

6. フォトニクスⅠ（偏光と干渉）

1. 実験目的

光の基本的な性質である偏光と干渉について理解を深める。また、光学素子の扱いや光学実験手法についても学ぶ。

2. 実験を始める前に

まず、計画日の前にテキストを一通り読んで予習しておくこと。本テーマでは、各班に分かれ2つの実験を行う。必ず、測定結果をグラフに表しながら実験を行うこと。実験日の内に測定データの整理を行い、必要に応じて再測定を行っても良い。レポート作成日の前に考察課題（1－1）、（2－1）を終えていること。

3. 実験項目

3. 1. 誘電体表面での光の反射

誘電体表面での光波の反射（フレネル反射）は、入射光の偏光に依存する。入射波、屈折波、反射波の電場ベクトルが入射面に対して平行である場合を p 偏光（TM 波）、垂直である場合を s 偏光（TE 波）と呼ぶ。入射角を φ 、屈折角を χ とすると、それぞれの偏光に対する反射率は

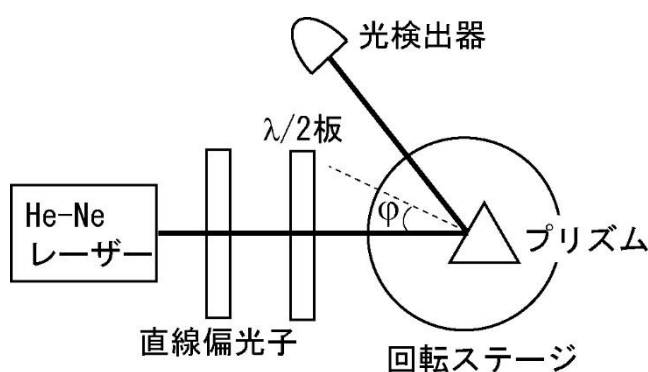


図 3-1

$$(R_E)_p = \frac{\tan^2(\varphi - \chi)}{\tan^2(\varphi + \chi)} \quad (3.1)$$

$$(R_E)_s = \frac{\sin^2(\varphi - \chi)}{\sin^2(\varphi + \chi)} \quad (3.2)$$

で与えられる。ただし、スネルの法則から、

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \chi} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3.3)$$

である。この時の n_1 は空気の屈折率 (1.000)、 n_2 は誘電体の屈折率である。図3-1のような実験系を構築し、プリズムへの光の入射角に対する反射率の依存性を測定せよ。入射波の偏光方向はプリズム前に置かれた $\lambda/2$ 板を用いて回転させ、p偏光とs偏光のそれぞれについて反射率を測定すること。

【考察課題】

(1-1) 実験に用いたプリズムのブリュースター角と屈折率を求めよ。さらに、求めた屈折率に対して式(3.1)および(3.2)を計算し、実測値と比較、検討せよ。大きな差異がある場合は、その理由について(できるだけ定量的に)検討せよ。

(1-2) 入射光の偏光方向を斜め 45° にした時、反射光の偏光や強度はどのようなになるかを説明せよ。

3. 2. ダブルスリットを通過した光の干渉

光は波の性質をもつため干渉性を示す。図3-2のように、レーザー光をダブルスリットに対して一様に照射すると、それぞれのスリットから出射した光の干渉により、スクリーン上には明線、暗線が交互に現れる。スリットの中心間距離を d 、ダブルスリットとスクリーンとの間の距離を L とすると、 L が d や x に比べて十分大きいとき、

$$x = \frac{m\lambda L}{d} \quad (3.4)$$

を満たす位置においては明線が観測され、

$$x = \frac{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda L}{d} \quad (3.5)$$

を満たす位置では暗線が観測される。ただし、 m は整数、 λ はレーザー光の波長である。詳細に計算すると、スリット幅 w が無限に小さければ、スクリーン上の光強度分布は

$$I(x) = I_0 \left| \cos \left(\frac{\pi d}{\lambda L} x \right) \right|^2 \quad (3.6)$$

のようになることがわかる。ただし、 I_0 は定数である。 d や w の異なる様々なダブルスリットにレーザー光を照射し、スクリーン上の光強度分布を測定せよ。

【考察課題】

(2-1) 得られた実験結果から、スリットの中心間距離 d を求めよ。また、実験結果を式(3.6)と比較せよ。大きな差異がある場合は、その理由について(できるだけ定量的に)検討せよ。

(2-2) ダブルスリット的一方のスリットの手前に薄いガラス板を配置すると、スクリーン上の光強度分布はどのようなになるかを計算せよ。ただし、スリット幅 w は無限に小さいとしてよい。

(2-3) ダブルスリットの各スリットの手前に、直線偏光子を透過偏光が直交するようにそれぞれ配置した場合について、スクリーン上の光電場分布や光強度分布はどのようなになるか予想せよ。ただ

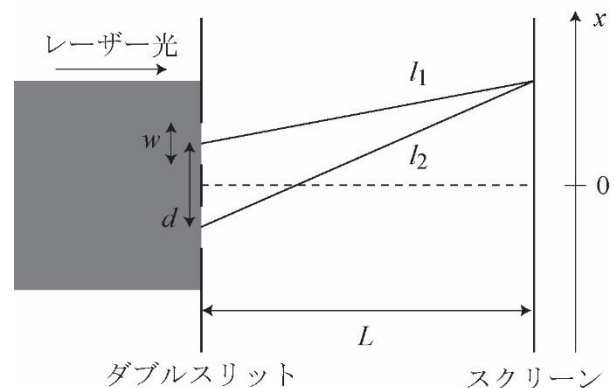


図3-2

し、入射レーザー光は無偏光であるとして良い。

【自由考察課題】

(3-1) 全実験を通して明らかになったこと等を自由に考察せよ。(感想を述べるのではない)

4. 実験を行う上での注意事項

- (1) 使用する光学素子は高価であるので、落としたりしないように細心の注意をすること。不注意に取り扱い落したりすると割れることがある。
- (2) マグネットベースに保持された各種光学部品を光学台の上に置くときには、必ずマグネットを ON の状態にしておくこと。OFF のままおいておくと誤って倒してしまうことがある。
- (3) 光学部品の表面には決して手で触れないこと。もし万一汚れた場合には実験指導者に申し出て対策を委ねること。決して各自の判断で表面を拭いたりしない。
- (4) レーザーをのぞきこんでみたり、たとえ散乱光であっても長時間眺めたりしないこと。

5. 参考図書

- (1) 「光学の原理 I、II、III」 マックス・ボルン、エミル・ウルフ著、東海大学出版会
- (2) 「応用光学 I、II」 鶴田匡夫著、培風館
- (3) 「基本光工学」 Bahaa E.A. Saleh、Malvin Carl Teich 著、森北出版