

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5252454号  
(P5252454)

(45) 発行日 平成25年7月31日 (2013. 7. 31)

(24) 登録日 平成25年4月26日 (2013. 4. 26)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3/044 (2006. 01)

G 0 6 F 3/044 E

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

G 0 6 F 3/041 3 2 O D

G 0 2 F 1/1333 (2006. 01)

G 0 6 F 3/041 3 3 O D

G 0 2 F 1/1333

請求項の数 20 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2009-155188 (P2009-155188)  
 (22) 出願日 平成21年6月30日 (2009. 6. 30)  
 (65) 公開番号 特開2011-13757 (P2011-13757A)  
 (43) 公開日 平成23年1月20日 (2011. 1. 20)  
 審査請求日 平成24年3月29日 (2012. 3. 29)

(73) 特許権者 598172398  
 株式会社ジャパンディスプレイウエスト  
 愛知県知多郡東浦町大字緒川字上舟木50  
 番地  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (74) 代理人 100118762  
 弁理士 高村 順  
 (74) 代理人 100092152  
 弁理士 服部 毅麿  
 (72) 発明者 石崎 剛司  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接触検出装置、および、タッチセンサ機能を有する表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検出面と、

配線容量が異なる複数種類の配線から形成された複数のセンサ線と、

被検出物の前記検出面に対する接触または近接に応答して前記複数のセンサ線に発生した電気的变化を検出する接触検出部と、  
 を有し、

前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類のセンサ線からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記電気的变化を示す検出信号を発生する演算回路を含む

接触検出装置。

【請求項 2】

前記複数のセンサ線は、種類ごとに長さが異なり互いに平行配置された複数M種類の配線から形成され、かつ、互いに近接するM本のセンサ線は種類が異なるように配置され、

前記接触検出部は、前記互いに近接し種類が異なるM本のセンサ線ごとに前記演算回路を有する

請求項 1 に記載の接触検出装置。

【請求項 3】

前記M本のセンサ線は、厚さと幅が同じで長さが複数種類の同一材料の配線から形成され、

前記 M 本のセンサ線の各々は、最も短い基本センサ線の長さを  $L$  としたときに  $L$  の  $K$  倍（ただし、 $K = 1 \sim N$ ）の長さを有し、

前記演算回路は、前記 M 本のセンサ線から最も長いセンサ線を含む 2 本のセンサ線を選択し、当該 2 本のセンサ線からの 2 つの出力に対して、前記選択した 2 本のセンサ線の長さの比に応じたタイミングで 2 つの出力をサンプリングし、サンプリング値の差分演算を行うことによって前記検出信号を求める

請求項 2 に記載の接触検出装置。

【請求項 4】

前記 M と前記 N が 3 である

請求項 3 に記載の接触検出装置。

10

【請求項 5】

前記 M 本のセンサ線は、厚さと幅が同じで長さが複数種類の同一材料の配線から形成され、

前記 M 本のセンサ線の各々は、最も短い基本センサ線の長さを  $L$  としたときに  $L$  の  $K$  倍（ただし、 $K = 1 \sim N$ ）の長さを有し、

前記演算回路は、前記 M 本のセンサ線から 2 本のセンサ線を選択し、長さの比が  $k$ （2 以上の自然数）の 2 本の選択したセンサ線の出力を差分演算し、求めた差分を  $(k - 1)$  で除して前記検出信号を求める

請求項 2 に記載の接触検出装置。

【請求項 6】

20

一の前記演算回路と他の一の前記演算回路が同一のセンサ線に接続され、当該 2 つの演算回路で共通のセンサ線を中心に、他の種類のセンサ線が線対称に配置されている

請求項 2 ～ 5 に記載の接触検出装置。

【請求項 7】

前記種類が異なる M 本のセンサ線が周期的に繰り返し配置されている

請求項 2 ～ 5 に記載の接触検出装置。

【請求項 8】

複数のセンサ線は、種類ごとに長さが異なり互いに平行配置された複数 M 種類の配線から形成され、

前記複数のセンサ線とそれぞれが容量結合し、前記複数のセンサ線と異なる方向に長く平行配置された複数の駆動電極と、

前記複数の駆動電極を一方端の駆動電極から他方端の駆動電極に向かって順次電圧駆動（走査）する走査駆動部と、

をさらに有する請求項 1 に記載の接触検出装置。

30

【請求項 9】

前記接触検出部は、前記演算回路で発生した前記検出信号と、前記走査駆動部の走査と同期した時間情報とから、前記被検出物の位置を求める

請求項 7 に記載の接触検出装置。

【請求項 10】

前記互いに近接し種類が異なる M 本のセンサ線ごとに前記演算回路の各々が、全ての演算回路で同時にセンサ線電位をリセットするリセットスイッチを有する

請求項 2 ～ 5 に記載の接触検出装置。

40

【請求項 11】

前記 M 本のセンサ線のうち、最も長さが短い種類のセンサ線をシールドする導電層を有する

請求項 2 ～ 5 に記載の接触検出装置。

【請求項 12】

表示面と、

複数の映像信号線と、

前記複数の映像信号線への印加電圧に応じて前記表示面の表示を変化させる表示機能層

50

と、

配線容量が異なる複数種類の配線から形成された複数のセンサ線と、

被検出物の前記表示面に対する接触または近接に応答して前記複数のセンサ線に発生した電気的变化を検出する接触検出部と、

を有し、

前記複数のセンサ線は配線容量が異なる複数種類の配線から形成され、

前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類のセンサ線からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記電気的变化を示す検出信号を発生する演算回路を含む、

タッチセンサ機能を有する表示装置。

10

【請求項 1 3】

前記複数のセンサ線は、種類ごとに長さが異なり互いに平行配置されたに複数 M 種類の配線から形成され、かつ、互いに近接する M 本のセンサ線は種類が異なるように配置され、

前記接触検出部は、前記互いに近接し種類が異なる M 本のセンサ線ごとに前記演算回路を有する

請求項 1 2 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 1 4】

前記 M 本のセンサ線は、厚さと幅が同じで長さが複数種類の同一材料の配線から形成され、

20

前記 M 本のセンサ線の各々は、最も短い基本センサ線の長さを L としたときに L の K 倍 (ただし、 $K = 1 \sim N$ ) の長さを有し、

前記演算回路は、前記 M 本のセンサ線から最も長いセンサ線を含む 2 本のセンサ線を選択し、当該 2 本のセンサ線からの 2 つの出力に対して、前記選択した 2 本のセンサ線の長さの比に応じたタイミングで 2 つの出力をサンプリングし、サンプリング値の差分演算を行うことによって前記検出信号を求める

請求項 1 3 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 1 5】

前記 M 本のセンサ線のうち最大長のセンサ線は、前記表示面の有効表示領域の互いに対向する 2 辺と交差しており、

30

前記 M 本のセンサ線のうち最小長のセンサ線は、前記有効表示領域の外に配置されている

請求項 1 3 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 1 6】

複数の走査線および複数の映像信号線により相互接続され、対応する一の前記映像信号線の電圧を、対応する一の前記走査線の印加電圧に応じて書き込むスイッチを各々が含む複数の画素と、

前記画素ごとに設けられ、面状に行列配置された複数の画素電極と、

前記画素電極と対向する面状に配置され、前記画素電極の一方の配置方向である走査方向で前記画素電極の配列が有するピッチ長の 1 倍以上のピッチ長を有し、前記走査方向に等間隔で配置された複数 m 個の駆動電極と、

40

前記 m 個の駆動電極の各々との間に静電容量が形成される複数の検出電極と、

互いに対向する前記画素電極と前記駆動電極との間に印加される信号電圧に応じて画像の表示機能を発揮する表示機能層と、

前記走査方向と直交する他方向に並ぶ所定数の前記画素電極に対して、所定数の前記スイッチをオンして所定数の前記映像信号線の電圧を書き込む動作と、書き込み対象となる前記所定数の画素電極を前記走査方向に順に切り替えるシフト動作とを繰り返す書き込み駆動走査部と、

前記書き込み対象である前記所定数の画素電極と対向する駆動電極を含むことを条件に前記 m 個の駆動電極から限定される  $s$  ( $1 \leq s < m$ ) 個の駆動電極に電圧を交流駆動し、

50

当該交流駆動の対象である前記  $s$  個の駆動電極を前記走査方向で前記条件を満たすようにシフトする交流駆動走査部と、

外部容量の影響で生じる前記静電容量の印加電圧の変化を前記検出電極の側で検出する接触検出部と、  
を有し、

前記複数の検出電極が、配線容量が異なる複数種類の配線から形成され、

前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類の前記検出電極からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記静電容量の印加電圧の変化を示す検出信号を発生する演算回路を含む

タッチセンサ機能を有する表示装置。

10

【請求項 17】

前記書き込み駆動走査部は、前記  $m$  個の駆動電極から、連続する 2 つ以上の前記  $s$  個の駆動電極を選択して当該選択した  $s$  個の駆動電極を交流駆動し、

前記複数の映像信号線は、前記駆動電極の交流駆動電圧に対応して映像信号の基準電位が 2 つのレベルで繰り返し変化した信号が印加され、

前記複数の映像信号線と前記複数の検出電極のそれぞれが、同一方向に長い平行ストライプ状に配置されている

請求項 16 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 18】

前記複数の検出電極は、種類ごとに長さが異なり互いに平行配置されたに複数  $M$  種類の配線から形成され、かつ、互いに近接する  $M$  個の検出電極は種類が異なるように配置され、

20

前記接触検出部は、前記互いに近接し種類が異なる  $M$  本の検出電極ごとに前記演算回路を有する

請求項 16 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 19】

前記  $M$  個の検出電極は、厚さと幅が同じで長さが複数種類の同一材料の配線から形成され、

前記  $M$  個の検出電極の各々は、最も短い基本検出電極の長さを  $L$  としたときに  $L$  の  $K$  倍（ただし、 $K = 1 \sim N$ ）の長さを有し、

30

前記演算回路は、前記  $M$  個の検出電極から最も長い検出電極を含む 2 本の検出電極センサ線を選択し、当該 2 本の検出電極からの 2 つの出力に対して、前記選択した 2 本の検出電極の長さの比に応じたタイミングで 2 つの出力をサンプリングし、サンプリング値の差分演算を行うことによって前記検出信号を求める

請求項 18 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【請求項 20】

前記複数の駆動電極は、前記走査線および前記映像信号線より前記表示面の側に配置されている

請求項 16 ~ 19 に記載のタッチセンサ機能を有する表示装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、ユーザが指やペン等を検出面に接触または近接させることを検出する接触検出装置に関する。また、本発明は、上記接触検出装置（タッチセンサ）の機能を有する表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、接触検出装置は、検出面に対しユーザの指やペン等が接触し、あるいは、近接したことを検出する装置である。

【0003】

50

タッチパネルと呼ばれる接触検出装置を表示パネルに重ねて形成し、表示面に画像として各種のボタンを表示させることにより、通常のボタンの代わりとして情報入力を可能とする表示装置が知られている。この表示装置を小型のモバイル機器に適用すると、ディスプレイとボタンの配置の共用化が可能で画面の大型化、あるいは、操作部の省スペース化や部品点数の削減という大きなメリットをもたらす。このように“タッチパネル”というとき、一般には、表示装置と組み合わされるパネル状の接触検出装置を指す。

【0004】

タッチパネルの接触検出方式は、光学式、抵抗膜式、静電容量式の3つが知られている。一方、接触や近接に応じて生じる電気的变化を位置情報に対応させるためには、位置特定が可能に組み合わされてマトリクス配置された多数の配線が必要となる。

10

【0005】

タッチパネルの装着によって表示装置（例えば液晶モジュール）全体の厚さが厚くなる。特にモバイル機器用途においては、タッチパネルの傷防止のための保護層が必要となることから、液晶モジュールが益々厚くなる傾向があり、薄型化のトレンドに反する。

【0006】

そこで、例えば特許文献1には、液晶表示素子の観察側基板とその外面に配置された観察用偏光板との間にタッチパネル用導電膜を設けている。特許文献1には、このタッチパネル用導電膜と偏光板の外面との間に、偏光板の外面をタッチ面とした静電容量型タッチパネルを形成したタッチパネル付き液晶表示素子が提案され、薄型化が図られている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008-9750号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述したタッチパネル（接触検出装置）やタッチセンサ機能を有する表示装置は、以下の不利益を有する。

【0009】

接触検出装置は、光学式、抵抗膜式、静電容量式の方式を問わず、検出面に対する被検出物（ユーザの指やスタイラスペン等）の接触または検出に応答して電気的变化がセンサ線に出現する。そのセンサ線の電気的变化を検出面より外側にまで延びるセンサ線端部で検出する。ところが、接触検出装置は一般に、センサ線の他に多数の配線が必要なることから、これらの配線の電位変動がセンサ線に対しノイズとなって重畳すると、検出信号のS/N比が低下する。光学式は画素回路が増幅機能をもつ場合が多く、抵抗膜式の電気的变化は比較的大きい場合が多い。これに対し、静電容量式の接触検出装置においてセンサ線に出現する電気的变化は、その振幅が比較的小さく、検出信号のS/N比低下の防止は特に静電容量式の接触検出装置において重要性が高い。

30

【0010】

一方、タッチセンサ機能を有する表示装置は、タッチパネルを単に表示パネルに外付けしたものから、さらなる薄型化やコスト低減を目指して、タッチセンサ駆動のための電極等を表示パネル内部に形成するものに進展している。そのため、センサ線に対してノイズ源となる電圧変化が大きい配線が、センサ線に対してパネルの厚み方向に近接して配置される表示装置が増えている。したがって、検出信号のS/N比低下の防止は、タッチセンサ機能を有する表示装置において、より一層重要性を増している。このことは光学式、抵抗膜式、静電容量式の方式を問わないが、上述した理由から、特に静電容量式においてセンサ線のノイズ低減が強く求められている。

40

【0011】

本発明は、接触検出装置、および、タッチセンサ機能を有する表示装置において、センサ線の電気的变化を検出して得られる検出信号からノイズ成分を除去可能とするための発

50

明である。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に関わる接触検出装置は、検出面と、配線容量が異なる複数種類の配線から形成された複数のセンサ線と、接触検出部と、を有する。

前記接触検出部は、被検出物の前記検出面に対する接触または近接に応答して前記複数のセンサ線に発生した電気的变化を検出する。また、前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類のセンサ線からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記電気的变化を示す検出信号を発生する演算回路を含む。

【0013】

本発明では好適に、前記複数のセンサ線は、種類ごとに長さが異なり互いに平行配置された複数M種類の配線から形成され、かつ、互いに近接するM本のセンサ線は種類が異なるように配置されている。この好適な例において、前記接触検出部は、前記互いに近接し種類が異なるM本のセンサ線ごとに前記演算回路を有する。演算回路はセレクト機構を持たせてセンサ線間で共用することもできる。

【0014】

本発明では、前記M本のセンサ線は、厚さと幅が同じで長さが複数種類の同一材料の配線から形成されている。この場合、さらに好適に、前記M本のセンサ線の各々は、最も短い基本センサ線の長さをLとしたときにLのK倍（ただし、 $K = 1 \sim N$ ）の長さを有する。そして、前記演算回路は、前記M本のセンサ線から2本のセンサ線を選択し、長さの比がk（2以上の自然数）の2本を選択したセンサ線の出力を差分演算し、求めた差分を（ $k - 1$ ）で除して前記検出信号を求める。

【0015】

上記構成を有する本発明の接触検出装置によれば、検出面に対し被検出物（ユーザの指やスタイラスペン等）が接触または近接すると、その接触または近接に応答して、複数のセンサ線に電気的变化が発生する。通常、検出面は被検出物より大きいため、複数のセンサ線の幾つかに上記電気的变化が出現する。電気的变化が出現するセンサ線は配線容量が異なる複数種類の配線から形成されている。よって、電気的变化が発生した各センサ線において、当該電気的变化は、異なる配線容量をもつ幾つかのセンサ線を伝わり接触検出部に入力される。

接触検出部は演算回路を含む。演算回路は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類のセンサ線からの複数の入力を受けて演算処理を行う。この演算処理では配線容量比を用い、これにより、検出面への接触または近接に応答して発生する上記電気的变化を示す検出信号が演算回路で発生する。演算回路から出力される検出信号は、被検出物の有無や検出面内における位置検出に供せられる。

【0016】

本発明に関わるタッチセンサ機能を有する表示装置は、表示面と、複数の映像信号線と、表示機能層と、複数のセンサ線と、接触検出部と、を有する。

前記表示機能層は、前記複数の映像信号線への印加電圧に応じて前記表示面の表示を変化させる。

前記被検出物の前記検出面に対する接触または近接に応答して前記複数のセンサ線に発生した電気的变化を検出する。また、前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類のセンサ線からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記電気的变化を示す検出信号を発生する演算回路を含む。

