

金属酸化物を利用したアセトン ガスセンサープラットフォーム

Metal Oxide Based Acetone Gas Sensing Platform

沖縄科学技術大学院大学 ディーンズ・リサーチグループ
Deans Research Group

ポスドク研究員 アレクサンダー・ポーコヴィッチ
Postdoctoral Scholar Alexander Porkovich



既存のガスセンサーとその問題点

Existing gas sensing technology and its problem

揮発性有機化合物（アセトン等）のセンサー技術

Gas sensing technology is available for volatile organic compounds (VOCs), including acetone

- 電気化学 electrochemical
- 光学 optical
- 酸化半導体 oxide semiconductor



既存の酸化半導体センサーは電気化学センサーや光学センサーより

Compared with electrochemical or optical sensors, classical oxide semiconductor sensors are

製造方法が簡便 less complex to manufacture

安価 cheaper

しかし、既存技術だと精度が低い but less sensitive

本アセトンセンサーの特徴・従来技術との比較

Key features of OIST acetone sensor and comparison with the existing technologies

- **ナノワイヤとナノ粒子**で比表面積を大きくすることで、酸化半導体センサーの検出下限を**ppbレベル**まで向上

(既存の酸化半導体センサーは膜状であり、比表面積が小さかった)

To improve the lower detection limit of oxide semiconductor sensors, we must integrate high surface area geometries, including nanowires and nanoparticles, something that is lacking with sensors having just thick and thin films.

- **他のデジタルデバイスとのインテグレーション、大量生産が容易**

Semiconductor oxides are sought after due to the ease of digital integration into chip packaging, making scale-up production easier and enabling integration into smart grids.

- **CMOS対応**となり、シリコンチップタイプのセンサーにパッケージ化可能

This system integrates nanogeometries into a silicon technology compatible package.

	OIST 技術 OIST Sensor	他の酸化物 半導体センサー Other Oxide Semiconductor Sensors	光学センサー Optical Sensor	電気化学 センサー Electrochemical Sensor
検出精度、選択性 Detection Sensitivity and Selectivity	◎	X	○	○
コスト Cost	◎	○	X	X
製造しやすさ Manufacturing Complexity	◎	◎	X	○
CMOS対応 (溶液フリー、低稼働温 度) CMOS Compatible (Solvent free and low operating temperature)	◎	X	X	X
サイズ Size	◎	◎	X	○
検出レンジ Detection Range	ppb	Low ppm	Low ppm	Low ppm

本アセトンセンサーの特徴

Our acetone sensor

- 各チップに4つのセンサー

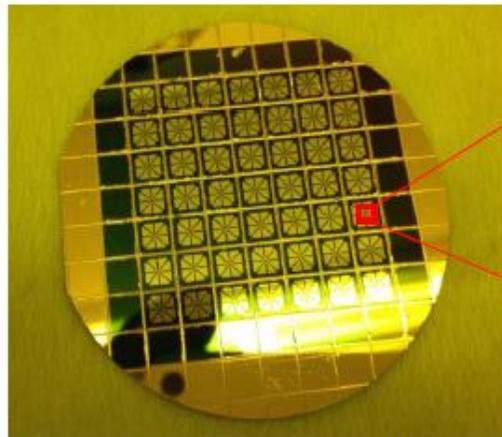
Physical device is a chip containing four sensors

- 各センサーにAu電極が2本あり、電極間をCuOナノワイヤがブリッジ

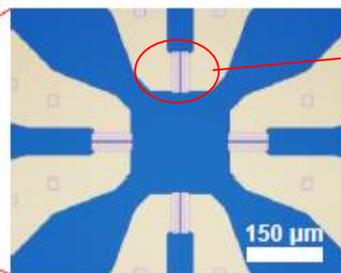
Physical device includes 2 gold electrodes bridged by CuO nanowires

- CuOナノワイヤはRu（ルテニウム）ナノ粒子で修飾されている

CuO nanowires are decorated using Ru nanoparticles.



