

## Ar のマイクロ波放電フローにおける有機ケイ素化合物の 解離励起反応解析

### Analysis of dissociative excitation reaction of organosilicon materials in microwave discharge flow of Ar.

長岡技科大工, °佐伯駿介, 熊倉基起, 伊藤治彦

Nagaoka Univ. of Tech., °Syunsuke Saeki, Motoki kumakura, Haruhiko Ito

E-mail: [syunsuke\\_saeki@mst.nagaokaut.ac.jp](mailto:syunsuke_saeki@mst.nagaokaut.ac.jp)

【緒言】 Ar のマイクロ波放電フローによるテトラメチルシラン ( $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ , TMS) の分解反応を用いると、水素化されたアモルファス炭化ケイ素 ( $a\text{-SiC}_x\text{:H}$ ) 膜が得られる。また、その際に基板に高周波バイアス ( $-V_{\text{RF}}$ ) を印加する事でより硬質な膜が得られる。TMS の代わりにヘキサメチルジシラン ( $\text{Si}_2(\text{CH}_3)_6$ , HMD) を用いることでも同様に  $a\text{-SiC}_x\text{:H}$  膜が得られる。これら有機ケイ素化合物のプラズマ分解反応、特に硬質膜を形成する上で有用な高周波バイアスを印加した条件における解離励起過程は報告例がない。そこで本研究では高分解能発光スペクトルに基づいてそれらの分解過程を検討した。以下に HMD を原料に用いた結果を記述する。

【実験】 真空チャンバー内を 0.04 Pa 以下に排気した後、放電管上流より  $\text{P}_2\text{O}_5$  を通して脱水した Ar ガスを 13 Pa の圧力でチャンバーに導入し、マイクロ波 (2.45 GHz, 100 W) によって Ar の放電フローを発生させた。同様に脱水した HMD をノズルを介して放電フロー中に導入した。高周波 (13.56 MHz) バイアスは 0-100 V の範囲で基板ステージに印加した。HMD の解離励起反応により生じた発光を石英窓を通して 2 枚の凸レンズで分光器に導入し、発光スペクトルを測定した。

【結果】 Fig. 1 に膜の機械的強度を示す。 $-V_{\text{RF}}=0$  V では膜の強度は 0.6 GPa と柔らかく、 $-V_{\text{RF}}=20$  V で約 6 GPa と急激に硬質化していた。Ar, Si(4s-3p)の原子線および SiH( $A^2\Delta-X^2\Pi$ )、CH( $A^2\Delta-X^2\Pi$ )、CH( $B^2\Sigma^-X^2\Pi$ )、 $\text{C}_2(d^3\Pi_g-a^3\Pi_u)$ の発光スペクトルが観測された。Fig. 2 に $-V_{\text{RF}}$ と発光強度の関係を示す。縦軸は $-V_{\text{RF}}=0$  Vでのそれぞれの発光強度を1とした相対強度を表している。SiH(A-X)、CH(A-X)、CH(B-X)、 $\text{C}_2(d-a)$ の発光強度は $-V_{\text{RF}}$ に依存性が見られ、Si(4s-3p)は $-V_{\text{RF}}$ に関わらずほぼ一定であった。これは、高周波バイアスの印加が膜の物性や組成だけでなく、プラズマ中の反応にも影響を与えている事を示唆する。

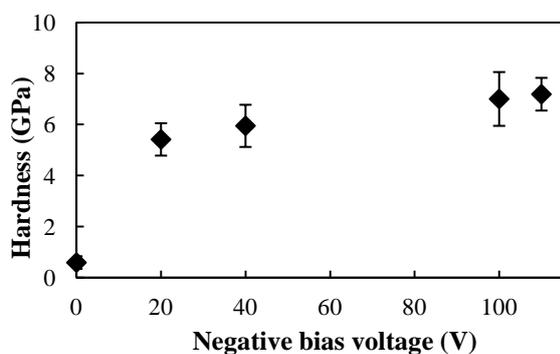


Fig. 1 Mechanical hardness of  $a\text{-SiC}_x\text{:H}$  films

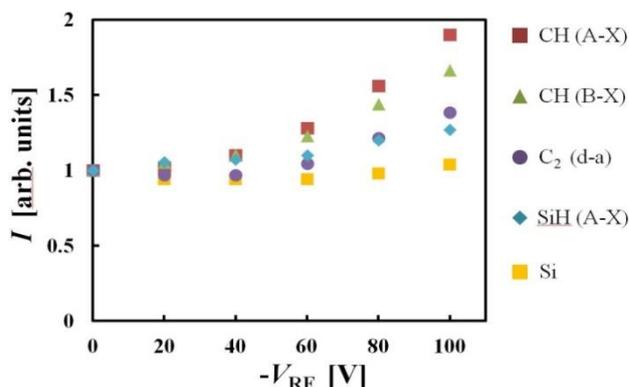


Fig. 2 Relative emission intensity vs.  $-V_{\text{RF}}$ .