

低エネルギーケイ素分子イオンビームの生成と酸化ケイ素成膜への応用

Low-Energy Silicon Molecular Ion Beam Production for SiO 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, 村井健介³ 木内正人^{1,3}

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

Takae Takeuchi², Kensuke Murai³, 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、ヘキサメチルジシロキサン (HMDS) やオルトケイ酸テトラエチル (TEOS) を原料として用いた酸化ケイ素膜の成膜実験が行われている。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、これを基板に照射することにより酸化ケイ素の成膜を試みた[1,2]。

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、成膜チャンバーから構成されている。本実験では、原料の HMDS または TEOS 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、HMDS 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。一方、TEOS のフラグメントイオンは C^+ , C^+ , CH_2^+ , O^+ , H_2O^+ , Si^+ , SiC^+ , SiO^+ , $SiO_2H_3^+$, $SiO_3H_3^+$, $SiO_3CH_3^+$, $SiO_4CH_3^+$, $SiO_4C_2H_3^+$, $SiO_4C_3H_7^+$, $SiO_4C_4H_9^+$, $SiO_4C_5H_{11}^+$ であった。次に、HMDS から生成した SiO^+ イオンビーム、TEOS から生成した $SiO_3H_3^+$ イオンビームをそれぞれシリコン基板に照射し、成膜実験を行った。イオンビームのエネルギーは共に 50eV とした。基板温度は、HMDS では室温、TEOS では 320℃ とした。分析の結果、HMDS では組成比 $SiO_{1.45}$ 、TEOS では組成比 SiO_2 の酸化ケイ素膜が生成されていることを確認した。膜厚は共に約 100nm であった。

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

[2] S. Yoshimura, S. Sugimoto, T. Takeuchi, K. Murai, M. Kiuchi, submitted to Thin Solid Films.