

2020年度 永守財団 研究助成 研究報告書

所属機関	産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター
職位または役職	研究員
氏名	八尾 惇

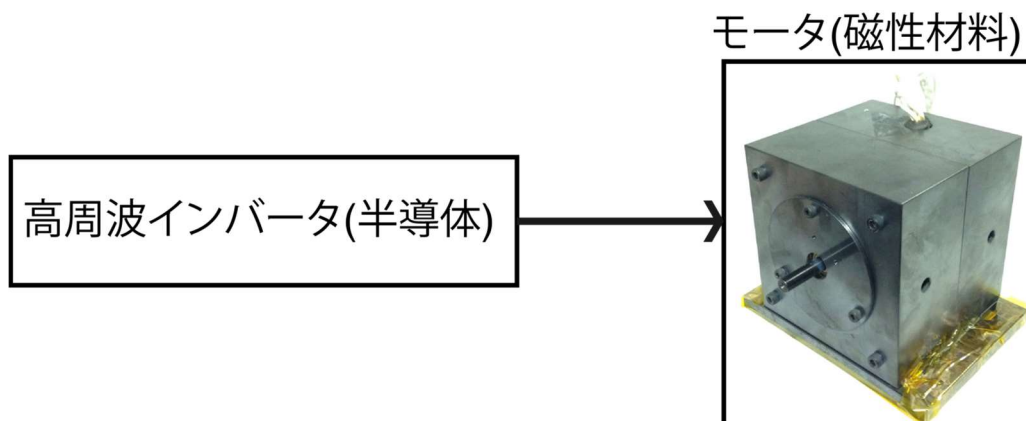
1. 研究題目

高効率な高周波モータの実現に向けたインバータ励磁下の高周波磁気特性に関する研究

2. 研究目的

低損失、高効率な高周波モータシステム実現(下図参照)を目指し、高周波インバータ駆動時の磁性材料研究を行う。ここでは、(I) 高周波インバータ駆動時の磁性材料の特性評価 (実験)、(II) 高周波インバータ駆動時の磁性特性の体系的評価の基礎検討 (計算)、の2点の目的に取り組む。

報告者は、永守財団研究助成 2018, 2019 を用い、高温インバータ励磁下の磁気ヒステリシス曲線評価装置を構築し、システムの温度特性がインバータ励磁下の磁気特性に影響を及ぼすことを示した (J. of Magn. Soc. of Jpn Vol. 43, No. 3 (2019), Vol. 44, No. 2 (2020))。また、報告者は、半導体のスイッチング特性が磁気特性に影響を及ぼすことを明らかにした(IEEJ Trans. on Ind. Appl. Vol. 7, No. 4 (2018))。これらの研究結果に基づき、本研究では、高効率な高周波モータシステムを実現するための基礎検討として、高周波インバータ励磁下の磁性材料の実験的および数値的評価を目的とする。



3. 研究内容及び成果

I. (実験) 高周波インバータ駆動時の磁性材料の特性評価

- 高周波インバータ駆動時 (MHz オーダー)の磁性材料の評価システムを作製した。
- 作製した高周波インバータ励磁下の評価システムを用い、アモルファス材(図 1(a))およびナノ結晶材(図 1(b))の磁気ヒステリシス曲線を実験的に評価した。また、ナノ結晶材では、アモルファス材と比較し、高周波領域でのデットタイムによる鉄損増加を抑制できることを示した。以上の結果に関連する内容をまとめ、65th Annual Conference on MMM で発表した。また、論文 (Journal of the Magnetism Society of Japan, Vol. 44, No. 6, pp.129-132 (2020))が出版された。
- 高周波領域において、SBD (Schottky Barrier Diode)を内蔵したインバータ駆動時の無方向性電磁鋼板の鉄損が、ボディダイオードを用いたインバータ駆動時と比較し、低減することを示した。以上の結果をまとめた論文 (AIP Advances, Vol. 10, No. 12, pp. 125129-1-5 (2020))が出版された。

II. (計算) 高周波インバータ駆動時の磁性特性の体系的評価の基礎検討

- 電気特性が磁気特性に及ぼす影響を検討するために、マルチレベルインバータ駆動時の磁気特性の強連成解析手法を開発した。以上の結果をまとめ、65th Annual Conference on MMM で発表した。

