

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ゲート電極と酸化物半導体層との間の窒素を含む第1の無機絶縁膜、並びに、前記酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、前記トランジスタ上の有機絶縁膜と、前記有機絶縁膜上の、前記ソース電極又は前記ドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、

前記第1の基板の前記第1の面と対向配置された第2の基板と、

前記トランジスタを囲むように枠状に配置され、前記第1の基板と前記第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、

前記シール材は、前記第1の無機絶縁膜と接し、前記有機絶縁膜の端部側面の外側に位置する表示装置。 10

【請求項 2】

ゲート電極と酸化物半導体層との間のゲート絶縁膜、並びに、前記酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、前記トランジスタを覆う窒素を含む第1の無機絶縁膜と、前記第1の無機絶縁膜上の有機絶縁膜と、前記有機絶縁膜上の、前記ソース電極又は前記ドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、

前記第1の基板の前記第1の面と対向配置された第2の基板と、

前記トランジスタを囲むように枠状に配置され、前記第1の基板と前記第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、 20

前記シール材は、前記第1の無機絶縁膜と接し、前記有機絶縁膜の端部側面の外側に位置する表示装置。

【請求項 3】

ゲート電極と酸化物半導体層との間のゲート絶縁膜、並びに、前記酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、前記トランジスタ上の有機絶縁膜と、前記有機絶縁膜の外側領域から前記有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆う窒素を含む第1の無機絶縁膜と、前記有機絶縁膜上の、前記ソース電極又は前記ドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、

前記第1の基板の前記第1の面と対向配置された第2の基板と、

前記トランジスタを囲むように枠状に配置され、前記第1の基板と前記第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、 30

前記シール材は、前記第1の無機絶縁膜と接し、少なくとも一部又は全部が前記有機絶縁膜と重なる表示装置。

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれか一項において、

前記シール材に、ガラスを用いた表示装置。

【請求項 5】

請求項1乃至4のいずれか一項において、

前記第2の基板は、窒素を含む第2の無機絶縁膜を有し、

前記シール材は、前記第2の無機絶縁膜と接する表示装置。 40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

酸化物半導体を用いたトランジスタを有する表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜を用いてトランジスタを構成する技術が注目されている。該トランジスタは集積回路（IC）や表示装置のような電子デバイスに広く応用されている。トランジスタに適用可能な半導体薄膜としてシリコン系半導体材料が広く知られているが、その他の材料として酸化物半導体が注目されている。 50

【0003】

例えば、酸化物半導体として、酸化亜鉛又はIn-Ga-Zn系酸化物半導体を用いてトランジスタを作製する技術が開示されている（特許文献1及び特許文献2参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2007-123861号公報

【特許文献2】特開2007-96055号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

【0005】

しかし、酸化物半導体は、酸素の不足などによる化学量論的組成からのずれや、電子供与体を形成する水素や水の混入などが生じると、その電気伝導度が変化してしまう。このような現象は、酸化物半導体を用いたトランジスタを含む表示装置にとって、電気特性の変動要因となる。

【0006】

このため、表示装置の作製工程において酸化物半導体への水分等の混入を防止するだけでなく、表示装置作製後においても装置外部から酸化物半導体に水分等が混入することを抑制する必要がある。

20

【0007】

したがって、本発明の一態様は、酸化物半導体を用いたトランジスタを有する、信頼性の高い表示装置を提供することを目的の一とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の一態様の表示装置は、第1の基板上に、酸化物半導体を用いたトランジスタと、該トランジスタ上に設けられた有機絶縁膜と、該有機絶縁膜上に設けられ、該トランジスタと電気的に接続する表示素子とを有する。さらに、該表示装置は、第1の基板のトランジスタ等が形成された面（第1の面とも記す）と対向配置された第2の基板と、トランジスタを囲むように枠状に配置され、第1の基板及び第2の基板を貼り合わせるシール材とを有する。該表示装置において、シール材が第1の基板側で窒素を含む無機絶縁膜と接する、かつ、有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しないことで、表示装置の外部に存在する水素や水の、トランジスタに含まれる酸化物半導体中への混入を抑制できる。

30

【0009】

具体的には、本発明の一態様は、ゲート電極と酸化物半導体層との間の窒素を含む第1の無機絶縁膜、並びに、酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、トランジスタ上の有機絶縁膜と、有機絶縁膜上の、ソース電極又はドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、第1の面と対向配置された第2の基板と、トランジスタを囲むように枠状に配置され、第1の基板と第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、シール材は、第1の無機絶縁膜と接し、有機絶縁膜の端部側面の外側に位置する表示装置である。

40

【0010】

窒素を含む無機絶縁膜とシール材の密着性は高く、該無機絶縁膜は水素や水等のプロッキング効果が高い膜である。そのため、シール材が窒素を含む第1の無機絶縁膜と接することで、表示装置の外部に存在する水素や水が、第1の無機絶縁膜とシール材の界面や第1の無機絶縁膜中に混入することを抑制できる。したがって、上記の表示装置では、表示装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0011】

また、上記表示装置では、トランジスタ上に設けられた有機絶縁膜の端部側面の外側にシール材が設けられているため、該有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しない。したがって

50

、大気中の水分等が、該有機絶縁膜を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

【0012】

また、本発明の一態様は、ゲート電極と酸化物半導体層の間のゲート絶縁膜、並びに、酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、トランジスタを覆う窒素を含む第1の無機絶縁膜と、第1の無機絶縁膜上の有機絶縁膜と、有機絶縁膜上の、ソース電極又はドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、第1の基板の第1の面と対向配置された第2の基板と、トランジスタを囲むように枠状に配置され、第1の基板と第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、シール材は、第1の無機絶縁膜と接し、有機絶縁膜の端部側面の外側に位置する表示装置である。10

【0013】

水素や水等のブロッキング効果が高い膜である窒素を含む第1の無機絶縁膜が、トランジスタを覆う上記構成では、トランジスタの外部に存在する水素や水が、酸化物半導体に混入することを抑制できる。したがって、表示装置の外部に存在する水素や水が、酸化物半導体中に混入することを抑制するだけでなく、表示装置の内部に水素や水が存在していた場合でも、酸化物半導体に水素や水が混入することを抑制できる。

【0014】

また、本発明の一態様は、ゲート電極と酸化物半導体層の間のゲート絶縁膜、並びに、酸化物半導体層と電気的に接続するソース電極及びドレイン電極を有するトランジスタと、トランジスタ上の有機絶縁膜と、有機絶縁膜の外側領域から有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆う窒素を含む第1の無機絶縁膜と、有機絶縁膜上の、ソース電極又はドレイン電極と電気的に接続する表示素子とを第1の面上に有する第1の基板と、第1の基板の第1の面と対向配置された第2の基板と、トランジスタを囲むように枠状に配置され、第1の基板と第2の基板を貼り合わせるシール材とを有し、シール材は、第1の無機絶縁膜と接し、少なくとも一部又は全部が有機絶縁膜と重なる表示装置である。20

【0015】

水素や水等のブロッキング効果が高い膜である窒素を含む第1の無機絶縁膜が、有機絶縁膜の外側領域から有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆う上記構成では、該有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、該有機絶縁膜を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。30

【0016】

シール材の少なくとも一部又は全部が有機絶縁膜と重なる上記構成では、表示装置の狭額縫化を図ることができる。

【0017】

上記本発明の一態様の表示装置において、シール材に、ガラスを用いることが好ましい。

【0018】

ガラス等の無機材料は、樹脂等の有機材料に比べて透湿性が低いため、表示装置の外部に存在する水素や水が、シール材中に混入することを抑制できる。したがって、表示装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。40

【発明の効果】

【0019】

本発明の一態様の表示装置では、シール材と接する層に、シール材との密着性が高く、水素や水等のブロッキング効果が高い膜である窒素を含む無機絶縁膜を用いる。かつ、トランジスタ上に設けられた有機絶縁膜の端部側面の外側にシール材を設ける、又は該窒素を含む無機絶縁膜で、該有機絶縁膜の外側領域から該有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆うことで、有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しないようにする。これにより、表示装置の外部に存在する水素や水等が、トランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入するこ50

とを抑制できるため、水素や水等による電気特性の変動が少なく、信頼性の高い表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図2】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図3】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図4】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図5】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図6】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図7】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図8】本発明の一態様の表示装置の一例を示す図。

【図9】トランジスタの一例を示す図。

【図10】電子機器の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更しえることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【0022】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について、図1乃至図8を用いて説明する。ただし、本発明は、本実施の形態に示す構成例に限られない。また、各構成は適宜組み合わせて用いることができる。

【0023】

本発明の一態様の表示装置は、第1の基板上に、酸化物半導体を用いたトランジスタと、該トランジスタ上に設けられた有機絶縁膜と、該有機絶縁膜上に設けられ、該トランジスタと電気的に接続する表示素子とを有する。かつ、第1の基板上には、窒素を含む第1の無機絶縁膜が設けられている。さらに、該表示装置は、第1の基板の第1の無機絶縁膜が形成された面(第1の面)と対向配置された第2の基板と、トランジスタを囲むように枠状に配置され、第1の基板及び第2の基板を貼り合わせるシール材とを有する。そして、シール材は、第1の基板側において、第1の無機絶縁膜と接する。

【0024】

窒素を含む無機絶縁膜とシール材の密着性は高く、該無機絶縁膜は水素や水等のプロッキング効果が高い膜である。そのため、シール材が窒素を含む第1の無機絶縁膜と接することで、表示装置の外部に存在する水素や水が、第1の無機絶縁膜とシール材の界面や第1の無機絶縁膜中に混入することを抑制できる。したがって、上記表示装置では、表示装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0025】

第1の無機絶縁膜としては、例えば、トランジスタの下地膜等、第1の基板とトランジスタの間に設けられた無機絶縁膜を用いてもよいし、ゲート絶縁膜等、トランジスタや表示素子に含まれる無機絶縁膜を用いてもよいし、トランジスタや表示素子の保護膜等、トランジスタと有機絶縁膜の間に設けられた無機絶縁膜、又は有機絶縁膜上に設けられた無機絶縁膜を用いてもよい。

【0026】

本発明の一態様の表示装置は、第1の基板と有機絶縁膜の間に窒素を含む第1の無機絶縁

10

20

30

40

50

膜を有し、シール材が、第1の基板側において、第1の無機絶縁膜と接し、有機絶縁膜の端部側面の外側に設けられている。

【0027】

上記表示装置では、トランジスタ上に設けられた有機絶縁膜の端部側面の外側にシール材が設けられているため、該有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、該有機絶縁膜を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

【0028】

本発明の別の態様の表示装置は、有機絶縁膜の外側領域から該有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆う窒素を含む第1の無機絶縁膜を有し、シール材が、第1の基板側において、第1の無機絶縁膜と接し、少なくとも一部又は全部が有機絶縁膜と重なる。

10

【0029】

上記表示装置では、水素や水等のプロッキング効果が高い膜である窒素を含む第1の無機絶縁膜が、有機絶縁膜の外側領域から有機絶縁膜の端部側面及び端部上面を覆っているため、該有機絶縁膜の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、該有機絶縁膜を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

【0030】

構成例 1

図1(A)に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図1(B)は、図1(A)における一点鎖線A1-B1間を拡大した平面図、図1(C)は、図1(A)における一点鎖線D1-E1間を拡大した平面図、図1(D)は、図1(A)における一点鎖線A1-B1間、C1-D1間、D1-E1間、及びF1-G1間の断面図である。なお、本実施の形態で用いる平面図では、一部の構成を省略して示している場合がある。

20

【0031】

図1(A)に示す表示装置は、基板401上に、画素部402、信号線駆動回路403、走査線駆動回路404、及びFPC(Flexible Printed Circuit)418を有する。シール材405は、画素部402、信号線駆動回路403、及び走査線駆動回路404を囲むように枠状に配置され、基板401及び基板406を貼り合わせている。表示装置は、さらに駆動回路を保護するための保護回路を備えていてもよい。

30

【0032】

信号線駆動回路403及び走査線駆動回路404は、トランジスタを複数有する。信号線駆動回路403及び走査線駆動回路404には、種々のCMOS回路、PMOS回路、又はNMOS回路を用いることができる。本発明の一態様では、トランジスタを含む駆動回路の一部又は全体を画素部が形成される絶縁表面上に一体形成し、システムオンパネルを形成することができる。又は、画素部が形成される絶縁表面とは別の位置に駆動回路を設ける構成としてもよい。

【0033】

基板401上には、駆動回路に外部からの信号（ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、又はリセット信号等）や電位を伝達する外部入力端子を接続するための引き回し配線が設けられる。ここでは、外部入力端子としてFPC418を設ける例を示している。なお、FPC418にはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていてもよい。

40

【0034】

画素部402が備える表示素子としては、液晶素子（液晶表示素子）、発光素子（発光表示素子）等を用いることができる。発光素子は、電流又は電圧によって輝度が制御される素子をその範疇に含んでおり、具体的には無機EL(Electroluminescence)素子、有機EL素子等が含まれる。

【0035】

また、表示装置として、電子インクを駆動させる電子ペーパーを提供することも可能である。電子ペーパーは、電気泳動表示装置（電気泳動ディスプレイ）とも呼ばれており、紙

50

と同じ読みやすさ、他の表示装置に比べ低消費電力、薄くて軽い形状とすることが可能という利点を有している。

【0036】

表示装置の画素部402及び駆動回路は、それぞれトランジスタを複数有している。本発明の一態様が適用された表示装置では、酸化物半導体を用いたトランジスタを、画素部402に備えていてもよいし、画素部402と同じ基板に形成された駆動回路に備えていてもよい。少なくとも一対の基板がシール材405で貼り合わされてできる空間内に、酸化物半導体を用いたトランジスタが1以上設けられていればよい。図1(D)では、画素部402に含まれる酸化物半導体を用いたトランジスタ251を例示している。

10

【0037】

トランジスタ251は、基板401上のゲート電極201、ゲート電極201上のゲート絶縁膜203、ゲート絶縁膜203を介してゲート電極201と重なる酸化物半導体層205、及び酸化物半導体層205と電気的に接続する一対の電極207a、207b(ソース電極及びドレイン電極)を有する。トランジスタ251が備えるゲート絶縁膜203は、ゲート電極201と接する第1のゲート絶縁膜203aと、酸化物半導体層205と接する第2のゲート絶縁膜203bと、を有する。

20

【0038】

さらに、画素部402には、トランジスタ251を覆う保護膜209が設けられている。保護膜209は、酸化物半導体層205と接する第1の保護膜209aと、第1の保護膜209a上の第2の保護膜209bと、を有する。

