

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫六：光記錄媒體材料、性質及其應用於光碟記錄容量
提升之研究(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2216-E-009-031-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學材料科學與工程學系

計畫主持人：謝宗雍

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國92年5月27日

光記錄媒體材料、性質及其應用於光碟記錄容量提升之研究(1/3)

A Study of Optical Recording Media, Properties and Their Applications to Increase the Storage Capacity of Optical Disks (1/3)

計畫編號：NSC91-2216-E009-031

執行期限：91/08/01 – 92/07/31

主持人：謝宗雍 國立交通大學 材料科學與工程學系 教授

一、中文摘要

本計畫第一年度之研究包含光碟覆寫性質之提升與光遮罩/光開關層材料之開發。我們以介電層摻雜 N_2O 的方法提升其機械性質來增加光碟抗雷射之加熱之能力，目前已建立最佳之摻雜條件，將其植入光碟之製作後即可驗證其對覆寫性質之提升能力。微晶玻璃(Semiconductor-doped Glass, SDG)被應用於光遮罩/光開關層材料之製備，本計畫以溶凝膠(Sol-gel)與貼靶濺鍍法在 SiO_2 中長成奈米分佈之 CdSe 微粒，藉尺寸縮小造成之藍位移效應調整其能階值以符合光遮罩/光開關層之應用；實驗結果顯示摻雜濃度對藍位移效應有重要影響，貼靶濺鍍法可長出 4 至 10 nm 之 CdSe 微晶析出薄膜，目前我們正針對工作氣壓、基板和濺鍍槍的距離、退火等參數對性質的影響進行詳細研究，並將以 Z-Scan 量測樣品的光開關效果以驗證其時用之可行性。

二、英文摘要

In first year, this project studies the enhancement method of cycleability of optical disk and the development of mask layer/optical switch layer materials for disk storage capability increment. We doped N_2O into the dielectric layers of disk in order to enhance its softening resistance when disk subjected laser heating. At present the optimum doping condition is established

and the implantation of such a method into optical disk fabrication is underway. Semiconductor-doped glass (SDG) thin layer is prepared for the applications as the mask layer/optical switch layer in disks using both sol-gel process and target-attached method. The purpose of this part of study is to form nano-scale CdSe particles in SiO_2 . Experimental results indicated that the doping content strongly influenced the blue-shift effect of SDG layer. Observation using transmission electron microscopy (TEM) revealed that CdSe particles with 4 to 10 nm in size might form in SiO_2 using target-attached method. Currently we are

studying the effects of sputtering pressure, substrate-source distance, and annealing conditions on the optical properties of CdSe-SiO₂ films. The Z-scan measurement will also be carried out in order to verify the applicability of CdSe-SiO₂ films to disk storage increment.

三、研究背景

數據資料之儲存與取用是當今資訊產品使用中的重要部份。現行資料之儲存可分為磁記錄與光記錄兩大類，光記錄通常以雷射光進行資料之寫入(Write)、讀取(Read)與擦拭(Erase)等動作，它具有高密度(High Density)、高容量(High Capacity)、高存取速度(High Data Rate)、不易受外界環境因素損壞與可攜帶性(Portable)等優點，因此是當今資料儲存最熱門、最重要的產品。

光碟之種類眾多，提升其記錄容量是熱門研發方向。提升其記錄容量的方法有二：*(i)*增加記錄媒體的層數；*(ii)*提高記錄密度。

由光繞射的理論[1]可知，使用波長更短的藍光雷射或增加讀寫頭透鏡的數值孔徑(NA)能提高紀錄密度，其可藉更換光碟機讀寫頭(Pick-up Head)之雷射光源或透鏡組結構之改進而獲得，或在光碟中加入遮罩層(Mask Layer)，利用雷射光之加熱在遮罩層上開出直徑小於繞射極限的讀出孔，利用此一熱致超解析效應即可讀出更高密度的訊號[2-3]。

