

# 単層カーボンナノチューブを利用したデバイスの開発

電子技術課 角田龍則 二口友昭\*  
若い研究者を育てる会 北陸電気工業(株) 大門貴史

## 1. 緒言

カーボンナノチューブ(以下CNT)は炭素原子のみからなる円筒状の構造体で、様々な優れた特性を備えた材料である。その直径は数~150nm、長さは数~10 $\mu$ mである。CNTの物性は、導電性が高く、熱伝導性が高く、強度が高く、無酸素状態では融点が高く、薬品や温度変化にも安定というものである。しかし、純度、金属・半導体型の選択性および溶媒への分散性などの技術的課題の解決が難しく、量産化は進まなかった。しかし、近年、合成方法の量産技術開発が進み、高純度のCNTが比較的、安価に供給されるようになった。

そこで本研究では、単層CNTを利用するデバイスとしてもっとも汎用性が高く、大量に使用される可能性がある透明導電膜の開発を目的とし、研究開発をすすめることとした。

## 2. 実験内容

### 2.1 透明導電膜の作製

膜の形成は、CNT分散液へのバインダー添加、混合分散、基板への塗布、乾燥の工程で実施し、CNT分散液にバインダーを添加することで、粘度をあげ、膜形成をやすくした。また基板への塗布はスピンコーターで行った。

### 2.2 基板の酸素プラズマ処理

当初、基材に膜を形成した際、乾燥工程で凝集が起り、均一な膜ができなかった。そこで均一な膜を形成するために、基材に酸素プラズマ処理を行った。条件は出力100W、酸素流入量30mL/min、時間10minで行った。処理前後の基材(PETフィルム)のSEM像を図1に示す。プラズマ処理を行うことで、PETフィルムの表面に100nm程度の凹凸が形成され表面状態が変化した。

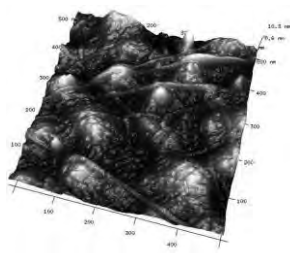
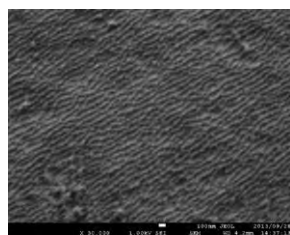


図1 フィルム表面SEM画像 図2 膜形成後SPM画像

処理したPETフィルム上に単層CNT膜を塗布形成し、走査型プローブ顕微鏡(SPM)で観察した。SPM像を図2に示す。PETフィルムの凹凸上に、単層CNTの付着が確認できた。

### 2.3 バインダーの選定

今回使用した単層CNT分散液は水を媒質としている。よって水に溶解するCMCをバインダーとして使用した。CMCの添加割合と膜のシート抵抗値の関係を調べた後、重ね塗り回数を変えてシート抵抗値を測定した。なお、抵抗値は銀ペーストを電極として直流2端子法で測定した。5回重ね塗りしたときの膜のシート抵抗値は5.5k $\Omega$ /sqであった。重ね塗り回数を増やすとともに、膜のシート抵抗値は減少した(図3参照)。

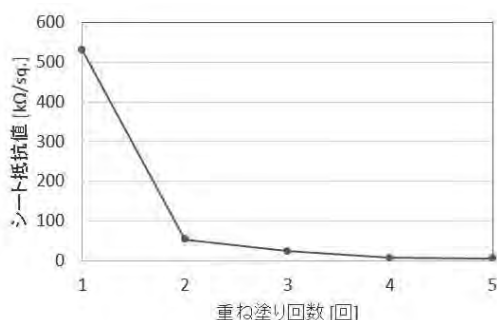


図3 重ね塗り回数とシート抵抗値

単層CNT分散液とCMCを用いれば、透明な膜を形成することができた。しかし膜の抵抗は高かった。そこで膜の抵抗値をさらに下げるために、バインダーをCMCから導電性樹脂(PEDOT)に変更して、試作評価をおこなった。5回重ね塗りしたときの膜の抵抗値は3.6k $\Omega$ /sqとなり、重ね塗り回数を増やすとともに、膜の抵抗値は減少した。可視光透過率は重ね塗りを5回行った場合、60~85%であり。半透明な単層CNT膜を形成できた。

## 3. 結言

本研究では、単層CNTを利用するデバイスとして汎用性が高い透明導電膜の開発を目的とし、研究開発をすすめた。結果として、単層CNT分散液およびPEDOTを用いてPETフィルム上に透明な膜を形成することができた。膜のシート抵抗値は3.6k $\Omega$ /sqであった。また可視光透過率は60~85%であった。

詳細は平成25年度若い研究者を育てる会「研究論文集」p.14~19を参照ください。

\*現 中央研究所