

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4637315号
(P4637315)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/36 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G02F 1/1368 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/36

G02F 1/133 550

G02F 1/133 575

G02F 1/1368

G09F 9/30 338

請求項の数 5 (全 49 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-39258 (P2000-39258)
 (22) 出願日 平成12年2月17日 (2000.2.17)
 (65) 公開番号 特開2000-310980 (P2000-310980A)
 (43) 公開日 平成12年11月7日 (2000.11.7)
 審査請求日 平成19年2月9日 (2007.2.9)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-45776
 (32) 優先日 平成11年2月24日 (1999.2.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 山崎 舜平
 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 小山 潤
 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 堀部 修平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素トランジスタがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、
 前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
 処理回路と、D/A変換回路とを有し、

前記処理回路は、外部から入力されるmビットのデジタルビデオデータのうちnビット
 を階調電圧のためのnビットのデジタルビデオデータに変換し(m、nは共に2以上の正
 数、 $m > n$)、

前記D/A変換回路は、当該nビットのデジタルビデオデータをアナログビデオデータ
 に変換し、かつ前記ソースドライバに前記アナログビデオデータを入力し、

1フレームの映像は、当該アナログビデオデータと 2^{m-n} 個のサブフレームによる時
 間階調表示とを用いて形成され、

バックライトに赤のLEDと、緑のLEDと、青のLEDとを用いており、前記赤のLED
 と、前記緑のLEDと、前記青のLEDとが順次点灯する期間を有することによりフ
 ィールドシーケンシャル駆動が行われ、前記赤のLEDが点灯する期間、前記緑のLED
 が点灯する期間、及び前記青のLEDが点灯する期間のそれぞれにおいて、前記サブフ
 レームを有している

ことを特徴とする表示装置。

【請求項2】

複数の画素トランジスタがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、

前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
処理回路と、D/A変換回路とを有し、

前記処理回路は、外部から入力されるmビットのデジタルビデオデータのうちnビット
を階調電圧のためのnビットのデジタルビデオデータに変換し(m、nは共に2以上の正
数、 $m > n$)、

前記D/A変換回路は、当該nビットのデジタルビデオデータをアナログビデオデータ
に変換し、かつ前記ソースドライバに前記アナログビデオデータを入力し、

当該アナログビデオデータと 2^{m-n} 個のサブフレームによる時間階調表示とを用いて
1フレームの映像を形成し、 $(2^m - (2^{m-n} - 1))$ 通りの階調表示を得、

バックライトに赤のLEDと、緑のLEDと、青のLEDとを用いており、前記赤のL
EDと、前記緑のLEDと、前記青のLEDとが順次点灯する期間を有することによりフ
ィールドシーケンシャル駆動が行われ、前記赤のLEDが点灯する期間、前記緑のLED
が点灯する期間、及び前記青のLEDが点灯する期間のそれぞれにおいて、前記サブフレ
ームを有している

ことを特徴とする表示装置。

【請求項3】

請求項1又は請求項2において、

前記D/A変換回路は、前記D/A変換回路に入力される最高の電圧レベルと、前記D
/A変換回路に入力される最低の電圧レベルとの間を分割した階調電圧レベルを出力する
ことを特徴とする表示装置。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれかーにおいて、

前記複数の画素トランジスタは有機性樹脂膜で覆われていることを特徴とする表示装置

。

【請求項5】

請求項1乃至請求項3のいずれかーにおいて、

前記複数の画素トランジスタはポリイミド、アクリル、又はポリイミドアミドで覆われ
ていることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【0002】

本発明は、表示装置に関する。特に、階調電圧と時間階調との両方によって階調表示を行
う表示装置に関する。

【0003】

【従来の技術】

【0004】

最近安価なガラス基板上に半導体薄膜を形成した半導体装置、例えば薄膜トランジスタ(TFT)
を作製する技術が急速に発達してきている。その理由は、アクティブマトリクス
型表示装置の需要が高まってきたことによる。

【0005】

アクティブマトリクス型表示装置は、マトリクス状に配置された数十～数百万個もの画素
領域にそれぞれ画素TFTが配置され、各画素TFTに接続された画素電極に出入りする
電荷を画素TFTのスイッチング機能により制御するものである。

【0006】

近年、画像の高精細化、高解像度化とともに、望ましくはフルカラー表示が行える多階調
表示が求められている。

【0007】

また、アクティブマトリクス型表示装置の中でも、表示装置の高精細化、高解像度化に伴
い、高速駆動が可能なデジタル駆動方式のアクティブマトリクス型表示装置が注目されて

10

20

30

40

50

きている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

デジタル駆動方式のアクティブマトリクス型表示装置には、外部から入力されるデジタルビデオデータをアナログデータ（階調電圧）に変換するD/A変換回路（DAC）が必要である。D/A変換回路には、様々な種類のものが存在する。

【 0 0 1 0 】

アクティブマトリクス型表示装置の多階調表示能力は、このD/A変換回路の能力、つまりD/A変換回路が何ビットのデジタルビデオデータをアナログデータに変換することができるかに依存している。例えば、一般的に、2ビットのデジタルビデオデータを処理するD/A変換回路を有する表示装置であれば、 $2^2 = 4$ 階調表示を行うことができ、8ビットならば $2^8 = 256$ 階調表示を行うことができ、またnビットならば 2^n 階調表示を行うことができる。

10

【 0 0 1 1 】

しかし、D/A変換回路の能力を上げるためには、D/A変換回路の回路構成が複雑になり、かつレイアウト面積が大きくなる。最近では、D/A変換回路をアクティブマトリクス回路と同一基板上にポリシリコンTFTによって形成する表示装置が報告されてきている。しかし、この場合、D/A変換回路の回路構成が複雑になると、D/A変換回路の歩留まりが低下し、表示装置の歩留まりも低下してしまう。また、D/A変換回路のレイアウト面積が大きくなると、小型の表示装置を実現することが困難になる。

20

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明は上述の問題に鑑みてなされたものであり、多階調の表示を実現することのできる表示装置を提供するものである。

【 0 0 1 4 】

まず、図1を参照する。図1には、本発明の表示装置の概略構成図が示されている。101はデジタルドライバを有する表示パネルである。101-1はソースドライバであり、101-2および101-3はゲートドライバであり、101-4は複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路である。ソースドライバ101-1およびゲートドライバ101-2ならびに101-3は、アクティブマトリクス回路を駆動する。102はデジタルビデオデータ時間階調処理回路である。

30

【 0 0 1 5 】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路102は、外部から入力されるmビットデジタルビデオデータのうちnビットのデジタルビデオデータを、nビットの階調電圧の為にデジタルビデオデータに変換する。mビットのデジタルビデオデータのうち下位（m-n）ビットの階調情報は、時間階調によって表現される。

【 0 0 1 6 】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路102によって変換されたnビットデジタルビデオデータは、表示パネル101に入力される。表示パネル101に入力されたnビットデジタルビデオデータは、ソースドライバに入力され、ソースドライバ内のD/A変換回路でアナログ階調データに変換され、各ソース信号線に供給される。

40

【 0 0 1 7 】

次に、本発明の表示装置の別の例を図2に示す。図2において、201はアナログドライバを有する表示パネルである。201-1はソースドライバであり、201-2および201-3はゲートドライバであり、201-4は複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路である。ソースドライバ201-1およびゲートドライバ201-2ならびに201-3は、アクティブマトリクス回路を駆動する。202はA/D変換回路であり、外部から供給されるアナログビデオデータをmビットデジタルビデオ

50

オデータに変換する。203はデジタルビデオデータ時間階調処理回路である。デジタルビデオデータ時間階調処理回路203は、入力されるmビットデジタルビデオデータのうちnビットのデジタルビデオデータを、nビットの階調電圧の為のデジタルビデオデータに変換する。入力されるmビットのデジタルビデオデータのうち下位(m - n)ビットの階調情報は、時間階調によって表現される。デジタルビデオデータ時間階調処理回路203によって変換されたnビットデジタルビデオデータは、D/A変換回路204に入力され、アナログビデオデータに変換される。D/A変換回路204によって変換されたアナログビデオデータは、表示パネル201に入力される。表示パネル201に入力されたアナログビデオデータは、ソースドライバに入力され、ソースドライバ内のサンプリング回路によってサンプリングされ、各ソース信号線に供給される。

10

【0018】

なお、本発明の表示装置の動作の詳細について実施形態を用いて後述することにする。

【0019】

以下に本発明の構成を述べる。

【0020】

本発明によると、

複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、
前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
を有する表示装置であって、
外部から入力されるmビットデジタルビデオデータのうち、上位nビットを階調電圧の情報として、かつ下位(m - n)ビットを時間階調の情報として用い、m、nは共に2以上の正数、かつm > nであることを特徴とする表示装置が提供される。

20

【0021】

また、本発明によると、

複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、
前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
外部から入力されるmビットデジタルビデオデータを階調電圧のためのnビットデジタルビデオデータに変換し、前記ソースドライバに前記nビットデジタルビデオデータを供給する回路と(m、nは共に2以上の正数、m > n)、
を有する表示装置であって、
2^{m-n}個のサブフレームによって1フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行うことを特徴とする表示装置が提供される。

30

【0022】

また、本発明によると、

複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、
前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
外部から入力されるmビットデジタルビデオデータを階調電圧のためのnビットデジタルビデオデータに変換し、前記ソースドライバに前記nビットデジタルビデオデータを供給する回路と(m、nは共に2以上の正数、m > n)、
を有する表示装置であって、
2^{m-n}個のサブフレームによって1フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行い、(2^m - (2^{m-n} - 1))通りの階調表示を得ることを特徴とする表示装置が提供される。

40

【0023】

また、本発明によると、

複数の画素TFTがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、
前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、
を有する表示装置であって、
外部から入力されるmビットデジタルビデオデータのうち、上位nビットを階調電圧の情報として、かつ下位(m - n)ビットを時間階調の情報として用い(m、nは共に2以上

50

の正数、 $m > n$)、

前記ソースドライバは、前記 n ビットデジタルビデオデータをアナログ階調電圧に変換する D/A 変換回路を有していることを特徴とする表示装置が提供される。

【0024】

また、本発明によると、

複数の画素 TFT がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、

前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、

外部から入力される m ビットデジタルビデオデータを階調電圧のための n ビットデジタルビデオデータに変換し、前記ソースドライバに前記 n ビットデジタルビデオデータを供給する回路と (m 、 n は共に 2 以上の正数、 $m > n$)、

を有する表示装置であって、

前記ソースドライバは、前記 n ビットデジタルビデオデータをアナログ階調電圧に変換する D/A 変換回路を有しており、

2^{m-n} 個のサブフレームによって 1 フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行うことを特徴とする表示装置が提供される。

【0025】

また、本発明によると、

複数の画素 TFT がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、

前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、

外部から入力される m ビットデジタルビデオデータを階調電圧のための n ビットデジタルビデオデータに変換し、前記ソースドライバに前記 n ビットデジタルビデオデータを供給する回路と (m 、 n は共に 2 以上の正数、 $m > n$)、

を有する表示装置であって、

前記ソースドライバは、前記 n ビットデジタルビデオデータをアナログ階調電圧に変換する D/A 変換回路を有しており、

2^{m-n} 個のサブフレームによって 1 フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行い、 $(2^m - (2^{m-n} - 1))$ 通りの階調表示を得ることを特徴とする表示装置が提供される。

【0026】

また、本発明によると、

複数の画素 TFT がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、

前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、

外部から入力される m ビットデジタルビデオデータを階調電圧のための n ビットデジタルビデオデータに変換する回路と (m 、 n は共に 2 以上の正数、 $m > n$)、

前記 n ビットデジタルビデオデータをアナログビデオデータに変換し、前記ソースドライバに入力する D/A 変換回路と、

を有する表示装置であって、

2^{m-n} 個のサブフレームによって 1 フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行うことを特徴とする表示装置が提供される。

【0027】

また、本発明によると、

複数の画素 TFT がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路と、

前記アクティブマトリクス回路を駆動するソースドライバおよびゲートドライバと、

外部から入力される m ビットデジタルビデオデータを階調電圧のための n ビットデジタルビデオデータに変換する回路と (m 、 n は共に 2 以上の正数、 $m > n$)、

前記 n ビットデジタルビデオデータをアナログビデオデータに変換し、前記ソースドライバに入力する D/A 変換回路と、

を有する表示装置であって、

2^{m-n} 個のサブフレームによって 1 フレームの映像を形成することによって時間階調表示を行い、 $(2^m - (2^{m-n} - 1))$ 通りの階調表示を得ることを特徴とする表示装置が提供

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 2 8 】

前記 m は 8、前記 n は 2 であってもよい。

【 0 0 2 9 】

前記 m は 1 0、前記 n は 2 であってもよい。

【 0 0 3 0 】

前記 m は 1 2、前記 n は 4 であってもよい。

【 0 0 3 1 】

【 発明の実施の形態 】

【 0 0 3 2 】

10

以下に本発明の表示装置を実施形態をもって説明する。ただし、本発明の表示装置は、以下の実施形態に限定されるわけではない。

【 0 0 3 3 】

(実施形態 1)

【 0 0 3 4 】

本実施形態の表示装置の概略構成図を図 3 に示す。本実施形態においては、説明の簡略のため、外部から 4 ビットデジタルビデオデータが供給される表示装置を例にとる。

【 0 0 3 5 】

3 0 1 はデジタルドライバを有する表示パネルである。3 0 1 - 1 はソースドライバであり、3 0 1 - 2 および 3 0 1 - 3 はゲートドライバであり、3 0 1 - 4 は複数の画素 T F T がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路である。

20

【 0 0 3 6 】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路 3 0 2 は、外部から入力される 4 ビットデジタルビデオデータのうち上位 2 ビットのデジタルビデオデータを、2 ビットの階調電圧の為にデジタルビデオデータに変換する。4 ビットのデジタルビデオデータのうち下位 2 ビットの階調情報は、時間階調によって表現される。

【 0 0 3 7 】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路 3 0 2 によって変換された上位 2 ビットデジタルビデオデータは、表示パネル 3 0 1 に入力される。表示パネル 3 0 1 に入力された 2 ビットデジタルビデオデータは、ソースドライバに入力され、ソースドライバ内の D / A 変換回路 (図示せず) でアナログ階調データに変換され、各ソース信号線に供給される。なお、本実施形態の表示パネルに内蔵される D / A 変換回路は、2 ビットのデジタルビデオデータをアナログ階調電圧に変換する。

30

【 0 0 3 8 】

ここで、本実施形態の表示パネルが表示媒体として液晶を用いた液晶パネルである場合について説明する。

表示パネル 3 0 1 の回路構成、特にアクティブマトリクス回路 3 0 1 - 4 について、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 3 9 】

アクティブマトリクス回路 3 0 1 - 4 は、(x × y) 個の画素を有している。

40

それぞれの画素には、説明の便宜上、P 1,1、P 2,1、・・・、P y,x 等の符号が付けられている。また、それぞれの画素は、画素 T F T 3 0 1 - 4 - 1、保持容量 3 0 1 - 4 - 3 を有している。また、ソースドライバ 3 0 1 - 1、ゲートドライバ 3 0 1 - 2 ならびに 3 0 1 - 3、およびアクティブマトリクス回路 3 0 1 - 4 が形成されているアクティブマトリクス基板と対向基板との間には、液晶が挟まれている。液晶 3 0 0 6 は、各画素に対応する液晶を模式的に示したものである。

【 0 0 4 0 】

本実施形態のデジタルドライバ表示パネルは、1 ライン分の画素 (例えば、P 1,1、P 1,2、・・・、P 1,x) を同時に駆動する、いわゆる線順次駆動を行う。言い換えると、1 ライン分の画素に同時にアナログ階調電圧を書き込む。全ての画素 (P 1,1 ~ P y,x) にアナ

50

ログ階調電圧を書き込むのに要する時間を1フレーム期間(T_f)と呼ぶことにする。また、1フレーム期間(T_f)を4分割した期間をサブフレーム期間(T_{sf})と呼ぶことにする。さらに、1ライン分の画素(例えば、 $P1,1$ 、 $P1,2$ 、 \dots 、 $P1,x$)にアナログ階調電圧を書き込むのに要する時間を1ライン期間(T_{sfl})と呼ぶことにする。

【0041】

本実施形態の表示装置の階調表示について説明する。本実施形態の表示装置に外部から供給されるデジタルビデオデータは、4ビットであり、16階調の情報を有している。ここで、図5を参照する。図5には、本実施形態の表示装置の階調表示レベルが示されている。電圧レベル V_L はD/A変換回路に入力される最低の電圧レベルであり、また、電圧レベル V_H はD/A変換回路に入力される最高の電圧レベルである。

10

【0042】

本実施形態においては、4階調の電圧レベルを実現するために、電圧レベル V_H と電圧レベル V_L との間をほぼ等電圧レベルに分割し、その電圧レベルのステップを ΔV とした。なお、 $\Delta V = (V_H - V_L) / 4$ である。よって、本実施形態のD/A変換回路が出力する階調電圧レベルは、デジタルビデオデータのアドレスが(00)の時は V_L となり、デジタルビデオデータのアドレスが(01)の時は $V_L + \Delta V$ となり、デジタルビデオデータのアドレスが(10)の時は $V_L + 2\Delta V$ となり、デジタルビデオデータのアドレスが(11)の時は $V_L + 3\Delta V$ となる。

【0043】

本実施形態のD/A変換回路が出力できる階調電圧レベルは、上述の様に V_L 、 $V_L + \Delta V$ 、 $V_L + 2\Delta V$ 、および $V_L + 3\Delta V$ の4通りである。そこで、本発明においては、時間階調表示を組み合わせることによって、表示装置の階調表示レベルの数を上げることができる。本実施形態においては、4ビットデジタルビデオデータのうちの2ビット分の情報を時間階調表示にもちいることによって、電圧レベルのステップ ΔV をほぼ4等分した階調電圧レベルに相当する階調表示レベルを実現することができる。つまり、本実施形態の表示装置は、 V_L 、 $V_L + \Delta V / 4$ 、 $V_L + 2\Delta V / 4$ 、 $V_L + 3\Delta V / 4$ 、 $V_L + \Delta V$ 、 $V_L + 5\Delta V / 4$ 、 $V_L + 6\Delta V / 4$ 、 $V_L + 7\Delta V / 4$ 、 $V_L + 2\Delta V$ 、 $V_L + 9\Delta V / 4$ 、 $V_L + 10\Delta V / 4$ 、 $V_L + 11\Delta V / 4$ 、 $V_L + 3\Delta V$ の階調電圧レベルに相当する階調表示レベルを実現することができる。

20

【0044】

ここで、外部から入力される4ビットデジタルビデオデータアドレスと、時間階調処理後デジタルビデオデータアドレスおよびそれに対応する階調電圧レベルと、時間階調を組み合わせた階調表示レベルとの対応を下記の表1に示す。

30

【0045】

【表1】

デジタルビデオデータアドレス		時間階調処理後 デジタルビデオデータ アドレス (階調電圧 レベル)				時間階調を 組み合わせた 階調表示レベル
上位	下位	1st Tsfl	2nd Tsfl	3rd Tsfl	4th Tsfl	
00	00	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	V_L
	01	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + \alpha / 4$
	10	00 (V_L)	00 (V_L)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + 2\alpha / 4$
	11	00 (V_L)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + 3\alpha / 4$
01	00	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + \alpha$
	01	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 5\alpha / 4$
	10	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 6\alpha / 4$
	11	01 ($V_L + \alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 7\alpha / 4$
10	00	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 2\alpha$
	01	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 9\alpha / 4$
	10	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 10\alpha / 4$
	11	10 ($V_L + 2\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 11\alpha / 4$
11	00	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	01	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	10	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	11	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$

