

複数の液晶偏光回折格子を利用した 4 方位直線偏光成分の同時検出

Simultaneous detection of four linear polarization components by use of liquid crystal polarization gratings

○ 坂本盛嗣^{1,3}, 百崎龍成^{1,†}, 野田浩平^{1,3}, 佐々木友之^{1,3}, 川月喜弘^{2,3}, 小野浩司^{1,3}
長岡技科大¹, 兵庫県立大², CREST, JST³
○M. Sakamoto^{1,3}, R. Momosaki^{1,†}, K. Noda^{1,3}, T. Sasaki^{1,3}, N. Kawatsuki^{2,3}, and H. Ono^{1,3}
Nagaoka Univ. of Tech.¹, Univ. of Hyogo², CREST, JST³
E-mail: sakamoto@vos.nagaokaut.ac.jp

被写体の異方性や表面形状などの情報を得られることから、近年偏光計測について広く注目が集められている [1]。一般に、偏光状態は 0 deg, 45 deg, 90 deg, 135 deg の直線偏光成分から復元される。マイクロ偏光子アレイ (MLA) を利用した偏光カメラは、これら 4 つの直線偏光成分をアレイ化された偏光子により画素分割式で同時に計測するという原理に基づいており、リアルタイムでの偏光解析が可能であるという特徴を持つ [2]。しかしながら、MLA を用いた偏光カメラでは、画素間での光回折によるクロストークが偏光計測の際の消光比を劣化させるため、特に赤外領域での偏光計測には課題が残ると考えられる。そこで今回我々は、この問題を解決するために、液晶偏光回折格子 (LCPG) の回折特性に基づいて、4 方位の直線偏光成分を同時に分離可能な素子を新たに提案する。提案する素子を用いれば、被測定光に含まれる 0 deg, 45 deg, 90 deg, 135 deg の直線偏光成分を同時に検出することができる。

提案素子の構成を Fig. 1 に示す。本素子は、第 1 の 1/4 波長板 (QWP₁)、第 1 の LCPG₁、ホメオトロピック配向させた液晶リターダ (HL)、第 2 の 1/4 波長板 (QWP₂)、第 2 の LCPG₂ から構成されている。LCPG は光学軸が格子ベクトル方向に対して線形に回転するように分布した回折素子であり、光学軸方位に応じた幾何学的位相により、右円偏光及び左円偏光をそれぞれ ±1 次方向へと回折させる機能を持つ [3]。ここで、第 1 と第 2 の LCPG の回折効率はそれぞれ 50 % と 100 % であり、互いに概ね等しい格子周期を有するものとする。QWP₁、HL、QWP₂ の遅相軸方位は Fig. 1 に示すとおりである。本素子に方位角が 0 deg の直線偏光を入射させた場合、初めに QWP₁ により右円偏光へと変換された後、LCPG₁ に入射する。LCPG₁ により入射光は左円偏光に変換された +1 次光と、右円偏光のままの 0 次光とに分離される。+1 次光は、HL を透過する際に、光学軸に対して斜めに入射するため、複屈折を受けて左円偏光から 45 deg の直線偏光へと変換される。一方で、右円偏光の 0 次光は偏光状態を保ったまま HL を透過する。続けて、QWP₂ により、+1 次光の 45 deg 直線偏光は右円偏光に、右円偏光の 0 次光は 135 deg 直線偏光へと変換される。最後に、LCPG₂ を透過すると、右円偏光の +1 次光は +2 次の方向に回折され、135 deg 直線偏光の 0 次光は LCPG₂ の ±1 次光方向へと等しく分離される。提案素子への入射光が 90 deg, 45 deg, 135 deg の直線偏光である場合も、同様に各素子間の偏光変化と LCPG における回折の過程を順に追えば、最終的に ±1 次及び ±2 次の 4 つの回折方向に対して、入射光に含まれる 0 deg, 45 deg, 90 deg, 135 deg 成分が分配されることが分かる。提案素子は 5 つの要素素子で構成されるが、これら要素素子を互いに貼り合わせれば、単一素子化させることもできる。4 つのスポットの光強度の差分計算によりストークスパラメータの S_1 及び S_2 を求めれば、入射光の直線偏光状態を測定することができる。Fig. 1 の構成と同様の光学系を試作し、入射偏光毎に回折効率を測定した結果を Fig. 2 に示す。±1st, ±2nd の回折効率から、誤差はあるものの、入射光の直線偏光状態を概ね復元できることが分かる。

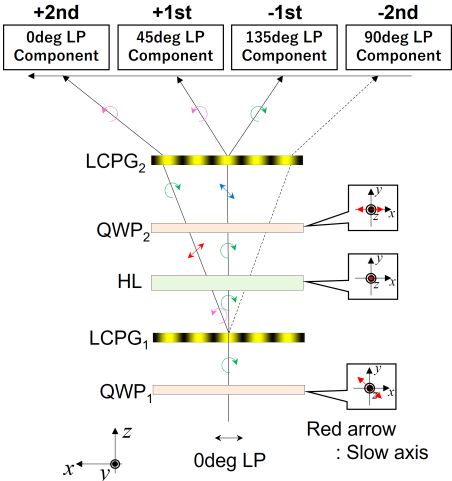


Fig. 1. A principle of simultaneous detection of four linear polarization components. A process of light propagation for the case of 0 deg linear polarization incidence.

Incident beam	Diffraction efficiency (%)				
	-2nd	-1st	0th	+1st	+2nd
0deg LP	-	22.2	12.2	21.5	44.2
90deg LP	46.3	22.3	9.08	22.4	-
45deg LP	22.8	6.02	10.9	35.5	24.7
135deg LP	21.8	45.0	13.6	3.39	16.3

Fig. 2. Diffraction properties of fabricated linear polarization components detector.

[1] J. S. Tyo et al., Appl. Opt. **45**, 5453 (2006). [2] V. Gruev et al., Opt. Express **18**, 19087 (2010). [3] H. Ono et al., J. Appl. Phys. **94**, 1298 (2003). [†] 現、林テレンプ株式会社所属