

還元型酸化グラフェンおよび銀ナノワイヤフィルムの均一性向上

Increasing Homogeneity of Reduced Graphene Oxide and Ag Nanowire Films

東芝研究開発センター °内藤 勝之, 吉永 典裕, 赤坂 芳浩

Toshiba R&D Center, °Katsuyuki Naito, Norihiro Yoshinaga, Yoshihiro Akasaka

E-mail: katsuyuki.naito@toshiba.co.jp

【緒言】 グラフェン透明電極は、平坦、安定、仕事関数の制御も可能であるが、単独では表面抵抗が大きい。我々は塗布製膜が可能なヒドラジン還元型酸化グラフェン (h-rGO) 膜と銀ナノワイヤ (AgNW) をポリマー上に積層した透明導電フィルムを作製し、それが平坦で透明性と電気伝導性に優れ、表面のグラフェン膜が銀ナノワイヤの腐食を防止すること[1]、また積層透明導電フィルムの電気化学的還元やボロハイドライド水溶液還元によって窒素ドーピンググラフェンの仕事関数を低減できることを報告した[2]。光電子デバイス応用にとってフィルムの均一性は重要であり、今回フィルム原料や塗布条件によるフィルムの均一性向上について検討した。

【実験】 酸化グラフェン (GO) は富士黒鉛工業製の粒径 $1\ \mu\text{m}$ のグラファイトから合成した GO(BF1A)と、NiSiNa materials 製の乾燥 GO を用いた。AgNW は NanoMeet 製 (NM-SNW-40) もしくは Blue Nano 製 (SLV-NW35) を用いた。GO 水分散液を親水性の表面研磨石英ガラス基板上にディップコートまたはスピコートし、水和ヒドラジン蒸気処理して h-rGO 膜を作製した。AgNW はドロップキャストまたはスピコートした後プレスした。表面抵抗は四探針法、表面形状は AFM、光学顕微鏡、h-rGO 膜厚は層当たりの吸光率を 2.3%として 550nm の透過率から求めた。

【結果と考察】 h-rGO の光学顕微鏡観察からスピコートの方が均一性は高く、ディップコートでは GO 凝集が起こりやすく凹凸ができやすいと考えられる。表 1 にスピコート条件を変えた各 h-rGO の平均膜厚と表面抵抗を示した。AFM 像を図 1 に示した。スピコート回転数を上げると膜厚は減少し、表面抵抗も増加した。膜厚に対して小片の GO (BF1A) の方が NiSiNa 製 GO より表面抵抗が小さかった。AFM では h-rGO(BF1A)は 500nm 以下程度のサイズの小片集合体であるが、NiSiNa 製 GO からの h-rGO ではより大きなサイズ片が見られ、片の間に数 nm 程度の高さの皺状の凸構造が見られた。3000rpm では NiSiNa 製でも凸構造は少なく、これが表面抵抗の増大原因にもなっていると推定される。AgNW フィルム、積層フィルムの均一性についても検討した。

表 1 スピコート条件と rGO 膜の膜厚と表面抵抗

スピコート 60s 回転数 (/rpm)	h-rGO膜厚(/層数)		h-rGO表面抵抗(/10E6 Ω / $\square$)	
	BF1A	NiSiNa	BF1A	NiSiNa
1000	2.7	3.4	0.95	1.1
1500	2.2	2.8	1.4	2.5
2000	2.1	2.3	1.8	6.2
3000	1.7	2.1	3.3	4.7

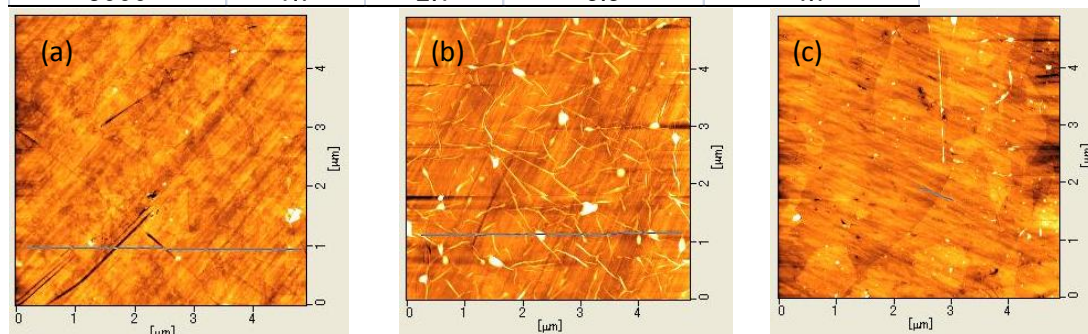


図 1 スピコートで作製した h-rGO 膜の AFM 像 (斜めの筋は石英ガラスの研磨跡)

(a) BF1A(2000rpm) (b) NiSiNa(2000rpm) (c) NiSiNa(3000rpm)

- 1) K. Naito, N. Yoshinaga, S. Mataka, Y. Akasaka, Synthetic Metals **175**(2013)42-46.
- 2) K. Naito, N. Yoshinaga, Y. Akasaka, Synthetic Metals **195**(2014)260-265.