

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-202142

(P2004-202142A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int. Cl.⁷
A61B 8/00

F I
A61B 8/00

テーマコード(参考)
4C301
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-378151 (P2002-378151)
(22) 出願日 平成14年12月26日(2002.12.26)

(71) 出願人 300019238
ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
(72) 発明者 橋本 浩
東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

最終頁に続く

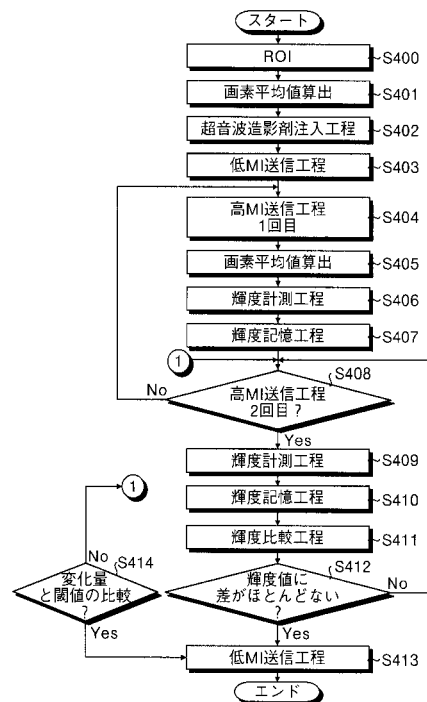
(54) 【発明の名称】 超音波イメージング装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法

(57) 【要約】

【課題】 関心部位における超音波造影剤を完全に破壊した状態で安定した再灌流の観察をおこなうことができる超音波診断装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法を提供する。

【解決手段】 超音波造影剤の輝度を計測する輝度計測部30と、輝度値を比較する輝度比較部31と、輝度値変化を判定する輝度変化判別部32とを備え、1箇所或いは複数の関心部位を対象として超音波造影剤を注入後、複数回の高レベルMI送信を間歇的におこない、輝度値を時系列的に計測するとともに、輝度値の変化がなくなった時点で、関心部位における破壊が完了したと判断することにより、高MI送信を停止する破壊モード制御をおこなう。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の関心部位に対して超音波を送信し、その反射波をエコー信号として受信する超音波振動子を有する超音波プローブと、当該超音波プローブへ送信信号を出力する超音波送信手段と、前記超音波プローブにより受信したエコー信号から高調波成分を抽出して画像を形成する画像形成手段と、前記被検体に投与する超音波造影剤に関する破壊モード制御をおこなう制御手段と、前記画像形成手段により処理された画像データを画像として表示する画像表示手段とを有する超音波イメージング装置において、前記制御手段は、被検体の関心部位に関する超音波造影剤の輝度を計測する輝度計測機能を有する輝度計測手段と、当該輝度計測手段により計測された輝度値の変化を判定する輝度変化判定手段とを備えることを特徴とする超音波イメージング装置。

10

【請求項 2】

前記輝度変化判定手段は、予め設定された輝度値の変化値である閾値を基準として、当該輝度の変化を判定する機能を有することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波イメージング装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、輝度計測手段により N 回目に計測された輝度値と、N + 1 回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波イメージング装置。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、前記輝度計測手段により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の超音波イメージング装置。

【請求項 5】

被検体の関心部位に対して超音波を送信し、その反射波をエコー信号として受信する超音波振動子を有する超音波プローブと、当該超音波プローブへ送信信号を出力する超音波送信手段と、前記超音波プローブにより受信したエコー信号から高調波成分を抽出する画像形成手段と、前記被検体に投与する超音波造影剤に関する破壊モード制御をおこなう制御手段と、前記画像形成手段により処理された画像データを画像として表示する画像表示手段とを有する超音波イメージング装置において、前記制御手段は、前記被検体の関心部位に対して低レベルでの超音波送信をおこなう低レベル超音波送信工程と、前記被検体の関心部位に対して高レベルでの超音波送信をおこなう高レベル超音波送信工程と、前記超音波造影剤の輝度値を計測する輝度計測工程と、当該輝度計測工程により計測された輝度値の変化を判定する輝度変化判定工程とを備えることを特徴とする超音波造影剤の破壊モード制御方法。

30

【請求項 6】

前記輝度変化判定工程により判定される輝度値の変化を時系列的に判定し、当該輝度値の変化である差分が減少するまで、前記高レベル超音波送信工程に基づく送信制御をおこなうことを特徴とする請求項 5 に記載の超音波造影剤の破壊モード制御方法。

40

【請求項 7】

前記輝度変化判定工程は、所定の輝度変化である閾値を設定するとともに、当該閾値と同等または閾値よりも小さい変化を判定した場合には、前記高レベル超音波送信工程による送信制御を停止する機能を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波造影剤の破壊モード制御方法。

【請求項 8】

前記制御手段は、輝度計測工程により N 回目に計測された輝度値と、N + 1 回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較工程と、前記輝度計測工程により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶工程とをさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波造影剤の破壊モード制御方法。

50

【請求項 9】

輝度比較手段は、N回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値とを比較するとともに、これらN回目に計測された輝度値と、N+1回目予め設定された輝度値との差分が減少している場合には、前記高レベル超音波送信工程による送信制御を停止することを特徴とする請求項5に記載の超音波造影剤の破壊モード制御方法。

