

## 繊維型スーパーキャパシタの電極材料の検討

(信州大院・繊維) ○木村憲伸, 森川英明, (信州大・IFES) 朱春紅

### 1. 緒言

近年開発が進められているウェアラブルデバイスについて、服に織り込むタイプのスマートテキスタイルが考案されている。そういったデバイス型のスマートテキスタイルを支えるた、エネルギー貯蔵デバイスが必要とされている。

そこで本研究は現在バックアップ電源として用いられている、スーパーキャパシタ(電気二重層キャパシタ)の中の繊維型スーパーキャパシタ(FSSC)に着目した。電極材料として導電性ポリマーはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン):ポリスチレンスルホン酸(PEDOT:PSS)が代表的であるが、実用性に満たない機械的特性と、向上しているもののまだ足りない電気的特性の向上が課題である。また、先行研究では繊維の紡糸時の凝固浴に硫酸を用いており、非常に危険であるため、安全な凝固浴が必要である。

そこで本研究は PEDOT:PSS と炭素と前周期遷移金属の複合多層化合物である MXene を用い、その割合を変化させることで、繊維の形状、力学特性、電気的特性に及ぼす影響を調べた。

### 2. 実験方法

電極繊維を紡糸するために、前駆体 MAX から MXene を作製した。前駆体 MAX( $\text{Ti}_3\text{AlC}_2$ )をフッ化リチウムの中に入れて、 $50^\circ\text{C}$ で 72 時間攪拌し、Al をエッチングをし、延伸分離と洗浄することで多層 MXene を得た。その後、多層 MXene から単層 MXene を得るために、温度を  $10^\circ\text{C}$ 程度に調整した超音波分散器に入れ、2 時間分離させ、層を剥離させる。さらに遠心分離機器に入れ、さらに剥離をさせ、48 時間凍結乾燥させることで単層 MXene の粉末を得た。

電極繊維を湿式紡糸するために、紡糸液、凝固浴を作製した。

PEDOT:PSS と作製した MXene を割合が 1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2 となるように計量し、PEDOT 溶液に MXene 粉末を入れ、 $110^\circ\text{C}$ で 3 時間ほど加熱し、PEDOT 溶液中の水分を減らし、粘度を調節し、紡糸液を作製した。

凝固浴は水とエタノールを 1:3 になるように混合し、リン酸を入れ攪拌する。

作製した紡糸液をシリンジに入れ、針は 24 G

( $550\ \mu\text{m}$ )のものを使用し、針の先が凝固浴に入るようにし、吐出速度を  $0.15\ \text{m/min}$ で紡糸し、重力によって延伸をし、リン酸の影響を少なくするために、水とエタノールで繰り返し洗浄を行って、繊維を吊るして  $85^\circ\text{C}$ で 12 時間乾燥させ、繊維を回収した。

その繊維を力学的、電気的に分析を行った。

力学的な試験として引張試験を行った。引張試験機を用い、引張試験を行った。繊維自体の強さが引いたため 5N のロードセルを用いた。

電気的特性の試験方法として、2 点端子法を用いて電気抵抗を求め、そこから導電率を求めた。

他の電気的特性の測定として、サイクリックボルタンメトリー法(CV 法)と定電流放電法(GCD 法)を行った。

また、繊維の断面形状を観察するために、SEM を用いて断面形状を確認し、EDS を使って MXene の特徴である Ti の量に変化するかどうか調べた。

### 3. 結果・考察

全ての PEDOT:PSS と MXene の割合で繊維を紡糸することができた。しかし、繊維の太さや繊維の状態については大きく異なることが分かった。これは紡糸する際に上から下へ紡糸し、手動で巻いているため、延伸される度合いが変わっているためであると考えられる。

引張試験では、1:0 の糸が最大で  $7.5\ \text{MPa}$ であるが、弱くて計測できないものもあり、今後さらに紡糸条件を検討する必要がある。

SEMで撮影した、繊維表面の様子を以下の図1に示す。MXene の量が増えるほど繊維の表面が粗くなっていた。EDS では MXene の量が増えるほど EDS で見られる Ti の量が増えていることが分かった。これによって電気的特性が向上していると考えられる。MXene と PEDOT:PSS の割合によって電極の物性に変化があることが分かった。

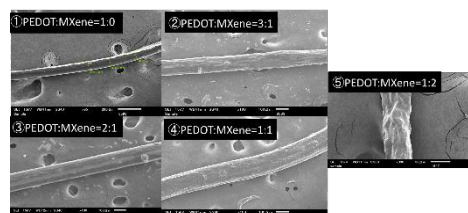


図1 異なる割合でできた繊維の形態