

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3559266号
(P3559266)

(45) 発行日 平成16年8月25日(2004.8.25)

(24) 登録日 平成16年5月28日(2004.5.28)

(51) Int.Cl.⁷

G02F 1/1333

F I

G02F 1/1333 505

G02F 1/1333 500

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-17693 (P2002-17693)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成14年1月25日(2002.1.25)		株式会社半導体エネルギー研究所
(62) 分割の表示	特願平11-230725の分割		神奈川県厚木市長谷398番地
原出願日	平成5年10月12日(1993.10.12)	(72) 発明者	深田 武
(65) 公開番号	特開2002-268049 (P2002-268049A)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
(43) 公開日	平成14年9月18日(2002.9.18)		社半導体エネルギー研究所内
審査請求日	平成14年2月1日(2002.2.1)	(72) 発明者	坂間 光範
前置審査			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	寺本 聡
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		審査官	藤岡 善行
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス型液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス基板と、

前記ガラス基板の一方の表面上に透明、且つ、絶縁物としての抵抗を有する第1の窒化アルミニウム膜と、

前記第1の窒化アルミニウム膜上に酸化珪素膜と、

前記酸化珪素膜上に少なくとも結晶性珪素からなるチャネル形成領域、前記チャネル形成領域の表面に酸化珪素膜、前記チャネル形成領域の表面の酸化珪素膜上に第2の窒化アルミニウム膜、前記第2の窒化アルミニウム膜上にゲート電極を有するPチャネル型薄膜トランジスタとを有することを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

10

【請求項2】

請求項1において、前記ガラス基板は、加熱における伸縮に異方性があることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項3】

請求項1又は2において、前記ガラス基板の組成に Al_2O_3 を含むことを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記ガラス基板の組成に B_2O_3 を含むことを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

20

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

本発明は、半導体装置がその上に形成されるガラス基板に関する。特に、ガラス基板の表面に形成される下地膜とその作製方法。さらにはガラス基板の熱処理方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

ガラス基板上に形成される薄膜半導体装置として、薄膜トランジスタ（以下 T F T という）が知られている。このようなガラス基板上に形成された T F T は、液晶表示装置の画素駆動部分や周辺回路に配置され、高画像表示をさせる場合に利用される。また、イメージセンサやその他集積回路にも利用される。

10

【 0 0 0 3 】

基板としてガラス基板を用いることは、

- ・ 光学的に可視光線に対しては透光性であるので、液晶表示装置のように光が装置中を透過する場合に利用しやすい。

- ・ 価格が安い。

といった有用性があるが、ガラス基板の耐熱温度で、熱処理温度の上限が制限されるという問題がある。

【 0 0 0 4 】

ガラス基板としては、ガラス基板中からの不純物の析出の問題、価格の問題等からコーニング 7 0 5 9 ガラスが一般に用いられる。この 7 0 5 9 ガラスの転移点温度は、6 2 8 であり、歪点は 5 9 3 である。他の、歪点が 5 5 0 ~ 6 5 0 の実用的な工業用ガラス材料としては下記表 1 に示されるものが知られている。

20

【 0 0 0 5 】

【 表 1 】

		7059D(CGW)	7059F(CGW)	1733 (CGW)	LE30(HOYA)
歪点 (°C)		593	593	640	625
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)		50.1	50.1	36.5	38.0
透過率 (%)		89.5 (400nm)	89.5 (400nm)	91.9 (400nm)	90.0 (450nm)
組成	SiO ₂	49	49	57	60
	Al ₂ O ₃	10	10	16	15
	B ₂ O ₃	15	15	11	6
	R ₂ O			0.1	2

10

		TRC5(OHARA)	E-8(OHARA)	N-0(NEG)	0A2 (NEG)
歪点 (°C)			643		625
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)		52.0	37.0	-7.0	38.0
透過率 (%)		N. A.	91.0 (450nm)	N. A.	90.0 (450nm)
組成	SiO ₂		59		60
	Al ₂ O ₃		15		15
	B ₂ O ₃		7		6
	R ₂ O		1		2

20

		AN1(AGC)	AN2(AGC)	NA35(HOYA)	NA45(HOYA)
歪点 (°C)		625	616	650	610
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)		44.0	47.0	39.0	48.0
透過率 (%)		90.0 (500nm)	89.8 (500nm)	N. A.	N. A.
組成	SiO ₂	56	53		51
	Al ₂ O ₃	15	11		11
	B ₂ O ₃	2	12		13
	R ₂ O	0.1	0.1		0.1

30

40

【 0 0 0 6 】

一方、ガラス基板上に気相法で形成された非晶質珪素膜を加熱により結晶化させる場合、一般に 600 以上の温度が必要とされており、7059 ガラス基板を用いた場合、基板が加熱によって縮んでしまう。

【 0 0 0 7 】

ガラス基板上に形成された T F T を利用した装置としては、アクティブマトリクス型の液晶表示装置が知られているが、この場合、ガラス基板上に数万～数百万個の T F T をマトリクス状に形成する必要がある。T F T を形成するには、多数のマスクを用いたプロセス

50

が必要になる訳で、基板の縮みの問題は、作製工程上の大きな障害となる。

【0008】

特に、加熱処理前にマスク合わせを行なう必要がある場合には、加熱処理に従う基板の収縮が生じることは問題がある。

一方、基板を加熱処理する工程は、処理速度の問題から、基板を鉛直に複数枚立てて加熱炉内に配置されるのが普通であるが、基板の歪点温度以上の加熱処理においては基板の撓みが顕著になってしまう。

【0009】

また、ガラス基板上にTFTを形成する場合、特に大電流を流すことのできるTFTを形成した場合、動作に従う発熱が問題となる。この発熱の問題は、珪素の熱伝導率が $1.48 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (300 K)であり、ガラス基板の熱伝導率が $1.38 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (300 K)であることに起因する。(ただし、この珪素の熱伝導率は、単結晶珪素ものであり、ガラス基板の熱伝導率は、石英ガラスのものである)

10

【0010】

上記のように珪素の熱伝導率に比較して、ガラス基板の熱伝導率が著しく低い為、TFTの動作時において、TFTで発生する熱が逃げることができず、発熱に起因する動作不良や熱破壊が問題となる。

【0011】

特にこの問題は、結晶性珪素を利用した場合に特に顕著になる問題である。即ち、非晶質珪素膜を用いたTFTにおいては、扱う電流値が小さいために、発熱の問題はそれほど心配する必要はないが、結晶性珪素膜を用いたTFTにおいては、大きな電流を流すことができるので、発熱が大きな問題となる。

