

SiHCl₃-SiH_x 系シリコン薄膜形成法により得られる薄膜中の炭素濃度

Carbon Concentration in Silicon Film Grown in SiHCl₃-SiH_x-H₂ System

横浜国大院工¹ 齋藤あゆ美¹, ○山田彩未¹, 羽深 等¹

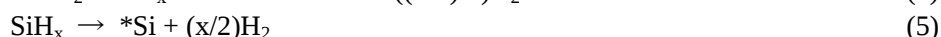
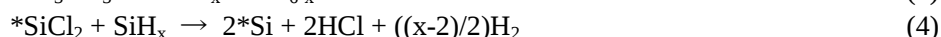
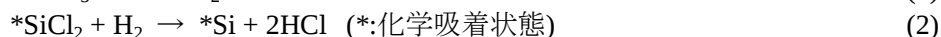
Yokohama nat Univ.¹, Ayumi Saito¹, ○Ayami Yamada¹ and Hitoshi Habuka¹

E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

[序論] 電子デバイスなどの生産工程において、トリクロロシラン(SiHCl₃, TCS)を用いてシリコンエピタキシャル成長を行う際の生産性を上げるためには、成長速度の飽和[1]を越える方法があれば有用である。そこで我々は、TCS ガスと SiH_x ガスを混合させる方法を提案[2]した。その際には SiH_x の安全な供給法としてモノメチルシラン(SiH₃CH₃, MMS)ガスを用いていることから、Si 薄膜中に C が混入し、成長速度に影響することが懸念された。そこで本研究では、得られた薄膜中の炭素濃度を分析し、成長速度に影響を与えない程度であることを確認したので、その詳細を報告する。

[実験] 成膜装置を Fig. 1 に示す。反応器内に設置した(100)シリコン基板をハロゲンランプにより加熱した。キャリアガスには H₂ を、成膜用のガスには TCS を、SiH_x 生成用ガスとして MMS を用いた。装置内の圧力は 1 気圧とした。基板表面の自然酸化膜を水素中 1100°Cにおいて除去した後、H₂ (1 slm)、TCS (24 sccm)、MMS (0~12 sccm)を常圧において 20 分間供給してシリコン薄膜を形成した。薄膜の組成は X 線光電子分光法(XPS)によって調査した。

[成膜過程] 化学反応式を(1)~(4)式に示す。(1)、(2)式は TCS による成膜反応[1]である。MMS を導入することにより、(3)式に従って MMS が CH_{6-x} と SiH_x となり、(4) 式に従ってシリコンを 2 原子生成する。同時に、(5)式に従ってシリコンを形成すると考えられる。前報[2]において、成膜速度の増大[2]、排出ガス中のクロロシラン濃度の減少、MMS のみによる成膜速度が微小であったこと、から (4) 式が成膜に有効に働いたことが確認された。



[結果と考察] 850°C, TCS2.4%, MMS1.2%において得られた Si 薄膜中の炭素濃度を XPS により分析した。その結果を Fig. 2 に示す。薄膜表面は赤線、薄膜中の深さ 100 nm における値を青線で表している。薄膜表面には雰囲気由来の有機不純物と考えられる炭素化合物が検出されている。それに対して、深さ 100 nm においては炭素に由来する信号が得られていない。これにより (3) 式に従って MMS から生じた CH_{6-x} は薄膜成長には殆ど関与しないこと、得られる成膜速度に対する影響は無視できることが考えられ、成長速度増大が SiH_x に起因することが確認された。

[結論] シリコンエピタキシャル成長速度を増大させるために TCS と MMS を用いてシリコン薄膜を形成し、得られた膜中の炭素を分析した。薄膜中に炭素の混入は確認されなかったことから、成長速度増大が SiH_x に起因することが確認された。

[参考文献]

[1] H. Habuka *et al.*, J. Cryst. Growth, 169 (1996) 61-72.

[2] 齋藤あゆ美, 羽深 等, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-1C-16 (2015).

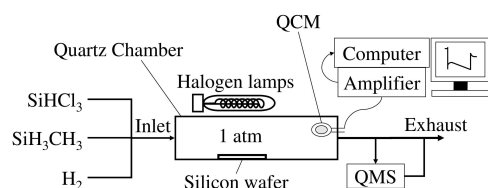


Fig. 1 Reactor used in this study

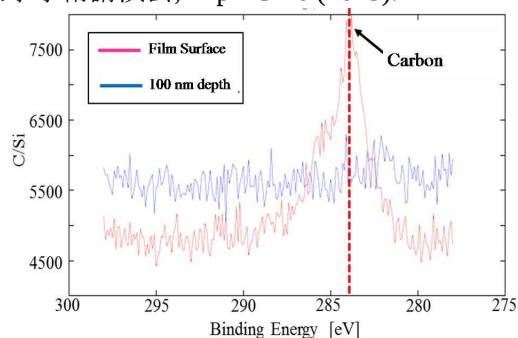


Fig. 2 XPS spectra of the obtained film