

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号

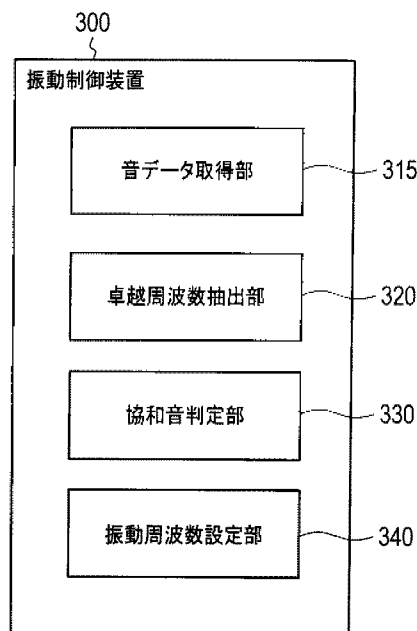
WO 2014/097611 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01) G06F 3/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007396
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 17 日(17.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-279743 2012 年 12 月 21 日(21.12.2012) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 杉山 真史(SUGIYAMA, Masashi). 西川 敬之(NISHIKAWA, Takayuki). 西田 要一(NISHIDA, Yoichi). 横山 亮(YOKOYAMA, Ryo).
- (74) 代理人: 内藤 浩樹, 外(NAITO, Hiroki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION CONTROL DEVICE, TOUCH PANEL INPUT DEVICE, AND VIBRATION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 振動制御装置、タッチパネル入力装置、および振動制御方法



- 300 Vibration control device
315 Sound data acquisition unit
320 Dominant frequency extraction unit
330 Consonant sound determination unit
340 Vibration frequency setting unit

(57) Abstract: The present invention achieves both a reduction in discomfort resulting from a panel vibration sound and the maintaining of the operational sensation of touch operations of a touch panel when using a touch panel that vibrates synchronously with the touch operations. This vibration control device (300), which is used in a touch panel that vibrates synchronously with touch operations, has: a sound data acquisition unit (315) that acquires sound data of ambient sounds around the touch panel; a dominant frequency extraction unit (320) that extracts the dominant frequency sound of the ambient sounds from the acquired audio data; a consonant sound determination unit (330) that determines a consonant sound frequency that is a frequency of sound that is consonant with the sound of the extracted dominant frequency; and a vibration frequency setting unit (340) that sets the frequency of the vibration of the touch panel to be the determined consonant sound frequency.

(57) 要約: タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチパネルのタッチ操作の操作感の維持とを両立させる。振動制御装置(300)は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる装置であって、タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部(315)と、取得された音データから、周囲音の卓越周波数音を抽出する卓越周波数抽出部(320)と、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部(330)と、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する振動周波数設定部(340)と、を有する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

振動制御装置、タッチパネル入力装置、および振動制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる、振動制御装置および振動制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、スマートフォンやタブレット端末等、タッチパネルを備えた各種のタッチパネル入力装置において、タッチ操作に同期してタッチパネルを振動させることが広く行われている（例えば、特許文献1参照）。このようなタッチパネルの振動は、タッチ操作に触覚によるフィードバックを付与し、従来のキースイッチ操作において得られていた操作感（operational feeling（例えば、クリック感（click feeling）、タクタイル感（tactile feeling）））を補完することができる。

[0003] ところが、タッチパネルの振動（以下、適宜「パネル振動」という）は、タッチパネル入力装置の他の部分や、タッチパネル入力装置が置かれた机等に伝搬し、振動音を発生させることがある。このような、パネル振動により発生する振動音（以下、適宜「パネル振動音」（panel vibration sound）という）の周波数は、通常、パネル振動の周波数に一致する。本来、パネル振動音は、不要な音であり、操作者や周囲の人に不快感を与え得る。

[0004] そこで、人の耳に伝わり難い周波数でパネル振動を行う技術が、例えば、特許文献2に記載されている。また、高周波数の音を別途発生させることにより、パネル振動音を聞こえ難くする技術が、例えば、特許文献3に記載されている。これらの従来技術は、パネル振動音による不快感を低減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-122507号公報

特許文献2：特開2006-79136号公報

特許文献3：特開2008-130055号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：梅本堯夫、「音楽心理学」、誠信書房、第2章§3「協和に関する実験的知見」、1966年6月28日

発明の概要

[0007] しかしながら、従来技術は、パネル振動音による不快感の低減と、タッチパネルのタッチ操作の操作感の維持とを両立させることが難しいという課題を有する。

[0008] 理由は、以下の通りである。人の耳の可聴域は、通常、20～2万Hzである。一方、タッチパネル入力装置の他の機能に悪影響を及ぼさない範囲で、タッチ操作の操作感が十分に得られるような振動の帯域は、通常、50Hz～400Hz付近（特許文献3参照）である。すなわち、操作感が得られるパネル振動の周波数の大部分は、人の耳の可聴域と重複している。また、操作感を得るためには、ある程度の振動強度が必要であるが、その分、高周波数の音の音量を大きくする必要がある。すなわち、高周波数の音を別途発生させることは、操作者や周囲の人に与える不快感を増大させるおそれがある。

[0009] 本発明の目的は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチ操作の操作感の維持とを両立させることである。

[0010] 本発明の一態様に係る振動制御装置は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御装置であって、タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部（sound data acquiring section）と、取得された音データから、周囲音の卓越周波数（predominant frequency）を抽出する卓越周波数抽出部（predominant frequency acquiring section）と、抽出された卓越周波数の音と協和する（in consonant with）音の周波

数である協和音周波数（consonant sound frequency）を判定する協和音判定部（consonant sound determining section）と、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する振動周波数設定部（vibrational frequency setting section）と、を有する。

[0011] 本発明の一態様に係るタッチパネル入力装置は、タッチ操作を受け付けるタッチパネルと、タッチ操作に同期してタッチパネルに振動を発生させる振動発生部と、タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部と、取得された音データから、周囲音の卓越周波数を抽出する卓越周波数抽出部と、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部と、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する振動周波数設定部と、を有する。

[0012] 本発明の一態様に係る振動制御方法は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御方法であって、タッチパネルの周囲音の音データを取得するステップと、取得された音データから、周囲音の卓越周波数を抽出するステップと、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定するステップと、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定するステップと、を有する。

[0013] 本発明は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチ操作の操作感の維持とを両立させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施の形態1に係る振動制御装置の構成の一例を示すブロック図

[図2]本発明の実施の形態2に係るタッチパネル入力装置の構成の一例を示すブロック図

[図3]実施の形態2におけるタッチパネルの構成の一例を模式的に示す図

[図4]実施の形態2におけるタッチパネルの振動波形の一例を示す波形図

[図5]実施の形態2における卓越周波数条件の一例を示す図

[図6]実施の形態2における協和音周波数比リストの一例を示す図

[図7]実施の形態2における表示画像の一例を示す平面図

[図8]実施の形態2における座標範囲情報の一例を示す図

[図9]実施の形態2における振動要否情報の一例を示す図

[図10]実施の形態2における領域別周波数情報の一例を示す図

[図11]実施の形態2に係る振動制御装置の動作の一例を示すフローチャート

[図12]実施の形態2における卓越周波数判定処理の一例を示すフローチャート

[図13]実施の形態2における音圧レベルの周波数スペクトルの他の例を示すスペクトル図

[図14]実施の形態2における振動周波数候補群の一例を示す図

[図15]実施の形態2における振動周波数の決定の様子の一列を示す図

[図16]実施の形態2における卓越周波数条件の他の例を示す図

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の各実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0016] (実施の形態1)

本発明の実施の形態1は、本発明の基本的態様の一例である。

[0017] 図1は、本実施の形態に係る振動制御装置の構成の一例を示すブロック図である。

[0018] 図1に示す振動制御装置300は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる装置である。図1において、振動制御装置300は、音データ取得部(sound data acquiring section)315、卓越周波数抽出部(predominant frequency acquiring section)320、協和音判定部(consonant sound judging section)330、および振動周波数設定部(vibrational frequency setting section)340を有する。

[0019] 音データ取得部315は、タッチパネルの周囲音(surrounding sound)(以下、単に「周囲音」という)の音データを取得する。

[0020] 卓越周波数抽出部320は、取得された音データから、周囲音の卓越周波

数 (predominant frequency) を抽出する。なお、周囲音の卓越周波数とは、周囲音を聞いた人に、当該周囲音の主成分として認識される音の周波数である。

[0021] 協和音判定部 330 は、抽出された卓越周波数の音（以下「卓越音」 (predominant sound) という）と協和する音の周波数である、協和音周波数 (consonant sound frequency) を判定する。

[0022] 振動周波数設定部 340 は、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する。

[0023] 振動制御装置 300 は、図示しないが、例えば、CPU (central processing unit)、制御プログラムおよび各種データを格納した ROM (read only memory) 等の記憶媒体、および RAM (random access memory) 等の作業用メモリを有する。この場合、上記した各部の機能は、CPU が制御プログラムを実行することにより実現される。

[0024] 協和音 (consonant sound) は、協和音を構成する個々の音のみに比べて、聞く人に与える不快感を低減する。したがって、パネル振動音が周囲音の卓越音と協和する (in consonant with) 関係にあれば、パネル振動音が操作者や周囲の人に与える不快感は、低減される。また、協和音は、無音の場合に比べて、聞く人に対して心地良さを与え得る。

[0025] 一方で、周囲音の状態は、時刻および場所に応じて異なる。このため、周囲音の卓越周波数は、不特定である。したがって、パネル振動音は、ほとんどの場合において、周囲音に含まれる卓越音と協和する関係になく、単なる音響ノイズとなり得る。

[0026] そこで、本実施の形態に係る振動制御装置 300 は、上述の通り、パネル振動音が、周囲音に含まれる卓越音と協和する音となるように、パネル振動の周波数を設定する。

[0027] これにより、本実施の形態に係る振動制御装置 300 は、パネル振動の周波数を可聴域に留めたままで、かつ、他の高周波数の音を出力することなく、パネル振動音が人に与える不快感を低減することができる。すなわち、本

実施の形態に係る振動制御装置３００は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチ操作の操作感の維持とを両立させることができる。

[0028] また、本実施の形態に係る振動制御装置３００は、上述の特許文献２に記載の技術に比べて、パネル振動に用いることができる周波数帯域の範囲を広げることができる。つまり、本実施の形態に係る振動制御装置３００は、パネル振動に用いることができる周波数帯域の範囲が広いほど、操作者に対して伝えることができる触覚の種類の範囲も広くなる。したがって、本実施の形態に係る振動制御装置３００は、例えば、複数の操作内容に対して、操作者が違いを認識することが可能な異なる周波数の振動を設定することが可能となる。

