

以技術生命週期觀點來分析 FLASH memory 產業的發展狀況

張琬婷	顏上詠	賴文祥	劉岱峰
逢甲大學科技管理 所	逢甲大學科技管理 所	逢甲大學科技管理 所	逢甲大學科技管理 所
erica9016@gmail. com	sysadmin@fcu.edu .tw	whlai@fcu.edu.tw	ak47ldf@yahoo.co m.tw

摘要

根據WSTS資料顯示全球半導體在2006年市場成長率(10.1%)高於2005年(6.8%)市場成長率,表示半導體整體來說仍在成長,在區域方面則是以亞太地區帶動整體成長,然而在產品類別方面WSTS認為其主要帶動力量將以類比IC和記憶體部分為代表,預估類比IC市場將成長16.9%,而在記憶體IC部分將增加14.0%。而在於全球記憶體IC部份而言,FLASH(NAND)部份是成長最多的,相較去年成長了74.0%。另外以近年來資料顯示手機和數位相機等攜帶性消費電子市場起飛,因此對於產品微小化的需求提升,連帶一些關鍵零組件如記憶體等皆要求體積小且多功能等特點。因此也亦為帶動FLASH(NAND)的重要主因。

因此本研究將以FLASH為主要研究對象,探討FLASH在技術生命週期達到的階段為何,主要利用S-curve以羅吉斯成長模型來分析之,專利累積總數和累積月數為二面向,獲得結果表示FLASH為成熟期的階段。則以此分析結果將之結合Porter和劉尚志等產業生命週期策略理論,以探討台灣Flash廠商在未來的主要策略,並予以建議之。

關鍵字：擴散模型、技術生命週期模型、Flash、S-curve、羅吉斯成長模型

5. 前言

根據半導體貿易統計組織(World Semiconductor Trade Statistics, WSTS)指出在2007年會有10.5%的成長率,而在記憶體部分在2007年會成長9.7%。¹另外根據2004年BCC資料統計,在整個半導體有213億美元的產值下,記憶體部份就超過了46億美元佔了有相當大的比重成份²,因此則為本文主要研究對象。

而以現階段而言記憶體主要有三種型態,第一種為動態隨機儲存記憶體(Dynamic Random Access Memory, DRAM),其在記憶體儲存資料部份具有容量大的功能,主要應用範圍是桌上型電腦、筆記

型電腦等。第二種為快閃記憶體(FALSH Memory)主要功能為具有非揮發性的優點,大多運用在手機、相機、PDA等消費性電子產品上。第三種為靜態隨機存取記憶體(Static Random Access Memory, SRAM)其具有存取速度快的優點,但因容量遠不及DRAM以及FLASH,因此主要為FALSH、DRAM的輔助角色,或應用在需高速存取,但不需容量大的中大型主機上。但近年來由於微小產品需求壓力下,使得FLASH記憶體部分相對於DRAM發展下逐漸提升。

根據超捷(SST)總裁暨執行長葉炳輝亦認為到2008年,Flash的市場規模將擴大到300億美元,並取代DRAM成為記憶體市場的市場驅動產品。因為Flash的裸晶(die)比DRAM更小,使其在設計與製造方面比DRAM更具優勢。另外研究機構Gartner Inc.亦表示以目前來說手機(以FLASH為主)的出貨量已超過個人電腦(以DRAM為主)的出貨量,根據資

¹ WSTS Semiconductor Market Forecast, WSTS News Release, May 2005,

² Ben Schlatka, Nanotechnology: realizing the promise of universal memory, Nanotechnology law & business, September/October 2005

料顯示從1998年的28億美元成長至2003年的110億美元，成長幅度高達74.5%。

因此本研究主要以FLASH為研究對象並予以分析，找出目前FLASH整體技術為何階段，並試圖找出較佳策略作為廠商後續參考。

5. 研究方法：

本研究主要利用質化中的文獻探討以建立本研究的主要理論架構。以成長曲線法中的曲線趨勢模型—以羅吉斯成長模型 (logistic growth model)，並運用 Loglet Lab 2 軟體來分析 Flash 產業的技術狀況。

