

(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
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/148256 A1

- (51) 国際特許分類:
G10K 15/04 (2006.01) G10L 25/51 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058583
- (22) 国際出願日: 2016年3月17日(17.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-053020 2015年3月17日(17.03.2015) JP
特願 2016-013318 2016年1月27日(27.01.2016) JP
- (71) 出願人: ヤマハ株式会社(YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 松本 秀一(MATSUMOTO Shuichi); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 寺島 辰弥(TERASHIMA Tatsuya); 〒4308650 静岡県浜松市中

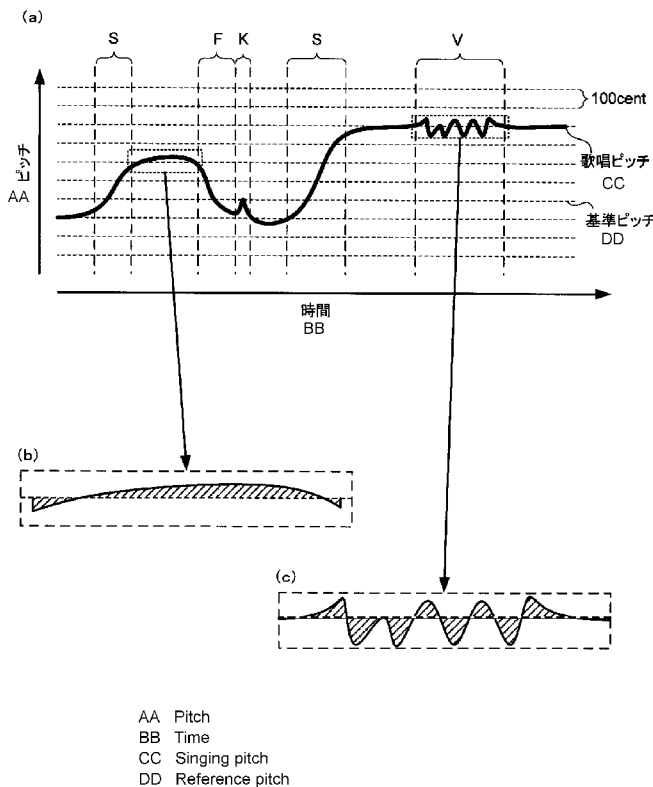
区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: EVALUATION DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 評価装置およびプログラム



(57) Abstract: This evaluation device according to an embodiment of the present invention is provided with: an input sound acquisition unit which acquires an input sound; a pitch calculating unit which calculates the input sound pitch of the input sound acquired by the input sound acquisition unit; a pitch comparing unit which compares the input sound pitch calculated by the pitch calculating unit with a plurality of reference pitches, in a prescribed evaluation section; and an evaluating unit which calculates an evaluation value for the input sound on the basis of the comparison result obtained by the pitch comparing unit.

(57) 要約: 本発明の一実施形態に係る評価装置は、入力音を取得する入力音取得部と、入力音取得部によって取得された入力音の入力音のピッチを算出するピッチ算出部と、所定の評価区間において、複数の基準ピッチとピッチ算出部によって算出された入力音のピッチとを比較するピッチ比較部と、ピッチ比較部によって比較された結果に基づいて、入力音に対する評価値を算出する評価部と、を備える。

WO 2016/148256 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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：評価装置およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、音を評価する技術に関する。

背景技術

[0002] カラオケ装置には、歌唱音声を解析して評価する機能が備えられていることが多い。歌唱は、例えば、歌唱音声のピッチと歌唱すべきメロディのピッチとを比較し、これらの一致の程度に基づいて評価される（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2005-215493号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の技術では、メロディを判定の基準に用いるため、歌唱曲ごとに判定の基準となる情報を用意する必要がある。なお、歌唱を伴わない楽器音などを評価しようとする場合にも、同様に、曲毎に判定の基準となる情報を用意する必要がある。

[0005] 本発明の目的の一つは、メロディに依存せずに音の評価を行うことにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態によると、入力音を取得する入力音取得部と、前記入力音取得部によって取得された前記入力音のピッチを算出するピッチ算出部と、所定の評価区間において、複数の基準ピッチと前記ピッチ算出部によって算出された前記入力音のピッチとを比較するピッチ比較部と、前記ピッチ比較部によって比較された結果に基づいて、前記入力音に対する評価値を算出する評価部と、を備えることを特徴とする評価装置が提供される。

[0007] また、本発明の一実施形態によると、入力音を取得し、前記入力音のピッチを算出し、所定の評価区間において、複数の基準ピッチと前記算出された前記入力音のピッチとを比較し、前記比較された結果に基づいて、前記入力音に対する評価値を算出することをコンピュータに実行させるためのプログラムが提供される。

発明の効果

[0008] 本発明の一実施形態によれば、メロディに依存せずに音の評価を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態における評価装置1の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。

[図3] (a) ~ (c) は、本発明の第1実施形態における評価方法を説明する図である。

[図4]本発明の第2実施形態における評価方法を説明する図である。

[図5] (a) および (b) は、本発明の第3実施形態における評価方法を説明する図である。

[図6] (a) および (b) は、本発明の第4実施形態における評価方法を説明する図である。

[図7]本発明の第5実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。

[図8]本発明の第5実施形態における評価方法を説明する図である。

[図9]本発明の第6実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の第6実施形態における評価方法を説明する図である。

[図11]本発明の第7実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。

[図12]本発明のその他の実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。

[図13]本発明のその他の実施形態における評価方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の一実施形態における評価装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下に示す実施形態は本発明の実施形態の一例であって、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。

[0011] <第1実施形態>

本発明の第1実施形態における評価装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。第1実施形態に係る評価装置は、歌唱するユーザ（以下、歌唱者という場合がある）の歌唱音声を評価する装置である。この評価装置は、所定期間ごとに決められた複数のピッチ（以下、基準ピッチという場合がある）と、歌唱者の歌唱音声のピッチ（以下、歌唱ピッチという場合がある）とを比較して、歌唱の評価を行う。メロディに依存しない評価をすることができ、この例では、さらに、歌唱技法を用いた歌唱を行うことにより基準ピッチから意図的にずらした歌唱ピッチが含まれる場合であっても、評価を下げてしまわないようにすることができる。以下、このような評価装置について説明する。

[0012] [ハードウェア]

図1は、本発明の第1実施形態における評価装置1の構成を示すブロック図である。評価装置1は、例えば、カラオケ装置である。なお、スマートフォン等の携帯装置であってもよい。評価装置1は、制御部11、記憶部13、操作部15、表示部17、通信部19、および信号処理部21を含む。これらの各構成は、バスを介して接続されている。また、信号処理部21には、マイクロフォン23およびスピーカ25が接続されている。

[0013] 制御部11は、CPUなどの演算処理回路を含む。制御部11は、記憶部13に記憶された制御プログラムをCPUにより実行して、各種機能の評価

装置 1 において実現させる。実現される機能には、歌唱音声の評価機能が含まれる。記憶部 13 は、不揮発性メモリ、ハードディスク等の記憶装置である。記憶部 13 は、評価機能を実現するための制御プログラムを記憶する。制御プログラムは、磁気記録媒体、光記録媒体、光磁気記録媒体、半導体メモリなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶した状態で提供されてもよい。この場合には、評価装置 1 は、記録媒体を読み取る装置を備えていればよい。また、制御プログラムは、ネットワーク経由でダウンロードされてもよい。

[0014] また、記憶部 13 は、歌唱に関するデータとして、楽曲データ、歌唱音声データ、および評価基準情報を記憶する。楽曲データは、カラオケの歌唱曲に関連するデータ、例えば、ガイドメロディデータ、伴奏データ、歌詞データなどが含まれている。ガイドメロディデータは、歌唱曲のメロディを示すデータである。伴奏データは、歌唱曲の伴奏を示すデータである。ガイドメロディデータおよび伴奏データは、MIDI形式で表現されたデータであってもよい。歌詞データは、歌唱曲の歌詞を表示させるためのデータ、および表示させた歌詞テロップを色替えするタイミングを示すデータである。歌唱音声データは、歌唱者がマイクロフォン 23 から入力した歌唱音声を示すデータである。この例では、歌唱音声データは、評価機能によって歌唱音声の評価されるまで、記憶部 13 にバッファされる。

