

ボトムゲート構造  $\text{In}_2\text{O}_3$  TFT の電气的特性におけるゲート絶縁膜表面の撥水性  
 Wettability of gate insulator surface on electrical properties of  
 $\text{In}_2\text{O}_3$  TFT with bottom-gate structure  
 佐々木 啓介 (電気システム工学科)

Keisuke Sasaki

高機能デバイス研究室 指導教員 相川 慎也 准教授

1 イントロダクション

近年、柔軟な電子デバイスに対する期待が高まっており、特にその構成要素としてスイッチングの役割を持つフレキシブル薄膜トランジスタ(TFT)の開発が求められている。TFT の作製にはゲート絶縁膜(GI)として酸化物材料を用いるが、一般にGIに用いる酸化物はリーク電流対策のため高密度化が不可欠であり、機械的変形にも脆いためフレキシブル TFT のGIに用いるには困難である。そのためフレキシブル TFT のGIとして柔軟なポリマー系絶縁膜が用いられている[1]。一方、アモルファス酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) 半導体薄膜は、室温成膜にもかかわらず高移動度を示すことから、酸化物材料ではあるが、フレキシブル TFT のチャネルとして適していると考えられており、フレキシブル TFT の実証研究が多く報告されている[例えば、2]。しかしながら、ポリマー系GIを用いたフレキシブルTFTにおいては、 $\text{In}_2\text{O}_3$ チャネルとの界面がTFT特性にどのような影響を及ぼすのか明らかとなっていない。そこで本研究では、低温成膜が可能なポリマー系GIを用い、それらの撥水性とTFT特性との関係を調査することを目的とした。

2 ボトムゲート TFT の作製と評価

2.1 ポリマー系GIの調整

以下に今回準備したGIの調整方法を示す。CYTOPは原液CYTOP(CTL-809M)100  $\mu\text{L}$ に薄め液(CT-Solv.180)1000  $\mu\text{L}$ に混ぜ1:10に調整し濃度9.1%に調整した。PVAは水4.8gにPVA0.2gを入れ濃度4.0%に調整した。PMMAはアニソール9.6gにPMMAを0.4g入れ濃度4.0%に調整した。OTSはトルエン50 mlにOTSを2~3滴入れ調整した。

2.2 ボトムゲート構造  $\text{In}_2\text{O}_3$  TFT の作製と評価

Si基板をアセトン、IPA、UVの順でクリーニングを行った。その後準備したポリマー溶液をスピコートで塗布し大気中でアニールをした。それぞれのアニール条件を次に示す。CYTOPは180°C30分行った。PVAおよびPMMAは100°C10分行った。OTSはアニールを行っていない。次に、スパッタ装置を用いてシャドウマスクを介して $\text{In}_2\text{O}_3$ チャネルを20nm堆積させた。成膜条件は、Arおよび $\text{O}_2$ をそれぞれ15および5sccm、Rf電力50W、成膜圧力は0.24Paで行った。ソースドレイン電極として電子ビーム蒸着装置を用いてCuを100nmマスク蒸着させた。最後に、Si基板の裏面に銅板を銀ペーストで接着した。TFTの電流電圧測定はゲート電極に-40Vから+40Vのゲート電圧を印加しながらドレイン電流を測定した。この時のドレイン電圧は10Vとした。

3 結果と考察

表1に各ゲート絶縁膜の膜厚と接触角の関係を示す。接触角は、成膜したポリマーGIに表面に水滴を10  $\mu\text{L}$ 滴下し測定した。

図1にボトムゲート構造及び各GIの時間経過による変化を示す。同図よりGIが $\text{SiO}_2$ 、CYTOPおよびOTSの場合、on状態とoff状態の電流値が明確なスイッチング特性を示し、電流on-off比が $10^6$ を示した。一方でGIがPVAおよびPMMAの場合、スイッチング特性を示さず、金属的特性となった。スイッチング特性を示した3種類のうち、 $\text{SiO}_2$ 表面は接触角が $16.8^\circ$ で親水性であった一方、CYTOPおよびOTSはそれぞれ $110.2^\circ$ および $87.3^\circ$ であり撥水性であった。また、PVAおよび

表1 各ゲート絶縁膜における膜厚と接触角の関係

ゲート絶縁膜	膜厚(nm)	接触角( $^\circ$ )
$\text{SiO}_2$	200	16.8
CYTOP	52.1	110.2
PVA	60.1	26.2
PMMA	237	55.3
OTS		87.3

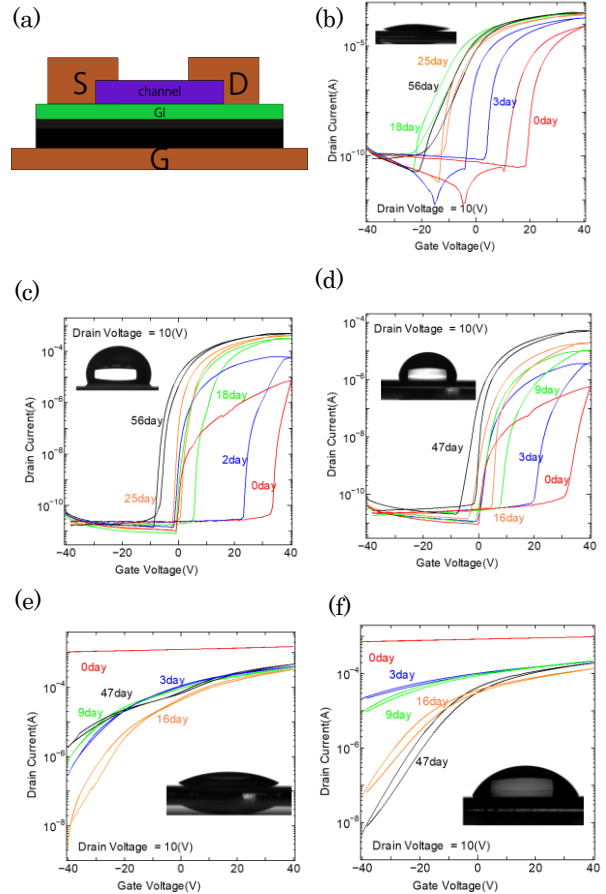


図1 (a) 作製したボトムゲート構造 TFT の断面模式図。ドレイン電圧 10 V 印加時の伝達特性。GI としては、(b)  $\text{SiO}_2$ 、(c) CYTOP、(d) OTS、(e) PVA、(f) PMMA を用いた。

PMMAはそれぞれ $26.2^\circ$ 及び $55.3^\circ$ であり親水性を示した。以上のことから $\text{SiO}_2$ 上に成膜した4種類については、撥水性ならスイッチング特性を示し、親水性なら金属的挙動を示すことが分かり、接触角とスイッチングに相関があることが示唆される。 $\text{SiO}_2$ が親水性であるにも関わらずスイッチングしていることに関しては未解明であり、今後さらなる調査が必要である。

4 まとめ

本研究において、ポリマー系GIを用いたボトムゲート型のTFTを作成した。各GIにおける撥水性とスイッチング特性および金属的特性の関係性を確認できた。今後の課題として $\text{SiO}_2$ が親水性であるにも関わらずスイッチングしていることを解明するためにGI表面及び内部に手を加え特性を調べる必要がある。

参考文献

[1] 藤崎好英、他「塗布型有機半導体を用いた高移動度有機TFTアレーの作製」NHK技研R&D、No.145、pp.61-68、(2014)。  
 [2] K. Nomura et al. "Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors" Nature, 432, pp.488-492, (2004).