

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6467044号
(P6467044)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.		F I			
A 6 1 M	1/36	(2006.01)	A 6 1 M	1/36	1 4 1
G 1 0 L	21/12	(2013.01)	G 1 0 L	21/12	
G 1 0 L	21/14	(2013.01)	G 1 0 L	21/14	

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-524292 (P2017-524292)	(73) 特許権者	000005016
(86) (22) 出願日	平成27年6月22日 (2015.6.22)		パイオニア株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/067877		東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(87) 国際公開番号	W02016/207951	(74) 代理人	100104765
(87) 国際公開日	平成28年12月29日 (2016.12.29)		弁理士 江上 達夫
審査請求日	平成29年12月1日 (2017.12.1)	(74) 代理人	100107331
			弁理士 中村 聡延
		(72) 発明者	中島 太郎
			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
		(72) 発明者	曾我 祐介
			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

最終頁に続く

(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

(57) 【特許請求の範囲】

【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 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】

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 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 7】

請求項 6 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。

【発明の詳細な説明】

【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】

10

20

30

40

50

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】

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

< 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。

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

< 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。

【 0 0 1 9 】

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。

【 0 0 2 0 】

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

10

20

30

40

50

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越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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

音色傾向値は、例えばヒューヒュー等の音響的な成分と、シャツシャツ等の雑音的な成分とのいずれの傾向が強いを示す値である。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。

【 0 0 3 1 】

< 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。

10

【 0 0 3 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

< 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。

20

【 0 0 3 4 】

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。

【 0 0 3 5 】

< 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。

30

【 0 0 3 6 】

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。

【 0 0 3 7 】

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】

【 0 0 3 8 】

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。

40

【 0 0 3 9 】

< 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。

【 0 0 4 0 】

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 1 1 0 と、音声信号解析処理部 1 2 0 と、パラメータ演算部 1 3 0 と、評価情報演算出力部 1 4 0 と、表示部 1 5 0 とを備えて構成されている。

50

【 0 0 4 1 】

シャント音入力部 1 1 0 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 F_s 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 1 1 0 で生成されたシャント音波形は、音声信号解析処理部 1 2 0 へと出力される構成となっている。

【 0 0 4 2 】

音声信号解析処理部 1 2 0 は、シャント音入力部 1 1 0 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 1 2 0 による解析結果は、パラメータ演算部 1 3 0 に出力される構成となっている。

10

【 0 0 4 3 】

パラメータ演算部 1 3 0 は、「抽出手段」の一具体例であり、音声信号解析処理部 1 2 0 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 1 3 0 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 1 3 0 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 1 4 0 に夫々出力される構成となっている。

【 0 0 4 4 】

評価情報演算出力部 1 4 0 は、「出力手段」の一具体例であり、パラメータ演算部 1 3 0 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 1 4 0 によって演算された評価情報は、表示部 1 5 0 に出力される構成となっている。

20

【 0 0 4 5 】

表示部 1 5 0 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 1 4 0 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。

【 0 0 4 6 】

< 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 1 2 0、パラメータ演算部 1 3 0、評価情報演算出力部 1 4 0、及び表示部 1 5 0）の動作について詳細に説明する。

30

【 0 0 4 7 】

< 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 1 2 0 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。

【 0 0 4 8 】

図 2 に示すように、音声信号解析処理部 1 2 0 には、シャント音入力部 1 1 0 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成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。

40

【 0 0 4 9 】

音声信号解析処理部 1 2 0 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 $P_{\log}[n, k]$ を算出する。

【 0 0 5 0 】

具体的には、音声信号解析処理部 1 2 0 は、以下の数式 (1) を用いて、短時間フーリエ変換を行う。

50

【 0 0 5 1 】

【 数 1 】

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

また音声信号解析処理部 1 2 0 は、以下の数式 (2) を用いて、対数変換を行う。

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

$$PLog[n, k] = 20 \log_{10} |F[n, k]| \dots (2)$$

10

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 F_s の N 等分を単位とした周波数の位置 (高さ) を表しており、 $k = 0 \dots N - 1$ である。

【 0 0 5 3 】

図 3 に示すように、音声信号解析処理部 1 2 0 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。

20

【 0 0 5 4 】

< 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 1 3 0 の動作について詳細に説明する。

【 0 0 5 5 】

< 特徴成分の抽出 >

まず、図 4 から図 6 を参照して、パラメータ演算部 1 3 0 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。

30

【 0 0 5 6 】

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 1 3 0 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。

