

回折光学から OCT を見て分かったこと

What's found in looking at OCT from diffractive optics

愛媛大院¹, COG 筑波大² ○市川 裕之¹、安野 嘉晃²

Ehime Univ.¹, COG Univ. Tsukuba², ○Hiroyuki Ichikawa¹, Yoshiaki Yasuno²

E-mail: ichikawa@ehime-u.ac.jp

1 はじめに

光コヒーレンストモグラフィー (OCT) は医療分野、特に眼科において標準的な検査技術の地位を確立している。近年では、試料からの反射光強度の偏光依存性を利用してより高度な計測を目指す偏光 OCT が導入されつつある。

そこで、OCT 分野で従来用いられてきたモンテカルロ法ではなく、回折光学的な立場から電磁気学的な光波伝搬をもとに OCT の数値解析を試みたので、その結果を報告する。

2 解析モデル

ここでは、計測によって得られる OCT 信号の本質を追求するため、真空中に置かれた誘電体格子を被験試料とし平面波で垂直照明すると言う簡略化したモデルを考える [1]。入射光は中心波長 $1\ \mu\text{m}$, FWHM パルス幅 $14.8\ \text{fs}$ のガウス型パルスとした。Fig. 1 に示す解析空間に時間領域差分法を適用して観測面における試料からの反射光を計算した。これをプローブ戻り光とし参照光と合わせることで spectral domain (SD)-OCT 信号を計算した [2]。

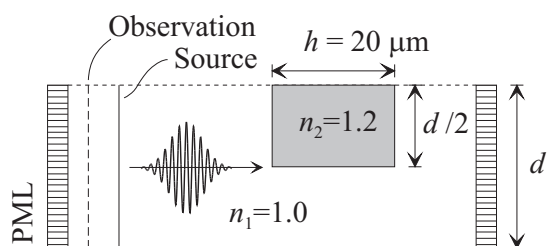


Fig 1: Diffraction problem considered.

3 結果

対象とした $0.4 \leq d \leq 9.6$ の回折格子の中で特徴的な例を Fig. 2 示す。大半の試料では $d = 2.4\ \mu\text{m}$ (緑線) のように試料両面での反射パターンに識別可能な偏光方向による差が現れた。こ

れに対して $d = 1.2\ \mu\text{m}$ では 2 番目のピークの裾が乱れている (矢印)。これは、OCT 信号だけを見れば現実には存在しないものを検出していると解釈できるだろう。

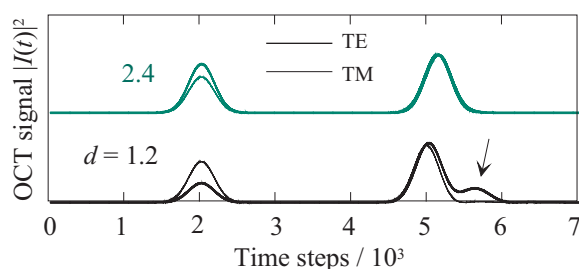


Fig 2: Simulated OCT signals.

さらに、Fig. 3 のような反射防止構造を有する試料を解析したところ、三角部の深さ b の変化に伴う反射光強度変化に顕著な偏光依存性を確認出来た。

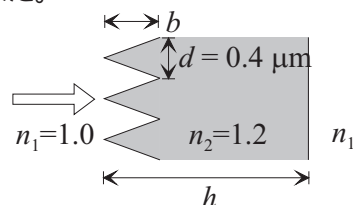


Fig 3: AR structure examined.

4 まとめ

試料構造と OCT 信号の関係を解明する目的で単純化した問題を考えてみた。微小構造を持つ試料では OCT 信号が必ずしも直接的に試料の構造を反映していないことが示された。今後、数値計算によって微小構造と OCT 信号の関係を詳細に検討していくことで、OCT 信号から試料微小構造を推測できる可能性がある。

参考文献

- [1] H. Ichikawa, et al., EOSDO2019 (2019) p.76.
- [2] Y. Yasuno, in *Digital optical measurement techniques and applications* (Artech, 2015).