17p-A8-3

X 線回折法を用いたボロンドープ超伝導ダイヤモンド薄膜の物性評価

Analysis of superconducting boron-doped diamond thin film using X-ray diffraction

早稲田大学理工学部[1]，物材機構[2]，○柴田 将暢[1]，蔭浦 泰資[1]，古閑 三靖[1]，
山口 尚秀[2]，高野 義彦[2]，川原田 洋[1]
Waseda University[1], NIMS[2] ○Masanobu Shibata[1], Taisuke Kageura[1], Mitsuyasu Koga[1],
Takahide Yamaguchi[2], Yoshihiko Takano[2], Hiroshi Kawarada[1]

超伝導ダイヤモンドが発見されて約 10 年経つが、我々は(111)ダイヤモンドで T_c (offset)=8 K 以上の転移温度を示す試料を多く作製しており[1]、中には T_c (offset)=10 K を超えるものもあった。またジョセフソン接合を用いたデバイスの作製も行ってきた[2]。しかし他のグループからの報告は未だない。そこで今回ガス導入量や比率及び吹付効果などによるボロン導入方法を新たに検討し、石英管型マイクロ波プラズマ（MP）CVD 装置において HPHT I b(111)ダイヤモンド基板上に高い転移温度を示す高濃度ボロンドープダイヤモンド薄膜を再現性良く作製することを試みた。その結晶性と超伝導転移温度及び転移温度幅の関係を XRD 装置を用いた(113)面における非対称逆格子マッピング(RSM)により評価した。

Fig.1(a)に歪みのある薄膜の RSM を示す。これより基板ピークから 0.55 %伸張する歪み層と in-plane（図左）方向に伸張する緩和初期の層が見られる。Fig.1(b)に歪み層上に緩和が十分に起きた薄膜の RSM を示す。この図では歪み層のピークに比べ緩和層のピークが大きいために、歪み層自体のピークは明確に確認できないが、これまでの研究から歪み層なしに緩和層が成長することは考えづらく、歪み層自体は存在すると考えられる。この緩和層のピークは縦方向に 0.57 %、横方向に 0.64 %伸張している。また Fig.2 に抵抗値を規格化した両薄膜の低温における抵抗-温度（R-T）特性を示す。歪み層がある薄膜では T_c(onset)=10.24 K, T_c (offset)=10.01 K、緩和が十分に起きた薄膜では T_c (onset)=8.85 K, T_c (offset)=7.78 K であった。T_c(offset)＞10 K となる薄膜において転移温度幅 0.23 K と最もシャープな転移を示した。onset は最大値から 90 %の温度を、offset は 0 抵抗を示したときの温度とした。

この結果より、一つの可能性として歪み層が高い超伝導転移温度を示しており、緩和層がそれと比べて低いことが考えられる。その理由としては Fig.3 のように歪み層が転移した温度のときには緩和層がまだ転移しておらず、電流が図のようなパスを通り、超伝導をしめすことがない。その後、緩和層が緩やかに転移を起こすことによって 0 抵抗を示すため転移幅は大きくなってしまう。一方、歪み層のみの場合は、歪みが転移を起こすと直ちに 0 抵抗となり、転移幅もよりシャープになる。それが Fig.2 に現れていると考えられる。当日は、この仮定についてより深く考察する。

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] A. Kawano, H. Kawarada *et al.*, PRB **82**, 085318 (2010)
[2] M. Watanabe, H. Kawarada *et al.*, PRB **85**, 184516 (2012)

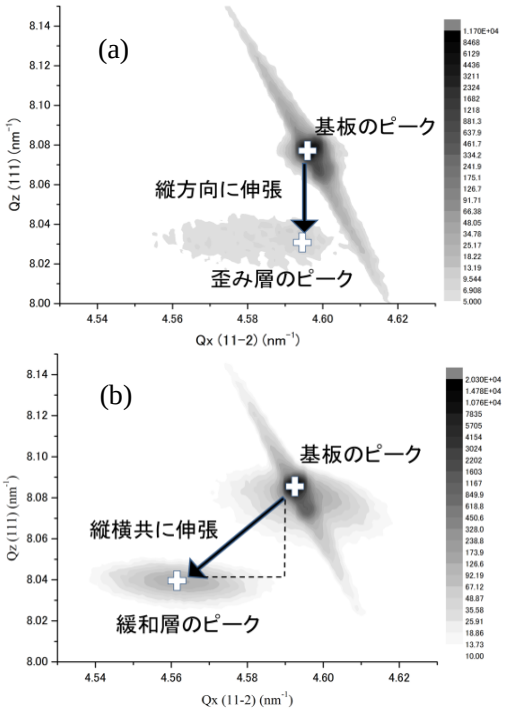


Fig.1(a) 歪み層のある RSM
(b) 歪み層＋緩和層の RSM

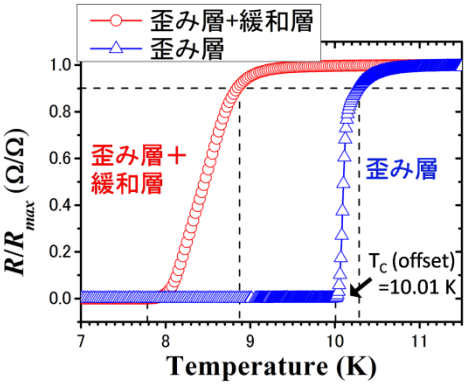


Fig.2 両試料における
抵抗の温度依存性

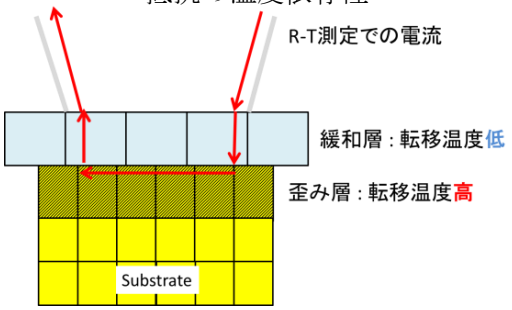


Fig.3 歪み層＋緩和層の R-T 測定
における電流のパス

© 2014 年　応用物理学会