[0029] また、本実施の形態に係る振動制御装置３００は、高周波数の音を別途出力する必要がないため、上述の特許文献３に記載の技術に比べて、消費電力の増大を抑えることができる。

[0030] （実施の形態２）

本発明の実施の形態２は、本発明をタッチパネル入力装置に適用した場合の、本発明の具体的態様の一例である。

[0031] ＜タッチパネル入力装置の構成＞

図２は、本実施の形態に係る振動制御装置を含むタッチパネル入力装置の構成の一例を示すブロック図である。

[0032] 図２において、タッチパネル入力装置１００は、ディスプレイ２１０、タッチパネル２２０、振動素子２３０、ディスプレイ制御部２４０、タッチパネル検出部２５０、振動素子制御部２６０、マイクロフォン２７０、および振動制御装置３００を有する。

[0033] ディスプレイ２１０は、後述のディスプレイ制御部２４０から入力される画像データに基づいて、画像を表示する。ディスプレイ２１０の具体例としては、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）、有機ＥＬ（Electro Luminescence）ディスプレイ、およびＬＥＤ（Light Emitting Diode）ディスプレイ等が

挙げられる。

[0034] タッチパネル 220 は、ディスプレイ 210 の表面に配置され、タッチ操作（押下入力（press down input））を受け付ける。そして、タッチパネル 220 は、タッチ操作が行われる毎に、タッチ操作の位置を示す操作信号を、後述のタッチパネル検出部 250 へ出力する。操作信号は、例えば、タッチパネル 220 の X 軸の電圧値および Y 軸の電圧値を示す信号である。タッチパネル 220 の具体例としては、フィルムとプラスチックで構成される抵抗膜方式のタッチパネル等が挙げられる。

[0035] 振動素子 230 は、ディスプレイ 210 の裏面に配置され、後述の振動素子制御部 260 から入力される振動制御信号に基づいて、振動を発生する。振動素子 230 が発生する振動の周波数は、少なくとも後述の周波数範囲において、可変であるものとする。具体的には、振動素子 230 は、例えば、ピエゾ・アクチュエータ方式の振動素子、リニア共振アクチュエータ（LRA: Linear Resonant Actuator）方式の振動素子、およびバイブレータ等が挙げられる。

[0036] ディスプレイ制御部 240 は、ディスプレイ 210 に表示される画像の表示制御を行う。具体的には、ディスプレイ制御部 240 は、ディスプレイ 210 に表示されるべき画像の画像データを生成し、生成した画像データを、ディスプレイ 210 へ出力する。また、ディスプレイ制御部 240 は、上記画像においてタッチ操作により入力可能な操作内容を示す操作対象情報を、振動制御装置 300 へ出力する。

[0037] 本実施の形態において、ディスプレイ制御部 240 は、複数のボタンが配置された画像を、ディスプレイ 210 に表示させる。そして、ディスプレイ制御部 240 は、上記操作対象情報として、座標範囲情報および振動要否情報を、振動制御装置 300 へ出力する。座標範囲情報は、各ボタンのディスプレイ制御部 240 において表示される位置（以下「表示位置」という）を示す情報である。振動要否情報は、各ボタンが操作時に振動によるフィードバックを要するボタン（以下「要振動ボタン」という）であるか否かを示す

情報である。

[0038] なお、振動制御装置 300 は、入力された座標範囲情報および振動要否情報を、振動制御装置 300 の各部から参照可能なメモリに格納する。

[0039] タッチパネル検出部 250 は、タッチパネル 220 から入力される操作信号に基づいて、タッチパネル 220 に対して行われたタッチ操作（以下、単に「タッチ操作」という）の、タッチパネル 220 における位置の検出を行う。例えば、タッチパネル検出部 250 は、操作信号をデジタル値へと変換し、タッチパネル 220 における X 座標と Y 座標を得る。

[0040] なお、本実施の形態において、タッチパネル 220 上の位置とディスプレイ 210 上の位置との対応関係は、予めタッチパネル検出部 250 に設定されている。タッチパネル検出部 250 は、この対応関係に基づいて、タッチ操作のディスプレイ 210 における位置を検出する。そして、タッチパネル検出部 250 は、タッチ操作のディスプレイ 210 における位置を示す情報（以下「操作位置情報」という）を、振動制御装置 300 へ出力する。

[0041] 振動素子制御部 260 は、後述の振動制御装置 300 から入力される振動指示信号に基づいて、タッチ操作に同期して振動素子 230 を振動させる。すなわち、振動素子制御部 260 は、上述の振動素子 230 と共に本発明の振動発生部を構成し、タッチ操作に同期してタッチパネル 220 に振動を発生させる。また、振動素子制御部 260 は、上記振動指示信号に基づいて、当該振動の周波数を制御する。

[0042] マイクロフォン 270 は、タッチパネル 220 の近傍に配置され、タッチパネル 220 の周囲の音（以下、単に「周囲音」という）がマイクロフォン 270 に入力される。そして、マイクロフォン 270 は、入力された周囲音の音データを、振動制御装置 300 へ出力する。音データは、例えば、マイクロフォン 270 において検出される音圧レベルの時系列データである。

[0043] 振動制御装置 300 は、周波数範囲設定部 310、音データ取得部 315、卓越周波数抽出部 320、協和音判定部 330、および振動周波数設定部 340 を有する。

- [0044] 周波数範囲設定部 310 は、タッチ操作により入力可能な操作内容を取得し、取得した操作内容に対して、周波数範囲および周波数デフォルト値を設定する。但し、周波数範囲設定部 310 は、複数の操作内容が存在するとき、当該複数の操作内容に対して、異なる周波数範囲および異なる周波数デフォルト値を設定する。また、周波数範囲設定部 310 は、タッチパネル入力装置の他の機能に悪影響を及ぼさない範囲で、タッチ操作の操作感が十分に得られるような振動の周波数帯域（例えば、50 Hz ~ 400 Hz）から、周波数範囲を設定する。
- [0045] これら周波数範囲および周波数デフォルト値は、後述の協和音判定部 330 により、振動素子 230 の振動の周波数を決定する際に用いられる。
- [0046] 本実施の形態において、周波数範囲設定部 310 は、ディスプレイ制御部 240 から入力された操作対象情報（座標範囲情報および振動要否情報）から、要振動ボタンの表示位置を取得する。そして、周波数範囲設定部 310 は、要振動ボタン毎に、周波数範囲および周波数デフォルト値を設定する。すなわち、本実施の形態において、「タッチ操作により入力可能な操作内容」とは、個々の要振動ボタンに対応する。
- [0047] そして、周波数範囲設定部 310 は、要振動ボタン毎に設定した、周波数範囲および周波数デフォルト値を示す情報（以下「領域別周波数情報」という）を、振動制御装置 300 の各装置部から参照可能なメモリに格納する。
- [0048] 音データ取得部 315 は、マイクロフォン 270 から入力された音データを取得し、卓越周波数抽出部 320 へ転送する。
- [0049] 卓越周波数抽出部 320 は、音データ取得部 315 から転送されてくる音データから、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断する。そして、卓越周波数抽出部 320 は、周囲音に卓越周波数が存在するとき、音データから、周囲音の卓越周波数を抽出する。そして、卓越周波数抽出部 320 は、抽出した卓越周波数を、協和音判定部 330 へ通知する。
- [0050] 協和音判定部 330 は、卓越周波数抽出部 320 から通知された卓越周波数に基づいて、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数（以下「協

和音周波数」という)を判定する。そして、協和音判定部330は、判定した協和音周波数を、振動周波数設定部340へ通知する。

[0051] 振動周波数設定部340は、タッチ操作が行われる毎に、そのタッチ操作の操作内容に対して予め設定された周波数範囲および周波数デフォルト値を取得する。振動周波数設定部340は、これら周波数範囲および周波数デフォルト値の取得を、タッチパネル検出部250から入力される操作信号と、周波数範囲設定部310が生成した領域別周波数情報とに基づいて行う。

[0052] そして、振動周波数設定部340は、取得した(予め設定された)周波数範囲に、協和音判定部330から通知された協和音周波数が含まれるか否かを判断する。振動周波数設定部340は、当該周波数範囲に当該協和音周波数が含まれるとき、パネル振動の周波数を当該協和音周波数に決定する。また、振動周波数設定部340は、当該周波数範囲に当該協和音周波数が含まれないとき、パネル振動の周波数を当該周波数デフォルト値に決定する。

[0053] そして、振動周波数設定部340は、決定した周波数で振動素子230を所定時間振動させることを指示する振動指示信号を生成し、生成した振動指示信号を、振動素子制御部260へ出力する。すなわち、振動周波数設定部340は、振動素子制御部260および振動素子230を介して、タッチパネル220を、周囲音の卓越周波数の音と協和する周波数で、タッチ操作に同期して振動させる。

[0054] タッチパネル入力装置100は、図示しないが、例えば、CPU、制御プログラムおよび各種データを格納したROM等の記憶媒体、およびRAM等の作業用メモリを有する。この場合、上記した各部の機能は、CPUが制御プログラムを実行することにより実現される。

[0055] このような構成を有するタッチパネル入力装置100は、複数のボタンを含む画面を表示し、ボタンに対するタッチ操作を受け付け、そのタッチ操作に同期して、タッチパネル220を振動させることができる。また、タッチパネル入力装置100は、パネル振動音が、周囲音の卓越周波数の音と協和する音となるように、パネル振動の周波数を設定することができる。更に、

タッチパネル入力装置１００は、ボタン毎に周波数範囲および周波数デフォルト値を設定することにより、ボタン毎に異なる周波数で、パネル振動を発生させることができる。

[0056] ここで、パネル振動音、卓越周波数、および協和音について説明する。

[0057] <パネル振動音についての説明>

図３は、タッチパネル２２０の構成の一例を模式的に示す図である。

[0058] 図３に示すように、タッチパネル２２０は、支持基板２２１と可動板２２２との間に、第１の駆動電極２２３、第２の駆動電極２２４、およびＹ印加側引き出し電極２２５を有する圧電素子２２６を配置している。可動板２２２には、圧電素子２２６毎に、Ｙ印加側引き出し電極２２５に接続する第１のリード線２２７と、第２の駆動電極２２４に接続する第２のリード線２２８とが配線されている。

[0059] 図２に示す振動素子２３０で発生した振動は、タッチパネル２２０の可動板２２２に伝搬し、タッチ操作を行っている人の指に伝達する。ところが、この可動板２２２は、その振動により、可動板２２２が面音源となり、上述のパネル振動音が発生する。

