

汎用性の高い超高感度センサーの開発に成功

—医療・バイオ・環境・セキュリティーなど様々な分野への応用に期待—

独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：潮田 資勝）国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（拠点長：青野 正和）の吉川元起研究員は、スイス連邦工科大学ローザンヌ校および、Heinrich Rohrer 博士（1986 年ノーベル物理学賞受賞）と共同で、従来型センサーに比べて飛躍的に高い感度を有する画期的な膜型表面応力センサーの開発に成功した。本センサーは、小型・集積・多チャンネル化などが可能であり、半導体デバイスと同様に大量生産も可能であるため、医療・バイオ・環境・セキュリティーなど広範な用途に応用可能である。

ガス分子から DNA やタンパク質などの生体分子にわたる多様な分子を、今まで以上の超高感度で検出・同定することは、今世紀の人類が必要としている各種の革新技术の基礎となると言っても過言ではない。そのため、これまでに多くの高感度センサーが開発されてきたが、カンチレバーアレイセンサー（図 1）^{注1}は、多様な分子を、蛍光などの標識分子を用いることなく、リアルタイムで多チャンネル同時検出できるという特長をもっている。しかしながら、広く利用されているレーザー読み取り方式^{注2}では、装置が大型・複雑で、血液などの不透明溶媒での測定が不可能などの弱点があった。これに対し、ピエゾ抵抗型のカンチレバー^{注3}を利用することにより、小型・簡便で、不透明溶媒でも測定が可能であるだけでなく、読み取り部分も含め全ての構成要素を半導体製造技術により、携帯電話などをはじめ、従来の半導体デバイスに集積することが可能になる。このような多くの利点を有するピエゾ抵抗型カンチレバーセンサーの一番の弱点は、その感度の低さにあった。

我々はこの感度の低さを克服するため、カンチレバーの常識を覆す革新的な構造最適化を行い、図 2 に示すような膜型表面応力センサー（Membrane-type Surface stress Sensor; MSS）を開発した。この MSS のプロトタイプを実際に作製し、

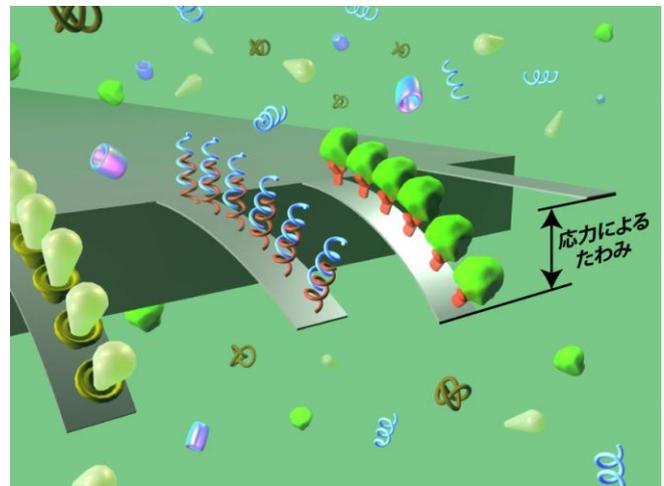


図 1: ガス分子から生体分子まで、様々な試料をカンチレバーの配列（アレイ）によって測定している様子。検体分子吸着によって生じる「たわみ」を検出する。

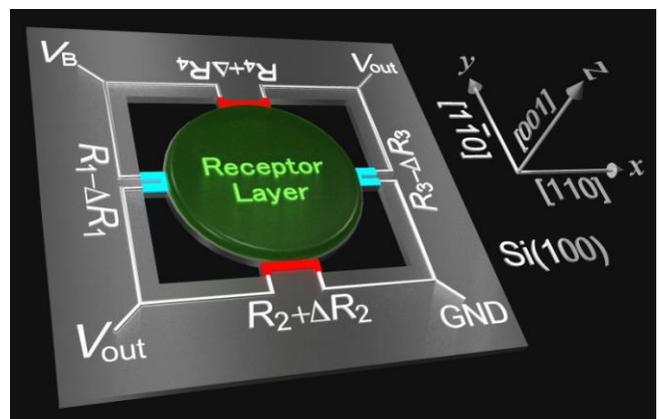


図 2: 新たに開発した膜型表面応力センサー（MSS）。中央の膜上に吸着した検体分子による表面応力を、膜周囲の 4 個のブリッジに埋め込まれたピエゾ抵抗によって効率よく検出する。

実験を行った結果、従来のカンチレバー型のセンサーに比べ、20倍以上の感度の実証に成功した。これは既にレーザー読み取り方式のセンサーと同程度の感度であり、さらに、膜やブリッジ部分の大きさを少し変えるだけで、さらに数桁以上の超高感度化が可能であることも、シミュレーションにより明らかになった。MSSはカンチレバーセンサーと同様に、検体分子が吸着する際の立体反発などに起因する表面応力を測定しているため、ガス分子から生体分子までほとんどの種類の分子の測定が、空気中や溶液中など様々な環境で可能である。また、小型・簡便で、不透明溶媒でも測定可能であり、大量生産による低コスト化も期待できるため、医療・バイオ・環境・セキュリティなど、様々な分野での広範な応用が期待される。

本研究成果は、近日中に米国の科学雑誌 *Nano Letters* のオンライン版で発表される予定である。

<脚注>

注1 マイクロメートルサイズの「片持ちの梁（カンチレバー）」を並べた構造のセンサー。カンチレバーの表面を、予め受容体（Receptor layer）によって被覆しておき、そこに検体分子が吸着することによって検出が可能になる。実際には、吸着した検体分子同士の立体反発などによって発生する表面応力によるカンチレバーの「たわみ」を検出する。

注2 カンチレバーの表面にレーザー光を反射させることによって、カンチレバーセンサーの「たわみ」を読み取る方法。高感度検出が可能であるが、装置が大がかりになるだけでなく、各カンチレバーの表面に正確にレーザー光の位置を合わせる必要があり、またレーザー光が透過できない血液などの不透明溶媒での測定が不可能である。

注3 「ピエゾ抵抗」は応力を受けるとその抵抗率が変化する物質のことである。このピエゾ抵抗をカンチレバーに埋め込んでおくことで、検体の吸着によって発生するカンチレバーのたわみや応力を抵抗の変化として電氣的に簡単に読み取ることが可能となる。

<謝辞>

本研究は文部科学省の科学研究費補助金（若手研究（B）21750083）等の支援を受けて行われた。

<掲載論文>

Nanomechanical Membrane-type Surface Stress Sensor

Genki Yoshikawa, Terunobu Akiyama, Sebastian Gautsch, Peter Vettiger, Heinrich Rohrer

Nano Letters (2011)（巻・号は現時点では未定）

<本件に関するお問い合わせ先>

独立行政法人物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）

ICYS-MANA 研究員 吉川 元起（よしかわ げんき）

E-mail: YOSHIKAWA.Genki@nims.go.jp TEL: 029-851-3354（内線 8908）

Homepage: <http://www.nims.go.jp/mana/>

<報道担当>

独立行政法人物質・材料研究機構

企画部 広報室 TEL:029-859-2026