

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

微型化與全像光資訊儲存技術之開發計畫〔II〕 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2623-E-009-001-IT
執行期間：97年05月01日至98年07月31日
執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系(所)

計畫主持人：邱俊誠

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年10月13日

摘要

關鍵詞：長同調長度光源、全像光資訊儲存光源

本計畫執行國科會支援經濟部九十六年度學界開發產業技術計畫「微型化與全像光資訊儲存技術之開發」之需求設備儀器採購。在此科專計畫中，我們致力於發展以 MgO:PPLN 波導作為二倍頻轉換晶體，以近紅外雷射作為幫浦光源轉換為可見光範圍之長同調長度光源以作為全像讀寫之用途。根據計畫需求我們在國科會的經費支援下總共購買了四項儀器設備：

1. 鈦藍寶石雷射組件：用於產生高同調長度 700-1100 nm 近紅外光配合二倍頻產生器以產生高同調之可見光以做為全像讀寫之光源。
2. 掃描式 Fabry-Perot 干涉儀：用於精密量測高同調長度可見光輸出光源之光譜寬度以決定同調長度，解析度優於 10MHz。
3. 氬鎘雷射 He-Cd laser：用於產生 >100-mW 高同調長度 (~10 cm) 442 nm 藍光雷射以做為全像材料之讀寫光源及藍光微型雷射之性能校準。
4. 單光儀 Monochromator：用於大範圍(UV-NIR)精密量測高同調長度可見光雷射輸出波長及光譜分佈，解析度優於 0.025 nm。

我們至今已利用該些儀器設備產生了計畫中所需之 1064 nm、976 nm 與 808 nm 高同調基頻雷射光源、確認雷射輸出光譜寬度達到幫浦 MgO:PPLN 波導所需之光譜中心及其光譜寬度、架設全像光柵寫入系統及量測二倍頻波導輸出頻譜。我們在此感謝國科會對本計畫的支援。

I. 儀器設備採購目的

本計畫執行國科會支援經濟部九十六年度學界開發產業技術計畫「微型化與全像光資訊儲存技術之開發」之需求設備儀器採購。在此科專計畫中，我們致力於發展以近紅外雷射幫浦 MgO:PPLN 二倍頻波導，轉換為可見光範圍之長同調長度光源以作為全像讀寫之用途。由於目前全像資料儲存無標準測試設備，故各項測試功能都需由我們自行購買相關儀器來組裝。我們預計在九十五年度進行基礎研究得到一些成果後，九十六年度就需要組裝各種測試設備來證明我們的想法，而能提供認證的平台，作為將來發展相關產業時的服務平台。另外，需更高階的儀器，來進行前瞻之規劃：

鈦藍寶石雷射組件是用來組成研發更短波長(405nm)雷射光源的主要組件，將會是發展更高密度全像儲存的心臟，也是 Sony 等公司組成 HVD 聯盟制定的可能規格之一，所以，為了前瞻的規劃，本年度我們也將修正方向，投注一部份心力，進行雷射與材料的研製。以此光源來組成的測試平台，不但可提供許多資訊儲存多工原理及機構的前瞻研究，也可提供計畫中發展的材料、機構與元件的測試光源，為本研究前瞻發展更不可或缺的設備。

掃描式 Fabry-Perot 干涉儀、氦鎘雷射 He-Cd laser 及單光儀 Monochromator 是用來組成精密的高同調雷射之泵浦光源與特性測量的裝置，因為穩定的高同調雷射光源才能提供良好的全像記錄，目前穩定高同調雷射的體積都很大，不足以放入精緻碟機系統中，所以精密的測試發展中的先進精緻化雷射模組，徹底了解並掌握其特性，將是我們研究可實用的全像碟機的第一步。

