

FIB を用いたカーボンナノチューブプローブの特性改善

早乙女 秀丸* 川上 辰男**

1. はじめに

半導体が高集積化される中、基板の配線幅は微細化が進んでいる。この微細化に伴い、基板配線の検査や電気的特性を評価するプローブはますます小型化が求められている。しかし、プローブの材料として一般的なタングステンは、ナノオーダーまで細くすると強度が低下しナノプローブとしては使用できない。

そこで、極細径である程度の強度と剛性があるカーボンナノチューブ(以下 CNT)に着目し、これを使用したナノプローブの開発を行った。

2. 目的

集束イオンビーム加工観察装置(以下 FIB)を使用し、超微細加工及び接合を行い、CNT プローブを製作する。

また FIB のカーボンデポを使用し、接触抵抗低減と強度の増強を目的とした、CNT の材料特性改善を行う。

3. 現状と課題

CNT プローブを作成するにあたり、現在下記の点が問題となっている。

- ・CNT を FIB のカーボンデポで固定する際、CNT が曲がる。
- ・CNT 固定後のものについて、プローブとして使用可能かの導電性などの評価

特に前者については、H19 年度までの研究で FIB ビームを CNT に照射し続けると塊になってしまう現象が確認されており、本年度はこの現象を抑える事を中心に研究を行った。

4. 実験方法

4.1 CNT の仮付け形状の検討

CNT に FIB ビームを照射し続けると塊になってしまう原因について調査を行い、仮付け形状の再検討を行った。

4.2 CNT へのカーボンデポ実験

4.1 の調査に基づき CNT 仮付け形状を改良したサンプルに対して、FIB のカーボンデポ機能で仮付け部にカーボン膜を製膜し、最終的な CNT の固定を行った。デポサイズはビーム影響を最小限にするため FIB で製膜可能な最小限の大きさで行った。

4.3 CNT 固定後の導電性評価

半導体パラメータを使用し、カーボン固定を行う

前と後のサンプルについて電流電圧特性を測定し、プローブとして使用可能か評価を行った。

5. 結果

CNT が曲がる現象について CNT 製造会社に調査したところ、下記の 2 つの仮説が得られた。

- ・FIB ビームのスパッタリングによって CNT 加工され変形する。
- ・FIB ビームによって発生した電子が CNT の接地されていない側にたまり、その影響で何らかの力が発生し変形する。

また CNT の両端を接地することである程度曲がりを抑制できることが調査で得られた。

これを元に、今まで片持ち構造(図 1)であったサンプルを、図 2 のような両端を仮付けしたサンプルに改良した。

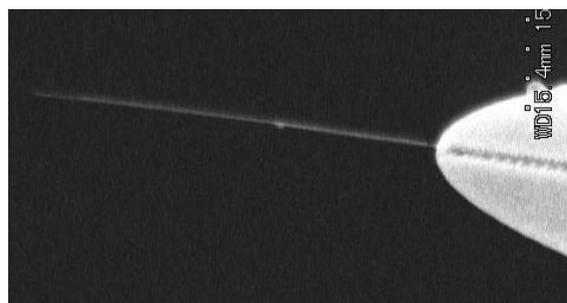


図 1 従来の CNT 仮付けサンプル

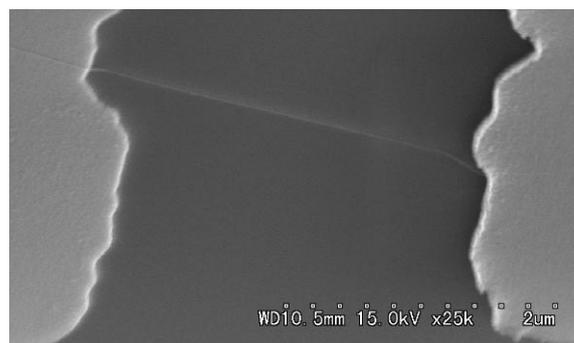


図 2 改良した CNT 仮付けサンプル

その他の実験条件は、予備実験を元にカーボン膜サイズを 750nm×500nm に、ビームを観察用ビームに設定し固定実験を行った。

その結果、図 3 のように CNT が真っ直ぐ伸びた状態で固定することに成功した。

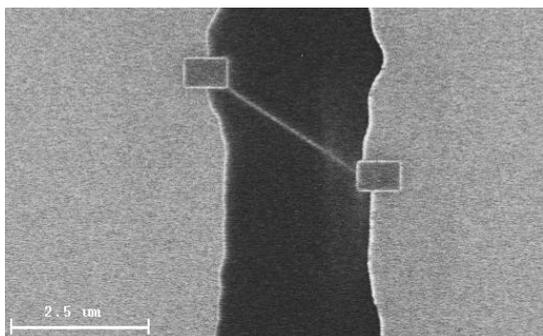


図 3 CNT 固定後のサンプル

り、プローブとして使用するに当たり十分な電流電圧特性を持つことが確認できた。

しかし、目標とする CNT プローブは片持ち構造であり、今後は今回得られた技術をどのように応用して、目標形状にしていくかが課題となる。

また、電流電圧特性については、固定前（図 4）は不安定なモノであったのに対し、固定後（図 5）は非常に安定した電流電圧特性が得られた。

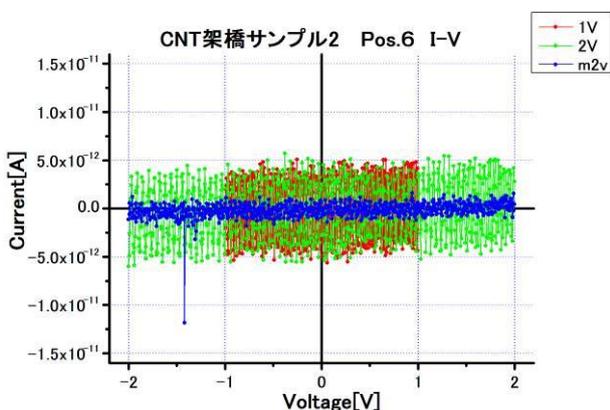


図 4 仮付けサンプルの電流電圧特性

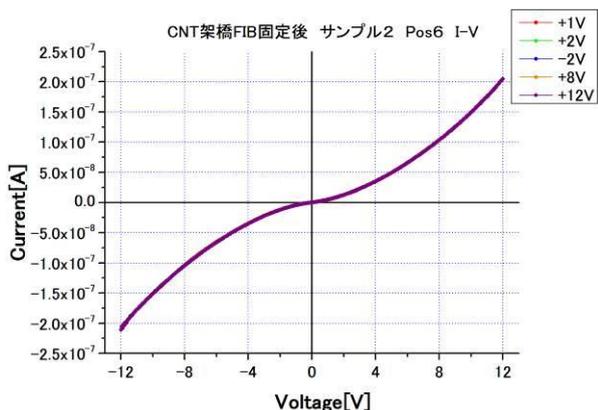


図 5 固定後サンプルの電流電圧特性

6. まとめ

調査を元に従来の片持ち構造の CNT 仮付けから両端を仮付けする方法に変えたことにより、CNT を真っ直ぐに固定することが可能となった。また、この方法で固定した CNT は、半導体パラメータでの測定によ