

(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
2015年4月30日(30.04.2015)

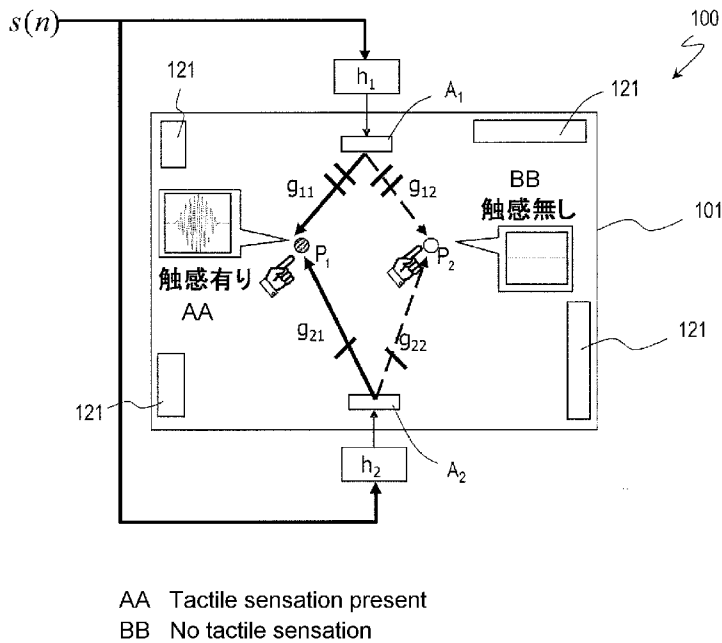


(10) 国際公開番号
WO 2015/059887 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005151
 - (22) 国際出願日: 2014年10月9日(09.10.2014)
 - (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 2013-222365 2013年10月25日(25.10.2013) JP
 - (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
 - (72) 発明者: 足立 祐介(ADACHI, Yusuke). 廣瀬 良文(HIROSE, Yoshifumi).
 - (74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA, Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 電子機器



AA Tactile sensation present
BB No tactile sensation

(57) 要約:

(57) Abstract: An electronic device (100) is provided with: a panel (101) that is touched by a user; a plurality of vibration units that cause the panel (101) to vibrate; and a vibration control unit that controls the plurality of vibration units when the user simultaneously touches a plurality of positions on the panel (101), such that the vibration of a first touch position among the plurality of touch positions becomes greater than the vibration of a second touch position among the plurality of touch positions. When the distance between the first touch position (P1) and the first vibration unit (A1), and the distance between the second touch position (P2) and the first vibration unit (A1), are equal to each other, the transmission characteristics (g11) of the vibration of the panel (101) between the first vibration unit (A1) and the first touch position (P1) and the transmission characteristics (g12) of the vibration of the panel (101) between the first vibration unit (A1) and the second touch position (P2) differ from each other.

[続葉有]

WO 2015/059887 A1



電子機器（100）は、ユーザがタッチするパネル（101）と、パネル（101）を振動させる複数の振動部と、ユーザがパネル（101）の複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、複数の振動部を制御する振動制御部とを備える。第1タッチ位置（P1）と第1振動部（A1）との間の距離と、第2タッチ位置（P2）と第1振動部（A1）との間の距離とが互いに等しい場合において、第1振動部（A1）と第1タッチ位置（P1）との間におけるパネル（101）の振動の伝達特性 g_{11} と、第1振動部（A1）と第2タッチ位置（P2）との間におけるパネル（101）の振動の伝達特性 g_{12} とが互いに異なる。

明 細 書

発明の名称：電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、ユーザの操作に対して触感を呈示する触感呈示機能を有した電子機器に関する。

背景技術

[0002] 従来、タッチパネルを備える公共端末（例えば、ATMあるいは自動券売機など）がある。また、タッチパネルを備える個人用機器（例えば、タブレットPCあるいはスマートフォンなど）も増加している。

[0003] タッチパネルとは、パネルへのタッチを入力として検出する入力機器である。一般に、タッチパネルは、液晶ディスプレイあるいは有機ELディスプレイなどを備える。この場合、タッチパネルは、タッチディスプレイやタッチスクリーンとも呼ばれる。例えば、タッチパネルは、表示領域に表示されたGUIオブジェクト（例えばボタンなど）に対するユーザのタッチを検出する。

[0004] このようなタッチパネルを用いたユーザインタフェースは、GUIオブジェクトの配置に対する柔軟性が高いという利点がある。しかし、タッチパネルを用いたユーザインタフェースでは、従来の機械式ボタンを用いたユーザインタフェースと比較して、ボタンを押下したときの感覚のフィードバックが小さい。したがって、ユーザは、タッチパネルをタッチしたときに、そのタッチが正しく検出されたか否かを認識することが難しいという課題がある。この課題を解決するために、タッチパネルを振動させ、タッチに対する触感（haptics）を呈示する方法が提案されている（例えば、特許文献1）。

[0005] 特許文献1は、ユーザがタッチした複数の指の特定の場所では振動を最大化し、その他の場所では振動を低減あるいは最小化する触覚マルチタッチの技術を開示している。

[0006] この技術では、複数の振動源から発生されるたわみ振動により、ユーザに触覚を与える触覚タッチパネルにおいて、複数の振動源を制御することにより、屈曲波の振幅を、特定の場所では最大化し、その他の場所では低減あるいは最小化することにより、ユーザのタッチした複数の指のうち、特定の指にのみ触覚を発生させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特表2011-527791号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本開示は、マルチタッチに対して触感を呈示する電子機器を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示のある実施形態に係る電子機器は、ユーザがタッチするパネルと、パネルを振動させる複数の振動部と、ユーザがパネルの複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、複数の振動部を制御する振動制御部とを備える。複数の振動部は、第1および第2振動部を含む。第1タッチ位置と第1振動部との間の距離と、第2タッチ位置と第1振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、第1振動部と第1タッチ位置との間におけるパネルの振動の伝達特性と、第1振動部と第2タッチ位置との間におけるパネルの振動の伝達特性とが互いに異なる。

[0010] また、本発明のある実施形態に係る電子機器は、ユーザがタッチするパネルと、パネルを振動させる複数の振動部と、ユーザがパネルの複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、複数の振動部を制御する振動制御部とを備える。複数の振動部は、

第1および第2振動部を含む。第1タッチ位置と第1振動部との間の距離と、第1タッチ位置と第2振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、第1振動部と第1タッチ位置との間におけるパネルの振動の伝達特性と、第2振動部と第1タッチ位置との間におけるパネルの振動の伝達特性とが互いに異なる。

発明の効果

[0011] 本開示のある実施形態に係る電子機器によれば、パネル上のどの2点においても、振動源との間の伝達関数を異ならすことができ、振動振幅を互いに異ならせることができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1] (a) および (b) は、実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図2] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図3] (a) および (b) は、実施形態に係る触感信号を示す図である。
[図4] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図5] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図6] 実施形態に係る電子機器の動作を示すフローチャートである。
[図7] (a) および (b) は、実施形態に係るタッチ位置におけるパネルの振動を示す図である。
[図8] タッチ位置と伝達関数との関係を示す図である。
[図9] タッチ位置と伝達関数との関係を示す図である。
[図10] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図11] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図12] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図13] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図14] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図15] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図16] 実施形態に係る電子機器を示す図である。
[図17] 実施形態に係る電子機器の動作を示すフローチャートである。

[図18]実施形態に係る電子機器の動作を示すフローチャートである。

[図19]実施形態に係る第2タッチ位置の応答信号の位相に対する第1タッチ位置の振動強度の変化を示す図である。

[図20]実施形態に係る電子機器を示す図である。

[図21]実施形態に係る電子機器の動作を示すフローチャートである。

[図22]実施形態に係る電子機器の動作を示すフローチャートである。

[図23]実施形態に係る複数の候補位置を示す図である。

[図24]実施形態に係る複数の候補位置に対応するタッチ位置の振動強度を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、適宜図面を参照しながら、実施形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

[0014] なお、発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

[0015] まず、マルチタッチについて説明する。マルチタッチとは、パネルに同時に接触している状態を有する複数のタッチを意味する。換言すれば、マルチタッチとは、ある時点においてパネルに接触している複数のタッチを意味する。つまり、マルチタッチとは、パネル上の複数の位置に対する複数のタッチであって、時間的に重複する複数のタッチを意味する。したがって、マルチタッチは、同時に開始された複数のタッチだけではなく、異なる時刻に開始され、ある時点において同時に検出される複数のタッチも含む。具体的には、第1タッチが開始された後に、第1タッチが継続された状態で第2タッチが開始された場合、第2タッチの開始時点において、第1タッチと第2タッチとはマルチタッチに相当する。

- [0016] マルチタッチパネルでは、複数のユーザが同時に操作を行なうことができる。また、マルチタッチパネルでは、複数の指を用いた操作により、ユーザは、対象オブジェクトの拡大あるいは回転などを直感的に行なうことができる。このようなマルチタッチパネルにおいて、マルチタッチに対する触感のフィードバックを考えた場合、それぞれのタッチに対して区別可能な触感を呈示することが望ましい。
- [0017] 1つのアクチュエータのみを用いて2つ以上のタッチ位置に同時に触感を呈示しようとした場合は、それぞれのタッチ位置に同種類の触感が同時に呈示される。また、1つのアクチュエータのみを用いて、2つ以上のタッチ位置のうちの任意のタッチ位置に他のタッチ位置とは異なる触感を呈示することは難しい。
- [0018] 特許文献1では、複数のアクチュエータを用いて、それらの振動波形を工夫することにより、一方のタッチ位置のたわみの振幅を最大化し、他方のタッチ位置のたわみの振幅を低減または最小化する技術を開示している。
- [0019] 2点のマルチタッチにおいては、2点の振動源から2点のタッチ位置までの振動の伝達関数をそれぞれ異ならせることにより、2点のタッチ位置の振動振幅に差異を生み出しており、各振動源から各タッチ位置までの振動の伝達関数が異なることが必要条件となる。
- [0020] 通常、均質な物質の振動の伝達では、その距離に応じて振動は減衰および／または遅延するので、振動源から等距離の2点の伝達関数は同じになる。特許文献1は、振動源をタッチパネルの中心軸に対して非対称に配置する構成を開示しているが、この構成においても、振動源からの距離が同じになる2点は数多く存在するので、伝達関数が互いに同じになる点の組み合わせが多く存在する。そのような2点では、伝達関数が同じになってしまうため、振動振幅を互いに異ならせることができず、異なる触感を呈示することはできない。
- [0021] 本開示のある実施形態によれば、振動源からの距離が同じ2点でも伝達関数を異ならすことができ、全ての点で振動振幅を互いに異ならせることがで

きる。本開示のある実施形態では、例えば、パネルの形状、材質、固定方法の少なくとも1つを非対称にする。

[0022] (実施形態1)

以下、図1から図11を用いて、実施形態1に係る電子機器を説明する。

[0023] <装置構成>

図1は、実施形態1に係る電子機器100を示す図である。図1(a)は電子機器100の上面図であり、図1(b)は電子機器100のアクチュエータ102に沿った断面図である。図2は、電子機器100の機能構成を示す図である。電子機器100は、パネル101を振動させることによりユーザに触感を呈示する。

[0024] 電子機器100は、パネル101と、複数のアクチュエータ102と、タッチ情報取得部103と、触感呈示決定部104と、伝達特性記憶部105と、伝達特性取得部106と、フィルタ算出部107と、触感信号記憶部108と、フィルタ処理部109とを備える。以下に、電子機器100が備える各構成要素について説明する。

[0025] <パネル101>

パネル101は、触感を呈示するための振動を伝達する部材である。具体的には、パネル101は、例えば、ガラス製あるいはアクリル製の透光性を有する板状部材である。また、図の例では、x方向がパネル101の長手方向になる。

[0026] なお、パネル101の形状、大きさ、厚さ、硬さおよび固定方法などは、特に限定される必要はない。パネル101の形状、大きさ、厚さ、硬さおよび固定方法などに依存して、アクチュエータ102からパネル101上の各位置(以後、「点」とも呼ぶ)までの振動の伝達特性は変化する。

[0027] <アクチュエータ102>

複数のアクチュエータ102は、パネル101の互いに異なる位置に設置される。例えば図1に示すように、複数のアクチュエータ102は、パネル101の端部に貼り付けられる。つまり、複数のアクチュエータ102は、

パネル 101 の画像表示領域 111 外に設置される。

[0028] 各アクチュエータ 102 は、駆動信号に従ってパネル 101 を振動させる。このように各アクチュエータ 102 によってパネル 101 に与えられた振動がパネル 101 上のユーザのタッチ位置に伝播することにより、ユーザに触感が呈示される。

[0029] 本実施形態では、アクチュエータ 102 の数は、例えば、タッチ情報取得部 103 が同時に検出可能なタッチ数以上である。これにより、電子機器 100 は、検出可能な複数のタッチに対して互いに異なる触感を呈示することができる。なお、アクチュエータ 102 の数は、必ずしも同時に検出可能なタッチの数以上である必要はない。アクチュエータ 102 の数は、同時に検出可能なタッチ数未満であってもよい。この場合、電子機器 100 は、複数のタッチ位置のうち、アクチュエータ 102 の数以下のタッチ位置で触感を制御することができる。

[0030] アクチュエータ 102 は、例えば圧電素子（ピエゾ素子）であってもよい。あるいは、アクチュエータ 102 は、ボイスコイルであってもよい。さらに、アクチュエータ 102 は、駆動信号を増幅するためのアンプを含んでもよい。アクチュエータ 102 の種類は、特に限定される必要はない。

[0031] アクチュエータ 102 の配置間隔は、特に限定される必要はない。例えば、複数のアクチュエータ 102 は、パネル 101 を効率良く振動させることができるように配置されればよい。

[0032] <タッチ情報取得部 103>

タッチ情報取得部 103 は、パネル 101 に同時に接触している状態を有する複数のタッチを検出することにより、パネル 101 上の複数のタッチ位置を取得する。つまり、タッチ情報取得部 103 は、パネル 101 に対するユーザのマルチタッチを検出することにより、パネル 101 上の複数のタッチ位置を取得する。例えば、タッチ情報取得部 103 は、複数のタッチ位置の座標を示すタッチ情報を取得する。例えば、マルチタッチは、ユーザがパネル上の複数の位置に同時に接触している状態を含む。

- [0033] タッチ情報取得部103は、例えば、静電容量方式あるいは感圧方式のマルチタッチパネルにより構成される。例えば、タッチ情報取得部103が静電容量方式のマルチタッチパネルで構成される場合、タッチ情報取得部103は、マルチタッチによる静電容量の変化に基づいて複数のタッチ位置を取得する。また例えば、タッチ情報取得部103が感圧方式のマルチタッチパネルで構成される場合、タッチ情報取得部103は、マルチタッチによる圧力の変化に基づいて、複数のタッチ位置を取得する。
- [0034] なお、マルチタッチパネルは、静電容量方式あるいは感圧方式のマルチタッチパネルに限定される必要はない。すなわち、マルチタッチパネルは、マルチタッチを検出できれば、どのような方式のマルチタッチパネルであっても構わない。
- [0035] なお、タッチ情報取得部103は、複数のタッチ位置に加えて、各タッチ位置における接触面積、荷重、あるいは押圧などを示す情報をタッチ情報として取得してもよい。この場合、押圧は、感圧方式のマルチタッチパネルを用いれば容易に取得することができる。また、押圧は、加重センサーを用いて取得されてもよい。
- [0036] なお、タッチ情報取得部103がマルチタッチパネルで構成される場合、パネル101とタッチ情報取得部103を構成するマルチタッチパネルとは、一体として形成されていてもよい。例えば、パネル101に静電容量方式のマルチタッチパネルを貼付することにより、タッチ情報取得部103とパネル101とは1つの部材として形成されてもよい。
- [0037] また、図1に示すように、パネル101あるいはタッチ情報取得部103の下部に液晶ディスプレイあるいは有機ELディスプレイなどの表示装置110が設置されてもよい。これにより、電子機器100は、タッチディスプレイとして機能することが可能となる。なお、必ずしも表示装置110が設置される必要はなく、表示装置110はなくてもよい。
- [0038] なお、パネル101上の複数のタッチ位置は、ユーザがパネル101に直接接触している位置またはユーザによって操作されるペン等でパネル101

に接触している位置を含む。

[0039] <触感呈示決定部 104>

触感呈示決定部 104 は、触感を呈示する第 1 タッチ位置（以後、「呈示位置」とも呼ぶ）を決定する。例えば、触感呈示決定部 104 は、複数のタッチ位置の中から、触感信号が示す振動により触感を呈示する第 1 タッチ位置と、触感を呈示しない少なくとも 1 つの第 2 タッチ位置（以後、「非呈示位置」とも呼ぶ）とを決定する。

[0040] 具体的には、触感呈示決定部 104 は、例えば、GUI オブジェクトの表示位置、タッチ位置における荷重、あるいは複数のタッチ位置間の時間的あるいは空間的な関係に基づいて、複数のタッチ位置の中から 1 つの呈示位置を決定する。また、触感呈示決定部 104 は、複数のタッチ位置のうち呈示位置以外のタッチ位置を非呈示位置と決定する。なお、呈示位置の決定方法は、特に限定される必要はない。

[0041] <伝達特性記憶部 105>

伝達特性記憶部 105 は、例えば、ハードディスクあるいは半導体メモリである。伝達特性記憶部 105 は、パネル 101 上の各点について、各アクチュエータ 102 から当該点までの伝達特性を記憶している。つまり、伝達特性記憶部 105 は、パネル 101 上の複数の位置および複数のアクチュエータ 102 について、位置とアクチュエータ 102 との組合せに対応付けて伝達特性を記憶している。

[0042] 伝達特性記憶部 105 には、M 個のアクチュエータ 102 (A1、A2、
・・・、AM) と、N 個の位置 (P1 (x1, y1)、P2 (x2, y2)、
・・・、PN (xN, yN)) との全ての組合せそれぞれについての伝達特性が記憶されている。すなわち、M×N 個の伝達特性が伝達特性記憶部 105 に記憶されている。

[0043] 伝達特性は、システムにおける入力と出力との関係を示す。ここでは、アクチュエータの駆動信号が入力に相当し、パネル上の 1 点における振動が出力に相当する。一般的に、伝達特性 $G(\omega)$ は、系への入力 $X(\omega)$ に対す

