

新型ALD装置「AD-800LP」の紹介

【サムコ(株) ナノ薄膜開発センター】

はじめに

半導体デバイスの微細化、高機能化に伴い、ナノレベルの膜厚制御性や優れたカバレッジ性を示すALD(原子層堆積法)の重要性が高まっている¹⁾。ALDの膜種は、 AlO_x や SiO_2 などの絶縁性の酸化膜が先行してきたが、近年、窒化膜や重金属を含む膜、導電性の金属膜など様々な膜種に広がってきた^{2,3)}。それに伴い、これまでよりも蒸気圧の低い原料を用いた成膜や導電性材料の成膜に対応するALD装置が求められている。本レポートでは、拡大するニーズに対応するため開発した新型ALD装置「AD-800LP」と成膜結果を紹介する。

AD-800LPの特徴

AD-800LPは多種多様なALD成膜を可能とする装置であり、以下のような3つの特徴を有する。

1. 反応室200℃まで加熱可能
ーコールドスポットをなくし、パーティクルを予防ー
2. 高密度ICPコイルの採用
ー導電膜の成膜が可能ー
3. 反応室を取り外して洗浄可能
ーメンテナンス性の向上ー

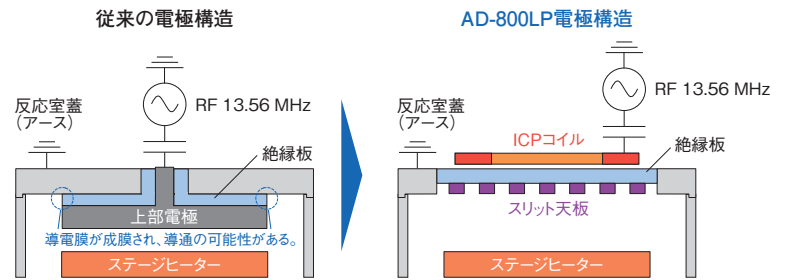


図1. 反応室電極構造模式図 従来電極構造とAD-800LP電極構造の比較

1つ目の特徴は、反応室加熱機構である。Al製の反応室にカートリッジヒーターを配置し、反応室全体を効率良く均一に加熱する機構を備えている。コールドスポットを排除するために、反応室に加えて排気配管を加熱し、蒸気圧の低い原料の凝集を防いでいる。

2つ目の特徴は、ICPコイルの採用である。図1に反応室の電極構造の模式図を示す。従来の当社ALD装置では、高周波を印加する上部電極を反応室内部に設置していた。このとき、金属やTiNなどの導電膜の成膜において、絶縁板が導電膜で覆われ、ホットである上部電極とアースである反応室蓋が導通する可能性があった。AD-800LPはICPコイル(トルネード方式)を採用し、反応室の外側に配置することにより、高周波を印加するICPコイル電極と反応室蓋の導通を防ぎながら、高密度プラズマを実現した。また、スリット天板を採用し、絶縁板が導電膜に覆われて磁場を妨げる事象を防止し、成膜を繰り返しても安定して放電できるようにしている。

3つ目の特徴は、反応室を取り外して洗浄可能なことである。ALDはカバレッジ性に優れており、反応室内に防着板を設置しても、膜が裏側へ回り込み反応室内壁に付着する可能性がある。従来の当社ALD装置では、回り込んで付着した膜の除去が困難であったため、AD-800LPは反応室ごと取り外して、内壁に付着した膜を洗浄できる構造を採用した。これにより長期的に安定した装置の保守・運用が可能となる。以上のような特徴を有するAD-800LPは大学・研究所など様々な用途での研究開発を行うオープンラボに最適な製品である。

AD-800LPの成膜結果

AD-800LPを用いた8インチSiウエハ上への AlO_x 膜の成膜結果を図2に示す。原料は、有機金属であるTMA(トリメチルアルミニウム)と、酸化剤として O_2 plasma, H_2O , O_3 との3種類を用いて成膜した。成膜温度は、いずれもステージヒーター温度を300℃とし、膜厚の測定にはエリプソメーター(堀場製作所製、Auto SE)を用いた。

O_2 plasma, H_2O , O_3 いずれの酸化剤を用いた場合も8インチ面内均一性は±2%以下と、良好な均一性が得られた。1サイクル当たりの膜厚は0.08~0.1 nm/cycleとなり、ナノレベルでの膜厚制御が可能であることを確認した。

TMA+ O_2 plasma	TMA+ H_2O	TMA+ O_3
27.54 ~ 38.96	25.17 ~ 30.77	38.55 ~ 44.88
面内均一性: ±1.47% サイクル回数: 300 cycle 平均膜厚: 30.60 nm 1サイクル当たり膜厚: 約0.1 nm/cycle	面内均一性: ±0.90% サイクル回数: 300 cycle 平均膜厚: 27.97 nm 1サイクル当たり膜厚: 約0.09 nm/cycle	面内均一性: ±0.81% サイクル回数: 500 cycle 平均膜厚: 40.61 nm 1サイクル当たり膜厚: 約0.08 nm/cycle

図2. 各酸化剤を用いた際のALD- AlO_x 成膜結果

おわりに

今回、低蒸気圧原料を用いた成膜や導電膜の成膜が可能な新型ALD装置AD-800LPと、3種類の酸化剤を用いた AlO_x 膜の成膜結果を紹介した。当社は、その他の材料を用いた成膜にも取り組んでおり、今後、別の機会に紹介する。

<謝辞>

本装置の製作にあたり多くのご助言をいただいた北海道大学 ナノテク連携推進室長 松尾保孝 教授に感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) S.M.George, *Chem.Rev.*, 2010, *110*, 111-131.
- 2) 2016年4月vol.93 Samco Now Technical-Report
- 3) 2021年10月vol.115 Samco Now Technical-Report