

# 非金属層状周期構造による帯域的電磁波遮へいフィルタに関する 3次元数値解析

水内貴大\* 工藤孝人\*\* 花田英輔\*\*\*

(\*大分大学大学院工学研究科 \*\*大分大学工学部 \*\*\*佐賀大学大学院工学系研究科)

## 1 まえがき

近年、医療情報の電子化の進展により、医療機関での無線通信が盛んに行われるようになった。一方、医療機器と無線通信との電磁干渉や情報漏洩の懸念は依然として存在している<sup>[1]</sup>。本稿では、非金属層状周期構造に着目し、FDTD法に基づく3次元数値解析により、電磁波の遮へいフィルタとしての効果について考察したので報告する。

## 2 問題設定

本研究では周期の異なる2つの非金属層状周期構造を組み合せ、3次元解析により考察する。目標の遮へい帯域は、無線LAN周波数帯の2.4GHz帯及び5GHz帯とする。

図1(a)に解析領域の設定図を示す。 $(i_{sor}, j_{sor}, k_{sor})$ 及び $(i_{max}, j_{max}, k_{max})$ はそれぞれ、アンテナギャップ及び原点Oからの最遠点のセル番号を示す。また、解析領域は $1.05[m] \times 0.6[m] \times 1.05[m]$ の直方体空間と設定している。この空間内のy軸方向に沿って比誘電率の異なる層状物体を交互に並べ、周期構造を形成する。

図1(b)は、周期構造のx-y平面図を示す。図中の $j_p$ は、周期構造の最前面を示す。異なる媒質(比誘電率が $\epsilon_\alpha, \epsilon_\beta$ )を交互に配置し、周期の異なる構造を組み合わせる<sup>[2]</sup>。周期構造の各層の厚さを $L_1, L_2$ とし、2つの誘電体層のペア数は周期間隔が長い方を $n_{p1}$ 、短い方を $n_{p2}$ とする。

電界透過率の計算は、まず、波源から正弦波を照射し、誘電体層状構造を設置していない場合の観測点における電界 $E_z^0$ を計算する。次に、誘電体層状構造を設置した場合の観測点における電界 $E_z$ を計算する。最後に、 $|E_z|/|E_z^0|$ を計算し、この値を電界透過率とする。

## 3 数値例・考察

本研究では、十分な遮へい効果を電界透過率で $-30\text{dB}$ 以下と設定する。この値を基準に、無線LAN周波数帯における遮へい効果について考察する。表1にFDTD法に基づく数値解析における諸元設定を示す。今回、これまでの結果から $n_{p1}$ 及び $n_{p2}$ を8とする。

図2は、3次元解析及び2次元解析における電界透過率の周波数特性を示す。図より、2次元解析同様、3次元解析でも目標の遮へい帯域である2.4GHz帯(2.4~2.497GHz)と5GHz帯(5.15~5.35GHz, 5.47~5.725GHz)の両周波数帯で電界透過率を $-30\text{dB}$ 以下に抑えている。

図3は波源周波数2.43GHzの場合のx-y平面(アンテナギャップ面)における電界振幅分布を示している。同図中の白の点線は周期構造の最前面と最後面を示す。周期構造がない場合と比べ電界透過率は、透過側の広い範囲で $-30\text{dB}$ 以下になることを確認した。所々 $-30\text{dB}$ に満たない場所があり、この原因は、電磁波が周期構造内で多重反射を繰り返すことにより透過側に干渉波が現れたため、電界振幅分布に差が生じたと考えられる。

## 4 まとめ

非金属層状構造を用いた帯域的電磁波遮へいについて3次元数値解析を行い、無線LAN周波数帯の遮へい効果について考察した。適切な周期構造のパラメータ設定を行うことで、基準値の遮へい効果を実現することができた。今後は、試作と共に実証実験を行っていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費(基盤(C):15K06024, 基盤(B):15H04794)の助成による。

## 参考文献

- [1] 渡辺, 石田, 藤原, 廣瀬, “2.4GHz帯の無線通信機器が無線LAN環境に及ぼす影響の調査,” 平成26年度第4回医療電磁環境研究会, pp.6-8, Feb. 2015.
- [2] 迫田, フォトニック結晶入門, 森北出版, 2004.

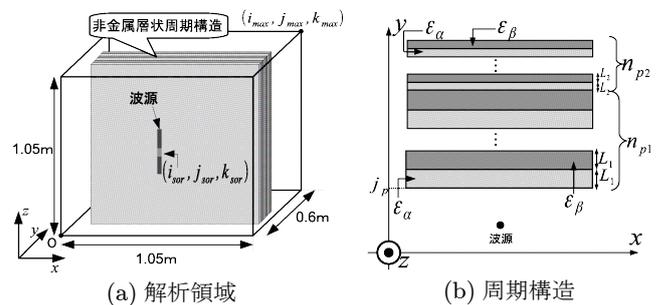


図1 問題設定

表1 設定諸元

$(i_{max}, j_{max}, k_{max})$	(700,500,700)	$j_p$	90
$(i_{sor}, j_{sor}, k_{sor})$	(350,40,350)	$L_1$	13.5mm
周波数	1.0~6.5 GHz	$L_2$	6.0mm
吸収境界(PML)	8層	$n_{p1}, n_{p2}$	8ペア
セルサイズ	1.5 mm	$\epsilon_\alpha$	2.10
タイムステップ	2.5 ps	$\epsilon_\beta$	9.00

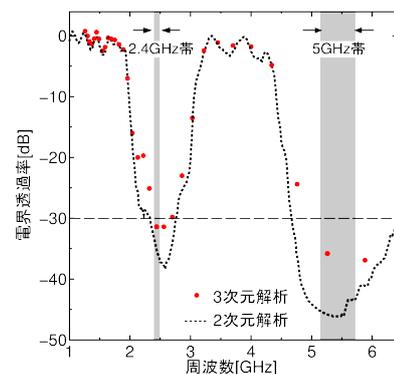


図2 電界透過率の周波数特性

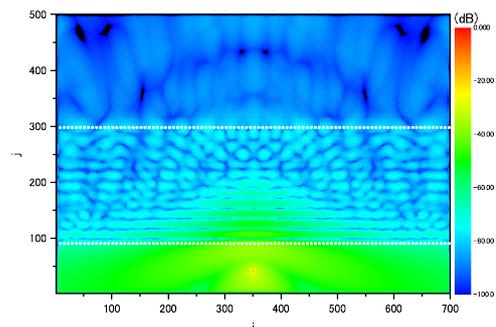


図3 電界振幅分布(2.43GHz, k=350)