

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6046600号
(P6046600)

(45) 発行日 平成28年12月21日 (2016. 12. 21)

(24) 登録日 平成28年11月25日 (2016. 11. 25)

(51) Int. Cl.	F 1				
G 0 6 F	3/041	(2006. 01)	G 0 6 F	3/041	4 2 2
G 0 6 F	3/044	(2006. 01)	G 0 6 F	3/041	5 1 2
			G 0 6 F	3/041	5 8 0
			G 0 6 F	3/044	1 2 2

請求項の数 9 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2013-258834 (P2013-258834)	(73) 特許権者	502356528
(22) 出願日	平成25年12月16日 (2013. 12. 16)		株式会社ジャパンディスプレイ
(65) 公開番号	特開2015-115021 (P2015-115021A)		東京都港区西新橋三丁目7番1号
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015. 6. 22)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成27年12月3日 (2015. 12. 3)		弁理士 酒井 宏明
		(74) 代理人	100118762
			弁理士 高村 順
		(72) 発明者	倉澤 隼人
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		(72) 発明者	石崎 剛司
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		審査官	原 秀人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タッチ検出機能付き表示装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、
 前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、
 前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、
 前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電気的に結合する複数の配線部と、
 前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、
 前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、
 前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、
 前記複数の小電極部の各々は、複数の前記導電性細線を含み、
 前記複数の導電性細線は、前記第1の方向と交差する第2の方向に一定の間隔をおいて配置されている、タッチ検出機能付き表示装置。

【請求項2】

基板と、
 前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、
 前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、

前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電氣的に結合する複数の配線部と、

前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、

前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、

前記複数の小電極部は、マトリクス状に配列されており、

前記配線部は、当該配線部が結合する小電極部の前記第1の方向側に位置する小電極部内の導電性細線と前記一定の間隔をおいて配置されている、タッチ検出機能付き表示装置

10

【請求項3】

前記第1の細線片と前記第2の細線片とは、前記第1の方向を軸とした線対称の形状を有する、請求項1又は2に記載のタッチ検出機能付き表示装置。

【請求項4】

基板と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、

前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電氣的に結合する複数の配線部と、

20

前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、

前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、

前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の一部である第1群の電極に駆動信号を供給する駆動信号ドライバと、

前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極と前記第1群の電極との間の相互静電容量を介して前記第2群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出するタッチ検出部と、

30

を更に備える、タッチ検出機能付き表示装置。

【請求項5】

基板と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、

前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電氣的に結合する複数の配線部と、

前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

40

前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、

前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、

前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の一部である第1群の電極に電荷を供給し、その後前記第1群の電極にチャージされた電荷に基づいて、物体の接触又は近接位置のX座標を検出するX検出部と、

前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極に電荷を供給し、その後前記第2群の電極にチャージされた電荷に基づい

50

て、物体の接触又は近接位置のY座標を検出するY検出部と、
を更に備える、タッチ検出機能付き表示装置。

【請求項6】

前記表示領域において画像表示が行われない期間に、異なる検出特性で物体の接触又は近接を検出する第1のモードと第2のモードとを有し、

前記第1のモード及び前記第2のモードの両方のモードにおいて、前記複数の駆動電極に駆動信号を供給する駆動電極ドライバと、

前記第1のモード及び前記第2のモードの両方のモードにおいて、前記複数の駆動電極と前記複数の小電極部の一部である第1群の電極との間の相互静電容量を介して前記第1群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出する第1タッチ検出信号増幅部と、

10

前記第2のモードにおいて、前記複数の駆動電極と前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極との間の相互静電容量を介して前記第2群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出する第2タッチ検出信号増幅部と、

を更に備える、請求項1乃至3のいずれか1項に記載のタッチ検出機能付き表示装置。

【請求項7】

前記第2群の電極は、前記第2のモードにおいて、電気的にフローティング状態とされる、請求項6に記載のタッチ検出機能付き表示装置。

【請求項8】

タッチ検出機能付き表示装置を備え、

20

前記タッチ検出機能付き表示装置は、

基板と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、

前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電気的に結合する複数の配線部と、

前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、

30

前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、

前記複数の小電極部の各々は、複数の前記導電性細線を含み、

前記複数の導電性細線は、前記第1の方向と交差する第2の方向に一定の間隔をおいて配置されている、電子機器。

【請求項9】

タッチ検出機能付き表示装置を備え、

前記タッチ検出機能付き表示装置は、

基板と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、

40

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、

前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電気的に結合する複数の配線部と、

前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、

前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されており、

前記複数の小電極部は、マトリクス状に配列されており、

50

前記配線部は、当該配線部が結合する小電極部の前記第1の方向側に位置する小電極部内の導電性細線と前記一定の間隔をおいて配置されている、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外部近接物体を検出可能な表示装置に係り、特に静電容量の変化に基づいて外部近接物体を検出可能なタッチ検出機能付き表示装置及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、いわゆるタッチパネルと呼ばれる、外部近接物体を検出可能なタッチ検出装置が注目されている。タッチパネルは、液晶表示装置等の表示装置上に装着または一体化される、タッチ検出機能付き表示装置に用いられている。そして、タッチ検出機能付き表示装置は、表示装置に各種のボタン画像等を表示させることにより、タッチパネルを通常の機械式ボタンの代わりとして情報入力を可能としている。このようなタッチパネルを有する、タッチ検出機能付き表示装置は、キーボードやマウス、キーパッドのような入力装置を必要としないため、コンピュータのほか、携帯電話装置やタブレットのような携帯情報端末などでも、使用が拡大する傾向にある。

【0003】

タッチ検出装置の方式として、光学式、抵抗式、静電容量式などいくつかの方式が存在する。静電容量式のタッチ検出装置は、携帯端末などに用いて、比較的単純な構造をもち、かつ低消費電力が実現できる。例えば、特許文献1には、透光性電極パターンの不可視化対策がされたタッチパネルが記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、電極要素どうしを導通させる配線が隣接する第1および第2の電極要素に挟まれた隙間に形成された入力装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-197576号公報

【特許文献2】特開2010-182277号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

タッチ検出機能付き表示装置では、薄型化、大画面化または高精細化のため、タッチ検出電極の低抵抗化が求められている。タッチ検出電極は、透光性電極の材料としてITO (Indium Tin Oxide) 等の透光性導電酸化物が用いられている。タッチ検出電極を低抵抗にするには、金属材料などの導電性材料を用いることが有効である。しかし、金属材料などの導電性材料を用いると、表示装置の画素と金属材料などの導電性材料との干渉によりモアレが視認される可能性がある。

【0007】

また、タッチ検出機能付き表示装置は様々な電子機器に搭載されるようになってきたことに伴い、複数の場所を同時にタッチするいわゆるマルチタッチ入力や、ペンによる入力や、タッチ面の上空に指先やペン先を位置させるいわゆるホバー入力などの自由度を高くすることが求められている。

【0008】

本開示は、かかる問題点を鑑みてなされたもので、金属材料などの導電性材料のタッチ検出電極を用いつつ、モアレが視認される可能性を低減できるタッチ検出機能付き表示装置及び電子機器を提供する。または、本開示は、タッチ入力の自由度を高くできるタッチ検出機能付き表示装置及び電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様は、基板と、前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部を含むタッチ検出電極と、前記複数の小電極部と前記表示領域の外側に形成された端子部とを電氣的に結合する複数の配線部と、前記タッチ検出電極との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、前記小電極部は、第1の方向と第1の角度をなす少なくとも1つの第1の細線片と、前記第1の方向と第2の角度をなす少なくとも1つの第2の細線片と、が前記第1の方向側に結合された少なくとも1つの導電性細線を含み、前記配線部は、少なくとも1つの前記第1の細線片と少なくとも1つの前記第2の細線片とが前記第1の方向側に結合されて構成されている。

10

【 0 0 1 0 】

さらに、他の一態様として、前記複数の小電極部の各々は、複数の前記導電性細線を含み、前記複数の導電性細線は、前記第1の方向と交差する第2の方向に一定の間隔をおいて配置されていても良い。

【 0 0 1 1 】

さらに、他の一態様として、前記複数の小電極部は、マトリクス状に配列されており、前記配線部は、当該配線部が結合する小電極部の前記第1の方向側に位置する小電極部内の導電性細線と前記一定の間隔をおいて配置されていても良い。

【 0 0 1 2 】

さらに、他の一態様として、前記第1の細線片と前記第2の細線片とは、前記第1の方向を軸とした線対称の形状を有していても良い。

20

【 0 0 1 3 】

さらに、他の一態様として、前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の一部である第1群の電極に駆動信号を供給する駆動信号ドライバと、前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極と前記第1群の電極との間の相互静電容量を介して前記第2群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出するタッチ検出部と、を更に備えても良い。

【 0 0 1 4 】

さらに、他の一態様として、前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の一部である第1群の電極に電荷を供給し、その後前記第1群の電極にチャージされた電荷に基づいて、物体の接触又は近接位置のX座標を検出するX検出部と、前記表示領域において画像表示が行われる期間に、前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極に電荷を供給し、その後前記第2群の電極にチャージされた電荷に基づいて、物体の接触又は近接位置のY座標を検出するY検出部と、を更に備えても良い。

30

【 0 0 1 5 】

さらに、他の一態様として、前記表示領域において画像表示が行われない期間に、異なる検出特性で物体の接触又は近接を検出する第1のモードと第2のモードとを有し、前記第1のモード及び前記第2のモードの両方のモードにおいて、前記複数の駆動電極に駆動信号を供給する駆動電極ドライバと、前記第1のモード及び前記第2のモードの両方のモードにおいて、前記複数の駆動電極と前記複数の小電極部の一部である第1群の電極との間の相互静電容量を介して前記第1群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出する第1タッチ検出信号増幅部と、前記第2のモードにおいて、前記複数の駆動電極と前記複数の小電極部の他の一部である第2群の電極との間の相互静電容量を介して前記第2群の電極に現れる信号に基づいて、物体の接触又は近接を検出する第2タッチ検出信号増幅部と、を更に備えても良い。

40

【 0 0 1 6 】

さらに、他の一態様として、前記第2群の電極は、前記第2のモードにおいて、電氣的にフローティング状態とされても良い。

【 0 0 1 7 】

本発明の電子機器は、上記タッチ検出機能付き表示装置を備えたものである。本発明の

50

電子機器は、例えば、テレビジョン装置、デジタルカメラ、パーソナルコンピュータ、ビデオカメラあるいは携帯電話等の携帯端末装置などが該当する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。

【図2】図2は、静電容量型タッチ検出方式の基本原理を説明するため、指が接触又は近接していない状態を表す説明図である。

【図3】図3は、図2に示す指が接触又は近接していない状態の等価回路の例を示す説明図である。

10

【図4】図4は、静電容量型タッチ検出方式の基本原理を説明するため、指が接触又は近接した状態を表す説明図である。

【図5】図5は、図4に示す指が接触又は近接した状態の等価回路の例を示す説明図である。

【図6】図6は、駆動信号及びタッチ検出信号の波形の一例を表す図である。

【図7】図7は、タッチ検出機能付き表示装置を実装したモジュールの一例を示す図である。

【図8】図8は、タッチ検出機能付き表示装置を実装したモジュールの一例を示す図である。

【図9】図9は、基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの概略断面構造を表す断面図である。

20

【図10】図10は、基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの画素配置を表す回路図である。

【図11】図11は、基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの駆動電極及びタッチ検出電極の一構成例を表す斜視図である。

【図12】図12は、基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置の一動作例を表すタイミング波形図である。

【図13】図13は、基本例に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。

【図14】図14は、基本例に係るタッチ検出電極と各色領域との関係を説明するための模式図である。

30

【図15】図15は、基本例の変形例1に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。

【図16】図16は、基本例の変形例2に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの概略断面構造を表す断面図である。

【図17】図17は、第1の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。

【図18】図18は、表示期間及びタッチ検出期間において駆動電極、第1群の電極及び第2群の電極に供給される信号のタイミングの概要を示す図である。

【図19】図19は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

40

【図20】図20は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図21】図21は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

【図22】図22は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図23】図23は、タッチ検出電極の配置の一例を表す模式図である。

【図24】図24は、第1の実施形態の変形例に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。

【図25】図25は、本発明の第2の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構

50

成例を表すブロック図である。

【図26】図26は、表示期間及びタッチ検出期間において駆動電極、第1群の電極及び第2群の電極に供給される信号のタイミングの概要を示す図である。

【図27】図27は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理を説明するため、指が接触又は近接していない状態を表す説明図である。

【図28】図28は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理を説明するため、指が接触又は近接していない状態を表す説明図である。

【図29】図29は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理を説明するため、指が接触又は近接した状態を表す説明図である。

【図30】図30は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理を説明するため、指が接触又は近接した状態を表す説明図である。

10

【図31】図31は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

【図32】図32は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図33】図33は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

【図34】図34は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図35】図35は、本発明の第3の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。

20

【図36】図36は、高精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

【図37】図37は、高精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図38】図38は、低精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。

【図39】図39は、低精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。

【図40】図40は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

30

【図41】図41は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図42】図42は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図43】図43は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図44】図44は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図45】図45は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

40

【図46】図46は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図47】図47は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図48】図48は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図49】図49は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図50】図50は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用

50

する電子機器の一例を示す図である。

【図 5 1】図 5 1 は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【図 5 2】図 5 2 は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 基本例
2. 第 1 の実施形態
3. 第 2 の実施形態
4. 第 3 の実施形態
5. 適用例（電子機器）

上記実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置が電子機器に適用されている例

【0020】

< 1. 基本例 >

[構成例]

(全体構成例)

図 1 は、本発明の基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。タッチ検出機能付き表示装置 1 は、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 と、制御部 11 と、ゲートドライバ 12 と、ソースドライバ 13 と、駆動電極ドライバ 14 と、タッチ検出部 40 とを備えている。このタッチ検出機能付き表示装置 1 は、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 がタッチ検出機能を内蔵した表示デバイスである。タッチ検出機能付き表示デバイス 10 は、表示素子として液晶表示素子を用いている液晶表示デバイス 20 と静電容量型のタッチ検出デバイス 30 とを一体化した装置である。なお、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 は、表示素子として液晶表示素子を用いている液晶表示デバイス 20 の上に、静電容量型のタッチ検出デバイス 30 を装着した装置であってもよい。なお、液晶表示デバイス 20 は、例えば、有機 EL 表示デバイスであってもよい。

【0021】

液晶表示デバイス 20 は、後述するように、ゲートドライバ 12 から供給される走査信号 V_{scan} に従って、1 水平ラインずつ順次走査して表示を行うデバイスである。制御部 11 は、外部より供給された映像信号 V_{disp} に基づいて、ゲートドライバ 12、ソースドライバ 13、駆動電極ドライバ 14、及びタッチ検出部 40 に対してそれぞれ制御信号を供給し、これらが互いに同期して動作するように制御する回路である。

【0022】

ゲートドライバ 12 は、制御部 11 から供給される制御信号に基づいて、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 の表示駆動の対象となる 1 水平ラインを順次選択する機能を有している。

【0023】

ソースドライバ 13 は、制御部 11 から供給される制御信号に基づいて、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 の、後述する各副画素 $SPix$ に画素信号 V_{pix} を供給する回路である。

【0024】

10

20

30

40

50

駆動電極ドライバ14は、制御部11から供給される制御信号に基づいて、タッチ検出機能付き表示デバイス10の、後述する駆動電極COMLに駆動信号Vcomを供給する回路である。

【0025】

タッチ検出部40は、制御部11から供給される制御信号と、タッチ検出機能付き表示デバイス10のタッチ検出デバイス30から供給されたタッチ検出信号Vdetとに基づいて、タッチ検出デバイス30に対するタッチ（後述する接触又は近接の状態）の有無を検出し、タッチがある場合においてタッチ検出領域におけるその座標などを求める回路である。このタッチ検出部40はタッチ検出信号増幅部42と、A/D変換部43と、信号処理部44と、座標抽出部45と、検出タイミング制御部46とを備えている。

10

【0026】

タッチ検出信号増幅部42は、タッチ検出デバイス30から供給されるタッチ検出信号Vdetを増幅する。タッチ検出信号増幅部42は、タッチ検出信号Vdetに含まれる高い周波数成分（ノイズ成分）を除去し、タッチ成分を取り出してそれぞれ出力する低域通過アナログフィルタを備えていてもよい。

【0027】

（静電容量型タッチ検出の基本原理）

タッチ検出デバイス30は、静電容量型タッチ検出の基本原理に基づいて動作し、タッチ検出信号Vdetを出力する。図1～図6を参照して、本基本例のタッチ検出機能付き表示装置1におけるタッチ検出の基本原理について説明する。図2は、静電容量型タッチ検出方式の基本原理を説明するため、指が接触または近接していない状態を表す説明図である。図3は、図2に示す指が接触または近接していない状態の等価回路の例を示す説明図である。図4は、静電容量型タッチ検出方式の基本原理を説明するため、指が接触または近接した状態を表す説明図である。図5は、図4に示す指が接触または近接した状態の等価回路の例を示す説明図である。図6は、駆動信号及びタッチ検出信号の波形の一例を表す図である。

20

【0028】

例えば、図2及び図4に示すように、容量素子C1、C1'は、誘電体Dを挟んで互いに対向配置された一対の電極、駆動電極E1及びタッチ検出電極E2を備えている。図3に示すように、容量素子C1は、その一端が交流信号源（駆動信号源）Sに結合され、他端は電圧検出器（タッチ検出部）DETに結合される。電圧検出器DETは、例えば図1に示すタッチ検出信号増幅部42に含まれる積分回路である。

30

【0029】

交流信号源Sから駆動電極E1（容量素子C1の一端）に所定の周波数（例えば数kHz～数百kHz程度）の交流矩形波Sgを印加すると、タッチ検出電極E2（容量素子C1の他端）側に結合された電圧検出器DETを介して、出力波形（タッチ検出信号Vdet）が現れる。なお、この交流矩形波Sgは、後述するタッチ駆動信号Vcomtに相当するものである。

【0030】

指が接触（または近接）していない状態（非接触状態）では、図2及び図3に示すように、容量素子C1に対する充放電に伴って、容量素子C1の容量値に応じた電流I₀が流れる。図6に示すように、電圧検出器DETは、交流矩形波Sgに応じた電流I₀の変動を電圧の変動（実線の波形V₀）に変換する。

40

【0031】

一方、指が接触（または近接）した状態（接触状態）では、図4に示すように、指によって形成される静電容量C2がタッチ検出電極E2と接している又は近傍にあることにより、駆動電極E1及びタッチ検出電極E2の間にあるフリンジ分の静電容量が遮られ、容量素子C1の容量値よりも容量値の小さい容量素子C1'として作用する。そして、図5に示す等価回路でみると、容量素子C1'に電流I₁が流れる。図6に示すように、電圧検出器DETは、交流矩形波Sgに応じた電流I₁の変動を電圧の変動（点線の波形V₁

50

)に変換する。この場合、波形 V_1 は、上述した波形 V_0 と比べて振幅が小さくなる。これにより、波形 V_0 と波形 V_1 との電圧差分の絶対値 $|V|$ は、指などの外部から近接する物体の影響に応じて変化することになる。なお、電圧検出器DETは、波形 V_0 と波形 V_1 との電圧差分の絶対値 $|V|$ を精度よく検出するため、回路内のスイッチングにより、交流矩形波Sgの周波数に合わせて、コンデンサの充放電をリセットする期間Resetを設けた動作とすることがより好ましい。

