕台廠與俄方簽屬合作備忘錄

2017年金屬中心籌組「2017 俄羅斯光電半導體設備產業拓訪團」，於6/19-6/23至俄羅斯拜訪學術單位與廠商。包含聖彼得堡大學「光電及雷射材料研究中心」、「物理表面處理中心」、「奈米中心」、「俄羅斯最大晶圓製造商 Mikron」、「國立莫斯科大學國際雷射中心（Moscow State University International Laser Center）」、「Skolkovo 創新園區」、「俄羅斯科學院物理儀器中心 （Physical Instrumental Center of Russia Academy Sciences）」、「特羅伊茨克奈米園區

---

[117] Four Russian universities in Times Higher Education rankings' Top100.(2016.09.29) 。<http://tass.com/science/902972>。（檢閱日期：2017.06.18）

[118] 隨機存取記憶體（Random Access Memory，簡稱 RAM），可載入各種資料、程式，與電腦 CPU 交換資料，可隨時讀取與寫入，速度快。

[119] 筆者整理自與俄羅斯半導體專家、廠商訪談結果。

[120] 負責監督北歐和中歐的副總裁為蓋伊・薩傑柏(Guy Salzgeber)。

（TECHNOSPARK Nanotech Center）」、「綠城經濟特區（Zelenograd Special Economy Zone）」等單位參訪。此次安排俄羅斯科學院物理儀器中心與俄廠、台科技廠商與金屬中心共同簽署合作備忘錄。此外在舉辦研討會當中，討論技術引進、人才交流、關鍵零組件進出口等未來合作相關事宜，這些技術將在設備開發、維修、零組件生產的方面加以應用，關鍵零組件的進口也能有效讓設備升級，而人才的交流則是能讓雙方在研發及製造兩項能力上提升。

(二) 金屬中心與俄羅斯科學院烏拉爾分院簽合作備忘錄

財團法人金屬工業研究發展中心於2016年6月7日與俄羅斯科學院烏拉爾分院（Ural Branch, RAS）簽署合作備忘錄（MOU），藉由台俄雙方技術合作，協助台灣設備商、零組件商、材料商技術升級，也同時讓俄羅斯半導體業者能朝著亞洲市場逐步邁進。

經濟部工業局委託金屬工業研究發展中心執行「光電及半導體設備產業發展計畫」，希望能推動半導體設備產業的升級，致力於協助台灣廠商進行國際技術合作，於 2016 年在 SEMICON TAIWAN 會場舉行「2016 國際半導體先進製程設 備技術論壇暨商談媒合會」，希望藉此機會讓國內外廠商了解台灣半導體設備及零組件之實力。

(三) 東捷科技與俄羅斯科學物理研究所雷射中心簽合作備忘錄

臺灣廠商東捷科技與俄羅斯科學物理研究所雷射中心於2016年6月9日簽署合作備忘錄，以雷射源為基礎在特殊材料的切割、鑽孔、修補應用上一同研究。此外，臺灣的類比IC設計專家較少，而俄羅斯在類比IC，數位IC設計，皆有非常足夠的實力。因此若能從這些國家將其先進技術引進，對於臺灣這方面IC晶片設計領域將更有幫助。

國立政治大學 National Chengchi University

（四）國科會科學技術資料中心與俄羅斯聯邦產業科技部

2002 年行政院國家科學委員會科學技術資料中心之主任與組長、組員等人就已赴俄羅斯參訪俄羅斯科學研究暨統計中心 CSRS(Center for Science Research and Statistics），以及俄羅斯聯邦產業科技部 MIST[121]（Ministry of Science and Technology of Russian Federation），並與俄羅斯科學研究暨統計中心 CSRS、臺北－莫斯科經濟文化協調委員會駐莫斯科代表處科學組組長，一同舉行聯合研討會。在此研討會上，臺俄雙方達成數項協議，諸如（1）未來雙方將輪流主辦科學研討會，交換科學技術資料、科學相關現有出版品、促進科學技術資訊發展、加強合作關係（2）臺俄雙方建立生物科技領域、奈米科技領域、資訊科技領域為優先主題之共享資料庫。（3）俄方同意為國科會科學技術資料中心尋找適合之俄羅斯博士後研究員人選、推薦適合之俄羅斯奈米科技專家來臺灣技術指導，並在 2002 年 9 月奈米高峰會上擔任講者。（4）臺俄雙方皆同意以莫北協為雙方主要聯繫窗口。

由上述國際合作探討，可以發現在半導體產業及各項相關技術，他國與俄羅斯合作案例多，而目前台灣與俄羅斯合作之案例較少。筆者發現目前台灣有些許單位正積極推動台俄在此領域的合作，也有少數廠商願意與俄羅斯進行初步合作、親自至俄羅斯拜訪研發單位與廠商。然筆者認為台俄在半導體產業與技術領域合作上，需要更積極的推動，取得更多合作機會。因此希望藉由此論文，提供台俄各方面合作的想法，讓台灣更多政府單位、廠商、學校，思考雙方合作的可能性，找到適合的合作方式與夥伴，讓產業能發展更好，以面對市場嚴峻挑戰。

[121] 俄羅斯聯邦產業科技部 MIST，全名為 Ministry of Industry, Science and Technology of the Russian Federation，在 2000 成立，主要是以「促進俄羅斯聯邦工業發展、工業升級，主導俄羅斯科技政策及國家產業創新政策研究與擬定」。由於該部門擔負擬定俄羅斯工業發展政策之責任，因此常以各國經驗為參考對象，學習其長處，以及各國之發展策略；在創新政策上，該部門也強調其目標為：將俄羅斯在軍事與國防工業上先進技術與研究成果，轉移至民生工業相關產業，使其也成為國家工業之發展重心。

第三節 策略建議與合作機會

一、產業界

(一) 與俄羅斯進行技術交流

由金屬工業研究發展中心醫療器材及光電設備處技術拓展小組盤點目前台灣半導體產業晶圓製造商所使用之生產設備供應，在前段製程中所有設備皆自歐洲、美國、日本進口，也就是台灣目前主要使用的生產設備都是購買自外商，如表 5-4 所示。而後段封裝設備則有較多台灣本土廠商開發，提供給晶圓製造商使用，如表 5-5 所示。

表 5-4 台灣晶圓製造商前段製程設備供應商

製成段	前段晶圓								
設備	鍍膜沉積	光阻塗佈	曝光	蝕刻	CMP研磨	離子佈植	氧化擴散	溼式處理	晶圓檢測
主要供應外商	AMAT (美)	TEL (日)	ASML (荷)	Lam Research (美)	AMAT (美)	AMAT (美)	TEL (日)	DNS (日)	KLA(美)
國內整機廠商	無	無	無	無	無	漢辰	無	無	漢微科 (已由荷商ASML併購)

資料來源：金屬工業研究發展中心。

表 5-5 台灣晶圓製造商後段封裝設備供應商

製成段	後段封測							
設備	電性測試	切割	黏晶覆晶	烘烤迴焊	銲線	直球封膠	檢查刻印	自動化及周邊
主要外商供應	Advantest	Disco	Renesas Panasonic	Tamura	K&S	ASML	ICOS Laserfront	Brooks、Murata、Yasukawa
國內整機廠商	無	博磊、宜特	均華	志聖、台技	無	萬潤、建暐	牧德、由田、鈦昇、均豪	盟立、廣運、台禹

資料來源：金屬工業研究發展中心。

針對台灣與俄羅斯半導體產業技術合作進行探討，找尋俄羅斯適合在雷射技術、電漿技術、奈米技術等方面合作的學校、研發機構，與台灣學校、科學研究

機構、廠商進行技術交流。希望能協助台灣廠商技術升級，將產能提高，增加產業競爭力。俄羅斯在許多研究領域上具有深厚的實力，舉凡在光學、基礎物理研究、高等物理、基礎化學研究、光子學、雷射等方面，在全球科學研究範疇中，也有傑出的表現。這些領域對於半導體產業而言，皆是非常重要的一環。而俄羅斯從蘇聯時代對於國人的教育非常重視，高等教育接受者比率也非常高。俄羅斯有許多歷史悠久的科學研究院、大專院校、研究所、專業研發機構，在各個科學研究領域持續耕耘。

除了晶圓製造商能有效降低成本外，在半導體繁複的製程當中，牽涉到許多的設備商、零組件商、材料商。像是封裝、測試、裝配廠商，若是能在技術上有所突破，則能幫助廠商升級，甚至是整個產業向前邁進。多年來台廠商尋找國外研發中心及企業合作，希望能補足台灣半導體設備廠商技術缺口。過去我們主要希望能透過技術合作與日本、歐洲廠商尋求技術提升，但成效有限。近幾年我政府科技部與各產業推動機構及辦公室，也開始與俄羅斯許多研發單位進行合作與政府共同研發計畫。這樣的合作對於台灣產業而言，會是非常大的突破。而對於俄羅斯來說，技術的研發固然重要，但還是需要產品化，與製程中所需要用到的設備結合並，調整製程，符合生產需要。因此對於俄羅斯來說，與台灣合作也能刺激俄羅斯此方面的發展，讓所研發出的產品找到應用的地方與價值。

台灣半導體專家認為，過去在半導體發展很多新東西能夠接受，過去的想法比較是採取讓產業整體供應鏈更加完整的導向、補足缺口，積極吸收新知。發展至今，台灣半導體產業仍對於新技術有需求，但態度較為保守，有些廠商擔心投資過多會帶來較多損失。過去在發展階段，對許多新東西是歡迎，但現在會謹慎、小心，這樣的態度可能錯過許多新的機會，也有可能使得台灣在技術進步上較為緩慢。以下提出三類技術俄羅斯目前有研究的單位、研發實力與應用。

