

次世代數位影音多用途光碟系統之光機電整合研究(II)

The Integration in Optics, Mechanics, and Electronics of Digital Versatile Disc Systems (2/3)

計畫編號：NSC88-2218-E-009-118

執行期間：87年8月1日 --- 88年7月31日

主持人：吳炳飛

執行機構及單位：國立交通大學 電機與控制工程學系

一、中文摘要

光碟機發展至今，其系統已有相當固定的架構及動作原理，新一代「次世代數位影音多用途光碟機」(簡稱DVD)系統與傳統之光碟機系統比較下，其光學特性有許多規格上的演進，因此其光電感測系統架構必然須要重新評估設計。本研究計畫主要重點在將以往在光電元件設計及系統整合評估之經驗，進行DVD雙焦點特性探討，並對聚焦循軌伺服機構各次系統及致動器音圈馬達特性加以分析研究，同時導入繞射元件及積體光學的設計法則，以尋求設計一套完整之DVD光路訊號系統及搭配之聚焦循軌伺服控制架構，以利與其他子計畫進行參數校正，達到最佳化DVD系統整合之目標。

在光碟機的存取時序上，主軸伺服在整個存取時間上扮演相當重要的角色，而且隨著倍速的提昇，主軸伺服變換的時間便跟著增長，所以，為了減少主軸馬達變換轉速的時間及穩定時轉速的精準，在本計劃中，我們提出模糊控制加上鎖相迴路的混合控制器，希望能達成上述的目的。

隨著網路的普及率不斷的升高，越來越多的人使用網路。與多媒體的結合，聲音與影像更使得網路的世界增添了不少的色彩。然而影像與聲音的大量資料卻造成了傳輸的速度緩慢，使用者常常要浪費不少的時間在等待上。因此如何減少資料量是一個很重

要的話題。

影像的壓縮是目前很熱門的領域，目前在靜態影像的壓縮上，主流是採用JPEG的規格，然而面對越來越高品質影像的需求，JPEG的壓縮倍率卻只能侷限在20~40之間，同時又有方塊效應的存在，因此一種更有力的壓縮方式被提出---離散小波轉換和零數編碼。但是離散小波轉換計算量相當龐大，在面對即時影像處理的應用上，即感不足，因此這裡提出了一個二維離散小波轉換的硬體架構，並設計出一顆高性能的晶片，在即時影像處理的系統上擁有很好的效果。

關鍵詞：次世代數位影音多用途光碟機、聚焦循軌伺服控制、光電訊號感測、繞射元件、主軸馬達模糊控制、二維離散小波轉換

二、DVD產業現況

DVD—它是數位式多用途光碟片(Digital Versatile Disc)的縮寫—也是明日儲存科技的代言人。它的資料傳送速度比一般的CD ROM更快，而儲存的資料也比一般的CD ROM更多。一片DVD碟片最多可以儲存17GB的資料，它可以儲存各種資料，聲音甚或是影像。它的用途很廣，舉凡是娛樂，電腦，商業資訊或是遊戲都可以藉由它來做絕佳的儲存媒介。DVD在未來將會取代音樂CD，錄影帶，LD，CD-ROM以及遊戲的包裝。屆

時 DVD 將會被普遍應用在主流的電子產業，電腦生產廠商以及電影工業中。由於其史無前例的支援特性，使得它搖身一變成為未來的數位資料儲存媒體的新標準。預計在西元 2000 年的時候，DVD 的年產量可以到達 6000 萬部之多。

DVD 的規格討論到最近，它已被區分成兩大種，一種是在電視上公開播放 DVD 電影的 DVD，另一種就電腦專用的 DVD，使用者必須為電腦加上一部 DVD ROM，這樣才能讓電腦可以直接讀取 DVD 的資料，玩互動式遊戲以及播放 DVD 電影。<http://www.amitech.com.tw/DVD.htm>

數位影音光碟(DVD)規格分裂，繼松下電器產業和日立製作所推出可擦拭數位光碟(DVD-RAM)，Sony 和美國惠普公司決定推出可重複讀寫數位光碟機 (DVD+RW)。發展 DVD+RW 的包括：Sony、惠普、荷蘭飛利浦等六家公司，惠普決定由 Sony 代工生產，今年秋季推出產品，計畫以三菱化學公司為主，在新加坡生產專用光碟，今年 7 月裝置月產 20 萬片的生產設備，完成代工生產體制。而 Sony 也準備在今年內推出自己品牌的產品。

