

國立交通大學

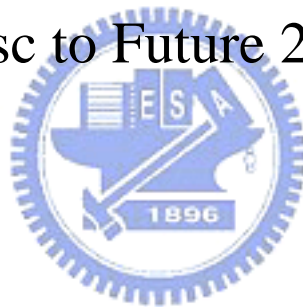
理學院應用科技學程

碩士論文

未來 2020 光碟技術發展趨勢之研究

A Study on Development Trend of Optical

Disc to Future 2020



研究生：郭子豪

指導老師：袁建中 教授

中華民國九十六年六月十六日

未來 2020 光碟技術發展趨勢之研究

學生：郭子豪

指導教授：袁建中 教授

國立交通大學理學院應用科技學程碩士論文

摘 要

光碟的儲存技術雖已經成熟，但仍存在極大發展潛力，現在的光碟產品已經逐漸達到技術的物理極限，光碟產業無不積極尋求新的光碟技術以符合未來資訊生活之需求。

預計到 2010 年以後，電腦周邊存儲容量至少需要 1TB(1000GB)，因此未來必須採用新原理、新技術及新材料，才有可能研究開發出新一代大容量資訊存儲技術和系統。

本論文將從生活層面了解未來光碟儲存媒體容量的需求，探討未來可能之新技術，並預測未來到 2020 年期間光碟技術發展變化，並且對產業未來技術發展趨勢作預估。

本研究主要使用專利分析與技術生命週期之觀點對光碟技術做預測，輔以文獻成長曲線及專家問卷來驗證前面預測的可靠性。

預期將完成以下預測目標：一. 預測未來光碟儲存容量需求及新光碟技術，二. 預測未來光碟儲存技術發展及方向，三. 對未來光碟儲存產業變化作預期分析與建言。

A Study on Development Trend of Optical Disc to Future 2020

Student: Tzu-Hao Kuo

Advisor: Dr. Benjamin J.C. Yuan

ABSTRACT

Although the storage technology of optical disc is mature nowadays, there is still potential space for developing. Actually, current technology of optical disc is close to physics limit. So optical disc industry is seeking new technology to satisfy future need.

According to some reports, the storage demand of computer surrounding will reach at least 1TB capacity after 2010. The new generation of optical disc will adopt latest principle, technique and material to develop higher capacity.

This thesis will study the capacity need of optical disc according to human activity and the candidates for future technologies by the demand. Besides, the development tendency of optical disc will be studied and forecasted extensively.

This thesis will apply “Patent Analysis” and “Life Cycle Theory” to forecast future technology of optical disc and compare with the former result by technical literature and experts’s opinion.

There will be three aspects as the following. 1. The trend of optical storage need and new technologies of optical disc. 2. Forecast the tendency and direction of future new technology for optical disc industry. 3. The analysis and suggestion for future developing of optical disc industry.

誌 謝

在交通大學兩年的研究所生涯中，承蒙恩師 袁建中教授於生活上的協助與研究上的悉心指導，讓學生獲益良多，在此向恩師致上最誠摯的感謝。

論文審查期間，感謝王淑芬教授、承立平教授及裘性天教授，百忙中抽空審查並細心斧正，使論文更加完整，在此亦表達最誠摯的謝意。

此外，感謝弘毅、齊淵等相互砥礪，最後完成論文，我不會忘記我們在研究室研究與討論的時光，有你們的陪伴讓我研究所的生活更加豐富、有趣。

感謝家人 Sophia、Christine 及母親的幫助及鼓勵，你們所給予的支持是我完成論文最大的原動力，在 700 多個舟車往返的日子中給予我對大的協助。最後，要感謝的人太多了，再次感謝所有關心我的人，並與你們一起分享我的喜悅。



目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
一、緒論	
1.1 研究背景.....	1
1.1.1 儲存技術發展現況比較.....	1
1.1.2 儲存媒體的市場定位.....	3
1.1.3 研究觀點.....	4
1.2 研究動機.....	5
1.3 研究目的.....	6
二、文獻探討	
2.1 技術生命週期理論.....	8
2.1.1 產業生命週期.....	8
2.1.2 技術生命週期.....	9
2.2 技術預測.....	13
2.2.1 技術預測的定義及運用.....	13
2.2.2 技術預測的方法.....	14
2.3 專利分析.....	17
2.4 技術文獻分析.....	20
2.5 技術預測的重要.....	20
三、研究方法	
3.1 研究設計.....	22
3.2 研究流程.....	22

3.3 技術預測模式.....	23
3.3.1 曲線趨勢模型.....	24
3.4 資料蒐集.....	25
3.4.1 專利檢索與分析.....	25
3.4.2 專利分析及運用.....	27
3.4.3 技術文獻資料庫及檢索方式.....	28
3.4.4 文獻資料分類及統計.....	29
四、產業分析	
4.1 光碟技術概況.....	30
4.1.1 容量需求更大.....	30
4.1.2 BD 和 HD DVD 後光碟技術發展.....	30
4.2 產業發展與展望.....	31
4.2.1 光碟技術產業需求概況.....	31
4.2.2 台灣光碟產品消費調查.....	34
4.2.3 台灣光碟產品上下游廠商.....	35
4.2.4 未來光碟需求預估.....	36
五、研究結果與分析	
5.1 光碟未來技術調查.....	38
5.1.1 技術簡介.....	38
5.1.2 技術文獻或報告資料.....	40
5.2 專家問卷調查.....	41
5.2.1 問卷內容介紹.....	41
5.2.2 受訪人員分析.....	41
5.2.3 結果統計分析.....	42
5.3 專利成長曲線預測.....	44
5.3.1 關鍵字搜尋及件數統計.....	44
5.3.2 運用成長曲線法模擬未來趨勢.....	45
5.3.3 模擬傳統光碟未來發展趨勢結果.....	47
5.3.4 四種技術與傳統光碟模擬未來趨勢比較.....	47

5.4 技術文獻成長預測.....	49
六、結論與建議	
6.1 研究結論.....	51
6.2 產業建言.....	52
6.3 技術預測檢討.....	52
6.4 後續研究與建議.....	52
參考文獻.....	54
附錄 未來光碟技術發展趨勢問卷.....	56



表 目 錄

表 1.1 三種數位儲存媒體技術現況比較.....	3
表 2.1 技術週期不同階段特質.....	11
表 2.2 Betz 技術生命週期.....	12
表 2.3 技術預測方法之分類.....	15
表 2.4 技術預測分類表.....	16
表 2.5 技術預測方法適用的範圍.....	16
表 2.6 產品生命週期與策略創新.....	19
表 3.1 專利檢索引用種類.....	27
表 4.1 購買光碟燒錄機主要用途.....	35
表 4.2 台灣光儲存產品上下游主要廠商.....	35
表 4.3 生活需求模型分析.....	36



圖 目 錄

圖 2.1 產業生命週期曲線.....	9
圖 2.2 技術生命週期曲線.....	10
圖 2.3 技術生命週期各階段.....	11
圖 3.1 本研究之技術預測流程.....	23
圖 3.2 成長曲線特性 (技術、專利、市場).....	24
圖 4.1 光資訊儲存的技術發展空間.....	31
圖 4.2 台灣光碟產能世界佔有率.....	32
圖 4.3 全球光碟機市場發展趨勢預估.....	33
圖 4.4 光碟數位消費電子產品消費市場應用.....	33
圖 4.5 光碟片運用調查.....	34
圖 4.6 未來生活需求光儲存記錄容量趨勢.....	37
圖 5.1 Multilayer (多層)技術說明.....	38
圖 5.2 Two photon (雙光子)技術說明.....	39
圖 5.3 Super RENs (超解析近場)技術說明.....	39
圖 5.4 Holography (全像光學)技術說明.....	40
圖 5.5 光碟高容量與需求時期調查.....	42
圖 5.6 四種技術應用在高容量的機會.....	42
圖 5.7 四種技術應用在各個時點的機會.....	43
圖 5.8 四種技術瓶頸調查.....	43
圖 5.9 四種技術應用預估調查.....	44
圖 5.10 傳統光碟專利件數累加統計圖.....	45
圖 5.11 Pearl Curve 最適化	46
圖 5.12 Pearl 模擬曲線與實際曲線.....	46
圖 5.13 發明人數與專利件數.....	47
圖 5.14 專利分屬國家統計.....	47
圖 5.15 四種技術實際專利件數累加統計圖.....	48
圖 5.16 模擬四種技術未來專利件數成長曲線.....	49

圖 5.17 傳統光碟專利件數飽和值模擬四種技術成長曲線.....	49
圖 5.18 四種技術論文篇數累加統計結果.....	50
圖 5.19 Pearl Mode 模擬四種技術未來論文篇數成長曲線.....	50



一、緒論

1.1 研究背景

隨著後 PC 時代的到來，數位消費性電子市場開始成為萬眾矚目的焦點，CD/DVD 錄放影機、數位相機、數位攝錄影機、遊戲機、MP3 播放機、PMP、手機等產品，幾已成為消費大眾日常生活不可或缺的商品。因此，隨著數位消費性電子產品型態的多樣化，儲存媒體的角力戰就此展開。

早期的磁帶記錄演進至磁碟儲存之後，開始進入數位儲存技術的時代；隨之而來的光碟儲存技術在內容供應商的大力支持之下，已成為資訊周邊必備的儲存媒體，並且電腦產品規格上，已由原先的軟碟機、光碟機與硬碟機三足鼎立的局面，轉變為光碟機與硬碟機兩大規格盤據的情況，而軟碟機則因應用軟體容量需求日益提昇，已無法滿足現今電腦產品之需求，因而完全退出市場。另外；有部分個人隨身可攜式電子產品市場上，則因為顧慮到長時間待機與輕薄短小設計上的需求，且對於抗震動性的要求程度亦高，就非得要在儲存容量及價格上有所取捨，以半導體技術製造的快閃記憶體，便成為數位消費性電子市場上儲存媒體的新選擇。

在個人電腦市場成長逐漸趨緩之後，廠商爭相投入數位消費性電子產品領域，希冀於消費性電子產品市場得以延續資訊科技產業成長的動力，而數位消費性電子之產品種類繁多，對於數位儲存媒體之需求不一而足。

1.1.1 儲存技術發展現況比較

1. 光碟儲存技術

現階段光碟儲存技術主要可區分為 CD 格式、DVD 格式及次世代藍光規格等三大類，就碟片之寫錄方式又可分為一次寫錄型及可重複寫錄型兩種。CD 格式由於只使用了單層的染料技術，因此在碟片的規格上僅有直徑 80mm 的 185MB 及直徑 120mm 的 650MB~800MB 等容量；而於 DVD 碟片規格以後，由於採取雙層染料貼合的生產技術，因此在碟片規格上也可區分為單層單面、雙層單面、單層雙面及雙層雙面等幾種，現今被廣為採用的則是單層單面的 DVD-5 及雙層單面的 DVD-9 兩種格式，儲存容量則分別為 4.7GB 及 8.95GB；在藍光碟片上，則因為 Blu-ray Disc 及 HD DVD 兩大陣營各自訂定規格，碟片儲存容量尚未統一，其中 Blu-ray Disc 之規格可達到 23.3~27GB，HD DVD 則可達到 15~20GB。

目前光碟儲存技術應用於數位消費性電子市場上最主要優勢有二；一. 光碟片自問世以

來歷經長時間的大量生產，在廠商的流血競爭之下，已使單片光碟片的價格下跌至非常低廉的地步，一片 DVD-R 僅需不及 0.15 美元的價格即可購得，而 CD-R 光碟片產品單價更是下跌到一片不到 0.1 美元的價格，若不考慮碟機價格單就儲存媒體價格而言，乃為所有儲存技術中最經濟實惠的選擇；二. 光碟儲存技術的發展雖然因為世代交替而不斷地擴充其儲存容量，但是每一次世代交替的背後，都有數位內容的供應廠商支援，以光碟格式發行音樂、電影、遊戲或軟體，如此一來，便可維繫光碟片及光碟機市場的基本需求。

然而，光碟儲存的技術發展亦有其極限。由於光碟片的規格標準為直徑 80mm 或 120mm，因此凡是採用光碟儲存技術所設計的數位消費性電子產品，其至少有一個面必須大於 80mm x 80mm 的面積，如此一來，便大幅限縮了光碟儲存技術的應用產品範圍，至少在大多數的個人可攜式產品上都不適用光碟儲存技術。除此之外，由於光碟儲存技術需要藉由光學讀取頭讀取或寫錄，一旦震動過劇便有可能發生錯誤，而導致無法讀取或寫錄的情況，這也是數位消費性電子產品選擇相對應的儲存媒體時所必須考慮的重要因素。

2. 磁碟儲存技術

在硬碟技術的發展歷程上，縮小體積與提高儲存容量一直都是廠商所戮力研發的重點，因此隨著 3.5 吋、2.5 吋硬碟的問世，分別滿足桌上型電腦及筆記型電腦的儲存需求，5.25 吋硬碟便因為體積過於龐大而退出市場；另外，針對數位消費性電子市場，則開發出 1.8 吋及 1 吋的硬碟產品，磁碟機產品也正式跨入數位消費性電子市場。現階段廠商也計畫推出體積更小的微型硬碟產品，將產品尺寸縮減至 0.85 吋(3.66CM²)，可提供如手機或 PDA 等產品所使用。

硬碟技術雖然可以廣泛應用於電腦系統及數位消費性電子產品中，但是由於其技術先天上的限制，必須驅動讀取頭讀取磁碟上的磁區進行存取，而且磁碟機無論是對於灰塵、震動或撞擊都比較沒有抵抗力，可能因為上述因素造成無法讀取資料或是硬碟損壞的情形，進而縮短了硬碟的使用壽命。

3. 快閃記憶體

快閃記憶體中的 NAND 型 Flash 產品問世之際，主要是應用於個人電腦市場上，為了方便個人隨身存取資料而設計的隨身碟產品，在數位消費性電子市場開始興起後，其因為以半導體製程所製造，具有體積小、重量輕、抗震性佳、運算速度快的特性，適合各類型可攜式數位消費性電子產品上。尤其是在早期數位相機初試啼聲之際，快閃記憶體因為具有上述的特點，成為數位相機廠品必備的儲存媒體，並隨著數位相機的畫素提昇及半導體廠商投入量產的速度，主流產品之儲存容量幾乎在一至二年間提昇兩倍；以現今的技術而言，

8GB 的快閃記憶體晶片已經投入量產，16GB 的晶片也即將投入量產，指日可待。

快閃記憶體作為數位消費性電子產品之儲存媒體雖然具有相當多的好處，但由於目前產品單價仍然高昂，為其主要的劣勢。以目前的價格來看，平均每一 GB 需要花費 20 美元方能購得，相較於光碟儲存及硬碟儲存媒體，以平均每一 GB 所需之成本比較，快閃記憶體的價格保持在光碟片價格的 100 倍以上、並為磁碟儲存價格的 10 倍以上。

表 1.1 三種數位儲存媒體技術現況比較

技術項目	光碟儲存	磁碟儲存	快閃記憶體
儲存容量	185MB~27GB	1GB~800GB	128MB~8G
價格(\$/GB)	1 元以下	10 元以下	250 元以下
尺寸	直徑 80mm 直徑 120mm	3.5 吋(62.0CM ³) 2.5 吋(31.7CM ³) 1.8 吋(16.4CM ³)	郵票大小，最大尺寸等同 1.8 吋微型硬碟
使用壽命	寫錄一次型 重複寫錄型	可重複多次存取	可重複多次存取
優勢	儲存媒體(碟片)價格低廉、已成功切入家庭用市場	不同尺寸可滿足不同數位消費性電子產品需求	體積小、耗電量低、抗震性強、產品價格下跌快速
劣勢	抗震性較差	重量較重、耗電量大、抗震性較差	產品單價仍高
主要應用產品	<ul style="list-style-type: none"> CD 隨身聽、音響 VCD、DVD 影碟機 家庭用遊戲機 數位相機、數位攝錄影機 	<ul style="list-style-type: none"> PVR、DVR、STB 等家庭用機上盒 MP3、PMP 等個人隨身影音播放機 手機、PDA、Smart Phone 等通訊產品 	<ul style="list-style-type: none"> 手機、PDA、Smart Phone 等通訊產品 數位相機、數位攝錄影機 MP3、PMP 等個人隨身影音播放機 掌上型遊戲機

Source：拓璞產業研究所，2006/09

1.1.2 儲存媒體的市場定位

1. 光碟儲存：

掌握內容優勢，站穩家庭市場，滲透可攜式市場光碟儲存技術在傳統的 CD/DVD 播放機市場上，憑藉著數位內容供應商的全力支援，已成功地在家庭客廳占有一席之地；並且在家庭遊戲機市場上的競爭之下，SONY、Nintendo 與 Microsoft 均不約而同地將光碟作為其遊戲軟體發行的主要載體，光學儲存於家庭用數位消費性電子產品市場的地位就此奠定。

也由於其面積雖大，但是體積仍屬輕薄，因而 SONY 開始出現使用光碟儲存技術的數位相機及數位攝錄影機產品，尤其是在數位攝影機市場上，由於使用了光碟作為其儲存媒體，省去了傳統以磁帶錄製後仍須轉錄的手續，可直接在錄放影機或是電腦上播放，大大增加了消費者使用上的便利性，也造成攝錄影機廠商紛紛起而效尤，相繼推出數位攝錄影機，預計未來數位攝錄影機採用光碟儲存技術之比重將逐年提昇，這也將是光碟儲存前進可攜

式數位消費性電子市場的灘頭堡。

2. 磁碟儲存：

提昇容量、縮小體積、全方位佈局消費性電子市場，相對的，磁碟儲存在數位消費性電子市場上的起步，便不如光學儲存來得順利。其主因在於磁碟機體積過於龐大且重量過重，並不適合置放於各種隨身手持式數位消費性電子產品上；再者，即便是在不強調移動性的家庭用數位消費性電子產品市場上，光碟儲存仍是主流技術，磁碟機難以置喙。然而，上述的兩大問題因為廠商在技術上的突破以及在消費者需求的成功開發之後迎刃而解；在技術上的突破，主要是成功研發出 1.8 吋的硬碟，並且大幅度地解決了震動的問題，使得硬碟的應用領域更加廣泛，尤其是在 Apple iPOD 推出之後，採用了 1.8 吋的硬碟機作為其儲存媒體，也使得 MP3 播放機也成為硬碟的新興應用市場。

3. 快閃記憶體：

快閃記憶體隨著數位相機市場的快速成長之下，市場需求大幅提昇，並且開始滲透到其他數位消費性電子產品市場上。其中在 Apple 推出 iPOD 造成全球風靡之後，主打個人隨身音樂 MP3 播放機市場，也開始採用快閃記憶體作為儲存媒體，廠商大舉投入 MP3 播放機的生產行列，並形成高階大容量的硬碟型產品及一般低容量的快閃記憶體型產品之市場區隔；Apple 亦趁勝追擊推出以快閃記憶體為儲存媒體的 iPOD Shuffle，再度造成搶購熱潮，MP3 播放機亦開始成為快閃記憶體的主要應用市場之一。

其他包括手持式遊戲機、個人隨身多媒體播放機 (Personal Media Player, PMP)、數位攝影機等產品，均為快閃記憶體在數位消費性電子市場上的主要應用產品。

1.1.3 研究觀點

就技術的層面而言，各種儲存媒體所採用的技術均有其優缺點，廠商在推出產品之前就必須要審慎思考各方面的因素，採用適當的儲存媒體；然而，就消費者的角度觀之，購買數位消費性電子產品的目的還是在於滿足個人影音娛樂的需求，產品的容量大小、操作便利性以及產品價格才是消費者所最重視的問題，至於究竟採用何種儲存媒體，消費者並不在意。

