

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7011159号

(P7011159)

(45)発行日 令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日 令和4年1月18日(2022.1.18)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 F 3/041(2006.01)

G 0 6 F 3/041 5 2 2

G 0 6 F 3/044(2006.01)

G 0 6 F 3/041 4 8 0

G 0 6 F 3/041 5 1 2

G 0 6 F 3/044 1 2 0

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2018-3439(P2018-3439)	(73)特許権者	303018827
(22)出願日	平成30年1月12日(2018.1.12)		T i a n m a J a p a n 株式会社
(65)公開番号	特開2019-125015(P2019-125015 A)		神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
(43)公開日	令和1年7月25日(2019.7.25)	(73)特許権者	520272868
審査請求日	令和3年1月5日(2021.1.5)		武漢天馬微電子有限公司
			中華人民共和国武漢市東湖新技術開発区
			流芳園横路8号
		(74)代理人	110001678
			特許業務法人藤央特許事務所
		(72)発明者	杉本 大輔
			神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
			T i a n m a J a p a n 株式会社内
		(72)発明者	芳賀 浩史
			神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 容量検出回路及び静電容量センサ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

検出電極の自己容量を測定するために、前記検出電極からの電流を測定する、容量検出回路であって、

前記検出電極を駆動する交流駆動電圧を与える、励振信号源と、

前記検出電極から入力された電流信号を、前記励振信号源の周波数よりも低い所定周波数領域で減衰させて出力する、ハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタと前記励振信号源との間に接続され、前記ハイパスフィルタからの電流信号を測定する、電流信号測定回路と、を含み、

前記ハイパスフィルタは、

前記検出電極と前記電流信号測定回路との間に直列に接続されている第1受動回路素子と、

前記検出電極と前記第1受動回路素子との間のノードと、前記励振信号源との間において、

直列に接続されている第2受動回路素子と、

を含む、容量検出回路。

【請求項2】

請求項1に記載の容量検出回路であって、

前記第1受動回路素子は容量素子であり、

前記第2受動回路素子は抵抗素子である、

容量検出回路。

【請求項3】

請求項 1 に記載の容量検出回路であって、
前記第 1 受動回路素子は抵抗素子であり、
前記第 2 受動回路素子はインダクタンス素子である、
容量検出回路。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の容量検出回路であって、
前記電流信号測定回路は、オペアンプを含む電流電圧変換回路であり、
前記オペアンプの反転入力と前記容量素子とが接続され、
前記励振信号源と前記オペアンプの非反転入力とが接続され、
前記オペアンプの反転入力と出力との間に第 2 抵抗素子が接続されている、
容量検出回路。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の容量検出回路であって、
前記容量検出回路は、タッチパネルの検出電極の自己容量を測定し、
前記タッチパネルはタッチ位置を特定するための複数の検出電極を含み、
前記容量検出回路は、前記複数の検出電極から選択された検出電極からの電流を測定し、
前記容量検出回路により選択された前記検出電極と異なる検出電極に、触覚提示のための
交流信号が入力されており、
前記触覚提示のための交流信号の周波数は、前記所定周波数領域に含まれる、
容量検出回路。

20

【請求項 6】

検出電極と、
前記検出電極の自己容量を測定するために、前記検出電極の電流を測定する、制御部と、
を含み、
前記制御部は、
前記検出電極を駆動する交流駆動電圧を与える、励振信号源と、
前記検出電極から入力された電流信号を、前記励振信号源の周波数よりも低い所定周波数
領域で減衰させて出力する、ハイパスフィルタと、
前記ハイパスフィルタと前記励振信号源との間に接続され、前記ハイパスフィルタからの
電流信号を測定する、電流信号測定回路と、を含み、
前記ハイパスフィルタは、
前記検出電極と前記電流信号測定回路との間に直列に接続されている第 1 受動回路素子と、
前記検出電極と前記第 1 受動回路素子との間のノードと、前記励振信号源との間において
、直列に接続されている第 2 受動回路素子と、
を含む、静電容量センサ装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の静電容量センサ装置であって、
前記第 1 受動回路素子は容量素子であり、
前記第 2 受動回路素子は抵抗素子である、
静電容量センサ装置。

40

【請求項 8】

請求項 6 に記載の静電容量センサ装置であって、
前記第 1 受動回路素子は抵抗素子であり、
前記第 2 受動回路素子はインダクタンス素子である、
静電容量センサ装置。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の静電容量センサ装置であって、
前記検出電極を含む複数の検出電極を含むタッチパネルを含み、
前記制御部は、
前記複数の検出電極から順次選択された検出電極からの電流を測定し、

50

電流測定のために選択された検出電極と異なる検出電極に、触覚提示のための交流信号を供給し、

前記触覚提示のための交流信号の周波数は、前記所定周波数領域に含まれる、
静電容量センサ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、容量検出回路及び静電容量センサ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォンやタブレット端末の普及にともなって、タッチパネルが操作性の良いユーザーインターフェースとして広く認知されてきている。タッチパネルは、様々な電子機器の表示部に搭載されるようになっている。

【0003】

例えば、特許文献1が開示するタッチセンサは、検知回路と、変換回路と、検知回路及び変換回路の間の接続ノードと、を有する。検知回路は、接続ノードの電位を変動させる機能を有し、変換回路は、接続ノードにおいて生じる電流を検出する機能を有する。変換回路は、DC成分を除去するキャパシタを含む。

【0004】

また、タッチパネルの表面に静電気力によりテクスチャ感を提示する技術が開発されている。例えば、特許文献2は、タッチパネルの表面にテクスチャ感を提示する触覚提示装置を開示している。特許文献2に記載の触覚提示装置では、平面状に複数の電極を配置しており、ある期間には、接触位置を検出するための電圧を複数の電極へ供給し、他の期間には、テクスチャ感を提示するための電圧を複数の電極へ供給する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2015-213273号公報

国際公開第2014/002405号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

投影型静電容量方式のタッチパネル装置のタッチ検出回路は、タッチパネル上の指示体（例えば指）のタッチ位置を、タッチパネルに配列されている検出電極それぞれの電流信号を測定することによって、特定する。検出電極の電流信号にノイズが存在すると、タッチ検出回路は、正確にタッチ位置を特定できない。

【0007】

検出電極の電流信号に含まれるノイズは、タッチパネル装置と異なる種類の静電容量センサ装置、例えば、タッチスイッチ、タッチパッド、静電容量式の人体近接センサ、静電容量式の液体検出センサ等の容量検出回路においても、問題となる。したがって、検出電極の電流信号に含まれ得るノイズを効果的に低減することができる技術が望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様は、検出電極の自己容量を測定するために、前記検出電極からの電流を測定する、容量検出回路であって、前記検出電極を駆動する交流駆動電圧を与える、励振信号源と、前記検出電極から入力された電流信号を、前記励振信号源の周波数よりも低い所定周波数領域で減衰させて出力する、ハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタと前記励振信号源との間に接続され、前記ハイパスフィルタからの電流信号を測定する、電流信号測定回路と、を含み、前記ハイパスフィルタは、前記検出電極と前記電流信号測定回路との間に直列に接続されている第1受動回路素子と、前記検出電極と前記第1受動回路素

10

20

30

40

50

との間のノードと、前記励起信号源との間において、直列に接続されている第２受動回路素子と、を含む。

【発明の効果】

【０００９】

本開示の一態様によれば、検出電極の電流信号に含まれ得るノイズを効果的に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本開示の表示装置の構成例を模式的に示す。

【図２】表示装置に含まれる触覚提示タッチパネル装置の論理構成例を模式的に示す。

10

【図３】触覚提示タッチパネルを模式的に示す平面図である。

【図４】タッチパネル駆動部の論理構成の一部の例を示す。

【図５】検出電極の電流信号の測定に関する、触覚提示タッチパネル装置の一部構成を模式的に示す。

【図６】図５に示す構成の等価回路を示す。

【図７】図５の構成からハイパスフィルタを省略した構成（比較例１）の等価回路を示す。

【図８】図６及び図７に示す等価回路における、ノイズ源からのノイズ信号とノイズ電流との間の関係の解析結果を示すグラフである。

【図９】比較例２の回路構成を示す。

【図１０】比較例２のフィルタと図５に示す本開示のハイパスフィルタの、特性を比較するグラフである。

20

【図１１】比較例３の回路構成を示す。

【図１２】比較例３のフィルタと図５に示す本開示のハイパスフィルタの、特性を比較するグラフである。

【図１３】三つの等価回路における電流検出回路で測定されるオフセット電流のシミュレーション結果を示す。

【図１４】三つの等価回路における電流検出回路で測定されるタッチ時と無タッチ時の間の電流差のシミュレーション結果を示す。

【図１５】本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。

【図１６】本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。

30

【図１７】本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、添付図面を参照して実施形態を説明する。実施形態は本開示を実現するための一例に過ぎず、本開示の技術的範囲を限定するものではない。各図において共通の構成については同一の参照符号が付されている。説明をわかりやすくするため、図示した物の寸法、形状については、誇張して記載している場合もある。

