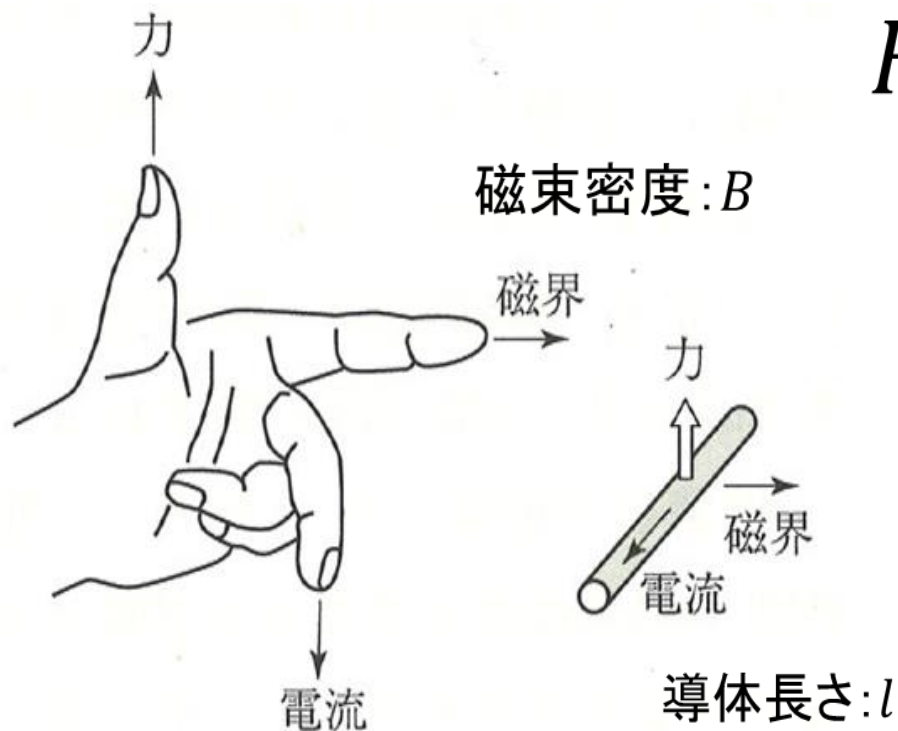


高出力密度化技術とは？



(a) フレミングの左手の法則

$$F = B * l * i$$

大きな動力を得るには、

- 大きな磁束密度
- 大きなサイズ
- 大きな電流



サイズは小さく、磁束密度と電流を増大させる。

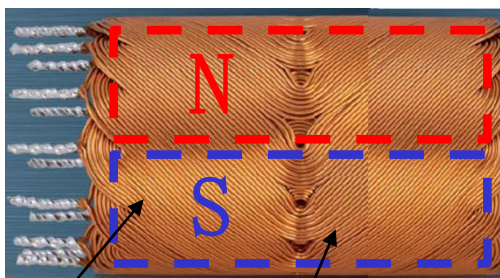
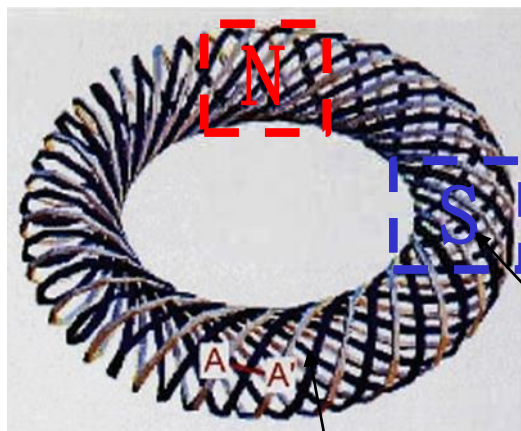
巻線係数とは？

$$k_w = k_d * k_p$$

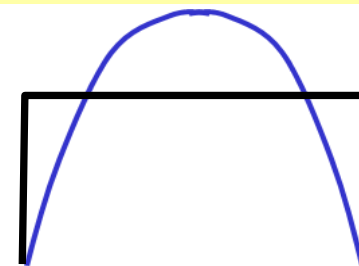
k_d : 分布係数, k_p : 短節係数

巻線係数はフレミングの法則に対し、磁束密度と電流の位置関係がどの程度有効に機能しているかを示す割合

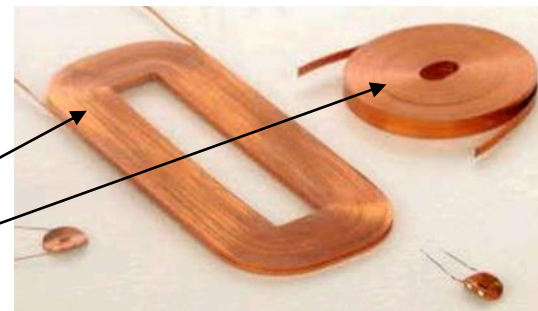
ならば以下のことも検討すべき



コイル画像 Maxonカタログより



有効基本波変換？係数



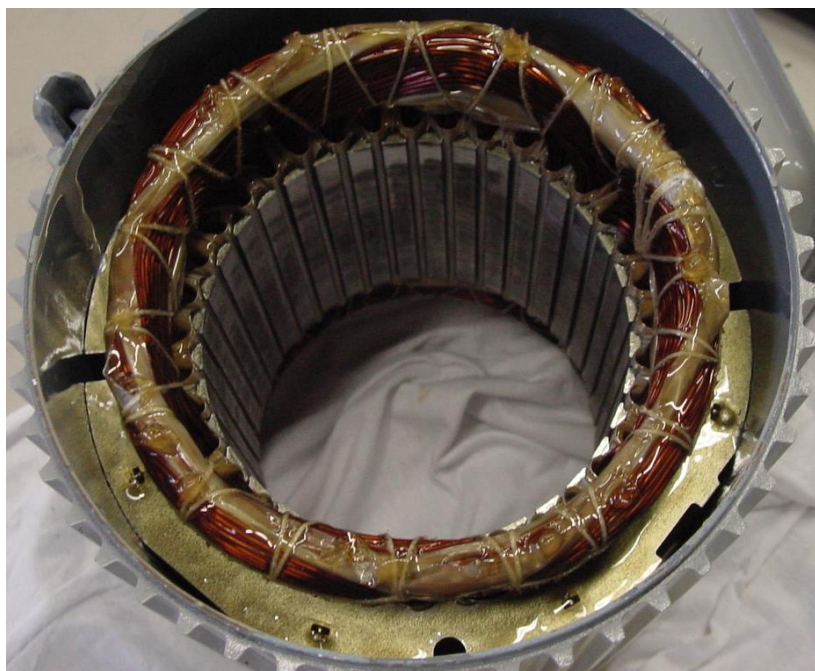
有効面積？係数

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejias1987/122/3/122_3_288/_pdf

