



Tokyo Tech



令和元年 7 月 23 日

報道機関各位

東京工業大学  
NTTアドバンステクノロジー株式会社

## 加速度センサーの高感度化・低ノイズ化に成功

ー従来比で感度 100 倍以上、ノイズ 10 分の 1 以下ー

### 【要点】

- 積層メタル構造により MEMS 加速度センサーの高感度化・低ノイズ化に成功
- 超小型加速度センサーの高分解能化・汎用化を実現
- 医療やインフラ診断、移動体制御、ロボットなど様々な分野をレベルアップ

### 【概要】

東京工業大学の益一哉学長（科学技術振興機構（JST）ナノエレクトロニクス CREST 代表者）らと NTT アドバンステクノロジー（注）は複数の金属層で形成される積層メタル構造を用い、超低雑音・超高感度特性を有する MEMS（用語）加速度センサーの開発に成功した。従来の MEMS 技術では困難だった 1 マイクロ（ $\mu$ ）G レベル（ $G=9.8 \text{ m/s}^2$ 、重力加速度）の高分解能の検知を実現した。

超小型加速度センサーの高分解能化・汎用化における革新的な技術であり、医療・ヘルスケア、インフラ診断、移動体制御、ロボット応用など様々な動き検知用途において新しいデバイス・システム開発につながると期待される。

同研究グループはこれまでに金属材料を用いて MEMS 加速度センサーの錘（おもり）を 10 分の 1 以下に小型化する手法を提案。この実績をもとに今回は MEMS 構造を複数の金の層を重ねて形成することで面積あたりの錘質量を増やし、従来の同サイズセンサーに比べて感度を 100 倍以上に向上、ノイズを 10 分の 1 以下に低減することに成功した。

研究成果は国際学術論文誌「*Sensors and Materials*（センサーとマテリアル）」に掲載され、2019 年 7 月 23 日にオンライン公開される。

## ●研究成果

東工大と NTT アドバンステクノロジーの研究グループはこれまで、金属材料を用いて MEMS 加速度センサーの錘を 10 分の 1 以下に小型化する手法を提案している。今回はこの技術をさらに発展させて、複数の金属層から形成される積層メタル構造を錘やばねに用いることで、超低雑音・超高感度特性を有する MEMS 加速度センサーを開発した。

具体的には図 1 に示すように、複数の金の層を重ねて錘を形成することで、面積あたりの錘質量を増やし、錘質量に反比例するノイズ（ブラウニアンノイズ）を低減した。さらに、その錘の反りを低減することで、4 mm 角チップ面積を最大限利用した静電容量センサーを実現し、感度（加速度あたりの静電容量変化）を増大した。試作したデバイスの全体写真および拡大した電子顕微鏡写真を図 2 に示す。

以上の結果、図 3 に示すように、従来の同サイズセンサーと比較して感度 100 倍以上、ノイズ 10 分の 1 以下を達成した。これにより、超小型センサーによる  $1 \mu\text{G}$  レベルの検出の見通しを得た。MEMS 作成には半導体微細加工技術と電解金めっきを用いており、集積回路チップ上に今回開発した MEMS 構造を形成することも可能である。したがって、超小型加速度センサーの高分解能化・汎用化技術として期待できる。

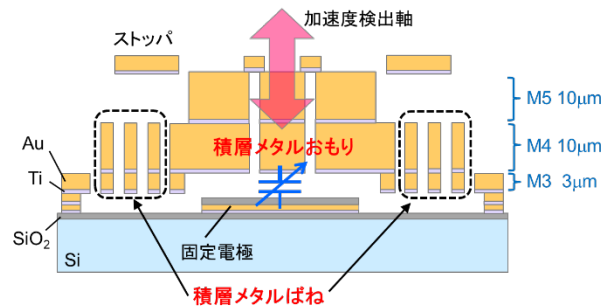
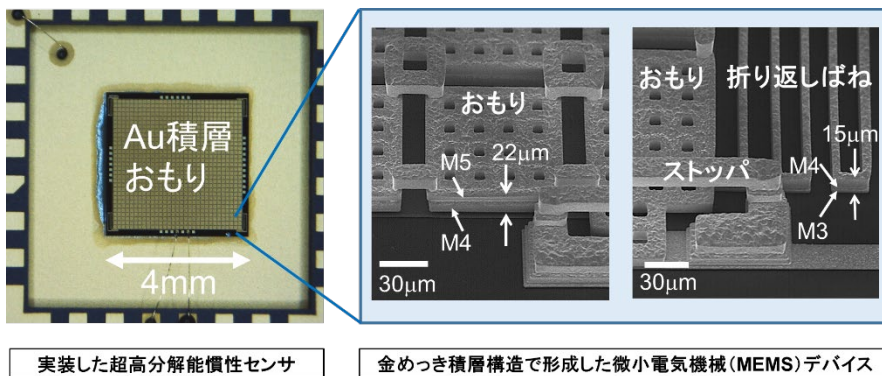


