27a-A2-4

# 偏波無依存な光ファイバ給電型カメラノード

## Polarization independent camera node based on fiber optic power supply 農工大工, <sup>0</sup>田中 悠也, 田中 洋介, 黒川 隆志 Tokyo Univ. of Agri. and Tech., <sup>°</sup>Yuya Tanaka, Yosuke Tanaka, Takashi Kurokawa

E-mail: 50012645125@cc.tuat.ac.jp

### 1. はじめに

我々は、光ファイバに取り付けた多種多様なセンサに対し 光で給電を行い、センシング情報を同じ光ファイバで監視側に 送り返す光ファイバ給電型センサ網の研究、開発を進めている [1]。このシステムは、低電力、長距離配置、電磁雑音の影響 がない等、多数の利点がある。最近、この光ファイバ給電シス テムに監視カメラを取り付ける検討を始めた。ここでは、画像情 報を低電力、かつ高速に出力できるよう、カメラノード内部には 光源を置かず、監視側から送られた光の一部を LN 強度変調 器で変調するようにした。LN 強度変調器には偏波依存性があ るが、これをファラデー回転鏡(FRM)の導入により解消した[2]。 しかし、LN 強度変調器の偏波消光比が大きな場合、本手法で は信号光が大きく減衰する。

本発表では、LN 強度変調器の偏波消光比が大きな場合に も有効な偏波無依存化手法と、それを用いた光給電型カメラノ ードの動作について報告する。

#### 2. 偏波無依存カメラノードの原理

図 1(a)に光ファイバ給電を用いたカメラ網の構成を示す。 監視側のレーザ光源(λ = 1.5 μm)から出射した光が、光ファイ バを伝搬し、各カメラノードに送られる。カメラノードは光電変 換によって得た電力でカメラを動かし、画像信号を監視装置 に送り返す。監視装置では、受信した画像信号をデコードし、 モニタ画面上に画像を再生する。

図 1(b)に今回検討した偏波無依存カメラノードの構成を示 す。ノードへの入射光は、内部の光スプリッタにより2つに分け られる。一方の光は、InGaAs-PV セルにより光電変換され、イ メージセンサおよび制御回路の駆動に利用される。残りの光 は、偏波ビームスプリッタ(PBS)により、互いに直交した偏波成 分に分けられ、LN 強度変調器の両側から入射する。ここで、 PBS のどちらのポートからの出射光についても、共に偏波保持 光ファイバ(PMF)の速軸または遅軸に結合するように PMF の



Fig.1(a)Camera network based on optical power supply and (b)polarization independent camera node.

偏波軸を調整する。つまり、どちらか一方のポートの偏波軸が 90度回転するように PMF を取り付ける。同時に、これらの偏波 軸は LN 強度変調器の低損失軸と一致させる。 PBS から LN ま でのファイバ長は、左右両回りについて、LN による強度変調 のタイミングが等しくなるよう、等しくする。以上により、PBS で 分離された 2 つの直交偏波成分は、LN 強度変調器で等しい 変調度で変調される。 PMF の偏波軸が一個所 90度回転して いるため、PBS で反射/透過した入射光は LN 変調器透過後、 出射時は PBS で透過/反射し、互いに直交性を維持して干渉 することなく、もとの光ファイバに送り返される。

#### 3. 実験

図 1(b)のカメラノードを作製し、偏波依存性、消費電力、画 像取得の確認を行った。このノードは、CMOS イメージセンサ (30 万画素)からのパラレル信号をシリアライザにより 288 Mbps のRZ信号に変換する。このとき、光ファイバ内で信号長1 bit に対応する信号長は70 cm である。PBSとLNを結ぶ左右の 光ファイバ長は、定規による測定で等しく、信号広がりの問題 はない。光信号生成用の偏波無依存光学系において、偏波 依存損失は0.07dBであった。図1の監視装置とカメラノードに よって取得した画像の一例を図2に示す。テストターゲットの 画像が鮮明に撮像されていることがわかる。光信号受信器内 には光アンプを設け、受光素子への入射パワーを調整した。 カメラノード内の PV セルへの入射光パワーが 5 mW 以上、か つ監視装置の受光素子への入射パワーが 1.7 mW のとき 30 秒に一枚の画像取得が正常に行われた。尚、カメラノードの消 費電力は、Sleep 時(30 s) 17µW、Active 時(90 ms) 200 mW で あり、平均電力は 600 µW であった。



Fig.2 Test target image captured by optically powered camera.

#### 4. まとめ

PBS を利用した偏波無依存信号生成機構を投入した光給 電型カメラノードを開発し、原理動作確認を行った。この手法 は、光信号生成に用いるLN 変調器の偏波消光比が大きな場 合にも対応でき、光信号損失を抑えられる。今後、ノード内の LN 変調器のバイアスや、カプラの分岐比の最適化により、更 なる低電力化を検討している。

#### 参考文献

[1]Y. Tanaka et. al., JJAP, vol. 50, ID 112501, 2011.
[2]土田 他, 第 59 回応物,15p-B9-10, 2012 年 3 月.