

(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

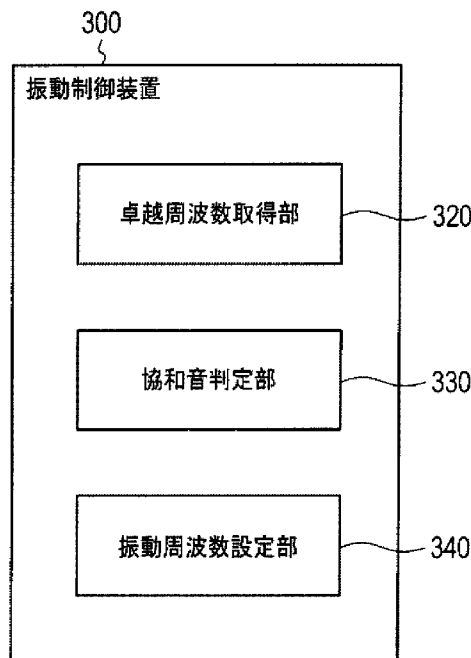
WO 2014/097610 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007395
- (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 2012-279746 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 1006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). 黒田 豊治(KURODA, Toyoharu).
- (74) 代理人: 内藤 浩樹, 外 (NAITO, Hiroki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006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,

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION CONTROL DEVICE, ELECTRONIC APPARATUS, AND VIBRATION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 振動制御装置、電子機器、および振動制御方法



- 300 Vibration control device
320 Dominant frequency acquisition unit
330 Consonant sound determination unit
340 Vibrational frequency setting unit

(57) Abstract: In the present invention, when using a touch panel that vibrates synchronously with a touch operation, both a reduction in discomfort resulting from the panel vibration noise and the maintaining of the operational feeling of touch operations to the touch panel are achieved. A vibration control device (300) is used in an electronic apparatus provided with a touch panel, which vibrates synchronously with a touch operation, and a vibration source, which is separate from the touch panel. The device has: a dominant frequency acquisition unit (320) that acquires the vibrational frequency of the vibration source, and considers the acquired vibrational frequency to be the dominant frequency of the vibrations of the vibration source; 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 acquired dominant frequency; and a vibrational 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる装置であって、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部(320)と、取得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。

WO 2014/097610 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 振動制御装置、電子機器、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あるいは家電製品等、入力インタフェースとしてタッチパネルを備えた各種の電子機器において、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）、タクトイル感（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、電子機器の他の部分や、電子機器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、電子機器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] また、回転ファンやコンプレッサなど、タッチパネルとは別の振動源（vibrating source）を備えた電子機器では、かかる振動に起因した音（以下「装置振動音」（apparatus vibration sound）という）が発生することが多い。したがって、特にこのような電子機器では、パネル振動音と装置振動音とが混ざり合い、上記不快感を更に増大させ得る。
- [0010] 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。
- [0011] 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御装置であって、振動源の振動周波数（vibrational frequency）

ency)を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数(predominant frequency)とする卓越周波数取得部(predominant frequency acquiring section)と、取得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。

[0012] 本発明の一態様に係る電子機器は、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、タッチパネルとは別の振動源と、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部と、取得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。

[0013] 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御方法であって、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とするステップと、取得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。

[0014] 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

[0015] [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に係る電子機器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における周波数テーブルの一例を示す図

[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取得処理の一例を示すフローチャート

[図13]実施の形態2における装置振動音の周波数スペクトルの一例を示す図

[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

発明を実施するための形態

[0016] 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。

[0017] (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。

[0018] 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。

[0019] 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器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、卓越周波数取得部(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。

[0020] 卓越周波数取得部320は、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とする。なお、振動の卓越周波数とは

、当該振動に起因して発生した音を聞いた人に、当該音の主成分として認識される音の周波数である。

[0021] 協和音判定部 330 は、取得された卓越周波数 (predominant frequency) の音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、パネル振動音が別の音と協和する (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、振動源を備えた電子機器では、装置振動音が発生することがある。

[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、装置振動音の卓越周波数を取得し、パネル振動音が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。

[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、本発明を電子機器に適用した場合の、本発明の具体的態様の一例である。

[0031] ＜電子機器の構成＞

図 2 は、本実施の形態に係る振動制御装置を含む電子機器の構成の一例を示すブロック図である。

[0032] 図 2 において、電子機器 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、回転ファン 270、回転数制御部 280、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、振動を発生させる。振動素子２３０が発生させる振動の周波数は、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。振動素子２３０の具体例としては、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２１０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] 回転ファン 270 は、例えば、後述の CPU を冷却するためのファンであり、後述の回転数制御部 280 から入力される回転制御信号に基づいて、回転する。なお、回転ファン 270 は、回転する際に、回転周波数と等しい周波数で、回転音を発生させるものとする。また、回転ファン 270 は、インバータ方式の回転モータにより駆動される。すなわち、回転ファン 270 の回転周波数（つまりモータの回転周波数）は、可変であるものとする。
- [0043] 回転数制御部 280 は、例えば、CPU 周辺の温度や CPU の稼働状態に応じて、回転ファン 270 の回転数（あるいは回転周波数）を制御する。本実施の形態では、回転ファン 270 の動作モードとして、予め定められた高い回転数で回転する高速回転モードと、予め定められた低い回転数で回転する低速回転モードと、回転しない回転停止モードとが存在するものとする。

