

報道関係者各位

平成 23 年 1 月 25 日
東京大学大学院情報理工学系研究科

国際学会 MEMS2011 における研究発表

東京大学大学院情報理工学系研究科の下山勲教授らは、1 月 23 日～27 日にかけてメキシコで開催される国際学会 MEMS2011 (The 24th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム学会) にて、研究発表を行います。本プレスリリースでは、そのうちの 2 件についてご紹介いたします。発表の詳細は別紙をご参照ください。

1. 「エタノール CVD で生成したグラフェンの剥離、転写」

発表日時 : 1/25 15:20-15:40 (メキシコ現地時間)

発表者 : 柳 光鉉(ユ クァンヒョン)

所属 : 東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻 博士課程学生(1 年)

2. 「液体への直接蒸着法による多孔質パリレンとその液体の影響の研究」

発表日時 : 1/25 16:20-16:40 (メキシコ現地時間)

発表者 : 阮 平謙(グエン ビン キェム)

所属 : 東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻 日本学術振興会特別研究員

注意事項 : 解禁の指定はありません。

参考 :

MEMS2011 website : <http://www.ieee-mems2011.org/>

問い合わせ先 :

東京大学 IRT 研究機構長／大学院情報理工学系研究科教授
下山 勲

発表内容:

1. 「エタノール CVD で生成したグラフェンの剥離、転写」

原論文: K. Yoo, Y. Takei, B. Hou, S. Chiashi, S. Maruyama, K. Matsumoto, and I. Shimoyama, "Direct Physical Exfoliation and Transfer of Graphene Grown via Ethanol Chemical vapor Deposition".

グラフェンは、優れた物理的強度（鋼鉄の 200 倍）、優れた熱伝導性（銅の 10 倍）、高速の電子移動速度などの特徴を持つ、柔軟で透明な材料として注目されています。2010 年には、グラファイトからグラフェンを分離する方法を確立した功績に対して、ノーベル物理学賞が与えられています。しかし、グラフェン固有の優れた特性を電子デバイスに適用するためにはまだ解決すべき課題があります。特に、グラフェンは 1000°C 以上の高温で生成されるため、電子デバイス上に直接生成することは困難で、生成したグラフェンを他の基板上に転写する技術が必要とされています。

本研究では、シリコンゴムの一種であるポリジメチルシロキサン (PDMS) ゴムスタンプを用いて、金属片表面に合成したグラフェンを剥離し、それをガラスの表面に転写することに成功しました (図 1 上)。既存のグラフェンの転写では、グラフェンを生成した金属片を転写したい基板に押し当てた状態で、金属片を薬品で溶かして、グラフェンを基板に固定するものでした (図 1 下)。この方法は、金属片を薬品で溶かす際に、薬品がグラフェンの構造にダメージを与え、電気特性、物理特性に悪影響を及ぼすという問題点がありました。それに対して、本研究の転写方法では、PDMS ゴムスタンプで剥離したグラフェンを転写したい基板に押し当てた状態でアセトン液中で 100°C まで加熱し、その後 PDMS を引き剥がすという手順をとります。この方法は、薬品によるグラフェンの構造へのダメージが少ないという利点があります。カーボン・ナノチューブの評価に一般的に使われるラマン分光法を用いて、転写後のグラフェンの構造のダメージ評価を行いました。その結果、本研究の転写方法が、従来の転写方法と比べてグラフェンに与えるダメージが 5 分の 1 程度であることを確認しました (図 2)。

この技術により、高品質のグラフェンを、既存の方法では転写が不可能であった薬品に弱い材料に転写することが可能となり、グラフェンの電子デバイスへの応用が加速することが見込まれます。

