

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6689303号
(P6689303)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月9日(2020.4.9)

(51) Int.Cl. F I
G 0 6 F 3/041 (2006.01) G O 6 F 3/041 5 1 2
G 0 6 F 3/044 (2006.01) G O 6 F 3/041 4 0 0
 G O 6 F 3/044

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2018-20196 (P2018-20196)	(73) 特許権者	000201814 双葉電子工業株式会社 千葉県茂原市大芝629
(22) 出願日	平成30年2月7日(2018.2.7)	(73) 特許権者	503349464 普誠科技股▲ふん▼有限公司 台湾, 新北市, 新店區, 寶橋路233-1 號2樓
(65) 公開番号	特開2019-139362 (P2019-139362A)	(74) 代理人	100116942 弁理士 岩田 雅信
(43) 公開日	令和1年8月22日(2019.8.22)	(74) 代理人	100167704 弁理士 中川 裕人
審査請求日	令和1年6月20日(2019.6.20)	(72) 発明者	杉本 照和 千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タッチパネル駆動装置、タッチパネル装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

タッチパネルに対し、順次、隣接する一対の送信信号線と隣接する一対の受信信号線を選択する走査を行うタッチパネル駆動装置であって、

前記タッチパネルの一対の受信信号線からの、操作に伴う容量変化によって波形が変化する各受信信号を受信して、タッチパネル操作監視のための検出値を生成する受信回路を備え、

前記受信回路は、

一方の受信信号線に接続される計測用容量部の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号のレベルを比較する動作を行って前記検出値を生成するものとされ、

前記計測用容量部には、該計測用容量部の容量値の切り替えに用いる1つの容量値を形成する容量部として、複数のコンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部が設けられている

タッチパネル駆動装置。

【請求項2】

前記計測用容量部では、全ての前記容量部が、全て特定の容量値のコンデンサにより形成されている

請求項1に記載のタッチパネル駆動装置。

【請求項3】

前記計測用容量部における前記特定の容量値よりも大きい容量値となる容量部は、前記特定の容量値の複数のコンデンサの並列接続で構成されている

請求項 2 に記載のタッチパネル駆動装置。

【請求項 4】

前記計測用容量部における前記特定の容量値よりも小さい容量値となる容量部は、前記特定の容量値の複数のコンデンサの直列接続で構成されている

請求項 2 又は請求項 3 のいずれかに記載のタッチパネル駆動装置。

【請求項 5】

前記計測用容量部には、

第 1 の特定の容量値のコンデンサの直列接続により前記第 1 の特定の容量値よりも小さい容量値を形成する前記容量部と、

第 2 の特定の容量値のコンデンサの並列接続により前記第 2 の特定の容量値よりも大きい容量値を形成する前記容量部と、が設けられている

請求項 1 に記載のタッチパネル駆動装置。

【請求項 6】

前記計測用容量部には、前記容量部として、前記一方の受信信号線に対してそれぞれ並列に接続可能な第 1 容量部から第 X 容量部までの複数の容量部が設けられ、

前記第 1 容量部から前記第 X 容量部までの各容量部はそれぞれ独立して前記一方の受信信号線に対して接続オン/オフが可能に構成されている

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のタッチパネル駆動装置。但し X は 2 以上の自然数。

【請求項 7】

前記計測用容量部における前記第 1 容量部から第 X 容量部までの各容量部の容量値は、2 のべき乗の関係の容量値とされている

請求項 6 に記載のタッチパネル駆動装置。

【請求項 8】

前記計測用容量部には、前記容量部として、前記一方の受信信号線に対してそれぞれ並列に接続可能な第 1 容量部から第 X 容量部までの複数の容量部が設けられ、

前記第 1 容量部から前記第 X 容量部までの各容量部はそれぞれ対応するスイッチにより独立して前記一方の受信信号線に対して接続オン/オフが可能に構成されているとともに

、複数のコンデンサの並列接続で構成されている容量部に対応する前記スイッチは、前記複数のコンデンサのそれぞれに接続された複数のスイッチ素子により構成されている

請求項 3 又は請求項 5 に記載のタッチパネル駆動装置。但し X は 2 以上の自然数。

【請求項 9】

タッチパネルと、

前記タッチパネルに対し、順次、隣接する一对の送信信号線と隣接する一对の受信信号線を選択する走査を行うタッチパネル駆動装置とを有し、

前記タッチパネル駆動装置は、前記タッチパネルの一对の受信信号線からの、操作に伴う容量変化によって波形が変化する各受信信号を受信して、タッチパネル操作監視のための検出値を生成する受信回路を備え、

前記受信回路は、

一方の受信信号線に接続した計測用容量部の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号のレベルを比較する動作を行って前記検出値を生成するものとされ、

前記計測用容量部には、該計測用容量部の容量値の切り替えに用いる 1 つの容量値を形成する容量部として、複数のコンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部が設けられている

タッチパネル装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明はタッチパネル駆動装置、タッチパネル装置に関し、特にタッチパネル操作検出に用いる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

タッチパネルに関して各種の技術が知られており、下記特許文献1には同時に2組（一对の送信信号線と一对の受信信号線）の信号線（電極）のセンシングを行ってタッチ操作位置の検出を行うことで解像度を向上させるセンシング技術が開示されている。

また下記特許文献2には、X、Y方向の電極配線において電極が交差する部分を設けないようにした、いわゆるシングルレイヤ方式の構造が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-219961号公報

【特許文献2】特開2010-182277号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

タッチパネルにおいてセンシング精度を維持又は向上させることは重要である。そして操作の検出のためにはタッチパネルの信号線のスキャンを行うことになるが、静電容量方式のタッチパネルの場合、スキャンの際に、タッチ操作による容量変化に応じた信号線からの信号電圧の変化や差分を検出することになる。このため信号電圧の変化や差分を検出するための基準となる値の精度が、タッチパネル操作のセンシング精度を左右することになる。

20

【0005】

本発明では、タッチパネルの一对の受信信号線からの各受信信号を受信して検出を行うことを考える。特に一方の受信信号線に接続される計測用容量部の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号のレベルを比較する動作を含むセンシング動作を行う。この場合に、容量値の精度を上げセンシング精度を向上させることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るタッチパネル駆動装置は、タッチパネルに対し、順次、隣接する一对の送信信号線と隣接する一对の受信信号線を選択する走査を行うタッチパネル駆動装置であって、前記タッチパネルの一对の受信信号線からの、操作に伴う容量変化によって波形が変化する各受信信号を受信して、タッチパネル操作監視のための検出値を生成する受信回路を備える。前記受信回路は、一方の受信信号線に接続される計測用容量部の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号のレベルを比較する動作を行って前記検出値を生成するものとされる。そして前記計測用容量部には、該計測用容量部の容量値の切り替えに用いる1つの容量値を形成する容量部として、複数のコンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部が設けられている。

40

このような本発明ではタッチパネルのセンシングとして差動方式を用いる。即ち一对の受信信号線からの受信信号の差分に相当する検出値を生成する。このための手法として、一方の受信信号線に接続した計測用容量部の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号のレベルを比較する。この動作によれば各受信信号のレベルが略同等となるときの容量値（又は容量値の選択制御信号）は、各受信信号の差分に相当する値となる。従って上記動作によりタッチパネル操作監視のための検出値を生成することができる。ところが計測用容量部の各段階の容量値のリニアリティが悪いと、正確な検出ができない。そこで各容量値を得るための或る容量値を形成する容量部として、複数の

50

コンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部が設けるようにする。これによりコンデンサの容量の種別を少なくし、コンデンサ間の容量誤差を小さくする。

【 0 0 0 7 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部では、全ての前記容量部が、全て特定の容量値のコンデンサにより形成されているようにすることが考えられる。

計測用容量部において各容量値を得るためのコンデンサを、全て或る特定の容量値のコンデンサとすることで、コンデンサ間の容量誤差を均一化する。

【 0 0 0 8 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部における前記特定の容量値よりも大きい容量値となる容量部は、前記特定の容量値の複数のコンデンサの並列接続で構成されていることが考えられる。

10

特定の容量値の複数のコンデンサの並列接続により、その容量値よりも大きな容量値の容量部を形成できる。

【 0 0 0 9 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部における前記特定の容量値よりも小さい容量値となる容量部は、前記特定の容量値の複数のコンデンサの直列接続で構成されていることが考えられる。

特定の容量値の複数のコンデンサの直列接続により、その容量値よりも小さな容量値の容量部を形成できる。

20

【 0 0 1 0 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部には、第1の特定の容量値のコンデンサの直列接続により前記第1の特定の容量値よりも小さい容量値を形成する前記容量部と、第2の特定の容量値のコンデンサの並列接続により前記第2の特定の容量値よりも大きい容量値を形成する前記容量部と、が設けられていることが考えられる。

小さい容量値を得る場合に第1の特定の容量値のコンデンサの直列接続を用いること、また大きい容量値を得る場合に第2の特定の容量値のコンデンサの並列接続を用いることで、コンデンサの容量種別を少なくする。これによりコンデンサ間の容量誤差を小さくする。

【 0 0 1 1 】

30

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部は、前記一方の受信信号線に対してそれぞれ並列に接続可能な第1容量部から第X容量部までの複数の容量部が設けられ、前記第1容量部から前記第X容量部までの各容量部はそれぞれ独立して前記一方の受信信号線に対して接続オン/オフが可能に構成されていることが考えられる（Xは2以上の自然数）。

第1容量部から第X容量部までの各容量部が並列的に一方の受信信号線に接続されることで、計測用容量部は容量部の選択によって合成容量値を複数段階に可変できる。

【 0 0 1 2 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部における前記第1容量部から第X容量部までの各容量部の容量値は、2のべき乗の関係の容量値とされていることが考えられる。