る系からの出力 $Y(\omega)$ の比で表わされる($G(\omega) = Y(\omega) / X(\omega)$)。例えば、入力 $X(\omega)$ がインパルスである場合($X(\omega) = 1$)、伝達特性 $G(\omega)$ は、出力 $Y(\omega)$ (インパルス応答)と一致する。

[0044] 伝達特性記憶部105は、パネル101上の各点について、各アクチュエータ102から当該点までのインパルス応答を伝達特性として記憶している。なお、インパルス応答は、時間領域で表されてもよいし、周波数領域で表わされてもよい。つまり、伝達特性記憶部105には、インパルス応答の時間波形が記憶されてもよいし、インパルス応答のスペクトルが記憶されてもよい。

[0045] ここで、パネル101上の各点は、例えば、パネル101上の各分割領域の代表点(例えば、中心あるいは重心など)であればよい。分割領域は、例えば、パネル101上の領域を10mm単位で格子状に分割して得られる。なお、分割領域の形状は、必ずしも矩形形状である必要はなく、その他の形状であっても構わない。また、分割領域の大きさはすべての分割領域で同一である必要はない。例えば、パネル101上の位置によって分割領域の大きさが異なってもよい。

[0046] ここで、各分割領域が小さいほど(つまり、分割領域の数が多いほど)、触感呈示の分解能を向上させることができるが、伝達特性を記憶するために必要な記憶容量は増大する。つまり、分解能と記憶容量とはトレードオフの関係にあるため、必要な分解能あるいは許容される記憶容量などに基づいて、各分割領域の大きさが決定されればよい。

[0047] <伝達特性取得部106>

伝達特性取得部106は、伝達特性記憶部105に記憶されている複数の伝達特性の中から、タッチ情報取得部103により取得された各タッチ位置に対応する伝達特性を取得する。つまり、伝達特性取得部106は、各アクチュエータ102から各タッチ位置までの伝達特性を伝達特性記憶部105から読み出す。

[0048] <フィルタ算出部107>

フィルタ算出部107は、フィルタ取得部の一例である。フィルタ算出部107は、任意の触感信号に対するフィルタ処理によって所望の駆動信号を生成するためのフィルタを取得する。ここで、所望の駆動信号とは、呈示位置でパネル101が任意の触感信号に従って振動し、かつ非呈示位置でパネル101が当該任意の触感信号よりも振動強度が小さい信号に従って振動するように各アクチュエータ102を駆動するための信号である。任意の触感信号よりも振動強度が小さい信号は、例えば、任意の触感信号の振幅の1/10以下の振幅を有する信号である。

[0049] 例えば、任意の触感信号よりも振動強度が小さい信号は、ユーザが検知できない振動を示す信号である。例えば、任意の触感信号よりも振動強度が小さい信号は、振幅が「0」の信号である。このような場合、フィルタ算出部107は、伝達特性取得部106により取得された伝達特性を用いて、タッチ情報取得部103が取得した複数のタッチ位置のうち、呈示位置にのみ触感を呈示し、他のタッチ位置（非呈示位置）に触感を呈示しないためのフィルタを算出する。この場合のより具体的なフィルタの算出方法については後述する。

[0050] <触感信号記憶部108>

触感信号記憶部108は、例えば、ハードディスクあるいは半導体メモリである。触感信号記憶部108は、触感信号を記憶している。触感信号は、ユーザに呈示される触感を表す。つまり、触感信号は、呈示位置におけるパネル101の振動を示す。

[0051] 図3(a)および図3(b)の各々は、触感信号の一例を示している。触感信号記憶部108は、例えば、図3(a)および図3(b)に示すような触感信号を記憶している。

[0052] 触感信号は、ユーザに触感を呈示できればどのような信号であってもよいが、例えば、パネル101の振動特性に基づいて決定されてもよい。具体的には、触感信号は、例えば、パネル101の共振周波数あるいはその近傍の周波数の信号であってもよい。これにより、エネルギー効率を向上させるこ

とが可能となる。

[0053] ここで、触感信号の生成方法の一例を説明する。触感信号が、周波数 f_c の正弦波の r 周期分の信号に基づいて生成される場合、式 (1) に示すように、 r 周期がちょうど半周期になるような変調周波数 f_m を用いて正弦波を変調することにより、図 3 (a) に示すような触感信号 $s(n)$ が生成される。

[数1]

$$s(n) = \sin(2\pi f_m n T_s) \sin(2\pi f_c n T_s) \quad (1)$$

$$f_m = \frac{f_c}{2r}$$

[0054] ここで、 T_s は、サンプリング周期を表し、 n は、離散化された周波数単位を表す。図 3 (a) の例では、 $f_c = 200 \text{ Hz}$ 、 $r = 10$ であるので、変調周波数 f_m は 10 Hz である。このように生成された触感信号は、例えば、GUI オブジェクトであるボタンをクリックしたときに触感を呈示するための信号として用いることができる。

[0055] なお、触感信号は、必ずしも上記のように生成された信号である必要はない。例えば、式 (1) に示すような変調が行われる必要はない。触感信号として、正弦波が用いられてもよい。

[0056] なお、周波数 f_c は、人間が触覚により感知できる周波数であればどのような周波数であってもよい。例えば、周波数 f_c は、パネル 101 の振動特性に基づいて決定されればよい。

[0057] 例えば、周波数 f_c は、パネル 101 の共振周波数と一致するように決定されてもよい。周波数 f_c がこのように決定されることにより、アクチュエータ 102 によってパネル 101 に与えられた振動の減衰を少なくすることができ、効率良く触感を呈示することができる。

[0058] なお、本実施形態では、触感信号は、オフラインで予め生成され、触感信号記憶部 108 に記憶されているが、マルチタッチが検出された後にオンラ

インで生成されてもよい。これにより、触感信号のための記憶領域を削減することができる。

[0059] <フィルタ処理部109>

フィルタ処理部109は、駆動信号取得部の一例である。フィルタ処理部109は、フィルタ算出部107により算出された各アクチュエータ102のためのフィルタを用いて、触感信号記憶部108に記憶されている触感信号をフィルタ処理（フィルタリング）することにより、各アクチュエータ102を駆動するための駆動信号を生成する。フィルタ処理部109は、アクチュエータ102の振動を制御する振動制御部として機能する。なお、構成要素104から109を振動制御部と称することもできる。

[0060] 各アクチュエータ102は、このようにフィルタ処理部109により生成された駆動信号に従って、パネル101を振動させる。その結果、複数のタッチ位置のうち呈示位置においてのみ触感信号に基づく振動が発生し、非呈示位置において振動が抑制される。これにより、電子機器100は、呈示位置においてユーザに触感を呈示し、非呈示位置において触感を呈示しないことが可能となる。

[0061] <フィルタ算出部107>

フィルタ算出部107の動作をより詳細に説明する。フィルタ算出部107は、各アクチュエータ102から呈示位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和がインパルスを示し、かつ、各アクチュエータ102から非呈示位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和が零を示すように、フィルタを算出する。

[0062] 具体的には、フィルタ算出部107は、以下のように周波数領域においてフィルタを算出する。

[0063] 周波数領域で表された応答Dは、周波数領域で表された伝達特性GおよびフィルタHを用いて式(2)のように表される。

[数2]

$$D = GH \quad (2)$$

$$D = \begin{bmatrix} D_1(\omega) \\ D_2(\omega) \\ \vdots \\ D_N(\omega) \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} G_{11}(\omega) & G_{12}(\omega) & \cdots & G_{1M}(\omega) \\ G_{21}(\omega) & G_{22}(\omega) & \cdots & G_{2M}(\omega) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{N1}(\omega) & G_{N2}(\omega) & \cdots & G_{NM}(\omega) \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} H_1(\omega) \\ H_2(\omega) \\ \vdots \\ H_M(\omega) \end{bmatrix}$$

[0064] 式(2)において、伝達特性 $G_{ij}(\omega)$ は、アクチュエータ A_j からタッチ位置 P_i までの伝達特性であり、周波数領域で表されている。また、フィルタ $H_j(\omega)$ は、アクチュエータ A_j の駆動信号を生成するためのフィルタであり、周波数領域で表されている。また、応答 $D_i(\omega)$ は、タッチ位置 P_i における応答であり、周波数領域で表されている。

[0065] ここで、制御対象となる周波数帯域において、複数のタッチ位置 $P_1 \sim P_N$ のうち、タッチ位置 P_k ($0 < k \leq N$)における応答 d_k のみがインパルス ($D_k(\omega) = 1$) となり、他のタッチ位置 P_l ($0 < l \leq N$ 、 $l \neq k$)における応答が零 ($D_l(\omega) = 0$) となるようなフィルタ H を算出できれば、所望のフィルタを得ることができる。

[0066] なお、制御対象となる周波数帯域は、例えば、人が触覚で検知可能な周波数帯域に基づいて定められればよい。一般的に、数Hzから500Hzにおいて人の触覚の感度が強いので、制御対象となる周波数帯域は、例えば、1

0 Hz ~ 500 Hz と定められてもよい。

[0067] 上述のようなフィルタの算出方法は特に限定するものではないが、Gの一般逆行列G*を算出することにより、式(3)のようにフィルタを算出することができる。つまり、Gの一般逆行列G*とインパルスを示すDとから、所望のフィルタを示すHを算出することができる。

[数3]

$$H = G^* D \quad (3)$$

[0068] このように、フィルタ算出部107は、式(3)に示す一般逆行列G*を算出することで、容易にフィルタを算出することができる。この例では、式(2)に示すように、周波数領域で表現されたGは、N行M列の行列である。

[0069] つまり、本実施形態における電子機器100によれば、周波数領域においてフィルタを算出することにより、伝達特性を示す行列の逆行列を容易に算出することができ、処理負荷を低減することができる。これにより、スマートフォンあるいはタブレットコンピュータなどの処理能力が低い機器においても、マルチタッチに対して適切に触感を呈示することが可能となる。また、触感呈示のための処理負荷を低減できるので、他の処理と並列に触感呈示のための処理を実行することができる。

[0070] 次に、図1および図4を参照して、パネル101の固定の仕方について説明する。図4は、電子機器100の平面図である。

[0071] パネル101の周縁部は、固定部材(スペーサ)121を介して、筐体115に支持されている。パネル101は、表示装置110の画像表示領域111を覆うように配置されている。この例では、パネル101は、表示装置110の画像表示領域111の全面を覆うよう構成されているが、これに限定されず、少なくとも画像表示領域111の一部を覆うよう構成されていればよい。

[0072] 固定部材121は、パネル101を筐体115に接続するための接続部材である。固定部材121は、例えば、シリコンゴムやウレタンゴム等の緩衝

部材である。固定部材 121 として緩衝部材を用いることにより、パネル 101 の振動が筐体 115 に伝わりにくくすることができる。

[0073] 通常、パネル 101 の周縁部はパネル 101 の中心 131 に対して対称に筐体 115 に固定されるが、本実施形態では、パネル 101 の周縁部は中心 131 に対して非対称に筐体 115 に固定されている。なお、中心 131 は画像表示領域 111 の中心であってもよい。例えば、パネル 101 の周縁部の一部における固定部材 121 の形状が、周縁部の他の部分における固定部材 121 の形状と異なることにより、パネル 101 は非対称に固定される。図 4 に示す例では、パネル 101 の周縁部に接続される固定部材 121 の形状が、四隅でそれぞれ異なっている。

[0074] また、例えば、パネル 101 の周縁部の一部における固定の強さが、周縁部の他の部分における固定の強さと異なることにより、パネル 101 を非対称に固定することができる。例えば、パネル 101 の四隅のうちの 1 つにおいては強く固定し、他の部分においては、弱く固定することにより、パネル 101 を非対称に固定することができる。

[0075] このような固定の仕方により、例えば、パネル 101 は、パネル 101 の中心 131 を通りパネル 101 の平面方向 (x y 方向) に平行な軸に対して非対称に筐体 115 に固定される。例えば、パネル 101 は、中心 131 を通り x 方向に延びる対称軸 133 に対して非対称に固定される。また、例えば、パネル 101 は、中心 131 を通り y 方向に延びる対称軸 135 に対して非対称に固定される。また、パネル 101 は、対称軸 133 および 135 の両方に対して非対称に固定されていてもよい。なお、この例では、対称軸 133 と対称軸 135 とは垂直に交差しているが、垂直以外の角度で交差していてもよい。

[0076] また、例えば、固定部材 121 の形状は、パネル 101 の中心 131 に対して非対称であってもよい。また、例えば、固定部材 121 の形状は、パネル 101 の中心 131 を通りパネル 101 の平面方向 (x y 方向) に平行な軸に対して非対称であってもよい。例えば、固定部材 121 の形状は、対称

軸 1 3 3 および 1 3 5 の少なくとも一方に対して非対称であってもよい。

[0077] また、例えば、固定部材 1 2 1 の硬さは、パネル 1 0 1 の中心 1 3 1 に対して非対称に異なってもよい。また、例えば、固定部材 1 2 1 の硬さは、パネル 1 0 1 の中心 1 3 1 を通りパネル 1 0 1 の平面方向 (x y 方向) に平行な軸に対して非対称に異なってもよい。例えば、固定部材 1 2 1 の硬さは、対称軸 1 3 3 および 1 3 5 の少なくとも一方に対して非対称に異なってもよい。

[0078] また、2つのアクチュエータ 1 0 2 は、パネル 1 0 1 の中心 1 3 1 に対して対称に配置される。例えば、図 4 に示すように、2つのアクチュエータ 1 0 2 は、対称軸 1 3 3 に対して対称に配置される。また、2つのアクチュエータ 1 0 2 は、対称軸 1 3 5 に対して対称に配置されてもよい。

[0079] また、中心 1 3 1 は、例えば振動する対象である部材の重心を操作面側から見たときの点であってもよい。また、中心 1 3 1 は、例えば振動する対象である部材の対角線の交わる点であってもよい。上記振動する対象である部材とは、例えばパネル 1 0 1 である。また、上記振動する対象である部材は、例えばパネル 1 0 1 と表示装置 1 1 0 とであってもよく、また、製品全体であってもよい。

[0080] <動作>

次に、電子機器 1 0 0 の各構成要素の動作についてより詳細に説明する。図 5 は電子機器 1 0 0 の処理動作を説明する図である。図 6 は、電子機器 1 0 0 の処理動作を示すフローチャートである。なお、以下では、一例として、複数のタッチ位置のうち呈示位置においてのみ触感を呈示する場合について説明する。

[0081] <ステップ S 1 0 1 >

まず、タッチ情報取得部 1 0 3 は、マルチタッチを検出することにより、パネル 1 0 1 上の複数のタッチ位置を取得する (S 1 0 1)。例えば、タッチ情報取得部 1 0 3 は、図 5 に示す 2 つのタッチ位置 P_1 、 P_2 を取得する。

[0082] 具体的には、タッチ情報取得部 1 0 3 は、例えば、所定の時間間隔で、パ

ネル101上におけるユーザの指の中央位置をタッチ位置として取得する。なお、タッチ情報取得部103は、必ずしも指の中央位置をタッチ位置として取得する必要はない。例えば、タッチ情報取得部103は、指による荷重の重心位置をタッチ位置として取得してもよい。

[0083] <ステップS102>

次に、触感呈示決定部104は、取得された複数のタッチ位置の中から、触感を呈示する第1タッチ位置（呈示位置）および触感を呈示しない第2タッチ位置（非呈示位置）を決定する（S102）。例えば、触感呈示決定部104は、2つのタッチ位置 P_1 、 P_2 の中から、タッチ位置 P_1 を呈示位置と決定し、タッチ位置 P_2 を非呈示位置と決定する。

[0084] 具体的には、触感呈示決定部104は、例えば、表示されている情報に基づいて呈示位置を決定する。より具体的には、触感呈示決定部104は、例えば、GUIオブジェクト（例えば、ボタンあるいはスライダーなど）が表示されているタッチ位置を呈示位置と決定する。また例えば、触感呈示決定部104は、Webブラウザ上のリンク情報が表示されているタッチ位置を呈示位置と決定してもよい。

[0085] なお、触感呈示決定部104は、必ずしも表示されている情報に基づいて呈示位置を決定する必要はない。例えば、触感呈示決定部104は、荷重の大きさ、タッチの継続時間、または複数のタッチ位置間の位置関係に基づいて、呈示位置を決定してもよい。

[0086] また、触感呈示決定部104は、タッチ情報取得部103によって複数のタッチ位置が取得されたときに、いつも呈示位置を決定する必要はない。例えば、触感呈示決定部104は、複数のタッチ位置の中に所定の条件を満たすタッチ位置が存在しない場合には、呈示位置を決定せずに、すべてのタッチ位置を非呈示位置と決定してもよい。また例えば、タッチ位置の時間的な変化が大きい場合には、すべてのタッチ位置を非呈示位置と決定してもよい。この場合、触感の呈示が不要となるので、ステップS101の処理に戻る。

[0087] <ステップS103>

次に、伝達特性取得部106は、タッチ情報取得部103によって取得された複数のタッチ位置に対応する伝達特性を伝達特性記憶部105から取得する(S103)。例えば、伝達特性取得部106は、アクチュエータ A_1 、 A_2 (アクチュエータ102に対応)の各々からタッチ位置 P_1 までの伝達特性 g_{11} 、 g_{21} と、アクチュエータ A_1 、 A_2 の各々からタッチ位置 P_2 までの伝達特性 g_{12} 、 g_{22} とを伝達特性記憶部105から読み出す。

[0088] <ステップS104>

続いて、フィルタ算出部107は、呈示位置において触感を呈示し、かつ、非呈示位置において触感を呈示しないためのフィルタを算出する(S104)。具体的には、フィルタ算出部107は、各アクチュエータ102から呈示位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から非呈示位置までの伝達特性とを用いてフィルタを算出する。例えば、フィルタ算出部107は、タッチ位置 P_1 において触感を呈示し、タッチ位置 P_2 において触感を呈示しないためのフィルタを、伝達特性 g_{11} 、 g_{12} 、 g_{21} 、 g_{22} を用いて算出する。

