

(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
2011 年 3 月 31 日(31.03.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/036710 A1

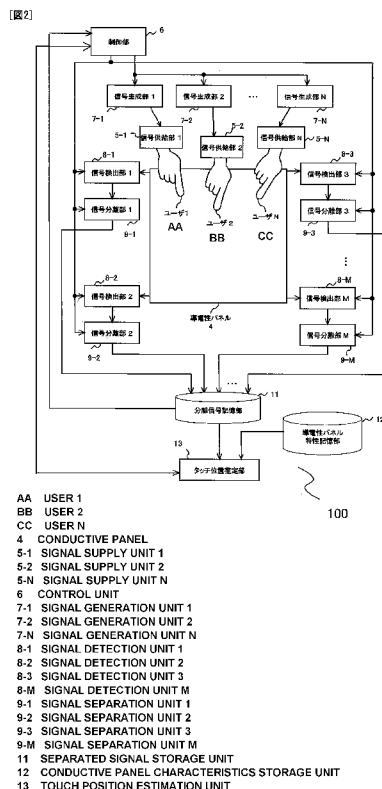
- (51) 国際特許分類:
G06F 3/044 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004830
- (22) 国際出願日: 2009 年 9 月 24 日(24.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高倉潤也 (TAKAKURA, Junya). 山内康晋 (YAMAUCHI, Yasunobu). 杉田馨 (SUGITA, Kaoru).
- (74) 代理人: 砂井 正之 (SAGOI Masayuki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 東芝テクノセンター 株式会社内 Tokyo (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: TOUCH-TYPE INPUT DEVICE

(54) 発明の名称: タッチ式入力装置



(57) Abstract: A conductive panel has a planar conductive layer, and when a user comes into contact with an input surface, an input signal is propagated. A signal generation unit generates an identification signal for identifying a plurality of users. A signal supply unit supplies the identification signal to input means used by each of the users. A control unit controls a signal generation unit so as to generate an identification signal having characteristics separable for each user if there are a plurality of users. A signal detection unit is connected to a plurality of positions of the conductive panel, and performs detection of the input signal that has propagated from the conductive panel for each of the plurality of positions. A signal separation unit, on the basis of characteristics of the identification signal, separates the input signal into components corresponding to each user. A touch position estimation unit, on the basis of electrical characteristics of the conductive layer and the amplitude of the separated signal for each of the plurality of positions, estimates a contact position on the input surface of each user that is indicated by the input signal.

(57) 要約: 導電性パネルは、平面状の導電層を有し、入力面に接触すると入力信号が伝搬する。信号生成部は、複数のユーザーを識別するための識別信号を生成する。信号供給部は、それぞれのユーザーの用いる入力手段に対して識別信号を供給する。制御部は、ユーザーが複数の場合には、ユーザー毎に分離可能な特性を有する識別信号を生成するよう信号生成部を制御する。信号検出部は、導電性パネルの複数の位置に接続され、複数の位置毎に導電性パネルから伝搬した入力信号の検出を行う。信号分離部は、識別信号の特性に基づいて、入力信号を各ユーザーに対応する成分に分離する。タッチ位置推定部は、導電層の電気的な特性と、複数の位置毎の分離された信号の大きさに基づいて入力信号が示す各ユーザーの入力面上での接触位置を推定する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： タッチ式入力装置

技術分野

[0001] 本発明は、タッチ式の入力装置に関する。

背景技術

[0002] 直感的な座標入力を行うインターフェースとして、タッチ式の入力装置が広く用いられている。静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、光学方式、カメラ方式など様々な入力方式が存在する。

[0003] その中でも、静電容量方式のタッチ式入力装置は、指先と導電性パネルとの間の静電容量の変化によってユーザーが触れた画面位置の情報を感知する。導電性パネル上に一様な交流電界を形成した状態で、導電パネルに保護膜を介して指など人体の一部が接触すると、人体と導電性パネルの間に容量性の結合が生じる。また、人体と基準電位点となるアースの間は浮遊容量により容量的に結合されているため、電界形成部より、導電性パネルと人体を介して、アースとの間で電流が流れる。このとき、各電界形成部から流出するそれぞれの電流の比は、導電性パネルに触れた指の位置と各電界形成部との間の抵抗比によって決定される。従って、各電界形成部から流出する電流値を測定すれば、その電流の比からタッチした位置の座標を算出することができる。

[0004] また、複数の点を同時にタッチし、複数の座標を同時に入力する動作をマルチタッチと呼ぶ。マルチタッチに対応することにより、入力操作の自由度が高まる。また、一つの入力装置に対して複数のユーザーが、それぞれ操作を実施することが可能となる。複数のユーザーが、単一のタッチ式の入力装置上で同時に作業を行うためには、タッチ式入力装置がマルチタッチに対応しているだけでは十分ではなく、複数の座標入力のそれぞれが、どのユーザーからの入力であるかを識別し、各ユーザーと各入力座標を対応付ける必要がある。

[0005] 複数のユーザーが同時に操作することができ、かつ、複数の入力座標と各ユーザーを対応付けられるマルチユーザータッチシステムが提案されている（例えば特許文献1）。この方式では、タッチ面上の位置を検出するために、グリッド状のアンテナがパネル上に配置される。それぞれのアンテナは信号源に接続され互いに識別可能な信号が供給される。また、それぞれのユーザーは、ユーザーに対応する受信機と容量的に結合されている。上記構成により、どのユーザーが、タッチ面上のどの位置に触れているかを特定することができる。この方式では、パネル上にグリッド状のパターンを形成する必要がある。そのため、例えばアンテナの材料にITO（酸化インジウムスズ）等の透明導電材料を用いたとしても光透過率や屈折率をタッチ面上で均一にすることができないといった課題があった。

[0006] また、ユーザーを識別する電氣的な信号検出と、光学式など別の座標検出と組み合わせることで、タッチ面上が均一な透明導電膜などすることのできる情報入力装置および方法も提案されている（例えば特許文献2）。しかし、この方式では、タッチ位置座標とユーザーの対応付けにタイミング情報を用いているため、複数のユーザーが、ほぼ同時にタッチ面にタッチした場合にそれらを識別することができないという課題があった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：米国特許6,498,590号

特許文献2：特開2000-148396号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、複数のユーザーがほぼ同時にタッチ面にタッチした場合であってもユーザーを識別することができるタッチ式入力装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明の一態様のタッチ式入力装置は、平面状の導電層を有し、入力面に接触すると入力信号が伝搬する導電性パネルと、複数のユーザーを識別するための識別信号を生成する信号生成部と、それぞれのユーザーの体に対して識別信号を供給する信号供給部と、ユーザー毎に分離可能な特性を有する前記識別信号を生成するよう前記信号生成部を制御する制御部と、前記導電性パネルの複数の位置に接続され、前記複数の位置毎に前記導電性パネルから伝搬した複数の入力信号を含んだ検出信号を検出する検出部と、前記識別信号の特性に基づいて、前記検出信号から前記各ユーザーに対応する成分に分離する分離部と、前記導電層の電気的な特性と、前記複数の位置毎の分離された信号の大きさに基づいて前記入力信号が示す各ユーザーの前記入力面上での接触位置を推定する推定部と、を備える。

発明の効果

[0010] 本発明の入力装置によれば、複数のユーザーが同時にタッチ面に入力操作を行うことができ、かつ、それぞれのユーザーを識別することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] 第1の実施形態の入力装置の概略を説明する図。

[図2] 第1の実施形態の入力装置を示す図。

[図3] 分離可能な供給信号の例を示す図。

[図4] 導電性パネルの構造を示す断面図。

[図5] 信号検出部の構成を示す図。

[図6] 1人のユーザーがタッチ入力した場合の信号の流れを説明する図。

[図7] 等電流比線の形状の例を示す図。

[図8] 座標テーブルのデータ構造を示す図。

[図9] 複数のユーザーがタッチ入力した場合の信号の流れを説明する図。

[図10] 複数のユーザーがタッチ入力した場合の等電流比線の歪みを示す図。

[図11] 歪み情報テーブルのデータ構造を示す図。

[図12] 初期設定処理のフローチャート。

[図13] 座標入力モードにおける処理全体のフローチャート。

[図14] 信号測定処理のフローチャート。

[図15] 分離信号記憶部に記憶されるデータの構造を示す図。

[図16] 全ユーザーのタッチ位置座標初期推定処理のフローチャート。

[図17] 各ユーザーのタッチ位置座標算出処理のフローチャート。

[図18] タッチ位置座標反復推定処理のフローチャート。

[図19] 等電流比線関数パラメータテーブルのデータ構造を示す図。

[図20] 第1の実施形態の変形例2におけるタッチ入力時の信号の流れの概略図。

[図21] 第1の実施形態の変形例2における信号測定処理のフローチャート。

[図22] 第2の実施形態の入力装置を示す図。

[図23] 第2の実施形態における歪み情報テーブルのデータ構造を示す図。

[図24] タッチ入力時及びタッチ非入力時の等価回路を示す図。

[図25] インピーダンス初期測定処理のフローチャート。

[図26] 信号およびインピーダンス測定処理のフローチャート。

[図27] 第2の実施形態における全ユーザーのタッチ位置座標初期推定処理のフローチャート。

発明を実施するための形態

[0012] 図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、互いに同様の動作をする構成や処理には共通の符号を付して、重複する説明は省略する。

[0013] (第1の実施形態)

本実施形態の入力装置は、静電容量方式のタッチ式入力装置である。複数のユーザーがほぼ同時にタッチ面にタッチした場合であってもユーザーを識別することができる。以下の各実施形態では入力手段としてユーザーの指によってタッチ入力を行う場合について例示する。その他、ペン等のデバイスを用いてユーザーが入力する等の様々な入力手段を用いる方法であって構わない。

[0014] 図1は、本実施形態の入力装置100を卓上型に適用した場合の使用状態を説明する図である。

- [0015] 入力装置 100 の中央の領域は、ユーザーがタッチすることにより座標を入力する導電性パネル4となっている。導電性パネル4の周囲には、複数の信号検出部（図示せず）が配されており、導電性パネル4と接続されている。入力装置は複数のユーザーが同時に使用できる。各ユーザーは、それぞれに対応する信号供給部5-1、5-2を例えば腕に携帯する。信号供給部5-1、5-2、はそれぞれ対応する信号生成部（図示せず）に接続されている。
- [0016] 図2は、本実施形態の入力装置を示す図である。
- [0017] 入力装置100は、入力面に接触すると入力信号が伝搬する導電性パネル4と、N人のユーザーを識別するための識別信号を生成する信号生成部7（1～N）と、それぞれのユーザーの体に対して識別信号を供給する信号供給部5（1～N）と、ユーザー毎に分離可能な特性を有する識別信号を生成するよう信号生成部7を制御する制御部6と、導電性パネル4の複数の位置に接続され、M箇所の位置毎に導電性パネル4から伝搬した複数の入力信号を含んだ検出信号を検出する検出部8（1～M）と、識別信号の特性に基づいて検出信号から各ユーザーに対応する成分に分離する信号分離部9（1～N）と、入力信号が示す各ユーザーの導電性パネル4の入力面上での接触位置を推定するタッチ位置推定部13を有する。
- [0018] 制御部6は、信号生成部7-1から7-Nが各ユーザーに供給するために生成する各信号の特性（信号の振幅、周波数、位相、タイミングなど）を決定する。ここで各ユーザーに対応する信号は、互いに識別（分離）が可能であるように決定される。たとえば、図3（a）に示すように互いに周波数が異なる信号や、図3（b）に示すように信号の供給時間が異なるものがある。あるいは、分離可能な符号に符号化されていてもよい。また、制御部6は信号検出および信号分離を行うために必要な情報を信号検出部8-1から8-Mおよび信号分離部9-1から9-Mに通知する。
- [0019] 信号生成部7-1から7-Nは、制御部6により設定された振幅、周波数、位相、タイミングの信号を生成する。DDS（ダイレクトディジタルシンセサイズ）方式のほか、VCO（電圧制御発振器）等の一般的な信号生成方式で生成した電圧

信号を、VCCS（電圧制御電流源）回路を介して電流信号に変換した上で信号供給部5-1から5-Nへ伝送する。

[0020] 信号供給部5-1から5-Nは、それぞれ対応する信号生成部7-1から7-Nで生成された電流信号（識別信号）をユーザーの人体に対して供給する。ユーザーの人体に電流信号を供給する方法としては、リストバンド状のものをユーザーの人体や衣服に接続させるほか、椅子、机上、または床面に電極を配置することで供給することもできる。

[0021] 導電性パネル4はタッチ入力面であり、ユーザーは導電性パネル4上に触れることにより、タッチした位置に対応した座標を入力することができる。

図4は導電性パネル4の構造を示す断面図である。ITO（窒化インジウムスズ）などの導電性のある材料で構成された平面状の導電層16と、表面の保護層15および基盤層17を有する。ユーザーは保護層15の側に触れて座標を入力する。保護層15は誘電体となっており、ユーザーが保護層15に触れるとユーザーの人体と導電層の間には容量性の結合が生じ、電流信号が流れる。複数のユーザーが同時に導電性パネル4にタッチした場合には、それぞれのユーザーに対応する電流信号がそれぞれ、導電性パネル4上を同時に流れる。

信号検出部8-1から8-Mは、導電性パネル4に接続され信号の検出を行う。

[0022] 図5は信号検出部8-1の構成を示している。信号検出部8-2から8-Mの構成は、信号検出部8-1と同様であるので省略する。周辺電極10は、導電性パネル4から信号検出部8-1から8-Mへ流入する電流の分布を調節する。導通切替部18は、周辺電極10と電流電圧変換回路19の間を導通させるか否かを、制御部6からの指令に基づき決定する部分であり、例えばアナログスイッチにより構成される。電流電圧変換回路19は、検出された電流を電圧に変換する部分であり、たとえばOPアンプで構成された反転増幅回路である。そのため、導通切替部18が導通状態にあるとき導通切替部18と電流電圧変換回路19の間の点はゼロ電位となる。また、導通切替部18が非導通状態のときは、電流電圧変換回路19以降は、導電性パネル4から見てフローティング状態となる。電流電圧変換回路19により変換された電圧は、A/D変換器19によりデジタル信号に

変換され、信号分離部9-1に伝達される。

[0023] 信号分離部9-1から9-Mは、対応する信号検出部8-1から8-Mが検出した信号を、制御部からの情報に基づき、各ユーザーに対応する信号へと分離する。各ユーザーに対応する信号が、互いに異なる周波数の信号である場合、フーリエ変換、自己回帰係数の計算、ディジタルフィルタ、適応フィルタなど、周波数の分離に用いられる一般的な方法を用いて分離し、各ユーザーに対応する信号の振幅を求めることができる。また、各ユーザーに対応する信号が時間によって分離されている場合、各ユーザーに信号が供給されている時間に観測された信号の振幅を、各ユーザーに対応する信号の振幅とする。

[0024] 分離信号記憶部11は、上記信号分離部9-1から9-Mが分離した各ユーザーに対応する信号の振幅をRAM等に一時記憶し、後述するタッチ位置推定部13における処理で利用する。

[0025] 導電性パネル特性記憶部12は、あらかじめ、実測またはシミュレーションにより求めた導電性パネルの特性を、ハードディスク、EEPROM、CD-ROM等の記憶媒体に記憶しておき、後述するタッチ位置推定部13における処理で利用する。

[0026] タッチ位置推定部13は、CPUおよびRAMなどを備え、各ユーザーについて、分離信号記憶部11に記憶された情報と、導電パネル特性記憶部12に記憶された導電パネル4の特性に基づき、導電パネル4上における各ユーザーのタッチ位置の座標の推定を行う。タッチ位置推定の方法の詳細は、後述する。

[0027] 次に、本実施形態の入力装置がタッチ位置を推定する方法を説明する。まず、1人のユーザーがタッチ入力を行っている場合について説明する。

図6は、信号生成部7-1により生成された信号が、信号供給部5-1によりあるユーザーに供給され、該ユーザーが導電性パネル4上の点にタッチし、導電性パネル4に接続されている信号検出部8-1から8-Mのうち、信号検出部8-1と8-2が導通状態にある場合の信号の流れを模式的に表したものである。

[0028] このとき、信号検出部8-1で検出される電流の大きさを $I1 \cdot 1-2$ 、信号検出部8-2で検出される電流の大きさを $I2 \cdot 1-2$ とすると、 $I1 \cdot 1-2$ と $I2 \cdot 1-2$ の

比がある値であったとき、ユーザーのタッチ位置は信号検出部8-1と8-2の間を通るある曲線（以降、等電流比線と呼ぶ）上にあることがわかる。

続いて、別の信号検出部の組合せとして、例えば信号検出部8-1と8-Mを導通状態にして信号の検出を行えば、今度はタッチ位置が信号検出部8-1と8-Mの間を通る、ある等電流比線上に存在することがわかる。したがって、信号検出部8-1と8-2を導通状態にして求めた等電流比線と、信号検出部8-1と8-Mを導通状態にして求めた等電流比線の交点が、求めるタッチ位置の座標である。

[0029] 図7（a）は、信号検出部8-1と8-2を導通状態にして求まる等電流比線、図10は信号検出部8-1と8-Mを導通状態にして求まる等電流比線を表す図であり、図中の曲線に付している数値は、図7（a）では $\log(I_{1-1-2}/I_{2-1-2})$ 、図7（b）では $\log(I_{1-1-M}/I_{M-1-M})$ を表す。なお、対角に配置されている信号検出部のペアを導通状態とした場合であれば、周辺電極10の抵抗値を工夫することで等電流比線を直線に近づけることができるが（特許第4168537号）、それ以外の信号検出部の組合せを用いた場合、等電流比線は湾曲する。ここでは湾曲した等電流比線への対処方法を含めて、図7（a）および（b）に示す、周辺電極10の抵抗値が無限大である場合の等電流比線を用いて座標推定方法を説明する。