40

例えば第1容量部から第X容量部までの各容量値は、 2^1 、 2^2 、 $2^3 \cdots 2^X$ の比の関係を持つ容量値のようにされている。

【 0 0 1 3 】

上記したタッチパネル駆動装置においては、前記計測用容量部には、前記容量部として、前記一方の受信信号線に対してそれぞれ並列に接続可能な第1容量部から第X容量部までの複数の容量部が設けられ、前記第1容量部から前記第X容量部までの各容量部はそれぞれ対応するスイッチにより独立して前記一方の受信信号線に対して接続オン/オフが可能に構成されているとともに、複数のコンデンサの並列接続で構成されている容量部に対応する前記スイッチは、前記複数のコンデンサのそれぞれに接続された複数のスイッチ素

50

子により構成されていることが考えられる（ X は2以上の自然数）。

即ち並列接続されたコンデンサにより構成される容量部に対しては、コンデンサ毎にスイッチ素子を設け、各スイッチ素子は同時にオン/オフさせることで、その容量部のスイッチとして機能させる。

【0014】

本発明のタッチパネル装置は、タッチパネルと、上記のタッチパネル駆動装置を有して構成される。

即ち容量精度を高くしたタッチパネル駆動装置を用いることで、センシング精度のよいタッチパネル装置を実現する。

【発明の効果】

10

【0015】

本発明によれば、計測用容量部の容量値の切り替えに用いる1つの容量値を形成する容量部として、複数のコンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部を設けることで、配置するコンデンサの容量種別の数を抑えることができる。これにより各コンデンサの容量誤差の影響を抑え、計測用容量部が受信信号線に与える各段階の容量のリニアリティが向上される。これによりタッチパネルのセンシング精度を向上させることができ、操作位置としての座標の再現性や正確性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態のタッチパネル装置のブロック図である。

20

【図2】実施の形態のタッチパネルの信号線構造の説明図である。

【図3】実施の形態のセンシング動作の説明図である。

【図4】実施の形態の計測用容量部の説明図である。

【図5】実施の形態のセンシング動作手順のフローチャートである。

【図6】異なる容量のレイアウトイメージの説明図である。

【図7】実施の形態の計測用容量部のコンデンサの構成例Iの説明図である。

【図8】実施の形態における座標検出精度向上の説明図である。

【図9】コンデンサ容量の製造誤差の影響の説明図である。

【図10】実施の形態の計測用容量部のコンデンサの構成例IIの説明図である。

【図11】実施の形態の計測用容量部のコンデンサの構成例IIIの説明図である。

30

【図12】実施の形態の計測用容量部のコンデンサの構成例IVの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を次の順序で説明する。

- < 1 . タッチパネル装置の構成 >
- < 2 . センシング動作 >
- < 3 . リニアリティ改善のための構成 >
- [3 - 1 : 構成例 I]
- [3 - 2 : 構成例 II]
- [3 - 3 : 構成例 III]
- [3 - 4 : 構成例 IV]
- < 4 . 実施の形態の効果及び変形例 >

40

【0018】

- < 1 . タッチパネル装置の構成 >

実施の形態のタッチパネル装置1の構成例を図1に示す。

タッチパネル装置1は、各種機器においてユーザインターフェース装置として装着される。ここで各種機器とは、例えば電子機器、通信機器、情報処理装置、製造設備機器、工作機械、車両、航空機、建物設備機器、その他非常に多様な分野の機器が想定される。タッチパネル装置1は、これらの多様な機器製品においてユーザの操作入力に用いる操作入力デバイスとして採用される。

50

図1ではタッチパネル装置1と製品側MCU(Micro Control Unit)90を示しているが、製品側MCU90とは、タッチパネル装置1が装着される機器における制御装置を示しているものである。タッチパネル装置1は製品側MCU90に対してユーザのタッチパネル操作の情報を供給する動作を行うことになる。

【0019】

タッチパネル装置1は、タッチパネル2と、タッチパネル駆動装置3を有する。

タッチパネル駆動装置3はセンサIC(Integrated Circuit)4とMCU5を有する。

このタッチパネル駆動装置3は、タッチパネル側接続端子部31を介してタッチパネル2と接続される。この接続を介してタッチパネル駆動装置3はタッチパネル2の駆動(センシング)を行う。

10

また操作入力デバイスとして機器に搭載される際には、タッチパネル駆動装置3は製品側接続端子部32を介して製品側MCU90と接続される。この接続によりタッチパネル駆動装置3は製品側MCU90にセンシングした操作情報を送信する。

【0020】

タッチパネル駆動装置3におけるセンサIC4は、送信回路41、受信回路42、マルチプレクサ43、インターフェース・レジスタ回路44、電源回路45を有する。

【0021】

センサIC4の送信回路41は、マルチプレクサ43によって選択されたタッチパネル2における端子に対して送信信号を出力する。また受信回路42は、マルチプレクサ43によって選択されたタッチパネル2における端子から信号を受信し、必要な比較処理等を行う。

20

図2に、送信回路41、受信回路42、マルチプレクサ43とタッチパネル2の接続状態を模式的に示す。

タッチパネル2は、タッチ面を形成するパネル平面に、送信側の電極としてのn本の送信信号線21-1から21-nが配設される。

また同じくパネル平面に、受信側の電極としてのm本の受信信号線22-1から22-mが配設される。

なお送信信号線21-1・・・21-n、受信信号線22-1・・・22-mを特に区別しない場合は、総称として「送信信号線21」「受信信号線22」と表記する。

【0022】

送信信号線21-1・・・21-nと、受信信号線22-1・・・22-mは、図示するように交差して配設される場合もあれば、いわゆるシングルレイヤ構造として、上述の特許文献2のように交差が生じないように配設される場合もある。いずれにしても送信信号線21と受信信号線22が配設される範囲内でタッチ操作面が形成され、タッチ操作時の容量変化により操作位置が検出される構造となる。

30

図では送信信号線21と受信信号線22の間で生じる容量を一部のみ例示している(容量C22, C23, C32, C33)が、タッチ操作面の全体に、送信信号線21と受信信号線22の間で生じる容量(例えば交差位置における容量)が存在し、タッチ操作により容量変化が生じた位置が受信回路42により検出されることとなる。

【0023】

送信回路41は、マルチプレクサ43により選択された送信信号線21-1・・・21-nに対して送信信号を出力する。本実施の形態では、マルチプレクサ43が各タイミングで2本ずつ隣接する送信信号線21を選択していく走査を行う。

受信回路42は、マルチプレクサ43により選択された受信信号線22-1・・・22-mからの受信信号を受信する。本実施の形態では、マルチプレクサ43が各タイミングで2本ずつ隣接する受信信号線22を選択していく。

40

送信回路41、受信回路42によるセンシング動作については後述する。

【0024】

図1に戻って説明する。センサIC4のインターフェース・レジスタ回路44には、送信回路41、マルチプレクサ43、受信回路42、電源回路45に対する各種の設定情報

50

がMCU5によって書き込まれる。送信回路41、マルチプレクサ43、受信回路42、電源回路45は、それぞれインターフェース・レジスタ回路44に記憶された設定情報によって動作が制御される。

またインターフェース・レジスタ回路44には、受信回路42により検出された検出値(説明上「RAW値」ともいう)を記憶し、MCU5が取得できるようにしている。

【0025】

電源回路45は、駆動電圧AVCCを生成し、送信回路41、受信回路42に供給する。後述するが、送信回路41は駆動電圧AVCCを用いたパルスマルチプレクサ43によって選択された送信信号線21に印加する。

また受信回路42は、センシング動作の際に、マルチプレクサ43によって選択された受信信号線22に対して駆動電圧AVCCを印加することも行う。

電源回路45の構成については後に詳述する。

【0026】

MCU5はセンサIC4の設定、制御を行う。具体的にはMCU5はインターフェース・レジスタ回路44に対して必要な設定情報を書き込むことで、センサIC4の各部の動作を制御する。

またMCU5は受信回路42からのRAW値をインターフェース・レジスタ回路44から読み出すことで取得する。そしてMCU5は、RAW値を用いて座標計算を行い、ユーザのタッチ操作位置情報としての座標値を製品側MCU90に送信する処理を行う。

【0027】

<2. センシング動作>

以上の構成のタッチパネル装置1によるセンシング動作について説明する。

まず図3によりタッチパネル2に対する送信回路41、受信回路42の動作を説明する。図ではタッチパネル2において2つの送信信号線21-2、21-3と、2つの受信信号線22-2、22-3を示している。

本実施の形態の場合、先の図2に示したような送信信号線21、受信信号線22に対して、送信回路41と受信回路42が、それぞれ隣接する2本ずつ送信、受信を行って行くことでタッチ操作の検出を行うものとなる。つまり一対の送信信号線21と一対の受信信号線22の2本×2本を基本セルとして、順次セル単位で検出走査を行う。図3では、その1つのセル部分を示していることになる。

【0028】

送信回路41は、2本の送信信号線21(図の場合では21-2、21-3)に対して、ドライバ411、412から駆動電圧AVCC1を出力する。つまりドライバ411、412の出力である送信信号T+、T-がマルチプレクサ43によって選択された送信信号線21-2、21-3に供給される。

なお、駆動電圧AVCC1は、図1の電源回路45が生成する駆動電圧AVCC自体、もしくは駆動電圧AVCCに基づく電圧である。

この場合、送信回路41は、ドライバ411からの送信信号T+は図示のように、アイドル(Idle)期間をロウレベル(以下「Lレベル」と表記)とする。例えば0Vとする。そして続くアクティブ(Active)期間にはハイレベル(以下「Hレベル」と表記)とする。この場合、Hレベルの信号として具体的には駆動電圧AVCC1の印加を行う。

