

動圧軸受血液ポンプのための小型傾き制御機構の研究開発

Development of small tilt-control mechanism for hydrodynamic bearing blood pump

07T1041F 須田 佳裕

指導教官：増澤 徹 教授

1. 緒言

現在、重症心不全患者に対する救命方法として補助人工心臓がある。補助人工心臓に動圧軸受を応用することによって、小型化や消費電力の低減が可能である。しかし、外乱などによる姿勢変動により、発生動圧が変化する。傾き制御用磁気軸受を適用することにより、安定した浮上回転が実現できる可能性がある。本稿では、傾き制御機能付きモータと傾き制御用磁気軸受の二つの機構を報告する。

2. 方法

2・1 傾き制御機能付きモータ Fig.1 に傾き制御機能付きモータの構成を示す。モータは、12 突極のステータと 4 極の永久磁石を配したロータで構成される。ステータの各突極には回転用と傾き制御用の二種類のコイルが巻かれている。これにより、一つの機構でロータの回転と傾きの制御を同時に行うことが出来る。設計したモータについて、数値磁場解析及び、軸方向吸引力と回転トルク、傾き制御トルクの測定を行った。

2・2 傾き制御用磁気軸受 Fig.2 に傾き制御用磁気軸受の構成を示す。磁気軸受ステータは 4 突極で、各突極には傾き制御用のコイルを巻き、4 つの電磁石コアを形成する。今回は、電磁石のみの Magnetic Bearing (MB) と電磁石と永久磁石を併用する Hybrid Magnetic Bearing (HMB) の二種類について検討した。設計した磁気軸受について数値磁場解析及び、軸方向吸引力と傾き制御トルクの測定を行った。

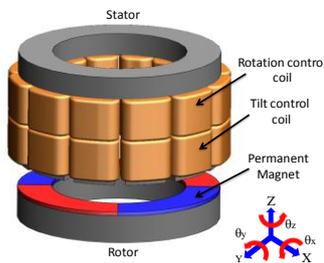


Fig.1 Tilt controllable motor

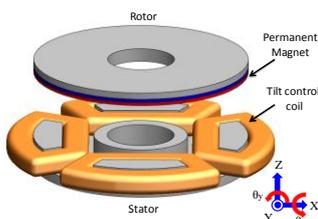


Fig.2 Tilt-control magnetic bearing

3. 結果及び考察

3・1 傾き制御機能付きモータ 今回設計したモータは、外径 36 mm、全高 20 mm である。解析の結果、回転用電流 1.5 A で 27 mNm の回転トルク、傾き制御用電流 1.0 A で 52 mNm の傾き制御トルク、37 N の軸方向吸引力が発生可能であると推定できた。解析をもとに実機を製作し、吸引力の測定を行ったところ、33 N の発生吸引力を確認した。本結果は、解析値の 90 % の値である。傾き制御実験を行った結果、傾きの制御時に径方向の力が発生していることを確認した。したがって、傾きの制御を行うにあたり、経方向支持の必要性が示唆された。

3・2 傾き制御用磁気軸受 今回設計した傾き制御用磁気軸受は MB、HMB ともに外径 36 mm、全高 4.5 mm である。解析の結果、MB は励磁電流 3 A で 12.3 mNm の傾き制御トルク、1.2 N の吸引力が発生可能であると推定できた。HMB の軸受では、励磁電流 3 A で 54.3 mNm の傾き制御トルク、11.7 N の吸引力が発生可能であると推定できた。解析結果をもとに実機を製作し傾き制御トルクの測定を行った結果、励磁電流 2.5 A の時に MB で 7.7 mNm、HMB で 47.6 mNm の発生を確認した。また、そのときの軸方向吸引力は MB で 0.43 N、HMB で 5.7 N であった。

4. 結言

動圧軸受血液ポンプへの応用を目指した、小型な傾き制御機構の検討を行った。設計したセルフベアリングモータは、外径が 36 mm、全高が 20 mm である。実験の結果、回転用電流 1.5 A で 27 mNm の回転トルク発生を確認した。また、傾き制御用電流 1.0 A で 52 mNm の傾き制御トルクの発生を確認し、その時の軸方向吸引力は 37 N であった。傾き制御実験の結果、経方向支持の必要性が示唆された。設計した傾き制御用磁気軸受は外径が 36 mm、全高が 4.5 mm である。実験の結果、永久磁石を持たない MB で励磁電流 2.5 A の時に 7.7 mNm、HMB では励磁電流 2.5 A で 47.6 mNm の傾き制御トルクの発生を確認した。また、そのときの軸方向吸引力は MB で 0.43 N、HMB で 5.7 N であった。HMB は MB の 6 倍以上の傾き制御トルクを得られるが、永久磁石を持たない MB の方が小型化は容易である。今後、動圧と軸方向吸引力のバランス、実際に必要な傾き制御トルクなどを検討していく。