(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 12 月 29 日(29.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/207951 A1

(51) 国際特許分類:
A61M 1/14 (2006.01) *G10L 21/14* (2013.01)
G10L 21/12 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067877

(22) 国際出願日: 2015 年 6 月 22 日(22.06.2015)

(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: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目２８番８号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中島　太郎(NAKAJIMA, Taro); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号　パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP). 曽我　祐介(SOGA, Yusuke); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号　パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP). 蛯山　真一(GAYAMA, Shinichi); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号　パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 江上　達夫, 外(EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目１６番１０号　オークビル京橋３階　東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

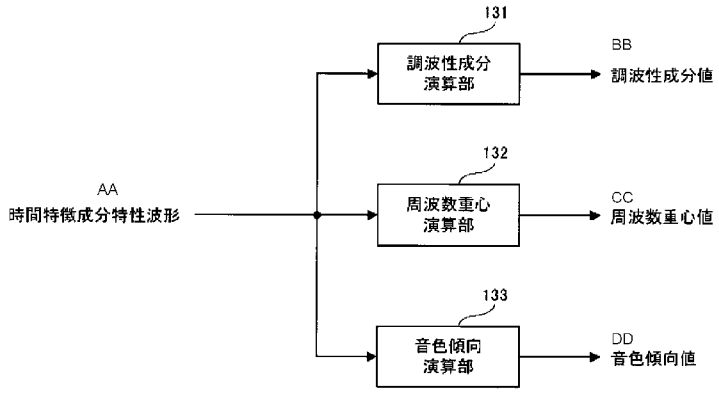
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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),

[続葉有]

(54) **Title**: SHUNT MURMUR ANALYSIS DEVICE, SHUNT MURMUR ANALYSIS METHOD, COMPUTER PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称 : シャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体



131 Frequency component calculation unit
132 Frequency center-of-gravity calculation unit
133 Sound trends calculation unit
AA Time characteristics component waveform
BB Frequency component value
CC Frequency center-of-gravity value
DD Sound trend value

(57) **Abstract**: A shunt murmur analysis device comprising: an acquisition device (110) that obtains shunt murmur information relating to shunt murmurs at a shunt formation site in a measurement subject; an extraction means (130) that extracts characteristics components indicating characteristics of shunt murmurs occurring as a result of stenosis in a blood vessel of the measurement subject, from the shunt murmur information; and an output means (140) that outputs evaluation information relating to evaluation of shunt murmurs, on the basis of the characteristics components. As a result, diagnosis of stenosis at shunt formation sites can be suitably supported.

(57) 要約: シャント音解析装置は、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得手段（１１０）と、シャント音情報から、被測定者の血管の狭窄によって生じるシャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出手段（１３０）と、特徴成分に基づいて、シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力手段（１４０）とを備える。これにより、シャント形成部位における狭窄診断を好適に支援することが可能である。

WO 2016/207951 A1

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 ：

シャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体

技術分野

[0001]　本発明は、被測定者から取得したシャント音を解析するシャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体の技術分野に関する。

背景技術

[0002]　この種の装置として、被測定者から取得したシャント音を解析して、シャント狭窄等に関する医師の診断を支援する装置が知られている。例えば特許文献１では、周波数特性の山の位置が狭窄度合いに対応することを利用して、微細成分を除去した包絡成分のピーク位置に応じた狭窄度合いを提示する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２９４３４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　上述した特許文献１に記載されている技術では、シャント音の高周波成分（即ち、比較的高い周波数の成分）を利用して血管の狭窄度合いを判定している。しかしながら、狭窄時には必ずしも周波数の高低によらない特徴的な音色（例えば、風切り音等）も発生する。そして特に、このような音色成分は、例えば一時的な血栓や、静脈弁の影響等、狭窄以外の要因でも発生することが知られている。よって、特徴的な音色成分を考慮しない特許文献１の技術では、狭窄度合いを正確に評価できないという技術的問題点が生ずる。

[0005] また、特徴的な音色成分は、狭窄の度合いによって。周波数特性の包絡成分上に調波性のピークが重畳して現れ、且つ時間的に変動する。このような特性は、特許文献１の周波数特性の山を利用する手法では表現できないため、仮に上述した音色成分を考慮しようと考えた場合であっても、従来の手法では簡単には利用することができない。

[0006] 本発明が解決しようとする課題には上記のようなものが一例として挙げられる。本発明は、被測定者から取得したシャント音を解析して、シャント形成部位の狭窄診断を好適に支援することが可能なシャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するためのシャント音解析装置は、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得手段と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出手段と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力手段とを備える。

[0008] 上記課題を解決するためのシャント音解析方法は、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程とを備える。

[0009] 上記課題を解決するためのコンピュータプログラムは、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程とをコンピュータに実行させる。

[0010] 上記課題を解決するための記録媒体は、上述したコンピュータプログラム

が記録されている。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施例に係るシャント音解析装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]シャント音波形の一例を示す波形図である。

[図3]時間周波数波形の一例を示すスペクトログラムである。

[図4]時刻ｎにおける周波数波形の一例を示す波形図である。

[図5]時刻ｎにおける特徴成分特性波形の一例を示す波形図である。

[図6]時間特徴成分特性波形の一例を示すスペクトログラムである。

[図7]パラメータ演算部の具体的な構成を示すブロック図である。

[図8]調波性成分値、周波数重心値及び音色傾向値の一例を示すタイムチャートである。

[図9]パラメータ演算部における演算結果を複数のシャント音毎に示す比較一覧図である。

[図10]表示部における表示例を示す平面図（その１）である。

[図11]表示部における表示例を示す平面図（その２）である。

[図12]表示部における表示例を示す平面図（その３）である。

[図13]表示部における表示例を示す平面図（その４）である。

発明を実施するための形態

[0012] ＜１＞

本実施形態に係るシャント音解析装置は、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得手段と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出手段と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力手段とを備える。

[0013] 本実施形態に係る第１のシャント音解析装置の動作時には、先ず取得手段により、被測定者のシャント形成部位周辺から、シャント音に関するシャント音情報が取得される。なお、ここでの「シャント音」とは、血液を体外に取り出すためのシャント形成部位周辺において取得される血流音であり、被

測定者の脈拍に同期した音である。シャント音の取得は各種センサを用いて行えばよく、その取得方法が特に限定されるものではない。また「シャント音情報」とは、シャント音に関する各種パラメータを含む情報であって、例えば音量や周波数等の時間変化などを含んでいる。

[0014] シャント音情報が取得されると、抽出手段により、シャント音情報から特徴成分が抽出される。特徴成分は、被測定者の血管の狭窄によって生じるシャント音の特徴を示す成分であり、例えばシャント音情報を示す時間周波数波形から、周波数特性の包絡成分と、シャント音特有のピッチ成分の周波数範囲を超えた微細成分を除去したものである。

[0015] 特徴成分が抽出されると、出力手段により、シャント音の評価に関連する評価情報が出力される。具体的には、出力手段は、抽出された特徴成分に基づいて評価情報を生成し、生成した評価情報を外部のモニタ等に出力する。なお、ここでの「評価情報」は、シャント形成部位の狭窄度合いを評価した結果を示す情報であってもよいし、シャント形成部位の狭窄度合いを評価するための情報であってもよい。より具体的には、狭窄度合いを直接的に示す数値等が評価情報として出力されてもよいし、医師等が狭窄度合いを判断するための一又は複数のパラメータが評価情報として出力されてもよい。

[0016] 本実施形態に係る評価情報は、上述したように、シャント音情報から抽出された特徴成分に基づくものである。ここで特に、シャント形成部位の血管に狭窄が発生した場合は、シャント音の高周波成分が強くなる傾向にあるが、本願発明者の研究するところによれば、周波数の高低によらない特徴的な音色成分も生じることが判明している。例えば、狭窄発生時には、ヒュー又はビューという擬音で表現される音響的な成分や、シャンシャン又はシャッシャッという擬音で表現される成分が生ずる。

[0017] 本実施形態に係るシャント音解析装置によれば、上述した特徴的な音色成分を考慮した評価情報が出力される。よって、例えばシャント音の周波数の高低のみで狭窄を評価する場合と比べると、より正確な評価を実現できる。従って、シャント形成部位の狭窄診断を好適に支援することが可能である。

[0018] ＜２＞

本実施形態に係るシャント音解析装置の一態様では、前記抽出手段は、前記シャント音情報に対しケプストラム変換処理を行い、第１の次数以下のケフレンシー及び第２の次数以上のケフレンシーを除去してフーリエ変換することで、前記特徴成分を抽出する。

