

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5995473号
(P5995473)

(45) 発行日 平成28年9月21日(2016.9.21)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int. Cl. F I
G06F 3/044 (2006.01) G O 6 F 3/044 1 2 0
G06F 3/041 (2006.01) G O 6 F 3/041 5 1 0

請求項の数 16 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-62291 (P2012-62291)	(73) 特許権者	000116024
(22) 出願日	平成24年3月19日 (2012.3.19)		ローム株式会社
(65) 公開番号	特開2013-196326 (P2013-196326A)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(43) 公開日	平成25年9月30日 (2013.9.30)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成27年3月16日 (2015.3.16)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100133215
			弁理士 真家 大樹
		(72) 発明者	大石 裕紀
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		(72) 発明者	山城 洋
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		審査官	塩屋 雅弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量センサのコントロール回路、それを用いた電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサのコントロール回路であって、

前記複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、

前記送信信号に応じて前記複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、前記複数の送信電極と前記複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、

を備え、

前記送信回路は、

(1) 前記複数の送信電極に順に送信信号を印加する第 1 モードと、

(2) 前記複数の送信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の送信電極に対して同じ送信信号を印加する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記コントロール回路は、前記送信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備え、

前記制御部は、前記送信回路を前記第 1 モードに固定的に設定する第 1 状態と、前記送信回路を時分割で前記第 1 モードと前記第 2 モードに交互に設定する第 2 状態と、を切りかえることを特徴とするコントロール回路。

【請求項 2】

前記送信回路は、前記静電容量センサをタッチパネルとして動作させるときに前記第 1

モードに設定され、前記静電容量センサを近接センサとして動作させるときに前記第 2 モードに設定されることを特徴とする請求項 1 に記載のコントロール回路。

【請求項 3】

前記送信回路は、前記第 2 モードにおいて、前記グループの個数が変更可能に構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のコントロール回路。

【請求項 4】

前記受信回路は、

(1) 前記複数の受信電極それぞれに発生する前記受信信号を順にモニタし、前記受信電極ごとに前記検出信号を生成する第 1 モードと、

(2) 前記複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに前記検出信号を生成する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のコントロール回路。

【請求項 5】

前記受信回路は、前記第 2 モードにおいて、前記グループの個数が変更可能に構成されることを特徴とする請求項 4 に記載のコントロール回路。

【請求項 6】

第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサのコントロール回路であって、

前記複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、

前記送信信号に応じて前記複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、前記複数の送信電極と前記複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、

を備え、

前記送信回路は、

(1) 前記複数の送信電極に順に送信信号を印加する第 1 モードと、

(2) 前記複数の送信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の送信電極に対して同じ送信信号を印加する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記受信回路は、

(1) 前記複数の受信電極それぞれに発生する前記受信信号を順にモニタし、前記受信電極ごとに前記検出信号を生成する第 1 モードと、

(2) 前記複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに前記検出信号を生成する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記コントロール回路は、前記送信回路および前記受信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備え、

前記制御部は、前記送信回路および前記受信回路を前記第 1 モードに固定的に設定する第 1 状態と、前記送信回路および前記受信回路を、時分割で前記第 1 モードと前記第 2 モードに交互に設定する第 2 状態と、を切りかえることを特徴とするコントロール回路。

【請求項 7】

第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサのコントロール回路であって、

前記複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、

前記送信信号に応じて前記複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、前記複数の送信電極と前記複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、

を備え、

前記受信回路は、

(1) 前記複数の受信電極それぞれに発生する前記受信信号を順にモニタし、前記受信

10

20

30

40

50

電極ごとに前記検出信号を生成する第 1 モードと、

(2) 前記複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに前記検出信号を生成する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記コントロール回路は、前記受信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備え、前記制御部は、前記受信回路を前記第 1 モードに固定的に設定する第 1 状態と、前記受信回路を時分割で前記第 1 モードと前記第 2 モードに交互に設定する第 2 状態と、を切りかえることを特徴とするコントロール回路。

【請求項 8】

前記受信回路は、前記静電容量センサをタッチパネルとして動作させるときに前記第 1 モードに設定され、前記静電容量センサを近接センサとして動作させるときに前記第 2 モードに設定されることを特徴とする請求項 7 に記載のコントロール回路。

【請求項 9】

前記受信回路は、前記第 2 モードにおいて、前記グループの個数が変更可能に構成されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のコントロール回路。

【請求項 10】

第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサのコントロール回路であって、

前記複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、前記送信信号に応じて前記複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、前記複数の送信電極と前記複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、

を備え、

前記送信回路は、

(1) 前記複数の送信電極に順に送信信号を印加する第 1 モードと、(2) 前記複数の送信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の送信電極に対して同じ送信信号を印加する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記コントロール回路は、前記送信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備え、前記制御部は、前記送信回路を前記第 1 モードで所定の第 1 周期ごとに 1 フレームをスキャンする第 1 状態と、前記送信回路を前記第 1 モードと前記第 2 モードを、前記第 1 周期より長い第 2 周期ごとに 1 フレームをスキャンする第 2 状態と、を切りかえることを特徴とするコントロール回路。

【請求項 11】

筐体と、
前記筐体の一面に設けられたディスプレイパネルと、
前記筐体内の前記ディスプレイパネルとオーバーラップする箇所に設けられ、第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサと、

前記筐体の内部に設けられ、前記静電容量センサの容量変化を検出する請求項 1 から 10 のいずれかに記載のコントロール回路と、

前記コントロール回路の前記受信回路からの検出信号に応じたデジタル値を受け、前記デジタル値に応じてユーザの操作状態を検出すプロセッサと、

を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 12】

前記電子機器は、携帯電話端末であり、
通話状態においてユーザの耳と近接する箇所に設けられた通話用スピーカをさらに備え、

前記プロセッサは、前記第 2 モードにおいて取得される前記デジタル値を参照し、前記通話用スピーカの近傍に配置される電極が形成する容量の変化が大きいとき、ユーザが通

10

20

30

40

50

話を目的として前記筐体を頭部に近接させたものと判定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の電子機器。

【請求項 1 3】

前記プロセッサは、前記第 2 モードにおいて取得される前記デジタル値を参照し、前記筐体を前記ユーザが握ったときに親指が近接する一端側の電極の容量変化と、そのほかの指が近接する他端側の電極の容量変化が大きいとき、ユーザが筐体を握ったものと判定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の電子機器。

【請求項 1 4】

筐体と、

前記筐体の一面に設けられたディスプレイパネルと、

前記筐体内の前記ディスプレイパネルとオーバーラップする箇所¹⁰に設けられ、第 1 方向に並列に設けられた複数の送信電極と、前記複数の送信電極と間隙を隔てて第 2 方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサと、

前記筐体の内部に設けられ、前記静電容量センサの容量変化を検出するコントロール回路であって、前記複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、前記送信信号に応じて前記複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、前記複数の送信電極と前記複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、を含むコントロール回路と、

を備え、

前記コントロール回路の前記受信回路からの検出信号に応じたデジタル値を受け、前記デジタル値に応じてユーザの操作状態を検出すプロセッサと、

を備え、

前記送信回路は、

(1) 前記複数の送信電極に順に送信信号を印加する第 1 モードと、

(2) 前記複数の送信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の送信電極に対して同じ送信信号を印加する第 2 モードと、が切りかえ可能に構成され、

前記受信回路は、

(1) 前記複数の受信電極それぞれに発生する前記受信信号を順にモニタし、前記受信電極ごとに前記検出信号を生成する第 1 モードと、

(2) 前記複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに前記検出信号を生成する第 2 モードと、

