

静電吸着法を用いた CNT 用触媒ナノ粒子のインクジェット印刷

Inkjet Printing of catalyst nano-particles for CNT using electrostatic adsorption method.

旭川高専¹, 豊橋技科大² ◯鎌田 悠司¹, 中村 基訓¹, 武藤 浩行², 杉本 敬祐¹, 篁 耕司¹

NIT, Asahikawa College¹, Toyohashi Univ. of Tech.² ◯Yuji Kamada¹, Motonori Nakamura¹, Hiroyuki

Muto², Keisuke Sugimoto¹, Koji Takamura¹

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

1. はじめに

CNT はその特異的な構造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。一方で任意の場所に安定して生成することは難しく、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 SiO₂ 基板上に担持する方法としてインクジェット法を採用し、研究を進めてきた。IJ 法では、高価な設備を必要とせず、比較的簡便にパターンニングが可能である。一方で、コーヒーステイン現象により塗布領域の縁付近に粒子が集中するため、粒子を印刷領域全体に均一に固定化することが困難である。そこで本研究では静電吸着に着目し、その技術を IJ 法に適用することで、ナノ粒子の均一塗布を目指した。つまり、基板と金属触媒が相反する電荷を持つように調整し、静電引力を利用することで、コーヒーステイン現象の改善を試みた。本報告では、基板の電荷調整の有無による塗布領域でのナノ粒子の固定状態の違い、CVD 後の CNT 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 0.1wt% の Co ナノ粒子分散液 (溶媒: 水) を利用した。触媒粒子と基板の電荷付与処理には、高分子電解質 (PSS or PDDA) を用いた。Co 粒子および基板表面に高分子電解質を吸着させ、電荷を持つように調整した。調整後の Co ナノ粒子溶液を IJ 装置に充填し、SiO₂ 基板上に Co 溶液を吐出して固定化し、400°C で 5 分間酸化処理を行った。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°C、成長圧力 1.3kPa で CNT を生成した。

3. 実験結果と考察

Fig.1 には Co 粒子をマイナス (PSS 塗布) に帯電させ、プラス (PDDA 塗布) に電荷調整した SiO₂

基板に担持し CVD 成長後のラマン分光結果を示した。また、挿入図は CVD 成長前の光学顕微鏡像である。顕微鏡像から PDDA 処理した基板とナノ粒子は、逆の極性に電荷調整されたことでコーヒーステイン現象の影響が低減し、ナノ粒子の不均一性がマクロ的には改善されていることがわかった。一方で、参照として用意した帯電処理をしない SiO₂ 基板の場合、Co 触媒と基板が同極性となるため、印刷後のパターンでは粒子が不均一に分布していることを確認している。

ラマン分光測定結果から、塗布領域内の場所によってカーボン由来のピーク強度が異なり、CNT が均一に成長していないことがわかった。この原因としては電荷調整工程が最適化されておらず、CNT を成長させるために必要な数 nm オーダーの粒径をもつ触媒粒子が十分でなかったためと考えられる。講演では、IJ 塗布の静電吸着条件とその結果の詳細について報告する。

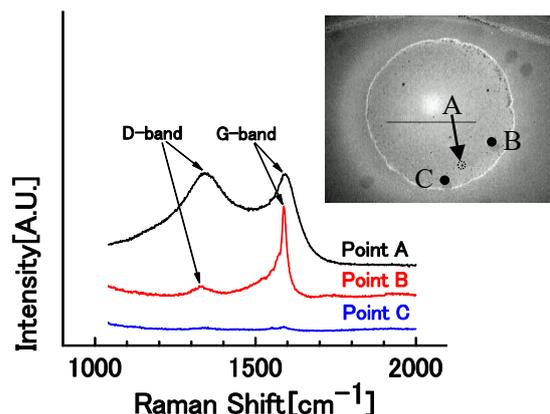


Fig.1 Raman spectra of IJ printed Co nanoparticles on PDDA coated SiO₂ substrate. The inset shows its optical microscope image before CVD process. The points (A, B, C) correspond to spots shown in the inset.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16K06248 の助成を受けたものです。