

ナノメカニクスとその波長計測への応用

Nanomechanics and its application to wavelength measurement

東大工 ○米谷 玲皇

The Univ. of Tokyo ○Reo Kometani

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

近年、ナノスケールの微細な構造が発現する機械的性質、現象を活用したナノメカニカル素子に関する研究が活発に行われている。様々な極微小物理量のセンシングを目的として NEMS(Nanoelectromechanical systems)の主要コンポーネントであるナノメカニカル振動子のセンサ応用に関する研究を行ってきた。本発表では、ナノメカニカル構造の波長計測素子への応用に加え、その研究ツールとなる荷電粒子ビーム(集束イオンビーム、電子ビーム)を活用した微細加工技術、及び振動計測技術について紹介する。

ナノメカニクス研究においては、構造自由度が要求されるメカニカル構造作製に、立体ナノ・マイクロ構造形成が要求される。これまで、任意立体構造作製に向け、集束イオンビーム化学気相成長法(focused-ion-beam chemical vapor deposition: FIB-CVD)、及び FIB/EB 複合リソグラフィ技術についての研究を進めてきた。FIB-CVD は、原料ガス雰囲気下で FIB 照射位置・時間を高精度制御することにより任意形状の構造体をボトムアップ形成できる技術である。また、FIB/EB 複合リソグラフィ技術は、高速なナノメカニカル素子形成を狙った加工技術であり、高精細なメカニカル素子作製を達成できる技術である。本発表では、その技術的特徴、メカニカル素子作製への応用について報告する。加えて、走査電子顕微鏡の振動計測への応用について紹介する。メカニカル素子微細化に伴い、素子特性評価に空間分解能の高い振動計測技術が要求されるようになってきている。本研究の目的は、メカニカル素子の高精度振動計測実現である。振動計測(共振周波数、振幅、Q 値の計測)については、2 次電子放出の角度依存性を利用し、ナノ振動子の特性評価を達成した。その検出特性、メカニカル素子評価への応用について述べる。

また、上記したように、ナノメカニカル振動子は、振動という機械的現象を介して様々な微小物理量を計測可能な構造体である。本研究では、そのメカニカル素子の外乱に対する超高感度特性とプラズモニック結晶の光に対する強結合性を利用し、高分解能な波長センシングを試みた。光通信における通信レーザー光波長安定化装置への応用が、本研究の目的である。図 1 (a)に作製した光波長検出機械振動子の電子顕微鏡写真およびその断面模式図を示す。50 nm の Si 薄膜振動子上に Au (70 nm)/DLC(diamond-like carbon: 150 nm)からなるプラズモン励起ナノ周期構造(周期: 1460 nm)を有している。プラズモン励起ナノ周期構造により光波長に対する透過率を制御し、波長選択的に光照射に伴う振動子への熱吸収を変化させる。熱変化に伴う振動子の共振周波数変化を計測し波長検出を行うというのが、波長検出原理である。また、本研究では、0.13 mW の波長範囲 1535 nm ~ 1565 nm のレーザー光に対する波長検出特性を評価した。図 1 (b)に、光非照射時、照射時(波長: 1550 nm 及び 1555 nm)の振動スペクトルを示す。スペクトル解析より、本研究により作製した光波長検出機械振動子は 0.024 nm の波長検出分解能を有することがわかった。光波長検出機械振動子の作製とその特性について詳細に報告する。

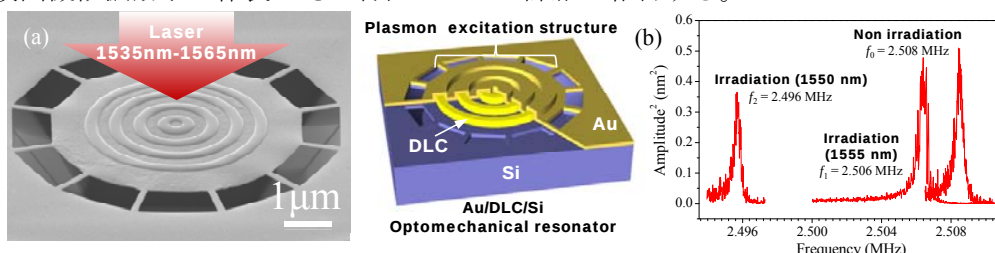


図 1 光結合ナノ機械振動子による光波長検出

(a) プラズモン励起ナノ周期構造を有する光波長検出機械振動子の電子顕微鏡写真とその断面模式図, (b) 光照射(波長: 1550 nm 及び 1555 nm)に伴う共振周波数変化