

シリコンエピタキシャル成長における三塩化ホウ素ガスによる高濃度ホウ素ドーピング

Heavy boron doping using boron trichloride gas for silicon epitaxial growth

横浜国大院工¹ 室井光子¹, 大谷真奈¹, 羽深 等¹

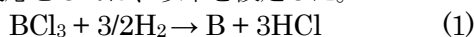
Yokohama Nat Univ.¹, Mitsuko Muroi¹, Mana Otani¹ and Hitoshi Habuka¹

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

【諸言】 情報処理および電力制御にシリコン(Si)エピタキシャル薄膜が用いられている。エピタキシャル成長の際にホウ素をドーピングするガスとしてジボラン(B₂H₆)が用いられているが、その危険性が高いことから、安全なドーピングガスとして三塩化ホウ素(BCl₃)について可能性を検討している。前報[1]では、シリコン表面における三塩化ホウ素の化学反応について幅広い温度に亘り調査し、ドーピングが可能であることを把握した。本研究では、三塩化ホウ素ガスの流量によるホウ素ドーピング量の変化を調べたので詳細に報告する。

【実験】 本研究に用いた装置を Fig.1 に示す。最初に室温で H₂ (1 slm)を流入し、その後ハロゲンランプによって反応器内の Si 基板((100), 3×3 cm, 約 1.5g)を 10 分間 1150℃に加熱し、基板表面の自然酸化膜を除去した。その後は基板を製膜温度(600～1100℃)に調整し、20 分間 SiH₂Cl₂(DCS) (20 sccm)、BCl₃ (0～100 sccm)、H₂ (1 slm)を流入して製膜し、室温に戻した。排出口側に副生成物堆積量調査のために水晶振動子を、排気相化学種調査のために四重極質量分析器を取り付けた。製膜速度、エッチング速度は重量変化の割合により算出した。得られた表面の組成を X 線光電子分光法により分析した。

化学反応としては、以下を仮定した。



【結果と考察】 基板温度 800℃において形成された膜表面の XPS 測定結果を Fig.2 と Fig.3 に示す。B ピークと Si ピークが検出されたことを基に、BCl₃ を用いて高濃度ホウ素添加 Si 膜が形成されたことを確認した。BCl₃ (0～100 sccm)、SiH₂Cl₂ (20 sccm)と H₂ (1 slm)を用いた際に形成された膜表面の B 濃度と BCl₃ 流量の関係を Fig.4 に示す。BCl₃ 流量が増加するとともに、B 濃度も増加する傾向が認められた。BCl₃ 流量が 100sccm において、B 濃度は最大の 19 atm%となった。従って、製膜後の膜表面に含まれる B 濃度は BCl₃ 流量を調整することにより制御が可能であると考えられる。

【結論】 Si エピタキシャル薄膜成長において BCl₃ を用いることにより高濃度の B ドーピングを行えることを把握した。

【文献】

[1] M. Muroi, A. Yamada, A. Saito, and H. Habuka, J. Crystal Growth, 529, 125301-1-5 (2020).

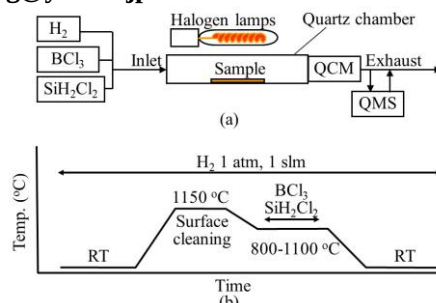


Fig.1 Si epitaxial reactor and process

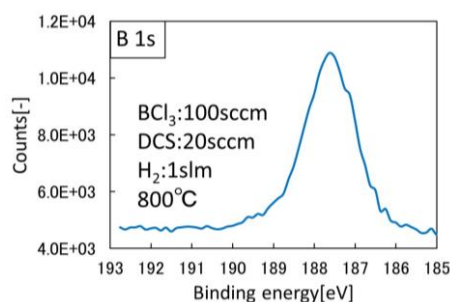


Fig. 2 Boron 1s spectra by XPS

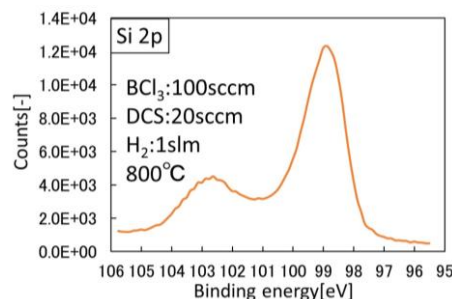


Fig. 3 Silicon 2p spectra by XPS

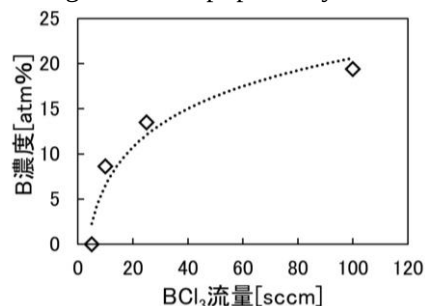


Fig. 4 Boron concentration in Silicon