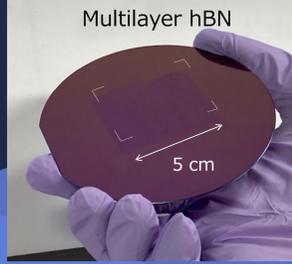


多層hBNの大面積合成とグラフェン積層デバイスアレーへの応用

九大GIC¹, 九大院総理工², AIST³, 阪大産研⁴

深町 悟¹, Pablo Solís-Fernández¹, 河原 憲治¹, 田中 大地², 大竹 徹²,
Yung-Chang Lin³, 末永 和知⁴, 吾郷 浩樹¹



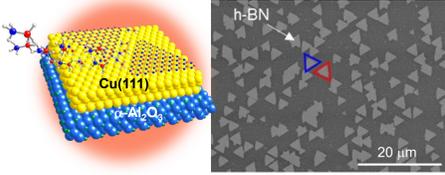
1. 研究背景

hBNはUV発光、単一光子発光、ガスバリア、トンネルバリアなど多様な応用が期待されている

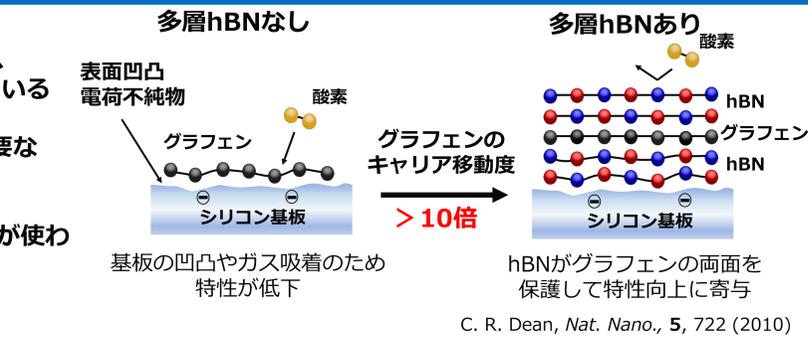
特に、2Dデバイスの絶縁層として極めて重要な役割を果たしている

しかし、2Dデバイスのほとんどで剥離hBNが使われており、大面積のhBNが望まれている。

hBNのCVD成長



Y. Uchida, *PCCP*, **19**, 8230 (2017)



CuやNiでは単層hBNしか得られない

単層hBNでは厚さが不十分

多層hBNのCVD合成の必要性

遷移金属のホウ素と窒素の固溶度

	Cu	Ni	Fe
B solubility (at%)	~0.29 (1000 °C)	~0.3 (1085 °C)	~0.1 (1149 °C)
N solubility (at%)	~0	~0.004 (1550 °C)	~8.0 (1000 °C)