1. 雷射技術

半導體雷射源是重要光電元件，可以用在光纖通信、雷射列印、高密度光儲存、條碼掃瞄、顯示、娛樂、軍事、照明、生醫等方面都需要用到半導體雷射。目前半導體雷射發光波長包含藍紫外光、可見光、近紅外光和遠紅外光，頻譜兩端的範圍也是半導體雷射發光波長的研究方向，往更短的紫外光波長以及進入兆赫波的範圍。[122]俄羅斯在雷射技術方面的能力強，國內有許多雷射研發中心、科

[122] <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1725>。（檢閱日期：2017.06.18）。

學院、學校裡的雷射中心，皆有需多專業人才進行各不同領域研究。因此，台灣廠商若希望與俄羅斯雷射技術研究專家與機構合作，進行技術交流，是非常有機會的。

2. 電漿技術

電漿技術也是半導體產業當中重要的技術，可以運用在半導體製程當中。電漿又分為大氣等離子體(atmosphere plasma)、化學氣相沉積等離子體(CVD plasma)、射頻電漿（RF plasma）等。俄羅斯也有許多專業的人才，長期投注該領域進行研究。因此台灣廠商、學界可以考慮與俄羅斯專業研究機構進行技術合作。臺灣可以與俄羅斯合作，可以讓有潛力之俄羅斯程式開發工程師，軟體開發工程師與臺灣廠商合作。特別是在雲端運用方面、影像及聲音辨識方面、防毒解決方案之設計、經營管理複雜系統之軟體設計，以及具危險性運作主體控管方面、系統設計方面等，例如核能發電站。

3. 奈米技術

俄羅斯在奈米技術領域的研究也投入許多精神，以下也列出目前在俄羅斯該領域的研究與應用。俄羅斯近幾年在奈米技術有很大的進展，從2007年7月俄羅斯開始了國營奈米技術公司Rosnanotekh，希望讓政府、企業、科學家在研發奈米技術和國家政策方面能相互連結。俄羅斯總統普京將這個科學領域地位提升到國家優先發展的領域，認為奈米技術是現代工業和科學發展的重要方向。表5-8為俄羅斯奈米技術研究領域及應用。

（二）俄市場新應用端—台廠負責晶片設計、生產、封測

台灣晶圓製造商主要隨著美國的需求、品牌來代工，像是 Apple 等引領消費性電子產品潮流的品牌。專家認為依循這樣的方向有好有壞。好處是代工技術要跟很快、很先進，每一代都要跟上技術，但也非常辛苦，因為是 3C 產品注重成本的考量，品牌商往往希望能找到價格更美、生產品質更好的代工廠商為其生產晶片。有些半導體的應用面市場發展在全球半導體市場上較為特殊、也很穩定，但不是大家都在追隨的主流 3C 產品應用。專家認為這些應用其實也應該要重視它。台灣有幾家廠商在設計，像是類比 IC 等，但還有其他方面的應用，像是車用 IC、工業用 IC 等，是台灣沒有特別重視的應用領域。專家認為代工的應用，也應該要分配比例，畢竟量產訂單大的產品，市場競爭也強、市場變化也大。若

是能在獨特應用市場，長期的投入研發、生產，在全世界維持領先，這樣就能讓產業更佳永續。

軍用半導體及航太半導體方面的晶片，產品週期不像一般消費性電子產品，產品週期更長，利潤更大。目前車用半導體製造以日本、德國在國際市場上領先。俄羅斯在航太科技領域及尖端科技研發部分具有優勢，很多先進研發能量強，只是不像臺灣是運用在民生消費領域，俄羅斯多高端科技研究仍用於軍事及國防領域。臺灣針對技術以及產品部分，也可以與俄羅斯研發人員合作，研發特殊應用及客製化晶片，不論在航太、軍事、車用等領域，台灣可以協助俄羅斯設計IC、生產IC、封裝與測試IC，再銷售至其他國家或廠商。亞列克謝・貝里亞科夫(Alexey Belyakov)[123]認為俄羅斯微電子產業要成為世界領導角色仍有一段長路，就晶片而言，俄羅斯目前的業者仍然無法追上像是TSMC、XFab等企業。俄國還是希望能建立全球性的製造中心，但若要使策略能成功，必須在多方面先需要建立夥伴關係。然近期在俄羅斯有晶片專業化生產的趨勢，諸如無半導體晶圓廠（fabless）、輕晶圓廠（fab-lite）、晶圓代工廠（foundry）等，生產特殊晶片，但不是晶片大量生產、追求下一世代更小尺寸的量產，或實行端對端的商業模式（end-to-end (IDM)）。

俄羅斯半導體廠商現今由於對於一些國家的市場較為陌生，也沒有直接會間接的管道能獲得該些市場之相關資訊，由於陌生與未知，缺乏管道了解其應用主要方向與領域。目前俄羅斯微電子及半導體市場相對其他國家而言還是較小，也不像臺灣半導體相關廠商的規模經濟效益，所有設備商、氣體商、化學品廠商、零組件供應商等都聚集一處，而臺灣半導體製程與晶圓製造技術、封裝與測試技術與俄羅斯相比，都有相當的領先優勢。若是將俄羅斯所設計的晶片，讓台灣IC設計廠商再將其設計成可量產晶片樣本，並由台灣晶圓代工廠生產，經過封裝與測試之後，再銷售，可以提高晶片單價，雖然生產量不會像消費性電子產品的晶片那麼大量，但由於單價高，利潤仍然可觀，對於台灣晶圓代工廠來說也是新的訂單來源。

台灣半導體產業群聚效應強，上、中、下游供應鏈完整，晶片生產技術強。對於俄羅斯來說，適合將晶片給台灣廠商生產，且能有機會在台灣找到新的應用，開啟產品銷售新出口、新市場。將生產完成的產品，從台灣在出口至各國銷售，

[123] 斯哥爾科沃園區航太科技及通訊聚落（Skolkovo's space technologies and telecommunications cluster）資深處長。

對俄廠商來說也是一項新的策略。就半導體產業而言目前臺灣廠商主要還是以出差型式開拓市場，參加展覽、拜訪俄羅斯當地半導體相關業者，但若要設廠整組人員移至俄羅斯，現今還沒有這種例子。若是俄羅斯有較便宜耗材、零組件等，或是未來俄羅斯能發展成像臺灣半導體相關廠商的規模經濟效益，臺灣廠商可考慮到俄羅斯設廠生產。然而，台灣晶片應用端多元，具有一定市場，因此可以提供俄羅斯廠商良好的發展環境，提供更多商機。

台灣專家認為，俄羅斯在國防、軍事、航太方面的市場發展良好，這些應用在全球市場上具有獨特性，台灣若是能比更早進入市場，讓台灣廠商、企業能切入供應鏈，對台灣而言在全球市場上也是一個優勢。中國半導體產業還在發展的過程，因此台灣有機會在中國市場發揮實力，但若等中國自己的供應鏈、廠商發展起來，台灣企業就未必能繼續在這塊市場上發展。再看到其他市場，像美國，已有自己完整的供應鏈，也不會多讓台灣廠商在美國市場有發展的可能性與空間。

（三）參加展覽

俄羅斯半導體產業及相關領域需要政府所給予高度支持外，尚需要海外技術與商業連結，SEMICON Russia展會是一個理想平臺。以2011年5月31日到6月2日在莫斯科舉行展覽為例，SENICON Russia展會主要聚焦在半導體材料、設備以及半導體產業的技術上。開幕當天以「俄羅斯從半導體科學到半導體量產」為題揭開序幕，並在展會中舉辦科技論壇。

2016年的SENICON Russia展覽會於6月7日至6月9日在莫斯科舉行。此次展會透過各樣方式發表「物聯網」、「智能科技」等最新發展。參加並設立攤位之廠商將近700家左右，除了俄羅斯本土廠商之外，也有非常多來自世界各國之外商參與此盛會。主要展場所舉行之「The TechARENA 會議」（The TechARENA sessions）聚焦在展現有關給物聯網使用之微機電系統、智慧城市及無人交通工具上。此特別展區的廠商包括俄羅斯廠商Agstrem、俄羅斯奈米公司基礎建設與教育計畫部門（infrastructure and educational programs of ROSNANO）、來自新加波的TRONIC Group、德國公司memsfab、俄羅斯企業GLONASS，以及俄羅斯創業公司（Russian Venture Company）。此次展會亮點是在莫斯科舉行的「第一屆俄羅斯高科技策略座談會（1st Russian Hi-tech Strategy Symposium）」。此座談會主要所呈現主題為政府發展物聯網之計畫、合資計畫、俄羅斯工業4.0未來

展望、智能城市、無人系統科技、軟性電子等與全球之重要發展趨勢接軌，表現出俄羅斯半導體產業追求進步與革新之強烈企圖心。

現今除了 SENICON Russia 之外，俄羅斯也舉辦許多大型國際展覽。這些展覽可以幫助臺灣廠商與俄羅斯廠商建立關係，並在這些大型國際展會當中，找尋合作夥伴與適合進行商業往來之對向。俄羅斯雷射專家建議台灣半導體廠商可參展，期中包括「POWER ELECTRONICS[124]」、「SVIAZ/Expo Comm Moscow[125]」、「EXPO ELECTRONICA[126]」、「ELECTRO[127]」等[128]。國貿局網站上公布資料顯示，2002 年度第一次補助公司商號參加國際展覽一覽表中，政府有補助臺灣廠商至世界各國，包含俄羅斯，參加各大不同產業之國際展覽。其中也可以看到，目前臺廠商參加的俄羅斯展覽。[129]

