

PEALD法によるウエハ両面同時成膜

サムコ(株) 技術開発統括部 プロセス開発2部

■はじめに

ALD (Atomic Layer Deposition) 法は、二種類の前駆体を交互に供給することで、単原子層レベルで薄膜を形成する手法であり、優れたカバレッジ性および面内膜厚均一性を有することが知られている^{1,2,3)}。本手法はこれまで、耐薬品性及防湿性の向上、あるいは機能性光学特性の付与を目的として広く利用されてきた。これらの用途においては、ウエハの表面のみならず、裏面や側面に対しても均一な成膜を求められる場合がある。一方、PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 法やスパッタリング法といった従来の成膜技術では、表裏両面に成膜を行うために工程を二度繰り返す必要があり、プロセス効率および再現性に課題が生じやすい。これに対して、優れたカバレッジ性を持つALD法では、一度の成膜工程によってウエハの両面に同時に成膜することが可能である。サマルALD法を用いた両面同時成膜に関する報告は存在するが、PEALD (Plasma Enhanced ALD) 法に関してはその事例が極めて限られている。本レポートでは、ダイレクトプラズマを用いたPEALD法により、 AlO_x 薄膜をSiウエハの両面に同時に成膜した結果について紹介する。

■実験条件

本実験では、Siウエハ両面への同時成膜を目的として、 $\phi 6$ インチの両面鏡面Siウエハをスペーサーを用いて浮かせた状態で反応室内に設置した。設置状況を図1に示す。成膜にはトリメチルアルミニウム (TMA) を用い、酸化剤として O_2 をプラズマ印加状態で加えた。基板温度は 300°C 、ガスフローは水平方向とし、上面および下面それぞれの膜厚分布を評価条件とした。成膜プロセスにおけるスペーサー高さの影響を検討するため、スペーサーの高さを7 mm、11 mm、14 mmの3段階に設定し、それぞれの条件下で得られた成膜特性を比較評価した。

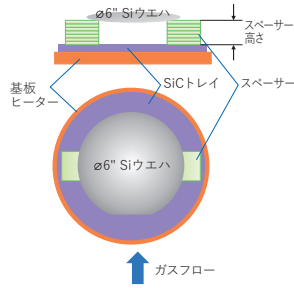


図1. サンプル設置図

■成膜結果

図2に、上面の膜厚分布をエリプソメータにより測定した結果を示す。スペーサーの高さを7 mm、11 mm、14 mmに変化させても、平均膜厚には顕著な変動は見られず、エッジ部においてわずかに膜厚が増加する傾向が認められたのみであった。いずれの条件においても面内膜厚均一性は $\pm 2\%$ 以下を示しており、極めて良好な成膜結果が得られた。

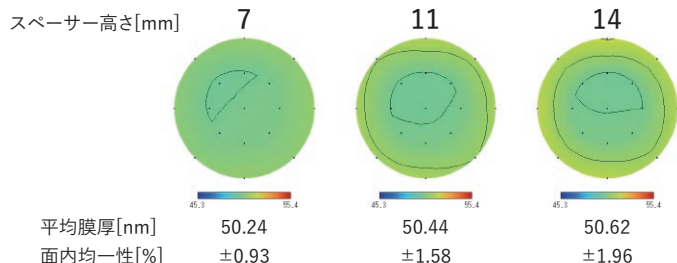


図2. 上面に成膜された膜の膜厚分布

図3に、下面における膜厚分布結果を示す。スペーサーの高さが増加するにつれて、下面における平均膜厚の増加および面内均一性の向上が明確に確認された。膜厚分布に関しては、中心部が相対的に薄く、

外周部に向かって膜厚が増加する傾向が見られる。これはプラズマラジカルの到達が中心部で相対的に制限されることを示唆している。

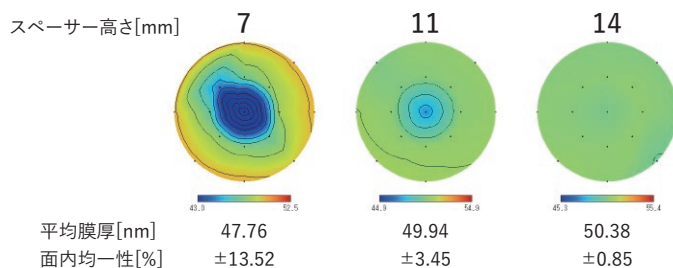


図3. 下面に成膜された膜の膜厚分布

図4に、スペーサーの高さごとの上下面の膜厚比 (下面膜厚/上面膜厚) を示す。スペーサーが高くなるのに伴い膜厚比は1に近づき、高さが14 mmにおいては膜厚比が0.99とほぼ同等となった。この条件であれば、上下両面における成膜均一性の確保が可能であることが明らかとなった。加えて、高さ14 mmの条件下で成膜された AlO_x 膜について、エリプソメトリーによる屈折率を評価した結果、上面・下面ともに $n = 1.705 \sim 1.712$ の値を示し、同等であった。また、同条件下におけるバッファードフッ酸 (BHF) に対するウェットエッチングレート (W.E.R.) を測定したところ、上面が87.6 nm/min、下面が85.7 nm/minと、膜質においても均一であることが確認された。これらの結果より、スペーサーを高さ14 mmとした成膜条件では、膜厚および膜質の両面均一性が確保されていることが示唆される。

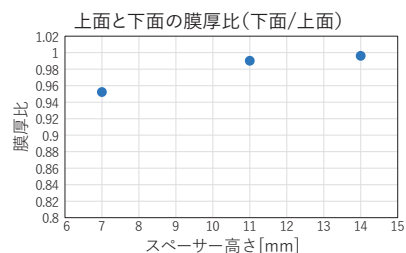
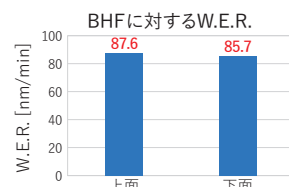


図4. スペーサーの高さごとの上面と下面の膜厚比

図5. スペーサー高さ14 mmの場合の AlO_x のBHFに対するW.E.R.

■おわりに

本報告では、スペーサーを用いて基板を浮かせた構造により、PEALD法を用いて AlO_x 膜をSiウエハの両面に同時に成膜した実験結果について報告した。スペーサー高さを7 mmから14 mmまで変化させて検討した結果、高さが増加するにつれて上下面の膜厚差は減少し、14 mmにおいては膜厚比が0.99とほぼ一致し、両面に均一な膜厚の成膜が達成された。また、スペーサー高さ14 mmの条件下で、屈折率およびウェットエッチングレートにおいて評価した結果、膜質においても上下面間の差異がほとんど認められず、成膜均一性が良好であることが確認された。

今後は、本手法を他の成膜材料および成膜条件に適用し、さらなる両面同時成膜プロセスの最適化と応用可能性の拡張を図っていく。

■参考文献

- 1) 2016年4月 vol.93 Samco Now Technical-Report
- 2) 2022年7月 vol.118 Samco Now Technical-Report
- 3) Gordon, Roy G., et al. "A kinetic model for step coverage by atomic layer deposition in narrow holes or trenches." Chemical Vapor Deposition 9.2 (2003): 73-78.

