(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6975138号
(P6975138)

(45)発行日　令和3年12月1日(2021.12.1)　(24)登録日　令和3年11月9日(2021.11.9)

(51)Int.Cl.　F I
G06F 3/041 (2006.01)　G06F 3/041 580
G06F 3/02 (2006.01)　G06F 3/02 F
H01H 36/00 (2006.01)　H01H 36/00 V

請求項の数 13　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2018-513008 (P2018-513008)
(86)(22)出願日　平成29年1月23日 (2017.1.23)
(65)公表番号　特表2019-508759 (P2019-508759A)
(43)公表日　平成31年3月28日 (2019.3.28)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/014492
(87)国際公開番号　WO2017/127782
(87)国際公開日　平成29年7月27日 (2017.7.27)
審査請求日　令和1年12月17日 (2019.12.17)
(31)優先権主張番号　62/281,587
(32)優先日　平成28年1月21日 (2016.1.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)
(31)優先権主張番号　15/411,571
(32)優先日　平成29年1月20日 (2017.1.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(73)特許権者　397050741
マイクロチップ　テクノロジー　インコーポレイテッド
ＭＩＣＲＯＣＨＩＰ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　８５２２４－６１９９
アリゾナ　チャンドラー　ウエスト　チャンドラー　ブルヴァード　２３５５
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】接近アクティブ化ジェスチャ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
接近アクティブ化ジェスチャ回路であって、
フィードバック制御ループ回路であって、前記フィードバック制御ループ回路は、
第１の受信機回路の入力と結合された出力を有する第１のアクティブ化受信機電極と、
前記第１の受信機回路の出力と結合された入力を有するドライバ回路と、
前記ドライバ回路の出力と結合された入力を有する第１の伝送機電極と、
複数の第２の受信機電極および複数の第２の受信機回路と
によって形成され、前記複数の第２の受信機電極の各々は、前記複数の第２の受信機回路のうちの第２の受信機回路のそれぞれの入力と結合された出力を有し、
前記フィードバック制御ループ回路は、第１の静電容量が閾値に達するときにのみ電気的に発振し、それによって電気発振を生じさせ、故に前記第１のアクティブ化受信機電極、前記第１の伝送機電極、および前記複数の第２の受信機電極のアクティブ化を生じさせるように構成されており、前記第１の静電容量は、前記第１の伝送機電極と前記第１のアクティブ化受信機電極との間の静電容量と、前記ドライバ回路の出力と前記第１のアクティブ化受信機電極との間の静電容量との合計である、フィードバック制御ループ回路と、
前記複数の第２の受信機電極からの信号を受信してジェスチャを判定するように構成された信号プロセッサ回路と

を備える、接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項２】
前記ドライバ回路の出力と前記第１のアクティブ化受信機電極との間の前記静電容量は、可変であり、制御回路によって制御される、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項３】
前記第１の受信機回路および前記複数の第２の受信機回路からの出力信号を受信および合計し、かつ総和信号を前記ドライバ回路にフィードする総和ノードをさらに備える、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項４】
受信電極および前記信号プロセッサ回路と結合されたエンベロープ検出器をさらに備える、請求項３に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項５】
第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記フィードバック制御ループ回路はさらに、前記第１の静電容量が閾値に達するときまたは第３の静電容量が別の閾値に達するときにのみ電気的に発振するように構成されており、前記第３の静電容量は、前記第１の伝送機電極と前記第２のアクティブ化受信機電極との間の静電容量と、前記ドライバ回路の出力と前記第２のアクティブ化受信機電極との間の静電容量との合計である、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項６】
第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記フィードバック制御ループ回路はさらに、
前記第１の静電容量が閾値に達しかつ第３の静電容量が別の閾値に達するときにのみ電気的に発振するように構成されており、前記第３の静電容量は、前記第１の伝送機電極と前記第２のアクティブ化受信機電極との間の静電容量と、前記ドライバ回路の出力と前記第２のアクティブ化受信機電極との間の静電容量との合計である、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項７】
前記第１のアクティブ化受信機電極は、検出のための空間の１つの縁に設置され、前記第２のアクティブ化受信機電極は、検出のための前記空間の反対縁に設置されている、請求項５または６に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項８】
前記第１のアクティブ化受信機電極（１４０２）および前記第２のアクティブ化受信機電極（１４０８）は、仮想キーボードのスペースキーを表す空間の縁に設置されている、請求項５または６に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項９】
前記複数の第２の受信機電極は、仮想キーボード内のジェスチャを検出するように配列されている、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項１０】
前記複数の第２の受信機電極は、多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項１１】
前記複数の第２の受信機電極は、前記接近アクティブ化ジェスチャ回路に隣接する多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
【請求項１２】
前記信号プロセッサ回路は、前記複数の第２の受信機電極からの振幅または位相データから、および前記第１のアクティブ化受信機電極からの周波数データから、前記ジェスチャを解釈するように構成され、
前記第１のアクティブ化受信機電極は、前記第１の伝送機電極に隣接し、

前記複数の第２の受信機電極は、監視される空間を画定するように配列されている、請求項１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。

【請求項１３】

接近アクティブ化ジェスチャ検出のための方法であって、

フィードバック制御ループ回路を提供するステップであって、前記フィードバック制御ループ回路は、

第１の受信機回路の入力と結合された出力を有する第１のアクティブ化受信機電極と、

前記第１の受信機回路の出力と結合された入力を有するドライバ回路と、

前記ドライバ回路の出力と結合された入力を有する第１の伝送機電極と、

複数の第２の受信機電極および複数の第２の受信機回路と

によって形成されており、前記複数の第２の受信機電極の各々は、前記複数の第２の受信機回路のうちの第２の受信機回路のそれぞれの入力と結合された出力を有する、ステップと、

第１の静電容量が閾値に達するときにのみ電気的に発振し、それによって電気発振を生じさせ、故に前記第１のアクティブ化受信機電極、前記第１の伝送機電極、および前記複数の第２の受信機電極のアクティブ化を生じさせるように、前記フィードバック制御ループ回路を構成するステップであって、前記第１の静電容量は、前記第１の伝送機電極と前記第１のアクティブ化受信機電極との間の静電容量と、前記ドライバ回路の出力と前記第１のアクティブ化受信機電極との間の静電容量との合計である、ステップと、

前記フィードバック制御ループ回路が電気的に発振するときに前記複数の第２の受信機電極から受信される信号を処理して、ジェスチャを判定するステップと

を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連の特許出願）

本出願は、同一出願人の、２０１６年１月２１日に出願された米国仮特許出願第６２／２８１，５８７号に対して優先権を主張する。上記文献は、全ての目的のためにここで参照することによって本明細書において援用される。

【０００２】

（技術分野）

本開示は、接近およびタッチ感知に関し、より具体的には、電極の間の局所空間内のインピーダンス変化を感知するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【０００３】

（背景）

多種多様なタッチ、接近、およびジェスチャ検出デバイスが、現在、利用可能である。例えば、タッチ、キャップタッチ、ＧｅｓｔＩＣ（登録商標）２Ｄ、およびＧｅｓｔＩＣ（登録商標）３Ｄ技術が、本願の出願人から入手可能である。これらは、容量電圧分割（ＣＶＤ）または充電時間測定技法の原則に基づいて機能する。また、ＲＣ発振器を用いた開発の歴史も存在している。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００４】

（要約）

本開示の実施形態は、受信機電極と、ループフィルタとを備える、受信機段を含む。ループフィルタは、電気発振のアクティブ化に応じて静電容量測定を発行するように構成されてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、静電容量測定は、非アクティブ伝送機電極およびアクティブ化受信機電極に対する静電容量を含む。上記の実施形

態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、電気発振を通して受信機段をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、静電容量測定が閾値に達するときに、電気発振を通して受信機段をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、静電容量測定が閾値に達するときに、非アクティブ受信機回路をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、静電容量測定が閾値まで低下するときに、受信機段をアクティブ化し、オブジェクトによる接近またはタッチを示すように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、静電容量測定が閾値まで上昇するときに、受信機段をアクティブ化し、オブジェクトによる接近またはタッチを示すように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、受信機段を接続するフィードバック制御ループのループ利得が約１であるときに、受信機段をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタはさらに、受信機段を接続するフィードバック制御ループの利得が１未満であるときに、静電容量測定の発行を延期するように構成される。

【０００５】

本開示の実施形態は、上記の受信機段のうちのいずれかを含む、センサシステムを含んでもよい。

【０００６】

本開示の実施形態は、受信機電極を含む受信機回路と、伝送機電極を含む伝送機回路と、ループフィルタを含む制御回路とを備える、センサシステムを含んでもよい。センサシステムは、受信機回路の上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて実装されてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、受信機回路は、静電容量測定が閾値に達するときに発振するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、静電容量測定は、受信機電極と伝送機電極との間の静電容量を含む。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、静電容量測定は、伝送機電極が非アクティブ化されている間に行われる。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路は、受信機回路が発振するときに伝送機回路をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、伝送機電極は、伝送機電極が発振していないときに非アクティブ化される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路は、発振を通してほぼ同時に伝送機をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、静電容量測定が閾値まで低下するときに、伝送機回路をアクティブ化し、受信機電極に対する、オブジェクトによる接近またはタッチを示すように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、静電容量測定が閾値まで上昇するときに、伝送機回路をアクティブ化し、受信機電極に対する、オブジェクトによる接近またはタッチを示すように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、受信機回路を接続するフィードバックループのループ利得が約１であるときに、伝送機回路をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、受信機回路を接続するフィードバックループのループ利得が１未満であるときに、伝送機回路のアクティブ化を延期するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、フィードバックループは、アクティブな動作中にほぼ同時に発振するものである、受信機回路と、伝送機回路とを含んでもよい。