2. 研究目的

- 1) CVD法によりで高品質・大面積の多層hBNを合成する
- 2) CVD-hBNをグラフェンFETに応用する

3. 実験方法

多層hBNの合成：
Fe-Ni合金箔を触媒に使用

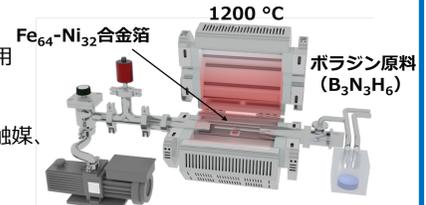
グラフェンの合成：
Cu(111)/サファイアを触媒、メタンを原料に合成

積層転写：

電気化学パブリング法と金属のエッチング法を比較

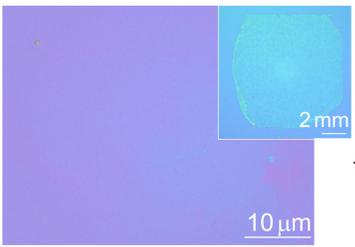
解析：

AFM, Raman, XPS, CL, STEM, FET測定

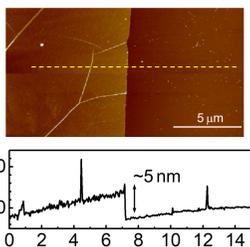


4. hBNの解析

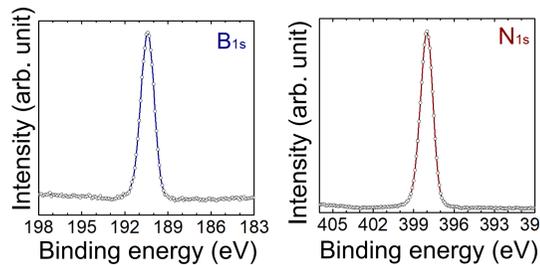
光学顕微鏡像



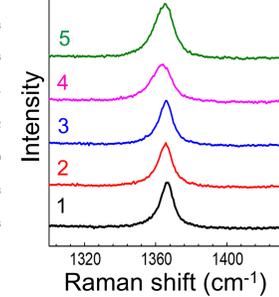
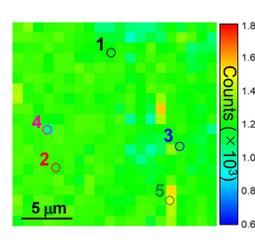
AFM



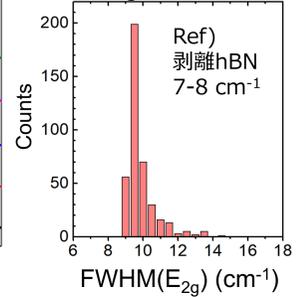
XPS (B:N=1:0.92)



