

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号： 12301
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2019～2019
課題番号： 19H00256
研究課題名 家庭用水道管向け超小型水力発電機の開発

研究代表者

高橋 洋平 (TAKAHASHI, YOHEI)

群馬大学・理工学部・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 530,000円

研究成果の概要：一般家庭用水道に設置された減圧弁で捨てられる圧力エネルギーを電気エネルギーとして回収することを目的に、超小型水力発電装置の開発を行った。家庭用水道のような低圧な水流からでも効率的に水車を回転させるために、軸受部には回転摩擦の少ないピボットベアリングと磁気ベアリングを採用した。そして、小型かつ効率的な水力発電機の試作を行った。特に、磁気ベアリングを含む磁気部品は、コンピュータによる有限要素法磁場解析を用いて詳細に設計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、水道管内の減圧装置などで捨てられる圧力エネルギーを再利用する発電システムの研究が多く行われている。その一方で、家庭用水道を対象としたものは少ない。その理由は、圧力が低いため十分な発電量が得られず、商用化が見込めないからである。しかし、対象を低圧な水流に絞ることで装置を小型・安価に試作することが可能なため奨励研究課題として相応しく、また、本研究で得られる知見は他の水力発電にも有用であり、その社会的意義は大きいと考える。

研究分野： 電気電子工学

キーワード： 水力発電 磁気ベアリング 有限要素法磁場解析

1. 研究の目的

近年、水道管の減圧弁などで捨てられていた圧力エネルギーを再利用する発電システムの研究が多く行われている。その一方で、家庭用水道を対象としたものは少ない。理由として、圧力が低く十分な発電量を得ることが難しい点が挙げられる。一部、微小な発電量を用いて自動水栓する製品が存在するが、社会全体の環境負荷低減に貢献できる規模ではない。

本研究課題は一般家庭用水道向けの超小型水力発電システムの開発を目的とする。対象を低圧な水流に絞ることで装置を小型・安価に試作することが可能で、また商用を目的とした大規模な研究と差別化する狙いがある。

2. 研究成果

本稿では超小型水力発電機の概要と、装置の設計について報告する。

(1) 超小型水力発電機の構成

図1に、提案手法である超小型水力発電機の概略図を示す。水車は小型化のため軸流型を採用し、径方向および軸方向の変位は、パッシブ磁気ベアリング(PMBs)とピボットベアリングにより、それぞれ支持する。能動制御を行わないことで、システムの簡素化と低消費電力化を図る。発電はロータ永久磁石とステータに取り付けた空芯コイルで行う。装置のサイズは、JISで規定される一般家庭用水道管蛇口(内径13mm)への装着を考慮して決定した。

(2) 装置の詳細設計

有限要素法磁場解析ソフトを用いて、装置の詳細設計を行った。ここでは主にPMBsの設計について述べる。PMBsはステータとロータの上下の両端に設置されたリング状の永久磁石の反発力により、ロータの径方向位置を受動的に支持する。ロータは、発電用コイルに流入する磁束量を増加させるためにステータ側に設置されたバックアイロンと発電用ロータ永久磁石間に発生する磁気吸引力(負ばね力)により、径方向の位置が不安定となる。これを抑制する支持性能がPMBsには求められる。磁場解析の結果、この負ばね力係数は1.3 N/mmであった。図2にPMBsの径方向変位に対する電磁力の解析結果を示す。解析モデルは永久磁石の軸方向の厚さを2.0 mmで統一し、径方向の厚さをそれぞれ1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mmとした。エアギャップは全て0.5 mmである。図2より、全モデルで支持力剛性は10 N/mmを超え、負ばね力による不安定性を十分に抑制できることが分かった。永久磁石の製作性と装置のサイズを考慮し、PMBsの外側のリングは外径20 mm, 内径16 mm, 内側のリングは外径15 mm, 内径11 mmと決定した。

以上のように、磁場解析を用いて各要素の詳細設計を行い、試作装置の設計・製作を行った。

(3) まとめと今後の予定

家庭用水道向け超小型水力発電システムを提案し、有限要素法磁場解析を用いた装置の設計と製作を行った。今後は、試作した装置の性能評価実験を実施し、提案した超小型水力発電機の有用性を明らかにする。

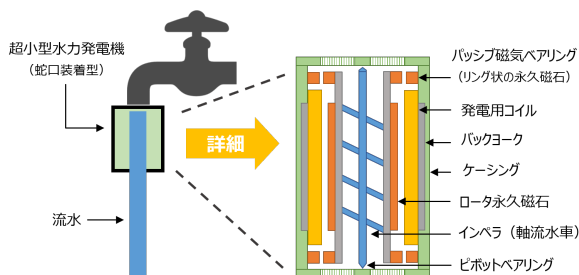


図1 超小型水力発電機の概略図

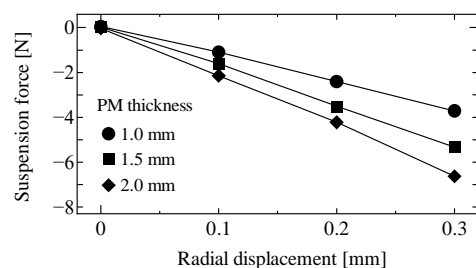


図2 パッシブ磁気ベアリングの径方向支持力

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Yohei Takahashi, Nobuyuki Kurita
2. 発表標題 Effect of back iron thickness on a small hydraulic generator
3. 学会等名 TJCAS2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Takahashi, Nobuyuki Kurita, Ryo Inomata
2. 発表標題 Design of magnetic bearings for micro-hydraulic generation system for household water supply
3. 学会等名 ICMEMIS2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋洋平, 栗田伸幸, 猪股諒
2. 発表標題 家庭用水道管向け超小型水力発電機の開発
3. 学会等名 第10回栃木・群馬合同研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------