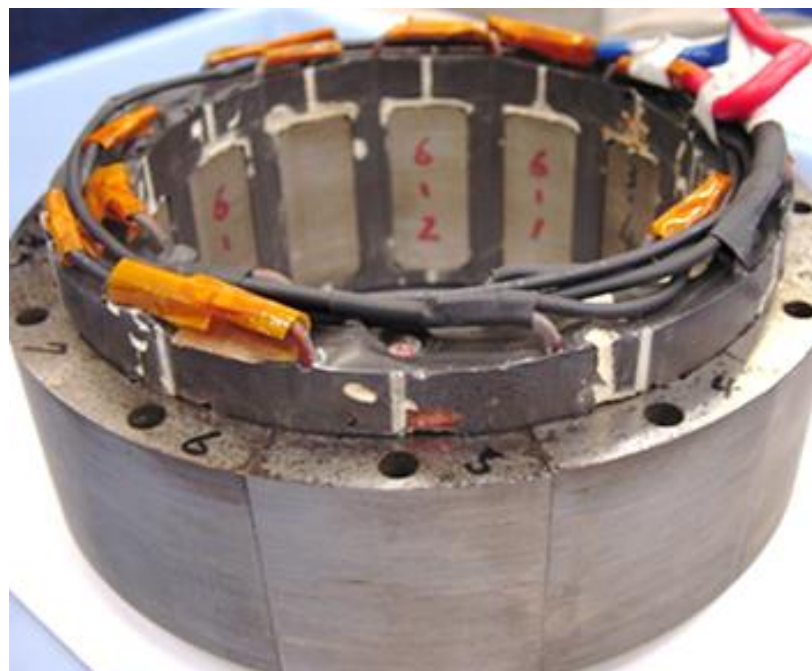
スキュー係数 ($\cos 30^\circ$ 等)

www.google.co.jp/search?q=%E3%82%B3%E3%82%A4%E3%83%AB+%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%83%95%E3%82%83%AB

分布巻と集中巻



分布巻の例 $q=3$



集中巻の例 $q=2/5$

一般にトルク脈動は、コギングトルクとトルクリップルからなる。そのため、コギングトルクとトルクリップルの低減方法について検討されてきた。

本講では、先に巻線係数の一般論を説明し、後に集中巻について具体的に説明する。

毎極毎相のスロット数 q

① $q \leq 1/2$: コイル飛び# 1~ # 2

分数スロット巻線 : 集中巻 (8p12s, 10p12s等当面の対象)

② $1/2 < q < 1$: コイル飛び# 1~ # 3

分数スロット巻線 : 分布巻

③ $1 \leq q$: コイル飛び# 1~ # 4以上

整数スロット巻線又は分数スロット巻線 : 分布巻

ここで分数スロット巻線とは、次式のように電機子巻線のスロット総数 N_s を、極数 p と相数 m で割った毎極毎相のスロット数 q が、分数となる巻線方式である。

$$q = N_s / (mp) = a + c / b \quad (c / b: \text{既約分数}) \quad \text{----- (6.22)}$$

交流モータの原理と設計法, p156, 科学情報出版

巻線係数：参考文献p45

また、普通 q の値は 2 以上にとる場合がほとんどであるが、このような巻線方式を分布巻といい、 $q=1$ の場合を集中巻という。分布巻および短節巻はいずれも起電力波形を良くするために採用されるのであるが、集中巻および全節巻に比べて 1 相の起電力の値は若干減少する。その程度は分布係数 k_d および短節係数 k_p で表され、この両者の積を巻線係数という。すなわち巻線係数を k_w とすれば

$$k_w = k_d k_p \quad (3 \cdot 1)$$

である。分布係数 k_d は q の値によって決まり、第 2・1 表にその数値が示されている。分数スロット巻の場合は $q = a + c/b$ (ただし、 c/b は既約分数) と表すと、その分布係数 k_d は