【請求項 10】

前記輝度計測手段に基づいて計測される輝度値は、前記関心部位全体の平均輝度値或いは複数の関心部位の中から選定された関心部位の平均輝度値であることを特徴とする請求項5～9のいずれか一つに記載の超音波造影剤の破壊モード制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】**【発明の属する技術分野】**

この発明は、超音波造影剤を使用する超音波イメージング装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法に関し、特に、マイクロバルーン(Micro balloon)を有する超音波造影剤を用いて被検体の関心部位を撮像する超音波イメージング装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法に関する。

【0002】**【従来技術】**

従来から、医療用の超音波撮像装置(超音波イメージング装置)においては、被検体に対して超音波プローブから超音波を送波し、その反射波(エコー信号)に基づいて被検体の内部構造を撮像し、この撮像画面を表示部に表示する超音波撮像がおこなわれている。

20

【0003】

超音波プローブから送信される超音波は生体に対して無害であるため、この超音波イメージング装置は、特に医療用として有用であり、生体内の異物の検出、外傷の度合いの判定、腫瘍の観察、胎児の観察などに用いられている。

【0004】

また、近年では、新たな超音波撮像方法としてマイクロバルーン(気泡)を有する造影剤を用いた超音波撮像方法が提唱されている(例えば、特許文献1参照)。このマイクロバルーン造影剤(以下、「超音波造影剤」と称する。)は、超音波に対する強い散乱特性を有するため、このエコー信号が増強される性質を利用することにより、良好なコントラスト像を取得することができる。

30

【0005】

超音波造影剤を使用する撮像方法は、主に、心筋画像の解析分野において有効とされており、心筋内血流の灌流情報を容易に収集して、総合的な診断をおこなうことができる。この超音波造影剤を用いる撮像によると画像のコントラストが強調されるため微細な血管や、微細血管が凝集した部位が明瞭に描出可能となる。また、従来超音波撮影では描出が困難とされている冠状動脈や肝臓等も診断に適した画像として描出することができる。

【0006】

以下、従来における超音波造影剤を投与(注入)して被検体の関心部位を撮像する超音波撮像方法を説明する。すなわち、まず、被検体に超音波造影剤を注入してから所定時間経過後に、被検体の関心部位(ROI)に対して超音波プローブを当接させスキャンをおこなう。

40

【0007】

このスキャンにより関心部位は造影部位となるため、観察をおこなうことができる。被検体内に超音波造影剤が注入された際には、この超音波造影剤は血流とともに、所定の時間経過後には、関心部位に到達するものとなる(再灌流)。そして、この関心部位における灌流域は、Bモード上の輝度増強領域として表示部などに表示することができる。

【0008】

具体的には、超音波造影剤が体内を循環して関心部位へ到達したときに超音波プローブから超音波を関心部位へ照射することにより関心部位の撮像をおこなうことができる。

50

【0009】

ここで、再度、同一の関心部位を観察するためには、この関心部位に対して高レベルでの超音波送信（高MI送信）をおこない関心部位に存在する超音波造影剤を破壊する必要がある。これにより、再び関心部位に対して、新たに超音波造影剤が流入するため、この再灌流による造影画像を利用して細部の観察をおこなうことができる。

【0010】

【特許文献1】

特開2002-301075号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述した従来の超音波造影剤の破壊モード制御の場合には、以下のような問題がある。すなわち、従来の超音波造影剤を使用する撮像方法では、被検体の関心部位に対して一時的に強い音圧の超音波ビーム（高MI：High Mechanical Index）を送信する破壊モードと、この関心部位の観察をおこなうために弱い音圧の超音波ビーム（低MI：Low Mechanical Index）を送信する送信サイクルを順次おこなっている。

10

【0012】

ところが、撮像断面中の所定の関心部位に超音波造影剤が充満している場合、1回の高MI送信では、全ての気泡を破壊できないことが多いため、高MI送信を複数回おこなうようにしているが、関心部位に対してどのくらいの回数（時間）、破壊モードを作動させるかは、関心部位の生体特性、超音波造影剤の濃度などにより左右されるため、安定した破壊モードの制御ができないという問題がある。

20

【0013】

そして、超音波造影剤が完全に破壊されていない状態で、再灌流の評価をおこなった場合には、常に安定した再灌流の観察をおこなうことができないという問題がある。

【0014】

また、超音波は、強い反射がある場合には、その反射部位で減衰する特性を有している。このため、例えば、超音波プローブからの超音波が手前側の超音波造影剤を形成するマイクロバルーン（気泡）で反射された場合には、この部分で超音波が減衰されてしまうため、弱い超音波となり奥側（深部）の気泡を破壊できなくなる恐れがある。つまり、この関心部位は、気泡が完全に破壊された部位と破壊されていない部分が混在するものとなる。

30

【0015】

ここで、前述した再灌流の評価として、関心部位に対してどのくらいのスピード（時間）で超音波造影剤が流入するか、どのくらいの時間で関心部位内に超音波造影剤が全部流入するかの評価がある。このため、上述したように関心部位に超音波造影剤が少しでも残留していた場合には、正確な再灌流の評価ができなくなるという問題がある。

【0016】

また、従来では、主に腫瘍などの認定や鑑別などをおこなう手段として、関心部位（ROI）に対する造影剤の流入や流出の様子を測定（解析）するTIC（Time intensity curve：時間輝度変化曲線）が利用されている。ところが、前述したように関心部位に存在する超音波造影剤が完全に破壊されていない場合には、理想的な時間輝度変化曲線（TIC）による鑑別ができないという問題がある。

