FD-OCT と K-K 解析による空間分解分光法の基礎検討

Investigation of Kramers-Kronig analysis using Fourier-domain interferometry for realizing spatially resolved spectroscopy 埼玉大工¹, 埼玉大理工² ^O(B)郡司 翔平¹, (M2)大仁田 竜馬², 塩田 達俊²

Saitama Univ. °Syohei Gunji, Ryoma Onita, Tatsutoshi Shioda

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

光干渉断層計 (OCT) による内部構造の計測 は非破壊,非侵襲であり,高分解能(数ミク ロン)かつ高速計測が可能なことから生体組 織の診断、とりわけ眼底検査において主要な 計測法である[1][2]. 一方, 我々は OCT から 得られる干渉信号が試料各界面の反射光によ って生成されることに着目し、干渉信号から 試料各界面の反射光スペクトルを解析するこ とで深さ構造ごとに分光を行う空間分解分光 法を考案した[3]. これまでにゼラチン層やポ リプロピレン樹脂とガラスの空間分解分光を 行い実証に成功している.しかし,吸収を持 つ媒質同士が接する構造を持つ試料について は二つの媒質の複素屈折率により反射率及び 透過率が変化してしまうため、提案手法が適 用できないとされてきた. そこで我々は干渉 信号から反射率スペクトルを取り出し、クラ マース・クローニッヒ解析 (K-K 解析) を適 用することで上記の構造を持つ試料に対して も空間分解分光が可能ではないかと考えた. K-K 解析を用いることで正反射の反射率スペ クトルから各媒質の複素屈折率を算術的に求 めることができる[4].本稿ではまず、K-K解 析の有効性を調べるためフーリエドメイン OCT (FD-OCT) の系と K-K 解析を用いて模擬 試料の複素屈折率スペクトルを求めるシミュ レーションを行った.

2. シミュレーション方法

光源に可視光域にスペクトルを持つ広帯域光 源を用い,試料にグリーンセロファンを模し た複素屈折率を持つ厚さ 80µm の物質を想定 しFig.1のような FD-OCT の原理図から K-K 解析により試料の複素屈折率を求められるか シミュレーションを行った.手順としては各 素子のパラメータを設定後,CCD カメラで得 られる干渉信号を光源のパワースペクトルと 試料の境界面より与えられるフレネル係数に よって再現し,試料0次界面からの反射光に よる干渉信号を数値的に分離することで K-K 解析に必要な正反射の反射率スペクトルを求 めた.そのスペクトルに K-K 解析のアルゴリ ズムを適用し試料0次界面での反射による位 相変化を算出し,フレネル係数と位相変化よ り屈折率と消衰係数のスペクトルを算出し



Fig. 1 Optical setup of Fourier-domain interferometry combined with K-K analysis

3. 結果と考察

シミュレーション結果を Fig.2 に示す. 設定し た値とシミュレーションより算出した値につ いて, 屈折率スペクトルは両端の概形はやや異 なるがそれ以外は値がよく一致した. 消衰係数 スペクトルは設定値とシミュレーション値の 値は異なるがスペクトルの概形はほぼ一致す る結果となった. 以上より, OCT と K-K 解析 によって複素屈折率スペクトルを求められる ことが示唆された.



謝辞

本研究の一部は、文部科学省科研費 (15K13372,25600114) によって行われたものです.

参考文献

- [1]板谷正紀 日本レーザー医学会誌 Vol. 28 p 146-159 (2007)
- [2]寺沢史誉他,光干渉断層画像診断法の口腔癌への応用 (2009)
- [3]坂詰将也 塩田達俊,低コヒーレンス干渉計測法による物 体形状とスペクトルの同時計測法の研究(2013)
- [4]H. Takahashi, J. Hiraishi and M.Ishii, "Techniques of absorption spectroscopy of solids. (1976)