また送信回路41は、もう一つのドライバ412からの送信信号T-は、アイドル期間をHレベル(駆動電圧AVCC1の印加)とし、続くアクティブ期間はLレベルとする。

ここで、アイドル期間は受信信号R+、R-の電位を安定させる期間であり、アクティブ期間は受信信号R+、R-の電位変化をセンシングする期間となる。

【0029】

このアイドル期間、アクティブ期間において、受信回路42はマルチプレクサ43によって選択された2つの受信信号線22(図の場合では22-3、22-2)からの受信信号R+、R-を受信する。

受信回路42は、コンパレータ421、基準容量部422、スイッチ423、425、

10

20

30

40

50

計測用容量部 4 2 4、演算制御部 4 2 6 を備えている。

2 つの受信信号線 2 2 からの受信信号 R +、R - はコンパレータ 4 2 1 で受信される。コンパレータ 4 2 1 は、受信信号 R +、R - の電位を比較して、その比較結果を H レベル又は L レベルで演算制御部 4 2 6 に出力する。

【 0 0 3 0 】

基準容量部 4 2 2 を構成するコンデンサの一端には駆動電圧 A V C C 2 が印加されている。駆動電圧 A V C C 2 は、図 1 の電源回路 4 5 が生成する駆動電圧 A V C C 自体、もしくは駆動電圧 A V C C に基づく電圧である。基準容量部 4 2 2 を構成するコンデンサの他端はスイッチ 4 2 3 の端子 T a を介してコンパレータ 4 2 1 の + 入力端子に接続されている。

10

また計測用容量部 4 2 4 の一端には駆動電圧 A V C C 2 が印加されている。この計測用容量部 4 2 4 の他端はスイッチ 4 2 5 の端子 T a を介してコンパレータ 4 2 1 の - 入力端子に接続されている。

【 0 0 3 1 】

スイッチ 4 2 3、4 2 5 は、アイドル期間には端子 T i が選択される。従ってアイドル期間にはコンパレータ 4 2 1 の + 入力端子（受信信号線 2 2 - 3）、- 入力端子（受信信号線 2 2 - 2）がグランド接続され、受信信号 R +、R - はグランド電位となる。

スイッチ 4 2 3、4 2 5 は、アクティブ期間には端子 T a が選択される。従ってアクティブ期間にはコンパレータ 4 2 1 の + 入力端子（受信信号線 2 2 - 3）、- 入力端子（受信信号線 2 2 - 2）に駆動電圧 A V C C 2 が印加される。

20

【 0 0 3 2 】

図 3 では当該セルが非タッチ状態の場合の受信信号 R +、R - の波形を実線で示している。アイドル期間ではスイッチ 4 2 3、4 2 5 が端子 T i を選択していることで、受信信号 R +、R - は、或る電位（グランド電位）で安定されている。

アクティブ期間となるとスイッチ 4 2 3、4 2 5 が端子 T a を選択することで、受信信号線 2 2 - 3、2 2 - 2 に駆動電圧 A V C C 2 が印加される。これにより受信信号 R +、R - の電位が V 上昇する。非タッチの状態では、この V の電位上昇は、受信信号 R +、R - 共に発生する。

一方、送信回路 4 1 側では、アクティブ期間となると、上述のように送信信号 T + が立ち上がり、送信信号 T - が立ち下がる。これにより、タッチ操作があった場合には、受信信号 R +、R - の電位上昇の程度が変化する。

30

仮に容量 C 2 2 に影響を与える A 1 位置がタッチされた場合、受信信号 R - の電位がアクティブ期間において破線で示すように V H だけ上昇する。

また仮に容量 C 3 2 が変化する A 2 位置がタッチされた場合、受信信号 R - の電位がアクティブ期間において破線で示す V L だけ上昇する。

これらのように当該セルに対するタッチ操作位置に応じて、受信信号 R - の電位変化量が受信信号 R + の電位変化量（ V ）よりも大きくなったり小さくなったりする。

コンパレータ 4 2 1 はこのような受信信号 R +、R - を比較することになる。

【 0 0 3 3 】

なお、このように変化する受信信号 R +、R - の電位差分自体を R A W 値（検出結果）として出力するようにしてもよいが、本実施の形態では受信回路 4 2 は、演算制御部 4 2 6 が受信信号 R +、R - の電圧バランスがとれるように計測用容量部 4 2 4 の設定変更を行い、R A W 値を得るようにしている。

40

演算制御部 4 2 6 は、インターフェース・レジスタ回路 4 4 に書き込まれた設定情報に従って、スイッチ 4 2 3、4 2 5 のオン/オフや計測用容量部 4 2 4 の容量値の切替処理を行う。またコンパレータ 4 2 1 の出力を監視し、後述の処理で R A W 値を算出する。演算制御部 4 2 6 で算出された R A W 値はインターフェース・レジスタ回路 4 4 に書き込まれることで M C U 5 が取得可能とされる。

【 0 0 3 4 】

以上の図 3 において可変容量コンデンサの記号で示した計測用容量部 4 2 4 は、例えば

50

図4のように複数の容量部CM(CM0~CM7)とスイッチSW(SW0~SW7)により構成されている。

なお図4はスイッチ423, 425が端子Taに接続された状態(アクティブ期間)での等価回路として示しており、スイッチ423, 425の図示は省略している。

各容量部CM0~CM7は、駆動電圧AVCC2の電位とコンパレータ421の-入力端子の間に並列に接続されている。また各容量部CM0~CM7に対してはそれぞれ直列にスイッチSW0~SW7が接続されている。つまりスイッチSW0~SW7のオン/オフにより、受信信号R-に影響を与える容量部CMを変更できる構成である。

なお図4では各容量部CM0~CM7を1つのコンデンサの記号で示しているが、本実施の形態では図7で後述するように、それぞれ1又は複数のコンデンサで構成される。

またスイッチSW0~SW7は、それぞれ例えばFET(Field effect transistor)等のスイッチ素子を用いて構成されるが、図11等で後述するように、1つのスイッチSWとして複数のスイッチ素子が設けられる場合もある。

【0035】

各容量部CM0~CM7の容量値は、例えば容量部CM0=2fF(フェムトファラッド)、CM1=4fF、CM2=8fF、CM3=16fF、CM4=32fF、CM5=64fF、CM6=128fF、CM7=256fFとされる。

容量部CM0からCM7は、ビット“0”からビット“7”の8ビットの値で選択される。容量部CM0及びスイッチSW0がビット0、容量部CM1及びスイッチSW1がビット“1”、・・・容量部CM7及びスイッチSW7がビット“7”として機能する。

そして8ビットの値として0(=「00000000」)から255(=「11111111」)の容量設定値が与えられる。容量設定値はMCU5がインターフェース・レジスタ回路44に書き込む設定情報の一つである。

受信回路42では、この8ビットの容量設定値に応じてスイッチSW0~SW7がオン/オフされる。即ちスイッチSW0~SW7は対応するビットが「0」であればオフ、「1」であればオンとなる。これにより計測用容量部424の全体の容量値が0fF~510fFの範囲で256段階に可変されることになる。

【0036】

一方、受信信号R+側の基準容量部422のコンデンサの容量値は例えば256fFとされる。

【0037】

上述のように受信信号R-は、タッチの有無及び位置によってアクティブ期間の波形の電位上昇の程度が変わる。受信信号R+の波形上昇程度(V)より大きくなったり小さくなったりする。

図4の構成では、計測用容量部424の容量設定値を変更していくことで受信信号R-の波形の電位上昇程度を変化させることができ、例えば受信信号R+と同等となる計測用容量部424の容量設定値を見つけ出すことができる。

例えば図4の受信信号R-の破線で示す波形Sg1が初期状態であったとしたときに、計測用容量部424の容量を小さくすれば受信信号R-は波形Sg2のように波形Sg1より小さくなる。また、計測用容量部424の容量を大きくすれば受信信号R-は波形Sg3のように波形Sg1より大きくなる。

つまり、コンパレータ421で受信信号R+、R-の電圧レベルが同等となったときの計測用容量部424の容量設定値は、タッチによる受信信号R-の電圧変化に相当する値と等価となる。従って、コンパレータ421の出力をみながら計測用容量部424の容量設定値を変化させていき、受信信号R+、R-のアクティブ期間の電圧が同等となる容量設定値を探索する。すると探索された容量設定値を、タッチ操作のセンシング情報としてのRAW値とできることになる。

【0038】

以上のセンシング動作の具体的な手順を図5で説明する。この図5はMCU5がインターフェース・レジスタ回路44に書き込んだ各種の設定情報に基づいて送信回路41、受

10

20

30

40

50

信回路42で行われる処理を示したものである。

図5においてステップS100からS109のループ処理は、1つのセル(2つの送信信号線21と2つの受信信号線22の組)に対するセンシングの手順を示している。なお、RAW値を得るまでに容量設定値は8段階の異なる値を取る(初期状態から7回変更される)。

【0039】

ステップS100でまず変数nが初期値として $n = 7$ に設定される。また受信回路42はMCU5の指示(容量設定値)に基づいて計測用容量部424の容量値を 256 fF に設定する。つまり容量設定値 $= 128 (= 10000000)$ とされ、ビット“7”のみが「1」であることでスイッチSW7のみがオンとされる。

10

【0040】

ステップS101ではアイドル期間の設定が行われる。

送信回路41ではドライバ411からの送信信号T+はLレベル、送信信号T-はHレベル(=駆動電圧AVCC1)とする。

受信回路42では、スイッチ423, 425が端子Tiに接続される。これによりコンパレータ421の+入力端子、-入力端子はグランド接続される。

【0041】

次にステップS102では所定の期間経過により、アイドル期間からアクティブ期間への切り替えが行われる。

送信回路41ではドライバ411からの送信信号T+はHレベル(=駆動電圧AVCC1)、ドライバ412からの送信信号T-はLレベルとする。

20

受信回路42では、スイッチ423, 425が端子Taに接続される。これによりコンパレータ421の+入力端子は基準容量部422を介して駆動電圧AVCC2に接続され、-入力端子は計測用容量部424を介して駆動電圧AVCC2に接続される。