[0015] 評価基準情報は、評価機能が歌唱音声の評価の基準として用いる情報である。例えば、評価基準情報には、歌唱技法を検出するための歌唱ピッチの変化（歌唱ピッチ波形）を特定するための情報が含まれる。ビブラート、コブシ、シャクリ、フォールといった歌唱技法であれば、例えば、以下のような歌唱ピッチ波形を示す。

（１）ビブラート：ピッチが細かく（所定周期以下で）高低に変化する。ビブラート検出の具体的な例は、日本国特開 2005-107087 号公報に開示されている。

（２）コブシ：ピッチが一時的に（所定時間以内で）高くなり、その後、元

のピッチに戻る。コブシ検出の具体的な例は、日本国特開 2008-268370 号公報に開示されている。

(3) シャクリ：ピッチが所定時間かけて高くなり、その後安定する。シャクリ検出の具体的な例は、日本国特開 2005-107334 号公報に開示されている。

(4) フォール：ピッチが所定時間かけて低くなり、その後、歌唱が途切れる。フォール検出の具体的な例は、日本国特開 2008-225115 号公報に開示されている。

[0016] また、評価基準情報には、歌唱ピッチと比較されるべき基準ピッチが規定されている。基準ピッチは、複数のピッチとして規定されている。この例では、基準ピッチは、440Hz を含み、440Hz を基準として 100cent 間隔で規定されている。なお、楽曲によって基準となるピッチが 440Hz からずれている場合、例えば、442Hz である場合には、基準ピッチは、442Hz を基準として 100cent 間隔で規定されればよい。このずれ量については、例えば、楽曲データにチューン情報として格納されていればよい。

[0017] 操作部 15 は、操作パネルおよびリモコンなどに設けられた操作ボタン、キーボード、マウスなどの装置であり、入力された操作に応じた信号を制御部 11 に出力する。表示部 17 は、液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ等の表示装置であり、制御部 11 による制御に基づいた画面が表示される。なお、操作部 15 と表示部 17 とは一体としてタッチパネルを構成してもよい。通信部 19 は、制御部 11 の制御に基づいて、インターネットなどの通信回線と接続して、サーバ等の外部装置と情報の送受信を行う。なお、記憶部 13 の機能は、通信部 19 において通信可能な外部装置で実現されてもよい。

[0018] 信号処理部 21 は、MIDI 形式の信号からオーディオ信号を生成する音源、A/D コンバータ、D/A コンバータ等を含む。歌唱音声は、マイクロフォン 23 において電気信号に変換されて信号処理部 21 に入力され、信号

処理部 21 において A/D 変換されて制御部 11 に出力される。上述したように、歌唱音声は、歌唱音声データとして記憶部 13 にバッファされる。また、伴奏データは、制御部 11 によって読み出され、信号処理部 21 において D/A 変換され、スピーカ 25 から歌唱曲の伴奏として出力される。このとき、ガイドメロディもスピーカ 25 から出力されるようにしてもよい。

[0019] [評価機能]

評価装置 1 の制御部 11 が制御プログラムを実行することによって実現される評価機能について説明する。なお、以下に説明する評価機能を実現する構成の一部または全部は、ハードウェアによって実現されてもよい。

[0020] 図 2 は、本発明の第 1 実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。評価機能 100 は、伴奏出力部 101、入力音取得部 103、ピッチ算出部 105、特定区間検出部 107、ピッチ比較部 109、および評価部 111 を含む。伴奏出力部 101 は、歌唱者に指定された歌唱曲に対応する伴奏データを読み出し、信号処理部 21 を介して、伴奏音をスピーカ 25 から出力させる。入力音取得部 103 は、マイクロフォン 23 から入力された歌唱音声を示す歌唱音声データを取得する。この例では、伴奏音が出力されている期間におけるマイクロフォン 23 への入力音を、評価対象の歌唱音声として認識する。なお、入力音取得部 103 は、記憶部 13 にバッファされた歌唱音声データを取得するが、記憶部 13 に 1 曲全体の歌唱音声データが記憶された後に取得してもよいし、信号処理部 21 から直接取得してもよい。また、入力音取得部 103 は、マイクロフォン 23 へ入力音を示す歌唱音声データを取得する場合に限らず、外部装置への入力音を示す歌唱音声データを、通信部 19 によりネットワーク経由で取得してもよい。

[0021] ピッチ算出部 105 は、入力音取得部 103 によって取得された歌唱音声データを解析し、歌唱ピッチ（周波数）の時間的な変化、すなわち歌唱ピッチ波形を算出する。具体的には、歌唱音声の波形のゼロクロスを用いた方法、FFT（Fast Fourier Transform）を用いた方法等、公知の方法で歌唱ピッチ波形が算出される。特定区間検出部 107 は、歌唱ピッチ波形を解析し

、歌唱音声の入力期間のうち、評価基準情報によって規定された歌唱技法を含む区間（特定区間）を検出する。このとき検出される特定区間は、歌唱技法の種類ごとに対応付けられていてもよい。

[0022] ピッチ比較部 109 は、歌唱音声の入力期間のうち、特定区間検出部 107 において検出された特定区間を除いた区間を、評価区間として設定する。ピッチ比較部 109 は、評価区間における歌唱ピッチ波形を、基準ピッチと比較する。比較結果として、この例では、歌唱ピッチ波形と基準ピッチとの不一致度を算出する。ここで、複数の基準ピッチが 100cent 間隔で存在する。そのため、複数の基準ピッチのうち、歌唱ピッチに最も近い基準ピッチが歌唱ピッチの比較対象として選択される。歌唱ピッチ波形と基準ピッチとの差が大きいほど、不一致度が高くなるように算出される。例えば、歌唱ピッチ波形の各サンプルにおける歌唱ピッチと基準ピッチとの差分を評価区間において加算し、加算値を評価区間のサンプル数で除算することによって、不一致度が算出される。

[0023] なお、基準ピッチからシャープ側（高ピッチ側）およびフラット側（低ピッチ側）に所定範囲のピッチ幅を合格域とし、それ以外を不合格域として、不合格域のサンプル数を、評価区間のサンプル数で除算することによって不一致度を算出してもよい。シャープ側とフラット側とで合格域のピッチ幅が異なってもよい。また、不合格域のうちシャープ側とフラット側とで、サンプル数の加算値に対して異なる重み付けがされてもよい。例えば、シャープ側にずれたサンプル数の加算値の不一致度に対する影響が大きくなるように重み付けがされてもよい。これによれば、聴感上目立つとされているシャープ側にずれた歌唱に厳しくなる評価を行うことも可能である。また、不合格域の歌唱ピッチ波形の各サンプルにおける歌唱ピッチと基準ピッチとの差分を評価区間において加算し、加算値を評価区間のサンプル数で除算することによって、不一致度が算出されてもよい。

[0024] このようにして、メロディに依存しない歌唱評価を行うことができる。また、この例では、歌唱ピッチと基準ピッチとが、歌唱音声の入力期間全体で

はなく、特定区間を除いた区間において比較している。したがって、特定区間における歌唱技法による意図的な歌唱ピッチのずれが、不一致度を増加させてしまわないようにすることもできる。なお、評価区間をさらに複数に分割された区間に分けて、それぞれの区間において不一致度を算出するようにしてもよい。複数に分割された区間は、それぞれ一部が重複した区間を有していてもよい。

[0025] 評価部 111 は、ピッチ比較部 109 における比較結果に基づいて、歌唱音声の評価の指標となる評価値を算出する。この例では、ピッチ比較部 109 で算出された不一致度が高いほど評価値が低く算出され、歌唱音声の評価が悪くなる。なお、評価部 111 は、この不一致度のみに基づいて評価値を算出するのではなく、さらに他の要素に基づいて評価値を算出してもよい。他の要素は、歌唱技法および歌唱音声データから抽出可能な他のパラメータなどが想定される。歌唱技法を評価値に反映させる場合には、特定区間検出部 107 において検出された特定区間に対応する歌唱技法を用いればよい。他のパラメータとしては、例えば、音量変化がある。音量変化を用いれば、歌唱の抑揚を評価に加えることもできる。評価部 111 による評価結果は、表示部 17 において提示されてもよい。以上のとおり、歌唱音声データが入力されて評価値を算出するまでの評価方法は、評価機能 100 の各構成における処理が順に実行されることにより提供される。

