

Si 基板上への高配向ボロンドープ・ダイヤモンドの選択成長

Selective growth of highly-oriented boron-doped diamond on Si substrates

電通大院情報理工, ○小宮 一輝, 市川直斗, 小島 隆平, 相馬 勇治, 一色 秀夫

Univ. Electro-Communications, Kazuki Komiya, Naoto Ichikawa, Ryuhei Kojima, Yuji Soma, Hideo Isshiki

E-mail: komiya@flex.es.uec.ac.jp

1 はじめに

ダイヤモンドは広いバンドギャップや高い移動度がといった優れた電気特性のため次世代パワーデバイスへの応用が期待されている。Si 基板上にダイヤモンド薄膜を堆積したとき、熱膨張係数の違いによりダイヤモンド膜の剥離が生じデバイス応用は難しい。一方で、Si 基板上にハイパワーデバイスとなる単結晶ダイヤモンドの選択形成ができれば、信号処理機能をもつ Si システム LSI とダイヤモンドパワーデバイスを併せ持つインテリジェント・パワー・モジュール (IPM) の実現が期待できる。本研究では、Si(100)基板上でのデバイス作製可能な高配向ダイヤモンドの選択成長を目的とし、基板上に高配向ダイヤモンド核形成[1]と選択成長を用いたボロン(B)ドープ・ダイヤモンド単結晶の選択形成を行った。

2 方法

ダイヤモンドの核発生にはマイクロ波プラズマ(MP)CVD を用い、原料ガスは CH_4 と H_2 、基板は Si(100)を用いた。核発生初期に、モノメチルシラン(MMS: CH_3SiH_3)を微量添加することで基板に配向したダイヤモンド核を作製した[1]。配向核形成後、リソグラフィとエッチングによりダイヤモンド核を選択的に残す。それを円筒共振型 MP-CVD (CYRANNUS[®])を用い高速成長を行うことで配向した B ドープ・ダイヤモンドの選択形成を行った。

3 結果と考察

ダイヤモンドの核が縦に並ぶように、 $2\mu\text{m}$ 幅 $2\mu\text{m}$ 間隔のライン&スペースのマスクパターンを使用した。 $2\mu\text{m}$ 幅 $2\mu\text{m}$ 間隔パターン形成後、30 分間成長を行った。そのときの SEM 写真を Fig. 1 に示す。Fig. 1 よりパターン形成後も配向核が問題なく成長できることが分かった。核密度を減らした基板に対してボロンをドーピングしつつ 12h 成長を行った。そのときの SEM 写真を Fig. 2 に示す。12h 成長後では、配向を保ったまま $60\mu\text{m}$ の大きさに成長した。以上のこと

より、MMS 微量添加による Si 原子を核中心としたダイヤモンド核により、ヘテロエピタキシャル成長したものと考えられる。

また Fig. 2 に示す単一のダイヤモンド結晶に対して行った電流電圧特性より抵抗率は $0.06\Omega\cdot\text{cm}$ 、抵抗率から見積もったボロンのドーピング濃度は $\sim 10^{18}\text{cm}^{-3}$ であった。

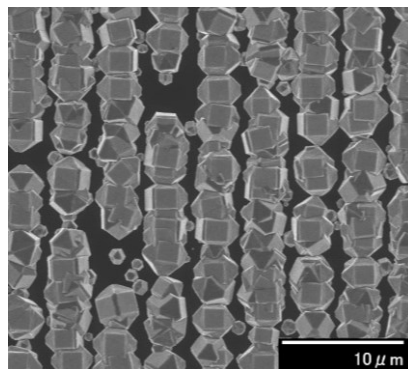


Fig. 1 SEM image of arrayed diamond dice after 30min growth

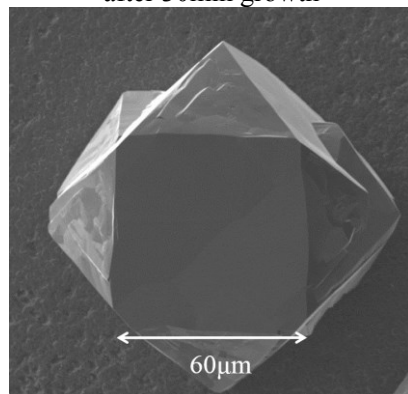


Fig. 2 SEM image of a diamond dice after 12h growth

4 まとめ

MMS 微量添加による高配向ダイヤモンド核形成とリソグラフィとエッチングを用いることにより、Si 基板上にハイパワーデバイスとなる高配向ダイヤモンドの選択形成が可能であることを示した。

謝辞：装置構築(CYRANNUS)にご協力いただいたサンユー電子(株)に感謝いたします。

参考文献

[1] H. Isshiki et al, Jpn. Appl. Phys. 51 (2012) 090108