40

【0017】

特に、心筋の機能検査などを時間輝度変化曲線（TIC）に基づいておこなう場合には、例えば、最大輝度は同一ではあるが、同じ最大輝度になるまでの時間（傾き）が相違してくるなどの不具合が問題となる。

【0018】

本発明は上記従来技術の欠点に鑑みてなされたものであって、時間経過にともなう関心部位の輝度変化に基づいて、高レベルでの超音波送信の送信条件を設定することにより、関心部位に残存する超音波造影剤を完全に破壊した状態で安泰した観察をおこなうことができる超音波イメージング装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法を提供することを

50

目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、第1の観点にかかる発明は、被検体の関心部位に対して超音波を送信し、その反射波をエコー信号として受信する超音波振動子を有する超音波プローブと、当該超音波プローブへ送信信号を出力する超音波送信手段と、前記超音波プローブにより受信したエコー信号から高調波成分を抽出して画像を形成する画像形成手段と、前記被検体に投与する超音波造影剤に関する破壊モード制御をおこなう制御手段と、前記画像形成手段により処理された画像データを画像として表示する画像表示手段とを有する超音波イメージング装置において、前記制御手段は、被検体の関心部位に関する超音波造影剤の輝度を計測する輝度計測機能を有する輝度計測手段と、当該輝度計測手段により計測された輝度値の変化を判定する輝度変化判定手段とを備えることを特徴とする。

10

【0020】

この第1の観点にかかる発明によれば、超音波造影剤に関する破壊モード制御をおこなう制御手段は、被検体の関心部位に関する超音波造影剤の輝度を計測する輝度計測機能を有する輝度計測手段と、当該輝度計測手段により計測された輝度値の変化を判定する輝度変化判定手段とを備えるので、輝度計測手段により計測された輝度値の変化を輝度変化判定手段により判定することができる。

【0021】

また、第2の観点にかかる発明は、第1の観点にかかる発明において、前記輝度変化判定手段は、予め設定された変化値である閾値を基準として、当該閾値の変化を判定する機能を有することを特徴とする。

20

【0022】

この第2の観点にかかる発明によれば、前記輝度変化判定手段は、予め設定された変化値である閾値を基準として、当該輝度の変化を判定する機能を有するので、この閾値の変化に基づいて、関心部位に残存する超音波造影剤が破壊されたことを判断することができ、最適なタイミングで高レベル超音波送信工程による送信制御をおこなうことができる。

【0023】

また、第3の観点にかかる発明は、第1の観点にかかる発明において、前記制御手段は、輝度計測手段によりN回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較手段をさらに備えることを特徴とする。

30

【0024】

この第3の観点にかかる発明によれば、前記制御手段は、輝度計測手段によりN回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較手段をさらに備えているため、関心部位に残存する超音波造影剤の輝度を時系列的に計測するとともに、比較することにより輝度値の変化を確実に判断することができる。

【0025】

また、第4の観点にかかる発明は、第1、2または3の観点にかかる発明において、前記制御手段は、前記輝度計測手段により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶手段とをさらに備えることを特徴とする。

40

【0026】

この第4の観点にかかる発明によれば、前記制御手段は、前記輝度計測手段により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶手段をさらに備えており、計測された輝度値を時間毎に輝度記憶手段に記憶することができる。

【0027】

また、第5の観点にかかる発明は、被検体の関心部位に対して超音波を送信し、その反射波をエコー信号として受信する超音波振動子を有する超音波プローブと、当該超音波プローブへ送信信号を出力する超音波送信手段と、前記超音波プローブにより受信したエコー信号から高調波成分を抽出する画像形成手段と、前記被検体に投与する超音波造影剤に関

50

する破壊モード制御をおこなう制御手段と、前記画像形成手段により処理された画像データを画像として表示する画像表示手段とを有する超音波イメージング装置において、前記制御手段は、前記被検体の関心部位に対して低レベルでの超音波送信をおこなう低レベル超音波送信工程と、前記被検体の関心部位に対して高レベルでの超音波送信をおこなう高レベル超音波送信工程と、前記超音波造影剤の輝度値を計測する輝度計測工程と、当該輝度計測工程により計測された輝度値の変化を判定する輝度変化判定工程とを備えることを特徴とする。

【0028】

この第5の観点にかかる発明によれば、制御手段は、低レベル超音波送信工程により被検体の関心部位に対して低レベルでの超音波送信をおこない、高レベル超音波送信工程により被検体の関心部位に対して高レベルでの超音波送信をおこない、輝度計測工程により超音波造影剤の輝度値を計測し、輝度変化判定工程により輝度計測工程により計測された輝度値の変化を判定するので、関心部位に残存する超音波造影剤が破壊されたことを判断することができ、最適なタイミングで高レベル超音波送信工程による送信制御をおこなうことができる。

10

【0029】

また、第6の観点にかかる発明は、第5の観点にかかる発明において、前記輝度変化判定工程により判定される輝度値の変化を時系列的に判定し、当該輝度値の変化である差分が減少するまで、前記高レベル超音波送信工程に基づく送信制御をおこなう高レベル超音波送信工程に基づく高MI送信をおこなうので、関心部位に残存する超音波造影剤のほとん

