

東海大學企業管理系碩士班

碩士論文

從社會網絡觀點探討全球半導體產業

的創新網絡與創新能力關係之研究

Investigate the Relation between Innovation Network and
Innovation Capability in the Global Semiconductor Industry

from Social Network Perspective



指導教授：曾俊堯 博士

林盛程 博士

研究生：董紀緯 撰

中華民國九十九年六月

摘要

自半導體產業發展以來，半導體產業與全球經濟發展有著密不可分的關係，透過半導體的發展歷史發現，每一次產業發展的高峰都會帶動全球 GDP 的大幅成長，當然半導體產業低潮期也將衝擊 GDP 成長，半導體產業發展趨勢，儼然成為全球經濟復甦一個重要的先行指標。因此，主要研究目的為針對全球半導體產業，利用公司間專利引用分析，探討創新網絡與創新能力關係。

相關文獻多認為知識的流動會使企業知識存量增加，進而引發創新，而創新能力則直接反應在專利數上。故本研究採用社會網絡觀點，以中心性(程度中心性及中介中心性)、凝聚性與密度，結合動態與量化的數據，分析半導體產業在四個時間階段內佔據技術關鍵地位公司的地位移轉情形。研究樣本為全球半導體產業廠商、並將研究期間依據半導體產業變革分為四階段探討，資料來源為 USPTO 專利資料庫。實證研究結果為，在某一階段佔據關鍵地位的半導體廠商，由於其在網絡中的中心性、凝聚性與密度指標皆顯示該廠商位於創新網絡中關鍵的位置，但隨時間的變化，其關鍵性地位被其他廠商取代。並且發現公司在網絡中的集中及擴散程度、公司在網絡中的知識傳遞程度及子群集間的互動程度越高對公司的創新能力有正向且顯著的影響，然而子群集間的連結關係越緊密，卻導致公司的創新能力呈現負向的效果。

關鍵字：創新網絡、創新能力、專利引用分析、社會網絡分析

Abstract

Since the development from the semiconductor industry, semiconductor industry and global economic development has a close relationship. According to the analysis of relevant literature, the semiconductor industry has highly relevant networks. Therefore, this study aimed to explore the company of semiconductor industry, patents cited by the formation of inter-firm innovation networks.

Relevant literatures indicate that the flow of enterprise knowledge will increase the enterprise's knowledge stock, and thus lead to innovation, and innovation is directly reflected in the number of the patent. Therefore, this study used the social network perspective "centrality, cohesion and density", combined with dynamic and quantitative data, the semiconductor industry in the three phase occupy a key position technique the company's technology transfer cases. The research samples are the global semiconductor industry, and will be divided into three phases during the study period to explore sources of information for the USPTO patent database. The research results, occupy a key position at a certain stage of semiconductor manufacturers, because of its centrality in the network, cohesion and density targets are revealed that the vendor is located in a key position in the innovation network, but the change over time, the key position of being replaced by other manufacturers.

KEYWORDS : Innovation network, Innovation capability, Patent citation analysis, Social network analysis

致謝詞

研究所短短的兩年時光，就在此時要畫上句點，從當初毅然決然的決定要考研究所，放棄社團、玩樂，過著每天補習及跑圖書館的生活，到放榜、備取及等待的惶恐，這些壓力與不安現在回想起來，只能用淺淺的微笑帶過。一路走來受到不少人的幫助，才能讓我在最艱苦的時候撐過來，謝謝你們。

首先，謝謝奶奶、媽媽、三個姐姐和狗狗(Money)的支持及照顧，不管遇到什麼樣的困難，回到家後總是能忘掉那一切煩惱，不用多說只是單純的陪伴。

謝謝指導老師曾俊堯老師及林盛程老師，兩位老師不厭其煩的教導及改正，讓我能順利的完成論文。謝謝修課老師在專業課程上的指導(企管系曾俊堯老師、陳耀茂老師、黃開義老師、胡次熙老師、張道釗老師、周瑛琪老師、黃延聰老師、張榮庭老師、金必煌老師及李春旺老師；國貿系陳靜瑜老師、Steve 老師)。謝謝系辦的助教們(管院盧姐、郭姐、淑華等)在研究所兩年內的協助。謝謝創新育成中心的佩樺學姐、綺霞學姐、員任及小白?，讓我跟東洋有無數艱難的打工任務，進而成為金牌工讀生。謝謝上一屆的學長姐及下一屆的學弟妹。

最後，謝謝研究所一起奮鬥的同學。從大學就一路陪我走過無數低潮及快樂的晏滇；每天都要消遣我三次的洋洋；以後客廳沙發床是我的棲身處的伊伶&夢樺；人生轉淚點兼心靈捕手小玉；同為曾門的養樂多；陀不神-搞帆；吃東西跟著他點就對了的人傑；喜慙發哥；籃球跟我差不多強的長莖；辛普森老爸阿寶；說好不提年齡的安富；嘎嘎嘎小高；哈哈阿滿；囉囉嗦嗦小小；BAD 竹竹吃飯鼓鼓；閃屁噴妮妮；那咪~柚子；白的要命小伶；我的玉米勒凱利；都不邀請我去大房子玩的佩珊；肚皮舞女王小陌；遊戲王阿 mon；還有謝謝阿轟、小眼、依莉、阿余、偉綸、包子、秀慧、一枝、純魚、汶靜、惠琪、雅玲、眉伶。36位剛剛好!!

我會永遠記得最後兩年的學生生涯所發生的一切點點滴滴，祝福大家未來能夠順順利利、健健康康，再見!

董紀緯 謹誌
於東海大學企業管理學系
九十九年六月

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
致謝詞.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 導論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機.....	2
第三節 研究目的.....	3
第四節 研究範圍與限制.....	4
第二章 文獻探討.....	5
第一節 半導體產業發展歷程與產業特性.....	5
第二節 社會網絡分析(Social Network Analysis).....	8
第三節 創新網絡(Innovation Network).....	13
第四節 專利引用分析.....	16
第三章 研究設計.....	20
第一節 研究架構.....	20
第二節 研究假說.....	21
第三節 研究模式與變數定義.....	23
第四節 研究方法及流程.....	26
第四章 實證分析與結果.....	30
第一節 初步專利分析.....	30
第二節 社會網絡分析結果.....	34
第三節 創新網絡與創新能力關係之實證結果.....	47
第五章 結論與建議.....	50
第一節 研究結論.....	50
第二節 研究貢獻及實務意涵.....	55
第三節 研究建議與未來研究方向.....	57
參考文獻.....	58
附錄一 各階段專利權人專利數排名.....	63

表目錄

表 2-1	全球十大半導體廠商排名變化.....	7
表 2-4	社會網絡指標彙整表.....	11
表 2-2	社會網絡相關研究.....	13
表 2-2	創新類型.....	14
表 2-3	創新元素表.....	14
表 2-5	專利指標.....	17
表 3-1	研究假說及變數彙整.....	26
表 4-1	四階段前十大專利權人專利數排名.....	33
表 4-2	各階段程度中心性數值彙整表.....	34
表 4-3	各階段前五大程度中心性數值之公司.....	37
表 4-4	各階段中介中心性數值彙整表.....	37
表 4-5	各階段前五大中介中心性數值之公司.....	40
表 4-6	第一階段凝聚性及密度群組.....	41
表 4-7	第二階段凝聚性及密度群組.....	42
表 4-8	第三階段凝聚性及密度群組.....	43
表 4-9	第四階段凝聚性及密度群組.....	44
表 4-10	各項變數之 Pearson 相關係數矩陣.....	47
表 4-11	變數之混合迴歸實證結果.....	48
表 5-1	研究假說檢定結果彙總表.....	54

圖目錄

圖 2-1	全球半導體產業產值成長率	6
圖 2-2	社會網絡	8
圖 2-3	專利引用網絡	19
圖 3-1	研究架構圖	20
圖 3-2	分析流程圖	28
圖 4-1	半導體產業歷年專利數(1976~2009)	31
圖 4-2	各階段整體專利數及前 150 家公司所佔之比率圖	31
圖 4-3	四階段之程度中心性網絡圖	36
圖 4-4	四階段之中介中心性網絡圖	39
圖 4-5	四階段之凝聚性最高之群組圖	46

第一章 導論

第一節 研究背景

知識經濟是二十一世紀的必然趨勢。所謂第三次工業革命指的是人類社會進入以無形資產創造財富的主要工具，而一個社會的知識存量與知識創新能力已成為驅動國家經濟發展的主要因素。知識也將成為公司所擁有最重要的資產，在目前競爭激烈的環境以及成長迅速的半導體產業，使得企業必須瞭解如何運用、創造及保護知識，藉以為公司創造價值、提升競爭力。然而，為了獲取知識，企業必須在與合作夥伴相互影響的過程中，透過知識轉移及傳遞的作用，擴大自己的知識存量，而藉由企業與企業間的知識交流，逐漸產生一種互利的關係，進而建立起一個緊密的創新網絡關係。

半導體產業成長主要來自IC產業，換言之產業衰更代表IC產業的好壞，因此半導體產業理所當然便成為全球IC產業景氣的櫥窗，IC產業好壞又和全球經濟發展有密不可分關係。綜合來說，半導體不僅直接受到IC產業的影響，又和全球經濟發展有密不可分關係，彼此連動性高。透過半導體的發展歷史發現，每一次產業發展的高峰都會帶動全球GDP的大幅成長，當然半導體產業低潮期也將衝擊GDP成長，半導體產業發展趨勢，儼然成為全球經濟復甦一個重要的先行指標。快速變化的市場環境，也使得半導體產業內的企業面臨一個快速變化的動態環境。Robert(1994)指出，主導半導體產業發展最重要的力量是產品技術(product technology)與製程技術(process technology)。因此，技術該如何保存便為現在各家公司競相努力的目標。另外，Friedman(2005)提到全球化將是未來的趨勢，而世界的疆界正在被抹平，而在此趨勢下，產品技術、生命週期等都將面臨快速變遷的壓力，這些企業想要在這樣競爭激烈的環境下生存，就必須擁有具備創新能力的產品來提高績效(Cabral and Leiblein,2001)。因此，企業必然需要藉由本身的創新或引用其他企業的專利，來獲取大量的資源及複雜的技術能力，所以，本研究認為在半導體產業內之企業，存在著高度相關的網絡關係。

第二節 研究動機

為了獲得創新能力，關鍵的成功因素在於知識的傳遞，知識傳遞有利於技術的創新，透過傳遞的創新網絡關係，企業與企業間能夠更緊密及更密切的連結。Lewis(1990)提到為了獲得創新能力廠商、研究機構與政府之間會形成一種網絡關係，將技術分享於網絡中的夥伴，透過網絡內的知識傳遞，獲取知識的情報來源，創造一種互利的網絡關係，建立公司的創新技術優勢。根據 Buchel(2002)的研究顯示知識管理領域中最有價值的活動是創造知識網絡(knowledge networks)。提出有效率的知識網絡可以讓知識密集型的組織增加效率、促進創新並維持員工滿意。另外，Badaracco(1991)從知識和學習動機的觀點著眼，認為企業間會創造一種知識聯盟(knowledge link)的關係，參與聯盟之企業可藉此學習或共同創造新知識及能力。由於潛藏知識的特質—僵固性，使其在各個組織之間的移動既緩慢又笨拙，若要獲得潛藏於其他機構的知識，則其間必須先建立起複雜而緊密的關係。創新知識網絡的建立會導致隱性知識的累積，而這是很難被競爭者所仿製的，也因此可以成為企業持久競爭優勢的基礎。

近年來，專利已被認為是衡量公司創新績效的指標(Narian and Noma,1987; Griches,1990; Trajtenberg,1990)。故企業創新的能力，透過專利的保護，已成為各家公司積極增強本身競爭力的創新指標。所以本研究選擇以專利權作為衡量創新能力的指標。一般衡量創新能力，主要是以研究發展支出的創新投入以及專利權的創新產出為有效的指標。由於各組織的 RandD 支出並無法直接瞭解知識流動的情形，對於知識擴散的效果與其所形成的網絡關係，不像專利權項目可以利用引用關係，分析組織間的流入(inflow)與流出(outflow)。專利權的主要功能，不只是提高產業進入障礙，同時也反映了產業結構的改變(Klepper,1996)。也就是專利如何被運用會影響到進入產業的機會與市場結構，更影響創新技術的本身，而且因為知識擴散所形成的網絡關係更是促進產業技術進步的原因。然而專利分析是

以個別技術為分析單位，無法探討創新技術間彼此的交叉影響，因此，出現了許多以網絡為基礎的專利分析(Stuart,1998; Cantner and Graf,2006; Thompson,2006)。

然而，過去以網絡為基礎的專利分析，僅透過社會網絡各項指標(中心性、凝聚性、密度等等)來解釋或找出在該產業或該群體間最具影響力的中心者，並未探討各項指標對創新能力的影響。另外，由於半導體屬於高科技產業，其產業之產品、技術及知識流動變化快速，因此，半導體產業內的關鍵技術應隨時間不斷的轉移，若單純以社會網絡分析來解釋，會忽略許多變數之間的相關性，也無法解釋隨著時間的推移，技術及知識移轉的演進關係(Su and Lee, 2009)。故本研究試圖融入時間的觀點，探討產業內在不同期間創新網絡內最具影響力專利權人間的移轉關係及社會網絡指標對創新能力的影響。

第三節 研究目的

本研究之目的乃針對半導體產業，其專利發明人所形成的網絡關係。相關文獻多認為知識的流動會使企業知識存量增加，進而引發創新，而創新能力則直接反應在專利數上，故本研究以社會網絡觀點探討半導體產業的創新網絡與創新能力關係。

綜合上述研究背景及研究動機，引導出本研究的研究目的如下：

1. 以社會網絡觀點探討半導體產業公司在各階段所形成的創新網絡關係，以及各公司在半導體產業的創新網絡是否會隨時間而變化。
2. 探討半導體產業公司是否會因為集中或擴散程度、知識傳遞的程度或在子群集內的凝聚性及密度對公司創新能力有產生影響。

第四節 研究範圍與限制

社會網絡分析有別於一般統計分析，是一套將理論與方法緊密結合的觀點，故本節將從資料來源、研究對象說明網絡資料的蒐集。

一、專利資料來源

本研究使用 Patent Pilot 專利檢索資料庫作為專利資料來源。該資料庫以美國專利資料庫(US Patent and Trademark Office ; USPTO)為主。選擇以美國專利資料庫的原因有二：

1. 美國是世界半導體工業的發源地，而其專利的屬地特性，使得重要的發明皆會至美國申請專利。
2. 美國專利資料庫授予的專利每年約十萬項，其中有一半為非美國的發明，故其專利數相對於其他專利資料庫的資料較充足。

二、研究對象

綜合上述分析，本研究以專利資料庫(USPTO)瞭解半導體產業內企業在專利引用上的網絡關係，選擇半導體產業的原因為以下兩點：

1. 半導體產業為知識密集與高技術發展的產業，因此存在著大量的知識流動及創新行為。
2. 透過半導體產業內之企業的網絡關係，瞭解各別公司在產業內的集群。

三、研究限制

本研究之研究限制有以下兩點：

1. 本研究根據國際智慧財產局(World Intellectual Property Organization ; WIPO)所制定的國際專利分類碼(International Patent Classification ; IPC)，以半導體產業相關技術之分類前四碼 H01L 為主，因此若公司在申請專利時並不以 H01L 作為分類碼，會導致本研究在搜尋專利數時的遺漏。
2. 本研究之時間區隔是以半導體產業之變革區分，導致前三階段皆為十年，而第四階段只有四年，使得該階段之創新網絡及創新能力會有些許誤差。

第二章 文獻探討

本研究之文獻探討第一節部分先分析半導體產業的發展歷程，後主要分為第二節之專利分析及第三節之社會網絡分析兩部份分別說明，再探討兩者之間的關連。

第一節 半導體產業發展歷程與產業特性

全球半導體產業的發展是由 1940 年代從美國開始。自 1970 年代開始，產業中出現了明顯的垂直分工趨勢及型態，首先是系統廠與 IDM 廠的分工，接下來則進一步出現專業晶圓代工及 IC 設計公司，進而相繼發展出其他的下游及支援性產業。在全球半導體產業的發展過程之中，以美國、日本兩國居主導地位，其相互競爭，領先優勢互有消長，但在主要技術的研發以及技術轉移、擴散上，仍是以美國為主。

半導體產業是一個高度景氣波動的產業，半導體產業依循著五年一次小循環、十年一次大循環的週期發展，稱為「矽週期循環」(Hao and John, 2007)。從 1970 年代開始，半導體產業歷經五次大週期；第一次循環，從 1975 年市場負成長 6%，景氣一路下滑，到 1984 年反轉 46% 高度成長，平均複合成長率為 20.4%；第二次循環，從 1985 年負成長 16%，經過十年時間，到 1995 年反轉 46% 高度成長，平均複合成長率仍有 20.8%；第三次的循環則是從 1996 年初價格再次下跌，到 2000 中，達到歷史新高點，但由於美國 NASDAQ 高科技股於 2000 年 3 月受到網路泡沫化的股災波及，結果導致第四年的循環，為 2001 年的谷底，在 2001 年觸底反彈後，到 2005 年又落底成為第五次的循環(圖 2-1)。

另外，半導體產業過去發生過三次主要的變革，第一次變革是從 70 年代到 80 年代，產業由過去系統公司獨攬系統與 IC 設計的垂直整合時代，轉變為系統公司與 IC 公司的分業體制，以及 ASIC 與 ASSP 的出現，它使得 Gate Array 與

Standard Cell 的設計技術成熟，並使 Fabless IC 公司與 Foundry 公司成為新興公司。第二次的變革為 90 年代，在 90 年代之前，IC 產業是以整合型的 IDM 公司如(Intel、NEC、Toshiba)為中心，而 90 年代之後逐漸有重量級的 Fabless IC Design 及 Foundry 等公司出現。第三次的變革則到了公元 2000 年，半導體的製程進展到 0.18 微米，而晶片上集積的電晶體數已大大超過一千萬個，此時半導體產業進入完全專業分工的時代。產業呈現專業分工的情形，有包括 SIP Provider、Design Service、Foundry、Packaging、Testing、EDA vendor 等公司各司其職。完全垂直整合的公司將只剩少數幾家，而最可能的公司型態則是跨幾個領域，以最有效率的方式呈現。而每次變革皆使半導體產業面臨重大的改變，也使得公司排名產生明顯的變化。三次變革時間分別為 1970 年~1980 年、1990 年中期及 2000 年中期。因此，本研究將依據景氣循環及半導體產業變革將半導體產業發展歷程分為 1976 年~1985 年、1986 年~1995 年、1996 年~2005 年及 2006 年~2009 年四階段。每階段皆包含一到二次的矽週期循環。

