$LiNbO_3$の焦電効果によるグラフェンの電気特性制御の検討

Study on electrical property control of graphene by pyroelectricity of $LiNbO_3$

明大院理工 [1]，物材機構 [2]　○安原 雄大 [1,2]，知京 豊裕 [2]，小椋 厚志 [1]，長田 貴弘 [2]
Meiji Univ. [1], NIMS [2], °Yudai Yasuhara[1,2], Toyohiro Chikyow[2], Atsusi Ogura[1], Takahiro Nagata[2]
E-mail: ce181060@meiji.ac.jp

【はじめに】 極性結晶であるニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）は焦電性にすぐれた酸化物強誘電性である。また、最大級の自発分極（~70 μC/cm^2）を持つ。チタン酸バリウム（$BaTiO_3$）など他の強誘電体比べて、内部の欠陥層での電荷の中和が少ない単結晶が得られるため誘電分極による外界への影響が大きく表面電荷が得られやすい特性がある [1)]。そこで我々は、$LiNbO_3$ の分極面のパターン化などで自発分極を制御することで表面電荷を制御できる特徴を利用し、電気輸送特性の優れたグラフェンの電気特性を制御を試み光センサーや多値スイッチへの応用を検討している。このためには、$LiNbO_3$ の焦電性による表面電荷の変化とグラフェンの導電性の関係を明らかにする必要がある。本研究では、$LiNbO_3$ 基板にグラフェンを転写した試料を用いて、グラフェンの積層数と温度変化に対する電気特性評価を行い焦電性により変化する表面電荷がグラフェンの電気特性に及ぼす影響について検討した。

【実験方法】、＋極性面の $LiNbO_3$ 単結晶基板の表面欠陥層除去を酸素雰囲気中、700°C の熱処理で実施した。基板上に CVD 法によって作成したグラフェンを 1～3 層転写した試料上に、Cr/Au 上部電極を、金属マスクを用いた真空蒸着法で形成し、電気特性の評価を実施した。電気特性の評価は、真空中(<10^{-3} Pa)で、電流-電圧測定(I-V)とホール効果測定を実施した。試料温度は 10K から 670K まで変化し、I-V 測定を実施した。

【結果】 Fig.1 に温度変化に対する抵抗率を示す。3 層グラフェンで 2 桁程度の抵抗率の上昇が確認された。$LiNbO_3$ は負の焦電係数(-0.008 μC/Kcm^2)を有し、低温になるほど分極の効果が大きくなる傾向と一致する。さらに Fig.2 に 3 層グラフェンの室温及び高抵抗領域での I-V のグラフを示す。室温近傍では、オーミック特性を示す直線であるのに対し、低温は非線形となり、室温に温度を上げるとまた線形の I-V 特性に回復した。以上から $LiNbO_3$ の焦電性に由来する電界変化がグラフェン/電極間のポテンシャル障壁が影響したと考えられる。これらに対し 1 層、2 層のグラフェンでは、線形を維持し、想定されるグラフェンの抵抗率の温度依存性と区別できる変化は確認されなかった。講演では、表面電位顕微鏡を用いた電極-グラフェン近傍でのポテンシャル変化の評価の試みについても報告する。

[1] Y Sun *et al.*, J. Appl. Phys. 109, 104302 (2011).

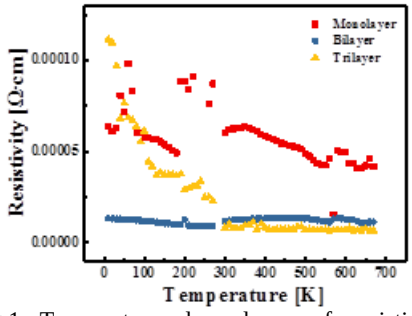

Fig.1 Temperature dependence of resistivity of monolayer bilayer and trilayer.

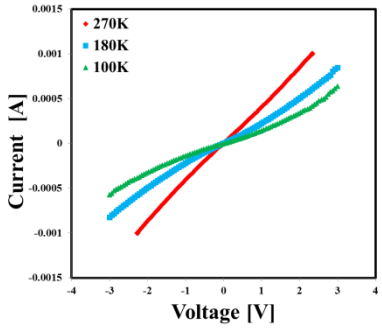

Fig.2 I-V properties of trilayer graphene at 270K, 180K and 100K.

© 2018年 応用物理学会