Loglet Lab 2 為 The Rockefeller university 依照羅吉斯成長模型所開發出來的分析工具，因此以此做分析。

而在專利分析資料庫方面，以主管機關（智慧財產局）所提供之分析資料庫作為主要分析工具。根據 USPTO 為分析地域，並使用關鍵字為「Flash memory」，以「title」部分作為搜尋；日期從 1976 年 1 月 1 日至 2005 年 12 月 31 日止。

5. 研究限制

關於專利搜尋部份，以現在而言廠商因對於智慧財產權等專利相當重視，因此往往為避免其他廠商以專利搜尋了解競爭對手的技術能量，所以在專利申請時可能避免以直接名稱來做專利的申請。因此在本研究部份的專利搜尋僅以關鍵字做搜尋可能會有漏損資料之虞。

另外關於專利分析日期方面，以公告日為主，因限定分析至 2005 年 12 月 31 日止，因此以後情形未能予以分析。

4. 文獻探討

文獻探討部分主要為本研究理論架構的建立。在此部份主要包括利用 S-curve 與擴散理論和技術生命曲線的關係為架構之建立，再結合羅吉斯成長模型 (logistic growth model) 作為主要分析之理論基礎。

一般來說，新技術的上市主要來自兩種力量。

其一是市場拉力 (market pull)，其二則是技術推力 (technology push)。而本研究則以 S-curve³ 作為廠商在技術研發的發展為分析架構。從 1986 年 Foster 以此架構建立理論模型以來，自此 S-curve 就以相當程度的擴散發展。然而以 S-curve 發展具有相關的理論主要有二種，其一為擴散理論；其二則為生命週期循環模型。

4.1 擴散理論 (Diffusion theory)

擴散理論主要為企圖分析創新擴散至既定社會系統的流程。(Rogers, 1993) 也就是說當決定了新技術的產生後，如何擴散至社會的一種過程。(Mariano N.etc., 1998)

而此理論的發展主要從 1960 年代開始。而近代 Mahajan (1993) 的研究則強調擴散理論是一種系統化策略的分析工具。(Mariano N.etc., 1998) 而在擴散理論與 S-curve 的研究主要起源於 Kuznets (1930) 其為第一個確認技術的改變路徑和 S-curve 具有相關的特性。之後 Griliches (1957)、Mansfield (1961) 便將此理論用於農業、煤礦業、鐵路、啤酒、鋼鐵等產業中，更確認了 Kuznet 架構的普遍適用性。

而 Mansfield (1961) 更建議以羅吉斯函數來表現企業採用科技的進程。(Pearl's law)⁴ Mansfield 主要是以廠商採用技術的比率與時間做兩軸。然而在 Mansfield 分析僅僅在於四種產業的應用，對於其他廠業，如技術新企業小的產業無法予以一般化。且其所透過訪談而獲得的模型分析資料，可能因為廠商資訊透露錯誤而產生誤差。

然而在 Mansfield 將擴散理論與羅吉斯成長函數的結合也引發了後續的研究。

另外在企業技術產生後所面對的商品化與策略的行為，則亦有數名學者予以探討。Bass (1969)

³ S-curve 可分析任何技術成果的演化情況，此模型亦可發展廠商的科技策略之參考。(Mariano N.etc., 1998)

⁴ 舊科技被新科技取代的市場佔有率和舊科技尚餘的市場佔有率成一比例，此謂之 Pearl's 法則 (Pearl's Law)。(王明好等，2002)

和 Rogers (1993) 便以基於羅吉斯成長函數來分析，不同策略行為的因素。Bass 為區分創新者和模仿者的特色的研究。Rogers 則認為創新者的特色與對創新的敏感度和接受度相關。此研究將消費者接受產品的早晚分為五個類別，創新者、早期使用者、早期多數、晚期多數、落後者。在「創新者」方面主要認定為約佔整體人口的 2.5%；「早期使用者」約佔 13.5%；「早期多數」約佔 34%；「晚期多數」約佔 34%；「落伍者」約佔 16%。(David L. Tulloch, 1997) Mansfield (1968) 則分析企業內部的擴散模型。Mansfield 將一些商業化（規模、現金流量）與技術（採用新科技的成果和風險）變數結合分析，上述變數並不包括企業網路擴散模型的相關變數。Davies (1979) 研究認為規模是商業化最大影響的變數之一，其通常與學習能力的獲得與理解、風險態度傾向、企業的長期目標相關。