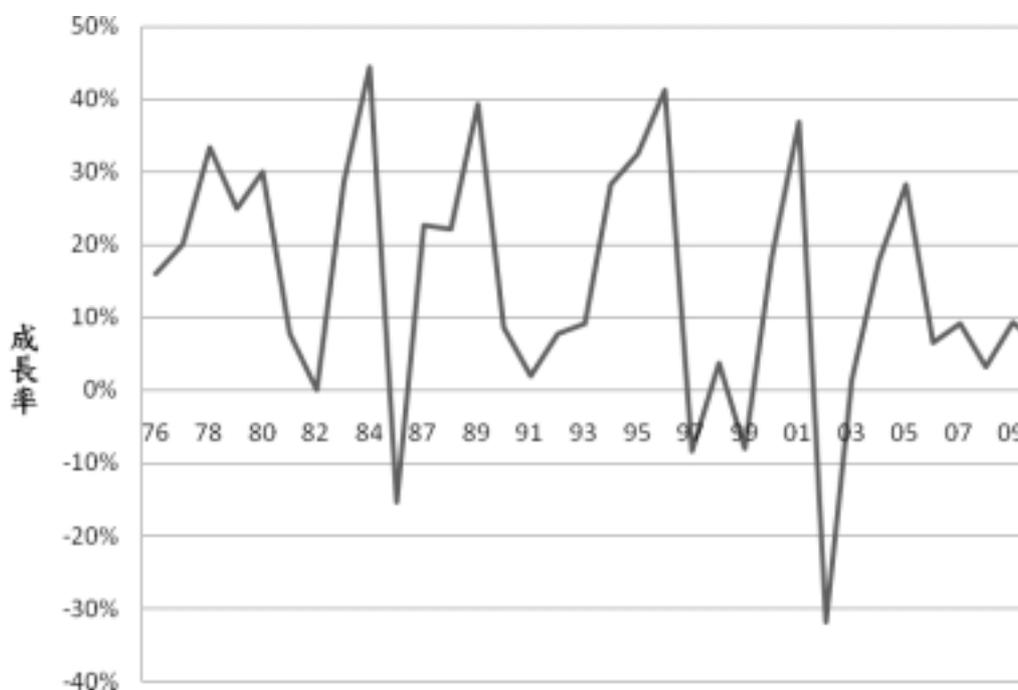


圖2-1 全球半導體產業產值成長率

資料來源：2008 半導體年鑑

半導體是一個技術快速發展、市場版圖變化多端的產業，表 2-1 是半導體產業從 1975 年以來，世界前十大半導體廠商的排名，在 1975 年排名前十大的廠商，到了 1995 年時只有 3 家仍在前十大之內。1980 年中期起日本廠商異軍突起，到 1990 有 6 家日本廠商分別進入前 10 名，其中又以 NEC、Toshiba 與 Hitachi 分居前三名；到了 1995 年代美國的 Intel 再度取得世界第一的頭銜，此年代另外的新興半導體國家則是韓國與台灣，韓國的三星電子從 1995 年入榜，到 2000 年時是世界第 2 名。由此知半導體產業的產業生命週期循環速度非常快，各公司間相互競爭、成長，必定投入大量研發，以獲取更多的專利技術，維持公司競爭力。由於產業的變化多端，使得具有關鍵技術的公司不斷的移轉。

表 2-1 全球十大半導體廠商排名變化

廠商	1975	1980	1984	1990	1995	1998	2002	2005	2008
Natioal	3	3	5						
Intel	4	4	6	5	1	1	1	1	1
Rockwell	6								
Sinetics/Phillips	9	8	8	10	10		10	8	
American Microsystems	10								
Texas Instrument	1	1	1	7	7	3	5	3	4
NEC		5	2	1	2	2	6	10	
Hitachi		7	4	3	4	7			
AMD		9	10						
Toshiba		10	9	2	3	6	3	4	3
Fujitsu			7		8	10			
Mitsubishi				8	9				
Matsushita				9					
Samsung					6	8	2	2	2
IBM						5			
Infineon Technologies							7	7	10
STMicroelectronics						9	4	5	5
TSMC							9		

資料來源：2008 年半導體年鑑

另外，由於半導體產品的開發與製造，必須集合無數的人才、資金、技術才能成功，而新產品發展的高風險與高成本及新生產設備投資的成本不斷上升，因此近年來，無論是歐美日先進國家或是韓台新等新興國家的廠商，都不斷進行跨國的合作，希望藉由廣泛的策略分工與聯盟，來降低技術、市場、投資與營運的風險，尤其在進入奈米製程技術世代，由於技術開發的高投資與高風險，新生產設備的巨大投資，更促使成立更多的跨國技術開發策略聯盟，因此形成結構緊密的創新網絡關係。也就因為此創新網絡關係，故本研究選擇以半導體產業作為衡量動態變化的產業。

第二節 社會網絡分析(Social Network Analysis)

一、社會網絡的定義

社會網絡一詞最早用以表示社會內，人與人或企業間真實存在的社會關係。而後續學者也定義社會網絡為社會內的行動者(Actors)與行動者之間的關係(Relationship)之間所形成的連結關係模式的集合(Wellman,1988; Scott, 2000)，行動者與其間的關係為網絡關係內的兩個基本元素，兩個行動者間由於存在某種關係而彼此互動，各種不同的關係則會構成各種不同的網絡，如圖 2-2。網絡中的行動者可以是個人、企業或是一項技術、專利等，至於行動者之間的關係則由研究者所需而定義。

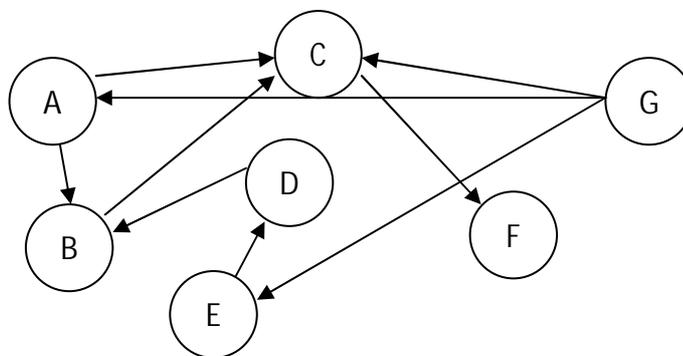


圖2-2 社會網絡

圖 2-2 中，A-G 為行動者(個人、企業或技術)，箭頭之間表示兩者的關係，而所有相關的關係所集合起來，則為社會網絡。

二、社會網絡特性

網絡(network)是一種可以應用於各個研究領域的概念(例如：醫學、生物學、社會學、政治學、心理學、人類學、經濟學...等)，研究者可以研究網絡中個體與個體之間的互動連結，以及與所屬的大環境之間的關係；在60年代開始，社會科學領域才逐漸將網絡的概念引進，進而發展出「社會網絡」的概念，社會網絡亦是當時西方社會心理學家研究互動行為及人際關係的重要觀點，除了理論的發展外，最具特色即是在於它的網絡分析方法。隨著資訊科技的進步，社會網絡觀點的分析工具，已被廣泛地應用於各個研究領域(例如企業社會學及企業管理、管理心理學等)，也包括本研究主題的領域：創新網絡。由社會網絡分析法所建立的創新網絡，具有描繪出原本無法看見的各種關係網絡的能力，運用所發展出的指標，瞭解評估整個創新網絡的狀況，如分散或是緊密，瞭解創新網絡中的角色是位於核心或邊陲，來解決社會或個人所面臨的問題。蔡勇美、王德睦與李美玲(1998)指出，不論是何種領域的網絡，皆可區分成四種特質，即網絡大小、網絡異質性、網絡連結性及網絡重疊性，以下詳加描述：

1. 網絡大小：

即代表個人人際關係的範圍大小，亦即網絡規模。一般而言，越需要創新的產業，網絡規模越大，因為其需要不斷的與外界聯繫，做知識傳遞的工作。

2. 網絡異質性

Burt(1992)認為，網絡異質性表示一個人能夠在不重疊的情況下，拓產自己的社交範圍。而一個人的網絡異質性越大，其想法、思考會更多元，有助於增加社會資本(熊瑞梅，1999)。Blau and Schwartz(1984)亦指出，網絡異質性對工具性行動是有利的，例如藉由網絡關係來獲取資訊。

3. 網絡連結性

網絡連結性有四個元素，分別為：連結建立的時間持久性(Duration)、連結深度(Intensity)、信任親近度(Closeness)及互動頻率(Frequency)。若以上四元素皆呈現強的關係及深度，則此網絡連結性屬強連結，反之則屬弱連結。

4. 網絡重疊性

指不同類型的網絡，其重疊性的高低。例如創新網絡與社會網絡的重疊性越高，則網絡密度會越高，網絡連結度就會越強。

三、社會網絡指標

社會網絡分析並不只是以圖形說明行動者與連結間所形成的網絡關係，更可以社會網絡指標作為衡量該行動者在網絡中的影響力。而社會網絡分析指標中，又以「中心性」指標、「網絡密度」及「凝聚性」最常被使用。因此本研究主要以此三大指標作為衡量之變數。

1. 中心性(Centrality)

中心性在社會網絡分析中的重點之一，研究發現中心性與群體效率有關。許多學者利用它來研究創新產品的擴散，知識的散佈等。Freeman(1979)在其研究中驗證如下的假設：「行動者越處於網絡的中心位置，其影響力越大。」個體在群體中具有怎樣的權力與地位，可說是其在社會網絡中是居於怎樣的中心位置。並將中心性分為三大指標：程度中心性、接近中心性及中介中心性。因此，中心性常被當作是發明重要性的指標。然而，因為要計算接近中心性前提是創新網絡必須是完全相連圖形(full connected graph)，且若創新網絡具方向性則更嚴格，必須要整個圖形內所有節點兩兩強相連才能計算，另外，接近中心性又與程度中心性高度相關，因此本研究不予採用。

2. 網絡密度(Density)

指的是網絡成員間彼此互動的聯繫程度，亦即團隊成員彼此互動的平均程度(Wasserman and Faust,1994)。密度高就表示網絡中的任何一個成員和其他成員的

連結關係多，密度低就是每一個成員間相互連結較少。當群體的網絡密度值越高，成員的互動程度也越高。Coleman(1990)認為成員彼此互動程度越高，產生的資訊與資源交換就會增加，而且當一個團體有互動，成員就會分享價值、信念或目標，也容易產生情緒感染，因此對團體運作易有正向影響。相反地，當群體的網絡密度值越低，成員彼此的互動程度也越低，表示成員和其他成員的連結少或是只限於和少數有互動，如此會對對團體的運作及結果產生較不良的影響。

3. 凝聚性(Cohesion)

凝聚性在社會網絡分析中扮演了重要的角色，如何把行動者分到各個不同的子群是其關注重點。亦即以行動者間關聯的密度來分析存在網路結構中的「子結構」(sub-structure)。一個子群無非是行動者的子集合，只是該子集合中的行動者間的聯繫相對比較緊密。以此理解一個群體的團結性，並進一步詮釋一個整體的社會網絡是如何行事，是具有重要意義的。「個體與網絡的關係越緊密，他們就越受到網絡中的各種標準所影響」。在高度凝聚的群體中，個體的信念往往很一致，一般具有十分類似的看法與想法。因此利用網絡的凝聚性作為一個解釋變量，研究群體中的成員如何達到共識，此一解釋變量更具說服力。

因此，表 2-4 整理出過去以此三大指標作為衡量變數的研究。

表 2-4 社會網絡指標彙整表

衡量變數	學者
程度中心性 (Degree Centrality)	Brandes.(2001)、Yin et al.(2006)、Su and Lee(2009)
接近中心性 (Closeness Centrality)	Brandes.(2001)、Yin et al.(2006)、Su and Lee(2009)
中介中心性 (Betweenness Centrality)	Brandes.(2001)、Yin et al.(2006)、Su and Lee(2009)
凝聚性 (Cohesive)	Collins(1988)、Wasserman and Faust(1994)、Otte and Rousseau (2002)
網絡密度 (Network Density)	Wasserman and Faust(1994)、Stuart(1998)、Otte and Rousseau (2002)

資料來源：本研究整理

四、社會網絡相關研究

社會網絡分析是一項衡量個體在群體或網絡關係中地位的工具，並以「關係數據」做為資料的來源。研究社會網絡分析的科學家們專注於找出網絡的關係和模型，並觀察對偶之間是如何流動。他們觀察社會網絡的資訊來解釋社會成員的態度和行為。透過社會網絡的方法，分析師可以研究網絡的關係是如何透過資訊流動，人們是如何獲取資源和資訊，以及如何分散和結盟(Garton, Haythornthwaite, and Wellman, 1997)。然而，除了研究整個網絡，分析師也投入密集集群的研究和找尋相似的關係。在過去三十年來，社會網絡分析制定了一系列的概念和檢測關係模式的方法，以分析不同類型的相互關係，是如何影響網絡成員的行為，並瞭解網絡成員影響社會關係的特點，以及其結構(Wellman, 1988; Berkowitz, 1982; Scott, 1991; Wasserman and Faust, 1994)。

社會網絡分析家最早的研究概念是研究個人和組織在社會網絡中的核心位置。從此概念裡，可以找到的社交測量概念的「明星」人物，他是團體中最受歡迎及注意的人。以一個點為中心，大量連結至其他周圍的點上。例如，在一個大型的社群連結上，其中會有一點在中心位置，也就是說，該點的位置在整個網絡關係上具有策略意義。對整個網絡而言，中心點會比其他附近的點顯得相對突出，整個社群的焦點會落在網絡中的核心上。中心點指出，此點會直接連結其他節點。最簡單且明瞭衡量中心點的方法是由節點在圖表上的變化程度。比較簡單的連結程度是相鄰兩點的連結。由於這是簡單來計算某些節點，而相鄰的某一節點，可能會忽略其他節點的間接連接，但此亦能夠視為衡量網絡關係的中心點。本研究利用路徑和中心的概念來分析資料。社會網絡分析提供一個可視的觀點以及數學分析，來瞭解複雜的人際系統(Krebs, 2006)。社會網絡相關研究如表2-2：

表 2-2 社會網絡相關研究

作者	時間	相關研究
陳俊宏	2002	建構專業虛擬社群內團隊之社會網絡分析系統
曹勝雄	2003	社會網絡對旅行業間策略聯盟績效影響之研究
蘇科丞	2005	個人間與組織間網絡對資訊利益之影響
Beaucage and Beaudry	2006	Innovation Networks and Gatekeepers of Canadian Biotechnology Clusters
Beaucage and Beaudry	2006	Innovation Networks and Collaboration in Canadian Nanotechnology Clusters
楊式玕	2007	新竹科學園區半導體廠商董監經理人之社會網絡分析
Chia-Shen Chen	2007	A Qualitative Research of Entrepreneur's Social Networking Behaviors

資料來源：本研究整理

第三節 創新網絡(Innovation Network)

一、創新的定義

創新(Innovation)最早是由古典學派經濟學家 Schumpeter 在「經濟學發展理論」一書中所提出，他定義創新為把原來的生產要素重新組合，以滿足市場需求，改變其產業功能，進而創造利潤，主要有三個觀點。第一，創新是生產過程中內化而來的，他認為創新是由內部發展而來，而不是由外部強化而來；第二，創新是一種「革命性」的改變，也就是先前研究未發現的部分；第三，創新必須能夠創造出新的價值，有價值才對經濟貢獻有所幫助；第四，創新是經濟發展的本質規定。近年來，創新一詞才受到世界上的注意，甚至認為創新是在動態市場中，企業獲取競爭力的唯一方式(Zahra and George, 2002)。而關於創新的種類後續學者提出多種不同的類型，見表 2-2：

表 2-2 創新類型

學者	創新類型
Marquish(1982)	1. 漸進式的創新 2. 系統的創新 3. 突破式的創新
Frankel(1990)	1. 持續性創新 2. 動態持續性的創新 3. 不連續性的創新
Christensen(1997)	破壞式創新
吳思華(1998)	1. 產品創新 2. 製程創新 3. 組織創新 4. 策略創新
Tseng(2009)	1. 基礎性創新與應用性創新 2. 漸進式創新 VS 跳躍式創新

資料來源：本研究整理

根據上述定義及種類整理，科技政策研究與資訊中心—科技產業資訊室提出創新元素表，見表 2-3，表中分為兩大構面，市場拉力與技術推力，分別以價值高低與創意大小衡量，「價值高」即表示具高市場佔有率或是高市場拉力；「價值低」表示表示市場接受度較低，或是較小眾的市場需求；「大創意」可以當成歷史上第一次的發現或是應用。「小創意」即是在過去的基礎上所持續努力與最佳化的結果。因此，本研究所著重的即在價值高且過去未發現的專利保護發明。

表 2-3 創新元素表

		技術推力	
		小創意	大創意
市場拉力	價值低	A：工程改良	B：基礎科學發現
	價值高	C：新營運方法	D：具專利保護的發明

資料來源：科技政策研究與資訊中心—科技產業資訊室

二、創新網絡

創新網絡內的活動需要資源的不斷投入，並收集市場上相關的技術、知識與資訊。產業內的網絡，其交換之功能在於促進知識技術，即為創新之交換功能(Johanson and Mattsson,1988)。

企業為了創新，需要不斷與外界進行物質、信息、能量的交換，且企業在技術創新的過程中頻繁地與相關企業或組織發生聯繫、交換知識或信息等資源。並進化發展出網絡化的新型組織模式。企業創新網絡就是企業和其它各不同層次的相關企業或組織，基於共同的技術創新目標而建立起來的一種網絡組織形式。目的是為瞭解決現代創新環境下，技術創新的不確定性、資源缺乏以及企業內部技術創新能力有限性之間的突出矛盾，以幫助企業更好地利用外部資源強化核心技術，實現創新目標。同時，還能從整體上提升網絡的競爭力和抗風險能力。最終使得所有網絡成員共同獲益(Gemünden et al.,1996)。

Freeman(1991)有關創新網絡的論述強調，企業內部存在普遍、經常、非正式的網絡關係。DeBresson and Amesse(1991)以發明人(innovators)為網絡行為的核心，提出發明人較常使用的網絡有四個：為供應者與使用者間之網絡、同一產業內先驅者與使用者間之網絡、國際策略聯盟以及專業組織間之網絡。

許多學者對於創新網絡的意涵，認為應該要從外部的觀點探討企業團隊互動的過程，並歸納出團隊的外部活動(Ancona and Caldwell,1992)，在高度不確定的環境中，專案團隊的活動日益複雜，團隊成員需要蒐集相當數量的相關知識資訊，以了解市場上的狀況，還要與產業內跨團隊的互動，以協調開發的相關事宜(Sethi and Nicholson, 2001)。專案團隊在開發中所執行的眾多活動，則牽涉到跨部門、團隊內(intra-group)與團隊間(inter-group)的互動關係(Guzzo and Shea,1992)。

企業創新網絡由創新企業、政府、高校及科研院所、其它相關企業、用戶、中介和金融機構等多種主體構成，是一種混合型網絡。其中既包括創新企業與上

下游關係的供應商以及用戶之間形成的垂直合作網絡，也納入了創新企業與政府、高校及科研院所或競爭對手之間形成的水平合作網絡。而且，還可能與若干由聯繫密切的某幾個主體所形成、大小不等的子網絡。本研究即針對半導體產業所形成的創新網絡進行探討，藉由此瞭解企業彼此間的相對位置與相互連結的網絡關係。

第四節 專利引用分析

一、專利引用分析法

專利引用分析是透過專利資料庫中之資料，經過質化或量化的分析，進一步得出對企業有價值的資訊或知識的方法。過去許多對於專利資料的分析主要都使用統計方法來執行，而專利引用分析主要分為兩類：

1. 專利引用量化分析：以專利數目的多寡評估此國家、產業或發明人在創新上的投入的程度(Hall, et al.,2000)。或根據專利的技術生命週期(Technology Cycle Time)分析該公司擁有此技術的時間優勢或技術壟斷優勢(Mogee,1997)。
2. 專利引用質化分析：專利引用(Citing)與被引用(Cited)的次數研究，用以評估核心技術的位置及其相對優勢的程度(Jaffe et al., 1993；Harhoff, et al., 1999)。或利用專利之間的引用關係，衡量公司技術與其他對象(全球、產業或公司)之間的重疊關係(Stuart and Podolny, 1996；Podolny et al., 1996)。

