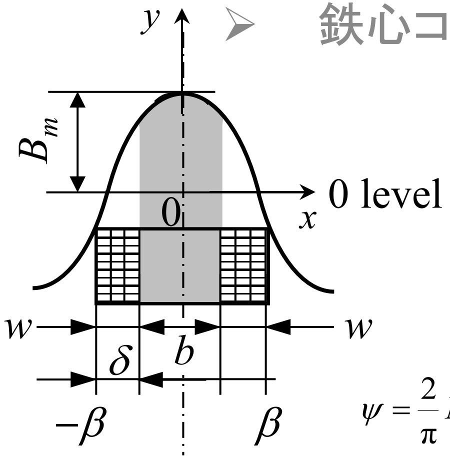
ハルバッハ配列・NS配列の有効磁束解析とその特長

解決方法

ハルバッハ配列と小判形空芯コイル

- 小判形空芯コイルの磁束鎖交数 Ψ
  - 小判形空芯コイル ⇒磁束鎖交数 ∝ 永久磁石残留磁束密度
  - 鉄心コイル ⇒磁束鎖交数 ＜ 飽和磁束密度×コイル窓面積

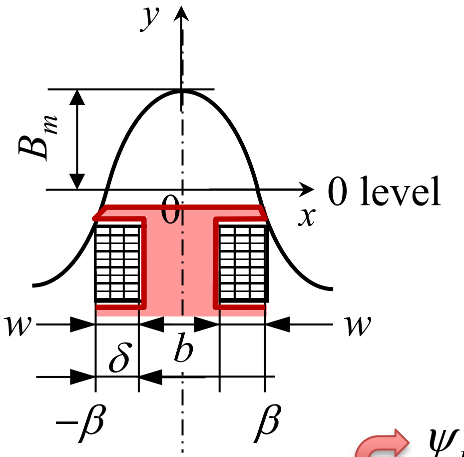


B_m: 最大磁束密度
τ : ポールピッチ
N_c: コイル巻回数
l_d :コイル奥行

$$\psi = \frac{2}{\pi} N_c A_\tau B_m \sin\left(\beta - \frac{\delta}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta}{2}\right) \Big/ \frac{\delta}{2}$$

$$\psi_{cMAX} = \frac{2}{\pi} N_c l_d \tau B_m \times 0.716197 \quad (\because \beta = \frac{2}{3}\pi)$$

3相集中巻小判形空芯コイル最大磁束鎖交数



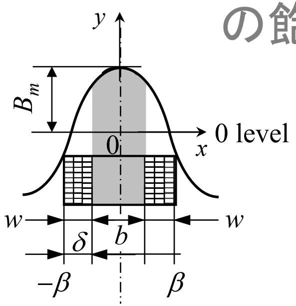
B_s: 飽和磁束密度
τ : ポールピッチ
N_c: コイル巻回数
l_d :コイル奥行

$$\psi_{iMAX} = N_c l_d \frac{\frac{2}{3}\tau}{3} B_s$$

3相集中巻鉄芯コイル最大磁束鎖交数

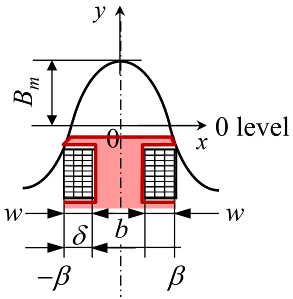
解決方法

- 小判形空芯コイルと従来の鉄心コイルの磁束鎖交数
  - ハルバッハ配列でコイルに鎖交する磁束の平均磁束密度の最大値は鉄心の飽和磁束密度の半分で良い。



B_m: 最大磁束密度, B_s: 飽和磁束密度, τ : ポールピッチ
N_c: コイル巻回数, l_d :コイル奥行

$$\frac{\psi_{cMAX}}{\psi_{iMAX}} = \frac{\frac{2}{\pi} N_c l_d \tau B_m \times 0.716197}{N_c l_d \frac{\frac{2}{3}\tau}{3} B_s} = \frac{\frac{3}{\pi} B_m \times 0.716197}{\frac{B_s}{3}} \geq 2\frac{B_m}{B_s}$$

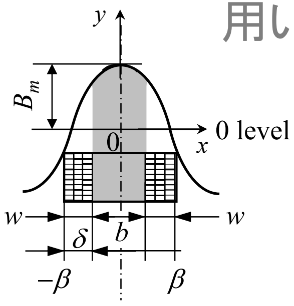


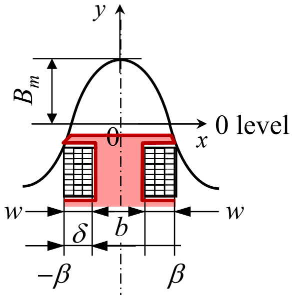
鉄心の磁気飽和が始まる磁束密度が１ [T] なら、ハルバッハ配列がコイルに鎖交させる磁束の平均磁束密度の最大値は、０．５ [T] で同等となる。
実際には永久磁石残留密度の０．７倍以上がコイルに鎖交する。

解決方法

これが小判形空芯コイル

- 小判形空芯コイルの磁束鎖交数
  - 現在の出力密度でパーメンジュールを用いた従来形モータに匹敵。





B_m: 最大磁束密度, B_s: 飽和磁束密度, τ : ポールピッチ
N_c: コイル巻回数, l_d :コイル奥行

$$\frac{\psi_{cMAX}}{\psi_{iMAX}} = \frac{\frac{2}{\pi} N_c l_d \tau B_m \times 0.716197}{N_c l_d \frac{\frac{2}{3}\tau}{3} B_s} = \boxed{\frac{\frac{3}{\pi} B_m \times 0.716197}{\frac{B_s}{3}}} \geq 2\frac{B_m}{B_s}$$

ハルバッハ配列界磁では永久磁石の残留磁束密度 B_r の 0.7 倍以上が B_m になるので、B_r が 1.3 [T] であれば 飽和磁束密度が始まる磁束密度が 1.8 [T] のコア材を用いた従来形モータの出力密度に匹敵することになる。