

光学実験第二回レポート

実験日時 5/30 (13:00~16:00)

1. 目的

レーザーを平行に飛ばしビーム径を拡大させること。今回の実験では平凹レンズと平凸レンズを使用。

2. 実験器具

He-Ne レーザー(波長 : 633nm) 1台
平凸レンズ(D=50mm, f=200mm) 1枚
平凹レンズ(D=25.4mm, f=30mm) 1枚
アパーチャー 2台
ステアリングミラー 2台

3. 実験手順

実験装置の概略図を図1に示す。

- ① まず、ステアリングミラーを用いてビームの高さを 195mm に設定する。
- ② アパーチャーに通しビーム径を 1 mm とする。
- ③ 凹平レンズによりビーム径を拡大させていく。
- ④ 凸平レンズを適当な位置に置き、ビーム径を再び一定にする。
- ⑤ 凸平レンズ通過後のビーム径を測定する。

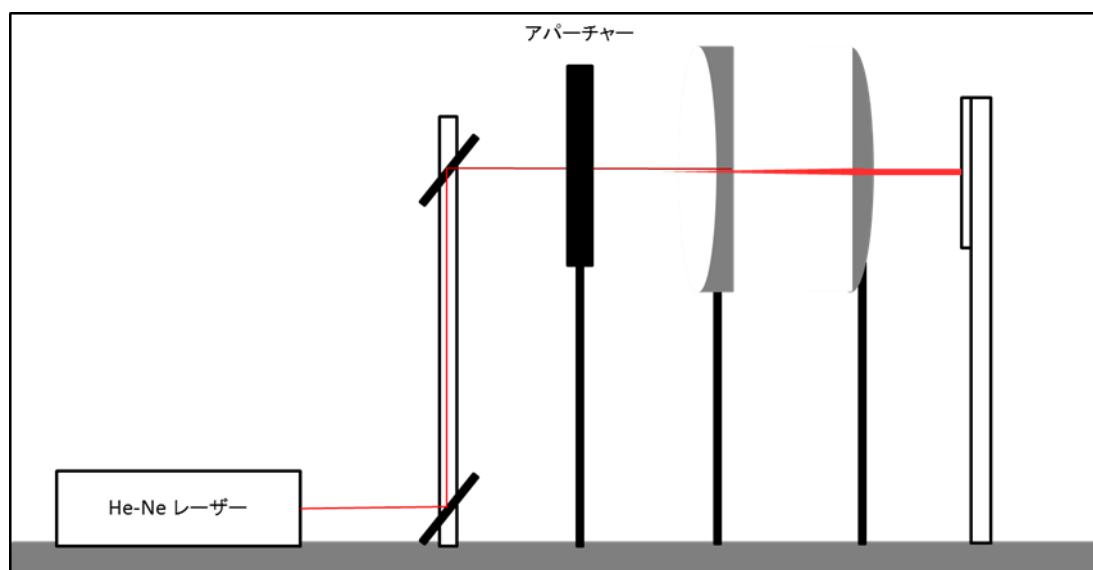


図1 実験装置の概略図

本実験の球面平凹レンズ、球面平凸レンズ、ビーム経路の関係を図2に示す。

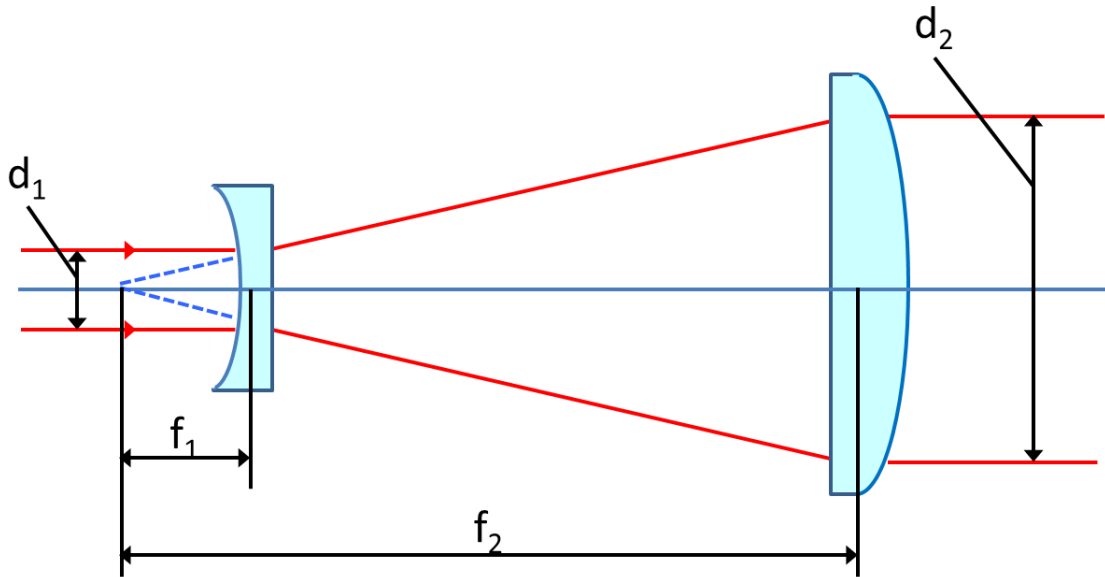


図2 ビーム経路の関係

図2において、

d_1 : 球面平凹レンズに入射するビーム径

d_2 : 球面平凸レンズから出射するビーム径

f_1 : 球面平凹レンズの焦点距離

f_2 : 球面平凸レンズの焦点距離

とする。三角形の相似より

$$d_1:d_2=f_1:f_2$$

