

イオンビーム誘起CVD法の、酸化ケイ素と窒化ケイ素の成膜への応用

Low-energy ion beam induced CVD for the formation of silicon oxide and silicon nitride

阪大院工¹, 奈良女子大² °吉村智¹, 杉本敏司¹, 竹内孝江², 木内正人¹

Osaka Univ.¹, Nara Women's Univ.²

°S. Yoshimura¹, S. Sugimoto¹, T. Takeuchi², and M. Kiuchi¹

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

近年、イオンビーム誘起 CVD (IBICVD)法の、ナノスケールの立体構造形成[1]、磁気媒体の開発[2]、などへの応用研究が注目されている。本研究では、この手法を、酸化ケイ素および窒化ケイ素の成膜へ応用することが可能かどうか、検討を行った。

IBICVD では、原料ガスを基板に吹き付け、そこに同時にイオンビームを照射する。今回は、窒素イオンビームと酸素イオンビームを用いた。イオンビームの生成は、窒素ガスプラズマまたは炭酸ガスプラズマを生成し、質量分離により、できたプラズマから各イオンを抽出することにより行った。様々な原料で実験を行ったが、今回は、下記の3つの実験結果を紹介する。

(1) ヘキサメチルジシラザン ($(\text{CH}_3)_3\text{SiNHSi}(\text{CH}_3)_3$) は、ヘキサメチルジシラン、ヘキサメチルジシロキサンとよく似た分子構造を持っている。しかしながら、ヘキサメチルジシラザンを原料に用いた IBICVD 実験は、これまでは行われていなかった。本研究では、540°C の Si 基板にヘキサメチルジシラザンを吹き付けつつ、そこに 100eV の N^+ イオンビームを照射することにより IBICVD 反応を誘起すれば、窒化ケイ素の成膜が可能であることを実証した[3]。

(2) オルトケイ酸テトラエチル (TEOS, $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)は、可燃性が低く、比較的安全に取り扱うことができるため、酸化ケイ素の成膜の原料として用いられている。しかしながら、TEOS を原料に用いた IBICVD 実験は、これまでは全く行われていない。我々は、0.6sccm の流量で TEOS を室温基板に吹き付けつつ、そこに 100eV の O^+ イオンビームを照射することにより IBICVD 反応を誘起すれば、炭素をほとんど含有しない酸化ケイ素の成膜が可能であることを実証した[4]。

(3) ヘキサメチルジシラン ($(\text{CH}_3)_3\text{SiSi}(\text{CH}_3)_3$) とヘキサメチルジシラザンは、プラズマ CVD などによる炭化ケイ素と窒化ケイ素の原料として利用されている。我々は、0.5sccm の流量で、ヘキサメチルジシランを室温基板に吹き付けつつ、そこに 100eV の O^+ イオンビームを照射することにより IBICVD 反応を誘起すれば、炭素を含有しない酸化ケイ素の成膜が可能であることを実証した。一方、ヘキサメチルジシラザンを原料として同様の実験を行った場合にも、やはり酸化ケイ素の成膜は可能であったが、この場合には膜に微量の炭素が含まれることが分った[5]。

[1] S. Matsui, Nucl. Inst. Meth. B, 257 (2007) 758.

[2] QY Xu, et al., J. Appl. Phys. 97 (2005) 0K308.

[3] S. Yoshimura, et al., PLOS ONE, 16 (2021) e0259216.

[4] S. Yoshimura, et al., Nucl. Inst. Meth. B, 511 (2022) 113.

[5] S. Yoshimura, et al., AIP Adv., 11 (2021) 125328.