20

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、ガラス基板を用いた半導体装置の作製に際する加熱工程における

- ・ガラス基板の縮みの問題
- ・ガラス基板の撓み(たわみ)の問題
- ・TFTの動作時における発熱の問題

を解決することを発明の目的とする。

【0013】

30

【課題を解決するための手段】

本発明は、ガラス基板をその歪点より高い温度で加熱処理し、 0.01 /分 ~ 0.5 /分の速度で徐冷し、さらに後の加熱工程は、当該ガラス基板の歪点より低い温度で行ない、しかもその際に 10 /分 ~ 300 /秒という急速な降下速度で急冷することによって、この最のガラス基板の縮みを 50 ppm 以下に抑えることができるという実験事実に基づくものである。

【0014】

上記のような処理を施すことにより、一般に $550 \sim 690$ の歪点を有し、 600 以下の加熱処理工程における縮みが 50 ppm 以下であるガラス基板を得ることができる。

40

【0015】

本発明においては、ガラス基板の加熱処理時における基板の撓みの問題を解決するために、ガラス基板を概略水平に保持して加熱処理することが好ましい。この基板を概略水平に保持して加熱処理を行う装置の一例を図1に示す。

【0016】

図1に示すのは、加熱炉の概略を示すものであり、石英製の反応管11、基板保持手段(基板ホルダー)12、水平に配置された基板13が示されている。また、図には示されていないが、この装置は外部から反応管11を加熱するためのヒーターが備えられている。また、反応管内に所定のガスを供給する手段、基板保持手段を反応管から外部に移動させる手段を備えている。

50

【0017】

図1には、基板保持手段12にガラス基板13が水平に保持されている状態が示されている。ここでガラス基板を水平に保持するのは、基板を水平に保持して加熱処理することによって、基板が撓み、その平面性が損なわれることを防ぐためである。このような構成は、ガラス基板に歪点以上の温度が加わる工程が必要とされる場合に有用である。

【0018】

また、加熱工程においてガラス基板を縮ませたくない場合に、ガラス基板を予め加熱処理（前熱処理）して収縮させておき、後の加熱工程における収縮を低減させる方法がある。

【0019】

本発明者らの実験によれば、この前熱処理をガラス基板の歪点温度以上で行い、しかも熱処理後に徐冷させた場合、ガラス基板が大きく縮み、そしてその後の加熱工程をガラス基板の転移点温度以下あるいはその付近で行い、しかもこの熱処理後に急冷した場合、ガラス基板がほとんど縮まないことが判明した。

10

【0020】

上記前熱処理は、ガラス基板を0.01～0.5 /分、例えば、0.2 /分以下の速度でゆっくりと冷却することが重要である。ガラス基板は、加熱することによって縮む、特に加熱終了後にゆっくりと冷却すると、極めて大きく縮むと同時にガラス基板内での局所的な応力が緩和される。その結果、大きく縮ませれば縮ませる程、後の加熱工程における基板の縮みは小さくなる。また、この加熱処理温度が高い程、その効果も大きくなる。

【0021】

20

また、上記前熱処理後に行なわれる成膜、結晶成長、酸化等に必要な加熱処理においては、加熱後10 /分～300 /秒の速度で急冷することが重要である。特にガラス材料の歪点付近の±100、好ましくは±50においては、上記の速度で急冷するとガラス材料の伸縮を抑制することができる。例えば、コーニング7059ガラスでは493～693での処理温度が必要なプロセスにおいては、493までは、少なくとも急冷することが、さらなる縮み（場合によっては伸び）を50ppm以下に抑える上で有効である。

【0022】

前熱処理後に行なわれる加熱処理工程としては、当該ガラス基板上に形成された非晶質半導体の加熱による結晶化、当該ガラス基板上に形成された半導体膜や半導体装置に対する熱アニール、当該ガラス基板上に半導体膜や絶縁膜を形成する際に必要とされる加熱処理、等々のガラス基板に対して熱が加えられる工程を挙げることができる。

30

【0023】

上記において説明したガラス基板を予め縮ませておくための加熱処理（前熱処理）は、その後に行われる加熱工程における加熱温度よりも高い温度で行うことが必要である。

【0024】

具体的には、歪点が550度～690度にあるガラス基板を600度以上の温度（この温度はガラス基板の歪点温度より大きい必要がある）で熱処理することが必要となる。

【0025】

また、ガラス基板上に予め下地膜として窒化アルミ（AlN）膜を形成することによって、ガラス基板上にTFTを形成した場合におけるTFTの発熱の問題を解決することができる。

40

【0026】

窒化アルミは、熱伝導率が $200\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 程度あるいはそれ以上あり、TFTを構成する結晶性珪素の熱伝導率（単結晶珪素の $150\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ より小さいと考えられる）よりも大きく、放熱器（ヒートシンク）として機能する。しかも窒化アルミ膜は、可視光に対しては透光性であるので、液晶表示装置等に利用しても支障はない。

【0027】

この窒化アルミ（AlN）の作製方法としては、スパッタ法、プラズマCVD法等が知られているが、特にガラス基板の両面に同時に成膜を行なうことができる陽光柱方式のプラ

50

ズマCVD装置を利用することが有用である。また、その厚さは、厚い方がTFTのヒートシンクとしての機能を高めることができるが、実用的には $500 \sim 3 \mu\text{m}$ 、好ましくは $1000 \sim 1 \mu\text{m}$ とすることが有用である。

【0028】

この陽光中プラズマCVD装置の概要を図6、図7に示す。図7は、図6をA-A'で切った断面を示すものである。図6、図7において、58が真空チャンバーであり、50と51とが13.56MHzの高周波電源であり、一对の電極54と55とに高周波を印加し、これら電極間において高周波放電を生じさせる。成膜がされる基板53は、枠構造を有する基板支持体56の内部に複数配置される。基板53は、その端部が基板支持部材57によって基板支持体56の内部に保持されており、基板の両面に成膜がされるようになっている。また、52が反応性気体やキャリアガスの導入系であり、不必要になったガスは、真空排気ポンプ60によって、排気系59より排出される。

10

【0029】

この図6、図7に示す装置を利用することの有用性は、複数の基板を同時に処理することができるという点、基板の両面に成膜を行なうことができるという点、である。特に窒化アルミ膜を下地膜としてガラス基板表面に成膜する場合、ガラス基板の両面に窒化アルミ膜を成膜することは以下に説明するような有用性がある。