$d_1=1\text{mm}$ 、 $f_1=30\text{mm}$ 、 $f_2=200\text{mm}$ より d_2 の理論値は

$$d_2=(d_1 f_2)/f_1=(1\times 200)/30=6.67[\text{mm}]$$

ここで、実験における d_2 の測定値は $7.0[\text{mm}]$ であった。

4. 考察

スクリーンに映ったビームの直径はレンズの倍率を考えると妥当なものであったが、ビームの輪郭はぼやけていたため正確なビーム径は測定できなかった。両レンズの中心に完全に当てることができていれば、ビームの輪郭はより鮮明になるのではないかと思う。

光学実験 第三回

実施日 5/31 (金) 14:00~16:00

1. 目的

回折の現象を理解するために、回折格子にレーザーを当て1次光の角度からレーザーの波長を計算し回折の式が成立することを確認する。

2. 実験器具

- He-Ne レーザー(波長 : 633nm) 1台
- ビームステアリング 2台
- アパーチャー 1台
- 1/2 λ板 1台
- 回折格子(2,000 l/mm) 1台

3. 実験手順

実験装置を上から見た図1に示す。

- ① ステアリングミラーによりビーム高さを 195mm に設定する。
- ② アパーチャーを通しビーム径を絞った後、偏光板に通す。
- ③ 回折格子に垂直に当て、反射光がレーザーの発射口に戻るように調節する。
- ④ 回折格子を傾けていき、回折光をスクリーンに当てる。
- ⑤ 光の強度を見ながら偏光板を調節し、直線偏光を水平になるようにする。
- ⑥ 入射角および回折角を測定・計算し、ビームの波長を求める。

