

長深度 OCT における位相差回折

Phase difference diffraction by long-depth OCT

千葉大学大学院融合理工学専攻(M1) 渡邊 泰史, 椎名 達雄

Chiba Univ., Taishi Watanabe and Tatsuo Shiina

E-mail: t.watanabe0113@chiba-u.jp

はじめに

本研究では 100mm の計測範囲を 1 μm の高分解能測定が可能な長深度 TD-OCT を開発している。温度・濃度変化に対する溶液の状態変化や屈折率の変化を、OCT を用いて測定することを目的としている¹⁾。100mm の測定範囲を B スキャンした際に、ナイフエッジによる回折効果を観測した²⁾。本報告では、純水中にカバーガラスを挿入した際の屈折率差に伴う位相差による回折効果と、ベッケ線の考えに基づいた理論との比較について報告する。

実験

本 OCT は波長(λ)860nm の SLD 光源を用いている。水中でのカバーガラスによる回折効果の OCT 測定光学系を Fig.1 に示す。OCT プローブ前方の測定範囲に 5×5cm 水槽を設置し、その水槽中にカバーガラスを設置した(Fig.1a)。カバーガラスを光軸に対し垂直(x 軸)に 0.1mm ずつ移動させて、その時のカバーガラスと水槽の OCT 干渉信号を測定した(Fig.1b)。実験ではビームの広がりを変化させて 5 段階で実験を行った。ベッケ線³⁾に基づく理論の計算では Eq.1 を使い、実験で行った平行光の結果と比較を行った。ここで φ は屈折率差による位相角、 ω は $\sqrt{2/\lambda f}x$ で表わされる無次元項で f は伝搬距離である。

$$I(\omega) = \{[(1 - \cos\varphi)C(\omega) + \sin\varphi S(\omega) - 2\sin\varphi]^2 + [(1 - \cos\varphi)S(\omega) - \sin\varphi C(\omega) + 2\cos\varphi]^2\} / 4 \quad (1)$$

結果

純水中でのカバーガラスによる回折効果の結果を Fig.2 に示す。a) のカバーガラスの結果ではビームを集光状態(-2mrad)から拡散状態(2mrad)に変化させると、徐々に立ち上がり急峻になるような変化を示した。ビームが拡散するにつれピークが立ち上がる様子が観察された。b) の水槽の結果でも集光から拡散光にすることで立ち上がり急峻になった。左右のピーク強度を比べるといずれの結果でも左側の方が高くなった。ベッケ線の計算結果を Fig.3 に示す。これと平行光(緑)の OCT 測定結果を比較すると、最下点や左右両方の第 2 ピークまで横軸の位置が一致した。それよりも高次になるとずれが生じている。計算は屈折率差による回折パターンを求めているが、OCT の結果は B スキャン時の反射を捉えた定点計測による分布であり、今後本結果を溶液の状態変化の解析に応用していく。

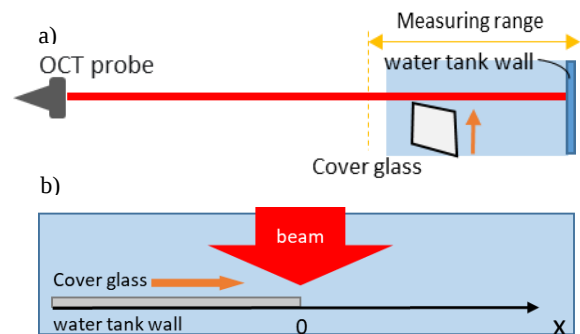


Fig.1 Diffraction effect measurement system

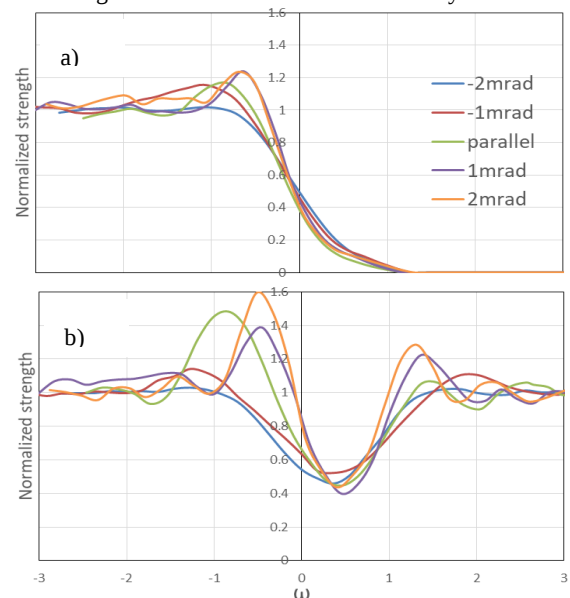


Fig.2 OCT signals, a)cover glass, b)water tank wall

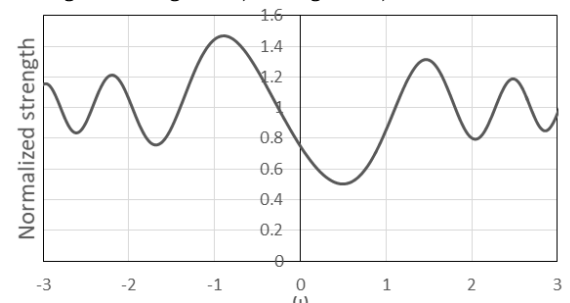


Fig3 Calculation results (Becke line)

- 1) T. Shiina, PHOTOPTICS 2016 OSENS (2016) 343
- 2) 三輪 瞭佑, 応用物理学会春季学術講演会 65 (2018) 03-593
- 3) 鶴田匡夫, 続・光の鉛筆 (1988)