

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-170

補助事業名 平成27年度フィルム状触覚センサの新規作成技術の開発 補助事業

補助事業者名 首都大学東京 金子 新

### 1 研究の概要

本事業では、様々な形状を有する福祉機器に適用可能な、フィルム状のフレキシブル触覚センサの新規作製技術の開発を行う。現在の主流となっている半導体プロセスでは、製造コストや使用材料の制限の点から、上記の要望に応えるのは困難である。申請者らが提案している統合転写技術、すなわち凹凸などの形状を転写するナノインプリントと薄膜を転写・配置するナノトランスファプリントの併用により、柔軟なフィルム材料を対象として微小な電子機械構造を安価かつ高効率での製造が期待できる。すなわち、同技術により様々な介護・福祉機器に設置可能なフレキシブル触覚センサの開発が可能である。しかし、上記の統合転写技術については基礎的な特性は明らかとなったが、センサ構造へ適用するためには設計および加工条件の最適化が必要である。そこで本事業では以下の研究開発を行う。

PETフィルムにナノインプリントで形状創成し、次いで金属および圧電材料の薄膜をトランスファプリントすることキャパシタ構造の作製する。ここでは多段階かつ異種材料の転写工程が必要となり、構造材料（基材、薄膜）の流動特性、表面力、機械強度（剛性）を考慮しながら、所定の構造を得るための圧力や温度などの加工条件を見出す必要がある。また、作製可能な構造に対して構造解析を行い、上記加工技術に基づいた触覚センサの設計指針を明らかにする。最後に、試作した触覚センサの機能評価を行う。

### 2 研究の目的と背景

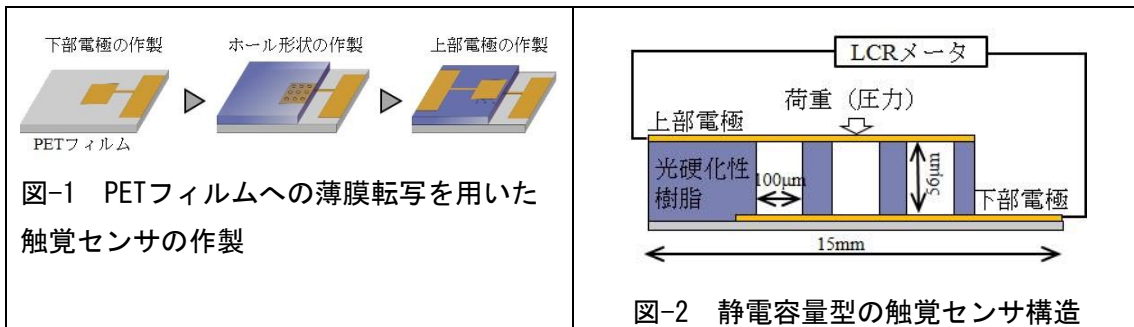
近年、介護・福祉機器の分野ではロボットや電動ベッドなど開発が盛んである。そのように機器は人間と直接身体的な接触を伴うため、モーターなどの誤動作などによる使用者の事故を防がなくてはならないため、身体接触部への触覚センサの設置は必要である。そのようなセンサは福祉機器の多様な形状に適用できるよう、柔軟なフィルム上に作製され、かつ多品種少量生産が可能であることが望ましい。一方で、現在のセンサ作製技術は車載センサなどの大量生産品に適しており、製造コストや対象材料の観点から上記のような要求を満たす状況ではない。

本事業では、ナノインプリント法およびトランスファプリント法により、フィルムに形状および材料の転写することで微小な電子機械構造を作製し、福祉機器用の触覚センサの開発を試みることを目的としている。センサ構造としては2～3対の電極板からなるキャパシタ型であり、フィルムへの凹凸構造形成、薄膜状材料の配置、および樹脂によるパッケージが必要となる。本事業では、センサ構造の設計指針を得るための構造解析、キャパシタ構造を実現する加工条件の探索とセンサの試作、センサの機能評価を行うことを目的としている。