【０００７】

本開示の実施形態は、観察エリア内のオブジェクトの空間検出のための電極配列を備える、システムを含む。電極配列は、第１の受信電極に近接近する伝送電極と、伝送電極から離間された少なくとも１つのさらなる受信電極とを備えてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、本システムは、第１の受信電極のタッチまたは近接近を検出し、結果として、ループフィルタをアクティブ化するように構成される、受信機回路を

含んでもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタは、フィードバックループ内で伝送電極および少なくとも１つのさらなる受信電極をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ループフィルタは、少なくとも１つのさらなる受信電極と伝送電極との間に結合されるように構成される、少なくとも１つの制御可能インピーダンスと、少なくとも１つのさらなる受信電極および伝送電極と結合されるセンサ回路であって、センサコアは、少なくとも１つのさらなる受信電極から信号を受信し、伝送電極にフィードされる受信された信号から駆動信号を生成するように構成される、センサ回路と、少なくとも１つのさらなる受信電極および伝送電極と結合される、信号プロセッサと、制御可能インピーダンスを規定状態に変動させ、持続的自励発振を満たすように構成される、起動およびタイミング回路とを備える。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、本システムは、複数のさらなる受信電極と、複数のさらなる受信電極のうちの１つを制御可能インピーダンスと結合してフィードバックループを閉鎖するように構成される、マルチプレクサとを含む。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、本システムは、複数のさらなる受信電極を含み、複数のさらなる受信電極からの信号は、それぞれ、伝達関数回路Ｈｎを通してフィードされて合計され、合計された信号は、駆動信号として伝送電極にフィードされる。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、本システムは、３つの動作モードのうちの１つで動作するように構成され、第１の動作モードは、自励持続発振を提供し、第２の動作モードは、発振が飽和に駆動される、飽和モードであり、第３の動作モードは、起動およびタイミング回路からのパルスをフィードバックループにフィードすることによって、減衰正弦波の過渡バーストが生成される、減衰バーストモードである。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、３つ全ての動作モードでは、本システムは、相対振幅および位相測定を行い、感知空間内のインピーダンス変化についての多次元情報を判定するように構成される。

【０００８】

上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、要素のアクティブ化は、回路構成要素を発振させることによって行われてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、要素のアクティブ化は、フィードバックループ内で接続される他の要素と並行して行われてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、要素は、非アクティブ化されてもよく、それは、発振していないが、依然として給電される。

【０００９】

本開示の実施形態は、接近アクティブ化ジェスチャ回路を含む。回路は、第１のアクティブ化受信機電極と、第１の伝送機電極と、複数の第２の受信機電極と、制御回路と、信号プロセッサ回路とを含んでもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路は、第１のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が閾値に達するときに、第１の伝送機電極および複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、信号プロセッサ回路は、第２の受信機電極からの測定をジェスチャとして解釈するように構成されてもよい。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、静電容量測定は、第１の伝送機電極が非アクティブであるときの第１のアクティブ化受信機電極と第１の伝送機電極との間の静電容量を含む。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ジェスチャ回路はさらに、第２のアクティブ化受信機電極を含む。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、第１のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が閾値に達するとき、または第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときに、第１の伝送機電極および複数の受信機電極をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、ジェスチャ回路は、第２のアクティブ化受信機電極を含む。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、制御回路はさらに、第１のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が閾値に達するときと、第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときとの両方で、第１の伝送機電極および複数の受信機電極をアクティブ化するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれ

かと組み合わせて、第１のアクティブ化受信機は、検出のための空間の１つの縁に設置され、第２のアクティブ化受信機は、検出のための空間の反対縁に設置される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、第１のアクティブ化受信機および第２のアクティブ化受信機は、仮想キーボードのスペースキーを表す空間の縁に設置される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、複数の第２の受信機電極は、仮想キーボード内のジェスチャを検出するように配列される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、複数の第２の受信機電極は、多次元移動を捕捉するように直線的に配列される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、複数の第２の受信機電極は、回路に隣接する多次元移動を捕捉するように直線的に配列される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、信号プロセッサ回路は、複数の第２の受信機電極からの振幅または位相データから、または第１のアクティブ化受信機電極からの周波数データから、ジェスチャを解釈するように構成される。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、第１のアクティブ化受信機電極は、第１の伝送機電極に隣接する。上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて、複数の第２の受信機電極は、監視される空間を画定するように配列される。

【００１０】

本開示の実施形態は、上記の実施形態のうちのいずれかと組み合わせて形成される装置を含む。

【００１１】

本開示の実施形態は、上記で説明される実施形態のうちのいずれかを行い、または動作させる方法を含む。

【００１２】

本開示の実施形態は、伝送機信号をアクティブ化し、近くの身体、スタイラス、指、手、または他のオブジェクトに強力に結合することができる、自己起動型伝送機・検出器アセンブリを含んでもよい。そのようなオブジェクトは、次いで、信号を他の受信機にパスしてもよい。結果として、オブジェクトの相対的位置および位置の変化が、測定され、有用なジェスチャに変換されてもよい。これは、これらの受信機と組み合わせて同一または異なる伝送機を用いて達成されてもよい。結果は、携帯電話、タッチスクリーン、コンピュータ、タブレット、および他のデバイス等の電子デバイスで使用される、容量、接近、タッチ、または他のセンサであってもよい。

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

（項目１）

接近アクティブ化ジェスチャ回路であって、

第１のアクティブ化受信機電極と、

第１の伝送機電極と、

複数の第２の受信機電極と、

前記第１のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が閾値に達するときに、前記第１の伝送機電極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、制御回路と、

前記第２の受信機電極からの測定をジェスチャとして解釈するように構成された信号プロセッサ回路と

を備える、接近アクティブ化ジェスチャ回路。

（項目２）

前記静電容量測定は、前記第１の伝送機電極が非アクティブであるときの前記第１のアクティブ化受信機電極と前記第１の伝送機電極との間の静電容量を含む、項目１に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。

（項目３）

第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記制御回路はさらに、前記第１のアクティブ化受信機電極による前記静電容量測定が閾値に達するとき、または前記第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときに、前記第１の伝送機電

極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、項目１または項目２に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目４）
第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記制御回路はさらに、
前記第１のアクティブ化受信機電極による前記静電容量測定が閾値に達するときと、
前記第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときとの両方で、
前記第１の伝送機電極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目５）
前記第１のアクティブ化受信機電極は、検出のための空間の１つの縁に設置され、前記第２のアクティブ化受信機電極は、検出のための前記空間の反対縁に設置されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目６）
前記第１のアクティブ化受信機電極および前記第２のアクティブ化受信機電極は、仮想キーボードのスペースキーを表す空間の縁に設置されている、項目１－４のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目７）
前記複数の第２の受信機電極は、仮想キーボード内のジェスチャを検出するように配列されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目８）
前記複数の第２の受信機電極は、多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目９）
前記複数の第２の受信機電極は、前記回路に隣接する多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目１０）
前記信号プロセッサ回路は、前記複数の第２の受信機電極からの振幅または位相データから、および前記第１のアクティブ化受信機電極からの周波数データから、前記ジェスチャを解釈するように構成され、
前記第１のアクティブ化受信機電極は、前記第１の伝送機電極に隣接し、
前記複数の第２の受信機電極は、監視される空間を画定するように配列されている、前記項目のうちの１項に記載の接近アクティブ化ジェスチャ回路。
（項目１１）
装置であって、
第１のアクティブ化受信機電極と、
第１の伝送機電極と、
複数の第２の受信機電極と、
前記第１のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が閾値に達するときに、前記第１の伝送機電極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、制御回路と、
前記第２の受信機電極からの測定をジェスチャとして解釈するように構成された信号プロセッサ回路と
を備える、装置。
（項目１２）
前記静電容量測定は、前記第１の伝送機電極が非アクティブであるときの前記第１のアクティブ化受信機電極と前記第１の伝送機電極との間の静電容量を含む、項目１１に記載の装置。
（項目１３）
第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記制御回路はさらに、前記第１のアク

ティブ化受信機電極による前記静電容量測定が閾値に達するとき、または前記第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときに、前記第１の伝送機電極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、項目１１または項目１２に記載の装置。

（項目１４）

第２のアクティブ化受信機電極をさらに備え、前記制御回路はさらに、

前記第１のアクティブ化受信機電極による前記静電容量測定が閾値に達するときと、

前記第２のアクティブ化受信機電極による静電容量測定が別の閾値に達するときとの両方で、

前記第１の伝送機電極および前記複数の受信機電極をアクティブ化するように構成されている、項目１１－１３のうちの１項に記載の装置。

（項目１５）

前記第１のアクティブ化受信機電極は、検出のための空間の１つの縁に設置され、前記第２のアクティブ化受信機電極は、検出のための前記空間の反対縁に設置されている、項目１１－１４のうちの１項に記載の装置。

（項目１６）

前記第１のアクティブ化受信機電極および前記第２のアクティブ化受信機電極は、仮想キーボードのスペースキーを表す空間の縁に設置されている、項目１１－１４のうちの１項に記載の装置。

（項目１７）

前記複数の第２の受信機電極は、前記装置に隣接する仮想キーボード内のジェスチャを検出するように配列されている、項目１１－１６のうちの１項に記載の装置。

（項目１８）

前記複数の第２の受信機電極は、多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、項目１１－１７のうちの１項に記載の装置。