が切りかえ可能に構成され、

前記コントロール回路は、前記送信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備え、

前記制御部は、前記筐体の短辺方向に空間分解能を有するように、前記送信回路と前記受信回路の少なくとも一方を前記第 2 モードに設定し、

前記プロセッサは、前記第 2 モードにおいて取得される前記デジタル値を参照し、前記筐体を前記ユーザが握ったときに親指が近接する一端側の電極の容量変化と、そのほかの指が近接する他端側の電極の容量変化が大きいとき、ユーザが筐体を握ったグリップ状態と判定することを特徴とする電子機器。

【請求項 1 5】

前記プロセッサは、前記短辺方向の座標が最小付近および最大付近となる両端において容量変化が大きい場合に、前記グリップ状態と判定することを特徴とする請求項 1 4 に記載の電子機器。

【請求項 1 6】

前記プロセッサは、前記短辺方向の空間分解能を有する前記デジタル値と所定のパターンとの比較結果にもとづいて、前記グリップ状態か否かを判定することを特徴とする請求項 1 4 に記載の電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

本発明は、相互キャパシタンス方式のタッチパネルに関する。

【背景技術】

【0002】

近年のコンピュータや携帯電話端末、タブレットPC (Personal Computer)、PDA (Personal Digital Assistant)、などの電子機器は、指で接触することによって電子機器を操作するための入力装置 (タッチパネル) を備えるものが主流となっている。こうした入力装置として、相互キャパシタンス (Mutual Capacitance) 方式が知られている (特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【特許文献1】国際公開第09/078944号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

携帯電話端末は、ユーザが通話時に端末を耳元に近づけたときに、頭部が意図せずにタッチパネルに接触して端末が誤動作するのを防止するために、タッチパネルのタッチ検出を停止する。また携帯電話端末は、ユーザが通話時に端末を耳元に近づけたときには、ディスプレイを消灯し省電力化を図る。このような端末では、通話時にユーザの頭部に対応する箇所に、光学式の近接センサが配置される。近接センサは、発光素子と、発光素子からの光が頭部などの検出対象物から反射した光を検出する受光素子のペアで構成される。

20

【0005】

光学式の近接センサを設けると、部品点数およびコストが増加する。また筐体に光を通過するための開口が必要となるため、デザインの制約となる。

【0006】

本発明に係る状況においてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、近接センサとしても利用可能な相互キャパシタ方式の静電容量センサの提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある態様は、静電容量センサのコントロール回路に関する。静電容量センサは、第1方向に並列に設けられた複数の送信電極と、複数の送信電極と間隙を隔てて第2方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する。コントロール回路は、複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、送信信号に応じて複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、複数の送信電極と複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、を備える。送信回路は、(1) 複数の送信電極に順に送信信号を印加する第1モードと、(2) 複数の送信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の送信電極に対して同じ送信信号を印加する第2モードと、が切りかえ可能に構成される。

30

【0008】

第2モードにおいて、同じグループに属する複数の送信電極は、面積の大きな単一の電極として動作する。その結果、容量変化の検出感度を高めることができ、パネルに物体が接触することなく近接した状態を検出することが可能となる。

40

【0009】

送信回路は、静電容量センサをタッチパネルとして動作させるときに第1モードに設定され、静電容量センサを近接センサとして動作させるときに第2モードに設定されてもよい。

【0010】

送信回路は、第2モードにおいて、グループの個数が変更可能に構成されてもよい。言い換えれば、ひとつのグループに属する電極の本数が変更可能であってもよい。

これにより、トレードオフの関係にある感度と第1方向の空間分解能を、段階的に変化

50

させることができる。

【 0 0 1 1 】

ある態様のコントロール回路は、送信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備えてもよい。制御部は、送信回路を、第1モードに固定的に設定する第1状態と、送信回路を時分割で第1モードと第2モードに交互に設定する第2状態と、を切りかえてもよい。

ユーザがパネルに接触する前段階では、第2状態に設定することで、近接および接触の両方を監視でき、接触が検出された後は第1状態に設定することで、接触した座標を頂分解能で検出できる。

【 0 0 1 2 】

受信回路は、(1)複数の受信電極それぞれに発生する受信信号を順にモニタし、受信電極ごとに検出信号を生成する第1モードと、(2)複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに検出信号を生成する第2モードと、が切りかえ可能に構成されてもよい。

第2モードにおいて、同じグループに属する複数の受信電極は、面積の大きな単一の電極として動作する。その結果、容量変化の検出感度を高めることができ、パネルに物体が接触することなく近接した状態を検出することが可能となる。さらに受信回路のモードと送信回路のモードを組み合わせることで、検出感度と空間分解能を切りかえることができる。

【 0 0 1 3 】

受信回路は、第2モードにおいて、グループの個数が変更可能に構成されてもよい。言い換えれば、ひとつのグループに属する電極の本数が変更可能であってもよい。

これにより、トレードオフの関係にある感度と第2方向の空間分解能を、段階的に変化させることができる。

【 0 0 1 4 】

ある態様のコントロール回路は、送信回路および受信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備えてもよい。制御部は、送信回路および受信回路を、第1モードに固定的に設定する第1状態と、送信回路および受信回路を、時分割で第1モードと第2モードに交互に設定する第2状態と、を切りかえてもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の別の態様もまた、静電容量センサのコントロール回路に関する。コントロール回路は、複数の送信電極それぞれに周期的な送信信号を印加する送信回路と、送信信号に応じて複数の受信電極それぞれに生ずる受信信号にもとづいて、複数の送信電極と複数の受信電極の交点ごとに形成される複数の静電容量の変化量を示す検出信号を生成する受信回路と、を備える。受信回路は、(1)複数の受信電極それぞれに発生する受信信号を順にモニタし、受信電極ごとに検出信号を生成する第1モードと、(2)複数の受信電極をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極を共通に接続し、グループごとに検出信号を生成する第2モードと、が切りかえ可能に構成される。

【 0 0 1 6 】

第2モードにおいて、同じグループに属する複数の受信電極は、面積の大きな単一の電極として動作する。その結果、容量変化の検出感度を高めることができ、パネルに物体が接触することなく近接した状態を検出することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

受信回路は、静電容量センサをタッチパネルとして動作させるときに第1モードに設定され、静電容量センサを近接センサとして動作させるときに第2モードに設定されてもよい。

【 0 0 1 8 】

受信回路は、第2モードにおいて、グループの個数が変更可能に構成されてもよい。

【 0 0 1 9 】

ある態様のコントロール回路は、受信回路の動作モードを制御する制御部をさらに備えてもよい。制御部は、受信回路を第1モードに固定的に設定する第1状態と、受信回路を

10

20

30

40

50

時分割で第1モードと第2モードに交互に設定する第2状態と、を切りかえてもよい。

【0020】

本発明の別の態様は電子機器に関する。電子機器は、筐体と、筐体の一面に設けられたディスプレイパネルと、筐体内のディスプレイパネルとオーバーラップする箇所に設けられ、第1方向に並列に設けられた複数の送信電極と、複数の送信電極と間隙を隔てて第2方向に並列に設けられた複数の受信電極と、を有する静電容量センサと、筐体の内部に設けられ、静電容量センサの容量変化を検出する上述のいずれかのコントロール回路と、コントロール回路の受信回路からの検出信号に応じたデジタル値を受け、デジタル値に応じてユーザの操作状態を検出するプロセッサと、を備える。

【0021】

電子機器は、携帯電話端末であってもよい。電子機器は、通話状態においてユーザの耳と近接する箇所に設けられた通話用スピーカをさらに備えてもよい。プロセッサは、第2モードにおいて取得されるデジタル値を参照し、通話用スピーカの近傍に配置される電極が形成する容量の変化が大きいとき、ユーザが通話を目的として筐体を頭部に近接させたものと判定してもよい。

この態様によれば、光学式の近接センサを用いることなく、タッチパネル用の静電容量センサで頭部の近接を検出できる。

【0022】

プロセッサは、第2モードにおいて取得されるデジタル値を参照し、筐体をユーザが握ったときに親指が近接する一端側の電極の容量変化と、そのほかの指が近接する他端側の電極の容量変化が大きいとき、ユーザが筐体を握ったものと判定してもよい。