[0060] 図４は、タッチパネル２２０の振動波形の一例を示す波形図である。図４において、縦軸は振幅〔 μm 〕を示し、横軸は時間〔 msec 〕を示す。

[0061] 図４に示すように、タッチパネル２２０は、例えば、振幅 $10\mu\text{m}$ 、周期 2.5msec （つまり、周波数 400Hz ）の正弦波４１１にて、振動する。この場合、タッチパネル２２０は、当該振動周波数と同一の周波数である 400Hz のパネル振動音を発生する。このようなパネル振動音は、人の可聴域の音であり、上述の通り、操作者や周囲の人に対して不快感を与えるおそれがある。

[0062] そこで、本実施の形態に係るタッチパネル入力装置１００は、上述の通り、パネル振動音と周囲音に存在する卓越周波数の音とが協和音を構成するように、パネル振動の周波数を設定する。

[0063] <卓越周波数についての説明>

本実施の形態において、周囲音の卓越周波数とは、周囲音を聞いた人に当該音の主成分として認識される音の周波数である。

[0064] そこで、図2に示す卓越周波数抽出部320は、卓越周波数の条件を定義した卓越周波数条件に基づいて、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判定する。卓越周波数条件は、人間が音程を認識することが可能な音の周波数の範囲内であることを含む。卓越周波数抽出部320は、例えば、予め卓越周波数条件を記憶している。

[0065] <卓越周波数条件>

図5は、卓越周波数条件の一例を示す図である。

[0066] 図5に示すように、卓越周波数条件430は、例えば、「40dB以上」という音圧レベル431と、「20Hz～1000Hz」という周波数の範囲432とを、卓越周波数の条件として定義している。

[0067] 本実施の形態において、このような卓越周波数条件430を用いることにより、人の耳に音として聞こえにくいほど小さい音、あるいは、人の耳に聞こえにくい周波数範囲の音は、卓越周波数の抽出対象として取り扱わないようにすることができる。

[0068] 協和音とは、完全1度の周波数比、短3度の周波数比、長3度の周波数比、完全4度の周波数比、完全5度、および完全8度の周波数比のいずれかとなるような、複数の音の組み合わせである。また、協和音は、協和音を構成する音を、Nオクターブ違い（Nは自然数）の音（N octave(s) higher or lower sounds）に入れ替えた場合でも、協和音が構成される。すなわち、上述の周波数比に2の整数乗を乗じまたは除して得られる周波数比も、協和音を構成する2つの音の周波数比である。

[0069] すなわち、音響学的に協和音とは、6以下の2つの自然数の商に等しい周波数比、当該周波数比に2の整数乗を乗じた周波数比、および、6以下の2つの自然数の商に等しい周波数比に2の整数乗で除した周波数比を有する複数の音をいう。但し、このような協和音は、それぞれ固有の許容範囲を有する。本実施の形態において、協和音とは、特に、上述の協和音のうち、当該

許容範囲を満たす複数の音の組み合わせを指すものとする。

[0070] 例えば、ピアノで「ド」の鍵盤を押したときに、受聴者が「ド」の音として聞こえる場合、この音の周波数は、協和音の周波数比を構成する。なお、「協和音の周波数比」とは、周波数比を平均律の音程に置き換えたときに協和する音程とみなされる周波数比、すなわち、受聴者が協和音として許容可能な周波数比の範囲をいう。

[0071] なお、ピアノで「ド」の鍵盤を押したときに、ピアノの調律が悪くて本来の「ド」の音からは少しずれていても、受聴者には「ド」の音として聞こえる場合がある。また、弦楽器や人の発声で「ド」の高さの音を奏でたときに、ビブラートがかかって本来の「ド」の音のから少し上下した場合に、受聴者には「ド」の音として聞こえる場合がある。本実施の形態において、このようなずれは許容範囲であり、このような音の周波数は、協和音の周波数比を構成する。

[0072] 一方で、協和音として周波数比の許容範囲外の音には、ピアノの調律が悪く、ピアノで「ド」の鍵盤を押したときに、別の高さの音として聞こえる場合がある。具体的には、例えば、「ド $\sharp$ 」、「レ」または「シ」、「シ $\flat$ 」の音として聞こえた場合である。

[0073] なお、このような協和音における周波数比と許容範囲との関係は音響学の当業者には周知であるため（例えば、非特許文献1参照）、ここでの詳細な説明を割愛する。

[0074] また、本実施の形態における「協和音の周波数比」は、上述の通り、1オクターブ内に限られるものではなく、楽器音響学における任意の協和音およびその許容範囲をすべて包含する。

[0075] 例えば、ピアノで「ド」の鍵盤と、「ソ」の鍵盤とを、同時に押した場合は、完全5度の協和音が発せられるが、ピアノで「ド」の鍵盤と、1オクターブ上の「ソ」の鍵盤を押した場合も、協和音の範囲内である。更に、ピアノで「ド」の鍵盤と、2オクターブ上の「ソ」の鍵盤が押された場合も、同様に協和音の範囲である。

[0076] 協和音は、協和音を構成する個々の音のみに比べて、聞く人に与える不快感を低減する。更に、協和音は、無音の場合に比べて、聞く人に対して心地良さを与え得る。なお、オクターブ違いの音をタッチパネル 220 の振動周波数の候補に含める場合、協和音を広範囲の帯域から得ることができるが、振動周波数の候補が 1 オクターブ内に収まっているほうが、通常、聞く人に与える心地良さは高い。

[0077] 図 2 に示す協和音判定部 330 は、上述の協和音を形成し得る周波数比（以下「協和音の周波数比」という）を記述した協和音周波数比リストに基づいて、上述の協和音周波数を判定する。協和音判定部 330 は、例えば、予め協和音周波数比リストを記憶している。

[0078] <協和音周波数比リスト>

図 6 は、協和音周波数比リストの一例を示す図である。

[0079] 図 6 において、協和音周波数比リスト 440 は、ある 2 つの音が協和音を構成する際の、2 つの音の周波数の比をリストにしたものである。図 6 に示すように、協和音周波数比リスト 440 は、リストの項目として、協和音の度数 441 毎に、度数 441 に対応する周波数比 442 を記述している。協和音周波数比リスト 440 において、度数 441 の記述は必ずしも必要ではない。

[0080] 但し、協和音周波数比リスト 440 は、協和音を構成する周波数比のうち、調波の周波数比とは異なる周波数比を、少なくとも 1 つ記述しているものとする。なお、調波をなす周波数比とは、周波数比 $1 : n$ (n は 2 の整数乗) である。

[0081] なお、周波数比 442 は、図 6 に示すように整数比形式で記述されてもよいし、少数形式や分数形式等、他の形式で記述されていてもよい。

[0082] 本実施の形態では、このような協和音周波数比リスト 440 を参照し、卓越周波数に協和音の周波数比 442 を乗じる演算を各度数 441 について行うことにより、上述の協和音周波数を高速かつ容易に判定することができる。

[0083] なお、協和音判定部330は、判定した協和音のオクターブ違いの周波数を、2のN乗を協和音の周波数に乘じることにより求めてもよいし、Nビットの左シフト演算により求めてもよい。

[0084] <各種情報の具体例>

次に、振動制御装置300の動作に先立って、表示画面の一例、座標範囲情報の一例、振動要否情報の一例、領域別周波数情報の一例について説明する。

[0085] <表示画像>

図7は、ディスプレイ210に表示される画像の一例を示す平面図である。

[0086] 図7に示すように、ディスプレイ210には、例えば、メニュー510が表示される。メニュー画面510は、「Mail」と記載された第1の操作ボタン511、「Web」と記載された第2の操作ボタン512、および「SNS」と記載された第3の操作ボタン513を備えている。また、メニュー画面510は、「Camera」と記載された第4の操作ボタン514、「Music」と記載された第5の操作ボタン515、「Memo」と記載された第6の操作ボタン516、および「Cancel」と記載された第7の操作ボタン517を備えている。

[0087] 操作者は、タッチパネル220のうち、第1～第6の操作ボタン511～516のうち任意のボタンに対応する領域をタッチする（押下（おうか）する（press down））ことにより、当該任意のボタンに対してタッチ操作を行うことができる。

[0088] 例えば、操作者は、メールアプリを起動したい場合、第1の操作ボタン511をタッチし、Webアプリを起動したい場合、第2の操作ボタンを押下する。各ボタンは、それぞれ異なる目的の処理に対応付けられているが、ここでは説明を割愛する。

[0089] <座標範囲情報>

図8は、図7に示す表示画像に対応して生成される座標範囲情報の一例を

示す図である。座標範囲情報は、上述の通り、ディスプレイ制御部240により生成される情報であり、各ボタンの表示位置を示す情報である。

[0090] 図8に示すように、座標範囲情報520は、領域識別子521に対応付けて、X座標の最小値522、Y座標の最小値523、X座標の最大値524、およびY座標の最大値525を記述している。領域識別子521は、ディスプレイ210に表示される操作部品（ここでは第1～第6の操作ボタン511～516）を識別する情報である。座標値を示す値522～525は、操作部品が表示される領域の、ディスプレイ210上での座標範囲を示す。

[0091] なお、座標範囲情報520における座標範囲の記述の仕方は、上述の例に限定されない。例えば、円形の操作ボタンの座標範囲は、中心点のX座標およびY座標と半径とにより記述することができる。また、より複雑な形状の操作ボタン座標範囲は、複数の点を結ぶ曲線を表現するデータ構造により記述することができる。また、座標範囲は、Z座標を含むものであってもよい。これにより、例えば、X座標とY座標が所定の範囲に収まった上で指の押圧が所定の値を上回ることを、押下されたと判断する際の条件として用いることが可能となる。

[0092] <振動要否情報>

図9は、振動要否情報の一例を示す図である。振動要否情報は、上述の通り、ディスプレイ制御部240により生成される情報であり、各ボタンが要振動ボタンかである否かを示す情報である。

[0093] 図9に示すように、振動要否情報530は、領域識別子531（図8の領域識別子521と対応）に対応づけて、振動要否532を記述している。振動要否532は、要振動ボタンであるか否かを示す。

[0094] ここでは、第1～第6の操作ボタン511～516の領域識別子531に対応付けて、「YES」という振動要否532が記述されている。そして、第7の操作ボタン517の領域識別子531に対応付けて、「NO」という振動要否532が記述されている。これは、第1～第6の操作ボタン511～516が要振動ボタンであり、第7の操作ボタン517が要振動ボタンで

