

基板エッチングによるプラズモン共鳴波長の短波長化と 屈折率センシングの高感度化

Substrate etching technique for shortening of plasmon resonant wavelengths and
enhancement of refractive index sensitivity

理研¹, 東工大² ○森竹 勇斗¹, 田中 拓男^{1,2}

RIKEN¹, Tokyo Institute of Technology², ○Yuto Moritake¹, Takuo Tanaka^{1,2}

E-mail: yuto.moritake@riken.jp

表面プラズモンを励起する微細構造は、何らかの基板上に加工・形成されることが多い。このような基板上に集積化された金属ナノ構造のプラズモン共鳴波長は、基板の屈折率の影響で真空中におかれた時に比べて長波長化してしまう。そのため、この長波長化を考慮して構造を縮小化しておく必要があるが、これが構造の作製をより困難にしている。そこで本研究では、プラズモン構造の下にある基板を選択的エッチングによって削り取ることで、基板の存在に起因する長波長化を低減する手法を提案する (図 1(a))。そしてその有効性を検証するとともに、屈折率センサーへの応用を試みた。

本研究では、シリコン基板上にリフトオフによって金属バー構造を形成したのち、ICP-RIE によってシリコンのみをエッチングした (図 1(b)挿入図)。この際、バイアス電圧を 0 V にすることで、エッチングを等方的に進行させ、金属構造の下シリコンを削り取るようにした。その結果、プラズモン共鳴波長を約 0.5 倍まで短波長化することに成功した (図 1(b))。この値は金属構造が宙に浮かんでいる場合のプラズモン共鳴波長と同等の値である。このような特性が得られるのは、金属バーに励起される電場分布がバーの先端部に強い電場強度をもっており、バーの中心部の電場が小さいからであると結論した。

また、金属バーから構成される非対称型ダブルバー (ADB) 構造[1] (図 1(c)挿入図) を用いて、屈折率センシングの高感度化を行った。ADB 構造が示す Q 値の高いプラズモン共鳴は、高感度センシングへの応用が期待されている[2]。基板エッチング後に、PMMA(屈折率 1.49)を塗布し、波長のシフト幅を調べた結果、基板エッチングを用いることで、屈折率変化に対する波長シフト幅が増大していることを確認した (図 1(c))。これは、基板をエッチングすることで PMMA が金属ナノ構造の下部にも充填され、光波と PMMA とが相互作用できる領域が拡張されたからと考えた。

[1] Y. Moritake *et al. Opt. Lett.* **39**(13), 4057 (2014). [2] B. Lukyanchuk *et al. Nat. Mater.* **9**, 707 (2010).

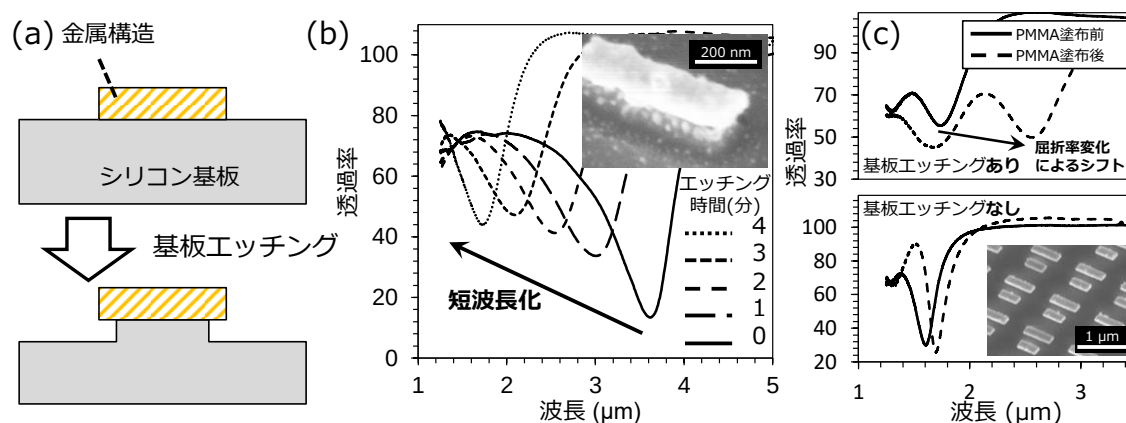


図 1 (a)基板エッチングの概要 (b)金属バーに対する透過スペクトルのエッチング時間依存性 (c)PMMA 塗布前後の ADB 構造透過スペクトル (基板エッチング有無で比較)