

解析電磁気学演習 (8) 導体と静電容量 (May 30)

学籍番号:

氏名:

例題

平行平板コンデンサ (電極面積 S [m^2]、電極間距離 d [m]、電極間は真空) に電位差を与え、 $\pm Q$ [C] の電荷を蓄える。

- (1) このコンデンサに蓄えられるエネルギー $\frac{1}{2}CV^2$ を求めよ。
- (2) 電極間にできる電場に蓄えられるエネルギーを求めよ。

1 授業資料の図 4.3 に示すような同心球導体 (内導体の半径 a_1 [m]、外導体の内半径 a_2 [m]) のコンデンサに、内導体に $+Q$ [C]、外導体に $-Q$ [C] の電荷を与える。内外導体間は真空とする。

(a) このコンデンサに蓄えられるエネルギー $\frac{1}{2}CV^2$ を求めよ。

(b) 内外導体間にできる電場に蓄えられるエネルギーを求めよ。

(c) 内外導体間の距離が極めて小さいとき、静電容量は (球面の面積を持つ) 平行平板コンデンサの静電容量で近似できることを示せ。

- 2 二つの無限長の円筒導体 (いずれも半径 a [m]) が、中心を距離 b [m] だけ離れて平行に置かれている (図 1a に断面図を示す)。一方 (導体 A) の中心を原点とし、他方 (導体 B) の中心を $b\hat{x}$ の点におく。二導体間に電位差 V [V] を与え、導体 A は λ [C/m]、導体 B は $-\lambda$ [C/m] に帯電した。 $b \gg a$ が成立しており (円筒半径に比べ導体間距離が十分大きい)、互いに帯電した電荷による電界は、他方の電荷分布に影響を与えないものとする (即ち、帯電した電荷は円筒導体表面に一様に分布するものとする)。このとき、二導体間の、単位長さ当たりの静電容量 C [F/m] を求めよ。

ヒント: x 軸上の電界を求め、電荷を導体間だけ移動したときの仕事から V と λ の関係を計算、 $C = \lambda/V$ 。

メモ: この静電容量 C [F/m] は平行二線式フィーダー (図 1b) の特性インピーダンスを求める際に用いられる。



(a) 平行な無限長円筒導体



(b) 平行二線式フィーダー

図 1: 平行二導体線路