雖然上述研究都有具有相異特質，但主要的研究都與創新科技的擴散相關。而擴散理論的型態則是正弦 (sinusoidal) 曲線的函數。且擴散理論是以技術改變流程的宏觀研究。

4.2 技術生命週期 (Technology life cycle)

而在技術生命週期方面，Betz (1994) 認為「技術生命週期是某種技術從在市場上出現到被替代或消失的所有時間」。也就是說其認為技術在市場出現中，有一段技術發展的時間。也因為各階段的性質是可以被解釋的，因此如何解釋各階段的發展狀況以實行策略與政策則為重點。(H. Ernst, 1997)

然而在技術生命週期與 S-curve 的研究則起源於麥肯錫顧問 Foster (1986) 的研究。並表示此模

型可以獲知某技術未來發展與發展限制。

後續學者也將此型態在多個產業中獲得驗證。如 Becher (1983) 和 Speltz (1986) Rousset (1984)、Lee & Nakicenovic (1988) 的研究皆得到同樣的理論架構。

以技術生命週期歷程與 S-curve 的相關研究，如下敘述：

以 Krubasik (1982)、Foster (1986)、Merino (1990)、Rousset (1990) 主要分為四個階段，第一個階段為技術萌芽期，此時研發投入增加卻產生低成長的技術成果；第二個階段為技術成長期，在此時研發投入增加，其邊際技術演進是呈現正向成長；第三個階段為技術成熟期，此時研發投入增加，其邊際技術演進是反而呈現負向成長；第三個階段為技術飽和期，此時研發投入高度增加，對於技術也僅在於很少的改變。(H. Ernst, 1997; Nieto M. et, 1998)

而其他學者也提出各階段的不同看法。A. D. Little (1981) 的技術生命循環概念主要分為二個面向，第一個為競爭影響力；第二個則為產品與製程的整合。在新技術方面 (New technology) 當競爭力的影響低，產品與製程的整合低，則是屬於新興技術；在追蹤技術 (Pacing technology) 方面則表示競爭影響力漸漸提昇，但在產品與製程的整合仍低，因此需加強整合；在關鍵技術方面 (Key technology) 競爭影響力和產品與製程的整合皆高；在基本/通用技術方面 (Base technology) 其競爭影響力降低，但仍具有很高的產品與製程的整合；在舊有技術方面 (Old technology) 其競爭影響力和產品與製程的整合皆低，因此再發展新興技術，如此循環。

		Integration in products or processes		
Competitive impact		Low	High	
	High	Pacing technology		
	Low	New technology		Base technology
		Old technology		

圖表 1 A.D.Little 的技術生命週期概念 資料來源：Ernst, 1997

然而運用此一技術生命循環週期的 S-curve 型態僅能看出技術尺度的單一面向，卻無法看出技術潛力所形成的經濟成果。因此便提出將運用量化的專利指標結合 S-curve 來作為技術績效衡量的指標。主要以專利累積申請數和時間為分析的兩軸。

(H. Ernst, 1997)

然而，許多學者皆認為技術生命週期與產業生命週期模型是兩種不同的面向，毫無相關。直到 Abernathy & Utterback (1975) 開始了產品與技術過程的演化研究。Ford & Ryan (1981) 定義了技術生命週期。這些學者的研究都標準化了技術發

展的基本層面到目前技術的應用層面發展的概念。但以目前研究來說，各學者的模型架構皆僅針對技術數量為基礎所研究，對於技術質的研究卻幾乎沒有研究文獻來衡量。

4.3 產業生命週期 (Industry life cycle)

然而 Porter E.(1980)於競爭策略(Competitive strategy)一書中首次將 S-curve 與產業型態相結合來探討不同產業生命週期階段下，廠商應採取之策略。在其分析中亦運用總銷售額和時間當做兩軸做分析。以下為主要的四階段，整理如下。