【００１２】

図１は、本開示の表示装置の構成例を模式的に示す。表示装置１０は、画像を表示する表示パネル２００と、表示パネル２００の前側（ユーザ側）に配置されている触覚提示タッチパネル１００と、表示パネル２００及び触覚提示タッチパネル１００に接続され、それらを制御する表示装置制御部３００と、を含む。

40

【００１３】

触覚提示タッチパネル１００は、タッチ面のタッチ位置を検出するタッチパネルと、タッチ面に接触している指にテクスチャ感を提示する触覚提示パネルとの、双方の役割を有する。触覚提示タッチパネル１００は、Ｘ電極とＹ電極との間で生成される所定周波数で振動する静電気力によって、指にテクスチャ感を与える。Ｘ電極及びＹ電極には、タッチポイントの検出と共に、テクスチャ感を与えるためにも使用される。

【００１４】

表示パネル２００は、例えば、液晶表示パネル、ＯＬＥＤ（Ｏｒｇａｎｉｃ Ｌｉｇｈｔ

50

E m i t t i n g D i o d e) 表示パネル、その他種々の方式の表示パネルを用いることができる。表示装置制御部 3 0 0 は、外部から入力された画像データに基づいて、表示パネル 2 0 0 に画像を表示させる。表示装置制御部 3 0 0 は、タッチパネル 1 0 0 を制御して、触覚提示タッチパネル 1 0 0 における指のタッチ面でのタッチ位置を検出し、さらに、特定対象領域においてテクスチャ感を提示する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、表示装置 1 0 に含まれる触覚提示タッチパネル装置 1 5 の論理構成例を模式的に示す。触覚提示タッチパネル装置 1 5 は、触覚提示タッチパネル 1 0 0 及び当該触覚提示タッチパネル 1 0 0 を制御する触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 を含む。触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 は、表示装置制御部 3 0 0 の一部である。

10

【 0 0 1 6 】

触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 は、タッチパネル駆動部 3 5 1 (タッチ検出回路) を含む。タッチパネル駆動部 3 5 1 は、タッチ面 1 0 5 への物体の接触を検出すべく X 電極 X 0 ~ X m、及び、Y 電極 Y 0 ~ Y n の動作を制御する。m、n は自然数である。タッチパネル駆動部 3 5 1 は、X 電極 X 0 ~ X m 及び Y 電極 Y 0 ~ Y n を利用してタッチ面 1 0 5 への指示体のタッチを検出するタッチパネルの機能を実現するための回路である。

【 0 0 1 7 】

触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 は、タッチ面 1 0 5 にテクスチャ感を提示させるべく X 電極 X 0 ~ X m の動作を制御するための X 電極駆動部 3 5 2 と、タッチ面 1 0 5 上にテクスチャ感を提示させるべく Y 電極 Y 0 ~ Y n の動作を制御するための Y 電極駆動部 3 5 3 とを含む。

20

【 0 0 1 8 】

X 電極駆動部 3 5 2 及び Y 電極駆動部 3 5 3 は、X 電極 X 0 ~ X m 及び Y 電極 Y 0 ~ Y n を利用してタッチ面 1 0 5 上にテクスチャ感を提示するための回路である。このように、X 電極 X 0 ~ X m 及び Y 電極 Y 0 ~ Y n は、タッチ位置を検出するための検出電極であると共に、触覚提示のための触覚提示電極でもある。

【 0 0 1 9 】

触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 は、複数の X 電極 X 0 ~ X m に接続されたスイッチ (S W) 3 5 4 と、複数の Y 電極 Y 0 ~ Y n に接続されたスイッチ 3 5 5 とを含む。スイッチ 3 5 4 は、一部の X 電極をタッチパネル駆動部 3 5 1 へ接続し、他の X 電極を X 電極駆動部 3 5 2 へ接続し、各 X 電極の接続を一方から他方へ切り替えることができるように構成されている。スイッチ 3 5 5 は、一部の Y 電極をタッチパネル駆動部 3 5 1 へ接続し、他の Y 電極を Y 電極駆動部 3 5 3 へ接続し、各 Y 電極の接続を一方から他方へ切り替えることができるように構成されている。

30

【 0 0 2 0 】

触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 は、主制御部 3 5 6 を含む。主制御部 3 5 6 は、タッチパネル駆動部 3 5 1、X 電極駆動部 3 5 2、Y 電極駆動部 3 5 3、スイッチ 3 5 4 及びスイッチ 3 5 5 に接続されている。主制御部 3 5 6 は、触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 の外部からの制御信号を受信し、触覚提示タッチパネル制御部 3 5 0 内の他の構成要素を制御する。

40

【 0 0 2 1 】

触覚提示タッチパネル装置 1 5 は、X 電極駆動部 3 5 2 及び Y 電極駆動部 3 5 3 の動作により、タッチ面 1 0 5 にテクスチャ感を提示する。ユーザがタッチ面 1 0 5 に指を接触させた場合、指は、絶縁体を挟んで X 電極又は Y 電極と対向してグラウンドに接続された電極と等価である。X 電極又は Y 電極に電圧が印加された場合は、X 電極又は Y 電極と指との間に静電気による引力 (静電気力) が発生する。

【 0 0 2 2 】

交流電圧が印加された場合は、静電気力が周期的に変化する。静電気力が変化することにより、タッチ面 1 0 5 と指との間の摩擦力が周期的に変化する。ユーザが指でタッチ面 1 0 5 をなぞったとき、指で感じられる摩擦力が周期的に変化し、ユーザはテクスチャ感を

50

知覚する。交流電圧の周波数が 5 Hz を超過し 500 Hz 未満である場合に、触覚が知覚され、周波数がこの範囲内には触覚が知覚されない。

【0023】

また、 X 電極に第 1 周波数 f_1 の交流電圧が印加され、 Y 電極に第 2 周波数 f_2 の交流電圧が印加された場合は、静電気力は第 1 周波数 f_1 及び第 2 周波数 f_2 で変化する。更に、第 1 周波数 f_1 と第 2 周波数 f_2 との差の周波数で静電気力が変化するうなりが発生する。うなりの周波数が 10 Hz を超過し 1000 Hz 未満である場合にうなりによるテクスチャ感が知覚され、うなりの周波数がこの範囲内にはうなりによるテクスチャ感が知覚されない。

【0024】

一例において、第 1 周波数 f_1 及び第 2 周波数 f_2 が共に 500 Hz 以上であり、第 1 周波数 f_1 と第 2 周波数 f_2 との差の絶対値が 10 Hz を超過し 1000 Hz 未満となるように、第 1 周波数 f_1 及び第 2 周波数 f_2 が定められている。例えば、第 1 周波数 $f_1 = 1000\text{ Hz}$ 、第 2 周波数 $f_2 = 1240\text{ Hz}$ である。

【0025】

X 電極駆動部 352 は、主制御部 356 の制御により、 X 電極駆動部 352 に接続された X 電極の内、一部の X 電極に第 1 交流電圧を与え、他の X 電極をグラウンドに接続する。 Y 電極駆動部 353 は、 Y 電極駆動部 353 に接続された Y 電極の内、主制御部 356 の制御により、一部の Y 電極に第 2 交流電圧を与え、他の Y 電極をグラウンドに接続する。

【0026】

例えば、タッチパネル 100 が 5 本の X 電極 $X_0 \sim X_4$ 及び 6 本の Y 電極 $Y_0 \sim Y_5$ を備え、 X 電極 X_1 に第 1 交流電圧が与えられ、 Y 電極 Y_1 に第 2 交流電圧が与えられ、 X 電極 X_0 、 $X_2 \sim X_4$ 及び Y 電極 Y_0 、 $Y_2 \sim Y_5$ がグラウンドに接続されるとする。このとき、タッチ面 105 の X 電極 X_1 及び Y 電極 Y_1 が交差している部分では、 240 Hz のうなりが発生し、ユーザは指でテクスチャ感を知覚することができる。 X 電極 X_1 及び Y 電極 Y_0 、 $Y_2 \sim Y_5$ が交差している部分では、 1000 Hz で静電気力が変化するものの、テクスチャ感は知覚されない。

