

(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2015-12950

(P2015-12950A)

(43) 公開日 平成27年1月22日(2015.1.22)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 8/08 (2006.01)** A 6 1 B 8/08 4 C 6 0 1  
**A 6 1 B 8/06 (2006.01)** A 6 1 B 8/06

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2013-140551 (P2013-140551)  
 (22) 出願日 平成25年7月4日(2013.7.4)

(71) 出願人 390029791  
 日立アロカメディカル株式会社  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人YK I 国際特許事務所  
 (72) 発明者 岡田 孝  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内  
 (72) 発明者 西山 知秀  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内  
 Fターム(参考) 4C601 DD15 DE04 FF08 HH12 JC16  
 KK19 LL03

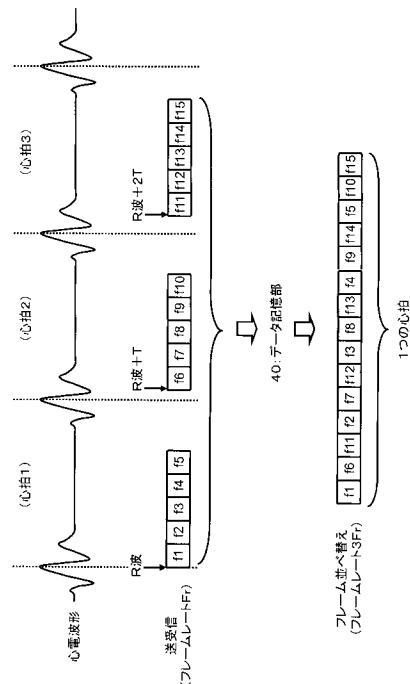
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置における速度分布画像の画質を改善する。

【解決手段】心電波形に含まれるR波のタイミングを基準とし、各心拍ごとにシフト時間Tだけ時相がずれるように、フレームf1~f15が順次形成される。形成されたフレームf1~f15は、R波のタイミングに時間的に近い順に並べ替えられ、1心拍に対応したフレームセットとして纏められる。そのフレームセットに基づいてカラードプラ画像が形成される。これにより、送受信時におけるフレームレートFrが、カラードプラ画像の表示時に擬似的に3倍のフレームレート3Frに高められ、カラードプラ画像の動画の画質が改善され、例えば血流の時間的な変化の連続性が向上する。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

周期的な運動をする診断対象を含む診断領域内において超音波を送受するプローブと、  
 プローブを送信制御することにより、診断領域内において前記周期的な運動の複数周期  
 に亘って複数フレームを形成して受信信号を得る送受信部と、

前記周期的な運動を反映した周期信号に基づいて、互いに異なる周期同士で周期内にお  
 けるフレームの時相をずらすように前記送受信部を制御する制御部と、

複数周期に亘って形成された複数フレームを周期内における時相の順に並べ替えて1つ  
 の周期に対応したフレームセットに纏め、当該フレームセットに基づいて診断領域内の速  
 度分布を示した速度分布画像を形成する画像形成部と、

を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記診断対象である心臓から、前記周期信号として、複数心拍に亘る心電波形を得る波  
 形測定部をさらに有し、

前記送受信部は、複数心拍に亘って複数フレームを形成し、

前記制御部は、複数心拍に亘る心電波形内において各心拍ごとに発生する特徴波のタイ  
 ミングを時相の基準とし、互いに異なる心拍同士で初期フレームの時相をずらすように前  
 記送受信部を制御する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記送受信部は、フレームレート  $F_r$  で複数フレームを形成し、

前記制御部は、前記特徴波である R 波のタイミングを時相の基準とし、各心拍の初期フ  
 レームの時相を N 回の心拍に亘って各心拍ごとにシフト時間  $T = 1 / (F_r \times N)$  ずつ段  
 階的にずらすように、前記送受信部を制御する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、速度分布画像を形成する超音波診断装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波診断装置において、血流等の速度分布画像を形成するにあたり、カラードブラ法  
 を利用する装置が知られている。例えば、特許文献 1 には、カラードブラ法を利用して 2  
 次元的速度ベクトルを得る画期的な発明が記載されている。また、カラードブラ法によ  
 れば、例えば、血流等を含む診断領域内の各位置からドブラ情報を得て、診断領域内の各  
 位置における速度情報を色と輝度で表現したカラードブラ画像を形成することができる。