【0032】

図1に示すタッチ検出デバイス30は、駆動電極ドライバ14から供給される駆動信号Vcom(後述するタッチ駆動信号Vcomt)に従って、1検出ブロックずつ順次走査してタッチ検出を行うようになっている。

10

【0033】

タッチ検出デバイス30は、複数の後述するタッチ検出電極TDLから、図3又は図5に示す電圧検出器DETを介して、検出ブロック毎にタッチ検出信号Vdetを出力し、タッチ検出部40のA/D変換部43に供給するようになっている。

【0034】

A/D変換部43は、駆動信号Vcomに同期したタイミングで、タッチ検出信号増幅部42から出力されるアナログ信号をそれぞれサンプリングしてデジタル信号に変換する回路である。

【0035】

信号処理部44は、A/D変換部43の出力信号に含まれる、駆動信号Vcomをサンプリングした周波数以外の周波数成分(ノイズ成分)を低減するデジタルフィルタを備えている。信号処理部44は、A/D変換部43の出力信号に基づいて、タッチ検出デバイス30に対するタッチの有無を検出する論理回路である。信号処理部44は、指による差分の電圧のみ取り出す処理を行う。この指による差分の電圧は、上述した波形 V_0 と波形 V_1 との差分の絶対値 $|V|$ である。信号処理部44は、1検出ブロック当たりの絶対値 $|V|$ を平均化する演算を行い、絶対値 $|V|$ の平均値を求めてもよい。これにより、信号処理部44は、ノイズによる影響を低減できる。信号処理部44は、検出した指による差分の電圧を所定のしきい値電圧と比較し、このしきい値電圧以上であれば、外部から近接する外部近接物体の接触状態と判断し、しきい値電圧未満であれば、外部近接物体の非接触状態と判断する。このようにして、タッチ検出部40はタッチ検出が可能となる。

20

30

【0036】

座標抽出部45は、信号処理部44においてタッチが検出されたときに、そのタッチパネル座標を求める論理回路である。検出タイミング制御部46は、A/D変換部43と、信号処理部44と、座標抽出部45とが同期して動作するように制御する。座標抽出部45は、タッチパネル座標を信号出力Voutとして出力する。

【0037】

(モジュール)

図7及び図8は、タッチ検出機能付き表示装置を実装したモジュールの一例を示す図である。図7に示すように、タッチ検出機能付き表示装置1は、モジュールへ実装するにあたり、ガラス基板のTFT基板21上に上述した駆動電極ドライバ14を形成してもよい。

40

【0038】

図7に示すように、タッチ検出機能付き表示装置1は、タッチ検出機能付き表示デバイス10と、駆動電極ドライバ14と、COG(Chip On Glass)19Aとを有している。このタッチ検出機能付き表示デバイス10は、後述するTFT基板21の表面に対する垂直方向において、駆動電極COMLと、駆動電極COMLと立体交差するように形成されたタッチ検出電極TDLとを模式的に示している。つまり、駆動電極COMLは、タッチ検出機能付き表示デバイス10の1辺に沿う方向に形成されており、タッチ検出電極TDLは、タッチ検出機能付き表示デバイス10の他辺に沿う方向に形成されている。タッ

50

チ検出電極 T D L の出力は、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 の前記他辺側に設けられ、フレキシブル基板などにより構成された端子部 T を介して、このモジュールの外部に実装されたタッチ検出部 4 0 と結合されている。駆動電極ドライバ 1 4 は、ガラス基板である T F T 基板 2 1 に形成されている。C O G 1 9 A は、T F T 基板 2 1 に実装されたチップであり、図 1 に示した制御部 1 1、ゲートドライバ 1 2、ソースドライバ 1 3 など、表示動作に必要な各回路を内蔵したものである。また、図 8 に示すように、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、C O G 1 9 B に駆動電極ドライバ 1 4 を内蔵してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 8 に示すように、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、C O G 1 9 B を有している。図 8 に示す C O G 1 9 B は、上述した表示動作に必要な各回路に加え、駆動電極ドライバ 1 4 をさらに内蔵したものである。タッチ検出機能付き表示装置 1 は、後述するように、表示動作の際に、1 水平ラインずつ線順次走査を行う。つまり、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、表示走査を、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 の 1 辺に沿う方向と平行に行う。一方、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、タッチ検出動作の際に、駆動電極 C O M L に駆動信号 V c o m を順次印加することにより、1 検出ラインずつ線順次走査を行う。つまり、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、タッチ検出走査を、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 の他辺に沿う方向と平行に行う。

【 0 0 4 0 】

(タッチ検出機能付き表示デバイス)

次に、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 の構成例を詳細に説明する。図 9 は、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの概略断面構造を表す断面図である。図 1 0 は、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの画素配置を表す回路図である。タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 は、画素基板 2 と、この画素基板 2 の表面に垂直な方向に対向して配置された対向基板 3 と、画素基板 2 と対向基板 3 との間に挿設された液晶層 6 とを備えている。

【 0 0 4 1 】

画素基板 2 は、回路基板としての T F T 基板 2 1 と、この T F T 基板 2 1 上に行列状に配設された複数の画素電極 2 2 と、T F T 基板 2 1 及び画素電極 2 2 の間に形成された複数の駆動電極 C O M L と、画素電極 2 2 と駆動電極 C O M L とを絶縁する絶縁層 2 4 と、を含む。T F T 基板 2 1 には、図 1 0 に示す各副画素 S P i x の薄膜トランジスタ (T F T ; Thin Film Transistor) 素子 T r、図 9 に示す各画素電極 2 2 に画素信号 V p i x を供給する信号線 S G L、各 T F T 素子 T r を駆動する走査線 G C L 等の配線が形成されている。このように、信号線 S G L は、T F T 基板 2 1 の表面と平行な平面に延在し、画素に画像を表示するための画素信号 V p i x を供給する。図 1 0 に示す液晶表示デバイス 2 0 は、行列状に配置した複数の副画素 S P i x を有している。副画素 S P i x は、T F T 素子 T r 及び液晶素子 L C を備えている。T F T 素子 T r は、薄膜トランジスタにより構成されるものであり、この例では、n チャネルの M O S (Metal Oxide Semiconductor) 型の T F T で構成されている。T F T 素子 T r のソース又はドレインの一方は信号線 S G L に結合され、ゲートは走査線 G C L に結合され、ソース又はドレインの他方は液晶素子 L C の一端に結合されている。液晶素子 L C は、例えば、一端が T F T 素子 T r のドレインに結合され、他端が駆動電極 C O M L に結合されている。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 に示す副画素 S P i x は、走査線 G C L により、液晶表示デバイス 2 0 の同じ行に属する他の副画素 S P i x と互いに結合されている。走査線 G C L は、ゲートドライバ 1 2 と結合され、ゲートドライバ 1 2 より走査信号 V s c a n が供給される。また、副画素 S P i x は、信号線 S G L により、液晶表示デバイス 2 0 の同じ列に属する他の副画素 S P i x と互いに結合されている。信号線 S G L は、ソースドライバ 1 3 と結合され、ソースドライバ 1 3 より画素信号 V p i x が供給される。さらに、副画素 S P i x は、駆動電極 C O M L により、液晶表示デバイス 2 0 の同じ行に属する他の副画素 S P i x と互いに結合されている。駆動電極 C O M L は、駆動電極ドライバ 1 4 と結合され、駆動電極ド

10

20

30

40

50

ライバ14より駆動信号Vcomが供給される。つまり、この例では、同じ一行に属する複数の副画素SPixが一本の駆動電極COMLを共有するようになっている。本基本例の駆動電極COMLの延びる方向は、走査線GCLの延びる方向と平行である。本基本例の駆動電極COMLの延びる方向は、限定されず、例えば、駆動電極COMLの延びる方向は、信号線SGLの延びる方向と平行な方向であってもよい。

【0043】

図1に示すゲートドライバ12は、走査信号Vscanを、図10に示す走査線GCLを介して、画素PixのTFT素子Trのゲートに印加することにより、液晶表示デバイス20に行列状に形成されている副画素SPixのうちの1行(1水平ライン)を表示駆動の対象として順次選択する。図1に示すソースドライバ13は、画素信号Vpixを、図10に示す信号線SGLを介して、ゲートドライバ12により順次選択される1水平ラインを構成する各副画素SPixにそれぞれ供給する。そして、これらの副画素SPixでは、供給される画素信号Vpixに応じて、1水平ラインの表示が行われるようになっている。図1に示す駆動電極ドライバ14は、駆動信号Vcomを印加し、図7及び図8に示す、所定の本数の駆動電極COMLからなるブロックごとに駆動電極COMLを駆動する。

【0044】

上述したように、液晶表示デバイス20は、ゲートドライバ12が走査線GCLを時分割的に線順次走査するように駆動することにより、1水平ラインが順次選択される。また、液晶表示デバイス20は、1水平ラインに属する副画素SPixに対して、ソースドライバ13が画素信号Vpixを供給することにより、1水平ラインずつ表示が行われる。この表示動作を行う際、駆動電極ドライバ14は、その1水平ラインに対応する駆動電極COMLを含むブロックに対して駆動信号Vcomを印加するようになっている。

【0045】

本基本例に係る駆動電極COMLは、液晶表示デバイス20の駆動電極として機能するとともに、タッチ検出デバイス30の駆動電極としても機能する。図11は、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの駆動電極及びタッチ検出電極の一構成例を表す斜視図である。図11に示す駆動電極COMLは、図9に示すように、TFT基板21の表面に対する垂直方向において、画素電極22に対向している。タッチ検出デバイス30は、画素基板2に設けられた駆動電極COMLと、対向基板3に設けられたタッチ検出電極TDLを含んで構成されている。タッチ検出電極TDLは、駆動電極COMLの電極パターンの延在方向と交差する方向に延びるストライプ状の電極パターンを含んで構成されている。そして、タッチ検出電極TDLは、TFT基板21の表面に対する垂直な方向において、駆動電極COMLと対向している。タッチ検出電極TDLの各電極パターンは、タッチ検出部40のタッチ検出信号増幅部42の入力にそれぞれ結合されている。駆動電極COMLとタッチ検出電極TDLにより互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせている。なお、タッチ検出電極TDL又は駆動電極COML(駆動電極ブロック)は、ストライプ状に複数に分割される形状に限られない。例えば、タッチ検出電極TDL又は駆動電極COML(駆動電極ブロック)は、櫛歯形状であってもよい。あるいはタッチ検出電極TDL又は駆動電極COML(駆動電極ブロック)は、複数に分割されていけばよく、駆動電極COMLを分割するスリットの形状は直線であっても、曲線であってもよい。

【0046】

この構成により、タッチ検出デバイス30では、タッチ検出動作を行う際、駆動電極ドライバ14が、駆動電極ブロックを時分割的に線順次走査するように駆動する。これにより、スキャン方向Scanに駆動電極COMLの1検出ブロックが順次選択される。そして、タッチ検出電極TDLからタッチ検出信号Vdetが出力される。このようにタッチ検出デバイス30は、1検出ブロックのタッチ検出が行われるようになっている。つまり、駆動電極ブロックは、上述したタッチ検出の基本原理における駆動電極E1に対応し、タッチ検出電極TDLは、タッチ検出電極E2に対応するものであり、タッチ検出デバイ

10

20

30

40

50

ス30はこの基本原理に従ってタッチを検出するようになっている。図11に示すように、互いに交差した電極パターンは、静電容量式タッチセンサを行列状に構成している。よって、タッチ検出デバイス30のタッチ検出面全体にわたって走査することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

【0047】

液晶層6は、電界の状態に応じてそこを通過する光を変調するものであり、例えば、FFS（フリンジフィールドスイッチング）又はIPS（インプレーンスイッチング）等の横電界モードの液晶を用いた液晶表示デバイスが用いられる。なお、図9に示す液晶層6と画素基板2との間、及び液晶層6と対向基板3との間には、それぞれ配向膜が配設されてもよい。

10

【0048】

対向基板3は、ガラス基板31と、このガラス基板31の一方の面に形成されたカラーフィルタ32を含む。ガラス基板31の他方の面には、タッチ検出デバイス30の検出電極であるタッチ検出電極TDLが形成され、さらに、このタッチ検出電極TDLの上には、偏光板35が配設されている。

【0049】

図9に示すカラーフィルタ32は、例えば赤（R）、緑（G）、青（B）の3色に着色されたカラーフィルタの色領域を周期的に配置して、上述した図10に示す各副画素SPixにR、G、Bの3色の色領域32R、32G、32B（図10参照）が対応付けられ、色領域32R、32G、32Bを1組として画素Pixを構成している。画素Pixは、走査線GCLに平行な方向及び信号線SGLに平行な方向に沿って行列状に配置され、後述する表示領域Adを形成する。カラーフィルタ32は、TFT基板21と垂直な方向において、液晶層6と対向する。このように、副画素SPixは、単色の色表示を行うことができる。なお、カラーフィルタ32は、異なる色に着色されていれば、他の色の組み合わせであってもよい。また、カラーフィルタ32は、なくてもよい。このように、カラーフィルタ32が存在しない領域、すなわち着色しない副画素SPixがあってもよい。

20

【0050】

[動作及び作用]

続いて、本基本例のタッチ検出機能付き表示装置1の動作及び作用について説明する。

【0051】

駆動電極COMLは、液晶表示デバイス20の共通駆動電極として機能するとともに、タッチ検出デバイス30の駆動電極としても機能するので、駆動信号Vcomが互いに影響を及ぼす可能性がある。このため、駆動電極COMLは、表示動作を行う表示期間Bと、タッチ検出動作を行うタッチ検出期間Aとに分けて駆動信号Vcomが印加される。駆動電極ドライバ14は、表示動作を行う表示期間Bにおいては表示駆動信号として駆動信号Vcomを印加する。そして、駆動電極ドライバ14は、タッチ検出動作を行うタッチ検出期間Aにおいてはタッチ駆動信号として駆動信号Vcomを印加する。以下の説明では、表示駆動信号としての駆動信号Vcomを、表示駆動信号Vcomdとして記載し、タッチ駆動信号としての駆動信号Vcomを、タッチ駆動信号Vcomtとして記載する。

40

【0052】

(全体動作概要)

制御部11は、外部より供給された映像信号Vdispに基づいて、ゲートドライバ12、ソースドライバ13、駆動電極ドライバ14、及びタッチ検出部40に対してそれぞれ制御信号を供給し、これらがお互いに同期して動作するように制御する。ゲートドライバ12は、表示期間Bにおいて、液晶表示デバイス20に走査信号Vscanを供給し、表示駆動の対象となる1水平ラインを順次選択する。ソースドライバ13は、表示期間Bにおいて、ゲートドライバ12により選択された1水平ラインを構成する各画素Pixに、画素信号Vpixを供給する。

【0053】

50

表示期間 B では、駆動電極ドライバ 14 が 1 水平ラインに係る駆動電極ブロックに表示駆動信号 $V_{com d}$ を印加する。タッチ検出期間 A では、駆動電極ドライバ 14 がタッチ検出動作に係る駆動電極ブロックに対してタッチ駆動信号 $V_{com t}$ を順次印加し、1 検出ブロックを順次選択する。タッチ検出機能付き表示デバイス 10 は、表示期間 B において、ゲートドライバ 12、ソースドライバ 13 及び駆動電極ドライバ 14 により供給された信号に基づいて表示動作を行う。タッチ検出機能付き表示デバイス 10 は、タッチ検出期間 A において、駆動電極ドライバ 14 により供給された信号に基づいてタッチ検出動作を行い、タッチ検出電極 TDL からタッチ検出信号 V_{det} を出力する。タッチ検出信号増幅部 42 は、タッチ検出信号 V_{det} を増幅して出力する。A/D 変換部 43 は、タッチ駆動信号 $V_{com t}$ に同期したタイミングで、タッチ検出信号増幅部 42 から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する。信号処理部 44 は、A/D 変換部 43 の出力信号に基づいて、タッチ検出デバイス 30 に対するタッチの有無を検出する。座標抽出部 45 は、信号処理部 44 においてタッチ検出がなされたときに、そのタッチパネル座標を求める。

10

【0054】

(詳細動作)

次に、タッチ検出機能付き表示装置 1 の詳細動作を説明する。図 12 は、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置の一動作例を表すタイミング波形図である。図 12 に示すように、液晶表示デバイス 20 は、ゲートドライバ 12 から供給される走査信号 V_{scan} に従って、走査線 GCL のうちの、隣接する $(n-1)$ 行目、 n 行目、 $(n+1)$ 行目の走査線 GCL の 1 水平ラインずつ順次走査して表示を行う。同様に、駆動電極ドライバ 14 は、制御部 11 から供給される制御信号に基づいて、タッチ検出機能付き表示デバイス 10 の、駆動電極 COML のうちの、隣接する $(n-1)$ 行目、 n 行目、 $(n+1)$ 行目に供給する。

20

【0055】

このように、タッチ検出機能付き表示装置 1 では、1 表示水平期間 (1H) ごとに、タッチ検出動作 (タッチ検出期間 A) と表示動作 (表示期間 B) を時分割的に行う。タッチ検出動作では、1 表示水平期間 1H ごとに、異なる駆動電極 COML を選択して駆動信号 V_{com} を印加することにより、タッチ検出の走査を行う。以下に、その動作を詳細に説明する。

30

【0056】

まず、ゲートドライバ 12 が、 $(n-1)$ 行目の走査線 GCL に対して走査信号 V_{scan} を印加し、走査信号 $V_{scan}(n-1)$ が低レベルから高レベルに変化する。これにより、1 表示水平期間 1H が開始する。

【0057】

次に、タッチ検出期間 A において、駆動電極ドライバ 14 が、 $(n-1)$ 行目の駆動電極 COML に対して駆動信号 V_{com} を印加し、駆動信号 $V_{com}(n-1)$ が低レベルから高レベルに変化する。この駆動信号 $V_{com}(n-1)$ は、静電容量を介してタッチ検出電極 TDL に伝わり、タッチ検出信号 V_{det} が変化する。次に、駆動信号 $V_{com}(n-1)$ が高レベルから低レベルに変化すると、タッチ検出信号 V_{det} は同様に変化する。このタッチ検出期間 A におけるタッチ検出信号 V_{det} の波形は、上述したタッチ検出の基本原理における、タッチ検出信号 V_{det} に対応するものである。A/D 変換部 43 は、このタッチ検出期間 A におけるタッチ検出信号 V_{det} を A/D 変換することによりタッチ検出を行う。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 では、1 検出ラインのタッチ検出が行われる。

40

【0058】

次に、表示期間 B において、ソースドライバ 13 が、信号線 SGL に対して画素信号 V_{pix} を印加し、1 水平ラインに対する表示を行う。なお、図 12 に示したように、この画素信号 V_{pix} の変化が、寄生容量を介してタッチ検出電極 TDL に伝わり、タッチ検出信号 V_{det} が変化し得るが、表示期間 B では A/D 変換部 43 が A/D 変換を行わな

50

いようにすることにより、この画素信号 V_{pix} の変化のタッチ検出に対する影響を抑えることができる。ソースドライバ 13 による画素信号 V_{pix} の供給が終了したのち、ゲートドライバ 12 が、 $(n-1)$ 行目の走査線 GCL の走査信号 $V_{scan}(n-1)$ を高レベルから低レベルに変化させ、1 表示水平期間が終了する。

【0059】

次に、ゲートドライバ 12 は、先ほどとは異なる n 行目の走査線 GCL に対して走査信号 V_{scan} を印加し、走査信号 $V_{scan}(n)$ が低レベルから高レベルに変化する。これにより、次の 1 表示水平期間が開始する。