[0030] $u = \log(I_{1-1-2}/I_{2-1-2})$ 、 $v = \log(I_{1-1-M}/I_{M-1-M})$ とすると、タッチ位置の座標は u に対応する等電流比線と v に対応する等電流比線の交点を求めることにより一意に定まる。したがって、実測値またはシミュレーション値をもとに、離散的な u_i ($i=1, 2, \dots, u_i < u_{i+1}$) と v_j ($j=1, 2, \dots, v_j < v_{j+1}$) の値に対応する座標を図8に表すような構造のテーブルとして持つことが可能である。使用している信号検出部ペアの組合せに対応するテーブルの u_i 、 v_j に対応するX座標、Y座標を、それぞれ $X(u_i, v_j)$ 、 $Y(u_i, v_j)$ と表す。実際に測定された値が u 、 v であり $u_i < u < u_{i+1}$ 、 $v_j < v < v_{j+1}$ とすると、タッチ位置の座標 X 、 Y はそれぞれ式1、式2により、近似して求めることができる。

[数1]

$$X = \frac{w_1 X(u_i, v_j) + w_2 X(u_{i+1}, v_j) + w_3 X(u_{i+1}, v_j) + w_4 X(u_{i+1}, v_{j+1})}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} \quad \text{式 1}$$

$$Y = \frac{w_1 Y(u_i, v_j) + w_2 Y(u_{i+1}, v_j) + w_3 Y(u_{i+1}, v_j) + w_4 Y(u_{i+1}, v_{j+1})}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} \quad \text{式 2}$$

[0031] ここでw1からw4は、u、vの値からの差に応じて、たとえば以下の式により決定する。

[数2]

$$w_1 = \frac{1}{\sqrt{(u - u_i)^2 + (v - v_i)^2}} \quad \text{式 3}$$

$$w_2 = \frac{1}{\sqrt{(u - u_{i+1})^2 + (v - v_i)^2}} \quad \text{式 4}$$

$$w_3 = \frac{1}{\sqrt{(u - u_i)^2 + (v - v_{i+1})^2}} \quad \text{式 5}$$

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{(u - u_{i+1})^2 + (v - v_{i+1})^2}} \quad \text{式 6}$$

[0032] また、 $u = u_i$ 、 $v = v_j$ となる u_i, v_j が存在すれば、 $X(u_i, v_j)$ 、 $Y(u_i, v_j)$ をそのままタッチ位置の座標推定値とすることができる。

なお、ここでは各信号検出部がタッチパネルの4角に配置された図を用いているが、信号検出部は必ずしも4角に配置される必要はなく、その数も4つ以上であってよい。また、使用する信号検出部ペアの組合せも、8_1と8-2および8_1と8-Mに限定されず、任意の組合せを用いることができる。

[0033] 次に、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っている場合のタッチ位置座標推定の原理について説明する。

図9は、信号生成部7-1により生成された信号が、信号供給部5-1を介してあるユーザーに供給され、信号生成部7-2により生成された信号が、信号供給部5-2を介して別のユーザーに供給され、それぞれのユーザーがそれぞれ導電性パネル上の点を同時に触れていたときの信号の流れを模式的に表したものの

である。このとき、信号生成部7-1は、電流源として信号をユーザーに対して供給しているため、信号生成部7-2からの信号は信号生成部7-1へは流入せず、同様に信号生成部7-1からの信号は信号生成部7-2へは流入しない。しかし、対地浮遊容量21を介して信号生成部7-2からの信号の一部はアースへ流出し、対地浮遊容量22を介して信号生成部7-1からの信号の一部はアースへ流出する。

[0034] また、信号検出部8_1と8_Mで検出される信号は、信号生成部7-1からの信号と信号生成部7-2からの信号の混合したものであるが、この信号は、信号分離部9-1および9-Mによりそれぞれのユーザーに対応した信号に分離することができる。対地浮遊容量を介してアースへ流出する信号の影響が無視できる場合、分離されたそれぞれのユーザーに対応する信号を用いれば、上述した1人のユーザーがタッチ入力を行っている場合と同様に、それぞれのユーザーに対応するタッチ位置の座標を求めることができる。

[0035] しかし、実際には対地浮遊容量からアースへ流出する信号の影響が無視できない場合がある。図10は、導電性パネル4上の点24から、アースに対して信号の流出があった場合の、等電流比線の形状を表している。このように、流出がないことを仮定した場合の等電流比線を表した図7(b)と比べて、形状が歪むことが分かっている。したがって、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っている場合にはタッチ位置の推定に誤差が生じる場合がある。

[0036] ところで、図7(b)と図10を比較すると、等電流比線の歪みが大きい部分とそうでない部分があることがわかる。すなわち、タッチ位置座標の推定誤差が大きい領域と、そうでない領域が存在し、そのずれの方向もそれぞれの領域で異なる。この推定誤差が相対的に大きいか否かは、推定しようとするユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標、および信号検出部ペアの位置関係によって決まる。

[0037] 推定しようとするユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置が点(x' , y')にあるとき、等電流比線が点(x , y)においてX方向、Y方向にずれる量EX(x , y)

y' , x , y) および $EY(x', y', x, y)$ は、推定しようとするユーザー以外の人体を介した導電性パネルからアースまでのインピーダンス Z_L の値を決めれば、それぞれの信号検出部ペアについて、実測またはシミュレーションにより求めることができる。その値は、 Z_L の値によって変わるが、相対的な大小関係は Z_L にかかわらず一定である。また、それぞれの座標位置を離散的な値とすれば、図 11 に示すような構造のテーブルとすることができる。

[0038] $x'_{k-1} < x'_{k+1}$, $y'_{l-1} < y'_{l+1}$, $x_m < x_{m+1}$, $y_n < y_{n+1}$ であったとき、 EX 、 EY はそれぞれ、例えば次式により近似できる。

[数3]

$$EX(x', y', x, y) = \frac{w'_1 \{w_1 EX(x'_k, y'_l, x_m, x_n) + w_2 EX(x'_k, y'_l, x_{m+1}, x_n) + w_3 EX(x'_k, y'_l, x_m, x_{n+1}) + w_4 EX(x'_k, y'_l, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_2 \{w_1 EX(x'_{k+1}, y'_l, x_m, x_n) + w_2 EX(x'_{k+1}, y'_l, x_{m+1}, x_n) + w_3 EX(x'_{k+1}, y'_l, x_m, x_{n+1}) + w_4 EX(x'_{k+1}, y'_l, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_3 \{w_1 EX(x'_k, y'_{l+1}, x_m, x_n) + w_2 EX(x'_k, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_n) + w_3 EX(x'_k, y'_{l+1}, x_m, x_{n+1}) + w_4 EX(x'_k, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_4 \{w_1 EX(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_m, x_n) + w_2 EX(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_n) + w_3 EX(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_m, x_{n+1}) + w_4 EX(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_{n+1})\}}{[w'_1 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_2 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_3 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_4 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4)]} \quad \text{式 7}$$

ただし

$$EY(x', y', x, y) = \frac{w'_1 \{w_1 EY(x'_k, y'_l, x_m, x_n) + w_2 EY(x'_k, y'_l, x_{m+1}, x_n) + w_3 EY(x'_k, y'_l, x_m, x_{n+1}) + w_4 EY(x'_k, y'_l, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_2 \{w_1 EY(x'_{k+1}, y'_l, x_m, x_n) + w_2 EY(x'_{k+1}, y'_l, x_{m+1}, x_n) + w_3 EY(x'_{k+1}, y'_l, x_m, x_{n+1}) + w_4 EY(x'_{k+1}, y'_l, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_3 \{w_1 EY(x'_k, y'_{l+1}, x_m, x_n) + w_2 EY(x'_k, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_n) + w_3 EY(x'_k, y'_{l+1}, x_m, x_{n+1}) + w_4 EY(x'_k, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_{n+1})\} + w'_4 \{w_1 EY(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_m, x_n) + w_2 EY(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_n) + w_3 EY(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_m, x_{n+1}) + w_4 EY(x'_{k+1}, y'_{l+1}, x_{m+1}, x_{n+1})\}}{[w'_1 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_2 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_3 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + w'_4 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4)]} \quad \text{式 8}$$

[0039] ただし

[数4]

$$w_1 = \frac{1}{\sqrt{(x - x_m)^2 + (y - y_n)^2}} \quad \text{式 9} \quad w'_1 = \frac{1}{\sqrt{(x' - x'_k)^2 + (y' - y'_l)^2}} \quad \text{式 10}$$

$$w_2 = \frac{1}{\sqrt{(x - x_{m+1})^2 + (y - y_n)^2}} \quad \text{式 11} \quad w'_2 = \frac{1}{\sqrt{(x' - x'_{k+1})^2 + (y' - y'_l)^2}} \quad \text{式 12}$$

$$w_3 = \frac{1}{\sqrt{(x - x_m)^2 + (y - y_{n+1})^2}} \quad \text{式 13} \quad w'_3 = \frac{1}{\sqrt{(x' - x'_k)^2 + (y' - y'_{l+1})^2}} \quad \text{式 14}$$

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{(x - x_{m+1})^2 + (y - y_{n+1})^2}} \quad \text{式 15} \quad w'_4 = \frac{1}{\sqrt{(x' - x'_{k+1})^2 + (y' - y'_{l+1})^2}} \quad \text{式 16}$$

[0040] であり、この値は、それぞれの信号検出部ペアに対して得られる。

[0041] また、複数のユーザーによる歪みの合計を求めるには、それぞれのユーザ

一について式7と式8により歪みを求め、それを全ユーザーについて単純に合計を求めることで、この場合の歪みの最尤推定値を求めることができる。

[0042] 2次元平面である導電性パネル上でのタッチ位置の座標を推定するには、信号検出部ペアのうち、少なくとも2通りの信号検出部ペアでの信号測定結果があればよい。したがって、利用可能な全ての信号検出部ペアでの測定結果のうち、X座標を推定するときは上記EXの絶対値が小さい信号検出部ペアを、Y座標を推定するときは上記EYの絶対値が小さい信号検出部ペアを、それぞれ少なくとも2つ以上選択し、その測定結果を元にタッチ位置座標の推定を行えば、複数のユーザーが同時にタッチすることによる推定誤差を軽減することができる。

[0043] 上述したとおり、ある信号検出部ペアを用いて推定したタッチ位置座標の推定誤差が大きいか否かは、推定しようとするユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標、および信号検出部ペアによって決まる。つまり、推定しようとしているユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標が分かれば、最適な信号検出部ペアを選択することができる。しかし、最適な信号検出部ペアが選択できなければ、推定しようとしているユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標を正確に求めることができない。つまり、この問題は問題を解くために必要な情報（パラメータ）が不足している不完全問題である。

[0044] このように、問題を解くために必要なパラメータは求まっていないが、問題を解くために必要なパラメータは、問題を解けば求めることができる問題を解くための方法として、EMアルゴリズムという手法が統計学の分野で用いられている。（非特許文献：Arthur Dempster, Nan Laird, and Donald Rubin. "Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm". Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 39(1):1-38, 1977）このEMアルゴリズムの考え方は、要約すると以下の通りである。問題を解く

ために必要なパラメータが不足しているときに、そのパラメータに任意の値を仮定して問題を解き、そのパラメータを求める。こうして求めたパラメータを用いて再び問題を解けば、そのときに求まるパラメータは、前回求めたパラメータよりも正確になる。この手順を繰り返すことで、パラメータの推定値は局所的最適解へ収束することが保証される。ただし、大域的最適解へ収束するか否かは、仮定するパラメータの初期値に依存する。

[0045] この考え方を、実施形態におけるタッチ位置の推定方法に利用する。すなわち、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っている場合のそれぞれのタッチ位置を推定する際に、あるタッチ位置座標を仮定して、最適な信号検出部の組の選択を行いタッチ位置座標の再推定を行う。こうして求めたタッチ位置座標を仮定して、再びタッチ位置座標の再推定を繰り返すことで、タッチ位置座標の推定値を、最適なタッチ位置座標推定値に近づけていく。このとき、タッチ位置座標の推定値が、最適なタッチ位置座標推定値に収束するためには、パラメータの初期値（最初に仮定するタッチ位置座標の初期値）が、実際のタッチ位置の座標に近いことが必要である。仮定するタッチ位置座標の初期値として、例えば、信号の干渉が存在しないことを仮定して求めたタッチ位置座標を使うことができる。

[0046] 以上のような構成および原理に基づき、入力位置の座標を推定する装置の動作について、図12から図18のフローチャートに基づき、詳細に説明する。

まず、本装置の電源が投入されると、初期設定モードとなり制御部6は、初期設定処理を実施する。

図12は、初期設定処理を行う際のフローチャートである。ステップS1において、制御部6は全ての信号生成部7に対して、信号生成を行わないように設定する。

ステップS2では、各信号検出部8において信号を検出する。ここで検出される信号は、信号生成部7が信号生成を行っていないので、雑音を検出される。

ステップS3では、ステップS2で検出された信号を、信号分離部9で複数の異なる周波数組合せの候補に含まれる各周波数に分離し、それぞれの信号の大きさを分離信号記憶部11に記憶する。周波数組合せとは、各ユーザーに割り当てる周波数の組合せであり、互いに整数倍とならないように設定された最大利用ユーザー数分の周波数が用意されている。この周波数組合せの候補は、制御部6に複数用意されており、制御部6が選択した組合せが信号分離部9に対して通知されている。

[0047] ステップS4では、制御部6において、各ユーザーに割り当てる周波数組合せ使用候補である周波数が使用可能であるかの判断を行うために、ステップS3で分離信号記憶部11に記憶された各周波数の信号の大きさと比較するための閾値の初期値を設定する。

[0048] ステップS5では、制御部6が複数ある周波数組合せ候補のうち使用可能であるかの判定が未実施である周波数組合せを、判定を行ったか否かを判定する判定済フラッグを参照し、判定を行う候補に設定する。

[0049] ステップS6は、ステップS5で設定された周波数組合せが、使用可能であるかを制御部6が判定するステップである。最大利用ユーザー数がN人であれば、使用可能であるかを判定すべき周波数組合せにはN個の周波数がある。ステップS3で記憶された各信号の大きさのうち、判定を行う周波数組合せの各周波数に対応する信号の大きさを、制御部6は分離信号記憶部11より読み込み、ステップS4またはS8で設定された閾値と比較する。すべての周波数で、信号の大きさが閾値より小さければ、その周波数組合せを使用可能と判定し、ステップS7へ進む。

[0050] 周波数組合せに含まれる各信号のうち、いずれか1つでも閾値より大きければ、制御部6はその周波数組合せは使用不可と判断し、判定を行った周波数組合せの判定済みフラッグを判定済みに設定し、ステップS8へ進む。

[0051] ステップS7では、制御部6は判定済フラッグを参照し、すべての周波数組合せ候補について判定を行ったかを判定する。すべての周波数組合せ候補が判定済みであれば、判定済みフラッグをクリアし、ステップS8へ進む。未判

定の周波数組合せがあれば、ステップS5へ進む。

ステップS8は、すべての周波数候補が使用不可能と判定された場合に、判定基準を甘くする。すなわち、制御部6において設定されている閾値をそれまでの閾値よりも大きくする。

ステップS9では、ステップS5で決定した周波数組合せの各周波数を、制御部6より各信号生成部7および信号分離部9に対して設定する。この通知を受けて各信号生成部7は信号生成を開始し、信号分離部9は、これ以降、設定された各周波数を各ユーザーに対応する信号であるとして信号分離を実施する。

以上の初期設定処理が終了したのち、初期設定モードから座標入力モードに移行する。座標入力モードでは、以下で説明するタッチ入力位置座標を推定する処理を一定時間毎に実施する。

[0052] 図13は、座標入力モードにおける処理の全体を示したフローチャートである。ステップA1は、タッチ位置座標推定のために必要な信号の測定を実施する。続いて、ステップA2において、各ユーザーの各入力位置座標の推定を行う。ここでは、それぞれのユーザーのタッチ入力が互いに干渉していないことを仮定してタッチ位置座標の推定を行う。ここで推定するタッチ位置座標は、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っていた場合には誤差が含まれる。ステップA3は、複数のユーザーがタッチ入力を行っているかにより処理を分岐させるステップである。複数のユーザーがタッチ入力を行っていた場合には、ステップA4へ進み、そうでない場合はステップA5へ進む。ステップA5は、推定したタッチ位置座標を報告する。A1、A2、A3、A4における処理内容の詳細は以下で詳細に説明する。

[0053] 図14は、図13におけるステップA1の処理内容を示すフローチャートである。ステップM1では各信号生成部7-1から7-Nにおいて信号生成を開始し、信号供給部5-1から5-Nを介してユーザーに信号が供給される。

ステップM2では、信号検出を行う信号検出部8の選択を行う。測定が未実施である信号検出部8のペアのなかから、信号検出を行う信号検出部8のペアが

制御部6によって選択される。そして、該信号検出部8のペアを導通状態に設定する。

ステップM3では、ステップM2で制御部6によって選択された信号検出部8のペアにおいて、それぞれ信号の検出を行う。

ステップM4では、直前のステップM3において信号検出部8が検出を行った信号を、信号分離部9において各ユーザーに対応する信号へ分離する。また、信号分離部9から出力される各ユーザーに対応する信号の大きさを、分離信号記憶部11に記憶する。

[0054] ステップM5は、制御部6が使用する信号検出部8のペア全てについて測定を実施したかを判定するステップであり、使用する信号検出部8のペア全てにおいて測定実施済みであれば、ステップM6へ進む。使用する信号検出部8のペアのうち、未測定のペアが存在した場合は、ステップM2へ進む。