【0030】

(1) ガラス基板の両面に窒化アルミ膜を成膜することにより、ガラス基板からの析出物の影響を抑えることができる。

20

(2) 後の加熱処理工程において、基板が片面側に反ってしまうことを防ぐことができる。

【0031】

上記のような有用性を、普通のスパッタ法や平行平板型のプラズマCVD法で得る場合には、基板の片面それぞれに成膜を行なわなくてはならず、基板をひっくり返す際の汚染の問題や、工程が増えることでの生産性の低下が問題となる。

【0032】

また、スパッタ法やCVD法で形成された窒化アルミ膜は、アルミの成分が少なく、窒素成分が過多である場合がある。この場合、成膜しただけの窒化アルミ膜は、黄色に着色して見え、その抵抗も絶縁物として十分なものではない。

30

【0033】

このことを改善するには、窒素雰囲気中、あるいは窒素と酸素との混合雰囲気(例えば空気)中において、加熱処理すればよい。窒素雰囲気中で加熱処理した場合には、当然必要とする透過率と抵抗とを有した窒化アルミ膜を得ることができる。また、窒素と酸素との混合雰囲気中において加熱処理した場合には、 AlN_xO_y で示される酸化された窒化アルミ膜を得ることができる。この場合、酸素(O)を0.001~10原子%含有させることができる。そして、良好な透過性と絶縁特性、さらにはTFTのヒートシンク(クールシンク、基板上に局部発熱領域がTFT等で存在していても、その発熱を基板全体に広げて均一化するための手段)としての機能を有せしめることができる。

【0034】

40

この窒化アルミ膜の加熱処理工程と、前述のガラス基板を予め縮めておくための前熱処理工程とを兼用させることは作製工程上非常に有用である。即ち、窒化アルミ膜とガラス基板の前熱処理とを同時に行なうことによって、高移動度TFTに最適な窒化アルミ膜が下地膜として成膜され、しかも加熱が必要とされる工程においてもガラス基板の縮みを最小限に抑えることのできるガラス基板を提供することができる。

【0035】

勿論、ガラス基板の前熱処理を行なった後に窒化アルミ膜を成膜し、しかる後に窒化アルミ膜の加熱処理を行なってもよい。この場合、前熱処理はガラス基板の歪点温度より高い温度で行ない、窒化アルミ膜の加熱処理は、前記前熱処理よりも低い温度で、行なうことが重要である。そしてこの際、前熱処理の後に徐冷させてガラス基板を縮ませておき、窒

50

化アルミ膜の加熱処理の後は急冷することによって、この窒化アルミ膜の加熱処理工程における基板の縮みを最小限度に抑えることができる。

【0036】

また、本発明者らによる研究によると、非晶質珪素膜中に結晶化を促進する不純物としてNiやPb、さらにはSiを導入することによって、600以下の温度でも非晶質珪素膜の結晶化を行なうことができ、しかもこの結晶化を促進する不純物であるNiやPbさらにはSiを選択的に導入することによって、基板と平行な方向への結晶成長や、選択的な結晶成長が行なえることが判明している。

【0037】

このような工程を採用する場合、加熱による結晶化を行なう前に、不純物を選択的に導入するために、マスク合わせを行なう工程が必要になる。従って、この場合、マスク合わせ後の加熱工程におけるガラス基板の縮み（ガラスによっては伸縮に異方性があるものがある）を50ppm以下に抑えることが可能な本願発明は極めて有効である。

【0038】

また、酸化性雰囲気中における加熱によって、半導体表面に酸化膜を形成する際（一般に熱酸化といわれる）にも本願発明は有用である。また、成膜せんとする原材料を含む雰囲気中での加熱によって、所定の被膜を形成する際にも有効である。

【0039】

いずれにしても、これらの加熱工程は、最初にガラス基板に対して当該ガラス基板の歪点温度以上の温度で行なわれる前熱処理の工程における温度よりも低い温度で行なわれることが重要である。

【0040】

しかも、前熱処理の際には当該処理工程後に徐冷を行ない、その後に行なわれる加熱処理の際には、急冷を行なうことが重要である。

【0041】

【実施例】

〔実施例1〕

本実施例は図2(A)～(D)に示されるガラス基板上に形成された結晶性珪素膜を用いたPチャネル型TFT(PTFTという)とNチャネル型TFT(NTFTという)とを相補型に組み合わせた回路を形成する例である。本実施例の構成は、アクティブ型の液晶表示装置の画素電極のスイッチング素子や周辺ドライバ回路、さらにはイメージセンサや3次元集積回路に応用することができる。特に、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺回路をも同一基板上に形成した場合における、周辺ドライバ回路のTFTに利用することが有用である。これは、周辺ドライバ回路のTFTは、大電流の駆動を行なうので、その発熱による信頼性を高めることが必要だからである。

【0042】

本実施例においては、基板としてNA35(表1参照)を用いる。このNA35は、歪点が650であり、コーニング7059ガラス(歪点593)より耐熱性が高く、高温処理工程が必要とされる場合には有用である。

【0043】

まず、ガラス基板上に窒化アルミニウム(AlN_xO_y 、 y は0を含む)膜202を4000の厚さに図6に示す陽光中プラズマCVD装置によって $0.1\mu m \sim 2\mu m$ 代表的には、 $0.2\mu m \sim 0.5\mu m$ 、ここでは $0.3\mu m$ の厚さに成膜する。成膜に際しては、原料ガスとして $Al(C_4H_9)_3$ と N_2 ガスを用いた。この工程によって、ガラス基板の両面に窒化アルミ膜202が同時に形成される。

【0044】

次に、ガラス基板を前熱処理する。この工程は、ガラス基板を予め縮ませるための前熱処理と、先に成膜された窒化アルミ膜のアニール工程とを同時に果たすものである。

【0045】

この工程は、NA35ガラス基板の歪点(650)より高い690の温度で4時間行

10

20

30

40

50

う。雰囲気な窒素 100% であり、圧力は常圧とする。

【0046】

この工程は、図 1 に示す加熱炉を用い、基板 13 を複数、水平に保持して行うものである。加熱処理雰囲気は窒素雰囲気（常圧）とする。この熱処理は、基板の湾曲を防ぐために、水平から ±30 度以下の角度で行なうことが望ましい。