【 0 0 4 6 】

本実施形態の表示装置は、1フレーム期間 T_f を4つのサブフレーム期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および4th Tsfl) に分割して表示を行っている。さらに、本実施形態の表示装置は、線順次駆動を行うので、各画素は1ライン期間 (Tsfl) の間、階調電圧が書き込まれる。よって、各サブフレーム期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および4th Tsfl) に対応する各サブフレームライン期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および4th Tsfl) に、時間階調処理後の2ビットデジタルビデオデータのアドレスがD/A変換回路に入力され、D/A変換回路から階調電圧が出力される。4つのサブフレームライン期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および4th Tsfl) に書き込まれる階調電圧によって4回のサブフレームの表示が高速に行われ、結果として1フレームの階調表示は、各サブフレームライン期間の階調電圧レベルの総和を時間平均したものになる。

【 0 0 4 7 】

なお、表1に示すように、本実施形態においては、4ビットデジタルビデオデータのアド

10

20

30

40

50

レスが (1 1 0 0) ~ (1 1 1 1) までは同じ階調電圧レベル ($V_L + 3$) が出力される。

【 0 0 4 8 】

よって、本実施形態の表示装置においては、2ビットデジタルビデオデータを扱うD/A変換回路をした場合でも、 $2^4 - 3 = 13$ 階調の階調レベルの表示を行うことができる。

【 0 0 4 9 】

図6には、本実施形態の表示装置の駆動タイミングチャートが示されている。

図6には、画素 $P_{1,1}$ ~ 画素 $P_{y,1}$ が例にとって示されている。

【 0 0 5 0 】

画素 $P_{1,1}$ を例にとって説明すると、画素 $P_{1,1}$ には、各サブフレームライン期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および4th Tsfl) に、デジタルビデオデータ1,1-1、1,1-2、1,1-3、および1,1-4がそれぞれ書き込まれる。これらのデジタルビデオデータ1,1-1、1,1-2、1,1-3、および1,1-4は、4ビットのデジタルビデオデータ1,1を時間階調処理した2ビットデジタルビデオデータである。

【 0 0 5 1 】

このような動作が、全ての画素について行われる。

【 0 0 5 2 】

ここで、図7を参照する。図7は、ある画素 (例えば、画素 $P_{1,1}$) に書き込まれる階調電圧レベルと、サブフレーム期間およびフレーム期間との関係を示したものである。

【 0 0 5 3 】

まず、1フレーム期間目に着目すると、第1のサブフレームライン期間 (1st Tsfl) には $V_L +$ の階調電圧が書き込まれ、第1のサブフレーム期間 (1st Tsf) には階調電圧 $V_L +$ に対応した画像が表示される。次に、第2のサブフレームライン期間 (2nd Tsfl) には $V_L + 2$ の階調電圧が書き込まれ、第2のサブフレーム期間 (2nd Tsf) には階調電圧 $V_L + 2$ に対応した画像が表示される。次に、第3のサブフレームライン期間 (3rd Tsfl) には $V_L + 2$ の階調電圧が書き込まれ、第3のサブフレーム期間 (3rd Tsf) には階調電圧 $V_L + 2$ に対応した画像が表示される。次に、第4のサブフレームライン期間 (4th Tsfl) には $V_L + 2$ の階調電圧が書き込まれ、第4のサブフレーム期間 (4th Tsf) には階調電圧 $V_L + 2$ に対応した画像が表示される。よって、1フレーム目の階調表示レベルは、 $V_L + 7 / 4$ の階調電圧レベルに対応した階調表示となる。

【 0 0 5 4 】

次に、2フレーム期間目に着目すると、第1のサブフレームライン期間 (1st Tsfl) には $V_L + 2$ の階調電圧が書き込まれ、第1のサブフレーム期間 (1st Tsf) には階調電圧 $V_L + 2$ に対応した画像が表示される。次に、第2のサブフレームライン期間 (2nd Tsfl) には $V_L + 2$ の階調電圧が書き込まれ、第2のサブフレーム期間 (2nd Tsf) には階調電圧 $V_L + 2$ に対応した画像が表示される。次に、第3のサブフレームライン期間 (3rd Tsfl) には $V_L + 3$ の階調電圧が書き込まれ、第3のサブフレーム期間 (3rd Tsf) には階調電圧 $V_L + 3$ に対応した画像が表示される。次に、第4のサブフレームライン期間 (4th Tsfl) には $V_L + 3$ の階調電圧が書き込まれ、第4のサブフレーム期間 (4th Tsf) には階調電圧 $V_L + 3$ に対応した画像が表示される。よって、2フレーム目の階調表示レベルは、 $V_L + 10 / 4$ の階調電圧レベルに対応した階調表示となる。

【 0 0 5 5 】

このように、13通りの階調表示が行われることが理解される。

【 0 0 5 6 】

なお、本実施形態においては、4階調の電圧レベルを実現するために、電圧レベル V_H と電圧レベル V_L との間をほぼ等電圧レベルに分割し、その電圧レベルのステップを $\frac{1}{4}$ としたが、電圧レベル V_H と電圧レベル V_L との間を等電圧レベルに分割せず任意に設定した場合でも、本発明の効果はある。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

また、本実施形態においては、各サブフレームライン期間に書き込まれる階調電圧レベルを表 1 のように設定したが、下記の表 2 に示す様にしてもよい。

【 0 0 5 8 】

【表 2】

デジタルビデオデータアドレス		時間階調処理後 デジタルビデオデータアドレス (階調電圧) レベル				時間階調を 組み合わせた 階調表示レベル
上位	下位	1st Tsfl	2nd Tsfl	3rd Tsfl	4th Tsfl	
00	00	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	V_L
	01	01 ($V_L + \alpha$)	00 (V_L)	00 (V_L)	00 (V_L)	$V_L + \alpha / 4$
	10	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	00 (V_L)	00 (V_L)	$V_L + 2\alpha / 4$
	11	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	00 (V_L)	$V_L + 3\alpha / 4$
01	00	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + \alpha$
	01	10 ($V_L + 2\alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + 5\alpha / 4$
	10	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + 6\alpha / 4$
	11	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	01 ($V_L + \alpha$)	$V_L + 7\alpha / 4$
10	00	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 2\alpha$
	01	11 ($V_L + 3\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 9\alpha / 4$
	10	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 10\alpha / 4$
	11	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	10 ($V_L + 2\alpha$)	$V_L + 11\alpha / 4$
11	00	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	01	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	10	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$
	11	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	11 ($V_L + 3\alpha$)	$V_L + 3\alpha$

【 0 0 5 9 】

また、各サブフレームライン期間 (1st Tsfl、2nd Tsfl、3rd Tsfl、および 4th Tsfl) に書き込まれるデジタルビデオデータのアドレス (または階調電圧レベル) は、表 1 または表 2 以外の組み合わせによっても設定され得る。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態においては、外部から入力される 4 ビットデジタルビデオデータのうち上位 2 ビットのデジタルビデオデータを、2 ビットの階調電圧の為のデジタルビデオデータに変換し、4 ビットのデジタルビデオデータのうち下位 2 ビットの階調情報は、時間階調によって表現されるようにした。ここで、一般に、外部から m ビットのデジタルビデオ

10

20

30

40

50

データが時間階調処理回路によって、上位 n ビットデジタルビデオデータが、階調電圧の為のデジタルビデオデータに変換され、下位 $(m - n)$ ビットの階調情報は、時間階調によって表現される場合を考える。なお、 m 、 n は共に 2 以上の整数であり、 $m > n$ とする。

【0061】

この場合、フレーム期間 (T_f) とサブフレーム期間 (T_{sf}) との関係は、

$$T_f = 2^{m-n} \cdot T_{sf}$$

となり、 $(2^m - (2^{m-n} - 1))$ 通りの階調表示を行うことができる。

【0062】

なお、 $m = 12$ および $n = 4$ でもよい。

【0063】

(実施形態 2)

【0064】

本実施形態においては、8 ビットデジタルビデオデータが入力される表示装置について説明する。図 8 を参照する。図 8 には、本実施形態の表示装置の概略構成図が示されている。801 はデジタルドライバを有するパネルである。801 - 1 ならびに 801 - 2 はソースドライバであり、801 - 3 はゲートドライバであり、801 - 4 は複数の画素 TFT がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路であり、801 - 5 はデジタルビデオデータ時間階調処理回路である。

【0065】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路 801 - 5 は、外部から入力される 8 ビットデジタルビデオデータのうち 6 ビットのデジタルビデオデータを、6 ビットの階調電圧の為のデジタルビデオデータに変換する。8 ビットのデジタルビデオデータのうち 2 ビットの階調情報は、時間階調によって表現される。

【0066】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路 801 - 5 によって変換された 6 ビットデジタルビデオデータは、ソースドライバ 801 - 1 および 801 - 2 に入力され、ソースドライバ内の D/A 変換回路 (図示せず) でアナログ階調電圧に変換され、各ソース信号線に供給される。なお、本実施形態の表示装置に内蔵される D/A 変換回路は、6 ビットのデジタルビデオデータをアナログ階調電圧に変換する。

【0067】

なお、本実施形態の表示装置においては、ソースドライバ 801 - 1 ならびに 801 - 2、ゲートドライバ 801 - 3、アクティブマトリクス回路 801 - 4、およびデジタルビデオデータ時間階調処理回路 801 - 5 が同一基板上に一体形成されている。

【0068】

ここで、図 9 を参照する。図 9 には、本実施形態の表示装置の回路構成がより詳しく示されている。ソースドライバ 801 - 1 は、シフトレジスタ回路 801 - 1 - 1、ラッチ回路 1 (801 - 1 - 2)、ラッチ回路 2 (801 - 1 - 3)、D/A 変換回路 (801 - 1 - 4) を有している。その他、バッファ回路やレベルシフト回路 (いずれも図示せず) を有している。また、説明の便宜上、D/A 変換回路 801 - 1 - 4 にはレベルシフト回路が含まれている。

【0069】

ソースドライバ 801 - 2 は、ソースドライバ 801 - 1 と同じ構成を有する。なお、ソースドライバ 801 - 1 は、奇数番目のソース信号線に画像信号 (階調電圧) を供給し、ソースドライバ 801 - 2 は、偶数番目のソース信号線に画像信号を供給するようになっている。

【0070】

なお、本実施形態のアクティブマトリクス型表示装置においては、回路レイアウトの都合上、アクティブマトリクス回路の上下を挟むように 2 つのソースドライバ 801 - 1 および 801 - 2 を設けたが、回路レイアウト上、可能であれば、ソースドライバを 1 つだけ

10

20

30

40

50

設けるようにしても良い。

【0071】

また、801-3はゲートドライバであり、シフトレジスタ回路、バッファ回路、レベルシフタ回路等（いずれも図示せず）を有している。

【0072】

アクティブマトリクス回路801-4は、 1920×1080 （横×縦）の画素を有している。各画素の構成は、上記実施形態1で説明したものと同様である。

【0073】

本実施形態の表示装置は、6ビットデジタルビデオデータを扱うD/A変換回路801-1-4を有している。また、外部から供給される8ビットデジタルビデオデータのうち下位2ビット分の情報を時間階調を行うために用いる。なお、時間階調については、上述の実施形態1と同様である。

【0074】

よって、本実施形態の表示装置は、 $2^8 - 3 = 253$ 通りの階調表示を行うことができる。

【0075】

（実施形態3）

【0076】

図10において、1001はアナログドライバを有する表示パネルである。1001-1はソースドライバであり、1001-2および1001-3はゲートドライバであり、1001-4は複数の画素TF Tがマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス回路である。

【0077】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路1002は、外部から入力される4ビットデジタルビデオデータのうち上位2ビットのデジタルビデオデータを、2ビットの階調電圧の為にデジタルビデオデータに変換する。4ビットのデジタルビデオデータのうち下位2ビットの階調情報は、時間階調によって表現される。

【0078】

デジタルビデオデータ時間階調処理回路1002によって変換された上位2ビットデジタルビデオデータは、D/A変換回路1003に入力され、アナログビデオデータに変換される。おして、このアナログビデオデータは、パネル1001に入力される。

【0079】

ここで、本実施形態の表示パネル1001に表示媒体として液晶を用いて液晶パネルとした場合について説明する。

本実施形態の表示パネル1001の回路構成、特にアクティブマトリクス回路1001-4について、図11を用いて説明する。

【0080】

アクティブマトリクス回路1001-4は、 $(x \times y)$ 個の画素を有している。それぞれの画素には、説明の便宜上、 $P1,1$ 、 $P2,1$ 、 \dots 、 P_y,x 等の符号が付けられている。また、それぞれの画素は、画素TF T 1001-4-1、保持容量1001-4-3を有している。また、ソースドライバ1001-1、ゲートドライバ1001-2ならびに1001-3、およびアクティブマトリクス回路1001-4が形成されているアクティブマトリクス基板と対向基板との間には、液晶が挟まれている。液晶1001-4-2は、各画素に対応する液晶を模式的に示したものである。

【0081】

本実施形態のアナログドライバ液晶パネルは、1つの画素を順に駆動する、いわゆる点順次駆動を行う。全ての画素（ $P1,1 \sim P_y,x$ ）にアナログ階調電圧を書き込むのに要する時間を1フレーム期間（ T_f ）と呼ぶことにする。また、1フレーム期間（ T_f ）を4分割した期間をサブフレーム期間（ T_{sf} ）と呼ぶことにする。さらに、1つ分の画素（例えば、 $P1,1$ 、 $P1,2$ 、 \dots 、 $P1,x$ ）にアナログ階調電圧を書き込むのに要する時間を1サブ

10

20

30

40

50

フレームドット期間 (T_{sfd}) と呼ぶことにする。

【 0 0 8 2 】

本実施形態の表示装置の階調表示について説明する。本実施形態の表示装置に外部から供給されるデジタルビデオデータは、4ビットであり、16階調の情報を有している。なお、本実施形態の表示装置の階調表示レベルは、図5に示したものと同様であるので、図5を参照する。

【 0 0 8 3 】

図12には、本実施形態の表示装置の駆動タイミングチャートが示されている。図12には、画素 $P_{1,1}$ 、 $P_{1,2}$ 、 $P_{1,3}$ 、および画素 $P_{y,x}$ が例にとりて示されている。

【 0 0 8 4 】

画素 $P_{1,1}$ を例にとりて説明すると、画素 $P_{1,1}$ には、各サブフレームドット期間 ($1st\ T_{sfd}$ 、 $2nd\ T_{sfd}$ 、 $3rd\ T_{sfd}$ 、および $4th\ T_{sfd}$) に、デジタルビデオデータ $1_{1,1-1}$ 、 $1_{1,1-2}$ 、 $1_{1,1-3}$ 、および $1_{1,1-4}$ が書き込まれる。これらのデジタルビデオデータ $1_{1,1-1}$ 、 $1_{1,1-2}$ 、 $1_{1,1-3}$ 、および $1_{1,1-4}$ は、4ビットのデジタルビデオデータ $1_{1,1}$ を時間階調処理した2ビットデジタルビデオデータをアナログ変換したアナログビデオデータである。

【 0 0 8 5 】

このような動作が、全ての画素について行われる。

【 0 0 8 6 】

よって、本実施形態の表示装置においても、上述の実施形態1と同様、13階調の階調表示が行える。

【 0 0 8 7 】

なお、本実施形態の表示装置に外部からアナログビデオデータが入力される場合には、入力されるアナログビデオデータをデジタルビデオデータ変換し、デジタルビデオデータ時間階調処理回路1002に入力するようにすれば良い。

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態においても、一般に、外部から m ビットのデジタルビデオデータが時間階調処理回路によって、上位 n ビットデジタルビデオデータが、階調電圧の為のデジタルビデオデータに変換され、下位 ($m - n$) ビットの階調情報は、時間階調によって表現される場合を考える。なお、 m 、 n は共に2以上の整数であり、 $m > n$ とする。

【 0 0 8 9 】

この場合、フレーム期間 (T_f) とサブフレーム期間 (T_{sf}) との関係は、

$$T_f = 2^{m-n} \cdot T_{sf}$$

となり、($2^m - (2^{m-n} - 1)$) 通りの階調表示を行うことができる。

【 0 0 9 0 】

(実施形態4)

【 0 0 9 1 】

本実施形態では、上述の実施形態1～3で説明した本発明の表示装置 (または液晶パネル) の作製工程例を以下に説明する。本実施形態では、絶縁表面を有する基板上に複数の TFT を形成し、アクティブマトリクス回路、ソースドライバ、ゲートドライバ、および他の周辺回路等を同一基板上に形成する例を図13～図16に示す。なお、以下の例では、アクティブマトリクス回路の1つの画素 TFT と、他の回路 (ソースドライバ、ゲートドライバ、および他の周辺回路) の基本回路である CMOS 回路とが同時に形成される様子を示す。また、以下の例では、CMOS 回路においては P チャネル型 TFT と N チャネル型 TFT とがそれぞれ1つのゲート電極を備えている場合について、その作製工程を説明するが、ダブルゲイト型やトリプルゲイト型のような複数のゲイト電極を備えた TFT による CMOS 回路をも同様に作製することができる。また、以下の例では、画素 TFT はダブルゲイトの N チャネル型 TFT である、シングルゲイト、トリプルゲイト等の TFT としてもよい。また、上記実施形態2の表示装置の様に、デジタルビデオデータ時間階調処理回路を同時に形成する様にしても良い。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

図13(A)を参照する。まず、絶縁表面を有する基板として石英基板5000を準備する。石英基板の代わりに熱酸化膜を形成したシリコン基板を用いることもできる。石英基板上に一旦非晶質シリコン膜を形成し、それを完全に熱酸化して絶縁膜とする様な方法をとっても良い。さらに、絶縁膜として窒化珪素膜を形成した石英基板、セラミックス基板またはシリコン基板を用いても良い。次に、下地膜5001を形成する。本実施形態では、下地膜5001には酸化シリコン(SiO_2)が用いられた。次に、非晶質シリコン膜5003を形成する。非晶質シリコン膜5003は、最終的な膜厚(熱酸化後の膜減りを考慮した膜厚)が10~75nm(好ましくは15~45nm)となる様に調節する。

【0093】

なお、非晶質シリコン膜5003の成膜に際して膜中の不純物濃度の管理を徹底的に行うことが重要である。本実施形態の場合、非晶質シリコン膜5003中では、後の結晶化を阻害する不純物であるC(炭素)およびN(窒素)の濃度はいずれも $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満(代表的には $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下)、O(酸素)は $1.5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満(代表的には $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下)となる様に管理する。なぜならば各不純物がこれ以上の濃度で存在すると、後の結晶化の際に悪影響を及ぼし、結晶化後の膜質を低下させる原因となるからである。本明細書中において膜中の上記の不純物元素濃度は、SIMS(質量2次イオン分析)の測定結果における最小値で定義される。

【0094】

上記構成を得るため、本実施形態で用いる減圧熱CVD炉は定期的にドライクリーニングを行い、成膜室の清浄化を図っておくことが望ましい。ドライクリーニングは、200~400 程度に加熱した炉内に100~300sccmの ClF_3 (フッ化塩素)ガスを流し、熱分解によって生成したフッ素によって成膜室のクリーニングを行えば良い。

