

プラズマ照射によるポリアクリル酸を導入した 多層カーボンナノチューブを用いた電着

日大生産工(院) ○小川紀子・芦沢健・川嶋将之
日大生産工 藤井孝宜・平田光男
産総研 黒澤茂

【緒論】

カーボンナノチューブは、炭素のみからなる中空状の物質で、グラフェンシートを丸めてつなぎあわせた構造を有する。様々な分野で注目を集め、研究、開発が行なわれているが、これはカーボンナノチューブの構造が非常に特徴的であり、導電性や機械的強度に優れるなど多くの特性を発現することによる¹⁾。

昨年度までの研究において、プラズマ重合によりポリアクリル酸を導入した多層カーボンナノチューブ(以下 PAA-g-MWNT)の親水性の向上とより良い水への分散状態が得られることが確認されている²⁾³⁾。そこで本研究では、水溶性高分子の電着法を応用し⁴⁾、PAA-g-MWNT 分散溶液に定電圧を印加することで、電極上に PAA-g-MWNT を堆積し薄膜の作製を検討した。電圧の印加によって PAA-g-MWNT 表面のカルボキシル基の効果により電着すると考えられる。

【実験操作】

《酸素プラズマ処理》

MWNT 表面は化学的に安定で、反応性が低い。そこで酸素プラズマ処理により酸素含有基を MWNT 表面に形成し高分子鎖導入の活性点とした。MWNT を酸素雰囲気下に静置し、放電周波数 13.56 MHz、放電出力 100 W、酸素ガス圧力 100 Pa の条件で所定時間プラズマを照射した。

《プラズマ重合法》

酸素プラズマ処理後の MWNT をモノマー雰囲気下に静置し、放電周波数 13.56 MHz、放電出力 50 W、モノマーガス圧力 100 Pa の条件下プラズマ重合反応を行った。モノマーは親水性官能基を有するアクリル酸(AA)を用いた。以上の操作により MWNT 表面に高分子鎖を導入した。

《電着法》

PAA-g-MWNT を秤量し、蒸留水を 100 ml 加え 30 分間超音波処理を行なった。その後、処理が不完全な PAA-g-MWNT が沈殿するまで 30 分間静置し、PAA-g-MWNT 分散溶液とした。調整した PAA-g-MWNT 分散溶液に 60 mm×30 mm の Pt 電極を 10 mm 間隔で設置し陽極と陰極とした。このとき電極は溶液中に 35 mm 浸漬させた。電圧を 300 V 一定とし、所定時間印加した。

《紫外可視吸光光度測定》

電着に伴う MWNT 分散溶液の吸光度の変化を測定し、電着の評価を行った。超音波処理を行ない 30 分間静置後の PAA-g-MWNT 分散溶液を電着時間 0 分とし、電着中 5 分毎に陽極側と陰極側の 2 ヶ所より溶液を 4 ml ずつ採取し、測定波長 650 nm で吸光光度を測定した。

Electrodeposition of Poly (Acrylic Acid) Chains-Grafted Multi-Walled Carbon Nanotubes through Plasma Treatment.

Noriko OGAWA, Takeshi ASHIZAWA, Shoji KAWASHIMA, Takayoshi FUJII,
Shigeru KUROSAWA and Mitsuo HIRATA.

【結果および考察】

図 1 (a)に超音波処理後 30 分間静置した電着開始前の PAA-g-MWNT 分散溶液と Pt 電極, (b)に 30 分間電着後の溶液と Pt 電極の写真を示した. (a)においてプラズマ重合により MWNT 表面が改質され親水性の向上した PAA-g-MWNT が超音波処理後, 水中に分散し黒色の溶液となった. 電圧を印加すると, 電極付近から気泡が発生し, 溶液中に対流が生じた. 時間経過と共に PAA-g-MWNT 分散溶液は透明になり, 陽極側の Pt 電極上に PAA-g-MWNT が堆積し, 30 分後(b)に示した状態となった.