【0060】

次のタッチ検出期間 A において、駆動電極ドライバ 14 が、先ほどとは異なる n 行目の駆動電極 $COML$ に対して駆動信号 V_{com} を印加する。そして、タッチ検出信号 V_{det} の変化を、 A/D 変換部 43 が A/D 変換することにより、この 1 検出ラインのタッチ検出が行われる。

【0061】

次に、表示期間 B において、ソースドライバ 13 が、信号線 SSL に対して画素信号 V_{pix} を印加し、1 水平ラインに対する表示を行う。また、駆動電極ドライバ 14 が表示駆動信号 V_{comd} を駆動電極 $COML$ に共通電位として印加している。ここで、表示駆動信号 V_{comd} の電位は、例えば、タッチ検出期間 A における駆動信号 V_{comt} の低レベルの電位となっている。なお、本基本例のタッチ検出機能付き表示装置 1 はドット反転駆動を行うため、ソースドライバ 13 が印加する画素信号 V_{pix} は、前の 1 表示水平期間のものとは比べて、その極性が反転している。この表示期間 B が終了した後、この 1 表示水平期間 1H が終了する。

【0062】

これ以降、上述した動作を繰り返すことにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、表示面全面にわたる走査により表示動作を行うとともに、タッチ検出面全面にわたる走査によりタッチ検出動作を行う。

【0063】

タッチ検出機能付き表示装置 1 では、1 表示水平期間 (1H) において、タッチ検出動作はタッチ検出期間 A に行い、表示動作は表示期間 B に行うようにしている。このように、タッチ検出動作と表示動作とを別々の期間に行うようにしたので、同じ 1 表示水平期間において表示動作とタッチ検出動作の両方を行うことができるとともに、表示動作のタッチ検出に対する影響を抑えることができる。

【0064】

(タッチ検出電極の配置)

図 13 は、本基本例に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。図 14 は、本実施形態に係るタッチ検出電極と各色領域との関係を説明するための模式図である。

【0065】

図 13 に示すように、本基本例に係るタッチ検出電極 TDL は、対向基板 3 と平行な平面上に、全体を俯瞰してみれば、後述する同色の色領域が延在する方向と同じ方向に延在する複数の導電性細線 ML を含む。例えば、本基本例にかかる複数の導電性細線 ML は、すべて同じ形状である。導電性細線 ML の色領域方向 Dy 側の端部 MLE で第 1 導通部 $TDB1$ を介して接続され、導電性細線 ML 同士は、検出領域 TDA に属する。検出領域 TDA において、複数の導電性細線 ML は導通し、かつ互いに一定の間隔を有して延在する。隣り合う導電性細線 ML 間の間隔であって色領域直交方向 Dx の間隔は、導電性細線間隔 P である。例えば、本基本例にかかる導電性細線間隔 P は一定である。なお、本基本例に係る導電性細線 ML が延在する方向は、1 本の導電性細線 ML における一方の端部 MLE と他方の端部 MLE を結ぶ直線方向である。または、導電性細線 ML が延在する方向は、1 本の導電性細線 ML の占める形状のうち、長手方向となる方向である。

【0066】

複数の検出領域 TDA は、互いに一定の間隔を有して延在している。第 1 導通部 TDB

10

20

30

40

50

1 は、検出配線 T D G を介して図 1 に示すタッチ検出部 4 0 に接続される。また、第 1 導通部 T D B 1 は、導電性細線 M L と同じ材料で形成される。上記の構成により、導電性細線 M L の数を減らせると同時に、一定の範囲に対して複数の金属配線 M L でタッチ検出を行うので、タッチ検出を行う際の抵抗を低くすることができる。

【 0 0 6 7 】

導電性細線 M L は、導電性細線 M L の延びる方向が後述する色領域が延在する方向（信号線 S G L が延在する方向）に対して角度 L を有する部分を含む。また、導電性細線 M L は、導電性細線 M L の延びる方向が後述する色領域が延在する方向に対して角度 R を有する部分を含む。例えば、本基本例に係る角度 L と角度 R は等しい。また、導電性細線 M L は、屈曲部 T D C L 及び屈曲部 T D C R で折り返すジグザグ線または波線である。1 本の導電性細線 M L における屈曲部 T D C L と屈曲部 T D C R とでずれる色領域直交方向 $D x$ の長さは、屈曲部間長さ b である。例えば、本基本例に係る屈曲部間長さ b は一定である。また、導電性細線 M L の幅は、 $3 \mu\text{m}$ 以上かつ $10 \mu\text{m}$ 以下の範囲にあることが好ましい。導電性細線 M L の幅は、 $10 \mu\text{m}$ 以下であると、表示領域 A d のうちブラックマトリックスまたは走査線 G C L 及び信号線 S G L で光の透過を抑制されない開口部を覆う面積が小さくなり、開口率を損なう可能性が低くなるからである。また、導電性細線 M L の幅は、 $3 \mu\text{m}$ 以上であると、形状が安定し、断線する可能性が低くなるからである。

【 0 0 6 8 】

タッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L は、導電性の金属材料であって、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o)、クロム (C r)、タングステン (W)、これらの合金の金属材料で形成される。または、タッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L は、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o)、クロム (C r)、タングステン (W)、これらの酸化物（金属酸化物）で形成され、導電性を有している。導電性細線 M L は、上述した金属材料と、上述した金属酸化物とを 1 以上積層した積層体でパターンニングされていてもよい。導電性細線 M L は、上述した金属材料または金属酸化物と、透光性電極の材料として I T O (Indium Tin Oxide) 等の透光性導電酸化物とを 1 以上積層した積層体でパターンニングされていてもよい。導電性細線 M L は、透光性電極の材料として I T O 等の透光性導電酸化物よりも低抵抗である。導電性細線 M L の材料は、同じ膜厚での透過率が I T O の透過率よりも低い。例えば、導電性細線 M L の材料は、透過率が 1 0 % 以下であってもよい。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 に示すように、複数の検出領域 T D A は、互いに一定の間隔を有して配置されている。タッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L が配置される領域と、タッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L がない領域とでは、遮光性に差があるので、タッチ検出電極 T D L が視認されやすくなる可能性がある。このため、対向基板 3 には、検出配線 T D G に接続されていないダミー電極 T D D が隣り合う検出領域 T D A の間に配置されている。ダミー電極 T D D は、タッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L と同じ材料で形成される。ダミー電極 T D D の導電性細線 M L d は、タッチ検出電極 T D L と同程度の遮光性を有していれば、異なる材料であってもよい。ダミー電極 T D D は、タッチ検出電極 T D L と同じ層に形成される。これにより、ダミー電極 T D D 及びタッチ検出電極 T D L を同一の工程で形成することができ、製造工程を抑制できる。

【 0 0 7 0 】

また、図 1 3 に示すダミー電極 T D D は、対向基板 3 と平行な平面上に延在する複数の導電性細線 M L d を含む。導電性細線 M L d は、第 1 導通部 T D B 1 に接続されていない導電性細線 M L である。複数の導電性細線 M L d は、隣り合う導電性細線 M L d 同士が導電性細線間隔 P を有するように配置される。これにより、タッチ検出電極 T D L が配置される領域と、そうでない領域との遮光性の差が小さくなるので、タッチ検出電極 T D L が視認される可能性を低減できる。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

導電性細線 M L d は、導電性細線 M L において屈曲部 T D C L 及び屈曲部 T D C R がある位置に、導電性細線 M L と同じ材料がないスリットである分割部 T D D S を有する。このため、分割部 T D D S は、導電性細線 M L d が延在する方向に対する角度が異なる部分同士の電氣的な導通を妨げ、タッチ検出電極 T D L との容量差を生じさせる。このため、タッチ検出の際、指がタッチ検出電極 T D L とダミー電極 T D D との両方に近接した場合でも、ダミー電極 T D D が、図 6 で示した絶対値 $|V|$ に与える影響を小さくすることができる。このように、ダミー電極 T D D は、分割部 T D D S がタッチ検出電極 T D L の導電性細線 M L の面積よりも小さく分割することにより、タッチ検出の精度への影響を小さくできる。なお、分割部 T D D S は、導電性細線 M L において屈曲部 T D C L 及び屈曲部 T D C R がある位置のうち一部にのみあってもよい。例えば、分割部 T D D S は、導電性細線 M L において屈曲部 T D C L がある位置にのみあってもよい。

10

【 0 0 7 2 】

次に、図 1 4 を用いて導電性細線 M L と各色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B との関係の説明する。図 1 4 は、図 1 3 に示す導電性細線 M L の一部を拡大した図である。上述したように、表示領域 A d は、各副画素 S P i x に色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B が対応付けられ、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B を 1 組とした画素 P i x を複数含む。複数の画素 P i x は、走査線 G C L に平行な方向 D x 及び信号線 S G L に平行な方向 D y に沿って行列状に配置される。また、同色の色領域は、信号線 S G L と平行な列を形成して延在する。色領域直交方向 D x は、同色の色領域が延在する方向に対して直交する方向である。各色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B の幅であって色領域直交方向 D x の幅は、色領域幅 d である。

20

【 0 0 7 3 】

複数の導電性細線 M L は、表示領域 A d の表面に対して垂直な方向に重ねる。複数の導電性細線 M L は、導電性細線間隔 P が、屈曲部間長さ b と色領域幅 d との和よりも小さくなるように配置される。すなわち、複数の導電性細線 M L は、下記式 (1) を満たすように配置される。

【 0 0 7 4 】

$$P < b + d \cdots (1)$$

【 0 0 7 5 】

さらに、導電性細線間隔 P は、屈曲部間長さ b 以上であることが好ましい。すなわち、複数の導電性細線 M L は、さらに下記式 (2) を満たすことが好ましい。

30

【 0 0 7 6 】

$$b \leq P \cdots (2)$$

【 0 0 7 7 】

さらに、導電性細線間隔 P は、具体的には $160 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。すなわち、複数の導電性細線 M L は、さらに下記式 (3) を満たすことが好ましい。導電性細線間隔 P は、 $160 \mu\text{m}$ 以下である場合、人間の目の分解能では導電性細線 M L を解像できない可能性が高まり、視認されにくくなるからである。

【 0 0 7 8 】

$$P \leq 160 \mu\text{m} \cdots (3)$$

【 0 0 7 9 】

40

画素 P i x は、上記のように、走査線 G C L に平行な方向及び信号線 S G L に平行な方向に沿って行列状に配置されている。走査線 G C L 及び信号線 S G L がブラックマトリックスで覆われている場合は、ブラックマトリックスが光の透過を抑制する。走査線 G C L 及び信号線 S G L がブラックマトリックスで覆われていない場合は、走査線 G C L 及び信号線 S G L が光の透過を抑制する。本基本例において走査線 G C L に平行な方向に沿った複数の直線状の模様であって、周期性を有する模様が、表示領域 A d 上に現れやすくなる。また、信号線 S G L に平行な方向に沿った複数の直線状の模様であって、周期性を有する模様が、表示領域 A d 上に現れやすくなる。このため、表示領域 A d の表面に対して垂直な方向に、タッチ検出電極 T D L を重ねた場合、表示領域 A d 上に現れる模様とタッチ検出電極 T D L が干渉し明暗模様を形成することで、モアレが視認される可能性がある。

50

特に、導電性細線 M L が、走査線 G C L または信号線 S G L に平行な直線状である場合に、モアレが視認される可能性が高くなる。また、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B のうち、特定の色領域が導電性細線 M L によって遮光される場合、色領域ごとの明るさの差が生じるため、モアレが視認される可能性がある。

【 0 0 8 0 】

図 1 4 で示すように本基本例に係る導電性細線 M L は、全体として俯瞰してみれば、色領域が延在する方向と同じ方向に延在し、部分的にみれば、当該方向に対して角度を有する部分を含む。また、色領域が延在する方向は信号線 S G L と平行な方向である。また、導電性細線 M L は、ジグザグ線または波線であり、走査線 G C L または信号線 S G L に対して角度を有する部分を含む。したがって、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、導電性細線 M L が走査線 G C L または信号線 S G L に平行な直線状である場合に比較して、モアレが視認される可能性を低減できる。

10

【 0 0 8 1 】

また、図 1 4 で示すように本基本例に係る複数の導電性細線 M L は、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B が形成する色の列のすべてと、表示領域 A d の表面に対して垂直方向に重なる部分を含む。このため、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B のうち、特定の色領域が導電性細線 M L によって遮光されにくくなる。したがって、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、色領域ごとの明るさの差が生じにくくなり、モアレが視認される可能性を低減できる。

【 0 0 8 2 】

20

本基本例に係る複数の導電性細線 M L は、すべて同じ形状であり、上述した式 (1) を満たすように配置される。これより、複数の導電性細線 M L は、規則的に配置されるため、各導電性細線 M L が目立たなくなる。したがって、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、導電性細線 M L を人間に視認されにくくすることができる。また、上述した式 (1) を満たす場合、複数の導電性細線 M L は、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B が形成する色の列のすべてと、表示領域 A d の表面に対して垂直方向に重なる部分を必ず含む。このため、色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B のうち、特定の色領域が導電性細線 M L によって遮光されにくくなる。したがって、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、色領域ごとの明るさの差が生じにくくなり、モアレが視認される可能性を低減できる。

【 0 0 8 3 】

30

さらに、上述した式 (2) を満たす場合、隣り合う導電性細線 M L 間の間隔は一定以上で保たれる。このため、表示領域 A d のうち、ブラックマトリックスまたは走査線 G C L 及び信号線 S G L で光の透過を抑制されない開口部を導電性細線 M L が覆う面積が小さくなる。したがって、本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、さらに、開口率を損なう可能性を低減できる。

【 0 0 8 4 】

なお、角度 R 及び角度 L は、3 0 度以上かつ 4 0 度以下または 5 0 度以上かつ 6 0 度以下であることが好ましい。導電性細線 M L が走査線 G C L 及び信号線 S G L に対してなす角度が一定の大きさ以上となるために、明暗模様の周期が、人間が視認できない程度に短くなりやすくなる。このため、モアレが視認される可能性を低減できる。

40

【 0 0 8 5 】

[基本例の変形例 1]

次に、基本例の変形例 1 に係るタッチ検出機能付き表示装置について説明する。図 1 5 は、基本例の変形例 1 に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。なお、上述した基本例で説明したものと同一の構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 8 6 】

図 1 5 に示すように、基本例の変形例 1 に係るタッチ検出電極 T D L は、対向基板 3 と平行な平面上で画素配列方向 D y に延在する導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 を含む。導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 とが 1 組となり、検出領域 T D A を形成する。

【 0 0 8 7 】

50

導電性細線 M L 1 は、基本例で示した導電性細線 M L である。導電性細線 M L 2 は、導電性細線 M L 1 に対して、画素配列方向 D y と平行な直線を対称軸とする線対称な形状を有している。導電性細線 M L 2 は、導電性細線 M L 1 と同じ材料で形成される。導電性細線 M L 2 は、導電性細線 M L 1 の屈曲部 T D C と導電性細線 M L 2 の屈曲部 T D C とが接続される、交差部 T D X を形成するように配置される。導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 とは、交差部 T D X で導通している。これにより、導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 は、細線片 U a 及び細線片 U b で囲まれた包囲領域 m e s h 1 を形成する。なお、導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 とは、屈曲部 T D C で接続されていなくてもよい。例えば、導電性細線 M L 1 における細線片 U a の中間部と、導電性細線 M L 2 における細線片 U b の中間部とで接続され導通していてもよい。

10

【 0 0 8 8 】

導電性細線 M L は、細線片 U a と細線片 U b を含む。細線片 U a は、画素配列方向 D y に対して角度を有して延びる導電性材料のパターンであり、第 1 端部 U a 1 と第 2 端部 U a 2 を含む。同様に、細線片 U b は、細線片 U a が伸びる方向と異なる方向に延びる導電性材料のパターンであり、第 1 端部 U b 1 と第 2 端部 U b 2 を含む。細線片 U a と細線片 U b とは、細線片 U a の第 2 端部 U a 2 と細線片 U b の第 1 端部 U b 1 とが接続され導通し、細線片 U a の第 1 端部 U a 1 と細線片 U b の第 2 端部 U b 2 とが接続され導通している。

【 0 0 8 9 】

また、細線片 U a の第 2 端部 U a 2 と細線片 U b の第 1 端部 U b 1 との接続部は、導電性細線 M L の屈曲部 T D C となり、細線片 U a と細線片 U b とは、屈曲部 T D C ごとに所定の角度で折り返されている。例えば、実施形態 1 に係る導電性細線 M L は、細線片 U a の長さ、細線片 U b の長さは等しい。そして、細線片 U a の延びる方向が画素配列方向 D y に対してなす角度の大きさと、細線片 U b の延びる方向が画素配列方向 D y に対してなす角度の大きさは等しい。導電性細線 M L は、屈曲部 T D C 毎に画素直交方向 D x に屈曲する方向が変化している。

20

【 0 0 9 0 】

ダミー電極 T D D は、細線片 U c 及び細線片 U d を含む。細線片 U c は細線片 U a と平行に配置し、細線片 U d は細線片 U b と平行に配置する。また、細線片 U c と細線片 U d は、2 つの細線片 U c 及び 2 つの細線片 U d で囲まれる包囲領域 m e s h 2 の面積が、包囲領域 m e s h 1 と同じになるように配置する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 は、タッチ検出電極 T D L が配置される領域と、そうでない領域との遮光性の差が小さくなるので、タッチ検出電極 T D L が視認されやすくなる可能性を低減できる。

30

【 0 0 9 1 】

上記の構成により、基本例の変形例 1 に係るタッチ検出機能付き表示装置は、仮に導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 のうち一方の導電性細線の一部が細くなり、導通が不確実でも、交差部 T D X で他方の導電性細線に接続されているため、タッチ検出の確率を高めることができる。

【 0 0 9 2 】

[基本例の変形例 2]

図 1 6 は、本基本例の変形例 2 に係るタッチ検出機能付き表示デバイスの概略断面構造を表す断面図である。上記の本基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 は、F F S、I P S 等の各種モードの液晶を用いた液晶表示デバイス 2 0 とタッチ検出デバイス 3 0 とを一体化してタッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 とすることができる。これに代えて、図 1 6 に示す本基本例の変形例 1 に係るタッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 は、T N (Twisted Nematic : ツイステッドネマティック)、V A (Vertical Alignment : 垂直配向)、E C B (Electrically Controlled Birefringence : 電界制御複屈折) 等の各種モードの液晶とタッチ検出デバイスとを一体化してもよい。

40

【 0 0 9 3 】

< 2 . 第 1 の実施形態 >

50

〔構成例〕

(全体構成例)

図17は、本発明の第1の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。タッチ検出機能付き表示装置1Aは、タッチ検出機能付き表示デバイス10Aと、制御部11と、ゲートドライバ12と、ソースドライバ13と、第1駆動電極ドライバ14Aと、第2駆動電極ドライバ14Bと、タッチ検出部40Aとを備えている。このタッチ検出機能付き表示装置1Aは、タッチ検出機能付き表示デバイス10Aがタッチ検出機能を内蔵した表示デバイスである。タッチ検出機能付き表示デバイス10Aは、表示素子として液晶表示素子を用いている液晶表示デバイス20と静電容量型のタッチ検出デバイス30Aとを一体化した装置である。なお、タッチ検出機能付き表示デバイス10Aは、表示素子として液晶表示素子を用いている液晶表示デバイス20の上に、静電容量型のタッチ検出デバイス30Aを装着した装置であってもよい。なお、液晶表示デバイス20は、例えば、有機EL表示デバイスであってもよい。