【0042】

アクティブ期間となると受信信号R+, R-がV上昇するが、送信信号T+が立ち上がり送信信号T-が立ち下がることで、検出中のセルに対するタッチ操作の有無やタッチ操作位置に応じた受信信号R-の変化が生じる(上昇量がVHやVLとなる)。

ステップS103ではコンパレータ421が受信信号R+, R-を比較し、比較結果を出力する。コンパレータ421からは、(受信信号R+) > (受信信号R-)であればHレベル出力が得られ、(受信信号R+) < (受信信号R-)であればLレベル出力が得られる。

30

【0043】

ステップS104はコンパレータ421の出力に応じて処理が分岐される。

コンパレータ421の出力がHレベルであれば、ステップS105で計測用容量部424の容量切替が行われる。この場合、ビット“n”のスイッチをオンにしたまま、ビット“n-1”のスイッチをオンとする。

それまで上記のように初期状態で容量設定値 $= 10000000$ とされてビット“7”のみオンとしていたときは、続いて容量設定値 $= 11000000$ とされてビット“7”とビット“6”がオンとされる。即ちスイッチSW7, SW6がオンとされ、計測用容量部424の容量値は 384 fF となる。

40

そしてステップS107で変数 $n > 0$ であれば、ステップS108で変数nをデクリメントしてステップS101に戻る。つまり、計測用容量部424の容量を大きくした上で、アイドル期間、アクティブ期間の動作を行ってコンパレータ421の出力を確認する。

【0044】

またステップS104においてコンパレータ421の出力がLレベルであれば、ステップS106で計測用容量部424の容量切替が行われる。この場合、ビット“n”のスイッチをオフにして、ビット“n-1”のスイッチをオンとする。

それまで初期状態で容量設定値 $= 10000000$ とされてビット“7”のみオンとしていたとすると、続いて容量設定値 $= 01000000$ とされてビット“7”が

50

オフとされ、ビット“6”がオンとされる。即ちスイッチSW7がオフとされスイッチSW6がオンとされ、計測用容量部424の容量値は128fFとなる。

そしてステップS107で変数 $n > 0$ であれば、ステップS108で変数 n をデクリメントしてステップS101に戻る。つまり、計測用容量部424の容量を小さくした上で、アイドル期間、アクティブ期間の動作を行ってコンパレータ421の出力を確認する。

【0045】

この処理を変数 $n = 0$ となるまで行うことで、受信信号R-のアクティブ期間の電圧値と受信信号R+のアクティブ期間の電圧値とのバランスがとれたときの容量設定値が判定される。

なお変数 $n = 0$ のときのステップS105, S106においては、ビット“ $n - 1$ ”は存在しないので、ビット“ $n - 1$ ”の処理は行わない。

ステップS107で変数 $n = 0$ となっていたらステップS109に進み、受信回路42はRAW値を算出する。これは計測用容量部424においてオンとなっているスイッチSWのビットの2のべき乗の総和をとるという処理となる。例えば仮に最終的にスイッチSW5、SW3、SW2がオンになっていたとしたら、 $2^5 + 2^3 + 2^2 = 44$ ということになり、RAW値 = 44となる。

【0046】

このように求められたRAW値はインターフェース・レジスタ回路44を介して1つのセルの検出値としてMCU5に取得される。

タッチパネル2における各セル(2本の送信信号線21と2本の受信信号線22の組)について同様に図5の処理が行われ、RAW値が求められる。

MCU5は各セルについてのRAW値を取得し、タッチ操作位置の座標計算を行い、求めた座標値を製品側MCU90に送信する。

【0047】

本実施の形態では以上のようなセンシング動作として、受信信号R+、R-の差分をとることで、取得されるRAW値が、外部環境からの影響を受けにくいようにすることができ、タッチ操作の検出精度を向上できる。

特に非タッチ時には受信信号R+、R-の電位のバランスがとれているようにし、タッチによる容量変化によって受信信号R+、R-の電位に差が生ずるようにしている。これを計測用容量部424の容量を順次変化させて受信信号R+、R-のバランスがとれる容量値を探索し、その容量値を指定する容量設定値からRAW値を得るようにしている。これによりタッチ操作による容量変化に起因する受信信号R+、R-の差分を正確に検出できる。

【0048】

なお受信回路42から駆動電圧AVCC2を印加して、選択された受信信号線22を充電する理由としては主に2つがある。

1つはタッチパネル2がシングルレイヤ構造の場合の事情である。シングルレイヤ構造の場合、非タッチの状態では、送信信号線21と受信信号線22の間で容量がほとんど生じない。つまり送信信号線21と受信信号線22の間(電極間)は絶縁状態にある。しかし非タッチ状態でも、アクティブ期間に受信信号波形が立ち上がるようにすることが必要である。このために駆動電圧AVCC2を送信することによって、シングルレイヤの場合にも対応して上記のセンシング動作が良好にできるようにしている。

またもう1つの理由はシングルレイヤに限ったことではない。上記のセンシング方式ではアクティブ期間に移行したときからの、受信信号R-の電位上昇幅を見ることになるが、送信信号T-の立ち下がりによる影響も把握したい。つまり図3に破線で示したVLの電位上昇も観測する必要がある。もしアクティブ期間での非タッチ状態での受信信号R+、R-の電位が0Vだと、立ち下がりの影響を受ける場合、受信信号R-の電位がマイナス値になってしまい、受信回路42において扱いにくいものとなる。そこで受信信号R-の電位が0V以下にならないように持ち上げておくようにし、送信信号T-の立ち下がりの影響による受信波形の電位を容易かつ適切に観測しやすくするために駆動電圧AVC

10

20

30

40

50

C 2 を印加している。

【 0 0 4 9 】

< 3 . リニアリティ改善のための構成 >

[3 - 1 : 構成例 I]

ところで以上のように計測用容量部 4 2 4 の容量値を切り替えながら受信信号 R +、R - を比較していくことでタッチ時の容量変化を検出するセンシング動作では、その検出精度には、計測用容量部 4 2 4 の容量値のリニアリティ（線形性）が大きく関わる。

【 0 0 5 0 】

例えば容量設定値 = 6 3 (= 0 0 1 1 1 1 1 1) でスイッチ S W 0 から S W 5 がオンになると、計測用容量部 4 2 4 の容量値は 1 2 6 f F となり、また容量設定値 = 6 4 (= 0 1 0 0 0 0 0 0) でスイッチ S W 6 のみがオンとなると、計測用容量部 4 2 4 の容量値は 1 2 8 f F となるはずである。

10

【 0 0 5 1 】

ここで仮に容量部 C M 0 ~ C M 7 がそれぞれ 1 つのコンデンサであるとする。例えば容量部 C M 0 は 2 f F のコンデンサ、容量部 C M 1 は 4 f F のコンデンサ、容量部 C M 2 は 8 f F のコンデンサ、・・・容量部 C M 7 は 2 5 6 f F のコンデンサとする。

図 6 には、このようにそれぞれ 1 つのコンデンサを用いる場合の、各容量部 C M のコンデンサの面積を示している。

上記のように容量設定値 = 6 3 のときは、容量部 C M 0 ~ C M 5 の 6 個のコンデンサの並列接続により計測用容量部 4 2 4 の容量値は 1 2 6 f F となり、容量設定値 = 6 4 では容量部 C M 6 により計測用容量部 4 2 4 の容量値は 1 2 8 f F となる。

20

ところが例えば 2 f F というような極めて小さい容量のコンデンサは、正確な容量とすることが困難という事情がある。また面積の小さいコンデンサほど製造誤差の影響を受けやすいということもある。

これらのことから、容量部 C M 0 ~ C M 5 の 6 個のコンデンサの並列接続による容量が製造誤差の影響で、1 2 6 f F とはならず、1 2 8 f F よりも大きくなってしまふことがある。すると容量設定値 = 6 3 のときの容量より、容量設定値 = 6 4 の容量が小さくなってしまふ。

このように容量設定値で制御されるべき 2 5 6 段階の容量値に、大小関係の逆転現象がおきることがある。このような逆転現象が多く起きる状態をリニアリティが悪い状態といっている。そして上述の図 5 の処理を考えれば理解されるとおり、リニアリティが悪いと、R A W 値を正確に生成できなくなる。

30

【 0 0 5 2 】

そこで本実施の形態では、計測用容量部 4 2 4 では、切り替えられる各容量部 C M 0 ~ C M 7 を得るための複数のコンデンサが、全て特定の容量値のコンデンサにより形成されているようにすることで、リニアリティを改善する。

【 0 0 5 3 】

図 7 に具体例を示す。計測用容量部 4 2 4 の容量部 C M 0 ~ C M 7 は、図 4 で説明した通り、2 f F、4 f F、8 f F、1 6 f F、3 2 f F、6 4 f F、1 2 8 f F、2 5 6 f F である。これを全て 1 6 f F のコンデンサで構成する。

40

容量部 C M 3 は 1 6 f F のコンデンサ 1 つで構成する。

容量部 C M 4 は 1 6 f F の 2 つのコンデンサの並列接続で 3 2 f F の容量を構成する。

容量部 C M 5 は 1 6 f F の 4 つのコンデンサの並列接続で 6 4 f F の容量を構成する。

容量部 C M 6 は 1 6 f F の 8 つのコンデンサの並列接続で 1 2 8 f F の容量を構成する。

容量部 C M 7 は 1 6 f F の 1 6 個のコンデンサの並列接続で 2 5 6 f F の容量を構成する。

容量部 C M 2 は 1 6 f F の 2 つのコンデンサの直列接続で 8 f F の容量を構成する。

容量部 C M 1 は 1 6 f F の 4 つのコンデンサの直列接続で 4 f F の容量を構成する。

容量部 C M 0 は 1 6 f F の 8 つのコンデンサの直列接続で 2 f F の容量を構成する。

50

【 0 0 5 4 】

このように構成することによるリニアリティ改善効果を図 8 に示す。

図 8 A は、各容量部 C M 0 ~ C M 7 をそれぞれ容量値の異なる 1 つのコンデンサで形成した場合、図 8 B は各容量部 C M 0 ~ C M 7 を図 7 のように全て同じ容量値のコンデンサで形成した場合である。

