

24GHz 帯大電力 WPT 受電システム

24 GHz band high power WPT reception systems

伊東 健治、坂井 尚貴、山中 宏治、野口 啓介

Kenji ITOH, Naoki SAKAI, Koji YAMANAKA, Keisuke NOGUCHI

金沢工業大学工学部

概要

マイクロ波・ミリ波での無線電力伝送(WPT)システムでは、高電力の伝送を要する飛行中のドローンや月面でのローバーなどの移動体への給電が議論されている。これらの WPT システムでは移動体に取り付ける受電パネル面積の制約から、受電に用いるレクテナアレーの出力 DC 電力密度として、およそ 10kW/m^2 以上が要求される。レクテナアレーを構成するレクテナの間隔を 0.8 波長程度とすると、レクテナからの出力 DC 電力として、 $18\text{W}@5.7\text{GHz}$ 、 $1\text{W}@24\text{GHz}$ 以上が必要となる。図 1 にマイクロ波・ミリ波における既発表のレクテナの DC 出力電力から予想される出力 DC 電力密度を示す。整流器の DC 出力電力は高周波となる程、急激に低下するが、周波数の自乗に比例しレクテナの配置密度が向上するので、出力 DC 電力密度は K 帯付近がピークとなる。筆者らの研究グループでは、2022-25 年度の総務省・電波資源拡大のための研究開発「空間伝送型ワイヤレス電力伝送の干渉抑制・高度化技術に関する研究開発」においてスマートフォンへの給電を想定した 24GHz 帯 WPT 受電システムの開発を行った。GaAs 1W レクテナ(図 2)を 16 素子用い、これを 2 セグメントに分割し DC/DC コンバータで出力 DC 電力を合成し、出力 DC 電力 9.6W を得ている。さらに GaAs 2W レクテナを開発し、図 1 での 10kW/m^2 を越える値が得られている。高効率化のために、整流用ダイオードをアンテナに直結する Diode on Antenna (DoA) 構成とするとともに、MMIC とアンテナを非接触給電する構造とし、回路損を抑制している。また大電力化のために、GaAs E-pHEMT Gated Anode Diode(GAD)を用いるとともにアンテナ基板を窒化アルミニウムで構成している。本報告では、このような整流器の大電力化、高効率化技術について解説する。さらに移動体の姿勢の変化による偏波損の抑制を目的とした二重偏波レクテナ、DC 電力の合成効率向上を目的としたセグメント化レクテナアレーを示す。

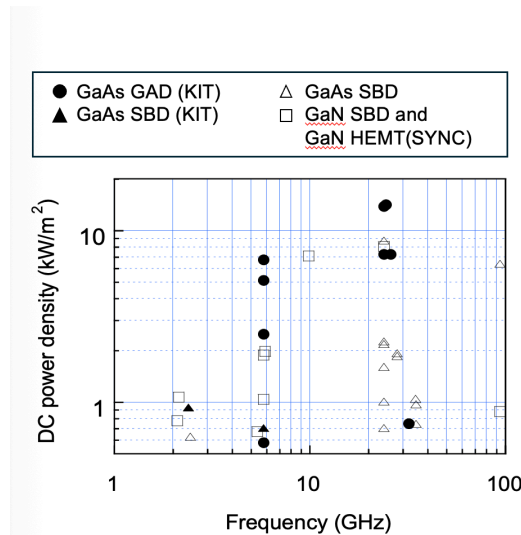


図 1 レクテナアレーの出力 DC 電力密度

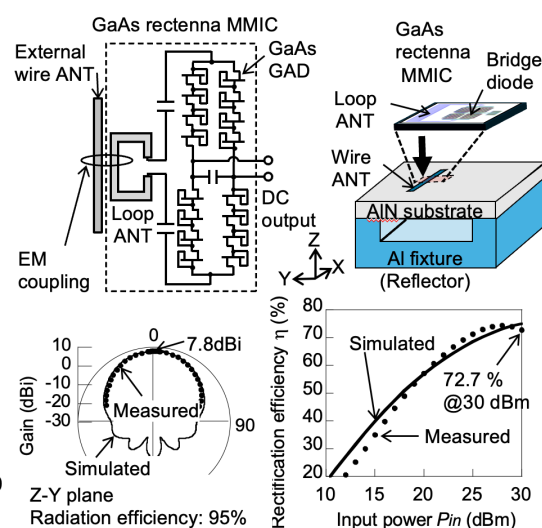


図 2 24GHz 帯 GaAs 1W レクテナ

Abstract

This presentation demonstrates high power rectenna techniques for improving the efficiency and output DC power density of 24 GHz band rectenna arrays. To achieve this, we present the diode-on-antenna (DoA) topology, electromagnetic (EM) coupling, GaAs E-pHEMT gated anode diode (GAD) and aluminum-nitride antenna substrate. Furthermore, the segmented rectenna array topology is presented to improve the efficiency of combining output DC power.