[0019] この態様によれば、シャント音情報が取得されると、先ずケプストラム変換処理が行われる。ケプストラム変換処理は、例えばシャント音情報を示す時間周波数波形に対して、逆フーリエ変換を行うことで実現される。

[0020] 続いて、ケプストラム変換されたシャント音情報からは、第１の次数以下のケフレンシー及び第２の次数以上のケフレンシーが除去される。ここで、「第２の次数」とは、シャント音特有のピッチ成分の周波数を超えた微細成分を除去するために設定される次数であり、事前のシミュレーション等により最適値が設定されている。また、「第１の次数」とは、シャント音の周波数特性（例えば、周波数ごとのシャント音の大きさを示す波形によって示される特性）の包絡成分を除去するために設定される次数であり、第１の次数と同様に、事前のシミュレーション等により最適値が設定されている。なお、「第１の次数」及び「第２の次数」の最適値は、サンプリング周波数やフレーム長さに応じた値とすればよい。

[0021] 第１の次数及び第２の次数に応じたケフレンシーが除去されたシャント音情報は、フーリエ変換されることで、元の周波数波形へと変換される。このようにして得られる波形は、狭窄発生時に生ずる特徴的な音色成分（即ち、特徴成分）を抽出したものとなる。

[0022] 以上のように、ケプストラム変換及び所定次数のケフレンシー除去を利用すれば、シャント音情報の特徴成分を好適に抽出することが可能である。

[0023] ＜３＞

本実施形態に係るシャント音解析装置の他の態様では、前記出力手段は、前記特徴成分における時間軸上で隣り合うフレームの相互相関を示す調波性成分値を算出し、前記評価情報として出力する。

[0024] この態様によれば、シャント音情報から特徴成分が抽出されると、特徴成分における時間軸上で隣り合うフレーム（例えば、時刻ｎ－１のフレーム及び時刻ｎのフレーム）の相互相関を示す調波性成分値が算出される。このようにして算出される調波性成分値は、シャント音における時間方向に持続的な成分量を示すパラメータである。

[0025] 本願発明者の研究するところによれば、狭窄発生時に生ずる特徴的な音色は、時間方向に連続した成分を有することが判明している。よって、調波性成分値を算出すれば、瞬間的な（即ち、持続しない）特徴成分の影響が軽減され、特徴的な音色成分の大きさ（強さ）に対応する値を得ることができる。従って、調波性成分値を評価情報として出力すれば、狭窄の発生を好適に評価することが可能である。

[0026] ＜４＞

本実施形態に係るシャント音解析装置の他の態様では、前記出力手段は、前記特徴成分の周波数重心値を算出し、前記評価情報として出力する。

[0027] この態様によれば、シャント音情報から特徴成分が抽出されると、特徴成分の周波数重心値が算出される。周波数重心値は、特徴的な音色成分の高さに相当する値であり、例えば狭窄の度合いや、その他の要因によって異なる値として算出される。従って、周波数重心値を評価情報として出力すれば、狭窄の発生を好適に評価することが可能である。

[0028] ＜５＞

本実施形態に係るシャント音解析装置の他の態様では、前記出力手段は、前記特徴成分のピーク値から前記特徴成分の平均値を差し引いた音色傾向値を算出し、前記評価情報として出力する。

[0029] この態様によれば、シャント音情報から特徴成分が抽出されると、先ず特徴成分のピーク値（所定時間の最大ピーク値）及び平均値（所定時間の平均値）が算出される。そして、特徴成分のピーク値から平均値が差し引かれ、音色傾向値として算出される。

[0030] 音色傾向値は、例えばヒューヒュー等の音響的な成分と、シャッシャッ等

の雑音的な成分とのいずれの傾向が強いかを示す値である。具体的には、音色傾向値が高い場合には、音響的な成分の傾向が強いと判定でき、音色傾向値が低い場合には、雑音的な成分の傾向が強いと判定できる。従って音色傾向値を評価情報として出力すれば、狭窄の発生を好適に評価することが可能である。

[0031] ＜６＞

本実施形態に係るシャント音解析方法は、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程とを備える。

[0032] 本実施形態に係るシャント音解析方法によれば、上述した本実施形態に係るシャント音解析装置と同様に、狭窄によって生じる特量成分に基づいた評価情報が出力される。従って、シャント形成部位の狭窄診断を好適に支援することが可能である。

[0033] ＜７＞

本実施形態に係るコンピュータプログラムは、被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程とをコンピュータに実行させる。

[0034] 本実施形態に係るコンピュータプログラムによれば、コンピュータに上述した本実施形態に係るシャント音解析方法の各工程を実行させることができる。従って、シャント形成部位の狭窄診断を好適に支援することが可能である。

[0035] ＜８＞

本実施形態に係る記録媒体は、上述したコンピュータプログラムが記録さ

れている。

[0036] 本実施形態に係る記録媒体によれば、記録されたコンピュータプログラムを実行させることで、狭窄によって生じる特量成分に基づいた評価情報を出力させることが可能である。従って、シャント形成部位の狭窄診断を好適に支援することが可能である。

[0037] 本実施形態に係るシャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体の作用及び他の利得については、以下に示す実施例において、より詳細に説明する。

実施例

[0038] 以下では、図面を参照してシャント音解析装置の実施例について詳細に説明する。

[0039] ＜装置構成＞

先ず、図１を参照して、本実施例に係るシャント音解析装置の全体構成について説明する。ここに図１は、実施例に係るシャント音解析装置の全体構成を示すブロック図である。

[0040] 図１において、本実施例に係るシャント音解析装置は、シャント音入力部１１０と、音声信号解析処理部１２０と、パラメータ演算部１３０と、評価情報演算出力部１４０と、表示部１５０とを備えて構成されている。

[0041] シャント音入力部１１０は、「取得手段」の一具体例であり、例えば振動センサ等から入力されたシャント音に対し、所定のサンプリング周波数Ｆｓでアナログデジタル変換を行い、シャント音波形を出力する。シャント音入力部１１０で生成されたシャント音波形は、音声信号解析処理部１２０へと出力される構成となっている。

[0042] 音声信号解析処理部１２０は、シャント音入力部１１０から入力されたシャント音波形に対して各種解析処理（例えば、短時間フーリエ変換や対数変換等）を行い、時間周波数解析波形を出力する。音声信号解析処理部１２０による解析結果は、パラメータ演算部１３０に出力される構成となっている。

[0043] パラメータ演算部１３０は、「抽出手段」の一具体例であり、音声信号解析処理部１２０から入力された時間周波数解析波形に対して各種演算処理（例えば、逆フーリエ変換、ケフレンシーカット、フーリエ変換等）を行うことで、時間特徴成分特性波形を得る。またパラメータ演算部１３０は、時間特徴成分特性波形から、調波性成分値、周波数重心値、及び音色傾向値を算出する。パラメータ演算部１３０によって算出された調波性成分値、周波数重心値、及び音色傾向値は、評価情報演算出力部１４０に夫々出力される構成となっている。

[0044] 評価情報演算出力部１４０は、「出力手段」の一具体例であり、パラメータ演算部１３０の出力値、及び出力値のピーク値や時間平均値を用いて、被測定者の血管の狭窄度合いを評価するための評価情報を演算し出力する。評価情報演算出力部１４０によって演算された評価情報は、表示部１５０に出力される構成となっている。

[0045] 表示部１５０は、例えばモニタ等として構成されており、評価情報演算出力部１４０から入力された評価情報を、例えば医師等の装置使用者に視覚的に提示することが可能に構成されている。

[0046] ＜動作説明＞

次に、本実施例に係るシャント音解析装置の具体的な動作について説明する。なお、以下では、本実施例に係るシャント音解析装置が有する各部位のうち、本実施例に特有な部位（具体的には、音声信号解析処理部１２０、パラメータ演算１３０、評価情報演算出力部１４０、及び表示部１５０）の動作について詳細に説明する。

[0047] ＜音声信号解析処理部＞

先ず、図２及び図３を参照して、音声信号解析処理部１２０の動作について詳細に説明する。ここに図２は、シャント音波形の一例を示す波形図である。また図３は、時間周波数波形の一例を示すスペクトログラムである。

[0048] 図２に示すように、音声信号解析処理部１２０には、シャント音入力部１１０で生成されたシャント音波形が入力される。なお、シャント音波形）は

、図を見ても分かるように、被測定者のシャント音形性部位から取得された音声の振幅について、その時間変動を示す波形である。

[0049] 音声信号解析処理部１２０は、シャント音波形の時刻ｎの値Ｘ（n）に対して、長さＮフレーム単位で、Ｎポイント短時間フーリエ変換と、対数変換とを施し、時間周波数解析波形Ｐｌｏｇ［ｎ，ｋ］を算出する。