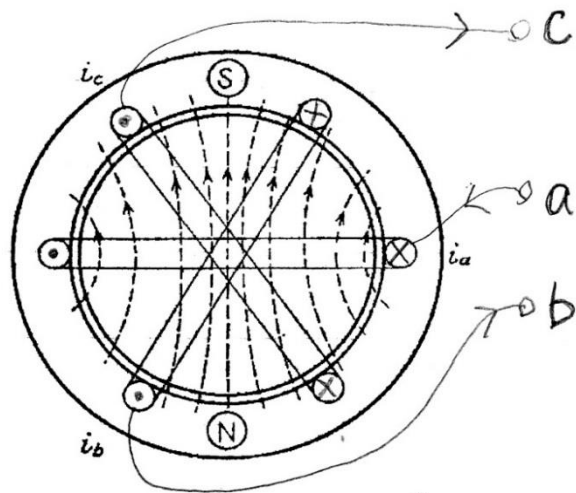
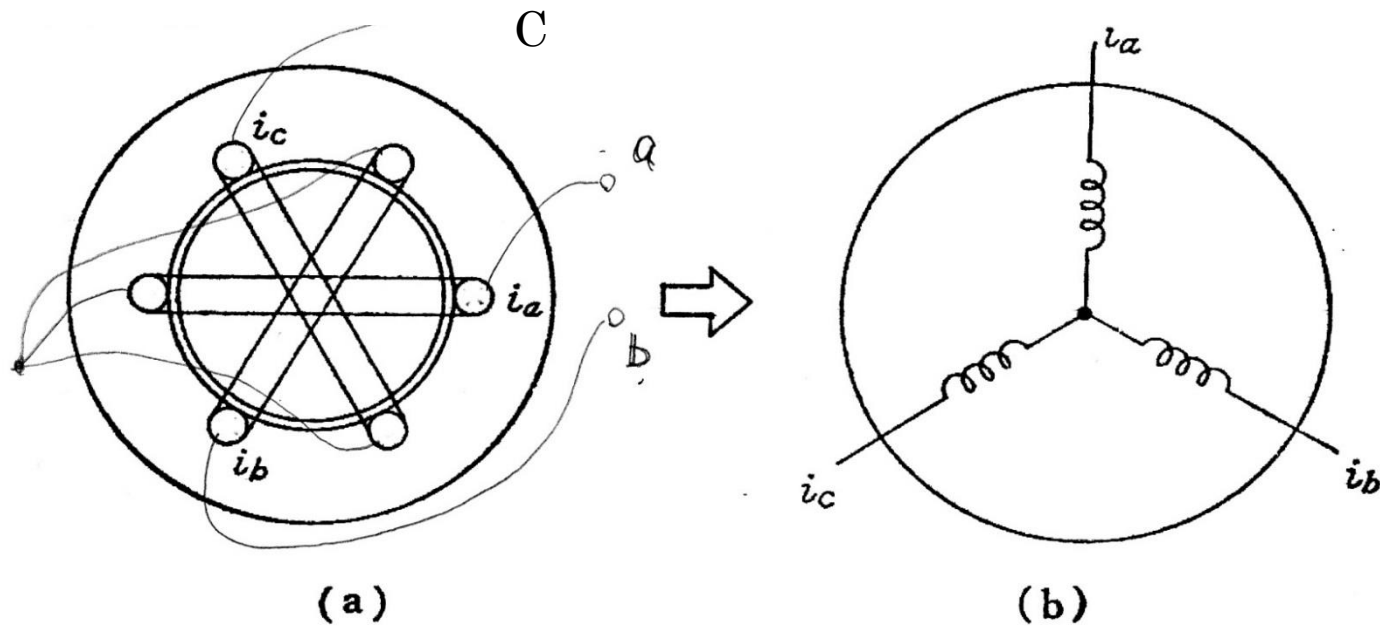
$$q = ab + c \quad (3 \cdot 2)$$

「 $q=1$ の場合を集中巻」の見解は整数スロットに対するものであることに注意を要する。

本来の「集中巻」は「巻線が分布していない」ことを意味し、「1 つのティースに巻線する」意味ではない。

$$k_p = \frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\frac{\beta}{2}} \quad (3 \cdot 3)$$

回転磁界と巻線配置



$$F_a = k \cdot i_a \cdot \cos(\theta)$$

$$F_b = k \cdot i_b \cdot \cos(\theta - 2\pi/3)$$

$$F_c = k \cdot i_c \cdot \cos(\theta - 4\pi/3)$$

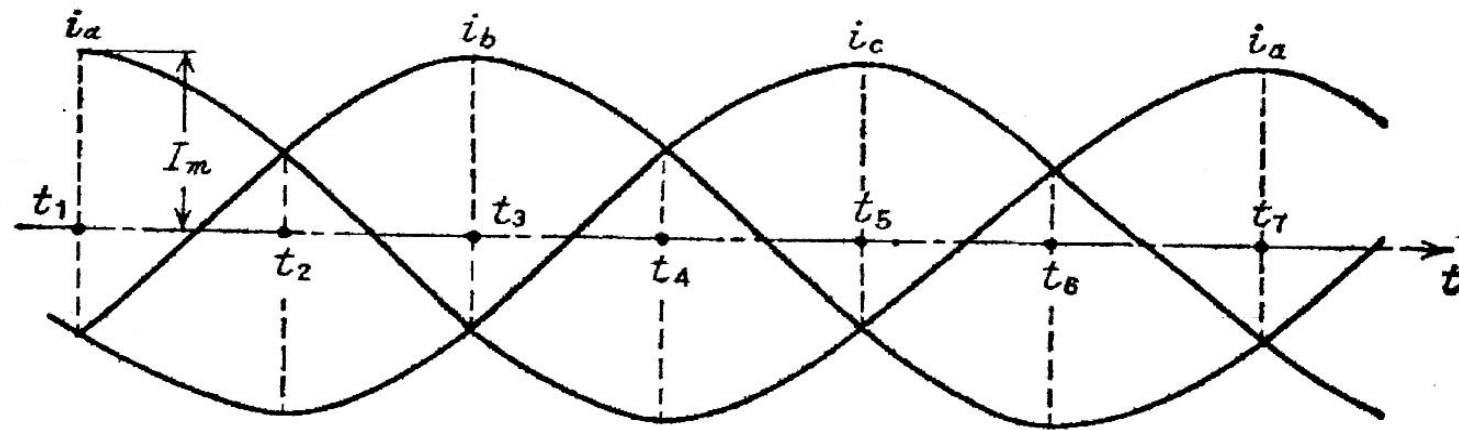
$$i_a = I_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$i_b = I_m \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3)$$

