

## NV センサ用ダイヤモンド素子とその応用の可能性

### Synthetic Diamond for Nitrogen Vacancy Sensor and Its Applicability

住友電気工業<sup>1</sup>, 日新電機<sup>2</sup>

○左 亦康<sup>1</sup>, 林 司<sup>2</sup>, 出口 洋成<sup>2</sup>, 中西 裕美<sup>1</sup>,

西林 良樹<sup>1</sup>, 辰巳 夏生<sup>2</sup>, 寺本 三記<sup>1</sup>, 小林 豊<sup>1</sup>,

Sumitomo Electric Industries, Ltd.<sup>1</sup>, Nissin Electric Co., Ltd.<sup>2</sup>,

○Yikang Zuo<sup>1</sup>, Tsukasa Hayashi<sup>2</sup>, Hiroshige Deguchi<sup>2</sup>, Hiromi Nakanishi<sup>1</sup>,

Yoshiki Nishibayashi<sup>1</sup>, Natsuo Tatsumi<sup>2</sup>, Minoru Teramoto<sup>1</sup>, Yutaka Kobayashi<sup>1</sup>,

E-mail: sa-ekikou@sei.co.jp

ダイヤモンドは宝飾用途だけでなく、重工業製品から半導体などの先端工業製品まで多くの技術を支える基盤となる物質として知られている。当社は1970年代から合成単結晶ダイヤモンド(スミクリスタル)の研究をスタートし、世界で初めて量産に成功した。高硬度、高熱伝導率等の優れた特性を活かし、砥石、ドレッサー、線引きダイス等の耐摩耗製品から、バイト、ドリル、エンドミル、スローアウェイチップ等の切削工具製品まで幅広く利用されている。また、1995年に高純度化した無色透明なスミクリスタル Type II の開発にも成功し、各種光学部品や耐圧窓の素材として発売を開始した。

近年、超高感度センサや量子情報素子分野で、単一元素炭素(C)により構成されるダイヤモンドが注目されている。ダイヤモンドを利用した NV センサは室温でも超高感度を実現できることから、脳磁・心磁計測や車載センサへの応用が期待され、細胞・生体センサ、原子レベルの微細磁気構造センサなども提案されている。また、優れた量子制御性という特性を利用することで、将来的に量子コンピュータや量子中継器等への応用も期待されている。NV センサと呼ばれている超高感度センサは、ダイヤモンド中、NV-センターと呼ばれるペアを利用して、室温でも動作可能である。このNV-センターはダイヤモンドの合成中に窒素を微量に添加して、電子線照射やイオン注入を用いて、空孔を作り出し、アニール処理を行って、形成する。

NV センサ感度向上のためには、窒素量の制御、及び異種元素の排除による高純度化が必要となる。従来の合成方法により合成した単結晶ダイヤモンドは通常、数百 ppm の窒素を孤立置換型として含んでいる。NV-センターは微少磁場の影響を受けやすいため、スピンを持つ窒素不純物の制御が課題であった。我々はチタンを窒素ゲッターとして合成をし、窒素を数 ppm レベルで制御できる技術を開発した。このように得られた高純度なダイヤモンドは、NV センサでの応用に大きな期待が寄せられている(Fig. 1)。また、従来の単結晶ダイヤモンドでは、放射線状に延びる針状の転位欠陥が結晶内部に存在し、NV センサの感度に悪影響を与えてしまう。そこで、当社独自の結晶成長技術を導入し、転位欠陥のほとんど見られないダイヤモンドの合成に成功した(Fig. 2)。

完全結晶に迫る低欠陥化技術の開発と、窒素濃度を数 ppm レベルで制御できる窒素濃度制御技術の開発により、NV センサ用ダイヤモンドの提供が可能になったことから、日新電機並びにグループ会社と NV センサ製作技術・応用技術の検討を行った。今回、高品質ダイヤモンドの合成方法、更にそれを利用した NV センサと、その応用可能性について紹介する。

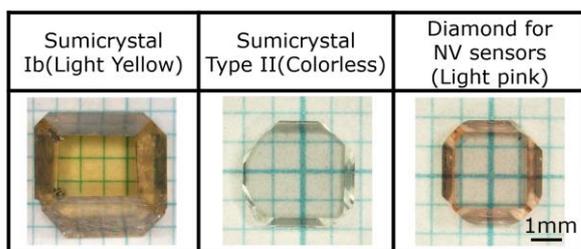


Fig. 1 Different types of synthetic single-crystal diamond

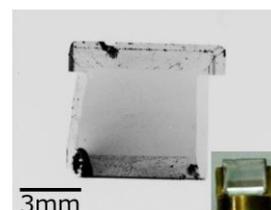


Fig. 2 X-ray transmission topogram of low-defect diamond