

# THz 液晶デバイスのトポロジー最適化

保坂真志<sup>†</sup> 佐藤裕汰<sup>†</sup> 田中 将樹<sup>†</sup> 佐々木 友之<sup>††</sup> 伊藤桂一<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 秋田工業高等専門学校 <sup>††</sup> 長岡技術科学大学

## 1. はじめに

THz帯の電磁波は情報通信や医療分野などでの応用が期待されており、THz波の制御デバイスが必要とされている。このデバイスの一つとして、本研究ではTHz液晶偏向デバイスに着目する。先行研究では、クロススロットのメタマテリアルと、屈折率異方性がある液晶を使用したTHz波の制御デバイスにおいて、その偏波変換性能は構造パラメータの変更によって制御できると報告されている[1]。本報告ではTHz液晶偏向デバイスの設計にトポロジー最適化を導入し、最適形状を設計することを目的とする。

## 2. THz 液晶偏向デバイス

本研究で対象としているデバイスは、図1に示すように単位構造が連続した構造をしている。この周期構造はメタマテリアルと呼ばれ、本デバイスは液晶と金属で構成される。これにTHz波を通し、偏波変換を行う。メタマテリアルのトポロジー最適化について報告されているが[2]、本研究では偏波変換性能としてリタデーションと透過率で評価される場合について最適化を行った[1]。

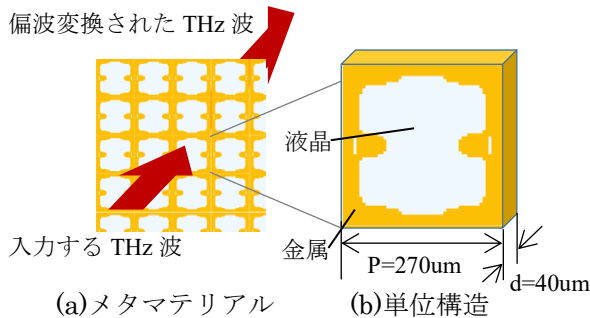


図1 THz 液晶偏向デバイス

## 3. トポロジー最適化の概要

図2に本研究で用いたトポロジー最適化の計算フローを示す。液晶を注入する形状をトポロジー最適化によって設計するために、NGnet(正規化ガウス関数ネットワーク)を用いて形状を生成する。各ガウス関数の重み係数を制御することで滑らかな空間分布関数を出力することができ、 $\mu$ GA(マイクロ遺伝的アルゴリズム)によって最適化を行う[2]。FDTD法(時間領域差分法)を用いて性能評価指標を計算し、世代を重ねることで、トポロジー最適化を行う。

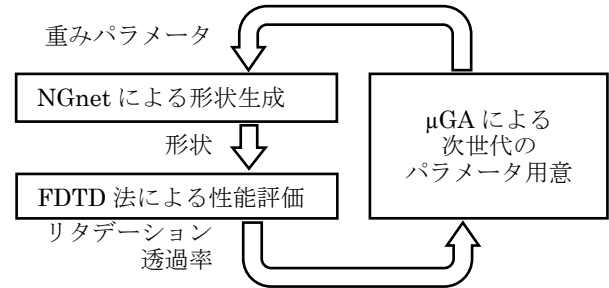


図2 最適化の流れ

## 4. 計算の高速化と計算結果

本研究ではC++でプログラムを作成した。性能評価は最適化の大半の時間を占めるため、高速化が求められる。波源をソフトソースとし、電界の観測点を面に変更するなど行った結果、解析領域の体積を18.5%に、計算時間は4.1%に削減することができた。さらに、複数台PCによる並列化[3]によって高速化を行うことができた。

NGnetのガウス基底数は9、 $\mu$ GAの世代数は600として最適化を行ったところ、図1(b)の形状が最適形状として求めた。0.5 THzで、従来のクロススロット形状と比較して、リタデーションが $0.47[\pi]$ から $0.40[\pi]$ 、透過率が53%から63%に変化した。リタデーションと透過率をどちらも大きくする2目的の最大化を試みたが、リタデーションの数値は低下した。

## 5. 今後の課題

計算の高速化と2目的最適化を実現できる条件について引き続き改良を加える予定である。

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(課題番号: 22H01543)支援と九州大学情報基盤研究開発センター研究用計算機システムにより行われた。

## 参考文献

- [1] T. Sasaki, M. Harada, M. Sakamoto, K. Noda, K. Itoh, H. Okamoto, H. Ono, Highly Birefringent Terahertz Metasurfaces Based on a Liquid-Crystal-Embedded Metal Mesh, *IEEE Photonics Journal*, Vol. 14, No. 4, 2022.
- [2] 佐藤裕太, 田中将樹, 佐々木友之, 伊藤桂一, THz 液晶デバイスの形状設計とメタマテリアルへの応用, 信学技報, EST2020-64, pp.62-67, 2021.
- [3] 保坂真志, 田中将樹, 伊藤桂一, 自動計算環境の構築とFekoへの適用, 令和4年度東北連大, 1D03, 2022.