

年 月 日

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	093303
申請者氏名	伊藤 有基	

指導教員氏名	上原 秀幸
--------	-------

論文要旨(修士)

論文題目	磁界共鳴型2次元マルチホップ電力伝送による複数受電器への公平な電力分配手法
------	---------------------------------------

携帯電話やノートパソコンなど、モバイル機器はバッテリーから電力を供給されて動作する。しかし、バッテリーの残量が少なくなると電気コードを用いてバッテリーを充電する必要がある。そのため、充電場所がコンセント付近に限定されることや、複数端末へ同時に充電する場合は電気コードの本数が多くなり煩わしいという問題がある。本論文は、磁界共鳴方式を用いた室内環境におけるモバイル機器へのワイヤレス電力伝送に着目する。2007年にMITから発表された磁界共鳴方式は電磁誘導の原理に共振現象を用いており、電気コード無しに高効率かつ長距離へ大電力を伝送できる。室内空間におけるワイヤレス電力伝送は、携帯電話やノートパソコンなど複数の受電器へ電力伝送する必要がある。また、自由な位置へ電力伝送するために伝送距離が数m必要である。これらの課題に対し、複数受電器への拡張や、送受電器と複数の中継器を2次元平面上に配置した2次元マルチホップ電力伝送が検討されている。本論文はこれらの技術を組み合わせたときに電力伝送効率が低下する問題を明らかにする。さらに、伝送効率が低下しない手法を提案し、複数受電器に対して公平な電力分配を実現する。

はじめに、2個の受電器への2次元マルチホップ電力伝送を回路シミュレーションした。回路シミュレーションでは結合器を 3×3 格子配置して等価回路によりモデル化し、電力伝送効率 $\eta = |S_{21}|^2$ を評価した。2個の受電器を送電器から等しい距離に配置にした場合と、異なる距離に配置にした場合のそれぞれについて、中継器が全てONにした場合と、送受電器を長方形で囲んだ中の中継器をONにする仮想パス制御を用いた場合で評価した。解析結果から、各受電器を等距離に配置した場合は、中継器が全てONで伝送効率が低下したが、仮想パス制御では高効率となった。一方、各受電器を異なる距離に配置した場合は、仮想パス制御しても中継器が全てONとなりトポロジが変わらず、どちらの場合も伝送効率は一方の受電器が低効率となり、もう一方の受電器が高効率となった。伝送効率が低下した原因は、伝送経路が複数存在し、それらにホップ差があるためだと考えられる。これにより一方、あるいは両方の受電器の伝送効率が低下し、電力分配の不公平問題が生じた。次に、複数経路のホップ差が伝送効率に与える影響を等価回路から数式モデルを導出して考察した。数式モデルより、マルチホップ電力伝送はホップする毎に S_{21} が90度ずつ遅れることを示した。さらに、複数経路のホップ差が2ホップとなるときに180度ずれた S_{21} が重なり合うため伝送効率が低下することが分かった。そこで、伝送効率低下を抑制するため、各受電器に対して単一経路となるよう中継器をON/OFF制御することを提案した。回路シミュレータによる解析と数式モデルによる考察を踏まえて実機実験により検証した。測定の結果、複数経路のホップ差が2ホップで理論通り電力伝送効率が低下した。単一経路環境にした場合は各受電器への伝送効率は均等で高くなった。したがって、単一経路制御によって複数受電器へ公平な電力分配が実現できた。

ここまでは 3×3 格子配置で評価を行ってきた。最後に、 3×5 、 5×5 格子配置へ拡張し、回路シミュレータを用いた解析により 3×3 格子配置の場合と同様に伝送効率を評価した。解析結果から、中継器が全てONの場合は伝送経路が複数存在し、経路差による影響で伝送効率が低下することを確認した。単一経路制御した場合は、全ての配置において等しい伝送効率となることが分かった。しかし、ホップ数が増える毎に、中継器の数が多くなるため損失が大きくなる。ゆえに、送電器から遠くに配置した受電器は伝送効率が低下した。拡張実験においても、単一経路制御によって複数受電器へ公平な電力分配が可能であることを確認できた。複数経路の経路差による影響に対して、本論文は単一経路制御の評価しか行っていない。そこで、今後は他の効率改善手法も検討し、単一経路制御と比較する必要がある。