## 【0003】

カラードブラ法においては、同じビーム方向に超音波が繰り返し送受され、そのビーム  
 方向に沿った各位置（各深さ）からドブラ情報を得ている。同じビーム方向に超音波が繰  
 り返し送受されるため、カラードブラ法により得られるカラードブラ画像は、B モード画  
 像等に比べてフレームレートが低くなってしまう。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特許第 4081423 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

上述したように、例えば、カラードブラ画像においては、Bモード画像等に比べてフレームレートが低くなってしまふ。そのため、カラードブラ画像の特に動画について高い時間分解能の画像が望まれていた。

## 【 0 0 0 6 】

こうした背景技術に鑑み、本願の発明者は、カラードブラ画像を含む一般的な速度分布画像を形成する技術について、研究開発を重ねてきた。

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、その研究開発の過程において成されたものであり、その目的は、超音波診断装置における速度分布画像の画質を改善することにある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

上記目的にかなう好適な超音波診断装置は、周期的な運動をする診断対象を含む診断領域内において超音波を送受するプローブと、プローブを送信制御することにより、診断領域内において前記周期的な運動の複数周期に亘って複数フレームを形成して受信信号を得る送受信部と、前記周期的な運動を反映した周期信号に基づいて、互いに異なる周期同士で周期内におけるフレームの時相をずらすように前記送受信部を制御する制御部と、複数周期に亘って形成された複数フレームを周期内における時相の順に並べ替えて1つの周期に対応したフレームセットに纏め、当該フレームセットに基づいて診断領域内の速度分布を示した速度分布画像を形成する画像形成部と、を有することを特徴とする。

20

## 【 0 0 0 9 】

上記装置によれば、互いに異なる周期同士で周期内におけるフレームの時相をずらすように送受信部が制御され、さらに、画像形成部が、複数周期に亘って形成された複数フレームを周期内における時相の順に並べ替えて1つの周期に対応したフレームセットに纏める。そのため、送受信部における各周期内のフレーム数に比べ、画像形成部において1つの周期に対応したフレームセットとして纏められたフレーム数が多くなる。これにより、送受信時において低フレームレートであっても、画像形成時において擬似的に高フレームレートが実現され、速度分布画像の例えば動画の時間分解能が改善される。

## 【 0 0 1 0 】

また、上記装置において、速度分布画像の好適な具体例は、診断領域内の各位置における速度の大きさと方向をそれぞれ輝度と色で示したカラードブラ画像であるが、例えば、速度の方向を輝度（白黒）や記号（矢印）や文字等により示した速度分布画像が形成されてもよい。もちろん、速度分布画像は、上記列挙の具体例に限定されない。

30

## 【 0 0 1 1 】

望ましい具体例において、前記超音波診断装置は、前記診断対象である心臓から、前記周期信号として、複数心拍に亘る心電波形を得る波形測定部をさらに有し、前記送受信部は、複数心拍に亘って複数フレームを形成し、前記制御部は、複数心拍に亘る心電波形内において各心拍ごとに発生する特徴波のタイミングを時相の基準とし、互いに異なる心拍同士で初期フレームの時相をずらすように前記送受信部を制御する、ことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

望ましい具体例において、前記送受信部は、フレームレート  $F_r$  で複数フレームを形成し、前記制御部は、前記特徴波であるR波のタイミングを時相の基準とし、各心拍の初期フレームの時相をN回の心拍に亘って各心拍ごとにシフト時間  $T = 1 / (F_r \times N)$  ずつ段階的にずらすように、前記送受信部を制御する、ことを特徴とする。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 3 】

本発明により、超音波診断装置における速度分布画像の画質が改善される。例えば、本発明の好適な態様によれば、送受信時において低フレームレートであっても、画像形成時において擬似的に高フレームレートが実現され、速度分布画像の例えば動画の時間分解能が改善される。