以下將就本計畫所購買之儀器設備之功能與使用情況作一報告。

II. 儀器設備功能與使用情況

A. 鈦藍寶石雷射組件：

本計畫中提出以 MgO:PPLN 波導作為二倍頻轉換晶體，以近紅外雷射作為幫浦光源轉換為可見光範圍之長同調長度光源以作為全像讀寫之用途。然而在達成此一目的時高功率、高同調長度、高光束品質之半導體雷射需同時進行開發，因而無可用之光源提供測試 MgO:PPLN 波導之轉換特性量測。因此需一光源替代本計畫所開發之半導體雷射。Ti:sapphire 為輸出光譜範圍最廣之雷射，涵蓋 700-1100 nm 近紅外範圍，常用於大範圍可調波長雷射或是超快雷射，應用範圍廣泛。設計良好之 Ti:sapphire 雷射可提供穩定功率輸出且光束品質(Beam profile)良好，為測試 MgO:PPLN 波導之特性與二倍頻轉換效率之理想光源，本計畫購置 Ti:sapphire 雷射組件以提供近似繞射極限之 700-1100 nm 近紅外雷射輸出，包含計畫中所需之 1064 nm、976 nm 與 808 nm，而本雷射組件型號 TISSA-50，為 CW 與 50 fs 兩種操作模式。圖一為 TISSA-50 之外觀及內部光機及光學元件安排方式，CW 及超快模式雷射輸出中心波長 790 nm 之平均功率為 2 W，超快模式操作為 80 MHz rep. rate 之 50 fs 脈衝寬度之輸出，因此可有更高之彈性以適應期他各種應用。由於雷射本身需 532 nm 幫浦雷射，本計畫經費並不足以購置，因此目前幫浦雷射借助於其他研究團隊之 Spectra-Physics 532 nm 10 W 雷射。



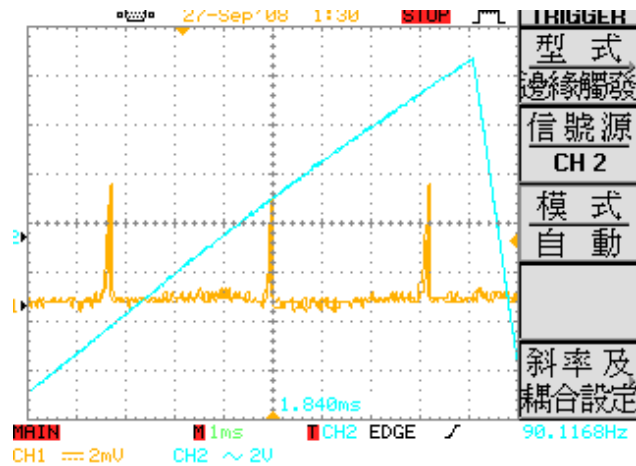
圖一、TISSA-50 Ti:Sapphire 雷射組件

B. 掃描式 Fabry-Perot 干涉儀：

本計畫中所提出以 MgO:PPLN 波導轉換近紅外高功率、高同調長度、高光束品質之半導體雷射輸出以達到高同調長度可見光輸出以做為全像儲存之微型化光源。而此近紅外半導體雷射所需具有之條件之一為高同調長度，亦即具有窄輸出光譜寬度。要量測窄輸出光譜必須具備有解晰至 pm 等級之光譜分析裝置，然而較高解析力之光譜儀、光學頻譜分析儀 (OSA) 單價過高，因此本計畫針對將要使用之波長購置 Scanning Fabry-Perot 干涉儀，為 Thorlabs SA200 系列之共焦 Scanning Fabry-Perot 干涉儀及控制器，具有 1.5 GHz 之掃描光譜範圍，相當約為 3 pm，解析度 7.5 MHz，相當約為 15 fm，因此可解析高同調長度之雷射輸出，並以此儀器配合現有之光學頻譜分析儀確認雷射輸出光譜寬度達到幫浦 MgO:PPLN 波導所需之光譜中心及其光譜寬度。目前此干涉儀由中央大學光電系鍾德元老師及陳彥宏老師共同使用。



