

デュアルコム分光を用いた高速偏光計測

Rapid spectroscopic polarimetry by dual-comb spectroscopy

徳島大院¹, JST ERATO 美濃島知的光シンセサイザ², ボルドー大学³○(M1) 是澤 秀紀^{1,2}, (M1) マーク グライェブ^{1,3}, (P) 澁谷 九輝^{1,2}, 南川 丈夫^{1,2}, 安井 武史^{1,2}Tokushima Univ.¹, JST ERATO Minoshima IOS², Bordeaux Univ.³°Hidenori Koresawa^{1,2}, Marc Gourayeb^{1,3}, Kyuki Shibuya^{1,2}, Takeo Minamikawa^{1,2}, Takeshi Yasui^{1,2}E-mail: koresawa@femto.me.tokushima-u.ac.jp <https://femto.me.tokushima-u.ac.jp>

分光偏光解析は、透過配置による各種光学素子価や斜入射反射配置による薄膜解析など広く利用されている。通常の分光偏光解析では、偏光解析素子により偏光変調を行いながらスペクトル計測を行い、各波長の偏光状態を決定していた。しかし、機械的な偏光変調は装置の機械精度に影響を受け、測定精度が制限されるという問題点がある。もし、機械的な偏光変調なしに偏光計測を行うことができれば、従来法よりも測定精度が向上する可能性がある。

近年、光コムを用いた分光計測手法として、デュアル光コム分光法(DCS)[1]が注目されている。DCS は繰り返し周波数のわずかに異なる 2 台の光コムを光源に用い、干渉させることによってインターフェログラムを取得する。これをフーリエ変換することでモード分解振幅スペクトルとモード分解位相スペクトルを取得することができる。光コムは、高速、広帯域、高周波数精度、高周波数分解能という特徴をもつことから、ガス分析[2]、ハイパースペクトラルイメージング[3]、スキャンレス共焦点顕微鏡[4]、分光エリプソメトリー[5]などに利用されている。特に、DCS と分光エリプソメトリーを組み合わせたデュアルコム分光エリプソメトリー(DCSE)[5]では、取得したモード分解振幅スペクトルとモード分解位相スペクトルから偏光状態を直接決定することができるため、従来の偏光解析手法で問題であった偏光変調が不要となる。先行研究では、静置された SiO₂ 薄膜を測定したが、このような計測を動的測定対象に拡張できると、さらなる応用範囲拡大に広がる可能性がある。そこで本研究では、動的な測定対象の偏光状態を計測した。

ルビジウム周波数標準に位相同期した 2 台の光コム(中心波長 = 1560nm, $f_{rep1} \approx f_{rep2} \approx 100\text{MHz}$, $\Delta f_{rep} = 1050\text{Hz}$)を光源に用いた。サンプルの fast 軸を y 軸とした 1/4 波長板をサンプルとし、10° 刻みで 180 回転させ、192.1000THz での p 偏光と s 偏光の間の位相差を測定した(図 1 赤プロット)。これは理論値(図 1 青線)とよく一致している。次に時間的にサンプルが変化した時の位相差の変化を観察した。サンプルを 45° 回転させ、数秒回転をやめ、再び 45° 回転させた。この時の 192.1000THz での位相差の時間変化を測定した(図 2)。与えた位相差とよく一致しており、かつ時間変化に追従して位相差が変化していることが確認できた。この測定のサンプリングレートは、19Hz であった。

本研究は、JST-ERATO 美濃島知的光シンセサイザ(JPMJER1304)の助成を受けて行われた。

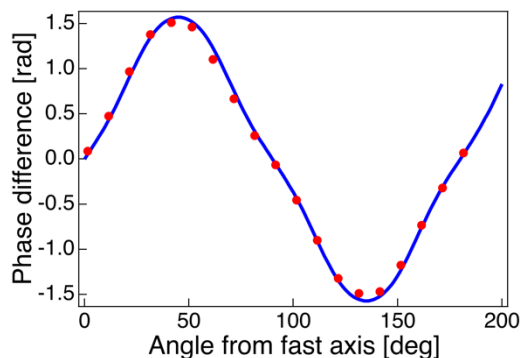


Fig. 1. Relation between phase difference and angle from fast axis

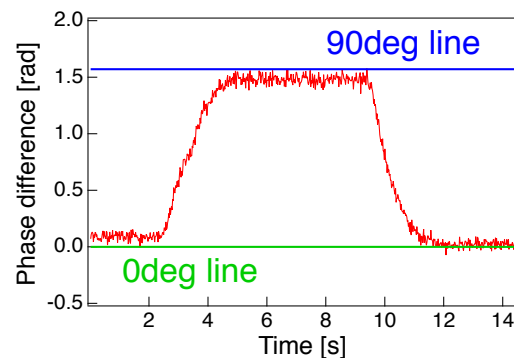


Fig. 2. Temporal response of DCSE

参考文献

- [1] I. Coddington *et al.*, *Optica* **3**, 414–426 (2016).
- [2] S. Okubo *et al.*, *APEX* **8**, 082402(2015).
- [3] K. Shibuya *et al.*, *Opt. Express* **25**, 21947(2017).
- [4] E. Hase *et al.*, *Optica* **5**, 634–643 (2018).
- [5] T. Minamikawa *et al.*, *Nature Commun.* **8**, 610 (2017).