横軸は容量設定値としての 0 ~ 2 5 5 を示す。縦軸は出力電圧 V c としている。この出力電圧 V c とは、計測用容量部 4 2 4 を受信信号線 2 2 に接続しない状態で、駆動電圧 A V C C 2 を印加したときの立ち上がり波形の電圧値（コンパレータ 4 2 1 側に出力される電圧値）である。

観測される出力電圧 V c は間接的に計測用容量部 4 2 4 の各段階の容量値を表すものとなる。

10

【 0 0 5 5 】

図 8 A の場合、計測用容量部 4 2 4 の容量値のリニアリティが悪いことが見て取れる。つまり観測される出力電圧 V c（容量値）の上下変動が大きく、リニアリティが大きく乱れている。

一方図 8 B では観測される出力電圧 V c（容量値）の上下変動がかなり抑えられており、リニアリティがかなり改善されていることがわかる。

【 0 0 5 6 】

各容量部 C M 0 ~ C M 7 を図 7 のように全て同じ容量値のコンデンサで形成した場合にリニアリティが改善される理由は次のように考えることができる。

20

コンデンサの容量は面積や周辺長に依存する。そして I C 内におけるコンデンサのレイアウトの仕上がり寸法の誤差が容量誤差として表れる。このときに、レイアウト面積が大きいほど寸法誤差の影響を受けにくく、面積が小さいほど影響を受けやすくなる。

なお基本的（理論的）にはコンデンサ容量は面積に比例する。

【 0 0 5 7 】

ここで図 9 A に 1 6 f F と 6 4 f F の設計寸法と仕上がり寸法の例を示している。1 6 f F のコンデンサは設計寸法が 5 μ m × 5 μ m の正方形で、6 4 f F のコンデンサは設計寸法が 1 0 μ m × 1 0 μ m の正方形であるとする。

ここで、I C 上での仕上がり寸法が + 0 . 1 μ m となった場合を想定する。

1 6 f F のコンデンサは仕上がり寸法が 5 . 1 μ m × 5 . 1 μ m の正方形で、6 4 f F のコンデンサは仕上がり寸法が 1 0 . 1 μ m × 1 0 . 1 μ m の正方形となる。

30

【 0 0 5 8 】

1 6 f F の容量の変化量は、

$$(5.1 \mu\text{m} \times 5.1 \mu\text{m}) \div (5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}) = 1.04$$

となり、4 % の容量誤差が生じていることになる。

6 4 f F の容量の変化量は、

$$(10.1 \mu\text{m} \times 10.1 \mu\text{m}) \div (10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}) = 1.01$$

となり、2 % の容量誤差が生じていることになる。

【 0 0 5 9 】

仕上がり寸法が + 0 . 1 μ m として、同様に計算すると実際の容量は次の通りとなる。

40

- ・ 1 6 f F : 4 % 誤差 = 1 6 . 6 4
- ・ 3 2 f F : 2 . 8 % の誤差 = 3 2 . 9 f F
- ・ 6 4 f F : 2 % の誤差 = 6 5 . 2 8 f F
- ・ 1 2 8 f F : 1 . 4 % の誤差 = 1 2 9 . 7 9 f F
- ・ 2 5 6 f F : 1 % の誤差 = 2 5 8 . 5 6 f F

【 0 0 6 0 】

ここで、計測用容量部 4 2 4 の容量値を 2 5 4 f F とする場合は、容量部 C M 0 ~ C M 6 の各容量値の総和をとることになる。

その容量部 C M 0 ~ C M 6 の各容量値の総和は、仮に 2 f F から 8 f F までの誤差を 1 6 f F と同じ 4 % としても、2 . 0 8 + 4 . 1 6 + 8 . 3 2 + 1 6 . 6 4 + 3 2 . 9 + 6

50

$5.28 + 129.79 = 259.17$ [f F] となる。つまり容量を「 254 f F」としたいときの容量値が「 259.17 f F」となる。

一方、実際の「 256 f F」のコンデンサは上記の誤差で 258.56 f Fなので、「 254 f F」「 256 f F」となって逆転現象が起きてしまう。

即ち仕上がり寸法の誤差が与える容量誤差が容量毎にばらつくことで、このような逆転現象が例えば 256 段階という可変容量の各段階において多く発生し、リニアリティが悪化する。

【0061】

これに対して本実施の形態の場合は「 16 f F」のコンデンサしか使用しないので、仕上がり寸法の誤差が各コンデンサに与える容量誤差がほぼ均一となる。すると各容量部 C M に生ずる容量誤差が、その容量の大小に関わらずほとんど同じ誤差となる。

つまり、図9Bのように、仕上がり寸法が $+0.1$ μ m であると仮定して上記と同様に計算すると、実際の容量は次の通りとなる。全てのコンデンサが 5.1 μ m \times 5.1 μ m の正方形となる場合である。

- ・ 16 f F の容量部 C M 3 : 4% 誤差 = 16.64 f F
- ・ 32 f F の容量部 C M 4 : 16.64 f F \times $2 = 33.28$ f F
- ・ 64 f F の容量部 C M 5 : 16.64 f F \times $4 = 66.56$ f F
- ・ 128 f F の容量部 C M 6 : 16.64 f F \times $8 = 133.12$ f F
- ・ 256 f F の容量部 C M 7 : 16.64 f F \times $16 = 266.24$ f F

この場合、容量誤差がすべて 4% のため、上記の「 254 f F」「 256 f F」といったような逆転現象が起きない。従ってリニアリティが大幅に改善されることになる。

【0062】

【3-2：構成例II】

リニアリティ改善のための計測用容量部424の他の構成（構成例II）を説明する。

先の図7のように、各容量部 C M 0 ~ C M 7 を全て同じ容量値のコンデンサで形成することでリニアリティが改善できるが、さらに容量精度を向上させることができる例を図10に示す。

【0063】

図10の計測用容量部424において容量部 C M 0 ~ C M 7 の構成は図7と同じで、全て 16 f F のコンデンサを用いて構成している。

この図10では、複数のコンデンサの並列接続により構成される容量部 C M 4 ~ C M 7 に対応するスイッチ S W 4 ~ S W 7 は、スイッチ素子が、それぞれ容量素子に $1:1$ で対応するように設けられている。

【0064】

例えば容量部 C M 4 は2つの 16 f F のコンデンサの並列接続により 32 f F が得られるようにしているが、スイッチ S W 4 としては、この2つのコンデンサのそれぞれに対応する2つのスイッチ素子を設けるようにしている。

スイッチ S W 5 , S W 6 , S W 7 も同様である。例えば容量部 C M 7 は 16 個の 16 f F のコンデンサの並列接続により 256 f F が得られるようにしているが、これに対応するスイッチ S W 7 としては、この 16 個のコンデンサに対応する 16 個のスイッチ素子を設けるようにしている。

このように計測用容量部424内の容量部 C M として並列接続されるコンデンサについては、1つ1つの 16 f F のコンデンサに対応してスイッチ素子が設けられている。

【0065】

1つの容量部 C M に対応するスイッチ S W を構成する複数のスイッチ素子は、同時にオン/オフ制御される。

例えばスイッチ S W 4 の2つのスイッチ素子は、容量部 C M 4 を選択するときと同時にオンとされ、また容量部 C M 4 を全体の容量から外すときに同時にオフとされる。

【0066】

このようにスイッチ素子も並列にすることでリニアリティの改善を促進できる。

容量部 C M のコンデンサとスイッチ S W のスイッチ素子との配線間では寄生容量が生じるが、容量部 C M 4 ~ C M 7 において、並列の各コンデンサにそれぞれスイッチ素子を接続することで、寄生容量の均一化を図ることができ、これによって寄生容量に起因する容量誤差を低減し、精度の高い容量値を形成することができる。従ってリニアリティの改善に寄与できる。

【 0 0 6 7 】

[3 - 3 : 構成例 III]

計測用容量部 4 2 4 の構成例 III を図 1 1 で説明する。

これは容量部 C M 0 ~ C M 7 について、第 1 の特定の容量値のコンデンサと第 2 の特定の容量値のコンデンサを用いる例である。

10

【 0 0 6 8 】

第 1 の特定の容量値のコンデンサを 1 6 f F のコンデンサ、第 2 の特定の容量値のコンデンサを 3 2 f F のコンデンサとする。

容量部 C M 0 ~ C M 3 については第 1 の特定の容量値である 1 6 f F のコンデンサを用いて、図 7 の例と同様に構成している。

【 0 0 6 9 】

一方、容量部 C M 4 ~ C M 7 については第 2 の特定の容量値である 3 2 f F のコンデンサを用いて次のように構成している。

容量部 C M 4 は 3 2 f F の 1 つのコンデンサで構成する。

容量部 C M 5 は 3 2 f F の 2 つのコンデンサの並列接続で 6 4 f F の容量を構成する。

20

容量部 C M 6 は 3 2 f F の 4 つのコンデンサの並列接続で 1 2 8 f F の容量を構成する。

容量部 C M 7 は 3 2 f F の 8 つのコンデンサの並列接続で 2 5 6 f F の容量を構成する。

【 0 0 7 0 】

なおこの図 1 1 の例では、先の図 1 0 のように、コンデンサを並列接続する場合には、それぞれにスイッチ素子を接続するようにしている。つまり図 1 1 の容量部 C M 5 ~ C M 7 に対応するスイッチ S W 5 ~ S W 7 では、それぞれコンデンサに対応するスイッチ素子が配置される例としている。