50

**【図面の簡単な説明】****【0014】**

【図1】本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】本超音波診断装置によるフレーム形成と並べ替えの具体例を示す図である。

【図3】本超音波診断装置における送受信処理の詳細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】****【0015】**

図1は、本発明の実施において好適な超音波診断装置（本超音波診断装置）の全体構成を示す機能ブロック図である。本超音波診断装置の好適な診断対象の一例は心臓であり、本超音波診断装置は、心臓内における血流速度の分布を示すドブラ画像を形成する。もちろん、本超音波診断装置の診断対象は心臓に限定されず、例えば血管や心臓以外の臓器が診断対象とされてもよい。

10

**【0016】**

プローブ10は、診断対象である例えば心臓に対して超音波を送受する超音波探触子であり、各々が超音波を送受する複数の振動素子を備えている。本超音波診断装置においては、例えば、コンベックス走査型やセクタ走査型やリニア走査型、二次元画像（断層画像）用や三次元画像用等の各種のプローブ10を診断用途に応じて利用することができる。

**【0017】**

送受信部12は、プローブ10が備える複数の振動素子を送信制御して送信ビームを形成し、例えば心臓を含む診断領域内で送信ビームを走査し、複数フレームを形成する。つまり、送受信部12は、送信ビームフォーマの機能を備えている。

20

**【0018】**

また、送受信部12は、複数の振動素子から得られる複数の受信信号を整相加算処理するなどして各フレームを構成する複数の受信ビームを形成し、各受信ビームに沿って診断領域内から受信信号（エコー信号）を収集する。つまり、送受信部12は、受信ビームフォーマの機能も備えている。送受信部12において得られた受信信号は、断層画像形成部20と速度情報演算部30に出力される。

**【0019】**

断層画像形成部20は、心臓を含む診断領域内から収集された受信信号に基づいて、心臓の断層画像データを形成する。例えば、断層画像形成部20は、公知のBモード画像の形成処理により断層画像データとしてBモード画像データを形成する。断層画像形成部20は、複数フレームについて、各フレームごとに断層画像データを形成する。形成された断層画像データはデータ記憶部40に記憶される。

30

**【0020】**

速度情報演算部30は、受信ビームに沿って収集される受信信号（エコー信号）から得られるドブラ情報に基づいて、診断対象の心臓内における血流の速度情報を得る。速度情報を得るにあたって、速度情報演算部30は、公知のカラードブラ法を利用する。

**【0021】**

カラードブラ法においては、同じビーム方向に超音波が繰り返し送受されて、そのビーム方向に沿った各位置（各深さ）におけるドブラシフト周波数が計測される。そして、各位置（各深さ）ごとに、ドブラシフト周波数（ドブラシフト量）から、ビーム方向に沿った速度の大きさと、ビーム方向に沿った速度の方向、つまり、プローブ10に近づく方向（正方向）又はプローブ10から遠ざかる方向（負方向）が計測される。

40

**【0022】**

速度情報演算部30は、カラードブラ法を利用して、血流を含む心臓内の複数の位置において、各位置ごとに、速度の大きさに対応した数値データと、速度の方向に対応した符号データを算出する。符号データは、例えば、プローブ10に近づく方向（正方向）であれば「+（プラス）」とされ、プローブ10から遠ざかる方向（負方向）であれば「-（マイナス）」とされる。

**【0023】**

50

速度情報演算部 30 は、複数フレームに亘って各フレームごとに心臓内の複数の位置における血流の速度データ、つまり速度の大きさに対応した数値データと速度の方向に対応した符号データを算出する。算出された速度データはデータ記憶部 40 に記憶される。

【0024】

ドブラ画像形成部 50 は、データ記憶部 40 に記憶された複数フレームについての断層画像データと速度データに基づいて、公知のカラードブラ法を利用したカラードブラ画像を形成する。ドブラ画像形成部 50 において形成されたカラードブラ画像は、液晶モニタ等で構成される表示部 60 に表示される。

