

ウェーブレット変換を用いた多層楕円柱モデルにおける反射光パルスの検証 Verification of Wavelet Transformed Reflected Light Pulses in Multilayer Elliptic Columns

○三枝美波¹, 岸本誠也², 井上修一郎³, 大貫進一郎²*Minami Saegusa¹, Seiya Kishimoto², Shuichiro Inoue³, Shinichiro Ohnuki²

Abstract: We will apply a quantum technique to the time-resolved measurement of light pulses for visualizing various images. Our technique is promising for extracting the reflected light pulse of the target from the scattered pulses which contain multiple reflections in background material. In this report, a fundamental study of time-resolved measurement will be discussed in terms of electromagnetic analysis. Scattered light pulses from multilayer elliptic columns are obtained using the finite-difference time-domain method and reflected light pulses from each layer are investigated by using the wavelet transform.

著書らは量子技術を光パルスの時間分解測定に応用し、通常の時間-周波数フィルタを遙かに超えた背景雑音の抑圧法を開発している。本手法を用いることで、従来よりも高いS/N比の実現を目的とする。本報告では、細胞を模擬した多層楕円柱の光パルスの時間応答を電磁界シミュレーションにより求める。得られた時間応答波形に対して、ウェーブレット変換を用いた信号特性解析を行い、各層からの反射光パルスの分離を試みる。

多層楕円柱からの散乱光は、電磁界時間応答解析に最も利用されるFDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法により求める^[1]。FDTD法はMaxwell方程式を時間領域及び空間領域で差分化し、電磁界の時間発展を逐次計算により求める手法である。図1に示した解析モデルは、細胞と同サイズである誘電体楕円柱列をx軸方向に8個、y軸方向に5個配置した。光パルスとして、半値全幅100fs、中心波長1.55 μm の変調ガウシアンパルスを入射する。各楕円柱断面は長径10 μm 、短径5 μm で均一とし、屈折率 $n=1.4$ 側の楕円柱列は真皮を、屈折率 $n=1.37$ 側の楕円柱列は表皮を模擬する^[4]。また、楕円柱の損失は、導電率は10S/mを仮定する^[5]。観測点に到達した電界の時間応答波形に対してウェーブレット変換を適用する。時間-周波数スペクトル分布の特性解析より、散乱光に含まれる多重反射成分を分離することで、反射光の同定を試みる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K17753 及び、日本大学理工学部研究助成金の援助を受けて行われた。

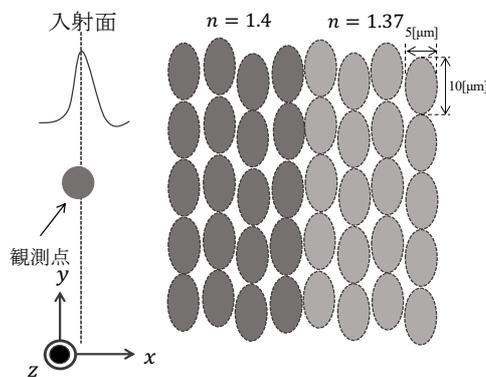


図1 解析モデル

参考文献

- [1] A. Eckstein, et.al, *Opt. Express*, vol. 19, pp. 13770-13778, 2011.
- [2] 三枝美波, 岸本誠也, 中沢佑, 井上修一郎, 大貫進一郎, ”大規模楕円柱列モデルにおける光パルス反射特性”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-15-5, 2021
- [3] A. Taflove and S. C. Hagness, Computational Electrodynamics, Boston, MA, USA: Artech House, 2005.
- [4] B. Simon and C. A. DiMarzio, ”Simulation of a Theta Line-Scanning Confocal Microscope,” *J. Biomed. Opt.*, vol. 12, no. 6, pp. 064020-1-064020-9, 2007.
- [5] M.Kotaki, T.Shinozuka, ”Radio Measurements of Biological Materials –From DC to Microwave Frequency Range–” *Review of the National Institute of Information and Communications Technology*, vol.34, no.171, pp.65-82, 1988.

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気 3 : 日大理工・教員・量子