20

【0030】

この第6の観点にかかる発明によれば、前記輝度変化判定工程により判定される輝度値の変化を時系列的に判定し、当該輝度値の変化である差分が減少するまで、前記高レベル超音波送信工程に基づく高MI送信制御をおこなうことにより、関心部位に残存する超音波造影剤のほとんどを破壊することができる。

【0031】

また、第7の観点にかかる発明は、第5の観点にかかる発明において、前記輝度変化判定工程は、所定の輝度変化である閾値を設定するとともに、当該閾値と同等または閾値よりも大きい変化を判定した場合には、前記高レベル超音波送信工程による送信制御を停止する機能を備えることを特徴とする。

30

【0032】

この第7の観点にかかる発明によれば、前記輝度変化判定工程は、予め設定された閾値を基準として、設定した閾値と同等または閾値より小さい変化を判定した際に、関心部位に残存する超音波造影剤が破壊されたことを判断することができ、この最適となるタイミングで高レベル超音波送信工程による送信制御をおこなうことができる。

【0033】

また、第8の観点にかかる発明は、第5の観点にかかる発明において、前記制御手段は、輝度計測工程によりN回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較工程と、前記輝度計測工程により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶工程とをさらに備えることを特徴とする。

40

【0034】

この第8の観点にかかる発明によれば、前記制御手段は、輝度計測工程によりN回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較工程と、前記輝度計測工程により計測された時間毎の輝度値を記憶する輝度記憶工程とを備えているので、N回目に計測された輝度値と、N+1回目に計測された輝度値との差分を判定した際に、関心部位に残存する超音波造影剤が破壊されたことを判断することができ、この最適となるタイミングで高レベル超音波送信工程による送信制御をおこなうことができる。

【0035】

また、第9の観点にかかる発明は、輝度比較手段は、N回目に計測された輝度値と、N+

50

1 回目に計測された輝度値とを比較するとともに、これら N 回目に計測された輝度値と、N + 1 回目予め設定された輝度値との差分が減少している場合には、前記高レベル超音波送信工程による送信制御を停止することを特徴とする。

【0036】

この第 9 の観点にかかる発明によれば、輝度比較手段は、N 回目に計測された輝度値と、N + 1 回目に計測された輝度値とを比較するとともに、これら N 回目に計測された輝度値と、N + 1 回目予め設定された輝度値との差分が減少している場合には、前記高レベル超音波送信工程による送信制御を停止する制御をおこなうことができる。

【0037】

また、第 10 の観点にかかる発明は、請求項 5 ~ 9 のいずれか一つに記載の発明において、前記輝度計測手段に基づいて計測される輝度値は、前記関心部位全体の平均輝度値或いは複数の関心部位の中から選定された関心部位の平均輝度値であることを特徴とする。 10

【0038】

この第 10 の観点にかかる発明によれば、前記輝度計測手段に基づいて計測される輝度値は、前記関心部位全体或いは複数の関心部位の中から選定された所定の関心部位における輝度の平均を基準の輝度値としているので、相対的な観点から輝度値の差異を判定することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態にかかる超音波イメージング装置および超音波造影剤の破壊モード制御方法について詳細に説明する。 20

【0040】

ここで、本発明の特徴は、予め選定した関心部位の輝度値を時系列的に計測し、輝度値の変化が減少するタイミングを相対的に判別することにより、高 M I 送信が最適となるように破壊モードを制御することにある。

【0041】

具体的には、1 箇所或いは複数の関心部位を対象として超音波造影剤を注入後、複数回の高レベル M I 送信を間歇的におこなうことにより、任意の断面の破壊をし、その時点での輝度値を時系列的に計測するとともに、当該輝度値の変化がなくなった時点を破壊がおこなわれたと判断し、高 M I 送信を停止する制御をおこなうものである。そして、最終的には理想的な時間輝度変化曲線 (T I C) を描出することにより最適な破壊モードにおける高 M I 送信制御を実現するものである。 30

【0042】

図 1 は、超音波診断装置 10 の全体構成を示す機能ブロック図である。すなわち、超音波診断装置 10 は、超音波プローブ 11、送受信回路部 12、画像形成部 13、制御部 14、表示部 15、操作部 16 により構成されている。

【0043】

超音波プローブ 11 は、被検体に対して、超音波を発振するとともにその反射波を受信する超音波振動子と、受信した超音波を収束する音響レンズとを、超音波プローブ 11 の本体内部に備えている。そして、この超音波プローブ 11 は、接続ケーブル 20 によって送受信回路部 12 に接続されるとともに、この超音波プローブ 11 は被検体への当接時に、送受信回路部 12 から受信される送波信号に基づいて超音波を被検体内に送波し、この被検体の内部からのエコー信号を受波信号として検出する機能を有している。 40

【0044】

前述したように、本発明で使用される造影剤は、マイクロバルーンを有する造影剤である。ここで、図 2 を参照してマイクロバルーン造影剤の構成を説明する。すなわち、図 2 に示すように、このマイクロバルーンを有する造影剤は、液体中に微小な気泡 (直径 1 ~ 5 μ m 程度) を所定の濃度により混入させて製造したものであり、このマイクロバルーンは、微小気泡であることから毛細血管を通過することができる。このマイクロバルーンは球体状の中空薄膜となっており、材質はプラスチックの他に、アルブミンやサッカロースな 50