就目前三大儲存媒體的定位來看，光碟儲存先站穩家庭數位影音娛樂市場，再滲透到個人可攜式裝置市場上，但是必須考慮到的是其所搭配的手持式設備必須足夠大可放置光碟片；而磁碟儲存則是首先滲透家庭數位影音長時間錄影錄音之產品市場，並且推出小型化產品挑戰快閃記憶體於數位消費性電子產品之市場地位；而快閃記憶體也不甘示弱，除了鞏固既有的市場之外，並不斷提昇容量企圖取代既有的硬碟市場。

由此看來，光碟儲存與其他兩種儲存技術仍存在某種程度的市場區隔，至少在預錄型碟片的發行市場上光碟儲存技術仍是獨占，但是磁碟儲存與快閃記憶體的競爭將呈現白熱化的局面，究係磁碟陣營小型化、微型化的腳步較快，還是快閃記憶體陣營儲存容量提昇的速度較快，將影響未來數位儲存媒體市場的生態。

本篇論文將以光碟儲存為探討的對象，目前光碟主要限制發展還是圍繞在容量大小的課題上，但在成本或者使用方便性上都有其優勢在，所以本文將鎖定在未來在拓展容量上的發展趨勢做預估及提出建言，為本文的研究背景。

1.2 研究動機

光存儲是繼磁記錄之後興起的重要資訊存儲技術。近年來光存儲不僅在技術上取得了重大突破，在商業性規模生產方面也獲得了巨大成功，已成為一個引人注目的高科技產業。以光碟為代表的數位式資料存儲媒體已是當代資訊社會中不可缺少的資訊載體，原因在於下面幾點。

1. 資料存儲密度高、容量大、碟片可更換、攜帶方便。雖容量仍比硬碟小，但可錄製一部高畫質電影，目前最大可達 50GB。
2. 存儲壽命長、功能多樣化。盤基及記錄介質均由性能穩定的材料製成，在常溫環境下，資料保存壽命在 50 年以上，而且可根據不同用途挑選不同的介質製成唯讀、一次寫入、可直接重寫不同功能的光碟。
3. 生產成本低廉、資料複製程序簡單、效率高。目前光碟碟片和光碟機的生產技術都已成熟，盤基用有機高分子材料注塑而成。唯讀盤上的資訊是在注塑過程中模壓在盤基上的複製過程中，碟片所需的加工週期僅 3~4 秒左右。

產業的技術發展過程就如同生命週期理論一般有出生、成長、成熟、衰退、死亡的過程變化。產業若要保持競爭，維持優勢，可透過產業中領先者及競爭者的技術發展趨勢加以系統化的評估與分析，進行適切的技術開發與產品的研發；目前欲掌握技術發展趨勢最快速也最有效率及便利是藉由專利資訊。根據世界智慧財產時產權組織（TIPO）的調查，若企業能善加利用專利資訊，則可以縮短研發時間達 60%並可節省研究經費。(Technology Express Vol. 10, 2001/11)

Nario et al. (1987) 指出專利透露出相當多的訊息包括：一. 技術能力指標；二. 技術

發展與資源分配的關係；三. 專利被引用次數；四. 從事企畫或技術發展的參考依據。而專利資訊，除了能提供企業技術管理及產品發展的規劃外，亦能分析其與競爭者在市場上的競爭地位，Ernst 曾經運用量化專利指標，西德工具機為例，建立其產業技術發展趨勢模型，此研究不僅成功的將量化專利指標運用在產業發展的預測上，也開啟一個以專利指標進行產業預測的新頁，使得我們瞭解到，核心技術專利指標與產業發展之間的關係是密不可分，在進行任何一個產業技術發展預測時，可以透過該核心技術的專利指標，來進行該產業的發展預測，如此可使企業可以提前準備，來因應未來產業的變化，提升獲利及降低損失。

故本研究將以此為基礎，利用適當的專利指標進行光儲存產業技術（Optical Disc Industrial Technology）發展趨勢，研究與分析未來到 2020 年以前的技術變化，再輔以文獻成長趨勢預測及專家問卷結果加以驗證及修正。

前瞻性產業政策與企業投資活動，仰賴於政府對產業中、長期發展方向及競爭態勢的掌握與推動，我國在光儲存產業蓬勃發展之際，應聚焦在下一世代的光儲存技術的研發及智權策略與佈局，在儲存產業的競賽中成為有實力的競爭者。

1.3 研究目的

本研究將運用生命週期理論結合專利及文獻分析，研究光儲存產業的技術發展趨勢並藉由資料分析結果提出管理上的意涵。本研究之研究目標如下。

1. 生活構面中各生活因子組合所形成之生活場景，去分析對於儲媒体關聯性，進而推演時間對記錄媒體容量的關係。
2. 基於人們對生活提升的基本需求，收集各種發展中光儲存技術，並預估何種技術將成為未來趨勢？
3. 利用專利指標作為研發績效的依據，並以此資料配合生命週期理論形成技術發展趨勢的曲線，並用技術文獻篇數再做成長曲線以確認及佐證前面結果，預測各種技術之生命週期發生的時點及趨勢。
4. 依此數位生活的提升，探討將引發光儲存產業的科技與產業變化，並提供 2020 年光儲存技術及產業研發方向。

台灣光碟產業佔全球 50% 以上，並且是台灣重要的科技產業之一，對於台灣經濟影響更是不容小覷，如果包含上下游產業及光碟機產值，更是舉足輕重，希望本篇論文能確切的提供光碟產業一個明確且正確的方向，迅速對下一世代的光碟技術有所認知及正確的採

取行動，進入與世界競爭的正確位置，節省更多的研發成本以提高獲利。另外，希望藉由本篇論文的研究，能夠深入學習產業技術預測的相關知識及技巧。



二、文獻探討

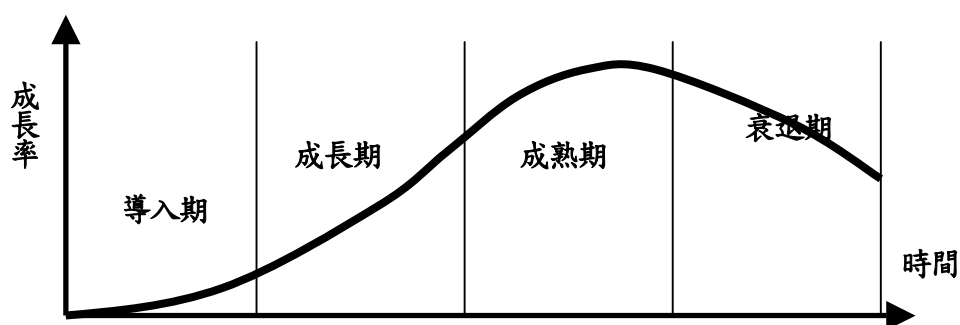
本章節整理與研究目的有關之文獻，以作為本研究建構的分析架構的基礎。其內容分成五大部份，2.1 為技術生命週期理論，主要說明產業生命週期與技術生命週期，並說明為何技術生命週期可以用來預測技術未來的發展；2.2 為技術預測方法與比較，以作為選擇適合於本研究預測方法的基礎；2.3 為專利分析，主要說明專利分析的含意，及如何運用專利資訊進行經營管理的分析；2.4 為文獻成長分析說明；2.5 為技術預測之重要性，說明目前工商業界如此競爭之環境，技術預測與否，可能關係到技術或產品預測的成與敗，進而影響公司生存與否，尤其在科技進步的現在，技術預測是刻不容緩的重要工作。

2.1 技術生命週期理論

Nelson (1984) 等學者，最先從生物學的視角切入來研究企業的生命週期問題。他們認為，企業像生物有機體一樣，有一個從誕生、成長、壯大、衰退、直至死亡的過程，要經歷從生到死、由盛轉衰的演化。生命週期理論 (Life Cycle Theory) 源自於生物學，對生命體從出生、成長、成熟、衰退、死亡的過程以及不同階段所呈現的特質，用來比較人類社會中，有關組織、產品、產業、市場的相關變化。在此觀點下，產業生命週期、技術生命週期兩者之間的各個階段，應存在相對的關係，而生命週期理論普遍為管理學界所使用，下面小節將對其作更深入的探討。

2.1.1 產業生命週期

產品生命週期理論是最常用來預測產業演變軌跡的分析工具，其基本假設為產品均會歷經導入期、成長期、成熟期、衰退期四個階段。而造成產品成長或衰退的因素，即是來自於外在環境的變化，無法經由個別企業加以改變。在生命週期的各個階段中，產品均會呈現出不同的特性，因此個別企業最好的選擇便是調整策略以適應環境的改變。Porter 五種競爭力的本質和強度都會隨著產業發展而發生改變。特別是潛在競爭者和競爭對手，在產業發展的每個階段會產生不同的機會和威脅。企業經營者所需面對的任務是預先分析判斷，掌握產業發展各階段中每一個力量可能會發生什麼改變，以及研擬對應策略，利用機會應付發生的威脅。產品生命週期可以加以擴大運用而成為產業生命週期，其概念與產品生命週期相似，根據Hill & Jones(1998)的界定，產業生命週期包括導入期、成長期、成熟期、衰退期等階段，此象徵整個產業演化之過程，如圖 2.1 所示。



Source: Hill, C. W and G. R. Jones (1998), Strategic Management Theory, p. 48

圖 2.1 產業生命週期曲線

2.1.2 技術生命週期

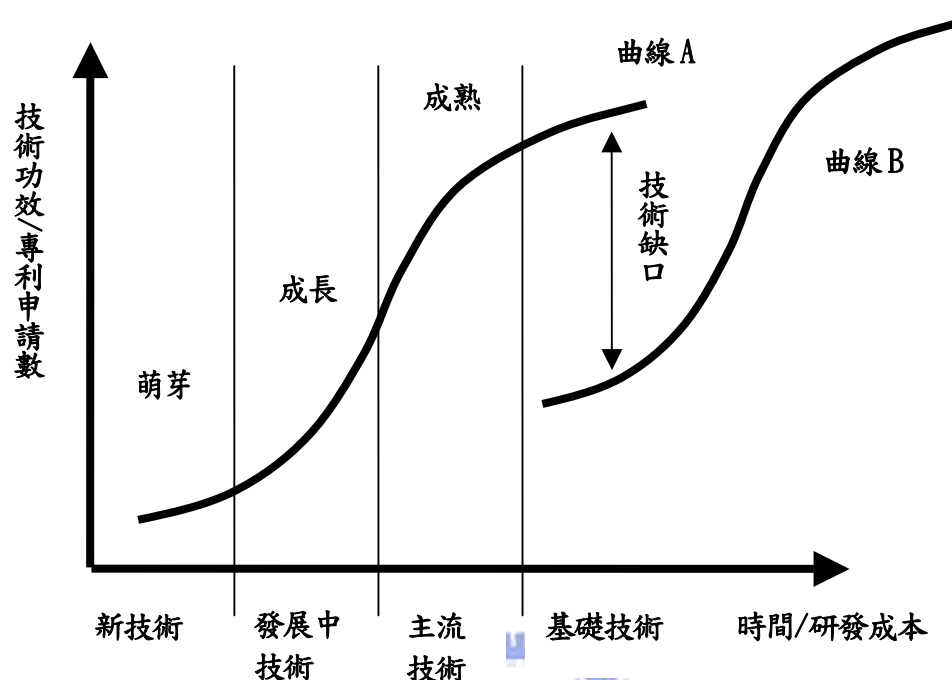
技術生命週期 (Technology Cycle Time ; TCT)，可以解釋為一種技術的運用，從最基礎科學研究或者應用所開發而來，初期將其用在產品研發而後大量生產導入市場，一直到該產品最後退出市場，可以稱之為該技術的生命週期。

Khalil(2000)認為技術的發展是經過技術生命週期的三個階段：新發明階段，也稱為萌芽期；技術發展階段，也稱為成長期；以及技術成熟階段。在敘述技術生命週期的不同階段其市場成長率(市場交易量)時，則將技術分為六個階段，一、技術開發期(Technology development phase)，二、開始應用期(Application launch phase)、三、應用成長期(Application growth phase)，四、技術成熟期(Mature technology phase)，五、替代技術期(Technology substitution phase)，六、技術衰退期(Technology obsolescence phase)。

Betz (1993) 認為一個新技術的生產方式可以創造出一個新的產品空間，相反的生產技術衰退可能導致整個工業產品消失或重整，這種概念被稱為技術的生命週期。由於此一技術生命週期所描繪出的曲線狀似英文字母 S，故技術生命週期亦稱之為 S 曲線 (Foster，1986)。

若從技術生命週期曲線觀點來做探討，如以技術功效或專利申請件數為縱軸，時間或投入研發成本為橫軸，一般技術發展趨勢曲線如圖所示，其發展變化如圖 2.2 所示的形式而演進，通常稱為技術擴散或技術採進過程 (Ernst, 1997)。從技術發展趨勢可分為兩類，一、若某一技術沿者圖 2-2 之曲線 A，持續發展則稱為技術上的競爭；二、若技術發展由曲線 A 跳至曲線 B，而產生不連續的技術缺口，則可稱為競爭上的技術 (楊丁元，陳慧玲，1998)。在曲線 A 之不同生命週期階段，技術功效與研發投入成本之間的關係，皆可提供技

術變革的原因，使公司在技術管理、研發投資及相關經營策略議題上，必須審慎考慮未來規劃，以提昇公司經營之績效。



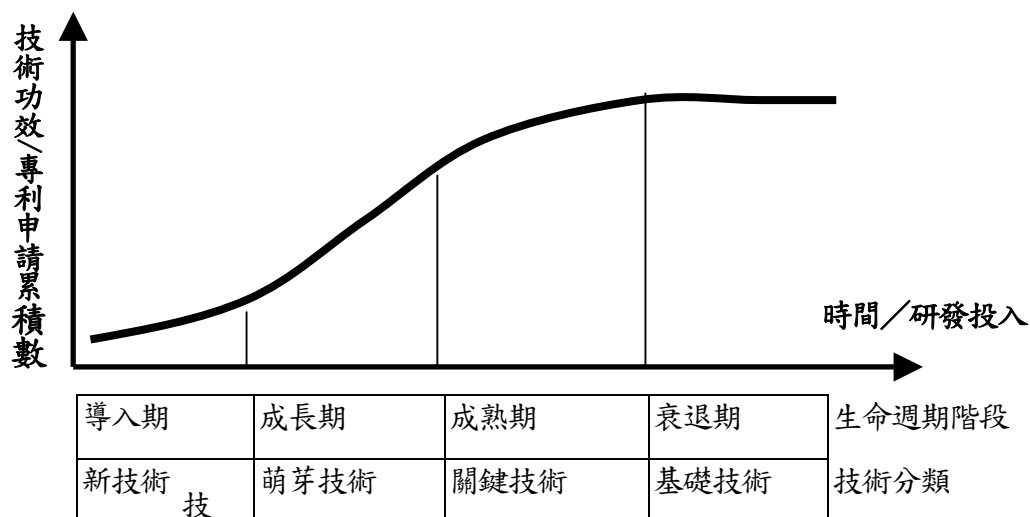
Source: 轉譯 Foster 1986 (林治民, 1998)

圖 2.2 技術生命週期曲線

成長曲線的用途主要包括兩個方面 (林治民, 1998)；如下面所示。

1. 預測某一技術的處理方式在解決問題時的績效。任何一種單一的技術其效能最終受限於該相關物理或化學極限，因此若一個產品中採用不同的操作過程，就表示其已經轉換到一段新的成長曲線。
2. 預測某一特定技術的處理方式在何時及如何到達上限。

技術進步途徑是有一定的軌跡可尋，每一條技術的 S 曲線僅反應現行的一種實體狀況，當實體現象改變時，新技術與舊技術的 S 曲線會呈現不連續的狀況，亦即漸進的技術改良反映在同一條 S 曲線上，突破的技術進步則跳至不同的一條 S 曲線上 (賴士葆等人, 1997)



技術生命週期 S 曲線

Source: Ernst (1997), The Use of Patent for Technological Forecasting

圖 2.3 技術生命週期各階段

要找出技術的 S 曲線，須具備下列條件：

1. 辨識出關鍵的技術績效參數。
2. 蒐集自創新開始至今的技術歷史資料並繪圖。
3. 辨識現行實體程序中會限制進步的本質因素。
4. 估計技術績效參數的自然極限，並繪出漸進線。
5. 估計過去的資料到自然極限之間。
6. 請專家預測反曲點發生的時間點。

表 2.1 技術週期不同階段特質

階 段	特 性
萌芽期	1. 任一新技術的出現，在此時期，此一技術可能運用的範圍已經被概括，但是在產業上的應用則相當模糊。 2. 此一技術在學理上雖然仍未確定，但是已足夠激發相關人士的注意並投入研究。
成長期	1. 技術在實際運用上較萌芽期更來得清晰，對於較不具實用價值的部份會與以捨棄。 2. 產業界將陸續投入研究並將此技術由成長期推至成熟期。
成熟期	1. 技術進步的速度趨緩，相關知識已經被大眾所悉知並學習。

	2. 雖然技術有新的發展，但多屬漸進式且可以預測。
衰退期	1. 相關技術或工程上的改良幾乎都已經完成，技術的進步相當小且易被預測。 2. 在產業中此種技術亦被學習及模仿。

Source: 賴士葆、謝龍發、曾淑婉、陳松柏(1997)

Betz (1993)看法是技術在隨著產品在市場上出現，會有一個技術發展週期，因此將技術生命週期發展分為四個階段，一、應用技術出現期 (Application on Launch)，二、應用技術成長期(Application Growth)，三、技術成熟期 (Mature Technology)，四、技術替代與荒廢期 (Technology Obsolescence and Substitution)。

表 2.2 Betz 技術生命週期

階段	特性
應用技術出現期	1. 新產品、新製程或服務創造新的市場需求。 2. 開始銷售。 3. 擁有應用優勢者將成為贏家。
應用技術成長期	1. 擁有一定的產量。 2. 顧客購買量增加。 3. 潛在競爭者進入，市佔率將成為競爭焦點，擁有績效或價格優勢的產品會替代現有的產品，而應用技術的發展非常快速多樣。
技術成熟期	1. 市場飽和。 2. 新購買者少，大多為重覆購買者。 3. 產品標準規格出現，企業必須建立品質形象及具經濟效益，相似的產品在品質合價格。
技術替代與荒廢期	1. 創新技術出現。 2. 顧客不再購買以原有技術製造之產品。

Source: 轉譯自 Betz, 1993，技術生命週期

Betz (1998) 也談到關於技術的 S 曲線的四個特性如下所述:

1. 技術的 S 曲線是以一般物理現象為基礎所得到的結果。
2. 技術 S 曲線上，技術的自然限制提高，乃是受其所依據的物理基礎的性質影響所導致。

3. 技術在演化過程中，如發生發展停滯的現象時，乃起因於有新的物理基礎可供發展新的替代技術來臨。
4. 這種技術於演進的過程中，發生發展停滯的現象時，在圖形的表現上，將各自發展出不同的S曲線。

簡言之，技術通過深入企業的內外環境要素影響企業的生命週期，而對於由企業群構成的產業，技術在產業生命週期的不同階段通過作用於不同的企業群相關要素來影響產業的發展，企業為保有持續競爭優勢，應隨時蒐集產業界競爭者的技術資訊，加以分析與評估，並融入企業未來的策略規劃之中，使企業持續的進步與成長。從技術生命週期的演進可以瞭解產業的生命週期，隨時進行策略上的調整與對應，才是企業經營生存的長久之道。本論文將以技術生命週期為基礎來探討技術發展趨勢，利用成長曲線法（Growth Curve Mode）深入評估及預測未來光碟技術生命週期發生的時點，提供產業未來技術發展趨勢。

