

IPMC を用いたスマートテキスタイル素子の開発

○中村太郎（鈴鹿医療科学大学），伊原正（鈴鹿医療科学大学）

安積欣志（産業技術総合研究所）

向井利春（理研・東海ゴム 人間共存ロボット連携センター）

Smart textiles using IPMC

○Taro NAKAMURA (Suzuka University of Medical Science)

Tadashi IHARA (Suzuka University of Medical Science)

Kinji Asaka (AIST)

Toshiharu MUKAI (RTC)

Abstract: We have fabricated smart and interactive textiles using IPMC as a sensor. Its characteristic as a motion sensor was investigated. We have successfully fabricated a very narrow IPMC strip sensor of 1 mm in width with associated electrodes. The sensor units were implanted into a cotton work globe in vertical and horizontal directions. Bidirectional sensing enabled not only vertical and horizontal motion sensing but also an oblique motion so that the angle of the motion can be estimated.

1. はじめに

イオン導電性高分子膜の表面に貴金属を接合した IPMC (Ion Polymer Metal Composite) は、電界に応じて屈曲反応を起こすアクチュエータである。

IPMC は、柔軟で軽量などの特性から人工筋肉への応用が考えられているアクチュエータであるが、外力で屈曲させると起電力が発生する歪センサとしても利用可能な材料である。

我々は IPMC を衣服等に用いられている繊維に組み込み、IPMC の歪センサの機能を利用して、人間の動きを検知可能なスマートテキスタイル（機能性を有した繊維材料）の開発を目指した。

本研究では、IPMC を繊維に組み込んだスマートテキスタイル素子の動作特性を調べ、実用性の検討を行った。

2. 実験方法

1) IPMC の作成

Nafion Resin R-1100 をヒートプレスし、 $100\mu\text{m}$ の Nafion フィルムを作製した (fig.1)。

次に、作製した Nafion フィルムの加水分解を行った後に、塩化ジクロロフェナントロリン金 (III)

[Au(phen)Cl₂]Cl 水溶液中に浸け、亜硫酸ナトリウムで還元し、膜表面に金を析出させた。

実験で用いた IPMC のメッキ回数は 3 回で、カウンターイオンの交換は行わず Na⁺ のままで実験を行った。

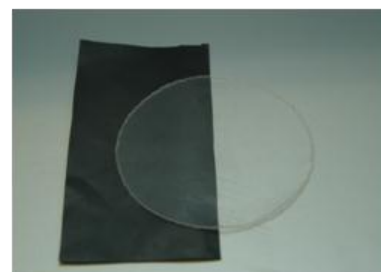


fig.1 Flattened film-shaped membrane

2) スマートテキスタイル用素子の作成

作成した IPMC を幅 1mm、長さ 50mm の短冊状に裁断したものの両面に電極を取り付け歪み検知用素子 (Fig.2) を用意した。

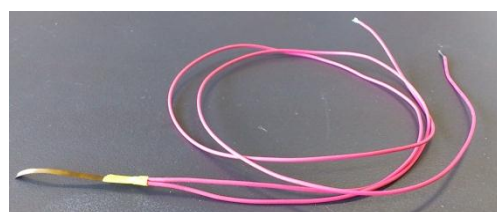


fig.2 Electrode connected to IPMC

3) スマートテキスタイル素子の起電力特性

作成したスマートテキスタイル素子を軍手の指関節部分に組込んだ (Fig.3 fig.4)。

素子を組み込んだ軍手を装着して指関節を曲げた時の起電力の計測を行った。屈曲させた角度は 0° ~ 90° の範囲である。

起電力計測は、電圧増幅器 (エヌエフ回路設計ブロック SA-400FS) で 100 倍に増幅し、デジタルオシロスコープ (テクトロニクス社 TDS-2002B) で記録を行った。



fig.3 IPMC attached to working gloves



fig.4 close-up to attached IPMC

4) 多方向の動きを検知可能なスマートテキスタイル素子の試作

幅 1mm、長さ 50mm に裁断した IPMC を布地に組込んだ (Fig.5)。

横軸 (X 軸) と縦軸 (Y 軸) 及び斜め方向に布地を折り曲げた時の横軸と縦軸に配置された IPMC の起電力を同時に計測した。起電力の計測は前述の方法と同様に行った。