【0025】

心電波形測定部 70 は、診断対象である心臓の心電波形（心電図波形）を測定する。心電波形測定部 70 の好適な具体例は公知の心電計である。なお、心電波形測定部 70 を利用せずに、例えばプローブ 10 を介して心臓から得られる超音波の受信信号に基づいて、心臓の拡張収縮運動を解析して周期信号（心電波形に相当する信号）を得るようにしてもよい。

【0026】

制御部 90 は、本超音波診断装置内を集中的に制御する。操作デバイス 80 は、ユーザから操作を受け付けるデバイスであり、例えば、マウス、トラックボール、キーボード、タッチパネル、その他のスイッチ類などで構成される。操作デバイス 80 がユーザから受け付けた指示は、制御部 90 へ送られて本超音波診断装置内の制御に反映される。

【0027】

なお、送受信部 12 と断層画像形成部 20 と速度情報演算部 30 とドブラ画像形成部 50 は、それぞれ、例えばプロセッサや電子回路等のハードウェアを利用して実現できる。また、データ記憶部 40 の好適な具体例は例えば半導体メモリ等である。そして、制御部 90 は、例えば演算機能を備えた CPU 等のハードウェアにより構成され、ハードウェアとその動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により、制御部 90 の機能が実現される。

【0028】

本超音波診断装置の全体構成は以上のとおりである。次に、本超音波診断装置により実現される機能等について詳述する。なお、図 1 に示した構成（部分）については、以下の説明において図 1 の符号を利用する。

【0029】

図 2 は、本超音波診断装置によるフレーム形成と並べ替えの具体例を示す図である。本超音波診断装置では、心電波形測定部 70 から得られる心臓の心電波形に基づいて、制御部 90 が送受信部 12 を制御する。送受信部 12 は、複数心拍に亘って複数フレームを形成して心臓から受信信号を収集する。図 2 に示す具体例では、心拍 1 ~ 心拍 3 までの 3 心拍に亘って、フレーム  $f_1 \sim f_{15}$  が形成されて受信信号が収集される。

【0030】

複数心拍に亘って複数フレームを形成するにあたり、制御部 90 は、心電波形に基づいて、互いに異なる心拍同士で心拍内におけるフレームの時相をずらすように、送受信部 12 を制御する。図 2 に示す具体例では、心拍 1 の期間において、心電波形に含まれる R 波のタイミングから送受信が開始されてフレーム  $f_1 \sim f_5$  が順次形成され、心拍 2 の期間において、R 波のタイミングからシフト時間  $T$  だけ遅れた時相から送受信が開始されてフレーム  $f_6 \sim f_{10}$  が順次形成され、そして、心拍 3 の期間において、R 波のタイミングからシフト時間  $T$  の 2 倍 ( $2T$ ) だけ遅れた時相から送受信が開始されてフレーム  $f_{11} \sim f_{15}$  が順次形成される。

【0031】

これにより、各心拍ごとに発生する R 波のタイミングをその心拍内における時相の基準（例えば時相 0）とした場合に、心拍 1 のフレーム  $f_1 \sim f_5$  と心拍 2 のフレーム  $f_6 \sim f_{10}$  がそれぞれシフト時相  $T$  だけずれて形成され、心拍 2 のフレーム  $f_6 \sim f_{10}$  と心拍 3 のフレーム  $f_{11} \sim f_{15}$  がそれぞれシフト時相  $T$  だけずれて形成される。心拍 1 ~

10

20

30

40

50

心拍3までの3心拍に亘って、次々に形成されたフレーム  $f_1 \sim f_{15}$  の受信信号は、断層画像形成部20と速度情報演算部30に送られる。

【0032】

断層画像形成部20は、フレーム  $f_1 \sim f_{15}$  までの受信信号に基づいて、各フレームごとに断層画像データを形成し、これにより得られるフレーム  $f_1 \sim f_{15}$  までの断層画像データがデータ記憶部40に記憶される。

【0033】

速度情報演算部30は、フレーム  $f_1 \sim f_{15}$  までの受信信号に基づいて、各フレームごとに血流の速度データを算出し、これにより得られるフレーム  $f_1 \sim f_{15}$  までの速度データがデータ記憶部40に記憶される。

