

課題番号 : F-21-NM-0096  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名(日本語) : 量子センサによるカーボンナノチューブ熱電計測  
Program Title (English) : Thermoelectric measurement of SWCNT by using quantum sensor  
利用者名(日本語) : 清水麻希  
Username (English) : Maki Shimizu  
所属名(日本語) : 埼玉大学大学院理工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Science and Engineering, Saitama University  
キーワード/Keyword : エネルギー関連技術、リソグラフィ・露光・描画装置、ダイヤモンド、カーボンナノチューブ  
NV センタ

## 1. 概要(Summary)

あらゆるモノのセンサネットワークは IoT 社会の実現に向けて非常に重要な技術である。これらのセンサにはセンサを電気で動かすための大量の電源・電池が必要になることが問題となっており、排熱というこれまで捨てられていた微弱なエネルギーを活用して発電を行う「熱電材料」が注目を浴びている。本研究の目的は近年、集合体で優れた熱電特性が報告されている単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の1本熱電特性を、ダイヤモンド中の窒素空孔欠陥(NV センタ)による温度センサによって測定する技術の開発である。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速マスクレス露光装置  
6連自動蒸着装置  
12 連電子銃型蒸着装置  
100kV 電子ビーム描画装置

### 【実験方法】

高速マスクレス装置と6連自動蒸着装置大きなボンディング用のパットを作製し、アドレスパターンを 100kV 電子ビーム描画装置と6連自動蒸着装置で形成した基板に半導体的 SWCNT を散布し、別の機関において AFM で位置を特定した。100kV 電子ビーム描画装置と 12 連自動蒸着装置電極を形成した。電極にナノダイヤモンドを散布する。埼玉大学において温度測定を実施し、熱電計測を決定する。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

SWCNT に電極を蒸着したのち、ナノダイヤモンドをスピコートしてリフトオフを行ったところ、Fig. 1(a)の通り電極上にナノダイヤモンドを配置することができた。ナノダイ

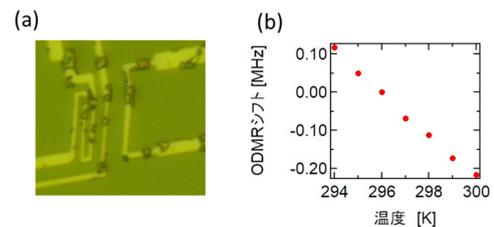


Fig.1(a)Optical microscope image

(b)Temperature dependence of ODMR shift

ヤモンドの温度センサは光検出磁気共鳴(ODMR)の信号のシフト量によって見積もる。局所温度計測の前に温度校正を行うため、ヒーターで加熱を行ってマクロな温度計と ODMR 信号のシフト量を比較したところ、先行研究等で報告されているより低い傾きが得られた。(Fig. 1(b))これは、マクロな温度計との間に熱接触抵抗があつて正確に温度校正をできていないためだと考えられる。今後マクロな温度計の設置位置を変えて再度温度校正を行う。

また、局所的なヒーターに電流を流すことによって発生する磁場により NV センタによる局所温度計測の精度が大幅に下がってしまうことがわかったため、来年は磁場を相殺するようなサンプル構造に変えて実験する予定である。

## 4. その他・特記事項(Others)

・競争的資金: 高橋産業経済研究財団

JSPS 科研費 JP18K13485

・CAD の確認や電子ビーム描画装置の条件だし、利用に際しての説明をしてくださった技術支援者の渡辺英一郎様、吉田美沙様、蓑原郁乃様に感謝いたします。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

## 6. 関連特許(Patent) なし