[0089] <ステップS105>

次に、フィルタ処理部109は、触感信号記憶部108に記憶されている触感信号 $s(n)$ に対して、ステップS104において算出されたフィルタ h_1 、 h_2 を用いてフィルタ処理を行なうことにより、各アクチュエータ102を駆動するための駆動信号を生成する。

[0090] なお、触感信号記憶部108に複数の触感信号が記憶されている場合には、フィルタ処理部109は、複数の触感信号の中から1つの触感信号を選択し、選択された触感信号に対してフィルタ処理を行う。例えば、フィルタ処理部109は、図3(a)および図3(b)に示す触感信号の中から、図3(a)に示す触感信号を選択する。なお、触感信号の選択方法は特に限定される必要はない。

[0091] <ステップS106>

次に、アクチュエータ A_j は、ステップS105で生成された駆動信号 u_j (

n) を用いて駆動される。つまり、アクチュエータ A_j は、駆動信号 $u_j(n)$ に従ってパネル 101 を振動させる。

[0092] なお、アクチュエータの種類によっては、高電圧の駆動信号を必要とする場合がある。そのような場合には、アクチュエータ 102 は、駆動信号を増幅するためのアンプを備えていてもよい。

[0093] 図 7 は、各タッチ位置におけるパネル 101 の振動の実験結果を示す。具体的には、図 7 は、上述の駆動信号を用いてアクチュエータ 102 が駆動された場合のタッチ位置 P_1 および P_2 におけるパネル 101 の振動を示す。

[0094] 図 7 (a) に示すように、タッチ位置 P_1 では、振動のピーク間の差（以後、「振幅強度」と呼ぶ）が約 $30 \mu\text{m}$ となっており、強く振動していることが分かる。一方、図 7 (b) に示すように、タッチ位置 P_2 では、振幅強度が約 $1 \mu\text{m}$ となっており、人が感知できない程度でしか振動していないことが分かる。

[0095] なお、図 7 では、タッチ位置 P_1 、 P_2 における振動特性を示したが、タッチ位置 P_1 、 P_2 以外の位置でも振動が生じている。しかしながら、タッチ位置 P_1 、 P_2 以外の位置はユーザにタッチされていない位置であるので、どのような振動が生じていてもユーザに触感が呈示されることがない。

[0096] ここで、タッチ位置と伝達関数との関係を説明する。2 点のマルチタッチの触覚呈示においては、2 点のアクチュエータから 2 点のタッチ位置までの振動の伝達関数をそれぞれ異ならせることにより、2 点のタッチ位置の振動振幅に差異を生み出しており、各振動源から各タッチ位置までの振動の伝達関数が異なることが必要条件となる。

[0097] 通常、均質な物質の振動の伝達では、その距離に応じて振動は減衰および／または遅延するので、アクチュエータから等距離の 2 点の伝達関数は同じになる。例えば、図 8 に示すように、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_1 との間の距離と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_1 との間の距離とが互いに等しく、且つ、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_2 との間の距離と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_2 との間の距離とが互いに等しくなる場合がある。このと

き、アクチュエータ A_1 からタッチ位置 P_1 、 P_2 までの伝達特性 g_{11} 、 g_{12} が互いに等しくなるとともに、アクチュエータ A_2 からタッチ位置 P_1 、 P_2 までの伝達特性 g_{21} 、 g_{22} が互いに等しくなる。このように、 $g_{11} = g_{12}$ 且つ $g_{21} = g_{22}$ になる場合、逆行列が計算できなくなり（伝達関数の差が出なくなり）、振動振幅を互いに異ならせることができないので、異なる触感を呈示することはできない。

[0098] この問題は、図9に示すように、アクチュエータ A_1 、 A_2 をパネルの中心 131（図4）に対して非対称に配置した構成においても発生する。図9に示す構成においても、アクチュエータからの距離が同じになる2点は数多く存在し、そのような2点では、伝達関数が同じになってしまうため、振動振幅を互いに異ならせることができず、異なる触感を呈示することはできない。

[0099] 一方、本実施形態の電子機器100では、上述したように、パネル101の周縁部はパネルの中心131（図4）に対して非対称に筐体115に固定されており、これにより、パネル101における振動の伝達特性は不均一になる。このため、図10に示すように、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_1 との間の距離と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_1 との間の距離とが互いに等しい場合においても、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_1 との間におけるパネル101の振動の伝達特性と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_1 との間におけるパネル101の振動の伝達特性とが互いに異なることになる。すなわち、アクチュエータ A_1 からタッチ位置 P_1 へ伝達する振動に対するパネル101の振動伝達特性と、アクチュエータ A_1 からタッチ位置 P_2 へ伝達する振動に対するパネル101の振動伝達特性とが互いに異なることになる。このため、距離が等しくても、伝達関数が同じになることはなく、異なる触感を呈示することができる。また、同様に、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_2 との間の距離と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_2 との間の距離とが互いに等しい場合においても、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_2 との間におけるパネル101の振動の伝達特性と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_2 との間におけるパネル101の振動の伝達特性とが互いに異なることになる。すなわち、アク

チュエータ A_2 からタッチ位置 P_1 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動伝達特性と、アクチュエータ A_2 からタッチ位置 P_2 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動の伝達特性とが互いに異なることになる。このため、距離が等しくても、伝達関数が同じになることはなく、異なる触感を呈示することができる。

[0100] また、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_1 との間の距離と、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_2 との間の距離とが互いに等しく、且つ、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_1 との間の距離と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_2 との間の距離とが互いに等しくなる場合がある。このとき、伝達関数は、 $g_{11} = g_{21}$ 且つ $g_{12} = g_{22}$ になり、タッチ位置 P_1 、 P_2 ともにアクチュエータからの伝達関数が同じになる。この場合も逆行列が計算できなくなり（伝達関数の差が出なくなり）、振動振幅を互いに異ならせることができないので、異なる触感を呈示することはできない。一方、この場合においても、本実施形態の電子機器 100 では、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_1 との間におけるパネルの振動の伝達特性と、タッチ位置 P_1 とアクチュエータ A_2 との間におけるパネルの振動の伝達特性とが互いに異なる。すなわち、アクチュエータ A_1 からタッチ位置 P_1 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動伝達特性と、アクチュエータ A_2 からタッチ位置 P_1 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動の伝達特性とが互いに異なる。このため、距離が等しくても、伝達関数が同じになることはなく、異なる触感を呈示することができる。また、同様に、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_1 との間におけるパネルの振動の伝達特性と、タッチ位置 P_2 とアクチュエータ A_2 との間におけるパネルの振動の伝達特性とが互いに異なる。すなわち、アクチュエータ A_1 からタッチ位置 P_2 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動伝達特性と、アクチュエータ A_2 からタッチ位置 P_2 へ伝達する振動に対するパネル 101 の振動伝達特性とが互いに異なる。このため、距離が等しくても、伝達関数が同じになることはなく、異なる触感を呈示することができる。

[0101] なお、図 4、図 5、図 10 に示す例では、パネル 101 の四隅の固定の仕

方がそれぞれ異なっているが、四隅の固定の仕方のうちの少なくとも1つが他と異なってもよい。また、四隅以外の部分において、パネル101の固定の仕方が非対称になっていてもよい。パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるように、パネル101の固定の仕方が非対称になっていればよい。

[0102] <効果>

以上、説明したように、本実施形態の電子機器100によれば、呈示位置において触感を呈示し、非呈示位置において呈示位置よりも小さい触感を呈示するまたは触感を呈示しないようにすることができる。したがって、マルチタッチのうち、触感の呈示が必要なタッチに対して他のタッチと異なる触感を呈示することができ、適切な触感フィードバックが可能となる。つまり、触感呈示による不要な混乱を抑制することができる。

[0103] また、本実施形態の電子機器100によれば、パネル101の支持の仕方を非対称にすることで、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0104] (実施形態1の変形例)

次に、実施形態1に係る電子機器100の変形例を説明する。図11は、電子機器100の平面図である。この例では、アクチュエータ102の配置における対称軸と、パネルの固定の仕方における対称軸とが互いに異なっている。例えば、図11に示すように、2つのアクチュエータ102は、パネル101の中心131を通りx方向に延びる対称軸133に対して対称に配置される。また、2つのアクチュエータ102は、パネル101の中心131を通りy方向に延びる対称軸135に対して非対称に配置される。

[0105] 一方、パネル101は、対称軸135に対して対称に固定されるが、対称軸133に対して非対称に固定されている。図11に示す例では、固定部材121は、パネル101の四隅のうちの上側2つの端部に配置されているが、下側2つの端部には配置されていない。

[0106] このように、アクチュエータ102の配置における対称軸と、パネルの固定の仕方における対称軸とを互いに異ならせることによっても、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0107] (実施形態2)

図12は、実施形態2に係る電子機器100を示す図である。実施形態2に係る電子機器100は、パネル101の形状が非対称であることが実施形態1の電子機器100と異なる。以下に、実施形態1の電子機器100と異なる点を中心に説明する。

[0108] 本実施形態では、パネル101は、パネル101の中心131に対して非対称の平面形状を有している。また、例えば、パネル101は、対称軸133に対して非対称の平面形状を有している。また、例えば、パネル101は、対称軸135に対して非対称の平面形状を有している。図12に示す例では、パネル101の四隅の形状がそれぞれ異なっている。このように、パネル101を非対称の平面形状にすることで、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0109] なお、この例では、2つのアクチュエータ102は、パネル101の中心131に対して対称に配置される。例えば、図12に示すように、2つのアクチュエータ102は、対称軸133に対して対称に配置されている。また、2つのアクチュエータ102は、対称軸135に対して対称に配置されてもよい。このように、アクチュエータ102が対称に配置されている場合であっても、本実施形態では、パネル101の平面形状が非対称であることにより、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0110] また、パネル101の周縁部が筐体115に対称に支持されていてもよく

、この場合であっても、本実施形態では、パネル101の平面形状が非対称であることにより、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0111] なお、図12に示す例では、パネル101の四隅の形状がそれぞれ異なっているが、四隅の形状のうちの少なくとも1つが他と異なってもよい。また、四隅以外の部分において、パネル101の形状が非対称になってもよい。パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるように、パネル形状が非対称になっていればよい。

[0112] (実施形態3)

図13は、実施形態3に係る電子機器100を示す図である。図13は電子機器100のアクチュエータ102に沿った断面を示している。実施形態3に係る電子機器100は、パネル101の厚さ方向の形状が非対称であることが実施形態1の電子機器100と異なる。以下に、実施形態1の電子機器100と異なる点を中心に説明する。

[0113] 本実施形態では、パネル101は、パネル101の中心131(図4)に対して非対称の厚さを有している。また、例えば、パネル101は、パネル101の中心131を通りパネル101の平面方向に垂直な軸137に対して非対称の厚さを有している。図13に示す例では、パネル101はx方向における一端から他端に向かって厚さが徐々に厚くなるテーパ形状になっている。このように、パネル101を非対称の断面形状にすることで、パネル101上の任意の2点の伝達関数が異なるようになり、全ての2点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0114] なお、この例では、2つのアクチュエータ102は、パネル101の中心131に対して対称に配置される。例えば、2つのアクチュエータ102は、対称軸133に対して対称に配置されている。また、2つのアクチュエータ102は、対称軸135に対して対称に配置されてもよい。このように、

アクチュエータ 102 が対称に配置されている場合であっても、本実施形態では、パネル 101 の断面形状が非対称であることにより、パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数が異なるようになり、全ての 2 点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0115] また、パネル 101 の周縁部が筐体 115 に対称に支持されていてもよく、この場合であっても、本実施形態では、パネル 101 の断面形状が非対称であることにより、パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数が異なるようになり、全ての 2 点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0116] また、パネル 101 の平面形状は対称であってもよく、この場合であっても、本実施形態では、パネル 101 の断面形状が非対称であることにより、パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数が異なるようになり、全ての 2 点の組み合わせにおいて、振動振幅を互いに異ならせることができ、異なる触感を呈示することができる。

[0117] なお、パネル 101 の断面形状は、図 13 に示すようなテーパ形状に限定されず、他の形状によって、パネル 101 の断面形状が非対称になっていてもよい。パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数が異なるように、パネルの断面形状 101 が非対称になっていればよい。

[0118] また、パネル 101 の材料の組み合わせが非対称であってもよく、この場合も、パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数が異なるように、パネル 101 の材料が非対称になっていればよい。

[0119] また、図 14 に示すように、各種回路 117 等をパネルの 101 中心に対して偏らせてパネル 101 に接着することにより、パネルの振動の伝達特性を不均一にしてもよい。このようにしてパネルの振動の伝達特性を不均一にすることにより、パネル 101 上の任意の 2 点の伝達関数を異ならせてもよい。

[0120] なお、図 14 に示す例では、固定部材 121 は回路 117 と筐体 115 と

を固定しているが、パネル101および表示装置110等の他の構成要素と筐体115とを固定していてもよい。

[0121] (実施形態4)

図15は、実施形態4に係る電子機器100を示す図である。実施形態4に係る電子機器100は、アクチュエータの数が3個であることが実施形態1の電子機器100と異なる。以下に、実施形態1の電子機器100と異なる点を中心に説明する。

[0122] 本実施形態では、3個のアクチュエータ A_1 、 A_2 、 A_3 が、パネル101の中心に対して対称に配置されている。アクチュエータ A_1 、 A_2 、 A_3 には、触感信号 $s(n)$ に対してフィルタ h_1 、 h_2 、 h_3 を用いてフィルタ処理を行なうことにより生成された駆動信号が入力され、アクチュエータ A_1 、 A_2 、 A_3 はパネル101を振動させる。本実施形態ではアクチュエータの数が3個であるので、3点のタッチ位置 P_1 、 P_2 、 P_3 に対してそれぞれ異なる振動を呈示することができる。例えば、1点のタッチ位置 P_1 に対して振動を呈示し、他の2点のタッチ位置 P_2 、 P_3 には振動を呈示しないようにすることができる。

[0123] (実施形態5)

実施形態5における電子機器は、第2のタッチ位置において、ユーザが検知しづらい強度の振動を許容することにより、アクチュエータを駆動するためのエネルギーを減少させる、または第1のタッチ位置における振動強度を大きくする点が、実施形態1の電子機器と異なる。以下に、本実施形態における電子機器について、実施形態1と異なる点を中心に説明する。

[0124] <装置構成>

図16は、実施形態5における電子機器200の機能構成を示す図である。なお、図16において、図2と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0125] 図16に示すように、電子機器200は、パネル101と、複数のアクチュエータ102と、タッチ情報取得部103と、触感呈示決定部104と、伝達特性記憶部105と、伝達特性取得部106と、フィルタ算出部201

と、触感信号記憶部108と、フィルタ処理部109とを備える。以下、実施形態1の電子機器と異なる点であるフィルタ算出部201について説明する。

[0126] <フィルタ算出部201>

フィルタ算出部201は、各アクチュエータ102から第1タッチ位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和がインパルスを示し、かつ、各アクチュエータ102から第2タッチ位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和が予め定められた振動強度以下の応答信号を示すように、フィルタを算出する。

[0127] つまり、フィルタ算出部201は、実施形態1の説明で示した周波数領域におけるフィルタ算出式を変形した式を用いることによりフィルタを算出する。

[0128] 実施形態1では、フィルタ算出部107は、式(2)において、式(4)に示す応答Dを用いてフィルタHを算出した。

[数4]

$$D = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0129] 一方、本実施形態では、フィルタ算出部201は、式(5)に示す応答Dを用いてフィルタHを算出する。つまり、フィルタ算出部201は、第2のタッチ位置における振動として、振幅が a_j であり、位相 θ_j である振動を許容する。

[0130] このように、フィルタ算出部201は、第1タッチ位置における応答が「1」であり、第2のタッチ位置における応答の振幅が a_j となるフィルタHを算出する。このとき、第1タッチ位置における位相と第2タッチ位置における位相とは必ずしも一致する必要はない。したがって、第2タッチ位置における位相を θ_j として、任意の値を用いることができる。

[数5]

$$D = \begin{bmatrix} 1 \\ a_2 \exp(j\theta_2) \\ \vdots \\ a_m \exp(j\theta_m) \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0131] このように、式(5)に示すように、目標となる応答Dが決定されると、フィルタ算出部201は、実施形態1と同様に、周波数 ω に対して、式(6)によりフィルタHを算出する。

[数6]

$$H_{a,\theta_j} = G^* D \quad (6)$$

[0132] 第2タッチ位置における振動強度を固定(例えば $a_j = 0.1$)した場合、式(6)において、フィルタHは、第2タッチ位置における応答信号のうち位相 θ_j にのみ依存する。

[0133] そこで、フィルタ算出部201は、応答信号の位相を変化させることにより複数のフィルタ候補を算出し、複数のフィルタ候補のうち、フィルタ処理によって予め定められた振動強度以下の駆動信号が得られるフィルタ候補を、フィルタ処理に用いるフィルタとして算出する。なお、ここでは、フィルタ算出部201は、応答信号の位相を変化させているが、予め定められた振幅を超えない範囲で応答信号の振幅を変化させてもよい。また、フィルタ算出部201は、応答信号の振幅および位相の両方を変化させてもよい。

[0134] なお、フィルタ算出部201は、駆動信号の振動強度ではなく、第1タッチ位置における振動強度に基づいてフィルタを決定してもよい。以下に、第1タッチ位置における振動強度に基づいてフィルタを決定する方法を説明する。

[0135] 式(6)で算出されたフィルタによって得られる応答信号の第1タッチ位置における振動強度(振幅)は、式(7)により算出される。

[数7]

$$A_{\theta_j} = \left| \sum_i G_{ij} \cdot H_{a_j \theta_j}^i \right| \quad (7)$$

このとき、アクチュエータ（ i ）への入力信号の大きさは、 $|H_{a_j \theta_j}|$ である。いま、アクチュエータに入力できる信号の強度 V_0 が予め決められている場合を考える。つまり、入力電圧あるいは入力電力の上限がある場合を考える。このときの第1タッチ位置における振動強度は式（8）で算出される。

[数8]

$$A_{\theta_j} = \frac{V_0}{V_{a_j \theta_j}} \left| \sum_i G_{ij} \cdot H_{a_j \theta_j}^i \right| \quad (8)$$