（項目１９）

前記複数の第２の受信機電極は、前記装置に隣接する多次元移動を捕捉するように直線的に配列されている、項目１１－１８のうちの１項に記載の装置。

（項目２０）

前記信号プロセッサ回路は、前記複数の第２の受信機電極からの振幅または位相データから、および前記第１のアクティブ化受信機電極からの周波数データから、前記ジェスチャを解釈するように構成され、

前記第１のアクティブ化受信機電極は、前記第１の伝送機電極に隣接し、

前記複数の第２の受信機電極は、監視される空間を画定するように配列されている、項目１１－１９のうちの１項に記載の装置。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】図１は、本開示の実施形態による、静電容量の変化を検出するための簡略化されたモデルの実施例を図示する。

【図２】図２は、本開示の実施形態による、受信機入力段の説明図である。

【図３】図３は、本開示の実施形態による、容量センサ回路の説明図である。

【図４】図４は、本開示の実施形態による、別の容量センサ回路の説明図である。

【図５】図５は、本開示の実施形態による、さらに別の容量センサ回路の説明図である。

【図６】図６および７は、本開示の実施形態による、インピーダンス変化を感知するセンサ回路を組み込む、例示的システムを図示する。

【図７】図６および７は、本開示の実施形態による、インピーダンス変化を感知するセンサ回路を組み込む、例示的システムを図示する。

【図８】図８は、本開示の実施形態による、伝送機電極および受信機電極の配列および構成を図示する。

【図９】図９は、本開示の実施形態による、伝送機電極および受信機電極の別の配列およ

び構成を図示する。
【図１０】図１０は、本開示の実施形態による、伝送機および受信機のさらに別の配列および構成を図示する。
【図１１】図１１は、本開示の実施形態による、伝送機電極に密接に結合された受信機電極の配列を図示する。
【図１２】図１２は、本開示の実施形態による、インピーダンスネットワークを図示する。
【図１３】図１３は、本開示の実施形態による、簡略化されたインピーダンスネットワークモデルを図示する。
【図１４】図１４は、本開示の実施形態による、仮想キーボード電極配列を図示する。
【図１５】図１５は、本開示の実施形態による、静電容量変化を感知するための方法のフローチャートを図示する。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
（詳細な説明）
本開示の実施形態は、伝送機信号をアクティブ化し、近くの身体、スタイラス、指、手、または他のオブジェクトに強力に結合することができる、自己起動型伝送機・検出器アセンブリを含んでもよい。そのようなオブジェクトは、次いで、信号を他の受信機にパスしてもよい。結果として、オブジェクトの相対的位置および位置の変化が、測定され、有用なジェスチャに変換されてもよい。これは、これらの受信機と組み合わせて同一または異なる伝送機を用いて達成されてもよい。結果は、携帯電話、タッチスクリーン、コンピュータ、タブレット、および他のデバイス等の電子デバイスで使用される、容量、接近、タッチ、または他のセンサであってもよい。
【００１５】
すでに使用されているセンサの設計要件は、種々の課題を提起する。いくつかのデバイスは、受信機端末の入力において１０Ｍオーム、信号フィルタでは１０Ｍオームを上回る、バイアス抵抗を要求し得る。これは、半導体デバイスを製造する際に、製造費の増加につながる過剰なダイ面積を使用し得る。受信された信号は、接地に対するパッド静電容量への高い依存性を有し得る。本静電容量の非線形性に対する感受性は、性能制限につながる。
【００１６】
いくつかの感知方法は、例えば、５つのＲＸチャネルと、全面適用ＰＣＢの面積とほぼ等しい面積を伴うＴＸ電極とを要求する。そのような解決策は、１２ビットアナログ／デジタル変換（ＡＤＣ）分解能および測定につき１０００を超えるサンプルを使用してもよい。それでもなお、旧来の感知方法に類似する性能を達成するために、本開示による種々の実施形態は、より小型のＴＸ電極とともに、わずか３つのＲＸチャネルを使用してもよい。
【００１７】
本開示の種々の実施形態によると、超高分解能感知が、低分解能電子計装を用いて可能にされる。これは、機械および容量システムが、搬送周波数（すなわち、アナログ発振器周波数）の半分よりも遅くなければならない、サンプリング周波数よりも遅く変化する、条件に基づいてもよい。例えば、物理的静電容量の変化の１／４０００は、アナログ発振器の約６０サイクル後に、測定回路の４０ｍＶ変化として出現し得る。これは、およそ６ビットのＡＤＣ分解能に変換する、２Ｖ範囲の測定の約１／５０変化に変換する。
【００１８】
バルクハウゼン基準を満たすという原則の下で設計されるアナログ発振器は、シミュレートすることに問題があることで有名であり、めったに考慮されない多数の寄生感受性問題および挙動アーチファクトを有する。本開示では、種々の実施形態は、過剰駆動／飽和モードおよび減衰過渡バーストモード等の回路の挙動特異性のうちのいくつかを利用する。設計によって、種々の実施形態の性能は、大部分がこれらの回路特異性のうちのいくつ

かの影響を受けない。

【００１９】

種々の実施形態によると、アナログ回路は、特別に設計された開ループ伝達関数をそれぞれ伴う、複数のチャネルに拡張可能であり、自己誘起型発振点についての加重チャネル総和および閉ループ動作を有することは、いくつかの動作モードで容量センサを形成する。

【００２０】

図１は、本開示の実施形態による、静電容量または他の信号の変化を検出するための回路１００の簡略化されたモデルの実施例を図示する。回路１００内の静電容量および抵抗要素は、受信機および伝送機電極と関連付けられる同等のインピーダンスを例証し得る。静電容量または他の信号の変化を検出するためのシステムは、複数の受信機チャネルを含んでもよい。さらに、そのようなシステムは、複数の伝送機チャネルを含んでもよい。

【００２１】

回路１００は、伝送機回路、アンテナ、または電極１０４と、受信機回路、アンテナ、または電極１１２との間の静電容量を計算するためのＣＶＤ回路を表してもよい。静電容量は、Ｃ１０６によって表されてもよい。静電容量は、回路１００が存在するデバイス内の電極までのオブジェクトの距離に関連し得る。回路１００は、タッチスクリーン、コンピュータ、またはモバイルデバイス等のタッチもしくは接近を検出するための任意の好適なデバイスで実装されてもよい。ソース１０２は、伝送信号を伝送機回路１０４に発行してもよい。伝送信号は、正弦波信号であってもよい。伝送信号は、環境に送信されてもよく、そうするとすぐに、手、スタイラス、または指等のオブジェクトが、伝送信号と相互作用してもよい。環境からの結果として生じた信号は、ひいては、受信機回路１１２によって受信され、測定されてもよい。Ｒｘ／Ｔｘの利得が、計算されてもよい。結果として生じた信号および利得は、Ｃ１０６を判定するように分析されてもよい。いったんＣ１０６が判定されると、タッチまたは接近値が、さらに計算されてもよい。回路１００は、抵抗器Ｒ１１０と、固有静電容量（C_0）１０８とを含んでもよい。$C_0$１０８は、特定のダイまたはデバイス特性に起因し得る。$C_0$１０８は、一定であり得る。

【００２２】

図１では、ソース１０２は、その電圧信号が把握され、回路１００の他の場所で起こる動作と別個である必要があり得るという点で、独立ソースであってもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、回路１００は、ソースを含んでもよい。そのようなソースは、回路１００の他の部分のために存在する寄生静電容量を受け得る。そのようなソースは、独立ソースとは対照的に、回路１００と同一のダイまたはパッケージ上に構築されてもよい。

【００２３】

回路１００の利得は、以下のように求められ得る。

【数１】

$$\frac{RX}{TX}=\frac{sRC}{1+sR\left(C+C_O\right)}$$

$$\frac{RX}{TX}\approx\frac{C}{C+C_O},R>>1/s(C+C_O)$$

$$\frac{RX}{TX}\approx sRC,R<<1/s(C+C_O)$$

【００２４】

これを使用して、ソース１０２の出力信号は、伝送機回路１０４を駆動するために使用されてもよく、受信機回路１１２によって受信される信号は、受信されて測定されてもよく、Ｃ１０６の値は、Ｒ１１０およびＣ$_0$１０８の値が一定であると仮定して計算されてもよい。

【００２５】

しかしながら、Ｒ１１０の値は、標準外サイズで、問題を引き起こし得る。そのような標準外サイズの条件は、Ｒ１１０が「１／ｓ（Ｃ＋Ｃ$_0$）」よりもはるかに大きい場合に存在し得る。Ｃ$_0$１０８の値は、把握されない場合がある。Ｃ$_0$１０８の値が実際にＣ１０６の値よりもはるかに大きい場合には、回路１００によって受けられる低い電圧利得および低い電流利得があり得、したがって、受信機回路１１２によって受信される信号は、検出しにくくあり得る。Ｃ$_0$１０８の値が実際にＣ１０６の値よりもはるかに少ない場合には、低い感受性があり得る。故に、「１／ｓ（Ｃ＋Ｃ$_0$）」と比較して低いＲ１１０の値が選択されてもよい。