20

【0039】

本実施の形態では、第1のゲート絶縁膜203aとして、窒化シリコン膜を用い、第2のゲート絶縁膜203bとして、窒素を含む酸化シリコン膜を用いる。

【0040】

本実施の形態では、第1の保護膜209aとして、窒素を含む酸化シリコン膜を用い、第2の保護膜209bとして、窒化シリコン膜を用いる。

【0041】

ただし、各構成例において、シール材405と接する層以外は、必ずしも窒素を含む無機絶縁膜でなくてもよい。

30

【0042】

なお、本実施の形態において、第2のゲート絶縁膜203b及び第1の保護膜209aはいずれも窒素を含む酸化シリコン膜であるため、第2のゲート絶縁膜203b及び第1の保護膜209aが接して設けられている領域では、第1の保護膜209aをエッティングする際に、第2のゲート絶縁膜203bも同時に除去される場合がある。したがって、本実施の形態では、エッティング等により第1の保護膜209aを除去した領域には、第2のゲート絶縁膜203bを図示しない(第1の保護膜209aと接する第2のゲート絶縁膜203bも除去されたものとする)場合があるが、これに限られない。

【0043】

また、保護膜209上には、有機絶縁膜407が設けられ、有機絶縁膜407上には、トランジスタ251と電気的に接続する液晶素子260が設けられている。液晶素子260は、基板面に対して縦方向に電界を発生させる方式(縦電界方式)の液晶素子である。液晶素子260は、電極207bと電気的に接続する下部電極421と、基板406上に設けられた上部電極422と、液晶層423と、を含む。

40

【0044】

下部電極421と液晶層423の間、及び、上部電極422と液晶層423の間には、液晶層423を挟持するように配向膜424として機能する絶縁膜が、それぞれ設けられている。

【0045】

また、スペーサ425は絶縁膜を選択的にエッティングすることで得られる柱状のスペーサであり、液晶層423の膜厚(セルギャップ)を制御するために設けられている。なお、

50

球状のスペーサを用いてもよい。

【0046】

また、配線415及び配線441は、異方性導電膜419を介してFPC418と電気的に接続されている。本実施の形態では、配線441の材料として、インジウム錫酸化物等の導電性酸化物を用いる。ここで、配線415が第1のゲート絶縁膜203aで覆われていない領域に配線441を形成することが、配線415の酸化を防止できるため好ましい。ただし、配線415が酸化しにくい材料や導電性酸化物からなる場合は、配線441は設けなくてもよい。また、配線415が第1のゲート絶縁膜203aで覆われていることで、シール材405と接する層が窒素を含む無機絶縁膜となり、シール材405との密着性を高めることができ、好ましい。配線415は、トランジスタ251のゲート電極201と同じ導電層から形成され、配線441は、液晶素子260の下部電極421と同じ導電層で形成されている。本実施の形態で示す各構成例で示すように、素子を構成する導電層と同じ材料、同じ工程で配線を作製することで、表示装置の作製工程を簡略化することができ、好ましい。

10

【0047】

また、基板406上には下地膜432が設けられ、下地膜432上にカラーフィルタ413及びブラックマトリクス414が設けられ、カラーフィルタ413及びブラックマトリクス414上にオーバーコート層412が設けられている。

20

【0048】

図1(A)、(D)に示すように、構成例1では、基板401及び基板406がシール材405で貼り合わされた外部に、液晶素子260の共通接続部440(コモンコンタクト部)を有する場合を示している。

20

【0049】

共通接続部440において、基板401上には、ゲート絶縁膜203と、ゲート絶縁膜203上の配線447と、配線447上の配線448と、が設けられており、基板406上には、下地膜432と、下地膜432上のブラックマトリクス414と、ブラックマトリクス414上のオーバーコート層412と、オーバーコート層412上の上部電極422が設けられている。基板401及び基板406の間には、導電性粒子446を含む樹脂層445が設けられており、導電性粒子446によって、基板401上の配線447及び配線448と、基板406上の上部電極422とが電気的に接続される。樹脂層445には、シール材405に用いることができる樹脂を適用することができ、シール材405と同じ材料を用いても良く、異なる材料を用いてもよい。

30

【0050】

ここで、構成例1では、シール材405と第1のゲート絶縁膜203aが接する。第1のゲート絶縁膜203aは窒素を含む無機絶縁膜であるため、水素や水等のプロッキング効果が高い。かつ、シール材405と第1のゲート絶縁膜203aの密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と第1のゲート絶縁膜203aの界面や第1のゲート絶縁膜203a中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。また、第1のゲート絶縁膜203aは、基板401に含まれる水分等が酸化物半導体層205に混入することも抑制できる。

40

【0051】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われている。このような構成とすることで、ゲート絶縁膜203よりも基板401側に設けられた基板401上の各層(例えば、下地膜や基板401等)、及び、保護膜209よりも基板406側に設けられた基板401上の各層(例えば、有機絶縁膜407、表示素子や発光素子等)に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

【0052】

図1(B)乃至(D)に示すように、構成例1では、有機絶縁膜407の端部側面の外側

50

にシール材 405 が設けられており、有機絶縁膜 407 の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜 407 を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

【0053】

構成例 2

図 2 (A) に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図 2 (B) は図 2 (A) における一点鎖線 A2 - B2 間、C2 - D2 間、及び E2 - F2 間の断面図である。

【0054】

図 2 (A) に示す表示装置は、基板 401 上に、画素部 402、信号線駆動回路 403、走査線駆動回路 404、及び FPC 418 を有する。シール材 405 は、画素部 402、信号線駆動回路 403、及び走査線駆動回路 404 を囲むように枠状に配置され、基板 401 及び基板 406 を貼り合わせている。10

【0055】

図 2 (B) に示す画素部 402 は、トランジスタ 251 と、トランジスタ 251 を覆う保護膜 209 と、保護膜 209 上の有機絶縁膜 407 と、有機絶縁膜 407 上の液晶素子 260 と、を有する。これらの構成は、構成例 1 と同様であるため、詳細な説明は省略する。また、スペーサ 425、配向膜 424 として機能する絶縁膜、並びに、基板 406 上に設けられたカラーフィルタ 413、ブラックマトリクス 414、及びオーバーコート層 412 についても同様である。20

【0056】

配線 415、配線 416、配線 417、及び配線 441 は、異方性導電膜 419 を介して FPC 418 と電気的に接続されている。ここで、配線 416 を覆う配線 441 を形成することで、配線 416 の酸化を防止できるため好ましい。ただし、配線 416 が酸化しにくい材料や導電性酸化物からなる場合は、配線 441 は設けなくてもよい。また、配線 415 が第 1 のゲート絶縁膜 203a で覆われていることで、シール材 405 と接する層が窒素を含む無機絶縁膜となり、シール材 405 との密着性を高めることができ、好ましい。配線 415 は、トランジスタ 251 のゲート電極と同じ導電層から形成され、配線 416 及び配線 417 は、トランジスタ 251 の一対の電極（ソース電極及びドレイン電極）と同じ導電層から形成され、配線 441 は、液晶素子 260 の下部電極 421 と同じ導電層で形成されている。30

【0057】

図 2 (A) (B) に示すように、構成例 2 では、基板 401 及び基板 406 がシール材 405 で貼り合わされた内部に、液晶素子 260 の共通接続部 440（コモンコンタクト部）を有する場合を示している。

【0058】

共通接続部 440 において、基板 401 上には、ゲート絶縁膜 203 と、ゲート絶縁膜 203 上の配線 447 と、配線 447 上の配線 448 と、が設けられており、基板 406 上には、上部電極 422 が設けられている。共通接続部 440 はシール材 405 が設けられた領域の一部に相当する。シール材 405 のうち、共通接続部 440 に相当する領域には、導電性粒子 446 が含まれている。導電性粒子 446 によって、基板 401 上の配線 447 及び配線 448 と、基板 406 上の上部電極 422 とが電気的に接続される。40

【0059】

ここで、構成例 2 では、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a が接する。第 1 のゲート絶縁膜 203a は窒素を含む無機絶縁膜であるため、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a の界面や第 1 のゲート絶縁膜 203a 中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ 251 に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。また、第 1 のゲート絶縁膜 203a は、基板 401 に含まれる水分等が酸化物半導体層 205 に混入することも抑制できる。50

【 0 0 6 0 】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層 205 は、ゲート絶縁膜 203 及び保護膜 209 によって全体が覆われている。このような構成とすることで、ゲート絶縁膜 203 よりも基板 401 側の各層、及び、保護膜 209 よりも基板 406 側の各層に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層 205 に混入することを抑制できるため、好ましい。

【 0 0 6 1 】

また、構成例 2 では、有機絶縁膜 407 の端部側面の外側にシール材 405 が設けられており、有機絶縁膜 407 の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜 407 を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

10

【 0 0 6 2 】**構成例 3**

図 3 (A) に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図 3 (B) は図 3 (A) における一点鎖線 A3 - B3 間の断面図である。

【 0 0 6 3 】

図 3 (A) に示す表示装置は、基板 401 上に、画素部 402、信号線駆動回路 403、走査線駆動回路 404、及び FPC 418 を有する。シール材 405 は、画素部 402、信号線駆動回路 403、及び走査線駆動回路 404 を囲むように枠状に配置され、基板 401 及び基板 406 を貼り合わせている。図 3 (B) に示すように、基板 401 及び基板 406 がシール材 405 で貼り合わされた空間 408 に、トランジスタ 251、トランジスタ 450、及び発光素子 270 等が設けられている。

20

【 0 0 6 4 】

表示装置の画素部 402 及び駆動回路はそれぞれトランジスタを複数有しており、図 3 (B) では、画素部 402 に含まれるトランジスタ 251 及び信号線駆動回路 403 に含まれるトランジスタ 450 を例示している。トランジスタ 251 は、構成例 1 と同様であるため、詳細な説明は省略する。また、トランジスタ 450 は、トランジスタ 251 と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

30

【 0 0 6 5 】

また、駆動回路用のトランジスタ（例えばトランジスタ 450）の酸化物半導体層のチャネル形成領域と重なる位置（例えば保護膜 209 上や有機絶縁膜 407 上）にさらに導電層を設けてもよい。導電層を酸化物半導体層のチャネル形成領域と重なる位置に設けることによって、トランジスタのしきい値電圧の変化量を低減することができる。また、導電層は、電位がトランジスタのゲート電極と同じでもよいし、異なっていても良く、第 2 のゲート電極として機能させることもできる。また、導電層の電位が GND、0V であってもよい。

30

【 0 0 6 6 】

また、該導電層は外部の電場を遮蔽する、すなわち外部の電場が内部（トランジスタを含む回路部）に作用しないようにする機能（特に静電気に対する静電遮蔽機能）も有する。導電層の遮蔽機能により、静電気などの外部の電場の影響によりトランジスタの電気的特性が変動することを防止することができる。

40

【 0 0 6 7 】

さらに、画素部 402 及び信号線駆動回路 403 には、トランジスタ 251 及びトランジスタ 450 を覆う保護膜 209 が設けられている。保護膜 209 の構成も構成例 1 と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 8 】

保護膜 209 上には有機絶縁膜 407 が設けられ、有機絶縁膜 407 上には、トランジスタ 251 と電気的に接続する発光素子 270 が設けられている。発光素子 270 としては、エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子を適用することができる。本実施の形態では、有機 EEL 素子を用いる。発光素子 270 は、下部電極 426、電界発光層 427、及び上部電極 428 を有する。下部電極 426 又は上部電極 428 の少なくとも一方は透

50

光性を有する。下部電極 426 の端部は隔壁 429 で覆われている。

【0069】

また、構成例 3 では、表示装置の端部にまでシール材 405 が設けられている。このような構成は、後に示す構成例 6 (図 7 (A)) 等に比べて狭額縁化が図れるため好ましい。

【0070】

また、配線 415 及び配線 441 は、異方性導電膜 419 を介して FPC 418 と電気的に接続されている。ここで、配線 415 が第 1 のゲート絶縁膜 203a で覆われていない領域に配線 441 を形成することが、配線 415 の酸化を防止できるため好ましい。また、配線 415 が第 1 のゲート絶縁膜 203a で覆われていることで、シール材 405 と接する層が窒素を含む無機絶縁膜となり、シール材 405 との密着性を高めることができ、好ましい。配線 415 は、トランジスタ 251 のゲート電極と同じ導電層から形成され、配線 441 は、発光素子 270 の下部電極 426 と同じ導電層で形成されている。

10

【0071】

さらに、基板 401 及び基板 406 の間隔を調整するスペーサや、有機 EL 素子の上部電極と電気的に接続する補助配線を隔壁 429 上に設けてもよい。

【0072】

構成例 3 では、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a が接する。第 1 のゲート絶縁膜 203a は窒素を含む無機絶縁膜であるため、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材 405 と第 1 のゲート絶縁膜 203a の界面や第 1 のゲート絶縁膜 203a 中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ 251 やトランジスタ 450 に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。また、第 1 のゲート絶縁膜 203a は、基板 401 に含まれる水分等が酸化物半導体層 205 に混入することも抑制できる。

20

【0073】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層 205 は、ゲート絶縁膜 203 及び保護膜 209 によって全体が覆われている。このような構成とすることで、ゲート絶縁膜 203 よりも基板 401 側の各層、及び、保護膜 209 よりも基板 406 側の各層に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層 205 に混入することを抑制できるため、好ましい。

30

【0074】

また、構成例 3 では、有機絶縁膜 407 の端部側面の外側にシール材 405 が設けられており、有機絶縁膜 407 の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜 407 を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

40

【0075】

構成例 4

図 4 (A) に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図 4 (B) は、図 4 (A) における一点鎖線 A4 - B4 間を拡大した平面図、図 4 (C) は、図 4 (A) における一点鎖線 C4 - D4 間を拡大した平面図、図 4 (D) は、図 4 (A) における一点鎖線 A4 - B4 間、B4 - C4 間、及び C4 - D4 間の断面図である。

【0076】

図 4 (A) に示す表示装置は、基板 401 上に、画素部 402、信号線駆動回路 403、走査線駆動回路 404、及び FPC 418 を有する。シール材 405 は、画素部 402、信号線駆動回路 403、及び走査線駆動回路 404 を囲むように枠状に配置され、基板 401 及び基板 406 を貼り合わせている。

【0077】

図 4 (D) に示す画素部 402 は、トランジスタ 251、トランジスタ 251 を覆う保護膜 209、保護膜 209 上の有機絶縁膜 407、及び有機絶縁膜 407 上の発光素子 270 を有する。また、図 4 (D) に示す信号線駆動回路 403 は、トランジスタ 450 を有する。これらの構成は、構成例 3 (図 3 (B)) と同様であるため、詳細な説明は省略す

