

光コムを用いた分光エリプソメトリー法

Spectroscopic ellipsometry using optical comb

徳島大理工¹, JST-ERATO² ○南川 丈夫^{1,2}, 安井 武史^{1,2}

Tokushima Univ.¹, JST-ERATO², °Takeo Minamikawa^{1,2}, Takeshi Yasui²

E-mail: minamikawa.takeo@tokushima-u.ac.jp

分光エリプソメトリー法は、薄膜や物質表面性状を解析する手法として広く用いられている。分光エリプソメトリー法では、試料に照射した s 偏光と p 偏光成分の強度比や位相差変化を用いて試料特性を解析する。従来法では、試料に入射した光の偏光変化を、偏光子や位相子を用いて強度情報に変換して、s 偏光と p 偏光の強度比や位相差の変化の推定を行っていた。しかし、偏光子や位相子を用いる場合、機械的な回転操作を必要とするため、機械的な安定性の問題や計測時間に制限が伴った。光弾性変調器等を用いることで機械的操作を不要にできるが、波長依存性の制約から、一度に測定できる波長帯域に制限が伴った。また、従来法において波長特性を取得する際は、一般的な分光器の制約から、その波長分解能は $10^{-1} \sim 10^{-2}$ nm 程度に制限されていた。

そこで本研究では、光強度、位相、周波数（波長）が高度に制御された光コムを用いることで、従来の問題点を解決可能な新たな分光エリプソメトリー法を実現した[1]。光コムは、パルスの繰り返し周波数 f_{rep} 、キャリアとエンベロープのオフセット周波数 f_{ceo} を高度に制御された光源である。そのため、繰り返し周波数が異なる 2 台の光コム光源を用いることで、時間的重なりが逐次変化するパルス-パルス干渉を、1 周期以上に渡って連続的に観察することができる。得られた干渉波形から、光強度と位相を直接得ることができる。我々は、光コムを s 偏光と p 偏光の光強度、位相計測へ応用することで、機械操作を必要とせず、高波長分解能、広帯域、かつ高速な分光エリプソメトリー法を実現可能であることを提案し、光学材料や薄膜を用いて実証した（図 1）。本手法は、機能性薄膜や光学材料の高精度な特性評価、高速性を活かした材料の動的特性評価など幅広い応用が期待できる。

本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクトの支援を受けて実施された。

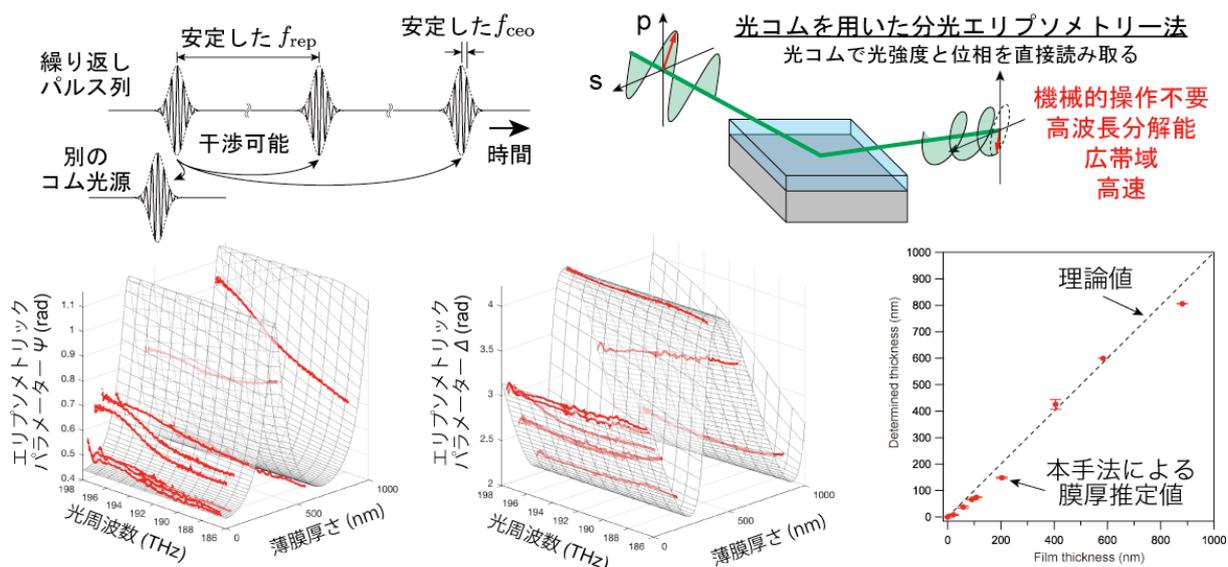


図 1 光コムを用いた分光エリプソメトリー法

- [1] T. Minamikawa, Y.D. Hsieh, K. Shibuya, E. Hase, Y. Kaneoka, S. Okubo, H. Inaba, Y. Mizutani, H. Yamamoto, T. Iwata, and T. Yasui, "Dual-comb spectroscopic ellipsometry", *Nature Communications*, **8**, 610 (2017).