表 1 資料來源：Porter M. E. (1980)「競爭策略」〈本研究整理〉2006/6

	導入期	成長期	成熟期	衰退期
產品變化	1. 沒有標準化產品 2. 品質很差 3. 產品重視開發和設計	1. 品質佳 2. 產品在技術面及功能面產生出差異 3. 產品考量在於「可靠度」	1. 產品標準化 2. 品質超好 3. 產品變化速度慢	1. 品質時有瑕疵 2. 產品少差異化
整體策略	1. 增加市場佔有率 2. 研發、工程技術為關鍵功能	1. 改變價格或品牌形象 2. 行銷是關鍵功能	1. 產品組合合理(正確定價) 2. 占有率低的公司可能退出市場 3. 成本、優勢行銷研究是關鍵功能	1. 四種策略：領先、利基、收割、快速脫售
競爭	廠商很少	1. 競爭者增加 2. 大量併購與倒閉	1. 價格競爭 2. 競爭者開始淘汰	1. 公司開始退出 2. 競爭者減少
利潤	1. 高價格極高獲利 2. 低獲利 3. 對個別銷售者的價格性不如成熟期大	1. 能獲最高利潤 2. 價格比導入期低，比其他高 3. 宜於購併	1. 價格、利潤最低 2. 市場佔有率及價格結構的穩定性增加 3. 不宜併購；公司難以脫手	1. 價格、利潤皆低 2. 衰退期末了，價格可能上升
研發	生產技術改變		成本是關鍵	

4.4 羅吉斯成長模型 (Logistic growth model)

因此本研究經過以上文獻探討推論技術生命週期形狀為 S 型。且由上述之步驟，故引用羅吉斯

成長模型 (Logistic growth model) 來繪出各記憶體技術之成長型態。

然而在 S-curve 模型中，一般來說主要分為對稱型與非對稱型，為達到 S-shaped curve 之

型態，因此將以對稱型也就是 logistic 模型分析之。其型態演進如下：

$$P(t) = \beta e^{\alpha t} \dots\dots\dots \text{原始方程式【方程式 1】}$$

$$\frac{dP(t)}{dt} = \alpha P(t) \left(1 - \frac{P(t)}{k} \right) \dots\dots\dots \text{s-curve 方程式【方程式 2】}$$

$$p(t) = \frac{k}{1 + \exp(-\alpha(t - \beta))} \dots\dots\dots \text{logistic 模型方程式【方程式 3】}$$

以下為 k 、 β 、 α 將其定義。其中 k 表示為飽和點，通常來說將其設為【 $k*10\%$ ， $k*90\%$ 】； α 表示 S-curve 之斜率也就是成長率，但在使用上通常

將 α 取代為 $\frac{\ln(81)}{\Delta t}$ (Δt 表示技術發展成長期與成熟期所需的時間長度)； β 為成長之轉折點 (midpoint)，則以 t_m 表示。

$$p(t) = \frac{k}{1 + \exp\left(-\frac{\ln(81)}{\Delta t}(t - t_m)\right)} \dots\dots \text{修正後的 logistic 模型方程式【方程式 4】}$$

而本研究將以此為技術生命週期主要分析模型。

5. 研究分析

5.1 Flash 簡介

5.1.1 定義

快閃記憶體(Flash Memory)是一種非揮發性記憶體，以三星目前的最大容量來看，相較於其他記憶體而言其是目前最大容量的記憶體。

而以存取速度來說其反而較弱勢；但在嵌入式製程方面相容度屬於中度；耗電率為最低以主要構造來看其體積最小。因此以可攜式電子產品而言，所需要的非揮發性、大容量、體積小、耗電率低等需求特性皆能達成。相較於其他記憶體而言 FLASH 的未來可期性高。

而關於 FLASH 記憶體一般來說主要分為二種。一種是 NOR 型，另一種是 NAND 型。以現階段來說 NOR 型主要應用在手機等不需大容量但存取快速的產品上；而 NAND 型則主要應用在儲存卡等需要大容量的產品上。但由於未來 3G 手機和 4G 手機對多媒體影音資料的需求帶動下，NAND 可能成為 FLASH 的主流技術。