[0026] [歌唱評価の例]

上述した評価機能 100 による歌唱音声の評価方法について、図 3 に示す具体的な歌唱ピッチの例を用いて説明する。

[0027] 図 3 は、本発明の第 1 実施形態における評価方法を説明する図である。図 3 (a) に示す波形は、歌唱の一部における歌唱ピッチ波形の例である。縦軸はピッチを示す。ピッチ方向に 100 cent ごとに配置された破線は複数の基準ピッチを示している。横軸は時間の経過を示している。特定区間検出部 107 は、歌唱ピッチ波形から、歌唱技法が存在する特定区間を検出する。図 3 (a) に示す区間 S は「シャクリ」、区間 F は「フォール」、区間

Kは「コブシ」、区間Vは「ビブラート」にそれぞれ対応する特定区間である。したがって、評価区間は、区間S、F、K、Vに対応する特定区間以外となる。

[0028] ピッチ比較部109において算出される不一致度は、各サンプルにおける歌唱ピッチと基準ピッチとの差分の加算値、すなわち、図3(b)に示す斜線部分の面積に対応している。区間Vにおいては、ビブラートのピッチ変化の特徴から、図3(c)に示す斜線部分の面積が大きくなる。そのため、区間Vを歌唱ピッチと基準ピッチとの比較の対象に含める場合に、ビブラートの歌唱技法を用いた豊かな歌唱であるにもかかわらず、不一致度が大きく算出されて歌唱の評価を下げてしまう場合がある。このような場合であっても、本実施形態における評価装置1のように、区間Vを含む特定区間を除いた評価区間において歌唱ピッチと基準ピッチとの比較をすれば、歌唱技法を用いることによって評価を下げてしまわないようにすることもできる。ここでは、歌唱技法としてビブラートの例を示したが、「シャクリ」、「コブシ」、「フォール」でも同様である。

[0029] <第2実施形態>

図4は、本発明の第2実施形態における評価方法を説明する図である。第2実施形態では、ピッチ比較部109において予め特定区間を除去し、評価区間のみを抽出した歌唱ピッチ波形を生成し、歌唱ピッチと基準ピッチとを比較する。この方法は、歌唱曲全体の歌唱音声データをまとめて解析するときに用いると、処理の効率がよい。

[0030] <第3実施形態>

第3実施形態では、歌唱評価に用いる不一致度の算出方法が異なる評価方法である。上記実施形態では、不一致度は、ピッチ比較部109において、各サンプルにおける歌唱ピッチと基準ピッチとの差分の加算値を用いて算出された。第3実施形態では、所定のピッチ幅（例えば、2cent）単位でピッチを区分し、この区分された各ピッチ範囲における歌唱ピッチの度数、すなわち、各ピッチ範囲における歌唱ピッチが含まれるサンプル数を算出す

る。この度数の算出には、上述の実施形態と同様に、評価区間の歌唱ピッチが用いられる。

[0031] 図5は、本発明の第3実施形態における評価方法を説明する図である。縦軸はピッチ（各ピッチ範囲）を示す。ピッチ方向に100centごとに配置された破線は複数の基準ピッチを示している。横軸は時間の経過を示している。図5（a）は、歌唱評価が高くなる歌唱ピッチの度数分布を示している。図5（b）は、歌唱評価が低くなる歌唱ピッチの度数分布を示している。

[0032] 図5（a）と図5（b）を比較すると、ピークの位置はほとんど同じであるが、図5（a）に示す度数分布の方が、高いピーク（ピークとディップの差が大きい）を有し、そのピークの幅が狭い。このことは、歌唱ピッチが基準ピッチ近傍で安定していることを示しているため、算出される不一致度は低くなる。一方、図5（b）では基準ピッチに対する歌唱ピッチのばらつきが大きいことを示しているため、不一致度は大きくなる。また、ピークの位置が基準ピッチからずれているほど、不一致度を高くしてもよい。このように、第3実施形態のピッチ比較部109は、各ピッチ範囲で歌唱ピッチの度数分布に基づいて、不一致度を算出してもよい。

[0033] <第4実施形態>

第4実施形態では、第3実施形態の評価方法において、度数分布のピークが基準ピッチからずれている場合でも、所定の条件を満たす場合には、不一致度を高くしないようにする評価方法である。

[0034] 図6は、本発明の第4実施形態における評価方法を説明する図である。図6（a）は、図5（a）とは度数分布のピークの位置（矢印部分）が基準ピッチよりも低くなっている。ただし、全てのピークについて、全体的に基準ピッチよりも低くなっている。このような場合には、ピッチ比較部109は、度数分布と基準ピッチとの関係をピッチ方向に調整する。このとき、度数分布の各ピークに対して、ピークの各々から最も近い基準ピッチとのピッチ差の合計が最も少なくなるように、度数分布と基準ピッチとの関係が調整さ

れる。例えば、図6（a）の状態から、図6（b）に示すように基準ピッチを下げることによって、ピークと基準ピッチとをほぼ一致させることができる。このように調整した上で、不一致度が算出される。

[0035] このように度数分布と基準ピッチとの関係を調整することによって、歌唱音声が決定的なピッチから外れていても、歌唱ピッチが100centの倍数で正しく遷移していれば歌唱評価を高くすることができる。また、楽曲の基準となるピッチが440Hzからずれている場合において、ずれたピッチに基づく伴奏にあわせて歌唱した場合に、歌唱評価を高くすることができる。第3実施形態での評価方法では、図6（a）の度数分布では、ピークと基準ピッチのピッチ差のため歌唱評価が低くなってしまうことになるが、第4実施形態のように図6（b）の度数分布に調整すれば、歌唱評価が低くならないようにすることができる。

[0036] <第5実施形態>

上記実施形態では、歌唱音声の入力期間から特定区間を除いた区間を、評価区間としていたが、第5実施形態では、少なくとも特定区間においては歌唱ピッチ波形を別の波形に変更して評価する。

[0037] 図7は、本発明の第5実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。評価機能100Aのうち、上記実施形態と異なる構成（ピッチ変更部113、ピッチ比較部109A）について説明する。ピッチ変更部113は、特定区間検出部107において検出された特定区間の歌唱ピッチ波形を、歌唱技法に応じた変更ルールに従って変更する。具体例として、図8を用いて説明する。

[0038] 図8は、本発明の第5実施形態における評価方法を説明する図である。図8において、破線で示した歌唱ピッチ波形は、特定区間において変更され、実線で示した歌唱ピッチ波形となる。この例で示すように、歌唱ピッチ波形は、基準ピッチから外れた歌唱ピッチを少なくするように変更されている。例えば、「シャクリ」、「フォール」では、歌唱ピッチが急峻に変化するように変更される。「コブシ」では、歌唱ピッチの急峻な上昇および下降を平

滑化するように変更される。「ビブラート」では、周期的な歌唱ピッチの変動を平滑化（例えば、周期当たりの平均に平滑化）するように変更される。この際、特定区間だけではなく、特定区間の周辺部分においても変更されてもよい。なお、特定区間のうち、歌唱技法における歌唱ピッチ波形の特定の変化をする部分のみ除去し、結果的に歌唱ピッチの変化が少ない部分、すなわち歌唱ピッチ波形がほぼ水平になっている部分のみを抽出して評価されるようにしてもよい。

[0039] ピッチ比較部 109A は、ピッチ変更部 113 によって変更された歌唱ピッチと基準ピッチとを比較する。比較対象となる区間は、上記実施形態とは異なり、歌唱音声の入力期間となる。すなわち、特定区間を除くものではない。一方、上記実施形態とは異なり、歌唱技法が検出された特定区間において歌唱ピッチが変更され、その結果、歌唱ピッチは基準ピッチから外れる期間が短くなっている。したがって、特定区間を除いた評価を実行しなくても、不一致度が高くなりにくい。このようにして歌唱評価を実行することも可能である。なお、全ての特定区間において歌唱ピッチを変更するのではなく、一部の特定区間については、上記実施形態のように評価対象から除外してもよい。