Raman



E_{2g}の半値幅

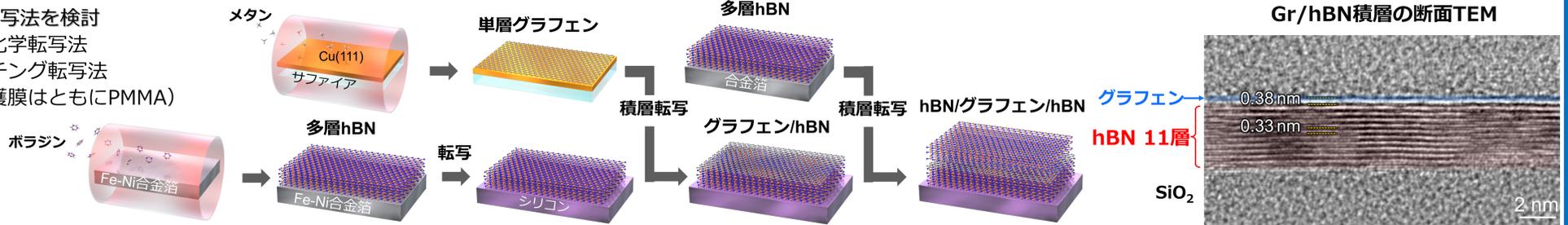


✓ 高い結晶性を有する、厚さ3-10 nmの多層hBNを大面積に合成することができた

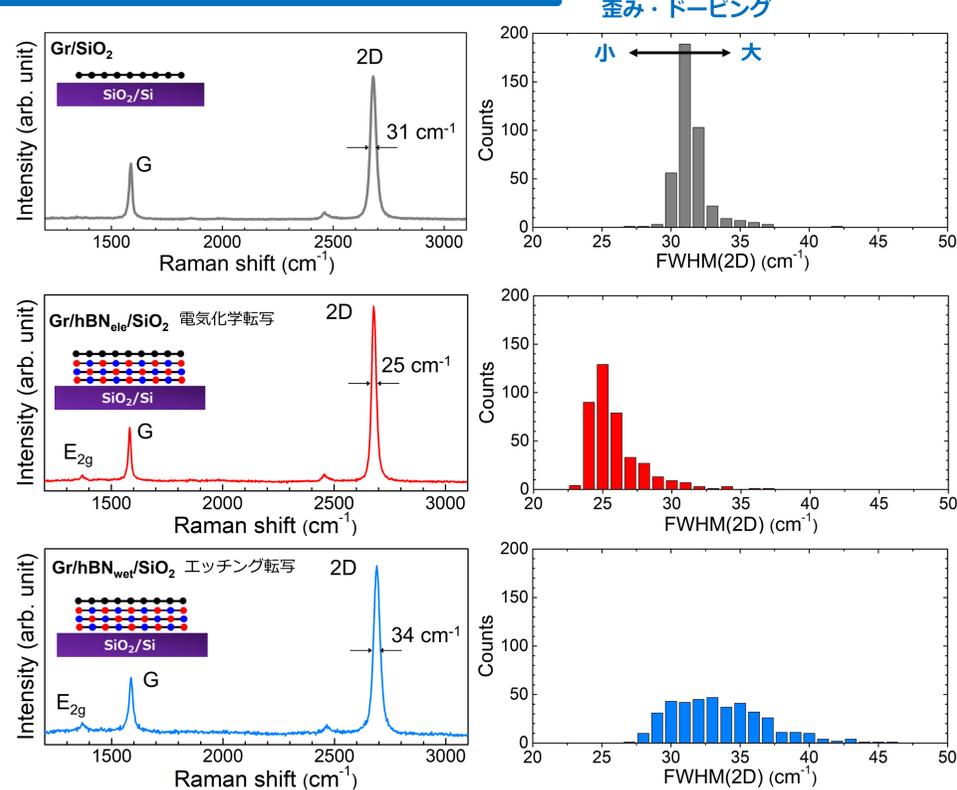
5. hBNとグラフェンの積層転写

2種類の転写法を検討

- ・電気化学転写法
- ・エッチング転写法 (保護膜はともにPMMA)

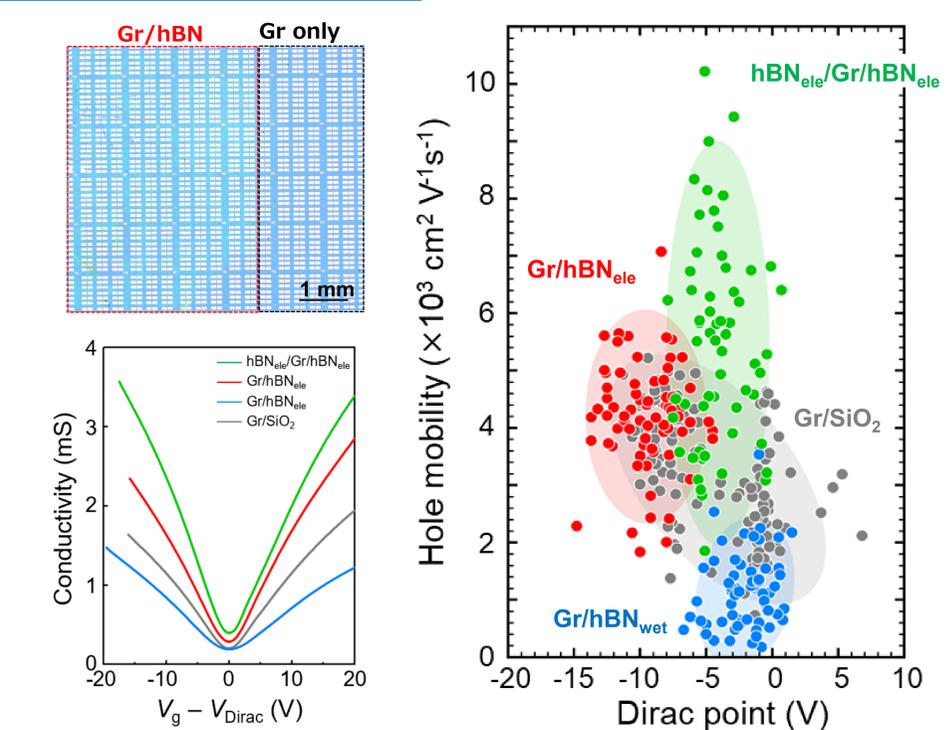


6. グラフェンのRamanスペクトル



- ✓ 電気化学転写hBNにより、SiO₂からのグラフェンへのドーピング効果を排除できた
- ✓ エッチング転写では金属残渣のため、グラフェンの特性が逆に劣化した

7. グラフェンFETの特性



- ✓ 多数のデバイスの評価により、hBNの効果を示すことができた
- ✓ サンドイッチデバイスは特に高い移動度を示し、10,000 cm²/Vsを超えた

8. まとめ

- ・Fe-Niホイルを用いることで、大面積の多層hBNの合成に成功した
- ・CVD-hBNでもグラフェンの移動度を向上できることを示した
- ・従来の数個のデバイスと異なり、将来のデバイス応用を見据えた取り組みをした

S. Fukamachi et al., *Nature Electronics*, **6**, 126 (2023)

謝辞

科科研費学術変革領域研究(A)「2.5次元物質科学」
研究挑戦的研究(萌芽)
JST-CREST(熱制御)
JST-CREST(自在配列)

