

(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 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/121740 A1

- (51) 国際特許分類:
H04M 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/055748
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 30 日(30.03.2010)
- (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): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 周作 (ITO, Shusaku) [JP/JP]; 〒8148588 福岡県福岡市早良区百道浜 2 丁目 2 番 1 号 富士通九州ネットワークテクノロジーズ株式会社内 Fukuoka (JP). 外川 太郎 (TOGAWA, Taro) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 大

谷 猛(OTANI, Takeshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 大田 恭士(OTA, Yasuji) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

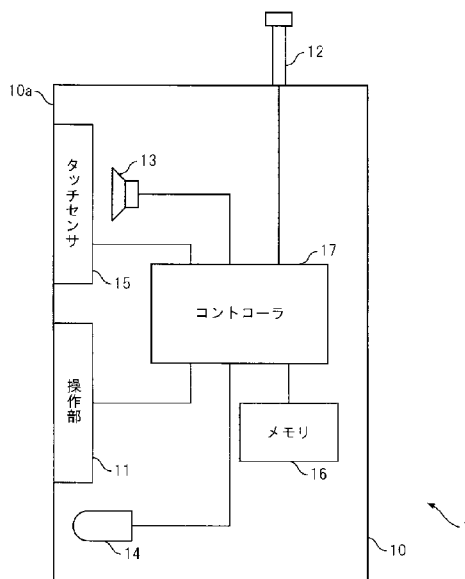
[続葉有]

(54) Title: TELEPHONE SET, AND SOUND ADJUSTMENT METHOD OF TELEPHONE SET

(54) 発明の名称: 電話機、及び電話機の音声調整方法

[図1]

FIG.1



15 ... TOUCH SENSOR
11... OPERATION UNIT
16... MEMORY
17... CONTROLLER

(57) Abstract: Provided is a telephone set comprising a housing, a sound output device arranged in the housing to output sound, a contact detection unit for detecting a position of an object which is in contact with the housing, a position deviation amount calculation unit for calculating the distance between the object contact position detected by the contact detection unit and the sound output device, and a sound adjustment unit for adjusting the sound emitted from the sound output device in accordance with the distance.

(57) 要約: 電話機は、筐体と、筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部と、接触検出部により検知された物体の接触位置と音声出力器間の距離を算出する位置ずれ量算出部と、その距離に応じて音声出力器から発せられる音声を調整する音声調整部とを有する。



(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, 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).

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： 電話機、及び電話機の音声調整方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、音声出力器から発生させる音声の音量または音質を調節可能な電話機、及び電話機の音声調整方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話機が広く普及している。携帯電話機は持ち運び可能であるため、ユーザは、雑踏など、周囲の騒音が大きい環境で携帯電話機を用いて通話することもある。このような場合、携帯電話機が有する音声出力器であるレシーバから発せられる音声の音量または音質が適切に調整されていないと、ユーザはその音声を聞き取ることが困難なことがある。

そこで、レシーバに対する耳の押圧力を検出し、押圧力に応じてレシーバの音量を制御する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 及び 2 を参照）。また、距離センサによって携帯電話機から利用者までの距離を計測し、その距離に応じてレシーバの音量を制御する技術が提案されている（例えば、特許文献 3 を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 5－1 8 3 6 1 8 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 0－1 9 6 7 2 5 号公報

特許文献3：特開平 9－2 4 7 2 6 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ユーザは、携帯電話機を用いて通話する際、耳をレシーバに近づける。しかし、耳の位置が、レシーバの位置に対して、携帯電話機の前面またはレシーバが音声を発する面に対して平行方向にずれることがある。このような場合、レシーバから発せられる音声は耳に到達し難くなるので、ユーザはレシ

一バから発せられた音声を聞き取り難くなる。しかし、上記の技術の何れも、レシーバの位置とユーザの耳の位置間のずれ量を検出しない。そのため、上記の何れかの技術を採用した電話機は、レシーバの位置とユーザの耳の位置がずれている場合、レシーバから発せられる音声の音量または音質を適切に調整することができないおそれがあった。

[0005] そこで、本明細書は、電話機とユーザの耳との接触状況に応じて音声出力器から発せられる音声の音量または音質を調整可能な電話機及び電話機の音声調整方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 一つの実施形態によれば、電話機が提供される。この電話機は、筐体と、筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部と、接触検出部により検知された物体の接触位置と音声出力器間の距離を算出する位置ずれ量算出部と、その距離に応じて音声出力器から発せられる音声を調整する音声調整部とを有する。

[0007] また、他の実施形態によれば、筐体と、筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部とを有する電話機の音声調整方法が提供される。この音声調整方法は、接触検出部により検知された物体の接触位置と音声出力器間の距離を算出し、その距離に応じて音声出力器から発せられる音声を調整することを含む。

[0008] 本発明の目的及び利点は、請求項において特に指摘されたエレメント及び組み合わせにより実現され、かつ達成される。

上記の一般的な記述及び下記の詳細な記述の何れも、例示的かつ説明的なものであり、請求項のように、本発明を制限するものではないことを理解されたい。

発明の効果

[0009] ここに開示される電話機及び電話機の音声調整方法は、電話機とユーザの耳との接触状況に応じて音声出力器から発せられる音声の音量または音質を調整できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 図 1 は、第 1 の実施形態による携帯電話機の概略構成図である。

[図2] 図 2 は、音声を調整するための機能に関するコントローラの概略構成図である。

[図3] 図 3 (A) は、耳がタッチセンサに接触した位置とレシーバとの位置関係の一例を示す図である。図 3 (B) は、耳がタッチセンサに接触した位置とレシーバとの位置関係の他の一例を示す図である。

[図4] 図 4 は、耳の形状を楕円近似する場合の楕円のパラメータを示す図である。

[図5] 図 5 は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量とゲインとの関係を示すグラフである。

[図6] 図 6 は、第 1 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

[図7] 図 7 は、音声を調整するための機能に関する、第 2 の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

[図8] 図 8 は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量と最大ゲインとの関係を示すグラフである。

[図9] 図 9 は、周波数とゲインとの関係の一例を示すグラフである。

[図10] 図 10 は、周波数とゲインとの関係の他の一例を示すグラフである。

[図11] 図 11 は、第 2 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

[図12] 図 12 は、音声を調整するための機能に関する、第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

[図13] 図 13 は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積とゲインとの関係を示すグラフである。

[図14] 図 14 は、第 3 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

[図15] 図 15 は、音声を調整するための機能に関する、第 4 の実施形態によ

る携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

[図16] 図 1 6 は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積と最大ゲインとの関係を示すグラフである。

[図17] 図 1 7 は、第 4 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

[図18] 図 1 8 は、音声を調整するための機能に関する、第 5 の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

[図19] 図 1 9 は、接触領域の面積とその平均値との差とゲインとの関係を示すグラフである。

[図20] 図 2 0 は、第 5 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

[図21] 図 2 1 は、音声を調整するための機能に関する、第 6 の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

[図22] 図 2 2 は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量とゲインとの関係を示すグラフである。

[図23] 図 2 3 は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積とゲイン補正量との関係を示すグラフである。

[図24] 図 2 4 は、第 6 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図を参照しつつ、様々な実施形態による、電話機について説明する。この電話機は、電話機に対するユーザの耳の接触位置または接触面積を検出し、ユーザの耳の位置とレシーバ間の距離または接触面積に応じてレシーバから発する音の音量または音質を調整する。なお、下記の各実施形態による電話機は、携帯電話機とした。しかし、他の実施形態によれば、電話機は、固定電話機、あるいは固定電話機と無線通信する子機であってもよい。

[0012] 図 1 は、第 1 の実施形態による携帯電話機の概略構成図である。携帯電話機 1 は、操作部 1 1 と、アンテナ 1 2 と、レシーバ 1 3 と、マイクロホン 1

４と、タッチセンサ１５と、メモリ１６と、コントローラ１７とを有する。携帯電話機１は、上記の各部を収納するための筐体１０を有する。操作部１１、アンテナ１２、レシーバ１３、マイクロホン１４、タッチセンサ１５及びメモリ１６は、それぞれ、コントローラ１７と接続されている。さらに、携帯電話機１は、コントローラ１７などに電力を供給するための電源ユニット（図示せず）及び各種の情報を表示するための表示部（図示せず）を有する。

[0013] 操作部１１は、ユーザが携帯電話機１を操作するために使用される。操作部１１は、例えば、筐体１０の前面１０aに設けられた複数のキーボタンスイッチを有する。操作部１１は、ユーザが何れかのキーボタンスイッチを押下すると、その押下されたキーボタンスイッチに対応する操作信号をコントローラ１７へ送る。

操作部１１は、例えば、タッチパネルディスプレイのように、表示部と一体的に形成されてもよい。

[0014] アンテナ１２は、携帯電話機１が基地局と通信するために使用される。アンテナ１２は、全地球測位システム（GPS : Global positioning system）衛星からの位置測定用情報を受信するために使用可能であってもよい。アンテナ１２は、例えば、筐体１０の上部に、引出し自在に取り付けられる。コントローラ１７は、アンテナ１２を介して、基地局あるいはGPS衛星からの無線信号を受信する。またコントローラ１７は、アンテナ１２を介して、無線信号を基地局へ発信する。

[0015] レシーバ１３は、音声出力器の一例であり、例えば、通話音声または呼び出し音、若しくは携帯電話機１において実行される様々なアプリケーションが生成する音などの音声信号をコントローラ１７から受け取り、その音声信号に応じた音声を出力する。レシーバ１３は、音声を出力する出力面を有し、例えば、筐体１０内部の上方に、その出力面が筐体１０の前面１０aを向くように配置される。

[0016] マイクロホン１４は、ユーザが発した音声を含む周囲音を集音する。マイ

クロホン 14 は、集音された周囲音を、周囲音の音量に応じた強度を持つ音声信号に変換し、その音声信号をコントローラ 17 へ送信する。

[0017] タッチセンサ 15 は、接触検出部の一例であり、物体が接触したことを検知し、その接触位置を示す接触位置信号をコントローラ 17 へ出力する。タッチセンサ 15 は、レシーバ 13 の出力面の前方において、レシーバ 13 よりも筐体 10 の前面 10a に近接して配置される。すなわち、タッチセンサ 15 は、レシーバ 13 と筐体 10 の前面 10a との間に配置される。またタッチセンサ 15 は、ユーザの耳と同時に接触した複数の位置の座標をそれぞれ出力できるよう、2次元状に配列された複数のセンサ素子を有する。さらに、それら複数のセンサ素子間の間隔は、耳の外径よりも小さく、例えば、1mm から 10mm 程度に設定される。またタッチセンサ 15 は、標準的な耳のサイズと略等しいか、それよりも大きいサイズを持つセンサ面、例えば、水平方向に 30mm ～ 50mm の長さを持ち、垂直方向に 70mm ～ 100mm の長さを持つセンサ面を有することが好ましい。

タッチセンサ 15 は、例えば、静電容量センサあるいは感圧式のセンサとすることができる。また、タッチセンサ 15 は、タッチパネルディスプレイのように、操作部 11 または表示部と一体的に形成されてもよい。

タッチセンサ 15 は、物体が接触したことを検知する度に、あるいは定期的に（例えば、0.1秒間または1秒間ごとに）、その接触位置を表す接触位置信号をコントローラ 17 へ出力する。接触位置信号は、例えば、タッチセンサ 15 が有するセンサ素子ごとに、そのセンサ素子の座標と、そのセンサ素子が物体の接触を検知しているか否かを表すフラグの組み合わせを含む。

[0018] メモリ 16 は、例えば、不揮発性の半導体メモリ及び揮発性の半導体メモリを有する。メモリ 16 は、所定の原点を基準としたレシーバ 13 の中心位置の座標など、通話音声の音量を決定するために使用される様々なパラメータ及びプログラムを記憶する。またメモリ 16 は、携帯電話機 1 で実行される少なくとも一つのアプリケーションプログラム及びそれらのアプリケーションプログラムにより使用される設定情報、ユーザの個人設定情報及び各種

のデータを記憶する。

[0019] コントローラ 17 は、1 個または複数個のプロセッサ及びその周辺回路を有する。コントローラ 17 は、携帯電話機 1 を基地局装置と無線接続するための処理、及び他の電話機または通信端末あるいはサーバと通信するための通信処理を実行する。またコントローラ 17 は、通話処理として、他の電話機から基地局装置及びアンテナ 12 を介して受信した無線信号から音声信号を再生し、その音声信号をレシーバ 13 へ出力する。さらにコントローラ 17 は、マイクロホン 14 から受け取った音声信号を含む無線信号を生成し、その無線信号をアンテナ 12 を介して基地局装置へ出力する。さらにコントローラ 17 は、操作部 11 を介した操作に応じて、携帯電話機 1 に実装された各種のアプリケーションに関連する処理を実行する。

またコントローラ 17 は、通話処理の実行中に、タッチセンサ 15 により検知された物体の位置に応じて、通話音声の音量を調整する。なお、以下では、通話音声の音量を単に通話音量と呼ぶ。

[0020] 図 2 は、音声を調整するための機能に関するコントローラ 17 の概略構成図である。コントローラ 17 は、耳位置推定部 21 と、位置ずれ量算出部 22 と、音量・音質調整部 23 とを有する。コントローラ 17 が有するこれらの各部は、コントローラ 17 が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ 17 が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよい。

[0021] 耳位置推定部 21 は、コントローラ 17 が通話処理を実行している間にタッチセンサ 15 から受け取った接触位置信号に基づいて、耳の中心位置を推定する。

コントローラ 17 が通話処理を実行している間、すなわちユーザが通話中であれば、ユーザは、レシーバ 13 を耳に近づける。ここでタッチセンサ 15 は、レシーバ 13 の前方に配置されている。そのため、ユーザが通話中で

あれば、タッチセンサ 15 に接触する物体は、ユーザの耳であると推定される。

ユーザの耳の穴がレシーバ 13 に近ければ、レシーバ 13 から発せられた音の大部分はユーザの鼓膜に到達するので、ユーザはレシーバ 13 から発せられた音を容易に聞き取れる。しかし、ユーザの耳の穴がレシーバ 13 から遠ければ、レシーバ 13 から発せられた音がユーザの鼓膜に到達し難くなる。その結果、ユーザはレシーバ 13 から発せられた音を聞き取り難くなる。

[0022] 図 3 (A) は、耳がタッチセンサ 15 に接触した位置とレシーバとの位置関係の一例を示す図であり、図 3 (B) は、耳がタッチセンサ 15 に接触した位置とレシーバとの位置関係の他の一例を示す図である。図 3 (A) 及び図 3 (B) に示された各ブロックは、それぞれ、タッチセンサ 15 が有するセンサ素子の一つに対応する。このうち、ブロック内に '1' と表記されたブロック 300a は、対応するセンサ素子が物体が接触していることを検知していることを表す。一方、ブロック内に '0' と表記されたブロック 300b は、対応するセンサ素子が物体が接触していることを検知していないことを表す。また黒丸 301 は、レシーバ 13 の中心位置を表す。さらに十字マーク 302 は、物体が接触していることを検知した全てのセンサ素子に対応する領域 310 の重心を表す。なお、以下では、物体が接触していることを検知した全てのセンサ素子に対応する領域を、接触領域と呼ぶ。

[0023] 上述したように、ユーザが通話中であれば、タッチセンサ 15 に接触している物体はユーザの耳である可能性が高い。そして耳の穴よりも耳たぶの方が頭部から突出しているため、タッチセンサ 15 に接触する耳の部位は、耳たぶである可能性が高い。また、耳の穴は、耳の略中心に位置する。そのため、図 3 (A) 及び図 3 (B) に示されるように、略円弧状の接触領域 310 の重心 302 は、耳の中心の近い位置にあると推定される。例えば、図 3 (A) に示されるように、接触領域 310 の重心 302 とレシーバ 13 の中心位置 301 との間の距離 L が短ければ、耳の穴はレシーバ 13 に近い。一方、図 3 (B) に示されるように、接触領域 310 の重心 302 とレシーバ 1

3の中心位置301との間の距離Lが長くなれば、耳の穴はレシーバ13から離れている。

[0024] そこで耳位置推定部21は、接触位置信号に基づいて、接触領域の重心を次式に従って算出し、その重心を耳の穴に相当する耳中心位置として推定する。

[数1]

$$\begin{aligned} X_G &= \sum_{i=1}^N X_i / N \\ Y_G &= \sum_{i=1}^N Y_i / N \end{aligned} \quad (1)$$

ただし X_i ($i=1, 2, \dots, N$) は物体と接触したことを検知したセンサ素子の筐体10の前面10aに平行な面における水平方向の座標値を表す。 Y_i は物体と接触したことを検知したセンサ素子の筐体10の前面10aに平行な面における垂直方向の座標値を表す。またNは、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を表す。そして (X_G, Y_G) は、それぞれ、筐体10の前面10aに平行な面における接触領域の重心位置の水平方向及び垂直方向の座標を表す。

[0025] また耳たぶは、略楕円形状を有し、その楕円の略中心に耳の穴が位置する。そこで耳位置推定部21は、接触領域を楕円近似して、その楕円の中心位置を耳中心位置としてもよい。

図4は、耳の形状を楕円近似する場合の楕円のパラメータを示す図である。図4において、楕円400の中心の水平方向及び垂直方向の座標は、それぞれ、 X_0 、 Y_0 で表される。また楕円400の長軸方向の半径はa、短軸方向の半径はbで表される。

