

## 電子情報工学科3年次

## 光波エレクトロニクス 試験問題

担当 栖原、藤村

問1 一様で無損失な媒質中の直線偏光平面波光波の電界ベクトル  $E$ 、磁界ベクトル  $H$ 、波動ベクトル  $k$ 、ポインティングベクトル  $S$ 、および波面（とその移動方向）の関係を図示せよ。次に光波の角周波数を  $\omega$ 、媒質の屈折率を  $n$  として、平面波の複素表示とマックスウェル方程式から、 $|E|$  と  $|H|$  の間の関係式を導け。さらに単位断面積あたりの光波平均パワー密度を  $|E|$  を使って表せ。

問2 屈折率が  $n_1$  と  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ ) の透明媒質が平面状境界で接していて、波長  $\lambda$  の光波（平面波）が  $n_1$  の媒質から入射角  $\theta_i$  で境界面に入射するとき、以下の各問に答えよ。

- (1) 屈折角を  $\theta_t$  として屈折の法則(スネルの法則)を表す式と臨界角  $\theta_c$  を表わす式を書け。
- (2) P 偏波と S 偏波について説明し、境界での P 偏波と S 偏波のパワー反射率  $R_P$  と  $R_S$  の入射角  $\theta_i$  依存性をグラフに図示せよ。またブルースター角  $\theta_B$  について説明せよ。
- (3) 入射角が  $\theta_i > \theta_c$  のとき起こる現象、 $n_1$  の媒質中の光波の状態、および  $n_2$  の媒質中の光波の状態を図と適切な用語（光波のそれぞれの状態の名称）を用いて説明せよ。
- (4) (3)において  $n_2$  の媒質中への光波侵入深さ  $d$  を（近似的に）与える式を書き、 $\theta_i$  を変化させたとき、 $d$  がどのように変化するかを説明せよ。

問3 2枚の反射面が距離  $h$  を隔てて平行に配置されたファブリ-ペロー干渉計に、真空内波長  $\lambda$  の光波（平面波）が反射面に垂直に入射する場合を考える。反射面の振幅反射係数と振幅透過係数を  $r, t$ 、パワー反射率とパワー透過率を  $R, T$  とし、 $|r|^2 = R$ ,  $|t|^2 = T$ ,  $R+T=1$  とする。反射面間の空間の屈折率は1とする。

- (1) このときの多重干渉について、図を描いて文章で説明せよ。
- (2) 一巡位相  $\phi$  を表す式を書け。 $2\pi h/\lambda \cos \theta$
- (3) 干渉計の振幅透過係数  $E_t/E_i$  を無限級数で表現して計算せよ。
- (4) パワー透過率  $I_t/I_i = |E_t/E_i|^2$  を  $R$  と  $\phi$  を用いて表す式を導出して、 $I_t/I_i$  の  $\phi$  依存性をグラフに表し、干渉計の光学特性、およびその  $R$  依存性を説明せよ。

問4 屈折率  $n=1$  の空間に、周期が  $\Lambda$ 、周期方向の大きさが  $D$  である薄い透過型グレーティングを置き、波長  $\lambda$  の平面波を入射角  $\theta_i=0$  で入射した。

- (1) このグレーティングにより生じる  $m$  次回折光の回折角  $\theta_{dm}$  を与える式を記せ。また、この回折を説明する波動ベクトル図を描け。
- (2) グレーティングの大きさ  $D$  は有限であるため回折角はある角度広がりを持つ。この角度広がりを何と呼ぶか記せ。また、1次回折光の角度広がり  $2\theta$  を与える近似式を、回折角  $\theta_{d1}$ 、波長  $\lambda$ 、グレーティングの大きさ  $D$  を用いて表せ。
- (3) 1次回折光の回折角  $\theta_{d1}$  の波長分散を求めよ。
- (4) このグレーティングを分光用途に用いたときの波長分解能を求めよ。

問5 次の各項目を図および簡単な数式と文章で説明せよ。

- (1) 光波に対する伝搬定数  $k$  および位相速度  $v_p$  と群速度  $v_g$
- (2) ホイヘンス-フレネルの原理と回折積分