

下世代記憶體技術趨勢與全球競合分析



作者：楊瑞臨
彭茂榮

委託單位：經濟部技術處

執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中華民國 101 年 8 月

摘要

隨著電子系統產品往輕、薄、短、小、多(功能多)、省(省電)、廉(價格)、快(速度)、美(美觀)等發展趨勢下，促使半導體技術朝兩大方向發展。一是依照摩爾定律不斷製程微縮；二是高度半導體元件整合。

國際半導體技術藍圖(ITRS)及國際記憶體大廠一致認為，主流記憶體 DRAM 及 NAND Flash 因元件特性及物理結構等先天問題，將在 1xnm 以下遇到製程微縮的重大挑戰與瓶頸。NAND Flash 在 2013 年進入 1xnm；DRAM 在 2017 年進入 1xnm，將嚴重影響其成本、容量及效能的發展情形。

為了持續降低記憶體的單位成本、提升容量與增加效能，諸多新技術正在進行研發。而下世代記憶體(例如 PCM、RRAM、STT-MRAM…等)也有機會突破上述限制，從不同的材料與設計著手，並在 2016~2021 年有機會開始取代目前主流記憶體。

全球都正積極佈局下世代記憶體技術，未來競逐 2020 年 1,000 億美元的記憶體市場大餅，包含國際主要記憶體廠商(Samsung、Hynix、Toshiba)；非記憶體大廠(SONY、Panasonic、HP、Sharp…)；中國大陸也有中科院以及民間企業進行下世代記憶體的研發；台灣的半導體廠商(TSMC、UMC、旺宏、華邦…)、研發單位(ITRI、NDL…)及學校(台、清、交…)等。

全球下世代記憶體技術之戰已經開打，台灣亟需研擬佈局策略以加強上中下游之合作整合，以及跨國合作的機會，以期許未來有能力競逐全球記憶體市場大餅(預估 2020 年可達 1,000 億美元)。

台灣具有的優勢包含專業垂直分工強、晶圓代工全球第一、專業封測全球第一、IC 設計全球第二、客製化設計服務能力強、以及產學研積

極研發下世代記憶體並與國際同步等。在競爭分析後，台灣可思考的策略方向有四：其一，要追求符合優勢的機會(SO 策略)，主攻 Embedded-Memory 差異化 SoC 產品(ex.下世代應用處理器)並催生跨國「虛擬一條龍」的整合。其二，要克服劣勢追求機會(WO 策略)，成立 Stand-alone 下世代記憶體跨國技術研發聯盟以推動廠商間充分互補合作並分散風險。其三，要以優勢降低外部環境變化之威脅(ST 策略)，結合新興應用，開發利基型小而美 Embedded SoC 產品。其四，要防範外部環境的威脅直接命中劣勢(WT 避險策略)，結合中國，共同開發利基型小而美 Stand-alone 產品。

最後，為推動下世代記憶體技術應用並建立台灣上中下游相關產業之合作關係，建議政府發起成立【下世代記憶體研發聯盟】以提升台灣整體下世代記憶體技術水準，並可在下世代記憶體研發聯盟之內成立數個 SIG(Special Interest Group)合作計畫及特殊專案，全力研發下世代記憶體技術，以掌握市場先機。

目 錄

第一章	緒 論	1-1
第一節	研究背景	1-1
第二節	研究目的	1-3
第三節	研究範圍	1-5
第四節	研究方法	1-7
第五節	研究架構	1-8
第二章	全球記憶體產業發展趨勢	2-1
第一節	全球電子系統產品發展趨勢	2-1
第二節	全球記憶體市場發展趨勢	2-19
第三章	全球下世代記憶體技術發展趨勢	3-1
第一節	全球下世代記憶體技術種類	3-1
第二節	全球下世代記憶體技術發展概況	3-11
第四章	全球下世代記憶體廠商競合分析	4-1
第一節	全球下世代記憶體廠商發展動態	4-1
第二節	全球下世代記憶體廠商競合態勢	4-6
第五章	台灣下世代記憶體發展策略與建議	5-1
第一節	台灣下世代記憶體發展策略	5-1
第二節	台灣下世代記憶體發展建議	5-9

