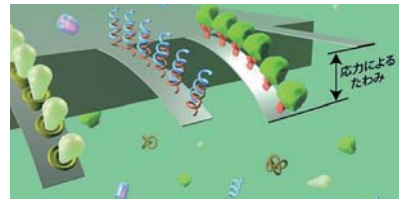


[超高感度センサー・MSS]で広がる可能性

ガス分子からDNAやタンパク質などの生体分子まで、多種多様な分子を超高感度で検出可能なセンサーの開発に成功。小型化・集積化・多チャンネル化によって、医療・バイオ・環境・セキュリティなどマルチな応用が可能になりました。

汎用性の高いピエゾ抵抗型カンチレバーに着目し、それを最適化

従来、カンチレバーセンサーは、レーザー読み取り方式が主流であったが、装置が大型かつ複雑で、血液などの不透明溶媒での測定が不可能でした。その欠点をカバーできるのが、ピエゾ抵抗型カンチレバーです。装置が小型・簡便で、不透明溶媒でも測定が可能。また、従来の半導体デバイスに集積することも可能になります。ガス分子から生体分子まで、様々な分子が吸着することによって生じる「たわみ」によって、分子が測定できます。しかし、感度が低いのが問題でした。そこで、カンチレバーの常識を覆す、膜型表面応力センサー(MSS)という革新的な構造最適化によって、その問題を解決することに成功しました。



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。検体分子の吸着によって生じる「たわみ」を検出する。

■ピエゾ抵抗とは・・・

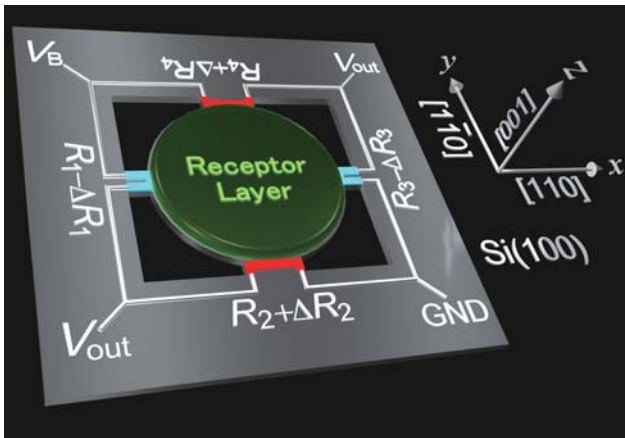
機械的応力による金属や半導体の抵抗値の変化、圧抵抗効果。簡単に言うと、物体に応力を加えたときに電気抵抗が変化することをピエゾ抵抗効果と言います。



■カンチレバーとは・・・

水泳プールにある飛び込み板のように、梁の一端が固定され、他端は動くことができる構造物のこと。つまり、ピエゾ抵抗型カンチレバーとは、ピエゾ抵抗部分をカンチレバーに形成し、その「たわみ」を電気的に検出するものです。

カンチレバー例



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。

MSSの特徴

- ▶ 多様な分子の検出・同定を可能に
ガス分子からDNAやタンパク質などの生体分子まで多種多様な分子を、今まで以上の超高感度で検出・同定が可能。
- ▶ 小型化・集積化・多チャンネル化が可能
多分野での活用が期待できる。
- ▶ 高感度を実現
従来のカンチレバー型のセンサーの20倍以上の感度。レーザー読み取り方式のセンサーの感度レベルを実現。しかも、膜やブリッジ部分の大きさ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。
- ▶ 低コスト化の実現
半導体デバイスと同様に大量生産が可能。大量生産によって、低コスト化が期待される。

関連論文: Genki Yoshikawa, Terunobu Akiyama, Sebastian Gautsch, Peter Vettiger, and Heinrich Rohrer, "Nanomechanical Membrane-type Surface Stress Sensor", Nano Letters 11, 1044-1048 (2011).



