

第三章 鉈原子 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2,3/2}$ 光譜實驗裝置

3-1 實驗架設

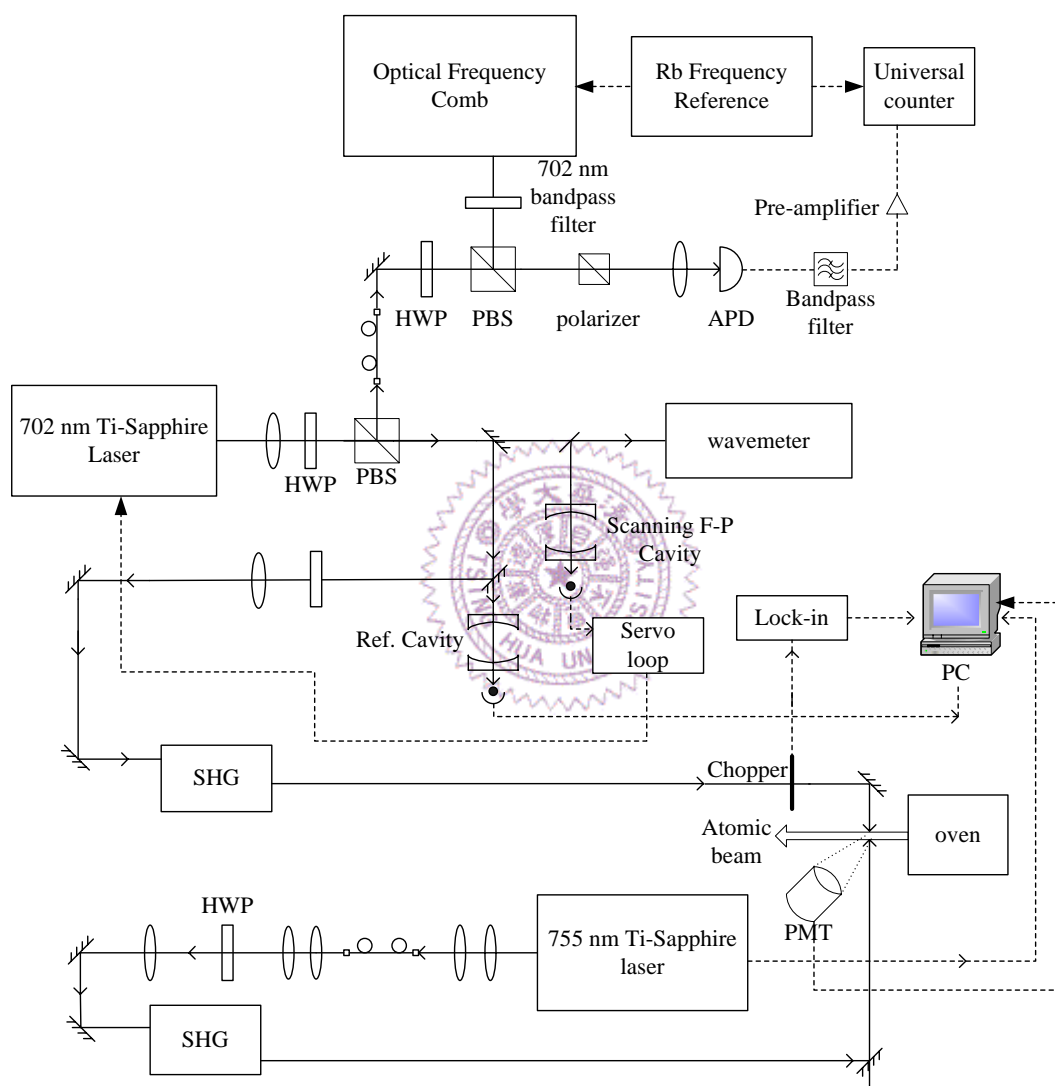


圖 3.1 實驗裝置圖

圖 3.1 為鉈原子 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2,3/2}$ 光譜量測裝置圖。鉈原子束由加熱爐噴出後經狹縫準直，兩道紫光（波長分別為 377 nm—optical pumping 用 與 352 nm—量測光譜用）光路重合打在鉈原子束上，鉈原子放出的螢光經由 PMT(photo-multiplier)

收集後再經 Lock-In 解調得到螢光信號。704nm 的紅光光路在進入 SHG 共振腔前有少部分光經 PBS 分出，此分出之光經光纖送至飛秒光頻梳量測絕對頻率。