【0023】

なお、以上の構成要素を任意に組み合わせたもの、あるいは本発明の表現を、方法、装置などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0024】

本発明のある態様によれば、相互キャパシタ方式の静電容量センサを、近接センサとしても利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第1の実施の形態に係るタッチパネル入力装置（単に入力装置という）2を備える電子機器の構成を示す回路図である。

【図2】実施の形態に係るコントロール回路を有する入力装置の構成を示す回路図である。

【図3】図3(a)、(b)は、第1モードおよび第2モードの送信回路の動作波形図である。

【図4】図4(a)~(c)は、グループ数が1~3における送信回路の動作波形図である。

【図5】図5(a)~(c)は、図2の送信回路の構成例を示す回路図である。

【図6】図6(a)~(c)は、各モードにおける入力装置の利用形態を示す図である。

【図7】図7(a)、(b)は、第1状態、第2状態それぞれの動作波形図である。

【図8】図8(a)、(b)は、第2の実施の形態に係るコントロール回路の受信回路の構成例を示す回路図である。

【図9】コントロール回路を備える電子機器の一例である携帯電話端末を示す斜視図である。

【図10】図10(a)は、側頭部近接状態を示す図であり、図10(b)はそのときの静電容量センサの出力を示す図である。

【図11】図11(a)、(b)は、側頭部近接状態を説明する図である。

【図12】図12(a)~(c)は、ユーザが静電容量センサの通話用スピーカ付近をタッチした状態を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図13】図13(a)は、グリップ状態を示す図であり、図13(b)はそのときの静電容量センサの出力を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0027】

本明細書において、「部材Aが、部材Bと接続された状態」とは、部材Aと部材Bが物理的に直接的に接続される場合のほか、部材Aと部材Bが、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

同様に、「部材Cが、部材Aと部材Bの間に設けられた状態」とは、部材Aと部材C、あるいは部材Bと部材Cが直接的に接続される場合のほか、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

【0028】

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態に係るタッチパネル入力装置(単に入力装置という)2を備える電子機器1の構成を示す回路図である。入力装置2は、たとえばLCD(Liquid Crystal Display)8の表層に配置され、タッチパネルとして機能する。入力装置2は、ユーザが指やペンなど(以下、指6)でタッチしたポイント(点)のX座標およびY座標を判定する。

【0029】

入力装置2は、静電容量センサ4およびコントロール回路(容量検出回路)100、プロセッサ3を備える。静電容量センサ4は相互キャパシタンス方式のマトリクス型タッチパネルであり、マトリクスの列ごとに、第1方向に並列に設けられた複数M本(Mは2以上の整数)の送信電極10_[1-M]と、マトリクスの列ごとに、第2方向に並列に設けられた複数N本(Nは2以上の整数)の受信電極12_[1-N]を備える。行と列の割り当ては逆でもよい。送信電極10と受信電極12は高さ方向に離間して配置される。送信電極10と受信電極12の各交点において、2つの電極は互いに容量的に結合される(Capacitively coupled)。各交点の送信電極10と受信電極12のペアは、ひとつの容量センサ(Capacitive sensor)5を形成する。つまり静電容量センサ4は、マトリクス状に配置された複数の容量センサ5を含む。i行j列目の(i、jは自然数)容量センサを5_[i,j]と表記する。ユーザの指やペンなどの物体が、ある容量センサ5_[i,j]に接触あるいは近接すると、その容量センサ5_[i,j]が形成する相互キャパシタンスC_{M[i,j]}が変化する。

【0030】

コントロール回路100は、静電容量センサ4の各座標の容量センサ5の相互キャパシタンスC_Mの変化を検出する。具体的にはコントロール回路100は、複数の送信電極10に対して、順にサイクリックに送信信号を印加し、容量検出の対象となる列を選択する。コントロール回路100は、選択された送信電極10が、複数の受信電極12それぞれとの間で形成する容量センサ5の静電容量の変化を検出する。選択された送信電極10が列座標、容量変化が発生した受信電極12が行座標に対応する。容量変化を示すデータは、プロセッサ3に送信される。プロセッサ3は、各座標の容量変化にもとづき、ユーザが接触した座標を判定する。

【0031】

以上が電子機器1の概略である。以下、第1の実施の形態に係るコントロール回路10

10

20

30

40

50

0 について詳細に説明する。

【0032】

図2は、実施の形態に係るコントロール回路100を有する入力装置2の構成を示す回路図である。図2には、ひとつの送信電極10_[i]に関連する部分のみを示す。

【0033】

送信電極10_[i]と、複数の受信電極12_[1]~12_[N]はそれぞれ容量的に結合され、それらの間には、相互キャパシタンス C_M を含む容量センサ5_[i,1]~5_[i,N]が形成される。 R_s は、送信電極10、受信電極12の抵抗成分を、 C_s はそれらの容量成分を示す。図示しないその他の送信電極10と、受信電極12_[1]~12_[N]の間にも同様に容量センサ(不図示)が形成される。

10

【0034】

コントロール回路100は、送信回路20、受信回路26および制御部50を備える。

【0035】

コントロール回路100は、送信端子(TX端子TX_[1~M])と、受信電極12ごとに設けられた受信端子(RX_[1~N])を有する。コントロール回路100の送信端子TX_[i]は対応する送信電極10_[i]と接続され、コントロール回路100の各受信端子RX_[j]は、対応する受信電極12_[j]と接続される。

【0036】

送信回路20は、周期的な送信信号S1を発生し、送信電極10_[i~M]に印加する。送信回路20は、送信電極10ごとに設けられた信号発生器22およびドライバ24を有する。信号発生器22は、周期的なクロック信号を発生する。ドライバ24は、クロック信号を受け、それと同期した送信信号S1を送信電極10に出力する。送信信号S1は、第1電圧レベル(たとえば電源電圧V_{dd})と、第2電圧レベル(たとえば接地電圧V_{ss})を交互に繰り返す周期信号である。

20

【0037】

静電容量センサ4をタッチパネルとして利用する際には、送信回路20は複数の送信電極10_[1~M]を時分割で選択し(スキャン)、選択した送信電極10に送信信号S1を印加する。選択されないその他の送信電極10には、固定的な電圧レベル、たとえば接地電圧V_{ss}が印加される。

30

【0038】

受信回路26は、送信信号S1に応答して複数の受信電極12_[1~N]それぞれに生ずる受信信号I_{RX}にもとづいて、複数の送信電極10_[1~M]と複数の受信電極12_[1~N]の交点ごとに形成される複数の容量センサの相互キャパシタンス $C_{M[1,1]}$ ~ $C_{M[M,N]}$ の変化量を示す検出信号V_sを生成する。

【0039】

受信回路26は、積分回路30、サンプルホールド回路40、増幅器42、A/Dコンバータ44、を含む。受信回路26の一部または全部は、受信電極12ごとに設けられてもよい。あるいは受信回路26の一部または全部は、いくつかの受信電極12ごとに設けられ、いくつかの受信電極12によって時分割で共有されてもよい。

40

【0040】

j番目の受信電極12_[j]に割り当てられた積分回路30は、受信信号I_{RX[j]}にもとづいて、受信電極12_[j]が形成する容量センサ5_[1,j]~5_[M,j]の相互キャパシタンス $C_{M[1,j]}$ ~ $C_{M[M,j]}$ の変化量を検出し、容量変化に応じたレベルを有する検出電圧V_sを生成する。具体的には、受信信号I_{RX}は電流信号であり、積分回路30は、電流I_{RX}を積分し、容量変化に応じた検出電圧V_sを生成する。積分回路30は、公知の回路、あるいは後述する回路を用いればよく、その構成、方式は特に限定されない。