【0027】

Y 電極 Y_1 及び X 電極 X_0 、 $X_2 \sim X_4$ が交差している部分では、 1240 Hz で静電気力が変化するものの、テクスチャ感は知覚されない。他の部分では、静電気力は変化せず、テクスチャ感は知覚されない。このようにして、触覚提示タッチパネル装置 15 は、タッチ面 105 の任意の位置にテクスチャ感を提示することができる。なお、 X 電極駆動部 352 及び Y 電極駆動部 353 は、 X 電極及び Y 電極をグラウンドではなく所定の直流電源に接続してもよい。

【0028】

タッチパネル駆動部 351 は、 X 電極 $X_0 \sim X_m$ 及び Y 電極 $Y_0 \sim Y_n$ を順次選択し、選択した検出電極に駆動信号（交流電圧信号）を与え、さらに、その検出電極における電流信号を測定する。タッチパネル駆動部 351 は、検出電極の自己容量（寄生容量）に応じた交流電流を検出する。タッチ面 105 上で、検出電極に対向する部分にユーザの指が接触した場合、検出電極の自己容量は変化（増加）する。これに伴い、検出電極の信号電流（交流電流）が変化（増加）する。

【0029】

主制御部 356 は、タッチパネル駆動部 351 に、駆動信号を与え、信号電流を測定する、検出電極を指定する。主制御部 356 は、タッチパネル駆動部 351 が測定する信号電流と所定の閾値とを比較して、タッチパネル駆動部 351 に接続している検出電極の自己容量が増加したことを検出する。

【0030】

主制御部 356 は、静電容量が増加した場合に、タッチパネル駆動部 351 に接続している検出電極を特定することにより、ユーザの指が接触している位置を特定する。つまり、主制御部 356 は、静電容量が変化した X 電極及び Y 電極を特定することにより、ユーザ

10

20

30

40

50

の指が接触している位置を特定する。タッチ位置は、タッチ面 105 上で、静電容量が変化した X 電極及び Y 電極が交差している部分に対向する位置である。このように、触覚提示タッチパネル装置は、自己容量方式により、タッチ面上のタッチ位置の検出を行う。なお、主制御部 356 は、複数の検出電極に同時、駆動信号を与え、電流信号を測定してよい。

【0031】

次に、触覚提示タッチパネル装置 15 がタッチポイントの検出とテクスチャ感の提示とを両立させる処理を説明する。主制御部 356 は、スイッチ 354 が各 X 電極をタッチパネル駆動部 351 及び X 電極駆動部 352 のどちらへ接続するのかを制御する。同様に、主制御部 356 は、スイッチ 355 が各 Y 電極をタッチパネル駆動部 351 及び Y 電極駆動部 353 のどちらへ接続するのかを制御する。

10

【0032】

主制御部 356 は、スイッチ 354 に、タッチパネル駆動部 351 へ接続する X 電極を順次変更させる。タッチパネル駆動部 351 へ接続する X 電極を変更する際には、スイッチ 354 は、これまでタッチパネル駆動部 351 へ接続していた X 電極を X 電極駆動部 352 へ接続し、これまで X 電極駆動部 352 へ接続していた複数の X 電極の内の一部の X 電極をタッチパネル駆動部 351 へ接続する。

【0033】

例えば、X 電極 X0 ~ Xm の内、X 電極 X0 がタッチパネル駆動部 351 へ接続され、X 電極 X1 ~ Xm が X 電極駆動部 352 へ接続された状態から、X 電極 X1 がタッチパネル駆動部 351 へ接続され、X 電極 X0、X2 ~ Xm が X 電極駆動部 352 へ接続された状態へ変更される。同様に、タッチパネル駆動部 351 へ接続される X 電極が順次的に変更される。

20

【0034】

主制御部 356 は、スイッチ 355 に、タッチパネル駆動部 351 へ接続する Y 電極を順次変更させる。タッチパネル駆動部 351 へ接続する Y 電極を変更する際には、スイッチ 355 は、これまでタッチパネル駆動部 351 へ接続していた Y 電極を Y 電極駆動部 353 へ接続し、これまで Y 電極駆動部 353 へ接続していた複数の Y 電極の内の一部の Y 電極をタッチパネル駆動部 351 へ接続する。

【0035】

例えば、Y 電極 Y0 ~ Yn の内、Y 電極 Y0 がタッチパネル駆動部 351 へ接続され、Y 電極 Y1 ~ Yn が Y 電極駆動部 353 へ接続された状態から、Y 電極 Y1 がタッチパネル駆動部 351 へ接続され、Y 電極 Y0、Y2 ~ Yn が Y 電極駆動部 353 へ接続された状態へ変更され、同様に、タッチパネル駆動部 351 へ接続される Y 電極が順次変更される。

30

【0036】

主制御部 356 は、X 電極駆動部 352 を制御して、テクスチャ感を提示させるべき領域に対応する X 電極に第 1 交流電圧を与えさせ、他の X 電極をグラウンドへ接続させる。主制御部 356 は、Y 電極駆動部 353 を制御して、テクスチャ感を提示させるべき領域に対応する Y 電極に第 2 交流電圧を与えさせ、他の Y 電極をグラウンドへ接続させる。

【0037】

主制御部 356 は、X 電極及び Y 電極を、順次的にタッチパネル駆動部 351 に接続し、タッチ面 105 へのタッチを検出するために順次的に制御する。タッチポイントの検出のために、タッチ面 105 の走査が行われる。タッチ面 105 全体の走査が終了した後は、主制御部 356 は、夫々の X 電極及び Y 電極を順次的にタッチパネル駆動部 351 へ接続させる処理を繰り返す。これにより、走査が繰り返され、使用者がタッチ面 105 の任意の位置に接触した場合に接触位置が検出される。

40

【0038】

タッチパネル駆動部 351 に接続されている期間以外の期間では、特定の 1 又は連続する複数の X 電極は第 1 交流電圧が与えられ、特定の 1 又は連続する複数の Y 電極は第 2 交流電圧が与えられる。他の X 電極及び Y 電極はグラウンドに接続される。この結果、タッチ

50

面 1 0 5 内の特定の対象領域にテクスチャ感が提示される。

【 0 0 3 9 】

以上のように X 電極及び Y 電極が制御される結果、タッチ面 1 0 5 は、一部分がタッチ検出のために用いられ、他の部分はテクスチャ感を提示させるために用いられ、タッチ検出のために用いられる部分の位置が順次変更される。タッチ面 1 0 5 上の各部分は、特定のタイミングでタッチ検出のために用いられ、他の期間においてテクスチャ感提示のために用いられる。

【 0 0 4 0 】

図 3 は、触覚提示タッチパネル 1 0 0 を模式的に示す平面図である。触覚提示タッチパネル 1 0 0 は、支持基板 1 0 1、支持基板 1 0 1 上に配置されている、複数の X 電極 X 0 ~ X m 及び複数の Y 電極 Y 0 ~ Y n を含む。支持基板 1 0 1 は絶縁性の基板であって、典型的には、樹脂、ガラス等の透明絶縁材料で形成されている。支持基板 1 0 1 は可撓性の基板であっても不撓性の基板であってもよい。

10

【 0 0 4 1 】

X 電極及び Y 電極それぞれの数は、タッチパネル 1 0 0 の設計に依存する。X 電極及び Y 電極は、典型的には透明導体で形成されており、例えば、ITO 又は IZO で形成されている。

【 0 0 4 2 】

複数の X 電極 X 0 ~ X m は、矩形状の支持基板 1 0 1 の一辺に平行に延在し、互いに離間して並列に配置されている。複数の Y 電極 Y 0 ~ Y n は、支持基板 1 0 1 の他辺に平行に延在し、互いに離間して並列に配置されている。X 電極 X 0 ~ X m と複数の Y 電極 Y 0 ~ Y n とは、互いに交差している。Y 電極 Y 0 ~ Y n は、X 電極 X 0 ~ X m と交差部で絶縁膜を介して絶縁されている。

