電流印加固相析出によるSiO_2上への多層グラフェンの直接形成

Current Enhanced Solid Phase Precipitation of Multilayer Graphene Directly on SiO_2

芝浦工大(SIT)[1], SIT グリーンイノベーション研究センター[2] ○田村 智洋[1], 上野 和良[1,2]

Shibaura Inst. Tech.[1], SIT Res. Center for Green Innovation[2], ◦T. Tamura[1] and K. Ueno[1,2]

E-mail: ueno@shibaura-it.ac.jp

【はじめに】現在 LSI の配線には Cu が使われているが，配線の微細化により配線抵抗は増大し，信号遅延の増加や信頼性劣化が懸念される．多層グラフェン(MLG)は Cu より長い平均自由行程と高い電流密度耐性，熱伝導性を持ち，銅配線に代わる新しい配線材料として注目されている．MLG の形成方法として固相析出があり，転写なしでデバイス基板上に直接形成でき，実用化につながる技術として注目されているが，低温化と膜質の向上が課題である．我々は，MLG の CVD において触媒層に電流を流すことで同じ基板温度でも結晶性が改善することを報告した[1]．また固相析出においても、触媒層の垂直方向に電流を流した場合に結晶性が改善されたが、水平方向に流した場合には効果が見られなかった[2]．そこで今回,水平方向でも触媒層に電流が流れるような構造に用いて、水平方向に電流を流したときの電流印加の効果を調べた．

【実験方法】サンプルとして3.5 × 1.0cm 角の SiO_2(100 nm)/Si 基板上に、スパッタ法により触媒層の Ni(50 nm)と炭素 C(25 nm)を順次堆積した．電流印加のための電極部分の C を選択的に除去したのち、TiN (25 nm)，Cu(100 nm)をスパッタ法により堆積し電流印加用の電極を形成した．そのサンプルを電気炉により真空中(4.6×10^{-2}Pa)で電流を印加しながら10 分間加熱した．電流 6 A で固定し、設定温度を605 ℃から732 ℃の間で変化させた．電流の効果の比較では、ジュール発熱の効果を除くため、ジュール熱による温度上昇を熱電対で測定し、電流の有無で同じ温度になるように、電流印加なしのサンプルを作製した．評価として触媒 Ni のウェットエッチングを行い、ラマン分光法と SEM を用いて析出物の構造と形態を観察した．

【実験結果】図 1 に 680℃での電流印加の有無による MLG のラマンスペクトルの比較を示す．電流印加したサンプルの方が G/D 比が高く、MLG の結晶性が向上したことがわかる.図 2 に SEM による観察結果を示す．電流印加したサンプルの方が MLG の塊が大きくなった．他の温度においても同様の結晶性改善が見られた．この結果から、固相析出においても電流の作用によって、ジュール熱以外の効果で、MLG の結晶性が改善でき、低温化と結晶性に改善につながる可能性が示唆される．

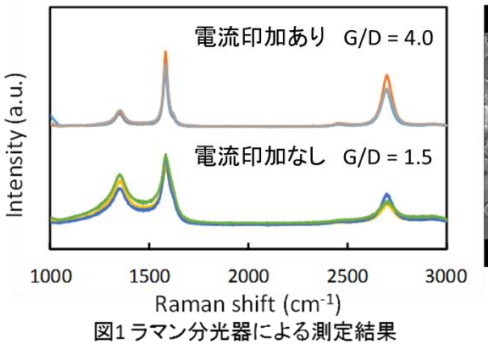

図1 ラマン分光器による測定結果

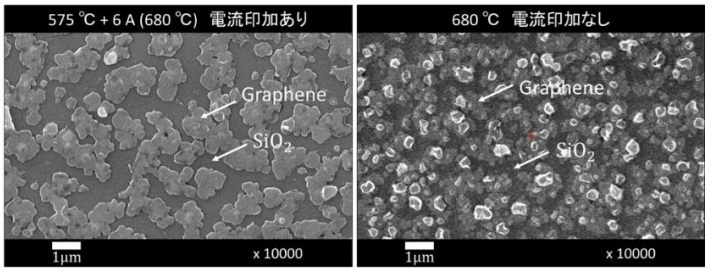

図2 SEMによる表面観察

【謝辞】本研究は科研費(18K04289) の助成とグリーンイノベーション研究センターの発表助成を受けた．

【参考文献】

[1] K. Ueno, H.Ichikawa, and T. Uchida, Jpn . J. Appl. Phys. 55 (2016) 04EC13.

[2] H. Ichikawa and K. Ueno, 2017 IEEE EDTM Conf. Proc. of Tech. Papers, P-33 (IEEE, 2017) 244-246.