【0017】

本発明に関わる他のタッチセンサ機能を有する表示装置は、複数の画素と、複数の画素電極と、複数m個の対向電極と、複数の検出電極と、表示機能層と、書き込み駆動走査部と、交流駆動走査部と、接触検出部と、を有する。

【0018】

前記複数の画素の各々は、複数の走査線および複数の映像信号線により相互接続され、

10

20

30

40

50

対応する一の前記映像信号線の電圧を、対応する一の前記走査線の印加電圧に応じて書き込むスイッチを含む。

前記複数の画素電極は、前記画素ごとに設けられ、面状に行列配置されている。

前記複数 $m$ 個の対向電極は、前記画素電極と対向する面状に配置され、前記画素電極の一方の配置方向である走査方向で前記画素電極の配列が有するピッチ長の1倍以上のピッチ長を有する。そして、この複数 $m$ 個の対向電極が、前記走査方向に等間隔で配置されている。

【0019】

前記複数の検出電極は、それぞれ、前記 $m$ 個の対向電極の各々との間に静電容量が形成される。また、前記複数の検出電極が、配線容量が異なる複数種類の配線から形成されている。

10

【0020】

前記表示機能層は、互いに対向する前記画素電極と前記対向電極との間に印加される信号電圧に応じて画像の表示機能を発揮する。

前記書き込み駆動走査部は、前記走査方向と直交する他方向に並ぶ所定数の前記画素電極に対して、所定数の前記スイッチをオンして所定数の前記映像信号線の電圧を書き込む動作を行う。そして、この書き込み駆動走査部は、前記書き込み動作と、書き込み対象となる前記所定数の画素電極を前記走査方向に順に切り替えるシフト動作とを繰り返す。

【0021】

前記交流駆動走査部は、前記書き込み対象である前記所定数の画素電極と対向する対向電極を含むことを条件に前記 $m$ 個の対向電極から限定される $s$  ( $1 \leq s < n$ ) 個の対向電極に電圧を交流駆動する。また、前記交流駆動走査部は、当該交流駆動の対象である前記 $s$  個の対向電極を前記走査方向で前記条件を満たすようにシフトする。

20

【0022】

前記接触検出部は、外部容量の影響で生じる前記静電容量の印加電圧の変化を前記検出電極の側で検出する。また、前記接触検出部は、配線容量が異なり互いに近接する複数種類の前記検出電極からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行うことによって、前記静電容量の印加電圧の変化を示す検出信号を発生する演算回路を含む。

【0023】

上記構成を有する本発明の2つの表示装置は、その複数のセンサ線（または検出電極）と接触検出部は、前述した本発明の接触検出装置と同様な働きをする（ただし、被検出物が接触または近接する面を、当該表示装置では表示面と呼ぶ場合もある）。

30

【0024】

前記表示機能層は、複数のセンサ線（または複数の検出電極）と、例えば表示装置の厚さ方向において近接配置されることがある。その場合、表示機能層を駆動する電圧を与える複数の映像信号線も複数のセンサ線と近接配置される。さらに、特に映像信号線が複数のセンサ線（または複数の検出電極）と同じ方向に長く配置されることがある。かかる場合に、複数のセンサ線（または複数の検出電極）の各々は、近接配置される幾つかの映像信号線の電位変化の影響を受けて電位変動する。

【0025】

40

本発明に関わる表示装置において、演算回路が、配線容量が異なり互いに近接する複数種類の前記センサ線（または検出電極）からの複数の出力に対し配線容量比を用いた演算処理を行う。そのため、これにより演算回路から出力される検出信号から、上述した他の配線（例えば映像信号線）からの影響を受けて発生する電位変動成分が有効に除去される。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、センサ線の電気的变化を検出して得られる検出信号からノイズ成分を除去可能な接触検出装置を提供することができる。また、センサ線（または検出電極）の静電容量の印加電圧を変動させるノイズ成分が検出信号から除去可能な表示装置を提供す

50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】第 1 ～ 第 3 の実施の形態に関わるタッチセンサ部の動作を説明するための等価回路図と概略断面図

【図 2】図 1 に示すタッチセンサ部に指が接触または接近した場合の、同等価回路図と同概略断面図

【図 3】実施形態に関わるタッチセンサ部の入出力波形を示す図

【図 4】第 1, 第 2 の実施の形態に関わる接触検出装置の構成を示す平面図と概略断面図

【図 5】第 1 ～ 第 3 の実施の形態に関わる、タッチセンサ検出を説明するための平面図と等価回路図と式を示す図

10

【図 6】第 1 の実施の形態に関わる、ロングセンサ出力とショートセンサ出力の波形と成分模式図と演算例を示す図

【図 7】第 1 の実施の形態に関わる接触検出装置でボータ位置を示す図と演算過程や演算結果を示す図表

【図 8】交流信号源と演算回路の回路例をボータスキャン位置とともに示す図

【図 9】第 2 の実施の形態においてセンサ線出力の成分模式図

【図 10】第 2 の実施の形態に関わる接触検出装置でボータ位置を示す図と演算過程や演算結果を示す図表

【図 11】第 3 の実施の形態に関わる表示装置のタッチ検出のための電極パターンと、その駆動回路との接続を示す平面図と概略断面図

20

【図 12】第 3 の実施の形態に関わる表示装置の画素回路の等価回路図

【図 13】第 3 の実施の形態に関わる表示装置が行うボータスキャンの説明図

【図 14】第 3 の実施の形態に関わる表示装置で画素電極形成後の液晶表示部の拡大平面図

【図 15】第 5 変形例の構成例を示す概略断面構造図

【図 16】第 6 変形例の構成例を示す概略断面構造図

【図 17】第 7 変形例の構成例を示す概略断面構造図

【図 18】第 8 変形例のセンサ線配置を示す平面図

【図 19】第 9 変形例のセンサ線配置を示す平面図

30

【図 20】第 10 変形例のセンサ線配置を示す平面図

【図 21】第 10 変形例の他のセンサ線配置を示す平面図

【図 22】第 11 変形例のセンサ線配置を示す平面図

【図 23】ノイズ源を説明するための波形図

【図 24】ノイズ抑圧効果を説明するための波形図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の実施形態を、静電容量式の接触検出装置、および、当該接触検出の機能を有する液晶表示装置を主な例として図面を参照して説明する。なお、抵抗膜式や光学式にも本発明は適用可能である。また、ここでは液晶表示装置を例とするが、有機 EL 表示装置などの他の表示装置に対しても本発明は適用可能である。

40

以下、次の順で説明を行う。

1. 第 1 の実施の形態：2 本のセンサ線の出力を用いて演算処理を行う接触検出装置。
2. 第 1 変形例：センサ線の幅のみが異なる場合。
3. 第 2 変形例：センサ線の長さや幅が異なる場合（配線容量比  $K_c = 2$ ）。
4. 第 3 変形例：センサ線の長さや幅が異なる場合（配線容量比  $K_c$  が 2 以外）。
5. 第 2 の実施の形態：3 本のセンサ線の出力を用いて演算処理を行う接触検出装置。
6. 第 3 の実施の形態：ボータスキャンを行う表示装置。
7. 第 4 変形例：センサ線のマトリクス配置。
8. 第 5 ～ 第 7 変形例：横電界モード液晶表示装置の構造例。

50



- 9. 第8変形例：極短のセンサ線。
- 10. 第9変形例：センサ線の配置順の任意性。
- 11. 第10変形例：演算回路によるセンサ線の共用。
- 12. 第11変形例：シールド層。
- 13. 表示装置のノイズ源とノイズ抑圧効果。
- 14. その他の効果。

#### 【0029】

< 1. 第1の実施の形態 >

#### [ タッチ検出の基本構成と動作 ]

最初に、第1の実施の形態で前提となる事項（他の実施の形態でも共通する事項）として、図1～図3を参照して、静電容量式接触検出の基本を説明する。

10

図1(A)と図2(A)はタッチセンサ部の等価回路図、図1(B)と図2(B)はタッチセンサ部の構造図（概略断面図）である。ここで図1は被検出物としての指がセンサに近接していない場合を、図2はセンサに指が近接または接触している場合を、それぞれ示す。

#### 【0030】

図解するタッチセンサ部は、静電容量型タッチセンサであり、図1(B)および図2(B)に示すように容量素子からなる。具体的に、誘電体Dと、誘電体Dを挟んで対向配置する1対の電極、すなわち駆動電極E1および検出電極E2とから容量素子（静電容量）C1が形成されている。図1(A)および図2(A)に示すように、容量素子C1の駆動電極E1は、ACパルス信号Sgを発生する交流信号源ASに接続される。容量素子C1の検出電極E2は、演算回路8Aに接続される。このとき検出電極E2は抵抗Rを介して接地されることで、DCレベルが電氣的に固定される。

20

#### 【0031】

交流信号源ASから駆動電極E1に所定の周波数、例えば数[kHz]～数十[kHz]程度のACパルス信号Sgを印加する。

このACパルス信号Sgの波形図を図3(B)に例示する。ACパルス信号Sgの印加に応じて、検出電極E2に、図3(A)に示す出力波形の信号（検出信号Vdet）が現れる。

#### 【0032】

30

なお、後述する他の実施の形態で詳細を述べるが、接触検出装置の機能を液晶表示パネル内に有する液晶表示装置では、駆動電極E1が液晶駆動のための対向電極（画素電極に対向する、複数画素で共通の電極）に相当する。ここで対向電極は液晶駆動のため、いわゆるVcom駆動と称される交流駆動がなされる。よって、本発明の実施形態では、Vcom駆動のためのコモン駆動信号を表示とは異なるタイミングまたは同時に複数の箇所が発生させ、駆動電極E1をタッチセンサのために駆動するACパルス信号Sgとしても用いる。

#### 【0033】

指を接触していない図1に示す状態では、容量素子C1の駆動電極E1が交流駆動され、その充放電にともなって検出電極E2に交流の検出信号Vdetが出現する。以下、このときの検出信号を「初期検出信号Vdet0」と表記する。検出電極E2側はDC接地されているが高周波的には接地されていないため交流の放電経路がなく、初期検出信号Vdet0のパルス波高値は比較的大きい。ただし、ACパルス信号Sgが立ち上がってから時間が経過すると、初期検出信号Vdet0のパルス波高値が損失のため徐々に低下している。図3(C)に、スケールとともに波形を拡大して示す。初期検出信号Vdet0のパルス波高値は、初期値の2.8[V]から高周波ロスによって僅かな時間の経過で0.5[V]ほど、低下している。

40

なお、図3(C)の波形はノイズがのっていない波形であり、ノイズがのった波形とノイズ除去については後述する。

#### 【0034】

50

この初期状態から、指が検出電極 E 2 に接触、または、影響を及ぼす至近距離まで接近すると、図 2 ( A ) に示すように、検出電極 E 2 に容量素子 C 2 が接続された場合と等価な状態に回路状態が変化する。これは、高周波的に人体が、片側が接地された容量と等価になるからである。この接触状態では、容量素子 C 1 と C 2 を介した交流信号の放電経路が形成される。よって、容量素子 C 1 と C 2 の充放電に伴って、容量素子 C 1 , C 2 に、それぞれ交流電流  $I_1$  ,  $I_2$  が流れる。そのため、初期検出信号  $V_{det0}$  は、容量素子 C 1 と C 2 の比等で決まる値に分圧され、パルス波高値が低下する。

【 0 0 3 5 】

図 3 ( A ) および図 3 ( C ) に示す検出信号  $V_{det1}$  は、この指が接触したときに検出電極 E 2 に出現する検出信号である。図 3 ( C ) から、検出信号の低下量は  $0.5[V]$  ~  $0.8[V]$  程度であることが分かる。図 1 および図 2 に示す演算回路 8 A は、この検出信号の低下を、例えば閾値  $V_t$  を用いて検出することにより、指の接触を検出する。

【 0 0 3 6 】

[ 接触検出装置の概略構成 ]

図 4 ( A ) に、本発明の実施の形態に関わる接触検出装置の概略的な平面図を示す。この平面図は最表面の保護層を省略し、検出面 ( 保護層の際表面 ) から装置内部を透視した図である。また、図 4 ( B ) に、図 4 ( A ) の A - A 線に沿った概略断面図を示す。

図 4 ( B ) に図解するように、接触検出装置 1 0 は、第 1 基板 1 1 と、第 2 基板 1 2 との間に駆動電極 D E m が配置されている。第 2 基板 1 2 の駆動電極 D E m 側と反対の面、すなわち検出面側の面にセンサ線が配置されている。

【 0 0 3 7 】

センサ線は、図 4 ( A ) に示すように y 方向に細長く 2 種類の長さをもつ複数の配線から形成されている。以下、比較的長いセンサ線を “ ロングセンサ線 L S L ” と呼び、比較的短いセンサ線を “ ショートセンサ線 S S L ” と呼ぶ。本例では、ロングセンサ線 L S L  $i$  (  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ) とショートセンサ線 S S L  $i$  (  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ) が x 方向で交互に配置されている。詳細は後述するが、隣接する長さが異なるセンサ線、すなわちロングセンサ線 L S L  $i$  とショートセンサ線 S S L  $i$  を 1 対として、対ごとにセンサ線出力を演算処理する。また、本例では、ロングセンサ線 L S L  $i$  はショートセンサ線 S S L  $i$  の 2 倍の長さを有する。

以下、n本のロングセンサ線 L S L  $i$  と n本のショートセンサ線 S S L  $i$  を総称して “ 2 n本のセンサ線 S L ” と呼ぶ。

【 0 0 3 8 】

駆動電極は、図 4 ( A ) に示すように、x方向に長い帯状に形成され、y方向に同一ピッチで m 個配置されている。m 個の駆動電極 D E  $j$  (  $j = 1, 2, 3, \dots, m$  ) は、2 n本のセンサ線 S L ( L S L + S S L ) と、例えば直交して配置されている。

【 0 0 3 9 】

第 1 基板 1 1 と第 2 基板 1 2 の材質を限定しない。ただし、2 n本のセンサ線 S L の各々が m 個の駆動電極 D E m と容量結合している必要がある。そのため当該容量結合を所定の強さとするという観点から、第 2 基板 1 2 の厚さや材質が規定されている。その観点では第 2 基板 1 2 を省略し、絶縁物を 2 n本のセンサ線 S L と m 個の駆動電極 D E m との間に介在させてよい。

【 0 0 4 0 】

m 個の駆動電極 D E  $j$  の一方端に接続されて走査駆動部 9 が配置されている。また、2 n本のセンサ線 S L ( L S L + S S L ) の一方端に接続されて接触検出部 8 が配置されている。

【 0 0 4 1 】

走査駆動部 9 は、駆動電極ごとに交流信号源 A S ( 図 1 , 図 2 参照 ) を有し、活性化する交流信号源 A S を図 4 ( A ) の走査駆動部 9 のブロック内で矢印により示す方向 ( 走査方向 ) に順次切り替える回路である。あるいは、走査駆動部 9 は、1つの交流信号源 A S を有し、この1つの交流信号源 A S と、m 個の駆動電極 D E 1 ~ D E m のうち1つの駆動

10

20

30

40

50

電極  $DE_j$  との接続を上記走査方向で順次切り替える回路である。

このように実際に交流信号が与えられる駆動電極を、 $m$ 個の駆動電極の一方端から他方端に向かって切り替える動作を“走査”と呼ぶ。

なお、接触検出部 8 の機能および構成は後述する。

#### 【0042】

本実施の形態では、駆動電極とセンサ線との直交配置は必須ではなく、各センサ線と各駆動電極との容量結合が、検出面内で均一またはほぼ均一となれば、両者の形状や配置を特に限定する必要がない。

ただし、図 4 (A) のように検出面の直交する 2 つの辺の一方の側からセンサ線を引き出して接触検出部 8 に接続し、上記 2 つの辺のもう片方の側から駆動電極を引き出して走査駆動部 9 に接続すると、接触検出部 8 と走査駆動部 9 の配置が行いやすい。そのため駆動電極とセンサ線との直交配置は望ましいが、これに限定することが必須というわけではない。

#### 【0043】

##### [ 検出信号の信号成分 ]

図 5 (A) に、 $m$ 個の駆動電極  $DE_j$  のうち、最初の駆動電極  $DE_1$  を交流信号源  $AS$  が駆動している様子を示す。また、図 5 (B) に、このとき図 4 (A) に示す  $n$ 本のロングセンサ線  $LSLi$  の任意の 1 本にユーザの指が近接しているときのタッチセンサの等価回路図を示す。