50

る。

【0078】

また、図4(D)に示す発光素子270は、上部電極428が透光性を有する上面射出構造である。基板406上には、カラーフィルタ413及びブラックマトリクス414が設けられている。

【0079】

また、配線415及び配線441は、異方性導電膜419を介してFPC418と電気的に接続されている。ここで、配線415がゲート絶縁膜203及び保護膜209で覆われていない領域に配線441を形成することが、配線415の酸化を防止できるため好ましい。また、配線415がゲート絶縁膜203及び保護膜209で覆われていることで、シール材405と接する層が窒素を含む無機絶縁膜となり、シール材405との密着性を高めることができ、好ましい。配線415は、トランジスタ251のゲート電極と同じ導電層から形成され、配線441は、発光素子270の下部電極426と同じ導電層で形成されている。

10

【0080】

構成例4では、シール材405と第2の保護膜209bが接する。第2の保護膜209bは窒素を含む無機絶縁膜であるため、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材405と第2の保護膜209bの密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と第2の保護膜209bの界面や第2の保護膜209b中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251やトランジスタ450に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。また、第2の保護膜209bは、有機絶縁膜407や隔壁429等に含まれる水分等が酸化物半導体層205に混入することも抑制できる。

20

【0081】

また、本実施の形態では、第1のゲート絶縁膜203a、第2のゲート絶縁膜203b、第1の保護膜209a、及び第2の保護膜209bのいずれも窒素を含む無機絶縁膜である。したがって、表示装置の端部にこれらの膜が存在しても、装置の外部に存在する水素や水がこれらの膜中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水がトランジスタ251やトランジスタ450に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

30

【0082】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われているといえる。このような構成とすることで、ゲート絶縁膜203よりも基板401側の各層、及び、保護膜209よりも基板406側の各層に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

40

【0083】

さらに、基板406において、シール材405と接する領域には、窒素を含む無機絶縁膜430が設けられている。表示装置の構成によっては、基板406上に、表示素子の電極、カラーフィルタ、又はブラックマトリクス等が設けられる。これらの層は必ずしもシール材405との密着性が高い層とは限らない。したがって、基板406上のシール材405と接する層として、窒素を含む無機絶縁膜430を設けることが好ましい。窒素を含む無機絶縁膜430を設けることで、基板401側だけでなく、基板406側でもシール材405と接する層及びシール材405の密着性が高くなり、表示装置の信頼性を高めることができる。

【0084】

また、図4(B)乃至(D)に示すように、構成例4では、有機絶縁膜407の端部側面の外側にシール材405が設けられており、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部(酸化物半導体等)に混入することを抑制できる。

50

【0085】

構成例5

図5に、タッチパネル機能を有する本発明の一態様が適用された表示装置の断面図を示す。

【0086】

図5では、基板401上に、トランジスタ251と、トランジスタ251を覆う第1の保護膜209aと、第1の保護膜209a上の第2の保護膜209bと、を有する。トランジスタ251の構成は構成例1(図1(D))等と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0087】

構成例5では、第1の保護膜209aの端部は、第2の保護膜209bで覆われている。第1の保護膜209aの端部は、基板401、基板406、及びシール材405で囲まれた領域内にあり、シール材405は、第2の保護膜209bと接している。第2の保護膜209bは窒素を含む無機絶縁膜であるため、水素や水等のプロッキング効果が高い。かつ、シール材405と第2の保護膜209bの密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と第2の保護膜209bの界面や第2の保護膜209b中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251やトランジスタ450に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。また、第2の保護膜209bは、有機絶縁膜407や隔壁429等に含まれる水分等が酸化物半導体層205に混入することも抑制できる。

10

20

30

【0088】

また、本実施の形態では、第1のゲート絶縁膜203a、及び第2の保護膜209bのいずれも窒素を含む無機絶縁膜である。したがって、表示装置の端部にこれらの膜が存在しても、装置の外部に存在する水素や水がこれらの膜中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水がトランジスタ251やトランジスタ450に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0089】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、第2のゲート絶縁膜203b及び第1の保護膜209aによって全体が覆われており、さらにその外側で、第1のゲート絶縁膜203a及び第2の保護膜209bによっても覆われている。このような構成とすることで、装置の外部に存在する水分等の不純物だけでなく、装置内部に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

30

【0090】

第2の保護膜209b上には、有機絶縁膜407が設けられている。構成例5では、有機絶縁膜407の端部側面の外側にシール材405が設けられており、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部(酸化物半導体等)に混入することを抑制できる。

【0091】

有機絶縁膜407上には、液晶素子261が設けられている。液晶素子261は、FFS(Fringing Field Switching)モードが適用された液晶素子であり、一対の電極(下部電極421及び上部電極422)が絶縁膜420を介して形成されている。

40

【0092】

また、上部電極422は、トランジスタ251が備える一対の電極の一方と電気的に接続されている。図5では、保護膜209及び絶縁膜420に設けられるコンタクトホールの大きさが、有機絶縁膜407に設けられるコンタクトホールの大きさに比べて小さい場合を示す。保護膜209と絶縁膜420が接することで有機絶縁膜407が露出しないため、コンタクトホールを介して、有機絶縁膜407に含まれる水分等の不純物がトランジスタ251の内部(酸化物半導体等)に混入することを抑制でき、好ましい。

50

【0093】

ただし、有機絶縁膜407は、作製工程中の加熱処理等で、内部に残留する水分等の不純物を表示装置の外部に放出することができる。表示装置の完成後に有機絶縁膜407内に残留する不純物を低減することができ、トランジスタや表示素子の信頼性を高めることができる。したがって、絶縁膜420が有機絶縁膜407全体を覆う構成に比べて、絶縁膜420が有機絶縁膜407上的一部にのみ設けられている構成が好ましい。

【0094】

また、配線416及び配線441は、異方性導電膜419aを介してFPC418aと電気的に接続されている。ここで、配線416が保護膜209で覆われていない領域に配線441を形成することが、配線416の酸化を防止できるため好ましい。また、配線416が保護膜209で覆われていることで、シール材405と接する層が窒素を含む無機絶縁膜となり、シール材405との密着性を高めることができ、好ましい。配線416は、トランジスタ251のソース電極及びドレイン電極と同じ導電層から形成され、配線441は、液晶素子261の一対の電極の少なくとも一方と同じ導電層で形成されている。

10

【0095】

基板406は、樹脂層410を介して基板409と貼り合わされている。基板409には、タッチパネル用の電極442及び電極443が層間絶縁膜444を介して設けられている。これらの構成を含むことで、本発明の一態様の表示装置にタッチパネルの機能を備えることができる。

20

【0096】

また、配線449は、異方性導電膜419bを介してFPC418bと電気的に接続されている。配線449は、タッチパネル用の電極443と同じ導電層から形成されている。

【0097】

なお、基板406と樹脂層410の間には、偏光フィルムや帯電防止層を適宜設けることができる。

【0098】

構成例6

図6(A)に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図6(B)は、図6(A)における一点鎖線A5-B5間を拡大した平面図、図6(C)は、図6(A)における一点鎖線D5-E5間を拡大した平面図、図6(D)は、図6(A)における一点鎖線A5-B5間、C5-D5間、及びD5-E5間の断面図である。

30

【0099】

図6(A)に示す表示装置は、基板401上に、画素部402、信号線駆動回路403、走査線駆動回路404、及びFPC418を有する。シール材405は、画素部402、信号線駆動回路403、及び走査線駆動回路404を囲むように枠状に配置され、基板401及び基板406を貼り合わせている。

40

【0100】

図6(D)に示す画素部402は、トランジスタ251と、トランジスタ251を覆う保護膜209と、保護膜209上の有機絶縁膜407と、有機絶縁膜407上の液晶素子261と、を有する。トランジスタ251、保護膜209、及び有機絶縁膜407の構成は、構成例1(図1)と同様であり、液晶素子261の構成は、構成例5(図5)と同様であるため、詳細な説明は省略する。

40

【0101】

また、構成例6では、液晶層423にブルー相を発現する液晶組成物を用いる場合を示す。ブルー相を発現する液晶組成物を用いることで、配向膜が不要となり、作製工程を簡略化することができるため好ましい。

【0102】

また、配線416は、異方性導電膜419を介してFPC418と電気的に接続されている。配線416は、トランジスタ251の一対の電極(ソース電極及びドレイン電極)と同じ導電層から形成されている。

50

【0103】

構成例6では、シール材405と窒素を含む無機絶縁膜431が接する。無機絶縁膜431は、液晶素子261が備える絶縁膜420と同じ絶縁膜で形成されており、本実施の形態では、窒化シリコン膜を用いる。無機絶縁膜431は、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材405と無機絶縁膜431の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と無機絶縁膜431の界面や無機絶縁膜431中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0104】

無機絶縁膜431は、窒素を含む無機絶縁膜であり、例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜等を用いることができる。また、実施の形態2で説明するゲート絶縁膜や保護膜に用いることができる窒素を含む無機絶縁膜を無機絶縁膜431として用いることができる。

10

【0105】

また、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われている。このような構成とすることで、ゲート絶縁膜203よりも基板401側の各層、及び、保護膜209よりも基板406側の各層に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

20

【0106】

また、図6(B)乃至(D)に示すように、構成例6では、有機絶縁膜407の端部側面の外側にシール材405が設けられており、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部(酸化物半導体等)に混入することを抑制できる。

【0107】

構成例7

図7(A)に本発明の一態様の表示装置の平面図を示す。図7(B)は、図7(A)における一点鎖線A6-B6及びC6-D6間の断面図である。

【0108】

図7(B)では、基板401上にトランジスタ251と、トランジスタ251を覆う保護膜209と、を有する。これらの構成は、構成例1等と同様であるため、詳細な説明は省略する。

30

【0109】

保護膜209上には有機絶縁膜407が設けられている。構成例7では、有機絶縁膜407の端部側面の外側にシール材405が設けられており、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部(酸化物半導体等)に混入することを抑制できる。

【0110】

また、有機絶縁膜407上には、液晶素子261が設けられている。液晶素子261は、FFSモードが適用された液晶素子であり、一対の電極(下部電極421及び上部電極422)が絶縁膜420を介して形成されている。また、下部電極421は、トランジスタ251が備える一対の電極の一方と電気的に接続されている。

40

【0111】

また、配線415、配線416、配線417、及び配線441は、異方性導電膜419を介してFPC418と電気的に接続されている。ここで、配線416を覆う配線441を形成することで、配線416の酸化を防止できるため好ましい。また、配線441が無機絶縁膜431で覆われていることで、シール材405と接する層が無機絶縁膜431となり、シール材405との密着性を高めることができ、好ましい。配線415は、トランジスタ251のゲート電極と同じ導電層から形成され、配線416及び配線417は、トランジスタ251の一対の電極(ソース電極及びドレイン電極)と同じ導電層から形成され

50

、配線 441は、液晶素子261の下部電極421もしくは上部電極422と同じ導電層で形成され、無機絶縁膜431は、絶縁膜420と同じ絶縁膜で形成されている。

【0112】

構成例7では、シール材405と窒素を含む無機絶縁膜431が接する。無機絶縁膜431は、液晶素子261が備える絶縁膜420と同じ絶縁膜で形成されており、本実施の形態では、窒化シリコン膜を用いる。無機絶縁膜431は、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材405と無機絶縁膜431の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と無機絶縁膜431の界面や無機絶縁膜431中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

10

【0113】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われている。このような構成とすることで、装置の外部に存在する水分等の不純物だけでなく、装置内部に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

【0114】

このように、本発明の一態様を適用することで、基板401、基板406、及びシール材405で囲まれた空間の外部に存在する水分等の不純物がトランジスタ（酸化物半導体等）に混入することが抑制された、信頼性の高い表示装置が実現できる。

【0115】

また、本実施の形態では、第1のゲート絶縁膜203a及び無機絶縁膜431のいずれも窒素を含む無機絶縁膜である。したがって、表示装置の端部にこれらの膜が存在しても、装置の外部に存在する水素や水がこれらの膜中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水がトランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

20

【0116】

構成例8

図8(A)に、図7(A)における一点鎖線A6-B6及びC6-D6間の断面図の別の例を示す。

【0117】

図8(A)に示す画素部402は、トランジスタ251と、トランジスタ251を覆う保護膜209と、を有する。これらの構成は、構成例1(図1)と同様であるため、詳細な説明は省略する。また、スペーサ425、及び配向膜424として機能する絶縁膜についても同様である。

30

【0118】

保護膜209上には、有機絶縁膜407が設けられ、有機絶縁膜407上には、液晶素子262が設けられている。液晶素子262は、横電界方式の一例であるIPS(In-Plane-Switching)モードが適用された液晶素子であり、一対の電極(下部電極421及び上部電極422)が同一面上(ここでは有機絶縁膜407上)に形成されている。また、下部電極421は、トランジスタ251が備える一対の電極の一方と電気的に接続されている。

40

【0119】

また、配線416は、異方性導電膜419を介してFPC418と電気的に接続されている。配線416は、トランジスタ251の一対の電極(ソース電極及びドレイン電極)と同じ導電層から形成されている。

【0120】

構成例8では、シール材405と窒素を含む無機絶縁膜431が接する。無機絶縁膜431としては、窒化シリコン膜を用いる。無機絶縁膜431は、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつ、シール材405と無機絶縁膜431の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と無機絶縁膜431の界面や無機絶縁膜

50

431中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0121】

構成例8では、窒素を含む無機絶縁膜431が有機絶縁膜407の外側領域から有機絶縁膜407の端部側面及び端部上面を覆っているため、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。かつて、有機絶縁膜407上にシール材405を形成することで、表示装置の狭額縫化を図ることができ、好ましい。

【0122】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われている。このような構成とすることで、装置の外部に存在する水分等の不純物だけでなく、装置内部に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

【0123】

また、本実施の形態では、第1のゲート絶縁膜203a、第2のゲート絶縁膜203b、第1の保護膜209a、第2の保護膜209b及び無機絶縁膜431のいずれも窒素を含む無機絶縁膜である。したがって、表示装置の端部にこれらの膜が存在しても、装置の外部に存在する水素や水がこれらの膜中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水がトランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0124】

構成例9

図8(B)に、図7(A)における一点鎖線A6-B6及びC6-D6間の断面図の別の例を示す。

【0125】

図8(B)に示す画素部402は、トランジスタ251と、トランジスタ251を覆う保護膜209と、保護膜209上の有機絶縁膜407と、有機絶縁膜407上の発光素子270と、を有する。これらの構成は、構成例3(図3(B))と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0126】