20

【 0 0 4 3 】

図 3 の例において、X 電極 X 0 ~ X m は、図の左右方向に延在している。Y 電極 Y 0 ~ Y n は、図の上下方向に延在している。各 X 電極と各 Y 電極とは直交している。X 電極 X 0 ~ X m は、互いに平行でなくてもよく、支持基板 1 0 1 の一辺に平行でなくてもよい。Y 電極 Y 0 ~ Y n は互いに平行でなくてもよく、支持基板 1 0 1 の一辺に平行でなくてもよい。各 X 電極と各 Y 電極とは直交していなくてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示す例において、X 電極 X 0 ~ X m は、複数の菱形の部分の接続部を介して数珠状に連結された形状を有する。即ち、一つの X 電極は、左右に隣り合う菱形の部分、接続部を介して電氣的に接続し形成され、左右方向に延在する。Y 電極 Y 0 ~ Y n も、同様に、複数の菱形の部分の接続部を介して数珠状に連結された形状を有する。一つの Y 電極は、上下に隣り合う菱形の部分の接続部を介して電氣的に接続し形成され、上下方向に延在する。図 3 の例においては、各 X 電極及び各 Y 電極の両端は、三角形部分である。

30

【 0 0 4 5 】

X 電極 X 0 ~ X m 及び Y 電極 Y 0 ~ Y n は、支持基板 1 0 1 の主面に対して垂直に見た時に（平面視において）、菱形部分の接続部同士が絶縁膜を介して重なりあうように形成されている。X 電極 X 0 ~ X m の菱形部分と Y 電極 Y 0 ~ Y n の菱形部分とは重ならないように形成されている。つまり X 電極 X 0 ~ X m の菱形部分と Y 電極 Y 0 ~ Y n の菱形部分とは、同一面上に配置される。

40

【 0 0 4 6 】

各 X 電極の菱形部分は、隣接する二つの Y 電極の間に存在し、各 X 電極の菱形部分のピッチは、Y 電極 Y 0 ~ Y n のピッチに一致している。各 Y 電極の菱形部分は、隣接する二つの X 電極の間に存在し、各 Y 電極の菱形部分のピッチは、X 電極 X 0 ~ X m のピッチに一致している。

【 0 0 4 7 】

支持基板 1 0 1 の形状は設計により決定され、矩形でなくてもよく、例えば、5 角以上の多角形でもよく、曲線の辺を有していてもよい。X 電極、Y 電極の形状は設計により決定

50

される。図3の例において、例えば、帯状（矩形状）であってもよく、又は、複数の所定形状（図3の例で菱形）の幅広の部分を幅狭の接続部により数珠状に連結して構成されてもよい。

【0048】

本開示の一つの特徴は、タッチパネル駆動部351にある。以下において、タッチパネル駆動部351の構成及び動作を説明する。図4は、タッチパネル駆動部351の論理構成の一部の例を示す。タッチパネル駆動部351は、ハイパスフィルタ402、電流電圧変換回路（I-V変換回路）403、減算器404、ハイパスフィルタ405、前処理回路406、A/D変換回路407、及び振幅抽出演算回路408を含む。

【0049】

ハイパスフィルタ402は、検出電極401からの電流信号を受ける。I-V変換回路403は、ハイパスフィルタ402からの出力を受ける。ハイパスフィルタ402は、本開示の一つの特徴であり、その構成及び動作の詳細は後述する。

【0050】

自己容量の測定のために検出電極401に与える励振信号が、励振信号源451からハイパスフィルタ402及びI-V変換回路403に与えられている。後述するように、ハイパスフィルタ402は、タッチ検出のための励振信号を基準電位として使用する。I-V変換回路403は、励振信号源451から励振信号を、検出電極401に与える。

【0051】

減算器404は、I-V変換回路403から出力された電圧信号を受け、その出力電圧信号から励振信号を減算する。ハイパスフィルタ405は、一般的なフィルタであって、減算器404からの出力信号のノイズを除去する。前処理回路406は、ゲイン・オフセット調整回路及びアンチエイリアスフィルタ回路を含む。

【0052】

A/D変換回路407は、前処理回路406からのアナログ信号を、所定ビット数、例えば、14bitのデジタル信号に変換する。振幅抽出演算回路408は、特定期間（具体的には、1検出電極あたり450μs）の信号値から、その期間の平均の振幅を計算し出力する。主制御部356は、振幅抽出演算回路408の出力が示す振幅と閾値とを比較して、検出電極401近傍のタッチの有無を判定する。

【0053】

図5は、検出電極401の電流信号の測定に関する、触覚提示タッチパネル装置15の一部構成を模式的に示す。図5は、簡略化した触覚提示タッチパネル100を示す。図5において、一つのX電極が検出電極401として選択されている。図5において、検出電極401以外の全てのX電極及びY電極に、触覚提示のための駆動信号（触覚信号）が与えられているが、選択された一部のX電極及びY電極のみ触覚信号が与えられてもよい。

【0054】

タッチパネル駆動部351は、タッチ検出のため、選択した検出電極401を励振信号源451からの励振信号によって駆動し、検出電極401を流れる電流信号の振幅を測定する。また、上述のように、本開示の触覚提示タッチパネル装置15は、タッチ検出と共に、テクスチャ感を提示する。

【0055】

図5の例において、X触覚信号源501からのX触覚信号が、X電極に与えられる。X触覚信号は、例えば、175Vの振幅及び1000Hzの周波数を有する。Y触覚信号源502からのY触覚信号が、Y電極に与えられる。Y触覚信号は、例えば、175Vの振幅及び1240Hzの周波数を有する。240Hzの周波数差により、指に対して適切なテクスチャ感を与えることができる。

【0056】

触覚提示タッチパネル制御部350は、検出電極401での電流信号の測定を行いながら、他の電極に対して触覚提示のための駆動信号を与える。このように、タッチ位置の検出のための検出電極401の駆動と触覚提示のための他の電極の駆動を同時に行うと、検出

10

20

30

40

50

電極 4 0 1 と他の電極との間の容量結合により、触覚信号成分の電流がノイズとして、検出電極 4 0 1 からの電流信号に重畳する。

【 0 0 5 7 】

図 5 の例において、検出電極 4 0 1 と、当該検出電極 4 0 1 と交差する Y 電極それぞれとの間の結合容量が存在する。また、図示していないが、検出電極 4 0 1 と当該検出電極 4 0 1 に隣接する X 電極との間にも結合容量が存在する。このため、検出電極 4 0 1 と交差する Y 電極及び当該検出電極 4 0 1 に隣接する X 電極に触覚信号が与えられると、これらの結合容量を介して本来は不要な電流が検出電極 4 0 1 に流れる。この電流はノイズとして検出電極 4 0 1 からの電流信号に重畳し、検出電極 4 0 1 からの電流信号の S N R を低下させる。また、商用電源などに由来する電源ノイズも、検出電極 4 0 1 に流れ、検出電極 4 0 1 からの電流信号に重畳して悪影響を与える恐れがある。

10

【 0 0 5 8 】

本開示のタッチパネル駆動部 3 5 1 は、検出電極 4 0 1 と I - V 変換回路 4 0 3 の間に挿入されたハイパスフィルタ 4 0 2 を含む。ハイパスフィルタ 4 0 2 は、検出電極 4 0 1 からの電流信号に重畳しているノイズ成分を効果的に除去することができる。

【 0 0 5 9 】

図 5 の例において、ハイパスフィルタ 4 0 2 は、容量素子（キャパシタ）4 2 1 と抵抗素子 4 2 2 とで構成されている（C R ハイパスフィルタ）。容量素子 4 2 1 の容量値は C 1 、抵抗素子 4 2 2 の抵抗値は R である。容量素子 4 2 1 は、検出電極 4 0 1 と I - V 変換回路 4 0 3 との間において、検出電極 4 0 1 及び I - V 変換回路 4 0 3 に直列に接続されている。

20

【 0 0 6 0 】

抵抗素子 4 2 2 は、検出電極 4 0 1 と容量素子 4 2 1 との間ノードと励振信号源 4 5 1 との間において、当該ノード及び励振信号源 4 5 1 に直列に接続されている。つまり、グラウンドではなく、励振信号源 4 5 1 が、ハイパスフィルタ 4 0 2 の基準電位ノードに接続されている。励振信号源 4 5 1 からの励振信号が、ハイパスフィルタ 4 0 2 の基準電位である。なお、励振信号源 4 5 1 は電圧源であり、例えば振幅 1 V、周波数 1 0 0 k H z の交流電圧を出力する。