ここで、 $V_{a_j \theta_j}$ は、式（9）で表される。

[数9]

$$V_{a_j \theta_j} = \max_i \left(|H_{a_j \theta_j}^i| \right) \quad (9)$$

ここで、フィルタ算出部201は、式（10）に示すように、第2タッチ位置における位相 θ_j を変化させながら、第1タッチ位置における振動強度 A が最大となる位相 θ を探索する。このときの式（10）の解法に関しては特に限定する必要はない。例えば、ニュートン法などの数値解析の手法を用いることで最適解を得ることができる。

[数10]

$$\hat{\theta}_j = \arg \max_{\theta_j} A_{\theta_j} \quad (10)$$

[0136] フィルタ算出部201は、式（10）に従って算出された位相を式（6）に代入することにより、式（11）に示すようにフィルタ $H(\omega)$ を算出する。このように算出されるフィルタ $H(\omega)$ は、複数の位相にそれぞれ対応

する複数のフィルタの中で、第1タッチ位置における振動強度が最大となるフィルタである。

[数11]

$$H(\omega) = H_{a\hat{\theta}_j} \quad (11)$$

[0137] 周波数 ω は、予め決められた周波数でも良いし、式(12)が最小になるような周波数 ω_0 を決定しても良い。

[数12]

$$\omega_0 = \arg \min_{\omega} |H(\omega)| \quad (12)$$

[0138] なお、上記の方法では、各アクチュエータ102によって与えられる第2タッチ位置の振動強度として同一の固定値が設定されていたが、個別に異なる値が設定されてもよい。この場合、各アクチュエータ102によって与えられる第2タッチ位置の振動強度の許容度を独立に設定することができる一方で、最適な位相を探索する際の演算量は増大する。

[0139] また、上記の方法では、各アクチュエータ102によって与えられる第2タッチ位置の位相は独立に設定されていたが、各アクチュエータ102によって与えられる第2タッチ位置の位相として同一の位相が設定されてもよい。この場合、最適な位相を算出する演算量を削減する効果がある。

[0140] <動作>

次に、以上のように構成された電子機器200の各構成要素の動作に関して説明する。図17は、本実施形態における電子機器200の処理動作を示すフローチャートである。なお、図17において、図6と同様のステップについては同一の符号を付し、説明を適宜省略する。

[0141] フィルタ算出部201は、第2タッチ位置において、ユーザが検知しない程度の振動を許容する条件に基づいて、フィルタを算出する(S201)。

具体的には、フィルタ算出部201は、各アクチュエータ102から第1タッチ位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和がインパルスを示し、かつ、各アクチュエータ102から第2タッチ位置までの伝達特性とフィルタとの周波数領域における積の和が予め定められた振動強度以下の応答信号を示すように、フィルタを算出する。より具体的には、フィルタ算出部201は、例えば図18に示すようにフィルタを算出する。

[0142] 図18は、本実施形態におけるフィルタ算出部201の処理動作を示すフローチャートである。

[0143] まず、フィルタ算出部201は、予め定められた振動強度以下の複数の応答信号の候補の中から、まだ選択されていない1つの応答信号の候補を選択する(S211)。この複数の応答信号の候補は、振動強度および位相のうちの少なくとも一方が互いに異なる。

[0144] 次に、フィルタ算出部201は、選択された応答信号の候補を用いてフィルタを算出する(S212)。具体的には、フィルタ算出部201は、式(11)に示すようにフィルタを算出する。

[0145] 続いて、フィルタ算出部201は、算出されたフィルタを用いて触感信号をフィルタ処理することにより得られる駆動信号の振動強度を算出する(S213)。具体的には、フィルタ算出部201は、例えば、複数のアクチュエータ102のための複数の駆動信号の振幅の統計的な代表値(例えば、平均値、中央値あるいは最大値など)を振動強度として算出する。

[0146] 次に、フィルタ算出部201は、すべての応答信号がステップS211において選択されたか否かを判定する(S214)。ここで、いずれかの応答信号が選択されていない場合(S214のNo)、ステップS211の処理に戻る。

[0147] 一方、すべての応答信号が選択されている場合(S214のYes)、フィルタ算出部201は、ステップS214で算出された複数の振動強度のうち最小の振動強度が得られたフィルタを、ステップS105のフィルタ処理で用いるフィルタとして決定する(S215)。

[0148] なお、フィルタ算出部201は、複数の振動強度のうち予め定められた振動強度以下の振動強度が得られたフィルタを、ステップS105のフィルタ処理で用いるフィルタとして決定してもよい。予め定められた振動強度は、例えば、アクチュエータ102の最大駆動電力などに基づいて決定されればよい。この場合、フィルタ算出部201は、予め定められた振動強度よりも小さい振動強度が算出されたときに、ステップS211からステップS214のループ処理を強制的に終了し、ステップS215を実行してもよい。

[0149] 図19は、第2タッチ位置の応答信号の位相に対する第1タッチ位置の振動強度の変化の一例を示すグラフである。具体的には、図19のグラフは、第2タッチ位置の振動強度を $a=0.1$ と設定した場合に、アクチュエータへの入力信号の強度を一定とし、式(10)において位相を変化させたときに得られる第1タッチ位置の振動強度を示す。横軸は、第2タッチ位置の振動の位相 θ を表す。縦軸は、第2タッチ位置の振幅を「0」としたときの第1タッチ位置の振動強度を「1」と表した場合に対する相対的な振動強度を表す。

[0150] 図19からわかるように、最適位相のときの第1タッチ位置の相対強度は約1.25であり、呈示位置（第1タッチ位置）の振動強度が強まっていることが分かる。

[0151] <効果>

以上のように、本実施形態における電子機器200によれば、呈示位置において触感を呈示し、非呈示位置において呈示位置よりも小さい触感を呈示することができる。したがって、マルチタッチのうち、触感の呈示が必要なタッチに対して他のタッチと異なる触感を呈示することができ、適切な触感フィードバックが可能となる。つまり、触感呈示による不要な混乱を抑制することができる。このとき、非呈示位置（第2タッチ位置）にユーザが検知できない程度の僅かな振動が与えられることを許容することにより、駆動信号の振動強度を小さくすることができる。つまり、エネルギー効率を向上させることができ、効率良く触感を呈示することが可能となる。また、駆動信

号の振動強度を小さくしない場合には、呈示位置（第1タッチ位置）における振動強度を大きくすることができ、より強い触感を呈示することが可能となる。

[0152] なお、本実施形態では、第2タッチ位置の振動強度は、式（5）で定義されたが、第1タッチ位置と第2タッチ位置との振動強度の比に基づいて定義されてもよい。例えば、第1タッチ位置と第2タッチ位置との振動強度の比を10：1にしたい場合は、式（5）において、第2タッチ位置の振動強度を「0.1」に設定すればよい。

[0153] （実施形態6）

実施形態6における電子機器は、タッチ位置近傍の制御位置におけるパネルの振動を触感信号に従って制御することにより、タッチ位置（呈示位置）におけるパネルの振動を強くすることができる点が実施形態1の電子機器100と異なる。以下に、本実施形態に係る電子機器について、実施形態1と異なる点を中心に説明する。

[0154] <装置構成>

図20は、実施形態6における電子機器700の機能構成を示す。なお、図20において、図2と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0155] 図20に示すように、電子機器700は、パネル101と、複数のアクチュエータ102と、タッチ情報取得部103と、触感呈示決定部104と、伝達特性記憶部105と、伝達特性取得部701と、制御位置決定部702と、フィルタ算出部703と、触感信号記憶部108と、フィルタ処理部109とを備える。

[0156] <伝達特性取得部701>

伝達特性取得部701は、各アクチュエータ102から第1制御位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から第2制御位置までの伝達特性とを、伝達特性記憶部105から取得する。第1制御位置とは、第1タッチ位置またはその近傍の位置である。具体的には、第1制御位置とは、第1タッ

チ位置を含む予め定められた範囲の領域（以下、「第1領域」と呼ぶ）内の位置である。また、第2制御位置とは、第2タッチ位置またはその近傍の位置である。具体的には、第2制御位置とは、第2タッチ位置を含む予め定められた範囲の領域（以下、「第2領域」と呼ぶ）内の位置である。

[0157] 例えば、伝達特性取得部701は、各アクチュエータ102から、第1領域内の第1制御位置の候補である複数の第1候補位置の各々までの伝達特性を取得する。また例えば、伝達特性取得部701は、各アクチュエータ102から、第2領域内の第2制御位置の候補である複数の第2候補位置の各々までの伝達特性を取得する。

[0158] <制御位置決定部702>

制御位置決定部702は、第1領域の中から第1制御位置を決定する。さらに、制御位置決定部702は、第2領域の中から第2制御位置を決定する。

[0159] 具体的には、制御位置決定部702は、例えば、第2タッチ位置を第2制御位置と決定してもよい。さらに、制御位置決定部702は、例えば、第1領域内の複数の第1候補位置の各々について、各アクチュエータ102から当該第1候補位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から第2制御位置までの伝達特性とを用いて生成された駆動信号によって各アクチュエータ102が駆動されたときの第1タッチ位置における振動強度を算出し、算出した振動強度が最大となる第1候補位置を第1制御位置と決定してもよい。

[0160] 振動強度は、振動の大きさを示す値である。例えば、振動強度は、振幅の大きさを示す値であってもよい。また例えば、振動強度は、基準となる振幅の大きさに対する相対的な振幅の大きさを示す値であってもよい。

[0161] <フィルタ算出部703>

フィルタ算出部703は、第1制御位置でパネル101が任意の触感信号に従って振動し、かつ第2制御位置でパネル101が第1制御位置よりも小さく振動するように各アクチュエータ102を駆動するための駆動信号を任

意の触感信号に対するフィルタ処理によって生成するためのフィルタを算出する。具体的には、フィルタ算出部703は、例えば、実施形態1におけるフィルタの算出方法において、第1タッチ位置および第2タッチ位置を第1制御位置および第2制御位置に置き換えることにより、フィルタを算出する。

[0162] <動作>

次に、以上のように構成された電子機器700の動作に関して具体的に説明する。図21は、実施形態6における電子機器700の処理動作を示すフローチャートである。なお、図21において、図6と同様のステップについては同一の符号を付し、説明を適宜省略する。以下では、第2制御位置が第2タッチ位置である場合について説明する。

[0163] 伝達特性取得部701は、各アクチュエータ102から各第1候補位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から第2制御位置（第2タッチ位置）までの伝達特性とを取得する（S701）。

[0164] 図23は、複数の第1候補位置の一例を示す図である。複数の第1候補位置として、例えば図23に示すように第1タッチ位置の近傍の位置が利用される。つまり、複数の第1候補位置として、第1タッチ位置を含む予め定められた範囲の第1領域内の複数の位置が利用される。なお、例えば、複数の第1候補位置として、第1タッチ位置からの距離が所定の閾値以内の位置が利用されてもよい。また例えば、複数の第1候補位置として、第1タッチ位置を中心とする予め定められた大きさの矩形の領域内の位置が利用されてもよい。

[0165] 次に、制御位置決定部702は、複数の第1候補位置の中から第1制御位置を決定する（S702）。具体的には、制御位置決定部702は、例えば図22に示すように第1制御位置を決定する。

[0166] 図22は、実施形態6における制御位置決定部702およびフィルタ算出部703の処理動作を示すフローチャートである。また図23は、実施形態6における複数の第1候補位置の一例を示す。なお、この例において、iは

アクチュエータを示し、 j は第1タッチ位置を示し、 k は第1候補位置を示す。

[0167] 制御位置決定部702は、複数の第1候補位置の中から、まだ選択されていない1つの第1候補位置を選択する(S711)。具体的には、制御位置決定部702は、例えば図23に示す第1領域内の複数の第1候補位置の中から、予め定められた順番で1つの第1候補位置を選択する。

[0168] 続いて、フィルタ算出部703は、各アクチュエータ102から、選択された第1候補位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から第2制御位置(第2タッチ位置)までの伝達特性とを用いて、実施形態1に示した方法により、フィルタ $H_i^k(\omega)$ を算出する(S712)。

[0169] そして、制御位置決定部702は、算出されたフィルタを用いて生成された駆動信号によって各アクチュエータ102が駆動された場合の第1のタッチ位置における振動強度を算出する(S713)。

[0170] 具体的には、制御位置決定部702は、例えば、触感信号の周波数 ω_0 と、算出されたフィルタと、各アクチュエータ102から、選択された第1候補位置までのパネル101の伝達特性 G_{ij} とを用いて、第1タッチ位置の振動強度を算出する。より具体的には、制御位置決定部702は、例えば、式(13)に示すように、第1タッチ位置における振動強度 A_k を算出する。

[数13]

$$A_k = \left| \sum_i G_{i,j} \cdot H_i^k(\omega_0) \right| \quad (13)$$

ここで、 $H_i^k(\omega)$ は、第1候補位置(k)およびアクチュエータ(i)に対応するフィルタを示す。また、 G_{ij} は、アクチュエータ(i)から第1タッチ位置(j)への伝達特性を示す。

[0171] また例えば、制御位置決定部702は、周波数を限定せずに任意の周波数の中からフィルタゲインが最小になるような周波数を選択してもよい。そして、制御位置決定部702は、選択された周波数を用いて第1タッチ位置に

おける振動強度を算出してもよい。その場合は、制御位置決定部702は、式(14)および式(15)に従って振動強度を算出する。

[数14]

$$\hat{\omega} = \arg \min_{\omega} (|H_i^k(\omega)|) \quad (14)$$

[数15]

$$A_k = \left| \sum_i G_{i,j} \cdot H_i^k(\hat{\omega}) \right| \quad (15)$$

[0172] つまり、制御位置決定部702は、まず式(14)を用いて、フィルタゲインが最小になる周波数を決定する。そして、制御位置決定部702は、式(15)に示すように、決定した周波数におけるフィルタ係数を用いて第1タッチ位置における振動強度 A_k を算出する。

[0173] 次に、制御位置決定部702は、すべての第1候補位置がステップS711において選択されたか否かを判定する(S714)。つまり、制御位置決定部702は、すべての第1候補位置について振動強度 A_k を算出したか否かを判定する。ここで、いずれかの第1候補位置が選択されていない場合(S714のNo)、ステップS711の処理に戻る。

[0174] 一方、すべての第1候補位置が選択されている場合(S714のYes)、制御位置決定部702は、式(16)に示すように、ステップS714で算出された複数の振動強度のうち最大の振動強度が得られた第1候補位置を第1制御位置と決定する(S715)。そして、制御位置決定部702は、決定した第1制御位置に対応するフィルタを、ステップS105のフィルタ処理で用いるフィルタとして決定する。

[数16]

$$\hat{k} = \arg \max_k A_k \quad (16)$$

[0175] なお、制御位置決定部 702 は、最大の振動強度が得られた第 1 候補位置を第 1 制御位置と決定しなくてもよい。例えば、制御位置決定部 702 は、予め定められた振動強度よりも大きい振動強度が得られた第 1 候補位置を第 1 制御位置と決定してもよい。この場合、制御位置決定部 702 は、予め定められた振動強度よりも大きい振動強度が算出されたときに、ステップ S 711 ~ ステップ S 714 のループ処理を強制的に終了し、ステップ S 715 を実行してもよい。

[0176] 図 24 は、実施形態 6 における各第 1 候補位置に対応する第 1 タッチ位置の振動強度のシミュレーション結果を示す。具体的には、図 24 は、第 1 タッチ位置の近傍の各第 1 候補位置を用いて生成された駆動信号に従って各アクチュエータ 102 が駆動された場合の第 1 タッチ位置における相対振動強度を示している。

[0177] ここでは、相対振動強度は、第 1 タッチ位置が第 1 候補位置として選択されたときの第 1 タッチ位置における振幅に対する、各第 1 候補位置に対応する第 1 タッチ位置の振幅の比である。また相対位置は、第 1 タッチ位置に対する相対的な位置である。

[0178] 図 24 からわかるように、第 1 候補位置 $[-2, 2]$ において、第 1 タッチ位置における振動強度が最大 (約 1.4) になる。つまり、図 24 では、第 1 候補位置 $[-2, 2]$ が第 1 制御位置として決定される。

[0179] なお、触感信号 $s(n)$ は、ステップ S 712 において利用された周波数 ω を用いて、式 (17) に示すように生成される。

[数17]

$$s(n) = \sin(2\pi f_m n T_s) \sin(\omega n T_s) \quad (17)$$

$$f_m = \frac{\omega}{4\pi r}$$

[0180] <効果>

以上のように、本実施形態における電子機器 700 によれば、第 1 タッチ位置および第 2 タッチ位置に基づいて、第 1 タッチ位置の近傍の複数の第 1

候補位置の中で、第1タッチ位置における振動強度が最大になる第1候補位置を第1制御位置として決定することができる。つまり、電子機器700は、第1タッチ位置における振動強度を強くできるので、ユーザに強い触感を呈示することができる。あるいは、電子機器700は、第1タッチ位置において必要とされる振動強度を実現するためにアクチュエータを駆動するために必要なエネルギーを小さくすることができるため、エネルギー効率を高めることができる。

[0181] なお、本実施形態では、第2タッチ位置を第2制御位置と決定したが、第2タッチ位置の近傍の位置を第2制御位置と決定してもよい。この場合、例えば、制御位置決定部702は、第1タッチ位置を第1制御位置と決定し、第2領域内の複数の第2候補位置の各々について、各アクチュエータから第1制御位置までの伝達特性と、上記各アクチュエータから当該第2候補位置までの伝達特性とを用いて生成された駆動信号によって前記各アクチュエータが駆動されたときの上記第1タッチ位置における振動強度を算出し、算出された振動強度が予め定められた振動強度以上となる第2候補位置を上記第2制御位置と決定する。

[0182] このように、第2制御位置が決定された場合、第2タッチ位置と、第2制御位置とがずれる場合がある。その場合、第2タッチ位置でも振動が発生するが、第1タッチ位置における振動強度をより大きくすることができる。