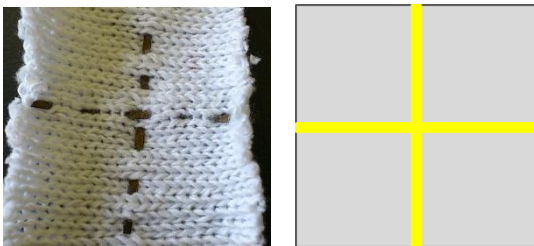


fig.5 parts of multi direction sensing for smart textiles

3. 実験結果

1) スマートテキスタイル素子の起電力特性

スマートテキスタイル素子の起電力特性の結果を fig.6 に示す。

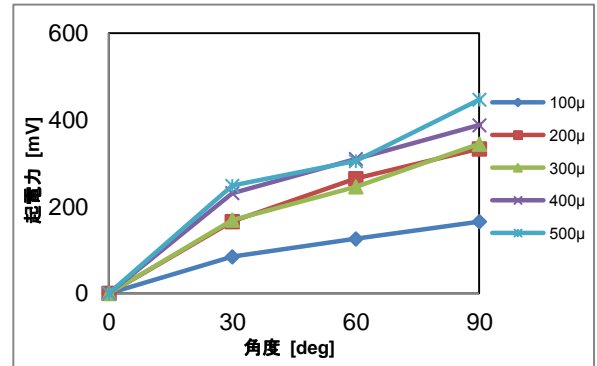


fig.6 The characteristic of electromotive force-angle

IPMC の起電力は屈曲角度にほぼ比例して大きくなり、センサとしての実用性が示された。また、IPMC の厚さも起電力の大きさに関与するが、スマートテキスタイルに用いる材料としては薄いほうが有利であるため、多方向検知スマートテキスタイルの試作には一番薄い $100\mu\text{m}$ の IPMC を選択した。

2) 多方向検知スマートテキスタイル素子の起電力特性

布地に組み込んだ多方向検知スマートテキスタイル素子の X 軸と Y 軸それぞれの起電力の最大値を table.1 に示す。

Table.1 The characteristic of bending direction and electromotive force

起電力[mv] / 折曲げ方向	X 軸	Y 軸
X 軸方向	140~160	0~20
Y 軸方向	0~20	140~160
斜め方向	80~120	80~120

X 軸方向に折り曲げた際には、X 軸 (水平) 方向に配置した IPMC にのみ起電力が検出された。

Y 軸方向に折り曲げた際にも同様に、Y 軸に配置し

た IPMC にのみ起電力が検出された。

斜め方向に折り曲げた際には、X 軸方向と Y 軸方向に配置された IPMC の両方にピーク電圧の約 70% 程度の起電力が検出され、斜め方向の動きも検出可能であることが分かった。

4. おわりに

本研究では人体の動きを検知可能なスマートテキスタイル用素子の実用性の検討を行った。

100 μ m の IPMC を用いることで薄い布地に組み込むことが可能になり、起電力の大きさも検知を行うのに必要以上の大きさが得られた。

また、IPMC を X 軸と Y 軸方向に 2 つ配置することで縦方向、横方向、斜め方向の動きを識別して検知することが可能となった。

参考文献

[1] T. Nakamura, T. Ihara, T. Horiuchi, T. Mukai, and K. Asaka, "Measurement and modeling of electro-chemical properties of ion polymer metal composite by complex impedance analysis," *SICE J. Contr. Meas. Sys. Integ.* 2, vol. 6, pp. 373-378, 2009.

[2] 中村 太郎, 伊原 正, 堀内 孝, 向井 利春, 安積 欣志: IPMC を用いた多関節ロボットセンサ, 第 10 回 計測自動制御学会 (SICE) システムインテグレーション部門講演会論文集, 595-596, 東京, 2009. 12. 24.

[3] 中村 太郎, 伊原 正, 堀内 孝, 向井 利春, 安積 欣志: IPMC センサの起電力計測とセンシングメカニズム, 第 11 回 計測自動制御学会 (SICE) システムインテグレーション部門講演会論文集, p161, 仙台, 2010. 12. 23.