圖目錄

圖 1-1	研究範圍	1-6
圖 1-2	研究架構圖	1-8
圖 2-1	未來應用情境與需求驅動力趨勢.....	2-2
圖 2-2	全球桌上型電腦(DT)出貨量預估.....	2-4
圖 2-3	全球筆記型電腦(NB)出貨量預估	2-5
圖 2-4	全球平板電腦(Media Tablet)出貨量預估	2-6
圖 2-5	全球手機(Digital Cellular Handsets)出貨量預估.....	2-8
圖 2-6	全球數位相機(DSC)出貨量預估	2-9
圖 2-7	全球液晶監視器(LCD Monitor)出貨量預估.....	2-11
圖 2-8	全球薄型 TV 出貨量預估	2-13
圖 2-9	全球遊戲機(Game Console)出貨量預估	2-15
圖 2-10	電子系統產品發展趨勢(輕薄短小多省廉快美)	2-16
圖 2-11	半導體技術趨勢(More Moore and More than Moore)	2-17
圖 2-12	DRAM 製程線寬示意圖	2-17
圖 2-13	NAND Flash 製程線寬示意圖	2-18
圖 2-14	記憶體產品生命週期示意圖	2-18
圖 2-15	全球記憶體容量之市場預測	2-19
圖 2-16	全球記憶體市場規模預測	2-20
圖 2-17	全球各類型記憶體產品市場預測.....	2-20
圖 2-18	全球 DRAM 市場規模預測	2-21
圖 2-19	全球各容量 DRAM 產品出貨量比重	2-22
圖 2-20	全球 DRAM 現貨價格趨勢	2-23

圖 2-21 全球 NAND Flash 市場規模預測	2-24
圖 2-22 全球各容量 NAND Flash 產品出貨量比重	2-25
圖 2-23 全球 NAND Flash 現貨價格趨勢	2-26
圖 2-24 全球 NOR Flash 市場規模預測	2-27
圖 2-25 全球各容量 NOR Flash 產品出貨量比重	2-28
圖 2-26 全球 SRAM 產品市場	2-29
圖 2-27 全球各容量 SRAM 產品出貨量比重	2-30
圖 3-1 全球下世代記憶體技術種類	3-2
圖 3-2 DRAM 結構示意圖	3-4
圖 3-3 NOR Flash 結構示意圖	3-5
圖 3-4 NAND Flash 結構示意圖	3-5
圖 3-5 萬能記憶體必備之特性	3-6
圖 3-6 PCM 結構說明圖	3-7
圖 3-7 PCM 結構圖	3-7
圖 3-8 RRAM 結構說明圖	3-8
圖 3-9 RRAM 結構示意圖	3-8
圖 3-10 STT-MRAM 結構說明圖	3-10
圖 3-11 STT-MRAM 結構圖	3-10
圖 3-12 全球 DRAM 製程技術發展概況	3-11
圖 3-13 DRAM 面臨製程微縮瓶頸挑戰	3-12
圖 3-14 全球 NAND Flash 製程技術發展概況	3-12
圖 3-15 NAND Flash 面臨製程微縮瓶頸挑戰	3-13
圖 3-16 NAND Flash 在 16nm 將面臨製程微縮的重大挑戰與瓶頸	3-13
圖 3-17 NOR Flash 面臨製程微縮瓶頸挑戰	3-14