【0095】

なお、本出願人の知見によれば炉内温度300 とし、 ClF_3 ガスの流量を300sccmとした場合、約2μm厚の付着物(主にシリコンを主成分する)を4時間で完全に除去することができる。

【0096】

また、非晶質シリコン膜5003中の水素濃度も非常に重要なパラメータであり、水素含有量を低く抑えた方が結晶性の良い膜が得られる様である。そのため、非晶質シリコン膜5003の成膜は減圧熱CVD法であることが好ましい。なお、成膜条件を最適化することでプラズマCVD法を用いることも可能である。

【0097】

次に、非晶質シリコン膜5003の結晶化工程を行う。結晶化の手段としては特開平7-130652号公報記載の技術を用いる。同公報の実施例1および実施形態2のどちらの手段でも良いが、本実施形態では、同公報の実施例2に記載した技術内容(特開平8-78329号公報に詳しい)を利用するのが好ましい。

【0098】

特開平8-78329号公報記載の技術は、まず触媒元素の添加領域を選択するマスク絶縁膜4004を150nmに形成する。マスク絶縁膜4004は触媒元素を添加するために複数箇所の開口部を有している。この開口部の位置によって結晶領域の位置を決定することができる(図13(B))。

【0099】

そして、非晶質シリコン膜5003の結晶化を助長する触媒元素としてニッケル(Ni)を含有した溶液(Ni酢酸塩エタノール溶液)5005をスピンコート法により塗布する。なお、触媒元素としてはニッケル以外にも、コバルト(Co)、鉄(Fe)、パラジウム(Pd)、ゲルマニウム(Ge)、白金(Pt)、銅(Cu)、金(Au)等を用いることができる(図13(B))。

【0100】

また、上記触媒元素の添加工程は、レジストマスクを利用したイオン注入法またはプラズマドーピング法を用いることもできる。この場合、添加領域の占有面積の低減、後述する横成長領域の成長距離の制御が容易となるので、微細化した回路を構成する際に有効な技術となる。

【0101】

触媒元素の添加工程が終了したら、次に、450 で1時間程度の水素出しの後、不活性雰囲気、水素雰囲気または酸素雰囲気中において500～960（代表的には550～650）の温度で4～24時間の加熱処理を加えて非晶質シリコン膜5003の結晶化を行う。本実施形態では窒素雰囲気中で570 で14時間の加熱処理を行う。

【0102】

この時、非晶質シリコン膜5003の結晶化は、ニッケルを添加した領域4006で発生した核から優先的に進行し、基板5000の基板面に対してほぼ平行に成長した多結晶シリコン膜からなる結晶領域5007が形成される。この結晶領域5007を横成長領域と呼ぶ。横成長領域は比較的揃った状態で個々の結晶が集合しているため、全体的な結晶性に優れるという利点がある。

【0103】

なお、マスク絶縁膜5004を用いずに、Ni酢酸溶液を非晶質シリコン膜の前面に塗布し結晶化させることもできる。

【0104】

図13(D)を参照する。次に、触媒元素のゲッタリングプロセスを行う。まず、リンイオンのドーピングを選択的に行う。マスク絶縁膜5004が形成された状態で、リンのドーピングを行う。すると、多結晶シリコン膜のマスク絶縁膜5004で覆われていない部分5008のみに、リンがドーピングされる（これらの領域をリン添加領域5008と呼ぶ）。このとき、ドーピングの加速電圧と、酸化膜で成るマスクの厚さを最適化し、リンがマスク絶縁膜5004を突き抜けないようにする。このマスク絶縁膜5004は、必ずしも酸化膜でなくてもよいが、酸化膜は活性層に直接触れても汚染の原因にならないので都合がよい。

【0105】

リンのドーズ量は、 1×10^{14} から 1×10^{15} ions/cm²程度とすると良い。本実施形態では、 5×10^{14} ions/cm²のドーズをイオンドーピング装置を用いて行った。

【0106】

なお、イオンドープの際の加速電圧は10keVとした。10keVの加速電圧であれば、リンは150nmのマスク絶縁膜をほとんど通過することができない。

【0107】

図13(E)を参照する。次に、600の窒素雰囲気にて1～12時間（本実施形態では12時間）熱アニールし、ニッケル元素のゲッタリングを行った。

こうすることによって、図13(E)において矢印で示されるように、ニッケルがリンに吸い寄せられることになる。600の温度のもとでは、リン原子は膜中をほとんど動かないが、ニッケル原子は数100μm程度またはそれ以上の距離を移動することができる。このことからリンがニッケルのゲッタリングに最も適した元素の1つであることが理解できる。

【0108】

次に図14(A)を参照し、多結晶シリコン膜をパターンニングする工程を説明する。このとき、リンの添加領域5008、すなわちニッケルがゲッタリングされた領域が残らないようにする。このようにして、ニッケル元素をほとんど含まない多結晶シリコン膜の活性層5009～5011が得られた。得られた多結晶シリコン膜の活性層5009～5011が後にTFETの活性層となる。

【0109】

図14(B)を参照する。活性層5009～5011を形成したら、その上にシリコンを

10

20

30

40

50

含む絶縁膜でなるゲイト絶縁膜 5012 を 70 nm に成膜する。そして、酸化性雰囲気において、800 ~ 1100 (好ましくは 950 ~ 1050) で加熱処理を行い、活性層 5009 ~ 5011 とゲイト絶縁膜 5012 の界面に熱酸化膜 (図示せず) を形成する。

【0110】

なお、触媒元素をゲッタリングするための加熱処理 (触媒元素のゲッタリングプロセス) を、この段階で行っても良い。その場合、加熱処理は処理雰囲気中にハロゲン元素を含ませ、ハロゲン元素による触媒元素のゲッタリング効果を利用する。なお、ハロゲン元素によるゲッタリング効果を十分に得るためには、上記加熱処理を 700 を超える温度で行なうことが好ましい。この温度以下では処理雰囲気中のハロゲン化合物の分解が困難となり、ゲッタリング効果が得られなくなる恐れがある。また、この場合ハロゲン元素を含むガスとして、代表的には HCl、HF、NF₃、HBr、Cl₂、ClF₃、BCl₂、F₂、Br₂ 等のハロゲンを含む化合物から選ばれた一種または複数種のものを用いることができる。この工程においては、例えば HCl を用いた場合、活性層中のニッケルが塩素の作用によりゲッタリングされ、揮発性の塩化ニッケルとなって大気中へ離脱して除去されと考えられる。また、ハロゲン元素を用いて触媒元素のゲッタリングプロセスを行う場合、触媒元素のゲッタリングプロセスを、マスク絶縁膜 5004 を除去した後、活性層をパターンニングする前に行なってもよい。また、触媒元素のゲッタリングプロセスを、活性層をパターンニングした後に行なってもよい。また、いずれのゲッタリングプロセスを組み合わせてもよい。

【0111】

次に、図示しないアルミニウムを主成分とする金属膜を成膜し、パターンニングによって後のゲイト電極の原型を形成する。本実施形態では 2 wt % のスカンジウムを含有したアルミニウム膜を用いる。

【0112】

また、導電性を付与するための不純物を添加した多結晶シリコン膜によってゲイト電極を形成しても良い。

【0113】

次に、特開平 7 - 135318 号公報記載の技術により多孔性陽極酸化膜 5013 ~ 5020、無孔性陽極酸化膜 5021 ~ 5024 およびゲイト電極 5025 ~ 5028 を形成する (図 14 (B))。

【0114】

こうして図 14 (B) の状態が得られたら、次にゲイト電極 5025 ~ 5028 および多孔性陽極酸化膜 5013 ~ 5020 をマスクとしてゲイト絶縁膜 5012 をエッチングする。そして、多孔性陽極酸化膜 5013 ~ 5020 を除去し、図 14 (C) の状態を得る。なお、図 14 (C) において 5029 ~ 5031 で示されるのは加工後のゲイト絶縁膜である。

【0115】

図 15 (A) を参照する。次に、一導電性を付与する不純物元素の添加工程を行う。不純物元素としては N チャネル型ならば P (リン) または As (砒素)、P 型ならば B (ボロン) または Ga (ガリウム) を用いれば良い。

【0116】

本実施形態では、N チャネル型および P チャネル型の TFT を形成するための不純物添加をそれぞれ 2 回の工程に分けて行う。

【0117】

最初に、N チャネル型の TFT を形成するための不純物添加を行う。まず、1 回目の不純物添加 (本実施形態では P (リン) を用いる) を高加速電圧 80 keV 程度で行い、n⁻領域を形成する。この n⁻領域は、P イオン濃度が $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ となるように調節する。

【0118】

さらに、2回目の不純物添加を低加速電圧10keV程度で行い、 n^+ 領域を形成する。この時は、加速電圧が低いので、ゲイト絶縁膜がマスクとして機能する。また、この n^+ 領域は、シート抵抗が500以下(好ましくは300以下)となるように調節する。

【0119】

以上の工程を経て、CMOS回路を構成するNチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域5033および5033、低濃度不純物領域5037、チャネル形成領域5040が形成される。また、画素TFTを構成するNチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域5035および5036、低濃度不純物領域5038および5039、ならびにチャネル形成領域5041および5042が確定する(図15(A))。

【0120】

なお、図15(A)に示す状態ではCMOS回路を構成するPチャネル型TFTの活性層は、Nチャネル型TFTの活性層と同じ構成となっている。

【0121】

次に、図15(B)に示すように、Nチャネル型TFTを覆ってレジストマスク5043を設け、P型を付与する不純物イオン(本実施形態ではボロンを用いる)の添加を行う。

【0122】

この工程も前述の不純物添加工程と同様に2回に分けて行うが、Nチャネル型をPチャネル型に反転させる必要があるため、前述のPイオンの添加濃度の数倍程度の濃度のB(ボロン)イオンを添加する。

【0123】

こうしてCMOS回路を構成するPチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域5044および5045、低濃度不純物領域5046、チャネル形成領域5047が形成される(図15(B))。

【0124】

また、導電性を付与するための不純物を添加した多結晶シリコン膜によってゲイト電極を形成した場合は、低濃度不純物の形成には公知のサイドウォール構造を用いれば良い。

【0125】

次に、ファースアニール、レーザーアニール、ランプアニール等の組み合わせによって不純物イオンの活性化を行う。それと同時に添加工程で受けた活性層の損傷も修復される。

【0126】

図15(C)を参照する。次に、第1層間絶縁膜5048として酸化シリコン膜と窒化シリコン膜との積層膜を形成し、コンタクトホールを形成した後、ソース電極およびドレイン電極5049~5053を形成する。なお、第1層間絶縁膜5048として有機性樹脂膜を用いることもできる。

【0127】

図16を参照する。次に、第2層間絶縁膜5054を窒化シリコン膜で形成する。そして次に、有機性樹脂膜からなる第3層間絶縁膜5056を0.5~3 μ mの厚さに形成する。有機性樹脂膜としては、ポリイミド、アクリル、ポリイミドアミド等が用いられる。有機性樹脂膜の利点は、成膜方法が簡単である点、容易に膜厚を厚くできる点、比誘電率が低いので寄生容量を低減できる点、平坦性に優れている点などが挙げられる。なお、上述した以外の有機性樹脂膜を用いることもできる。

【0128】

次に、第3層間絶縁膜5056の一部をエッチングし、画素TFTのドレイン電極5052の上部に第2層間絶縁膜を挟んでブラックマトリクス5055を形成する。本実施形態では、ブラックマトリクス5055にはTi(チタン)が用いられた。なお、本実施形態では、画素TFTとブラックマトリクスとの間で保持容量が形成される。

【0129】

次に、第2層間絶縁膜5054および第3層間絶縁膜5056にコンタクトホールを形成し、画素電極5057を120nmの厚さに形成する。なお、本実施形態は透過型のアク

10

20

30

40

50

ティブマトリクス表示装置の例であるため、画素電極 5 0 5 7 を構成する導電膜として I T O 等の透明導電膜を用いる。

【 0 1 3 0 】

次に、基板全体を 3 5 0 の水素雰囲気中で 1 ~ 2 時間加熱し、素子全体の水素化を行うことで膜中（特に活性層中）のダングリングボンド（不対結合手）を補償する。なお、この水素化処理を、プラズマ化させることによってできた水素で行っても良い。

【 0 1 3 1 】

以上の工程を経て同一基板上に C M O S 回路および画素マトリクス回路を有するアクティブマトリクス基板が完成する。

【 0 1 3 2 】

次に、上記の工程によって作製されたアクティブマトリクス基板をもとに、アクティブマトリクス型表示装置を作製する工程を説明する。

【 0 1 3 3 】

図 1 6 (C) の状態のアクティブマトリクス基板に配向膜 5 0 5 9 を形成する。本実施形態では、配向膜 5 0 5 9 にはポリイミドを用いた。次に、対向基板を用意する。対向基板は、ガラス基板 5 0 6 0 、透明導電膜から成る対向電極 5 0 6 1 、配向膜 5 0 6 2 とで構成される。

【 0 1 3 4 】

なお、本実施形態では、配向膜にはポリイミド膜を用いた。なお、配向膜形成後、ラビング処理を施した。なお、本実施形態では、配向膜に比較的大きなプレチル角を持つようなポリイミドを用いた。

【 0 1 3 5 】

次に、上記の工程を経たアクティブマトリクス基板と対向基板とを公知のセル組み工程によって、シール材やスペーサ（共に図示せず）などを介して貼り合わせる。その後、両基板の間に液晶 5 0 6 3 を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。本実施形態では、液晶 5 0 6 3 にネマチック液晶を用いた。

【 0 1 3 6 】

よって、図 1 6 (C) に示すような透過型のアクティブマトリクス型表示装置が完成する。

【 0 1 3 7 】

なお、本実施形態で説明した非晶質シリコン膜の結晶化の方法の代わりに、レーザー光（代表的にはエキシマレーザー光）によって、非晶質シリコン膜の結晶化を行ってもよい。

【 0 1 3 8 】

また、多結晶シリコン膜を用いる代わりに、スマートカット、S I M O X 、エルトラン等の S O I 構造（S O I 基板）を用いて他のプロセスを行ってもよい。

【 0 1 3 9 】

（実施形態 5 ）

【 0 1 4 0 】

本実施形態では、本発明の表示装置の別の作製方法について説明する。ここでは、アクティブマトリクス回路とその周辺に設けられる駆動回路の T F T を同時に作製する方法について説明する。

【 0 1 4 1 】

〔島状半導体層、ゲート絶縁膜形成の工程：図 1 7 (A) 〕

図 1 7 (A) において、基板 7 0 0 1 には、無アルカリガラス基板や石英基板を使用することが望ましい。その他にもシリコン基板や金属基板の表面に絶縁膜を形成したものを基板としても良い。

【 0 1 4 2 】

そして、基板 7 0 0 1 の T F T が形成される表面には、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜からなる下地膜 7 0 0 2 をプラズマ C V D 法やスパッタ法で 1 0 0 ~ 4 0 0 n m の厚さに形成した。例えば下地膜 7 0 0 2 として、窒化シリコン膜 7

10

20

30

40

50

002を25~100nm、ここでは50nmの厚さに、酸化シリコン膜7003を50~300nm、ここでは150nmの厚さとした2層構造で形成すると良い。下地膜7002は基板からの不純物汚染を防ぐために設けられるものであり、石英基板を用いた場合には必ずしも設けなくても良い。

【0143】

次に下地膜7002の上に20~100nmの厚さの、非晶質シリコン膜を公知の成膜法で形成した。非晶質シリコン膜は含有水素量にもよるが、好ましくは400~550で数時間加熱して脱水素処理を行い、含有水素量を5atom%以下として、結晶化の工程を行うことが望ましい。また、非晶質シリコン膜をスパッタ法や蒸着法などの他の作製方法で形成しても良いが、膜中に含まれる酸素、窒素などの不純物元素を十分低減させておくことが望ましい。ここでは、下地膜と非晶質シリコン膜とは、同じ成膜法で形成することが可能であるので両者を連続形成しても良い。下地膜を形成後、一旦大気雰囲気さらされないようにすることで表面の汚染を防ぐことが可能となり、作製されるTFTの特性バラツキを低減させることができる。

10

【0144】

非晶質シリコン膜から結晶質シリコン膜を形成する工程は、公知のレーザー結晶化技術または熱結晶化の技術を用いれば良い。また、シリコンの結晶化を助長する触媒元素を用いて熱結晶化の方法で結晶質シリコン膜を作製しても良い。その他に、微結晶シリコン膜を用いても良いし、結晶質シリコン膜を直接堆積成膜しても良い。さらに、単結晶シリコンを基板上に貼りあわせるSOI(Silicon On Insulators)の公知技術を使用して結晶質シリコン膜を形成しても良い。

20

【0145】

こうして形成された結晶質シリコン膜の不要な部分をエッチング除去して、島状半導体層7004~7006を形成した。結晶質シリコン膜のnチャネル型TFTが作製される領域には、しきい値電圧を制御するため、あらかじめ $1 \times 10^{15} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度の濃度でボロン(B)を添加しておいても良い。

【0146】

次に、島状半導体層7004~7006を覆って、酸化シリコンまたは窒化シリコンを主成分とするゲート絶縁膜7007を形成した。ゲート絶縁膜7007は、10~200nm、好ましくは50~150nmの厚さに形成すれば良い。例えば、プラズマCVD法で N_2O と SiH_4 を原料とした窒化酸化シリコン膜を75nm形成し、その後、酸素雰囲気中または酸素と塩酸の混合雰囲気中、800~1000で熱酸化して115nmのゲート絶縁膜としても良い。(図17(A))

30

【0147】

[n⁻領域の形成：図17(B)]

島状半導体層7004、7006及び配線を形成する領域の全面と、島状半導体層7005の一部(チャネル形成領域となる領域を含む)にレジストマスク7008~7011を形成し、n型を付与する不純物元素を添加して低濃度不純物領域7012を形成した。この低濃度不純物領域7012は、後にCMOS回路のnチャネル型TFTに、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重なるLDD領域(本明細書中ではLov領域という。なお、ovとはoverlapの意味である。)を形成するための不純物領域である。なお、ここで形成された低濃度不純物領域に含まれるn型を付与する不純物元素の濃度を(n⁻)で表すこととする。従って、本明細書中では低濃度不純物領域7012をn⁻領域と言い換えることができる。

40

【0148】

ここではフォスフィン(PH_3)を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドープ法でリンを添加した。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。この工程では、ゲート絶縁膜7007を通してその下の半導体層にリンを添加した。添加するリン濃度は、 $5 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲にするのが好ましく、ここでは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ とした。

50

【 0 1 4 9 】

その後、レジストマスク 7 0 0 8 ~ 7 0 1 1 を除去し、窒素雰囲気中で 4 0 0 ~ 9 0 0 、好ましくは 5 5 0 ~ 8 0 0 で 1 ~ 1 2 時間の熱処理を行ない、この工程で添加されたリンを活性化する工程を行なった。

