

近赤外 LED と GaAs 太陽電池による 100mW 級光無線給電

100 mW-class optical wireless power transmission using NIR-LED and GaAs solar cell

東工大¹, 東洋エレクトロニクス² °(B)石田 佑次¹, 森井 博実², 坂詰 陵², 相馬 夏紀², 宮本 智之¹

Tokyo Tech¹, Toyo Electronics Corp.²,

°Yuji Isida¹, Hiromi Morii², Ryo Sakazume², Natsuki Souma², and Tomoyuki Miyamoto¹

E-mail: isida.y.ab@m.titech.ac.jp

1. はじめに

IoT は多数機器を扱うため、配線不要な仕組みが必要である。通信は多様な無線技術を適用できるが、給電は有線か充電電池を用いており課題がある。

IoT 機器には、作業者が近づいたタイミングで動作させる機器もあり、そのタイミングでの作業からの無線給電が考えられる。しかし、従来の無線給電方式は、給電装置をほぼ接触する必要があるため、作業効率が低下する。そこで、遠隔性に優れる光による無線給電 (OWPT) が有効である。

前回、このような用途に向けた安全性に有利な LED-OWPT を提案し、1W クラス高輝度白色 LED と 10cm 角 Si 多結晶太陽電池の組み合わせで、50cm の距離に 61mW 給電できたことを報告した。

今回、受光機器側小型化のために、効率改善とビーム縮小を検討した。Si より Eg の大きい GaAs 太陽電池と、Eg に近い波長の近赤外 LED、また、光スポットサイズを 3cm 角程度に集光するためのレンズ系の改善を行ったので報告する。

2. 太陽電池効率

太陽電池の開放電圧 V_{oc} 、フィルファクターを FF とし、量子効率を 1 と仮定すると、太陽電池の理想効率 η は波長 λ に依存し式(1)となる。

$$\eta = \frac{\lambda q V_{oc}}{hc} \times FF \quad (1)$$

一般的に qV_{oc} は、Eg より 0.4-0.6 eV 低下する。

式(1)を用いて効率を計算すると、近赤外 LED の効率 (850nm の単波長として計算) は白色 LED の効率 (450nm の単波長として計算) よりも 1.9 倍程度向上し、同じ LED 波長では、GaAs (Eg=0.4eV) は Si (Eg=0.6eV) に比べて最大で 2 倍程度の変換効率が期待できる。これらの結果から、近赤外 LED と GaAs 太陽電池により、同じ光学系において、前回の 4 倍近い出力が期待できる。

3. 給電実験のセットアップ

高輝度近赤外 LED (OSRAM : SFH 4715S) は波長 850nm、チップサイズ 1mm 角、樹脂レンズ集積で放射角半値全幅 90°で、太陽電池はフレキシブルタイプ単接合単セル GaAs (1.7cm×5.0cm) である。太陽電池は光スポットサイズを考慮して、その一部を遮蔽して 1.7cm 角として利用した。

Fig.1 に実験のセットアップを示す。1m 先で 3cm 角程度の光スポットサイズを得るために、焦点距離の長い大径 Lens-1 (直径 80mm, 焦点距離 100mm, 平凸レンズ) を、また、光取り出し効率を高めるために NA の大きな Lens-2 (直径 32.5mm, 焦点距離 23.5mm, NA=0.55 の非球面レンズ) を合わせて利用した。Lens-2 は LED から約 2mm の距離に配置し、Lens-1 は光が 1m 先で結像するように LED から約 82mm の距離に配置した。Fig.2 は 1m 先での光の分布と太陽電池を示している。

4. LED による給電実験

Fig.3 に、LED と太陽電池の距離を変えた時の

太陽電池出力と太陽電池サイズ範囲の光強度を示す (太陽電池サイズより照射サイズは広い)。グラフには、出力と光強度から計算した太陽電池効率も示した。距離 60cm において太陽電池サイズ 1.7cm 角で、104mW の出力を確認した。このとき照射サイズは 2.5cm 角程度である。また、太陽電池効率は 40%程度であった。IoT において 100mW は十分大きな電力であり、さらに、60cm の距離から給電できるため、本方式は従来の無線給電方式よりも優位性があると考えている。

参考文献 [1] 石田, 宮本, 応物 2017 秋, 6p-C14-2.

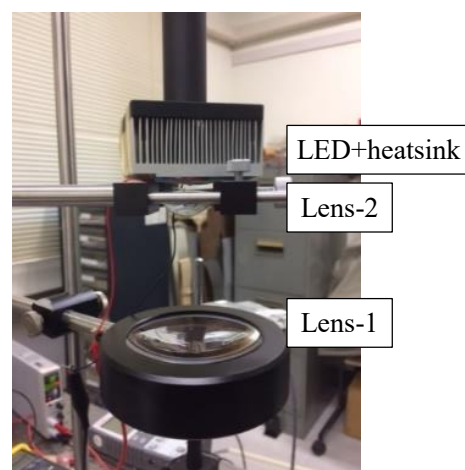


Fig.1 Configuration of lens and LED

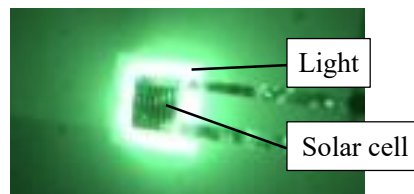


Fig.2 Irradiated light profile on solar cell

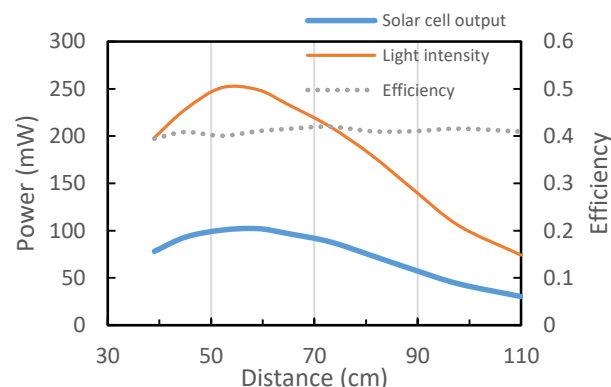


Fig.3 Output characteristics when GaAs solar cell is irradiated with near-infrared light