[0055] ステップM6では、制御部6からの通知を受けて、信号生成部7は信号生成を停止し、ユーザーに対する信号供給を終了する。以上のM1からM6の処理が終了した時点で、分離信号記憶部11には、図15に示すように、各信号検出部8のペアにおいて測定された、各ユーザーに対応する信号の大きさの情報が格納されている。

[0056] 続いて、図13におけるステップA2の処理について説明する。図16は、図13におけるステップA2の処理を示したフローチャートである。以下のステップE1からE4の処理は、タッチ位置推定部13にて実行される。

[0057] まず、ステップE1において、タッチ位置座標を推定するユーザーを決定する。

[0058] ステップE2は、該ユーザーがタッチ入力を行っているかを判定するステップである。分離信号記憶部11に格納されている、該ユーザーに対応する信号の大きさを読み込み、その最大値が、あらかじめ設定された閾値以上であれば該ユーザーがタッチ入力を行っていると判断する。タッチ入力を行っているとは判断されれば、ステップE3へ進む。タッチ入力を行っていないと判断されれば、ステップE1へ進む。

- [0059] ステップE3は、ステップE2においてタッチ入力を行っているとは判断されたユーザーに対応するタッチ位置座標推定を実施する処理である。ここでの処理の詳細は、図17のフローチャートを用いて後述する。
- [0060] ステップE4は、タッチ入力を行っている全てのユーザーについてタッチ位置座標の推定を行ったかを判定するステップである。タッチ入力を行っている全てのユーザーのタッチ位置座標の推定が完了していれば処理を終了し、タッチ位置座標が未推定であるユーザーがいる場合にはステップE1へ進む。
- [0061] 次に図16のステップE3における処理を、図17に示すフローチャートを用いて説明する。ステップC1では座標推定に用いる信号検出部8のペアの組合せを、座標推定が未実施である使用するペアの組合せの中から選択する。
- [0062] ステップC2では、ステップC1で選択した信号検出部8のペアそれぞれにおいて、タッチ位置座標推定を行うユーザーに対応する信号の大きさを分離信号記憶部11から読み込み、その比をそれぞれの信号検出部8のペアについて算出する。
- [0063] ステップC3では、ステップC2で算出した信号の大きさの比に対応する座標を、導電性パネル特性記憶部12に記憶されている座標テーブルを参照し、式1および式2により算出し、該信号検出部8のペアの組合せでの座標として記憶する。
- [0064] ステップC4では、信号検出部8のペアの全組合せで座標算出を行ったかを判断するステップである。全てのペアの組合せで座標算出が完了していればステップC5へ進み、座標が未算出であるペアの組合せがあれば、ステップC1へ進む。
- [0065] ステップC5は、各信号検出部ペアの組合せで算出した座標の平均値を算出し、タッチ位置座標の推定値とする。
- [0066] 続いて、図13におけるステップA4における処理を図18のフローチャートを用いて説明する。以下のR1からR11の処理は、タッチ位置推定部13にて実行される。ステップR1では、ステップA3において既に推定された、各ユーザーのタッチ位置座標を、タッチ位置座標推定値の初期値に設定する。

[0067] ステップR2では、タッチ位置座標の推定を行うユーザーを設定する。

ステップR3では、等電流比線の歪みを計算する信号検出部8のペアを選択する。

ステップR4では、タッチ位置座標の推定を行うユーザーのタッチ位置座標初期推定値と、該ユーザー以外のタッチ位置座標初期推定値に対応する該信号検出部ペアの等電流比線の歪みを、式7および式8により計算し、該信号検出部ペアにおける等電流比線の歪みとして記憶する。

ステップR5では、ステップR2で設定したユーザーについて、等電流比線の歪みを各信号検出部8のペアで計算したかを判定するステップである。該ユーザーについて、各信号検出部8のペアについて等電流比線の歪みが計算されていれば、ステップR6へ進む。等電流比線の歪みが未計算であるペアが存在すれば、ステップR3へ進む。

ステップR6では、各信号検出部8のペアについてステップR4で算出した等電流比線の歪みの値を比較し、その値が小さい信号検出部8のペアを該ユーザーのタッチ位置座標推定に使用するペアとして選択する。

[0068] ステップR7では、ステップR6で選択した信号検出部8のペアを用いて、該ユーザーのタッチ位置座標の再推定を行う。ここでの処理の詳細は図16のステップE3の処理と同様であり、図17のフローチャートに示される。ただし、使用する信号検出部8のペアの組合せは、ステップR6で選択されたペアの組合せである。

[0069] ステップR8では、直前のステップR1またはR11で設定したタッチ位置座標を仮定したタッチ位置座標の再推定を、タッチ入力を行っている全てのユーザーについて実施したかを判定するステップである。全ユーザーについて再推定が完了していればステップR9へ進み、再推定が未実施のユーザーが存在すれば、ステップR2へ進む。

[0070] ステップR9は、再推定処理が収束したか否かを判定するステップである。直前のステップR1またはR11で設定したタッチ位置座標の初期値と、その初期値を仮定して再推定したタッチ位置座標の再推定値の差を計算し、その差が

あらかじめ設定した閾値以下であれば、再推定処理が収束したと判定する。再推定処理が収束したと判定されればステップ再推定処理を終了する。収束していないと判定されれば、ステップR10へ進む。

ステップR10は、最推定の反復回数が、規定回数に到達したかを判定するステップである。最推定の反復回数が規定回数に到達していれば、最推定処理が収束していなくても再推定処理を打ち切る。規定回数に到達していなければ、ステップR11へ進む。

ステップR11はタッチ位置座標の再推定を行うための初期値を、推定したタッチ位置座標に置き換える。

本実施例においては、タッチ入力面が、一様な光の屈折率および透過率のタッチ式入力装置においても、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行うことができ、また、干渉の影響が少ない信号検出部を用いてタッチ位置の推定を行うことで、複数のユーザーが同時に入力を行うことによる信号の干渉による誤差を軽減することができる。

[0071] (第1の実施形態の変形例1)

第1の実施形態の変形例1について述べる。等電流比線の形状は複雑な曲線となり、ひとつの関数で表現することは困難である。しかし、少数のパラメータで表せる関数により等電流比線の形状を近似することが可能である。信号検出部8-1と8-Mのペアを用いたとき、それぞれの電流の大きさの比 $u = \log(I_1 \cdot I_M / I_M \cdot I_M)$ とすると、一例として以下のような近似が可能である。

[数5]

$$y = \begin{cases} K_1(u) + \sqrt{K_2(u) - \{x - K_3(u)\}^2} & u < -\sigma \\ \frac{K_4(u) + K_5(u)x}{K_6(u) - \sqrt{K_7(u) - \{x - K_8(u)\}^2}} & -\sigma \leq u \leq \sigma \\ K_6(u) - \sqrt{K_7(u) - \{x - K_8(u)\}^2} & u > \sigma \end{cases} \quad \text{式17}$$

[0072] また、信号検出部8-1と8-2のペアを用いたとき、それぞれの信号検出部の電流の大きさの比 $v = \log(I_1 \cdot I_2 / I_2 \cdot I_2)$ とすると、

[数6]

$$y = \begin{cases} K_1(v) + \sqrt{K_2(v)\{x - K_3(v)\}^2 + K_4(v)} & v < -\rho \\ K_5(v) + \frac{K_6(v)}{1 + \exp(-K_7(v)x)} & -\rho \leq v \leq \rho \\ K_8(v) - \sqrt{K_9(v)\{x - K_{10}(v)\}^2 + K_{11}(v)} & v > \rho \end{cases} \quad \text{式 18}$$

[0073] 信号検出部8のペアの位置により、これ以外にも各種の近似式を用いることができる。

[0074] それぞれの信号検出部ペアについて、ある電流大きさの比におけるパラメータは実測またはシミュレーションにより求めることができ、図19に示すような構造のテーブルとして記憶しておくことができる。 $u=ui$ の関数を $y=F_{ui}(x)$ 、 $v=vj$ の関数を $y=F_{vj}(x)$ とし、実際に測定された値が u 、 v であり $ui < u < ui+1$ 、 $vj < v < vj+1$ とすれば、たとえば

[数7]

$$y = \frac{w_1 F_{u_i}(x) + w_2 F_{u_{i+1}}(x)}{w_1 + w_2} \quad \text{式 19}$$

$$y = \frac{w_3 F_{v_j}(x) + w_4 F_{v_{j+1}}(x)}{w_3 + w_4} \quad \text{式 20}$$

[0075] の交点を求めることで、タッチ位置の座標を求めることができる。ただし、

[数8]

$$w_1 = \frac{1}{u - u_i} \quad \text{式 21} \quad w_3 = \frac{1}{v - v_j} \quad \text{式 21}$$

$$w_2 = \frac{1}{u_{i+1} - u} \quad \text{式 23} \quad w_4 = \frac{1}{v_{j+1} - v} \quad \text{式 22}$$

[0076] である。本変形例では、式1および式2の代わりに、式18と式19の交点を求めることにより、タッチ位置座標を求めることができる。

本変形例においては、導電性パネル特性記憶部12に記憶しておくべきデータの量を削減することができる。

[0077] (第1の実施形態の変形例2)

第1の実施形態の変形例2について述べる。

図20は、ユーザーがタッチ入力を行っており、導電性パネルの4角に配置された信号検出部8-1、8-2、8-3、8-Mが導通状態となっている場合の信号の流れを模式的に表した図である。これは、通常の静電容量式タッチパネルでの信号の流れと比較すると、信号の流れが逆になっているだけであることが分かる。

[0078] したがって、各信号検出部で検出される信号の大きさがそれぞれ、 I_1 、 I_2 、 I_3 、 $I_M=I_4$ であったとき、X座標、Y座標は通常の静電容量式タッチパネルと同様に以下の式で求めることができる。

[数9]

$$X = K_1 + K_2 \frac{I_1 + I_2 - I_3 - I_4}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4} \quad \text{式 2 3}$$

$$Y = K_3 + K_4 \frac{I_1 - I_2 + I_3 - I_4}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4} \quad \text{式 2 4}$$

[0079] 複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っていた場合であっても、それぞれのユーザーに対応する信号に分離したうえで、式23および式24でそれぞれのユーザーのタッチ位置座標を推定できる。複数のユーザーがタッチ入力を行っている場合には、タッチ位置座標の推定位置に誤差が生じるが、精度が要求されない用途には使用可能である。

[0080] 本変形例においては、図13のフローチャートに示す信号測定処理が、図21のフローチャートに置き換わる。図21に示す、本変形例における信号測定処理について図13の処理と異なる処理となるステップQ2およびQ3の内容を説明する。

[0081] ステップQ2では、制御部6からの通知により、導電性パネル4の4角に配置された信号検出部7-1から7-Mを導通状態にし、それぞれの信号検出部7において信号の検出を行う。

[0082] ステップQ3では、直前のステップQ2で信号検出部7において検出された信号を、信号分離部9でそれぞれ各ユーザーに対応する信号に分離し、それぞれの大きさを分離信号記憶部11に記憶する。

[0083] また、座標算出において式7および式8の代わりに、式23および式24

によりタッチ位置座標を算出することができる。ただし、複数のユーザーがタッチしているか如何にかかわらず、タッチ位置座標の反復推定は行わない。

[0084] 本変形例によれば、複数のユーザーが同時にタッチ入力をおこなうことによる干渉の影響が無視できるとき、簡易な処理によりタッチ位置座標を推定することができる。

[0085] (第2の実施形態)

図22は、第2の実施形態におけるシステムのブロック図を表す。図2と同様である部分は説明を省略する。

インピーダンス測定部23-1から23-Nは、各信号供給部5-1から5-Nにおける電圧を検出し、接続されるユーザーの対地インピーダンスを測定する。ここで測定されるインピーダンスは、タッチ位置推定部13におけるタッチ位置推定に用いられる。タッチ位置推定方法の詳細は後述する。

続いて、本実施形態におけるタッチ位置推定方法の原理について説明する。タッチ位置座標の初期推定の方法は、第1の実施形態の変形例2と同様である。すなわち、まず、導電性パネル4の4角に配置された信号検出部における各ユーザーに対応する信号の大きさから、式23および式24により各ユーザーのタッチ位置座標を推定する。

[0086] 複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っていた場合、タッチ位置には誤差が生じる。タッチ位置の座標を推定しようとするユーザーのタッチ位置が x, y であり、推定しようとするユーザー以外のタッチ位置の座標が (x', y') であったとき、推定しようとするユーザー以外の人体を介した導電性パネルからアースまでのインピーダンス Z_L を定めれば、推定位置に生じる x 方向、 y 方向のずれ量、 $E_X(x', y', x, y)$ および $E_Y(x', y', x, y)$ は実測またはシミュレーションにより求めることができる。また、それぞれを離散的な値とすれば、あらかじめ求めた値を図23に示すような構造のテーブルとすることができる。

[0087] $x'_{k-1} < x'_{k-1} < x'_{k+1}$ 、 $y'_{l-1} < y'_{l-1} < y'_{l+1}$ 、 $x_m < x < x_{m+1}$ 、 $y_n < y < y_{n+1}$ であ

ったとき、 $EX(x', y', x, y)$ および $EY(x', y', x, y)$ はそれぞれ、例えば式 7 および式 8 と同様の式により近似できる。

- [0088] 式 7 および式 8 を計算する際に参照したテーブルが、 $Z_L=Z_{L0}$ を仮定して求めた値であり、実際の推定しようとするユーザー以外の対地インピーダンスが Z_L であれば、式 7 および式 8 により求めた EX および EY の $1/Z_L$ 倍が実際のずれ量の近似値となる。すなわち、推定しようとしているユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標 x, y と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標 x', y' と、推定しようとしているユーザー以外の対地インピーダンス Z_L が分かっているならば、推定したタッチ位置座標のずれを補正することができる。式 23 および式 24 により求めた座標を X, Y とすると、

[数10]

$$X_{adjust} = X - \frac{Z_{L0}}{Z_L} EX(x', y', x, y) \quad \text{式 27}$$

$$Y_{adjust} = Y - \frac{Z_{L0}}{Z_L} EY(x', y', x, y) \quad \text{式 28}$$

- [0089] により補正することができる。

- [0090] なお、推定しようとしているユーザー以外のユーザーが複数人いた場合は、それぞれのユーザーによるずれ量をそれぞれ求め、その合計を計算すればよい。

- [0091] 次に、各ユーザーの対地インピーダンス Z_L を測定する方法を図 23 および、図 24 (a) により説明する。図 24 (a) は、信号生成部 7-1 から信号の供給を受けたユーザーが、タッチパネルにタッチ入力を行っている際の等価回路を示している。 Z_E はユーザーから地面へのインピーダンス、 Z_T は導電性パネルとユーザーの間のインピーダンス、 Z_P は導電性パネルのインピーダンスを表している。このとき、インピーダンス測定部 23-1 で測定された電圧を V_T とする。一方、図 24 (b) は、信号生成部 7-1 から信号の供給を受けたユーザーが、タッチパネルにタッチ入力を行っていない場合の等価回路を示している。このときインピーダンス測定部 23-1 で測定された電圧を V_{NT} とすると、以下の式がそれぞれ成り立つ。

[数11]

$$V_{NT} = Z_E I_1 \quad \text{式 2 7}$$

$$V_T = I_1 \frac{Z_E (Z_T + Z_P)}{Z_E + (Z_T + Z_P)} \quad \text{式 2 8}$$

[0092] また、式 2 8 について、 $Z_T \gg Z_P$ であれば、以下の近似が成り立つ。

[数12]

$$V_T = I_1 \frac{Z_E Z_T}{Z_E + Z_T} \quad \text{式 2 9}$$

[0093] 実際に、たとえば導電性パネルの抵抗値が $1\text{k}\Omega/\square$ であり、信号の周波数が 10kHz 程度以下であった場合、式 2 9 の近似はよく成立する。求めたい Z_L は $Z_T + Z_E$ であるので、式 2 7 および式 2 9 を解いた式 3 0 で求めることができる。

[数13]

$$Z_L = Z_T + Z_E = \frac{V_{NT}^2}{I_1 (V_{NT} - V_T)} \quad \text{式 3 0}$$

[0094] これに加えて、推定しようとしているユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標が分かれば、タッチ位置座標推定値のずれ量を式 2 5 および式 2 6 により補正することができる。しかし推定値のずれ量が求められないと、推定しようとしているユーザーのタッチ入力のタッチ位置座標と、推定しようとしているユーザー以外のタッチ入力のタッチ位置座標が正確には分らない。すなわち、第 1 の実施形態の場合と同じく、問題を解くために必要なパラメータが不足している不完全問題である。

[0095] ここでも、第 1 の実施形態と同じ考え方でこの問題に対処できる。すなわち、複数のユーザーが同時にタッチ入力を行っている場合のそれぞれのタッチ位置を補正する際に、あるタッチ位置座標を仮定して、補正量の計算を行いタッチ位置座標の補正を行う。こうして求めたタッチ位置座標を仮定して、再びタッチ位置座標の補正を繰り返すことで、タッチ位置座標の推定値を、最適なタッチ位置座標推定値に近づけていくことができる。

[0096] 以上のような構成および原理に基づき、入力位置の座標を推定する装置の

動作について、図 2 5 から図 2 7 のフローチャートに基づき、詳細に説明する。

[0097] 図 2 5 は、インピーダンス値初期測定処理の流れを表すフローチャートである。この処理は、初期設定モードから、座標入力モードに移行する間に実行される。ステップZ1は、すべての信号検出部を非導通状態に設定する。

ステップZ2では、制御部6はインピーダンスが未測定であるユーザーの中から、インピーダンス（該ユーザーの信号供給部における電圧）を測定するユーザーを設定する。

ステップZ3では、制御部6はステップZ2において設定したユーザーに対応する信号生成部7に対して信号生成を開始するように通知する。これを受けて、対応する信号生成部7は信号生成を開始し、対応するユーザーに対して信号が供給される。