図 5 (A) に示すように駆動電極  $DE_1$  に交流信号源  $AS$  が接続されて、駆動電極  $DE_1$  が交流駆動されている。このときタッチセンサは、図 5 (B) のような等価回路で表される。ただし、ここでは容量素子  $C_{1\_1} \sim C_{1\_m}$  の各静電容量値を“ $C_p$ ”、ロングセンサ線  $LSLi$  に、容量素子  $C_{1\_1} \sim C_{1\_m}$  以外に接続されている容量成分（寄生容量）を“ $C_c$ ”、交流信号源  $AS$  による交流電圧の実効値を“ $V_1$ ”と表す。このとき接触検出部 8（図 4 (A) 参照）で検出される検出信号  $V_{det}$  は、指が非接触のときは電圧  $V_s$ 、指が接触のときは電圧  $V_f (< V_s)$  となる。図 3 との関係では、電圧  $V_s$  が“初期検出信号  $V_{det0}$ ”に相当し、電圧  $V_f$  が“検出信号  $V_{det1}$ ”に相当する。以下、電圧  $V_s, V_f$  をセンサ電圧という。

#### 【0044】

非接触時のセンサ電圧  $V_s$  は、図 5 (C) のような式によって表される。この式から、駆動電極  $DE$  の数  $m$  が大きいと、その分、各静電容量値  $C_p$  は小さくなる。このため図 5 (C) の式の分母における“ $m C_p$ ”がほぼ一定となる。また、寄生容量  $C_c$  の値は駆動電極  $DE$  の数  $m$  の影響を多少は受けるが、ほぼ一定とみなしてよい。このため図 5 (C) の式の分子に余り大きな変化がないが、その分子が小さくなる。よって、駆動電極  $DE$  の数  $m$  が大きくなるにしたがって、センサ電圧  $V_s$  の大きさ（非接触時の検出信号の波高値）も小さくなる。一方、センサ電圧  $V_f$ （接触時の検出信号の波高値）はセンサ電圧  $V_s$  と同様に、ほぼ“ $m C_p$ ”に反比例し、ほぼ“ $C_p$ ”に比例する値をとる。これは、指の近接により付加された外部容量  $C_2$  の値が静電容量値  $C_p$  より十分小さいからである。

以上より、駆動電極  $DE$  の数  $m$  が大きいほど検出信号の波高値も大きくなる。

#### 【0045】

これに対し駆動電極  $DE$  の数  $m$  が小さく、1つの駆動電極  $DE_1$  の面積が大きいと、検出信号の波高値は大きくなるが、被検出物の大きさを検出する際の分解能（認識可能な最小の被検出物の大きさに対応）が低下する。また、被検出物の位置検出の場合は、その位置検出の精度も上記数  $m$  が小さいほど高い。よって、この物体の大きさや位置を検出する精度を上げて高性能化すると、どうしても1つの駆動電極  $DE$  の面積を小さくせざるを得ない。しかし、前述したように、駆動電極  $DE$  の数  $m$  を大きくして電極面積を小さくすると、タッチセンサの検出信号の波高値が低下する。

#### 【0046】

本例では、1つの駆動電極  $DE$  の面積に応じて、駆動電極  $DE$  と交差する箇所での静電容量値  $C_p$  が変化する。つまり、駆動電極  $DE$  の面積（特に幅）が大きいほど、静電容量

10

20

30

40

50

値  $C_p$  も大きくなる。また、静電容量値  $C_p$  は、1本のセンサ線  $S_{Li}$  の面積（特に幅）が大きいほど、静電容量値  $C_p$  も大きくなる。

【0047】

ところで、センサ線  $S_{Li}$  にノイズがのると、結果として、検出信号  $V_{det}$  中のノイズ成分に対して信号成分（センサ電圧  $V_s$ ,  $V_f$  の平均的な波高値）が相対的に小さくなる。したがって、検出信号  $V_{det}$  の  $S/N$  比が低下してしまう。この  $S/N$  比は、駆動電極  $DE$  の数  $m$  が大きく1つの駆動電極  $DE$  の幅が小さいほど低下する。また、信号成分とノイズ成分の大きさ（ノイズ量）が近接するほどノイズ分離技術の適用が難しくなる。とくにノイズ成分が周期的に変動し、その周期が検出信号の周期に近いと、さらにノイズ分離が難しくなる。

10

よって、タッチセンサの感度（検出する物体の大きさの解像度や位置検出精度）と検出信号  $V_{det}$  の  $S/N$  比にはトレードオフの関係があり、ノイズフィルタ等のノイズ分離技術を適用したとしても、両者を共に向上させることは困難である。

【0048】

図5は、最初の駆動電極  $DE$  とロングセンサ線  $L_{SLi}$  との交差部分を駆動した場合であるが、ここで、ショートセンサ線  $S_{SLi}$  の駆動にも言及する。

ロングセンサ線  $L_{SLi}$ （図4（A）参照）は  $m$  個の駆動電極  $DE$  全てと交差しているため、このとき図5（C）に示す式の分母が“ $mC_p + C_c$ ”である。これに対し、ショートセンサ線  $S_{SLi}$ （図4（A）参照）において、駆動電極  $DE$  との交差箇所がロングセンサ線  $L_{SLi}$  の約半数である。そのため、図5（C）に示す式の分母が“ $mC_p / 2 + C_c$ ”となる。ここで総結合容量、すなわち“ $mC_p$ ”や“ $mC_p / 2$ ”に対し寄生容量  $C_c$  が十分小さいとする。この仮定のもとでは、ショートセンサ線  $S_{SLi}$  から出力される検出信号  $V_{det}$  の信号成分（センサ電圧  $V_s$ ,  $V_f$  の平均的な波高値）がロングセンサ線  $L_{SLi}$  の場合の約2倍となる。

20

【0049】

なお、検出信号  $V_{det}$  の信号成分がショートセンサ線でロングセンサ線の2倍となることは、各センサ線の寄生容量  $C_c$  が総結合容量（ $mC_p$ ,  $mC_p / 2$ ）より十分小さい仮定（以下、第1仮定）のもとでの結論である。

これに対し、各センサ線の寄生容量  $C_c$  が総結合容量（ $mC_p$ ,  $mC_p / 2$ ）より十分大きいと仮定する（以下、第2仮定）。この第2仮定のもとでは、図5（C）の式における分母で寄生容量  $C_c$  が支配的となるが、寄生容量  $C_c$  は配線容量に比例し配線容量が小さいほど小さくなる。つまり、ショートセンサ線の寄生容量  $C_c$  はロングセンサ線の寄生容量  $C_c$  からほぼ半減する。よって、検出信号  $V_{det}$  の信号成分がショートセンサ線でロングセンサ線の2倍となるという結論は、第2仮定でも変わらない。

30

一方、第1仮定と第2仮定の中間、つまり、図5（C）の式における分母で総結合容量（ $mC_p$ ,  $mC_p / 2$ ）と寄生容量  $C_c$  のどちらも無視できない値を有する場合を考える（第3仮定）。この場合も、図5（C）の式における分母が、ショートセンサ線の場合がロングセンサ線の場合の半分であることは容易に類推でき、結論は変わらない。

【0050】

以上より、ショートセンサ線の長さをロングセンサ線の長さの（ $1/2$ ）倍に設定していると、ショート側の信号成分がロング側の2倍となる。その前提は、ロングセンサ線とショートセンサ線を幅が同じで材質や厚さも同じ配線層から形成していることである。

40

一般に配線層は、配線幅、厚さおよび材質が同じだと、長さに比例した配線容量をもつ。したがって、このことを一般化すると、「幅、厚さおよび材質が同じロングセンサ線とショートセンサ線は、その長さの比が配線容量比  $K_c$  とほぼ一致し、配線容量比  $K_c$  にほぼ反比例して検出信号の信号成分の大きさ（波高値）が規定される」といえる。

なお、本発明で“配線容量”と言うとき、配線層自身の容量に、寄生容量や他の導電部位との結合容量を付加した容量を意味する。

【0051】

< 2 . 第1変形例 >

50

ここで配線容量比  $K_c$  を変化させる他の態様（変形例）を説明する。

第1変形例では、2つのセンサ線の長さ、厚さ、材質が同じで、幅が異なる。

例えば、第1センサ線に対し2倍の幅を有する第2センサ線を考える。その場合、第2センサ線の第1センサ線に対する配線容量比  $K_c$  が約2であり、図5（C）に示す式の分母も第2センサ線側で第1センサ線側の約2倍となる。この場合、 $m$ 個の駆動電極  $D E_j$  の各電極幅が一定とすると、静電容量値  $C_p$  が第2センサ線で第1センサ線の約2倍となる。よって、変形例1では、検出信号の信号成分（波高値）が第1および第2センサ線でほぼ同じになる。

【0052】

< 3 . 第2変形例 >

第2変形例では、2つのセンサ線の厚さと材質が同じで、長さとは幅が異なる。

例えば、図4と同じようにショートセンサ線がロングセンサ線の半分、すなわち  $(1/2)$  倍の長さを有し、ショートセンサ線の幅がロングセンサ線の幅の  $(1/2)$  倍であるとする。この場合、図5（C）の分母がショートセンサ線側でロングセンサ線側の約  $(1/4)$  倍となる（配線容量比  $K_c$  が4または  $1/4$ ）。また、静電容量値  $C_p$  はショートセンサ線側でロングセンサ線側の約  $(1/2)$  倍となる。したがって、第2変形例においては、ショートセンサ線から出力される検出信号の信号成分（波高値）は、ロングセンサ線から出力される検出信号の信号成分（波高値）の約2倍となる。

【0053】

< 4 . 第3変形例 >

第3変形例では、第2変形例と同様に、2つのセンサ線の厚さと材質が同じで、長さとは幅が異なる。

ただし、図4と同じようにショートセンサ線がロングセンサ線の  $(1/2)$  倍の長さを有するが、ショートセンサ線の幅がロングセンサ線の幅の2倍であるとする。この場合、図5（C）の分母がショートセンサ線側とロングセンサ線側で変わらない（配線容量比  $K_c$  が1）。また、静電容量値  $C_p$  がショートセンサ線側でロングセンサ線側の約2倍となる。したがって、第3変形例においては、ショートセンサ線から出力される検出信号の信号成分（波高値）は、ロングセンサ線から出力される検出信号の信号成分（波高値）の約2倍となる。

【0054】

図4の場合、ならびに、第1～第3変形例では、一方のセンサ線に対し他方のセンサ線の長さのみを変え、幅のみを変え、または、長さとは幅の両方を変え、その変化倍率を2とした。しかし、この変化倍率を3としてもよいし、それ以外の自然数にしてもよい。これにより、一方のセンサ線の検出信号の信号成分に対して他方のセンサ線の信号成分を等倍、2倍、3倍、...と任意の自然数倍に変化させることが可能となる。

このことは、逆の見方をすると、他方のセンサ線の検出信号の信号成分に対して一方のセンサ線の信号成分を等倍、 $(1/2)$  倍、 $(1/3)$  倍、...と任意の自然数の逆数倍に変化させることを意味する。

【0055】

また、図4の場合、ならびに、第1～第3変形例では、長さとは幅の少なくとも一方を変えたが、配線容量比  $K_c$  を変化させるパラメータは、長さ、幅のほかに、配線層の材質、厚さも関係してくる。よって、センサ線を形成するときの配線層の材質、厚さを単独で、あるいは、他のパラメータと組み合わせることで配線容量比  $K_c$  を2つのセンサ線間で変えてもよい。

【0056】

[ ノイズ成分 ]

ノイズ成分は、想定するノイズ源によって、そのセンサ線への重畳のしかたが異なる。

接触検出装置は、それ自身で薄型化、高機能化を行い、さらには他の電子機器（例えば後述する実施の形態のように表示装置）へ搭載されることがある。そのため、接触検出装置のセンサ線より下層側に電位変動する他の配線が配置され、薄型化にともない、その配

10

20

30

40

50

線とセンサ線との距離も縮まる傾向にある。

【 0 0 5 7 】

ノイズ源として電位変動する配線が、仮にセンサ線と平行に配置される場合、厚さや材質も関係するが、主に長さと幅を主要パラメータとする容量結合の強さでノイズ成分の大きさ（ノイズ量）が規定される。

ここで、ノイズは寄生容量  $C_c$  を介してセンサ線に重畳されるため、寄生容量  $C_c$  が大きいほどノイズ量も大きくなる関係がある。但し、既に述べたように寄生容量  $C_c$  は配線容量に比例し、この意味では配線容量が大きいほどノイズ量も大きくなるようにも思われる。しかし、その一方で、センサ線の配線容量が大きいと、ノイズによってセンサ線の電位変化が起きにくい。このため、配線容量比  $K_c$  が変化してもノイズ量は殆んど変化しない。

10

【 0 0 5 8 】

例えば、センサ線の幅が同じで長さが半減する場合（配線容量比  $K_c = 2$  または  $1/2$ ）、長さが半減することによって配線容量（静電容量値  $C_p$ ）が半減し、このとき寄生容量  $C_c$  も半減する。このため、センサ線の長さが変化してもノイズ量は殆んど変化しない。

また、センサ線の長さが同じで幅が半減する場合（配線容量比  $K_c = 2$  または  $1/2$ ）、幅が半減することによって配線容量（静電容量値  $C_p$ ）が半減し、このとき寄生容量  $C_c$  も半減する。このため、センサ線の幅が変化してもノイズ量は殆んど変化しない。

【 0 0 5 9 】

20

一方、ノイズ源の配線が、仮にセンサ線の幅方向を横切る場合、厚さや材質も関係するが、主に幅を主要パラメータとする容量結合の強さでノイズ成分の大きさが規定される。この場合もノイズは寄生容量  $C_c$  を介してセンサ線に重畳され、既に述べたように寄生容量  $C_c$  は配線容量に比例し配線容量が大きいほど大きくなるようにも思われる。しかし、幅が大きくなる分、配線容量も大きくなるため、ノイズによってセンサ線の電位変化が起きにくく、この場合も配線容量比  $K_c$  が変化してもノイズ量は殆んど変化しない。例えば、図4に示す同じ幅のロングセンサ線  $LSLi$  とショートセンサ線  $SSLi$  を横切る配線がノイズ源となる場合、この2つのセンサ線には同じ程度のノイズ成分が重畳される。

【 0 0 6 0 】

ノイズ源は外部から飛来する電磁波となる場合もある。このときセンサ線がアンテナとしてノイズを拾う。

30

この場合、センサ線の厚さや材質も関係するが、主に長さ、あるいは、長さや幅を主要パラメータとする容量結合の強さでノイズ成分の大きさが規定される。この場合、センサ線に重畳されるノイズは、寄生容量  $C_c$  を介したものでないため、ノイズ成分は配線容量と比例する傾向がある。よって、この場合の飛来ノイズ量は、配線容量比  $K_c$  に応じたものとなる。

【 0 0 6 1 】

以上から、ノイズ源によっては配線容量比  $K_c$  と相関する場合（飛来ノイズの場合）もあるが、センサ線に電位変化する配線が近接する場合、この配線からの誘導ノイズが支配的であり、飛来ノイズの全体のノイズ量に占める割合は無視できるほど小さいと仮定できる。よって、配線容量比  $K_c$  を用いた演算処理によりノイズ成分を除去する際に、ノイズ量は配線容量比  $K_c$  によらずほぼ一定と仮定してもノイズ除去演算の精度を低下させない。

40

なお、詳細な演算手法は示さないが、飛来ノイズ等、ノイズ量が配線容量比  $K_c$  と相関するノイズ源が無視できない場合は、ノイズ量を一定としないノイズ除去演算も可能である。

【 0 0 6 2 】

[ ノイズ除去演算 ]

つぎに、センサ線の長さに応じて検出信号の信号成分が異なる場合を主な例として、そのとき得られる配線容量比  $K_c$  を利用したノイズ除去演算について説明する。

50

## 【 0 0 6 3 】

図 6 ( A ) は、ロングセンサ出力とショートセンサ出力の波形を示すための図である。

図 6 ( A ) において“ Long Sensor (L) ”と表記する波形図はロングセンサ線 L S L i の出力波形を示す。また、“ Sort Sensor (S) ”と表記する波形図はショートセンサ線 S S L i の出力波形を示す。これらの出力波形で、横軸は時間  $t$  ( 単位  $[\mu s]$  ) の推移を、縦軸は基準電位 ( 例えば  $0 [V]$  ) 中心としたセンサ線出力電位変動を表している。横軸は時間ゼロから時間  $16.67 [ms]$  の範囲をとる。駆動電極を交流駆動した結果、センサ線出力も交流変化しているが、図 6 ( A ) の横軸に対してその電位変動周期が極めて小さいため交流波形の山が 1 本の線として見えている。