この場合、物体と接触しているセンサ素子が、次式で表される楕円上に存在すると仮定する。

[数2]

$$X^2 + AXY + BY^2 + CX + DY + E = 0 \quad (2)$$

ただしX、Yは、それぞれ、筐体10の前面10aに平行な面における水平座標及び垂直座標を表す。またA～Eは楕円の形状を特定するパラメータである。この場合、次式により、パラメータA～Eは算出される。

[数3]

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum X_i^2 Y_i^2 & \sum X_i Y_i^3 & \sum X_i^2 Y_i & \sum X_i Y_i^2 & \sum X_i Y_i \\ \sum X_i Y_i^3 & \sum Y_i^4 & \sum X_i Y_i^2 & \sum Y_i^3 & \sum Y_i^2 \\ \sum X_i^2 Y_i & \sum X_i Y_i^2 & \sum X_i^2 & \sum X_i Y_i & \sum X_i \\ \sum X_i Y_i^2 & \sum Y_i^3 & \sum X_i Y_i & \sum Y_i^2 & \sum Y_i \\ \sum X_i Y_i & \sum Y_i^2 & \sum X_i & \sum Y_i & \sum 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -\sum X_i^3 Y_i \\ -\sum X_i^2 Y_i^2 \\ -\sum X_i^3 \\ -\sum X_i^2 Y_i \\ -\sum X_i^2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

ただし X_i ($i=1, 2, \dots, N$) は物体と接触したことを検知したセンサ素子の筐体10の前面10aに平行な面における水平方向の座標値を表す。 Y_i ($i=1, 2, \dots, N$) は物体と接触したことを検知したセンサ素子の筐体10の前面10aに平行な面における垂直方向の座標値を表す。なおNは、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を表す。

したがって、耳位置推定部21は、次式に従って、パラメータA～Eを用いて算出される楕円の中心の水平座標 X_0 及び垂直座標 Y_0 を耳中心位置とする。またこの場合、長軸方向の半径a及び短軸方向の半径bは、それぞれ、 X_0 及び Y_0 に基づいて以下のように表される。

[数4]

$$\begin{aligned}
 X_0 &= \frac{AD - 2BC}{4B - A^2} \\
 Y_0 &= \frac{AC - 2D}{4B - A^2} \\
 \theta &= \frac{\tan^{-1}\left(\frac{A}{1-B}\right)}{2}
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$a = \sqrt{(X_0 \cos \theta + Y_0 \sin \theta)^2 - E \cos^2 \theta - \{(X_0 \sin \theta - Y_0 \cos \theta)^2 - E \sin^2 \theta\} \frac{\sin^2 \theta - B \cos^2 \theta}{\cos^2 \theta - B \sin^2 \theta}}$$

$$b = \sqrt{(X_0 \sin \theta - Y_0 \cos \theta)^2 - E \sin^2 \theta - \{(X_0 \cos \theta + Y_0 \sin \theta)^2 - E \cos^2 \theta\} \frac{\cos^2 \theta - B \sin^2 \theta}{\sin^2 \theta - B \cos^2 \theta}}$$

[0026] なお、耳の穴自体は、耳たぶよりも窪んでいるため、タッチセンサ１５とは接触しない。そのため、耳中心位置は、接触領域内には位置しない。そこで接触領域の重心または楕円近似により決定された中心が接触領域内に位置する場合、耳位置推定部２１は、耳中心位置を、接触領域の重心または中心近傍の接触領域の境界上またはその境界近傍の何れかの点に設定する。例えば、耳位置推定部２１は、接触領域の重心または中心から水平方向にシフトした接触領域の境界上の点を耳中心位置とする。ただし、接触領域が略円弧状になっていれば、耳中心位置は、その円弧の外側よりもその円弧の中心側に位置する可能性が高い。そこで耳位置推定部２１は、接触領域の重心または中心から水平方向にシフトした、接触領域の二つの境界上の点のうち、接触領域の左端と右端の midpoint に近い方の点を耳中心位置とすることが好ましい。

耳位置推定部２１は、耳中心位置の水平座標及び垂直座標を位置ずれ量算出部２２へ出力する。

[0027] 位置ずれ量算出部２２は、耳中心位置とレシーバ１３との筐体１０の前面１０aに平行な方向に沿った距離Lを次式に従って算出し、その距離Lを耳中

心位置とレシーバ13間の位置ずれ量とする。

[数5]

$$L = \sqrt{(X_e - X_{re})^2 + (Y_e - Y_{re})^2} \quad (5)$$

ただし、 (X_e, Y_e) は、それぞれ、筐体10の前面10aに平行な面における耳中心位置の水平方向及び垂直方向の座標を表す。また (X_{re}, Y_{re}) は、それぞれ、筐体10の前面10aに平行な面におけるレシーバ13の中心位置の水平方向及び垂直方向の座標を表す。

位置ずれ量算出部22は、位置ずれ量Lを音量・音質調整部23へ出力する。

[0028] 音量・音質調整部23は、音声調整部の一例であり、耳中心位置とレシーバ13間の位置ずれ量Lに応じて、通話音量を調節する。

一般に、位置ずれ量Lが大きいほど、レシーバ13から発せられる通話音声ユーザの鼓膜に到達し難くなる。そこで音量・音質調整部23は、位置ずれ量Lが大きいほど、通話音声に対する増幅量であるゲインを大きくする。

[0029] 図5は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量とゲインとの関係を示すグラフである。図5において、横軸は位置ずれ量Lを表し、縦軸はゲイン $g(n)$ を表す。グラフ500は、位置ずれ量Lに対するゲイン $g(n)$ を表す。

図5に示されるように、位置ずれ量Lが閾値 THR_{low} 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を0に設定する。また位置ずれ量Lが閾値 THR_{high} 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を最大ゲイン g_{max} に設定する。そして位置ずれ量Lが閾値 THR_{low} 以上 THR_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、位置ずれ量Lが大きくなるほど、ゲイン $g(n)$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、位置ずれ量Lが大きくなるにつれてゲイン $g(n)$ を線形的に増加させる。そして位置ずれ量Lが THR_{low} と THR_{high} の中点であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を $g_{max}/2$ とする。なお、nは通話音声のサンプル点の番号を表す。また最大ゲイン g_{max} は、例えば、10デシベルに

設定される。また音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 以上 THR_{high} 未満である場合、位置ずれ量 L が大きくなるにつれて、ゲイン $g(n)$ を対数関数状あるいはシグモイド関数状に非線形的に増加させてもよい。

なお、閾値 THR_{low} は、例えば、耳の穴の半径または直径に相当する値、例えば、5mmに設定される。すなわち、耳の中心とレシーバ13間の距離が耳の穴の直径未満である場合、レシーバ13から発した通話音声の大部分は直接耳の鼓膜に到達するので、ゲインは最小に設定される。

一方、閾値 THR_{high} は、例えば、耳の穴から耳たぶまでの距離に相当する値、例えば、40mmに設定される。すなわち、レシーバ13が、耳たぶの外に位置するほど耳の中心位置から離れている場合に、ゲインは最大に設定される。あるいは、耳の中心位置が楕円近似によって算出される場合、閾値 THR_{high} は、その楕円近似によって求めた楕円の長軸方向の半径 a あるいはその楕円の中心から垂直方向の半径に設定されてもよい。

[0030] 音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を用いて、次式に従って通話音声信号を増幅する。

[数6]

$$y(n) = 10^{g(n)/20} \cdot x(n) \quad (6)$$

ここで $x(n)$ は、他の電話機から受信した無線信号から再生された通話音声信号であり、 $y(n)$ は、増幅後の通話音声信号である。また n は、通話音声信号の n 番目のサンプリング点を表す。(6)式から明らかなように、ゲイン $g(n)$ が0であれば、通話音声信号は増幅されない。そしてゲイン $g(n)$ が大きくなるほど通話音声信号は増幅される。

音量・音質調整部23は、増幅後の通話音声信号をレシーバ13へ出力する。

[0031] 図6は、第1の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。この音声調整処理は、コントローラ17によって制御される。

[0032] コントローラ 17 の耳位置推定部 21 は、タッチセンサ 15 から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子が含まれる接触領域の重心または中心を求める（ステップ S 101）。耳位置推定部 21 は、その重心または中心が接触領域内に位置するか否かを判定する（ステップ S 102）。重心または中心が接触領域内に位置しなければ（ステップ S 102-No）、耳位置推定部 21 は、その重心または中心を耳中心位置として決定する（ステップ S 103）。一方、重心または中心が接触領域内に位置すれば（ステップ S 102-Yes）、耳位置推定部 21 は、その重心または中心から水平方向に移動した接触領域の境界を耳中心位置として決定する（ステップ S 104）。ステップ S 103 または S 104 の後、耳位置推定部 21 は、その耳中心位置をコントローラ 17 の位置ずれ量算出部 22 へ出力する。

位置ずれ量算出部 22 は、筐体 10 の前面 10a に平行な面における、メモリ 16 に記憶されているレシーバ 13 の中心位置と耳中心位置との距離を位置ずれ量として算出する（ステップ S 105）。そして位置ずれ量算出部 22 は、その位置ずれ量をコントローラ 17 の音量・音質調整部 23 へ出力する。

[0033] 音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量が大きいほどゲインも大きくなるようにゲインを決定する（ステップ S 106）。そして音量・音質調整部 23 は、決定したゲインに応じて、通話音声信号を増幅する（ステップ S 107）。

音量・音質調整部 23 は、増幅された通話音声信号をレシーバ 13 へ出力する。

コントローラ 17 は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、10 秒間、30 秒間あるいは 1 分間ごとにこの音声調整処理のステップ S 101～S 106 の処理を実行する。あるいは、コントローラ 17 は、タッチセンサ 15 に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップ S 101～S 106 の処理を実行してもよい。またコントローラ 17 は、通話音声の

各サンプル点に対してステップS 1 0 7の処理を実行する。

[0034] 以上に説明してきたように、第1の実施形態による携帯電話機は、筐体の前面に近接して配置されたタッチセンサにより検知されたユーザの耳の位置から、耳の中心位置を推定する。そしてこの携帯電話機は、筐体前面に平行な面における、耳の中心位置とレシーバとの位置ずれ量が大きくなるほど、レシーバから出力される通話音声信号に対するゲインを大きくする。そのため、この携帯電話機は、ユーザの耳の位置とレシーバの位置とのずれに応じて、通話音声の音量を適切に調整できる。

[0035] 次に、第2の実施形態による携帯電話機について説明する。

第2の実施形態による携帯電話機は、ユーザの耳とレシーバ間の位置ずれ量に応じて通話音声信号を周波数帯域ごとに調整する。

なお、第2の実施形態による携帯電話機は、第1の実施形態による携帯電話機と比較して、コントローラにより実行される処理のみが異なる。そこで以下では、第2の実施形態による携帯電話機のコントローラについて説明する。第2の実施形態による携帯電話機のその他の構成要素の詳細については、図1及び第1の実施形態による携帯電話機の対応する構成要素の説明を参照されたい。

[0036] 図7は、音声を調整するための機能に関する、第2の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

コントローラ31は、耳位置推定部21と、位置ずれ量算出部22と、音量・音質調整部23と、時間周波数変換部24と、周波数時間変換部25とを有する。コントローラ31が有するこれらの各部は、コントローラ31が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ31が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機1に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機1に実装されてもよい。

なお、図7において、コントローラ31の各部には、図2に示された第1の実施形態による携帯電話機のコントローラ17の対応する構成要素の参照

番号と同じ参照番号を付した。コントローラ 31 の各部のうち、耳位置推定部 21 及び位置ずれ量算出部 22 は、コントローラ 17 の耳位置推定部 21 及び位置ずれ量算出部 22 とそれぞれ同一である。そのため、以下では、音量・音質調整部 23、時間周波数変換部 24 及び周波数時間変換部 25 について説明する。

- [0037] 時間周波数変換部 24 は、基地局からアンテナ 12 を介して受信した無線信号から再生された通話音声信号を、所定のフレーム単位で時間周波数変換することにより、周波数信号を生成する。なお時間周波数変換部 24 は、時間周波数変換として、例えば、高速フーリエ変換を用いる。あるいは、時間周波数変換部 24 は、時間周波数変換として、離散コサイン変換または修正離散コサイン変換を用いてもよい。またフレームの長さは、例えば、20 ミリ秒に設定される。

時間周波数変換部 24 は、生成した周波数信号を音量・音質調整部 23 へ出力する。

- [0038] 音量・音質調整部 23 は、耳中心位置とレシーバ 13 間の位置ずれ量 L に応じて、周波数帯域ごとに周波数信号を増幅することにより、通話音声の音量及び音質を調節する。

音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量が大きいほど、人の音声に相当する周波数帯域に対するゲインを大きくする。また一般に、低周波数の音ほど、位置ずれ量 L が大きくなるにつれて減衰する。そこで音量・音質調整部 23 は、周波数が低いほどゲインを大きくする。

- [0039] 図 8 は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量と最大ゲインとの関係を示すグラフである。図 8 において、横軸は位置ずれ量 L を表し、縦軸はゲインの最大値 $G_{\max}$ を表す。グラフ 800 は、位置ずれ量 L に対するゲインの最大値 $G_{\max}$ を表す。

図 8 に示されるように、位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 未満である場合、音量・音質調整部 23 は、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を 0 に設定する。また位置ずれ量 L が閾値 THR_{high} 以上である場合、音量・音質調整部 23 は、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を所定の

値 G_{const} に設定する。なお所定の値 G_{const} は、例えば、10デシベルに設定される。そして位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 以上 THR_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L が大きくなるほど、ゲインの最大値 G_{max} を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L が大きくなるにつれてゲインの最大値 G_{max} を線形的に増加させる。そして位置ずれ量 L が THR_{low} と THR_{high} の中点であれば、音量・音質調整部23は、ゲインの最大値 G_{max} を $G_{\text{const}}/2$ とする。また音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 以上 THR_{high} 未満である場合、位置ずれ量 L が大きくなるにつれて、ゲインの最大値 G_{max} を対数関数状あるいはシグモイド関数状に非線形的に増加させてもよい。

なお、閾値 THR_{low} 及び THR_{high} は、それぞれ、第1の実施形態による音量・音質調整部23におけるゲイン $g(n)$ を決定するための閾値 THR_{low} 及び THR_{high} と同様に設定される。

[0040] 次に、音量・音質調整部23は、周波数帯域ごとにゲインを決定する。その際、音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L が大きくなるほど減衰し易い周波数帯域を選択的に増幅できるように、周波数帯域ごとのゲインを決定する。

[0041] 図9は、周波数とゲインとの関係の一例を示すグラフである。図9において、横軸は周波数 f を表し、縦軸はゲイン $G(f)$ を表す。グラフ900は、周波数 f に対するゲイン $G(f)$ を表す。

図9に示されるように、周波数 f が閾値 THF_{low} 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を最大ゲイン G_{max} に設定する。また周波数 f が閾値 THF_{high} 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を0に設定する。そして周波数 f が閾値 THF_{low} 以上 THF_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるほど、ゲイン $G(f)$ を単調減少させる。例えば、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるにつれてゲイン $G(f)$ を線形的に減少させる。そして周波数 f が THF_{low} と THF_{high} の中点であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を $G_{\text{max}}/2$ とする。また音量・音質調整部23は、周波数 f が閾値 THF_{low} 以上 THF_{high} 未満である場合、周波数 f が高くなるにつれて、ゲイン $G(f)$

を非線形的に減少させてもよい。

[0042] この結果、閾値 THF_{high} よりも低い周波数帯域に対するゲインは、位置ずれ量 L が大きいほど、閾値 THF_{high} よりも低い周波数帯域に対するゲインよりも大きくなる。

なお、閾値 THF_{high} は、例えば、レシーバ13と耳との間の距離が長くなるほど、他の周波数帯域よりも減衰し易い周波数帯域の上限値、例えば、1000Hz～3000Hzの範囲内の何れかに設定される。一方、閾値 THF_{low} は、閾値 THF_{high} よりも低い値に設定される。例えば、閾値 THF_{low} は1250Hz、及び閾値 THF_{high} は2000Hzに設定される。

[0043] また、音質・音量調整部23は、デジタルのクリップの上限などの制約により、ゲインを単調増加できないことがある。しかし、音質・音量調整部23は、人の声あるいは聴覚にとって重要な周波数帯域の信号を選択的に増幅することで、ユーザの音量感を増すことができる。

図10は、周波数とゲインとの関係の他の一例を示すグラフである。図10において、横軸は周波数 f を表し、縦軸はゲイン $G(f)$ を表す。グラフ1000は、周波数 f に対するゲイン $G(f)$ を表す。

図10に示されるように、周波数 f が閾値 THF_1 未満または THF_4 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を0に設定する。また周波数 f が閾値 THF_2 以上かつ THF_3 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を最大ゲイン G_{max} に設定する。そして周波数 f が閾値 THF_1 以上かつ THF_2 未満である場合、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるほど、ゲイン $G(f)$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるにつれてゲイン $G(f)$ を線形的に増加させる。そして周波数 f が THF_1 と THF_2 の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $G(f)$ を $G_{\text{max}}/2$ とする。さらにまた、周波数 f が閾値 THF_3 以上かつ THF_4 未満である場合、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるほど、ゲイン $G(f)$ を単調減少させる。例えば、音量・音質調整部23は、周波数 f が高くなるにつれてゲイン $G(f)$ を線形的に減少させる。そして周波数 f が THF_3 と THF_4 の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン G

(f) を $G_{\max}/2$ とする。

この結果、閾値 THF_1 よりも高く、かつ閾値 THF_4 よりも低い周波数帯域に対するゲインは、位置ずれ量 L が大きいほど、閾値 THF_1 よりも低い周波数帯域及び閾値 THF_4 よりも高い周波数帯域に対するゲインよりも大きくなる。