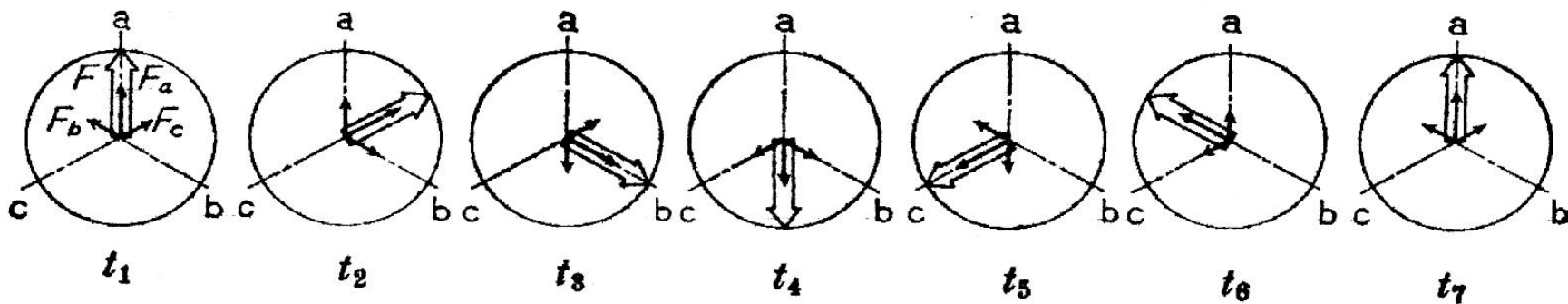
$$i_c = I_m \cdot \cos(\omega t - 4\pi/3)$$

$$F_a + F_b + F_c = \frac{3}{2} \cdot k \cdot I_m \cdot \cos(\omega t - \theta)$$

回転磁界



(a)



(b)

