

ナノ膜厚 Ni/Cu 積層触媒を用いた MPCVD 法によるグラフェン合成

Synthesis of graphene by using nano-thickness Ni/Cu catalyst films

高知工科大学¹, 高知工科大総研ナノテク C²

○楠本 雄司¹, 西森 俊作¹, 宮地 弘樹¹, 針谷 達¹, 古田 寛^{1,2}, 八田 章光^{1,2}

Kochi Univ. Technol.¹, Center for Nanotechnol., Research Inst., Kochi Univ. Technol.²,

○Yuji Kusumoto¹, Shunsaku Nishimori¹, Miyaji Hiroki¹, Toru Harigai¹,

Hiroshi Furuta^{1,2}, and Akimitsu Hatta^{1,2}

E-mail: kusumoto.yuji@gmail.com, hatta.akimitsu@kochi-tech.ac.jp

【はじめに】グラフェンは原子オーダーの非常に薄い炭素膜で高い光透過率、高い導電性を持つため ITO に代わる透明電極素材としてタッチパネルなどへの応用が期待されている。グラフェンの合成には 100nm～数十 μm [1]程度の膜厚の触媒が用いられることが多く、ナノ膜厚触媒(10nm 以下)を用いての報告は少ない。これまで我々はナノ膜厚 Cu 触媒を用いて MP (Microwave-plasma)CVD 法によりグラフェンの合成を行い、ラマン分光法により成膜圧力によるグラフェン層数制御の可能性を示したが、成膜後は触媒凝集のため導電性が得られなかった[2]。本実験では Ni/Cu の積層触媒を用いることにより凝集を抑制し、成膜後に導電性を向上させることに成功したことを報告する。

【実験】石英ガラス基板上に DC マグネトロンスパッタ装置により、Cu、Ni の順で堆積し、計算膜厚で合計 10nm 堆積させた。Ni、Cu の膜厚比は 10:0、8:2、5:5、2:8、0:10 とした。その後、MP(Microwave-plasma)CVD 法により合成圧力を 2660Pa(20Torr)で堆積を行った。電力 1kW、ガス流量は $\text{CH}_4 : \text{H}_2 = 30 : 50$ sccm、成膜時間 10 min に統一した。

【結果と考察】Figure. 1 に CVD 後の表面 SEM 像を示す。Fig. 1(a)の Cu のみでは触媒が凝集し粒状化した。(b)2nm、(c)5nm、(d)8nm では Ni の膜厚が増えるにつれ、粒子状から膜状になった。(e)の Ni のみでは膜状ではあったが膜表面に多数の空孔が確認された。Fig. 2 は成膜後のシート抵抗測定の結果を示す。Cu のみでは成膜後のシート抵抗は O.L.($10^6\Omega/\square$ 以上)となった。Ni 膜厚を 2nm～8nm に増やすにつれ成膜後のシート抵抗は減少し、Ni 膜厚が 8nm では成膜前 $263\Omega/\square$ から成膜後 $106\Omega/\square$ と抵抗が減少した。Ni のみでは成膜後のシート抵抗が上昇し $1661\Omega/\square$ となった。SEM 像より Ni と Cu の積層触媒を用いることにより合金化[3]によって凝集を抑制し、成膜後の導電性が維持されたと考えられる。シート抵抗が減少した Ni

膜厚が 8nm は成膜された炭素膜による導電性の向上、または導電性の低い微粒子状の Cu 層が成膜時に Ni 層と合金化し導電性が上昇したと考えられる。

【まとめ】ナノ膜厚の Ni/Cu 積層触媒を用いることにより、CVD 時の凝集を抑制し導電性を向上させることに成功した。今後、導電性向上のメカニズムや成膜条件を検討し報告する。

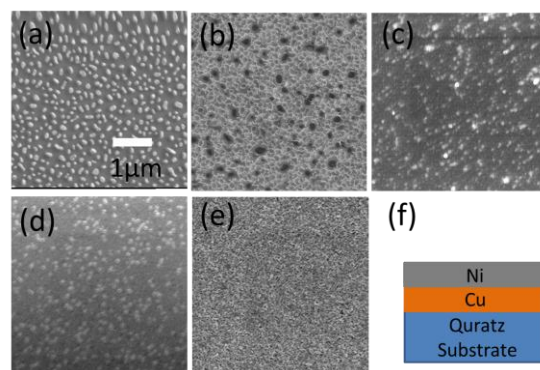


Fig.1 Surface SEM morphology of Ni and Cu multilayer catalyst after MPCVD. ((a)Cu 10nm, (b)Ni:Cu 2:8, (c)Ni:Cu 5:5 (d)Ni:Cu 8:2 (e)Ni 10nm) (f)Schematic of Ni/ Cu ,multi-layer catalyst.

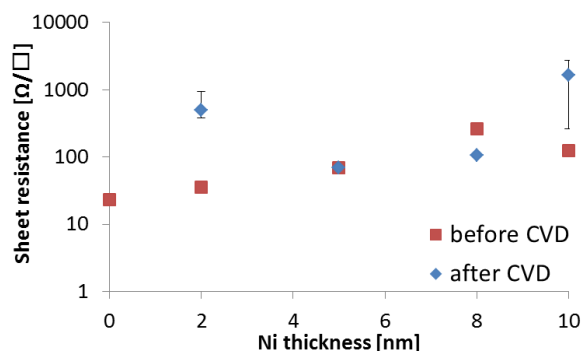


Fig.2 Log plots of sheet resistance measurement of Ni/Cu catalyst before CVD and after CVD.

参考文献

[1] C. Mattevi *et. al.*, J. Mater. Chem., 21(2011) 3324-3334X.

[2] Y. Kusumoto *et. al.*, 秋季応用物理学会 18a-PA3-24 (2014) 北海道大学.

[3] H. Koji, *et.al.*, Dia. Rel. Mat. 36(2013)1-7.

【謝辞】本研究は科研費 24560050 と 24110719 の一部で行われた。