なお、閾値 THF_1 は $\sim THF_4$ は、例えば、1000Hz $\sim$ 3500Hz の範囲内で、 $THF_1 < THF_2 < THF_3 < THF_4$ となるように設定される。例えば、閾値 THF_1 は $\sim THF_4$ は、それぞれ、2000Hz、2200Hz、3000Hz、3200Hz に設定される。

[0044] 音量・音質調整部 23 は、各周波数帯域 f について求めたゲイン $G(f)$ を用いて、次式に従って周波数信号を増幅する。

[数7]

$$Y(f) = 10^{G(f)/20} \cdot X(f) \quad (7)$$

ここで $X(f)$ は、周波数帯域 f の周波数信号であり、 $Y(f)$ は、増幅後の周波数帯域 f の周波数信号である。(7) 式から明らかなように、ゲイン $G(f)$ が 0 であれば、周波数信号は増幅されない。そしてゲイン $G(f)$ が大きくなるほど周波数信号は増幅される。

音量・音質調整部 23 は、増幅後の周波数信号を周波数時間変換部 25 へ出力する。

[0045] 周波数時間変換部 25 は、増幅された周波数信号を所定のフレーム単位で周波数時間変換することにより、増幅された通話音声信号を生成する。周波数時間変換部 25 は、周波数時間変換として、時間周波数変換部 24 により用いられた時間周波数変換の逆変換を利用する。またフレームの長さは、時間周波数変換部 24 が実行する時間周波数変換の実行単位であるフレームの長さに対応する。

周波数時間変換部 25 は、増幅された通話音声信号をレシーバ 13 へ出力する。

[0046] 図 11 は、第 2 の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートであ

る。この音声調整処理は、コントローラ 31 によって制御される。

[0047] コントローラ 31 の耳位置推定部 21 は、タッチセンサ 15 から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子が含まれる接触領域の重心または中心を求める（ステップ S 201）。耳位置推定部 21 は、その重心または中心が接触領域内に位置するか否かを判定する（ステップ S 202）。重心または中心が接触領域内に位置しなければ（ステップ S 202-No）、耳位置推定部 21 は、その重心または中心を耳中心位置として決定する（ステップ S 203）。一方、重心または中心が接触領域内に位置すれば（ステップ S 202-Yes）、耳位置推定部 21 は、その重心または中心から水平方向に移動した接触領域の境界を耳中心位置として決定する（ステップ S 204）。ステップ S 203 または S 204 のうち、耳位置推定部 21 は、その耳中心位置をコントローラ 31 の位置ずれ量算出部 22 へ出力する。

位置ずれ量算出部 22 は、筐体 10 の前面 10a に平行な面における、メモリ 16 に記憶されているレシーバ 13 の中心位置と耳中心位置との距離を位置ずれ量として算出する（ステップ S 205）。そして位置ずれ量算出部 22 は、その位置ずれ量をコントローラ 31 の音量・音質調整部 23 へ出力する。

[0048] 音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量が大きいほどゲインの最大値も大きくなるようにゲインの最大値を決定する（ステップ S 206）。そして音量・音質調整部 23 は、周波数帯域ごとに、0 からゲインの最大値以下の範囲でゲインを決定する（ステップ S 207）。例えば、音量・音質調整部 23 は、周波数が高くなるほどゲインを高く設定する。

[0049] またコントローラ 31 の時間周波数変換部 24 は、他の電話機から受信した無線信号から再生された通話音声信号を、所定のフレーム単位で時間周波数変換することにより、周波数信号を生成する（ステップ S 208）。時間周波数変換部 24 は、生成した周波数信号を音量・音質調整部 23 へ出力する。音量・音質調整部 23 は、各周波数帯域のゲインに応じて、周波数信号

を増幅する（ステップS 2 0 9）。そして音量・音質調整部 2 3 は、増幅された周波数信号をコントローラ 3 1 の周波数時間変換部 2 5 へ出力する。

周波数時間変換部 2 5 は、増幅された周波数信号を所定のフレーム単位で周波数時間変換することにより、増幅された通話音声信号を生成する（ステップS 2 1 0）。周波数時間変換部 2 5 は、通話音声信号をレシーバ 1 3 へ出力する。

コントローラ 3 1 は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、10秒間、30秒間あるいは1分間ごとにこの音声調整処理のステップS 2 0 1～S 2 0 7 の処理を実行する。あるいは、コントローラ 3 1 は、タッチセンサ 1 5 に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップS 2 0 1～S 2 0 7 の処理を実行してもよい。またコントローラ 3 1 は、通話音声の各フレームに対してステップS 2 0 8～S 2 1 0 の処理を実行する。

[0050] 以上に説明してきたように、第 2 の実施形態による携帯電話機は、通話音声信号を周波数帯域ごとに増幅する。そしてこの携帯電話機は、筐体前面に平行な面における、耳の中心位置とレシーバとの距離が大きくなるほど、ゲインの最大値を大きくするとともに、周波数帯域ごとにゲインを調節する。そのため、この携帯電話機は、ユーザの耳がレシーバから離れても、減衰しやすい周波数帯域あるいは聴覚上重要な周波数帯域の信号を選択的に増幅できるので、通話音声の音質及び音量をユーザが聞き取り易いように調整できる。

[0051] 次に、第 3 の実施形態による携帯電話機について説明する。

第 3 の実施形態による携帯電話機は、ユーザの耳が携帯電話機に接触している面積に応じて通話音声信号を増幅する。

なお、第 3 の実施形態による携帯電話機は、第 1 の実施形態による携帯電話機と比較して、コントローラにより実行される処理が異なる。そこで以下では、第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラについて説明する。第 3 の実施形態による携帯電話機のその他の構成要素の詳細については、図 1 及び第 1 の実施形態による携帯電話機の対応する構成要素の説明を参照さ

りたい。

[0052] 図 1 2 は、音声を調整するための機能に関する、第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

コントローラ 4 1 は、接触面積算出部 2 6 と、音量・音質調整部 2 3 とを有する。コントローラ 4 1 が有するこれらの各部は、コントローラ 4 1 が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ 4 1 が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよい。

なお、図 1 2 において、コントローラ 4 1 の各部には、図 2 に示された第 1 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 1 7 の対応する構成要素の参照番号と同じ参照番号を付した。

[0053] 接触面積算出部 2 6 は、コントローラ 4 1 が通話処理を実行している間にタッチセンサ 1 5 から受け取った接触位置信号に基づいて、ユーザの耳がタッチセンサ 1 5 と接触している接触領域の面積を推定する。

具体的には、接触面積算出部 2 6 は、タッチセンサ 1 5 が有する複数のセンサ素子のうち、物体が接触していることを検知したセンサ素子の総数を接触領域の面積 S とする。あるいは、接触面積算出部 2 6 は、物体が接触していることを検知したセンサ素子の総数に、センサ素子が有するセンサ面の面積を乗じた値を接触領域の面積 S としてもよい。そして接触面積算出部 2 6 は、接触領域の面積 S を音量・音質調整部 2 3 へ出力する。

[0054] 音量・音質調整部 2 3 は、接触領域の面積 S に応じて通話音量を調整する。

一般に、レシーバ 1 3 から発する音がユーザにとって聞こえ難ければ、ユーザは耳をできるだけレシーバ 1 3 に近づけようとする。そして耳がレシーバ 1 3 に近づくほど、レシーバ 1 3 の前面に配置されたタッチセンサ 1 5 と耳との接触領域の面積は増加する。逆に、ユーザは、レシーバ 1 3 から発する音を大き過ぎると感じる時、ユーザは、耳をレシーバ 1 3 から離そうとする。その結果、タッチセンサ 1 5 と耳との接触領域の面積は減少する。

このように、接触領域の面積は、ユーザにとって通話音声聞こえ易いか否かを判定するための指標となり、特に、接触領域の面積が大きいほど、ユーザは通話音声を聞こえ難いと感じている可能性が高い。そこで音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きいほど通話音量が大きくなるように、通話音量を調整する。

[0055] 図13は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積とゲインとの関係を示すグラフである。図13において、横軸は接触領域の面積 S を表し、縦軸はゲイン $g(n)$ を表す。グラフ1300は、接触領域の面積 S に対するゲイン $g(n)$ を表す。

図13に示されるように、接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を0に設定する。また接触領域の面積 S が閾値 THS_{high} 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を最大ゲイン g_{max} に設定する。そして接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 以上 THS_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるほど、ゲイン $g(n)$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるにつれてゲイン g を線形的に増加させる。そしてこの場合、接触領域の面積 S が THS_{low} と THS_{high} の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を $g_{max}/2$ とする。なお、 n は通話音声のサンプル点の番号を表す。また最大ゲイン g_{max} は、例えば、10デシベルに設定される。

なお、閾値 THS_{low} は、例えば、予め実験などによって測定された、ユーザが通話音声を良好に聞けると感じる時の耳と携帯電話機との接触領域の面積の平均値に相当する値に設定される。一方、閾値 THS_{high} は、例えば、予め実験などによって測定された、ユーザが通話音声を聞き難いと感じて耳を携帯電話機に押し当てたときの耳と携帯電話機との接触領域の面積の平均値に相当する値に設定される。

例えば、タッチセンサが有する各センサ素子が、 1mm^2 のサイズのセンサ面を有している場合、閾値 THS_{low} 及び閾値 THS_{high} は、それぞれ、720及び790に設定される。

[0056] 音量・音質調整部23は、第1の実施形態と同様に、ゲイン $g(n)$ を用いて、(6)式に従って通話音声を増幅する。

音量・音質調整部23は、増幅後の通話音声信号をレシーバ13へ出力する。

[0057] 図14は、第3の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。この音声調整処理は、コントローラ41によって制御される。

[0058] コントローラ41の接触面積算出部26は、タッチセンサ15から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を耳とレシーバ13との接触領域の面積として求める(ステップS301)。接触面積算出部26は、その接触領域の面積をコントローラ41の音量・音質調整部23へ出力する。

[0059] 音量・音質調整部23は、接触領域の面積が大きいほどゲインも大きくなるようにゲインを決定する(ステップS302)。そして音量・音質調整部23は、決定したゲインに応じて、通話音声信号を増幅する(ステップS303)。

音量・音質調整部23は、増幅された通話音声信号をレシーバ13へ出力する。

コントローラ41は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、10秒間、30秒間あるいは1分間ごとにこの音声調整処理のステップS301及びS302の処理を実行する。あるいは、コントローラ41は、タッチセンサ15に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップS301及びS302の処理を実行してもよい。またコントローラ41は、通話音声の各サンプル点に対してステップS303の処理を実行する。

[0060] 以上に説明してきたように、第3の実施形態による携帯電話機は、筐体の前面に近接して配置されたタッチセンサにより検知されたユーザの耳とタッチセンサの接触面積が大きくなるほど、レシーバから出力される通話音声信号のゲインを大きくする。そのため、この携帯電話機は、通話音声の音量を適切に調整できる。

[0061] 次に、第４の実施形態による携帯電話機について説明する。

第４の実施形態による携帯電話機は、ユーザの耳とタッチセンサとの接触領域の面積に応じて通話音声信号を周波数帯域ごとに増幅する。

なお、第４の実施形態による携帯電話機は、第１の実施形態による携帯電話機と比較して、コントローラにより実行される処理が異なる。そこで以下では、第４の実施形態による携帯電話機のコントローラについて説明する。第４の実施形態による携帯電話機のその他の構成要素の詳細については、図１及び第１の実施形態による携帯電話機の対応する構成要素の説明を参照されたい。

[0062] 図１５は、音声を調整するための機能に関する、第４の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

コントローラ５１は、音量・音質調整部２３と、時間周波数変換部２４と、周波数時間変換部２５と、接触面積算出部２６とを有する。コントローラ５１が有するこれらの各部は、コントローラ５１が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ５１が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機１に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機１に実装されてもよい。

なお、図１５において、コントローラ５１の各部には、図２、７及び図１２に示された第１～３の何れかの実施形態による携帯電話機のコントローラの対応する構成要素の参照番号と同じ参照番号を付した。コントローラ５１の各部のうち、接触面積算出部２６は、第３の実施形態によるコントローラ４１の接触面積算出部２６と同一である。またコントローラ５１の各部のうち、時間周波数変換部２４及び周波数時間変換部２５は、第２の実施形態によるコントローラ３１の時間周波数変換部２４及び周波数時間変換部２５と同一である。

[0063] コントローラ５１の音量・音質調整部２３は、接触面積算出部２６により求められた、耳とタッチセンサ１５との接触領域の面積に応じて、周波数帯

域ごとの最大ゲイン $G_{\max}$ を決定する。

[0064] 図16は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積と最大ゲインとの関係を示すグラフである。図16において、横軸は接触領域の面積 S を表し、縦軸はゲインの最大値 $G_{\max}$ を表す。グラフ1600は、接触領域の面積 S に対するゲインの最大値 $G_{\max}$ を表す。

図16に示されるように、接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を0に設定する。また接触領域の面積 S が閾値 THS_{high} 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を所定の値 G_{const} に設定する。なお所定の値 G_{const} は、例えば、10デシベルに設定される。そして接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 以上 THS_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるほど、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるにつれてゲインの最大値 $G_{\max}$ を線形的に増加させる。そして接触領域の面積 S が THS_{low} と THS_{high} の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を $G_{\text{const}}/2$ とする。また音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 以上 THS_{high} 未満である場合、接触領域の面積 S が大きくなるにつれて、ゲインの最大値 $G_{\max}$ を非線形的に増加させてもよい。

なお、閾値 THS_{low} 及び THS_{high} は、それぞれ、第3の実施形態による音量・音質調整部23におけるゲイン $g(n)$ を決定するための閾値 THS_{low} 及び THS_{high} と同様に設定される。

[0065] 最大ゲインが決定されると、音量・音質調整部23は、周波数帯域ごとのゲインを決定する。その際、音量・音質調整部23は、周波数が低いほどゲインが大きくなるように、あるいは、特定の周波数帯域に対するゲインが他の周波数帯域よりも大きくなるように、周波数帯域ごとのゲインを決定する。音量・音質調整部23は、例えば、第2の実施形態による音量・音質調整部23と同様に、図9に示される周波数に対するゲインの特性を用いて周波数帯域ごとのゲインを決定できる。

この結果、音量・音質調整部23は、閾値 THF_{high} よりも低い周波数帯域に対

するゲインを、接触領域の面積 S が大きいほど、閾値 THF_{high} よりも高い周波数帯域に対するゲインよりも大きい値に設定する。

あるいは、音量・音質調整部23は、図10に示される周波数に対するゲインの特性を用いて周波数帯域ごとのゲインを決定してもよい。

音量・音質調整部23は、周波数帯域ごとに、(7)式に従って周波数信号を増幅する。そして音量・音質調整部23は増幅した周波数信号を周波数時間変換部25へ出力する。

[0066] 図17は、第4の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。この音声調整処理は、コントローラ51によって制御される。

[0067] コントローラ51の接触面積算出部26は、タッチセンサ15から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を耳とレシーバ13との接触領域の面積として求める(ステップS401)。接触面積算出部26は、その接触領域の面積をコントローラ51の音量・音質調整部23へ出力する。

[0068] 音量・音質調整部23は、接触領域の面積が大きいほどゲインの最大値も大きくなるようにゲインの最大値を決定する(ステップS402)。そして音量・音質調整部23は、周波数帯域ごとに、0からゲインの最大値以下の範囲でゲインを決定する(ステップS403)。例えば、音量・音質調整部23は、周波数が高くなるほどゲインを低く設定する。あるいは、音量・音質調整部23は、特定周波数帯域のゲインを他の周波数帯域に対するゲインよりも高く設定する。

[0069] またコントローラ51の時間周波数変換部24は、他の電話機から受信した無線信号から再生された通話音声信号を、所定のフレーム単位で時間周波数変換することにより、周波数信号を生成する(ステップS404)。時間周波数変換部24は、生成した周波数信号を音量・音質調整部23へ出力する。音量・音質調整部23は、各周波数帯域のゲインに応じて周波数信号を増幅する(ステップS405)。そして音量・音質調整部23は、増幅された周波数信号をコントローラ51の周波数時間変換部25へ出力する。

周波数時間変換部 25 は、増幅された周波数信号を所定のフレーム単位で周波数時間変換することにより、増幅された通話音声信号を生成する（ステップ S 406）。周波数時間変換部 25 は、通話音声信号をレシーバ 13 へ出力する。

コントローラ 51 は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、10 秒間、30 秒間あるいは 1 分間ごとにこの音声調整処理のステップ S 401 ~ S 403 の処理を実行する。あるいは、コントローラ 51 は、タッチセンサ 15 に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップ S 401 ~ S 403 の処理を実行してもよい。またコントローラ 51 は、通話音声の各フレームに対してステップ S 404 ~ S 406 の処理を実行する。

[0070] 以上に説明してきたように、第 4 の実施形態による携帯電話機は、通話音声信号を周波数帯域ごとに増幅する。そしてこの携帯電話機は、ユーザの耳とタッチセンサとの接触領域の面積が大きくなるほど、ゲインの最大値を大きくするとともに、周波数帯域ごとにゲインを調節する。そのため、この携帯電話機は、ユーザの耳が携帯電話機に押し付けられているほど、特定の周波数帯域の信号を選択的に増幅できるので、通話音声信号の音質及び音量をユーザが聞き取り易いように調整できる。