三相による回転磁界の発生

重ね巻及び波巻

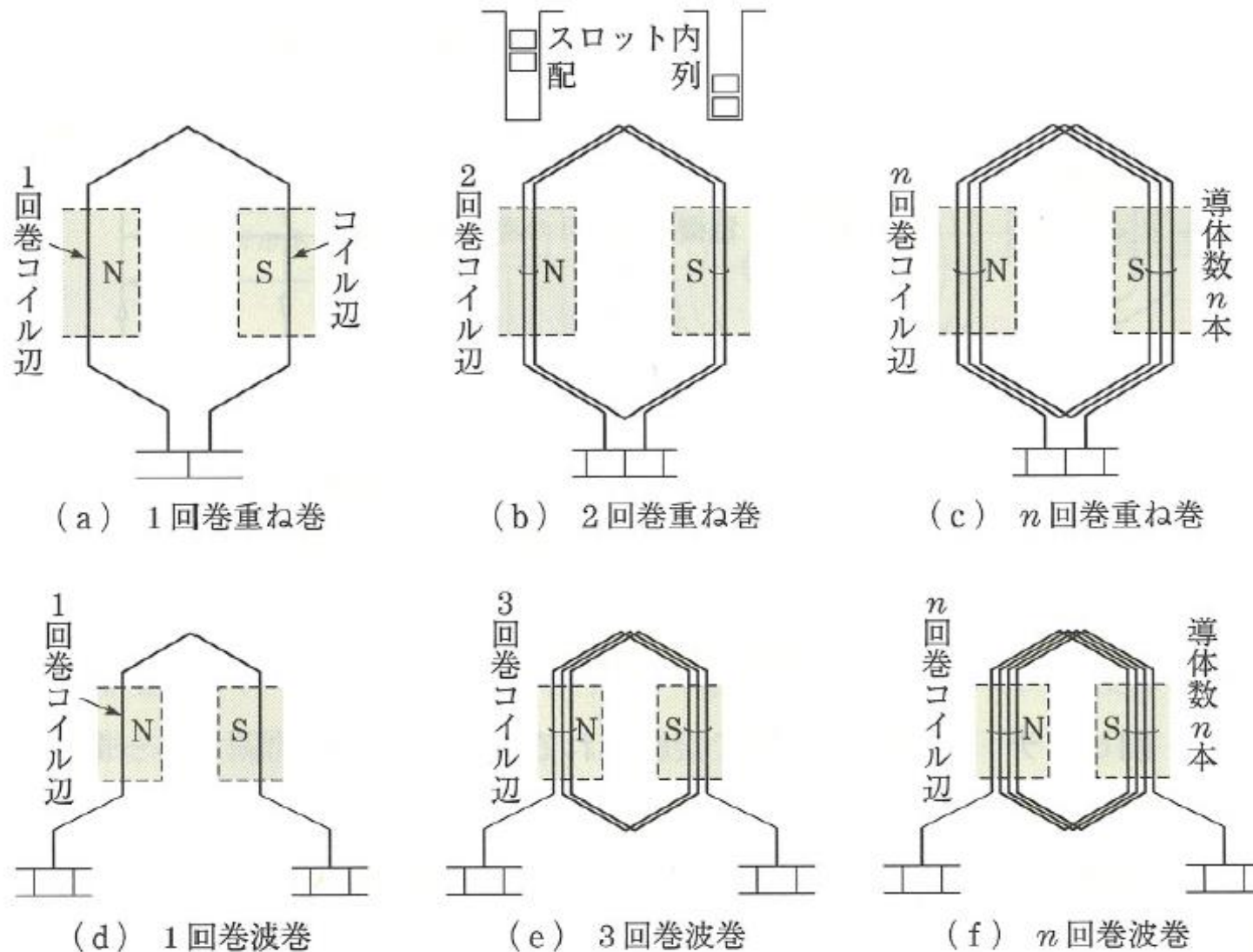


図 2.10 重ね巻および波巻

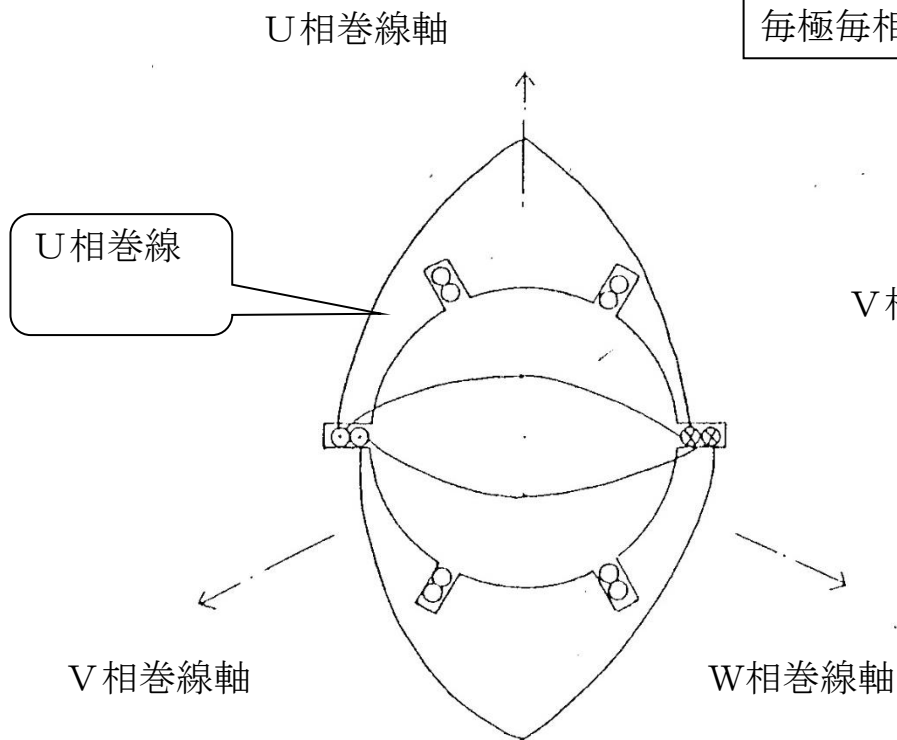
巻線配置：集中巻

スロット数：N 1

極数：P

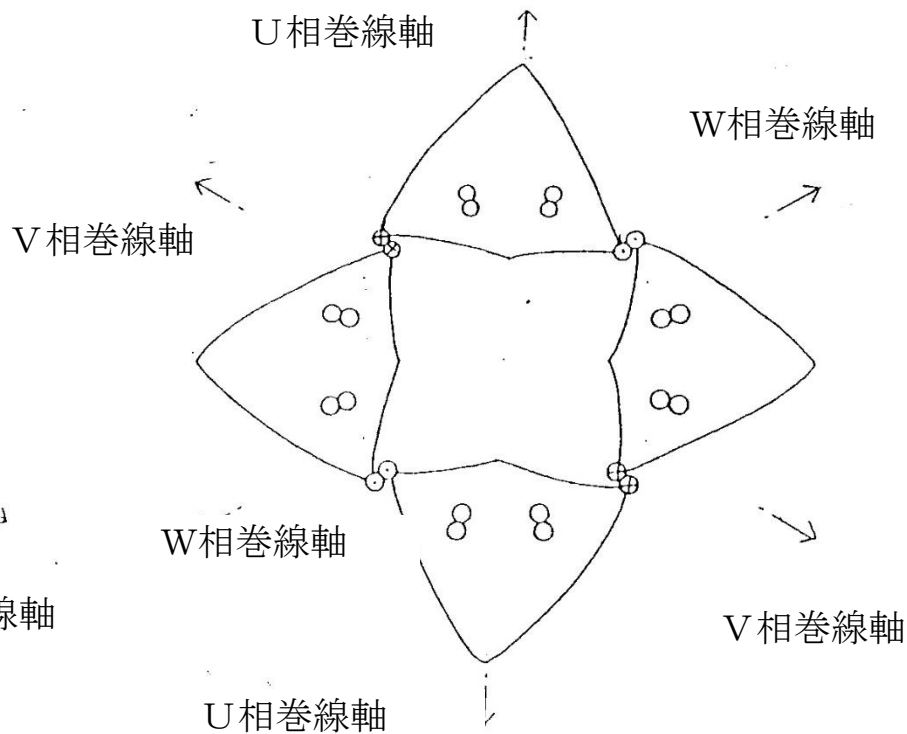
相数：3

每極每相のスロット数： $q = N 1 / (3 \times P)$



① 2極三相固定子巻線の例

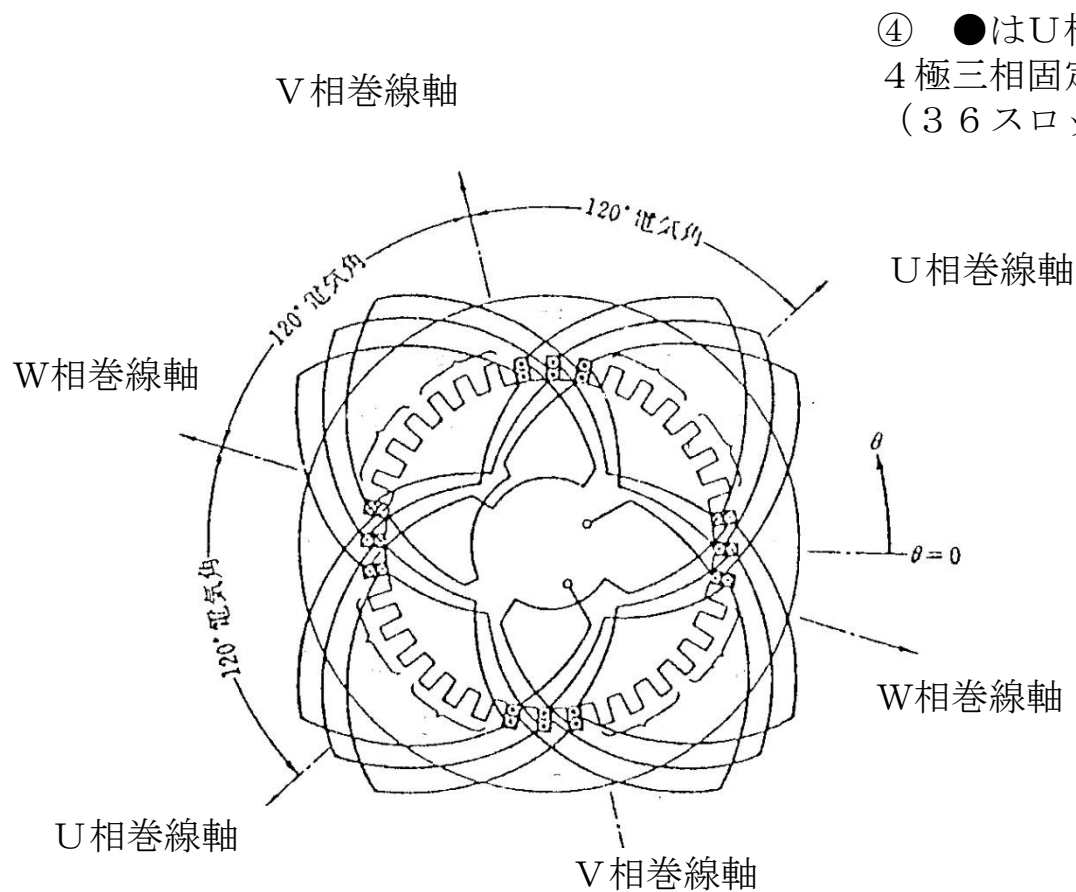
(N 1 = 6, q = 1, 二層, 全節, 重ね巻, U相巻線だけ示す)



