

薄膜光導波路付シリコンカンチレバーによる2波長近接場計測

Dual-wavelength Near-field Imaging by Silicon Cantilever with Thin-film Optical Waveguide

(株)日立製作所 研究開発グループ¹, 東海大学 工学部²

○張 開鋒¹, 立崎 武弘², 山川 市朗¹, 谷口 伸一¹

Hitachi, Ltd., R&D Group¹, Tokai University School of Engineering²

○Kaifeng Zhang¹, Takehiro Tachizaki², Ichiro Yamakawa¹ and Shin-ichi Taniguchi¹

E-mail: kaifeng.zhang.xg@hitachi.com

1. はじめに

近接場走査顕微鏡の空間分解能と測定再現性の向上をめざし, CNT (Carbon Nanotube) 光プローブと CNT 光プローブに光を導くプラズモン光導波路を提案した¹⁾⁻²⁾。光利用効率を向上させ, かつ可視光で計測するために, 光導波路に用いるシリコンチップを薄膜化してその基礎特性を評価するなど技術開発を進めている³⁾。今回は上記の光導波路構造を用いたプラズモン励起型走査近接場光顕微鏡(PE-SNOM, Plasmon-excitation Scanning Near-field Optical Microscope) を構築し, 2 波長で近接場計測したので報告する。

2. 原理

金を成膜したシリコンチップを収束イオンビーム(FIB, Focused Ion Beam)加工し, シリコンを 250 nm まで薄膜化した (Fig. 1)。薄膜化したシリコン部では, 透過率は波長 660 nm で 60%, 850 nm で 90%と見積もられる。

薄膜シリコン部のシリコン/金界面に波長 660 nm と波長 850 nm の励起光をそれぞれ入射角 $\theta=15.9^\circ$ と 16.1° で入射させた (Fig.1 (b))。この入射角度は金表面で表面プラズモンを共鳴的に励起できる角度である。PE-SNOM では, 表面プラズモンを介して CNT プローブ先端に励起された近接場光スポットからの散乱光を検出することで計測を行う¹⁾⁻³⁾。

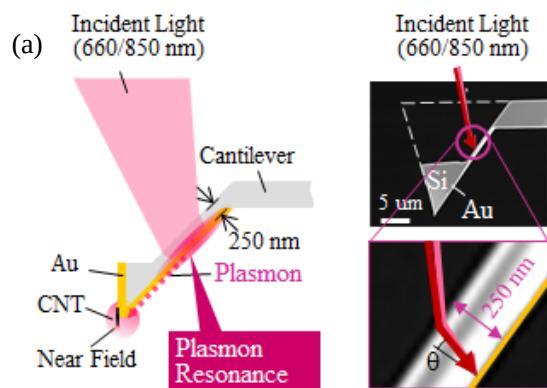


Fig. 1 (a) Schematic image of generations of two wavelength near fields on cantilever with a thin-film optical waveguide; (b) SEM images of the cantilever with thin-film optical waveguide.

3. 実験結果と考察

評価用試料は金とシリカを交互に積層した後に短冊状に切り出し, その切断面を化学機械研磨法によって最大表面凹凸 2 nm まで平坦化することで作製した。計測表面で約 5 nm と 10 nm の金がシリカに挟まれたラインアンドスペースとなるように設計した。前記 2 波長を励起光とした場合の近接場光イメージを Fig. 2 に示す。各イメージとも約 5 nm と 10 nm の金ラインが明瞭に観察される。光信号プロファイルの遷移幅により, 空間分解能は 5 nm 以下と見積もられる。2 波長での結果をラインプロファイルで比較すると, 励起波長 660 nm では金ラインの散乱光強度が 850 nm より高い。これは複素屈折率の違いを定量的に捕らえていることを示唆している。

4. おわりに

薄膜光導波路付光プローブを適用し, 近接場計測が可能な複数波長対応PE-SNOMを開発した。本装置で金/シリカの試作サンプルを計測した結果, 5 nm金ラインを識別した。また, 用いる波長によって, 材料ごとのコントラストが異なることを確認した。

文献

- 1) 中田他, 第74回応物秋季講演会予稿集, 3, p.113 (2013).
- 2) 中田他, 第75回応物秋季講演会予稿集, 3, p.486 (2014).
- 3) 張 他, 第63回応物春季講演会予稿集, 3, p.112 (2016).

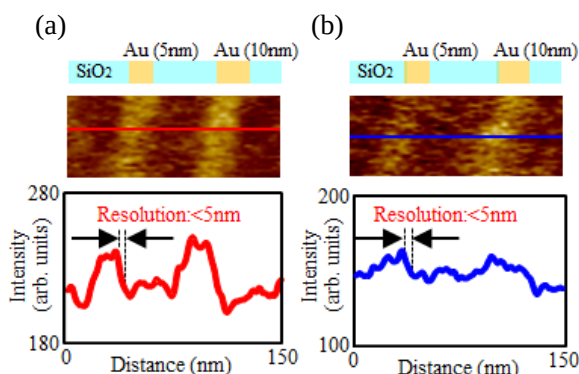


Fig. 2 Near-field images and optical signal profiles at each incident light wavelength of 660 nm (a) and 850 nm (b).