[0040] <第 6 実施形態>

上記実施形態では、歌唱ピッチと比較される基準ピッチは歌唱曲全体にわたって変更されなかったが、第 6 実施形態では、歌唱曲の位置によって基準ピッチが変更される。

[0041] 図 9 は、本発明の第 6 実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。評価機能 100B のうち、上記実施形態と異なる構成（コード検出部 115、ピッチ比較部 109B）について説明する。コード検出部 115 は、伴奏出力部 101 によって出力される伴奏音を解析し、歌唱曲の各期間におけるコードを検出する。ピッチ比較部 109B は、コード検出部 115 において検出されたコードに基づいて、各期間における基準ピッチを設定し、歌唱ピッチと比較する。この例では、コード構成音が基準ピッチとして設

定される。具体例として、図 10 を用いて説明する。

[0042] 図 10 は、本発明の第 6 実施形態における評価方法を説明する図である。この例では、前半期間のコードが「D m 7」と検出され、後半期間のコードが「G 7」と検出された場合を示している。そのため、「D m 7」の前半期間では、基準ピッチが「D」、「F」、「A」、「C」として設定される。「G 7」の後半期間では、基準ピッチが「G」、「B」、「D」、「F」として設定される。ピッチ比較部 109 B は、評価区間において、歌唱ピッチと、コードに応じて設定された基準ピッチとを比較して、不一致度を算出する。

[0043] このように、基準ピッチは歌唱曲の全体にわたって固定されていなくてもよく、評価区間において変更されていてもよい。また、上記の通り、伴奏音に基づいて基準ピッチが決められる場合には、基準ピッチをコード構成音としてもよいし、スケール構成音としてもよい。また、歌唱曲の調を伴奏音から検出し、この調に基づいて基準ピッチが決められてもよい。なお、基準ピッチが歌唱曲の全体にわたって固定されている場合であっても評価区間において変更される場合であっても、基準ピッチが予め決められていてもよい。例えば、歌唱曲に対して予め設定された調に基づいて、この調に基づいた基準ピッチが予め決められてもよい。この場合には、予め基準ピッチが 100 cent 間隔で決められたピッチの一部が用いられることになる。また、上記実施形態では、基準ピッチは 100 cent 間隔（半音間隔）で決められていたが、周波数が対数的に等間隔な 100 cent 以外の別の間隔（例えば、50 cent 間隔、200 cent 間隔など）であってもよい。

[0044] <第 7 実施形態>

第 7 実施形態では、さらに、歌唱者が歌唱したメロディの各構成音を発したタイミングを歌唱評価に加えた評価機能 100 C について説明する。

[0045] 図 11 は、本発明の第 7 実施形態における評価機能の構成を示すブロック図である。評価機能 100 C のうち、上記実施形態と異なる構成（タイミング評価部 117、評価部 111 C）について説明する。タイミング評価部 1

1 7 は、伴奏音を解析して歌唱曲の各期間におけるビート、すなわち、拍のタイミングを検出する。また、タイミング評価部 1 1 7 は、歌唱音声の音量変化に基づいて、ノートオンタイミング（メロディの構成音を歌唱者が発したと想定されるタイミング）を検出する。そして、タイミング評価部 1 1 7 は、検出した拍のタイミングとノートオンタイミングとを比較する。評価部 1 1 1 C は、評価値の算出において、タイミング評価部 1 1 7 における比較結果を反映させる。すなわち、拍のタイミングとノートオンタイミングとが一致しているほど、高い評価になるように評価値が算出される。

[0046] <第 8 実施形態>

上記実施形態では、特定区間検出部 1 0 7 は、歌唱ピッチに、歌唱技法に対応した波形が含まれている特定区間を検出していた。第 8 実施形態においては、その他においても評価区間として除外すべき特定区間が検出される。例えば、特定区間は、加対象となるような歌唱技法に対応した区間（技法区間）と加対象とならないような区間（不正区間）とに分類されてもよい。不正区間は、歌唱音声として入力された音が、評価されるべきではない歌唱（例えば、マイクロフォン 2 3 に入力された伴奏音などの歌唱以外の音）である場合、または高評価を狙って特殊な歌唱をした場合として検出された区間である。

[0047] 入力された歌唱音声は、例えば、同じ歌唱ピッチが所定時間以上連続する場合に不正区間として検出される。具体的には、歌唱ピッチのデータ列を微分したものを正負でそれぞれ積算し、一定以上の起伏が歌唱ピッチに存在しない場合である。同じ歌唱ピッチで歌唱し続けて基準ピッチに一致させようとすることは比較的容易である。そのため、同じ歌唱ピッチで歌唱し続ければ、高評価が得られてしまう。したがって、このような場合には不正な歌唱であると検出されるべきである。一方、歌唱曲のメロディとは関係なく、歌唱ピッチを変動させて歌唱することは容易ではない。そのため、一定以上の歌唱ピッチの起伏があれば、歌唱曲のメロディを歌唱しているものと推定される。

[0048] また、入力音に伴奏音が回り込んで、歌唱音ではない可能性が高いときには、不正区間として検出する。マイクロフォン 2 3 へ入力された音に伴奏音が含まれている可能性が高い場合は、以下に示す歌唱ピッチ波形を持つ区間が検出される。例えば、歌唱ピッチが所定時間にわたって連続しない細切れになっている場合、歌唱ピッチの変化が急激すぎる場合、歌唱ピッチが短期間で不連続的に大きく変化する場合（ピッチの跳躍がある場合）等である。

[0049] なお、歌唱音声データから抽出される歌唱ピッチ以外のパラメータから不正区間を検出してもよい。例えば、音量が所定時間以上にわたって同じである（またはほとんど変化しない）場合、音量変化から判定されるノート（一つのメロディ音）が連続して所定時間（例えば 10 秒）以上続く場合、または、フォルマントが通常の歌唱で得られるフォルマントとは大きく異なる（ピークの分布の相関が一定値以下である場合など）場合には、通常の歌唱以外の音（例えば、伴奏音、楽器音等）が含まれている可能性が高い。したがって、このような条件を満たす区間は、不正区間として検出される。

[0050] 上記のような不正区間は、特定区間として評価区間から除外する。特定区間のうち歌唱技法の検出がされた部分（技法区間）については、評価部 1 1 1 が歌唱ピッチにかかわらず、歌唱技法を使っていることにより評価を高くするように評価値を算出してもよいことは、上述した。一方、不正区間については、評価値の算出に影響を与えなくてもよい。また、意図的に高評価を狙った不正な入力音である場合もあるため、評価を低くするように評価値が算出されてもよい。

[0051] <その他の実施形態>

上記実施形態において、評価区間は、歌唱音声の入力期間から特定区間を除外した区間として設定していたが、これに限られない。例えば、特定区間の前または後の所定区間も評価の対象外となるように評価区間が設定されてもよい。また、特定区間の一部が評価区間に組み込まれてもよい。なお、評価区間は、特定区間とは関係なく、所定の区間として予め決められていてもよい。この場合には、特定区間の検出は不要であるから、図 1 2 に示すよう

に、特定区間検出部がなく、また、特定区間とは関係なく決められた評価区間において歌唱ピッチ波形を基準ピッチと比較する比較部 109D を含む評価機能 100D が実現されてもよい。

[0052] また、この例における評価方法は、図 13 に示すフローチャートで示される。すなわち、この例における評価方法は、入力音を取得し（ステップ S101）、取得された入力音のピッチを算出し（ステップ S103）、所定の評価区間において、複数の基準ピッチと、算出された入力音のピッチとを比較し（ステップ S105）、比較された結果に基づいて、入力音に対する評価値を算出する（ステップ S107）ことの各処理を含む。なお、第 1 実施形態のように、入力音の入力期間のうち、算出された入力音のピッチが特定の変化をする特定区間を検出するステップを有していてもよい。この場合には、所定の評価区間は、入力期間のうち特定区間に基づいて決められていてもよい。また、第 5 実施形態のように、特定区間における入力音のピッチを変更ルールに従って変更するステップを有することによって、比較対象である入力音のピッチが、変更された後の入力音のピッチを含むようになっていてもよい。

