

課題番号	: F-17-WS-0070
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: メッシュパターンを有するフレキシブル ITO 電極の作製
Program Title (English)	: Fabrication of flexible indium tin oxide (ITO)-based electrode
利用者名(日本語)	: <u>大島寿郎</u> ¹⁾
Username (English)	: <u>J. Oshima</u> ¹⁾
所属名(日本語)	: 1) 日産化学工業株式会社 材料科学研究所 次世代材料研究部
Affiliation (English)	: 1) Frontier materials research department, Material research laboratories, Nissan chemical industries, LTD.
キーワード/Keyword	: リソグラフィ、酸化インジウムスズ、フレキシブル電極、フレキシブル光学デバイス、液体有機 EL

1. 概要(Summary)

近年、フレキシブル電子デバイスはその形成性の高さや機械的特性から様々な分野に応用できると期待されており、開発が行われている^[1]。中でも、フレキシブル電極がデバイス駆動において重要であると考えられており、研究が行われている。電極はフレキシブルであることはもちろんのこと、高い可視光透過率、高い物理的、化学的耐性、低抵抗率などの特性がさらなる発展に向け必要となっている。これまでに金属^[2]やポリマー^[3]などを用いたフレキシブル電極が報告されてきたが、未だ上記全ての要求を満たすような電極は報告されていない。

一方で、Indium tin oxide (ITO)は高い可視光透過率、高い物理的、化学的耐性、低抵抗率であることから一般に電極に広く用いられており、ITO をフレキシブル化する研究も報告されている^[4-6]。しかし、これまでに報告されてきたフレキシブル ITO 電極は複雑な構造またはプロセスを必要としていた。そこで今回我々は簡易な手法を用いて ITO 上にシンプルなメッシュ構造を作製し、応力の低減とクラックの伝搬抑制によってフレキシビリティを実現するメッシュパターン ITO 電極を提案した。

簡易な手法でデバイスの作製に成功し、また、作製したデバイスを 1000 回屈曲した際にも抵抗値上昇率を従来の ITO 電極に比べおよそ 1/1000 に抑えることに成功した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- 両面マスクアライナー
- スピコートター(ミカサ)
- CCP-RIE 装置

【実験方法】

ITO 成膜済み PET フィルムをアセトン、イソプロパノール、純水を用いて超音波洗浄を行う。その後 CCP-RIE を用いて親水化処理を行う (O_2 , 20 Pa, 100W, 5 min)。次にマスクとしてフォトレジスト (AZ4620) をスピコートターによってスピコートし、UV 露光装置を用いてメッシュ構造をレジスト上に作製 (250 mJ/cm^2)。ITO 上にメッシュ構造を設けるため、希王水 ($HCl : HNO_3 : H_2O = 5 : 1 : 6$) をもちいて 25 秒間エッチングを行う。最後にアセトンを用いてレジストを除去し、完成となる。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig 1 に実際に作製したメッシュ ITO 電極の光学顕微鏡画像を示す。

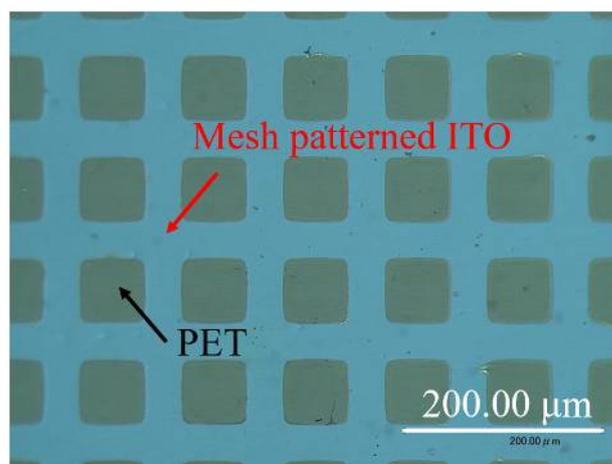


Fig. 1. Optical microscope image of mesh-patterned ITO electrode

Fig. 1.からメッシュ構造がきれいに ITO 上に作製されていることがわかった。

また、Fig. 2.に曲率半径 6.85 mm と固定し、屈曲させ

た際の抵抗値上昇率・屈曲回数関係のグラフを示す。

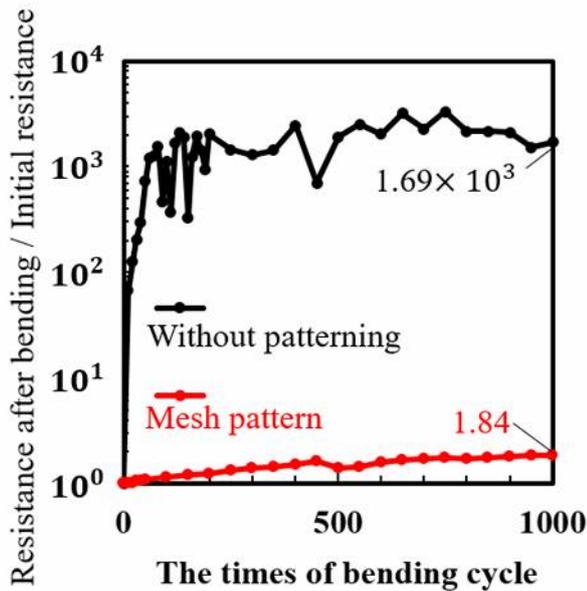


Fig. 2. Change of electrical resistance versus the number of bending cycles for ITO electrodes with and without mesh pattern.

Fig. 2.に示す通り 1000 回屈曲後においてはメッシュ構造を設けていない ITO 電極に比べておよそ 1/1000 の抵抗値上昇率をメッシュパターン ITO 電極から得ることに成功した。

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献:

- [1] Zardetto, V., *et al.*, Substrates for flexible electronics: A practical investigation on the electrical, film flexibility, optical, temperature, and solvent resistance properties. *J. Poly. Sci. Part B: Poly. Phys.*, **49**, 638-648, (2011)
- [2] Bergin, S. M., *et al.*, The effect of nanowire length and diameter on the properties of transparent, conducting nanowire films. *Nanoscale*, **4**, 1996-2004, (2012)
- [3] Vosgueritchian, *et al.*, Highly conductive and transparent PEDOT:PSS films with a fluorosurfactant for stretchable and flexible transparent electrodes. *Adv. Funct. Mater.*, **22**, 421-428, (2012)
- [4] Dattoli, E. N. and Lu, W. ITO nanowires and nanoparticles for transparent films. *MRS Bull.*, **36**, 782-788, (2011)

[5] Yun, J., *et al.*, Fabrication of a Completely Transparent and Highly Flexible ITO Nanoparticle Electrode at Room Temperature. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **5**, 164-172, (2013)

[6] Zhang, X., *et al.*, Rational design of an ITO/CuS nanosheet network composite film as a counter electrode for flexible dye sensitized solar cells. *J. Mater. Chem. C*, **4**, 8130-8134, (2016)

関連文献:

K. Sakamoto, H. Kuwae, N. Kobayashi, A. Nobori, J. Mizuno and S. Shoji, The 12th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS 2017), April 11th, 2017,

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、ご協力頂きました早稲田大学ナノ理工学専攻修士 1 年の坂本暁祐氏、及びナノ・ライフ創新研究機構 水野潤研究院教授に謝意を示します。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。