

2009年6月22日  
株式会社日立製作所

## シリコンの10倍以上速い電子移動度が期待されるグラフェンを サファイア基板上に作製する技術を開発 将来の高速電子デバイスの量産プロセス実現に貢献

株式会社日立製作所(執行役会長兼執行役社長:川村 隆ノ以下、日立)は、このたび、現在多くの電子デバイスに利用されているシリコンの10倍以上速い電子移動度<sup>\*1</sup>が期待されるグラフェンを、サファイア基板<sup>\*2</sup>上に作製する技術を開発しました。グラフェンは、炭素が蜂の巣構造に並んだ厚さ0.34nm(1nmは100万分の1mm)の単原子層のシートで、たとえば通信基地局のネットワーク機器などに用いられる高速電子デバイスへの応用が期待されています。グラフェンは、シリコン基板や炭化シリコン基板上に実験的な手法で作製することは可能でしたが、電子デバイスに適した基板である、絶縁体のサファイア基板上に作製する技術は確立されていませんでした。今回、量産に適した気相成長法<sup>\*3</sup>をグラフェンに応用し、絶縁体のサファイア基板上においてその層数を制御する技術と、光透過率測定<sup>\*4</sup>により簡便に層数を計測する技術を開発しました。これにより、サファイア基板上に大量にグラフェンを作製することが可能になり、グラフェンの電子移動度を活かした高速電子デバイスの量産プロセス実現に貢献します。

本技術は、国立大学法人東北大学(総長:井上 明久ノ以下、東北大)多元物質科学研究所京谷隆教授グループと共同で開発したものです。

グラフェンは、多層に積層したものがグラファイトと呼ばれ、筒型に巻いたものがカーボンナノチューブと呼ばれています。室温での電子移動度がシリコンと比べて10倍以上速いことから、高速の電子デバイスへの応用が期待されています。しかし、これまで2004年に英国マンチェスター大学のA. K. Geim教授らが、粘着性のテープを用いて、単結晶グラファイトを引き剥がす方式により、一枚のグラフェンを取り出すことに成功したほか、実験的な手法でシリコン基板や炭化シリコン基板上に作製することは可能でしたが、サファイア基板などの絶縁体基板上への作製、あるいは量産技術の確立には到っていませんでした。

今回、日立は東北大と共同で、量産に適した気相成長法をグラフェンに応用し、その層数を制御する技術と、光透過率測定により簡便に層数を計測する技術を開発しました。本技術により、サファイア基板上にグラフェンを大量に作製することが可能になり、グラフェンの電子移動度を活かした高速電子デバイスの量産プロセスの実現に貢献します。

開発した技術の詳細は下記の通りです。

## ■開発技術の詳細

### (1)大量生産に適したグラフェン作製技術

日立は東北大と、鋳型法によるカーボンナノチューブの作製技術\*5をサファイア基板に応用する検討を進め、酸化アルミニウムがグラフェンに対して触媒活性\*6を有することを見出し、気相成長法を用いて酸化アルミニウム単結晶であるサファイア基板の上に、比較的低温(600~700℃)で一層から数層のグラフェンを作製する技術を開発しました。本技術は作製に要する時間が短いことから、大量生産に適した技術です。今回、作製に成功したグラフェンのドメインサイズ\*7は10nm程度です。

### (2)グラフェン層数を簡単に計測する技術

従来、グラフェンの層数を計測するには、透過型電子顕微鏡などの大掛かりな装置が必要でした。今回、透明なサファイア基板を用いることにより、グラフェン一枚の光透過率が97.7%であることを利用し、光透過率測定という簡便な方法で、グラフェンの層数を計測する技術を開発しました。

今後、日立はグラフェンのドメインサイズを拡大するなどの開発を推進し、本技術を、グラフェンを用いた高速電子デバイスを量産するプロセスへの適用を目指します。

なお、本技術は、6月21日から26日まで北京で開催されている「Tenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes」にて発表しました。

\*1 電子移動度:物質中での電子の移動し易さを示す特性で、物質固有の値。シリコンは1400[cm<sup>2</sup>/Vs]であるが、グラフェンでは数万[cm<sup>2</sup>/Vs]の値が測定されており、さらに理論的には200,000[cm<sup>2</sup>/Vs]と予想されている。

\*2 サファイア基板:酸化アルミニウムの単結晶基板。

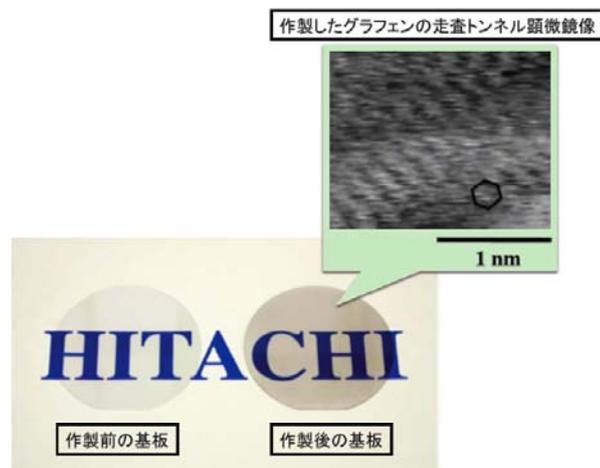
\*3 気相成長法:加熱した反応管に原料ガスを供給し、触媒を用いて所望の材料を成長する方法。今回は、アセチレンガスを原料ガスとして用い、サファイア基板表面の触媒活性を利用することにより、サファイア基板表面にグラフェン薄膜を形成した。

\*4 光透過率測定:物質に光を照射し、透過する光強度を測定する方法。

\*5 鋳型法によるカーボンナノチューブの作製技術:金属アルミニウムを電解液中で電気的に酸化することにより、微細な孔を形成する。次に、この孔を鋳型として炭素薄膜を形成し、最後に鋳型を取り除くことにより、均一な形状のカーボンナノチューブを作製する方法。

\*6 触媒活性:原料ガスからグラフェンを形成する化学反応を助長する効果。

\*7 ドメインサイズ:連続膜の大きさ。



2インチのサファイア基板上に作製したグラフェン

お問い合わせ先

株式会社日立製作所 日立研究所 企画室 [担当:鈴木]

〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

電話:0294-52-7508(直通)

以上