【 0 0 6 1 】

図 5 の例において、I - V 変換回路 4 0 3 は、オペアンプ 4 3 1 を使用する電流電圧変換回路である。オペアンプ 4 3 1 の反転入力と出力との間に、抵抗素子と容量素子が並列に接続されている。オペアンプ 4 3 1 の非反転入力に励振信号源 4 5 1 が接続されている。また、ハイパスフィルタ 4 0 2 の容量素子 4 2 1 は、オペアンプ 4 3 1 の反転入力と検出電極との間に接続されている。

30

【 0 0 6 2 】

非反転入力での電圧は、励振信号源 4 5 1 の出力電圧（励振信号）である。イマジナリショートにより、オペアンプ 4 3 1 の反転入力の電圧は、励振信号源 4 5 1 の電圧信号に一致する。検出電極 4 0 1 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 を介して、オペアンプ 4 3 1 の反転入力に接続されており、励振信号源 4 5 1 からの励振信号は、ハイパスフィルタ 4 0 2 を介して、検出電極 4 0 1 に与えられる。

40

【 0 0 6 3 】

なお、図 5 は I - V 変換回路 4 0 3 の回路構成の一例を示すに過ぎず、I - V 変換回路 4 0 3 はどのような回路構成を有してもよい。タッチパネル駆動部 3 5 1 は、例えば、複数の X 電極及び複数の Y 電極の各電極に、個別の、ハイパスフィルタ、励振信号源及び I - V 変換回路からなる駆動検出回路を含んでもよく、スイッチによって、一つの駆動検出回路に接続する電極を切り替えてもよい。一つの励振信号源が、ハイパスフィルタと I - V 変換回路の複数のペアに共有されてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 6 は、図 5 に示す構成の等価回路を示す。図 7 は、図 5 の構成からハイパスフィルタ 4 0 2 を省略した構成（比較例 1）の等価回路を示す。図 6 に示すように、検出電極 4 0 1

50

は、寄生容量 503 を介して、ノイズ源 505 からのノイズを受ける。寄生容量 503 の容量値は CP で表わされている。寄生容量 503 は、検出電極 401 と、周囲の電極との間の結合容量を含む。ノイズ源 505 の信号は、X 電極及び Y 電極に当たられる触覚信号を含む。ここでは、ノイズ源 505 の信号は、振幅 E の交流電圧とする。

【0065】

図 6 の回路において、I - V 変換回路 403 は、信号電流 i を測定する電流検出回路 435 に置き換えられている。上述のように、I - V 変換回路 403 は、検出電極 401 の信号電流を測定することができれば、どのような回路構成を有してもよい。図 6 に示すように、励振信号源 451 からの励振信号は、検出電極 401 を駆動するために使用されるとともに、ハイパスフィルタ 402 の基準電位としても使用される。

10

【0066】

図 8 は、図 6 及び図 7 に示す等価回路における、ノイズ源 505 のノイズ信号とノイズ電流との間の関係の解析結果を示すグラフである。図 8 のグラフの横軸はノイズ源 505 の周波数を示し、縦軸は電流検出回路 435 で測定されるノイズ電流の大きさを示す。図 8 が示す関係は、図 6 及び図 7 に示す等価回路の各励振信号源 451 をそれぞれ短絡した回路における、ノイズ源 505 の周波数と電流検出回路 435 による測定電流の関係を表す。

【0067】

図 8 のグラフにおいて、実線は、ハイパスフィルタ 402 を含む図 6 の回路におけるノイズ周波数とノイズ電流との関係を示す。破線は、ハイパスフィルタ 402 を含まない図 7 の回路におけるノイズ周波数とノイズ電流との関係を示す。解析においては、ノイズ源 505 からのノイズを、175 V の交流信号と仮定している。

20

【0068】

図 8 に示すように、ハイパスフィルタ 402 を含む回路は、特定の周波数 f_0 より低い周波数のノイズ電流を大きく低減させる。周波数 f_0 は、寄生容量の容量値 CP、並びに、ハイパスフィルタ 402 の容量素子 421 の容量値 C1 及び抵抗素子 422 の抵抗値 R で決まり、具体的には、 $1/2 R(C1 + CP)$ である。

【0069】

図 8 に示すノイズ電流（実線）は、切片が $EC1CP/(C1 + CP)$ で傾きが 20 dB/decade （周波数が 10 倍になる毎に電流が 10 倍増加する）の直線（破線の直線）と、切片が、 $ERC1CP$ で傾きが 40 dB/decade の直線（一点鎖線の直線）とを、周波数 f_0 の点で滑らかにつなぐ線で近似できる。切片が $EC1CP/(C1 + CP)$ である直線は、ハイパスフィルタ 402 を含まない回路におけるノイズ周波数とノイズ電流との関係の破線に一致する。

30

【0070】

ハイパスフィルタ 402 の設計は、周波数 f_0 が、励振信号源 451 の周波数（例えば 100 kHz ）と、主なノイズである触覚信号のより高い周波数（例えば 1240 Hz ）との間になるように、ハイパスフィルタ 402 の容量値 C1 及び抵抗値 R を決定する。図 8 は、このように容量値 C1 及び抵抗値 R が設定された例を示す。

【0071】

このように、ハイパスフィルタ 402 は、検出電極 401 の電流信号における触覚信号成分を、タッチ検出のための電流信号に対して大きく低下させることができる。図 8 の例において、 1240 Hz のノイズは、ハイパスフィルタ 402 によって、 $275 \mu\text{A}$ から $26 \mu\text{A}$ に大きく低下している。

40

【0072】

以下において、いくつかのハイパスフィルタ 402 の比較例を説明する。以下に説明する比較例のハイパスフィルタは、本開示のハイパスフィルタ 402 のように、検出電極での電流信号に含まれるノイズ成分の所望の減衰特性を示すことができない。

【0073】

図 9 は、比較例 2 の回路構成を示す。図 5 に示す本開示の回路と比較して、ハイパスフィルタ 402 がフィルタ 427 に置き換えられている。他の構成は、同様である。フィルタ

50

４２７は、容量素子４２３及び抵抗素子４２４を含む。抵抗素子４２４の接続ノードが、本開示のハイパスフィルタ４０２と異なる。

【００７４】

具体的には、本開示のハイパスフィルタ４０２の抵抗素子４２２は、検出電極４０１と容量素子４２１との間のノードと励振信号源４５１との間に接続されている。一方、比較例２の抵抗素子４２４は、容量素子４２３とＩ－Ｖ変換回路４０３との間のノードと励振信号源４５１との間に接続されている。

【００７５】

図１０は、比較例２のフィルタ４２７と図５に示す本開示のハイパスフィルタ４０２の、特性を比較するグラフである。図１０は、図８と同様に、ノイズ源５０５からのノイズ信号とノイズ電流との間の関係の解析結果を示すグラフである。横軸はノイズ源５０５の周波数を示し、縦軸は電流検出回路４３５で測定されるノイズ電流の大きさを示す。

10

【００７６】

図１０において、実線は本開示のハイパスフィルタ４０２の特性を示し、破線は比較例２のフィルタ４２７の特性を示す。図１０に示すように、比較例２のフィルタ４２７は、タッチ検出のための励振信号に対して、より低い触覚信号の周波数成分を大きく減衰させる特性を示さない。

【００７７】

次に、他の比較例のハイパスフィルタを説明する。図１１は、比較例３の回路構成を示す。図５に示す本開示の回路と比較して、ハイパスフィルタ４０２がフィルタ４２８に置き換えられている。他の構成は、同様である。フィルタ４２８は、容量素子４２５及び抵抗素子４２６を含む。

20

【００７８】

容量素子４２５及び抵抗素子４２６の接続構成が、本開示のハイパスフィルタ４０２と異なる。具体的には、比較例３のフィルタ４２８において、容量素子４２５及び抵抗素子４２６は、検出電極４０１とＩ－Ｖ変換回路４０３との間において直列に接続されている。

【００７９】

図１２は、比較例３のフィルタ４２８と図５に示す本開示のハイパスフィルタ４０２の、特性を比較するグラフである。図１２は、図８と同様に、ノイズ源５０５からのノイズ信号とノイズ電流との間の関係の解析結果を示すグラフである。横軸はノイズ源５０５の周波数を示し、縦軸は電流検出回路４３５で測定されるノイズ電流の大きさを示す。