【 0 0 5 7 】

具体的には、パラメータ演算部 1 3 0 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。

【 0 0 5 8 】

【 数 3 】

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

40

次に、パラメータ演算部 1 3 0 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。

【 0 0 5 9 】

【数4】

$$C'[n, k] = 0 \quad k = 0 \dots \text{liftlow} - 1, k = \text{lifhigh} \dots N - \text{lifhigh}, k = N - \text{liftlow} + 1 \dots N - 1 \quad \dots (4)$$

$$C'[n, k] = C[n, k] \quad k = \text{liftlow} \dots \text{lifhigh} - 1, k = N - \text{lifhigh} + 1 \dots N - \text{liftlow}$$

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】

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

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】

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

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

10

20

30

40

50

的な成分を示している。

【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】

$$FPeaksCentroid[n] = \frac{\sum_{k=0}^{k=N/2-1} FPeaks'[n, k] * k}{\sum_{k=0}^{k=N/2-1} FPeaks'[n, k]} \dots (7) \quad 10$$

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。

20

【0071】

【数8】

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

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。

30

【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。

40

【0075】

シャント音Bは、シャツシャツ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

50

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 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 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 $F P e a k s V a l u e [n]$ 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 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ は極めて高い値で推移している。音色傾向値 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 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。

10

【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 $F P e a k s V a l u e [n]$ が高い値として算出されている。また、周波数重心値 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ は断続的に激しく変化している。音色傾向値 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 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。

20

【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 $F P e a k s V a l u e [n]$ 、周波数重心値 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ 、及び音色傾向値 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 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 $F P e a k s V a l u e [n]$ を、0 dB ~ 20 dB の範囲で 0 ~ 100 に正規化して出力する。また、周波数重心値 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ を、150 Hz ~ 2 kHz 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 $F P e a k s V a l u e [n]$ 及び周波数重心値 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ 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。

30

【0082】

評価情報演算出力部 140 は、音色傾向値 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ を、0 dB ~ 10 dB 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 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ について、ピーク値及び時間平均値を演算して出力する。

40

【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 $F P e a k s V a l u e [n]$ ）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

50

なパラメータとなっている。

【 0 0 8 5 】

具体的には、図 1 0 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 1 1 の例では、平均スコア “ 7 0 ” 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。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 及び図 1 3 に示すように、表示部 1 5 0 の表示領域 1 5 5 には、例えば調波性成分値 $F P e a k s V a l u e [n]$ 、周波数重心値 $F P e a k s C e n t r o i d [n]$ 、及び音色傾向値 $F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 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。

10

【 0 0 8 7 】

具体的には、図 1 2 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 1 3 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。

【 0 0 8 8 】

20

なお、表示部 1 5 0 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。

【 0 0 8 9 】

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。

【 0 0 9 0 】

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。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

- 1 1 0 シャント音入力部
- 1 2 0 音声信号解析処理部
- 1 3 0 パラメータ演算部
- 1 3 1 調波性成分演算部
- 1 3 2 周波数重心演算部
- 1 3 3 音色傾向値演算部
- 1 4 0 評価情報演算出力部
- 1 5 0 表示部
- 1 5 5 表示領域

$F P e a k s V a l u e [n]$ 調波性成分値

$F P e a k s C e n t r o i d [n]$ 周波数重心値

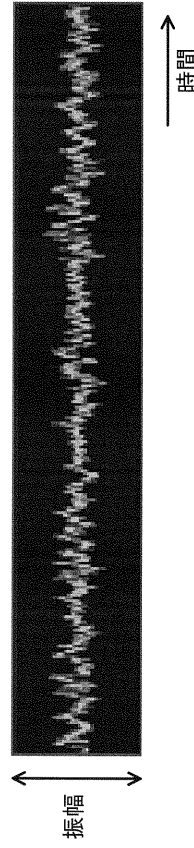
$F P e a k s S o u n d C o l o r [n]$ 音色傾向値

