

課題番号 : F-17-AT-0087
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : ガラス基板上における IV 族半導体の金属触媒誘起成長
 Program Title (English) : Metal-induced crystallization of IV-group semiconductors on insulators
 利用者名 (日本語) : 都甲薫
 Username (English) : Kaoru Toko
 所属名 (日本語) : 筑波大学 数理物質系
 Affiliation (English) : Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、スパッタ装置(芝浦)、グラフェン、結晶成長

1. 概要 (Summary)

多層グラフェン (Multilayer graphene: MLG) は高い電気・熱伝導度を有し、様々なデバイスへの応用が期待されている。我々は Co や Ni を用いた金属誘起層交換成長により、高配向な MLG を絶縁基板上に低温合成することに成功している[1,2]。今回、触媒金属の種類がグラファイト薄膜の層交換成長に与える影響を調査するため、産総研 NPF のスパッタリング装置を利用し、様々な金属触媒を堆積した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 スパッタ装置(芝浦)

【実験方法】

SiO₂ ガラス基板上に触媒金属層 50 nm と非晶質炭素 (a-C) 層 75 nm をスパッタ堆積後、N₂ 雰囲気中で 600-1000 °C (1 h) の熱処理を施し、層交換を誘起した。産総研 NPF では特に Pd、Ir、Ru の堆積を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

熱処理後の試料は (1) 層交換発現、(2) a-C 層の結晶化、(3) 炭化物形成、(4) 未反応の 4 種に分類された (Fig. 1)。(1) の Fe、Co、Ni、Ru、Ir、Pt の試料は、目視および試料裏面のラマンスペクトルから、層交換の発現が確認された。(2) の Pd、Re の試料は、表面と裏面からグラファイトのピークが得られた。これより、Pd、Re は a-C を結晶化させる触媒作用を持つことがわかった。(3) の Ti、Mo の試料は、X 線回折法により炭化物の形成が確認されたが、グラファイトのピークは得られなかった。(4) の Cu、Ag、Au の試料ではグラファイトが形成されず、また、熱処理中に金属層が不連続となり、a-C のピークが裏面に出現した。Fig. 2 に上記分類を周期表にまとめる。前期遷移金属は固溶体を形成しないため層交換を誘起せず、一方で、後

期遷移金属は固溶体を形成するため層交換を誘起したと考えられる。以上より、グラファイト薄膜の層交換成長を発現する触媒金属選択の指針を構築した。

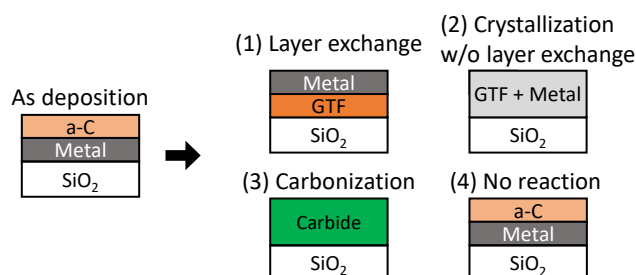


Fig. 1. Classification of interactions between transition metals and carbon.

	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
5	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag
6	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au

Fig. 2. Periodic Table colored by the classification of interactions between transition metals and carbon. The elements labeled in blue induce layer exchange, those in yellow crystallize carbon without layer exchange, those in green make carbide, and those in red do not react with carbon at 1000 °C.

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献:[1] H. Murata, K. Toko, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* 56, 05DE03 (2017). [2] H. Murata, K. Toko, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* 110, 033108 (2017).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 中島善基、村田博雅、末益崇、都甲薫 “グラファイト薄膜の金属誘起層交換成長における金属種効果” 第 65 回応用物理学会春季学術講演会、東京、2018 年 3 月

6. 関連特許 (Patent)

該当なし。