

概要

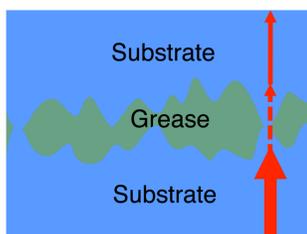
カーボンナノチューブ (CNT) は、非常に高い熱伝導率を持つと期待されている素材である。CNTを高密度に垂直配向させた高配向CNT膜は、CNTが相手面の凹凸に追従することにより、グリスを使用した現在の放熱技術に比べて優れた伝熱性を達成できると期待されている。しかし、高配向CNT膜の伝熱性に及ぼす接触面圧および相手面粗さの影響は未だ明らかとなっていないため、高性能放熱材料としての最適な設計を行うことが出来ないのが現状である。

本研究室では、相手面の表面粗さや接触面圧を変化させ、一方向定常熱流法により接触熱抵抗を計測することが可能な装置を開発した。その結果、高配向CNT膜を放熱材料として利用する際の最適な接触条件を解明した。

1. 導入

● 現在の放熱技術

凹凸のある伝熱面にグリスを塗布して接触面積を確保しているがグリスの熱伝導率が低く、コンピュータなどの性能向上の妨げに。



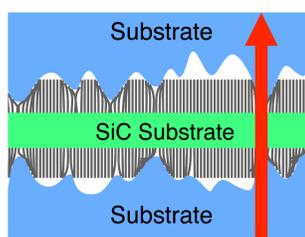
従来の放熱技術

銅	400 W/mK	銅やアルミなどに比べ
アルミニウム	240 W/mK	低熱伝導率のグリスが介在
シリコングリス	1 W/mK	
金属配合グリス	80 W/mK	熱伝導のボトルネック

● 高配向CNT膜を用いた新しい放熱技術

SiC基板上にCNTを垂直に配向させた高配向CNT膜は、CNTが持つ高い熱伝導率に加え、以下の特徴により優れた放熱材料としての利用が期待できる。

- ・高い配向性
- ・高い密度
- ・高い直線性
- ・高い密着性

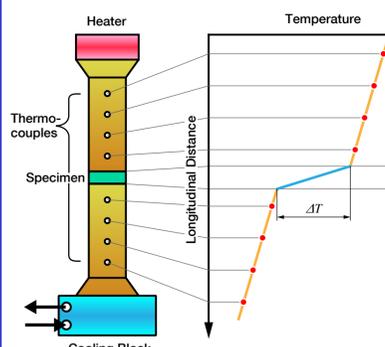


CNT膜を用いた放熱

銅	400 W/mK	CNTが相手面に追従し接触面積を確保
CNT	3000~6000 W/mK	非常に低い接触熱抵抗を達成できる
SiC	300 W/mK	

2. 実験装置

● 一方向定常熱流法

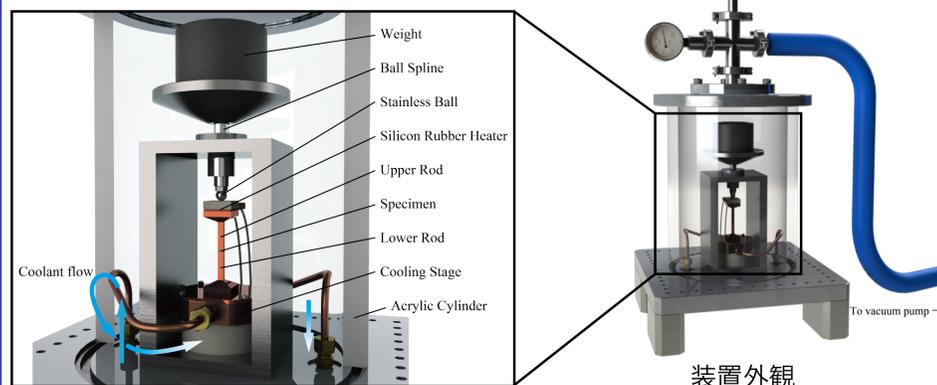


一方向定常熱流法の概略

接触面圧や相手面の粗さ (CNTと接触する上側ロッド下面の粗さ) を変化させて実験することができる、熱伝導率が既知のロッド中数点の温度を計測することで温度勾配を算出し、試験片の接触熱抵抗を求める。

● 実験装置

真空容器により、ロッドと空気の対流による軸方向以外への熱の流出や、接触面での空気の影響を防止する。

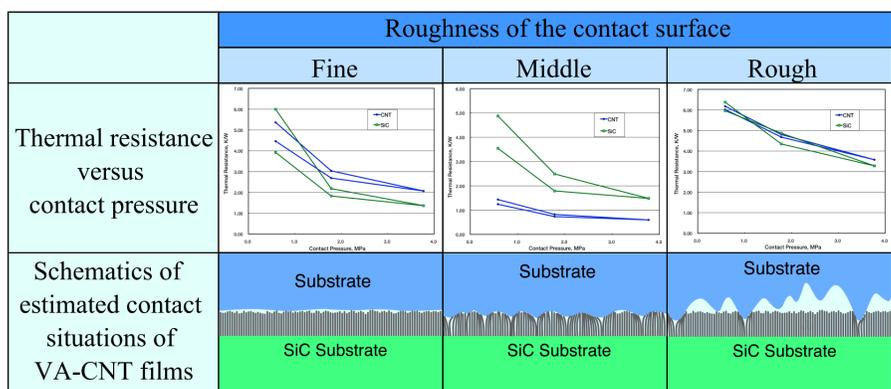


真空装置内部構造

装置外観

3. 実験結果

CNT長1000nmの高配向CNT膜と、比較のため同一条件下でSiC基板について実験を行った。SiCはCNT長0nmのCNT膜と見なすことができる。



- ・SiC基板は、相手面の表面粗さが増すにつれ熱抵抗も増大した
- ・一方CNT膜は、相手面粗さが中程度の時、最も低い接触熱抵抗を示した