[0050] 具体的には、音声信号解析処理部１２０は、以下の数式（１）を用いて、短時間フーリエ変換を行う。

[0051] [数1]

$$F[n,k]=\sum_{k=0}^{k=N-1}x(n+k)w(k)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} \quad \cdots(1)$$

また音声信号解析処理部１２０は、以下の数式（２）を用いて、対数変換を行う。

[0052] [数2]

$$PLog[n,k]=20\log 10|F[n,k]| \quad \cdots(2)$$

なお、ｗ（ｋ）は、フレームを切り出す際に用いられる長さＮの窓関数である。またｋは、サンプリング周波数Ｆｓの Ｎ等分を単位とした周波数の位置（高さ）を表しており、ｋ＝０…Ｎ－１である。

[0053] 図３に示すように、音声信号解析処理部１２０によって演算された時間周波数解析波形Ｐｌｏｇ［ｎ，ｋ］は、各周波数に対応する音圧の時間変動を示す波形である。

[0054] ＜パラメータ演算部＞

次に、図４から図９を参照して、パラメータ演算部１３０の動作について詳細に説明する。

[0055] ＜特徴成分の抽出＞

先ず、図４から図６を参照して、パラメータ演算部１３０による特徴成分の抽出について詳細に説明する。ここに図４は、時刻ｎにおける周波数波形

の一例を示す波形図であり、図５は、時刻ｎにおける特徴成分特性波形の一例を示す波形図である。また図６は、時間特徴成分特性波形の一例を示すスペクトログラムである。

[0056] 図４に示すように、時間周波数解析波形Ｐｌｏｇ［ｎ，ｋ］の時刻ｎにおける周波数波形は、周波数毎の音圧を示す波形として表される。パラメータ演算部１３０は、このような時間周波数解析波形Ｐｌｏｇ［ｎ，ｋ］の各フレームに各種演算処理を行い、特徴成分を抽出する。

[0057] 具体的には、パラメータ演算部１３０は、以下の数式（３）を用いて、時間周波数解析波形Ｐｌｏｇ［ｎ，ｋ］の逆フーリエ変換を行う。

[0058] [数3]

$$C[n,k]=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{k=N-1}PLog[n,k]e^{j\frac{2\pi}{N}kn} \quad \cdots(3)$$

次に、パラメータ演算部１３０は、以下の数式（４）を用いて、ｌｉｆｔ＿ｌｏｗ次以下、及びｌｉｆｔ＿ｈｉｇｈ次以上のケフレンシーをカットする。

[0059] [数4]

$$\begin{aligned} C'[n,k]&=0 \qquad k=0..liftlow-1,k=lifthigh...N-lifthigh,k=N-liftlow+1...N-1\\ C'[n,k]&=C[n,k] \quad k=liftlow..lifhigh-1,k=N-lifhight+1...N-liftlow \end{aligned} \quad \cdots(4)$$

ｌｉｆｔ＿ｌｏｗ次以下のケフレンシーをカットすることで、各フレームの周波数特性の包絡成分を除去することが可能である。また、ｌｉｆｔ＿ｈｉｇｈ次以上のケフレンシーをカットすることで、シャント音特有のピッチ成分の周波数範囲を超えた微細成分を除去することが可能である。

[0060] なお、次数ｌｉｆｔ＿ｌｏｗ及びｌｉｆｔ＿ｈｉｇｈの最適値は、サンプリング周波数Ｆｓやフレーム長さＮに応じて定まる値であり、事前のシミュレーション等により最適値が設定されている。ここでの次数ｌｉｆｔ＿ｌｏｗは、「第１の次数」の一具体例であり、次数ｌｉｆｔ＿ｈｉｇｈは、「第

２の次数」の一具体例である。

[0061] 次に、パラメータ演算部１３０は、以下の数式（５）を用いてフーリエ変換を行い、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］を演算する。

[0062] [数5]

$$FPeaks[n,k]=\sum_{k=0}^{k=N-1}C'[n,k]e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} \cdots (5)$$

図５に示すように、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］の時刻ｎにおける波形は、周波数波形から特徴成分を抽出した波形として表される。

[0063] 図６に示すように、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］は、各周波数に対応する音圧の微細成分の時間変動を示す波形である。

[0064] ＜特徴成分パラメータの演算＞

次に、図７及び図８を参照して、パラメータ演算部１３０による特徴成分パラメータの演算について詳細に説明する。ここに図７は、パラメータ演算部の具体的な構成を示すブロック図である。また図８は、調波性成分値、周波数重心値及び音色傾向値の一例を示すタイムチャートである。

[0065] 図７において、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］は、パラメータ演算部１３０の調波性成分演算部１３１、周波数重心演算部１３２、及び音色傾向演算部１３３に夫々入力される。

[0066] 調波性成分演算部１３１は、以下の数式（６）を用いて、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］から、特徴成分パラメータの１つである調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］を算出する。

[0067] [数6]

$$FPeaksValue[n]=\frac{2}{N}\sqrt{\sum_{k=0}^{k=N/2-1}FPeaks'[n-1,k]*FPeaks'[n,k]} \cdots (6)$$

調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］は、前後フレームの特徴成分であるＦＰｅａｋｓ［ｎ－１，ｋ］とＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］との相互相関

値であり、時間方向に持続的な成分量を示している。

[0068] 周波数重心演算部１３２は、以下の数式（７）を用いて、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］から、特徴成分パラメータの１つである周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］を算出する。

[0069] [数7]

$$FPeaksCentroid[n]=\frac{\sum_{k=0}^{k=N/2-1} FPeaks'[n,k]*k}{\sum_{k=0}^{k=N/2-1} FPeaks'[n,k]} \quad \cdots(7)$$

周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］は、狭窄の度合いやその他の要因によって異なる値として算出される。

[0070] 音色傾向演算部１３３は、以下の数式（８）を用いて、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］から、特徴成分パラメータの１つである音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］を算出する。

[0071] [数8]

$$FPeaksSoundColor[n]=MAX\langle FPeaks'[n,k]\rangle-\frac{2}{N}\sum_{k=0}^{k=N/2-1} FPeaks'[n,k] \quad \cdots(8)$$

音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］は、特徴成分ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］の最大ピークから、ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］の平均値を差し引くことで算出される。

[0072] 図８に示すように、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］は、特徴的な音色成分の大きさに相当する値として算出される。周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］は、特徴的な音色成分の高さに相当する値として算出される。音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］は、特徴的な音色成分の音色の傾向を示す値として算出される。

[0073] ＜演算結果を用いた評価＞

次に、図９を参照して、上述した演算によって得られた各種パラメータを用いた狭窄度合いの評価方法について、具体的に説明する。ここに図９は、

パラメータ演算部における演算結果を複数のシャント音毎に示す比較一覧図である。

[0074] 図９において、シャント音Ａは、正常なシャント音の一例である。シャント音Ａは、時間特徴成分特性波形ＦＰｅａｋｓ［ｎ，ｋ］を見ても分かるように、特徴的な特性が現れない。このため、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］、及び音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］のいずれも極めて低い値で安定している。このように、特徴成分パラメータが低い値で安定している場合には、狭窄は発生していない（或いは、極めて狭窄度合いが小さい）と評価することができる。

[0075] シャント音Ｂは、シャッシャッという特徴的な音を含むシャント音の一例である。シャント音Ｂは、シャント音Ａと比べると、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］が高い値として算出されている。また、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］も高い値で推移しており、心拍に同期して高さが揺れ動く様子が分かる。音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］からは、雑音的な傾向が強いことが分かる。この結果、シャント音Ｂには、雑音的な特徴成分が含まれており、狭窄が発生している可能性があると評価できる。

[0076] シャント音Ｃは、ビュービューという特徴的な音を含むシャント音の一例である。シャント音Ｃは、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］が極めて高い値として算出されている。また、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］は極めて高い値で推移している。音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］からは、音響的な傾向が強いことが分かる。この結果、シャント音Ｃには音響的な特徴成分が多く含まれており、狭窄が発生している可能性が高いと評価できる。

[0077] シャント音Ｄは、低い唸りのような特徴的な音を含むシャント音の一例である。シャント音Ｄは、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］が高い値として算出されている。また、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉ

ｄ［ｎ］は断続的に激しく変化している。音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］からは、音響的な傾向が強いことが分かる。この結果、シャント音Ｃには音響的な特徴成分が含まれており、狭窄が発生している可能性があると評価できる。

[0078] なお、上述した評価方法はあくまで一例であり、同一の演算結果から異なる評価を行っても構わない。

[0079] ＜評価情報演算出力部＞

次に、評価情報演算出力部１４０の動作について詳細に説明する。

[0080] 評価情報演算出力部１４０は、パラメータ演算部１３０で算出された調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］、及び音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］の各々を数値化して、狭窄度合いを評価するための（或いは、狭窄度合いを示す）評価情報として出力する。

[0081] 具体的には、評価情報演算出力部１４０は、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］を、０ｄＢ～２０ｄＢの範囲で０～１００に正規化して出力する。また、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］を、１５０Ｈｚ～２ｋＨｚの範囲で０～１００に正規化して出力する。また、評価情報演算出力部１４０は、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］及び周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］の各々について、ピーク値及び時間平均値を演算して出力する。

[0082] 評価情報演算出力部１４０は、音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］を、０ｄＢ～１０ｄＢの範囲で０～１００に正規化して出力する。また、評価情報演算出力部１４０は、音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］について、ピーク値及び時間平均値を演算して出力する。

[0083] ＜表示部＞

次に、図１０から図１３を参照して、表示部１５０の動作について詳細に説明する。ここに図１０から図１３は夫々、表示部における表示例を示す平面図である。

[0084] 図１０及び図１１に示すように、表示部１５０の表示領域１５５には、例えば特徴成分の大きさ（即ち、調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］）の平均スコア（即ち、正規化された時間平均値）と、平均スコアについての印象マップが表示される。なお、ここでの平均スコアは、３０以上の場合に狭窄が発生している可能性が高いと評価できるようなパラメータとなっている。

[0085] 具体的には、図１０の例では、平均スコア“５”と、特徴成分が殆ど現れていない印象マップが表示されている。この場合、例えば狭窄が発生している可能性は低く、当日の透析に問題はなさそうだと判断できる。一方、図１１の例では、平均スコア“７０”と、特徴成分が強く現れた印象マップが表示されている。この場合、例えば狭窄が発生している可能性が高く、医師に連絡が必要であると判断できる。このような比較的簡易な表示態様は、聴診時などにおいてシャント音の聞こえ方に対する判断が難しい場合に有効である。

[0086] 図１２及び図１３に示すように、表示部１５０の表示領域１５５には、例えば調波性成分値ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］、周波数重心値ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］、及び音色傾向値ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］の各々のピーク値及び平均スコア、並びに解析波形が表示されてもよい。このように評価情報を詳細に表示すれば、より正確で細かな診断（例えば、スコアの上昇が狭窄による影響なのか、或いは他の要因による影響なのかの診断）を行うことも可能となる。

[0087] 具体的には、図１２の例では、特徴的な音色が大きく変動及び断続しているため、狭窄を疑うべきであると判断できる。また、図１３の例では、特徴的な音が見られるが、音が連続しているようなので、他の所見を併せて診断すべきと判断できる。

[0088] なお、表示部１５０は、上述した表示例以外の態様で表示を行っても構わない。また、装置の使用者が適切な表示態様を適宜選択できるように構成されてもよい。

[0089] 以上説明したように、本実施例に係るシャント音解析装置によれば、取得したシャント音情報に基づいて適切な評価情報が出力される。従って、シャント形成部位における狭窄診断を好適に支援することが可能である。

[0090] 本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴うシャント音解析装置、シャント音解析方法、コンピュータプログラム及び記録媒体もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0091] １１０　シャント音入力部

１２０　音声信号解析処理部

１３０　パラメータ演算部

１３１　調波性成分演算部

１３２　周波数重心演算部

１３３　音色傾向値演算部

１４０　評価情報演算出力部

１５０　表示部

１５５　表示領域

ＦＰｅａｋｓＶａｌｕｅ［ｎ］　調波性成分値

ＦＰｅａｋｓＣｅｎｔｒｏｉｄ［ｎ］　周波数重心値

ＦＰｅａｋｓＳｏｕｎｄＣｏｌｏｒ［ｎ］　音色傾向値

請求の範囲

[請求項1] 被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得手段と、

前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出手段と、

前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力手段と

を備えることを特徴とするシャント音解析装置。

[請求項2] 前記抽出手段は、前記シャント音情報に対しケプストラム変換処理を行い、第１の次数以下のケフレンシー及び第２の次数以上のケフレンシーを除去してフーリエ変換することで、前記特徴成分を抽出することを特徴とする請求項１に記載のシャント音解析装置。

[請求項3] 前記出力手段は、前記特徴成分における時間軸上で隣り合うフレームの相互相関を示す調波性成分値を算出し、前記評価情報として出力することを特徴とする請求項１又は２に記載のシャント音解析装置。

[請求項4] 前記出力手段は、前記特徴成分の周波数重心値を算出し、前記評価情報として出力することを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載のシャント音解析装置。

[請求項5] 前記出力手段は、前記特徴成分のピーク値から前記特徴成分の平均値を差し引いた音色傾向値を算出し、前記評価情報として出力することを特徴とする請求項１から４のいずれか一項に記載のシャント音解析装置。

[請求項6] 被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、

前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、

前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程と

を備えることを特徴とするシャント音解析方法。

[請求項7] 被測定者のシャント形成部位のシャント音に関するシャント音情報を取得する取得工程と、

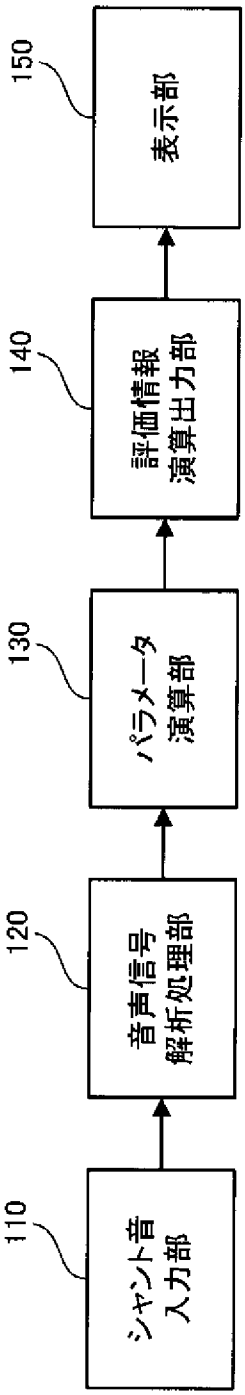
前記シャント音情報から、前記被測定者の血管の狭窄によって生じる前記シャント音の特徴を示す特徴成分を抽出する抽出工程と、

前記特徴成分に基づいて、前記シャント音の評価に関連する評価情報を出力する出力工程と

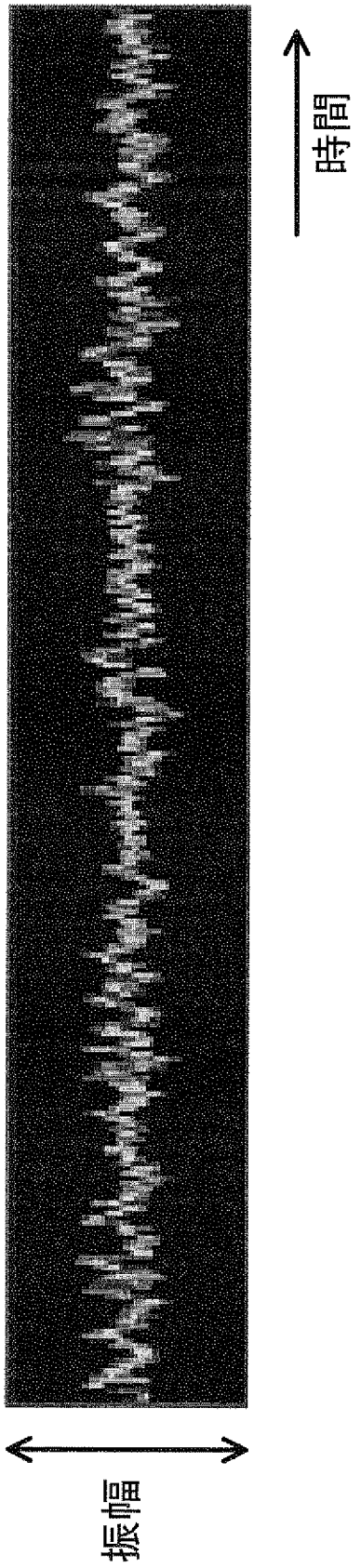
をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