【 0 1 5 0 】

〔ゲート電極用および配線用導電膜の形成：図 1 7 (C) 〕

第 1 の導電膜 7 0 1 3 を、タンタル (T a)、チタン (T i)、モリブデン (M o)、タングステン (W) から選ばれた元素またはいずれかを主成分とする導電性材料で、1 0 ~ 1 0 0 n m の厚さに形成した。第 1 の導電膜 7 0 1 3 としては、例えば窒化タンタル (T a N) や窒化タングステン (W N) を用いることが望ましい。さらに、第 1 の導電膜 7 0 1 3 上に第 2 の導電膜 7 0 1 4 を T a、T i、M o、W から選ばれた元素またはいずれかを主成分とする導電性材料で、1 0 0 ~ 4 0 0 n m の厚さに形成した。例えば、T a を 2 0 0 n m の厚さに形成すれば良い。また、図示しないが、第 1 の導電膜 7 0 1 3 の下に導電膜 7 0 1 3、7 0 1 4 (特に導電膜 7 0 1 4) の酸化防止のためにシリコン膜を 2 ~ 2 0 n m 程度の厚さで形成しておくことは有効である。

10

【 0 1 5 1 】

〔 p - c h ゲート電極、配線電極の形成と p⁺領域の形成：図 1 8 (A) 〕

レジストマスク 7 0 1 5 ~ 7 0 1 8 を形成し、第 1 の導電膜と第 2 の導電膜 (以下、積層膜として取り扱う) をエッチングして、p チャネル型 T F T のゲート電極 7 0 1 9、ゲート配線 7 0 2 0、7 0 2 1 を形成した。なお、n チャネル型 T F T となる領域の上には全面を覆うように導電膜 7 0 2 2、7 0 2 3 を残した。

20

【 0 1 5 2 】

そして、レジストマスク 7 0 1 5 ~ 7 0 1 8 をそのまま残してマスクとし、p チャネル型 T F T が形成される半導体層 7 0 0 4 の一部に、p 型を付与する不純物元素を添加する工程を行った。ここではボロンをその不純物元素として、ジボラン (B₂H₆) を用いてイオンドーブ法 (勿論、イオンインプランテーション法でも良い) で添加した。ここでは $5 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度にボロンを添加した。なお、ここで形成された不純物領域に含まれる p 型を付与する不純物元素の濃度を (p⁺⁺) で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域 7 0 2 4、7 0 2 5 を p⁺⁺ 領域と言い換えることができる。

30

【 0 1 5 3 】

なお、この工程において、レジストマスク 7 0 1 5 ~ 7 0 1 8 を使用してゲート絶縁膜 7 0 0 7 をエッチング除去して、島状半導体層 7 0 0 4 の一部を露出させた後、p 型を付与する不純物元素を添加する工程を行っても良い。その場合、加速電圧が低くて済むため、島状半導体膜に与えるダメージも少ないし、スループットも向上する。

【 0 1 5 4 】

〔 n - c h ゲート電極の形成：図 1 8 (B) 〕

次に、レジストマスク 7 0 1 5 ~ 7 0 1 8 は除去した後、レジストマスク 7 0 2 6 ~ 7 0 2 9 を形成し、n チャネル型 T F T のゲート電極 7 0 3 0、7 0 3 1 を形成した。このときゲート電極 7 0 3 0 は n⁻領域 7 0 1 2 とゲート絶縁膜を介して重なるように形成した。

40

【 0 1 5 5 】

〔 n⁺領域の形成：図 1 8 (C) 〕

次に、レジストマスク 7 0 2 6 ~ 7 0 2 9 を除去し、レジストマスク 7 0 3 2 ~ 7 0 3 4 を形成した。そして、n チャネル型 T F T において、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域を形成する工程を行なった。レジストマスク 7 0 3 4 は n チャネル型 T F T のゲート電極 7 0 3 1 を覆う形で形成した。これは、後の工程において画素マトリクス回路の n チャネル型 T F T に、ゲート電極と重ならないように L D D 領域を形成するためである。

【 0 1 5 6 】

そして、n 型を付与する不純物元素を添加して不純物領域 7 0 3 5 ~ 7 0 3 9 を形成した

50

。ここでも、フォスフィン (PH_3) を用いたイオンドープ法 (勿論、イオンインプランテーション法でも良い) で行い、この領域のリンの濃度は $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ とした。なお、ここで形成された不純物領域 7037 ~ 7039 に含まれる n 型を付与する不純物元素の濃度を (n^+) で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域 7037 ~ 7039 を n^+ 領域と言い換えることができる。また、不純物領域 7035、7036 は既に n^- 領域が形成されていたので、厳密には不純物領域 7037 ~ 7039 よりも若干高い濃度でリンを含む。

【0157】

なお、この工程において、レジストマスク 7032 ~ 7034 およびゲート電極 7030 をマスクとしてゲート絶縁膜 7007 をエッチングし、島状半導体膜 7005、7006 の一部を露出させた後、n 型を付与する不純物元素を添加する工程を行っても良い。その場合、加速電圧が低くて済むため、島状半導体膜に与えるダメージも少ないし、スループットも向上する。

【0158】

〔 n^- 領域の形成：図19(A)〕

次に、レジストマスク 7032 ~ 7034 を除去し、画素マトリクス回路の n チャネル型 TFT となる島状半導体層 7006 に n 型を付与する不純物元素を添加する工程を行った。こうして形成された不純物領域 7040 ~ 7043 には前記 n^- 領域と同程度かそれより少ない濃度 (具体的には $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$) のリンが添加されるようにした。なお、ここで形成された不純物領域 7040 ~ 7043 に含まれる n 型を付与する不純物元素の濃度を (n^-) で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域 7040 ~ 7043 を n^- 領域と言い換えることができる。また、この工程ではゲート電極で隠された不純物領域 7067 を除いて全ての不純物領域に $n^?$ の濃度でリンが添加されているが、非常に低濃度であるため無視して差し支えない。

【0159】

〔熱活性化の工程：図19(B)〕

次に、後に第1の層間絶縁膜の一部となる保護絶縁膜 7044 を形成した。保護絶縁膜 7044 は窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜またはそれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。また、膜厚は 100 ~ 400 nm とすれば良い。

【0160】

その後、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化するために熱処理工程を行った。この工程はファーンেসアニール法、レーザーアニール法、またはラビッドサーマルアニール法 (RTA 法) で行うことができる。ここではファーンেসアニール法で活性化工程を行った。加熱処理は、窒素雰囲気中において 300 ~ 650、好ましくは 400 ~ 550、ここでは 450、2 時間の熱処理を行った。

【0161】

さらに、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、島状半導体層を水素化する工程を行った。この工程は熱的に励起された水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。

水素化の他の手段として、プラズマ水素化 (プラズマにより励起された水素を用いる) を行っても良い。

【0162】

〔層間絶縁膜、ソース/ドレイン電極、遮光膜、画素電極、保持容量の形成：図19(C)〕

活性化工程を終えたら、保護絶縁膜 7044 の上に 0.5 ~ 1.5 μm 厚の層間絶縁膜 7045 を形成した。前記保護絶縁膜 7044 と層間絶縁膜 7045 とでなる積層膜を第1の層間絶縁膜とした。

【0163】

その後、それぞれの TFT のソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールが形成され、ソース電極 7046 ~ 7048 と、ドレイン電極 7049、7050 を形成し

10

20

30

40

50

た。図示していないが、本実施形態ではこの電極を、Ti膜を100nm、Tiを含むアルミニウム膜300nm、Ti膜150nmをスパッタ法で連続して形成した3層構造の積層膜とした。

【0164】

次に、パッシベーション膜7051として、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜で50～500nm（代表的には200～300nm）の厚さで形成した。その後、この状態で水素化処理を行うとTFTの特性向上に対して好ましい結果が得られた。例えば、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の熱処理を行うと良く、あるいはプラズマ水素化法を用いても同様の効果が得られた。なお、ここで後に画素電極とドレイン電極を接続するためのコンタクトホールを形成する位置において、パッシベーション膜7051に開口部を形成しておいても良い。

10

【0165】

その後、有機樹脂からなる第2の層間絶縁膜7052を約1μmの厚さに形成した。有機樹脂としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等を使用することができる。有機樹脂膜を用いることの利点は、成膜方法が簡単である点や、比誘電率が低いので、寄生容量を低減できる点、平坦性に優れる点などが上げられる。なお上述した以外の有機樹脂膜や有機系SiO化合物などを用いることもできる。ここでは、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用い、300℃で焼成して形成した。

20

【0166】

次に、画素マトリクス回路となる領域において、第2の層間絶縁膜7052上に遮光膜7053を形成した。遮光膜7053はアルミニウム（Al）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）から選ばれた元素またはいずれかを主成分とする膜で100～300nmの厚さに形成した。そして、遮光膜7053の表面に陽極酸化法またはプラズマ酸化法により30～150nm（好ましくは50～75nm）の厚さの酸化膜7054を形成した。ここでは遮光膜7053としてアルミニウム膜またはアルミニウムを主成分とする膜を用い、酸化膜7054として酸化アルミニウム膜（アルミナ膜）を用いた。

【0167】

なお、ここでは遮光膜表面のみに絶縁膜を設ける構成としたが、絶縁膜をプラズマCVD法、熱CVD法またはスパッタ法などの気相法によって形成しても良い。その場合も膜厚は30～150nm（好ましくは50～75nm）とすることが好ましい。また、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、DLC（Diamond like carbon）膜または有機樹脂膜を用いても良い。さらに、これらを組み合わせた積層膜を用いても良い。

30

【0168】

次に、第2の層間絶縁膜7052にドレイン電極7050に達するコンタクトホールを形成し、画素電極7055を形成した。なお、画素電極7056、7057はそれぞれ隣接する別の画素の画素電極である。画素電極7055～7057は、透過型液晶表示装置とする場合には透明導電膜を用い、反射型の液晶表示装置とする場合には金属膜を用いれば良い。ここでは透過型の液晶表示装置とするために、酸化インジウム・スズ（ITO）膜を100nmの厚さにスパッタ法で形成した。

40

【0169】

また、この時、画素電極7055と遮光膜7053とが酸化膜7054を介して重なった領域7058が保持容量を形成した。

【0170】

こうして同一基板上に、ドライバー回路となるCMOS回路と画素マトリクス回路とを有したアクティブマトリクス基板が完成した。なお、ドライバー回路となるCMOS回路にはpチャネル型TFT7081、nチャネル型TFT7082が形成され、画素マトリクス回路にはnチャネル型TFTでなる画素TFT7083が形成された。

【0171】

50

CMOS回路のpチャネル型TFT7081には、チャネル形成領域7061、ソース領域7062、ドレイン領域7063がそれぞれ p^+ 領域で形成された。また、nチャネル型TFT7082には、チャネル形成領域7064、ソース領域7065、ドレイン領域7066、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重なったLDD領域（以下、Lov領域という。なお、ovとはoverlapの意である。）7067が形成された。この時、ソース領域7065、ドレイン領域7066はそれぞれ（ $n^- + n^+$ ）領域で形成され、Lov領域7067は n^- 領域で形成された。

【0172】

また、画素TFT7083には、チャネル形成領域7068、7069、ソース領域7070、ドレイン領域7071、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重ならないLDD領域（以下、Loff領域という。なお、offとはoffsetの意である。）7072～7075、Loff領域7073、7074に接した n^+ 領域7076が形成された。この時、ソース領域7070、ドレイン領域7071はそれぞれ n^+ 領域で形成され、Loff領域7072～7075は n^- 領域で形成された。

【0173】

ここでは、画素マトリクス回路およびドライバ回路が要求する回路仕様に応じて各回路を形成するTFTの構造を最適化し、半導体装置の動作性能および信頼性を向上させることができた。具体的には、nチャネル型TFTは回路仕様に応じてLDD領域の配置を異ならせ、Lov領域またはLoff領域を使い分けることによって、同一基板上に高速動作またはホットキャリア対策を重視したTFT構造と低オフ電流動作を重視したTFT構造とを実現した。

【0174】

例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置の場合、nチャネル型TFT7082は高速動作を重視するシフトレジスタ回路、分周波回路、信号分割回路、レベルシフト回路、バッファ回路などのロジック回路に適している。また、nチャネル型TFT7083は低オフ電流動作を重視した画素マトリクス回路、サンプリング回路（サンプルホールド回路）に適している。

【0175】

また、チャネル長3～7 μm に対してLov領域の長さ（幅）は0.5～3.0 μm 、代表的には1.0～1.5 μm とすれば良い。また、画素TFT7083に設けられるLoff領域7072～7075の長さ（幅）は0.5～3.5 μm 、代表的には2.0～2.5 μm とすれば良い。

【0176】

（実施形態6）

【0177】

本実施形態では、本発明の液晶表示装置の別の作製方法について説明する。ここでは、アクティブマトリクス回路とその周辺に設けられる駆動回路のTFTを同時に作製する方法について説明する。

【0178】

〔島状半導体層、ゲート絶縁膜形成の工程：図20（A）〕

図20（A）において、基板6001には、無アルカリガラス基板や石英基板を使用することが望ましい。その他にもシリコン基板や金属基板の表面に絶縁膜を形成したものを基板としても良い。

【0179】

そして、基板6001のTFTが形成される表面には、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜からなる下地膜6002をプラズマCVD法やスパッタ法で100～400nmの厚さに形成した。例えば下地膜6002として、窒化シリコン膜6002を25～100nm、ここでは50nmの厚さに、酸化シリコン膜6003を50～300nm、ここでは150nmの厚さとした2層構造で形成すると良い。下地膜6002は基板からの不純物汚染を防ぐために設けられるものであり、石英基板を用いた場合

10

20

30

40

50

には必ずしも設けなくても良い。

【0180】

次に下地膜6002の上に20～100nmの厚さの、非晶質シリコン膜を公知の成膜法で形成した。非晶質シリコン膜は含有水素量にもよるが、好ましくは400～550で数時間加熱して脱水素処理を行い、含有水素量を5atom%以下として、結晶化の工程を行うことが望ましい。また、非晶質シリコン膜をスパッタ法や蒸着法などの他の作製方法で形成しても良いが、膜中に含まれる酸素、窒素などの不純物元素を十分低減させておくことが望ましい。ここでは、下地膜と非晶質シリコン膜とは、同じ成膜法で形成することが可能であるので両者を連続形成しても良い。下地膜を形成後、一旦大気雰囲気中にさらされないようにすることで表面の汚染を防ぐことが可能となり、作製されるTFTの特性パラ

10

【0181】

非晶質シリコン膜から結晶質シリコン膜を形成する工程は、公知のレーザー結晶化技術または熱結晶化の技術を用いれば良い。また、シリコンの結晶化を助長する触媒元素を用いて熱結晶化の方法で結晶質シリコン膜を作製しても良い。その他に、微結晶シリコン膜を用いても良いし、結晶質シリコン膜を直接堆積成膜しても良い。さらに、単結晶シリコンを基板上に貼りあわせるSOI(Silicon On Insulators)の公知技術を使用して結晶質シリコン膜を形成しても良い。

【0182】

こうして形成された結晶質シリコン膜の不要な部分をエッチング除去して、島状半導体層6004～6006を形成した。結晶質シリコン膜のnチャネル型TFTが作製される領域には、しきい値電圧を制御するため、あらかじめ $1 \times 10^{15} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度の濃度でボロン(B)を添加しておいても良い。

20

【0183】

次に、島状半導体層6004～6006を覆って、酸化シリコンまたは窒化シリコンを主成分とするゲート絶縁膜6007を形成した。ゲート絶縁膜6007は、10～200nm、好ましくは50～150nmの厚さに形成すれば良い。

例えば、プラズマCVD法で N_2O と SiH_4 を原料とした窒化酸化シリコン膜を75nm形成し、その後、酸素雰囲気中または酸素と塩酸の混合雰囲気中、800～1000で熱酸化して115nmのゲート絶縁膜としても良い。(図20(A))

30

【0184】

(n⁻領域の形成：図20(B))

島状半導体層6004、6006及び配線を形成する領域の全面と、島状半導体層6005の一部(チャネル形成領域となる領域を含む)にレジストマスク6008～6011を形成し、n型を付与する不純物元素を添加して低濃度不純物領域6012、6013を形成した。この低濃度不純物領域6012、6013は、後にCMOS回路のnチャネル型TFTに、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重なるLDD領域(本明細書中ではLov領域という。なお、ovとはoverlapの意味である。)を形成するための不純物領域である。なお、ここで形成された低濃度不純物領域に含まれるn型を付与する不純物元素の濃度を(n⁻)で表すこととする。従って、本明細書中では低濃度不純物領域6012、6013をn⁻領域と言い換えることができる。

40

【0185】

ここではフォスフィン(PH_3)を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドープ法でリンを添加した。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。この工程では、ゲート絶縁膜6007を通してその下の半導体層にリンを添加した。添加するリン濃度は、 $5 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲にするのが好ましく、ここでは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ とした。

【0186】

その後、レジストマスク6008～6011を除去し、窒素雰囲気中で400～900、好ましくは550～800で1～12時間の熱処理を行ない、この工程で添加された

50

リンを活性化する工程を行なった。

【0187】

〔ゲート電極用および配線用導電膜の形成：図20(C)〕

第1の導電膜6014を、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)から選ばれた元素またはいずれかを主成分とする導電性材料で、10～100nmの厚さに形成した。第1の導電膜6014としては、例えば窒化タンタル(TaN)や窒化タングステン(WN)を用いることが望ましい。さらに、第1の導電膜6014上に第2の導電膜6015をTa、Ti、Mo、Wから選ばれた元素またはいずれかを主成分とする導電性材料で、100～400nmの厚さに形成した。例えば、Taを200nmの厚さに形成すれば良い。また、図示しないが、第1の導電膜6014の下に導電膜6014、6015(特に導電膜6015)の酸化防止のためにシリコン膜を2～20nm程度の厚さで形成しておくことは有効である。

10

【0188】

〔p-chゲート電極、配線電極の形成とp⁺領域の形成：図21(A)〕

レジストマスク6016～6019を形成し、第1の導電膜と第2の導電膜(以下、積層膜として取り扱う)をエッチングして、pチャンネル型TFTのゲート電極6020、ゲート配線6021、6022を形成した。なお、nチャンネル型TFTとなる領域の上には全面を覆うように導電膜6023、6024を残した。

【0189】

そして、レジストマスク6016～6019をそのまま残してマスクとし、pチャンネル型TFTが形成される半導体層6004の一部に、p型を付与する不純物元素を添加する工程を行った。ここではボロンをその不純物元素として、ジボラン(B₂H₆)を用いてイオンドーブ法(勿論、イオンインプランテーション法でも良い)で添加した。ここでは $5 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度にボロンを添加した。なお、ここで形成された不純物領域に含まれるp型を付与する不純物元素の濃度を(p⁺⁺)で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域6025、6026をp⁺⁺領域と言い換えることができる。

20

【0190】

なお、この工程において、レジストマスク6016～6019を使用してゲート絶縁膜6007をエッチング除去して、島状半導体層6004の一部を露出させた後、p型を付与する不純物元素を添加する工程を行っても良い。その場合、加速電圧が低くて済むため、島状半導体膜に与えるダメージも少ないし、スループットも向上する。

30

【0191】

〔n-chゲート電極の形成：図21(B)〕

次に、レジストマスク6016～6019は除去した後、レジストマスク6027～6030を形成し、nチャンネル型TFTのゲート電極6031、6032を形成した。このときゲート電極6031はn⁻領域6012、6013とゲート絶縁膜を介して重なるように形成した。

【0192】

〔n⁺領域の形成：図21(C)〕

次に、レジストマスク6027～6030を除去し、レジストマスク6033～6035を形成した。そして、nチャンネル型TFTにおいて、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域を形成する工程を行なった。レジストマスク6035はnチャンネル型TFTのゲート電極6032を覆う形で形成した。これは、後の工程において画素マトリクス回路のnチャンネル型TFTに、ゲート電極と重ならないようにLDD領域を形成するためである。

