

# 數位式全像光學記憶體

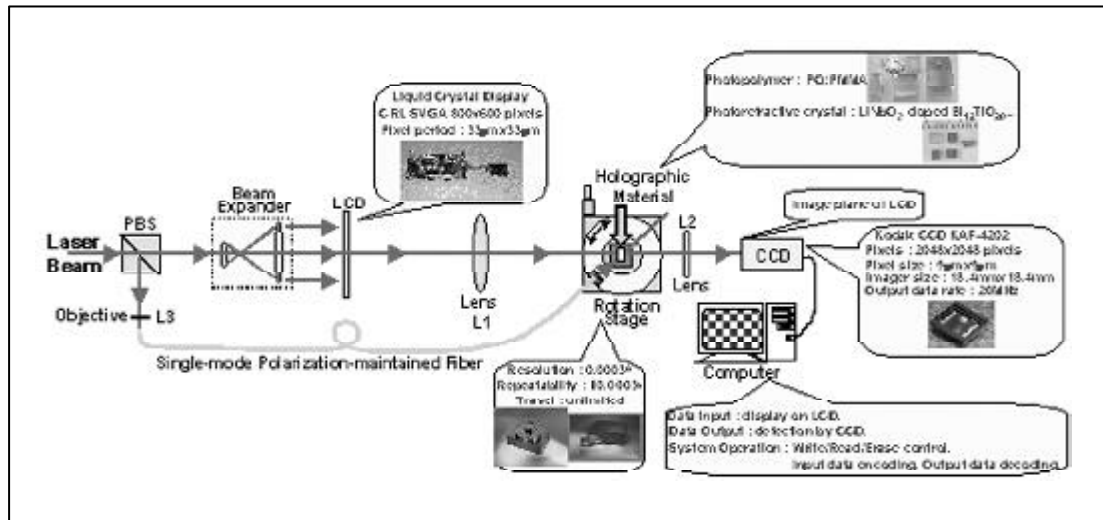
## 三次元超高密度影音光碟技術

林烜輝

隨著微電子科技、資訊科技、光纖通訊等的快速進步，資訊科技逐漸深入生活、工作、娛樂、教育、科研各個階層，因應此 e-世紀時代的來臨，「資訊超級網路」(National Information Infrastructure, NII) 的架構已成為國家文明的標準配備，Internet 網路將世界緊密結合在一起。然而，網路真的讓時間的運用更有效率？目前網路時常塞車，往往需要等待相當長的時間來取得資訊，因此，有人戲稱 WWW 為 World Wide Wait (全世界都在等待)，可見資訊傳輸速度之重要性，欲將資訊超級網路的功能進一步提升，關鍵在能否有效地處理及儲存大量之數據。要整體提高網路速度顯然所牽涉之層面太廣，但由於波長分工(WDM)之研發，光纖網路已經逐漸邁向兆位元( $\text{THz}$ ,  $10^{12}$  Bits/sec)之速率，如果電腦或介面、模組速度提昇，網路整體速度必然可以大為改進。因此，下一個關鍵在於如何增加記憶媒體之容量，以及如何大幅提高資訊存、取速度，如此看來，配合兆位元的網路，兆位元的儲存科技將是結合網路應用與電腦終端的最終關鍵之一。

