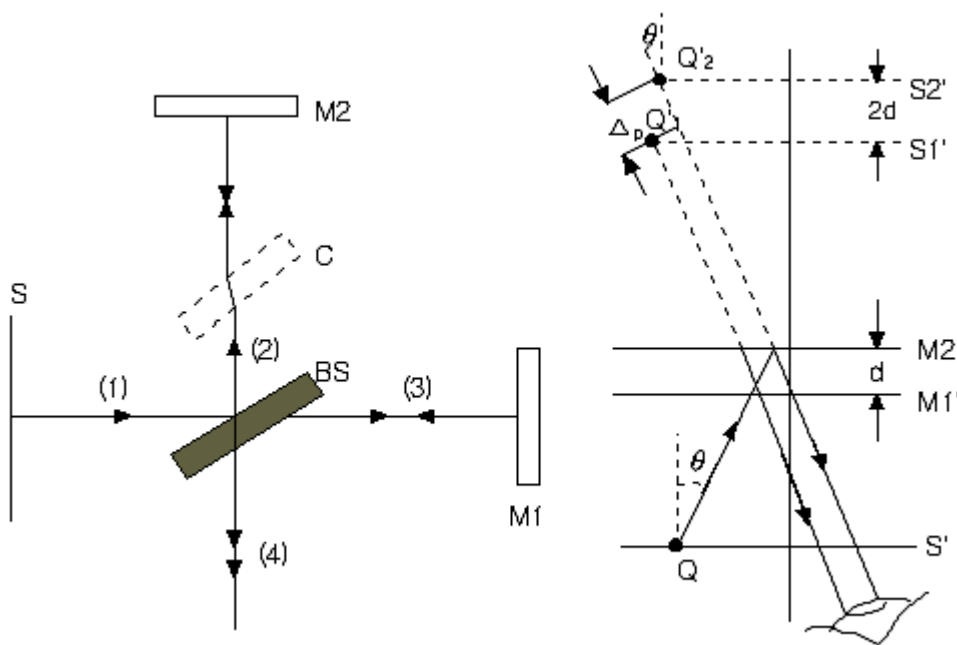


## Michelson-Moley 간섭계

### 1. 실험목적

Michelson interferometer의 원리를 이해하고 이를 이용하여 Laser beam의 wavelength를 측정한다.

### 2. 실험원리



<그림1> Michelson-Moley 실험 개략도

<그림2>

angular frequency가 같고 amplitude와 phase가 다른 두 wave가 임의의 한 점에서 간섭 (interference)을 일으킨다면, 그 지점에서의 wave는

$$y = a_1 \sin(\omega t - a_1) + a_2 \sin(\omega t - a_2) \text{ -----(1)}$$

와 같이 기술된다. 위의 식을 다시 표현하면,

$$y = A \sin(\omega t - \delta) \text{ -----(2)}$$

$$(\text{단, } A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos\delta, \delta = a_1 - a_2)$$

Michelson interferometer에서 입사된 beam은 반도는 유리판(half-silvered glass plate) BS 에서 amplitude가 반으로 나뉘어 진 후 두 mirror  $M_1$ ,  $M_2$ 에 의해 반사되고 다시 유리판을

지나 detector에 도달하여 간섭현상을 일으킨다.(그림1) 만약 실제 mirror  $M_1$ 이 유리판에서의 반사에 의해 형성된 virtual image  $M_1'$ 으로 대체된다면 Q점에서의 real light source는  $Q_1', Q_2'$ 두 점에서의 virtual light source를 형성한다.(그림2)

만약  $M_1', M_2$ 를 지나는 두 beam의 amplitude가 같다면 ( $a_1 = a_2 = a$ ) 도달하는 빛의 intensity는

$$I \sim A^2 = 4a^2 \cos^2 \delta/2 \text{ -----(3)}$$

이고, 두 mirror에서 반사된 빛의 optical path difference  $\Delta$ 와 phase difference  $\delta$ 는

$$\Delta = \Delta_p + \Delta_r = 2d \cos \theta + \lambda/2 = (m + \frac{1}{2})\lambda \text{ -----(4)}$$

$$\delta = k\Delta = (2\pi/\lambda)\Delta \text{ -----(5)}$$

와 같이 나타낼 수 있다. (단,  $\Delta_r$ 은 beam (2)가 유리판과 mirror에서 두 번의 외부반사를 하지만 beam (3)는 한 번의 외부반사와 한 번의 내부반사를 하는 것에 기인한 path difference이다.)

식 (4)로 부터

$$2d \cos \theta = m\lambda \text{ (m = 1, 2, ..... dark fringes)-----(6)}$$

를 만족한다.

만약 간섭무늬의 중심이 어둡게 나타날 때 fringe 중심에서 식 (6)은

$$m_{\max} = 2d/\lambda \text{ -----(7)}$$

와 같다.(단, fringe 중심에서  $\theta = 0$ )

만약 mirror를  $\Delta d$ 만큼 움직였을 때 무늬가  $\Delta m$ 만큼 움직였다면 식 (7)은

$$\Delta m = 2\Delta d/\lambda \text{ -----(8)}$$

가 된다. 그러므로 만약  $\Delta d$ 와  $\Delta m$ 을 알 수 있다면 위 식을 이용하여 source의 wavelength를 구할 수가 있다.

### 3. 실험 방법

(i) <그림1>과 같이 실험 장치를 한다. 단, 실험 시에 입사 beam과 유리판 사이에 삽입되는 lens는 입사 beam을 focal point에서의 light source으로 생각하게 할 수 있게 하여, detector 위치에서 간섭 ring을 나타나게 하는 역할을 한다.

(ii) 보다 많은 간섭무늬를 얻기 위해 interferometer의 두 mirror를 먼저 조정해야 한다. 이를 위해서는 우선 lens를 제거한 후 반도는 유리판에 Laser beam을 비춘다. 그런 다음, 한 쪽 mirror에 있는 두 개의 screw를 적절히 조정하여 screen에 비친 두 개의 상이 일치하도록 한다.

- (iii) (ii)의 과정 후 lens를 다시 설치한다. 이 때 screen에 비친 상이 lens가 없을 때보다 커지고 또, 간섭무늬가 관찰될 것이다.(band형 또는 circle형)
- (iv) 좀 더 주의 깊게 screw를 움직여서 간섭무늬가 동심원이 되도록 조정한다.
- (v) 한 쪽 mirror에 있는 micrometer screw를 돌려서 간섭무늬의 중심이 어두운 무늬가 나타나도록 조정한다. 그리고, 그때의 micrometer screw의 초기위치를 읽는다.
- (vi) 다시 micrometer screw를 조심스럽게 돌려보면 중심에서 어두운 무늬가 반복해서 나타난다. 이 때 반복해서 나타난 횟수가 식 (8)에서  $\Delta m$  값이다. 그리고, 변화된 micrometer screw의 눈금을 10으로 나눈 값이 mirror가 움직인 거리  $\Delta d$  이다.
- (vii)  $\Delta m$  을 변화시키면서(예를 들어 50, 100, 150, ...) 각각의 경우  $\Delta d$  를 구하고 식 (8)을 이용하여 source의 wavelength를 구한다.