ステップZ4では、インピーダンス測定部23がインピーダンス（該ユーザーの該ユーザーの信号供給部における電圧）を測定し、該ユーザーに対応するVNとして、タッチ位置推定部13に記憶する。

ステップZ5では、制御部6からの通知により、信号生成部7は、該ユーザーに対する信号生成を終了する。

ステップZ6で、制御部6は、すべてのユーザーについて、インピーダンスの測定を実施したかを判断し、インピーダンスが未測定のユーザーが存在すればステップZ2へ進む。そうでなければ、処理を終了する。

次に、本実施例における信号およびインピーダンス測定処理の説明をする。図 2 6 は、信号およびインピーダンス測定処理のフローチャートである。この処理は、図 2 1 に示した第 1 の実施形態の変形例 2 における信号測定処理に置き換わるものであり、ステップP2以外の処理は、上記処理と同様であるため説明は省略する。

ステップP2は、インピーダンス測定部23が各ユーザーのインピーダンス（信号供給部における電圧）を測定し、それぞれ各ユーザーに対応する信号供給部における電圧として、タッチ位置推定部13に記憶する。ただし、この時

点では、VTに相当する電圧であるかVNTに相当する電圧であるかはわからない。

[0098] 次に、本実施形態における初期推定処理を図27のフローチャートを用いて説明する。ステップF3およびF4以外の処理は、上記処理と同様であるので、説明を省略する。また、以下の処理は、タッチ位置推定部13において実行される。

[0099] ステップF3は、ステップF1において設定されたユーザーが、ステップF2においてタッチ入力を行っていないと判定された場合に実行される。このとき、直前のステップP2において測定した該ユーザーに対応する電圧を、該ユーザーに対応するVNTの値とする。

[0100] ステップF4は、ステップF1において設定されたユーザーが、ステップF2においてタッチ入力を行っているとして判定された場合に実行される。このとき、直前のステップP2において測定した該ユーザーに対応する電圧を、該ユーザーに対応するVTの値とする。

[0101] また、タッチ位置座標推定処理および、再推定処理では、式25および式26が使われる。

[0102] 本実施形態においては、各ユーザーのタッチ位置からアースに対するインピーダンスを測定することにより、複数のユーザーが同時に入力を行うことによる信号の干渉による誤差を補正することができる。

符号の説明

- [0103] 1・・・電界形成部
2・・・導電性パネル
3・・・電流検出部
4・・・導電性パネル
5-1、5-2、5-N・・・信号供給部
6・・・制御部
7-1、7-2、7-N・・・信号生成部
8-1、8-2、8-M・・・信号検出部

- 9-1、9-2、9-M . . . 信号分離部
- 10 . . . 周辺電極
- 11 . . . 分離信号記憶部
- 12 . . . 導電性パネル特性記憶部
- 13 . . . タッチ位置推定部
- 15 . . . 保護層
- 16 . . . 導電層
- 17 . . . 基板層
- 18 . . . 導通切替部
- 19 . . . 電流電圧変換回路
- 20 . . . A/D変換器
- 21 . . . 7-1に接続されるユーザーの対地浮遊容量
- 22 . . . 7-2に接続されるユーザーの対地浮遊容量
- 23-1、23-2、23-N . . . インピーダンス測定部
- 24 . . . 導電性パネル上の信号流出地点
- 25 . . . ユーザーとアースの間のインピーダンス
- 26 . . . ユーザーと導電性パネルの間のインピーダンス
- 27 . . . 導電性パネルのインピーダンス

請求の範囲

- [請求項1] 平面状の導電層を有し、入力面に接触すると入力信号が伝搬する導電性パネルと、
複数のユーザーを識別するための識別信号を生成する信号生成部と、
、
それぞれのユーザーが用いる入力手段に対して識別信号を供給する信号供給部と、
ユーザー毎に分離可能な特性を有する前記識別信号を生成するよう前記信号生成部を制御する制御部と、
前記導電性パネルの複数の位置に接続され、前記複数の位置毎に前記導電性パネルから伝搬した複数の入力信号を含んだ検出信号を検出する検出部と、
前記識別信号の特性に基づいて、前記検出信号から前記各ユーザーに対応する成分に分離する分離部と、
前記導電層の電気的な特性と、前記複数の位置毎の分離された信号の大きさに基づいて前記入力信号が示す各ユーザーの前記入力面上での接触位置を推定する推定部と、
を備えることを特徴としたタッチ式入力装置。
- [請求項2] ユーザーの接触位置からアースまでのインピーダンスを測定する測定部を更に備え、
前記推定部は、前記インピーダンスを更に用いて前記接触位置を推定することを特徴とする請求項1記載のタッチ式入力装置。
- [請求項3] 前記検出部が前記導電性パネルの3以上の位置に配され、それぞれの位置で前記入力信号を導通させるか否かを制御可能であり、
前記制御部は、2つの位置の前記検出部を選択し、選択された前記検出部で前記入力信号が導通する状態になるよう制御することを特徴とする請求項2記載のタッチ式入力装置。

[請求項4] 前記識別信号のそれぞれの特性毎に、該識別信号が供給された状態で前記入力面上での接触位置に接触した場合の前記接触位置の推定結果の誤差の大きさを示す誤差情報を、推定に用いた前記検出部の組毎に記憶する記憶部を更に備え、

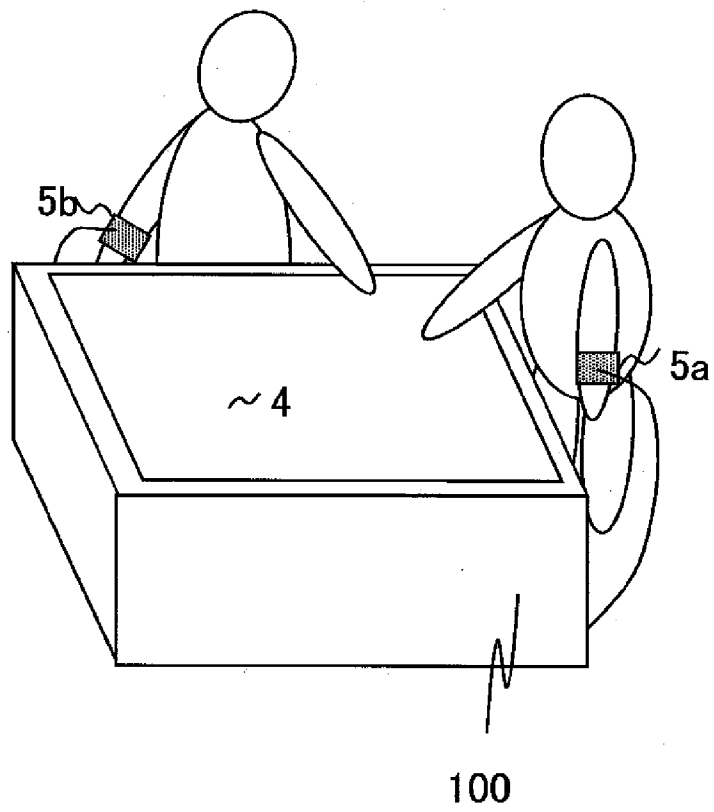
前記制御部は、既に推定されたユーザーの接触位置と前記誤差情報に基づき、前記推定部が接触位置を推定する際に使用する2つの位置の前記検出部の組合せを選択することを特徴とする請求項3記載のタッチ式入力装置。

[請求項5] 前記制御部は、ユーザー毎に分離可能な特性を有する前記識別信号として、互いの周波数が整数倍でなく、かつ互いに異なる周波数の前記識別信号を前記信号生成部に生成させるよう制御することを特徴とする請求項3記載のタッチ式入力装置。

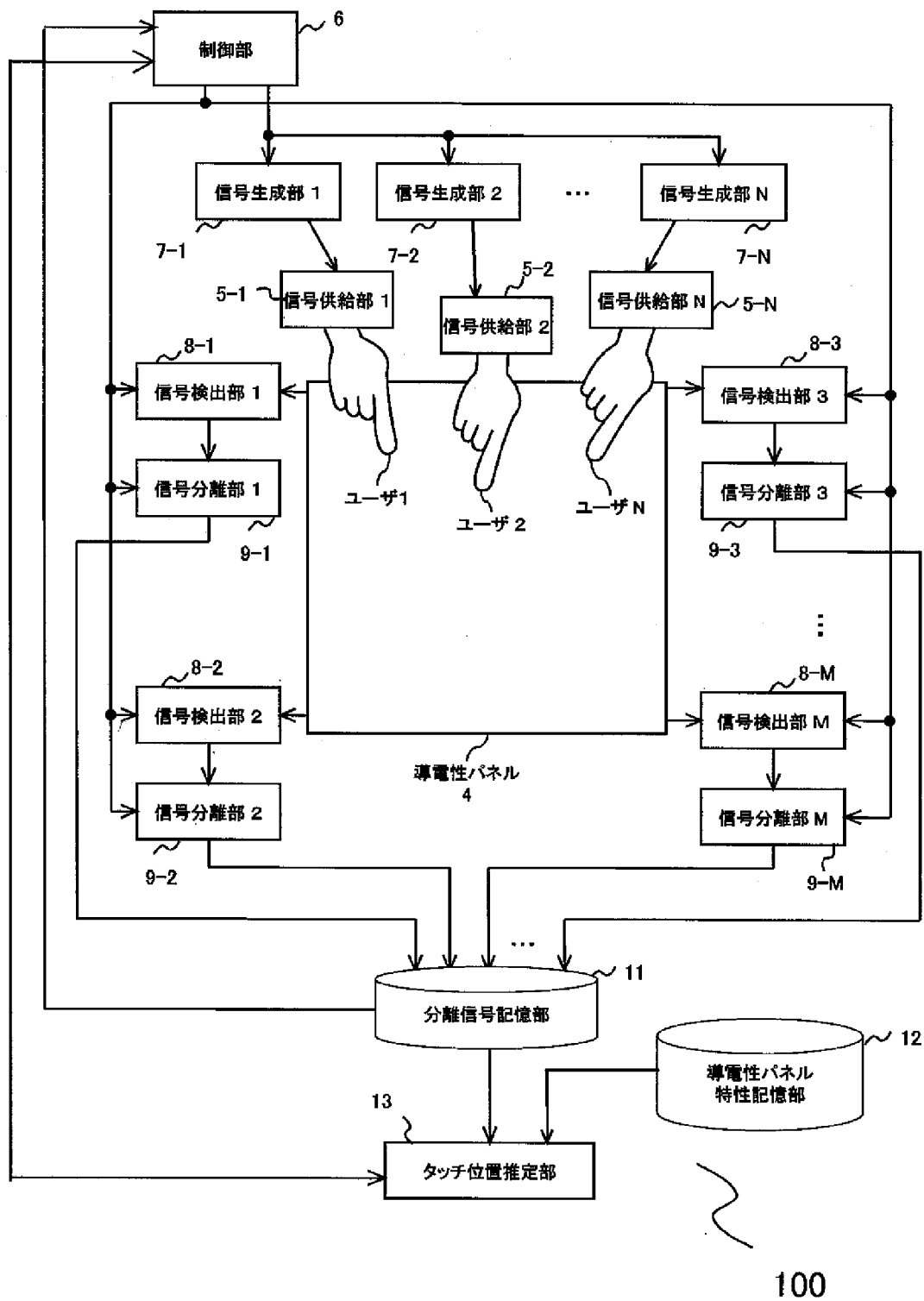
[請求項6] 前記制御部は、ユーザー毎に分離可能な特性を有する前記識別信号として、時間的に分離されている前記識別信号を、前記信号生成部に生成させるよう制御することを特徴とする請求項3記載のタッチ式入力装置。

[請求項7] 前記制御部は、ユーザー毎に分離可能な特性を有する前記識別信号として、互いに分離可能な符号に符号化されている前記識別信号を前記信号生成部に生成させるよう制御することを特徴とする請求項3記載のタッチ式入力装置。

[図1]

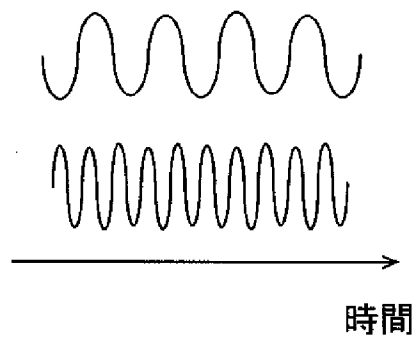


[図2]

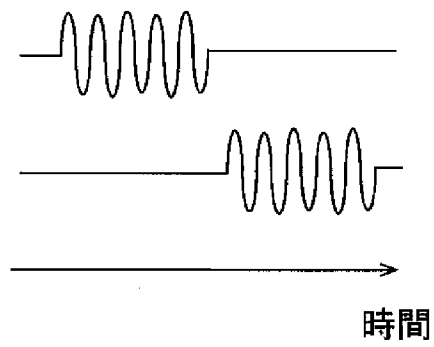


[図3]

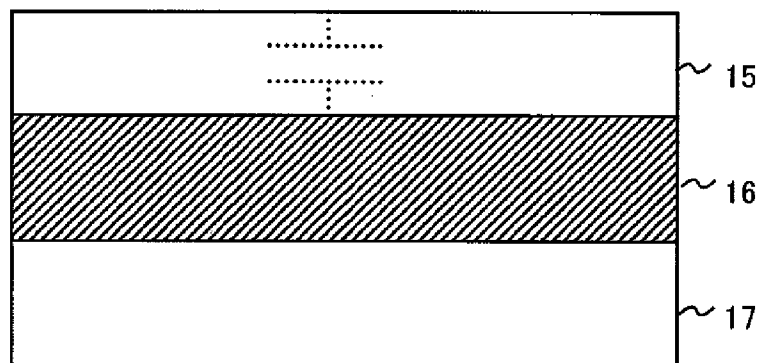
(a)



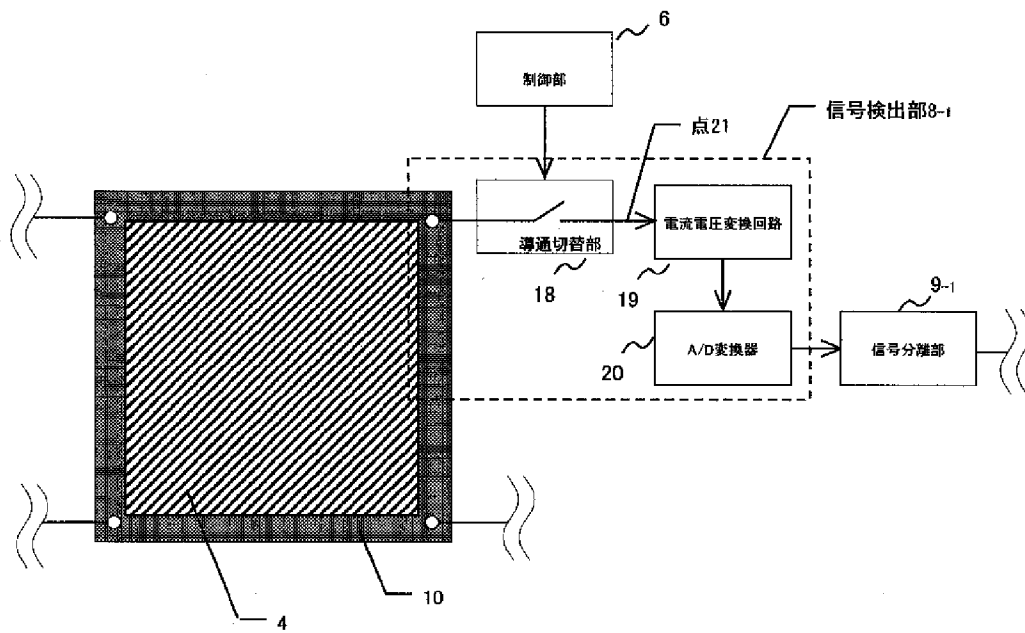
(b)



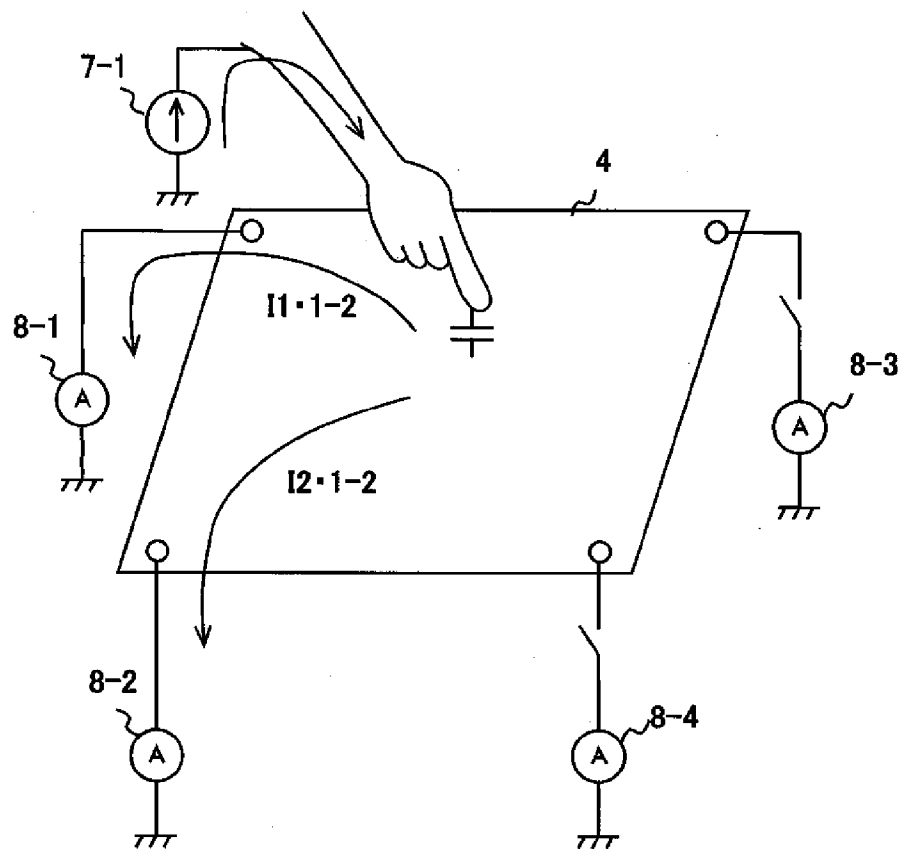
[図4]



