

### (三)、寬頻光纖通訊與分布式光纖感測技術：

在非線性光纖通訊系統中，除了進行系統的設計與模擬之外，並利用自回饋增益開關控制FPLD以產生單一波長窄脈衝之光固子光源。在增益開關自回饋控制下之FPLD產生之光脈衝可具備紅啾啾 (red chirp) 或是藍啾啾(blue chirp) 甚至是無啾啾 (unchirp) 之轉換極限之現象。在光次載波技術研發上，完成單一頻道 OSSB 調變技術之驗證。進行 4 個 2.5 Gb/s OSSB 頻道之光發射機製作及其驗證，其頻道之間距小於 10GHz 時仍可傳輸超過 100km。新型光纖光柵元件製作技術上，完成可以模擬光纖光柵特性的分析程式，及對預先給定的反射或透射頻譜來反推所需之折射係數改變量的大小分布的設計程式。發展出 Truly Apodized 光纖布拉格光柵的新型製作技術，可以製作出符合 DWDM 應用需求的光纖布拉格光柵元件。完成雙光束干涉式精密光纖光柵曝製系統之設計。從分布式光纖感測技術中，發展出一套基於BOTDR之光纖感測系統，可同時分佈式量測溫度與應變，標準單模光纖之量測範圍可遠達 9500m，空間解析度可小至 20cm，溫度解析度可小至 1°C，這種精確度應該是目前世界上最好的結果。

### (四)、光儲存科技：

在光學超解析法 (Optical super resolution) 上，利用光碟片材料的強烈非線性特性，以入射雷射光束的熱，開啟一個小於 "繞射極限" 的讀出孔徑 (detection aperture)，用以讀取小於繞射極限的記號，因而提昇光碟片的密度及容量。配合了 GMR 磁頭的應用，其記錄密度可達到 100 Gb/in<sup>2</sup>，甚至 1 Tb/in<sup>2</sup> 高記錄容量之需求。並以摻雜 (Doping) 技術加入光碟之濺鍍製程中，做為光碟多層結構機械性質提升與記錄層晶粒之細化方法，從而提升相變化光碟的覆寫性質。在近場光學儲存上，探討飛行讀寫頭與空氣動力飛行機制特性。並且發展了滑動模式為基礎的學習控制，而完成結合感測結構的微探針掃描系統。在三度空間光儲存上，以多層記錄層為主軸，在同一雷射光焦深內，形成多階 (multi-level) 記錄，並使用多層薄膜矩陣光學瞭解能量分配的關係，進行雙層「DVD-RAM」的設計及製作。

以下請各位負責的教授們，針對這四個計劃做一簡介。

## 光子工廠

### 光電卓越計劃之一

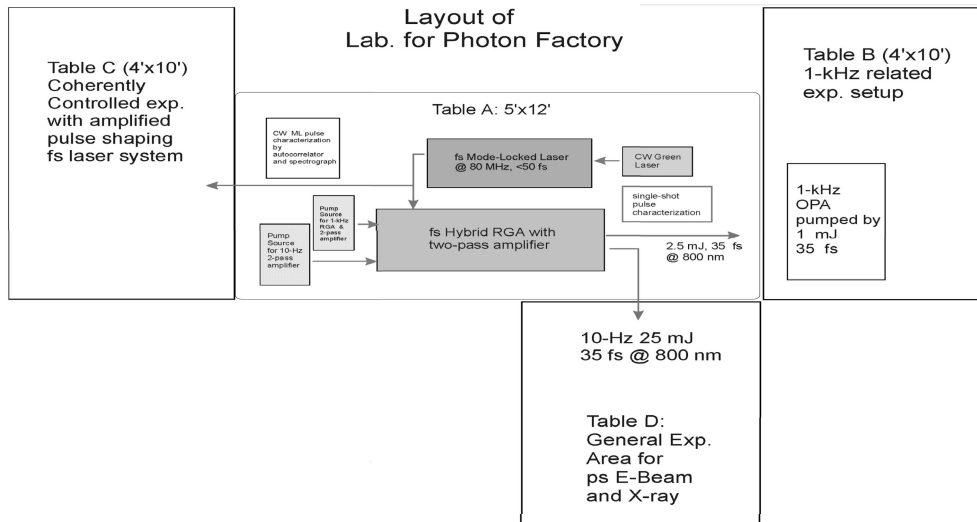
黃中堯

光子工廠(photon factory)開放實驗室之設置目的，旨在加強本校先進雷射與光電基礎科技的研究架構，以因應未來發展的需求，建立本校成為世界級的雷射與光電研究中心。基於此一理念，光子工廠內所進行的研究包括下列三大方向：