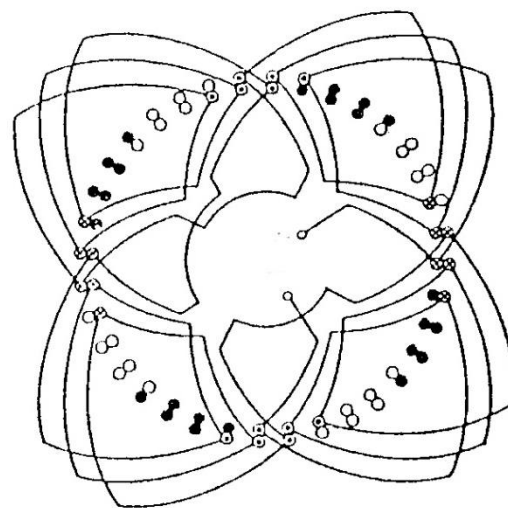
② 4極三相固定子巻線の例

(N 1 = 1 2, q = 1, 二層, 全節, 重ね巻, U相巻線だけ示す)

巻線配置：分布巻

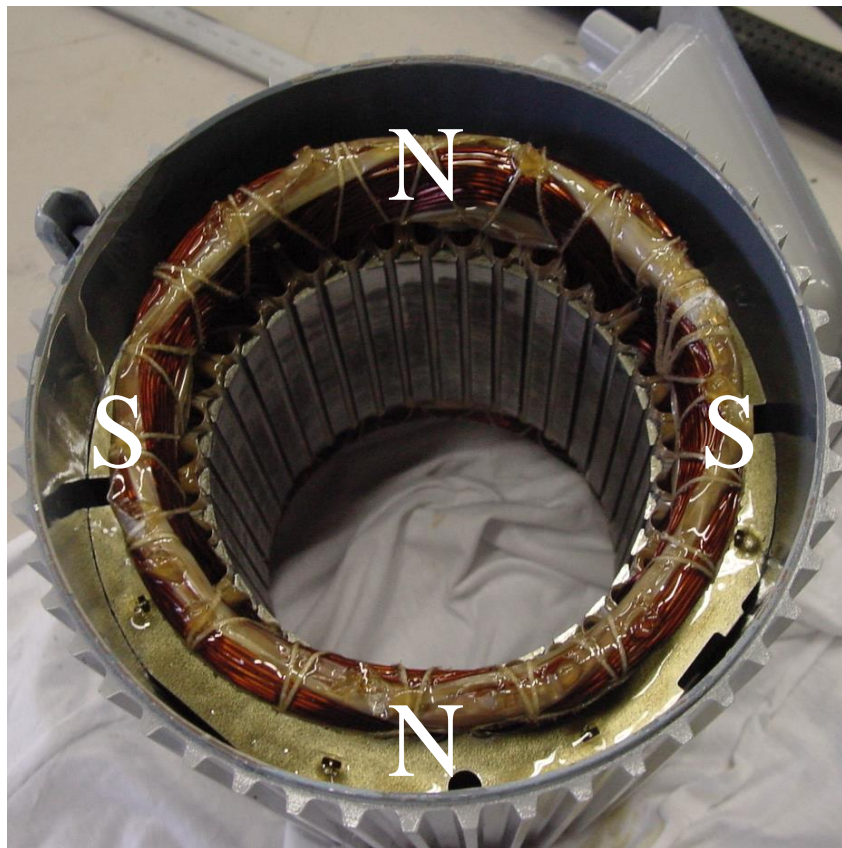


- ④ ●はU相, ●はV相, ○はW相の各導体
 4極三相固定子巻線の例
 (36スロット, 二層, 8/9短節, 重ね巻の場合)



- ③ 4極三相固定子巻線の例
 (36スロット, 二層, 全節, 重ね巻き, U相巻線だけ示す)