5.1.2 產業特性

5.1.1.1 價格由供給面決定

FLASH 記憶體是屬於半導體技術下的產品，因此也具有半導體的高固定成本、資本密集的特性。所以對於良率的要求也就更高。也由於 FLASH 產業進入障礙高，其產業特性主要為同質寡佔，因此能價格由廠商所主導。然而相較於 DRAM 僅能應用的層面主要以個人電腦為主，FLASH 所能運用的層面較廣。因此相較於 DRAM 其需求彈性相對較大。

5.1.1.2 產品應用面廣，少週期循環問題

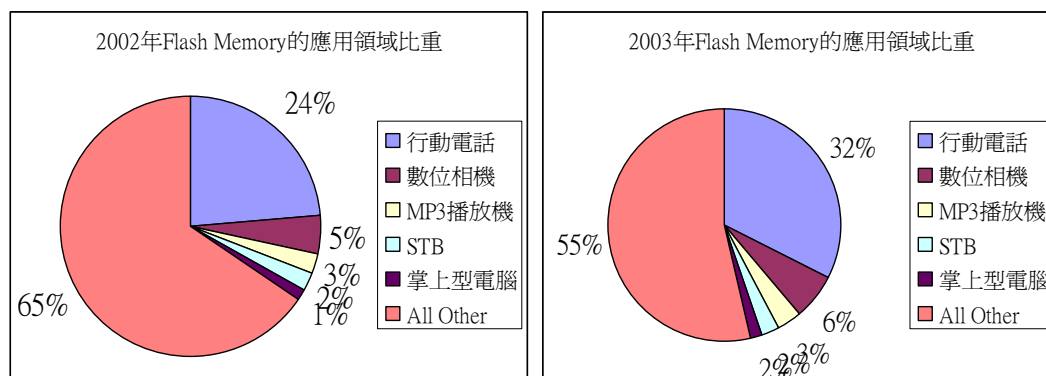
由於 FLASH 的產品特性應用層面較 DRAM 來得多元化，如手機、數位相機、MP3、PDA 等，且現階段對於 FLASH 主要應用層面-消費性電子產品需求量大，因此其週期循環較不顯著。但根據蛛網理論來說，因建廠往往需要很長的時間且資金成本太高，廠商往往因短期產生供不應求的現象而預期價格上漲拼命蓋廠，造成最後供過於求。之後廠商又會減少投資經過一段期間再度造成供不應求如此循環。因此若是在需求端達到飽合，則未來 FLASH

廠還是會有此一隱憂。

5.1.3 應用層面

FLASH Memory 應用層面多元化，而以 2002 年到 2003 年來看以 FLASH Memory 應用比重最大部分

的行動電話而言有逐年成長的趨勢。且目前市場來說在 3G 手機技術的市場帶動下，相對對於 FLASH 的高儲存需求則大量提升。



圖表 2 資料來源：工研院經資中心 ITIS 計畫(2003/02) <本研究繪圖>

Rank	Company Name	Revenue	Percent Market Share	Percent Change from Q1'05	Percent Change from Q2'04
1	Samsung	\$1,376	33.3%	4.2%	32.2%
2	Toshiba	\$614	14.8%	4.2%	6.6%
3	Intel	\$528	12.8%	-8.7%	-10.1%
4	Spansion (AMD/ Fujitsu)	\$475	11.5%	3.3%	-31.5%
5	STMicroelectronics	\$295	7.1%	15.2%	-6.3%
	Others	\$844	20.5%	0.0%	0.0%
Total Flash Revenue		\$4,132	100.0%	4.0%	2.5%

*Including Revenue from Multichip Packages (MCPs) (SRAM/PSRAM/MDRAM/MCU/Logic)

圖表 3 Q2 2005 年第二季 FLASH 記憶體全球排名 資料來源：(NE Asia Online) (US\$ Millions)

5.2 FLASH 技術分析

本研究將以 The Rockefeller university 所開發出來的 Loglet Lab 2 來做分析。分析結果以下表表示：在萌芽期部份，以專利資料庫獲得到的第一筆資料 1990 年 1 月開始起算。

