

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24760230

研究課題名(和文) 家庭用風力発電装置向け磁気ギアード発電機の開発

研究課題名(英文) Development of a magnetic-gear generator for household-use wind generators

研究代表者

新口 昇(NIGUCHI, NOBORU)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：60614039

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：家庭用風力発電装置向けの発電機として、磁気減速機とモータ(発電機)を一体化させた磁気ギアード発電機を提案した。申請者が発明した磁気ギアード発電機は、これまでの磁気ギアード発電機とは構造が大きく異なり、永久磁石がステータ内周全面ではなく、ステータのスロットのみに設置されていることが特徴である。従来の磁気ギアード発電機では、ステータ内周の永久磁石により発電性能(通電性能)が低下したが、申請者の磁気ギアード発電機は高い伝達トルクと通電性能を両立している。1kWのダウンサイジング機を試作して発電性能を検証した結果、1kWの出力が得られ、効率は87.7%であり、提案構造の有効性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：I proposed a magnetic-gear generator for household-use wind generators which a magnetic gear is integrated with a motor. The proposed magnetic-gear generator has permanent magnets in the high-speed rotor and stator slots. The permanent magnets in the stator of conventional magnetic-gear generators decrease the electrical characteristics. However, the proposed magnetic-gear generator has a high transmission torque and electrical characteristics. A 1 kW prototype was manufactured and the computed characteristics were verified. The efficiency at 1 kW was 87.7%, and the effectiveness of the proposed magnetic-gear generator was verified.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：風力発電機 磁気ギアードモータ

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故の影響で、風力発電が見直されるとともに、小型の家庭用風力発電機が注目を集めているが、増速機の信頼性面で導入が進んでいるわけではない。そこで、申請者がこれまで研究を行ってきた磁気減速機とブラシレスモータを一体化し、非接触で信頼性が高く、メンテナンスフリーを実現可能な高効率磁気ギアード発電機を開発し、家庭用風力発電装置の普及に貢献する。

2. 研究の目的

磁気ギアード発電機の基本概念は、2010年に中国の Zhenjiang University が提案しているが、アウターロータ型のために希土類磁石の使用量が多い上、コイルの熱を外部へ逃がすのが困難な構造のため、実用的ではない。さらに、構造提案に留まり、トルク特性や発電特性についての理論的な検証は行われていない。そこで、磁気ギアード発電機の特性の詳細な検証を行うとともに、従来の磁気ギアード発電機(図1)より高性能な磁気ギアード発電機を開発することを目的とする。

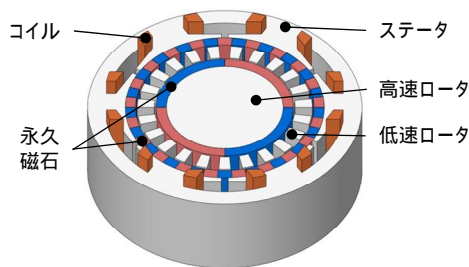


図1 磁気ギアードモータ

3. 研究の方法

(1) 動作原理の検証

理論式の構築：動作原理を理論的に証明するため、理論式を構築する。

数値シミュレーションによる検証：理論式通りの動作を行うかどうかを検証する。

(2) 数値シミュレーションによる最適設計

損失特性：高効率発電のために、磁気的な損失を低減する技術を構築する。

トルク特性：微風でも発電できるようにトルク脈動を低減する技術を構築する。

振動特性：発電時の振動による周囲への騒音を低減するため、振動低減技術を構築する。

(3) 試作機を用いた実験検証

試作機の製作：最適設計結果に基づき、磁気回路設計と機械設計を実施する。

評価装置の開発：発電量、トルク特性、振動特性を同時に測定できる装置を開発する。

試作機の評価：主に発電量、効率、トルク特性、振動特性を測定する。

4. 研究成果

(1) 新たな磁気ギアード発電機の提案

これまでの磁気ギアード発電機は、伝達トルクもしくは通電特性のどちらか一方のみが優れる構成であった。そのため、風力発電機として用いても、一般的な発電機より小型化が困難であった。そこで、申請者は、伝達トルクと通電特性のいずれにも優れる磁気ギアード発電機(図2)を発明した。この磁気ギアード発電機は、ステータの永久磁石がステータ内周全面ではなく、ステータスロットのみに配置されていることが特徴である。

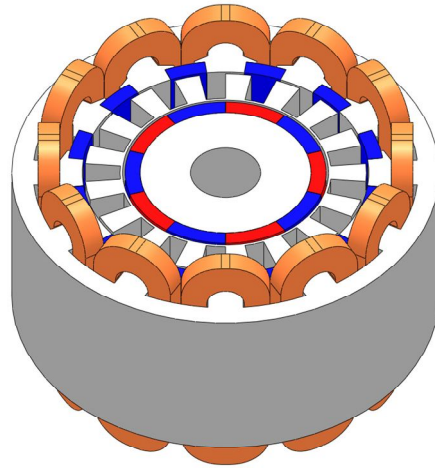


図2 申請者が開発した磁気ギアード発電機

(2) 提案構造の検証

提案構造の有効性を検証するため、1kWにダウンサイジングした試作機(図3)を製作し、発電特性を測定した。その結果、1kWの出力を得ることができ、そのときの効率は87.7%で、ほぼ解析結果通りとなった。この結果から、筆者が提案した構造の有効性を示すことができた。

