

東京工業大学大学院理工学研究科 電気電子工学・電子物理工学専攻
大学院修士課程入試問題 平成 24 年 8 月 22 日実施

専門科目 電気電子工学・電子物理工学(午後 2) 25 大修

時間 15:30 ～ 17:00

電磁気学

注 意 事 項

1. 大問 1 の解答と大問 2 の解答は別の答案用紙綴りに記入せよ。
 2. すべての答案用紙に受験番号を記入せよ。
 3. 電子式卓上計算機などの使用は認めない。
-

1. 積層されたコンデンサについて考えるため、面積 S で $n+1$ 枚(ただし n は偶数)の導体板(厚さ p/n)と、面積 S 、誘電率 ε で n 枚の誘電体板(厚さ p/n)を交互に組み合わせた。導体板の各層を下から $M_0, M_1, M_2, \dots, M_n$ 、誘電体の各層を下から D_1, D_2, \dots, D_n と呼ぶこととする。以下の問いに答えよ。なお、導体板および誘電体板の外側には電界はなく、端部効果等を考慮する必要はない。

- 1) $n=2$ の場合を図 1.1 に示す。 M_0 を接地し最上部の導体板である M_2 に電圧 V を印加した時の導体板 M_1 の電位と誘電体各層内での電界の大きさを示せ。各導体板は帯電していないとする。
- 2) $n=4$ の場合を図 1.2 に示す。このとき M_1 のみに $+q/2$ の電荷を与えたとする。 M_0 を接地し、最上部の導体板である M_4 に電圧 V を印加した時の導体板 M_1, M_2, M_3 の電位と誘電体各層内での電界の大きさを示せ。
- 3) $n=4$ の場合に、 M_1, M_2, M_3 の各層に $+q/4$ の電荷を与えたとする。 M_0 および M_4 を接地した時の導体板 M_1, M_2, M_3 の電位と誘電体各層内での電界の大きさを示せ。
- 4) M_0 および M_n 以外の導体板すべてに $+q/n$ の電荷を与え、 M_0 および M_n を接地する。導体板各層の電位と誘電体各層内での電界の大きさを n を用いて示せ。
- 5) 問 4)において、 n を無限大としたときに、この構造内の電位分布はどのような形状になるかを図で描け。その最大値も記入せよ。

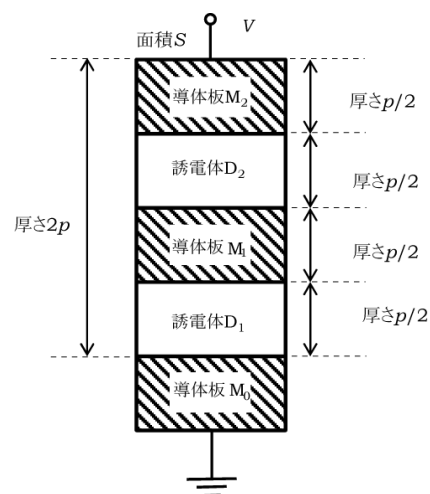


図 1.1

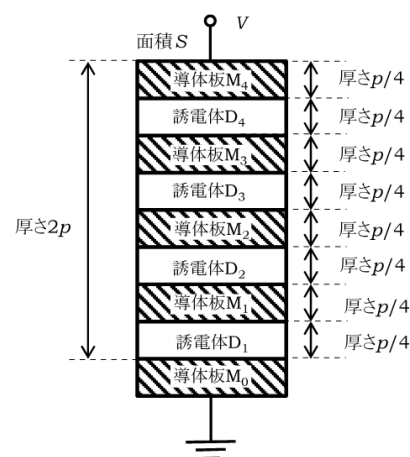


図 1.2

2. 図 2.1 のような構造のギャップを持った磁性体を考える。磁性体の断面は半径 r の円形であり、磁性体の長さ(平均磁路長)は ℓ とする。透磁率は μ_1 である。ギャップ部分の透磁率は真空の透磁率 μ_0 とする。また磁性体にはコイルが巻かれており、その巻数は N とする。 ℓ は r より十分大きく、また $\mu_1 \gg \mu_0$ であるため、磁性体断面円内の磁界は一様と考え、円外の磁界は 0(ゼロ)と考えてよい。ギャップ長 g は r と比べて十分小さく、ギャップ内においても磁束は磁性体と同じ断面を通るとしてよい。

- 1) コイルに直流電流 I を流した時のギャップ内の磁束密度を求めよ。
- 2) コイルの自己インダクタンスを求めよ。

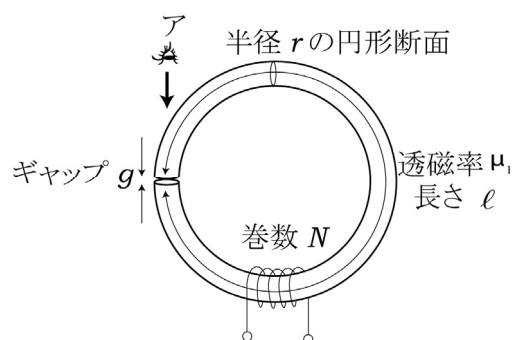


図 2.1

図 2.1 のギャップに、図 2.2 のように厚さ g の直方体の磁性体をはめ込んだ。直方体の厚さ方向以外の二辺は g より十分大きい。この直方体の磁性体の透磁率は μ_2 であり、 $\mu_1 \gg \mu_2 \gg \mu_0$ である。ギャップ部が半分まで埋まったときの様子を図 2.1 および図 2.2 の視点アからながめて図 2.3 に示す。コイルに直流電流 I を流した。図 2.3 の斜線で示したギャップ内の磁界 H_M は一様、円外の磁界は 0(ゼロ)と考える。

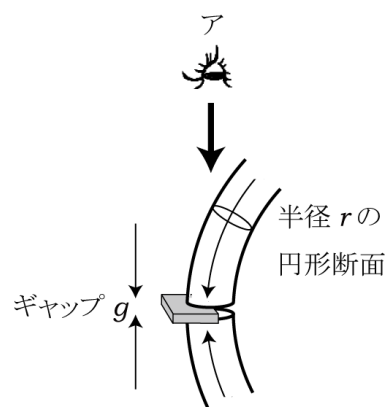


図 2.2

- 3) ギャップ内での磁性体が入った部分の磁束密度 B_2 および磁性体が入っていない部分での磁束密度 B_0 を、 H_M を用いて表せ。
- 4) 透磁率 μ_1 内での磁束密度 B_1 は一様と考えてよいとする。磁束の総数は変わらないことから、磁束密度 B_1 を H_M を用いて表せ。
- 5) アンペアの法則より H_M とコイルに流れる直流電流 I の関係を表せ。

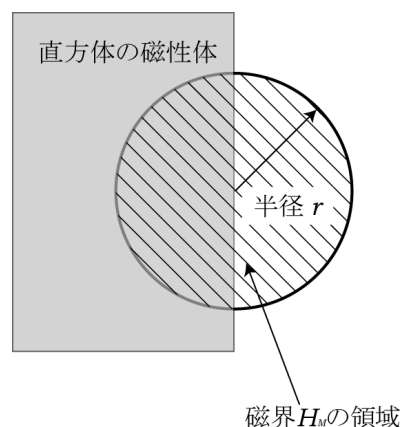


図 2.3