

超音波ワイヤレス給電の距離・位置ずれ依存の実測

Measured Distance and Misalignment Dependence of Received Power in Ultrasonic Wireless Power Transfer

宇野 祐輝, 崔 通, 星 貴之, 桜井 貴康, 高宮 真

Yuki Uno, Toru Sai, Takayuki Hoshi, Takayasu Sakurai, and Makoto Takamiya

東京大学

University of Tokyo

1. はじめに

従来の電磁波を用いたワイヤレス給電に比べて、超音波ワイヤレス給電は、(1)短波長(8.4mm@40kHz)であるため受信器の小型化に適し、送信器をアレー化してビームフォーミング[1]の実現も容易、(2)人体防護の基準が 720mW/cm^2 と電磁波の 1mW/cm^2 (@2GHz-100GHz)に対して緩い[2]ため、大電力を送信できる長所がある。一方、大気中の超音波ワイヤレス給電は音響インピーダンスのミスマッチのため給電効率が低いことが予想される。しかし、超音波ワイヤレス給電の最高効率や、受信電力の送信器と受信器間の距離・位置ずれ依存に関する報告は少ない[3]。そこで本報告では、超音波ワイヤレス給電における効率、受信電力の距離・位置ずれ依存の実測結果を報告する。

2. 超音波ワイヤレス給電の距離・位置ずれ依存

図1に測定の回路図、図2に測定セットアップを示す。40kHzの超音波トランスデューサとして送信用はT4010B4(日本セラミック)、受信用はR4010A1を用いた。ドライバとしてL293Dを用いた。まず、位置ずれ(y)なしで距離(x)が1cmにおいて、出力電圧(V_{OUT})が最大となる出力抵抗(R_{OUT})を実測で求め、以下の測定で $2.2\text{k}\Omega$ で固定した。この場合の送信器から受信器のDC-to-ACの給電効率の最高値は1.6%(入力電力433mW、受信電力(P_{OUT})=6.9mW)であった。図3に $y=0\text{cm}$ における受信電力(P_{OUT})の x 依存の実測結果を示す。 $x=1\text{cm}$ における $P_{\text{OUT}}=6.9\text{mW}$ に対して、 $x=10\text{cm}$ における $P_{\text{OUT}}=92\mu\text{W}$ であった。図3にフィッティング結果も示すが、 P_{OUT} はおおよそ $1/x^2$ に比例する。図1における指向性(θ)を調べる目的で、図4に位置ずれ時の P_{OUT} を $y=0$ での P_{OUT} で規格化した受信電力の規格化位置ずれ(y/x)依存の実測結果を示す。 $x=1\text{cm}$, 5cm , 10cm の3通り変化させた。縦軸の規格化受信電力が半分となる $y/x=0.3$ 程度であり、この時の指向性は $\theta=17^\circ$ に相当する。

3. まとめ

$y=0\text{cm}$, $x=1\text{cm}$ における超音波ワイヤレス給電の最高効率は1.6%で $P_{\text{OUT}}=6.9\text{mW}$ であった。 P_{OUT} の距離依存と位置ずれ依存を実測した結果、 P_{OUT} はおおよそ $1/x^2$ に比例し、 $y/x=0.3$ 程度の時に規格化受信電力が半分となることが分かった。今後は、送信器がアレー時のワイヤレス給電特性の評価を行う予定である。

謝辞：本成果の一部はJST ERATOの援助を受けた。

参考文献

- [1] 星貴之：非接触作用力を発生する小型超音波集束装置の開発，計測自動制御学会論文集，vol. 50, no. 7, pp. 543-552, 2014.
- [2] J. Charthad, et al. "A mm-sized implantable medical device (imd) with ultrasonic power transfer and a hybrid bi-directional data link", IEEE JSSC, vol. 50, no. 8, pp.1741-1752, Aug. 2015.
- [3] M. G. L. Roes, et al. "Contactless energy transfer through air by means of ultrasound", IEEE IECON, pp.1238-1243, Nov. 2011.

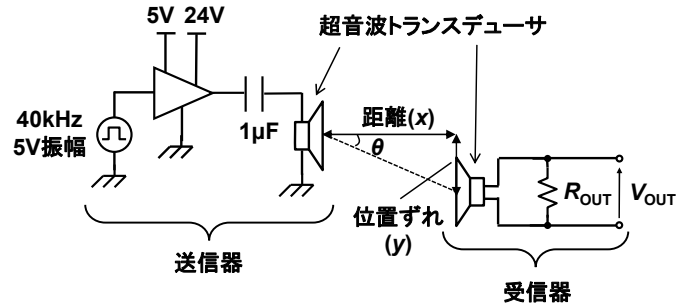


図1. 測定系の全体回路図

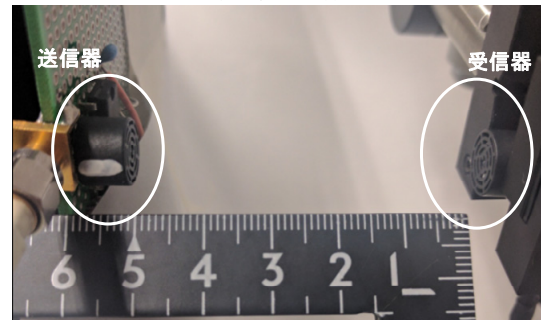


図2. 超音波トランスデューサの写真

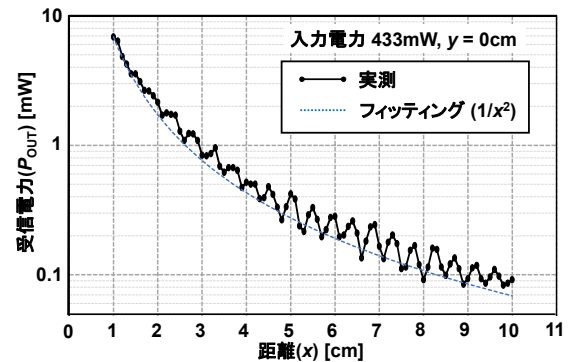


図3. 超音波ワイヤレス給電の距離依存の実測

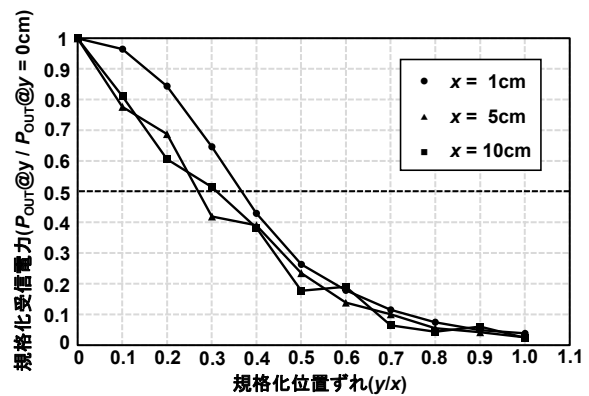


図4. 超音波ワイヤレス給電の位置ずれ依存の実測