シクロオレフィンポリマー上に室温形成した酸化亜鉛薄膜トランジスタの曲げ劣化に関する一考察

A Consideration on Bending Degradation of Zinc Oxide Thin-Film Transistors Grown at Room Temperature on Cyclo Olefin Polymer

大阪工大 ナノ材研[1] ○永山 幸希[1], カルトシュタイン オリバー[1], 松田 宗平[1], 大浦 紀頼[1], 小山 政俊[1], 前元 利彦[1], 佐々 誠彦[1]

Nanomaterials Microdevices Research Center, Osaka Institute of Technology[1]

○K. Nagayama[1], O. Kaltstein[1], S. Matsuda[1], K. Oura[1], M. Koyama[1], T. Maemoto[1], and S. Sasa[1]

E-mail: m1m16328@st.oit.ac.jp

はじめに

酸化亜鉛(ZnO)は可視光領域において透明で高い移動度を持ち, 環境適合性に優れるといった特徴をもつ材料である．また，近年は透明でフレキシブルなディスプレイなどの研究に注目が集まっており，フレキシブル基板上への ZnO 系薄膜の形成や曲げ耐性を持つことも不可欠となっている．我々は前回の応用物理学会において，フレキシブル基板上の ZnO 薄膜の曲げによる抵抗変化について報告した[1]．2 端子素子における抵抗測定において，曲率半径が 10 mm 付近で抵抗値が増大する傾向と元のフラットな状態に戻すことで抵抗値が復活する現象を確認した．

今回，前回の報告内容をさらに発展させ，フレキシブル基板上に室温で作製した ZnO-TFT を曲げた状態で特性評価を行った結果と曲げ劣化に関して考察した内容を報告する．

ZnO-TFT の作製と曲げ状態での特性評価

フレキシブル基板として，シクロオレフィンポリマー(Cyclo Olefin Polymer: COP)を用いた．ZnO 薄膜を COP 基板上に直接形成するとクラックが発生するため，200 nm の SiO_2 層をバッファ層として電子ビーム（EB）蒸着法により形成した．その後，パルスレーザーデポジション法を用いて，ZnO 薄膜を非加熱で 40 nm 成長した．ゲート絶縁膜には HfO_2 を EB 蒸着法で 100 nm 蒸着した．電極は Ti/Au をそれぞれ 50/50 nm 蒸着した．薄膜の形成およびデバイスの作製はすべて 100℃以下の温度で行った．

次に，ZnO-TFT を曲げることでどのような特性の変化が現れるかを調べた．測定時の様子および曲率半径の概要図を図 1 に示す．曲げる前のフラットな状態，曲率半径を 20 mm から 7 mm まで曲げた状態，曲げた状態から元に戻した状態で測定したときの V_{GS}-I_D 特性（L_G = 3 μm）を　図 2 に示す．COP 基板上の ZnO-TFT で曲率半径 10 mm までは明瞭なトランジスタ特性を得ることができた．曲率半径を 7 mm まで曲げると電流は流れなくなったが，元の平坦な状態に戻し，再度測定を行うとドレイン電流値の低下は見られたが，再びトランジスタ特性が観測された．

このような特性の変化が起こるメカニズムを解析するために, 図 3 に示すように ZnO 薄膜のパターンのみで曲げ試験を行った．曲率半径を 7 mm まで曲げた状態では下部バッファ層である SiO_2 膜のクラック（矢印）が曲げ方向に対して垂直方向に明瞭に多数確認できた．一方，曲率半径によらず ZnO には全くクラックが発生していないことから, ZnO 薄膜は柔軟で粘り強い機械的性質を持っていることを示唆している．本研究は JSPS 科研費 JP16K06327 の助成を受けた．

参考文献

[1] 永山他，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，16p-P8-5 (2017).

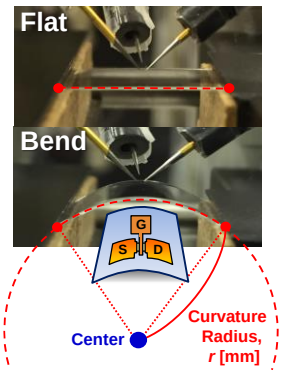

図 1　曲げ耐性試験と曲率半径の概要図.

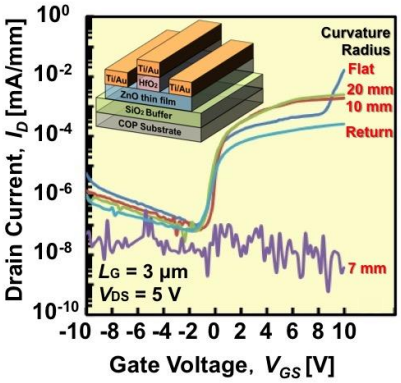

図 2　ZnO-TFT の伝達特性と曲率半径依存性.

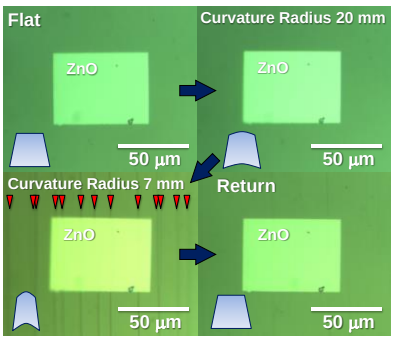

図 3　ZnO 薄膜(アイソレーションパターン) の曲げ試験下での顕微鏡写真.

© 2017年 応用物理学会