どが用いられている。

【0045】

マイクロバルーンは、超音波照射を受けるとその気泡が収縮と膨張により振動し、照射を受けた超音波の周波数より高い周波数を含んだエコーを発生する。このエコーには超音波プローブ11から照射した超音波の周波数の整数倍、例えば2倍の周波数成分(高調波成分)が強調されて含まれる。すなわち、マイクロバルーンは非線形なエコー源性(echogenicity)を有する。そして、このエコー源性に基づき、受信したエコー信号の第2高調波成分を利用した画像の形成がおこなわれ、被検体における造影剤の所在を画像化することができる。

【0046】

図1に戻り、再度、機能ブロック図について説明する。送受信回路部12は、制御部14による制御に基づいて、超音波プローブ11に送波信号を与えるとともに、超音波プローブ11から検出されたエコー信号を受信および増幅する機能を有している。画像形成部13は、送受信回路部12から送出された画像信号をデジタル信号に変換して画像メモリに記憶されるとともに、この記憶した画像データを表示部15に出力する機能を有している。

10

【0047】

表示部15は、制御部14に基づいて画像形成部13から与えられる画像データを画像として表示する機能を有している。制御部14は、送受信回路部12、超音波画像形成部13、表示部15それぞれに対しての制御信号の作動を制御するコントローラとしての機能を有している。

20

【0048】

制御部14には操作部16が接続され、この制御部14に対して所望の指令や情報を入力するようになっている。操作部16は、操作者によって操作され、制御部14に指令やデータを与える機能を有している。操作部16は、例えばキーボード(keyboard)やマウスなどを備えた操作パネルで構成される。

【0049】

ここで、前述したように、本発明の特徴は、関心部位の輝度値を時系列的に計測し、輝度値の変化が減少するタイミングを相対的に検出することにある。このため、制御部14は、輝度計測部30、輝度比較部31、輝度変化判定部32、輝度記憶部33とを備えている。

30

【0050】

輝度計測部30は、関心部位における超音波造影剤の平均輝度を計測する機能を備えている。輝度比較部31は、複数回の例えば、1回目(N回目)に計測された平均輝度と2回目(N回目+1)に計測された平均輝度とを比較し判定する機能を備えている。輝度変化判定部32は、前記輝度比較手段31により比較した輝度値の変化を判定する機能を備えている。輝度記憶部33は、輝度計測部30により計測された時間毎の輝度の値を記憶するメモリとしての機能を備えている。この輝度記憶部33により記憶された輝度値は、時系列的なデータとして輝度値格納テーブル34に格納される。

【0051】

以上のように構成された超音波診断装置10では、超音波プローブ11により造影前の画像信号の生成が終了した時点で、被検体の関心部位に対して超音波造影剤の注入がおこなわれる。そして、超音波造影剤の注入から所定時間経過後に、操作者は、超音波プローブ11を被検体の所望の個所に位置決めし、操作部16を操作して撮像シーケンス(スキャン)を開始する。被検体内においては、超音波造影剤が存在する個々のマイクロバルーンの破壊に伴って逐次超音波が発生する。具体的には、超音波の周波数と、マイクロバルーン(気泡)の収縮、膨張の振動波(高調波)が加算されたエコー信号を発生する。

40

【0052】

ここで、前述したように本発明では超音波造影剤の破壊モード制御に特徴があり、高MI送信を最適なタイミングで制御することにより、理想的な輝度変化曲線(TIC)を取得

50

(描出)を可能としている。

【0053】

そこで、先ず、図3(a)、(b)を参照して、輝度変化曲線(TIC: Timeintensity curve)の詳細について説明する。図3(a)は、強い超音波送波を複数回おこなうことにより関心部位における超音波造影剤の破壊が充分におこなわれた状態を示す輝度変化曲線(TIC)を示している。また、図3(b)は、従来での超音波送波が充分ではなく、これにより超音波造影剤の破壊が完全でない状態を示す輝度変化曲線(TIC)を示している。この輝度変化曲線(TIC)において、横軸は時間を、縦軸は輝度の値をそれぞれ示している。そして、本発明では破壊モード制御をおこなうことにより、図3(a)に示す理想的な輝度変化曲線(TIC)を取得可能としている。

10

【0054】

輝度変化曲線(TIC)は、記録された画像から関心部位の染影度の時間変化を計測する機能を有しており、この取得された輝度変化曲線により関心部位の染影度や持続時間などの特徴量を求めることができる。このため、主に腫瘍などの認定や鑑別などをおこなう手段として、関心部位(ROI)に対する造影剤の流入や流出の様子を測定して解析する手段として利用されており、この輝度変化曲線(TIC)によると関心部位(ROI)に対する造影剤の流入や流出の様子(差分)を時間単位で詳細に観察することができる。また、関心部位(ROI)を対象として、染影度の時間変化を計測することができる。

【0055】

具体的に、輝度変化曲線(TIC)を利用した超音波撮像は、次のようにおこなわれている。すなわち、先ず、(1)被検体の所定部位に対して超音波プローブによる走査(スキャン)をおこない、そのBモード画像を表示部16に表示し、関心部位(ROI)を選定する。次いで、(2)超音波造影剤を被検体内に注入する。これにより、(3)超音波診断装置は、時系列的にBモード画像を生成し、前記関心部位(ROI)についての平均輝度の時間的変化をグラフ化して表示することができる。超音波技師や医師は、上述のようにして作成された輝度変化曲線(TIC)を観察し、考察することにより関心部位についての詳細な診断をおこなうことができる。

