

高配向カーボンナノチューブ膜の 微視的変形挙動の解明

概要

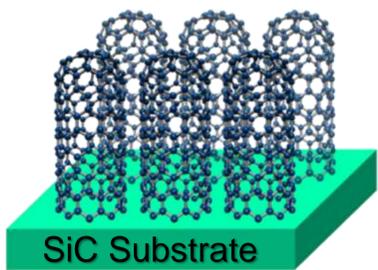
カーボンナノチューブ(CNT)はグラフェンシートを管状にした直径がナノスケールの細長いチューブであり、優れた機械的強度、柔軟性、熱伝導率を有しているナノ材料として、応用が期待されている。

SiC単結晶の熱分解により生成される高配向CNT膜は、SiCの基板の上にCNTが高密度に垂直配向している。高配向CNT膜を個体接触面に挟み込むことで、CNTが弾性変形し相手面粗さに追従することで高い真実接触面積率を達成でき、低い接触熱抵抗を実現することが期待されている。しかしながら、高配向CNT膜接触時のCNT微視的変形挙動が明らかでなく、最適な設計ができないのが現状である。本研究では広視野レーザー顕微鏡を用いることで、高配向CNT膜の接触面の観察を行い、接触面圧の変化による高配向CNT膜のCNTナノレベル変形挙動を明らかにした。

