

平成24年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[光学]

1. 屈折率 n_1 をもつガラス1の平行平板（厚み d ）が、屈折率 n_2 をもつガラス2の平行平板2枚に挟まれている。図1に示すように、真空と接するガラス1の側面から、真空中の波長 λ_0 の単色平面波を入射角 θ で入射する。光の偏光方向は z 方向（紙面に垂直な方向）とする。この場合について、以下の問いに答えよ。設問(1)(2)(4)においては、 θ 、 λ_0 、 n_1 、 n_2 のうち適切な文字を用いて表せ。

【35点】

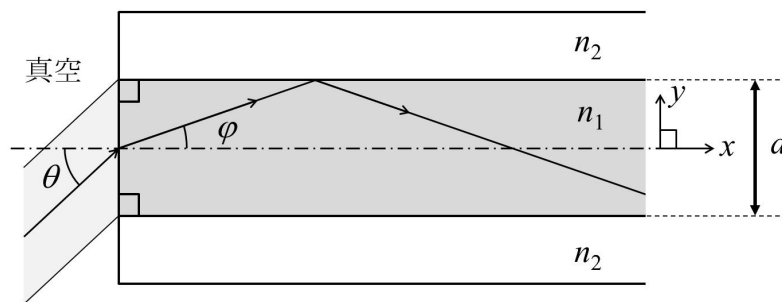


図1

- (1) スネルの法則を適用することにより、図1中の角度 φ を求めよ。
- (2) ガラス1及び2の境界面において光が全反射するための、 $\sin\theta$ に関する条件を示せ。ただし、 $n_1 > n_2$ とする。
- (3) 「エバネッセント波」とは何か、その性質と合わせて100字程度で説明せよ。
- (4) 設問(2)の全反射条件が満たされている場合を考える。ガラス1の内部では、境界面への入射光とその反射光が干渉して明暗の縞が形成される。この干渉縞の間隔 Λ を求めよ。ただし、入射光は真空中からガラス1にのみ入射し、ガラス2には入射しないものとする。
- (5) ガラス1の厚み d が干渉縞の間隔 Λ の整数倍 ($d = m\Lambda$ 、ただし m は正の整数) であった。このとき、ガラス1の中を進む光の波数ベクトルの x 成分を、 d 、 m 、 n_1 、 λ_0 を用いて表せ。

2. レンズを用いた空気中での結像に関する以下の問いに答えよ。ただし、レンズの屈折率を $n (>1)$ 、空気の屈折率を 1 とせよ。

【40点】

- (1) 曲率半径 $r (>0)$ の球面を持つ薄肉凸平レンズがある。図 2 のように、光軸と平行な光線がこのレンズに入射する場合について、スネルの法則と近軸近似を用いることにより、レンズの焦点距離が $f_1 = r/(n-1)$ で表されることを示せ。

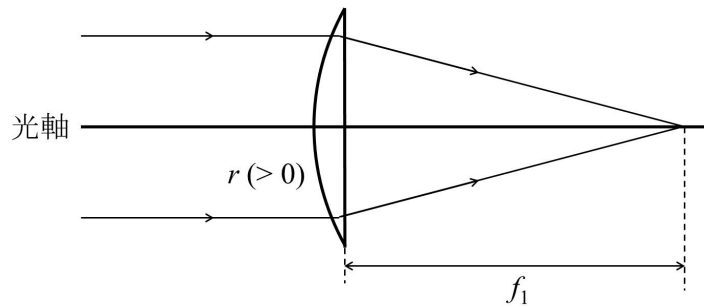


図 2

- (2) レンズの前面、後面がいずれも曲率半径 $r (>0)$ の球面であるような薄肉両凸レンズの焦点距離 f を、 r 及び n を用いて表せ。結論を導き出した過程も記せ。
- (3) 焦点距離 f をもつレンズ 1 枚による結像において、物体と像の距離が最も小さくなる時、その距離を f を用いて表せ。結論を導き出した過程も記せ。
- (4) 収差のない理想的なレンズを用いた場合でも、回折効果によって像がぼやける。点光源が光軸上でレンズから無限に離れた位置にあるとき、その像は円状に広がる。その広がり的大小が、レンズの直径 D と焦点距離 f のそれぞれにどのように依存するか答えよ。
- (5) 同じ焦点距離 f をもつレンズ A 及びレンズ B を用いて顕微鏡を構成する。レンズ A によって物体の倒立実像を形成し、その像をレンズ B によって正立虚像として観察する。レンズ A による結像の横倍率が $m = -4$ 、レンズ B による結像の横倍率が $m = 5$ のとき、レンズ A とレンズ B の間の距離を f を用いて表せ。

3. 図3に示すように、波長 λ 、強度 I_0 の単色平面波が、真空中に置かれたマイケルソン干渉計に入射している。ハーフミラーによって入射光が2つに分けられた後、それぞれの光は鏡で反射してハーフミラーに戻り、検出器に向かう。ハーフミラーのいずれの面から入射した場合にも、光強度の半分が反射され、残りの半分が透過する。固定鏡と可動鏡の向きは、反射に際して光が元の光路をさかのぼるように調整されている。検出器の位置における光の干渉について、以下の問いに答えよ。

【25点】

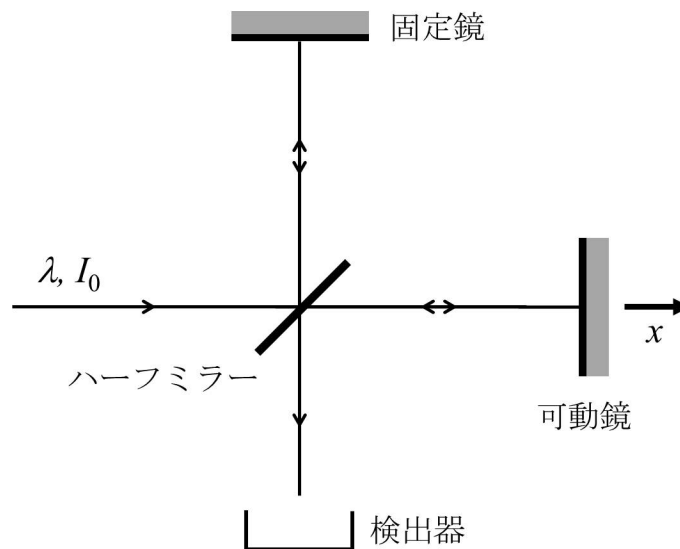


図3

- (1) 可動鏡を右方向に平行移動させたとき、検出器上の光強度 I が移動距離 x に対して周期的に変化した。その周期を求めよ。
- (2) 光強度 I の極大値と極小値をそれぞれ I_0 を用いて表せ。また、結論を導き出す過程も記せ。
- (3) 光源の可干渉距離が有限であるため、光路長差を大きくするにつれて、光強度 I の極大値と極小値が変化する。光路長差を無限に大きくしていったとき、極大値と極小値はそれぞれどのような値に近づくか。 I_0 を用いて答えよ。また、結論を導き出した根拠も記せ。