40

【0193】

そして、n型を付与する不純物元素を添加して不純物領域6036～6040を形成した。ここでも、フォスフィン(PH₃)を用いたイオンドーブ法(勿論、イオンインプランテーション法でも良い)で行い、この領域のリンの濃度は $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ とした。なお、ここで形成された不純物領域6038～6040に含まれるn型を付

50

与する不純物元素の濃度を (n^+) で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域 6038 ~ 6040 を n^+ 領域と言い換えることができる。また、不純物領域 6036、6037 は既に n^- 領域が形成されていたので、厳密には不純物領域 6038 ~ 6040 よりも若干高い濃度でリンを含む。

【0194】

なお、この工程において、レジストマスク 6033 ~ 6035 およびゲート電極 6031 をマスクとしてゲート絶縁膜 6007 をエッチングし、島状半導体膜 6005、6006 の一部を露出させた後、 n 型を付与する不純物元素を添加する工程を行っても良い。その場合、加速電圧が低くて済むため、島状半導体膜に与えるダメージも少ないし、スループットも向上する。

10

【0195】

〔 n^- 領域の形成：図 22 (A)〕

次に、レジストマスク 6033 ~ 6035 を除去し、画素マトリクス回路の n チャネル型 TFT となる島状半導体層 6006 に n 型を付与する不純物元素を添加する工程を行った。こうして形成された不純物領域 6074 ~ 6077 には前記 n^- 領域と同程度かそれより少ない濃度 (具体的には $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$) のリンが添加されるようにした。なお、ここで形成された不純物領域 6074 ~ 6077 に含まれる n 型を付与する不純物元素の濃度を (n^-) で表すこととする。従って、本明細書中では不純物領域 6074 ~ 6077 を n^- 領域と言い換えることができる。また、この工程ではゲート電極で隠された不純物領域 6068 および 6069 を除いて全ての不純物領域にある濃度でリンが添加されているが、非常に低濃度であるため無視して差し支えない。

20

【0196】

〔熱活性化の工程：図 22 (B)〕

次に、後に第 1 の層間絶縁膜の一部となる保護絶縁膜 6045 を形成した。保護絶縁膜 6045 は窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜またはそれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。また、膜厚は 100 ~ 400 nm とすれば良い。

【0197】

その後、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化するために熱処理工程を行った。この工程はファーンেসアニール法、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法 (RTA 法) で行うことができる。ここではファーンেসアニール法で活性化工程を行った。加熱処理は、窒素雰囲気中において 300 ~ 650、好ましくは 400 ~ 550、ここでは 450、2 時間の熱処理を行った。

30

【0198】

さらに、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、島状半導体層を水素化する工程を行った。この工程は熱的に励起された水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。

水素化の他の手段として、プラズマ水素化 (プラズマにより励起された水素を用いる) を行っても良い。

【0199】

〔層間絶縁膜、ソース/ドレイン電極、遮光膜、画素電極、保持容量の形成：図 22 (C)〕

40

活性化工程を終えたら、保護絶縁膜 6045 の上に 0.5 ~ 1.5 μm 厚の層間絶縁膜 6046 を形成した。前記保護絶縁膜 6045 と層間絶縁膜 6046 とでなる積層膜を第 1 の層間絶縁膜とした。

【0200】

その後、それぞれの TFT のソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールが形成され、ソース電極 6047 ~ 6049 と、ドレイン電極 6050、6051 を形成した。図示していないが、本実施形態ではこの電極を、Ti 膜を 100 nm、Ti を含むアルミニウム膜 300 nm、Ti 膜 150 nm をスパッタ法で連続して形成した 3 層構造の積層膜とした。

50

【0201】

次に、パッシベーション膜6052として、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜で50～500nm（代表的には200～300nm）の厚さで形成した。その後、この状態で水素化処理を行うとTFTの特性向上に対して好ましい結果が得られた。例えば、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の熱処理を行うと良く、あるいはプラズマ水素化法を用いても同様の効果が得られた。なお、ここで後に画素電極とドレイン電極を接続するためのコンタクトホールを形成する位置において、パッシベーション膜6052に開口部を形成しておいても良い。

【0202】

その後、有機樹脂からなる第2の層間絶縁膜6053を約1μmの厚さに形成した。有機樹脂としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等を使用することができる。有機樹脂膜を用いることの利点は、成膜方法が簡単である点や、比誘電率が低いので、寄生容量を低減できる点、平坦性に優れる点などが上げられる。なお上述した以外の有機樹脂膜や有機系SiO化合物などを用いることもできる。ここでは、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用い、300℃で焼成して形成した。

【0203】

次に、画素マトリクス回路となる領域において、第2の層間絶縁膜6053上に遮光膜6054を形成した。遮光膜6054はアルミニウム（Al）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）から選ばれた元素またはいずれかを主成分とする膜で100～300nmの厚さに形成した。そして、遮光膜6054の表面に陽極酸化法またはプラズマ酸化法により30～150nm（好ましくは50～75nm）の厚さの酸化膜6055を形成した。ここでは遮光膜6054としてアルミニウム膜またはアルミニウムを主成分とする膜を用い、酸化膜6055として酸化アルミニウム膜（アルミナ膜）を用いた。

【0204】

なお、ここでは遮光膜表面のみに絶縁膜を設ける構成としたが、絶縁膜をプラズマCVD法、熱CVD法またはスパッタ法などの気相法によって形成しても良い。その場合も膜厚は30～150nm（好ましくは50～75nm）とすることが好ましい。また、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、DLC（Diamond like carbon）膜または有機樹脂膜を用いても良い。さらに、これらを組み合わせた積層膜を用いても良い。

【0205】

次に、第2の層間絶縁膜6053にドレイン電極6051に達するコンタクトホールを形成し、画素電極6056を形成した。なお、画素電極6057、6058はそれぞれ隣接する別の画素の画素電極である。画素電極6056～6058は、透過型液晶表示装置とする場合には透明導電膜を用い、反射型の液晶表示装置とする場合には金属膜を用いれば良い。ここでは透過型の液晶表示装置とするために、酸化インジウム・スズ（ITO）膜を100nmの厚さにスパッタ法で形成した。

【0206】

また、この時、画素電極6056と遮光膜6054とが酸化膜6055を介して重なった領域6059が保持容量を形成した。

【0207】

こうして同一基板上に、ドライバー回路となるCMOS回路と画素マトリクス回路とを有したアクティブマトリクス基板が完成した。なお、ドライバー回路となるCMOS回路にはpチャネル型TFT6081、nチャネル型TFT6082が形成され、画素マトリクス回路にはnチャネル型TFTでなる画素TFT6083が形成された。

【0208】

CMOS回路のpチャネル型TFT6081には、チャネル形成領域6062、ソース領域6063、ドレイン領域6064がそれぞれp⁺領域で形成された。また、nチャネル型TFT6082には、チャネル形成領域6065、ソース領域6066、ドレイン領域

10

20

30

40

50

6067、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重なったLDD領域（以下、Lov領域という。なお、ovとはoverlapの意である。）6068および6069が形成された。この時、ソース領域6066、ドレイン領域6067はそれぞれ($n^- + n^+$)領域で形成され、Lov領域6068および6069は n^- 領域で形成された。

【0209】

また、画素TF T6083には、チャネル形成領域6070、6071、ソース領域6072、ドレイン領域6073、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重ならないLDD領域（以下、Loff領域という。なお、offとはoffsetの意である。）6074～6077、Loff領域6075、6076に接した n^+ 領域6078が形成された。この時、ソース領域6072、ドレイン領域6073はそれぞれ n^+ 領域で形成され、Loff領域6074～6077は n^{++} 領域で形成された。

10

【0210】

ここでは、画素マトリクス回路およびドライバー回路が要求する回路仕様に応じて各回路を形成するTF Tの構造を最適化し、半導体装置の動作性能および信頼性を向上させることができた。具体的には、 n チャネル型TF Tは回路仕様に応じてLDD領域の配置を異ならせ、Lov領域またはLoff領域を使い分けることによって、同一基板上に高速動作またはホットキャリア対策を重視したTF T構造と低オフ電流動作を重視したTF T構造とを実現した。

【0211】

例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置の場合、 n チャネル型TF T6082は高速動作を重視するシフトレジスタ回路、分周波回路、信号分割回路、レベルシフト回路、バッファ回路などのロジック回路に適している。また、 n チャネル型TF T6083は低オフ電流動作を重視した画素マトリクス回路、サンプリング回路（サンプルホールド回路）に適している。

20

【0212】

また、チャネル長3～7 μm に対してLov領域の長さ（幅）は0.5～3.0 μm 、代表的には1.0～1.5 μm とすれば良い。また、画素TF T6083に設けられるLoff領域6074～6077の長さ（幅）は0.5～3.5 μm 、代表的には2.0～2.5 μm とすれば良い。

【0213】

（実施形態7）

30

【0214】

上記実施形態4～6によって作製された液晶表示装置には、TN液晶以外にも様々な液晶材料を用いることが可能である。例えば、1998, SID, "Characteristics and Driving Scheme of Polymer-Stabilized Monostable FLC D Exhibiting Fast Response Time and High Contrast Ratio with Gray-Scale Capability" by H. Furue et al.や、1997, SID DIGEST, 841, "A Full-Color Thresholdless Antiferroelectric LCD Exhibiting Wide Viewing Angle with Fast Response Time" by T. Yoshida et al.、または米国特許第5594569号に開示された液晶材料を用いることが可能である。

【0215】

特に、無しきい値反強誘電性液晶材料や、強誘電性液晶材料と反強誘電性液晶材料との混合液晶材料である無しきい値反強誘電性混合液晶の中には、その駆動電圧が $\pm 2.5\text{V}$ 程度のものも見出されている。このような低電圧駆動の無しきい値反強誘電性混合液晶を用いた場合には、画像信号のサンプリング回路の電源電圧を5V～8V程度に抑えることが可能となり、比較的LDD領域（低濃度不純物領域）の幅が小さなTF T（例えば、0nm～500nmまたは0nm～200nm）を用いる場合においても有効である。

40

【0216】

ここで、無しきい値反強誘電性混合液晶の印加電圧に対する光透過率の特性を示すグラフを図に示す。なお、液晶表示装置の入射側の偏光板の透過軸は、液晶表示装置のラビング方向にほぼ一致する無しきい値反強誘電性混合液晶のスメクティック層の法線方向とほぼ

50

平行に設定されている。また、出射側の偏光板の透過軸は、入射側の偏光板の偏光軸に対してほぼ直角（クロスニコル）に設定されている。このように、無しきい値反強誘電性混合液晶を用いると、図のような印加電圧 - 透過率特性を示す階調表示を行うことが可能であることがわかる。

【0217】

また、一般に、無しきい値反強誘電性混合液晶は自発分極が大きく、液晶自体の誘電率が高い。このため、無しきい値反強誘電性混合液晶を液晶表示装置に用いる場合には、画素に比較的大きな保持容量が必要となってくる。よって、自発分極が小さな無しきい値反強誘電性混合液晶を用いるのが好ましい。また、液晶表示装置の駆動方法を、線順次駆動とすることにより、画素への階調電圧の書き込み期間（ピクセルフィールドピリオド）を長くし、保持容量が小さくてもそれを補うこともできる。

10

【0218】

なお、無しきい値反強誘電性液晶を用いることによって低電圧駆動が実現されるので、液晶表示装置の低消費電力が実現される。

【0219】

（実施形態8）

【0220】

上述の実施形態1～3で説明した本発明の表示装置は、図24に示すような3板式のプロジェクタに用いることができる。

【0221】

20

図24において、2401は白色光源、2402～2405はダイクロイックミラー、2406ならびに2407は全反射ミラー、2408～2410は本発明の表示装置、および2411は投影レンズである。

【0222】

（実施形態9）

【0223】

また、上述の実施形態1～3で説明した本発明の液晶表示装置は、図25に示すような3板式のプロジェクタに用いることもできる。

【0224】

図25において、2501は白色光源、2502ならびに2503はダイクロイックミラー、2504～2506は全反射ミラー、2507～2509は本発明の液晶パネル、および2510はダイクロイックプリズム、および2511は投影レンズである。

30

【0225】

（実施形態10）

【0226】

また、上述の実施形態1～3で説明した本発明の表示装置の表示媒体として液晶を用いた液晶表示装置は、図26に示すような単板式のプロジェクタに用いることもできる。

【0227】

図26において、2601はランプとリフレクターとから成る白色光源である。2602、2603、および2604は、ダイクロイックミラーであり、それぞれ青、赤、緑の波長領域の光を選択的に反射する。2605はマイクロレンズアレイであり、複数のマイクロレンズによって構成されている。2606は本発明の液晶パネルである。2607はフィールドレンズ、2608は投影レンズ、2609はスクリーンである。

40

【0228】

（実施形態11）

【0229】

上記実施形態8～10のプロジェクターは、その投影方法によってリアプロジェクターとフロントプロジェクターとがある。

【0230】

図27（A）はフロント型プロジェクタであり、本体10001、本発明の液晶表示装

50

置 1 0 0 0 2、光源 1 0 0 0 3、光学系 1 0 0 0 4、スクリーン 1 0 0 0 5 で構成されている。なお、図 2 7 (A) には、液晶表示装置を 1 つ組み込んだフロントプロジェクターが示されているが、液晶表示装置を 3 個 (R、G、B の光にそれぞれ対応させる) 組み込むことによって、より高解像度・高精細のフロント型プロジェクタを実現することができる。

【 0 2 3 1 】

図 2 7 (B) はリア型プロジェクターであり、1 0 0 0 6 は本体、1 0 0 0 7 は液晶表示装置であり、1 0 0 0 8 は光源であり、1 0 0 0 9 はリフレクター、1 0 0 1 0 はスクリーンである。なお、図 2 7 (B) には、アクティブマトリクス型半導体表示装置を 3 個 (R、G、B の光にそれぞれ対応させる) 組み込んだリア型プロジェクタが示されている。

10

【 0 2 3 2 】

(実施形態 1 2)

【 0 2 3 3 】

本実施形態では、本発明の表示装置をゴーグル型ディスプレイに用いた例を示す。

【 0 2 3 4 】

図 2 8 を参照する。2 8 0 1 はゴーグル型ディスプレイ本体である。2 8 0 2 - R ならびに 2 8 0 2 - L は本発明の表示装置であり、2 8 0 3 - R ならびに 2 8 0 3 - L は LED バックライトであり、2 8 0 4 - R ならびに 2 8 0 4 - L は光学素子である。

【 0 2 3 5 】

(実施形態 1 3)

20

【 0 2 3 6 】

本実施形態においては、本発明の表示装置のバックライトに LED を用いて、フィールドシーケンシャル駆動を行うものである。

【 0 2 3 7 】

図 2 9 に示すフィールドシーケンシャル駆動方法のタイミングチャートには、画像信号書き込みの開始信号 (Vsync 信号)、赤 (R)、緑 (G) ならびに青 (B) の LED の点灯タイミング信号 (R、G ならびに B)、およびビデオ信号 (V I D E O) が示されている。Tf はフレーム期間である。また、TR、TG、TB は、それぞれ赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の LED 点灯期間である。

【 0 2 3 8 】

30

表示装置に供給される画像信号、例えば R1 は、外部から入力される赤に対応する元のビデオデータが時間軸方向に 1 / 3 に圧縮された信号である。また、液晶パネルに供給される画像信号、例えば G1 は、外部から入力される緑に対応する元のビデオデータが時間軸方向に 1 / 3 に圧縮された信号である。また、液晶パネルに供給される画像信号、例えば B1 は、外部から入力される青に対応する元のビデオデータが時間軸方向に 1 / 3 に圧縮された信号である。

【 0 2 3 9 】

フィールドシーケンシャル駆動方法においては、LED 点灯期間 TR 期間、TG 期間および TB 期間に、それぞれ R、G、B の LED が順に点灯する。赤の LED の点灯期間 (TR) には、赤に対応したビデオ信号 (R1) が液晶パネルに供給され、液晶パネルに赤の画像 1 画面分が書き込まれる。また、緑の LED の点灯期間 (TG) には、緑に対応したビデオデータ (G1) が液晶パネルに供給され、液晶パネルに緑の画像 1 画面分が書き込まれる。また、青の LED の点灯期間 (TB) には、青に対応したビデオデータ (B1) が表示装置に供給され、表示装置に青の画像 1 画面分が書き込まれる。これらの 3 回の画像の書き込みにより、1 フレームが形成される。なお、本実施形態の表示装置の表示媒体には、液晶を用いることができる。

40

【 0 2 4 0 】

(実施形態 1 4)

【 0 2 4 1 】

本実施形態においては、本発明の表示装置をノートブック型パーソナルコンピュータに用

50

いた例を図 30 に示す。

【0242】

3001 はノートブック型パーソナルコンピュータ本体であり、3002 は本発明の表示装置である。また、本実施形態の表示装置の表示媒体に液晶を用いる場合には、バックライトが用いられる。当該バックライトには LED が用いられている。なお、バックライトに従来のように陰極管を用いても良い。

【0243】

(実施形態 15)

【0244】

本発明の表示装置には他に様々な用途がある。本実施形態では、本発明の表示装置を組み込んだ半導体装置について説明する。

10

【0245】

このような半導体装置には、ビデオカメラ、スチルカメラ、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話など）などが挙げられる。それらの一例を図 31 に示す。

【0246】

図 31 (A) は携帯電話であり、本体 11001、音声出力部 11002、音声入力部 11003、本発明の表示装置 11004、操作スイッチ 11005、アンテナ 11006 で構成される。

【0247】

20

図 31 (B) はビデオカメラであり、本体 12001、本発明の表示装置 12002、音声入力部 12003、操作スイッチ 12004、バッテリー 12005、受像部 12006 で構成される。

【0248】

図 31 (C) はモバイルコンピュータであり、本体 13001、カメラ部 13002、受像部 13003、操作スイッチ 13004、本発明の表示装置 13005 で構成される。

【0249】

図 31 (D) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 14001、本発明の液晶表示装置 14002、14003、記憶媒体 14004、操作スイッチ 14005、アンテナ 14006 で構成される。

30

【0250】

(実施形態 16)

【0251】

本実施形態では、本願発明の表示装置に用いられる駆動方法を EL（エレクトロルミネセンス）表示装置に用いた例について説明する。

【0252】

図 32 (A) は本実施形態の EL 表示装置の上面図である。図 32 (A) において、24010 は基板、24011 は画素部、24012 はソース側駆動回路、24013 はゲート側駆動回路であり、それぞれの駆動回路は配線 24014 ~ 24016 を経て FPC 24017 に至り、外部機器へと接続される。

40

【0253】

図 32 (B) は本実施形態の EL 表示装置の断面構造である。このとき、少なくとも画素部、好ましくは駆動回路及び画素部を囲むようにしてカバー材 26000、シール材 27000、密封材（第 2 のシール材）27001 が設けられている。

【0254】

また、基板 24010、下地膜 24021 の上に駆動回路用 TFT（但し、ここでは n チャネル型 TFT と p チャネル型 TFT を組み合わせた CMOS 回路を図示している。）24022 及び画素部用 TFT 24023（但し、ここでは EL 素子への電流を制御する TFT だけ図示している。）が形成されている。