DVD 數位多功能光碟機由於有記憶容量大、播放效果佳等特性，所以 DVD-ROM 取代 CD-ROM 是未來的必然趨勢。CD 的容量只有 650MB，而 DVD 則單面就有 4.7GB 的容量，為 CD 的 72 倍。但由於 DVD-ROM 價格一直居高不下，所以目前和個人電腦的搭配率並不高。但預計在一年半後台灣在關鍵零組件的技術方面可以全面突破，屆時由於台灣廠商具低成本的競爭優勢，DVD-ROM 的價格將會更低廉，並逐漸地完全取代 DVD-ROM。在目前台灣的光碟機產量佔全世界的 23%。

光學讀取頭 (Pick-up Head)、IC 晶片組 (Chipsets)、轉動馬達 (Spindle Motor) 是 DVD 生產的三大關鍵零組

件。台灣由於有半導體工業的基礎，所以晶片組的技術半年就可突破；而轉動馬達的技術本來就不會很困難，一年內將可解決。

最困難的則是光學讀取頭，但台灣有光電所的研發努力，和政府的支持，所以預計在一年半就可解決這方面的技術難題。由於台灣的生產成本比日本美國都低很多，這也是台灣最大的競爭優勢。目前 DVD 以 2 倍速為主流，預計下半年將會進入 4 倍速和 6 倍速，明年到 8 倍速。<http://www.taipei645.com/Message/msg9805/98051201.shtml>

由國內數十家光碟機與光碟片廠商組成之「DVD 聯誼會」，於 11 月 5 日舉行座談會，就 DVD 光碟機及光碟片高額權利金問題進行研討，對於目前妨礙 DVD 產業發展最關鍵的權利金問題，業已達成以集體談判方式運作之重要共識。

工研院光電所智財權委員會召集人石修表示，經逐一過濾日立、東芝、松下、三菱電機、JVC、時代華納等六家主要 DVD 業者的 602 項專利後，發現有五項專利是難以迴避者，我國業者需集中力量，與擁有專利外商磋商，以免被個個擊破。

依 DVD 產業發展趨勢及目前飛利浦、SONY、先鋒、東芝、自立、三菱電機、松下、時代華納、JVC 及湯姆笙等三大集團、十家業者需索的權利金，合計高達 9%估計，若我國廠商 DVD 光碟片年產十億片，光碟機出貨 4,500 萬台，每年我國廠商需支付的權利金即將高達 200 億元，比經濟部一年科技專案的 150 億元還要多，因此權利金問題若不能順利解決，將嚴重影響台灣未來 DVD 產業的發展。

相較之下，大陸在 DVD 權利金談判的籌碼卻多得多，因為主其事的大陸訊息產業部態度相當強硬，並以「不惜自己訂定光碟規格」做為抗爭手

段，由於大陸的內需市場廣大，國外 DVD 廠商並不樂見大陸另起爐灶，因此大陸的 DVD 權利金談判相對有利。(88/11/06 經濟日報 25 版 工商時報 22 版)

三、計畫成果

二維 DWT 晶片設計

設計上是以這類二維 DWT 晶片為主，其它的周邊為輔，因此需要一些額外的訊號與介面來與其它的晶片或記憶體溝通。以一般應用來說，靜態影像處理的大小不會超過 1024x1024，所以在位置的定位上 Row 與 Column 各用十個 bits 來表示，如此可以滿足大部份應用的需求。而資料匯流排則是用了一組 32 個 bits 的雙向 Data bus，因為一般影像上一個點的顏色分布通常是用 8 bits，分佈從 0~255，而小波轉換的係數用了十六個 bits 來表示，並且是定點的表示法，經過 DWT 多層分割後為了增加其精準度及減少誤差，輸出的資料採用 32 個 bits，這樣的考慮也是因為輸出的資料是要放入記憶體中，而目前記憶體的資料匯流排大都為 32 或 64bits 以上，如此可以搭配市面上的記憶體如 SDRAM 等，較為方便週邊的設計。

