

ボウタイ型金属導波路を用いたプラズモニック保持構造

Plasmonic retention structure using bow-tied metallic waveguide

豊技大¹ ○古木 崇裕^{1*}, 太田 雅¹, 石井 佑弥¹, 福田 光男¹

Toyohashi Univ. of Tech.¹ ○Takahiro Furuki^{1*}, Masashi Ota¹, Yuya Ishii¹, Mitsuo Fukuda¹

*E-mail: furuki@photon.ee.tut.ac.jp

緒言 近年、電子集積回路は微細化に伴う配線遅延や消費電力の増大が問題となっている。そこで光子と電子を相補的に信号キャリアとして用いる光・電子集積回路が検討されている^[1-2]。表面プラズモンポラリトン (SPP)は、伝播光よりも微小領域に光を局在化できるため、より集積化された情報処理システムを実現できる可能性がある。本研究では、情報処理システムの中で必要不可欠である、SPP 信号を一時的に保持する SPP 保持構造を検討した。これまでに、非線形光学効果とメタマテリアルを用いた SPP 保持構造が提案されている^[3]。本研究では、金属のテーパ先端に SPP を集束させることで、急激に群速度を減少させることができる短距離伝播表面プラズモン (SRSP)^[4]に着目し、単純な SPP 保持構造を設計した。具体的には、2つのテーパ型金属導波路を向かい合わせたボウタイ型金属導波路を用いて保持時間を検討した。

解析 検討したボウタイ型金属導波路を図 1(a)に示す。本導波路では、導波路幅の減少に伴い、実効屈折率が急激に増加する SRSP だけでなく、実効屈折率が 1 に漸近する長距離伝播表面プラズモンも励起され得る^[4]。そこで、2つの入力信号を同位相でテーパのエッジに沿って入力することで、選択的に SRSP のみを励起させた。2つのテーパ先端に測定点[図 1(a)中の測定点]を設け、測定点における電界強度の時間変化を時間領域差分法を用いた電磁界解析により評価した。比較のため、リッジ型金属導波路[図 1 (b)]における電界強度の時間変化も評価した。リッジ型金属導波路の測定点は、ボウタイ型金属導波路の測定点までの伝播距離と等しくなる位置とした。入力光の波長は、通信波長帯である 1310 nm とした。

結果と考察 30 fs の時間幅を持つパルス信号を入力したときの、測定点における電界強度の時間変化を図 2 に示す。規格化電界強度が 0.1 以上の時間幅を求めると、ボウタイ型導波路では 58.1 fs であったのに対して、リッジ型導波路では 42.7 fs であった。従って、ボウタイ型導波路の方が 15.4 fs 信号が長く保持されることが分かった。また、ボウタイ型導波路では、リッジ型導波路に比べて 4.2 fs の伝播遅延も生じた。これらは、SRSP においてテーパ先端で実効屈折率が急激に増加することにより SPP の群速度が急激に低下するためであると考えられる。以上の結果から、SRSP を利用したボウタイ型金属導波路の SPP 保持構造の可能性が確認された。発表では、群速度のボウタイ型導波路の構造依存性や、ボウタイ型導波路での SPP 強度分布の測定結果も併せて報告する。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 26289103, 16K14253 の助成を受けて実施された。

参考文献 [1] B. Jalali et al. *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **4** 938, (1998).

[2] H. Sakai et al. *Solid-State Electron.* **125**, 240 (2016). [3] A. Ciattoni et al. *Phys. Rev. A* **83**, 043813 (2011).

[4] J. Takahara et al. *Opt. Exp.* **21**, 27402 (2013).

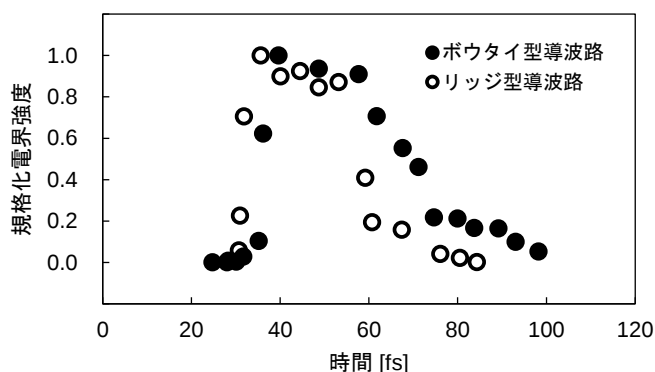
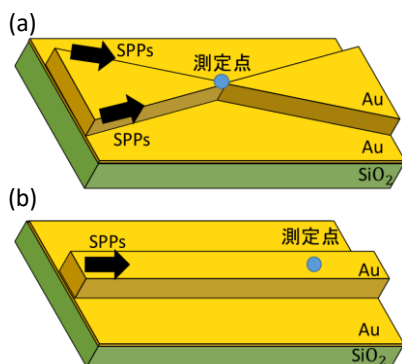


図 1 解析モデルの模式図(a) ボウタイ型 (b) リッジ型 図 2 各モデルの測定点における電界強度変化