[0183] また例えば、制御位置決定部702は、第1領域内の複数の第1候補位置と第2領域内の複数の第2候補位置との組合せの各々について、各アクチュエータ102から当該第1候補位置までの伝達特性と、各アクチュエータ102から当該第2候補位置までの伝達特性とを用いて生成された駆動信号によって各アクチュエータ102が駆動されたときの第1タッチ位置における振動強度を算出してもよい。そして、制御位置決定部702は、例えば、算出された振動強度が最大となる第1候補位置および第2候補位置をそれぞれ第1制御位置および第2制御位置と決定してもよい。この場合も、第2タッチ位置において振動が発生するが、第1タッチ位置における振動強度をさら

に大きくすることが可能となる。

[0184] 以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1～6を説明した。しかしながら、本開示における技術はこれらに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態も可能である。また、上記実施の形態1～6で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。

[0185] 以下、他の実施の形態を例示する。

[0186] 上記実施形態では、電子機器の一例としてタブレット型の情報端末機器を用いて説明したが、電子機器はこれには限らない。例えば、携帯電話、PDA、ゲーム機、カーナビゲーション、ATMなど、タッチパネルを備える電子機器であってもよい。

[0187] また、上記実施形態では、電子機器は表示装置を備えていたが、電子機器は表示装置を備えていなくてもよい。例えばタッチパッドのような電子機器であってもよい。

[0188] 上記実施形態では、操作部としてタッチパネルを例示して説明したが、操作部はこれに限られない。例えば、マウスのようなポインティングデバイスでもよい。この場合、振動部13は、マウスに設けられており、マウスを振動させる。

[0189] 上記実施形態では、アクチュエータをパネルに貼り付けた例を示したが、アクチュエータは、筐体や枠などに張り付けられていてもよい。

[0190] 上記実施形態では、アクチュエータは圧電素子であったが、静電力によるアクチュエータや、VCM、振動モータなど他の方法で振動を伝播させてもよい。また、スパッタリング等の方法によりパネルに薄膜の透明圧電部材を形成してアクチュエータとして用いてもよい。

[0191] また、上記実施形態では、周波数領域による逆関数によりフィルタを算出したが、他の方法で算出してもよい。例えば、国際公開第2013/161163号に記載の演算を採用することもできる。参考のために国際公開第2013/161163号の記載内容を本明細書に援用する。

- [0192] 伝達関数はあらかじめ測定しておいたが、他の方法で検出してもよい。
- [0193] また、上記実施形態では、振動の種類として、たわみ振動を示したが、疎密波、表面波による振動であってもよい。
- [0194] 上記実施形態では、パネルと表示装置は別体として説明したが、オプティカルボンディングなどで接続されていてもよい。
- [0195] 上記実施形態では、パネルと表示装置とが別々の構成要素になっているが、パネルと表示装置とは一体に形成されていてもよい。例えば、タッチパネル機能を液晶パネルの内部に一体化するインセル型タッチパネルや、タッチパネル機能を液晶パネルの表面に一体化するオンセル型タッチパネル等の方式であってもよい。また、その場合は、アクチュエータは表示装置の裏面に設けられてもよい。
- [0196] また、パネル、フィルタ処理部、伝達特性記憶部などは一体に構成されていてもよいし、説明したが、別体でもよく、通信により信号の伝達を行ってもよい。
- [0197] また、剛体であるガラスやPCで振動の伝達物を説明したが、フィルム、肌、ゴムなどの軟体、水などの液体、ジェリー状の物体、気体など、振動を伝播させるものであって、タッチ位置が取れる伝達物であればよい。
- [0198] また、上記実施形態では、振動を発生することで触覚を提示したが、本開示の技術はこれに限られない。振動に加えて、例えば、静電気による摩擦の変化や、電流による皮膚の刺激、液体による画面形状の変化など、他の方法でも触覚を呈示してもよい。触覚の呈示だけでなく、画面表示、音、光、熱などを適宜組み合わせてもよい。
- [0199] なお、上述した電子機器の動作は、ハードウェアによって実現されてもよいしソフトウェアによって実現されてもよい。そのような制御動作を実行させるプログラムは、例えばマイクロコンピュータの内蔵メモリやROMに記憶される。また、そのようなコンピュータプログラムは、それが記録された記録媒体（光ディスク、半導体メモリー等）から電子機器へインストールしてもよいし、インターネット等の電気通信回線を介してダウンロードしても

よい。

[0200] 以上、説明したように、本開示のある実施形態に係る電子機器は、ユーザがタッチするパネル101と、パネル101を振動させる複数の振動部102と、ユーザがパネル101の複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、複数の振動部102を制御する振動制御部109とを備える。複数の振動部102は、第1および第2振動部102を含む。第1タッチ位置と第1振動部102との間の距離と、第2タッチ位置と第1振動部102との間の距離とが互いに等しい場合において、第1振動部102と第1タッチ位置との間におけるパネル101の振動の伝達特性と、第1振動部102と第2タッチ位置との間におけるパネル101の振動の伝達特性とが互いに異なる。

[0201] 例えば、第1タッチ位置と第2振動部102との間の距離と、第2タッチ位置と第2振動部102との間の距離とが互いに等しい場合において、第2振動部102と第1タッチ位置との間におけるパネル101の振動の伝達特性と、第2振動部102と第2タッチ位置との間におけるパネル101の振動の伝達特性とが互いに異なる。

[0202] 例えば、電子機器はパネル101を支持する筐体115をさらに備え、パネル101は、パネル101の中心に対して非対称に筐体115に固定されている。

[0203] 例えば、電子機器はパネル101を支持する筐体115をさらに備え、パネル101は、パネル101の中心を通りパネル101の平面方向に平行な軸に対して非対称に筐体115に固定されている。

[0204] 例えば、電子機器はパネル101を支持する筐体115をさらに備え、パネル101は、固定部材121を介して筐体115に支持されており、固定部材121の形状は、パネル101の中心に対して非対称である。

[0205] 例えば、電子機器はパネル101を支持する筐体115をさらに備え、パネル101は、固定部材121を介して筐体115に支持されており、固定

部材 1 2 1 の形状は、パネル 1 0 1 の中心を通りパネル 1 0 1 の平面方向に平行な軸に対して非対称である。

[0206] 例えば、電子機器はパネル 1 0 1 を支持する筐体 1 1 5 をさらに備え、パネル 1 0 1 は、固定部材 1 2 1 を介して筐体 1 1 5 に支持されており、固定部材 1 2 1 の硬さは、パネル 1 0 1 の中心に対して非対称に異なっている。

[0207] 例えば、電子機器はパネル 1 0 1 を支持する筐体 1 1 5 をさらに備え、パネル 1 0 1 は、固定部材 1 2 1 を介して筐体 1 1 5 に支持されており、固定部材 1 2 1 の硬さは、パネル 1 0 1 の中心を通りパネル 1 0 1 の平面方向に平行な軸に対して非対称に異なっている。

[0208] 例えば、パネル 1 0 1 は、パネル 1 0 1 の中心に対して非対称の平面形状を有している。

[0209] 例えば、パネル 1 0 1 は、パネル 1 0 1 の中心を通りパネル 1 0 1 の平面方向に平行な軸に対して非対称の平面形状を有している。

[0210] 例えば、パネル 1 0 1 は、パネル 1 0 1 の中心に対して非対称の厚さを有している。

[0211] 例えば、パネル 1 0 1 は、パネル 1 0 1 の中心を通りパネル 1 0 1 の平面方向に垂直な軸に対して非対称の厚さを有している。

[0212] 例えば、第 1 および第 2 振動部 1 0 2 は、パネル 1 0 1 の中心に対して対称に配置されている。

[0213] 例えば、第 1 および第 2 振動部 1 0 2 は、パネル 1 0 1 の中心を通りパネル 1 0 1 の平面方向に平行な軸に対して対称に配置されている。

[0214] 本開示のある実施形態に係る電子機器は、ユーザがタッチするパネル 1 0 1 と、パネル 1 0 1 を振動させる複数の振動部 1 0 2 と、ユーザがパネル 1 0 1 の複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第 1 タッチ位置の振動が、複数のタッチ位置のうちの第 2 タッチ位置の振動よりも大きくなるように、複数の振動部 1 0 2 を制御する振動制御部 1 0 9 とを備える。複数の振動部 1 0 2 は、第 1 および第 2 振動部 1 0 2 を含む。第 1 タッチ位置と第 1 振動部 1 0 2 との間の距離と、第 1 タッチ位置と第

2 振動部 1 0 2 との間の距離とが互いに等しい場合において、第 1 振動部 1 0 2 と第 1 タッチ位置との間におけるパネル 1 0 1 の振動の伝達特性と、第 2 振動部 1 0 2 と第 1 タッチ位置との間におけるパネル 1 0 1 の振動の伝達特性とが互いに異なる。

[0215] 例えば、第 2 タッチ位置と第 1 振動部 1 0 2 との間の距離と、第 2 タッチ位置と第 2 振動部 1 0 2 との間の距離とが互いに等しい場合において、第 1 振動部 1 0 2 と第 2 タッチ位置との間におけるパネル 1 0 1 の振動の伝達特性と、第 2 振動部 1 0 2 と第 2 タッチ位置との間におけるパネル 1 0 1 の振動の伝達特性とが互いに異なる。

[0216] 以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

[0217] また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

産業上の利用可能性

[0218] 本開示に係る技術は、マルチタッチに対して互いに異なる触感を呈示することができるので、例えば、テレビ、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末、あるいは携帯電話などのユーザインタフェースに適用できる。また、例えば、電子黒板あるいはデジタルサイネージ用ディスプレイなど、複数の人が同時に画面にタッチする機器にも適用できる。

符号の説明

[0219] 1 0 0、2 0 0 電子機器

- 1 0 1 パネル
- 1 0 2 アクチュエータ
- 1 0 3 タッチ情報取得部
- 1 0 4 触感呈示決定部
- 1 0 5 伝達特性記憶部
- 1 0 6 伝達特性取得部
- 1 0 7、2 0 1 フィルタ算出部
- 1 0 8 触感信号記憶部
- 1 0 9 フィルタ処理部
- 1 1 0 表示装置
- 1 1 1 画像表示領域
- 1 1 5 筐体
- 1 1 7 処理回路
- 1 2 1 固定部材
- 1 3 1 パネル中心
- 1 3 3、1 3 5、1 3 7 対称軸

請求の範囲

[請求項1]

ユーザがタッチするパネルと、
前記パネルを振動させる複数の振動部と、
前記ユーザが前記パネルの複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、前記複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、前記複数の振動部を制御する振動制御部と、
を備え、
前記複数の振動部は、第1および第2振動部を含み、
前記第1タッチ位置と前記第1振動部との間の距離と、前記第2タッチ位置と前記第1振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、
前記第1振動部と前記第1タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性と、前記第1振動部と前記第2タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性とが互いに異なる、電子機器。

[請求項2]

前記第1タッチ位置と前記第2振動部との間の距離と、前記第2タッチ位置と前記第2振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、
前記第2振動部と前記第1タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性と、前記第2振動部と前記第2タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性とが互いに異なる、請求項1に記載の電子機器。

[請求項3]

前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、前記パネルの中心に対して非対称に前記筐体に固定されている、請求項1または2に記載の電子機器。

[請求項4]

前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面方向に平行な軸に対して非対称に前記筐体に固定されている、請求項1から3

のいずれかに記載の電子機器。

- [請求項5] 前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、固定部材を介して前記筐体に支持されており、
前記固定部材の形状は、前記パネルの中心に対して非対称である、
請求項1から4のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項6] 前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、固定部材を介して前記筐体に支持されており、
前記固定部材の形状は、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面
方向に平行な軸に対して非対称である、請求項1から5のいずれかに
記載の電子機器。
- [請求項7] 前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、固定部材を介して前記筐体に支持されており、
前記固定部材の硬さは、前記パネルの中心に対して非対称に異なっ
ている、請求項1から6のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項8] 前記パネルを支持する筐体をさらに備え、
前記パネルは、固定部材を介して前記筐体に支持されており、
前記固定部材の硬さは、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面
方向に平行な軸に対して非対称に異なっている、請求項1から7のい
ずれかに記載の電子機器。
- [請求項9] 前記パネルは、前記パネルの中心に対して非対称の平面形状を有し
ている、請求項1から8のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項10] 前記パネルは、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面方向に平
行な軸に対して非対称の平面形状を有している、請求項1から9のい
ずれかに記載の電子機器。
- [請求項11] 前記パネルは、前記パネルの中心に対して非対称の厚さを有してい
る、請求項1から10のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項12] 前記パネルは、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面方向に垂
直な軸に対して非対称の厚さを有している、請求項1から11のい

れかに記載の電子機器。

[請求項13] 前記第1および第2振動部は、前記パネルの中心に対して対称に配置されている、請求項1から12のいずれかに記載の電子機器。

[請求項14] 前記第1および第2振動部は、前記パネルの中心を通り前記パネルの平面方向に平行な軸に対して対称に配置されている、請求項1から13のいずれかに記載の電子機器。

[請求項15] ユーザがタッチするパネルと、
前記パネルを振動させる複数の振動部と、
前記ユーザが前記パネルの複数の位置を同時にタッチしているときに、複数のタッチ位置のうちの第1タッチ位置の振動が、前記複数のタッチ位置のうちの第2タッチ位置の振動よりも大きくなるように、前記複数の振動部を制御する振動制御部と、

を備え、

前記複数の振動部は、第1および第2振動部を含み、

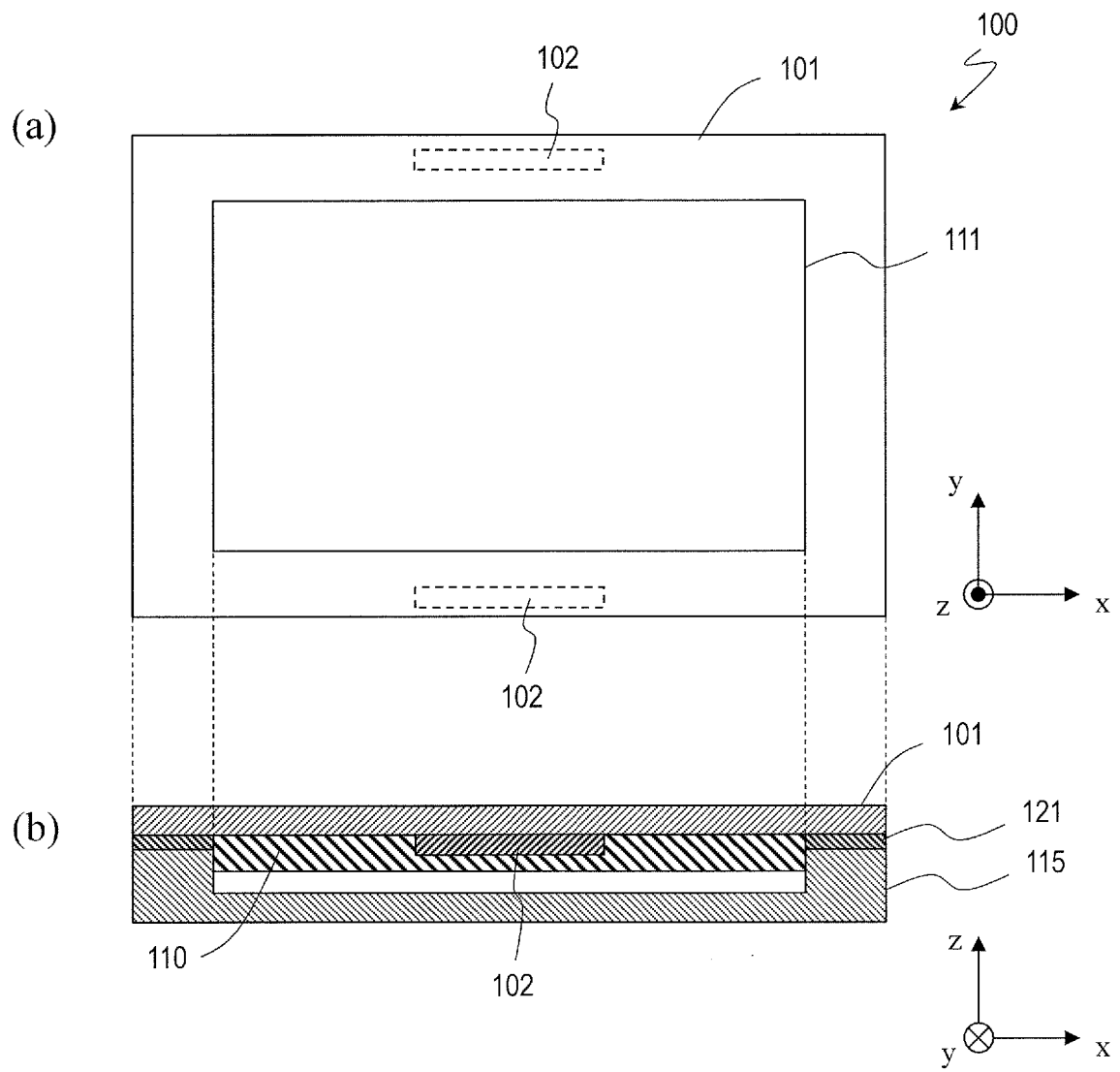
前記第1タッチ位置と前記第1振動部との間の距離と、前記第1タッチ位置と前記第2振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、

前記第1振動部と前記第1タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性と、前記第2振動部と前記第1タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性とが互いに異なる、電子機器。

