

18a-D6-7

n 型ダイヤモンド CVD 薄膜のリンドープ効率



Phosphorus doping efficiency in n-type CVD diamond thin films

 物材機構¹, 産総研², JST-CREST³ ○(PC)大谷 亮太¹, 山本 卓¹, 小泉 聡^{1,3}, 山崎 聡^{2,3}
NIMS¹, AIST², JST-CREST³○(PC) Ryota Ohtani¹, Takashi Yamamoto¹, Satoshi Koizumi^{1,3}, Satoshi Yamasaki^{2,3}

E-mail: OHTANI.Ryota@nims.go.jp

【はじめに】ダイヤモンド半導体を電子デバイスに応用する際、p 型 n 型伝導制御技術は必須である。特にリンドープによる n 型ダイヤモンドの成長において、低抵抗化をねらいとする高濃度ドーピング手法が重要となる。今回はドーピング効率の向上を目的として CVD 容器の炉内構造およびガス流束と薄膜中へのリンの取込み効率の関係に着目し、成長システムの検討を行った結果について報告する。

【実験】ダイヤモンド薄膜の合成には NIMS 独自のマイクロ波プラズマ CVD 装置を用いた。原料ガスは成長室内のプラズマキャビティ上部に 8 箇所配置された $\phi 2$ mm のポートから導入され、下部から排出される。今回はキャビティ下部に位置するステージ (チョークフランジ) の基板周辺部へ同心円状に貫通穴を複数個開け、基板近傍のガス流束を変化させる試みを行った。図 1 に流路構造の模式図を示す。貫通穴およびチョークフランジ・キャビティ内壁の間隙からなる流路構造として (i) 貫通穴なし、(ii) 貫通穴 : 間隙面積比 = 1:1、(iii) 貫通穴 : 間隙面積比 = 2:1 の 3 通りを準備し、Ib 型ダイヤモンド {111} 基板表面にリンドープダイヤモンド薄膜を形成した。ダイヤモンドの成長条件は、原料ガス圧力 100 Torr、メタン濃度 CH_4/H_2 は 0.05 %、基板温度は 915-930 °C とした。リンドープには H_2 100 ppm 希釈 PH_3 を使い、 PH_3/CH_4 濃度比は 100 ppm とした。

【結果および考察】図 2 に SIMS による薄膜中リン濃度の流路構造依存性を示す。チョークフランジの穴数を増やし中心部近傍のコンダクタンスを上げることにより、膜中のリン濃度が約 1 桁ずつ増加することがわかった。ガス流シミュレーションでは、チョークフランジに貫通穴が存在する場合、キャビティ上部からプラズマ領域を経て基板表面に達する部分のガス流束が大きくなる結果が現れている。貫通穴により上部から下部へのガス流束がスムーズになり、プラズマ熱による対流の影響を抑えながら PH_3 分子のプラズマ領域への供給、ドーパントを含む気相種の基板表面への到達が促進されることでリン原子の取り込み効率が向上したものと考えられる。

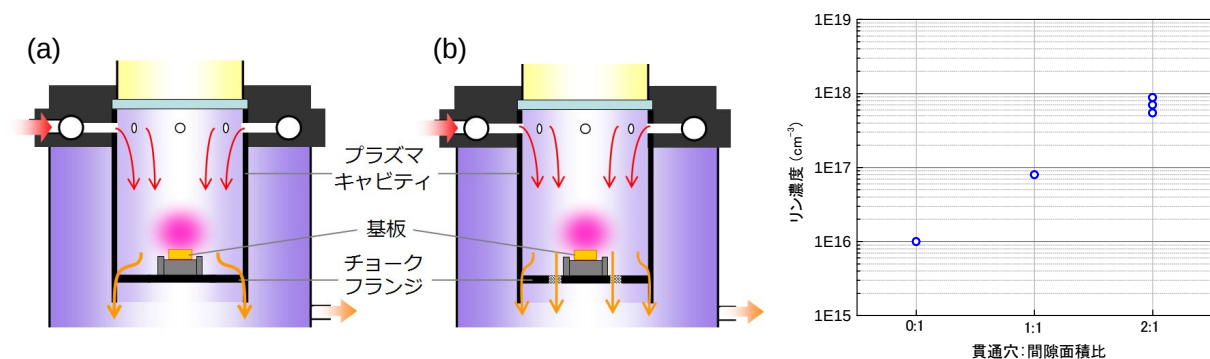


図 1 プラズマキャビティ内の流路構造模式図 (a)貫通穴無し、(b)貫通穴有り。

図 2 貫通穴:間隙面積比とリン濃度の関係。

【謝辞】本研究の一部は、JST 原子力システム研究開発事業の支援により行った。