

# デュアルハルバツハ配列界磁を持つ 高効率小型回転機

森下 明平 工学部 電気システム工学科 教授

キーワード: ハルバツハ配列, 永久磁石, 発電機, モータ

## 概要

磁極方向に沿った断面が正方形の永久磁石を所定の角度で回転させながら並べると永久磁石列の片面のみに磁界が出現する。これがハルバツハ配列である。この永久磁石配列を対向させるとギャップ中に正弦波状の磁束分布が発生するとともにギャップ長を広げても磁束密度があまり低下しない界磁を得る。

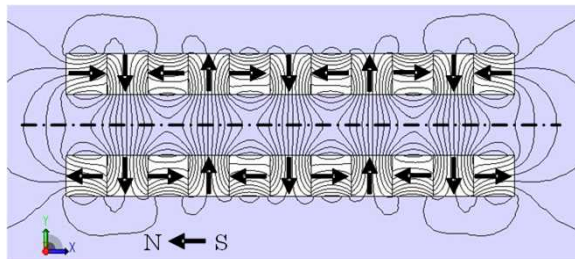


図1 デュアルハルバツハ配列界磁

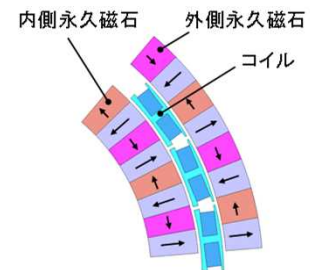


図2 回転機の界磁と電機子コイル

図1に着磁方向を90°ずつ回転させて構成されるデュアルハルバツハ配列界磁の磁束線を示す。ギャップ内に磁束線が集中し、外側にはほとんど無いことが分かる。この界磁を図2のように円弧状に変形して回転機の界磁と電機子を構成する。電機子はリッツ線の空芯コイルである。

## アピール ポイント

デュアルハルバツハ配列界磁内の磁束を電機子コイルに鎖交させることにより、一般には80%前後の小型回転機の効率が95%前後に向上する。また、コギングトルクがない、トルクの高調波成分が発生しないなどの特徴がある。

## 利用・用途 応用分野

- 小型発電機(風力, 水力)
- スピンドルモータ
- ドローン用モータ
- ブロワ用モータ
- 医療用モータ など

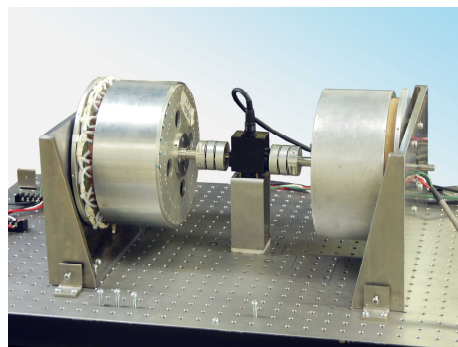


図3 効率94% 300 W 発電機

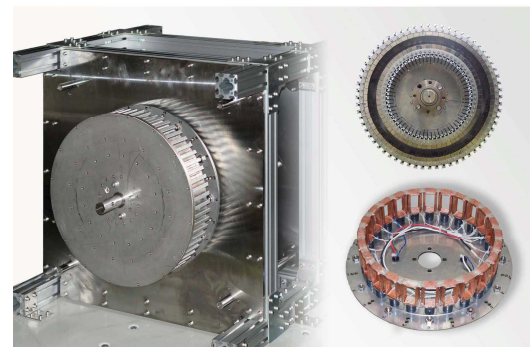


図4 効率95% 1 kW 発電機

## 関連情報

- 関連論文 = 直江美樹, 森下明平:「デュアルハルバツハ配列コアレス同期発電機の開発(その4)-漂遊負荷損の検討-」, 電気学会研究会資料, MAG-15-142/MD-15-125/LD-15-073 (2015)

