

IoT 向けの LED 光無線給電の基礎検討

Fundamental investigation on optical wireless power transmission using LED for IoT

東工大未来研 °石田 侑次, 宮本 智之

FIRST, Tokyo Tech, °Yuji Isida and Tomoyuki Miyamoto

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

1. はじめに

IoT では多数の機器を扱うため、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用いることができるが、給電は有線か充電が必要である。しかし、充電では消費電力の大きなセンサーやその長期運用は困難となる。一方、機器の中には、作業者が近づいたタイミングで動作すればよい機器もあり、そのタイミングの無線給電が考えられる。しかし、従来の電磁誘導方式などの無線給電は、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、遠隔性に優れた光による無線給電 (OWPT) が有効である。さらに、安全性を確保しやすい LED 照射による OWPT が適当である。

今回、このような IoT に向けた、LED を用いた OWPT の基礎検討を行ったので報告する。なお、機器 (センサー) サイズを小さく構成するために、受光器サイズは 1cm 角を前提とした。

2. LED 照射強度の距離依存性

光源に高輝度 LED、受光に Si 太陽電池を想定する。太陽電池の開放電圧が E_g 相当で、短絡電流が量子効率 1 と仮定すると、太陽電池の理想効率 η は波長に依存し式(1)となる。

$$\eta = \frac{E_g \lambda q}{hc} \quad (1)$$

実際の太陽電池効率は、FF(曲線因子)や開放電圧が E_g より減少することを考慮すると η の 30-50% と考えられる。 η の 30% では、 $\lambda=450\text{nm}$ で太陽電池効率 12%、850nm では 23% となる。Si の E_g では波長 850nm のほうが適するが、波長 450nm はより高輝度 LED が入手容易であり、現時点ではどちらの波長帯も本方式の候補となる。

Fig.1 は点光源から 10W の光を放射した場合の、光の広がり角 2θ (両側) と距離による照射強度依存性の数値解析結果である。 $\lambda=440, 850\text{nm}$ の時に 1cm 角で 100mW の給電となる条件 (η の 30%) も示した。 $2\theta=3^\circ$ では、 $\lambda=450, 850\text{nm}$ の場合に、約 70, 100cm の遠隔で 100mW が得られる。

3. LED による給電の基礎実験

市販高輝度白色 LED による給電実験を行った。Fig.2 は LED と光パワーメータ (直径 5cm) の距離を変えた時の光強度である。直径 2.5cm のレンズで $2\theta=8^\circ$ にて、LED チップを拡大投影している。距離 10cm までは LED 光はパワーメータ直径内であり、光強度はほぼ一定の 250mW である。10cm 以上ではパワーメータ外に光がもれている。距離 0cm 近傍は平行化していない光もパワーメータに入射している。

上記の光を約 10cm 角の市販 Si 太陽電池に照射し無線給電特性を評価した。Fig.3 は直径 2.5cm, 5cm のレンズで拡大投影した場合の太

陽電池出力の距離依存性である。直径 2.5cm レンズでは距離 107cm で 22.3mW の出力が得られた。このとき、太陽電池全面に光照射されている。拡大率を考えると、距離 10cm では光分布が 1cm 角程度となり、1cm 角太陽電池で 22.3mW の出力が期待できる。一方、直径 5cm レンズでは距離 51cm で 60.9mW の出力が得られた。レンズ径が大きいため出力が 3 倍近くに増加した。

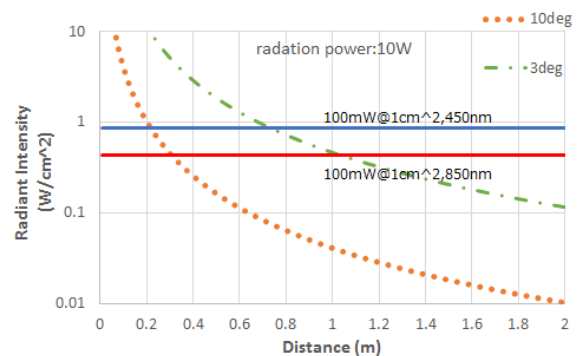


Fig.1 Irradiation intensity dependence on distance

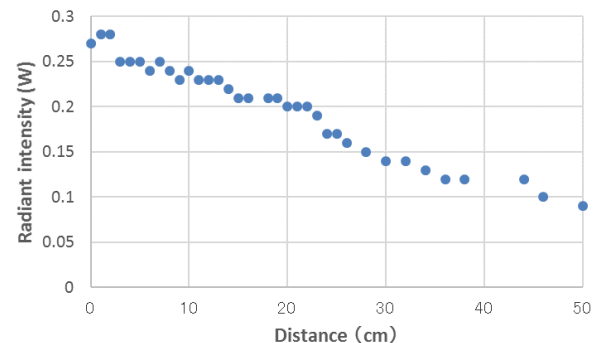
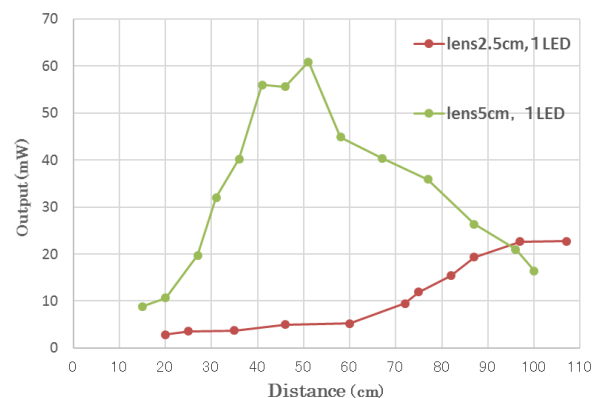
Fig.2 Light power dependence on distance
(Light receiving diameter: 5cm)

Fig.3 Solar cell output vs. distance