3-2 雷射光源與倍頻共振腔

進行鉍原子 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2, 3/2}$ 能階躍遷的量測需要兩道紫光，其中一道光波長為 377 nm，另一道光波長為 352 nm。波長 377 nm 的紫光是作為 optical pumping 用，將鉍原子從 $6P_{1/2}$ 能階激發到 $7S_{1/2}$ ，在 $7S_{1/2}$ 能階的鉍原子將有部分比例會落到 $6P_{3/2}$ 的準穩態上。352 nm 的紫光是量測 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2, 3/2}$ 能階躍遷用，在實驗中與波長 377 nm 的光重合。377 nm 與 352 nm 紫光的光源都是 Ti-Sapphire laser 產生的紅光經倍頻共振腔倍頻而得，377 nm 的光源是由施宙聰老師實驗室的 Ti-Sapphire laser (Coherent MBR-110 Ti-Sapphire) 經光纖引來，352nm 的光源是本實驗室的 Ti-Sapphire laser (TIS-SF-07, TekhnoScan) 提供。倍頻共振腔的構造如圖 3.2 所示，一個大小 $3 \times 3 \times 10 \text{ mm}^3$ 布魯斯特切面 (Brewster cut) LBO 晶體置於一迴路共振腔內。LBO 晶體位於兩面曲面鏡中間，晶體放置在一個三維可調的平台上，雷射光的腰帶位置即位在晶體的中央位置。在進入迴路共振腔前紅光會先經過透鏡把雷射光調成平行光與適當的束徑尺寸 (spot size)，如此一來才能達成倍頻的相位匹配 (phase-matching)。倍頻共振腔的伺服迴授系統是利用 Hänsch-Couillaud 的技巧達成 [17]。進入 377 nm 倍頻共振腔的紅光功率約為 200mW，出紫光約 0.2mW。進入 351 nm 倍頻共振腔的紅光功率約為 100mW，出紫光約 10 μ W。