10

【0094】

タッチ検出機能付き表示装置1Aは、先に説明したように、タッチ検出期間及び表示期間(図12参照)を有する。タッチ検出機能付き表示装置1Aは、タッチ検出期間では、先に説明したように、駆動電極COMLとタッチ検出電極TDLとの間の相互静電容量方式により、タッチ検出を行う。さらに、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、表示期間では、タッチ検出電極TDLを2つの群に分け、第1群の電極と第2群の電極との間の相互静電容量方式により、タッチ検出を行う。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、表示期間においてもタッチ検出を行うことができ、タッチに対する応答性を高めることができ、タッチ入力自由度を高めることができる。

20

【0095】

図18は、表示期間及びタッチ検出期間において駆動電極、第1群の電極及び第2群の電極に供給される信号のタイミングの概要を示す図である。なお、図18では、表示期間とタッチ検出期間とが連続して示されているが、表示期間とタッチ検出期間との間にいずれも行わない期間が存在しても良い。

【0096】

第1駆動電極ドライバ14Aは、表示期間においては、表示用の直流電位 V_{comd} (COMDC)を駆動電極COMLに供給する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、画像表示を行う。また、第1駆動電極ドライバ14Aは、タッチ検出期間においては、タッチ検出用の駆動信号 V_{comt} (Tx)を駆動電極COMLに供給する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、駆動電極COMLとタッチ検出電極TDLとの間の相互静電容量方式により、タッチ検出を行う。

30

【0097】

第2駆動電極ドライバ14Bは、表示期間においては、タッチ検出電極TDLを構成する2つの群の内の第1群の電極に、タッチ検出用の駆動信号 V_{comt} (Tx)を供給する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、第1群の電極と第2群の電極との間に生じている静電容量を介して、第2群の電極から出力されるタッチ検出信号 V_{det} (Rx)を検出することにより、タッチ検出を行う。なお、第2駆動電極ドライバ14Bは、タッチ検出期間においては、動作せず、第1群の電極に信号の供給を行わない。

40

【0098】

(タッチ検出デバイス)

次に、タッチ検出デバイス30Aの構成例を詳細に説明する。図19は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。タッチ検出デバイス30Aの対向基板3上には、複数の小電極部A11、A21、・・・、A85が画素配列方向(信号線SGLの延在方向)Dyに8行、画素配列方向と直交する方向(走査線GCLの延在方向)Dxに5列のマトリクス状に形成されている。これら複数の小電極部が、タッチ検出電極TDLを構成する。なお、ここでは、複数の小電極部が8行5列に形成されていることとしたが、これに限定されず、より多数の小電極部が形成されても良い

50

。また、複数の小電極部は、マトリクス状に形成されていることとしたが、これに限定されず、例えば、各行が隣接する行と方向D xにずれていたり、各列が隣接する列と方向D yにずれていたりしても良い。

【0099】

複数の小電極部は、第1群の電極と、第2群の電極と、を構成する。第1群の電極は、小電極部A 1 1、A 3 1、・・・、A 7 1、A 2 2、・・・、A 7 5で構成される。第2群の電極は、小電極部A 2 1、A 4 1、・・・、A 8 1、A 1 2、・・・、A 8 5で構成される。つまり、第1群の電極と第2群の電極とは、対向基板3上で市松模様を形成する。なお、ここでは、第1群の電極と第2群の電極とが対向基板3上で市松模様を形成することとしたが、これに限定されない。好ましくは、第1群の電極に含まれる小電極部の数と、第2群の電極に含まれる小電極部の数とが、略同数となると好適である。

10

【0100】

図20は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。表示期間において、第1群の電極を構成する小電極部A 1 1、A 3 1、A 5 1、A 7 1、A 2 2、A 4 2、A 6 2には、第2駆動電極ドライバ14Bから駆動信号T xが供給される。この駆動信号T xは、第1群の電極と第2群の電極との間に生じている静電容量を介して、第2群の電極を構成する小電極部A 2 1、A 4 1、A 6 1、A 1 2、A 3 2、A 5 2、A 7 2に伝わり、タッチ検出信号R x (V d e t)が第2群の電極からタッチ検出信号増幅部42に出力される。この表示期間におけるタッチ検出信号R xの波形は、上述したタッチ検出の基本原理解における、タッチ検出信号V d e tに対応するものである。A / D変換部43は、この表示期間におけるタッチ検出信号R xをA / D変換することによりタッチ検出を行う。つまり、第1群の電極は、上述したタッチ検出の基本原理解における駆動電極E 1に対応し、第2群の電極は、タッチ検出電極E 2に対応するものであり、タッチ検出デバイス30Aは、表示期間において、この基本原理解に従ってタッチを検出している。なお、第2群の電極を構成する小電極部A 2 1、A 4 1、A 6 1、A 1 2、A 3 2、A 5 2、A 7 2から出力されるタッチ検出信号R xを個別に増幅、A / D変換、信号処理することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

20

【0101】

図21は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。タッチ検出期間においては、第1列目の小電極部A 1 1、A 2 1、・・・、A 8 1が、方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 1を構成する。同様に、第2列目の小電極部は方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 2を構成し、第3列目の小電極部は方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 3を構成し、第4列目の小電極部は方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 4を構成し、第5列目の小電極部は方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 5を構成する。これらタッチ検出電極C 1 1～C 1 5は、タッチ検出電極T D Lを構成する。

30

【0102】

図22は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。1列をなす小電極部A 1 1、A 2 1、A 3 1、A 4 1、A 5 1、A 6 1、A 7 1は、タッチ検出期間において、電氣的に結合されて方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 1を構成する。同様に、1列をなす小電極部A 1 2、A 2 2、A 3 2、A 4 2、A 5 2、A 6 2、A 7 2は、タッチ検出期間において、電氣的に結合されて方向D yに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C 1 2を構成する。タッチ検出電極C 1 1、C 1 2は、タッチ検出期間において、タッチ検出デバイスの主面に垂直な方向において離間し交差する駆動電極C O M L (図9、図11及び図16参照)との間に静電容量を生じさせる。

40

【0103】

先に説明したように、駆動電極C O M Lは、液晶表示デバイス20の駆動電極として機

50

能するとともに、タッチ検出デバイス30Aの駆動電極としても機能する。図9を参照すると、駆動電極COMLは、TF T基板21の表面に対する垂直方向において、画素電極22に対向している。タッチ検出デバイス30Aは、画素基板2に設けられた駆動電極COMLと、対向基板3に設けられたタッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)を含んで構成されている。図11を参照すると、タッチ検出電極TDLは、駆動電極COMLの電極パターンの延在方向と交差する方向に延びるストライプ状の電極パターン(タッチ検出電極C11~C15)を含んで構成されている。そして、タッチ検出電極TDLは、TF T基板21の表面に対する垂直な方向において、駆動電極COMLと対向している。タッチ検出電極TDLの各電極パターン(タッチ検出電極C11~C15)は、タッチ検出部40Aのタッチ検出信号増幅部42の入力にそれぞれ結合されている。駆動電極COMLとタッチ検出電極TDLにより互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせている。

10

【0104】

この構成により、タッチ検出デバイス30Aでは、タッチ検出期間において、第1駆動電極ドライバ14Aが、駆動電極ブロックを時分割的に線順次走査するように駆動する。これにより、スキャン方向Scanに駆動電極COMLの1検出ブロックが順次選択される。そして、タッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)からタッチ検出信号Rx(Vdet)が出力される。このようにタッチ検出デバイス30Aは、1検出ブロックのタッチ検出が行われるようになっている。つまり、駆動電極ブロックは、上述したタッチ検出の基本原理解における駆動電極E1に対応し、タッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)は、タッチ検出電極E2に対応するものであり、タッチ検出デバイス30Aは、タッチ検出期間において、この基本原理解に従ってタッチを検出するようになっている。図11に示すように、互いに交差した電極パターンは、静電容量式タッチセンサを行列状に構成している。よって、タッチ検出デバイス30Aのタッチ検出面全体にわたって走査することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

20

【0105】

なお、各小電極部と第1駆動電極ドライバ14Aとの間の接続、各小電極部と第2駆動電極ドライバ14Bとの間の接続、あるいは、各小電極部とタッチ検出信号増幅部42との間の接続の切り換えは、例えば各小電極部と第1駆動電極ドライバ14A、第2駆動電極ドライバ14B、或いは、タッチ検出信号増幅部42と、の間の配線上にスイッチ素子を設け、これらのスイッチ素子を制御部11によって制御することによって行っても良いし、第1駆動電極ドライバ14A及び第2駆動電極ドライバ14Bの出力段(出力バッファ部)及びタッチ検出信号増幅部42の入力段(入力バッファ部)によって行っても良い。

30

【0106】

(タッチ検出電極の配置)

図23は、タッチ検出電極の配置の一例を表す模式図である。なお、上述した基本例で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0107】

図23に示すように、タッチ検出電極TDLは、小電極部A11、A21、A31、A12、A22、A32を含む。小電極部A11は、対向基板3と平行な平面上で画素配列方向(信号線SGLの延在方向)Dyに延在する複数の導電性細線Ueを含む。各導電性細線Ueは、細線片Ub、細線片Ua及び細線片Ubが方向Dyに並べられ結合されて構成されている。細線片Uaと細線片Ubとは、例えば、方向Dyと平行な直線を対称軸とした線対称の形状を有する。複数の導電性細線Ueは、画素配列方向と直交する方向(走査線GCLの延在方向)Dxに間隔を空けて設けられる。隣り合う導電性細線Ue間の間隔であって方向Dxの間隔(ピッチ)は、例えば、一定である。なお、導電性細線Ueが延在する方向は、1本の導電性細線Ueにおける一方の端部と他方の端部とを結ぶ直線方向である。または、導電性細線Ueが延在する方向は、1本の導電性細線Ueの占める

40

50

形状のうち、長手方向となる方向である。また、導電性細線 U e は、ジグザグ線または波線である。複数の導電性細線 U e の方向 D y の端部は、方向 D x に延在する細線片 U f によって相互に結合されている。なお、細線片 U f は、複数の導電性細線 U e の端部に設けられることとしているが、これに限られず、複数の導電性細線 U e の端部以外の部位、例えば、複数の導電性細線 U e の中央部に設けられても良い。小電極部 A 2 1、A 3 1、A 1 2、A 2 2、A 3 2 も、小電極部 A 1 1 と同様の構成を有する。

【 0 1 0 8 】

小電極部 A 1 1 は、小電極部 A 1 1 から表示領域の外側の額縁まで方向 D y に延在する配線部 B 1 1 によって、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 1 に結合されている。配線部 B 1 1 は、複数の細線片 U a 及び複数の細線片 U b が方向 D y に交互に並べられ結合されて構成されている。配線部 B 1 1 と、小電極部 A 2 1、A 3 1 に含まれる導電性細線と、の間隔は、導電性細線 U e 間の間隔と同じである。小電極部 A 2 1 は、小電極部 A 2 1 から額縁まで方向 D y に延在する配線部 B 2 1 によって、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 2 に結合されている。配線部 B 2 1 は、複数の細線片 U a 及び複数の細線片 U b が方向 D y に交互に並べられ結合されて構成されている。配線部 B 2 1 と、小電極部 A 3 1 に含まれる導電性細線と、の間隔は、導電性細線 U e 間の間隔と同じである。

【 0 1 0 9 】

小電極部 A 1 2 は、小電極部 A 1 2 から額縁まで方向 D y に延在する配線部 B 1 2 によって、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 4 に結合されている。配線部 B 1 2 は、複数の細線片 U a 及び複数の細線片 U b が方向 D y に交互に並べられ結合されて構成されている。配線部 B 1 2 と、小電極部 A 2 2、A 3 2 に含まれる導電性細線と、の間隔は、導電性細線 U e 間の間隔と同じである。小電極部 A 2 2 は、小電極部 A 2 2 から額縁まで方向 D y に延在する配線部 B 2 2 によって、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 5 に結合されている。配線部 B 2 2 は、複数の細線片 U a 及び複数の細線片 U b が方向 D y に交互に並べられ結合されて構成されている。配線部 B 2 2 と、小電極部 A 3 2 に含まれる導電性細線と、の間隔は、導電性細線 U e 間の間隔と同じである。これにより、小電極部が配置される領域と、配線部が配置される領域との遮光性の差が小さくなるので、タッチ検出電極 T D L が視認される可能性を低減できる。

【 0 1 1 0 】

なお、小電極部 A 3 1 を構成する導電性細線 U e は、小電極部 A 3 1 が表示領域 A d の端部に位置するので、配線部によらず、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 3 に直接結合されている。同様に、小電極部 A 3 2 を構成する導電性細線 U e は、小電極部 A 3 2 が表示領域 A d の端部に位置するので、配線部によらず、タッチ検出デバイス 3 0 A の額縁に形成された端子部 T 6 に直接結合されている。

【 0 1 1 1 】

細線片 U a、U b 及び U f の幅は、3 μ m 以上かつ 10 μ m 以下の範囲にあることが好ましい。細線片 U a、U b 及び U f の幅は、10 μ m 以下であると、表示領域 A d のうちブラックマトリクスまたは走査線 G C L 及び信号線 S G L で光の透過を抑制されない開口部を覆う面積が小さくなり、開口率を損なう可能性が低くなるからである。また、細線片 U a、U b 及び U f の幅は、3 μ m 以上であると、形状が安定し、断線する可能性が低くなるからである。

【 0 1 1 2 】

細線片 U a、U b 及び U f は、導電性の金属材料であって、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o)、クロム (C r)、タングステン (W)、これらの合金の金属材料で形成される。または、細線片 U a、U b 及び U f は、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o)、クロム (C r)、タングステン (W)、これらの酸化物 (金属酸化物) で形成され、導電性を有している。細線片 U a、U b 及び U f は、上述した金属材料と、上述した金属酸化物とを 1 以上積層した積層体でパターンニングされていてもよい。細線片 U a、U b 及び U f は、上述した金属材料ま

10

20

30

40

50

たは金属酸化物と、透光性電極の材料としてITO (Indium Tin Oxide) 等の透光性導電酸化物とを1以上積層した積層体でパターンングされていてもよい。細線片Ua、Ub及びUfは、透光性電極の材料としてITO等の透光性導電酸化物よりも低抵抗である。細線片Ua、Ub及びUfの材料は、同じ膜厚での透過率がITOの透過率よりも低い。例えば、細線片Ua、Ub及びUfの材料は、透過率が10%以下であってもよい。

【0113】

図23に示すように、小電極部A11、A21、A31の列と、小電極部A12、A22、A32の列とは、一定の間隔を有して配置されている。タッチ検出電極TDLの導電性細線Ueが配置される領域と、タッチ検出電極TDLの導電性細線Ueがない領域とは、遮光性に差があるので、タッチ検出電極TDLが視認されやすくなる可能性がある。このため、対向基板3には、端子部T1~T6に接続されていないダミー電極TDDが隣り合う小電極部の列の間に配置されている。ダミー電極TDDは、タッチ検出電極TDLの導電性細線Ueと同じ材料で形成される。ダミー電極TDDは、タッチ検出電極TDLと同程度の遮光性を有していれば、異なる材料であってもよい。ダミー電極TDDは、タッチ検出電極TDLと同じ層に形成される。これにより、ダミー電極TDD及びタッチ検出電極TDLを同一の工程で形成することができ、製造工程を抑制できる。

10

【0114】

また、図23に示すダミー電極TDDは、対向基板3と平行な平面上に延在する複数の細線片Uc、Udを含む。細線片Uc、Udは、端子部T1~T6に接続されていない細線片である。細線片Ucは細線片Uaと略同一形状を有する。細線片Udは細線片Ubと略同一形状を有する。細線片Ucは細線片Uaと平行に配置し、細線片Udは細線片Ubと平行に配置する。隣り合う細線片Uc間の間隔であって方向Dxの間隔は、例えば、一定であり、隣り合う導電性細線Ue間の間隔であって方向Dxの間隔と同じである。隣り合う細線片Uaと細線片Ucとの間隔であって方向Dxの間隔は、例えば、一定であり、隣り合う導電性細線Ue間の間隔であって方向Dxの間隔と同じである。隣り合う細線片Ud間の間隔であって方向Dxの間隔は、例えば、一定であり、隣り合う導電性細線Ue間の間隔であって方向Dxの間隔と同じである。隣り合う細線片Ubと細線片Udとの間隔であって方向Dxの間隔は、例えば、一定であり、隣り合う導電性細線Ue間の間隔であって方向Dxの間隔と同じである。これにより、タッチ検出電極TDLが配置される領域と、そうでない領域との遮光性の差が小さくなるので、タッチ検出電極TDLが視認される可能性を低減できる。

20

30

【0115】

細線片Ucと細線片Udの間には、細線片Ua、Ub及びUfと同じ材料がないスリットを有する。このため、スリットは、細線片Uc、Udが延在する方向に対する角度が異なる部分同士の電氣的な導通を妨げ、タッチ検出電極TDLとの容量差を生じさせる。このため、タッチ検出の際、指がタッチ検出電極TDLとダミー電極TDDとの両方に近接した場合でも、ダミー電極TDDが、図6で示した絶対値 $|V|$ に与える影響を小さくすることができる。このように、ダミー電極TDDは、スリットによってタッチ検出電極TDLの導電性細線Ueの面積よりも小さく分割されることにより、タッチ検出の精度への影響を小さくできる。なお、細線片Uc、Udの各々は、スリットによって分割されていることとしたが、例えば、一对の細線片Uc、Udを結合して導電性細線とし、その導電性細線を方向Dyに間隔をあけて複数配列することとしても良い。

40

【0116】

なお、導電性細線Ueと色領域32R、32G、32Bとの関係は、先に図14を参照して説明したと同様の関係とすることができる。本実施形態の導電性細線Ueは、図14の導電性細線MLに対応する。

【0117】

図14を参照すると、表示領域Adは、各副画素Spixに色領域32R、32G、32Bが対応付けられ、色領域32R、32G、32Bを1組とした画素Pixを複数含む。複数の画素Pixは、走査線GCLに平行な方向Dx及び信号線SGLに平行な方向D

50

y に沿って行列状に配置される。また、同色の色領域は、信号線 S G L と平行な列を形成して延在する。色領域直交方向 D x は、同色の色領域が延在する方向に対して直交する方向である。各色領域 3 2 R、3 2 G、3 2 B の幅であって色領域直交方向 D x の幅は、色領域幅 d である。

【 0 1 1 8 】

複数の導電性細線 M L (U e) は、表示領域 A d の表面に対して垂直な方向に重ねる。複数の導電性細線 M L (U e) は、導電性細線間隔 P が、屈曲部間長さ b と色領域幅 d との和よりも小さくなるように配置される。すなわち、複数の導電性細線 M L (U e) は、下記式 (1) を満たすように配置される。

【 0 1 1 9 】

$$P < b + d \cdots (1)$$

【 0 1 2 0 】

さらに、導電性細線間隔 P は、屈曲部間長さ b 以上であることが好ましい。すなわち、複数の導電性細線 M L (U e) は、さらに下記式 (2) を満たすことが好ましい。

【 0 1 2 1 】

$$b \geq P \cdots (2)$$

【 0 1 2 2 】

さらに、導電性細線間隔 P は、具体的には 1 6 0 μ m 以下であることが好ましい。すなわち、複数の導電性細線 M L (U e) は、さらに下記式 (3) を満たすことが好ましい。導電性細線間隔 P は、1 6 0 μ m 以下である場合、人間の目の分解能では導電性細線 M L (U e) を解像できない可能性が高まり、視認されにくくなるからである。