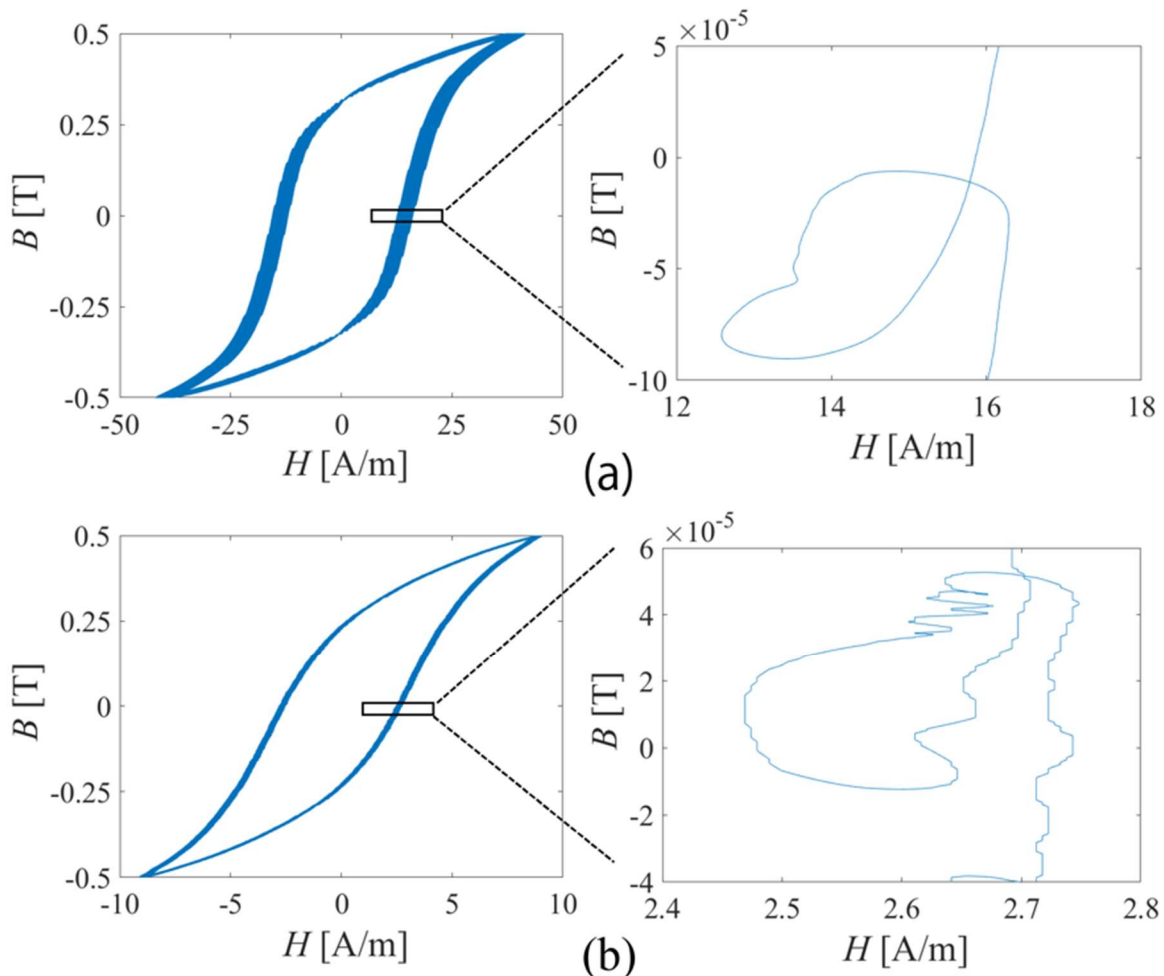


図 1 高周波インバータ駆動時の磁気ヒステリシス曲線。スイッチング周波数が 1MHz 時の(a) アモルファス材、(b) ナノ結晶材の結果 (Journal of the Magnetism Society of Japan, Vol. 44, No. 6, pp.129-132 (2020))の一部抜粋)

4. 今後の研究の見通し

本研究では、高効率な高周波モータを実現するための基礎検討として、インバータ励磁下の高周波磁気特性を明らかにすることを目的としている。ここでは、インバータ励磁下の複数の磁性材料(リングコア)の磁気ヒステリシス曲線と鉄損特性が駆動周波数に依存することを示した。したがって、今後は、インバータ励磁下のモータコアの磁気特性を有限要素法により明らかにしていくことが重要となる。

5. 助成研究による主な発表論文, 著書名

学術論文 (査読付)

1. **Atsushi Yao**, Fumiki Kato and Hiroshi Sato, “Iron loss and hysteresis properties of nanocrystalline magnetic materials under high frequency inverter excitation” Journal of the Magnetics Society of Japan, Vol. 44, No. 6, pp.129-132 (2020) [査読有]
2. **Atsushi Yao**, Fumiki Kato, Hiroshi Hozoji, Shinsuke Harada, Hiroshi Yamaguchi, and Hiroshi Sato, “Iron loss evaluation of magnetic materials excited by a SiC inverter with a Schottky barrier diode wall-integrated trench MOSFET” AIP Advances, Vol. 10, No. 12, pp. 125129-1-5 (2020) [査読有]

国際会議 (査読付)

1. **Atsushi Yao**, Fumiki Kato and Hiroshi Sato, “Iron loss and magnetic properties of amorphous and nanocrystalline ring core under inverter excitation on the order of MHz” 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, H1-04 (2020)
2. **Atsushi Yao**, Fumiki Kato and Hiroshi Sato, “Iron loss and hysteresis properties of magnetic materials excited by multi level PWM inverter” 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, I1-07 (2020)