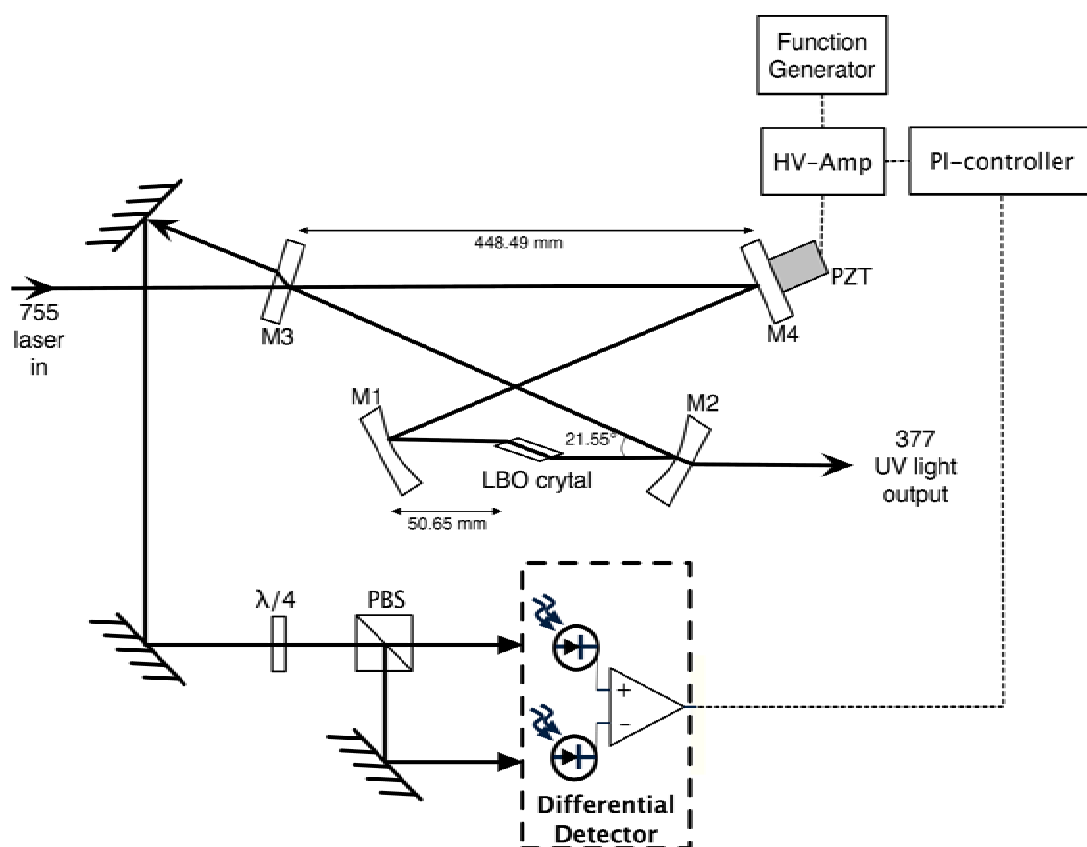


圖3.2 倍頻共振腔構造

元件	特性描述
M1	BK7 curved mirror , Dia. 12.7×6 mm , ROC 100 mm , HR 740-770 nm , $R > 99.5\%$
M2	FS curved mirror , Dia. 12.7×6 mm , ROC 100 mm , HR 740-770 nm , $R > 99.5\%$, HT/AR 370-385 nm , $T > 80\%$
M3	BK7 flat coupler , Dia. 12.7×6 mm , AR/R = $97 \pm 0.5\%$ 740-770
M4	BK7 flat thin mirror, Dia 12.7×1 mm, HR@740-770 nm, $R > 99.5\%$.
$\lambda/4$	Quartx retardation plate, multi order, AR/AR@755 nm

表 3-1：倍頻共振腔內之元件與性質

3-3 鉈原子束與真空腔

實驗用的鉈原子束是利用真空腔內的加熱爐把鉈原子加熱至液態後產生鉈原子蒸氣，這些氣體鉈原子再經由加熱爐的小孔噴出，之後再經過一小孔準直形成原子束。加熱爐在前後兩端各自纏繞加熱絲，前端溫度維持在約 430°C ，後端（靠近氣體原子出口端）溫度維持在約 460°C 。降溫時前後兩端也都維持一定溫差約 $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，讓後端比前端溫度高，避免降溫後鉈原子凝固在洞口。加熱爐洞口直徑為 2mm ，之後再通過的小孔直徑也為 2mm ，兩小孔相距約 5cm 。真空腔內的氣壓值約為 10^{-6} torr ，偵測螢光的 PMT 前有放置 352nm 的濾波片 (filter) 用來濾掉背景光雜訊。

