

電子線描画装置を用いたパターンニンググラフェンに関する研究

Patterning the graphene using an Electron Beam Lithography Exposure

○伊崎貴生¹, 久保田弘¹, 松川誠也¹, 西口博樹¹, 正木良武², 吉岡昌雄²

(熊大院自然科学¹, 熊大工²)

○Takao Izaki¹, Hiroshi Kubota¹, Seiya Matsukawa¹, Hiroki Nishiguchi¹, Yoshitake Masaki¹, Masao Yoshioka²

(Graduate School of Science and Technology Kumamoto Univ.¹, Kumamoto Univ.²)

E-mail: takao_i@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

1 背景

これまでの半導体集積回路は微細化によって性能向上を成し遂げていたが、現在の半導体集積回路は微細化により配線抵抗の増大や配線での遅延が問題となっている。この問題は半導体集積回路の配線幅が微細化にともなってナノサイズまで細くなり、電子の平均自由行程よりも小さくなってしまったためである。これにより、金属配線中の電子は散乱を起こしてしまい、配線幅が細くなればなるほど配線の抵抗値が上昇してしまう。この問題を解決するために様々なアプローチがなされており、その一つに現在配線で使用されている銅に代わる新しい材料としてグラフェンが注目されている。グラフェンにはバリスティック伝導があるため、配線幅に関係なく抵抗値が一定になることがわかっている。そのため、配線抵抗が増大している問題を解決できると期待されている。また、グラフェンはエレクトロマイグレーション耐性も銅に比べて高く、半導体集積回路にグラフェン配線を用いることができれば信頼性の高いデバイスになると期待されている。

2 原理

現在のグラフェンの生成方法のほとんどが半導体デバイスに応用する際に転写が必要となる。しかし転写する際に、グラフェンの構造に欠陥ができてしまい、グラフェンの優れた特性を生かすことができていない。そこで転写を必要としない方法として電子線を用いた方法を研究中である。フラーレン C₆₁ に電子線を照射することでフラーレンの球構造を破壊し構造変化を引き

起こす。その後アニールを行うことで、自己組成化を促しグラフェン形成を行う (Electron Beam: EB 法)。これにより転写が必要なく、自在にパターンニング可能なグラフェンを作ることができると考えられる。

3 実験

今回の実験の目的は電子線を用いて生成するグラフェンの結晶性を高めることである。Si ウェーハ上にフラーレンをスピンコートで塗布を行ない、フラーレン膜を形成する。その後、電子線をフラーレン膜に照射し、フラーレンを構造変化させる。構造変化させていない部分のフラーレンは不要なため、クロロホルムで不要なフラーレン膜を除去する。結晶性を高めるために構造変化部分に Ni 膜を蒸着させ、アニールを行う。アニールを行うことで構造変化部分の自己組織化を促しグラフェンを形成する。アニール後は、酸処理を行なうことで Ni 膜を除去する。(図 1) 測定にはラマン分光法を用いて作製した試料の評価を行う。

4 結果

触媒として Ni を用いない試料と Ni 膜を蒸着させた試料を、ラマン分光法を用いて測定を行った。Ni を用いていない試料のラマンスペクトルは欠陥を示す D バンドと G バンドのスペクトルが同程度の強度で出ていた。しかし、Ni 膜を蒸着させた試料では D バンドが低減し、G バンドのスペクトルが強く出た。そのため、電子線を用いたグラフェンの作製方法で Ni 触媒を用いることは有効であると考えられる。

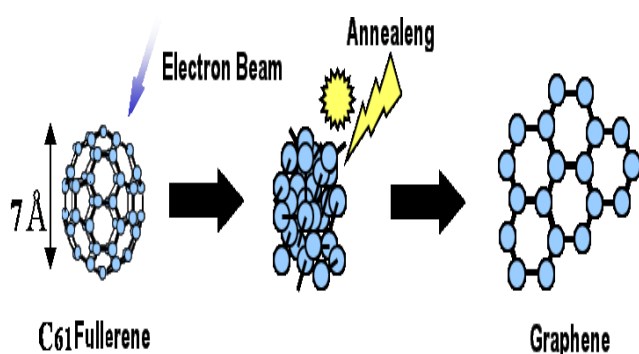


図 1: 電子線を用いたグラフェンの作製方法

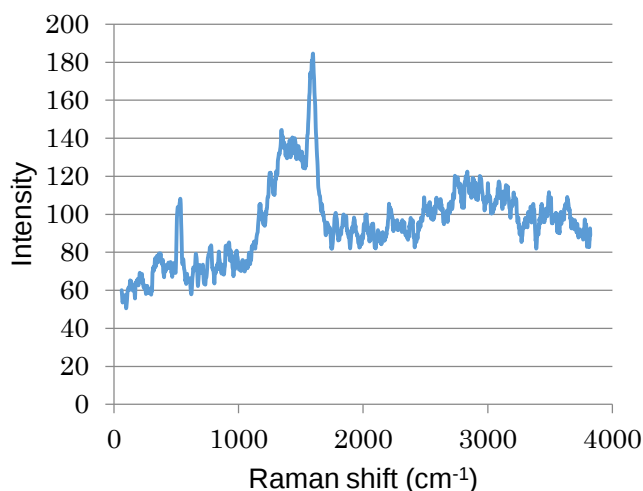


図 2: Ni を用いて作製した試料のラマンスペクトル