ストレッチャブル配線を用いた伸縮計測センサーの開発

Development of Strain Sensor Using Novel Stretchable Wiring

産総研 FLEC ○延島 大樹，小笹 健仁，植村 聖，吉田 学
AIST FLEC ○Taiki Nobeshima, Takehito Kodzasa, Sei Uemura, Manabu Yoshida
E-mail: yoshida-manabu@aist.go.jp

【はじめに】

近年、人体の動きを計測する目的で体に直接貼り付けることが可能なウェアラブルセンサーの開発が進められている。このような応用ではセンサーはフレキシブルなだけでなく、関節や皮膚等の大きな伸びに追従しそれを計測する必要があるため、伸縮性を有する電極や配線の開発が必要不可欠である。これまでに伸縮性を有する電極材料は数多く報告されているものの、それらはエラストマーをマトリクスとして導電性フィラーを分散したものが多い。しかし、これらは伸長によって電気抵抗が経時変化してしまうという問題点があった。またこの電気抵抗変化を利用して伸びをセンシングする方法も検討されているものの、配線部とセンシング部を使い分けることができないため応用に制約があった。そこで今回、我々は伸縮による抵抗値変化を制御できる伸縮性の電極を開発した。それにより、伸長時の配線抵抗変化の影響を受けずに精度よく伸びを計測できる伸長センサーとしての応用も期待できる。

【実験】

長さ数 mm の金属メッキ繊維を粘着層有するエラストマーシートに一軸方向に配向を揃えて接着し、その上から同じエラストマーで覆うことで、伸縮性の電極配線を作製した。その配線幅が 2〜15 mm となる各サンプル(Fig. 1(A))を作製し、長軸方向に伸長させた際の抵抗値を測定した。

【結果と考察】

各サンプルを長軸方向に伸長させた際の電気抵抗値の変化を Fig. 1(B)に示す。本実験では伸長前の初期長を伸長率 0%とし、そこから 2 倍の長さ(伸長率 100%)となるまで引張り、再び初期の長さまで戻した結果である。15 mm の線幅を持つサンプルではこの範囲内での伸長による抵抗値変化はほとんど見られなかった。線幅が狭くなるにつれ伸長による抵抗値変化が大きくなり、2 mm 幅のサンプルでは初期状態の抵抗値 127 Ωから伸長率 100%では 349 Ωまで変化し、ほぼ線形の挙動を示した。また伸長後に初期長まで戻した際の抵抗値の変化も少なく、繰り返しによるヒステリシスが小さいことが分かった。このような特性は抵抗変化型の伸縮検出センサーとしての応用が期待できる。

本研究で使用した配線は、アスペクト比が 100 以上の繊維状導電材料を配線の長軸方向に一軸配向させたものの集合体である。この配向によって長軸方向の導電材料間での電気的コンタクトが容易となり、配線としての導電性が保持できる。この導電材料はエラストマーシートの伸長時にもコンタクトを保持することができるため、線幅が広い場合には伸長による抵抗値の変化がなかったものと考えられる。一方で線幅が狭い場合、そのコンタクトが取りづらくなるため上述のような抵抗変化が観察されたと考えられる。以上の結果から配線の線幅や導電材料のアスペクト比を変化させることで、伸長により抵抗値の変化を制御できることが分かった。

また、本伸縮性導電配線を UHF 対の RFID アンテナとして用いた場合、伸縮の度合いにより RFID の通信可能距離が変化する。これを利用することにより、無線による伸長センサーを作製し、指の屈曲等を検出できることを確認した（Fig. 1(C)）。

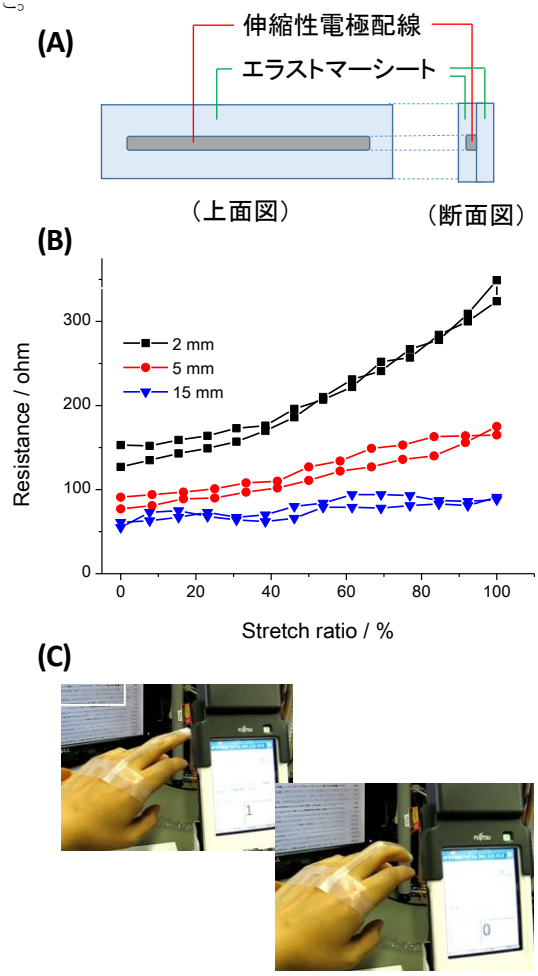

Fig. 1 (A) Change in resistance of the samples by stretching. (B) Image of a structure of the sample for stretching. (C) Demonstration of RFID strech sensor on a finger.

© 2015年 応用物理学会