10

【0034】

ドブラ画像形成部50は、複数心拍に亘って形成された複数フレームを心拍内における時相の順に並べ替えて1つの周期に対応したフレームセットに纏め、そのフレームセットに基づいて心臓を含む診断領域内の速度分布を示したカラードブラ画像を形成する。

【0035】

図2に示す具体例において、ドブラ画像形成部50は、R波のタイミングを心拍内における時相の基準(例えば時相0)とし、データ記憶部40に記憶されたフレーム  $f_1 \sim f_{15}$  までのデータ(断層画像データと速度データ)を、R波のタイミング(例えば時相0)に時間的に近いフレームから順に並べ替える。これにより、図2に示すように、フレーム  $f_1, f_6, f_{11}, f_2, \dots, f_5, f_{10}, f_{15}$  の順にフレームのデータ(断層画像データと速度データ)が並べ替えられ、1心拍に対応したフレームセットのデータとして纏められる。

20

【0036】

ドブラ画像形成部50は、1心拍に対応したフレームセットに纏められた複数フレームのデータ(各フレームの断層画像データと速度データ)に基づいて、1心拍分のカラードブラ画像を形成する。図2に示す具体例では、1心拍内において、フレーム  $f_1, f_6, f_{11}, f_2, \dots, f_5, f_{10}, f_{15}$  の順に時相を変化させるカラードブラ画像が形成される。これにより、送受信時におけるフレームレート  $F_r$  が、カラードブラ画像の表示時に擬似的に3倍のフレームレート  $3F_r$  に高められ、カラードブラ画像の動画の時間分解能が改善され、例えば血流の時間的な変化の連続性が向上する。

30

【0037】

図3は、本超音波診断装置における送受信処理の詳細を示すフローチャートである。まず、並べ替えに利用される心拍数  $N$  ( $N$  は自然数) が設定される(S301)。心拍数  $N$  は、例えば、操作デバイス80を介してユーザ(検査者)が設定してもよいし、予め本超音波診断装置に設定された値を制御部90が利用してもよい。なお、図2の具体例では、心拍数  $N = 3$  である。

【0038】

次に、被検者を安静に保ちつつ心電波形測定部70から得られる心電波形に基づいて、1心拍の期間  $R$  が計測される(S302)。例えば、心電波形に含まれる互いに隣接する2つのR波の間隔について、制御部90がいくつの間隔の平均値を算出して1心拍の期間  $R$  とする。

40

【0039】

次に、制御部90は、送受信のフレームレート  $F_r$  と1心拍の期間  $R$  から、1心拍ごとに収集するフレーム数  $F = \text{INT}(R \times F_r)$  を算出する(S303)。つまり、1心拍の期間  $R$  とフレームレート  $F_r$  の積以下となる最大の整数をフレーム数  $F$  とする。なお、図2の具体例では、フレーム数  $F = 5$  である。

【0040】

さらに、制御部90は、送受信のフレームレート  $F_r$  と心拍数  $N$  から、送受信タイミングのシフト時間  $T = 1 / (F_r \times N)$  を算出し(S304)、変数  $I$  を0(ゼロ)に初期化する(S305)。

50

【0041】

そして、制御部90は、心電波形測定部70から得られる心電波形に含まれるR波のタイミングから(T×I)時間後に送受信を開始するように送受信部12を制御し(S306)、フレーム数Fだけフレームを形成した後に送受信を休止して次のR波のタイミングまで待機するように送受信部12を制御する(S307)。その後、制御部90は、変数Iを1つだけ増加させ(S308)、変数Iが心拍数Nよりも小さいか否かを確認する(S309)。

【0042】

S309において変数Iが心拍数Nよりも小さければ、S306～S308の処理が繰り返し実行され、制御部90は、次々に各心拍に関する送受信制御を行う。S306～S308の処理が繰り返し実行され、心拍数Nに亘って複数フレームが形成されると、S309において変数Iが心拍数N以上となり、制御部90は、図3に示す送受信処理を終了する。