[0071] 次に、第 5 の実施形態による携帯電話機について説明する。

第 5 の実施形態による携帯電話機は、ユーザの耳が携帯電話機に接触している領域の面積の平均的な値に対する、現時点におけるその面積との比較結果に応じて通話音声信号を増幅する。

なお、第 5 の実施形態による携帯電話機は、第 1 の実施形態及び第 3 の実施形態による携帯電話機と比較して、コントローラにより実行される処理が異なる。そこで以下では、第 5 の実施形態による携帯電話機のコントローラについて説明する。第 5 の実施形態による携帯電話機のその他の構成要素の詳細については、図 1 及び第 1 の実施形態による携帯電話機の対応する構成要素の説明を参照されたい。

[0072] 図 18 は、音声を調整するための機能に関する、第 5 の実施形態による携

帯電話機のコントローラの概略構成図である。

コントローラ 61 は、音量・音質調整部 23 と、接触面積算出部 26 と、平均接触面積算出部 27 と、比較部 28 とを有する。コントローラ 61 が有するこれらの各部は、コントローラ 61 が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ 61 が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよい。

なお、図 18 において、コントローラ 61 の各部には、図 12 に示された第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 41 の対応する構成要素の参照番号と同じ参照番号を付した。

[0073] 接触面積算出部 26 は、第 3 の実施形態によるコントローラ 41 の接触面積算出部 26 と同様に、ユーザの耳とタッチセンサ 15 との接触領域の面積を算出する。そして接触面積算出部 26 は、その接触領域の面積を平均接触面積算出部 27 及び比較部 28 へ出力する。

[0074] 平均接触面積算出部 27 は、ユーザの耳とタッチセンサ 15 との接触領域の面積の時間変化による平均値を次式に従って算出する。

[数8]

$$S_{ave}(m) = a \cdot S(m) + b \cdot S_{ave}(m-1) \quad (8)$$

ここで $S(m)$ は最新の接触領域の面積を表す。 $S_{ave}(m)$ は、最新の接触領域の面積の平均値を表す。また $S_{ave}(m-1)$ は、接触領域の面積が前回計算されたときの接触領域の面積の平均値を表す。平均接触面積算出部 27 は、接触領域の面積の平均値を算出する際に、携帯電話機 1 が有するメモリ 16 からこの $S_{ave}(m-1)$ を読み出して使用する。なお、 $S_{ave}(m-1)$ の初期値は、例えば、レシーバ 13 から発する音を人が良好に聞き取れるときの接触領域の面積に設定され、予めメモリ 16 に記憶される。また a 、 b は忘却係数であり、この忘却係数 a 、 b は

、 $a+b=1$ となるように設定され、例えば、 $a=0.01$ かつ $b=0.99$ である。

平均接触面積算出部 27 は、接触領域の面積の平均値 $S_{ave}(m)$ を算出する度に、その平均値 $S_{ave}(m)$ をメモリ 16 に記憶させるとともに、比較部 28 へ出力する。

[0075] 比較部 28 は、最新の接触領域の面積 $S(m)$ と接触領域の面積の平均値 $S_{ave}(m)$ との差 $\Delta S (=S(m)-S_{ave}(m))$ を求める。そして比較部 28 は、その差 ΔS を音量・音質調整部 23 へ出力する。

[0076] 音量・音質調整部 23 は、最新の接触領域の面積 $S(n)$ と接触領域の面積の平均値 $S_{ave}(n)$ との差 ΔS に応じてゲインを決定する。

一般に、 ΔS の絶対値が小さいほど、最新の状態におけるユーザの耳とタッチセンサ 15 との接触領域の面積は、ユーザが通話音声を聞くときの標準的な状態における耳とタッチセンサ 15 との接触領域の面積に近い。そしてユーザが通話音声を聞くときの標準的な状態では、ユーザはレシーバ 13 から発する音を良好に聞き取れていると推定される。そのため、 ΔS の絶対値が小さいほど、通話音量は適正な値に設定されていると推定される。

一方、 ΔS が大きいほど、ユーザは標準的な状態よりも耳を携帯電話機 1 に押し付けているので、ユーザは通話音声を聞き取り難いと推定される。そのため、 ΔS が大きいほど、音量・音質調整部 23 はゲインを高く設定することが好ましい。

逆に、 ΔS が小さいほど、ユーザは標準的な状態よりも耳を携帯電話機 1 から離しているので、ユーザにとって通話音量が大き過ぎると推定される。そのため、 ΔS が小さいほど、音量・音質調整部 23 はゲインを低く設定することが好ましい。

[0077] 図 19 は、接触領域の面積とその平均値との差とゲインとの関係を示すグラフである。図 19 において、接触領域の面積の差 ΔS を表し、縦軸はゲイン $g(n)$ を表す。グラフ 1900 は、接触領域の面積の差 ΔS に対するゲイン $g(n)$ を表す。

図 19 に示されるように、接触領域の面積の差 ΔS が閾値 THD_2 以上かつ THD_3

未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を0に設定する。また接触領域の面積の差 ΔS が閾値 THD_4 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を最大ゲイン g_{max} に設定する。そして接触領域の面積の差 ΔS が閾値 THD_3 以上 THD_4 未満である場合、音量・音質調整部23は、接触領域の面積の差 ΔS が大きくなるほど、すなわち、標準的な状態における接触領域の面積よりも現時点での接触領域の面積が大きいほど、ゲイン g を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、接触領域の面積の差 ΔS に応じて線形的にゲイン $g(n)$ を増加させ、接触領域の面積の差 ΔS が THD_3 と THD_4 の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を $g_{max}/2$ とする。

一方、接触領域の面積の差 ΔS が閾値 THD_1 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を最小ゲイン g_{min} に設定する。そして接触領域の面積の差 ΔS が閾値 THD_1 以上 THD_2 未満である場合、音量・音質調整部23は、接触領域の面積の差 ΔS が小さくなるほど、すなわち、標準的な状態における接触領域の面積よりも現時点での接触領域の面積が小さいほど、ゲイン $g(n)$ を単調減少させる。例えば、音量・音質調整部23は、接触領域の面積の差 ΔS の絶対値が大きくなるにつれて線形的にゲイン $g(n)$ を減少させ、接触領域の面積の差 ΔS が THD_1 と THD_2 の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲイン $g(n)$ を $g_{min}/2$ とする。

なお、 n は通話音声のサンプル点の番号を表す。また最大ゲイン g_{max} 及び最小ゲイン g_{min} は、それぞれ、例えば、10デシベル及び-10デシベルに設定される。

なお、閾値 THD_1 は、例えば、耳が携帯電話機1から離れた状態に対応する値に設定される。また閾値 THD_2 及び THD_3 は、例えば、耳とタッチセンサ15との接触領域の面積が標準的な状態に対応する面積の下限值及び上限値に相当する値に設定される。そして閾値 THD_4 は、例えば、ユーザが標準的な状態よりも耳を携帯電話機1に押し付けた場合に相当する値に設定される。例えば、タッチセンサ15の各センサ素子が 1mm^2 の面積を持つセンサ面を有している場合、閾値 $THD_1 \sim THD_4$ は、それぞれ、 $-S_{ave}(n)$ 、-10、10及び90に設定される。

[0078] 音量・音質調整部23は、第1の実施形態と同様に、ゲイン $g(n)$ を用いて

、（６）式に従って通話音声を増幅する。

音量・音質調整部２３は、増幅後の通話音声信号をレシーバ１３へ出力する。

[0079] 図２０は、第５の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。この音声調整処理は、コントローラ６１によって制御される。

[0080] コントローラ６１の接触面積算出部２６は、タッチセンサ１５から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を耳とレシーバ１３との接触領域の面積として求める（ステップＳ５０１）。接触面積算出部２６は、その接触領域の面積 $S(m)$ をコントローラ６１の平均接触面積算出部２７及び比較部２８へ出力する。

平均接触面積算出部２７は、接触領域の面積の時間的な変動に対する平均値 $S_{ave}(m)$ を算出する（ステップＳ５０２）。そして平均接触面積算出部２７は、その平均値 $S_{ave}(m)$ をメモリ１６に記憶させるとともに、比較部２８へ出力する。比較部２８は、最新の接触領域の面積 $S(m)$ と、接触領域の面積の平均値 $S_{ave}(m)$ との差 $\Delta S(m)$ を算出する（ステップＳ５０３）。そして比較部２８は、その差 $\Delta S(m)$ をコントローラ６１の音量・音質調整部２３へ出力する。

[0081] 音量・音質調整部２３は、その差 ΔS に応じてゲインを決定する（ステップＳ５０４）。そして音量・音質調整部２３は、決定したゲインに応じて、通話音声信号を増幅する（ステップＳ５０５）。

音量・音質調整部２３は、増幅された通話音声信号をレシーバ１３へ出力する。

コントローラ６１は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、１０秒間、３０秒間あるいは１分間ごとにこの音声調整処理のステップＳ５０１～Ｓ５０４の処理を実行する。あるいは、コントローラ６１は、タッチセンサ１５に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップＳ５０１～Ｓ５０４の処理を実行してもよい。またコントローラ６１は、通話音声の各サンプル点に対してステップＳ５０５の処理を実行する。

[0082] 以上に説明してきたように、第５の実施形態による携帯電話機は、標準的

な状態におけるユーザの耳とタッチセンサの接触領域の面積と最新の状態におけるユーザの耳とタッチセンサの接触領域の面積の差に応じてレシーバから出力される通話音量を調節する。このように、この携帯電話機は、標準的な状態を基準として通話音声の音量を調整できる。また標準的な状態に相当する接触領域の面積は順次更新される。そのため、ユーザがこの携帯電話機を使用するほど、この携帯電話機は、ユーザにとってより適切な通話音量に調節することができる。

[0083] なお、第5の実施形態による携帯電話機の変形例として、コントローラは、接触領域の面積の代わりに、レシーバとユーザの耳の中心位置との位置ずれ量を算出し、その位置ずれ量の時間変動による平均値を算出してもよい。そしてコントローラは、最新の状態における位置ずれ量と、位置ずれ量の平均値との差に応じてゲインを調節してもよい。この場合、コントローラは、その差が大きいほどゲインを高く設定し、逆にその差が負の大きい値となるほどゲインを低く設定することができる。

[0084] 次に、第6の実施形態による携帯電話機について説明する。

第6の実施形態による携帯電話機は、ユーザの耳がタッチセンサに接触している領域の面積とユーザの耳とレシーバ間の位置ずれ量の両方に基づいて通話音声信号に対するゲインを調節する。

なお、第6の実施形態による携帯電話機は、第1の実施形態及び第3の実施形態による携帯電話機と比較して、コントローラにより実行される処理が異なる。そこで以下では、第6の実施形態による携帯電話機のコントローラについて説明する。第6の実施形態による携帯電話機のその他の構成要素の詳細については、図1及び第1の実施形態による携帯電話機の対応する構成要素の説明を参照されたい。

[0085] 図21は、音声を調整するための機能に関する、第6の実施形態による携帯電話機のコントローラの概略構成図である。

コントローラ71は、耳位置推定部21と、位置ずれ量算出部22と、音量・音質調整部23と、接触面積算出部26とを有する。コントローラ71

が有するこれらの各部は、コントローラ 71 が有するプロセッサ上で実行されるコンピュータプログラムとして実装される。あるいは、コントローラ 71 が有するこれらの各部は、それぞれ別個の演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよく、あるいは、これらの各部の機能を実現する一つの演算回路として携帯電話機 1 に実装されてもよい。

なお、図 21 において、コントローラ 71 の各部には、図 2 に示された第 1 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 17 及び図 12 に示された第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 41 の対応する構成要素の参照番号と同じ参照番号を付した。

[0086] 耳位置推定部 21 は、コントローラ 71 が通話処理を実行している間にタッチセンサ 15 から受け取った接触位置信号に基づいて、耳の中心位置を推定する。そして耳位置推定部 21 は、耳の中心位置を位置ずれ量算出部 22 へ出力する。

位置ずれ量算出部 22 は、携帯電話機 1 の筐体 10 の前面 10a に平行な面における、耳の中心位置とレシーバ 13 の中心位置間の距離 L を位置ずれ量として算出する。そして位置ずれ量算出部 22 は、その位置ずれ量を音量・音質調整部 23 へ出力する。

なお、耳位置推定部 21 及び位置ずれ量算出部 22 は、それぞれ、第 1 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 17 が有する耳位置推定部 21 及び位置ずれ量算出部 22 と同一である。そのため、耳位置推定部 21 及び位置ずれ量算出部 22 の詳細な説明については、第 1 の実施形態に関する対応する説明を参照されたい。

[0087] 接触面積算出部 26 は、コントローラ 71 が通話処理を実行している間にタッチセンサ 15 から受け取った接触位置信号に基づいて、耳とタッチセンサ 15 との接触領域の面積 S を算出する。そして接触面積算出部 26 は、その接触領域の面積 S を音量・音質調整部 23 へ出力する。

なお、接触面積算出部 26 は、第 3 の実施形態による携帯電話機のコントローラ 41 が有する接触面積算出部 26 と同一である。そのため、接触面積

算出部 26 の詳細な説明については、第 3 の実施形態に関する対応する説明を参照されたい。

[0088] 音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量 L が大きいほど、または接触領域の面積 S が大きいほどゲインも大きくなるようにゲインを設定する。ただし、通話音声信号の歪みが大きくなり過ぎることを防止するために、音量・音質調整部 23 は、ゲインを予め設定された最大ゲイン $g_{\max}$ 以下となるように設定する。本実施形態では、音量・音質調整部 23 は、先ず位置ずれ量 L に応じてゲイン $g_L(n)$ を求める。そして音量・音質調整部 23 は、接触領域の面積 S に応じて、ゲイン $g(n)$ を $g_{\max}$ から位置ずれ量 L に応じて決定された $g_L(n)$ の範囲内で補正する。

[0089] 図 22 は、耳中心位置とレシーバ間の位置ずれ量とゲインとの関係を示すグラフである。図 22 において、横軸は位置ずれ量 L を表し、縦軸はゲイン $g_L(n)$ を表す。グラフ 2200 は、位置ずれ量に対するゲインを表す。

図 22 に示されるように、位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 未満である場合、音量・音質調整部 23 は、ゲイン $g_L(n)$ を 0 に設定する。また位置ずれ量 L が閾値 THR_{high} 以上である場合、音量・音質調整部 23 は、ゲイン $g_L(n)$ を最大ゲイン $g_{\max}$ に設定する。そして位置ずれ量 L が閾値 THR_{low} 以上 THR_{high} 未満である場合、音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量 L が大きくなるほど、ゲイン $g_L(n)$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部 23 は、位置ずれ量 L が大きくなるにつれてゲイン $g_L(n)$ を線形的に増加させる。そして位置ずれ量 L が THR_{low} と THR_{high} の中点であれば、音量・音質調整部 23 は、ゲイン $g_L(n)$ を $g_{\max}/2$ とする。なお、 n は通話音声のサンプル点の番号を表す。また最大ゲイン $g_{\max}$ は、例えば、10 デシベルに設定される。

なお、閾値 THR_{low} は、例えば、耳の穴の半径または直径に相当する値、例えば、5mm に設定される。また閾値 THR_{high} は、例えば、耳の穴から耳たぶまでの距離に相当する値、例えば、40mm に設定される。

[0090] 図 23 は、耳とタッチセンサとの接触領域の面積とゲインの補正量との関係を示すグラフである。図 23 において、横軸は接触領域の面積 S を表し、縦

軸はゲインの補正量 $g_c(n)$ を表す。グラフ2300は、接触領域の面積 S に対するゲインの補正量 $g_c(n)$ を表す。

図23に示されるように、接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 未満である場合、音量・音質調整部23は、ゲインの補正量 $g_c(n)$ を0に設定する。また接触領域の面積 S が閾値 THS_{high} 以上である場合、音量・音質調整部23は、ゲインの補正量 $g_c(n)$ を最大ゲイン g_{max} と位置ずれ量 L に応じて設定されたゲイン $g_L(n)$ との差($g_{max}-g_L(n)$)に設定する。そして接触領域の面積 S が閾値 THS_{low} 以上 THS_{high} 未満である場合、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるほど、ゲインの補正量 $g_c(n)$ を単調増加させる。例えば、音量・音質調整部23は、接触領域の面積 S が大きくなるにつれてゲインの補正量 $g_c(n)$ を線形的に増加させる。そしてこの場合、接触領域の面積 S が THS_{low} と THS_{high} の midpoint であれば、音量・音質調整部23は、ゲインの補正量 $g_c(n)$ を $(g_{max}-g_L(n))/2$ とする。なお、 n は通話音声のサンプル点の番号を表す。

なお、閾値 THS_{low} は、例えば、予め実験などによって測定された、ユーザが通話音声を良好に聞けると感じる際の耳と携帯電話機との接触領域の面積の平均値に相当する値に設定される。一方、閾値 THS_{high} は、例えば、予め実験などによって測定された、ユーザが通話音声を聞き難いと感じて耳を携帯電話機に押し当てたときの耳と携帯電話機との接触領域の面積の平均値に相当する値に設定される。

[0091] 音量・音質調整部23は、位置ずれ量 L に応じて求められたゲイン $g_L(n)$ に、接触領域の面積 S に応じて求められたゲインの補正量 $g_c(n)$ を加算することにより、補正されたゲイン $g(n)$ を算出する。

