

2010年8月、韓国・シンガポール・日本の共同研究グループは、大面積のグラフェンをプラスチックを含む多様な材質の基板上に形成できる技術の開発を発表した。開発した方法は、銅foil上に形成したグラフェンを、一旦熱剥離シートに移し取り、さらに目的の基板上に移し取るというものであり、今回はPETフィルム上に対角30インチのグラフェンを形成した。代表的な透明電極であるITOと同等の光透過率とシート抵抗を実現し、フィルムの変形による引っ張り歪への耐久性は大幅に向上した。

### トピックス 3 Inを使わないフレキシブルな透明電極用大面積グラフェン

2010年8月、韓国・シンガポール・日本の共同研究グループは、大面積のグラフェンを、プラスチックを含む多様な材質の基板上に形成できる技術を開発したと発表した<sup>1)</sup>。

グラフェンはグラファイトの1原子面を取り出したもので、電子デバイスへの応用が期待されている<sup>2)</sup>。光透過性と電気伝導度が高く、柔軟性にも富むため、プラスチック上に形成することで、タッチパネルなどに利用されるフレキシブルな透明導電膜への応用も考えられている。したがって、実用的な面積のグラフェンをプラスチック上に形成する方法が実用化への課題となっていた。

上記の共同研究グループが開発した方法は、銅foil上に形成したグラフェンを、一旦熱剥離シートに移し取り、さらに目的の基板上に移し取るというものである(図表)。まず銅foilを真空反応炉内で1000℃にしてメタンガスを吹き付け、グラフェンを製膜した。銅foilは対角線が30インチの長方形で、円筒状に丸めた状態で製膜することで、大面積に均一なグラフェンが形成できるようになった。次にグラフェンを銅foilごと熱剥離シートに圧着し、銅foilをウエットエッチングで除去する。さらに、グラフェンを目的のプラスチック上に熱剥離シートごと圧着し、熱処理後、熱剥離シートを剥ぎ取る。この方法でグラフェンを積み重ねても、層の間で原子の位置が揃わないため、層状化合物であるグラファイトの性質は示さない。

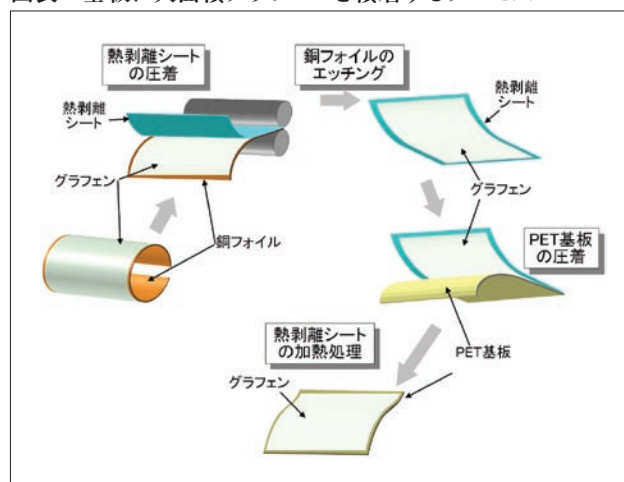
これまでは、グラフェンを他の基板上に移し取るために、一旦アクリル樹脂などをコートして、この樹脂フィルムに移し取っていた。しかし樹脂フィルムは強度が弱いため大面積のシートにできず、また最終的に有機溶剤で除去するため、ガラスなどの有機溶剤に対して安定である基板に应用は限られていた。熱剥離シート

は100℃程度に加熱することで粘着力が弱くなるシートで、半導体の製造プロセスなどにも利用されている市販品である。大面積での取り扱いが簡単であり、剥離に有機溶剤を用いないため、プラスチックを含む多様な基板上にグラフェンを移し取ることが可能である。

試作したPET上のグラフェンに6%の引っ張り歪を加えてもシート抵抗はほとんど変化しなかった。従来からの透明電極であるITOでは、クラックが発生し、3%程度の歪でシート抵抗が増加し始め、4%では3倍に増大してしまう。

グラフェン1層での光透過率とシート抵抗は97.5%と125Ω/□、4層積み重ねると90%と50Ω/□、さらに硝酸のドーブでシート抵抗は30Ω/□まで低減した。これは同じ光透過率のITOとほぼ同じ値である。共同研究グループではこのシートで3.1インチのタッチスクリーンを試作し、動作確認も行っている。

図表 基板に大面積グラフェンを積層するプロセス



参考文献<sup>1)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

参 考

- 1) J-H Ahn et al., "Roll-to-roll production of 30-inch graphene films for transparent electrodes", Nature Nanotech., Vol. 5, 574, (2010)
- 2) 家近泰, 「グラフェンの高速トランジスタ応用への注目と課題」、科学技術動向 2010年5月号、No.110、p29