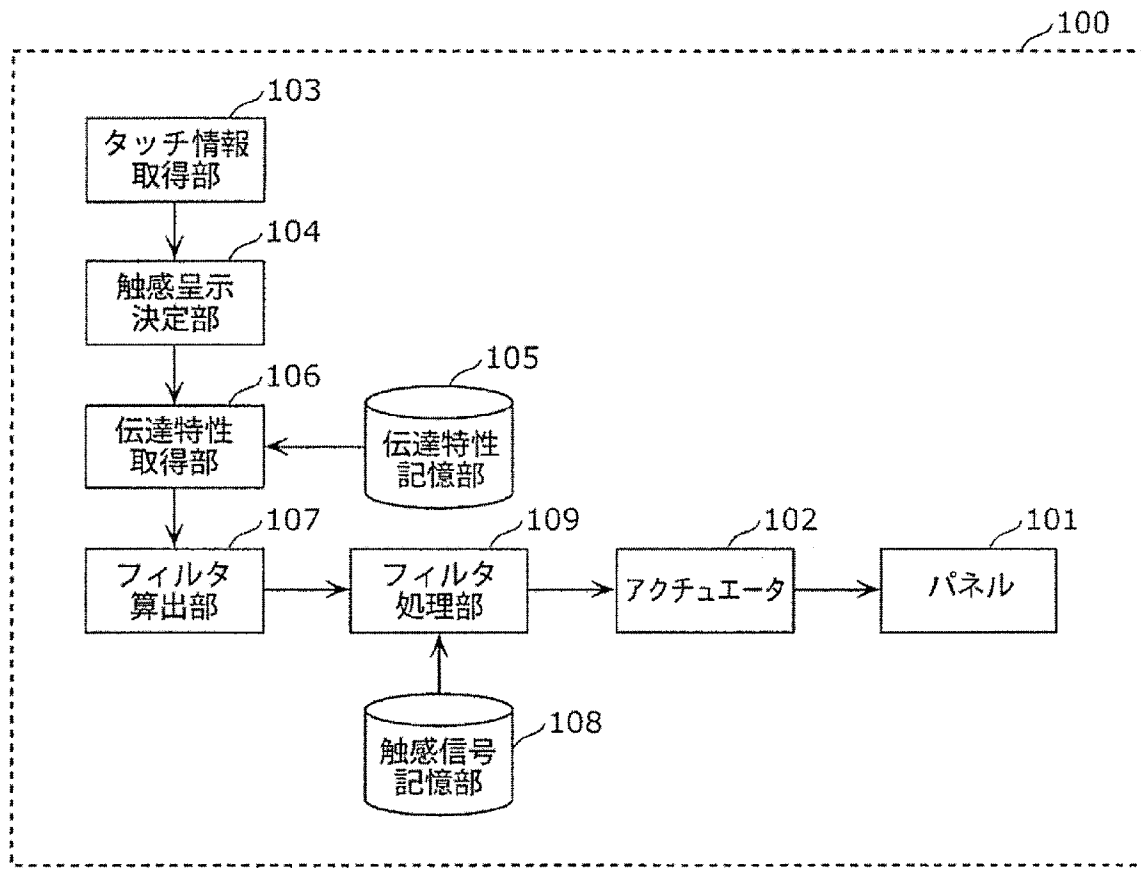
[請求項16] 前記第2タッチ位置と前記第1振動部との間の距離と、前記第2タッチ位置と前記第2振動部との間の距離とが互いに等しい場合において、

前記第1振動部と前記第2タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性と、前記第2振動部と前記第2タッチ位置との間における前記パネルの振動の伝達特性とが互いに異なる、請求項15に記載の電子機器。

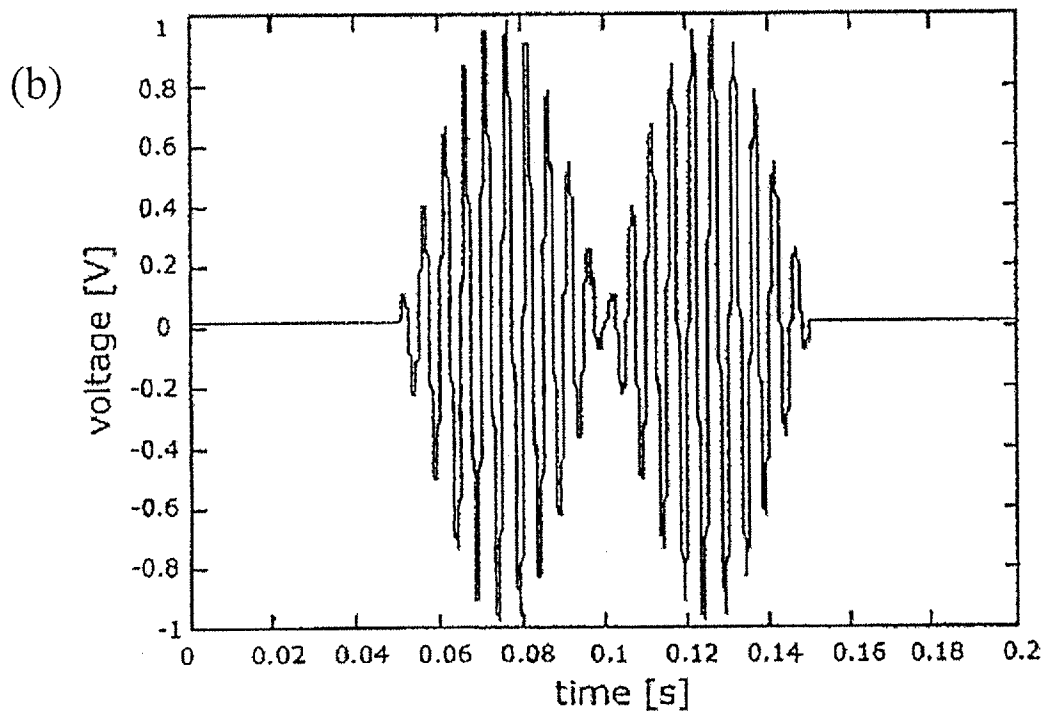
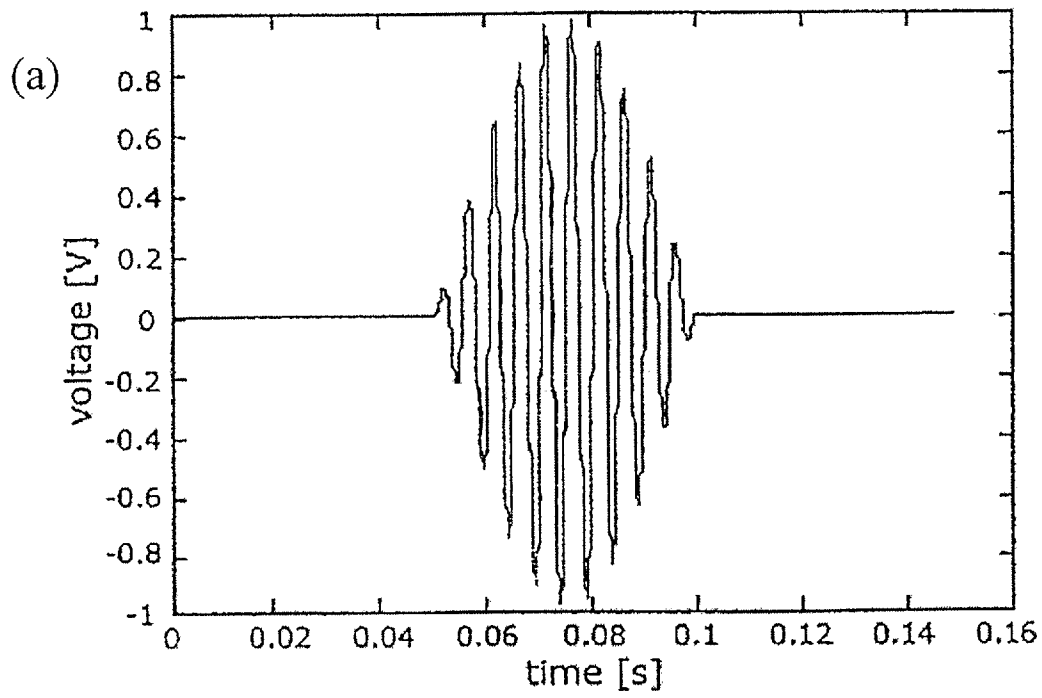
[図1]



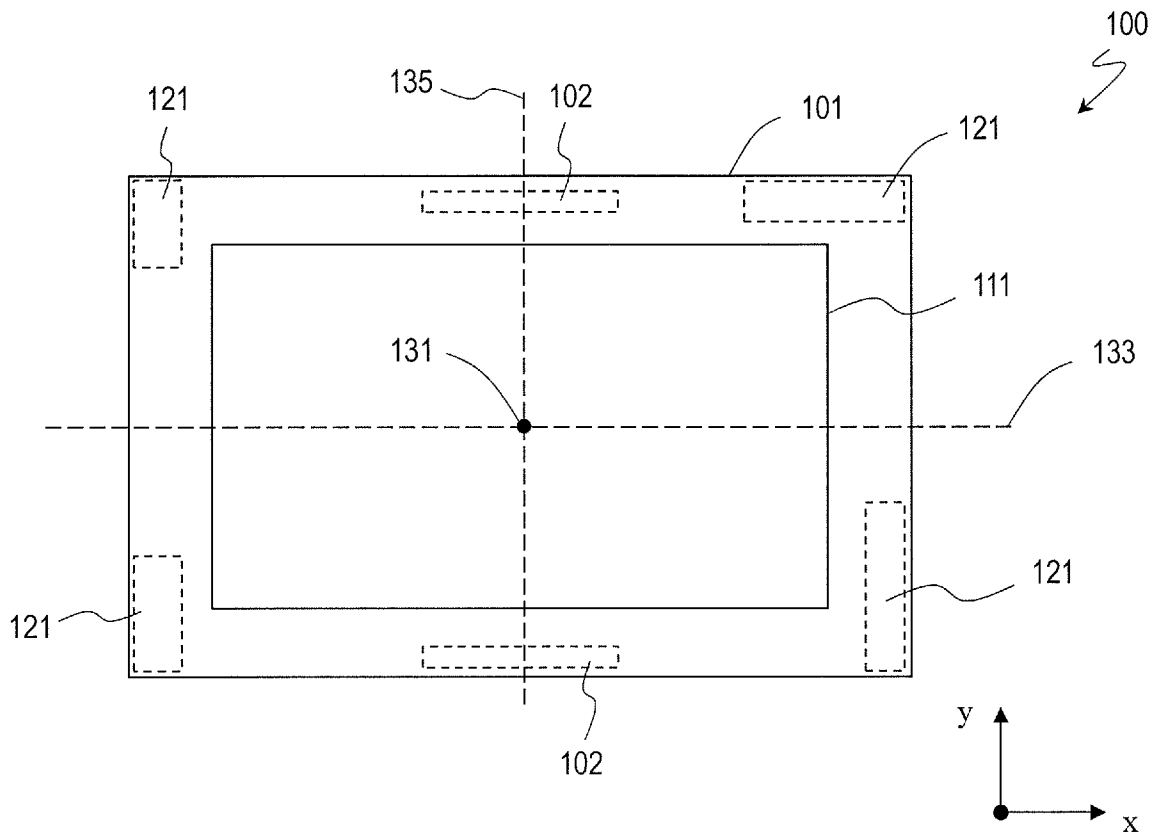
[図2]



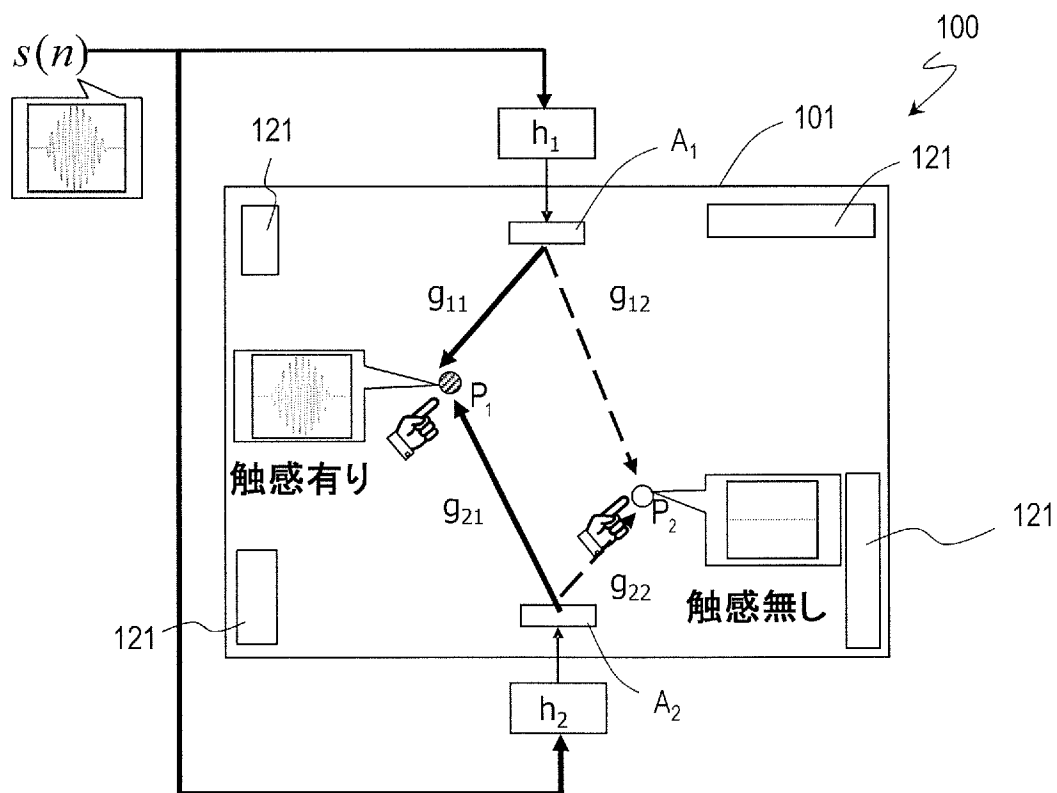
[図3]



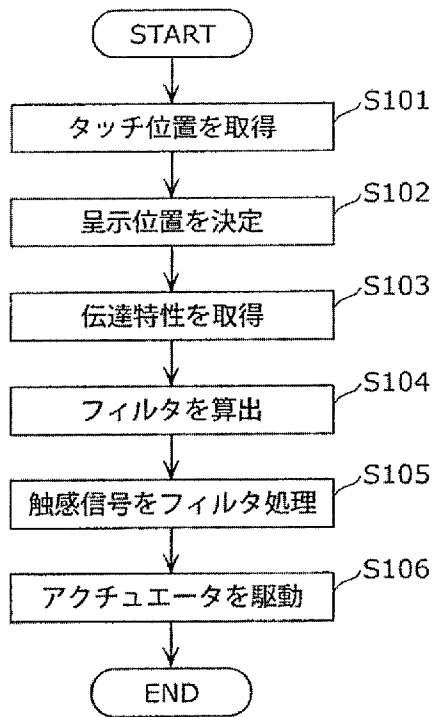
[図4]



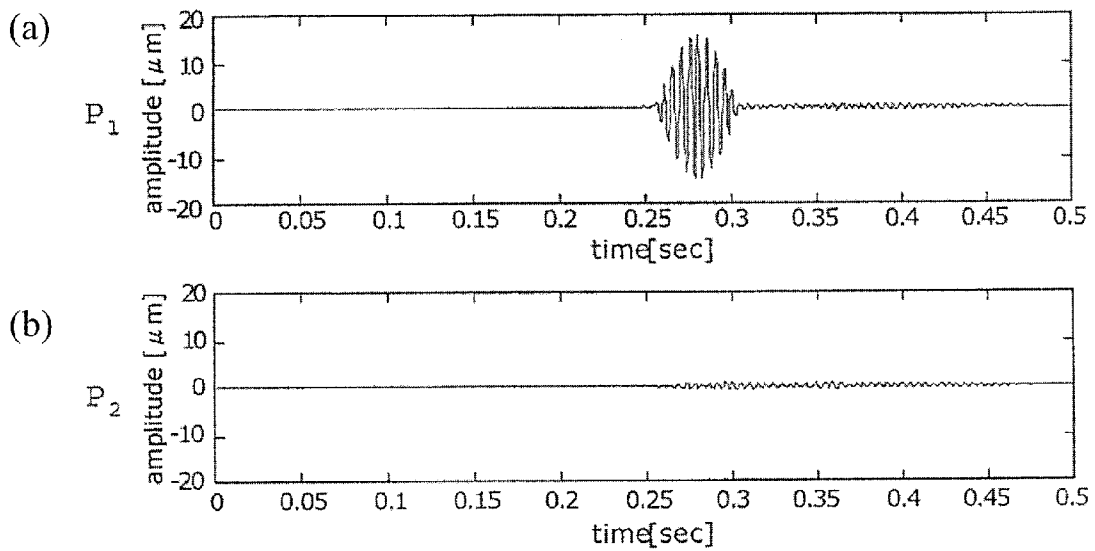
[図5]



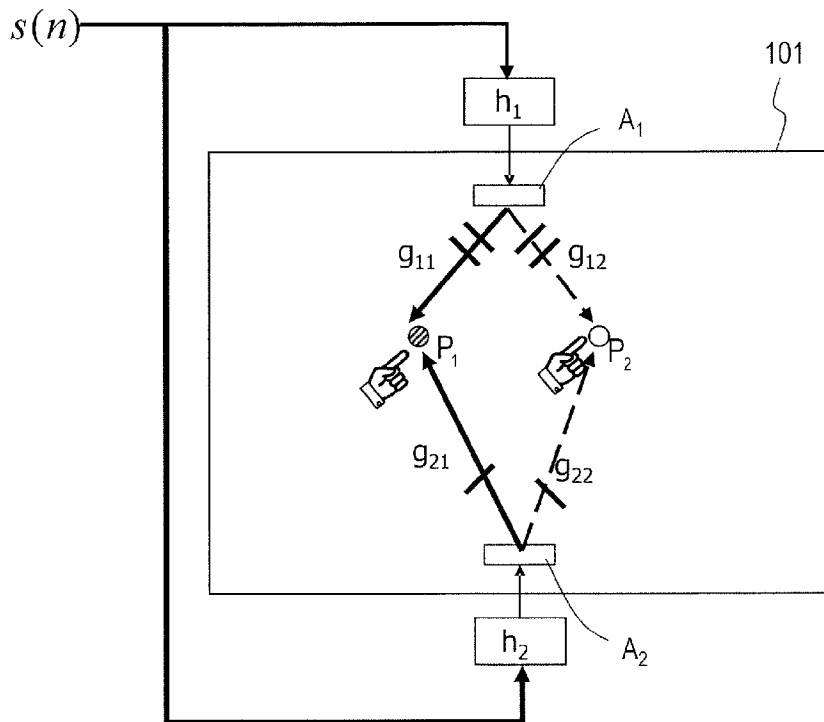
[図6]



