



研究課題名 ナノメカニカル構造の創製とデバイス応用に関する研究

東京大学・大学院工学系研究科・教授

いしはら すなお
石原 直

研究分野: 工学、機械工学

キーワード: ナノメカニクス、ナノマイクロ加工、ナノ計測、ナノ振動子、NEMS

【研究の背景・目的】

あらゆる産業を支えるデバイスや材料は、その構成要素・構造の微細化により機能を高度化し性能を高めてきた。今やその構造寸法は数〜数十ナノメートル領域に突入し、極微細構造のナノ物性を利用して革新的なデバイス開発を目指すナノテク研究が活発化している。

本研究では、小さな構造の作製や特性測定の技術手段としてナノテクの発展を支えてきた機械工学において、ナノメカニカル構造の機械的な振舞いそのものを研究対象に、微小な3次元構造がナノ寸法ゆえに発現する機械特性を探索・機能化することによる革新的デバイスの創製を目指す。この機械工学をナノメカニクス、創製する新デバイスをNEMS (Nano Electro-mechanical Systems) と呼ぶ。(図1)

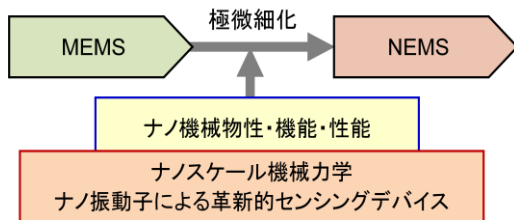


図1. 本研究の位置付けと狙い

【研究の方法】

半導体やカーボン材料を用いてナノ振動子を設計・製作し、共振特性を解明し(図2)機能化することによって革新的デバイスの創製を目指す。

具体的には、(1) 2次元パターン形成用の電子ビーム描画と3次元構造作製用の集束イオンビーム堆積技術の複合化による3次元ナノ構造作製技術、(2) ナノ振動子の共振周波数、共振振幅、Q値という共振特性の測定・評価のための電子ビーム利用振動測定、AFM (Atomic Force Microscope) 応用型共振特性測定法などナノ計測技術、(3) 3次元ナノ構造の表面物性が共振特性に及ぼす影響の評価と表面状態の制御方法、(4) 極めて高性能なメンブレン振動子を狙うグラフェン振動子の作製と振動特性評価、(5) 振動子構造への引張歪印加によって共振特性の飛躍的向上を狙う歪エンジニアリング、などの研究によってナノメカニクス基盤技術を構築し、これらを駆使して、(6) 力・質量・電子・光などの極微小物理量を検出するセンシングデバイスを開発する。

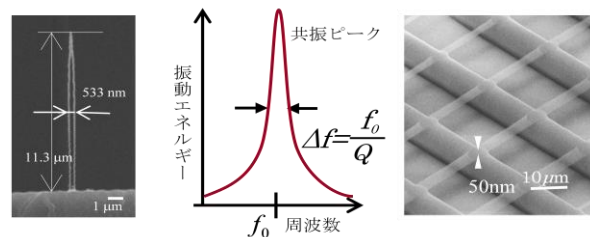


図2. ナノ振動子の作製例と共振特性

【期待される成果と意義】

ここで確立されるナノ振動子に関する設計、作製、特性測定・評価の基盤技術を駆使すれば、これまで科学研究用ツールであったナノメカニカル構造による極限センシング技術を、室温・大気中という工学分野で使用できるセンシングデバイス開発に展開することが可能となる。さらに、このナノメカニクスを電子工学や光工学分野のデバイス技術と融合させることにより、超小型・超低消費電力の超高感度センサー、メカニカルスイッチ、高密度光集積回路などへの幅広い応用展開が展望される。加えて学術的には、ナノ寸法を有するNEMSの機械的特性を扱うナノスケール機械力学の開拓が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Tamaru, H. Yamaguchi and S. Ishihara: Direct Actuation of GaAs Membrane with the Microprobe of Scanning Probe Microscopy, Jpn. J. Appl. Phys. **48** (2009) 06FG06.
- R. Kometani and S. Ishihara, Nanoelectromechanical device fabrications by 3-D nanotechnology using focused-ion beams, Sci. Technol. Adv. Mater. **10** (2009) 034501.
- H. Yamaguchi, S. Warisawa and S. Ishihara, Improved resonance characteristics of GaAs beam resonators by epitaxially induced strain, App. Phys. Lett. **92**, 251913 (2008)

【研究期間と研究経費】

平成22年度〜24年度
158,300千円

【ホームページ等】

<http://www.nanome.t.u-tokyo.ac.jp/>
ishihara@mech.t.u-tokyo.ac.jp