【0047】

なお、前述のように、ガラス基板の両面に窒化アルミ膜を成膜した場合には、加熱処理によって基板が反る危険性が少なくなるので、基板を立てた状態でこの加熱処理を行なうことも可能である。

【0048】

加熱処理終了後は、0.01 ~ 0.5 / 分の間の速度、例えば、0.2 / 分の速度でガラス基板を冷却する。この冷却速度の制御は、窒素ガス (N_2)、アンモニア (NH_3)、亜酸化窒素 (N_2O) 等の窒素を含むガスを用い、その流入量を変化させることによって行う。また窒素ガス中には、酸素を 1 ~ 25 原子% 混入してもよい。この徐冷工程において、ガラス基板においては 1000 ppm 以上の縮みが生ずる。さらに、この前熱処理後おける冷却の際、窒素、アンモニア、亜酸化窒素を用いれば、これらのガスによってガラス基板の表面近傍をさらに窒化させることができる。すると、窒化アルミ膜のアニールを行なうのと同時に、ガラスの不純物であるホウ素、バリウム、ナトリウム等が後工程で形成される半導体中に析出することを防ぐ構成を実現でき、信頼性の高い半導体デバイスを形成するうえで有効である。

【0049】

また、上記工程の前または後において、窒化アルミ膜 202 上にさらに酸化珪素膜を下地膜として形成してもよい。ただし、この場合、窒化アルミ膜のヒートシンクとしての機能は低下する。

【0050】

また、基板を収縮させるための前熱処理を行なった後に窒化アルミ膜を形成し、さらに窒化アルミ膜に対する熱アニールを行なってもよい。

【0051】

そして、プラズマ CVD 法によって、厚さ 300 ~ 1500 、例えば 800 の真性 (I 型) の非晶質珪素膜 203 を成膜する。さらに、その上にプラズマ CVD 法によって厚さ 100 ~ 800 、例えば 200 の酸化珪素膜 204 を堆積する。これは、以下の熱アニール工程において保護膜となり、膜表面の荒れを防止するためのものである。(図 2 (A))

【0052】

次に、窒素雰囲気下（大気圧）、600 で 8 時間、熱アニールする。この熱アニールによって、非晶質珪素膜 203 は結晶化され結晶性珪素膜となる。そして、10 ~ 300 / 分、例えば、ほぼ 50 / 分以上の速度でガラスの歪点から 100 下の温度まで、すなわち、この場合には 493 まで、急冷を行なう。この際、ガラス基板には、0 ~ 44 ppm の縮み（平均で 20 ppm 以下）が観察された。なお、この工程も図 1 に示す加熱炉を用いる。

【0053】

一方、ガラス基板に対する 640 の前処理加熱を行わないガラス基板上に下地膜と非晶質珪素膜を形成し、上記のような 600 、8 時間の熱アニールを行った場合は、1000 ppm 以上の縮みが観察された。

上記非晶質珪素膜の加熱による結晶化に先立ち、Ni や Pb を結晶化促進材料として、非晶質珪素膜の上面または下面に成膜したり、また前記材料をイオン注入法によって、非晶質珪素膜中に注入することによって、この結晶化材料を導入した領域から、基板に平行な方向に結晶成長をさせることができる。また、選択的に珪素イオンの注入を行なった場合にも、選択的な結晶成長を行なうことができる。

【0054】

このような場合、結晶化のための加熱工程の前にマスクを形成し、成膜やイオン注入工程を行なわなくてはならず、加熱工程において基板の縮みが生じることは、極力抑えなければならない。従ってこのような場合には、ガラス基板の縮みを抑えることができる本発明は有効である。

本実施例におけるガラス基板（コーニング7059）の縮みのデータを図3に示す。図3に示されているのは、基板を同一条件で前熱処理し、しかる後に下地膜を成膜し、さらに非晶質珪素膜を成膜し、異なる条件において、加熱結晶化を行なった際の基板の最終的な縮みを示したものである。

図3を見れば明らかなように、ガラス基板の転移点（この場合は628）以下での加熱処理、すなわち、少なくともガラス歪み点から上下100の範囲では冷却速度が大きい方が基板の縮みは小さいことが分かる。

【0055】

上記加熱による非晶質珪素膜203の結晶化工程の後に、保護膜204を取り除き、珪素膜203をパターニングして、TFTの島状の活性層205を形成する。活性層205の大きさはTFTのチャンネル長とチャンネル幅を考慮して決定される。小さなものでは、 $50\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 、大きなものでは $100\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ である。

【0056】

次に $0.6 \sim 4\mu\text{m}$ 、ここでは $0.8 \sim 1.4\mu\text{m}$ にピークをもつ赤外光を30～180秒照射し、活性層205のアニールを行う。このアニールは、活性層205の結晶性をさらに高めるために行なうものである。

この際、赤外光の照射によって、活性層205は800～1300、代表的には900～1200、例えば1100に加熱される。この温度はガラス上の実際の温度ではなく（ガラスは赤外光を透過するため）、モニターとして用いた珪素ウェハー上の温度である。ここでは、活性層の表面の状態を良くするために、照射は H_2 雰囲気中で行なう。本工程は、活性層を選択的に加熱することになるので、ガラス基板への加熱を最小限に抑えることができる。そして、活性層中の欠陥や不体結合手を減少させるのに非常に効果がある。（図2（B））

【0057】

赤外線的光源としてはハロゲンランプを用いた。可視・近赤外光の強度は、モニターの単結晶シリコンウェハー上の温度が800～1300、代表的には900～1200の間にあるように調整した。具体的には、シリコンウェハーに埋め込んだ熱電対の温度をモニターして、これを赤外線的光源にフィードバックさせた。ガラス基板上の珪素表面の温度は、その約2/3程度に低下しているものと推定される。本実施例では、昇温は、一定で速度は50～200/秒、降温は自然冷却の急冷で20～100/秒でと処理する。

【0058】

なお、赤外光照射の際、その表面に保護膜として酸化珪素または窒化珪素膜を形成しておくことが好ましい。これは、珪素膜205の表面の状態を良くするためである。本実施例では、珪素膜205の表面の状態を良くするために、 H_2 雰囲気中にておこなったが、 H_2 雰囲気に0.1～10容量%の HCl 、その他ハロゲン化水素やフッ素や塩素、臭素の化合物を混入してもよい。

