

・3日目

・実験課題

マイケルソン干渉計を作成すること。また、干渉縞の明るさが最大となる場所と干渉が観測できなくなる場所を鏡の位置を変化させて測定すること。

・実験目的

マイケルソン干渉計において出来る干渉縞を観察すること。また、その明るさの変化からコヒーレンスの長さを求めること。

・使用器具

ヘリウムーネオンレーザー
凸レンズ(焦点距離 200mm)
凹レンズ(焦点距離-40mm)
鏡 2 つ

・実験内容

(i)マイケルソン干渉計

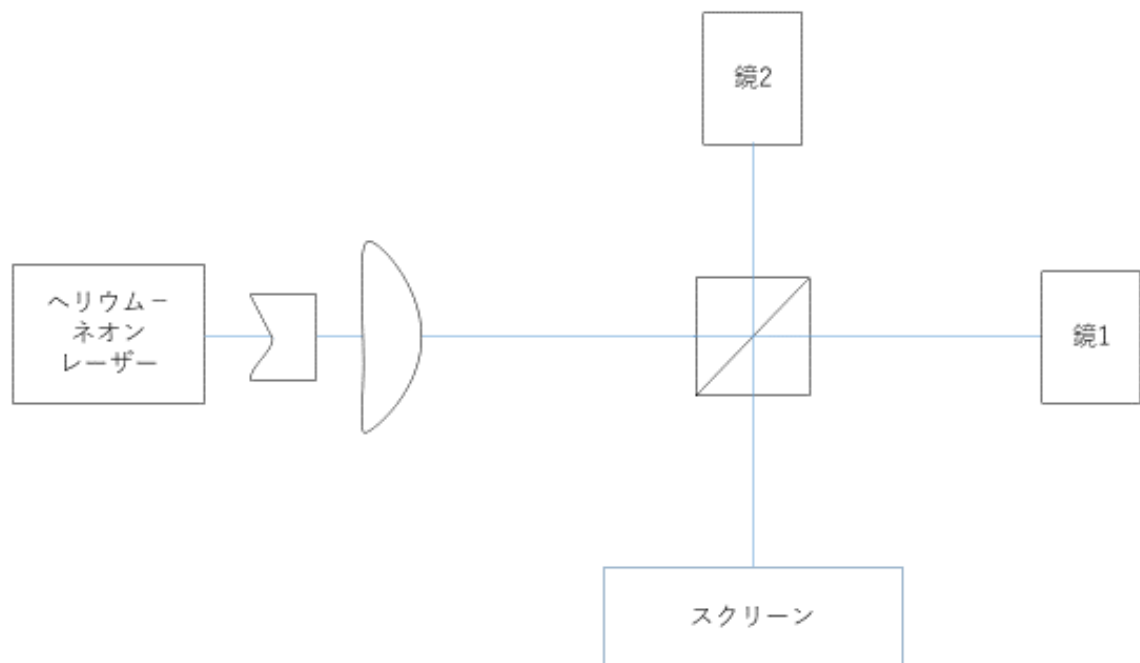


図 3-1 マイケルソン干渉計

図 3-1 の様に最初に 1 日目の実験と同様にガリレオ型ビームエキスパンダーを用いて平行光を作った。鏡 1 をレンズから 14.5cm の場所に置いて、鏡 2 をレンズから 17.0cm の場所に置いた。2 つの反射した光を方眼紙上に写して、2 つの光が重なるようにレンズの角度を調節した。2 つの光が重なったときに干渉模様が出現しなければ、レンズの角度を変えて同様の操作を行った。干渉縞が出現したら、写真を撮った。その後、机の表面を叩いて干渉縞がどの様に変化したかを観察した。次に、ガリレオ型ビームエキスパンダーの凸レンズを凹レンズに近づけて、干渉縞がどの様に変化するか観察して写真を撮った。

(ii) コヒーレンス長を測定する

レンズと鏡 1、鏡 2 の距離を 14.5cm として鏡 1 をその場所に固定した。鏡 2 を 5cm ずつ遠ざけていって、その場所で(i)の実験と同様に干渉縞を出現させた。干渉が起こらなかった場所が出てきたら、その場所から 1cm ずつ近づけていって、干渉が起こらないレンズと鏡 2 間の距離を測定した。同様にして、干渉模様が 1 番明るく発生する場所も同様の方法で測定した。その測定した 2 つの距離の差の 2 倍がコヒーレンス長となるので値を求めた。

