

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5619521号  
(P5619521)

(45) 発行日 平成26年11月5日 (2014. 11. 5)

(24) 登録日 平成26年9月26日 (2014. 9. 26)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3/041 (2006. 01)

G 0 6 F 3/041 5 1 0

G 0 6 F 3/042 (2006. 01)

G 0 6 F 3/041 6 0 0

G 0 9 G 3/20 (2006. 01)

G 0 6 F 3/042 4 7 2

G 0 9 G 3/20 6 8 0 H

G 0 9 G 3/20 6 9 1 D

請求項の数 2 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2010-183770 (P2010-183770)

(22) 出願日 平成22年8月19日 (2010. 8. 19)

(65) 公開番号 特開2011-70658 (P2011-70658A)

(43) 公開日 平成23年4月7日 (2011. 4. 7)

審査請求日 平成25年8月7日 (2013. 8. 7)

(31) 優先権主張番号 特願2009-193248 (P2009-193248)

(32) 優先日 平成21年8月24日 (2009. 8. 24)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 3 9 8 番地

(72) 発明者 上妻 宗広

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

審査官 田川 泰宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タッチセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のフォトセンサを有する入力部と、画像処理部と、回路と、を有し、  
 前記フォトセンサは、前記入力部と対象物との接触画像を生成し、  
 前記画像処理部は、前記接触画像の色情報から接触部分の面積を算出し、前記面積に基づいて前記入力部への入力の検出を行い、  
 前記回路は、前記面積から入力圧の算出を行うことを特徴とするタッチセンサ。

【請求項 2】

請求項 1 において、  
 前記フォトセンサは、第 1 のトランジスタと、第 2 のトランジスタと、フォトダイオードと、を有し、  
 前記フォトダイオードの一方の電極は、リセット信号を入力する機能を有する配線に電氣的に接続され、  
 前記フォトダイオードの他方の電極は、前記第 1 のトランジスタのゲートに電氣的に接続され、  
 前記第 1 のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第 2 のトランジスタのソース又はドレインの一方と電氣的に接続されていることを特徴とするタッチセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野は、タッチセンサに関する。またタッチセンサを表示部に備えたタッチパネル、及びタッチパネルを有する表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶ディスプレイやEL（エレクトロルミネセンス）ディスプレイの市場が大きくなったことで、パネルに対する付加価値の重要性が増してきている。中でもユーザーインターフェースとしてタッチセンサを表示部に備えたタッチパネルが注目され、携帯型ゲーム等のモバイル機器への導入が進んでいる。

【0003】

また、指紋認証装置等の表示部を必須としない装置にも、タッチセンサを搭載し、本人認証を行う技術が提案されている。

10

【0004】

例えばタッチパネルにおいては、表示部の画素内にフォトセンサを配置し、表示画面への入射光をフォトセンサで検出することにより、情報の入力を可能にしたものが開発されている（例えば特許文献1）。

【0005】

この種のフォトセンサを備えたタッチパネルでは、画素内にフォトセンサとして例えばフォトダイオードを配置し、表示画面上に投影された指や物体等の影による光量の変化をフォトダイオードで検出する技術や、ライトペンなどの発光する物体からの光照射による光量の変化をフォトダイオードで検出する技術が提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-318819号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

タッチセンサ、タッチパネル、及びそれらを用いた装置において、入力を検出を正確に行い誤動作を防止することを目的の一とする。

【0008】

30

また、入力を検出に要する時間を短縮することを目的の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

タッチセンサの一態様は、フォトセンサを備えた入力部を有し、入力部に対象物が接触した際、対象物の色が変化することを利用して、タッチセンサへの入力を検出することを特徴とする。

【0010】

検出原理は、例えば対象物を人の指とした場合、入力部への接触に伴い、接触した部分の指の色が、個人差はあるが、接触前の赤色からピンク色もしくは白色に変化することを利用してするものである。

40

【0011】

具体的には、フォトセンサにおいて指の画像を生成し、生成した画像の色情報を画像処理によって分析することで接触部分の面積を算出し、その面積情報に基づいてタッチセンサへの入力を検出するものである。

【0012】

上記タッチセンサは、入力部をタッチパネルとすることで、表示装置に応用することもできる。

【0013】

本発明の一態様は、複数の画素にフォトセンサを有するタッチパネルと、画像処理部とを有し、フォトセンサは、タッチパネルと対象物との接触画像を生成し、画像処理部は、

50

接触画像の色情報から接触部分の面積を算出し、面積に基づいてタッチパネルへの入力を検出する表示装置である。接触画像は、タッチパネルと対象物との接触後の画像を指す。

【0014】

また、本発明の他の一態様は、複数の画素にフォトセンサを有するタッチパネルと、入力処理部と応答処理部とを備える画像処理部とを有し、フォトセンサは、タッチパネルと対象物との接触画像を生成し、入力処理部は、接触画像の色情報から接触部分の面積を算出し、応答処理部は、面積に基づいてタッチパネルへの入力を検出する表示装置である。

【0015】

また、本発明の他の一態様は、複数の画素にフォトセンサを有するタッチパネルと、入力処理部と応答処理部とを備える画像処理部とを有し、フォトセンサは、タッチパネルと対象物との接触画像を生成し、入力処理部は、接触画像の色情報に対して、RGB値からHSV値への変換処理と、二値化処理と、ノイズ除去処理（ノイズフィルタ処理ともいう）と、ラベリング処理とを行い接触部分の面積を算出し、応答処理部は、面積に基づいてタッチパネルへの入力を検出する表示装置である。

【0016】

また、面積に対してしきい値を設定し、面積としきい値との比較により、タッチパネルへの入力を検出してもよい。面積がしきい値を超えた場合に入力が行われたと判定され、面積がしきい値以下の場合に非入力であると判定される。しきい値以上の場合に入力が行われたと判定し、しきい値未満の場合に非入力であると判定してもよい。

【0017】

また、面積に対して複数のしきい値を設定し、面積としきい値との比較により、タッチパネルへの入力の検出を多段階で行ってもよい。

【0018】

なお、画像処理の他の態様として、タッチパネルと対象物との接触前後の画像について、色情報の変化量を分析することで接触部分の面積を算出する構成としてもよい。

【発明の効果】

【0019】

タッチセンサ、タッチパネル、それらを用いた装置において、入力の検出を正確に行い誤動作を防止することができる。

【0020】

また、画像処理を効率よく行い、入力の検出に要する時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】タッチパネルの構成を説明する図。

【図2】タッチパネルの構成を説明する図。

【図3】タッチパネルの構成を説明する図。

【図4】タイミングチャート。

【図5】タッチパネルの断面図。

【図6】タッチパネルの断面図。

【図7】タッチパネルの断面図。

【図8】画像処理を説明する図。

【図9】画像処理を説明する図。

【図10】画像処理を説明する図。

【図11】画像処理を説明する図。

【図12】電子機器を説明する図。

【図13】電子機器を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

実施の形態について、図面を参照して以下に説明する。ただし、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形態及び詳細を様々に変更

10

20

30

40

50

し得ることは、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、同一部分また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。

【0023】

(実施の形態1)

実施の形態1では、図1を用いて、タッチパネルを有する表示装置とその動作を説明する。

【0024】

図1は、タッチパネルを有する表示装置のブロック図の一例である。

10

【0025】

表示装置111は、タッチパネル100、入力処理部113と応答処理部114を有する画像処理部112、及び画像合成部115を備えている。ここで示した表示装置の構成は一例であり、これに限定されない。

【0026】

タッチパネル100は、マトリクス状に配置された複数の画素104を有し、各画素104には表示素子105及びフォトセンサ106が配置されている。フォトセンサ106は、フォトダイオード等の受光素子である。なお、フォトセンサ106は、画素104の外に設けてもよい。また、フォトセンサ106の個数は、表示素子105の個数と異なってもよい。

20

【0027】

本実施の形態では、タッチパネル100へ接触する対象物が人の指の場合を例に説明するが、人の指に限定されるものではない。

【0028】

タッチパネル100に指が触れる際、各画素104に設けられたフォトセンサ106によりタッチパネル100を走査して、受け取った光を電気信号に変換し、タッチパネル100と指との接触画像を生成する。生成された接触画像は画像処理部112の入力処理部113に入力される。なお、フォトセンサ106が受け取る光は、表示装置の内部(バックライト等)から発せられ対象物で反射されたもの、外光等が対象物によって反射されたもの、対象物自体から発せられたもの、又は、外光等が対象物に遮られたものなどである。

30

【0029】

入力処理部113は、入力された接触画像の色を判別し、接触画像の色情報から接触部分の面積を算出する。算出された面積は、応答処理部114に送信される。面積と入力圧が比例関係にあることから、面積に基づいて容易に入力を検出することが可能である。後の処理において、面積から算出した入力圧を利用してもよく、その場合は入力圧を算出する回路を設ければよい。

【0030】

応答処理部114は、算出された面積が所定のしきい値を超える場合には入力が行われたと判定し、しきい値以下の場合には非入力であると判定する。なお、応答処理部114は、自動でしきい値を設定する機能を有していてもよい。

40

【0031】

入力が行われたと判定された場合、応答処理部114は、入力が行われたことを示す応答画像を生成し、画像合成部115に出力する。

【0032】

画像合成部115は、応答画像と、タッチパネル100に表示されていた画像とを重ね合わせ合成画像を生成し、タッチパネル100に出力する。

【0033】

そしてタッチパネル100は、合成画像を表示し、入力が行われたことを伝達する。必ずしも応答画像、合成画像を生成する必要はなく、音声やランプ等により入力・非入力を

50

伝達してもよい。また、合成画像を生成せず応答画像のみをタッチパネル 100 に出力してもよい。応答画像、合成画像を生成しない場合は、画像合成部 115 を設けなくても良い。

