

ワイヤレス給電用整流回路の研究

藤井 大貴

(指導教員 佐藤 憲史)

1. はじめに

近年、非接触で電力を無線で給電するワイヤレス給電技術が、世界中で注目されている。ワイヤレス給電においては、図1のように交流波を整流して直流を得るシステムがほとんどであるため、整流回路は重要な役割を果たす[1]。

本研究は、整流回路に着目し、中でも国際電気通信連合(ITU)が、工業、科学及び医療用(ISM)装置の基本周波数として指定している周波数の一つである13.56 MHz [2]の整流を目的とする。

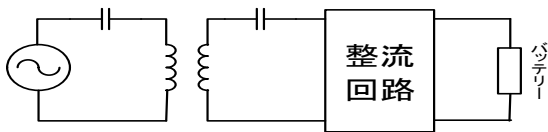


図1 一般的なワイヤレス給電システム

2. 概要

高周波においては、ダイオードによる損失が大きくなるため、一つのダイオードで整流でき、さらにグラウンドを共通にすることが可能なシングルシャント型が通常利用されている[3]。

本研究では、シングルシャント整流回路の高周波(13.56 MHz)における動作の評価及び改善策の検討を行う。

3. 実験内容

図2のような回路を作製し、周波数13.56 MHzの電力効率及び出力電圧の測定を行った。また、LTspiceを用いたシミュレーションを行った。

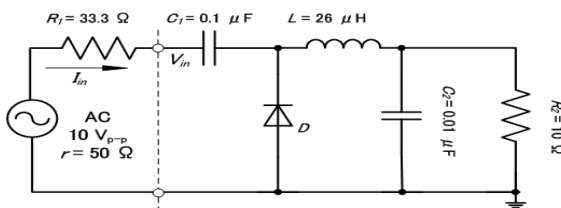


図2 シングルシャント整流回路

本実験における入力電力は、図2における V_{in} 箇所の電力と定義する。 r は電源の内部抵抗、 R_1 は入力電力測定用抵抗、 R_2 は負荷であり、 D は許容電流1 Aのショットキーダイオードである。

また、許容電流が1 A、3 A及び10 Aのショットキーダイオードの逆回復時間の測定、これらのダイオードを使用したときの出力波形の測定をそれぞれ行った。

4. 実験結果と考察

表1に同条件でのシミュレーションとの比較、図3に図2の回路における出力波形、図4に異なる電流容量を持つダイオードを使用したときの出力波形をそれぞれ示す。

ダイオードの逆回復時間を測定したところ、許容電流1 A、3 A、10 Aのダイオードに対して、それぞれ11.1 ns、37.8 ns、118.3 nsであった。

表1 シミュレーションとの比較

	入力電力 [mW]	出力電力 [mW]	効率 [%]
測定値	93.3	35.9	38.5
シミュレーション	58.1	39.8	68.5

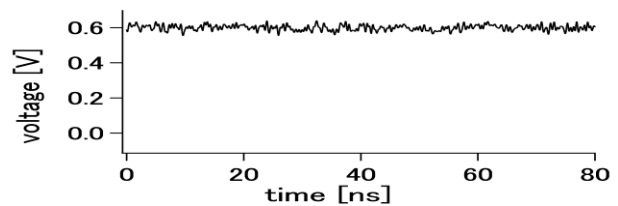


図3 出力電圧波形

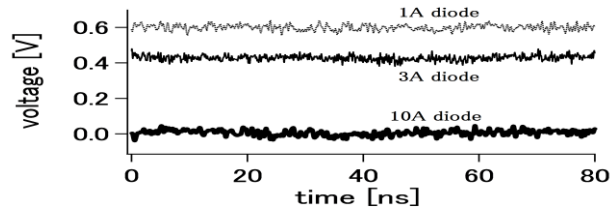


図4 容量による出力変化

本回路において、13.56 MHzの高周波であっても整流できることが確認できた。効率は40%程度だが、入力電圧を増加させることで改善することが知られている。また、実際に給電するためには電力を上げなければならない。そのためには、電流容量の大きいダイオードが必要となるが、電流容量を増やすと逆回復時間が長くなるため、13.56 MHzでは応答せず、現状のダイオードでは大電力化は困難であることが判明した。

本実験は高周波であったため、電力計や電流プローブを使用することができず、入力電力の測定が困難であった。表1から分かるように、シミュレーションと比べ効率がかなり悪く出ている。この損失が、入力電力測定によるものであるのか、回路上での損失であるのかを検討する必要があるが、電源電圧は同じであり、出力はシミュレーションと同程度の結果が得られているため、入力電力が正確に測定できていない可能性がある。

5. まとめ

今後は回路の大電力化の方法、及び正確な入力電力の測定方法を検討していく必要がある。

参考文献

[1] 篠原真毅:「電界磁界結合型ワイヤレス給電技術」p.3(2014)
 [2] 総務省:「諮問第3号『工業・科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法』」
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/inter/cispr/hyouji/c11.pdf>
 [3] 堀越智、竹内敬台、篠原真毅:「エネルギーハーベスティング」pp.104-105(2014)