ISSN 2186-5647

4-17

デバイスシミュレータを用いた膜内欠陥の変化

日大生産工　○遠藤 汰紀　　日大生産工(院)　清水 耕作

1 まえがき

現在、液晶ディスプレイのスイッチング素子として TFT が使われている。酸化物半導体を用いた TFT は光を照射した状態で負バイアスをかけるとしきい電圧が負方向にシフトする問題がある。伝達特性の改善を目的として作製プロセスの改善を行っている。しかし現在までの検討では TFT の状態がどのように変化しているのかはまだ十分に分かっていない。

伝達特性において、バルクは移動度、しきい電圧、スレッショルドスイング（SS）値、MIS 界面は ON 電流、バックチャネルは OFF 電流に影響することが分かっている。

本研究では、デバイスシミュレータ ATLAS を使用してバルクおよび界面における準位密度の変化が伝達特性に与える影響を検討する。作製した TFT と比較し不安定性の原因を解明することを目的とする。

2 実験方法および測定方法

作製したTFTのモデルを図１に示す。バックチャネルの欠陥、MIS界面の欠陥、バルク中の欠陥、電荷密度を変化させることで伝達特性が変化する。変化させるエネルギーバンド内の欠陥パラメータを図2に示す。欠陥の値は今回変化させるパラメータの影響が明瞭になるよう定義した。欠陥の値を表１に示す。

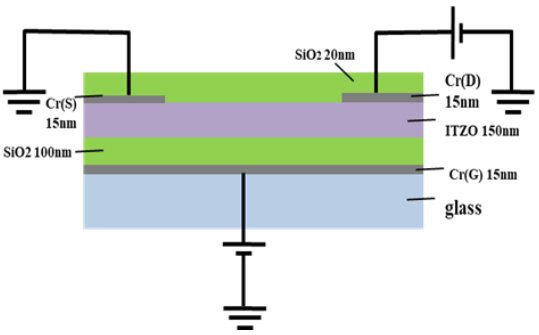

図１　TFT 構造

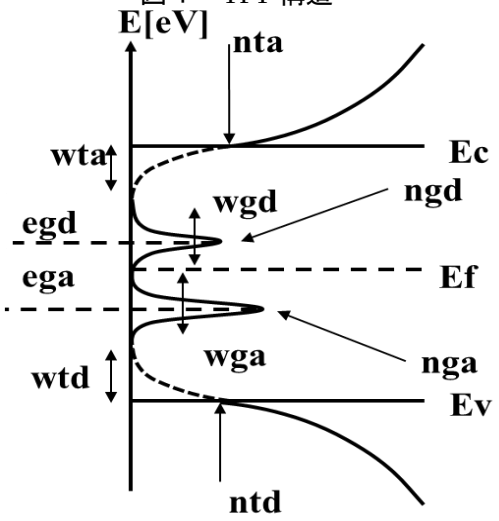

図２　エネルギーバンド内の欠陥

表１　欠陥の値

	ITZO	バックチャネル	MIS界面
Nta	1×10^{10}	1×10^{8}	1×10^{8}
Ntd	1×10^{10}	1×10^{8}	1×10^{8}
Wta	1.5	0.5	1.5
Wtd	0.8	0.5	0.8
Nga	1×10^{10}	1×10^{8}	1×10^{8}
Ngd	1×10^{10}	1×10^{8}	1×10^{8}
Ega	0.8	0.8	0.8
Egd	1.5	1.5	1.5
Wga	0.15	0.2	0.3
Wgd	0.15	0.15	0.1

Changes in intrafilm defects by TFT fabrication process using device simulator
Taki Endo and Kousaku Shimizu

3　実験結果および検討

3.1 バックチャネル界面の電荷密度の評価

図３は当研究室で作製したTFTの伝達特性である。作製プロセスを図４に示す。このグラフより、水素化によりOFF電流が三桁程度大きくなることが分かる。これは水素化をバックチャネル界面に行う際、バックチャネル界面の電荷密度が大きくなるためと考えられる。これを明らかにするためバックチャネル界面に正チャージを加えた。図５はTFTのバックチャネル界面に正チャージを付加したときの伝達特性である。バックチャネル界面が正に荷電した場合、ON電流は、1×10^{13} A以上と大きい値になったときOFF電流が大きくなることがわかった。図３と図５を照らし合わせることで、水素化後にアニール処理をしたものは、アニール処理のみを行ったものに比べバックチャネル界面の＋チャージが大きいことが分かる。これより水素化の工程でバックチャネルへのチャージが起こっていることが確認できる。これは水素化によりバックチャネル界面にOH基が生成されることで電荷密度が低下したことが原因であると考えられる。

