

ナノ粒子取り込みによる SiNx の低温プラズマ CVD 製膜

Low Temperature Plasma CVD of SiNx by Incorporating Nano Particles

九州大学¹, 自然科学総合機構² ○佐々木勇輔¹, 吉田知晃¹, 阿部滉平¹, 山本晃大¹,
鎌滝晋礼¹, 奥村賢直¹, 板垣奈穂¹, 古閑一憲^{1,2}, 白谷正治¹

Kyusyu Univ.¹, NIFS², °Yusuke Sasaki¹, Tomoaki Yoshida¹, Kouhei Abe¹, Koudai Yamamoto¹,
Kunihiro Kamataki¹, Takamasa Okumura¹, Naho Itagaki¹, Kazunori Koga¹, Masaharu
Shiratani¹

E-mail: te15137g@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

近年, IoT(Internet of Things)などでフレキシブル半導体が注目されている^[1]. 窒化シリコン(SiNx)はゲート絶縁膜や保護膜として用いられ, プラズマ CVD 法で 300°C程度で製膜される^[2, 3]. しかし, フレキシブル基板の耐熱温度は 200°C以下であり, 低温での高品質製膜手法が求められている^[4]. しかし, 低温では表面反応速度が遅く, 高品質な SiNx 膜の作製は困難である^[1]. 本研究では, 気相プラズマ中で発生するナノ粒子の窒化度は基板温度に依存しない点に着目した.

本研究ではマルチホロー放電プラズマ CVD 法を用いてナノ粒子を取り込ませ, 100°Cの基板温度で SiNx を製膜した^[5-7]. この方法では, 電極にある 79 個の穴の中でプラズマを発生させる. この穴はそれぞれ直径 5.0mm, 長さ 9.8mm である. 電極に接続した RF 電極は, 周波数 60MHz, 電力 20W である. 材料ガスはシラン(SiH₄)と窒素(N₂)であり, 総流量を 30lscm, 圧力を 0.5Torr に設定した. ガス流量比 N₂/SiH₄ を 99~300 に変化し, 膜質の変化を調べた.

図 1 は膜窒化度 N/Si と膜中水素量 H の流量比依存性である. N₂/SiH₄ 流量比が増加すると, 膜窒化度 N/Si は増加し, 膜中水素量 H は減少している. SiH₄ 分圧が減少すると, SiH₂ と SiH₄ の 2 次反応によるナノ粒子成長が抑制される^[8]. サイズが小さいナノ粒子は熱容量が小さく, 比表面積が大きいため, 気相プラズマ中で高温になり, ナノ粒子表面での反応が促進される. この小さいナノ粒子を膜に取り込むことで, 100°Cの低い基板温度で高窒化度・低水素量の SiNx を製膜できることを図 1 の結果は示唆している.

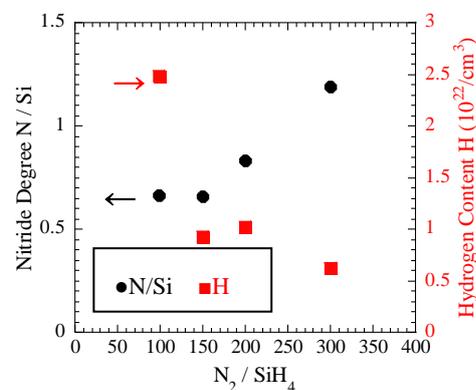


Fig1. Nitride degree N/Si and hydrogen content H as a function of the gas flow ratio N_2/SiH_4

[1] K. Nomura et al., J. J. Appl. Phys., **45** (2006) 4303. [2] 森勇蔵, 機密工学会誌, **70** (2004) 292. [3] C. H. Yu et al., Surface & Coating Technology, **395** (2020) 125877. [4] B. Arkles, Thin Solid Films, **711** (2020) 138299. [5] K. Koga et al., J. Appl. Phys, **44** (2005) L1430. [6] S. Toko et al., J. J. Appl. Phys, **55** (2016) 01AA19. [7] K. Keya et al., J. J. Appl. Phys, **55** (2016) 07LE03. [8] 松田彰久, プラズマ・核融合学会誌, **76** (2000) 760.