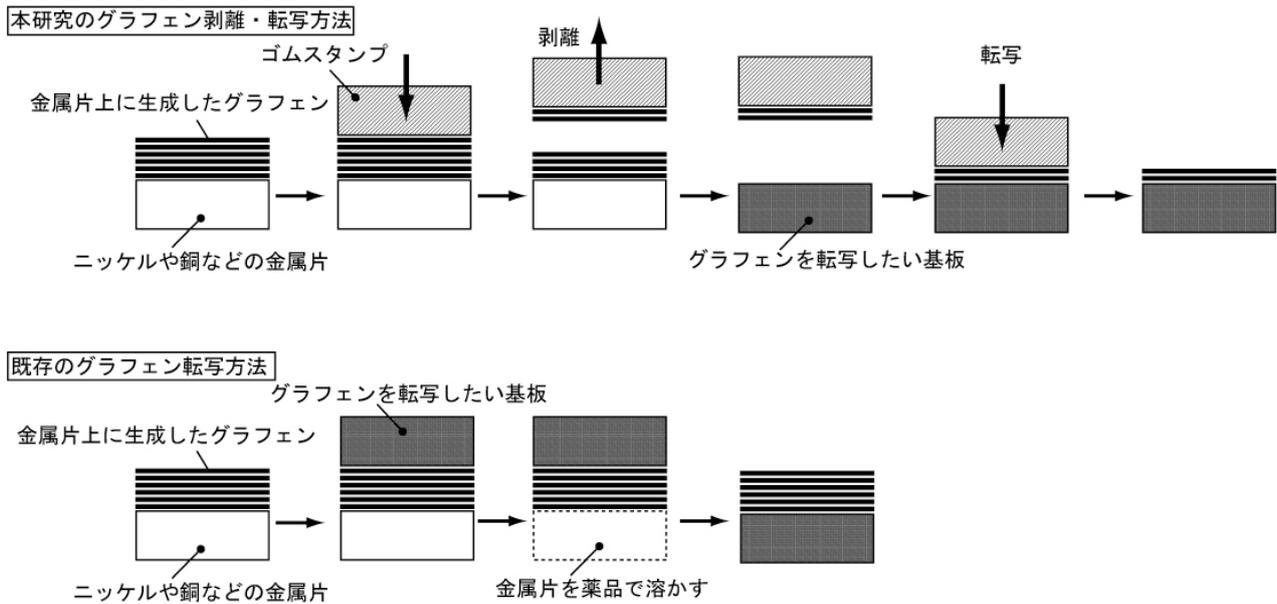


図 1 : 本研究の転写方法(上)と既存の転写方法(下)の概要図
(http://www.leopard.t.u-tokyo.ac.jp/MEMS2011_pressrelease/Fig1.jpg)

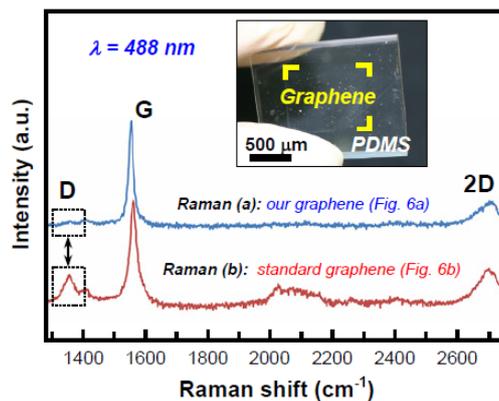


図 2 : ラマン分光法による本研究の転写方法(a)と既存の転写方法(b)の転写ダメージ評価。本研究手法のほうが構造のダメージの指針となる D-band と呼ばれるピークの強度が小さく、ダメージが小さいことがわかる。

(http://www.leopard.t.u-tokyo.ac.jp/MEMS2011_pressrelease/Fig2.jpg)