図 6 ( A ) でボーダ ( Border ) と表記されている領域は、図 4 ( A ) や図 5 ( A ) において交流信号源 A S が接続または活性化している駆動電極 D E に対応する検出面からみた領域を指す。

## 【 0 0 6 4 】

図 6 ( B ) は、“ Long Sensor (L) ”の波形図に対応するロングセンサ線出力の模式的説明図である。図 6 ( C ) は、“ Sort Sensor (S) ”の波形図に対応するショートセンサ線出力の模式的説明図である。

ここで、ボーダの  $y$  方向の幅が移動ピッチより大きく設定されている。これは、図 5 ( A ) に示す駆動電極 D E の分割数を多くして、その代わり、交流信号源 A S によって一度に駆動する駆動電極 D E の数を複数にすることで実施できる。つまり、一度に駆動する駆動電極 D E を、例えば数個 ~ 数十個に設定し、走査時のシフトのピッチを例えば駆動電極 1 つ分とする。なお、この駆動電極の複数駆動と狭ピッチ走査は、本実施の形態では必須ではないが、図 6 では、この駆動走査方法を採用している。

## 【 0 0 6 5 】

図 6 ( B ) と図 6 ( C ) に記載した数字“ 0 ”と“ 8 0 0 ”は、 $y$  方向走査のシフトピッチ数を表している。その真中の“ 4 0 0 ”を境に“ 0 ~ 4 0 0 ”が A 領域に相当し、“ 4 0 0 ~ 8 0 0 ”が B 領域に相当する。

## 【 0 0 6 6 】

ボーダ ( Border ) が図 6 ( A ) の状態から矢印の向きに移動する。

ロングセンサ線 L S L i のみがボーダ ( border ) と交差する A 領域の走査では、ロングセンサ線 L S L i からは“ Long Sensor (L) ”と表記する波形の検出信号 V d e t が出力される。A 領域中の走査において、ロングセンサ線出力は図 6 ( B ) に示すように、1 倍の信号成分 S と 1 倍のノイズ成分が重畳していると定義する。このとき、ショートセンサ線出力は図 6 ( C ) に示すように、まだボーダと交差する前の段階であるため、ノイズ成分のみが出現する。

ここで [ ノイズ成分 ] の項で前述したように、ノイズ成分は配線容量比  $K_c$  によらず一定であると仮定することができるため、ショートセンサ線出力のノイズ成分も 1 倍 ( = N ) で表記される。

## 【 0 0 6 7 】

図 6 ( C ) には、信号成分 S を求めるための演算式 (  $K_c = 2$  の場合 ) と、配線容量比  $K_c$  を用いた一般化の式を例示している。このように、長さが異なる 2 本のセンサ線の出力から、配線容量比  $K_c$  を用いることによって、ノイズ成分が除去された信号成分 S を演算により求めることができる。

## 【 0 0 6 8 】

図 7 ( B ) に、図 6 ( C ) に示す演算式による演算を 3 つの位置の走査時に得られた検出信号から演算した結果を表にまとめて示す。また、図 7 ( A ) に位置  $\langle 1 \rangle \sim \langle 3 \rangle$  とセンサ線との関係を示す。

演算回路には、領域 B にボーダがあるときの位置  $\langle 1 \rangle$ 、領域 A と領域 B の境界にボーダ幅中心があるときの位置  $\langle 2 \rangle$ 、領域 A にボーダがあるときの位置  $\langle 3 \rangle$  の順で時系列に検出信号が入力される。演算回路は、ロングセンサ線 L S L i の出力と、ショートセンサ線 S S L i の出力を入力し、その差分 ( Delta ) と配線容量比  $K_c$  を用いた演算により信

10

20

30

40

50

号成分  $S$  を求める。

【 0 0 6 9 】

図 7 ( B ) に示すように、演算回路は、位置 < 3 > に対応する検出時間帯では、単に差分 (Delta) を演算し、位置 < 1 > に対応する検出時間帯では、差分 (Delta) と配線容量比  $K_c$  を用いた演算式「 $(Delta) / (K_c - 1)$ 」を用いた演算を実行する。また、位置 < 2 > に対応する検出時間帯では、例えば  $K_c = 2$  の場合に差分 (Delta) = 0 となり演算が成り立たないので、この中間の検出時間帯では演算を行わない。

なお、検出時間帯の判断は検出走査、すなわち図 6 ( A ) のボーダのシフト動作と同期したクロック信号を入力して、クロック信号をもとに時間帯の判断を行う。

【 0 0 7 0 】

10

他の方法として、 $K_c = 2$  に限れば差分 (Delta) がそのまま信号成分  $S$  となるので、位置 < 1 > または位置 < 3 > に対応した検出タイミングで演算回路が検出信号  $V_{det}$  をサンプリングして信号成分  $S$  を求めてもよい。

なお、配線容量比  $K_c$  が 3 以上の場合は、位置 < 3 > に対応した検出タイミングで演算回路が検出信号  $V_{det}$  をサンプリングして信号成分  $S$  を求めてよい。一方、位置 < 1 > に対応した検出タイミングの場合、差分 (Delta) の一般式は「 $(K_c - 1) (Delta)$ 」となるので演算回路は、「 $(Delta) / (K_c - 1)$ 」を演算することにより信号成分  $S$  を求めることができる。

【 0 0 7 1 】

このようにして求めた演算回路からの出力は、不図示の回路 (当該位置検出装置の内部回路か外部の回路かを問わない) で被検出物の有無や位置を判定する処理に供せられる。

20

【 0 0 7 2 】

なお、長さが同じで幅が異なる 2 つのセンサ線の演算では、容量式の場合、前述した < 第 1 変形例 > で述べたように検出信号の信号成分が幅が異なっても同じ場合があり、また、前述した [ ノイズ成分 ] で述べたようにノイズ成分も同じ場合がある。その場合、幅が異なっても信号成分とノイズ成分の比が変わらない。そのため、上記長さが異なる場合と同様な配線容量比  $K_c$  を用いた演算ができない。

但し、容量式以外の場合、さらに容量式でも、例えば飛来ノイズのように配線容量比  $K_c$  に応じてノイズ成分が変化する場合もあり得る。その場合、詳しい説明は省略するが、上記の長さが異なる場合と同様な考えで、信号成分とノイズ成分の比の違いを利用して信号成分  $S$  を求める演算が可能である。

30

【 0 0 7 3 】

[ 交流信号源と演算回路の構成例 ]

図 8 ( B ) は、接触検出部 8 内の演算回路 8 A と交流信号源 A S の一構成例を示す回路図である。図 8 ( A ) は、駆動電極の駆動位置を示す図である。

図 8 ( A ) において、斜線により示す駆動電極 D E 1 が交流信号源 A S に接続されて活性化しており、それ以外の非選択の駆動電極 D E 2 ~ D E m が G N D 電位で保持されている。駆動電極が選択されて活性化された状態をオン状態 ( O N )、非選択の状態をオフ状態ともいう。図 8 ( B ) は、これらの駆動電極群に交差する、あるロングセンサ線 L S L  $i$  (  $i = 1 \sim n$  ) に接続された接触検出部 8 内の 1 つの演算回路 8 A と、交流信号源 A S の回路図を示している。演算回路 8 A は、ロングセンサ線 L S L  $i$  と対で近接配置されたショートセンサ線 S S L  $i$  (  $i = 1 \sim n$  ) も入力し、L S L 出力と S S L 出力間で所定の演算を行う回路である。

40

【 0 0 7 4 】

ロングセンサ線 L S L  $i$  と各駆動電極 D E  $j$  (  $j = 1 \sim m$  ) との各交差部分に、( 静電 ) 容量素子 C 1  $\_1 \sim C 1 \_m$  が形成される。

【 0 0 7 5 】

図 8 ( B ) に図解する交流信号源 A S は、制御部 9 1 と、2 つのスイッチ S W ( + ) , S W ( - ) と、ラッチ回路 9 2 と、バッファ回路 ( 波形整形部 ) 9 3 と、出力スイッチ S W とを有する。制御部 9 1 は、プラス電圧 V ( + ) とマイナス電圧 V ( - ) を各々がスイッチする

50



2つのスイッチSW(+), SW(-)と、出力スイッチSWとを制御する回路である。制御部91は、交流信号源AS内に設けなくとも、外部のCPU等で代用できる。

【0076】

スイッチSW(+)はプラス電圧V(+)とラッチ回路92の入力との間に接続され、スイッチSW(-)はマイナス電圧V(-)とラッチ回路92の入力との間に接続されている。ラッチ回路92の出力はバッファ回路93を介して、出力スイッチSWのオン側ノードに接続されている。バッファ回路93はプラス電圧V(+)とマイナス電圧V(-)に、入力電位を電位補償して出力する回路である。ここで出力スイッチSWは、制御部91により制御されて、当該交流信号源ASをオン(選択状態あるいは活性状態)とするか、非活性のGND接続とするかを制御する。この制御部91の機能は他の交流信号源ASとの制御と同期させる関係上、通常は、たとえば活性化する交流信号源ASのグループをシフトして選択する信号を、シフトレジスタ等で順送りする等の構成によって実施される。

10

【0077】

(静電)容量素子C1\_\_1~C1\_\_mが接続されたロングセンサ線LSLiに、演算回路8Aが接続されている。ショートセンサ線SSLiにも演算回路8Aが接続されているが、ショートセンサ線SSLiに接続される(静電)容量素子はロングセンサ線LSLiの半分の数である。

図8に図解する演算回路8Aは、差分演算器(例えばOPアンプ)80、2つの係数乗算器(例えばOPアンプ回路)81、整流回路82および出力回路83から構成される。

【0078】

20

係数乗算器81は、例えば図8(B)に示すように、OPアンプ84、抵抗R1とR2、および、容量C3を有して構成できる。係数乗算器81は、入力するLSL出力<L>またはSSL出力<S>に所定の係数、例えば図7(B)に示す係数(配線容量比 $K_c = 1/3$  または  $2/3$ )を乗算する乗算器として機能する。係数乗算器81は、抵抗のほかに容量C3を有することから高周波ノイズの除去機能も有する。

係数乗算器81が入力に対して乗算する係数は、 $(1 + r_2 / r_1)$ で表すことができる( $r_1$ :抵抗R1の値、 $r_2$ :抵抗R2の値)。LSL出力<L>を入力する係数乗算器81は、 $(1 + r_2 / r_1) = 1/3$ となるように抵抗R1,R2の値が決められている。SSL出力<S>を入力する係数乗算器81は、 $(1 + r_2 / r_1) = 2/3$ となるように抵抗R1,R2の値が決められている。

30

【0079】

図8(B)においてOPアンプ84の非反転入力「+」にロングセンサ線LSLiが接続され、ここから検出信号Vdet(LSL出力<L>)が入力される。ロングセンサ線LSLiは、その電位のDCレベルを電氣的にリセットするためのリセットスイッチRSWを介して接地電位に接続されている。OPアンプ84の出力と反転入力「-」との間に抵抗R2と容量C3が並列接続され、OPアンプ84の反転入力「-」と接地電位との間に抵抗R1が接続されている。

この構成は、ショートセンサ線SSLiに接続される他の係数乗算器81でも同様である。

【0080】

40

差分演算器80は、例えばOPアンプであり、その非反転入力「+」が、ロングセンサ線LSLiの出力に係数を乗算する係数乗算器81の出力に接続されている。差分演算器80としてのOPアンプの反転入力「-」が、ショートセンサ線SSLiの出力に係数を乗算する他の係数乗算器81の出力に接続されている。

差分演算器80は、係数乗算後のLSL出力<L>から係数乗算後のSSL出力<S>を引いて、その差分(または絶対値の差分)を求める回路である。したがって、差分演算器80からは図7(B)に示す差分(Delta)(=S)を示す差分信号が出力される。この差分信号は交流信号であるため、次の整流回路82で直流に変換され、出力回路83で所定の閾値Vtと比較される。なお、図7(B)に示す演算「 $(Delta) / (K_c - 1)$ 」を行う場合は、さらに除算回路を設けて、その除算結果が閾値Vtと比較される。

50

## 【 0 0 8 1 】

ただし、整流回路 8 2 と出力回路 8 3 は必須の構成ではない。このため、例えば上記演算「 $(\Delta) / (K_c - 1)$ 」を行わない場合、差分演算器 8 0 から出力される差分信号が本発明の“検出信号”に相当するとしてもよい。あるいは、出力回路 8 3 からの被検出物の有無により論理が異なるデジタル信号を本発明の“検出信号”としてもよい。演算「 $(\Delta) / (K_c - 1)$ 」を行う場合は、除算回路から出力される信号が本発明の“検出信号”に相当する。いずれにしても、接触検出部 8 はセンサ線出力から検出信号を発生させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

図示例の整流回路 8 2 は、半波整流を行うダイオード D 1 と、充電キャパシタ C 4 と、放電抵抗 R 0 とを有する。ダイオード D 1 のアノードが係数乗算器 8 1 の出力に接続され、ダイオード D 1 のカソードと接地電位との間に、充電キャパシタ C 4 と放電抵抗 R 0 がそれぞれ接続されている。充電キャパシタ C 4 と放電抵抗 R 0 により平滑回路が形成される。ダイオード D 1 のカソード（整流回路 8 2 の出力）電位が、出力回路 8 3 を介してデジタル値として読み出される。

## 【 0 0 8 3 】

図示例の出力回路 8 3 は、閾値と電圧比較を実行するコンパレータ 8 5 のみ示す。出力回路 8 3 は A/D コンバータの機能も有する。A/D コンバータは、抵抗ラダー型や容量分割型などコンバータのタイプは任意である。出力回路 8 3 は、入力したアナログ信号をコンパレータ 8 5 によって閾値  $V_t$ （図 3（A）参照）と比較する。コンパレータ 8 5 は、CPU などの制御回路（不図示）の機能として実現してもよい。この比較結果が、タッチされたか否かを示す信号、例えばボタン操作の有無を示す信号として各種アプリケーションに利用される。

なお、コンパレータ 8 5 の参照電圧としての閾値  $V_t$  は、CPU などの制御部によって変更可能であり、これにより、検出信号  $V_{det}$  の電位を判別可能である。

## 【 0 0 8 4 】

以上は、長さが異なる 2 本のセンサ線の出力を演算処理する演算回路 8 A の構成例であるが、演算回路 8 A は、前述した第 1 ～ 第 3 変形例に適合可能に適宜、その構成が決められる。

## 【 0 0 8 5 】

第 1 の実施の形態によれば、例えば長さ等の配線パラメータが異なる 2 本のセンサ線を配置し、一方（例えば長いセンサ線）の出力に被検出物の位置を示す信号成分とノイズ成分が重畳されている。また、他方（例えば短いセンサ線）の出力は、ノイズ成分のみが重畳された期間を有する。そして、信号成分はセンサ線の配線容量比  $K_c$  に応じた値を有し、また、ノイズ成分は配線容量比  $K_c$  によらずほぼ一定値を有する。したがって、第 1 の実施の形態に関わる接触検出装置は、この 2 つのセンサ線出力に対し配線容量比  $K_c$  を用いた演算処理を行うことにより、ノイズ成分を概ね除去することが可能である。

## 【 0 0 8 6 】

< 5 . 第 2 の実施の形態 >

第 2 の実施の形態では、ノイズ除去演算処理に、配線容量が異なる 3 本のセンサ線の出力を利用する。このこと以外は、第 1 の実施の形態と同様であり、図 1 ～ 図 3、図 5 はそのまま本実施の形態にも適用でき、図 4 ではセンサ線のパターン形状や配置を除く構成が本実施の形態にも適用できる。

## 【 0 0 8 7 】

図 9（A）～図 9（C）に、第 1 の実施の形態における図 6 と同様な、検出信号  $V_{det}$  の模式図を示す。また、図 10（A）と図 10（B）に、第 1 の実施の形態における図 7（A）と図 7（B）と同様な、ポード位置を示す平面図と演算結果（途中経過を含む）の図表を示す。

## 【 0 0 8 8 】

第 2 の実施の形態では、図 10（A）に示すように、ロングセンサ線 L S L と、その 2

10

20

30

40

50

／ 3 の長さを有するミドルセンサ線 M S L と、 1 ／ 3 の長さを有するショートセンサ線 S S L とが近接配置されている。この 3 本のセンサ線を 1 組として演算回路が、センサ線出力間で配線容量比  $K_c$  を用いた演算を行う。

【 0 0 8 9 】

図 9 ( A ) ～ 図 9 ( C ) では、ノイズ成分  $N$  はセンサ線の長さによらずほぼ一定として “  $3 N$  ” により表し、最も小さい信号成分  $S$  の自然数倍 (  $S$  ,  $2 S$  ,  $3 S$  ) で信号成分を表している。

