

課題番号 : F-21-KT-0009
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : MEMS デバイスを利用した半導体ナノワイヤの機械・電気連成特性評価
 Program Title (English) : Multiphysics evaluation of mechanical and electrical properties of semiconductor nanowires by means of MEMS-based devices
 利用者名(日本語) : 磯野吉正, 上杉晃生
 Username (English) : Y. Isono, A. Uesugi
 所属名(日本語) : 神戸大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Kobe University
 キーワード/Keyword : ナノワイヤ、コア・シェル、SiC、電気計測、ピエゾ抵抗効果

1. 概要(Summary)

高温環境で動作可能な超高感度ピエゾ抵抗素子として、SiCNWs(シリコンカーバイドナノワイヤ)が注目されている。半導体ナノワイヤ構造では表面電位が電気伝導性に強く影響することが報告されており、本研究では、コア/シェル(C/S)NWs 構造において、シェル層表面電位がSiCNWs の電気伝導性に及ぼす影響を明らかにするため、4点曲げでのひずみ制御が可能な FET 型評価デバイス(Fig. 1)を開発し、シェル膜の種類と、外部からのゲート電位がピエゾ抵抗効果に及ぼす影響の評価を実施した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、プラズマ CVD 装置

【実験方法】

本実験では、SiCNWs を覆うシェルに、それぞれ負と正の固定電荷をもつアルミナ膜と酸化膜を採用した。

評価デバイスの作製では、深さ 5 μ m の微小溝をもつシリコン基板をシェルと同種の絶縁膜で被覆し、その上に、ボトムアップ手法により形成した C/S SiCNW を 1 本ずつ電子顕微鏡内でのナノプローブ操作により配置した。続く微細加工工程にて、NW シェルの両端部の部分的なエッチング、ドレインおよびソース電極となる金属薄膜の成膜、シェル膜と同種のゲート絶縁膜の成膜、ゲート電極の成膜を行ってデバイスを完成させた(Fig. 2)。

また上記作製工程のうち、フォトマスクの作製と、酸化膜ゲート絶縁膜の形成は京都大学ナノハブ拠点の装置を利用して実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiC コア直径 30~40nm の C/S SiCNWs に対して、真空中

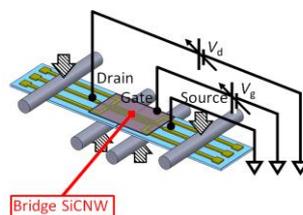


Fig. 1 Evaluation devise of FET type for SiCNMs.

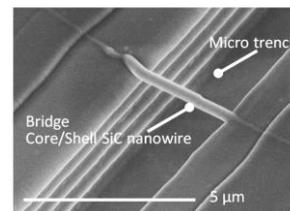


Fig. 2 SEM image of FET type for SiCNMs.

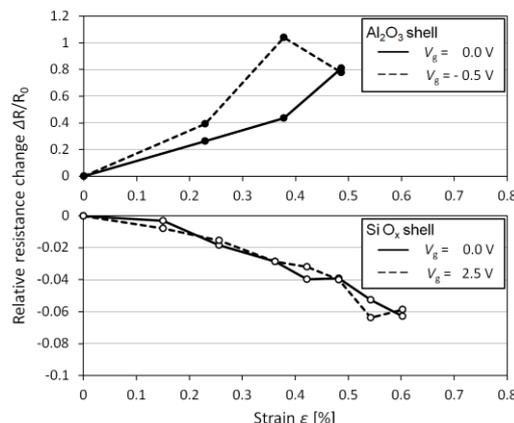


Fig. 3 Relative resistance change dependence on strain.

でひずみを与えて計測した抵抗変化率を Fig. 3 に示す。ゲージ率はシェル膜種類によって-7.9 から 274.6 へと、負から正へと広範囲の変動が見られ、またゲート電圧の影響にも両シェルで明確な差異がみられた。

この測定結果は、C/S SiC ナノワイヤの巨大なピエゾ抵抗効果の発現を示している。また表面電位による制御可能性も示唆されており、今後、これらの知見をもとに SiC の材料特性を活かして高温環境用高感度力覚センサへの応用が期待される。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

A.Uesugi et al., *IEEE MEMS 2021* (2021).

6. 関連特許 (Patent)

なし。