17p-S8-12

二重回転ストークス偏光計と位相子キャリブレーション法

Dual rotating Stokes polarimeter and method of retarder

宇都宮大学 [1]，東京工芸大学 [2]　○柴田 秀平 [1]，川畑 州一 [2]，大谷 幸利 [1]

Utsunomiya Univ. [1], Tokyo Polytechnic Univ. [2],　°Shuhei Shibata[1], Shuichi Kawabata[2], Yukitoshi Otani[1]

E-mail: shibata_s@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1.　はじめに

偏光状態はジョーンズベクトルとストークス・パラメータで表現できる．ジョーンズベクトルは完全偏光しか表現できないが，ストークス・パラメータは s_0,s_1,s_2,s_3 の 4 つのパラメータですべての偏光状態を表現できる．従来の測定方法は回転検光子法，回転位相子法，光ヘテロダイン法，２つの液晶や光弾性変調器を用いた測定法，波長制御のチャネルドスペクトルを用いた測定法が報告されている．

我々は位相子と検光子を二重回転されることでストークス偏光計を提案してきた [1]．この手法は位相子の複屈折位相差が測定中のキャリブレーションが可能となり，高精度な測定を可能にした．しかし，位相子にはわずかな二色性が存在する可能性が考えられる．今回，位相子の複屈折位相差と二色性をキャリブレーションしたストークス偏光計を開発したので報告する．

2.　ストークス測定原理

図 1 に二重回転ストークス偏光計の光学系を示す．未知のストークス・パラメータが複屈折位相差 δ，軸透過率比 γ，方位 α を持つ位相子と方位 β の偏光子を透過し検出器で光強度を検出する．

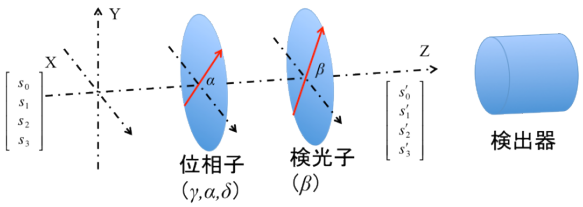

図 1　二重回転ストークス偏光計の光学系

今回，位相子の方位 α を 3ω，検光子の方位 β を 2ω の回転比率で回転させる．ω は回転間隔である．検出された光強度をフーリエ解析したときのフーリエ級数 $a_0, a_{2\omega}, b_{\omega 2}, a_{4\omega}, b_{4\omega}, a_{6\omega}, b_{6\omega}, a_{8\omega}, b_{8\omega}$ を用いると，位相子の軸透過率比と複屈折位相差および入射光のストークス・パラメータが同時に算出できる．

$$\gamma = \sqrt{\frac{1+a_{2\omega}}{1-a_{2\omega}}} \tag{1}$$

$$\delta = \cos^{-1}\left[\frac{1+\gamma^2}{2\gamma}\cdot\frac{a_{4\omega}-a_{8\omega}+b_{4\omega}-b_{8\omega}}{a_{4\omega}+a_{8\omega}+b_{4\omega}+b_{8\omega}}\right] \tag{2}$$

$$s_0 = \frac{1}{2}a_0 \tag{3}$$

$$s_1 = a_{4\omega}+a_{8\omega} \tag{4}$$

$$s_2 = -\left(b_{4\omega}+b_{8\omega}\right) \tag{5}$$

$$s_3 = -\frac{1+\gamma^2}{2\gamma\sin\delta}b_{2\omega} \tag{6}$$

式(1),(2)を式(3)~(6)に代入することで位相子の複屈折位相差と二色性をキャリブレーションできる．ただし，二色性 D は，

$$D = \frac{1-\gamma^2}{1+\gamma^2} \tag{7}$$

と表せる．

3.　ストークス測定結果

今回，表 1 に He-Ne レーザから出射された光をグラントムソン偏光子で水平直線偏光，45°直線偏光，グラントムソン偏光子と 633nm の 1/4 波長板を用いて右円偏光を計測した結果を示す．ただし，この 1/4 波長板は AXOMETRICS 社の AxoScan で測定した複屈折位相差は 88°であったため，測定される右円偏光のストークス・パラメータは[1, 0.03, 0, 0.99]となる．左右円偏光が測定されるとき，位相子の複屈折位相差を測定できないため，あらかじめ測定した複屈折位相差 93.17°で測定した．サンプリング数は 72，測定回数は 20 回の平均値を示している．標準偏差は最大で±0.0005，絶対誤差は最大 0.02 を得た．

表 1　ストークス・パラメータの測定結果

	ストークス・パラメータ	複屈折位相差	軸透過率比
水平直線偏光	$\begin{bmatrix}1\\1.006\\0.003\\0.000\end{bmatrix}$	93.17°	1.050
45°直線偏光	$\begin{bmatrix}1\\0.007\\1.005\\0.003\end{bmatrix}$	93.77°	1.059
右円偏光	$\begin{bmatrix}1\\0.032\\0.001\\1.010\end{bmatrix}$		1.042

4.　まとめ

位相子と検光子を二重回転させて位相子の複屈折位相差と二色性を同時にキャリブレーションすることを可能にした．これにより，フィルムといった安価な位相子でも高精度な計測が可能となる可能性がある．また，複屈折位相差，二色性の波長分散もキャリブレーションできるため，可視光以外でもその偏光状態を計測できると考えられる．

5.　参考文献

[1]　田中政之介，ほか：光学，40，8（2011）430-438.

© 2014 年　応用物理学会