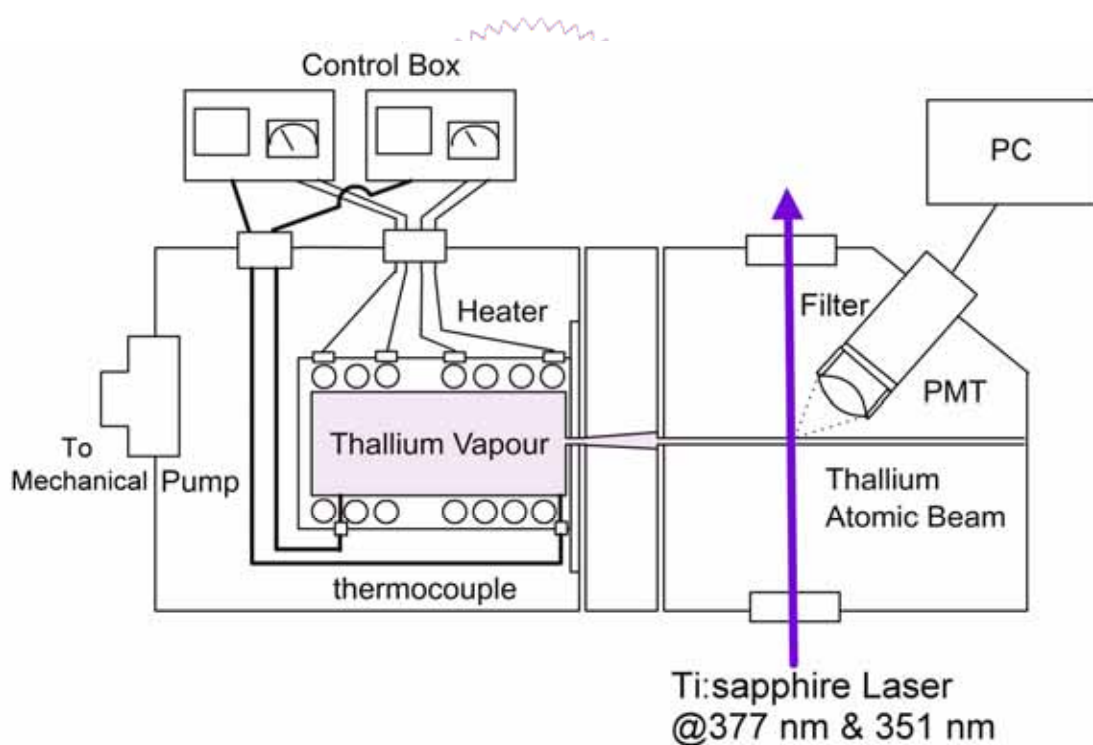


圖 3.3 真空腔內部構造

3-4 飛秒光頻梳

本實驗所使用的飛秒光頻梳是由施宙聰老師實驗室所架設，圖 3.4 為其裝置圖。飛秒光頻梳的光源為一台飛秒鎖頻雷射（Giga Jet 20, Giga Optics），雷射腔長為 30 公分，其脈衝重複率 f_{rep} 為 1GHz，脈衝寬度小於 30 fs。此外一條光子晶體光纖（photonic crystal fiber）將飛秒雷射頻譜拉寬且涵蓋一個八度音（octave），即高頻部分為低頻部分的兩倍，之後採用 self-reference 干涉法 [18] 得到 f_0 (offset frequency)。鎖住脈衝重複率 f_{rep} 的方法是將一小部分的雷射信號送入頻率相乘器（frequency mixer），同時由一 RF 信號產生器送一參考信號給頻率相乘器，之後再由頻率相乘器輸出一低頻信號至鎖相回饋線路（phase lock loop），鎖相回饋線路送信號給 PZT 去改變雷射腔長達成鎖頻。

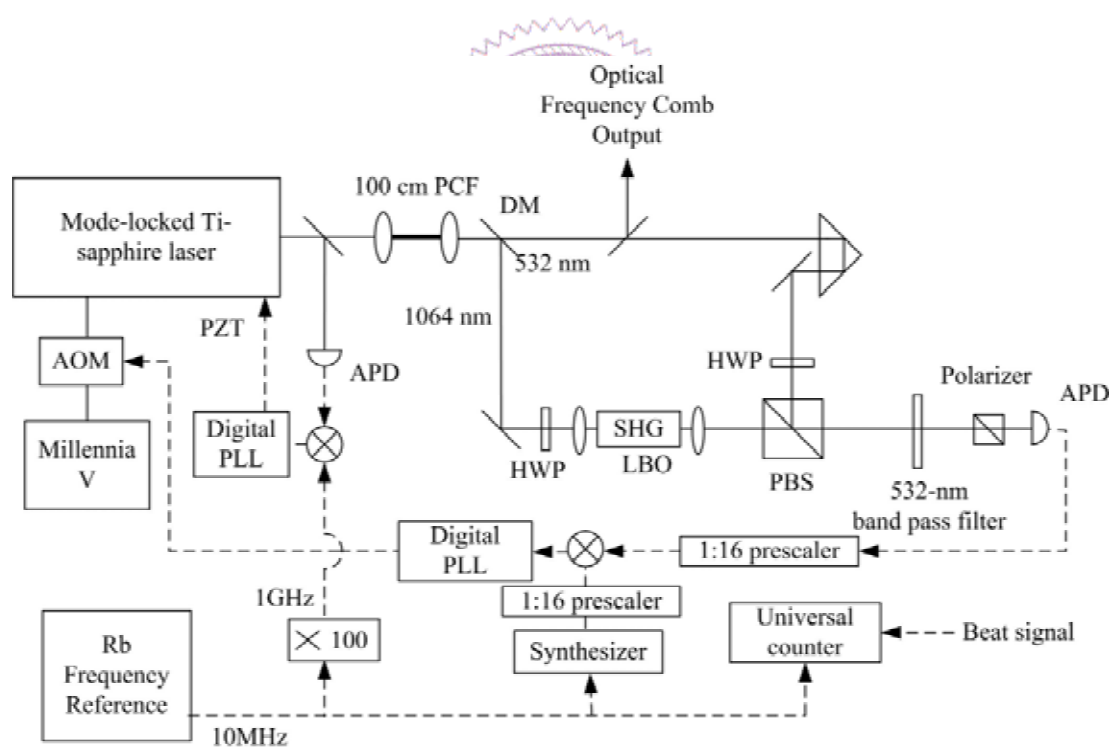


圖 3.4 飛秒光頻梳裝置圖