原子シートはじめました

Global
innovation center

吾郷 浩樹（教授）

大学発ベンチャー事業シーズ育成支援プログラム(九大ギャップファンド)
「原子厚みの超極薄シートの大面積・高品質成長技術」

九州大学では、学内研究成果に基づく大学発ベンチャーの創出促進を目的として、「大学発ベンチャー事業シーズ育成支援プログラム」を実施しております。2018年度の採択課題である本学グローバルイノベーションセンター(GIC)アドバンストプロジェクト部門・新エネルギー領域（吾郷研究室）のシーズ「原子厚みの超極薄シートの大面積・高品質成長技術」の事業化検証として、本学技術移転機関の株式会社産学連携機構九州(九大TLO)よりグラフェンを試験的に販売いたします。

第1弾は ハイクオリティ・ウエハサイズ の グラフェン

2004年に世界で初めて単離することに成功して以来、夢の物質・未来の材料として二次元原子膜材料「グラフェン」が脚光を浴びています。原子1個の厚みしかないシートにも関らず、優れた電気伝導特性、高い光透過性、高い強度と柔軟性などといった物性を併せもち、様々な従来物の代替だけでなく既成概念を超えるモノに繋がる可能性も秘めています。しかし、ユニークな物性を活かすにも、これらを発揮できるような高品位なグラフェンをなかなか手にすることができない現実があります。今回、高結晶性の金属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に成功しました。このハイクオリティなウエハサイズのグラフェンが、皆様の『理想』の実現の一助になることは間違いありません。

グラフェンのサイズは、4インチ（径100 mm）ウエハ、2インチ（径50 mm）ウエハ、10 mm□、5 mm□ です。

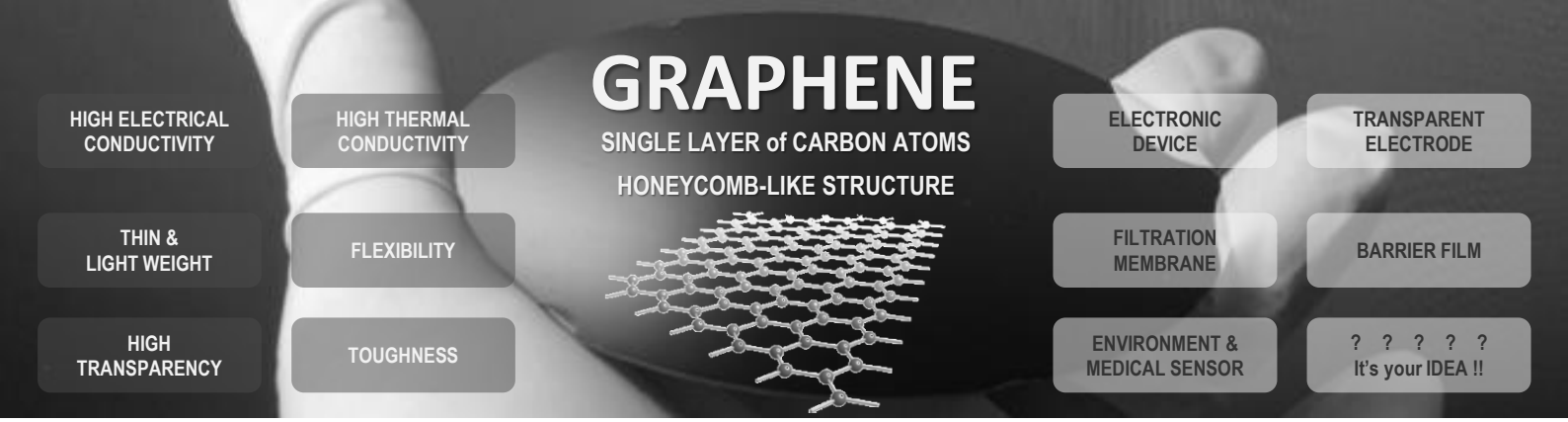
（お問い合わせ先）株式会社 産学連携機構九州（九大TLO）
URL:　https://www.k-uip.co.jp/
MAIL:　graphene@k-uip.co.jp

産学連携機構九州

GIC
Global Innovation Center
グローバルイノベーションセンター

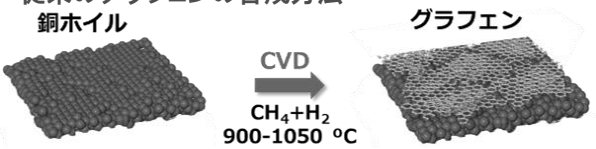
AiRIMaQ
九州大学 学術研究・産学官連携本部
Academic Research and Industrial Collaboration Management Office of Kyushu University