【0034】

また、応答処理部 114 において、非入力であると判定された場合、非入力であることを伝達する処理を行ってもよい。

【0035】

以上のように本実施の形態のタッチパネルは、フォトセンサ及び画像処理により入力を正確に判定することができ、誤動作を防止することができる。

【0036】

また、本実施の形態ではタッチパネルについて説明したが、表示を行わない構成としてもよい。その場合、フォトセンサを有するタッチセンサを入力部に設け、本実施の形態で説明した画像処理部の分析により入力の検出を行う。

【0037】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0038】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、画像処理及び応答処理の一例について図 1、図 8 ~ 11 を用いて説明する。対象物の画像を生成する段階までは、実施の形態 1 と同様であるのでここでは省略する。本実施の形態では対象物を指とし、タッチパネルへの接触後の指画像についての処理を行う。ただし、対象物は指に限定されない。

【0039】

生成された画像は、図 1 における画像処理部 112 の入力処理部 113 において処理される。入力処理部 113 のブロック図の一例を図 8 に示す。

【0040】

入力処理部 113 では、タッチパネル 100 から画像が入力され、HSV 変換処理 801、二値化処理 802、ノイズフィルタ処理 803、ラベリング処理 804、面積・位置情報算出処理 805、特徴量抽出処理 806 を行い、応答処理部 114 に出力される。以下、各処理の詳細について説明する。

【0041】

まず、HSV 変換処理 801 を行う。入力された画像について R (赤)、G (緑)、B (青) の各色の成分の輝度値を抽出する。

【0042】

そして、抽出された RGB の色情報を、色相 (H : Hue)、彩度 (S : Saturation)、明度 (V : Value) の 3 つの成分から成る HSV を基準とした色情報に変換する。色相 (0 以上 360 未満の実数) は色の種類、彩度 (0 以上 1 以下の実数) は色の鮮やかさ、明度 (0 以上 1 以下の実数) は色の明るさを表す、HSV を基準とすることで、画像の色合いを検出することができるため、RGB より正確な入力の検出を行うことができる。ただし、HSV への変換を行わずに RGB のまま画像処理を行うことや、また HSV 以外のフォーマットに変換して画像処理を行うことも可能である。

【0043】

RGB から HSV への変換は、以下のようにして行われる。

【0044】

抽出された RGB の輝度値が (R、G、B) で表わされ、そのうち最大値 : MAX、最小値 : MIN であるとする (R、G、B はそれぞれ 0 以上 1 以下の実数とする)。

【0045】

MAX = R の時は、(式 1) :  $H = 60 \times (G - B) / (MAX - MIN) + 0$  で算出される。

【0046】

また MAX = G の時は、(式 2) :  $H = 60 \times (B - R) / (MAX - MIN) + 120$

10

20

30

40

50

0で算出される。

【0047】

そして $MAX = B$ の時は、(式3)： $H = 60 \times (R - G) / (MAX - MIN) + 240$ で算出される。

【0048】

また、(式4)： $S = (MAX - MIN) / MAX$ であり、(式5)： $V = MAX$ である。

【0049】

なお、 $H$ が負の値を取る場合は、 $H + 360$ として算出する。

【0050】

一例として、 $(R, G, B) = (1, 0, 0)$ で表現される赤色の場合は、 $MAX = R = 1$ 、 $MIN = 0$ であり(式1)が適用され、 $H = 60 \times (0 - 0) / (1 - 0) + 0 = 0$ となる。また、(式4)より $S = (1 - 0) / 1 = 1$ であり、(式5)より $V = 1$ となる。すなわち、 $(H, S, V) = (0, 1, 1)$ に変換される。この値より、赤色の中でも最も鮮やか且つ最も明るい色合いを有していることが分かる。

【0051】

別の例として、 $(R, G, B) = (1, 1, 0)$ で表現される黄色の場合は、 $MAX = R \text{ or } G = 1$ 、 $MIN = 0$ であり(式1)又は(式2)が適用される。(式1)を適用する場合は $H = 60 \times (1 - 0) / (1 - 0) + 0 = 60$ 、(式2)を適用する場合は $H = 60 \times (0 - 1) / (1 - 0) + 120 = 60$ であり、いずれも同じ値となる。また(式4)より $S = (1 - 0) / 1 = 1$ であり、(式5)より $V = 1$ となる。すなわち、 $(H, S, V) = (60, 1, 1)$ に変換される。

【0052】

本実施の形態では、このようなRGBからHSVへの変換を行い、HSV値を用いて画像処理を行う。

【0053】

以降の処理では、 $H$ は0から359までの整数値を取る。

【0054】

また、 $S$ 、 $V$ は変換時に0から1までの実数で表現されるが、データの取扱いを容易にするため、数値範囲を255倍することで、 $S$ 、 $V$ の取り得る値を新たに0から255までの整数値と定義する。

【0055】

ただし、整数値の定義で最大値を255に限る必要はない。また、再定義をしなくても処理は可能である。

【0056】

次に、HSV値に変換された画像は、二値化処理802が行われる。

【0057】

二値化処理802は、HSV値にしきい値条件を設定した上で、各画素のHSV値をしきい値によって二分する処理であり、画像内の全ての画素について、画素単位で実施される。

【0058】

具体的には、しきい値によって二分された各画素のHSV値は、1ビット(0または1)の二値変数で表される。

【0059】

例えば、二値変数が1の場合はHSV値がしきい値条件を満たすことを表し、二値変数が0の場合にはHSV値がしきい値条件を満たさないことを表す。なお、二値変数の表現は0と1を入れ換えてもよい。

【0060】

具体的に、二値化処理は色相 $H$ 、彩度 $S$ 、明度 $V$ の各成分を条件値として用いて実行される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 1 】

色相 H、彩度 S、明度 V の各しきい値を設定することで、抽出したい領域を限定する。

## 【 0 0 6 2 】

各しきい値は、認識すべき対象物のみを抽出できる値に設定することが好ましい。

## 【 0 0 6 3 】

まず、色相 H は色の種類を表すため、対象物の色が特定の色であれば、特定の色のみを抽出できる条件を色相 H のしきい値で選択すればよい。

## 【 0 0 6 4 】

ただし、特に色の限定がなければ、色相 H のしきい値を設定する必要はない。

## 【 0 0 6 5 】

また、彩度 S は色の鮮やかさを表すため、対象物の鮮やかさが特定の鮮やかさであれば、特定の鮮やかさのみを抽出できる条件を彩度 S のしきい値で選択すればよい。

## 【 0 0 6 6 】

ただし、特に鮮やかさの限定がなければ、彩度 S のしきい値を設定する必要はない。

## 【 0 0 6 7 】

また、明度 V は色の明るさを表すため、対象物の明るさが特定の明るさであれば、特定の明るさのみを抽出できる条件を明度 V のしきい値で選択すればよい。

## 【 0 0 6 8 】

ただし、特に明るさの限定がなければ、明度 V のしきい値を設定する必要はない。

## 【 0 0 6 9 】

指の色相 H は、およそ 0 から 30 の赤色の範囲に含まれるので、赤色を抽出するしきい値を設定する。

## 【 0 0 7 0 】

指の彩度 S は、周辺光の明るさに依存してフォトセンサが生成する指の画像も変化するため、周辺光の影響を受ける。そのため、周辺光の強度に応じてしきい値を設定する。

## 【 0 0 7 1 】

同様に指の明度 V は、周辺光の明るさに依存してフォトセンサが生成する指の画像も変化するため、周辺光の影響を受ける。そのため、周辺光の強度に応じてしきい値を設定する。

## 【 0 0 7 2 】

各しきい値の範囲は、画像全体の H S V 各種のヒストグラムを利用し、ヒストグラムの画素値の分布の傾向から自動に設定することも可能である。

## 【 0 0 7 3 】

以降の二値化処理の説明では、二値変数は、しきい値の条件を満たす場合に 1 とし、しきい値に満たない場合 0 とする。

## 【 0 0 7 4 】

一例として、画像内の画素値が色相 H > 200、彩度 S > 150、明度 V > 100 である領域を残す場合を図 9 に示す。

## 【 0 0 7 5 】

図 9 (A) は、画像の一部であり、各画素の色相 H、彩度 S、明度 V の値を表記している。

## 【 0 0 7 6 】

そして図 9 (B) は、図 9 (A) に示す画像を、しきい値の条件である色相 H > 200、彩度 S > 150、明度 V > 100 に従って二値変数に変換した値を表記している。

## 【 0 0 7 7 】

例えば、図 9 (A) において画素 901 は (H、S、V) = (250、200、200) であり、しきい値の条件である色相 H > 200、彩度 S > 150、明度 V > 100 を満たしているため、図 9 (B) における処理後の画素 901 の二値変数は 1 となる。