- [0044] すなわち、回転数制御部280は、回転ファン270と共に本発明の振動源を構成し、予め定められた異なる周波数で振動する複数の動作モードを切り替えて動作する。また、回転数制御部280は、現在の動作モードを示す情報を、振動制御装置300に対して通知する。なお、この際に、回転数制御部280は、当該動作モードを示す情報として、回転ファン270の回転周波数を通知してもよい。
- [0045] 振動制御装置300は、周波数範囲設定部310、卓越周波数取得部320、協和音判定部330、および振動周波数設定部340を有する。
- [0046] 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、電子機器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、50Hz～400Hz）から、周波数範囲を設定する。
- [0047] 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。
- [0048] 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。
- [0049] 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。
- [0050] 卓越周波数取得部320は、振動源が発生させる振動の卓越周波数を取得

する。本実施の形態において、振動源が発生させる振動の卓越周波数は、回転ファン２７０の回転周波数に一致している。したがって、卓越周波数取得部３２０は、回転数制御部２８０から通知された情報に基づき、回転ファン２７０の回転周波数を、卓越周波数として取得する。そして、卓越周波数取得部３２０は、取得した卓越周波数を、協和音判定部３３０へ通知する。なお、電子機器１００は、振動源である回転ファン２７０の近傍位置あるいは他の位置に、電子機器１００の振動を検出する振動センサを有してもよい。この場合、卓越周波数取得部３２０は、この振動センサの振動データから、回転ファン２７０の回転周波数を取得してもよい。

[0051] 協和音判定部３３０は、卓越周波数取得部３２０から通知された卓越周波数に基づいて、取得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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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、装置振動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。

[0055] 電子機器 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。

[0056] このような構成を有する電子機器 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、電子機器 100 は、パネル振動音が、装置振動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、電子機器 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。

[0057] 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。

[0058] <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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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させる。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。

[0063] そこで、本実施の形態に係る電子機器100は、上述の通り、パネル振動音と装置振動音の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。

[0064] <卓越周波数についての説明>

本実施の形態において、卓越周波数とは、上述の通り、装置振動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り、振動装置の振動周波数に一致する周波数である。

[0065] 図2に示す卓越周波数取得部320は、回転ファン270の動作モード毎に対応する回転周波数を記述したテーブル（以下「周波数テーブル」という）を予め保持していてもよい。

[0066] <周波数テーブル>

図5は、周波数テーブルの一例を示す図である。

[0067] 図5に示すように、周波数テーブル430は、動作モード431に対応付けて、回転周波数432を記述している。

[0068] 周波数テーブル430には、例えば、「高速回転モード」という動作モード431に対応付けて、「 100Hz 」という回転周波数432が記述されている。これは、高速回転モードで動作しているとき、装置振動音の卓越周波数は 100Hz であり、 100Hz の音が装置振動音の主成分として認識される可能性が高いことを示す。

[0069] 卓越周波数取得部320は、このような周波数テーブル430を用いることにより、回転数制御部280から回転周波数の値を通知されない場合でも、動作モードに基づいて、卓越周波数を取得することができる。

[0070] <協和音についての説明>

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。

[0071] 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を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。

[0072] 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には、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。

[0073] 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は、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。

[0074] 一方で、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。例えば、「ド#」や「レ」または「

シ」、「シb」の音として聞こえた場合である。このようなずれは、許容範囲外である。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] <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。

[0081] 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4 4 1毎に、度数4 4 1に対応する周波数比4 4 2を記述している。協和音周波数比リスト4 4 0において、度数4 4 1の記述は必ずしも必要ではない。

[0082] 但し、協和音周波数比リスト4 4 0は、協和音を構成する2つの音の周波数比のうち、調波をなす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。

[0083] なお、周波数比4 4 2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。

[0084] 本実施の形態では、このような協和音周波数比リスト4 4 0を参照し、卓越周波数に協和音の周波数比4 4 2を乗じる演算を各度数4 4 1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。

[0085] なお、協和音判定部3 3 0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。

[0086] <各種情報の具体例>

次に、振動制御装置3 0 0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。

[0087] <表示画像>

図7は、ディスプレイ2 1 0に表示される画像の一例を示す平面図である。

[0088] 図7に示すように、ディスプレイ2 1 0には、例えば、メニュー5 1 0が表示される。メニュー画面5 1 0は、「M a i l」と記載された第1の操作ボタン5 1 1、「W e b」と記載された第2の操作ボタン5 1 2、および「S N S」と記載された第3の操作ボタン5 1 3を備えている。また、メニュー画面5 1 0は、「C a m e r a」と記載された第4の操作ボタン5 1 4、

「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。

[0089] 操作者は、タッチパネル220のうち、第1～第7の操作ボタン511～517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。

[0090] 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。

[0091] <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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] <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であるか否かを示す情報である。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] <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。

[0099] 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。

[0100] 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、「140Hz」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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] <振動制御装置の動作>

次に、電子機器 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。

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 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 5 2 0 および振動要否情報 5 3 0（図 8 および図 9 参照）を含む。

[0108] 図 1 1 のステップ S 1 2 0 0 において、卓越周波数取得部 3 2 0 は、回転数制御部 2 8 0 から通知される動作モードを取得する。この動作モードの取得は、回転数制御部 2 8 0 からの定期的な通知により行われてもよいし、卓越周波数取得部 3 2 0 からの問い合わせにより行われてもよい。

[0109] そして、ステップ S 1 3 0 0 において、卓越周波数取得部 3 2 0 は、取得した動作モードから、振動源において振動動作が行われているか否かを判断する。具体的には、卓越周波数取得部 3 2 0 は、取得した動作モードが、高速回転モード、低速回転モードあるいは回転停止モードであるか否かを判断する。

[0110] 卓越周波数取得部 3 2 0 は、振動動作が行われている場合（S 1 3 0 0 : Y E S）、ステップ S 1 4 0 0 へ進む。また、卓越周波数取得部 3 2 0 は、振動動作が行われていない場合（S 1 3 0 0 : N O）、後述のステップ S 1 5 0 0 へ進む。