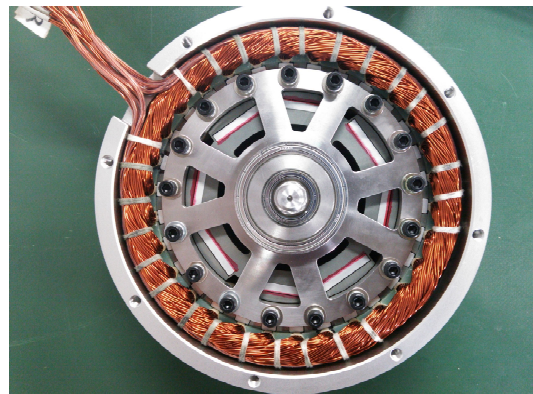


図3 磁気ギアード発電機の試作機

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3件)

新口昇, 平田勝弘, 新しい磁気ギアードモータ, 日本 AEM 学会誌, 査読有, Vol. 21, No. 2, 2013, pp.110-115

N. Niguchi, K. Hirata, Torque-Speed Characteristics Analysis of a Magnetic-Geared Motor Using Finite Element Method Coupled with Vector Control, IEEE Tran. Magn., Reviewed, Vol. 49, No. 5, 2013, pp. 2401-2404

新口昇, 平田勝弘, 森元瑛樹, スリップ現象を有する磁気ギアードモータの N-T 特性, 電気学会論文誌 D 部門, 査読有, Vol. 133, No. 12, 2013, pp. 1179-1185

[学会発表](計 20件)

新口昇, 平田勝弘, 磁気ギアードモータにおけるスリップ現象発生後のロータ挙動, 電気学会 回転機 リニアドライブ 家電・民生合同研究会, 2012, 大阪

鷺海翼, 平田勝弘, 新口昇, 分布巻を有する磁気ギアード発電機の提案, 電気学会 回転機 リニアドライブ 家電・民生合同研究会, 2012, 大阪

長井信吾, 平田勝弘, 新口昇, 圧粉磁心を用いたアキシヤル型磁気ギアードモータの渦電流損失特性, 電気学会 回転機 リニアドライブ 家電・民生合同研究会, 2012, 大阪

N. Niguchi, K. Hirata, A. Zaini, S. Nagai, Proposal of an Axial-Type Magnetic-Geared Motor, the 2012 International Conference on Electrical Machines, 2012, France

N. Niguchi, K. Hirata, Torque Ripple Analysis of a Magnetic-Geared Motor, the 2012 International Conference on Electrical Machines, 2012, France

N. Niguchi, K. Hirata, T. Oshiumi, Slip Characteristics Verification of a Magnetic-Geared Generator Using Finite Element Analysis, The 15th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation, 2012, Japan

N. Niguchi, K. Hirata, Torque-Speed Characteristics Analysis of a Magnetic-Geared Motor Using Finite Element Method Coupled with Vector Control, The 15th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation, 2012, Japan

新口昇, 平田勝弘, 新しい磁気ギアードモータ, 第 21 回 MAGDA コンファレンス, 2012, 仙台

森元瑛樹, 平田勝弘, 新口昇, 実験計画法による磁気ギアードモータの高伝達トルク化, 電気学会 モータドライブ リニアド

ライブ合同研究会, 2012, 高知

鷺海翼, 平田勝弘, 新口昇, ダイレクトドライブ向け磁気ギアード発電機の提案, 電気学会 リニアドライブ研究会, 2013, 東京

新口昇, 平田勝弘, 磁気ギアードモータの N-T 特性, 電気学会 リニアドライブ研究会, 2013, 東京

新口昇, 平田勝弘, 磁気ギアードモータのロータ挙動の制御, 第 25 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 2013, 箱根

細川博之, 新口昇, 平田勝弘, 河瀬順洋, 山口忠, 三次元有限要素法を用いた磁気ギアードモータのロータ挙動の検証, 第 25 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 2013, 箱根

森元瑛樹, 平田勝弘, 新口昇, ハーフ PM 型磁気ギアードモータの性能評価, 第 25 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 2013, 箱根

T. Oshiumi, N. Niguchi, K. Hirata, Embedded PM Magnetic-Geared Generator, 16th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, 2013, Canada

N. Niguchi, K. Hirata, MAGNETIC-GEARED MOTORS WITH HIGH TRANSMISSION TORQUE DENSITY, 19th International Conference on the Computation of Electromagnetic Fields, Macedonia

新口昇, 平田勝弘, 森元瑛樹, 磁気ギアードモータのステータの永久磁石によるコギングトルク, 電気学会 リニアドライブ研究会, 2013, 北海道

新口昇, 平田勝弘, 森元瑛樹, 磁気ギアードモータにおけるステータの永久磁石の極性, 第 22 回 MAGDA コンファレンス 2013, 宮崎

鷺海翼, 新口昇, 平田勝弘, 1kW 級磁気ギアード発電機の実験検証, 第 22 回 MAGDA コンファレンス, 2013, 宮崎

森元瑛樹, 新口昇, 平田勝弘, 界磁巻線を有する磁気ギアードモータ, 電気学会 モータドライブ リニアドライブ合同研究会, 2013, 三重

[図書](計 0件)

[産業財産権]

○出願状況(計 1件)

名称: 磁気波動歯車装置

発明者: 平田勝弘, 新口昇, ザイニアリフ, 鷺海翼, 森元瑛樹, 遠嶋成文, 石本興史

権利者: 国立大学法人大阪大学 株式会社 IHI

種類: 特許

番号: 特許願 2013-064083

出願年月日: 2013年5月21日

国内外の別: 国内

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新口 昇 (NIGUCHI, Noboru)
大阪大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：60614039

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

平田勝弘 (HIRATA, Katsuhiko)
大阪大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：00403139