

プラズモンフォーカシングによる光学ナノイメージング

Optical nano-imaging via plasmon nanofocusing on metallic tip

大阪大工¹ ○馬越 貴之¹, 齊藤 結花¹, バルマ プラバット¹

Osaka Univ.¹, °Takayuki Umakoshi¹, Yuika Saito¹, Prabhat Verma¹

E-mail: umakoshi@ap.eng.osaka-u.ac.jp

先端増強近接場顕微鏡は、ナノスケールの空間分解能で物質の光学情報を解析・イメージングできる強力な顕微法である[1]。従来の先端増強近接場顕微法は、金属探針先端に光を照射し局在プラズモン共鳴によって近接場光を誘起させる機構であったため、近接場光励起に用いた照射光自身も散乱光を発生させる。このノイズとなる散乱光を除去する手法として、Raschke らによってプラズモンナノフォーカシング現象を応用した方法が提案された[2]。この手法では、金属探針のシャフト部分に作製したグレーティング構造に光を照射することによって、プラズモンを励起し先端へ伝搬させ近接場光を発生させる。先端に光を照射しないため大幅にバックグラウンドを低減できる効果的な手法であるが、未だこの手法の研究報告は数報に留まっている。実用的な応用へは、カップリング・伝搬・フォーカシング過程等の最適化のため金属探針の構造を精査することが不可欠である。

本研究では、有限差分時間領域法(FDTD 法)によって金属探針の構造を最適化し、実際に金属探針を作製、光学ナノイメージングに応用したことを報告する。金属探針は原子間力顕微鏡に用いられる汎用性の高いシリコンカンチレバーチップに銀を真空蒸着したものを用いた。FDTD 法により、642 nm の励起光源に対しては膜厚 40 nm の銀薄膜に凹凸周期 630 nm のグレーティングを作製したものが最適であることを見出した。真空蒸着法及び集束イオンビーム加工法を用い、実際に最適な構造を有する金属探針を作製した(図 1)。この探針のグレーティングにレーザーを照射し、探針先端が電場の局在化により光を確認した(図 2-a)。図 2-b に示すように、入射偏光の依存性を検証し、探針先端の光がプラズモンナノフォーカシングによって発生していることも確認した。当日は、この探針を用いた光学ナノイメージングに関しても議論する。

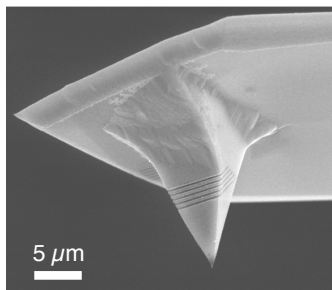


図 1. グレーティング構造を有する金属探針の SEM 像。

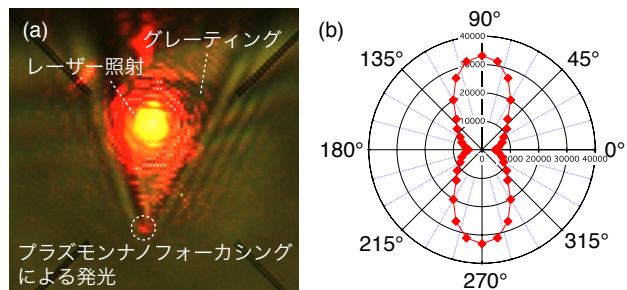


図 2. (a) 探針上のグレーティング構造にレーザーを照射した場合の光学像。(b)発光強度の入射偏光依存性。

Reference: [1] S. Kawata, Y. Inouye, and P. Verma, *Nat. Photonics*, **3**, 338, (2009).

[2] M. Raschke et al., *Nano Lett.*, **10**, 592, (2010).