

## 高濃度ボロンドープナノダイヤモンドを用いた P 型透明伝導膜の作製

## The fabrication of the P-type transparent conducting films

## using by heavily boron-doped nano crystalline diamond

早稲田大学理工学術院<sup>1</sup>, 物材機構<sup>2</sup>, 産業技術総合研究所<sup>3</sup>○古閑 三靖<sup>1</sup>, 栗原 慎一郎<sup>1</sup>, 鹿又 龍介<sup>1</sup>, 王 究芬<sup>1</sup>, カイルル・カレ・イスハック<sup>1</sup>,高野 義彦<sup>2</sup>, 山口 尚秀<sup>2</sup>, 長谷川 雅考<sup>3</sup>, 平岩 篤<sup>1</sup>, 川原田 洋<sup>1</sup>Waseda University<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>, AIST<sup>3</sup>○M.Koga<sup>1</sup>, S.Kurihara<sup>1</sup>, R.Kanomata<sup>1</sup>, XF Wang<sup>1</sup>, Khairul Khalil Ishak<sup>1</sup>,Y.Takano<sup>2</sup>, T. Yamaguchi<sup>2</sup>, M.Hasegawa<sup>3</sup>, A.Hiraiwa<sup>1</sup>, H.Kawarada<sup>1</sup>

E-mail: never-give-up@suou.waseda.jp

ナノダイヤモンドは近年、低温合成技術から基板を選ばないため比較的大面積ウェハへ合成が可能であり、供給不安のない物質であることから様々な応用が期待されている[1,2]。特に高い光透過率とボロンによる p 型高伝導性を持つことから n 型半導体である酸化インジウムスズ(ITO)では不可能な p 型透明電極として、p-n 接合を利用する太陽電池や EL デバイスの高効率化への寄与が考えられる。

今回、我々はボロン濃度を最適化することにより、90%レベルの光透過率にてシート抵抗 300[Ω]以下を実現したので報告する[3]。実験方法は、石英基板上にアンドープのナノダイヤモンドを膜厚 150nm 低温成長させ、その後石英管型マイクロプラズマ CVD においてメタン濃度 3%、[TMB]/[CH<sub>4</sub>]:6000ppm で高濃度ボロンドープダイヤモンドを

膜厚 30-100nm 成長させた。評価方法としてはシート抵抗とキャリア濃度および移動度をホール効果測定から算出し、表面観察を SEM 像、不純物濃度を二次イオン質量分析 (SIMS) により調査した。SIMS の分析結果からは  $5 \times 10^{21}(\text{cm}^{-3})$  レベルの高濃度ボロンドープが確認された(Fig.1)。キャリア密度は  $1-2 \times 10^{21}(\text{cm}^{-3})$  であり、移動度は  $2-5 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{sec}^{-1}$  とナノダイヤモンドとしては非常に高い値である。ITO やグラフェンのトップデータ (シート抵抗  $30 \Omega/\text{sq}$ @透過率 90%) に比べるとシート抵抗はまだ高いが、p 型透明電極としては透過率 90%において最も低いシート抵抗である (Fig.2)。今後さらなる低抵抗化および高透過率の実現について検討する。

[謝辞] 本研究は JST 先端的低炭素化技術開発(ALCA)の助成により実施された。

[1] J Kim and M Hasegawa et al. *Plasma Sources Science and Technology*, vol 19,(2010).

[2] Tsugawa, K.; Ishihara, M.; Kim, J.; Koga, Y.; Hasegawa. M. *Phys. Rev. B* 2010, 82, 125460-125468.

[3] X.Wang, H.Kawarada et al. (submitted).

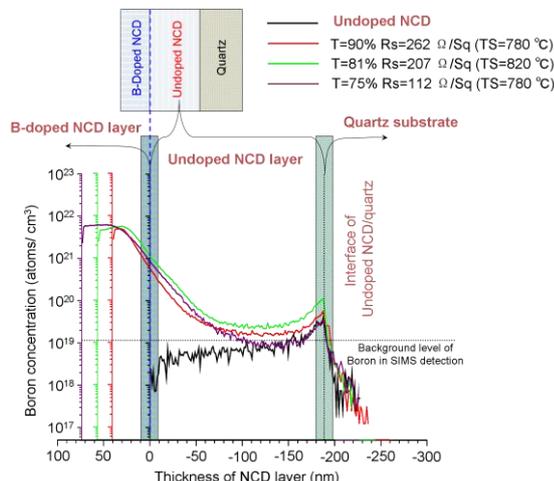


Fig.1 SIMS による分析結果

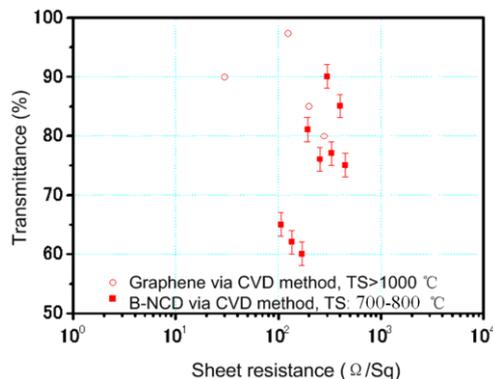


Fig.2 シート抵抗と透過率の関係