

高熱伝導カーボンナノチューブ配向シートの開発

Study of vertically-aligned carbon nanotube sheets with high thermal conductivity

富士通研¹、[○]廣瀬 真一¹、近藤 大雄¹、乗松 正明¹、鈴木 幸一¹

岩井 大介¹、佐藤 信太郎¹

Fujitsu Labs.¹ [○]Shinichi Hirose¹, Daiyu Kondo¹, Masaaki Norimatsu¹

Koichi Suzuki¹, Taisuke Iwai¹, Shintaro Sato¹

E-mail: hirose.shinichi@fujitsu.com

カーボンナノチューブ (Carbon nanotube: CNT) は、ダイヤモンドに匹敵する高い熱伝導性[1,2]と従来の配線材料である銅を凌駕する優れた電流密度耐性[3]を有し、次世代の電子材料の候補として期待されている。近年、HPC や車載向けへの配線や放熱材料に対する耐熱性の要求が高まっており、接合材料の置き換えとして CNT 適用の可能性が検討されてきた[4]。その一方で、放熱材料としては樹脂に混ぜることでシート化する報告はあるものの[5]、低い熱伝導性からは本来の特徴を活かしているとは言えない。これまで我々は CNT 密度を後工程において高密度化することにより熱伝導性を向上させることが可能であることを示してきたが[6]、接合材料として用いる樹脂材料の影響により CNT 本来の特性を考慮すると十分な結果を得られているとは言えなかった。そこで今回、高熱伝導化を目指しアセンブリ条件の最適化を実施したのでその結果を報告する。

CNT は厚み 300 nm の熱酸化膜付きシリコン基板上に化学気相成長 (Chemical vapor deposition: CVD) 法により合成した。CNT 合成には、触媒金属としてアルミニウム薄膜 (1 nm) 上の鉄薄膜 (2 nm) を使用し、CVD 法には、アセチレン (C_2H_2) とアルゴン (Ar) の混合ガス ($C_2H_2:Ar=1:9$) を原料として用いた。合成温度は 640°C、圧力は 8 kPa、成長時間は 90min であった。図 1 のように基板上に配向成長したおよそ 230 μm の長さの CNT をゴムによる転写法により[6]、銅ブロック間に垂直配向した状態で挟み込むことで界面抵抗を含めた熱特性を評価した。

条件最適化した後の実験結果を図に示す。as-grown の CNT の密度を 3 倍に向上した場合、アセンブリ圧力 0.8 MPa において界面抵抗を含めた熱伝導率として、58 W/mK を得られることが明らかとなった。この結果は、ナノ粒子ペーストを接合材として用いた場合と同程度の数値であり[4]、界面における接合状態が最適化されていることを示唆している。詳細は当日報告する。

References: [1] Phys. Rev. B **59** (1999) R2514. [2] Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 215502. [3] Phys. Rev. Lett. **84** (2000) 2941. [4] 2019 年第 66 回応用物理学会春季学術講演会 11a-W621-8.[5] ACS nano **5** (2011) 4818. [6] Ext. Abstr. Solid-State Devices and Materials, 2015, p. 454.

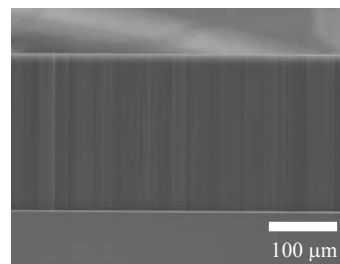


Figure 1 SEM images of vertically-aligned CNTs.

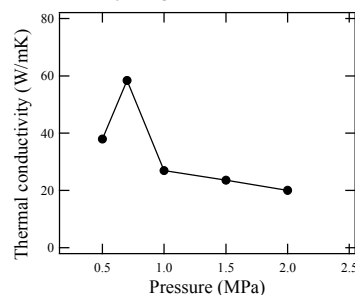


Figure 2 Thermal conductivity dependent on pressure..