

低エネルギー有機ケイ素イオンビームの生成と SiC 等成膜への応用

Low-Energy Organic Silicon Molecular Ion Beam Production for SiC Film Formation

阪大工¹, 奈良女大², 産総研³ ○吉村 智¹, 杉本敏司¹, 竹内孝江², 木内正人^{1,3}

Osaka Univ.¹, Nara Women's Univ.² AIST.³, °Satoru Yoshimura¹, Satoshi Sugimoto¹,

Takae Takeuchi², Masato Kiuchi^{1,3}

E-mail: yosimura@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

シリコンを含有する材料の成膜においては、通常はシランを主原料として用いることが多い。シランは自己発火性をもつ危険性の高いガスであるため、可燃性はあるが比較的安全に扱うことができる、ヘキサメチルジシランを原料として用いたシリコンカーバイド成膜、または、ヘキサメチルジシロキサンを用いた酸化ケイ素膜の成膜実験、がしばしば行われている。本研究では、これらを原料として用いて、低エネルギーイオンビームを生成し、これをシリコン基板に照射することにより、シリコンカーバイドまたは酸化ケイ素の成膜を試みた[1-4]。

実験は、低エネルギー質量分離イオンビーム装置 (ULVAC 製) を用いて行った。このイオンビーム装置は、フリーマン型イオン源、イオン引き出し電極、高精度質量分離器、減速電極、成膜室から構成されている。本実験では、原料のヘキサメチルジシランまたはヘキサメチルジシロキサンをネオンガスによりバブリングし、ネオンと原料の混合ガスを 3ccm の流量でフリーマン型イオン源に導入した。この混合ガスのプラズマを立てることにより原料を解離し、フラグメントイオンを生成する。生成されたフラグメントは、電極に印加した高電圧によってイオン源より引き出される。次に、質量分離器により、多数のフラグメントの中から所望のフラグメント種のみを選別する。この質量分離されたイオンビームは減速されて低エネルギーイオンビームとなって成膜室に導かれる。イオンの質量とエネルギーは、Balzers 社のプラズマプロセスモニター PPM-421 により分析される。

はじめに、原料の解離で生成されたフラグメントイオン種の分析を行った。その結果、ヘキサメチルジシランのフラグメントイオンは、 H^+ , H_2^+ , C^+ , CH_3^+ , Si^+ , $SiCH_4^+$, $SiC_2H_6^+$, $SiC_3H_9^+$ であると分かった。一方、ヘキサメチルジシロキサンのフラグメントイオンは、 H^+ , H_2^+ , H_3^+ , C^+ , CH_3^+ , O^+ , Si^+ , $C_3H_3^+$, SiO^+ , SiC_2^+ , $SiOCH_2^+$, $SiC_3H_9^+$, $Si_2OCH_3^+$, $Si_2OC_2H_7^+$, $Si_2OC_3H_9^+$, $Si_2OC_4H_{11}^+$, $Si_2OC_5H_{15}^+$ であった。次に、ヘキサメチルジシランから生成した $SiCH_4^+$ イオンビーム (100eV) を Si(001) 基板に照射し、成膜実験を行った。基板温度を 800°C に設定した場合、3C-SiC が成膜されていることを確認した。また、ヘキサメチルジシロキサンから生成した SiO^+ イオンビームを基板に照射する実験も行った。分析の結果、酸化ケイ素膜が生成されていることを確認した。

[1] S. Yoshimura, M. Kiuchi, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 108001, (2015).

[2] S. Yoshimura, S. Sugimoto, M. Kiuchi, J. Appl. Phys. **119**, 103302, (2016).

[3] S. Yoshimura, S. Sugimoto, K. Murai, M. Kiuchi, AIP Adv. **6**, 125029, (2016).

[4] S. Yoshimura, S. Sugimoto, K. Murai, M. Kiuchi, Surf. Coat. Technol. **313**, 402 (2017).