（四）與俄國當地代理商合作

俄羅斯當地有些半導體、微奈米電子相關代理商，所代理的廠商產品多以歐洲廠商為主，由於地理環境較近。而台灣目前在設備、儀器、零組件廠商也很多，但目前將產品銷售至俄羅斯市場較少，主要以中國、日本、東南亞等市場為主，直接銷售俄羅斯市場較不容易，目前擁有的管道(channel)較少。若能透過俄羅斯當地的設備廠商，將台灣設備代理進入俄羅斯市場，則對於台灣廠商而言，將是新的銷售機會與市場。以下提出俄羅斯幾家代理廠商。雖然俄國近年開始推行進

---

124 POWER ELECTRONICS 這個展會是電子以及電子產品產業生產、電力、能源儲存、環境與浪費管理經營產業等相關產業的國際大型展會。

125 SVIAZ/Expo Comm Moscow- International Exhibition for Telecommunications, Navigation Equipment, Control Systems and Information Technologies and Conference 是俄羅斯通信及資訊展，是以資訊及通訊產業為主軸的國際展會，主要廠商為通訊、資訊、導航、控制系統等。

126 EXPO ELECTRONICA 是電子產業零組件、電子模組、電子系統、生產設備等相關產業廠商共同聚集之國際展會。

127 ELECTRO 是針對電子設備、照明工程（lighting engineering），以及建築設備自動化系統（building automation）等相關產業所舉行之大型國際展覽

128 筆著整理自與俄羅斯物理專家訪談結論。

129 目前臺廠商參加的俄羅斯展覽還包含：通信及資訊展（SVIAZ/Expo Comm Moscow - International Exhibition for Telecommunications, Navigation Equipment, Control Systems and Information Technologies and Conference），參與俄羅斯國際電子零組件暨生產設備展會（EXPO ELECTRONICA - International Trade Fair for the Electronic Components and Production Equipment Industry）、俄羅斯國際金屬加工機械展（METALLOOBRABOTKA - International Exhibition on Metalworking Equipment and Supply），也有廠商參與光電與照明相關展覽：電燈裝飾與科技照明展（INTERLIGHT MOSCOW powered by Light+Building - International Trade Fair for Decorative and Technical Lighting）、以及網路科技公司參加莫斯科國際安全科技大展（MIPS - International Protection, Security & Fire-Fighting Exhibition）。

口替代政策，但仍為推廣階段，若要實際執行還需要一些時間，因此目前還是需要找國外供應商滿足國內需求。

1. Ostec

Ostec 創立於 1991 年，該公司代理各種操作儀器、設備，可以供應給其他廠商建立高效能裝配廠，增加電子零組件企業、混合 IC 企業、汽車電子企業、電腦及周邊硬體廠商、醫療器材商、通訊商之生產效率，從企業表現之審計，到使用客戶產品並針對製程進行微調，以及生產方面之技術支持。該公司與客戶合作，使廠商能在競爭產品生產中勝出，目前與 200 以上先進製造商、設備商、材料商合作。

2. Intech

Intech 是俄羅斯真空市場領先者，公司創立初期以代理工業真空、科學真空、微電子領域等設備為主要發展方向，這樣的區分可以讓公司在此三個領域都達到領先的地位。現今 Intech 提供最先進解決方案，並代理全球市場上強大製造商之最現代化設備，目前該公司合作夥伴為 Edwards（UK）、VAT（Switzerland）、Hiden Analytical（UK）、Oxford（UK -Instruments Plasma Technology）、AJA International（USA UHV Magnetron Systems）、Veeco（USA）、Temesco（USA – Electro-beam Metallization Systems For Microelectronics） 等。主要代理的設備有真空及低溫設備、半導體產業用設備、工業用設備。[130]

3. Minateh company

Minateh company (Micro and Nano Technology)是一家擁有奈米科技、光電技術、半導體生產技術、IC 生產技術等微電子科技的俄羅斯公司，提供設備、量測儀器、分析、生產等設備之代理服務、複雜解決方案等，給微電子產業、半導

[130] 該公司代理產品有貴重金屬產品、備用部件，並提供真空及低溫設備，還有包含真空設備的相關服務，像是真空系統計算、啟動調整、售後服務等。該公司生產線提供超過 1 萬個真空設備，像是前段真空及高真空泵。該公司提供之前段真空及高真空泵：每秒最高可抽出 7 萬公升氣體，產生深度高達 10-11 mbar 的真空此外也包括供應 HSR 和 SHI 低溫公司的低溫設備，各種真空配備像是配接器（adapters）、鑲邊（flanges）、虹吸管（silphons）、真空管（valves）等。真空測量設備有像是感測器、控制器、流量計、洩漏指示器、磁流體真空導入裝置。

體產業及奈米相關廠房、研發中心、科學實驗室。[131] 該公司目前與 MPI Corporation、

RIGAKU、NIKON、SAES Pure Gas、NANO-MASTER、Angstrom Engineering、SENTECH等皆為合作夥伴對象。

以上這幾家廠商都是俄羅斯當地的設備代理廠商，台灣有許多設備商、零件商可以與他們建立關係，找尋合作機會，並進一步透過這些廠商將台灣廠商之產品銷售進入俄羅斯市場。

(五)投資俄國新創公司

台灣廠商可以投資俄羅斯有潛力新創公司，這些公司雖然規模較小，但擁有特殊技術與研究實力。多數俄羅斯創新企業會從政府的科學及創新園區取得一些補助優惠、園區進駐的補助等等，但仍需要許多研發方面的資金，因此也開放外商投資這些新創公司。新創公司像是化學氣相沉積研究的 CVD. Spark、FEMTONICS 飛秒雷射技術研究公司、電漿雷射技術研究公司 Optograd、皮秒雷射技術公司 Polarus、擁有 EUV 實驗室的 Ensoltech 以及新型雷射熱加固技術(New Laser Thermal Strengthening Technologies）的 Lhit 公司等。

CVD. Spark 用於製造單晶晶片的 CVD 技術的商業化 (Commercialization of CVD-Technology for manufacturing diamond wafers) ，使用 CVD 方法獲得的多晶和單晶晶片和基於其的下一世代產品（Poly-and monocrystallic diamond wafers obtained using the CVD method and next-level products based on thern.）。主要應用

[131] 有無光罩微影製成、光罩對準曝光機(Mask aligners)、自旋塗佈機(Spin coaters and developers)、電漿石刻機（Plasma etching)、電漿輔助化學氣相沈積系統（PECVD systems)、原子層沈積系統（Atomic Layer Deposition)、物理氣相沈積系統（PVD systems)、IC 去除封膠（IC Decapsulation)、化學機械研磨平坦化 CMP an planarization (Chemical Mechanical Polishing) 、洗滌器(Scrubber)[131]、真空泵(Vacuum pumps)、氣體潔淨 SEAS 純化氣體(Gas cleaning SEAS Pure Gas)、氣體箱及管線（Gas boxes and pipes)、氣體清潔（Gas cleaning)、壓縮乾燥空氣（Compressed dry air (CDA))、削磨及拋光晶片設施（Facilities for grinding and polishing of wafers and metallography)、物理汽相沈積設施等。技術方面涵蓋了 IC 製造及研發、半導體、光電、奈米科技、材料表面技術，測量方面則有薄膜和表面劑量（Thin film and surface metrology)、光學顯微鏡(Optical microscopes)、雷射光譜橢圓偏振儀(Laser and spectroscopic ellipsometers)、光學表面輪廓儀（Optical profilers)、探針台（Probe stations)、電子顯微鏡（Electronic microscopy)、表面分析儀（Surface analyzers)、衍射測量（Difractometry ）等。<http://www.minateh.ru/en/>。(檢閱日期：2017.06.18)。

於電力電子學(基於 SCD 單晶的散熱元件，熱導率比銅高 5 倍)(Power electronics (heat removal elements based on SCD diamond with thermal conductivity 5-time higher than that of copper)、光電及無線電電子學儀器工程(Optical and radioelectronic instrument engineering)、雷射硬體（大功率雷射系統的輸出視窗）(Laser hardware (output windows on high- power laser systems))、SHF-teraHertz 設備（用於陀螺儀的視窗）SHF-teraHertz devices (windows for gyrotrons)) 、切割和加工工具（極高的硬度和生長單晶 CVD 單晶的可能性）(Cutting and machining tools (extreme hardness and possibility to grow monogcrystallic CVD diamond))、核能技術（電子質量的單晶 CVD 單晶是電離輻射探測器的有源元件）（Nuclear technology (monocrystallic CVD diamond of electronic quality is an active element of ionizing radiation detectors.) ）。

二、政府

波特認為政府要成為國家競爭力中重要影響因素時，應實施幾種政策作法，諸如「將重心放在創造專業性因素」、「避免介入生產因素、貨幣市場」、「執行嚴格的產品、安全性、環境標準」、「大幅限制產業競爭對手間的直接合作」、「推動能導致持續投資的目標」、「競爭鬆綁」、「實施有力的國內反托拉斯政策」等這幾項。

以下是筆者針對我方政府與俄羅斯政府、研發機構合作策略建議。

（一）官方機構合作

臺灣科技部與俄羅斯基礎研究基金會[132]，於 2017 年開始雙邊研究計畫，目的發展在大型科技研究領域之國際合作，以及在財務資金上支持大型科學研究。由俄羅斯與臺灣的學者群共同來執行，這項計劃將對臺灣科技領域的國際合作有很重要意義與助益。[133]