圖二、Scanning Fabry-Perot 干涉儀

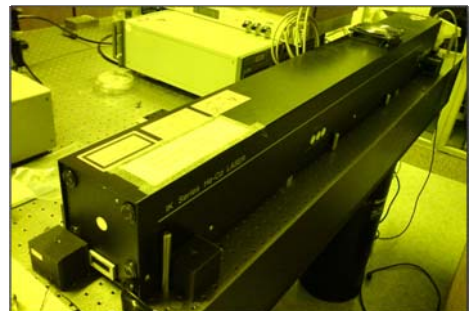


圖三、780.5 nm 單縱模 Ti:Sapphire 雷射輸出之 Scanning Fabry-Perot 掃描圖線

C. 氬鎘雷射 He-Cd laser :

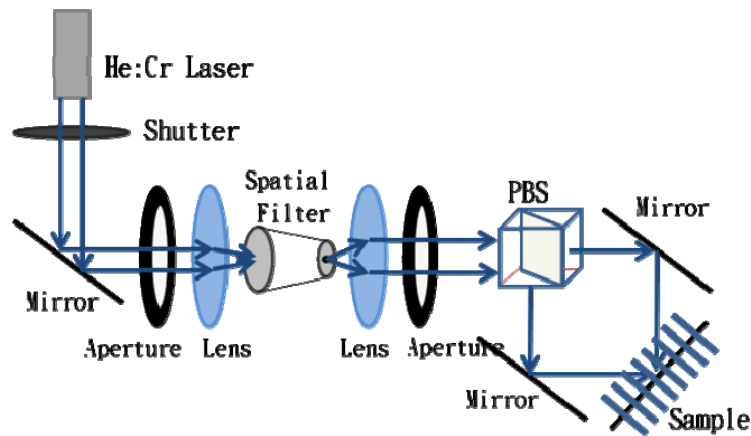
本氬鎘雷射系統用於產生 >100-mW 高同調長度 (~10 cm) 442 nm 藍光雷射以做為全像材料之讀寫光源。廠牌為 KIMMON KOHA ; 其規格如下 :

WAVELENGTH	325.0 nm / 441.6 nm
SPECIFIED POWER	30mW / 110mW
TRANSVERSE MODE	TEM ₀₀
MODE SPACING (C/2L)	113 MHz
SPECTRAL BANDWIDTH	1 GHz
COHERENCE LENGTH	30 cm
POLARIZATION	Linear, Vertical
POLARIZATION RATIO	> 500:1
NOISE (peak-to-peak)	15% / 20%
NOISE (r.m.s.)	4%
BEAM DIAMETER (1/e ²)	1.2 mm
BEAM DIVERGENCE	0.5 mrad
BEAM POINTING STABILITY	±25 μrad
(25°C constant temperature)	±12.5 μrad
WARM UP TIME (90% power)	20 minutes
POWER STABILITY	±2%/4hr.
(25°C constant temperature)	
POWER STABILITY (10°~40°C)	20%
ENVIRONMENTAL CONDITION	TEMP 10°~40°C HUMI. 90%RH
(operation)	

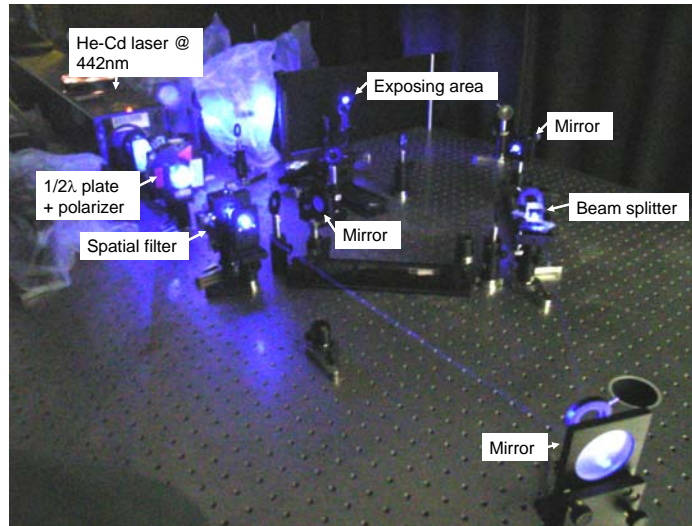


ENVIRONMENTAL CONDITION (storage)	TEMP. -10°~50°C HUMI. < 90%RH	
VIBRATION (operation)	0.25G	
VIBRATION (storage)	2G	
SHOCK (with Kimmon packaging)	20G	
DIMENSIONS	1420 X 146 X 197 mm	
WEIGHT	23.5 kg	

