

Bull's eye 構造の FDTD 法によるシミュレーション

株式会社 科学技術研究所 科学技術部 (<https://www.kagiken.co.jp>)

1. 解析概要 テラヘルツ波のイメージング技術への応用には空間分解能の確保が重要であり、一般に微小開口をもつ金属板が用いられる。Bull's eye 構造は透過率を改善するために、微小開口を中心に同心円状の回折格子を付与している。特定波長で回折格子に共鳴することにより、透過特性が改善する。また裏側にも回折格子を付与すると、電磁波が直進性の高いモードに変化して伝播する。本文書では、両側に回折格子を持つ Bull's eye 構造を FDTD 法によりシミュレートした結果を報告する。

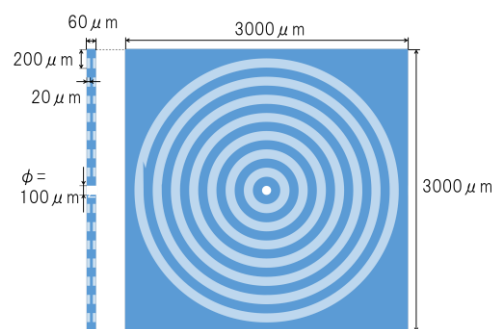


Fig.1 Bull's eye structure

2. 解析条件 Bull's eye 構造の形状を Fig.1 に示す。Bull's eye 構造は完全導体とした。Table.1 の解析条件のもと、電磁波解析ソフト KeyFDTD^{TR} で解析した。透過スペクトルは Bull's eye 構造透過後のポインティングベクトルから導出した。電磁波の進行方向成分のポインティングベクトルを進行方向と垂直な平面で総和し、透過量を求めた。

Table 1. Analysis condition

Frequency	1.25~1.75[THz]
Boundary condition	x, z:PERIODIC y:PML
Computational domain	3000x1400x3000[μm]
Mesh size	x, z:16.7[μm]=λ / 10.3~14.4 y:5[μm]=λ / 34.3~48.0
Timestep	0.841751e-14[sec]

3. 解析結果 FDTD 法による解析と実験結果^[1]の比較を Fig.2 に示す。FDTD 解析では、λ=213[μm]付近にピークが得られた。透過率が大きいλ=213[μm]と透過量の小さいλ=240[μm]の電界強度分布を Fig.3 に示す。中央に Bull's eye 構造があり、左から右に電磁波が進行している。Fig.3 (a)では Bull's eye 構造両側の回折格子で共鳴を起こし、直進性の高いモードで伝播する様子が見て取れる。Fig.3 (b)では Bull's eye 構造裏側の回折格子では共鳴が起きず電磁波がほぼ全て反射している。

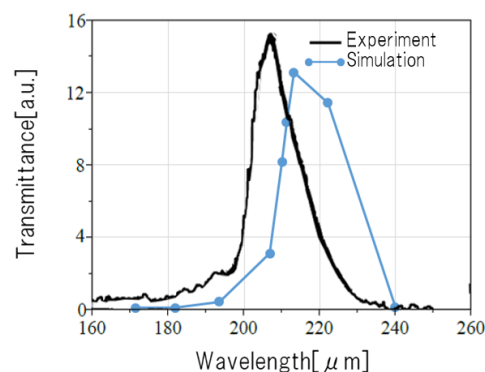


Fig.2 Experimental and simulated transmittance spectra

解析結果の透過率ピークが実験と比較して長波長側にシフトした原因は、文献に Bull's eye 構造の厚みが記載されておらず構造の厚みが再現できていない点や、メッシュ幅に起因する形状誤差の影響が考えられる。

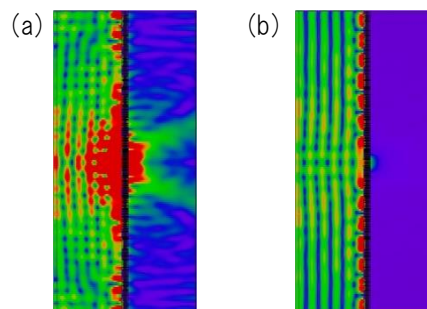


Fig.3 Electric field distribution ((a) λ = 213[μm], (b) λ = 240[μm])

4. まとめ 電磁波解析ソフト KeyFDTD を用いて Bull's eye 構造のシミュレーションを行い、実験の傾向と一致する良好な結果が得られた。また、共鳴波長で Bull's eye 構造両面の回折格子に共鳴する様子が確認できた。

[1] 三瓶 有輝 他, “表面波共鳴テラヘルツ波共振器デバイスの動作解析”, 電気関係学会東北支部連合大会 講演論文集, 2013/8