

二台の電気光学偏光素子を用いた偏光補償法の検討

Examination of polarization compensation method using two electro-optic modulators

1. 北大工情エレ 2. 北大院情報

○(B4) 五十崎 凜太郎¹、(M1) 川崎 優花²、(D) 大和 尚紀²、橋本 守²

○Rintaro Ikazaki¹, Yuuka Kawasaki², Naoki Yamato², Mamoru Hashimoto²

¹ Dept. of Elec. & Info. Eng., Hokkaido Univ., ² Grad. Sch. of Info. Sci. & Tech., Hokkaido Univ.

E-mail: rikazaki@eis.hokudai.ac.jp

高解像度かつ無染色に細胞観測が可能な内視鏡は、より安全で迅速なその場診断・手術を可能とする。我々はこれを実現するために、胃カメラの鉗子孔に挿入可能な光ファイバーバンドルを利用した小型なコヒーレント反ストークスラマン散乱 (CARS) 顕微内視鏡の開発を行っている。開発している顕微内視鏡では、光ファイバーバンドルの別々のコアで2波長のCARS励起光を伝送することで四光波混合 (FWM) の影響を回避している [1]。これは、同一コアに2波長の励起光を導入すると、コア内で発生するFWMがCARS光の検出を困難にするためである。しかしながら、異なるコアで伝送された光を同軸上に重ね合わせるために偏光を利用して、光ファイバーバンドル伝送後の偏光状態がコアに依存し、一様で光強度なCARS信号が得られないという問題があった。

そこで、光ファイバーバンドルを伝送する2色の励起光それぞれに対し、入射側偏光の補償を行いCARSの発生効率向上させることを提案する。なお、光ファイバーバンドルでイメージを得るにはレーザービーム走査によりコアを切り替えるため、ビーム走査に合わせて最適な偏光状態へと制御する必要がある。このため、高速に偏光を制御できるElectro-optic modulator (EOM) を、それぞれのビームに対して2台使用して、光ファイバー伝搬過程での偏光状態の変化を補償する。

本研究では、2台のEOMと光ファイバーを模擬した波長板通過後の偏光を、特定角度の直線偏光へ自動制御する手法について検討した。出力光の偏光の状態を回転偏光子法によって計測し、その偏光軸 ψ と楕円率角 χ を得る。評価関数 $f(\psi, \chi)$ を

$$f(\psi, \chi) = (\psi - \psi')^2 + 4(\chi - \chi')^2$$

とし、 $f(\psi, \chi)$ がゼロに近づくようにEOMへの制御電圧を、Downhill-Simplex法により求める。ここで、 ψ' と χ' はそれぞれ、得たい偏光軸と楕円率角である (基本的に $\chi' = 0$)。

2台のEOMの後に45°回転させた $\lambda/2$ 板を配置し、水平方向の直線偏光へと変換できるか試みた。最初、それぞれのEOMに電圧を印加していないとき、偏光軸は -20° 、楕円率は0.17であったが、Fig. 1に示す様に反復するごとに評価関数はゼロに近づき、11回の反復操作を経て、偏光軸 9.5×10^{-6} 、楕円率 8.6×10^{-3} のほぼ水平な直線偏光が得られた。

今後、シングルモード光ファイバー通過後の偏光補償を行う。また、実際に光ファイバーバンドルの個々のコアの偏光状態を補償できるか検討する。

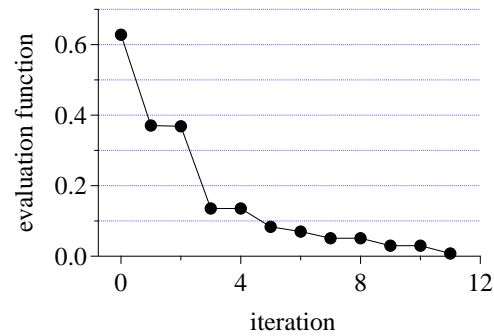


Figure 1: Measurement result of the transition of evaluation function.

References

- [1] H. Ogawa et al., *Optics letters*, **46** (14), 3356-3359 (2021).