【0255】

50

駆動回路用 T F T 2 4 0 2 2、画素部用 T F T 2 4 0 2 3 が完成したら、樹脂材料でなる層間絶縁膜（平坦化膜）2 4 0 2 6 の上に画素部用 T F T 2 4 0 2 3 のドレインと電氣的に接続する透明導電膜でなる画素電極 2 4 0 2 7 を形成する。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物（ITO と呼ばれる）または酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物を用いることができる。そして、画素電極 2 4 0 2 7 を形成したら、絶縁膜 2 4 0 2 8 を形成し、画素電極 2 4 0 2 7 上に開口部を形成する。

【0256】

次に、E L 層 2 4 0 2 9 を形成する。E L 層 2 4 0 2 9 は公知の E L 材料（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層または電子注入層）を自由に組み合わせて積層構造または単層構造とすれば良い。どのような構造とするかは公知の技術を用いれば良い。また、E L 材料には低分子系材料と高分子系（ポリマー系）材料がある。低分子系材料を用いる場合は蒸着法を用いるが、高分子系材料を用いる場合には、スピンコート法、印刷法またはインクジェット法等の簡易な方法を用いることが可能である。

10

【0257】

本実施形態では、シャドーマスクを用いて蒸着法により E L 層を形成する。シャドーマスクを用いて画素毎に波長の異なる発光が可能な発光層（赤色発光層、緑色発光層及び青色発光層）を形成することで、カラー表示が可能となる。その他にも、色変換層（CCM）とカラーフィルターを組み合わせた方式、白色発光層とカラーフィルターを組み合わせた方式があるがいずれの方法を用いても良い。勿論、単色発光の E L 表示装置とすることもできる。

20

【0258】

E L 層 2 4 0 2 9 を形成したら、その上に陰極 2 4 0 3 0 を形成する。陰極 2 4 0 3 0 と E L 層 2 4 0 2 9 の界面に存在する水分や酸素は極力排除しておくことが望ましい。従って、真空中で E L 層 2 4 0 2 9 と陰極 2 4 0 3 0 を連続成膜するか、E L 層 2 4 0 2 9 を不活性雰囲気中で形成し、大気解放しないで陰極 2 4 0 3 0 を形成するといった工夫が必要である。本実施形態ではマルチチャンバー方式（クラスターツール方式）の成膜装置を用いることで上述のような成膜を可能とする。

【0259】

なお、本実施形態では陰極 2 4 0 3 0 として、Li F（フッ化リチウム）膜と Al（アルミニウム）膜の積層構造を用いる。具体的には E L 層 2 4 0 2 9 上に蒸着法で 1 nm 厚の Li F（フッ化リチウム）膜を形成し、その上に 300 nm 厚のアルミニウム膜を形成する。勿論、公知の陰極材料である Mg Ag 電極を用いても良い。そして陰極 2 4 0 3 0 は 2 4 0 3 1 で示される領域において配線 2 4 0 1 6 に接続される。配線 2 4 0 1 6 は陰極 2 4 0 3 0 に所定の電圧を与えるための電源供給線であり、導電性ペースト材料 2 4 0 3 2 を介して F P C 2 4 0 1 7 に接続される。

30

【0260】

2 4 0 3 1 に示された領域において陰極 2 4 0 3 0 と配線 2 4 0 1 6 とを電氣的に接続するために、層間絶縁膜 2 4 0 2 6 及び絶縁膜 2 4 0 2 8 にコンタクトホールを形成する必要がある。これらは層間絶縁膜 2 4 0 2 6 のエッチング時（画素電極用コンタクトホールの形成時）や絶縁膜 2 4 0 2 8 のエッチング時（E L 層形成前の開口部の形成時）に形成しておけば良い。また、絶縁膜 2 4 0 2 8 をエッチングする際に、層間絶縁膜 2 4 0 2 6 まで一括でエッチングしても良い。この場合、層間絶縁膜 2 4 0 2 6 と絶縁膜 2 4 0 2 8 が同じ樹脂材料であれば、コンタクトホールの形状を良好なものとすることができる。

40

【0261】

このようにして形成された E L 素子の表面を覆って、パッシベーション膜 2 6 0 0 3、充填材 2 6 0 0 4、カバー材 2 6 0 0 0 が形成される。

【0262】

さらに、E L 素子部を囲むようにして、カバー材 2 6 0 0 0 と基板 2 4 0 1 0 の内側にシール材 2 7 0 0 0 が設けられ、さらにシール材 2 7 0 0 0 の外側には密封材（第 2 のシール材）2 7 0 0 1 が形成される。

50

【0263】

このとき、この充填材26004は、カバー材26000を接着するための接着剤としても機能する。充填材26004としては、PVC（ポリビニルクロライド）、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）またはEVA（エチレンビニルアセテート）を用いることができる。この充填材26004の内部に乾燥剤を設けておくと、吸湿効果を保持できるので好ましい。

【0264】

また、充填材26004の中にスペーサーを含有させてもよい。このとき、スペーサーをBaOなどからなる粒状物質とし、スペーサー自体に吸湿性をもたせてもよい。

【0265】

スペーサーを設けた場合、パッシベーション膜26003はスペーサー圧を緩和することができる。また、パッシベーション膜とは別に、スペーサー圧を緩和する樹脂膜などを設けてもよい。

【0266】

また、カバー材26000としては、ガラス板、アルミニウム板、ステンレス板、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）板、PVF（ポリビニルフルオライド）フィルム、マイラーフィルム、ポリエステルフィルムまたはアクリルフィルムを用いることができる。なお、充填材26004としてPVBやEVAを用いる場合、数十μmのアルミニウムホイルをPVFフィルムやマイラーフィルムで挟んだ構造のシートを用いることが好ましい。

【0267】

但し、EL素子からの発光方向（光の放射方向）によっては、カバー材26000が透光性を有する必要がある。

【0268】

また、配線24016はシール材27000および密封材27001と基板24010との隙間を通してFPC24017に電氣的に接続される。なお、ここでは配線24016について説明したが、他の配線24014、24015も同様にシール材27000および密封材27001の下を通してFPC24017に電氣的に接続される。

【0269】

（実施形態17）

本実施形態では、実施形態16とは異なる形態のEL表示装置を作製した例について、図33（A）、33（B）を用いて説明する。図32（A）、32（B）と同じ番号のものは同じ部分を指しているので説明は省略する。

【0270】

図33（A）は本実施形態のEL表示装置の上面図であり、図33（A）をA-A'で切断した断面図を図33（B）に示す。

【0271】

実施形態16に従って、EL素子の表面を覆ってパッシベーション膜26003までを形成する。

【0272】

さらに、EL素子を覆うようにして充填材6004を設ける。この充填材26004は、カバー材26000を接着するための接着剤としても機能する。充填材26004としては、PVC（ポリビニルクロライド）、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）またはEVA（エチレンビニルアセテート）を用いることができる。この充填材26004の内部に乾燥剤を設けておくと、吸湿効果を保持できるので好ましい。

【0273】

また、充填材26004の中にスペーサーを含有させてもよい。このとき、スペーサーをBaOなどからなる粒状物質とし、スペーサー自体に吸湿性をもたせてもよい。

【0274】

スペーサーを設けた場合、パッシベーション膜26003はスペーサー圧を緩和すること

10

20

30

40

50

ができる。また、パッシベーション膜とは別に、スペーサー圧を緩和する樹脂膜などを設けてもよい。

【0275】

また、カバー材26000としては、ガラス板、アルミニウム板、ステンレス板、FRP (Fiber glass - Reinforced Plastics) 板、PVF (ポリビニルフルオライド) フィルム、マイラーフィルム、ポリエステルフィルムまたはアクリルフィルムを用いることができる。なお、充填材26004としてPVBやEVAを用いる場合、数十 μ mのアルミニウムホイルをPVFフィルムやマイラーフィルムで挟んだ構造のシートを用いることが好ましい。

【0276】

但し、EL素子からの発光方向(光の放射方向)によっては、カバー材6000が透光性を有する必要がある。

【0277】

次に、充填材26004を用いてカバー材26000を接着した後、充填材26004の側面(露呈面)を覆うようにフレーム材26001を取り付ける。フレーム材26001はシール材(接着剤として機能する)26002によって接着される。このとき、シール材26002としては、光硬化性樹脂を用いるのが好ましいが、EL層の耐熱性が許せば熱硬化性樹脂を用いても良い。なお、シール材26002はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、シール材26002の内部に乾燥剤を添加してあっても良い。

【0278】

また、配線24016はシール材26002と基板24010との隙間を通してFPC24017に電氣的に接続される。なお、ここでは配線24016について説明したが、他の配線24014、24015も同様にしてシール材26002の下を通してFPC24017に電氣的に接続される。

【0279】

(実施形態18)

本実施形態では、EL表示パネルにおける画素部のさらに詳細な断面構造を図34に、上面構造を図35(A)に、回路図を図35(B)に示す。図34、図35(A)及び図35(B)では共通の符号を用いるので互いに参照すれば良い。

【0280】

図34において、基板23001上に設けられたスイッチング用TFT23002は実施形態4のTFT構造を用いてもよいし、公知のTFTの構造を用いてもよい。本実施形態ではダブルゲート構造としているが、構造及び作製プロセスに大きな違いはないので説明は省略する。但し、ダブルゲート構造とすることで実質的に二つのTFTが直列された構造となり、オフ電流値を低減することができるという利点がある。なお、本実施形態ではダブルゲート構造としているが、シングルゲート構造でも構わないし、トリプルゲート構造やそれ以上のゲート本数を持つマルチゲート構造でも構わない。

【0281】

また、電流制御用TFT23003はNTFTを用いて形成される。このとき、スイッチング用TFT23002のドレイン配線23035は配線23036によって電流制御用TFTのゲート電極23037に電氣的に接続されている。また、23038で示される配線は、スイッチング用TFT23002のゲート電極23039a、23039bを電氣的に接続するゲート配線である。

【0282】

電流制御用TFTはEL素子を流れる電流量を制御するための素子であるため、多くの電流が流れ、熱による劣化やホットキャリアによる劣化の危険性が高い素子でもある。そのため、電流制御用TFTのドレイン側に、ゲート絶縁膜を介してゲート電極に重なるようにLDD領域を設ける本願発明の構造は極めて有効である。

【0283】

また、本実施形態では電流制御用TF T 2 3 0 0 3をシングルゲート構造で図示しているが、複数のTF Tを直列につなげたマルチゲート構造としても良い。さらに、複数のTF Tを並列につなげて実質的にチャネル形成領域を複数に分割し、熱の放射を高い効率で行えるようにした構造としても良い。このような構造は熱による劣化対策として有効である。

【0284】

また、図35Aに示すように、電流制御用TF T 2 3 0 0 3のゲート電極23037となる配線は23004で示される領域で、電流制御用TF T 2 3 0 0 3のドレイン配線23040と絶縁膜を介して重なる。このとき、23004で示される領域ではコンデンサが形成される。このコンデンサ23004は電流制御用TF T 2 3 0 0 3のゲートにかかる電圧を保持するためのコンデンサとして機能する。なお、ドレイン配線23040は電流供給線（電源線）23006に接続され、常に一定の電圧が加えられている。

10

【0285】

スイッチング用TF T 2 3 0 0 2及び電流制御用TF T 2 3 0 0 3の上には第1パッシベーション膜23041が設けられ、その上に樹脂絶縁膜でなる平坦化膜23042が形成される。平坦化膜23042を用いてTF Tによる段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成されるEL層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、EL層をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0286】

また、23043は反射性の高い導電膜でなる画素電極（EL素子の陰極）であり、電流制御用TF T 2 3 0 0 3のドレインに電氣的に接続される。画素電極23043としてはアルミニウム合金膜、銅合金膜または銀合金膜など低抵抗な導電膜またはそれらの積層膜を用いることが好ましい。勿論、他の導電膜との積層構造としても良い。

20

【0287】

また、絶縁膜（好ましくは樹脂）で形成されたバンク23044a、23044bにより形成された溝（画素に相当する）の中に発光層23045が形成される。なお、ここでは一画素しか図示していないが、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色に対応した発光層を作り分けても良い。発光層とする有機EL材料としては、共役ポリマー系材料を用いる。代表的なポリマー系材料としては、ポリパラフェニレンビニレン（PPV）系、ポリビニルカルバゾール（PVK）系、ポリフルオレン系などが挙げられる。

30

【0288】

なお、PPV系有機EL材料としては様々な型のものがあるが、例えば「H. Shenk, H. Becker, O. Gelsen, E. Kluge, W. Kreuder, and H. Spreitzer, "Polymers for Light Emitting Diodes", Euro Display, Proceedings, 1999, p.33-37」や特開平10-92576号公報に記載されたような材料を用いれば良い。

【0289】

具体的な発光層としては、赤色に発光する発光層にはシアノポリフェニレンビニレン、緑色に発光する発光層にはポリフェニレンビニレン、青色に発光する発光層にはポリフェニレンビニレン若しくはポリアルキルフェニレンを用いれば良い。膜厚は30～150nm（好ましくは40～100nm）とすれば良い。

40

【0290】

但し、以上の例は発光層として用いることのできる有機EL材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、電荷輸送層または電荷注入層を自由に組み合わせてEL層（発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層）を形成すれば良い。

【0291】

例えば、本実施形態ではポリマー系材料を発光層として用いる例を示したが、低分子系有機EL材料を用いても良い。また、電荷輸送層や電荷注入層として炭化珪素等の無機材料を用いることも可能である。これらの有機EL材料や無機材料は公知の材料を用いることができる。

50

【0292】

本実施形態では発光層23045の上にPEDOT（ポリチオフェン）またはPAni（ポリアニリン）でなる正孔注入層3046を設けた積層構造のEL層としている。そして、正孔注入層23046の上には透明導電膜でなる陽極23047が設けられる。本実施形態の場合、発光層23045で生成された光は上面側に向かって（TF Tの上方に向かって）放射されるため、陽極は透光性でなければならない。透明導電膜としては酸化インジウムと酸化スズとの化合物や酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物を用いることができるが、耐熱性の低い発光層や正孔注入層を形成した後で形成するため、可能な限り低温で成膜できるものが好ましい。

【0293】

陽極23047まで形成された時点でEL素子23005が完成する。なお、ここでいうEL素子23005は、画素電極（陰極）23043、発光層23045、正孔注入層23046及び陽極23047で形成されたコンデンサを指す。図22Aに示すように画素電極23043は画素の面積にほぼ一致するため、画素全体がEL素子として機能する。従って、発光の利用効率が非常に高く、明るい画像表示が可能となる。

【0294】

ところで、本実施形態では、陽極23047の上にさらに第2パッシベーション膜23048を設けている。第2パッシベーション膜23048としては窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜が好ましい。この目的は、外部とEL素子とを遮断することであり、有機EL材料の酸化による劣化を防ぐ意味と、有機EL材料からの脱ガスを抑える意味との両方を併せ持つ。これによりEL表示装置の信頼性が高められる。

【0295】

以上のように本実施形態のEL表示パネルは図34のような構造の画素からなる画素部を有し、オフ電流値の十分に低いスイッチング用TF Tと、ホットキャリア注入に強い電流制御用TF Tとを有する。従って、高い信頼性を有し、且つ、良好な画像表示が可能なEL表示パネルが得られる。

【0296】

（実施形態19）

本実施形態では、実施形態18に示した画素部において、EL素子23005の構造を反転させた構造について説明する。説明には図23を用いる。なお、図34の構造と異なる点はEL素子の部分と電流制御用TF Tだけであるので、その他の説明は省略することとする。

【0297】

図36において、電流制御用TF T23103はPTFTを用いて形成される。

【0298】

本実施形態では、画素電極（陽極）23050として透明導電膜を用いる。具体的には酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物でなる導電膜を用いる。勿論、酸化インジウムと酸化スズとの化合物でなる導電膜を用いても良い。

【0299】

そして、絶縁膜でなるバンク23051a、23051bが形成された後、溶液塗布によりポリビニルカルバゾールでなる発光層23052が形成される。その上にはカリウムアセチルアセトネートでなる電子注入層23053、アルミニウム合金でなる陰極23054が形成される。この場合、陰極23054がパッシベーション膜としても機能する。こうしてEL素子23101が形成される。

【0300】

本実施形態の場合、発光層23052で発生した光は、矢印で示されるようにTF Tが形成された基板の方に向かって放射される。

【0301】

（実施形態20）

本実施形態では、図35（B）に示した回路図とは異なる構造の画素とした場合の例につ

10

20

30

40

50

いて図37(A)~(C)に示す。なお、本実施形態において、23201はスイッチング用TFT23202のソース配線、23203はスイッチング用TFT23202のゲート配線、23204は電流制御用TFT、23205はコンデンサ、23206、23208は電流供給線、23207はEL素子とする。

【0302】

図37(A)は、二つの画素間で電流供給線23206を共通とした場合の例である。即ち、二つの画素が電流供給線23206を中心に線対称となるように形成されている点に特徴がある。この場合、電源供給線の本数を減らすことができるため、画素部をさらに高精細化することができる。

【0303】

また、図37(B)は、電流供給線23208をゲート配線23203と平行に設けた場合の例である。なお、図37(B)では電流供給線23208とゲート配線23203とが重ならないように設けた構造となっているが、両者が異なる層に形成される配線であれば、絶縁膜を介して重なるように設けることもできる。この場合、電源供給線23208とゲート配線23203とで専有面積を共有させることができるため、画素部をさらに高精細化することができる。

【0304】

また、図37(C)は、図37(B)の構造と同様に電流供給線23208をゲート配線23203と平行に設け、さらに、二つの画素を電流供給線23208を中心に線対称となるように形成する点に特徴がある。また、電流供給線23208をゲート配線23203のいずれか一方と重なるように設けることも有効である。この場合、電源供給線の本数を減らすことができるため、画素部をさらに高精細化することができる。

【0305】

なお、本実施形態の構成は、実施形態1~9の構成と自由に組み合わせて実施することが可能である。また、実施形態10の電子機器の表示部として本実施形態の画素構造を有するEL表示パネルを用いることは有効である。

【0306】

(実施形態21)

実施形態20に示した図35(A)、35(B)では電流制御用TFT23003のゲートにかかる電圧を保持するためにコンデンサ23004を設ける構造としているが、コンデンサ23004を省略することも可能である。実施形態11の場合、電流制御用TFT23003として、ゲート絶縁膜を介してゲート電極に重なるように設けられたLDD領域を有しているTFTを用いている。この重なり合った領域には一般的にゲート容量と呼ばれる寄生容量が形成されるが、本実施形態ではこの寄生容量をコンデンサ23004の代わりとして積極的に用いる点に特徴がある。

【0307】

この寄生容量のキャパシタンスは、上記ゲート電極とLDD領域とが重なり合った面積によって変化するため、その重なり合った領域に含まれるLDD領域の長さによって決まる。