30

【００８０】

図１２において、実線は本開示のハイパスフィルタ４０２の特性を示し、破線は比較例３のフィルタ４２８の特性を示す。図１２に示すように、比較例３のフィルタ４２８は、タッチ検出のための励振信号に対して、より低い触覚信号の周波数成分を大きく減衰させる特性を示さない。

【００８１】

比較例２及び比較例３を参照して説明したように、検出電極４０１における電流信号のノイズをＣＲハイパスフィルタで低減するためには、抵抗素子と容量素子の接続関係が重要である。本開示のハイパスフィルタ４０２は、上記構成を有することで、検出電極４０１における電流信号のノイズを効果的に低減することができる。

40

【００８２】

上述のように、本開示のハイパスフィルタ４０２は、基準電位として励振信号源４５１の励振信号を与えられる。この構成により、Ｉ－Ｖ変換回路４０３で測定されるオフセット電流を低減し、より正確なタッチ検出を行うことができる。図１３は、三つの等価回路における電流検出回路４３５で測定されるオフセット電流のシミュレーション結果を示す。ここで、オフセット電流とは、タッチが無い時に電流検出回路４３５に流れる電流である。このオフセット電流は、ベースライン電流とも呼ばれる。

【００８３】

三つの等価回路は、図７に示すハイパスフィルタを含まない比較例１の回路と、図６に示

50

す本開示の等価回路と、図 6 に示す本開示の等価回路においてハイパスフィルタ 4 0 2 に対してグランド電位を基準電位として与える回路である。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 において、棒 1 3 1 は、比較例 1 の回路のオフセット電流を示し、棒 1 3 2 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 にグランド電位を基準電位として与える回路のオフセット電流を示す。棒 1 3 3 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 に励振信号を基準電位として与える本開示の回路のオフセット電流を示す。なお、ハイパスフィルタ 4 0 2 の容量素子 4 2 1 の容量値 C_1 は 10 nF 、抵抗素子 4 2 2 の抵抗値 R は 1.5 k である。

【 0 0 8 5 】

図 1 3 のグラフから理解されるように、ハイパスフィルタ 4 0 2 に励振信号を基準電位として与えることで、 $I - V$ 変換回路 4 0 3 で測定されるオフセット電流を大きく低減することができる。

10

【 0 0 8 6 】

さらに、同様の三つの回路における無タッチ時に電流検出回路 4 3 5 で測定される電流と、タッチ時に電流検出回路 4 3 5 で測定される電流との電流差のシミュレーションを行った。図 1 4 は、そのシミュレーション結果を示す。

【 0 0 8 7 】

図 1 4 において、棒 1 4 1 は、比較例 1 の回路の電流差を示し、棒 1 4 2 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 にグランド電位を基準電位として与える回路の電流差を示す。棒 1 4 3 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 に励振信号を基準電位として与える本開示の回路の電流差を示す。

20

【 0 0 8 8 】

図 1 4 のグラフから理解されるように、ハイパスフィルタ 4 0 2 に励振信号を基準電位として与えることで、タッチ検出のための必要な電流差を得ることができると共に、グランド電位をハイパスフィルタ 4 0 2 に与える構成と比較して、より大きな電流差を得ることができる。

【 0 0 8 9 】

以下において、本開示のハイパスフィルタの他の構成例を説明する。以下に説明される例は、ハイパスフィルタ 4 0 2 のように、二種類の受動回路素子で構成されている。受動回路素子は、容量素子、抵抗素子、又はインダクタンス素子である。

【 0 0 9 0 】

図 1 5 は、本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。ハイパスフィルタ 4 7 1 は、ハイパスフィルタ 4 0 2 の構成に加え、第 2 の容量素子 4 4 2 を含む。第 2 の容量素子 4 4 2 の容量値 C_2 は、第 1 の容量素子 4 2 1 の容量値 C_1 と同じ又は異なる。

30

【 0 0 9 1 】

第 2 の容量素子 4 4 2 は、抵抗素子 4 2 2 の接続ノードと検出電極 4 0 1 との間において、第 1 の容量素子 4 2 1 及び検出電極 4 0 1 と直列に接続されている。図 1 5 に示すハイパスフィルタ 4 7 1 によっても、オフセット電流の増加を抑制しつつ励振信号の周波数よりも低い周波数のノイズ成分を効果的に低減することができる。

【 0 0 9 2 】

図 1 6 は、本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。ハイパスフィルタ 4 7 2 は、インダクタンス素子（インダクタ）4 4 3 と、抵抗素子 4 4 4 とで構成されている（ LR ハイパスフィルタ）。インダクタンス素子 4 4 3 のインダクタンスは L で表わされており、抵抗素子 4 4 4 の抵抗値は R_1 で表わされている。

40

【 0 0 9 3 】

抵抗素子 4 4 4 は、検出電極 4 0 1 と $I - V$ 変換回路 4 0 3 との間において、検出電極 4 0 1 及び $I - V$ 変換回路 4 0 3 に直列に接続されている。インダクタンス素子 4 4 3 は、検出電極 4 0 1 と抵抗素子 4 4 4 との間ノードと励振信号源 4 5 1 との間において、当該ノード及び励振信号源 4 5 1 に直列に接続されている。

【 0 0 9 4 】

図 1 6 に示すハイパスフィルタ 4 7 2 によっても、オフセット電流の増加を抑制しつつ励

50

振信号の周波数よりも低い周波数のノイズ成分を効果的に低減することができる。このように、ハイパスフィルタは、容量素子とインダクタンス素子のいずれのリアクタンス素子を使用することもできる。

【 0 0 9 5 】

図 1 7 は、本開示の他の構成例のハイパスフィルタを示す。ハイパスフィルタ 4 7 3 は、ハイパスフィルタ 4 7 2 の構成に加え、第 2 の抵抗素子 4 4 5 を含む。第 2 の抵抗素子 4 4 5 の抵抗値 R_2 は、第 1 の抵抗素子 4 4 4 の抵抗値 R_1 と同じ又は異なる。

【 0 0 9 6 】

第 2 の抵抗素子 4 4 5 は、インダクタンス素子 4 4 3 の接続ノードと検出電極 4 0 1 との間において、第 1 の抵抗素子 4 4 4 及び検出電極 4 0 1 と直列に接続されている。図 1 7 に示すハイパスフィルタ 4 7 3 によっても、オフセット電流の増加を抑制しつつ励振信号の周波数よりも低い周波数のノイズ成分を効果的に低減することができる。

【 0 0 9 7 】

なお、本開示の特徴の少なくとも一部は、テクスチャ感を提示することなくタッチ位置検出のみを行うタッチパネルの制御に適用できる。例えば、本開示のハイパスフィルタを含むタッチパネル駆動部 3 5 1 は、触覚提示機能を有していないタッチパネル装置にも適用可能である。

【 0 0 9 8 】

ハイパスフィルタのパラメータ値（容量値、抵抗値、インダクタンス値）は、装置の設計に依存する。上記例のように、触覚提示機能を有する装置においては、主なノイズである触覚信号の周波数の成分を遮断するように、ハイパスフィルタのパラメータが設定される。触覚提示機能を有していないタッチパネル装置においても、タッチ検出に悪影響を及ぼすノイズを遮断できるように、ハイパスフィルタのパラメータが設定される。

【 0 0 9 9 】

本開示の特徴は、タッチパネル以外の静電容量センサ装置に適用可能である。例えば、本開示の特徴は、タッチスイッチ、タッチパッド、静電容量式の人体近接センサ、静電容量式の液体検出センサ等、電極の自己容量を検出する様々な静電容量センサ装置の容量検出回路に適用可能である。

【 0 1 0 0 】

以上、本開示の実施形態を説明したが、本開示が上記の実施形態に限定されるものではない。当業者であれば、上記の実施形態の各要素を、本開示の範囲において容易に変更、追加、変換することが可能である。ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