図 1：デバイス断面構造



実装した超高分解能慣性センサ

金めっき積層構造で形成した微小電気機械(MEMS)デバイス

図 2：試作デバイス写真

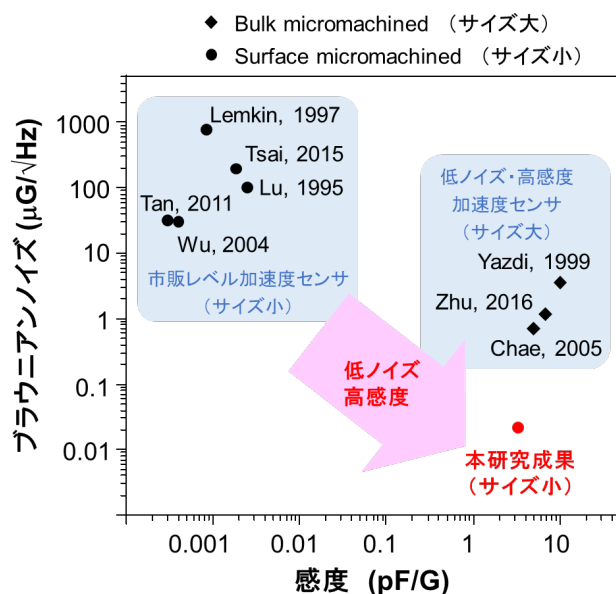


図3：ノイズと感度の性能比較

### ●背景

加速度センサーはスマートフォンなどの民生市場や社会インフラ全般のモニタリング用途の拡大に伴い、今後も大幅な需要増加が見込まれる。これらの小型・量産可能な加速度センサーでは、製造プロセスが確立したシリコン MEMS 技術が広く普及している。

しかし、加速度センサーの機械構造に由来する雑音は可動電極（錘）の質量に反比例するため、サイズ小型化と低雑音化にはトレードオフが生じた。さらに感度はおおそサイズに比例するため、サイズ小型化と高感度化にもトレードオフが生じる。加速度センサーの高分解能化には低ノイズ・高感度性能が必要なため、従来の小型シリコン MEMS 加速度センサーでは  $1 \mu\text{G}$  レベルの検出が困難であった。

### ●今後の展開

超小型・高分解能の加速度センサーを実現することは、多種多様な動き検知用途でブレークスルーとなり得る。人体行動検知による医療・ヘルスケア技術、振動検知によるインフラ診断、ロボットの超精密制御・超軽量化、移動体制御、GPS が利用できない場所での自動航行制御システムの実現、超低加速度の振動モニタリングが必要な宇宙環境計測など様々な分野に応用できる。

また近い将来、あらゆるモノに大量のセンサーを配置する時代の到来が予想されており、その際に動作検知の最も基本となる加速度センサーの超小型化と高分解能化を実現する本技術は極めて有効であるといえる。

## 【用語説明】

**MEMS (Microelectromechanical Systems、微小電気機械素子)**：半導体微細加工技術を利用して製造したマイクロメートル寸法の三次元電子・機械デバイスの総称。現在、民生用加速度センサーの大半はシリコンを材料とした MEMS 素子で作製されている。

(注) NTT アドバンステクノロジー株式会社

本社：神奈川県川崎市、代表取締役社長：木村丈治氏、事業内容＝トータルソリューション、セキュリティ、クラウド・IoT、AI×ロボティクスなど。

## 【論文情報】

掲載誌：*Sensors and Materials*

論文タイトル：A MEMS Accelerometer for Sub-mG Sensing

著者：Daisuke Yamane, Toshifumi Konishi, Teruaki Safu, Hiroshi Toshiyoshi, Masato Sone, Katsuyuki Machida, Hiroyuki Ito, and Kazuya Masu

DOI：10.18494/SAM.2019.2122

## 【問い合わせ先】

東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所  
助教 山根大輔

Email: yamane.d.aa@m.titech.ac.jp

TEL: 045-924-5031 Fax: 045-924-5166

NTT アドバンステクノロジー株式会社

グローバル事業本部 プロダクトインキュベーションセンタ

Email: sensor@ml.ntt-at.co.jp

TEL: 046-250-3682 FAX: 046-250-3871

## 【取材申し込み先】

東京工業大学 広報・社会連携本部 広報・地域連携部門

Email: media@jim.titech.ac.jp

TEL: 03-5734-2975 FAX: 03-5734-3661

NTT アドバンステクノロジー株式会社

経営企画部コーポレート・コミュニケーション部門

担当: 加藤・須貝

E-mail: inquiry@ml.ntt-at.co.jp