【0041】

サンプルホールド回路40は、積分回路30からの検出電圧V_sをサンプルホールドする。増幅器42は、必要に応じてサンプルホールドされた検出電圧V_sを増幅する。A/

50

Dコンバータ44は、増幅された検出電圧 V_s をデジタル値 D_s に変換する。このデジタル値 D_s は、各容量センサ5の容量変化を示す。

【0042】

制御部50は、送信回路20および受信回路26の動作シーケンスを制御する。さらに制御部50は、後述する送信回路20の動作モードを制御する。

【0043】

第1の実施の形態において、送信回路20は、第1モードと第2モードが切りかえ可能に構成される。

第1モードにおいて送信回路20は、複数の送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ に順に送信信号 S_1 を印加する。第2モードにおいて送信回路20は、複数の送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ を少なくともひとつのグループに仮想的に分割し、同じグループに属する複数の送信電極 10 に対して同じ送信信号 S_1 を同時に印加する。

10

【0044】

図3(a)、(b)は、第1モードおよび第2モードの送信回路20の動作波形図である。図3(a)に示すように、第1モードにおいては、複数の送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ が順にスキャンされ、選択された送信電極に時分割で送信信号 S_1 が印加される。図3(b)の第2モードでは、複数の送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ は単一のグループに属する。そしてすべての送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ に対して共通の送信信号 S_1 が印加される。

【0045】

第2モードにおいて、グループ数はひとつには限定されず、複数であってもよい。より好ましくは、グループ数、言い換えればひとつのグループに属する送信電極 10 の本数は、切りかえ可能であることが好ましい。

20

図4(a)~(c)は、グループ数が1~3における送信回路20の動作波形図である。ここでは $M=12$ について例示する。図4(a)では、単一のグループ G_1 が形成され、それに属するすべての送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ に同じ送信信号 S_1 が印加される。図4(b)では、2つのグループ G_1 、 G_2 が形成され、2つのグループが順に走査される。グループ G_1 が選択される期間、それに属する送信電極 $10_{[1 \sim 6]}$ に送信信号 S_1 が印加され、グループ G_2 が選択される期間、それに属する送信電極 $10_{[7 \sim 12]}$ に送信信号 S_1 が印加される。図4(c)では3つのグループが形成される場合が示される。当然のことながら4個、6個のグループを形成することも可能である。

30

【0046】

図5(a)~(c)は、図2の送信回路20の構成例を示す回路図である。図5(a)、(b)の送信回路20a、20bは、送信電極 $10_{[1 \sim M]}$ ごとに設けられたドライバ $24_{[1 \sim M]}$ と、信号発生器22と、デマルチプレクサ23、デコーダ25を備える。信号発生器22は、各モードにおいて送信電極 10 に印加すべき周期信号(クロック信号)を生成する。デマルチプレクサ23は、信号発生器22からの周期信号を受け、それをドライバ $24_{[1 \sim M]}$ のうち、選択された任意のいくつかに分配する。第1モードにおいてデマルチプレクサ23は、複数のドライバ $24_{[1 \sim M]}$ を順に選択し、選択されるドライバ $24_{[i]}$ に対して周期信号を出力する。

【0047】

図5(a)のデマルチプレクサ23は、複数のセレクトア $SEL_{[1]} \sim SEL_{[M]}$ を含む。 i 番目のセレクトア $SEL_{[i]}$ に対する制御信号 CNT が1のとき、そのセレクトア $SEL_{[i]}$ の出力は信号発生器22からの周期信号となり、対応する送信電極 $10_{[i]}$ が選択された状態となる。反対に i 番目のセレクトア $SEL_{[i]}$ に対する制御信号が0のとき、そのセレクトア $SEL_{[i]}$ の出力は0となり、対応する送信電極 $10_{[i]}$ は非選択となる。デコーダ25は、モードおよびグループ数に応じた制御信号を生成する。

40

【0048】

図5(b)のデマルチプレクサ23は、図5(a)のセレクトア SEL に代えて論理ゲート(ANDゲート)を含む。 i 番目のANDゲート $AND_{[i]}$ に対する制御信号 CNT が1のとき、そのANDゲート $AND_{[i]}$ の出力は信号発生器22からの周期信号とな

50

り、対応する送信電極 10_[i] が選択された状態となる。反対に i 番目の AND ゲート AND_[i] に対する制御信号が 0 のとき、その AND ゲート AND_[i] の出力は 0 となり、対応する送信電極 10_[i] は非選択となる。AND ゲートに代えて OR ゲートを用いてもよく、この場合、制御信号の論理を反転すればよい。

【0049】

図 5 (c) の送信回路 20c は、複数のドライバ 24_[1~M] と信号発生器 22c を備える。信号発生器 22c は、モードおよびグループ数に応じた周期信号を、複数のドライバ 24_[1~M] に出力する。

【0050】

以上がコントロール回路 100 の構成である。続いてその動作を、モードごとに説明する。

【0051】

(第 1 モード)

第 1 モードでは、複数の送信電極 10_[1~M] が順に走査される。したがって送信電極 10_[1~M] が配置される第 1 方向に対する空間分解能が最大となり、通常のタッチパネルセンサとして使用することができる。

【0052】

(第 2 モード)

第 2 モードでは、複数の送信電極 10_[1~M] がグループ化される。たとえばすべての送信電極 10_[1~M] がひとつにグループ化される場合、見かけ上の送信電極 10 の面積が、第 1 モードのそれに比べて実質的に M 倍となる。その結果、第 1 方向に対する空間分解能は失われるが、感度を飛躍的に高めることができる。これにより、検出対象物である指や頭、スタイラスなどがパネルに接触することなく近接した状態の検出が可能となる。

【0053】

このように実施の形態に係るコントロール回路 100 を第 2 モードに設定することにより、静電容量センサ 4 を近接センサとして動作させることができる。

【0054】

さらに第 2 モードにおいて、グループの数、すなわち同時選択する送信電極 10 の本数を変化させることにより、トレードオフの関係にある空間分解能と検出感度を制御することができる。図 6 (a) ~ (c) は、各モードにおける入力装置 2 の利用形態を示す図である。各図には、対象物 6 の検出可能範囲 RNG が示される。図 6 (a) は、第 2 モードでグループ数が最小の場合を示す。この場合、検出可能範囲 RNG が最大となり、近接センサとして利用できる。

【0055】

図 6 (b) は、第 2 モードでグループ数を増加させた場合を示す。この場合、検出可能範囲 RNG が小さくなり、対象物 6 が静電容量センサ 4 とは接しないものの、ある程度距離が近いときに、指 6 の座標を荒い精度で検出することができる。この使用形態は、ホバリングと称されるパネルから離れた位置での操作入力の検出に好適である。

【0056】

あるいは第 2 モードにおいて、グループ数を増加させた形態は、ユーザが手袋をして電子機器 1 を操作する状況に役に立つ。手袋をした状態では、しない状態に比べて相互キャパシタンスの変化量が小さくなる。一方、手袋をした状態では、高い空間分解能は必要とされない。したがって、このような状況では、第 2 モードにおいてグループ数を適切に設定することで、快適な操作入力が可能となる。

【0057】

続いて、モード制御について説明する。制御部 50 は、送信回路 20 の動作モードを制御する。送信回路 20 が第 2 モードに設定され、入力装置 2 が近接センサとして動作するとき、第 1 方向の空間分解能が低下しているため、通常のタッチセンサとしては機能しない。そこで制御部 50 は、(i) 送信回路 20 を、第 1 モードに固定的に設定する第 1 状

