

# トロイダルコイルの熱解析 Thermal Simulation of Toroidal Coil

壁谷 真人<sup>\*1</sup>

Masato Kabetani

<sup>\*1</sup> エレクトロニクス事業部 技術部

## 要 旨

電子機器の熱解析において、部品のモデリングが重要である。本論文では、トロイダルコイルのモデリングについて、中部エレクトロニクス振興会での研究成果を紹介する。コイルを自然空冷する場合は、基板への放熱が大きいので、コイル内の熱伝導、基板内の熱拡散を再現できるように簡易化を行う。また、伝熱シートを使って筐体に放熱する場合は、接触圧が0.03MPa以下になると接触熱抵抗が急激に増大することに注意する。これらの熱解析手法、コイルの損失計算の妥当性は、昇圧チョッパ回路を作成して検証した。

キーワード: 熱解析、トロイダルコイル、伝熱シート

## Abstract

Modeling of parts is important in the thermal simulation of electronic devices. This paper introduces the research results of the Chubu Electronics Association regarding the modeling of toroidal coils. Simplification is performed to be able to duplicate the heat conduction in the coil and heat diffusion in the PCB since heat dissipation to the PCB is large in case that the coil is naturally air-cooled. Also, in case of using a thermal sheet to dissipate heat to the housing, to consider that the contact thermal resistance increases quickly when the contact pressure drops below 0.03 MPa. The validity of these thermal analysis methods and coil loss calculation were verified by creating a boost chopper circuit.

Keywords: Thermal simulation, Toroidal coil, Thermal sheet

# 高速IPMSMにおける最適パルスパターンによるステータ鉄心の鉄損低減 Reduction of Iron Loss in Stator Core Using an Optimum Pulse Pattern for High-Speed IPMSM

熊谷 崇宏<sup>\*1</sup>

Takahiro Kumagai

伊藤 健<sup>\*1</sup>

Takeshi Ito

西川 滉大<sup>\*1</sup>

Kodai Nishikawa

伊東 淳一<sup>\*1</sup>

Jun-ichi Itoh

山根 和貴<sup>\*2</sup>

Kazuki Yamane

山田 伸明<sup>\*2</sup>

Nobuaki Yamada

名和 政道<sup>\*2</sup>

Masamichi Nawa

<sup>\*1</sup> 長岡技術科学大学 <sup>\*2</sup> 技術・開発本部 開発第一部

## 要 旨

本論文では、任意パルスパターンで駆動した際に高速IPMSMで発生するステータ鉄心の鉄損を、有限要素法を用いずに算出できる評価関数を導出し、鉄損を最小にするパルスパターンを生成する手法を検討した。導出した評価関数はランダムなPWMをインダクタおよびモータに印加し、鉄損と評価値との相関係数を導出し、0.98を超える高い相関を確認した。

また、提案PWMは、キャリア非同期PWM、キャリア同期PWMと比較し、8.5%、3.7%の鉄損低減を確認し、提案手法の有用性を示した。

キーワード: 埋込磁石同期電動機、鉄損、最適パルス幅変調

## Abstract

This paper proposes a reduction method for iron loss in stator core using the optimum pulse pattern for high-speed interior-permanent-magnet-synchronous-motor (IPMSM). In this paper, simple evaluation function of iron loss of stator core in a pulse-width-modulation (PWM) drive is introduced. In particular, the iron loss in stator core is approximately estimated from the flux level obtained from the integral of line-to-line voltage of PWM drive. In addition, the pulse pattern is optimized to reduce the iron loss in stator core based on the introduced evaluation function. To validate the evaluation function, the correlation coefficient between the evaluation value and the measured iron loss is calculated in 12 random pulse patterns applied to inductor and IPMSM. As a result, the correlation coefficients are 0.991 and 0.982 in the inductor and IPMSM, respectively. In addition, the iron loss of the IPMSM with the optimum pulse pattern is reduced by 8.5% and 3.7% in comparison with a carry-asynchronous PWM and carry-synchronous PWM, respectively.

Keywords: interior permanent magnet synchronous motor, iron loss, optimum pulse width modulation