2/27

58

(1) Bの法線方向の連続性より、コイル内部のBは一定。
磁路に対してアンペールの法則を考えると、

$$(l_1+l_2+2\delta)B_1 = \mu_1 nI$$

ここでの透磁率は経路におけるものとなす。∴一定ではない → 磁場の出番

$$\therefore B_1 = \frac{\mu_1 nI}{l_1+l_2+2\delta}$$

(2) Bの連続性より、

$$\mu_1 H_1 = \mu_2 H_2 = \mu_0 H_0 = B_1$$

より、各エネルギーは、

$$u_{m1} = \frac{1}{2}H_1B_1 = \frac{1}{2\mu_1}B_1^2 = \frac{\mu_1 nI}{2(l_1+l_2)^2}$$

$$u_{m2} = \frac{1}{2}\mu_2 B_1^2 = \frac{\mu_1^2\mu_2 nI}{2(l_1+l_2)^2}$$

$$u_{m0} = \frac{1}{2}\mu_0 B_1^2 = \frac{\mu_1^2\mu_0 nI}{2(l_1+l_2)^2}$$

透磁率の異なる媒質を扱うので、磁場を考える。

(1) アンペールの法則より、

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0\cdot 2\delta = nI_1$$

$$\left(\frac{l_1}{\mu_1}+\frac{l_2}{\mu_2}+\frac{2\delta}{\mu_0}\right)B_1 = nI_1$$

$$\therefore B_1 = \frac{nI_1}{\frac{l_1}{\mu_1}+\frac{l_2}{\mu_2}} \quad (=B_2=B_0)$$

(2)

$$u_{m1} = \frac{1}{2}B_1H_1 = \frac{1}{2\mu_1}B_1^2$$

$$u_{m2} = \frac{1}{2}B_2H_2 = \frac{1}{2\mu_2}B_1^2$$

$$u_{m0} = \frac{1}{2}B_0H_0 = \frac{1}{2\mu_0}B_1^2$$

(3)

$$U = u_{m1}Sl_1 + u_{m2}Sl_2 + u_{m0}S\cdot 2\delta$$

$$= \left(\frac{l_1}{\mu_1}+\frac{l_2}{\mu_2}+\frac{2\delta}{\mu_0}\right)\frac{S}{2}B_1^2$$

(4)

$$F = -\frac{\partial U}{\partial \delta} = -\frac{S}{\mu_0}B_1^2$$

(5)

$$f = \frac{F}{2S}$$

58

(1) 磁束密度は異なる物質の境界面において、垂直方向に連続なので、

$$\mu_1 H_1 = \mu_2 H_2 = \mu_0 H_0 = B_1 \quad \cdots ①$$

アンペールの法則より、

$$\oint_C H \cdot dl = nI_1$$

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 \cdot 2\delta = nI_1 \quad \cdots ②$$

①,②より、H_1, H_2, H_0を消し、B_1で表すと、

$$\left(\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2} + \frac{2\delta}{\mu_0} \right) B_1 = nI_1$$

$$\therefore B_1 \approx \frac{nI_1}{l_1/\mu_1 + l_2/\mu_2}$$

(2)

$$u_{m1} = \frac{1}{2\mu_1} B_1^2$$

(3) 和をとればよいので、

$$U = u_{m1} S l_1 + u_{m2} S l_2 + u_{m3} S \cdot 2\delta$$

$$= \frac{1}{2} B_1^2 S \left\{ \frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2} + \frac{2\delta}{\mu_0} \right\}$$

(4)

$$F = -\frac{\partial U}{\partial \delta} = -\frac{B_1^2 S}{\mu_0}$$

(5)

$$f = \frac{-F}{2S} = -\frac{B_1^2}{2\mu_0}$$