[132]【科技部】2017 年臺俄（MOST-RFBR）雙邊合作專題研究計畫。
[133] 取自<http://goo.gl/kbNMJB>。（檢閱日期：2017.06.18）。

俄國專家建議是需要先與「俄羅斯工商會」、「綠城經濟特區」、「SEMI Russia」等組織機構建立往來關係。[134]「俄羅斯產業及貿易發展部」、「俄羅斯經濟發展部」、「俄羅斯教育部」、「俄羅斯科學院」也都屬於官方組織，若台灣官方單位能與這些組織建立關係，也會對於台灣與俄羅斯在科技方面、半導體產業領域的合作機會，有更多幫助。臺灣廠商需要與這些組織與協會建立關係的主要原因是這些組織、政府機關等等，他們都會參與俄羅斯各地不同的聯邦主體行政機關的各種計畫，相關規劃與安排等等。這些政府單位、組織、協會也都有持續支持俄羅斯電子產業、微電子產業及高科技產業的發展與研發。

國有企業在俄羅斯規模較大，台灣廠商若想拜訪，可以參與目前我方政府、法人單位所組成之俄羅斯光電及半導體設備參訪團，這些單位以政府身份接洽俄羅斯方面之大型企業，對方接受參訪之可能性較高。以下提出幾個與半導體相關之俄羅斯國有企業。俄羅斯國有科技企業，舉凡 Rostec[135]公司監督組織、執行董事會、總經理等，他們皆由俄羅斯聯邦總統任命，現今 Rostec 已與俄羅斯科學及創新產業密不可分，該公司領導並鞏固在創新電子和納米技術領域的俄羅斯研究中心研發進程，讓 Novosibirsk、Tomsk、Saratov、Zelenograd 等地區都進入大規模國家電子部門現代化計畫中。「2025 戰略」是利用國際戰略諮詢公司的先進方法開發的。該戰略包括增長、市場、運營效率、夥伴關係、實現機制等五個要素。

（二）簡化行政流程、增加資金贊助

目前訪問台灣半導體廠商在參與政府所規劃與執行之計畫合作中，政府有這樣的機制可以推動台灣廠商與俄羅斯研究單位之技術合作。雖然明白政府執行政策與計畫，必須有一套執行的方式，也需要撰寫報告以呈現計畫執行樣貌。然針對申請政府計畫過程的行政稽核流程及督導，有一些想法與建議。首先，有些台灣廠商認為申請計畫的流程過度繁複、效率不彰，期待政府能設計更有創新與快

---

[134] 筆著整理自與俄羅斯雷射專家訪談結果。

[135] Rostec 的新任務是通過開發高端智能產品來提高人們的生活品質。2009 年該公司開始建構管理系統、發展總體策略、將製造流程優化、與領先俄羅斯及外國合作夥伴開始建立關係。該年企業營收為 5110 億盧布（約 美金），當時每個員工的生產力仍未超過 100 萬盧布（約 美金），兩年後 Rostec 成長了 60%，營收達到 8170 億盧布，每個員工生產力接近兩倍成長，員工薪水也成長 40%，達到 23,700 盧布，2012 年該企業營收則是達到 9630 億盧布。2007 年末，Rostec 領導者創立了「Russian Technologies」國有企業，在俄羅斯工業資產中佔顯著地位，Rostec 企業包含了 700 個組織在內，有 14 個控股公司、9 個是軍工綜合形式之組織、5 個民間部門，以及 22 個直接管理之組織。

速的流程，且希望審查的方式應更加務實。如此便能減少在行政資源上的耗費，民間與政府合作也將達到更好的成果，合作過程也更順利。

政府在推動台俄產業合作，若能有更多補助經費可以申請，將對於台灣中小型企業與廠商，是更大的幫助。畢竟投入研發與技術交流的經費並不少，對於企業來說也是重要的成本考量，若能從政府方得到協助，對於台灣廠商而言將是佳音。[136]

聯合報經濟日報社論 [137]針對我國政府以及我國半導體產業業者提出了一些政策方面的建議。對於我國政府方面，該文提到我國政府應對於半導體產業投入資金，支持其發展更加強大。也應在法規鬆綁。延攬專業人才方面，擬定更多積極與適當的政策。除此之外，對我國半導體廠商應給予優惠措施，扶植其研發與製程技術的發展與進步，使我國半導體整體產業產值更多增加，以因應中國大陸半導體產業的崛起以及快速發展。

（三）貿易協定

由於目前我方與俄羅斯在商業上沒有簽署貿易協定，因我方與俄國沒有關稅方面的優惠，除了有些是屬於管制品，牽涉到軍事方面的應用，則能理解沒有辦法從俄羅斯進口的原因。例如有些技術，可以結合武器生產，則易被列為管制品，無法輸入國內。[138]

該協定為「歐盟軍商兩用貨品及技術出口管制清單」及「歐盟一般軍用貨品清單」，內容整理了限制進出口之貨物、技術等，主要是由於可能運用於軍事上，因此在國際上針對這些貨物、技術有限制，詳見附件六。[139]

---

136 筆著整理自與台灣半導體專家、廠商訪談結果。

137 臺灣半導體產業發展的再突破（2015.08.09），聯合報經濟日報社論。

138 筆者整理自與台灣半導體專家、半導體廠商訪談結果。

139 經濟部國貿局經貿資訊網。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=900&pid=580860&did=111121>。（檢閱日期：2017. 06. 18）。

三、學界

（一）與俄羅斯研發單位、學校合作

目前科技部與俄羅斯各地科學院有進行研究與相關合作計畫，像是公開徵求 2018 年與俄羅斯「雙邊協議專案型國際合作研究計畫」，分別與俄羅斯科學基金會（RSF）、俄羅斯基礎研究基金會（RFBR）、俄羅斯科學院西伯利亞分院（SB RAS）、俄羅斯科學院遠東分院（FEB RAS）及俄羅斯人文科學基金會（RFH）等 5 院簽署協議辦理。[140]公開徵求「2016 臺俄（MOST-FEB RAS 俄羅斯科學院遠東分院）雙邊共同合作研究計畫」[141]、與俄羅斯科學院合作「2015-2017 中華民國科技部與俄羅斯科學院西伯利亞分院合作研究計畫 」（核定補助名單詳見科技部網站）（MOST-SB RAS Funding List of Joint Research Projects in 2015-2017）、「中華民國科技部與俄羅斯科學院遠東分院(FEB RAS) 2017-2019 年度雙邊科技合作專題研究計畫」（核定名單請詳見科技部網站）、「2016-2018 中華民國科技部與俄羅斯基礎研究基金會合作研究計畫 MOST-RFBR Funding List of Joint Research Projects in 2016-2018 」（核定補助名單詳見科技部網站）、「2016-2018 年度與俄羅斯科學院西伯利亞分院 (SB RAS)及遠東分院(FEB RAS) 雙邊科技研究專題合作計畫」（核定補助名單詳見科技部網站）。俄羅也有人才交流計畫，像是「mega-grant program」這項計畫於 2010 年發表，主要的目標是要吸引世界知名研發人才（包括目前在海外的俄羅斯專家），到俄羅斯的學校、研發機構當中，鼓勵年輕人才投入俄羅斯的科學、高科技領域、教育領域當中。

目前與俄羅斯學校、研究單位進行技術交流的合作計畫有「用於高/低居電層材料在矽晶太陽能電池的先進鈍化技術（Advanced passivation techniques for Si

---

[140] 科技部徵求 2018 年度臺灣與俄羅斯「雙邊協議專案型/。<http://rd.web.shu.edu.tw/>。（檢閱日期：2017. 06. 18）。

[141] 主要合作領域聚焦在雷射物理及量子資訊科學（Laser Physics, Photonics and Quantum Information Science）、海中生物科技及海洋生態系統、臺灣及俄羅斯遠東之河岸植物（Marine Biology、Marine Ecosystems、Oceanography、Climate Change、Marine Natural Products、Molecular Phylogenetics and Phylogeography of Hydrobionts Inhabitating the Waters of Taiwan and Russian Far East）、臺灣的動植物群和俄羅斯遠東生物多樣性保護（Research and Identification of Fauna and Flora of Taiwan and Russian Far East for Biodiversity Conservation、Biosecurity、Global Food Trade、Biomedicine and Molecular Imaging）、新材料包含奈米結構材料及其物理特性研究（New Materials Including Nano-Structured Materials and Their Physical Characteristics）、資訊系統中的雲端科技（Cloud Technologies in Informational Systems）、（Western Circum-Pacific Orogenic Belts: Origin and Geologic Evolution）、國際關係、經濟發展、安全及跨文化（International Relations、Economic Development、Security and Cross-Cultural）等領域。中華民國科技部網站。< https://www.most.gov.tw/ >。（檢閱日期：2017. 06. 18）。

solar cells with high-k and low-k dielectric materials）」、「開發自旋電子學應用上的新型奈米磁性半導體（Development of new type magnetic semiconductor nanomaterials for spintronics application）」、「新型光致變色高分子材料用於光性及電性可調控之光子元件（New Photochromic Polymeric Materials for Optically and Electrically Tunable Photonic Elements）」、「研究介金屬鎵化物之電子關聯及磁與超導特性（Ga-based intermetallic compounds: electronic correlations, magnetism, and superconductivity）」、「共晶合金在奈米侷限下的結構與物理性質（Structure and physical properties of metallic eutectics under nanoconfinement ）」、「金屬成型加工的模具填充率最佳理論開發：巨觀到微觀尺寸（Development of optimization methods for die filling in metal forming: from the macro scale to micro scale. ）」、「光誘導高分子穩化液晶膜製備及感測元件應用研究（Investigation of the structure transitions in polymer-stabilized liquid crystals induced by light irradiation and apsorption for senser devices）」、「以石墨烯/金屬氧化物/金屬硫化合物奈米異質結構增益單細胞生物感測器之光電化學與自供電性質及其應用」（Graphene/metal oxides/metal chalcogenides nano-heterostructures for enhanced photoelectrochemical property and self-powered single cell array biosensing application）等。