## 【 0 0 7 8 】

一方、画素 902 は (H、S、V) = (250、50、34) であり、条件を満たして

10

20

30

40

50

いないため、処理後の画素 9 0 2 の二値変数は 0 となる。

【 0 0 7 9 】

同様に、全ての画素について二値化処理を行う。ここでは H、S、V の全てについてしきい値を設定したが、2 つ以下としてもよい。

【 0 0 8 0 】

図 9 に示すように、二値化処理を行うことで、画像処理に必要な色情報を 1 ビットに圧縮し、データ量を大幅に削減することが可能になる。

【 0 0 8 1 】

また、データ量の削減によって、以降の画像処理回路の規模が削減することができる。

【 0 0 8 2 】

次に、二値化処理された画像は、ノイズフィルタ処理 8 0 3 が行われる ( 図 8 )。

【 0 0 8 3 】

ノイズフィルタ処理は、画像内に含まれるノイズ画像を取り除く動作であり、画像内の全ての画素に対して、画素単位で実施される。

【 0 0 8 4 】

そして、メディアンフィルタ処理の結果は、対象となる画素及びその近傍の複数の画素を用い、各画素値の分布から算出される。

【 0 0 8 5 】

ここでは一般的にメディアンフィルタと呼ばれるノイズフィルタ処理を用いる。

【 0 0 8 6 】

以下に、メディアンフィルタの動作を図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 ( A ) に示す画素値を持つ画像に対して、メディアンフィルタで処理した結果を図 1 0 ( B ) に示す。

【 0 0 8 8 】

まず、メディアンフィルタの最初のステップとして、対象となる画素を中心に 3 × 3 の領域内の画素の値が入力される。3 × 3 の領域に限定されず 5 × 5 等としてもよい。

【 0 0 8 9 】

そして次のステップとして、3 × 3 の領域内の 9 つの画素の入力値をソート処理によって昇順又は降順にし、並べ替えた 9 つの入力値の中央値を処理結果として出力する。

【 0 0 9 0 】

例えば、図 1 0 ( A ) の画素 1 0 0 1 に対してメディアンフィルタの処理を行う。画素 1 0 0 1 を中心とした 3 × 3 の領域 1 0 0 2 に存在する画素の数値は、{ 0、1、1、1、0、1、1、0 } であり、昇順に並べ替えると { 0、0、0、1、1、1、1、1 } となる。昇順の結果から中央値は 1 であるため、図 1 0 ( B ) に示すように、処理後の画素 1 0 0 1 の数値は 1 となる。

【 0 0 9 1 】

また、図 1 0 ( A ) の画素 1 0 0 3 に対してメディアンフィルタの処理を行う。画素 1 0 0 3 を中心とした 3 × 3 の領域 1 0 0 4 に存在する数値は、{ 0、0、1、1、1、0、0、0、0 } であり、昇順に並べ替えると、{ 0、0、0、0、0、0、1、1、1 } となる。昇順の結果から中央値は 0 であるため、図 1 0 ( B ) に示すように、処理後の画素 1 0 0 3 の数値は 0 となる。

【 0 0 9 2 】

同様にして、各画素について処理を行う。必ずしも入力値の中央値を出力する必要はなく、4 番目又は 6 番目の値を出力し、フィルタ処理の精度を調整してもよい。

【 0 0 9 3 】

なお、図 1 0 ( A ) において外周に位置する画素は、メディアンフィルタに必要な 3 × 3 の領域が存在しないため、処理は行われず、そのままのデータが出力される。外周に位置する画素は、例えば、図 1 0 ( A ) の 1 列目、6 列目、1 行目、6 行目にある画素 ( 2 0 画素分 ) である。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 9 4 】

メディアンフィルタは、小さなノイズの除去に特に有効である。

## 【 0 0 9 5 】

また、孤立したノイズは後のラベリング処理の対象となるため、メディアンフィルタによりノイズを除去することでラベリング処理の回数を軽減することが可能である。

## 【 0 0 9 6 】

ノイズフィルタ処理は、メディアンフィルタ以外にも複数の処理方法があり、他の処理方法を適用しても良い。

## 【 0 0 9 7 】

次に、ノイズフィルタ処理を行った画像に対して、ラベリング処理を行う。

10

## 【 0 0 9 8 】

ラベリング処理は、画像内の一部分の領域をグループ化する手法として用いられる。グループ化することで、後の処理をグループ単位で行うことができる。

## 【 0 0 9 9 】

本実施の形態では、ラベリング処理は、任意の位置にある画素に対し、該画素と該画素の近傍の複数の画素について画素の値を比較し、画素データが同一である画素に同一のラベル値（領域番号）を付ける動作であり、画像内の全ての画素について、画素単位で実施される。

## 【 0 1 0 0 】

ラベリング処理の対象となる画像は、二値変数で構成されており、0または1で表現される。

20

## 【 0 1 0 1 】

まず、二値変数が0の画素は、ラベル値を0とし、グループ化は行わない。

## 【 0 1 0 2 】

一方、二値変数が1の画素は、ラベル値1以上の整数値を付与し、同じラベル値同士の画素をグループ化する。

## 【 0 1 0 3 】

二値変数が1の画素にラベル値を付与する条件は以下の3点が上げられる。

## 【 0 1 0 4 】

第1の条件として、隣接画素が存在しない、もしくは隣接画素のラベル値が0、もしくは隣接画素のラベル値が付与されていない場合に、新たにラベル値が付与する。

30

## 【 0 1 0 5 】

第2の条件として、ラベル値が付与されておらず、かつ、隣接画素のいずれか1つに1以上のラベル値が付与されている場合は、当該隣接画素と同じラベル値を付与する。

## 【 0 1 0 6 】

第3の条件として、隣接画素同士が少なくとも2つの異なるラベル値を持つ場合、最小のラベル値と同じ値を付与する。

## 【 0 1 0 7 】

ここで隣接画素とは、1つ画素と接する八方向の画素を表す。

## 【 0 1 0 8 】

ラベリング処理の具体的な動作について図11を用いて説明する。

40

## 【 0 1 0 9 】

図11(A)は、ラベリング処理前の画像であり、各画素は二値変数で表現されている。

## 【 0 1 1 0 】

図11(A)の画像の左上から画素を走査し、一画素ずつラベル値を付与する。図11(B)はラベリング処理後の画像である。ラベリング処理の過程を示す図は省略する。

## 【 0 1 1 1 】

まず、画素1101は、二値変数が0である。そのためラベル値は0とする。この後の二値変数が0の画素の処理については、同様にラベル値は0とする。

50

## 【 0 1 1 2 】

次に、画素 1 1 0 2 は、二値変数が 1 である。画素 1 1 0 2 を処理する際には、隣接画素がラベル値 0、または付与されていないので、上記の第 1 の条件に従い、新たにラベル値 1 が付与される。

## 【 0 1 1 3 】

次に、画素 1 1 0 2 の右に隣接する画素 1 1 0 3 は、二値変数が 1 である。画素 1 1 0 3 を処理する際には、画素 1 1 0 3 の隣接画素は、画素 1 1 0 2 がラベル値 1 を持ち、その他の隣接画素がラベル値 0、または付与されていない。すなわち、画素 1 1 0 3 は、1 以上のラベル値が付与されている画素 1 1 0 2 が隣接しているため、上記の第 2 の条件に従い、画素 1 1 0 2 のラベル値と同じラベル値 1 が割り当てられる。

10

## 【 0 1 1 4 】

同様にして画素群 1 1 0 4 の各画素についてラベル値 1 が割り当てられる。

## 【 0 1 1 5 】

また、図 1 1 ( A ) において、二値変数が 1 の画素 1 1 0 5 は、隣接画素がラベル値は 0、または付与されていないので、上記の第 1 の条件に従い、新たにラベル値が付与される。ここで、既に画素群 1 1 0 4 の各画素にラベル値 1 が付与されているため、画素 1 1 0 5 はラベル値 2 が付与される。

## 【 0 1 1 6 】

同様にして、画素群 1 1 0 6 の各画素についてラベル値 2 が付与される。

## 【 0 1 1 7 】

更に画素群 1 1 0 7 の各画素についても、同様の方法によって、ラベル値 3 が付与される。

20

## 【 0 1 1 8 】

以上のように、ラベル値が付与されることで、同じラベル値同士の画素をグループ化することができる。グループ化することで、後の処理は、ラベル値の指定により領域の選択を行うことができ、画像の分離や部分的な合成等の画像の加工が非常に容易になる。

## 【 0 1 1 9 】

次に、ラベル値を付与した画像に対して、面積・位置情報算出処理 8 0 5 を行う ( 図 8 ) 。

## 【 0 1 2 0 】

面積情報は、同じラベル値を持つ画素数をカウントすることで得られる。また位置情報は、面積の重心位置であるので、同じラベル値を持つ画素の座標位置と、同じラベル値を持つ画素の面積から算出できる。

30

## 【 0 1 2 1 】

また面積情報は、認識すべき画像か、不要な画像かを判別するために有効に機能する。不要な画像としては、画像処理の過程でノイズになる画像の一部または全部があげられる。ノイズは、認識すべき画像より面積が小さいという特徴を持っているため、面積にしきい値を設定し、しきい値を超える面積を持つものを選択することで、ノイズを除去することができる。