2.2 技術預測

技術預測目的是預防技術變動對企業帶來的衝擊，由於企業對於所需預測的水平及投入的資源有一定的限度，對大多數公司，技術規劃或預測的水平大約介於5~10年之間，但10年的時間技術可能發生重大的變動。預測過程必須把握嚴謹及合乎邏輯之大原則，以免與實際狀況差距過大，而喪失決策品質。技術預測表面上是著重在技術的演變，實際重點在預測技術的改變或技術突破的時機及重要性。進行技術預測的研究不僅要對技術進行深入的了解，還要體認到一項技術之成長上是會受到整個社會及政治大環境之影響。

2.2.1 技術預測的定義及運用

所謂技術預測(technology forecasting)主要係針對過去的技術演變，預估未來技術可能發生之機率，因此又稱為未來的研究(future study)。

技術預測是以系統化、科學化的方法，觀察科技、技術、產業、經濟與社會的長期發展，以找出能帶來經濟和社會利益的技術。技術預測可以幫助企業瞭解技術發展的趨勢與展望，分析新產品或新技術的市場占有率與擴散情況，或新舊技術間的替換分析，評估技術發展對社會、經濟的衝擊。(吳豐祥，2002)

無論企業規模大小都需要做預測，但不同企業做預測時應考慮兩點；需要預測到什麼程度？以及在既定的限制下，哪種預測方法是最適合？

技術預測時必須考慮資源投入的程度；下面幾項宜列入參考。

1. 環境改變速度

2. 新產品或新製程的技術和行銷前置時間所決定的規劃水平
3. 潛在問題的複雜性
4. 研究發展策略
5. 公司規模大小

Porter (1991)認為技術預測的活動是將研究的焦點放在描述技術的功能變遷，或創新的顯著性及實現的時間點。至於預測的內容則包括技術能力的成長、新舊技術的替代比率、技術的擴散情形、市場的滲透程度以及重大技術突破的時間與可能性，而 Martino (1993)認為預測的內容應包括下列幾項：

1. 技術能力的成長
2. 市場滲透的程度
3. 重大技術突破的時間及可行性
4. 新舊技術的替代比率
5. 技術擴散的情況

一般而言，企業如能有效的執行技術預測，能有以下的幫助(涂保民，技術預測)：

1. 廣泛的監視企業內外環境，以確認出可能影響產業未來或公司產品／市場的發展趨勢。
2. 估計和公司決策、規劃水平有關之重要事件的時間性，並作為未來行動與否的指標。
3. 預測所得的資訊可幫助吾人對可見未來的機會與威脅有更多的了解。
4. 調整公司政策，以規避威脅並尋找新的機會。
5. 修正作業決策技術預測乃是針對技術的改變而進行的一種邏輯性與系統性的分析，透過這些分析提供決策者所需要的資訊，以降低判斷錯誤的機率，並提高決策的品質，透過使用適當的預測方法解釋技術未來發展的趨勢。

2.2.2 技術預測的方法

Martino 在書中提到，技術預測者的技巧可分以下四大類，一. 外插法 (Extrapolation)，二. 領先指標 (Leading Indicator)，三. 因果模型 (Causal Models)，四. 機率法 (Probabilistic Methods)，而不管哪一應用領域，預測者均會用到此四類，有時會兩三種方法合著用，有時則僅單獨使用一種。

另外在技術預測方法的分類則不同學者有不同分法，例如；Alen Porter 分成四類，分述如下。

1. 趨勢分析 (Trend Analysis): 依靠過去的歷史資料，分析並找出發展模式，然後依據該模式預測未來，方法包括天真預測法 (Naive Models)、加權預測法 (Adaptive

Weighting)、線性迴歸法 (Linear Regression)、S 曲線或成長曲線法 (S shape Curve)等。

2. 專家意見 (Expert Opinion)：依賴專家的專業判斷來預測未來，包含委員會法 (Committees)、名目團體法 (Nominal Group Technique)、德菲法(Delphi)…等。
3. 模擬 (Simulation)：藉由分析，找出技術發展的所有重要有關因素，並嘗試去建立一個數理模型，一旦建立好模型，就可以輸入各項參數，並模擬出結果，方法包含交叉衝擊分析法 (Cross Impact Analysis)、KSIM (Kane' s Simulation)、系統動態法 (System Dynamics)，.. 等。
4. 情境分析 (Scenarios)：分析對預測標的物衝擊大的影響因素其未來可能的走向，並選擇數個可能的發展情境進行分析、預測。

Stephen M. Millette 則將技術簡單分成三大類，簡述如下。

1. 趨勢分析 (Trend Analyses)：包含 Trend Extrapolation，Time Series Estimation，Regression Analysis，S-Curve，Patent Trend Analysis, ..
2. 專家判斷 (Expert Judgement)：包含 Interviews，Questionnaires，Group Dynamics，..。
3. 多選擇分析 (Multi-option Analysis's)：包含 Scenarios，Simulations，Paths and Trees，Portfolio Analysis，..。

在技術預測方法適用時機的比較方面：不同特性的技術或目的，適用不同的預測方法。技術預測的方法選擇分類如表 2.3 及表 2.4；不同技術預測方法適用的範圍如表 2.5。

表 2.3 技術預測方法之分類

類別	預測方法
判斷式預測	專家意見法, 德菲法
時間序列與歷史預測	指數平滑法, 移動平均法, 延續(Naive)模型預測
因果性預測法	迴歸分析, 投入/產出分析, 經濟計量模型
技術趨勢預測	系統分析, 腦力激盪, 關聯樹探索, 趨勢外插法

Source: 摘自 David Frigstad” Industrial Market Research & Forecasting” ，Frost & Sullivan，1996(轉摘工研院網站)

表 2.4 技術預測分類表

類別	定義	可適用之預測方法
直接預測 (Direct Forecasting)	直接預測衡量技術的參數	專家意見, 德菲法, 名目群體法, 趨勢外插法, 成長曲線等
關聯預測 (Correlative Forecasting)	考慮該項技術和其他技術或背景因素間的關係	類推法, 情境法等
結構預測 (Structural Forecasting)	考慮因果關係對技術成長的影響	迴歸分析, 關聯樹, 因果分析, 模擬模式等

Source: 摘自 David Frigstad” Industrial Market Research & Forecasting” , Frost & Sullivan , 1996 (轉摘工研院網站)

表 2.5 技術預測方法適用的範圍

影響因素/方法	資料數	不確定性	技術發展期
1. 德菲法	少	高	早期
2. 類推法	少	高	早期
3. 成長曲線法	中	中	中期
4. 趨勢外插法	少	中	中期
5. 技術的衡量	多	低	晚期
6. 相關方法	—	—	—
7. 因果關係	多	高	中期
8. 機率法	多	中	中期
9. 情境偵測法	—	—	—
10. 複合法	—	—	—

11. 規範法	中	低	中期
12. 情境法	中	高	早期

Source: 轉譯 Porter, "Forecasting and Management of Technology", John Wiley & Sons, Inc. 1991 (轉摘工研院網站)

上述諸多技術預測方法均有其先天的條件及限制，進行選用時，要考慮是否能適用在所研究的對象上，技術預測與管理類似於一種經驗法則，亦即含有藝術的成份存在，並非是完全公式化的模式。技術預測乃透過企業對自己技術能力及市場上競爭者或領導者的能力、評估、比較後，選擇一適合自己本身的技術發展策略 (Ernst & Sullivan, 1997)。

由於光碟產業目前屬於高科技新興產業因此，本研究將利用文獻搜尋及簡易專家問卷法，透過此領域的專家及報導得出光儲存產業未來的重要發展技術，再利用成長曲線法發展出該產業的技術發展趨勢以及找生命週期的各個階段，並以文獻發表篇數做統計，一樣用成長曲線法得到的結果，驗證及比較說明預測方向。

2.3 專利分析

專利資訊對於技術研發的每個階段，從技術創新到產品化都有很重要的影響，提供產業發展趨勢、建立競爭優勢、提供近似研究的完整資訊、提供發明內容的詳細說明。專利的累積與管理並非一蹴可即的，專利的價值是要靠不斷持續的專利分析與管理產生的。

「專利資料」係指專利之原始文件屬於公開性資料，如專利說明書正文、專利書目資料等，不論專利文獻形式為何專利，說明書為專利資訊的源頭，將專利資料再行初步或系統化的整理統計便形成「專利資訊」，其中包含了專利人、專利申請日等，並附上圖示說明，再根據專業知識的輔助，將資料或資訊進行目的性的分析之後，可得到「專利情報」，如技術性競爭分析、重要專利辨識，以及權利範圍分析等等。

專利分析是指對於專利文獻所包含的各項專利技術進行統計、分析、比較的工作。以下是針對企業所擁有的專利技術進行統計與分析的方式：

1. 技術競爭分析: 評估要件包括技術分類、專利權人(公司)，藉由分析的過程，尋找未來技術合作或授權對象。因此，可對於有價值的專科技術加以組合管理。
2. 技術趨勢分析: 藉由技術趨勢分析所描繪出的趨勢圖，讓企業在訂定研發政策的過程中所能運用的參考資料。
3. 專利範圍解讀: 專利文件含有許多法律內容較不易閱讀，文件提供專利申請國別、權利構成之要件、權利範圍重點和權利展開與細分。

專利分析的結果以圖形的方式呈現即稱為專利地圖(謝明華, 1995), 通常專利地圖依不同的製作區分成「經營管理圖」及「技術圖」兩類。「經營管理圖」是將大量的資料依據總件數、國家別、競爭公司別、發明人別、相互引證情形、專利分類號等不同的方向來作歸納分析, 通常還可以看出業界整體經營趨勢。「技術圖」則是將相關的專利資料作進一步的研讀, 歸納出每一篇專利的技術類別及功效類別等分類指標, 這些圖表與技術研發方向決策息息相關。

Narin(1987)指出專利文件透露出相當多的訊息包括:

1. 技術能力指標: 依專利核准建樹多寡衡量國家或公司在產品或技術上的能力, 而由技術類別中分析歸納出各公司技術專長所在。
2. 技術發展與資源分配的關係: 以專利核准件數比較產業在技術方面的競爭優勢, 其中技術領先程度與資源分配的結果, 判斷公司資源分配是否恰當, 是否符合公司策略目標。
3. 專利被引用次數: 有超過 95% 以上的重要篇幅為業界所引用, 通常可以由專利的引用次數瞭解該專利的重要性。
4. 從事企劃或技術發展的參考依據: 依據專利說明書中的專利權人、發明人國際分類等資料加以分析, 可以發現技術的可開發區或是技術的不可侵犯區域。
5. 創新研發的來源: 絕大部分的發明不是無中生有, 而是以先前專利為基礎, 更進一步的改良、改進而成為自己的專利。

Hall (1986) 指出專利分析是將專利資料轉換成有用的資訊, 是技術研發規劃與管理智慧財產極為有效的工具, 也可以作為技術競爭分析、技術趨勢分析以及權利範圍判斷依據。

1. 技術競爭分析

- (1) 不同公司的技術競爭態勢與策略
- (2) 技術成長的強烈對比
- (3) 可能獲得的技術與合作的對象
- (4) 分辨具經濟效益的專利或專利組合
- (5) 可能的技術銷售對象
- (6) 研發計劃及項目評估(有效的資源分配)
- (7) 新專利內容之分析(技術突破的可能行分析)

2. 技術趨勢分析

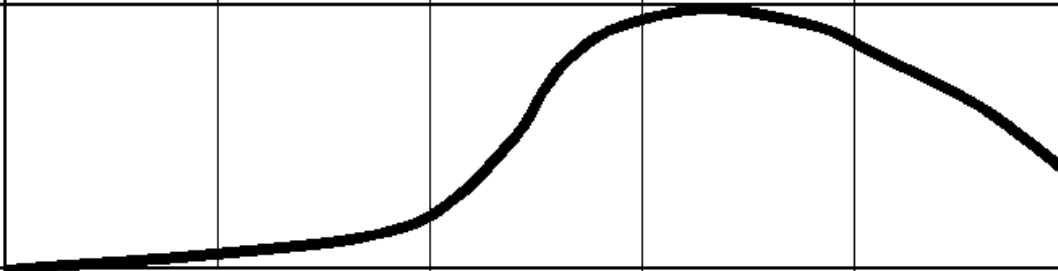
- (1) 技術內容及項目之設定

- (2)技術開發動向
- (3)技術發明階段
- (4)技術內容之互動
- (5)技術演變態勢
- (6)技術相關性

3. 專利權範圍分析

- (1)專利申請國別
- (2)權利構成要件
- (3)權利範圍重點
- (4)權利範圍展開成細項

表 2.6 產品生命週期與策略創新

	萌芽期	起步期	成長期	成熟期	衰退期
產品生命週期					
專利策略	專利卡位，申請質重於量		專利部署	專利授權	延伸專利申請
創新方式	1. 個人思考 2. 腦力激盪 3. 應用科學組合		1. 研發經驗 2. 創新思考 3. 模仿	1. QFD 2. 品質良率提升 3. 製程改善 4. 專利迴避	1. 功能合併 2. 替代技術與材料 3. 降低成本

Source: 陳佳霖, 劉尚志, 曾錦煥 產品生命週期技術與策略創新

總體來說，專利分析是瞭解與使用專利價值的必要方法與過程，可根據分析者的需求選擇所欲瞭解的各細項進行不同方式的統計運算或圖表呈現，以利後續的專利情報解讀。而公司若想要擁有高的專利價值，就不可輕忽專利分析，必須與技術活動受到相同的重視，列入公司的發展策略中，對於企業來說善用專利資訊將能提供一個策略性的計劃執行程序。(Gupp & Schmoch, 1999)

專利與其他的無形資產，是知識競爭時代中不可或缺的利器，也是企業經營的策略重點。專利這個原本歸屬於法律與科技的課題，在知識產業競爭中，已經擴展成為企業競爭、併購、技術資訊來源與財務規劃的重要資源，使得專利這項資產的開發，能夠成為最高主管與財務長列入企業發展與營運收益的必要項目，將專利列于策略定位，是多數企業要學習的。產業在既競爭又合作的關係中，與敵人的朋友共舞，不但是企業經營的策略，也成為解決專利糾紛的方式之一。我們經常可以看到上下游廠商之間交互授權、無償使用或互通有無，構築專利保護的防禦工事，也支持產業間合作網路與策略聯盟的常態。(劉尚志、陳佳麟, 2001)

2.4 技術文獻分析

文獻是知識的客觀記錄，文獻的數量直接反映了學術知識量的變化，也是學術發展的重要標誌，揭示技術發展的某些定律及特點。

文獻量與技術知識量俱有同步成長趨勢，其成長規律性有很大程度的相似性，文獻成長規律可作為知識量成長規律的研究依據，另外也有助於對成長規律的了解。

文獻計量指標包含絕對值指標；表示文獻數量及相對指標，所指的是文獻佔該資料庫總文獻比例。衡量文獻成長方法分兩種，一種是分類計量，如每年發表文獻數量，可以直接反映每年新文獻的變化趨勢，另一種是累積數量來看，每年累積前面的總量計算，一般常用於研究使用，較有可能存在某種固定的規律，容易用某種函數來描述，有利於定量分析。(參考：陳光華，書目計量學—學術文獻的成長)

一個將取代舊時代的新技術往往會發現其該領域論文篇數增加特別快，反之，如果論文逐漸減少，則代表該技術逐漸退場或者未來較不被看好，這是在文獻計量學中，常被使用的研究方向。

2.5 技術預測的重要性

任何一個企業皆從事預測，即對其周遭總體與個體環境之未來實況，進行前瞻性探究。況且未來充滿著不確定性，亦謂著充滿風險性，一個企業稍加忽略風險，企業隨時會落入營運危險深淵中。因此，外在環境發生變化時，企業若未進行預測以做好準備，將在很短時間內因措手不及而遭受重大營運損害。即會是外在環境並未發生明顯變化時，亦會因企業在做決策時，因未認定環境並未改變的事實，而未能做出正確的判斷與決定，有以致之。另言之，「預測」為一般決策過程中極重要一環，尤以「技術」為經營核心能力之高科技公司更甚重要，而高科技公司之主要特性乃其產品生產技術變動快速、產品生命週期短之

因。更須持續性不斷地進行技術預測，以掌握最新、最好研發技術，否則今日的領導者，明日可能市場的出局者。因之，我們可從下列方式來引申預測之重要性。

企業未從事預測，意味著企業所面對的未來，是無願景、無目標似的一場賭局，任何事情都有可能發生。因此沒有可預期之未來目標定位點，企業無法做出任何策略性規劃，來影響企業未來發展概況，進而無法凝聚公司員工向心力，耗損公司資源，營運無效能與無效率，一旦發生危機式突發問題，只有盲目做滅火工作，此舉將更耗損大量資源在應變與復原活動上面，依以惡性循環，公司日漸失去競爭力，終至滅亡。

若企業未從事技術預測，為符不確定性之總體經濟與技術環境變動以做出合宜決策，只有唯賴「天才」型高階管理者直覺判斷。然現於外在環境詭譎多變，個人時間、智力、能力有限情況下，欲做出合理且具前瞻之決策實非可能，且今日重視總體決策，專業分工時代，應是反理性之決策方式不足取。

由於大多數企業未進行預測，皆認為未來是過去的延伸，是一種固定軌跡方式往前推移。然今日科技變動甚鉅，未來與過去之間，不再是連續性而是「跳躍式」發展，實有必要群聚眾人智慧經驗與能力，勾勒未來發展之情境，以輔助決策。

我國最常實施技術預測的單位為經濟部技術處，經濟部科專計畫執行的理念，是儘量不讓資金投入風險高，且無回收期望之研發方向上。所以經過技術預測評估後，任何低於20% 成功率或未來無廣大市場支持之產品技術，在產品導向原則下，是不應該大力投入研發。

三、研究方法

本章節將介紹本論文研究方法，分四部份說明，如下所述，3.1 為研究設計；說明本研究的基礎架構及設計概念，3.2 為研究流程；敘述研究整體的次序及各階段流程，3.3 為技術預測模式；即本研究所使用之預測模式及方法論述，3.4 為說明資料蒐集方法與資料的來源。

3.1 研究設計

本研究先採用探索性方式，首先進行相關文獻的探討，再以系統觀念之邏輯推理方法，先建立專利及技術文獻資訊模式，再導入技術生命週期理論，形成整合關係之觀念性架構。由於本研究預估未來到 2020 年的技術發展，存在不確定性較高，且難以估算，為求研究結果較具客觀性，除了導入技術生命週期預測方法，推導出技術發展趨勢曲線模型，另外搜集各種報導及文獻，藉由專家諮詢方式，彙整各方意見及問卷，得以歸納出產業發展的專家意見，而用於互相對應專利及技術文獻建立的技術生命週期結果，整體設計說明如下。

1. 文獻檢索及專家問卷

(1) 文獻檢索確認關鍵技術

(2) 問卷調查未來光碟需求趨勢

2. 專利分析成長曲線法搭配技術文獻分析

(1) 專利件數為領先指標，模擬未來的技術成長趨勢

(2) 文獻篇數為領先指標，模擬未來的技術研究趨勢

3. 成長曲線法結果預估趨勢及結論

(1) 依據成長曲線趨勢，預測 2020 光碟產業技術變化

(2) 對光碟產業提出建言

找出光碟未來重要技術後，以該技術搜尋專利的關鍵字群與核心指標，再利用美國專利資料庫搜尋專利件數，運用技術生命週期預測法繪製出專利技術發展趨勢曲線，然後進行專利技術分析，以了解光碟新技術專利發展的情形。技術文獻分析也是統計發表篇數，再運用技術生命週期預測法，繪製出技術研究發展趨勢曲線，用來驗證及說明專利法預測結果。再參考專家問卷，完成預測結論並對產業做建言。

