

TMA/NH₃系 FM-CVD による AlN 薄膜の低温成長成長

Low temperature synthesis of AlN thin films by TMA/NH₃ FM-CVD

東大院工, °大高雄平, 佐藤颯基, 山口潤, 佐藤登, 筑根敦弘, 霜垣幸浩

Univ. Tokyo, °Y. Otaka, R. Sato, J. Yamaguchi, N. Sato, A. Tsukune and Y. Shimogaki

E-mail: otaka@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

高集積化・高性能化等を実現するために、二次元的な微細化・高集積化から IC チップを積層する三次元立体集積化 (3DIC) を目指すことが重要な技術指針となっている。しかし、3DIC は発熱密度も増加し、デバイス動作不良を引き起こす高温になりやすいことが課題である。そのため、熱伝導率の高い AlN 膜を、チップが損傷・劣化しない 400°C 以下の低温において形成させたい。3DIC 相互接続用のシリコン貫通孔 (TSV) 内への形成には優れた段差被覆性と高速性が必要なため、CVD 手法が必須となる。本研究では、TSV の側壁絶縁膜形成を目標とし、アスペクト比 (孔の縦横比) 10 程度に対して均一 (被覆率 90%程度) かつ高速 (10 nm/min 以上) な製膜が可能な CVD プロセスを検討している。

400°C 以下で窒化膜形成させるため、原料を間歇的に供給する手法を用い、原料が吸着・表面拡散する過程と原料由来の有機物やハロゲン等を還元除去する過程を時間的に分離して結晶性の高い薄膜の作製を狙った。このようなプロセスを FM-CVD (Flow-Modulation) と称している。本発表では、トリメチルアルミニウム (TMA) および NH₃ を原料ガスとし、400°C を低温化の目標値として FM-CVD 実験を行い、形成した薄膜を測定・解析して低温 AlN 成長に関する考察を行った。

本要旨では結果の一部を示す。製膜温度 400°C、全圧 667 Pa について、通常 CVD と、TMA+NH₃ 5s→NH₃ 15s を繰り返す FM-CVD 実験を行った。XPS による定量測定にて比較したものが図 1 である。通常 CVD よりも FM-CVD の方がリークに起因する酸素や原料 (TMA) にする炭素の不純物が少ない AlN が成長されることが各計測データより確認できた。つまり、連続的な供給の場合には原料由来の有機物を還元除去しきれないが、FM-CVD としてその時間を確保したことで、還元除去が行えたものと考えられた。また、図 2 に示した断面 SEM 画像より、AR30 トレンチ内にカバレッジ 94% という優秀な段差被覆性を有する AlN 薄膜成長が確認された。以上より、FM-CVD を用いると 400°C にて 3DIC の TSV やモールド部への AlN 成長が可能であると考えられた。

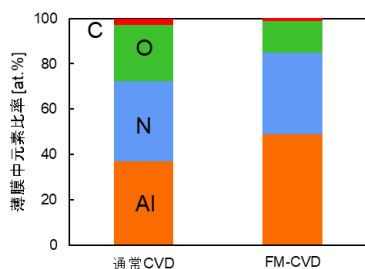


図 1 通常 CVD と FM-CVD の膜組成比較 (XPS).

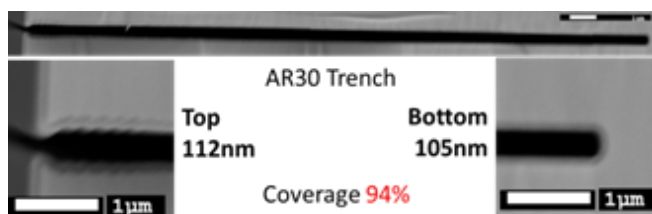


図 2 400°C FM-CVD での AR30 トレンチ内 AlN 膜分布。