

平井利博・北出康仁・藤井敏弘・植木崇充  
濱田州博・高崎緑

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオミメティクス機能開発

研究テーマ

15-3-2：ナノファイバーを用いた高性能駆動材料と駆動機構の開発

ABSTRACT

We focused attention on the elastomer containing carbon nanotube (CNT) and investigated the function as a strain-sensing device and the efficacy as the electrode material. The surface resistance and the volume resistance decreased with the increase in CNT content up to 20 wt% in the range of strain of 100%, however, its change was considerably small when CNT content above 30 wt%. It was suggested that the elastomer-CNT membrane which was added liquid paraffin to provide high elasticity had the potential becoming the elastic electrode material. Moreover, nanofibers containing CNT were obtained by using electro-spinning method. These result imply that the elastomer containing CNT can be used as high sensitive strain-sensing devices by controlling CNT content.

研究目的

本研究はナノファイバー材料の駆動材料としての機能を検証し、低エネルギー駆動素子を開発することを目的とする。ナノファイバーとしては、幅広く対象とし、炭素系から生体高分子までを検討する。ここでは、カーボンナノチューブ (CNT) を含有する柔軟高分子材料について三つの視点から検討した。(1) 変形に対応して抵抗値が変化することを利用した歪みセンサーとしての機能、(2) 駆動材料としての視点から、CNT の効果を検討、(3) CNT 含有ナノファイバーの作製法の開発。

5年間の研究内容と成果

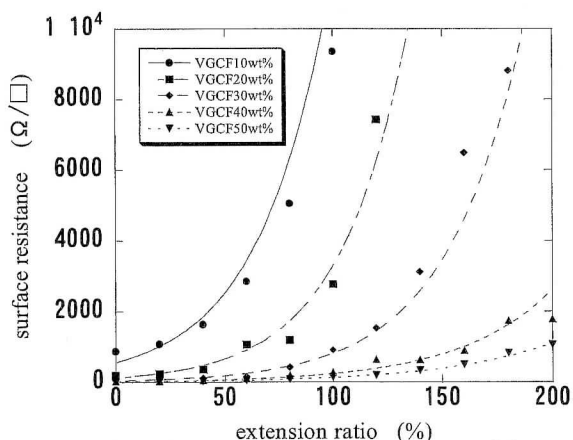


Fig. 1 The surface resistance to the extension rate of the VGCF-septon composite film in each VGCF concentration.

(1) CNT 含有柔軟高分子材料の歪みセンサーとしての機能の検討： CNT 含有柔軟高分子材料の初期弾性率および延伸時における抵抗値は CNT 含量に応じて変化することが明らかとなった。これより、CNT 含量を調整することで、CNT 含有柔軟高分子材料は高感度歪みセンサーとして利用できることが示唆された。また、CNT 含量 30 wt%程度 of 柔軟高分子膜は約 100% の延伸時においても抵抗値の大きな変化は見られず、かつ導電性があることから柔軟電極材料としても有用であると期待される。

(2) CNT の駆動材料としての有効性の検討： CNT 含有柔軟高分子材料を電極材料として使用し、ポリメタクリル酸ブチルの電場印加時の変位測定から駆動材料としての有効性の検討を行った。その結果、作製した CNT 含有柔軟高分子電極は大きな膜厚に起因する高い弾性率のため、変位が抑制されることが明らかとなった。この問題点を改善するために添加剤として流動パラフィンを用い、さらなる検討を行った。その結果、流動パラフィンを添加した CNT

含有柔軟高分子電極は低い初期弾性率を示した。これより、流動パラフィンを添加して柔軟性を改善した CNT 含有高分子膜は駆動材料として有効であることが示唆された。

Table 1 Surface resistance and initial modulus of each sample

	Surface resistance	Initial modulus
Elastomer membrane containing CNT	66.04	28.023
Elastomer membrane containing CNT and liquid paraffin	14.75	8.1652

(3) CNT 含有ナノファイバーの作製法の開発：エレクトロスピンニング法を用いた CNT 含有ナノファイバーの作製について検討を行った。その結果、以下の写真に示したようなナノファイバーが得られた。しかしながら、フィルム作製に採用した、キャスト法やディップ法に較べて、導電性は著しく低下し、CNT 間のコンタクトが失われることが明らかになった。また、スピニングの初期と終期でのカーボン含有量が変化し、均一性も改善が必要であるなどの問題点が明らかになった。

本研究で作製された CNT 含有柔軟高分子材料は高感度歪みセンサーや電極材料としての利用が期待される。