【0059】

この可視・近赤外光照射は、結晶化した珪素膜を選択的に加熱することになるので、ガラス基板への加熱を最小限に抑えることができる。そして、珪素膜中の欠陥や不体結合手を減少させるのに非常に効果がある。また、この工程が終了したのちに、200～500、代表的には350で水素アニールをおこなうことも、欠陥を減少させる上で有効である。これは $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の量の水素のイオンドープをおこない、さらに200～300の熱処理によっても同じ効果が得られる。

【0060】

上記赤外光の照射工程後に、プラズマCVD法によって厚さ1000の酸化珪素膜20

10

20

30

40

50

6をゲイト絶縁膜として成膜する。CVDの原料ガスとしてはTEOS（テトラ・エトキシ・シラン、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ）と酸素とを用い、成膜時の基板温度は300～550、例えば400とする。

このゲイト絶縁膜となる酸化珪素膜206の成膜後に、前記赤外光の照射工程と同じ条件で可視・近赤外線の照射による光アニールを再度行なう。このアニールによって、主に酸化珪素膜206と珪素膜205との界面及びその近傍における準位を消滅させることができる。これは、ゲイト絶縁膜とチャネル形成領域との界面特性が極めて重要である絶縁ゲイト型電界効果半導体装置にとっては極めて有用である。

【0061】

引き続いて、スパッタリング法によって、厚さ6000～8000、例えば6000のアルミニウム（0.01～0.25重量%の周期律表IIIIaの希土類元素を含む）を成膜する。アルミニウム以外にもIIIIb族の元素を用いてもよい。そしてアルミニウム膜をパターンニングして、ゲイト電極207、209を形成する。さらに、このアルミニウムの電極の表面を陽極酸化して、表面に酸化物層208、210を形成する。この陽極酸化は、酒石酸が1～5%含まれたエチレングリコール溶液中で行う。得られた酸化物層208、210の厚さは2000である。なお、この酸化物208と210とは、後のイオンドーピング工程において、オフセットゲイト領域を形成する厚さとなるので、オフセットゲイト領域の長さを上記陽極酸化工程で決めることができる。

【0062】

次に、イオンドーピング法（プラズマドーピング法とも言う）によって、ゲイト電極部（すなわちゲイト電極207とその周囲の酸化層208、ゲイト電極209とその周囲の酸化層210）をマスクとして、自己整合的にPもしくはN導電型を付与する不純物を珪素膜205に添加する。ドーピングガスとして、フォスフィン（ PH_3 ）およびジボラン（ B_2H_6 ）を用い、前者の場合は、加速電圧を60～90kV、例えば80kV、後者の場合は、40～80kV、例えば65kVとする。ドーズ量は $1 \times 10^{14} \sim 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、燐を $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、ホウ素を 5×10^{15} とする。ドーピングに際しては、一方の領域をフォトレジストで覆うことによって、それぞれの元素を選択的にドーピングする。この結果、N型の不純物領域214と216、P型の不純物領域211と213とが形成され、Pチャネル型TFET（PTFT）の領域とNチャネル型TFET（NTFT）との領域を形成することができる。

【0063】

その後、レーザー光の照射によってアニール行う。レーザー光としては、KrFエキシマレーザー（波長248nm、パルス幅20ns）を用いたが、他のレーザーであってもよい。レーザー光の照射条件は、エネルギー密度が200～400mJ/cm²、例えば250mJ/cm²とし、一か所につき2～10ショット、例えば2ショット照射した。このレーザー光の照射時に基板を200～450程度に加熱することによって、効果を増大せしめてもよい。（図2（C））

【0064】

また、この工程は、可視・近赤外光によるランプアニールによる方法でもよい。可視・近赤外線は結晶化した珪素、または燐またはホウ素が $10^{17} \sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ 添加された非晶質珪素へは吸収されやすく、1000以上の熱アニールにも匹敵する効果的なアニールを行うことができる。燐またはホウ素が添加されていると、その不純物散乱により、近赤外線でも十分光が吸収される。このことは肉眼による観察でも黒色であることから十分に推測がつく。その反面、ガラス基板へは吸収されにくいので、ガラス基板を高温に加熱することがなく、また短時間の処理ですむので、ガラス基板の縮みが問題となる工程においては最適な方法であるといえる。

【0065】

続いて、厚さ6000の酸化珪素膜217を層間絶縁物としてプラズマCVD法によって形成する。この層間絶縁物としてはポリイミドまたは酸化珪素とポリイミドの2層膜を利用してもよい。さらにコンタクトホールを形成して、金属材料、例えば、窒化チタンと

10

20

30

40

50

アルミニウムの多層膜によってTFTの電極・配線218、220、219を形成する。最後に、1気圧の水素雰囲気で350、30分のアニールを行い、TFTを相補型に構成した半導体回路を完成させる。(図2(D))

上記に示す回路は、PTFTとNTFTとを相補型に設けたCMOS構造であるが、上記工程において、2つのTFTを同時に作り、中央で切断することにより、独立したTFTを2つ同時に作製することも可能である。

【0066】

〔実施例2〕

本実施例は、アクティブ型の液晶表示装置において、Nチャネル型TFTをスイッチング素子として各画素に設けた例である。以下においては、一つの画素について説明するが、他に多数(一般には数十万)の画素が同様な構造で形成される。また、Nチャネル型TFTではなくPチャネル型TFTでもよいことはいうまでもない。

10

【0067】

本実施例の作製工程の概略を図4に示す。本実施例において、基板400としてはコーニング7059ガラス基板(厚さ1.1mm、300×400mm)を使用した。まず、スパッタ法もしくは反応性スパッタ法によって窒化アルミニウム膜401を厚さ1000~5000、代表的には2000形成した。この窒化アルミニウム膜は透明度が高く、また、イオンの移動を抑制するので、基板400から可動イオンがTFT領域に拡散することをブロッキングする上で有効である。さらに下地膜として、酸化珪素膜402をプラズマCVD法で2000の厚さに形成した。

20

【0068】

次に640、4時間の加熱処理を窒素雰囲気中で行い、0.1/分の冷却速度でアンモニア中で徐冷させる。この工程は、0.5/分以下の速度で行なうと効果があるものである。この工程によって、下地膜が形成されたガラス基板を予め縮ませることができる。なお、この工程は、窒化アルミ膜のアニール工程をも兼ねるものである。また本実施例においても、加熱工程は図1に示す加熱炉を用いた。