國內外對於專利的指標有許多種方式，而美國 ipIQ 公司(原 CHI Research)根據美國專利資料庫的資料，發展出衡量企業專利實力的指標，並將其分為量化指標與質化指標兩大構面。量化指標分為基本指標與引用指標；質化指標則有科學關聯性指標，本研究以下表 2-5 中詳細說明：

表 2-5 專利指標

分類	專利指標	定義	意義
基本指標 Basic Indicator	專利數目 (Number of Patent)	一段時間內，一間公司所獲得的專利數量。	評估公司所從事技術活動的程度。
	專利成長率 (Patent Growth 1 Year)	將一年所獲得的專利數與前一年所獲得的專利數相比所計算出當年較前年的增減幅度百分比。	評估公司技術活動的變化程度。
引用率指標 Citation Indicator	引用次數 (Cite Per Patent)	該公司專利被後來專利引證的次數	引證次數越高，代表公司技術越為基礎及重要
	引證指標 (Citation Index, CI)	該公司專利被後來專利引證的次數與其他對象(全球、產業或公司)相較之比值。	若引用比率大於一，代表公司技術越為基礎及重要。
	現行衝擊指數 (Current Impact Index)	近五年內公司專利被引證的比率與產業內被引證比值的加權平均。	公司近期技術發展相較於產業的情況為何。
	技術強度 (Technology Strength)	專利權*現行衝擊指數。	評估該公司專利組合的力量。
科學關聯指標 Science Linkage Indicator	技術生命週期 (Technology Cycle Time)	公司專利所引用的專利年限之中位數。	若 TCT 低，則表示此技術較新且創新速度快。但 TCT 會因技術的不同而有差異。
	科學關聯性 (Science Linkage)	一家公司所擁有的專利平均引用論文或研究報告的篇數。	評估該公司的專利技術與科學研究的關係。但會因產業的不同而有差異。
	科學強度 (Science Strength)	專利數目*科學關聯性	評估一家公司使用基礎科學所建立的專利組合程度。

資料來源：本研究整理

然而，並非所有企業皆會對研發創新的結果申請專利，因為專利的保護時間有限，故企業必須在商業機密與專利保護兩者間取得平衡，所以專利僅能反映出部分的研發創新行為。根據 Yoon and Park(2004)針對專利的缺失提出以下四點：第一，專利引用只考慮到引用的頻率及數量的多寡，因此可能產生一些表面性的誤導，且並無法辨認專利之間的內部關係。第二，專利引用只能探討兩個專利之間的連結狀況，並無法獲得所有專利引用的整體關係。第三，專利引用分析僅採用引用(citing)與被引用(cited)的資訊，因此研究的範圍會受到限制。第四，引用分析需要徹底的檢索並不容易，需要耗費大量的時間。儘管如此，專利指標仍然是相關文獻中被視為作為衡量創新績效的指標(Narian and Noma, 1987; Griches, 1990; Trajtenberg,1990)。而為了避免專利指標對創新績效衡量的偏誤，有學者提出以『專利引證次數(Citations number)』作為企業創新績效的指標，如 Harhoff et al.(1999)研究認為專利引證數越多，則相對地產生高的經濟價值；Trajtenberg(1990)則以每個專利被引證次數作為權重求得加權的專利數，結果顯示專利被引證數越高，專利的價值也就越高。但專利被引證次數對於樣本數較多的分析是困難的，因此，本研究僅採取專利數目作為衡量創新能力的變數。

二、專利引用分析與社會網絡分析

由於專利分析的缺失，許多研究開始以社會網絡分析來作為專利分析的輔助方法。若將行動者當作是一個專利，則專利之間的關係則會形成一個技術網絡(翁順裕、賴奎魁、陳孟棋，2007)，則在網絡中，節點(node)代表一項新技術或一個專利。若我們將 A-Z 視為一項專利，並將時間因素考慮進去，則箭頭即為專利引用(citing)與被引用(cited)的關係，整體就會形成一個專利引用的技術網絡(Stuard and Podolny,1996 ; Lai and Wang,2009)。如圖 2-3。

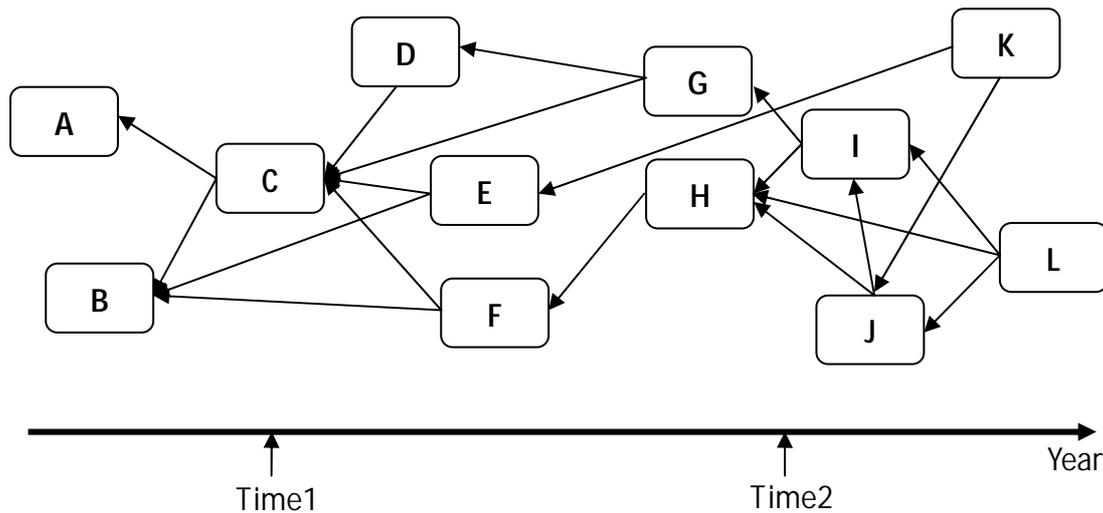


圖2-3 專利引用網絡

資料來源：本研究參考 Lai and Wang(2009)修改

圖中節點代表專利，節點之間的關係即為專利的引用關係。一個引用關係代表一項創新技術連結到另一項創新技術，其關係顯是一項新專利不只是建立在先前的專利上，更是以先前的專利作為基礎的前提假設(Stuard and Podolny,1996)。而連結與時間成反向關係，因為舊的專利無法以新的專利為基礎，只有新的專利才能以舊的專利為參考基礎。因此，一項專利的形成，深受網絡中各項專利之間的「引用關係」所影響。

根據 Su and Lee(2009)所述，產業的知識技術的利基點會隨著時間的演進而改變。也就是說，一個產業的關鍵技術，會隨著時間的演進而產生另一關鍵技術來取代原本舊關鍵技術的地位(Gupta and Bhattacharya, 2004)。例如上圖 2-3 所示，在時間 T_1 下的關鍵專利為 B 及 C；時間 T_2 下的關鍵專利為 H、I 及 J，且專利 B、C 形成一群集，專利 H、I、J 形成一群集，並各自為其時間背景之下產業的關鍵技術位置。故以社會網絡觀點與專利引用分析在技術上有其共通性。Yoon and Park(2004)則對以社會網絡觀點與專利引用分析探討關鍵技術存在的位置，並提出以下四優點：第一，社會網絡分析將專利之間的關係視為是一個具體化的網絡，因此可協助分析者對專利資料庫的整體結構能有一個直覺上的瞭解。第二，社會網絡分析豐富了專利分析的潛在效用，因為它考慮多樣化的關鍵字，與產生多種有益意義的指標。第三，從資料搜尋時間與成本的角度，以網絡為基礎的專利分析較具經濟性。

第三章 研究設計

根據文獻探討的結論，本章節分為研究架構、研究假說，最後說明本研究的研究方法，包含社會網絡分析指標、資料處理及分析流程。

第一節 研究架構

本研究係探討半導體產業的創新上，專利引用及被引用所形成的網絡關係，從網絡觀點來衡量半導體產業內各公司在專利資訊上彼此之間的相關程度，並從網絡特徵及關係中瞭解半導體產業在專利上的引用關係及相對位置。是否會依據時間的改變，發生專利技術利基移轉的情形。本研究並利用社會網絡觀點來驗證半導體產業的網絡關係，探討半導體產業是否存在緊密的網絡關係，而本研究依照經濟部工業局半導體產業的分類，將半導體產業分為上游設計、中游晶圓製造、下游封裝測試。本研究架構如下圖 3-1：

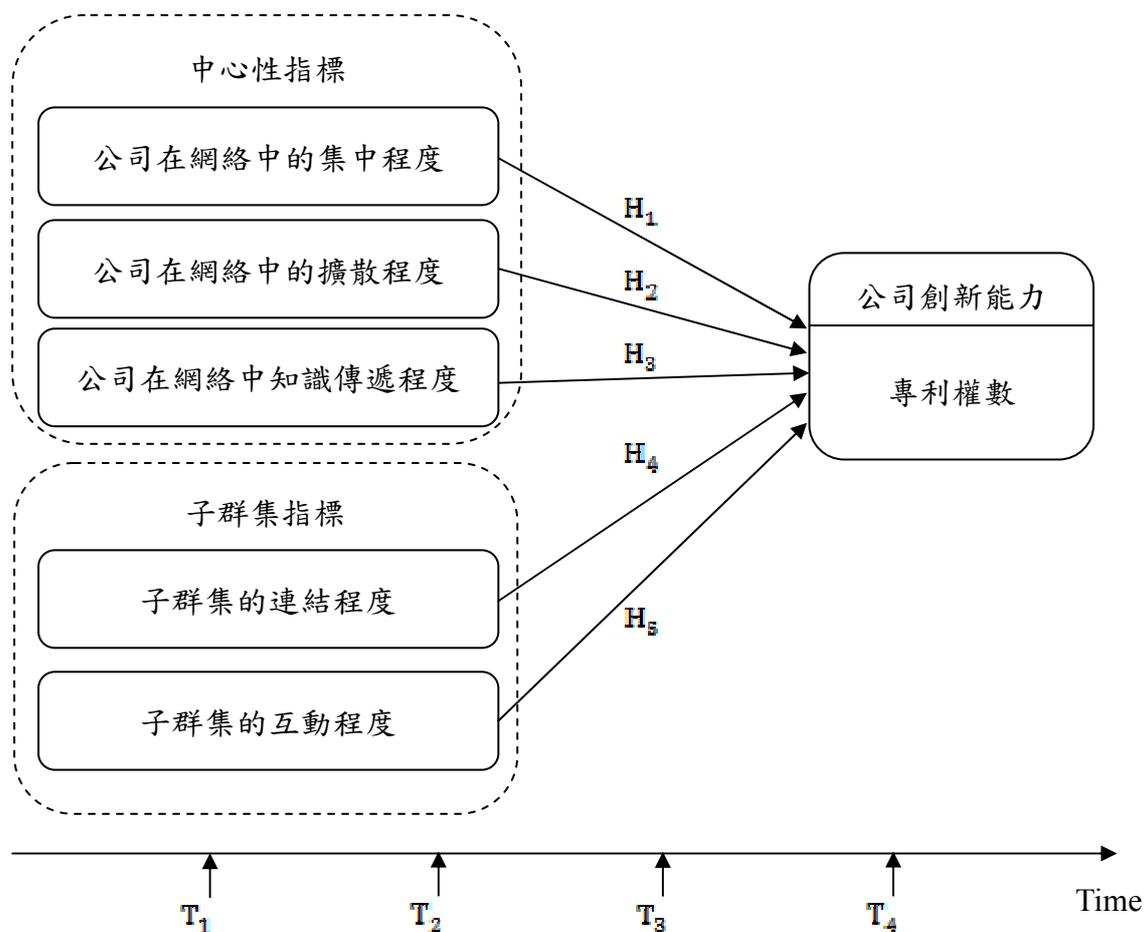


圖3-1 研究架構圖

第二節 研究假說

本研究利用社會網絡分析觀點結合產業動態的變化，試圖解釋半導體產業在不同發展階段的技術或知識移轉的現象。然而，專利引用分析雖可有效衡量技術的發展，並洞悉未來可能的趨勢，但其本身亦有缺失，而以網絡為基礎的專利引用分析可作為分析方法上的互補。因此，以下就社會網絡分析衡量指標之意義做簡要說明，並推論本研究之假說。

一、公司專利的集中與擴散程度對公司創新能力的影響

程度中心性(degree of centrality)是對網絡活動的一種測度，能夠衡量某點對於其鄰點而言的相對重要性。程度中心性愈高者，表示其在網絡中與較多的行動者有所關聯，擁有的非正式權力與影響力也較多。Wassermann and Faust(1994)指出可透過程度中心性以評估個別成員在網絡中的位置或定位。另外，程度中心性又分為向內程度中心性(InDegree Centrality)及向外程度中心性(OutDegree Centrality)，Su and Lee(2009)分別將其定義為專利的集中(向內程度中心性)與擴散(向外程度中心性)程度。因此，程度中心性的衡量可區辨出專利在創新網絡中的定位，而網絡中的定位則影響其專利關鍵性，故本研究推論在網絡中佔據關鍵地位的公司其創新能力相對的也較高。因此，本研究建立下列假說：

H₁ 公司專利在網絡中的集中程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。

H₂ 公司專利在網絡中的擴散程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。

二、公司在網絡中知識傳遞的程度對公司創新能力的影響

中介中心性的衡量概念是衡量一個人是否佔據了在其他兩人聯絡的中介位置。也就是說，一個網絡中每兩兩成員間的互動，必須透過某行動者的中間介紹(Freeman, 1979)，中介性指數越高的行動者，其引導資訊流動的機會也比較多。Su and Lee(2009)將其定義為衡量知識傳遞程度的指標，意即佔據了操縱知識資

訊傳遞的關鍵性位置(Burt, 1992)。因此，本研究推論佔據知識傳遞的關鍵性位置之公司創新能力也較高，並形成假說三如下：

H₃ 公司在網絡中知識傳遞的程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。

三、子群集間連結關係的緊密程度對公司創新能力的影響力

在網絡結構研究中，把行動者分到各個派系或子群的研究是非常重要的，亦即分析出網絡中所存在的「子群集」(sub-cluster)。子群集的研究一方面可以瞭解整體社會網絡的運作與發展，另一方面可探討一個行動者如何鑲嵌入一個網絡之中。一個子群集無非是網絡中某些行動者的子集合，但該子集合中的行動者之間的聯繫相對比較緊密。因此在此集合中的行動者之間具有相對較強、直接的、緊密的、經常的或者層級的關係(Wasserman and Faust, 1994)。Collins (1988)認為一個人與網絡的連結越緊密，其凝聚力越強，受團體規範的影響越深。具有高度凝聚力的群體中，個體的理念常常很一致，具有十分類似的看法與想法。故本研究認為網絡中的成員會受到彼此的影響而對創新能力產生正向的貢獻，並形成本研究之假說四如下：

H₄ 子群集間的連結關係越緊密，對公司創新能力有顯著且正向的影響。

四、子群集間的互動程度對公司創新能力的影響力

Stuart 將高科技企業在其競爭環境中的分層(stratified)定位為兩個構面；密度性(crowding)與聲望性(prestige)。組織若處於密度高的群聚位置中，這些組織不但積極參與技術上的環節，而且這些組織對創新也十分活躍。而具有聲望高的企業，則是那些擁有發展基礎發明紀錄的企業。Wasserman and Faust(1994)認為網絡密度是指網絡成員間彼此互動的聯繫程度，當群體的網絡密度越高，成員的互動程度也越高。技術的密度性可以衡量組織之間的競爭者密度，因為它反應一個組織與許多其他組織所分享之集中的程度。因此，子群的密度較高者，代表子群

中的某些專利同時被許多競爭者所追求，故而競爭者密度高。而競爭者密度高，顯示該子群的技術具有重要性，是諸多專利子群中的重心，致使競爭者紛紛投入資源來競逐，導致創新能力的提升。透過以上論述，本研究建立以下假說：

H₅ 子群集間的互動程度越高，對公司創新能力有顯著且正向的影響。

第三節 研究模式與變數定義

本研究以社會網路觀點與分析方法，試圖尋找依循時間動態轉變的專利技術地位，來說明半導體產業內最具影響力的專利會隨著時間的演進而改變。如前所述，透過社會網路分析的觀點來觀察技術移轉的過程，將專利視為一個節點，再將專利引用與被引用連結起來，會形成一個專利引用的創新網路，因此，在不同階段將會有不同影響力的專利。故藉由專利引用與被引用所形成的創新網路關係，再利用社會網路衡量指標，透過社會網路分析軟體 NetMiner(Cyram Co.,Ltd) 計算並分析數值，找出各階段最具影響力的專利技術。

有關研究模式如下式：

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1(i,t) + \alpha_2 X_2(i,t) + \alpha_3 X_3(i,t) + \alpha_4 X_4(i,t) + \alpha_5 X_5(i,t) + e(i,t)$$

其中 Y：創新能力

X_1 ：公司的集中程度

X_2 ：公司的擴散程度

X_3 ：公司知識傳遞的程度

X_4 ：子群集間的連結關係

X_5 ：子群集間的互動程度

i ：公司別(各階段 150 家公司)

α_0 ：常數項

α_1 ： X_1 的係數

α_2 ： X_2 的係數

α_3 ： X_3 的係數

α_4 ： X_4 的係數

α_5 ： X_5 的係數

$e(i,t)$ ：殘差項

t ：時間(t=1,第一階段；t=2,第二階段；t=3,第三階段；t=4,第四階段)

根據過去文獻所推論的迴歸式說明公司五項指標對公司的創新能力有正向的影響，而各項指標的衡量變數定義如下說明。

一、公司專利在網絡中的集中與擴散程度

在社會網絡分析中，「中心」是一個衡量核心地位的重要指標，以估計網絡中行動者能取得及控制資訊的程度。Freeman 提出衡量中心性的指標：程度中心性及中介中心性。本研究利用此指標以分析專利技術的影響力與集中擴散程度。

1. 程度中心性(Degree Centrality)：

程度中心性主要是用來衡量網絡中行動者的中心程度，主要分為向內程度中心性(InDegree Centrality)與向外程度中心性(OutDegree Centrality)，以下分別說明：

(1)向內程度中心性(InDegree Centrality)

專利被引用的次數，可以被用來作為衡量知識流動的指標，從目標專利被之後專利引用的情形。由於其意義為知識的集中度(Convergence)，因此，Indegree Centrality 被定義為衡量知識集中程度的指標。其公式如下：

$$D_{in}^i = \sum r_{in}$$

若 D_{in}^i 值越接近 1，表示專利 i 被引用的次數越高。

(2)向外程度中心性(OutDegree Centrality)

專利引用其他專利的次數，它可以被用來作為衡量目標專利接收到的知識流動情形。由於其意義為知識的擴散度(diffusion)，因此，Outdegree centrality 被定義為衡量知識擴散程度的指標。其中公式如下：

$$D_{out}^i = \sum r_{out}$$

若 D_{out}^i 值越接近 1，表示專利 i 引用他人專利的次數越高。

二、公司在網絡中知識傳遞的程度

中介中心性(Betweenness Centrality)表示一個行動者(actor)位於網絡中其他行動者的最短路徑(geodesic)之間。因此，Betweenness Centrality 被定義為衡量知

