

課題番号 : F-18-WS-0016  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 薄層 CNT の合成条件検討および薄層化無撚 CNT 糸の機械的特性評価  
Program Title (English) : CVD synthesis of few-walled carbon nanotubes and mechanical properties of few-walled untwisted carbon nanotube yarn  
利用者名(日本語) : 奥茂洗一<sup>1)</sup>  
Username (English) : K. Okumo<sup>1)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 早稲田大学大学院基幹理工学研究科機械科学専攻  
Affiliation (English) : 1) Department of Applied Mechanics, Waseda University  
キーワード/Keyword : 切削, カーボンナノチューブ, 合成, 化学気相成長, 形状・形態観察, 分析

## 1. 概要(Summary)

カーボンナノチューブ(CNT)は低密度かつ高い機械的特性を有するナノ炭素材料であるが, 成長限界は数 mm 程度である. 著者らは垂直配向 CNT(CNT アレイ)から CNT を引き出しダイスに通すことで無撚 CNT 糸を作製し, その特性を評価してきた<sup>[1]</sup>. しかし, 糸の機械的特性は単体の優れた特性に遠く及ばず高強度化が求められている. CNT 糸については, 用いる CNT が細径かつ薄層であるほど糸の機械的特性が向上するという報告がある. そこで本研究では薄層 CNT の合成条件および CNT アレイが紡績性を持つ条件を検討し, 合成した CNT から無撚 CNT 糸を作製して機械的特性を評価した.

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ダイシングソー、FE-SEM

### 【実験方法】

表面を 500 nm 酸化した 4 インチシリコン基板をダイシングソーで 20 mm×30 mm に加工した. 基板上に Al-Si 合金と鉄を EB 蒸着させた. 基板を縦型 CVD 装置に設置し, 窒素, 水素, アセチレンを用いて CNT を合成した. 合成した CNT アレイについて, FE-SEM で配向性および成長密度を観察した. また, FE-SEM を用いて単体の層数や外径といった物性を計測した. その後, 無撚 CNT 糸を作製して単繊維引張試験を行って機械的特性を評

価した. 合成した CNT アレイの観察結果を Fig. 1 に示す.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

条件を変えて合成した結果, シリコン基板に蒸着させる触媒鉄の膜厚が薄いほど CNT が薄層および細線化することが確認された. 作製した CNT 単体および無撚 CNT 糸の機械的特性評価を行うと, 用いる CNT が細径であるほど単体強度が上昇し, これに伴い繊維の機械的特性も向上することが分かった. CNT が薄層であるほど全層で破断しやすくなるため単体強度が上昇したと考えられる.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

1) Sugano K, Kurata M, Kawada H., Evaluation of mechanical properties of untwisted carbon nanotube yarn for application to composite materials, Carbon, Vol.78 (2014), pp.356–365.

### ・競争的資金

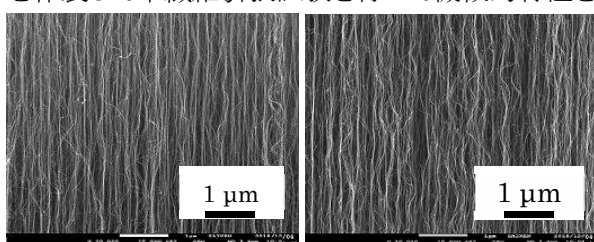
科学研究費助成事業(科研費), 研究課題/領域番号:18H01341, 研究種目:基盤研究(B).

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

(1) K. Okumo, T. S. Kim, K. Takahashi, A. Hosoi and H. Kawada, 2018 2nd International Conference on Mechanical Engineering and Applied Composite Materials (MEACM2018), December 8, 2018.

(2) 奥茂洗一, 金太成, 高橋和彦, 細井厚志, 川田宏之, 日本機械学会第 25 回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2018), 平成 30 年 11 月 4 日.

## 6. 関連特許(Patent) なし.



(a) Upper of the array (b) Lower of the array

Fig. 1 SEM images of the CNT array.