10

20

30

40

50

態と、(ii)送信回路20を時分割で第1モードと第2モードに交互に設定する第2状態と、を切りかえてもよい。

【0058】

図7(a)、(b)は、第1状態、第2状態それぞれの動作波形図である。多くの場合、タッチ入力中は近接センサとしての機能は要求されない。この場合には第1状態とすることで、空間分解能を最大としてユーザのタッチ入力座標を検出する。図中のAは、第1モードによって1フレームをスキャンする期間を、Bは、第2モードによって1フレームをスキャンする期間を示す。図7(a)に示すように、第1状態では、細かいタッチ入力を高速に検出するために、繰り返し周期 T_p は短く、時間分解能は高く設定される。たとえば $T_p = 10\text{ms}$ 程度であってもよい。

10

【0059】

一方、タッチ入力していない場合には、第2状態に設定し、第1モードと第2モードを時分割で交互に繰り返すことにより、近接センサとして近接を監視しながら、タッチ入力を検出することができる。これにより、従来のタッチセンサと光学式の近接センサが併用される場合と同様の操作感を提供できる。なお図7(b)に示すように、第2状態における繰り返し周期 T_p は、第1状態のそれよりも長くすることが望ましく、たとえば 100ms 程度であってもよい。これにより第2状態における消費電力の増大を抑制できる。第2状態においてタッチ入力検出されると、直ちに第1状態に遷移することで、その後のタッチ入力を高速に検出できる。

【0060】

20

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、送信回路20がモード切りかえ可能に構成された。これに対して第2の実施の形態では、受信回路26をモード切りかえ可能に構成することで、感度を制御する。以下、第1の実施の形態と共通する部分については、それを援用し、重複した説明は省略する。

【0061】

受信回路26は、第1モードと第2モードが切りかえ可能に構成される。第1モードにおいて受信回路26は、複数の受信電極 $12_{[1 \sim N]}$ それぞれに発生する受信信号 $I_{R \times [1]} \sim I_{R \times [N]}$ を順にモニタし、受信電極12ごとに検出信号 V_s を生成する。

【0062】

30

第2モードにおいて受信回路26は、複数の受信電極 $12_{[1 \sim N]}$ をグループ化し、同じグループに属する複数の受信電極12を共通に接続し、グループごとに検出信号を生成する。さらに受信回路26は、第2モードにおいて、グループの個数、言い換えれば共通化される受信電極12の本数が変更可能に構成される。

【0063】

制御部50は、受信回路26を第1モードに固定的に設定する第1状態と、時分割で第1モードと第2モードに交互に設定する第2状態と、を切りかえる。切りかえ動作については第1の実施の形態と同様である。

【0064】

図8(a)、(b)は、第2の実施の形態に係るコントロール回路の受信回路26の構成例を示す回路図である。図8(a)の受信回路26aは、受信電極 $12_{[1 \sim N]}$ ごとに設けられた積分回路 $30_{[1 \sim N]}$ 、複数の第1アナログスイッチ $SW1_{[1 \sim N]}$ 、複数の第2アナログスイッチ $SW2_{[1 \sim N-1]}$ 、デコーダ27を備える。

40

【0065】

j番目の第1アナログスイッチ $SW1_{[j]}$ は、対応する受信端子 $RX_{[j]}$ と対応する積分回路 $30_{[j]}$ の入力端子の間に設けられる。j番目の第2アナログスイッチ $SW2_{[j]}$ は、対応する積分回路 $30_{[j]}$ の入力端子と、隣の積分回路 $30_{[j+1]}$ の間に設けられる。デコーダ27aは、モードに応じてアナログスイッチ $SW1$ 、 $SW2$ を制御する。具体的には第1モードでは、すべての第1アナログスイッチ $SW1_{[1 \sim N]}$ をオンし、第2アナログスイッチ $SW2_{[1 \sim N-1]}$ をオフする。

50

【 0 0 6 6 】

第2モードでは、グループごとにひとつの積分回路30が割り当てられる。あるグループに積分回路30_[j]が割り当てられるとき、そのグループに属するすべての受信電極12と積分回路30_[j]の間のスイッチSW1、SW2がオンされる。

【 0 0 6 7 】

図8(b)の受信回路26bは、複数の受信電極12_[1~N]に対して、それより少ない積分回路30が共有される。積分回路30は1個、2個、4個であってもよい。j番目の第3アナログスイッチSW3_[j]は、対応する受信端子RX_[j]と積分回路30の入力端子の間に設けられる。デコーダ27bは、第3アナログスイッチSW3_[1~N]を制御する。

10

【 0 0 6 8 】

第1モードでは、N個の第3アナログスイッチSW3_[1~N]が順にオンする。第2モードにおいて、グループ数が1である場合、すべてのN個の第3アナログスイッチSW3_[1~N]が同時にオンされる。第2モードにおいて、グループ数が複数である場合、複数のグループが時分割で処理される。j番目のグループを処理する期間、そのグループに属する複数の受信電極12と積分回路30の間の第3アナログスイッチSW3がオンされる。

【 0 0 6 9 】

以上が第2の実施の形態に係るコントロール回路の構成である。続いてその動作を、モードごとに説明する。

20

【 0 0 7 0 】

(第1モード)

第1モードでは、複数の受信電極12_[1~M]で生成される受信信号I_{RX[1~N]}が個別に積分され、検出電圧V_{S[1~N]}が生成される。したがって受信電極12_[1~N]が配置される第2方向に対する空間分解能が最大となり、通常のタッチパネルセンサとして使用することができる。

【 0 0 7 1 】

(第2モード)

第2モードでは、複数の受信電極12_[1~N]がグループ化される。たとえばすべての受信電極12_[1~N]がひとつにグループ化される場合、見かけ上の受信電極12の面積が、第2モードのそれに比べて実質的にN倍となる。その結果、第2方向に対する空間分解能は失われるが、感度を飛躍的に高めることができる。これにより、検出対象物である指や頭、スタイラスなどがパネルに接触することなく近接した状態の検出が可能となる。

30

【 0 0 7 2 】

このように実施の形態に係るコントロール回路100を第2モードに設定することにより、静電容量センサ4を近接センサとして動作させることができる。

【 0 0 7 3 】

さらに第2モードにおいて、グループの数、すなわち共通に接続する受信電極12の本数を変化させることにより、トレードオフの関係にある空間分解能と検出感度を制御することができる。

40

【 0 0 7 4 】

(第3の実施の形態)

第3の実施の形態は、第1と第2の実施の形態の組み合わせであり、送信回路20および受信回路26の両方が、独立して第1モード、第2モードに切りかえ可能に構成される。

【 0 0 7 5 】

送信回路20および受信回路26の両方を第1モードに設定すると、第1方向、第2方向の分解能が最大となり、通常のタッチパネルとして利用できる。

送信回路20を第1モード、受信回路26を第2モードとすれば、第1方向の分解能が

50

高い状態で感度を高めることができる。

送信回路 20 を第 2 モード、受信回路 26 を第 1 モードとすれば、第 2 方向の分解能が高い状態で感度を高めることができる。

送信回路 20 および受信回路 26 の両方を第 2 モードとすれば、さらに感度を高めることができる。

【 0 0 7 6 】

このように第 3 の実施の形態によれば、送信回路 20 と受信回路 26 のモードの組み合わせを制御することにより、第 1、第 2 の実施の形態に比べてさらに柔軟に、感度と空間分解能を制御できる。

【 0 0 7 7 】

以上、第 1 から第 3 の実施の形態に係るコントロール回路 100 について説明した。続いて、その用途を説明する。

【 0 0 7 8 】

図 9 は、コントロール回路 100 を備える電子機器 1 の一例である携帯電話端末 700 を示す斜視図である。携帯電話端末 700 は、筐体 702、通話用スピーカ 704、通話用マイク 706、保護ガラス 708、操作ボタン 710、静電容量センサ 4、コントロール回路 100 を備える。通話用スピーカ 704 は、通話時に通話相手の音声を出力する。通話用マイク 706 は、通話時に携帯電話端末 700 のユーザの声を集音する。静電容量センサ 4 は、図示しないディスプレイパネルの上面に配置される。静電容量センサ 4 の表面は保護ガラス 708 で覆われている。操作ボタン 710 は、ユーザが携帯電話端末 700 を操作するための入力装置である。コントロール回路 100 は、図示しない配線を介して送信電極 10 および受信電極 12 と接続されている。図 9 では、筐体 702 の短辺と平行 (x 軸方向) に送信電極 10 が伸びており、長辺と平行 (y 軸方向) に受信電極 12 が伸びているが、それらは入れ替えてもよい。