### 3 研究内容

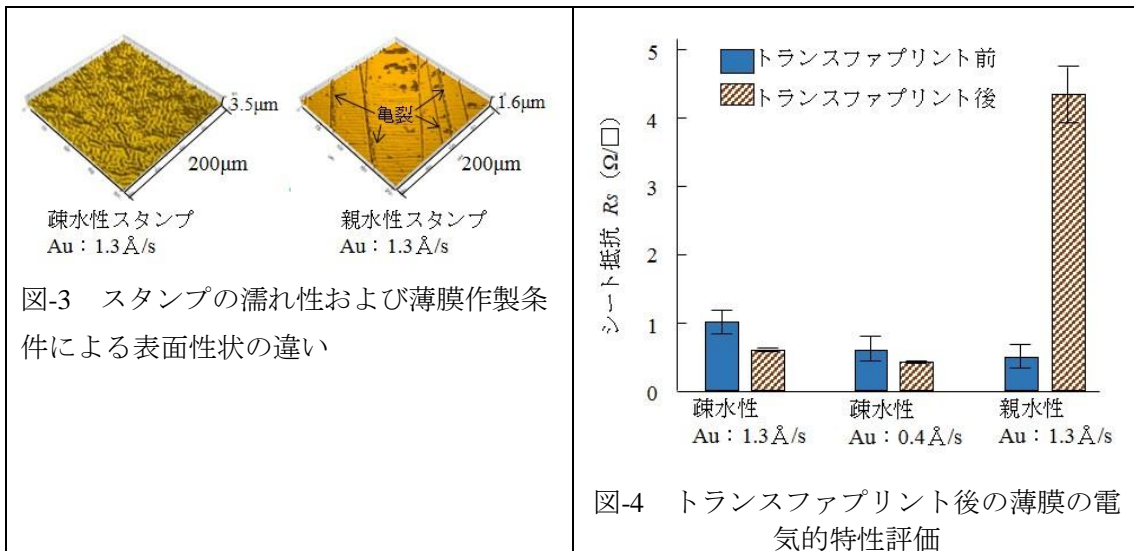
#### (1) 転写技術による触覚センサ作製

トランスファプリントによる金属薄膜の転写,そして感光性樹脂で作製した凹凸構造を用いて,図-1に示す工程で柔軟な高分子フィルム上に触覚センサを製作する.既存技術での製作事例を考慮し,製作する構造は図-2に示すものとした.一般的な触覚測定範囲である0.5N以下を対象として,上部極板となるAu薄膜の膜厚を350nmとし,極板間距離56 $\mu\text{m}$ で目標仕様としている.



#### (2) 統合転写技術における加工条件の検討

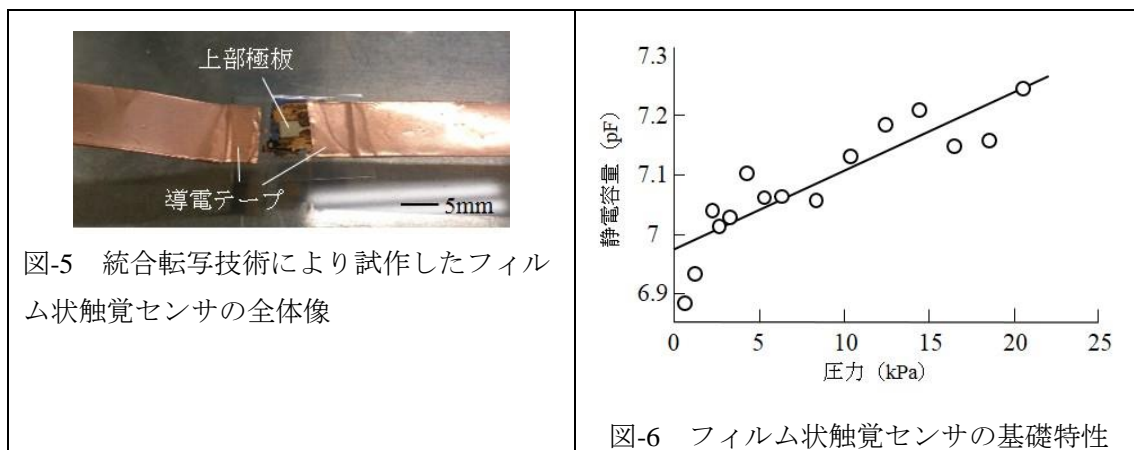
トランスファプリントしたAu薄膜について,スタンプの濡れ性とAu薄膜の成膜速度が電気的特性に及ぼす影響を調査した.図-3に示すように,疎水性スタンプでは表面のマイクロラフネスが大きく,親水性スタンプでは比較的大きな亀裂が確認された.これらの薄膜のトランスファプリント後のシート抵抗を測定すると,図-4に示すように疎水性スタンプで1 $\Omega$ 以下の良好な条件なることがわかった.



