

## 平成22年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[光学]

1. 図1に示すように、焦点距離  $f_1 (> 0)$  の薄肉凸レンズと焦点距離  $f_2 (< 0)$  の薄肉凹レンズが配置されている。二つのレンズの間隔は  $\frac{f_1}{2}$  である。この2つのレンズを1つの合成されたレンズと見なすと、その合成レンズの後側焦点の位置  $F'$  が凹レンズから右に  $f_1$  の距離にある。以下の設問に答えよ。

【40点】

- (1) 凹レンズの焦点距離  $f_2$  を  $f_1$  で表せ。
- (2) 合成のレンズの焦点距離  $f$  を  $f_1$  で表せ。導出の方法を示して答えよ。図から求めても数式で求めても良い。
- (3) 図1に示した結像系では、無限遠方の物体の像が凸レンズの焦点面に作られ、それがさらに凹レンズで合成の焦点の位置  $F'$  に再結像していると考えることができる。このときの凹レンズの結像倍率（横倍率）はいくつか。
- (4) 凹レンズだけを少し右に移動した。このとき、合成レンズの後側焦点位置  $F'$  は左方、右方のどちらに動くか。理由を述べて答えよ。

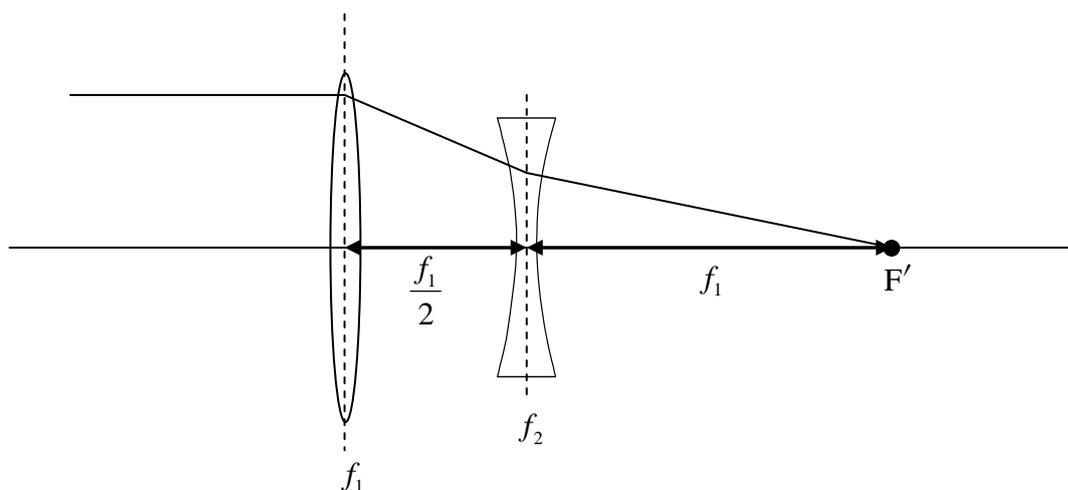


図1

2. 図2では、真空中から屈折率 $n_0$ のガラスの平面に垂直に入射した光が表面反射する様子が描かれている。図3は、反射防止膜(厚さ $d$ 、屈折率 $n$ )が蒸着された、屈折率 $n_0$ のガラスに、真空中から入射角 $\theta$ で光が入射する様子を示しており、表面で反射した光線と境界面で反射した光線が描かれている。以下の設問に答えよ。ただし、 $1 < n < n_0$ の関係を満たし、屈折率の波長依存性はないものとして考えよ。

【40点】

- (1) 図2において、表面で反射した光線の強度と、入射光線の強度の比を示せ。
- (2) 図3において、真空中の波長 $\lambda_0$ の光が入射角 $\theta = 0$ (垂直入射)で入射したとする。表面(真空と反射防止膜の界面)で反射した光線と(反射防止膜とガラスの)境界面で反射した光線が干渉して弱め合うとき、厚さ $d$ を屈折率 $n$ と真空中の光の波長 $\lambda_0$ とで表せ。なぜそうなるかの理由も述べよ。ただし、厚さ $d$ に任意性があるときには最も薄い場合を考えよ。
- (3) 図3において、入射角 $\theta \neq 0$ とする。薄膜中で光線が面法線となす角 $\theta'$ 、入射角 $\theta$ と屈折率 $n$ の関係を示せ。
- (4) 図3において、厚さ $d$ は(2)で求められた値とする。また、入射角 $\theta \neq 0$ とする。真空中の波長が $\lambda$ の光が入射し、表面で反射した光線と境界面で反射した光線が干渉して弱め合うとき、波長 $\lambda$ を $\theta$ と $n$ と $\lambda_0$ とで表せ。また、波長 $\lambda$ は波長 $\lambda_0$ に比べて長いか短いかを答えよ。ただし、波長 $\lambda$ は波長 $\lambda_0$ に十分近い波長とする。

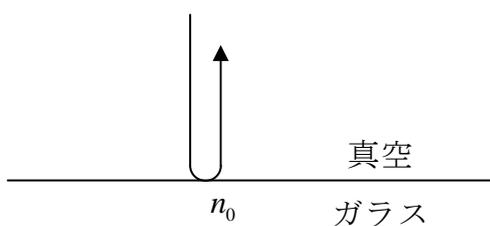


図2

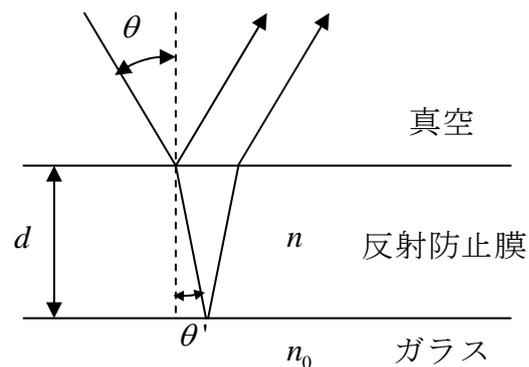


図3

3. 図4のようなピンホールカメラを考える。ピンホールの径（直径）を $d$ 、ピンホールからフィルム面までの距離を $f$ 、光の波長を $\lambda$ とする。 $f \gg d \gg \lambda$ とする。

【20点】

- (1) ピンホールに垂直に入射した平面波が、ピンホールで回折する。このときの広がり角 $\omega$ を $d$ 、 $f$ 、 $\lambda$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 幾何光学的にはピンホールの大きさの明るい円がフィルム面上に作られるが、(1)で示された回折によってボケてしまう。ボケを考慮した明るい部分の大きさが、最も小さくなるようなピンホール径 $d$ を $f$ と $\lambda$ を用いて表せ。理由も述べよ。

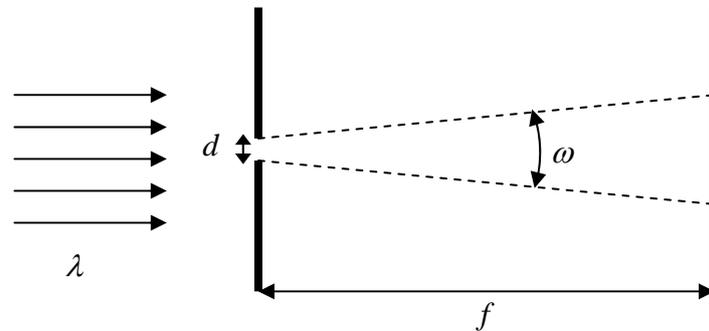


図4