3.2 バルク中の伝導帯側裾準位密度の評価

半導体膜の信頼性低下の検討のため、バルク内の伝導帯側裾準位密度を変化させた。図６はバルク内の伝導帯側裾準位密度を変化させたときの伝達特性である。バルク内の伝導帯側裾準位密度が1×10^{16}Aまでは大きな変化はなかった。しかし1×10^{17}Aの場合、SS値の上昇、正方向へのシフト、ON電流の劣化が見られる。これは電子が膜内欠陥を終端したためにチャネル形成が遅くなったため、SS値の上昇、Vtシフトが起きたと考えられる。またバルク中が負チャージし、ON電流が劣化したと考えられる。

3.3 バックチャネル界面の電荷密度の評価

先行研究では信頼性の低下の原因として、ゲート絶縁膜にホールがトラップされたため、伝達特性が負方向にシフトすると考えている。そこで、MIS界面に正チャージを加え検討した。図７はMIS界面に正チャージを加えたときの伝達特性の変化を示している。MIS界面の正チャージが1×10^{11}Aまでは大きな変化はなかった。しかし1×10^{12}Aの場合信頼性が大きく低下したことが確認できた。よって、信頼性の低下の原因の一つとしてMIS界面が正チャージされることが考える。

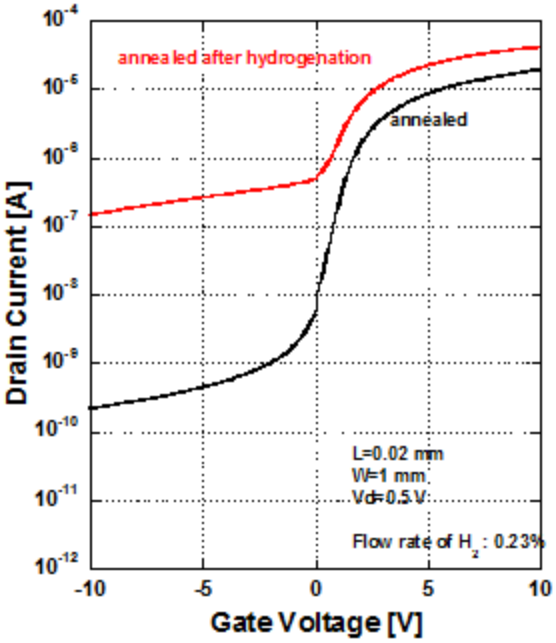

図３　実際に測定した TFT の伝達特性

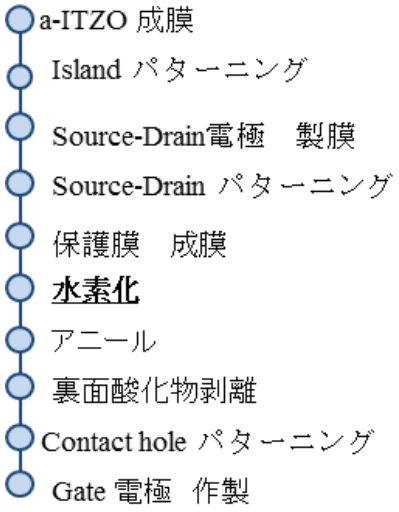

