

目的別テーマ：炭素系ナノ材料の創製、物性・構造と機能発現に関する研究

16年度研究テーマ

16-1-14：ナノカーボンアロイ複合材料の作製および応用

ABSTRACT

Various carbon-alloyed materials were produced using cup-stacked carbon nanotubes (CSNTs); CSNTs were reacted with  $AsF_5 + F_2$  to produce 'graphite' intercalation compounds with nested hexafluoroarsenate ( $AsF_6^{||}$ ) anions, novel C/C composites consisting of pitch- and PAN-based fibers and COPNA resin were prepared with addition of CSNTs to enhance the mechanical properties of the composite materials, and CSNTs were added to NBR to enhance the durability of the rubber.

研究目的

ナノ炭素材料のインターカレーション, ドーピング, 表面付加反応などによるアロイ化や化学修飾, ナノ炭素材料を強化材や電導材として用いた複合材料の作製を行い, 生成物の複合材料, 電極, エネルギー貯蔵材, 吸着材としての応用をめざす。

一年間の研究内容と成果

1. カップスタック型カーボンナノチューブ (CSNTs) および  $3000^{\circ}C$  で熱処理を行ったカップスタック型カーボンナノチューブ (CSNTs-3000) を宿主とし,  $AsF_5$ , または  $AsF_5 + F_2$  と反応させることによって, 五フッ化ヒ素  $AsF_5$  もしくはヘキサフルオロヒ酸イオン  $AsF_6^{||}$  がインターカレーションした層間化合物の合成を行った。Fig. 1 に反応前および  $AsF_5 + F_2$  と反応後の CSNTs-3000 試料の X 線回折図を示す。回折図 (b) より  $c$  軸繰返し距離 ( $I_c$  値) は  $7.84 \text{ \AA}$  であり,  $18^{\circ}$  付近には  $AsF_6^{||}$  の層間での超格子構造を示唆するブロードなピークが観測されていることより,  $AsF_6^{||}$  が層間でネスリング ( $AsF_6^{||}$  の各フッ素配位子がグラファイトの六角網目の窪みにネストすること) していることがわかる。また, 反応後の試料の色が CSNTs 固有の黒から深青色へと変化していることより CSNTs の電子状態が変化し, 電気伝導度が向上したと考えられる。今回合成された化合物は, アクセプター型挿入種によるナノ炭素材料の最初の明確な層間化合物の一つである。
2. マトリックスに縮合多環多核芳香族樹脂 (COPNA 樹脂), フィラーにピッチ系ないしは PAN 系炭素繊維を用いた炭素繊維強化炭素複合材料 (C/C) に CSNTs を混ぜることによって, 強度が 2~3 倍, 強靭さが約 10 倍となるような複合材料の作製に成功した。
3. NBR ゴムに充填剤として, カーボンブラック, VGCF, CSNTs などの種々のカーボンナノ材料 (CNMs) を配合した。CNM を配合していない試料に比べて, すべての場合において強度, 伸びの向上が見られた。カーボンブラックを添加した試料に比べて, CSNT を添加した試料では伸びが 1.5 倍程度向上し, VGCF を添加した試料では初期強度に僅かな向上が見られた。

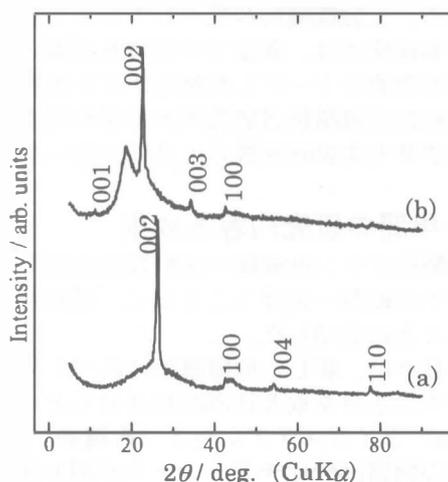


Fig. 1 XRD patterns of (a) CSNTs-3000, and (b) CSNTs-3000 +  $AsF_5 + \frac{1}{2}F_2$ .

展望

1. CSNTs と  $O_2AsF_6$  を反応させて, 組成が制御されたナノカーボンの層間化合物の合成を行い, 構造の解明, 電気伝導度などの物性の評価を行う。
2. さらなる強度向上に向けて, 緻密化処理, ナノフィラーの化学修飾を行っていく。
3. ナノフィラーの添加率の引き上げ, 多種のナノフィラーの導入と化学修飾を試みていく。