九州大学

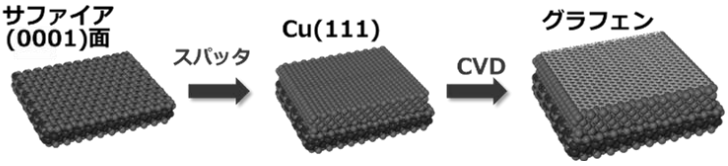


2004年にマンチェスター大学のGeimとNovoselovがグラフェンを発表して以降、その特徴的な構造(炭素原子のハニカム構造からなる二次元シート状物質)(全ての炭素原子が表面に露出している)とユニークな物性(高い移動度、高熱伝導度、光透過性、機械的強靭性と柔軟性)から大きな注目を集めています。実際、世界中で活発に研究が行われており、めざましい成果・進展を目の当たりにできます。しかし、これまでのグラフェンの特性を活かした応用研究のほとんどが、グラファイトからテープを用いて剥離したグラフェンのミクロン小片による「デモンストレーションレベル」に留まっており、産業応用に向けた展開において高いハード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生産等に使われる単結晶のサファイア(α-Al_2O_3(0001))基板を用い，その上に結晶性の高い銅薄膜(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)。

従来のグラフェンの合成方法



エピタキシャルCVDグラフェン



試験販売するグラフェンの仕様等

サイズ(税抜価格): 4 インチウエハ(300,000円)、2 インチウエハ(100,000円)、10 mm□(20,000円)、5 mm□(8,000円)

グラフェン単層被覆率90%以上

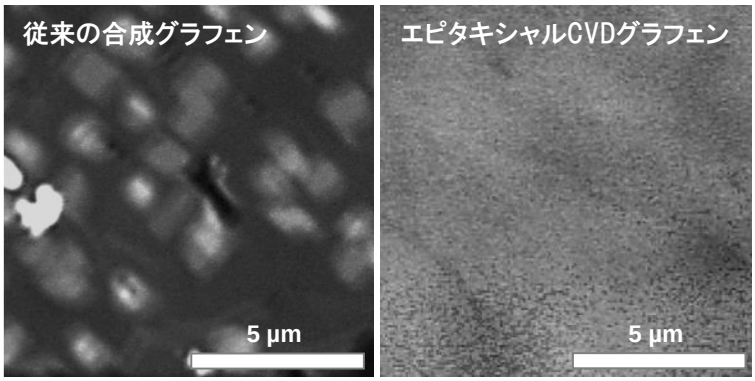
ラマンスペクトル「G強度/D強度」5 以上

転写加工は別料金となります。また、上記以外のサイズも可能な限り対応致します。詳しくは産学連携機構九州にお問い合わせください。

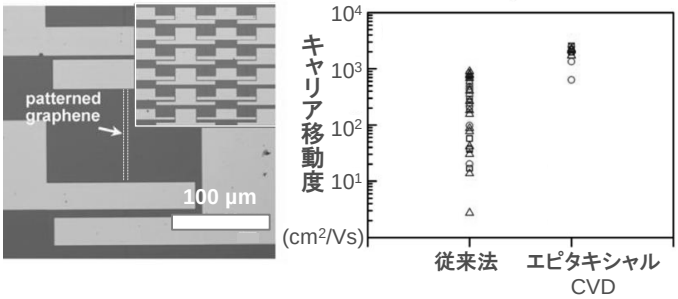
今後、事業化を計画している原子シートのラインナップ

・合成二層グラフェン　・単層窒化ホウ素(h-BN)シート

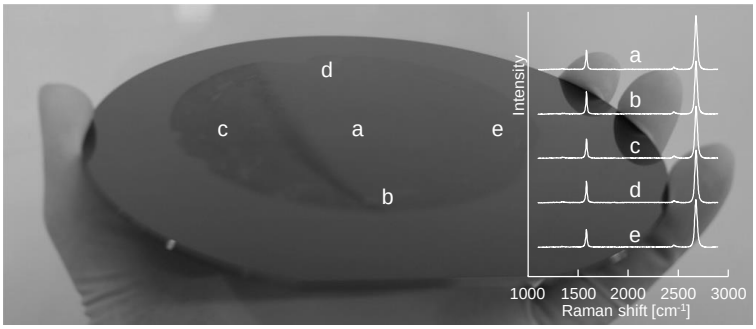
・多層 h-BNシート　・MoS_2, WS_2 (TMDC)シート



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。



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係する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。