もちろんこれに限らず、図 7 のように容量部 C M 5 ~ C M 7 に対応するスイッチ S W 5 ~ S W 7 が 1 つのスイッチ素子で形成されてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

この図 1 1 のように、第 1 の特定の容量値のコンデンサと第 2 の特定の容量値のコンデンサを用い、少ない容量種別 (1 6 f F と 3 2 f F という 2 種類の容量) のコンデンサで容量部 C M 0 ~ C M 7 を形成することで、容量部 C M 0 ~ C M 7 の全てをそれぞれ 1 つの容量素子 (8 種類の容量のコンデンサ) で形成する場合に比べて、容量誤差の影響を小さくでき、リニアリティ改善に有効となる。

なお、第 1、第 2 の特定の容量値のコンデンサを 1 6 f F、3 2 f F のコンデンサとしたのは一例にすぎない。他の容量値を採用しても良いことはいうまでもない。

【 0 0 7 2 】

40

[3 - 4 : 構成例 IV]

計測用容量部 4 2 4 の構成例 IV を図 1 2 で説明する。

これも容量部 C M 0 ~ C M 7 について、第 1 の特定の容量値のコンデンサと第 2 の特定の容量値のコンデンサを用いる例である。但し、第 1 の特定の容量値のコンデンサを 1 6 f F のコンデンサ、第 2 の特定の容量値のコンデンサを 1 2 8 f F のコンデンサとするとともに、この第 1、第 2 の特定の容量値以外の容量値のコンデンサも用いる例である。

【 0 0 7 3 】

容量部 C M 0 ~ C M 3 については第 1 の特定の容量値である 1 6 f F のコンデンサを用いて図 7 の例と同様に構成している。

容量部 C M 4 は 3 2 f F の 1 つのコンデンサで構成する。

50

容量部 C M 5 は 6 4 f F の 1 つのコンデンサで構成する。

容量部 C M 6 は第 2 の特定の容量値である 1 2 8 f F の 1 つコンデンサの並列接続で 1 2 8 f F の容量を構成する。

容量部 C M 7 は第 2 の特定の容量値である 1 2 8 f F の 2 つコンデンサの並列接続で 2 5 6 f F の容量を構成する。

【 0 0 7 4 】

このように第 1 の特定の容量値のコンデンサの直列接続や第 2 の特定の容量値のコンデンサの並列接続を用いることで、少ない容量種別（この場合、1 6 f F と 1 2 8 f F、及び 3 2 f F、6 4 f F という 4 種類の容量）のコンデンサで容量部 C M 0 ~ C M 7 を構成することができる。従って容量部 C M 0 ~ C M 7 の全てをそれぞれ 1 つの容量素子（8 種類 10

【 0 0 7 5 】

なお、第 1、第 2 の特定の容量値のコンデンサを 1 6 f F、1 2 8 f F のコンデンサとしたのは一例にすぎない。他の容量値を採用しても良いことはいうまでもない。

また図 1 2 の例でも、先の図 1 0 のように、コンデンサを並列接続する場合には、それぞれにスイッチ素子を接続するようにしている（容量部 C M 7、スイッチ S W 7）。もちろんこれに限らず、図 7 のように容量部 C M 7 に対応するスイッチ S W 7 が 1 つのスイッチ素子で形成されてもよい。

【 0 0 7 6 】

< 4 . 実施の形態の効果及び変形例 >

以上の実施の形態のタッチパネル装置 1 又はタッチパネル駆動装置 3 によれば次のような効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

実施の形態のタッチパネル駆動装置 3（構成例 I ~ IV）は、タッチパネル 2 に対し、順次、隣接する一对の送信信号線 2 1 と隣接する一对の受信信号線 2 2 を選択する走査を行う。そしてタッチパネル 2 の一对の受信信号線 2 2 からの、ユーザの操作に伴う容量変化によって波形が変化する各受信信号 R +、R - を受信して、タッチパネル操作監視のための検出値（R A W 値）を生成する受信回路 4 2 を備えている。この受信回路 4 2 は、一方の受信信号線に接続される計測用容量部 4 2 4 の容量値を順次切り替えながら一方と他方の受信信号線からの各受信信号 R -、R + のレベルを比較する動作を行って R A W 値を生成する。そして計測用容量部 4 2 4 には、計測用容量部 4 2 4 全体としての容量値の切り替えに用いる 1 つの容量値を形成する容量部 C M として、複数のコンデンサの並列接続又は直列接続により或る容量値を形成する容量部 C M が設けられている。

コンデンサの並列接続又は直列接続を用いることで、計測用容量部 4 2 4 全体としてコンデンサの容量の種別の数を抑えることができる。或る容量値のコンデンサを用いて、各種の容量値の容量部を形成できるためである。これにより各コンデンサの容量誤差の影響を抑え、計測用容量部 4 2 4 が受信信号線 2 2 に与える各段階の容量のリニアリティが向上される。これによりタッチパネルのセンシング精度を向上させることができ、操作位置としての座標の再現性や正確性を向上させることができる。

【 0 0 7 8 】

実施の形態の構成例 I、II の計測用容量部 4 2 4 を備えるタッチパネル駆動装置 3 は、計測用容量部 4 2 4 では、全ての容量部 C M が、全て特定の容量値（例えば 1 6 f F）のコンデンサにより形成されている。

このように計測用容量部 4 2 4 で各容量値を得るためのコンデンサを、全て特定の容量値のコンデンサとすることで、コンデンサ間の容量誤差を均一化できる。

上述のように I C 内のコンデンサの容量は膜厚、面積、周囲長に依存する。そして同一 I C 内で考えれば、各コンデンサに影響する膜厚は同等と考えられるため、個々のコンデンサについては面積や周囲長が容量ばらつきに影響する。そして仕上がり寸法の誤差は、各容量毎に影響の度合いがことなる。逆に言えば、全て同じ容量であれば、仕上がり寸法 50

のばらつきによる容量誤差は均一化されていることになる。

このため本構成によれば、計測用容量部424の各コンデンサは同じ誤差を含む容量値となり、従って、例えば8ビットの容量設定値で制御される256段階の容量は、容量値の逆転ということが生じない、もしくは生じにくいということになる。

結果として、計測用容量部424のリニアリティが改善されることになり、これによりRAW値の正確性が確保される。従ってMCU5が求める操作位置座標の情報の精度も向上し、製品側MCU90に対して高精度な操作検出情報を提供できることになる。

【0079】

実施の形態の構成例I、IIの計測用容量部424では、第1容量部から第X容量部のうちで、特定の容量値よりも大きい容量値となる容量部は、特定の容量値の複数のコンデンサの並列接続で構成されている。例えば容量部CM4~CM7をこの並列構成により実現する。これにより容量部CM4~CM7を特定の容量値(16fF)のコンデンサで実現できる。

10

【0080】

実施の形態の構成例I、IIの計測用容量部424では、第1容量部から第X容量部のうちで、特定の容量値よりも小さい容量値となる容量部は、特定の容量値の複数のコンデンサの直列接続で構成されている。例えば容量部CM0~CM3をこの直列構成により実現する。これにより容量部CM0~CM3を特定の容量値(16fF)のコンデンサで実現できる。

また、図7のように16fFのコンデンサを用いて、2fF~256fFの8個の容量部CM0~CM7を形成することで、必要なコンデンサ数を少なくできる。例えば全て2fFのコンデンサとすると、256fFのためには128個のコンデンサを並列接続することになり、容量部CM0~CM7を構成するためには合計255個のコンデンサが必要になる。また全て256fFのコンデンサとしても、容量部CM0~CM7を構成するためには同じく合計255個のコンデンサが必要になる。これに対して、16fF(又は32fF)のコンデンサを用いれば容量部CM0~CM7は合計45個のコンデンサで実現できる。つまり容量部CM0~CM7のうちの中央値となる容量のコンデンサを用いることで、必要なコンデンサ数を少なくでき、IC設計に有利となる。

20

さらには、16fFのコンデンサと32fFのコンデンサを用いる場合を比較すると、1つのコンデンサ面積は16fFの方が小さい。従って中央値となる容量のコンデンサが2種類ある場合は、小さい容量の方が、ICレイアウトにおいて面積的に有利となる。

30

また、実施の形態のように、fFオーダーという非常に小容量の場合、特に2fFなどの容量は正確な製造が難しくなる。その意味で、容量部CM0~CM7としての最小値となるコンデンサを用いず、中央値となるコンデンサを用いることで製造の安定性及びそれによる品質の向上にも好適である。

【0081】

実施の形態の構成例III、IVの計測用容量部424は、第1の特定の容量値のコンデンサの直列接続により第1の特定の容量値よりも小さい容量値を形成する容量部(図11、図12の容量部CM0~CM3)と、第2の特定の容量値のコンデンサの並列接続により第2の特定の容量値よりも大きい容量値を形成する容量部(図11の容量部CM5~CM7、図12の容量部CM7)が設けられている。

40

つまり2つの特定の容量値のコンデンサを用いて、小さい容量値の容量部と、大きい容量値の容量部で使い分けることによって、計測用容量部424全体としてコンデンサの容量の種別の数を抑えることができる。これにより各コンデンサの容量誤差の影響を抑え、計測用容量部424が受信信号線22に与える各段階の容量のリニアリティが向上される。

【0082】

実施の形態(構成例I~IV)では、計測用容量部424は、一方の受信信号線に対してそれぞれ並列に接続可能な第1容量部(CM0)から第X容量部(CM7)までの複数の容量部が設けられ、第1容量部から第X容量部までの各容量部はそれぞれ独立して一方の