## 【 0 1 2 2 】

次に、ラベル値を付与した画像に対して、特徴量抽出処理を行っても良い。

## 【 0 1 2 3 】

特徴量とは、例えば円形度など、数値で表現可能な画像の特徴のことである。

## 【 0 1 2 4 】

更に、円形度は画像がどれだけ円に近いかを数値で表現したものである。

## 【 0 1 2 5 】

例えば、指でパネル表面を押す場合、指の接触部分は円形に近い形状となる。

## 【 0 1 2 6 】

円形度をしきい値として画像に与えることで、指の検出精度の向上が図れる。

## 【 0 1 2 7 】

40

50

面積のしきい値条件と共に、特徴量のしきい値条件を設定することで、検出精度を高めることが可能である。

【0128】

ただし、特徴量抽出処理は行わなくてよく、その場合、面積情報及び位置情報が出力される。

【0129】

入力処理部113は、得られた画像の面積情報及び位置情報を応答処理部114へと出力する(図1、図8)。

【0130】

応答処理部114は、面積情報、位置情報に基づき入力の判定を行い、結果をタッチパネル100にフィードバックする機能を有する。

10

【0131】

応答処理の例として、誤入力防止機能について説明する。

【0132】

誤入力防止機能は、意図せずにタッチパネルに触れた場合に非入力であると判定する機能である。

【0133】

意図せずにタッチパネルに接触した場合は、指を押し付ける動作ではなく、指に触れる動作であるため、検出される指の面積は小さい値となる。

【0134】

20

そのため、面積にしきい値を設け、面積としきい値との比較によって、指を押しつける動作であるか、意図せず指に触れる動作であるかを判定することができる。

【0135】

例として、図11(B)の面積情報から入力を判定する場合について説明する。

【0136】

図11(B)において、画素群1104の位置に指を押しつける動作があり、画素群1106及び画素群1107の位置に意図せず指に触れる動作があったとする。

【0137】

画素群1104の面積は12、画素群1106の面積は4、画素群1107の面積は9であるため、例えば、面積のしきい値を10と設定しておき、各面積としきい値を比較する。

30

【0138】

画素群1104の面積はしきい値を超えるため、指を押しつける動作であると判定することができる。そして、画素群1106及び画素群1107の面積はしきい値以下であるため、意図せず指に触れる動作であると判定することができる。

【0139】

したがって、指を押しつける動作の場合に入力があり、意図せず指に触れた動作の場合には非入力であると判定することが可能である。

【0140】

また、図11(B)において、しきい値を8にした場合は、画素群1104及び画素群1107の2点に入力があり、画素群1106は非入力と判定される。これを応用すれば入力箇所が複数の場合についても入力の検出が可能となり、タッチパネルの機能を向上させることができる。

40

【0141】

更に、面積に対して複数のしきい値を設定し、面積としきい値との比較により、タッチパネルへの入力の検出を多段階で行ってもよい。

【0142】

例えば、第1及び第2の二つのしきい値を設定した時は、面積が第1のしきい値以下の場合に非入力であると判定され、第1のしきい値を超え且つ第2のしきい値以下の場合に弱い入力が行われたと判定され、第2のしきい値を超えた場合に強い入力が行われたと判

50

定する。

【 0 1 4 3 】

このように複数のしきい値を設定し、多段階に検出を行うことで、入力を検出をより精度良く行うことができる。

【 0 1 4 4 】

この多段階の検出を図 1 1 ( B ) の面積情報に応用し、第 1 のしきい値を 8、第 2 のしきい値を 1 0 とした場合、画素群 1 1 0 4 及び画素群 1 1 0 7 の 2 点の入力を検出するだけでなく、入力の強弱についても検出することができ、タッチパネルの機能を更に向上させることが可能である。

【 0 1 4 5 】

応答処理部 1 1 4 は、応答画像をパネルに表示するために入力処理部 1 1 3 で得られた情報に基づき応答画像を生成する。

【 0 1 4 6 】

例えば、位置情報に基づいて指が触れた場所に 印を表示する処理が挙げられる。

【 0 1 4 7 】

また、スイッチ画像を表示しておき、スイッチ画像の位置に指の位置情報が得られた場合、スイッチを押下したものとみなすことができる。タッチパネル 1 0 0 にてスイッチ切り替えが可能となる。

【 0 1 4 8 】

画像合成部 1 1 5 は、タッチパネル 1 0 0 に表示される画像と、応答処理部 1 1 4 で生成された応答画像を重ね合わせた合成画像を生成する機能を持つ。

【 0 1 4 9 】

画像合成部 1 1 5 から出力された合成画像はタッチパネル 1 0 0 に入力され、合成画像が表示される。

【 0 1 5 0 】

なお、必ずしも応答画像を生成する必要はなく、音声やランプ等により入力・非入力を伝達してもよい。応答画像を生成しない場合は、画像合成部 1 1 5 を設けなくても良い。

【 0 1 5 1 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【 0 1 5 2 】

( 実施の形態 3 )

次に、タッチパネルの詳細な回路構成について、その一例を図 1 ~ 図 4 を参照して説明する。

【 0 1 5 3 】

図 1 において、タッチパネル 1 0 0 は、画素回路 1 0 1、表示素子制御回路 1 0 2 及びフォトセンサ制御回路 1 0 3 を有する。画素回路 1 0 1 は、行列方向にマトリクス状に配置された複数の画素 1 0 4 を有する。各々の画素 1 0 4 は、表示素子 1 0 5 とフォトセンサ 1 0 6 を有する。

【 0 1 5 4 】

表示素子 1 0 5 は、薄膜トランジスタ ( Thin Film Transistor : TFT )、保持容量、液晶層を有する液晶素子などを有する。薄膜トランジスタは、保持容量への電荷を注入もしくは排出を制御する機能を有する。保持容量は、液晶層に印加する電圧に相当する電荷を保持する機能を有する。液晶層に電圧を印加することで偏光方向が変化することを利用して、液晶層を透過する光の明暗 ( 階調 ) を作ることで、画像表示が実現される。液晶層を透過する光には、光源 ( バックライト ) によって液晶表示装置の裏面から照射される光を用いる。

【 0 1 5 5 】

なお、カラー画像表示を行うには、例えば、カラーフィルタを用いる方式、所謂、カラーフィルタ方式を用いれば良い。これは、液晶層を透過した光がカラーフィルタを通過することで、特定の色 ( 例えば、赤 ( R )、緑 ( G )、青 ( B ) ) の階調を作ることができ

10

20

30

40

50

る。ここで、カラーフィルタ方式を用いる際に、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）のいずれかの色を発光する機能を有する画素１０４を、各々、Ｒ画素、Ｇ画素、Ｂ画素と呼ぶことにする。

#### 【０１５６】

なお、表示素子１０５が液晶素子を有する場合について説明したが、発光素子などの他の素子を有していてもよい。発光素子は、電流または電圧によって輝度が制御される素子であり、具体的には発光ダイオード、ＯＬＥＤ（Organic Light Emitting Diode）等が挙げられる。

#### 【０１５７】

フォトセンサ１０６は、フォトダイオードなど、受光することで電気信号を発する機能を有する素子と、薄膜トランジスタとを有する。なお、フォトセンサ１０６は、バックライトからの光が指等の対象物に照射された際の反射光を受光し、対象物の画像を生成する。

10

#### 【０１５８】

表示素子制御回路１０２は、表示素子１０５を制御するための回路であり、ビデオデータ信号線などの信号線（「ソース信号線」ともいう。）を介して表示素子１０５に信号を入力する表示素子駆動回路１０７と、走査線（「ゲート信号線」ともいう。）を介して表示素子１０５に信号を入力する表示素子駆動回路１０８を有する。例えば、走査線側の表示素子駆動回路１０８は、特定の行に配置された画素が有する表示素子を選択する機能を有する。また、信号線側の表示素子駆動回路１０７は、選択された行の画素が有する表示素子に任意の電位を与える機能を有する。なお、走査線側の表示素子駆動回路１０８により高電位を印加された表示素子では、薄膜トランジスタが導通状態となり、信号線側の表示素子駆動回路１０７により与えられる電荷が供給される。

20

#### 【０１５９】

フォトセンサ制御回路１０３は、フォトセンサ１０６を制御するための回路であり、フォトセンサ出力信号線、フォトセンサ基準信号線等の信号線側のフォトセンサ読み出し回路１０９と、走査線側のフォトセンサ駆動回路１１０を有する。例えば、走査線側のフォトセンサ駆動回路１１０は、特定の行に配置された画素が有するフォトセンサ１０６を選択する機能を有する。また、信号線側のフォトセンサ読み出し回路１０９は、選択された行の画素が有するフォトセンサ１０６の出力信号を取り出す機能を有する。なお、信号線側のフォトセンサ読み出し回路１０９は、アナログ信号であるフォトセンサの出力を、ＯＰアンプを用いてアナログ信号のままタッチパネル外部に取り出す構成や、Ａ／Ｄ変換回路を用いてデジタル信号に変換してからタッチパネル外部に取り出す構成が考え得る。

30

#### 【０１６０】

画素１０４の回路図について、図２を用いて説明する。画素１０４は、トランジスタ２０１、保持容量２０２及び液晶素子２０３を有する表示素子１０５と、フォトダイオード２０４、トランジスタ２０５及びトランジスタ２０６を有するフォトセンサ１０６とを有する。

#### 【０１６１】

トランジスタ２０１は、ゲートがゲート信号線２０７に、ソース又はドレインの一方がビデオデータ信号線２１０に、ソース又はドレインの他方が保持容量２０２の一方の電極と液晶素子２０３の一方の電極に電気的に接続されている。保持容量２０２の他方の電極と液晶素子２０３の他方の電極は一定の電位に保たれている。液晶素子２０３は、一對の電極と、該一對の電極の間に液晶層を含む素子である。

40

#### 【０１６２】

トランジスタ２０１は、ゲート信号線２０７に“High”（高電位）が印加されると、ビデオデータ信号線２１０の電位を保持容量２０２と液晶素子２０３に印加する。保持容量２０２は、印加された電位を保持する。液晶素子２０３は、印加された電位により、光の透過率を変更する。

