

AMFPD'23 に参加して

伊 藤 良

Ryo ITO

電子情報学専攻修士課程 2023 年度修了

1. はじめに

7月4日～7日に、龍谷大学アバンティ響都ホールで行われた THE 30th INTERNATIONAL WORKSHOP ON ACTIVE-MATRIX FLATPANEL DISPLAYS AND DEVICES-TFT Technologies and FPD Materials-(AM-FPD'23) に参加し、「Amorphous Ga-Al-O Thin Film Double-layer Memristor with Different Oxygen Density Fabricated by Mist CVD Method」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

アモルファス酸化物半導体 (AOS) 薄膜は、高い可視光透過率や高いキャリア移動度など、多くの利点がある。我々はニューロモーフィック・デバイスのシナプスとして AOS を開発した。人間の脳の神経回路を模倣するためには、多くのシナプス要素を統合する必要がある。ミスト CVD は、真空を必要としない AOS の大量集積を低コストで実現する方法として有望であると考えられる。ミスト CVD 法で形成した GAO は、IGZO に比べて安価で毒性も低い。本研究では、GAO 薄膜デバイスの記憶特性について報告する。

2.2 作成条件

まず、石英基板上にメタルマスクを介して Ti 下部電極を真空蒸着した。次に、ミスト CVD 法を用いて α -GAO を 2 層成膜した。成膜時の基板温度は、下層が 400℃～500℃、上層が 350～450℃ とした。温度が高くなると酸素イオンが放出される。そのため、下層は酸素に乏しい (O-poor) 層で酸素空孔が多く、上層は酸素に富む (O-rich) 層で酸素空

孔が少ないと仮定した。図 1 に、本研究で用いたミスト CVD 装置の概略図を示す。キャリアガスの流量は 0.5L/min、希釈ガスは 10L/min とした。上層と下層の蒸着時間はそれぞれ 20 分とした。溶液は、ガリウムアセチルアセトナート Ga (acac)、アルミニウムアセチルアセトナート Al (acac)、塩酸 (20%)、純水から作成した。Ga (acac) は 0.424g、Al (acac) は 0.0415g、純水は 40ml、塩酸は 3.0g とし、Al が 10%、Ga が 90%、モル濃度が 0.03mol/L となるように制御した。最後に、Ti 上部電極を真空蒸着した。作成したデバイスの電流を測定した。図 2 に作成したデバイスの模式図を示す。

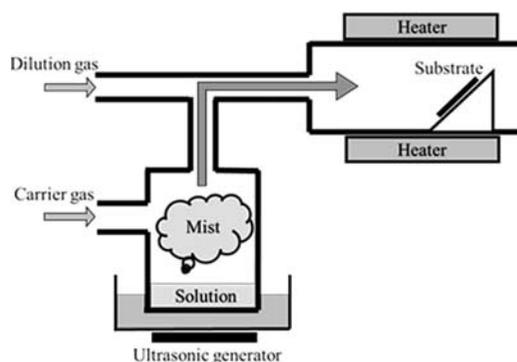


図 1 ミスト CVD 法の概要図

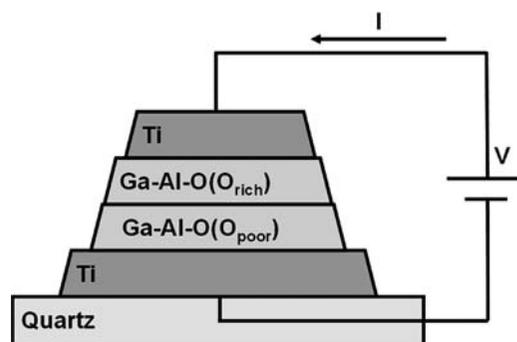


図 2 作成したデバイスの模式図

2.3 実験結果

表 1 に異なる成膜温度での結果を示す。図 3 に電流電圧特性を示す。上層の成膜温度を 400℃、下層の成膜温度を 450℃ で成膜することにより、6.9 という高いスイッチング比を得ることができた。

表 1 2層の異なる成膜温度でのスイッチング比

GAO層	成膜温度[°C]		スイッチング比	膜厚 [nm]
	下層	上層		
2層	400	350	1.62	70
		450	1.50	68
	450	400	6.91	103
		450	2.26	96
	500	350	1.42	60
		400	3.04	72
450		1.77	95	
1層	450		0.746	50

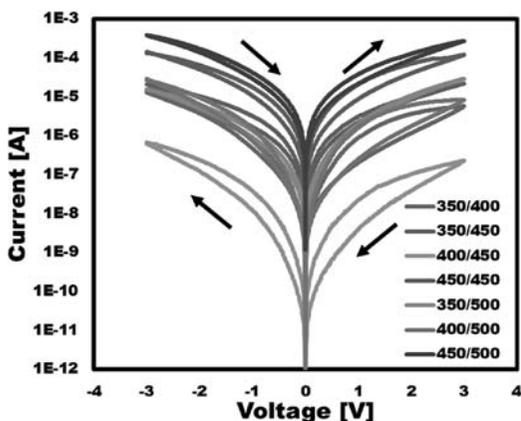


図 3 2層の異なる成膜温度での電流電圧特性

2.4 まとめ

結論として、GAO 薄膜を抵抗変化層として用い

て、Ti/GAO (O-rich)/GAO (O-poor)/Ti デバイスを作製した。GAO 薄膜は、非真空プロセスで低コストの成膜方法であるミスド CVD で成膜した。メモリ素子のスイッチング比を向上させるため、O-poor 層の上に O-rich 層を追加した。その結果、比較的厚い O リッチ層の添加がスイッチング比の改善に有効であることがわかった。上層の成膜温度を 400°C、下層の成膜温度を 450°C で成膜することにより、スイッチング比は 6.9 まで向上した。ニューロモルフィック・デバイスのシナプスとして有効であると考えられる。

謝辞

本研究の一部は龍谷大学理工学部特別研究設備費の支援によるものであり、ここに深く感謝いたします。本研究に協力して頂いた科学研究費補助金 基盤研究 (C) 19K11876、科学技術振興機構 (JST) 日本-台湾研究交流「AI システム構成に資するナノエレクトロニクス技術」、人工知能研究振興財団、KDDI 財団、龍谷大学ハイテクリサーチセンター、東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所共同利用研究、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト、進工業の方々に深く感謝します。また、今回の発表で国内外から多くの人と議論することができ、とても有意義な時間であり、多くの助言をいただくことができました。今後の研究に大きく活かしたいと考えております。