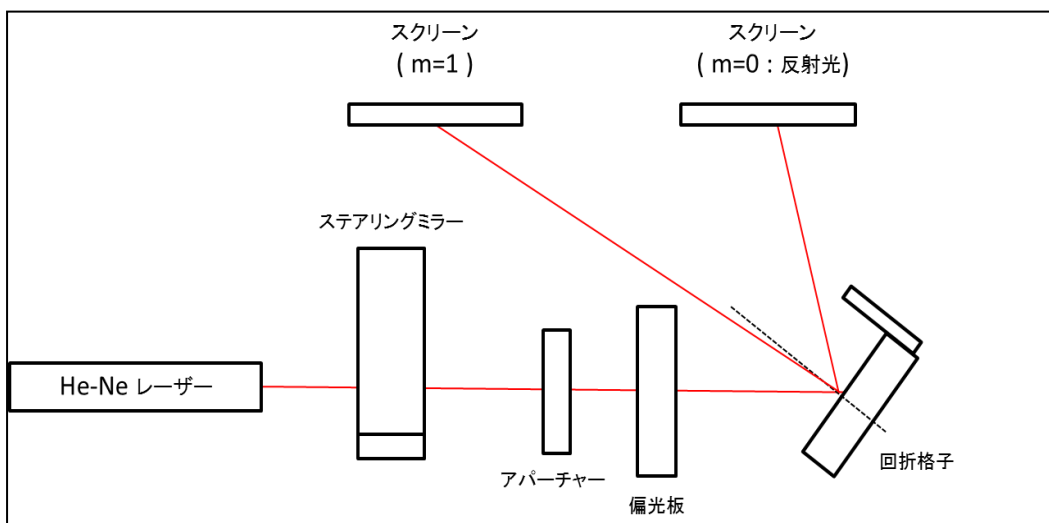


図1 実験系の概略図

4. 実験結果

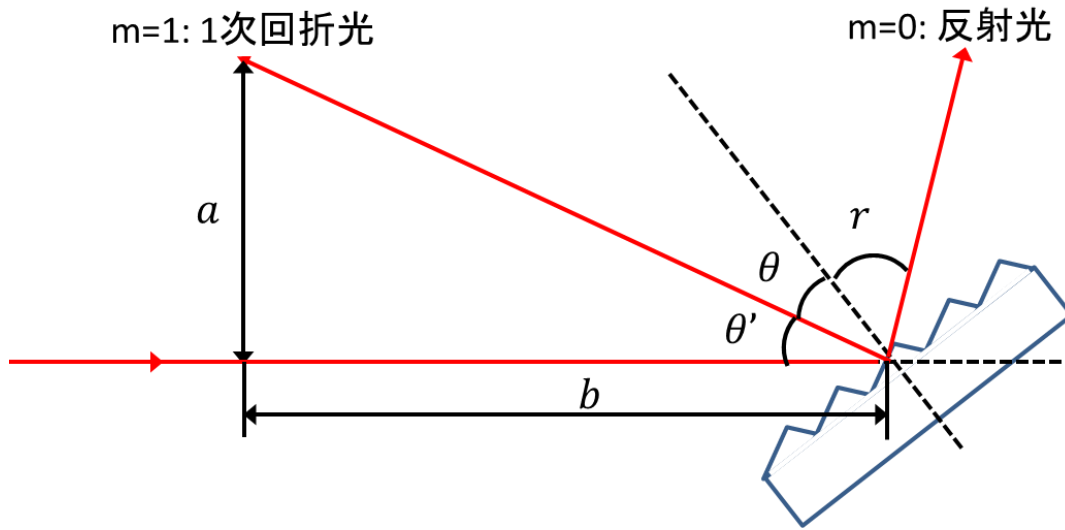


図2 反射光と一次回折光

図2において、実験で測定した反射光と一次回折光の角度関係を示す。反射角を r 、回折角を θ とおく。このとき入射角は回折格子を回転させた角度 52.25° なので、入射角と反射角が等しいことより、

$$r = 52.25^\circ$$

また、 θ と θ' を合わせると入射角になるので

$$\theta + \theta' = 52.25^\circ$$

さらに、 θ' は辺 a と辺 b を持つ直角三角形の角度である。 a と b を測定した結果、 $a = 22.5\text{cm}$ $b = 47.5\text{cm}$ より、

$$\theta' = \tan^{-1} \frac{a}{b} = \tan^{-1} \frac{22.5}{47.5} = 25.35^\circ$$

よって、回折角 θ は

$$\theta = 26.9^\circ$$

ここで、回折角 θ と反射角 r の関係は

$$\sin \theta + \sin r = m\lambda p \quad (m: \text{モード数} \pm 1, \pm 2 \dots, p: \text{格子数 } 1/\text{mm})$$

以上より、回折光の波長 λ は

$$\lambda = \frac{\sin \theta + \sin r}{mp} = \frac{\sin 26.9^\circ + \sin 52.25^\circ}{1 \times 2000} = 6.21 \times 10^{-4} [\text{mm}] = \underline{621 [\text{nm}]}$$

5. 考察

ビームは水平に進むように設定していたにも関わらず、1次の回折光は数ミリほど高くなっていた。回折格子の傾きに問題があったと思われる。今回の実験では上から見た2次元で計算し求めたが、厳密にはわずかに高さをもった3次元であるため2次元で見た時の角度には誤差が含まれる。その結果、求めた波長に誤差を生じさせたのではないかと。