はないことを示す。

[0095] 周波数範囲設定部 310 は、これら座標範囲情報 520 および振動要否情報 530 に基づき、操作ボタンのそれぞれについて、周波数範囲および周波数デフォルト値を設定する。そして、周波数範囲設定部 310 は、設定内容を示す領域別周波数情報を、振動周波数設定部 340 に通知する。

[0096] <領域別周波数情報>

図 10 は、領域別周波数情報の一例を示す図である。領域別周波数情報は、上述の通り、周波数範囲設定部 310 により生成される情報であり、各要振動ボタンの周波数範囲および周波数デフォルト値を示す情報である。

[0097] 図 10 に示すように、領域別周波数情報 540 は、領域識別子 541（図 8 の領域識別子 521 と対応）に対応づけて、周波数デフォルト値 542 および誤差許容範囲 543 を記述している。周波数デフォルト値 542 に誤差許容範囲 543 を適用して得られる範囲が、上述の周波数範囲である。

[0098] 例えば、第 1 の操作ボタン 511 の領域識別子 541 に対応付けて、「140 Hz」という周波数デフォルト値 542 と、「±15%」という誤差許容範囲 543 とが記述されている。これは、周波数範囲が、119 Hz～161 Hzであることを示す。また、周波数デフォルト値 542 が、周波数範囲の中央値であることを示す。

[0099] また、第 7 の操作ボタン 517 の領域識別子 541 に対応付けて、「0 Hz」という周波数デフォルト値 542 と、「0%」という誤差許容範囲 543 とが記述されている。これは、実質的に、周波数デフォルト値および周波数範囲を設定していないことを示す。これは、第 7 の操作ボタン 517 が、要振動ボタンではないためである。

[0100] このような領域別周波数情報 540 と、上述の座標範囲情報 520（図 8 参照）および振動要否情報 530（図 9 参照）とが、振動制御装置 300 に記憶される。これにより、振動制御装置 300 は、いずれかの操作ボタンに対してタッチ操作が行われたときに、その操作ボタンに対応する周波数範囲を、高速かつ容易に特定することができる。

[0101] なお、領域別周波数情報 540 における周波数範囲および周波数デフォルト値の記述の仕方は、上述の例に限定されない。例えば、周波数範囲および周波数デフォルト値は、周波数範囲の最小値および最大値と、周波数デフォルト値を周波数範囲の中央値とする旨とにより、記述することができる。

[0102] <振動制御装置の動作>

次に、タッチパネル入力装置 100 の動作のうち、振動制御装置 300 の動作について説明する。

[0103] 振動制御装置 300 は、例えば、ディスプレイ制御部 240 から新たな画像についての操作対象情報を入力される毎に、以下に説明する動作を開始する。この時点で、ディスプレイ 210 には、例えば、メニュー 510 (図 7) が表示されている。

[0104] 図 11 は、振動制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[0105] まず、ステップ S1100 において、周波数範囲設定部 310 は、例えば、操作ボタンに対応した操作内容毎に、周波数デフォルト値および周波数範囲を設定する。周波数範囲設定部 310 は、ディスプレイ制御部 240 から入力された操作対象情報に基づき、かかる設定を行う。操作対象情報は、表示画像毎に生成され、座標範囲情報 520 および振動要否情報 530 (図 8 および図 9 参照) を含む。

[0106] ステップ S1200 において、卓越周波数抽出部 320 は、卓越周波数判定処理を行い、ステップ S1300 へ進む。卓越周波数判定処理は、周囲音に卓越周波数が存在するとき、卓越周波数を判定する処理である。なお、卓越周波数判定処理の詳細については、後述する。

[0107] ステップ S1300 において、協和音判定部 330 は、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断する。

[0108] 協和音判定部 330 は、例えば、卓越周波数を通知されたか否かにより、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断することができる。また、卓越周波数抽出部 320 が、卓越周波数の有無を示すフラグを生成する場合、協和音判定部 330 は、このフラグから、周囲音に卓越周波数が存在するか否

かを判断することができる。

[0109] 協和音判定部330は、周囲音に卓越周波数が存在する場合（S1300：YES）、ステップS1400へ進む。また、協和音判定部330は、周囲音に卓越周波数が存在しない場合（S1300：NO）、後述のステップS1500へ進む。

[0110] ステップS1400において、協和音判定部330は、卓越周波数の音と協和する音の周波数を、タッチパネル220の振動周波数の候補（以下「振動周波数候補」という）に決定する。

[0111] 具体的には、協和音判定部330は、図6に示す協和音周波数比リストに記述された各周波数比442、および、各周波数比442の逆数を、それぞれ、卓越周波数に乗じる。そして、協和音判定部330は、その算出結果を、振動周波数候補群として決定し、決定結果を、振動周波数設定部340に通知する。

[0112] ステップS1500において、振動周波数設定部340は、操作時に振動によるフィードバックを要する操作（以下「要振動操作」という）が行われたか否かを判断する。

[0113] 本実施の形態では、要振動ボタンに対するタッチ操作が行われたか否かを判断する。

[0114] 具体的には、振動周波数設定部340は、タッチパネル検出部250からの操作位置情報と、ディスプレイ制御部240からの座標範囲情報520（図8参照）および振動要否情報530（図9参照）とに基づいて、かかる判断を行う。

[0115] すなわち、振動周波数設定部340は、タッチ操作の位置が、いずれかの操作ボタンの座標範囲に含まれるか否かを判定し、含まれる場合、該当する操作ボタンに対してタッチ操作が行われたと判断する。そして、振動周波数設定部340は、該当するタッチ操作が行われた操作ボタンが、要振動ボタンであるか否かを判定する。

[0116] 振動周波数設定部340は、要振動操作が行われた場合（S1500：Y

ES)、ステップS1600へ進む。また、振動周波数設定部340は、要振動操作が行われていない場合(S1500:NO)、後述のステップS2100へ進む。

[0117] ステップS1600において、振動周波数設定部340は、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断する。

[0118] 振動周波数設定部340は、例えば、振動周波数候補群を通知されたか否かにより、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断することができる。また、卓越周波数抽出部320が、卓越周波数の有無を示すフラグを生成する場合、振動周波数設定部340は、このフラグから、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断することができる。

[0119] 振動周波数設定部340は、周囲音に卓越周波数が存在する場合(S1600:YES)、ステップS1700へ進む。また、振動周波数設定部340は、周囲音に卓越周波数が存在しない場合(S1600:NO)、後述のステップS1900へ進む。

[0120] ステップS1700において、振動周波数設定部340は、行われた操作の操作内容に対して設定された周波数範囲に、いずれかの振動周波数候補が含まれるか否かを判断する。

[0121] 具体的には、振動周波数設定部340は、周波数範囲設定部310から通知された領域別周波数情報540(図10参照)から、タッチ操作が行われた操作ボタンについての周波数範囲および周波数デフォルト値を取得する。そして、振動周波数設定部340は、協和音判定部330から通知された振動周波数候補群460(図14参照)に記述された複数の振動周波数候補の中に、取得した周波数範囲に含まれるものが存在するか否かを判断する。

[0122] 振動周波数設定部340は、周波数範囲に少なくとも一つの振動周波数候補が含まれる場合(S1700:YES)、ステップS1800へ進む。また、振動周波数設定部340は、周波数範囲に振動周波数候補のいずれもが含まれていない場合(S1700:NO)、後述のステップS1900へ進む。

- [0123] ステップS 1 8 0 0において、振動周波数設定部3 4 0は、周波数範囲に含まれる振動周波数候補の数が1つである場合、当該振動周波数候補を、タッチパネル2 2 0の振動周波数に決定する。また、振動周波数設定部3 4 0は、周波数範囲に含まれる振動周波数候補の数が複数である場合、周波数デフォルト値により近い振動周波数候補を、タッチパネル2 2 0の振動周波数に決定する。
- [0124] タッチパネル2 2 0の振動周波数は、卓越周波数の変化により、設定された周波数範囲内で変化し得る。周波数デフォルト値により近い振動周波数候補を決定することにより、操作ボタンの振動周波数の大きな変化をできるだけ回避することができ、操作者に与える違和感を低減することができる。
- [0125] ステップS 1 9 0 0において、振動周波数設定部3 4 0は、周波数デフォルト値を、タッチパネル2 2 0の振動周波数に決定する。これは、卓越周波数が存在しないか、タッチ操作が行われた操作ボタンに設定された周波数範囲には協和音が存在しないためである。
- [0126] 例えば、第5の操作ボタン5 1 5（図7参照）に対するタッチ操作が行われた場合、周波数範囲は、8 0 0 H zの±1 5 %の範囲、つまり、6 8 0 H z～9 2 0 H zの範囲である。かかる周波数範囲に含まれる振動周波数候補は、存在しない。したがって、振動周波数設定部3 4 0は、第5の操作ボタン5 1 5に設定された周波数デフォルト値である8 0 0 H zを、タッチパネル2 2 0の振動周波数に決定する。
- [0127] なお、振動周波数設定部3 4 0は、操作ボタンに設定された周波数範囲内でタッチパネル2 2 0を振動させることよりも、協和音となる周波数で振動させることを優先してもよい。この場合、例えば、振動周波数設定部3 4 0は、周波数範囲を無視し、周波数デフォルト値に最も近い協和音を、タッチパネル2 2 0の振動周波数に決定すればよい。
- [0128] そして、ステップS 2 0 0 0において、振動周波数設定部3 4 0は、タッチパネル2 2 0を、決定した振動周波数で振動させる。具体的には、振動周波数設定部3 4 0は、決定した振動周波数で振動素子2 3 0を所定時間振動

させることを指示する振動指示信号を、生成する。そして、振動周波数設定部 340 は、生成した振動指示信号を、振動素子制御部 260 へ出力する。

[0129] そして、ステップ S 2100 において、卓越周波数抽出部 320 は、同一の表示画面についての処理を終了するタイミングであるか否かを判断する。同一の表示画面についての処理とは、つまり、ステップ S 1100 で生成された領域別周波数情報 540（図 10 参照）をそのまま用いて振動周波数を決定する処理である。

[0130] 卓越周波数抽出部 320 は、同一の表示画面が維持されているなど、同一の表示画面についての処理を終了するタイミングではない場合（S 2100 : NO）、ステップ S 1200 へ戻る。また、卓越周波数抽出部 320 は、表示画面が切り替わるタイミング、あるいは、画面表示が終了するタイミングなど、同一の表示画面についての処理を終了するタイミングである場合（S 2100 : YES）、一連の処理を終了する。なお、表示画面が、タッチ操作を受け付ける別の画面に切り替わった場合、振動制御装置 300 は、ステップ S 1100 から処理を開始することになる。

