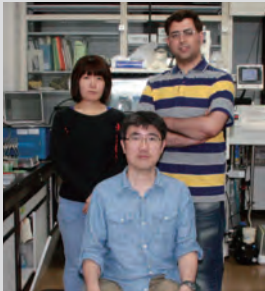


単層CNTと銅の複合材料で微細配線を作製 高電流に耐える高機能小型電子デバイスの配線が可能に



山田 健郎

やまだ たけお (中央)
takeo-yamada@aist.go.jp
ナノチューブ応用研究センター
CNT 用途開発チーム
研究チーム長
(つくばセンター)

Chandramouli Subramaniam

チャンドラマウルisubramaniam (右)
chandramouli-subramaniam@
aist.go.jp
技術研究組合単層CNT 融合新
材料研究開発機構
パートナー研究員
(つくばセンター)

関口 貴子

せきぐち あつこ (左)
atsuko-sekiguchi@aist.
go.jp
ナノチューブ応用研究センター
CNT 用途開発チーム
主任研究員
(つくばセンター)

スーパーグロース法を用いた
CNT デバイスの開発や複合材
料の開発など応用製品開発を
行っています。近い将来CNT
が実用化されるよう、その用
途開発研究を進めています。

関連情報：

- 共同研究者
畠 賢治 (産総研)
- 参考文献

C. Subramaniam *et al.*:
Nat. Commun., 4, 2202
(2013).

C. Subramaniam *et al.*:
Nanoscale, 6, 2669-
2674 (2014).

- プレス発表

2014年1月23日「単層
カーボンナノチューブと銅
の複合材料で微細配線加工
に成功」

● この研究開発は、NEDO
の「低炭素化社会を実現する
革新的カーボンナノチュー
ブ複合材料開発プロジェクト」
のもと、技術研究組合
単層CNT 融合新材料研究開
発機構に参画し行いました。

電子デバイス小型化による問題

トランジスタやメモリーデバイスといった電子デバイスは常に小型化の道を歩み、小型化により機能や持ち運びやすさが向上したことで、社会のあらゆる場面で利用されています。しかし、小型化により回路が微細化すると回路に流れる電流密度が高くなるため、2015年にはデバイス内の電流密度は銅や金の破断限界を超えていると言われています。一方、カーボンナノチューブ (CNT) などの炭素系材料は高い電流容量をもち、電流密度の増大には対応できるものの、配線材料としては電気伝導度が不十分であり、新たな配線材料の開発が喫緊の課題となっています。

単層CNT銅複合材料配線の作製方法と性能

私たちは今回、リソグラフィー技術で形状加工した単層CNTと銅を複合化することで、銅の100倍電流を流せる単層CNT銅複合材料の微細配線加工技術を確認しました。また、CNTと銅の複合化により銅の熱膨張が抑制されるため単層CNT銅複合材料の熱膨張係数がシリコン (Si) と同程度になることを明らかにしました。

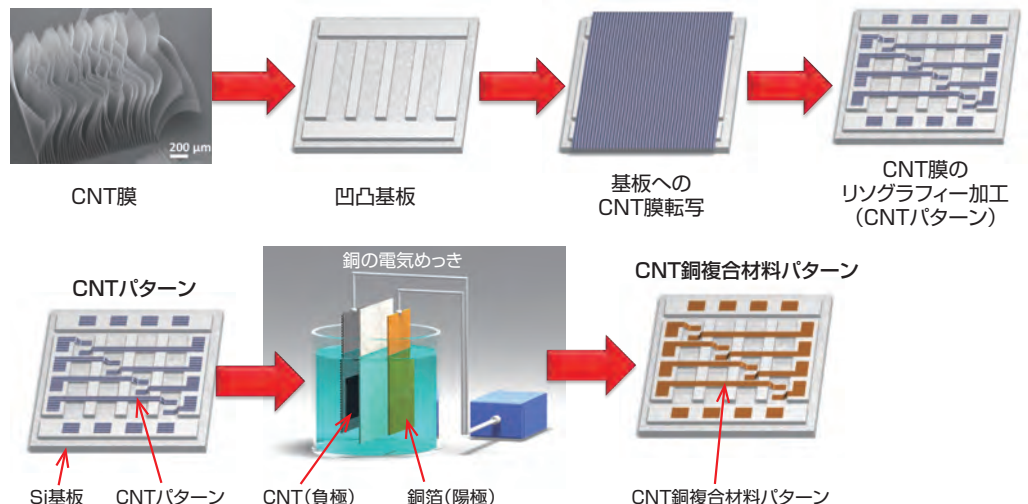
今回開発した単層CNT銅複合材料配線の作製手順を下図に示します。まずSi基板上に垂直配向単層CNTが膜状に成長するように合成します。次にこのCNT膜をはがし、ほかの基板上に

載せます。このとき、単層CNT膜をイソプロピルアルコールに浸漬させたのち乾燥させることで、基板に水平に配向している単層CNT膜を高密度化し、基板への密着性を高めることができます。このプロセスにより、リソグラフィーで単層CNT膜を加工できるようになり、平坦な配線形状だけでなく、多段配線形状、架橋配線形状など、さまざまな加工ができます。このようにして作製した単層CNT配線に、銅イオンの有機系溶液と水溶液で順に電気めっきすると、配線形状に加工した単層CNT銅複合材料配線を作製できます。

通常、銅やアルミニウムのような高導電性材料は、Siとの熱膨張係数の差が大きいため、電子デバイスやMEMSの配線には、熱サイクル下で熱膨張の違いによる機械的なひずみが発生し、信頼性を低下させていました。今回開発した単層CNT銅複合材料配線では、熱ひずみの影響が抑制されるため、デバイスの信頼性向上が期待されます。

今後の予定

開発した単層CNT銅複合材料配線の加工技術をもとに、単層CNT銅複合材料がもつ高電流容量、温度依存性の小さい導電率、Siと同等の熱膨張係数などの特性を生かせる用途を見だし、デバイス開発につなげます。



単層CNT銅複合材料配線の作製手順