[0053] ピッチ比較部 109 において算出される不一致度は、基準ピッチと歌唱ピッチとの差分をサンプルごとに加算していたが、この差分が大きいほど、不一致度がさらに大きくなるように重み付けをしてもよい。例えば、差分が 10cent である場合に対して 20cent である場合には、差分が 2 倍になるのではなく 3 倍になるようにすればよい。一方、基準ピッチと歌唱ピッチとの差分が所定範囲より小さい場合（例えば、2cent 以下）である場合には、一致（差分 0cent）しているものとして扱い、不一致度を大きくしないようにしてもよい。

[0054] また、基準ピッチと歌唱ピッチとの差分は、フラット側とシャープ側とに分けて加算してもよい。そして、フラット側の不一致度とシャープ側の不一致度とをそれぞれ算出してもよい。不一致度の大きさがいずれかに偏っている場合には、シャープ気味に外れた歌唱なのか、フラット気味に外れた歌唱

なのかを判定することもできる。

[0055] 入力音取得部 103 によって取得される歌唱音声データが示す音は、歌唱者による音声に限られず、歌唱合成による音声であってもよいし、楽器音であってもよい。楽器音である場合には、単音演奏であることが望ましい。また、楽器音である場合には、特定区間として検出される技法として、例えば、ビブラート、スタッカート、ベンドアップ（シャクリ）、ベンドダウン（フォール）、スライド（ポルタメント）がある。これらの技法のうち、ピッチ変化を伴うビブラート、ベンドアップ、ベンドダウン、スライドが、実施形態と同様な方法で検出される。ピッチ比較部 109 において算出される不一致度に影響を及ぼすため、このようにして検出された特定区間においては、歌唱の場合と同様に評価区間における評価から除外される。これら以外にも、トリルおよび極めて短い修飾音等の音符の表現、サックスのグロール、ギターのカッティング等の音色に関する技法についても、ピッチの取得精度に影響があるため特定区間として検出して評価の除外の対象としてもよい。さらに複音の発音ができる楽器は誤動作を防止するために複音を検出して除去の対象としてもよい。なお、第 8 実施形態に示すような技法区間および不正区間の検出の場合を含み、全ての実施形態において、マイクロフォン 23 への入力音は歌唱音声に限らず楽器音であってもよい。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0056] 本出願は、2015 年 3 月 17 日出願の日本特許出願 2015-053020 および 2016 年 1 月 27 日出願の日本特許出願 2016-013318 に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

[0057] 1…評価装置、11…制御部、13…記憶部、15…操作部、17…表示部、19…通信部、21…信号処理部、23…マイクロフォン、25…スピーカ、100…評価機能、101…伴奏出力部、103…入力音取得部、10

5…ピッチ算出部、107…特定区間検出部、109…ピッチ比較部、111…評価部、113…ピッチ変更部、115…コード検出部、117…タイミング評価部

請求の範囲

- [請求項1] 入力音を取得する入力音取得部と、
 前記入力音取得部によって取得された前記入力音のピッチを算出するピッチ算出部と、
 所定の評価区間において、複数の基準ピッチと前記ピッチ算出部によって算出された前記入力音のピッチとを比較するピッチ比較部と、
 前記ピッチ比較部によって比較された結果に基づいて、前記入力音に対する評価値を算出する評価部と、
 を備えることを特徴とする評価装置。
- [請求項2] 前記入力音の入力期間のうち、前記ピッチ算出部によって算出された前記入力音のピッチが特定の変化をする特定区間を検出する特定区間検出部をさらに備え、
 前記所定の評価区間は、前記入力期間のうち前記特定区間に基づいて決められていることを特徴とする請求項1に記載の評価装置。
- [請求項3] 前記入力音の入力期間のうち、前記入力音のピッチが特定の変化をする特定区間を検出する特定区間検出部と、
 前記特定区間における前記入力音のピッチを、変更ルールに従って変更するピッチ変更部と、
 をさらに備え、
 前記ピッチ比較部による比較対象である前記ピッチ算出部によって算出された前記入力音のピッチは、前記ピッチ変更部によって変更された後の前記入力音のピッチを含むこと
 を特徴とする請求項1に記載の評価装置。
- [請求項4] 隣接する前記基準ピッチが100centの間隔で決められていることを特徴とする請求項1に記載の評価装置。
- [請求項5] 前記入力期間において、音出力装置に伴奏音を出力する伴奏音出力部をさらに備え、
 前記基準ピッチは、前記出力される前記伴奏音に基づいて決められ

ていることを特徴とする請求項 1 に記載の評価装置。

[請求項6] 前記基準ピッチは、前記伴奏音に対応して変更されることを特徴とする請求項 5 に記載の評価装置。

[請求項7] 前記評価部は、前記特定区間の検出および前記比較された結果に基づいて、前記評価値を算出することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の評価装置。

[請求項8] 前記特定区間は、当該特定区間に含まれている前記入力音のピッチに対応して分類された技法区間と不正区間とを含み、

前記評価部は、前記技法区間と前記不正区間とでは、前記評価値の算出に与える影響が異なることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の評価装置。