[0131] <卓越周波数判定処理>

図 12 は、卓越周波数判定処理の一例を示すフローチャートである。まず、ステップ S 1210 において、音データ取得部 315 は、マイクロフォン 270 から、周囲音の音データを取得する。

[0132] そして、ステップ S 1220 において、卓越周波数抽出部 320 は、取得された音データから、フーリエ変換等のスペクトル変換処理により、音圧レベルの周波数スペクトルを抽出する。

[0133] そして、ステップ S 1230 において、卓越周波数抽出部 320 は、上述の図 5 に示す卓越周波数条件 430 を満たす周波数が存在するか否かを判断する。

[0134] 卓越周波数抽出部 320 は、卓越周波数条件 430 を満たす周波数が存在する場合（S 1230 : YES）、ステップ S 1240 へ進む。また、卓越周波数抽出部 320 は、卓越周波数条件 430 を満たす周波数が存在しない

場合（S 1 2 3 0 : N O）、ステップS 1 2 5 0へ進む。

[0135] ステップS 1 2 4 0において、卓越周波数抽出部3 2 0は、周囲音に卓越周波数が存在すると判定し、卓越周波数を抽出して、図1 1の処理へ戻る。

[0136] ステップS 1 2 4 0において、卓越周波数抽出部3 2 0は、周囲音に卓越周波数が存在しないと判定し、図1 1の処理へ戻る。

[0137] <周囲音の周波数スペクトル>

図1 3は、マイクロフォン2 7 0により抽出される周囲音の周波数スペクトルの一例を示す図である。図1 3において、横軸は周波数〔H z〕を示し、縦軸は音圧レベル（音の強さ）〔d B〕を示す。なお、ここでは、タッチパネル2 2 0の周囲で、1 0 0 H zの純音に近い比較的大きな周囲音が、6 5 d Bの音圧レベルで鳴っている場合の例を示す。

[0138] 図1 3に示すように、1 0 0 H zの比較的大きな周囲音が鳴っている場合、周波数スペクトル曲線5 5 1は、1 0 0 H z付近で音圧レベルが卓越（pre dominant）（突出（outstanding））し、6 5 d Bの値となる。このような他の周波数に比べて音圧レベルが突出している周波数の周囲音は、人に聞こえ易い。

[0139] 図1 3に示す例では、1 0 0 H zの音は、「4 0 d B以上」であり、「2 0 H z～1 0 0 0 H z」に含まれるため、図5に示す卓越周波数条件4 3 0を満たす。したがって、卓越周波数抽出部3 2 0は、1 0 0 H zの周波数を、卓越周波数として抽出する。

[0140] なお、卓越周波数抽出部3 2 0は、卓越周波数を抽出する手法として、必ずしも連続的な周波数スペクトルのグラフを用いる必要はなく、周波数と音圧レベルとの組の離散データ（配列）を用いてもよい。また、卓越周波数抽出部3 2 0は、卓越周波数を抽出する手法として、音圧レベル〔d B〕ではなく、音圧（単位なし）など、音の強さを示す他のパラメータを用いてもよい。

[0141] <振動周波数候補群>

図1 4は、振動周波数候補群の一例を示す図である。ここでは、卓越周波

数として100Hzが抽出された場合の例を示す。

[0142] 図14に示すように、振動周波数候補群460には、例えば、「50.0Hz」が含まれている。これは、100Hzに、完全8度の周波数比1/2を、乗じた結果である。また、振動周波数候補群460には、例えば、「200.0Hz」が含まれている。これは、100Hzに、完全8度の周波数比1/2の逆数である2を、乗じた結果である。

[0143] <振動周波数の決定>

図15は、振動周波数の決定の様子の一例を示す図である。ここでは、第1の操作ボタン511（図7参照）に対するタッチ操作が行われた場合を示す。

[0144] 図15に示すように、領域別周波数情報540（図10参照）によると、第1の操作ボタン511に設定された周波数範囲は、140Hzの±15%の範囲、つまり、119Hz～161Hzの範囲である。かかる周波数範囲に含まれる振動周波数候補は、振動周波数候補群460（図14参照）によると、5個存在する。そして、これら5個の振動周波数候補の中で、周波数デフォルト値である140Hzに最も近いのは、「133.3Hz」である。

[0145] したがって、振動周波数設定部340は、133.3Hzを、タッチパネル220の振動周波数に決定する。

[0146] なお、以上の説明において、他の装置部へ通知されると説明された各種情報は、かかる他の装置部から参照可能なメモリに格納されることにより、間接的に授受されるようにしてもよい。また、逆に、他の装置部から参照可能なメモリに格納されると説明された各種情報は、他の装置部へ直接的に通知されるようにしてもよい。

[0147] <まとめ>

以上説明したように、本実施の形態に係るタッチパネル入力装置100は、振動制御装置300において、パネル振動音が、周囲音に存在する卓越周波数の音と協和する音となるように、タッチ操作の際のパネル振動の周波数を設定する。

[0148] これにより、本実施の形態に係るタッチパネル入力装置100は、タッチパネル220の振動周波数を、タッチ操作の操作感が十分に得られるような帯域に留めつつ、かつ、パネル振動音による耳障りな不快感（annoying discomfort）を軽減することができる。しかも、本実施の形態に係るタッチパネル入力装置100は、高周波数の音を別途発生させる必要がない。すなわち、本実施の形態に係るタッチパネル入力装置100は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチパネルのタッチ操作の操作感の維持とを両立させることができる。

[0149] なお、卓越周波数条件は、図5で説明した例に限定されない。

[0150] 図16は、卓越周波数条件の他の例を示す図であり、図5に対応するものである。

[0151] 図16に示すように、卓越周波数条件430aは、例えば、「500 msec」という継続時間の下限433と、「±5%以内」という周波数の許容誤差434とを、卓越周波数の条件として定義している。

[0152] 「500 msec」という継続時間は、人間が音程を認識することが可能な音の長さの最小継続時間に相当する。また、「±5%以内」という周波数の許容誤差434は、半音に相当する。半音とは、鍵盤で隣り合う音の間の音程の差異のことである。半音は、周波数比に換算すると、例えば、16対17、17対18、18対19、19対20となる。半音に収まっていない音は、1つの音程の音として認識され難い。

[0153] 卓越周波数抽出部320は、例えば、図5に示す卓越周波数条件430と併せて、図16に示す卓越周波数条件430aを用いて、卓越周波数を抽出することもできる。すなわち、卓越周波数抽出部320は、卓越周波数が安定していない場合、当該卓越周波数を卓越周波数として取り扱わないようにすることもできる。

[0154] 具体的には、以下の通りである。まず、卓越周波数抽出部320は、継続時間の下限433の期間中、複数回、卓越周波数の抽出処理を行う。例えば

、卓越周波数抽出部320は、100msec毎に定期的に卓越周波数の抽出処理を行う。この場合、卓越周波数抽出部320は、継続時間の下限433の500msecの間に、5回分の卓越周波数を抽出する。卓越周波数抽出部320は、この複数回抽出された卓越周波数の最大値および最小値を求める。そして、卓越周波数抽出部320は、求めた卓越周波数の最小値および最大値が、周波数の許容誤差434の範囲内に含まれている場合、卓越周波数が安定していると判断する。また、卓越周波数抽出部320は、求めた卓越周波数の最小値および最大値の少なくとも一方が、周波数の許容誤差434の範囲内に含まれていない場合、卓越周波数が安定していないと判断する。

[0155] これにより、卓越周波数抽出部320は、所定の帯域幅を超えない帯域幅で音圧が所定のレベル以上となる音であること、および、所定の時間長さ以上継続して音圧が所定のレベル以上となる音であることを、卓越周波数の条件に加えることができる。

[0156] 協和音を構成することができる音は、人間が音程を認識することが可能な音である。音圧が所定のレベル以上となっている音の帯域幅が半音を超えている場合、1つの音程の音として認識され難い。また、継続時間が非常に短い音は、音程を認識することは難しい。1つの音程の音として認識され難い音は、協和音を構成し難い。したがって、卓越周波数抽出部320は、このような卓越周波数条件430aを用いることにより、音の帯域幅が広い音あるいは非常に短い音など、1つの音程の音として認識され難い音の周波数を、卓越周波数として取り扱わないようにすることができる。

[0157] 本開示の振動制御装置は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御装置であって、タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部と、取得された音データから、周囲音の卓越周波数を抽出する卓越周波数抽出部と、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部と、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する振動周波数設定部と、を

有する。

- [0158] また、上記振動制御装置において、振動周波数設定部は、予め設定された周波数範囲内に協和音周波数が含まれるか否かを判断し、上記周波数範囲内に協和音周波数が含まれるとき、タッチパネルの振動の周波数を協和音周波数に設定し、上記周波数範囲内に協和音周波数が含まれないとき、振動の周波数を上記周波数範囲内に含まれる周波数であって予め設定された値である周波数デフォルト値に設定してもよい。
- [0159] また、上記振動制御装置において、上記周波数範囲は、タッチパネルの振動の周波数を当該周波数範囲内に設定したとき、タッチ操作の操作感が得られるような周波数範囲であってもよい。
- [0160] また、上記振動制御装置において、卓越周波数抽出部は、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判断し、振動周波数設定部は、周囲音に卓越周波数が存在しないとき記振動の周波数を周波数デフォルト値に設定してもよい。
- [0161] また、上記振動制御装置において、卓越周波数抽出部は、卓越周波数の条件を定義した卓越周波数条件に基づいて、周囲音に卓越周波数が存在するか否かを判定し、卓越周波数条件は、人間が音程を認識することが可能な音の周波数の範囲内であることを含んでもよい。
- [0162] また、上記振動制御装置において、卓越周波数条件は、所定の帯域幅を超えない帯域幅で音圧が所定のレベル以上となっている音の周波数であること、および、所定の時間長さ以上継続して音圧が所定のレベル以上となっている音の周波数であること、のうち少なくとも1つを含んでもよい。
- [0163] また、上記振動制御装置において、協和音判定部は、抽出された卓越周波数に、協和音を構成する2つの音の間の周波数比を乗じて得られる値を、協和音周波数として判定してもよい。
- [0164] また、上記振動制御装置において、協和音を構成する2つの音の間の周波数比は、完全1度の周波数比、短3度の周波数比、長3度の周波数比、完全4度の周波数比、完全5度の周波数比、完全8度の周波数比、および、これらの周波数比の各々に2の整数乗を乗じまたは除して得られる周波数比、の

