

# 極薄機能性パターン形成技術の検討

加工技術課 小幡 勤\*1 評価技術課 丹保浩行

## 1. 緒言

高齢化に伴う介護や被介護、若い介護労働者人口の減少などにより、ヒトの動作を補助したり代替したりするヘルスケア分野の技術が求められている。また高度な情報化社会の構築に伴い、テーラーメイドな情報のやりとりが求められ、情報入出力系のウェアラブル化が検討されはじめた。その一つの展開として、e-テキスタイルや曲面を有する対象への機能性パターンの転写技術は、きめの細かい情報の収集を可能にするセンサや見た目の付加価値を与える意匠の向上などを実現することが期待される。本研究では、ヘルスケアデバイスなどに直接的に機能性パターンを形成する3次元加飾技術を開発し、ヒトとの親和性の高い製品を実現する要素技術の一つとして検討するものである。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用材料

今回対象とする機能性パターンは、電気配線やセンサなどのデバイスを想定した。曲面などに実装されるデバイスは極薄であることが必要であり、さらに強度も求められる。そういったことを考慮し、パリレン樹脂をベースとした圧力センサを試作することとした。パリレン樹脂は、蒸着によって極薄くフィルム状に成膜できること (Fig. 1 に装置写真)、FDA の生体適合物質として承認されていることから、体に貼り付けるなどの生体応用へのハードルが低い。

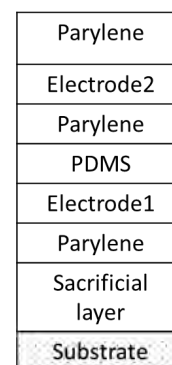
### 2.2 試作デバイス

試作するデバイスを Fig. 2 に示す。試作デバイスは、パリレンと電極により構成される静電容量型の圧力セン



Fig. 1 Parylene coating process system

\*1 現 商工企画課



(a) Device structure

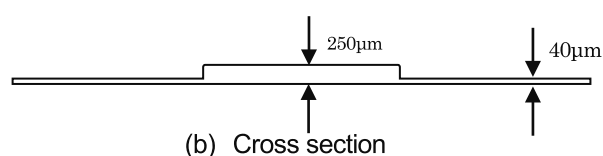


Fig. 2 Schematic diagrams of the capacitive pressure sensor in this work

サとなっている。パリレンの各層の厚さは約  $2\mu\text{m}$ 、電極材料は、将来のインクジェットによる製法を想定して、導電性の Ag インクを利用した。また感圧部は押し圧時に変形し容量変化を得るため、シリコンの一種であるジメチルポリシロキサン層 (PDMS) を約  $200\mu\text{m}$  の厚みで挿入している。 $200\mu\text{m}$  の厚みについては、本来の目的からすると厚膜となっているが、PDMS をあまり薄くすると変形量が少なく、静電容量変化が得られにくくなるためである。

### 3. センサの試作

センサは、台紙に転写実装時に犠牲層となる PVA を薄く塗布したものの上に作製した。パリレン上に電極となる Ag を塗布する前に、酸素プラズマによる表面改質を行っている。これによりインクがはじくことなく、電極パターンがパリレン上に形成可能になる。デバイス構造にしたがって、パリレンの成膜と電極の形成を繰り返し、最終的に Fig. 3 のような薄型センサが完成した。

### 4. デバイスの評価

デバイスの評価は、メカニカルフォースゲージを利用した自作の加圧機で手動動作により行った。加圧は、 $8\text{N}$  程度までの範囲で行い、その際のセンサの 2 つの電極で形成される静電容量値をデジタルマルチメーターで評価した。測定したセンサのインシャル容量は  $20\text{pF}$  程度であった。

測定結果を Fig. 4 に示す。横軸が加圧力 (N)、縦軸が

静電容量値である。最初の 1N 程度までは容量変化がなく、2N の加圧で一旦容量値が小さくなる現象が見られた。平行平板導体の静電容量において、容量が小さくなる条件は、電極面積が小さくなる、あるいは電極間距離が大きくなることである。本件の場合フォースゲージによる加圧の際に電極面すべてを加圧しているわけでないため、加圧部分は電極間距離が小さくなるものの、電極で加圧されていない部分がやや浮き上がる状況になるため、見かけ上容量が下がった状況になっているものを推測される。3N 以降は加圧により容量値が増していき、8N 以上ではあまり変化しなくなった。これは、PDMS がこれ以上変形しなくなったことによるもので、使用レンジを広げるためには、もっと柔らかいゴムを選択することが必要となる。また、出力のヒステリシスを抑制するために、変形しやすいだけでなく、戻りの早い材料、構造を選択することも重要である。

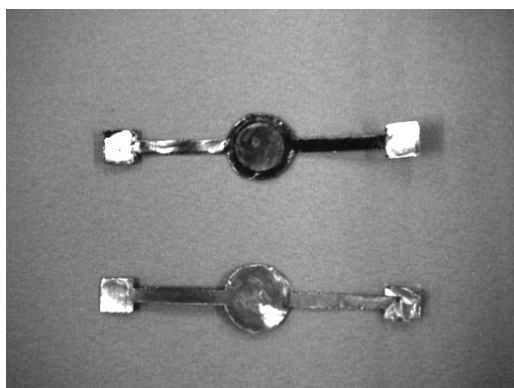


Fig. 3 Capacitive pressure sensor  
(top) Front side (bottom) Back side

## 5. 結言

転写などによるデバイスの実装を検討するために、極薄センサの試作工程を検討した。真空成膜によって極薄樹脂基板を実現可能なパリレン樹脂を用い、静電容量型圧力センサの試作を行った。試作したセンサは、加圧による容量変化が観測され、動作確認ができた。

今後、電極の形成を Ag インクの塗布からスクリーン印刷に変更することで、容量変化の安定化（特に初期の変動に対して）と試作歩留まりの向上が期待される。

## 謝辞

終わりに、本研究推進にあたり数多くご指導を頂いた株式会社オーギャ代表取締役 水島昌徳氏に深く感謝致します。

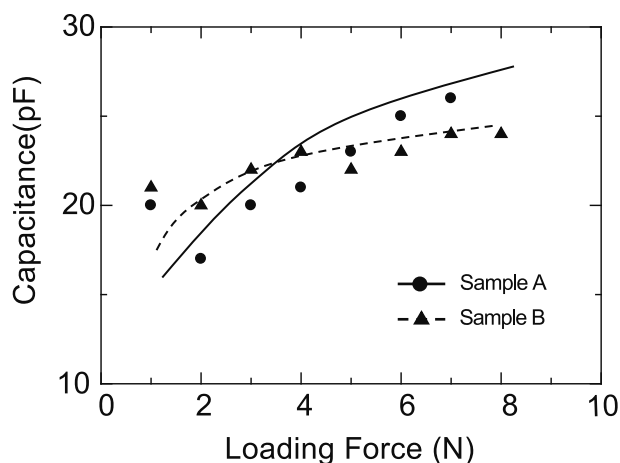


Fig. 4 Loading Force vs. Capacitance

キーワード：極薄センサ、パリレン樹脂、曲面実装

## Study of Ultra-thin Functional Pattern Forming Technology

Processing Technology Section; Tsutomu OBATA, Evaluation Engineering Section; Hiroyuki TAMBO

In this study, we developed 3D decorative technology to form functional patterns directly on healthcare devices etc and studied it as one of elemental technologies to realize products with high compatibility with humans. We fabricated a capacitive pressure sensor using parylene that can realize an ultrathin resin film by vacuum film formation. In the prototype sensor, capacity change due to pressurization was observed, and the operation could be confirmed.