

FDTD 法によるテラヘルツデバイス設計に向けた基礎検討

C-15 Fundamental Study of Designing Terahertz Devices by the FDTD method

荒瀬 健太[†] 岸本 誠也[†] 大貫 進一郎[†]Kenta ARASE[†] Seiya KISHIMOTO[†] Shinichiro OHNUKI[†][†] 日本大学理工学部[†] College of Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

近年、工業等の非接触検査手法の一つとしてテラヘルツセンシングが注目されている[1]. テラヘルツ波を発生及び検出するためのデバイスとして光伝導素子やナノアンテナが利用される[1][2]. 本報告ではテラヘルツデバイス設計の基礎検討として Finite-Difference Time-Domain(FDTD)法によるテラヘルツ波帯のパルス応答解析を行う。

2. 解析手法

FDTD 法は Maxwell 方程式の電界と磁界を Yee セル上に配置することで離散化し、空間的及び時間的に中心差分して逐次的に計算する手法である[3]. 以下に FDTD 法における磁界 H_z の差分式について示す。

$$H_z \Big|_{x+\frac{\Delta x}{2}, y+\frac{\Delta y}{2}}^{n+\frac{\Delta t}{2}} = H_z \Big|_{x+\frac{\Delta x}{2}, y+\frac{\Delta y}{2}}^n - \frac{\Delta t}{\mu} \left[\frac{E_y \Big|_{x+\Delta x, y+\frac{\Delta y}{2}}^n - E_y \Big|_{x, y+\frac{\Delta y}{2}}^n}{\Delta x} - \frac{E_x \Big|_{x+\frac{\Delta x}{2}, y+\Delta y}^n - E_x \Big|_{x+\frac{\Delta x}{2}, y}^n}{\Delta y} \right] \quad (1)$$

本報告では、基礎検討として図 1 に示す微小電極間に電界を励振した場合のパルス応答解析を行う。電極は完全導体で構成され、その幅を w 、厚さを t とする。入射波形は変調ガウシアンパルスとし、中心周波数は 2 THz とする、観測点における電磁界の時間応答をフーリエ変換することで、周波数特性を得る。

3. 結果

電極の幅 w を 10, 40, 80 μm と変化した際の観測点における電界の周波数特性を図 2 に示す。周波数 2 THz における電界強度が最大となる電極の幅 w は 40 μm であった。

図 3 は $w = 40 \mu\text{m}$ に固定し、電極の厚さ t を 2, 6, 12 μm と変化した際の観測点における電界の周波数特性を示す。電極を薄くすると、周波数 2 THz 付近の電界強度が高くなることわかる。

4. 今後の課題

今後は光伝導素子やナノアンテナなどのより具体的なデバイス設計を行い、テラヘルツセンシングへの応用を検討する。

参考文献

- [1] 伊藤弘昌:「テラヘルツ波の課題と展望」, 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.6, pp.450-455, 2006
 [2] Sang-Gil Park et.al: “Enhancement of Terahertz Pulse Emission by Optical Nanoantenna”, ACS Nano, Vol. 6, No.3, pp2026-2031, 2012
 [3] 宇野亨「FDTD 法による電磁界およびアンテナ解析」, コロナ社, pp1-19 43-52, 1998

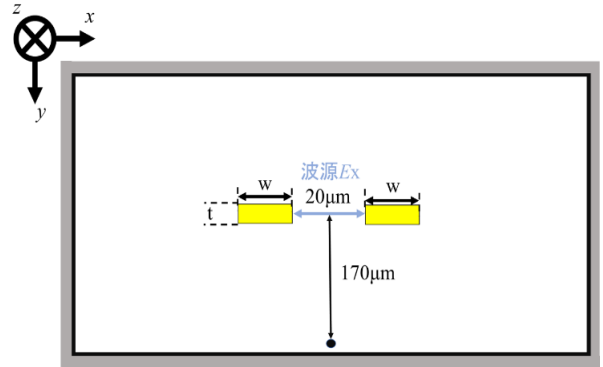


図 1 微小電極の解析モデル

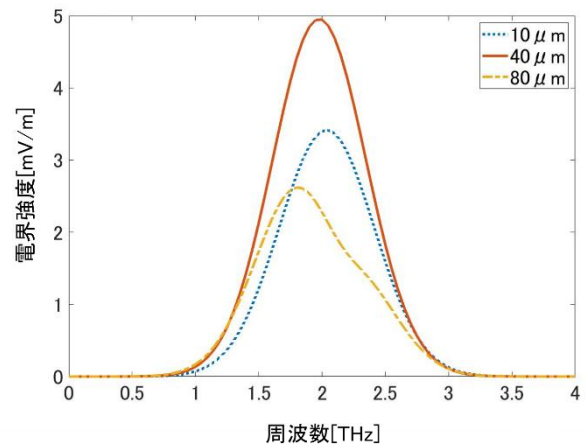


図 2 電極の幅に対する電界強度の周波数特性

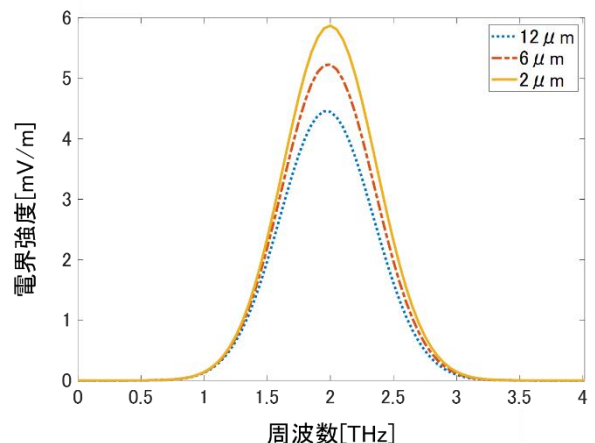


図 3 電極の厚さに対する電界強度の周波数特性