1 0 表示装置、1 5 触覚提示タッチパネル装置、1 0 0 触覚提示タッチパネル、1 0 1 接触面、1 0 1 支持基板、1 0 5 タッチ面、2 0 0 表示パネル、3 0 0 表示装置制御部、3 5 0 触覚提示タッチパネル制御部、3 5 1 タッチパネル駆動部、3 5 2 X 電極駆動部、3 5 3 Y 電極駆動部、3 5 4、3 5 5 スイッチ、3 5 6 主制御部、4 0 1 検出電極、4 0 2 ハイパスフィルタ、4 0 3 I - V 変換回路、4 0 4 減算器、4 0 5 ハイパスフィルタ、4 0 6 前処理回路、4 0 7 変換回路、4 0 8 振幅抽出演算回路、4 2 1 容量素子、4 2 2 抵抗素子、4 2 3 容量素子、4 2 4 抵抗素子、4 2 5 容量素子、4 2 6 抵抗素子、4 2 7 フィルタ、4 2 8 フィルタ、4 3 1 オペアンプ、4 3 5 電流検出回路、4 4 2 容量素子、4 4 3 インダクタンス素子、4 4 4 抵抗素子、4 4 5 抵抗素子、4 5 1 励振信号源、4 7 1 ハイパスフィルタ、4 7 2 ハイパスフィルタ、4 7 3 ハイパスフィルタ、5 0 1 触覚信号源、5 0 2 触覚信号源、5 0 3 寄生容量、5 0 5 ノイズ源

