

ジョーンズベクトルで記述できる 全ての偏光・位相状態を生成するための液晶光学デバイス

Liquid crystal device encoding arbitrary polarization and phase shift represented by Jones vector

兵庫県立大工学研究科¹, 北大情報科学研究科²

○吉木 啓介¹, 橋本 守²

University of Hyogo¹, Hokkaido University²

Keisuke Yoshiki¹, Mamoru Hashimoto²

E-mail: yoshiki@eng.u-hyogo.ac.jp

1 はじめに

ビームを集光した時の焦点は、ビーム断面内の位相、偏光分布の影響を受ける。その組み合わせの自由度は原理的に無限であるが、その数あるパターンの中で実際に応用が進んでいるのはラジアル偏光、およびアジマス偏光などの比較的単純な偏光である。しかし、近年ではさらに複雑な位相、偏光分布により、より多様な機能を焦点に与えたり[1]、集光側の空間が複屈折性をもつ場合の偏光補償を行うこと等が求められる。しかし、有用な位相、偏光分布が理論的に予測される一方で、既設の光学機器に実装可能なほど小型機器で、かつ要求される複雑な位相、偏光分布を実現することができる装置はなく、それができる装置は高価で大型であり、組み込み用機器として適さない。そこで、本研究ではこれら一長一短の状態を克服する液晶光学デバイスを考案した[2]。本素子は小型、低コストで、直線偏光ベースの偏光状態に限らず、理論的にジョーンズ法で記述できる全ての位相、偏光状態を作り出すことができる。

2 液晶デバイスの光学配置

本液晶デバイスは3枚の液晶素子(liquid crystal: LC)からなっており、放射状に8分割されたセグメントを個別に駆動することが出来る。ネマチック液晶は複屈折性を持ち、遅相軸と進相軸の屈折差を駆動電圧によって制御することで複屈折位相差を制御することができ、電圧によって制御可能な可変波長板として機能する。Fig. 1にこれら3枚の液晶素子の光学配置を示す。1枚目の液晶素子は入射した水平偏光の位相のみを制御し、水平から45°傾い

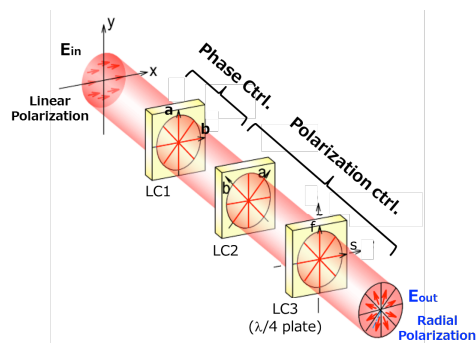


Fig.1 The 8-segment polarization mode converter

た方向に配向した2枚目の液晶素子で直線偏光を楕円偏光に変換する。その後、位相差を $\pi/4$ に固定した3枚目の液晶素子によって偏光を直線偏光に戻した場合、2枚目の液晶素子によって与えられた位相量に比例して偏光方向が回転する。また、3枚目の液晶素子による位相差を調節することによって、直線偏光に限らず楕円偏光を含む様々な偏光の方向を制御することが出来る。Fig. 2に生成可能な偏光状態を示す。LC2、および3に与える複屈折位相量の組み合わせによって、直線偏光に加え、全ての楕円率、回転方向の楕円偏光と、その向きを任意に制御することが出来る、さらに位相もLC1によって制御することができる。

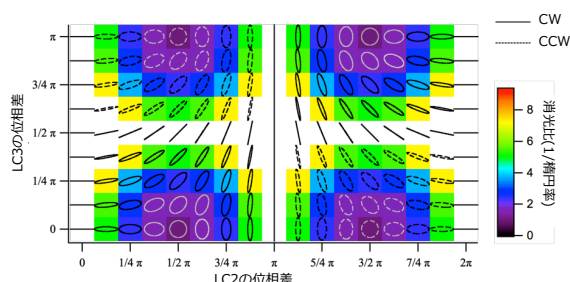


Fig.2 The 8-segment polarization mode converter

4 製作上、駆動上の要求仕様

本素子の製作には、液晶の光学軸の角度を高い精度で合わせる必要がある。例えば、直線偏光を 360° 回転させる制御を行う場合、わずか 0.3° の狂いでも、消光比が100以下に制限される角度があらわれる。用途によっては全方位に対して1000以上の消光比が求められるが、その場合は 0.05° 以内の精度が必要であり、高い組付け精度が求められる。また、液晶の位相制御の分解能によって、楕円偏光の消光比の上限が制限される。8bitなら5, 12bitなら15以上の消光比は直線偏光以外では発生させることができない。

5 参考文献

- [1] Brown, Thomas G. "Unconventional polarization states: beam propagation, focusing and imaging." Progress in Optics **56**, Chap.3 (2011): 81.
- [2] 吉木 啓介, 橋本 守, 偏光制御装置および偏光制御装置, 特願 2016-230675(2016)