#### (一) 先進雷射科技的發展(光源方面)

新材料與元件的發展愈來愈重視其微觀結構( $\mu\text{m}$  nm)的有效控制，因此對材料結構與性能的研究必須更為緊密有效。雷射不但在光通訊與資料顯示儲存方面極為重要，在材料與元件的研究方面亦將扮演關鍵性的角色。

光子工廠之主要設備為脈寬短於 35 fs ( $1\text{ fs}=1\times 10^{-15}\text{ second}$ )之雷射平台。加上波長延伸裝置，本系統輸出波長範圍可涵蓋 350nm 至 12  $\mu\text{m}$ 。光子工廠實驗室面積 50 坪，具 100-10000 級潔淨室工作環境。配置如圖一所示。



圖一、光子工廠配置

本設施將提供個人計畫無法實現的最先進設備。大幅加強參予人員進行研究和擬訂科研題材的前瞻性。

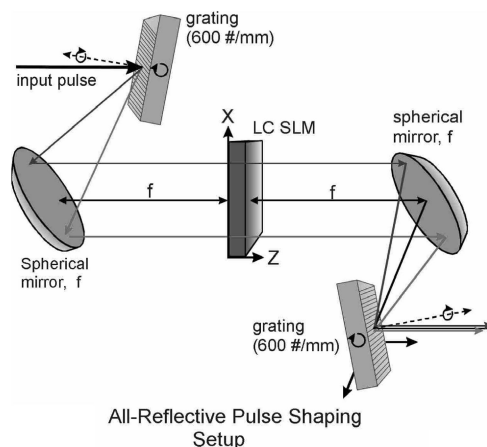
光子工廠的基礎設施今年已提昇至 1 TW (25 mJ, 30 fs, 10 Hz)。我們將擴展飛秒雷射的泵探 (pump-probe) 技術至雷射激發-X光探測、雷射激發-電子束探測、和雷射激發-兆赫茲輻射探測等技術以密切支援光電材料與元件之基礎研究。

(二) 具時間、空間、和能量解析功能的光學診斷分析技術的發展與應用(光訊號偵測分析)

為有效配合光子工廠之前瞻性應用，在光訊號分析診斷方面將著重下列項目：

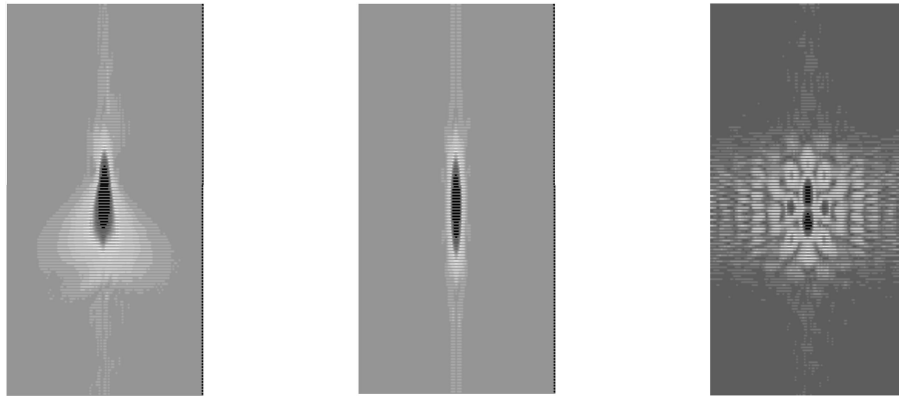
(2A) 光波合成技術(optical synthesizer)之發展與應用

同調控制飛秒雷射脈衝合成技術(coherent control femtosecond optical synthesizer)基本上為光脈衝整形技術(pulse shaping)之應用。光脈衝波形和相位可加以精確設計以調控光與物質交互作用的詳細過程。圖二所示為以一光空間調制器(LC SLM)所組成之光波合成器示意圖。



圖二光波合成器示意圖

其光波整形之效果如圖三所示。在水平方向表時間，垂直方向表波長之二維表示圖上可見已色散變形之光脈衝(圖三(a))可重新整形(三(b))或轉變成多脈衝形式(三(c))。