構成例9では、シール材405と窒素を含む無機絶縁膜431が接する。無機絶縁膜431としては、窒化シリコン膜を用いる。無機絶縁膜431は、水素や水等のブロッキング効果が高い。かつて、シール材405と無機絶縁膜431の密着性は高い。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、シール材405と無機絶縁膜431の界面や無機絶縁膜431中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水が、トランジスタ251に含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。

【0127】

また、構成例9では、有機絶縁膜407の端部側面の外側にシール材405が設けられており、有機絶縁膜407の端部側面が大気に露出しない。したがって、大気中の水分等が、有機絶縁膜407を介して表示装置の内部、さらにはトランジスタの内部（酸化物半導体等）に混入することを抑制できる。

【0128】

また、トランジスタに含まれる酸化物半導体層205は、ゲート絶縁膜203及び保護膜209によって全体が覆われている。このような構成とすることで、装置の外部に存在する水分等の不純物だけでなく、装置内部に含まれる水分等の不純物が酸化物半導体層205に混入することを抑制できるため、好ましい。

【0129】

このように、本発明の一態様を適用することで、基板401、基板406、及びシール材405で囲まれた空間の外部に存在する水分等の不純物がトランジスタ（酸化物半導体等）

10

20

30

40

50

)に混入することが抑制された、信頼性の高い表示装置が実現できる。したがって、該空間の外側に、有機絶縁膜407と同じ有機材料で形成された層(例えば、配線416上に設けられた樹脂層490等)が存在しても、これらの層に含まれる水分等の不純物により、トランジスタや表示装置の信頼性が低下することを抑制できる。

【0130】

以下では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる材料の一例を記す。

【0131】

[基板]

基板401及び基板406としては、少なくとも作製工程中の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有する材料を用いる。例えば、ガラス基板、セラミック基板、石英基板、サファイア基板等を用いることができる。また、シリコンや炭化シリコン等の単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI基板等を適用することも可能である。

10

【0132】

また、基板401として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、下地膜やトランジスタを形成してもよい。また、基板401と下地膜の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に素子を一部あるいは全部完成させた後、基板401より分離し、他の基板に転載するのに用いることができる。その際、トランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性基板にも転載できる。

20

【0133】

[下地膜]

基板401上の下地膜は、必要で無ければ設けなくてもよいが、トランジスタの特性安定化等のため、設けることが好ましい。下地膜としては、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化ガリウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜等を用いることができる。なお、窒化シリコン膜、酸化ガリウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化アルミニウム膜等を用いることで、基板401から不純物(代表的にはアルカリ金属、水、水素等)が酸化物半導体層205へ拡散することを抑制できる。なお、本明細書中ににおいて、酸化窒化シリコン膜とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い膜を指し、窒化酸化シリコン膜とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い膜を指す。

30

【0134】

[シール材]

シール材405には、熱硬化樹脂、もしくは光硬化樹脂等の有機樹脂や、ガラス等を用いることができる。ガラス等の無機材料は樹脂に比べて透湿性が低いため、シール材405にガラスを用いることで、樹脂を用いる場合に比べて表示装置の信頼性が高くなり、好ましい。

40

【0135】

また、シール材405にガラスを用いる場合、シール材405と接する窒素を含む無機絶縁膜は、脱ガス成分が少ない膜であることが好ましい。ガラスフリットに加熱処理を施す際、脱ガス成分が少ないとほど、ガラスと、該ガラスと接する層との密着性を高めることができる。したがって、実施の形態2で後述する、含有水素濃度の低い窒素を含むシリコン膜や、水素分子の放出量が 5×10^{-2} 分子/cm³未満であり、アンモニア分子の放出量が 1×10^{-2} 分子/cm³未満である窒化絶縁膜を用いることが好ましい。これにより、表示装置の信頼性を高めることができる。

【0136】

また、シール材405にガラスを用いる場合、シール材と接する窒素を含む無機絶縁膜が、酸素を含むことが好ましい。ガラスフリットを含むフリットペーストは、酸素を含む層に対する濡れ性が高いため、該酸素を含む層とシール材は高い密着性を実現できる。したがって、例えば、本明細書中に挙げる酸素及び窒素を含む無機絶縁膜を、シール材と接す

50

る窒素を含む無機絶縁膜として好適に用いることができる。

【0137】

また、シール材405は、乾燥剤が含まれた樹脂層であってもよい。乾燥剤としては、例えば、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウムや酸化バリウム等）のように、化学吸着によって水分を吸着する物質を用いることができる。その他の乾燥剤として、ゼオライトやシリカゲル等のように、物理吸着によって水分を吸着する物質を用いてもよい。乾燥剤が含まれていると、封止領域内の水分などの不純物を低減し、トランジスタ等の素子の信頼性が向上するため好ましい。

【0138】

[空間]

空間408は、アルゴンガスや窒素ガスなどの不活性ガス、又は有機樹脂などの固体で充填されていても良く、減圧雰囲気であってもよい。また、空間408に、乾燥剤を設けてもよい。

【0139】

[有機絶縁膜]

有機絶縁膜407としては、例えば、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン系樹脂等の有機材料を用いることができる。有機絶縁膜407は、トランジスタ起因の表面凹凸を低減するために平坦化機能を有する絶縁膜であることが好ましい。また、有機絶縁膜407と、低誘電率材料（low-k材料）や無機材料等を用いて形成した絶縁膜とを積層させてもよい。

【0140】

[隔壁]

隔壁429としては、有機絶縁材料、又は無機絶縁材料を用いて形成する。特に感光性の樹脂材料を用い、その開口部の側壁が連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することが好ましい。

【0141】

[液晶素子]

液晶層423には、サーモトロピック液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、低分子化合物でも高分子化合物でもよい。これらの液晶材料（液晶組成物）は、条件により、コレステリック相、スマートチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相、ブルー相等を示す。ブルー相を発現する液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性であるため配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよく、ラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の表示装置の不良や破損を軽減することができる。よって表示装置の生産性を向上させることができる。

【0142】

表示装置には、TN（Twisted Nematic）モード、IPSモード、FFSモード、ASM（Axially Symmetric aligned Microcell）モード、OCB（Optical Compensated Birefringence）モード、FLC（Ferroelectric Liquid Crystal）モード、AFLC（AntiFerroelectric Liquid Crystal）モードなどを用いることができる。

【0143】

また、ノーマリーブラック型の表示装置、例えば垂直配向（VA）モードを採用した透過型の表示装置としてもよい。垂直配向モードとしては、いくつか挙げられるが、例えば、MVA（Multi-Domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）モード、ASV（Advanced Super View）モードなどを用いることができる。

【0144】

また、表示装置において、ブラックマトリクス（遮光層）、偏光部材、位相差部材、反射

10

20

30

40

50

防止部材などの光学部材（光学基板）などは適宜設ける。例えば、偏光基板及び位相差基板による円偏光を用いてもよい。また、光源としてバックライト、サイドライトなどを用いてもよい。

【0145】

また、画素部における表示方式は、プログレッシブ方式やインターレース方式等を用いることができる。また、カラー表示する際に画素で制御する色要素としては、RGB（Rは赤、Gは緑、Bは青を表す）の三色に限定されない。例えば、RG BW（Wは白を表す）、又はRGBに、イエロー、シアン、マゼンタ等を一色以上追加したものがある。なお、色要素のドット毎にその表示領域の大きさが異なっていてもよい。ただし、開示する発明はカラー表示の表示装置に限定されるものではなく、モノクロ表示の表示装置に適用することもできる。

10

【0146】

[カラーフィルタ、ブラックマトリクス、オーバーコート層]

カラーフィルタには、例えば有彩色の透光性樹脂を用いることができる。有彩色の透光性樹脂としては、感光性、非感光性の有機樹脂を用いることができるが、感光性の有機樹脂層を用いるとレジストマスク数を削減することができるため、工程が簡略化し好ましい。

【0147】

有彩色は、黒、灰、白などの無彩色を除く色であり、カラーフィルタは、着色された有彩色のみを透過する材料で形成される。有彩色としては、赤色、緑色、青色などを用いることができる。また、シアン、マゼンダ、イエロー（黄）などを用いてもよい。着色された有彩色の光のみを透過するとは、カラーフィルタにおける透過光は、その有彩色の光の波長にピークを有するということである。カラーフィルタは、含ませる着色材料の濃度と光の透過率の関係に考慮して、最適な膜厚を適宜制御するとよい。例えば、カラーフィルタの膜厚は1500nm以上2000nm以下とすればよい。

20

【0148】

ブラックマトリクスは、隣接するカラーフィルタの間に設けられている。ブラックマトリクスは、可視光を遮光する材料を用いることができ、金属や、有機樹脂などの材料を用いて形成することができる。なお、ブラックマトリクスは、駆動回路部などの画素部以外の領域に設けてもよい。

30

【0149】

また、カラーフィルタ及びブラックマトリクスを覆うオーバーコート層を設けてもよい。オーバーコート層を設けることで、カラーフィルタに含有された不純物等の素子への拡散を防止することができる。オーバーコート層は、透光性の材料から構成され、例えば窒化シリコン、酸化シリコン等の無機絶縁材料や、アクリル、ポリイミド等の有機絶縁材料を用いることができる。

【0150】

[発光素子]

発光素子としては、有機EL素子や無機EL素子等のエレクトロルミネッセンスを利用する発光素子を用いることができる。

40

【0151】

発光素子は発光を取り出すために少なくとも一対の電極の一方が透光性であればよい。発光素子の構造としては、基板上にトランジスタ及び発光素子を形成し、基板とは逆側の面から発光を取り出す上面射出構造や、基板側の面から発光を取り出す下面射出構造や、基板側及び基板とは反対側の面から発光を取り出す両面射出構造があり、本実施の形態の表示装置には、どの射出構造の発光素子も適用することができる。

【0152】

発光素子に酸素、水素、水分、二酸化炭素等が混入しないように、上部電極及び隔壁上に発光素子の保護膜を形成してもよい。発光素子の保護膜としては、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜等を形成することができる。該発光素子の保護膜には、窒素を含む無機絶縁膜を好適に用いることができる。本発明の

50

一態様の表示装置は、該発光素子の保護膜とシール材が接する構成としてもよい。

【0153】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0154】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様に適用できるトランジスタの構成について図9を用いて説明する。本実施の形態のトランジスタは、本発明の一態様の表示装置の画素部や、駆動回路等に用いることができる。

【0155】

図9(A)に示すトランジスタ300は、ゲート電極301、ゲート電極301上のゲート絶縁膜303、ゲート絶縁膜303上の酸化物半導体層305、酸化物半導体層305と電気的に接続する一対の電極307a、307b(ソース電極及びドレイン電極)を有する。また、トランジスタ300は保護膜309によって覆われている。

【0156】

トランジスタ300が有するゲート絶縁膜303は、ゲート電極301と接する第1のゲート絶縁膜303a、及び酸化物半導体層305と接する第2のゲート絶縁膜303bの2層からなる。

【0157】

トランジスタを備える表示装置は、第8世代(横2160mm×縦2460mm)以上のガラス基板に対応できるため、生産性が高く、コストが低いという利点を有する。一方で、ガラス基板を用いる場合、その絶縁性が高く、またその面積が大きいことから、静電気放電(ESD: Electro-Static Discharge)により基板上に設けられた素子等が破壊してしまう恐れがある。

【0158】

そこで、本発明の一態様の表示装置では、ゲート絶縁膜303として、窒素を含むシリコン膜を備える。窒素を含むシリコン膜は、酸化シリコン膜と比較して比誘電率が高く、同等の静電容量を得るのに必要な膜厚が大きいため、ゲート絶縁膜を物理的に厚膜化することができる。よって、トランジスタの絶縁耐圧の低下を抑制、さらには絶縁耐圧を向上させて、表示装置の静電破壊を抑制することができる。

【0159】

窒素を含むシリコン膜としては、例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜が挙げられるが、窒素の含有量が多い程高い比誘電率を有するため、窒化シリコン膜を適用することが好ましい。また、酸化シリコンのエネルギーギャップが8eVであるのに対して窒化シリコンのエネルギーギャップは5.5eVと小さく、それに応じて固有抵抗も小さいため、窒化シリコン膜を用いることでより高いESD耐性を付与することが可能となる。さらに、窒化シリコン膜をCVD法で成膜する場合、窒化酸化シリコン膜等の酸素と窒素を含むシリコン膜をCVD法で成膜する場合に適用される温室効果ガスであるN₂Oガスを用いる必要がない。

【0160】

本実施の形態において、第1のゲート絶縁膜303a及び第2のゲート絶縁膜303bとしては、窒化シリコン膜を適用する。よって、材料や成膜条件によっては、第1のゲート絶縁膜303a及び第2のゲート絶縁膜303bの界面が不明確になる場合もある。

【0161】

第1のゲート絶縁膜303aとしては、第2のゲート絶縁膜303bよりも大きい膜厚を有し、膜中欠陥が低減された窒化シリコン膜を用いる。例えば、第1のゲート絶縁膜303aの膜厚を300nm以上400nm以下とする。また、電子スピン共鳴法(ESR: Electron Spin Resonance)においてNcセンター(g値が2.003)に現れる信号に対応するスピン密度が、好ましくは 1×10^{17} spins/cm³以下、より好ましくは 5×10^{16} spins/cm³以下である窒化シリコン膜を適用する。このように、膜中欠陥が低減された窒化シリコン膜を大きい膜厚(例えば、3

10

20

30

40

50

0 0 nm 以上) で設けることにより、第 1 のゲート絶縁膜 303a の絶縁耐圧を、例えば 300 V 以上とすることが可能である。

【 0162 】

また、第 2 のゲート絶縁膜 303b は酸化物半導体層 305 と接するため、含有水素濃度の低減された窒化シリコン膜を適用する。第 2 のゲート絶縁膜 303b の水素濃度は、少なくとも第 1 のゲート絶縁膜 303a よりも低い濃度とする。例えば、プラズマ CVD 法により、第 1 のゲート絶縁膜 303a 及び第 2 のゲート絶縁膜 303b を成膜する場合に、供給ガス中に含まれる水素濃度を低下させることで、第 2 のゲート絶縁膜 303b の水素濃度を第 1 のゲート絶縁膜 303a よりも低減することができる。具体的には、第 1 のゲート絶縁膜 303a 及び第 2 のゲート絶縁膜 303b として窒化シリコン膜を形成する場合には、第 1 のゲート絶縁膜 303a を成膜する際の供給ガスよりもアンモニア流量を低減、又はアンモニアを用いずに第 2 のゲート絶縁膜 303b を成膜すればよい。

