

18p-D6-17

球型共振器構造マイクロ波プラズマ CVD 装置による 高濃度ボロンドープダイヤモンド(111)の超伝導

Superconductivity of Heavily Boron-doped Diamond (111)

by Spherical-Resonator-Microwave-Plasma CVD

早稲田大学¹, 物材機構², °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 Univ.¹, NIMS², °T.Kageura¹, M.Koga¹, T.Yamaguchi², Y.Takano², H.Kawarada¹

E-mail: tai0723@fuji.waseda.jp

[緒言] ボロンドープダイヤモンドの超伝導転移が 2004 年に確認されて以来^[1]、転移温度の上昇や超伝導機構に関する多くの研究が行われてきた。その試料の多くは CVD 法を用いて成膜されているが^[2]、超伝導転移温度 T_c を上昇させる為には、高ボロン濃度かつ置換サイトへの効率の良いドーピングが必要であり、そのためには高い[B]/[C]や高いプラズマ密度が望ましいと考えられるが、 $T_c > 10\text{K}$ を唯一達成している石英管型^[3]では、構造上プラズマ密度上昇には限界がある。そこで今回我々は、必要十分な高密度プラズマを発生可能かつ温度調整が任意な球型共振器構造をもつマイクロ波プラズマ CVD 装置(ARIOS 社製)を導入した(Fig.1)。図からもわかる通り、プラズマの密度を高くすることにより、活性種が基板近傍でのみ分解されることで高濃度なキャリアドーピングが期待される。

[実験・結果] HTHP1b(111)の単結晶ダイヤモンド基板へマイクロ波プラズマ CVD 法を用いてボロンドープダイヤモンドを成長させた。成膜条件としては、活性種にトリメチルボロン(TMB)を使用し、ガス総流量 100 sccm に対してメタン 5 %、[B]/[C]=18000 ppm、圧力 10 KPa、成膜温度 800~1200 °C、プラズマワット数 500~880 W とした。低温での RT 測定を行った結果、低出力では超伝導転移が見られなかったが、880 W において超伝導転移が見られた。Fig.2 は 880 W における RT 測定の結果である。 $T_c(\text{onset})=3.0\text{ K}$ 、 $T_c(\text{offset})=2.3\text{ K}$ を得ることが出来た。

[結論] 結果より、同一装置でプラズマ密度を高くすることにより T_c が上昇することが確認された。これはキャリアが高密度に取り込まれていることを示唆しており、さらに密度を上昇させることで、 T_c が上昇することが期待される。活性種を基板近傍へ集中して供給することにより高濃度なドーピングが行えると考えており、ガスの吹き付け等により更なる T_c の向上を目指す。



Fig.1 高出力化した球型共振器構造をもつ
マイクロ波プラズマ CVD 装置

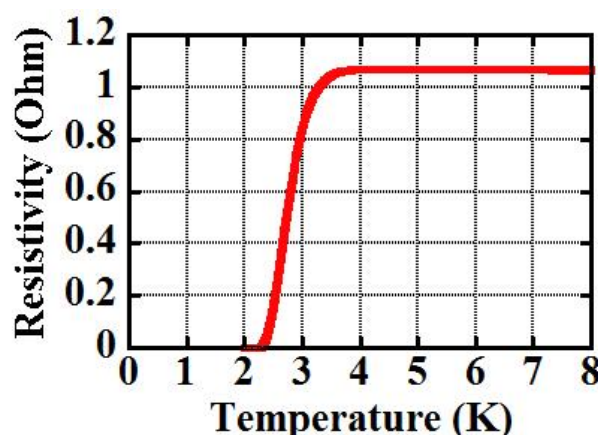


Fig.2 880 W における RT 測定結果

[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] E.A.Ekimov et al, Nature 428, 542 (2004)

[2] A.kawano, H.kawarada et al, Phys.Rev. B82, 085318(2010)

[3] 栗原模一郎、川原田洋他, 2010 年度秋季第 71 回応用物理学会学術講演会予稿集