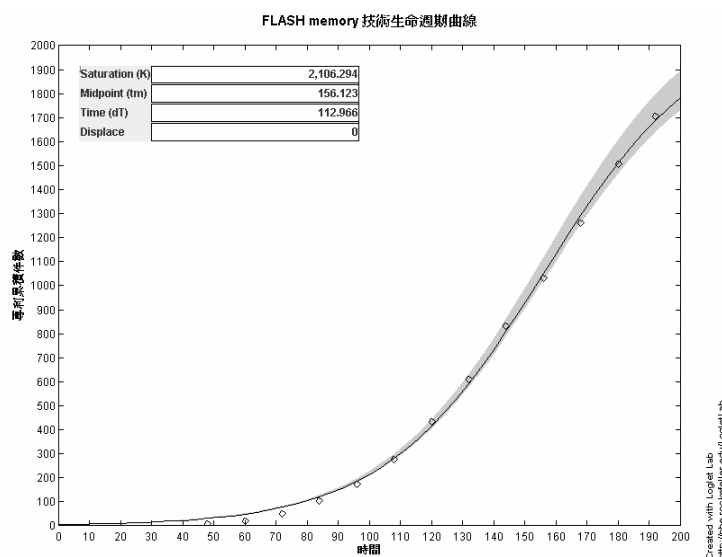
然而在成長期部份以圖中所示，根據 k (飽和點) 之定義【 $k*10\%$ ， $k*90\%$ 】決定在累積月數至 106 月的時候開始成長，因此成長其主要從 1998 年 10 月開始。而根據 t_m 其表

示為成長期和成熟期的相加起來所需要的時間，分析結果為 156.123 個月，因此決定飽合期為 2008 年 3 月份。而根據 dT 所表示成長期轉為成熟期的時間點為 112.966，因此決定成熟期的時間為 2003 年 1 月份。

而根據分析得知以現階段來說 FLASH 的技術在目前來說是屬於成熟期的階段，且在 2 年之後即將邁入飽和期。

表格 2 FLASH 生命週期時間表 資料來源：本研究整理 2006/6

期別	萌芽期	成長期	成熟期	飽合期
開始時間	1990 年 1 月	1998 年 10 月	2003 年 1 月	2008 年 3 月



圖表 4 資料來源:本研究整理 (運用 Loglet lab2 軟體工具分析) 2006/6

5.3 FLASH 產業分析：

根據 iSuppli 統計資料顯示目前全球 FLASH 市場 2005 年 (以收益和市場占有率來說) 主要以三星 (Samsung) 為最大，東芝 (Toshiba) 次之，依序是英特爾 (Intel)、飛索 (Spansion)、義法半導體 (STMicroelectronics) 等。

以三星和東芝來說其技術主要以 NAND 架構為主，而英特爾、飛索和義法半導體等主要是以 NOR 架構為主。目前英特爾和義法半導體合作開發 NOR 架構的 FLASH。

另外在台灣廠商部份主要以旺宏、華邦二家為主要。

5.3.1

以旺宏來說，其為台灣最早進入 FLASH 產業的廠商，也因此對於 FLASH 的研發製造有很深厚的技術能力。在 1992 年 10 月便開發出來 4Mbit 的 FLASH memory；在 1997 年 8 月和飛利浦半導體公司簽訂十年合作開發嵌入式快閃記憶體產品

(Embedded Flash)；2000 年與以色列 TOWER (NOR FLASH 廠商) 半導體策略聯盟。

5.3.2

華邦原本為 DRAM 廠商，在 2001 年與夏普 (Shape) 合作聯盟開發 FLASH；2005 年 6 月併購 NexFlash (NOR FLASH 廠商)。

而以分析結果得知，目前為成熟階段。在此階段以 Porter 產業生命週期認為此一階段的所有廠商製程也很穩定，品質也很優良，因此應該要重視成本而非差異化，而以旺宏、華邦來說分別在成長期做出聯盟策略，2003 年起微 (AMD) 和富士通 (Fujitsu) 合併閃存事業部成立公司。皆是希望透過製程標準化，獲得成本控制的方法。而因為飛索在 NOR 的表現良好以 2006 年便超過英特爾而成為 2006 年第一季的 NOR FLASH 市佔率和銷售額都最高的廠商。