10

【0043】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

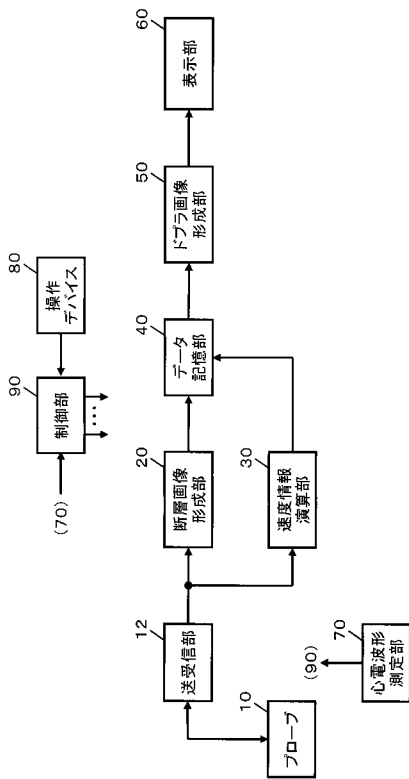
【符号の説明】

【0044】

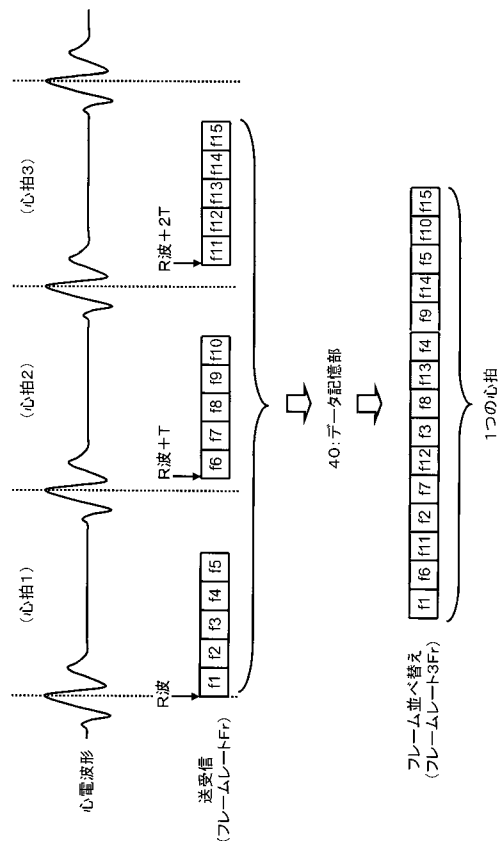
10 プローブ、12 送受信部、20 断層画像形成部、30 速度情報演算部、40 データ記憶部、50 ドプラ画像形成部、60 表示部、70 心電波形測定部、80 操作デバイス、90 制御部。

20

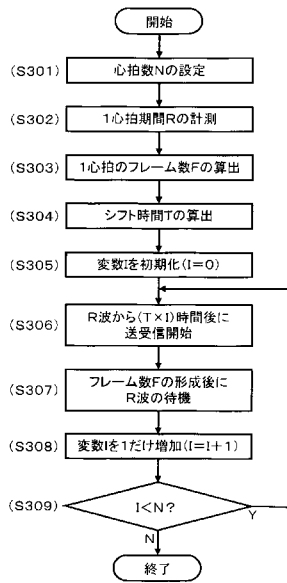
【図1】



【図2】



【 図 3 】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2015012950A</a>	公开(公告)日	2015-01-22
申请号	JP2013140551	申请日	2013-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	岡田孝 西山知秀		
发明人	岡田 孝 西山 知秀		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/06		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD15 4C601/DE04 4C601/FF08 4C601/HH12 4C601/JC16 4C601/KK19 4C601/LL03		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：在超声诊断设备中提高速度分布图像的图像质量。解决方案：参照心电图波形中包含的R波的时序，依次形成帧f1至f15，以便每个心跳的时间相位都偏移一个偏移时间T。所形成的帧f1至f15在时间上以接近R波的时序的顺序重新排列，并且被概括为与一个心跳相对应的帧集合。基于帧集形成彩色多普勒图像。结果，在彩色多普勒图像的显示期间，发送/接收期间的帧速率Fr增加到伪三倍帧速率3Fr，并且彩色多普勒图像的运动图像的图像质量提高。连续性得到改善。[选择图]图2