分布式布拉格反射器 (Distributed Bragg Reflector) 作為雷射共振鏡，相對於利用鍍多層膜於端面，可以提供更狹窄的反射頻寬，即可以擁有更單頻的雷射光源，更重要的是分布式布拉格反射器製作於晶體表面，利於與其他光學、電子等元件組合在同一塊基板上，擁有積體化的優勢。為了使雷射系統積體化、微小化，除了在 MgO:PPLN 上製作波導外，也在晶體的兩端嘗試製作出可以同時取代共振鏡或鍍膜面的功能且提供窄頻效果的共振機制。由於可以使在可見光和紅外光波段的光能做有效率的反射，所製作出的布拉格週期無法利用一般黃光微影製程做出。所以利用 He-Cr 雷射所提供的短波長干涉出的條紋來進行曝光，才可以得到較小週期的結構。本計畫我們使用該儀器進行架設全像光柵寫入系統，如圖四(a)(b)所示。從 He-Cr 雷射射出的光，利用可電腦儀控的機械擋板來控制曝光的時間。再利用物鏡和針孔濾除高階雜訊光後，以接近平行光的形式進入極化分光立方晶體(PBS)分為兩束光後相聚干涉，使得已塗佈光阻的晶體利用干涉條紋來得到較小週期(約小於 0.5 um)的結構。

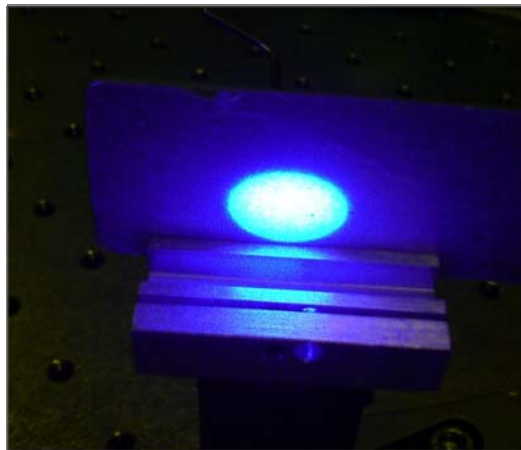


圖四(a) 氦鎘雷射全像光柵寫入系統示意圖

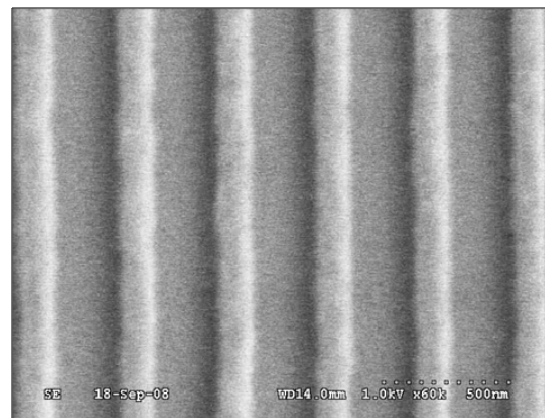
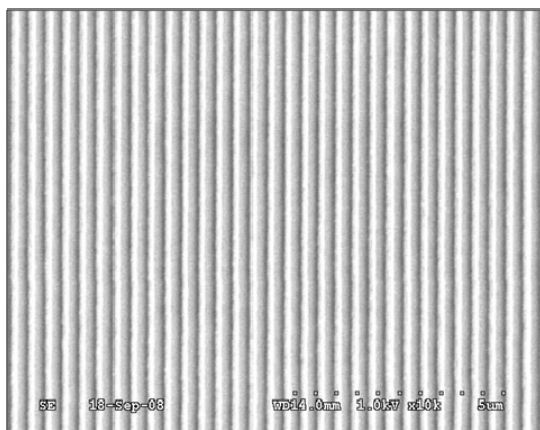