[図5]

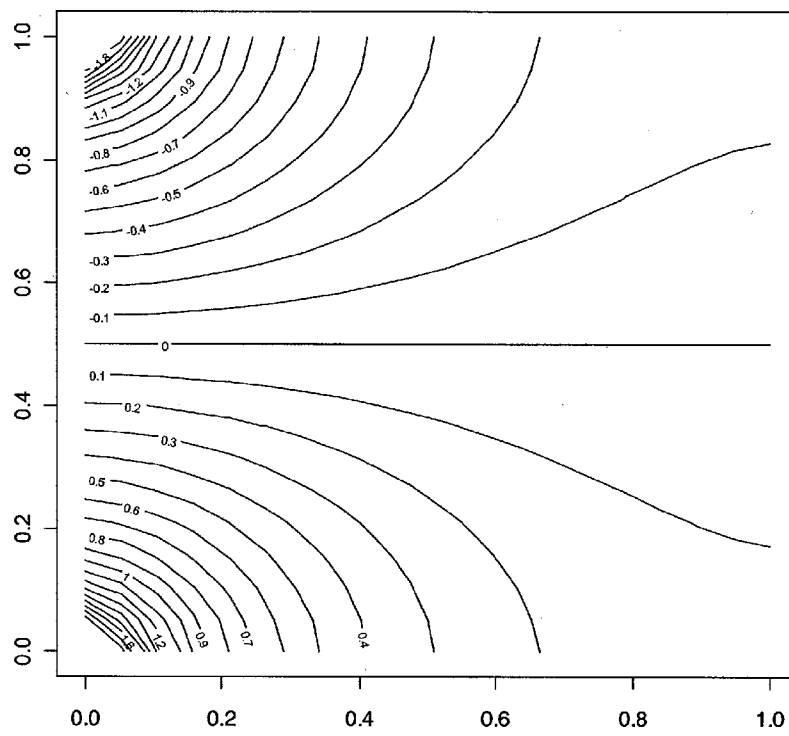


[図6]

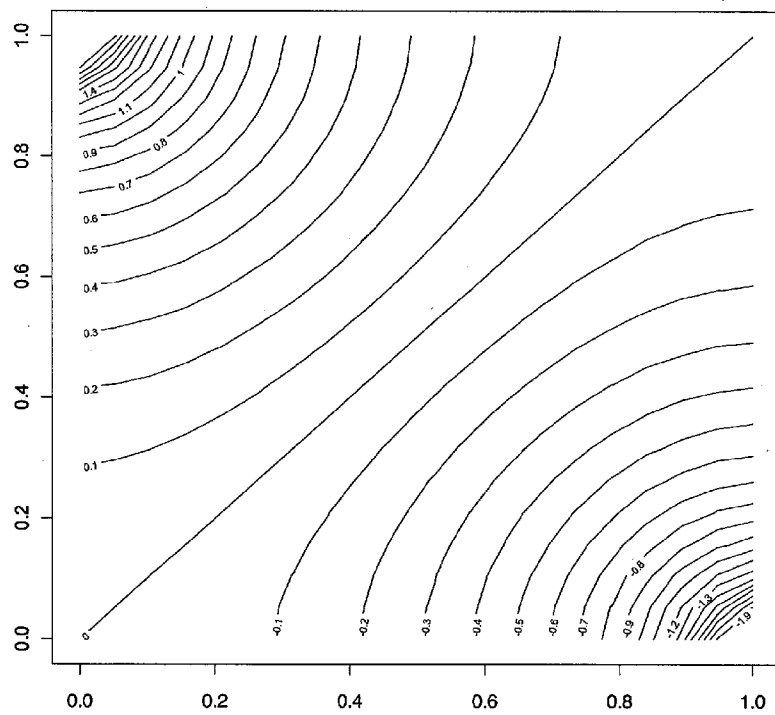


[図7]

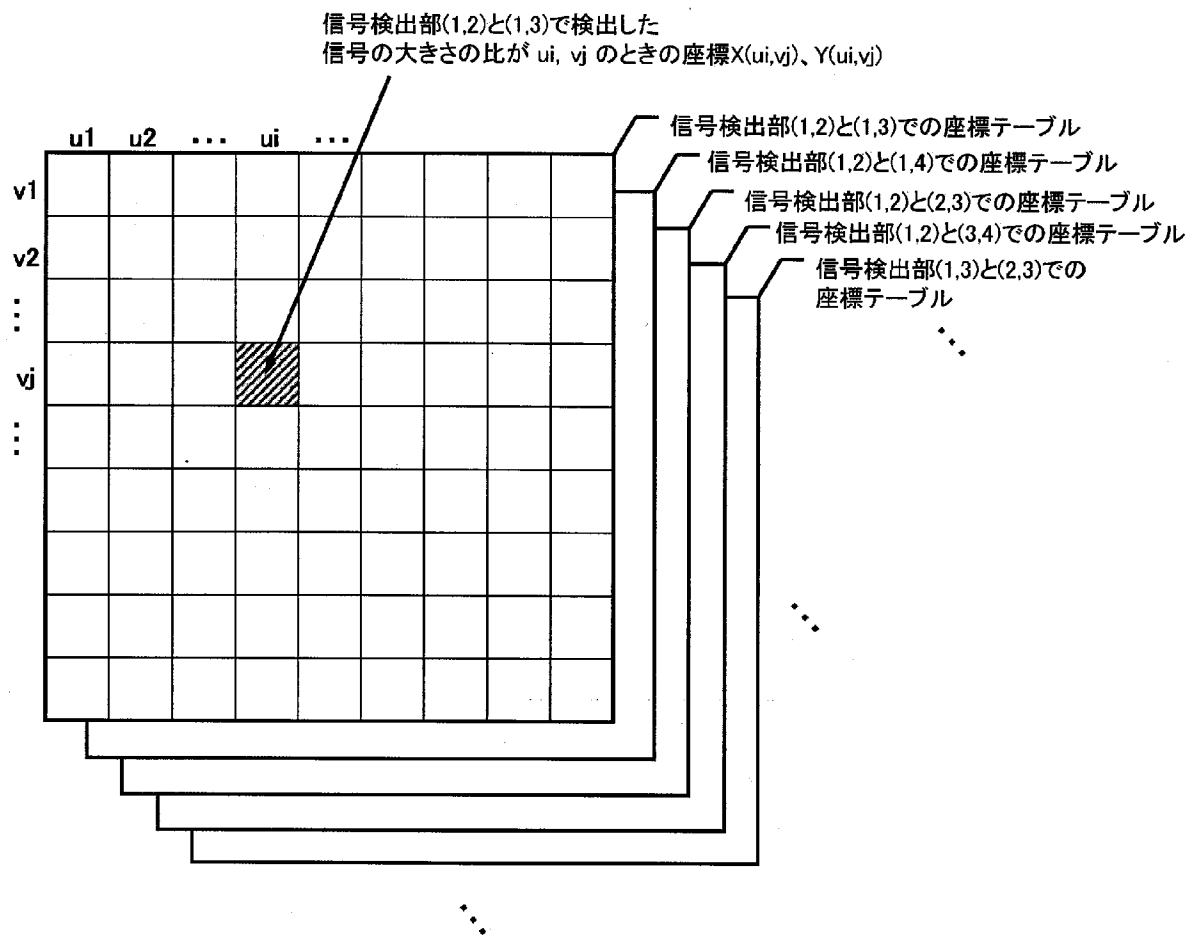
(a)



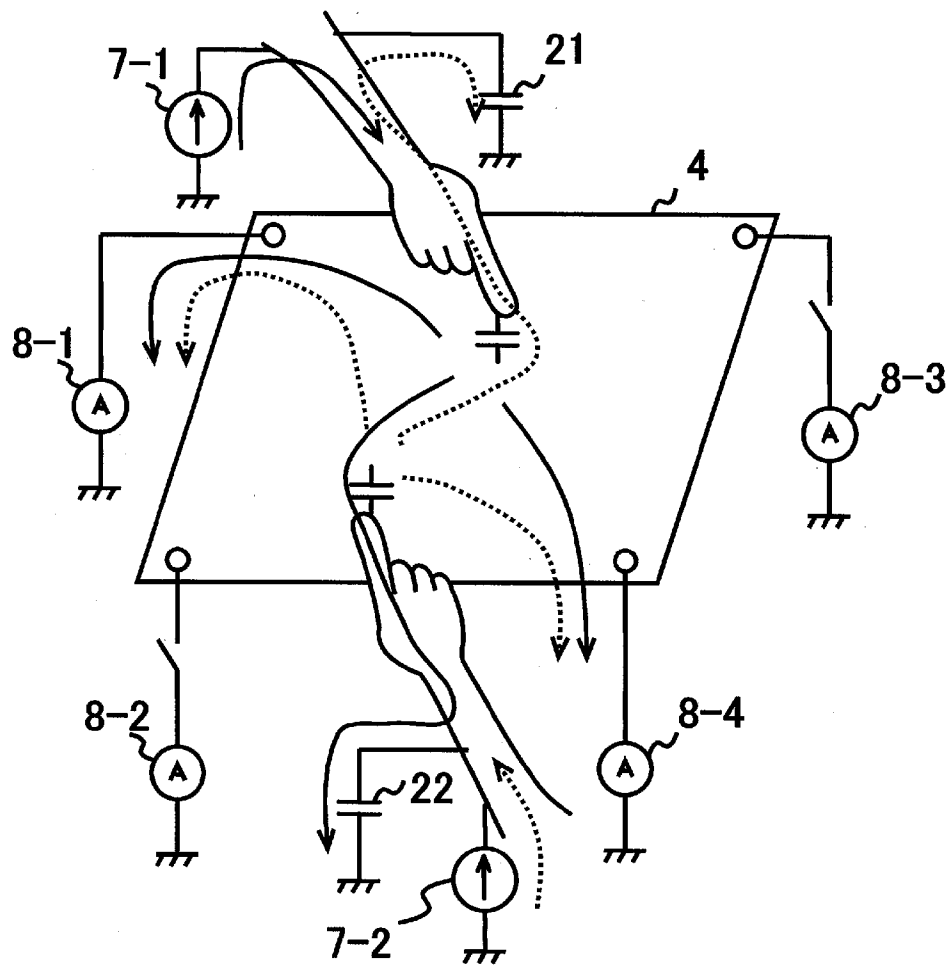
(b)



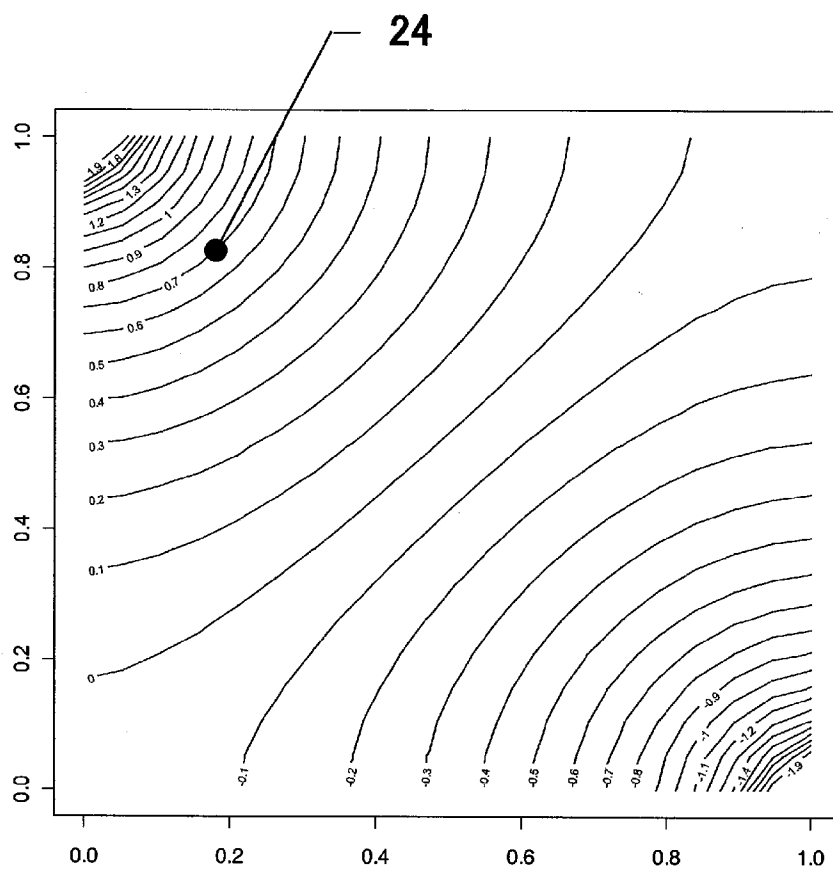
[図8]



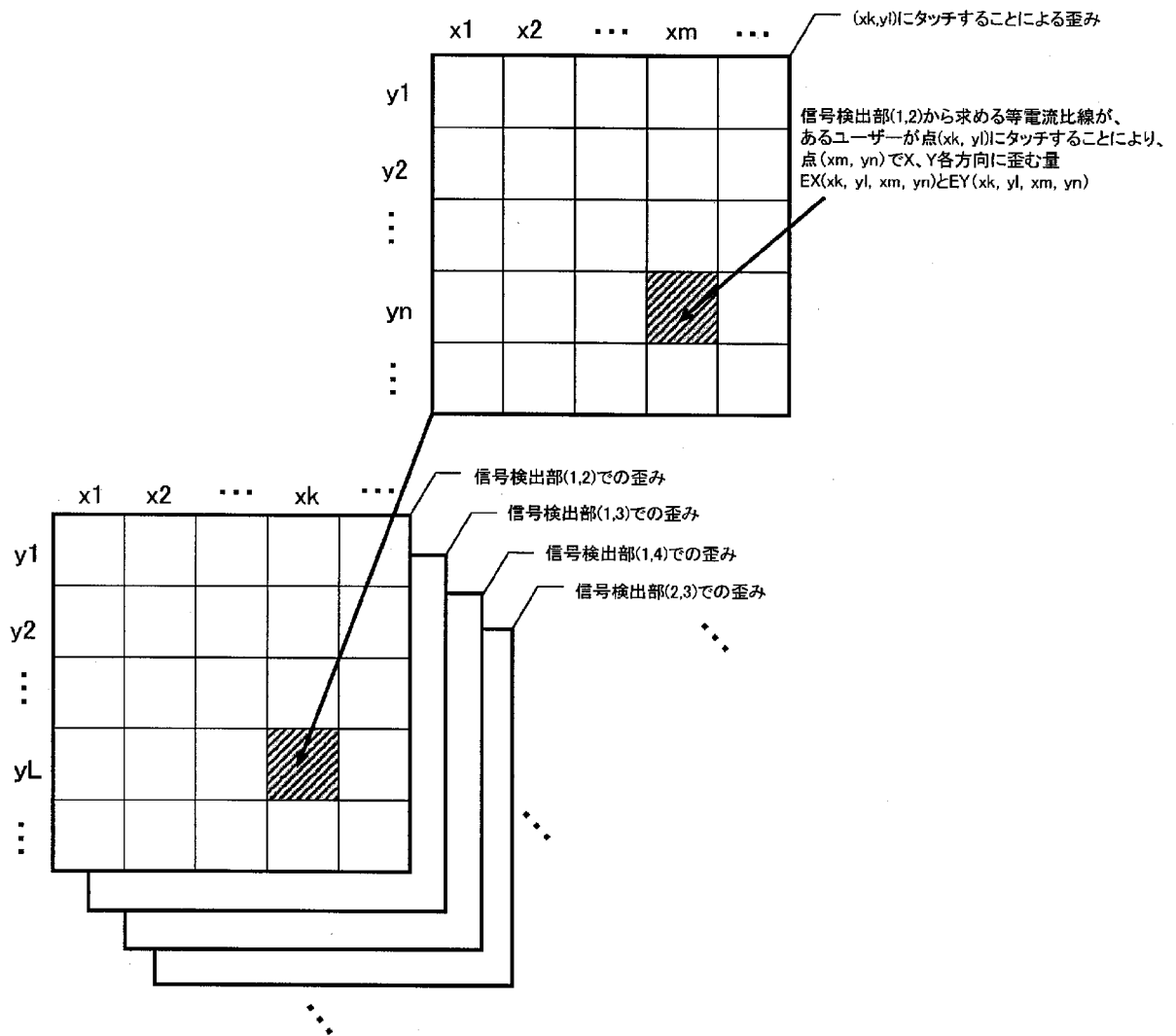
[図9]