識傳遞最重要位置的指標。公式如下：

$$B_i = \frac{g_{jik}}{g_{jk}}$$

g_{jk} ：專利 j 與專利 k 的最短距離。

g_{jik} ：專利 i 位於專利 j 與專利 k 的最短距離。

三、子群集間的連結關係

本研究以建立在「點的度數基礎上的凝聚子群」的概念作為衡量凝聚性的指標。由於每一個成員與其他成員有很多的連結，透過對子群中每一個成員的鄰點個數進行限制而得。Seidman and Foster(1979)所提之 n -clique 的概念如下： n -clique 為一網路的子集 N_s ，此子集中任兩節點之相連距離不得大於門檻值 n ， n -clique 必預是一個極大完全子圖，其定義公式如下：

$$D_{(i,j)} \leq n \text{ for all } n_i, n_j \in N_s$$

$D_{(i,j)}$ 表節點 i 與節點 j 之最短路徑所需經過的 edge 數。

四、子群集間的互動程度

密度是用網絡圖中的所擁有的連線數與最多可能存在的連線總數之比來表示。公式為：

$$Density = \frac{L}{n(n-1)}$$

其中， L 為連線數； n 為專利數。

五、創新能力

近年來，專利已被認為是衡量公司創新績效的指標(Narian and Noma,1987; Griches,1990; Trajtenberg,1990)。因此本研究使用專利數作為衡量創新能力之變數。

以上相關研究變數定義，整理如下表 3-1 所示：

表 3-1 研究假說及變數彙整

假說	衡量變數	代號	參考文獻
公司專利在網絡中的集中程度	向內程度中心性 (InDegree Centrality)	X_1	Su and Lee(2009)
公司專利在網絡中的擴散程度	向外程度中心性 (OutDegree Centrality)	X_2	Su and Lee(2009)
公司在網絡中知識傳遞的程度	中介中心性 (Betweenness Centrality)	X_3	Su and Lee(2009)
子群集間的連結關係	凝聚性 (Cohesive)	X_4	Collins(1988)、Wasserman and Faust(1994)
子群集間的互動程度	網絡密度 (Network Density)	X_5	Wasserman and Faust(1994)、Stuart(1998)
公司的創新能力	專利數	Y	Narian and Noma(1987)、Griches(1990)、Trajtenberg(1990)

資料來源：本研究整理

第四節 研究方法及流程

本研究先透過初步專利分析檢索出所需之專利權人及專利數，再經由社會網絡分析軟體 NetMiner 對專利資料進行創新網絡各項指標之分析，最後再藉由混合迴歸分析驗證本研究之假說的顯著性。上述小節以解釋各項變數之衡量方法，因此本節先說明混合迴歸分析之合適性，再說明資料處理及流程。

一、整體模式及各項變數的合適性

由於本研究所使用的資料為兼具時間數列及橫斷面之追蹤資料(Panel Data)型態，此資料的優點是自由度高、效率性佳，此外，還可控制橫斷面上個體異質性與變數在時間序列上的自我相關性問題。此資料若以傳統 OLS(ordinary least square)方法來估計迴歸係數，容易導致模式估計的錯誤，因為模式中的殘差項容易包含時間序列資料的自我相關問題(autocorrelation)及橫斷面資料的變異數不一致性(heteroscedasticity)的問題。因此，為解決此類問題，本研究採取兼具時間

數列與橫斷面之混合迴歸分析(time-series/cross-section pooling regression)來對本研究之分析架構作估計。

在進行混合迴歸分析之前，必須先瞭解殘差項的型態。採用追蹤資料型態時，一般會將殘差項分解為一因子效果模式(one way effect model)，如下式 $e_{i,t} = \varepsilon_{i,t} + \mu_{i,t}$ ，其中 i 為公司別， t 為時間別，此一因子效果模式是由個別公司特性的恆常效果 ($\mu_{i,t}$)，和純干擾項的暫時性效果($\varepsilon_{i,t}$) 所組成，故可解讀分解為橫斷面與時間數列兩種面向。根據公式的不同假設條件又能分為三種模式，分別為組間效果(between effect model)、固定效果模式(fixed effect model)及隨機效果模式(random effect model)。但上述一因子效果模式，必須先假設公司之間的差異，不會隨著時間改變而改變，因此後續學者認為此假設並不合理，而應將時間 (ν_t) 加入殘差項中，並形成二因子效果模式(two way effect model)，列式如 $e_{i,t} = \varepsilon_{i,t} + \nu_t + \mu_{i,t}$ 。因此，二因子效果模式除探討橫斷面之效果差異外，也可量時間效果差異。

根據上述分析，本研究決定採用二因子固定模式或二因子隨機效果模式。但過去在固定效果或隨機效果的選擇上，一直是追蹤型資料估計方法上重要的課題。一般研究根據 Hausman(1978)檢定此兩種估計方法之估計值是否顯著不同，而決定採納固定效果或隨機效果。Hausman(1978)檢定在於使用 m 統計量去檢定估計係數是否有偏差性(bias)與不一致性(inconsistency)。

$$\text{Hausman's 檢定: } m = (\beta_a - \beta_b)(s_a - s_b) - (\beta_b - \beta_a)$$

其中 s_a 與 s_b 為 β_a 與 β_b 的共變異數矩陣的一致性估計量； m 則為自由度為 k 的 χ^2 分配，而 k 為迴歸係數的個數。因此，本研究以混合迴歸分析所有解釋變數(中心性指標、凝聚性及密度)對於被解釋變數(專利數)的解釋力是否顯著。利用 F 統計量及其對應的 P 值，去驗證整體模式是否成立，另外再透過 R -Square 值來說明整體模式的解釋力。

二、資料處理

本研究使用 Patent Pilot 專利檢索資料庫作為專利資料來源。該資料庫以美國專利資料庫(USPTO)為主。選擇以美國專利資料庫的原因有二：第一，美國是世界半導體工業的發源地，而其專利的屬地特性，使得重要的發明皆會至美國申請專利。第二，美國專利資料庫授予的專利每年約十萬項，其中有一半為非美國的發明，故其專利數相對於其他專利資料庫的資料較充足。

本研究的資料檢索期間依據半導體產業變革分為四階段，第一階段時間為 1976/01/01~1985/12/31；第二階段為 1986/01/01~1995/12/31；第三階段為 1996/01/01~2005/12/31；第四階段為 2006/01/01~2009/12/31。研究樣本以美國專利資料庫中的半導體產業公司的專利為主，各階段皆取前 150 位專利權人為代表。使用專利分析資料庫(Patent Pilot)檢索專利。根據國際智慧財產局(WIPO)所制定的國際專利分類碼(IPC)，國際專利分類碼採階層式分類架構，根據其分類原則，將半導體產業相關技術專利之分類前四碼為 H01L。因此，本研究檢索關鍵字以 IPC=H01L 為主。

三、分析流程

以下是本研究為達成研究目的所進行的分析流程，如下圖 3-2 分述之。

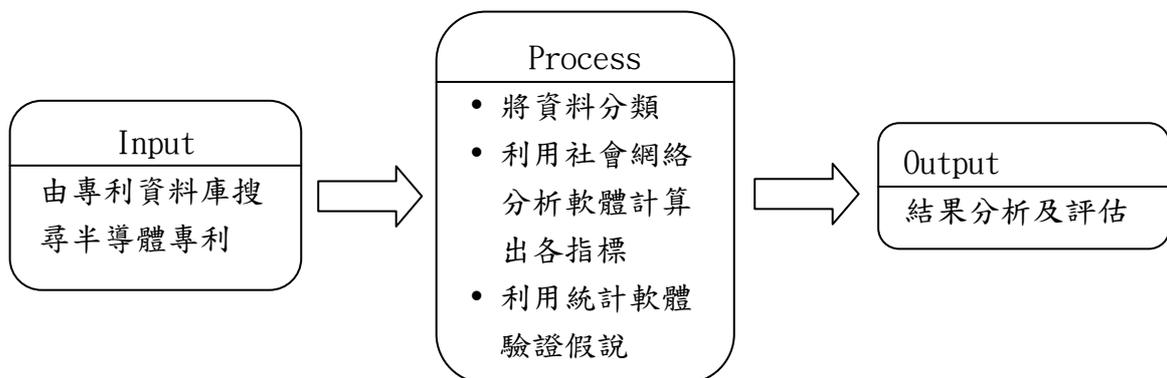


圖3-2 分析流程圖

1. 本研究利用 IPC 分類碼將半導體產業專利從資料庫中擷取出來，而此資料蒐集的方式為次級資料，並利用這些次級資料分析專利以建立網絡關係。
2. 將資料分類處理，以年度及國家分類，並透過社會網絡分析軟體，針對蒐集而來的資料進行相關指標的計算，包括程度中心性、中介中心性、網絡密度與網絡凝聚性。最後利用統計軟體對本研究之假說進行驗證。
3. 最後的步驟就是將計算出的結果進行分析與評估，透過分析與評估進一步探討是否符合本研究建立之研究假說。

第四章 實證分析與結果

本章節的資料分析部份，首先針對全球半導體產業之專利權人作分析，並從半導體產業與專利權人、相對位置、連結關係與專利屬性來描述專利所形成的網絡特性。接著使用社會網絡分析軟體 Netminer(Cyram Co., Ltd)以分析本研究之專利網路的相關網路特徵指標，並利用這些網路的特徵指標，檢驗先前假說是否正確。因此，本章描述分述如下。

第一節 初步專利分析

一、 半導體產業歷年專利數

本研究所需探討的專利數量，是以全球半導體產業專利權人為主。由於要從業界中去蒐集專利數，所收集的數量是否能夠具有足夠的代表性，都影響本研究在蒐集資料上的困難度。另外，從過去資料來看，成熟的專利系統代表專利發展不再受到限制，這說明專利的專業技術，是一種必然的趨勢，並非完全隨機產生。從這點對於本研究想要觀察半導體產業的發展情況有其代表的意義。

為了瞭解各半導體產業專利的發展與數量以作為判斷其專利是否達到分析的標準，或者說明半導體產業是否已經達到成熟的階段，由下圖4-1可看出全球半導體產業專利數數量上變化的情形。從USPTO搜尋半導體產業專利統計數量的分析可看出歷年的專利數。以一年為收集統計半導體產業專利在1976~2009年所獲得的數量，總專利數達到15萬篇，以及總專利權人達到339位。另外，從該圖可以看出半導體產業專利數量每年呈現穩定的成長，從1976年的專利總數為886篇，到2004年達到最高的11203篇，最後2009年的專利總數為7252篇，成長的速度非常快。

然而，由圖4-2可看出各階段專利數量的變化，第一階段(1976~1985)總專利數為8780篇，而前150家半導體公司之專利數為7294篇，佔全部的83%；第二階段(1986~1995)總專利數為24359篇，而前150家半導體公司之專利數為20202篇，

佔全部的83%；第三階段(1996~2005)也是專利數量最多的階段，總專利數為78919篇，而前150家半導體公司之專利數為61557篇，佔全部的78%；第四階段(2006~2009)總專利數為37994篇，而前150家半導體公司之專利數為29256篇，佔全部的77%。表示本研究之研究樣本(各階段前150位專利權人)足以代表該階段作為網絡分析之樣本。

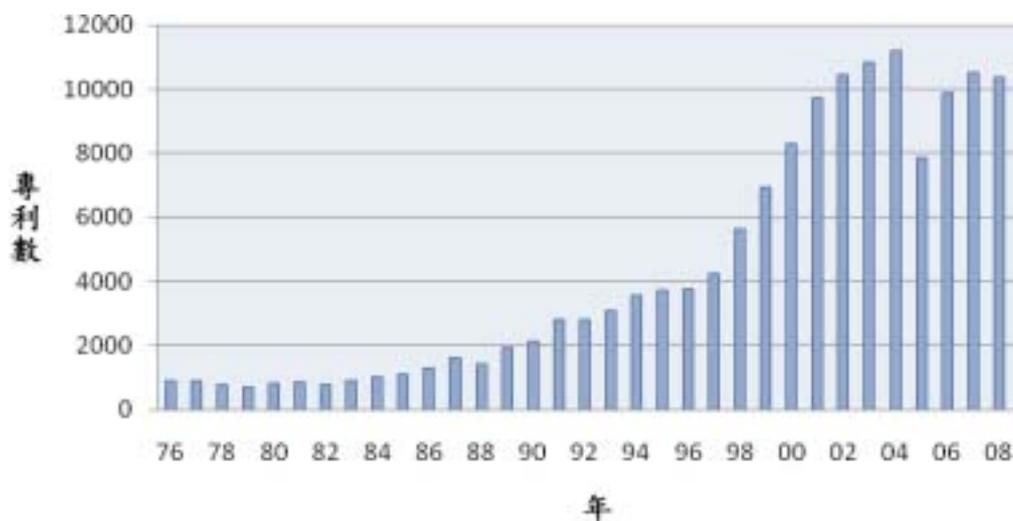


圖4-1 半導體產業歷年專利數(1976~2009)

資料來源：本研究整理

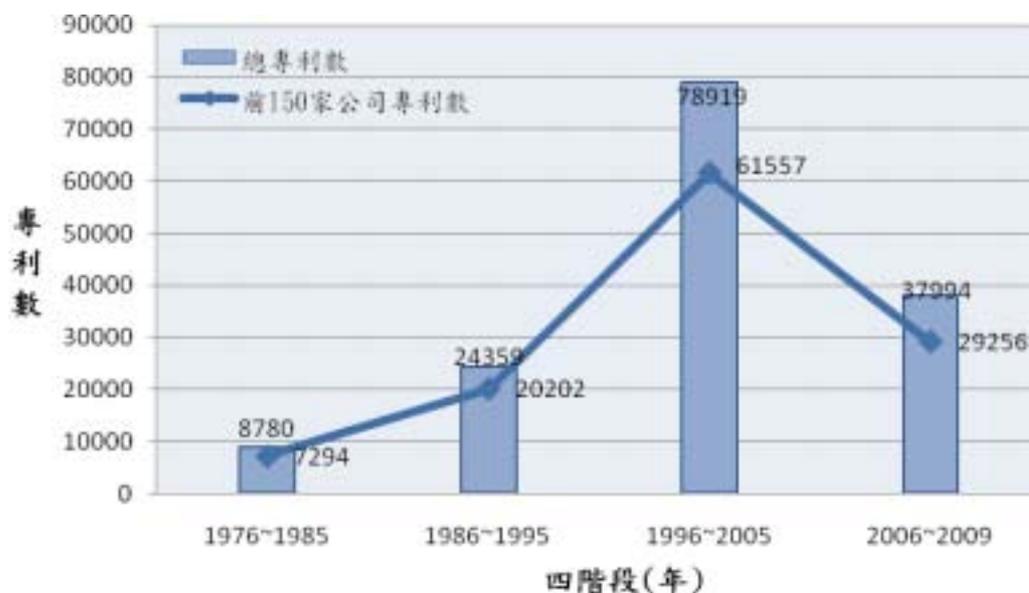


圖4-2 各階段整體專利數及前150家公司所佔之比率圖

資料來源：本研究整理

二、 各階段專利權人專利數排名

由於專利數目的多寡代表此專利權人在創新上的投入的程度(Hall, et al., 2000)。故表 4-1 列出各階段前十大專利權人專利數排名，其中可看出包括 IBM、Toshiba、Texas Instruments 公司在四個階段皆保持在前十大排名中，表示半導體產業過去三十年來，不管是在創新能力或創新績效上，此三間公司一直不斷的在創新上投入。另外，以成長的幅度來看，幾乎所有公司在專利數上皆持續增長，其中成長幅度最大的公司為 Toshiba、Texas Instruments、Micron Technology 等公司，表示這些過去三十餘年來持續的投入創新的活動，且投入的程度日益趨增，對半導體產業具有一定的貢獻。

然而，專利數的多寡雖可代表公司在創新上的投入程度，但一般而言，公司專利的價值大於其數量的多寡，也就是重質不重量，當企業擁有一項關鍵專利，其足以勝過上百篇不重要的專利。因此，本研究結合社會網絡分析，找出關鍵的專利權人、相對位置、連結關係與專利屬性來描述專利所形成的創新網絡。

另外，本研究也列出台灣半導體公司在專利數上的排名，從表 4-1 可發現，台灣半導體公司從第二階段開始在專利數上進入排名前 150，分別為聯電(United Microelectronics Corporation)、台積電(Taiwan Semiconductor Manufacturing Company)及南亞科技(Nanya Technology Corporation)，其中聯電公司在第三階段的專利數達到 1510 篇，在第三階段排名第 9；台積電公司在第三階段的專利數達 936 篇，排名第 15；而南亞科技在第三階段的專利數達到 433 篇，在第三階段排名第 62。皆是此三間公司專利數表現最佳之階段。

表 4-1 四階段前十大專利權人專利數排名

第一階段(1976-1985)			第二階段(1986-1995)		
NO.	專利權人	專利數	NO.	專利權人	專利數
1	IBM Corporation	598	1	Toshiba	1377
2	RCA Corporation	432	2	Mitsubishi	1270
3	Hitachi	363	3	Texas Instruments	1160
4	Toshiba	325	4	Hitachi	932
5	ATandT	321	5	Motorola	917
6	Siemens	318	6	IBM Corporation	843
7	Philips	311	7	NEC Corporation	799
8	GE Company	275	8	Fujitsu	652
9	Texas Instruments	267	9	ATandT	627
10	Fujitsu	184	10	Philips	507
			26	聯電	178
			77	台積電	49
第三階段(1996-2005)			第四階段(2006-2009)		
NO.	專利權人	專利數	NO.	專利權人	專利數
1	Micron Technology	5410	1	Micron Technology	2040
2	AMD Corporation	3266	2	Samsung	1471
3	IBM Corporation	3200	3	IBM Corporation	1232
4	NEC Corporation	2800	4	Toshiba	1115
5	Toshiba	2279	5	Intel Corporation	1110
6	Mitsubishi	1957	6	Semiconductor Energy	1082
7	Samsung	1733	7	Infineon Technologies AG	1056
8	Texas Instruments	1623	8	Seiko Epson Corporation	937
9	聯電	1510	9	Renesas Technology	903
10	Hitachi	1362	10	Texas Instruments	633
15	台積電	936	19	台積電	309
62	南亞科技	433	24	聯電	261
			63	南亞科技	102

第二節 社會網絡分析結果

為進一步瞭解半導體產業專利權人的專利引用與被引用關係及其所形成的創新網絡關係，本研究利用社會網絡分析軟體分析各階段(1976~1985年、1986~1995年、1996~2005年及2006~2009年)專利權人在創新網絡中的相對位置與連結程度等，並藉此驗證本研究之假說。各分析結果如下：

一、各階段公司專利的集中與擴散程度

首先，就整個網絡的集中擴散程度，是由各階段的向內程度中心性及向外程度中來衡量，如下表 4-2。從表 4-2 中，我們可以發現四階段整體網絡中心性的數值皆由集中程度大於擴散程度，且數值在 40%~60%之間，表示四個階段的創新網絡是存在並且互動關係頻繁。從平均數來看，第三階段則為最平均之階段，而前三階段呈現明顯的增長，由其是第二階段到第三階段最為明顯，而第三階段到第四階段則大幅衰退。另外，從程度中心性數值的變化可看出，整體而言第二階段的創新網絡是最為集中，也是最為擴散，集中程度達到 61.385%；擴散程度達 51.926%。若以專利網絡分析來解釋，第二階段的被他人引用(集中)與引用他人(擴散)在四個階段中最為明顯。然而，第四階段不管在平均數或程度中心性上皆為四個階段的創新網絡中最低之數值。

表 4-2 各階段程度中心性數值彙整表

統計量	第一階段 1976~1985		第二階段 1986~1995		第三階段 1996~2005		第四階段 2006~2009	
	向內 程度	向外 程度	向內 程度	向外 程度	向內 程度	向外 程度	向內 程度	向外 程度
平均	0.202	0.202	0.29	0.29	0.453	0.453	0.076	0.076
標準差	0.205	0.157	0.235	0.187	0.242	0.215	0.089	0.083
最小值	0	0	0	0	0	0.047	0	0.047
最大值	0.738	0.664	0.899	0.805	0.966	0.919	0.49	0.456
程度 中心值	54.034%	46.602%	61.385%	51.926%	51.709%	46.98%	41.705%	38.372%