10

【 0163 】

また、第 2 のゲート絶縁膜 303b の膜厚は 25 nm 以上 150 nm 以下とする。第 2 のゲート絶縁膜 303b として含有水素濃度が低減された窒化シリコン膜を設けることで、酸化物半導体層 305 への水素、又は水素化合物(例えば、水)の混入を低減することができる。水素は酸化物半導体中でキャリアの生成要因となり、トランジスタのしきい値電圧をマイナス方向に変動(シフト)させる要因となるため、水素濃度の低減された窒化シリコン膜を第 2 のゲート絶縁膜 303b として設けることで、トランジスタの電気特性を安定化させることができる。

20

【 0164 】

ゲート絶縁膜 303 は、面内バラツキ、パーティクル混入及び成膜タクトを低減する観点から、CVD 法を用いて成膜を行うことが効果的である。また、CVD 法は、大面積基板に対する成膜についても効果的である。

【 0165 】

本実施の形態では、プラズマ CVD 法によって第 1 のゲート絶縁膜 303a 及び第 2 のゲート絶縁膜 303b を連続的に形成する。まず、供給ガスをシラン(SiH₄)、窒素(N₂) 及びアンモニア(NH₃) の混合ガスとして、第 1 のゲート絶縁膜 303a となる窒化シリコン膜を成膜し、その後、供給ガスを、シラン(SiH₄) と窒素(N₂) の混合ガスに切り替えて、第 2 のゲート絶縁膜 303b となる窒化シリコン膜を成膜する。

30

【 0166 】

プラズマ CVD 法の供給ガスをシラン、窒素及びアンモニアの混合ガスとして成膜された窒化シリコン膜は、供給ガスをシランと窒素の混合ガスとして成膜された窒化シリコン膜よりも膜中欠陥を低減することができる。よって、第 1 のゲート絶縁膜 303a は、少なくとも第 2 のゲート絶縁膜 303b よりも膜中欠陥の低減された膜であり、例えば、電子スピン共鳴法において Nc センター(g 値が 2.003) に現れる信号に対応するスピン密度を、好ましくは $1 \times 10^{17} \text{ spins/cm}^3$ 以下、より好ましくは $5 \times 10^{16} \text{ spins/cm}^3$ 以下とすることができます。また、混合ガスにアンモニアを含んで成膜された窒化シリコン膜は、供給ガスをシランと窒素の混合ガスとした場合よりも被覆性の良好な膜とすることができますため、ゲート電極 301 に接するゲート絶縁膜として、上述の混合ガスを用いた窒化シリコン膜を設けることは有効である。

40

【 0167 】

一方、材料ガス中にアンモニアを含まずに成膜された第 2 のゲート絶縁膜 303b は、第 1 のゲート絶縁膜 303a と比較して含有水素濃度が低い膜とすることができます。このような膜を酸化物半導体層 305 と接して設けることで、第 2 のゲート絶縁膜 303b から酸化物半導体層 305 への水素の混入を低減することができる。

【 0168 】

ゲート絶縁膜 303 として、膜中欠陥の低減された厚膜の第 1 のゲート絶縁膜 303a と、水素濃度の低減された第 2 のゲート絶縁膜 303b とを積層することで、絶縁耐圧を良好としつつ、酸化物半導体層 305 への水素等の不純物の拡散を抑制することができる。

50

よって、当該ゲート絶縁膜303を含むトランジスタの静電破壊を抑制し、且つ、電気特性を安定化させることが可能となる。

【0169】

図9(A)に示したゲート絶縁膜303を実施の形態1に示した各構成例に適用することで、上述の効果が得られ、より信頼性の高い表示装置を実現することができる。

【0170】

特に、図9(A)に示したゲート絶縁膜303を、実施の形態1に示した構成例1乃至構成例3のゲート絶縁膜203に適用することで、シール材405と接する層が、膜中欠陥が低減された窒化シリコン膜である第1のゲート絶縁膜303aとなる。第1のゲート絶縁膜303aは、窒素を含む無機絶縁膜であるため、シール材405との密着性が高く、水素や水等のブロッキング効果も高い。したがって、シール材405と接する層として好適に用いることができ、それにより信頼性の高い表示装置を実現できる。10

【0171】

また、本発明の一態様の表示装置において、保護膜に用いる材料等によっては、シール材405と重なる領域の第2のゲート絶縁膜203bが除去されず、シール材405と接する層が、含有水素濃度の低減された窒化シリコン膜である第2のゲート絶縁膜203bとなる場合もある。本実施の形態における第2のゲート絶縁膜303bは、窒素を含む無機絶縁膜であるため、シール材405との密着性が高く、水素や水等のブロッキング効果も高い。したがって、第2のゲート絶縁膜203bも、シール材405と接する層として好適に用いることができ、それにより信頼性の高い表示装置を実現できる。20

【0172】

また、第1のゲート絶縁膜303a及び第2のゲート絶縁膜303bは、窒素を含む無機絶縁膜である。したがって、表示装置の端部にこれらの膜が存在しても、装置の外部に存在する水素や水がこれらの膜中に混入することを抑制できる。したがって、装置の外部に存在する水素や水がトランジスタに含まれる酸化物半導体中に混入することを抑制できる。20

【0173】

図9(B)に示すトランジスタでは、ゲート絶縁膜303が、ゲート電極301と接する第1のゲート絶縁膜303aと、第1のゲート絶縁膜303a上の第2のゲート絶縁膜303bと、酸化物半導体層305と接する第3のゲート絶縁膜303cと、を含む。第1のゲート絶縁膜303a及び第2のゲート絶縁膜303bは上述の構成を適用できる。30

【0174】

酸化物半導体を用いたトランジスタにおいて、酸化物半導体層に含まれる酸素欠損は、トランジスタの電気特性の不良に繋がる。したがって、本発明の一態様の表示装置では、酸化物半導体層の酸素欠損の含有量が低減されたトランジスタを備えることが好ましい。酸化絶縁膜（より好ましくは、化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含む酸化絶縁膜）を酸化物半導体層に接して設けることで、加熱処理等によって、酸化絶縁膜に含まれる酸素を酸化物半導体層に拡散させることができる。この結果、酸化物半導体層に含まれる酸素欠損量を低減することができる。

【0175】

上記理由により、酸化物半導体層305と接する第3のゲート絶縁膜303cとしては、酸化シリコン膜、酸化ガリウム膜、酸化アルミニウム膜等の酸素を含む絶縁膜を用いることが好ましい。特に、第3のゲート絶縁膜303cが化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含み、加熱処理により酸素の一部が脱離する酸化絶縁膜であることが好ましい。第3のゲート絶縁膜303cから酸化物半導体層305へ酸素を供給することが可能となり、酸化物半導体層305からの酸素の脱離を防止するとともに酸素欠損を補填することが可能となるためである。このような酸化絶縁膜の作製方法としては、例えば、酸素雰囲気下にて第3のゲート絶縁膜303cを形成すればよい。又は、成膜後の第3のゲート絶縁膜303cに酸素を導入してもよい。40

【0176】

10

20

30

40

50

図9(C)に示すトランジスタでは、保護膜309が、酸化物半導体層305と接するように設けられた第1の保護膜309aと、第1の保護膜309aと接するように設けられた第2の保護膜309bと、第2の保護膜309bと接するように設けられた第3の保護膜309cの3層からなる。

【0177】

第1の保護膜309aは、酸素が拡散する酸化絶縁膜である。なお、ここで酸素の拡散とは、第1の保護膜309aを通過して酸化物半導体層305に酸素が移動することのか、第1の保護膜309aに留まる酸素の移動も含まれる。

【0178】

第1の保護膜309aとして酸素が拡散する酸化絶縁膜を形成すると、第1の保護膜309a上に設けられる化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含む酸化絶縁膜(第2の保護膜309b)から放出される酸素を、第1の保護膜309aを介して酸化物半導体層305に拡散させることができる。

【0179】

第1の保護膜309aとしては、厚さが5nm以上150nm以下、好ましくは5nm以上50nm以下、より好ましくは10nm以上30nm以下の酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜等を用いることができる。

【0180】

第1の保護膜309aに接するように第2の保護膜309bが形成されている。第2の保護膜309bは化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含み、加熱処理により酸素の一部が脱離する酸化絶縁膜である。

【0181】

第2の保護膜309bとしては、厚さが30nm以上500nm以下、好ましくは150nm以上400nm以下の酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜等を用いることができる。

【0182】

加熱処理により酸素の一部が脱離する酸化絶縁膜を第2の保護膜309bとして第1の保護膜309a上に設けることで、酸化物半導体層305に酸素を拡散させ、酸化物半導体層305に含まれる酸素欠損を補填することが可能である。又は、基板を加熱しながら第2の保護膜309bを第1の保護膜309a上に形成することで、酸化物半導体層305に酸素を拡散させ、酸化物半導体層305に含まれる酸素欠損を補填することが可能である。又は、第1の保護膜309a上に第2の保護膜309bを形成した後、加熱処理することにより、酸素を酸化物半導体層305に拡散させ、酸化物半導体層305に含まれる酸素欠損を補填することが可能である。この結果、酸化物半導体層305に含まれる酸素欠損量を低減することができる。

【0183】

酸化物半導体層305のバックチャネル(酸化物半導体層305において、ゲート電極301と対向する面と反対側の面)に、酸素が拡散する酸化絶縁膜を介して、化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含む酸化絶縁膜を設けることで、酸化物半導体層305のバックチャネル側に酸素を拡散させることができ、当該領域の酸素欠損を低減することができる。

【0184】

第3の保護膜309cとしては、窒化絶縁膜を用いる。具体的には、昇温脱離ガス分析法(TDS: Thermal Desorption Spectroscopy)において、水素分子の放出量が 5×10^{21} 分子/cm³未満、好ましくは 3×10^{21} 分子/cm³以下、さらに好ましくは 1×10^{21} 分子/cm³以下であり、且つアンモニア分子の放出量が 1×10^{22} 分子/cm³未満、好ましくは 5×10^{21} 分子/cm³以下、さらに好ましくは 1×10^{21} 分子/cm³以下である窒化絶縁膜を用いる。第3の保護膜309cから放出される水素量及び窒素の供給源であるアンモニア量が少ないため、トランジスタに含まれる酸化物半導体層305への水素及び窒素の移動量が少ない。

10

20

30

40

50

【0185】

酸化物半導体層305に含まれる水素は、金属原子と結合する酸素と反応して水となると共に、酸素が脱離した格子(あるいは酸素が脱離した部分)には欠損が形成されてしまう。また、水素の一部が酸素と反応することで、キャリアである電子が生じてしまう。また、酸化物半導体層305に含まれる窒素は、金属元素又は酸素と反応することで、キャリアである電子が生じてしまう。この結果、酸化物半導体層305を有するトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。これらのため、酸化物半導体層305中の水素及び窒素を極めて減らすことにより、しきい値電圧のマイナスシフトを抑制することができると共に、電気特性のばらつきを低減することができる。また、トランジスタのソース及びドレインにおけるリーク電流を、代表的には、オフ電流を低減することが可能である。

10

【0186】

このため、トランジスタ上に、水素分子の放出量及びアンモニア分子の放出量が少ない窒化絶縁膜を設けることで、窒化絶縁膜から酸化物半導体層305への水素及びアンモニアの移動量が少なく、酸化物半導体層305中の水素及び窒素の濃度を低減することができる。また、トランジスタ上には第3の保護膜309cが設けられているため、外部から酸化物半導体層305への水の混入を低減することができる。即ち、酸化物半導体層305への水に含まれる水素の混入を抑制することができる。以上の結果、しきい値電圧のマイナスシフトを抑制することができると共に、電気特性のばらつきを低減することができる。また、トランジスタのソース及びドレインにおけるリーク電流を、代表的には、オフ電流を低減することが可能である。

20

【0187】

第3の保護膜309cとしては、厚さが50nm以上200nm以下の窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜等を用いることができる。

【0188】

第3の保護膜309cとしてプラズマCVD法により窒化シリコン膜を形成する場合、シリコンを含む堆積性気体、窒素、及びアンモニアを原料ガスとして用いる。原料ガスとして、窒素と比較して少量のアンモニアを用いることで、プラズマ中でアンモニアが解離し、活性種が発生する。当該活性種が、シリコンを含む堆積性気体に含まれるシリコン及び水素の結合、及び窒素原子間の三重結合を切断する。この結果、シリコン及び窒素の結合が促進され、シリコン及び水素の結合が少なく、欠陥が少なく、緻密な窒化シリコン膜を形成することができる。一方、原料ガスにおいて、窒素に対するアンモニアの量が多いと、シリコンを含む堆積性気体及び窒素それぞれの分解が進まず、シリコン及び水素結合が残存してしまい、欠陥が増大した、且つ粗な窒化シリコン膜が形成されてしまう。これらのため、原料ガスにおいて、アンモニアに対する窒素の流量比を5以上50以下、好ましくは10以上50以下とすることが好ましい。

30

【0189】

図9(C)に示した保護膜309を実施の形態1に示した各構成例に適用することで、上述の効果が得られ、より信頼性の高い表示装置を実現することができる。

40

【0190】

特に、図9(C)に示した保護膜309を実施の形態1に示した構成例4や構成例5の保護膜209に適用することで、シール材405と接する層が、水素分子の放出量及びアンモニア分子の放出量が少ない窒化絶縁膜である第3の保護膜309cとなる。第3の保護膜309cは、窒素を含む無機絶縁膜であるため、シール材405との密着性が高く、水素や水等のブロッキング効果も高い。したがって、シール材405と接する層として好適に用いることができ、それにより信頼性の高い表示装置を実現できる。

【0191】

なお、第2の保護膜309bの形成工程において、酸化物半導体層305にダメージが入らない場合は、第1の保護膜309aを設げず、加熱処理により酸素の一部が脱離する酸化絶縁膜である第2の保護膜309bを酸化物半導体層205と接して設けてよい。

50

【0192】

また、保護膜309は、酸化物半導体層305と接するように設けられた第1の保護膜309aと、第1の保護膜309aと接するように設けられた第2の保護膜309bの2層からなる構成を適用してもよい。

【0193】

本発明の一態様の表示装置の配線や電極としては各種の導電膜を用いることができる。例えば、アルミニウム、クロム、銅、タンタル、チタン、モリブデン、タングステンから選ばれた金属元素、上述した金属元素を成分とする合金、又は上述した金属元素を組み合わせた合金等を用いて単層構造又は積層構造で形成することができる。また、マンガンやジルコニウムを用いてもよい。例えば、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造、アルミニウム膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、窒化タンタル膜又は窒化タングステン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、チタン膜上にアルミニウム膜を積層し、さらにその上にチタン膜を成膜する三層構造等が挙げられる。10