図 9 ( A ) に示すロングセンサ線 L S L の出力 ( L S L 出力  $< L >$  ) では、信号成分  $S$  にノイズ成分 (  $3 N$  ) が重畳されている。図 9 ( B ) に示すミドルセンサ線 M S L の出力 ( 以下、M S L 出力という )  $< M >$  では、信号成分 (  $2 S$  ) にノイズ成分 (  $2 N$  ) が重畳されている。図 9 ( C ) に示すショートセンサ線 S S L の出力 ( S S L 出力  $< S >$  ) では、信号成分 (  $3 S$  ) にノイズ成分  $N$  が重畳されている。

【 0 0 9 0 】

これらの 3 つのセンサ線出力、すなわち L S L 出力  $< L >$  、 M S L 出力  $< M >$  、 S S L 出力  $< S >$  を用いた演算結果 ( 途中の結果を含む ) を、図 1 0 ( B ) の図表に示す。

【 0 0 9 1 】

図 1 0 ( A ) および図 1 0 ( B ) に示すように、位置  $< 1 >$  では、演算回路が、L S L 出力  $< L >$  である “  $S + 3 N$  ” を入力する。また、演算回路は、M S L 出力  $< M >$  と S S L 出力  $< S >$  である “  $3 N$  ” を入力する。差分演算では L S L 出力  $< L >$  と M S L 出力  $< M >$  の差分 (  $L - M$  )、または、L S L 出力  $< L >$  と S S L 出力  $< S >$  との差分 (  $L - S$  ) で信号成分  $S$  が得られる。このとき M S L 出力  $< M >$  と S S L 出力  $< S >$  との差分 (  $M - S$  ) = 0 となる。

【 0 0 9 2 】

他の位置  $< 2 >$  ～ 位置  $< 5 >$  で同様な差分演算を行い、表にまとめたのが図 1 0 ( B ) である。ここで、位置  $< 2 >$  と位置  $< 4 >$  において、M S L 出力  $< M >$  と S S L 出力  $< S >$  は実効ボータ幅が変わる領域での出力である。

【 0 0 9 3 】

以上の演算結果から、図 1 0 ( B ) の表中、(  $L - M$  )、(  $L - S$  )、(  $M - S$  ) の欄に示す最終演算出力において、太線で囲む箇所で使用可能な信号成分  $S$  が得られる。但し、マイナスとなる箇所があるため、その箇所を使用する場合は、差分演算を絶対値差分演算とする。

【 0 0 9 4 】

以上説明した具体的な演算方法は一例にすぎず、本発明は、これに限定されない。演算方法の本質は、配線容量比  $K_c$  に比例した信号成分とノイズ成分を検出信号  $V_{det}$  がもつため、配線容量比  $K_c$  を用いればノイズ除去が容易に行えることである。

【 0 0 9 5 】

第 2 の実施の形態によれば、例えば長さ等の配線パラメータが異なる 3 本のセンサ線を配置し、全てのセンサ線で、その出力に被検出物の位置を示す信号成分とノイズ成分が重畳されている。ただし、中間の長さのセンサ線と最も短いセンサ線の出力は、ノイズ成分のみが重畳された期間を有する。そして、信号成分はセンサ線の配線容量比  $K_c$  に応じた値を有し、また、ノイズ成分も概ね一定値を有する。したがって、第 2 の実施の形態に関わる接触検出装置は、この 3 つのセンサ線出力に対し配線容量比  $K_c$  を用いた演算処理を行うことにより、ノイズ成分を概ね除去することが可能である。

センサ線が 2 本より多い 3 本の場合の演算処理はやや複雑となるが、その一方で、センサ線の先端部でボータ ( 走査時に活性化されている駆動電極の範囲 ) が重なる時間帯でも演算による信号成分  $S$  の算出が可能である。よって、第 2 の実施の形態では、 $y$  方向に切れ目なく被検出物の有無や位置が判定できるという利益が得られる。

【 0 0 9 6 】

なお、実際には配線間同士、配線と T F T 素子間などの寄生容量を考慮して係数を決定するため、整数倍にはならない場合も多い。しかし、配線容量比  $K_c$  を用いたパラメータ

10

20

30

40

50

(この場合はセンサ線 S L の長さ)を設定し、当該パラメータを用いた演算を行うことにより、完全なノイズ除去はできない場合でも実用上十分なノイズ抑圧の効果は得られる。このこと(厳密に整数倍にならないことと、その場合でも十分なノイズ抑圧効果が得られること)は、図 7 の第 1 の実施の形態でも同様である。

#### 【0097】

< 6 . 第 3 の実施の形態 >

第 3 の実施の形態は、本発明の表示装置に関する。この表示装置のタッチセンサ機能自体は第 1 または第 2 の実施の形態と同じである。

本実施の形態で例示する表示装置は、液晶表示装置であり、しかも、特に V c o m 駆動による重畳ノイズを除去するものである。

本発明において、V c o m 駆動は必須ではない。ただし以下の説明では、V c o m 駆動を行い、その表示駆動のために共通電極(対向電極)をセンサ駆動のためにも用いて、表示走査(書き込み走査)とセンサ駆動走査を同時に行う液晶表示装置を例示する。この液晶表示装置は、装置全体の薄型化が図られる利益を有するが、そのことがセンサ線に対するノイズ源との距離を近づけるという別の面での不利益を伴うことから、本発明適用の効果が大きいからである。

なお、本発明で“対向電極”とは、第 2 の実施の形態で表示駆動のための共通電極の役割と第 1 の実施の形態と同様にタッチ検出のための駆動電極の役割を兼ねる電極をいう。以下、第 1 の実施の形態との整合性を保つため、第 1 の実施の形態における用語である“駆動電極 D E ”を引き続き用いる。

#### 【0098】

センサ検出精度はセンサ線(本実施の形態では“検出電極”とも言う)の数に比例するが、センサ線を x 方向と y 方向にマトリクス配置するとセンサ線の数が増大になる。センサ線の本数を減らすには、複数の駆動電極の 1 つを交流駆動し、その交流駆動の動作対象を、所定間隔において一定ピッチで並ぶ複数の駆動電極の配列内でシフトする駆動法が望ましい。この駆動方法自体は第 1 の実施の形態でも採用されており、そのため y 方向に長いセンサ線のみでセンサ出力が可能となる。この駆動電極の動作対象をシフトする方向を、以下、走査方向と呼ぶ。

#### 【0099】

この交流駆動の対象を走査方向(y 方向)に走査する手法では、走査に追従してセンサ線の電位変化を観察すると、電位変化があった走査時の位置から被検出物のタッチパネル面への接触または近接が検出できる。

本発明の適用は、駆動電極を y 方向に分割して所定数ずつ駆動し、駆動対象をシフトする駆動方法に限定されるものでない。しかし、薄型化には望ましいため、以下の実施の形態では、主に当該駆動方法を前提とした説明を行う。

#### 【0100】

[表示装置の概略構成]

図 1 1 ( A ) ~ 図 1 1 ( C ) に、本実施の形態に関わる表示装置の電極と、その駆動や検出のための回路の配置に特化した平面図を示す。また、図 1 1 ( D ) に、本実施形態に関わる表示装置の概略的な断面構造を示す。図 1 1 ( D ) は、例えば行方向(画素表示ライン方向)の 6 画素分の断面を表している。図 1 3 は、画素の等価回路図である。

図 1 1 に図解する表示装置は、「表示機能層」としての液晶層を備える液晶表示装置である。

#### 【0101】

液晶表示装置は、液晶層を挟んで対抗する 2 つの画素のうち、複数の画素で共通な電極であり、各画素ごとに階調表示のための信号電圧に対し基準電圧を付与するコモン駆動信号 V c o m が印加される電極(駆動電極)を有する。

図 1 1 ( D ) では断面構造を見易くするために、この本発明の主要な構成である、駆動電極、画素電極および検出電極についてはハッチングを付すが、それ以外の部分(基板、絶縁膜および機能膜等)についてはハッチングを省略している。このハッチングの省略は

、これ以降の他の断面構造図においても同様である。

【0102】

液晶表示装置1は、図12に示す画素PIXがマトリクス配置されている。各画素PIXは、図12に示すように、画素のセレクト素子としての薄膜トランジスタ(TFT; thin film transistor、以下、TFT23と表記)と、液晶層6の等価容量C6と、保持容量(付加容量ともいう)Cxとを有する。液晶層6を表す等価容量C6の一方側の電極は、画素ごとに分離されてマトリクス配置された画素電極22であり、他方側の電極は複数の画素で共通な駆動電極43である。

【0103】

TFT23のソースとドレインの一方に画素電極22が接続され、TFT23のソースとドレインの他方に映像信号線SIGが接続されている。映像信号線SIGは不図示の垂直駆動回路(後述の実施形態に関わる図13参照)に接続され、信号電圧を持つ映像信号が映像信号線SIGに垂直駆動回路から供給される。

駆動電極43には、コモン駆動信号Vcomが与えられる。コモン駆動信号Vcomは、中心電位を基準として正と負の電位を、1水平期間(1H)ごとに反転した信号である。

TFT23のゲートは行方向、即ち表示画面の横方向に並ぶ全ての画素PIXで電氣的に共通化され、これにより走査線SCNが形成されている。走査線SCNは、不図示の垂直駆動回路から出力され、TFT23のゲートを開閉するためのゲートパルスが供給される。そのため走査線SCNはゲート線とも称させる。

【0104】

図12に示すように、保持容量Cxが等価容量C6と並列に接続されている。保持容量Cxは、等価容量C6では蓄積容量が不足し、TFT23のリーク電流などによって書き込み電位が低下するのを防止するために設けられている。また、保持容量Cxの追加はフリッカ防止や画面輝度の一様性向上にも役立っている。

【0105】

このような画素が配置された液晶表示装置1は、断面構造(図11(D))で見ると、断面に現れない箇所図12に示すTFT23が形成され画素の駆動信号(信号電圧)が供給される基板(以下、駆動基板2という)と、駆動基板2に対向して配置された対向基板4と、駆動基板2と対向基板4との間に配置された液晶層6とを備えている。

【0106】

駆動基板2は、図12のTFT23が形成された回路基板としてのTFT基板21(基板ボディ部はガラス等からなる)と、このTFT基板21上にマトリクス配置された複数の画素電極22とを有する。

TFT基板21に、各画素電極22を駆動するための図示しない表示ドライバ(垂直駆動回路、水平駆動回路等)が形成されている。また、TFT基板21に、図12に示すTFT23、ならびに、映像信号線SIGおよび走査線SCN等の配線が形成されている。TFT基板21に、第1の実施の形態で述べた接触検出部8(図4,図8参照)が形成されていてもよい。

【0107】

対向基板4は、ガラス基板41と、このガラス基板41の一方の面に形成されたカラーフィルタ42と、カラーフィルタ42の上(液晶層6側)に形成された駆動電極43とを有する。カラーフィルタ42は、例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のカラーフィルタ層を周期的に配列して構成したもので、画素PIX(画素電極22)ごとにR、G、Bの3色の1色が対応付けられている。なお、1色が対応付けられている画素をサブ画素といい、R、G、Bの3色のサブ画素を画素という場合があるが、ここではサブ画素も画素PIXと表記する。

駆動電極43は、タッチ検出動作を行うタッチセンサの一部を構成するタッチ検出センサの駆動電極DE(第1および第2の実施の形態参照)としても兼用されるものである。対向電極43は、図1および図2における駆動電極E1に相当する。

## 【 0 1 0 8 】

駆動電極 4 3 は、コンタクト導電柱 7 によって T F T 基板 2 1 と連結されている。このコンタクト導電柱 7 を介して、T F T 基板 2 1 から駆動電極 4 3 に交流パルス波形のコモン駆動信号  $V_{com}$  が印加されるようになっている。このコモン駆動信号  $V_{com}$  は、図 1 および図 2 の駆動信号源 S から供給される A C パルス信号  $S_g$  に相当する。

## 【 0 1 0 9 】

ガラス基板 4 1 の他方の面（表示面側）には、センサ線  $S_L$  が形成され、さらに、センサ線  $S_L$  の上には、保護層 4 5 が形成されている。センサ線  $S_L$  は、タッチセンサの一部を構成するもので、図 1 および図 2 における検出電極 E 2 に相当する。ガラス基板 4 1 に、後述するタッチ検出動作を行う接触検出部 8（図 8 参照）が形成されていてもよい。

## 【 0 1 1 0 】

液晶層 6 は、「表示機能層」として、印加される電界の状態に応じて厚さ方向（電極の対向方向）を通過する光を変調する。液晶層 6 は、例えば、T N（ツイステッドネマティック）、V A（垂直配向）、E C B（電界制御複屈折）等の各種モードの液晶材料が用いられる。

## 【 0 1 1 1 】

なお、液晶層 6 と駆動基板 2 との間、および液晶層 6 と対向基板 4 との間には、それぞれ配向膜が配設される。また、駆動基板 2 の反表示面側（即ち背面側）と対向基板 4 の表示面側には、それぞれ偏光板が配置される。これらの光学機能層は、図 1 1 で図示を省略している。

## 【 0 1 1 2 】

## 〔 駆動電極の構成と駆動走査 〕

駆動電極 4 3 は、図 1 1（A）に示すように、画素配列の行または列、本例では列の方向（図の縦方向）に分割されている。この分割の方向は、表示駆動における画素ラインの走査方向、すなわち不図示の垂直駆動回路が走査線  $S_{CN}$  を順次活性化していく方向と対応する。

駆動電極 4 3 は、合計で  $(k \times m)$  個に分割されている。よって、駆動電極  $4\text{ }3\text{ }_1$ ,  $4\text{ }3\text{ }_2, \dots, 4\text{ }3\text{ }_k, \dots, 4\text{ }3\text{ }_{km}$  は、行方向に長い帯状のパターンを有して面状配置され、当該面内で互いの離間距離をとって平行に敷き詰められている。

## 【 0 1 1 3 】

この  $(k \times m)$  分割された駆動電極  $4\text{ }3\text{ }_1 \sim 4\text{ }3\text{ }_{km}$  の分割配置ピッチが、（サブ）画素ピッチ、あるいは、画素電極の配置ピッチの自然数倍に設定されている。

## 【 0 1 1 4 】

なお、図 1 1 においては駆動電極 D E は  $k (> 2)$  本の駆動電極 4 3 の集合を有し、この単位で交流駆動が行われる。この交流駆動の単位を 1 画素ラインより大きくするのはタッチセンサの静電容量を大きくして検出感度上げるためである。その一方で、駆動電極 D E を画素ピッチ単位の自然数倍でシフトさせて、シフトの不可視化を図ることができる。

## 【 0 1 1 5 】

その一方、このように駆動電極 D E を単位とする  $V_{com}$  駆動において、そのシフト動作は、不図示の垂直駆動回路（書き込み駆動走査部）内に設けられた、「交流駆動走査部」としての走査駆動部 9 により行われる。走査駆動部 9 の動作は、「 $k$  本の駆動電極の配線を同時に  $V_{com}$  交流駆動する交流信号源 A S（図 1, 図 2, 図 8 参照）を列方向に移動して、選択する駆動電極を 1 つずつ変えながら列方向に走査する動作」に等しいとみなせる。

## 【 0 1 1 6 】

一方、センサ線  $S_L$  は、第 1 の実施の形態と同様に、 $n$  本のロングセンサ線  $L S L_i$  と、 $n$  本のショートセンサ線  $S S L_i$  とを交互に配置したものである。合計  $2n$  本のセンサ線  $S_L$  は  $y$  方向に長い平行ストライプの配線から形成されている。 $2n$  本のセンサ線のうち、ロングセンサ線  $L S L_i$  から  $L S L$  出力  $< L >$  が出力され、ショートセンサ線  $S S L_i$  から  $S S L$  出力  $< S >$  が出力される。これら  $2n$  本のセンサ線出力が、例えば図 8（B

10

20

30

40

50

）に回路例を示す演算回路 8 A を基本検出単位とする接触検出部 8 に入力されるようになっている。

#### 【 0 1 1 7 】

なお、図 1 1 ( A ) と図 1 1 ( B ) は電極パターン説明のために分けた図である。ただし、実際には図 1 1 ( C ) のように、駆動電極 4 3  $\sim$  4 3  $\text{km}$  とセンサ線 ( ロングセンサ線  $\text{LSLi}$  およびショートセンサ線  $\text{SSLi}$  ) とは重ねて配置されて、2 次元平面内の位置検出が可能になっている。この構成によって、接触検出部 8 は、どの演算回路 8 A に電圧変化が生じたかで方向の位置が検出でき、その検出時のタイミングによって列方向の位置情報を得ることができる。つまり、走査駆動部 9 の  $\text{Vcom}$  駆動と接触検出部 8 の動作が、例えば所定周期のクロック信号で同期しているとする。このような同期動作によって、接触検出部 8 が電圧変化を得たとき、走査駆動部 9 が分割された、どの駆動電極を駆動していたときに対応するかが分かるため、指の接触位置中心を検出できる。このような検出動作は、液晶表示装置 1 全体を統括する不図示のコンピュータベースの統括制御回路、例えば CPU やマイクロコンピュータ、あるいは、タッチ検出のための制御回路により制御される。