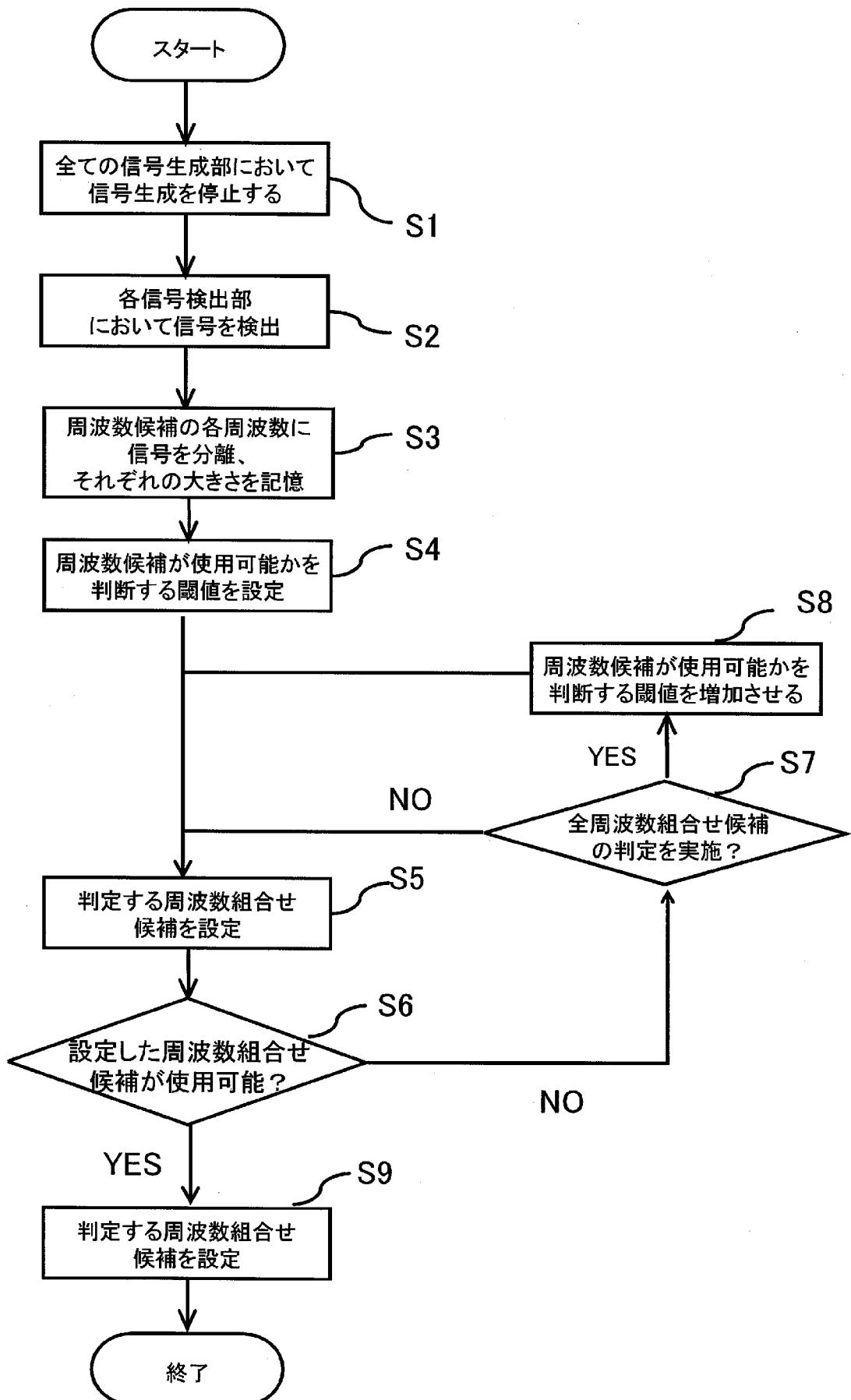
[図10]



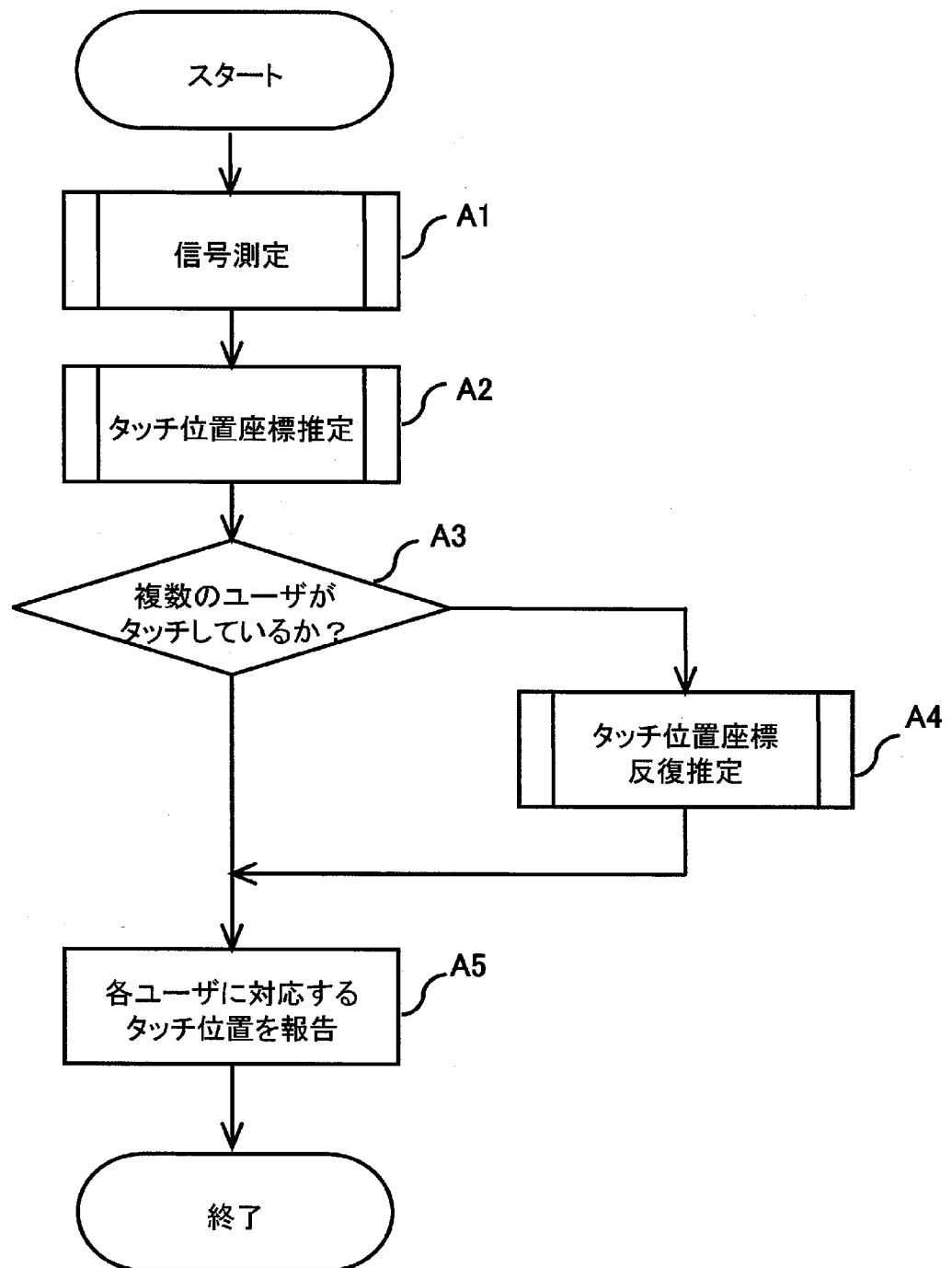
[図11]



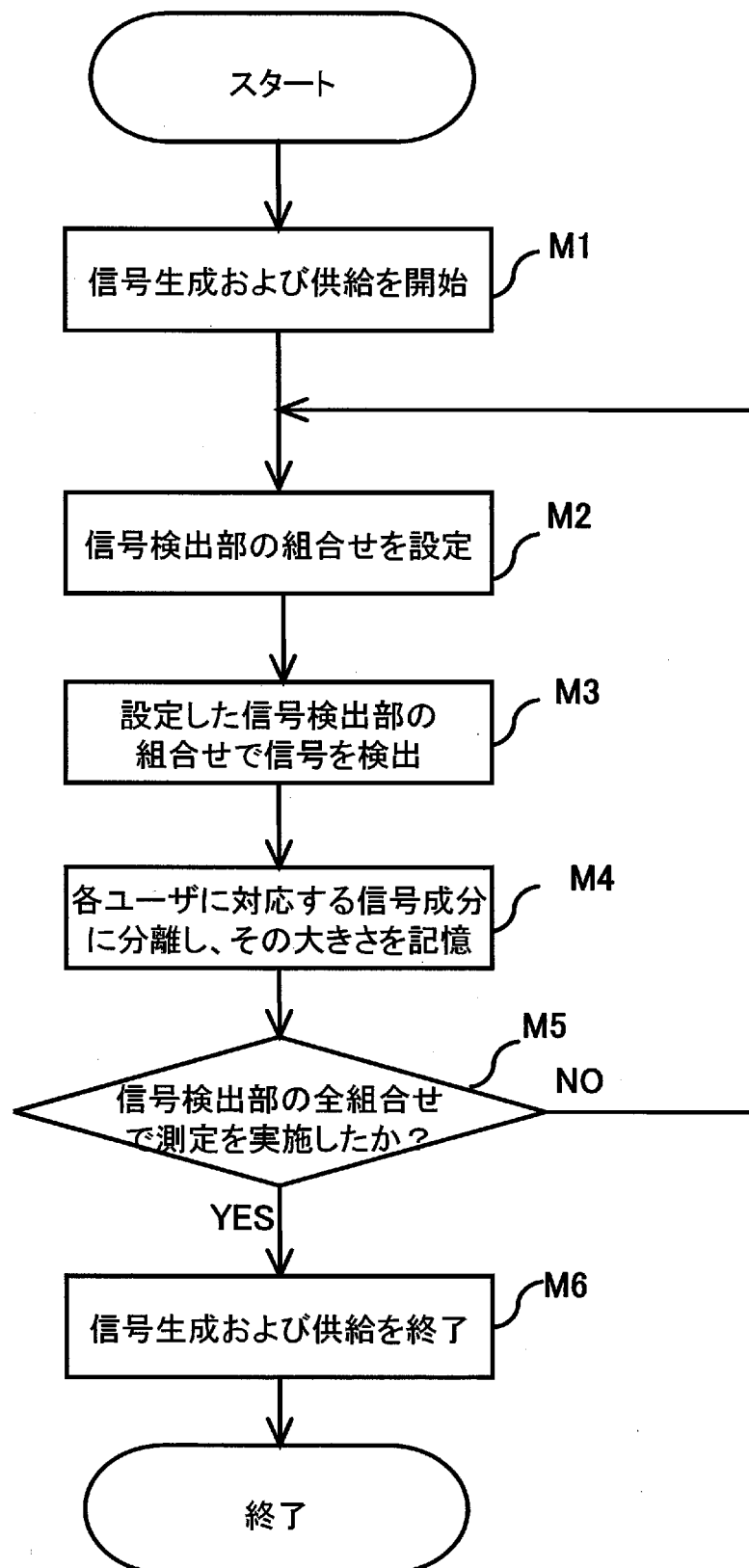
[図12]



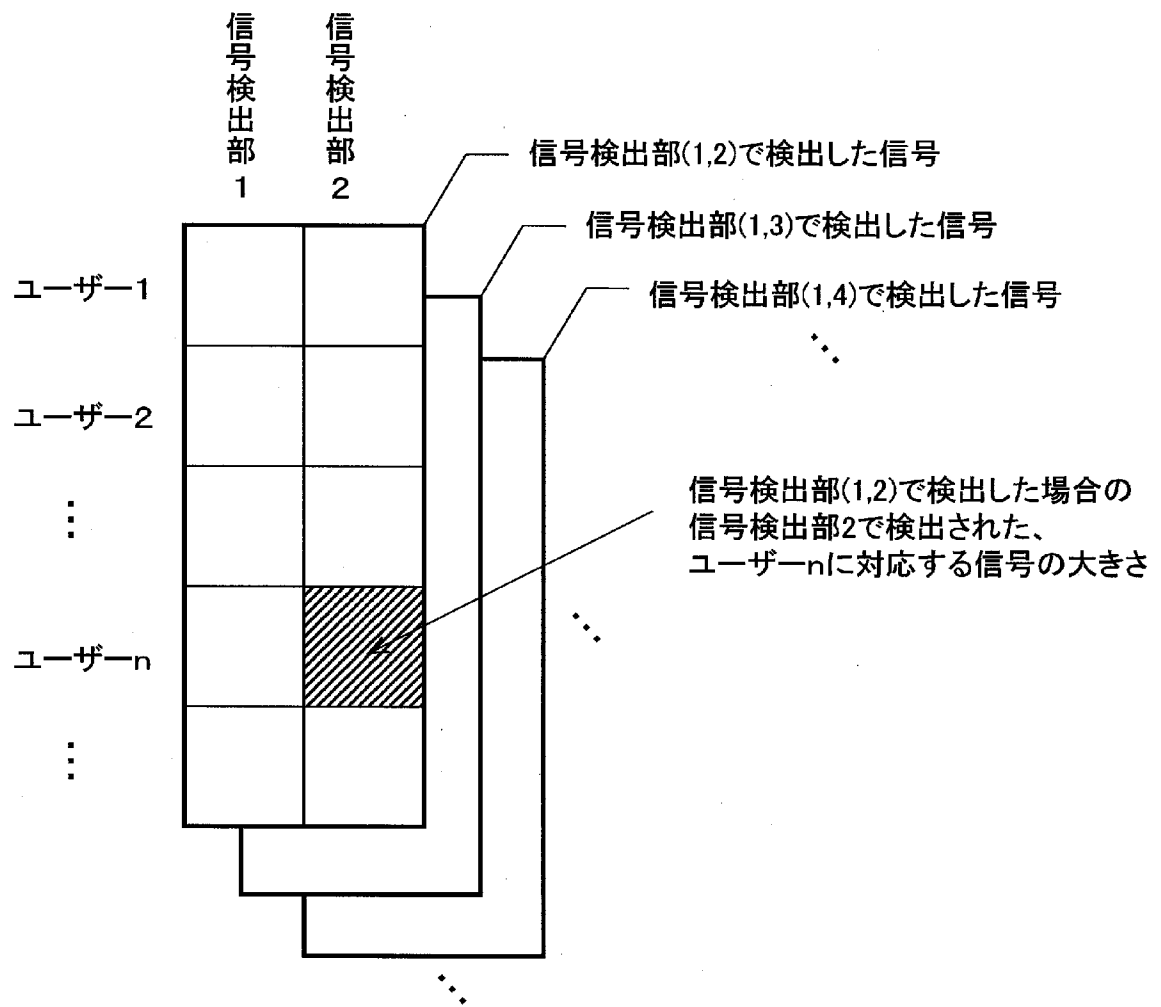
[図13]



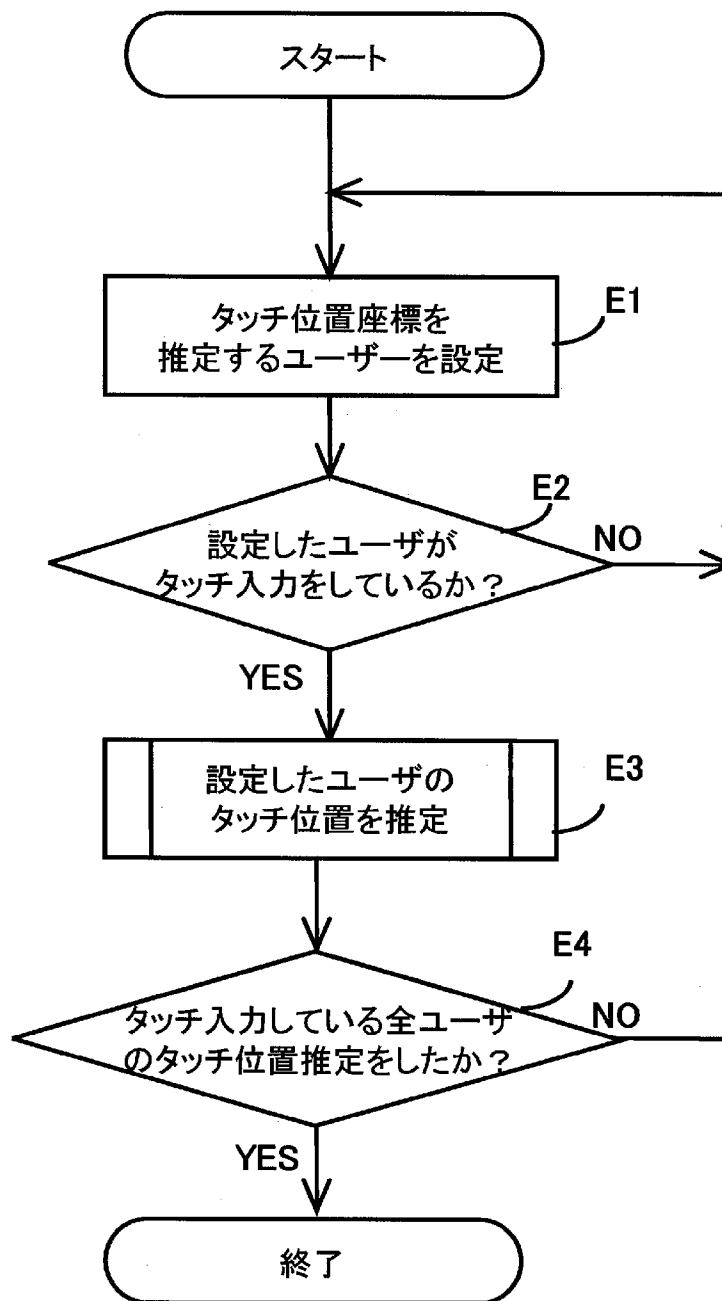
[図14]