圖三：(a) 已色散變形之光脈衝 (b) 重新整形之光脈衝 (c) 多脈衝形式

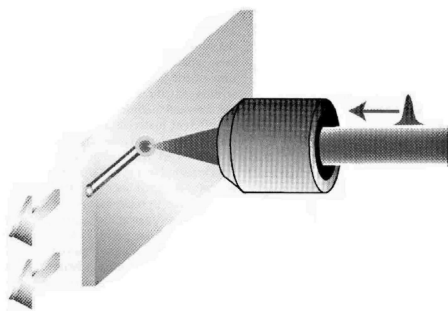
此光脈衝波形合成技術可用以實現材料量子態控制(control of quantum states)、調變化學反應能量障壁以控制化學反應方向、或分離手徵性分子(chiral molecules)混合物(racemate)。因此是極具應用價值的前瞻性科技發展。因此許多重要的科研題材如光脈衝的非線性傳輸現象與交互作用、晶體材料和缺陷之電子結構/光學特性、奈米結構材料之光學特性、電子-聲子耦合、機械和熱傳導等效應之研究都可在光子工廠內進行。

(2B) 飛秒近場光譜顯微術與量子結構光電子材料元件之光激動態學

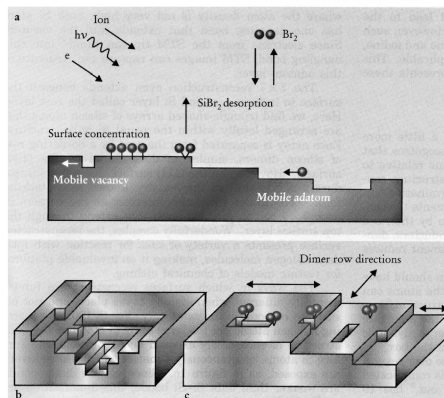
飛秒雷射具備極強的瞬間功率，可驅動材料至高度非線性反應區域。因此可用以探討一般線性反應過程無法亟及的材料電子結構。近場光學顯微術具備50 nm的空間解析度和光譜分析功能。結合多波長飛秒雷射系統和近場光譜顯微術可實現具時間( fs)、空間(50 nm)、和能量解析(meV)等多功能光學診斷分析技術的理想，在奈米光電材料元件領域開創新科研成果。

(三) 飛秒雷射的先進薄膜製備與微加工技術的研究與應用(工具方面)

飛秒紫外雷射脈衝具備將高能量(>3 eV)的光子集中於數飛秒極短暫時間內的特性，因此可精



圖四、飛秒雷射微加工技術示意圖



圖五、飛秒雷射輔助薄膜製備示意圖

確地打斷化學鍵結、結合或移除原子。可用於微機械元件加工(圖四)或在常態不易實現的新材料的合成(圖五)。也可從量子態控制改進薄膜製備、以高強度的飛秒光束操控鐵磁/鐵電薄膜的自發磁化/極化區域反轉、非結晶形態之半導體薄膜的再結晶與摻雜原子的再活化等技術之發展。

上述三項先進技術的發展和相關基礎研究，除提供更有效的光源和分析工具外，進而可更精確的掌控材料性質修正，以建立高速資訊時代資料傳送、切換、顯示、存取所必具備的尖端材料基礎研究。

## 尖端光電材料與元件

### 光電卓越計劃之二

謝文鋒

光電元件是超高速、高密度和高解析度資訊處理系統最主要的零件。這些系統包括光儲存系統、高解析度和高亮度顯示系統、微光機電系統和光通訊系統。因此本計畫著重在強化現有的研究成果，研發特殊有潛力和開創性的光電材料與元件。使用創新的方法成長、處理和整合光電材料開發新型元件以達成系統應用之目標。創新材料生長技術將使用簡單、彈性和相互污染少的雷射輔助MBE和氣體源-MBE系統代替MOCVD技術來成長氮化物III-V族材料和結構。創新元件製程技術包含准分子雷射蝕刻，超快超強雷射材料處理等深入研究且發展為雷射製造技術。我們將研發出整合微光機電技術，開發新奇的藍綠光微腔雷射，和研究單電子和單光子量子元件結構之量子資訊處理(quantum information)之嶄新時代技術。研究主題包含：(1)紫藍光材料特性與元件研究，開發尖端寬能隙半導體作為藍光和紫外雷射，如氮化-III族及II-VI族半導體研製雷射。(2)先進面射型雷射和光電集成技術，用於高數資訊處理、光連接。(3)微光機電技術作為光連結、微型雷射掃描器、精靈畫素(smart pixels)和感測器等。(4)新奇光電材料、結構及量子光電元件物理研究，提供精小、高效率、高密度、高速度及低耗能之元件。(5)利用克爾效應波導，如液晶或摻半導體微晶玻璃光波混頻，分頻多工可達頻寬104GHz之快速高密度光通訊。研究成果可應用於其他子計畫之研究中，其以其他子計畫之關聯如下圖。