50

受信信号線に対して接続オン/オフが可能に構成されている

このように容量部 $CM0 \sim CM7$ が並列的に一方の受信信号線に接続されることで、計測用容量部 424 は容量部 $CM0 \sim CM7$ の選択によって合成容量値を複数段階に可変できる。そして各コンデンサの容量誤差が均一化されていることで、このように複数段階のうちで、小さい容量値の方が大きい容量値よりも実際の容量が大きくなってしまったといった逆転現象が起きないようになる。従って第1容量部 ($CM0$) から第X容量部 ($CM7$) の選択によりリニアリティのよい多段階の合成容量値を受信信号線 22 に与えることができる。

【0083】

実施の形態（構成例 I ~ IV）の計測用容量部 424 は、第1容量部から第X容量部までの各容量部の各容量値は、2のべき乗の関係の容量値とされている。 10

具体的には実施の形態の場合、容量部 $CM0 \sim CM7$ の各容量値は、 $2^1, 2^2, 2^3 \cdot \cdot \cdot 2^8$ の比の関係を持つ2の1乗から2のX乗までの容量値とされている。

これにより計測用容量部は容量部の選択によって合成容量値は 2^X 段階に可変できる。

そして各コンデンサの容量誤差が均一化されていることで、このように 2^X 段階のうちで、小さい容量値の方が大きい容量値よりも実際の容量が大きくなってしまったといった逆転現象が起きないようになる。

さらにこの場合、Xビットの容量設定値で容量可変制御をすることが好適となる。例えば8ビットの容量設定値で、各ビットを容量部 $CM0 \sim CM7$ のスイッチ $SW0 \sim SW7$ のオン/オフ制御に割り当てる。これにより容量設定値自体が第1容量部 ($CM0$) から第X容量部 ($CM7$) の選択により実現される256段階の合成容量値を示す値となり、上述のように、容量設定値を用いてRAW値を得ることができる。これは演算処理上、非常に効率的な処理となる。 20

【0084】

実施の形態（構成例 II ~ IV）の計測用容量部 424 では、容量部 CM において複数のコンデンサを並列接続する場合に、対応するスイッチ SW として、スイッチ素子が各部コンデンサに対してそれぞれ設けられるようにした例を示した。このようにすることで、コンデンサとスイッチ素子間の配線間の寄生容量の誤差を抑制できるため、この構成もリニアリティの改善に寄与できる。 30

【0085】

なお実施の形態では、計測用容量部 424 の256段階の容量値のリニアリティの改善のための手法としてのべたが、基準容量部 422 側も計測用容量部 424 のコンデンサと同じ容量値のコンデンサを用いることも考えられる。

例えば基準容量部 422 側は、1つの256 fF のコンデンサで構成すればよいが、比較基準としての精度向上を考えれば、基準容量部 422 も、16 fF の16個のコンデンサの並列接続で256 fF の容量を構成することも考えられる。

【0086】

また実施の形態のタッチパネル装置 1 では、タッチ操作を行うものとして説明したが、いわゆるホバーセンシング（非接触近接操作）に対応するタッチパネル装置としても実現できる。 40

【0087】

また実施の形態の構成や動作は一例である。本発明は他に様々な構成例、動作例が考えられる。

受信回路 42 や計測用容量部 424 は図3や図7に示した構成に限らない。計測用容量部 424 は16 fF のコンデンサを用いたが、もちろん32 fF のコンデンサを用いたり、8 fF のコンデンサを用いるといった例も考えられる。

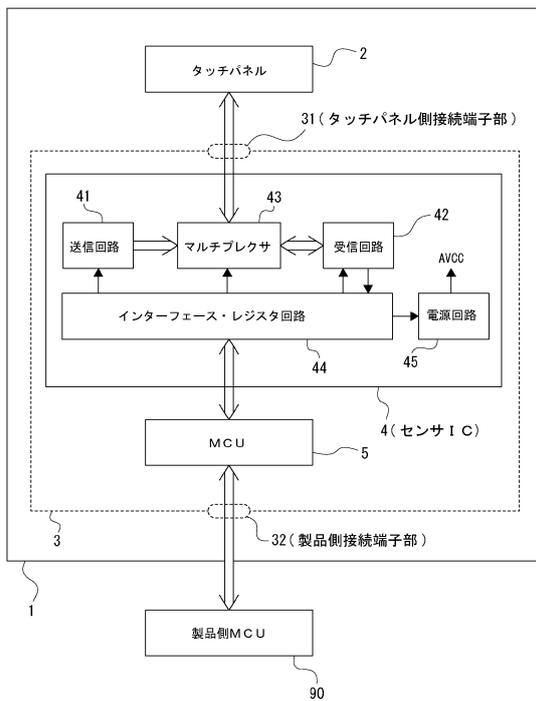
また容量部 $CM0 \sim CM7$ で256段階に容量可変できる構成としたが、より多数の容量部 CM を設け、より多段階に容量可変できるようにすることも考えられる。もちろん可変容量段階数を少なくする例も考えられる。

【符号の説明】

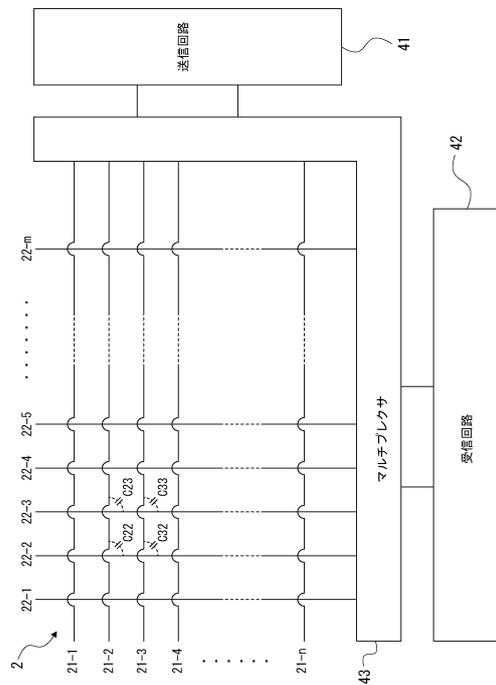
【 0 0 8 8 】

1 ... タッチパネル装置、 2 ... タッチパネル、 3 ... タッチパネル駆動装置、 4 ... センサ I C、 5 ... M C U、 2 1 , 2 1 - 1 ~ 2 1 - m ... 送信信号線、 2 2 , 2 2 - 1 ~ 2 2 - n ... 受信信号線、 4 1 ... 送信回路、 4 2 ... 受信回路、 4 3 ... マルチプレクサ、 4 4 ... インターフェイス・レジスタ回路、 4 5 ... 電源回路、 4 1 1 , 4 1 2 ... ドライバ、 4 2 1 ... コンパレータ、 4 2 2 ... 基準容量部、 4 2 3 , 4 2 5 ... スイッチ、 4 2 4 ... 計測用容量部、 4 2 6 ... 演算制御部