#### 【０１６３】

50

フォトダイオード 204 は、一方の電極がフォトダイオードリセット信号線 208 に、他方の電極がトランジスタ 205 のゲートに電氣的に接続されている。トランジスタ 205 は、ソース又はドレインの一方がフォトセンサ基準信号線 212 に、ソース又はドレインの他方がトランジスタ 206 のソース又はドレインの一方に電氣的に接続されている。トランジスタ 206 は、ゲートがゲート信号線 209 に、ソース又はドレインの他方がフォトセンサ出力信号線 211 に電氣的に接続されている。

#### 【0164】

次に、フォトセンサ読み出し回路 109 の構成について、図 3 を用いて説明する。図 3 において、画素 1 列分のフォトセンサ読み出し回路 300 は、p 型 TFT 301、保持容量 302、を有する。また、フォトセンサ読み出し回路 300 は、当該画素列のフォトセンサ出力信号線 211、プリチャージ信号線 303 を有する。

10

#### 【0165】

フォトセンサ読み出し回路 300 では、画素内におけるフォトセンサの動作に先立ち、フォトセンサ信号線の電位を基準電位に設定する。図 3 では、プリチャージ信号線 303 を "Low" (低電位) とすることで、フォトセンサ出力信号線 211 を基準電位である高電位に設定することができる。なお、保持容量 302 は、フォトセンサ出力信号線 211 の寄生容量が大きい場合には、特別に設けなくても良い。なお、基準電位は、低電位とする構成も可能である。この場合、n 型 TFT を用いることで、プリチャージ信号線 303 を "High" とすることで、フォトセンサ出力信号線 211 を基準電位である低電位に設定することができる。

20

#### 【0166】

次に、本タッチパネルにおけるフォトセンサの読み出し動作について、図 4 のタイミングチャートを用いて説明する。図 4 において、信号 401 ~ 信号 404 は、図 2 におけるフォトダイオードリセット信号線 208、トランジスタ 206 のゲートが接続されたゲート信号線 209、トランジスタ 205 のゲートが接続されたゲート信号線 213、フォトセンサ出力信号線 211 の電位に相当する。また、信号 405 は、図 3 におけるプリチャージ信号線 303 の電位に相当する。

#### 【0167】

時刻 A において、フォトダイオードリセット信号線 208 の電位 (信号 401) を "High" とすると、フォトダイオード 204 が導通し、トランジスタ 205 のゲートが接続されたゲート信号線 213 の電位 (信号 403) が "High" となる。また、プリチャージ信号線 303 の電位 (信号 405) の電位は "Low" とすると、フォトセンサ出力信号線 211 の電位 (信号 404) は "High" にプリチャージされる。

30

#### 【0168】

時刻 B において、フォトダイオードリセット信号線 208 の電位 (信号 401) を "Low" にすると、フォトダイオード 204 のオフ電流により、トランジスタ 205 のゲートが接続されたゲート信号線 213 の電位 (信号 403) が低下し始める。フォトダイオード 204 は、光が照射されるとオフ電流が増大するので、照射される光の量に応じてトランジスタ 205 のゲートが接続されたゲート信号線 213 の電位 (信号 403) は変化する。すなわち、トランジスタ 205 のソースとドレイン間の電流が変化する。

40

#### 【0169】

時刻 C において、ゲート信号線 209 の電位 (信号 402) を "High" にすると、トランジスタ 206 が導通し、フォトセンサ基準信号線 212 とフォトセンサ出力信号線 211 とが、トランジスタ 205 とトランジスタ 206 とを介して導通する。すると、フォトセンサ出力信号線 211 の電位 (信号 404) は、低下していく。なお、時刻 C 以前に、プリチャージ信号線 303 の電位 (信号 405) の電位は "Low" とし、フォトセンサ出力信号線 211 のプリチャージを終了しておく。ここで、フォトセンサ出力信号線 211 の電位 (信号 404) が低下する速さは、トランジスタ 205 のソースとドレイン間の電流に依存する。すなわち、フォトダイオード 204 に照射されている光の量に応じて変化する。

50

## 【 0 1 7 0 】

時刻 D において、ゲート信号線 2 0 9 の電位（信号 4 0 2）を " L o w " にすると、トランジスタ 2 0 6 が遮断され、フォトセンサ出力信号線 2 1 1 の電位（信号 4 0 4）は、時刻 D 以後、一定値となる。ここで、一定値となる値は、フォトダイオード 2 0 4 に照射されている光の量に応じて変化する。したがって、フォトセンサ出力信号線 2 1 1 の電位を取得することで、フォトダイオード 2 0 4 に照射されている光の量を知ることができる。

## 【 0 1 7 1 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

## 【 0 1 7 2 】

10

## （実施の形態 4）

本実施の形態では、実施の形態 1 ～ 3 で説明したタッチパネルの構造について、図 5、図 6 を用いて説明する。本実施の形態において、タッチパネルはフォトセンサと表示素子を有している。表示素子は液晶素子や発光素子を有する。

## 【 0 1 7 3 】

図 5 は、実施の形態 1 ～ 3 で説明したタッチパネルにおいて、表示素子が液晶素子を有する液晶表示装置の断面の一例を示す図である。バックライトからの光が対象物である指 2 0 3 5 で反射し、フォトセンサ 2 0 0 3 に照射される状態を示している。対象物は指に限定されない。

## 【 0 1 7 4 】

20

基板 2 0 0 0 としてはガラス基板又は石英基板等の透光性基板を用いる。基板 2 0 0 0 上には、薄膜トランジスタ 2 0 0 1、薄膜トランジスタ 2 0 0 2、及びフォトセンサ 2 0 0 3 が設けられている。フォトセンサ 2 0 0 3 は、n 型半導体層 2 0 1 0、i 型半導体層 2 0 1 1、及び p 型半導体層 2 0 1 2 が順に積層されて設けられている。n 型半導体層 2 0 1 0 は、一導電型を付与する不純物元素（例えばリン）を含む。i 型半導体層 2 0 1 1 は、真性半導体である。p 型半導体層 2 0 1 2 は、一導電型を付与する不純物元素（例えばボロン）を含む。

## 【 0 1 7 5 】

図 5 では、薄膜トランジスタ 2 0 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 0 0 2 としてトップゲート型の薄膜トランジスタを用いたが、これに限定されない。薄膜トランジスタ 2 0 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 0 0 2 としてボトムゲート型の薄膜トランジスタを用いてもよい。また、フォトセンサ 2 0 0 3 は、n 型半導体層 2 0 1 0、i 型半導体層 2 0 1 1、及び p 型半導体層 2 0 1 2 を有する構成としているが、これに限定されない。

30

## 【 0 1 7 6 】

本実施の形態では、薄膜トランジスタ 2 0 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 0 0 2 の半導体層に結晶性半導体層を用いることができる。例えば、多結晶シリコンを用いることができる。しかしこれに限定されず、薄膜トランジスタ 2 0 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 0 0 2 の半導体層に、非晶質シリコン、微結晶シリコン、単結晶シリコン、ペントセン等の有機半導体、または酸化物半導体等を用いてもよい。なお、基板 2 0 0 0 上に単結晶シリコンを用いた半導体層を形成する場合は、表面から所定の深さに損傷領域が設けられた単結晶シリコン基板と基板 2 0 0 0 とを接合し、当該損傷領域で単結晶シリコン基板を分離することによって形成することができる。また、酸化物半導体としては、インジウム、ガリウム、アルミニウム、亜鉛及びスズから選んだ元素の複合酸化物を用いることができる。

40

## 【 0 1 7 7 】

絶縁層 2 0 0 4 は、薄膜トランジスタ 2 0 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 0 0 2 上を覆って設けられている。絶縁層 2 0 0 4 上には絶縁層 2 0 0 5 が設けられ、絶縁層 2 0 0 5 上には絶縁層 2 0 0 6 が設けられている。画素電極 2 0 0 7 は絶縁層 2 0 0 6 上に設けられ、フォトセンサ 2 0 0 3 と下部電極 2 0 0 8 は絶縁層 2 0 0 5 上に設けられている。下部電極 2 0 0 8 によって、絶縁層 2 0 0 5 に設けられた開口部を介して、フォトセンサ 2 0 0 3 と薄膜トランジスタ 2 0 0 1 とが電氣的に接続される。

50

## 【0178】

また、対向基板2020には、対向電極2021、カラーフィルタ層2022、及びオーバーコート層2023が設けられている。対向基板2020と基板2000はシール材によって固定され、スペーサ2025によって基板間隔が概ね一定の距離に保たれている。画素電極2007と対向電極2021が液晶層2024を挟持することで、液晶素子を構成している。

## 【0179】

カラーフィルタ層2022は、図5に示すようにフォトセンサ2003と画素電極2007の両方と重なるように設けてもよい。

## 【0180】

また、フォトセンサ2003は、図5に示すように薄膜トランジスタ2002のゲート電極2013と重なっており、薄膜トランジスタ2002の信号線2014とも重なるように設けるとよい。

## 【0181】

本実施の形態の液晶表示装置には、バックライトが設けられている。図5では、バックライトは基板2000側に設けられ、矢印2036で示す方向に光が照射されている。バックライトとしては、冷陰極管(Cold-Cathode Fluorescent Lamp: CCFL)又は白色の発光ダイオードを用いることができる。白色の発光ダイオードは、冷陰極管よりも明るさの調整範囲が広いため好ましい。

## 【0182】

また、フォトセンサ2003を例えば駆動回路部にも設けて外光を検出し、使用環境に応じた表示が可能となるようにバックライトの明るさ(輝度)を調節することもできる。

## 【0183】

また、バックライトは上記構成に限定されない。例えば、RGBの発光ダイオード(LED)を用いてバックライトを構成してもよいし、RGBのLEDバックライトを順次点灯させてフィールドシーケンシャル方式でカラー表示してもよい。この場合にはカラーフィルタ層は不要である。

