

ホウ素添加ナノ多結晶ダイヤモンドの開発と基礎特性

Boron-doped Nano-Polycrystalline Diamond: Development & Properties

○池田 和寛、角谷 均 (住友電気工業株式会社)

°Kazuhiro Ikeda, Hitoshi Sumiya (Sumitomo Electric Industries, Ltd.)

E-mail: ikeda-kazuhiro@sei.co.jp

ナノ多結晶ダイヤモンドは、高温高压下でグラファイトを直接変換したバルクの多結晶ダイヤモンドである[1]。本素材は単結晶ダイヤモンド同等の硬度を持ちながら、単結晶ダイヤモンドにみられる劈開性がない。また、バインダーを含まないため、耐熱性も高い。その為、等方的な高硬度をもつ素材として、工具用途を始め、広く応用され始めている。ホウ素添加によって導電性の付与が期待できることは予想される場所であるが、粒子をナノサイズに制限することは実現されていなかった[2,3]。今回、出発物質であるグラファイトにホウ素を均一分散することで、ホウ素添加による粒成長を抑制し、初のホウ素添加ナノ多結晶ダイヤモンドの合成に成功した。これまでに、電気特性、耐酸化性、硬度および実用機械特性を調査してきた。図1に一例としてホウ素濃度 300ppm 素材(硬度 125GPa)の電気抵抗率温度依存性を4端針法で測定した結果を示す。活性化エネルギーはおよそ 0.13eV であり、同程度のホウ素濃度ダイヤモンド単結晶のそれと同等である[4]。即ち、孤立置換型のホウ素添加であるといえる。ホウ素量増加については、抵抗率の低下が見られ、ホウ素添加量が 4000ppm を越えると抵抗率は $10\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$ 以下まで低下し、汎用の加工条件で放電加工が可能であった。精密微細放電加工により高精度な3次元形状の微小工具をも作成することが可能である。本導電性ナノダイヤはNCDやUNCDと異なり、 sp^2 成分が無く、更に少なくとも mm の厚さを持つ素材を得られ、電極、工具への応用に期待がもたれる。さらに、ホウ素添加によって摺動特性や耐摩耗性が向上すること、大気中での酸化温度が通常NPDの 700°C に対して 900°C まで向上すること、導電性を有するためマイクロトライボプラズマ現象が起こらないことを見出した。そのため、特に加工対象が絶縁性である場合に、従来の絶縁性NPDより優れた切削性能を発揮することがわかった。

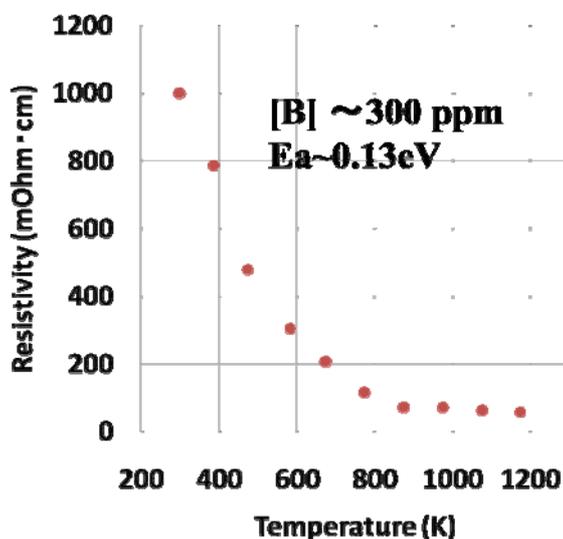


図1 ホウ素添加ナノ多結晶ダイヤモンド (300ppm)の抵抗率-温度依存性

[1] 角谷均, SEI テクニカルレビュー, 180 (2012) 12.

[2] Ekimov, et al. (2004) Nature 428:542-545

[3] Sumiya, NDNC 2007, [4] K. Thonke, Semi. Sci. Tech. 18, S20(2003)