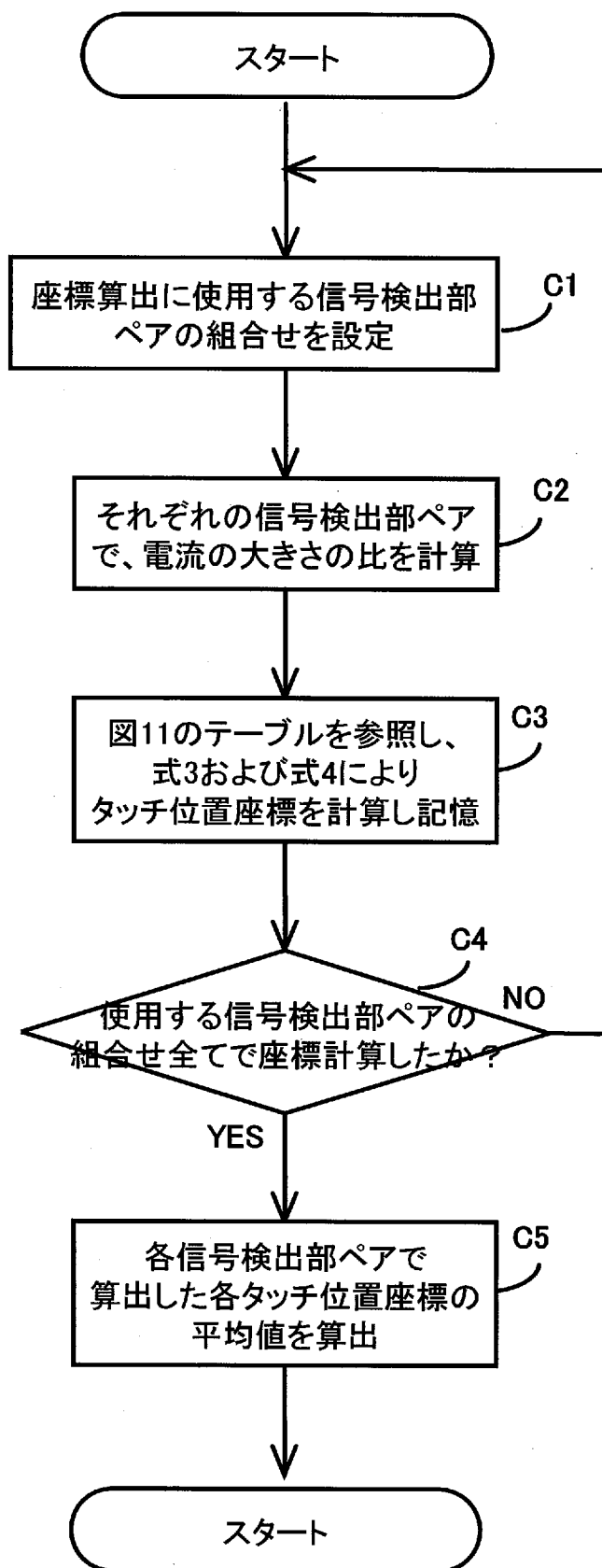
[図15]



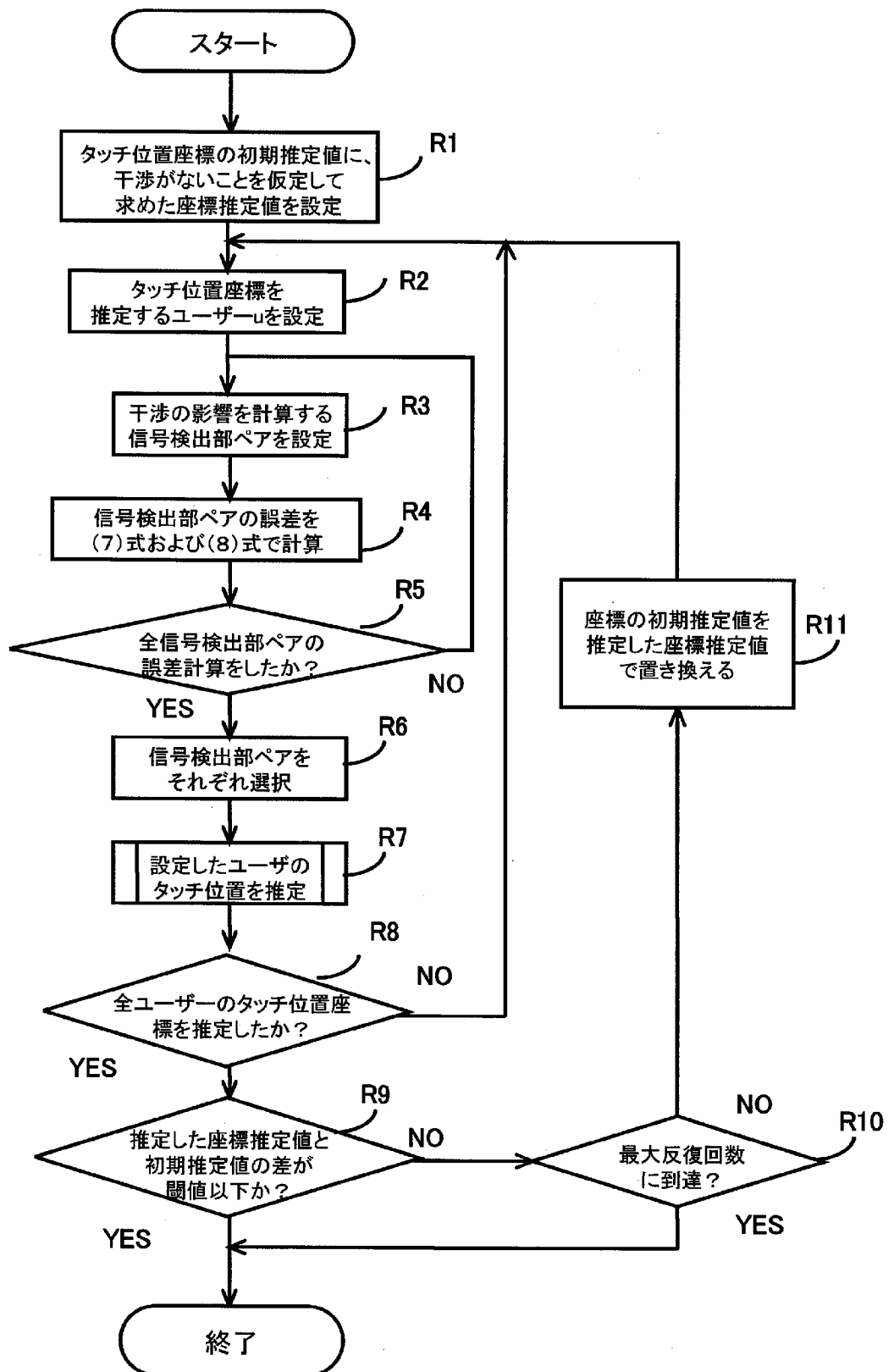
[図16]



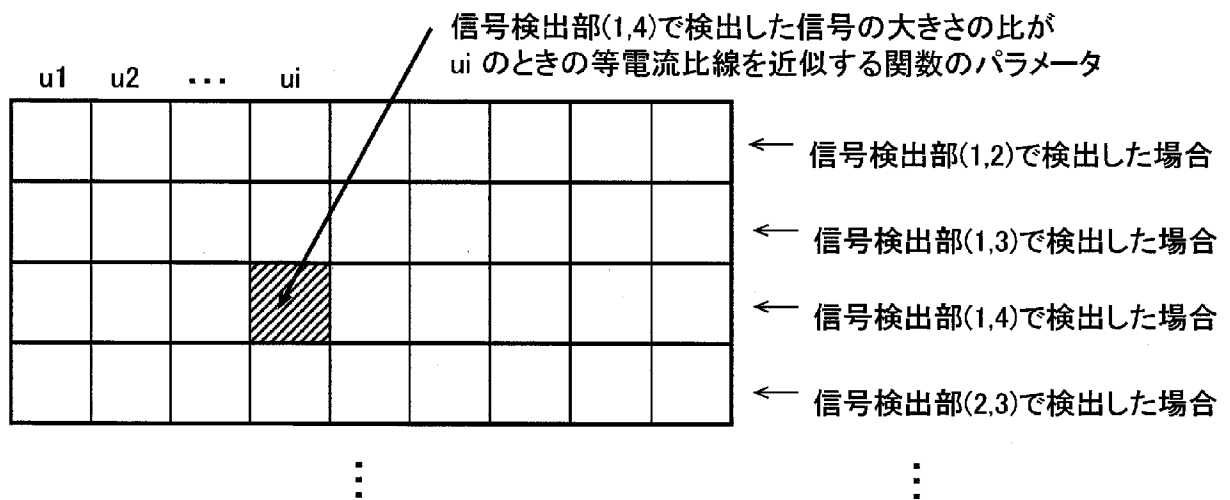
[図17]



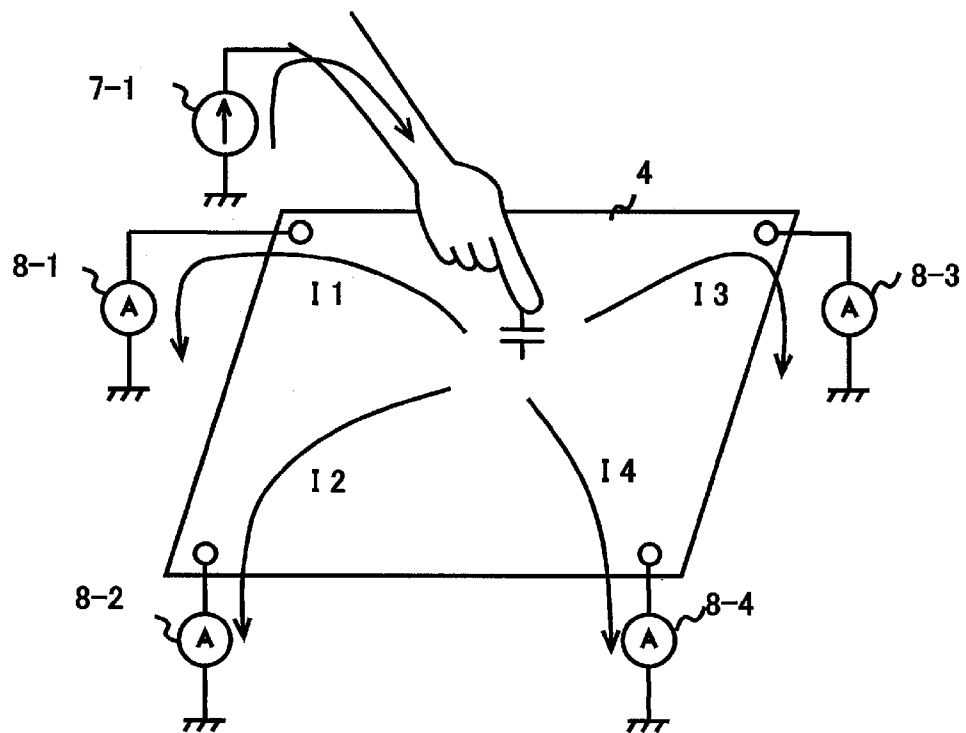
[図18]



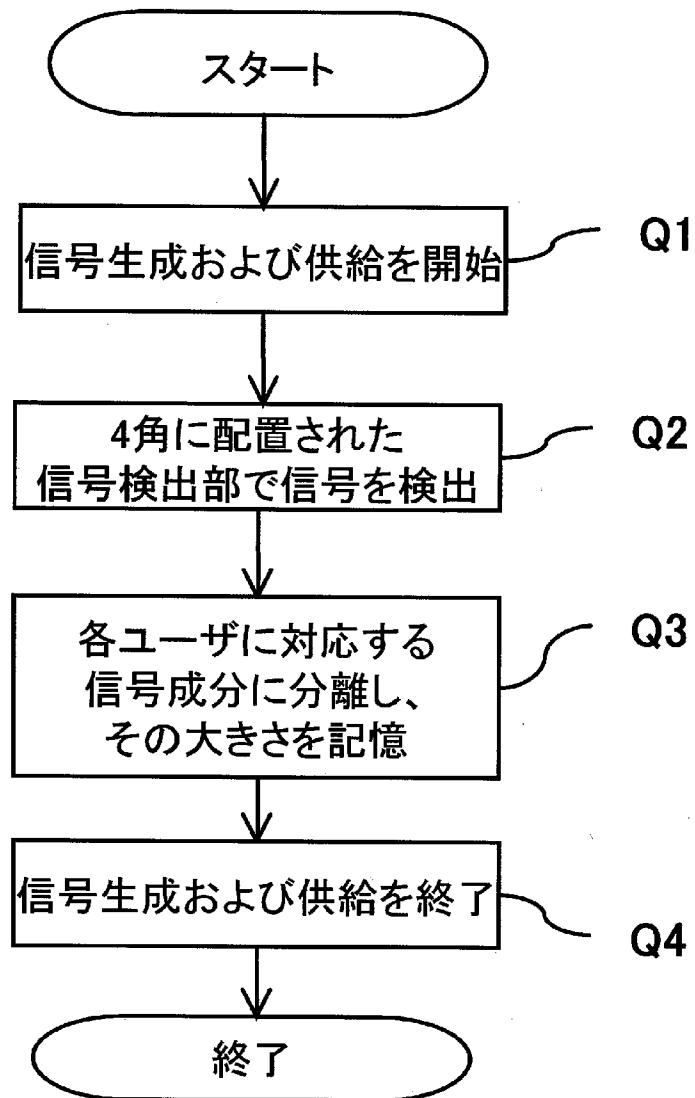
[図19]



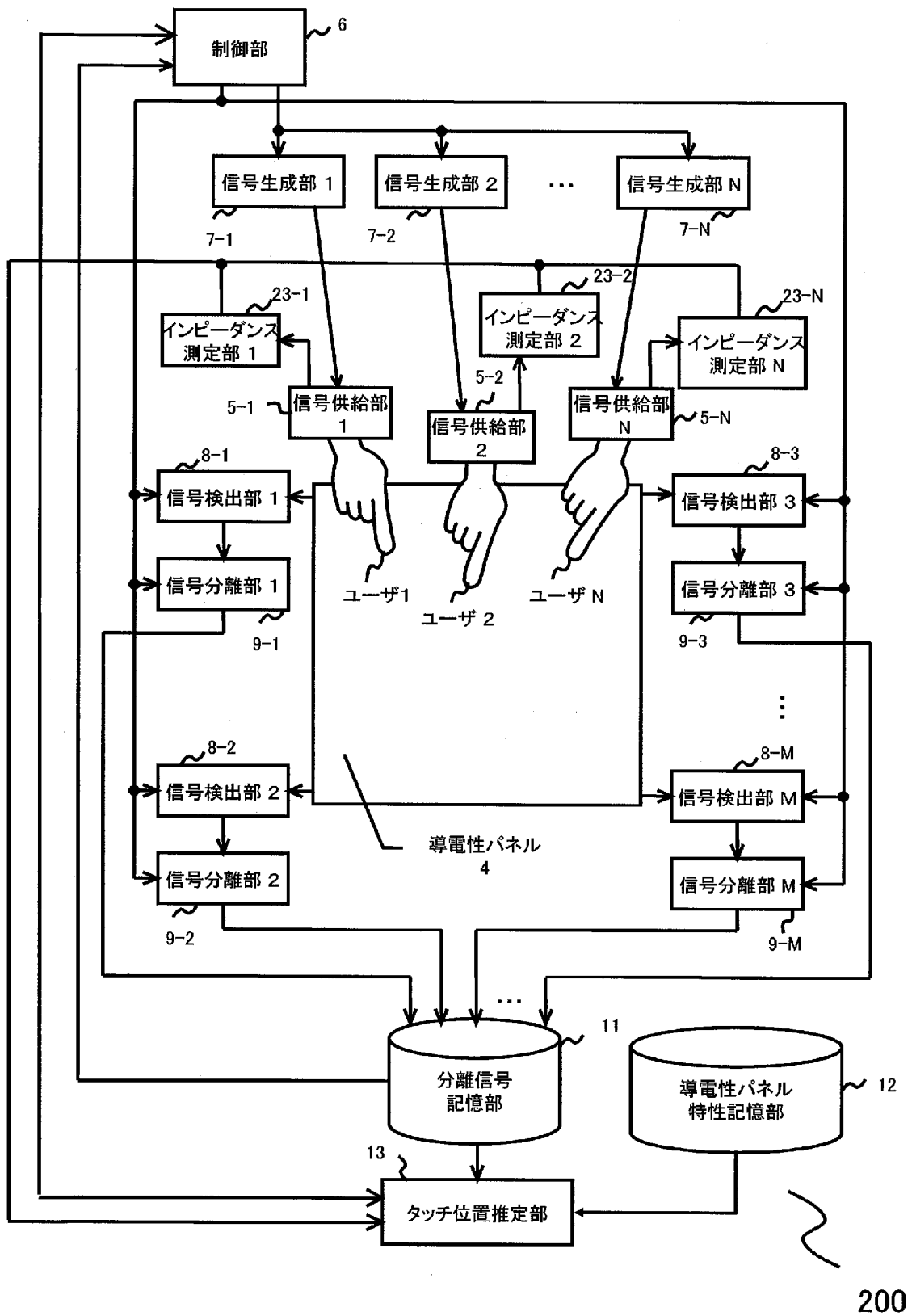
[図20]