圖 3-18 記憶體面臨製程微縮瓶頸挑戰	3-14
圖 3-19 16nm 以下曝光技術的挑戰.....	3-15
圖 3-20 CT Flash 只解決 FG 的部分問題.....	3-16
圖 3-21 預計 2015 NAND Flash 會從 2D 走向 3D	3-17
圖 3-22 3D Memory 示意圖.....	3-17
圖 3-23 3D 堆疊層數與 NAND Flash 成本關連.....	3-18
圖 3-24 各種 3D Flash 技術演進	3-19
圖 3-25 下世代記憶體效能與成本比較圖.....	3-28
圖 3-26 RRAM 操作電流與操作速度發展趨勢圖.....	3-29
圖 3-27 RRAM 的可讀寫次數發展趨勢圖	3-29
圖 3-28 三星展示 5nm 的 RRAM 研發成果.....	3-30
圖 3-29 RRAM 材料之選用應聚焦在晶圓廠內現有的材料為宜	3-31
圖 3-30 垂直式 SPRAM(STT-MRAM)有潛力取代 DRAM.....	3-31
圖 3-31 主流記憶體與下世代記憶體之技術指標比較	3-33
圖 3-32 STT-MRAM 有機會取代 DRAM	3-33
圖 3-33 RRAM 有機會取代 NAND Flash	3-34
圖 3-34 RRAM 和 STT-MRAM 有機會取代 NOR Flash	3-34
圖 3-35 下世代記憶體商品化觀測指標 4 階段.....	3-35
圖 3-36 主要電子系統產品對記憶體的關鍵需求排序	3-36
圖 3-37 記憶體應用層級.....	3-37
圖 3-38 記憶體在電子系統產品中的應用定位.....	3-37
圖 3-39 嵌入式記憶體在 SoC 中的比重.....	3-38
圖 4-1 三星電子在下世代記憶體之佈局時程規劃	4-9
圖 5-1 跨國「虛擬一條龍」的整合概念.....	5-2

圖 5-2	成立 Stand-alone 下世代記憶體跨國技術研發聯盟整合概念 ..	5-4
圖 5-3	記憶體應用市場區隔說明	5-7
圖 5-4	台灣鎖定小而美利基型 Stand-alone 產品及 SoC 產品	5-8
圖 5-5	下世代記憶體研發聯盟邀請會員說明	5-10
圖 5-6	下世代記憶體研發聯盟及 SIG 合作計畫說明	5-11
圖 5-7	主流記憶體與下世代記憶體共存之系統示意圖	5-13



表目錄

表 3-1	全球 DRAM 及 NAND Flash 製程技術發展藍圖	3-11
表 3-2	微縮瓶頸對記憶體產品的影響	3-16
表 3-3	2D Flash 與 3D Flash 技術比較	3-18
表 3-4	各種 3D Flash 技術與結構比較說明	3-19
表 3-5	主流記憶體技術指標比較	3-32
表 3-6	下世代記憶體技術指標比較	3-32
表 4-1	全球下世代記憶體相關產學研機構	4-2
表 4-2	全球投入下世代記憶體之相關單位	4-3
表 4-3	三星電子手機出貨量急起直追	4-7
表 4-4	三星電子智慧手機出貨量超越 Apple	4-7
表 4-5	台灣與三星在下世代記憶體方面的競爭分析	4-11
表 5-1	台灣在下世代記憶體的競爭策略	5-1
表 5-2	記憶體應用市場區隔	5-6

第一章 緒論

第一節 研究背景

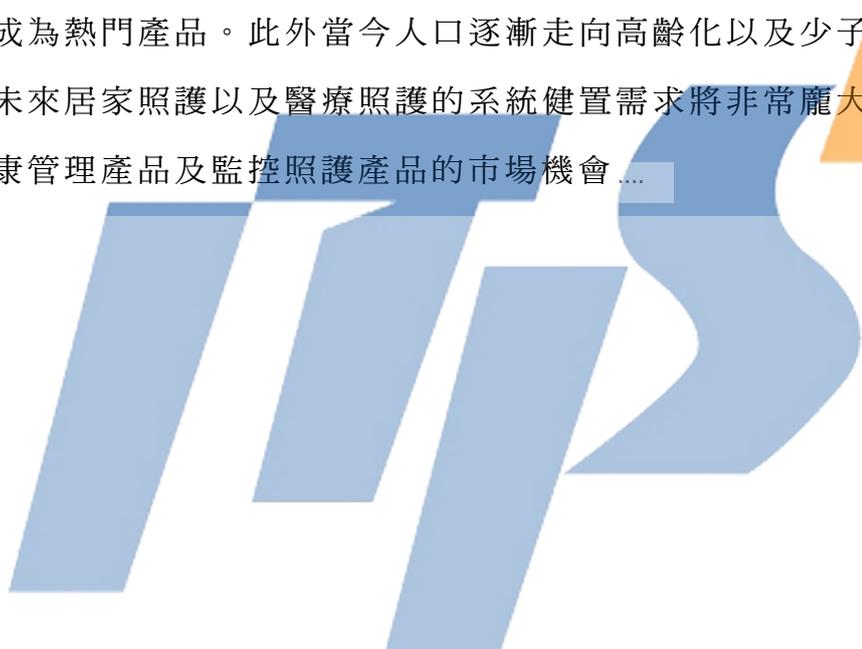
隨著電子系統產品往輕(重量輕)、薄(厚度薄)、短(尺寸短)、小(體積小)、多(功能多)、省(省電)、廉(價格)、快(速度)、美(美觀)等發展趨勢下，促使半導體技術朝兩大方向發展。一是指 More Moore，即製程技術依照摩爾定律(Moore's Law)不斷微縮，IC 產品每隔 1.5 年左右製程微縮技術就會進入下一個世代，使得在相同面積下可容納的電晶體數目倍增；二是指 More Than Moore，即高度半導體元件整合，就是 IC 將整合不同功能，如 Logic IC 與 Memory IC 整合，甚至是異質的元件整合(例如 Logic、Analog、HV Power、Sensors、Biochips 等)，達到系統層級的目標...

