

ローレンツ型磁気浮上人工心臓の研究開発

Development of Lorenz force type magnetically levitated artificial heart

06T1008L : 伊佐川 晃平

指導教員 : 増澤 徹 教授

1. 緒言

磁気浮上モータは、機械的摺動部が撤廃できるため、高耐久、高クリーン性を有することから、連続流式人工心臓への応用が研究されている。また、人工心臓には感染症、患者の QOL の観点から、体内に埋め込まれる程の大きさに小型化することが求められている。ローレンツ型磁気浮上モータは従来の磁気吸引力を用いた磁気浮上モータに比べ、十分な磁気浮上性能が得られるまで永久磁石を厚くとることができるため、小型化し易いという利点がある。しかし、永久磁石を厚くすると高い浮上力を持つが、負ばね力も強くなる欠点がある。そこで、本研究では、連続流式人工心臓への応用を目的とする薄型のハルバツハ磁石を用いた小型なローレンツ型磁気浮上モータの設計・製作・評価を行った。

2. 方法

2.1 ローレンツ型磁気浮上人工心臓の概要

Fig.1 に提案するローレンツ型磁気浮上人工心臓を示す。本人工心臓は、図中の Inlet から血液を吸い込み、インペラの回転を介して Outlet から全身へと送血する連続流式磁気浮上人工心臓である。磁気浮上部には、ローレンツ型磁気浮上モータを応用する。これは、ローレンツ力によりロータの径方向位置を制御すると同時に回転を行う磁気浮上モータである。6個のコイルを配置したステータと表面に4極の永久磁石を貼り付けたロータによって構成される。高い磁束密度を得るために、ハルバツハ磁石配列を採用した。Fig.2 にハルバツハ磁石配列の構成図を示す。ハルバツハ磁石配列は、周方向着磁した永久磁石と径方向着磁した永久磁石によって1極を構成し、計8個の永久磁石により4極を構成した。ハルバツハ磁石配列は磁石の片側面にのみ大きな磁束密度を発生させるという性質を持つため、バックヨークを薄くできるという利点を持つ。

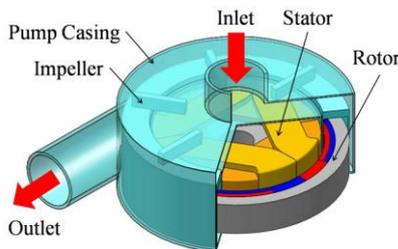


Fig.1 Lorenz force type magnetically levitated artificial heart

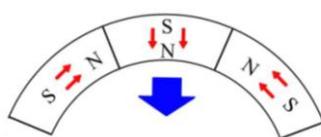


Fig.2 Halbach permanent magnet array

2.2 実験装置

本磁気浮上モータは、永久磁石とバックヨーク厚みが異なる2つのロータを製作し、評価を行う。Rotor1は外径63.2mm、永久磁石厚み2.5mm、バックヨークの厚み4mm、Rotor2は外径65.2mm、永久磁石厚み3mm、バックヨーク厚み5mm、ステータは外径43.2mm、軸方向長さ10mmとした。ロータとステータ間のエアギャップはコイル厚み1.6mmを含め2.6mmとした。ステータには積層珪素鋼板を用い、バックヨークには電磁軟鉄を用いた。1コイル当たりの巻き数は66巻きとした。

3. 結果及び考察

Fig.3 に負ばね力と径方向制御力の測定結果を示す。負ばね力はロータの径方向に対して線形性を示した。負ばね力定数は Rotor1 で18.1kN/mであり、Rotor2で23.5kN/mであった。力係数は Rotor1 で3.2N/A、Rotor2で3.7N/Aであった。位置制御状態において、インパルス応答の測定を行った。Fig.4にX方向のインパルス応答測定結果を示す。Rotor1で約22msecで収束し、Rotor2で約18msecで収束した。どのロータにおいても径方向に0.3mm変位しても制御電流2A流すことで十分に磁気浮上可能であることを確認した。また、外乱に対して収束が速いことから、安定した位置制御が行えると考えられる。

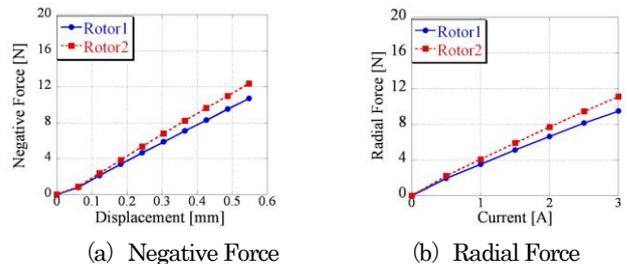


Fig.3. Experimental result

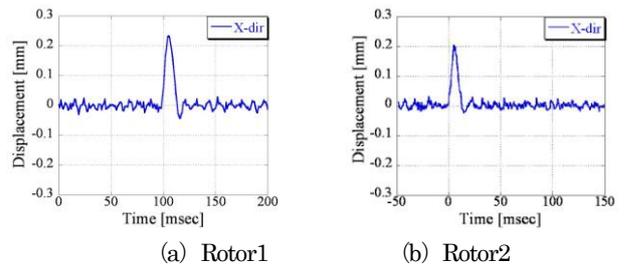


Fig.4. Impulse Responses (X direction)

4. 結言

ローレンツ型磁気浮上人工心臓に応用するローレンツ型磁気浮上モータを製作し、評価を行った。製作した磁気浮上モータは安定した位置制御性能を有していることを確認した。