

## 超伝導量子回路応用のための原子層堆積法による窒化チタン薄膜の評価と最適化 II

### Evaluation and optimization of titanium nitride thin films by atomic layer deposition for superconducting quantum circuit applications II

産総研 ○牧瀬圭正, 藤井剛、浮辺雅宏

AIST Kazumasa Makise, Go Fujii, Masahiro Ukibe

E-mail: kf-makise@aist.go.jp

我々は3次元実装技術と組み合わせた超伝導量子ビットの集積化の要素技術の開発として、TSV(through-silicon via)等の3次元構造体への原子層堆積法(ALD)による高品質な窒化チタン(TiN)薄膜の成膜を試みている。前回、ALDで成膜したTiN膜の電気輸送特性評価から得られた成膜条件最適化の指針について報告した。今回、TSV上のALD-TiN膜の均質性及び結晶性評価のため、ALDで超伝導TiN膜をTSV基板に成膜し、TSV各所での膜の構造解析や元素分析を行った。実験では、原料ガスとしてTDMATを、反応性ガスに窒素を用いてTiNをTSV基板表面側から成膜(ターゲット-基板間距離:20mm、基板温度:350°C、プラズマ電力:100W)後、チャンバーから取り出しNbを基板背面側にスパッタ成膜した。図1は作製したTSV基板の断面SEM像である。コントラストから垂直なビアの形成を確認した。次にTiN膜のTSV各部での膜厚分布を調べるためにSTEMによる観察を行い(図2)、今回の成膜条件で約100nm厚のTiNが基板背面側にまで均質に成膜されていることが分かった。また、TSV各所で電子線回折像(EDP)を取得した。図3にTSV中部での拡大TEM像及びEDP像を示す。TSVの何れの箇所でも、TiN膜は明瞭な回折リングを示し、また得られた面間隔もTiNの格子長と一致することが分かった。これらの結果から、現在の成膜条件でTSV内部であっても結晶性を有し均質なTiN膜が成膜できている事が分かった。一方でプラズマ照射面のTSV表面側とされていない背面側ではTiやNの組成に違いがあることも分かり、組成分布と超伝導特性の相関を調べる事が今後の課題である。

本研究は文部科学省、光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-leap) Flagship プロジェクト「超伝導量子コンピュータの研究開発」の助成を受けたものである。

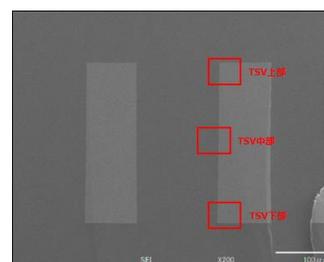


図1 TSVの断面SEM像

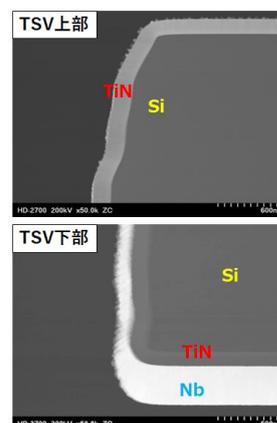


図2 TSVの断面STEMのZ-contrast像

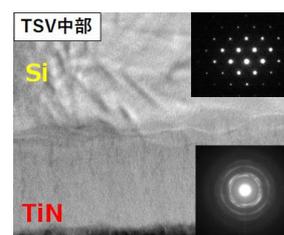


図3 TSVの断面TEM像とEDP