

波長計測のためのサブ波長ホールアレイを有する 光ナノメカニカル振動子の作製

Fabrication of an optomechanical resonator with sub-wavelength hole array for the wavelength detection

後藤 雅貴, 前田 悦男, °米谷 玲皇 (東大院工)

Masataka Goto, Etsuo Maeda, °Reo Kometani (Univ. of Tokyo)

E-mail: kometani@mech.t.u-tokyo.ac.jp

レーザー光源波長の安定化や分光装置への応用を狙い、ナノメカニカル振動子を利用した光波長計測に関する研究を行った。ナノメカニカル振動子上に光吸収波長を制御するためのプラズモニック構造体を設置し、これを用いて照射に伴うナノメカニカル振動子への熱吸収を波長依存させ、熱吸収により共振周波数変化から波長検出を行うというのが、本研究で提案する波長計測原理である。本研究では、光吸収波長を制御するためのプラズモニック構造体として、 $\text{SiO}_2/\text{Ti}/\text{Au}/\text{Ti}/\text{SiO}_2$ からなるサブ波長金属ホールアレイ構造を用い、光波長の計測を行った。

図1に作製した $\text{SiO}_2/\text{Ti}/\text{Au}/\text{Ti}/\text{SiO}_2$ サブ波長金属ホールアレイ構造を有する光ナノメカニカル振動子の走査電子顕微鏡写真を示す。振動子の長さ及び幅は、それぞれ $9.60\mu\text{m}$, $4.58\mu\text{m}$ であった。また、サブ波長金属ホールアレイ構造は、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の波長計測を狙い、設計、作製を行った。ホール直径、ピッチはそれぞれ 837 nm , $1.46\mu\text{m}$ であった。また、 $\text{SiO}_2/\text{Ti}/\text{Au}/\text{Ti}/\text{SiO}_2$ 積層構造体の各層の厚みは、 110 nm , 5 nm , 60 nm , 5 nm , 280 nm とした。

光ナノメカニカル振動子の振動特性、及び波長検出特性を評価した。およそ $5 \times 10^{-3}\text{ Pa}$ の真空環境下において、光熱励振法により振動子を加振し、計測対象となる $1.5\mu\text{m}$ 帯の各々波長の光を振動子に照射しながら光ヘテロダイン振動計によりその振動特性を計測した。なお、本研究では、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の光として波長 $1543\text{ nm} - 1563\text{ nm}$ の波長範囲の光を 2 nm 間隔で照射した。光出力は、 1.8 mW とした。図2に、照射光波長と共振周波数シフト量の関係性を示す。光非照射時の共振周波数は 10.96 MHz であり、照射光波長の変化に伴い、共振周波数はおよそ $8.9\text{ kHz} - 16.8\text{ kHz}$ シフトする結果となった。また、その波長に対する変化は、作製した $\text{SiO}_2/\text{Ti}/\text{Au}/\text{Ti}/\text{SiO}_2$ サブ波長金属ホールアレイの吸光特性（理論値）と傾向が一致した。加えて、振動スペクトル、及び波長に対する共振周波数シフト量から、 $1547-1563\text{ nm}$ の波長範囲においては 9.13 pm の波長感度を有することがわかった。高分解能波長計測のための光ナノメカニカル振動子作製とその動特性及び波長検出特性について詳細に報告する。

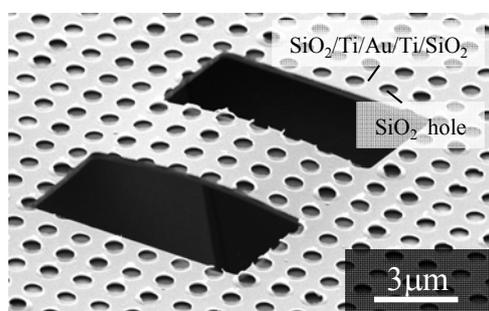


図1 サブ波長ホールアレイ構造を有する光ナノメカニカル振動子

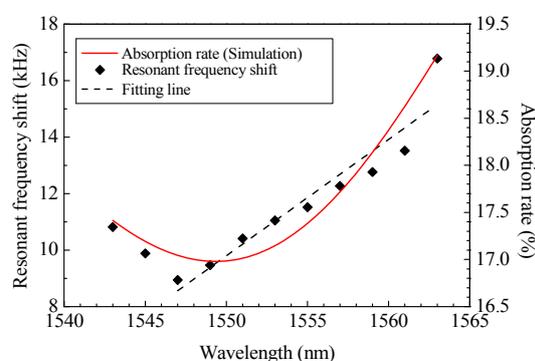


図2 照射光波長に対する共振周波数シフト、及び吸光特性（理論値）