

實驗五 邁克森干涉實驗

一、目的：

藉由本實驗觀測光波干涉現象，與透過干涉條紋計算光源波長。

二、原理：

觀測光波干涉方式可大致分為兩類：一類為波前分割，另一類為振幅分割，而麥克森干涉屬於後者。原理概要為：光束經過分光鏡，使其一部分反射，一部分透射，兩光束保有原入射光截面寬度，但強度減弱。分開後的光束反射後再度會合，倘若兩光束因路徑產生光程差，導致其相位不同，則會觀測到干涉現象。

配置概如圖 1，包括雷射(Laser)、透鏡(L)、拋光鏡面(M)、分光鏡(G)與屏幕(S)。雷射光束經透鏡聚焦後，打在分光鏡(G)上，使光束部分反射與部分透射，形成兩道強度相同的光束。兩道光束各自經拋光鏡面(M1 與 M2)反射後，再度會合於分光鏡上。倘若兩光束有光程差，則會產生干涉現象。

以上所描述的光程差，來自於分光鏡分別到兩拋光鏡面的距離差值。倘若距離差值為 d ，則路徑差為 $2d$ ，如果 $2d$ 為入射光波長的整數倍，應為建設性干涉；因光束經鏡面反射有一夾角，所以光程差應為 $2d \cos \theta$ 。

