

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオメティックス機能開発

16年度研究テーマ

15-3-2 : ナノファイバーを用いた高性能駆動材料の創出

ABSTRACT

We found remarkable improvement of motility of dielectric polymeric materials as artificial muscles, when carbon nanomaterial was employed as soft electrodes (reported by Islam, PD research staff in our group). However the electrode does not have enough durability for practical use.

In this research, we developed a highly elastic, endurable up to ca.800% elongation, electrode material, using ABA-type block copolymer. We also developed novel electrode deposition method, which we named "dipping-method". Employing this method, we could deposit 20 micrometer electrode layer on a PET film, and attained high motility of the PET film by applying an electric field.

We also investigated on the electro-spinning of VGCF and obtained a fiber, the diameter of which is around 1 micrometer or less and has an electrical conductivity. This material in a form of nonwoven fabric is also a candidate of novel electroactive polymer.

研究目的

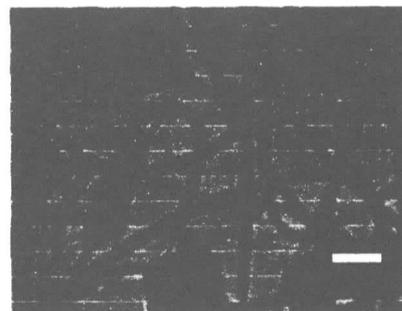
これまでに、PVC や PMMA 等の非導電性高分子材料の電場駆動について検討してきた。電場を印可するために各材料表面に金蒸着やアルミ電極などを電極として使用してきた。しかしながら、これらの電極は材料が持つ変形能力を十分に引き出せていない可能性が指摘されてきた。言い換えれば、これらの電極が材料の変形を抑制しているということである。既に、ポリウレタンなどに VGCF を電極として用いた場合についてはイスラム (PD 研究員) によって、昨年度、顕著な駆動性能の向上が見られることが見いだされているが、電極の作成製法に改善の余地があった。そこで、本研究では柔軟で大きなひずみにも追従できる電極材料の開発を試みた。

本研究においては、

- 1) ゴム様の材料へのカーボンファイバーの添加による柔軟電極材料の検討
 - 2) エレクトロスピンニング法を用いたカーボンファイバー含有ナノファイバー不織布の柔軟電極材料としての利用検討
- という二種類の方法による柔軟電極材料の開発を試みた。

一年間の研究内容と成果

1) ポリブタジエンなどのゴム様材料へカーボンファイバーを添加し、その柔軟電極としての性能の検討と PET フィルムの駆動に利用した際の有効性を検討した。その結果、100%延伸した際にも抵抗値の低下がほぼ起こらない柔軟電極材料が調製された。この柔軟電極材料は PET の電場による駆動に用いた際も金蒸着に比べ高い性能が示された。また、アニオン重合によって得られる ABA 型ブロックコポリマーを用いたエラストマーでは 破断延伸率 800% に達する電極材料を得ることができている。この材料では 100% 延伸率まで抵抗率の増加が抑制される性能が見いだされており、大変形追従型柔軟電極の基本的な目標を達成することができた。カーボン含量の調整により、高感度歪みセンサーとして期待できることも明らかになった。



2) ポリスチレンなどの高分子材料中にカーボンファイバーを分散させ、これをエレクトロスピンニング法によりナノファイバー化した。その柔軟電極としての性能の検討とシリコーンエラストマーを用

いた駆動への有効性を検討した。その結果、写真に示したようなナノファイバーが得られた。このファイバーによる不織布は導電性が認められ、また、この不織布を電極として用いた際、シリコーンエラストマーの電場駆動が観察された。このことから、柔軟電極として利用可能であることが示された。

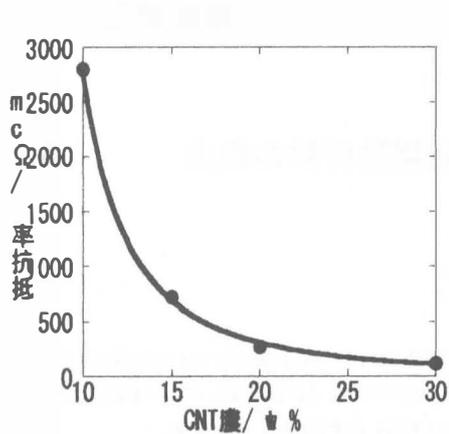


Fig. 1 各CNT濃度の異なるセプトン膜に対する抵抗率

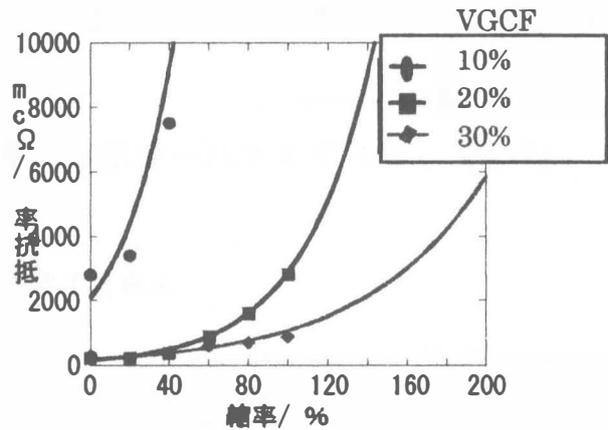


Fig. 2 各CNT濃度におけるセプトン膜の延伸率に対する抵抗率

展望

本研究により作製されたゴム様柔軟電極は大きなひずみをかけても抵抗値に与える影響が少ないことから、フレキシブル電極としての利用が期待される。カーボンの分布制御や性能の詳細な検討、さらに期待される新たな機能の開発には今後の継続的な研究が必要である。