うち、少なくとも1つを含んでもよい。

[0165] また、上記振動制御装置は、タッチ操作により入力可能な操作内容を取得し、取得した操作内容に対して、上記周波数範囲および周波数デフォルト値を設定する周波数範囲設定部、を更に有し、周波数範囲設定部は、複数の操作内容に対して、異なる周波数範囲および異なる周波数デフォルト値を設定してもよい。

[0166] 本開示のタッチパネル入力装置は、タッチ操作を受け付けるタッチパネルと、タッチ操作に同期してタッチパネルに振動を発生させる振動発生部と、タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部と、取得された音データから、周囲音の卓越周波数を抽出する卓越周波数抽出部と、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部と、振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定する振動周波数設定部と、を有する。

[0167] 本開示の振動制御方法は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御方法であって、タッチパネルの周囲音の音データを取得するステップと、取得された音データから、周囲音の卓越周波数を抽出するステップと、抽出された卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定するステップと、タッチパネルの振動の周波数を、判定された協和音周波数に設定するステップと、を有する。

産業上の利用可能性

[0168] 本発明は、タッチ操作に同期して振動するタッチパネルの使用において、パネル振動音による不快感の低減と、タッチ操作の操作感の維持とを両立させることができる振動制御装置、タッチパネル入力装置、および振動制御方法として有用である。本発明は、例えば、スマートフォン、タブレット端末、カーナビゲーション、冷蔵庫、電子レンジ、コピー機等の電子機器に好適である。

符号の説明

[0169] 100 タッチパネル入力装置

- 2 1 0 ディスプレイ
- 2 2 0 タッチパネル
- 2 3 0 振動素子
- 2 4 0 ディスプレイ制御部
- 2 5 0 タッチパネル検出部
- 2 6 0 振動素子制御部
- 2 7 0 マイクロフォン
- 3 0 0 振動制御装置
- 3 1 0 周波数範囲設定部
- 3 1 5 音データ取得部
- 3 2 0 卓越周波数抽出部
- 3 3 0 協和音判定部
- 3 4 0 振動周波数設定部

請求の範囲

- [請求項1] タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御装置であって、
- 前記タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部と、
- 、
- 取得された前記音データから、前記周囲音の卓越周波数を抽出する卓越周波数抽出部と、
- 抽出された前記卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部と、
- 前記タッチパネルの振動の周波数を、判定された前記協和音周波数に設定する振動周波数設定部と、を有する、
- 振動制御装置。
- [請求項2] 前記振動周波数設定部は、
- 予め設定された周波数範囲に前記協和音周波数が含まれるか否かを判断し、前記周波数範囲に前記協和音周波数が含まれるとき、前記振動の周波数を前記協和音周波数に設定し、前記周波数範囲に前記協和音周波数が含まれないとき、前記振動の周波数を前記周波数範囲に含まれる周波数であって予め設定された値である周波数デフォルト値に設定する、
- 請求項1に記載の振動制御装置。
- [請求項3] 前記周波数範囲は、前記タッチパネルの振動を当該周波数範囲内に設定したときに、前記タッチ操作の操作感が得られるような周波数範囲である、
- 請求項2に記載の振動制御装置。
- [請求項4] 前記卓越周波数抽出部は、前記周囲音に前記卓越周波数が存在するか否かを判断し、
- 前記振動周波数設定部は、前記周囲音に前記卓越周波数が存在しないとき、前記タッチパネルの振動の周波数を前記周波数デフォルト値

に設定する、

請求項 2 に記載の振動制御装置。

[請求項5] 前記卓越周波数抽出部は、卓越周波数の条件を定義した卓越周波数条件に基づいて、前記周囲音に前記卓越周波数が存在するか否かを判定し、

前記卓越周波数条件は、前記卓越周波数が、人間が音程を認識することが可能な音の周波数の範囲内であることを含む、

請求項 4 に記載の振動制御装置。

[請求項6] 前記卓越周波数条件は、前記卓越周波数が、所定の周波数帯域幅を超えない周波数帯域幅内で音圧が所定のレベル以上となる音の周波数であること、および、所定の時間長さ以上継続して音圧が所定のレベル以上となる音の周波数であること、のうち少なくとも 1 つを含む、

請求項 5 に記載の振動制御装置。

[請求項7] 前記協和音判定部は、抽出された前記卓越周波数に、協和音を構成する 2 つの音の間の周波数比を乗じて得られる値を、前記協和音周波数として判定する、

請求項 1 に記載の振動制御装置。

[請求項8] 前記協和音を構成する 2 つの音の間の周波数比は、完全 1 度の周波数比、短 3 度の周波数比、長 3 度の周波数比、完全 4 度の周波数比、完全 5 度の周波数比、完全 8 度の周波数比、および、これらの周波数比の各々に 2 の整数乗を乗じまたは除して得られる周波数比のうち、少なくとも 1 つを含む、

請求項 7 に記載の振動制御装置。

[請求項9] 前記タッチ操作により入力可能な操作内容を取得し、取得した前記操作内容に対して、前記周波数範囲および前記周波数デフォルト値を設定する周波数範囲設定部、を更に有し、

前記周波数範囲設定部は、

複数の前記操作内容に対して、異なる前記周波数範囲および異なる

前記周波数デフォルト値を設定する、

請求項 2 に記載の振動制御装置。

[請求項10]

タッチ操作を受け付けるタッチパネルと、

前記タッチ操作に同期して前記タッチパネルに振動を発生させる振動発生部と、

前記タッチパネルの周囲音の音データを取得する音データ取得部と

、

取得された前記音データから、前記周囲音の卓越周波数を抽出する卓越周波数抽出部と、

抽出された前記卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定する協和音判定部と、

前記タッチパネルの振動の周波数を、判定された前記協和音周波数に設定する振動周波数設定部と、を有する、

タッチパネル入力装置。

[請求項11]

タッチ操作に同期して振動するタッチパネルに対して用いられる振動制御方法であって、

前記タッチパネルの周囲音の音データを取得するステップと、

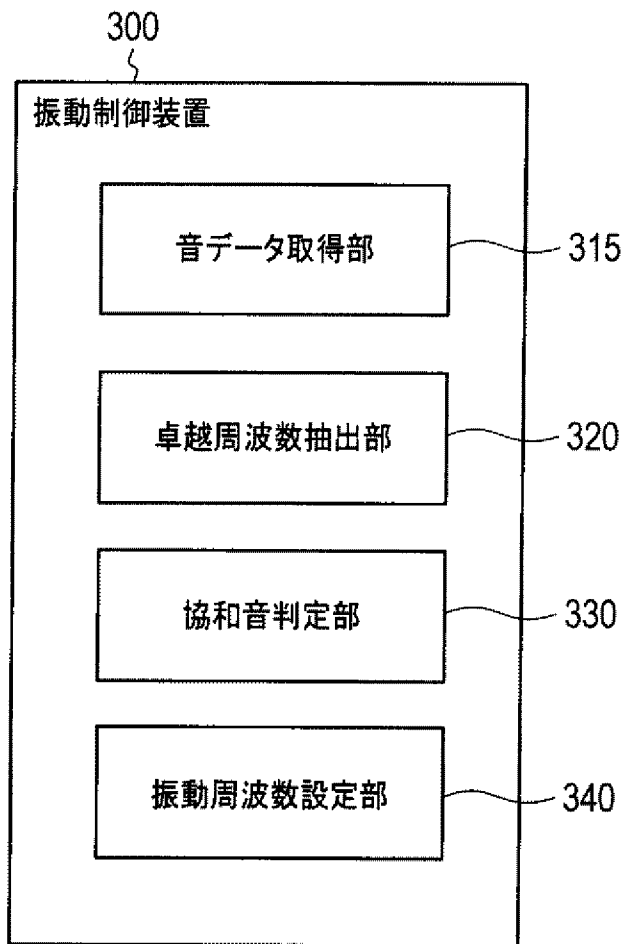
取得された前記音データから、前記周囲音の卓越周波数を抽出するステップと、

抽出された前記卓越周波数の音と協和する音の周波数である協和音周波数を判定するステップと、

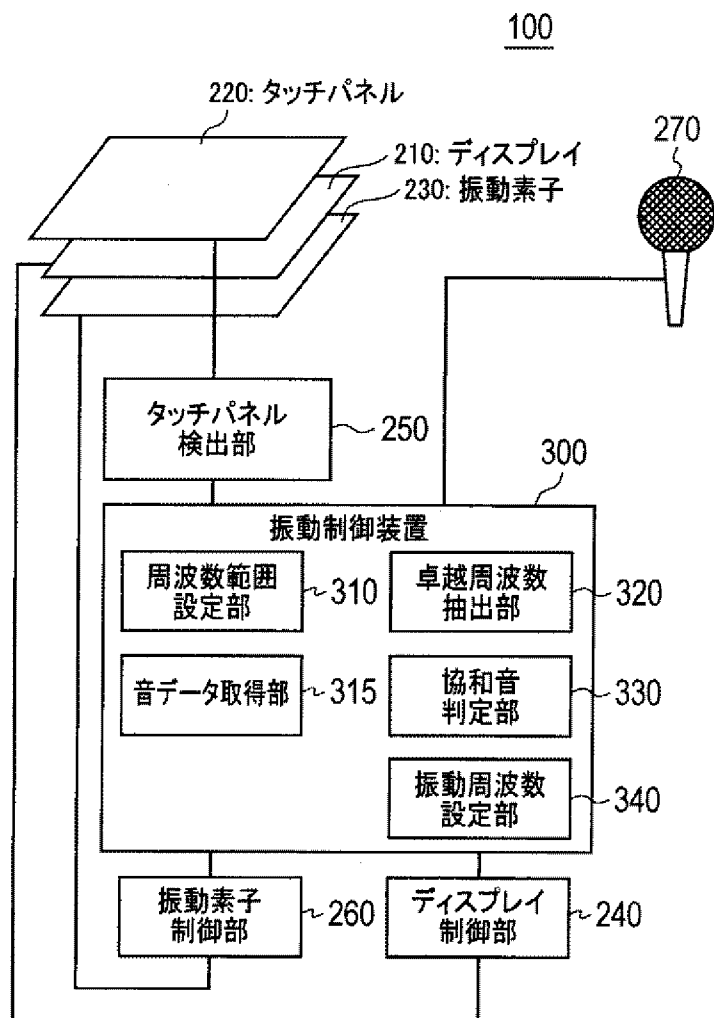
前記タッチパネルの振動の周波数を、判定された前記協和音周波数に設定するステップと、を有する、

