

要 旨 (和文)

(1, 000字程度)

専攻名	電気・化学	氏名	矢頭 薫
学籍番号	2181278		
主 題	無線電力伝送システムの共振周波数同調自動化に向けたアルゴリズムの開発		

要 旨

心臓ペースメーカーなどの体内埋め込み型医療機器の多くは電池に一次電池が用いられているため、患者はバッテリー交換のための手術を数年に一度行わなければならない。これは利用者にとって非常に大きな負担となる。このため、体外から無線で電力供給を行うことで電池交換を不要にする研究が進められている。無線電力伝送には主に「電磁誘導方式」「磁界共鳴方式」「電波受信方式」の3つの方式がある。現在最も実用化されているものは電磁誘導方式である。しかし、この方式は伝送可能距離が数 cm 程度と極端に短く、コイル同士の位置関係も重要であり、少しのずれで極端に伝送効率が落ちるという欠点がある。そのため、生体内の不安定な状態には適さないと考えられる。

そこで本研究では磁界共鳴方式に注目した。この方式は2006年にマサチューセッツ工科大学が、2mの距離で40%の効率での電力伝送に成功したと発表している法式である。この方式は送信側、受信側両方のコイルにコンデンサを接続し、同じ共振周波数になるようにRLC共振回路を構成する。双方の共振周波数を一致させることで、長距離かつコイルの位置ずれにも強い電力伝送を可能にしている。電磁誘導方式では、受信側コイルを体表近くの皮下に埋め込み、送信側コイルをずれがないように密着させる必要がある。これに対し磁界共鳴方式では体内深部への電力伝送が可能であり、体動などによるコイルの位置ずれに強いという利点がある。一方で共振周波数が少しでもずれると、伝送効率が低下するという欠点がある。体内埋め込み用として多く研究されている薄型コイルは体内の電解質の影響を受けやすいため、埋め込み後の受信側共振周波数の変化の可能性が指摘されている。また、ラット腹腔内において、経過日数によって共振周波数が変化するという問題も判明している。

本研究では、先行研究で示された共振周波数の推定方法をもとに回路の作製を行った。同調方法の理論には磁界調相結合による反共振を利用しており、受信回路にスイッチを取り付け、外部の送信機からオン・オフ時の出力電圧を比較し、980kHz時における共振周波数の同調について実験を行った。実験結果から、極小値の探索を送信回路から行うことで受信側共振周波数の検出を行い、電源周波数を変化させて再同調を行うことは可能であると考えられる。

また、生理食塩水中での共振周波数の推定を行った。測定結果から、共振周波数推定は可能であると考えられる。しかし、体内に埋め込まれた受電コイルは時間が経過するとコイル周辺に細胞組織が付着し、送信コイルとの結合が弱くなり結合係数 k が低下していくことが考えられる。そのため、共振時に現れる最小値が小さくなることが予想され、出力される電圧によっては受電側共振周波数を推定することが難しくなることが考えられる。