【0308】

また、実施形態13に示した図37(A)、(B)、(C)の構造においても同様に、コンデンサ23205を省略することは可能である。

【0309】

【発明の効果】

【0310】

本発明の液晶表示装置によると、D/A変換回路の能力以上の多階調表示をおこなうことができる。よって、小型の液晶表示装置を実現することが可能となる

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の液晶表示装置の概略構成図である。

【図2】 本発明の液晶表示装置の概略構成図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の概略構成図である。
- 【図 4】 本発明のある実施形態の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路、ソースドライバおよびゲートドライバの回路構成図である。
- 【図 5】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の階調表示レベルを示す図である。
- 【図 6】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の駆動タイミングチャートを示す図である。
- 【図 7】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の駆動タイミングチャートを示す図である。
- 【図 8】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の概略構成図である。
- 【図 9】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の概略構成図である。 10
- 【図 10】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の概略構成図である。
- 【図 11】 本発明のある実施形態の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路、ソースドライバおよびゲートドライバの回路構成図である。
- 【図 12】 本発明のある実施形態の液晶表示装置の駆動タイミングチャートを示す図である。
- 【図 13】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 14】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 15】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 16】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 17】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。 20
- 【図 18】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 19】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 20】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 21】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 22】 本発明の液晶表示装置の作製工程例を示す図である。
- 【図 23】 無しきい値反強誘電性混合液晶の印加電圧 - 透過率特性を示すグラフである。
- 【図 24】 本発明の液晶表示装置を用いた 3 板式プロジェクタの概略構成図である。
- 【図 25】 本発明の液晶表示装置を用いた 3 板式プロジェクタの概略構成図である。
- 【図 26】 本発明の液晶表示装置を用いた単板式プロジェクタの概略構成図である。 30
- 【図 27】 本発明の液晶表示装置を用いたフロントプロジェクタおよびリアプロジェクタの概略構成図である。
- 【図 28】 本発明の液晶表示装置を用いたゴーグル型ディスプレイの概略構成図である。 7
- 【図 29】 フィールドシーケンシャル駆動のタイミングチャートである。
- 【図 30】 本発明の液晶表示装置を用いたノートブック型パーソナルコンピュータの概略構成図である。
- 【図 31】 本発明の液晶表示装置を用いた電子機器の例である。
- 【図 32】 実施形態 16 の E L 表示装置の構成を示す図である。
- 【図 33】 実施形態 17 の E L 表示装置の構成を示す図である。 40
- 【図 34】 実施形態 18 の E L 表示装置の画素部の構成を示す断面図である。
- 【図 35】 実施形態 19 の E L 表示装置の画素部の構成を示す上面図及び回路図である。
- 【図 36】 実施形態 20 の E L 表示装置の画素部の構成を示す断面図である。
- 【図 37】 実施形態 21 の E L 表示装置の画素部の構成を示す回路図である。