振動制御方法。

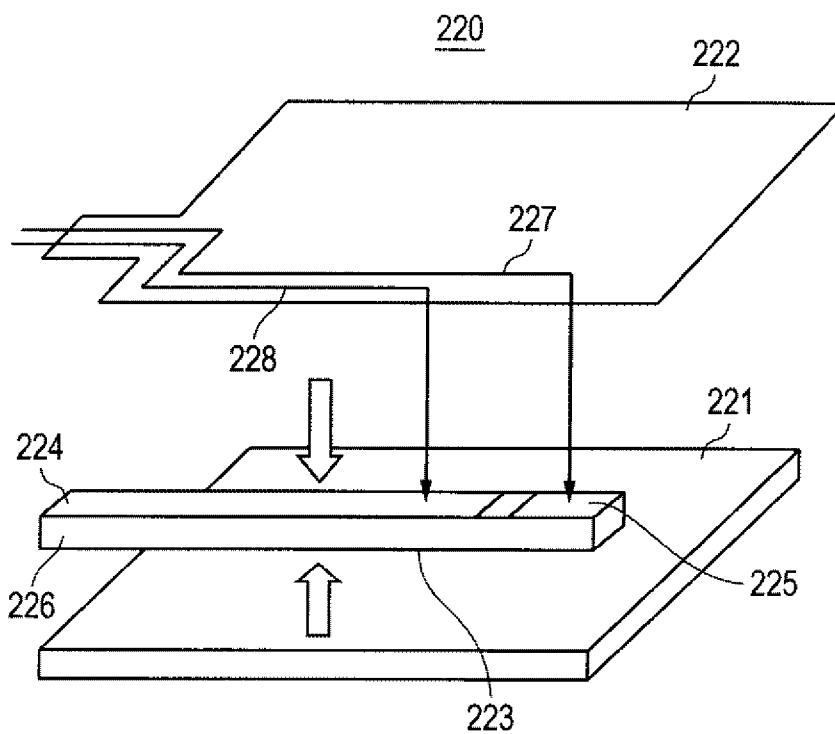
[図1]



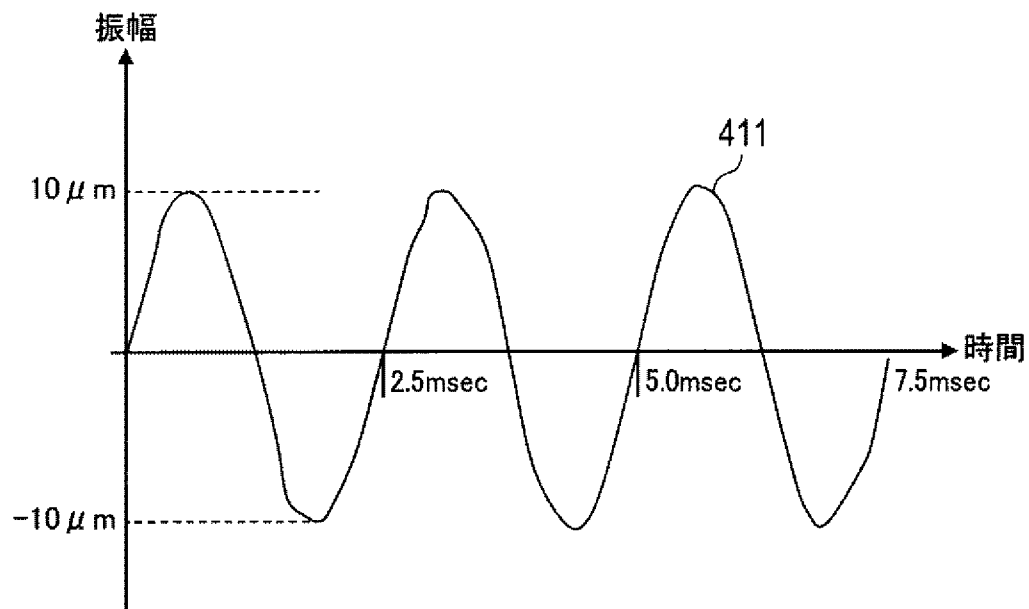
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

430

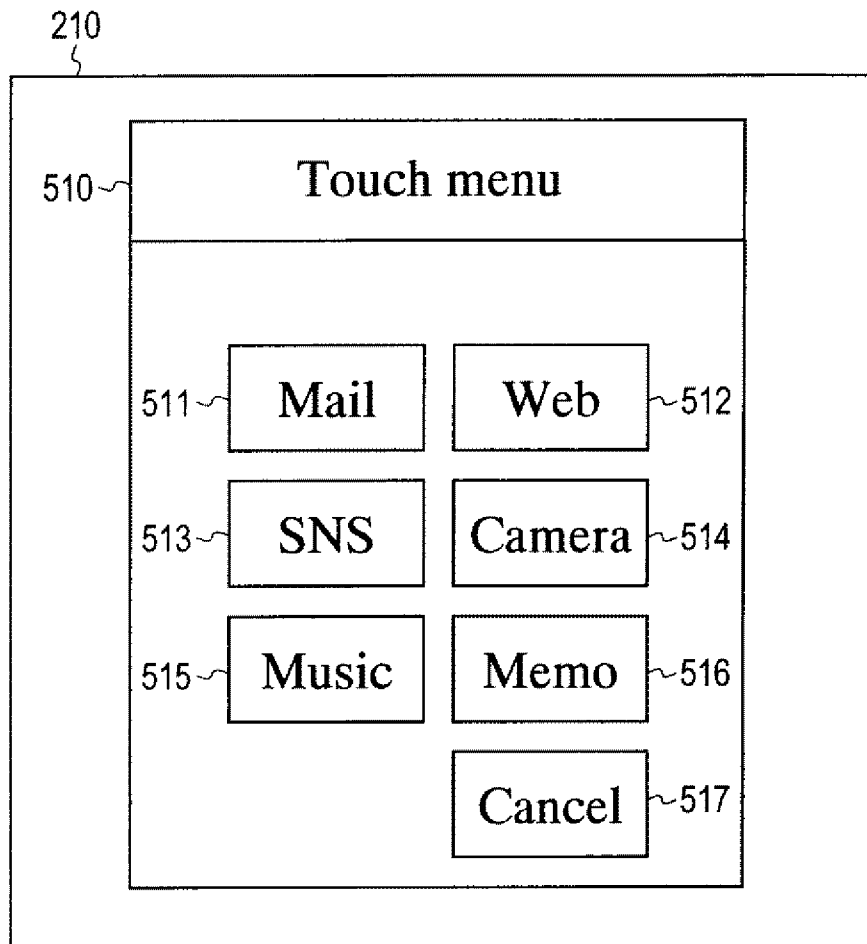
431	音圧レベル	40dB 以上
432	周波数の範囲	20Hz ~ 1000Hz

[図6]

440

441	442
度数	周波数比
完全8度	1 : 2
完全5度	2 : 3
完全4度	3 : 4
長3度	4 : 5
短3度	5 : 6
完全1度	1 : 1

[図7]



[図8]

520

領域 識別子	X座標 最小値	Y座標 最小値	X座標 最大値	Y座標 最大値
第1の操作ボタン	200	200	300	300
第2の操作ボタン	400	200	500	300
第3の操作ボタン	200	400	300	500
第4の操作ボタン	400	400	500	500
第5の操作ボタン	200	600	300	700
第6の操作ボタン	400	600	500	700
第7の操作ボタン	400	800	500	900

[図9]

530

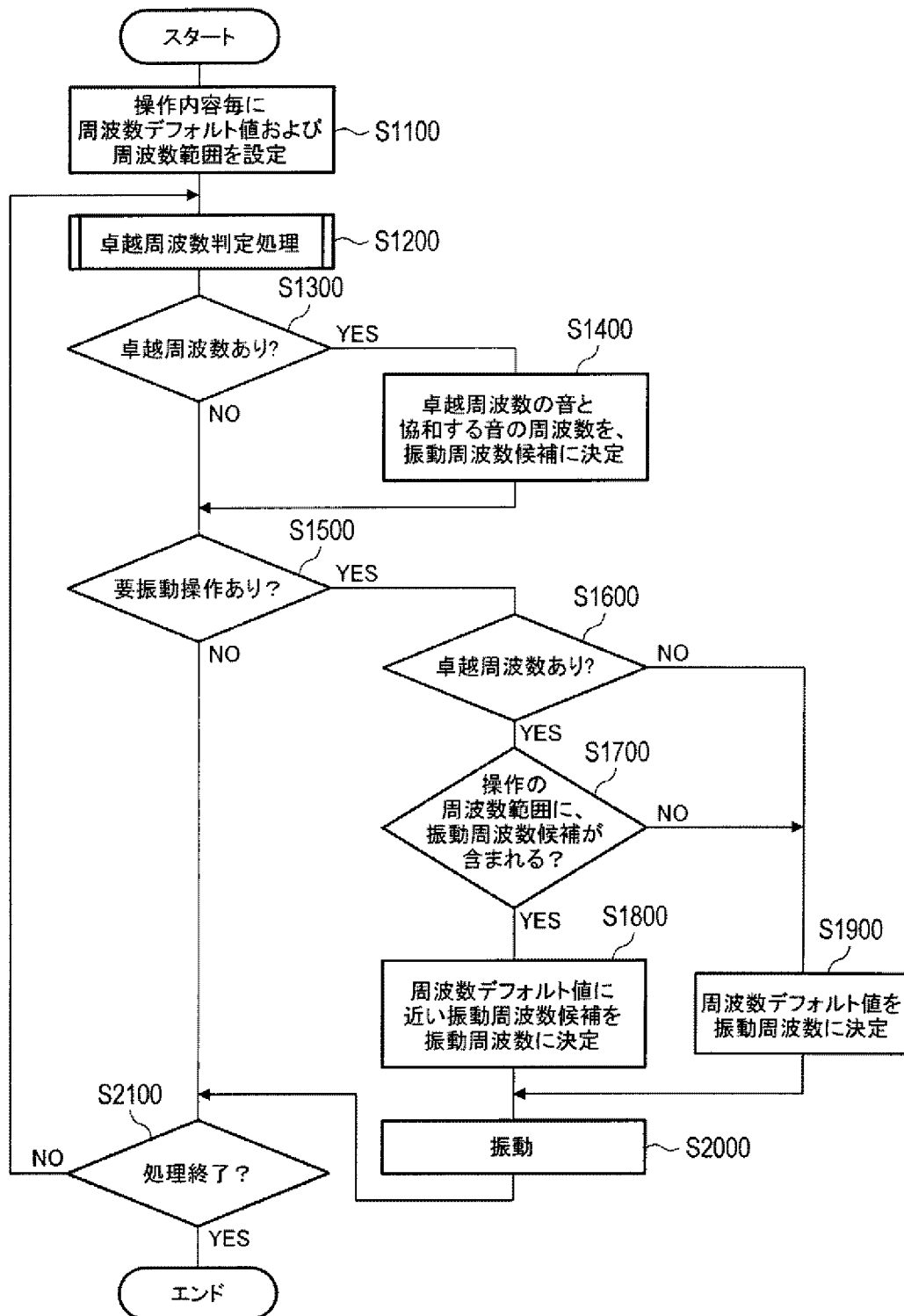
531 領域識別子	532 振動要否
第1の操作ボタン	YES
第2の操作ボタン	YES
第3の操作ボタン	YES
第4の操作ボタン	YES
第5の操作ボタン	YES
第6の操作ボタン	YES
第7の操作ボタン	NO