図４　TFT の作製プロセス

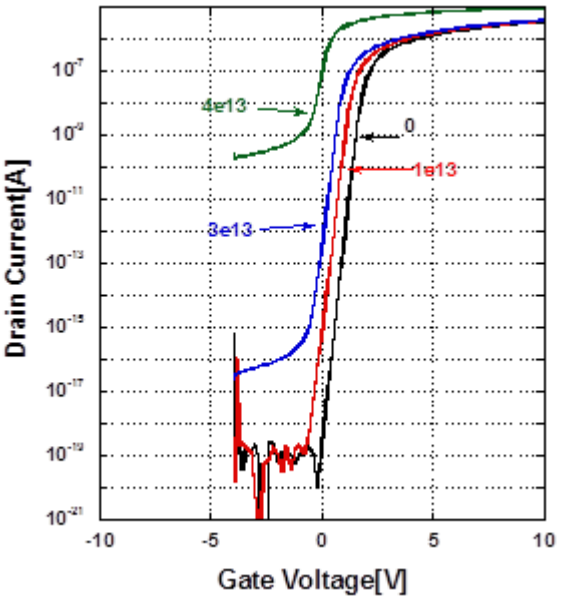

図５ バックチャネル界面の＋チャージ

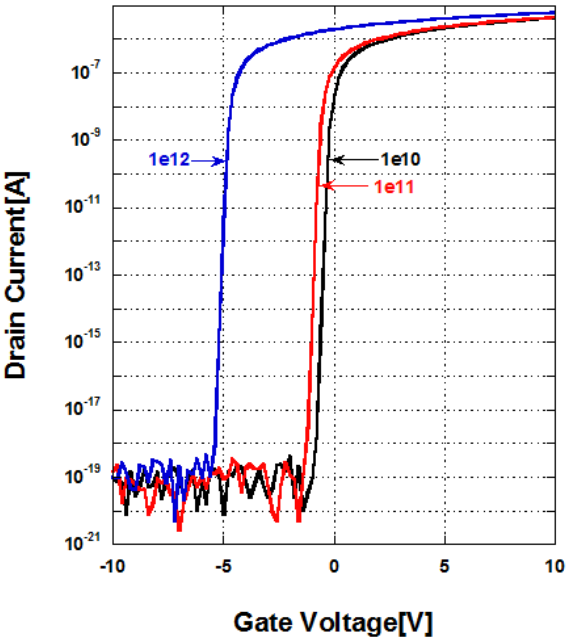

図７　MIS 界面の＋チャージ

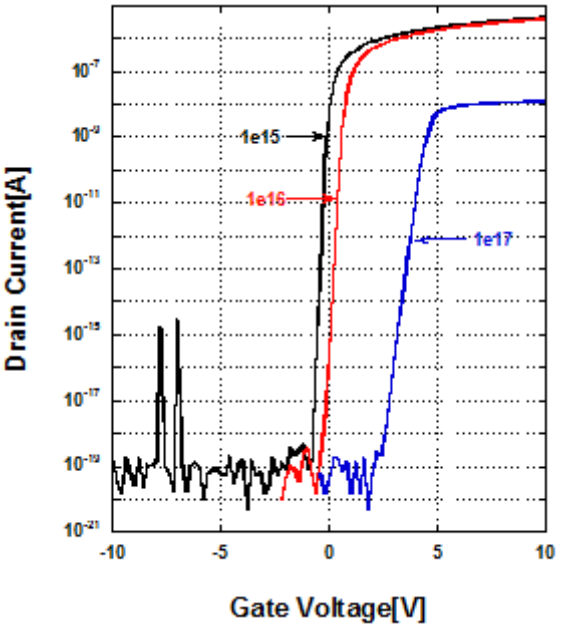

図６　バルクの裾準位密度

４ まとめ

これらの結果より、水素化によりバックチャネル界面に正チャージされていることが確認できた。

ゲート絶縁膜にホールがトラップされると伝達特性が負方向にシフトすることがシミュレーションの面から確認することができた。

今回のシミュレーションのデータは変化の傾向を見るため、伝達特性を実際に測定したものとは異なる特性となっている。今後の課題としては欠陥の値や物性を正確にトレースし、当研究室で測定された伝達特性とシミュレーションの伝達特性を合わせることでより正確な内部欠陥の状態について検討していくことである。

参考文献

1）「シミュレーション法を用いたバックチャネル上の固定電荷に関する評価」西村昭寛

2）「酸化物半導体のギャップ内準位の変化と信頼性との関係についての評価」柳澤利樹

3）「シミュレーション法を用いたヘテロ接合型太陽電池の特性評価」西村卓哉

4）「半導体デバイス 基礎理論とプロセス技術」S・M・ジィー