#### 【 0 1 1 8 】

「交流駆動走査部」としての走査駆動部 9 は、図 1 1 ( D ) の駆動基板 2 側に形成されるが、接触検出部 8 は、駆動基板 2 側でも対向基板 4 側でもよい。TF T が多く集積化されているため製造工程数を減らすには駆動基板 2 に接触検出部 8 も一緒に形成することが望ましい。ただし、センサ線  $\text{SL}$  が対向基板 4 側に存在し、センサ線  $\text{SL}$  が透明電極材料から形成されるため配線抵抗が高くなることがある。そのような場合、配線抵抗が高いことの不具合を回避するには、対向基板 4 側に接触検出部 8 を形成することが好ましい。ただし、接触検出部 8 だけのために対向基板 4 に TF T 形成プロセスを用いると、コスト高になるという不利益がある。以上の利益と不利益を総合的に勘案して、接触検出部 8 の形成位置を決定するとよい。

#### 【 0 1 1 9 】

図 1 3 に、この交流駆動とシフトの動作説明図を示す。

図 1 3 において斜線により示す 7 本の駆動電極 4 3 により 1 つの駆動電極 DE が構成されている。ここで駆動電極 4 3 と駆動電極 DE の違いは、同時に駆動する  $k$  本の駆動電極 4 3 を駆動電極 DE と称している。

#### 【 0 1 2 0 】

図 1 3 ( A )  $\sim$  図 1 3 ( C ) は、駆動電極 DE を 1 画素ライン単位で、即ち 1 本の駆動電極 4 3 のピッチだけ列方向にシフトさせたときの選択範囲の推移を示す。

図 1 3 ( A ) の時間  $T_1$  では、最初の 1 つの画素ラインは非選択であるが、2 番目から 8 番目の画素ラインに対応した  $k$  本の駆動電極が選択されて同時に交流信号源 AS で交流駆動されている。

次のサイクル ( 時間  $T_2$  ) では、駆動電極 DE が 1 つの画素ライン分シフトし、1 番目と 2 番目の画素ラインに対応する 2 つの駆動電極が非選択、3 番目以降の 7 本が選択、その他が非選択となっている。

さらにその次のサイクル ( 時間  $T_3$  ) では、さらに 1 つの画素ライン分、駆動電極 DE がシフトし、1  $\sim$  3 番目のラインに対応する駆動電極が非選択、4 番目以降の 7 本が選択、その他が非選択となる。以後、同様にシフトと交流駆動を繰り返す。

#### 【 0 1 2 1 】

この動作により、図 5 ( C ) に示した式における  $m$  の値は、実際の分割数の  $1/7$  に低減されてセンサ電圧  $V_s$  の実効値がその分、大きくなる。一方、図 1 3 に示すように、選択グループ ( 駆動電極 DE ) に新たに含まれ、それに変わって含まれなくなる単位が 1 画素ラインに対応する 1 つの駆動電極である。よって、交流駆動の切り替わり周波数が共通駆動信号  $\text{Vcom}$  の 1 H 反転周波数と等しくなる。この周波数は商用電源周波数、例えば 60 [Hz] を列方向の画素数倍した非常に高い周波数となる。たとえば列方向の画素数が 480 の場合、この周波数は 28.8 [kHz]、パルス波形の周波数としては、その半

10

20

30

40

50

分の14.4[kHz]となる。よって、交流駆動のシフトに起因する画像変化は、人の目に視認できない十分に高い周波数となる。以上より、センサ電圧の低下によるS/N比低下の防止と、電極駆動の切り替えによる画質低下の防止が両立できる。

#### 【0122】

##### [画素電極と映像信号線の配置]

図14は、画素電極22を形成した製造途中の表示部の拡大平面図である。

図14に図解する画素電極22を形成した段階における平面図では、行方向(x方向)の平行ストライプ状に配置された複数のゲート線(走査線SCN:図12参照)と、列方向(y方向)の平行ストライプ状に配置された複数の映像信号線SIGとが交差している。任意の2本の走査線SCNと任意の2本の映像信号線SIGに囲まれた矩形領域が(サブ)画素PIXを規定している。各画素PIXより僅かに小さい矩形孤立パターンに画素電極22が形成されている。このように複数の画素電極22は、行列状の平面配置となっている。

10

#### 【0123】

##### [表示動作]

次に、以上のような構成の表示装置の動作を説明する。

#### 【0124】

駆動基板2の表示ドライバ(図示しない水平駆動回路および垂直駆動回路等)は、駆動電極43の各電極パターン(駆動電極43\_\_1~43\_\_km)に対してコモン駆動信号Vcomを線順次で供給する。このとき、駆動電極の選択の仕方とシフトの仕方は、上述したとおりである。コモン駆動信号Vcomは、画像表示の駆動電極電位制御のためにも用いられる。また、表示ドライバは、映像信号線SIGを介して画素電極22へ信号電圧を供給すると共に、これに同期して、走査線SCNを介して各画素電極のTF Tのスイッチングを線順次で制御する。これにより、液晶層6には、画素ごとに、コモン駆動信号Vcomと各画素信号とにより定まる縦方向(基板に垂直な方向)の電界が印加されて液晶状態の変調が行われる。このようにして、いわゆる反転駆動による表示が行われる。

20

#### 【0125】

一方、対向基板4の側では、駆動電極43\_\_1~43\_\_km)と、ロングセンサ線LSLiまたはショートセンサ線SSLiとの交差部分にそれぞれ容量素子C1が形成される。駆動電極43の各電極パターンにコモン駆動信号Vcomを時分割的に順次印加していく。すると、その印加された駆動電極43の電極パターンとセンサ線(LSLi, SSLi)の各電極パターンとの交差部分に形成されている一列分の容量素子C1の各々に対する充放電が行われる。その結果、容量素子C1の容量値に応じた大きさの出力が、センサ線(LSLi, SSLi)からそれぞれ出力される。対向基板4の表面にユーザの指が触れられていない状態においては、このセンサ線出力の大きさはほぼ一定(センサ電圧Vs)となる。コモン駆動信号Vcomのスキャンに伴い、充放電の対象となる容量素子C1の列が線順次的に移動していく。

30

#### 【0126】

ここで、対向基板4の表面のいずれかの場所にユーザの指が触れると、そのタッチ箇所には元々形成されている容量素子C1に、指による容量素子C2が付加される。その結果、そのタッチ箇所がスキャンされた時点のセンサ出力の値(センサ電圧Vs)が他の箇所よりも小さくなる(センサ電圧Vf(<Vs)となる)。接触検出部8(図8,図11参照)は、各演算回路8Aで図7(B)に示す演算処理を行い、検出信号Vdetを発生させる。また、検出信号Vdetを閾値Vtと比較して、検出信号Vdetが閾値Vt以下の場合に、その箇所をタッチ箇所として判定する。このタッチ箇所は、コモン駆動信号Vcomの印加タイミングと、閾値Vt以下の検出信号Vdetの検出タイミングとから求めることができる。

40

#### 【0127】

このように、第3の実施の形態によれば、液晶表示素子に元々備えられている液晶駆動の共通電極(駆動電極43)を、駆動電極と検出電極とからなる一対のタッチセンサ用電

50



極のうちの一方として兼用する。表示駆動信号としてのコモン駆動信号  $V_{com}$  を、タッチセンサ駆動信号として共用するようにして静電容量型タッチセンサを構成している。よって、タッチセンサ機能を付加する際に新たに設ける電極はセンサ線だけでよく、また、タッチセンサ駆動信号の発生部を新たに用意する必要がない。したがって、構成が簡単である。

また、複数  $k$  個の駆動電極 43 を同時に交流駆動し、これを 1 つの駆動電極  $DE$  として、その駆動電極  $DE$  を各駆動電極 43 が 2 回の交流駆動で共に選択されるようにシフトする。このため、センサの検出電圧の  $S/N$  比低下と画質低下の防止を両立できる。さらにコモン駆動信号  $V_{com}$  の駆動電極と駆動回路を、センサ駆動電極と駆動回路と兼用できるため、その分の配置スペースと消費電力の節約ができる。

10

【0128】

なお、図 4 および図 14 において、センサ線  $SL$  は一定幅のラインとして示し、長さを 2 種類変えているが、第 1 および第 2 の実施の形態で述べた変形等は、第 3 の実施の形態でも実施可能である。

【0129】

以下、第 3 の実施の形態における変形例を幾つか説明する。

【0130】

< 7. 第 4 変形例 >

以上の第 3 の実施の形態で述べた表示装置の構造および駆動方法は、タッチパネルを一体化した（液晶）表示装置の厚さを薄くできる利点があるため望ましい。

20

しかしながら、タッチパネルを表示パネルと一体化する場合でも、タッチセンサの駆動電極は、（液晶）表示のための駆動（共通）電極とは別の層として設けてもよい。この場合、タッチセンサの駆動電極は分離しないで、複数の画素電極と対向する 1 枚の電極として配置してもよい。ただし、センサ線に関しては、 $y$  方向に長い第 1 センサ線群と、 $x$  方向に長い第 2 センサ線群とを互いに直交してマトリクス配置させる。そして、タッチセンサの駆動電極専用の 1 枚の電極を、第 1 センサ線群と第 2 センサ群の両方に所定の強さで容量結合可能に配置する。本発明は第 1 センサ線群と第 2 センサ群の両方に適用する。つまり、上述した  $y$  方向の第 1 センサ線群だけでなく  $x$  方向の第 2 センサ群においても、例えば長さ等の種類を変えて複数の配線容量をもつ配線群とする。第 1 センサ線群だけでなく  $x$  方向の第 2 センサ群においても、配線容量が異なる複数のセンサ線の出力を配線容量比を用いた演算によりノイズ除去のための処理を行う。これにより、マトリクスにセンサ線が配置された接触検出機能をもつ表示装置においてノイズを効果的に除去し、センサ検出の精度を高めることができる。

30

なお、このマトリクスにセンサ線が配置することは、第 1 および第 2 の実施の形態で述べた接触検出装置に適用することもできる。

【0131】

< 8. 第 5 ~ 第 7 変形例 >

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）モードや、 $IPS$ （インプレーンスイッチング）モード等の横電界モードの液晶が好適に用いられる。

40

図 15 ~ 図 17 は、横電界モード液晶表示装置の構造例を示す。

【0132】

図 11 (B) に示す構造は、画素電極 22 と駆動電極 43 が液晶層 6 を介在して対面しており、この 2 つの電極間の印加電圧に応じて縦方向の電界を液晶層 6 に与えていた。

横電界モードでは、画素電極 22 と駆動電極 43 が駆動基板 2 側に配置される。

【0133】

図 15 に示す第 5 変形例の構造では、 $TFT$  基板 21 の正面側（表示面側）の面に駆動電極 43 が配置され絶縁層 24 を介して、駆動電極 43 と画素電極 22 が近接する。駆動電極 43 は、表示ラインの向き（ $x$  方向）に長いライン状に配置され、画素電極 22 は、その向きに画素ごとに分離されている。

50

TFT基板21は、その画素電極22側を液晶層6に隣接させ、ガラス基板41にと貼り合わされている。液晶層6は不図示のスペーサで強度的に保たれている。

【0134】

符号“49”はガラスや透明性のフィルムなどの表示面側の基材を示す。この基材49の片側の面にセンサ線SLが形成されている。基材49に保持されたセンサ線SLは、接着層48によってガラス基板41の反液晶側の面に固定されている。

一方、TFT基板21の背面には第1偏光板61が貼られ、これと偏光の向きが異なる第2偏光板62が、基材49の表示面側に貼られている。

第2偏光板62の表示面側に不図示の保護層が形成される。

【0135】

図16に示す第6変形例の構造では、カラーフィルタ42がガラス基板41の液晶側に予め形成されている。カラーフィルタ42は(サブ)画素ごとに異なる色領域が規則的に配置されている。

【0136】

図17に示す第7変形例の構造では、表示面側の積層構造が図16と異なる。

図16に示す構造では、センサ線SLが基材49に予め形成されて、例えばロール状の部材として貼られるが、図17ではガラス基板41の表示面側にセンサ線SLを形成し、その上に第2偏光板62が貼られる。

【0137】

つぎに、以上の第1～第3の実施の形態および第1～第7変形例における、共通のさらなる変形例(第8～第11変形例)を説明する。

【0138】

<9. 第8変形例>

図18に示す第8変形例は、短いセンサ線(ショートセンサ線SSLi)の長さを極端に短くする点が第8変形例の特徴である。その意図は、この極端のセンサ線を検出面より外側の領域に配置することで、これを信号成分Sが重畳されないノイズ成分Nの検出専用とするためである。

このことは特に3本の長さのセンサ線を設ける第2の実施の形態においてより有効である。その理由を以下に説明する。

【0139】

図10(B)の図表において、例えば位置<5>のみ、この極短のセンサ線ESSLが存在すると仮定する。すると、極短のセンサ線出力に相当するSSL出力<S>の値、すなわち“3S+3N”が単に“3N”のみで表される。一方、LSL出力<L>は“S+3N”となる。よって、極短のセンサ線出力をLSL出力<L>から減算するだけで信号成分Sの算出ができ、使用する箇所が増える。

【0140】

<10. 第9変形例>

図19に示す第9変形例は、図10(A)に示すMSL, LSL, SSLの順番で配置されたセンサ線の配置順が任意であることを示すものである。例えば図19では、SSL, LSL, MSLの順番で3本のセンサ線が配置されている。このようにセンサ線の配置順は任意である。

また、図18や図19のように規則的な配置でなくとも、2本の対、3本の組内で長さの異なるセンサ線がバラバラに配置されていてもよい。演算回路8A側で対応していればよいからである。ただし、演算回路8Aの構成を全く同一にできる利点があるため、センサ線が規則的に配置されている方が望ましい。ここで規則的配置の特徴は「種類が異なるM本のセンサ線が周期的に繰り返し配置されている」ことである。

【0141】

<11. 第10変形例>

第10変形例は、1つの演算回路8Aと隣の他の演算回路8Aが1本以上のセンサ線を共用する場合を示す。

10

20

30

40

50

例えば、図 20 では、2 入力演算回路 8 A が 1 つの極短のセンサ線 E S S L を共用している。また、図 21 では、M S L と S S L が交互に、隣り合う演算回路 8 A に共用されている。これ以外に、例えば長さの種類が多い場合など、2 本ずつのセンサ線共用も可能である。なお、共用するセンサ線を複数の演算回路に対して切り替える、不図示のセレクトを設けることができる。

これらの共用構造は、「2 つの演算回路 8 A が同一のセンサ線に接続され、当該 2 つの演算回路で共通のセンサ線を中心に、他の種類のセンサ線が線対称に配置されている」ことである。

#### 【0142】

##### < 12 . 第 1 1 変形例 >

極短のセンサ線 E S S L を、検出面や表示面の有効領域より外に配置し、その被検出物が接触する側の面を図 22 のようにシールド層 70 で覆うとよい。これは飛来電磁ノイズと配線容量比  $K_c$  との相関性が弱い場合など、飛来電磁ノイズがノイズ除去精度をかえって落としてしまうことを考慮した構成である。このようにすると演算回路 8 A により電磁飛来ノイズの影響は除去されない。しかし、時々刻々と変化する飛来電磁ノイズを演算回路 8 A でセンサ線出力から差し引くと、時として誤差が大きくなることがある。シールド層 70 を設けるとノイズ成分 N に電磁飛来ノイズ成分が含まれないため、検出誤差のバラツキを抑制することが可能である。

なお、図 22 に示すように演算回路 8 A もシールドすると、より演算精度が高まり好ましい。

#### 【0143】

##### < 13 . 表示装置のノイズ源とノイズ抑圧効果 >

つぎに、第 3 の実施の形態のように表示装置にタッチセンサ機能を実装した場合に影響が大きなノイズ源について述べる。

タッチセンサの種々のノイズ源は第 1 の実施の形態で既に述べたが、センサ線への容量結合が大きいのは、センサ線と平行に配線されて電位変化が大きな配線である。特に表示装置の薄型化により、この配線とセンサ線との距離が縮まる傾向にある。そのような配線の筆頭として、映像信号線 S I G を挙げることができる。映像信号線 S I G は、図 14 に示すようにセンサ線と同じ y 方向に配置され、駆動電極 43 の V c o m 電位と対応する 1 H ( 1 水平表示期間 ) の周期で、V c o m 電位と逆位相で映像信号の基準電位が大きく振れる交流信号である。