第二章 全球記憶體產業發展趨勢

第一節 全球電子系統產品發展趨勢

一、全球電子系統產品發展大趨勢

首先從未來 10 年的應用情境來觀察，預測未來情境將帶來的市場機會如下：在地球暖化問題日益受到重視的情形之下，減少能源的消耗以及綠色環保將是未來必然的解決之道，因此減碳產品及低耗能產品勢必將成為熱門產品。此外當今人口逐漸走向高齡化以及少子化之社會型態，未來居家照護以及醫療照護的系統建置需求將非常龐大，這也將帶動健康管理產品及監控照護產品的市場機會……



第三章 全球下世代記憶體技術發展趨勢

第一節 全球下世代記憶體技術種類

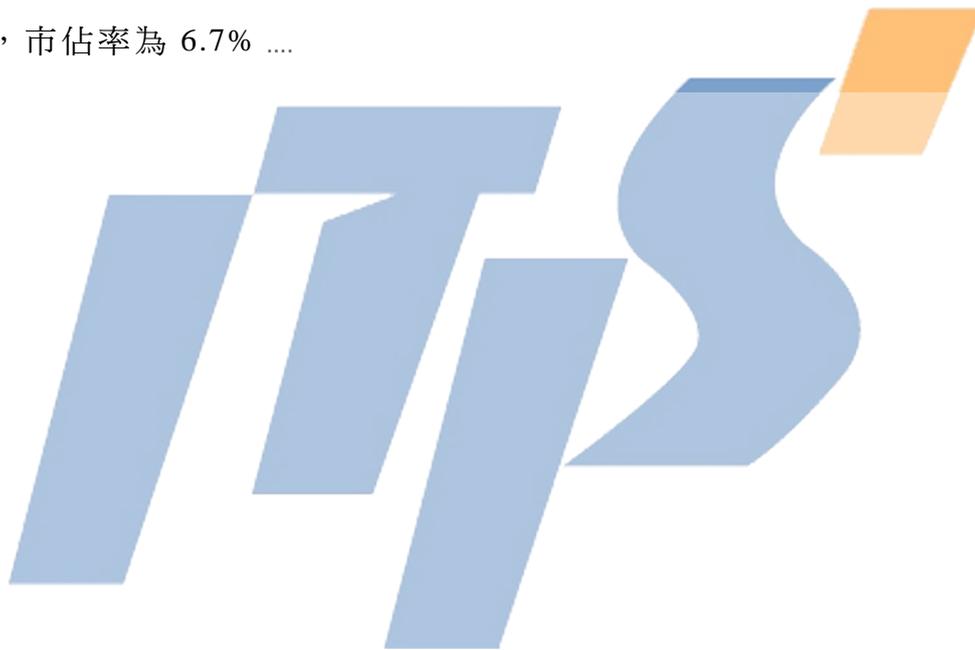
本研究在記憶體之研究範疇界定，主要包含主流記憶體(Mainstream Memory)，如 DRAM、NAND Flash、NOR Flash、及 SRAM 等。下世代記憶體(Next-Generation Memory)，如相變化記憶體(Phase Change Memory；PCM)、電阻式記憶體(Resistive Random Access Memory；RRAM)、以及(Spin Torque Transfer Magnetic Random Access Memory；STT-MRAM)等。探討台灣在主流記憶體的發展概況，以及如何強化台灣在下世代記憶體的競爭力。

ITRS 過去曾成立下世代記憶體工作小組，挑選出數個下世代記憶體技術，並評估具未來發展潛力的下世代記憶體技術，以加強研發並實現商業化 ...