3.2 研究流程

本研究流程及架構如圖 3.1 所示。首先針對光儲存 (Optical Storage) 相關技術進行



全盤性的了解與分析，找出技術範疇並依國際技術分類表，找出具代表性的技術與國際技術分類碼，透過美國專利資料庫（USPTO）的檢索，快速的取得有效且需要的資料，再依技術指標與技術預測模式（logistic），來評估其所發展的成長曲線，最後結果，再以文獻成長分析及專家意見對前者預測的可靠性進行比較，並評估光儲存媒體技術發展趨勢的走向。

本研究將採四階段的研究方式；

1. 透過相關文獻資料搜尋彙整及專家意見，深入瞭解未來光儲存關鍵技術及光碟未來發展。
2. 以重要技術搜尋專利件數，建立技術生命週期模式。
3. 以文獻成長分析及專家問卷比較預測結果。
4. 綜合上述結果交叉分析後，預測未來到 2020 年技術發展途徑。

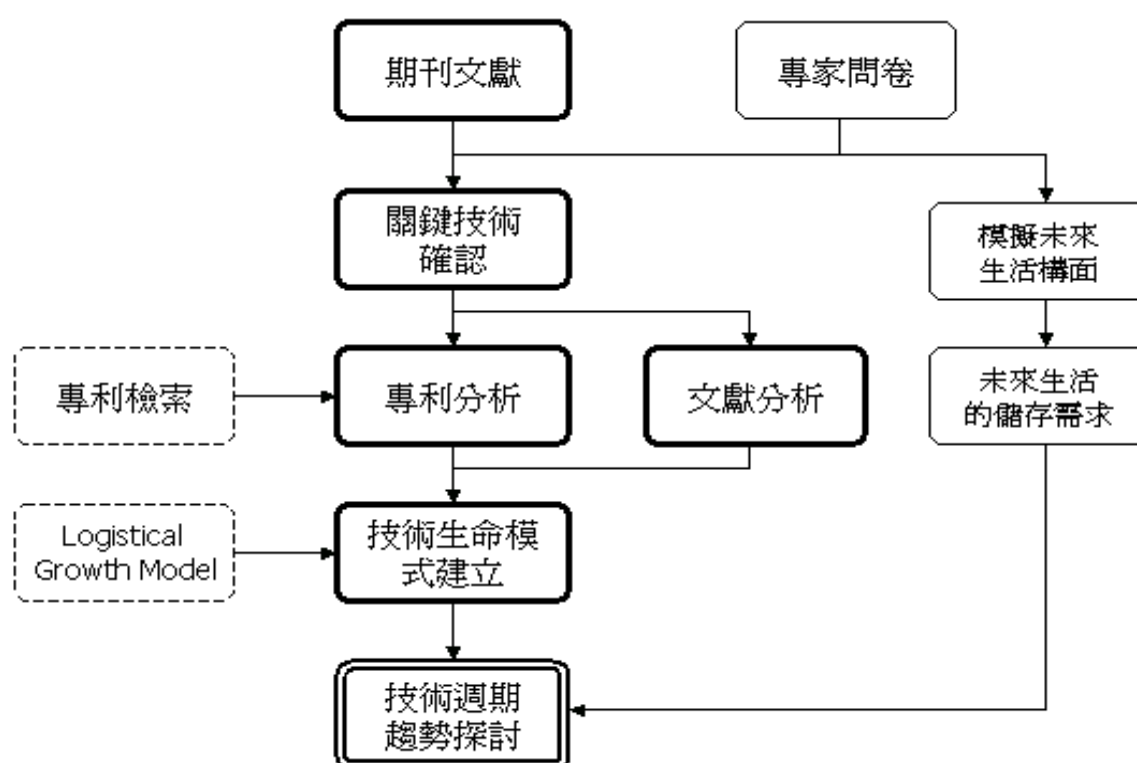


圖 3.1 本研究之技術預測流程

3.3 技術預測模式

技術預測是研發的前哨，也是科技管理、研發規劃的基礎，領先技術走向的藍圖，為對有用之機器設備、技術及製程之未來特性的預測。不論個人、企業或國家，若會因技術改變而受影響，則都應做技術預測；作資源重新分配的決策，以達「效益最大化」與「成本

最小化」的目標。最近數十年來，成長曲線廣泛地應用在各種領域的技術預測上。

3.3.1 曲線趨勢模型

目前常用的成長曲線模型有兩種，如下面所示：

1. Pearl 模型 (Growth curve, Logistic model) 此模型的曲線為具有 S 形狀的曲線，且對圖形的反曲點具有對稱性。當新舊技術之間的取代，存在一種“相互抵消”的因素，使得新技術成長更容易，此時 Pearl curve 為較佳選擇。由於本研究環境與 Pearl Mode 較為相符，故採用作為後續的研究模型。
2. Compertz 模型 (Compertz model) 此模型對圖形的反趨點具有些不對稱性。如果技術是單獨發展，或者與舊技術沒有相關聯，沒有任何取代或抵消因素，此時 Compertz curve 為較佳選擇。

本文將透過專利指標搭配技術生命週期模型來衡量光儲存技術研發與創新能量。而本研究將使用美國專利資料庫，主要是因美國為全球最大技術與商品市場，重要技術均會在美國申請專利且也是最常被用來分析的資料庫。

假設技術成長將會依循 S 型，適用條件為，一、可預期上限，二、選擇之 Fitted 成長曲線是最佳化，三、歷史性資料是正確。

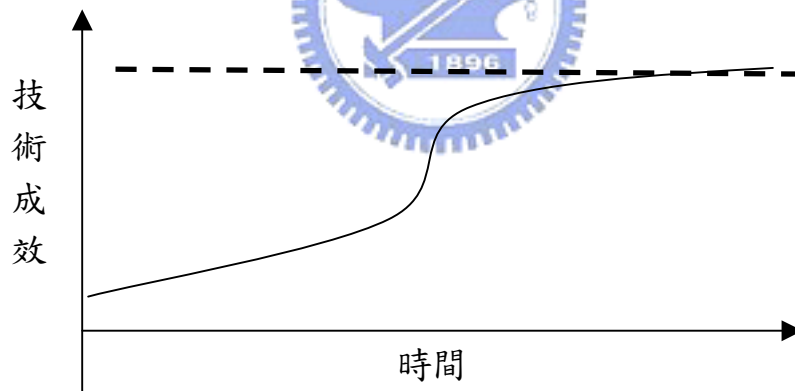


圖 3.2(技術、專利、市場)成長曲線的特性

然而 S 型可分為對稱及非對稱性兩種。所謂對稱性即成長曲線有中間有轉折點 (inflection point)，此型態稱為 Pearl Curve 函數，其數學模式如下所示：

$$y = L / (1 + a * e^{-bt})$$

其中參數 a、b 控制 S 曲線之形狀及位置，參數 a 可以控制曲線位置；但不改變形狀。參數 b 可以控制曲線形狀；但不會影響曲線所在位置，L 為成長上限/潛力，t 為時間；為致變數。

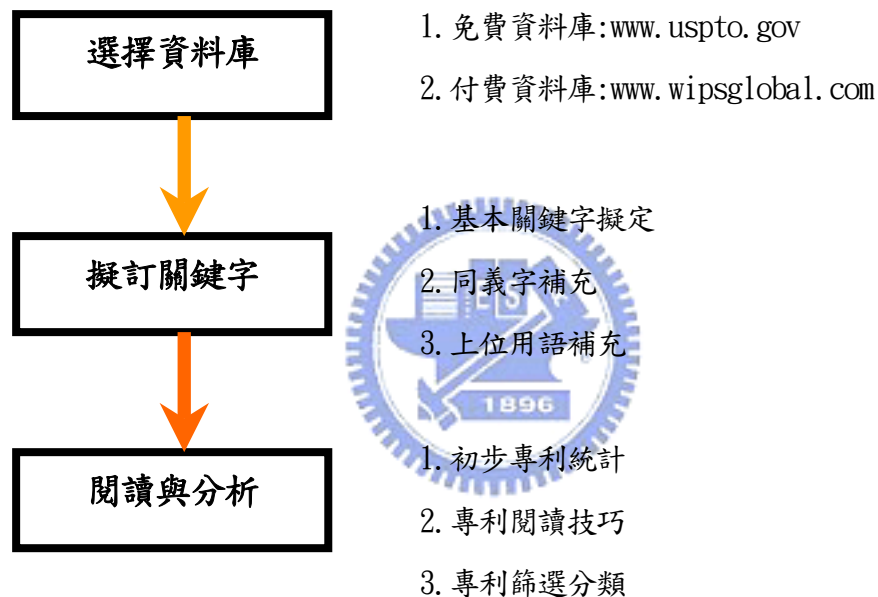
Pearl Curve 亦為本研究分析所採用的分析模式，本研究將透過此模式估計光碟技術成長模式並描繪其技術發展趨勢。

3.4 資料蒐集

資料的來源及蒐集對本研究是非常重要的，本節第一部分將介紹專利搜尋方法及專利資料庫來源，後面第二部份介紹蒐集技術文獻的方式及資料庫簡介。

3.4.1 專利檢索及分析

本研究以光儲存產業中的各項技術為研究對象，資料來源則以美國專利商標局 (USPTO, US Patent and Trademark Office) 所公開的專利資料為主，本章節將介紹如何選定及檢索以適用於本研究。



1. 專利資料庫查詢

目前在我國可透過經濟部智慧財產局所設立的中華民國專利資料庫為主要的搜尋工具之一。而美國專利商標局 (USPTO) 是美國專利和商標事務的專責行政機構，負責美國專利申請案件，同時提供免費查詢所有的美國專利資料檢索服務，其中 1990 年 1 月以後的美國專利或政文彙提供全文檢索。(www.uspto.gov)

此查詢資料庫提供了如下所示：

(1) 布林查尋 (Boolean Search)：可藉由關鍵字串的布林查尋，每個字串又可單獨指定搜尋範圍 (field)。

搜尋結果可按年代後先排列或按相關性排列，搜尋的結果會列出所查尋出的美國專利

號 (Patent Number) 與專利名稱 (Title)，進一步可再由此取得搜尋結果，這些特定專利的前頁 (Front Page)，即基本資料，包括專利名稱、專利號及發明者 (Inventors)，受讓人 (Assignee)、發證日期 (Issued Date)、相關的美國申議資料 (Related U.S. Application Data)、國外申請優先資料(Foreign Application Priority Data)、國際分類號、現在的美國分類號、該專利也詳細說明所有引用的美國專利、其他國家專利與其他參考文獻、摘要等等。也提供查詢範圍 (Fields of Search)可得知與此專科相關的美國專利分類。

(2)進階查詢 (Advanced Search) :可提供多項字串的布林查尋，也是前一功能的延續，可用來做更完整的組合查詢，不過它是以命令行 (Command Line)方式使用。

(3)專利號查詢 (Patent Number Search) :當您知一專利的美國專利號時，即可用此功能直接鍵入該美國專利號得到該專利基本資料。

(4)查尋美國專利分類 (Search US Patent Classifications) :可鍵入所要的關鍵字，就可蒐尋到相關的分類(按每一分類下該些關鍵字)出現的次數多寡排列，並可進一步獲得每個分類的詳細定義與詳細的分類。

2. 瀏覽美國專利分類 (Browse US Patent Classifications):

按分類 (Class) 號順序排列;可依此進一步取得每一分類的定義與相關分類。檢索介面設計簡單易懂，適合專業人士使用。

專利檢索方式；本研究透過經濟部智慧財產局所設立的中華民國專利資料庫關鍵字，例如傳統光碟 CD；“Optical Storage”及 “Compact Disc”，“光儲存”及“光碟”進行專利檢索，取得專利公報中的國際專利分類號。而美國專利資料庫的專利檢索引用的種類如表 3.1；關鍵字的搜尋通常會以摘要(Abstract)與專利申請範圍(Claim)作為檢索的條件其檢索的結果會較符合需求的檢索概念。國際專利分類號(Int. class)則是從技術的類型上去描述該專利的最佳方式，是最能展現出該技術領域的發展狀況。引證的專利查詢則能代表出此專利對於後來專利的貢獻，並知道該專利的原始來源。

表 3.1 專利檢索引用種類

欄位名稱	中文名稱	欄位代號
Title	專利名稱	ttitle
Abstract	摘要	abst
Issue Date	公告日	pd
Application Date	申請日	apd
Patent Number	專利號	pn
Inventor	發明人	in
Assignee Name	專利權人名稱	an
Assignee Country	專利權人國家	acn
International Classification	國際專利類號	icl
Current US Classification	美國專利類號	ccl

Source: 美國專利資料庫



3.4.2 專利分析及運用

本研究利用利用新技術專利篇數統計，從 1990 至 2006 年逐年累計，統計每年每種技術專利篇數，逐年累加後，作成統計圖表，利用成長曲線法 (Pearl Mode)，以預測未來光碟技術發展方向及趨勢。

除此之外，透過專利分類號 (e.g. UPC) 分析，可提供下面資訊；

1. 產業技術領域分佈；
 - (1) 各類號可代表不同之技術領域
 - (2) 各公司所跨足的技术領域分佈
 - (3) 研發走向和趨勢的判斷
2. 藉由被引用分析，找出此技術集合之核心專利(Core Patent)。
3. 由核心專利，找出此專利所引用的技術群聚
4. 由核心專利，引用此專利衍生出的技術群聚
5. 技術分析也可以提供研發單位：
 - (1) 某一技術發展的情況

(2)技術的移轉情形

(3)重點技術為何

(4)重點發展單位、國家為何

6. 作為引進新技術及技術開發的參考和依據

3.4.3 技術文獻資料庫及檢索方式

學術文獻的指數成長率預測需要包含文獻量度指標、成長指標模型及指數成長規律分析，本篇論文採用光儲存技術權威學術學會 ISOM (International Symposium on Optical Memory) 每年所發表的技術論文，收集 1990~2006 年報作為技術論文的篇數統計資料庫，ISOM 是美國光學協會 (OSA, Optical Society of America) 所召開的年度會議，都是以光儲存技術為主要議題，可說是在此領域最重要的技術研討組織，每年光碟主要的發展公司及機構都會在此投稿發表新技術及論文。

下面是 ISOM 機構提供的簡介內容：

The International Symposium on Optical Memory (ISOM) is concerned with the materials, the physics, and the technology of optical memories and provides an opportunity to share the latest information in these fields with the international research community.

The optical disk in particular has been promoted due to its removability, high reliability and low cost-per-byte. Many products using optical disks such as the CD, the CD-ROM, the Laser Disc, the writable disk, the rewritable disk and the DVD have been appeared in market. Our IT-based society will require higher data density and data-transfer rate in optical memories.

Scope of the Symposium

Basic Theory
Media
Drive Technology
Signal Processing
Components
Testing Methods and Devices

Optical Storage Systems and Applications
High Density Recording
Future Technologies

Source: ISOM 網站(keyword:ISOM)

3.4.4 文獻資料分類及統計

收集 1990 到 2006 年 ISOM 每年年報，依據前面所提的文獻計量法則，統計每年每種技術論文篇數，逐年累加後，作成統計圖表，利用成長曲線法 (Pearl Mode)，預測各種技術未來發展趨勢及分析技術研發重心，作為專利成長曲線預測結果的確認及佐證，以提高預測的可靠性。



四、產業分析

上世紀九十年代 CD 的問世是一個里程碑式的事件，從此光碟憑藉廉價、大容量成為儲存影音和存檔的最佳媒介之一，幾乎取代磁帶的記錄媒體，無論是電腦用的小磁碟片，或者 VHS 的錄影帶。DVD 光碟成為第二代光存儲媒介，在記錄原理上是相同，也算是 CD 技術延伸的產品，並且在最初幾年迅速普及。不過，技術發展的脚步永不會停止，高解析節目的出現使得廠商和用戶對能夠容納更多資訊的光存儲媒介的需求越來越迫切。在 DVD 尚未普及的時候，索尼和飛利浦就已經發表了有關第三代光碟的論文，這也是與 CD 記錄原理相同及延伸；到 2004 年，藍紫色鐳射二極體技術成熟以後，東芝和索尼/飛利浦相繼推出了使用 405 奈米波長的藍紫色雷射作為讀寫工具的藍光存儲技術。但不幸的是，開發理念的不同和市場競爭的需要使得藍光存儲技術分裂為以索尼等公司為首的 Blu-ray Disc（簡稱 BD）和以東芝等公司為首的 HD DVD 兩大不同規格的陣營，2006 年秋季，統一規格的談判最終破裂之後，局面不可避免地轉變為兩大陣營的正面對決，從而使光存儲成為 IT 和消費類電子領域 2007 年的熱點。

4.1 光碟技術概況說明

傳統光碟存儲容量取決於記錄點的大小，記錄點越小，達到的存儲密度越高。獲得小記錄點可以通過兩種手段：使用波長更短的鐳射，或者使用 NA（Numerical Aperture，數值孔徑，代表透鏡聚焦鐳射的能力）值更大的透鏡。BD 和 HD DVD 光碟都使用了波長為 405 奈米的藍紫色鐳射進行讀寫，存儲容量的倍增使得藍光存儲能夠為消費者帶來更多的新體驗。

4.1.1 容量需求更大

DVD 和 BD 不約而同地將多層作為擴充容量的手段。2006 年 5 月，東芝推出了三層 HD DVD-ROM，容量達到 45GB，這一容量已經能夠對抗 50GB 的 BD-ROM DL。不過由於 HD DVD 光碟的結構問題，再增加層數困難將會大很多，而 BD 光碟的結構更適合發揮藍光的威力。2005 年 10 月索尼發表了 8 層 BD 技術，通過使用 9 微米以上的間隔層和應用非均衡間隔層等手段，將存儲容量提高到 200GB。

4.1.2 BD和HD DVD後光碟技術發展

雖然BD和HD DVD光存儲技術雖已成熟，但仍存在巨大潛力：現在的產品未來將達到光儲存技術的物理極限。預計到 2010 年，電腦周邊存儲容量至少需要 1 TB，必須不斷採用新

原理、新技術、新材料才有可能研究開發出新一代高密度、高速資訊存儲技術和系統。“新一代資訊存儲技術”對應的光學系統，從材料到技術都會遇到物理或化學技術障礙。為進一步提高存儲密度和資料速率，傳統技術正在向新一代技術發展，如圖 4.1 所示。

