

ナノワイヤ水素ガスセンサ

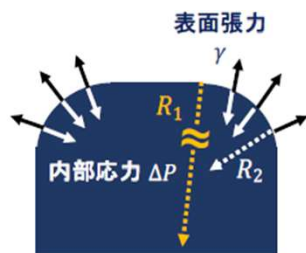
～金属と酸化物半導体の2種類のナノワイヤ～

発明のポイント

- Pdナノワイヤ** ・従来の水素ガスセンサのようなセンサ素子部分の加熱は不要
 ・ベースラインシフトの無い回復特性、超低消費電力 10^{-6}W (従来比1000分の1)
- 酸化銅ナノワイヤ** ・超高感度 (5 ppb)

発明の概要

ナノ領域では下記のようにナノワイヤの曲率半径が 10^{-8}m オーダーなので内部応力は100 MPaオーダーに達する。



形状由来の内部応力:

$$\Delta P = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

ΔP : 内部応力

γ : ナノワイヤの表面張力

R_1 : 曲率半径 (平坦部分)

R_2 : 曲率半径 (10 nm)

Pdナノワイヤガスセンサ

- ・Pdナノワイヤに電位をかけると水素吸蔵量に依存した電流が流れる (抵抗値が変化)。
- ・Pdは水素吸蔵金属ではあるがナノワイヤに発生する超高圧の内部応力のため水素原子がワイヤ内部に入り込めずワイヤ表面でのみ吸収、放出が行われる。
- ⇒室温で動作する高速応答、高速回復が可能で、ベースラインシフトの無い水素ガスセンサが実現。

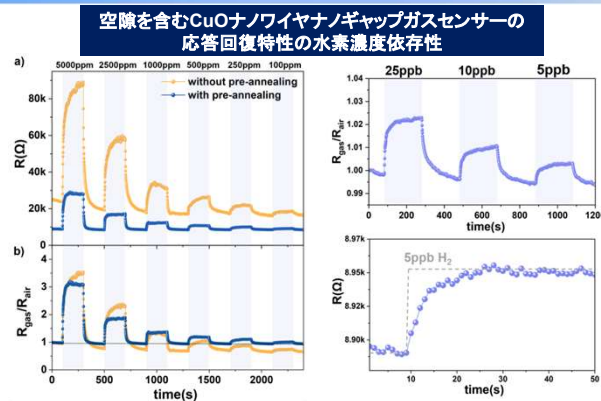
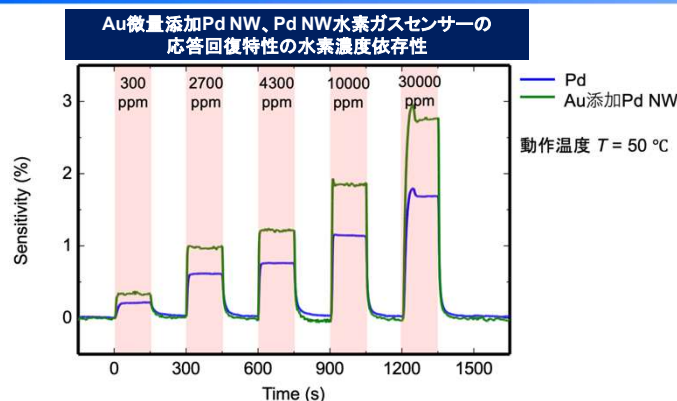
空隙を含む酸化銅ナノワイヤナノギャップガスセンサ

- ・ナノギャップ間に銅ナノワイヤを作製。
- ・アニール酸化により空隙を含む酸化銅ナノワイヤに。
- ・大きな比表面積により5ppbの水素を検出。

従来技術との比較・優位性

方式	原理	応答時間 / 回復時間	消費電流 動作温度
熱線型半導体式	金属酸化物半導体表面上での水素の酸化反応による伝導電子の増加を検出	20秒/不明	・108 mA@2 V ・ 480°C
接触燃焼式	水素の触媒 (Pd, Pt/Al ₂ O ₃) 燃焼による素子温度上昇	10秒/不明	・98 mA@2 V ・ 400°C
気体熱伝導式	水素混合に伴う気体熱伝導率の変化を加熱された素子の放熱量(温度)変化としてみる	10秒/不明	・65 mA@2 V ・ 185°C
特表2006-625155	Pd合金ナノ結晶の格子が水素吸蔵によって膨張して互いに接触し、短絡状態になるときの電流を検出	100秒/100秒	・120 μA @0.1 V ・ 室温
本発明 Pdナノワイヤ	Pdナノワイヤに自然に発生する100MPaオーダーの内部応力により水素吸蔵・放出がワイヤ表面に限られるため、ワイヤ抵抗が高速に変化	24秒/30秒	・ 0.6 μA@50 mV ・ 室温
本発明 酸化銅ナノワイヤ	CuOからなる結晶粒が集めた多結晶で、内部に空隙を保持する酸化銅ナノワイヤ構造により、感度が高く(5 ppb)、応答・回復特性に優れ、ベースラインシフトが少ない	5秒/10秒	・ 400 μA @ 4 V ・ 300°C

測定結果



発明者:
 真島 豊
 (東京科学大学)

ライセンス可能な特許

発明の名称 : 水素ガスセンサ及びその製造方法
 国際公開番号 : WO2024/177120
 連絡先 : JST知的財産マネジメント推進部 ライセンス担当
 電話) 03-5214-8486
 メール) license@jst.go.jp
 URL) <https://www.jst.go.jp/chizai/license.html>

PDF資料は
 こちらから



https://www.jst.go.jp/chizai/news/doc/ij2025_majima.pdf

