

# 鏡像法による シングルハルバツハ配列界磁の設計法

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配列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二重円環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。

[II] 二重円環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→図4)

- ① エアギャップ中心線より外側、もしくは内側を強磁性体で置き換える。
- ② 磁束分布に影響を与えない範囲で強磁性体を薄くする。

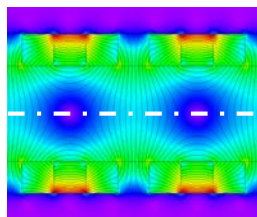


図1 平行デュアルハルバツハ配列

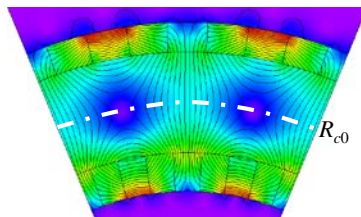


図2 二重円環デュアルハルバツハ配列

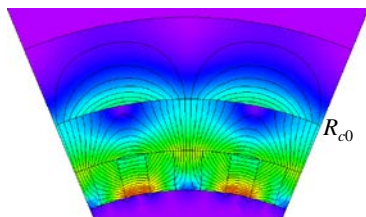


図3 シングルハルバツハ配列(最適化前)

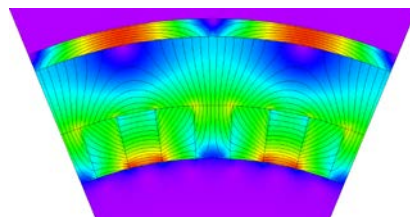
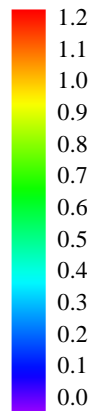


図4 シングルハルバツハ配列(最適化後)

磁束密度 [T]



## 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)

# 鏡像法による18度回転型シングルハルバツハ配列界磁をもつ高回転・高トルク電動機

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

## 概要

デュアルハルバツハ配列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配列界磁を設計した。この界磁を図1に示す。PWMインバータによるV/f一定制御を用いて製作したモータを駆動した。実機試験で得た効率特性を図2に示す。外寸Φ220×250 mmで, 連続定格出力は10 kW @ 10,000 rpmである。

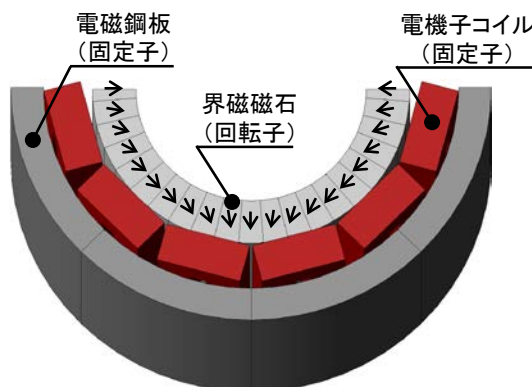


図1 モータモデル

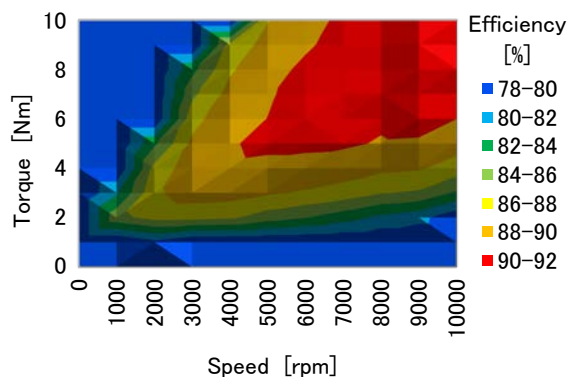


図2 効率特性

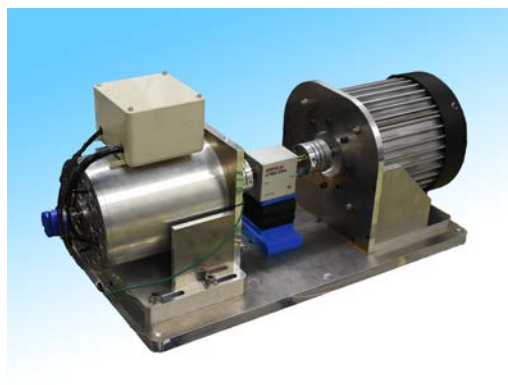
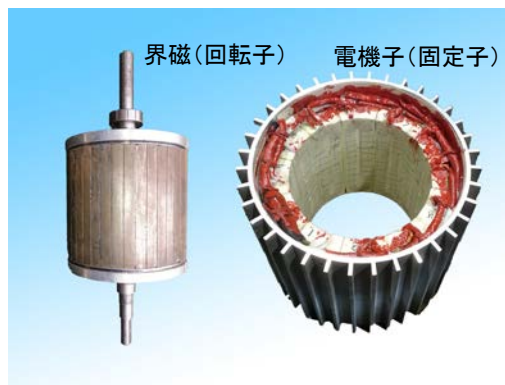


図3 10 kW 10,000 rpm モータ



## アピールポイント

シングルハルバツハ配列界磁を採用することで, デュアルハルバツハ配列界磁と比較して発熱源となるコイルの冷却性能を格段に向上することができる。10 Nm @ 10,000 rpm 出力時に91.5%のモータ効率を得た。また, この界磁ではギャップ長を広げても鎖交磁束があまり低下しないので, 高速回転時の遠心力対策が容易である。

## 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)