

# 電子放出源としてのカーボンナノチューブ複合膜の開発

柳 捷凡\*1)、浅見 淳一\*1)、土井 正\*2)、瀧澤 克雄\*3)、堀川 祐一\*3)、山下 友明\*3)

## 1. はじめに

電子放出技術は、重合・架橋、殺菌・滅菌、表示器、ディスプレイ、分析計測など幅広い分野に応用されている。その技術の発展と共に、安定で優れた電子放出特性を有する電界放出型電子源が求められている。これまでは種々のカーボン膜の電界電子放出特性についての研究が行われてきたが、カーボンナノチューブ(CNT)と金属との複合膜に着目した研究報告は少ない。そこで、我々は、CNT複合膜の電子放出特性とCNTの種類、分散状態及び複合構造との関連性を解明すると共に、高価の設備を必要としない簡易な手法で優れた電子放出特性を有するCNT/金属複合膜の開発を行っている。今回はCNT/Ni複合膜についての結果を報告する。

## 2. 実験方法

平均外径が異なる4種類のCNTを用いての比較実験を行った。CNTを分散させた無電解ニッケルめっき浴を用いて、ステンレス基板の片面中心部分(20×20mm)に複合膜を作製した。蛍光X線式膜厚計、走査型電子顕微鏡及びエネルギー分散型X線分析装置を用いて膜の厚さ、表面状態及び組成を分析評価した。複合膜を陰極として二極管構造素子を作製し、真空度 $6 \times 10^{-6}$ Paの環境において複合膜のエミッション特性を評価検討した。陽極に塗った蛍光体の発光点と経時変化の観察を目視で行った。

## 3. 結果と考察

平均外径150nm、80nmの多層CNT及び2nm以下の単層CNTを含有する複合膜からの電子放出が不安定であり、電流密度が低いことが観測された。これに対し、平均外径10nmのCNTを含有する複合膜は良好なエミッション特性を示した(図1)。CNTの太さは複合めっき膜のエミッション特性に大きな影響を与えることが明らかになった。その理由はまだ明確になっていないが、複合膜にCNTの分散状態と関連すると推測される。SEMによる観察結果、単層CNT複合めっき膜の表面に多数球形粒子が析出されることが分かった。10nmCNTを含有する複合膜から放出された電子が、陽極に塗布した蛍光体に衝突し、安定で輝度の高い発光を励起した(図2)。しかし、めっき膜におけるCNT分布のばらつきによる発光強度分布の不均一性など課題が残されている。

## 4. まとめ

無電解めっき法で得られたCNT複合膜は冷陰極電子放出源としての機能を有することを見出した。本研究で得られたCNT複合膜は、従来のCNT膜電子源と比べて基板との密着性が良く、電気抵抗が低いなどの特徴がある。

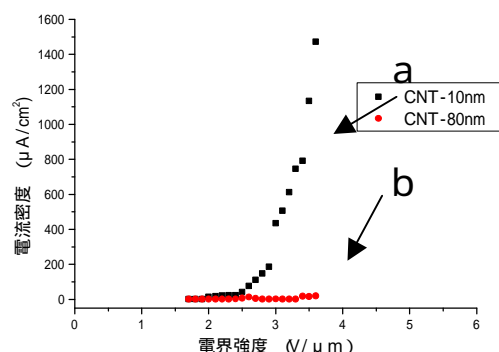


図1 (a)外径10nm、と(b)80nmのCNTを含有するニッケル複合めっき膜のエミッション特性



図2 外径10nmのCNTを含有する複合膜から放出された電子による励起した発光

\*1) 先端加工グループ、\*2) 資源環境グループ、\*3) (株)ホリゾン