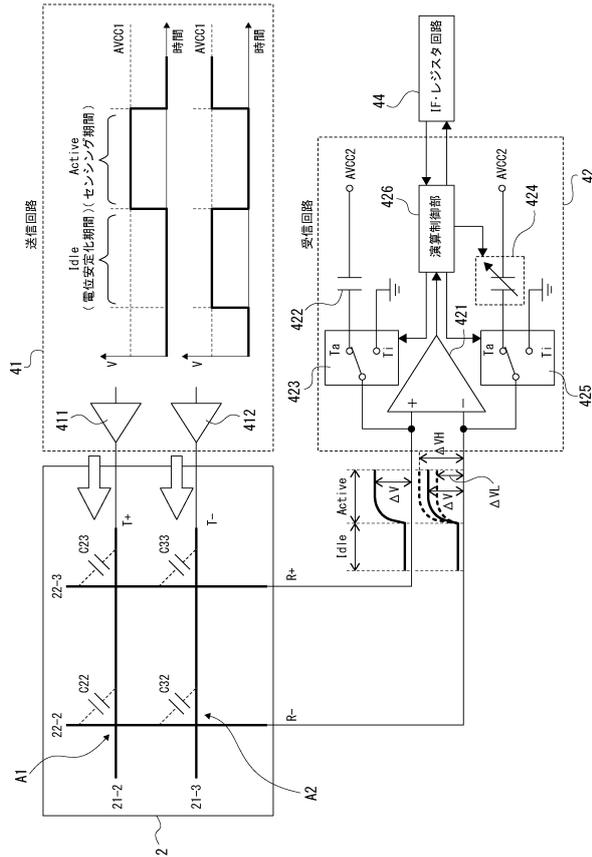
【 図 1 】



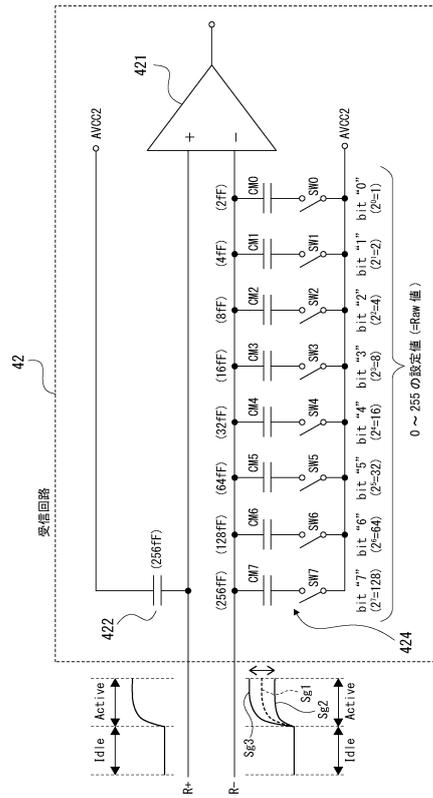
【 図 2 】



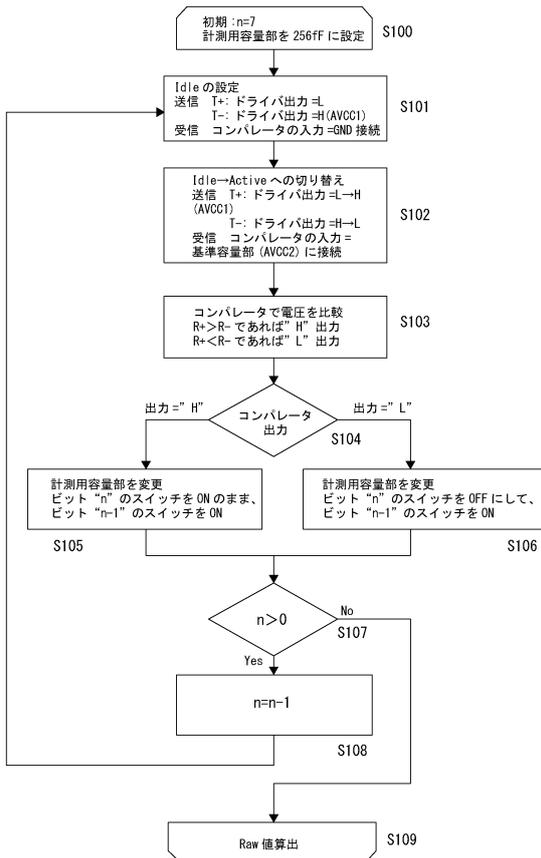
【図3】



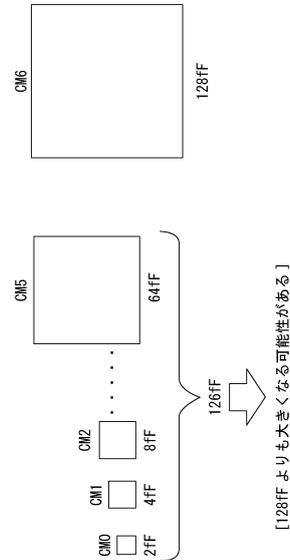
【図4】



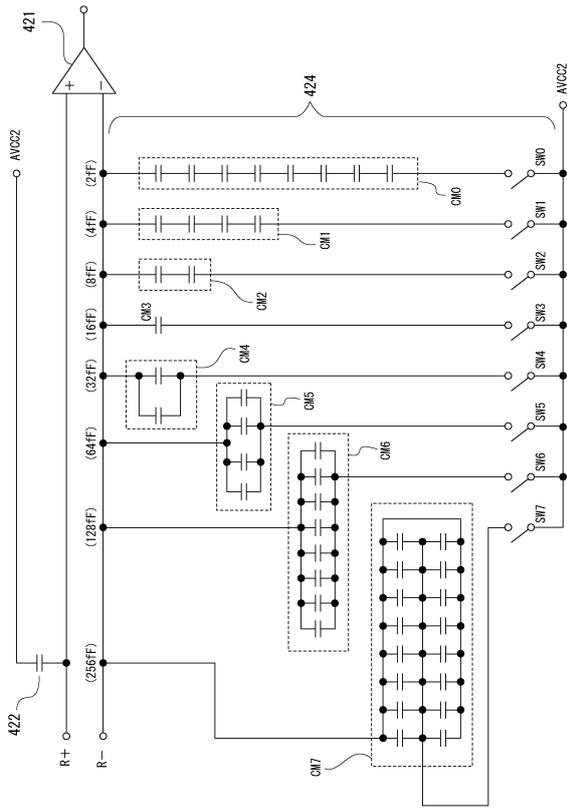
【図5】



【図6】

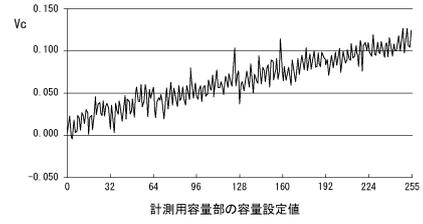


【図7】

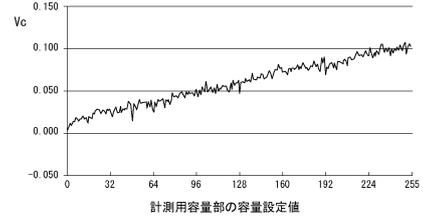


【図8】

A

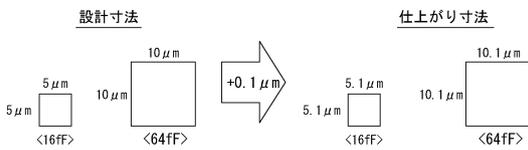


B

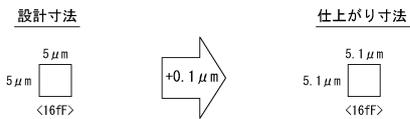


【図9】

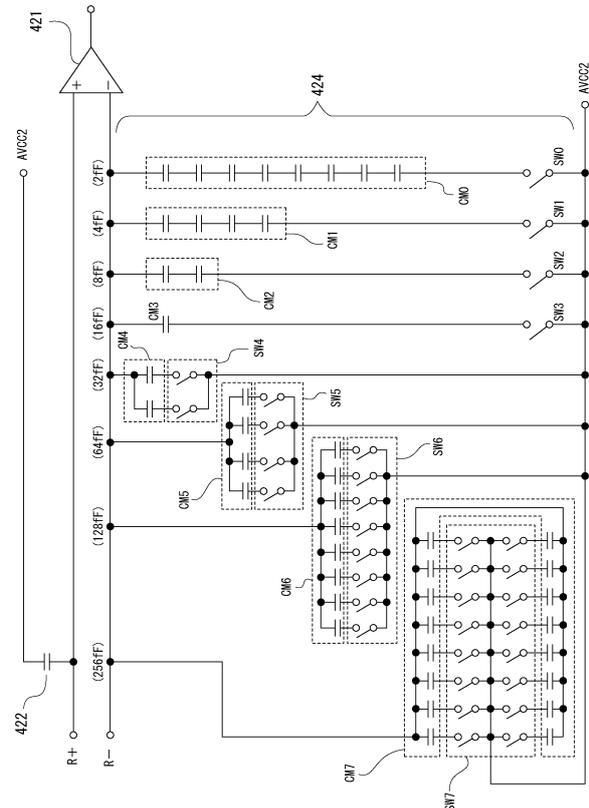
A



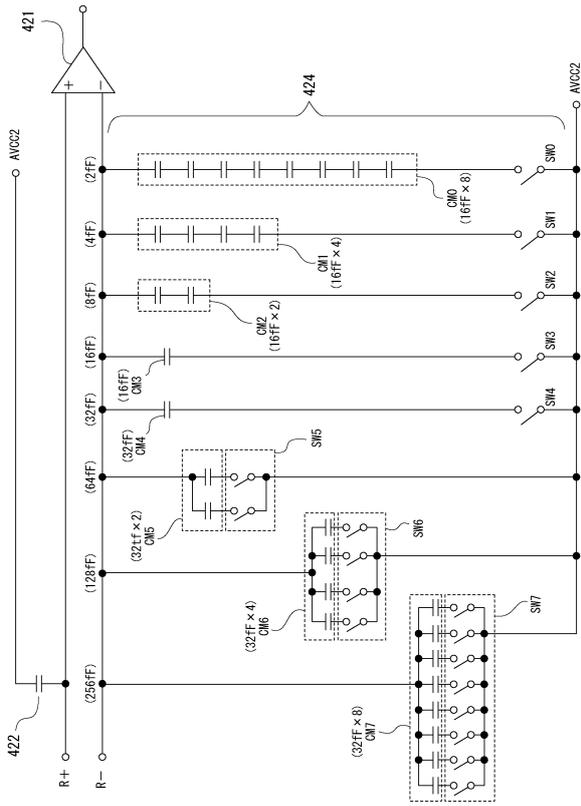
B



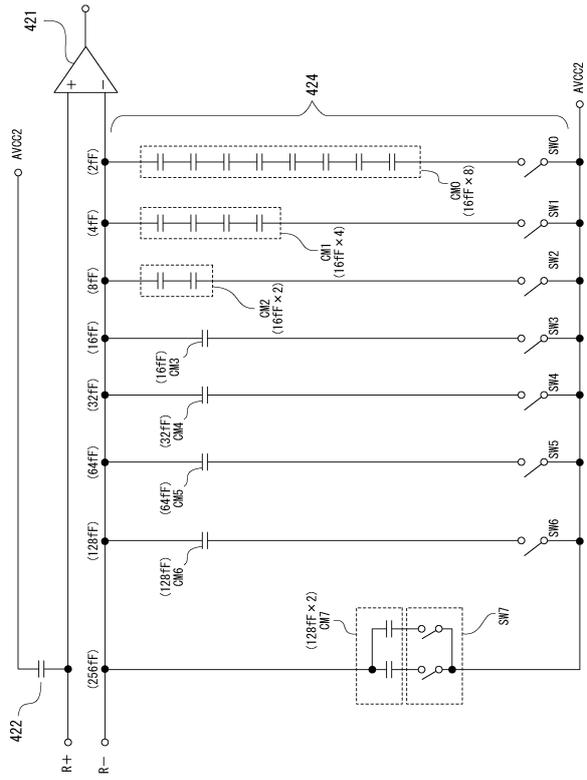
【図10】



【 1 1 】



【 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 六車 雄
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式会社内
- (72)発明者 田中 博之
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式会社内
- (72)発明者 高山 勝己
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式会社内
- (72)発明者 何 政哲
台湾新北市新店区宝橋路233-1号2F 普誠科技股 ぶん 有限公司内
- (72)発明者 大元 文一
台湾新北市新店区宝橋路233-1号2F 普誠科技股 ぶん 有限公司内

審査官 滝谷 亮一

- (56)参考文献 特開2016-177339(JP, A)
米国特許出願公開第2013/0176277(US, A1)
中国特許出願公開第105843460(CN, A)
国際公開第2011/093314(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G06F | 3/041 |
| G06F | 3/044 |