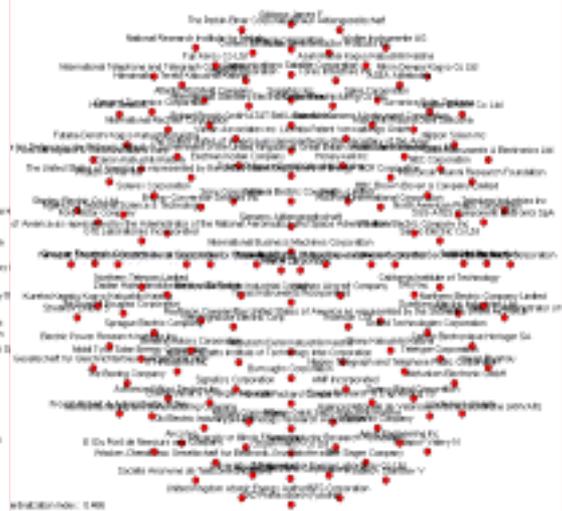
資料來源：本研究整理

圖 4-3, 透過社會網絡分析軟體 NetMiner 所繪製出四階段以向內與向外程度為基礎的網絡圖, 由圖的變化也可發現, 在第一階段大多數公司皆在邊緣的位置, 也就是較少與網絡成員互動, 而到第三階段, 整個網絡內已相當集中, 反觀到了第四階段, 邊緣化的情況最為嚴重, 也就是關鍵的地位集中在少數人身上。

第一階段向內程度網絡圖



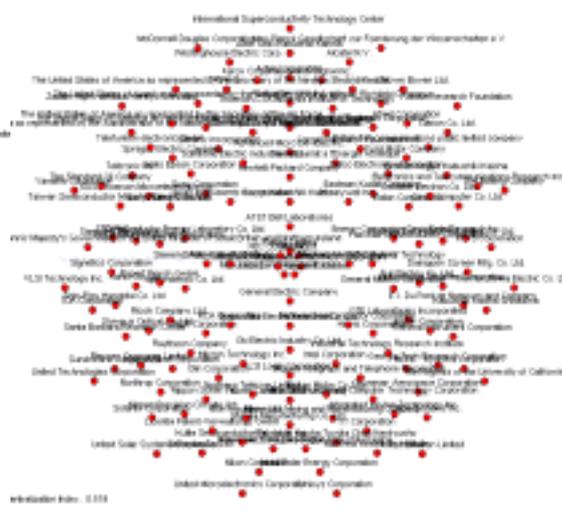
第一階段向外程度網絡圖



第二階段向內程度網絡圖



第二階段向外程度網絡圖



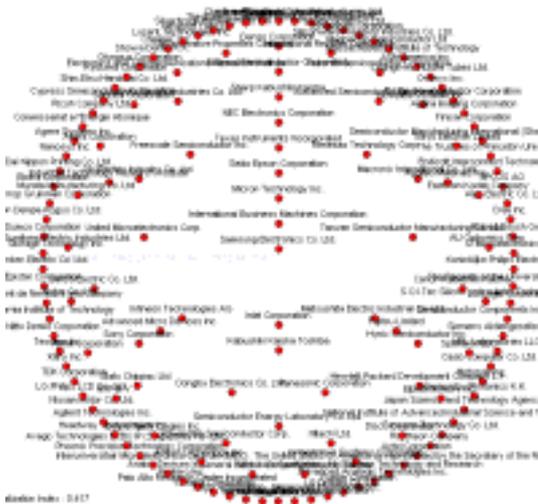
第三階段向內程度網絡圖



第三階段向外程度網絡圖



第四階段向內程度網絡圖



第四階段向外程度網絡圖

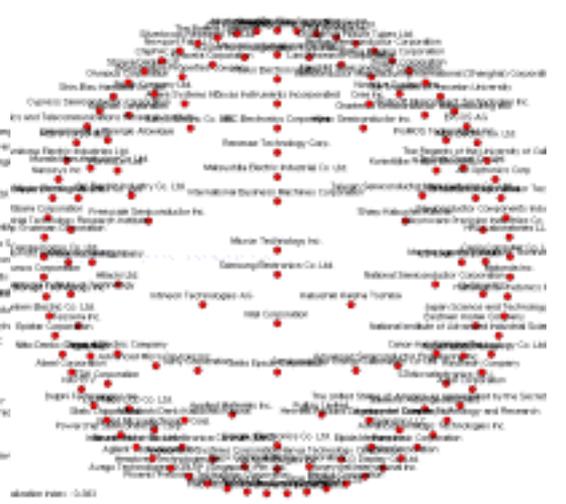


圖4-3 四階段之程度中心性網絡圖

最後進一步探討程度中心性各公司間的變化，如下表 4-3。由於各公司創立的時間不一致，但從四階段中還是可以發現到，IBM 公司在四個階段的數值皆保持在前五名，表示 IBM 公司在各個階段的創新網絡中皆佔有關鍵的地位，也與網絡中最多成員的接觸，擁有的非正式權力與影響力也較多。另外，Toshiba、Intel、Samsung 及 Micron Technology 公司也陸續在創新網絡中佔有一席之地。因此，隨著時間的經過，各公司之間會因為所擁有的關鍵專利，而影響公司在網絡中的地位。

表 4-3 各階段前五大程度中心性數值之公司

排名	第一階段 1976~1985		第二階段 1986~1995		第三階段 1996~2005		第四階段 2006~2009	
	公司	程度 中心性	公司	程度 中心性	公司	程度 中心性	公司	程度 中心性
1	IBM	73.8%	IBM	89.9%	IBM	96.6%	Samsung	49.0%
2	Hitachi	73.2%	Toshiba	88.6%	Toshiba	96.0%	IBM	43.0%
3	Siemens	71.1%	Motorola	85.2%	Samsung	96.0%	Micron	36.2%
4	Mitsubishi	67.8%	Mitsubishi	84.6%	Intel	93.3%	Intel	35.6%
5	Motorola	67.8%	NEC	83.2%	Micron	93.3%	Toshiba	31.5%

資料來源：本研究整理

二、公司在網絡中知識傳遞的程度

表 4-4 顯示出四個階段整體創新網絡的中介中心性指標，一般而言，中介中心性的值皆會偏低，因為在一個網絡當中，能夠作為傳遞知識的角色並不多，甚至大多數的公司無法作為傳遞的角色，其中介中心性值為 0。也就是說，要作為一個知識擴散的角色是較困難的。因此，從表 4-4 可發現，知識傳遞程度最低及最高分別為第三(1.17%)及第四階段(12.25%)。

表 4-4 各階段中介中心性數值彙整表

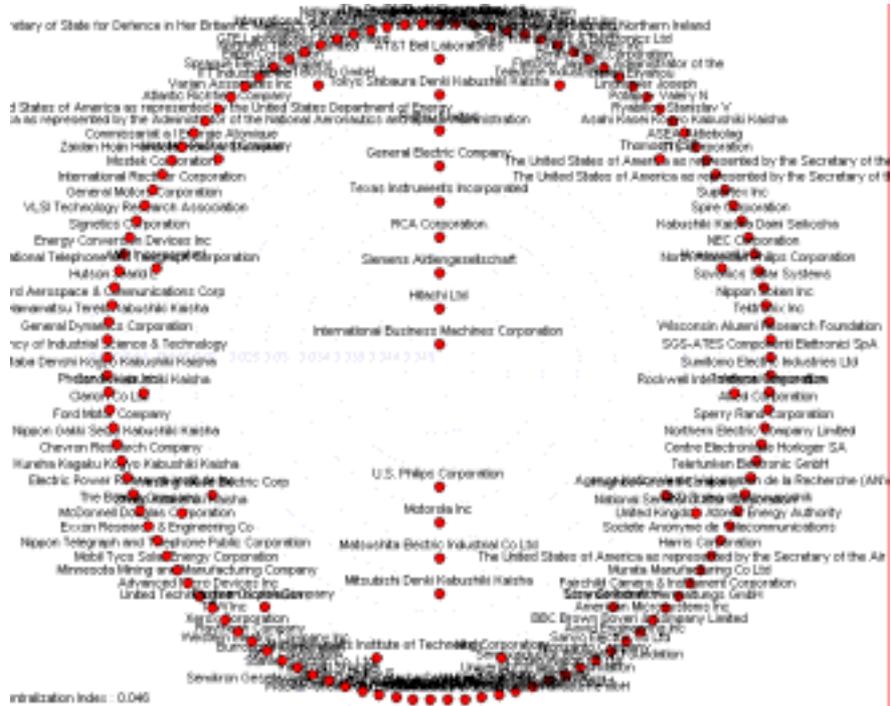
統計量	第一階段 1976~1985	第二階段 1986~1995	第三階段 1996~2005	第四階段 2006~2009
平均	0.004	0.006	0.012	0.008
標準差	0.008	0.008	0.005	0.019
最小值	0	0	0	0
最大值	0.049	0.045	0.021	0.129
中介 中心值	4.588%	4.15%	1.17%	12.25%

資料來源：本研究整理

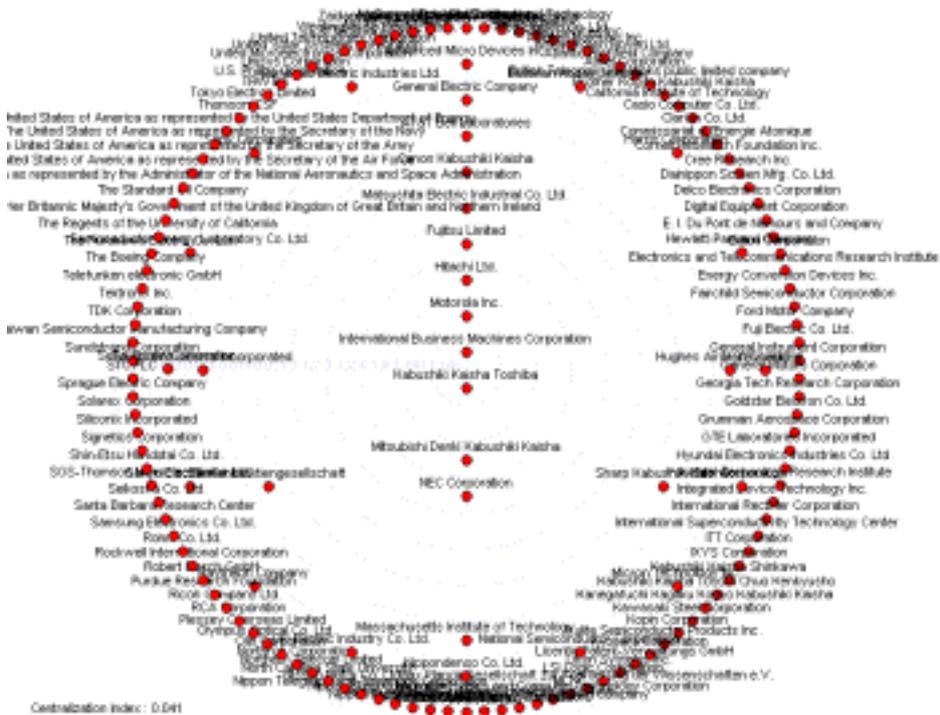
另外，由社會網絡分析軟體 NetMiner 所繪出之中介中心性網絡圖如下圖 4-4，由圖中可知，四階段成員大多數皆位於邊緣位置，其中第三階段雖在整體

中介中心性的值為最低，但其卻最為四階段中最为平均，也可看出在中心位置有許多中介角色。

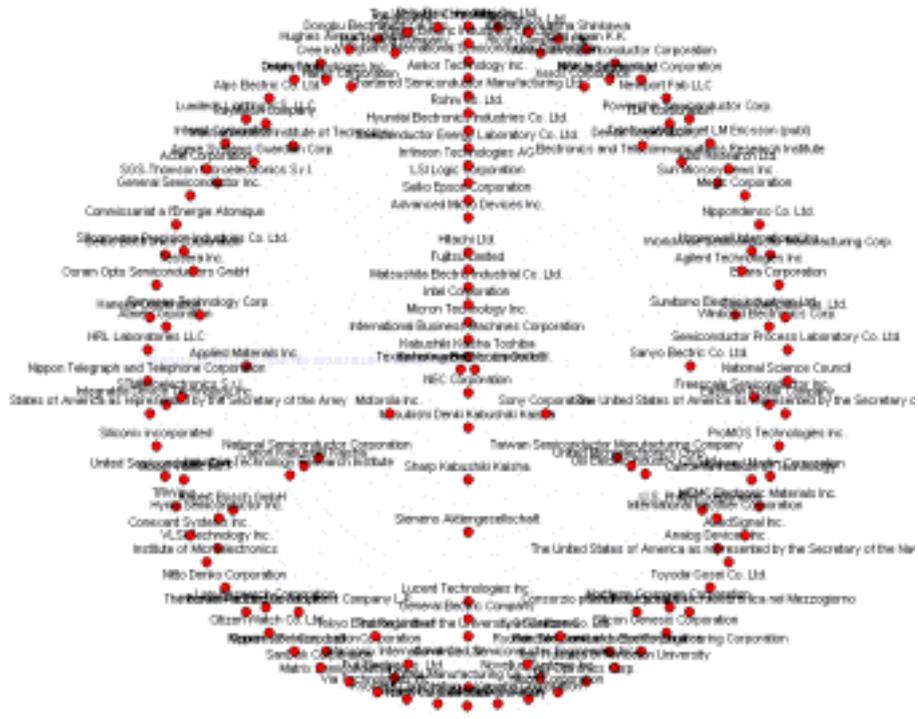
第一階段中介中心性網絡圖



第二階段中介中心性網絡圖



第三階段中介中心性網絡圖



第四階段中介中心性網絡圖

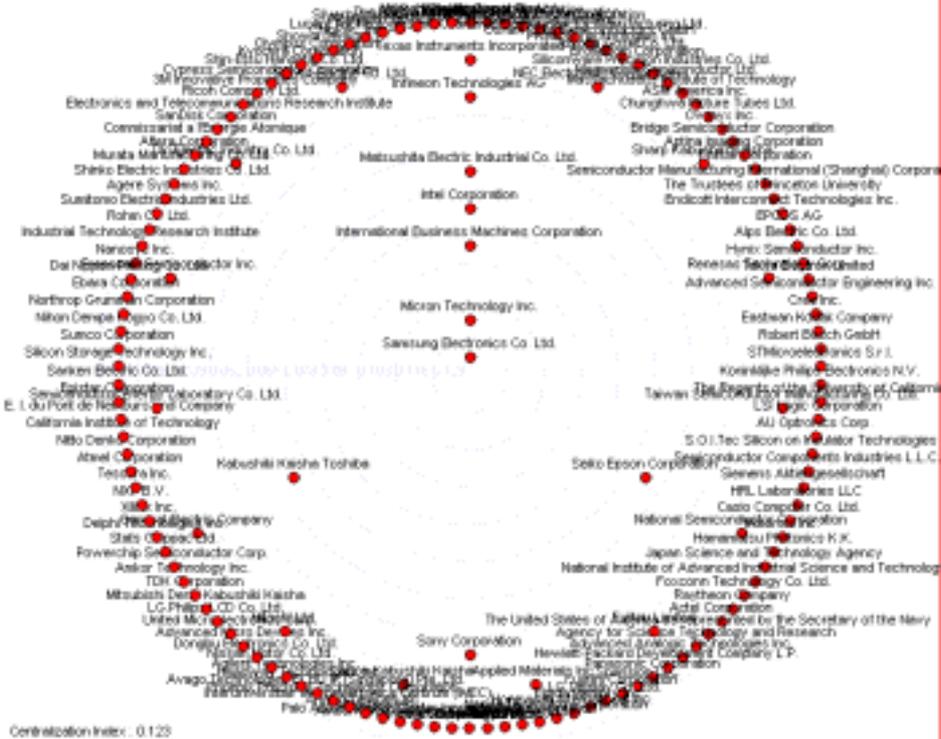


圖4-4 四階段之中介中心性網絡圖

因此，進一步的探討各階段前五大中介角色之公司，從表 4-5 中，我們發現大致上與程度中心性相同，在四個階段的網絡中佔據重要知識傳遞角色的公司中，IBM 同樣在四階段中保持在前五名中，而 Toshiba 及 Samsung 則是陸續在網絡中扮演關鍵的知識傳遞角色。

表 4-5 各階段前五大中介中心性數值之公司

排名	第一階段 1976~1985		第二階段 1986~1995		第三階段 1996~2005		第四階段 2006~2009	
	公司	中介 程度	公司	中介 程度	公司	中介 程度	公司	中介 程度
1	IBM	4.9%	Toshiba	4.5%	Toshiba	2.1%	Samsung	12.9%
2	Hitachi	4.0%	IBM	4.1%	Samsung	2.0%	Micron	11.4%
3	Siemens	3.6%	Motorola	3.7%	Texas	2.0%	IBM	9.0%
4	Philips	3.4%	Hitachi	3.5%	IBM	1.9%	Intel	7.7%
5	RCA	3.4%	Mitsubishi	3.3%	NEC	1.9%	Toshiba	5.8%

資料來源：本研究整理

三、子群集的凝聚性及密度

為了找出專利權人中關係緊密的群組，本研究從社會網絡分析軟體創新網絡聯繫程度整體概況，透過軟體分析凝聚(Cohesion)中的集群(n-clique)功能，將各階段創新網絡分群。

在第一階段中的集群分析中，NetMiner總共區分出23組群組，從表4-6可看出IBM、Hitachi及Siemens公司在23個群組當中皆扮演重要的地位，其中凝聚指數數值最高的群組為K1(Cohesion index=27.055，圖4-5)，包含了61位專利權人。另外，第一階段有17家公司與群集完全沒有聯繫，其他群集則形成一個大的創新網絡，總連結數為4504。

表 4-6 第一階段凝聚性及密度群組

N-Cliques	Size	Density	Cohesion	N-Cliques	Size	Density	Cohesion
K1	61	0.633	27.055	K13	54	0.678	19.592
K2	58	0.685	25.799	K19	34	0.857	19.308
K8	44	0.777	23.131	K12	39	0.731	13.176
K4	51	0.701	22.631	K17	33	0.819	12.061
K3	51	0.703	22.467	K16	35	0.788	11.333
K7	44	0.765	21.713	K15	36	0.781	10.973
K10	43	0.795	21.644	K21	16	0.892	10.893
K9	44	0.767	21.437	K18	34	0.740	9.872
K11	44	0.792	21.334	K20	28	0.726	7.094
K14	41	0.765	20.720	K22	9	0.833	4.935
K5	51	0.693	20.699	K23	5	0.850	3.975
K6	50	0.708	20.510				

在第二階段專利權人創新網絡的群組分析中，透過軟體分析凝聚(Cohesion)中的集群(n-clique)功能，NetMiner總共區分出50組群組(表4-7)。其中IBM、Toshiba、Micron Technology、Mitsubishi、Motorola及NEC公司在50個群組當中出現次數最多，表示此六家公司在第二階段的創新網絡中佔據了重要的關鍵位置。另外，凝聚指數數值最高的群組為K16(Cohesion index=34.912，圖4-5)，包含了77位專利權人。第二階段僅有7家公司與群集完全沒有聯繫，較第一階段少，其他群集則形成一個大的創新網絡，總連結數為6472。