固定子巻線： 巻線の渡りについて



分布巻きの例 $q=2$: 4極 24スロット

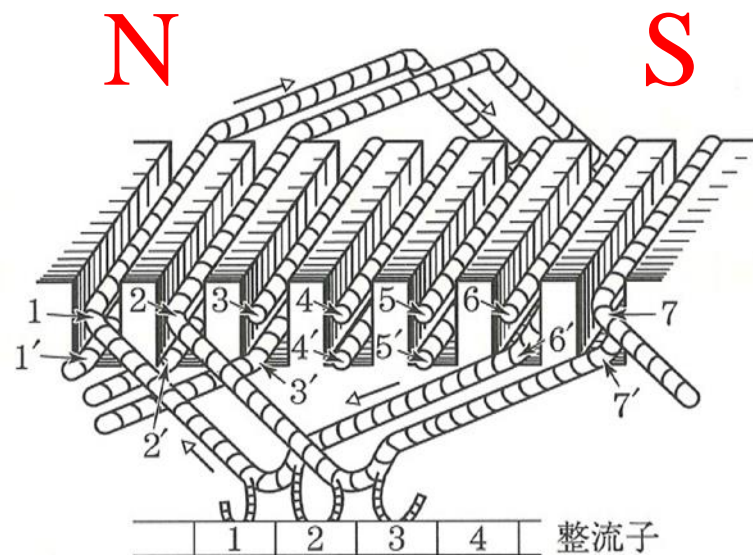


図 2.11 スロットに納めた重ね巻コイルの例

全節巻 : #1→#7

短節巻 : #1→#6

コイルピッチ / 磁極ピッチ : β

$$\beta = 5/6 = 0.833$$

分布巻係数 k_d

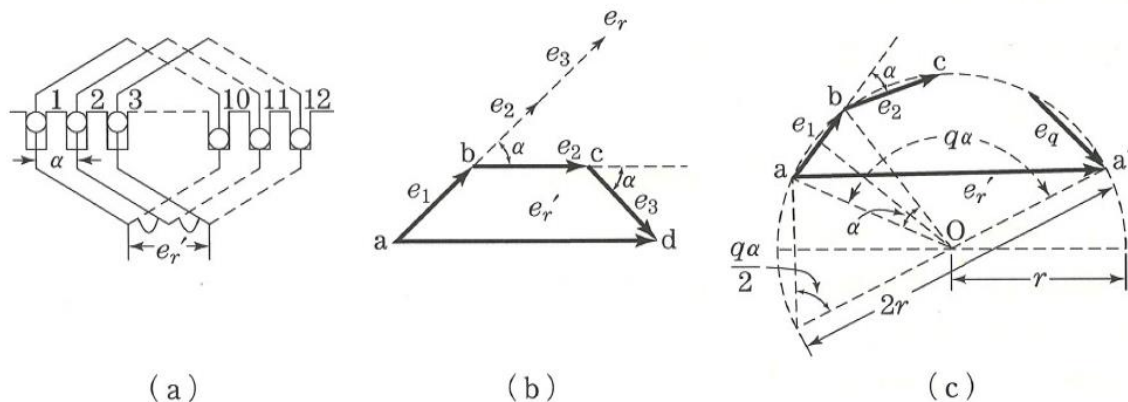
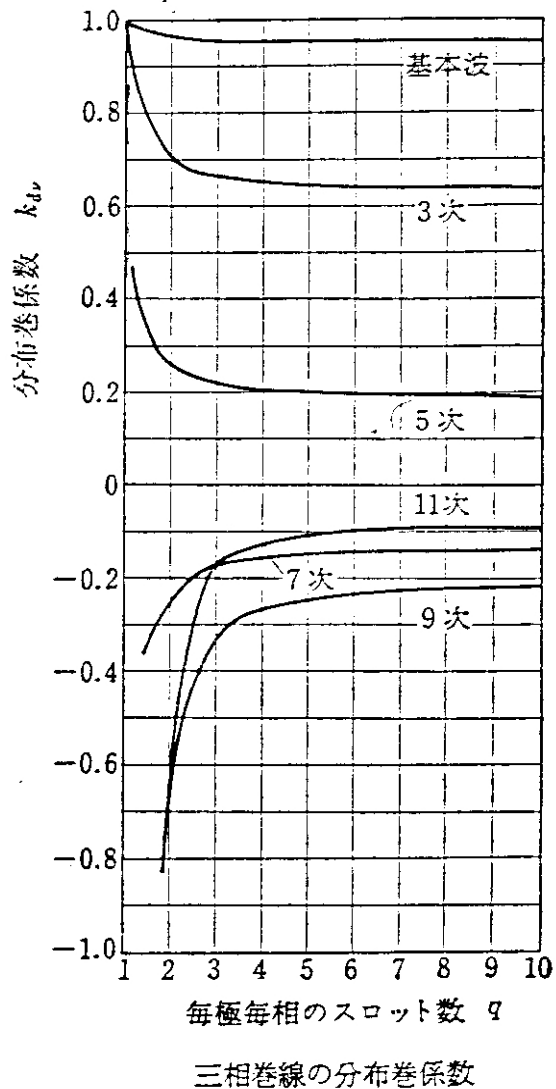


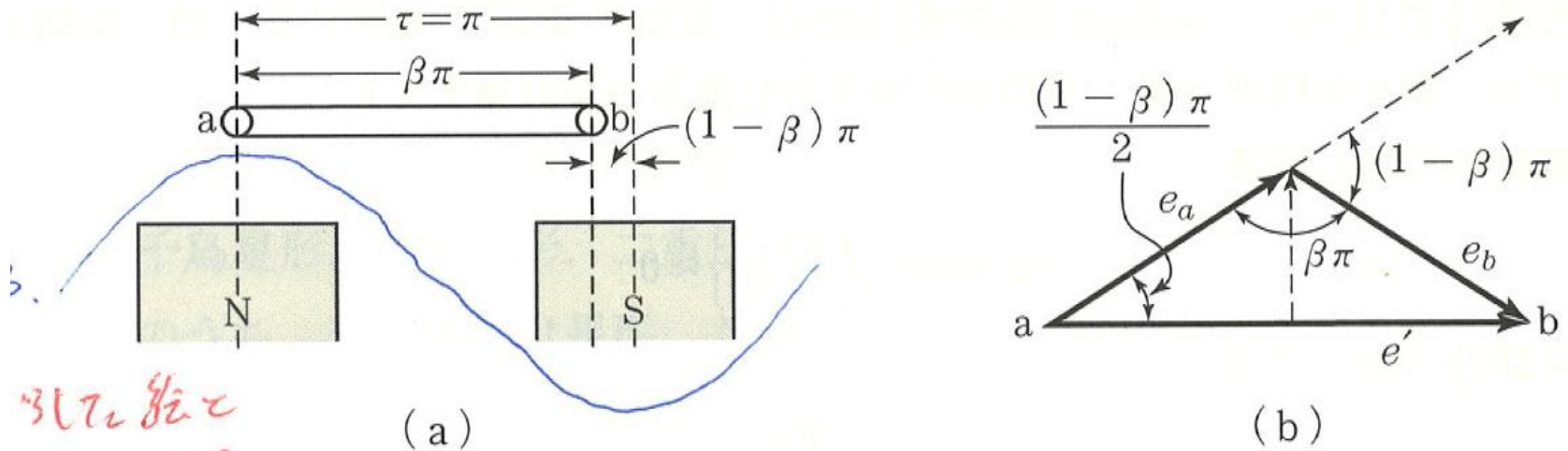
図 3.3 分布係数

$$k_d = \frac{\sin \frac{q\alpha}{2}}{q \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{\pi}{2m}}{q \sin \frac{\pi}{2mq}} \quad (3.10)$$