【００２６】

一実施形態では、ソース１０２は、独立ソースとして除去され、代わりに、回路１００の残りの部分または他の要素内でソースとして統合されてもよい。

【００２７】

図１は、インピーダンスが主に容量性である場合のための受信機チャネルモデルを図示する。回路１０４と１０８との間の同等の静電容量Ｃ１０６は、外部の手、指、スタイラス、または他のオブジェクトの運動とともに変動し得る。上記で議論されるように、半導体集積回路内のＣ$_0$１０８は、ダイまたは集積回路パッドの要素の非線形静電容量によって支配され得る。Ｒ１１０の値は、設計によって選定されてもよい。Ｒ１１０の値が非常に小さくされるとき、受信機回路１１２段伝達関数は、効果的にＣ$_0$１０８から独立している。確かに電圧利得も減少するが、これは、原則として、それを通る電流が、それを横断する電圧の代わりに測定された入力として使用される場合に、Ｒ１１０が約または正確にゼロにされることができるため、問題となる必要はない。

【００２８】

受信機回路１１２のための入力インピーダンスが、低いがゼロではない場合には、電圧入力が使用されてもよく、Ｃ$_0$１０８の効果が部分的に排除されてもよい。受信機回路１１２のための入力インピーダンスがゼロである場合には、電流入力が使用されてもよく、Ｃ$_0$１０８の効果が排除されてもよい。受信機回路１１２のための入力が、（コンパレータまたは他のトランジスタベースのオペレータの中等の）ＭＯＳＦＥＴの入力ゲートの前の抵抗器を通して結び付けられる場合には、より小型の静電気放電保護が必要とされ得る

。さらに、帯域通過フィルタが、ちょうど入力において適用され得る。別様に、受信機回路１１２のための入力がＭＯＳＦＥＴの入力ゲートに直接結び付けられる場合、ちょうど入力に帯域通過フィルタの可能性がない場合があるが、より少ない構成要素数が必要とされ得る。一実施形態では、回路１００を使用するシステムの動作は、伝送機と受信機との間の静電容量が増加するときに（そのような増加は、オブジェクトの近付きを示す）、飽和モードで行われてもよい。別の実施形態では、伝送機と受信機との間の静電容量は、バーストモードを使用するときに減少してもよい（そのような減少は、オブジェクトの近付きを示す）。

【００２９】

図２は、本開示の実施形態による、受信機入力段の説明図である。受信機回路からの測定を処理するために、段２００は、強化を回路１００に追加してもよい。例えば、受信機回路２１２の出力が、オペアンプ２１４に印加されてもよい。オペアンプ２１４の出力は、抵抗器２１６、２１８と、オペアンプ２１４へのフィードバックとを含む、抵抗器分割器に接続されてもよい。段２００の利得は、以下のように求められ得る。

【数２】

$$\frac{V_{A1}}{TX} = \frac{sRC}{1+sR\left(C+C_0\right)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$

【００３０】

図３は、本開示の実施形態による、容量センサ回路の説明図である。図３は、図２の受信機入力段２００を備える、容量センサ回路を図示し得る。さらに、容量センサ回路は、全てフィードバック制御ループ内で接続される、フィードバック制御ループフィルタと、伝送機出力段と、伝送機・受信機電極アレイとを含んでもよい。例えば、オペアンプ３１４の出力に、抵抗器３００によって分割される、一連のコンデンサ３２２、３２４が追加されてもよい。コンデンサ３２４の出力は、フィードバックにおいて抵抗器３２８を伴う別のオペアンプ３２６に印加されてもよく、オペアンプ３２６の出力は、伝送機および別のコンデンサ３２０にルーティングされてもよい。要素Ｃ１、Ｒ１、およびＣ２は、ループフィルタの一部を形成する。Ｃ２内の正弦波またはＡＣ電流は、オペアンプおよびＲｆ１によって形成される伝送機出力段にフィードされる。伝送機出力段内のオペアンプは、伝送機電極を駆動し、また、既知または制御可能な値の別のコンデンサＣＰ３２０にルーティングされてもよい。本後者のコンデンサＣＰは、伝送機電極と受信機電極との間で測定される未知の静電容量と並列に接続される。

【００３１】

また、段３００の部分は、複数の受信機チャネルを実装するように複数回複製されてもよい。例えば、要素３０６、３１２、３２０、３１４、３２２、３２４、３０８、３１０、３１６、３１８、および３３０が、多くの受信機チャネルが必要とされるため、複製される受信機段の中に含まれてもよい。

【００３２】

段３００のトポロジは、電圧入力、入力における帯域通過フィルタの可能性がないこと、およびオブジェクトが電極により近いときの低ＩＤＤ／精度（減衰バースト）動作モードを提供する。

【００３３】

コンデンサＣｐ３２０の値が、把握され、対照値が、Ｃｘ３０６の効果を相殺するように把握されてもよい。コンデンサＣｐ３２０の値は、許容動作範囲に段３００の動作を引き戻すように選択されてもよい。受信機回路３１２によって測定されるであろう、全静電容量Ｃは、Ｃｐ３２０およびＣｘ３０６の両方の全静電容量を含んでもよい。故に、段３００の利得は、以下のように求められ得る。

【数３】

$$\frac{V_{A1}}{TX} = \frac{sRC}{1+sR(C+C_P)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$

$$\frac{TX}{V_{A1}} = \frac{-s^2 R_2 C_1 R_{f1} C_2}{1+sR_2(C_1+C_2)}$$

$$\text{ループ利得}, T = \frac{-s^2 R_2 C_1 R_{f1} C_2}{1+sR_2(C_1+C_2)} \cdot \frac{sRC}{1+sR(C+C_0)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$

【００３４】

ゼロであると仮定される、発振閾値における利得の角度は、以下のように求められ得る。

【数４】

$$\angle T = 90° - \tan^{-1}\omega R_2(C_1+C_2) - \tan^{-1}\omega R(C+C_0) = 0°$$

その結果として、方程式は、以下のように書き換えられ得る。

【数５】

$$\Rightarrow 90° = \tan^{-1}\omega R_2(C_1+C_2) + \tan^{-1}\omega R(C+C_0)$$

式中、オメガは、段の発振周波数である。言い換えると、方程式は、以下のように表され得る。

【数６】

$$\Rightarrow \text{ゼロ} - \text{位相} - \text{周波数}, \omega = \frac{1}{\sqrt{RR_2(C_1+C_2)(C+C_0)}} (eq1)$$

【００３５】

方程式（ｅｑ）１によると、段は、アクティブであるとき、周波数オメガにおいて発振する。これは、入力ソースの直上ではなくて、Ｃの値の上で変動する。したがって、ソースは、もはやソース１０２として図１に示されるような独立ソースである必要はないが、代わりに、受信機段も収納するダイ内に組み込まれてもよい。ソースは、受信機段に作用する同一の寄生力による影響を受け得、それでもなお、利得の測定が、計算されることができる。

【００３６】

利得の絶対値は、次いで、以下のように表され得る。

【数７】

$$|T| = \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right) \frac{\omega^3 RCR_2 C_1 R_{f1} C_2}{\sqrt{1+\omega^2 R_2^2 (C_1+C_2)^2}\sqrt{1+\omega^2 R^2 (C+C_0)^2}} = 1 (eq2)$$

【００３７】
方程式２は、発振が存在するであろうかどうかを定義する。閾値は、利得が１に等しいときである。全ての他のパラメータが、受信機回路によって測定されるＣの値を除いて把握され得る。Ｃのある値に関して、利得は、１である。Ｃのより高い値に関して、方程式２の式の値は、１を上回り、発振がある。方程式２の式の値が１未満であるとき、発振がない。

【００３８】
故に、方程式１および２を使用して、段の発振周波数は、以下のように表され得る。

【数８】

$$\Rightarrow \omega = \frac{R_1/(R_1+R_f)}{R_{f1}C_1 \| C_2 \cdot C/(C+C_0)} \sqrt{\left(1+\frac{R_2}{R}\frac{C_1+C_2}{C+C_0}\right)\left(1+\frac{R}{R_2}\frac{C+C_0}{C_1+C_2}\right)} \quad (eq3)$$

【００３９】
方程式１および３を適用することは、以下の関係を生じる。

【数９】

$$\frac{R_1/(R_1+R_f)}{R_{f1}C_1 \| C_2 \cdot C/(C+C_0)} = \frac{1}{R(C+C_0)+R_2(C_1+C_2)} \quad (eq4)$$

【００４０】
方程式３および４は、受信機段の設計者が抵抗器およびコンデンサの値を選び、受信機段が発振して測定するであろうＣの閾値を生成することに役立つ関係を表すために、使用されてもよい。

【００４１】
故に、図３の回路に関して、測定されたＣがある値の間になるとき、回路は、発振を駆動する伝送機段部分および発振を受信する受信機段分と連携して発振する。Ｃがある値を上回るとき、発振は、消滅し、減衰バーストとして出現し得る。したがって、発振は、Ｃに依存し得る。故に、一実施形態では、受信機回路および段が具体的にポーリングされる必要もなく、伝送機段が外部から駆動される必要もないが、代わりにＣの値が発振閾値に達するときにアクティブ化される。

