

問題 1

図1のように、座標系 (x, y, z) で定義される空間において、 $z \geq 0$ の領域は完全導体、 $z < 0$ の領域は真空であるとする。 $z < 0$ の領域で、 $-z$ 方向から $z = 0$ の完全導体の表面に向かって電磁波が入射してくる。この入射波の電界 $\mathbf{E}^i = (E_x^i, E_y^i, E_z^i)$ は、式(i)で与えられる。

$$\begin{cases} E_x^i = E_0 \cos(kz - \omega t) \\ E_y^i = E_0 \sin(kz - \omega t) \\ E_z^i = 0 \end{cases} \quad (i)$$

ただし、 E_0 は入射波の電界の振幅、 k は波数、 ω は角周波数、 t は時間である。また、 $k > 0$ 、 $\omega > 0$ とする。

- (1) $z < 0$ の領域における、入射波の磁束密度 \mathbf{B}^i を求めよ。
- (2) $z < 0$ の領域における、入射波の電界 \mathbf{E}^i 、入射波の磁束密度 \mathbf{B}^i の伝搬の様子を、図を用いて説明せよ。
- (3) $z \geq 0$ の完全導体の領域における、電界、磁束密度を求めよ。
- (4) $z = 0$ の境界面では、電磁波の反射がおきる。 $z < 0$ の領域における反射波の電界 \mathbf{E}^r 、反射波の磁束密度 \mathbf{B}^r を求めよ。ただし、反射波は $-z$ 方向へ進行していくとしてよい。
- (5) $z < 0$ の領域では、入射波と反射波は定在波を形成する。この現象を式と図を用いて説明せよ。

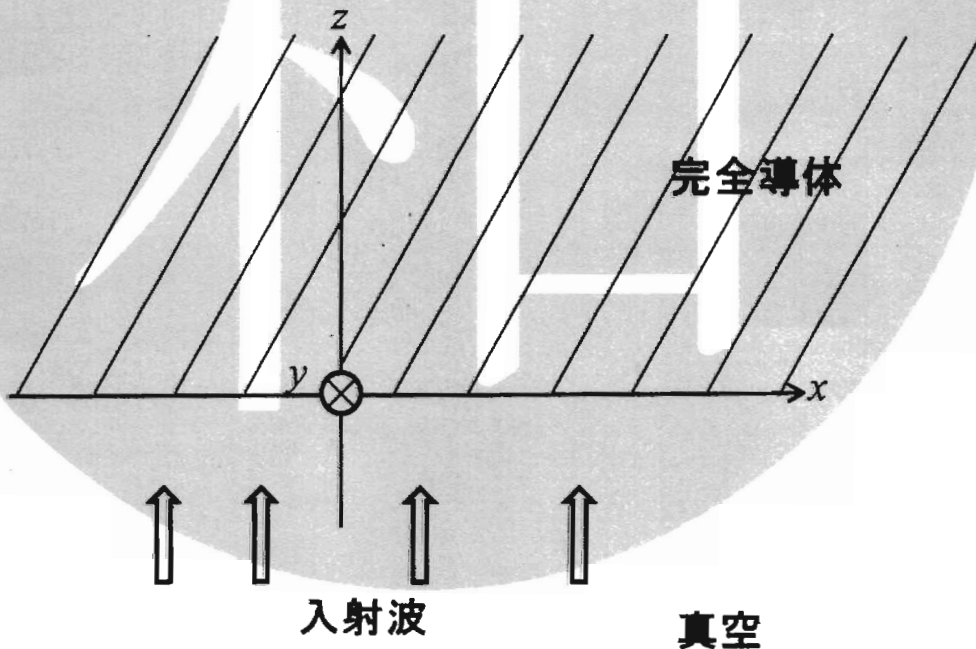


図 1

Problem 1

In the space with coordinate system (x, y, z) , the region of $z \geq 0$ is a perfect conductor and the region of $z < 0$ is a vacuum as shown in Fig. 1. In the region of $z < 0$, an incident electro-magnetic wave propagates from $-z$ direction toward the surface of the perfect conductor at $z = 0$. The electric field $\mathbf{E}^i = (E_x^i, E_y^i, E_z^i)$ of the incident wave is given as Eq. (i).

$$\begin{cases} E_x^i = E_0 \cos(kz - \omega t) \\ E_y^i = E_0 \sin(kz - \omega t) \\ E_z^i = 0 \end{cases}, \quad (i)$$

where E_0 , k , and ω are the amplitude, the wavenumber, and the angular frequency of the electric field of the incident wave, respectively. And t is time. Assume $k > 0$ and $\omega > 0$.

- (1) Derive the magnetic flux density \mathbf{B}^i of the incident wave in the region of $z < 0$.
- (2) Using figures, explain the propagation behavior of the electric field \mathbf{E}^i of the incident wave and the magnetic flux density \mathbf{B}^i of the incident wave in the region of $z < 0$.
- (3) Calculate the electric field and the magnetic flux density in the perfect conductor region of $z \geq 0$.
- (4) The incident wave is reflected at the surface of $z = 0$. Derive the electric field \mathbf{E}^r of the reflected wave and the magnetic flux density \mathbf{B}^r of the reflected wave in the region of $z < 0$. The reflected wave propagates toward $-z$ direction.
- (5) The incident and the reflected waves form a standing wave in the region of $z < 0$. Explain this phenomenon with equations and figures.

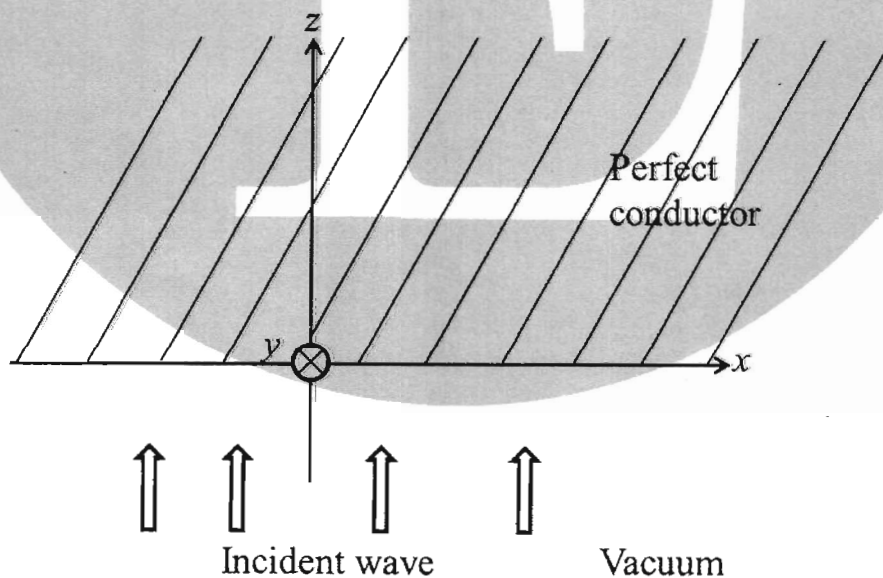


Fig.1