

柔軟基板上へのサブミクロンばね状金属格子パターンの作製

Fabrication of stretchable transparent electrode with jaggy structure using silver ink

東京理科大学¹ ○佐藤 尚行¹, 谷口 淳¹

Tokyo University of Science¹, °Naoyuki Sato¹, Jun Taniguchi¹

E-mail: 8116622@ed.tus.ac.jp

1. 結論

近年, プリントドエレクトロニクス(Printed Electronics : PE)が着目されている。PE デバイスには血中酸素濃度センサや圧力センサのようなウェアラブルデバイスのためストレッチャブルデバイスの開発が進められている^[1]。そのため, ウェアラブルデバイスに内蔵されている透明電極は伸縮耐性の必要がある。透明電極に用いられる一般的な導電材料として酸化インジウムスズ(Indium Tin Oxide : ITO)がある。ITO は電気導電性, 光透過性に優れているが, レアメタルのため高価であり, 屈曲耐性がないことから ITO の代替となる金属配線材料が望まれている。我々は銀インクを用いたばね状格子パターンによる伸縮耐性のある透明電極に着目している。スクリーン印刷などの作製技術は透過性を上げるために微細なパターンを必要とするがアスペクト比が低いため導電性が低下してしまう。そこで, 本研究ではナノインプリント技術を用いて微細かつ高アスペクト比なばね状格子パターンの透明電極を作製した。

2. 実験方法

図 1 に透明電極の作製方法を示す。まず, Si 基板上に ZEP520A を (日本ゼオン社製)を希釈したポジ型レジストを塗布した(図 1(1))。作製した試料を走査型電子顕微鏡(SEM,ERA-8800FE,エリオニクス社製)を用いてばね状格子パターンの電子ビーム露光を行い(図 1(2)), ZED-N50(日本ゼオン株式会社製)を用いて現像を行った(図 1(3))。その後, 真空蒸着機(VPA-260F,アルバック機工社製)を用いて Cr を蒸着し(図 1(4)), ZDMAC(日本ゼオン株式会社製)を用いてリフトオフを行った(図 1(5))。ICP プラズマ誘導装置(EIS-700,エリオニクス社製)を用いてエッチングを行い, マスターモールドを作製した(図 1(6))。加工条件は SF₆ のとき RF 出力 600 W, 試料台バイアス 100 W, ガス流量 20 sccm で行い C₄F₈ のとき RF 出力 400W, ガス流量 20 sccm で 3 分加工を行った。離型処理を行ったマスターモールド上に PAK-01-CL(東洋合成工業社製)を滴下し, ポリエステルフィルム(コスモシャイン A4300, 東洋紡社製)を被せ UV 照射を行い, 剥離することでレプリカモールドを作製した(図 1(7))。作製したレプリカモールドに Pt をスパッタリングした後, 離型処理を行った(図 1(8))。レプリカモールド上に銀インク(T10Z-A022, DOWA エレクトロニクス社製)を滴下しポリエステルフィルムを被せ(図 1(9)), ばね状パターンと平行にロールプレスをを行った(図 1(10))。ロールプレスは速度 1.6 mm / sec, 圧力 15 MPa で行った。ポリエステルフィルムを剥離した後(図 1(11)), レプリカモールドを 90° 回転し, 再度ロールプレスをを行った。そして, 銀インクを滴下せずにポリエステルフィルムを被せ, ロールプレスを行うことによってパターン外に付着した銀インクを除去した(図 1(12))。その後, ホットプレートを用いて温度 120 °C で 5 分間焼結を行い(図 1(13)), 柔軟な UV 硬化樹脂 ETAX-003XC(オーテックス社製)を滴下し(図 1(14)), UV 照射を行い(図 1(15)), ETAX-003XC 上に金属パターンを転写することで透明電極を作製した(図 1(16))。

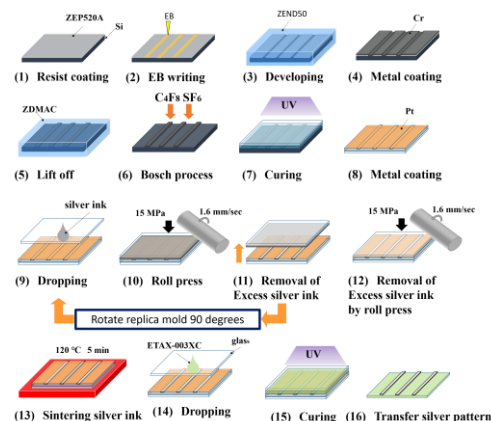


Fig.1 Fabrication process of the stretchable transparent electrode.

3. 実験結果

図 2 (a)に作製した透明電極を示す。グリッド幅 17 μm , ライン幅 0.60 μm , 高さ 1.23 μm のアスペクト比 2 の透明電極を作製した。図 2 (b)に透明電極の透過率を示す。透過率は波長 550 nm において 80.8 %となり, 抵抗値は 11.0 Ω となった。図 3 に荷重 0 N, 0.78 N で透明電極を伸ばした時の透明電極を示す。荷重 0.78 N をかけた場合では断線せずにパターンが伸びている。また, 作製した透明電極の歪みは 22.7 %となった。

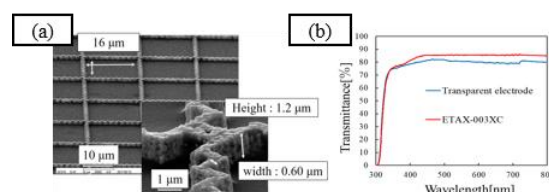


Fig.2 (a) SEM image of the transparent electrode and (b) Transmittance and reflectance of the transparent electrode.

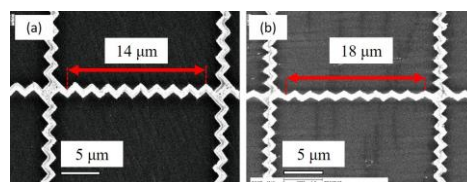


Fig.3 The transparent electrode stretched with a tensile load of (a) 0 N and (b) 0.78 N.

4. まとめ

ライン幅 0.60 μm , 高さ 1.23 μm のアスペクト比 2 の伸縮耐性のある透明電極を作製した。透過率は 80.8 %となり, 抵抗値は 11.0 Ω となった。透明電極の歪みは 22.7 %となり, 断線せずに金属パターンが伸びていることを確認した。

参考文献

- [1] TRUNG, Tran Quang; LEE, Nae-Eung. Recent progress on stretchable electronic devices with intrinsically stretchable components. *Advanced Materials*, 2017, 29.3