光開關材料之開發與性質研究係針對可擦拭型多階/多層光碟(或稱為容積光碟，Volumetric Disk)之應用而發[4-5]。其係在兩個記錄層之間加入一層光開關層[6]，其功用為當雷射光聚焦在記錄層 1 時，光開關層之功能如同一般光碟的反射層，能使反射率顯著增加以利讀取(或吸收率增加以利寫入)，當雷射光聚焦在記錄層 2 進行讀寫時，光開關層具備高穿透之性質，記錄層 1 同時也可以保有高穿透率的性質。光開關材料須具備半導體↔金屬導體相變化(Semiconductor to Metallic Phase Transitions, SMPT)特性，其在理想的溫度範圍內，其光穿透率(Transmittance)須能呈現透明↔不透明之轉換。可能對象有釩氧化物、鈮氧化物、混價電子材料、超離子導體材料、非化學劑量比之過渡元素硫化物等[7]。本計畫以微晶玻璃為研究對象，第一年探討其製備、物理性質量測及必要之改質，分析其應用於遮罩層/光開關層之可能，隨後將研究其應用於光碟之結構、設計、訊號量測及製程整合研究。

四、實驗方法

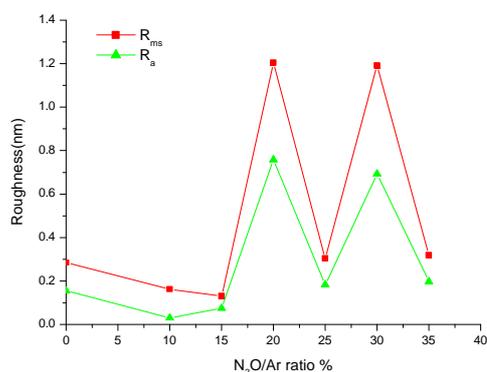
(一) ZnS 摻雜 N₂O：以長有 300 nm 之 SiO₂ 的矽單晶片為基板，在室溫條件下進行 ZnS 介電層薄膜濺鍍，N₂O/Ar 流量比分別為 0、10、15、20、25、30、35%，工作氣壓 5×10^{-3} torr，氣體總流量 20 sccm。製成的薄膜以 AFM、n&k 分析儀及微壓痕儀分別量測其表面粗糙度、折射係數及硬度，以確認能獲得最佳性質之製程條件。

(二) CdSe-SiO₂ 微晶玻璃薄膜之製備：本實驗採用濺鍍的方式來製備 CdSe-SiO₂ 微晶玻璃薄膜，靶材準備分為溶凝膠法與貼靶濺鍍法兩種，溶凝膠法係在溶凝膠法形成 SiO₂ 凝膠的過程中加入不同比例的 CdSe 粉末，經過分散、凝膠、乾燥等過程後製成 CdSe-SiO₂ 的複合靶材，再移入濺鍍系統中製備 CdSe-SiO₂ 微晶玻璃薄膜。貼靶濺鍍法則是在 SiO₂ 的靶材上，放置數片 CdSe 粉末壓製而成的薄片，藉由調整放置的位置與數目達到改變

摻雜濃度的目的。因光碟製備過程中不能加熱，故濺鍍在室溫及固定氣壓條件下進行，溶凝膠法所製作的靶材在高功率濺鍍時會有破裂的危險，故此部份的濺鍍功率固定為 50 W，實驗變數為靶材製備時之摻雜濃度；貼靶濺鍍法之實驗變數則包括濺鍍功率及摻雜濃度。濺鍍完成的微晶玻璃薄膜以 UV-Visible 光譜儀、光激發光譜儀(Photoluminescence Spectroscopy, PL)量測其吸收光譜與能隙大小，並以電子微探儀(Electron Probe Microanalyzer, EPMA)及穿透式電子顯微鏡(TEM)分析其成份與微觀結構。

