

電界紡糸ポリ乳酸ファイバ膜を用いたマスク型音響センサ

(京工織・工芸) ○有田健太郎, 高垣賢一, 石井佑弥

緒言 コロナ禍を経験したこともあり、マスクに新たな機能を付与したスマートマスクの研究開発が進んでいる。このなかでも、音響センサの機能を付与したスマートマスクは、マスクの着用が必須の場面での発話の録音や文字化、仮想空間上での会話など新しい応用展開が期待される。最近我々は、強誘電エレクトレットである電界紡糸ポリスチレンマイクロファイバ膜を、市販されている使い捨てマスクに導入し、使い捨てを想定したマスク型音響センサを開発した[1]。しかし、環境負荷の低減のためには、再生可能な材料から作製されることが望ましい。そこで本研究では、生分解性を示すバイオベースポリマーであるポリ乳酸に着目し、上記のポリスチレンファイバ膜に代えて電界紡糸ポリ乳酸ファイバ膜を導入することにより、新たにマスク型音響センサを開発したので報告する。

実験 基材となるマスクには、市販されている一般的な3層構造の不織布マスクを分解して使用した。Fig. 1(a)に開発したマスク型音響センサの概説図を示す。4層からなり、最外[Fig. 1(a)の最左側]の不織布層と最外から3層目のフィルタ層には円形状に導電加工を施した。この導電加工した部分に poly(L-lactic acid) (PLLA)ファイバ膜を直接電界紡糸した。最外層の電界紡糸ファイバ膜は-22.0 kV で、3層目の電界紡糸ファイバ膜は +22.0 kV でそれぞれ電界紡糸した。最外から2層目の不織布層は、最外から1層目と3層目の導電加工部間のショートを防止するために導入した。最外から4層目は、最外から3層目の導電加工部分が人体に接触するのを防止するために導入した。

結果 Fig. 1(b)に、電界紡糸 PLLA ファイバ膜の走査型電子顕微鏡像を示す。ビーズ状の不均一構造の見られない均一な直径のファイバが作製されていることが分かる。平均直径はそれぞれ、 560 ± 90 nm (-22.0 kV で紡糸した場合)と 510 ± 70 nm (+22.0 kV で紡糸した場合)であった。作製したマスク型音響センサをヒトが着用すると Fig. 2 の挿入図に示すような外観となる。次に、作製したマスク型音響センサに対して、日本人の発声の代表的な周波数である 120 Hz と 240 Hz のブザー音を照射し、センサの出力電圧を計測した(Fig. 2)。この結果、ブザー音の照射に対応して交流電圧が出力されることが分かり、音圧に比例した平均ピーク電圧値が出力された。この交流電圧の出力は、強誘電エレクトレットである PLLA ファイバ膜と電極不織布もしくは電極フィルタが音波により振動し、これらの間の距離が変化することで、当該電極に誘導される誘電電荷量に変化し出力されたものと考えられる。続いて、作製したマスク型音響センサに 105 dB と 110 dB のブザー音を、周波数を変化させながら照射し、周波数と出力電圧の関係を調査した。加えて、当該センサの出力側の導電線をタブレットのイヤホンジャックに接続し、ヒトの発声の文字化を試みた。この結果、アンプなどの付加回路を必要とせず、例えば「京都工芸繊維大学」といった発声をタブレット上で文字化できることを明らかにした。

参考文献 [1] 高垣他、第 70 回応用物理学会 春季学術講演会(16a-B409-5)、2023 年 3 月

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 22H01811 の助成を受けて実施された。

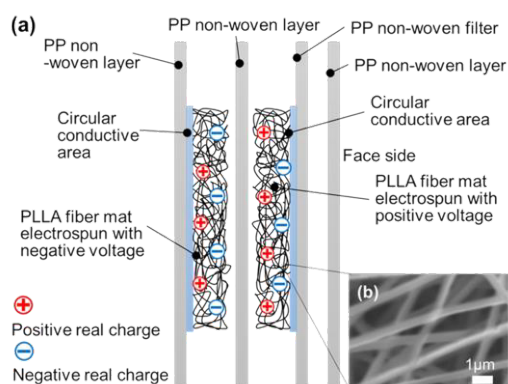


Fig. 1. (a) Schematic of the developed mask-type acoustic sensor. (b) The SEM image of the PLLA fiber mat.

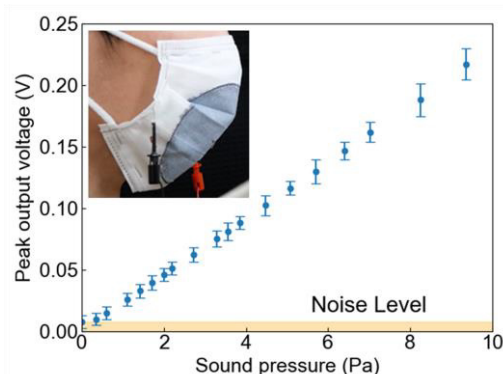


Fig. 2. Average peak output voltage when a sound with 120-Hz frequency was applied to the sensor. Inset shows the mask-type acoustic sensor worn by a person.

Mask-type acoustic sensor comprising electrospun poly(lactic acid) fiber membrane, Kentaro ARITA, Kenichi TAKAGAKI, and Yuya ISHII: Department of advanced fibro-science, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8585, Japan, Tel: 075-724-7883, E-mail: yishii@kit.ac.jp