[請求項8] 請求項７に記載のコンピュータプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

[図1]


110
シャント音
入力部
120
音声信号
解析処理部
130
パラメータ
演算部
140
評価情報
演算出力部
150
表示部

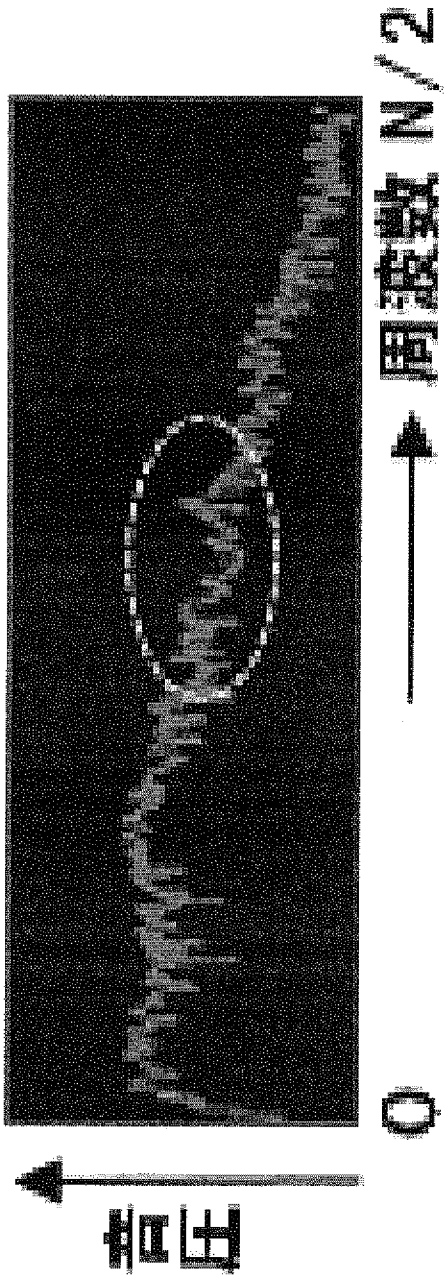
[図2]



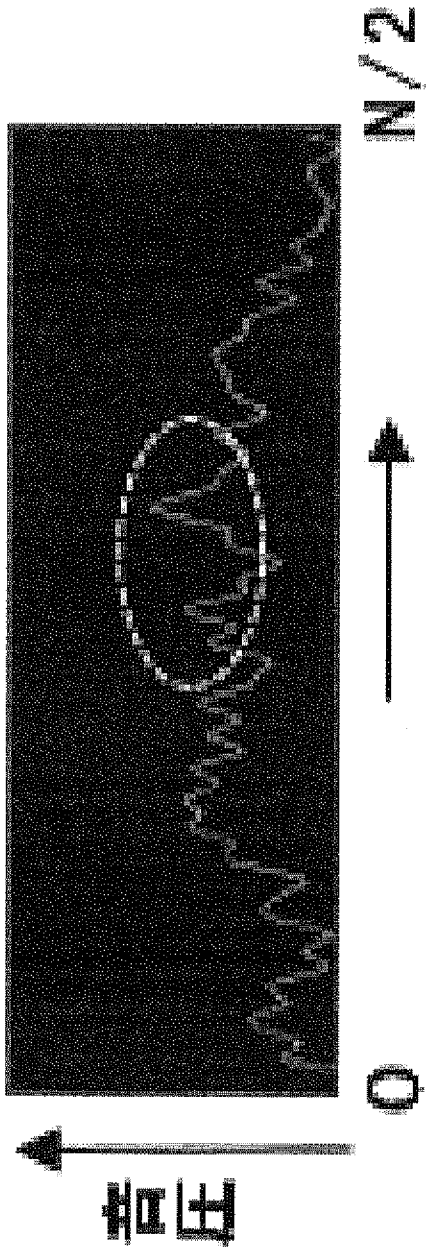
[図3]



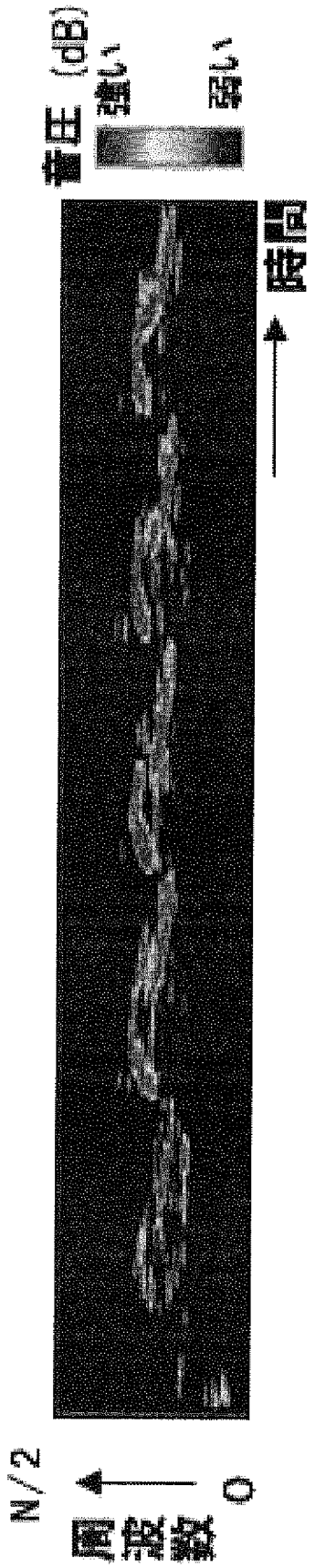
[図4]



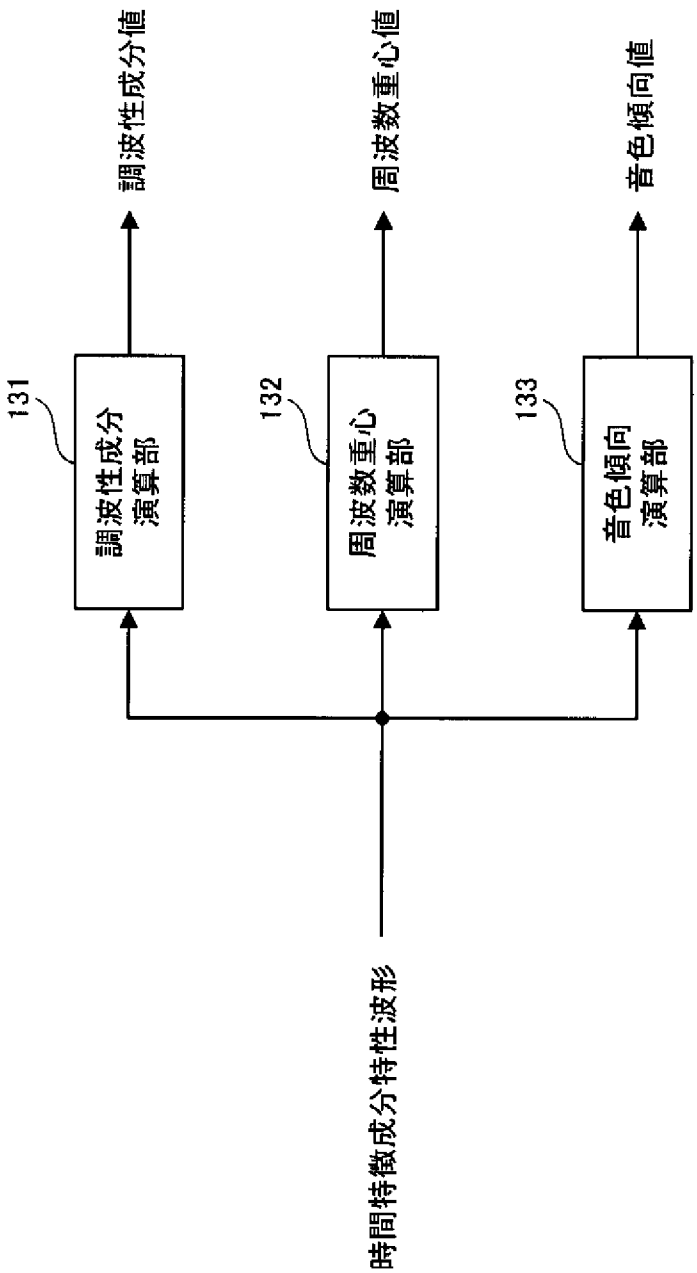
[図5]



