

イオン注入とポストアニールによって形成した P ドープ IIa 型ダイヤモンドの電気特性評価

Electrical properties of P-doped type IIa diamond by ion implantation followed by annealing

神奈川大院理 ○稲垣 俊哉、関 裕平、星野 靖、中田 穰治

Kanagawa Univ. ○Toshiya Inagaki, Yuhei Seki Yasushi Hoshino and Jyoji Nakata

E-mail: nakatj01@kanagawa-u.ac.jp

【はじめに】

本研究室では、高品質ダイヤモンド基板にドーパントを高温イオン注入することにより、*p* 型および *n* 型ダイヤモンド半導体の作製を行っている。ダイヤモンドにドーパントを導入する方法として Chemical Vapor Deposition(CVD)での成膜中に不純物ガスを使用する方法と、イオン注入により導入する方法がある。CVD 法において *n* 型ダイヤモンド形成は報告がされている[1]。P 注入による *n* 型ダイヤモンドの形成は、研究されているが明確に *n* 型の伝導は確認されていない[2]。しかし、イオン注入法は、不純物の注入量や注入領域の制御が容易で、CVD では注入できない不純物を導入することができるため、ダイヤモンド半導体の実用化において必要不可欠な手法である。

イオン注入でのダイヤモンドへの不純物導入の欠点として、大きな原子を格子位置に導入し難いことや注入による結晶構造へのダメージが大きいことなどがある。そこで本研究室では、注入中の不純物の置換や注入による結晶構造へのダメージの低減を狙い、高い基板温度(1000°C)でのドーパント注入、不純物注入後のさらに高い温度でのアニール処理を行ってきた。本研究では、基板温度室温と 1000°C で、代表的なドナー候補である P をダイヤモンド中にイオン注入し、1150°C、1300°C でアニールした試料に対して電気特性評価を行った。

【実験方法】

基板には Element Six 社製タイプ IIaCVD ダイヤモンド(001)を用いた。伝導層に幅を持たせるため、注入時のエネルギーを 5~150 keV にして P 多段注入を行い、表面から深さ 100 nm まで P 濃度が一定になるようにした。注入時の基板温度は、室温と 1000°C の 2 種類とした。室温注入での総ドーズ量は 1.1×10^{14} ions/cm² とし、このとき P 濃度は 1.0×10^{19} atoms/cm³ になる。一方、1000°C 注入での総ドーズ量は 5.6×10^{14} , 5.6×10^{15} ions/cm² であり、P 濃度はそれぞれ 5.0×10^{19} , 5.0×10^{20} atoms/cm³ である。注入後、Ar 雰囲気中 1150, 1300°C、2 時間のアニールを行った。次にオーミック電極として、Au/Pt/Ti の 3 層電極を基板の 4 隅に基板温度 550°C 形成した。測定は、Van der Pauw 法を用いてシート抵抗と AC 磁場 Hall 効果測定を室温から 800°C で行った。

【実験結果】

Fig.1 は、それぞれ P 濃度 5.0×10^{19} , 10^{20} atoms/cm³ のシート抵抗の温度依存性を示している。白抜きのマークは、その測定での一番初めの室温での測定結果である。どちらのグラフも P を注入することによりシート抵抗が下がり、アニール処理を行うとシート抵抗が上がることから、P 注入による効果及びアニールによる結晶構造の回復が見られる。しかし、活性化エネルギーは P の活性化エネルギーの 0.6 eV より小さく、注入した P が活性化したわけではないと考えられる。詳細は当日報告する。

[1] S. Koizumi *et al.* Appl. phys. Lett. **71**, (1997), 1065.

[2] N. Tsubouchi *et al.* Materials Science Forum **600-603**, (2009), 1353.

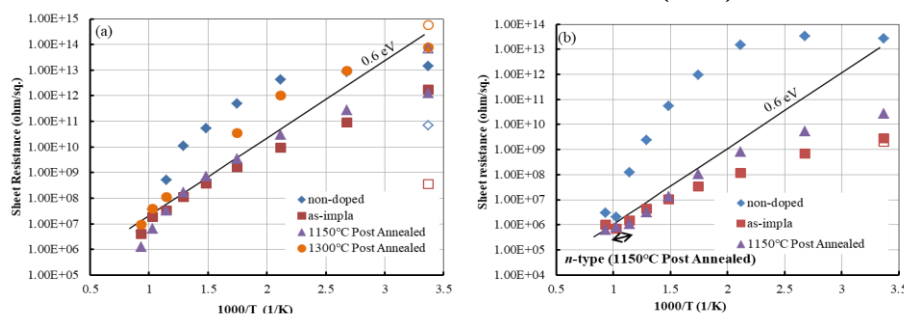


Fig.1 Temperature dependence of sheet resistance

(a) P concentration 5.0×10^{19} atoms / cm³, (b) P concentration 5.0×10^{20} atoms / cm³