【0194】

また、インジウム錫酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等の透光性を有する導電性材料を適用することもできる。また、上記透光性を有する導電性材料と、上記金属元素の積層構造とすることもできる。20

【0195】

以下では、本発明の一態様に適用できる酸化物半導体層について説明する。

【0196】

酸化物半導体層

酸化物半導体層305に用いる酸化物半導体は、少なくともインジウム(I_n)もしくは亜鉛(Z_n)を含むことが好ましい。又は、I_nとZ_nの双方を含むことが好ましい。また、該酸化物半導体を用いたトランジスタの電気特性のばらつきを減らすため、それと共に、スタビライザーの一つは複数を有することが好ましい。

【0197】

スタビライザーとしては、ガリウム(Ga)、スズ(Sn)、ハフニウム(Hf)、アルミニウム(Al)、又はジルコニウム(Zr)等が挙げられる。また、他のスタビライザーとしては、ランタノイドである、ラントン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジム(Pr)、ネオジム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユウロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)等が挙げられる。30

【0198】

例えば、酸化物半導体として、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、I_n-Z_n系酸化物、Sn-Zn系酸化物、Al-Zn系酸化物、Zn-Mg系酸化物、Sn-Mg系酸化物、In-Mg系酸化物、In-Ga系酸化物、In-W系酸化物、In-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、Sn-Ga-Zn系酸化物、Al-Ga-Zn系酸化物、Sn-Al-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物、In-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物を用いることができる。40

10

20

30

40

50

【0199】

なお、ここで、例えば、In-Ga-Zn系酸化物とは、InとGaとZnを主成分として有する酸化物という意味であり、InとGaとZnの比率は問わない。また、InとGaとZn以外の金属元素が入っていてもよい。

【0200】

また、酸化物半導体として、 $InMO_3 (ZnO)_m$ ($m > 0$ 、かつ、 m は整数でない)で表記される材料を用いてもよい。なお、Mは、Ga、Fe、Mn及びCoから選ばれた一の金属元素又は複数の金属元素を示す。また、酸化物半導体として、 $In_2SnO_5 (ZnO)_n$ ($n > 0$ 、かつ、 n は整数)で表記される材料を用いてもよい。

【0201】

例えば、 $In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1$ ($= 1/3 : 1/3 : 1/3$)、 $In : Ga : Zn = 2 : 2 : 1$ ($= 2/5 : 2/5 : 1/5$)、あるいは $In : Ga : Zn = 3 : 1 : 2$ ($= 1/2 : 1/6 : 1/3$)の原子数比のIn-Ga-Zn系金属酸化物やその組成の近傍の酸化物を用いることができる。あるいは、 $In : Sn : Zn = 1 : 1 : 1$ ($= 1/3 : 1/3 : 1/3$)、 $In : Sn : Zn = 2 : 1 : 3$ ($= 1/3 : 1/6 : 1/2$)あるいは $In : Sn : Zn = 2 : 1 : 5$ ($= 1/4 : 1/8 : 5/8$)の原子数比のIn-Sn-Zn系金属酸化物やその組成の近傍の酸化物を用いるとよい。

10

【0202】

しかし、これらに限られず、必要とする半導体特性及び電気特性（電界効果移動度、しきい値電圧等）に応じて適切な組成のものを用いればよい。また、必要とする半導体特性及び電気特性を得るために、キャリア密度や不純物濃度、欠陥密度、金属元素と酸素の原子数比、原子間距離、密度等を適切なものとすることが好ましい。

20

【0203】

また、エネルギーギャップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。具体的には、酸化物半導体のエネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、より好ましくは3eV以上である。

【0204】

以下では、酸化物半導体膜の構造について説明する。

【0205】

酸化物半導体膜は、単結晶酸化物半導体膜と非単結晶酸化物半導体膜とに大別される。非単結晶酸化物半導体膜とは、非晶質酸化物半導体膜、微結晶酸化物半導体膜、多結晶酸化物半導体膜、CAAC-OS (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor) 膜などをいう。

30

【0206】

非晶質酸化物半導体膜は、膜中における原子配列が不規則であり、結晶成分を有さない酸化物半導体膜である。微小領域においても結晶部を有さず、膜全体が完全な非晶質構造の酸化物半導体膜が典型である。

【0207】

微結晶酸化物半導体膜は、例えば、1nm以上10nm未満の大きさの微結晶（ナノ結晶ともいう。）を含む。従って、微結晶酸化物半導体膜は、非晶質酸化物半導体膜よりも原子配列の規則性が高い。そのため、微結晶酸化物半導体膜は、非晶質酸化物半導体膜よりも欠陥準位密度が低いという特徴がある。

40

【0208】

CAAC-OS膜は、複数の結晶部を有する酸化物半導体膜の一つであり、ほとんどの結晶部は、一辺が100nm未満の立方体内に収まる大きさである。従って、CAAC-OS膜に含まれる結晶部は、一辺が10nm未満、5nm未満又は3nm未満の立方体内に収まる大きさの場合も含まれる。CAAC-OS膜は、微結晶酸化物半導体膜よりも欠陥準位密度が低いという特徴がある。以下、CAAC-OS膜について詳細な説明を行う。

【0209】

CAAC-OS膜を透過型電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron

50

ron Microscope) によって観察すると、結晶部同士の明確な境界、即ち結晶粒界(グレインバウンダリーともいう。)を確認することができない。そのため、CAAC-O_S膜は、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。

【0210】

CAAC-O_S膜を、試料面と概略平行な方向からTEMによって観察(断面TEM観察)すると、結晶部において、金属原子が層状に配列していることを確認できる。金属原子の各層は、CAAC-O_S膜の膜を形成する面(被形成面ともいう。)又は上面の凹凸を反映した形状であり、CAAC-O_S膜の被形成面又は上面と平行に配列する。

【0211】

一方、CAAC-O_S膜を、試料面と概略垂直な方向からTEMによって観察(平面TEM観察)すると、結晶部において、金属原子が三角形状又は六角形状に配列していることを確認できる。しかしながら、異なる結晶部間で、金属原子の配列に規則性は見られない。

【0212】

断面TEM観察及び平面TEM観察より、CAAC-O_S膜の結晶部は配向性を有していることがわかる。

【0213】

CAAC-O_S膜に対し、X線回折(XRD:X-Ray Diffraction)装置を用いて構造解析を行うと、例えばInGaZnO₄の結晶を有するCAAC-O_S膜のout-of-plane法による解析では、回折角(2θ)が31°近傍にピークが現れる場合がある。このピークは、InGaZnO₄の結晶の(009)面に帰属されることから、CAAC-O_S膜の結晶がc軸配向性を有し、c軸が被形成面又は上面に概略垂直な方向を向いていることが確認できる。

【0214】

一方、CAAC-O_S膜に対し、c軸に概略垂直な方向からX線を入射させるin-plane法による解析では、2θが56°近傍にピークが現れる場合がある。このピークは、InGaZnO₄の結晶の(110)面に帰属される。InGaZnO₄の単結晶酸化物半導体膜であれば、2θを56°近傍に固定し、試料面の法線ベクトルを軸(c軸)として試料を回転させながら分析(スキャン)を行うと、(110)面と等価な結晶面に帰属されるピークが6本観察される。これに対し、CAAC-O_S膜の場合は、2θを56°近傍に固定してスキャンした場合でも、明瞭なピークが現れない。

【0215】

以上のことから、CAAC-O_S膜では、異なる結晶部間ではa軸及びb軸の配向は不規則であるが、c軸配向性を有し、かつc軸が被形成面又は上面の法線ベクトルに平行な方向を向いていることがわかる。従って、前述の断面TEM観察で確認された層状に配列した金属原子の各層は、結晶のab面に平行な面である。

【0216】

なお、結晶部は、CAAC-O_S膜を成膜した際、又は加熱処理などの結晶化処理を行った際に形成される。上述したように、結晶のc軸は、CAAC-O_S膜の被形成面又は上面の法線ベクトルに平行な方向に配向する。従って、例えば、CAAC-O_S膜の形状をエッチングなどによって変化させた場合、結晶のc軸がCAAC-O_S膜の被形成面又は上面の法線ベクトルと平行にならないこともある。

【0217】

また、CAAC-O_S膜中の結晶化度が均一でなくてもよい。例えば、CAAC-O_S膜の結晶部が、CAAC-O_S膜の上面近傍からの結晶成長によって形成される場合、上面近傍の領域は、被形成面近傍の領域よりも結晶化度が高くなることがある。また、CAAC-O_S膜に不純物を添加する場合、不純物が添加された領域の結晶化度が変化し、部分的に結晶化度の異なる領域が形成されることもある。

【0218】

なお、InGaZnO₄の結晶を有するCAAC-O_S膜のout-of-plane法

10

20

30

40

50

による解析では、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍のピークの他に、 $2\theta = 36^\circ$ 近傍にもピークが現れる場合がある。 $2\theta = 36^\circ$ 近傍のピークは、CAC-O_x膜中の一部に、c軸配向性を有さない結晶が含まれることを示している。CAC-O_x膜は、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍にピークを示し、 $2\theta = 36^\circ$ 近傍にピークを示さないことが好ましい。

【0219】

CAC-O_x膜を用いたトランジスタは、可視光や紫外光の照射による電気特性の変動が小さい。よって、当該トランジスタは、信頼性が高い。

【0220】

なお、酸化物半導体膜は、例えば、非晶質酸化物半導体膜、微結晶酸化物半導体膜、CAC-O_x膜のうち、二種以上を有する積層膜であってもよい。

10

【0221】

CAC-O_x膜は、例えば、多結晶である酸化物半導体スパッタリングターゲットを行い、スパッタリング法によって成膜する。当該ターゲットにイオンが衝突すると、ターゲットに含まれる結晶領域がa-b面から劈開し、a-b面に平行な面を有する平板状又はペレット状のスパッタリング粒子として剥離することがある。この場合、当該スパッタリング粒子が、結晶状態を維持したまま基板に到達することで、CAC-O_x膜を成膜することができる。

【0222】

また、CAC-O_x膜を成膜するために、以下の条件を適用することが好ましい。

20

【0223】

成膜時の不純物混入を低減することで、不純物によって結晶状態が崩れることを抑制できる。例えば、成膜室内に存在する不純物濃度（水素、水、二酸化炭素、及び窒素など）を低減すればよい。また、成膜ガス中の不純物濃度を低減すればよい。具体的には、露点が-80以下、好ましくは-100以下である成膜ガスを用いる。

30

【0224】

また、成膜時の基板加熱温度を高めることで、基板到達後にスパッタリング粒子のマイグレーションが起こる。具体的には、基板加熱温度を100以上740以下、好ましくは200以上500以下として成膜する。成膜時の基板加熱温度を高めることで、平板状のスパッタリング粒子が基板に到達した場合、基板上でマイグレーションが起り、平らな面が基板に付着する。

【0225】

また、成膜ガス中の酸素割合を高め、電力を最適化することで成膜時のプラズマダメージを軽減することが好ましい。成膜ガス中の酸素割合は、30体積%以上、好ましくは100体積%とする。

40

【0226】

スパッタリングターゲットの一例として、In-Ga-Zn-O化合物ターゲットについて以下に示す。

【0227】

InO_x粉末、GaO_y粉末、及びZnO_z粉末を所定のmol数比で混合し、加圧処理後、1000以上1500以下の温度で加熱処理することで多結晶であるIn-Ga-Zn-O化合物ターゲットとする。なお、X、Y及びZは任意の正数である。ここで、所定のmol数比は、例えば、InO_x粉末、GaO_y粉末、及びZnO_z粉末が、2:2:1、8:4:3、3:1:1、1:1:1、4:2:3又は3:1:2である。なお、粉末の種類、及びその混合するmol数比は、作製するスパッタリングターゲットによって適宜変更すればよい。

【0228】

また、酸化物半導体層305は、複数の酸化物半導体膜が積層された構造でもよい。複数の酸化物半導体膜は、それぞれ異なる組成の金属酸化物を用いて形成してもよいし、構成元素を同一とし、両者の組成を異ならせて形成してもよい。例えば、第1のOS膜の原子数比をIn:Ga:Zn=1:1:1とし、第2のOS膜の原子数比をIn:Ga:Zn

50

= 3 : 1 : 2 としてもよい。また、第1のOS膜の原子数比をIn : Ga : Zn = 1 : 3 : 2 とし、第2のOS膜の原子数比をIn : Ga : Zn = 2 : 1 : 3 としてもよい。

【0229】

この時、第1のOS膜と第2のOS膜のうち、ゲート電極に近い側（チャネル側）の酸化物半導体膜のInとGaの含有率をIn > Ga とするといい。またゲート電極から遠い側（バックチャネル側）の酸化物半導体膜のInとGaの含有率をIn < Ga とするといい。

【0230】

また、酸化物半導体層305を3層構造とし、第1の酸化物半導体膜（第1のOS膜）乃至第3の酸化物半導体膜（第3のOS膜）の構成元素を同一とし、かつそれぞれの組成を異ならせてよい。例えば、第1のOS膜の原子数比をIn : Ga : Zn = 1 : 3 : 2 とし、第2のOS膜の原子数比をIn : Ga : Zn = 3 : 1 : 2 とし、第3のOS膜の原子数比をIn : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 としてもよい。

【0231】

Ga及びZnよりInの原子数比が小さい酸化物半導体膜は、Ga、Zn、及びInの原子数比が同じ酸化物半導体膜及びGa及びZnよりInの原子数比が大きい酸化物半導体膜と比較して、絶縁性が高い。つまり、先に例示した第1のOS膜（原子数比がIn : Ga : Zn = 1 : 3 : 2）は、第2のOS膜（原子数比がIn : Ga : Zn = 3 : 1 : 2）及び第3のOS膜（原子数比がIn : Ga : Zn = 1 : 1 : 1）と比較して、絶縁性が高いといえる。

【0232】

また、第1のOS膜（原子数比がIn : Ga : Zn = 1 : 3 : 2）が非晶質構造であると、さらに絶縁性が高まる。これにより、第2のOS膜及び第3のOS膜がチャネル領域として機能し、第1のOS膜はゲート絶縁膜として機能する。

【0233】

また、第1のOS膜及び第2のOS膜の構成元素は同一であるため、第1のOS膜は、第2のOS膜との界面におけるトラップ準位が少ない（第2のOS膜及び第3のOS膜についても同様である）。このため、酸化物半導体層305を上記構造とすることで、トランジスタの経時変化や光BTストレス試験によるしきい値電圧の変動量を低減することができる。