そして音量・音質調整部23は、補正されたゲイン $g(n)$ を用いて、(6)式に従って通話音声信号を増幅し、増幅後の通話音声信号をレシーバ13へ出力する。

[0092] 図24は、第6の実施形態による音声調整処理の動作フローチャートである。この音声調整処理は、コントローラ71によって制御される。

[0093] コントローラ71の耳位置推定部21は、タッチセンサ15から受信した

接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子が含まれる接触領域の重心または中心を求める（ステップS601）。耳位置推定部21は、その重心または中心が接触領域内に位置するか否かを判定する（ステップS602）。重心または中心が接触領域内に位置しなければ（ステップS602-No）、耳位置推定部21は、その重心または中心を耳中心位置として決定する（ステップS603）。一方、重心または中心が接触領域内に位置すれば（ステップS602-Yes）、耳位置推定部21は、その重心または中心から水平方向に移動した接触領域の境界を耳中心位置として決定する（ステップS604）。ステップS603またはS604のうち、耳位置推定部21は、その耳中心位置をコントローラ71の位置ずれ量算出部22へ出力する。

位置ずれ量算出部22は、筐体10の前面10aに平行な面における、メモリ16に記憶されているレシーバ13の中心位置と耳中心位置との距離を位置ずれ量として算出する（ステップS605）。そして位置ずれ量算出部22は、その位置ずれ量をコントローラ71の音量・音質調整部23へ出力する。

[0094] またコントローラ71の接触面積算出部26は、タッチセンサ15から受信した接触位置信号に基づいて、物体と接触したことを検知したセンサ素子の総数を耳とレシーバ13との接触領域の面積として求める（ステップS606）。接触面積算出部26は、その接触領域の面積を音量・音質調整部23へ出力する。

[0095] 音量・音質調整部23は、位置ずれ量が大きいくほどゲイン $g_L(n)$ も大きくなるようにゲイン $g_L(n)$ を決定する（ステップS607）。さらに音量・音質調整部23は、接触領域の面積が大きくなるほどゲインの補正值 $g_c(n)$ も大きくなるようにゲインの補正值 $g_c(n)$ を算出する（ステップS608）。そして音量・音質調整部23は、ゲイン $g_L(n)$ に補正值 $g_c(n)$ を加算することにより、補正されたゲイン $g(n)$ を算出する（ステップS609）。

音量・音質調整部23は、ゲインに応じて通話音声信号を増幅する（ステ

ップS 6 1 0)。そして音量・音質調整部23は、増幅された通話音声信号をレシーバ13へ出力する。

コントローラ71は、例えば、通話処理の実行中、一定期間、例えば、10秒間、30秒間あるいは1分間ごとにこの音声調整処理のステップS 6 0 1～S 6 0 9の処理を実行する。あるいは、コントローラ71は、タッチセンサ15に接触した物体が検知される度に、この音声調整処理のステップS 6 0 1～S 6 0 9の処理を実行してもよい。またコントローラ71は、通話音声の各サンプル点に対してステップS 6 1 0の処理を実行する。

[0096] 以上に説明してきたように、第6の実施形態による携帯電話機は、耳の中心位置とレシーバとの距離とともに耳とタッチセンサの接触領域の面積に基づいてゲインを決定する。そのため、この携帯電話機は、通話音声の音量をより適切に調整できる。

[0097] なお、第6の実施形態による携帯電話機の変形例として、コントローラは、接触領域の面積に基づいてゲインを算出し、かつレシーバとユーザの耳の中心位置との位置ずれ量に基づいてゲインの補正量を算出してもよい。この場合、コントローラは、面積に基づいて算出されたゲインに位置ずれ量に基づいて算出されたゲインの補正量を加算することにより、通話音声信号に対するゲインを決定する。

[0098] また、各実施形態による携帯電話機のコントローラは、通話処理中に限らず、レシーバから音を出力するアプリケーションの実行中に、タッチセンサから受信した接触位置信号に基づいて、そのアプリケーションにより発生する音の音量及び音質を調整してもよい。

[0099] ここに挙げられた全ての例及び特定の用語は、読者が、本発明及び当該技術の促進に対する本発明者により寄与された概念を理解することを助ける、教示的な目的において意図されたものであり、本発明の優位性及び劣等性を示すことに関する、本明細書の如何なる例の構成、そのような特定の挙げられた例及び条件に限定しないように解釈されるべきものである。本発明の実施形態は詳細に説明されているが、本発明の精神及び範囲から外れることな

く、様々な変更、置換及び修正をこれに加えることが可能であることを理解されたい。

符号の説明

[0100]	1	携帯電話機
	1 0	筐体
	1 0 a	筐体前面
	1 1	操作部
	1 2	アンテナ
	1 3	レシーバ
	1 4	マイクロホン
	1 5	タッチセンサ
	1 6	メモリ
	1 7、3 1、4 1、5 1、6 1、7 1	コントローラ
	2 1	耳位置推定部
	2 2	位置ずれ量算出部
	2 3	音量・音質調整部
	2 4	時間周波数変換部
	2 5	周波数時間変換部
	2 6	接触面積算出部
	2 7	平均接触面積算出部
	2 8	比較部

請求の範囲

- [請求項1] 筐体と、
 前記筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、
 前記筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部と、
 前記接触検出部により検知された物体の接触位置と前記音声出力器間の距離を算出する位置ずれ量算出部と、
 前記距離に応じて前記音声出力器から発せられる音声を調整する音声調整部と、
 を有する電話機。
- [請求項2] 前記距離は、前記筐体の接触面における、前記接触検出部により検知された物体の接触位置と前記音声出力器間の距離とする、請求項1に記載の電話機。
- [請求項3] 前記音声調整部は、前記距離が大きくなるほど前記音声の音量を大きくする、請求項1に記載の電話機。
- [請求項4] 入力された第1の音声信号を時間周波数変換することにより、周波数信号を生成する時間周波数変換部と、
 前記周波数信号を周波数時間変換することにより前記音声出力器へ出力する第2の音声信号を生成する周波数時間変換部とをさらに有し、
 前記音声調整部は、前記距離が大きくなるほど、前記周波数信号に含まれる第1の周波数帯域の信号に対する第1の増幅量を、前記周波数信号に含まれる当該第1の周波数帯域よりも高い第2の周波数帯域の信号に対する第2の増幅量よりも大きくし、該第1の増幅量及び該第2の増幅量を用いて前記周波数信号を増幅し、当該増幅された周波数信号を前記周波数時間変換部へ出力する、請求項1に記載の電話機。
- [請求項5] 前記接触検出部と前記物体とが接触した領域の重心または中心を求め、当該重心または中心が前記領域内に位置する場合、当該重心また

は中心近傍の前記領域の境界を前記物体の位置として検出する物体位置推定部をさらに有する、請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の電話機。

[請求項6] 前記接触検出部と前記物体との接触領域の面積を算出する接触面積算出部をさらに有し、

前記音声調整部は、前記接触領域の面積が大きくなるほど前記音声の音量を大きくする、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の電話機。

[請求項7] 筐体と、

前記筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、

前記筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部とを有する電話機の音声調整方法であって、

前記接触検出部により検知された物体の接触位置と前記音声出力器間の距離を算出し、

前記距離に応じて前記音声出力器から発せられる音声を調整する、ことを含む電話機の音声調整方法。

[請求項8] 筐体と、

前記筐体内に配置され、音声を発する音声出力器と、

前記筐体と接触した物体の位置を検出する接触検出部と、

前記接触検出部と前記物体との接触領域の面積を算出する接触面積算出部と、

前記接触領域の面積に応じて前記音声出力器から発せられる音声を調整する音声調整部と、

を有する電話機。

[請求項9] 前記音声調整部は、前記接触領域の面積が大きくなるほど前記音声の音量を大きくする、請求項 8 に記載の電話機。

[請求項10] 入力された第 1 の音声信号を時間周波数変換することにより、周波数信号を生成する時間周波数変換部と、

前記周波数信号を周波数時間変換することにより前記音声出力器へ

出力する第2の音声信号を生成する周波数時間変換部とをさらに有し、

前記音声調整部は、前記接触領域の面積が大きくなるほど、前記周波数信号に含まれる第1の周波数帯域の信号に対する第1の増幅量を、前記周波数信号に含まれる当該第1の周波数帯域よりも高い第2の周波数帯域の信号に対する第2の増幅量よりも大きくし、該第1の増幅量及び該第2の増幅量を用いて前記周波数信号を増幅し、当該増幅された周波数信号を前記周波数時間変換部へ出力する、請求項8に記載の電話機。

[請求項11]

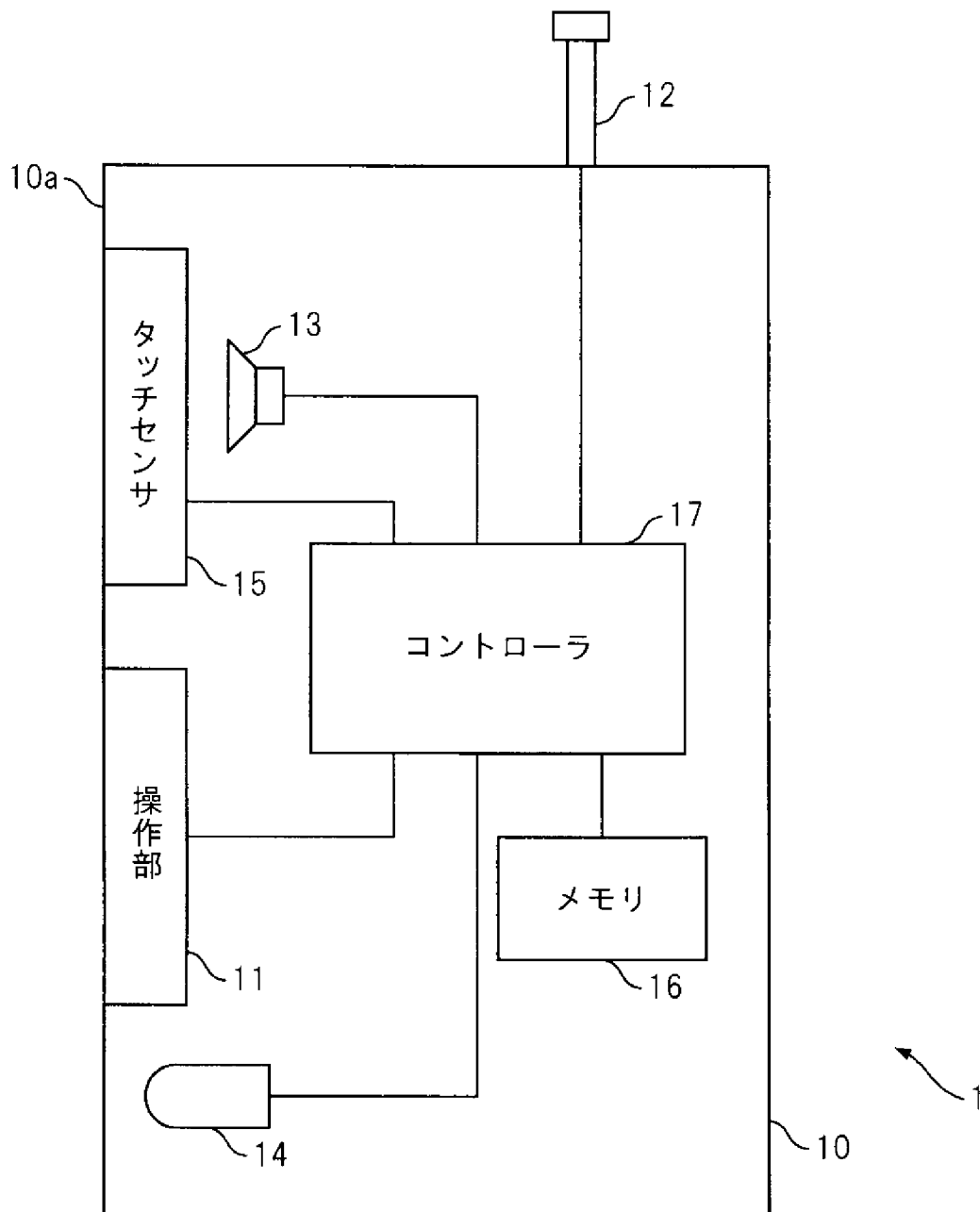
前記接触領域の面積の時間変動による平均値を算出する平均接触面積算出部と、

前記接触領域の面積の最新の値と前記平均値との差を算出する比較部とをさらに有し、

前記音声調整部は、前記差が正であり、かつ前記差の絶対値が大きくなるほど前記音声の音量を大きくする、請求項8に記載の電話機。

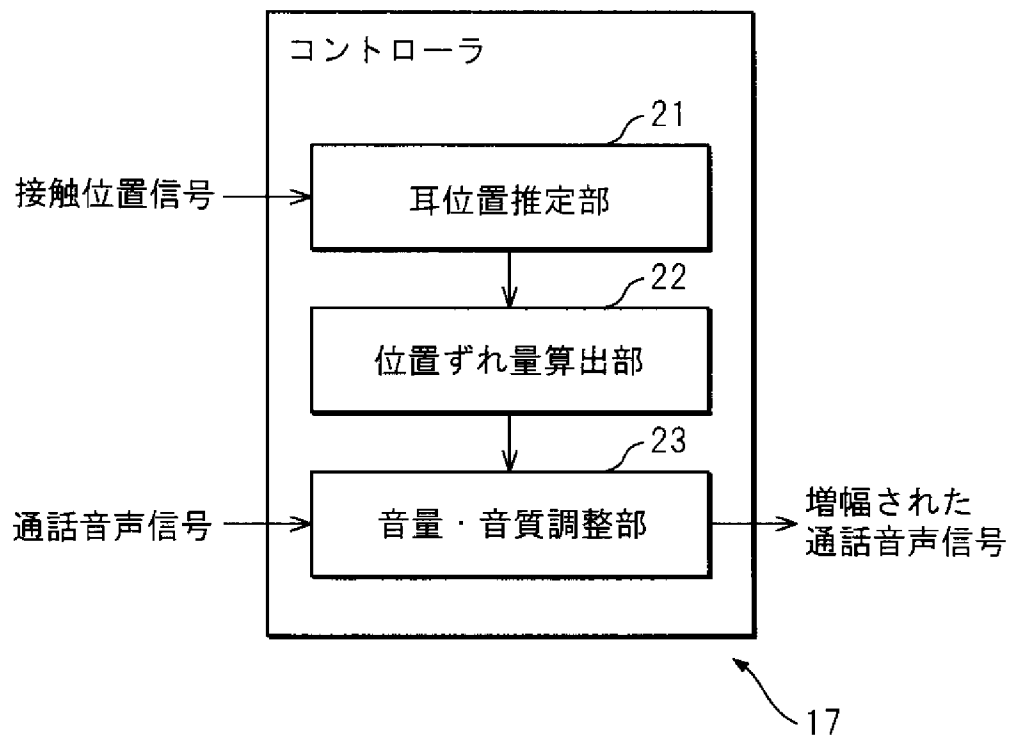
[図1]

FIG.1



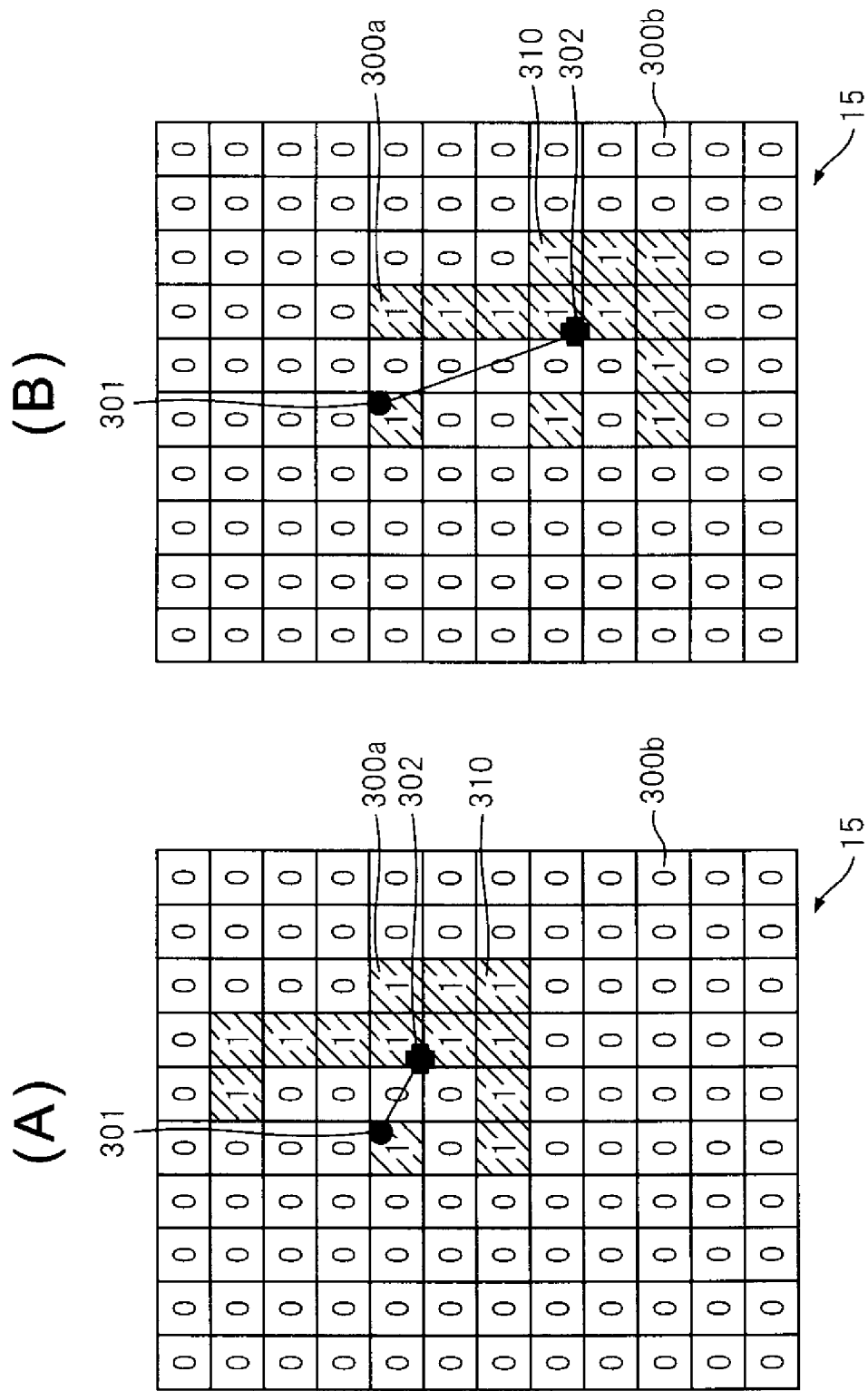
[図2]

