

# 液体原料を用いたタンゲステンのホール内埋め込み成膜

【サムコ(株) 開発部】

モノシリラン( $\text{SiH}_4$ )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)をタンゲステン(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ゲ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ゲステン膜は、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 $\text{SiH}_4$ 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( $\text{SiO}_x$ )、シリコン窒化膜( $\text{SiNy}$ )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ゲ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ゲステンは $\text{WF}_6$ と $\text{H}_2$ 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 $\text{WF}_6$ と基板などの下地材との反応が優勢で、タンゲ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、タンゲ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 $\text{WF}_6$ と $\text{H}_2$ に加えて微量の $\text{SiH}_4$ を添加することで、下地材ではなく $\text{SiH}_4$ と $\text{WF}_6$ との反応によりタンゲステンの成膜が進行し、下地材へのタンゲステン食い込みが抑制できることが報告されている。<sup>[1]</sup>しかし、 $\text{SiH}_4$ 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 $\text{SiH}_4$ 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 $\text{SiH}_4$ 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 $\text{SiO}_x$ と $\text{SiNy}$ の成膜プロセスを開発した。これまで、その他の液体原料であるTEOS(Tetraethyl orthosilicate)を用いた $\text{SiO}_2$ 成膜や、当社が提案しているSN-1による $\text{SiCN}$ 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ではなく、 $\text{SiH}_4$ 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 $\text{SiH}_4$ と同様の役割を果たし、熱CVDプロセスによるタンゲ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によるタンゲステンの成膜と評価

本検証では $\text{WF}_6$ と $\text{H}_2$ およびSN-2を用いてタンゲステンの成膜を行った。また、比較のため $\text{SiH}_4$ 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、タンゲステン膜の評価として、膜組成分析と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1μm、深さ2μm(アスペクト比2)の溝構造を持つサンプルへのタンゲステン成膜状況を観察し、埋め込み性を評価した。

図1は $\text{Si}$ 源の異なる各プロセスで得られたタンゲステン膜の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、タンゲ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、 $\text{SiH}_4$ に比べてSN-2から得られたタンゲ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 $\text{SiO}_2$ 膜や $\text{SiN}$ 膜の成膜プロセスと同様に、熱CVDによるタンゲステン成膜においてもSN-2が $\text{SiH}_4$ 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ゲ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、 $\text{WF}_6$ 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る。

## ■参考文献

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

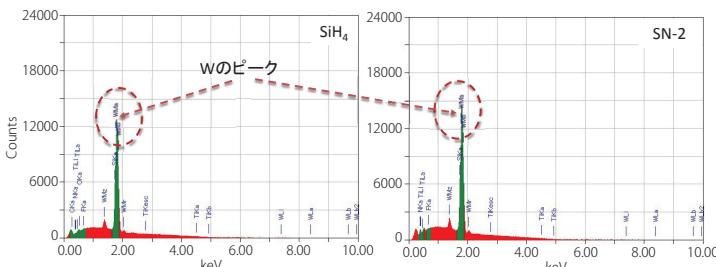
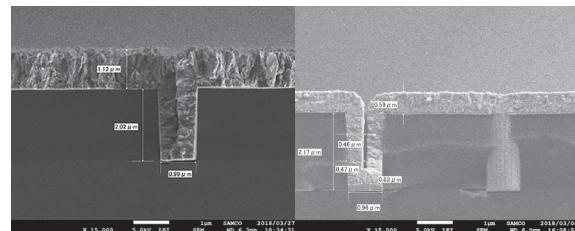


図1 Si源の異なるプロセスで成膜したタンゲステン膜の膜組成(左:SiH<sub>4</sub>、右:SN-2)



※サンプル提供元: 国立研究開発法人産業技術総合研究所

図2 Si源の異なるプロセスで成膜したタンゲステン膜の埋め込み性(左:SiH<sub>4</sub>、右:SN-2)