[図10]

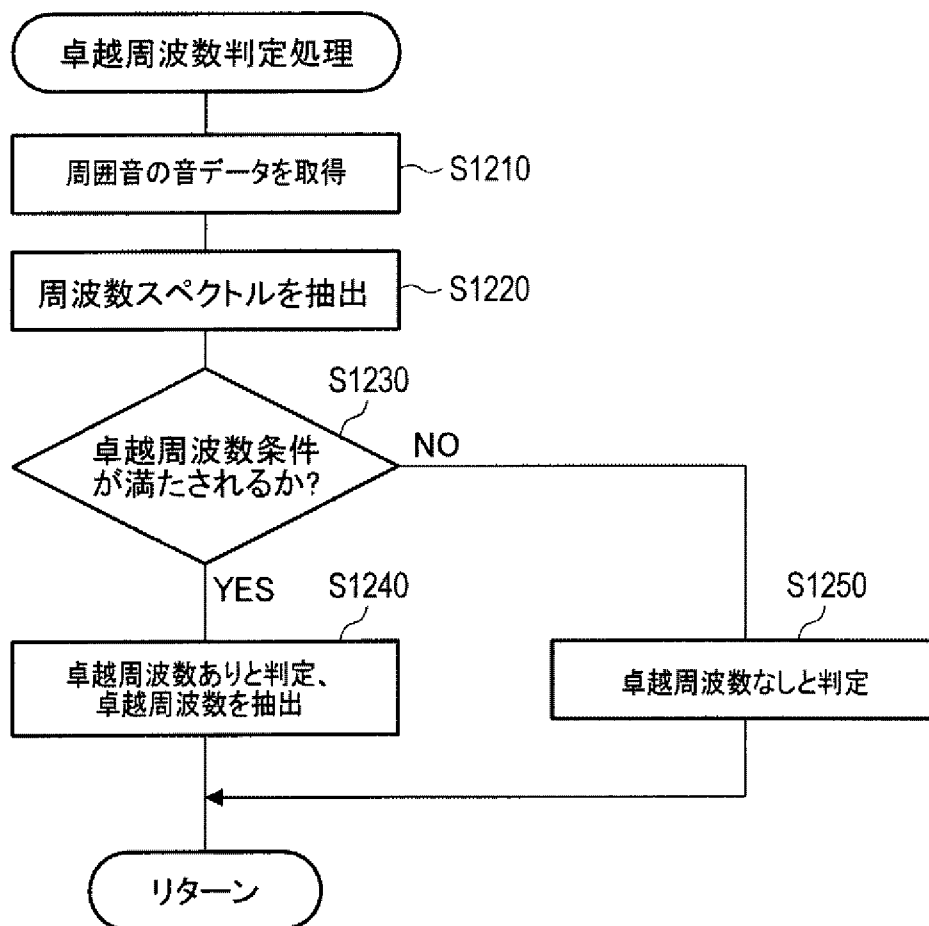
540

541 領域識別子	542 周波数デフォルト値	543 誤差許容範囲
第1の操作ボタン	140Hz	±15%
第2の操作ボタン	270Hz	±15%
第3の操作ボタン	350Hz	±15%
第4の操作ボタン	600Hz	±15%
第5の操作ボタン	800Hz	±15%
第6の操作ボタン	60Hz	±15%
第7の操作ボタン	0Hz	±0%

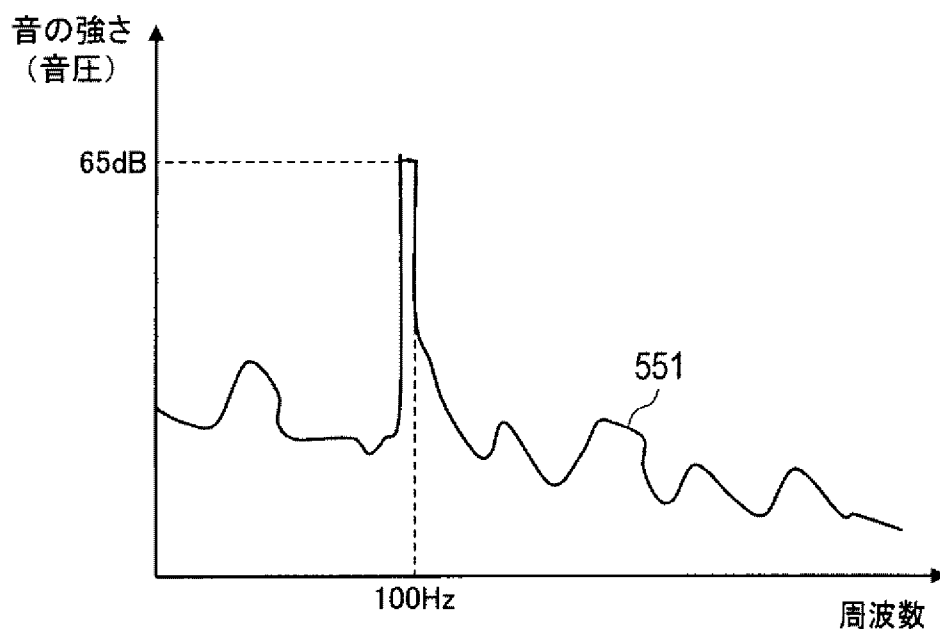
[図11]



[図12]



[図13]

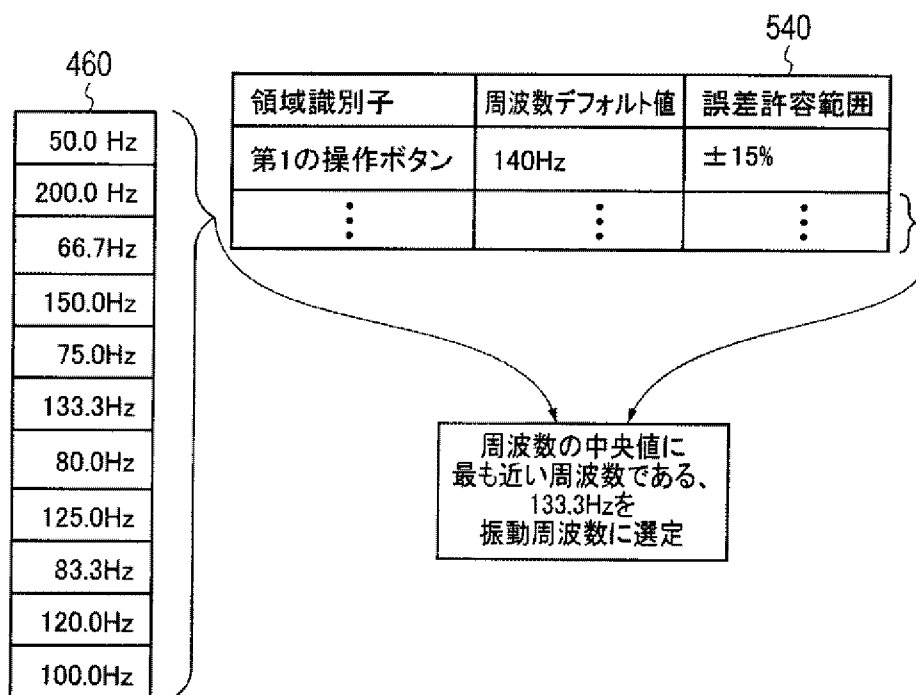


[図14]

460

50.0 Hz
200.0 Hz
66.7Hz
150.0Hz
75.0Hz
133.3Hz
80.0Hz
125.0Hz
83.3Hz
120.0Hz
100.0Hz

[図15]



[図16]

430a

433	継続時間の下限	500msec
434	周波数の許容誤差	±5%以内

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/041(2006.01)i, G06F3/16(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F3/041, G06F3/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-122507 A (SMK Corp.), 25 April 2003 (25.04.2003), paragraphs [0045] to [0066], [0078] to [0082]; fig. 3 & US 2003/0067449 A1	1-11
A	JP 2008-130055 A (Sony Corp.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0021] to [0028] (Family: none)	1-11
A	JP 01-128072 A (Mita Kogyo Kabushiki Kaisha), 19 May 1989 (19.05.1989), page 3, upper left column, line 4 to upper right column, line 1 (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 March, 2014 (05.03.14)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-192276 A (Onkyo Corp.), 21 July 1999 (21.07.1999), paragraphs [0014] to [0016] (Family: none)	1-11
A	JP 2003-016502 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 17 January 2003 (17.01.2003), paragraphs [0019] to [0026]; fig. 6 (Family: none)	1-11
A	JP 2012-230534 A (Nikon Corp.), 22 November 2012 (22.11.2012), paragraphs [0042] to [0043] (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/041(2006.01)i, G06F3/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/041, G06F3/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-122507 A（SMK株式会社）2003.04.25, 段落【0045】-【0066】，【0078】-【0082】，図3 & US 2003/0067449 A1	1-11
A	JP 2008-130055 A（ソニー株式会社）2008.06.05, 段落【0021】-【0028】（ファミリーなし）	1-11
A	JP 01-128072 A（三田工業株式会社）1989.05.19, 第3頁左上欄第4行-右上欄第1行（ファミリーなし）	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中田 剛史

5 E

4 8 7 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 11-192276 A (オンキヨー株式会社) 1999. 07. 21, 段落【0014】 - 【0016】 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2003-016502 A (沖電気工業株式会社) 2003. 01. 17, 段落【0019】 - 【0026】 , 図 6 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2012-230534 A (株式会社ニコン) 2012. 11. 22, 段落【0042】 - 【0043】 (ファミリーなし)	1-11