## 【0184】

ここで、図5に示す液晶表示装置の作製方法の一例について簡単に説明する。

## 【0185】

まず、活性層として結晶性半導体層を有するトップゲート構造の薄膜トランジスタを作製する。ここではゲート電極2013を有する薄膜トランジスタ2002と、フォトセンサ2003と電気的に接続される薄膜トランジスタ2001を同一基板上に形成する。それぞれのトランジスタとして、n型薄膜トランジスタ又はp型薄膜トランジスタを用いることができる。また、これらのトランジスタと同一の工程で保持容量を形成することができる。なお、保持容量は、半導体層を下部電極とし、容量配線を上部電極とし、薄膜トランジスタ2001及び薄膜トランジスタ2002のゲート絶縁膜と同一の工程で形成される絶縁膜を誘電体とすればよい。

## 【0186】

また、薄膜トランジスタの層間絶縁層の一つである絶縁層2004にはコンタクトホールが形成され、それぞれの薄膜トランジスタの半導体層と電気的に接続されるソース電極又はドレイン電極、若しくは、上方の配線と接続される接続電極を形成する。また、フォトセンサ2003と電気的に接続される薄膜トランジスタ2001の信号線も同一の工程で形成される。薄膜トランジスタ2002の信号線2014も同一の工程で形成される。

## 【0187】

次に、信号線2014を覆う絶縁層2005を形成する。なお、本実施の形態では、透過型の液晶表示装置を例として示しているため、絶縁層2005には可視光を透過することのできる絶縁性材料を用いる。次に、絶縁層2005にコンタクトホールを形成し、絶縁層2005上に下部電極2008を形成する。

## 【0188】



そして、下部電極 2008 の少なくとも一部と重なるようにフォトセンサ 2003 を形成する。下部電極 2008 は、フォトセンサ 2003 と、薄膜トランジスタ 2001 とを電氣的に接続させる電極である。フォトセンサ 2003 は、n 型半導体層 2010、i 型半導体層 2011 及び p 型半導体層 2012 が順に積層されて形成される。本実施の形態では、プラズマ CVD 法を用いることで、リンを含む微結晶シリコンにより n 型半導体層 2010 を形成し、非晶質シリコンにより i 型半導体層 2011 を形成し、ボロンを含む微結晶シリコンにより p 型半導体層 2012 を形成する。

#### 【0189】

次に、フォトセンサ 2003 を覆う絶縁層 2006 を形成する。透過型の液晶表示装置の場合は、絶縁層 2006 に可視光を透過することのできる絶縁性材料を用いる。その後、絶縁層 2006 にコンタクトホールを形成し、絶縁層 2006 上に画素電極 2007 を形成する。画素電極 2007 と同一の層により、配線を形成する。その配線は、フォトセンサ 2003 の上部電極である p 型半導体層 2012 と電氣的に接続される。

#### 【0190】

次に、絶縁層 2006 上にスペーサ 2025 を形成する。図 5 では、スペーサ 2025 として柱状スペーサ（ポストスペーサ）を設けたが、球状スペーサ（ビーズスペーサ）を用いてもよい。

#### 【0191】

次に、液晶層 2024 として TN 液晶等を用いる場合には、画素電極 2007 上に配向膜を塗布し、ラビング処理を行う。

#### 【0192】

一方で、対向基板 2020 上にはカラーフィルタ層 2022、オーバーコート層 2023、対向電極 2021 を形成し、対向電極 2021 上に配向膜を塗布し、ラビング処理を行う。

#### 【0193】

その後、基板 2000 の配向膜が塗布された面と、対向基板 2020 の配向膜が塗布された面とを、シール材により貼り合わせる。これらの基板間には液晶滴下法又は液晶注入法により液晶を配置し、液晶層 2024 を形成する。

#### 【0194】

なお、液晶層 2024 は、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いて形成してもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、液晶層 2024 に適用するには、温度範囲を改善するために 5 重量% 以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が  $10 \mu s \sim 100 \mu s$  と短く、光学的に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。

#### 【0195】

次に、実施の形態 1 ~ 2 で説明したタッチパネルにおいて、表示素子が発光素子を有するエレクトロルミネセンス表示装置（以下、「EL 表示装置」という。）について説明する。

#### 【0196】

図 6 は、上記タッチパネルにおいて、発光素子として EL 素子（例えば、有機 EL 素子、無機 EL 素子、又は有機物及び無機物を含む EL 素子）を用いた EL 表示素子の断面の一例を示す図である。EL 素子 2127 から発せられた光が対象物である指 2135 で反射し、フォトセンサ 2103 に照射される状態を示している。対象物は指に限定されない。

#### 【0197】

図 6 において、基板 2100 上には、薄膜トランジスタ 2101、薄膜トランジスタ 2102、及びフォトセンサ 2103 が設けられている。フォトセンサ 2103 は、n 型半導体層 2110、i 型半導体層 2111、及び p 型半導体層 2112 が積層されて設けら

10

20

30

40

50

れている。基板 2 1 0 0 は、シール材によって対向基板 2 1 2 0 に固定されている。

【 0 1 9 8 】

絶縁層 2 1 0 4 は、薄膜トランジスタ 2 1 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 1 0 2 上を覆って設けられている。絶縁層 2 1 0 4 上には絶縁層 2 1 0 5 が設けられ、絶縁層 2 1 0 5 上には絶縁層 2 1 0 6 が設けられている。EL素子 2 1 2 7 は絶縁層 2 1 0 6 上に設けられ、フォトセンサ 2 1 0 3 は絶縁層 2 1 0 5 上に設けられている。フォトセンサ 2 1 0 3 の n 型半導体層 2 1 1 0 によって、絶縁層 2 1 0 5 に設けられた開口部を介して、フォトセンサ 2 1 0 3 と薄膜トランジスタ 2 1 0 1 とが電氣的に接続されている。

【 0 1 9 9 】

また、センサ用配線 2 1 0 9 によって、p 型半導体層 2 1 1 2 と他の配線とが電氣的に接続されている。

10

【 0 2 0 0 】

EL素子 2 1 2 7 は、画素電極 2 1 2 3、発光層 2 1 2 4、対向電極 2 1 2 5 が積層されて設けられている。なお、バンク 2 1 2 6 によって隣り合う画素同士の発光層が区切られている。

【 0 2 0 1 】

薄膜トランジスタ 2 1 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 1 0 2 として、n 型薄膜トランジスタ又は p 型薄膜トランジスタを用いることができる。画素電極 2 1 2 3 が陰極として機能する場合は、電流の向きを考慮して、画素電極 2 1 2 3 と電氣的に接続する薄膜トランジスタ 2 1 0 2 を n 型薄膜トランジスタとすることが好ましい。また、画素電極 2 1 2 3 が陽極として機能する場合は、薄膜トランジスタ 2 1 0 2 を p 型薄膜トランジスタとすることが好ましい。

20

【 0 2 0 2 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【 0 2 0 3 】

( 実施の形態 5 )

本実施の形態では、タッチパネルの構造について、実施の形態 4 とは別の構造を採用した場合を、図 7 を用いて説明する。

【 0 2 0 4 】

図 7 では、基板 2 2 0 0 と対向基板 2 2 2 0 との間に、フォトセンサ 2 2 0 1、薄膜トランジスタ 2 2 0 2、及び液晶素子または発光素子を含む層 2 2 2 4 が設けられている。フォトセンサ 2 2 0 1 は、n 型領域 2 2 1 0、i 型領域 2 2 1 1、及び p 型領域 2 2 1 2 を含む半導体層を有している。

30

【 0 2 0 5 】

実施の形態 4 とは異なり、フォトセンサ 2 2 0 1 は、薄膜トランジスタ 2 2 0 2 と同じ層に形成されている。また、フォトセンサ 2 2 0 1 は、n 型領域 2 2 1 0、i 型領域 2 2 1 1、及び p 型領域 2 2 1 2 が一つの半導体層内に形成された構造を有している。

【 0 2 0 6 】

図 7 の構造を採用することで、フォトセンサ 2 2 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 2 0 2 の半導体層を同一工程で形成することが可能となり、工程数が削減できる。

40

【 0 2 0 7 】

フォトセンサ 2 2 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 2 0 2 の半導体層に結晶性半導体層を用いることができる。例えば、多結晶シリコンを用いることができる。しかしこれに限定されず、フォトセンサ 2 2 0 1 及び薄膜トランジスタ 2 2 0 2 の半導体層に、非晶質シリコン、微結晶シリコン、単結晶シリコン、ペントセン等の有機半導体、または酸化物半導体等を用いてもよい。

【 0 2 0 8 】

なお、基板 2 2 0 0 上に単結晶シリコンを用いた半導体層を形成する場合は、表面から所定の深さに損傷領域が設けられた単結晶シリコン基板と基板 2 2 0 0 とを接合し、当該損傷領域で単結晶シリコン基板を分離することによって形成することができる。単結晶シ

50

リコンを用いた場合、フォトセンサ 2201 の電荷蓄積能力が極めて高くなるため、フォトセンサ 2201 を小型化し、画素の開口率を大きくすることが可能である。

【0209】

また、酸化物半導体としては、インジウム、ガリウム、アルミニウム、亜鉛及びスズなどから選んだ元素の複合酸化物を用いることができる。

【0210】

また、フォトセンサ 2201 の半導体層の膜厚を薄膜トランジスタ 2202 の膜厚より厚く形成することで、フォトセンサ 2201 の電荷蓄積能力を向上させることができ、単結晶シリコンを用いた場合に特に有効である。