(二) 人才交流

台灣與俄羅斯在半導體相關技術領域，與俄羅斯進行人才交流。除了技術交流之外，專業人才方面的交流亦為提升台灣半導體產業的方式。上述提及俄羅斯有許多歷史悠久的研究機構、大學等，研發實力雄厚，顯示科學教育方面的成功，造就了許多優秀的專業人才。台灣研發機構、學校、研究所，若是能在半導體相關領域，與合適的俄羅斯機構、學校單位執行共同研發計劃; 或者是讓俄羅斯學生能與台灣學生，在學術上進行交流，對於台灣學生、研究者也許會具有實質上的幫助。不僅是在研發的探討上，在許多新應用領域的腦力激盪，彼此切磋的同時也將讓雙方人才更加成長。台灣專家建議可以實習的方式，或者是合作共同進行研究、探討議題，要有一個目標。讓國內產業的需求，帶動人才、學生進行交流，提供學生能到俄羅斯見習交流的機會，與俄羅斯當地人接觸。

目前台灣已有與俄羅斯許多學校、研發機構進行學研合作及交換學生計畫。像是我國國立交通大學校長及副校長等高層，於 2016 年 9 月，參訪俄羅斯頂尖大學與研發機構，並與莫斯科國立大學、國立包曼理工大學、國立莫斯科科技大學、聖彼得堡資電科技大學等卓越學府，簽訂「學研合作協議與學生交換協議」。張懋中校長提到：「俄羅斯具有優秀科學基礎，對台灣類比電路晶元系統(System-on-Chip) 設計創新研發方面有很大的幫助，類比電路晶圓系統應用領域有智慧偵測、控制與人工智慧系統等。」[142]交通大學「國際半導體產業學院」也希望邀請俄羅斯研發團隊來台進行交流，與高科技人才共同培訓。我駐莫斯科代表處王建業大使對該訪團表示，交大建構台俄科技產業合作平台不僅增加台灣前瞻創產研發能量實力，同時也讓台俄科技領域發展互補受惠。我國科技部及教育部高層也在此次活動中表示我國科技部、教育部，對於此國際學界及研究機構之合作非常支持。

2013 年俄羅斯托木斯克州副州長 Knyazev Alexy、國立托木斯克大學教授津奇科(Zinchenko V. I.)和國立托木斯克控制系統與無線電子大學(TUSUR)副校長 Shelupanov Alexander 訪問逢甲大學。托木斯克大學及托木斯克控制系統與無線電子大學希望未來雙方能展開合作計畫，協助建議產學合作平台，協助廠商翻譯、技術移轉及生意推廣。

成功大學航太系主任鄭金祥於 2009 年訪問托木斯克大學，雙方簽訂台俄合作協議書，在 2012 年有一位托木斯克大學學生就讀於成大，擔任一學期的交換學生。 2013 年俄羅斯托木斯克前副州長 Zinchenko V. I .訪問國立成功大學。在產學合作、創新育成、創新與科技技術轉移的方面，希望能由成功大學獲取經驗，Zinchenko V. I .也聚焦於成功大學與我國科學園區合作的進行模式，希望能將這些產學合作的經驗，學習並在未來於托木斯克大學實現，成為發展國際合作計畫的模式。

[142] 「國立交通大學與俄羅斯高等科技學府簽訂協議共展創新卓越學術產研合作」，*國立交通大學校園新聞*，2016.09.06。< http://www.nctu.edu.tw/component/k2/item/2039-2016-09-06-02-33-19 >。(檢閱日期:2017.08.17)。

第四節 小結

從俄羅斯過去的科技及電子產業發展來看，可以發現其國內針對許多半導體相關技術的研究，已經有非常長遠的研究歷史，投入研發的時間也非常長。從過去至今其發展的方向主要針對軍事、航太領域，因此若要談到與台灣技術方面的合作，符合台灣應用的需求，必須在製程上、技術上的專業知識，針對每一種技術量能進行評估，方可在台灣半導體精密製造過程中實際運用。從 2014 年開始歐盟國家對俄羅斯進行經濟制裁，仍不間斷與俄羅斯在微電子產業之相關研發合作計畫，可見歐盟國家對於雙方持續交流之重視，而西方制裁的情勢，對於亞洲國家而言，無疑是新機會的開啟。對於長期依賴美國進口晶片的俄羅斯，亞洲國家晶片出口對於俄羅斯來說也是這個時期需求的新來源。

台灣對於俄羅斯經濟與政治的變化、不穩定性還是有所擔憂，因而較不願意與俄羅斯進行合作，或有生意往來。台灣普遍認為進入俄羅斯市場投資風險較高，許多投資者長期仍處於觀望的態度，這些確實可能影響臺灣與俄羅斯合作可能性。然合作與商業往來的方式很多種，瞭解雙方缺口與優勢之後，台俄在半導體領域能進行合作與商業行為的機會也就更多。經過與台灣半導體專家、廠商訪談之後，普遍意見認為若要將產品出口至俄羅斯時，顧慮商品可能由於俄羅斯當地海關或是政府管制、檢查程序繁複、商品無法順利進口或甚至扣押。有些產品則屬於管制品，受到國際上的制約，因此無法進行貿易。

然而合作機會並不只局限於零組件、設備之進出口貿易，技術交流與人才交流也是重要的一環，這也都屬於研發投入的一部份。俄羅斯半導體產業方面，由於市場較小，產業群聚效應不如台灣、中國等地明顯，政府給予外國投資者補助過去並沒有成功吸引投資者，到該市場投資意願降低。但除了進入市場投資，找到新的客戶之外，產業的升級、成本的降低、生產效率的提高，都是非常重要的。半導體的應用廣泛，也可能因為掌握著關鍵技術而獲得龐大利益。台灣廠商若能與俄羅斯廠商、學界共同合作，進行技術引進、交流，協助台灣設備商升級，俄方所擁有的技術也能應用，將其商業化，對於雙方而言都是很好的發展方向與突破。臺灣半導體產業優勢，在於其形成群聚效應，且精密製造能力強，生產晶圓、晶片技術成熟，技術節點在全球半導體產業中具有領先地位。俄羅斯所設計的特殊晶片若想要在台灣生產、製造、檢測等，也是可行策略之一。

透過訪談台灣半導體專家，以及目前已與俄羅斯研發單位進行合作之專業人員，他們分享與俄羅斯專業人才合作過程的感想。普遍認為與俄羅斯人合作，當彼此更多認識與了解，俄羅斯人也感受到台灣方面的真誠之後，他們對於台灣合作夥伴的忠誠度頗高。一但決定與合作夥伴合作，就不會再與其他單位進行同樣領域的合作。俄羅斯人感受到台灣合作夥伴的工作效率及認真程度，便會非常信任其夥伴，且願意長期持續的合作。

未來若是能將臺俄產業之間做互補，在合作夥伴關係當中雙方合作將更長久。合作之前，雙方必須對於彼此有更深一層的了解，甚至必須做一些實地訪查，拜訪當地廠商與研發單位之行動，如此便能確實明白實際情況，消除雙方之間存在的不諒解與資訊不對稱情形，建構雙向溝通橋樑與進一步互惠機制。因此以上針對上述所蒐集之兩國半導體產業資訊，以及運用雙鑽石模型分析後的結果當中，整理出台灣與俄羅斯之間該產業之合作策略，並提出政策建議，期許台俄半導體產業未來能有更多合作，創造更多新契機。

國立政治大學
National Chengchi University

第陸章 結論

第一節 研究成果

筆者認為台灣與俄羅斯在半導體產業上，由於發展方向不同，互補性高。由上述台灣與俄羅斯半導體產業的現況來看，兩國具有不同優勢與缺口，且這樣的情形若是進行分析，將對於兩方皆有好處。筆者思考台灣與俄羅斯半導體產業，雙方是否能以各自優勢進行合作，並補足兩國半導體產業之缺口。共同提升產業表現，讓兩國半導體產業能永續發展，以面對未來挑戰。經由文獻資料蒐集、專家訪談之後，了解俄羅斯半導體產業的過去發展、現況。透過理論架構分析，台灣與俄羅斯半導體產業在生產要素、需求條件、相關與支援性產業、結構與競爭、政府等方面的分析結果，呼應本論文之研究目的，並得出研究結果如下。

一、 半導體產業研究

（一）台灣

台灣半導體產業優勢為其晶圓代工與製造能力強，許多生產過程難度高的晶片，台灣廠商都能量產且達到高效能又低耗功率的水準，技術與產能皆領先全球。產業供應鏈完整，產業群聚效應強，上中下游廠商配合完整。除了數家領頭晶圓大廠，台灣更有無數在不同領域的佼佼者，支持者台灣半導體產業，能夠滿足國內終端使用者需求，使供應鏈更加完整。

半導體產業需要升級，技術研發非常重要，這是台灣半導體產業較為缺乏的部分。台灣在研發能量方面，相對於歐洲、美國、日本而言較弱，這樣的缺口台灣無法在短時間內自行補足，需要自國外引進先進技術。不論是解決現今製程技術瓶頸，或是未來希望朝設備自主開發的方向發展，技術都是非常重要的一環。經過本研究資料蒐集後發現，台灣半導體產業前段製程所運用到的設備，皆由外國廠商進口，無使用國內自主生產的設備。藉由整理目前台灣七家主要晶圓製造商 2016 年資本支出，發現支出金額非常高，且資出原因多以布局下一世代、建廠生產等。再整理專家訪談結果，發現多數專家皆提到設備購買的成本非常高，因此歸納出台灣半導體產業製程當中，自外商購買設備所花費的生產成本，未來