20

【0056】

図1の機能ブロック図に戻り、再度、機能を説明すると、超音波造影剤の存在する部位が高輝度値のハーモニックイメージデータとして画像形成部13により形成され、そのイメージデータは、表示部15に画像として表示される。この表示画像は、上述したように、本発明による破壊モード制御により、コントラストの良好な画像となっている。そして、以上のように取得したエコー信号から断層像、Mモード像、ドブラ像およびカラーフローマッピング像を形成して、これらを表示部15へ表示し、これらの画像を医師が読影して診断をすることができる。

30

【0057】

以下、本発明における超音波造影剤の破壊モード制御方法の詳細について、図4~6を参照して説明する。図4は、超音波造影剤の破壊モード制御方法の処理手順を示すフローチャート、図5は、関心部位における染影度(輝度値)の時系列変化を示す輝度値推移図、図6は、輝度値記憶部33により記憶された輝度値が格納された輝度値格納テーブル34をそれぞれ示している。

40

【0058】

すなわち、先ず、図4のフローチャートに示すように、ROI(関心部位)の設定をおこない(ステップS400)、このROI(関心部位)内における画素の平均値を算出する(ステップS401)。ROI(関心部位)の設定範囲は、10×10ピクセル(Pixel)程度のものとする。次いで、被検体の関心部位を対象として超音波造影剤を投与(注入)する超音波造影剤注入工程をおこなう(ステップS402)。前述したように、この超音波造影剤は、マイクロバルーンを有する造影剤であり、この超音波造影剤を被検体に投与する際には、専用の注射器により静脈に対して少量(5cc~7cc程度)の注入をおこなう。

50

【0059】

次いで、超音波プローブ11により被検体の関心部位に対して低MI送信をおこない、この関心部位を観察する低MI送信観察工程をおこなう(ステップS403)。この低MI送信により、超音波造影剤が存在する関心部位は明るくなる。

【0060】

次いで、高MI送信による超音波の送信(第1回目、1秒経過後)をおこなう(ステップS404)。このように、高MI送信による超音波の送信(破壊モード)をおこなうのは、前述したように関心部位に存在する超音波造影剤を破壊して、この関心部位に新たに超音波造影剤を流入させ再灌流による観察をおこなうためである。

【0061】

前記ステップS404による高MI送信により、超音波造影剤は、超音波プローブ11が当接されている被検体の周囲(近接部位)から破壊されていくが、前述したように関心部位の深部に残存する超音波造影剤は未だ破壊されていないため、この関心部位の平均輝度は比較的明るい状態である。以下、この時点(第1回目)での関心部位の画素の平均値を算出するとともに(ステップS405)、輝度を輝度計測工程により計測し(ステップS406)、この輝度値を輝度記憶工程により記憶する(ステップS407)。ここで、ステップS401の画素平均の算出からステップS405の画素平均の算出は、所定の数秒周期でおこなう。また、このステップS405の画素平均の算出からステップS408の高MI送信までは、所定の数秒周期でおこなう。

10

【0062】

この輝度計測工程は、輝度計測部30によりおこなう。また、輝度記憶工程は、輝度値記憶部33によりおこなう。そして、輝度記憶工程により記憶された輝度値は、輝度値格納テーブル34(図6参照)に格納される。本例では、輝度値推移図および輝度値格納テーブル34に示すように、この第1回目で計測された輝度値が100であるとする。

20

【0063】

次いで、ステップS408により高MI送信回数のカウントアップ(第2回目、2秒経過後)をおこない(ステップS408肯定)、前記第1回目と同様に、この第2回目における高MI送信時の輝度値を輝度計測工程により計測し(ステップS409)、この輝度値を輝度記憶工程により輝度値記憶部33に記憶する(ステップS410)。そして、この輝度記憶工程により記憶された第2回目の輝度値も、輝度値格納テーブル34に格納する。

30

【0064】

この第2回目の高MI送信により、第1回目の高MI送信時よりも関心部位に残存する超音波造影剤の破壊は進行し、その平均輝度値は低下する。本例では、輝度値推移図および輝度値格納テーブル34に示すように、この第2回目で計測された輝度値を70とする。以上、ステップS400~S410までの処理手順により、合計2回の高MI送信により2個の輝度値が取得されたことになる。

【0065】

次いで、ステップS411により、第1回目に計測された輝度値と第2回目に計測された輝度値とを比較する輝度比較工程をおこなう。この輝度比較工程は、輝度比較部31によりおこなわれる。具体的には、輝度値格納テーブル34から、第1回目に計測された輝度値と、第2回目に計測された輝度値とを抽出し、その差分を算出する。

40

【0066】

そして、比較された輝度値に差が有るか否かの判定をおこなう(ステップS412)。そして、この例では、今回(第2回目)での計測による輝度の値(70)と、直前(第1回目)に計測した輝度の値(100)との差分が30であり、差がある(ステップS412肯定)ことから、再度、ステップS408による高MI送信回数のカウントアップがおこなわれる。具体的には、ステップS408~ステップS410による高MI送信工程、輝度計測工程、輝度記憶工程により3回目の高MI送信をおこない、この第3回目と直前に計測された第2回目の輝度値の差をステップS412により判定する。