FIG.2



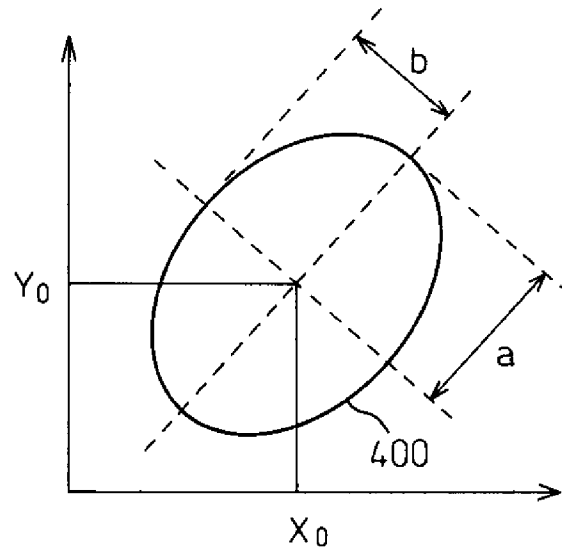
[図3]

FIG.3



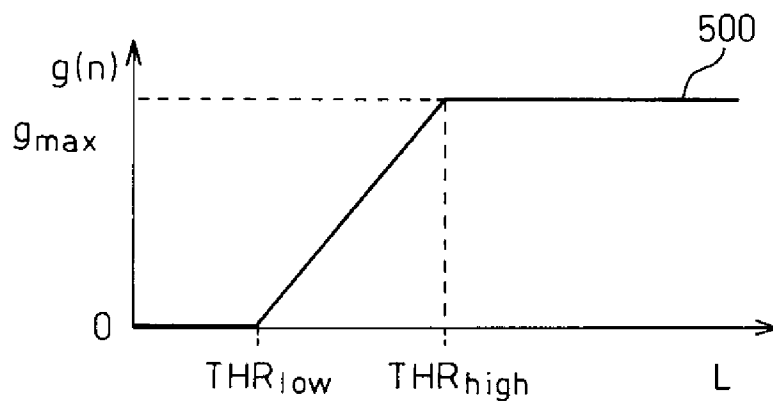
[図4]

FIG.4



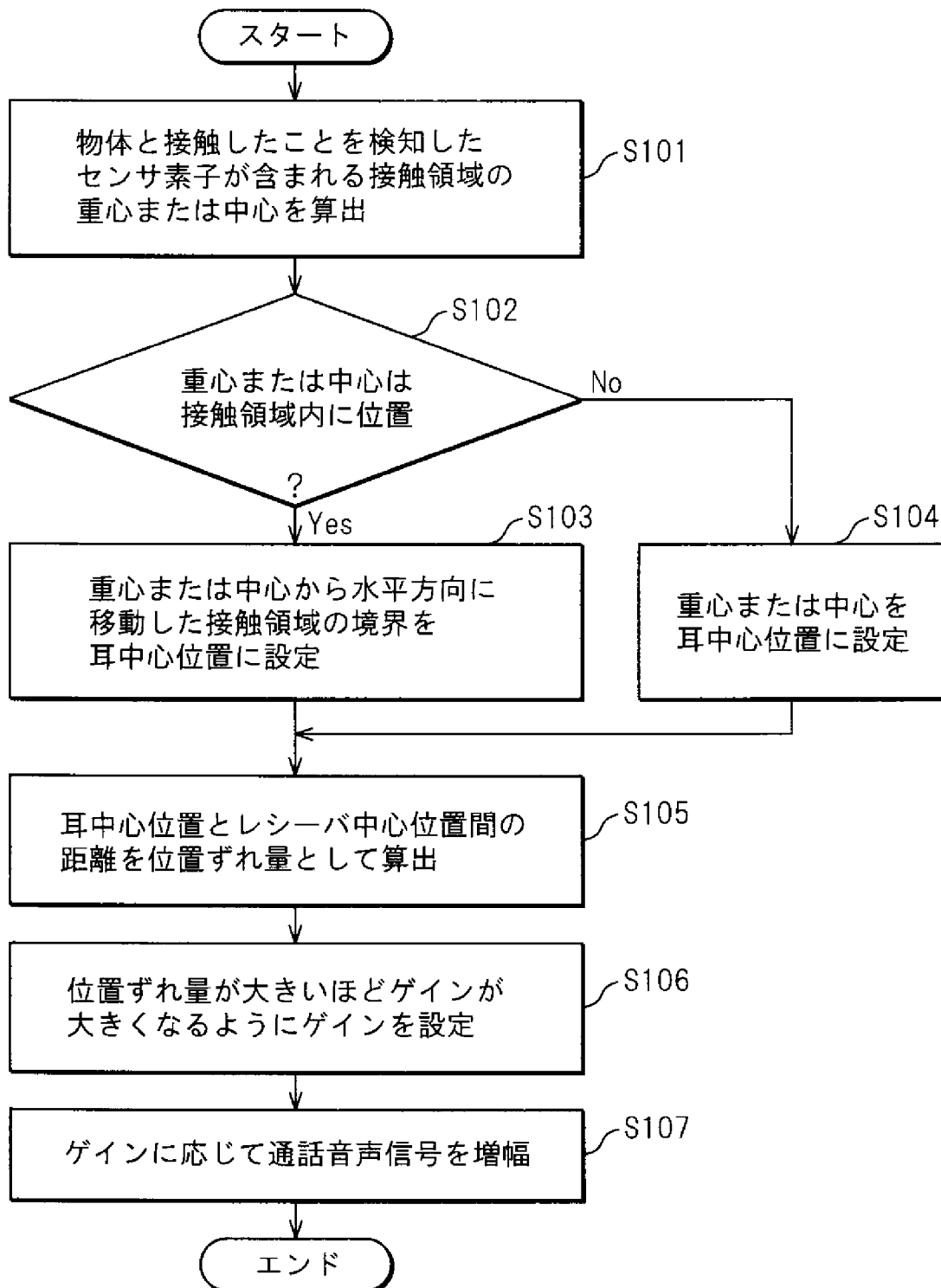
[図5]

FIG.5



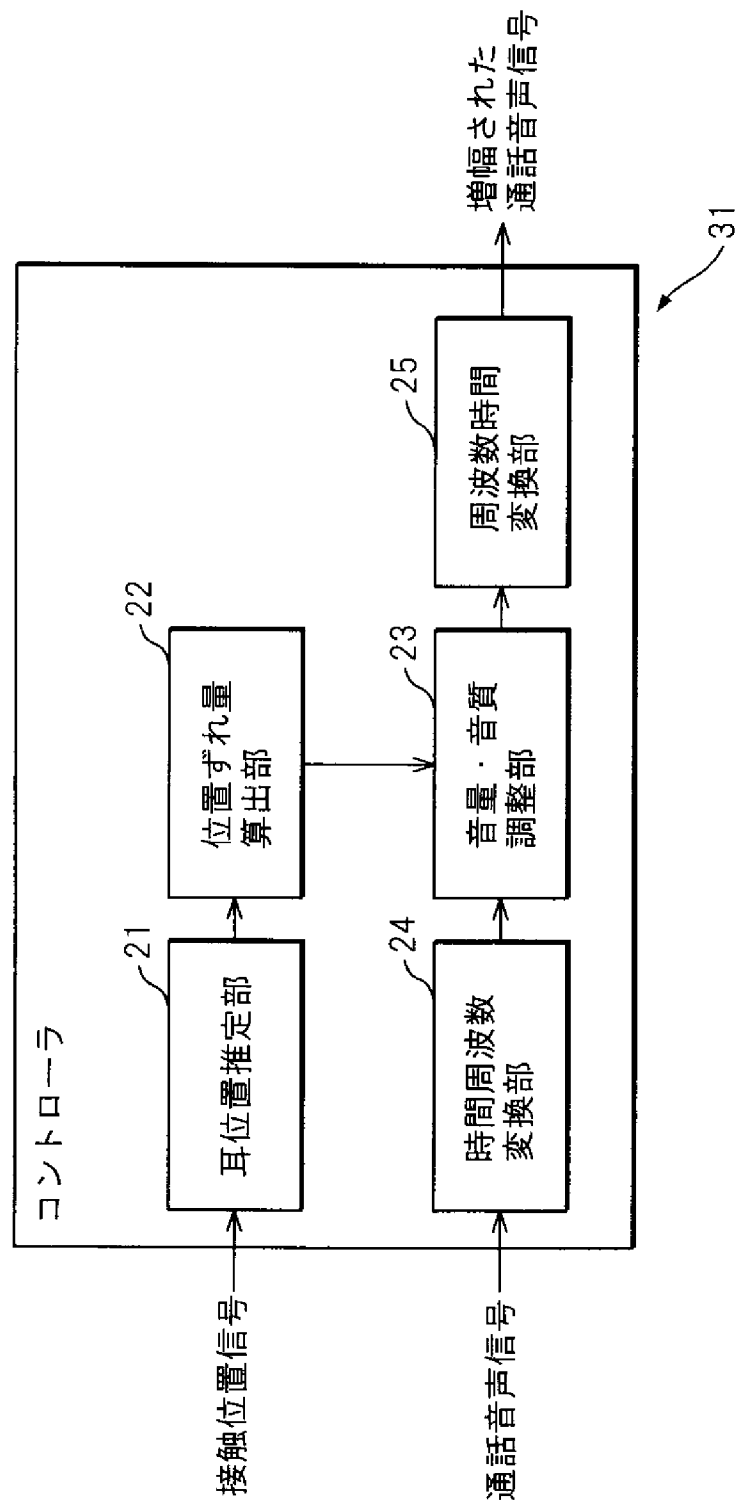
[図6]

FIG.6



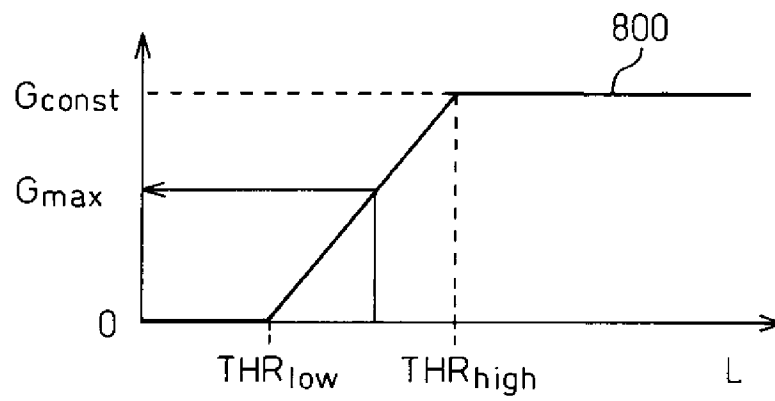
[図7]

FIG.7



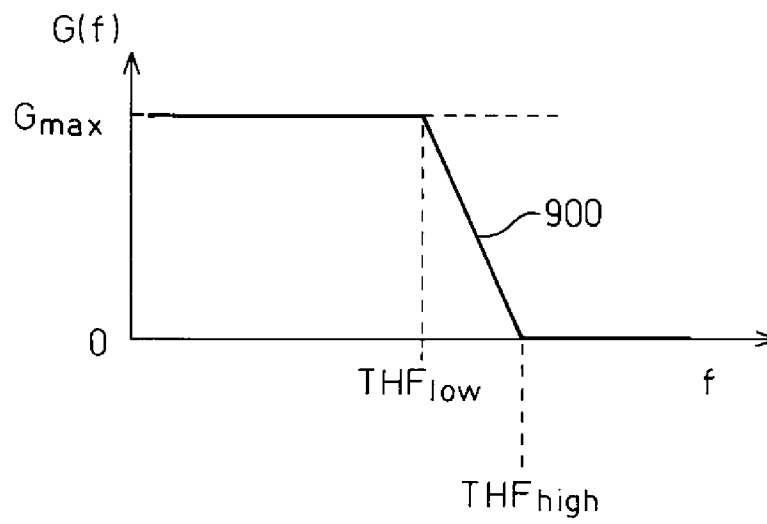
[図8]

FIG.8



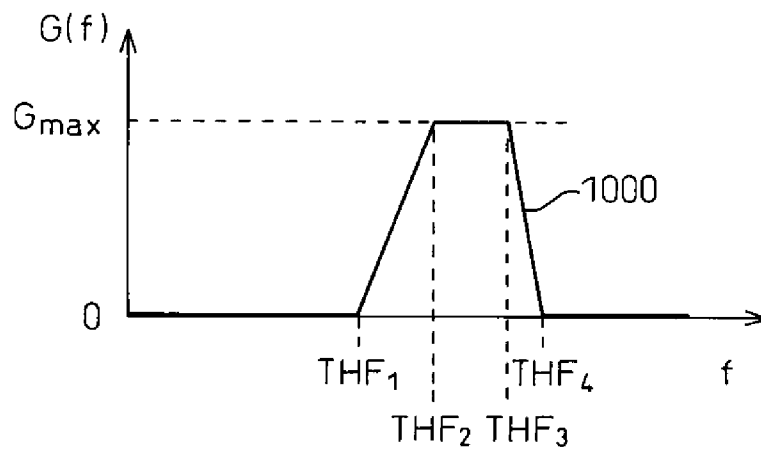
[図9]

FIG.9

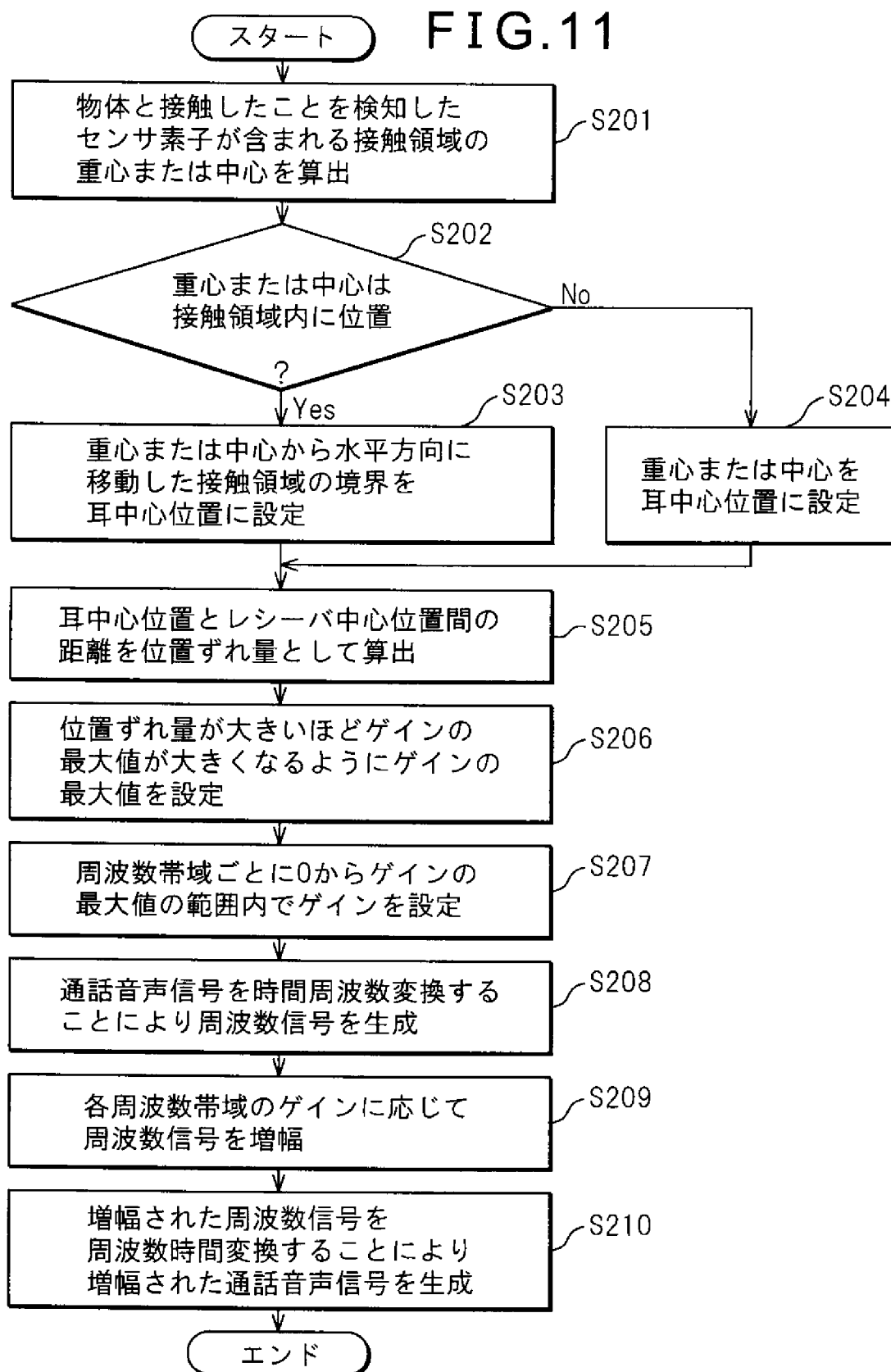


[図10]