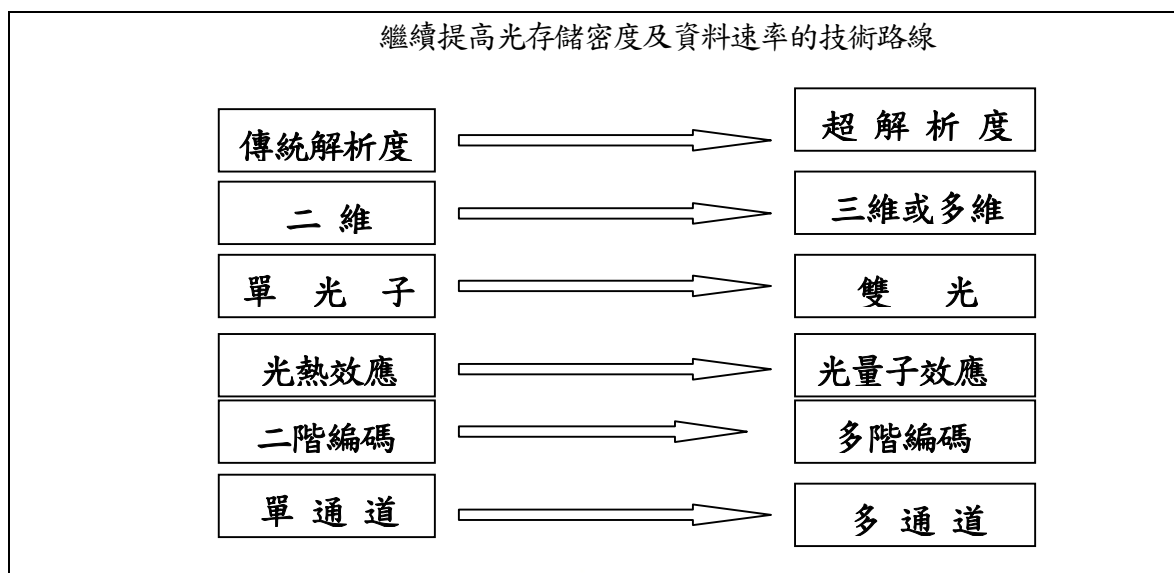


圖 4.1 光資訊存儲的技術發展空間

2005 年 7 月，ISOM 指導委員會已經公佈未來實現單面 1TB 存儲容量的可能光存儲技術，有希望投入實用化的技術。它們包括使用非線性光學材料作為記錄膜的雙光子吸收技術；使用近場光的超析像技術；利用光干涉原理的全像記錄技術；使用高 NA 值透鏡的近場光學技術；層疊 10~20 層現有藍光記錄層的多層化技術，光存儲技術仍然有極大的潛力則是不爭的事實。

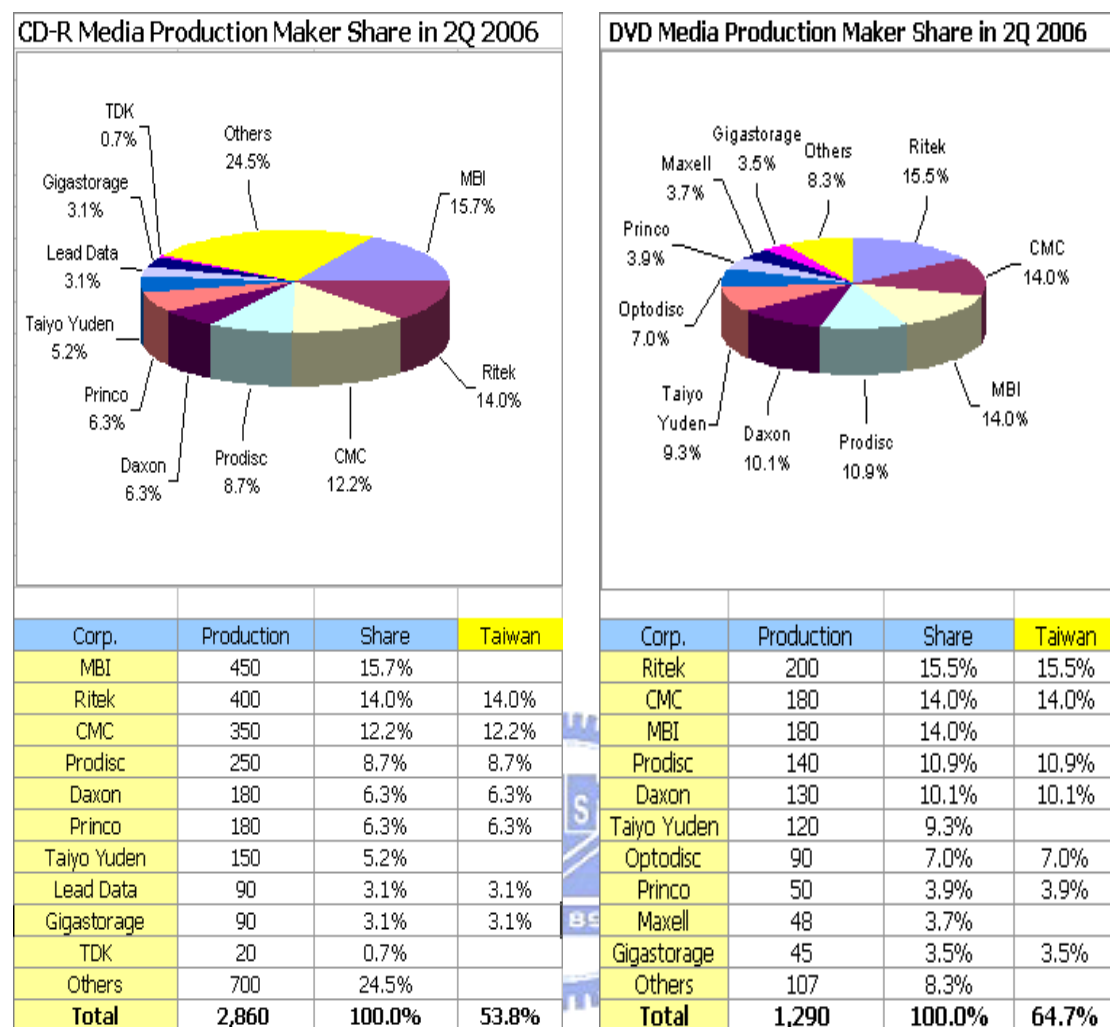
4.2 產業發展與未來市場預測與展望

即便在後PC時代的因素催化之下，全球資訊廠商紛紛向數位消費性電子市場佈局。然而，PC市場出貨量已由2001年的谷底逐年攀升，進而帶動資訊用光碟機市場的持續成長。而目前資訊用光碟機市場上的當紅炸子雞當屬光碟燒錄機(Rewritable)，該產品更已成為2005年筆記型電腦搭配光碟機之主流機種，預計在2010年以前仍將以傳統燒錄機為資訊用光碟機市場之主流，等待新產品的技術成熟後，醞釀下一波資訊光碟機市場的世代交替。

4.2.1 光碟產業需求概況

下面圖4.2 部分是台灣記錄是光碟世界佔有率統計部分，台灣無論在 CDR 或者 DVD-R 部分，世界佔有率都超過一半以上，另外圖4.3 及圖4.4 部分，可以看出來 2005年以前，

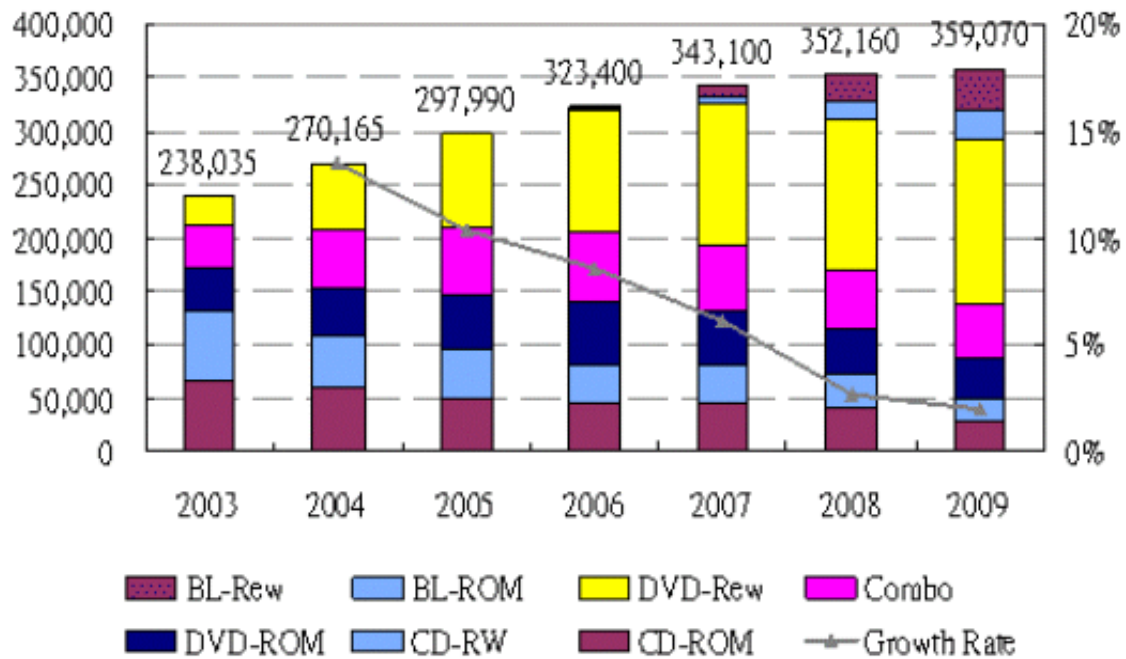
光碟機及光碟需求仍是往上成長，但專家預估，未來會逐漸飽和。



Source: 2Q 2006 by Fujiwara

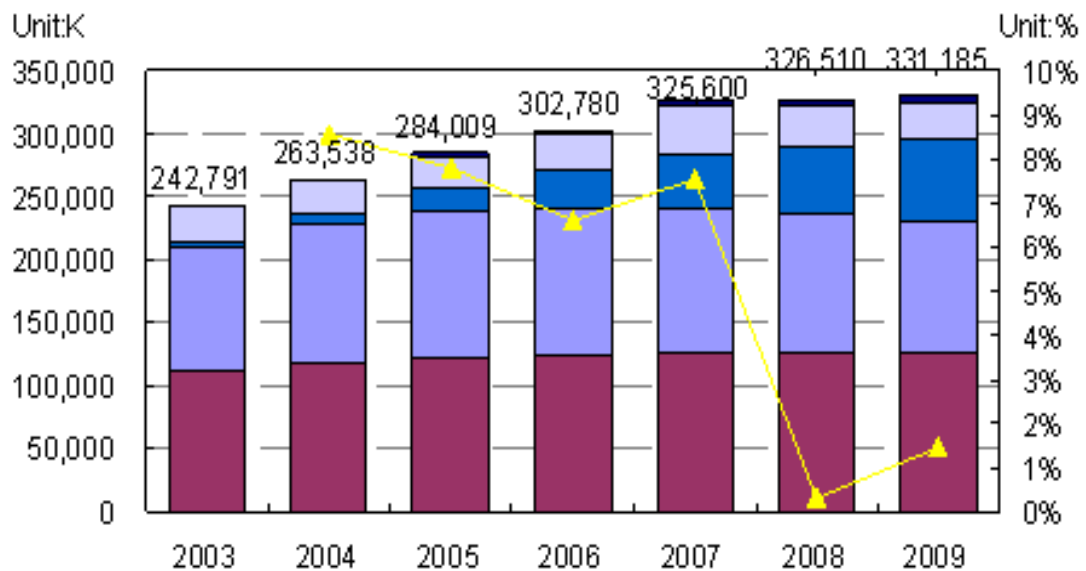
圖 4.2 台灣記錄光碟產能世界佔有率

單位: 千台 ; %



Source: 拓璞產業研究所, 2006/03

圖 4.3 全球光碟機市場發展趨勢預估

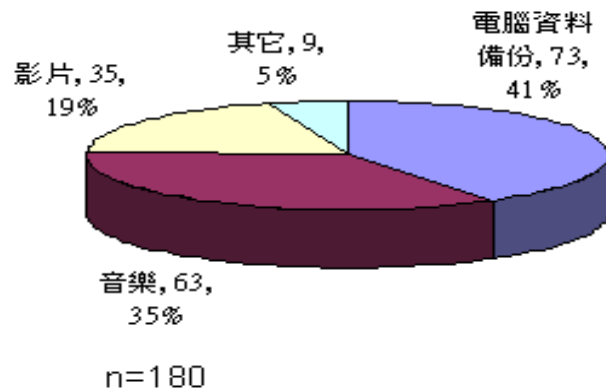


Source: 拓璞產業研究所, 2006/03

圖 4.4 光碟數位消費電子產品消費市場應用

4.2.2 台灣光碟產品消費調查 (Source：拓璞產業研究所，2006/03)

電腦資料備份為 CD-R 光碟片最大用途，大容量、保存時間長久的特性帶動消費熱潮。依 2004 年 TRI DVD 消費者行為調查，電腦資料備份仍為最大應用（41%），其次為燒錄音樂（35%）與影片（19%），如圖 4.5 所示。



Source：拓璞產業研究所，2004/03

圖 4.5 光碟片運用調查

2005 年調查結果大致與 2004 年相同，電腦資料備份仍為最大應用（43%），其次為 MP3 音樂（20%）與電影（19%）。MP3 音樂燒錄應用比例下降原因，來自於 MP3 播放機大受歡迎，消費者無需將音樂轉錄至光碟片中，改為直接傳輸至 MP3 播放機。依 2005 年第二季 In-stat 報告指出，2004 年全球可攜式音樂播放器市場銷售量約為 2,780 萬台，2009 年可望突破 1 億台的市場規模，可攜式音樂播放機成長潛力可見一斑。

而燒錄資料的來源，網路下載的比例呈現成長趨勢，由 2004 年的 36% 提升至 2005 年的 44%。CD-R 時代盛行的原版對燒應用，受限於光碟內容保護技術日新月異，呈現下滑趨勢；自我創作與親友流傳的資料來源仍屬少數。

表 4.1 購買光碟燒錄機主要用途

	電腦備份	MP3 音樂	備份 DVD 電影	錄電視節目	其它
學生	3(20%)	5(34%)	4(27%)	2(14%)	1(7%)
資訊	6(47%)	2(16%)	4(31%)	1(8%)	0(0%)
商業	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
製造業	2(50%)	1(25%)	1(25%)	0(0%)	0(0%)
金融	2(67%)	0(0%)	1(34%)	0(0%)	0(0%)
軍公教	0(0%)	0(0%)	1(100%)	0(0%)	0(0%)
其它	0(0%)	1(34%)	0(0%)	1(34%)	1(34%)

Source：拓璞產業研究所，2005/06

探究已購買錄放影機消費者使用錄放影機主要用途，仍侷限於播放影片（77%），錄製電視節目的比例僅有18%，如自DV轉錄自製內容的應用也僅 5%。

4.2.3 台灣光儲存產品上下游廠商

光儲存儲存生產包含碟機及碟片，碟機包含光學讀取頭、控制晶片、主軸馬達及光碟機組裝幾個部份，碟片生產包含PC 原料、染料、保護膠、鈹材及光碟片生產，供應商如下面所示。

表 4.2 台灣光儲存產品上下游主要廠商

台灣零組件主要生產廠商	
關鍵零組件或產品	生產廠商
光學讀取頭	鴻景、友嘉、嘉祥
控制晶片	聯發科、揚智、威盛
主軸馬達	又中、建準、瑞詠、元本
光碟機	建興、明基、華碩
PC 料	台化、奇美
原物料	光洋、長興、祥德、有化
光碟片	中環、銖德、精碟、達信、利碟

本研究提供

4.2.4 未來光碟需求預估

從下面圖表說明，未來光碟運用主要在家電、產業及文教衛生主要三個方面，尤其家電部分仍然是主流，由於從過去消費行為推昇，傳統的平面影像未來仍無法滿足消費者，隨著時代進步，從高畫質影像，逐步推升至 3D (three-dimensional)，甚至未來互動式 3D (Interactive three-dimensional) 影像，都需要超大容量，未來無論是各方面的容量需求將是不斷往上成長，面對此挑戰，產業界的技術必須再開發新技術，以滿足未來市場需求。

表 4.3 生活需求模型分析

應用領域	產業	文教衛生	家電	容量	
				單盤	系統
2000	電子商務(管理)	*遠端教育 *電子出版物資料庫	*二小時高品質電視錄影	4.7GB	1TB (20Mb/s)
2005	*生產/製造 自動化 *資訊系統	*個性化教育 *國家資訊基礎實施 *工程資料庫；電子圖書館	*高解析度數位電視錄影	30GB	50TB (100Mb/s)
2010	*產品生產 *類比/網路 製造系統	*終身教育資料庫 *網路醫療系統資料庫 *生存環境資訊系統	*三 D 視頻 *高解析度數位影像 *材庫	150GB	1PB (1Gb/s)
2015	*跨行業資訊系統 *經濟安全監控系統	*社會保障體系 *技能訓練 *國家資訊資源庫 *智慧化資訊加工系統	*互動式三 D 視頻網路 *點播系統 *家庭資訊服務中心	1TB	50PB (100Gb/s)

Source; 徐端頤, 2005/1/19, 記錄媒體技術

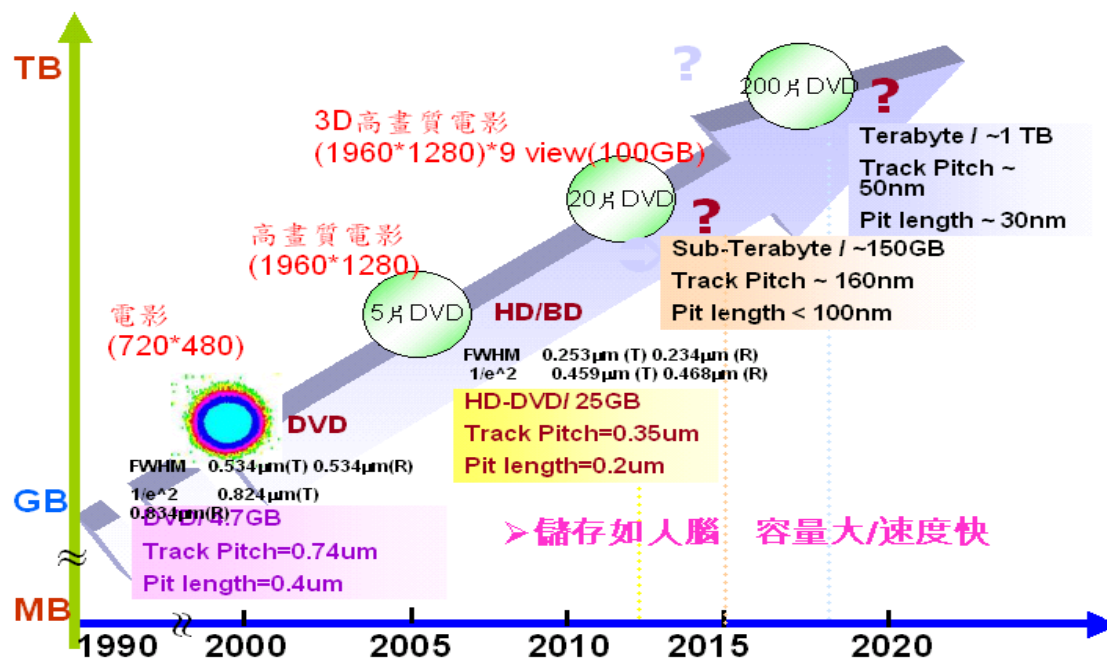


圖 4.6 未來生活需求光儲存記錄容量趨勢 本研究整理提供



五、研究結果與分析

5.1 光碟未來技術調查

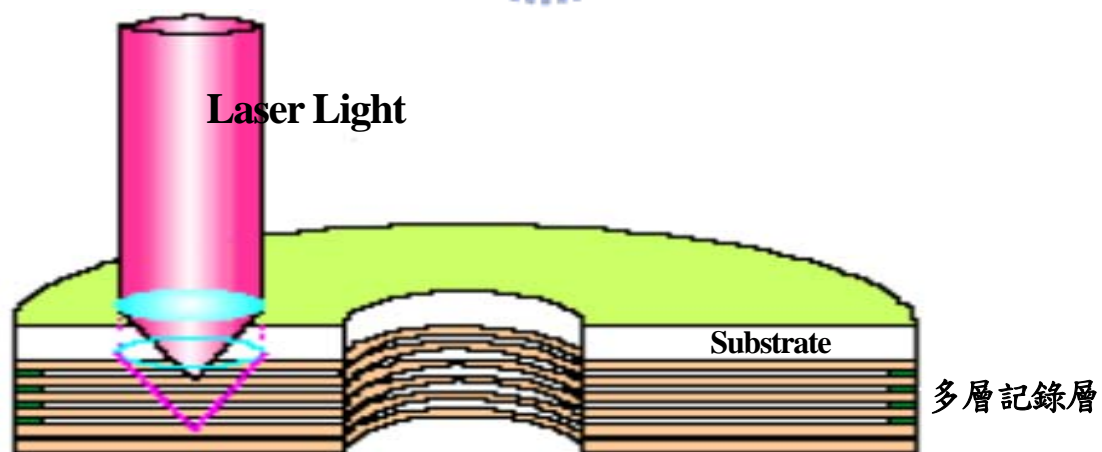
本研究從技術文獻或報告 (5.1.2 章節)，挑選出未來光碟技術，與專家深度訪談確認後，收集光碟未來解決高容量瓶頸的新主要技術如下所示。