[0111] なお、卓越周波数取得部 3 2 0 は、処理の開始時および動作モードの切り替えがあったときにのみ、ステップ S 1 2 0 0 ~ S 1 4 0 0 の処理を行うようにしてもよい。

[0112] ステップ S 1 4 0 0 において、卓越周波数取得部 3 2 0 は、卓越周波数取得処理を行う。卓越周波数取得処理は、装置振動音の卓越周波数を取得する処理である。なお、卓越周波数取得処理の説明は、後述する。

[0113] ステップ S 1 5 0 0 において、振動周波数設定部 3 4 0 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。

[0114] 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。

[0115] 具体的には、振動周波数設定部 3 4 0 は、タッチパネル検出部 2 5 0 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。

[0116] 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。

[0117] 振動周波数設定部 340 は、要振動操作が行われた場合（S1500：YES）、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。

[0118] ステップ S1600 において、振動周波数設定部 340 は、振動動作部において振動動作が行われているか否かを判断する。

[0119] 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、振動動作が行われているか否かを判断することができる。また、卓越周波数取得部 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、振動動作が行われているか否かを判断することができる。

[0120] 振動周波数設定部 340 は、振動動作が行われている場合（S1600：YES）、ステップ S1700 へ進む。また、振動周波数設定部 340 は、振動動作が行われていない場合（S1600：NO）、後述のステップ S1900 へ進む。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] ステップS1800において、振動周波数設定部340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220の振動周波数に決定する。また、振動周波数設定部340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220の振動周波数に決定する。

[0125] タッチパネル220の振動周波数は、卓越周波数の変化（つまり動作モードの変化）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。

[0126] 一方、図11のステップS1900において、振動周波数設定部340は、周波数デフォルト値を、タッチパネル220の振動周波数に決定する。これは、振動動作が行われていないか、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。

[0127] 例えば、第5の操作ボタン515（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、800Hzの±15%の範囲、つまり、680Hz～920Hz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340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。

[0128] 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。

[0129] 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 3 4 0 は、生成した振動指示信号を、振動素子制御部 2 6 0 へ出力する。

[0130] そして、ステップ S 2 1 0 0 において、卓越周波数取得部 3 2 0 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 1 1 0 0 で生成された領域別周波数情報 5 4 0 (図 1 0 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。

[0131] 卓越周波数取得部 3 2 0 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 2 1 0 0 : N O) 、ステップ S 1 2 0 0 へ戻る。また、卓越周波数取得部 3 2 0 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 2 1 0 0 : Y E S) 、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 3 0 0 は、ステップ S 1 1 0 0 から処理を開始することになる。

[0132] <卓越周波数取得処理>

図 1 2 は、卓越周波数取得処理の一例を示すフローチャートである。

[0133] まず、ステップ S 1 4 1 0 において、卓越周波数取得部 3 2 0 は、回転フ

ファン 270 の回転周波数を、卓越周波数として取得する。具体的には、例えば、卓越周波数取得部 320 は、周波数テーブル 430（図 5 参照）を参照して、取得した動作モードに対応する回転周波数を、卓越周波数として取得する。

[0134] そして、ステップ S1420 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）として決定して、図 11 の処理へ戻る。

[0135] <装置振動音の周波数スペクトル>

図 13 は、装置振動音の周波数スペクトルの一例を示す図である。図 13 において、横軸は周波数 [Hz] を示し、縦軸は音圧レベル（音の強さ）[dB] を示す。なお、ここでは、動作モードが高速回転モード（回転周波数 100 Hz）である場合の例を示す。

[0136] 回転ファン 270 が 100 Hz の回転周波数で回転している場合、図 13 に示すように、装置振動音の周波数スペクトル曲線 551 は、100 Hz 付近で音圧レベルが卓越（predominant）（突出（outstanding））し、65 dB 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音（卓越音）は、人に聞こえ易い。

[0137] 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。

[0138] <振動周波数候補群>

図 14 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 100 Hz が抽出された場合の例を示す。

[0139] 図 14 に示すように、振動周波数候補群 460 には、例えば、「50.0 Hz」が含まれている。これは、100 Hz 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、「20

0.0 Hz」が含まれている。これは、100 Hz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。

[0140] <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。

[0141] 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、140 Hzの±15%の範囲、つまり、119 Hz～161 Hz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140 Hzに最も近いのは、「133.3 Hz」である。

[0142] したがって、振動周波数設定部340は、133.3 Hzを、タッチパネル220の振動周波数に決定する。

[0143] 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。

[0144] <まとめ>

以上説明したように、本実施の形態に係る電子機器100は、振動制御装置300において、装置振動音の卓越周波数を取得し、パネル振動音が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。

[0145] これにより、本実施の形態に係る電子機器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電子機器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電子機器 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。

[0146] なお、本発明の実施の形態 2 では、本発明を、振動源として回転ファン 270 および回転数制御部 280 を備えた電子機器 100 に適用した例について説明したが、本発明の適用はこれに限定されない。例えば、本発明は、振動源として、コンプレッサおよびその回転数を制御する制御部を備える電子機器に適用することができる。また、本発明は、振動源として、スピーカなど、音の発生を目的とする装置およびその音程を制御する制御部を備える電子機器に適用することもできる。

[0147] また、本実施の形態は、振動源が複数存在し、これら複数の振動源が発生させる複数の振動の卓越周波数の音が、協和の関係にある場合にも適用できる。これら複数の音の全てと協和する音が存在する場合、振動制御装置は、かかる音の周波数を、協和音周波数に設定することが望ましい。

