

ITZO 薄膜の NBITS 不安定性の評価

日大生産工(院) ○田中 聡 竹山 裕貴 日大生産工(学部) 横浜 宏明
日大生産工 清水 耕作

1 まえがき

現在、酸化物半導体である非晶質 InGaZnO_4 (a-IGZO)、 InSnZnO_4 (a-ITZO)は、透明な半導体として注目されています。特に、a-ITZOは、近年液晶ディスプレイに使用されている薄膜トランジスタのa-IGZOの約3倍の電子移動度を持つと言われている。このような移動度を持つ材料を用いると省電力化・小型化が可能になる。しかし、a-ITZO-TFTは、a-IGZO-TFT¹⁾と同様に光照射負バイアス印加状態 (NBIS: Negative Bias Illumination Stress)にさらされると、閾値電圧 V_t が不安定性を示す問題^{2) 3)}がある。そこで、本研究ではNBISに熱を加える(NBITS: Negative Bias Illumination temperature Stress)を行い、NBISで発生する構造劣化を抑え閾値電圧 V_t の不安定性を抑えることができるのではないかと考えられている。

本研究では光電流一定法を用いてa-ITZOのギャップ内準位の評価を行う。

2 実験方法および測定方法

2-1 試料作製

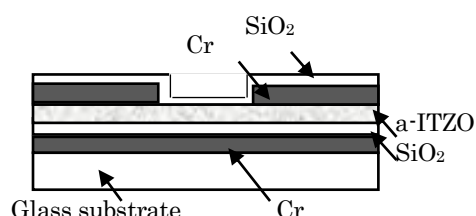


図1 CPM / TFT 測定試料

図1に素子構造を示す。試料作成後のアニール処理は200℃1時間で行った。NBITSによる特性変化を検討するため、負バイアスストレス (NBS)、光照射ストレス (IS)、NBIS (NBS+IS)、NBITS (NBS+IS+T) のストレス条件を1時間与え、各ストレスの条件前後の特性変化について検討を行った。

表1 成膜条件

Target		ITZO
Gas flow rate [sccm]	Ar	100
	O2	0.5
Power [W]		100
Growth Pressure [Pa]		0.5
Growth time [min]		10
Thickness [nm]		293.4
Deposition rate [nm/min]		29.34
Optical band gap [eV]		2.9

2-2 光電流一定法

光電流一定法 (CPM) では、試料に照射した単色光の光子エネルギーと各光子エネルギーに対する試料の光吸収係数の関係から、材料固有のエネルギー状態の評価を行う。各光子エネルギーで光照射をした際

$$I_{ph} = qN(E)(1-R)\{1 - \exp(-\alpha(E)d)\}\mu\tau\eta E \dots (1)$$

但し I_{ph} : 光電流、 q : 電荷素量、 $N(E)$: 光子束、 R : 反射率、 $\alpha(E)$: 光吸収係数、 d : 膜厚、 μ : 移動度、 τ : キャリア寿命、 η : 量子効率、 E : 外部電界を示す。

(1)式は、光電流を一定にすることでキャリア寿命を一定にすることができ、光吸収スペクトルを求めることが出来る。ギャップ内準位は、光学スペクトルと光学測定では測定が困難な領域に対して CPM スペクトルを用いて連続的につなぎ合わせて評価を行う。CPM 測定では特に価電子帯側の準位を評価している。

Evaluation of NBITS instability of the ITZO thin film and TFT
Satoru TANAKA, Hiroki TAKEYAMA, Hiroaki YOKOHAMA, Kousaku SHIMIZU

3 実験結果および検討 光電流一定法（CPM）評価結果

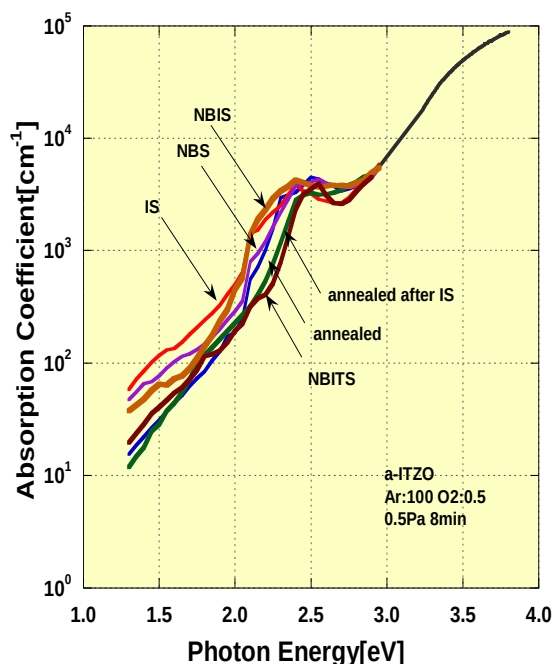


図2 a-ITZO CPM 測定結果

図2にCPMスペクトルを示す。それぞれ、アニール処理後、IS後、IS後アニール処理後、NBS後、NBIS後、NBITS後のCPMスペクトルである。伝導帯下1.7eV、2.4eVに特徴的な準位を観測できる。特にIS後、NBIS後に両準位高い傾向にあり、白色光を照射することで吸収スペクトルが上昇していることが読み取れる。

NBS後では、IS後、NBIS後と比べると吸収スペクトルが上昇していないことが読み取れる。

アニール処理後ではスペクトルが低下していることが分かる。このことからアニール処理を行うことで膜内の構造が安定し、回復作用があることが分かる。また、NBITSはIS、NBISの劣化現象、構造が不安定になる状態を抑える働きがあると考えている。

この結果からa-ITZO TFTは、ISでは伝導帯下の電子が励起され～1.7eVの準位でトラップされるため、吸収係数が増加していると考えられる。

NBSでは、伝導帯下の電子が励起されていないため吸収係数の増加はISよりも小さい。しかし、ゲート絶縁膜内にホールが取り込まれるため、キャリア寿命が増加し、アニール処理後よりも吸収係数が増加していると考えられる。

NBISでは、ISとNBSの二つのストレスを与えられているため、吸収係数が増加している。

NBITSでは、熱を加えることにより膜の構造劣化が抑えられ、ISで励起された電子が～1.7eVの準位でトラップされず、電子 - 正孔対が生成され、また、NBSによるゲート絶縁膜にホールが取り込まれないため、吸収係数の増加が見られないと考えられる。

ここで注目すべきは、通常の回復現象は、350℃以上のアニール処理が必要であるが、光照射下でアニール処理をした場合は、170℃でも十分回復しているということである。

4 まとめ

CPM測定を用いてa-ITZO TFTのバンドギャップ内準位を評価した。光ストレスを照射することで浅い準位である1.7eV付近のスペクトルが増加されることが分かり、また、NBISを行うと同様に1.7eV付近のスペクトルが増加していることがわかる。しかし、NBITSではスペクトルの変化はあまり見られなかったことから、ISやNBISによる構造の劣化現象を抑えることができると考えられる。

「参考文献」

- 1) Kenji Nomura, Hiromichi Ohta, Akihiro Takagi, Toshio Kamiya, Masahiro Hirano, Hideo Hosono, Nature 432, 488-492, 2004
- 2) 北村啓, 小林浩二, 刀根仁, 2011, 第8回薄膜デバイス研究会
- 3) 前田督快, 2009, 第70回秋季応用物理学学会講演会