五、結果與討論

(一) ZnS 摻雜 N₂O 之實驗結果：不同 N₂O 摻雜濃度的 ZnS 薄膜表面粗糙度、n&k 值(波長 633 nm)、及其對應之硬度值分別如圖 1 至 3 所示。



n&k 曲線。

圖 1 不同 N₂O 摻雜之表面粗糙度變化。

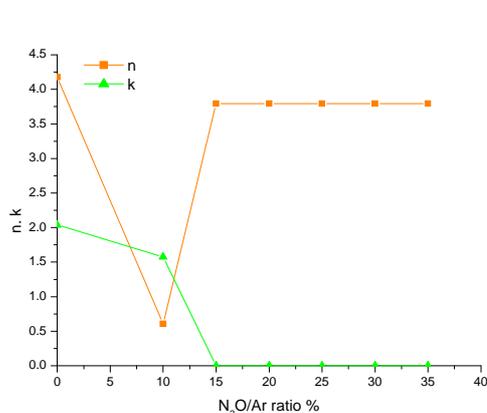
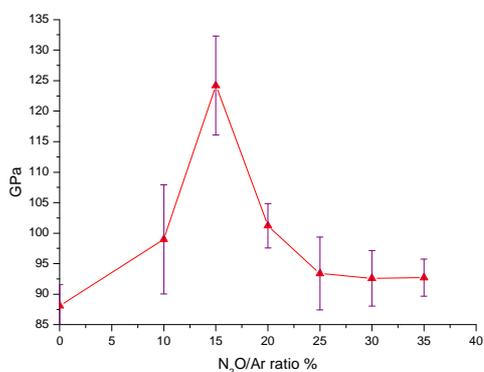


圖 2 不同 N₂O 摻雜之

圖 3 不同

N₂O 摻雜之硬度。



由圖 1 可知 15% 之摻雜以下，表面粗糙度隨摻雜濃度之變化不大，大於 20% 的摻雜濃度其表面粗糙度增加且有不規則變化；圖 2 顯示除摻雜濃度為 10% 之外，其餘摻雜濃度之 n&k 值大致相同並無變化，其光學特性大致與未摻雜 N₂O 之 ZnS 介電層無明顯差異。圖 3 顯示摻雜濃度為 15% 時，其 ZnS 薄膜具有最高的硬度值，圖 1 亦顯示此一條件之薄膜表面粗糙度亦低，故其具有較未摻雜 N₂O 之 ZnS 介電層更強的機械性質，而能提高光碟在覆寫時產生反覆的熱應力。未來擬將此一條件植入光碟製備之過程中，再以動態試驗等驗證其對覆寫能力之提升效果。

(二) CdSe-SiO₂ 微晶玻璃薄膜之製備與性質：圖 4(a)至 4(d)分別為不同貼靶面積、不同濺鍍功率的吸收光譜，其結果顯示隨著參雜濃度的減少吸收邊緣會有藍位移的現象，功率的影響則不大。