#### 【0144】

図 23 ( A ) にロングセンサ線 L S L i の電位波形を、画面全体を白表示とした場合と黒表示とした場合で比較して示す。また、図 23 ( B ) にノイズ成分 N のみが乗ったショートセンサ線 S S L i の電位波形を白表示と黒表示で比較して示す。

#### 【0145】

図 23 ( A ) に示すように、表示装置の表示に応じてセンサ線出力が大きく変化する。その原因は、図 23 ( B ) に示すノイズ成分 N が、1 H ごとに逆位相で周期的に変化しているためである。このような周期的なノイズ成分 N の発生原因としては、次の 2 つが考えられる。

第 1 は、V c o m 駆動がされている駆動電極 D E の電位変動の位相が 1 H ごとに反転していることである。第 2 は、映像信号線 S I G も V c o m 駆動に合わせて、映像信号の基準レベルを 1 H ごとに反転させていることである。

#### 【0146】

しかし、前者は白表示と黒表示で異ならないため、後者が原因である。つまり、映像信号の基準電位は V c o m 駆動電位と位相が 180 度反転しているため、この映像信号の基準電位変動が、センサ線電位差を白表示で縮小し、黒表示で拡大するように作用する。図 23 ( A ) の L S L 波形と図 23 ( B ) の S S L 波形で、黒表示が同位相、白表示が逆位相で周期変化していることは、このことを表している。

#### 【0147】

図 2 4 は、本発明の適用による効果を示す図である。白表示に関する図 2 4 ( A 1 ) ~ ( A 3 ) と、黒表示に関する図 2 4 ( B 1 ) ~ 図 2 4 ( B 3 ) とは、その片方の位相を 1 8 0 度シフトした波形図である。

また、図 2 4 ( A 1 ) と図 2 4 ( B 1 ) は、ノイズ成分 N と信号成分が重なるロングセンサ線 L S L i の波形図である。図 2 4 ( A 2 ) と図 2 4 ( B 2 ) はノイズ成分のみの波形図である。そして、図 2 4 ( A 3 ) と図 2 4 ( B 3 ) は、ノイズ除去後の波形図である。

【 0 1 4 8 】

例えば図 1 0 ( B ) の図表中、位置 < 1 > にボータ ( 駆動電極 D E ) があるときの L S L 出力 < L > ( = S + 3 N ) の波形が、図 2 4 ( A 1 ) と図 2 4 ( B 1 ) に対応する。その場合、同図中の位置 < 1 > に対応するショートセンサの欄に示す “ 3 N ” が、図 2 4 ( A 2 ) と図 2 4 ( B 2 ) に対応する。そして、図 2 4 ( A 1 ) の波形から図 2 4 ( A 2 ) の波形の差分をとった波形が図 2 4 ( A 3 ) の波形となる。同様に、図 2 4 ( B 1 ) の波形から図 2 4 ( B 2 ) の波形の差分をとった波形が図 2 4 ( B 3 ) の波形となる。

【 0 1 4 9 】

白表示の図 2 4 ( A 1 ) と黒表示の図 2 4 ( B 1 ) に最大で 0 . 8 [ V ] あった電位差 ( ノイズ ) が、図 2 4 ( A 3 ) と図 2 4 ( B 3 ) ではほとんどない状態にまで抑圧されていることがわかる。

以上より、本発明に関わる表示装置では、映像信号線の電位変化をノイズ源とする場合のノイズ抑圧に本発明の適用が特に有効であることが明らかにされた。

【 0 1 5 0 】

< 1 4 . その他の効果 >

このようなノイズ源を想定する場合、ノイズ源となる配線に対して、2 本または 3 本のセンサ線ができるだけ等距離となるようにセンサ線配置とすることが望ましい。例えば、可能なかぎりセンサ線同士を近接配置させるとよい。そのためには、センサ線の幅は細いことが望ましい。つまり、幅で制御する場合は演算が簡単になる利点がある一方で、ノイズ源に対してセンサ線を等距離とすることは難しい。その一方、長さで制御する場合は、幅で制御する場合より多少演算が複雑になる場合があるが、ノイズ源に対してセンサ線を等距離で配置させることが容易となる。

【 0 1 5 1 】

以上の理由から、図 1 8 や図 1 9 では同一の演算回路 8 A に接続されるセンサ線同士の距離を可能な限り小さくしている配置例が示されている。

【 0 1 5 2 】

また、図 2 0 や図 2 1 のように、隣り合う 2 つの演算回路 8 A でセンサ線を共用する構成では、x 方向の検出感度を落とすことなくセンサ線密度を上げることができる。換言すれば、組み合わせられるセンサ線をノイズ源からほぼ等距離にするという制約下での x 方向のセンサ線密度に余裕があれば、さらにセンサ線の本数を増やして感度を向上させることができる。よって、より正確で感度がよいタッチ検出が可能となる。

【 0 1 5 3 】

図 2 2 のように、シールド層 7 0 を設けることによりランダムに変化することが多いノイズ源である飛来電磁波の影響を排除して、より正確なノイズ除去処理が可能となる。また、シールド層 7 0 により演算回路 8 A もシールドすると誤動作防止に有効である。

【 0 1 5 4 】

第 3 の実施の形態のようにボータスキャン、つまり複数 k の駆動電極 4 3 ( ボータ ) を同時駆動し、そのシフトは 1 画素ピッチに対応する最小のピッチで行うことを組み合わせると、y 方向の検出感度まで向上するため望ましい。ボータスキャンでは駆動電極の不可視化という付随的な効果も得られる。また、不可視化の観点でいえば、例えばミドルセンサ線 M S L やショートセンサ線 S S L の、センサ線がない部分にダミーのセンサ線を配置し、見た目ではロングセンサ線 L S L と変わらないようにすることで不可視化の万全を期してもよい。

## 【 0 1 5 5 】

なお、演算回路 8 A ごとにリセットスイッチ R S W を有することから、残存電荷を排除した上で演算が可能となるため、演算精度が向上するという効果が得られる。また、リセットスイッチ R S W を複数の演算回路 8 A でほぼ同時にオンまたはオフすることで、より正確な演算結果が得られる。このリセットスイッチ R S W の制御は不図示の C P U 等が行うとよい。

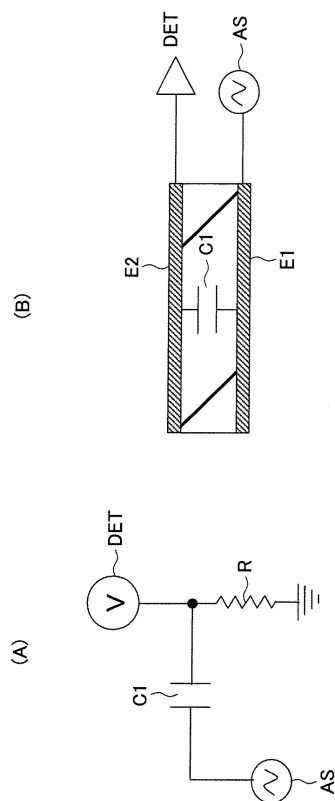
## 【符号の説明】

## 【 0 1 5 6 】

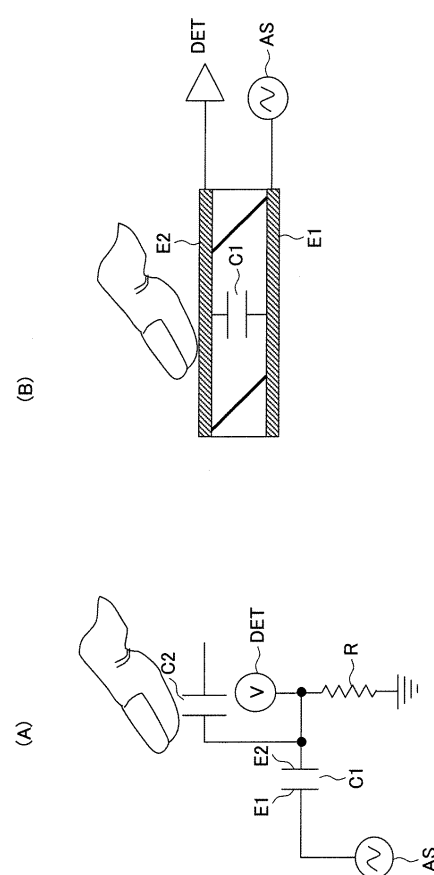
1 ... 液晶表示装置、2 ... 駆動基板、2 2 ... 画素電極、4 ... 対向基板、4 2 ... カラーフィルタ、6 ... 液晶層、8 ... 接触検出部、8 A ... 演算回路、9 ... 走査駆動部、1 0 ... 接触検出装置、1 1 ... 第 1 基板、1 2 ... 第 2 基板、4 3 ... 対向（駆動）電極、8 0 ... 差分演算器、8 1 ... 係数乗算器、D E ... 駆動電極、S L ... センサ線、L S L i ... ロングセンサ線、M S L ... ミドルセンサ線、S S L ... ショートセンサ線、E S S L ... 極短のセンサ線、A S ... 交流信号源、R S W ... リセットスイッチ