【００４２】
Ｃのある値に関して、Ｔの絶対値は、１である。Ｃが増加する場合、Ｔの絶対値は、１未満になり、発振がない。

【００４３】
それでもなお、方程式１は、$C_0$３０８が依然として考慮する要因であることを例証する。しかしながら、方程式は、Ｃが$C_0$３０８を上回る場合に$C_0$３０８の効果が最小限にされ得ることを示す。実際、Ｃを$C_0$３０８よりも２または３倍大きくすることは、$C_0$３０８の影響および段３００の異なるインスタンスの間の$C_0$３０８の変動の影響を有意に低減させ得る。ＣがＣｘ３０６（伝送機と受信機との間の実際の静電容量）およびＣｐ３２０の合計であることを考慮して、いったんＣｘ３０６の範囲が規定されると、Ｃｐ３２０の値が選定されることができる。Ｃｐ３２０に大きすぎる値を選定することは、（精密に測定される必要がある）Ｃｘ３０６がＣｐ３２０と比較して小さくなり得ることを意味する。しかしながら、本方法の１つの利点は、たとえＣｐ３２０がＣｘ３０６よりもはるかに大きくても、自励持続発振平衡状態についての回路の感受性は、大部分が不変であることを含み得る。さらに、Ｃｐ３２０に大きい値を設定することは、振幅測定の感受性を低減させ得るが、種々のチャネルにわたるＣｐ３２０の分布は、良好な振幅測定感受性を留保するように加重され得る。さらに、代わりに、位相測定を行うことが強調され得る。オメガ３乗項方程式２は、最高出力を有し、故に、実用的な意味で優位に立つことに

留意されたい。方程式１から、Ｃが増加するとき（典型的には、オブジェクトが受信機電極アレイに近付くことの結果）、動作周波数は、減少する傾向があり、Ｔも同様である。したがって、オブジェクトが規定境界を横断し、電極アセンブリにより近く移動するときに、減衰バーストモードになり、これは、本開示およびトポロジの特徴である。所与のオブジェクトおよび位置のためのＣｘ３０６の値を把握することは、種々の動作モードの物理的境界を設定するよう、設計者がＣｐ３２０を設定することを可能にする。段３００の設計における多くの自由度は、典型的動作周波数を調節／選定すること、ならびにサイズのために最適化することを可能にする。

【００４４】

図４は、本開示の実施形態による、さらに別の容量センサ回路の説明図である。回路４００は、伝送機出力段の代わりに使用される受信機入力段を伴う、および逆も同様である、回路３００の変形例と見なされ得る。出力が抵抗分割器ＲｆおよびＲＡにルーティングされ、負の入力にフィードバックされたオペアンプ４４４が、伝送機出力段を形成してもよい一方で、フィードバック抵抗器Ｒ４３２を伴うオペアンプ４１４は、受信機入力段を形成してもよい。オペアンプ４４４の出力は、伝送機にルーティングされてもよい。受信機回路からの測定を処理するために、段４００は、強化を図１－３に追加してもよい。例えば、オペアンプ４１４の出力に、抵抗器４３０および随意の利得オペアンプ４３６によって分割される、一連のコンデンサ４２２、４２４が追加されてもよい。フィードバック抵抗器４３２が、負の入力に戻るようにオペアンプ４１４の出力に接続されてもよい。コンデンサ４２４の出力は、並列に別のオペアンプ４４４および抵抗器４３８に印加されてもよい。オペアンプ４４４の出力は、負の入力にフィードバックされる抵抗器４４０、４４２で構成される抵抗器分割器ネットワークにルーティングされてもよい。オペアンプ４４４の出力は、伝送機に戻るようにルーティングされてもよい。

【００４５】

また、段４００の部分は、複数の受信機チャネルを実装するように複数回複製されてもよい。例えば、要素４０６、４１２、４２０、４１４、４３２、４２２、４３６、４２４、４３０、および４０８が、多くの受信機チャネルが必要とされるため、複製される受信機段の中に含まれてもよい。

【００４６】

図４のトポロジは、$C_0$４０８の値から独立している電流入力および動作を提供する。また、より少ないまたはより小さい構成要素があり、オブジェクトが受信機に近付くときに、精密減衰バーストモードがある。

【００４７】

図４のトポロジのループ利得は、以下のように求められ得る。

【数１０】

$$\text{ループ利得}, T = \frac{-sRC \cdot s^2 R_2 C_2 R_1 C_1}{1 + s[R_1(C_1 + C_2) + R_2 C_2] + s^2 R_2 C_2 R_1 C_1} \cdot \left(1 + \frac{R_f}{R_A}\right)$$

【００４８】

周波数は、以下のように確立されてもよい。

【数１１】

$$\text{ゼロ} - \quad \text{位相} \quad - \text{周波数}, \omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

【００４９】

したがって、平衡モードでは、周波数は、Ｃから独立している。しかしながら、飽和モードでは、独立していない。

【００５０】

利得は、以下のように書き換えられてもよい。

【数１２】

$$\left|T\right| = \left(1 + \frac{R_f}{R_A}\right) \frac{RC}{\left[R_1\left(C_1 + C_2\right) + R_2 C_2\right]}$$

【００５１】

図４の設計は、Ｃが指定設計値を上回るときに、アクティブである、または発振するという効果を及ぼし得る。

【００５２】

図５は、本開示の実施形態による、さらに別の容量センサ回路の説明図である。回路５００は、上記の実装の変形例であってもよい。具体的には、段４００は、オペアンプ５１４への入力抵抗器５４６と、抵抗器５３２と並列であるオペアンプ５１４の出力からその負の入力までのループバックコンデンサ５４８とを追加してもよい。本トポロジは、帯域通過フィルタを提供してもよいが、$C_0$５０８の効果を完全には排除しない。そのようなトポロジでは、システム周波数は、構成要素数を最小限にするために、帯域通過フィルタの高域通過コーナ周波数よりもちょうど低くなるべきである。

【００５３】

図３－５のトポロジのそれぞれに関して、帯域通過フィルタ、バッファ、および反転増幅器のペアが、付加的構成要素数を犠牲にして有利と見なされる場合に追加されてもよい。同一または異なるトポロジバージョンのチャネルが、目的／特徴セットに応じて構築されてもよい。すなわち、システム内の複数の受信機チャネルが、図３－５のトポロジのうちの異なるものから個別に選択されてもよい。

【００５４】

図６は、本開示の実施形態による、インピーダンス変化を感知する受信機回路を組み込む例示的システムを図示する。システム６００は、１つ以上の受信機段６０２、６０４、６０６を含んでもよい。受信機段６０２、６０４、６０６はそれぞれ、図１－５に図示される実装のうちの１つ以上によって実装されてもよい。また、個々の受信機段６０２、６０４、６０６は、システム６００の同一のインスタンスを伴って、図１－５に図示される段のうちの異なるものによって実装されてもよい。システム６００は、接近またはタッチ検出、もしくは他の静電容量感知を判定するためのコンピュータ、モバイルデバイス、タブレット、または他のデバイス内に実装されてもよい。システム６００は、受信機回路６１２および受信機段６０２、６０４、６０６から受信される入力信号を考慮して、オブジェクトが近付いているか、またはセンサに接触したかどうかを判定してもよい。本判定は、測定および決定データ出力として発行されてもよい。

【００５５】

システム６００は、伝送機回路６１４と、受信機６１２と、受信機段６０２、６０４、６０６と、加算器６０８と、受信機段６０２、６０４、６０６からの信号の合計、追加、または他の組み合わせから生成される、結果として生じる入力信号６１０とを含む、センサコアを含んでもよい。受信機段６０２、６０４、６０６はそれぞれ、測定された静電容量Ｃ（受信機段への内部静電容量と、個別の受信機６１２と伝送機６１４との間の静電容量とを含む）が、（受信機段の実装に応じて）指定値を上回るまたは下回るときに、アクティブ化もしくは発振し得る。指定値は、特定のオブジェクト（手袋をした、または手袋をしていない手）、保護された、または保護されていないタッチ表面、距離、もしくは他の好適な基準に対応する値等の用途の必要性に従って設定されてもよい。

【００５６】

システム６００は、エンベロープ検出器６２２と、信号プロセッサ６２０と、振幅検出器６１４と、周波数検出器６１６と、位相検出器６１８とを含む、信号パラメータ測定および処理コアを含んでもよい。エンベロープ検出器６２２、振幅検出器６１４、周波数検出器６１６、および位相検出器６１８はそれぞれ、好適な回路で実装され、図１－５で実

証されるような計算を実行するように、受信機段６０２、６０４、６０６からの受信された信号の測定を提供してもよい。計算は、算出を行うようにデジタルおよびアナログ回路の任意の好適な組み合わせで実装され得る、信号プロセッサ６２０によって行われてもよい。

【００５７】

システム６００は、起動およびタイミング制御ハードウェアならびにアルゴリズム（開始６２４と標識される）を含んでもよい。

【００５８】

受信機段６０２、６０４、６０６は、図２－５に示される実装に従って伝達関数を実施してもよい。それぞれの出力は、合計され、ひいては、感知空間を横断して受信機にフィードバックされる、低インピーダンス伝送機ドライバ信号に様式化されてもよい。所与の伝送機・受信機電極構成に関して、通常、直接の意図された用途ではＴｘ－Ｒｘｎを横断するコンデンサである、インピーダンス要素Ｚｐｎは、感知空間の規定中央または境界状態に関して、フィードバックループの全体的フィードバックループ利得が、持続的自励発振のバルクハウゼン基準を満たすように、開始６２４によって設定または変動される。持続的自励発振は、上記でさらに詳細に議論される。ループ利得の位相は、０度であってもよく、ループ利得の振幅は、公称動作周波数において１であってもよい。そのような公称動作周波数では、ループ利得（Ｔ）は、ｎがチャネル数である、ＨｎおよびＲＸｎ／ＴＸの積の総和で乗算されたＨｏに等しい。図６では、３つのチャネルが実施例として示されているが、より多いまたは少ないものが使用されてもよい。

