

2次元電磁波動画シミュレータの改良とマイクロ波デバイス設計への応用

河野将司* 木元裕貴* 工藤孝人**
 (*大分大学大学院工学研究科 **大分大学工学部)

1 まえがき

近年、電磁波デバイスの開発・設計過程や学術分野において、電磁波シミュレーションによる支援の重要性が増している。本研究では、電磁波デバイスの開発・設計支援に資するため、2次元電磁波動画シミュレータの開発及び改良を行っている。本稿では、このシミュレータを用いた開発・設計支援の1例として、三角格子型2次元フォトニック結晶構造を用いた周波数分離導波路について検討している。対象を2.4GHz帯近傍に絞り、過渡現象をFDTD法を用いたシミュレータで視覚的に確認している。

2 問題設定

本稿では、対象を2.4GHz帯近傍として周波数分離導波路の作成を行っている。図1(a)にシミュレータにおける解析領域と構造の配置位置の設定図を示す。図中の (i_s, j_s) は波源、 (i_{max}, j_{max}) は原点Oからの最遠点、 i_{p1} 、 i_{p2} は周期構造領域の左端と右端、 i_o は観測面のセル番号を示す。波源点及び観測面は誘電体中に配置している。図1(b)にY分岐周波数分離導波路の概要を示し、同図(c)に周期構造の一部を拡大したものを示す。この導波路は、空気ロッドを用いた三角格子型フォトニック結晶構造を利用しており、空気ロッドの半径を r 、ロッド周期を p 、空気と誘電体の比誘電率をそれぞれ ϵ_a 、 ϵ_b としている。出力port2、port3付近の導波路中には、半径 r_2 の空気ロッドをそれぞれ指定の間隔で配置している。この空気ロッドが共振器の役割をたし、各portごとに異なる周波数の波を出力することを可能にする[1],[2]。

3 シミュレーション結果

表1にFDTD法に基づく周期構造及びシミュレーション解析の諸元設定を示す。表中の f は波源周波数、 Δx はセルサイズ、 Δt はタイムステップを示す。各パラメータは、周期構造のフォトニックバンドギャップが2.4GHz帯近傍に現れるように設定している。共振器間隔はport2側が8セル、port3側が29セルである。

図2に各portにおける電界振幅の周波数特性を示す。同図より、2.4GHz帯近傍でport3の出力が最大になるのは約2.37GHz、最小になるのは約2.42GHzであり、これらの周波数におけるport2との出力差はそれぞれ約9dBと約15dBである。図3に周波数を2.42GHzとしたときのシミュレーションの様子を示す。同図より、出力port2、port3での分離の様子を視覚的に確認できる。また、分岐点や導波路曲がり部分での損失が大きいこともわかる。

4 まとめ

シミュレータを用いた開発・設計支援の1例として、三角格子型2次元フォトニック結晶構造を用いたY分岐周波数分離導波路の設計・解析を行った。今回の設定では、一部の周波数において、分離の様子をシミュレータで確認できた。今後は各portでの出力差が大きくなるように共振器の設定の調整を行うとともに、媒質設定の簡素化や更なる機能の追加等、シミュレータの利便性の向上を図っていく予定である。

謝辞

本研究の一部は科研費(基盤(C):15K06024, 基盤(B):15H04794)の助成によることを付記し、謝意を表す。

参考文献

- [1] 吉野勝美, 武田寛之, フォトニック結晶の基礎と応用, コロナ社, 2001.
 [2] Jean-Michel Lourtioz et al, フォトニック結晶-ナノ光デバイスを目指して-, オーム社, 2012.

表1: 周期構造及びシミュレーション解析の諸元設定

(i_s, j_s)	(30,250)	r	22.5mm
(i_{max}, j_{max})	(500,500)	r_2	17.5mm
i_o	440	p	50mm
i_{p1}, i_{p2}	60,400	ϵ_a	1.0
f	2.35~2.55GHz	ϵ_b	13.0
Δx	2.5mm	Δt	5ps

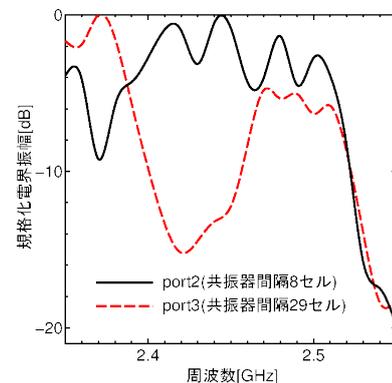
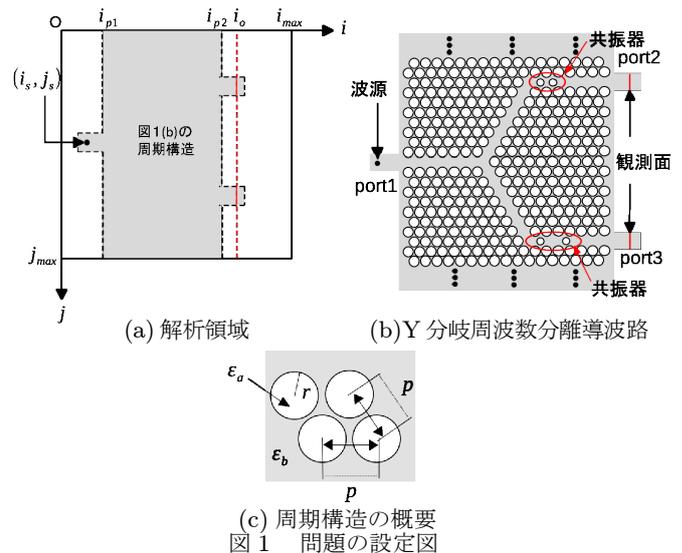


図2 電界振幅の周波数特性

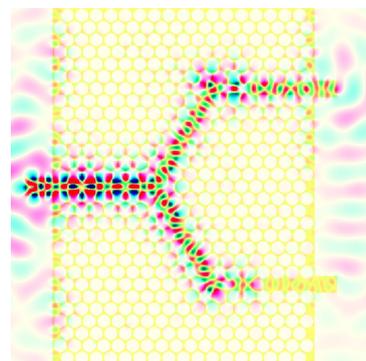


図3 シミュレーションの様子 (2.42GHz)