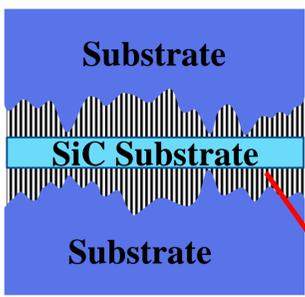
1. 導入

高配向CNT膜について

▷ SiC基板上に高密度に垂直配向している。優れた機械的強度、柔軟性、熱伝導率を有する。



低接触熱抵抗材料への応用

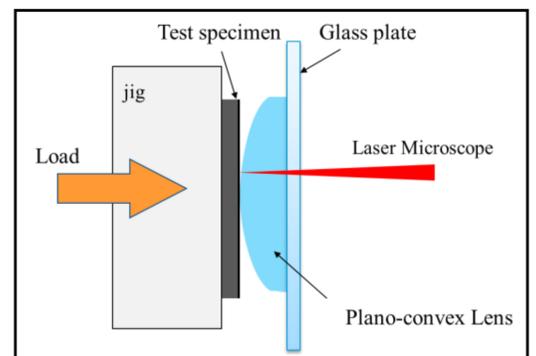


◁ 固体間接触面に挟むことで高い真実接触率、低い接触熱抵抗を実現。

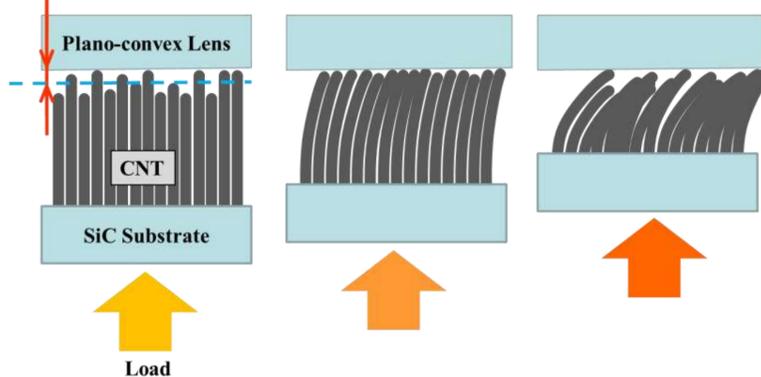
CNT

2. 実験

▷ 高配向CNT膜に任意の荷重を加えて平凸レンズに点接触させ、広視野レーザー顕微鏡を用いて接触面の干渉縞画像を取得する。



Mean Distance

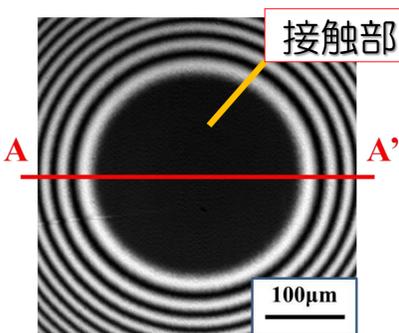


◁ 荷重が増加するにつれ、CNTが変形していく。その過程でCNT膜 - 平凸レンズ間の隙間の平均距離の算出を行う。

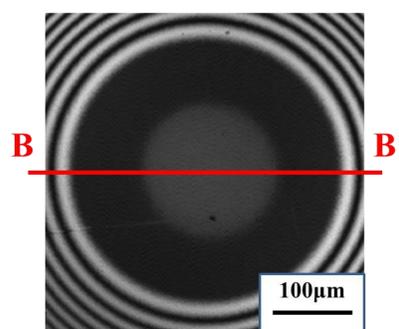
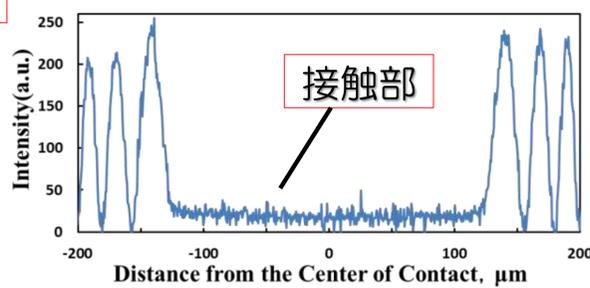
3. 実験結果

接触面画像

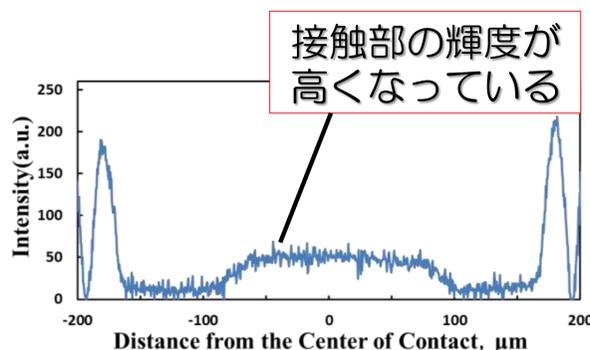
赤線部の輝度グラフ



(a) 最大面圧 289MPa

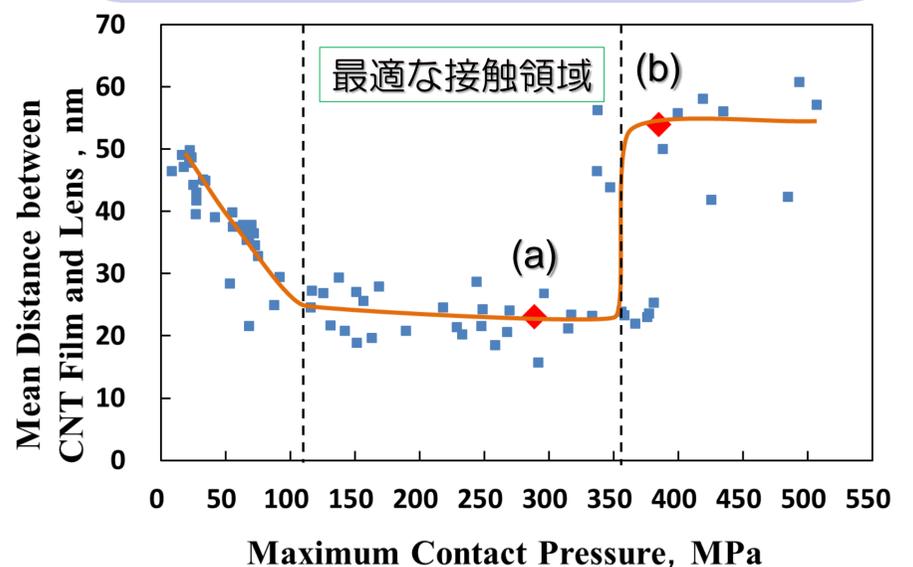


(b) 最大面圧 385MPa



画像の輝度から接触部の平均距離を算出し、最大面圧との関係を解明した。

100MPaまでは50nmから25nmまで面圧が上昇するごとに距離が短くなる。その後350MPaまでは距離が一定であるが、350MPa以上では急激に距離が長くなり高配向CNT膜に大規模な変形が起きていることが判明した。



最適な接触領域

(b)

(a)