1. Multilayer (多層) 技術
2. Super RENS (超解析近場) 技術
3. Two Photon (雙光子) 技術
4. Holography (全像光學) 技術

5.1.1 技術簡介

預估未來四種光碟儲存技術使容量達到 1TB；一. 在現有的 BD 藍光光碟上重疊 20 層以上記錄層的「Multilayer (多層) 技術」，二. 使用超解析近場光碟片技術在光碟媒體上產生近場光的「Super-RENS (超解析近場) 技術」，三. 使用非線性光學材料紀錄膜的「Two photon (雙光子) 技術」，四. 應用光學干涉原理的多重紀錄技術「Holography (全像光學) 技術」。

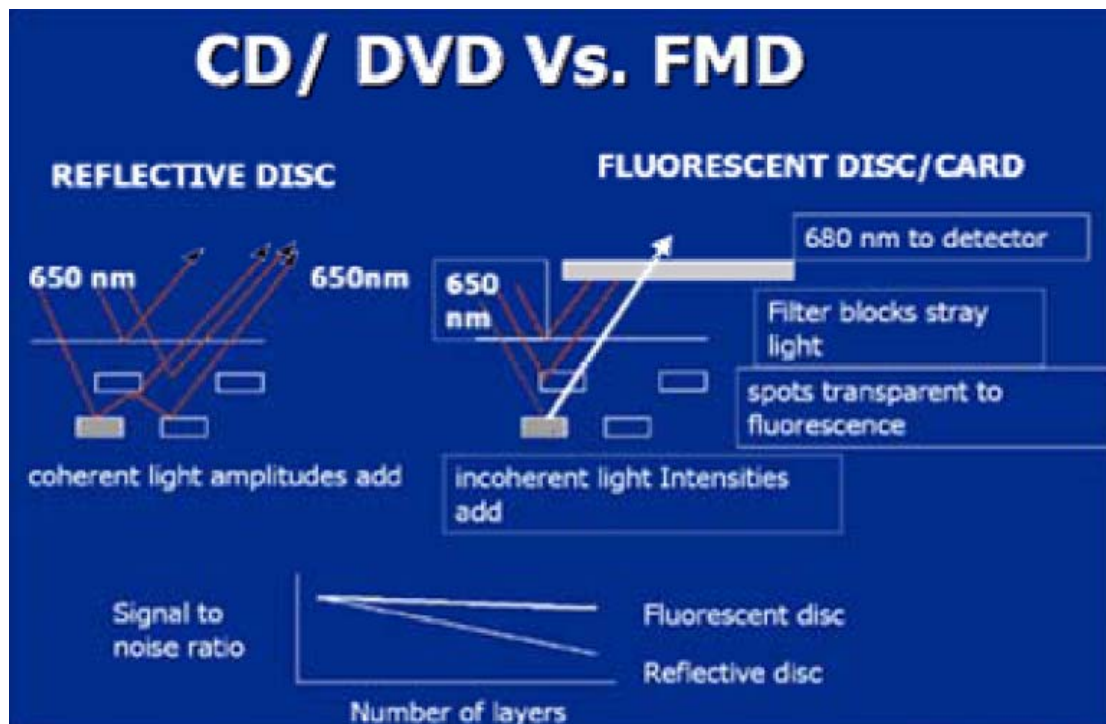
1. 現有的 BD 藍光光碟上重疊 20 層以上記錄層的「Multilayer (多層) 技術」。



說明: 利用光碟記錄層層疊起，可以作多層記錄及讀取，以倍增儲存容量。

圖 5.1 Multilayer (多層) 技術說明

2.使用非線性光學材料記錄膜的「Two photon (雙光子) 技術」。

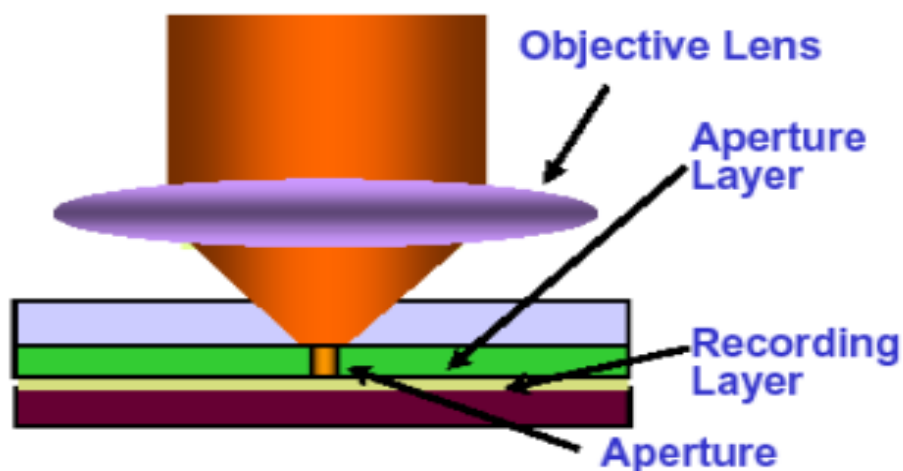


說明: 利用入射光與反射光波長不同，預防入射光與反射光層層相互干擾，增加解析度，
做記錄媒體 3D 記錄，使記錄密度大幅提昇。

圖 5.2 Two photon (雙光子) 技術說明

3.使用 Super-RENS (超解析近場) 光碟片技術，在光碟媒體上產生近場光的「超解析技術」。

◆ Super-RENS

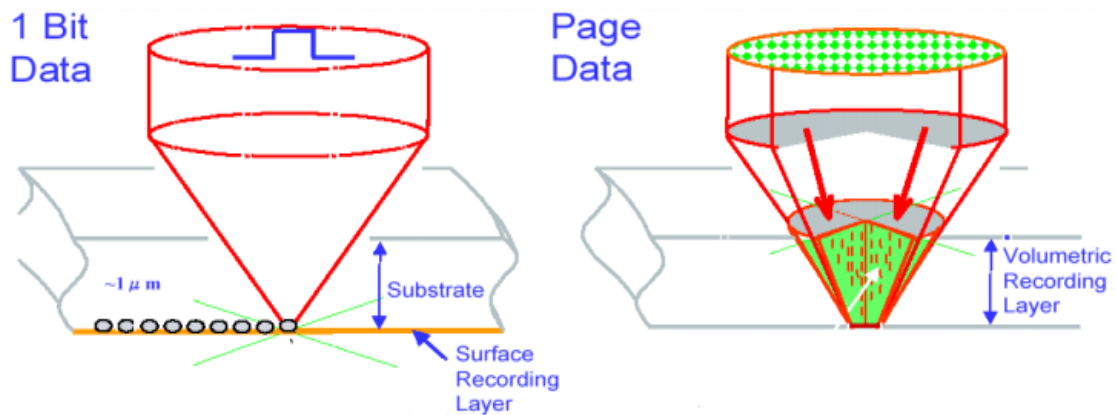


說明: 利用 Aperture Layer 克服光學繞射問題，達到縮小記錄光點目的，因為記錄光點縮

小，可以大幅提升記錄密度，以達到高容量。

圖 5.3 Super RENS (超解析近場) 技術說明

4. 用光學干涉原理的多重紀錄技術「Holography (全像光學) 技術」



傳統 CD/DVD 系統，是一個 bit
一個 bit 記錄在記錄層，容量以
2D 來計算。

傳統光碟技術

Holography 記錄是將一頁一頁
的資料記錄在體積記錄層，紀錄
容量以 3D 計算，容量倍增。

Holography 光碟技術

圖 5.4 Holography (全像) 技術說明

5.1.2. 技術文獻或報告資料:

1. <http://www.techworld.com/storage/features/index.cfm?featureid=3171>

題目: Optical disc Technology overview

預估未來高容量技術: Holography, Two photon, Super RENS, Multilayer, Near field

2. <http://www.cra.gov.cn>

2005 年 01 月 19 日 文章源自:《記錄媒體技術》

預估未來高容量技術: Holography, Two photon, Super RENS,

3. ISOM '06 Meeting Minutes

預估未來高容量技術: Holography, Two photon, Super RENS, Multilayer, Near field

4. <http://www.wtec.org/loyola/pdf/hdmem.pdf>

題目: The Future of Data Storage Technology

預估未來高容量技術: Holography, Two Photon

5. http://www.wtec.org/loyola/hdmem/07_03.htm

LONG TERM TECHNOLOGY PUSH

預估未來高容量技術: Holography, Two photon, Multilayer,

<http://www.oitda.or.jp/main/one/001/4-1.pdf>

5.2 專家問卷調查

本研究預測未來十年以上趨勢，存在著許多複雜的不確定因素，為了提高預測的可靠度，加入專家問卷結果做佐證，以及檢驗最後結論是否正確及合理，以降低預估方向錯誤的風險。但本研究非以德非法為研究主體，所以只進行簡易專家問卷調查。

5.2.1 問卷內容介紹：(如附錄)

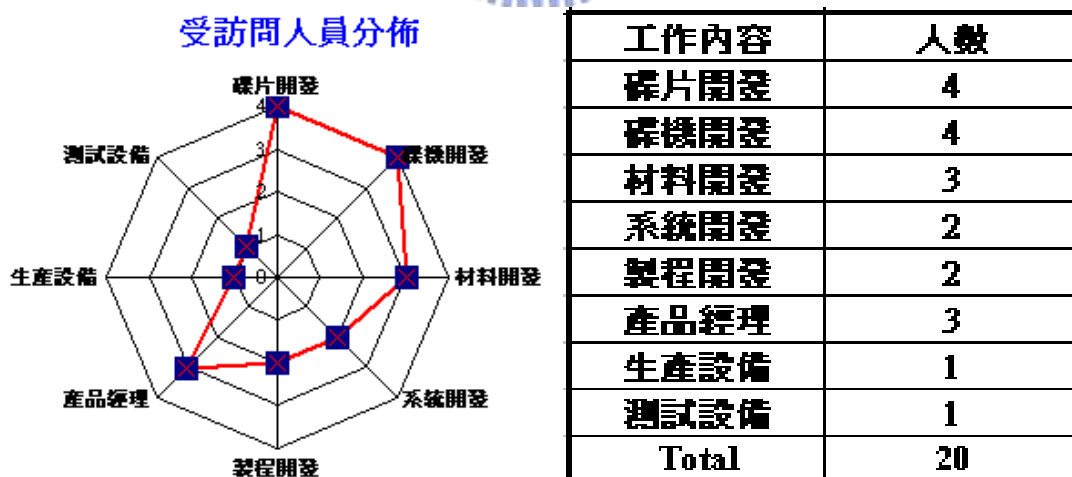
1. 未來光碟儲存容量需求？
2. 未來何種光碟技術將成為主流？
3. 四種光碟技術對容量的可行性？
4. 四種光碟技術對高容量的瓶頸？
5. 光碟未來運用？

5.2.2 受訪者人員分析

1. 問卷發放及回收數

發出 31 份問卷，回收 25 份，5 份因內容不完整剔除，有效問卷總共 20 份做統計。

2. 受訪者工作內容分析(都是從事光碟相關工作)