【００５９】

システム６００のセンサ動作は、そのような境界状態に対して定義されてもよい（ループ利得の位相は、０度であってもよく、ループ利得の振幅は、公称動作周波数において１であってもよい）。第１に、自己持続モードでは、境界状態は、感知空間の静止状態またはゼロ状態であるように設計されてもよい。共通モードの負フィードバックループを通して、ループ利得は、自励持続発振を維持するよう、感知空間内のインピーダンス変化に応答して変調される。そのように要求される変調は、測定され、静止状態からの偏差または変化の尺度として使用される。

【００６０】

第２に、飽和モードでは、静止状態は、動作周波数であるように設計される、ゼロ位相周波数におけるループ利得が、１を上回るように、境界状態からそのようにオフセットされる。伝送発振は、依然として持続されるが、飽和に駆動されて歪曲される。しかしながら、その周波数は、感知空間内のインピーダンス変動とともに依然として変動し、そのような変動を検出して測定するために使用されることができる。

【００６１】

第３に、減衰バーストモードでは、静止状態は、同様に動作周波数である、ゼロ位相周波数におけるループ利得が、１未満であるように、境界状態からそのようにオフセットされる。開始ブロックからのパルスで発振器Ｔｘ－Ｒｘループにｐｉｎｇを打つことによって、減衰正弦波の過渡バーストが生成される。各過渡バーストの減衰率および周波数は、感知空間内のインピーダンスに依存し、したがって、これらのパラメータは、感知空間内のインピーダンス変化を追跡するように測定されることができる。

【００６２】

上記の３つ全てのモードでは、相対振幅および位相測定は、感知空間内のインピーダンス変化についての多次元情報を収集するために使用されてもよく、故に、２および３次元空間内で策定、三角測量、または検出するために使用されることができる。

【００６３】

開始６２４および信号プロセッサ６２０の設計は、本システムが適用されるであろう用途、具体的には、システム仕様ならびに特徴セットに従って、カスタマイズされてもよい。それでもなお、種々の実施形態は、いくつかの設計考慮事項に従ってもよい。負のフィードバックループが自励持続発振を維持するために使用される場合、十分な利得限度およ

び位相限度が全ての場合における全てのループで維持されるように配慮され得る。同一の推奨が、主要センサコアループに適用され得る。さらに、高周波数雑音問題を回避するために、フィルタが、システム性能に悪影響を及ぼすことなく帯域幅を最小限にするために使用されてもよい。また、いずれの測定パラメータが最も有用であるかに応じて、いくつかの測定ブロックが、完全に除去されてもよい。さらに、タイミング制御のためのクロック信号が使用されてもよいが、ある場合には、これは不必要であり得る。また、Ｚｐ制御が、バラクタ型電圧制御によって、またはバイナリバンク選択もしくはデジタル制御によって、達成されてもよい。さらに、多くの異なる、相関の測定パラメータの自然な存在は、ニューラルネットワーク制御および信号処理を魅力的にし得る。また、処理ブロックにフィードされる受信機信号は、パッドから直接生じる必要がない場合がある。それらは、Ｈｎの第１段後に、より自然に生じてもよい。同様に、受信機バッファおよびフィルタは、センサコアと別個である必要がない場合があるが、Ｈｎブロックの一部であってもよい。

【００６４】

種々の実施形態に固有の正または再生フィードバックに起因して、より優れた感受性が可能であり得る。所望である場合、ヒステリシスが、モードの間で急速に前後に動くことを防止するように、設計の中に容易に追加されてもよい。所望である場合、スイッチおよびアナログマルチプレクサが、図７に示されるように、より多くのチャネルまたは電極を追加するために使用されてもよい。

【００６５】

図１－７の要素を使用して、新しい感知方法は、自己誘起型伝送機信号、および受信機チャネル上の振幅、位相、周波数測定の選択肢を可能にする。故に、ある電極上の測定の特定の選択肢の有用性を最大限にするようにカスタマイズされて加重され得る、新しい伝送機・受信機構成が可能である。一実施形態では、図１－７の要素を使用して、オブジェクトが近付くまで、センサまたは測定システムの一部は、いかなる発振信号も発行する必要がない。代わりに、伝送機と受信機との間の周囲静電容量が測定され得る。図１－７の受信機は、（固有の静電容量を含む）受信機と伝送機との間の静電容量が、低いまたは高い静電容量閾値に達するまで、発振しない場合がある。次いで、伝送機は、近付いたオブジェクトのより精密な検出を行うために、アクティブ化され得る。

【００６６】

他のシステムは、伝送機からの正弦波または他の出力信号の連続発行を要求し得る。さらに、他のシステムは、ポーリングが連続的または周期的である、受信機による値の連続チェックを要求し得る。対照的に、本開示の実施形態は、オブジェクトが近付いたことを判定するために、伝送機からの出力信号の発行を要求しない。一実施形態では、受信機が近付きも接触もされていないとき、いかなる受信機または伝送機信号も発行されない。代わりに、受信機は、伝送機と受信機との間の静電容量に十分に影響を及ぼすオブジェクトによる近付きのみに応じて、アクティブ化または発振する。続いて、伝送機は、正弦波信号でアクティブ化されてもよく、受信機は、（近付くオブジェクトによる影響を受けるような）そのような信号の偏向または歪曲バージョンを受信し、静電容量、接近、またはタッチを計算するようにアクティブ化されてもよい。

【００６７】

伝送機および受信機電極ならびに回路およびアレイは、すでに広く使用されている構成に従ってもよい。図８は、伝送機および受信機の配列ならびに構成を図示する。図８に示されるように、伝送機電極は、その周囲の受信機電極に対して中心に置かれてもよい。他の場合では、

【００６８】

図９は、伝送機および受信機の別の配列ならびに構成を図示する。図９に示されるように、伝送機電極は、表示画面等の他の回路およびシステム構成要素のための空間を可能にするように、中心からオフセットされてもよい。

【００６９】

図１０は、伝送機および受信機のさらに別の配列ならびに構成を図示する。図１０では、伝送機電極、受信電極、または両方のタイプの電極の任意の組み合わせは、複数の電極によって分割もしくは共有されてもよい、または複数の電極もしくは電極の組み合わせにわたって選択的に切り替えられてもよい。

【００７０】

図１１は、本開示の実施形態による、伝送機電極に密接に結合された受信機電極の配列を図示する。具体的には、受信機電極１１０２は、伝送機電極１１０４に密接に結合されてもよい。受信機電極１１０２は、伝送機電極１１０４の周波数を設定する際に優勢電極であるよう、（その入力信号に対して）加重されてもよい。伝送機電極の周波数は、システム周波数として確立されてもよい。

【００７１】

一実施形態では、受信機電極１１０２の周囲の感知空間内の摂動が、ひいては、他の受信機電極１１０６、１１０８に対する周波数測定の変動を支配し得る。したがって、周波数測定は、他の受信機電極と比較して、受信機電極１１０２と関連付けられるチャネルおよび段に最も有用であろう。その一方で、伝送機電極１１０４からより遠い他の受信機電極１１０６、１１０８は、それらの受信された信号振幅が、これらのＲＸ電極と関連付けられる感知空間内の変化に最も敏感な測定であろうため、最も有用な測定となるように、加重され得る。これらの同一受信機電極１１０６、１１０８が、伝送機電極１１０４から非常に遠いため、受信された信号振幅が比較的小さかった場合、ゼロ交差位相検出器を通して測定される相対位相変化が、より確実になるであろう。電極の所望の加重は、インピーダンスＺｐｎの設計によって、または関連付けられる同等のインピーダンスＺｉｎを有する伝達関数ブロックＨｎの設計によって、達成されてもよい。

【００７２】

感知空間内の伝送機・受信機アレイによって形成されるインピーダンスネットワークは、極めて複雑であり得るが、回路動作は、各伝送機および受信機電極対の間の同等のインピーダンスのみを考慮することによって、理解されることができる。図１２は、本開示の実施形態による、インピーダンスネットワークを図示する。図１２は、１つの伝送機、２つの受信機、および１つの外部オブジェクト（ＯＢ）を伴う場合を図示する。図１２の各要素は、他の要素および接地に対するインピーダンスを含んでもよい。図１３は、本開示の実施形態による、簡略化されたインピーダンスネットワークモデルを図示する。図１２のネットワークは、（図１２からの）Ｚｐｎが含まれ、設計によって（図１３からの）ＺｎＴｅｑに寄与する、図１３のネットワークに要約されることができる。一実施形態では、接地へのインピーダンスである、要素Ｚｎ０の効果は、最小限にされるものである。さらに、Ｚｎ０と直列の雑音源を考慮すると、受信機電極と接地との間のインピーダンスは、現在利用可能な他の方法によるよりも本感知方法によって容易かつ自然に拒否されることができる。しかしながら、外部オブジェクトと接地との間のインピーダンスである、ＺｏＯの効果を排除することは、ＺｏＯがネットワーク内の他のインピーダンスと比較して非常に低いときには困難であり得る。

【００７３】

すぐ上で意図される用途では、オブジェクトは、電極アセンブリの周囲の空中でジェスチャする人間の手、スタイラス、指、または他のオブジェクトであってもよく、優勢インピーダンスは、静電容量であってもよい。種々の実施形態の目的は、次いで、手の相対的位置および運動を検出することであろう。

【００７４】

図１１を参照すると、親指の近付き、近くのホバリング、またはタッチ等のオブジェクトによる近付きが、受信機電極１１０２の発振を誘起するために十分な静電容量の変化を引き起こし得る。そのような誘起後に、正弦波または他の信号の伝送が、密接に結合された伝送機電極１１０４によって行われてもよい。現在アクティブ化されている、伝送機電極１１０４もまた、受信機電極１１０２をアクティブ化したオブジェクトに比較的近くあり得る。（人体のように）身体が十分な電気伝導度を有する場合、伝送機電極１１０４か