【0211】

なお、フォトセンサ 2201 の半導体層と薄膜トランジスタ 2202 の半導体層とを、異なる材料を用いて形成してもよい。

【0212】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0213】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、タッチセンサ又はタッチパネルを用いた電子機器の一例について、図 12 を用いて説明する。

【0214】

図 12 (A) は表示装置であり、パーソナルコンピュータ用、TV 放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。図 12 (B) は携帯情報端末である。図 12 (C) は現金自動預け入れ払い機である。図 12 (D) は携帯型ゲーム機である。図 12 (A) ~ 図 12 (D) の電子機器の表示部 5001 ~ 5004 に、本発明の一態様に係るタッチパネルを用いることができる。また、図 12 (A) ~ 図 12 (D) の電子機器の認証部 5005 ~ 5008 に本発明の一態様に係るタッチセンサを用いることができる。

【0215】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0216】

(実施の形態 7)

本実施の形態では、タッチセンサ又はタッチパネルを用いた電子機器の一例について、図 13 を用いて説明する。

【0217】

図 13 は、ライティングボード (黒板、ホワイトボード等) である。本体 9001 のライティング部 9101 に、本発明の一態様に係るタッチパネル (又はタッチセンサ) を設けることができる。

【0218】

ここで、ライティング部 9101 の表面には、マーカー等を用いて自由に書き込みができる。

【0219】

なお、定着剤が含まれていないマーカー等を用いれば文字の消去が容易である。

【0220】

また、マーカーのインクを落としやすくするため、ライティング部 9101 の表面は十分な平滑性を有していると良い。

【0221】

例えば、ライティング部 9101 の表面がガラス基板等であれば平滑性は十分である。

【0222】

また、ライティング部 9101 の表面に透明な合成樹脂シート等を貼り付けてもよい。

【0223】

合成樹脂としては例えばアクリル等を用いると好ましい。この場合、合成樹脂シートの

10

20

30

40

50

表面を平滑にしておく为好ましい。

【 0 2 2 4 】

また、ライティング部 9 1 0 1 が特定の表示を行う際に、表面に絵や文字を記載することができる。そして、ライティング部 9 1 0 1 は、記載された絵や文字と表示された画像とを合成することができる。

【 0 2 2 5 】

更に、フォトセンサを用いているため、記載した後、時間が経った場合でもいつでもセンシングが可能であるが、抵抗膜方式、静電容量方式等を用いた場合、記載と同時にしかセンシングをすることができない。

【 0 2 2 6 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

【符号の説明】

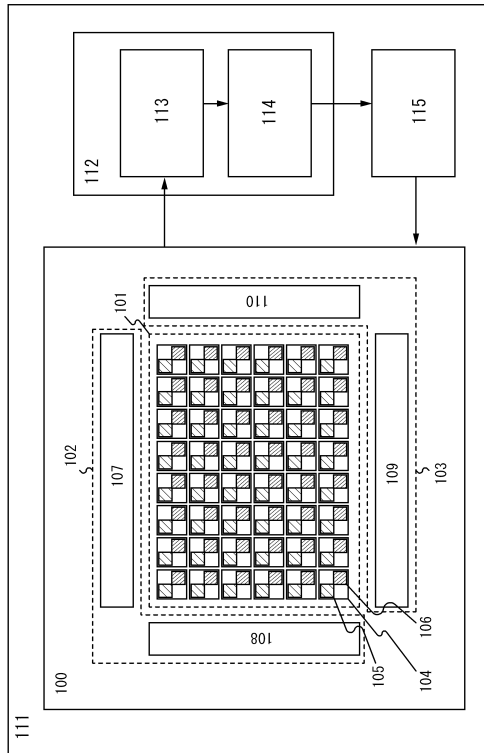
【 0 2 2 7 】

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 1 0 0 | タッチパネル          |    |
| 1 0 1 | 画素回路            |    |
| 1 0 2 | 表示素子制御回路        |    |
| 1 0 3 | フォトセンサ制御回路      |    |
| 1 0 4 | 画素              |    |
| 1 0 5 | 表示素子            |    |
| 1 0 6 | フォトセンサ          | 20 |
| 1 0 7 | 表示素子駆動回路        |    |
| 1 0 8 | 表示素子駆動回路        |    |
| 1 0 9 | フォトセンサ読み出し回路    |    |
| 1 1 0 | フォトセンサ駆動回路      |    |
| 1 1 1 | 表示装置            |    |
| 1 1 2 | 画像処理部           |    |
| 1 1 3 | 入力処理部           |    |
| 1 1 4 | 応答処理部           |    |
| 1 1 5 | 画像合成部           |    |
| 2 0 1 | トランジスタ          | 30 |
| 2 0 2 | 保持容量            |    |
| 2 0 3 | 液晶素子            |    |
| 2 0 4 | フォトダイオード        |    |
| 2 0 5 | トランジスタ          |    |
| 2 0 6 | トランジスタ          |    |
| 2 0 7 | ゲート信号線          |    |
| 2 0 8 | フォトダイオードリセット信号線 |    |
| 2 0 9 | ゲート信号線          |    |
| 2 1 0 | ビデオデータ信号線       |    |
| 2 1 1 | フォトセンサ出力信号線     | 40 |
| 2 1 2 | フォトセンサ基準信号線     |    |
| 2 1 3 | ゲート信号線          |    |
| 3 0 0 | フォトセンサ読み出し回路    |    |
| 3 0 1 | p 型 T F T       |    |
| 3 0 2 | 保持容量            |    |
| 3 0 3 | プリチャージ信号線       |    |
| 4 0 1 | 信号              |    |
| 4 0 2 | 信号              |    |
| 4 0 3 | 信号              |    |
| 4 0 4 | 信号              | 50 |

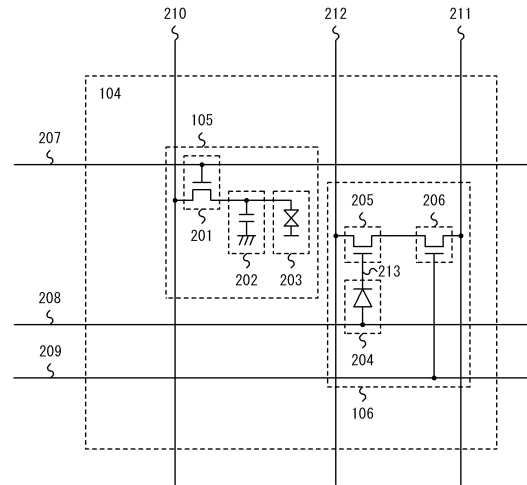
|         |             |    |
|---------|-------------|----|
| 4 0 5   | 信号          |    |
| 8 0 1   | H S V 変換処理  |    |
| 8 0 2   | 二値化処理       |    |
| 8 0 3   | ノイズフィルタ処理   |    |
| 8 0 4   | ラベリング処理     |    |
| 8 0 5   | 面積・位置情報算出処理 |    |
| 8 0 6   | 特徴量抽出処理     |    |
| 9 0 1   | 画素          |    |
| 9 0 2   | 画素          |    |
| 1 0 0 1 | 画素          | 10 |
| 1 0 0 2 | 領域          |    |
| 1 0 0 3 | 画素          |    |
| 1 0 0 4 | 領域          |    |
| 1 1 0 1 | 画素          |    |
| 1 1 0 2 | 画素          |    |
| 1 1 0 3 | 画素          |    |
| 1 1 0 4 | 画素群         |    |
| 1 1 0 5 | 画素          |    |
| 1 1 0 6 | 画素群         |    |
| 1 1 0 7 | 画素群         | 20 |
| 2 0 0 0 | 基板          |    |
| 2 0 0 1 | 薄膜トランジスタ    |    |
| 2 0 0 2 | 薄膜トランジスタ    |    |
| 2 0 0 3 | フォトセンサ      |    |
| 2 0 0 4 | 絶縁層         |    |
| 2 0 0 5 | 絶縁層         |    |
| 2 0 0 6 | 絶縁層         |    |
| 2 0 0 7 | 画素電極        |    |
| 2 0 0 8 | 下部電極        |    |
| 2 0 1 0 | n 型半導体層     | 30 |
| 2 0 1 1 | i 型半導体層     |    |
| 2 0 1 2 | p 型半導体層     |    |
| 2 0 1 3 | ゲート電極       |    |
| 2 0 1 4 | 信号線         |    |
| 2 0 2 0 | 対向基板        |    |
| 2 0 2 1 | 対向電極        |    |
| 2 0 2 2 | カラーフィルタ層    |    |
| 2 0 2 3 | オーバーコート層    |    |
| 2 0 2 4 | 液晶層         |    |
| 2 0 3 5 | 指           | 40 |
| 2 0 3 6 | 矢印          |    |
| 2 1 0 0 | 基板          |    |
| 2 1 0 1 | 薄膜トランジスタ    |    |
| 2 1 0 2 | 薄膜トランジスタ    |    |
| 2 1 0 3 | フォトセンサ      |    |
| 2 1 0 4 | 絶縁層         |    |
| 2 1 0 5 | 絶縁層         |    |
| 2 1 0 6 | 絶縁層         |    |
| 2 1 0 9 | センサ用配線      |    |
| 2 1 1 0 | n 型半導体層     | 50 |

|         |          |    |
|---------|----------|----|
| 2 1 1 1 | i 型半導体層  |    |
| 2 1 1 2 | p 型半導体層  |    |
| 2 1 2 0 | 対向基板     |    |
| 2 1 2 3 | 画素電極     |    |
| 2 1 2 4 | 発光層      |    |
| 2 1 2 5 | 対向電極     |    |
| 2 1 2 6 | バンク      |    |
| 2 1 2 7 | E L 素子   |    |
| 2 1 3 5 | 指        |    |
| 2 2 0 0 | 基板       | 10 |
| 2 2 0 1 | フォトセンサ   |    |
| 2 2 0 2 | 薄膜トランジスタ |    |
| 2 2 1 0 | n 型領域    |    |
| 2 2 1 1 | i 型領域    |    |
| 2 2 1 2 | p 型領域    |    |
| 2 2 2 0 | 対向基板     |    |
| 2 2 2 4 | 層        |    |
| 5 0 0 1 | 表示部      |    |
| 5 0 0 2 | 表示部      |    |
| 5 0 0 3 | 表示部      | 20 |
| 5 0 0 4 | 表示部      |    |
| 5 0 0 5 | 認証部      |    |
| 5 0 0 6 | 認証部      |    |
| 5 0 0 7 | 認証部      |    |
| 5 0 0 8 | 認証部      |    |
| 9 0 0 1 | 本体       |    |
| 9 1 0 1 | ライティング部  |    |

