

FeCl₃ インターカレーションを用いた低抵抗 3 層積層グラフェンの作製

Fabrication of low-resistance 3-layer-stacked graphene using FeCl₃ intercalation

青学大理工 ○國府 慶 (M2), 渡辺 剛志, 黄 晋二

○K. Kokubu, T. Watanabe, and S. Koh,

Aoyama Gakuin University

E-mail: kei-kokubu@ee.aoyama.ac.jp

我々はこれまでに積層とキャリアドーピングによって低抵抗化したグラフェンを電極材料にした光学的に透明なアンテナを作製し、その動作を実証してきた^[1]。しかし、実用化にはさらなるシート抵抗低減が必要である。そこで我々は FeCl₃ をグラフェン層間に挿入するインターカレーション^[2]に着目し、更なるシート抵抗の低減を目指した。本研究では、透明アンテナ実用化に向け、グラフェンのシート抵抗低減を目的に、3 層積層した CVD グラフェンへの FeCl₃ を用いたインターカレーションに取り組んだ。

CVD 法で作製した単層グラフェンを Layer-by-layer 法で積層することで 3 層グラフェンを作製し、石英ガラス基板上に転写した。その後、FeCl₃ を用いた 3 層グラフェンへのインターカレーションを行った。グラフェン上にインジウム電極を設置し、ホール効果測定を用いてシート抵抗を評価した。Table 1 にホール効果測定の結果を示す。インターカレーション後の 3 層積層グラフェンのシート抵抗は前回報告した 65 Ω/sq^[3]を下回る 40 Ω/sq であり、シート抵抗をインターカレーション前 (Pristine) に比べ約 1/16 倍低減させることに成功した。また、キャリアドーピングによってグラフェンの G ピーク位置がブルーシフトすることを利用し、ラマンピークのシフトからインターカレーションの効果を評価した。Fig. 1 に G ピーク分布を表したラマンマッピングを示す。コントラストが明るい方がよりブルーシフトしていることを示している。インターカレーション後の G ピーク位置の平均値は 1617 cm⁻¹であり、1622 cm⁻¹を示す領域も存在していた。このことから 3 層積層グラフェンのすべての層間に FeCl₃ が挿入されている Stage 1 であると推定した。また、広い面積で G ピーク位置が一様にブルーシフトしており、大面積のインターカレーションに成功したことがわかった。また、可視光透過率測定したところ、3 層グラフェンのインターカレーション前後で変化がなく、波長 550 nm における可視光透過率は 89.4%と高い透明性を維持した。本研究では、Layer-by-layer 法で積層した 3 層グラフェンへの FeCl₃ を用いたインターカレーションが低抵抗化に有用であることを示した。

	Pristine	Intercalation
Sheet resistance [Ω/sq]	640	40
Carrier density [cm ⁻²]	6.2 × 10 ¹²	1.7 × 10 ¹⁴
Carrier mobility [cm ² /Vs]	1580	909

Table 1: Results of Hall effect measurements

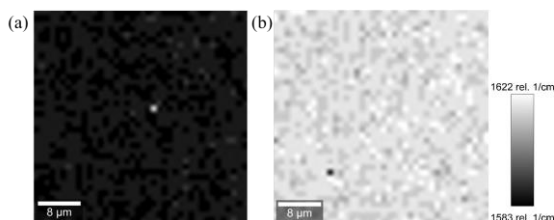


Fig. 1: Raman mapping of G band position (a) before and (b) after intercalation.

[1] S. Kosuga et al., AIP Adv. **11**, 035136 (2021).

[2] H. Kinoshita et al., Adv. Mater. **29**, 1702141 (2017).

[3] 國府慶 他 21p-P12-29, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 (2022).