【0069】

さらに非晶質珪素膜をプラズマCVD法によって、1000の厚さに形成する。つぎに、フォトリソストによってマスクを形成し、チャンネル形成領域となる部分に珪素イオンを注入する。この際、打ち込まれる珪素イオンの投影飛程が珪素膜の中央付近になるようにする。

30

【0070】

そして、マスクを取り除き、550、8時間の熱アニールを行う。この工程において、先に珪素イオンが注入された領域が選択的に結晶化される。そして、この工程の後に、50/分以上の冷却速度でもって急冷を行う。この工程は、加熱炉外に基板を取り出し、自然冷却させる方法を採用するのでもよい。

【0071】

次に珪素膜をパターニングしてTFTの島状活性層403のみを残存させる。この際、島状活性層403の中央部分が先に珪素イオンを注入した領域であって、チャンネル形成領域を形成する部分である。このような構成を採用するのは、チャンネル形成領域部分を選択的に結晶性の高い構造とするためである。

40

そして、酸素、もしくは亜酸化窒素雰囲気において島状活性層403に可視・近赤外光を照射し、珪素膜の結晶性を向上させるとともに、その表面に厚さ50~200、代表的には100の酸化珪素膜404を形成させる。温度は1100、時間は30秒とした。この酸化珪素膜404を形成する工程は、酸素もしくは亜酸化窒素雰囲気において、550~650に加熱しても実施できる。その際には、図1に示す装置を用いて行えばよいことはいうまでもない。(図4(A))

【0072】

さらに窒化アルミニウムをターゲットとするスパッタ法、もしくはアルミニウムをターゲットとする反応性スパッタ法によって、窒化アルミニウムのゲイト絶縁膜(厚さ500~

50

3000、典型的には1200)406を形成する。基板温度は350とする。この結果、熱酸化による薄い酸化珪素膜404とスパッタ法による窒化アルミニウム膜406の2層構造となる。窒化アルミニウムは酸化珪素の5倍以上の強誘電率であるので、TFTのしきい値電圧、特にPチャネル型TFTのしきい値電圧を低減するうえで有効である。また、窒化アルミニウムは、窒化珪素とは異なって局在中心を発生する確率が少なく、ゲイト絶縁膜材料としては好ましい。そしてこの後、窒素雰囲気での加熱アニールや、ランプ照射によって、窒化アルミニウム膜406をアニールする。

【0073】

次に公知の多結晶珪素を主成分とした膜をLPCVD法で形成し、パターニングを行うことによって、ゲイト電極407を形成する。この際、多結晶珪素には導電性を向上させるために不純物として燐を0.1~5原子%導入する。(図4(B)) 10

【0074】

その後、N型の不純物として、燐をイオンドーピング法で注入し、自己整合的にソース領域408、チャネル形成領域409、ドレイン領域410を同時に形成する。そして、KrFレーザー光を照射することによって、イオン注入のために結晶性の劣化した珪素膜の結晶性を改善させる。このときのレーザー光のエネルギー密度は250~300mJ/cm²とする。このレーザー光の照射によって、このTFTのソース/ドレインのシート抵抗は300~800Ω/cm²となる。なお、通常よりもドーピング濃度を低下させた低濃度ドレイン(LDD)構造とする場合には、シート抵抗は10~200kΩ/□となる。レーザー照射によるアニールの工程は可視・近赤外光のランプアニールによって行ってもよい。 20

【0075】

その後、酸化珪素またはポリイミドによって層間絶縁物411を形成し、さらに、画素電極412をITOによって形成する。そして、コンタクトホールを形成して、TFTのソース/ドレイン領域にクロム/アルミニウム多層膜で電極413、414を形成し、このうち一方の電極414はITO412にも接続するようにする。最後に、水素中で200~400で2時間アニールして、水素化を行なう。このようにして、TFTを完成する。(図4(C))

【0076】

〔実施例3〕

図5を用いて、本実施例を説明する。本実施例において、基板501として、図6、図7に示す陽光中プラズマCVD法でその両面に厚さ5000の窒化アルミ膜(図示せず)が成膜されたガラス基板(コーニング7059)を用いる。 30

【0077】

この基板を窒化アルミ膜のアニールと収縮防止のために、事前に640、窒素中で4時間アニールする。このアニールの終了後は、0.1/分で450まで窒素中で徐冷した後、加熱炉から取り出す。

【0078】

この工程によって、ガラス基板は大きく収縮し、後の加熱工程における収縮を50ppm以下に抑えることができる。また同時に、窒化アルミ(AlN)膜のアニールを行なうことができ、その絶縁性や透過性を改善することができる。 40

【0079】

まず基板501上に下地膜502を形成し、さらに、プラズマCVD法によって厚さ300~800の非晶質珪素膜を成膜した。そして、600、1時間の加熱アニールを行った。熱アニール後、基板を2~200/秒の速度、好ましくは10/秒以上の速度で450までは急激に冷却した。これは、この熱アニール工程によって、基板が収縮することを防止するためである。このような急激な冷却が不可能な加熱炉においては、基板を炉外に取り出して、室温に放置することによっても同様な効果が得られる。なお、本実施例においても加熱工程は、図1に示す加熱炉を用いた。

【0080】

本実施例では、熱アニール温度が、コーニング7059の歪点(593)よりも高いために、事前に熱処理/徐冷処理をおこなっても、基板の収縮を抑えるとは難しかった。そのような場合には、以上のようなアニール温度からの急冷が有効である。

次に、珪素膜をパターニングして、島状の活性層領域505および506を形成する。活性層のエッチングは垂直方向に異方性を有するRIE法によって行った。(図5(A))

【0081】

次いで、厚さ200~3000の厚さの酸化珪素または窒化珪素膜507をプラズマCVD法によって形成する。酸化珪素膜の形成には、減圧CVDや光CVDを用いてもよい。そして、可視・近赤外光の光処理を行なう。条件は実施例1と同じとする。本実施例では可視・近赤外光照射の際に、酸化珪素または窒化珪素の保護膜が活性層の表面に形成されており、このため、赤外光照射の際の表面の荒れや汚染を防止することができる。(図5(B))

10

【0082】

可視・近赤外光照射後、保護膜507を除去する。この後は実施例1と同様にゲイト絶縁膜508、ゲイト電極及びその周囲の酸化物層509、ゲイト電極及びその周囲の酸化物層510を形成し、イオンドーピング法によって、不純物領域を形成し、これをレーザー照射によって活性化させる。(図5(C))