【 0 0 7 9 】

以上が携帯電話端末 700 の構成である。この携帯電話端末 700 によれば、モードを切りかえることにより、静電容量センサ 4 をタッチパネルとして動作させたり、近接センサとして動作させることが可能となるため、発光素子などを用いた専用の近接センサが不要となる。これにより携帯電話端末 700 のコストを下げ、あるいは近接センサの制約を受けずに筐体 702 をデザインすることができる。

【 0 0 8 0 】

続いて、携帯電話端末 700 あるいはそれに類似する電子機器に特有の、近接検出について説明する。

【 0 0 8 1 】

(側頭部近接検出)

上述のように、実施の形態に係る入力装置 2 を用いることにより、静電容量センサ 4 を近接センサとして利用できるが、図 9 の携帯電話端末 700 では、ユーザが筐体 702 を側頭部に近づけたことを検出する機能が求められる。この場合、通話時にユーザが筐体 702 を側頭部に近づけた状態 (側頭部近接状態という) と、その他の状態を区別する必要がある。その他の状態とは、たとえば、入力装置 2 を保護ガラス 708 の表面に付近に手をかざしたり、ユーザが筐体 702 をグリップした状態である。以下では、側頭部近接状態を検出するための技術を説明する。

【 0 0 8 2 】

図 10 (a) は、側頭部近接状態を示す図であり、図 10 (b) はそのときの静電容量センサ 4 の出力を示す図である。図 10 (a) に示すように、通話時の側頭部近接状態では、通話用スピーカ 704 側が耳に近づく。したがって図 10 (b) に示すように通話用スピーカ 704 付近での容量変化が大きくなり、通話用マイク 706 側の容量変化は小さくなる。

【 0 0 8 3 】

そこで側頭部近接状態を検出する際には、筐体 702 の長辺方向 (y 軸方向) に空間分

10

20

30

40

50

解能を有するように、コントロール回路 100 の送信回路 20、受信回路 26 の少なくとも一方を、第 2 モードに設定する。図 10 (b) の例では、受信回路 26 が第 2 モードに設定され、すべての受信電極 12 が同じグループに配置される。一方、送信回路 20 は、第 1 モードに設定され、y 軸方向の空間分解能が提供される。

【0084】

送信電極 10 と受信電極 12 と配置が逆の場合、送信回路 20 を第 2 モードに、受信回路 26 を第 1 モードに設定してもよい。

【0085】

コントロール回路 100 の制御部 50、あるいはコントロール回路 100 の出力を受けるプロセッサ 3 は、センサ出力に応じたデジタル値 D_s にもとづいて、側頭部近接状態を検出する。具体的には、耳が近接する y 軸方向の通話用スピーカ 704 付近の容量変化が大きく、通話用マイク 706 側の容量変化が小さい場合、側頭部近接状態と判定する。この判定は、y 軸方向の空間分解能を有するデジタル値 D_s と所定のパターンと比較して行ってもよい。

10

【0086】

このように、近接センサとして動作させる際に、筐体 702 の長辺方向に空間分解能をもたせることにより、側頭部近接状態を検出できる。

【0087】

図 11 (a)、(b) は、側頭部近接状態を説明する図である。図 11 (a) は、携帯電話端末 700 の状態を示し、図 11 (b) は y 軸方向に空間分解能を有する近接センサからのセンサ出力 D_s を示し、図 11 (c) は、タッチセンサからのセンサ出力 D_s を示す。

20

図 12 (a) ~ (c) は、ユーザが静電容量センサ 4 の通話用スピーカ 704 付近をタッチした状態を説明する図である。図 12 (a) は、携帯電話端末 700 の状態を示し、図 12 (b) は y 軸方向に空間分解能を有する近接センサからのセンサ出力 D_s を示し、図 12 (c) は、タッチセンサからのセンサ出力 D_s を示す。

【0088】

図 11 (b) と図 12 (b) に示すように、y 軸方向の空間分解能のみでは、図 11 (a) と図 12 (a) の 2 つの状態を区別できない場合がある。この場合には、図 12 (c) に示すように、x 軸方向および y 軸方向に空間分解能をもつように、静電容量センサ 4 をタッチセンサとして動作させることにより、2 つの状態を区別できる。図 7 (b) に示すように、第 2 状態で動作させた場合、静電容量センサ 4 は、y 軸方向に空間分解能を有する近接センサと、x 軸および y 軸方向に空間分解能を有するタッチセンサとして動作するため、図 11 (a) と図 12 (a) の状態を区別することができる。

30

【0089】

(グリップ検出)

携帯電話端末 700 をはじめとする電子機器では、ユーザが筐体をグリップした状態を検出したい場合がある。図 13 (a)、(b) は、

実施の形態に係る入力装置 2 は、グリップセンサとしても利用できる。図 13 (a) は、グリップ状態を示す図であり、図 13 (b) はそのときの静電容量センサ 4 の出力を示す図である。図 13 (a) に示すように、グリップ時には、親指が近接する一端側の受信電極 12 と、その他の指が近接する他端側の受信電極 12 の容量変化が大きくなり、ディスプレイ中央の受信電極 12 の容量変化は小さくなる。

40

【0090】

そこでグリップ状態を検出する際には、筐体 702 の短辺方向 (x 軸方向) に空間分解能を有するように、コントロール回路 100 の送信回路 20、受信回路 26 の少なくとも一方を、第 2 モードに設定する。図 13 (b) の例では、送信回路 20 が第 2 モードに設定され、すべての送信電極 10 が同じグループに配置される。一方、受信回路 26 は、第 1 モードに設定され、x 軸方向の空間分解能が提供される。

【0091】

50

送信電極 10 と受信電極 12 と配置が逆の場合、受信回路 26 を第 2 モードに、送信回路 20 を第 1 モードに設定してもよい。

【0092】

コントロール回路 100 の制御部 50、あるいはコントロール回路 100 の出力を受けるプロセッサ 3 は、センサ出力に応じたデジタル値 D_s にもとづいて、グリップ状態を検出する。具体的には、 x 座標が最小付近および最大付近の両端において容量変化が大きい場合、グリップ状態と判定する。この判定は、 x 軸方向の空間分解能を有するデジタル値 D_s を、所定のパターンと比較して行ってもよい。

【0093】

このように、近接センサとして動作させる際に、筐体 702 の短辺方向に空間分解能をもたせることにより、グリップ状態を検出できる。

10

【0094】

以上、本発明について、実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。以下、こうした変形例について説明する。

【0095】

実施の形態では、静電容量センサ 4 を近接センサとして利用する場合に、第 2 モードに設定する動作を説明したが本発明はそれには限定されない。

たとえば静電容量センサ 4 をタッチセンサとして利用する場合に、送信回路 20 あるいは受信回路 26 を第 2 モードに設定し、各グループに複数（たとえば 2 本）の送信電極 10 あるいは受信電極 12 を割り当ててもよい。この場合、受信信号 I_{RX} の振幅が大きくなるため積分回路 30 における積分回数を減らすことができ、回路の消費電力を下げることができる。このときタッチセンサの空間分解能は低下するため、高い空間分解能が必要とされない状態、たとえばたとえば携帯電話端末 700 のホーム画面において、アイコン選択を行う場合などに、この動作を行ってもよい。