[0148] 具体的には、例えば、振動制御装置は、1つの卓越周波数について協和音周波数候補群を求め、求められた候補群の中から、更に次の卓越周波数について協和音周波数候補群を絞る処理を行えばよい。あるいは、振動制御装置は、卓越周波数毎に協和音周波数候補群を求め、求められた協和音周波数候補群の中から、全ての卓越周波数について所定の誤差に収まるような協和音周波数候補を、協和音周波数に設定すればよい。また、振動制御装置は、これらの処理において、卓越音の音圧レベルや周波数帯域などにに基づき、人の耳に聞こえ易い卓越周波数に協和する音を優先させて、協和音周波数候補の絞り込みを行うようにしてもよい。

[0149] 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御装置であって、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部と、取得された卓越周

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。

[0150] また、上記振動制御装置において、振動源は、予め定められた異なる周波数で振動する複数の動作モードを切り替えて動作し、卓越周波数取得部は、振動源が複数の動作モードのうちいずれの動作モードで動作しているかを判定し、判定された動作モードに対応する周波数を、振動源の振動周波数として取得してもよい。

[0151] また、上記振動制御装置は、電子機器の振動を検出する振動センサ、を更に有し、卓越周波数取得部は、振動センサの振動データから、振動源の振動周波数を取得してもよい。

[0152] また、上記振動制御装置において、振動源は、回転モータを含み、卓越周波数取得部は、回転モータの回転周波数を、卓越周波数としてもよい。

[0153] 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は、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は、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。

[0154] 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。

[0155] また、上記振動制御装置において、卓越周波数取得部は、振動源が動作しているか否かを判断し、振動周波数設定部は、振動源が動作していないとき、振動の周波数を周波数デフォルト値に設定してもよい。

[0156] また、上記振動制御装置において、協和音判定部は、取得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。

[0157] 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、これらの周波数比の各々を2の整数乗で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。

[0158] 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、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。

[0159] 本開示の電子機器は、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、タッチパネルとは別の振動源と、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部と、取得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。

[0160] 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と、タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御方法であって、振動源の振動周波数を取得し、取得した振動周波数を、振動源の振動の卓越周波数とするステップと、取得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

[0161] 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、電子機器、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、電動マッサージ器、電動歯ブラシ等の、一定の周波数にて振動音を発する電気機器や、換気扇、扇風機、サーキュレータ、冷蔵庫、エアコン等の、一定の周波数にて回転音を発する等の電子機器に好適である。

符号の説明

- [0162] 1 0 0 電子機器
- 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 回転ファン
- 2 8 0 回転数制御部
- 3 0 0 振動制御装置
- 3 1 0 周波数範囲設定部
- 3 2 0 卓越周波数取得部
- 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と、前記タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御装置であって、
- 前記振動源の振動周波数を取得し、取得した前記振動周波数を、前記振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部と、
- 取得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] 前記振動源は、予め定められた異なる周波数で振動する複数の動作モードを切り替えて動作し、
- 前記卓越周波数取得部は、前記振動源が前記複数の動作モードのうちいずれの動作モードで動作しているかを判定し、判定された前記動作モードに対応する周波数を、前記振動源の振動周波数として取得する、
- 請求項1に記載の振動制御装置。
- [請求項3] 前記電子機器の振動を検出する振動センサ、を更に有し、
- 前記卓越周波数取得部は、前記振動センサの振動データから、前記振動源の振動周波数を取得する、
- 請求項1に記載の振動制御装置。
- [請求項4] 前記振動源は、回転モータを含み、
- 前記卓越周波数取得部は、前記回転モータの回転周波数を、前記卓越周波数とする、
- 請求項1に記載の振動制御装置。
- [請求項5] 前記振動周波数設定部は、予め設定された周波数範囲内に前記協和音周波数が含まれるか否かを判断し、前記周波数範囲内に前記協和音

周波数が含まれるとき、前記タッチパネルの振動の周波数を前記協和音周波数に設定し、前記周波数範囲内に前記協和音周波数が含まれないとき、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する、

請求項 1 に記載の振動制御装置。

[請求項6] 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 5 に記載の振動制御装置。

[請求項7] 前記卓越周波数取得部は、前記振動源が動作しているか否かを判断し、

前記振動周波数設定部は、前記振動源が動作していないと判断したとき、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 5 に記載の振動制御装置。

[請求項8] 前記協和音判定部は、取得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9] 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、これらの周波数比の各々を 2 の整数乗で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 8 に記載の振動制御装置。

[請求項10] 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、複数の操作内容の各々に対して、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、

請求項 5 に記載の振動制御装置。

[請求項11]

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、

前記タッチパネルとは別の振動源と、

前記振動源の振動周波数を取得し、取得した前記振動周波数を、前記振動源の振動の卓越周波数とする卓越周波数取得部と、

取得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、

電子機器。

[請求項12]