【 0 1 2 3 】

$$P \leq 160 \mu m \cdots (3)$$

【 0 1 2 4 】

ここで、ガラス基板 3 1 は、本開示における「基板」の一具体例に対応する。画素 P i x は、本開示における「画素」の一具体例に対応する。表示領域 A d は、本開示における「表示領域」の一具体例に対応する。小電極部 A 1 1 ~ A 8 5 は、本開示における「小電極部」の一具体例に対応する。小電極部 A 1 1、A 3 1、 \cdots 、A 7 5 は、本開示における「第 1 群の電極」の一具体例に対応する。小電極部 A 2 1、A 4 1、 \cdots 、A 8 5 は、本開示における「第 2 群の電極」の一具体例に対応する。端子部 T 1 ~ T 6 は、本開示における「端子部」の一具体例に対応する。配線部 B 1 1、B 2 1、B 2 2、B 1 2 は、本開示における「配線部」の一具体例に対応する。細線片 U a は、本開示における「第 1 の細線片」の一具体例に対応する。細線片 U b は、本開示における「第 2 の細線片」の一具体例に対応する。導電性細線 U e は、本開示における「導電性細線」の一具体例に対応する。方向 D y は、本開示における「第 1 の方向」の一具体例に対応する。方向 D x は、本開示における「第 2 の方向」の一具体例に対応する。タッチ検出電極 T D L は、本開示における「タッチ検出電極」の一具体例に対応する。駆動電極 C O M L は、本開示における「駆動電極」の一具体例に対応する。

【 0 1 2 5 】

画素 P i x は、上記のように、走査線 G C L に平行な方向 D x 及び信号線 S G L に平行な方向 D y に沿って行列状に配置されている。走査線 G C L 及び信号線 S G L がブラックマトリクスで覆われている場合は、ブラックマトリクスが光の透過を抑制する。走査線 G C L 及び信号線 S G L がブラックマトリクスで覆われていない場合は、走査線 G C L 及び信号線 S G L が光の透過を抑制する。本実施形態において走査線 G C L に平行な方向 D x に沿った複数の直線状の模様であって、周期性を有する模様が、表示領域 A d 上に現れやすくなる。また、信号線 S G L に平行な方向 D y に沿った複数の直線状の模様であって、周期性を有する模様が、表示領域 A d 上に現れやすくなる。このため、表示領域 A d の表面に対して垂直な方向に、タッチ検出電極 T D L を重ねた場合、表示領域 A d 上に現れる模様とタッチ検出電極 T D L が干渉し明暗模様を形成することで、モアレが視認される可能性がある。特に、小電極部を構成する導電性細線 U e 及び配線部が、走査線 G C

10

20

30

40

50

Lまたは信号線SGLに平行な直線状である場合に、モアレが視認される可能性が高くなる。また、色領域32R、32G、32Bのうち、特定の色領域が導電性細線Ueによって遮光される場合、色領域ごとの明るさの差が生じるため、モアレが視認される可能性がある。

【0126】

図14で示すように本実施形態に係る導電性細線ML(Ue)は、全体として俯瞰してみれば、色領域が延在する方向Dyと同じ方向に延在し、部分的にみれば、当該方向に対して角度を有する部分を含む。また、色領域が延在する方向Dyは信号線SGLと平行な方向である。また、導電性細線Ueは、ジグザグ線または波線であり、走査線GCLまたは信号線SGLに対して角度を有する部分を含む。したがって、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、導電性細線Ueが走査線GCLまたは信号線SGLに平行な直線状である場合に比較して、モアレが視認される可能性を低減できる。

10

【0127】

また、本実施形態に係る複数の導電性細線Ueは、色領域32R、32G、32Bが形成する色の列のすべてと、表示領域Adの表面に対して垂直方向に重なる部分を含むことができる(図14参照)。このため、色領域32R、32G、32Bのうち、特定の色領域が導電性細線Ueによって遮光されにくくなる。したがって、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、色領域ごとの明るさの差が生じにくくなり、モアレが視認される可能性を低減できる。

【0128】

本実施形態に係る複数の導電性細線Ueは、すべて細線片Ua、Ubの結合で構成されており、上述した式(1)を満たすように配置される。これにより、複数の導電性細線Ueは、規則的に配置されるため、各導電性細線Ueが目立たなくなる。したがって、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、導電性細線Ueを人間に視認されにくくすることができる。また、上述した式(1)を満たす場合、複数の導電性細線Ueは、色領域32R、32G、32Bが形成する色の列のすべてと、表示領域Adの表面に対して垂直方向に重なる部分を必ず含む。このため、色領域32R、32G、32Bのうち、特定の色領域が導電性細線Ueによって遮光されにくくなる。したがって、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、色領域ごとの明るさの差が生じにくくなり、モアレが視認される可能性を低減できる。

20

【0129】

さらに、上述した式(2)を満たす場合、隣り合う導電性細線Ue間の間隔は一定以上で保たれる。このため、表示領域Adのうち、ブラックマトリクスまたは走査線GCL及び信号線SGLで光の透過を抑制されない開口部を導電性細線Ueが覆う面積が小さくなる。したがって、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、さらに、開口率を損なう可能性を低減できる。

30

【0130】

なお、角度R及び角度L(図14参照)は、30度以上かつ40度以下または50度以上かつ60度以下であることが好ましい。導電性細線Ueが走査線GCL及び信号線SGLに対してなす角度が一定の大きさ以上となるために、明暗模様の周期が、人間が視認できない程度に短くなりやすくなる。このため、モアレが視認される可能性を低減できる。

40

【0131】

また、小電極部と端子部との間を結合する配線部は、小電極部と同様に、細線片Ua、Ubの結合で構成されている。これにより、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Aは、小電極部での細線片Ua、Ubによる遮光と、配線部での細線片Ua、Ubによる遮光と、が略同様となるので、小電極部と配線部との差異を原因とするモアレが視認される可能性を低減することができる。

【0132】

また、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、表示期間において、タッチ検出電極TDL

50

を2つの群に分け、第1群の電極に駆動信号Txを供給し、第1群の電極と第2群の電極との間に生じている静電容量を介して、第2群の電極から出力されるタッチ検出信号Rxを検出することにより、タッチ検出を行うことができる。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Aは、表示期間においてもタッチ検出を行うことができ、タッチに対する応答性を高めることができ、タッチ入力自由度を高めることができる。

【0133】

[第1の実施形態の変形例]

次に、第1の実施形態の変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置について説明する。図24は、第1の実施形態の変形例に係るタッチ検出電極の配置を表す模式図である。なお、上述した基本例で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

10

【0134】

図24に示すように、第1の実施形態の変形例に係るタッチ検出電極TDLは、小電極部A11、A21、A31、A12、A22、A32を含む。小電極部A11は、対向基板3と平行な平面上で画素配列方向(信号線SGLの延在方向)Dyに延在する複数の導電性細線ML1と複数の導電性細線ML2とを含む。複数の導電性細線ML1及び複数の導電性細線ML2は、画素配列方向と直交する方向(走査線GCLの延在方向)Dxに交互に並べられ結合されて構成されている。

【0135】

導電性細線ML1は、基本例の変形例1で示した導電性細線MLである。導電性細線ML2は、導電性細線ML1に対して、方向Dyと平行な直線を対称軸とする線対称な形状を有している。導電性細線ML2は、導電性細線ML1と同じ材料で形成される。導電性細線ML2は、導電性細線ML1の屈曲部と導電性細線ML2の屈曲部とが結合される、交差部TDXを形成するように配置される。導電性細線ML1と導電性細線ML2とは、交差部TDXで導通している。これにより、導電性細線ML1と導電性細線ML2は、細線片Ua及び細線片Ubで囲まれた包囲領域mesh1を形成する。なお、導電性細線ML1と導電性細線ML2とは、屈曲部で接続されていなくてもよい。例えば、導電性細線ML1における細線片Uaの中間部と、導電性細線ML2における細線片Ubの中間部とで接続され導通していてもよい。なお、導電性細線ML1、ML2が延在する方向は、1本の導電性細線ML1、ML2における一方の端部と他方の端部とを結ぶ直線方向である。または、導電性細線ML1、ML2が延在する方向は、1本の導電性細線ML1、ML2の占める形状のうち、長手方向となる方向である。また、導電性細線ML1、ML2は、ジグザグ線または波線である。小電極部A21、A31、A12、A22、A32も、小電極部A11と同様の構成を有する。

20

30

【0136】

小電極部A11は、小電極部A11から額縁まで方向Dyに延在する配線部B11によって、タッチ検出デバイス30Aの額縁に形成された端子部T1に結合されている。配線部B11は、複数の細線片Ua及び複数の細線片Ubが方向Dyに交互に並べられ結合されて構成されている。小電極部A21は、小電極部A21から額縁まで方向Dyに延在する配線部B21によって、タッチ検出デバイス30Aの額縁に形成された端子部T2に結合されている。小電極部A12は、小電極部A12から額縁まで方向Dyに延在する配線部B12によって、タッチ検出デバイス30Aの額縁に形成された端子部T4に結合されている。小電極部A22は、小電極部A22から額縁まで方向Dyに延在する配線部B22によって、タッチ検出デバイス30Aの額縁に形成された端子部T5に結合されている。配線部B21、B12、B22は、配線部B11と同様に、複数の細線片Ua及び複数の細線片Ubが方向Dyに交互に並べられ結合されて構成されている。なお、小電極部A31を構成する導電性細線Ueは、小電極部A31が表示領域Adの端部に位置するので、配線部によらず、タッチ検出デバイス30Aの額縁に形成された端子部T3に直接結合されている。同様に、小電極部A32を構成する導電性細線Ueは、小電極部A32が表示領域Adの端部に位置するので、配線部によらず、タッチ検出デバイス30Aの額縁に

40

50

形成された端子部 T 6 に直接結合されている。

【 0 1 3 7 】

ダミー電極 T D D は、細線片 U c 及び細線片 U d を含む。細線片 U c は細線片 U a と略同一形状を有する。細線片 U d は細線片 U b と略同一形状を有する。細線片 U c は細線片 U a と平行に配置し、細線片 U d は細線片 U b と平行に配置する。また、細線片 U c と細線片 U d は、2 つの細線片 U c 及び 2 つの細線片 U d で囲まれる包囲領域 m e s h 2 の面積が、包囲領域 m e s h 1 と同じになるように配置する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 A は、タッチ検出電極 T D L が配置される領域と、そうでない領域との遮光性の差が小さくなるので、タッチ検出電極 T D L が視認されやすくなる可能性を低減できる。

10

【 0 1 3 8 】

上記の構成により、第 1 の実施形態の変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置は、仮に導電性細線 M L 1 と導電性細線 M L 2 のうち一方の導電性細線の一部が細くなり、導通が不確実でも、交差部 T D X で他方の導電性細線に接続されているため、タッチ検出の確率を高めることができる。

【 0 1 3 9 】

< 3 . 第 2 の実施形態 >

[構成例]

(全体構成例)

図 2 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 A と、制御部 1 1 と、ゲートドライバ 1 2 と、ソースドライバ 1 3 と、駆動電極ドライバ 1 4 と、タッチ検出部 4 0 B とを備えている。タッチ検出部 4 0 B は、制御部 1 1 から供給される制御信号と、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 A のタッチ検出デバイス 3 0 A から供給されたタッチ検出信号 V d e t とに基づいて、タッチ検出デバイス 3 0 A に対するタッチ（接触又は近接の状態）の有無を検出し、タッチがある場合においてタッチ検出領域におけるその座標などを求める回路である。このタッチ検出部 4 0 B は、タッチ検出信号増幅部 4 2、A / D 変換部 4 3、信号処理部 4 4、座標抽出部 4 5 及び検出タイミング制御部 4 6 のほか、X 検出部 4 7、Y 検出部 4 8、A / D 変換部 4 9 及び A / D 変換部 5 0 を備えている。

20

30

【 0 1 4 0 】

タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、先に説明したように、タッチ検出期間及び表示期間（図 1 2 参照）を有する。タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、タッチ検出期間では、先に説明したように、駆動電極 C O M L とタッチ検出電極 T D L との間の相互静電容量方式により、タッチ検出信号増幅部 4 2、A / D 変換部 4 3、信号処理部 4 4、座標抽出部 4 5 及び検出タイミング制御部 4 6 を用いて、タッチ検出を行う。さらに、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、表示期間では、タッチ検出電極 T D L を 2 つの群に分け、第 1 群の電極での自己静電容量方式により、Y 検出部 4 8、A / D 変換部 5 0、信号処理部 4 4 及び座標抽出部 4 5 を用いて、タッチの Y 座標検出を行う。また、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、表示期間では、第 2 群の電極での自己静電容量方式により、X 検出部 4 7、A / D 変換部 4 9、信号処理部 4 4 及び座標抽出部 4 5 を用いて、タッチの X 座標検出を行う。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、表示期間においてもタッチ検出を行うことができ、タッチに対する応答性を高めることができ、タッチ入力の自由度を高めることができる。

40

【 0 1 4 1 】

図 2 6 は、表示期間及びタッチ検出期間において駆動電極、第 1 群の電極及び第 2 群の電極に供給される信号のタイミングの概要を示す図である。なお、図 2 6 では、表示期間とタッチ検出期間とが連続して示されているが、表示期間とタッチ検出期間との間にいずれも行わない期間が存在しても良い。

【 0 1 4 2 】

50

駆動電極ドライバ14は、表示期間においては、表示用の直流電位 V_{comd} (COM DC)を駆動電極COM Lに供給する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Bは、画像表示を行う。また、駆動電極ドライバ14は、タッチ検出期間においては、タッチ検出用の駆動信号 V_{comt} (Tx)を駆動電極COM Lに供給する。これにより、タッチ検出機能付き表示装置1Bは、駆動電極COM Lとタッチ検出電極TD Lとの間の相互容量方式により、タッチ検出を行う。

【0143】

X検出部47は、表示期間においては、第2群の電極に電荷を供給し、その後第2群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷を検出して、A/D変換部49に出力する。A/D変換部49は、X検出部47から入力された信号をA/D変換して、信号処理部44 10
に出力する。信号処理部44は、A/D変換部49の出力信号に基づいて、タッチ検出デバイス30Aに対するタッチの有無を検出する論理回路である。信号処理部44は、指による差分の電圧のみ取り出す処理を行う。信号処理部44は、検出した指による差分の電圧を所定のしきい値電圧と比較し、このしきい値電圧以上であれば、外部から近接する外部近接物体の接触状態と判断し、しきい値電圧未満であれば、外部近接物体の非接触状態と判断する。このようにして、タッチ検出部40Bはタッチ検出が可能となる。座標抽出部45は、信号処理部44においてタッチが検出されたときに、そのタッチパネル座標を求める論理回路である。座標抽出部45は、タッチパネルのX座標を出力する。なお、X検出部47は、タッチ検出期間においては、動作せず、第2群の電極に電荷の供給を行わない。 20

【0144】

Y検出部48は、表示期間においては、第1群の電極に電荷を供給し、その後第1群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷を検出して、A/D変換部50に出力する。A/D変換部50は、Y検出部48から入力された信号をA/D変換して、信号処理部44 30
に出力する。信号処理部44は、A/D変換部50の出力信号に基づいて、タッチ検出デバイス30Aに対するタッチの有無を検出する論理回路である。信号処理部44は、指による差分の電圧のみ取り出す処理を行う。信号処理部44は、検出した指による差分の電圧を所定のしきい値電圧と比較し、このしきい値電圧以上であれば、外部から近接する外部近接物体の接触状態と判断し、しきい値電圧未満であれば、外部近接物体の非接触状態と判断する。このようにして、タッチ検出部40Bはタッチ検出が可能となる。座標抽出部45は、信号処理部44においてタッチが検出されたときに、そのタッチパネル座標を求める論理回路である。座標抽出部45は、タッチパネルのY座標を出力する。なお、Y検出部48は、タッチ検出期間においては、動作せず、第1群の電極に電荷の供給を行わない。

【0145】

なお、表示期間においては、X検出部47、Y検出部48、A/D変換部49及びA/D変換部50が動作してタッチを検出するので、タッチ検出信号増幅部42及びA/D変換部43は、動作を行わない。

【0146】

(自己静電容量方式タッチ検出の基本原理解)

X検出部47及びY検出部48は、表示期間において、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理解に基づいて動作し、タッチの有無を検出する。図27~図30を参照して、本実施形態のタッチ検出機能付き表示装置1Bにおける自己静電容量方式タッチ検出の基本原理解について説明する。図27及び図28は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理解を説明するため、指が接触又は近接していない状態を表す説明図である。図29及び図30は、自己静電容量方式タッチ検出の基本原理解を説明するため、指が接触又は近接した状態を表す説明図である。 40

【0147】

まず、図27に示すように、タッチ検出電極TD Lは、スイッチ201により、電源電圧 V_{cc} と接続される。タッチ検出電極TD Lは、静電容量C3を有しており、電源電位 50

Vccからタッチ検出電極TDLへ矢印203の方向に電荷が流れ、タッチ検出電極TDLは、静電容量C3に応じた電荷がチャージされる。

【0148】

次に、図28に示すように、タッチ検出電極TDLは、スイッチ201により、検出回路202と接続され、タッチ検出電極TDLにチャージされた電荷は、検出回路202へ矢印204の方向に流れる。検出回路202は、タッチ検出電極TDLから流入する電荷を計測することで、タッチ検出電極TDLの静電容量C3を検出することができる。

【0149】

次に、指がタッチ検出電極TDLに接触又は近接した場合について説明する。図29に示すように、指がタッチ検出電極TDLに接触又は近接した場合、指の静電容量C2がタッチ検出電極TDLの静電容量C3に加わる。従って、タッチ検出電極TDLがスイッチ201により電源電圧Vccと接続されると、電源電位Vccからタッチ検出電極TDLへ矢印203の方向に電荷が流れ、タッチ検出電極TDL及び指は、静電容量C3及びC2に応じた電荷がチャージされる。

【0150】

次に、図30に示すように、タッチ検出電極TDLは、スイッチ201により、検出回路202と接続され、タッチ検出電極TDL及び指にチャージされた電荷は、検出回路202へ矢印204の方向に流れる。検出回路202は、タッチ検出電極TDL及び指から流入する電荷を計測することで、タッチ検出電極TDLと指との静電容量を検出することができる。

【0151】

(タッチ検出デバイス)

次に、タッチ検出デバイス30Aの構成例を詳細に説明する。図31は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から視た概要平面図である。タッチ検出デバイス30Aの対向基板3上には、複数の小電極部A11、A21、・・・、A85が画素配列方向(信号線SGLの延在方向)Dyに8行、画素配列方向と直交する方向(走査線GCLの延在方向)Dxに5列のマトリクス状に形成されている。これら複数の小電極部が、タッチ検出電極TDLを構成する。なお、ここでは、複数の小電極部が8行5列に形成されていることとしたが、これに限定されず、より多数の小電極部が形成されても良い。また、複数の小電極部は、マトリクス状に形成されていることとしたが、これに限定されず、例えば、各行が隣接する行と方向Dxにずれていたり、各列が隣接する列と方向Dyにずれていたりしても良い。

【0152】

複数の小電極部は、第1群の電極と、第2群の電極と、を構成する。第1群の電極は、小電極部A11、A31、・・・、A71、A22、・・・、A75で構成される。第2群の電極は、小電極部A21、A41、・・・、A81、A12、・・・、A85で構成される。つまり、第1群の電極と第2群の電極とは、対向基板3上で市松模様を形成する。なお、ここでは、第1群の電極と第2群の電極とが対向基板3上で市松模様を形成することとしたが、これに限定されない。好ましくは、第1群の電極に含まれる小電極部の数と、第2群の電極に含まれる小電極部の数とが、略同数となると好適である。