表 4-7 第二階段凝聚性及密度群組

N-Cliques	Size	Density	Cohesion	N-Cliques	Size	Density	Cohesion
K16	77	0.637	34.912	K2	79	0.633	28.248
K38	77	0.629	34.280	K4	79	0.635	28.097
K19	73	0.656	34.084	K37	66	0.700	27.986
K15	77	0.640	33.946	K34	75	0.649	27.982
K9	80	0.637	33.771	K35	72	0.666	27.803
K17	75	0.646	33.598	K6	77	0.628	27.119
K21	73	0.658	33.165	K5	77	0.636	27.093
K18	75	0.648	32.723	K46	64	0.702	26.996
K20	73	0.651	32.629	K3	77	0.630	26.498
K22	73	0.654	31.798	K42	66	0.711	26.485
K12	78	0.640	31.722	K32	69	0.677	26.273
K10	78	0.647	31.628	K33	69	0.679	26.018
K39	76	0.642	31.427	K7	76	0.624	24.435
K29	76	0.665	30.545	K43	46	0.801	21.167
K14	76	0.642	30.137	K45	46	0.812	20.912
K13	76	0.650	30.107	K44	46	0.792	20.905
K27	76	0.659	30.049	K8	78	0.593	19.616
K41	69	0.679	29.438	K49	18	0.915	15.485
K11	76	0.644	29.369	K24	57	0.714	14.369
K30	74	0.669	29.273	K31	55	0.743	14.158
K1	83	0.610	29.261	K25	56	0.734	14.110
K40	72	0.671	29.178	K48	13	0.974	12.273
K23	71	0.666	29.153	K26	47	0.701	12.095
K28	74	0.664	28.876	K50	14	0.874	11.546
K36	66	0.697	28.593	K47	46	0.739	10.313

第三階段專利權人創新網絡的群組分析中，一樣透過軟體分析凝聚 (Cohesion) 中的集群(n-clique)功能，NetMiner總共區分出34組群組(表4-8)。其中IBM、Toshiba、Micron Technology、NEC及Sharp公司在34個群組當中出現次數最多，表示此五家公司在第三階段中的創新網絡佔據了重要的關鍵位置。另外，此階段150家公司皆呈現連結狀態，總連結數為10120，也是四個階段中創新網絡發展最為顯著的階段。而凝聚指數數值最高的群組為K6(Cohesion index=16.991 圖4-5)，包含了106位專利權人。

表 4-8 第三階段凝聚性及密度群組

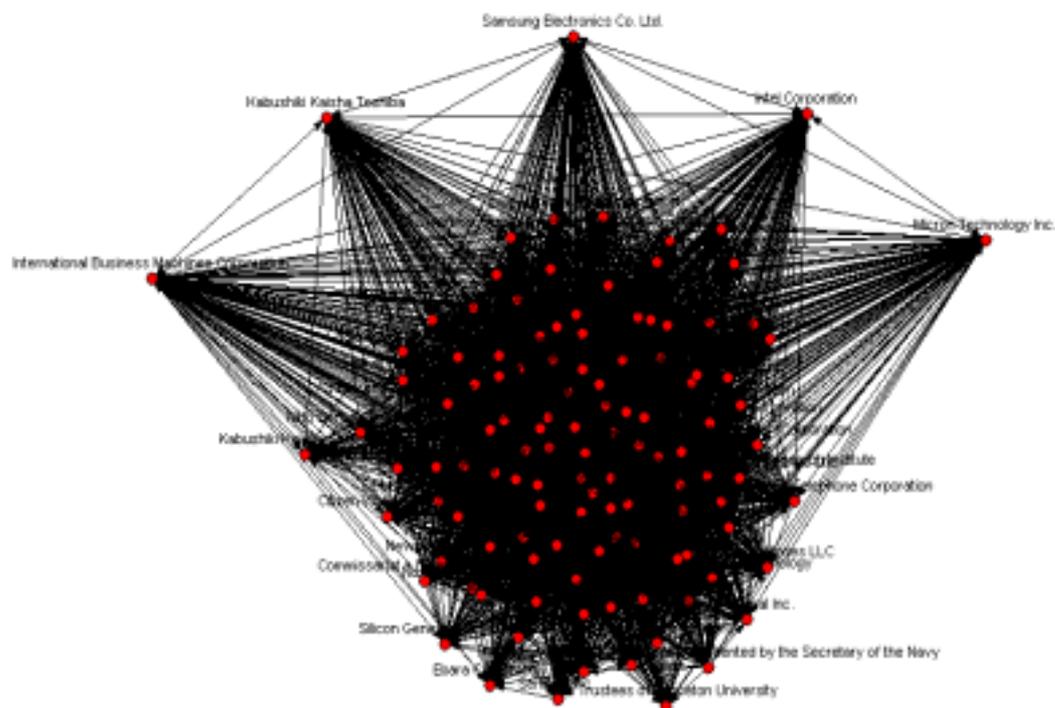
N-Cliques	Size	Density	Cohesion	N-Cliques	Size	Density	Cohesion
K6	106	0.623	16.991	K20	65	0.791	13.207
K7	89	0.704	15.909	K1	114	0.590	13.181
K9	87	0.703	15.312	K14	73	0.760	13.175
K8	85	0.716	14.954	K19	64	0.779	13.157
K4	96	0.665	14.888	K21	65	0.782	13.157
K2	98	0.657	14.846	K24	87	0.693	13.066
K5	97	0.663	14.527	K13	78	0.724	12.829
K17	80	0.745	14.430	K33	14	0.923	12.683
K15	85	0.716	14.397	K26	55	0.866	12.085
K11	86	0.702	14.257	K27	54	0.867	11.995
K10	87	0.699	14.255	K28	55	0.870	11.990
K3	99	0.643	14.079	K30	18	0.879	9.577
K18	79	0.739	13.927	K12	47	0.810	9.359
K25	85	0.715	13.829	K32	5	1	8.487
K23	64	0.796	13.542	K29	36	0.860	8.267
K22	64	0.787	13.491	K31	11	0.809	4.422
K16	85	0.713	13.302	K34	19	0.857	1.804

最後，第四階段專利權人創新網絡的群組分析，一樣透過軟體分析凝聚 (Cohesion) 中的集群(n-clique)功能，NetMiner總共區分出20組群組(表4-9)，也是四個階段中最少的。其中IBM、Toshiba、Micron Technology及Samsung公司在20個群組當中出現次數最多，表示此四家公司在第四階段的創新網絡中佔據了重要的關鍵位置。另外，此階段有4家公司未與其他群組連繫，總連結數為1619，也是四個階段中連結數最少的階段。另外，凝聚指數數值最高的群組為K19(Cohesion index=31.5，圖4-5)，包含了9位專利權人。

表 4-9 第四階段凝聚性及密度群組

N-Cliques	Size	Density	Cohesion	N-Cliques	Size	Density	Cohesion
K19	9	0.333	31.5	K11	13	0.769	13.822
K3	27	0.611	15.88	K14	10	0.889	12.596
K4	26	0.622	15.88	K10	17	0.765	12.453
K2	28	0.583	15.644	K7	18	0.533	11.331
K13	10	0.800	14.876	K6	26	0.572	10.952
K8	15	0.710	14.720	K16	8	0.464	10.829
K5	30	0.533	14.304	K17	5	0.550	9.866
K9	18	0.765	14.133	K15	10	0.778	7.808
K12	13	0.769	14.128	K20	4	0.583	7.142
K1	31	0.488	13.998	K18	4	0.833	5.495

第三階段之創新網絡



第四階段之創新網絡

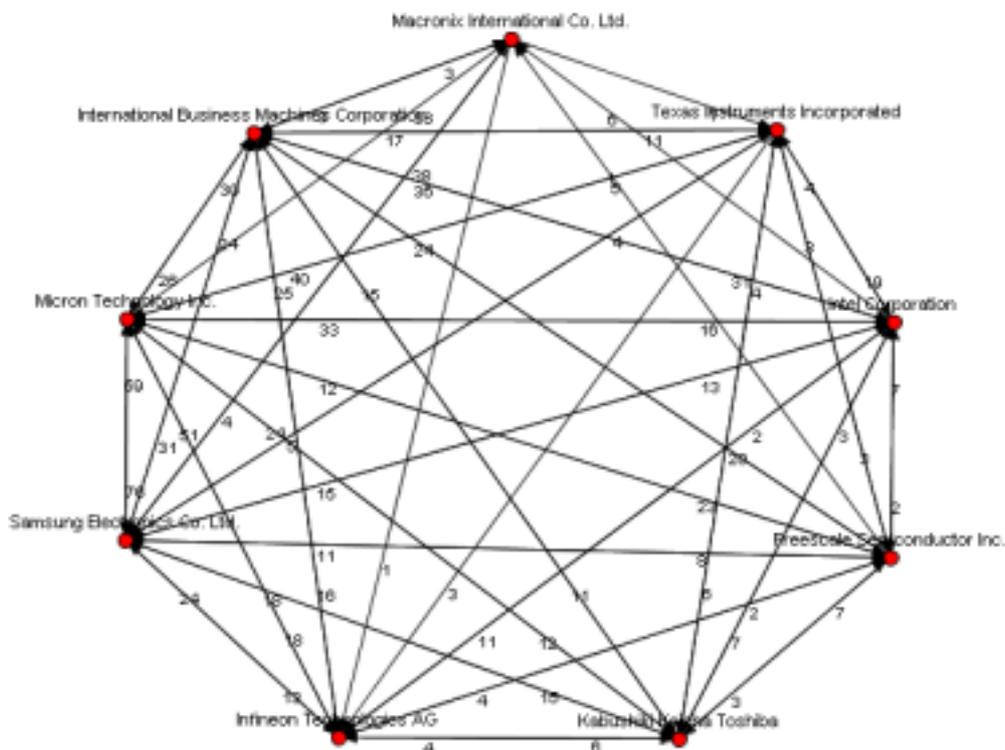


圖4-5 四階段之凝聚性最高之群組圖

第三節 創新網絡與創新能力關係之實證結果

本節主要探討本研究假說各項變數之間的關係，首先利用 Pearson 相關係數分析，各項變數之間的相關係數矩陣，如表 4-10 所示。另外，針對整體模式的合適性則採用混合迴歸分析，如表 4-11 所示，來說明整體模式及各項變數間的解釋力。

一、 Pearson 相關係數分析

本研究之相關係數矩陣表，如下表所示：

表 4-10 各項變數之 Pearson 相關係數矩陣

Pearson 係數	向內程度中心性	向外程度中心性	中介中心性	密度	凝聚性	專利數
向內程度中心性	1					
向外程度中心性	0.838***	1				
中介中心性	0.357***	0.348***	1			
密度	0.521***	0.508***	0.185***	1		
凝聚性	0.516***	0.466***	0.156***	0.772***	1	
專利數	0.552***	0.573***	0.500***	0.207***	0.58	1

註：***表示達到 1%之顯著水準

資料來源：本研究整理

從相關係數矩陣表中，可以有以下三點發現：

1. 中心性指標與專利數有顯著正相關

專利數與向內程度中心性、向外程度中心性與中介中心性的相關係數，都呈現顯著的正向相關(顯著水準達 0.01)。三項中心性的關連性程度皆相差不多(相關係數分別為 0.552、0.573 及 0.500)。

2. 密度與專利數兩項有顯著正相關

專利數與密度的關連性程度最低(相關係數 0.207)，但仍達到 0.01 的顯著水準。

3. 凝聚性與專利數兩項無顯著性相關

然而，唯一與專利數呈現負相關的變數為凝聚性，其相關係數雖為正數，但卻不顯著，表示此兩者無關連性。

二、 半導體產業內創新網絡對於公司創新能力的實證結果

本研究之被解釋變數為專利數的多寡，另外依據社會網絡指標將解釋變數分為「向內程度中心性」、「向外程度中心性」、「中介中心性」、「密度」及「凝聚性」五個混合迴歸變數。本研究之數據為兼具時間數列及橫斷面之追蹤資料(Panel Data)型態進行二因子效果模式(two-way effect model)的實證研究，除了探討廠商個別差異效果外，也探討時間差異的效果，至於廠商個別效果的探討，又可分為固定效果模式與隨機效果模式兩種。在選定此兩種效果何者較佳時，根據Hausman(1978)的檢定結果發現五個模式的 m 值偏大(P 值小於 0.05)，表示達到顯著水準，拒絕隨機效果模式，因此本研究以固定效果模式作為本研究的實證結果，如下表 4-14。

表 4-11 變數之混合迴歸實證結果

應變數：專利數				
變數	係數	標準差	t 值	P 值
向內程度中心性	591.1896	133.8	4.42	<.0001***
向外程度中心性	1117.049	156.5	7.14	<.0001***
中介中心性	7121	1659.8	4.29	<.0001***
凝聚性	-14.9545	3.3590	-4.45	<.0001***
密度	252.0092	121.5	2.07	0.0387**
R-Square = 0.7187				

註：***表示達到 1%之顯著水準；**表示達到 5%之顯著水準

資料來源：本研究整理

根據上表所示，五個變數皆達到顯著水準，以及模式的解釋力(R-Square)為 0.7187，表示此五個變數可以被接受。因此，根據混合迴歸模式的實證結果可以歸納有以下發現：

「向內程度中心性」、「向外程度中心性」、「中介中心性」、「密度」與「凝聚

性」四項社會網絡分析指標中發現，「向內程度中心性」、「向外程度中心性」、「中介中心性」、「密度」對於公司創新能力的影響皆達到顯著性的正向影響(假說H₁、H₂、H₃、H₅都成立)，而「凝聚性」卻對公司創新能力為負向影響(假說H₄不成立)。

也就是說，根據固定效果的迴歸模式的檢定，公司在網絡中的集中及擴散程度、公司在網絡中的知識傳遞程度及子群集間的互動程度越高對公司的創新能力有正向且顯著的影響，然而發現子群集間的連結關係越緊密，卻導致公司的創新能力呈現負向的效果。

第五章 結論與建議

本研究的目的是在於以社會網絡分析指標來探討半導體產業內公司所形成的創新網絡關係，以及各項指標對於公司的創新能力是否有所影響。因此本章節先彙整出實證結果，提出研究結論，再說明研究在理論上與實務上的貢獻與建議。

第一節 研究結論

本研究根據研究目的所提出結合社會網絡分析法提出三大假說，另外結合了動態的觀點，以半導體產業三次重大變革為分界，分析半導體產業內公司的動態改變狀態，因此，經過統計分析的實證結果彙整如下表 5-1 所示。並且針對研究目的作出以下結論：

一、全球半導體產業各階段之創新網絡

透過實證結果我們可以發現四個階段上，專利數量、專利引用及被引用量、公司的影響力、知識傳遞的角色及在子群集中扮演關鍵連結角色各公司之間的變化。因此，本研究結合半導體發展歷程及產業變革，探討各階段之變化的原因。

1. 第一階段(1976~1985)

此階段為微處理器及記憶體出現到成熟的階段，產業也由原本的系統廠商獨攬系統與 IC 設計、製造的垂直整合，轉變為系統廠商與 IC 設計製造廠商、晶圓代工公司的分工體制。此時在半導體產業內竄起之公司包括 IBM 公司(International Business Machines Corporation, 美國)、Hitachi 公司(Hitachi, Ltd, 日本)、Intel 公司(Intel Corporation, 美國)、Siemens 公司(Siemens AG, 德國)及 Toshiba 公司(Toshiba Corporation, 日本)等。其中 IBM、Hitachi 及 Siemens 公司與本研究在社會網絡分析中之實證結果相同，在第一階段內取得重要的關鍵地位。雖然產業由整合轉變為分工，但整個產業還是由整合型的公司所主導。

2. 第二階段(1986~1995)

第二次變革是由整合型的公司主導轉變為重量級廠商所主導，但從研究結果可以發現，包括 IBM 公司(International Business Machines Corporation, 美國)、

Hitachi 公司(Hitachi, Ltd, 日本)、Intel 公司(Intel Corporation, 美國)、Texas Instruments 公司(Texas Instruments, 美國)及 Toshiba 公司(Toshiba Corporation, 日本)等，大部分還是以整合型公司為主。另外，其中只有 Siemens 公司並未在第二階段中保有關鍵地位，取而代之的是 Texas Instruments 公司。然而，值得一提的是由於產業的變革，使得台灣的晶圓代工廠商，如聯電(United Microelectronics Corporation, 專利數 178, 排名 26)及台積電(Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, 專利數 49, 排名 77)擠進全球半導體產業當中。

3. 第三階段(1996~2005)

第三次的變革主要是由於積體電路的設計上也越來越複雜，各家公司間開始重視智慧財產(IP: Intellectual Property)，導致此階段在專利數及各項指標上達到最高峰，而半導體產業也進入完全專業化分工的階段。此階段佔據關鍵第位的公司依舊是由 IBM 公司(International Business Machines Corporation, 美國)及 Toshiba 公司(Toshiba Corporation, 日本)，另外 Micron Technology(Micron Technology, Inc., 美國)及 Samsung 公司(Samsung Electronics, 韓國)的出現也迅速的在產業中佔有一席之地。此階段的台灣企業除聯電(United Microelectronics Corporation, 專利數 1510, 排名 9)及台積電(Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, 專利數 936, 排名 15)外，南亞科技(Nanya Technology Corporation, 專利數 433, 排名 62)也出現在此階段當中，表示台灣企業逐漸重視在創新的投入。

4. 第四階段(2006~2009)

第四階段尚未出現重要的產業變革，但由於受到 2007 年的全球金融風暴的影響，連半導體產業也無法倖免，許多半導體大廠的關閉，進而影響到整個產業對創新的投入。能夠持續在半導體產業內保持關鍵地位的廠商，包括 IBM 公司(International Business Machines Corporation, 美國)、Intel 公司(Intel Corporation, 美國)、Toshiba 公司(Toshiba Corporation, 日本)、Samsung 公司(Samsung

Electronics，韓國)等。此階段的台灣企業依舊為聯電(United Microelectronics Corporation，專利數 261，排名 24)、台積電(Taiwan Semiconductor Manufacturing Company，專利數 309，排名 19)及南亞科技(Nanya Technology Corporation，專利數 102，排名 63)。

從四個階段的創新網絡關係可以發現，在半導體產業內持續佔據關鍵位置的公司主要是由 IBM 公司(International Business Machines Corporation，美國)、Toshiba 公司(Toshiba Corporation，日本)及 Samsung 公司(Samsung Electronics，韓國)三家公司所主導，而此三家公司的共通性都是整合型的公司，其跨足許多不同的電子產業，並且三家公司在創新的投入上皆非常重視，如 IBM 公司自 1961 年在美國成立首座實驗室以來，在全球建立了八座的研究中心，共有超過三千多位科學家與工程師，針對半導體、電腦科技、生化科技、電子商務、電子及語音辨識系統、軟硬體系統等，進行創新研究。另外，我們也可以看到許多公司的衰退，例如 Siemens 公司(Siemens AG，德國)。因此，持續的進行創新研究，不僅能為公司創造競爭優勢，也可為公司紮下穩定的基礎。

二、各項創新網絡指標對公司創新能力的影響

藉由表 5-1 各項指標對公司創新能力影響的驗證，整理出以下 4 點：

1. 根據 Wassermann and Faust(1994)所述，透過程度中心性可評估個別成員在網絡中的位置及定位，因此藉由程度中心性的衡量可區別出專利在網絡中的影響力。另外，Su and Lee(2009)分別將向內程度中心性及向外程度中心性定義為專利的集中與擴散程度，並且認為集中及擴散程度高的專利即為網絡中的關鍵專利。然而本研究進一步將這些學者的研究擴大，認為公司專利的集中及擴散程度會對公司創新能力產生正向的影響，實證結果也顯示假說 H_1 與 H_2 的推論正確。
2. Su and Lee(2009)認為中介中心性為衡量知識傳遞程度的指標，意即中介中