- ◆ Max frequency 55 MHz
- ◆ 9-ns single-cycle instruction execution time
- ◆ Positive edge trigger and negative edge trigger
- ◆ Two 10-bit address
- ◆ Two 16-bit fixed-point three-stage Multiplier
- ◆ Four 32-bit Adder
- ◆ One 32-bit data bus
- ◆ Parallel ALU and multiplier instructions in a single cycle
- ◆ User define image row and column
- ◆ User define image divided
- ◆ 100-pin CQFP package ; available pins 90
- ◆ 0.35- μ m 1P4M CMOS
- ◆ H Filter controller
- ◆ G Filter controller
- ◆ 2-D image controller

- ◆ Two chip debug mode
- ◆ Chip hold mode
- ◆ 20 μ m width power ring for the whole chip
- ◆ 3 pairs power stripes , 20 μ m width
- ◆ IO to core distance with 150 μ m
- ◆ 3 groups for floor plan: H FILTER , G FILTER , Main Control
- ◆ Global route properties: Final measure/gCell = 0.2133
- ◆ OverCon/gCell=0.00337
- ◆ Gate count is 32679
- ◆ Core area : 1.559 x 1.559 mm²

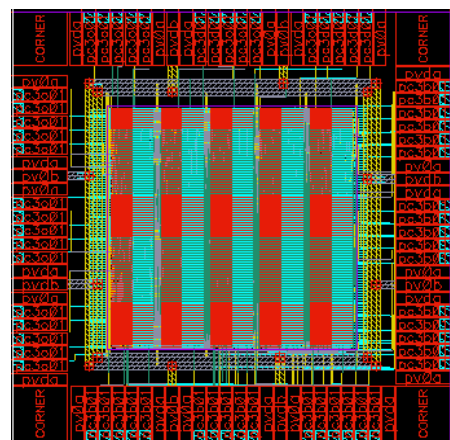


圖 1 The layout of 2-D DWT Chip

光電感測與聚焦循軌伺服

一部 DVD 光碟機內大致可分為三大系統，一為伺服控制系統，一為光學系統，另一為訊號處理系統。其中伺服系統又可再細分為聚焦伺服、循軌伺服、尋軌伺服、主軸伺服等等。其架構圖如圖(一)所示。DVD 光碟機伺服控制系統主要的目的乃是利用光學訊號，藉由伺服電路去控制光碟讀取頭之位置，以確保資料讀取之正確性。由於光碟片的資料儲存密度非常的高，其軌道間距僅 0.74 μ m，因此雷射光束必須隨碟片之上下擺動而精準的聚焦於碟面，並且跟隨碟片軌道之左右偏擺而移動，以準確的定位於記錄軌道上，如此才能取得良好的光學資料訊號(Read-out Signal)。為達到此目的，光學讀取頭必須回授循軌以及聚焦誤差訊號，經由訊號放大器將訊號回傳到伺服控制器中，根據其誤差訊號而對讀取頭上的致動器

(Actuator) 下達指令，而令其動作以使得能準確循軌以及聚焦。就聚焦而言，其目的在於監測碟片與物鏡之距離，以保持讀取焦距。傳統 CD-ROM 採用方法相當多，例如：像散法 (Astigmatism)、刀緣法 (Knife Edge)、光點法 (Spot Size)、及臨界角法 (Critical Angle) 等。若考慮碟片循軌問題，其目的在於檢測跨軌信號，使光學機構在讀取時保持在正確的軌跡上。傳統設計方式大致分為兩種：(1) 差分推挽法 (Differential Push-Pull)，(2) 三光束法 (Three-Beam)。這些方法在一些討論光碟的著作中，已有詳細的解說。有些 DVD 製造商已經宣稱將在他們的光學讀寫頭和伺服系統上採用差動相位檢測法 (Differential Phase Detection, DPD) 或外差法 (Heterodyne) 做為循軌的主要方法，而聚焦方式則採用像散法 (Astigmatism) 或刀緣法 (Knife Edge)。系統設計上必須注意不同聚焦循軌法則搭配時所產生的相互干擾問題，求其最佳解決之道。

