

三塩化ホウ素ガスとモノメチルシランガスによる化学気相堆積

CVD film formation from boron trichloride and monomethylsilane gases

横国大院理工¹ 室井光子¹, ○羽深 等¹

Yokohama Nat. Univ.¹ Mitsuko Muroi¹, and ○Hitoshi Habuka¹

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

【緒言】 化学気相堆積 (CVD) 法において、シリコンにホウ素を高濃度に添加するために三塩化ホウ素ガスを用いる方法を提案[1]し、800℃において三塩化ホウ素とジクロロシランガスを用いることにより、シリコン中の固溶限界 (約1%以下) を大きく超えるホウ素を含む非晶質シリコン-ホウ素膜を、毎分1μm前後の速度で製膜できることを報告[2]した。本報告では、三塩化ホウ素とモノメチルシランガスを用いて薄膜を形成[3]を試みたので、詳細を報告する。

【実験】 Fig. 1 に化学気相堆積装置と製膜プロセスを示す。水平型反応器にシリコン(100)基板を挿入し、ハロゲンランプにより加熱した。高温水素(1 slm)雰囲気中でシリコン基板表面の自然酸化膜と有機物を除去した後、800℃において、三塩化ホウ素ガス(10 sccm)とモノメチルシランガス(0-8 sccm)からなる混合ガスを1気圧において20分間供給した。膜の組成をX線光電子分光(XPS)法により評価した。

【結果と考察】 三塩化ホウ素ガスの流量を10 sccmとし、モノメチルシランガスの流量を0~8 sccmにした場合の製膜速度を Fig. 2 に示す。三塩化ホウ素ガス単独で800℃において得られる製膜速度は無視できる程度[1]であること、同時に、850℃におけるモノメチルシラン単独の製膜速度が極めて小さいことが報告[4]されていることを考慮すると、Fig. 2 のように大きな製膜速度が得られる機構には、三塩化ホウ素とモノメチルシランの相互作用が関与することが推定される。

得られた膜の化学結合状態を把握するために、XPS による測定結果を Fig. 3 に示す。シリコンとホウ素の存在が明確に観察されていること、併せて、シリコンに結合している炭素(283eV)が示され、炭素-炭素結合が含まれていないことが分かった。

以上をもとに既往の研究[3]を展開し、以下のように製膜反応を推定した。(i) 三塩化ホウ素が基板表面に化学吸着して表面中間体(*BCl_x)を生じる。(ii) モノメチルシランの一部から気相分解により SiH_xが生じるが、未分解のモノメチルシランが大きな割合で残留する。(iii) 表面の*BCl_xと気相の水素、SiH_xとモノメチルシランが反応することによりホウ素を生成し、同時に Si と SiC を生成する。

【結論】 三塩化ホウ素ガスとモノメチルシランガスを用いることによりホウ素、シリコンと炭化ケイ素の混合膜がCVD法により形成されることが把握された。

文献

[1] M. Muroi et al., J. Crystal Growth, 529, 125301-

1-5 (2020).

[2] 大谷 ほか、化学工学会年会第86年会、K319、(2021).

[3] M. Muroi et al., ECS J Solid State Sci. Technol., in press.

[4] T. Watanabe et al., Materi. Sci. Semicond. Process., 72, 134-138 (2017).

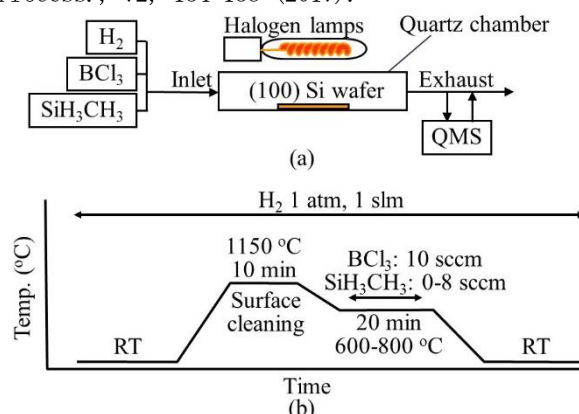


Fig. 1 CVD reactor and film formation process.

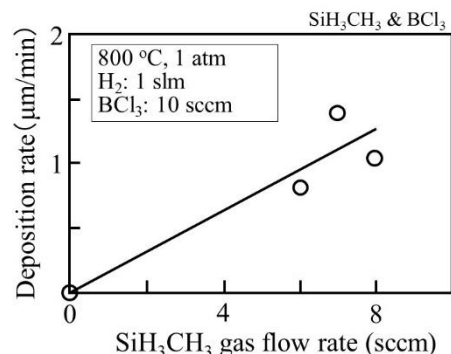


Fig. 2 Film deposition rate.

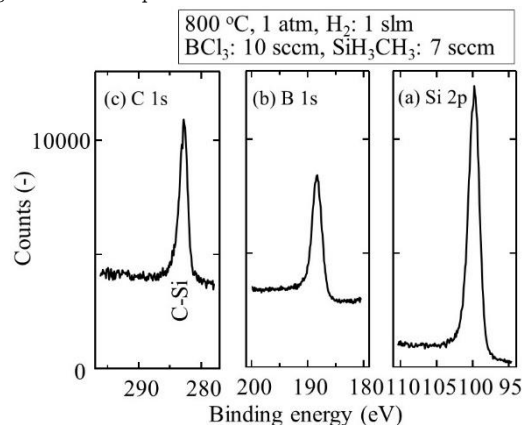


Fig. 3 Chemical condition of obtained film (XPS).