10

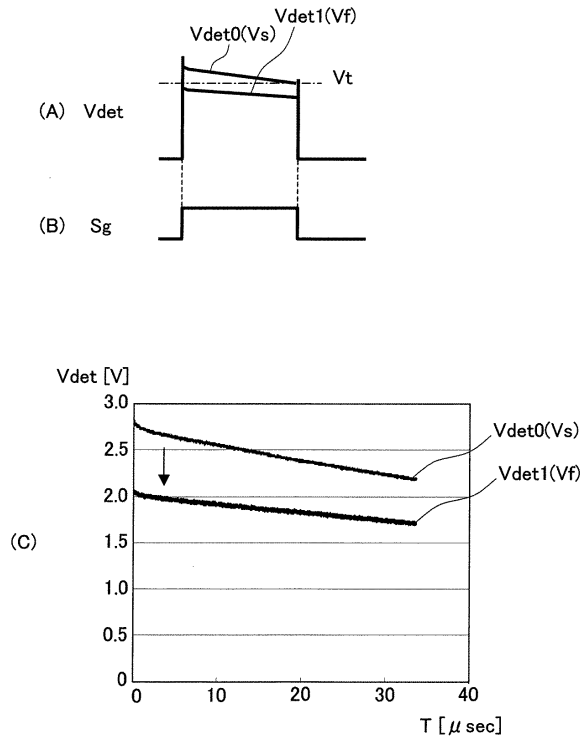
【 図 1 】



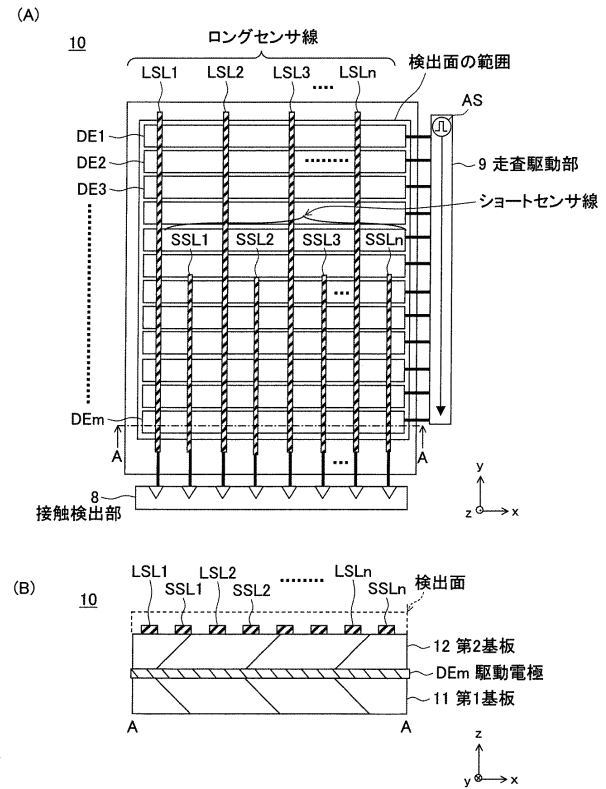
【 図 2 】



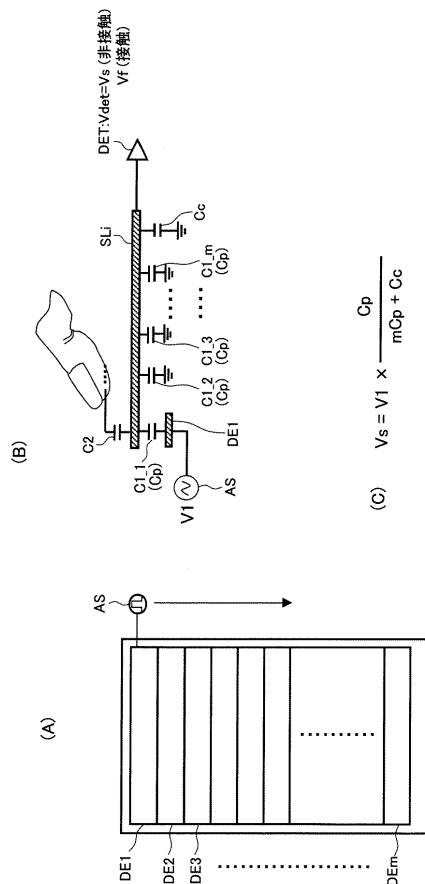
【図 3】



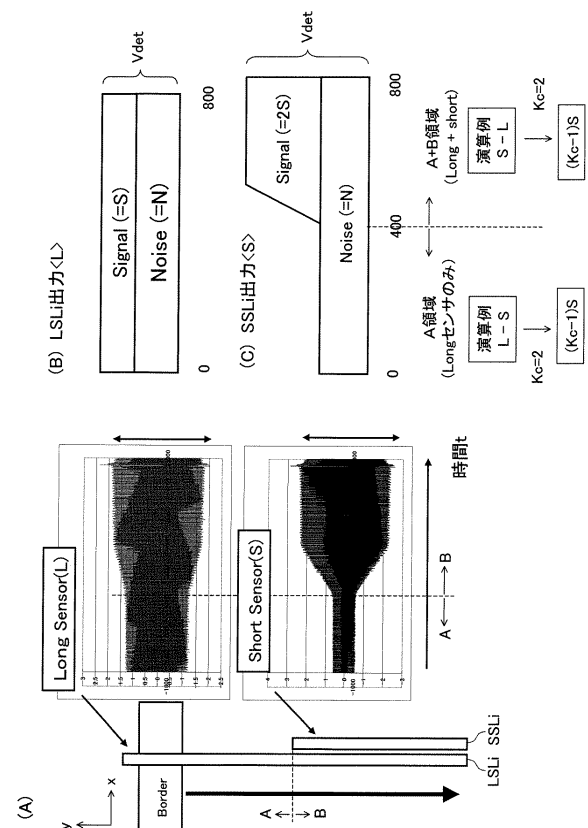
【図 4】



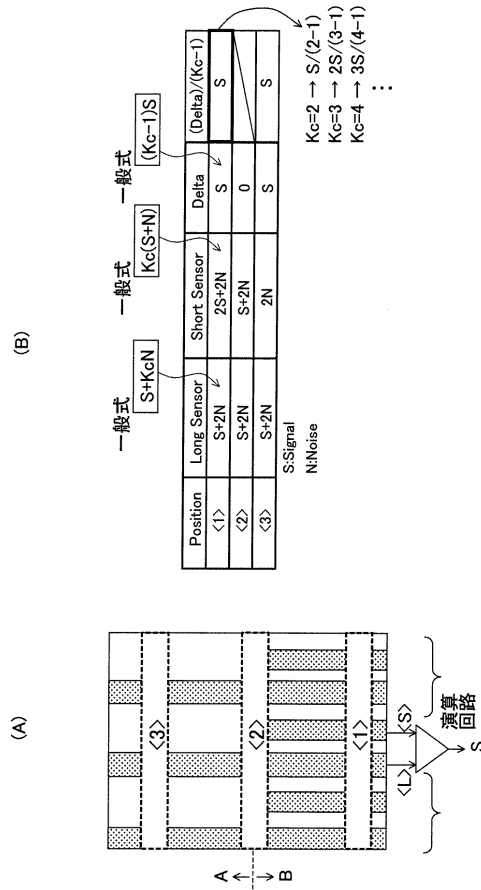
【図 5】



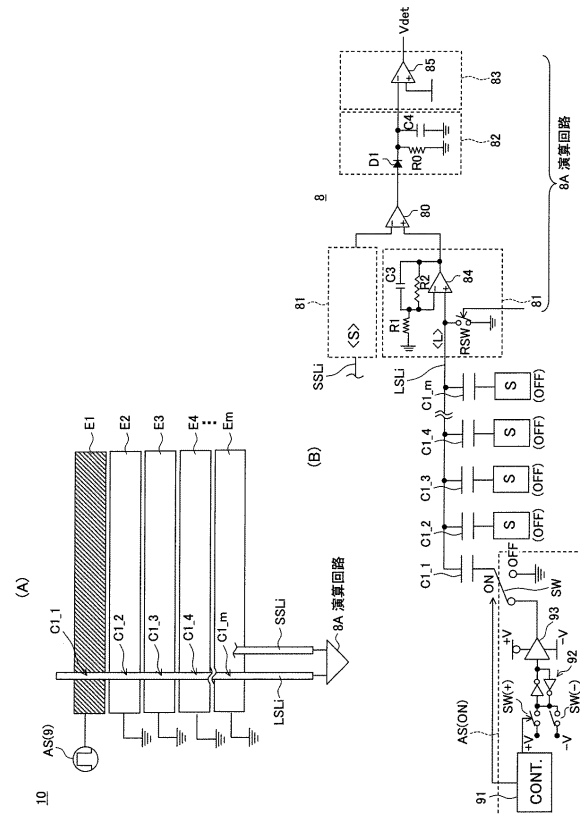
【図 6】



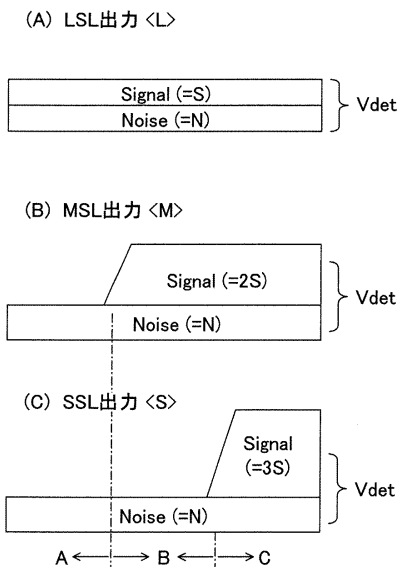
【図 7】



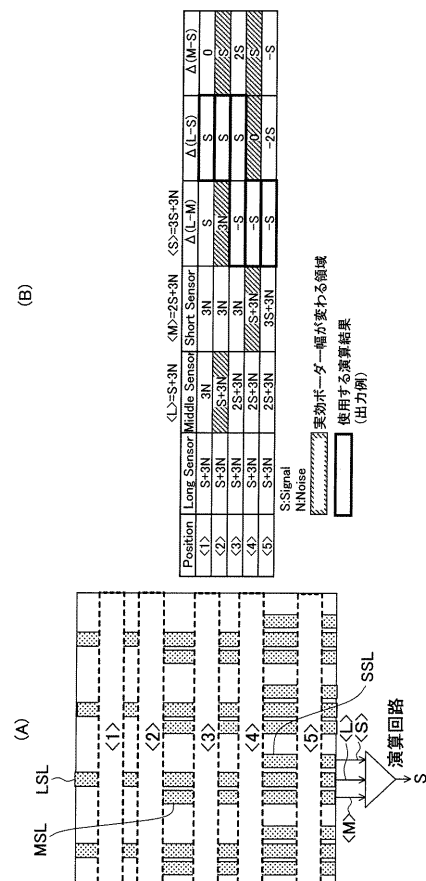
【図 8】



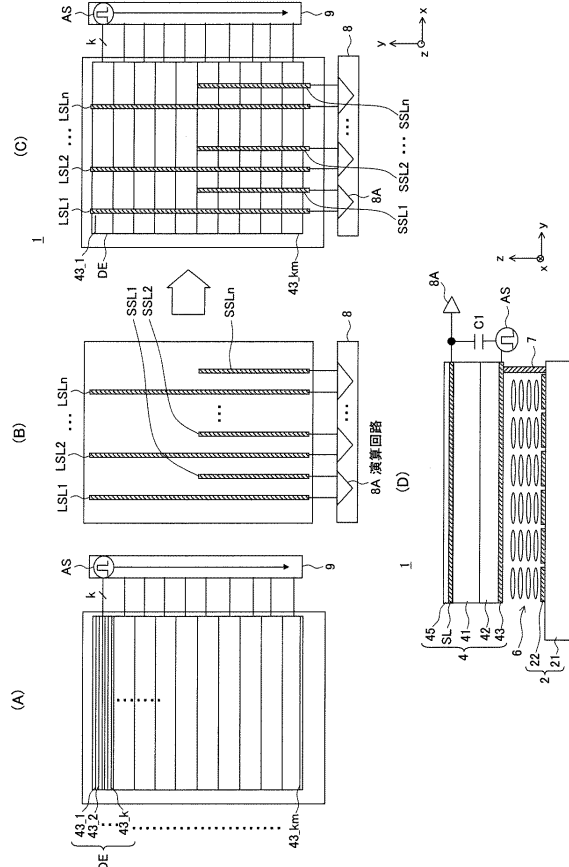
【図 9】



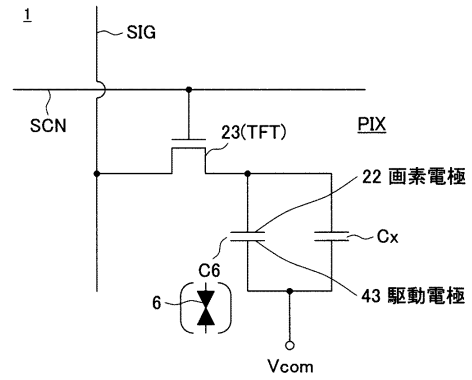
【図 10】



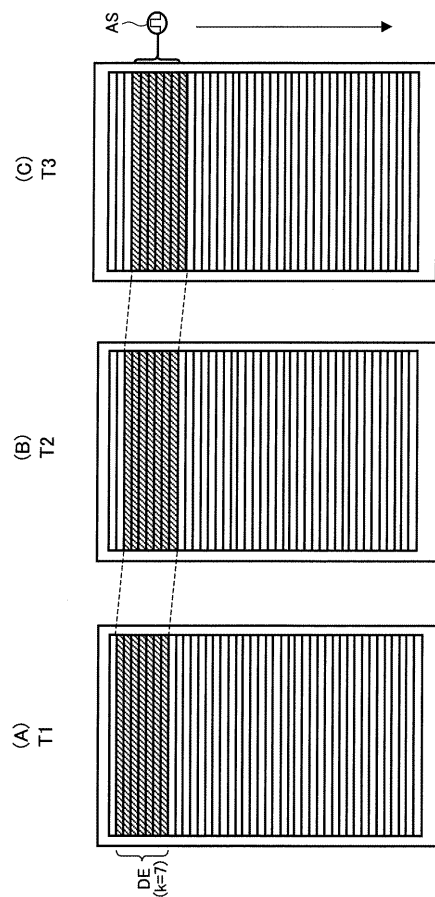
【図 1 1】



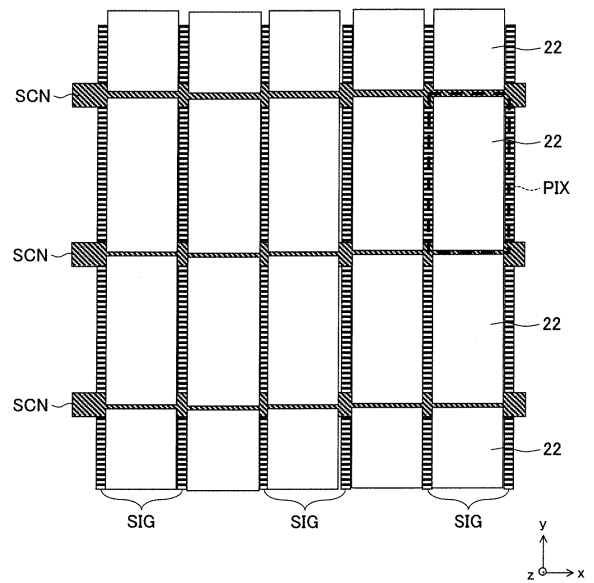
【図 1 2】



【図 1 3】

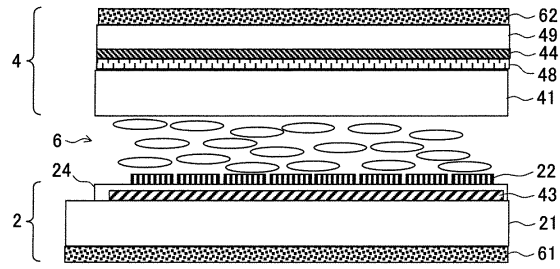


【図 1 4】

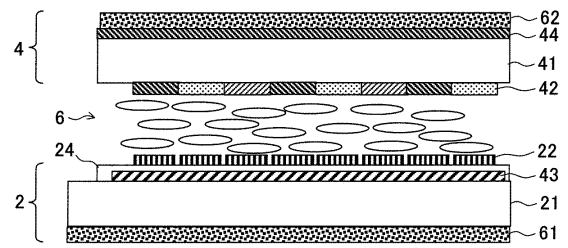




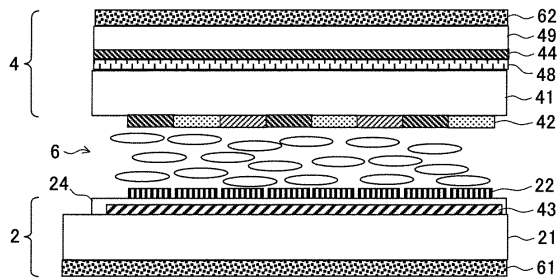
【図 15】



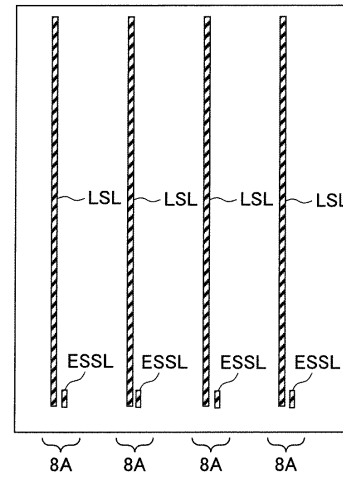
【図 17】



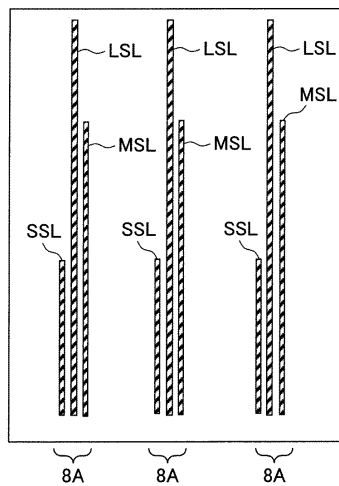
【図 16】



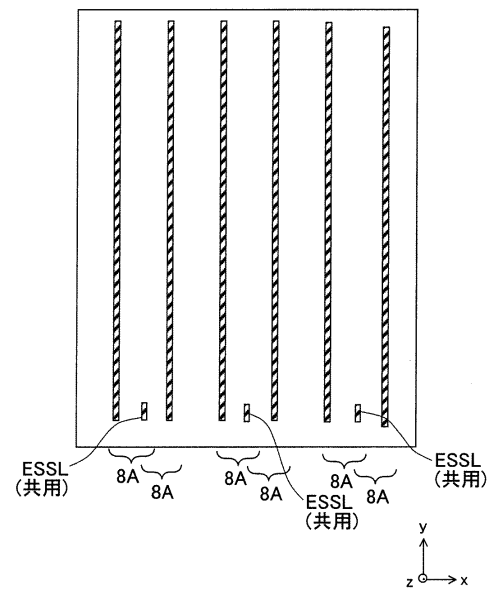
【図 18】



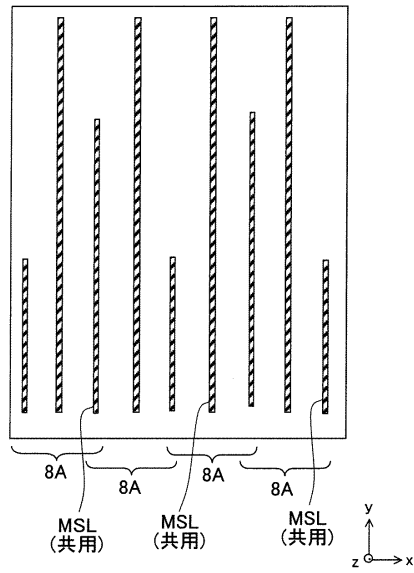
【図 19】



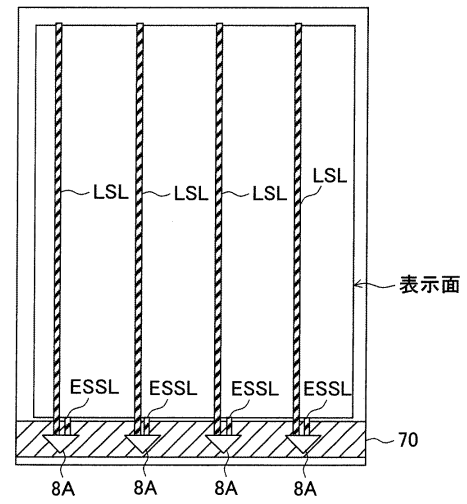
【図 20】



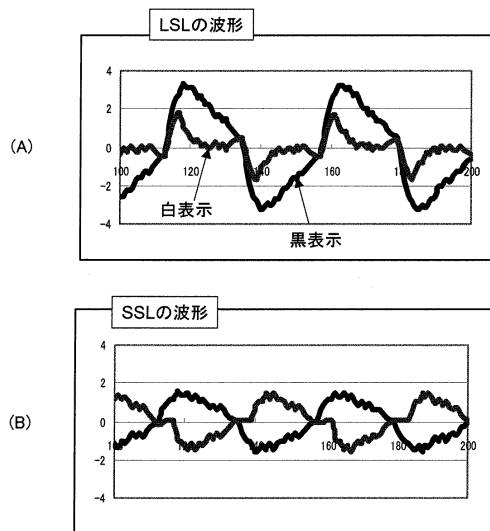
【図 2 1】



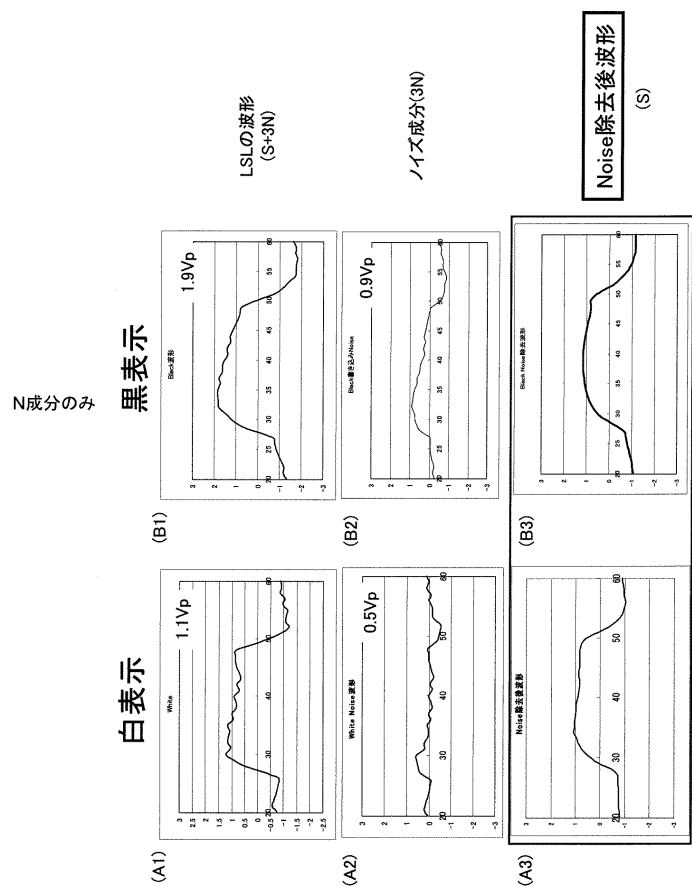
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 野口 幸治  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 竹内 剛也  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 中西 貴之  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 寺西 康幸  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 山口 大志

- (56)参考文献 特開2009-110418(JP,A)  
特開2007-199724(JP,A)  
特開2004-054961(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|         |             |
|---------|-------------|
| G 0 6 F | 3 / 0 4 4   |
| G 0 2 F | 1 / 1 3 3 3 |
| G 0 6 F | 3 / 0 4 1   |