- 関連 URL = <http://www.kogakuin.ac.jp>

# 高効率小型回転機のための デュアルハルバツハ配列界磁の設計法

森下 明平 工学部 電気システム工学科 教授

キーワード: ハルバツハ配列, 永久磁石, j磁気回路, 回転機

## 概要

磁極方向に沿った断面が正方形の永久磁石を所定の角度で回転させながら並べると永久磁石列の片面のみに磁界が出現する。これがハルバツハ配列である。これを用いて回転機用デュアルハルバツハ配列界磁を設計する手順は以下のとおりである。

[I] リニアデュアルハルバツハ配列を次の条件下で設計する。(図1)

- ① 着磁方向に平行な永久磁石の断面が正方形であること。
- ② 着磁方向に垂直な永久磁石の全長は正方形断面の一辺の長さ $l_m$ の4倍以上であること。
- ③ 着磁方向の回転角度は $360^\circ$ を4以上の整数で割った角度であること。

[II] リニアデュアルハルバツハ配列を次の条件下で二重円環構造に変形する。(図2)

- ① 二重円環のエアギャップ中心線の半径を $R_{c0}$ , ハルバツハ配列1列分を構成する永久磁石個数を $N_m$ として,  $R_{c0}$ を $2\pi R_{c0} = N_m l_m$ の関係を満足すること。
- ② 二重円環の総永久磁石体積がリニアデュアルハルバツハ配列の総永久磁石体積に等しくなること。
- ③ 二重円環の外側永久磁石体積と内側永久磁石体積の比がエアギャップ中心線の外側のエアギャップ体積と内側のエアギャップ体積の比に等しくなること。

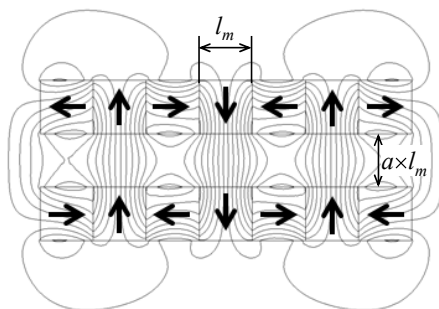


図1 リニアデュアルハルバツハ配列

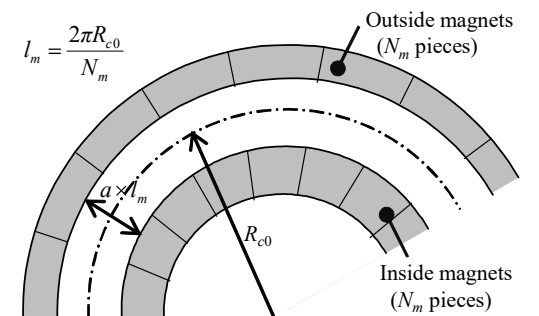


図2 二重円環デュアルハルバツハ配列

## アピール ポイント

リニアデュアルハルバツハ配列を設計に用いることで磁場解析が非常に容易になる。例えば、着磁方向を $90^\circ$ ずつ回転させる場合はエアギャップ長を $a l_m$ として $a = 1.5$ とすると電機子コイルに鎖交する磁束鎖交数が最大となる。また、リニアデュアルハルバツハ配列のポールピッチ内の磁束計算には関連論文に示す方法で磁気回路が適用できる。このため、机上で回転機特性の概算値を得ることができる。

## 利用・用途 応用分野

- 小型発電機(風力, 水力)の設計
- スピンドルモータの設計
- ドローン用モータの設計
- スブロウ用モータの設計
- 医療用モータの設計 など

## 関連情報

- 関連論文 = 森下明平:「永久磁石ハルバツハ配列界磁の特徴と電気機器への応用」, ケミカルエンジニアリング, Vol. 58 No.10, pp.26[746]-31[751] (2013)

- 関連 URL = <http://www.kogakuin.ac.jp>

工学院大学 研究戦略部 研究推進課

東京都八王子市中野町2665-1 〒192-0015

TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726

E-Mail:souken@sc.kogakuin.ac.jp URL:<http://www.kogakuin.ac.jp>