(1)受訪者國籍：台灣 60%，日本 25%，歐洲 10%，韓國 5%。

(2)受訪者外商公司佔 45%。

5.2.3 結果統計分析

1. 未來光碟儲存容量需求？

(1) 1TB 容量需求在 2015 年以前，超過 50% 受訪者認為會發生。

(2) 10TB 容量需求約在 2020 年以前，超過 60% 受訪者認為會發生。

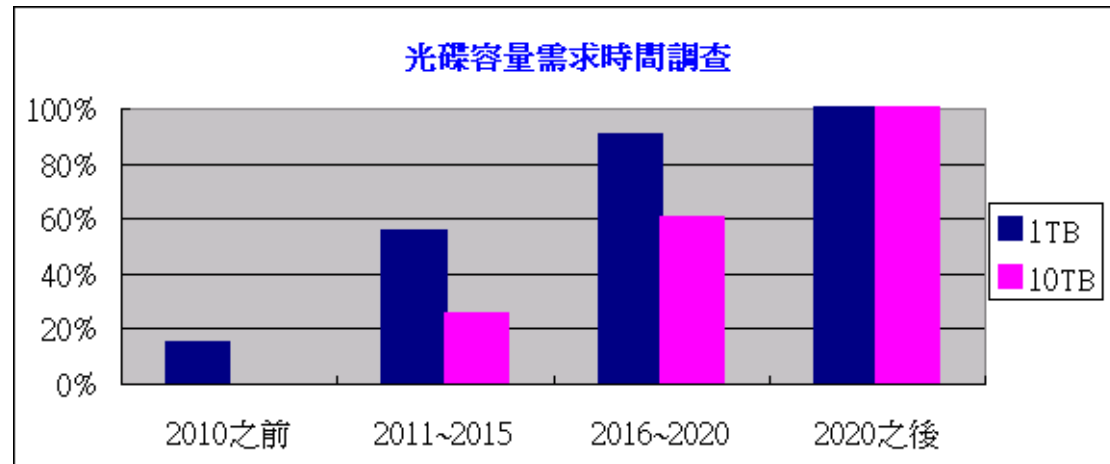


圖 5.5 光碟高容與需求時期調查

2. 四種光碟技術對高容量的可行性？

(1) 1TB => Holography > Two photon = Super RENS > Multilayer

(2) 10TB => Holography > Two photon >> Super RENS >> Multilayer

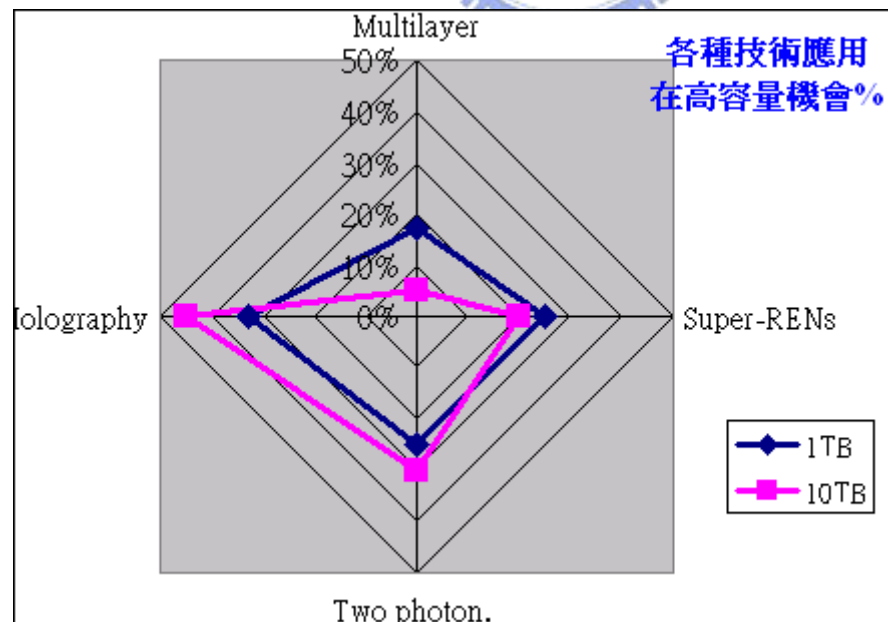


圖 5.6 四種技術應用在高容量機會

3. 未來何種光碟技術將成為主流？

(1)2005-2010 年， Multilayer & Super RENs 最有機會成熟。

(2)2011-2015 年， Multilayer、Super RENs 及 Holography 最有機會成熟。

(3)2016 年以後，Holography 機會最大，2020 以後 Two photon 機會提高。

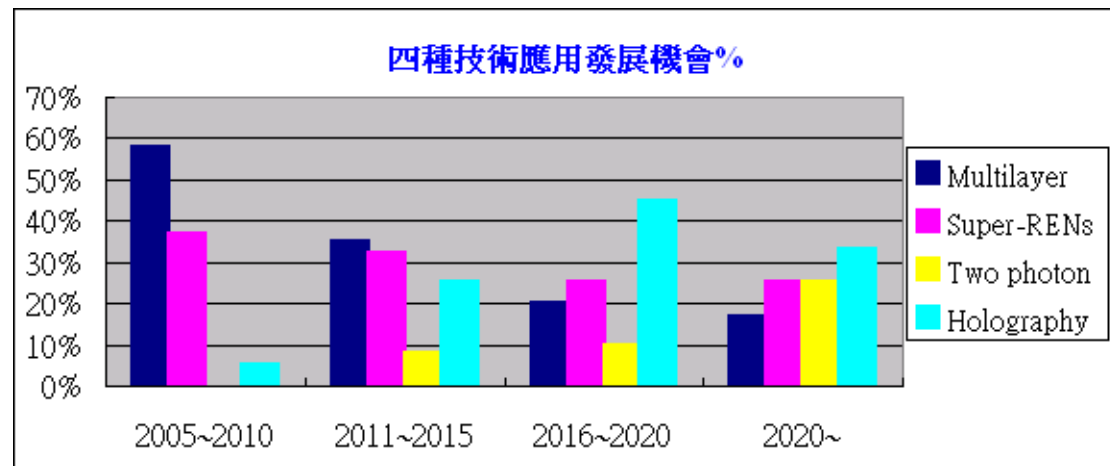


圖 5.7 四種技術應用在各個時點的機會

4. 四種光碟技術對高容量的瓶頸？

(1)發展主要瓶頸還是在材料，碟片結構及碟機問題。

(2)Multilayer，Super RENs 在碟機及碟片問題上。

(3)Two photon，Hologram 在材料及碟機問題上。

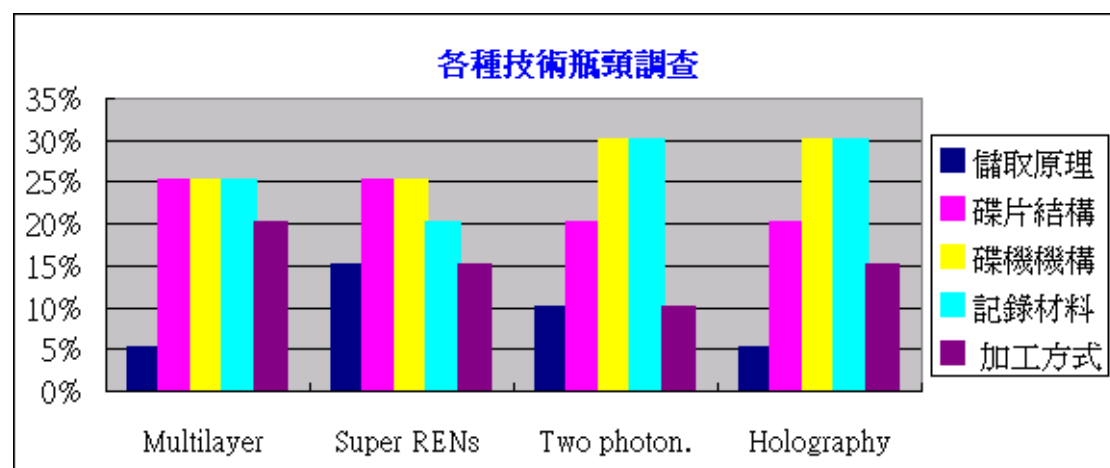


圖 5.8 四種技術瓶頸調查

5. 光碟未來運用？

- (1) 影片音樂及備份下載的應用佔較高比例。
- (2) 備份及下載的應用逐漸提高，影片音樂逐步下滑。
- (3) 其他的應用將被開發出來而逐步提高。

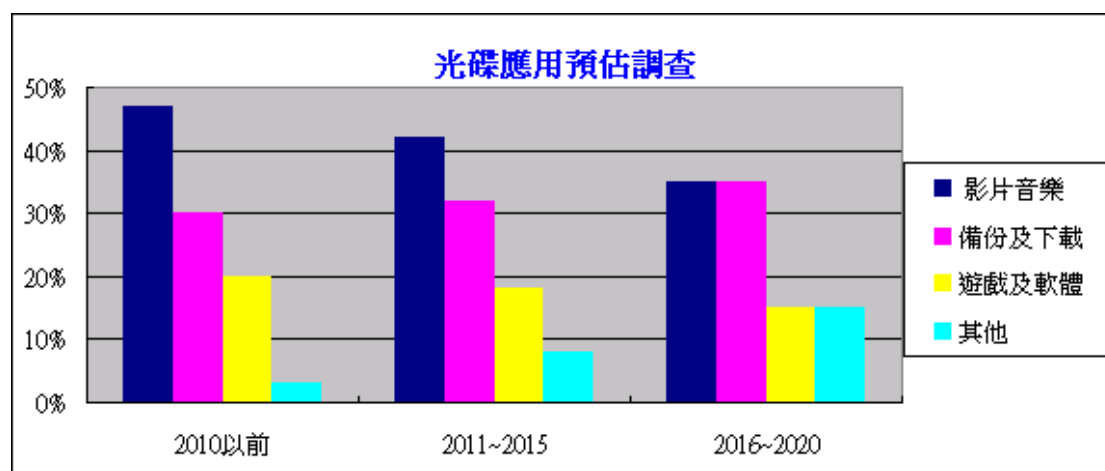


圖 5.9 光碟應用預估調查

5.3 專利件數成長曲線預測

5.3.1 關鍵字搜尋及件數統計

在進行專利檢索前，必須選用適用的關鍵字群，例如以傳統光碟來說，得以數位碟片“compact disc”、CD 及 DVD 等為最佳的檢索條件，且限制在光碟“optical disc”範疇，最能涵蓋重要的技術範圍，而檢索範圍是以美國專利資料庫 (USPTO) 之申請的摘要說明欄 (Abstract) 及範圍欄 (Claim) 為主要的檢索項目。經由連穎公司發行的 Patent Guider 軟體做自動搜尋及統計，得出的專利內容，再經由人工每件確認是否符合搜尋條件，由圖 5.10 是傳統光碟歷年來以專利核准日為時間的核準件數。每一個調查技術都經過上述統計，做成件數累積與年份的統計表。

5.3.2 運用成長曲線法模擬未來趨勢

1. 本研究中的採用 Pearl Mode (Logistic growth model) 來模擬未來趨勢曲線，以傳統光碟為例，將實際統計資料帶入 Pearl curve 的公式裡，代出模擬曲線；

$$y = L / (1 + a \cdot e^{-b})$$

2. L 為成長上限，以平均絕對偏差 MAD (Mean Absolute Deviation) 調到最小訂出 L 值，模型最適化 (Fitness) 公式如下面所示；

$$MAD = \sum |f_i - f_i'| / n$$

$|f_i - f_i'|$ 是對應每一年；預測值與實際值的差異數， n 值是對應的點數或年數。

5.3.3 模擬傳統光碟未來發展趨勢結果

傳統光碟包含 CD，DVD，HD DVD 及 BD 加總專利件數來做預測，圖 5.10 是實際專利數目累積統計結果，圖 5.11 是平均絕對偏差 MAD 最佳化結果，飽和上限 601 件專利，圖 5.12 是最後模擬出的 Pearl Curve。

1. 圖 5.12，粉紅色的線是採用 Pearl Growth Curve，採 MAD 最小化逼近，模擬傳統光碟的發展預測線形。
2. 從圖 5.12，Pearl Curve 可看出今年 2007 技術發展開始趨向飽和，預估將於 2013 停滯。
3. 如果以此推估，2013 年左右將會有新光碟技術的取代。
4. 圖 5.13，專利發明人數從 2004 年開始逐漸下滑，發明申請數也在 2003 開始下滑，表示技術在 2003/ 2004 開始要衰退，也是技術成長曲線的轉折點。
5. 圖 5.14，專利申請主要國家為日本，韓國次之。

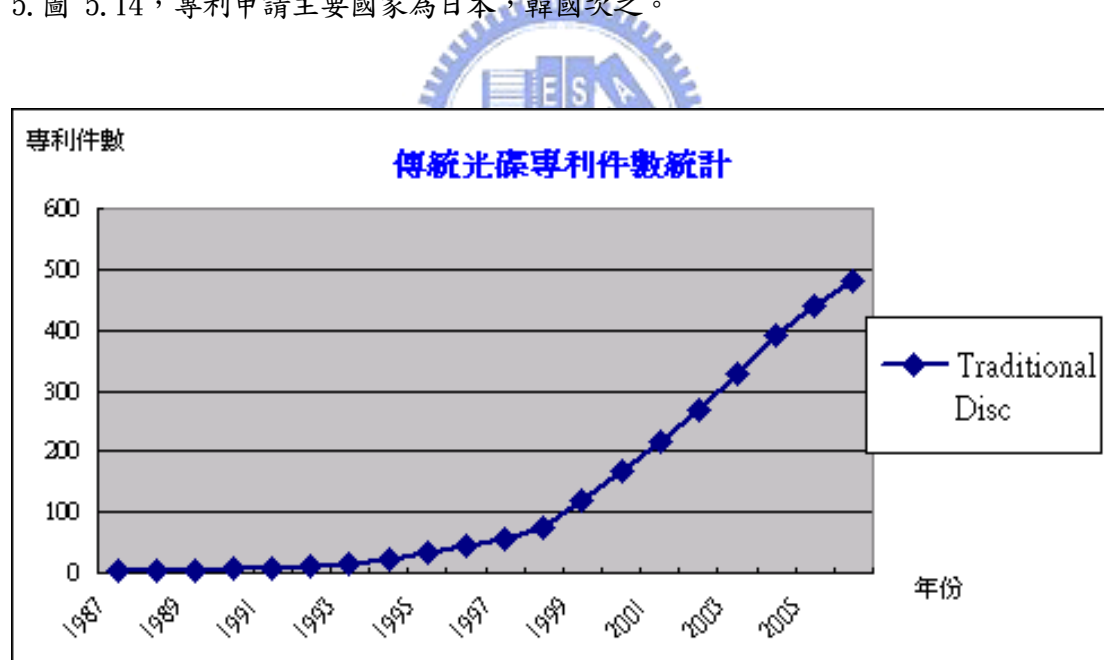


圖 5.10 傳統光碟專利件數累加統計圖

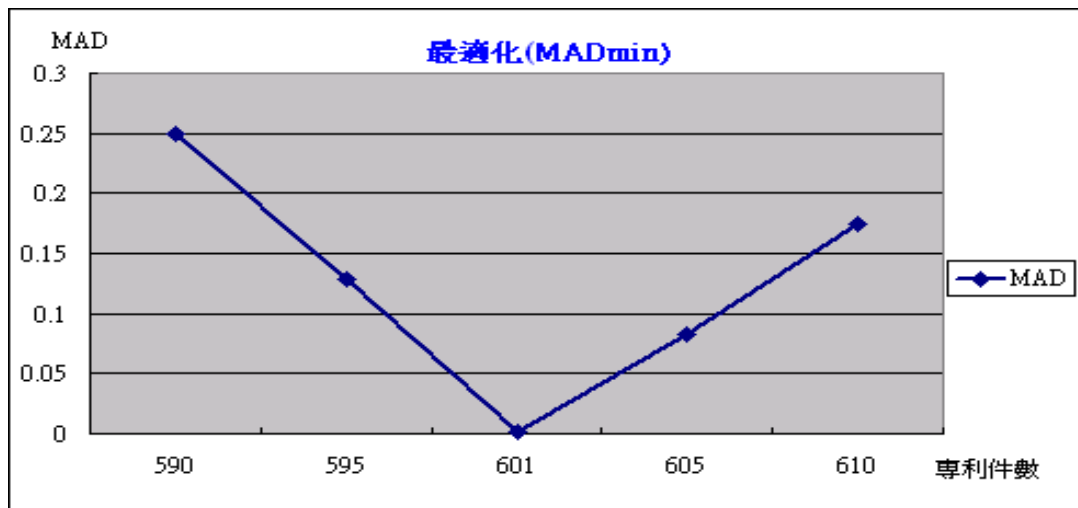


圖 5.11 Pearl curve 最適化(MADmin, L=601)

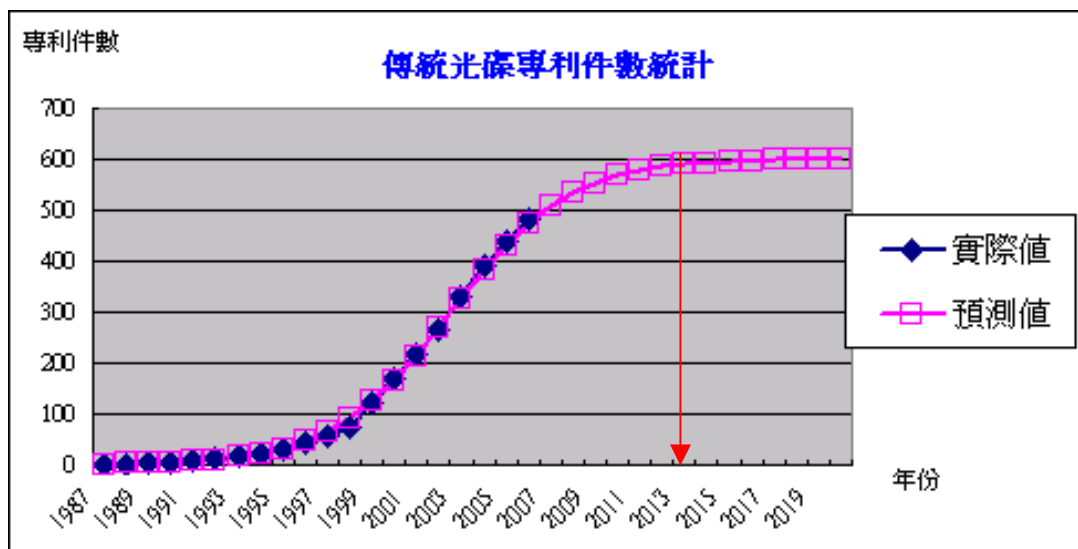


圖 5.12 Pearl 模擬曲線與實際曲線

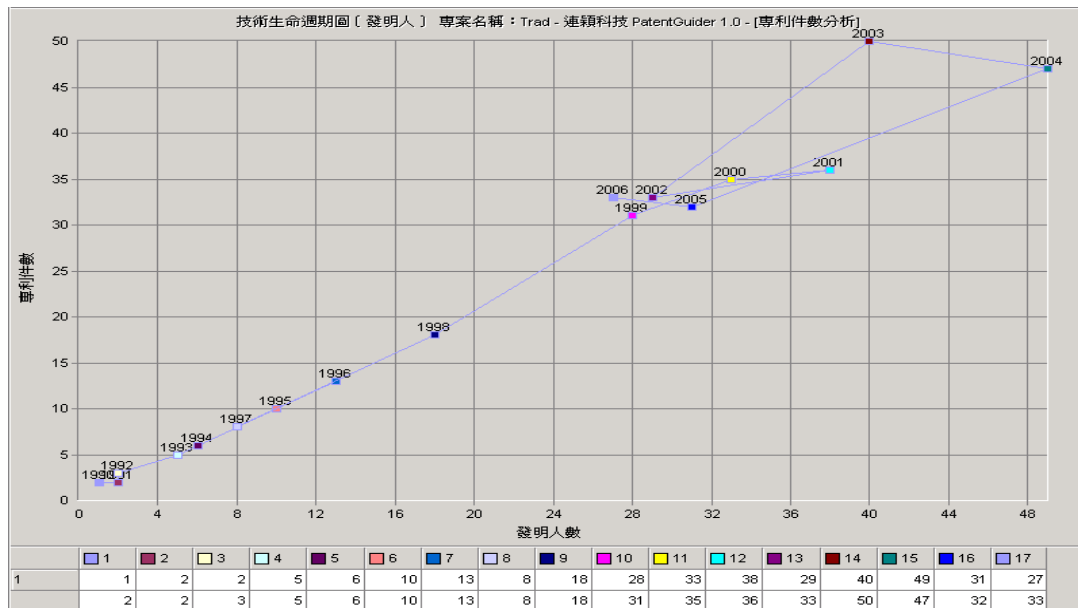


圖 5.13 發明人數與專利件數

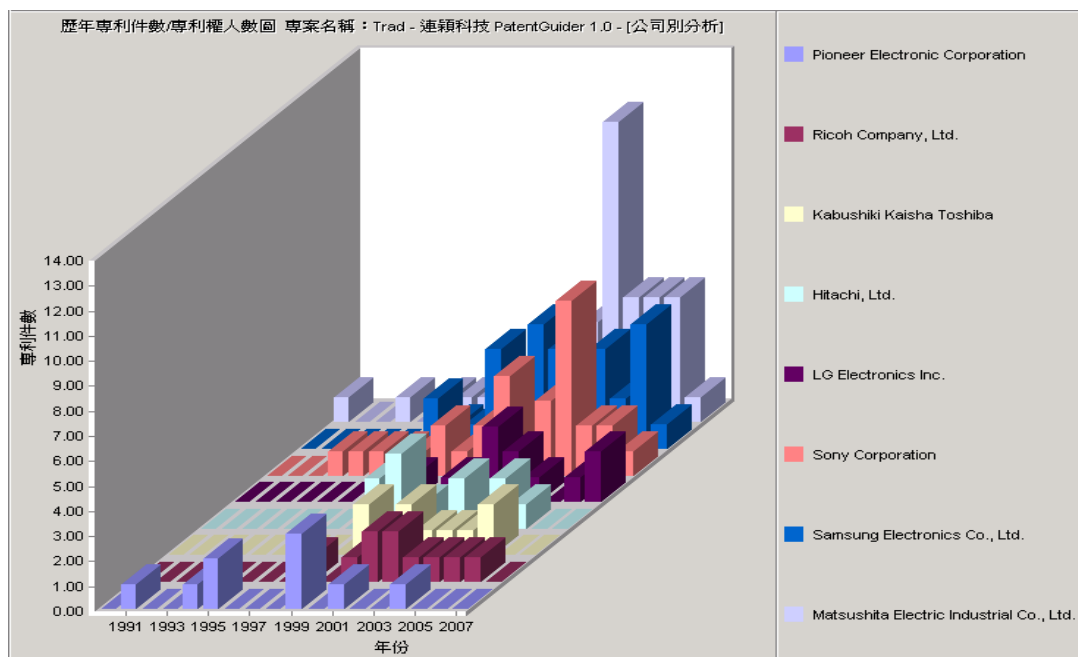


圖 5.14 專利分屬國家統計

5.3.4 四種技術與傳統光碟模擬未來趨勢比較

四種技術的專利件數，逐年累積做成統計圖（圖 5.15），再以成長曲線法模擬未來發展趨勢，圖 5.15 是實際專利數目統計結果，圖 5.16 是最後模擬出的 Pearl Curve。

1. 圖 5.16 是以 Pearl Growth Curve，採 MAD 最小化逼近，模擬四種技術未來發展預測。
2. 若技術曲線愈高（專利件數愈多），代表技術愈被重視，愈可能成為未來主流，另外；若

技術飽和時間愈短代表技術愈早成熟，如圖 5.16 所示，則有下面結果。

(1)Holography 技術長期來看，未來將成為技術主流。

(2)Two photon 技術長短期成為主要技術機會不大。

(3)Super RENs 及 Multilayer 發展比較晚，但技術成長很快，在較短時間就飽和，所以在短期有機會發展成主流技術。

3. 若以傳統光碟技術發展曲線為模型，套用在四種技術的曲線上（將專利件數飽和值設為 601 件），以每條曲線中間值為時點，算出與傳統技術發展的差異時間，如圖 5.17 所示，則有下面結果。

