

サファイア内部に 13 ナノ周期の導電性配線を創製

名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻の中村篤智准教授・松永克志教授らが東京大学大学院工学系研究科の幾原雄一教授、同大学生産技術研究所の溝口照康准教授らとの共同研究で、宝石として知られるサファイアの内部に 13 ナノメートル周期に高密度導電性配線を創製することに成功しました。研究の詳細な内容は米国時間 7 月 5 日付で米国化学会（ACS）発行のナノテク専門誌「ACS Nano」オンライン版に掲載されました。

【ポイント】

- ・宝石サファイアの内部に、13nm 周期で数千万本のチタン導電線を創製することに成功。
- ・わずかに向きの異なる結晶間に原子配列のずれが規則的に形成されることを利用。このずれは、オングストロームスケール以下の、究極的に小さな空間空隙である。

【背景】

宝石のサファイアは透明かつ高い硬度を持つとともに極めて高い絶縁性を有する化学的に安定した結晶であり、これらの特性を生かして過酷環境下の構造部材や絶縁体として工業的にも広く利用されている。サファイアはそのあまりに安定で頑強な結晶構造のため、導電性を付与することが難しかった。

【研究の内容】

本研究では、結晶内部の原子配列のずれ（転位と呼ばれる）という、物理的に考えられる究極的に小さい空間空隙が、わずかに方位の異なる 2 つの結晶の境界に非常に規則正しく形成されることを利用して、絶縁体である宝石のサファイアの内部に周期的な導電性細線を数千万本創製することに成功した。細線を利用するにはその配置を制御することが不可欠であるが、これまで密度や配置を正確に制御することができていなかった。今回作製したのは、13nm 周期の Ti 線と 90nm 周期の Ti 線で、線径は直径 3~4nm である。

【成果の意義】

- ・絶縁体サファイア内部に密度と配置の制御が施された導電性細線を形成
- ・本研究における結晶方位制御の手法による、配線周期の限界は約 2nm（ナノメートル）。原子配列制御の究極形の 1 つ。

【応用例】

- ・配線や記録媒体のさらなる高密度化
- ・宝石とナノテクノロジーの融合
（装飾品が人体装着型電子デバイスを兼ねる社会の実現）
- ・超高温下や宇宙など、過酷な環境下で可動できる電子機器の実現
（各種電子機器の高効率化や耐久性向上）
- ・宝石としての安定性を利用して、長期にわたって記憶可能な記録媒体創製

【発表雑誌】

論文名：Periodic Nanowire Array at the Crystal Interface

(結晶界面における周期的ナノ細線列)

著者：Atsutomo Nakamura, Teruyasu Mizoguchi, Katsuyuki Matsunaga, Takahisa Yamamoto, Naoya Shibata, Yuichi Ikuhara

(中村篤智, 溝口照康, 松永克志, 山本剛久, 柴田直哉, 幾原雄一)

雑誌名：米国化学会 (ACS) 発行のナノテク専門誌「ACS Nano」オンライン版

DOI 番号：10.1021/nn4023334

アブストラクト URL：http://dx.doi.org/10.1021/nn4023334

Online: 2013/7/5 (USA time)

【用語説明】

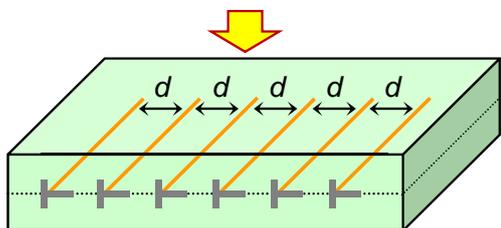
サファイア：酸化アルミニウム（通称アルミナ）の単結晶のこと。宝石として知られるほか、スペースシャトルなど超高温に曝される状況下の耐火構造材や半導体の絶縁膜などとして用いられている。

空間空隙：物質・材料を構成する構造間もしくは原子間の「すき間」

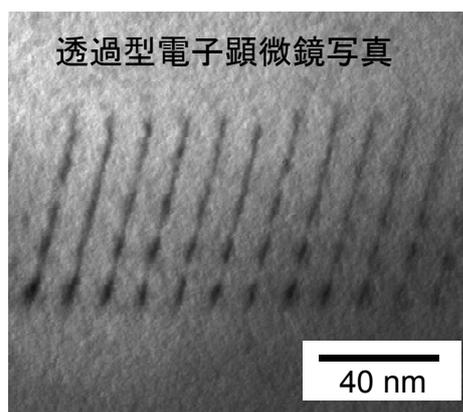
転位：原子配列が整った結晶状態に一定確立で存在する「配列のずれ」。その中心には原子サイズ以下（オングストローム以下）の直線状の空間空隙が存在する。



結晶の向きが異なる基板を重ねて一体化



周期的な結晶格子ずれが形成→Ti細線化



透過型電子顕微鏡写真