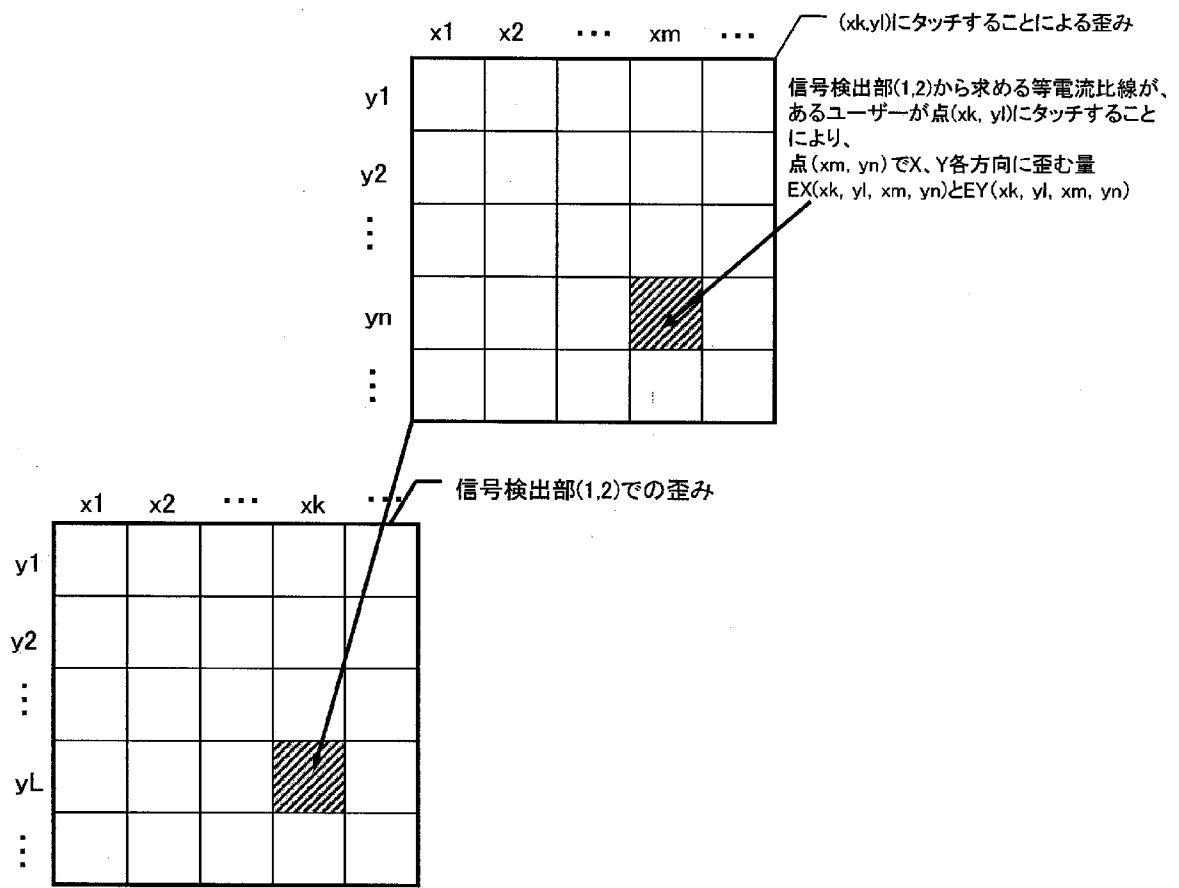
[図21]



[図22]

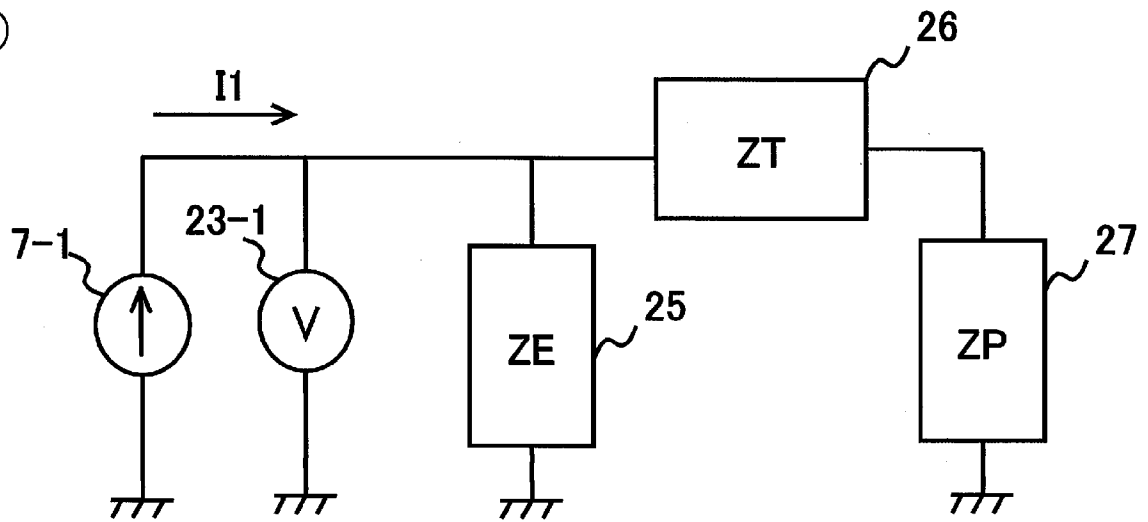


[図23]

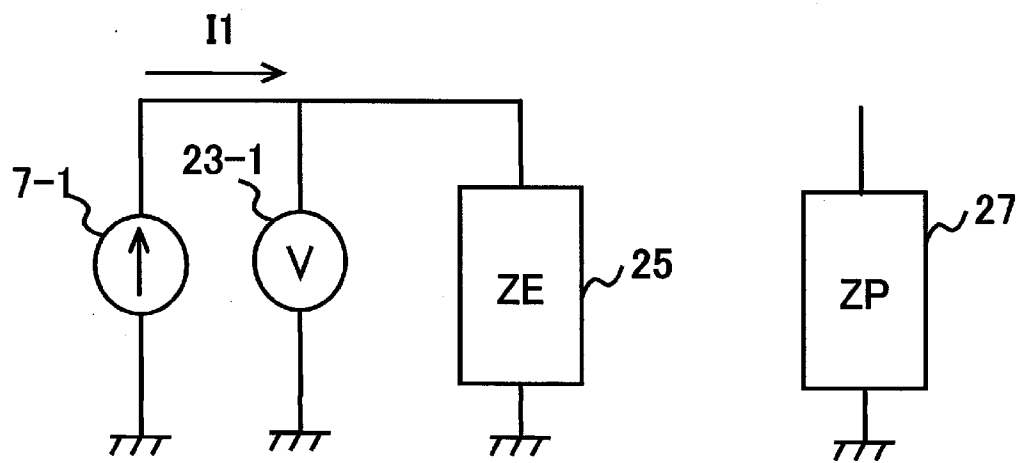


[図24]

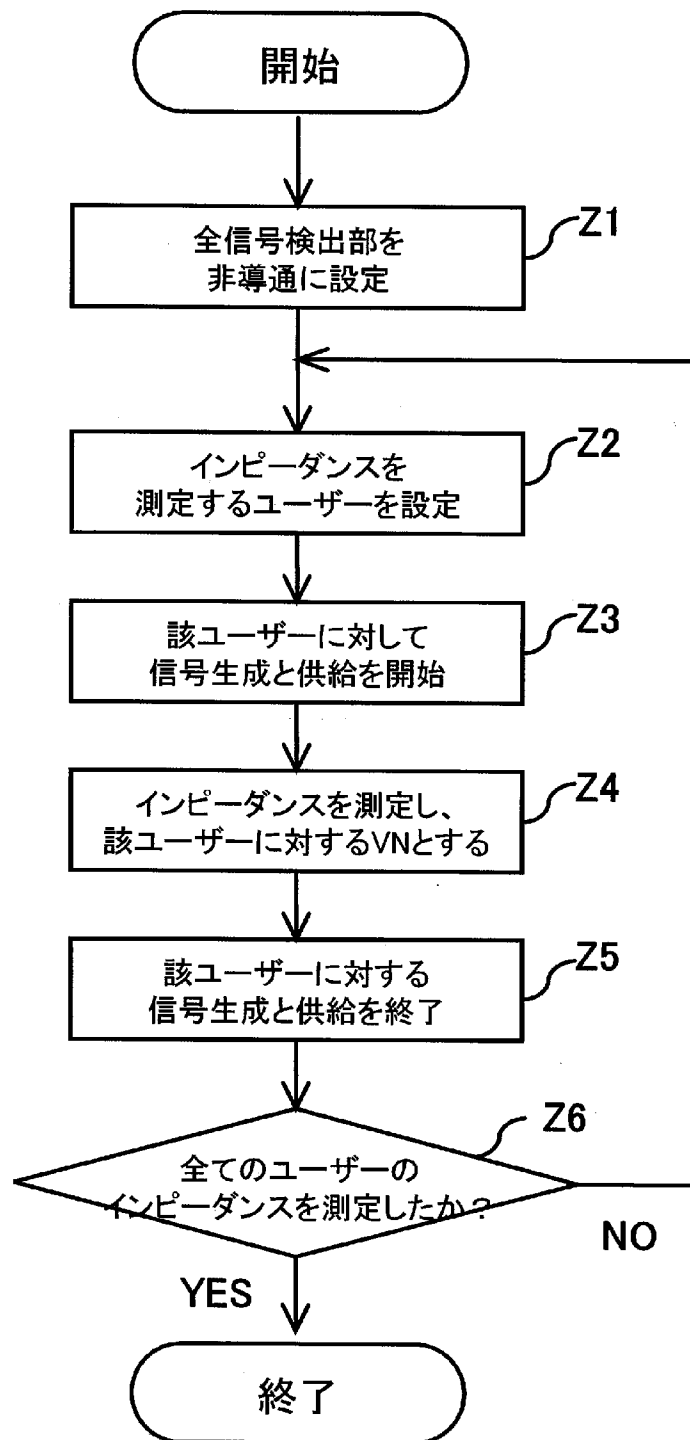
(a)



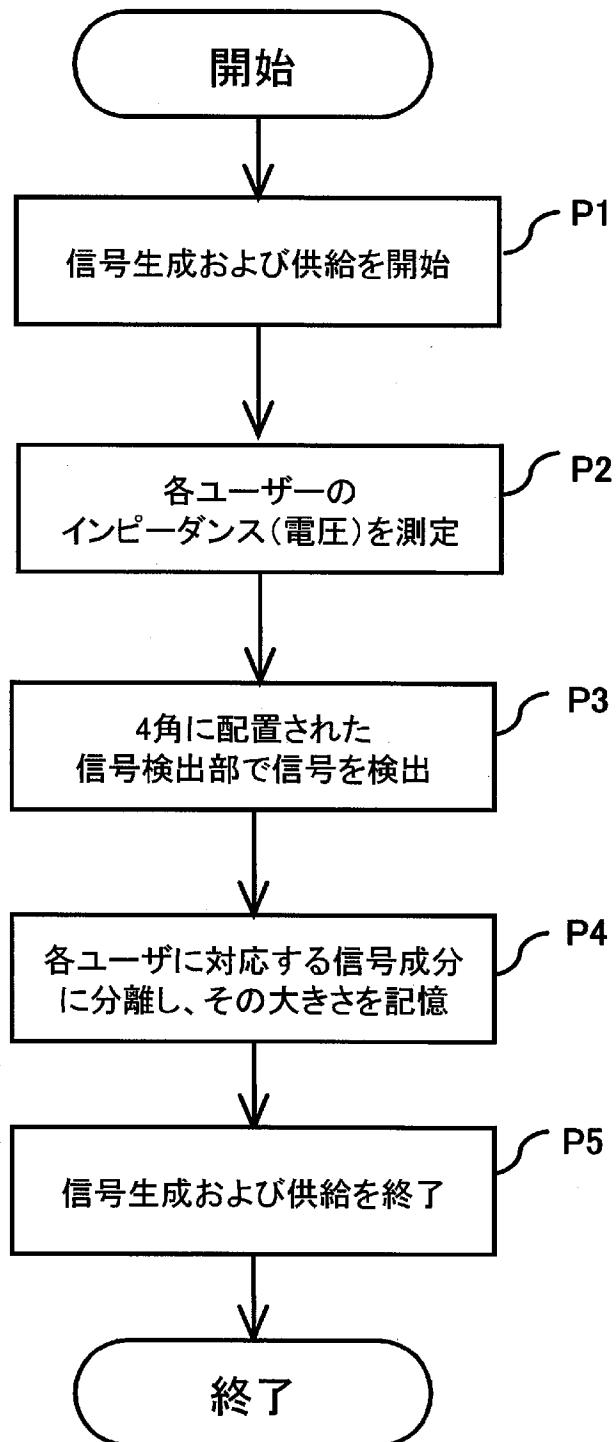
(b)



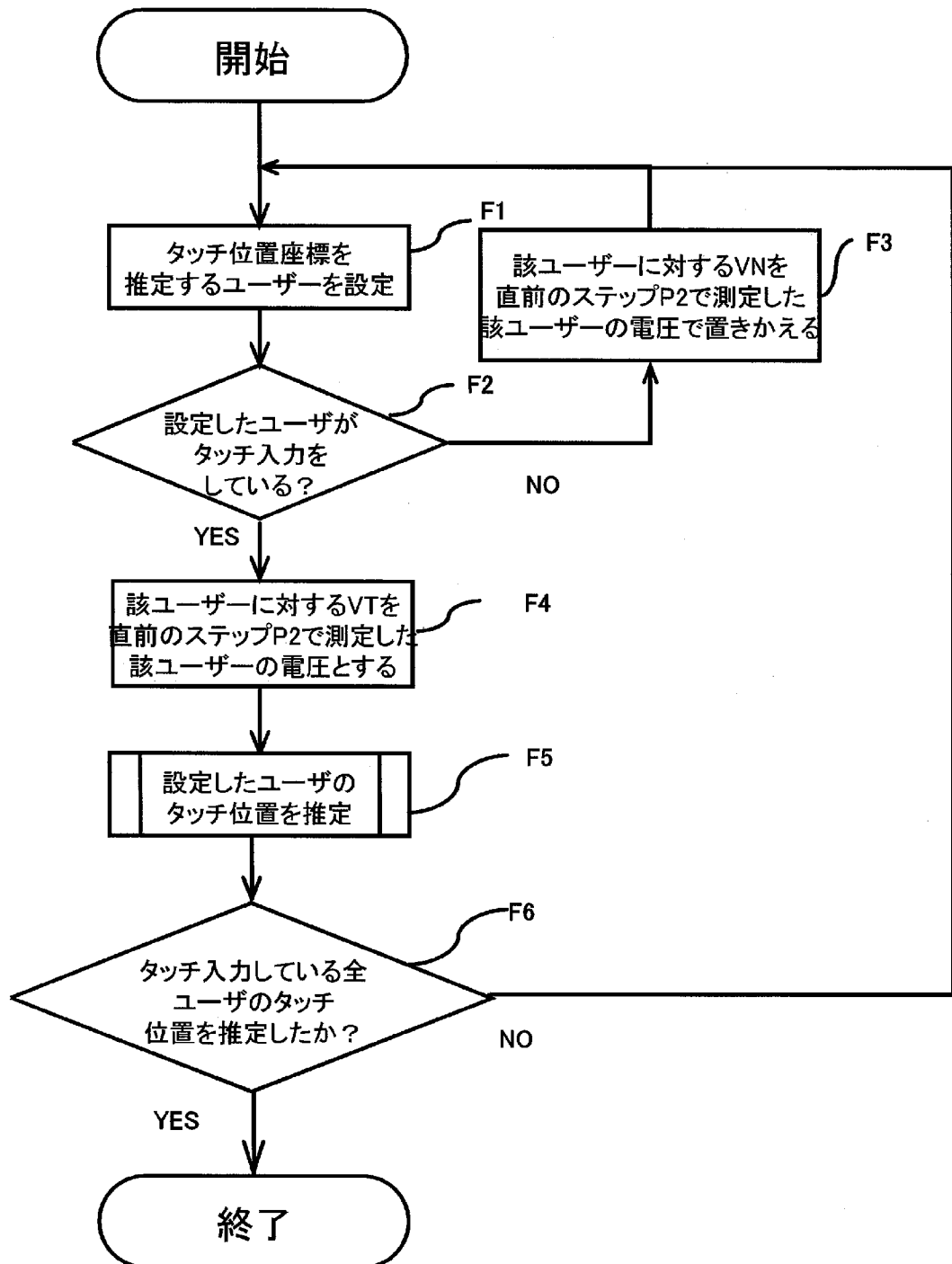
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/044 (2006.01) i, 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)

G06F3/03-3/047

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y A	JP 2003-022158 A (Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.), 24 January 2003 (24.01.2003), entire text; all drawings & US 2002/0185981 A1	1 2 3-7
X Y A	JP 2000-148396 A (Canon Inc.), 26 May 2000 (26.05.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1 2 3-7
Y A	JP 2004-535026 A (3M Innovative Properties Co.), 18 November 2004 (18.11.2004), entire text; all drawings & US 2003/0067447 A1 & WO 2003/007227 A2	2 3-7



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

02 March, 2010 (02.03.10)

Date of mailing of the international search report

16 March, 2010 (16.03.10)

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（I P C）） Int.Cl. G06F3/044(2006.01)i, 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. G06F3/03- 3/047			
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 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	
X Y A	JP 2003-022158 A（三菱・エレクトリック・リサーチ・ラボラ トリーズ・インコーポレイテッド） 2003.01.24, 全文, 全図 & US 2002/0185981 A1	1 2 3-7	
X Y A	JP 2000-148396 A（キヤノン株式会社） 2000.05.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 2 3-7	
☒ 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 2 . 0 3 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 1 6 . 0 3 . 2 0 1 0	
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） 森川 幸俊 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1	5 E 4 1 7 4

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
Y A	JP 2004-535026 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カ ンパニー) 2004. 11. 18, 全文, 全図 & US 2003/0067447 A1 & WO 2003/007227 A2	2 3-7