

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19360314

研究課題名（和文）人間の皮膚感覚を持つ CMC 人工皮膚の開発と人間型ロボットへの応用

研究課題名（英文）Development of CMC artificial skin with human-skin`s sensitivity and the application to humanoid robot

研究代表者 元島 栖二（MOTOJIMA SEIJI）

岐阜大学・工学部・特任教授

研究者番号：80021608

## 研究成果の概要：

弾力性カーボンマイクロコイル（CMC）の大量合成条件を確立した。CMC 触覚センサ素子の設計、試作、素子の最適作製条件の確立、及び特性評価を行った。CMC 近接センサ素子の設計、試作、素子の最適作製条件の確立、特性評価を行った。CMC 触覚・近接複合センサ素子作製の最適条件を明らかにした。CMC 触覚・近接複合センサ素子をロボット表面に装着し、動作を確認した。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	10,900,000	3,270,000	14,170,000
2008 年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
年度			
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

## 研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学 構造・機器材料

キーワード：カーボンマイクロコイル、触覚センサ、近接・接近センサ

## 1. 研究開始当初の背景

（1）カーボンマイクロコイル（CMC）は、高感度触覚センシング特性ばかりでなく、近接・接近センシング特性があることを見出した。

（2）最適の触覚センサ素子作成条件と、近接・接近センサ素子作成条件とは一致せず、両者が同じ素子で、最大限に発揮できる素子の作成条件の確立が求められていた。人間型ロボットへの応用が可能な素子の作成条件の確立及び特性評価が求められてい

た。

## 2. 研究の目的

コイル(CMC)を用いた CMC/弾力性樹脂複合材を調整し、その機械的・電気的特性を評価する。さらに、人間の皮膚感覚(触覚・近接センサ特性)を持つ人工皮膚として、ヒューマノイドロボットなどへの応用を検討する、また、触覚・近接センシング特性の発現原理の解明、特性とコイルング-キラリテイ(3D-ヘリカル構造)との相関関係を明らかにし、もって、当該新素材の新規多機能型センサ、MEMS など、幅広い分野への応用・実用化に資することを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 弾力性カーボンマイクロコイル(CMC)の大量合成条件の確立: センサ素子原料である弾力性カーボンマイクロコイル(CMC)の大量合成条件を確立するため、触媒活性化CV D条件の最適化条件を検討する。

2) CMC触覚センサー素子の設計、試作、特性評価: 種々の形態・大きさの弾力性カーボンマイクロコイル(CMC)を、弾力性樹脂中に分散・固定化させたセンサ素子を作製し、その最適作製条件の検討及び特性評価を行う。

3) CMC近接センサ素子の設計、試作、特性評価: 触覚センシング特性と共に、高感度の近接・接近センシング特性を持つ複合素子を作成するための作製条件の詳細な検討及び得られた素子の特性評価を行う。

4) 人間の皮膚感覚(触覚・近接センサ機能)を持つ弾力性人工皮膚薄膜シートの合成と人間型ロボットへの応用: 人口皮膚に必須の伸縮性電極の開発を行い、またその電極の最適配置法を明らかにする。電極のついた大面積・薄膜シートの作製法を検討する。上記を実際のロボットの表面に貼り付け、触覚・近接信号の変化の状況を検討する。電気信号変化をDC出力として取り出し、ロボットの動作を制御する方法を検討する。

## 4. 研究成果

1) 弾力性カーボンマイクロコイル(CMC)の大量合成条件の確立: センサ素子原料である弾力性カーボンマイクロコイル(CMC)の大量合成条件の最適条件を確立した。この最適条件で、30-50g/バッチの超弾力性

CMCの合成に成功した。

2) CMC触覚センサ素子の設計、試作、特性評価: センサ素子用マトリックスとしては主としてポリウレタン系樹脂を用い、その中へのCMCの均一分散・配向法を検討した。種々の形態・大きさ・表面形状のセンサ素子の試作を行い、センサ特性を評価した。特にマイクロセンサ素子の効率良い製法について検討した。コイルの形態・大きさ、マトリックスの種類、マトリックス中へのコイルの添加量などについて、目標とするセンサ特性を持つ最適センサ素子の調製法を検討した。センサ素子間のセンサ特性のばらつきの原因を解明し、再現性向上法を明らかにした。センサ素子への電極の最適配置を検討した。

3) CMC近接センサ素子の設計、試作、特性評価: 高感度の近接センサ特性を持つための素子の条件(CMC添加量、マトリックスの種類、電極配置、素子と対象物体との相対的大きさなど)を検討した。近接信号と触覚信号の波形の違いを検討し、識別法を明らかにした。種々の対象物体に対する近接信号変化の違いを検討し、その違いが対象物体のどのような性質に依存しているのかを検討した。