[請求項9] 入力音を取得し、

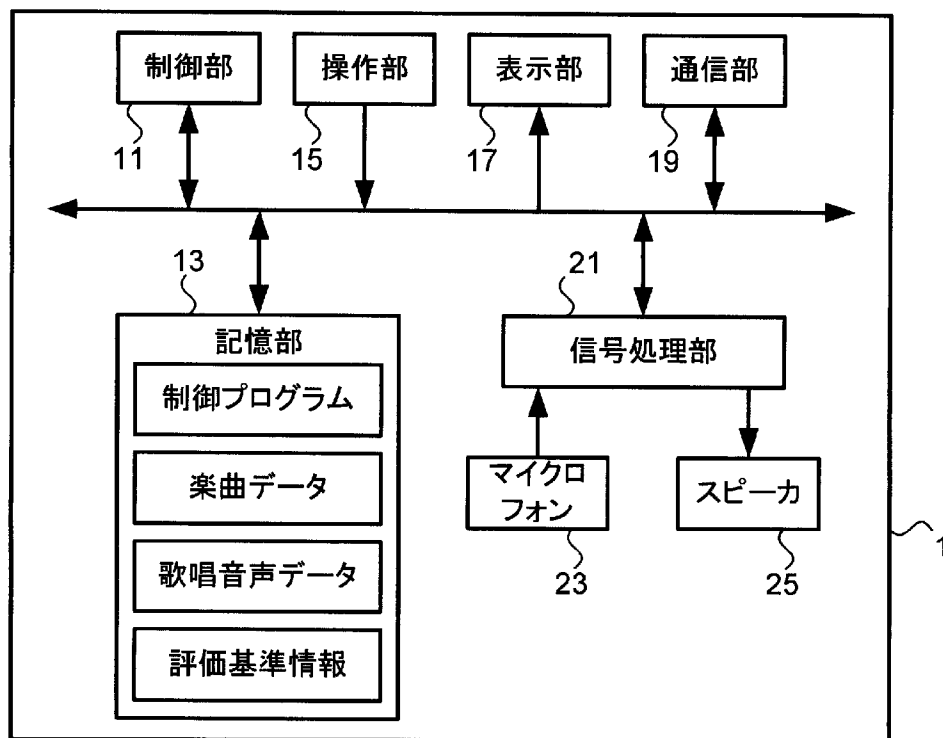
前記入力音のピッチを算出し、

所定の評価区間において、複数の基準ピッチと前記算出された前記入力音のピッチとを比較し、

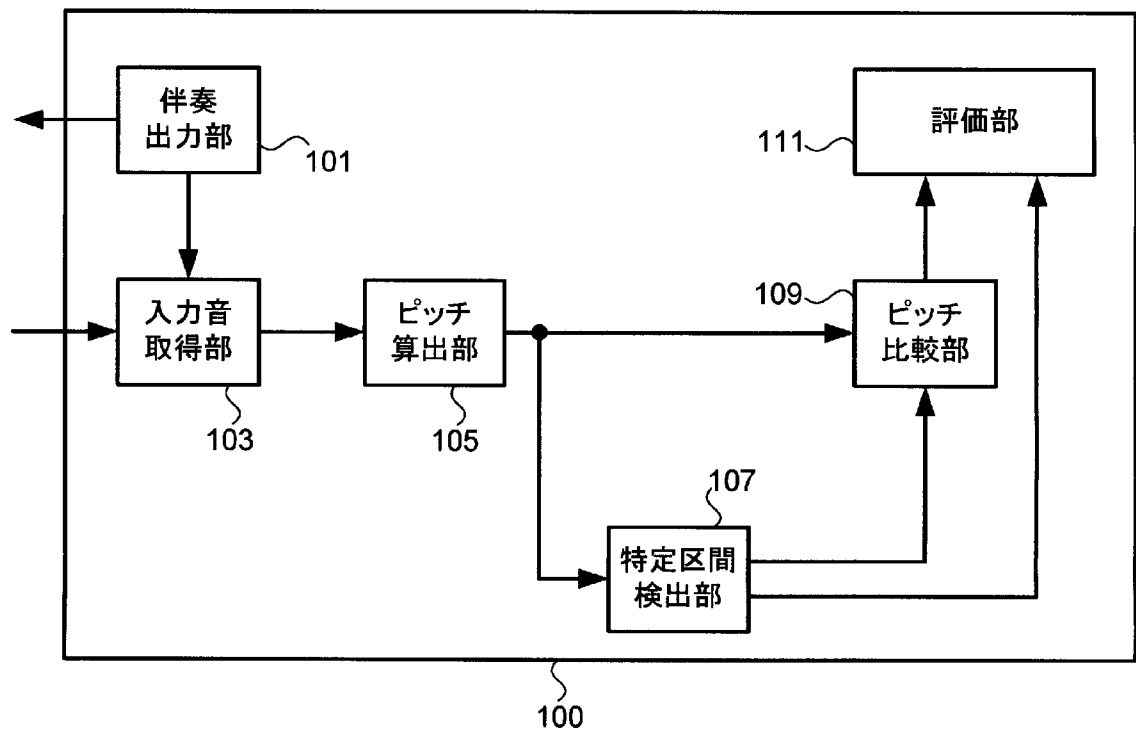
前記比較された結果に基づいて、前記入力音に対する評価値を算出する

ことをコンピュータに実行させるためのプログラム。

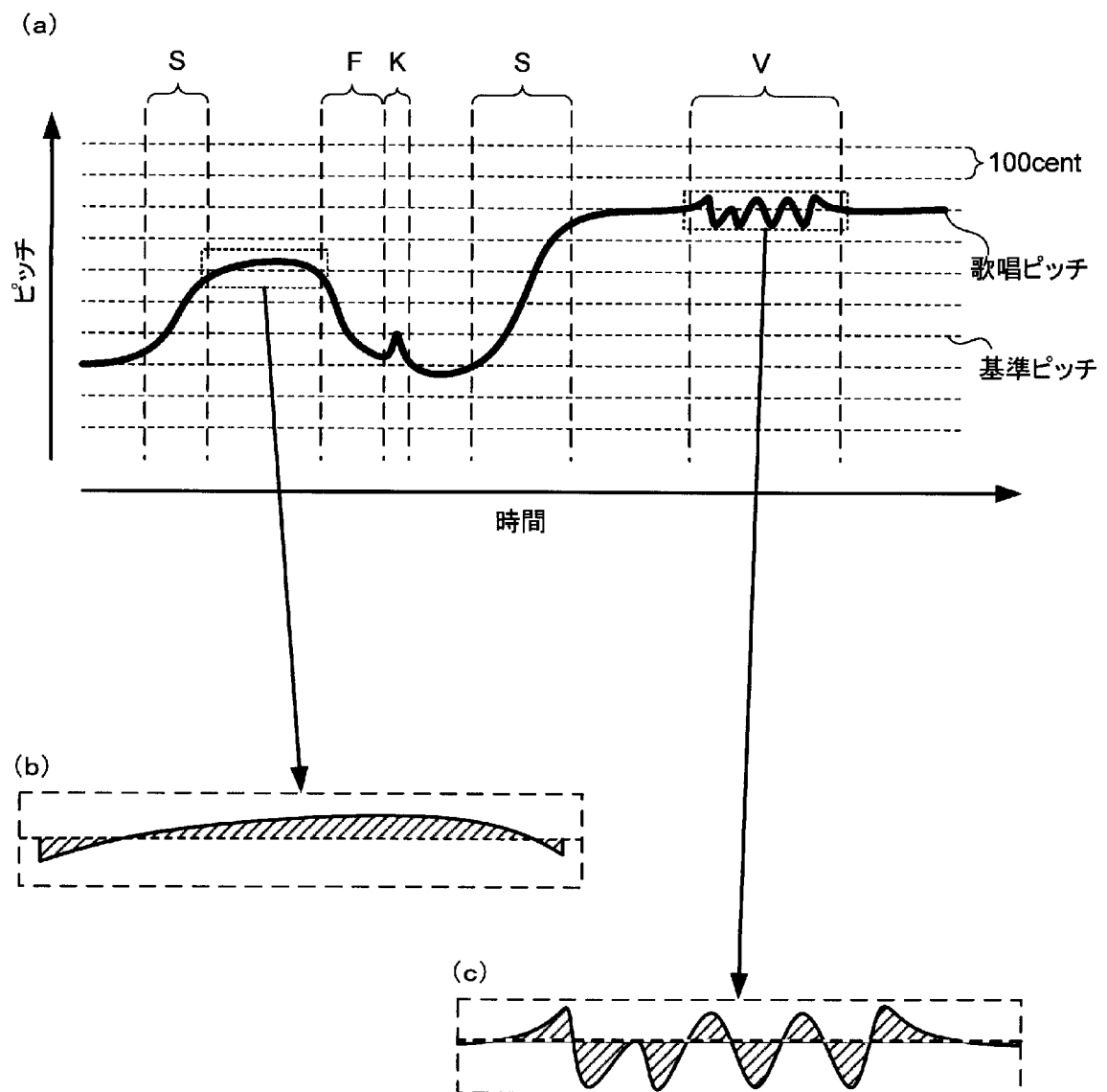
[図1]



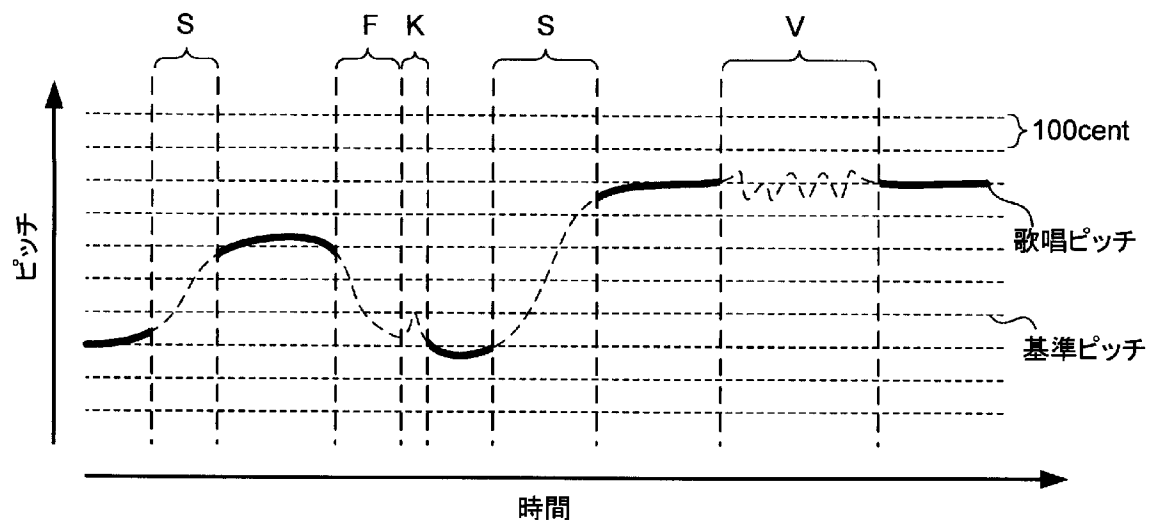
[図2]



