

## トルエンを用いた 2 ゾーン CVD による銅表面へのナノカーボン低温堆積

### Low-temperature CVD of nanocarbon on Cu surface using toluene with 2-zone furnace

○荻上 哲<sup>1</sup>, 阿部 拓実<sup>1</sup>, 上野 和良<sup>1,2</sup>, 芝浦工大(SIT)<sup>1</sup>, SIT グリーンイノベーション研究センター<sup>2</sup>

○S. Ogiue<sup>1</sup>, T. Abe<sup>1</sup>, and K. Ueno<sup>1,2</sup>, Shibaura Inst.Tech<sup>1</sup>, SIT Res.Center for Green Innovation<sup>2</sup>

E-mail: ueno@shibaura-it.ac.jp

【はじめに】現在、集積回路の配線には銅 (Cu) が用いられているが、微細化に伴いバリア膜の超薄膜化が求められている。グラフェンは 1nm 以下の膜厚のバリアとなる可能性や、キャップ膜として電気伝導や EM 耐性を改善する効果が報告されている<sup>[1]</sup>。また、グラフェンにはガスバリア性が報告されており<sup>[2]</sup>、長期保管中の配線の耐湿性向上の可能性もある。通常、銅上にグラフェンを堆積するには 1000 °C 程度の高温が必要とされ、配線プロセスと整合する低温堆積には、プラズマ CVD が開発されている。我々は、より簡便な方法で低温 CVD を行う方法として、原料活性化を前段の電気炉による高温加熱で行う 2 ゾーン CVD 法を検討しており、先にエタノールを用いた結果を報告した<sup>[3]</sup>。エタノールでは、ポリアセチレンを含む膜が堆積したが、今回グラファイト構造の増加可能性の検討のため、六員環構造を持つトルエンを原料に用いて成膜特性を調べた。

【実験方法】図 1 に示すように、前段、後段の 2 つの電気炉を持つ常圧 CVD 装置を用いた。SPM 洗浄を施した石英ガラス(SiO<sub>2</sub>)基板上に銅を 100nm スパッタリングした試料を使用し、CVD を行った。その後、図 1 に示すサンプル位置に基板を置き、炉内を Ar で置換した後、2 つの電気炉を設定温度に昇温させた。設定温度に到達後、Ar (100 ml/min) で原料のトルエンをバブリングし、CVD を行った。電気炉の設定温度は前段 1000 °C、後段 200~400 °C に変化させて 2 ゾーン CVD を行い、堆積した膜の分子構造をラマン分光法を用いて分析した。

【実験結果】図 2 に各条件における試料の代表的なラマンスペクトルを示す。後段温度 200 ~ 400 °C の全ての試料において炭素の六員環構造を示す G ピーク、欠陥に起因する D ピークが見られた。また、1230 cm<sup>-1</sup> 付近にもピークが見られたが、前段電気炉でトルエンが熱分解され、基板上に堆積してできた炭素の高分子の可能性が考えられる。後段温度 200°C と、300°C および 400°C のスペクトルを比較すると形状に差が見られ、200°C のほうが相対的に G ピーク強度が強くなっている。以上の結果から、2 ゾーン CVD 法によって、炭素の六員環構造を含むカーボン膜が 200°C の低温でも銅薄膜上に堆積できることが分かったが、グラフェンの特徴である 2700 cm<sup>-1</sup> 付近の 2D ピークは明確に見られなかった。また、得られた膜は D ピークの幅が広く欠陥が多いと考えられ、膜質改善のために更なる条件の改善を行っていく必要がある。

【謝辞】本研究は JST,CREST (JPMJCR1532) の助成を受け、発表に際しグリーンイノベーション研究センターの助成を受けた。

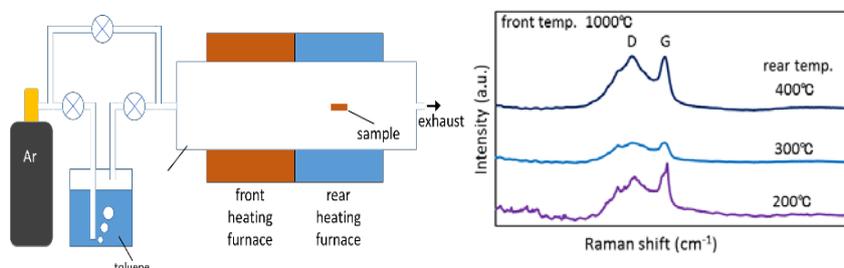


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. Schematic of the 2-zone CVD method. Fig. 2. Raman spectra of the dependency of the rear furnace temperature at 1000°C of the front furnace.

#### 【参考文献】

- [1] L. Li, Z. Zhu, T. Wang, J. A. Currivan-Incorvia, A. Yoon, and H.-S. P. Wong, Tech. Dig. 2016 IEDM ((2016) 240-243.  
 [2] J. S. Bunch, S. S. Verbridge, J. S. Alden, A. M. Zande, J. M. Parpia, H. G. Craighead, P. L. McEuen, Nano Lett. **8** (2008) 2458-2462.  
 [3] 阿部 拓実, 笹内 駿, 上野 和良, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 15p-304-10 (2017).