

卒業論文題目 ヘリカル構造を用いた微小ダイポールによる
電力伝送に関する研究

学籍番号 0844008 氏名 上坂 昂司

指導教官 新井宏之 教授

論文提出日 平成 24 年 3 月 15 日

スマートフォンやタブレット端末などの携帯情報端末の高機能、多機能化に伴い、消費電力が増加し、稼働時間が問題となっている。その解決策として無線電力伝送が挙げられる。ワイヤレスでどこでも充電が可能になることによりバッテリーの低容量化や利便性の向上が期待される。電力伝送の方式としては、電磁誘導方式や電磁界共振結合方式、マイクロ波方式などがある。電磁誘導方式は実用化されているが、パッド上の指定された位置に置くというもので、位置自由度が低い。一方、電磁界共振結合方式は位置の自由度が高く、数 m の高効率な伝送が可能のため幅広い利用が期待でき、注目を浴びている。

使用されるアンテナは磁界結合を用いたコイル状のものが多く、微小ダイポールアンテナを用いた電力伝送は、シミュレーションは数多くなされているものの、実験まで至っているものは少ない。また、送受信の微小ダイポールは並行に配置、もしくは共軸に配置されており、その他の場合の検討はされていない。

本研究では、電磁界共振方式のアンテナとしてヘリカル構造を用いた微小ダイポールを提案し、微小ダイポールによる電力伝送の実現を目的とする。また、位置自由度の拡大を目的とし、送受信の微小ダイポールを互いに垂直に配置した場合の特性を明らかにする。初めに、微小ダイポールの基本モデルを示し、送受信アンテナを 2 端子対回路網として自己インピーダンス、相互インピーダンスを近似式を用いて表した。基本モデルは、微小ダイポールを互いに垂直に配置し、整合回路として理想コイルを接続する。導出したインピーダンス行列より S パラメータを求め、アンテナが互いに垂直な場合の位置による伝送特性を明らかにした。垂直方向間においても、 $\theta = 0$ を除き ($0 < \theta < \pi/4$) 電力伝送が可能であることを示し、 $\theta = \pi/4$ で最も結合係数が強くなることを明らかにした。

基本モデルのような整合コイルを用いた微小ダイポールによる電力伝送は整合回路による損失が大きいため実現するのは難しい。微小ダイポールは大きな容量リアクタンスを持つため、整合のためのコイルのインダクタンスも必然的に大きくなり、寄生抵抗も大きくなるためである。その改善策として、実験ではヘリカル構造を用いることによりインダクタンスを負荷させることでアンテナを自己共振させた。実験の結果は、整合回路を用いていた基本モデルの特性と一致し、ヘリカル構造を用いて微小ダイポールの電力伝送を実現できることを示した。