50

【0067】

一方、ステップS412の判定により、両者の輝度値（今回での計測による輝度の値と、直前に計測した輝度の値）に差がほとんどないと判定された場合には（ステップS412肯定）、関心部位に残存していた超音波造影剤の破壊が全ておこなわれたと判断できるため、この時点で破壊モードによる送信制御を切り換える。具体的には、被検体へ低MI送信をおこない、関心部位を再び観察する低MI送信観察工程をおこなう（ステップS413）。本発明による超音波造影剤の破壊モード制御にかかる全ての処理手順が終了となる（エンド）。

【0068】

ここで、図6の輝度値格納テーブル34に示す例では、第4回目に高MI送信時の輝度値は40であり、第5回目に高MI送信時の輝度値は35であることがわかる。そして、図6の輝度値格納テーブル34に示すように、その差分は「5」と算出されているため、輝度値の減少が顕著に表れていると判断し、これにより高MI送信が停止される。また、実際には造影剤により輝度のある画素（ピクセル）は、多数存在するが、比較対象となる画素は所定の部位を特定するか、多数の画素についてその平均を算出することによりおこなう。ここで、本発明では、前回と今回での輝度値の差が少なくなった際に、破壊モードを完了するものとしているが、予め所定の閾値を設定しておき、その閾値とほぼ同等または小さい場合に破壊モードが完了したと判断してもよい。具体的には、ステップS414により輝度の変化量と閾値との比較をおこない、予め設定した閾値と輝度の変化量とがほぼ同等または小さい場合に破壊モードが完了したと判断する。

【0069】

また、本例では、第1回目と第2回目との高MI送信時にそれぞれ計測された輝度値の差分に基づいて、破壊モードによる高MI送信の停止制御をおこなっているが、予め基準となる輝度値の差分を所定の閾値として設定し、算出された輝度値の差分と閾値とが同一または小さくなった際に、高MI送信による破壊モード制御を停止する制御をおこなってもよい。以上のように、本発明では、両者の輝度値の差が生じるまで高MI送信をおこない関心部位における超音波造影剤の破壊を判定する基準としている。また、本発明では、高MI送信と低MI送信を交互におこなう制御をしているが、単に高MI送信を所定の回数分送信（1、2画素分）する制御をおこなうとしてもよい、この場合、受信はおこなわないため許容される範囲で振幅が大きく長いパルス幅で送信をおこなうものとする。

【0070】

以上説明したように、この実施の形態では、1箇所或いは複数の関心部位を対象として超音波造影剤を注入後、複数回の高MI送信を間断的におこない、各時点での輝度値を時系列的に測定するとともに、当該輝度値の変化がなくなった時点で高MI送信を停止する制御をおこなうので、最終的には理想的な時間輝度変化曲線（TIC）を描出することにより最適な破壊モードにおける高MI送信による破壊モード制御を実現することができる。

【0071】

【発明の効果】

上述したように、本発明によれば、関心部位の輝度値を時系列的に測定し、輝度値の変化がなくなるタイミングを相対的に検出し、この輝度値との差分を判定した際に、関心部位に残存する超音波造影剤が破壊されたことを判断することができ、この最適なタイミングで高MI送信による破壊モード制御による送信制御を停止することができる。また、制御部により計測された輝度に基づいて、コントラストの強調された最適な送信条件を設定することができるという効果を奏する。

【0072】

また、本発明によれば理想的な時間輝度変化曲線（TIC）に基づいた超音波造影剤を完全に破壊した状態で安定した再灌流の観察をおこなうことができるうえ、マイクロバブル（気泡）を有する造影剤を用いた超音波撮像法による破壊モード制御を正確におこなうことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図1】本発明における超音波診断装置の全体構成を示す機能ブロック図である。

【図2】マイクロバルーン造影剤の形態を示す説明図である。

【図3】時間輝度変化曲線(TIC)において、(a)は、超音波造影剤が残留している状態を、(b)は超音波造影剤が完全に破壊されている状態をそれぞれ示す説明図である。

【図4】本発明の超音波診断装置における破壊モード制御方法の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】関心部位における造影度(輝度値)の時系列変化を示す線図である。

【図6】輝度値記憶部の輝度値が格納された輝度値格納テーブルを示す図である。

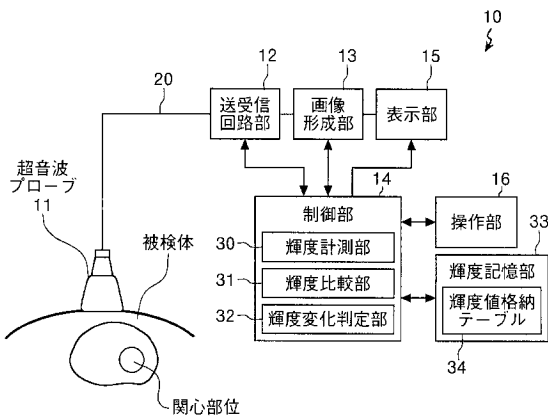
【符号の説明】

- 10 超音波診断装置
- 11 超音波プローブ
- 12 送受信回路部
- 13 画像形成部
- 14 制御部
- 15 表示部
- 16 操作部
- 30 輝度計測部
- 31 輝度比較部
- 32 輝度変化判定部
- 33 輝度値記憶部
- 34 輝度値格納テーブル