野中作太郎著, 「電気機器 I」 p227, 森北出版社

短節係數 k_p

$$k_p = \frac{e'}{e_a + e_b} = \frac{e'}{2e} = \sin \frac{\beta\pi}{2} \quad (3.11)$$

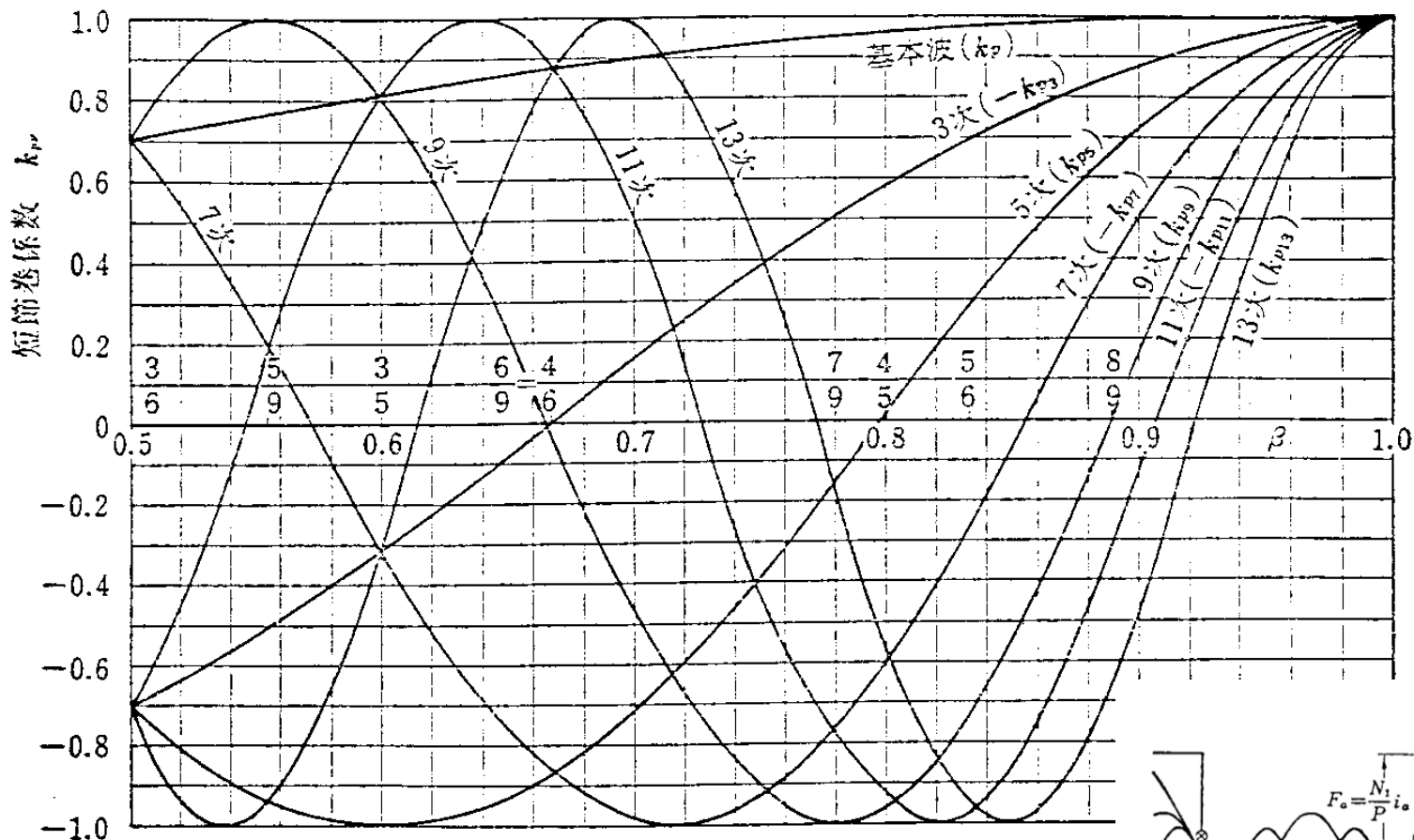


3.17.2 短節係數
 短節係數?

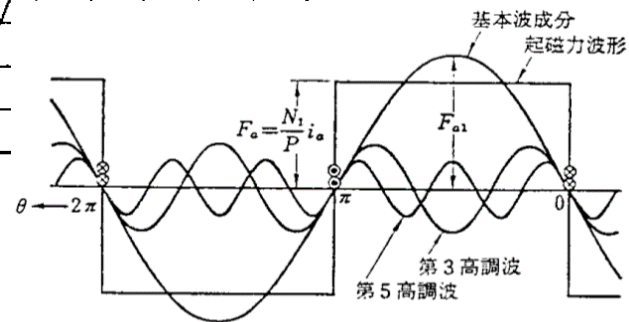
圖 3.4 短節係數

野中作太郎著, 「電氣機器 I」 p228, 森北出版社

短節係数 k_p



基本波および奇数次高調波に対する短節巻係数



集中巻線による起磁力の空間分布

野中作太郎著, 「電気機器 I」 p229, 森北出版社

巻線係数：p17(改訂3も同)

k_d は毎極・毎相のスロット数 q によって決まり，三相の場合は基本波に対して第2・1表のような値である。

第2・1表 分布係数

毎極・毎相のスロット数 q	2	3	4	5	6	7	∞
分布係数 k_d	0.966	0.960	0.958	0.957	0.956	0.956	0.955

k_p はコイルピッチによって決まり，基本波に対して第2・2表のような値である。

第2・2表 短節係数

コイルピッチ	17/18	14/15	11/12	8/9	13/15	5/6	12/15	7/9	6/9
短節係数 k_p	0.996	0.995	0.991	0.985	0.978	0.966	0.951	0.94	0.866