

光渦を用いたエリプソメトリーに向けた偏光分布測定

岩下・小林研究室 1170053 小坂 尚子

1. 研究背景・目的

エリプソメトリーは試料からの反射光または透過光を測定し、入射光との偏光状態の変化などの特性をとらえることができる光学測定手法である。現在の主な計測方法は偏光板や波長板を回転させることで入射偏光を時間的に変化させて、様々な偏光に対し、物質による偏光の変化を計測するというものである。しかしこの手法では偏光板または波長板を回転させて入射する光の偏光を変化させながら試料に光を入射させるため高速化が困難である。そこで本研究では図1のような異なる偏光が空間的に分布したビームを通常ビームと光渦を干渉させて作成しエリプソメトリーに利用、これをCCDカメラで部分ごとの偏光状態を計測することで測定時間の短縮を提案する。

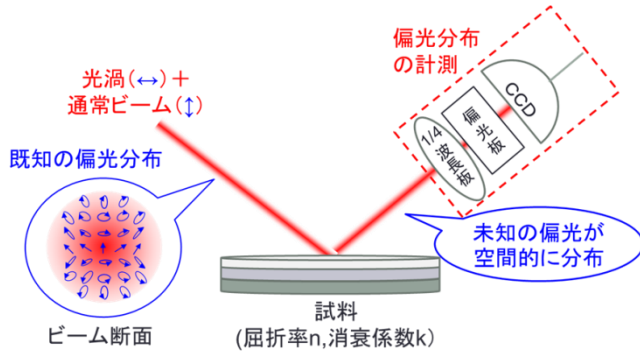


図1 提案する偏光計測法

2. 偏光を決める特徴量

一般的な偏光状態である楕円偏光を決める特徴量として楕円の長軸の方位を示す主軸方位角 θ と楕円の長軸と短軸の比を示す偏光楕円率 $\tan \chi$ がある。(図2参照) 偏光楕円率 $\tan \chi$ の正負については回転の向きを示しており、+ (正)だと右回り、- (負)だと左回りの楕円偏光になる。

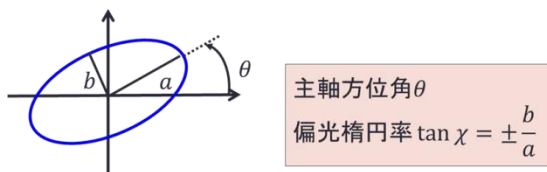


図2 主軸方位角 θ と偏光楕円率 $\tan \chi$

3. 実験構成・結果

図3に実験系を示す。偏光スパイラルプレート(Q-plate)と1/4波長板で作成した光渦ビームと通常のビームを干渉させて偏光分布を持った光ビームを生成した。この光ビームの偏光分布を測定するために偏光板の角度を $0 \sim 135^\circ$ を 45° 間隔で変化させた時($I_0, I_{45}, I_{90}, I_{135}$)、また波長板を入れ円偏光を生成した時(I_R, I_L)の光強度をCCDカメラによりピクセルごとに観測した。

図4実験結果を示す。光渦はドーナツ型の光強度を持ち、

位相差が 2π 存在するため、通常ビームと光渦を干渉させたビームには部分ごとに異なる偏光状態が存在することがわかった。図3(a)は色、また形状で偏光状態の違いを示しており、赤が右回り偏光、青が左回り偏光を示している。次に図4(a)の各偏光が持つ θ と χ の値をプロットしたものを図4(b)に示す。図4(b)を見ると、原点から左側にずれたところにプロットされていないところがある。これは水平偏光、左肩上がりの傾きがある直線偏光、同様の傾きがある楕円偏光が干渉ビームに少ないことを表している。

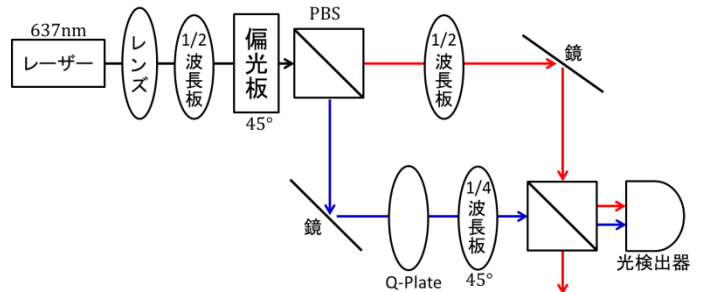


図3 実験系

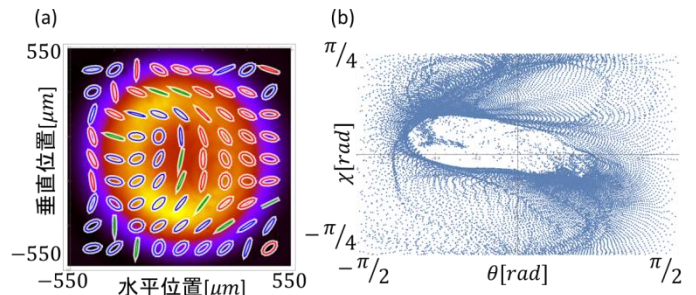


図4 実験結果

(a) 干渉させたビームの偏光状態の分布 (b) 偏光楕円率 $\tan \chi$ と主軸方位角 θ の関係

4. まとめ

通常ビームと光渦を干渉させたビームから部分ごとに異なる偏光が存在していることを確認した。この光ビームをエリプソメトリーに利用することで測定の高速度化が期待できる。

参考文献

[1] 藤原裕之、“分光エリプソメトリー”、丸善出版(2011)