

プラズマ CVD ダイヤモンドのリン取り込み効率温度依存性

Temperature dependence of phosphorus incorporation efficiency in MPCVD diamond



物質・材料研究機構 ○(PC)山本 卓、小泉 聡

NIMS ○(PC) T. Yamamoto and S. Koizumi

Email: KOIZUMI.Satoshi@nims.go.jp

ダイヤモンド絶縁体にホウ素やリンを添加すると、それぞれp型あるいはn型の半導体的性質が現れる。これまで、プラズマCVDでドーパント添加されたpn接合を用いて深紫外発光ダイオードや電子放出真空スイッチなど新規ダイヤモンド半導体デバイスが開発されてきた。しかしながらn型ダイヤモンドにおける低抵抗化は今なお課題であり、特に $[P] > 10^{20} / \text{cm}^3$ の高濃度リンドーピングを可能にする要素技術開発が求められる。我々はCVD装置の改良による高濃度リンドーピングを検討しており、前回の応物春季大会では原料ガス流路に着目した装置設計により取り込み効率を2桁改善できることを報告した[大谷等、18a-D6-7]。今回はリンの取り込み効率温度依存性を中心に報告する。

独自に設計したマイクロ波プラズマ CVD 装置を使用し、Ib型ダイヤモンド{111}基板表面にリンドーピングダイヤモンド薄膜を合成した。図 1 (a)にSIMSで測定したダイヤモンド中のリン濃度（実線）と取り込み効率（点線）の基板温度依存性を示す。成長条件は PH_3/CH_4 濃度比400 ppm、 CH_4/H_2 メタン濃度0.05%、原料ガス流量1 L/min・圧力100 Torrである。基板温度の低下とともにリン濃度は増加し、取り込み効率は0.5%（1050℃）から15%（850℃）と基板温度に依存する。一方、温度は850℃に固定し PH_3/CH_4 濃度比を400-40,000 ppmに変化させた場合、取り込み効率は15%（400 ppm）から1%程度（40,000 ppm）にまで減少することが分かった[図1(b)]。これらの取り込み効率はサンプルホルダーの形状にも依存することが分かっており、構造体を調整することで更に高いリン取り込み効率・濃度を目指して実験を行っている。

〔謝辞〕 本研究の一部はJST-ALCAの支援により行われました。

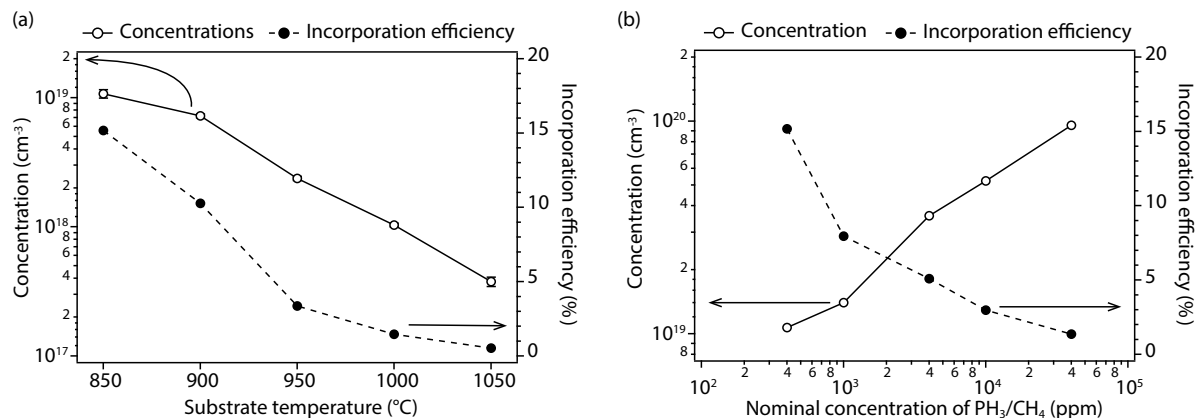


図1 ダイヤモンドのリン取り込み効率（点線）とリン濃度（実線）：(a) PH_3/CH_4 濃度比400 ppmにおける基板温度依存性と(b) 基板温度850℃における PH_3/CH_4 依存性