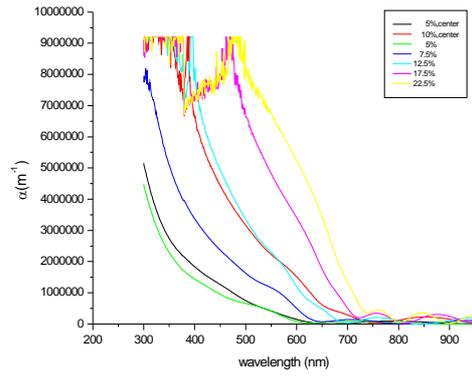


圖 4(a) 不同貼靶面積、位置的吸收光譜(濺鍍功率 150W)。

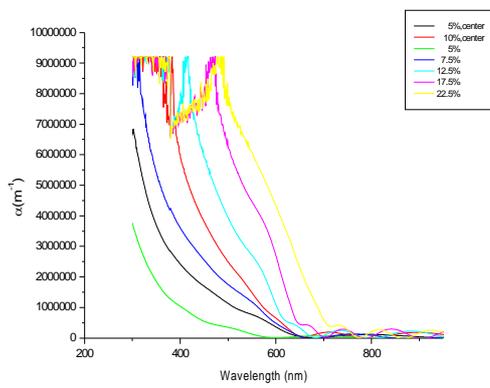


圖 4(b) 不同貼靶面積、位置的吸收光譜(濺鍍功率 200W)。

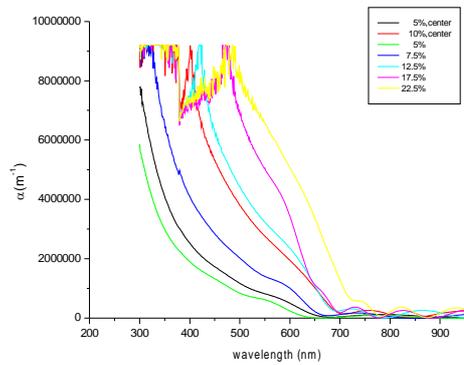


圖 4(c) 不同貼靶面積、位置的吸收光譜(濺鍍功率 250W)。

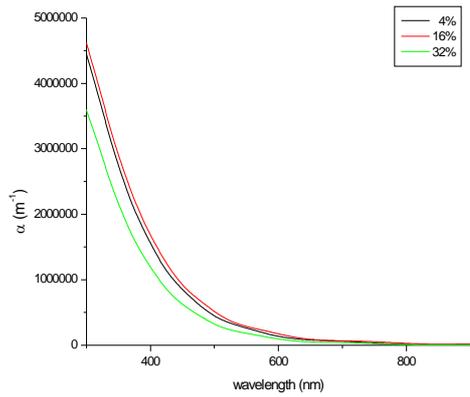


圖 4(d) 不同摻雜量之吸收光譜圖(溶膠-凝膠法製靶)。

光激發光光譜(PL)量測試片的能隙大小結果如圖 5(a)至 5(d)所示。CdSe 塊材能階為 1.74 eV、配合尺寸縮小所造成之藍位移效應(量子點)可將其能階調整至接近入射雷射光能量 1.9 eV(= 654 nm)以符合光碟之應用。實驗結果顯示摻雜濃度的降低確實會使能隙擴大。此外，由圖亦可知貼靶組在摻雜濃度大於 12.5%的樣品其能隙大小適合於量測儀器所使用的雷射波長(654nm)，另一組的能隙皆過大不適用。

