

課題番号 : F-17-NM-0025
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 脳型推論アナログ抵抗変化素子の作製
Program Title (English) : Fabrication of 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
キーワード/Keyword : RAND, Analog Device, ReRAM, リソグラフィ・露光・描画装置

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りつつある。この複合構造の材料探索を効率的に行うため、想定される実用チップの素子サイズに近い RAND 素子(100 nm 級)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
- ・ 125kV 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、125kV 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コンタクトホール(CH)を開口した。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、高速マスクレス露光装置によるパターンニングと化合物ドライエッチング装置によるエッチング

で TE を加工したのち、この TE をマスクとして、さらに TaO_x層をエッチングし、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 TEM 写真である。BE と TaO_xのコンタクト長は 100 nm 以下となっており、目標を達成できた。ただし、CH の開口部に近い TaO_xや TE 層の一部で密度が低下していると思われる領域があった。CH 側面の角度が急峻である事が原因と考えており、更なる微細化には、CH 側面の角度を緩やかにしたり、SiO₂を薄くしたりする等の CH 形状の調整が必要と思われる。

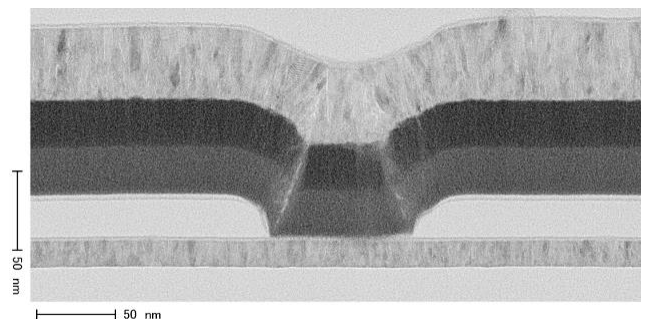


Fig. 1 Cross-sectional TEM image of 100 nm-sized RAND device consisting of TaO_x and TiN electrodes.

4. その他・特記事項(Others)

本研究は NEDO「IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト」の一環で行われた。本試作の一部においては、産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設を利用した。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし