

# ダイオード整流回路を用いたワイヤレス電力伝送の高調波歪みに関する実験的検討

Experimental Study on Harmonic Distortion in Wireless Power Transfer Using a Diode Rectifier

畑 勝裕<sup>1</sup>      居村 岳広<sup>1</sup>      堀 洋一<sup>1</sup>  
Katsuhiko Hata      Takehiro Imura      Yoichi Hori

東京大学 新領域創成科学研究科<sup>1</sup>  
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

## 1 はじめに

磁界共振結合によるワイヤレス電力伝送は数 m までの距離において高効率な電力伝送が可能である。先行研究では、二次側にダイオード整流回路と DC-DC コンバータを搭載し、二次側電圧制御を適用することで給電電力制御を実現している [1]。このとき、二次側電流は正弦波波形になると仮定されているが、すべての動作範囲においては実証されていない。

本稿では、二次側電流波形が送受電間の電圧比に応じて歪みが生じることを実験により示し、検討を行う。

## 2 伝達関数を用いた二次側電流の記述

ワイヤレス電力伝送部は T 型等価回路を用いて表せる [2]。電圧方程式より、二次側電流  $i_2(s)$  は一次側電圧  $v_1(s)$  および二次側電圧  $v_2(s)$  を入力として

$$i_2(s) = Y_{21}(s) \cdot v_1(s) + Y_{22}(s) \cdot v_2(s) \quad (1)$$

と表される。ここで、 $Y_{21}(s)$  は  $v_1(s)$  から  $i_2(s)$  までの伝達関数であり、 $Y_{22}(s)$  は  $v_2(s)$  から  $i_2(s)$  までの伝達関数である。本稿では一次側電圧を正弦波とし、二次側電圧はダイオード整流回路の導通によって生じるものとする。従って、二次側電流の波形歪みはダイオード整流回路による影響のみを考慮すればよい。

## 3 実験

図 1 に回路構成を示す。送受電コイルと共振コンデンサはそれぞれ直列に接続し、二次側にダイオード整流回路を接続する。二次側電圧は十分制御されると仮定し、電子負荷を用いて定電圧動作を行わせる。送受電器の特性値を表 1 に示す。一次側電圧  $v_1$  は 10 V とし、直流電圧  $V_{dc}$  は 10 V および 50 V として実験を行った。

実験結果を図 2 に示す。 $V_{dc}=10$  V のとき、二次側電流  $i_2$  はほぼ正弦波となっている。一方で、 $V_{dc}=50$  V のとき、 $i_2$  には若干の歪みが確認できる。各直流電圧における全高調波歪みを表 2 に示す。送受電間の電圧比が大きいとき、二次側電流はより多くの高調波成分を含んでいる。これは (1) 式における右辺の第 2 項の影響が大きくなるためであり、二次側電圧が高調波成分を持つことが原因である。

## 4 まとめ

本稿では、ダイオード整流回路を用いたワイヤレス電力伝送において送受電間の電圧比が大きくなると、二

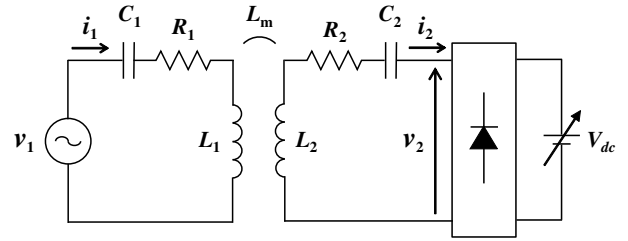
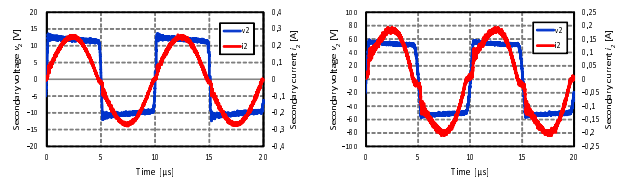


図 1 回路構成



(a)  $V_{dc} = 10$  V

(b)  $V_{dc} = 50$  V

図 2 実験結果

表 1 送受電器の特性値

	Primary side	Secondary side
Resistance $R_1, R_2$	1.14 $\Omega$	1.19 $\Omega$
Inductance $L_1, L_2$	637.9 $\mu\text{H}$	638.4 $\mu\text{H}$
Capacitance $C_1, C_2$	4002 pF	3996 pF
Resonant frequency $f_1, f_2$	99.6 kHz	99.6 kHz
Mutual inductance $L_m$	81.5 $\mu\text{H}$ (gap: 200 mm)	

表 2 全高調波歪み

DC voltage [V]	Total harmonic distortion (THD) [%]
10	1.51
50	6.63

次側電流に高調波歪みが生じることを示し、伝達関数を用いて検討を行った。実験結果より、ダイオード整流回路における転流重なり角の影響も見られるため、今後更なる検討を行う。

## 参考文献

- [1] 平松 敏幸, 黄 孝亮, 加藤 昌樹, 居村 岳広, 堀 洋一: “受電側電圧制御によるワイヤレス給電電力制御におけるフィードフォワード制御器の実験的検証,” 平成 26 年電気学会産業応用部門大会, No. 2-13, pp. II-131-II-134, 2014.
- [2] 居村 岳広, 岡部 浩之, 内田 利之, 堀 洋一: “等価回路から見た非接触電力伝送の磁界結合と電界結合に関する研究 – 共振時の電磁界結合を利用したワイヤレス電力伝送 –, ” 電気学会論文誌 D, Vol. 130, No. 1, pp. 84-92, 2010.