心性可顯示出何者佔據了操縱知識資訊傳遞的關鍵性位置(Burt, 1992)。本研究同樣將其推廣為在網絡中知識傳遞的程度越高者，對公司創新能力會有正向的影響，並且也得到正向且顯著的結果，表示H₃的推論正確。

3. Collins(1988)認為一個人與網絡的連結越緊密，其凝聚性越強，受團體規範的影響越深。使得該群集中的行動者之間會具有相對較強、直接及緊密的關係(Wassermann and Faust,1994)。因此，本研究同樣推論若該子群集間的連結關係越緊密，其對網絡內各公司的創新能力有顯著且正向的影響。但根據研究結果顯示，凝聚性越高反而導致創新能力(專利數)越少。本研究認為，一個凝聚性高的群體內，會有一些少數關鍵的公司，其掌握關鍵的專利，進而導致此關鍵專利受到其他公司大量的引用，而這些大量引用的公司本身投入較少的資源在創新能力上，使得整體的創新能力(專利數)受到影響。
4. Stuart(1998)將高科技企業在其競爭環境中的分層(stratified)定位為兩個構面；密度性(crowding)與聲望性(prestige)。認為組織若處於密度高的群聚位置中，這些組織不但互動程度頻繁且也積極參與技術上的環節，而且這些組織對創新也十分活躍。因此本研究延伸此一構想，認為公司若處於密度高的群聚位置中，會影響其對創新能力的投入。研究結果也證實假說H₅的推論正確。

表 5-1 研究假說檢定結果彙總表

投入變數	衡量變數	研究假設	預期結果	實證結果	假設成立與否
公司在網絡中的集中程度	向內程度中心性 (In-Degree Centrality)	H₁ ：公司專利在網絡中的集中程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。	正相關	顯著 正相關	成立
公司在網絡中的擴散程度	向外程度中心性 (Out-Degree Centrality)	H₂ ：公司專利在網絡中的擴散程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。	正相關	顯著 正相關	成立
公司在網絡中知識傳遞的程度	中介中心性 (Betweenness Centrality)	H₃ ：公司專利在網絡中知識傳遞的程度，對公司創新能力有顯著且正向的影響。	正相關	顯著 正相關	成立
子群集間的連結關係	凝聚性 (Cohesion Index)	H₄ ：子群集間的連結關係越緊密，對公司創新能力有顯著且正向的影響。	正相關	顯著 負相關	不成立
子群集間的互動程度	密度 (Network Density)	H₅ ：子群集間的互動程度越高，對公司創新能力有顯著且正向的影響。	正相關	顯著 正相關	成立

第二節 研究貢獻及實務意涵

一、研究貢獻

知識經濟的時代來臨，創新能力即代表企業能否獲取關鍵的競爭優勢，並且永續發展。因此本研究透過社會網絡指標來分析公司的集中擴散程度、影響力、知識傳遞程度等是否能夠對公司的創新能力有正面的影響。因此，歸納出以下2點研究貢獻。

1. 過去以網絡為基礎的專利分析，僅透過社會網絡各項指標(中心性、凝聚性、密度等等)來解釋或找出在該產業或該群體間最具影響力的中心者，並未探討各項指標對創新能力的影響。另外，由於半導體屬於高科技產業，其產業之產品、技術及知識流動變化快速，因此，半導體產業內的關鍵技術應隨時間不斷的轉移，若單純以社會網絡分析來解釋，會忽略許多變數之間的相關性，也無法解釋隨著時間的推移，技術及知識移轉的演進關係(Su and Lee, 2009)。故本研究試圖融入時間的觀點，探討產業內在不同期間創新網絡內最具影響力專利權人間的移轉關係及社會網絡指標對創新能力的影響。
2. 半導體產業的興衰對全球經濟成長率有一定的影響力，而過去的文獻主要都將研究範圍限制在單一國家為主，忽略了其他國家重要且具影響力的公司，而本研究將此範圍擴大至全球半導體廠商，以社會網絡分析觀點探討公司創新能力的變化及重要性加以研究，對於半導體產業公司思考創新能力的效益提出一個方向。

二、實務意涵

對實務界而言，本研究提供以下三項觀點，作為建議半導體產業公司未來發展應注意之處。

1. 必須增加對創新投入之程度

Friedman(2005)提到全球化將是未來的趨勢，而世界的疆界正在被抹平，而在此趨勢下，產品技術、生命週期等都將面臨快速變遷的壓力，這些企業想要在

這樣競爭激烈的環境下生存，就必須擁有具備創新能力的產品來提高績效(Cabral and Leiblein,2001)。

由於專利數目的多寡代表此專利權人在創新上的投入的程度(Hall, et al., 2000)本研究結果也顯示出半導體產業內公司對知識投入逐年增長，代表公司對於知識投入的程度越高，公司的創新能力也會跟著提高，並且在產業內佔據了關鍵且重要的地位。因此，在知識滿載的環境競爭，公司必須要厚植公司創新的知識能力之基礎，才能夠獲得公司的核心競爭力，藉以永續發展。

2. 與創新網絡中的成員互動，以取得相關的技術、知識及資訊

為了獲取知識，企業必須在與合作夥伴相互影響的過程中，透過知識轉移及傳遞的作用，擴大自己的知識存量，而藉由企業與企業間的知識交流，逐漸產生一種互利的關係，進而建立起一個緊密的創新網絡關係。

從本研究四階段的創新網絡關係可發現，半導體產業是一個高度知識密集的產業，絕大部份的公司都集中在一個複雜且密集的網絡中，各子群集的重疊性高，使得創新的過程頻繁的出現在網絡中。然而，創新網絡內的活動需要資源的不斷投入，並收集市場上相關的技術、知識與資訊(Johanson and Mattsson, 1988)。因此，企業必然需要藉由本身的創新或引用其他企業的專利，來獲取大量的資源及複雜的技術能力，而創新知識網絡的建立會導致隱性知識的累積，而這是很難被競爭者所仿製的，也因此可以成為企業持久競爭優勢的基礎。

3. 對台灣半導體產業之建議

當創新網絡節點程度中心性越高，表示該專利權人的專利越重要，或是指其專利被普遍引用，或具有一定程度的知識技術；當創新網絡節點中介中心性越高，表示該專利權人佔據兩兩專利權人知識傳遞的關鍵位置。經由以上在社會與創新網絡，業界可以將具有關鍵位置的專利全人，樹立業界的良好標竿，並透過該發明人聯繫其他半導體產業的重要專利知識，藉以幫助半導體產業整體技術的提升。

第三節 研究建議與未來研究方向

本研究檢驗半導體產業內創新網絡關係後，進而對本研究提出建議及提供未來研究者後續發展之方向如下：

一、研究推展至其他知識密集產業

過去普遍文獻都以資訊產業及製造業為基礎來探討創新行為或創新績效，然而，從過去的統計數據來看，各國在農業、製造業、服務業的就業人數此消彼長。農業所占比率由 47% 逐漸下降到 5%，製造業維持 28%，但也出現先升後降的現象，服務業則由 24% 持續攀升到 67%。這勾勒出全球產業的變動軌跡。因此，知識密集服務業的來臨，是經濟體成長過程的必經之路，故建議後續研究者可將知識密集服務業作為研究對象或拓展至其他有價值之產業研究。

二、投入與產出變數多樣化

本研究公司的創新能力是藉由社會網絡分析法的中心性及凝聚性與密度來衡量，但過去在公司創新能力績效上，還有更多變數可以作為分析方法，因此若再將投入變數的面向擴大，將影響公司之創新能力的可能關鍵因素找出，並驗證其正負相關性，將對產業有相當大的貢獻。

另外，在產出變數方面，本研究僅採用公司的專利權數來衡量，建議後續研究者可利用其他指標，如科技強度或科學關連性等指標來衡量公司之創新績效。

三、深入研究凝聚性與創新能力之關係

過去在探討凝聚性的文獻中，一般認為一個網絡的連結越緊密，其凝聚力越強，受團體規範的影響越深，具有高度凝聚力的群體中，個體的理念常常很一致，具有十分類似的看法與想法(Wasserman and Faust, 1994; Collins, 1988)。因此，本研究認為子群集的凝聚性會對子群集內的公司創新能力有正向的影響，但研究結果卻顯示出負向的影響。因此，未來在相似研究上可對此一結果作出更深入的研究。

參考文獻

一、 中文文獻

1. 翁順裕、賴奎魁、陳孟棋(民 97)。將專利組合鑲嵌至技術規劃中。管理與系統，2，323-354。
2. 曾俊堯(民 92)。創新資本對經營績效與公司價值影響之研究。國立台北大學企業管理學系博士論文，未出版，台北市。
3. 熊瑞梅(民 88 年 5 月)。核心網絡的性別特質，台灣社會的個人網絡：第三次社會變遷基本調查研討會論文。台北：中央研究院社會學研究所籌備處。
4. 蔡勇美、王德睦與李美玲(民 87)，「社會變遷、社會網絡與生命經驗：以臺灣婦女為例」，臺灣社會的個人網絡：第三次社會變遷基本調查研討會，(頁 1~25)。

二、 英文文獻

1. Badaracco, J. L. (1991). *The knowledge Link*, Boston MA: Harvard Business School Press.
2. Blau, P. M. and Schwartz, J. E. (1984). *Cross-cutting social circles: Testing a macrosociological theory of intergroup relations*. New York: Academic Press.
3. Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality, *Journal of Mathematical Sociology*, 25, 163-177.
4. Buchel, B. and Raub, S. (2002). Building knowledge-creating value networks. *European Management Journal*, 20(6), 587-96.
5. Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, MA: Harvard University Press.
6. Cabral, R. and Leiblein, M. (2001). Adoption of a Process Innovation with Learning-By-Doing : Evidence from the Semiconductor Industry. *The Journal of Industrial Economics*, 49, 269-280.

7. Cantner, U. and Graf, H. (2006). The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy*, 35, 463-480.
8. Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, 95-120.
9. Coleman, J. S. (1990). *Foundations of Social Theory*. Cambridge MA: Harvard University Press.
10. Freeman, L. (1979). Centrality in social network: conceptual clarification. *Social Networks*, 1, 215-239.
11. Friedman, T. L. (2005). *The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-first Century*. St Martins Pr
12. Gemünden, H. G., Ritter, T. and Heydebreck, P. (1996). Network configuration and innovation success: An empirical analysis in German high-tech industries. *International Journal of Research in Marketing*, 13, 449-462.
13. Griliches, Z. (1990). Patent statistics as a economic indicators: A survey, *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
14. Grilliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
15. Gupta, B. M. and Bhattacharya, S. (2004). A bibliometric approach towards mapping the dynamics of science and technology. *DESIDOC Bulletin of Information Technology*, 24, 3-8.
16. Hall, B., Jaffe, A., and Trajtenberg, M. (2000). *Market value and patent citations: A first book*. NBER Working Paper Series, Cambridge, MA.
17. Hao, T. and John, A. M. (2007). Cyclical Dynamics in Three Industries, *DRUID-DIME Academy*, 25, 853-866
18. Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., and Vopel, K. (1999) Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and Statistics*, 81,

- 511-515.
19. Jaffe, A., Trajtenberg, M. and Henderson, R. (1993). Geographic localization of spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577-598.
 20. Johanson, J. and Mattson, L. G. (1988). *International in Industrial System-A Network Approach*. In N. Hood and J.E. Vahlue.(Eds.), *Strategies in Global Competition*. London: Croom Helm.
 21. Klepper, S. (1996). Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle. *American Economic Review*, 86(3), 562-83
 22. Lai, K. K., and Weng C. S. (2009), The isomorphic development of insurance - the perspective of social network analysis. *International Journal of Services Technology and Management*, 12, 85-104.
 23. Lewis, J. D. (1990). Making Strategic Alliance Work. *Research Technology Management*, 33, 12-15
 24. Moge, M. E. (1997). *Patent analysis methods in support of licensing*. Proceeding On Technology Transfer Society Annual Conference.
 25. Narin, F., Noma, E., and Perry, R. (1987). Patents as indicators of corporate technological strength. *Research Policy*, 16, 143-155.
 26. Newman, N.E.J. (2004). Detecting community structure in networks. *The European Physical Journal B*, 38, 321-330.
 27. Otte, E., and Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), 441-453.
 28. Podolny, M., Stuart, T. E., and Michael T. H. (1996). Networks, Knowledge, and Niches: Competition in the Worldwide Semiconductor Industry, 1984-1991. *American Journal of Sociology*, 102(3), 659-689.

29. Robert, A. B. (1994). Fading memories: A process theory of strategic business exit in dynamic environments. *Administrative Science Quarterly*, 39(1), 24-57.
30. Scott, J. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook*, Sage Publications, London, 2nd ed.
31. Seidman, S., and Foster, B. (1979). SONENT-1. *Social Networks*, 2, 85-90.
32. Stuart, T. E. (1998). Network position and Propensities to Collaborate: An investigation of strategic alliance formation in a high-technology industry. *Administrative Science Quarterly*, 43, 668-698.
33. Stuart, T. E., and Podolny, J. M. (1996). Local Search and the Evolution of Technological Capabilities. *Strategic Management Journal*, 17, 21-38.
34. Su, H. N. and Lee, P. C. (2009). Dynamic and Quantitative Exploration on Technology Evolution Mechanism: The Case of Electrical Conducting Polymer Nanocomposite, *Technological Forecasting and Social Change*, 2433-2440.
35. Thompson, P. (2006). Patent Citations and the Geography of Knowledge Spillovers: Evidence from Inventor- and Examiner-added Citations. *Review of Economics and Statistics*, 88(2), 383-388.
36. Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovation. *Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
37. Tseng, Chun-Yao (2009). Technological Innovation and Knowledge Network in Asia: Evidence from Comparison of Information and Communication Technologies among Six Countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(5), 654-663.
38. Wassermann, S., and Faust, K. (1994). *Social Network Analysis Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.
39. Wellman, B. (1990). Different Strokes From Different Folks: Community Ties and Social Support. *American Journal of Sociology*, 96(3), 275-302.

40. Yin, L.C., Kretschmer, H., Hanneman, R.A. and Liu, Z.Y. (2006). Connection and satisfaction in research collaboration: An analysis of the COLLNET network. *Information Processing and Management*, 42, 1599-1613.
41. Yoon, B. and Park Y. (2004). A text-mining-based patent network: analytical tool for high-technology trend. *Journal of High Technology Management Research*, 15, 37-50.
42. Zahra, A. S. and George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185-203.

附錄一 各階段專利權人專利數排名

第一階段(1976~1985)			第二階段(1986~1995)		
No.	專利權人	專利數	No.	專利權人	專利數
1	International Business Machines Corporation	598	1	Kabushiki Kaisha Toshiba	1377
2	RCA Corporation	432	2	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha	1270
3	Hitachi, Ltd.	363	3	Texas Instruments Incorporated	1160
4	Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha	325	4	Hitachi, Ltd.	932
5	ATandT Bell Laboratories	321	5	Motorola, Inc.	917
6	Siemens Aktiengesellschaft	318	6	International Business Machines Corporation	843
7	U.S. Philips Corporation	311	7	NEC Corporation	799
8	General Electric Company	275	8	Fujitsu Limited	652
9	Texas Instruments Incorporated	267	9	ATandT Bell Laboratories	627
10	Fujitsu Limited	184	10	U.S. Philips Corporation	507
11	Motorola, Inc.	179	11	Canon Kabushiki Kaisha	456
12	Westinghouse Electric Corp.	139	12	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	437
13	Thomson-CSF	132	13	Siemens Aktiengesellschaft	411
14	Hughes Aircraft Company	126	14	General Electric Company	360
15	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	126	15	Sharp Kabushiki Kaisha	350
16	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	122	16	SGS-Thomson Microelectronics, Inc.	344
17	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha	115	17	Micron Technology, Inc.	313
18	Honeywell Inc.	93	18	Sony Corporation	283
19	Kabushiki Kaisha Daini Seikosha	90	19	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	279
20	The United States of America as represented by the Secretary of the Army	90	20	Fuji Electric Co., Ltd.	240
21	Rockwell International Corporation	82	21	National Semiconductor Corporation	236
22	Fairchild Camera and Instrument Corporation	81	22	Samsung Electronics Co., Ltd.	226
23	Sony Corporation	79	23	Hughes Aircraft Company	208

24	National Semiconductor Corporation	77	24	Seiko Epson Corporation	208
25	Nippon Electric Co., Ltd.	75	25	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	188
26	Harris Corporation	70	26	United Microelectronics Corporation	178
27	The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force	66	27	Harris Corporation	171
28	Licentia Patent-Verwaltungs-G.m.b.H.	59	28	Thomson-CSF	161
29	Murata Manufacturing Co., Ltd.	52	29	Advanced Micro Devices, Inc.	153
30	BBC Brown, Boveri and Company, Limited	51	30	Hewlett-Packard Company	147
31	Raytheon Company	47	31	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	141
32	Exxon Research and Engineering Co.	46	32	Xerox Corporation	137
33	Massachusetts Institute of Technology	46	33	Oki Electric Industry Co., Ltd.	136
34	Xerox Corporation	46	34	Eastman Kodak Company	130
35	Intel Corporation	44	35	Goldstar Electron Co., Ltd.	125
36	Western Electric Company, Inc.	42	36	Rohm Co., Ltd.	124
37	Burroughs Corporation	41	37	Honeywell Inc.	121
38	NCR Corporation	41	38	RCA Corporation	119
39	Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation	39	39	Intel Corporation	117
40	TRW Inc.	38	40	Sanyo Electric Co., Ltd.	116
41	Atlantic Richfield Company	37	41	Hyundai Electronics Industries Co., Ltd.	113
42	General Motors Corporation	36	42	VLSI Technology, Inc.	104
43	Signetics Corporation	36	43	The United States of America as represented by the Secretary of the Army	98
44	The United States of America as represented by the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration	36	44	Rockwell International Corporation	97
45	The United States of America as represented by the United States Department of Energy	36	45	Nippondenso Co., Ltd.	95

46	Varian Associates, Inc.	35	46	Murata Manufacturing Co., Ltd.	93
47	Sperry Corporation	34	47	Massachusetts Institute of Technology	90
48	Hewlett-Packard Company	33	48	The United States of America as represented by the United States Department of Energy	90
49	ITT Industries, Inc.	33	49	Industrial Technology Research Institute	88
50	Eastman Kodak Company	32	50	Applied Materials, Inc.	87
51	Energy Conversion Devices, Inc.	32	51	LSI Logic Corporation	83
52	GTE Laboratories Incorporated	32	52	Siliconix Incorporated	79
53	Sharp Kabushiki Kaisha	31	53	Tokyo Electron Limited	79
54	Robert Bosch GmbH	30	54	The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force	75
55	Solarex Corporation	30	55	Westinghouse Electric Corp.	74
56	Commissariat a l'Energie Atomique	29	56	Digital Equipment Corporation	71
57	Zaidan Hojin Handotai Kenkyu Shinkokai	28	57	Ricoh Company, Ltd.	69
58	Canon Kabushiki Kaisha	26	58	GTE Laboratories Incorporated	65
59	International Rectifier Corporation	23	59	Energy Conversion Devices, Inc.	64
60	Northern Telecom Limited	23	60	Northern Telecom Limited	63
61	AMP Incorporated	22	61	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.	62
62	Sprague Electric Company	22	62	Nippon Steel Corporation	61
63	Eaton Corporation	21	63	General Motors Corporation	60
64	The Secretary of State for Defence in Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	21	64	Raytheon Company	60
65	Fuji Xerox Co., Ltd.	20	65	Nippon Telegraph and Telephone Corporation	59
66	International Standard Electric Corporation	19	66	Olin Corporation	58
67	Owens-Illinois, Inc.	19	67	Nissan Motor Co., Ltd.	57
68	VLSI Technology Research Association	19	68	North Carolina State University	57
69	Mobil Tyco Solar Energy Corporation	17	69	Robert Bosch GmbH	57
70	Mostek Corporation	17	70	Fairchild Semiconductor Corporation	55