【0234】

酸化物半導体では主として重金属のs軌道がキャリア伝導に寄与しており、Inの含有率を多くすることにより、より多くのs軌道が重なるため、In > Gaの組成となる酸化物はIn < Gaの組成となる酸化物と比較して高い移動度を備える。また、GaはInと比較して酸素欠損の形成エネルギーが大きく酸素欠損が生じにくいため、In < Gaの組成となる酸化物はIn > Gaの組成となる酸化物と比較して安定した特性を備える。

【0235】

チャネル側にIn > Gaの組成となる酸化物半導体を適用し、バックチャネル側にIn < Gaの組成となる酸化物半導体を適用することで、トランジスタの電界効果移動度及び信頼性をさらに高めることが可能となる。

【0236】

また、第1のOS膜乃至第3のOS膜に、結晶性の異なる酸化物半導体を適用してもよい。すなわち、単結晶酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、非晶質酸化物半導体、又はC_AA_C-OSを適宜組み合わせた構成としてもよい。また、第1のOS膜乃至第3のOS膜のいずれか一に非晶質酸化物半導体を適用すると、酸化物半導体層305の内部応力や外部からの応力を緩和し、トランジスタの特性ばらつきが低減され、また、トランジスタの信頼性をさらに高めることが可能となる。

【0237】

一方で、非晶質酸化物半導体は水素などのドナーとなる不純物を吸収しやすく、また、酸素欠損が生じやすいためn型化されやすい。このため、チャネル側に、C_AA_C-OS膜

10

20

30

40

50

などの結晶性を有する酸化物半導体膜を適用することが好ましい。

【0238】

また、バックチャネル側の酸化物半導体膜に非晶質酸化物半導体を用いると、ソース電極及びドレイン電極形成時のエッチング処理により酸素欠損が生じ、n型化されやすい。よってバックチャネル側の酸化物半導体膜には結晶性を有する酸化物半導体を適用することが好ましい。

【0239】

酸化物半導体層305の厚さは、1nm以上100nm以下、好ましくは1nm以上50nm以下、更に好ましくは1nm以上30nm以下、更に好ましくは3nm以上20nm以下とすることが好ましい。

10

【0240】

酸化物半導体層305において、二次イオン質量分析法(SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry)により得られるアルカリ金属又はアルカリ土類金属の濃度は、 1×10^{18} atoms/cm³以下であることが好ましく、 2×10^{16} atoms/cm³以下であることがさらに好ましい。アルカリ金属及びアルカリ土類金属は、酸化物半導体と結合するとキャリアを生成する場合があり、トランジスタのオフ電流の上昇の原因となるためである。

【0241】

また、酸化物半導体層305において、二次イオン質量分析法により得られる水素濃度は、 5×10^{18} atoms/cm³未満であることが好ましく、 1×10^{18} atoms/cm³以下であることがより好ましく、 5×10^{17} atoms/cm³以下であることがさらに好ましく、 1×10^{16} atoms/cm³以下であることが特に好ましい。

20

【0242】

酸化物半導体層305に含まれる水素が金属原子と結合する酸素と反応して水となると共に、酸素が脱離した格子(あるいは酸素が脱離した部分)には欠損が形成されてしまう。また、水素の一部が酸素と結合することで、キャリアである電子が生じてしまう。これらのため、酸化物半導体膜の成膜工程において、水素を含む不純物を極めて減らすことにより、酸化物半導体膜の水素濃度を低減することが好ましい。水素をできるだけ除去し、高純度化させた酸化物半導体膜をチャネル領域とすることにより、しきい値電圧のマイナスシフトを低減することができ、またトランジスタのソース及びドレインにおけるリーク電流を低減することができ、トランジスタの電気特性を向上させることができる。代表的には、オフ電流(オフ電流をトランジスタのチャネル幅で除した数値)を数yA/ μ m~数zA/ μ mにまで低減することが可能である。

30

【0243】

酸化物半導体層305には、 5×10^{18} atoms/cm³以下の窒素が含まれてもよい。

【0244】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせができる。

【0245】

(実施の形態3)

40

本実施の形態では、本発明の一態様を適用した電子機器について、図10を用いて説明する。

【0246】

本発明の一態様の表示装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図10に示す。

【0247】

図10(A)に示すテレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7102が組み込まれている。表示部7102では、映像を表示することが可能である。例えば、本発明

50

の一態様の表示装置を表示部 7102 に用いることができる。また、ここでは、スタンド 7103 により筐体 7101 を支持した構成を示している。

【0248】

テレビジョン装置 7100 の操作は、筐体 7101 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 7111 により行うことができる。リモコン操作機 7111 が備える操作キーにより、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部 7102 に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機 7111 に、当該リモコン操作機 7111 から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

【0249】

なお、テレビジョン装置 7100 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0250】

図10（B）に示すコンピュータ 7200 は、本体 7201、筐体 7202、表示部 7203、キーボード 7204、外部接続ポート 7205、ポインティングデバイス 7206 等を含む。なお、コンピュータは、本発明の一態様の表示装置をその表示部 7203 に用いることにより作製される。

【0251】

図10（C）に示す携帯型ゲーム機 7300 は、筐体 7301a 及び筐体 7301b の 2 つの筐体で構成されており、連結部 7302 により、開閉可能に連結されている。筐体 7301a には表示部 7303a が組み込まれ、筐体 7301b には表示部 7303b が組み込まれている。また、携帯型ゲーム機 7300 は、スピーカ部 7304、記録媒体挿入部 7305、操作キー 7306、接続端子 7307、センサ 7308（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）、LED ランプ、マイクロフォン等を備えている。もちろん、携帯型ゲーム機の構成は上述のものに限定されず、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。携帯型ゲーム機 7300 は、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型ゲーム機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、携帯型ゲーム機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0252】

図10（D）に示す携帯電話機 7400 は、筐体 7401 に組み込まれた表示部 7402 の他、操作ボタン 7403、外部接続ポート 7404、スピーカ 7405、マイク 7406 などを備えている。なお、携帯電話機 7400 は、本発明の一態様の表示装置を表示部 7402 に用いることにより作製される。

【0253】

携帯電話機 7400 は、表示部 7402 を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7402 を指などで触れることにより行うことができる。

【0254】

表示部 7402 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

【0255】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。

【0256】

また、携帯電話機 7400 内部に、ジャイロセンサ、加速度センサ等の傾きを検出するセ

10

20

30

40

50

ンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機 7400 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7402 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0257】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7402 を触れること、又は筐体 7401 の操作ボタン 7403 の操作により行われる。また、表示部 7402 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【0258】

また、入力モードにおいて、表示部 7402 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7402 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

10

【0259】

表示部 7402 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7402 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライト又は近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

【0260】

図 10 (E) は、2つ折り可能なタブレット型端末（開いた状態）の一例を示している。タブレット型端末 7500 は、筐体 7501a、筐体 7501b、表示部 7502a、表示部 7502b を有する。筐体 7501a と筐体 7501b は、軸部 7503 により接続されており、軸部 7503 を軸として開閉動作を行うことができる。また、筐体 7501a は、電源 7504、操作キー 7505、スピーカ 7506 等を備えている。なお、タブレット型端末 7500 は、本発明の一態様の表示装置を例えれば表示部 7502a、表示部 7502b の両方、又は一方に用いることにより作製される。

20

【0261】

表示部 7502a や表示部 7502b は、少なくとも一部をタッチパネルの領域とすることができ、表示された操作キーにふれることでデータ入力をすることができます。例えば、表示部 7502a の全面にキーボードボタンを表示させてタッチパネルとし、表示部 7502b を表示画面として用いることができる。

30

【0262】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【符号の説明】

【0263】

201	ゲート電極
203	ゲート絶縁膜
203a	第1のゲート絶縁膜
203b	第2のゲート絶縁膜
205	酸化物半導体層
207a	電極
207b	電極
209	保護膜
209a	第1の保護膜
209b	第2の保護膜
251	トランジスタ
260	液晶素子
261	液晶素子
262	液晶素子
270	発光素子
300	トランジスタ
301	ゲート電極

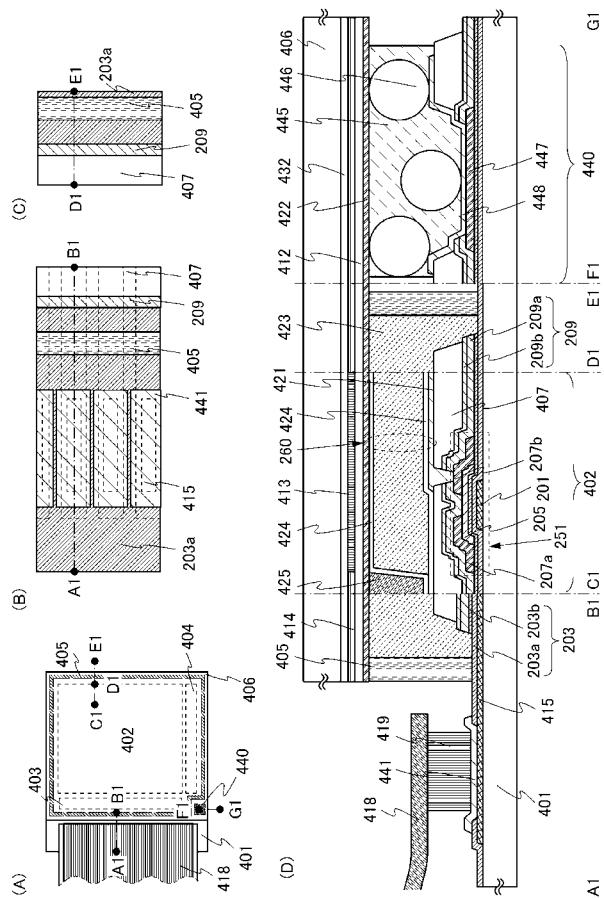
40

50

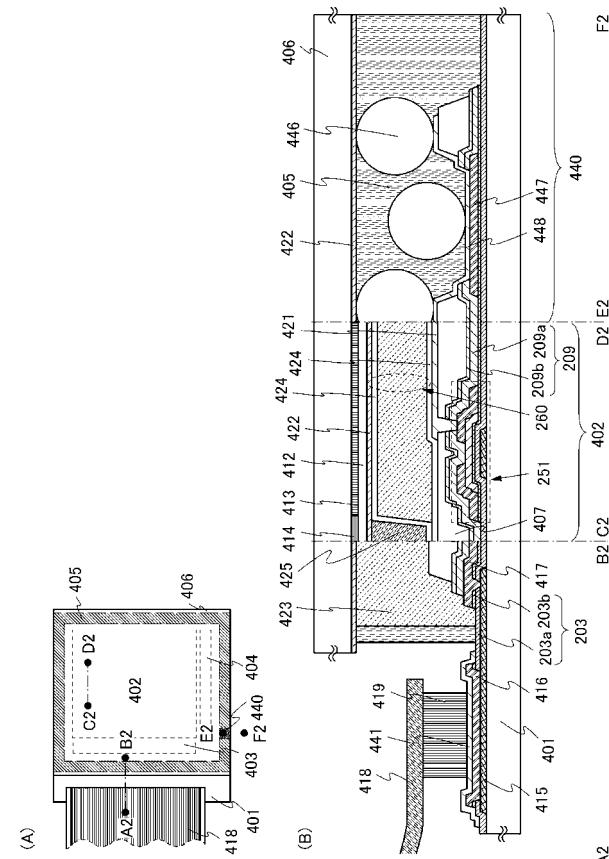
3 0 3	ゲート絶縁膜	
3 0 3 a	第1のゲート絶縁膜	
3 0 3 b	第2のゲート絶縁膜	
3 0 3 c	第3のゲート絶縁膜	
3 0 5	酸化物半導体層	
3 0 7 a	電極	
3 0 7 b	電極	
3 0 9	保護膜	
3 0 9 a	第1の保護膜	10
3 0 9 b	第2の保護膜	
3 0 9 c	第3の保護膜	
4 0 1	基板	
4 0 2	画素部	
4 0 3	信号線駆動回路	
4 0 4	走査線駆動回路	
4 0 5	シール材	
4 0 6	基板	
4 0 7	有機絶縁膜	
4 0 8	空間	
4 0 9	基板	20
4 1 0	樹脂層	
4 1 2	オーバーコート層	
4 1 3	カラーフィルタ	
4 1 4	ブラックマトリクス	
4 1 5	配線	
4 1 6	配線	
4 1 7	配線	
4 1 8	FPC	
4 1 8 a	FPC	
4 1 8 b	FPC	30
4 1 9	異方性導電膜	
4 1 9 a	異方性導電膜	
4 1 9 b	異方性導電膜	
4 2 0	絶縁膜	
4 2 1	下部電極	
4 2 2	上部電極	
4 2 3	液晶層	
4 2 4	配向膜	
4 2 5	スペーサ	
4 2 6	下部電極	40
4 2 7	電界発光層	
4 2 8	上部電極	
4 2 9	隔壁	
4 3 0	無機絶縁膜	
4 3 1	無機絶縁膜	
4 3 2	下地膜	
4 4 0	共通接続部	
4 4 1	配線	
4 4 2	電極	
4 4 3	電極	50

4 4 4	層間絶縁膜	
4 4 5	樹脂層	
4 4 6	導電性粒子	
4 4 7	配線	
4 4 8	配線	
4 4 9	配線	
4 5 0	トランジスタ	
4 9 0	樹脂層	
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	10
7 1 0 2	表示部	
7 1 0 3	スタンド	
7 1 1 1	リモコン操作機	
7 2 0 0	コンピュータ	
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キー ボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	20
7 3 0 0	携帯型ゲーム機	
7 3 0 1 a	筐体	
7 3 0 1 b	筐体	
7 3 0 2	連結部	
7 3 0 3 a	表示部	
7 3 0 3 b	表示部	
7 3 0 4	スピーカ部	
7 3 0 5	記録媒体挿入部	
7 3 0 6	操作キー	
7 3 0 7	接続端子	30
7 3 0 8	センサ	
7 4 0 0	携帯電話機	
7 4 0 1	筐体	
7 4 0 2	表示部	
7 4 0 3	操作ボタン	
7 4 0 4	外部接続ポート	
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	
7 5 0 0	タブレット型端末	
7 5 0 1 a	筐体	40
7 5 0 1 b	筐体	
7 5 0 2 a	表示部	
7 5 0 2 b	表示部	
7 5 0 3	軸部	
7 5 0 4	電源	
7 5 0 5	操作キー	
7 5 0 6	スピーカ	