Wafer (2") scale device fabrication
2インチウェファーで製作

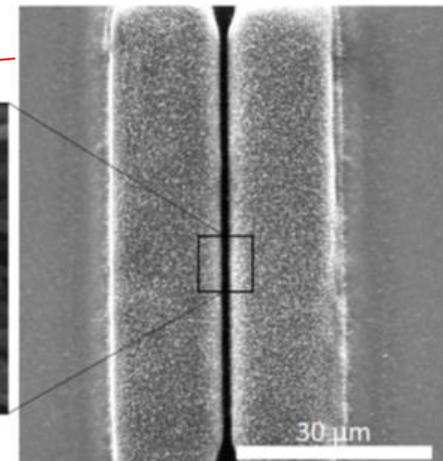


Light microscope image of a single device with 4 sensors

光学顕微鏡画像
各チップにセンサー4個



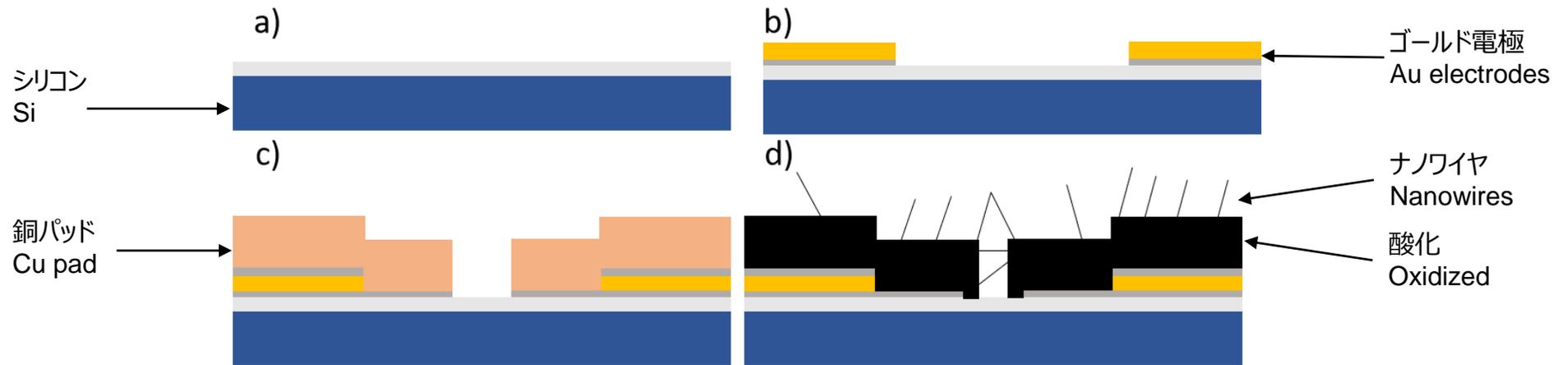
ナノワイヤー
Nanowire



電極
Electrodes

本アセトンセンサーの製作工程

Fabrication process

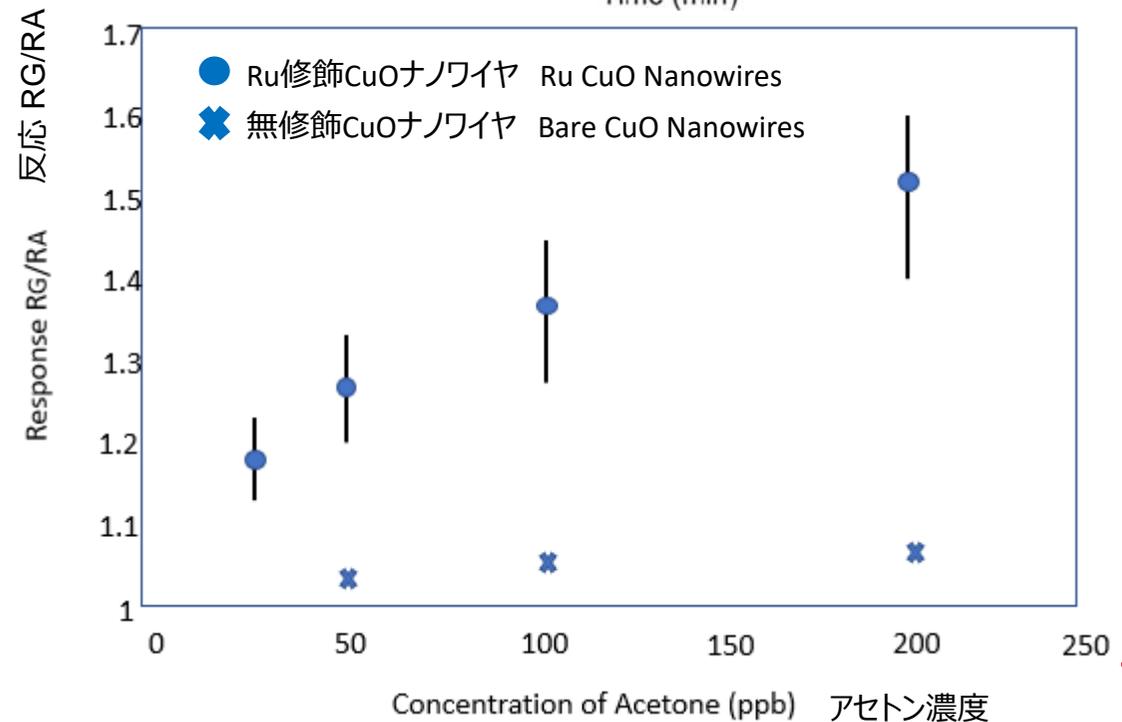
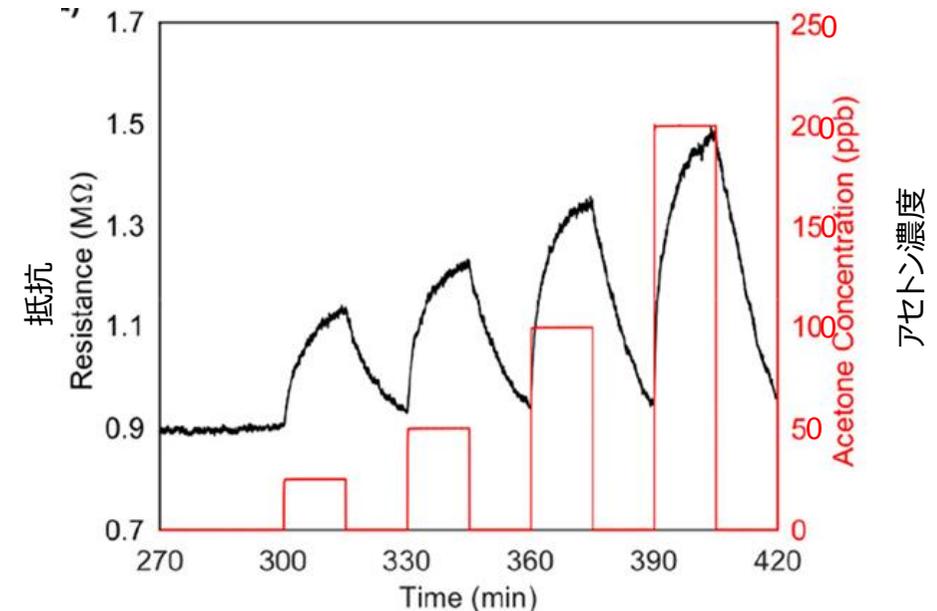