圖四(b) 氦鎘雷射全像光柵寫入系統實體拍攝圖

雙光束干涉光柵曝光如圖五所示。所曝寫出之光柵圖案之電子顯微鏡(SEM)拍攝圖如圖六所示，光柵週約為 $0.36 \mu\text{m}$ 。



圖五 氦鎘雷射雙光束干涉光柵曝光拍攝圖

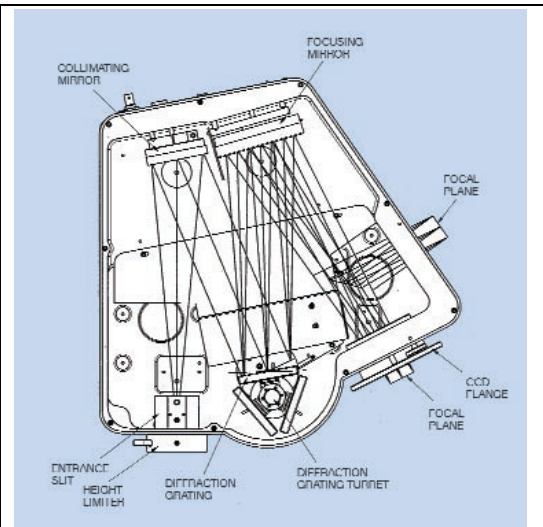


圖六 氦鎘雷射雙光束干涉曝光光柵圖案之電子顯微鏡(SEM)拍攝圖(光柵週約為 $0.36 \mu\text{m}$)

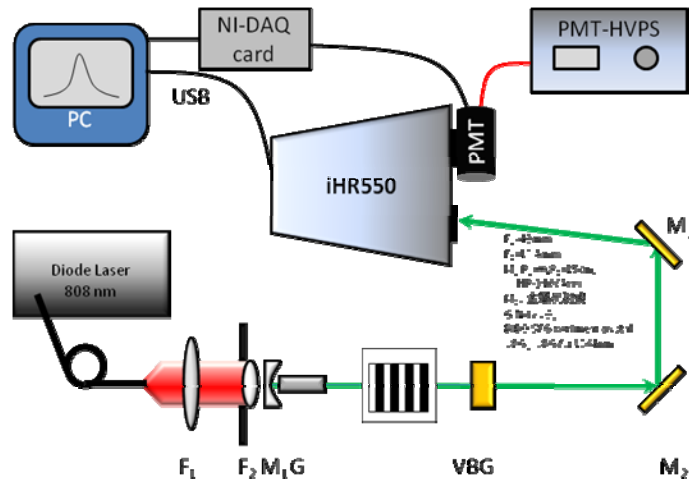
D. 單光儀 Monochromator :

本單光儀系統用於大範圍(150 to 1500 nm)精密量測高同調長度可見光雷射輸出波長及光譜分佈。廠牌為 HORIBA JOBIN YVO。此單光儀量測系統包括單光儀及轉輪光柵和光電倍增管及高電壓供應器，其規格如下：