20

【0096】

実施の形態にもとづき、具体的な用語を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

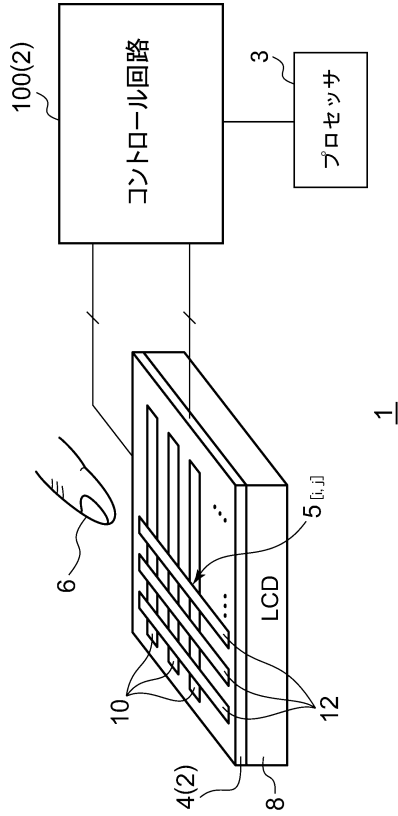
30

【符号の説明】

【0097】

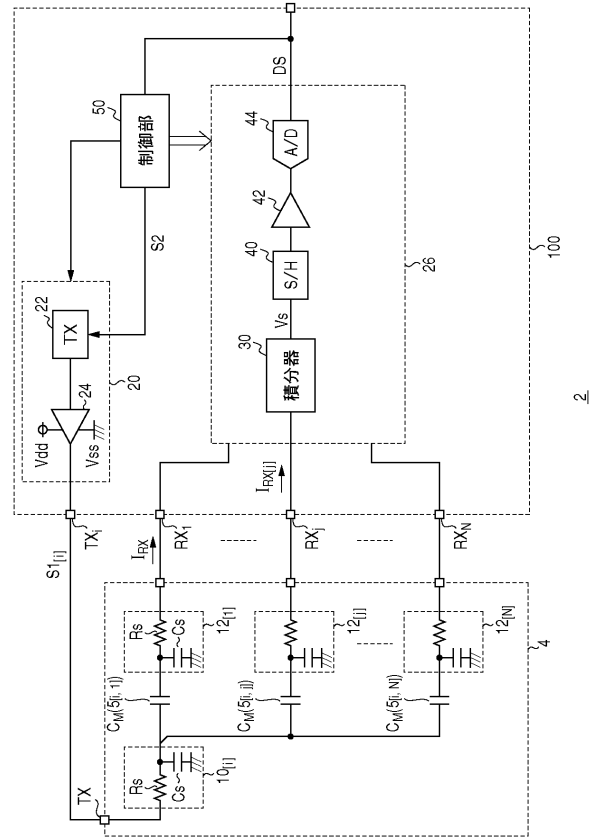
1 ... 電子機器、2 ... 入力装置、3 ... プロセッサ、4 ... 静電容量センサ、5 ... 容量センサ、6 ... 指、10 ... 送信電極、12 ... 受信電極、20 ... 送信回路、22 ... 信号発生器、23 ... デマルチプレクサ、24 ... ドライバ、25 ... デコーダ、26 ... 受信回路、30 ... 積分回路、40 ... サンプルホールド回路、42 ... 増幅器、44 ... A/D コンバータ、50 ... 制御部、100 ... コントロール回路、 C_M ... 相互キャパシタンス、S1 ... 送信信号、700 ... 携帯電話端末、702 ... 筐体、704 ... 通話用スピーカ、706 ... 通話用マイク、708 ... 保護ガラス、710 ... 操作ボタン。