【0083】

さらに、層間絶縁物511を形成して、これにコンタクトホールを形成し、メタル配線512、513、514を形成する。(図5(D))

20

このようにして、相補型TFT回路を形成する。本実施例では可視・近赤外光照射の際に活性層の表面に保護膜が形成されており、表面の荒れや汚染が防止される。このため、本実施例のTFTの特性(電界移動度やしきい値電圧)および信頼性は極めて良好であった。また、本実施例からも明らかなように、本発明はガラス歪み点が550~650の基板材料において、特に有効であった。さらに、本発明においては、徐冷工程を窒素、アンモニア、亜酸化窒素等の窒素系の気体を含む雰囲気中でおこなうと、ガラスを窒化させることになり、ガラスに含有される各種不純物元素がガラス表面に拡散、析出することを抑制できるので、半導体素子を形成するうえで、高い信頼性を得ることができた。

【0084】

【発明の効果】

30

ガラス基板を予め転移点温度以上の温度で熱処理し、しかもこの熱処理後に徐冷することによって、基板を収縮させ、その後にガラス基板の歪温度以下の温度における熱処理を行ない、さらに急冷することによって、この際におけるガラス基板の縮みを最小限度に抑えることができる。

【0085】

また、半導体膜の下地膜として窒化アルミニウム(AlN)膜を設けることで、TFTの発熱の対するマージンを得ることができ、TFTを利用した装置(例えばアクティブマトリクス型液晶表示装置)の信頼性や安定性を高めることができる。

【0086】

さらに、先のガラス基板の前熱処理工程を窒素雰囲気中や窒素と酸素との混合雰囲気中に行なうことによって、この予めガラス基板を縮めておくための熱処理と窒化アルミ膜の絶縁性や透過性を高めるための熱アニール工程とを同時に行なうことができ、作製工程上極めて有用である。

40

【0087】

本発明の実施例においては、主としてコーニング7059ガラス基板を中心に説明を加えたが、その他のガラス基板、例えば、表1にあるようなコーニング1733、HOYA・LE30、同NA35、同NA45、日本電気ガラスOA2、アサヒガラスAN1、同AN2、というような材料であっても同様に効果が得られることはいうまでもない。

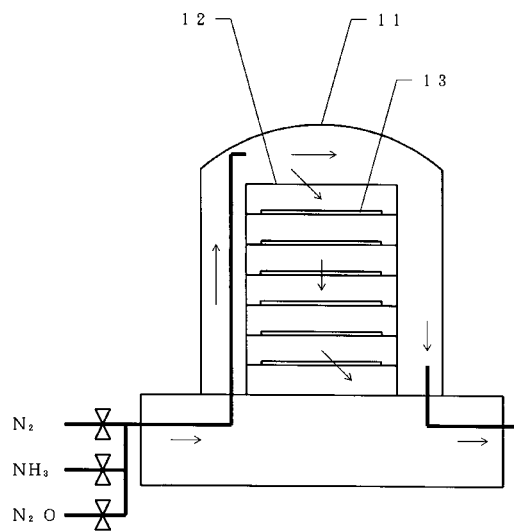
【図面の簡単な説明】

【図1】加熱炉の構成を示す。

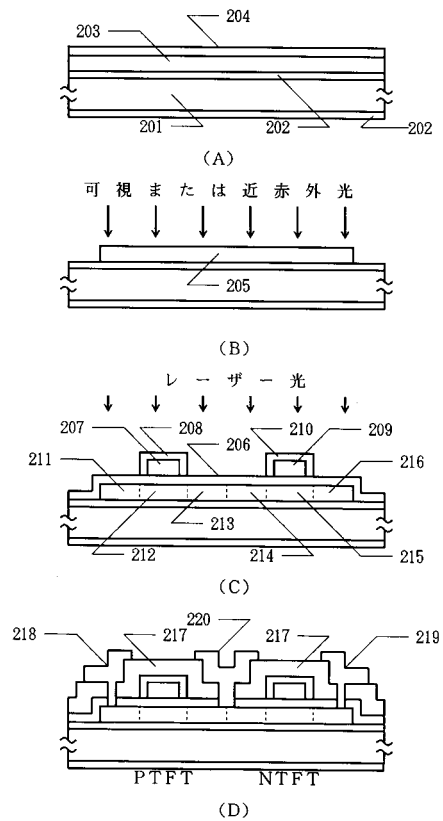
50

- 【図 2】実施例の作製工程を示す。
 【図 3】ガラス基板の縮みのデータを示す。
 【図 4】実施例の作製工程を示す。
 【図 5】実施例の作製工程を示す。
 【図 6】実施例で用いた C V D 装置の構成を示す。
 【図 7】実施例で用いた C V D 装置の構成を示す。

【図 1】



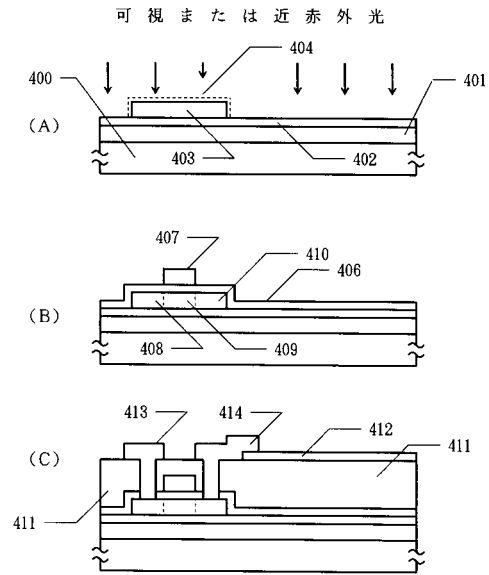
【図 2】



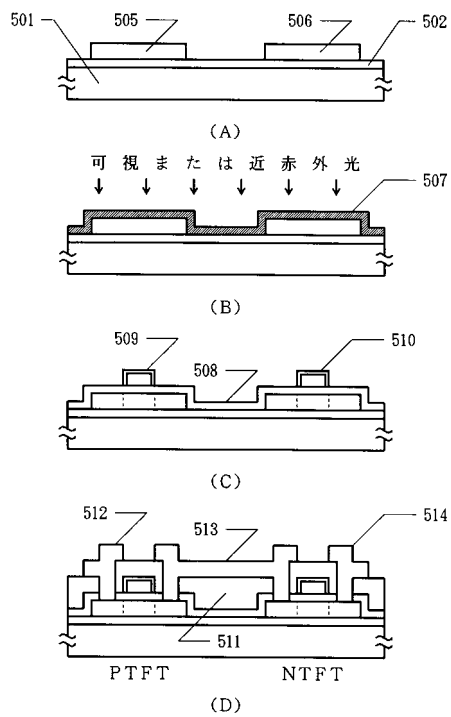
【図 3】

各処理条件におけるガラス基板の縮み		
基板前熱処理 640℃、4hr	加熱アニール 600℃・4hr	基板の縮み (ppm)
徐冷(0.2℃/分)	急冷 (50℃/分)	0 (測定限界以下) ~ 44
	通常冷却 (1~2℃/分)	60 ~ 90
	徐冷 (0.2℃/分)	300