【0153】

図32は、表示期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。表示期間において、第1群の電極を構成する小電極部A11、A31、A51、A71、A22、A42、A62には、まず、Y検出部48から電荷が供給される。その後、Y検出部48は、第1群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷を検出して、A/D変換部50に出力する。A/D変換部50は、第1群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷をA/D変換することによりタッチ検出を行う。つまり、タッチ検出デバイス30Aは、表示期間において、上述した自己静電容量方式タッチ検出の基本原理に従ってタッチのY座標を検出するようになっている。

【0154】

10

20

30

40

50

また、表示期間において、第2群の電極を構成する小電極部A21、A41、A61、A12、A32、A52、A72には、まず、X検出部47から電荷が供給される。その後、X検出部47は、第2群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷を検出して、A/D変換部49に出力する。A/D変換部49は、第2群の電極の自己静電容量にチャージされた電荷をA/D変換することによりタッチ検出を行う。つまり、タッチ検出デバイス30Aは、表示期間において、上述した自己静電容量方式タッチ検出の基本原理に従ってタッチのX座標を検出するようになっている。

【0155】

図33は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。タッチ検出期間においては、第1列目の小電極部A11、A21、
10
・、A81が、方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C11を構成する。同様に、第2列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C12を構成し、第3列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C13を構成し、第4列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C14を構成し、第5列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C15を構成する。これらタッチ検出電極C11~C15は、タッチ検出電極TDLを構成する。

【0156】

図34は、タッチ検出期間におけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。1列をなす小電極部A11、A21、A31、A41、A51、A61、A71は、
20
タッチ検出期間において、電気的に結合されて方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C11を構成する。同様に、1列をなす小電極部A12、A22、A32、A42、A52、A62、A72は、タッチ検出期間において、電気的に結合されて方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C12を構成する。タッチ検出電極C11、C12は、タッチ検出期間において、タッチ検出デバイスの主面に垂直な方向において離間し交差する駆動電極COML(図9、図11及び図16参照)との間に静電容量を生じさせる。

【0157】

先に説明したように、駆動電極COMLは、液晶表示デバイス20の駆動電極として機能するとともに、タッチ検出デバイス30Aの駆動電極としても機能する。図9を参照すると、
30
駆動電極COMLは、TFT基板21の表面に対する垂直方向において、画素電極22に対向している。タッチ検出デバイス30Aは、画素基板2に設けられた駆動電極COMLと、対向基板3に設けられたタッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)を含んで構成されている。図11を参照すると、タッチ検出電極TDLは、駆動電極COMLの電極パターンの延在方向と交差する方向に延びるストライプ状の電極パターン(タッチ検出電極C11~C15)を含んで構成されている。そして、タッチ検出電極TDLは、TFT基板21の表面に対する垂直な方向において、駆動電極COMLと対向している。タッチ検出電極TDLの各電極パターン(タッチ検出電極C11~C15)は、
40
タッチ検出部40Bのタッチ検出信号増幅部42の入力にそれぞれ結合されている。駆動電極COMLとタッチ検出電極TDLにより互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせている。

【0158】

この構成により、タッチ検出デバイス30Aでは、タッチ検出期間において、駆動電極ドライバ14が、
50
駆動電極ブロックを時分割的に線順次走査するように駆動する。これにより、スキャン方向Scanに駆動電極COMLの1検出ブロックが順次選択される。そして、タッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)からタッチ検出信号Rx(Vdet)が出力される。このようにタッチ検出デバイス30Aは、1検出ブロックのタッチ検出が行われるようになっている。つまり、駆動電極ブロックは、上述したタッチ検出の基本原理における駆動電極E1に対応し、タッチ検出電極TDL(タッチ検出電極C11~C15)は、タッチ検出電極E2に対応するものであり、タッチ検出デバイス3

0 A は、タッチ検出期間において、この基本原理に従ってタッチを検出するようになっている。図 1 1 に示すように、互いに交差した電極パターンは、静電容量式タッチセンサを行列状に構成している。よって、タッチ検出デバイス 3 0 A のタッチ検出面全体にわたって走査することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

【 0 1 5 9 】

なお、各小電極部と X 検出部 4 7 との間の接続、各小電極部と Y 検出部 4 8 との間の接続、或いは、各小電極部とタッチ検出信号増幅部 4 2 との間の接続の切り換えは、例えば各小電極部と X 検出部 4 7、Y 検出部 4 8、或いは、タッチ検出信号増幅部 4 2 と、の間の配線上にスイッチ素子を設け、これらのスイッチ素子を制御部 1 1 によって制御することによって行っても良いし、X 検出部 4 7 及び Y 検出部 4 8 の入出力段（入出力バッファ部）及びタッチ検出信号増幅部 4 2 の入力段（入力バッファ部）によって行っても良い。

【 0 1 6 0 】

（タッチ検出電極の配置）

なお、小電極部 A 1 1 ~ A 8 5 の内部構成は、先に説明した第 1 の実施形態（図 2 3 参照）、或いは第 1 の実施形態の変形例（図 2 4 参照）と同様である。

【 0 1 6 1 】

本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 B は、先に説明した第 1 の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 A と同様の効果を奏するほか、次の効果も奏する。本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 B は、表示期間において、第 2 群の電極での自己静電容量方式により、タッチの X 座標を検出し、第 1 群の電極での自己静電容量方式により、タッチの Y 座標を検出する。自己静電容量方式では、ペン先や指先などがタッチ面に接触せずにタッチ面の上空に位置するいわゆるホバー入力に有効である。一方、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、タッチ検出期間において、駆動電極 COM L とタッチ検出電極 T D L（第 1 群の電極及び第 2 群の電極を含む。）との間の相互静電容量方式により、タッチの X 座標及び Y 座標を検出する。相互静電容量方式では、自己静電容量方式と比較して、ペンでの入力や、同時に複数箇所のタッチを行ういわゆるマルチタッチ入力に有効である。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、いわゆるホバー入力に有効な自己静電容量方式（表示期間）と、ペンでの入力やいわゆるマルチタッチ入力に有効な相互静電容量方式（タッチ検出期間）と、を交互に繰り返すことにより、いわゆるホバー入力、ペンでの入力及びいわゆるマルチタッチ入力を効果的に検出することができる。これにより、タッチ検出機能付き表示装置 1 B は、タッチ入力の自由度を高めることができる。

【 0 1 6 2 】

< 4 . 第 3 の実施形態 >

[構成例]

（全体構成例）

図 3 5 は、本発明の第 3 の実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置の一構成例を表すブロック図である。タッチ検出機能付き表示装置 1 C は、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 A と、制御部 1 1 と、ゲートドライバ 1 2 と、ソースドライバ 1 3 と、駆動電極ドライバ 1 4 と、タッチ検出部 4 0 C とを備えている。タッチ検出部 4 0 C は、制御部 1 1 から供給される制御信号と、タッチ検出機能付き表示デバイス 1 0 A のタッチ検出デバイス 3 0 A から供給されたタッチ検出信号 V d e t とに基づいて、タッチ検出デバイス 3 0 A に対するタッチ（接触又は近接の状態）の有無を検出し、タッチがある場合においてタッチ検出領域におけるその座標などを求める回路である。このタッチ検出部 4 0 C は、第 1 タッチ検出信号増幅部 4 2 A、第 2 タッチ検出信号増幅部 4 2 B、第 1 A / D 変換部 4 3 A、第 2 A / D 変換部 4 3 B、信号処理部 4 4、座標抽出部 4 5 及び検出タイミング制御部 4 6 を備えている。

【 0 1 6 3 】

タッチ検出機能付き表示装置 1 C は、先に説明したように、タッチ検出期間及び表示期

間（図12参照）を有する。タッチ検出機能付き表示装置1Cは、タッチ検出期間において、高い精細度でタッチ検出を行う高精細タッチ検出モードと、低い精細度でタッチ検出を行う低精細タッチ検出モードと、を有する。タッチ検出機能付き表示装置1Cは、低精細タッチ検出モードでは、タッチ検出電極TDLを構成する複数の小電極部の一部である第1群の電極と、駆動電極COMLと、の間の相互静電容量方式を用いてタッチ検出を行う。タッチ検出機能付き表示装置1Cは、高精細タッチ検出モードでは、第1群の電極及びタッチ検出電極TDLの第1群の電極以外の第2群の電極と、駆動電極COMLと、の間の相互静電容量方式を用いてタッチ検出を行う。

【0164】

第1タッチ検出信号増幅部42Aは、タッチ検出デバイス30Aの第1群の電極から供給されるタッチ検出信号Rx(Vdet)を増幅する。第1タッチ検出信号増幅部42Aは、タッチ検出信号Rxに含まれる高い周波数成分(ノイズ成分)を除去し、タッチ成分を取り出してそれぞれ出力する低域通過アナログフィルタを備えていてもよい。第1A/D変換部43Aは、駆動信号Vcomに同期したタイミングで、第1タッチ検出信号増幅部42Aから出力されるアナログ信号をそれぞれサンプリングしてデジタル信号に変換する回路である。なお、第1群の電極が高精細タッチ検出モード及び低精細タッチ検出モードの両方のモードで用いられるので、第1タッチ検出信号増幅部42A及び第1A/D変換部43Aは、高精細タッチ検出モード及び低精細タッチ検出モードの両方のモードで動作する。

【0165】

第2タッチ検出信号増幅部42Bは、タッチ検出デバイス30Aの第2群の電極から供給されるタッチ検出信号Rx(Vdet)を増幅する。第2タッチ検出信号増幅部42Bは、タッチ検出信号Rxに含まれる高い周波数成分(ノイズ成分)を除去し、タッチ成分を取り出してそれぞれ出力する低域通過アナログフィルタを備えていてもよい。第2A/D変換部43Bは、駆動信号Vcomに同期したタイミングで、第2タッチ検出信号増幅部42Bから出力されるアナログ信号をそれぞれサンプリングしてデジタル信号に変換する回路である。なお、第2群の電極が高精細タッチ検出モードで用いられるので、第2タッチ検出信号増幅部42B及び第2A/D変換部43Bは、高精細タッチ検出モードで動作する。従って、第2タッチ検出信号増幅部42Bは、低精細タッチ検出モードでは、動作しない。

【0166】

(タッチ検出デバイス)

次に、タッチ検出デバイス30Aの構成例を詳細に説明する。図36は、高精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。タッチ検出デバイス30Aの対向基板3上には、画素配列方向(信号線SGLの延在方向)Dyに沿って延在する複数のタッチ検出電極C101~C111が形成されている。複数のタッチ検出電極C101~C111の各々は、方向Dyに配列された複数の小電極部で構成される。複数のタッチ検出電極C101、C103、・・・、C111が第1群の電極を構成し、複数のタッチ検出電極C102、C104、・・・、C110が第2群の電極を構成する。

【0167】

なお、ここでは、第1群の電極と第2群の電極とが、1本ずつ交互に配列されることとしたが、これに限定されず、2本以上ずつ交互に配列されることとしても良い。

【0168】

図37は、高精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。第1列目の小電極部A11、A21、A31、A41、A51は、高精細タッチ検出モードにおいて、電氣的に結合されて方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C101を構成する。タッチ検出電極C101は、第1タッチ検出信号増幅部42Aに結合され、タッチ検出信号Rx(Vdet)を第1タッチ検出信号増幅部42Aに出力する。同様に、第2列目の小電極部A12、A22、A32、A42、A52は、方向

10

20

30

40

50

Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C102を構成する。タッチ検出電極C102は、第2タッチ検出信号増幅部42Bに結合され、タッチ検出信号Rx(Vdet)を第2タッチ検出信号増幅部42Bに出力する。

【0169】

図38は、低精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの主面に垂直な方向から見た概要平面図である。低精細タッチ検出モードにおいては、第1列目の小電極部が、方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C101を構成する。同様に、第3列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C103を構成し、第5列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C105を構成し、第7列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C107を構成し、第9列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C109を構成し、第11列目の小電極部は方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C111を構成する。これらタッチ検出電極C101、C103、C105、C107、C109、C111は、第1群の電極を構成する。

10

【0170】

低精細タッチ検出モードでは、第2列目の小電極部A102~A801は、電氣的にフローティング状態となる。同様に、第4列目の小電極部A104~A804は電氣的にフローティング状態となり、第6列目の小電極部A106~A806は電氣的にフローティング状態となり、第8列目の小電極部A108~A808は電氣的にフローティング状態となり、第10列目の小電極部A110~A810は電氣的にフローティング状態となる。

20

【0171】

図39は、低精細タッチ検出モードにおけるタッチ検出デバイスの一部を示す概要平面図である。第1列目の小電極部A101、A201、A301、A401、A501は、低精細タッチ検出モードにおいて、電氣的に結合されて方向Dyに延在する仮想的な1本のタッチ検出電極C101を構成する。タッチ検出電極C101は、第1タッチ検出信号増幅部42Aに結合され、タッチ検出信号Rx(Vdet)を第1タッチ検出信号増幅部42Aに出力する。

【0172】

一方、第2列目の小電極部A102、A202、A302、A402、A502は、低精細タッチ検出モードにおいて、電氣的にフローティング状態となる。

30

【0173】

なお、第2列目の小電極部A102、A202、A302、A402、A502と、第2タッチ検出信号増幅部42Bと、の間の結合及び非結合の切り換えは、例えば第2列目の小電極部A102、A202、A302、A402、A502と第2タッチ検出信号増幅部42Bと、の間の配線上にスイッチ素子S11(図37及び図39参照)を設け、このスイッチ素子S11を制御部11によって制御することによって行っても良いし、第2タッチ検出信号増幅部42Bの入力段(入力バッファ部)によって行っても良い。

【0174】

先に説明したように、駆動電極COMLは、液晶表示デバイス20の駆動電極として機能するとともに、タッチ検出デバイス30Aの駆動電極としても機能する。高精細タッチ検出モードにおいて、タッチ検出電極TDLを構成するタッチ検出電極C101~C111は、TF基板21の表面に対する垂直な方向において、駆動電極COMLと対向する(図9参照)。タッチ検出電極TDLの内の第1群の電極(タッチ検出電極C101、C103、・・・、C111)は、第1タッチ検出信号増幅部42Aの入力にそれぞれ結合される。駆動電極COMLと第1群の電極(タッチ検出電極C101、C103、・・・、C111)により互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせる。同様に、タッチ検出電極TDLの内の第2群の電極(タッチ検出電極C102、C104、・・・、C110)は、第2タッチ検出信号増幅部42Bの入力にそれぞれ結合される。駆動電極COMLと第2群の電極(タッチ検出電極C102、C104、・・・、

40

50

C 1 1 0) により互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせる。

【 0 1 7 5 】

この構成により、タッチ検出デバイス 3 0 A では、高精細タッチ検出モードにおいて、駆動電極ドライバ 1 4 が、駆動電極ブロックを時分割的に線順次走査するように駆動する。これにより、スキャン方向 S c a n に駆動電極 C O M L の 1 検出ブロックが順次選択される (図 1 1 参照) 。そして、タッチ検出電極 T D L (タッチ検出電極 C 1 0 1 ~ C 1 1 1) からタッチ検出信号 R x (V d e t) が出力される。このようにタッチ検出デバイス 3 0 A は、1 検出ブロックのタッチ検出が行われるようになっている。つまり、駆動電極ブロックは、上述したタッチ検出の基本原理における駆動電極 E 1 に対応し、タッチ検出電極 T D L (タッチ検出電極 C 1 0 1 ~ C 1 1 1) は、タッチ検出電極 E 2 に対応するものであり、タッチ検出デバイス 3 0 A は、高精細タッチ検出モードにおいて、この基本原則に従ってタッチを検出するようになっている。図 1 1 に示すように、互いに交差した電極パターンは、静電容量式タッチセンサを行列状に構成している。よって、タッチ検出デバイス 3 0 A のタッチ検出面全体にわたって走査することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

10

【 0 1 7 6 】

また、低精細タッチ検出モードにおいて、タッチ検出電極 T D L を構成する第 1 群の電極 (タッチ検出電極 C 1 0 1 、 C 1 0 3 、 . . . 、 C 1 1 1) は、T F T 基板 2 1 の表面に対する垂直な方向において、駆動電極 C O M L と対向する (図 9 参照) 。タッチ検出電極 T D L を構成する第 1 群の電極 (タッチ検出電極 C 1 0 1 、 C 1 0 3 、 . . . 、 C 1 1 1) は、第 1 タッチ検出信号増幅部 4 2 A の入力にそれぞれ結合される。駆動電極 C O M L と第 1 群の電極 (タッチ検出電極 C 1 0 1 、 C 1 0 3 、 . . . 、 C 1 1 1) により互いに交差した電極パターンは、その交差部分に静電容量を生じさせる。

20

【 0 1 7 7 】

この構成により、タッチ検出デバイス 3 0 A では、低精細タッチ検出モードにおいて、駆動電極ドライバ 1 4 が、駆動電極ブロックを時分割的に線順次走査するように駆動する。これにより、スキャン方向 S c a n に駆動電極 C O M L の 1 検出ブロックが順次選択される (図 1 1 参照) 。そして、タッチ検出電極 T D L を構成する第 1 群の電極 (タッチ検出電極 C 1 0 1 、 C 1 0 3 、 . . . 、 C 1 1 1) からタッチ検出信号 R x (V d e t) が出力される。このようにタッチ検出デバイス 3 0 A は、1 検出ブロックのタッチ検出が行われるようになっている。つまり、駆動電極ブロックは、上述したタッチ検出の基本原則における駆動電極 E 1 に対応し、タッチ検出電極 T D L を構成する第 1 群の電極 (タッチ検出電極 C 1 0 1 、 C 1 0 3 、 . . . 、 C 1 1 1) は、タッチ検出電極 E 2 に対応するものであり、タッチ検出デバイス 3 0 A は、低精細タッチ検出モードにおいて、この基本原則に従ってタッチを検出するようになっている。図 1 1 に示すように、互いに交差した電極パターンは、静電容量式タッチセンサを行列状に構成している。よって、タッチ検出デバイス 3 0 A のタッチ検出面全体にわたって走査することにより、外部近接物体の接触または近接が生じた位置の検出も可能となっている。

30

【 0 1 7 8 】

なお、高精細タッチ検出モードと低精細タッチ検出モードとの切り換えは、ユーザからの指示入力を受けた電子機器のアプリケーションプロセッサ (ホスト C P U) が制御部 1 1 に切り換え制御信号を送り、制御部 1 1 がタッチ検出部 4 2 C を制御することで行うことが可能である。

40

【 0 1 7 9 】

(タッチ検出電極の配置)

なお、小電極部の内部構成は、先に説明した第 1 の実施形態 (図 2 3 参照) 、或いは第 1 の実施形態の変形例 (図 2 4 参照) と同様である。

【 0 1 8 0 】

ここで、高精細タッチ検出モードは、本開示における「第 1 のモード」の一具体例に対

50

応する。低精細タッチ検出モードは、本開示における「第2のモード」の一具体例に対応する。

【0181】

本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Cは、先に説明した基本例に係るタッチ検出機能付き表示装置1と同様の効果を奏するほか、次の効果も奏する。本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置1Cは、高精細タッチ検出モードにおいて、駆動電極COMLと第1群の電極及び第2群の電極との間の相互静電容量方式により、タッチを検出する。これにより、高精細なタッチ検出が可能となり、例えば、細いペン先によるタッチ検出に有効となる。一方、タッチ検出機能付き表示装置1Cは、低精細タッチ検出モードにおいて、駆動電極COMLと第1群の電極との間の相互静電容量方式により、タッチを検出する。このとき、第2群の電極は、電気的にフローティング状態となるので、駆動電極COMLと第1群の電極との間のフリンジ電界が第2群の電極が占める部分を通過して、タッチ面上空にまで達しやすい。これにより、ペン先や指先などがタッチ面に接触せずにタッチ面上空に位置するいわゆるホバー入力に有効となる。従って、タッチ検出機能付き表示装置1Cは、高精細なタッチ検出が可能な高精細タッチ検出モードと、いわゆるホバー入力に有効な低精細タッチ検出モードと、を切り換えることにより、タッチ入力の自由度を高めることができる。