・実験結果

(i) マイケルソン干渉計

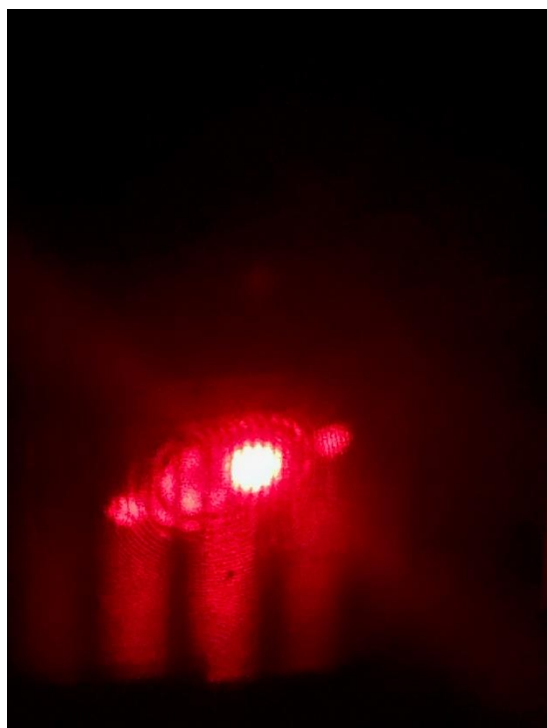


図 3-2 マイケル干渉計における干渉縞

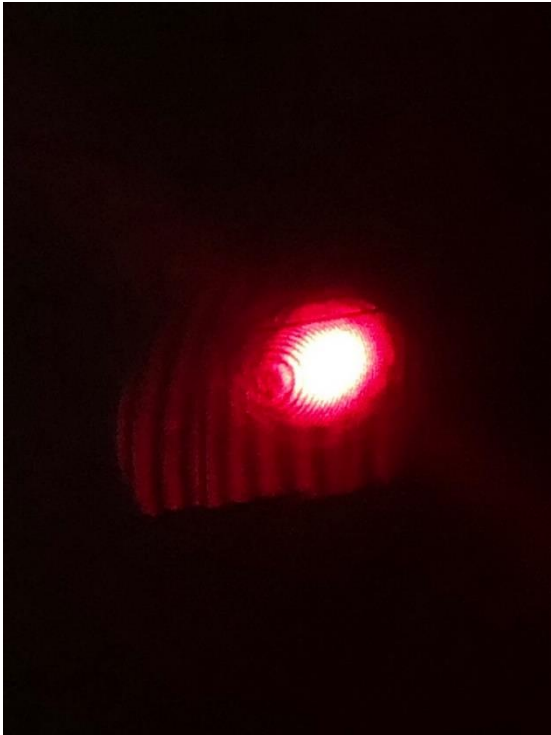


図 3-3 凸レンズを凹レンズに近づけた時の干渉縞(レンズ間距離 3.5cm)



図 3-4 凸レンズを凹レンズに近づけた時の干渉縞(レンズ間距離 8.0cm)

図 3-2~3-4 から、レンズ間の距離を小さくすると干渉縞が円状になることがわかった。そして、レンズ間距離が小さいほど円の大きさは大きくなっている。また、机や鏡を叩いたとき、干渉縞は見えなくなった。

(ii) コヒーレンス長

鏡 2 のレンズとビームスプリッターの距離が 17.5cm の時、干渉縞の明るさが最大になり、21.5cm の時には干渉縞が見えなかった。以上からコヒーレンス長は $2 \times (21.5 - 17.5) = 14.0(\text{cm})$ となった。

・考察

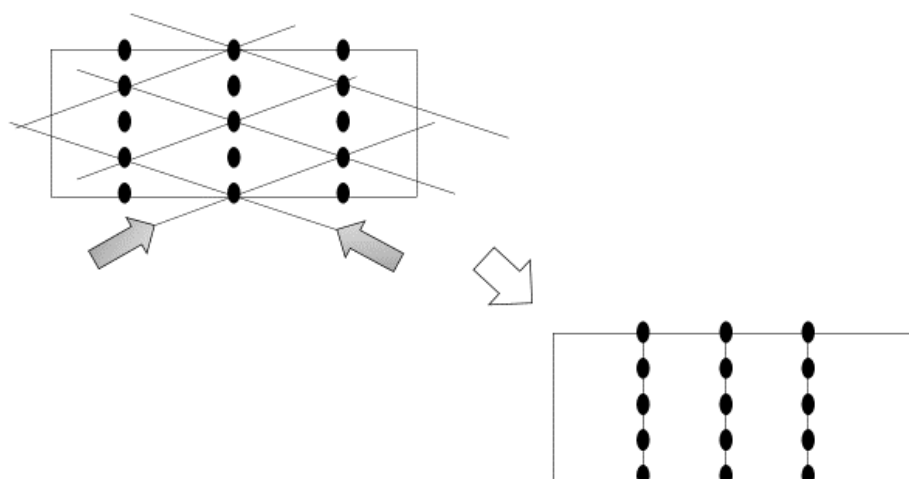


図 3-5 干渉縞の原理図

上図の原理で干渉縞が観察できる。図 3-5 より、縦模様の干渉縞が観察できたが、ここで、2つの反射光の角度が変わると干渉縞は斜めに見えたり、横向きに見えたりすることが分かる。

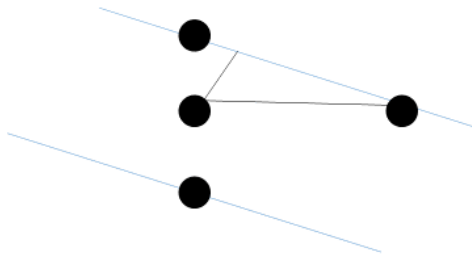


図 3-6 干渉縞の拡大図

また、干渉縞の間隔 d は、図 3-6 から $d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$ として与えられると分かり、入射する光の角度が小さいほど、干渉縞の間隔 d が大きくなると分かる。

机や鏡を叩いたときに干渉縞が見えなくなるのは、叩いた時の微小な振動によって 2 つの光が強め合ったり、弱め合ったりすることが起因している。また、凸レンズを凹レンズ側に移動させると波面が平面から球状になるので干渉縞もそれに対応して円状に見える。そして、レンズ間の距離がより小さいほど波面が球状になるので、観察される円の大きさも大きく変化する。

(ii) コヒーレンス長

ヘリウムーネオンレーザーのコヒーレンス長 L は

$L = CT$ (C : 光速 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、 T : コヒーレンス時間 10^{-9} s) $= 0.3 (\text{m}) = 30 (\text{cm})$ で実験結果から得られたコヒーレンス長は $14.0 (\text{cm})$ から、実測値は理論値よりも値が小さくなった。実際は、ビームスプリッターと鏡 2 の距離が $21.5 (\text{cm})$ 以降でも干渉が観測できるが、実験を止めるのが早かった事が原因として考えることが出来る。