若能以國內開發的設備取代，則生產成本將有機會大幅降低。開發一台設備需要牽涉到非常多技術，也需要結合光學、物理、化學、機械等領域的基礎研究，再搭配高超的工藝技巧，才能製造出精度高的設備。

除此之外，在晶片應用端方面，台灣所生產的晶片多以資訊、通訊、消費性電子產品應用為主。從局勢上看來，消費性電子產品及資通訊應用，未來競爭環境是越來越險峻，且發展有限。台灣需要思考是否生產其他應用領域的晶片，像是一些非量產型、較為特殊的晶片應用，可以找到獨特的市場，朝其他發展方向，讓台灣半導體產業持續發展，且應用更加多元化。

（二）俄羅斯

俄羅斯半導體產業的發展經歷了各個不同的階段，由於歷史的因素，使得有一大段時間俄羅斯政府沒有辦法支持俄羅斯半導體產業，造成該產業發展速度落後。但無可否認的是，俄羅斯的半導體產業持續的成長與追求進步與卓越的表現，尤其是近幾年當中，值與量有明顯變化與逐漸加速發展的趨勢。俄羅斯政府對其產業的積極態度，也可以從近年不斷推出的政策計畫中看出，政府逐漸不只是重視國內能源與軍事產業，近十年也重視微電子及半導體產業。

本研究針對俄羅斯半導體產業過去發展以及目前發展情況進行研究與分析，發現目前俄羅斯該產業發展，與其他發展較先進之國家來說是較為緩慢，整個供應鏈以及上下游垂直整合情形尚未非常完整，生產製造能力也不及全球市場上領先廠商。然經過筆者觀察，俄羅斯有少數幾家半導體廠商，是希望朝大量生產方向進行發展。但其他半導體廠商，並非朝此方面努力，由於他們明白若要追趕目前世界領先的廠商，其製造能力與生產水平都不及這些廠商，且尚需要許多時間才可能提升其生產水平。因此這些半導體商朝向小型工廠生產，或者是無晶圓廠 fabless 的方向前進。生產較特殊應用之晶片，也因應政府所推動的「進口替代政策」，希望將一直以來大都依賴進口的晶片，轉變為由俄羅斯國內廠商自行生產製造。

二、台俄雙方互補性與合作機會

經過各樣文獻資料與數據統計等資訊收集，並整理台俄半導體領域專家經驗分享與建議，過程中釐清許多疑問，得到很多寶貴一手資訊。本研究結論發現兩國該產業的互補性強，有很多方面可以互相補足，讓產業達到升級。且由於發展水平與方向不同，因此競爭可能性小也少。經過研究分析，發現台灣與俄羅斯兩國半導體產業目前台俄有許多機會可以進行合作。

俄羅斯能提供台灣在許多半導體製程中會使用的關鍵技術，或甚至是目前並沒有應用到的技術，可以在製程中使用，或者是做其他的應用。台灣廠商可以思考改變製程，讓新的技術能應用在生產或其他階段的使用。學界方面的人才交流也很重要，能夠提升我國基礎研究與研發人員素質與水平。俄羅斯基礎研究能量厚實，專業人才多，因此未來在許多特殊技術的研發上，俄羅斯也非常具有優勢，是世界上少數擁有這麼多基礎研究機構與人才的國家。本研究列出十個技術領域與半導體產業有關的俄羅斯研發單位，發現在同一個技術領域的研究者非常多，且多數研究期間都很長，投入的時間非常多，這是台灣目前在短時間內無法達成的研發能量，但卻是台灣非常需要的一塊缺口，未來有機會能讓俄羅斯補足。

技術方面，像是在雷射技術、電漿技術、奈米技術方面，有許多俄羅斯研發單位在這些領域具有長期研究，唯應用領域不多，台廠可以了解該研究單位目前的研究實力，進而思考可以將這些技術如何應用在半導體產業中。台灣能提供給俄羅斯主要是製造方面的能力，我們可以協助俄羅斯晶片設計商進行代工、晶片製造，再以台灣完整供應鏈的結構，讓俄羅斯的晶片能從設計、製造、封裝、測試、裝配等流程，皆在台灣完成。

了解俄羅斯供應鏈及產業發展情形後，剛開始與俄羅斯廠商、研發單位進行接觸，可以先參加官方組織所籌組的參訪團。由官方所帶領較能與俄羅斯官方及研究機構接洽，且以團隊形式面對新的市場與新合作夥伴，也較有士氣與力量。以俄羅斯角度來看，這樣的團隊參訪形式，赴當地各研發機構、廠商建立關係。在技術研討會、商談媒合會等場合中，也能同時與俄羅斯多方相關單位進行鏈結。初步可以先以代理產品、設備、零組件等方式，進行商業活動。直接將需求或產品提供給對方參考，也是找尋合作夥伴的方式。待雙方都有更多了解與認識，建立信任之後，可以進行更大規模的投資與合作，像是在俄羅斯當地設廠等。

第二節 後續研究建議

本論文主要提出「台俄在半導體領域合作之可能性」這樣的想法，未來建議相關研究者及研究論文可以將朝俄羅斯基礎研究領域更多了解，特別是針對俄羅斯在「雷射技術」、「奈米技術」、「電漿技術」，以及其他半導體製程會運用到的關鍵技術進行研究，了解俄羅斯各個研究單位目前研究能量、主要研究的題目、技術應用的領域等。

俄羅斯有非常多優秀且歷史悠久的研究機構，這些人與研究單位投入的研究時間可能都將近半個世紀以上。很多資深的研究員，在自己的研究領域也都有投入近 30 年至 40 年以上的心血和精神，非常值得後續研究相關俄羅斯技術引進等題目的研究者，朝此方面繼續研究。若是能明確盤點與列出俄羅斯目前各個研究機構的研究情形，台灣廠商也就更能思考這些技術能如何運用與引導至現今製程內，甚至突破目前遇到的各樣技術瓶頸。技術與研發對於高科技產業來說非常的重要，因此這些特殊關鍵技術的引進，有機會讓台灣半導體產業成長，甚至是帶動整個精密製造產業，朝向更高層次的水平，讓台灣在競爭的市場當中脫穎而出。

針對我國設備國產化實現，也希望能透過找尋更多台俄合作的機會與策略，來達到此目標。這篇論文所涵蓋與提及的俄羅斯半導體廠商是其國內部分的廠商，未來研究者若能發掘更多在俄羅斯半導體供應鏈當中的廠商，繼續在俄羅斯找到更多能讓台灣半導體產業技術升級的合作機構與對象，對整個產業與台灣的經濟發展、未來的趨勢都會有很多的幫助。

參考文獻

一、中文

（一）專書

菊地正典（2008），*圖解半導體製造裝置*。新北市：世茂。

麥可·波特（2009），*競爭論（全新增訂版）*。台北市：天下雜誌。

麥可·波特（2010），*競爭優勢(下)* 。台北市：天下雜誌。

（二）期刊

吳春光（2007）。「俄羅斯科技產業政策分析—從戈巴契夫到普京」，*遠景基金會季刊（臺北）*，第 8 卷第 3 期，頁 127-170。

顏建發（2011）。「臺俄經貿關係發展的限制與機會」。*國際關係學報*，第 31 期，頁 47-80。

（三）報告

Tina Hsu（2010）俄羅斯電機電子產業投資商機。*經濟部投資業務處。*

李淑蓮（2016）。2016 年半導體市場觀察。*北美智權報*，150 期。

參訪俄羅斯科學研究與統計分析中心（CSRS）及德國資訊及政策研究等相關機構。*行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書。*

簡志勝（2004）。IC 產業鏈報告。*經濟部投資業務處。*

（四）學位論文

王蓁蒂（2011），*台灣機械業赴俄羅斯之經營策略*。國立政治大學，俄羅斯研究所，碩士論文。

江怡慧（2009），*臺灣半導體業海外直接投資之整合模型*。國立交通大學，科技管理研究所，博士論文。

何昶璈（2009），*應用雙鑽石模型進行跨國產業分析之研究* —以兩岸汽車產業為例。國立交通大學，科技管理研究所，碩士論文。

林英叡（2011），*臺灣半導體業在越南投資之研究*。國立交通大學，理學院應用科技學程，碩士論文。

張正之（2006），*俄羅斯市場進入策略分析-臺灣的觀點*。淡江大學，國際商學碩士在職專班，碩士論文。

謝佩珊（2012），*臺灣資訊科技公司對俄羅斯市場的行銷策略*。國立政治大學，俄羅斯研究所，碩士論文。

賴幸伶（2014），*臺灣企業在俄羅斯之國家文化價值觀研究-以四家資訊科技公司為例*。淡江大學，歐洲研究所俄羅斯研究組，碩士論文。

（五）新聞

Atkinson（2016.09.29）。「2016 年台灣蟬聯全球第二大半導體生產國 四大子產業同步上揚」。財經新報。<https://finance.technews.tw/2016/09/29/tsia/>。（檢閱日期：2017.06.17）。

Kyle（2015.05.18）。「德州儀器獨佔類比 IC 龍頭寶座。國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心科技產業資訊室」。<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=11124>（檢閱日期：2016.11.12）。

