



高品質・大面積単層グラフェン

グラフェン試験販売事業

単結晶サファイア上に成膜した高結晶銅触媒を用いることで、**シート内の欠陥が少なく、かつ、原子一層のみからなる高品位のグラフェンをウエハサイズで合成**することが可能です。九州大学「大学発ベンチャー事業シーズ育成支援プログラム」(「原子厚みの超極薄シートの大面積・高品質成長技術」グローバルイノベーションセンター(GIC)アドバンスプロジェクト部門・新エネルギー領域(吾郷研))を起点に、合同会社二次元材料研究所(大学発企業)が製造し、株式会社産学連携機構九州(九大TLO)からグラフェンを販売しております(グラフェン試験販売)。

製品の態様は「単層グラフェン／銅／サファイアで構成される基板状」で、サイズは、4インチ(φ100mm)ウエハ、2インチ(φ50mm)ウエハ、10mm口、5mm口です(それ以外の基板サイズへの裁断も対応しております)。

また、お客様の目的の基板等に対するグラフェンの転写加工も承っております。

(販売(見積)・加工・その他技術的なことにつきましては、下記販売窓口・製造元にお問い合わせください)



(販売窓口) 株式会社産学連携機構九州 (九大TLO)
<https://www.k-uip.co.jp> ☒ qgraphene@k-uip.co.jp

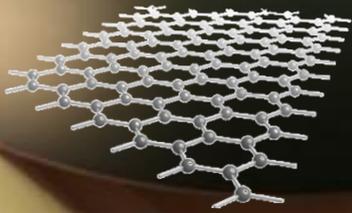


(製造) 合同会社二次元材料研究所
<https://www.2jigen-zairyo.co.jp>

GRAPHENE

SINGLE LAYER of CARBON ATOMS

HONEYCOMB-LIKE STRUCTURE



HIGH ELECTRICAL CONDUCTIVITY

HIGH THERMAL CONDUCTIVITY

ELECTRONIC DEVICE

TRANSPARENT ELECTRODE

THIN & LIGHT WEIGHT

FLEXIBILITY

FILTRATION MEMBRANE

BARRIER FILM

HIGH TRANSPARENCY

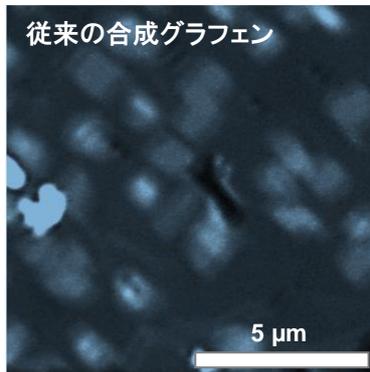
TOUGHNESS

ENVIRONMENT & MEDICAL SENSOR

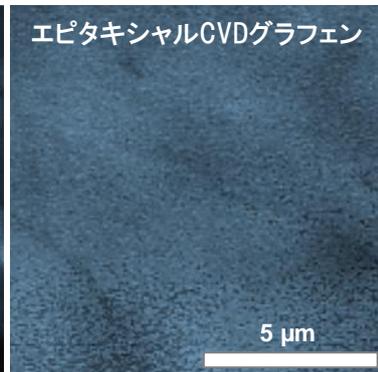
? ? ? ? ?
It's your IDEA !!

2004年にマンチェスター大学のGeimとNovoselovがグラフェンを発表して以降、その特徴的な構造(炭素原子のハニカム構造からなる二次元シート状物質)(全ての炭素原子が表面に露出している)とユニークな物性(高い移動度、高熱伝導度、光透過性、機械的強靱性と柔軟性)から大きな注目を集めています。実際、世界中で活発に研究が行われており、めざましい成果・進展を目の当たりにできます。しかし、これまでのグラフェンの特性を活かした応用研究のほとんどが、グラファイトからテープを用いて剥離したグラフェンのマイクロン小片による「デモンストレーションレベル」に留まっており、産業応用に向けた展開において高いハードルがあるのも実状です。グラフェンの優れた特性を産業応用に結びつけるためには、結晶性の高いグラフェンを大面積に合成する方法の開発が不可欠です。単層グラフェンの合成では、一般的に銅ホイルを触媒として用いた熱CVD合成が広く用いられています(CVD:化学気相成長法)。しかし、銅ホイルは、下の図(上側)に示すような多結晶体であり、その上に生成するグラフェンも六員環がランダムな方向の多結晶構造になりやすいです(結晶性の低下)。また、銅触媒に存在する多数の結晶間の境界(結晶粒界)のため、触媒の結晶粒界を起点として多層グラフェンも部分的に生成するという問題もあります。九州大学吾郷研究室は、下の図(下側)に示すように、LED生産等に用いられる単結晶のサファイア($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$)基板を用い、その上に結晶性の高い銅薄膜($\text{Cu}(111)$)などの金属薄膜をエピタキシャルに製膜して触媒とすることで、六員環の方位を揃え、かつ層数均一性に優れた単層グラフェンを合成する方法を開発しました(エピタキシャルCVDグラフェン)(日本国特許第5641484号, US8697230)。