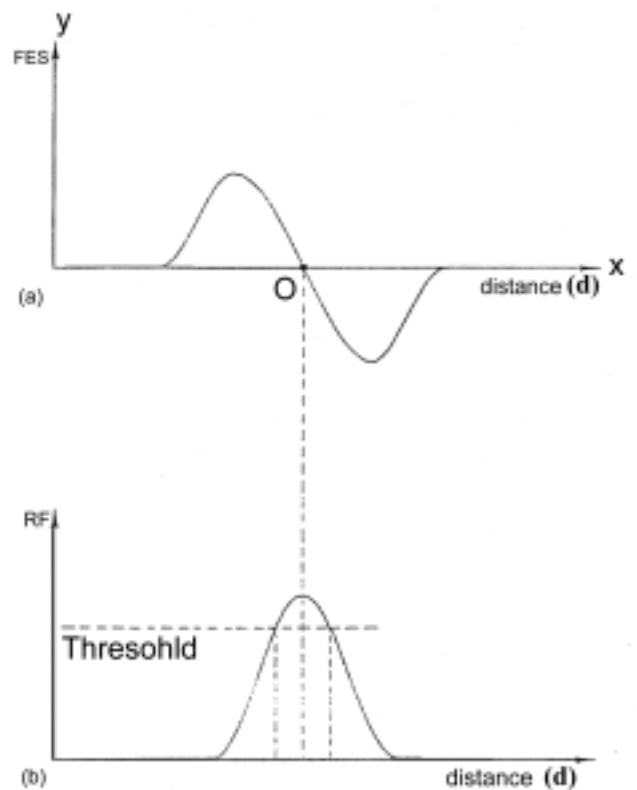


圖 3 聚焦誤差訊號以及 RF 訊號

模糊加鎖相迴路混合控制法

在主軸馬達伺服系統中，現在最

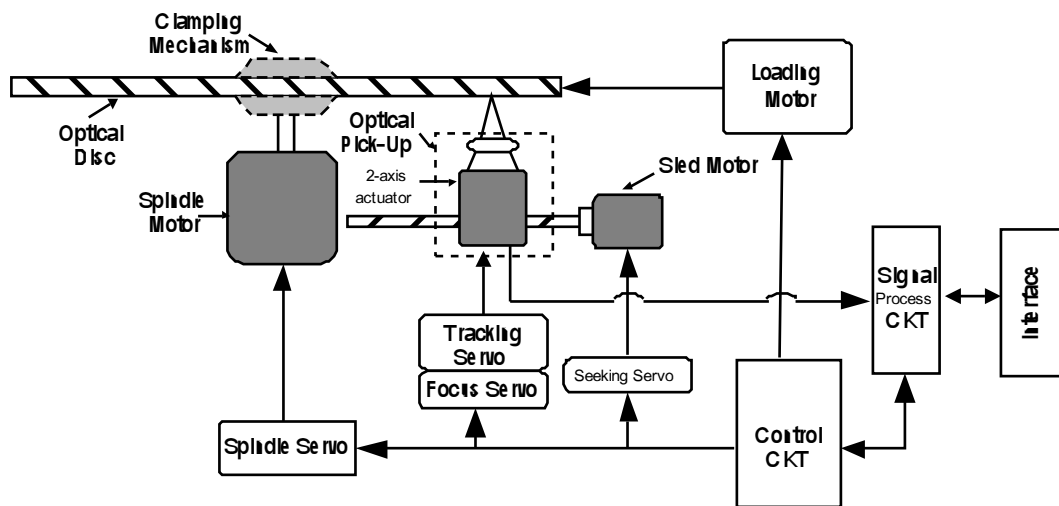


圖 2 DVD 光碟機伺服系統架構

常被用到的就是無刷式直流馬達，無刷式直流馬達與一般直流有刷馬達比較，它具有以下幾項優點：

1. 高速度：無刷式直流馬達無接觸點，不會發生電動機中轉子因高速旋轉而造成的磨損，可達到高轉速的要

- 求。
- 壽命長：在傳統直流有刷馬達，常因電刷與換向器間的接觸，導致整流部位的耗損，降低了馬達的使用壽命，而無刷式直流馬達可改善如此效應。
 - 無雜訊：不具機械式換向元件，可避免電流切換時，火花造成的電氣雜訊。
 - 小型化：無刷馬達移去電刷後，可將馬達的體積縮小。

由以上的優點可知，無刷直流馬達的特性是非常符合光碟機主軸馬達的規格要求。雖然無刷式直流馬達與傳統馬達的電流換向結構不同，但其動態結構均相同。

我們提出一種模糊控制加上鎖相迴路的混合控制器，將兩種控制器的優點保留下來，而且增加了系統的強健性。由上述模擬的結果可知，只要我們轉速命令曲線的斜率在馬達加速度的極限下，應用我們提出的混合控制器，能減少馬達暫態的反應時間，而且當馬達到達穩態時，誤差小於0.08%。