「公開徵求 2017 年臺俄（MOST-RFBR）雙邊合作專題研究計畫」。科技部。<https://www.most.gov.tw/most/attachments/7499d54a-9a5b-4524-bbc9-05cfbb69ca6e>（檢閱日期：2016.11.12）。

吳馥馨、潘姿羽（2015.12.27）。「專家看問題／陸掌話語權 台廠考驗大」。聯合新聞經濟日報。<http://goo.gl/dBIA2J>（檢閱日期：2016.07.20）。

吳馥馨、潘姿羽（2015.12.27）。「少了半導體 流失 22 萬個晶飯碗」。聯合新聞經濟日報。<http://udn.com/news/story/7240/1403641>（檢閱日期：2016.07.20）。

「俄羅斯普欽總統召開稀土金屬會議指示擴大生產」。經濟部國貿局。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=45&pid=571319&did=106703。>（檢閱日期：2016.11.19）。

「俄羅斯總理 Mr. Dmitry Medvedev 表示俄羅斯與越南將加速談判洽簽自由貿易協定」。經濟部國貿局經貿資訊網。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=45&pid=517817&did=86826。>（檢閱日期：2016.11.21）。

黃文章。「俄羅斯估原油價格年底將達每桶 50-55 美元」。Money DJ。<https://www.moneydj.com/KMDJ/News/NewsViewer.aspx?a=8f8ff176-2df2-455f-908d-a59a2f558b48>。（檢閱日期：2017.02.16）。

陳立白。「威剛 4 月份營收月減 9.35%第二季記憶體價格仍舊看漲」。<https://finance.technews.tw/2017/05/09/adata-2017q2 >。

「國立交通大學與俄羅斯高等科技學府簽訂協議共展創新卓越學術產研合作」。<http://www.nctu.edu.tw/component/k2/item/2039-2016-09-06-02-33-19>（檢閱日期：2017.05.13）。

「經濟／臺灣半導體產業發展的再突破」。經濟日報 經濟日報社論，2015 年 8 月 9 日。<http://goo.gl/5VZaVh>。（檢閱日期：2016/07/20）。

「經濟部國貿局組團出席第 16 屆政府間半導體會議 力爭我業者權益」，經濟部國貿局經貿資訊網，2015 年 12 月 21 日。<http://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=40&pid=539917&did=94897。>（檢閱日期：2016.11.19）。

「臺灣半導體電子設備產業 前進俄羅斯再下一城」（2015.06.23）。金屬工業研究發展中心焦點新聞。

<http://www.mirdc.org.tw/news/News01_detail.aspx?Type=1&cond=1461&Source=0&sty=02>（檢閱日期：2016.11.12）。

（六）雜誌

兩岸半導體產業政策（2015），CTimes 關鍵零組件雜誌，12 月號。

（七）網路資源

Power Management ICs，交大 307 實驗室。
<http://www.alab.ee.nctu.edu.tw/wpmu/ed307/about/power-management-ics/>（檢閱日期：2016.11.21）。

二、俄文

（一）專書

Грэхэм Лорен (2014).Сможет ли Россия конкурировать. pp. 94-102.
Евгений Шульгин, Крапухин, Комаров.,(2014) Управление техническим уровнем высокоинтегрированных электронных систем. ЗАО《РИЦ《ТЕХНОСФЕРА》

（二）期刊

Щука. А. ,(2007.7) Развитие транзисторной технологии. От точечного к нанотранзистору! *Электроника：НТБ.*
Балан. Н.,ФГУП《Во《Внештехника》》Отечественная полупроводниковая промышленность：《Модернизация》с нуля.
Алферов. Ж.,(2004.5)Полупроводниковая электроника в России. Состояние и перспективы развития. *Электроника：НТБ.*
Алферов. Ж.,(2004)Перспективы развития нанотехнологий в России.
Макушин. М. ,(2002.6)Государство и полупроводниковая промышленность – заботливый опекун курочки рябы (зарубежный опыт).
Кюндертом Х. беседовал Фокин.(2011.03). SEMICON RUSSIA, 2013- Новые Возможности для Российской полупроводниковой промышленности. *Наноиндустрия.*
Кюндертом Х. беседовал Фокин (2011.03)Ассоциация SEMI: Мы поддерживаем полупроводниковую промышленность. *Наноиндустрия.*
Semicon Russia. Москва, ЦВК "Экспоцентр".(2014.05).
SEMICON –лощадка для развития инновационного бизнеса. *Наноиндустрия.*p.10-p.17.
Георгиев. Д. (2014.04).EMICON Russia 2014: перспективные направления в микро- и наноэлектронике.

(三) 政策法規

О Стратегии “научно-технологического развития Российской Федерации”. (2016.12.01). *Указ Президента Российской Федерации.*

О федеральной целевой программе “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы”(2013.05.21).Правительство Российской Феделации.

Российской Федерации.(2012.06.13) . Государственная Программа Российской Федерации.

“Развития Науки и Технолоний на 2013-2020 годы”. Государственная программа.

“Распоряжение”.(2013.05.08) . Президенто Российской Федерации.

（四）報告

Клеева. П., Клеев .В., Никитова .К., Кротов. Ю.(2015). “Фундаментальные научные исследования в современной России и их роль в развитии отечественной национальной инновационной системы”.

Ленчук Елена., Регнум.(2016.06.06) . “ Будет ли у России стратегия научно-технологического развития? ” Проект Стратегии предполагает ликвидацию фундаментальной науки без возрождения прикладной. *РАН.*

“Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) ”.< http://government.ru/department/48/events/>.（檢閱日期：2017.06.20）。

“Отзыв Профсоюза РАН на проект Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации”.(2016.06.05). *РАН.*Retrieved from : <http://goo.gl/HjmXye> （檢閱日期：2016.11.21）。

“Развития электронной промышленности России на период до 2025 года” . (2007.08.07). *«УТВЕРЖДЕНА»Приказом Министр промышленности и энергетики Российской Федерации ,№ 311).*

“Стратения аучно-технологического развития россии,2002,Том.72,No.11”.*Вестник Российской Академии Наук.*

（五）新聞

“Дмитрий Медведев утвердил подготовленный Минобрнауки России прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года”. Retrieved from : <http://government.ru/news/9800/>（Accessed：2016.11.21）。

“Заседание Правительственной комиссии по импортозамещению”.< http://government.ru/news/27681/>.（檢閱日期：2017.06.20）.

“Импортозамещение в промышленности обошлось России в 250 миллиардов рублей”.< https://lenta.ru/news/2016/12/15/industry_zameschenie/>.(Accessed：2017.06.20）.

“Конкурс проектов фундаментальных научных исследований 2017 года,проводимом совместно РФФИ и Министерство по науке и технологиям Тайваня”. Retrieved from : <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/international_announcement/o_1951248>（Accessed：2016.11.21）。

“Кремль России, Президент России.(2016.01.21).Владимир Путин соберет Совет при главе государства по науке и образованию”. Retrieved from : <http://kremlin.ru/events/president/news/51190>

“Миловидов Владимир.(2014.01.27).«Поларус»: аризонская мечта в Троицке”. Retrieved from : <http://goo.gl/wP3q60>（Accessed：2016.11.21）。

“Понятов Алексей.(2014.01.27). Куда ведет путеводная звезда российской науки и технологии? ”. Retrieved from : <https://www.nkj.ru/news/23677/>（Accessed：2016.11.21）.

“Путин утвердил стратегию экономической безопасности России до 2030 года”. (2017.05.15). <https://lenta.ru/news/2017/05/15/strategiya/>（Accessed：2017.06.20）.

“Путин утвердил стратегию экономической безопасности России до 2030 года”.< https://ria.ru/economy/20170515/1494281108.html>（Accessed：2017.06.20）.

“РИА Новости (2014.01.20).Прогноз научного развития РФ должен лечь в основу стратегий компаний”. Retrieved from : <http://ria.ru/science/20140120/990201535.html> （Accessed：2016.11.21）。

“Стратегия Научно-Технологического Развития России До 2035 Года Утверждена Указом Президента РФ (2016.12.01) ”. *Tass*. Retrieved from : <http://sntr-rf.ru/events/strategiya-nauchno-tekhnologicheskogo-razvitiya-rossii-do-2035-goda-utverzhdena-ukazom-prezidenta-rf/>

三、英文

（一） 報告

“Overview on Semiconductor Industry (2016 edition)”. *Taiwan Semiconductor Industry Association*.

“Seven Top-20 1Q16 Semiconductor Suppliers Show Double-Digit Declines“. (2016.05.12). *IC Insights*.

Samsung Cuts Intel’s Semiconductor Sales Lead to 16% in 2Q15（2015.08.05）. *IC Insights*.