10

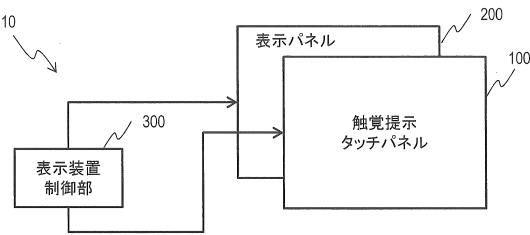
20

30

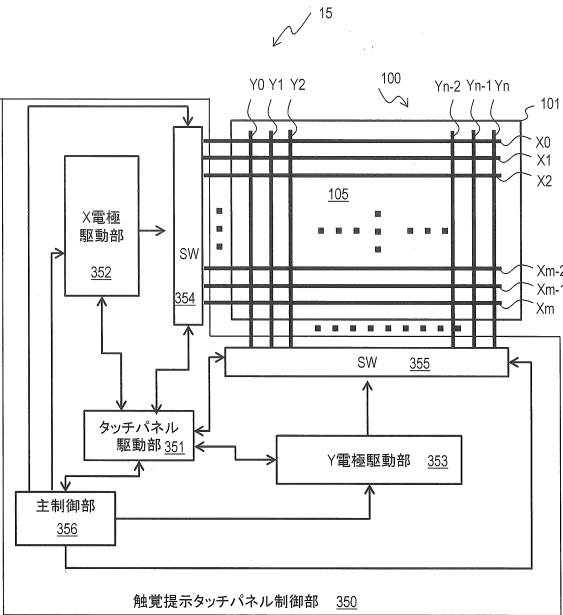
40

【図面】

【図 1】



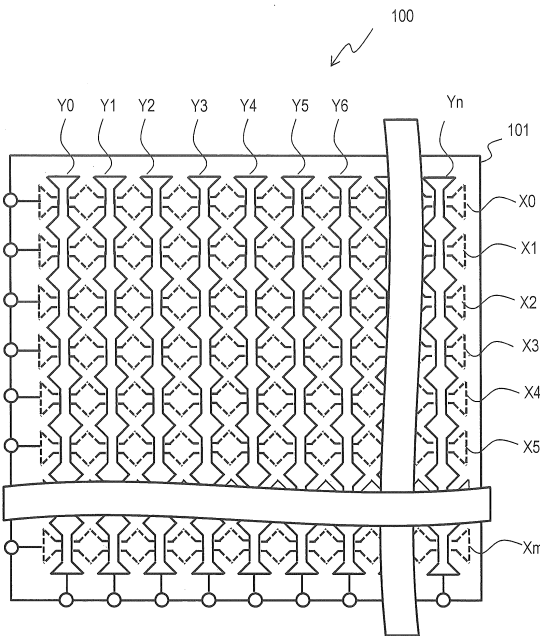
【図 2】



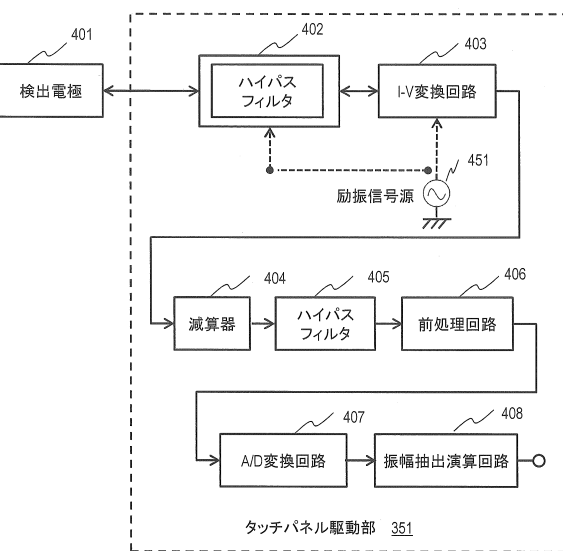
10

20

【図 3】



【図 4】

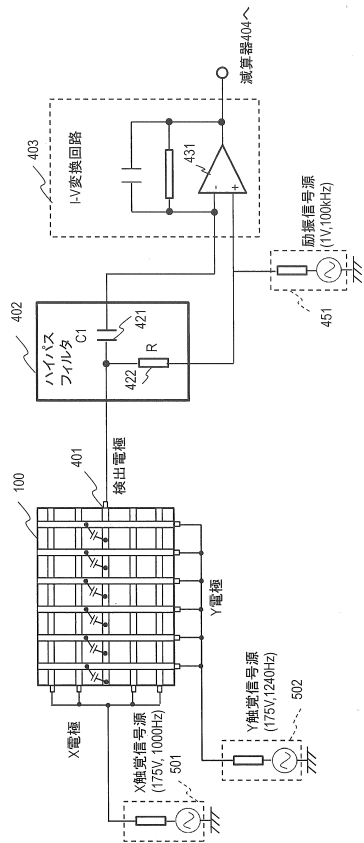


30

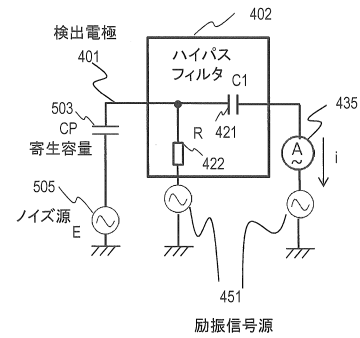
40

50

【図 5】



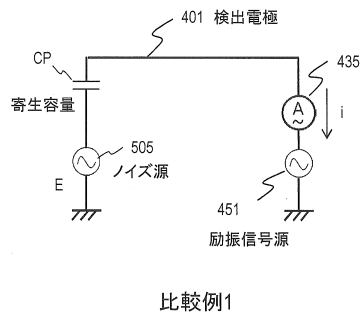
【図 6】



10

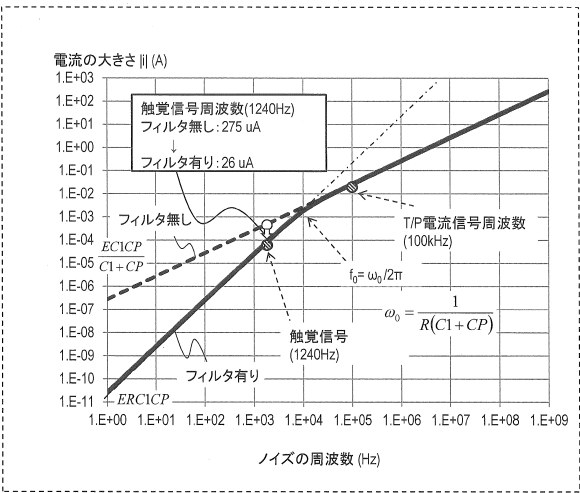
20

【図 7】



比較例1

【図 8】

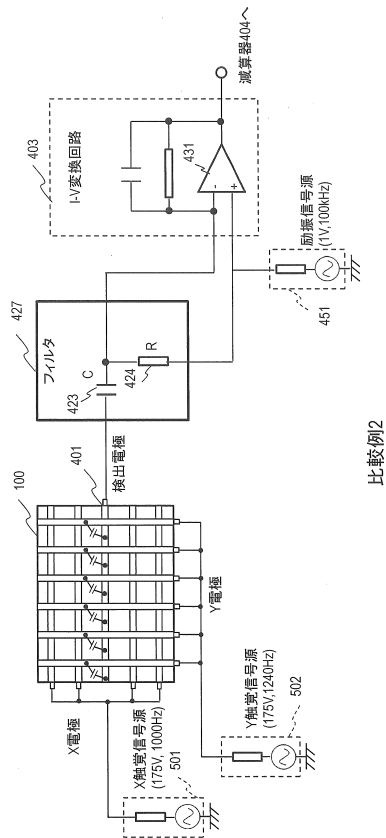


30

40

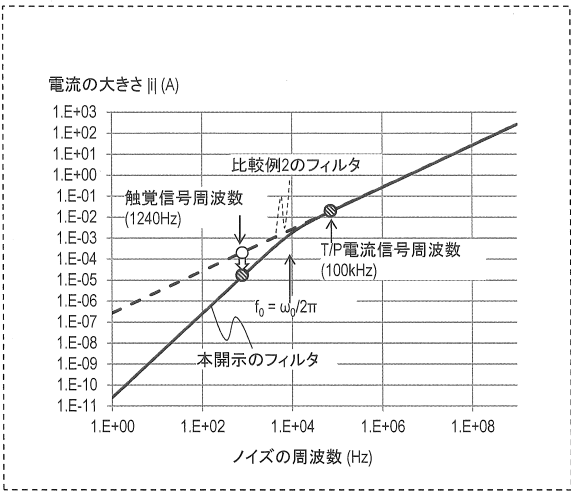
50

【図 9】



比較例2

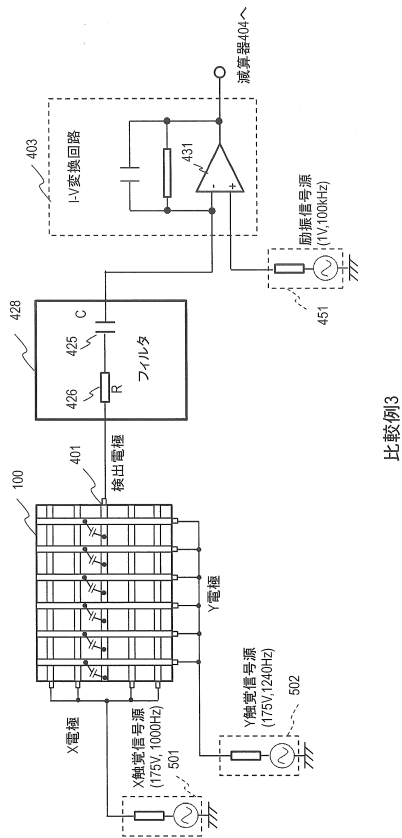
【図 10】



10

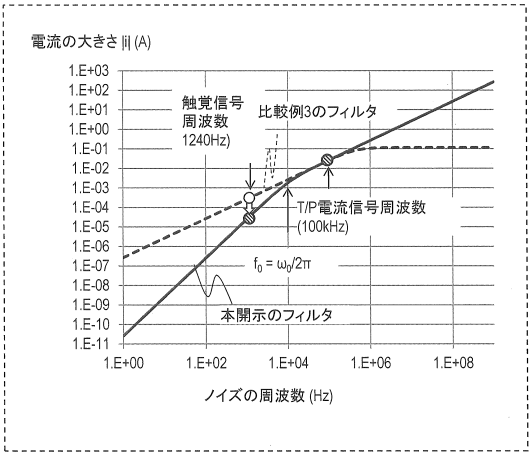
20

【図 11】



比較例3

【図 12】

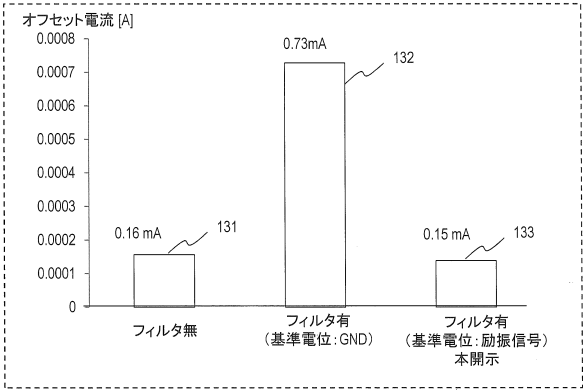


30

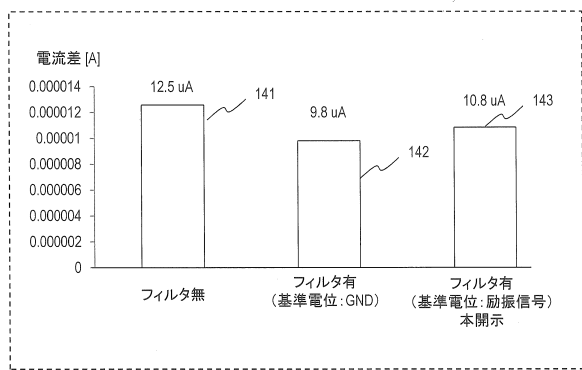
40

50

【図 1 3】

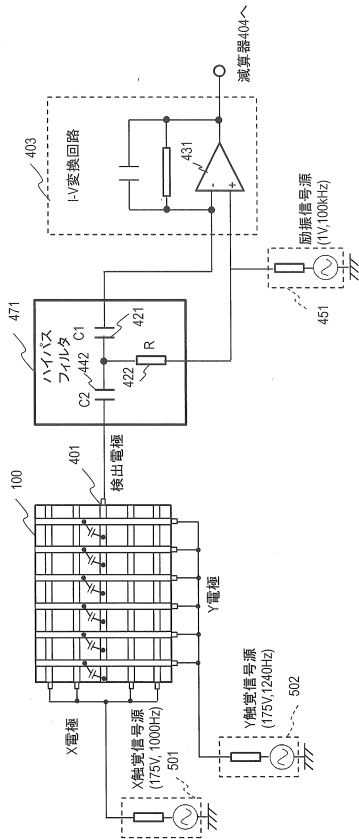


【図 1 4】

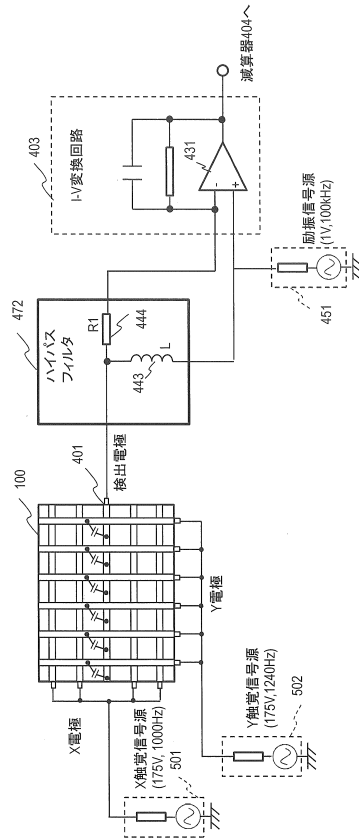


10

【図 1 5】



【図 1 6】



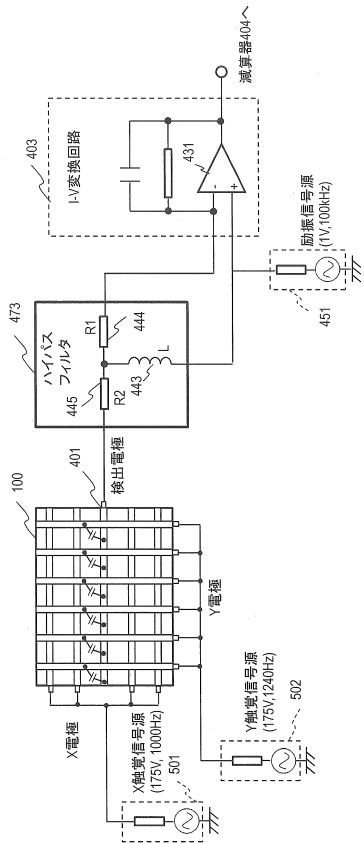
20

30

40

50

【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

号 T i a n m a J a p a n株式会社内

審査官 日比野 可奈子

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 6 7 4 7 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 0 8 5 0 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 6 9 2 9 0 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 2 2 6 7 4 (U S , A 1)
特開 2 0 1 2 - 0 2 2 5 3 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 0 0 2 4 0 5 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 F 3 / 0 4 1
G 0 6 F 3 / 0 4 4