因此其亮環滿足方程式

$$2d \cos \theta = m\lambda, \quad m \in N$$

如果只觀測中心點，即 $\cos \theta = 1$ ，可以得到

$$2d = m\lambda$$

假設調整螺旋測微器前，其讀數為 d_1 ，則其遵守

$$2d_1 = m_1\lambda$$

旋轉螺旋測微器後，其讀數為 d_2 ，則其遵守

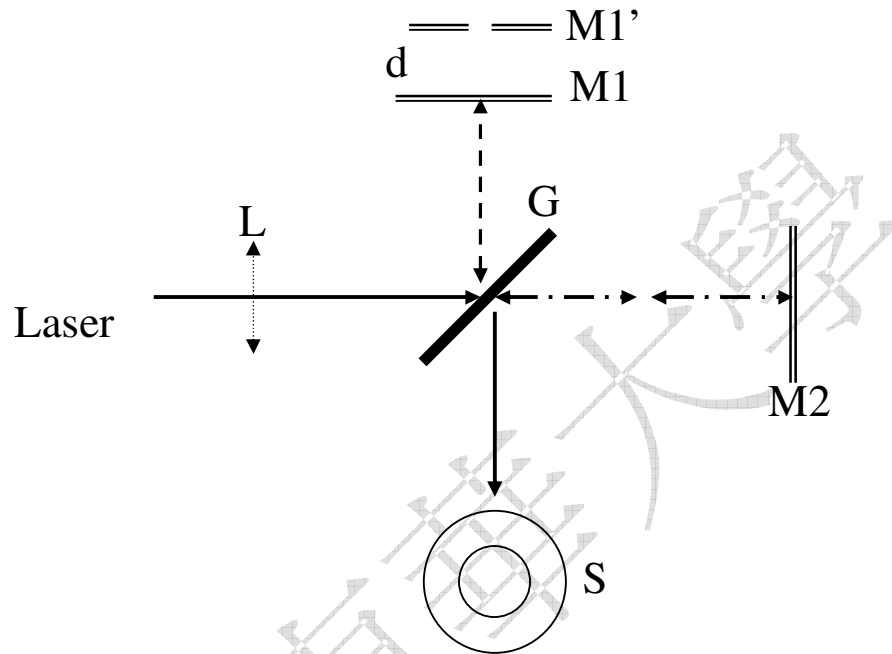
$$2d_2 = m_2\lambda$$

將上述兩式相減可得，

$$2(d_2 - d_1) = (m_2 - m_1)\lambda$$

而上式 $d_2 - d_1$ 為螺旋測微器改變量 (Δd) 與干涉條紋改變量 (Δm) 略作整理，便可得光源波長為：

$$\lambda = \frac{2\Delta d}{\Delta m}$$



圖一 麥克森干涉儀器配置簡圖

三、儀器：

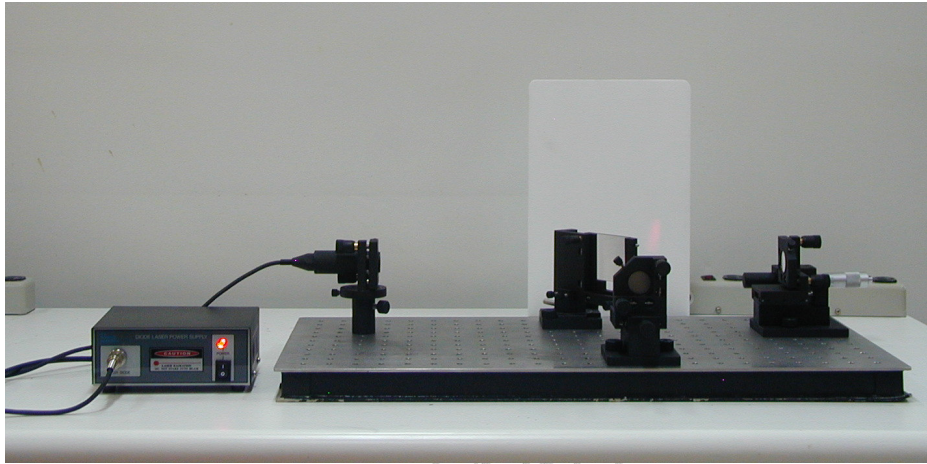
屏幕*1、雷射*1、分光鏡與鏡架*1、拋光鏡面*2、透鏡*1、光學台*1、線性移位器*1、旋角移位器*1、元件座*2、螺絲*8。

注意事項：

1. 光學元件請小心取用，勿接觸鏡面；如有髒污請告知助教，切勿用一般面紙自行清潔。
2. 請注意雷射輸入電壓為 110V，並請開啟雷射達 15 分鐘以上，方才進行實驗。
3. 請勿將雷射光束直射眼睛，以避免造成傷害。
4. 屏幕與分光鏡距離最好達數公尺以上，干涉條紋將較為清晰可辨。

四、 步驟：

1. 請將儀器如圖二配置，建議校正光路方式為：
 - a. 架設雷射，並利用鏡面 M2 校準光路。
 - b. 架設分光鏡配件、拋光鏡面 M1 配件與屏幕。
 - c. 調整分光鏡角度成 45 度，並微調鏡面，使屏幕上兩亮點接近重疊。
 - d. 微調 M1，使屏幕上出現干涉條紋。



圖二 實驗裝置圖

2. 請細心調整光路，盡量使干涉條紋成同心正圓。
3. 紀錄螺旋測微器刻度，而後慢慢轉動測微器，直到干涉條紋收縮或放出 5 個以上條紋時，方才紀錄讀數；此兩讀數差值，即為 Δd 。
4. 重複上述步驟 2，求取雷射光波長平均值與誤差值。
5. 請觀察干涉條紋與 d 值關係。

五、 問題：

1. 分光鏡為在其中一面鍍上薄薄金屬層的玻璃片，因此一面可以透射與反射，另一面只能進行反射。因此兩光束之一將會通過分光鏡三次，另一道則只會通過一次，倘若要擺入與分光鏡相同厚度、折射率相同的玻璃片進行光學補償，試問放置的位置與角度？
2. 在雷射與分光鏡間擺上透鏡目的為擴展光源，但卻會造成光束非平行光（儘管影響可以忽略），但若要修正此項問題，該再加入何者？其擺放位置與該注意哪些細節？
3. 若想利用本實驗測量未知玻璃折射率，該如何設計實驗？（簡述想法即可，無須詳列步驟）

六、討論：

