

エッチングフリー金剥離法による二次元半導体作製手法の確立

Establish Au-assisted exfoliation of 2D semiconductor without etching process

京都大学 エネルギー理工学研究所¹, 東京大学 生産技術研究所², 物質・材料研究機構³

○村瀬大騎¹, 篠北啓介¹, 若藤祐斉², 小野寺桃子², 町田友樹², 渡邊賢司³, 谷口尚³, 松田一成¹

IAE, Kyoto University.¹, IIS, Tokyo University², and NIMS³

○Daiki Murase¹, Keisuke Shinokita¹, Yusai Wakafuji², Momoko Onodera², Tomoki Machida²,

Kenji Watanabe³, Takashi Taniguchi³, and Kazunari Matsuda¹

E-mail: murase.daiki.77t@st.kyoto-u.ac.jp

グラフェンを代表とする二次元材料は、電気伝導性や発光特性などの材料学的ポテンシャルの高さから、近年注目されている [1]。特に、ムーアの法則に沿って集積微細化が進む半導体分野においては、原子一層分の厚みの構造およびその優れた半導体特性から、遷移金属ダイカルコゲナイドなどがポストシリコンとして注目されている。このような二次元材料の作製手法として、基礎学術研究において単結晶の機械剥離法が、i) サイズや獲得安定性に制限があるものの、品質の高さから広く用いられている。その一方で、産業応用手法として期待される化学気層成長法 (CVD 法) があるが、ii) 膜の品質：結晶粒界や点欠陥、皺、iii) 環境：レジスト等からの汚染、iv) 転写：エッチング由来の汚染や破れ及びウェット転写、などの課題が指摘されている。

そこで本研究では、金剥離法 [2] を応用し機械剥離法において、獲得安定性と品質を両立させた新たな手法の確立を目的とした。一般の金剥離法は大きなサイズの試料が得られるがエッチングを必要とし、本手法は、完全ドライでかつエッチングフリーな手法のため、上記 i) ~ iv) の課題を解決し得る。まず、シリコン基板上のパターン金上にポリマーをスピコートし(図 1 (a) (1))、その後、MoSe₂ 母単結晶を接触させ加熱し、剥離することで(図 1 (a) (2), (3))、単層 MoSe₂ を得る。図 1(b) の発光 (PL) 結果に示すように、発光エリア (転写可能エリア) から 1 辺: 10 μm で 20 個以上、同時作製できた。さらに、作製した単層 MoSe₂ を hBN により転写した(図 1 (a) (4))。低温での PL 測定により、鋭い発光ピークが観察されたことから、高品質な単層二次元半導体を得られることがわかった。本研究は、二次元半導体の新たな産業応用手法としてのアプローチを与えると共に、機械剥離法の原理的な問題点を解決し、積層角度により多様に変化する二次元材料物性研究などへの貢献が期待される。

[1] K. S. Novoselov, *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. **102** 10451, (2005).

[2] G. Magda, *et al.*, Sci. Rep. **5** 14714, (2015).

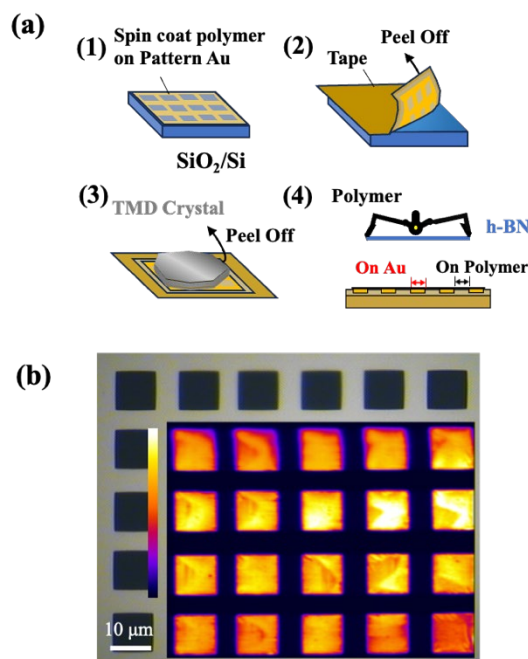


Fig1. (a) Flow image of our method, (b) MoSe₂ on Au: Optical microscope image (outer) and :PL mapping at 300 K (inner) .