

グラフェン(Graphene)の特長と応用について

グラフェン(Graphene)は、かねてから注目され実用化が進んでいるカーボンナノチューブ(CNT)やフラーレン(C₆₀)と並ぶカーボン材料のひとつです。グラフェンは透明導電膜(ITO)の代替やパワーデバイス、太陽電池、有機EL素子や蓄電池用電極材料などとして実用化されつつあります。

新しい材料として注目を集めているグラフェンについて、特長および応用を紹介します。

●グラフェンとは

グラフェンは、炭素原子で構成された同一平面上に蜂の巣状の格子を形成したsp²混成軌道の構造(図1)で、グラファイトはこのグラフェンが複数積層し、カーボンナノチューブ(CNT)は単層あるいは多層のグラフェンを円筒状にしたものです。グラフェンは電子移動度が非常に高く、導電性材料として研究開発が進んでいます。古くから研究されてきたものですが、単層グラフェンの作製技術で最近脚光を浴び、新しい半導体材料への応用などが期待されています。

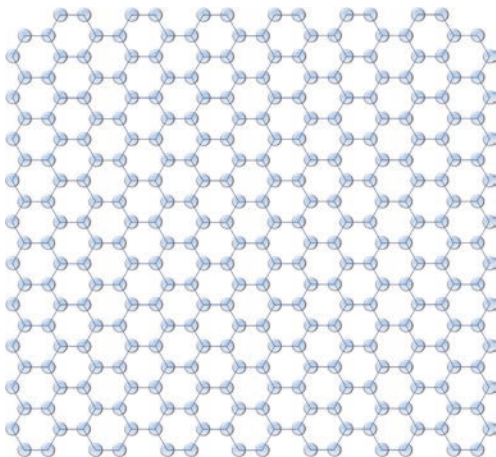


図1 グラフェンの構造

●グラフェンの特性・特長

グラフェンの特長として、半整数量子ホール効果、強い反磁性、磁場のない状態で外部電場により電子密度の変化を大きく持たせることができるなどがあります。

グラフェンは、ほかの物質の構造とは異なるバンド構造(図2)で、炭素原子が配置される格子の交点で伝導帯と価電子帯が1点で接するディラック点をもつ構造です。このとき電子の質量をゼロとみなすことができ、自由電子の速度と同等と考えることができます。グラフェンの電子は室温中でも移動速度を抑える要因がほとんどなく通常の半導体より高い電子(正孔)移動度を持っています。

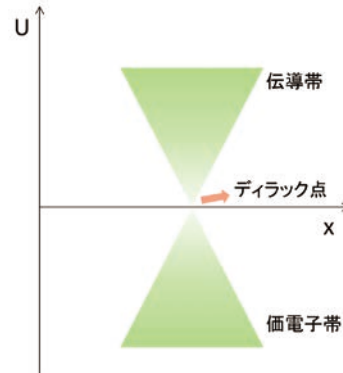


図2 グラフェンのバンド構造

●作製方法

グラフェンの作製方法はへき開法というグラファイトから粘着テープではがし取る方法やSiO₂/Si基板に転写する方法、また大面積のグラフェンを作製するためにSiC基板の表面を加熱することにより基板表面に成長させるエピタキシャルグラフェンという手法があります。ほかにも表面波励起マイクロ波プラズマCVD法、化学的剥離法などがあります。

●透明導電膜の代替における優位性と応用について

最近の研究でグラフェンの透明導電膜は透過性ではITOよりやや低いですが、ITO並みの導電率を達成しています。透明導電膜で普及しているITOはレアメタルであるIn(インジウム)を使用しているため供給に不安な面があります。グラフェンは炭素で供給量に心配なく比較的安価で手に入りやすいため透明導電膜の選択の一つとして期待されています。

そのほか応用として、パワーデバイスや太陽電池、グラフェンでITO代替した有機EL素子や、蓄電池用電極材料などの研究開発が進められています。

(参考文献)

尾上順 他: ナノカーボン 炭素材料の基礎と応用、近代科学社(2012)