SEMによる二次元物質の回転ドメイン観察

Observation of rotational domains of two-dimensional material by SEM

関西学院大理工 [1]，NTT 物性基礎研 [2]　○(M2) 牧野　竜市 [1]，水野　将吾 [1]，日比野　浩樹 [1,2]

Kwansei Gakuin Univ. [1], NTT Basic Research Labs. [2]

°Ryoichi Makino[1], Shogo Mizino[1], Hiroki Hibino[1,2]

E-mail: dqj99280@kwansei.ac.jp

【はじめに】グラフェンや六方晶窒化ホウ素(h-BN)をはじめとする、二次元(2D)物質の産業応用に適した合成法として、化学気相成長(CVD)が広く用いられ、得られる 2D 物質の結晶性も劇的に向上している。例えば、CVD 基板にサファイア等の上にヘテロエピタキシャル成長させた金属薄膜を用いることで、大面積で配向した高品質な 2D 物質を合成できる[1]。しかし、その確認には 2D 物質の配向性をミクロに評価する手法が不可欠である。我々はこれまで 2D 物質の配向性評価に低エネルギー電子顕微鏡(LEEM)が適していることを示してきたが、試料サイズがチップサイズに制限されることや、観察環境が超高真空下に限定されることから汎用的な手法ではない。そこで本研究では、2D 物質の回転ドメインの汎用的な評価手法の確立を目的として、ヘテロエピタキシャル基板上に CVD 法を用いて 2D 物質を成長させ、走査電子顕微鏡(SEM)と LEEM で同点観察した。その結果から、回転ドメインの分布を SEM によって評価できることを報告する。

【実験方法】c 面サファイア上に堆積させた膜厚 500nm の Cu(111)薄膜基板に、アンモニアボラン(BH_3NH_3)を前駆体として、大気圧 CVD 法を用いて h-BN が Cu(111)薄膜基板を全面被覆するように成長させた。得られた試料にレーザーマーキングを施し、その後、LEEM と SEM で同点観察した。

【結果】Cu 薄膜基板上に h-BN を成長させた暗視野 LEEM 像を Fig. 1(a)に示す。図中で②、④と示したドメインは低速電子回折パターンから Cu(111)に対してエピタキシャル成長していることが示された。ここでドメイン④が暗く観察される理由は、その h-BN がドメイン②の h-BN にたいして 60° 回転しているためである。①、③と示した h-BN のドメインは Cu(111)に対してそれぞれ 34°、11°回転しておりエピタキシャル成長していない。Fig. 1(b)は Fig. 1(a)と同じ領域を観察した SEM 像である。エピタキシャル成長した②、④のドメインに対して、①、③の回転ドメインは暗いコントラストで観察される。同点観察を行った結果、回転ドメインが SEM によって識別できることがわかった。

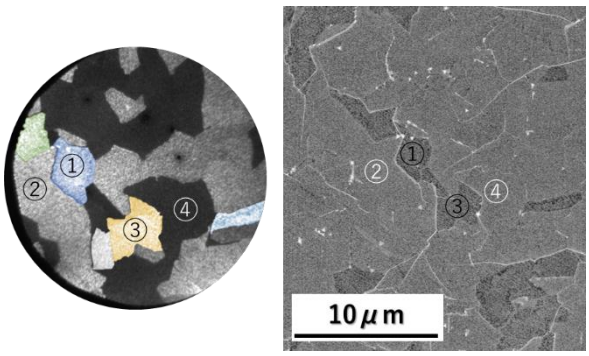

Fig.1: (a) Dark-field LEEM image of h-BN. Domains ② and ④ are epitaxially grown on Cu(111), but domains ① and ③ are rotated from Cu(111). The electron energy was 44.5 eV. (b) SEM image of the same area as (a). The rotated domains appear with darker contrast.

【参考文献】

[1] Y. Ogawa *et al*., J. Phys. Chem. Lett., **3**, 219 (2012).