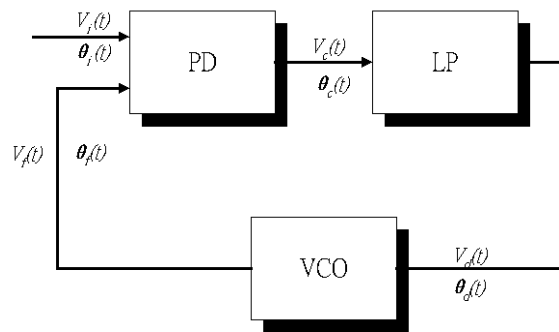


圖4 鎖相迴路基本方塊圖

四、參考文獻

- [1] 楊玫萍，*CD-ROM型光碟機產業現況分析*，光電資訊，第27期，民國84年9月。
- [2] 工研院光電所光碟機資料(1)-(3)，1994年人才培訓講義。
- [3] 經濟部工業局八十五年工業技術人才培訓計畫講義，民國84年11月。

- [4] 工研院光電所DVD資料，1994年人才培訓講義。
- [5] “DVD: The inside story,” Sony. [Http://www.sel.sony.com/](http://www.sel.sony.com/)
- [6] 喬作文等，*光學頭光學系統研究報告*，工研院光電所資料，1996。
- [7] 資訊零組件雜誌，1995，12月份。
- [8] 邵元慶著，*光碟的世界*，第三波，1995。
- [9] 黃德容著，*光碟機技巧徹底研究*，第三波，1995。
- [10] 張宗凱等，*DVD光學頭致動器研究報告*，工研院光電所資料，1996。
- [11] 陳宏年等，*微小型光學頭元件*，工研院光電所資料，1996。
- [12] 謝漢萍，*高記錄密度碟片之伺服系統的研究*，計畫期中報告，1996。
- [13] 王崢嶸，*DVD問世在即，產業整裝待發*，光訊雜誌，第60期，民國84年8月。
- [14] 任所之，*數位影碟的循軌*，光訊雜誌，第60期，民國84年8月。
- [15] Marchant, Optical Recording-technical overview, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Mass., 1990.
- [16] Braat, Bowhuis, et. al., Principles of Optical Disk Systems, Adam Hilger Ltd. Publisher, Boston, SA, 1985.
- [17] Braat and Bowhuis, “Position sensing in videodisk readout,” Appl. Opt. 17, pp.2013-2021, 1978.
- [18] Musha et. Al., “Optical head for digital audio disks,” Proc. SPIE, vol. 329, pp.48-55, 1982
- [19] M. A. Sid-Ahmed, “Image Processing” New York: McGraw-Hill, 1995
- [20] Rafael C Gonzalez, Richard E. Woods, “Digital Image Processing”, Addison-Wesley Publishers, 1993.
- [21] C.K. Chui, “An Introduction to Wavelets”, San Diego: Academic Press, 1992.

- [22] G. Strang and T. Nguyen, "Wavelet and Filter Banks", Cambridge, MA: Wellesley Cambridge, 1996.
- [23] Joan L. Mitchell, William B. Pennebaker, Chad E. Fogg and Didier J. LeGall, "MPEG Video Compression Standard", 1997
- [24] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu and I. Daubechies, "Image coding using wavelet transform", IEEE Transactions on Image Processing, vol.1, no. 2, pp.205-220, 1989
- [25] Bing-Fei Wu and Chorng-Yann Su, "A Fast Convolution Algorithm for Biorthogonal Wavelet Image Compression", The Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol.22, No.2, p179-192, 1999.
- [26] Donald E., Thomas and Philip Moorby, "The Verilog Hardware Description Language", Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [27] Joseph Pick, "VHDL Synthesis Techniques and Recommendations", Synopsys, Inc. IEEE 1995.
- [28] Pran Kurup, Cirrus Logic, Inc., Taher Abbasi, Synopsys, Inc., "Logic Synthesis Using Synopsys Second Edition", Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [29] <http://www.amitech.com.tw/DVD.htm>
- [30] <http://www.taipei645.com/Messag/e/mesg9805/98051201.shtml>
- [31] 88/11/06經濟日報25版 工商時報
22版