

卒業論文題目 シート状導波路を用いた走行中給電システムに関する研究
学籍番号 11GD185 氏名 米山 直樹
指導教官 新井宏之 教授
論文提出日 平成 25 年 3 月 15 日

近年の無線通信・二次電池技術の発達で携帯機器の無線化と長時間動作が実現されたが、充電においては完全な無線化には至っておらず、多くの研究者が無線電力伝送 (WPT) システムを研究している。2010 年に qi 規格が策定されたことで WPT の研究は一層活発化しており、ユビキタス電源や電気自動車の充電などの実用化が研究されている。中でも電気自動車は、燃料枯渇問題や環境問題への関心が社会的に増加したことで一つの転換期を迎えているが、電池の蓄電能力や不十分な社会インフラによる充電渋滞が障害となって将来的な普及率は高くない。こういった限界から走行中給電が必要と言われ検討されている。

走行中給電の研究はいくつかあるが、本研究室ではシート状導波路用いた WPT システムを提案してきた。受電素子は導波路上の任意位置で結合して電力伝送されるので走行中給電に応用できる。本論文はこのシステムにおいて、(1) シート状導波路の形状・損失詳細、(2) 伝送効率の向上と均一化、(3) 電力回収回路の大きく 3 つを検討する。

(1) シート状導波路は直線構造が提案されているが、実用下では曲線部分も必要となる。また、その損失詳細は明らかでない。これらについて新たに曲状の円形導波路を設計して検討し、円形としても大きな特性劣化がないことを明らかにした。また、導波路の損失内訳を明らかにし、製作時の寄生素子の圧着度が損失増加の主要因であることを示した。

(2) 走行中給電では伝送効率が高く、受電素子の位置による変動が均一であることが望まれるが、パッチアンテナを用いた伝送効率は低く、受電素子位置に対して不均一であった。これらを改善するために電磁結合スロットを有する受電素子を提案して高い伝送効率を実現するとともに、導波路構造を最適化することで均一な伝送特性を実現した。その結果、測定において最大伝送効率 71 %、平均伝送効率 58 %、最大偏差 1.5 dB なる高効率で受電素子位置による特性変動が小さいものを実現した。

(3) 導波路終端の残電力を再利用することで全体効率は改善されると考えられる。同相フィードバックによる電力回収回路を提案し、位相変動の平均値で回収電力を位相補償することで、実験的・解析的に 92 ~ 95 % と高い回収効率を得た。しかし、導波路と受電素子間の伝送効率が高い、または導波路等の挿入損失が大きい場合は回収電力が小さくなって合成電力量が減少し、負値の電力増加量となるので、実用下で電力回収回路を有効的に利用するためには電力合成器が課題であることを明らかにした。

本研究により、曲状導波路と走行中給電システムに適する伝送特性が実現され、全体効率改善に対して電力回収回路を利用するための課題が明らかとなった。