
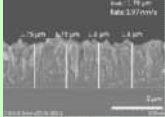
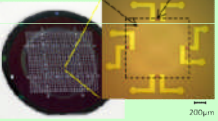
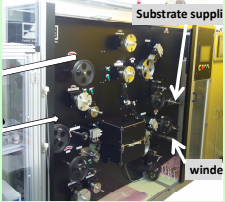
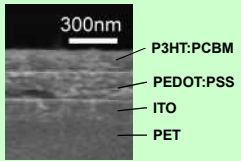




# 研究開発成果詳細 ③ 1/2

## ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発(1/2)

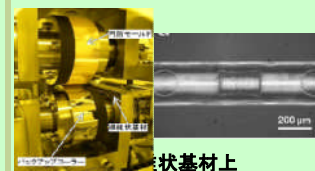
研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	
<p>(1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術</p>	<p>●非真空薄膜堆積プロセスにより電子移動度<math>1\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>以上の機能膜を形成可能とする塗布ヘッドを開発し、膜厚均一性<math>\pm 10\%</math>、成膜速度<math>60\text{ nm}/\text{min}</math>を実現</p> <p>○大気圧プラズマ成膜で荷電子制御プロセスを開発、光電変換や歪抵抗効果デバイスにて検証</p>	<p>●大気圧プラズマ成膜に用いる電源の高周波化(13.56 MHz <math>\Rightarrow</math> 150 MHz)、構成材の低誘電率化と下部電極GND強化により高電力密度下での安定放電を実現可能にし、膜厚均一性(<math>\pm 10\%</math>以下)、電子移動度<math>1.3\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>、及び成膜速度<math>118\text{ nm}/\text{min}</math>を確認した。また、雰囲気制御開放系装置にて密閉型機と同等の多結晶シリコン膜の形成を実現し、電子移動度<math>1\sim 3\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>を確認した。</p> <p>○大気圧プラズマSi膜中のドーパント(リン、ボロン)濃度が、成膜に用いる固体ソース中の濃度に比例することを確認した。P(B-doped)/N(P-doped)型の何れも電子デバイスに適用可能な導電率<math>10^{-1}\Omega\text{ cm}</math>を達成した。本プロセスを用いて成膜したシリコン膜を機能膜とした光電変換デバイスと歪抵抗効果デバイス(圧力センサ)を試作し、動作を検証した。</p>	<p>大気圧プラズマ装置(150MHz)</p>  <p>大気圧プラズマによるSi成膜例</p>  <p>圧力センサ試作例</p> 
<p>(2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術</p>	<p>●繊維状基材上に、有機薄膜等を連続的に<math>50\text{ m}/\text{min}</math>以上で形成</p> <p>○ダイコーティングにより繊維状光電変換素子を<math>50\text{ m}/\text{min}</math>で連続形成</p>	<p>●基材搬送、前処理、溶液塗布、熱処理の一連のプロセスを含むリールツーリールの連続成膜システムを構築した。このうちダイコートを応用した塗布ヘッドには基材の厚さ変動にリアルタイムに対応する膜厚制御機構を組み込んだ。これを用いて圧電薄膜(PVDF)、電極薄膜(PEDOT:PSS)、絶縁薄膜(PMMA)、半導体膜(P3HT:PCBM)について、各々連続的に<math>50\text{ m}/\text{min}</math>の線速での薄膜形成を実現した。</p> <p>○確認できた電極薄膜(PEDOT:PSS)、半導体膜(P3HT:PCBM)を用い、幅5 mmの基材上に繊維状有機薄膜太陽電池を作製することに成功した。</p>	<p>リールツーリール連続成膜装置(基材搬送部)</p>  <p>有機薄膜太陽電池試作例</p> 



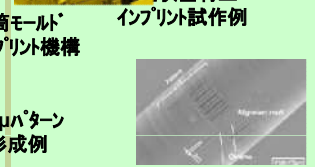
# 研究開発成果詳細 ③ 2/2

## ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発(2/2)

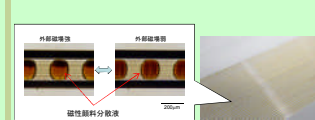
研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果
<p>(続き) (2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術</p>	<p>●センサシート向けの製織ガイド構造を<b>20m/min以上</b>で加工 ○成形パターンのシームレス化を実現 ○<b>線幅2 μm</b>パターンを形成する3次元露光プロセスを開発、抵抗型温度センサを試作 ○基材内パターン形成プロセスにて<b>100 dpi相当</b>の素子密度、寸法<b>2 cm角以上</b>のシート型表示デバイスを試作</p>	<p>●高速荷重制御機構を有する繊維状基材への微細形状転写システムにて、センサシート向け製織ガイド構造を<b>送り速度20m/min</b>で繊維状基材に高速・連続インプリント加工した。 ○高精度化した円筒型モールドにより、成形パターンのシームレス化を実現した。 ○3Dレーザーリソグラフィシステムによるパターンングプロセスを提案し、3次元形状表面に<b>最小線幅2 μm</b>のクロムパターンを形成可能であることを実証し、繊維状基材上への抵抗型温度検出デバイスの作製に成功した。この抵抗温度係数は<b>0.00384 /°C</b>であり、従来の抵抗型温度センサより高い感度が得られた。 ○内径100 μmのPC樹脂製中空繊維状基材内に磁気駆動可能なセル状構造を<b>90 dpi相当</b>の密度で均一連続形成した反射型表示素子、及びこれを集積した<b>2 cm角</b>のシート型デバイスを試作し、公差を確認した。</p>
	<p>●<b>1 m x 1 m</b>以上で<b>3種類以上</b>の素子が集積されたセンサアレイを実現 ○<b>10 x 10本</b>のシートにて、許容曲率<b>半径1 cm</b>を可能とする繊維基板を実現するとともに、<b>接触圧力100 MPa</b>のもとで、比摩擦量が<math>10^{-4}</math> mm/N・m以下、繊維間の抵抗値は<b>1 Ω以下</b> (初期値)の接点構造を実現</p>	<p>●P3HTとPCBMをダイコーティングした光電変換ファイバー、PVDFを成膜した圧電ファイバー、リボン状フレキシブル基板にLEDを実装したデバイス、PEDOTをパターンニングした圧力検出デバイス、及びファイバー上への3次元リソグラフィ技術により作製した温度センサデバイスの<b>5種類</b>の繊維状素子を面積<b>1 m x 1 m</b>に製織し、集積化するプロセスを開発した。 ○<b>15本 x 15本</b>の模擬シートにおいて、曲率<b>半径1 cm</b>の曲げ変形まで基材間の安定的な接触を維持できる導電性ポリマーを被覆したエラストマー可動接点構造を開発した。<b>接触圧力100 MPa</b>のもとで<b>100万回</b>の繰り返し接触試験を実施し、接点摩擦はほとんど無く、導電性繊維間の抵抗値は<b>1 Ω以下</b>となることを確認した。</p>



繊維状基材上インプリント試作例



円筒型モールドインプリント機構



ファイバ型表示素子とシート試作例



1.2 m wide Sensor fibers



1 mm



エラストマー可動接点試作例