10

【0182】

なお、第1～第3の実施形態は、複数の小電極部を2つの群に分け、各群を使い分ける点で共通する。従って、第1～第3の実施形態を組み合わせることができる。その際、複数の小電極部の一部である一方の群の電極は、第1の実施形態の第2群の電極、第2の実施形態の第1群又は第2群の電極、第3の実施形態の第1群の電極に対応させることができる。つまり、複数の小電極部の一部である一方の群の電極は、一貫してタッチ検出電極として用いることができる。一方、複数の小電極部の他の一部である他方の群の電極は、第1の実施形態の第1群の電極、第2の実施形態の第2群又は第1群の電極、第3の実施形態の第2群の電極に対応させることができる。つまり、複数の小電極部の他の一部である他方の群の電極は、タッチ検出電極、駆動電極又はフローティング電極として用いることができる。

20

【0183】

<5. 適用例(電子機器)>

30

次に、図40～図52を参照して、本実施形態及び変形例で説明したタッチ検出機能付き表示装置の適用例について説明する。図40～図52は、本実施形態に係るタッチ検出機能付き表示装置又は表示装置を適用する電子機器の一例を示す図である。本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置は、テレビジョン装置、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなどのあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。言い換えると、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置は、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【0184】

40

(適用例1)

図40に示す電子機器は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置が適用されるテレビジョン装置である。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル511及びフィルターガラス512を含む映像表示画面部510を有しており、この映像表示画面部510は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置である。

【0185】

(適用例2)

図41及び図42に示す電子機器は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置が適用されるデジタルカメラである。このデジタルカメラは、例え

50

ば、フラッシュ用の発光部 5 2 1、表示部 5 2 2、メニュースイッチ 5 2 3 及びシャッターボタン 5 2 4 を有しており、その表示部 5 2 2 は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置 1 及び表示装置である。図 4 1 に示すように、このデジタルカメラは、レンズカバー 5 2 5 を有しており、レンズカバー 5 2 5 をスライドさせることで撮影レンズが現れる。デジタルカメラは、その撮影レンズから入射する光を撮像することで、デジタル写真を撮影することができる。

【 0 1 8 6 】

(適用例 3)

図 4 3 に示す電子機器は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表すものである。このビデオカメラは、例えば、本体部 5 3 1、この本体部 5 3 1 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 5 3 2、撮影時のスタート/ストップスイッチ 5 3 3 及び表示部 5 3 4 を有している。そして、表示部 5 3 4 は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置である。

10

【 0 1 8 7 】

(適用例 4)

図 4 4 に示す電子機器は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 5 4 1、文字等の入力操作のためのキーボード 5 4 2 及び画像を表示する表示部 5 4 3 を有しており、表示部 5 4 3 は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置である。

20

【 0 1 8 8 】

(適用例 5)

図 4 5 ~ 図 5 1 に示す電子機器は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置が適用される携帯電話機である。この携帯電話機は、例えば、上側筐体 5 5 1 と下側筐体 5 5 2 とを連結部(ヒンジ部) 5 5 3 で連結したものであり、ディスプレイ 5 5 4、サブディスプレイ 5 5 5、ピクチャーライト 5 5 6 及びカメラ 5 5 7 を有している。そのディスプレイ 5 5 4 又はサブディスプレイ 5 5 5 は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置である。

30

【 0 1 8 9 】

(適用例 6)

図 5 2 に示す電子機器は、携帯型コンピュータ、多機能な携帯電話、音声通話可能な携帯コンピュータ又は通信可能な携帯コンピュータとして動作し、いわゆるスマートフォン、タブレットと呼ばれることもある、携帯情報端末である。この携帯情報端末は、例えば筐体 5 6 1 の表面に表示部 5 6 2 を有している。この表示部 5 6 2 は、本実施形態及び変形例に係るタッチ検出機能付き表示装置及び表示装置である。

【 0 1 9 0 】

また、本開示は、以下の構成をとることもできる。

(1) 基板と、

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の画素を含む表示領域と、

40

前記基板の主面と並行な面に配列された複数の小電極部と、

前記複数の小電極部との間に静電容量を形成する複数の駆動電極と、を含み、

前記複数の小電極部の一部である一方の群の電極は、タッチ検出電極として用いられ、

前記複数の小電極部の他の一部である他方の群の電極は、タッチ検出電極、第 2 の駆動電極又はフローティング電極として用いられる、タッチ検出機能付き表示装置。

【符号の説明】

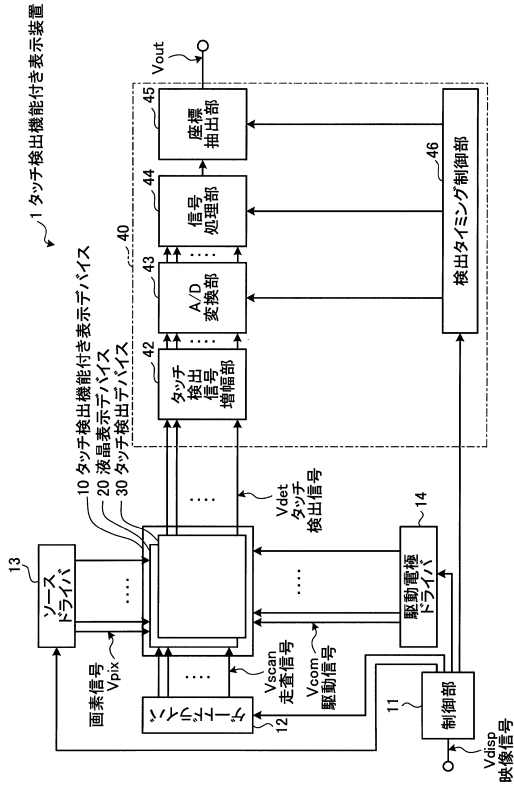
【 0 1 9 1 】

- 1 タッチ検出機能付き表示装置
- 1 A タッチ検出機能付き表示装置
- 1 B タッチ検出機能付き表示装置

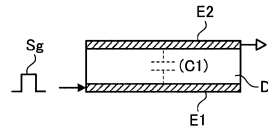
50

1 C	タッチ検出機能付き表示装置	
2	画素基板	
3	対向基板	
6	液晶層	
1 0	タッチ検出機能付き表示デバイス	
1 0 A	タッチ検出機能付き表示デバイス	
1 1	制御部	
1 2	ゲートドライバ	
1 3	ソースドライバ	
1 4	駆動電極ドライバ	10
1 4 A	第1駆動電極ドライバ	
1 4 B	第2駆動電極ドライバ	
2 0	液晶表示デバイス	
2 1	T F T基板	
2 2	画素電極	
2 4	絶縁層	
3 0	タッチ検出デバイス	
3 0 A	タッチ検出デバイス	
3 1	ガラス基板	
3 2	カラーフィルタ	20
3 2 R、3 2 G、3 2 B	色領域	
3 5	偏光板	
4 0	タッチ検出部	
4 0 A	タッチ検出部	
4 0 B	タッチ検出部	
4 0 C	タッチ検出部	
4 2 A	第1タッチ検出信号増幅部	
4 2 B	第2タッチ検出信号増幅部	
4 3 A	第1 A / D変換部	
4 3 B	第2 A / D変換部	30
4 7	X検出部	
4 8	Y検出部	
4 9	A / D変換部	
5 0	A / D変換部	
A d	表示領域	
C O M L	駆動電極	
G C L	走査線	
M L、M L d	導電性細線	
P i x	画素	
S G L	信号線	40
S P i x	副画素	
T D D	ダミー電極	
T D L	タッチ検出電極	
U a	細線片	
U b	細線片	
U c	細線片	
U d	細線片	
U e	導電性細線	
U f	細線片	