40

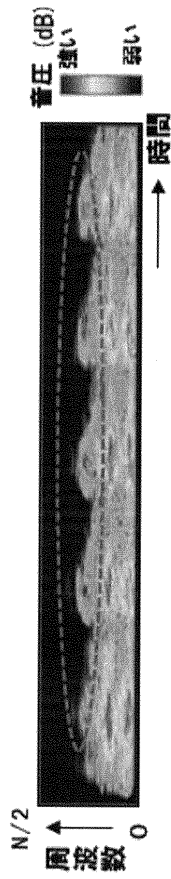
【図1】



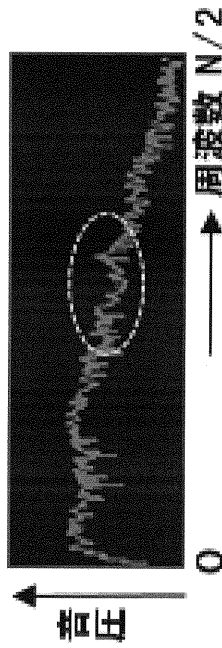
【図2】



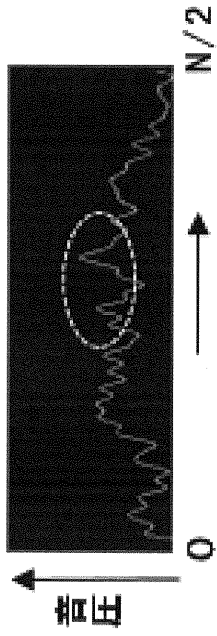
【図3】



【図4】



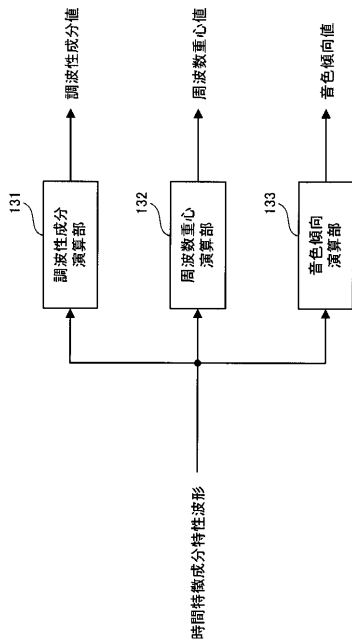
【図5】



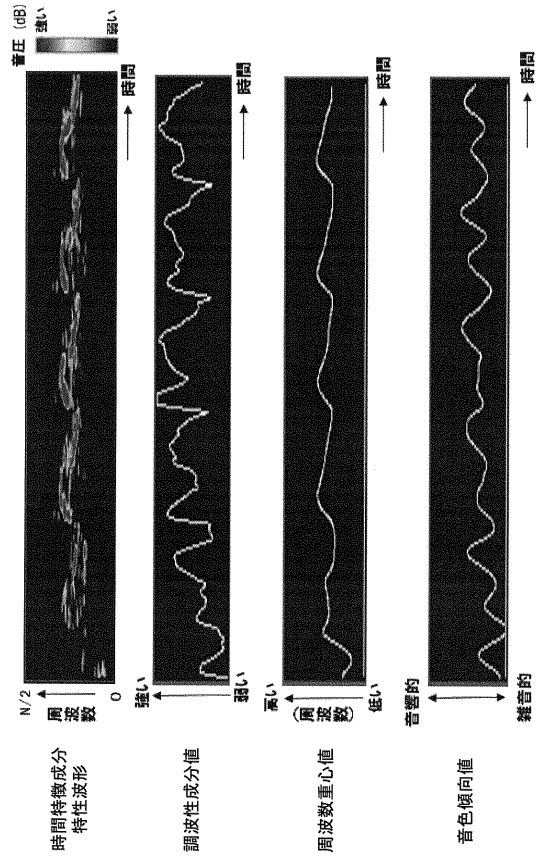
【図6】



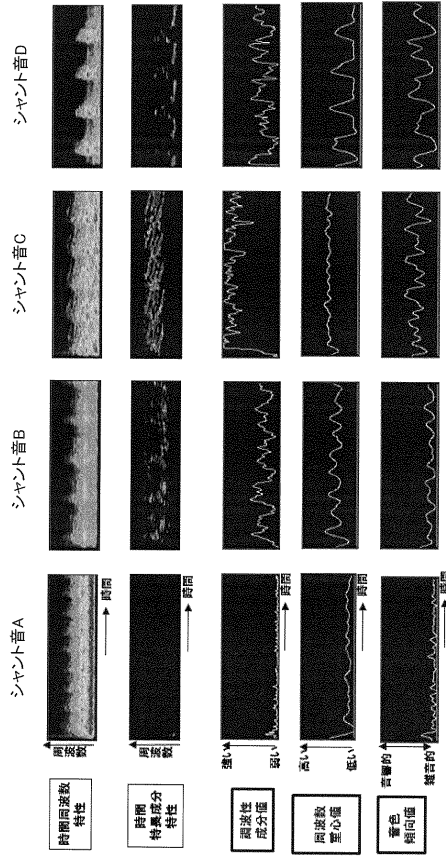
【図7】



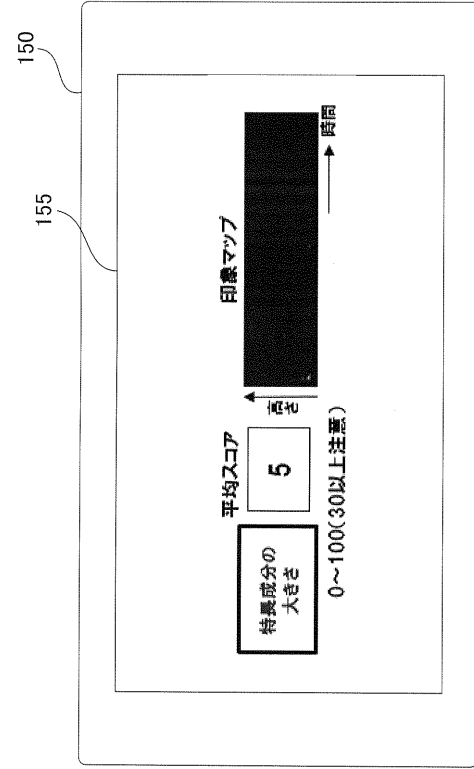
【図8】



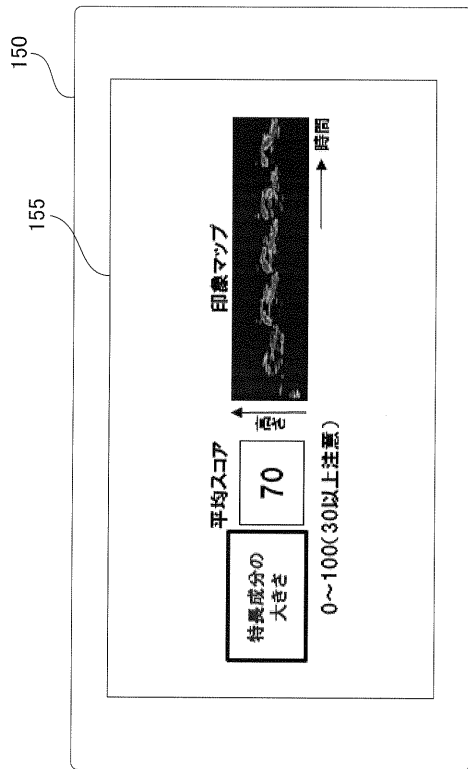
【図 9】



