CNT 用 Co ナノ粒子のインクジェット塗布における基板帯電効果

Substrate charging effect in Inkjet Printing of Co nano-particles for CNT.

旭川高専，○伊藤 龍輝，鎌田 悠司，杉本 敬祐，筌 耕司，中村 基訓

NIT, Asahikawa College, ○Ryuki Itou, Yuji Kamada, Keisuke Sugimoto, Koji Takamura, Motonori Nakamura

E-mail: nakamura@asahikawa-nct.ac.jp

1. はじめに

1991 年に発見された CNT はその様々な特性から太陽電池等のデバイスへの応用が期待される材料である. 一方で成長させる位置を制御することは難しく, これまでも成長制御に関する多くの研究がなされている.

我々はこれまで，CNT 生成に用いる金属触媒ナノ粒子を SiO_2 基板上に担持する方法としてインクジェット法（IJ 法）を採用し，CNT の成長制御を試みてきた. IJ 法は, 設備コストが安価で, 比較的簡便にパターニングできる手法である一方, コーヒーステイン現象により塗布領域のエッジ付近に粒子が集中するため, 粒子の印刷領域全体における均一な固定化が困難になる課題がある．そこで本研究では，静電吸着の手法を IJ 法に適用することで, ナノ粒子の均一塗布を目指した. 具体的には数種類の触媒ナノ粒子インクを採用し，帯電処理を施した基板上に IJ 法にて固定化することで, コーヒーステイン現象の改善を試みた．本報告では，金属触媒ナノ粒子の塗布領域におけるナノ粒子の固定化状態や，CVD 後に生成された CNT の特性について報告する.

2. 実験

本実験では, 触媒ナノ粒子として濃度 0.01wt.% の酢酸 Co 水溶液と，液相レーザアブレーション法により分散剤を使用せずに水に分散された 0.01wt.%Co ナノ粒子分散液を用いた．Co ナノ粒子分散液はカチオン性ポリマーである PDDA とアニオン性ポリマーである PSS を用い，粒子表面が正に帯電するように処理した. SiO_2 被覆された Si 基板を母材とし，上述のポリマーを用いて基板表面が負に帯電するように処理を施した．2 種類の Co 触媒インクをそれぞれ IJ 装置により SiO_2 基板上に吐出し, 溶媒である水を蒸発させて固定化した．その後 400℃で 5 分間酸化処理をしたのち，炭素源としてエタノールを用いた CVD 法により，成長温度 800℃，成長圧力 1.3kPa，成長時間 10 分にて CNT を生成した.

3. 実験結果と考察

これまでの実験結果から，Co ナノ粒子分散液の場合, CNT 成長に最適な数 nm オーダーの粒径を持つ触媒粒子密度が不十分である課題があった．そこで，本報告では酢酸 Co 水溶液をインクとして採用し, ポリマーにより表面処理した基板上への触媒粒子の均一塗布および CNT の均一成長を目指した.

Fig. 1 には酢酸 Co 水溶液を用いて IJ 塗布された触媒により成長させたサンプルのラマン分光結果と IJ 塗布後の光学顕微鏡像を示す．ラマン分光結果から，G ピークや G/D 比の数値は Co ナノ粒子分散液よりも高い数値を示しており比較的高い品質の CNT が生成されていることがわかった．また，G ピークにショルダーが見られることから SWNT が成長していると考えられる．光学顕微鏡像では塗布領域の中央付近に高い密度に分布している様子が見られる．しかしながら，ラマン分光における G ピーク強度では，中央部分の高密度領域のエッジ部（Fig.1 B 点）を除き，他の領域では G ピーク強度に大きな違いは見られておらず，CNT 自体は比較的均一に成長していることが示唆される．講演では，IJ 塗布におけるさらなる均一塗布条件および生成した CNT の品質について詳細を報告する.

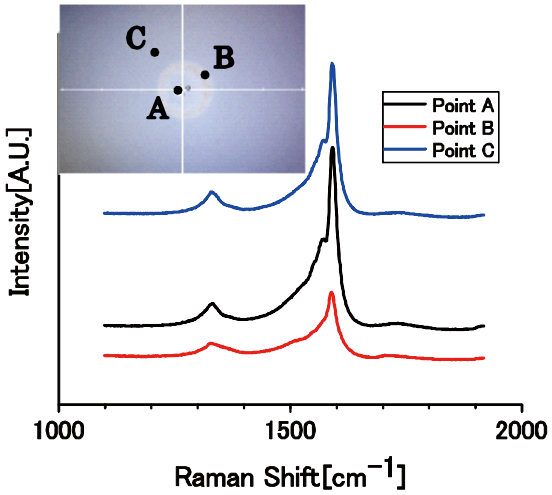

Fig.1 Raman spectra of IJ printed Co nano-particles on PSS coated SiO_2 substrate. The inset shows its optical microscope image after CVD process. The points (A, B, C) correspond to spots shown in the inset.

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP16K06248 の助成を受けたものです.