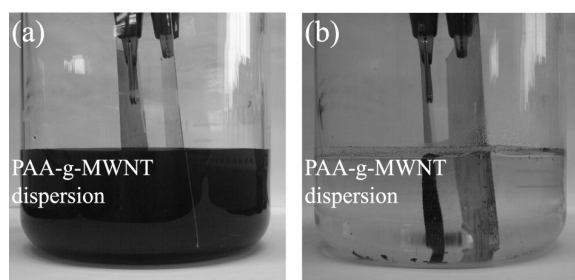


Figure 1(a) A dispersion state before the electrodeposition (left;anode,right;cathode), (b) A dispersion state after the electrodeposition(left;anode,right;cathode).

図 2 に電圧を印加することによる PAA-g-MWNT 分散溶液の吸光度変化を示した. 比較として示した PAA-g-MWNT 分散溶液の吸光度はほとんど変化が見られなかった. しかし電圧を印加した PAA-g-MWNT 分散溶液において陰極側, 陽極側の溶液の吸光度は電着開始直後, 急激に減少した. また, 吸光度は陽極側より陰極側のほうが早く減少し, 20 分後にはほぼ同様の値となった. これは, PAA-g-MWNT 表面のカルボキシル基が解離し陽極側に引き寄せられるため, 電着開始直後は陽極側の溶液の吸光度が陰極側の吸光度より高くなるが, 陽極上に PAA-g-MWNT が堆積するに従い溶液全体の吸光度が低下したためと考えられる.

図 3 に PAA-g-MWNT 分散量ごとに電着中

の電流値の変化を示した. 分散量が少ない溶液では電流値は一定となり, 分散量が 7.5 mg 以上の溶液において電圧印加開始 20 分後までは電流値の上昇が観測され, その後一定となった. このことから PAA-g-MWNT の導電性が示唆された.

以上の結果から, 電圧印加後 20 分で電着はほぼ終了し, プラズマ重合によりアクリル酸を導入した MWNT の導電性が期待される.

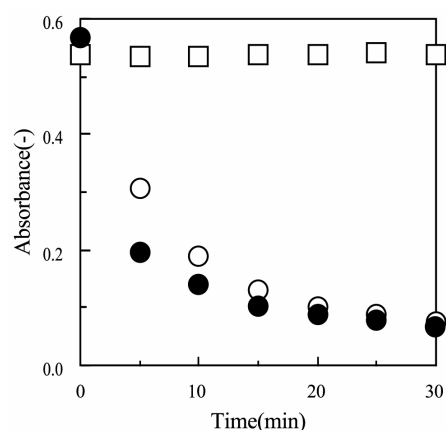


Figure 2 Change in the absorbance at 650 nm with time during the electrodeposition. (○;anode,●;cathode,□;blank)

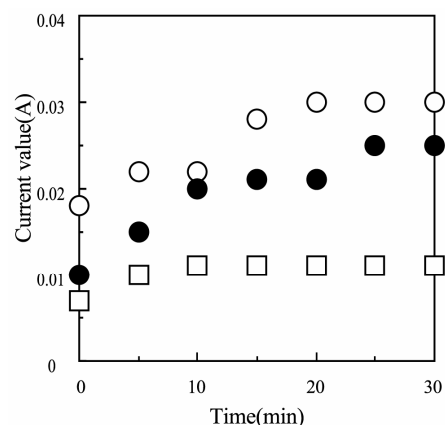


Figure 3 Change in an electric current value with time during the electrodeposition. (○; PAA-g-MWNT9.0 mg,●; PAA-g-MWNT7.5 mg,□; PAA-g-MWNT5.0 mg)

【参考文献】

- 1) P.M.Ajayan, *Chem.Rev.*,1787(1999).
- 2) 芦沢健, 平成 17 年度日本大学修士論文.
- 3) 小川紀子, 川嶋将之, 角田洋幸, 藤井孝宜, 長谷川健, 黒澤茂, 平田光男, 第55回高分子学会予稿集, 2Pb082, 2347.
- 4) 小林義人, 昭和51年度日本大学修士論文.