

グラフェン FET 作製レジストによるデバイス特性の向上

Improvement of Graphene FET Characteristics by Fabrication Resist

(株) 東芝 ◦ 中村 裕子, 吉村 玲子

Toshiba Corporation ◦ Hiroko Nakamura, Reiko Yoshimura

E-mail: hiroko2.nakamura@toshiba.co.jp

グラフェンはわずかな電荷移動でキャリア数や仕事関数に変化することから高感度のセンサー材料として期待されている。i 線や g 線レジストを用いてパターンニングすることが多いが、i 線や g 線レジストのベース樹脂はノボラック樹脂で、ベンゼン環を含んでいる。ベンゼン環とグラフェンは π - π 結合しやすく、グラフェン表面を汚染している可能性がある (図 1)。本報告では、ノボラック樹脂ベースのレジストと、ベンゼン環を含まないアクリル樹脂ベースのレジストでグラフェンを加工して、電界効果トランジスタ (FET) を作製し、特性を比較した結果を報告する。

グラフェン FET は、Si 基板裏面にゲート電極を、表面には、酸化膜を形成後、ソース・ドレイン電極を形成した。CVD グラフェンを転写後、レジストパターンにより加工してチャンネルとした。ノボラックレジストは市販の g 線レジストを用いた。アクリルレジストは市販の ArF レジスト (波長 193 nm の光に感度を持つレジスト、ベース樹脂がアクリル樹脂) に、露光光に感度を持つ酸発生剤を添加して化学増幅型レジストとして用いた。露光は紫外線ランプ光源を用いた。

図 2 にアクリルレジストを用いて加工した場合 (a) とノボラックレジストを用いて加工した場合 (b) の FET 作製直後のドレイン電流-ゲート電圧 (I_d - V_g) 特性を 1 チップ 16 個の FET で、断線していないものについて示す。アクリルレジストの方がノボラックレジストよりもカーブの傾きが大きく、移動度が高い。 I_d - V_g 特性の傾き ($\partial I_d / \partial V_g$) から MOS (metal oxide semiconductor) FET の線形領域を仮定して、式 (1) により有効移動度 μ を計算した。図 3 は 2 チップの各 FET について、最大有効移動度を求め、分布をヒストグラム化したものである。(a) はキャリアがホール、(b) はキャリアが電子である。アクリルレジストの方がノボラックレジストよりも移動度が高い。

このことからノボラックレジストの代わりにアクリルレジストを用いることで、FET の特性が改善することがわかった。

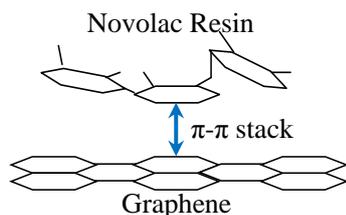


Fig. 1 π - π stack of novolac resin and graphene

$$\mu = \frac{L}{W \cdot C_{ox}} \cdot \frac{1}{V_d} \cdot \frac{\partial I_d}{\partial V_g} \quad \text{式(1)}$$

μ : 有効移動度

L: チャンネル長

W: チャンネル幅

V_d : ドレイン電圧

I_d : ドレイン電流

V_g : ゲート電圧

C_{ox} : 単位面積当たりの容量

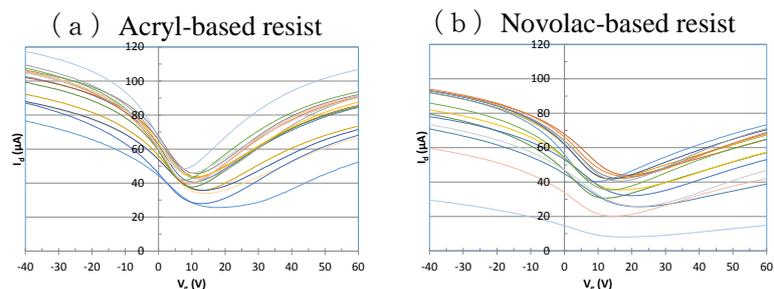


Fig. 2 Transfer curves of graphene FETs

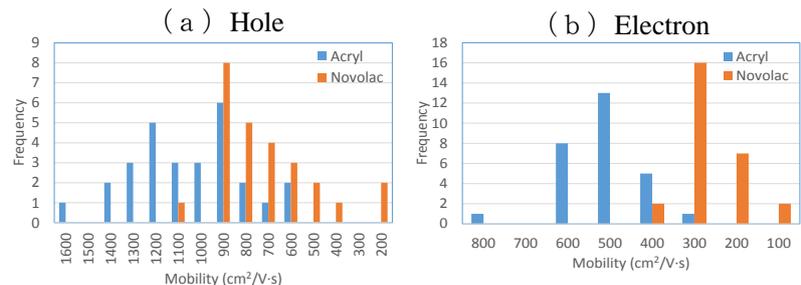


Fig. 3 Maximum effective mobility of graphene FETs