

超伝導テープ線材を用いた無線電力伝送システムの検討

Study of wireless power transfer using superconducting wire tapes

○關谷 尚人、文珠川 祐輝 (山梨大工)

○Naoto Sekiya, Yuki Monjugawa (Yamanashi Univ.)

E-mail: nsekiya@yamanashi.ac.jp

1. まえがき

近年、電力を無線で送電する無線電力伝送 (WPT: Wireless power transfer) システムが注目を集めている。一般的に WPT に用いられるコイルには銅線が用いられており、銅の損失によってこれ以上伝送効率を向上させることが困難となっている。これに対して、我々は前回の学会で WPT を構成するコイル部分に超伝導テープ線材を用いることを提案し、従来の銅製 WPT システムより超伝導 WPT システムの伝送効率を飛躍的に向上できる可能性について報告した^[1]。

本稿では実際に超伝導テープ線材を用いて WPT システムを設計、作製、評価し、銅製 WPT システムと比較したので報告する。

2. 超伝導 WPT システム

図 1(a)に超伝導 WPT システムの構成を示す。超伝導 WPT システムは電力を送受電するための超伝導スパイラルコイルと入出力用の銅製ループコイルから構成される。超伝導スパイラルコイルは古河電工製の超伝導テープ線材 (線幅: 4.0 mm, 線厚: 0.1 mm, 長さ: 約 10 m) を用いて作製した。一方、比較用の銅製 WPT システムは超伝導 WPT システムと全く同じ構成で作製した。

3. 超伝導 WPT システム設計、作製、評価

WPT システムは 2 段の帯域通過フィルタ (BPF) とみなすことができる^[2]ことから、BPF 設計理論を用いて設計を行った。BPF の設計理論を用いると設計パラメータは共振周波数、結合係数 K 、外部 Q 値で規定できる。従って 3 つのパラメータを測定し、BPF 設計理論に則した最適なパラメータを選ぶことで良好な BPF (WPT システム) が実現できる。結合係数、外部 Q 値等の測定結果については当日述べる。

図 1(b)はコイル間距離が 30 cm と 70 cm の時の超伝導及び銅 WPT システムの測定結果である。どちらの WPT システムともに 2 段 BPF として良好な特性を示しており、WPT システムとして動作していることを確認した。銅及び超伝導 WPT システムの挿入損失を比較すると超伝導 WPT システムが銅 WPT システムより低いことがわかり、超伝導テープ線材を用いことで伝送効率が向上していることが明らかとなった。

最後に図 1(c)にコイルの直径で規格化した伝送距離と伝送効率の関係を示す。図 1(c)より、超伝導 WPT システムの伝送効率が銅 WPT システムより優れており、特に伝送距離が延びるほど超伝導 WPT システムの優位性が顕著になることが明となった。しかし、文献[1]の我々の予想ではさらに高い伝送効率を実現できると考えており、伝送効率が予想を下回った理由について今後考察を行う。

4. まとめ

超伝導テープ線材を用いた WPT システムと銅 WPT システムの設計、作製、評価を行った。超伝導 WPT システムは損失が銅より低いために銅 WPT システムと比較して高い伝送効率を実現できることを明らかにした。

参考文献

- [1] 關谷尚人 他, 応用物理学会秋季学術講演会, 15a-4A-10, 2015 年 9 月.
[2] 栗井郁雄, 電気学会論文誌 C、Vol. 130, No.12, pp. 2192-2197, 2010 年 12 月.

