

非晶質酸化物半導体薄膜トランジスタの NBIS 特性評価

日大生産工(院) ○大野 祐樹, 竹山 裕貴, 田中 聡
日大生産工 清水 耕作

1 まえがき

スマートフォン、PC、テレビなどに使われている液晶ディスプレイでは、画素の駆動素子として薄膜トランジスタ(Thin-film transistor, TFT)が使用されている。現在、ディスプレイの大型化、高精細化、省電力化のために、高移動度($10 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)と透明性の特徴を持つ非晶質 InGaZnO_4 (a-IGZO) TFTが注目されているが、光照射下でゲートにマイナスバイアスを印加(Negative bias illumination stress, NBIS)することによって、しきい値電圧 V_t が負方向にシフトする問題がある。今までの研究で、ゲート絶縁膜に SiO_2 を用いたa-IGZO TFTにおいて、この特性不安定性は、NBISによりゲート絶縁膜内に正孔が取り込まれて誘発されると考察されている。¹⁾

本研究では、高誘電率絶縁材料(high-k)である HfO_2 の成膜条件を検討した後、ゲート絶縁膜に HfO_2 を用いたa-IGZO TFTを作製し、NBISのストレスを与えた時のトランジスタ特性を評価する。

2 実験方法および測定方法

2.1 HfO_2 電気的特性の評価

HfO_2 の成膜方法にはRFマグネトロンスパッタリング法を用いた。図1に素子構造、表1に HfO_2 の成膜条件を示す。

試料作製後、空气中、 350°C で1時間のアニール処理を行った。その後、 HfO_2 の上部/下部電極間でのI-V測定を行い、電気的特性の評価を行った。

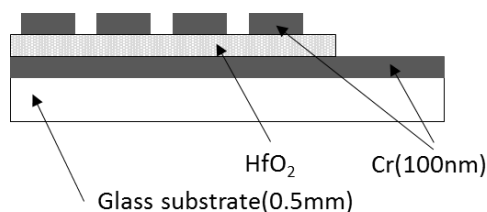


図1 測定素子

表1 HfO_2 成膜条件

条件	値
Ar流量 [sccm]	100
O_2 流量 [sccm]	0.0 ~ 2.0
ガス圧力 [Pa]	0.5 ~ 1.0
投入電力 [W]	100 ~ 200

2.2 HfO_2 RIE特性の評価

TFT作製プロセス中に、電極とのコンタクトをとるために、反応性イオンエッチング(Reactive ion etching, RIE)による HfO_2 のエッチングを行う。最適なRIE条件を検討するため、 HfO_2 単膜(成膜条件:Ar100sccm, O_2 0.0sccm, 0.5Pa, 200W)の一部にレジストを塗布した後、表2に示す条件でRIEを行った。

表2 HfO_2 RIE 条件

条件	値
CF_4 流量 [sccm]	27
O_2 流量 [sccm]	0.0 ~ 3.0
ガス圧力 [Pa]	1.0
投入電力 [W]	100

2.3 a-IGZO TFTのNBIS特性評価

図2にTFT素子構造を示す。

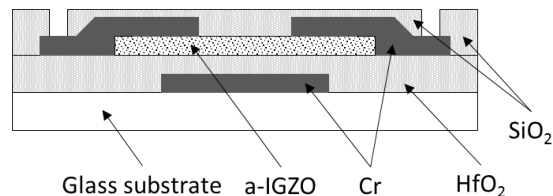


図2 TFT 素子構造

Annalysis of Photoinduced Instability in Amorphous Oxide Semiconductor Thin Film Transistor