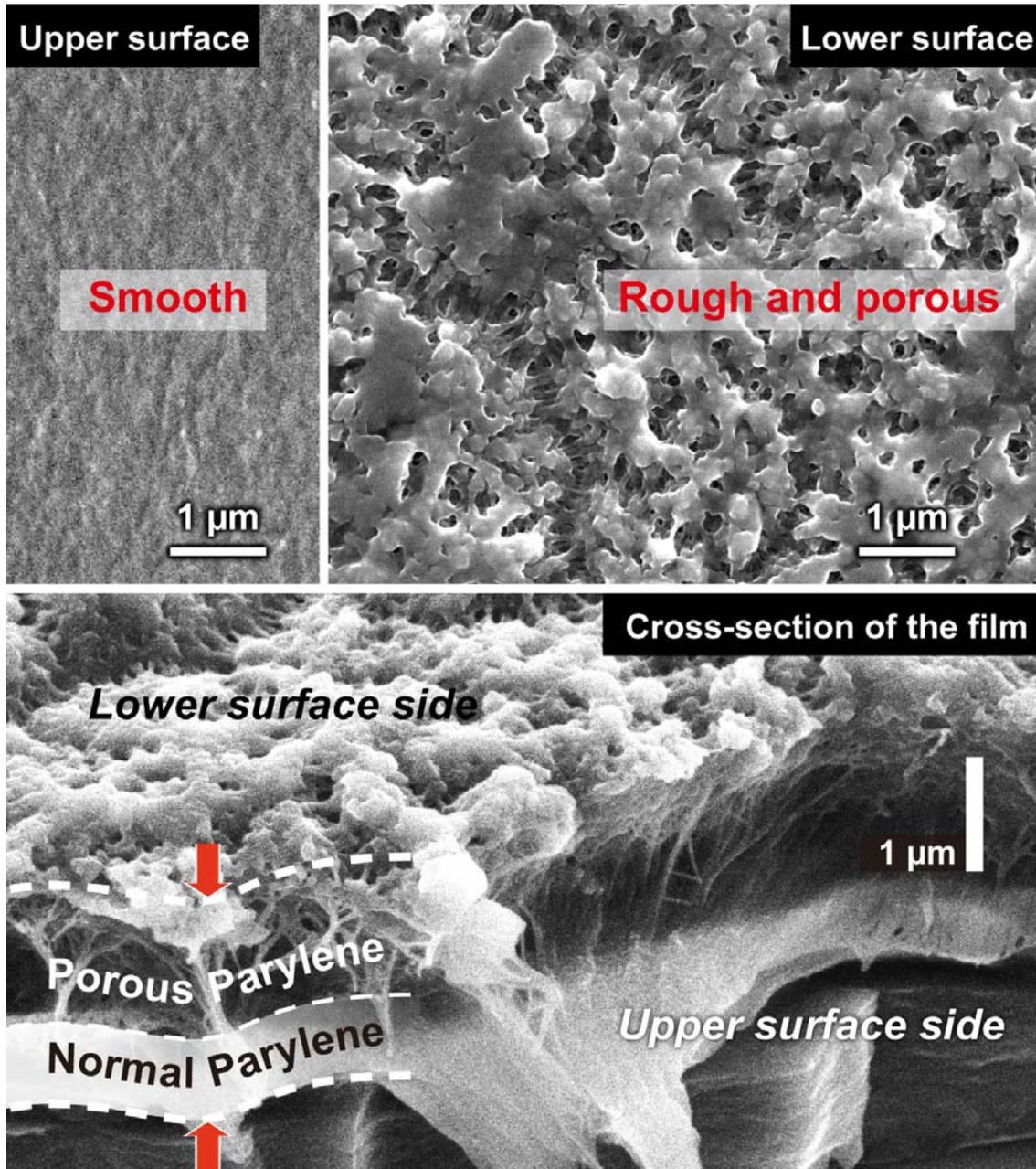
2. 「液体への直接蒸着法による多孔質パリレンとその液体の影響の研究」

原論文： N. Binh-Khiem, K. Matsumoto, and I. Shimoyama, “Porous Parylene and effects of liquid on Parylene films deposited on liquid” .

1947年に発見された poly-para-xylylene とその類するポリマー（通称パリレン）は、生体適合性を有し、無色透明で物理・化学安定性が高いため、医療機器・電子部品・精密機械部品などをコートするために使用されています。特に MEMS 分野では、微細機械加工との相性が良いことから優れた構造材料としても期待され、様々な場面で用いられるようになってきました。しかしながら、パリレンを成膜するには真空プロセスが必要なため、ディスプレイ、マイクロ流路系、化学・バイオセンサなどの応用分野では液体をカプセル化した構造が望まれているにも関わらず、従来は固体表面上にしか成膜できませんでした。そこで我々の研究グループでは、蒸気圧の低い液体を用いることで、液体上にパリレンを成膜できるプロセス、Parylene-on-liquid-deposition (POLD) を開発し、液体をパリレン薄膜でカプセル化した複数の MEMS デバイスを発表してきました。さらに、パリレンを液体表面上に成膜する場合、固体表面上での成膜と異なり、パリレン膜残留応力が収縮性であることも計測できましたので、成膜条件（固体表面上・液体表面上）に依存して、微小スケールでポリマーの構造が異なるのではないかと考えました。

本研究では、液体表面上で成膜したパリレンの性質、特に微小スケールでの構造を調べ、通常のパリレンとの違いと液体からの影響を明らかにしました。下図は、パリレン膜の成膜プロセス中に液体に接触しない表面 (Upper surface)、接触する表面 (Lower surface)、及び膜の断面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を示します。成膜プロセス中に液体に接触しない表面は、典型的なパリレン表面と同様、スムーズで穴のない平坦なポリマー表面となっています。これに対し、成膜プロセス中に液体に接触する表面は、凸凹で数百 nm 以下の穴が多数開いた多孔質層となっており、3次元の複雑なブリッジ・アイランド状ネットワークで覆われることが分かりました。膜断面の像でも、2つの表面の間のポリマー構造の変化が観察できます。成膜プロセス中に、液体表面付近でパリレンのモノマー分子やポリマー鎖などが液体に拡散しポリマー化するため、このような膜になったと考えられます。

多孔質層の厚さは、成膜条件や成膜時間などで変えることができました。また、多孔質の微細形状と寸法は液体の種類によって変わり、液体の平均分子量が高ければ高いほどポリマーブリッジやアイランドの平均寸法が大きいという傾向も確認できました。さらに、多孔質膜表面の性質、例えば親水性・疎水性なども、成膜プロセスに用いる液体から影響を受けることが分かりました。このような多孔質パリレン膜は、通常のパリレンと異なり、ガス透過性があることも確認できました。これらの結果から、ガスセンサなどのマイクロデバイスに対して、多孔質パリレン膜を新たな機能性材料として利用することが可能となり、MEMS でのパリレンの活用範囲を大きく広げることが期待できます。



図：パリレン膜の成膜プロセス中に液体に接触しない表面(Upper surface)、接触する表面(Lower surface)、及び膜の断面のSEM像

(http://www.leopard.t.u-tokyo.ac.jp/MEMS2011_pressrelease/Fig3.jpg)