MANA

国際ナノアーキテククス研究拠点

[超高感度センサー・MSS]が実現する安心で安全な暮らし

自然の猛威と原子力発電所の事故——「安全なところで、健康に、安心して暮らせることの幸せ」を再認識させられました。災害防止、公害防止、医療、ロボットなどあらゆる分野に必要とされているのが、高感度センサー。今後更に急激に発展していくと考えられる高度情報化社会では、従来からの単に情報を検知するセンサーだけではなく、多様な情報を超高感度で検知し、かつ情報を処理・伝達できる知的センサー・材料の開発が、より一層重要となります。これに関連し、①生体の五感(嗅覚(分子)、触覚(圧力)、視覚(光)、聴覚(音波)、味覚(分子))を模倣し、また人間の五感でも感じられない現象(磁場、電場)を検出する超五感センサーの開発。②必要な情報をセンサー自身が取捨し、通知・対応できるインテリジェントセンサーの開発が求められています。

具体的には現状で使用されるセラミックセンサー、半導体センサー、高分子センサー、金属センサー材料の原子・分子配列制御による超高機能化・新材料開発、非線形な応答を示す材料を用いた自己情報判断機能の開発、ナノレベルでの複合化によるセンサーの多機能化・超小型化を行う。今後、ウェアラブル健康診断チップなどの医療分野、ロボットによる宇宙開発、公害監視、設備安全診断、省エネルギーなど非常に多くの分野への応用が期待され、その社会的意義は非常に大きいものとなります。MSSは、生体の五感という嗅覚と味覚を模倣し、人間では感知できないレベルまで検出を可能にした超高感度センサーです。小型化、集積化、多チャンネル化が可能なため、いろいろな暮らしの場面での活用ができ、人の健康と安全な暮らしに大きく貢献すると期待されています。

MSSの可能性

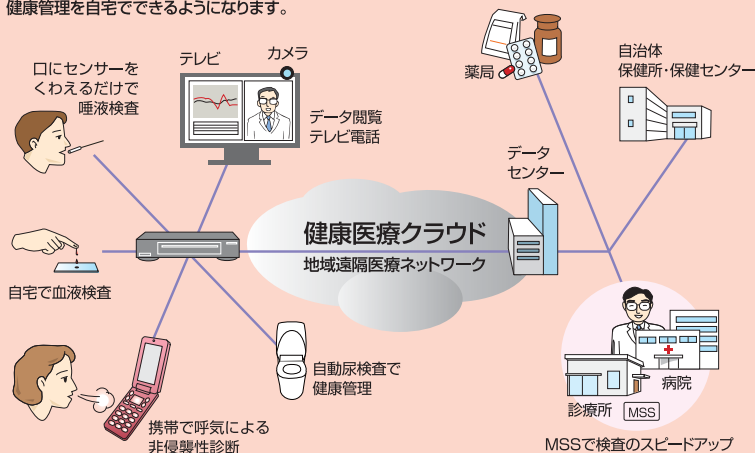
▶ 病原菌のリアルタイム・検体修飾なしでの測定 ▶ DNAの一塩基の違いを判別 0.00000000001モル濃度感度

〈日常生活で健康と環境をモニタリング〉

深刻なアクシデントが起こる前に、いつもの暮らしの中で、あらゆるところでモニタリング。
人と地球の健康を管理し、暮らしに安心・安全を提供できます。

MSSで変わる未来の医療

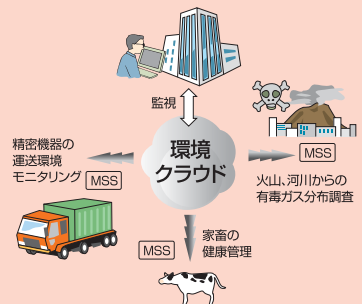
電子カルテなど医療情報を蓄積し、病院に出かけなくても健康管理を自宅ですることができるようになります。



■MSSがセンシングできるもの DNA・細菌/カビ/抗原・抗体/化学反応/ウイルス/タンパク質/ガス分子

MSSで大気中の有害な物質をモニタリング

大気環境を常時モニターすることで、大気環境に起因する健康の障害を未然に防ぐことができます。



■MSSでの安全管理

MSSは、麻薬、爆弾や武器の火薬をセンシングし、空港でのテロや犯罪を未然に防ぎます。日本の安全、まだ、犬の鼻に頼りますか？

