

1. 緒言

病気や事故などで腕を失ってしまった方のために電動義手がある。現在の電動義手は、筋電位によりモータを制御する筋電義手が主流である。この義手は、使用するまでかなりの学習が必要であり、また、力覚を有していないので壊れやすいものの把持など人間の様に繊細な動作を行うことは困難である。さらに、電源としてバッテリーが用いられているが、電力を消費してしまえば充電、もしくはバッテリー交換が必要となる。人間が身に付けて使用する電動義手では、外部から電源を補充しながら使用することは不便であり、動力源をいかにして確保するかは常に問題となる。そこで、バッテリー交換が不要で、柔軟なものの把持に有効な力覚を有した電動義手を開発できれば、使用者の生活レベルを格段に向上させることができると思われる。

そこで、本研究では、「バッテリー交換不要の電動義手」を実現するために「エネルギー回生型マスタースレーブシステム」を提案する。本報では、システムの概要・原理を示すとともに基礎実験によりバッテリー交換が不要になるか検証する。

2. 提案するエネルギー回生型マスタースレーブシステム

図1に提案するバッテリー交換不要のシステムを電気回路として表す。

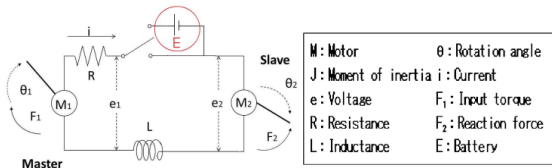


図1 エネルギー回生型マスタースレーブシステム

提案するエネルギー回生型マスタースレーブシステムは、DCモータのエネルギー回生を用いたシステムである。2つのDCモータを電氣的に接続することで1つの電気回路を構成し、一方のモータがマスター、もう一方がスレーブとなる。マスターに対して操作(力学的エネルギー)が加えられると、マスターは発電機として働き、加えられた力学的エネルギーを電気エネルギーに変換し、スレーブへと供給する。それを受けたスレーブはアクチュエータとして働き、電気エネルギーを力学的エネルギーへと再変換して動作する⁽¹⁾。

さらに、本研究ではモータの特性を決めるアクチュエータ係数に注目し、スレーブのアクチュエータ係数をマスターより小さくすることにより、あたかも増速機を含む系のような電氣的変速機能を応用して、バッテリー交換が不要なシステムを構築する。具体的には、マスターで発生したエネルギーをバッテリーへ充電し、電力が不足する場合にはバッテリーに充電したエネルギーを使用する方法をとる。つまり、一連の動作の中でトータルのエネルギー収支がマイナスにならなければバッテリー交換が不要になると考えられる。

3. 充電に関する基礎実験

実際にマスターで発生したエネルギーによるバッテリーへの充電を確認するための基礎実験を行った。確認方法は、図1に示したように回路内にバッテリーを挿入し、バッテリー直後の電流値が正の値であれば充電できているとする。なお、バッテリーには2.4[V]の充電電池を採用した。

実験ではまず、どのような条件のときに充電できるのかを確認す

るために、回転速度による電流の比較をした。図2は各回転速度における電流の平均値である。

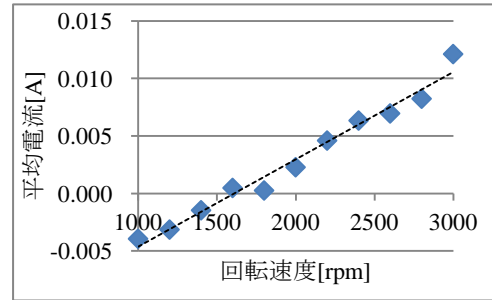


図2 回転速度による電流比較

図2を見ると、およそ1600[rpm]あたりから充電できることが分かる。しかし、実際に人間が義手として使用する場合はゆっくりとした動作になると考えられるので、より遅い速度でも充電できることが望ましい。そこで、まずは1000[rpm]で充電できるようにインダクタンスの働きに着目して、インダクタンスの大きさを変えて実験をした。図3はモータを1000[rpm]で回転させた時の各インダクタンスにおける電流の平均値である。

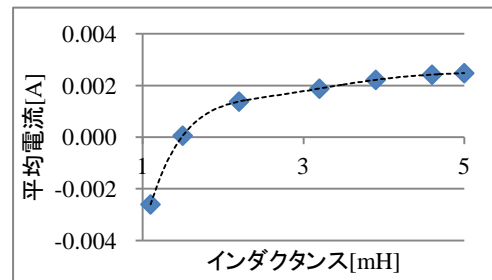


図3 インダクタンスによる電流比較

図3を見ると、およそ1.5[mH]以上で充電できることが分かる。つまり、低速でもインダクタンスを大きくすれば充電できる。これは、インダクタンスが電流の変化を緩やかにし、電流値が下がりにくくなり、負の値をとらなくなったためだと考えられる。この結果から、インダクタンスには充電に関して有効な効果があることが確認できた。

4. 結言

バッテリー交換が不要な電動義手の開発を目指し、エネルギー回生型マスタースレーブシステムを提案した。システムの概要・原理を示すとともに、バッテリー交換を不要にする方法として、電氣的変速機能を提案した。また、回路内電流の測定実験により充電できる条件を確認し、低速回転の場合でもインダクタンスの値を変えれば充電できることを示せたことから、バッテリー交換が不要なシステム構築の見通しが得られた。

参考文献

(1)市原哲也ほか4名, バッテリー交換を必要としないマスタースレーブ型電動義手の研究, 日本機械学会中国四国支部第51期総会・講演会講演論文集, No.135-1(2013), K-613