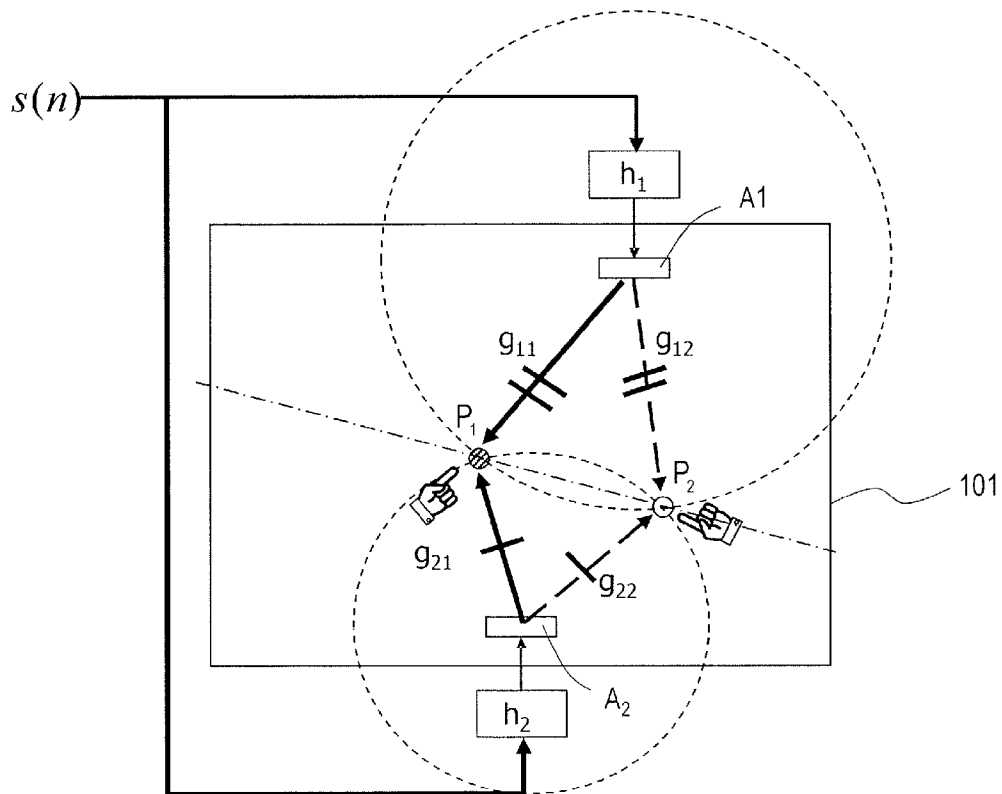
[図7]



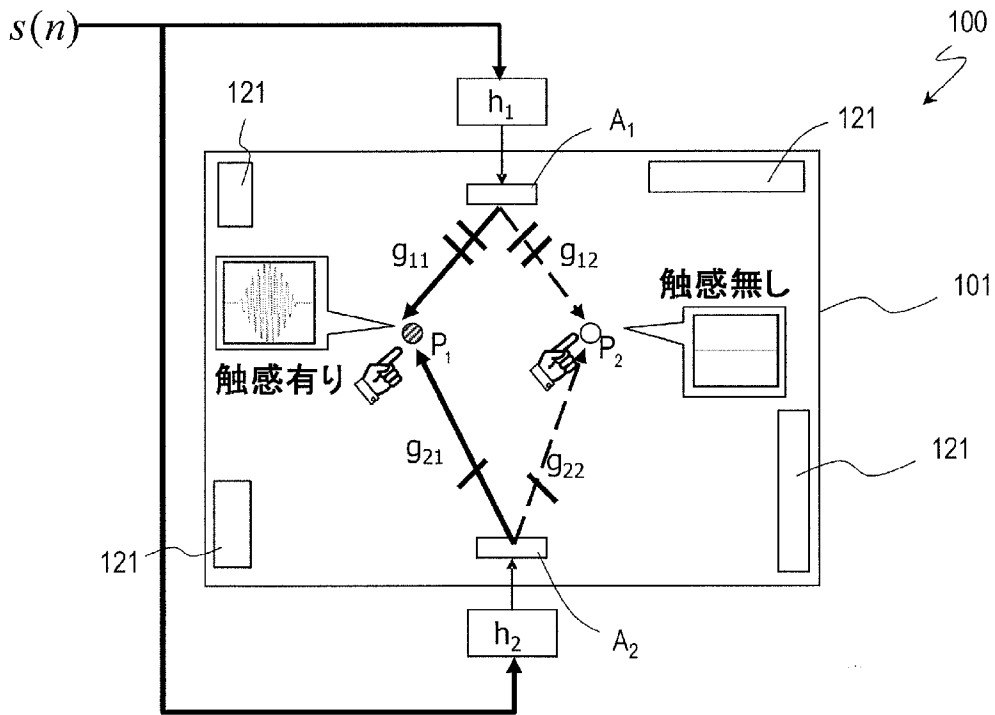
[図8]



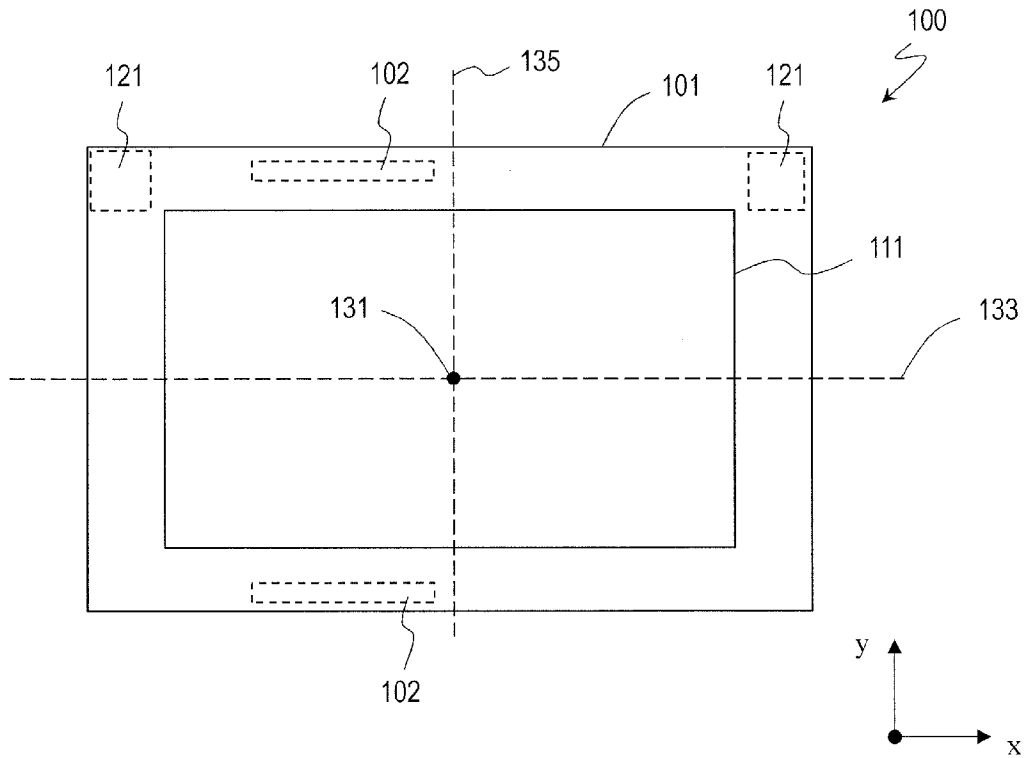
[図9]



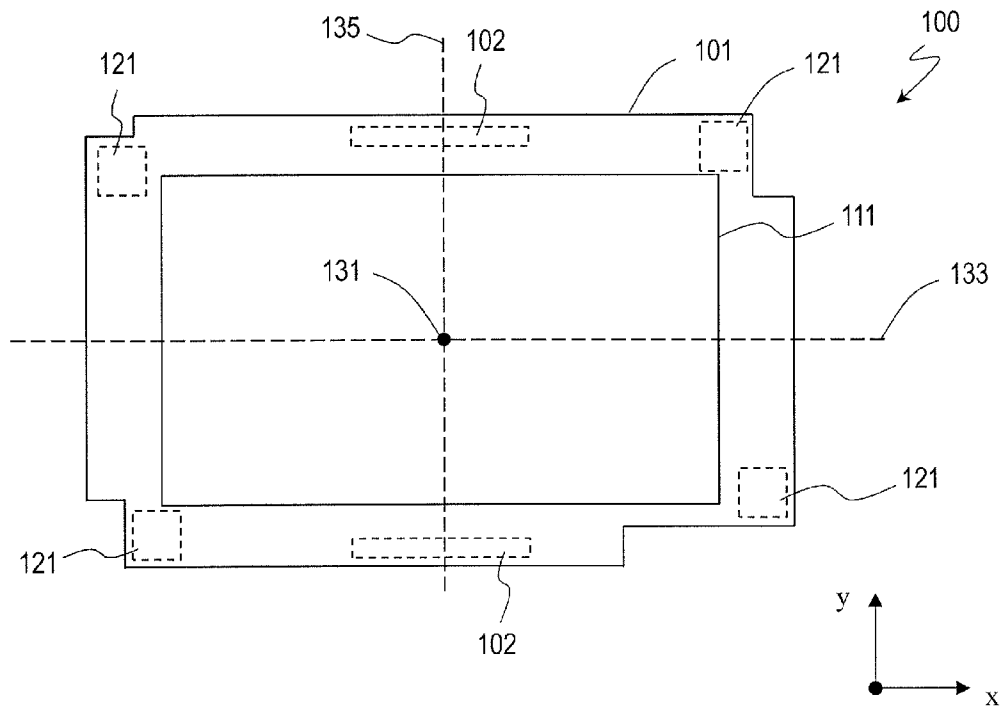
[図10]



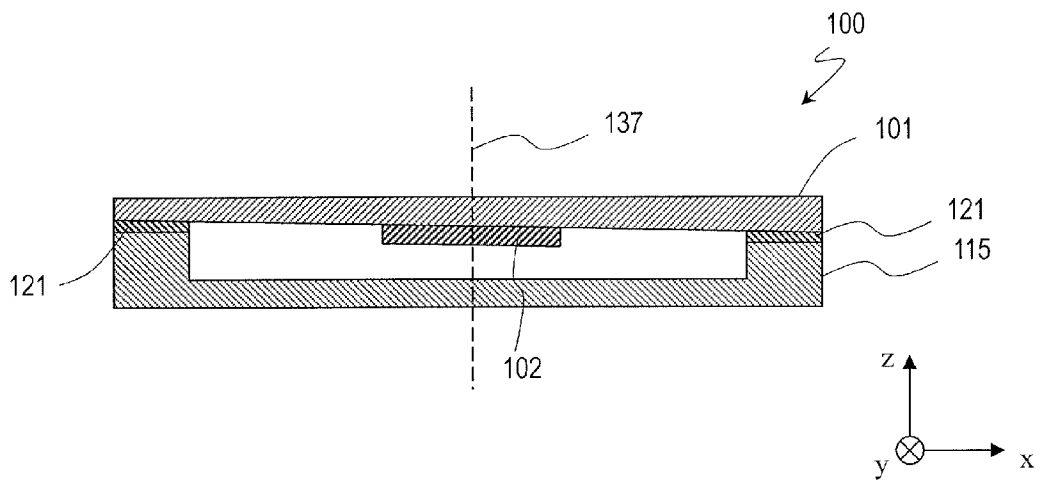
[図11]



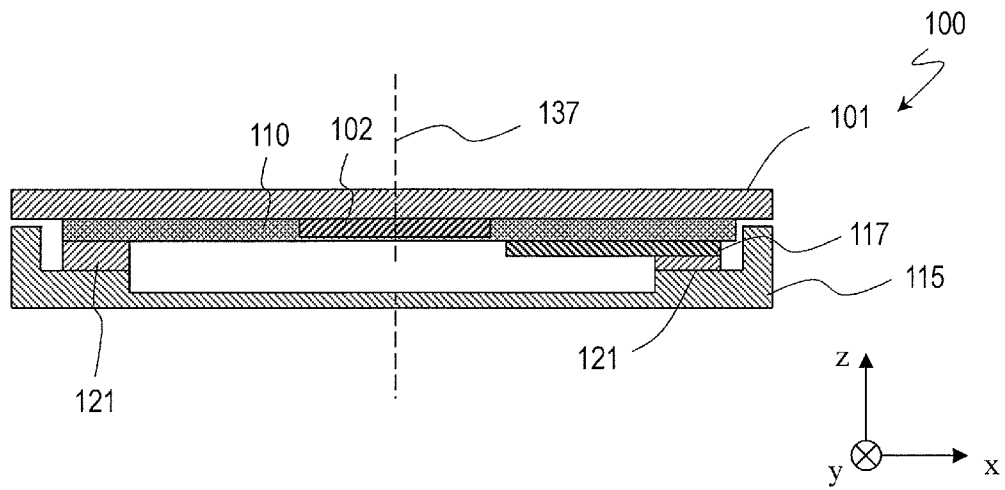
[図12]



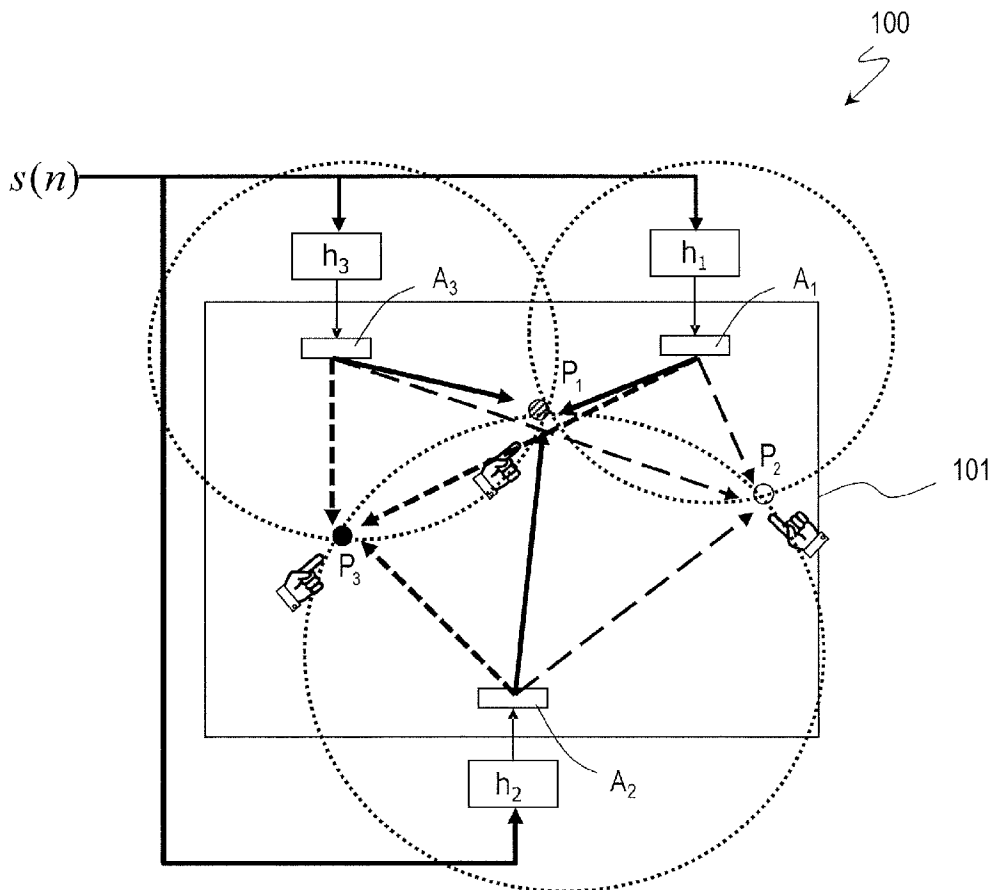
[図13]



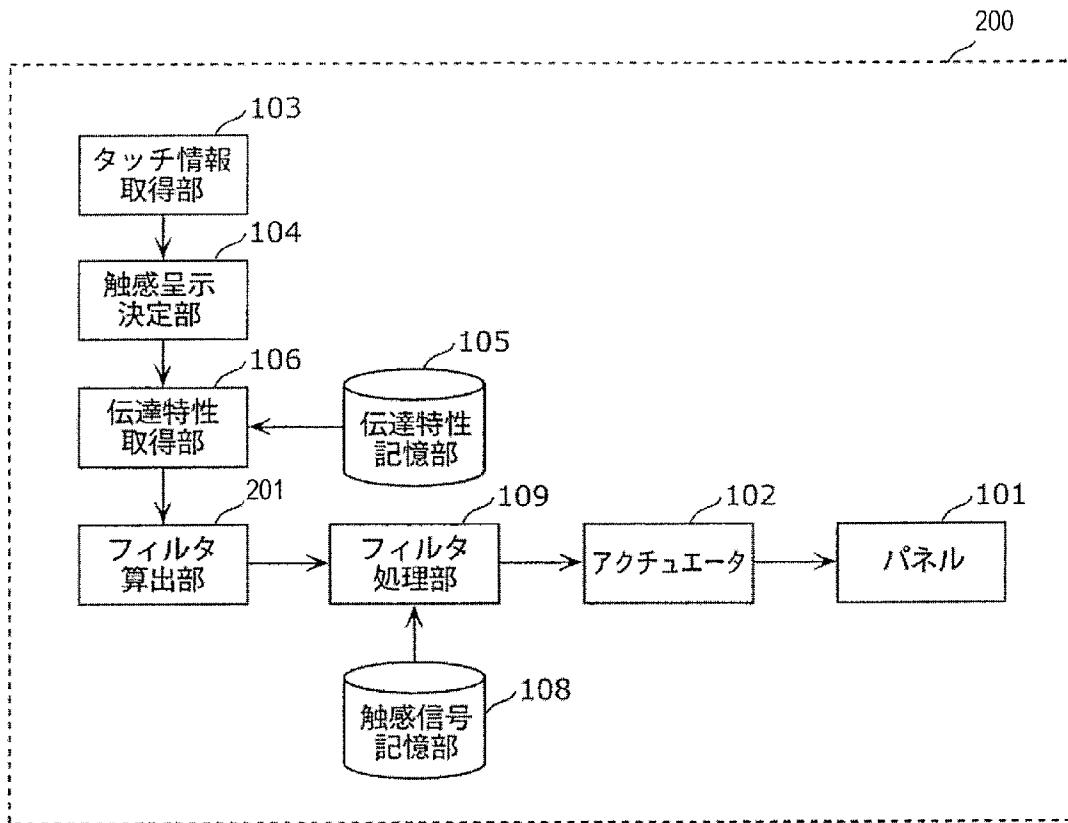
[図14]