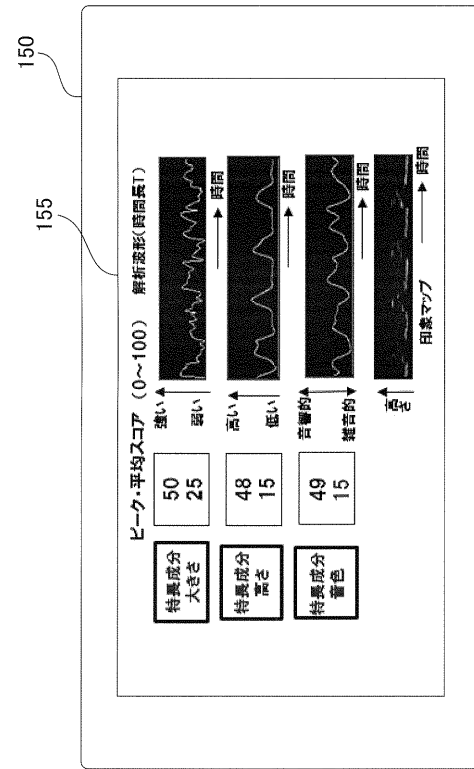
【図 10】



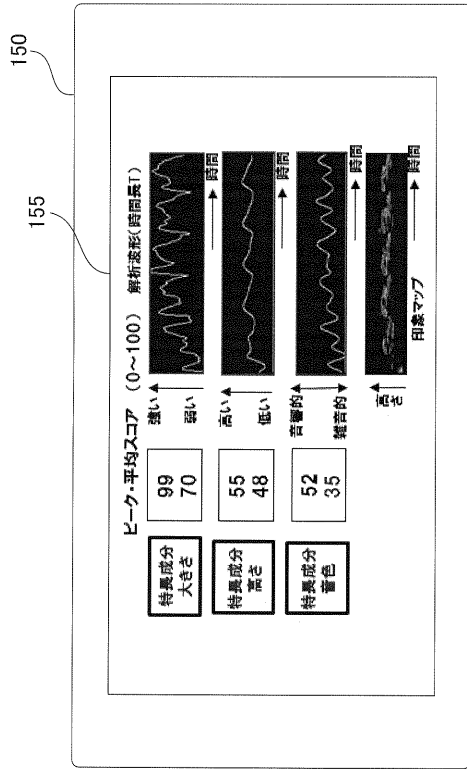
【図 11】



【図 12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 莪山 真一
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

審査官 小林 容子

(56)参考文献 特開2014-8263(JP,A)
特開2010-29434(JP,A)
特開2015-96921(JP,A)
特表2011-521730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M	1/36
G10L	21/12
G10L	21/14
G10L	21/0308