目前數位影音光碟(DVD)逐漸成為個人電腦標準配備，其容量可望提升至每片數十GB。但是由於其只應用光學技術在碟片的表面來存取資訊，資訊儲存密度已漸達極限，難以進一步提升百倍至兆位元。另外，其資訊之讀取係逐點掃描而讀之，資訊讀取速度極限大約為  $10 \text{ MB/sec}$ ，也難以得到數量級的提升。為了開創新的超高密度( $200 \text{ Bits}/\mu\text{m}^2$ )、超高速( $1 \text{ GB/sec}$ )之資訊存取系統，則必須跳出目前儲存技術之框框，我們嘗試利用全像光學技術將資訊儲存三維立體化由面拓展至體積，資訊的讀取由點拓展至面，從資訊的儲存與讀取進行基礎與創新之研究。主要原因是體積全像術係把資訊儲存於介質之體積中，因此，全像光碟又稱為三維光碟，比起傳統光碟所用之面的儲存(稱之為二維光碟)多了一維自由度，儲存體積厚了一百倍，容量自然增大一百倍。換句話說，我們只需要一個拳頭大的儲存媒體，就可以將交通大學圖書館所有的藏書資料存入其中。另一方面，由於全像資訊之讀出係以雷射光束入射而立即讀出整頁之資訊，其速度極快約為  $1 \text{ GB/sec}$ ，比傳統光碟機快上一百倍，亦即我們可以用此技術輕易的製作出四千倍速的光碟機。因

(圖一)



▲ 儲存測試平台

此，全像光學記憶可以說是未來高速、大容量光學計算系統的一個關鍵性技術。

鑑於此，我們在光電工程研究所及電子物理系也掌握此科技時代的脈動，聯合成立了一個光學資訊研究群，積極的研發這種新世紀的儲存技術。研究的重點包含三個方向：

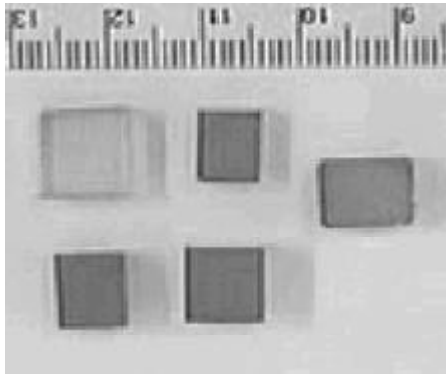
**(一) 全像資訊儲存系統的基礎研究：**

我們已經成功的建立一個全像光學記憶體之光學桌上型演示系統，並利用此系統進行多方面有關全像光學記憶體基礎特性的探索。在其系統儲存能力的探索上，我們已經可以在一個 2.5 mm<sup>2</sup> 的三維光碟片上，儲存 2.5 GB 的數位資料，此相當於四張 4.7 吋的光碟片，目前我們正進行儲存測試平台之建立，系統如圖一所示。預期能透過此平台建立認證鑑定全像資訊儲存的基本工具，期能修練出更高密度、高密量的儲存技術。在系統應用上，我們也正積極從事光電介面技術的發展，希望能將全像資料儲存技術與現在的數位電腦結合，發展新的電腦記憶組件，利用全像光學記憶體的高速、大容量以及平行存取的特點，賦予現今電腦記憶體甚或計算方式一種新的生命力。

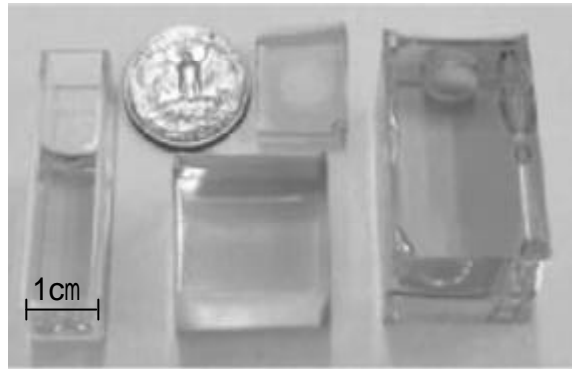
**(二) 儲存材料媒體的研究：**

## &lt;交大電物系&gt;

(圖二)