【図1】



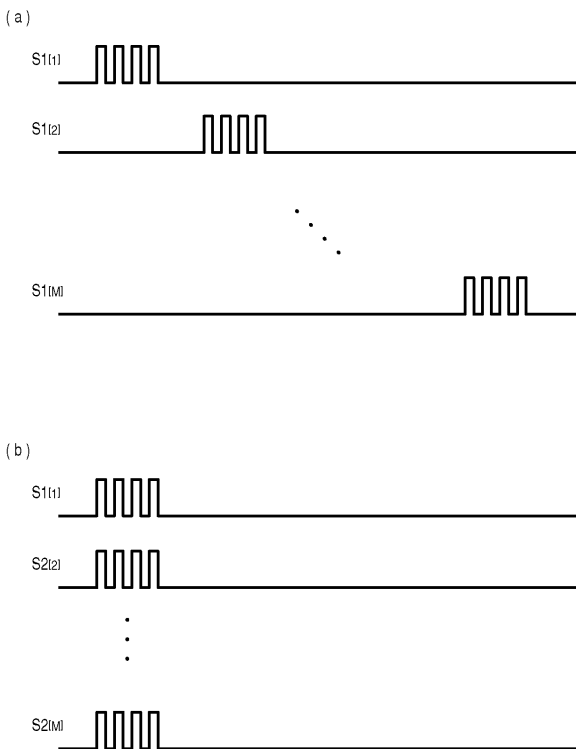
1

【図2】

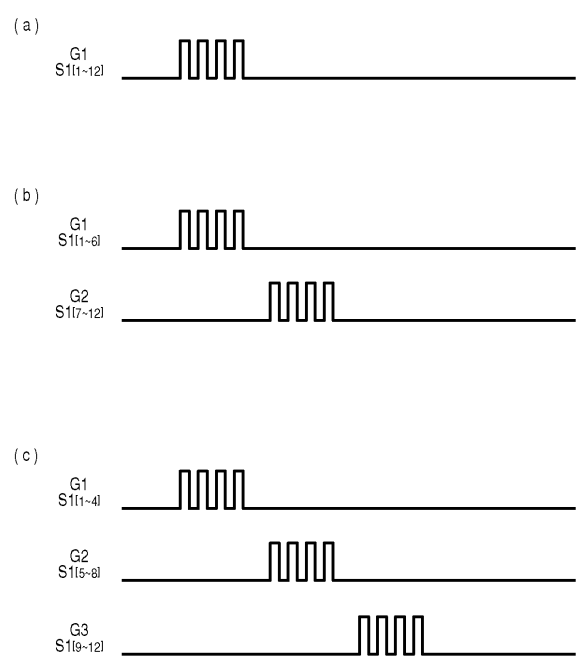


2

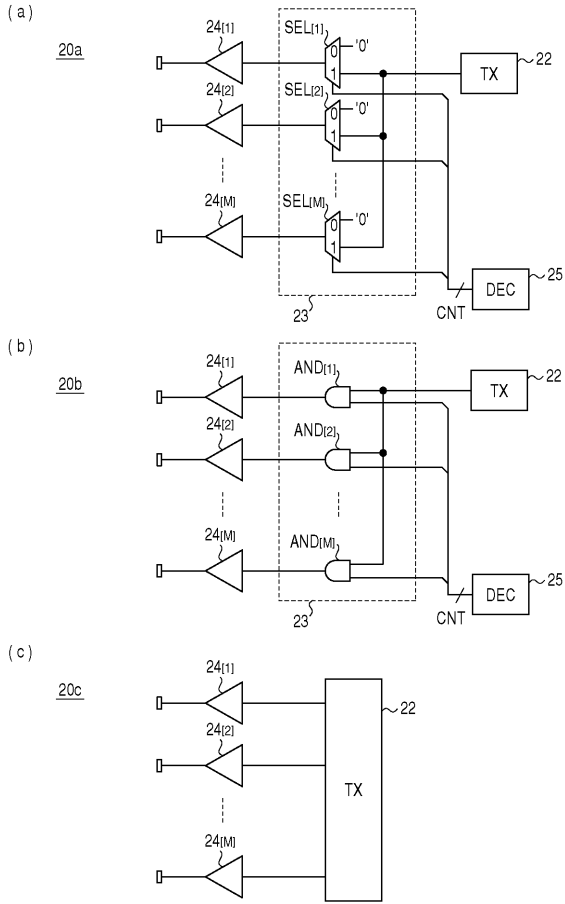
【図3】



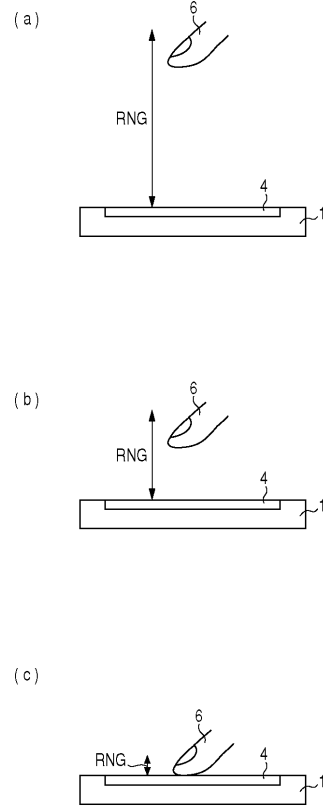
【図4】



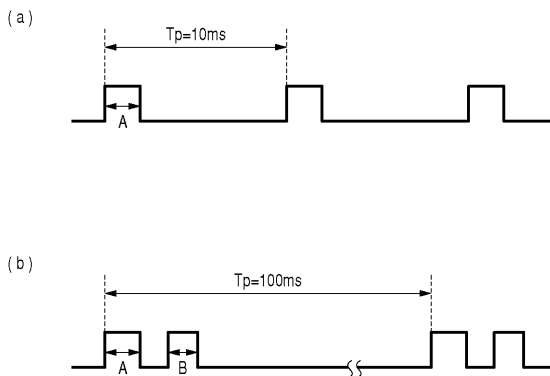
【図5】



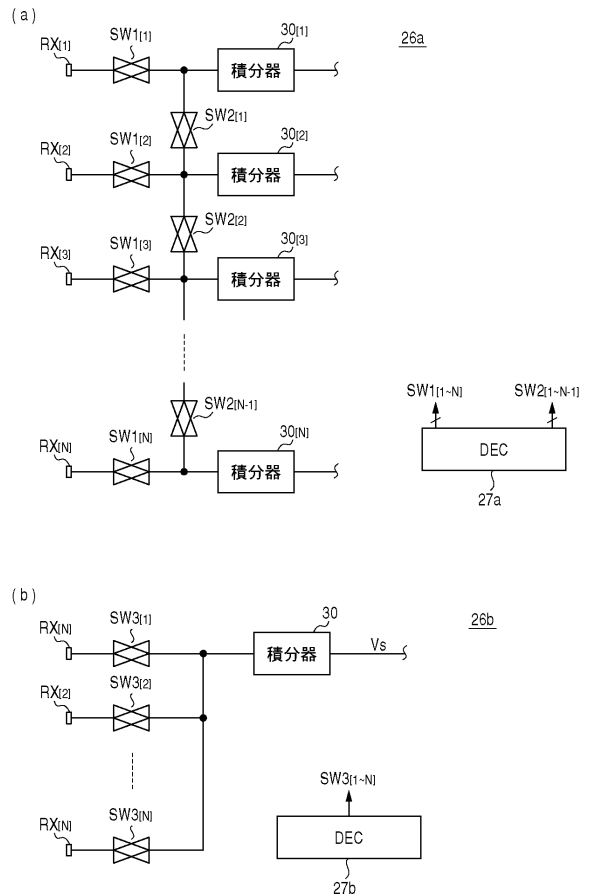
【図6】



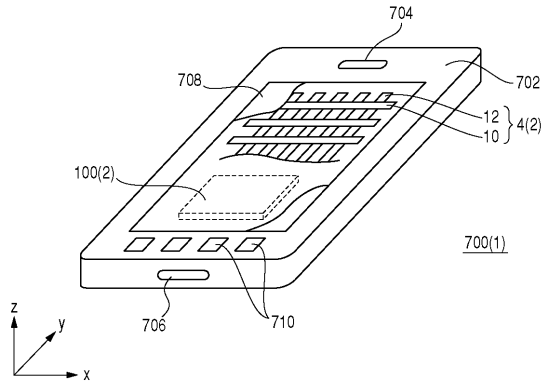
【図7】



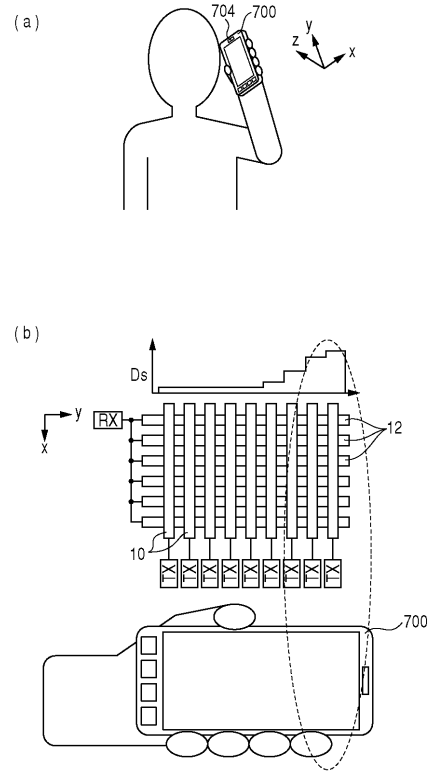
【図8】



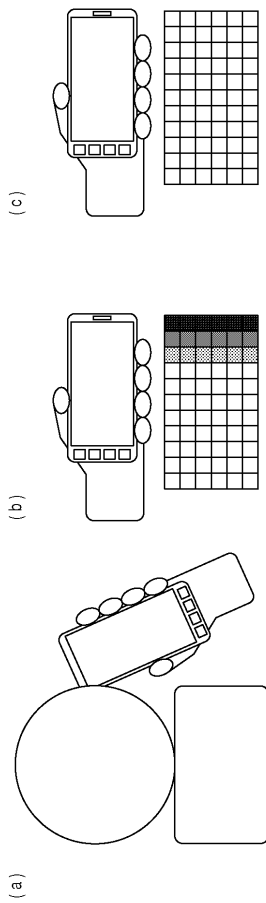
【図 9】



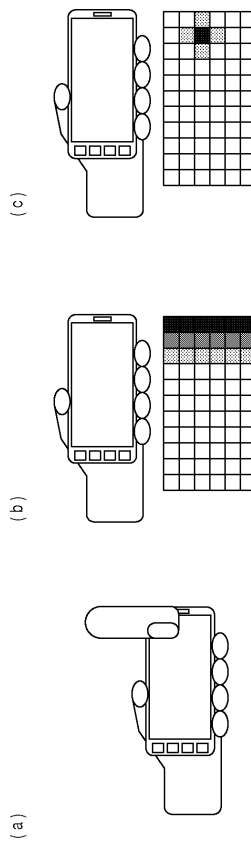
【図 10】



【図 11】

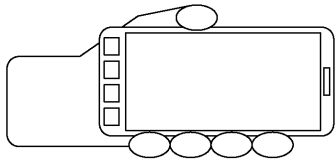


【図 12】

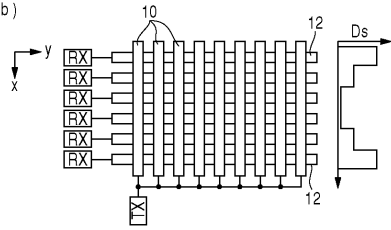


【 図 13 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0309851 (US, A1)

特開2012-049688 (JP, A)

特開2010-039602 (JP, A)

特開2009-258903 (JP, A)

特開2011-233971 (JP, A)

特開2011-119959 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04M 1/00

1/24 - 1/82

99/00

G06F 3/044

G06F 3/041