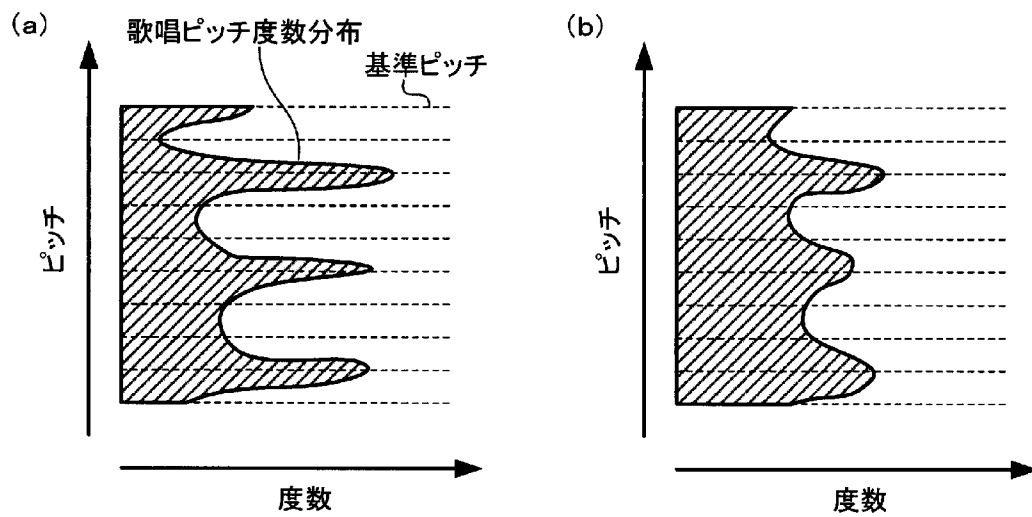
[図3]



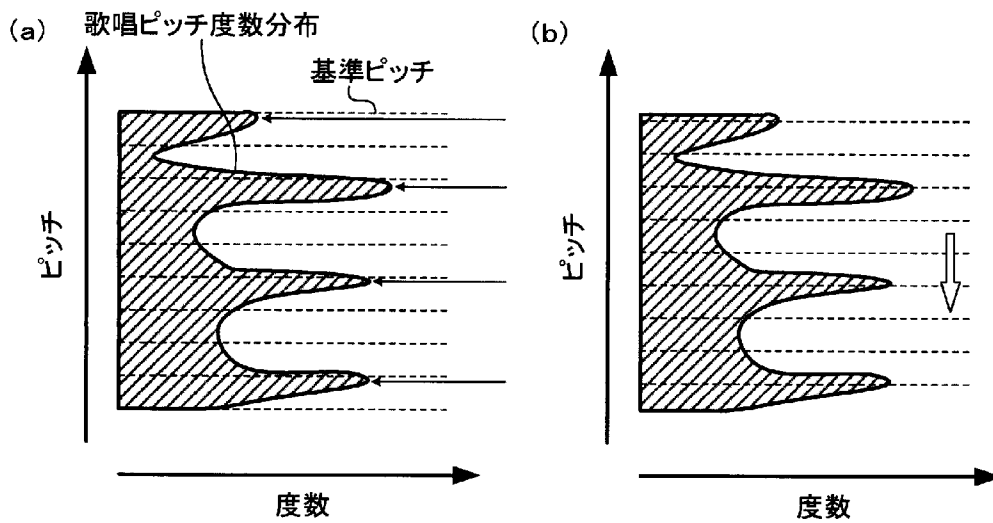
[図4]



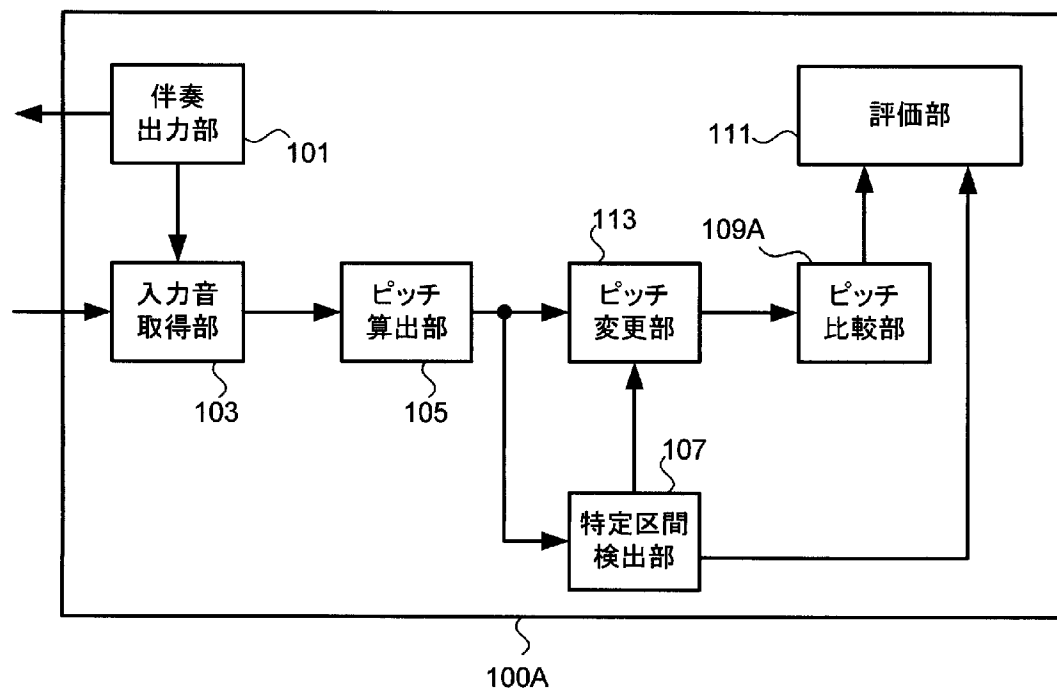
[図5]



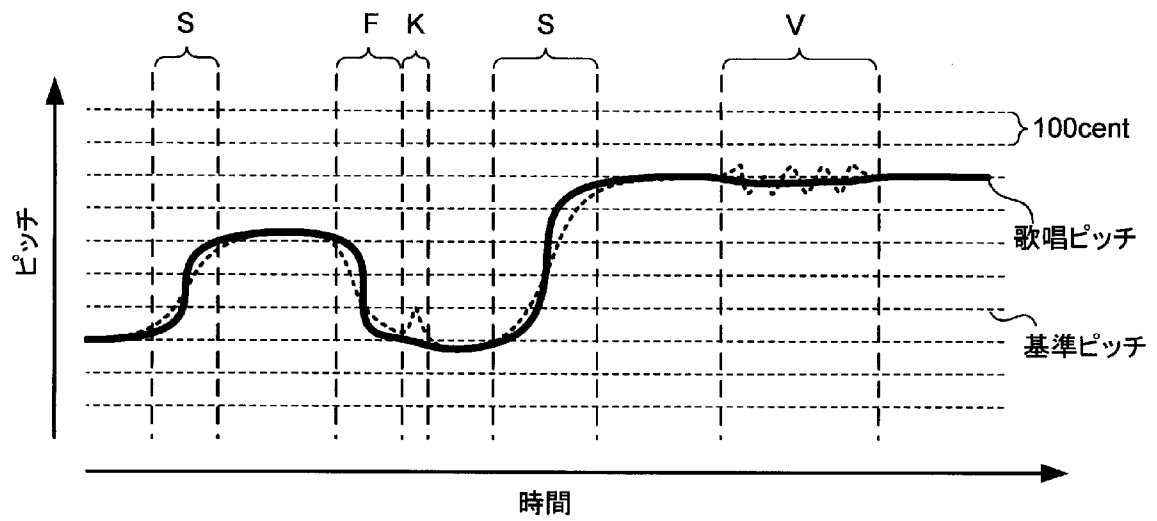
[図6]



