

■キーワード

ナノマイクロファイバ 圧電 センサ エレクトレット アクチュエータ

軟質圧力センサの低コスト化と省工程化に貢献
汎用プラスチックの超極細繊維膜で圧力センシング

■研究の概要

フィルムでは通常圧電効果を示さない汎用プラスチック(ポリスチレン)からなる超極細疑似圧電繊維膜を世界に先駆けて開発しました。当該繊維膜は、圧電材料の圧電特性に類似した疑似正圧電特性および疑似逆圧電特性を示します。従いまして、ヒトや動物などの生体向け、もしくはソフトロボット向けの超軟質圧力センサの新材料としての応用が期待されます。また当該繊維膜は、安価な汎用プラスチックであるポリスチレンが材料であるため、超軽量かつ軟質、優れた特性の圧力センサが安価かつ大面積で製造できる可能性があります。さらに、ポーリングなどの後処理を要しないため、製造工程の省工程化や省エネルギー化が期待されます。

■研究・技術のプロセス/研究事例

フィルム状態では通常圧電効果を示さない汎用プラスチック(ポリスチレン)が、電界紡糸法により超極細繊維膜化するだけで、圧電材料の圧電特性に類似した疑似圧電特性(疑似逆圧電特性および疑似正圧電特性)を示すことを世界に先駆けて明らかにしました[Smart Mater. Struct. 28, 08LT02 (2019), Macromol. Rapid Commun. 41, 2000218 (2020)]。

得られた疑似逆圧電的特性から見かけの圧電 d 定数を算出したところ、準静的な電圧印加の場合では30,000 pm/Vを超える値が、1 kHzの高周波の電圧を印加した場合でも約13,000 pm/Vという従来の圧電材料の値[例: 圧電樹脂膜 ≤ 53 pm/V, チタン酸ジルコン酸鉛(PZT) ≤ 700 pm/V]を大きく上回る値が得られることを明らかにしました。次に、新規に開発した圧電特性評価装置(企業と共同開発、特許出願済み)を用いることにより、疑似正圧電特性の測定にも成功しました。疑似正圧電特性から得られた見かけの圧電 d 定数は、最も高い平均値で2,894 pC/N (印加圧力値: 約980 Pa)を示しました。また、1 kHzの高周波の圧力印加に対しても良好な応答を示すことも明らかにしました。私達の研究グループではさらに、この特異な疑似圧電特性を説明する特性解析モデルも世界に先駆けて提案しています。

なお、開発した電界紡糸ポリスチレン超極細繊維膜の各単繊維の平均直径は、およそ3 μ mから5 μ mであり、当該繊維膜の膜厚はおよそ数 μ mから数百 μ mの範囲で作製可能です。また、当該繊維膜のヤング率(E)は $E > 1 \times 10^3$ Paであり、非常にやわらかい膜であることも分かっています。なお、圧電ポリマーであるPVDF、PVDF-TrFE、PLLAのフィルムのヤング率は 1×10^9 Pa以上です。

圧電効果を示すプラスチック超極細繊維の研究領域では、フィルム状態でも圧電効果を示すいわゆる圧電プラスチック(ポリフッ化ビニリデンなど)を材料として用いた研究が数多く報告されているような状況でした。このようななか私達の研究グループでは、安価な汎用プラスチック(ポリスチレン)であっても電界紡糸法による超極細繊維化のみにより、高度の疑似圧電特性を示すことを発見しました。従って本発見は、材料選択の範囲を広げるとともに、安価な汎用プラスチックを用いることで超軽量かつ軟質、優れた特性の圧力センサやアクチュエータが安価かつ大面積で製造できる可能性を示しました。さらに、ポーリングなどの後処理を要しないため、製造工程の省工程化や省エネルギー化が期待されます。

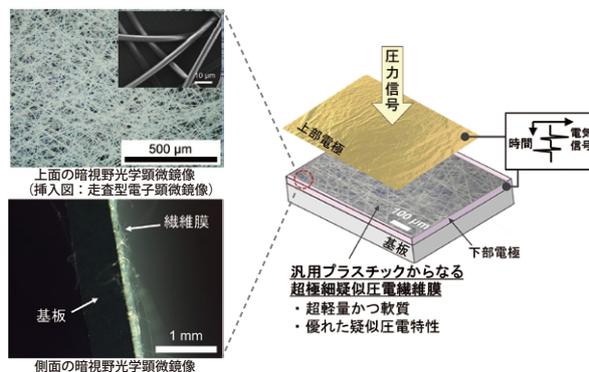


図1. 汎用プラスチックからなる超極細疑似圧電繊維膜の概説図

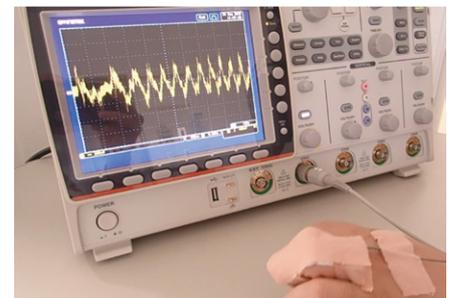


図2. 開発した繊維膜を用いた指の曲げ伸ばし動作のセンシング例

■セールスポイント

高価な圧電プラスチックに限定されずに、安価な汎用プラスチックで高感度な圧力センサが省工程かつ省エネルギーで製造できる可能性を示しました。