タッチ操作に同期して振動するタッチパネルと、前記タッチパネルとは別の振動源と、を備えた電子機器に対して用いられる振動制御方法であって、

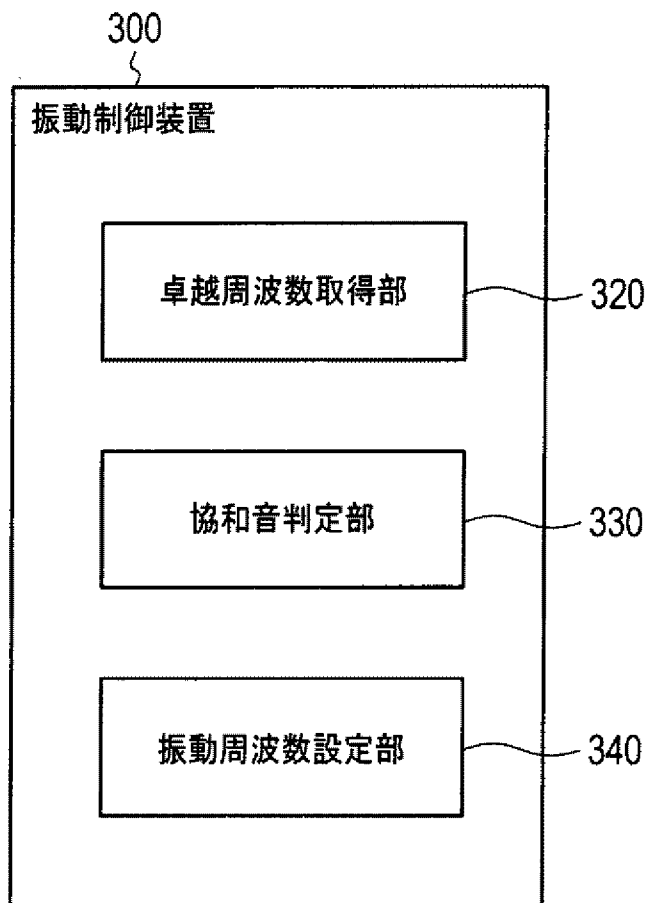
前記振動源の振動周波数を取得し、取得した前記振動周波数を、前記振動源の振動の卓越周波数とするステップと、

取得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、

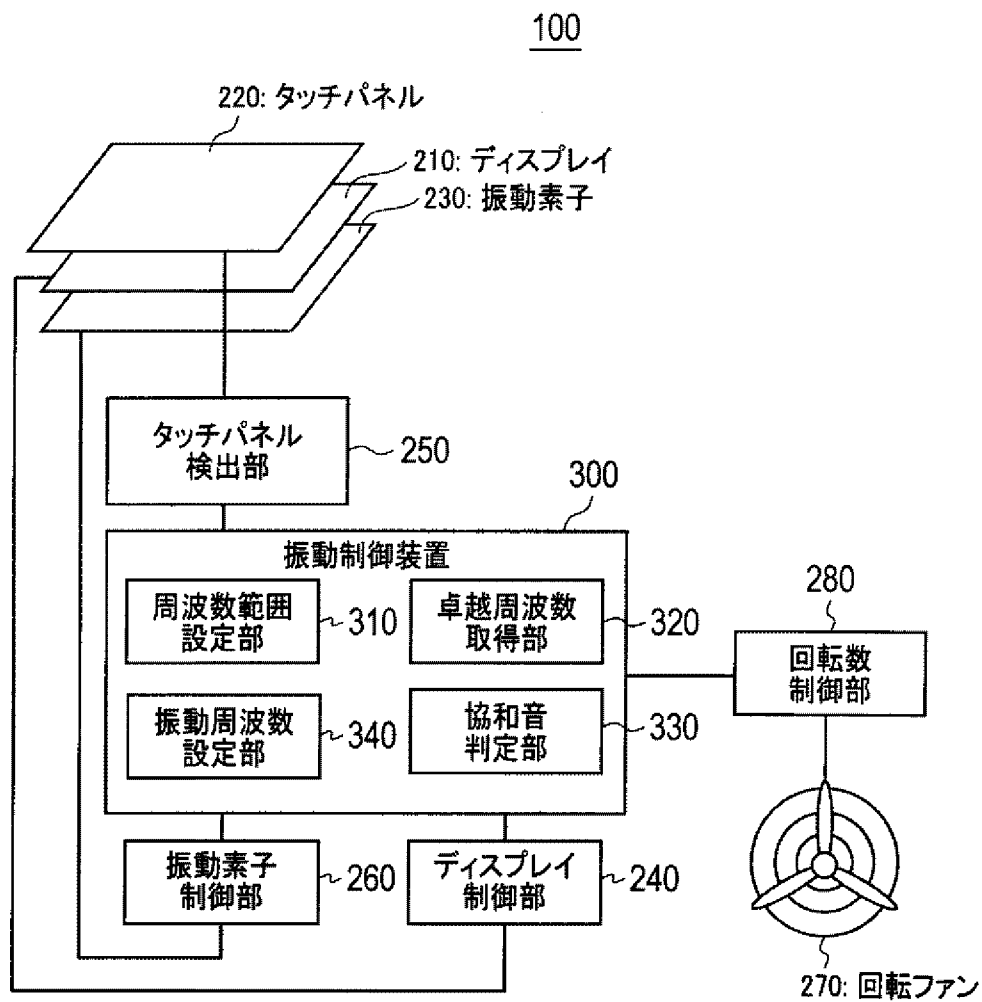
前記タッチパネルの振動の周波数を、判定された前記協和音周波数に設定するステップと、を有する、