Yuuki OHNO, Hiroki TAKEYAMA, Satoru TANAKA and Kousaku SHIMIZU

TFTを作製した後、空气中、350℃で1時間のアニール処理を行った。この試料にNBISのストレス条件を与えて、トランジスタの伝達特性、出力特性を測定する。

3 実験結果および検討

3.1 HfO₂電気的特性の評価

図3に成膜条件(Ar:100sccm, O₂:0.0sccm, 0.5Pa, 200W)で作製したHfO₂測定素子上の10箇所電極におけるI-V測定結果を示す。

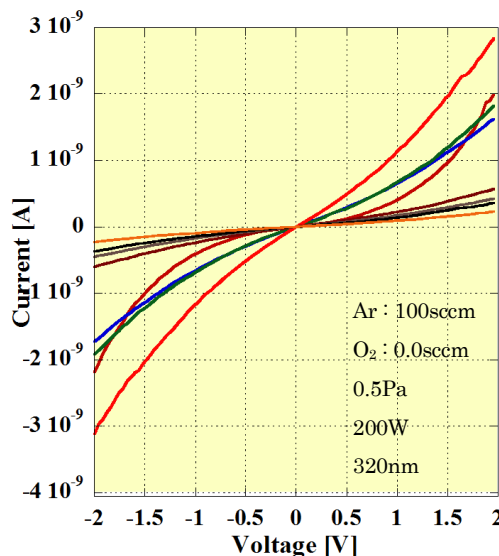


図3 HfO₂ I-V 測定結果

図3より、同じ素子でも場所によって電流の値がばらつくことがわかった。これは、成膜プロセス中に不純物が混ざったため、絶縁性が劣化したためだと考えられる。

3.2 HfO₂ RIE特性の評価

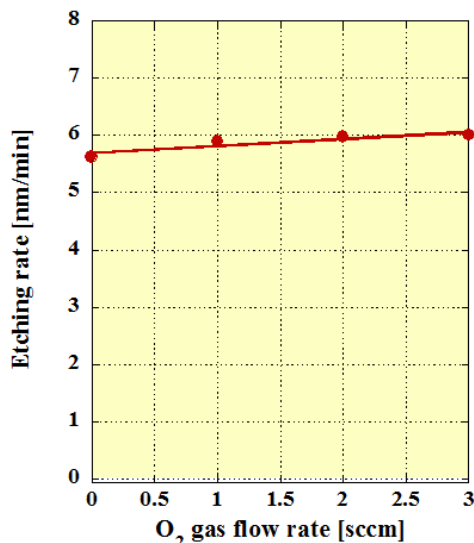


図4 O₂流量とエッチングレートの関係

図4に、表2のRIE条件を用いて、O₂流量を0.0～3.0sccmに変化させたときのエッチングレートの変化を示す。これより、O₂流量を変化させても、エッチングレートが変化しないことがわかった。よって、O₂ガスを使用しないでRIEを行っても、十分なエッチングレートが得られることがわかった。

3.2 HfO₂ RIE特性の作製

図5に、作製したTFTを示す。

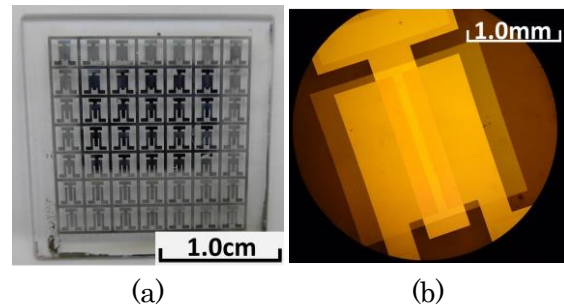


図5 作製したTFT

4 まとめ

4.1 HfO₂成膜条件の検討

3.1より、電流の値がばらつくことから成膜プロセス中の不純物の混入が考えられる。成膜直前での基板洗浄や、スパッタ装置の到達真空度を現在の 3×10^{-4} Paから、 10^{-5} Pa程度に変更するなど、不純物の混入を防ぐ必要がある。

また、絶縁性を高めるために、投入電力を下げる、基板・ターゲット間距離を離すなどし、堆積レートを落とすことが考えられる。

4.2 HfO₂RIE特性の評価

TFTの作製プロセス中、HfO₂をエッチングする際に、HfO₂のエッチングレートが遅くエッチング時間が長くなるため、O₂によるアッシングでレジストが無くなってしまいうという問題があった。

しかし、3.2より、O₂ガスを使用しなくとも、エッチングレートにほとんど変化がないことがわかった。これにより、レジストがO₂によるアッシングをされず、HfO₂のエッチングに必要な時間、レジストが保持されることが分かった。

「参考文献」

1) 永井 将司, “非晶質酸化物半導体 InGaZnO₄, CuAlO₂のCMOS化に関する研究”, (2013) p.29.

2) 斧 高一・高橋 和生・江利口浩二, “高誘電率(High-k)材料のドライエッチング”, (2009)