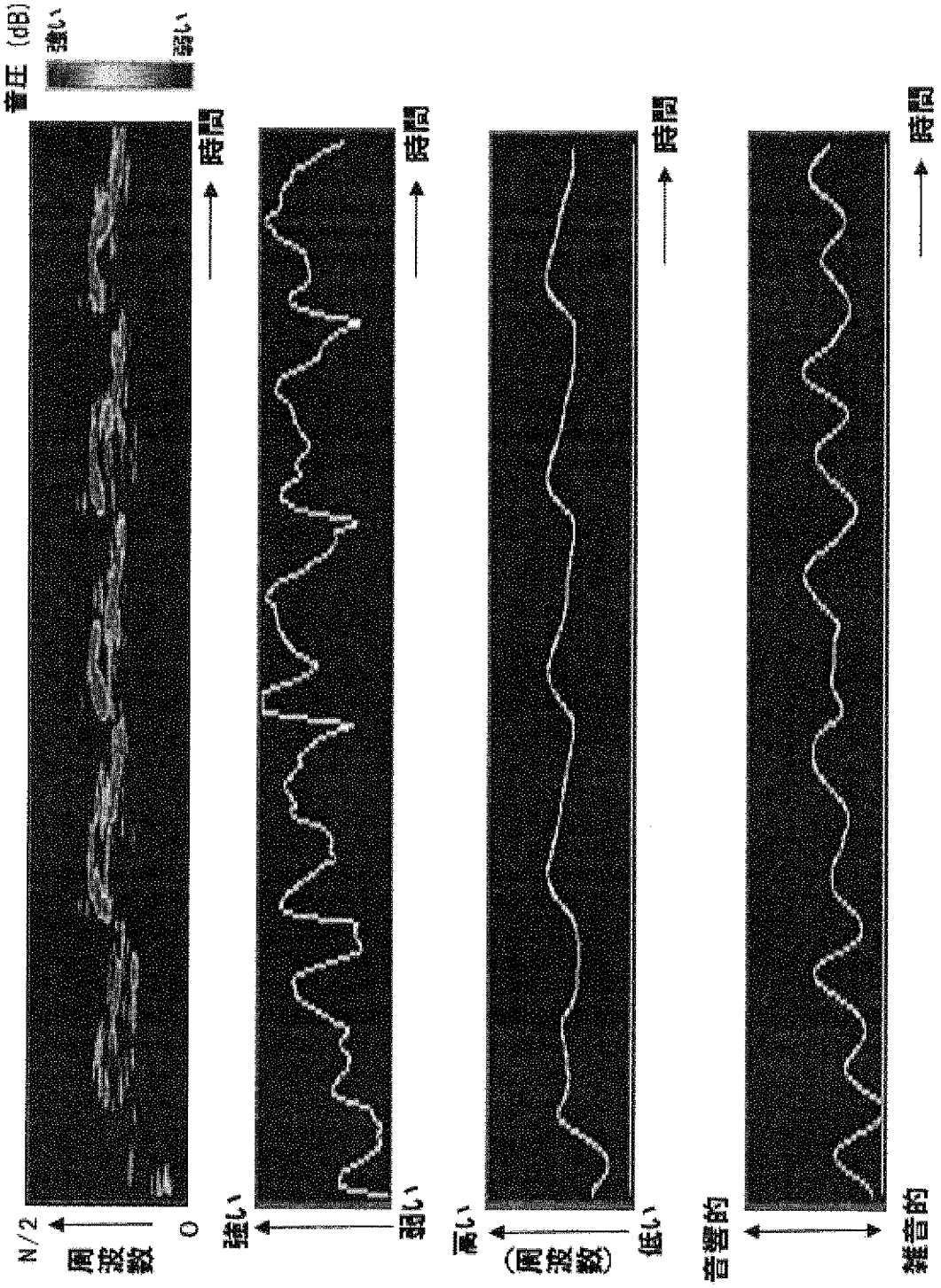
[図6]



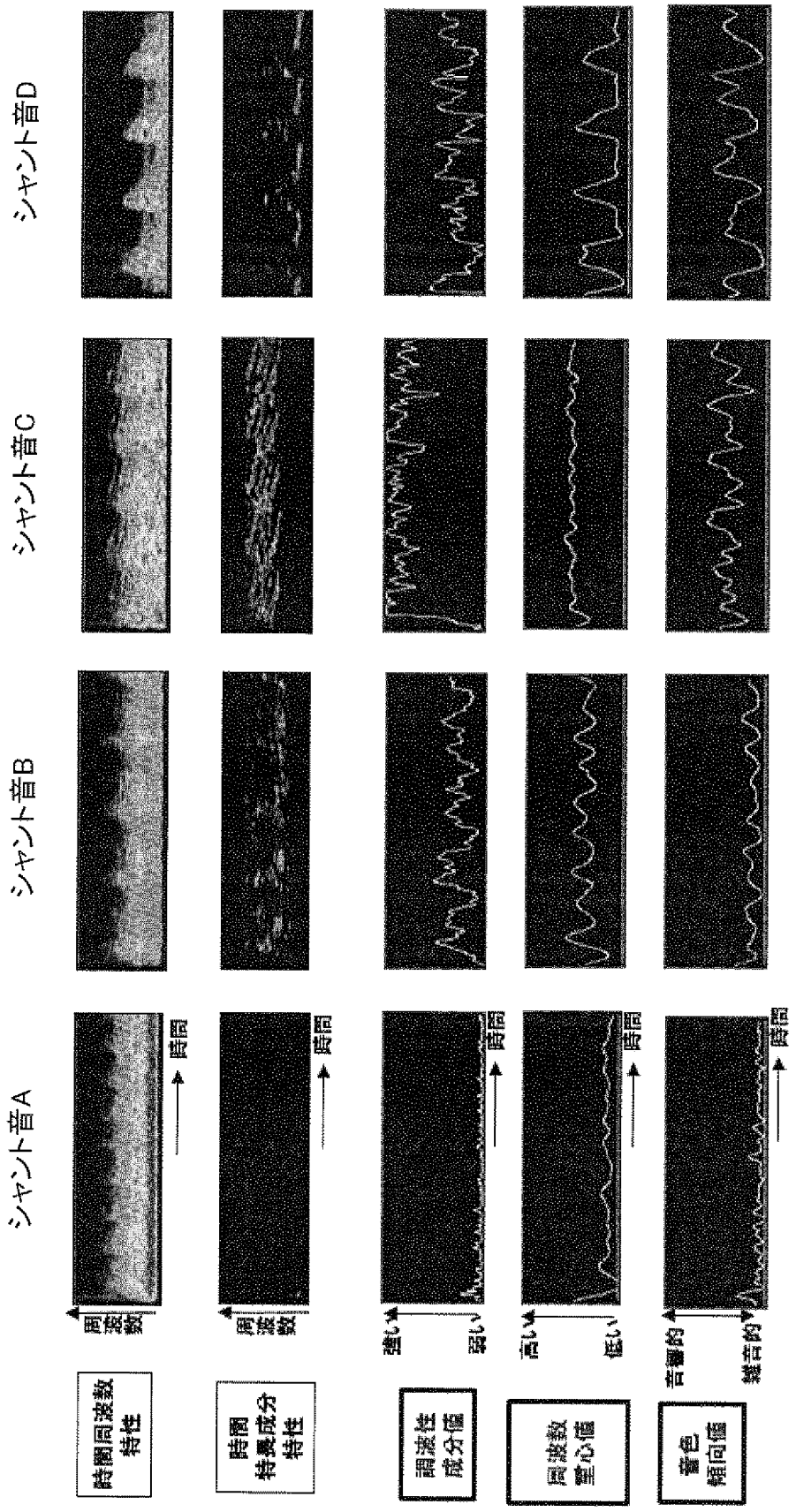
[図7]