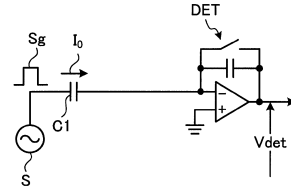
【図1】



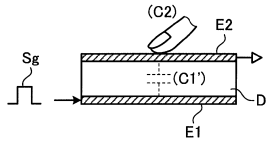
【図2】



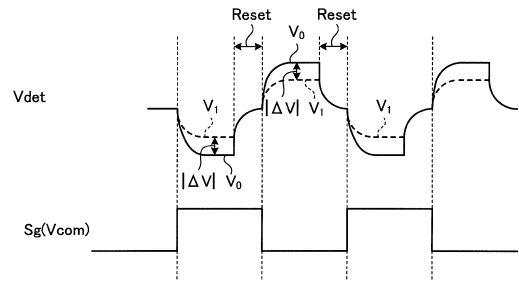
【図3】



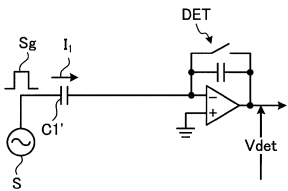
【図4】



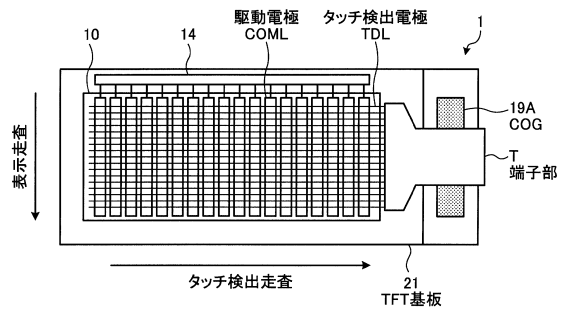
【図6】



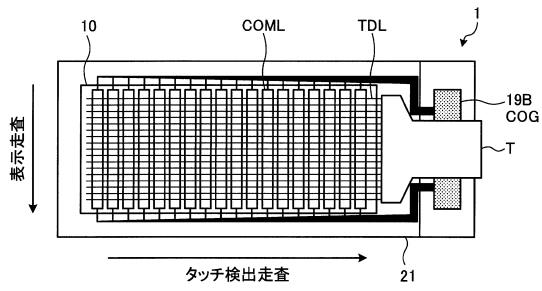
【図5】



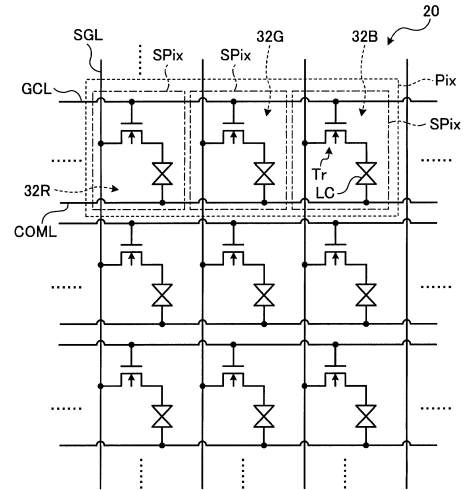
【図7】



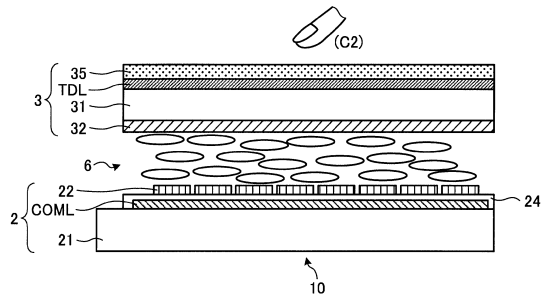
【図8】



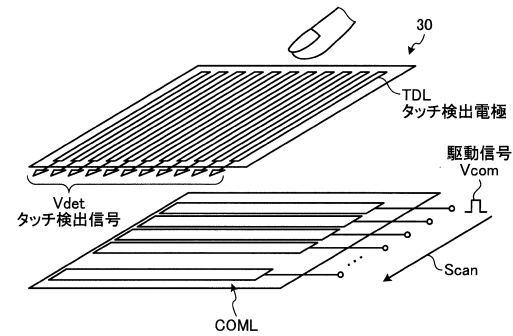
【図10】



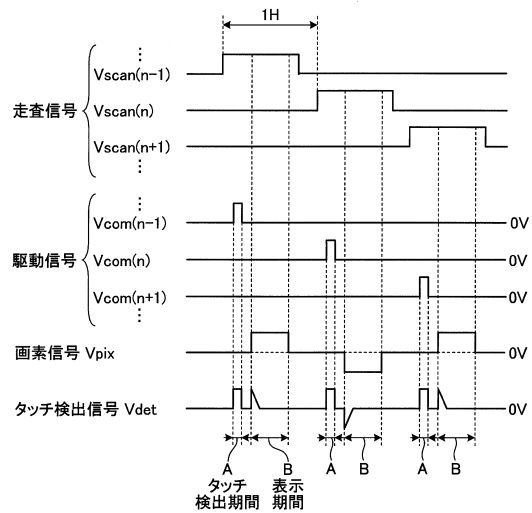
【図9】



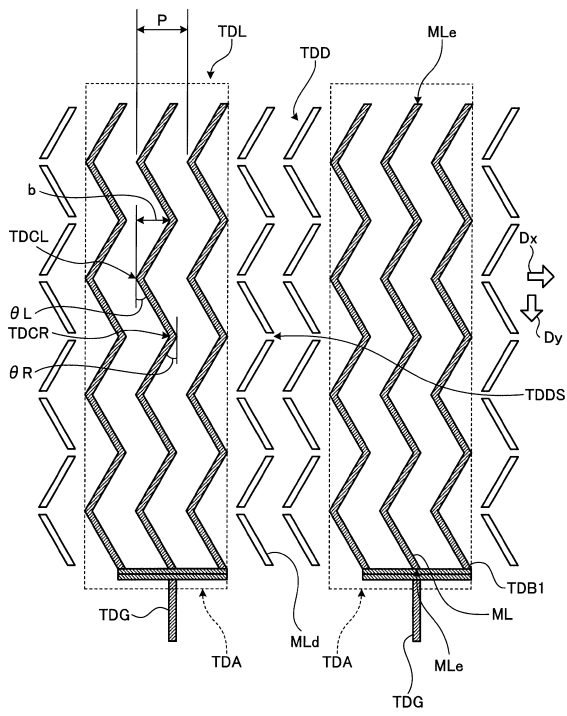
【図11】



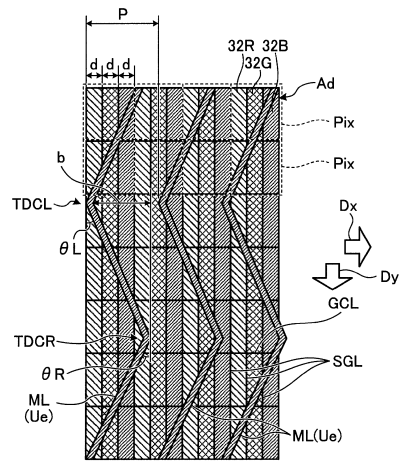
【図12】



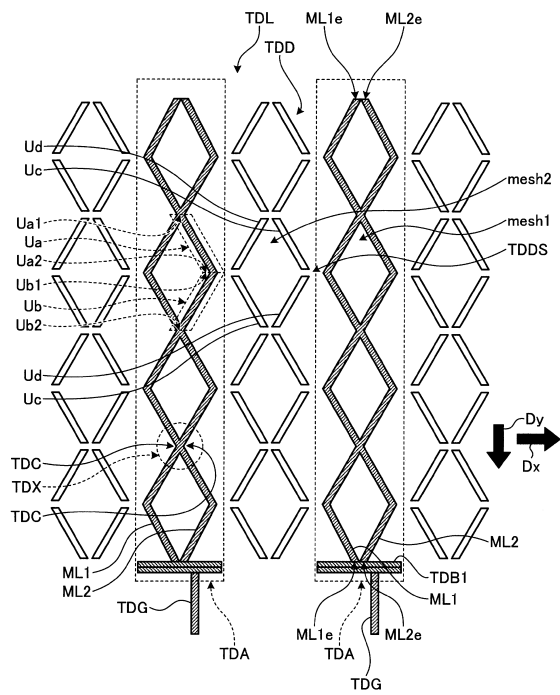
【図 13】



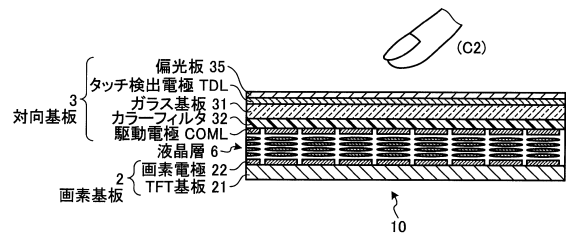
【図 14】



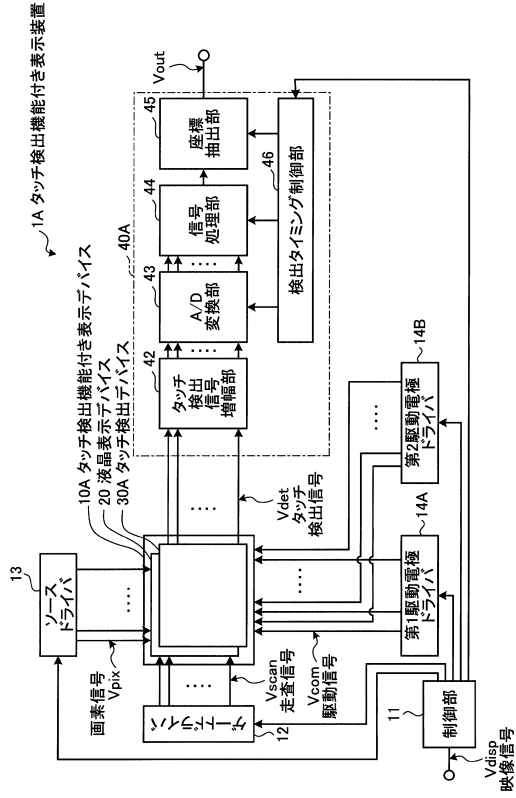
【図 15】



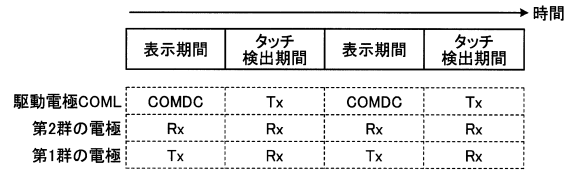
【図 16】



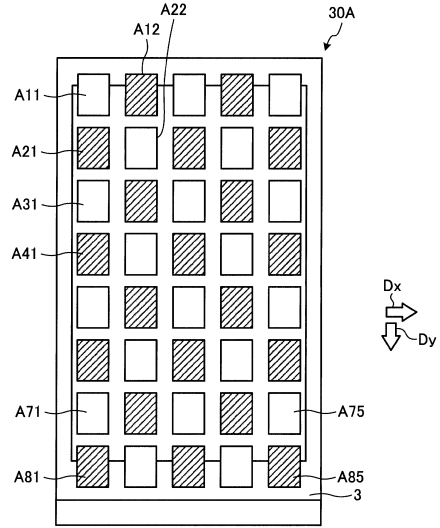
【図17】



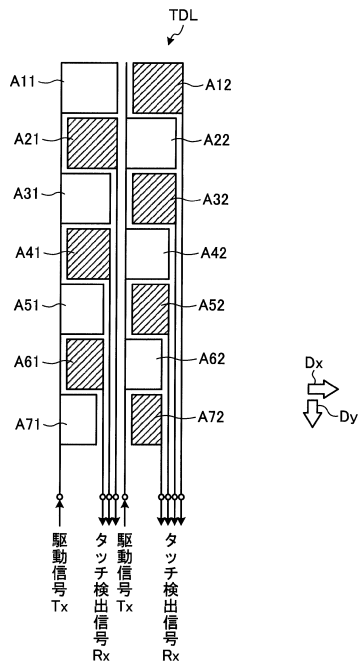
【図18】



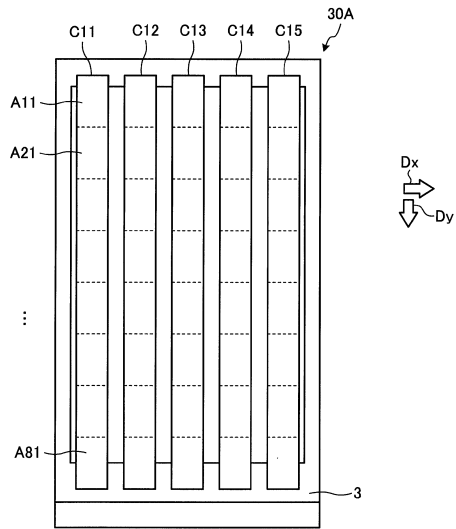
【図19】



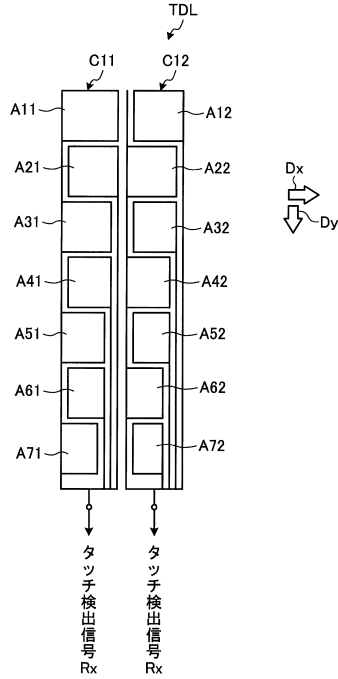
【図20】



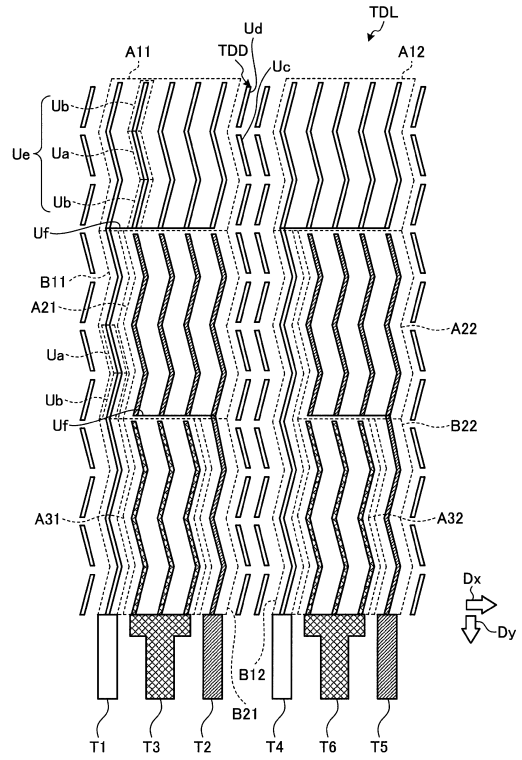
【図21】



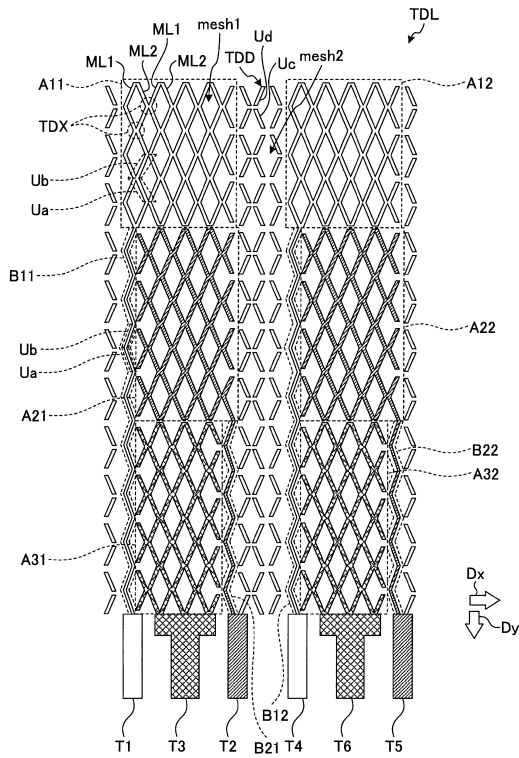
【図22】



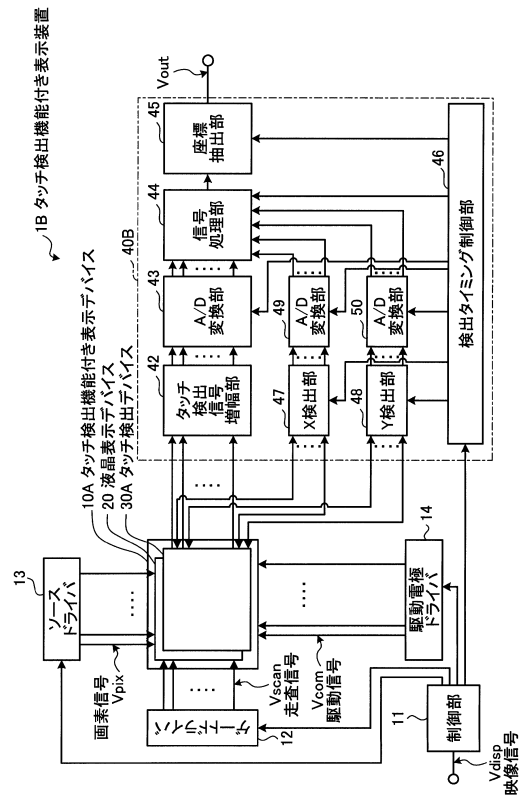
【図23】



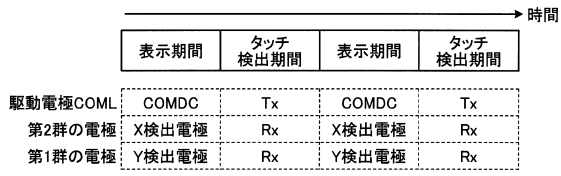
【図24】



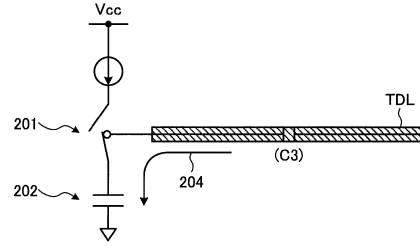
【図25】



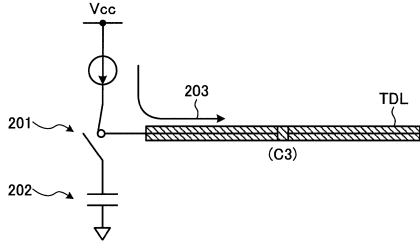
【図 26】



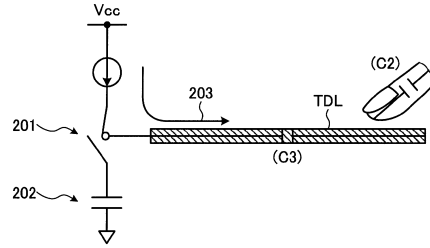
【図 28】



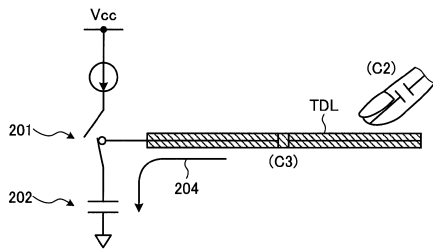
【図 27】



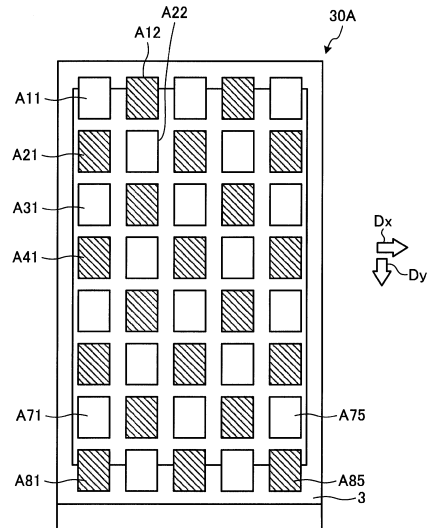
【図 29】



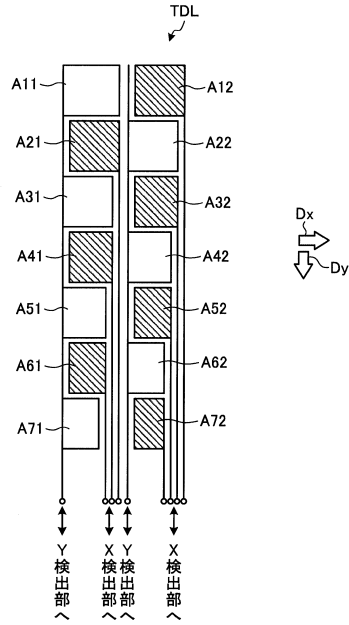
【図 30】



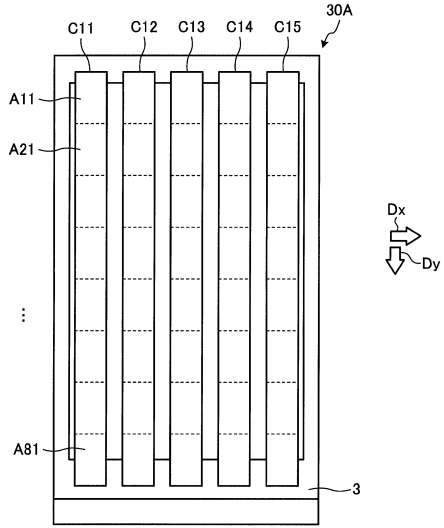
【図 31】



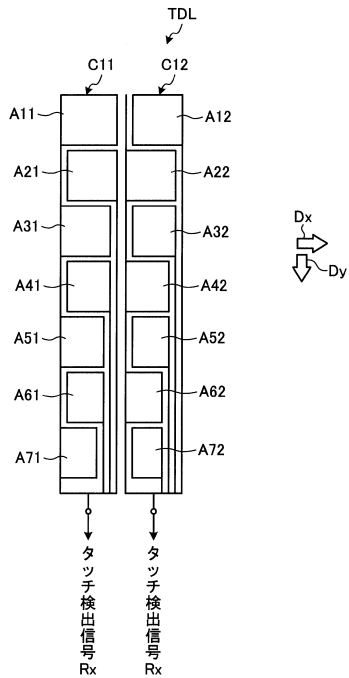
【図32】



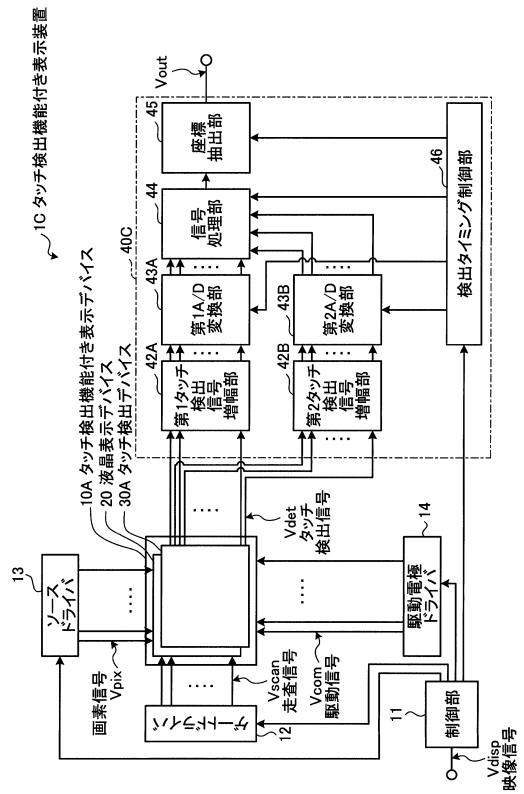
【図33】



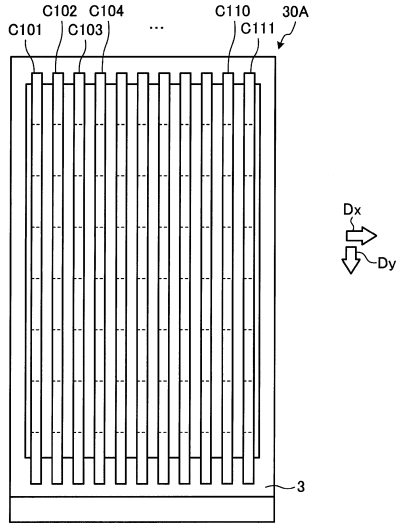
【図34】



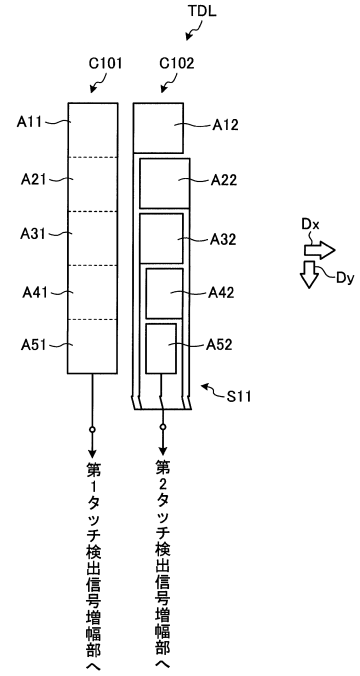
【図35】



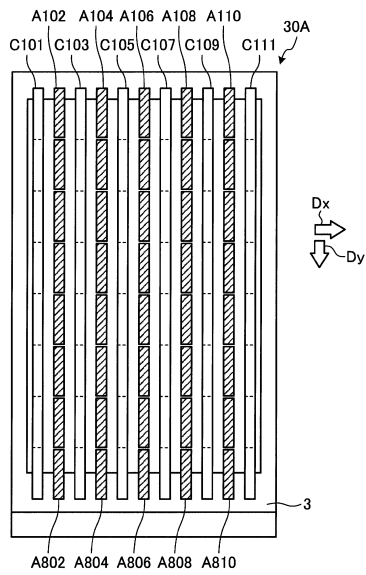
【図36】



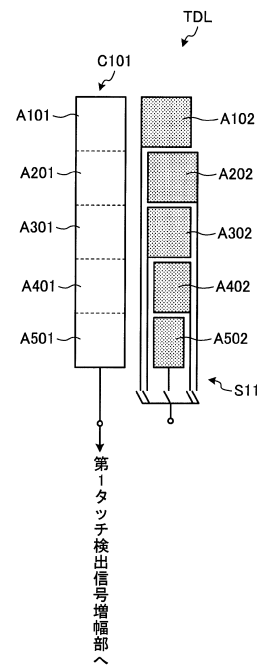
【図37】



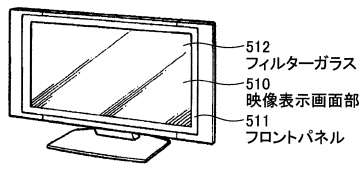
【図38】



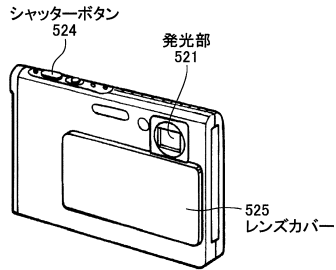
【図39】



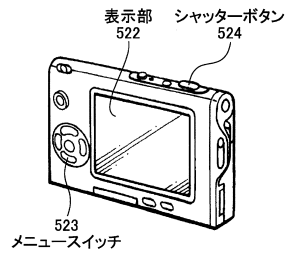
【図40】



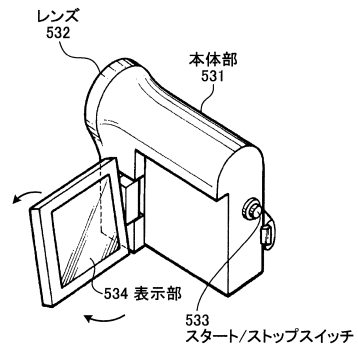
【図41】



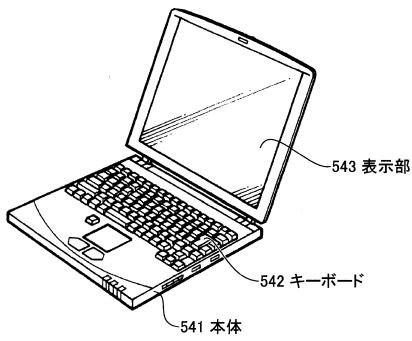
【図42】



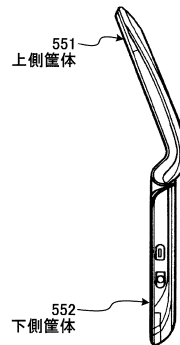
【図43】



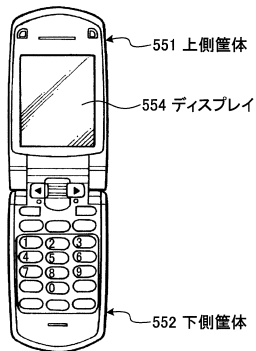
【図44】



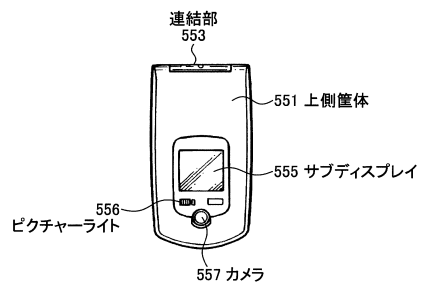
【図46】



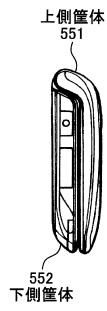
【図45】



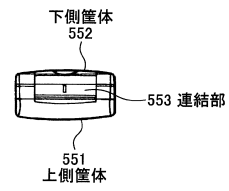
【図47】



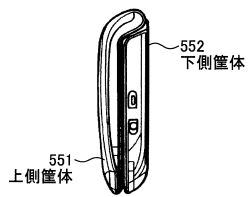
【図 48】



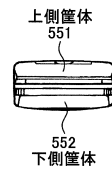
【図 50】



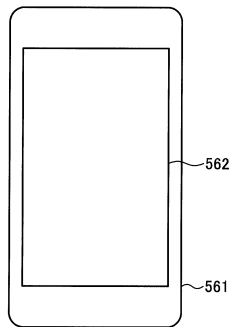
【図 49】



【図 51】



【図 52】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-244958(JP,A)
特開2010-191504(JP,A)
特開2012-103797(JP,A)
特開平06-314165(JP,A)
特開2012-048295(JP,A)
特開平10-111757(JP,A)
国際公開第2013/069290(WO,A1)
米国特許出願公開第2012/0327020(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/041
G06F 3/044