らの信号は、掌または他の指（もしくはオブジェクトの他の電気的に接続された部分）を横断して進行し、他の受信機電極１１０６、１１０８または元の受信機電極１１０２に結合する。信号は、オブジェクトの（指等の）最近傍の延在部の相対的位置に応じて、様々な程度に伝搬してもよい。相対振幅（おそらく、受信された信号の位相ならびに伝送機システム動作周波数自体の周波数の変化も）測定することによって、相対的位置およびジェスチャを検出するために十分な情報が取得されることができる。

【００７５】

本装置は、次いで、タッチパッド、ＰＣマウス、脈拍数モニタ、および仮想タイピングキーボードにさえも及ぶ、用途で使用されてもよい。本装置は、デバイスの外輪または縁上に搭載された電極アセンブリを伴う、モバイルスマートフォン、タブレット、もしくは類似デバイス上に含まれることができる。これは、例えば、音量制御のより単純かつ使いやすい実装をもたらし得る。そのような実装では、受信機電極１１０６、１１０８からの相対的測定が、オブジェクトが上または下にジェスチャをしているかどうかを判定するように、獲得されて分析されてもよい。

【００７６】

類似技法を使用して、本システムは、マウスの移動または仮想キーボード等の２次元もしくは３次元用途に適用されてもよい。例えば、図１４は、本開示の実施形態による、仮想キーボード電極配列を図示する。２つの密接に結合された伝送機・受信機対が、含まれてもよい。これらは、空間の左側の受信機電極１４０２および伝送機電極１４０４、ならびに空間の右側の受信電極１４０８および伝送機電極１４０６であってもよい。他の受信機電極１４１０、１４１２、１４１４、１４１６は、ジェスチャが識別され、仮想キーボードの動作にトレースされるであろう、空間を画定してもよい。左および右下隅にアクティブ化の場所を提供することによって、結果として生じた仮想キーボードは、ちょうど親指が実際のキーボードのスペースキーの上でホバリングするであろう方法で、親指が２つアクティブ化の場所の上でホバリングするときに、自動的にアクティブ化されてもよい。受信機電極１４０２、１４０８の一方または両方が静電容量の十分な変化を判定するまで、受信機電極１４０２、１４０８は、発振していない場合がある。さらに、伝送機電極１４０４、１４０６は、発振していない場合がある。加えて、受信機電極１４１０、１４１２、１４１４、１４１６は、非アクティブであり得る。いったん受信機電極１４０２、１４０８の一方または両方が静電容量の十分な変化を検出すると、伝送機電極１４０４、１４０６は、正弦波もしくは他の信号を発行してもよく、これらの変形または変化したバージョンが、現在アクティブ化されている受信機電極１４１０、１４１２、１４１４、１４１６によって検出されてもよい。振幅、位相、および周波数測定は、これらの受信機電極から収集され、キーストロークの形態でジェスチャとして解釈されてもよい。（電極に対する）「より短い距離」のキーストロークジェスチャは、受信機における信号振幅に注目することによって、取り上げることがより容易であり得る。「遠い距離」は、受信機信号振幅の顕著な低下も引き起こしながら、伝送機信号のさらなる周波数偏移を引き起こし得、これは両方とも、復号プロセスで述べられるように使用されることができる。

【００７７】

感知システムは、デバイスの外輪または縁上に搭載された電極アセンブリを伴う、モバイルスマートフォン、タブレット、もしくは類似デバイス上に含まれてもよい。デバイス上の表示は、その上方で音量ジェスチャ等の制御が行われるものである、画面の部分を図示し得る。さらに、２次元マウスジェスチャが、画面の側面に向けて行われ得る。加えて、上記の仮想キーボードは、表面に平らに置かれたそのようなデバイスの底部まで追跡され得る。

【００７８】

図１５は、本開示の実施形態による、静電容量変化を感知するための方法のフローチャートを図示する。

【００７９】

方法１５００は、図１－１４の要素等の任意の好適な機構によって実装されてもよい。

方法１５００は、随意に、任意の好適な点で反復または終了してもよい。また、ある数のステップが方法１５００を実装するように図示されているが、方法１５００のステップは、随意に、繰り返されてもよい、相互と並行して、もしくは再帰的に行われてもよい、省略されてもよい、または別様に必要に応じて修正されてもよい。例えば、１５２０および１５２５は、同時に起こってもよい。方法１５００は、１５０５等の任意の好適な点で開始してもよい。

【００８０】

１５０５では、伝送機は、非アクティブ化されてもよい。また、非アクティブ化受信機は、非アクティブ化されてもよい。１５１０では、アクティブ化受信機は、出力信号を伝播するように発振またはアクティブ化しない場合がある。

【００８１】

１５１５では、静電容量が閾値に達したかどうかが判定されてもよい。閾値は、低下後に下限閾値または上昇後に上限閾値に達している場合がある。静電容量変化は、アクティブ化受信機電極に近付くオブジェクトに起因し得る。静電容量の判定は、ある静電容量閾値に達した後のみにアクティブ化または発振するように構成される、受信機段によって行われてもよい。静電容量は、アクティブ化受信機と伝送機との間の静電容量を含んでもよい。静電容量はまた、アクティブ化受信機の内部の静電容量を含んでもよい。一実施形態では、静電容量測定は、インピーダンス測定に取って代わられてもよい。

【００８２】

静電容量閾値に達した場合、方法１５００は、１５２０に進んでもよい。別様に、１５１５が繰り返してもよい。１５２０では、アクティブ化受信機が発振してもよい。

【００８３】

１５２５では、伝送機がアクティブ化されてもよい。他の受信機がアクティブ化されてもよい。ブロードキャスト信号が、伝送機に提供されてもよい。

【００８４】

１５３０では、利得が測定されてもよい。利得は、身体と相互作用するブロードキャスト信号に起因する、受信された歪曲信号に対するシステムおよび受信機段のものであってもよい。さらに、受信された信号の周波数、振幅、および位相情報が、測定されてもよい。

【００８５】

１５３５では、収集されるデータが、ジェスチャとして解釈されてもよい。

【００８６】

１５４０では、ジェスチャに変換される身体の効果の測定が継続するであろうかどうかが判定されてもよい。該当する場合、方法１５００は、１５３０で繰り返してもよい。別様に、方法１５００は、１５４５に進んでもよい。

【００８７】

１５４５では、方法１５００が繰り返すであろうかどうかが判定されてもよい。該当する場合、方法１５００は、例えば、１５１０で繰り返してもよい。別様に、方法１５００は、終了してもよい。

【００８８】

例示的実施形態が上記で示されているが、変更、追加、削減、または他の順列が、当業者の知識および能力に従って、本開示の精神ならびに範囲から逸脱することなく、これらの実施形態に行われてもよい。

【図１】

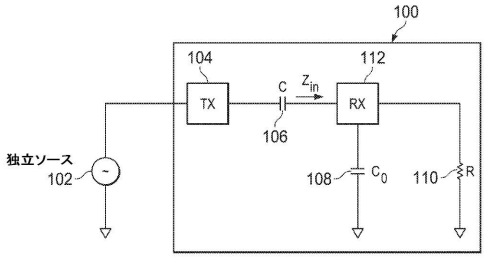


FIG. 1

【図２】

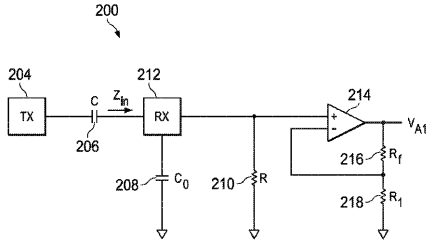


FIG. 2

【図３】

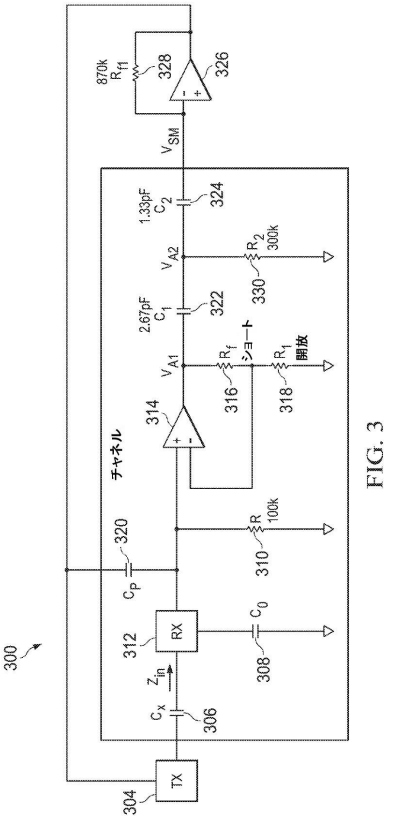


FIG. 3

【図４】

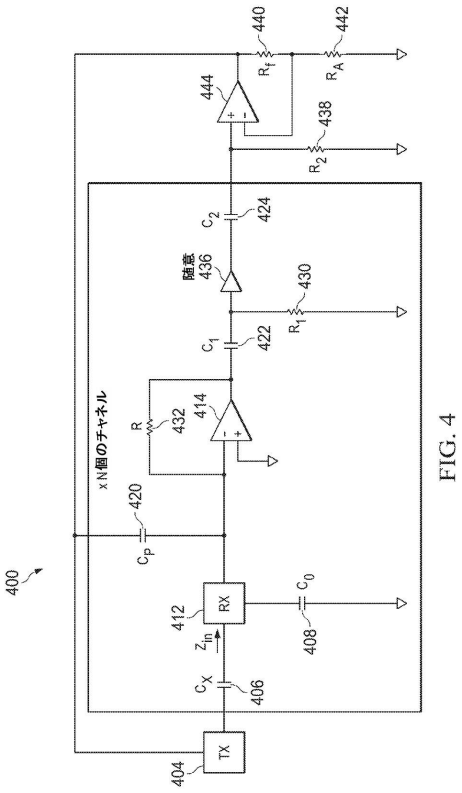


FIG. 4

【図５】

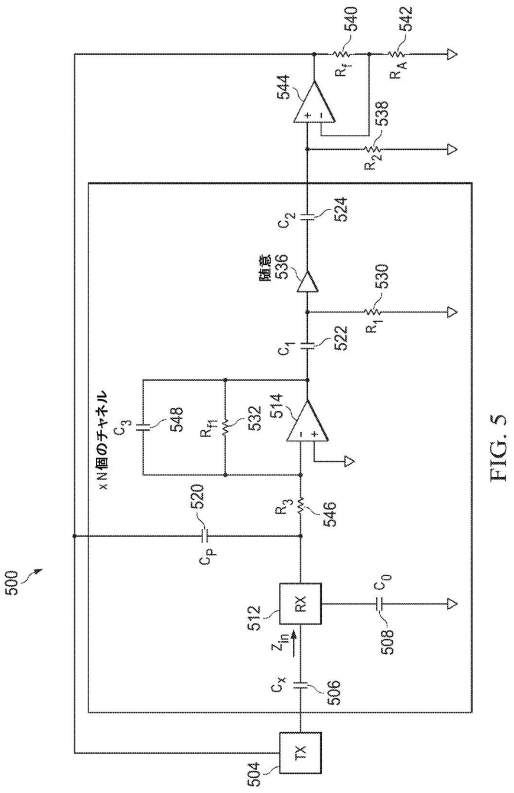


FIG. 5

【図６】

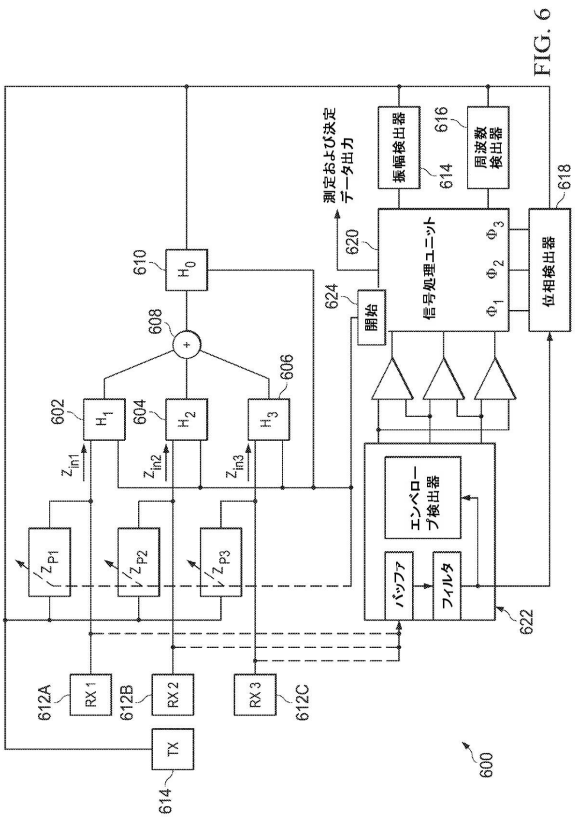


FIG. 6

【図７】

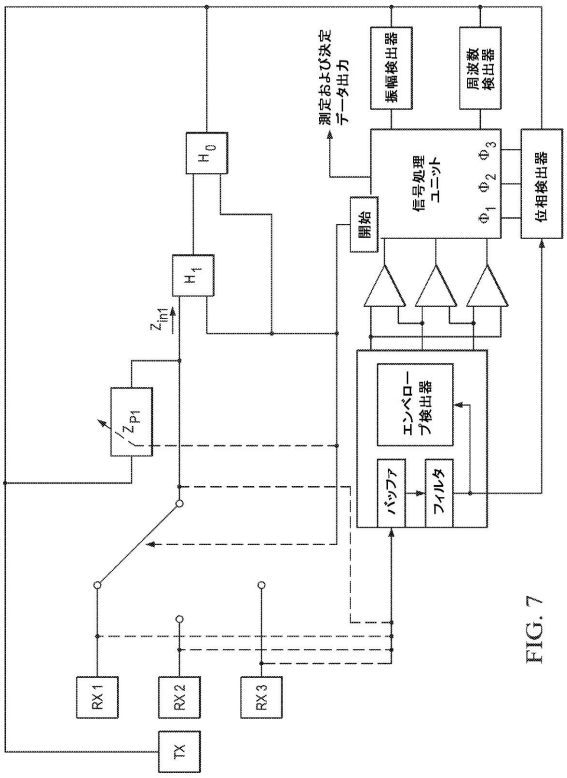


FIG. 7

【図８】

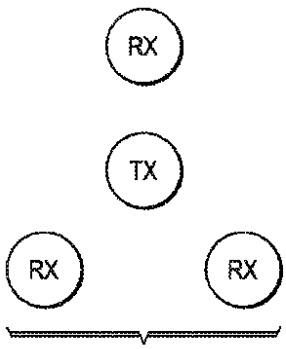


FIG. 8

【図９】

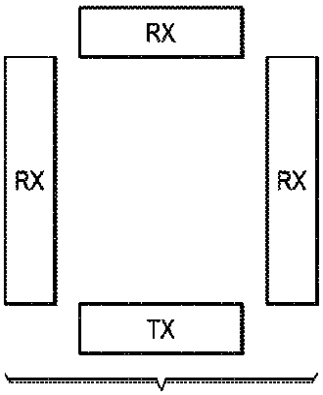


FIG. 9

【図１０】

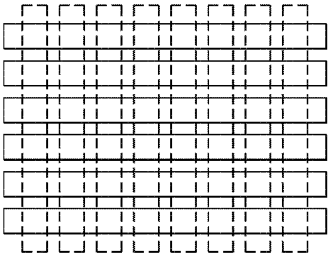


FIG. 10

【図１１】

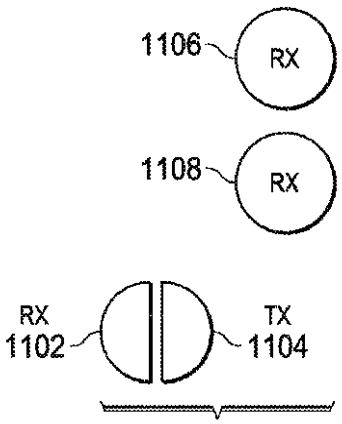


FIG. 11

【図１２】

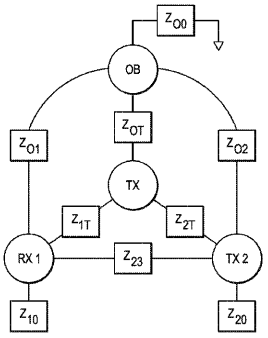


FIG. 12

【図１３】

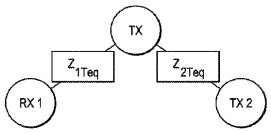


FIG. 13

【図１４】

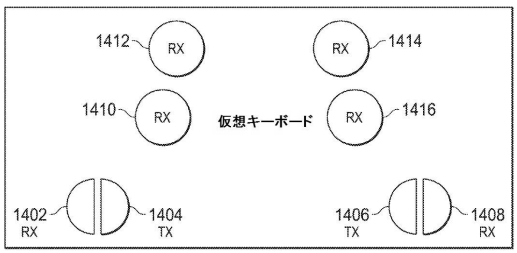


FIG. 14

【図１５】

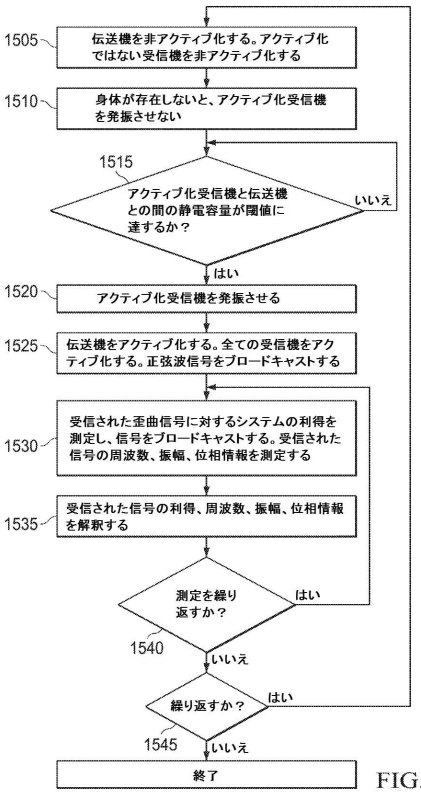


FIG. 15

フロントページの続き

(72)発明者　シャーマ，　アトマ
アメリカ合衆国　アリゾナ　８５２２６，　チャンドラー，　ダブリュー．　ボストン　ストリート　４６１１

審査官　岩橋　龍太郎

(56)参考文献　国際公開第２０１５／１６０９２１（WO，Ａ２）
米国特許出願公開第２０１３／０２９３４８９（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１５－０９９４６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０５５１５１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０６Ｆ　　３／０１－３／０４８９
Ｈ０１Ｈ　３６／００－３６／０２