

光応答材料を用いたプラズモニック光スイッチング素子の開発

Development of optical switching device based on plasmonic nanohole array combined with photochromic material

東工大 物質理工学院 材料系¹, [○]近藤 克哉¹, 三宮 エ¹

Tokyo Inst. Tech. [○]Katsuya Kondo¹, Takumi Sannomiya¹

E-mail: kondo.k.ai@m.titech.ac.jp

緒言

光回路実現のためには、光情報を蓄えることのできるメモリや、光信号による演算を行うトランジスタやスイッチング素子が必要となる。一方で、光回路の集積化のためには真空波長以下で動作する素子材料が必要となるが、光をナノサイズに閉じ込め、短い表面波波長を実現することができるプラズモニック材料が最適である。光演算素子としては、光照射により屈折率・吸光率などの光学特性が変化する材料が必要となる。この光応答は、波長以下のスケールで十分変化することが求められる。

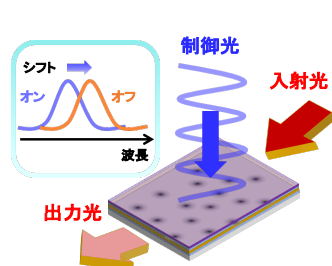


Fig. 1 Conceptual image of optical transistor.

光応答する材料としては、光刺激により生じた2つの異性体間で、分子の幾何構造が異なるフォトクロミック材料があげられるが、屈折率・誘電率変化は比較的小さく、実働させるには数ミクロンの厚みが必要となる。本研究では、フォトクロミック材料とプラズモニック材料を複合し、ナノスケールで光応答を動的に変化させることのできる素子材料の開発を目指す。

方法

フォトクロミック材料としては、1,2-ビス(2,4-ジメチル-5-フェニル-3-チエニル)-3,3,4,4,5,5-ヘキサフルオロ-1-シクロペンテンを用いた。プラズモニック材料には、薄膜をベースとした短範囲規則を持つナノホールアレイ構造と金ナノ粒子を採用した。色素分子による光吸収波長とプラズモニック材料の共鳴波長一致させるようにプラズモニック材料を設計し、光吸収特性の変化を評価した。ナノホールアレイ作製には、コロイダルリソグラフィーを用い、スパッタにより作製された AlN 5 nm / Au 35 nm / AlN 5 nm 多層膜に、ナノホールを配列した。また、ナノ粒子作製には、薄膜のディウェッティングを利用し、真空蒸着装置にて作製したガラス基板上的金薄膜を 300 °C で4時間熱処理し微粒子化した。色素分子は、真空蒸着法またはスピコートにより、ナノホールアレイ、ナノ粒子上にそれぞれ堆積し、分光実験を行った。

結果

膜厚調整により表面プラズモンの分散を制御することで、ナノホールアレイの共鳴とフォトクロミック材料の吸収波長を一致させることができた。また、金ナノ粒子の共鳴とフォトクロミック材料の吸収波長の一致も確認できた。また光照射により、微量の色素分子が堆積したナノホールアレイの光学特性が変化することが確認できた。特にスピコートにより色素分子を堆積させた場合は、吸収強度の増強が起こることが確認された。