

# 赤外線を利用したID技術の検討（第2報）

電子技術部 磁気デバイスチーム

栗原 幸男

馬場 康壽

星川 潔

(株)ゼオシステム

三沢 義治

下川 三郎

川口技術士事務所

川口 俊彦

前回の報告では、近赤外線を利用した光ID技術を提案し、応用システムの試作例を紹介した。本報告では、空中伝搬や光ファイバを介した近赤外線IDで技術課題となる、光による電力伝送（光パワー伝送）の実験を行い、その伝送効率を評価した。

キーワード：赤外線ID，光ID，光電力伝送，光パワー伝送

## 1 はじめに

我々は前回の報告で、近赤外線を利用した光ID技術を提案した<sup>1)</sup>。この方式では、タグ側は電池を持たず、リーダー/ライタ側からタグ側に光信号とともに光で電力を送る構成とした。ここで、近赤外線に必要な電力を送る手法が技術課題となっている。

そこで今回は、近赤外線の空中伝搬による光パワー伝送の実験と、光ファイバを介した光パワー伝送の実験を行い、光IDへの適用の可否について検討する。

なお、最近、近赤外線ではなく可視光を利用した光通信や光IDなどのシステムが活発に研究開発されている<sup>2)</sup>。可視光と近赤外線の両方の使用が可能になれば、さらに応用が広がるものと期待される。

## 2 空中伝搬による光パワー伝送

近赤外線の空中伝搬による光パワー伝送の実験を行った。送電側の近赤外光源としては、波長 850 nm で発光効率の良い反射型LEDを採用し、この9個のLEDの600 mm<sup>2</sup>の面積に並べて合計の1 Wの電力（LED駆動用DC電源）を投入した。

受電側の受光素子としては、図1に示すように6個のシリコンフォトダイオードを直列接続したチップ型光電池を採用した。この光電池はサイズ 3.5 mm×4 mm×0.6 mmと小型で実装しやすいが、受光面積が10 mm<sup>2</sup>と小さいため出力に限界がある。なお、この光電池は光通信にも使用するものであり、負荷抵抗 100 Ωのときの遮断周波数は3 MHzである。

このLEDアレイ光源と光電池を対向させて、光パワー伝送システムを組んだ。両者の距離を10 mm～1 mに変え

た場合の光電池出力の測定結果は、表1に示すとおりであり、距離10 mmの場合、総合伝送効率は0.05%となった。

光タグに必要な電力は、マイコンが0.6 mW程度、返信用LEDが0.7 mW程度であり、表1の距離10 mmの場合においても獲得電力は不十分である。この光パワー伝送システムを光IDに適用するには、10 mm以下の至近距離で通信する、送電側の光量を増やす、焦点合わせの光学レンズを導入する、および受光側の受光面積を大きくするなどの工夫が必要である。

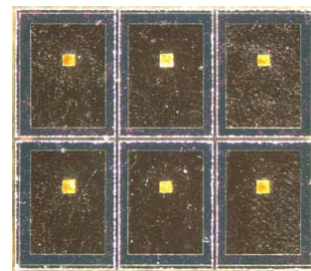


図1 光電池チップ

表1 空中伝播による光パワー伝送の実験結果

距離	開放電圧	短絡電流	獲得電力	伝送効率
10 mm	3.1 V	200 $\mu$ A	0.5 mW	0.05 %
100 mm	2.9 V	60 $\mu$ A	0.1 mW	0.01 %
1 m	2.2 V	1.4 $\mu$ A	2 $\mu$ W	2 ppm

### 3 光ファイバによる光パワー伝送

レーザダイオードと石英光ファイバを用いた光パワー伝送方式は、すでに実績がある<sup>3), 4)</sup>。ここでは簡便なシステムを目指して、LEDとプラスチック光ファイバを採用した光パワー伝送の実験を行った。

今回使用したプラスチックファイバはコア径が3 mmと太く、開口数が0.5と大きいので光を導入しやすい。一方、プラスチックファイバが1 mあたりの近赤外線透過率は70~80%、耐熱温度は70℃という制約がある。

このプラスチック光ファイバを用いた光パワー伝送システムを、図2のように設計した。送電側は波長780 nmの反射型LEDとし、プラスチック光ファイバは長さ1 mのものを3本束ねてコア断面積約20 mm<sup>2</sup>とし、受電側は空中伝搬実験と同じ光電池を採用した。ファイバとLED、ファイバと光電池は、光学レンズを用いずに接続した。

このとき獲得電力 $P$ は、次式で表される。

$$P = \frac{P_l S_f \eta}{S_l} T \frac{S_b \eta_b \eta}{S_f}$$

ここで、 $P_l$ はLEDの光パワー、 $S_f$ はファイバの断面積、 $\eta$ は結合効率、 $S_l$ はLEDの面積、 $T$ はファイバの透過率、 $S_b$ は光電池面積、 $\eta_b$ は光電池変換効率である。

$P_l$ を50 mW、 $S_f$ を20 mm<sup>2</sup>、 $\eta$ を0.8、 $S_l$ を25 mm<sup>2</sup>、 $T$ を0.82、 $S_b$ を10 mm<sup>2</sup>、 $\eta_b$ を0.1と見積もると、 $P$ は1 mWとなる。

つぎに、このシステムを作製し、光パワー伝送実験を行ったところ、表2に示すように測定した光電池出力は計算値より若干小さい0.7 mWであったので、光タグにはやや不十分であることがわかった。また、このときのLED駆動用DC電源の電力は0.42 Wであり、総合伝送効率は0.2%程度である。

光IDへの適用にあたっては、LEDの光パワーを大きくする、光ファイバの結合係数を高める、または光電池の面積を大きくするなどの対策が必要である。

### 4 まとめ

近赤外線光パワーを送る実験を行い、距離10 mmの空中伝搬で総合伝送効率0.05%であったが、1 m長の光ファイバでは0.2%とすることができた。この結果、

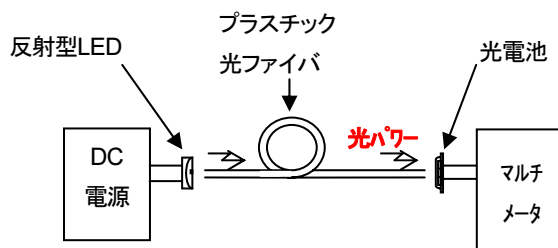


図2 光ファイバによる光パワー伝送システム

表2 光ファイバによる光パワー伝送の実験結果

	開放電圧	短絡電流	獲得電力	伝送効率
計算値			1.0 mW	0.24%
測定値	3.1 V	0.3 mA	0.7 mW	0.17%

光ファイバを用いた場合の獲得電力は、光IDシステムに必要な電力に近づけることができた。

今後は、具体的な光IDの用途に合わせた開発を進めていきたい。

### 謝辞

本研究にご協力いただいた、芝浦工業大学の長友隆男先生、(株)オプトテクノの前屋敷芳樹氏、(株)オプトデバイス研究所の山崎繁氏に感謝する。

### 文献

- 1) 栗原幸男ほか；“赤外線を利用したID技術の検討”，神奈川県産業技術総合研究所研究報告，**11**, 38 (2005)。
- 2) 中川正雄ほか；“可視光通信の世界”，工業調査会 (2006)。
- 3) 岩下潤ほか；“光による電力伝送の検討”，電子情報通信学会ソサイエティ大会，B-13-16 (2004)。
- 4) Jeff Hecht；“Photonic power deliver: Photonic power conversion delivers power via laser beams”，*Laser Focus World*, **42**, issue 1 (2006)。