

原子層堆積装置による研究支援

Technical support by atomic layer deposition

「技術支援貢献賞」受賞 / Best Technical Support Contribution Award

受賞者: 山崎 将嗣 (産業技術総合研究所)

Awardee: Masashi Yamazaki (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

KEY WORDS Atomic Layer Deposition(ALD)



概要 | Overview

産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設 (NPF) では、原子層堆積装置 (ALD) を2013年度末に導入し、2014年度から支援活動を開始し、早期に高い稼働率を実現し、現在では数多くの支援実績を上げている。本発表では、受賞者が担当しているALDを用いた成膜例および支援事例について紹介する。

AIST Nano Processing Facility (NPF) has introduced atomic layer deposition (ALD) equipment of Oxford Instruments in 2013 and provided various film deposition services using it. In this presentation, I will introduce some examples of film deposition using ALD equipment and developments of recipes for various user requests.

原子層堆積装置による成膜例

Various Depositions by ALD

●多数のプリカーサによる多種多様な成膜

導入当初から、8プリカーサによる成膜が可能であったが、テスト成膜及びユーザーの要望などにより、現在では16プリカーサまでの成膜ができるように対応してきた。また、今後も増やしてゆく予定である。これらのプリカーサを組み合わせての多層成膜や複雑なナノミニスト膜の成膜が可能となっている。

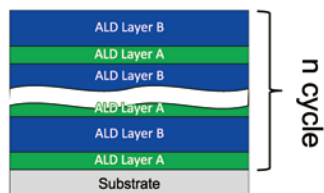


図1 複合膜成膜



図2 [NPF031]原子層堆積装置
(オックスフォード・インストルメンツ製 FlexAL)

●成膜条件の検討とカバレッジ評価

導入時のSiO₂成膜条件では、プリカーサの消費が激しく数十nmより厚い成膜が困難であることが判明し、本問題を解決するために、様々なレシピの調整・開発を行い、1/5程度の消費で成膜できるレシピを開発した。また、本レシピはカバレッジも良好であり、その後多くの支援に使用されるようになった。

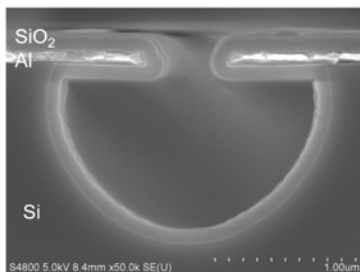


図3 SiO₂成膜のカバレッジ評価膜厚 101.3 nm(in-situエリプソメ測定)

●パーティクル問題対応

導入当初は、導電性窒化膜や金属膜を成膜する場合、チャンパー内壁に導電性膜がついてしまうRFパワーが投入されなくなり、プラズマが立たなくなる。これを回避するためにプラズマ室との間にゲートバルブを設け、プラズマ室に成膜されないような装置構成となっていた。しかし、サイクル毎のバルブ開閉によるパーティクル発生が起きていた。この問題を解決するために、装置メーカーと相談を行い、ゲートバルブを開けていても、プラズマ室に成膜されないレシピを協力して開発し、パーティクル発生を大幅に減らすことができた。

InGaAsナノシートゲート電極作製

Fabrication of gate all around TiN electrodes for InGaAs nano sheet FETs

●TiN電極の最適レシピ作成

TiN成膜では成膜温度が高いほど電気抵抗が低い良質の成膜が可能であることが分かっていた。しかし、InGaAsのようなIII-V族半導体では、高温による性能低下や装置汚染の問題がしばしば発生する。技術相談においてデバイスの構造などをユーザーと十分に協議し、適切な温度で成膜できる条件を検討し、デバイス作製に適用した。これにより、ユーザーが満足するデバイス性能を実現できた。

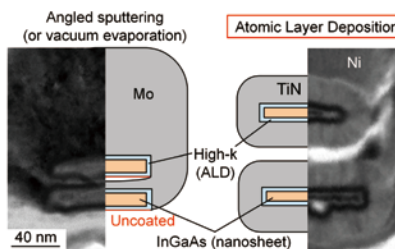


図4 TiNゲート電極断面比較

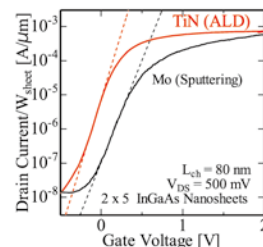


図5 TiNゲート電極の電気特性比較

新規プリカーサのALDテスト成膜

New Precursor ALD Deposition

●GaCp*を用いたGaN薄膜の原子層堆積

メーカーが開発したプリカーサの成膜テスト支援を行っており、GaCp* (ペンタメチルシクロペンタジエニルガリウム、Ga(CH₃)₅)を用いたGaNのALD成膜についての支援の事例を紹介する。GaCp*は新規プリカーサであり、成膜条件の検討には時間がかかるため、他のユーザー支援に支障がないように支援日程など様々な調整を行い、成膜テストを支援した。成膜テスト時にも、様々な問題が発生したが、ユーザーと逐次相談し条件を調整しながら検討を進めた結果、GaCp*パルス、NH₃/H₂プラズマパルス、N₂プラズマパルスを1サイクルとするABCタイプのレシピにより、ConformalなGaN薄膜が得られた。

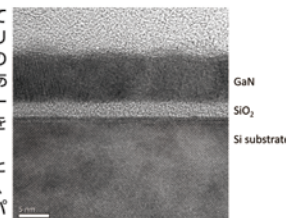


図6 GaN薄膜のTEM断面画像

2022年度からは、材料メーカーの新規プリカーサのテスト支援をさらに充実、加速できるように分析装置付きALD装置及び燃焼式除害装置の新規導入を進めており、今後さらに新規プリカーサのテスト成膜などの支援に注力したい。

CONTACT

山崎 将嗣 Masashi Yamazaki
産業技術総合研究所 URL : 現行 <https://ssl.open-innovation.jp/npi/>
2022年4月から <https://www.tia-kyoyo.jp/system/npi/>