

### 3F03 ナノファイバーマットアクチュエータの特性に対する繊維配列の影響

(福井大院工) ○浅井華子、奥村知隆、中根幸治

#### 緒言

近年、導電性高分子とイオン液体のゲル（イオンゲル）を使用することで、生体の筋肉のようにしなやかに動作する高分子アクチュエータが注目されており、人工筋肉などへの応用が期待されている。一般的にこのアクチュエータは2枚の電極で1枚のイオンゲルを挟み込んだ構造をしているが、電極には比表面積が大きく、導電性が高い材料が適しており、カーボンナノチューブや活性炭などの炭素材料などが使用されている。

一方、エレクトロスピンニング（ES）法はナノファイバーマットを作製する一般的な手法である。ナノファイバーマットは高い比表面積と柔軟性を持つ素材であり、導電性を付与できればアクチュエータの電極にも適しているのではないかと考えた。先行研究では繊維方向がランダムなナノファイバーマットのみを使用して研究を行なったが<sup>[1]</sup>、本研究では繊維方向を配列させたナノファイバーマットをアクチュエータの電極として使用した際に、繊維の配列の仕方がアクチュエータの屈曲挙動に与える影響について検証したので報告する。

#### 実験

まず、DMF とアセトンを重量比 1 : 1 で混合した溶媒に PU を溶解させ、10、15、20 wt% の PU 溶液を調製し、ES 法によってナノファイバーマットを作製した。繊維方向を配列させる際には回転コレクター（回転速度 1500 rpm、コレクター直径 16 cm）を用いた。

次に、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ(スチレンスルホナート) (PEDOT/PSS) 水分散液、ジメチルスルホキシド (DMSO)、界面活性剤として Pluronic L-34 を混合した溶液を 30 分間攪拌した。この溶液にナノファイバーマットを含浸・乾燥することで導電性を付与した。これをアクチュエータの電極とした。

上述のナノファイバーマット電極を同じ大きさで2枚用意し、内側に PVDF-HFP のイオン液体 (IL) 溶液を塗り付け貼り合わせることでアクチュエータを作製した。IL として 1-エチル-3-メチルイミダゾリウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)アミド ([EMI<sup>+</sup>][TFSA<sup>-</sup>]) を用いた。このとき、Fig.1 に示すように、繊維の配列がアクチュエータの長さ方向と平行な試料を“Parallel”、垂直なものを“Vertical”、繊維方向がランダムなものを“Random”とした。作製したアクチュエータに 0.014、0.05、0.10、0.15 Hz で ±1.5 V の矩形波電圧をかけ、レーザ変位計により変位量を測定した。変位量はアクチュエータの厚みと長さを用いてひずみに変換して評価した。

#### 結果と考察

Fig.2 に、繊維配列方向の異なる 3 種類のアクチュエータに生じたひずみの印加電圧周波数に対する変化を示す。アクチュエータに生じたひずみは Parallel が最も大きく、Vertical が最も小さいという結果になった。また、Parallel では周波数が高くなってもひずみの減少量が小さく、電圧に対する応答性が高いアクチュエータとなった。Vertical のアクチュエータで生じるひずみが小さくなった原因としては、Vertical では電極部分を構成している繊維がアクチュエータ全体にわたって不連続に配置されているために電圧が十分にかからなかったことが要因として考えられる。

参考文献 [1] H. Asai, et al., *Polymer Journal*, 2019, in press.

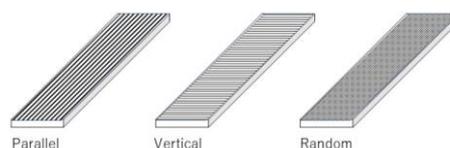


Fig.1 Three actuators having different fiber arrangements.

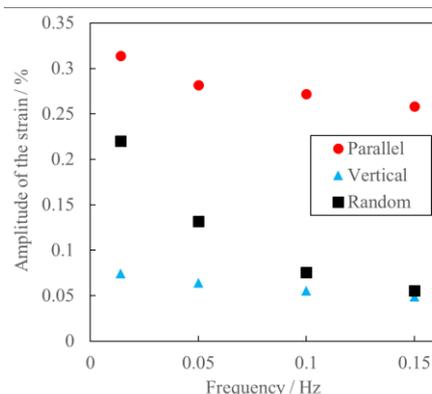


Fig.2 The generated strains of the three actuators. The spinning solution concentration was 15 wt%.