誘電体によるテラヘルツ帯プラズモニックアンテナの共振周波数制御

Resonant frequency tuning of terahertz plasmonic antenna by dielectric engineering

東工大　未来研, 工学院電気電子系，°菅谷　俊夫，井口　崇，河野 行雄

FIRST and Dept. of EE, Tokyo Tech, °Toshio Sugaya, Takashi Iguchi, Yukio Kawano

E-mail: sugaya.t.ac@m.titech.ac.jp

【はじめに】プラズモニック構造のひとつであるブルズアイアンテナは、共振周波数の光電界を波長以下の領域に増幅・集中させることが可能であり、波長以下の領域におけるイメージングや高感度検出への利用が期待できる。しかしながら、このアンテナの共振周波数は構造によって一意に決定されるため、分光など複数の周波数での測定や検出を行うことは困難である。本研究では、アンテナ表面に誘電体を設置することで透過テラヘルツ光の共振周波数を変化させることができたため報告する。この現象を利用することで、周波数可変型プラズモニックアンテナの実現や、それを利用した高感度サブ波長センサーの作製が期待できる。

【実験】Fig. 1 に作製したアンテナを示す。アンテナは厚さ 1mm の高抵抗 Si 基板を DRIE 及び RIE によって深さ 8.8 um、幅 44 um の同心円状に削り、その後スパッタリングで Al 膜を 200 nm 堆積させ、最後にアンテナ中心にフォトリソグラフィとエッチャントで半径 20 um, 最小間隔 5 um のボウタイ形状の穴を空けて作製された[1]。Fig. 2 に、時間領域分光法（TDS）による本構造の分光測定結果を示す。アンテナのシリコン側からテラヘルツパルスを照射し、サブ波長サイズの穴を透過するテラヘルツ波信号をフーリエ変換することで透過率の周波数特性を測定した。本測定は３つの状況で行い、一つ目はアンテナのみでの測定(黒)、二つ目はアンテナ上 5 mm の位置に誘電体（感光紙）を設置した状態での測定(赤)、そして３つ目はアンテナ表面に直接誘電体を設置した状態での測定(青)である。アンテナのみの場合及び 5 mm 上方に誘電体を設置した場合での透過率のピークは 0.946 THz であったのに対し、アンテナ上に直接誘電体を設置した場合の透過率ピークは 0.831 THz と低周波化した。この結果から、誘電体がアンテナ表面のプラズモンと強く相互作用していることが考えられ、誘電体の特性を変化させることでプラズモンの共振周波数をさらに大きく制御可能であることを示している。

[1] T. Iguchi, T. Sugaya and Y. Kawano. *Appl. Phys. Lett.*, **110**, 151105 (2017)

【謝辞】本研究は、JST 産学共創基礎基盤研究プログラム、JSPS 科研費（JP17H02730, JP16H00798, JP16H00906）、「東工大の星」による支援の元に遂行された。また DRIE 利用に際し、東工大技術部マイクロプロセス部門　西岡技術員の支援を受けた。

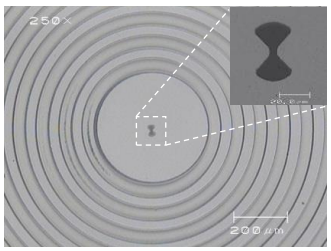

Fig. 1. Plasmonic bull's eye antenna

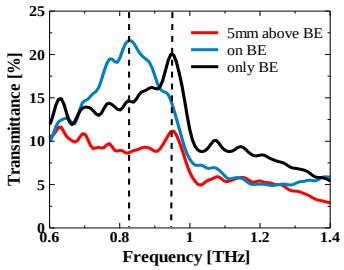

Fig. 2. TDS results for the bull's eye antenna of Fig.1