FIG.10

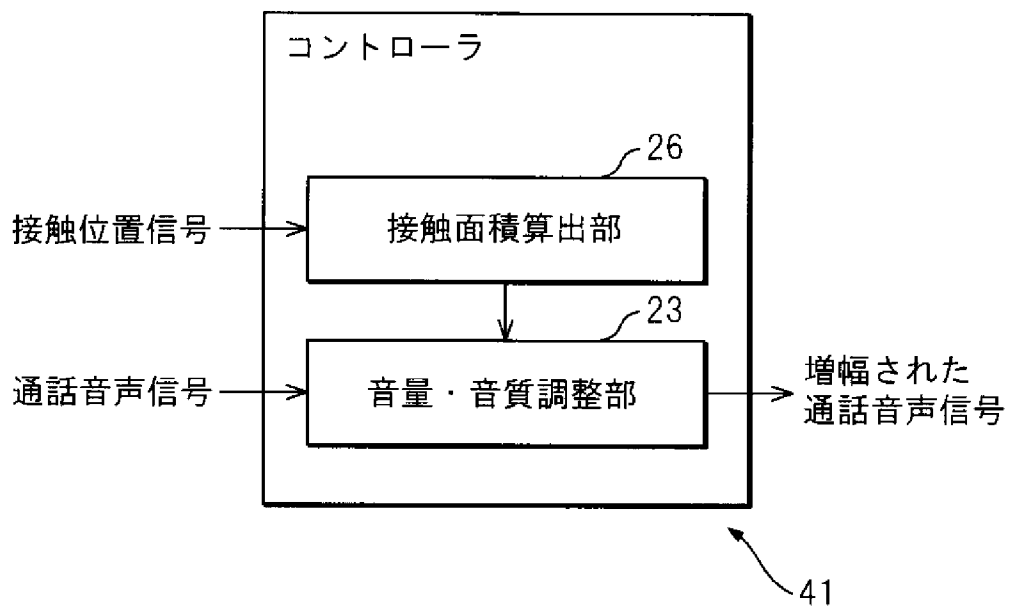


[図11]



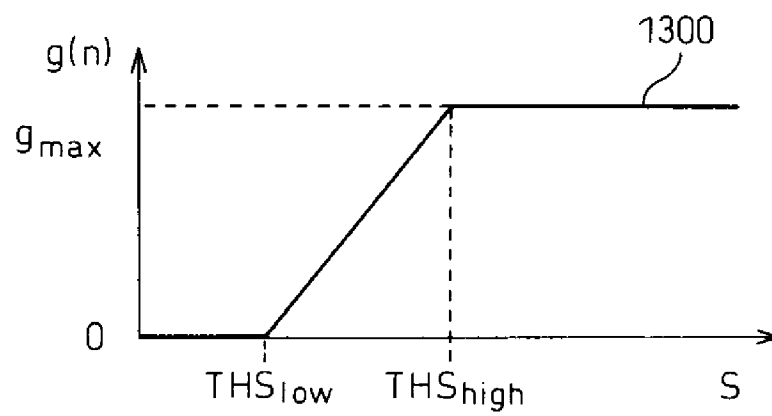
[図12]

FIG.12



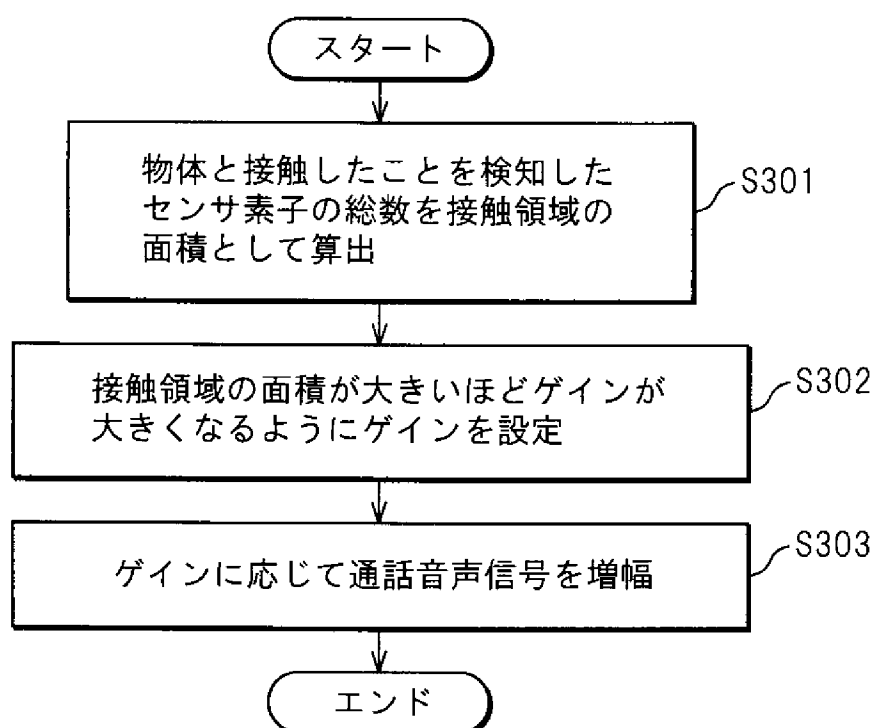
[図13]

FIG.13



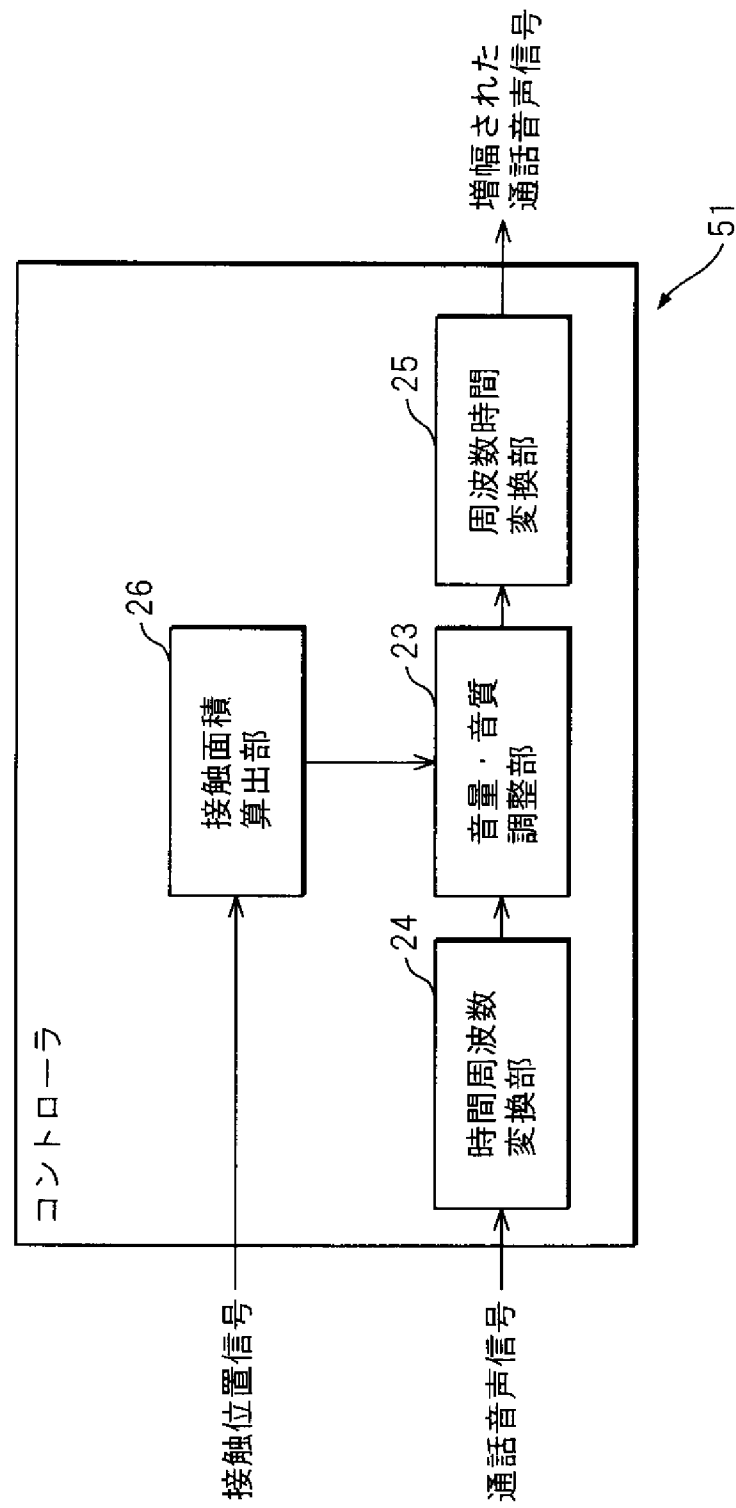
[図14]

FIG.14



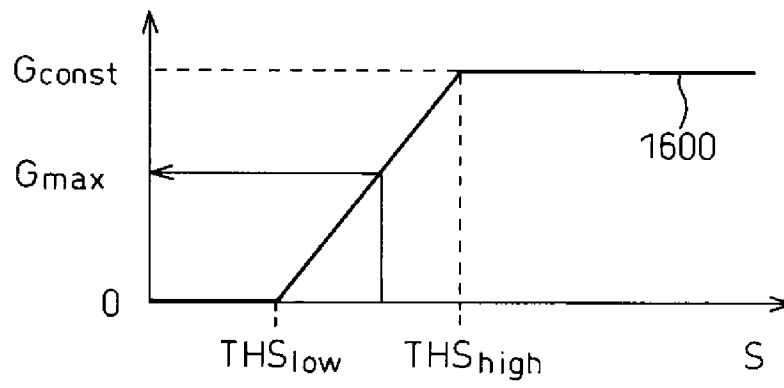
[図15]

FIG.15



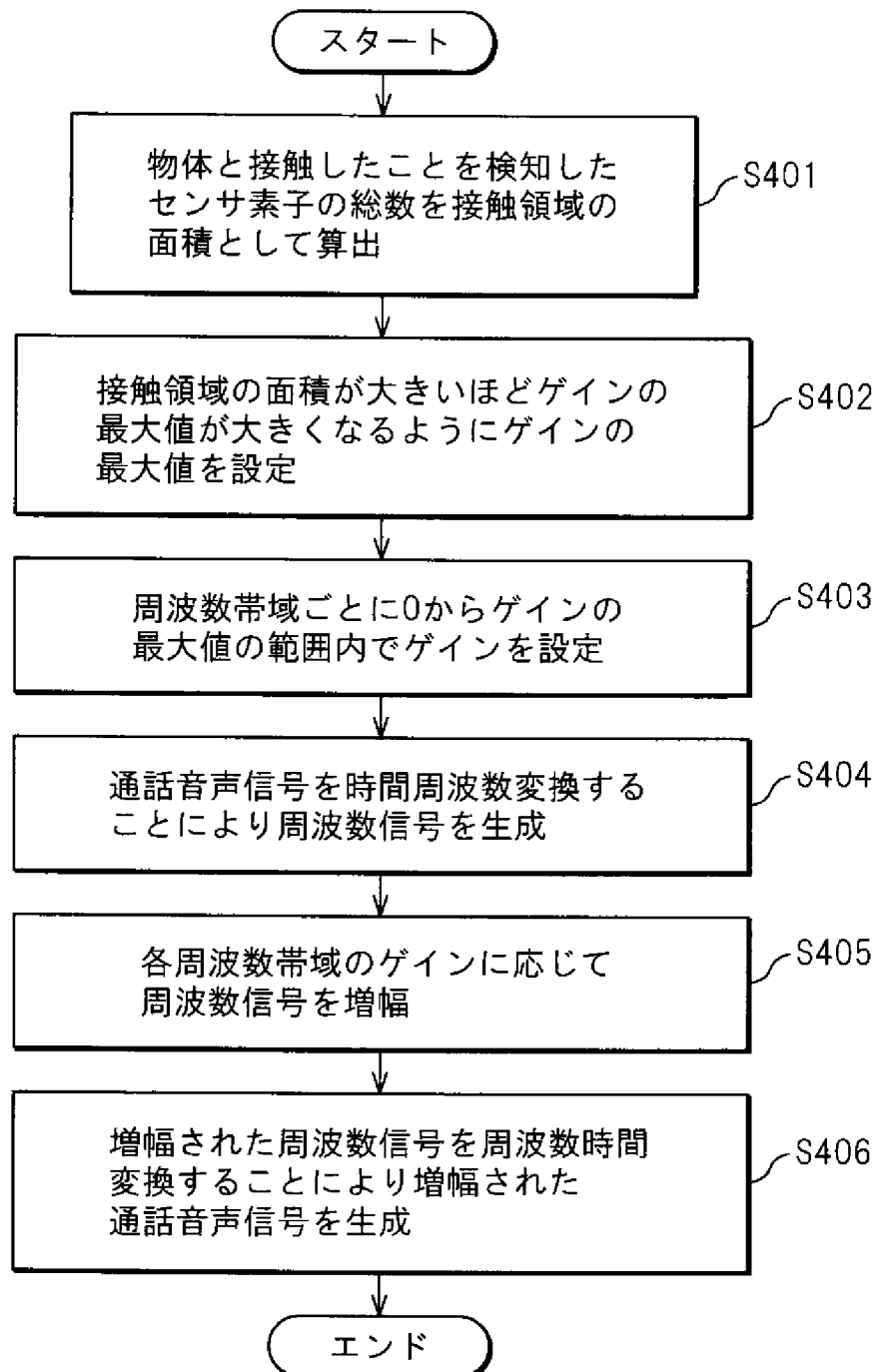
[図16]

FIG.16



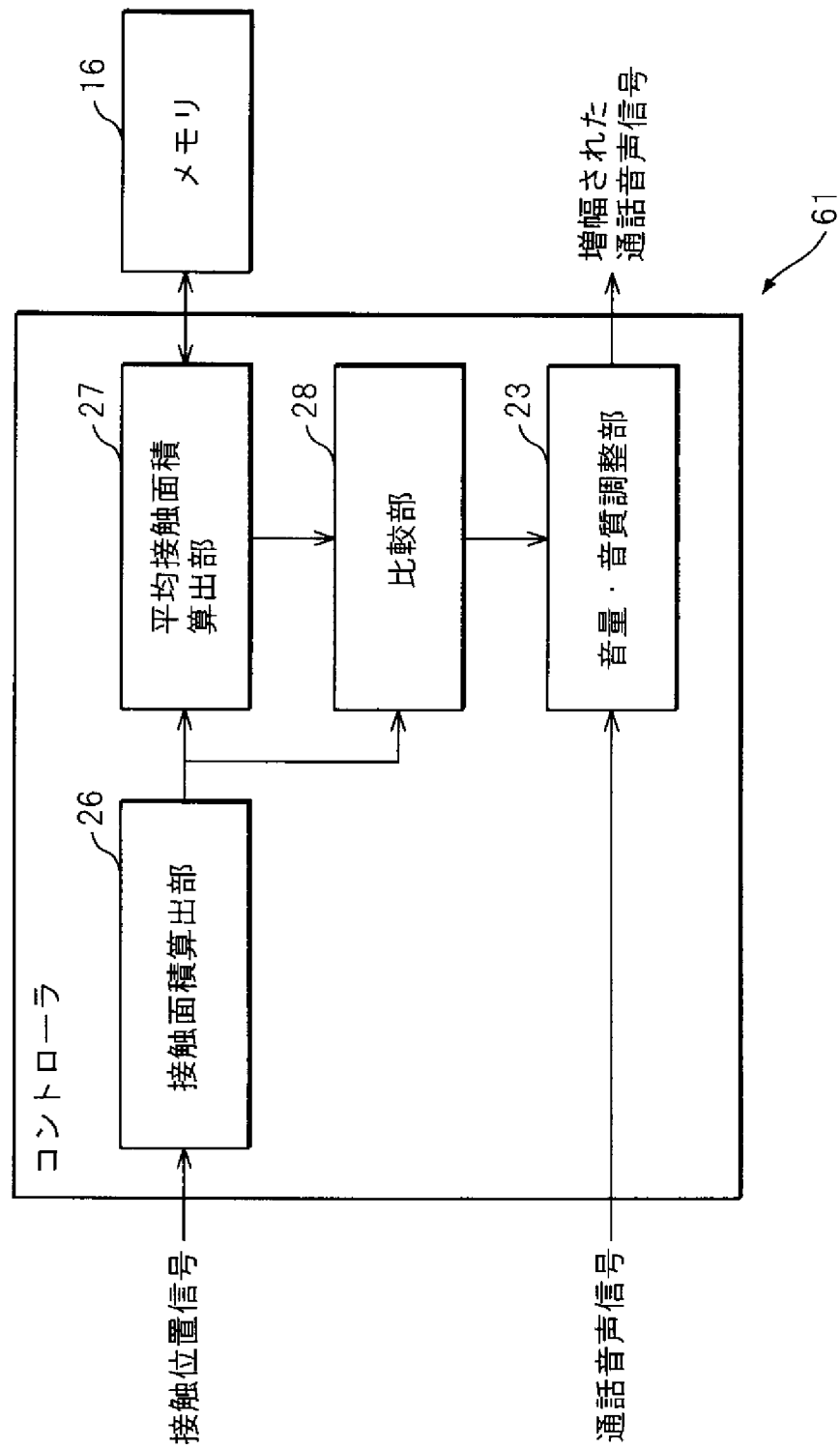
[図17]