振動制御方法。

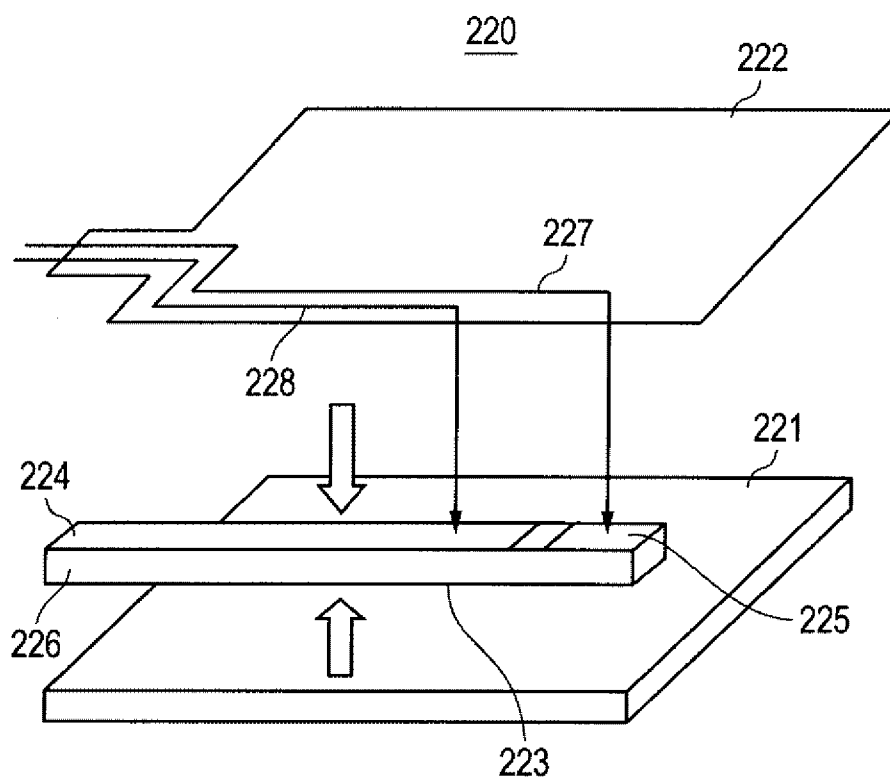
[図1]



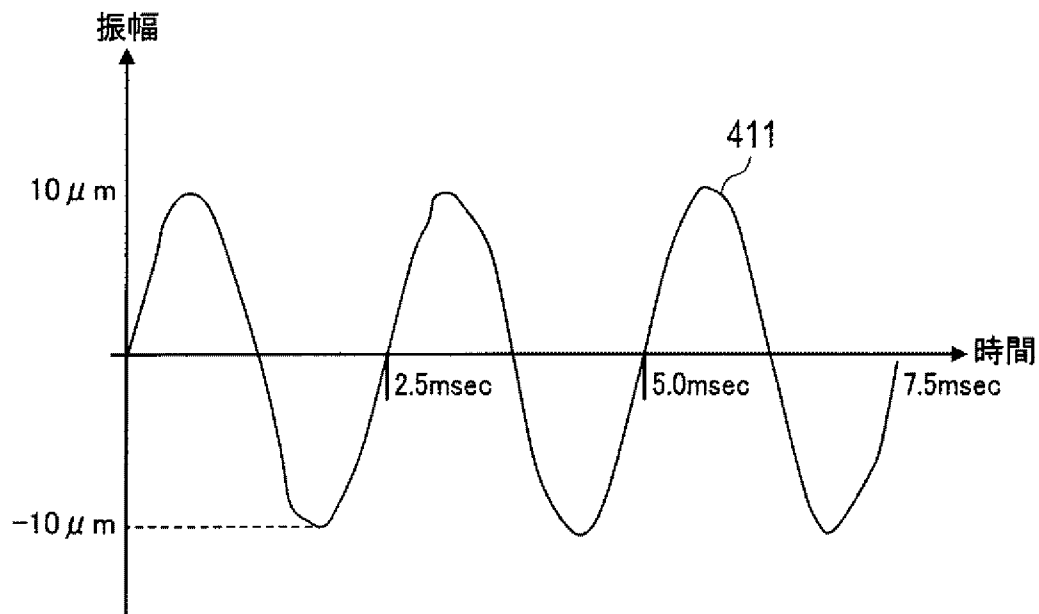
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

430

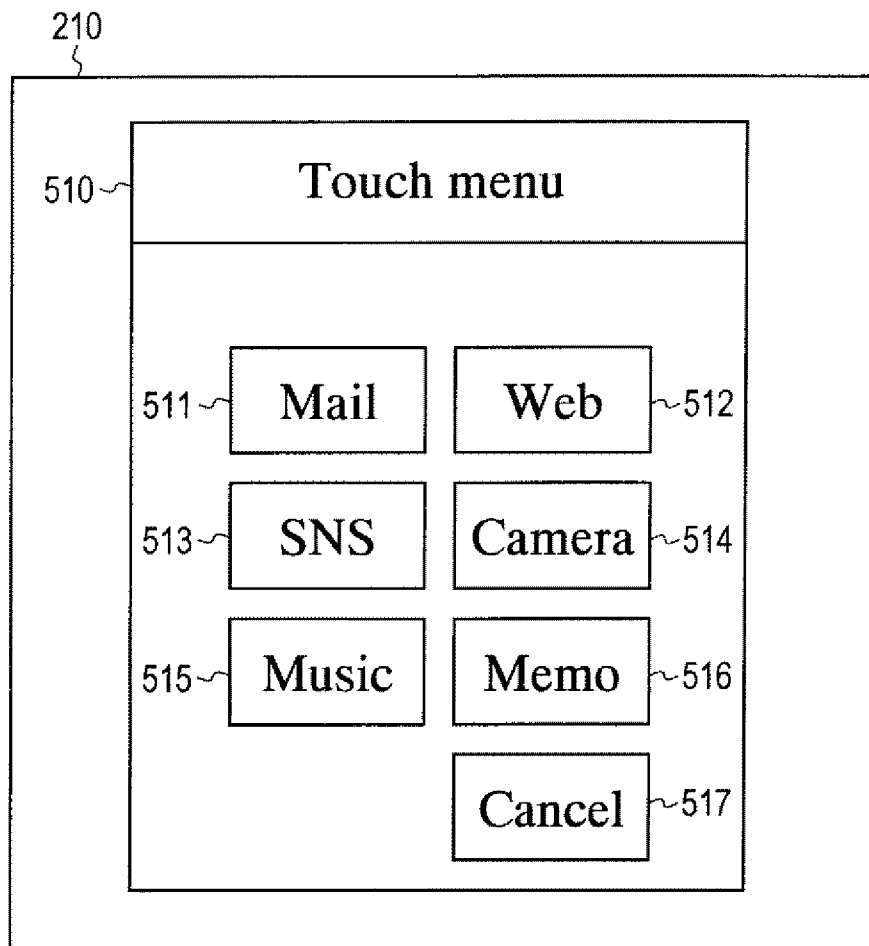
動作モード	回転周波数
高速回転モード	100Hz
低速回転モード	50Hz

[図6]

