

時間領域サーモフレクタンス法を用いた 単層カーボンナノチューブ薄膜の熱物性評価

Evaluation of thermal conductance of single wall carbon nanotube thin film
by time domain thermo-reflectance method

首都大理¹, 産総研² ○松尾 博之¹, 蓬田 陽平¹, 八木 貴志², 柳 和宏¹

TMU¹, AIST²

°Hiroyuki Matsuo¹, Yohei Yomogida¹, Takashi Yagi², Kazuhiro Yanagi¹

E-mail: yanagi-kazuhiro@tmu.ac.jp

はじめに：近年、有機導電性ポリマーやカーボンナノチューブといった材料が熱電材料として注目され、その適切な薄膜熱物性評価が重要となっている。薄膜熱伝導率の評価は、定常法や、 3ω 法、レーザーフラッシュ法、周期加熱法など、様々な手法があるが、本研究では、金属電極上に存在する単層カーボンナノチューブ (SWCNTs) 薄膜の熱物性の解明に向けて、時間領域サーモフレクタンス法 (TDTR 法) を用いて¹、その評価を検討した。

実験方法：界面活性剤で分散させた SWCNT (名城ナノカーボン ArcSO、未精製：金属・半導体混合試料) をポリカーボネードフィルター上に減圧濾過した後、石英基板上に均一に蒸着したアルミニウム (Al) 薄膜 (厚み 33 nm) 上に転写した。SWCNT 薄膜は、厚み 200 nm で調整した。Al 側から、ポンプ光 (1550 nm、パルス幅 0.5 ps) とプローブ光 (775 nm、パルス幅 0.5 ps) を照射し実験を行った。200 kHz の周期でポンプ光に強度変調を加え、ロックインアンプにより Al 膜の反射率変化の位相を評価した。

実験結果：図1のように、SWCNT 薄膜が無い部分および、ある部分において有意な位相変化の違いが見られた。その変化の振る舞いを SWCNT 層を 200 nm として、SWCNT 層の熱拡散率と体積熱容量を解析した。「SWCNT 層/Al 層/ガラス基板」の 2 層 1 基板モデル解析をすると、図2のように、位相変化の時間変化を再現することができた。解析結果より、現在、熱拡散率 $1 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ 、体積熱容量 $0.8 \times 10^{-6} \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-1}$ が求めることができ、周期加熱法との比較検討と、更なる考察を現在進めている。TDTR 法が SWCNT 薄膜の熱物性解析に有効であることが示唆されている。

参考文献：Kajita et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 056203 (2016)

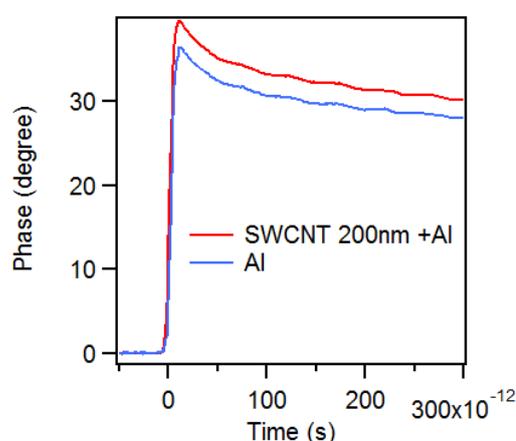


図1 Al 薄膜と同 Al 薄膜上に厚み 200nm の SWCNT 薄膜を形成した場合における Al 反射率の位相変化の時間依存性。

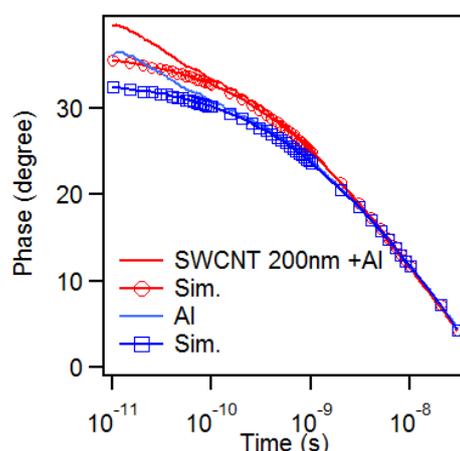


図2 「SWCNT 層/Al 層/ガラス基板」の 2 層 1 基板モデルを用いて解析した結果。