第四章 全球下世代記憶體廠商競合分析

第一節 全球下世代記憶體廠商發展動態

2011 年全球記憶體市場 611 億美元，三星電子(Samsung Electronics) 以市佔率 34.4% 排名第一；海力士(Hynix)以市佔率 15.3% 排名第二；美光(Micron)以市佔率 12.5% 排名第三；東芝(Toshiba)以市佔率 9.9% 排名第四；SanDisk 以市佔率 6.2% 排名第五；爾必達(Elpida)以市佔率 6.1% 排名第六；英特爾(Intel)以市佔率 2.4% 排名第七；台灣廠商排到第八名之後，市佔率為 6.7%

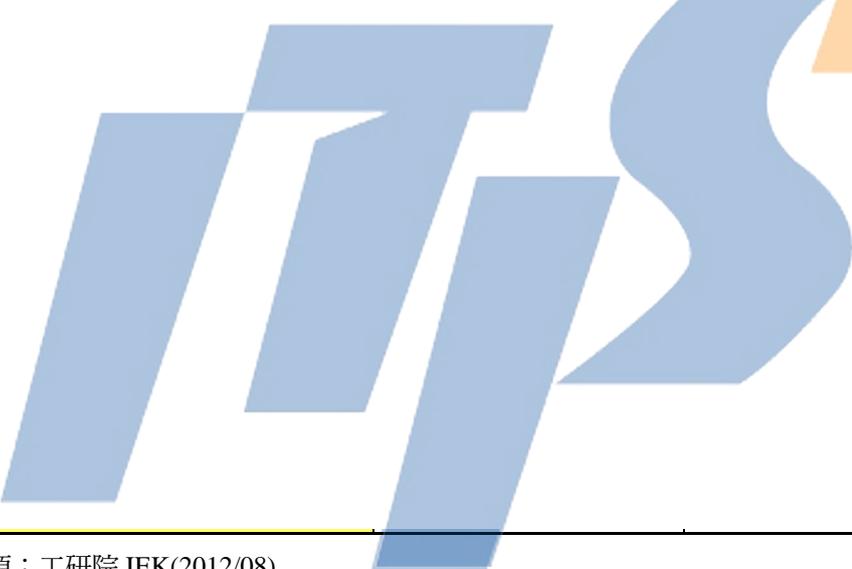


第五章 台灣下世代記憶體發展策略與建議

第一節 台灣下世代記憶體發展策略

從上述競爭分析來看，台灣可以採取的四個策略方向如下：

表 5-1 台灣在下世代記憶體的競爭策略

	優勢(S)	劣勢(W)
	<ul style="list-style-type: none"> • 專業垂直分工強 ✓ 晶圓代工全球第一 ✓ 專業封測全球第一 ✓ IC設計全球第二 • 客製化設計服務能力強 • 產學研積極研發下世代記憶體與國際同步 	<ul style="list-style-type: none"> • 美韓(1+2)爭峰之勢底定，台灣在全球記憶體市場已乏發球權 • 台灣ICT上下游產業垂直整合能力(一條龍)相對較弱(出海口瓶頸) • 對國際標準規格制定的影響力弱 • 下世代記憶體整體資源投入較三星少

資料來源：工研院 IEK(2012/08)

一、SO 策略：追求符合優勢的機會

SO 策略是從優勢和機會來切入。從優勢(S)面來看，台灣的優勢有：專業垂直分工強(包含晶圓代工全球第一、專業封測全球第一、IC 設計全球第二、記憶體全球第四)、客製化設計服務能力強、產學研積極開發

《下世代記憶體技術趨勢 與全球競合分析》

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>