#### (3) 統合転写技術による触覚センサの試作および機能評価

PETフィルム上にキャパシタ構造を作製し,これにLCRメータを接続させることでフィル

ム状の触覚センサの試作に成功した (図-5). 全体寸法は15mm×10mm程度であり, センサ面積は3mm×3mm程度である. また, 下地PETフィルムと同等の柔軟性を維持していることも確認した. 試作したセンサに対して, その機能評価を行った. センサ領域に0~20kPaの圧力を負荷したところ, キャパシタの静電容量は6.9~7.2pFの範囲で圧力に対して線形的な増加傾向が確認できた (図-6). すなわち, 試作物は触覚センサとしての基本仕様を備えていることを実証した.



(<http://www.comp.sd.tmu.ac.jp/kanekolab/index.html>)

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

介護・作業支援のためのロボットやベッドなどでは人間と身体的接触を有する. 機器の誤動作等による事故を防ぐため, 人間-機械間の力を検知できる触覚センサを十分に配置することが望ましい. しかし, 現在の主流となっている半導体プロセスでは, 製造コストや使用材料の制限の点から, 上記の要望に応えるのは困難である. 本研究で提案している統合転写技術, すなわち凹凸などの形状を転写するナノインプリントと薄膜を転写・配置するナノトランスファプリントの併用により, 柔軟なフィルム材料を対象として微小な電子機械構造を安価かつ高効率での製造が可能である. すなわち, 上記のような福祉機器分野において, これまではコスト等の点から応用が困難であった小型でフレキシブルなMEMS触覚センサを利用することができると考えられる. しかし, 本研究では新たなセンサ作製技術の基礎特性を示したに過ぎず, 今後は同提案技術の確立と実用化を進めるとともに, ならびに作製したセンサを実機への応用した試験についても行う必要がある.

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者はこれまでに, 機械加工あるいは半導体プロセスに依存しない, ボトムアッププロセスに立脚したナノ・マイクロ加工技術について研究を行ってきた. その多くは加工プロセスの基礎特性調査に関するものであったが, 本研究は提案する加工技術を活かした応用 (触

覚センサ)の作製を主対象とするものである。すなわち、申請者の研究対象を応用よりに展開した研究であり、事業期間内に計画にほぼ沿った成果が得られたことから、本研究は申請者の今後の研究においてマイルストーンになると考えられる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] 村上大宙, 吉野健作, 金子新, トランスファプリントを応用した微小機械要素作製に関する研究, 精密工学会誌, 81, 4, (2015), 344-348.
- [2] A. Kaneko, H. Murakami, T. Yamashita, Effect of Surface Property on Transfer-Print of Au Thin-Film on Micro-Structured Substrate, International Journal of Automation Technology, 9, 4, (2015), 411-417.
- [3] A. Mori, K. Annou, A. Kaneko, Micro-Patterning of Metal Thin-Films Using Multistep Transfer-Print, The 6th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology, (Harbin, 15th-19th, Aug)
- [4] 角場洋平, 森章洋, 案納響平, 金子新, トランスファプリントにおけるスタンプの表面粗さの影響, 2016年度精密工学会春季大会学術講演会, 講演論文集, (2016), 259-260.
- [5] 森章洋, 案納響平, 小林隼人, 金子新, 多段階トランスファプリントによるマイクロパターニング, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, 講演論文集, (2015), 525-526.
- [6] 案納響平, 森章洋, 金子新, トランスファプリントによる金属薄膜のマイクロパターニングとその特性評価, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, 講演論文集, (2015), 527-528.

## 7 補助事業に係る成果物

### (1) 補助事業により作成したもの

- ・ 6th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (ASPEN2015)・発表論文(論文集USBメモリ内)
- ・ 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文(講演論文集CD-ROM内)
- ・ 2016年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文(講演論文集CD-ROM内)

### (2) (1) 以外で当事業において作成したもの

特になし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 首都大学東京 システムデザイン学部 金子研究室  
(シユダ イカクウキョウ システムデザインガクブ カネコケンキョウシツ)

住 所 : 〒191-0065 (半角)  
東京都日野市旭が丘 6 - 6  
申 請 者 : 准教授 金子 新 (カネコ アラタ)  
担 当 部 署 : 同上  
E-mail : [kaneko-arata@tmu.ac.jp](mailto:kaneko-arata@tmu.ac.jp)  
U R L : <http://www.comp.sd.tmu.ac.jp/kanekolab/index.html>