

5.7 GHz 帯シングルシャント整流回路の基礎検討

Basic Study on 5.7 GHz Single Shunt Rectifier Circuit

塚田 裕太*1

佐竹 裕*2

今野 佳祐*2

陳 強*2

Yuta Tsukada

Hiroshi Satake

Keisuke KONNO

Qiang CHEN

東北大学 工学部*1

東北大学大学院 工学研究科*2

School of Engineering, Tohoku University

Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. まえがき

近年、小型デバイスの電源の確保が課題となっている。無線電力伝送(Wireless Power Transfer, WPT)システムは、このような小型デバイスに給電するための有効な技術として知られている[1][2]。本報告では、5.7 GHz 帯における WPT システムに用いられるシングルシャント整流回路を設計し、負荷抵抗と変換効率の関係性を明らかにする。

2. 回路の設計

図 1 にシングルシャント整流回路を示す。シングルシャント整流回路は、オープンスタブを用いた整合回路、直流電圧をカットするためのコンデンサ、ダイオード、高調波フィルタとして機能する 1/4 波長線路、F 級負荷、および負荷抵抗から成る。これらのうち、本報告では、ダイオードにかかる電圧に影響する負荷抵抗の値を変え、その整流効率への影響を明らかにする。図 1 中のパラメータは $W=2.8$ mm, $l_3=6.0$ mm, $l_4=1.24$ mm, $l_5=5.53$ mm, $l_6=1.9$ mm, $l_7=6.7$ mm となっており、 l_1 と l_2 の値は負荷抵抗を変化させるたびに回路の整合がとれるように最適化している。なお、整流回路は、利昌工業株式会社製の誘電体基板 CS-3376C 上に設計するものとし、ダイオードは MACOM 社製の MA4E1317 を用いた。[データシート[3]を引用]

3. シミュレーション結果

設計したシングルシャント整流回路の RF-DC 変換効率と終端抵抗との関係を図 2 に示す。図 2 から RF-DC 変換効率は負荷抵抗の値に依存し、負荷抵抗を大きくしすぎるとブレークダウン電圧の影響により効率が低下することが分かった。もっとも大きな効率が得られたのは、負荷抵抗の値が 1300Ω の時であり、RF-DC 変換効率は 68.37% であった。またこのとき、 $l_1=6.16$ mm, $l_2=1.4$ mm となっている。本研究の WPT システムにおいて、整流回路への入射電力は微弱であると想定されるので、整流効率を向上させるために負荷抵抗の値を適切に設定することが重要であると考えられる。

4. まとめ

本報告では、5.7 GHz における高効率なレクテナの設計に向けた基礎研究として、シングルシャント整流回路の設計およびシミュレーションを行い、5.7 GHz 帯における高効率な整流回路の設計のための指針を得た。

謝辞

本研究成果の一部は JSPS 科研費 18K13736 の助成を受けて得られた。

参考文献

- [1] N. Shinohara, IEICE Electron. Express, vol. 10, no. 21, pp.1-13, Nov. 2013.
 [2] T.-W. Yoo and K. Chang, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 40, no. 6, pp.1259-1266, June 1992
 [3] https://www.mouser.jp/datasheet/2/249/MA4E1317_Series-838022.pdf

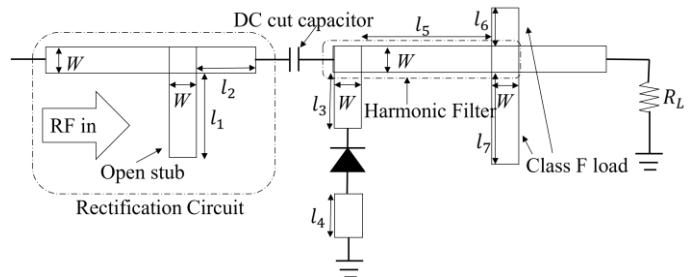


図 1 シングルシャント整流回路

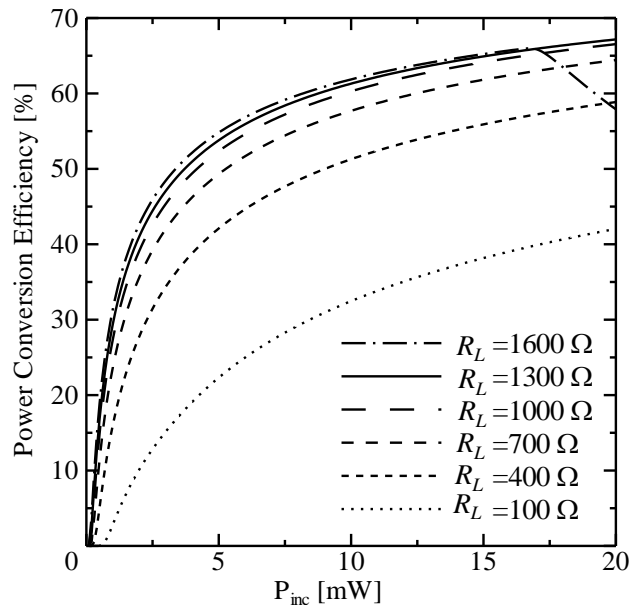


図 2 負荷抵抗を変えた時の RF-DC 変換効率