

# シングルハルバツハ界磁モータの設計

森下 明平 工学部 電気電子工学科 教授

キーワード: ハルバツハ配列, 永久磁石, 鏡像法, 回転機, モータ, 発電機

## 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。この配列を用いて回転機用シングルハルバツハ界磁を設計する手順は以下のとおりである。

[I] 次の条件で平行デュアルハルバツハ配列からリング状デュアルハルバツハ配列を設計する。

(図1→図2)

- ① 正方形磁石一辺の長さを $l_m$ 、二重リングのエアギャップ中心線の半径を $R_{c0}$ 、ハルバツハ配列一列分の永久磁石個数を $N_m$ として、 $2\pi R_{c0} = N_m l_m$  の関係を満足すること。
- ② 総永久磁石体積が変形前後で変化しないこと。
- ③ 二重リング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。

[II] リング状デュアルハルバツハ配列からシングルハルバツハ配列を次の手順で設計する。

(図2→図3)

- ① エアギャップ中心線より外側、もしくは内側をヨークで置き換える。
- ② 磁束分布に影響を与えない範囲でヨークを適切に設定する。

磁束密度 [T]

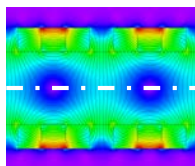


図1 平行デュアルハルバツハ配列

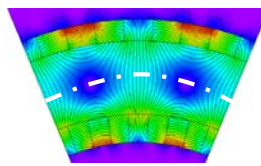


図2 リング状デュアルハルバツハ配列

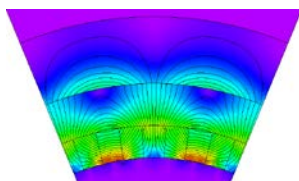


図3 シングルハルバツハ配列

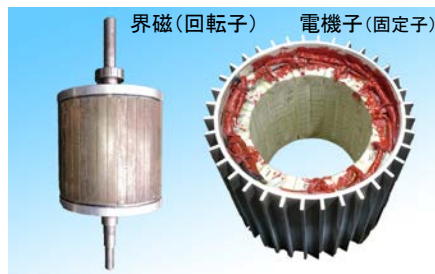


図4 設計例

## アピールポイント

シングルハルバツハ配列は鏡像法を用いて設計すると、平行ハルバツハ配列と等価な性質をもつ。また、シングルハルバツハ配列はデュアルハルバツハ配列に比べてコイルの冷却性能が格段に向上する。高回転・高トルクモータに適する。

## 利用・用途 応用分野

- ブロワ用モータの設計
- スピンドルモータの設計
- ドローン用モータの設計

## 関連情報

- 知的財産権＝特許出願中
- 関連論文 = 鈴木寛章, 森村暢夫, 森下明平:「シングルハルバツハ界磁型コアレス同期電動機の検討」, 電気学会研究会資料, RM-17-138 (2017)

# シングルハルバツハ界磁と軽量ヨークを用いた高出力密度電動機

森下 明平 工学部 電気電子工学科 教授

キーワード: ハルバツハ配列, 永久磁石, 鏡像法, 高回転, 高トルク, モータ, 小型化

## 概要

デュアルハルバツハ界磁モータを高トルク化するため、コイルの冷却性能を考慮して鏡像法を用いてシングルハルバツハ界磁を設計した。鏡像法を用いた際のヨークの断面積に対する磁束線と磁束密度分布を図1~3に示す。図中 $b$ は界磁断面積に対するヨーク断面積の比である。

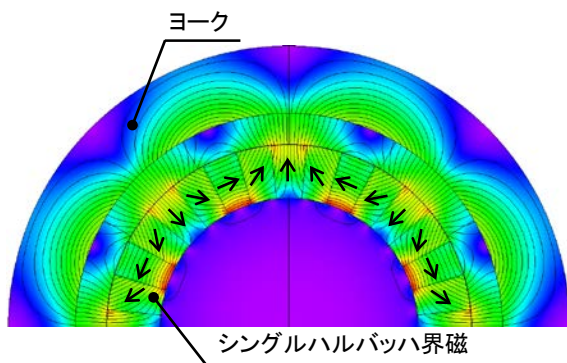


図1  $b$  が大きい場合の磁束密度分布

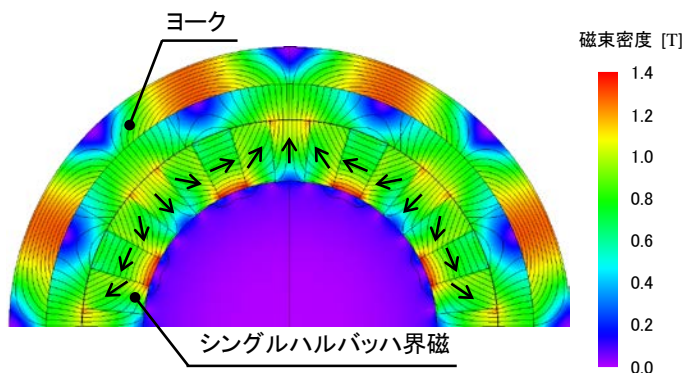


図2  $b$  が中程度の場合の磁束密度分布

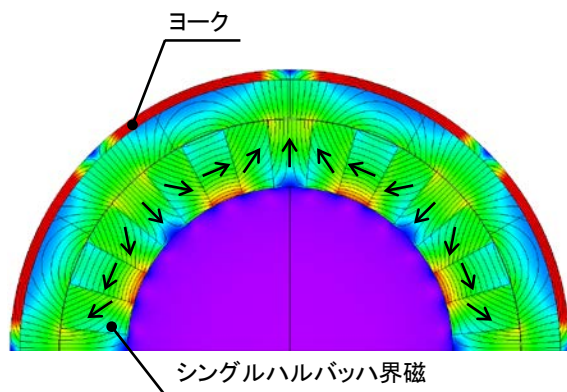


図3  $b$  が小さい場合の磁束密度分布

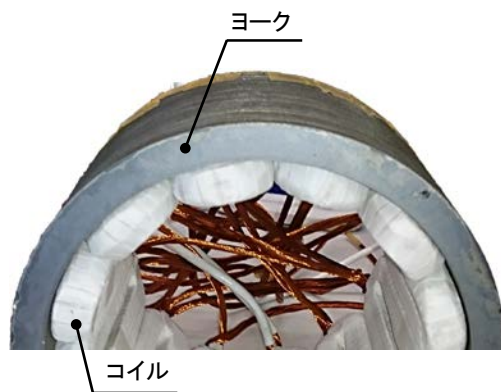


図4 実機の外観

## アピールポイント

シングルハルバツハ界磁に対向するヨークの断面積を適切に設定することで、モータの出力特性の低下とトルクリップルの発生を抑えながら、冷却性能の向上と製造コストの低廉化を図ることができる。

## 利用・用途 応用分野

- ブロワ用モータ
- スピンドルモータ
- ドローン用モータ
- その他高回転型モータ

## 関連情報

- 知的財産権=特許出願中
- 関連論文 = 鈴木寛章, 森村暢夫, 森下明平:「シングルハルバツハ界磁型コアレス同期電動機の検討」, 電気学会研究会資料, RM-17-138 (2017)