

GaAs 太陽電池を用いた光無線給電システムの高効率化

Efficiency Improvement of Optical Wireless Power Transmission System using GaAs Solar Cell

東工大未来研 [○](B4)勝田 優輝, 宮本 智之

FIRST, Tokyo Tech, [○]Yuki Katsuta and Tomoyuki Miyamoto

E-mail: katsuta.y.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

直流系遮断器制御のための 2m-10W クラスの固定機器向け光無線給電システムを目指している。光無線給電システムの高効率化には、光源側、受光側の双方の高効率化が重要である。今回は、光源側効率向上のため直列接続 VCSEL アレーを検討し、電源からの配線損失低減により、単一高出力 VCSEL アレーよりも効率が大幅に向上した [1]。

今回、光無線給電システムのさらなる高効率化・高出力化を目指し、GaAs 太陽電池を用いた光無線給電実験を行ったので報告する。

2. GaAs 太陽電池モジュールの製作

GaAs 太陽電池は Si 太陽電池よりバンドギャップが広く、原理的に変換効率が高いという特徴がある [2]。今回使用した GaAs 太陽電池セルの受光面サイズは 1.7cm×5.0cm で、単一セル構成であり、電極幅は 5.0mm である。このセルを 10 枚使用して Fig.1 に示す直列接続太陽電池モジュールを作成した。太陽電池モジュールの外枠は 3D プリンターにより製作した。中央のバーはセルを密着させるための幅 3mm の支持棒である。この支持棒があるため、太陽電池領域 8.5cm×10.3cm のうち、2.91%分の光は無効になる。

3. 実験条件

この太陽電池モジュールを用いて無線給電実験を行った。光源は前回製作した波長 850nm の 10 直列接続 VCSEL アレーであり、入力 VCSEL の最大効率となる 5.00A, 9.97V とした。この時の光出力は 20.90W である。発光分布の関係からレンズを使用せずに太陽電池との距離を 40cm とした。同条件で 10cm 角の市販 Si 太陽電池も評価した。また GaAs 太陽電池では、モジュール外部への漏れ照射光を抑制するため、Fig.2 に示すように、太陽電池周囲に高さ 20cm の筒状の反射板を設けた実験も行った。

4. 実験結果

実験結果を Table 1 に示す。Si 太陽電池を用いた場合は出力 3.34W、給電効率 6.70%であった。一方、GaAs 太陽電池を用いた場合は反射板がない状態で出力 5.38W、効率 10.8%、反射板を用いた状態で出力 7.50W、効率 15.0%となり、出力、効率が大幅に向上することが確認できた。反射板を用いた場合は、光漏れの抑制の他に、太陽電池モジュール面内の光強度の不均一性の改善も効率改善に効果があったと考えている。

この実験に用いた VCSEL の波長は 850nm で

あり、バンドギャップに近い GaAs 太陽電池の方が Si 太陽電池よりも有利である。しかし、光源波長を 1000nm と仮定しても、Si 太陽電池の出力は 3.93W と見積もられ、GaAs 太陽電池の特性が高い。より高品質な Si 太陽電池では効率向上が期待できるが、広いバンドギャップの GaAs 太陽電池の方が、本質的に効率を高めやすいことが影響したと考えている。

本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人：(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))によって実施された。

参考文献 [1] 勝田, 宮本, 応物 2017 秋, 6p-C14-1. [2] 宮本, 応物 2017 春, 15a-422-5.



Fig.1 GaAs solar cell module

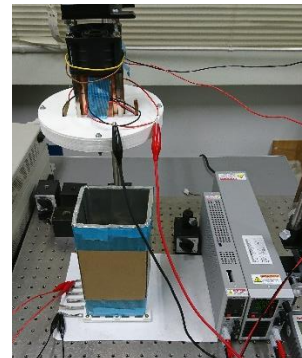


Fig.2 Experiment setup using reflector

Table 1 Experimental results using GaAs solar cell

Solar cell	Si	GaAs	
Input power	5.00A, 9.97V (49.85W)		
Light output	20.90W (41.9%)		
Light reflector	w/o	w/o	with
Cell output [W]	3.34	5.38	7.50
Efficiency [%] (Cell output/Light output)	16.0	25.7	35.9
Total efficiency [%]	6.70	10.8	15.0