- クリーンルーム、シリコン技術に適用可能なリソグラフィー工程 Cleanroom based, silicon technology compatible, lithographic process
- パターンフォトレジストにはマスクレスリソグラフィー使用 Maskless lithography used to pattern photoresist
- 2層のパターン化 b) Au電極層 c) 電極を含むCuパッド層 Two distinct layers are patterned, Au electrodes (b) and Cu pads contacting electrodes (c))
- 電子ビーム蒸着装置を使って金と銅のデポジション Deposition of Au and Cu utilises E-beam evaporator
- 熱酸化でナノワイヤーが成長 Nanowires grown through thermal oxidation

Ru修飾センサーのアセトン検出 (250°C)

Ru decorated CuO nanowire response to acetone at 250 degC

- アセトン濃度20、50、100、200ppbで測定
Gas concentration of acetone is tested at 20, 50, 100 and 200 ppb
- 250°Cでは、無修飾のCuOセンサーより大幅に反応性が良い (>100%)
Sensor now responds at 250°C far more than the bare CuO sensor (>100% improvement)
- 検出下限は20ppb
Detection limit is at least 20ppb



想定される用途

Expected application

- アセトンセンサー（ヘルスケア診断、アセトン漏れ検出、安全用途）

Marker detection for acetone in healthcare, and leak detection in processing utilizing acetone.

- アセトンと他のガスを検知する複合スマートセンサーアレイ
（Ruナノ粒子以外で修飾すると他のガスをセンシングできる）

In addition to acting as a solo sensor, the base CuO nanowire platform function as the base component of a smart sensor array.

The CuO nanowire decorated by nanoparticles other than Ru can sense other gasses.

実用化に向けた課題

Challenges for commercialization

- 長時間の安定性、湿度に対するテストが必要
Need to obtain data over long-term stability and to reduce humidity interaction with the device.
- 膜技術を使った湿度対策が必要
The unresolved humidity problem should be able to be eliminated by membrane technology.
- シェルフライフの特定、センシング最適化
For commercialization, the sensor shelf life must be determined, and optimized, while the interaction with humidity should be reduced, possibly via membrane technology.

アセトンセンサーの技術移転

Potential ways for technology transfer

- バイオマーカー診断、スマートセンシングの企業へライセンス

Companies who are developing biodiagnostics or who want to enter the smart grid sensing market, will benefit from this technology likely through licensing.

- MEMSヒーティング・ホットプレート技術を持つ企業との共同研究を希望

Looking for a company using MEMS heating/hotplate integration technology wanting to explore compatible products.

特許

Patent

- 発明の名称 : 酸化銅ナノセンサー
原題「Copper Oxide Nanosensor」
- 出願番号 : PCT出願 PCT/JP2019/011023
- 出願人 : 沖縄科学技術大学院大学 (単独)
- 発明者 : アレクサンダー・ポーコヴィッチ Alexander Porkovich (ポスドク研究員)
ムックレス・ソーワン Mukhles Sowwan (准教授)
ジェローム・ヴァルニア Jerome Vernieres (ポスドク研究員)
ステファン・シュタインハワー Stephan Steinhauer (ポスドク研究員)
ザカリア・ズィアディ Zakaria Ziadi (技術員)

お問い合わせ先

Contact

沖縄科学技術大学院大学 (OIST)

技術移転セクション

TEL : 098-966-8937

FAX : 098-982-3424

E-mail : tls@oist.jp



OIST

OKINAWA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY GRADUATE UNIVERSITY
沖縄科学技術大学院大学