(1)Multilayer 技術成熟最早，與傳統光碟差異七年。

(2)Super RENs 技術成熟次之，與傳統光碟差異十年。

(3)Holography 技術發展比較晚，與傳統光碟差異十三年。

(4)Two photon 技術發展最晚，與傳統光碟差異十五年。

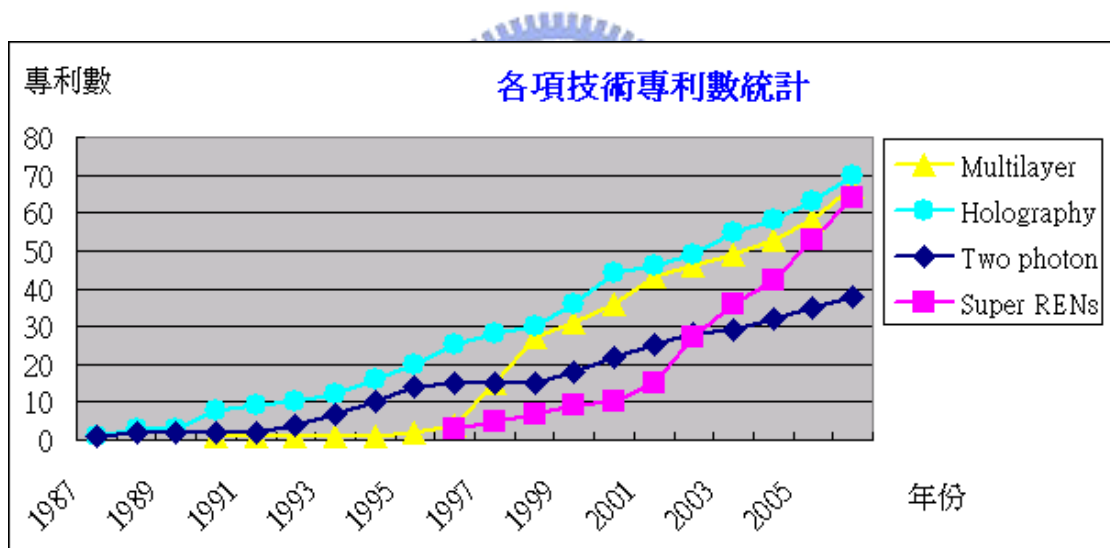


圖 5.15 四種技術實際專利件數累加統計圖

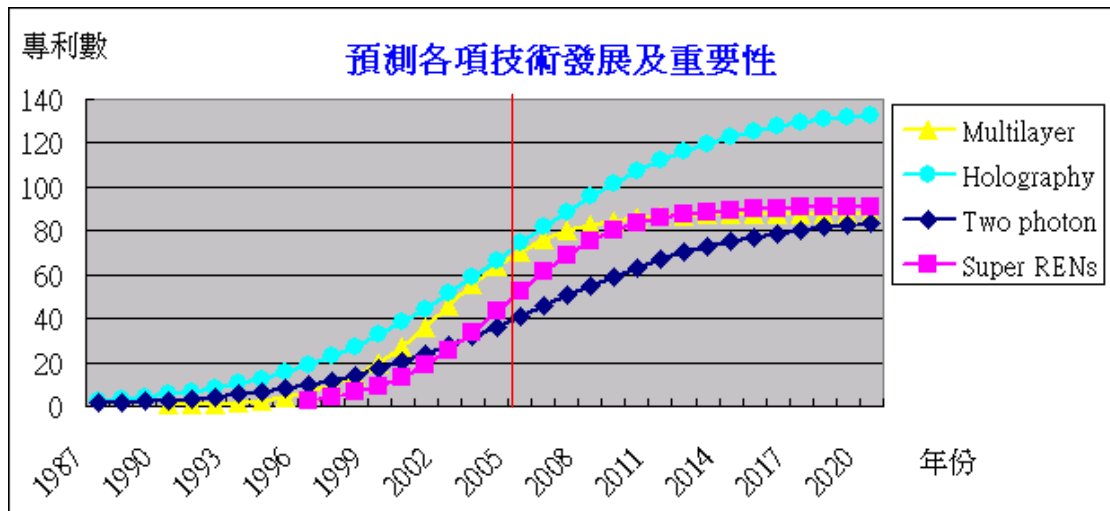


圖 5.16 模擬四種技術未來專利件數成長曲線

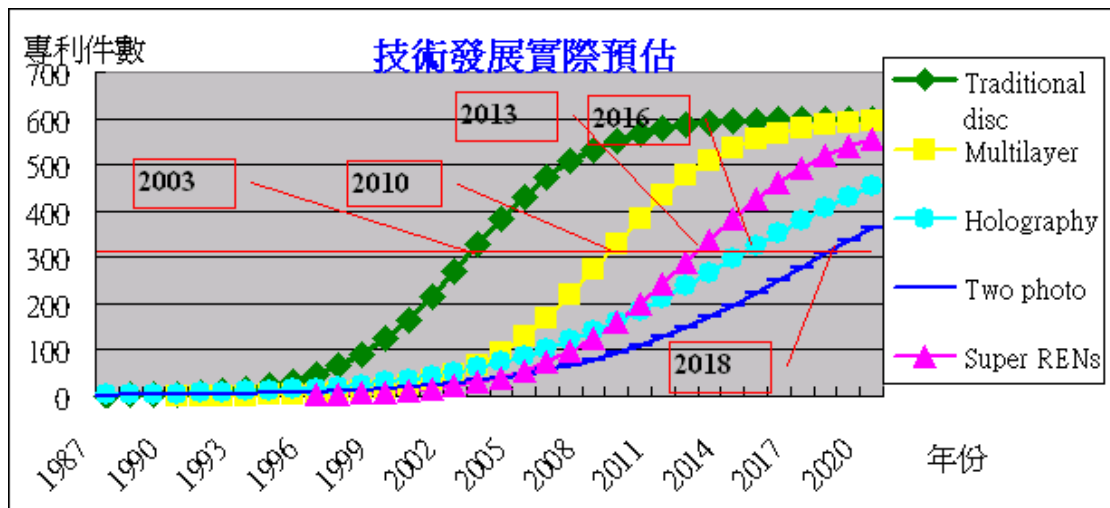


圖 5.17 傳統光碟專利件數飽和值模擬四種技術成長曲線

5.4 技術文獻件數統計成長曲線預測

本篇論文統計專業文獻資料庫為 ISOM (International Symposium on Optical Memory) 的年度報告為基礎，統計時間為 1990~2006 年，分別將四種技術文獻人工分類作統計，得到的結果從 1990 累加至 2006 年，提供後續做預測的基礎。

1. 文獻篇數統計

以下是以文獻發表件數統計，預測四種技術研究的成長方向，圖 5.18 是實際專利數目統計結果，圖 5.19 是以實際統計數字模擬出的 Pearl Curve。

2. 若文獻篇數愈高，代表技術愈被重視及研究，如圖 5.19 則有下面結果；

(1) 目前 Super RENs 與 Holography 技術研發比較被重視。

- (2) 未來 Holography 技術會逐漸最被重視。
- (3) Two photon 及 Multilayer 技術的研究是較不被重視。

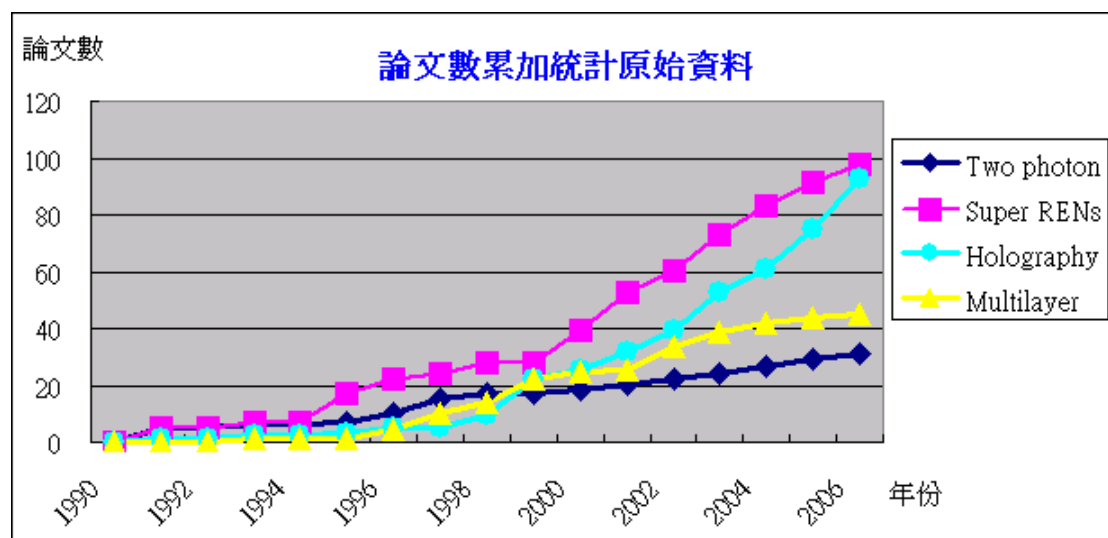


圖 5.18 四種技術論文篇數累加統計結果

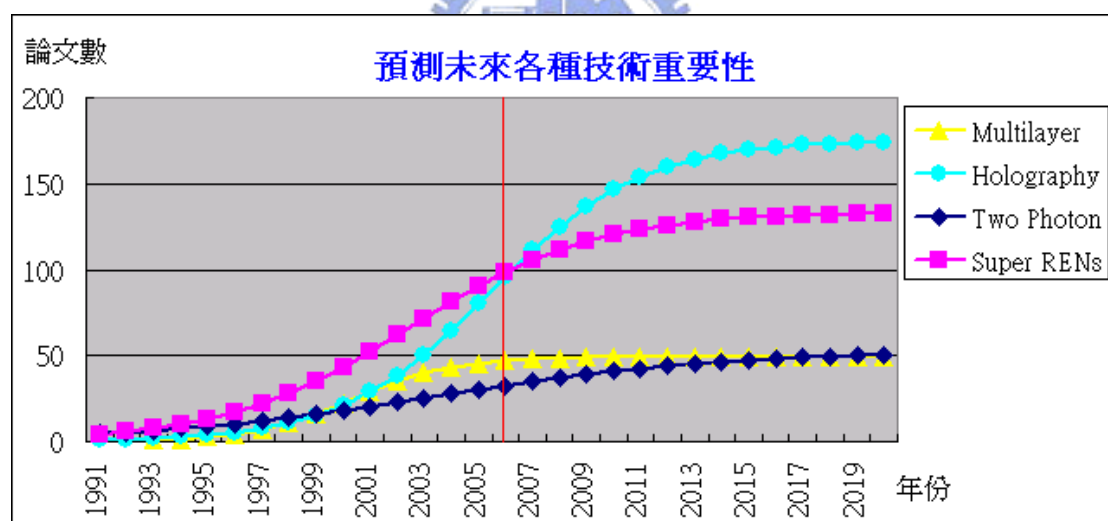


圖 5.19 Pearl Mode 模擬四種技術未來論文篇數成長曲線

六、結論與建議

企業為求在科技快速變動的時代中掌握商機、增加企業競爭力莫不投入大量的資源進行新產品或新技術的開發，然而投入大量的研發資源將會對企業內其他的資源產生排擠效應，如何達到研發資源最有效的管理，企業內研究策略的擬定便相形重要，本篇論文希望藉由技術生命週期預測模式，提供光碟產業最適體的研發方向及建議，分項說明如下。

6.1 研究結論

傳統光碟的技術生命週期而言，目前已近趨緩，預估 2013 年將飽和而達到停滯階段，如果依據專家問卷結果，2015 年以前會達 1TB 容量需求，勢必將有取代的技術開始被商品化及大量生產製造。

依據文獻及專家意見，篩選出四種未來最有機會成為光碟新技術，下述說明四種技術將來發展形態。

1. Holography 技術在未來會取代舊的光碟技術，雖然短期還無法像 Multilayer 及 Super RENS 技術較早成熟，但是其超高容量的潛力，相較於其他技術，未來達到 10TB 的可能性最高，使得產業相競投入研究及發表文獻，從專家問卷結果，可預見未來 2020 年以前記錄容量需求達到 10TB，該技術最有可能成為主流技術。
2. Multilayer 技術從專利數曲線來看，應該最快成熟的技術，但其投入研究的文獻似乎比較少，請教過專家意見，認為該技術目前實際有雙層技術投入量產，對於十層以下的技術也有公司發表，所以對於該技術的專利申請數因近幾年被使用，因此專利數目前比較多，但因為該技術增加容量相對其他技術是比較有限(二十層以上才有機會達到 TB 等級)，所以研究的文獻及發表上會比較少。
3. Super RENS 技術發展成熟在 Multilayer 之後，但其成熟時間預估會比 Holography 更早，如果技術成熟，容量可增加達到 1TB，短期未來如果搭配 Multilayer 技術，可以在最短時間達到 TB 級以上，這是比其他技術較新的一個，所以可以看到論文投入篇幅很多，而且專利申請近幾年開始，且申請數量遽增。
4. Two photon 技術目前從專利及文獻數量成長趨勢，雖然容量增加空間比 Super RENS 及 Multilayer 大，但是技術成熟較晚，所以專利件數及論文篇數明顯偏低。

依據上述觀點，我們大膽得出一個情境 (Scenario)，2015 年以前，因為傳統光碟技術已達到瓶頸，Multilayer 及 Super RENS 兩種技術因應高容量需求，而取代傳統光碟。

2020 年以前，Holography 技術日趨成熟穩定，逐步取代前面兩種技術，而成為超高容量光碟的主流，但這轉換是循序漸進，其速度與市場需求發展是緊密相關。

6.2 產業建言

對於 Holography 技術，必須做遠程的規劃，積極投入專利研究及佈局，因應未來專利金問題，以降低成本。對於 Multilayer 及 Super RENS 技術，需投入研究及評估，無論產官學合作方式，以縮短生產 Learning Curve。預計 2011 年以後，傳統光碟逐漸受到技術成長的飽和階段，為了因應 TB 容量的需求，接續的是新技術產品商品化，以因應傳統光碟容量的瓶頸，所以未來生產設備須以迎合未來新技術生產為主要考量，不宜再投入傳統光碟生產設備，因為傳統光碟需求與發展逐漸趨近飽和。

前面針對傳統光碟作專利屬國評估，其中主要為日本，韓國也有後起之勢，目前台灣仍是主要光碟生產國，但主要專利仍無法自己掌握，導致光碟產業為權利金必須付出相當代價，所以在往後新技術的研究開發，台灣務必提前開始做專利佈局，未來才有機會擺脫當前權利金的惡夢。

6.3 技術預測檢討

如果本研究僅利用專利件數做成長曲線法的預估，預測未來的技術走向，風險相對較高，所以輔以專家調查及論文成長趨勢來驗證，俾能提供比較客觀的預測資訊。

本研究使用專利分析的方法及生命週期的概念推導出技術的生命週期，但仍有許多的研究限制；一、統計時間範圍內的專利數，如果曾經因為智權觀念某時期高漲，而造成申請件數的起伏，有可能造成預估的誤差，二、專利申請並不代表有真實的技術被運用，因此有可能提前預估了技術的起始時間及技術的轉折點，三、如果未來市場還不需大容量或者技術無法突破，這些因素可能延後新技術時程，會造成預估差距。

6.4 後續研究與建議

由本研究過程與結果可知，尚有許值得作為後續研究發展之處，將待後續研究發展方向與建議敘述如下；

1. 此次研究使用美國專利資料還算完整，若結合日本特許廳資料進行研究，則研究成果將更為準確，因為光碟專利申請主要為日本公司。
2. 針對四種技術做更深入技術分析，以做為台灣產業更清楚投入的方向，例如；從被引證次數找出重要文獻，還有活動年期、所屬國數、發明人分析，以了解各國地區對技術研發情形。

3. 本研究僅針對技術的趨勢進行分析，後續將與市場需求數及總銷售額做相關性分析，才能對整個產業作完整的未來評估。



參考文獻

中文文獻

1. 袁建中，謝志宏，彭弼聲，產業預測之技術預測方法與實例，普林斯頓公司發行，2005。
2. 吳東顯，技術預測輕鬆上手，資策會資訊中新發行，2005。
3. 賴士葆、謝龍發、陳松柏，科技管理，華泰文化出版，2005。
4. 許存君譯，預測的原則與應用，台灣西書出版社，Delurgio 原著，1999。
5. 林治民，技術預測方法之運用探討—以無線通訊技術發展趨勢為例，交通大學碩士論文，1996。
6. 劉尚志，陳佳麟、曾錦煥，產品生命週期之技術與策略創新，中華明國科技管理研討會論文集，1999。
7. 王明好，新產品開發流程中功能性價值之選擇研究—以數位電視機與經營資訊服務為例，交通大學博士論文，2001。
8. 林志凡，以德非法預測台灣三五族半導體產業之發展趨勢，交通大學碩士論文，2001。
9. 周文彥，以專利指標探討電漿顯示器技術發展趨勢之研究，中原大學碩士論文，2003。
10. 張志立，以技術生命週期作為技術預測模式，中原大學碩士論文，2004。
11. 翁順裕，利用專利組合探討 Flash 記憶體之研究規劃，雲科大學碩士論文，2005。

英文文獻

1. Foster, R. N., "Assessing technological threats", Research Management, July-August, pp. 17-20, 1986.
2. Foster, R., Innovation: the attacker advantage, London: Macmillan. , 1986.
3. Martino, J. P., "Technological Forecasting for Decision Making, 3rd ", New York; McGraw-Hill , 1993.
4. Betz, Strategic Technology Management, McGraw-Hill Inc. , 1993.
5. Ernst, H., The Use of Patent Data for Technological Forecasting: The Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry, small business Economics, Volume 9, Issue 4, pp. 361-381. , 1997.
6. Meade. N. and Islam, T. , "Forecasting with growth curves : "An empirical

- comparison” , International Journal of Forecasting, 2, 199-215. , 1995.
7. Levary, RR. & Han, D., “Choosing a Technological Forecasting Method” , Industrial Management, Vol. 37, No. 1, pp. 14-18. , 1995.
 8. Porter, A.L. , Rzeszotarski, P. Technology Opportunities Analysis. Proceedings of SCIP conference , 1998.
 9. Ernst, H., Patent application and subsequent changes of performance: Evidence from time-series cross-section analyses on the firm level, “Research Policy” Vol. 30, pp. 143-157. , 2001.
 10. Tarel M. K., Management of Technology, New York: McGraw-Hill , 2002.
 11. Palmer, P. J. & Williams, D. J., “An analysis of technology trends within the electronics industry” , Microelectronics International, 17.1, pp. 13-16. , 2000.

參考網頁

1. 美國專利局網站 , <http://www.uspto.gov/index.html>
2. 工業技術研究院網站 , <http://www.ipc.itri.org.tw/webap/menu-index.asp>
3. 經濟部智慧財產局網站 , <http://www.tipo.gov.tw>



附錄 未來光碟技術發展趨勢問卷

A. 中文問卷:

(一)未來光碟儲存容量需求？

1. 何時需要 1TB (1000GB) 儲存容量:

a. 2010 以前, b. 2011~2015, c. 2016~2020, d. 2020 以後

2. 何時需要 1TB (1000GB) 儲存容量:

a. 2010 以前, b. 2011~2015, c. 2016~2020, d. 2020 以後

(二)未來何種光碟技術將成為主流？(排列)

1. 2011~2015 年

a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,

e. 其他(請說明_____)

2. 2016~2020 年

a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,

e. 其他(請說明_____)

(三)四種光碟技術對容量的可行性?(排列)

1. 1TB 容量需求?

a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography

2. 10TB 容量需求?

a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography

(四)四種光碟技術對高容量的瓶頸?

1. Multilayer

a. 儲存原理, b. 碟片結構, c. 碟機結構, d. 碟片材料, e. 其他

2. Super RENS

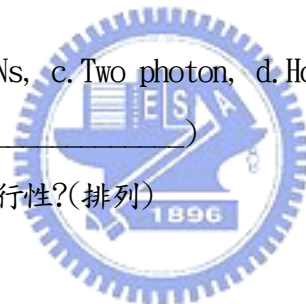
a. 儲存原理, b. 碟片結構, c. 碟機結構, d. 碟片材料, e. 其他

3. Two photon

a. 儲存原理, b. 碟片結構, c. 碟機結構, d. 碟片材料, e. 其他

4. Holography

a. 儲存原理, b. 碟片結構, c. 碟機結構, d. 碟片材料, e. 其他



(五)光碟未來運用?(排列)

1. 2010 以前

- a. 影片及音樂, b. 備份及下載, c. 遊戲及軟體, d. 其他

2. 2011~2015

- a. 影片及音樂, b. 備份及下載, c. 遊戲及軟體, d. 其他

3. 2016~2020

- a. 影片及音樂, b. 備份及下載, c. 遊戲及軟體, d. 其他

B. 英文問卷:

(1) Future Capacity of Optical Disc?

1. When is the need of 1TB (1000GB):

- a. before 2010, b. 2011~2015, c. 2016~2020, d. after 2020

2. When is the need of 1TB (1000GB):

- a. before 2010, b. 2011~2015, c. 2016~2020, d. after 2020

(2) What kind of technology will be the main (Ranking) stream for high capacity?

1. before 2010

- a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,
e. others (explanation_____)

2. 2011~2015

- a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,
e. others (explanation_____)

3. 2016~2020

- a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,
e. others (explanation_____)

4. after 2020

- a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography,
e. others (explanation_____)

(3) The feasibility of four technologies for high cap.?(Ranking)

1. 1TB storage cap.?

- a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography

2. 10TB storage cap. ?

a. Multilayer, b. Super RENS, c. Two photon, d. Holography

(4) What is bottleneck of these four technologies?

1. Multilayer

a. Recording principle, b. Disc structure, c. Drive structure,
d. Disc Material, e. Others

2. Super RENS

a. Recording principle, b. Disc structure, c. Drive structure,
d. Disc Material, e. Others

3. Two photon

a. Recording principle, b. Disc structure, c. Drive structure,
d. Disc Material, e. Others

4. Holography

a. Recording principle, b. Disc structure, c. Drive structure,
d. Disc Material, e. Others

(5) Future Application of Optical disc?(Ranking)

1. Before 2010

a. Film & Audio, b. Backup & Download, c. Game & Software, d. Others

2. 2011~2015

a. Film & Audio, b. Backup & Download, c. Game & Software, d. Others

3. 2016~2020

a. Film & Audio, b. Backup & Download, c. Game & Software, d. Others