調波性成分値
周波数重心値
音色傾向値
131
132
133
調波性成分
演算部
周波数重心
演算部
音色傾向
演算部
時間特徴成分特性波形

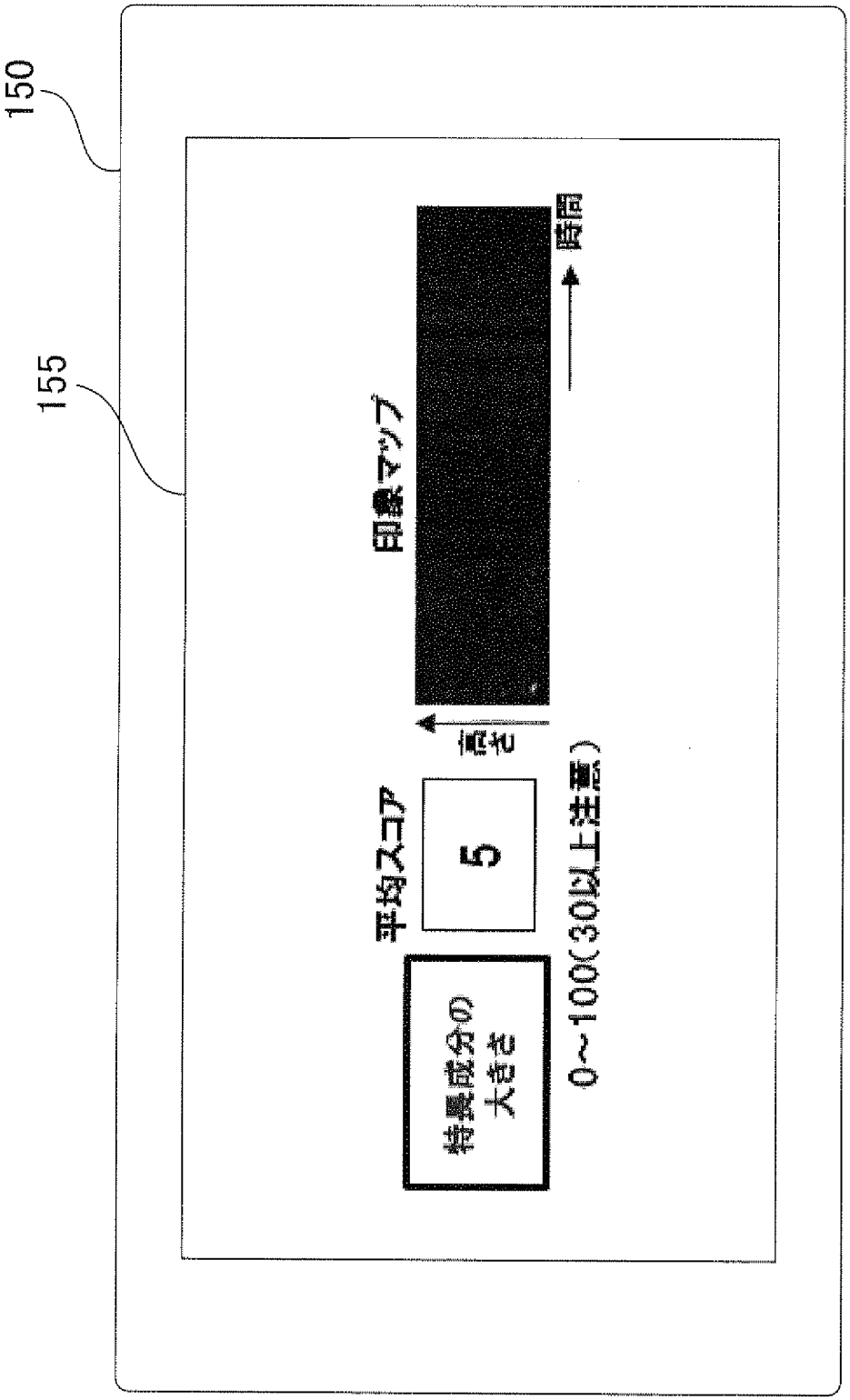
[図8]


音圧 (dB)
強い
弱い
時間
N/2
周波数
0
時間
強い
弱い
時間
高い
(周波数)
低い
時間
音響的
雑音的
時間特徴成分
特性波形
調波性成分値
周波数重心値
音色傾向値

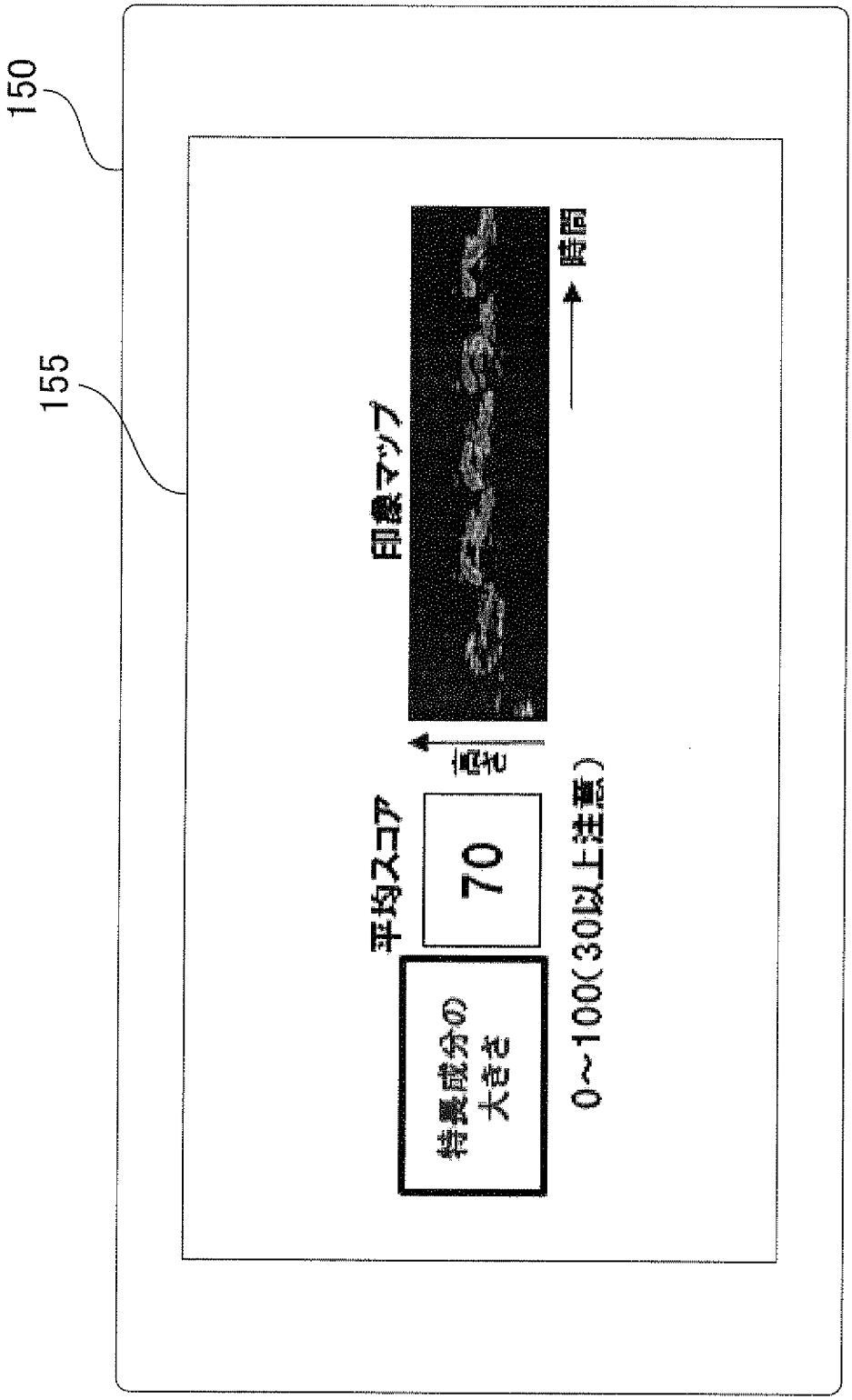
[図9]


シャント音A
シャント音B
シャント音C
シャント音D
時間周波数特性
時間特異成分特性
調波性成分値
周波数重心値
音色傾向値
周波数
時間
濁しい
澄しい
高い
低い
音響的
雑音的