440

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

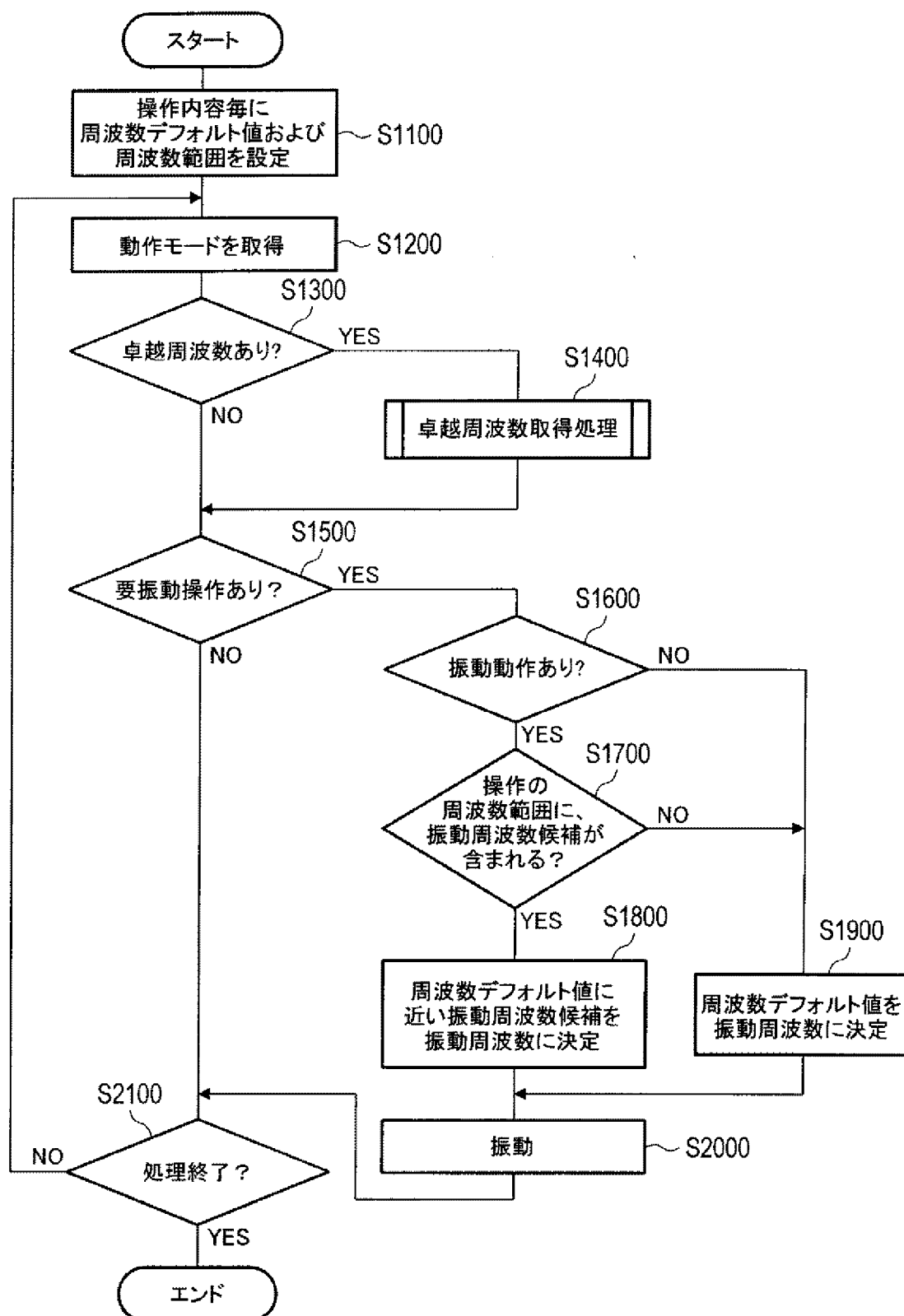
領域識別子	振動要否
第1の操作ボタン	YES
第2の操作ボタン	YES
第3の操作ボタン	YES
第4の操作ボタン	YES
第5の操作ボタン	YES
第6の操作ボタン	YES
第7の操作ボタン	NO

[図10]