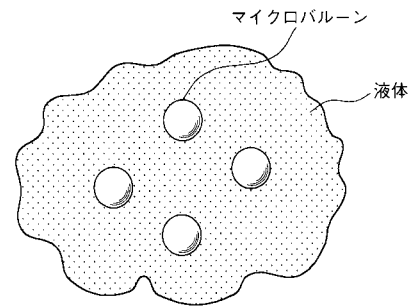
10

20

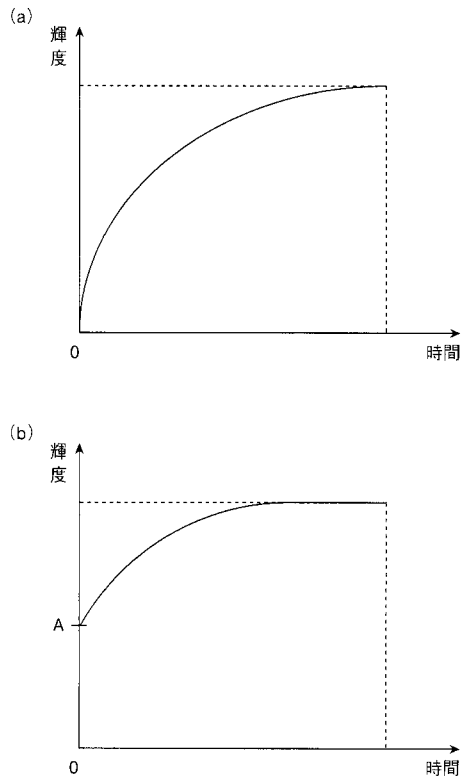
【図1】



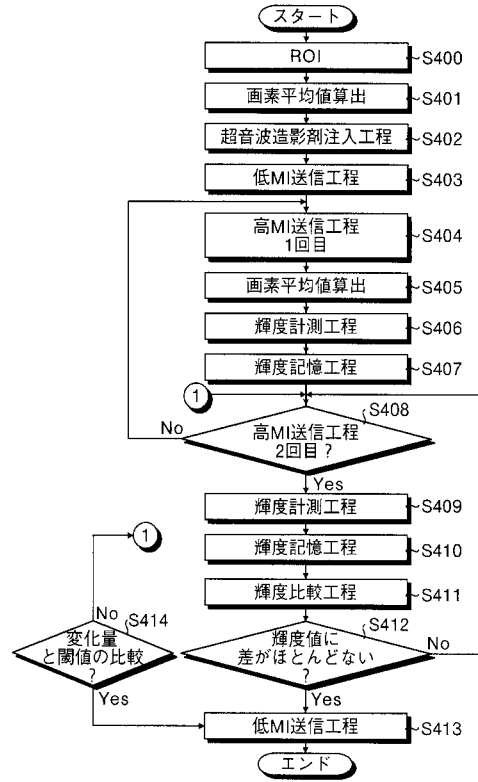
【図2】



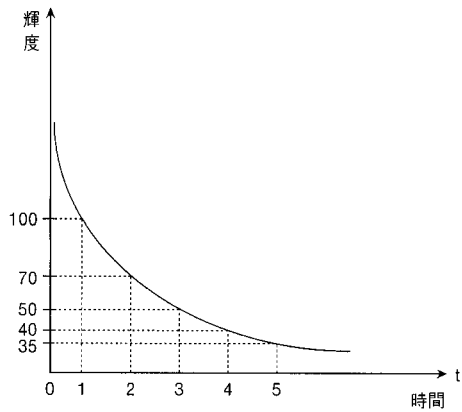
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

34 輝度値格納テーブル

N	輝度値	差分
1	100	—
2	70	30
3	50	20
4	40	10
5	35	5
⋮	⋮	⋮

フロントページの続き

Fターム(参考) 4C301 AA02 CC01 EE11 EE13 HH02 HH11 JB23 JB26 JB27 JB29
JC07 KK30
4C601 EE09 EE11 HH04 HH05 HH14 HH15 JB34 JB35 JB36 JB39
JB40 JB45 JC04 JC37 KK31

专利名称(译)	超声成像设备和控制超声造影剂破坏模式的方法		
公开(公告)号	JP2004202142A	公开(公告)日	2004-07-22
申请号	JP2002378151	申请日	2002-12-26
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	橋本浩		
发明人	橋本 浩		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/CC01 4C301/EE11 4C301/EE13 4C301/HH02 4C301/HH11 4C301/JB23 4C301/ JB26 4C301/ JB27 4C301/ JB29 4C301/ JC07 4C301/ KK30 4C601/ EE09 4C601/ EE11 4C601/ HH04 4C601/ HH05 4C601/ HH14 4C601/ HH15 4C601/ JB34 4C601/ JB35 4C601/ JB36 4C601/ JB39 4C601/ JB40 4C601/ JB45 4C601/ JC04 4C601/ JC37 4C601/ KK31		
代理人(译)	酒井宏明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声诊断装置和超声造影剂破坏模式控制方法，其能够在感兴趣区域中超声造影剂被完全破坏的状态下执行稳定的再灌注观察。 解决方案：在一个或多个位置提供用于测量超声造影剂亮度的亮度测量部分30，用于比较亮度值的亮度比较部分31和用于判断亮度值变化的亮度变化确定部分32。将超声造影剂注入感兴趣区域后，间歇执行多次高级别MI传输，以按时间序列测量亮度值。通过确定(1)中的破坏已经完成来执行停止高MI传输的破坏模式控制。 [选择图]图4