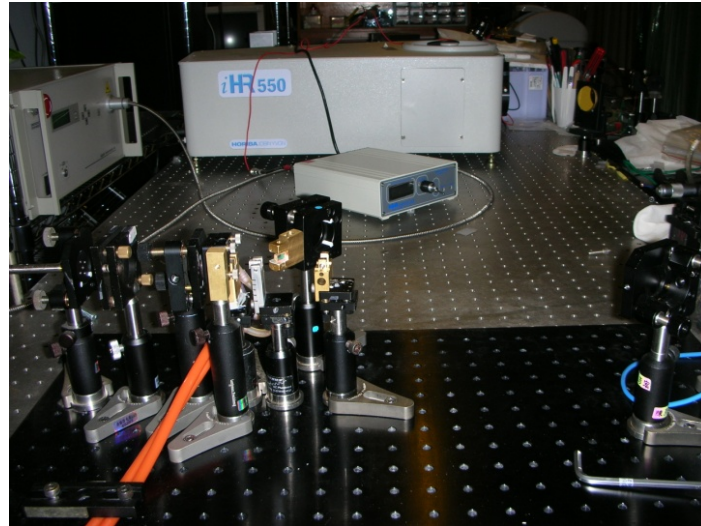
Model	iHR 550	
Focal length	550mm	
Entrance Aperture Ratio	f/6.4	
Spectral Range	150 nm to 1500 nm with 1200 gr/mm grating	
Grating Size	76 mm x 76 mm	
Number of Grating on Turret	3	
Flat Field Size	30 mm x 12 mm	
Spectral Resolution	0.025 nm	
Wavelength Position Accuracy	±0.20 nm	
Wavelength Repeatability	±0.075 nm	
Spectral Dispersion	1.1	
Stray Light	1 x 10 ⁻⁴	
Scan Speed (increasing wavelength)	159 nm/s	
Minimum Drive Step Size	0.002 nm	
Computer Interface	USB 2.0 (USB 1.1 Compatible)	
Dimensions	Length	647.98 mm
	Width	459.59 mm
	Height	192.51 mm
	Optical Axis Height	98.43 mm
Nominal Weight	28 Kg	



本計畫我們使用該儀器量測 MgO:PPLN 二倍頻雷射輸出頻譜，二倍頻雷射與 iHR550 單光儀所架構的量測光譜系統如圖七(a)(b)所示。將雷射系統產出的綠光(532 nm)利用反射鏡和適當的聚焦導入單光儀內，再利用光柵分光的原理，使得特定的波長得以被光電倍增管(PMT)偵測到並給予適當的放大，再將輸出電流的訊號傳至具備訊號處理端(美商國家儀器，Daq 卡)的電腦。另外一部分，經由單光儀本身傳送波長的訊息也傳至電腦。利用程式(LabVIEW)連續控制調變波長並整合由光電倍增管傳回的訊號後，即可得到該光源的頻譜資料。



圖七(a) MgO:PPLN 二倍頻雷射與 iHR550 單光儀所架構的量測光譜系統示意圖



圖七(b) MgO:PPLN 二倍頻雷射與 iHR550 單光儀所架構的量測光譜系統拍攝圖

III. 結論

本計畫執行國科會支援經濟部九十六年度學界開發產業技術計畫「微型化與全像光資訊儲存技術之開發」之需求設備儀器採購。根據計畫需求我們在國科會的經費支援下總共購買了四項儀器設備：

1. 鈦藍寶石雷射組件：用於產生高同調長度 700-1100 nm 近紅外光配合二倍頻產生器以產生高同調之可見光以做為全像讀寫之光源；總價 NT\$703,908。
2. 掃描式 Fabry-Perot 干涉儀：用於精密量測高同調長度可見光輸出光源之光譜寬度以決定同調長度，解析度優於 10MHz；總價 NT\$149,160。
3. 氦鎘雷射 He-Cd laser：用於產生 >100-mW 高同調長度 (~10 cm) 442 nm 藍光雷射以做為全像材料之讀寫光源及藍光微型雷射之性能校準；總價 NT\$759,748。
4. 單光儀 Monochromator：用於大範圍(UV-NIR)精密量測高同調長度可見光雷射輸出波長及光譜分佈，解析度優於 0.025 nm；總價 NT\$597,075。

我們至今已利用該些儀器設備產生了計畫中所需之 1064 nm、976 nm 與 808 nm 高同調

基頻雷射光源、確認雷射輸出光譜寬度達到幫浦 MgO:PPLN 波導所需之光譜中心及其光譜寬度(~10 pm)、架設全像光柵寫入系統(光柵週期可小於 0.5 μ m)及量測 MgO:PPLN 二倍頻雷射輸出頻譜(~15 pm)。我們在此感謝國科會對本計畫的支援。