

ALD 法による a-TiN_x 薄膜の低温合成Fabrication of a-TiN_x thin films at Low Temperature by Atomic Layer Deposition Technique

山梨大学 大学院医学工学総合研究部

○関 溪太、柳 炳學、佐藤哲也

Univ. of Yamanashi, Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering

○K. Seki, B. Yu, T. Sato

E-mail : g13ma021@yamanashi.ac.jp

1. Introduction

現在、集積回路 (LSI) は、更なる高速化が求められている。これまで集積回路において用いられる金属配線は主に Al が主流だったが、高速化を実現するため Cu を用いる方法が実用化されてきている。Cu 配線は抵抗が低く配線間の容量が小さいが、Si との界面に化合物をつくりやすく欠陥が生じやすい。本研究ではバリア層として応用されている TiN (窒化チタン) を、ALD (Atomic Layer Deposition) 法を用いて成膜温度の低温化とバリア性の向上を目的に a-TiN_x の合成を試みた。ALD 法は緻密で均一な成膜、良好なステップカバレッジ、正確な膜厚制御が可能だが、成膜速度が遅く生産効率が低いという課題がある。そこで我々は成膜速度を増大するために、成膜初期段階におけるマイクロ波プラズマ(M.W.P)照射効果について検討した。

2. Experiment

①原料である TiCl₄ および NH₃ を 300~400°C の Si 基板 (Φ4 inch) 上に交互に照射した。パージガスおよび放電ガスには高純度 N₂ を使用した。成膜一時圧力はそれぞれ TiCl₄ 10Torr、NH₃ 30Torr、N₂ 100Torr とした。成膜プロセスは、まず NH₃ M.W.P を用いた pretreatment 1 min 後、TiCl₄ 10s/N₂ purge 10s /N₂ M.W.P 10s/NH₃ 10s/ N₂ purge 10s/ N₂ M.W.P 10s を 1cycle として 30cycle 実行し、薄膜を合成した。

②薄膜の成長表面-TiCl_x の立体障害を軽減する試みとして NH₃-pretreatment に換えて Ar-M.W.P アシストを 10 s 行った後、TiCl₄ 10 s 照射した。この操作を 3 回繰り返したあと上記と同じように膜を堆積した。

堆積した薄膜表面状態の分析には、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) の高感度反射法を、多入射角分光エリプソメトリー (VASE) により膜厚分布を評価した。また X 線光電子分光法 (XPS) を用

い化学結合状態や組成比の評価を行った。

3. Results and discussion

①Table.1 に NH₃ -pretreatment および N₂-M.W.P の SE 測定データで示す。

Table.1 より N₂-M.W.P アシストは薄膜の成長表面が活性化され膜成長を促進させていると予想できる。しかし NH₃-pretreatment を行った場合には膜厚が減少した。これは表面が-NH_x 基で終端されたため表面における反応性が低下したためと考えられる。

Table 1. TiN_x Film thickness deposited by ALD.

NH ₃ -pretreatment	N ₂ -M.W.P	Average film thickness(nm)
○	○	1.2
○	-	0.9
-	-	1.7

②Table.2 にサンプルの膜厚分布を示す。基板の中心を (0,0) とする。Table.2 より約 1.6 nm の膜厚で均一に堆積したと判断されるが、原料ガス下部の (-20,0) 位置では、4.8 nm と約 3 倍厚い膜が形成された。Ar の M.W.P アシストで分解、活性化された結果、立体障害が軽減された効果であると推測される。

Table 2. The film thickness distribution of TiN_x films

position (mm)	film thickness (nm)
(0,0)	1.6
(40,0)	1.6
(20,0)	1.5
(-40,0)	1.6
(-20,0)	4.8

[謝辞]本研究の一部は、東京エレクトロン山梨株式会社の那須勝行様協力の下行われた。