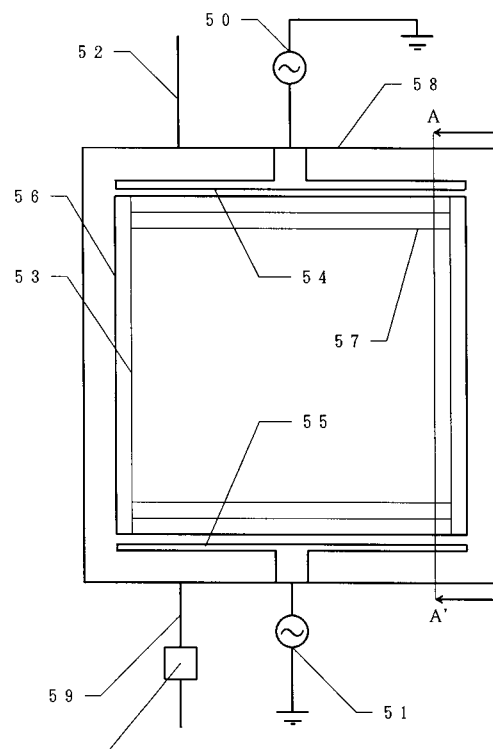
【図 4】



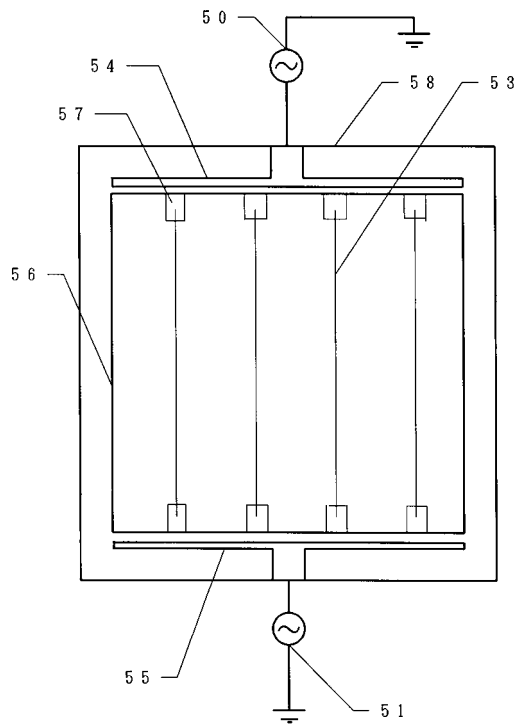
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 080914 (JP, A)
特開昭62 - 105474 (JP, A)
特開平05 - 066423 (JP, A)
特開昭59 - 121876 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02F 1/1333

G02F 1/136

专利名称(译)	有源矩阵型液晶显示装置		
公开(公告)号	JP3559266B2	公开(公告)日	2004-08-25
申请号	JP2002017693	申请日	2002-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	深田武 坂間光範 寺本聡		
发明人	深田 武 坂間 光範 寺本 聡		
IPC分类号	G02F1/1333 C23C16/34		
FI分类号	G02F1/1333.505 G02F1/1333.500 C23C16/34		
F-TERM分类号	2H090/HA04 2H090/HB06X 2H090/HC03 2H090/HC17 2H090/HD01 2H090/HD05 2H090/JB02 2H090/JC06 2H090/JC07 2H090/JC08 2H090/JD15 2H090/LA04 2H190/HA04 2H190/HB06 2H190/HC03 2H190/HC17 2H190/HD00 2H190/HD05 2H190/JB02 2H190/JC06 2H190/JC07 2H190/JC08 2H190/JD15 2H190/LA04 4K030/AA11 4K030/AA18 4K030/BA02 4K030/BA24 4K030/BA35 4K030/BA38 4K030/BB11 4K030/BB12 4K030/CA06 4K030/FA03 4K030/LA02 4K030/LA18		
其他公开文献	JP2002268049A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[目的]提高有源矩阵液晶显示装置的可靠性和稳定性。在基板的一个表面上由AIN x O y 表示的涂膜,在基板的至少一个表面上形成的涂膜,由硅构成的沟道形成区域,沟道形成区域上的栅极绝缘膜,以及在栅极绝缘膜上具有栅电极的晶体管,其中AIN x O 由y 表示的涂层的y和y包括0。

	7059D (CGW)	7059F (CGW)	1733 (CGW)	LE30 (HOYA)
熔点 (°C)	593	593	640	625
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)	50.1	50.1	36.5	38.0
透過率 (%)	89.5	89.5	91.9	90.0
	(400nm)	(400nm)	(400nm)	(450nm)
組成	SiO ₂	49	57	60
	Al ₂ O ₃	10	16	15
	B ₂ O ₃	15	11	6
	R ₂ O		0.1	2

	TRC5 (OHARA)	B-8 (OHARA)	N-0 (NEG)	0A2 (NEG)
熔点 (°C)	643	643		625
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)	52.0	37.0	-7.0	38.0
透過率 (%)	N. A.	91.0	N. A.	90.0
		(450nm)		(450nm)
組成	SiO ₂	59		60
	Al ₂ O ₃	15		15
	B ₂ O ₃	7		6
	R ₂ O	1		2

	AN1 (AGC)	AN2 (AGC)	NA35 (HOYA)	NA45 (HOYA)
熔点 (°C)	625	619	650	610
熱膨張係数 ($\times 10^{-7}$)	44.0	47.0	39.0	48.0
透過率 (%)	90.0	89.8	N. A.	N. A.
	(500nm)	(500nm)		
組成	SiO ₂	56		51
	Al ₂ O ₃	15		11
	B ₂ O ₃	2		13
	R ₂ O	0.1	0.1	0.1