FIG.17



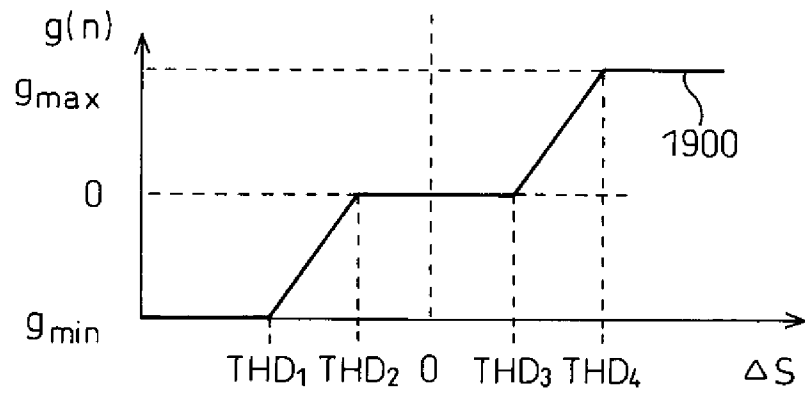
[図18]

FIG.18



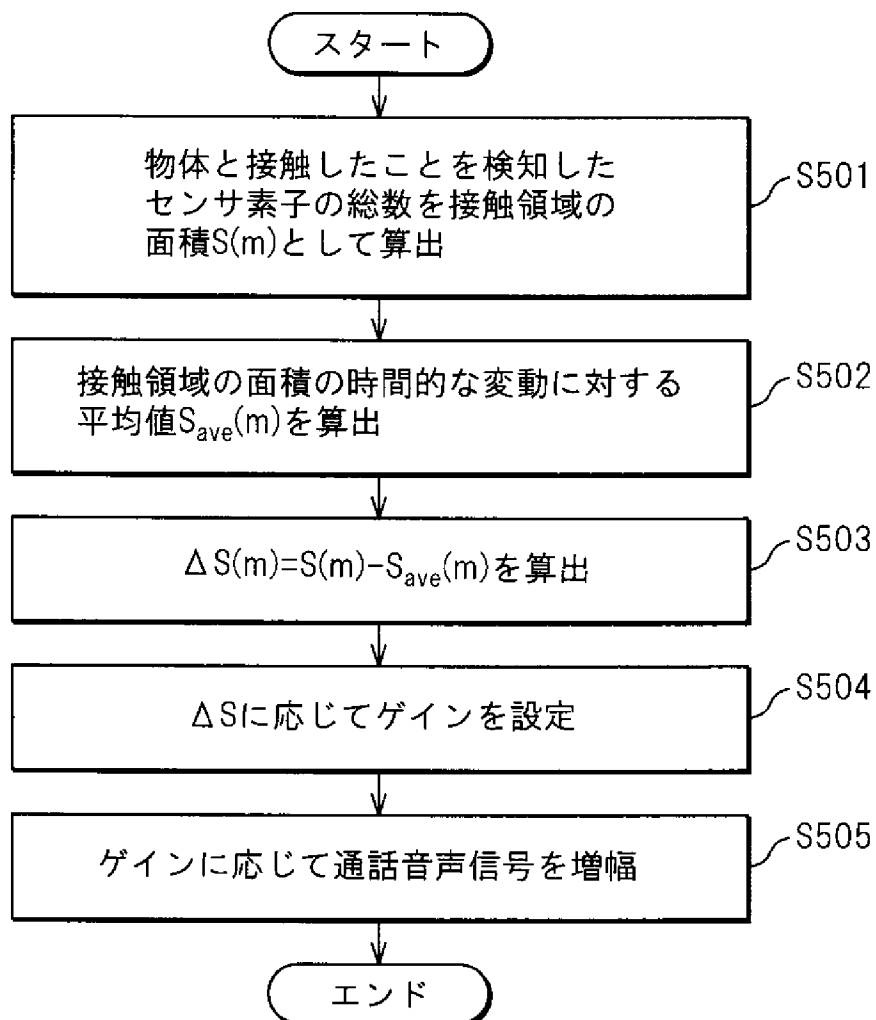
[図19]

FIG.19



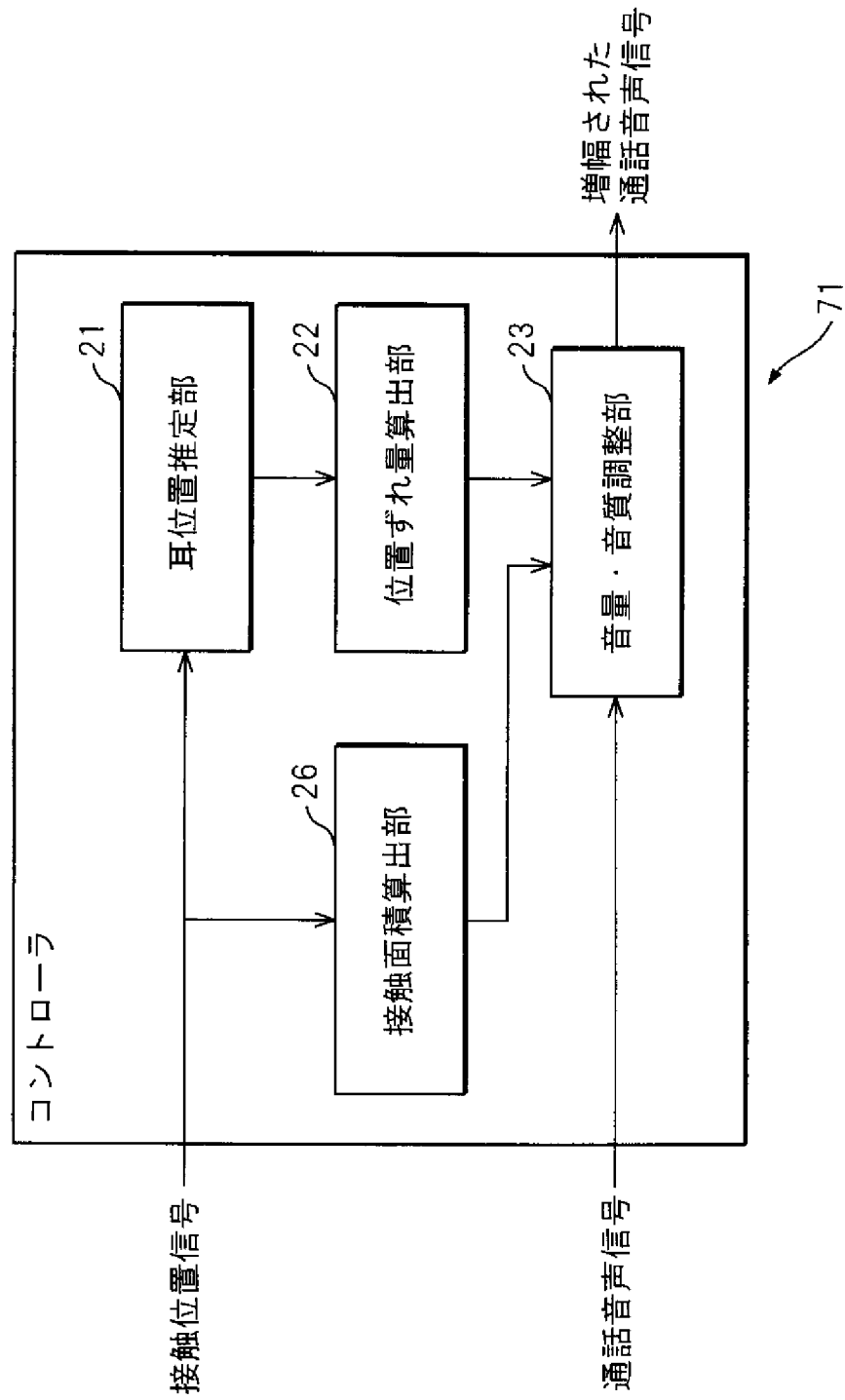
[図20]

FIG.20



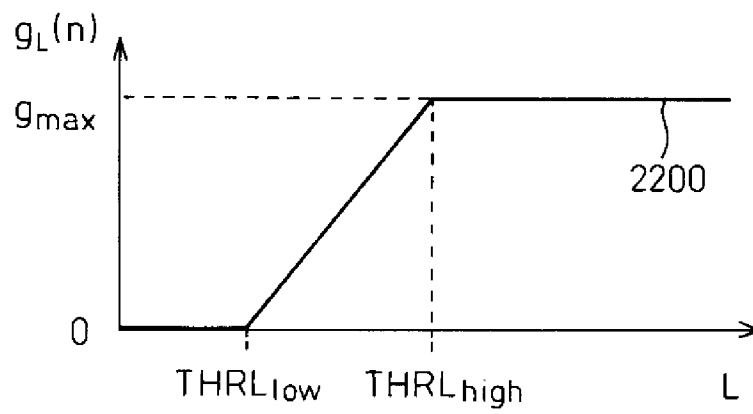
[図21]

FIG.21



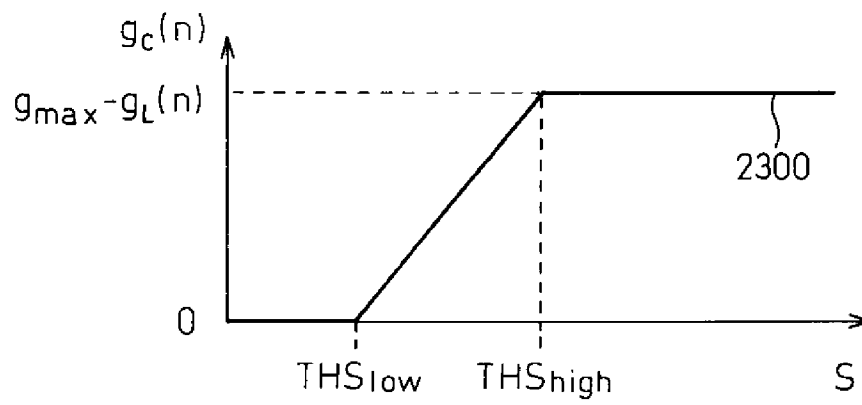
[図22]

FIG.22



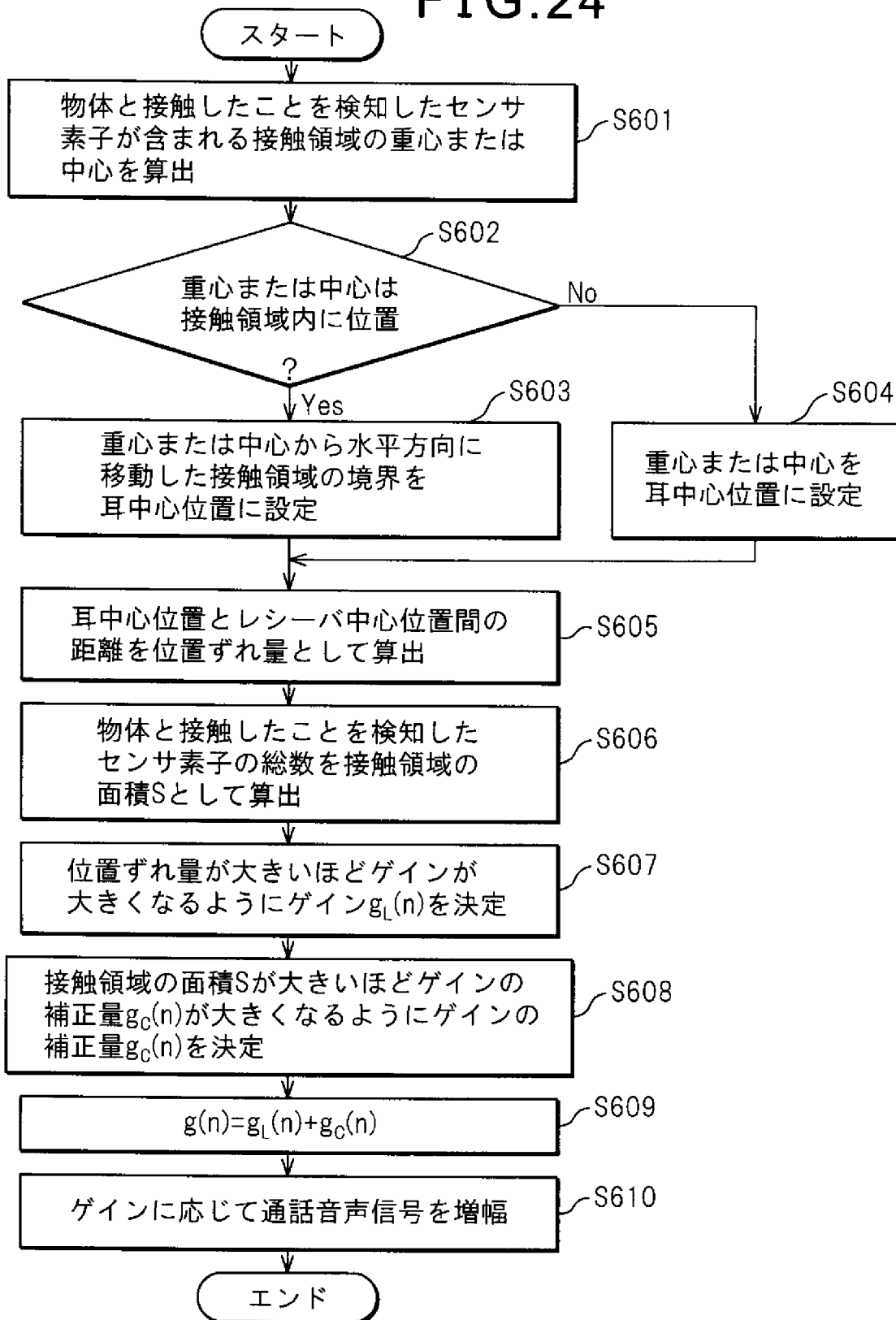
[図23]

FIG.23



[図24]

FIG.24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04M1/00 (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)

H04M1/00

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.
Y	JP 2006-287557 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-11
Y	JP 2006-245799 A (NEC Saitama, Ltd.), 14 September 2006 (14.09.2006), entire text; all drawings & US 2008/0137883 A1 & EP 1858232 A1 & WO 2006/093188 A1 & CN 101133627 A	1-4, 6-11
Y	JP 2006-166116 A (Sharp Corp.), 22 June 2006 (22.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-11

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June, 2010 (16.06.10)Date of mailing of the international search report
29 June, 2010 (29.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055748

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-37651 A (NEC Saitama, Ltd.), 07 February 2003 (07.02.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-11
Y	JP 7-131268 A (Casio Computer Co., Ltd.), 19 May 1995 (19.05.1995), paragraphs [0010], [0012], [0013], [0014] to [0035], [0048] to [0050] (Family: none)	1-4, 6-11
A	JP 8-116352 A (Hitachi, Ltd.), 07 May 1996 (07.05.1996), paragraph [0016] (Family: none)	1-11
A	JP 2005-519686 A (ERA Centre Pty Ltd.), 07 July 2005 (07.07.2005), entire text; all drawings & EP 1488618 A & WO 2003/077511 A1 & AU PS104802 D & AU PS154702 D & CN 1653787 A	1-11
A	US 5224151 A (AT & T Bell Laboratories), 29 June 1993 (29.06.1993), entire text; all drawings & JP 6-46123 A & EP 564160 A2 & DE 69318613 C & AU 3515393 A & ES 2116409 T & SG 44422 A & CA 2090167 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04M1/00(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. H04M1/00

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
Y	JP 2006-287557 A (三洋電機株式会社) 2006. 10. 19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 4, 6 - 1 1
Y	JP 2006-245799 A (埼玉日本電気株式会社) 2006. 09. 14, 全文、全図 & US 2008/0137883 A1 & EP 1858232 A1 & WO 2006/093188 A1 & CN 101133627 A	1 - 4, 6 - 1 1
Y	JP 2006-166116 A (シャープ株式会社) 2006. 06. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 4, 6 - 1 1

☒ 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

1 6 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 6 . 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)

宮崎 賢司

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 6

5 G

3 2 4 5

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	JP 2003-37651 A (埼玉日本電気株式会社) 2003.02.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 4, 6 - 1 1
Y	JP 7-131268 A (カシオ計算機株式会社) 1995.05.19, 段落【001 0】【0012】【0013】【0014】 - 【0035】【0048】 - 【0050】 (ファミリーなし)	1 - 4, 6 - 1 1
A	JP 8-116352 A (株式会社日立製作所) 1996.05.07, 段落【0016】 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2005-519686 A (イーアールエー センター ピーティーワイ リ ミテッド) 2005.07.07, 全文、全図 & EP 1488618 A & W0 2003/077511 A1 & AU PS104802 D & AU PS154702 D & CN 1653787 A	1 - 1 1
A	US 5224151 A (AT&T Bell Laboratories) 1993.06.29, 全文、全図 & JP 6-46123 A & EP 564160 A2 & DE 69318613 C & AU 3515393 A & ES 2116409 T & SG 44422 A & CA 2090167 A	1 - 1 1