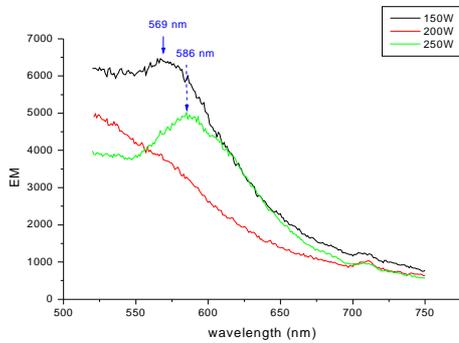


圖 5(a) 貼靶濺鍍 5%之 PL 光譜。

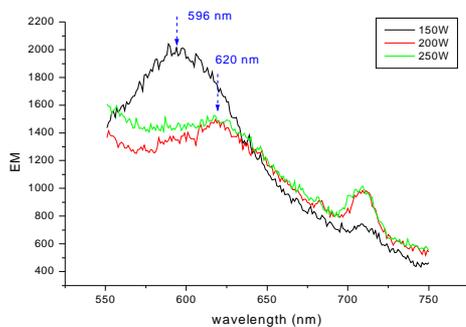


圖 5(b) 貼靶濺鍍 7.5%之 PL 光譜。

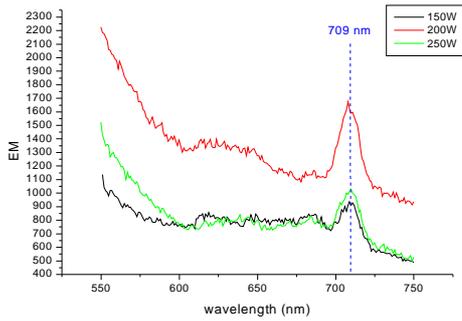


圖 5(c) 貼靶濺鍍 12.5%之 PL 光譜。

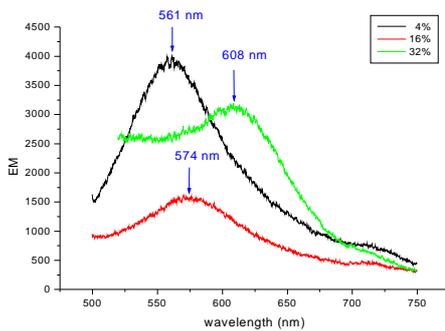


圖 5(d) 不同摻雜量之 PL 光譜(溶膠-凝膠法製靶)。

EPMA 定量成分分析目前已完成貼靶濺鍍組，其結果如表 1，其顯示隨貼靶面積增加，摻雜濃度隨之提升且 CdSe 的化學計量比偏移甚少。

表 1 CdSe 貼靶面積與試片濃度關係。

貼靶比例	Cd/Se	O/Si	CdSe(Mole%)
5%,center	1.03	2.479	24.30
10%,center	1.046	2.74	46.80
5%	0.92	2.19	18.02
7.5%	1.12	2.44	32.16
12.5%	1.04	2.54	46.85
17.5%	1.06	2.01	55.91
22.5%	1.06	2.207	6.83

圖 6 顯示貼靶濺鍍 7.5%之微晶玻璃試片中具有直徑介於 4-10 nm 之 CdSe 顆粒，繞射圖顯示其為多晶結構，故證實確實濺鍍法可製成 CdSe 微晶析出的薄膜。

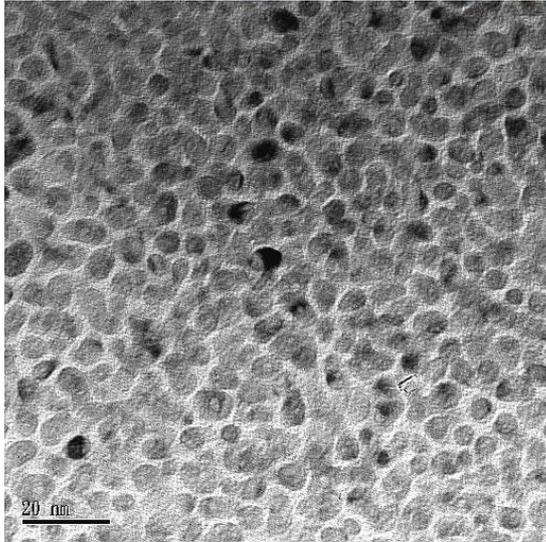


圖 6(a) 貼靶濺鍍 7.5%之微晶玻璃試片之 TEM 影像。

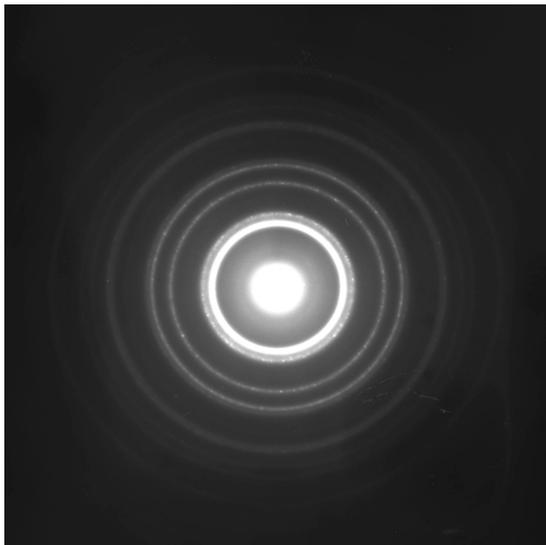


圖 6(b) 貼靶濺鍍 7.5%之微晶玻璃試片之 TEM 繞射影像。

六、參考文獻

- [1] A.B. Marchant, “*Optical Recording – A Technical Review*”, Addison-Wesley, (1990).
- [2] J.R. Liu and H.-P. D Shieh, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **37**(5A)(1998), p.L516.
- [3] J. Tominaga, *et al*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **39** (2000), p.957.
- [4] L.P. Shi, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38**(1999), p.1645.
- [5] Holster, *et al.*, “Multilayer Information Disc”, *U.S. Patent 4, 450, 553*, 5/1984.
- [6] Fung-Hsu Wu and Hang-Ping D. Shieh, *ISOM'01*, Taiwan, Th-J-37.
- [7] K.L. Lewis, *et al.*, *Mat. Res. Soc. Proc.*, **374**(1995), p.105.