71	Nippon Gakki Seizo Kabushiki Kaisha	17	71	TRW Inc.	54
72	United Technologies Corporation	17	72	United Technologies Corporation	53
73	Citizen Watch Co., Ltd.	16	73	The United States of America as represented by the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration	51
74	Hutson, Jearld L.	16	74	Kabushiki Kaisha Toyota Chuo Kenkyusho	50
75	Agency of Industrial Science and Technology	15	75	NCR Corporation	50
76	American Microsystems, Inc.	15	76	NGK Insulators, Ltd.	49
77	Clarion Co., Ltd.	15	77	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company	49
78	Electric Power Research Institute, Inc.	15	78	Delco Electronics Corporation	48
79	Minnesota Mining and Manufacturing Company	15	79	Kanegafuchi Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha	48
80	Ford Motor Company	14	80	Eaton Corporation	46
81	Advanced Micro Devices, Inc.	13	81	Ford Motor Company	45
82	Chevron Research Company	13	82	Olympus Optical Co., Ltd.	44
83	McDonnell Douglas Corporation	13	83	Santa Barbara Research Center	43
84	Monsanto Company	13	84	Commissariat a l'Energie Atomique	40
85	General Dynamics Corporation	12	85	Agency of Industrial Science and Technology	39
86	International Telephone and Telegraph Corporation	12	86	Asea Brown Boveri Ltd.	39
87	Photon Power, Inc.	12	87	Telefunken electronic GmbH	39
88	Futaba Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha	11	88	International Rectifier Corporation	38
89	Hamamatsu Terebi Kabushiki Kaisha	11	89	Microelectronics and Computer Technology Corporation	37
90	National Research Institute for Metals	11	90	Casio Computer Co., Ltd.	35
91	Teledyne Industries, Inc.	11	91	ITT Corporation	35
92	The Boeing Company	11	92	Brother Kogyo Kabushiki Kaisha	34
93	Kureha Kagaku Kogyo Kabushiki	11	93	California Institute of Technology	34

	Kaisha				
94	California Institute of Technology	10	94	Analog Devices, Inc.	33
95	Oki Electric Industry Co., Ltd.	10	95	Minnesota Mining and Manufacturing Company	33
96	Pioneer Electronic Corporation	10	96	The Boeing Company	32
97	Sanyo Electric Co., Ltd.	10	97	E. I. Du Pont de Nemours and Company	31
98	Semiconductor Research Foundation	10	98	Kabushiki Kaisha Shinkawa	31
99	Semikron Gesellschaft fur Gleichrichterbau und Elektronik m.b.H.	10	99	Actel Corporation	30
100	SGS-ATES Componenti Elettronici S.p.A.	10	100	Tektronix, Inc.	30
101	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	10	101	Allied-Signal Inc.	29
102	Telefunken Electronic GmbH	10	102	Cornell Research Foundation, Inc.	29
103	Wacker-Chemitronic Gesellschaft fur Elektronik-Grundstoffe mbH	10	103	Grumman Aerospace Corporation	28
104	Communications Satellite Corporation	9	104	Seikosha Co., Ltd.	28
105	E. I. Du Pont de Nemours and Company	9	105	Sundstrand Corporation	28
106	Frosch, Robert A. Administrator of the	9	106	United Solar Systems Corporation	28
107	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	9	107	British Telecommunications public limited company	27
108	The Singer Company	9	108	General Instrument Corporation	26
109	University of Delaware	9	109	Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH	26
110	University of Illinois Foundation	9	110	Nikon Corporation	26
111	Yamazaki, Shunpei	9	111	Unisys Corporation	26
112	Aavid Engineering, Inc.	8	112	Alps Electric Co., Ltd.	25
113	Airco, Inc.	8	113	Clarion Co., Ltd.	25
114	Allied Corporation	8	114	Electronics and Telecommunications Research Institute	25
115	Centre Electronique Horloger S.A.	8	115	Kopin Corporation	25
116	Sovonics Solar Systems	8	116	Mobil Solar Energy Corporation	25
117	Strebkov, Dmitry S.	8	117	Atlantic Richfield Company	24
118	Tektronix, Inc.	8	118	Kyocera Corporation	24
119	Teletype Corporation	8	119	Nippon Soken, Inc.	24

120	The University of Delaware	8	120	Yamaha Corporation	24
121	Agence Nationale de Valorisation de la Recherche (ANVAR)	7	121	The Furukawa Electric Co., Ltd.	23
122	CKD Praha, oborovy podnik	7	122	STC PLC	21
123	Kulite Semiconductor Products, Inc.	7	123	The Regents of the University of California	21
124	NEC Corporation	7	124	Nippon Precision Circuits Ltd.	20
125	Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.	7	125	The Secretary of State for Defence in Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	20
126	Nippon Soken, Inc.	7	126	Atmel Corporation	19
127	North American Philips Corporation	7	127	International Superconductivity Technology Center	19
128	Northern Electric Company Limited	7	128	Alcatel N.V.	18
129	Seiko Instruments and Electronics Ltd.	7	129	Sprague Electric Company	18
130	Spire Corporation	7	130	TDK Corporation	18
131	Supertex, Inc.	7	131	Integrated Device Technology, Inc.	17
132	United Kingdom Atomic Energy Authority	7	132	Max Planck Gesellschaft zur Foerderung der Wissenschaften e.V.	17
133	Wisconsin Alumni Research Foundation	7	133	Midwest Research Institute	17
134	Asea Aktiebolag	6	134	Plessey Overseas Limited	17
135	Braun Aktiengesellschaft	6	135	Signetics Corporation	16
136	Gibbons, James F.	6	136	Solarex Corporation	16
137	Inmos Corporation	6	137	Cree Research, Inc.	15
138	Kistler Instrumente AG	6	138	Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.	15
139	Societe Anonyme de Telecommunications	6	139	Kawasaki Steel Corporation	15
140	Stanley Electric Co., Ltd.	6	140	Kulite Semiconductor Products, Inc.	15
141	The Perkin-Elmer Corporation	6	141	The Standard Oil Company	15
142	Zenith Radio Corporation	6	142	Aisin Seiki Kabushiki Kaisha	14
143	Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha	5	143	Georgia Tech Research Corporation	14
144	CTS Corporation	5	144	IXYS Corporation	14
145	Fletcher, James C. Administrator of	5	145	Litton Systems, Inc.	14

	the				
146	Harari, Eliyahou	5	146	McDonnell Douglas Corporation	14
147	Lindmayer, Joseph	5	147	MCNC	14
148	Potapov, Valery N.	5	148	Northrop Corporation	14
149	Ryabikov, Stanislav V.	5	149	Purdue Research Foundation	14
150	Ford Aerospace and Communications Corporation	4	150	Zenith Electronics Corporation	14
總數		7294	總數		20202

No.	專利權人	專利數	No.	專利權人	專利數
1	Micron Technology	5410	1	Micron Technology, Inc.	2040
2	AMD Corporation	3266	2	Samsung Electronics Co., Ltd.	1471
3	IBM Corporation	3200	3	International Business Machines Corporation	1232
4	NEC Corporation	2800	4	Kabushiki Kaisha Toshiba	1115
5	Toshiba	2279	5	Intel Corporation	1110
6	Mitsubishi	1957	6	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	1082
7	Samsung	1733	7	Infineon Technologies AG	1056
8	Texas Instruments	1623	8	Seiko Epson Corporation	937
9	聯電	1510	9	Renesas Technology Corp.	903
10	Hitachi	1362	10	Texas Instruments Incorporated	633
11	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	1248	11	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	621
12	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	1200	12	Hynix Semiconductor Inc.	550
13	Fujitsu Limited	1144	13	Fujitsu Limited	543
14	Intel Corporation	1119	14	Dongbu Electronics Co., Ltd.	479
15	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company	936	15	Sony Corporation	444
16	Sony Corporation	911	16	Freescale Semiconductor, Inc.	431
17	Motorola, Inc.	910	17	Advanced Micro Devices, Inc.	390
18	Infineon Technologies AG	908	18	Applied Materials, Inc.	330
19	Canon Kabushiki Kaisha	885	19	Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.	309
20	Sharp Kabushiki Kaisha	853	20	NEC Electronics Corporation	305
21	Hyundai Electronics Industries Co.,	851	21	Sharp Kabushiki Kaisha	277

	Ltd.				
22	LSI Logic Corporation	822	22	Tokyo Electron Limited	270
23	Seiko Epson Corporation	820	23	Canon Kabushiki Kaisha	265
24	Applied Materials, Inc.	811	24	United Microelectronics Corp.	261
25	Siemens Aktiengesellschaft	700	25	Oki Electric Industry Co., Ltd.	255
26	Oki Electric Industry Co., Ltd.	656	26	Sanyo Electric Co., Ltd.	240
27	National Semiconductor Corporation	633	27	Hitachi, Ltd.	238
28	LG Semicon Co., Ltd.	628	28	Hewlett-Packard Development Company, L.P.	235
29	Renesas Technology Corp.	610	29	National Semiconductor Corporation	233
30	Hynix Semiconductor Inc.	601	30	Macronix International Co., Ltd.	222
31	Vanguard International Semiconductor Corporation	588	31	Denso Corporation	210
32	Sanyo Electric Co., Ltd.	579	32	Advanced Semiconductor Engineering, Inc.	198
33	Lucent Technologies Inc.	555	33	Panasonic Corporation	184
34	Chartered Semiconductor Manufacturing Ltd.	539	34	LG.Philips LCD Co., Ltd.	173
35	Murata Manufacturing Co., Ltd.	530	35	Industrial Technology Research Institute	170
36	Rohm Co., Ltd.	479	36	Rohm Co., Ltd.	168
37	Macronix International Co., Ltd.	444	37	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha	156
38	Tokyo Electron Limited	443	38	Spansion LLC	148
39	Industrial Technology Research Institute	420	39	Cree, Inc.	144
40	STMicroelectronics S.r.l.	365	40	Lam Research Corporation	141
41	Amkor Technology, Inc.	333	41	International Rectifier Corporation	140
42	Denso Corporation	310	42	Eastman Kodak Company	138
43	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	308	43	Fujifilm Corporation	135
44	U.S. Philips Corporation	299	44	TDK Corporation	133
45	Fuji Electric Co., Ltd.	262	45	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	131
46	Lam Research Corporation	250	46	Agere Systems Inc.	128
47	VLSI Technology, Inc.	250	47	General Electric Company	125
48	Robert Bosch GmbH	222	48	LG Display Co., Ltd.	120
49	General Electric Company	220	49	Robert Bosch GmbH	119
50	Tessera, Inc.	211	50	Fairchild Semiconductor Corporation	118
51	Xerox Corporation	211	51	Novellus Systems, Inc.	118

52	NGK Insulators, Ltd.	210	52	STMicroelectronics S.r.l.	117
53	Winbond Electronics Corp.	188	53	Elpida Memory, Inc.	114
54	Agilent Technologies, Inc.	185	54	Amkor Technology, Inc.	110
55	International Rectifier Corporation	185	55	Shinko Electric Industries Co., Ltd.	110
56	Nikon Corporation	183	56	Murata Manufacturing Co., Ltd.	110
57	The Regents of the University of California	181	57	Powerchip Semiconductor Corp.	108
58	Siliconware Precision Industries Co., Ltd.	180	58	Honeywell International Inc.	108
59	Hewlett-Packard Development Company, L.P.	177	59	Koninklijke Philips Electronics N.V.	104
60	Agere Systems Guardian Corp.	176	60	Chartered Semiconductor Manufacturing Ltd.	103
61	Electronics and Telecommunications Research Institute	176	61	Osram OPTO Semiconductors GmbH	103
62	Nanya Technology Corporation	176	62	The Regents of the University of California	102
63	Eastman Kodak Company	172	63	Nanya Technology Corporation	102
64	Freescale Semiconductor, Inc.	171	64	Stats Chippac Ltd.	100
65	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	170	65	Altera Corporation	100
66	Advanced Semiconductor Engineering, Inc.	169	66	Commissariat a l'Energie Atomique	100
67	Mosel Vitelic, Inc.	169	67	Delphi Technologies, Inc.	99
68	TRW Inc.	169	68	Megica Corporation	99
69	Commissariat a l'Energie Atomique	169	69	LSI Logic Corporation	99
70	Harris Corporation	169	70	ProMOS Technologies Inc.	98
71	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.	167	71	Toyoda Gosei Co., Ltd.	98
72	TDK Corporation	166	72	Au Optronics Corp.	97
73	NipponDenso Co., Ltd.	166	73	NGK Insulators, Ltd.	96
74	Fairchild Semiconductor Corporation	165	74	Xilinx, Inc.	96
75	Toyoda Gosei Co., Ltd.	162	75	SanDisk Corporation	95
76	Yamaha Corporation	162	76	Electronics and Telecommunications Research Institute	94

77	Nippon Steel Corporation	161	77	NXP B.V.	94
78	United Semiconductor Corp.	161	78	Nichia Corporation	94
79	SGS-Thomson Microelectronics S.r.L.	160	79	S.O.I.Tec Silicon on Insulator Technologies	93
80	Raytheon Company	160	80	Broadcom Corporation	93
81	Shinko Electric Industries Co., Ltd.	158	81	Siliconware Precision Industries Co., Ltd.	91
82	Sun Microsystems, Inc.	158	82	Semiconductor Components Industries, L.L.C.	91
83	California Institute of Technology	156	83	Disco Corporation	90
84	National Science Council	155	84	Tessera, Inc.	90
85	Cypress Semiconductor Corporation	155	85	Ricoh Company, Ltd.	90
86	Altera Corporation	155	86	3M Innovative Properties Company	89
87	Integrated Device Technology, Inc.	155	87	Atmel Corporation	89
88	Siliconix Incorporated	153	88	Via Technologies, Inc.	89
89	Massachusetts Institute of Technology	153	89	Siemens Aktiengesellschaft	86
90	Cree, Inc.	150	90	Magnachip Semiconductor, Ltd.	86
91	Ricoh Company, Ltd.	140	91	Massachusetts Institute of Technology	83
92	Honeywell International Inc.	140	92	HRL Laboratories, LLC	83
93	Analog Devices, Inc.	140	93	Xerox Corporation	83
94	Novellus Systems, Inc.	139	94	Nitto Denko Corporation	80
95	Sandia Corporation	136	95	Cypress Semiconductor Corporation	79
96	North Carolina State University	136	96	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.	79
97	Citizen Watch Co., Ltd.	135	97	California Institute of Technology	79
98	The United States of America as represented by the Secretary of the Army	129	98	Yamaha Corporation	78
99	General Semiconductor, Inc.	122	99	Casio Computer Co., Ltd.	77
100	Delphi Technologies, Inc.	121	100	ASM America, Inc.	75
101	Xilinx, Inc.	115	101	Chunghwa Picture Tubes, Ltd.	75
102	Newport Fab, LLC	111	102	Motorola, Inc.	74
103	Northrop Grumman Corporation	105	103	AmberWave Systems Corporation	73
104	The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force	103	104	E. I. du Pont de Nemours and Company	73

105	Consorzio per la Ricerca sulla Microelettronica nel Mezzogiorno	102	105	Kyocera Corporation	73
106	Symetrix Corporation	100	106	Olympus Corporation	73
107	The Furukawa Electric Co., Ltd.	99	107	Epistar Corporation	72
108	Nippon Telegraph and Telephone Corporation	98	108	Palo Alto Research Center Incorporated	70
109	Actel Corporation	94	109	Hamamatsu Photonics K.K.	70
110	Hughes Aircraft Company	94	110	Ovonyx, Inc.	70
111	Minolta Co., Ltd.	94	111	Bridge Semiconductor Corporation	70
112	Powerchip Semiconductor Corp.	93	112	Japan Science and Technology Agency	70
113	Worldwide Semiconductor Manufacturing Corp.	89	113	Nantero, Inc.	70
114	Promos Technologies, Inc.	88	114	Sanken Electric Co., Ltd.	68
115	Silicon Genesis Corporation	87	115	Showa Denko K.K.	68
116	Kyocera Corporation	87	116	ChipPAC, Inc.	66
117	Nitto Denko Corporation	86	117	Silicon Storage Technology, Inc.	65
118	HRL Laboratories, LLC	86	118	Analog Devices, Inc.	65
119	Intersil Corporation	86	119	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	65
120	Dongbu Electronics Co., Ltd.	85	120	Aptina Imaging Corporation	64
121	Kabushiki Kaisha Shinkawa	80	121	Finisar Corporation	63
122	Telefonaktiebolaget LM Ericsson	75	122	Foxconn Technology Co., Ltd.	63
123	Ebara Corporation	74	123	Interuniversitair Microelektronica Centrum (IMEC)	62
124	Lockheed Martin Corporation	73	124	Sumco Corporation	62
125	Ryoden Semiconductor System Engineering Corporation	68	125	Lucent Technologies Inc.	60
126	VIA Technologies, Inc.	63	126	Newport Fab, LLC	60
127	Institute of Microelectronics	60	127	Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.	60
128	Kaneka Corporation	59	128	Phoenix Precision Technology Corporation	59
129	LumiLeds Lighting U.S., LLC	58	129	Raytheon Company	59
130	The Boeing Company	57	130	Semiconductor Manufacturing International (Shanghai) Corporation	59
131	ASM Japan K.K.	55	131	The Trustees of Princeton University	58
132	ABB Research Ltd.	54	132	Actel Corporation	58
133	Casio Computer Co., Ltd.	51	133	Avago Technologies ECBU IP	57

				(Singapore) Pte. Ltd.	
134	MEMC Electronic Materials, Inc.	51	134	Northrop Grumman Corporation	55
135	The Trustees of Princeton University	49	135	Silverbrook Research Pty Ltd	55
136	Matrix Semiconductor, Inc.	48	136	The Boeing Company	55
137	Atmel Corporation	47	137	Ebara Corporation	53
138	Osram Opto Semiconductors GmbH	47	138	Headway Technologies, Inc.	53
139	Alps Electric Co., Ltd.	46	139	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	52
140	Semitool, Inc.	46	140	Endicott Interconnect Technologies, Inc.	52
141	American Superconductor Corporation	43	141	Epcos AG	52
142	Megic Corporation	43	142	Agency for Science, Technology and Research	51
143	Semiconductor Process Laboratory Co., Ltd.	43	143	Agilent Technologies, Inc.	51
144	AlliedSignal Inc.	41	144	Dai Nippon Printing Co., Ltd.	51
145	AU Optronics Corp.	39	145	JSR Corporation	51
146	Sandisk Corporation	39	146	Micrel, Inc.	51
147	Conexant Systems, Inc.	39	147	Nanosys, Inc.	51
148	Delco Electronics Corporation	39	148	Nissan Motor Co., Ltd.	51
149	Ovonyx, Inc.	37	149	Advanced Analogic Technologies, Inc.	51
150	The Whitaker Corporation	36	150	Alps Electric Co., Ltd.	50
總數		61557	總數		29256