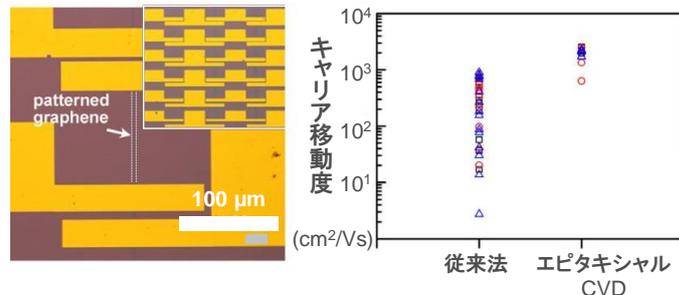
従来の合成グラフェン



エピタキシャルCVDグラフェン



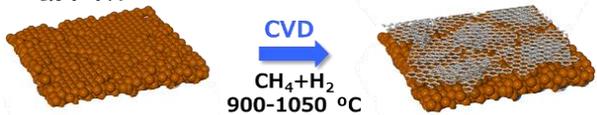
銅ホイルで合成したグラフェン(従来法のグラフェン)とエピタキシャルCVDグラフェンのレーザー反射像による比較観察です。従来法のものが様々な層数のグラフェンに起因したコントラストが生じているのに対し(白が強くなるほどグラフェンが厚い)、エピタキシャルCVDグラフェンはコントラストが一様で、高い層数均一性がある(グラフェン単層のみで構成されている)ことがわかります。



従来法グラフェンとエピタキシャルCVDグラフェンの電気特性の比較です。グラフェンをチャンネルにした電界効果型トランジスタ(二端子)を作製して評価しています。従来法のものがキャリア移動度が分散しているのに対し、エピタキシャルCVDグラフェンは移動度が収斂しており、さらに高い値も示しています。移動度の収斂が層数均一性に由来し、高い移動度がグラフェンの高結晶性(高品質性)に由来すると考えられます。

従来のグラフェンの合成方法

銅ホイル



グラフェン

エピタキシャルCVDグラフェン

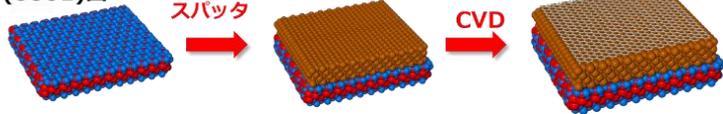
サファイア(0001)面

スパッタ

Cu(111)

CVD

グラフェン



試験販売するグラフェンの仕様等

サイズ: 4インチウエハ、2インチウエハ、10 mm□、5 mm□

態様: 単層グラフェン/銅/サファイアで構成される基板状

スペック: グラフェン単層被覆率90%以上

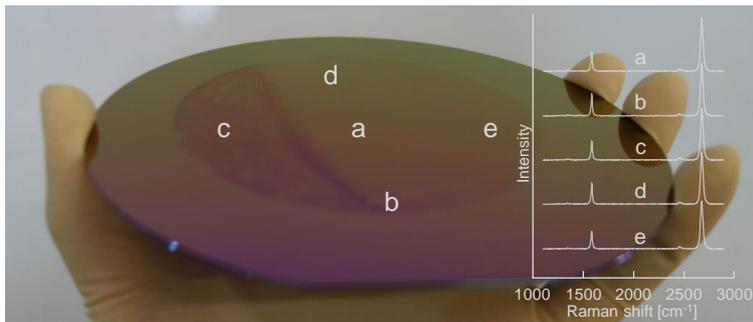
ラマンスペクトル「G強度/D強度」5以上

上記以外のサイズや転写加工など、可能な限り対応致します。

詳しくは産学連携機構九州・二次元材料研究所にお問い合わせください。

今後、事業化を計画している原子シートのラインナップ

- ・合成二層グラフェン
- ・単層窒化ホウ素(h-BN)シート
- ・多層 h-BNシート
- ・MoS₂, WS₂ (TMDC)シート



4インチのエピタキシャルCVDグラフェンを6インチのシリコンウエハに転写したものと、その中央ならび外周4点のラマンスペクトルです。グラフェンの欠陥に由来するDバンドが非常に弱く、グラフェンの層数に関する2Dバンド強度とGバンド強度の比が2以上を示しており、ウエハ全面に高品質の単層グラフェンが合成されていることが確認できます。