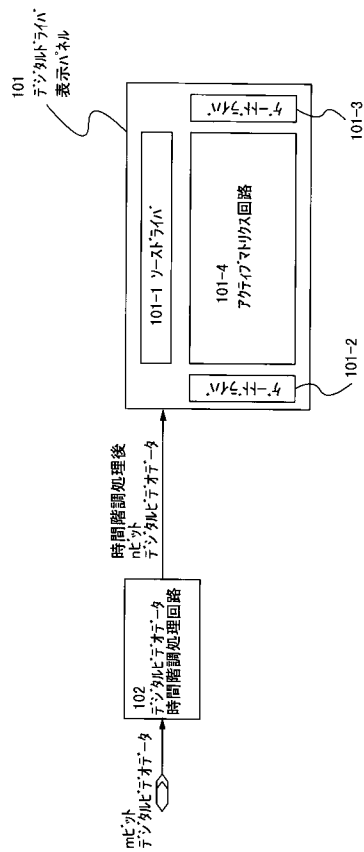
【符号の説明】

- 101 表示パネル
- 101 - 1 ソースドライバ
- 101 - 2 ゲートドライバ
- 101 - 3 ゲートドライバ

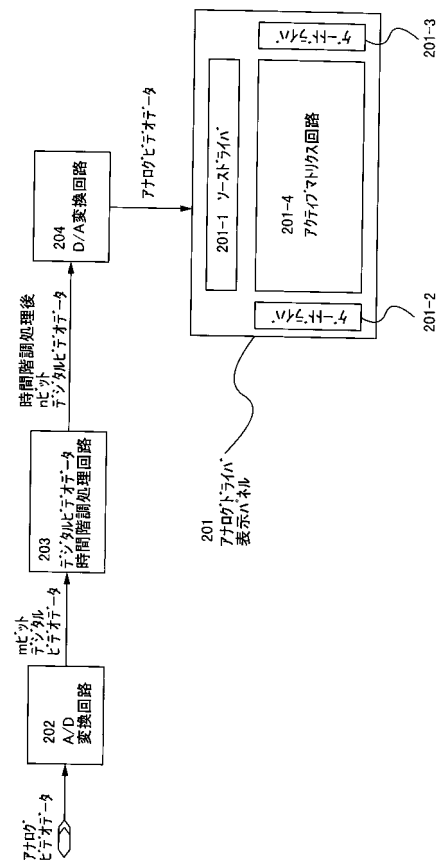
101 - 4 アクティブマトリクス回路

102 デジタルビデオデータ時間階調処理回路

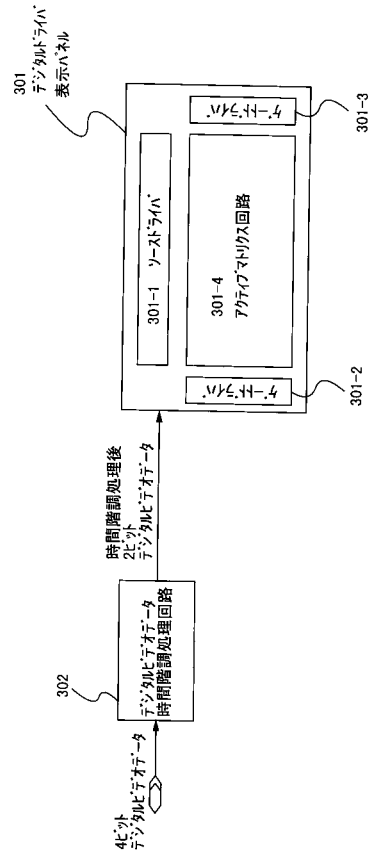
【図1】



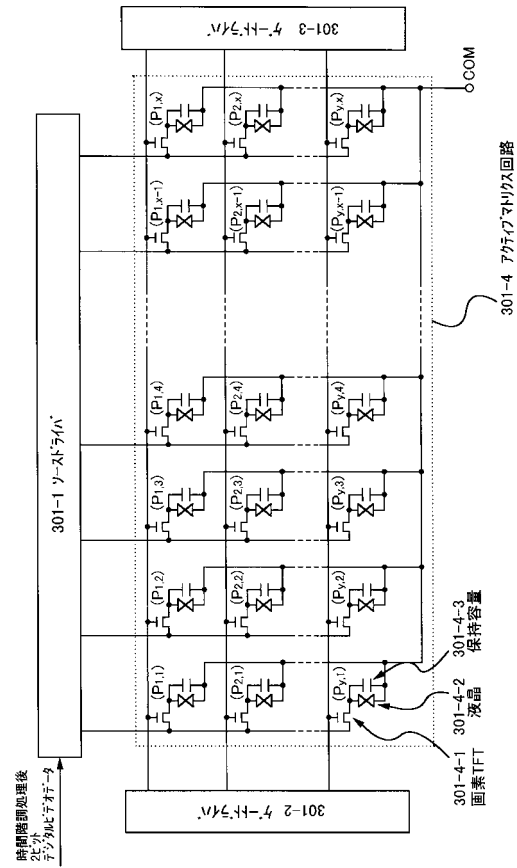
【図2】



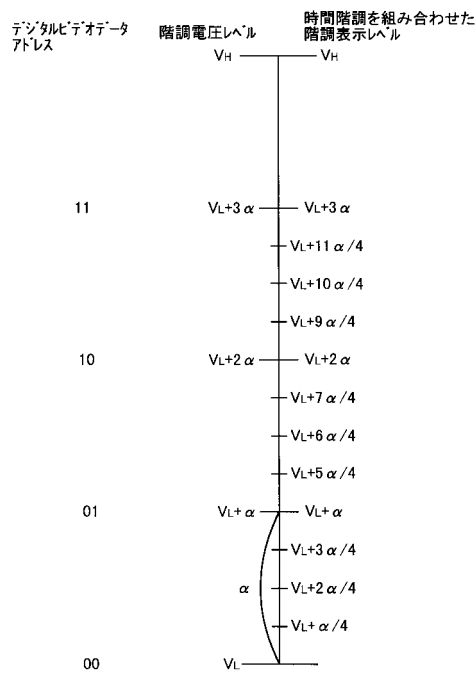
【図 3】



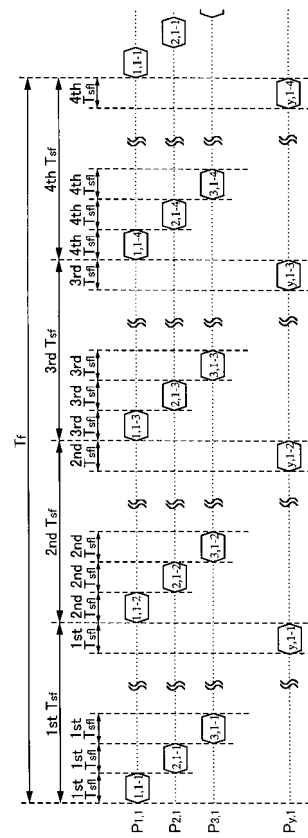
【図 4】



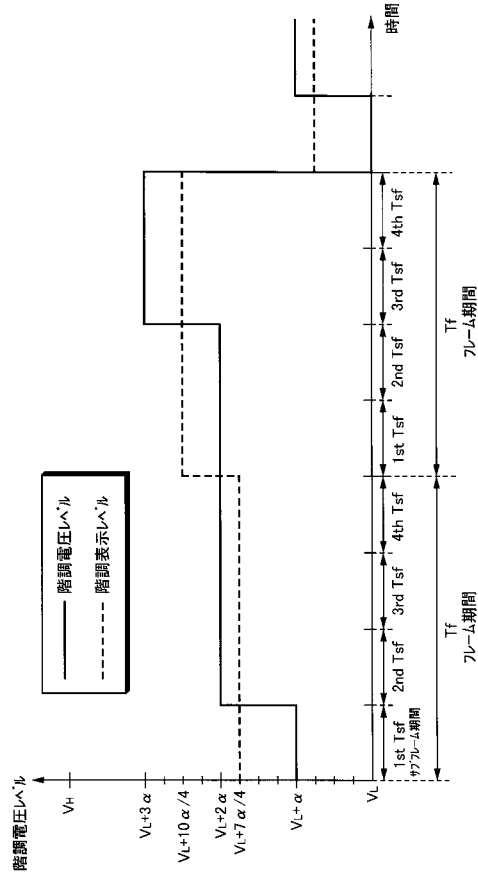
【図 5】



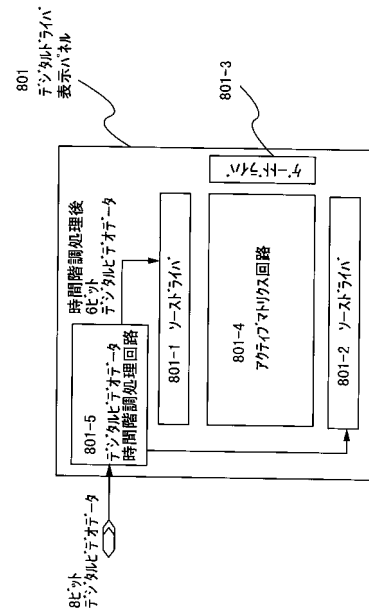
【図 6】



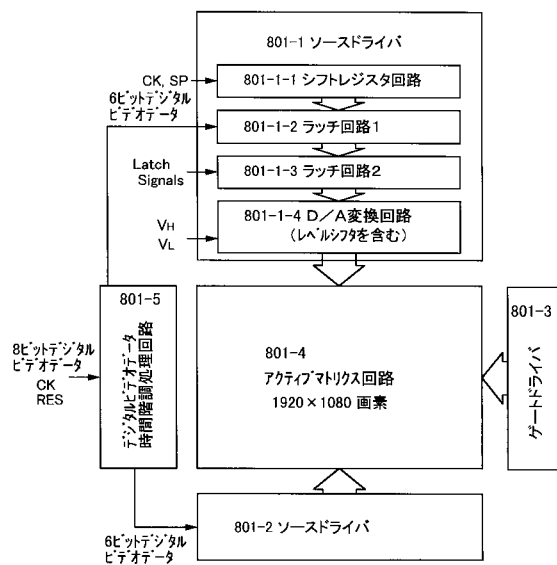
【図 7】



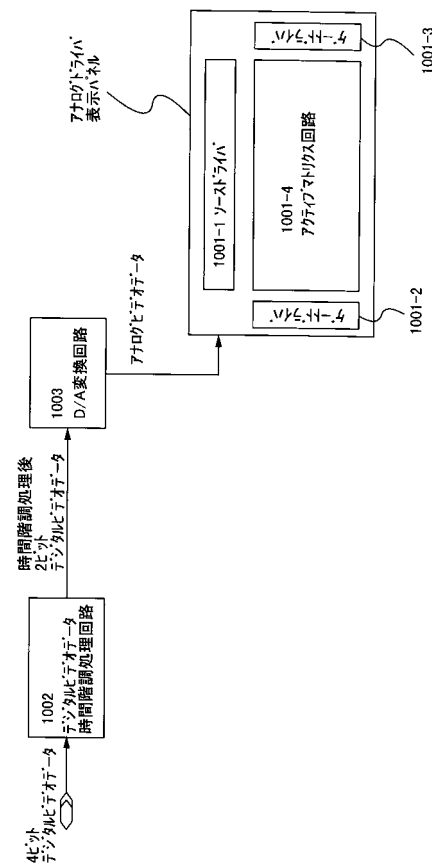
【図 8】



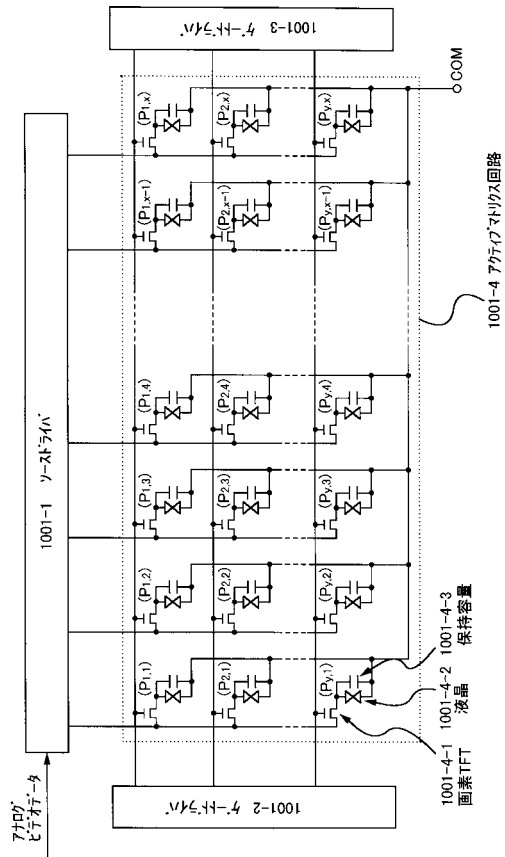
【図 9】



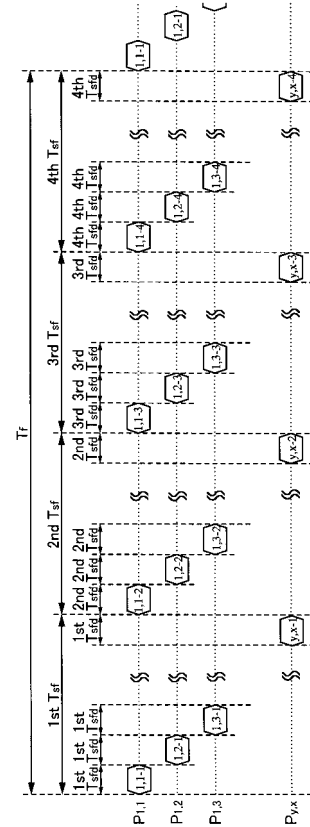
【図 10】



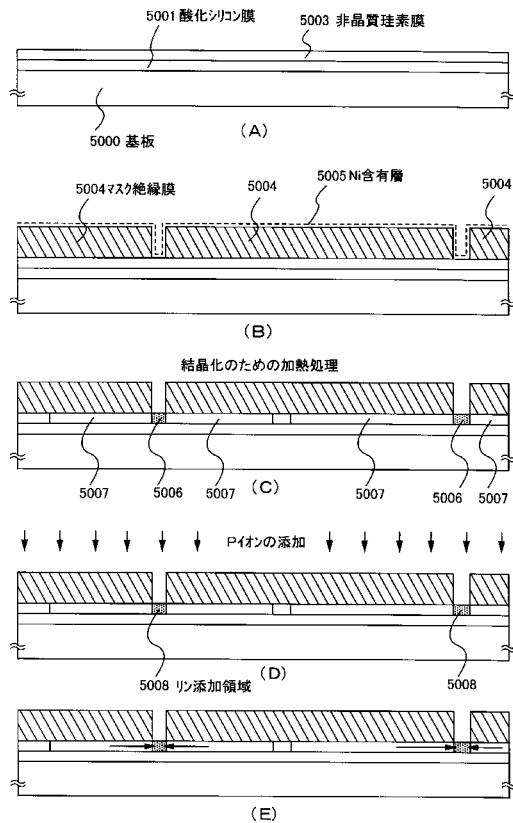
【図 1 1】



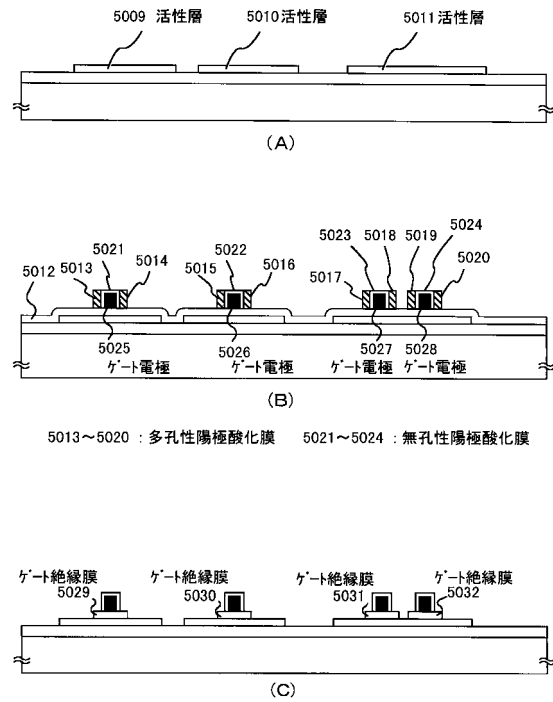
【図 1 2】



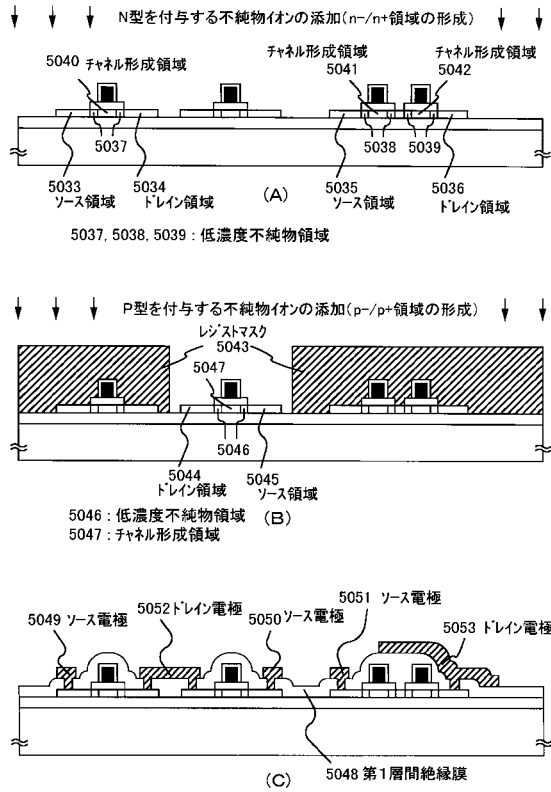
【図 1 3】



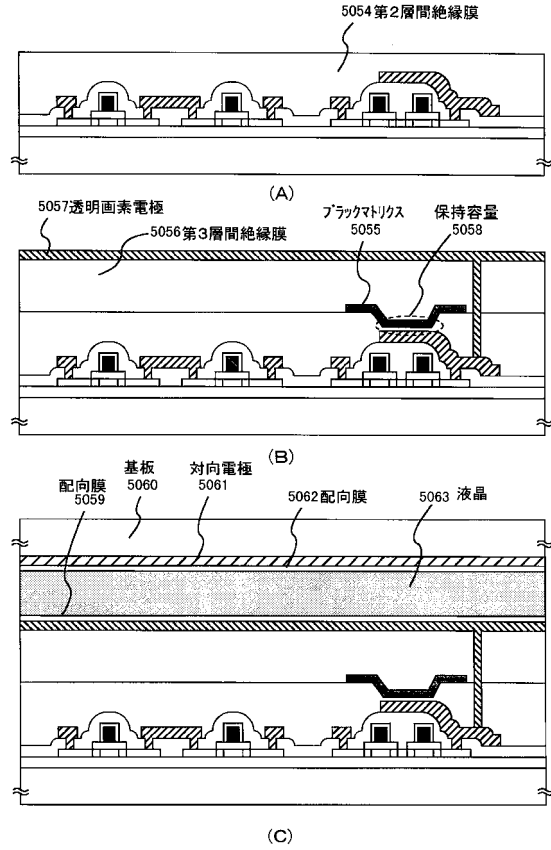
【図 1 4】



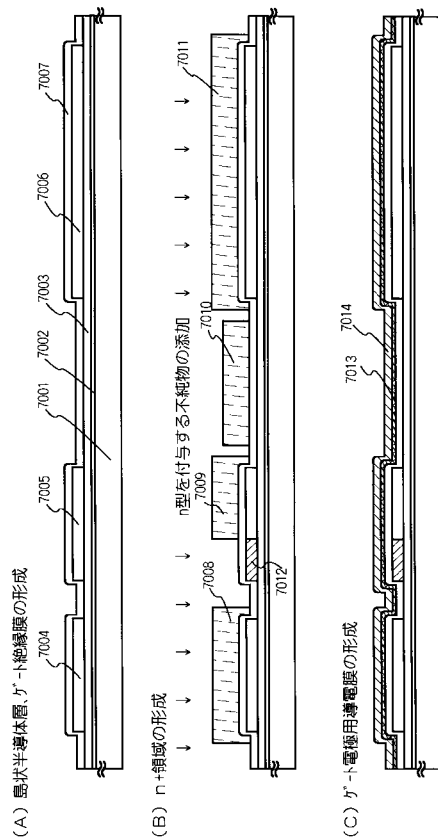
【図15】



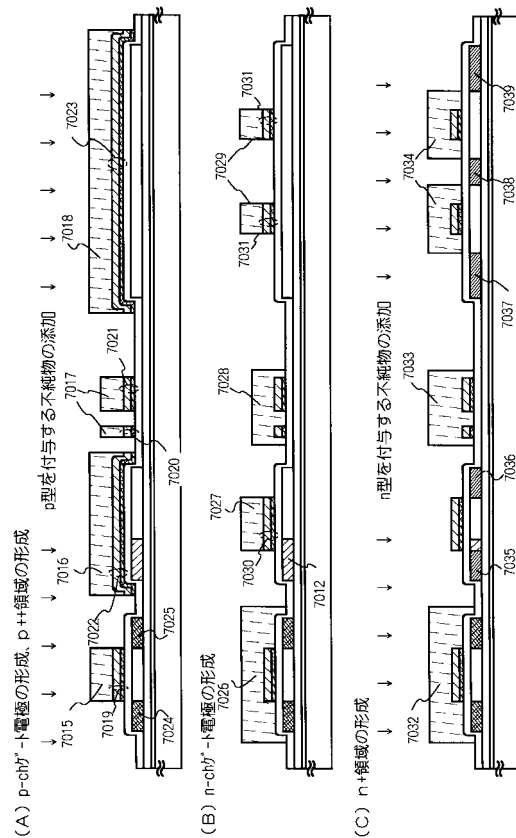
【図16】



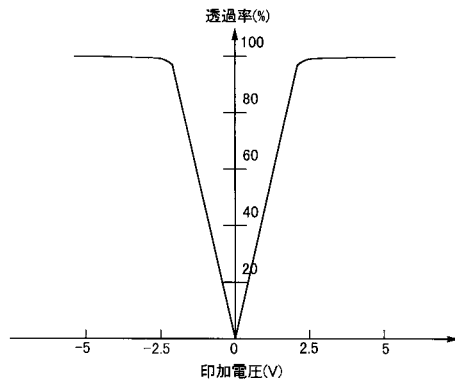
【図17】



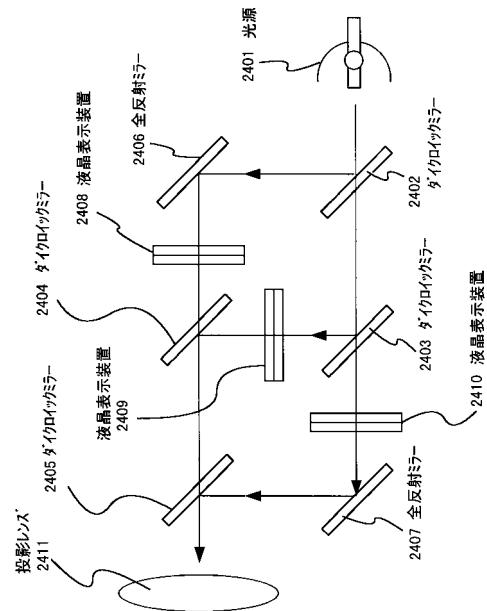
【図18】



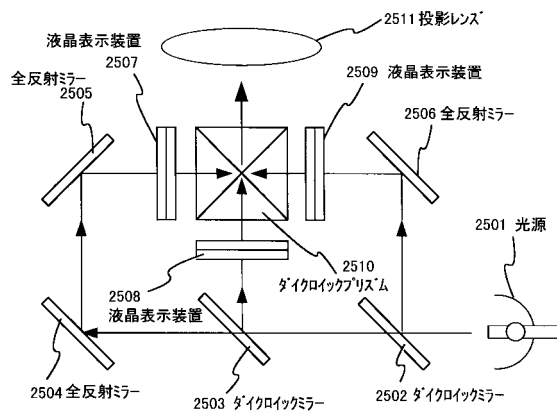
【図 23】



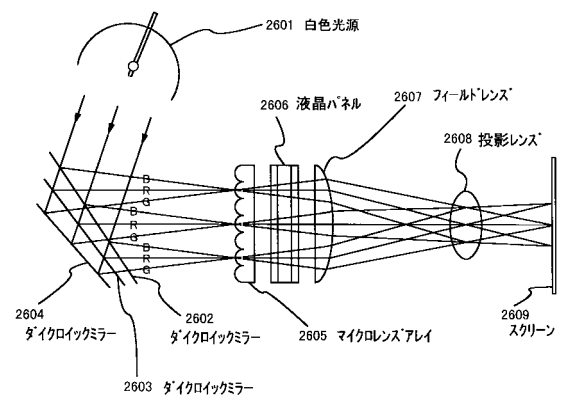
【図 24】



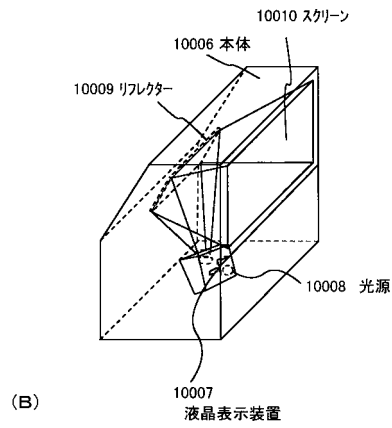
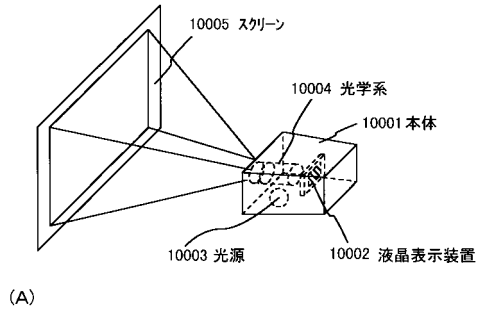
【図 25】



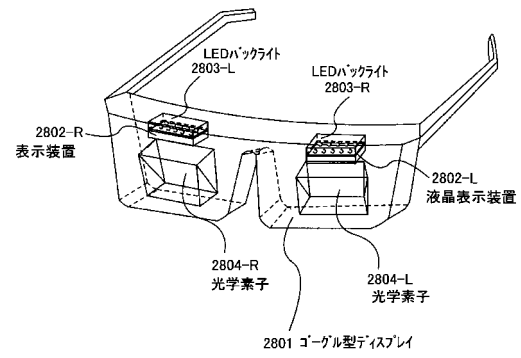
【図 26】



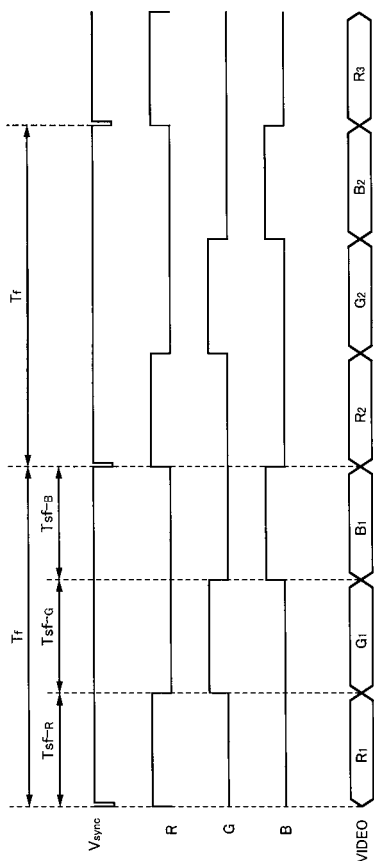
【図 27】



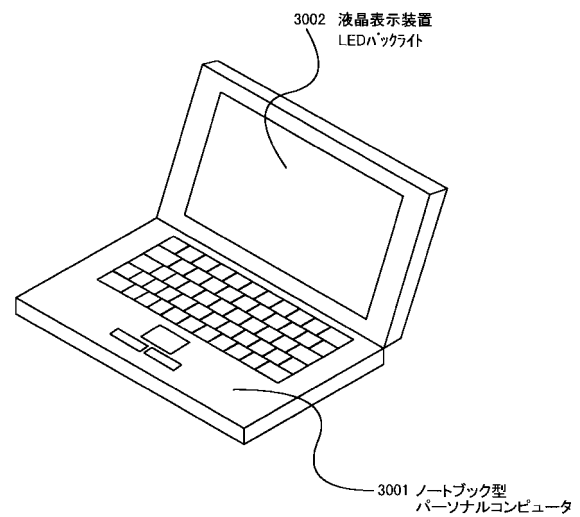
【図 28】



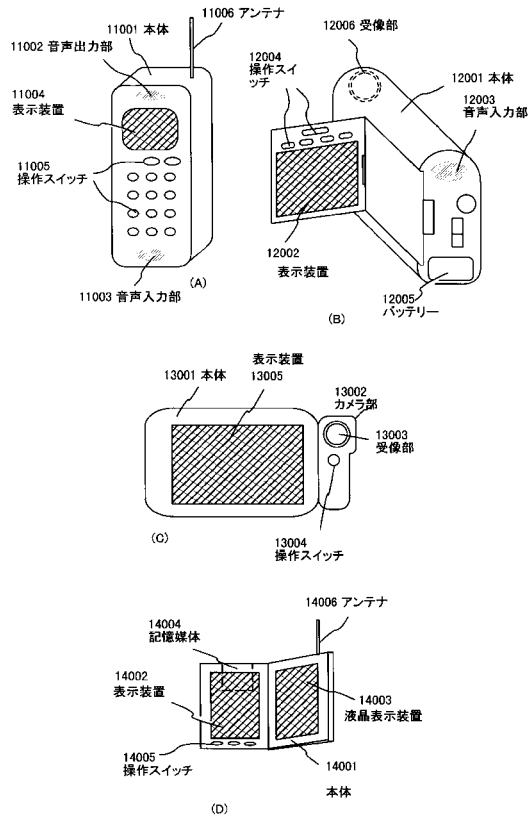
【図 29】



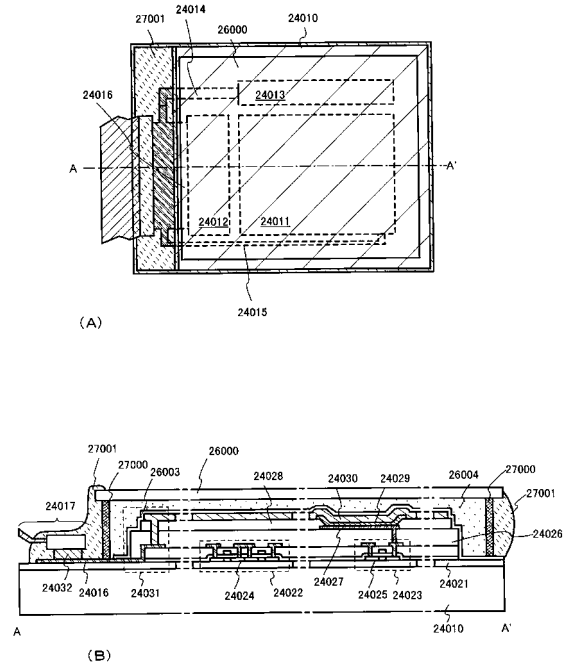
【図 30】



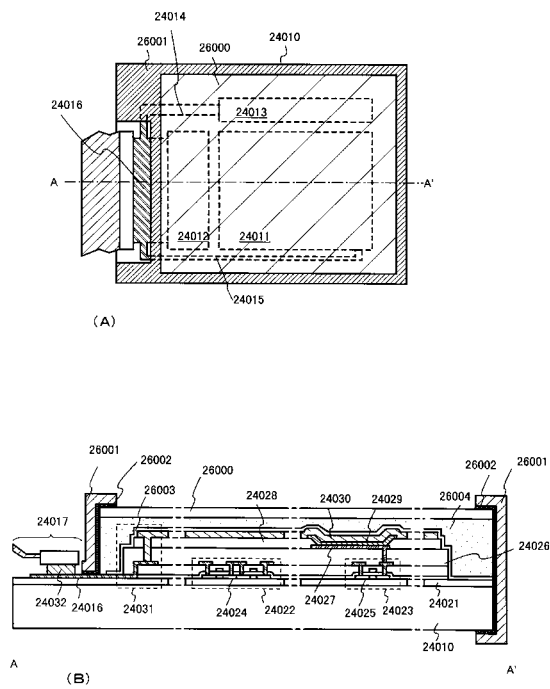
【図 3 1】



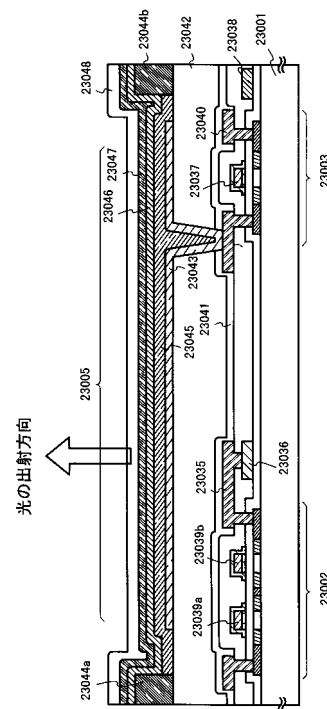
【図 3 2】



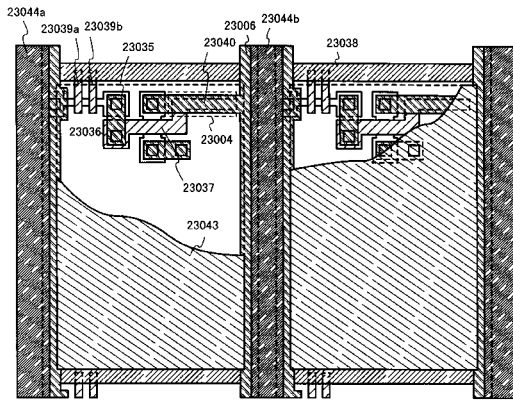
【図 3 3】



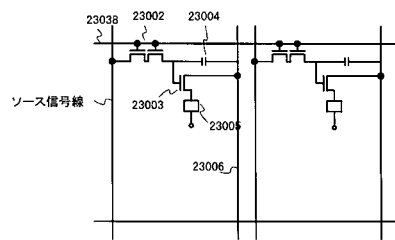
【図 3 4】



【図 35】

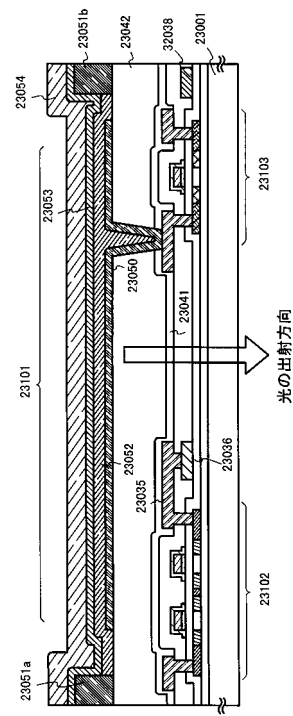


(A)

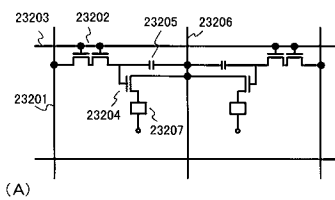


(B)

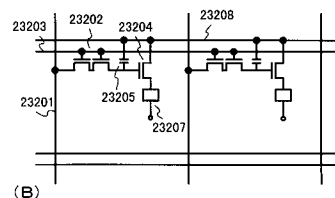
【図 36】



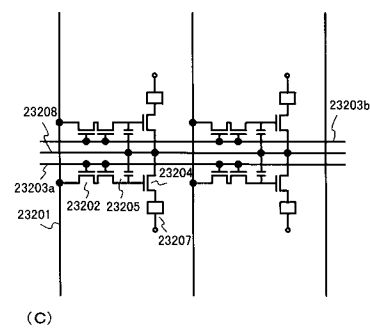
【図 37】



(A)



(B)



(C)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 G	3/20	6 4 1 K
G 0 9 G	3/20	6 4 1 A
G 0 9 G	3/20	6 4 1 C
G 0 9 G	3/20	6 4 1 E

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 1 5 4 4 4 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 2 7 2 8 3 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 2 9 1 3 0 (J P , A)

特開平 0 3 - 1 8 4 0 1 8 (J P , A)

特開昭 6 3 - 1 8 2 6 9 5 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 8 6 3 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G09G 3/00 - 5/42

G02F 1/133