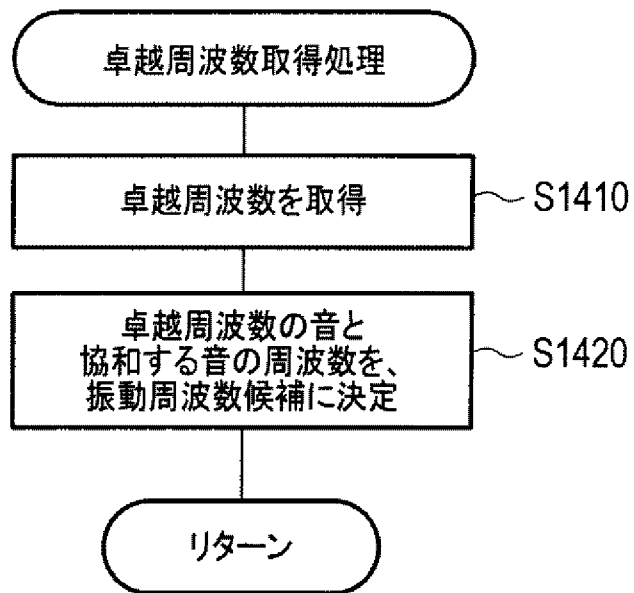
540

領域識別子	周波数デフォルト値	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%

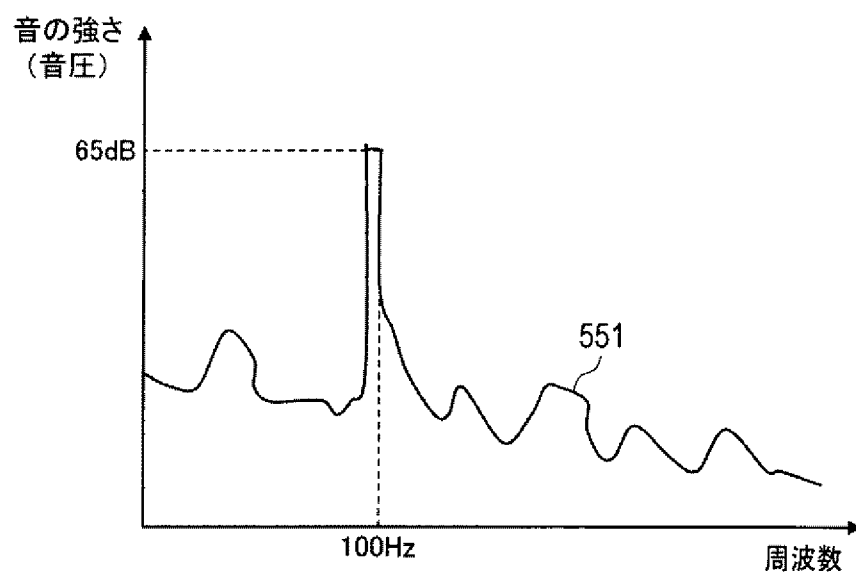
[図11]



[図12]



[図13]

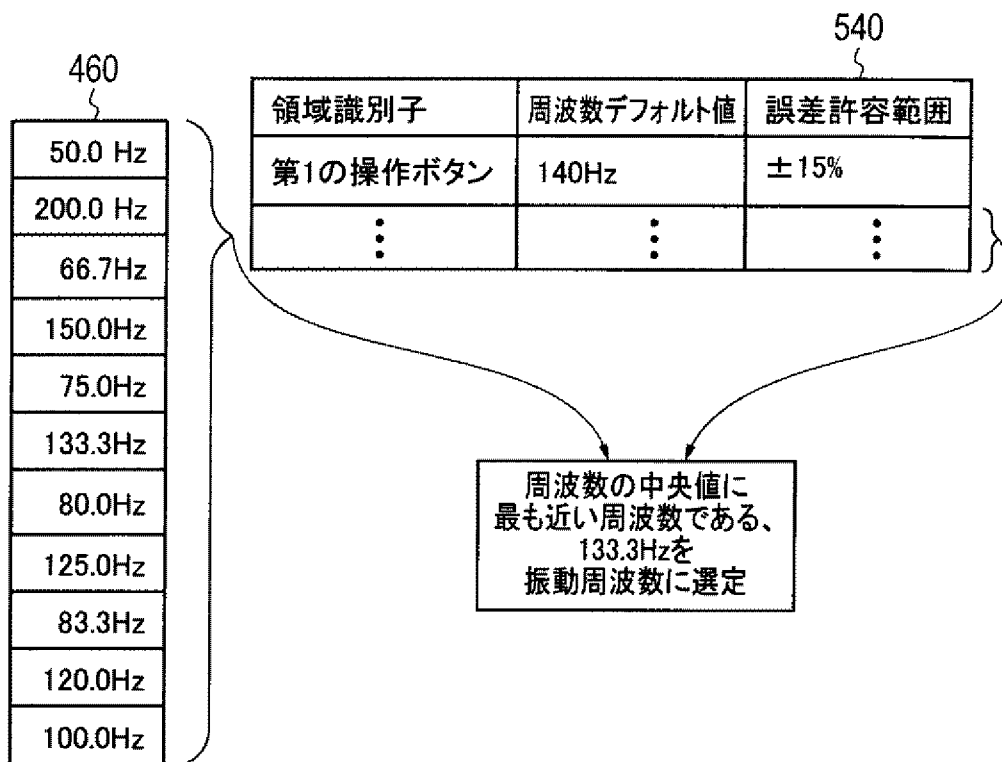


[図14]

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]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007395

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/041(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

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	1-12
A	JP 2008-130055 A (Sony Corp.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0021] to [0028] (Family: none)	1-12
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)	1-12

☒ 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/JP2013/007395

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)	1-12
A	JP 2003-016502 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 17 January 2003 (17.01.2003), paragraphs [0019] to [0026]; fig. 6 (Family: none)	1-12
A	JP 2009-245121 A (Fujitsu Ltd.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0042] to [0045] (Family: none)	1-12

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

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

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	1-12
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）	1-12
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）	1-12

☒ 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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)	1-12
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)	1-12
A	JP 2009-245121 A (富士通株式会社) 2009. 10. 22, 段落【0042】 - 【0045】 (ファミリーなし)	1-12