

SiH₄ パルス供給による Ar プラズマ発光の増大と 生成したシリコンナノ結晶の関係

Relationship between Enhanced Emission of Ar Plasma by SiH₄ Pulsed Supply and Formed Silicon Nanocrystals

東工大量子ナノ研セ ○池本 和史, 中峯 嘉文, 河野 行雄, 小田 俊理

QNERC, Tokyo Tech. ○Kazufumi Ikemoto, Yoshifumi Nakamine, Yukio Kawano, Shunri Oda

E-mail: ikemoto.k.aa@m.titech.ac.jp

【背景・目的】シリコンナノ結晶 (SiNCs) はその量子サイズ効果からバルクシリコンにはない電子的・光学的特徴を持つため注目されている [1,2]。我々は Ar プラズマ中への SiH₄ ガスパルス供給により単分散化した SiNCs の作製に成功している [3]。SiH₄ をパルス供給するとプラズマからの発光が一時的に強くなるが、我々はこの発光増大の継続時間がパルス供給の ON 時間より長いことに着目した。そこで、本研究では時間分解発光分光法を用いて SiNCs 発生中のプラズマ観測を行い、発光の増大と生成した SiNCs の相関について調査した。

【実験方法】SiNCs の作製は VHF プラズマセル内で行われる [3]。本実験ではプラズマセルへ Ar を 40-90 sccm 連続的に供給し 5 W の電力を投入してプラズマを発生させた。そこへ圧空バルブより応答の早いピエゾバルブを用いて SiH₄ を 2 秒間隔でパルス供給した。パルス ON 時間は最大 50 ms まで可変とし、SiH₄ 流量は 6.0 sccm とした。生成した SiNCs は Si 基板上に堆積させ、走査型電子顕微鏡により粒径と堆積量を測定した。それと同時に光学分光器 (MPCD-9800, 大塚電子) を用いてプラズマセルからの発光スペクトル (200-810 nm) の測定を 5 ms 間隔で行った。

【結果】SiH₄ パルス供給に伴い Ar 発光スペクトルが全体的に増大していることが分かった。一例として波長 752 nm (Ar I) の時間的強度変化を Fig. 1 に示す。パルス ON 時間が 35 ms 以上の時は ON 時間を増すに従い Ar 発光の増大が急激に強くなる。一方、ON 時間が 32 ms 以下では発光が増大せず、このとき SiNCs は堆積されなかった。したがってこの発光の増大はプラズマ中での SiNCs の発生によるものと考えられる。また、Fig. 2 および Fig. 3 より、生成した SiNCs の粒径や堆積量が発光増大の継続時間や強度と強い相関があることが分かった。

【結論】生成される SiNCs と Ar 発光の増大との相関関係から、プラズマ発光のモニタリングにより SiNCs の粒径や堆積速度を制御できることが期待される。

謝辞 本研究は科研費 (22246040) の助成のもとに遂行された。

参考文献 [1] B. Delley *et al.*, Phys. Rev. B 47 (1993) 1397. [2] L. Pavesi *et al.*, Nature 408 (2000) 440. [3] K. Nishiguchi *et al.*, J. Appl. Phys. 92 (2002) 2748.

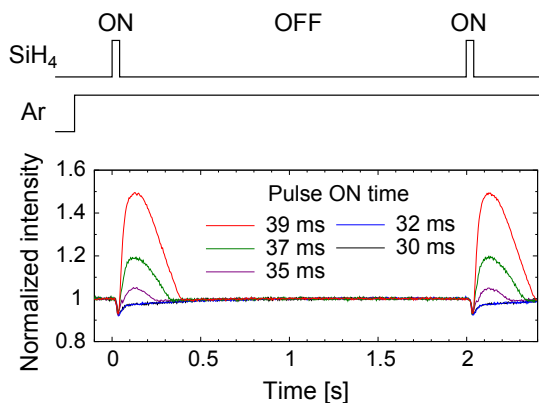


Fig. 1: SiH₄ パルス供給による 752 nm (Ar I) での発光強度の時間変化

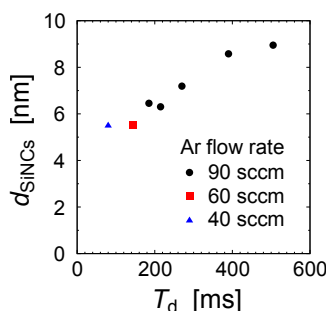


Fig. 2: SiNCs の平均粒径と Ar 発光増大の継続時間

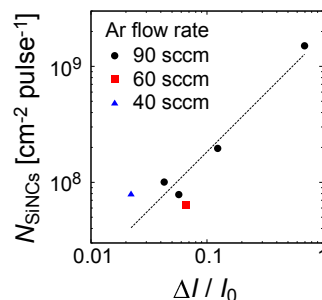


Fig. 3: SiNCs のパルス当たりの堆積面密度と Ar 発光強度の変化率