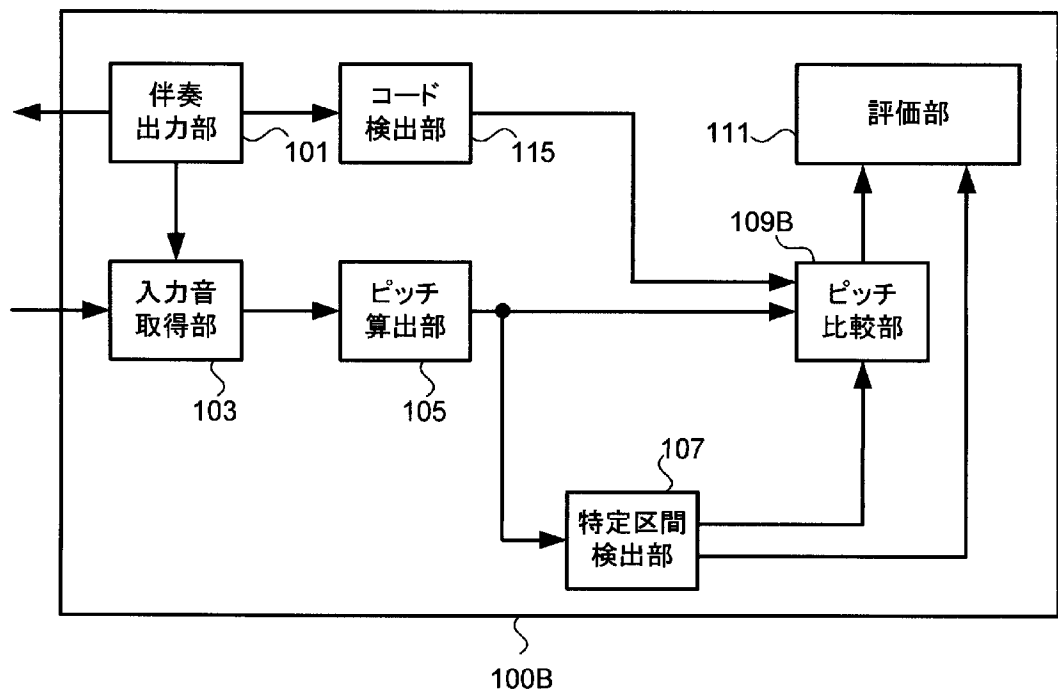
[図7]



[図8]



[図9]



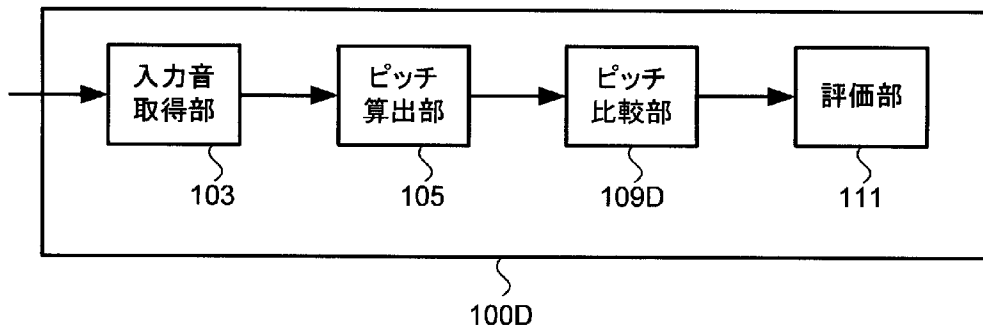
The block diagram illustrates a musical accompaniment system (100C). The system includes the following components and their interconnections:

- 入力音取得部 (Input Sound Acquisition Unit 103):** Receives an external input signal.
- 伴奏出力部 (Accompaniment Output Unit 101):** Outputs the accompaniment signal.
- ピッチ算出部 (Pitch Calculation Unit 105):** Processes the input sound to calculate pitch.
- 特定区間検出部 (Specific Interval Detection Unit 107):** Detects specific intervals from the pitch calculation output.
- ピッチ比較部 (Pitch Comparison Unit 109):** Compares the calculated pitch with a reference pitch.
- タイミング評価部 (Timing Evaluation Unit 117):** Evaluates the timing of the input sound.
- 評価部 (Evaluation Unit 111C):** Performs the final evaluation based on timing and pitch comparison.

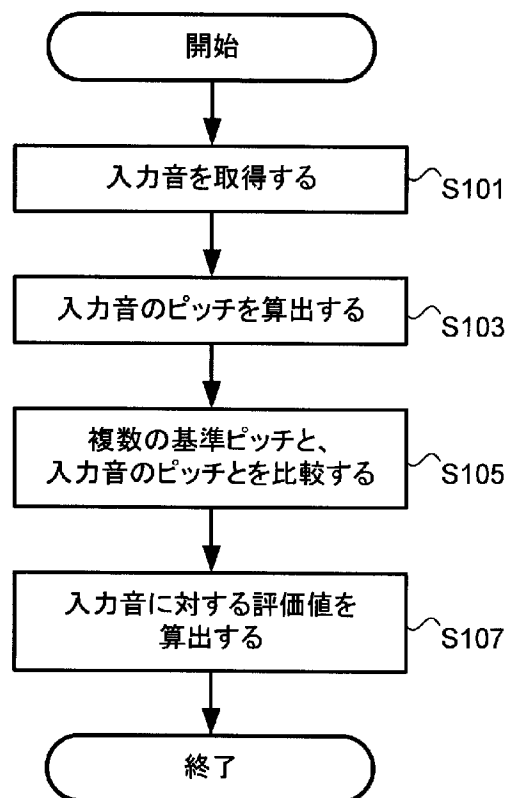
The flow of data is as follows:

- The input signal enters the **入力音取得部 (103)**.
- The output of the **入力音取得部 (103)** is sent to the **ピッチ算出部 (105)** and the **伴奏出力部 (101)**.
- The output of the **ピッチ算出部 (105)** is sent to the **タイミング評価部 (117)** and the **特定区間検出部 (107)**.
- The output of the **タイミング評価部 (117)** is sent to the **評価部 (111C)**.
- The output of the **特定区間検出部 (107)** is sent to the **ピッチ比較部 (109)**.
- The output of the **ピッチ比較部 (109)** is sent to the **評価部 (111C)**.
- The output of the **評価部 (111C)** is sent back to the **伴奏出力部 (101)** to provide feedback.

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10K15/04(2006.01)i, G10L25/51(2013.01)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)

G10K15/04, G10L25/51

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2005-107087 A (Yamaha Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), claim 1; paragraph [0029] (Family: none)	1-9
A	JP 2005-107328 A (Yamaha Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0013], [0049], [0057] (Family: none)	3
A	JP 2010-230854 A (Brother Industries, Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraphs [0062], [0068] (Family: none)	6

☒ 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
23 May 2016 (23.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058583

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-015214 A (DDS Inc.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraph [0106] (Family: none)	8
A	JP 2008-026622 A (Yamaha Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2005-107330 A (Yamaha Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0042], [0043] (Family: none)	1-9
A	JP 2004-102149 A (Taito Corp.), 02 April 2004 (02.04.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2014-092550 A (Daiichikosho Co., Ltd.), 19 May 2014 (19.05.2014), paragraph [0004] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K15/04(2006.01)i, G10L25/51(2013.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K15/04, G10L25/51

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2005-107087 A (ヤマハ株式会社) 2005.04.21, [請求項1]、[0029] (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2005-107328 A (ヤマハ株式会社) 2005.04.21, [0013]、[0049]、[0057] (ファミリーなし)	3
A	JP 2010-230854 A (ブラザー工業株式会社) 2010.10.14, [0062]、[0068] (ファミリーなし)	6

☒ 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

23.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富澤 直樹

5Z

4188

電話番号 03-3581-1101 内線 3591

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-015214 A (株式会社ディー・ディー・エス) 2008.01.24, [0106] (ファミリーなし)	8
A	JP 2008-026622 A (ヤマハ株式会社) 2008.02.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2005-107330 A (ヤマハ株式会社) 2005.04.21, [0042]、[0043] (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2004-102149 A (株式会社タイトー) 2004.04.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2014-092550 A (株式会社第一興商) 2014.05.19, [0004] (ファミリーなし)	1-9