（二） 新聞

“Advancing the Russian microelectronics industry — SEMICON Russia 2014”.（2014.03.11）. Retrieved from:< http://www.semi.org/en/node/49211>（Accessed：2016.11.12）

“A Taiwan investor reckons on constructing a machine tool factory in the Voronezh Region for RUB 1.6 billion”. (2016.02.24). *Russian Exports-National*

Information Portal. Retrieved from:< http://www.rusexporter.com/news/detail/4003/?sphrase_id=9646>（Accessed：2017.02.22）

Bernard Casey. (2012.05.25). "The Russian microelectronics industry and national security". Retrieved from: <http://www.pravdareport.com/science/tech/25-05-2012/121232-russia_microelectronics_national_security-0/>（Accessed：2016.11.12）

"Chinese microelectronics will replace U.S. microelectronics in Russian space, defense industries – newspaper" (2014.08.06). Retrieved from: < http://rbth.com/news/2014/08/06/chinese_microelectronics_will_replace_us_microelectronics_in_russian_spa_38790.html >（Accessed：2017.02.06）

Zhdannikov Dmitry, "UPDATE 1-Russia's economy minister forecasts 2 pct growth if no shocks", *Reuters*, Retrieved from: <http://www.reuters.com/article/davos-meeting-russia-economy-idUSL5N1FA0YK>（Accessed：2017.02.06）

Manners David. (2017.01.03). "Foundry grew 11% in 2016 to $50bn, says IC Insights". Retrieved from: <https://www.electronicsweekly.com/news/business/foundry-grew-11-2016-50bn-says-ic-insights-2017-01/> （Accessed：2017.05.30）

Suvorov Evgeny (2015.07.01). "Russia Market Remains Robust ─ Latest Market Developments Showcased at SEMICON Russia 2015". Retrieved from: <http://goo.gl/acie9O>（Accessed：2016.11.12）

"Foxconn subsidiary to establish research and development center in Skolkovo". Retrieved from: http://tass.com/economy/879736（Accessed：2016.12.07）

"Foundry grew 11% in 2016 to $50bn, says IC Insights"（2017.01.13）, *Electronics weekly.com*. Retrieved from: <http://www.electronicsweekly.com/news/business/foundry-grew-11-2016-50bn-says-ic-insights-2017-01/>（Accessed：2017.02.08）

"Five Top-20 Semiconductor Suppliers to Show Double-Digit Gains in 2016"（2016.11.15）, *IC insights*. Retrieved from : http://www.icinsights.com/data/articles/documents/933.pdf > (Accessed：2017.02.08)

Kundert Heinz. (2012.04.04) "Russian Semiconductor Industry Envisions 65nm Technology and Beyond". Retrieved from: <http://www.semi.org/en/node/41256>（Accessed：2016.11.12）

"Industry experts discussed the demands of Russian business in the sphere of microelectronic"（Accessed：2016.02.25）. Angstrem-T. Retrieved from: <http://www.angstrem-t.com/eng/press-center/news-detail.php?ELEMENT_ID=980>（Accessed：2016.11.24）

"IC market to grow 8% next year, says Semiconductor Intelligence"（2016.12.22）. *Electronics weekly*. Retrieved from: <

http://www.electronicsweekly.com/news/business/ic-market-grow-8-next-year-says-semiconductor-intelligence-2016-12/> （Accessed：2017.02.02）

"Ajay Kamalakaran , Infrastructure, high technologies key areas for Russian investment in Thailand"（2015.10.20）. Retrieved from: < http://rbth.com/business/2015/10/20/infrastructure_high_technologies_key_areas_for_russian_investment_in_50207.html >（Accessed：2017.02.02）

"Permanent Normal Trade Relations (PNTR) with Russia"（2012.09）. SIA. Retrieved from: <http://www.semiconductors.org/clientuploads/Russia%20PNTR/Memo%20-%20Russia%20PNTR%20benefits%20for%20the%20U.S.%20semiconductor%20industry-1.pdf>（Accessed：2016.11.12）

"Russia's Sitronics enters 100 top world high-tech companies".（2011.11.01） TASS news. Retrieved from: <http://tass.com/archive/663560>（Accessed：2016.11.25）

"Russia's Technology Industry Enters New Era."
Retrieved from: < http://www.semi.org/en/russia%E2%80%99s-technology-industry-enters-new-era >（Accessed：2016.11.12）

"Russian Market Overview (2016.05.19). Infinite possibilities, infinite opportunities as IoT grows in Russia". Retrieved from: <http://semiengineering.com/russian-market-overview/>（Accessed：2016.11.12）

"Russian Market Overview (2016.05.19). Infinite possibilities, infinite opportunities as IoT grows in Russia". Retrieved from: <http://semiengineering.com/russian-market-overview/>（Accessed：2016.11.12）

"Robust Russia Market; Call for Papers Issued for SEMICON Russia". Retrieved from : <http://www.semi.org/en/robust-russia-market-call-papers-issued-semicon-russia> （Accessed：2016.11.12）

"Roselektronika and Chinese CETC intend to arrange joint component production facility", Retrieved from： <http://www.rusexporter.com/news/detail/5053/?sphrase_id=9558>（Accessed：2017.01.09）

"Russia goes for 90nm" (2012.12.10). *Electronic weekly*, Retrieved from : < http://www.electronicsweekly.com/news/business/finance/russia-goes-for-90nm-2012-12/>（Accessed：2017.02.08）

"Rosneft's Sechin sees Russia's role on global oil and gas market rising" (2016.06.21), *Reuters*, Retrieved from: < http://www.reuters.com/article/russia-rosneft-sechin-oil-idUSL8N19D56K> （Accessed：2017.02.16）

"Solid State technology Insight for Electronic Manufacturing" (2014.03). Advancing the Russian microelectronics industry — SEMICON Russia 2014. Retrieved from : <http://goo.gl/sDvsRK>（Accessed：2016.11.12）

"SEMICON Russia 2015 TechARENA Sessions: Learn about Smart Systems and Semiconductor Optoelectronics". Retrieved from: <http://www.semi.org/en/node/55786>（Accessed：2016.11.12）

"Taiwanese-Russian Bilateral Trade in 2015". (2016.04.18). *Russian Exports-National Information Portal*. Retrieved from: < http://www.rusexporter.com/research/country/detail/4367/?sphrase_id=9646 >（Accessed：2017.02.22）

ZavyalovaVictoria, "The rebirth of Russia's microelectronics industry"（2016.01.12）. *Russia Beyand The Headline*.Retrieved from: <http://rbth.com/science_and_tech/2016/08/16/the-rebirth-of-russias-microelectronics-industry_621421>（Accessed：2017.02.03）

ZavyalovaVictoria, "Innovations 2.0: The technology sector is preparing for a reset"（2014.10.24）. *Russia Beyand The Headline*. Retrieved from: <http://rbth.com/science_and_tech/2014/10/24/innovations_20_the_technology_sector_is_preparing_for_a_rese_40833.html>（Accessed：2017.02.03）

Irina Yuzbekova, "Russian microprocessors to debut on global markets"（2016.01.12）. *RBC Daily*. Retrieved from: <http://rbth.com/science_and_tech/2016/01/12/russian-microprocessors-to-debut-on-global-markets_558707>（Accessed：2017.02.03）

（三）網路資源

Air Liquide in Russia. Company website. <https://www.airliquide.com/russia/press-kit-air-liquide-russia>（Accessed：2017.08.16）

Arualtech. Company website: <http://www.arualtech.ru/index.html>（Accessed：2017.08.16）

CEA. Company website. < http://www.cea.fr/english/Pages/cea/the-cea-a-key-player-in-technological-research.aspx>（Accessed：2017.08.16）

Federal State Institution of Science Institute of Semiconductor Physics. AV Rzhanova Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Website. < http://www.isp.nsc.ru/index.php> （Accessed：2017.08.16）

Femtonica. Website. <www.femtonica. ru>.（Accessed：2017.08.16）

Intel. Company website. http://www.intel.com.tw/content/www/tw/zh/internet-of-things/iot-ignition-labs.html>.（Accessed：2017.08.16）

Imec. Company website. <http://www.imec-tw.tw/tw_en/about-imec/history.html>.（Accessed：2017.08.16）

INTECH. Company website. < https://www.intech-group.ru/eng/>.（Accessed：2017.08.16）

Ioffe Institute. Website. < http://www.ioffe.ru/index_en.html>.（Accessed：2017.08.16）

JSC Germanium. Website. <http://eng.krasgermanium.com/products>.
KM211. Company website. < http://www.km211.ru/>.（Accessed：2017.08.16）
LETI. Website. < http://www-leti.cea.fr/en/Discover-Leti/About-us>.（Accessed：2017.08.16）
Luminnotech. Website. < http://www.luminnotech.com/index.php/contact-us >.（Accessed：2017.08.16）
Lhit. Website. <www. Lhit.ru >.（Accessed：2017.08.16）
Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Website.< http://government.ru/en/department/33/events/>.（Accessed：2017.08.16）
Mediana Filter. Website. <http://www.mediana-filter.ru/en_index.html>.（Accessed：2017.08.16）
MEPhI. Website. <https://eng.mephi.ru/about>.（Accessed：2017.08.16）
Milandr. Company website. < http://www.milandr.com/#home>.（Accessed：2017.08.16）
NT-MDT. Company website. < http://www.ntmdt.com/>.（Accessed：2017.08.16）
Optograd. Website. <www. Optograd.ru>.（Accessed：2017.08.16）
Photonanometa. Website. < www.photonanometa.com>.（Accessed：2017.08.16）
Program Systems Institute. Website. < http://skif.pereslavl.ru/psi-info/index.en.html>.
Russia Special Economic Zone. Website. http://eng.russez.ru/.（Accessed：2017.08.16）
SC-IQ. Company website. < http://www.semiconductorintelligence.com/about/>
St. Petersburg National Research University Academic of the Russian Academy of Sciences. Website. < http://aptu.ru>.（Accessed：2017.08.16）
Technounity. Website. <http://www.technounity.com/klaster/klastery-rossii/>.（Accessed：2017.08.16）
Tronic Group. Company website. <https://www.tronic.com.sg/tw/chome.html>.（Accessed：2017.08.16）
Tronic. Website. <http://www.tronic-cleanrooms.ru>.
Trading Economics. Website. <http://www.tradingeconomics.com/russia/gdp-growth/forecast>.（Accessed：2017.08.16）
Word Semiconductor Trade Statistics. Website. < https://www.wsts.org>.(Accessed：2017.08.16）

國立政治大學 National Chengchi University