然而另一方面，廠商也應快速進入新市場以利未來 FLASH 技術踏入衰退其最準備。

05 1Q 排名	06 1Q 排名	公司	銷售額	市佔率(%)	季增率(%)	年增率(%)
1	1	Spansion	562	27.9	-6.5	22.2
2	2	英特爾	537	26.7	-10.5	-7.1
3	3	意法	327	16.2	-2.4	38.6
4	4	三星	125	6.2	9.6	4.2
5	5	SST	80	4.0	-20.8	17.6
6	5	夏普電子	80	4.0	-5.9	-17.5
7	7	東芝	71	3.5	-2.7	-22.8
8	8	旺宏	47	2.3	-19.0	4.4
11	9	美光	43	2.1	22.9	43.3
9	10	Atmel	39	1.9	-7.1	30.0
		其他	102	5.1	--	--
		總計	2,013	100	-6.4	6.1

表格 3 2006 年第一季 NORFLASH 全球排名 資料來源：電子時報整理 2006/5 (US\$ Millions)

5. 結論：

以本研究認為 FLASH 目前階段部份廠商主要以強調技術標準化成本為主要考量等為策略。以目前台灣廠商 DRAM 公司希望踏入 FLASH 產業來說，建議採取聯盟策略的方式。強調產業內技術的一致性，則為主要考量。

然而以台灣廠商旺宏和華邦來說，其進入的 FLASH 技術皆是以 NOR 架構為主，而幾乎尚未踏入。但對於目前而言 NAND FLASH 較 NOR FLASH 成長較多 (NAND 較去年成長 74.0%，NOR 較去年成長 13.8%)。

且目前來說台灣廠商進入新興記憶體的速度也較國際廠商來得緩慢。但 2005 年以旺宏來說，便與國際大廠 IBM 和英飛凌聯合開發於進入 OUM。因此對於 NAND FLASH 的高度需求下，未來台灣 FLASH 產業應該在 NAND FLASH 要以聯盟合作的方式努力進入研發。

5. 參考文獻：

- [1] Clayton M. Chistensen, Exploring the limits of the technology S-Curve. Part I Component Technology, Production and Operations Management 1, no.4, 1992
- [2] Don Clark, Memory Race Turns in a Flash; Cameras, iPods, Push Samsung and NAND Past Intel and NOR, Wall Street Journal. (Eastern edition). New York, Mar 7, 2005, pg. B.3
- [3] H.Ernst, The Use of Patent Data for Technological Forecasting--- The

Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry, Small Business Economics, Volume 9, Number 4, August 1997, PP.361 - 381

- [4] Nieto M.I; Lopez F.; Cruz F, Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies, Technovation, Volume 18, Number 6, January 1998, pp. 439-457
- [5] PS Meyer, JW Yung, JH Ausubel, A Primer on Logistic Growth and Substitution: The Mathematics of the Loglet Lab Software, Technological Forecasting and Social Change, 1999
- [6] WSTS Semiconductor Market Forecast, WSTS News Release, May 2005,
- [7] 吳傑棕, 產業之專利應用與專利策略, 碩士論文, 民國 94 年, pp 30~31
- [8] 彭茂榮, 全球快閃記憶體市場與產品展望, IT IS/IEK, 2004/06/28
- [9] 製造行業別排行, 1000 創新制勝, 天下雜誌, 第 345 期, pp.258~263, 314
- [10] 陳俊儒, 由專利地圖看奈米電子技術發展, 工研院產業經濟與資訊服務中心, 2004/10, pp.3-1 - 3-34
- [11] Kirtimaya Varma, “2010 年前 Flash 將超越 DRAM”, <http://www.edntaiwan.com/article.asp?id=629>

[12] 2005 Q3 台灣 IC 產業營運報告出爐，
2005 年 12 月 12 日，
[http://www.eettaiwan.com/ART_88003
99663_480202_d7ee310d200512.HTM](http://www.eettaiwan.com/ART_8800399663_480202_d7ee310d200512.HTM)

[13] 2005 年至 2008 年半導體銷售額成長率
年 年 增 加，
[http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/
market/eeic/eeic173.htm](http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/market/eeic/eeic173.htm)