4) 人間の皮膚感覚(触覚・近接センサ機能)を持つ弾力性人工皮膚薄膜シートの合成と人間型ロボットへの応用の試み

センサ機能と近接センサ機能を併せ持つための素子条件の詳細な検討(最適化)を行った。電極のついた大面積・薄膜シートの作成法を検討した。人工皮膚のセンサ出力と接近対象物の種類、大きさ、接近速度、接近方向などとの相関関係を検討した。実際のロボットの表面に貼り付け、触覚・近接信号の変化の状況を検討した。電気信号変化をDC出力として取り出し、ロボットの動作を制御する方法を検討し、デモ機を試作し、動作を確認した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

1) CMC/ポリシリコン複合体の近接センサ特性に及ぼす温度及び湿度の影響、大橋幸治、元島栖二、材料技術、(印刷中)。

査読有.

- 2) The design and performance of tactile/proximity sensors made of carbon microcoils, X. Chen, S. Yang, N. Sawada and S. Motojima, Smart Sensors and Sensing Technology, Eds. S.C. Mukhopadhyang and G.S. Gupta, Springer, p2008, p.251-261. 査読有.
- 3) Characteristics and application of CMC sensors in robotic medical and autonomous systems, X. Chen, S. Yang, H. Natuhara, K. Kawabe, T. Takemitsu and S. Motojima, *Sensors & Transducers J.*, 90(special issue), 1-10(2008 April) . 査読有.
- 4) Application of CMC sensors in medical robotics autonomous system, X. Chen, S. Yang, H. Natuhara, K. Kawabe, T. Takemitsu and S. Motojima, *IEEE, The Fourth International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems* (2007/11/28-30, New Zealand) . 査読有.
- 5) Novel tactile/proximity sensors made of vapor grown carbon microcoils(CMCs), X. Chen, S Yang, H. Natuhara, T. Sekine and S. Motojima, *IEEE, The Second International Conference on Sensing Technology* (2007/11/26-28, New Zealand). 査読有.

〔学会発表〕(計 4 件)

- 1) Development of CMC artificial skin to be used in robotics' Shaoming Yang, Xiuqin Chen, Seiji Motojima, BMMB-9, (2009/1/26-29, Nagoya, Japan)
- 2) 人間感覚を持つロボット用 CMC 弾力性樹脂製人工皮膚の開発, ○楊 少明<sup>1</sup>、陳秀琴<sup>\*</sup>、大橋 幸治、鯖戸 梨沙、澤田 徳樹、元島 栖二, 材料技術研究協会討論会-2008 (2008/12/5-6, 千葉)
- 3) Synthesis and Morphology of Carbon Microcoils Produced from Methane, S. Yang, X. Chen and S. Motojima ,Carbon 2008 (008/7/13-18, Nagano, Japan)
- 4) Novel Tactile/Proximity Sensing Properties of Carbon Microcoils, X. Chen, S. Yang, I. Ozeki, S. Motojima, H. Sakai and M. Abe, Carbon 2008

(2008/7/13-18, Nagano, Japan)

〔図書〕(計 1 件)

- 1) “カーボンマイクロコイル(CMC)を用いた高感度触覚・近接センサー”、元島栖二、陳 秀琴、「ナノカーボンハンドブック (Handbook of Nano Carbon)」(分担執筆、エヌ・ティー・エス ), pp.782-788 ( 2007/7/17 発行).

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

・ 受賞 : 3 件

- 1) “ Application of CMC sensors in medical robotics autonomous system ”、 X. Chen, S. Yang, H. Natuhara, K. Kawabe, T. Takemitsu and S. Motojima, CIRAS 2007 Best Poster 賞(2007/11/28-30)
  - 2) “ カーボンマイクロコイル(CMC)を用いた触覚・近接センサー、先端医療器具及び人工皮膚の開発 ”、元島栖二、楊 少明、陳 秀琴、夏原大宗、岐阜大学テクノフェア 2007 優秀出展賞(2007/9/25)
  - 3) “カーボンマイクロコイル(CMC)の開発 ”、陳 秀琴、材料技術研究協会論文賞(2007/4/14)
- ・ 展示・実演 : 2 件
- 1) ハノーバーメッセ( 2008/4/21-25, ドイツ)内容:講演及び展示・説明(ポスター、バルク CMC, 触覚・近接センサ素子)
  - 2) CMC 触覚センサーの応用、モノづくり 岐阜 テクノフェアー ( 2007/10/12-13, 岐阜)

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

元島 栖二 (MOTOJIMA SEIJI)  
岐阜大学・工学部・特任教授  
研究者番号：80021608