

# エネルギー貯蔵用フライホイールの2軸化に向けた アウターロータ形永久磁石同期電動機の実機検証

学生員 谷向一馬 学生員 田中賢太 正員 折川幸司 正員 ゴーテックチャン 正員 伊東淳一

非会員 平野佑太 非会員 山田昇 (長岡技術科学大学)

## Verification of the outer rotor type Permanent Magnet Synchronous Motor for 2-axis Flywheel for energy storage

Kazuma Tanimukai, Student Member, Kenta Tanaka, Student Member, Koji Orikiwa, Member, Goh Teck Chiang, Member

Jun-ichi Itoh, Member, Yuta Hirano, Non-member Noboru Yamada, Non-member (Nagaoka University of Technology)

キーワード：フライホイール, エネルギーキャッシュシステム, 電力平準化

Keywords : Flywheel, Energy Cache system, Power leaving

### 1. はじめに

近年, 再生可能エネルギーの発電電力増加に伴い, 電力変動を補償する方法の一つとしてフライホイール(以下, FW)の適用が提案されている<sup>(1)</sup>。しかし, FWは低速ではエネルギー密度が低いという欠点がある。そこで, FWの高速回転によるエネルギー密度の向上が図られている。しかし, 機械強度や高効率化の観点から, 限界がある。そこで, 2軸回転機構を有するFWが提案されている<sup>(2)</sup>。

図1に文献(2)のFWのエネルギー貯蔵量を示す。図1に示す通り2軸FWは, 同速度で通常のFWに比べて2倍のエネルギーを貯蔵できることが分かる。本手法では, 速度によるジャイロ効果の影響で機械損失が増加する問題を確認している。そこで, 本論文では各回転軸のイナーシャを等しくしてジャイロ効果を軽減することを目的として2軸回転モータの試作を行い, 実機検証を行ったので報告する。

### 2. FWの2軸化に向けた試作モータの動作検証

#### 2.1. 試作モータの概要

図2にモータの概略図, 表1に仕様を示す。1軸目のモータを, 外部から別モータにより軸ごと直交回転させ, モータの2軸回転を実現する。本論文では1軸目のモータの給電方法に, スリップリングによる給電を想定し, モータにはアウターロータ形永久磁石同期電動機を用いる。本論文では基礎検証として, 2軸目を固定し, 1軸目のみ制御する。1軸目のモータ機械出力は50W, 定格回転数は2000rpmとする。また, ジャイロ効果による機械損失を低減するため, 各回転軸のイナーシャを等しくする。

#### 2.2. 試作モータの制御法と実験結果

図3に試作モータを20rpmから200rpmまで加速させた際のモータ線間電圧 $V_{uv}$ (ローパスフィルタのカットオフ周波数1kHz), 線電流 $I_u$ の波形とその定常状態の波形を示す。試作モータを駆動するインバータにはV/f制御を適用する。ここで, V/f比は0.5とする。図3(a)より加速中及び加速後の電流に0.4Hzの振動が発生するが, 200rpmまで40secで加速できることが分かる。また, 図3(b)よりモータ電圧が歪んでいることが分かる。今後はさらに回転数を上げるためモータの加速中の電流振動を抑制することを課題とする。

Table.1 Specification of the proto type motor

Input voltage	24V	Rated speed	2000rpm
Number of pole	10	Output power	50W

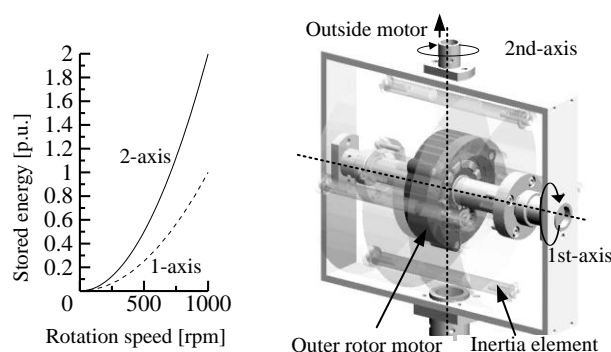
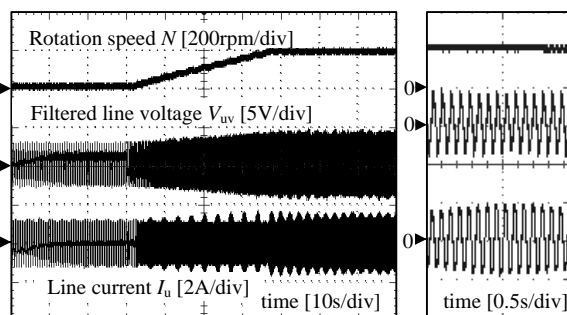


Fig. 1. Stored energy of 2-axis FW Fig. 2. Drawing of 2-axis motor



(a) Acceleration from 20rpm to 200rpm (b) Steady state

Fig. 3. Operation waveform

### 3. まとめ

本論文では, エネルギー貯蔵用2軸FWに向けて, 機械損失低減を目的とした, イナーシャの等しいアウターロータ形永久磁石同期電動機の実機実験を行った。その結果, V/f制御によりモータ電流を大きく振動させることなく200rpmまで駆動できることを確認した。今後は, さらに回転速度を上げ, 貯蔵エネルギーの増加を検討する。また, 試作モータの2軸回転を行い, フリーラン試験により機械損失を測定する。

### 文 献

- (1) 矢後賢次, 腰一昭: 富士時報, Vol.78, No.6(2005)
- (2) 山田昇, 藤森崇起, 平野佑太, 伊東淳一: 2軸スピンドルへのエネルギー貯蔵に関する解析及び実験, 日本機械学会論文集C編 Vol.78, No.790(2012)