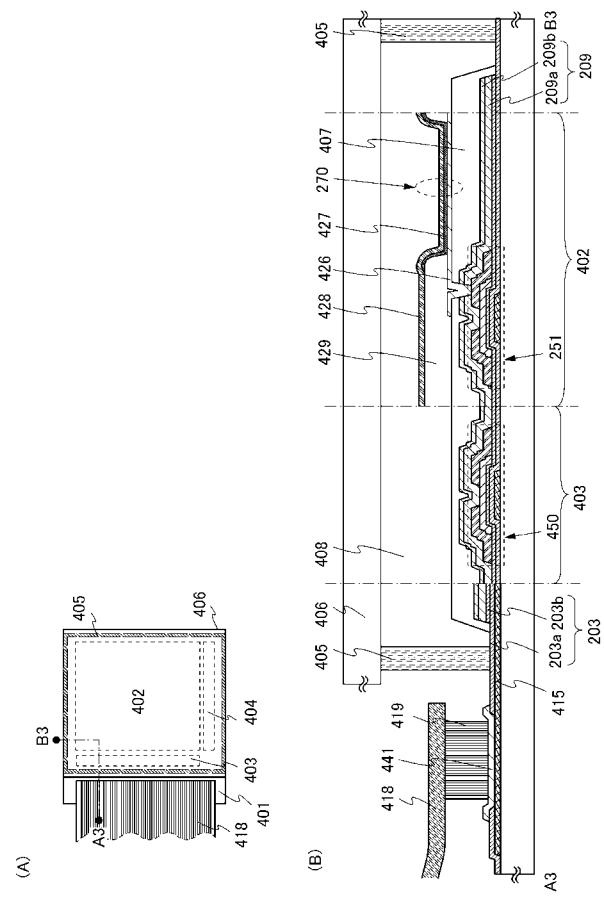
【 四 1 】



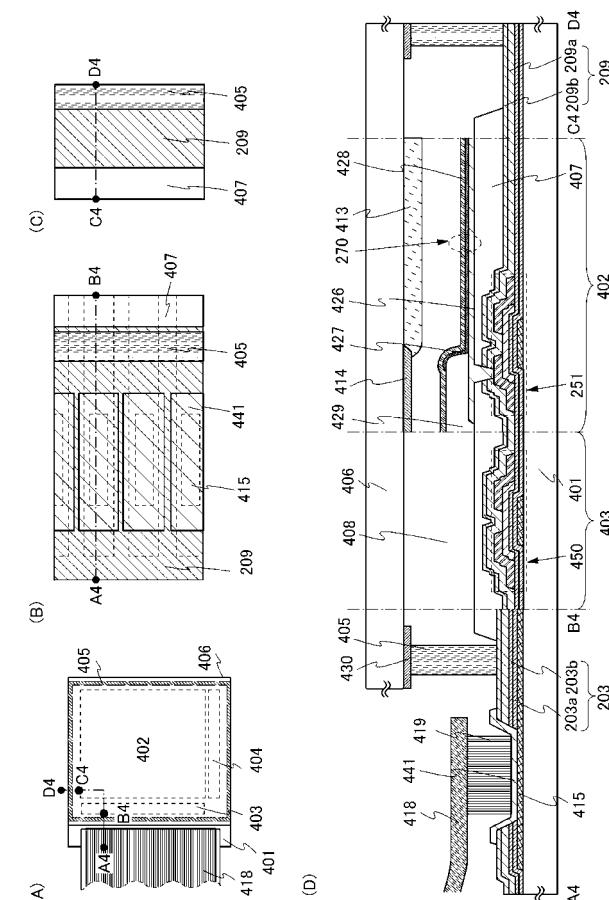
【 図 2 】



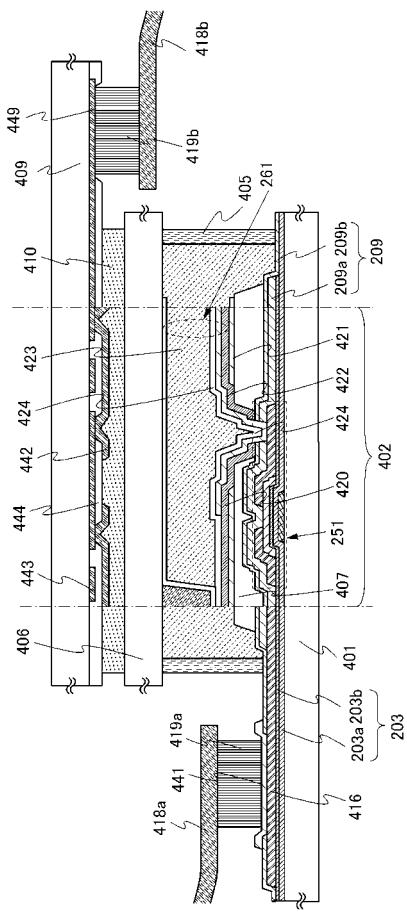
【 図 3 】



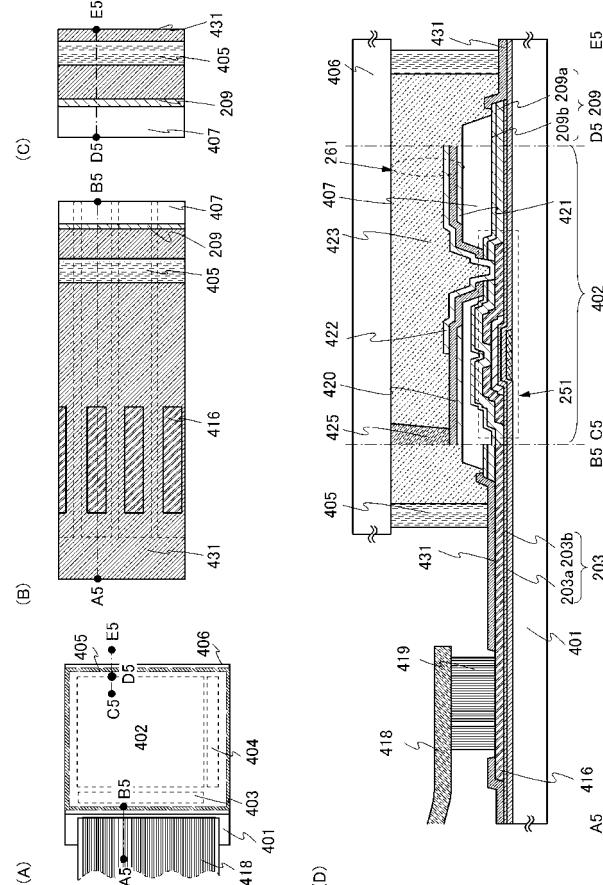
【 図 4 】



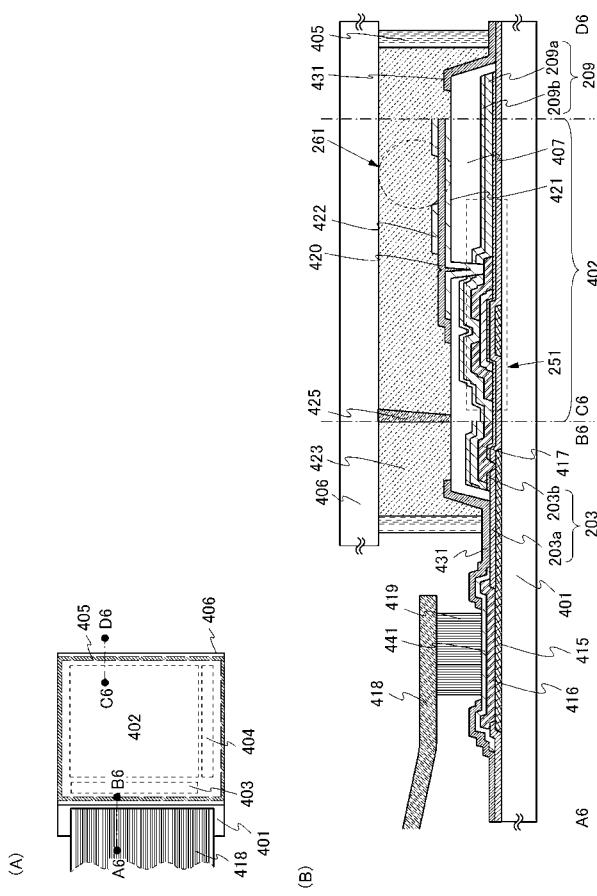
【図5】



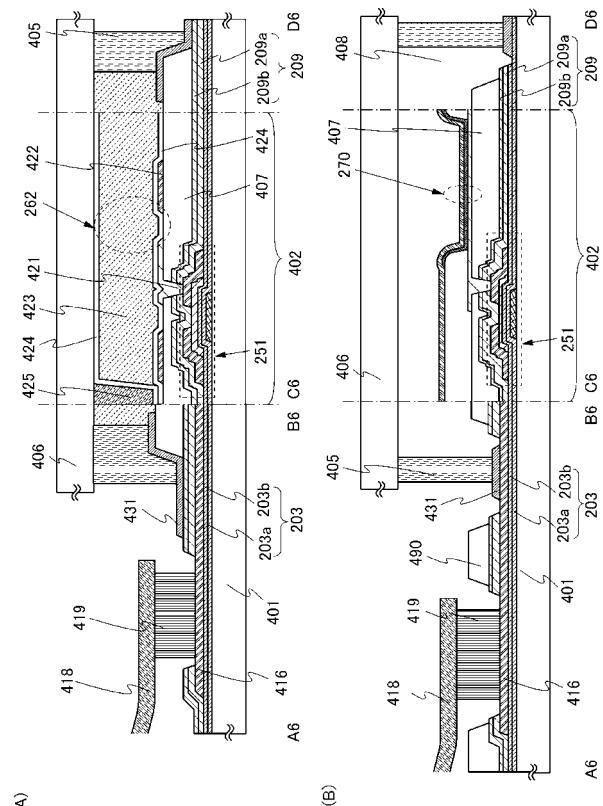
【図6】



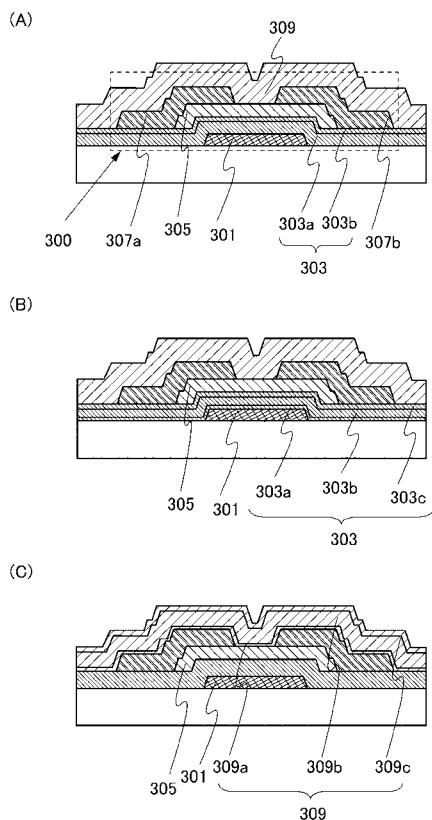
【図7】



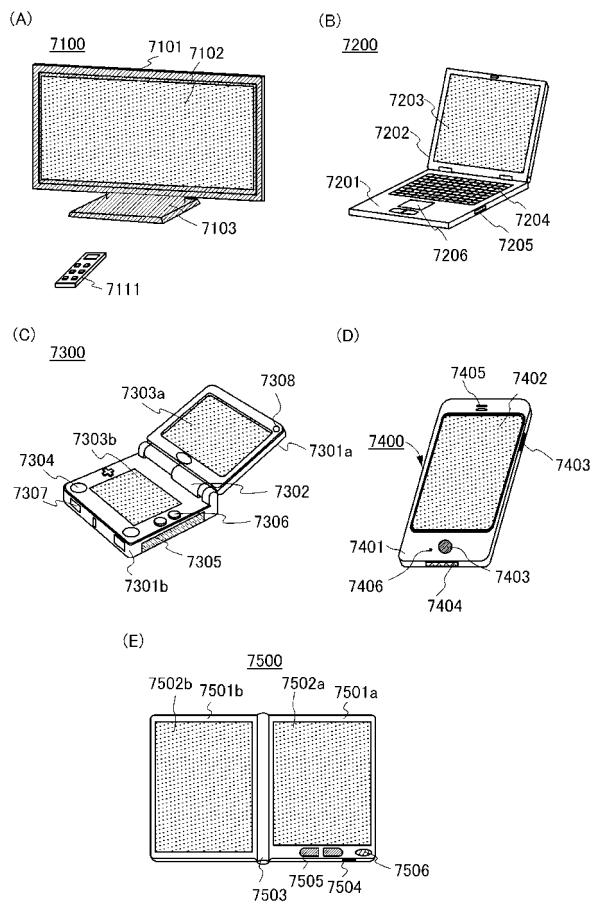
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.CI.	F I	テーマコード(参考)
<i>G 0 2 F 1/1368 (2006.01)</i>	G 0 2 F 1/1339 5 0 5	5 F 1 1 0
<i>H 0 1 L 51/50 (2006.01)</i>	G 0 2 F 1/1368	
<i>H 0 5 B 33/04 (2006.01)</i>	G 0 9 F 9/30 3 3 8	
<i>H 0 5 B 33/22 (2006.01)</i>	H 0 5 B 33/14 A	
<i>H 0 5 B 33/14 (2006.01)</i>	H 0 5 B 33/04	
	H 0 5 B 33/22 Z	
	H 0 5 B 33/14 Z	

F ターム(参考) 3K107 AA01 AA05 BB01 CC23 DD90 DD95 DD96 EE04 EE42 EE55
 4M104 AA03 AA09 BB02 BB04 BB13 BB14 BB16 BB17 BB18 BB30
 BB32 BB33 CC01 CC05 EE05 EE15 EE17 FF17 GG08
 5C094 AA31 BA03 BA27 BA43 DA07 DA15 FB20 HA08
 5F110 AA06 AA08 BB01 CC07 DD01 DD02 DD03 DD04 DD05 DD12
 DD13 DD14 DD15 EE01 EE02 EE03 EE04 EE06 EE07 EE14
 EE15 FF01 FF02 FF03 FF04 FF05 FF09 FF30 FF36 GG01
 GG06 GG25 GG33 GG34 GG58 HK01 HK02 HK03 HK04 HK06
 HK07 HK21 HK22 NN02 NN03 NN04 NN22 NN23 NN24 NN27
 NN28 NN35 NN71 QQ09