

液体原料を用いたタングステンのホール内埋め込み成膜

【サムコ(株) 開発部】

モノシラン(SiH_4)の代替原料ガスとして弊社が提案している液体原料(以下、SN-2と記す)をタングステン(W)熱CVDプロセスにも適用し、コンタクトホール内へのタングステン埋め込み成膜を、SN-2を用いたプロセスで実現した。また、この成膜プロセスは弊社のプラズマCVD装置をベースとした熱CVDで行っており、反応室内に付着したタングステン膜は、プラズマを用いたドライクリーニングで除去可能である。

これにより SiH_4 が使用できない環境において、SN-2を用いたプラズマCVDにより絶縁膜、保護膜としてのシリコン酸化膜(SiO_x)、シリコン窒化膜(SiN_y)の成膜が可能になり、さらにパワーデバイスの電極等を目的としたタングステンを容易に成膜することが可能となった。

■はじめに

パワーデバイスのコンタクト電極として期待されている高融点金属であるタングステンは WF_6 と H_2 を用いた熱CVDプロセスにより形成することができるが、このプロセスの初期過程では WF_6 と基板などの下地材との反応が優勢で、タングステンが形成されるとともに下地材がエッチングされる結果、タングステンが下地材側に食い込んでしまうという問題が生じることが知られている。また、その解決策として WF_6 と H_2 に加えて微量の SiH_4 を添加することで、下地材ではなく SiH_4 と WF_6 との反応によりタングステンの成膜が進行し、下地材へのタングステン食い込みが抑制できることが報告されている。^[1]しかし、 SiH_4 は高圧ガス保安法の特定高圧ガスにあたるため、施設や周辺環境に対する安全基準を満たす必要があり、大学などの研究機関では使用が困難な場合が多い。また近年では、巨大地震発生時のリスクを低減させるという観点から、非 SiH_4 プロセスへの期待が高まっている。

このような背景から、弊社ではプラズマCVD成膜プロセス開発の一環として、すでに SiH_4 の代替原料として液体原料であるSN-2を用いたLS-CVD[®](Liquid Source-CVD)法による SiO_x と SiN_y の成膜プロセスを開発した。これまでは、その他の液体原料であるTEOS(Tetraethyl orthosilicate)を用いた SiO_2 成膜や、当社が提案しているSN-1による SiCN 成膜を実施してきたが、いずれの膜種においても炭素混入が問題になる場合があった。当社が提案しているSN-2は、上記のような炭素等の不純物混入はなく、 SiH_4 を用いた場合とほぼ同等の膜が得られるという優位性を有している。

このようなSN-2の特徴から、SN-2が SiH_4 と同様の役割を果たし、熱CVDプロセスによるタングステン膜形成が可能と考え、プロセス開発および評価を行った。

■熱CVDによるタングステンの成膜と評価

本検証では WF_6 と H_2 およびSN-2を用いてタングステンの成膜を行った。また、比較のため SiH_4 を用いたプロセスでの成膜も実施した。成膜装置には、弊社のプラズマCVD装置PD-220NLを検証用に

改造したものを用いた。また、タングステン膜の評価として、膜組成分析と溝構造への埋め込み性確認を行った。膜組成分析には走査型電子顕微鏡(SEM、JOEL製JSM-7600F)に付属しているエネルギー分散型X線分析器(EDX)を用いた。また、同SEMで幅 $1\mu\text{m}$ 、深さ $2\mu\text{m}$ (アスペクト比2)の溝構造を持つサンプルへのタングステン成膜状況を観察し、埋め込み性を評価した。

図1はSi源の異なる各プロセスで得られたタングステン膜のEDXスペクトルである。いずれもWのピークが強く、プロセス間で大きな差異は認められない。また、図2は埋め込み性を確認したSEM像で、両プロセスとも溝中央部にまだ隙間があるものの、タングステンの側壁上部と下部の膜厚は同等であるため、成膜時間を延ばすことで完全に溝内を埋め込めることは可能であると考えられる。このように埋め込み性にはほぼ差異がないことが確認されたが、 SiH_4 に比べてSN-2から得られたタングステン膜は表面形状が滑らかで凹凸が少なくなるという点が異なっていた。

■まとめ

プラズマCVDによる SiO_2 膜や SiN 膜の成膜プロセスと同様に、熱CVDによるタングステン成膜においてもSN-2が SiH_4 の代替原料となり得ることが確認された。また、同装置でのプラズマによるドライクリーニングにより、反応器内に付着したタングステンを除去することが可能である。今後さらに開発を進め、パワーデバイスや他の市場への提案を実施する。

■謝辞

本実験を実施するにあたり、 WF_6 ガスを提供していただいた関東電化工業株式会社に感謝の意を表す。

■参考文献

[1] 伊藤 仁, 日本金属学会会報 第28巻 第1号(1989) P48-54

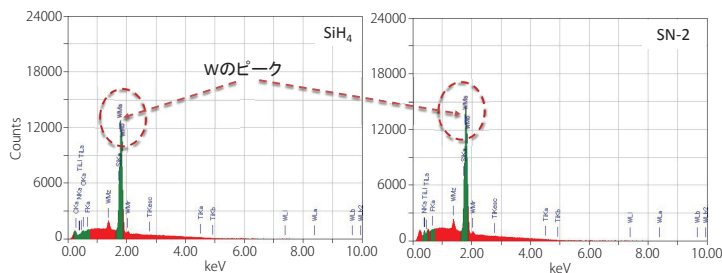


図1 Si源の異なるプロセスで成膜したタングステン膜の膜組成(左: SiH_4 , 右: SN-2)

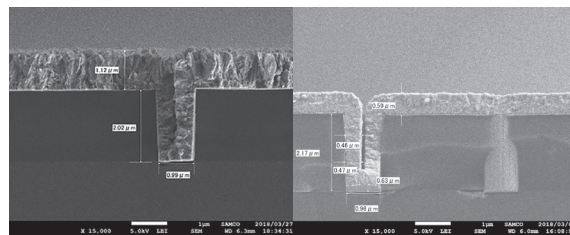


図2 Si源の異なるプロセスで成膜したタングステン膜の埋め込み性(左: SiH_4 , 右: SN-2)

※ サンプル提供元: 国立研究開発法人産業技術総合研究所