

課題番号 : F-18-NM-0036
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 30 nm 脳型推論アナログ抵抗変化素子の作製
Program Title(English) : Fabrication of 30 nm Resistive Analog Neuromorphic Device
利用者名(日本語) : 高橋慎
Username(English) : M. Takahashi
所属名(日本語) : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
Affiliation(English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、RAND, Analog Device, ReRAM

1. 概要(Summary)

脳型推論アナログ抵抗変化素子 RAND (Resistive Analog Neuromorphic Device) は、低消費電力性に優れ集積化のポテンシャルが高いだけでなく、ディープラーニング等の AI 演算機構をハードウェア実装可能とするための素子として注目を集めている。素子部分は電極材料と酸化物材料薄膜の積層構造から成るが、さらに酸化物材料薄膜を絶縁性の高抵抗層と、金属に近い電気抵抗率を有するリザーバー層とで構成した複合構造とすることによって、書き換え回数などの点で優れた素子特性が得られることが分かってきている。次世代 RAND 素子の性能評価のため、素子サイズ 30 nm を目標に加工プロセス開発を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 高速マスクレス露光装置、プラズマ CVD 装置、100kV 電子ビーム描画装置、化合物ドライエッチング装置

【実験方法】

酸化膜付き Si 基板上に下部電極(BE)として TiN(20 nm)を成膜後、高速マスクレス露光装置でレジストマスクをパターンニングし、化合物ドライエッチング装置によるエッチングとレジスト除去を行った。さらにプラズマ CVD 装置で SiO₂(30 nm)を成膜し、100kV 電子ビーム描画装置による描画と CF₄イオンシャワーによるエッチング加工で 80 nm コンタクトホール(CH)を開口した。CH 開口後に再度プラズマ CVD 装置で SiO₂(30 nm)を成膜し、CF₄イオンシャワーによるエッチバックで CH 形状をシュリンクして 30 nm とする。このベース基板に対して RAND の酸化物層(TaO_x)と上部電極(TE)層(TiN)をスパッタリングにて成膜し、パターンニングとエッチングにより RAND 素子を成形した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は作製した RAND 素子の断面 SEM 写真である。CH 開口部は 80 nm、素子サイズに相当する BE と TaO_xのコンタクト長は 30 nm となっており、目標を達成できた。CH の開口形状はなだらかなすり鉢状で、TaO_xや TE はホール形状に沿ってコンフォーマルに成膜できており、CH 内部と CH 周辺の平坦な CVD-SiO₂上とを比較しても膜厚がほぼ同じである。よって、この形状は CH 内に成膜する薄膜の膜厚制御の観点からも有利であると考えている。

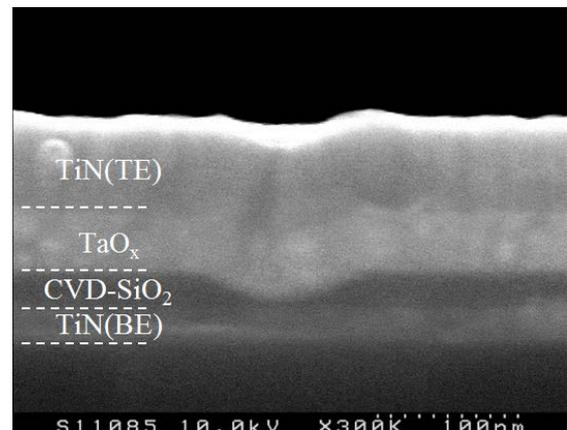


Fig. 1 Cross-sectional SEM image of 30 nm-sized RAND device consisting of TaO_x and TiN electrodes.

4. その他・特記事項(Others)

- ・NEDO IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト
- ・産業技術総合研究所 ナノプロセッシング施設

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし