

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6219959号
(P6219959)

(45) 発行日 平成29年10月25日(2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日(2017.10.6)

(51) Int.Cl.

G06F 3/041 (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)

F 1

G06F 3/041 522
G06F 3/041 512
G06F 3/044 129

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2015-532069 (P2015-532069)
 (86) (22) 出願日 平成25年9月13日 (2013.9.13)
 (65) 公表番号 特表2015-528616 (P2015-528616A)
 (43) 公表日 平成27年9月28日 (2015.9.28)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2013/059630
 (87) 國際公開番号 WO2014/043453
 (87) 國際公開日 平成26年3月20日 (2014.3.20)
 審査請求日 平成28年9月6日 (2016.9.6)
 (31) 優先権主張番号 61/700,399
 (32) 優先日 平成24年9月13日 (2012.9.13)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 14/025,143
 (32) 優先日 平成25年9月12日 (2013.9.12)
 (33) 優先権主張国 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】 雜音検出および補正ルーチン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ測定システム内の雑音を低減させるための方法であって、前記方法は、
 容量 / デジタル変換測定を行うことと、
 前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することであって、前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定集合間の合計平均差を判定することとを含む、ことと、
 サンプリング波形と関連付けられた1回以上の遅延を動的に修正することとを含む、方法。

【請求項 2】

前記1回以上の遅延は、前記サンプリング波形のサンプル間の時間内に1回以上の遅延を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記1回以上の遅延は、1つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間の時間内に1回以上の遅延を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記1回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に1回以上の遅延を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行

うことと、測定が非対称であるかどうかを判定することとさらに含む、請求項 1 ~ 4 のうちの 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記サンプリング波形をフィルタリングすることをさらに含む、請求項 1 ~ 5 のうちの 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

センサ測定システム内の雑音を低減させるためのシステムであって、前記システムは、
容量 / デジタル変換測定における雑音を検出するための雑音検出器であって、前記雑音
検出器は、雑音スキャンの測定集合間の合計平均差を判定するように構成されている、雑
音検出器と、
10

前記雑音検出器に動作可能に結合された雑音補正モジュールであって、前記雑音補正モ
ジュールは、サンプリング波形と関連付けられた 1 回以上の遅延を動的に修正するよう
に構成されている、雑音補正モジュールと、

前記サンプリング波形をフィルタリングするための雑音フィルタと
を備える、システム。

【請求項 8】

前記 1 回以上の遅延は、前記サンプリング波形のサンプル間の時間内に 1 回以上の遅延
を含む、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記 1 回以上の遅延は、1 つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始
との時間内に 1 回以上の遅延を含む、請求項 7 または 8 に記載のシステム。
20

【請求項 10】

前記 1 回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に 1 回以上の遅延を含む、請求項 7 または
8 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記雑音検出器は、雑音スキャンの測定が非対称であるかどうかを判定するように構成
されている、請求項 7 ~ 10 のうちの 1 項に記載のシステム。

【請求項 12】

前記サンプリング波形をフィルタリングするためのデジタルフィルタをさらに備える、
請求項 7 ~ 11 のうちの 1 項に記載のシステム。
30

【請求項 13】

プログラムが記録された記録媒体であって、前記記録媒体は、命令を含み、前記命令は
、コンピュータ上で実行されると、請求項 1 ~ 6 のうちの 1 項に記載される方法を実装す
る、記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願への相互参照)

本出願は、2012年9月13日に出願された米国仮出願第 61/700,399 号の
利益を主張する。上記文献は、これによって全てを説明するようにその全体として本明細
書において援用される。

【0002】

(技術分野)

本開示は、能動的雑音除去に関し、具体的には、タッチセンサおよびタッチスクリーン
システム用の能動的雑音除去のためのサンプリング最適化に関する。

【背景技術】

【0003】

(背景)

容量タッチセンサは、電子機器、例えば、コンピュータ、携帯電話、パーソナルポータ
ブルメディアプレーヤ、計算機、電話、キャッシングレジスター、ガソリンポンプ等のユーザ
50

インターフェースとして使用される。いくつかの用途では、不透明タッチセンサが、ソフトキー機能性を提供する。他の用途では、透明タッチセンサが、ディスプレイにオーバーレイし、ユーザが、タッチを介して、ディスプレイ上のオブジェクトと相互作用することを可能にする。そのようなオブジェクトは、ディスプレイ上のソフトキー、メニュー、および他のオブジェクトの形態であってもよい。容量タッチセンサまたはタッチスクリーンは、オブジェクト、例えば、ユーザの指先が、そのキャパシタンスを変化させるときの容量タッチセンサのキャパシタンスの変化によってアクティブ化される（アクティブ化を示す信号を制御する）。

【0004】

そのようなタッチスクリーンおよびタッチセンサは、その環境によって非常に影響される。その結果、容量タッチソリューションの重要な特性は、雑音を除去するその能力である。他のセンサ用途も、類似制限下で悩まされ得る。 10

【0005】

具体的には、容量センサ用途は、伝導雑音余裕度に関して、IEC（国際電気標準会議）規格 61000-4-6 下で試験される。本タイプの雑音は、平均からの不規則変動として、センサの信号上に現れ、ユーザの身体がセンサに近接すると、悪化する。

【0006】

雑音が信号上に存在すると、センサは、結果が不規則変動による偶然ではなかったことを検証するために、複数回、サンプリングされなければならない。雑音の量が増加するにつれて、付加的サンプルの量もまた、増加しなければならない。これは、システムの全体的応答時間を減速させ、望ましくないユーザ経験をもたらす。1つの固定サンプリングレートにおけるスキャンは、システムをいくつかの雑音周波数では良好に機能させるが、他の周波数は、信号を動作不能な点まで劣化させ得る。 20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

（要約）

実施形態による、センサ測定システム内の雑音を低減させるための方法は、容量 / デジタル変換測定を行うことと、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することと、サンプリング波形と関連付けられた1回以上の遅延を動的に修正することとを含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、サンプリング波形のサンプル間の時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、1つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間の時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定集合間の合計平均差を判定することとを含む。いくつかの実施形態では、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定が非対称であるかどうかを判定することとを含む。いくつかの実施形態では、本方法はさらに、サンプリング波形をフィルタリングすることを含む。 30

【0008】

実施形態による、センサ測定システム内の雑音を低減させるためのシステムは、容量 / デジタル変換測定における雑音を検出するための雑音検出器と、雑音検出器に動作可能に結合され、サンプリング波形と関連付けられた1回以上の遅延を動的に修正するように構成される、雑音補正モジュールと、サンプリング波形をフィルタリングするための雑音フィルタとを含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、サンプリング波形のサンプル間の時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、1つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間の時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に1回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、雑音検出器は、雑音スキャンの測定集合 40

10

20

30

40

50

間の合計平均差を判定するように構成される。いくつかの実施形態では、雑音検出器は、雑音スキャンの測定が非対称であるかどうかを判定するように構成される。いくつかの実施形態では、本システムは、サンプリング波形をフィルタリングするためのデジタルフィルタを含む。

【0009】

実施形態による、コンピュータプログラム製品は、コンピュータ上で実行されると、容量 / デジタル変換測定を行うことと、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することと、サンプリング波形と関連付けられた 1 回以上の遅延を動的に修正することとを含む、センサ測定システム内の雑音を低減させるための方法を実装する、命令を含む、1 つ以上の有形コンピュータ可読媒体を含む。いくつかの実施形態では、1 回以上の遅延は、サンプリング波形のサンプル間の時間内に 1 回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1 回以上の遅延は、1 つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間に時間内に 1 回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、1 回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に 1 回以上の遅延を含む。いくつかの実施形態では、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定集合間の合計平均差を判定することとを含む。いくつかの実施形態では、センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定が非対称であるかどうかを判定することとを含む。いくつかの実施形態では、本方法はさらに、サンプリング波形をフィルタリングすることを含む。

【0010】

本開示のこれらおよび他の側面は、以下の説明および付隨の図面と併せて検討されることによって、さらに認識および理解されるであろう。しかしながら、以下の説明は、本開示の種々の実施形態およびその多数の具体的詳細を示すが、限定ではなく、例証として与えられることを理解されたい。多くの代用、修正、追加、および / または再配列が、その精神から逸脱することなく、本開示の範囲内で行われてもよく、本開示は、全てのそのような代用、修正、追加、および / または再配列を含む。

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目 1)

センサ測定システム内の雑音を低減させるための方法であって、前記方法は、容量 / デジタル変換測定を行うことと、前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することと、サンプリング波形と関連付けられた 1 回以上の遅延を動的に修正することとを含む、方法。

(項目 2)

前記 1 回以上の遅延は、前記サンプリング波形のサンプル間の時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 3)

前記 1 回以上の遅延は、1 つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間に時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 4)

前記 1 回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 5)

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定集合間の合計平均差を判定することとを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 6)

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定が非対称であるかどうかを判定することとを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 7)

前記サンプリング波形をフィルタリングすることをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

(項目 9)

前記 1 回以上の遅延は、前記サンプリング波形のサンプル間の時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 8 に記載のシステム。

(項目 10)

前記 1 回以上の遅延は、1 つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間の時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 8 に記載のシステム。

(項目 11)

前記 1 回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 8 に記載のシステム。

(項目 12)

前記雑音検出器は、雑音スキャンの測定集合間の合計平均差を判定するように構成される、項目 8 に記載のシステム。

10

(項目 13)

前記雑音検出器は、雑音スキャンの測定が非対称であるかどうかを判定するように構成される、項目 8 に記載のシステム。

(項目 14)

前記サンプリング波形をフィルタリングするためのデジタルフィルタをさらに備える、項目 8 に記載のシステム。

(項目 15)

命令を含む 1 つ以上の有形コンピュータ可読媒体を含むコンピュータプログラム製品であって、前記命令は、コンピュータ上で実行されると、センサ測定システム内の雑音を低減させるための方法を実装し、前記方法は、

容量 / デジタル変換測定を行うことと、

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することと、

サンプリング波形と関連付けられた 1 回以上の遅延を動的に修正することとを含む、コンピュータプログラム製品。

20

(項目 16)

前記 1 回以上の遅延は、前記サンプリング波形のサンプル間の時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

30

(項目 17)

前記 1 回以上の遅延は、1 つのサンプリング波形の終了と次のサンプリング波形の開始との間の時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目 18)

前記 1 回以上の遅延は、サンプルの取得時間内に 1 回以上の遅延を含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目 19)

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定集合間の合計平均差を判定することとを含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

40

(項目 20)

前記センサ測定システムが雑音を被っていることを検出することは、雑音スキャンを行うことと、測定が非対称であるかどうかを判定することとを含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目 21)

前記サンプリング波形をフィルタリングすることをさらに含む、項目 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

【 0011 】

付隨の本明細書の一部を形成する図面は、本開示のある側面を描写するために含まれる。図面に図示される特徴は、必ずしも、正確な縮尺で描かれていないことに留意されたい。本開示およびその利点のより完全な理解は、類似参照番号が類似特徴を示す、付隨の図

50

面と関連して検討される、以下の説明を参照することによって得られ得る。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1および図2は、雑音周波数が、サンプリング周波数とどのように相互作用するかを図示する。

【図2】図1および図2は、雑音周波数が、サンプリング周波数とどのように相互作用するかを図示する。

【図3】図3は、実施形態による、サンプリングタイミングの変更が、雑音レベルをどのように変化させるかを図示する、略図である。

【図4】図4は、実施形態による、タッチセンサシステムの略図である。

10

【図5】図5は、タッチセンサシステムのためのタッチセンサの上面図である。

【図6】図6は、実施形態による、タッチセンサシステムのためのタッチセンサの側面立面図である。

【図7】図7は、実施形態による、タッチコントローラの実装のブロック図である。

【図8】図8は、実施形態による、雑音補償を伴う、タッチ取得を図示する、略図である。

【図9】図9は、例示的無タッチシナリオの間の雑音を図示する。

【図10】図10は、例示的タッチシナリオの間の雑音を図示する。

【図11】図11は、非破壊的雑音を図示する。

【図12】図12は、破壊的雑音を図示する。

20

【図13】図13は、サンプリング遅延を追加する影響を図式的に図示する。

【図14】図14は、補正が適用されない、図1のセンサシステムに適用される破壊的雑音を示す。

【図15】図15は、補正が適用される、図1のセンサシステムに適用される破壊的雑音を示す。

【図16】図16は、実施形態による、雑音補正を図示する、例示的状態略図を図示する。

【図17】図17は、実施形態による、雑音フィルタリングを図示する。

【図18】図18は、実施形態の動作を図示する、フロー図である。

【図19】図19は、実施形態による、タッチセンサシステムを図示する、ブロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0013】

(詳細な説明)

本開示およびその種々の特徴および有利な詳細が、付随の図面に図示され、以下の説明に詳述される、例示的であり、したがって、非限定的な実施形態を参照して、より完全に説明される。しかしながら、発明を実施するための形態および具体的実施例は、好ましい実施形態を示すが、限定ではなく、単なる例証として与えられることを理解されたい。既知のプログラミング技法、コンピュータソフトウェア、ハードウェア、オペレーティングプラットフォーム、およびプロトコルは、本開示の詳細を必要に曖昧にしないよう省略され得る。本発明の根本概念の精神および/または範囲内の種々の代用、修正、追加、および/または並べ替えは、本開示から当業者に明白となるであろう。

40

【0014】

容量タッチ評価信号の信号対雑音比(SNR)は、各デバイスおよびその環境の具体的雑音プロファイルに対して最適化されるべきである。異なるタイプおよび周波数の雑音は、最高雑音除去のために、波形のサンプリングレートおよびフィルタ係数に調節を要求する。種々の実施形態によるシステムは、センサの応答時間要件を維持しながら、ランタイム時、信号のSNRを能動的に最適化する。

【0015】

図1および図2は、雑音周波数が、サンプリング周波数とどのように相互作用するかの

50

簡略化された実施例を示す。波形 102 は、システム内に導入される雑音を表す。測定は、本雑音信号に従うであろう。小点 104 は、サンプリングがセンサ上で行われるときの時間を示す。図 1 では、雑音は、サンプルの電圧を有意に変動させる一方、図 2 では、雑音は、サンプリング周波数と同期し、読み取り間の電圧差を最小限にする。サンプルの集合の平均をとることは、図 1 では、雑音を減衰させるであろうが、図 2 からのオフセットは、依然として、最終結果内に存在し得る。本理由から、非破壊的雑音の実施例として図 1 を、および破壊的雑音の実施例として図 2 を参照する。

【0016】

複数回のサンプリングおよび平均をとることは、雑音をさらに低減させることができると、信号品質のための応答時間を犠牲にする。本理由から、限定数の付加的サンプルのみ、採取され得る。別のアプローチは、サンプリングレートを無作為化することであって、これは、全周波数にわたって雑音を平均化する影響を及ぼすであろう。これは、最悪の場合（雑音が多すぎて、動作することができない）を排除するのに役立つが、また、最良の場合の条件（雑音が全くない）も排除し、多数回のオーバーサンプリングを要求し、全体的応答時間を増加させる。

【0017】

種々の実施形態によると、センサの波形タイミングおよびデジタルフィルタのリアルタイム同調が、使用され、測定された雑音レベルを能動的に減衰させることができる。

【0018】

容量センサは、長年、入力デバイスとして市場に存在するが、現在のソリューションは、そのような能動的雑音同調能力をもたらさない。標準的最適化技法は、静的ソフトウェアアルゴリズム内の係数のみを変化させる。しかしながら、本実施形態によると、スキャン技法自体が、加えて、後のデジタル信号処理段階においてではなく、取得段階において、雑音を最小限にすることによって修正される。

【0019】

種々の実施形態によると、第 1 に、測定が、信号上の雑音のレベルを追跡するために計算される。データメモリが、コントローラ上に限定されるとき、ベースライン（すなわち、平均）センサ値とその現在の読み取り値との間の差異の移動平均が、使用されてもよい。データメモリが限定されないと、サンプルのアレイの四分位範囲は、雑音のより安定した測定を提供することができ、好ましい。付加的履歴追跡は、より低い周波数雑音検出を可能にする。他の実施形態は、示差測定を採用してもよく、雑音は、測定の非対称の程度を判定することによって測定される。

【0020】

第 2 に、容量感知信号を生成するときに使用される時間遅延およびオーバーサンプリングカウントが、センサの現在の設定から最適化エンジン設定にコピーされる。いったんコピーされると、最適化は、値のうちの 1 つを編集し、一連のスキャンを行うであろう。どの値が編集されるかは、センサの現在の状態に依存する。雑音測定が、ユーザ定義限界を上回る場合、オーバーサンプリング量は、急速に増加される。雑音測定が、同一のユーザ定義限界の半分を下回る場合、オーバーサンプリング量は、ゆっくりと減少される。

【0021】

オーバーサンプリングが調節されない場合、タイミングパラメータはそれぞれ、ランダム値に変更されるように代わるであろう。1 つのみの値が、任意の具体的な時間において編集される。いったんパラメータが調節されると、サンプルの集合が、新しい設定を用いて採取される。全ての場合において、タイミングまたはオーバーサンプリングの変化が、信号の利得を変化させる場合、スケーリングが、行われ、全ての可能性として考えられる値にわたって、利得を均等化する。

【0022】

最適化され得る、タイミング設定は、以下である。

- 2 つのサンプルが要求される場合、1 つのサンプリング波形のサンプル A とサンプル B との間の時間。

10

20

30

40

50

- 1つの波形の終了と次の波形の開始との間の時間。
- 各サンプルの取得時間（取得時間が、センサが能動的に測定されている時間として定義される場合）。

【0023】

図3は、タイミングの変更が、雑音レベルをどのように変化させるかの実施例を示す。図3のグラフでは、雑音は、150 kHzにおいて、センサに投入されている。線302は、単一容量感知波形の2つのADCサンプル間に追加された時間の量を表す。0から開始し、255まで増加し、次いで、繰り返される。線304は、最後の16サンプル（信号の雑音の測定）の四分位範囲である。線306は、ごく最近の履歴（典型的には、8つの以前のサンプル）にわたる最大信号値と最小信号値との間の差異である。雑音（304および306の両方）のレベルは、タイミングに基づいて、増減するであろう。10

【0024】

種々の実施形態は、最小雑音値304、306をもたらし、現在のタイミングに取って代わる、タイミング値302を検索する。新しい設定の雑音レベルは、センサの現在のスキャン設定の雑音レベルと比較される。新しい設定が、よりクリーンな全体的信号を提供する場合、コピーしなおされ、そのセンサのために使用される値となる。新しい設定が、よりクリーンな信号を提供しない場合、変更は生じない。プロセスは、次いで、繰り返され、オーバーサンプリングを使用することによって、短時間（同調が有効である間）、高信号対雑音比を維持しながら、最も静音である可能性として考えられるサンプルタイミングに能動的に同調する、システムをもたらすであろう。20

【0025】

ここで、実施形態による雑音検出および補正を実装する際に使用され得る、システムに注意を向ける。

【0026】

図4は、本開示による、例示的タッチセンサシステム400のブロック図を図示する。図1に描寫されるように、システム400は、タッチセンサ401と、タッチコントローラ402と、ホスト404とを含んでもよい。

【0027】

タッチセンサ401は、概して、ヒトの指または他のハンドヘルドオブジェクト（例えば、スタイルス、クレジットカード等）との接触を介して、入力を受信するように動作可能であってもよい。一般に、タッチセンサ401は、タッチイベントから生じるキャパシタンスの変化を通して、タッチイベントを認識するように構成される。タッチセンサ401は、タッチセンサ401内の接地（または、仮想接地）平面に対して自然キャパシタンスを呈する、1つ以上の伝導性要素を含んでもよい。タッチセンサ401は、半透明構造であって、タッチスクリーンとして、グラフィック（ビデオ）ディスプレイシステムの形態で設置される、またはその中に統合されることを可能にしてもよい。代替として、タッチセンサ401は、不透明構造（例えば、多くの現在のラップトップコンピュータ内で使用されるタッチパッド）であってもよい。30

【0028】

タッチコントローラ402は、概して、タッチセンサ401上のタッチイベントを検出、測定、および報告するように動作可能な電子システムであってもよい。タッチコントローラ402は、離散電気構成要素として、集積回路の一部として、または両方のある組み合わせとして実装されてもよい。以下により詳細に論じられるように、タッチコントローラ402は、能動的雑音除去のためのサンプリング最適化アルゴリズムを実装してもよい。40

【0029】

ホスト404は、概して、タッチコントローラ402からタッチ報告を受信する、システムであってもよい。ホスト404は、そのようなタッチ報告に基づいて、何らかのアクションを開始するように構成されてもよい。一実施形態では、ホスト404は、サーバ、デスクトップ、ラップトップ、またはタブレットコンピュータ等のコンピュータに対応し50

得る。別の実施形態によると、ホスト404は、例えば、携帯電話またはデジタルメディア（例えば、音楽、ビデオ等）プレーヤを含む、種々の電子デバイスのいずれかに対応し得る。

【0030】

図4に図示されるように、タッチセンサ401、タッチコントローラ402、およびホスト404は、接続406および408を介して、通信可能に結合され、システム400を形成してもよい。接続406および408は、電子信号、データ、および／またはメッセージ（概して、データと称される）の通信を促進するために好適な任意のタイプの構造であってもよい。加えて、タッチセンサ401、タッチコントローラ402、およびホスト404は、任意の好適な信号または通信プロトコルを使用して、接続406および408を介して、通信してもよい。一実施形態では、接続406および408を経由した通信は、カスタム通信プロトコルの形態であってもよい。別の実施形態によると、接続406および408を経由した通信は、種々の公知のプロトコル／バスアーキテクチャのいずれかに従ってもよい。例えば、そのようなプロトコル／アーキテクチャとして、限定ではないが、マイクロチャネルアーキテクチャ（MCA）バス、業界標準アーキテクチャ（ISA）バス、拡張ISA（EISA）バス、ペリフェラルコンポーネントインターフェース（PCI）バス、PCIエクスプレスバス、ハイパートランスポート（HT）バス、ユニバーサルシリアルバス（USB）、ビデオエレクトロニクス規格業界（VESA）ローカルバス、インターネットプロトコル（IP）、他のパケットベースのプロトコル、小型コンピュータシステムインターフェース（SCSI）、インターネットSCSI（iSCSI）、シリアルアタッチドSCSI（SAS）またはSCSIプロトコルと動作する任意の他のトランスポート、アドバンスドテクノロジーアタッチメント（ATA）、シリアルATA（SATA）、アドバンスドテクノロジーアタッチメントパケットインターフェース（ATAPI）、シリアルストレージアーキテクチャ（SSA）、統合ドライブエレクトロニクス（IDE）、および／または任意のそれらの組み合わせが挙げられ得る。

【0031】

タッチセンサ401、タッチコントローラ402、およびホスト404は、図4では、別個のブロックとして描写されるが、任意の物理的構成が、提供されてもよい。例えば、一実施形態では、タッチコントローラ402およびホスト404は、単一集積回路として実装されてもよい。別の実施形態では、タッチコントローラ402およびタッチセンサ401は、ホスト404から別個の独立型デバイスとして実装されてもよい。さらに別の実施形態では、タッチセンサ401、タッチコントローラ402、およびホスト404は、デバイス内の内部接続として接続406および408を伴う、1つの物理的デバイスとして実装されてもよい。タッチセンサ401、タッチコントローラ402、およびホスト404に対応する2つ以上の物理的デバイスを含む実施形態の場合、物理的デバイスは、同一の場所または遠隔場所に物理的に位置してもよい。例えば、接続408は、インターネットであってもよく、およびホスト404は、タッチセンサ401およびタッチコントローラ402から何マイルも離れて位置するサーバコンピュータであってもよい。

【0032】

動作時、タッチコントローラ402は、接続406を介して、タッチセンサ401内の1つ以上の伝導性要素のキャパシタンス値を継続して測定するための回路を使用してもよい。ユーザが、指または他のオブジェクトを用いて、タッチセンサ401にタッチすると、タッチは、タッチ場所近傍の伝導性要素におけるキャパシタンス値を変化させる。タッチコントローラ402は、変化したキャパシタンスを認識し、タッチセンサ401がタッチされたことを判定してもよい。タッチセンサ401が2つ以上の伝導性要素を有する実施形態では、タッチコントローラ402は、タッチの場所またはタッチされた具体的伝導性要素を判定してもよい。タッチコントローラ402は、次いで、タッチされた場所をホスト404に報告してもよい。ホスト404は、全体的または部分的に、タッチの場所に基づいて、何らかのアクションを開始してもよい。

【0033】

10

20

30

40

50

図5は、本開示による、タッチセンサシステム400内の例示的タッチセンサ401の上面図を図示する。描写される実施形態によると、タッチセンサ401は、グリッドパターンに配列され、各伝導性要素が異なるxまたはy座標を表す、デカルト座標系(xおよびy)を形成する、誘電的に分離される伝導性要素X1-X7およびY1-Y7を含んでもよい。別の実施形態によると、タッチセンサ401は、極座標系または他の座標系に従って配列される、伝導性要素を含んでもよい。1つのみの伝導性要素(例えば、ソフトボタン)を有する、ある実施形態では、座標系は、要求されない。任意の單一行電極と任意の單一列電極との交差は、ノードと称される。

【0034】

伝導性要素X1-X7およびY1-Y7はそれぞれ、トレース502および504を介して、ポート552および554に電気的に接続されてもよい。示される実施形態では、各伝導性要素は、別個に、かつ直接、ポート552および554の個別の1つに接続される。別の実施形態によると、トレース502および504は、直接または間接的に(例えば、介在論理を用いて)伝導性要素X1-X7およびY1-Y7のうちの1つ以上に接続されてもよい。

10

【0035】

伝導性要素X1-X7およびY1-Y7は、任意の好適な伝導性媒体を用いて形成されてもよい。半透明タッチセンサ構成では、容量要素X1-X7およびY1-Y7は、例えば、インジウムスズ酸化物(ITO)を用いて形成されてもよい。不透明タッチセンサ構成では、容量要素X1-X7およびY1-Y7は、例えば、銅を用いて形成されてもよい。

20

【0036】

ポート552および554は、図1の波形102が結合され得る、タッチコントローラ402へのインターフェースを提供してもよい。開示される実施形態は、伝導性要素Y1-Y7に対応する1つのポート552と、伝導性要素X1-X7に対応する別個のポート554とを含むが、他の実施形態は、單一ポートまたは3つ以上のポートを備えてもよい。これらの場合には、トレース502および504は、所望のポートにルーティングされる。

【0037】

図6は、タッチセンサシステム400内の例示的タッチセンサ401の部分的断面正面立面図を図示する。描写されるように、タッチセンサ401は、その上に伝導性要素X1-X3が形成される、基板層606を備えてもよい。絶縁層608は、伝導性要素X1-X3を伝導性要素Y1から誘電的に分離してもよい。表面層610は、伝導性要素Y1の上部に形成され、タッチスクリーン401の入力表面(すなわち、ユーザが、指または他のオブジェクトを用いてタッチする表面)を提供してもよい。半透明タッチセンサ構成では、基板606および表面層610は、例えば、ガラスまたはクリアプラスチック(例えば、 Plexiglas)を用いて形成されてもよく、絶縁層608は、例えば、クリア接着剤または良好な絶縁特性を有する他の半透明材料を用いて形成されてもよい。不透明タッチセンサ構成では、基板606は、例えば、ファイバガラス(FR-4)印刷回路基板(PCB)材料を用いて形成されてもよく、絶縁層は、例えば、任意の好適な接着剤または良好な絶縁特性を有する他の材料を用いて形成されてもよく、表面層610は、例えば、ガラスまたはプラスチックを用いて形成されてもよい。他の実施形態では、絶縁層608は、存在しなくてもよく、XおよびY伝導性要素は、單一層を形成することに留意されたい。したがって、図は、例示にすぎない。

30

【0038】

以下により詳細に論じられるように、タッチコントローラ402は、雑音最適化のために、ファームウェアルーチン等の1つ以上のルーチンを実装する。図7に示されるように、タッチコントローラは、タッチ取得702と、デコードおよび追跡704と、通信706ルーチンを含んでもよい。タッチ取得702は、タッチの存在をスキャンし、ベースラインサンプリングを更新することを含む。デコードおよび追跡704は、取得されたデー

40

50

タを取り上げ、タッチが存在するかどうか判定し、かつその座標を求め、以前のタッチを追跡する。通信ルーチン 706 は、生成されたタッチデータをホストシステム 404 に報告することを含む。

【0039】

以下により詳細に論じられるように、実施形態による雑音最適化は、タッチ取得相 702 において起動され得る、フィルタリングおよび雑音検出を含む。いくつかの実施形態では、タッチ取得 702 とデコードおよび追跡 704 との間の点までがより近接する（タッチが、ルーチンを起動する前に検出される必要があるため）。

【0040】

図 8 は、音ルーチンおよびフィルタリングが、ファームウェアの通常フローとどのように相互作用するかを示す、例示的タッチ取得相 702 の下位レベル図である。示されるように、タッチ取得 702 は、自己スキャン 802 と、自己デジタルフィルタ 804 と、雑音検出 806 と、雑音補正 808 と、相互スキャン 810 と、相互デジタルフィルタリング 812 とを含む。

【0041】

自己スキャン 802 は、自己キャパシタンス、すなわち、電極がシステムに呈する、回路接地に対する容量負荷の測定を指す。相互キャパシタンスは、オブジェクト間の容量結合である。一実施例は、投影された容量タッチセンサ上の X と Y 軸電極との間の相互容量結合である。したがって、相互スキャン 810 は、選択されたノードにおいて、相互キャパシタンス測定を行う。

【0042】

雑音ルーチン 806、808 は、雑音をスキャンするために、個々のノードではなく、チャネルがアクティブ化されることを把握する必要のあるため、自己測定後、但し、相互測定前に起動される。これは、雑音が、タッチされているノードだけではなく、ノードが位置する感知チャネル全体に結合されるためである。これは、アクティブ化される感知チャネル上に位置する限り、どのノードが雑音スキャンのために選定されるかは問題ではないことを意味する。

【0043】

いくつかの実施形態では、システムは、相互スキャンおよびフィルタリングを伴わずに、自己スキャンおよびフィルタリングを実装してもよいことに留意されたい。同様に、実施形態は、相互スキャンを採用し、自己スキャンを採用しなくてもよい。この場合、相互スキャンおよびフィルタリングは、雑音ルーチンに先立って生じるであろう。

【0044】

雑音最適化は、その機能に基づいて、異なる部分、すなわち、1.) 雜音検出、2.) 雜音補正、3.) デジタルフィルタリングに分離されることができる。

【0045】

雑音検出

大量の雑音 (> 1V) が、いくつかの周波数において、システム内に導入される場合でも、実際には、それらの周波数のわずかのみが、被試験機器 (EUT) を性能の観点から不合格にさせることができ、実験によって示されている。したがって、システムを不合格にさせる雑音のみを補正し、全雑音を補正する必要はない。さらに転じて、同様に、システムを不合格にさせる雑音のみ、検出される必要がある。故に、以下では、システムを不合格にさせる雑音は、「破壊的雑音」と称される一方、そうではない雑音は、「非破壊的雑音」と称されるであろう。

【0046】

いくつかの雑音周波数のみが有害である理由は、雑音の基本周波数およびセンサがスキャンされる周波数に関する。図 1 は、これの簡略化された実施例を示す。線 102 は、システム内に導入される雑音である。我々の測定は全て、この雑音「次第」となるであろう。すなわち、上昇すると、上昇し、下降すると、下降する。小点 104 は、スキャンがセンサ上で行われるときの時間を示す。小点 104 は、y - 軸に沿ってほぼ同一のレベルに

10

20

30

40

50

あることに留意されたい。これは、所定の数のサンプル（「パケット」と称される）の平均が、システムが、いかなる雑音も被っていなかった場合のように、類似結果をもたらすことを意味する。これは、基本的に、非破壊的雑音に関して生じるものである。

【0047】

対照的に、図2に示されるように、センサスキャン104の平均がオフセットを生成する時が存在することに留意されたい。この雑音の周波数によって、誤差が、スキャン結果に導入されるであろう。これは、システムが破壊的雑音を被るときに生じるものである。

【0048】

これを視野に入れて見直すために、雑音102のピーク間振幅が、1Vであると仮定する。タッチは、非タッチ状態から約20mVの変化を生じさせる。これは、システムが、信号が跳ね返る雑音の振幅の1/50である、電圧変化を検出しようとしていることを意味する。

【0049】

破壊的雑音と非破壊的雑音を分離することは、雑音ルーチンの雑音検出側面の主要目標である。これは、種々の理由から困難である。最大の障害は、システム内に結合される雑音の量が、センサにタッチすることによって大きく影響されるという事実である。問題をさらに複雑にしているのは、システム内に結合される雑音が、タッチされる個々のノードではなく、感知チャネル全体に対して隔離されることである。すなわち、雑音は、タッチされているものではなく、電極（チャネル）上の全ノード内に結合される。これは、以下に論じられる、雑音検出ルーチンが実際に行われるとき、重要な役割を果たす。

【0050】

例証するために、非タッチシナリオおよびタッチシナリオの実施例（同一量の雑音が両方に適用される）が、それぞれ、図9および図10に示されるように、提供される。

【0051】

本知識を用いて、実施形態は、タッチが、破壊的雑音が検出され得る前に、最初に検出される必要があるという事実に基づく。センサは、通常通り、各センサチャネル上で自己測定を行い、それらのチャネルのうちの1つ上におけるタッチを報告した後のみ、雑音検出ルーチンを開始するであろう。タッチとして識別されたチャネルを用いて、雑音検出ルーチンは、次いで、そのアクティブ化されたチャネル内の1つのノード上でユーザ定義数の相互「雑音スキャン」を行うであろう。雑音スキャンは、通常スキャンに非常に類似するが、フィルタリングが雑音スキャンでは行われず、スキャンによって返されるデータは、異なるように処理される。

【0052】

通常のスキャンのように、雑音スキャンは、キャパシタンス測定の集合から成り、そのサイズは、現在のオーバーサンプリングの量に基づく。しかしながら、通常のスキャンのように、これらの測定の合計を返す代わり、雑音スキャンは、平均容量測定値を見つけ、その値を返す。これらの平均値は、その直前に採取された平均値と比較され、その差異が、算出される。これらの平均差は全て、ともに合計され、容量測定の各集合間の「合計平均差」を算出する。本合計平均差は、システム内の雑音に対する唯一の識別しとして使用されるであろう。アルゴリズムは、以下のように表されることができる。

n 値のサンプル集合

【化1】

$\{Y_0 \dots Y_n\}$

とすると

【化2】

$$SMD = \sum_{x=1}^n \max(Y_x, Y_{x-1}) - \min(Y_x, Y_{x-1})$$

【0053】

手っ取り早くかつ基本的実施例として、タッチとしてチャネルを識別後、5回の雑音ス

10

20

30

40

50

キャンが行われると仮定する。各スキャンの平均値が、算出および記憶され、以下の集合となる。

{ 75, 78, 74, 72, 75 }

【0054】

以下の算出は、合計平均差を求めるために行われるであろう。

(78 - 75) + (78 - 74) + (74 - 72) + (75 - 72) = 12

【0055】

このように行う理由が、一例として、図11および図12に示される。具体的には、図11は、非破壊的雑音1101を示す。システム上には、確かに雑音が存在するが、水平軸の周囲に直交する。線1102は、所与の時間における雑音の最大値を表し、線1104は、最小値を表す。線1106は、集合の平均を表し、サンプル集合間であまり変動しない。本タイプの雑音は、合計平均差に対して低値を返すであろう。

【0056】

破壊的雑音1201は、図12に示される。信号は、水平軸の周囲でもはや対称ではない。最大値は、線1202によって示され、最小値は、線1204によって示される。この場合、平均値1206は、1つのサンプル集合から次のサンプル集合間で非常に大きく逸脱する。合計平均差は、本タイプの雑音が被られるとき、非常に高値を返すであろう。

【0057】

合計平均差は、したがって、我々のシステムが破壊的雑音のみによって影響されるかどうかを判定するための信頼性のある方法として作用し、絶対的に必要とされるときのみ起動されるため、雑音ルーチンのオーバーヘッドを低減させる。

【0058】

雑音補正

いったんシステムが、雑音を被っていることが検出されると、付加的ルーチンが、行われ、その雑音の補正を試みる。具体的には、波形が、雑音の影響を低減させるように操作される。いくつかの実施形態では、オーバーサンプリングが、雑音を低減させるように増加され得るが、これは、変化に対してよりゆっくりなセンサ応答時間をもたらす（すなわち、センサをスキャンするためにより時間がかかる場合、押下を検出するためにより時間がかかる）。オーバーサンプリングが採用される実施形態では、オーバーサンプリングは、雑音がタイミング操作技法を使用して低減された後、再び、減少されることができる。

【0059】

いくつかの実施形態では、波形が、前述の3つのタイミングのうちの1つ以上を動的に変化させることによって操作される。いくつかの実施形態では、全3つのタイミングは、継続的に次々に調節され、常に、最小雑音構成を見つけるように試みてもよい。例えば、サンプリングレータが、最初に調節され、次いで、示差サンプル間の時間、次いで、取得時間が調節されてもよい。プロセスは、次いで、各段階において、異なるタイミング変化で繰り返されてもよい。

【0060】

その理由を考えるために、再び、非破壊雑音と破壊的雑音との間の差異に目を向けることが役立つ。例えば、図13のグラフ1302に示されるように、破壊的雑音102は、サンプリングされた値104に有意な変動を生じさせる（図1および図2におけるように、グラフ1302は、サンプルのパケットの平均を表す）。しかし、各サンプルの前に、遅延が追加され、非破壊的雑音の図のようになり得る。これは、基本的に、即時雑音補正ルーチンの役割である。雑音を排除せず、単に、破壊的雑音を非破壊的雑音に変換しようと試みる。これは、図13によって示される過程に見られ得る。これは、単に、理論のグラフ表現であって、実際のデータではないことに留意されたい。1302では、雑音は、破壊的である。1304では、第1のパス遅延d1が、サンプル間に追加される。1306では、第2のパス遅延d2が、サンプル間に追加される。この時点で、サンプリングは、比較的に一定である。いくつかの実施形態では、遅延分解能は、実装マイクロコントローラの命令サイクルに対応してもよい（例えば、32MHzクロックで125ns、また

10

20

30

40

50

は 16 MHz クロックで 250 ns)。一般に、分解能が細かいほど、有効周波数は、高くなる。実際の実験結果は、図 14 および図 15 に示される。図 14 は補正が適用されないシステムに適用される、破壊的雑音を示す。図 15 は、実施形態による、雑音補正ルーチンの結果を示す。他の図におけるものと同一の試験および同一の雑音プロファイルであるが、ここでは、補正ルーチンを伴う。雑音補正ルーチン 808 は、容量測定間にスタッフ遅延を保ち、新しい遅延が雑音に対して正しく調節されたかどうか確認するために、雑音検出ルーチンを再起動するであろう。雑音検出ルーチン 806 が、依然として、雑音を検出する場合、雑音補正ルーチン 808 は、再び、起動し、新しい遅延を古いものにさらに追加するであろう。本プロセスは、雑音検出ルーチン 806 が雑音をもはや検出せず、または遅延を追加することが可能な回数を超過するまで、繰り返される。上限が、雑音の補正を試みる回数に課されてもよく、したがって、本プロセスは、無限にループしない。追加される実際の遅延もまた、制御されてもよく、したがって、それらは、指数関数的に大きく増えることはなく、我々のシステム性能を低下させることもない。

【0061】

いったん補正ルーチン 808 が起動され、雑音検出ルーチン 806 が雑音をもはや検出しなくなると、ファームウェアは、次いで、デコードおよび追跡相 704 に進められる。しかしながら、いくつかの実施形態では、これは、雑音補正ルーチン 808 のジョブの終了ではない。これらのルーチン 808 は、システムの状態、すなわち、雑音またはクリーン状態にあるかどうかを追跡し、これらの状態のいずれかになる、その状態ではなくなる、またはその状態に留まるかどうかに基づいて、あるアクションを行う。雑音ルーチン 808 は、雑音検出ルーチン 806 が、システムが雑音状態にあるときに雑音が検出されないことを返すと始動する、雑音タイマを利用する。

【0062】

タイマが起動している間、システムは、依然として、雑音をチェックし、雑音がシステム内に再導入される場合、タイマは、キャンセルされる。システムは、タイマがオーバーフローするまで、クリーン状態に変化しないであろう。これは、雑音検出ルーチン 808 が実際には存在する雑音を検出しない場合に対処する。すなわち、タイマは、いくつかの連続クリーンスキャンが行われまで、「クリーン」状態への遷移が生じないことを確実にするために使用される。これは、クリーンに見える単回誤測の代わりに、信号に真に雑音がないことのより確実な保証を提供する。

【0063】

図 16 に示されるような状態機械は、雑音補正ルーチン 808 がどのようにこれに対処するかを概略する。より具体的には、現在の状態が雑音状態であって、雑音が検出される場合、ルーチンは、状態 1602 となり、タイマを停止し、追加された遅延数をチェックする。最大値を超える場合、タッチが、状態 1610 において抑制される。そうでなければ、状態 1612 において、サンプリングの前に、遅延が増加および追加され、試みられた遅延の数が、インクリメントされる。

【0064】

現在の状態が雑音状態であって、雑音が検出されない場合、タイマステータスが、状態 1606 においてチェックされる。始動されていない場合、状態 1614 において、リセットおよび始動される。タイマが始動されている場合、システムは、何もしない状態 1604 となる。現在の状態がクリーンであって、雑音が検出されない場合、システムは、何もしない状態 1604 となる。

【0065】

現在の状態がクリーンであって、雑音が検出される場合、システムは、状態 1608 となる。システムは、雑音状態に更新し、試みられた遅延の数をリセットする。加えて、サンプリング前に、遅延がリセットおよび追加される。

【0066】

最後に、現在の状態が雑音状態であって、タイマカウントを超える場合、システムは、状態 1616 において、クリーンステータスに変化するであろう。

10

20

30

40

50

【0067】

雑音ルーチンは、ループされ、雑音を修正する遅延を見つけようとするが、タッチデータは、送信されていないことに留意することは、重要である。これは、システムに影響を及ぼす雑音によって、データが役に立たないものにされる可能性が高く、雑音非補正データが伝送されるべきではないため、重要である。

【0068】

デジタルフィルタリング

いくつかの実施形態によると、デジタルフィルタリングルーチン（自己デジタルフィルタ804、相互デジタルフィルタ812の一部として、またはデコードおよび追跡モジュール704内に実装されてもよい）は、自己および相互スキャンから取得された未加工データ上で行われる、単純移動平均フィルタである。しかしながら、種々の実施形態によると、全スキャンが、フィルタリングされるわけではない。3つのタイプのスキャンが行われ、これらのうちの1つのみが、実際には、フィルタリングされる。3つのタイプは、以下である。

1.) 通常スキャン - これらは、センサがタッチに対してスキャンされているときに生じ、雑音が検出されると、保留される。

2.) ベースラインスキャン - これらは、システムのベースラインを更新しているときに生じる。

3.) 雑音スキャン - これらは、前述のように、雑音ルーチンによって起動されるスキャンであって、雑音が検出されるときに行われる。いったんシステムが、雑音状態にあると識別されると、雑音スキャンは、雑音を調節するために、異なる遅延を試行および再試行するために使用される。通常のスキャンは、システムが再度クリーン状態になった後に再開される。いくつかの実施形態では、検出に先立って、信号からの雑音を除去することは無駄であるため、通常のスキャンのみ、フィルタリングされる。また、ベースラインスキャンは、非タッチ状態の間のみ起動され、前述のように、いくつかの実施形態では、検出されるほど十分な雑音は、非タッチ状態の間にシステム内に結合されない。

【0069】

移動平均フィルタは、以下の通りである。

【化3】

$$Y_n = \frac{(a-1)Y_{n-1} + X_n}{a}$$

式中、a = フィルタ係数

【0070】

フィルタ係数は、以前の測定が現在の測定にどれほど影響を及ぼすかの荷重配分比として作用する。aに対する大値は、以前の値から強い影響をもたらす一方、小値は、あまり影響を及ぼさないであろう。雑音が検出されるときのみ起動される、雑音ルーチンと異なり、フィルタは、有効にされる場合、常に起動する。フィルタは、個々の容量サンプルが採取される度に起動される。したがって、16個のサンプルが採取される場合、フィルタは、16回、繰り返し起動される。1番最初のサンプルが採取されたシードは、その集合内の全サンプルの平均信号レベルである。各連続容量サンプルは、次いで、以前のフィルタリングされたサンプルをそのシードとして使用する。集合内の全サンプルの平均信号を使用することによって、フィルタリングは、容量測定を行うことと同時に行われることはできず、全サンプルが採取された後に行われる。

【0071】

図17は、システムが雑音を被っているときのフィルタリング結果のスクリーンショットを示す。1702では、フィルタは、オフであるが、雑音補正ルーチンが起動されている。1704では、フィルタは、オンであって、雑音レベルに有意な低減を示す。

【0072】

図18は、実施形態の動作を図示する、フロー図である。最初に、タッチが、検出され

10

20

30

40

50

てもよい(1802)。いったんタッチが検出されると、雑音の有無の判定が、行われる(ステップ1804)。前述のように、これは、複数のサンプルにわたって、合計平均差技法を使用して行われ、結果が所定の閾値を超えるかどうかを判定してもよい。雑音が存在しない場合、システムは、ステップ1806において、雑音を継続して監視するであろう。

【0073】

雑音が存在する場合、信号が、雑音を補正するように操作されてもよい。具体的には、いくつかの実施形態では、1つ以上のタイミング設定が、遅延を追加すること等によって調節されてもよい。前述のように、タイミングは、サンプリング時間、波形間の時間、または取得タイミングであってもよい。遅延は、所定のインクリメントあるいは1つ以上の所定またはランダム遅延選択肢の選択からであってもよい(ステップ1808)。前述のように、本プロセスは、遅延またはタイマが所定の閾値/カウントを超えるまで反復してもよい。いったん雑音が、閾値をもはや超えないと判定されると、システムは、信号上でフィルタリングを実装し(ステップ1810)、信号は、デコードおよび追跡のために提供される。

10

【0074】

最後に、図19は、実施形態による、雑音ロバスト性を実装するために使用され得る、センサシステム1900を図示する、ブロック図である。システム1900は、感知コントローラ1901と、感知電極1902と、ホストシステム1903とを含む。感知電極1902は、図1に示されるような構成を実装してもよい。ホスト1903は、携帯電話、ラップトップコンピュータ、入出力デバイス、および同等物等の、容量センサ信号および/またはそこから導出される情報あるいはデータを利用することができる、任意のシステムであってもよい。

20

【0075】

図示される実施例では、TX信号発生器1904は、伝送機信号 V_{TX} を伝送電極TXDに提供する。受信電極RX0-RX4は、信号調節モジュール1906によって読み取られる。信号調節の出力は、ADC1907に提供され、バス1908等の信号線または他の媒体を通して、信号処理ユニット1908に提供される。信号処理ユニット1908は、取得、デコードおよび追跡、ならびに通信の機能性を実装してもよい(図7)。結果として生じる出力は、入出力ユニット1919を介してホスト1903に提供されてもよい。

30

【0076】

本システムはさらに、内部クロック1909、フラッシュメモリ1912等のメモリ、電圧基準1910、電力管理1914、低電力起動1916、リセット制御1922、および通信制御1920等の種々の付加的なモジュールを含んでもよい。

【0077】

本発明は、具体的実施形態に関して説明されたが、これらの実施形態は、単に、例証であって、本明細書に開示される本発明の制限ではない。本発明の図示される実施形態の本明細書における説明は、要約および概要における説明を含め、包括的であること、または本発明を本明細書に開示される精密な形態に限定することを意図しない(および、特に、要約または概要内の任意の特定の実施形態、特徴、または機能の包含は、発明の範囲をそのような実施形態、特徴、または機能に限定することを意図しない)。むしろ、説明は、当業者に、要約または概要に説明される任意のそのような実施形態特徴または機能を含め、本発明を任意の特に説明される実施形態、特徴、または機能に限定せず、本発明を理解するための背景を提供するために、例証的実施形態、特徴、および機能を説明することを意図する。

40

【0078】

本発明の具体的実施形態およびその実施例は、例証目的のためだけに本明細書に説明されるが、種々の均等修正も、当業者が認識および理解するであろうように、本発明の精神および範囲内において可能である。示されるように、これらの修正は、本発明の図示され

50

る実施形態の前述の説明に照らして、本発明に行われてもよく、本発明の精神および範囲内に含まれるものとする。したがって、本発明は、その特定の実施形態を参照して、本明細書に説明されるが、様々な修正、種々の変更、および代用が、前述の開示内で意図され、いくつかの事例では、記載されるような本発明の範囲および精神から逸脱することなく、本発明の実施形態のいくつかの特徴が、他の特徴の対応する使用を伴わずに、採用されるであろうことが理解されるであろう。したがって、多くの修正は、特定の状況または材料を本発明の本質的範囲および精神に適合させるために行われ得る。

【0079】

本明細書の全体を通した「one embodiment (一実施形態)」、「an embodiment (ある実施形態)」、または「a specific embodiment (具体的実施形態)」、あるいは類似専門用語の参照は、実施形態に関連して説明される特定の特徴、構造、または特性が、少なくとも1つの実施形態に含まれ、必ずしも、全実施形態に存在しなくてもよいことを意味する。したがって、語句「in one embodiment (一実施形態では)」、「in an embodiment (ある実施形態では)」、または「in a specific embodiment (具体的実施形態では)」、あるいは本明細書の全体を通した種々の場所における類似専門用語の個別の表出は、必ずしも、同一の実施形態を参照するわけではない。さらに、任意の特定の実施形態の特定の特徴、構造、または特性は、任意の好適な様式において、1つ以上の他の実施形態と組み合わせられてもよい。本明細書に説明および図示される実施形態の他の変形例および修正も、本明細書の教示に照らして可能であって、本発明の精神および範囲の一部として見なされるべきであることを理解されたい。10

【0080】

本明細書の説明では、構成要素および/または方法の実施例等の多数の具体的詳細が、本発明の実施形態の完全理解を提供するために提供される。しかしながら、当業者は、実施形態が、具体的詳細のうちの1つ以上を伴わずに、あるいは他の装置、システム、アセンブリ、方法、構成要素、材料、部品、および/または同等物を伴って、実践可能であり得ることを認識するであろう。他の事例では、公知の構造、構成要素、システム、材料、または動作は、本発明の実施形態の側面を曖昧にすることを回避するために、具体的には、詳細に図示または説明されない。本発明は、特定の実施形態を使用することによって図示され得るが、これは、任意の特定の実施形態ではなく、本発明をそれに限定するわけでもなく、当業者は、付加的実施形態が、容易に理解可能であって、本発明の一部であることを認識するであろう。20

【0081】

本明細書に説明される本発明の実施形態のルーチン、方法、またはプログラムを実装するために、C、C++、Java (登録商標)、アセンブリ言語等を含む、任意の好適なプログラミング言語を使用することができる。手続き型またはオブジェクト指向等の異なるプログラミング技法を採用することができる。任意の特定のルーチンが、單一コンピュータ処理デバイスまたは複数のコンピュータ処理デバイス、單一コンピュータプロセッサまたは複数のコンピュータプロセッサ上で実行することができる。データは、單一記憶媒体内に記憶され、または複数の記憶媒体を通して分散されてもよく、單一データベースまたは複数のデータベース (または、他のデータ記憶技法) 内に常駐してもよい。ステップ、動作、または算出は、具体的順番で提示され得るが、本順番は、異なる実施形態では、変更されてもよい。いくつかの実施形態では、複数のステップが本明細書に順次的として示される範囲において、代替実施形態におけるそのようなステップのいくつかの組み合わせが、同時に行われてもよい。本明細書に説明される動作のシーケンスは、オペレーティングシステム、カーネル等の別のプロセスによって中断、一時停止、または別様に制御することができる。ルーチンは、オペレーティングシステム環境内において、または独立ルーチンとして、動作することができる。本明細書に説明される機能、ルーチン、方法、ステップ、および動作は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、または任意のそれらの組み合わせにおいて行うことができる。30

【0082】

本明細書に説明される実施形態は、ソフトウェア、またはハードウェア、または両方の組み合わせにおいて、制御論理の形態で実装することができる。制御論理は、情報処理デバイスに、種々の実施形態に開示される一式のステップを行うよう指示するように適合された複数の命令として、コンピュータ可読媒体等の情報記憶媒体内に記憶されてもよい。本明細書に提供される本開示および教示に基づいて、当業者は、本発明を実装するための他の手法および／または方法を理解するであろう。

【0083】

ソフトウェアプログラミングまたはコード内に、本明細書に説明されるステップ、動作、方法、ルーチン、またはその一部のいずれかを実装することもまた、本発明の精神および範囲内であって、そのようなソフトウェアプログラミングまたはコードは、コンピュータ可読媒体内に記憶することができ、プロセッサによって、コンピュータに、本明細書に説明されるステップ、動作、方法、ルーチン、またはその一部のいずれかを行わせるよう操作することができる。本発明は、1つ以上の汎用デジタルコンピュータ内のソフトウェアプログラミングまたはコードを使用することによって、特定用途向け集積回路、プログラマブル論理デバイス、フィールドプログラマブルゲートアレイ等を使用することによって、実装されてもよい。光学的、化学的、生物学的、量子力学的、またはナノ加工システム、構成要素および機構が、使用されてもよい。一般に、本発明の機能は、当技術分野において公知のような任意の手段によって達成することができる。例えば、分散型またはネットワーク化システム、構成要素、および回路を使用することができる。別の実施例では、データの通信または転送（または別様に、ある場所から別の場所に移動させることは、有線、無線、または任意の他の手段によるものであってもよい。

10

20

30

40

【0084】

「コンピュータ可読媒体」は、命令実行システム、装置、システム、またはデバイスによって、あるいはそれと併せて使用するために、プログラムを含有、記憶、通信、伝搬、もしくはトランスポートすることができる、任意の媒体であってもよい。コンピュータ可読媒体は、限定ではなく、単なる一例として、電子、磁気、光学、電磁、赤外線、または半導体システム、装置、システム、デバイス、伝搬媒体、あるいはコンピュータメモリであり得る。そのようなコンピュータ可読媒体は、概して、機械可読であって、人間可読（例えば、ソースコード）または機械可読（例えば、オブジェクトコード）であり得る、ソフトウェアプログラミングまたはコードを含むものとする。非一過性コンピュータ可読媒体の実施例は、ランダムアクセスメモリ、読み専用メモリ、ハードドライブ、データカートリッジ、磁気テープ、フロッピー（登録商標）ディスクケット、フラッシュメモリドライブ、光学データ記憶デバイス、コンパクトディスク読み専用メモリ、ならびに他の適切なコンピュータメモリおよびデータ記憶デバイスを含むことができる。例証的実施形態では、ソフトウェア構成要素のうちのいくつかまたは全ては、単一サーバコンピュータまたは別個のサーバコンピュータの任意の組み合わせ上に常駐し得る。当業者が理解し得るように、本明細書に開示される実施形態を実装するコンピュータプログラム製品は、コンピューティング環境内の1つ以上のプロセッサによって翻訳可能であるコンピュータ命令を記憶する、1つ以上の非一過性コンピュータ可読媒体を備えてもよい。

30

40

【0085】

「プロセッサ」は、データ、信号、または他の情報を処理する、任意のハードウェアシステム、機構、または構成要素を含む。プロセッサは、汎用中央処理ユニット、複数の処理ユニット、機能性を達成するための専用回路、または他のシステムを伴うシステムを含むことができる。処理は、地理的場所に限定される、または時間的制限を有する必要はない。例えば、プロセッサは、「リアルタイム」、「オンライン」、「バッチモード」等でその機能を行うことができる。処理の一部は、異なる時間および異なる場所で、異なる（または、同一の）処理システムによって行うことができる。

【0086】

本明細書で使用されるように、用語「comprise（備える）」、「compr

50

s i n g (備える)」、「i n c l u d e (含む)」、「i n c l u d i n g (含む)」、「h a s (有する)」、「h a v i n g (有する)」、またはその任意の他の変形例は、非排他的含有を網羅することが意図される。例えば、要素のリストを備える、プロセス、製品、物品、または装置は、必ずしも、それらの要素のみに限定されず、明示的にリストされていない、あるいはそのようなプロセス、プロセス、物品、または装置に固有の他の要素を含んでもよい。

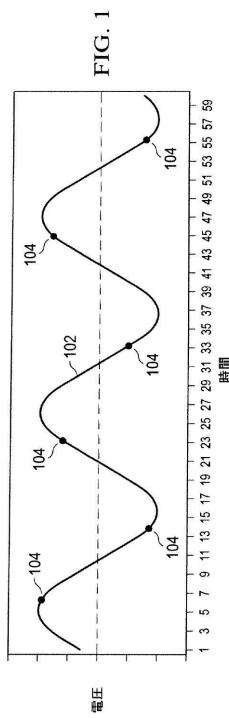
【0087】

さらに、用語「o r (または)」は、本明細書で使用されるように、別様に示されない限り、概して、「a n d / o r (および/または)」を意味すると意図される。例えば、条件AまたはBは、以下のうちのいずれか1つによって充足される。Aは、真(または、存在)であって、Bは、偽(または、不在)である、Aは、偽(または、不在)であって、Bは、真(または、存在)である、ならびにAおよびBの両方が、真の(または、存在)である。本明細書で使用されるように、以下の請求項を含め、「a」または「a n」(および、先行詞が「a」または「a n」であるときは、「t h e」)によって先行される用語は、別様に請求項内で明確に示されない限り、そのような用語の単数形および複数形の両方を含む(すなわち、「a」または「a n」の参照は、単数形のみまたは複数形のみを明確に示す)。また、本明細書の説明および以下の請求項全体を通して使用されるように、「i n (の中に)」の意味は、文脈によって明確に別様に示されない限り、「i n (の中に)」および「o n (の上に)」を含む。

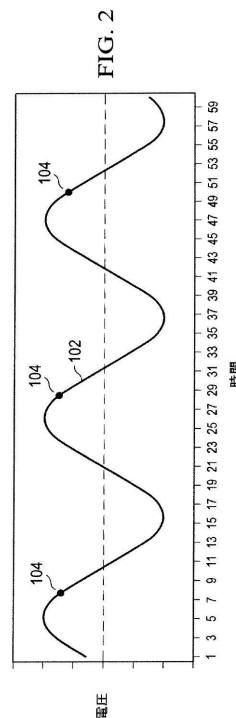
【0088】

図面/図で描写される要素のうちの1つ以上はまた、特定の用途に従って有用であるように、さらに分離または統合した様式で実装し、またはさらにある場合において、除去するか、動作不可能にすることもできると理解されるであろう。加えて、図面/図中の任意の信号矢印は、別様に具体的に記述されない限り、限定的ではなく例示的にすぎないと見なされるべきである。

【図1】



【図2】



10

20

【図3】

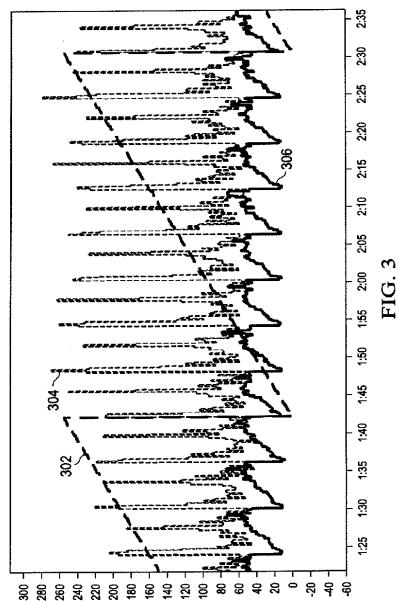


FIG. 3

【図4】

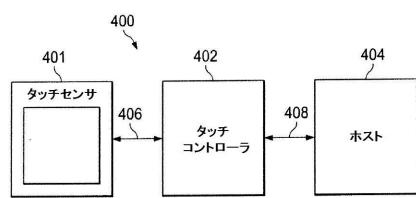


FIG. 4

【図5】

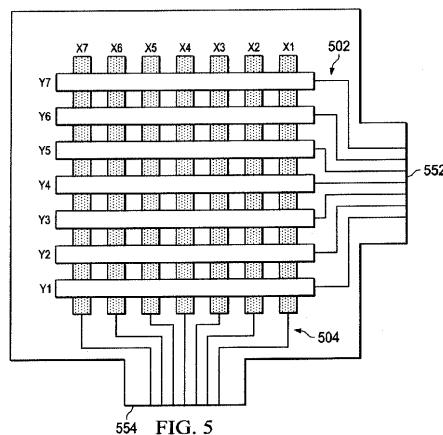


FIG. 5

【図6】

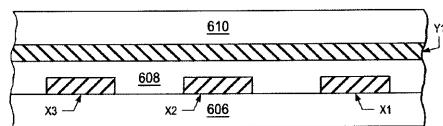


FIG. 6

【図7】

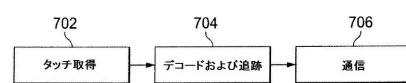


FIG. 7

【図8】

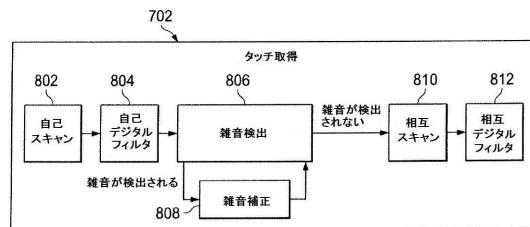


FIG. 8

【図9】

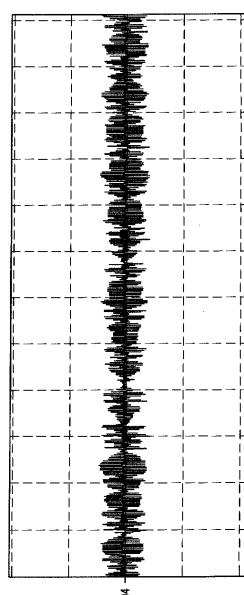


FIG. 9

【図 10】

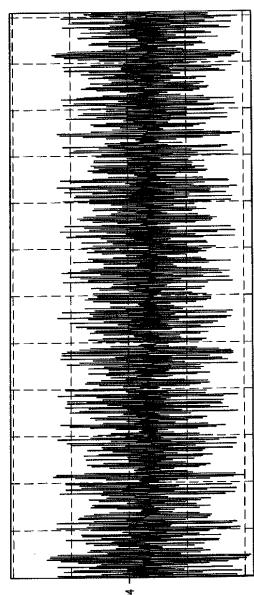


FIG. 10

【図 11】

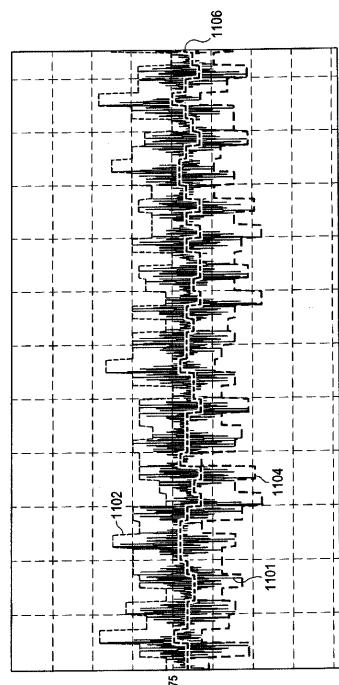


FIG. 11

【図 12】

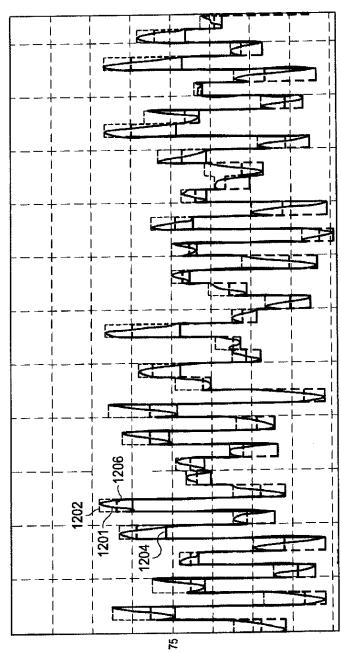


FIG. 12

【図 13】

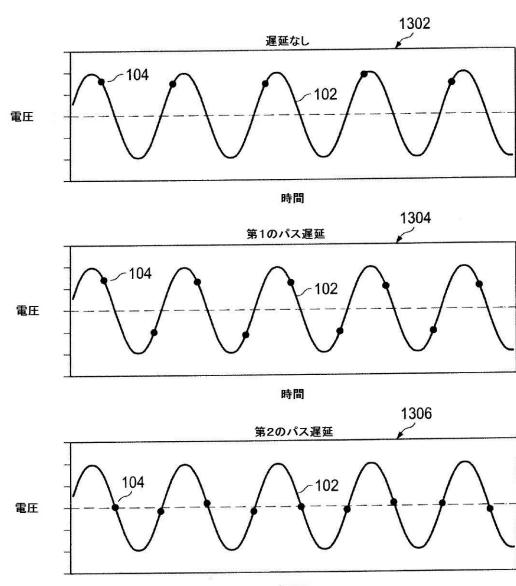


FIG. 13

【図14】

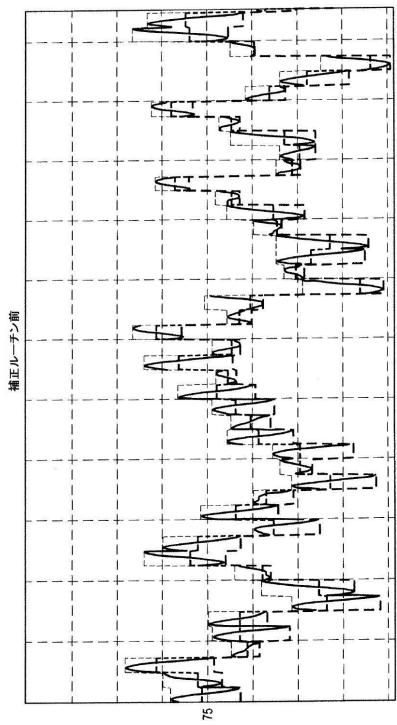


FIG. 14

【図15】

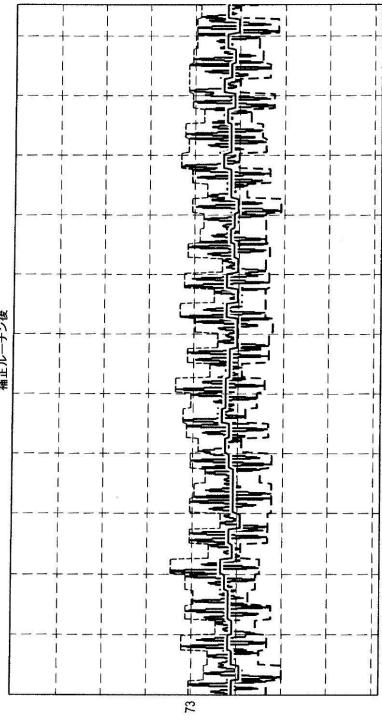


FIG. 15

【図16】

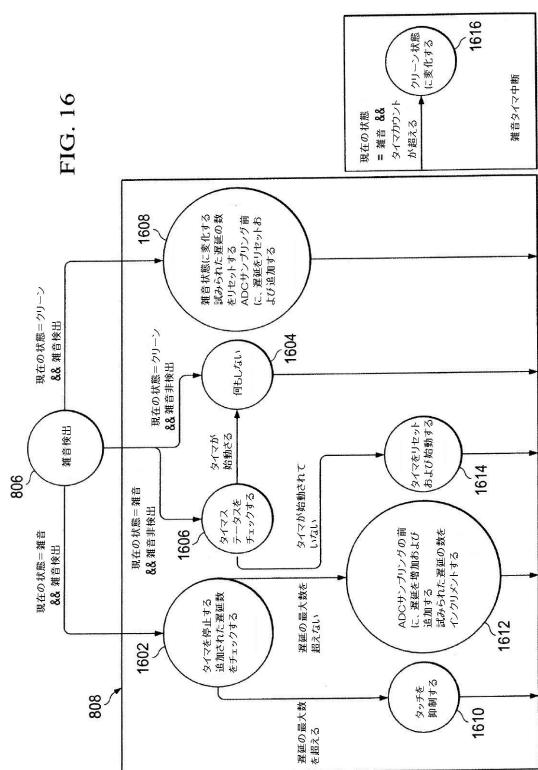


FIG. 16

【図17】

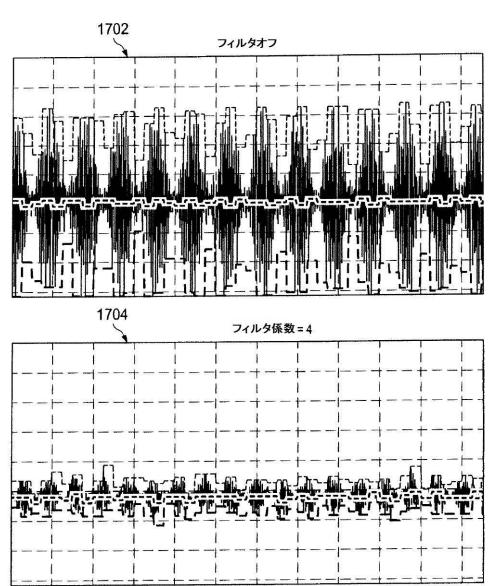
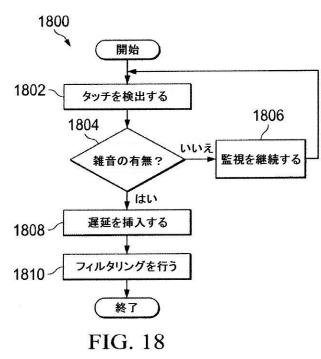
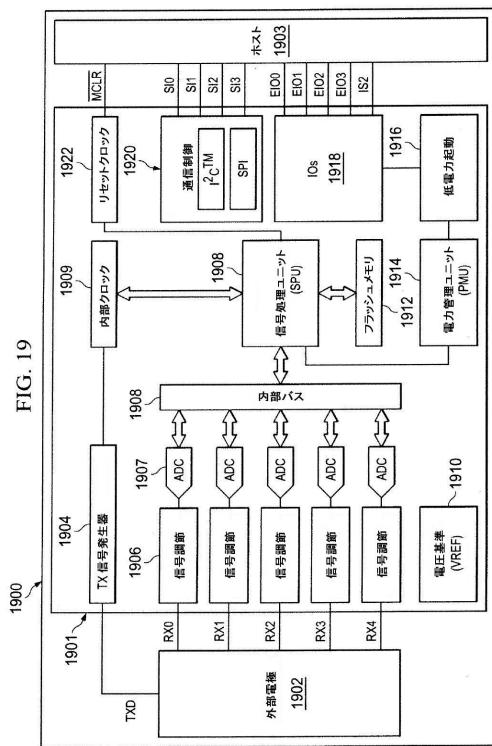


FIG. 17

【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 ポーリス , アンドリュー

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 53223 , ブラウン ディア , エヌ. 51エスティ
ー ストリート 9055 , ナンバーエイチ

(72)発明者 ダビソン , バーク

アメリカ合衆国 アリゾナ 85224 , チャンドラー , エス. アルマ スクール ロード
125 , アパートメント 1189

審査官 菅原 浩二

(56)参考文献 特開平04-371916 (JP, A)

特表2009-535742 (JP, A)

特開2010-015262 (JP, A)

特表2009-541740 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0115729 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 06 F 3 / 041

G 06 F 3 / 044