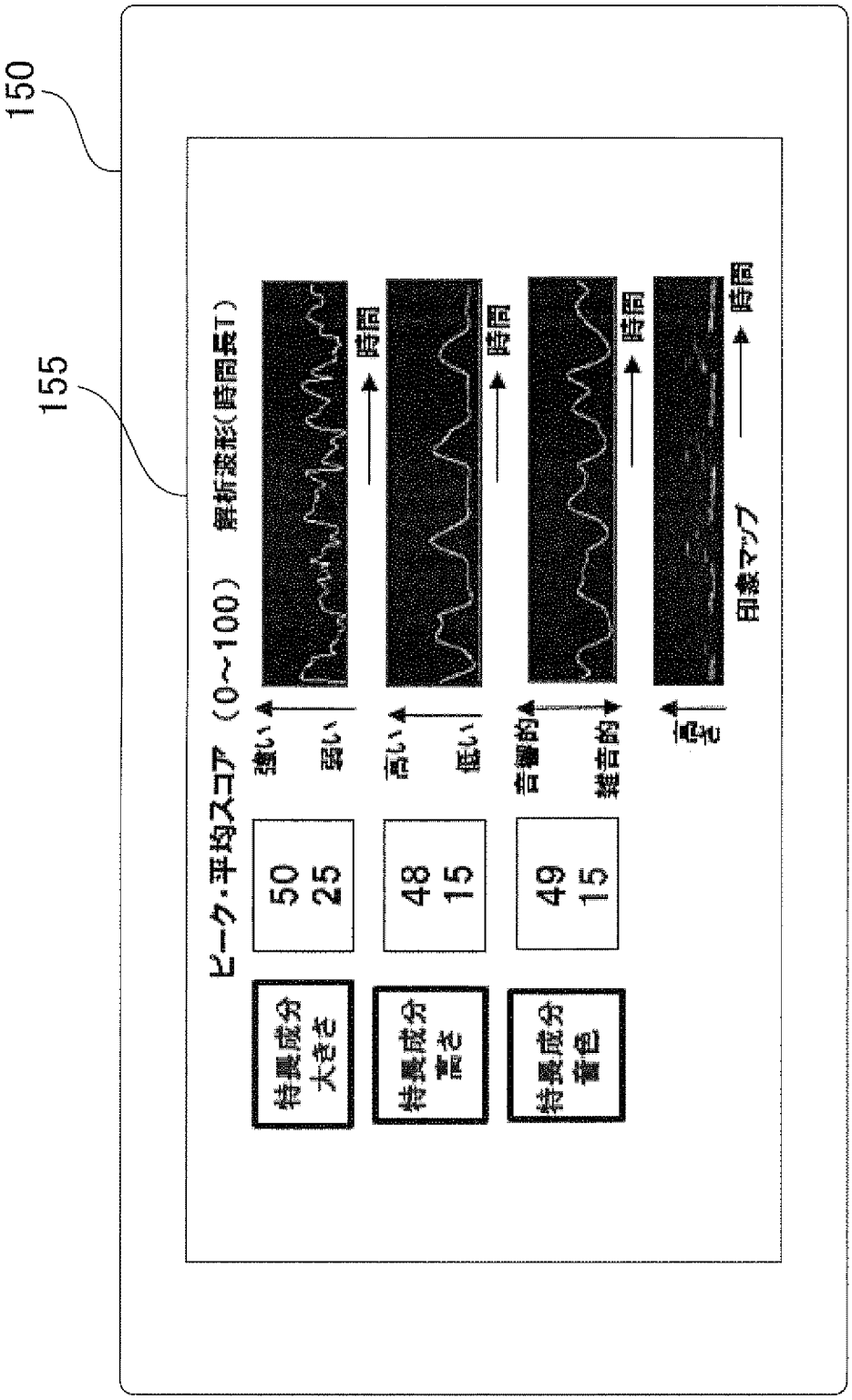
[図10]



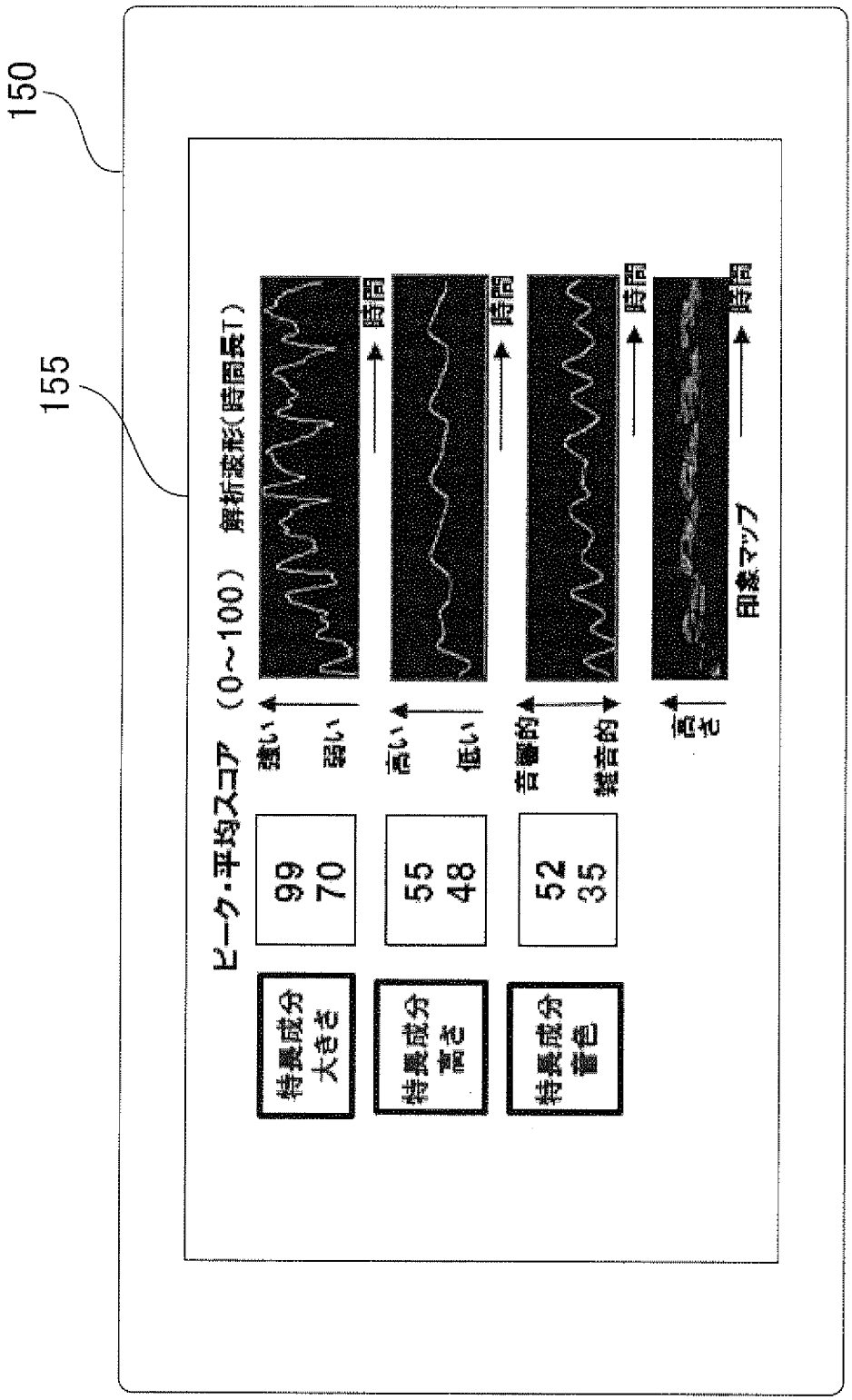
[図11]



[図12]


150
155
ピーク・平均スコア（0～100）
解析波形（時間長T）
特徴成分 大きさ
50 25
特徴成分 高さ
48 15
特徴成分 音色
49 15
強い
弱い
高い
低い
音響的
雑音的
時間
時間
時間
時間
出力マップ

[図13]


150
155
ピーク・平均スコア（0～100） 解析波形（時間長T）
特異成分 大きさ
99
70
重い
軽い
時間
特異成分 高さ
55
48
高い
低い
時間
特異成分 音色
52
35
音響的
雑音的
時間
高さ
時間
母音マップ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/067877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61M1/14(2006.01)i, *G10L21/12*(2013.01)i, *G10L21/14*(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)
A61M1/14, G10L21/12, G10L21/14

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2014-008263 A (University of Yamanashi), 20 January 2014 (20.01.2014), paragraphs [0051] to [0057], [0095] to [0101] (Family: none)	1-8
A	JP 2010-029434 A (Tom Medic Co., Ltd.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraphs [0006] to [0009], [0052] (Family: none)	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
29 July 2015 (29.07.15)	11 August 2015 (11.08.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６７８７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61M1/14(2006.01)i, G10L21/12(2013.01)i, G10L21/14(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.　A61M1/14, G10L21/12, G10L21/14

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2014-008263 A (国立大学法人山梨大学) 2014.01.20, 段落[0051]-[0057], [0095]-[0101] （ファミリーなし）	1-8
A	JP 2010-029434 A (株式会社トム・メディック) 2010.02.12, 段落[0006]-[0009], [0052]（ファミリーなし）	1-8

☐　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	国際調査報告の発送日
２９．０７．２０１５	１１．０８．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｉ　４８６０
石川　薫
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８６