

ヘキサメチルジシランの解離フラグメントの低エネルギー イオンビーム生成とシリコンカーバイド成膜

Low-Energy Mass-Selected Ion Beam Production of Fragments Produced from Hexamethyldisilane for SiC Film Formation

阪大工¹, 産総研², °吉村 智¹, 杉本敏司¹, 木内正人^{1,2}

Osaka Univ.¹, AIST.², °Satoru Yoshimura¹, Satoshi Sugimoto¹, Masato Kiuchi^{1,2}

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

シリコン基板上へのシリコンカーバイド (SiC) 成膜の研究が、様々な方法で広く行われている。これらの研究では、シラン、メチルシラン、ジメチルシランなどを原料として SiC 成膜を行なっているが、これらはいずれも爆発性をもつ危険なガスである。本研究では、可燃性はあるが比較的安全に扱うことのできるヘキサメチルジシランを原料として用いて、SiC 成膜を試みた[1-3]。

実験は、低エネルギー質量分離イオンビーム装置を用いて行った。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、ヘキサメチルジシランをネオンガスによりバブリングし、ネオンとヘキサメチルジシランの混合ガスを 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ヘキサメチルジシランを解離し、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、ヘキサメチルジシラン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、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。これらのうち、SiC 成膜に特に有用と思われるのは、 $SiCH_4^+$, $SiC_2H_6^+$, $SiC_3H_9^+$ である。まず、100eV の $SiCH_4^+$ イオンビームを生成する実験を行った。次に、このイオンビームを Si(001) 基板上に照射し、成膜実験を行った。基板温度を 800°C に設定した場合、X 線回折により基板上に 3C-SiC が成膜されていることを確認した。一方、700°C の場合、アモルファスの SiC が成膜された。次に、 $SiC_2H_6^+$ と $SiC_3H_9^+$ のイオンビームを生成した。エネルギーは 100eV とし、基板温度は 800°C とした。 $SiC_2H_6^+$ の場合、基板上に 3C-SiC を確認した。一方、 $SiC_3H_9^+$ の場合、3C-SiC に加えて、ラマン測定によりダイヤモンドライクカーボンも確認された。XPS により組成分析を行った結果、この膜では C/Si ~ 2 であった。一方、 $SiCH_4^+$ と $SiC_2H_6^+$ で成膜した場合には、C/Si ~ 1 であった。この結果から、SiC 成膜に適したフラグメントは、 $SiCH_4^+$ または $SiC_2H_6^+$ であることが明らかになった。

[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).