サブ波長領域でのセンシングに向けた 固浸法テラヘルツ帯ブルズアイ構造体の 3D アパチャー形状

3D Aperture in THz Bull's Eye Structure for Sub-Wavelength Resolution Sensing 東工大未来研¹, 東工大電電², 中大理工³^O(M2) 西山 黎^{1,2}, 菅谷 俊夫^{1,2}, 河野 行雄^{1,2,3} FIRST, Tokyo Tech¹, Dept. EEE, Tokyo Tech², Chuo Univ.³, ^oHajime Nishiyama^{1,2}, Toshio Sugaya^{1,2},

Yukio Kawano^{1,2,3}

E-mail: nishiyama.h.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】プラズモニック構造体の一つであるブルズアイ(BE)構造体は、誘電体/金属界面において表面プラズモンポラリトン(SPPs)を励起し共振周波数の光電界をサブ波長領域に増幅・集中させる構造体であり、回折限界を超える集光デバイスとして知られている。我々はSi固浸法BE構造体においてサブ波長スケールのボウタイアパチャーで顕著な高透過率を示した^{III}が、透過後の電界強度・電界分布もセンシングへの応用を実現する上で重要な指標である。さらにセンシング測定ではアパチャーをサンプルに接近させる必要があるが、サンプルが表面粗さを持つ場合、平面状のアパチャーでは測定が難しい。このような課題を改善すべく我々はBE構造体に向けた3次元のアパチャーを検討したため、これを報告する。

【電磁界解析結果】Fig.1に電磁界解析モデルを示す。BE 構造体は同心円状の凹凸状表面をもつ Si 基板(水色)に AI 薄膜(黄色)がスパッタされ、中心にボウタイアパチャーがある形状である。さ らに今回は、アパチャー中心に Si の円柱状突起が伸び、その一部側面に AI が残る形状を作製し た(3D BE)。AI 構造の凹凸周期や高さはバルク Si を用いた固浸法 BE が 1.0 THz で共振するよう設 計されている。Fig.2 に解析された電界分布を示す。これはモデルの共振周波数付近の 987 GHz における最大電界強度の分布である。アパチャー中心の最大電界強度はそれぞれ 10.3 mV(従来 BE)、15.0 mV(3D BE)となっている。また 3D BE における電界強度は突起先端に集中しており、 電界分布全体は少し下に尖った形をしている。これらの結果より、3D アパチャーは BE 透過後の 電界分布を改善させ、高解像度のセンシングへ応用が期待できる。当日の発表では、最大電界強 度の突起長依存性に関するシミュレーション結果や実際に作製したデバイスでの測定結果につい ても報告予定である。

[1] T. Iguchi, T. Sugaya, and Y. Kawano, "Silicon-immersed terahertz plasmonis structure", Applied Physics Letters, vol. 110, 151105, 2017

【謝辞】本研究は文部科学省先端研究基盤共用促進事業(コアファシリティ構築支援プログラム JPMXS0440200021 で共用された機器を利用した成果です。



Fig. 1 Simulation model of BE structure.

(a) The whole model

(b) The back side of central aperture



Fig. 2 Calculated maximum electric field distributions at 987 GHz near the aperture of (a) the conventional BE structure and (b) the 3D BE structure.

© 2021年 応用物理学会 cross section by ZY plane near the aperture 1-026