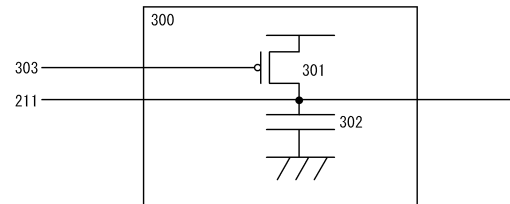
【図 1】



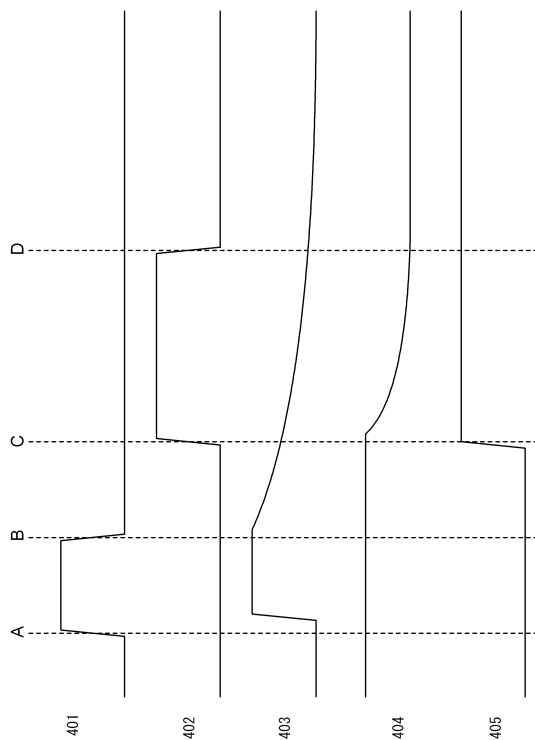
【図 2】



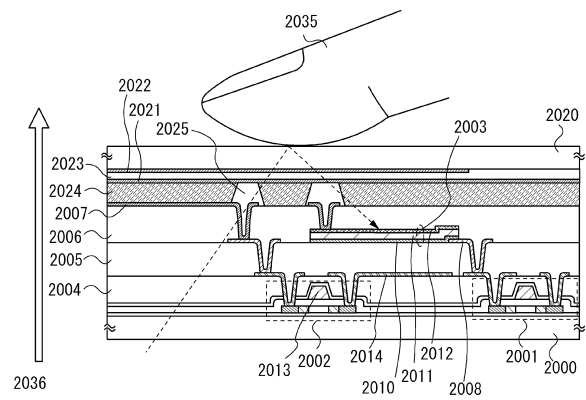
【図 3】



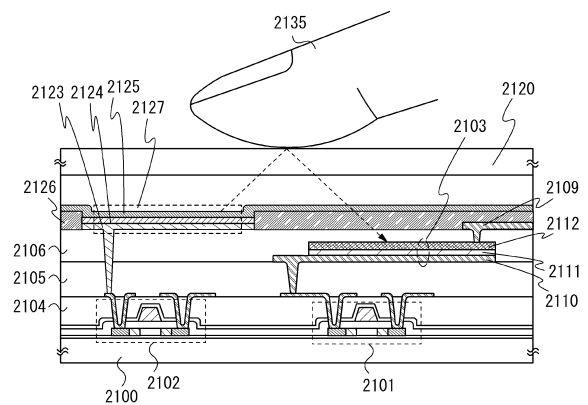
【図 4】



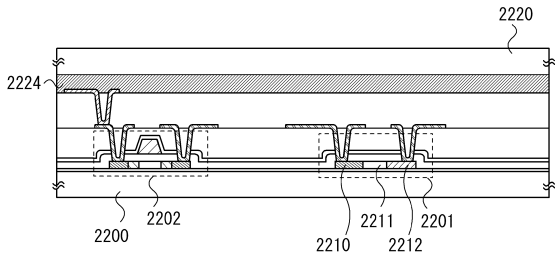
【図 5】



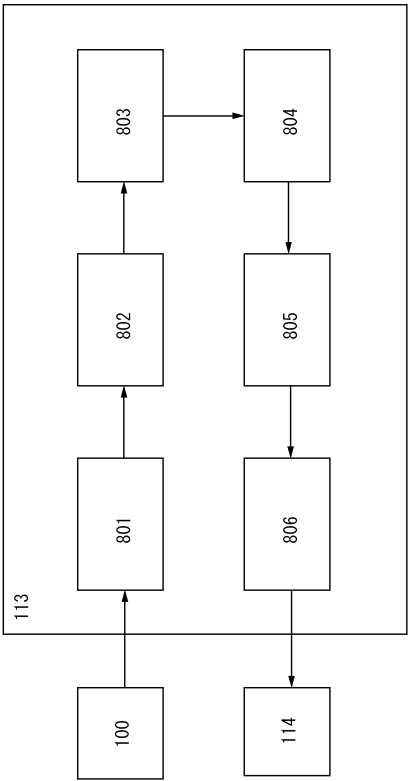
【図 6】



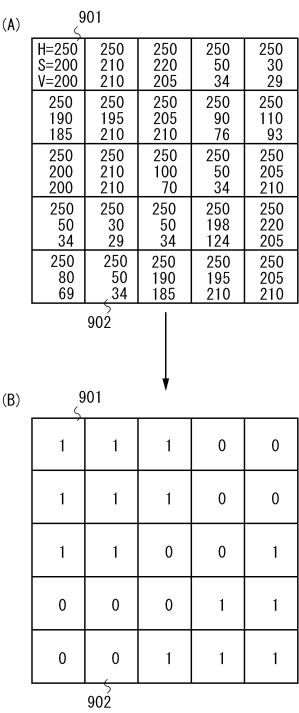
【図 7】



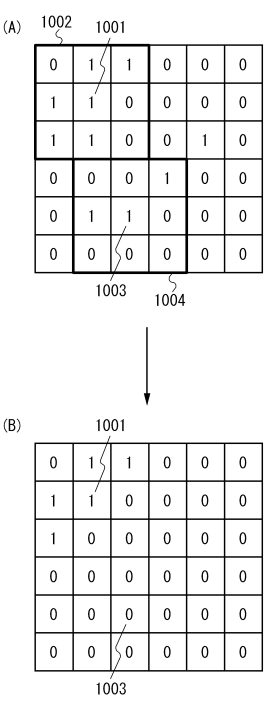
【図 8】



【図 9】



【図 10】





【図 1 1】

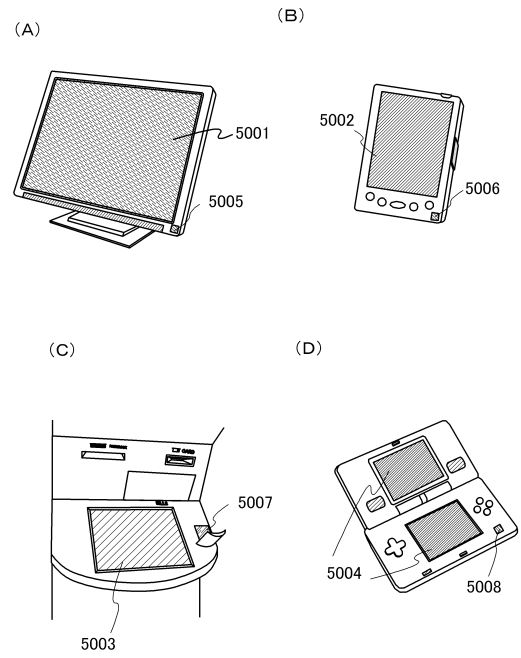
(A)

|      | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 |   |   |   |   |   |
|------|------|------|------|------|---|---|---|---|---|
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 1    | 1    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 1    | 1    | 1    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 1    | 1    | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1105 | 0    | 1    | 1    | 0    | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1106 | 0    | 1    | 1    | 0    | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(B)

|      | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 |   |   |   |   |   |
|------|------|------|------|------|---|---|---|---|---|
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 1    | 1    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 1    | 1    | 1    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 1    | 1    | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1105 | 0    | 2    | 2    | 0    | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| 1106 | 0    | 2    | 2    | 0    | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-128497(JP,A)  
特開2003-346162(JP,A)  
特開2004-055590(JP,A)  
特表2005-520239(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|      |          |
|------|----------|
| G06F | 3/01~048 |
| G09G | 3/20     |