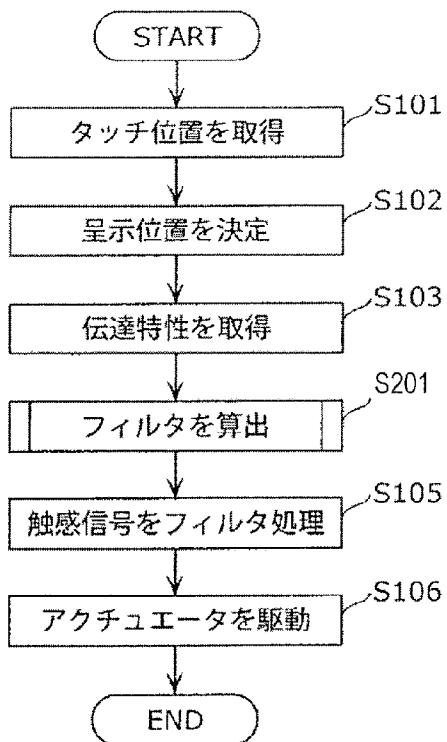
[図15]



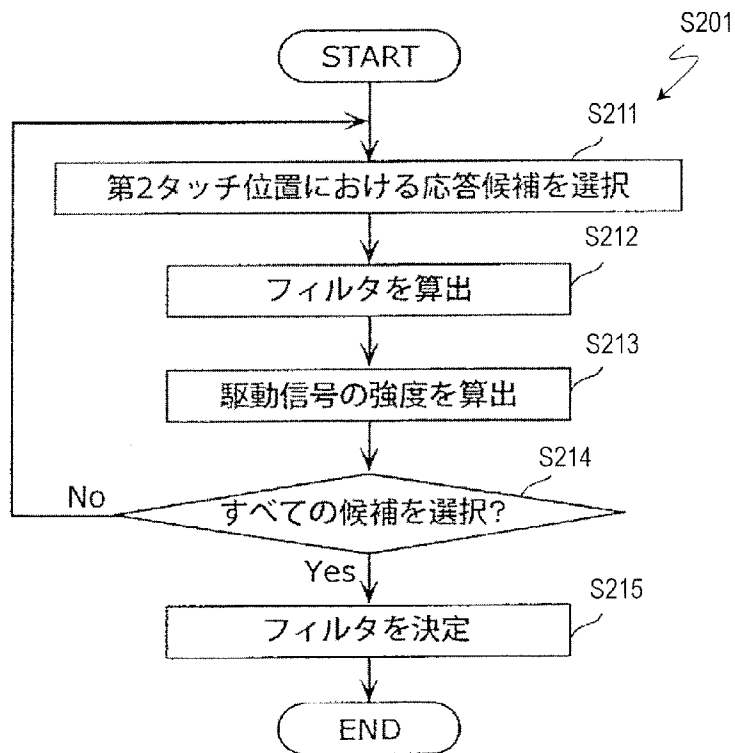
[図16]



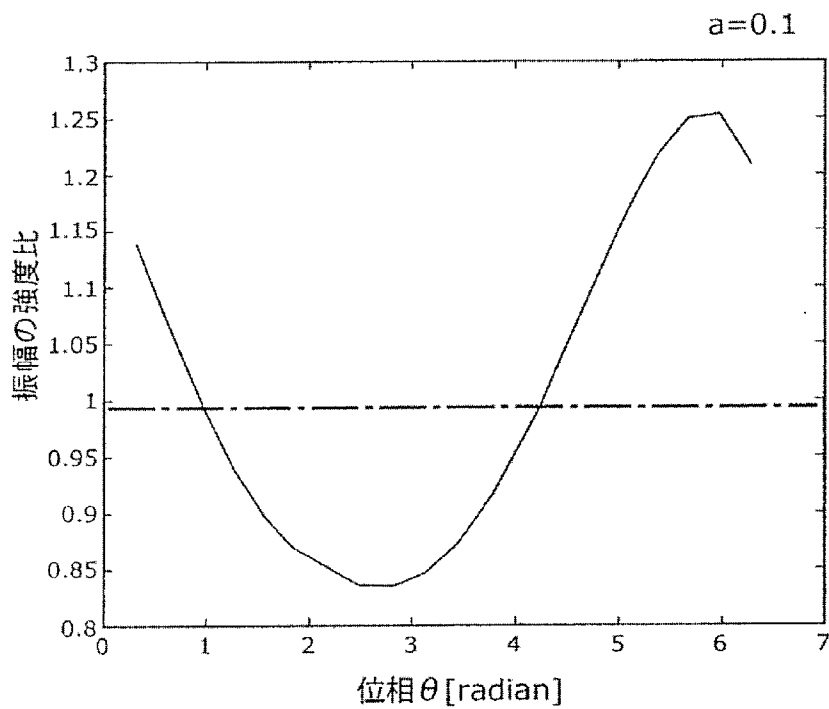
[図17]



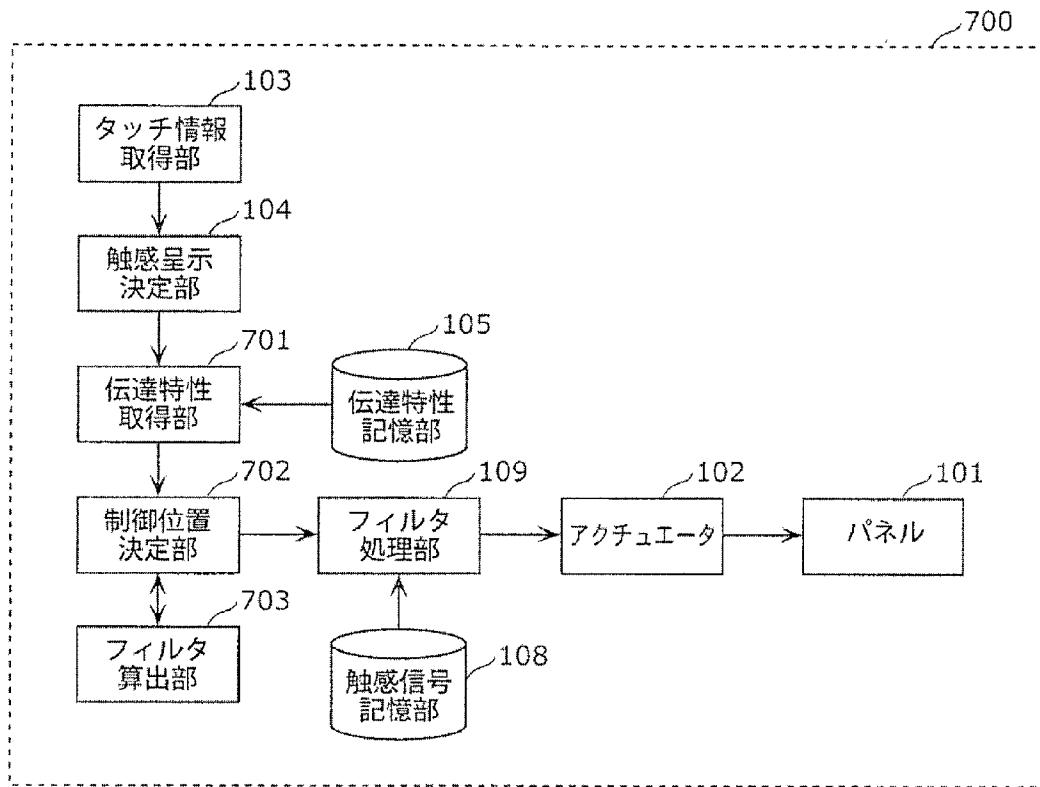
[図18]



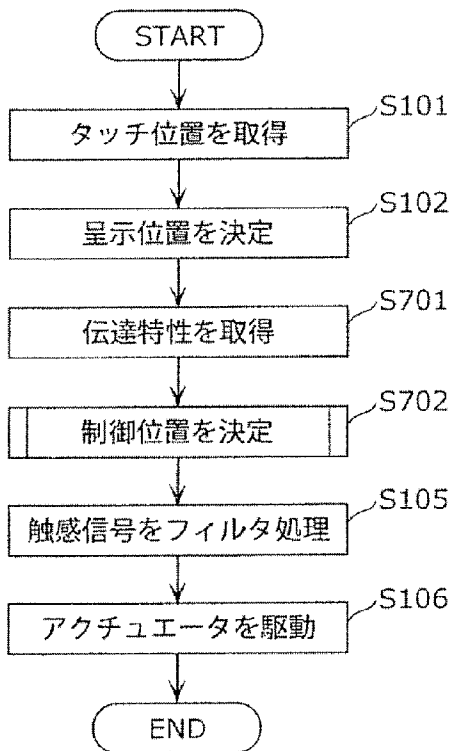
[図19]



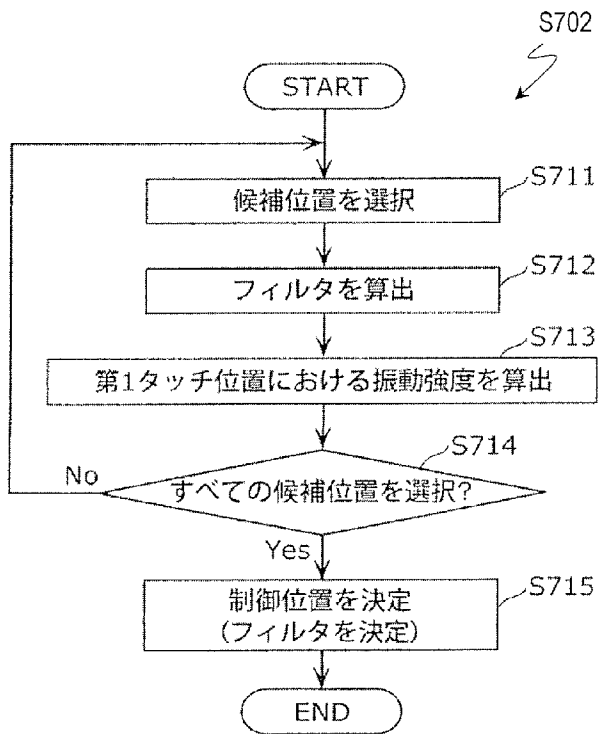
[図20]



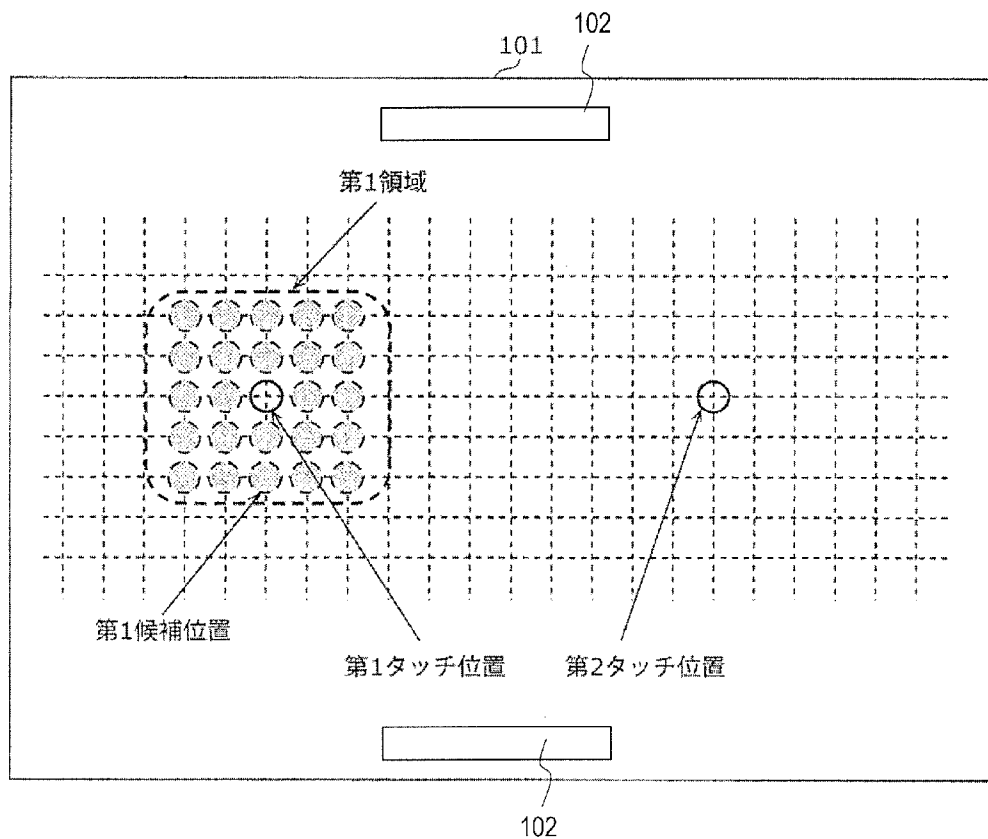
[図21]



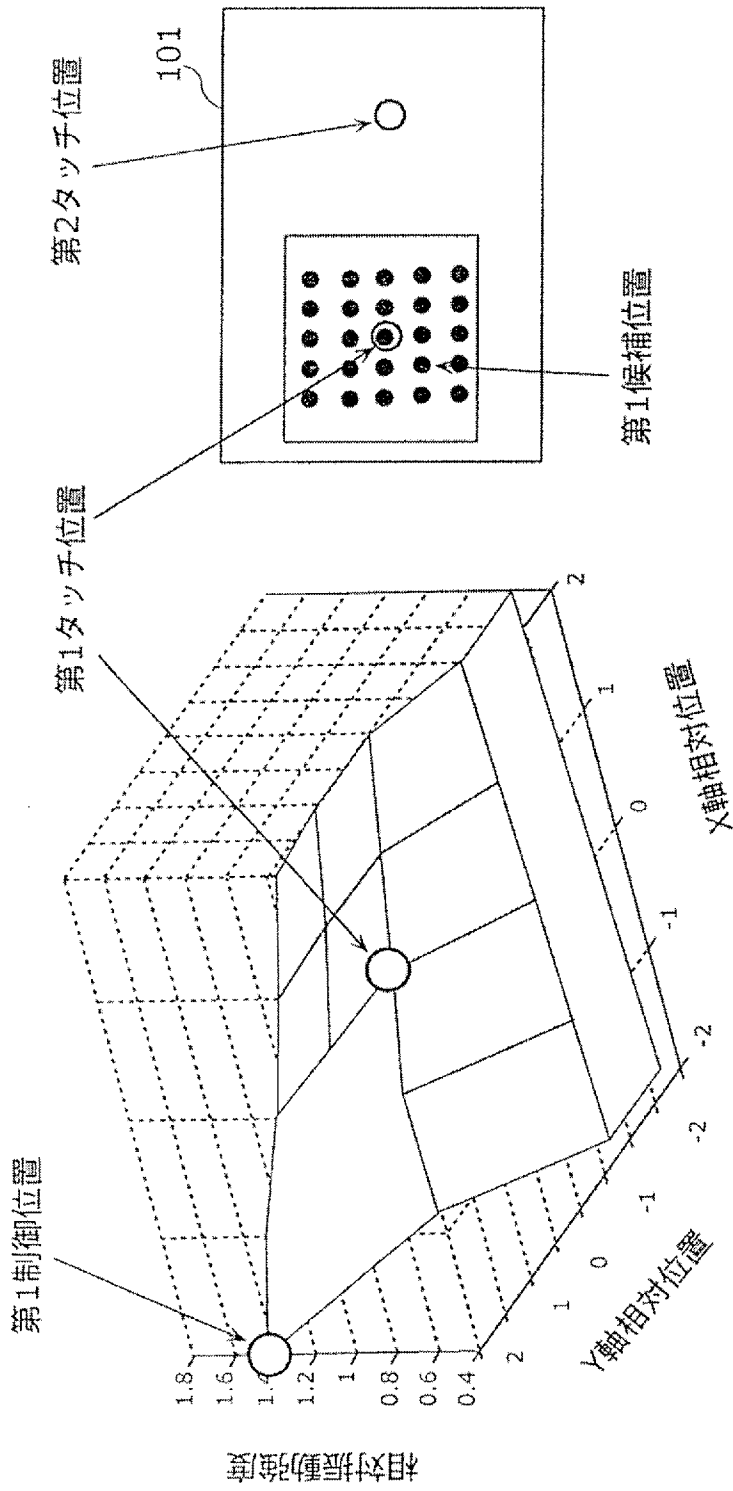
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/005151

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, G06F3/044

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 2010-55282 A (NEC Saitama, Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), paragraphs [0026] to [0035]; fig. 4, 5 (Family: none)	1-16
A	JP 2010-541071 A (Immersion Corp.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0014] to [0018]; fig. 1 to 3 & US 2009/0085878 A1 & EP 2755114 A2 & WO 2009/042424 A1 & KR 10-2010-0072219 A & CN 101809526 A	1-16
A	JP 2013-156684 A (KDDI Corp.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraphs [0049] to [0073]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 27 November, 2014 (27.11.14)	Date of mailing of the international search report 09 December, 2014 (09.12.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） 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（IPC）） Int.Cl. G06F3/041, G06F3/044		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 2010-55282 A（埼玉日本電気株式会社）2010.03.11, 段落【0026】-【0035】、図4, 5（ファミリーなし）	1-16
A	JP 2010-541071 A（イマージョン コーポレーション）2010.12.24, 段落【0014】-【0018】、図1-3 & US 2009/0085878 A1 & EP 2755114 A2 & WO 2009/042424 A1 & KR 10-2010-0072219 A & CN 101809526 A	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 27. 11. 2014	国際調査報告の発送日 09. 12. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 後藤 彰 電話番号 03-3581-1101 内線 3565	5 U 4 2 2 6

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 2013-156684 A (KDD I 株式会社) 2013.08.15, 段落【0049】－【0073】、図3, 4 (ファミリーなし)	1-16