

ロックイン赤外線発熱解析法による 大面積グラフェンの構造イメージング

Lock-in thermography for fast and precise electrical characterization technique of large area graphene sheet

¹産総研 ²九大 GIC [○]中島秀朗¹, 森本崇宏¹, 沖川侑揮¹, 生田美植¹,

山田貴壽¹, 河原憲治², 吾郷浩樹², 岡崎俊也¹

¹AIST, ²GIC Kyushu University [○]H. Nakajima¹, T. Morimoto¹, Y. Okigawa¹, Y. Ikuta¹,

T. Yamada¹, K. Kawahara², H. Ago², and T. Okazaki¹

E-mail: nakajima.h@aist.go.jp

グラフェンは、高移動度・高熱伝導率・高いフレキシブル性など優れた特性を示し、エレクトロニクスやオプトエレクトロニクス分野への様々な応用が期待されるナノ炭素材料である。近年では、化学気相成長法(CVD)による大面積合成が世界的に進められており、ウエハスケールのシート成膜が可能となっている。しかしながら CVD 膜では、結晶粒界に代表される様々な欠陥構造が形成され、グラフェン自体の電気伝導特性が大きく低減してしまう。従って、それら欠陥構造に関する評価技術はグラフェンの高品質化・高性能化に向けた重要な課題である。これまで探針プローブを用いた欠陥評価が主に検討されているものの、それら手法では計測視野が nm~ μm 程度の狭い走査範囲に限られてしまい、大面積膜での評価が困難であった^[1]。

本研究では、“ロックイン赤外線発熱解析法 (LIT)”に基づく計測技術を新規に提案し^[2]、従来困難であった大面積 CVD グラフェンの欠陥構造を高速・高精度にイメージング評価することに初めて成功した^[3]。この手法では、電圧を印加した際に生成するジュール熱を高効率に検出することで、グラフェンの電気特性を低減させる局所構造を原子レベルの欠陥に至るまで高精度に可視化することが可能である。図(b)は、CVD 法で成膜された単層グラフェンの LIT イメージング評価例である。グラフェンの結晶粒界箇所において線状の発熱構造が見られており、またそれらは高発熱(箇所 1 および 2)または低発熱(箇所 3)として観測されている。この結果は、結晶粒界での欠陥形成に起因した局所的な電気抵抗の上昇が、発熱を介して精度良く可視化されていることを示している。

本手法は、mm サイズの大面積膜を数分程度の短時間で計測できることから、CVD グラフェンの品質評価法として非常に有用な結果である。講演では、クラックやリンクルなど様々な欠陥構造のイメージング結果についてグラフェンの発熱機構を踏まえながら紹介する。

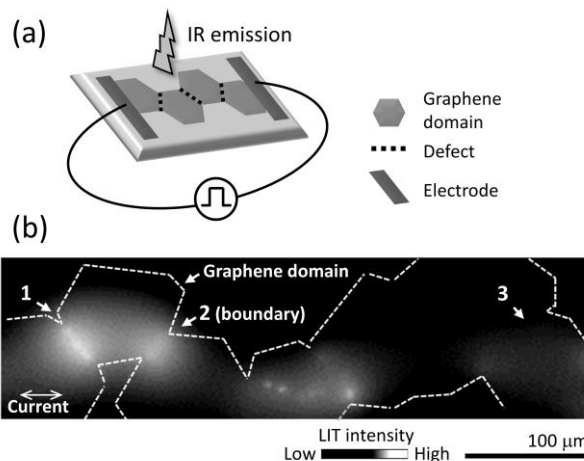


Figure (a) Schematic diagram of LIT measurement.
(b) LIT image of multiple coalesced graphene domains.

【参考文献】 [1] L. Tapasztó *et al.*, Appl. Phys. Lett., **100**, 053114 (2012). [2] T. Morimoto *et al.*, Sci. Rep. **9**, 14572 (2019). [3] H. Nakajima *et al.*, Sci. Adv. **5**, eaau3407 (2019).

【謝 辞】 本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合研究機構(NEDO)の助成事業のもと遂行されたものです。