

ミニマルシリコン CVD におけるホウ素ドーピング方法

Boron Doping Method using BCl₃ gas for Silicon Minimal CVD Film Formation

横国大院理工¹, ミニマルファブ推進機構², 産総研³,

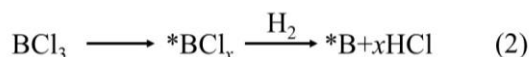
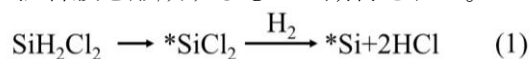
本宮淳弘¹, 大谷真奈¹, 羽深 等¹, 池田伸一^{2,3}, 石田夕起^{2,3}, 原 史朗^{2,3}

Yokohama National Univ.¹, MINIMAL², AIST³, Motomiya Atsuhiko¹, Mana Otani¹,

Hitoshi Habuka¹, Shin-ichi Ikeda^{2,3}, Yuuki Ishida^{2,3} and Shiro Hara^{2,3}

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

[序論] ミニマル CVD において半導体シリコン膜にホウ素を添加する場合、一般に用いられているジボランガスは、危険性と法令（特定高压ガス）上の理由により、必ずしも適していないと考えられる。そこで、安全なガスとして三塩化ホウ素(BCl₃)を用いて製膜した例[1]を参考とし、本研究ではミニマルシリコン CVD にホウ素を添加する際に三塩化ホウ素を用いる方法を検討した。[化学反応]ジクロロシラン(SiH₂Cl₂)および三塩化ホウ素は、シリコン表面において塩化物(*SiCl₂, *BCl_x (*:表面化学種))を生成し、これらの中間体が水素により還元されることにより、並列反応によってシリコンとホウ素の混合膜を形成するものと期待された。



[実験] 本研究に用いたミニマル CVD 装置を Fig. 1 に示す。石英ガラス製縦型円筒形反応器の中にシリコンウェハ(直径 12.5mm)を置いて赤外線ランプにより加熱し、1 気圧において上側からキャリアガスとして水素 (80 sccm)、製膜ガスとしてジクロロシラン (20 sccm)、ドーパントガスとして三塩化ホウ素 (20 sccm) を供給した。最初の試みとしてジクロロシランガスと三塩化ホウ素ガスを同流量とし、基板の温度を約 900℃に設定した。

[結果と考察] 得られた膜を X 線光電子分光(XPS)法により評価した結果を Fig. 2 に示す。シリコン 2s, シリコン 2p と共にホウ素 1s のピークが明確に観察されたことから、ホウ素とシリコンが高濃度で混合した膜であることが推定された。シリコンとホウ素の比率は約 1 : 8 であり、ホウ素が入り易いことが分かったことから、ミニマル CVD において、シリコンにホウ素を高濃度で添加できる可能性が示された。(i) 常温で揮発する液体であるため容器が小さい、(ii) クロロシランに近い流量の流量計を使える、(iii) クロロシランと除害剤を共用できる、など装置設計の理由からも、三塩化ホウ素はミニマル CVD に適していると考えられる。

[結論] ミニマル CVD 装置において、三塩化ホウ素ガスとジクロロシランガスによりシリコンとホウ素の混合膜を製膜可能であることが把握された。

[文献] [1] M. Muroi, A. Yamada, A. Saito and H. Habuka, J. Cryst. Growth, 529, 125301 (2020).

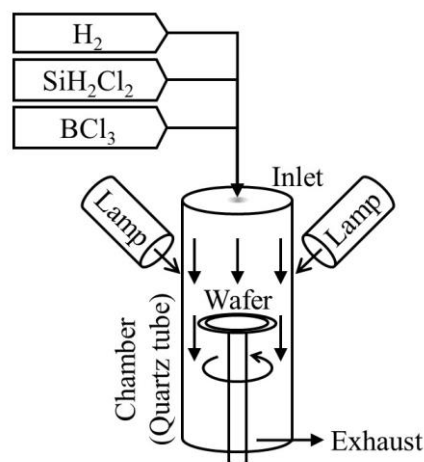


Fig. 1 ミニマル CVD 装置

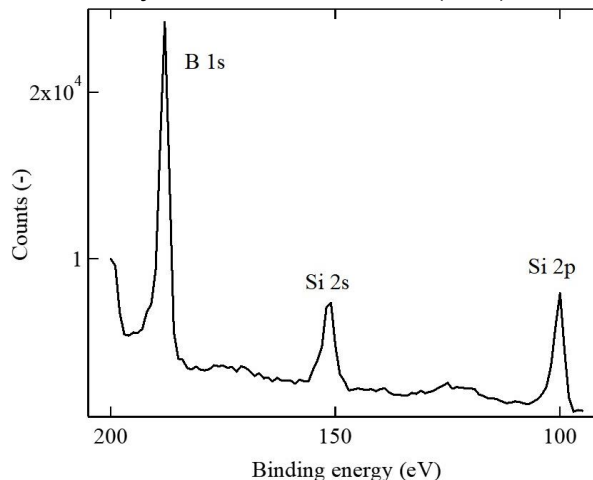


Fig. 2 得られた膜の化学結合状態 (XPS)