

【概要】 薄膜トランジスタ(TFT)はスイッチング素子としてフレキシブルデバイスへの応用が期待されている。我々は、 InGaZnO_x (IGZO)成膜時の水素添加がキャリア抑制剤として作用する事を見だし、熱酸化膜付きシリコン基板上に作製した IGZO TFT において最高プロセス温度 150°C でも良好な TFT 特性が得られることを報告している[1]。一方で、ゲート絶縁膜に用いられる二酸化ケイ素(SiO_2)は化学気相堆積(CVD)法により成膜され、良好な膜質を得るには、約 400°C の成膜温度が必要である。しかし、プラスチック基板上に作製するフレキシブルデバイスへの応用には、低温($\leq 150^\circ\text{C}$)形成が可能なゲート絶縁膜が求められる。本研究では低温形成が可能であり、ピンホールフリー、膜厚制御性に優れた陽極酸化法により高い比誘電率を持つ酸化アルミニウム(Al_2O_3)を形成し、 Al_2O_3 /IGZO 界面へフッ素化プラズマ処理を行うことで全工程 150°C 以下の低温プロセスで良好な特性を持つ TFT を作製する事が出来た。

【実験方法】 4 インチガラス基板上にゲート電極として Al:NdTi を成膜後、陽極酸化法を用いてゲート絶縁膜である Al_2O_3 を 68 nm 形成した。そのあと、 Al_2O_3 界面への処理無し、フッ素化プラズマ処理を行った。フッ素源にはポリテトラフルオロエチレンを用いた。次に、チャネル層として水素添加 IGZO(In:Ga:Zn 比 = $6:2:1$) を 20 nm 成膜し、 150°C 、大気雰囲気中で1時間のアニール処理を行い、保護膜として SU-8 を塗布した。最後にソース・ドレイン電極として Mo/Al/Mo 積層膜を成膜した後、 150°C 、大気雰囲気中で1時間のポストアニール処理を行った。以上の全工程を 150°C 以下及びフォトリソグラフィを用いて行った。また、陽極酸化 Al_2O_3 膜の絶縁破壊電界強度は 6.3 MV/cm であり、誘電率は 9.0 であった。

【実験結果】 図 1(a)に陽極酸化後の処理無し、フッ素化プラズマ処理を施した Al_2O_3 表面を X 線光電子分光法(XPS)により測定したワイドスキャンの結果を示す。処理なしと比較してフッ素化プラズマ処理により、 $\text{Al}2p$, $\text{Al}2s$, $\text{C}1s$, $\text{O}1s$ のピークを大きく変化させることなく $\text{F}1s$ ピークがはっきりと確認された。図 1(b), (c)に XPS 測定により得られた処理なし及びフッ素化プラズマ処理を施した Al_2O_3 表面の $\text{Al}2p$ のコアスペクトルを示す。フィッティングにより得られた Al-OH,OF 結合の面積比率は処理なし、フッ素化プラズマ処理でそれぞれ 10.4% と 41.0% であった。XPS のワイドスキャンの $\text{F}1s$ ピークの増大及び $\text{Al}2p$ のコアスペクトルにおける Al-OH,OF 結合の面積比率の増大から、 Al_2O_3 表面で OF 結合を形成していると考えられる。陽極酸化後の Al_2O_3 に処理無し、フッ素化プラズマ処理を施した水素添加 IGZO TFT を作製した結果、フォワード測定とリバース測定の閾値電圧の差を示すヒステリシスの値が処理なしの TFT では 3.2 V であった。一方でフッ素化プラズマ処理を施した TFT ではヒステリシスが 0.4 V と大きく改善されたことから、 Al_2O_3 /IGZO 界面へのフッ素化プラズマ処理は Al_2O_3 表面に OF 結合を形成し、ヒステリシスを大きく改善させることが分かった。結果から、陽極酸化 Al_2O_3 へのフッ素化プラズマ処理はフレキシブルエレクトロニクス用の低温処理アモルファス酸化物 TFT において重要なゲート絶縁膜 IGZO 界面形成手法であると考えられる。

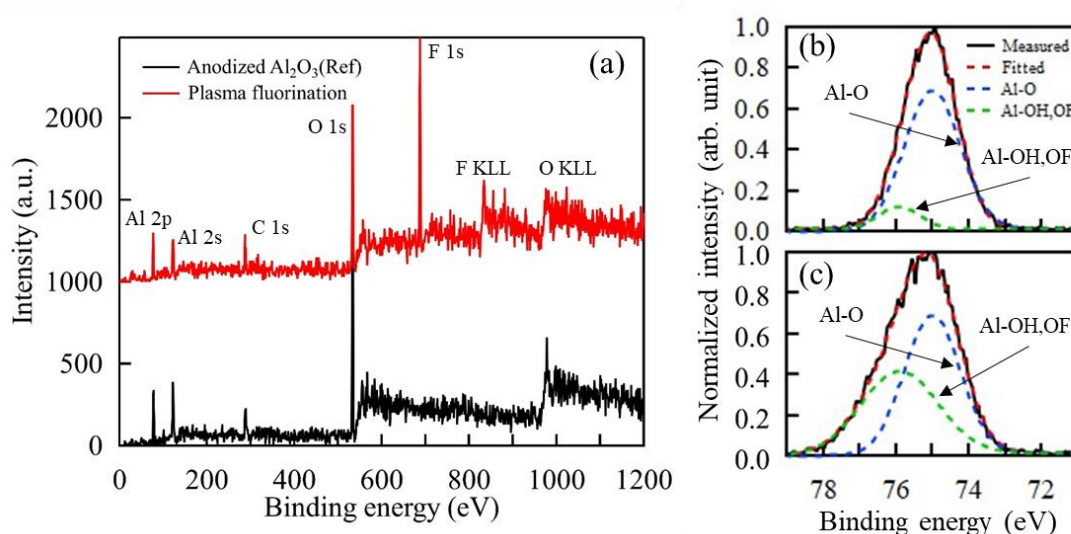


図1 陽極酸化 Al_2O_3 表面の XPS 測定における(a)ワイドスキャンの結果、 Al_2O_3 表面へ(b) 処理なし、(c)フッ素化プラズマ処理を施した $\text{Al}2p$ のコアスペクトル