▲ 光學晶體樣品照片



▲ 高分子材料樣品照片

儲存媒體材料的好壞，將是資訊儲存技術成功與否的關鍵指標，尤其對全像技術此種新的儲存科技更形重要。為了有效配合前瞻研究之進展，我們同時進行兩種媒體材料之研發：光學晶體及高分子材料，圖二中所示即為材料樣品照片。目前研究的結果顯示，我們已經能夠成功的控制光學晶體及高分子材料的特性，而將數位電腦資料檔儲存到媒體中，並正確無誤的讀取出來。材料參數 M 指數可達 14 以上，顯示其可在  $1\text{-cm}^3$  的體積中記錄五千頁以上的資料頁，這相當於  $100\text{GB}/\text{in}^2$ ，已向兆位元儲存科技邁進一大步。

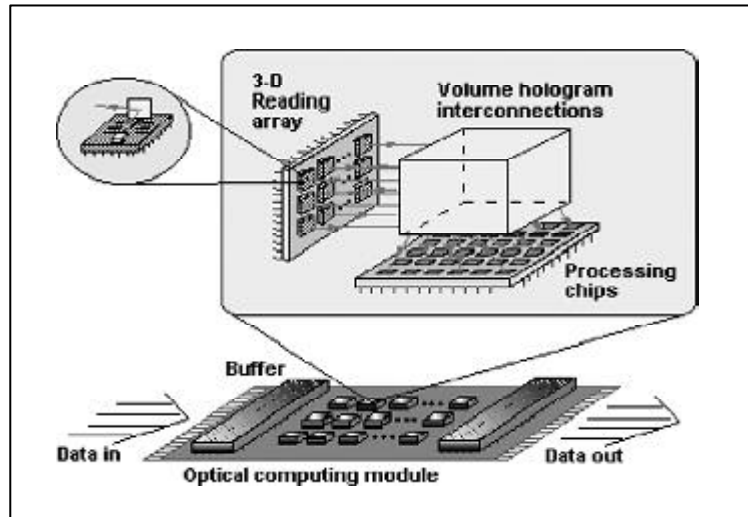
### (三) 體積全像應用的研究：

新的科技提出後自然有新的用途。體積全像高密度、高速度平行存取資訊的能力，將是極具應用價值的前瞻性科技發展。因此，我們也利用此一技術進行新的科研題材，特別是大量資料的處理之技術，高密度連線之應用，或快速平行圖像辨識，甚至推展至以光子做為媒介光學電腦計算研發。圖三中所示為我們目前正研究如何結合光學高密度連線及電子高速度邏輯運算晶片的光學計算模組。這種以光子為資訊的攜帶及計算媒介的各種運算，具有許多傳統電子元件所沒有的優點。從物理的特性來看，光子不同於電子，不帶任何電性，能彼此靠近而不互相影響，故極適於高密度的二維排列及連線；另外，光學系統提供的一種高速、平行的訊息傳輸方式，可將二維影像同時由某一平面傳送至空間之另一平面；而一般之電子元件則是採用序列式的訊息處理方式，每次僅能處理一個位元的資訊。綜合這兩個特性可知，當需要處理大量資訊時，光學計算系統的平行且高密度的資訊傳輸優點，提供了一種更為快速的訊息處理方式，假以時日必能發展成解決目前數位式電腦瓶頸

的方法。

然而，深究我們目前所得之結果，因為我們的系統是由市售零件組成，輸入與輸出元件無法完全匹配，這種光學平行儲存技術的儲存能力及速度顯然沒有發揮全像光學之優點，而所有的瓶頸均限制於電子處理技術。在美國已有大型研究計畫研發全像光學儲存之二維陣列器件及數位信號處理技術，已有初步成品展示，其每儲存頁之資料量可達 1 M 位元，讀取速度亦可達每秒 0.1 G 位元，相信這方面之進展將更加快速，也有更多發展空間，在與目前龐大的電腦市場結合後，當可創造極大的商機。

(圖三)



▲ 光學計算模組

#### 林烜輝教授小檔案：

學歷：交通大學電子物理系 79 級  
交通大學光電工程碩士 81 級  
交通大學光電工程博士 85 級  
現職：交通大學助理教授  
專長：非線性光學 / 光學資訊處理