

無給電素子による体内アンテナへの無線電力伝送の高効率化

Efficiency Enhancement of In-Body Wireless Power Transfer Using Parasitic Antenna Elements

*1 金 亮輔
Ryosuke Kon

*2 佐藤弘康
Hiroyasu Sato

*2 陳 強
Qiang Chen

*2 徐 君一
Junyi Xu

*2 鈴木 暁士
Satoshi Suzuki

*1 東北大学工学部

School of Engineering, Tohoku University

*2 東北大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに

無線電力伝送技術は、自動車への給電、宇宙太陽光発電、医療への応用など幅広い応用が期待され注目を集めており、体内のカプセル内視鏡[1]への無線電力伝送も期待されている。本稿では、体外ループアンテナから体内小形ループアンテナへの無線電力伝送において、体外無給電素子による高効率化の方法を提案するとともに、体内領域における受信電力の均一化を図った結果を述べる。

2. 実験系の構成

実験系の構成を図1に示す。Coil 1 は体外送信アンテナ、Coil 2 は体内受信アンテナである。さらに Coil 3 の無給電素子を配置することにより Coil 1 と Coil 3 間の領域における Coil 2 での受信電力を評価する。各コイルには容量可変コンデンサ C_1, C_2, C_3 が接続されており、これらを調整することでインピーダンス整合を図る。設計周波数は 2MHz とし、本稿では人体を無視した。

3. 体内領域における受信電力の均一化

Port 3 を開放とし、人体が置かれる範囲 $x_c=0 \sim 700$ mm において Coil 2 の位置を変化したときの $|S_{21}|$ を図2に示す。容量可変コンデンサ C_1, C_3 は $|S_{21}|$ が最大となるように調整している。図2の実線は Coil 2 が $x_c=0$ mm, $x_c=350$ mm, $x_c=700$ mm のそれぞれの位置で C_1 と C_3 を調整した場合である。比較のため、Coil 3 が無い場合の結果も破線で示した。Coil 3 があることにより、無い場合に比べて伝送効率が向上した。また、Coil 2 の位置が人体領域の中央にあたる $x_c=350$ mm に置かれたときにあらかじめ C_1, C_3 を調整することで、 $x_c=0 \sim 700$ mm の範囲での Coil 2 の移動に対して $|S_{21}|$ の低下が抑えられ、位置変化に対する $|S_{21}|$ の均一化を図ることができた。

4. 無給電素子における終端負荷の効果

Port 3 の負荷 Z_3 を開放および短絡した場合の $|S_{21}|$ を図3に示す。3節を踏まえ、Coil 2 は $x_c=350$ mm の位置で $|S_{21}|$ が最大となるように容量可変コンデンサ C_1, C_3 の値を調整した。無給電素子 Coil 3 があることにより、負荷 Z_3 の状態によらず $x_c > 350$ mm の範囲において伝送効率の低下を抑えられることが確認された。また、 Z_3 を開放としたとき、 x 軸方向の位置ずれに対する伝送効率の改善効果は短絡状態のときに比べて大きい。

5. まとめ

体内アンテナへの無線電力伝送における伝送効率の向上方法として、体外無給電素子を用いる方法を提案した。

参考文献 [1] Y. Li, H. Sato, and Q. Chen, "Capsule Antenna Design based on Transmission Factor through the Human Body," IEICE Transactions on communications, June 2017.

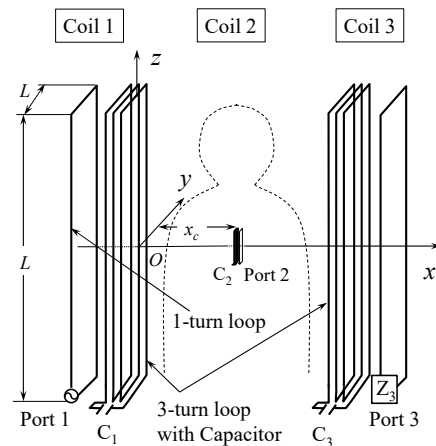


図1 実験系

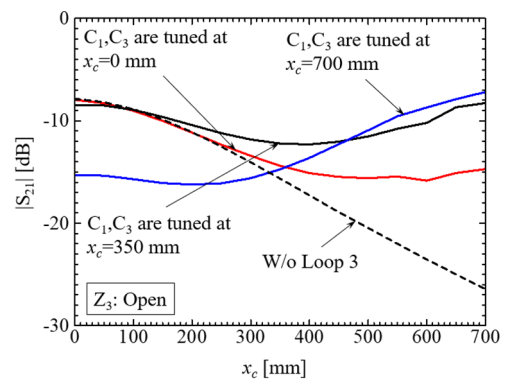


図2 Coil 2 の位置 x_c に対する $|S_{21}|$ (C_1, C_3 の調整位置を変化)

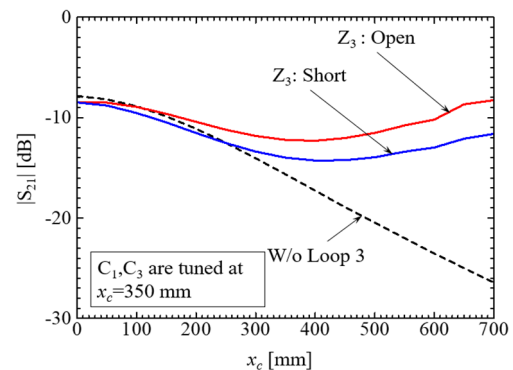


図3 Coil 2 の位置 x_c に対する $|S_{21}|$ (Port 3 の負荷 Z_3 を変化)