(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 37 384 T2** 2007.11.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 985 380 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 37 384.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP98/02293**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 921 803.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/053741**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.05.1998**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **03.12.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.03.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **21.03.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***A61B 8/06*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13501197 26.05.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:
Hitachi Medical Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:
YAMAMOTO, Masa, Nagareyama-shi, Chiba 270-0163, JP; SUEMUNE, Masaru, Kashiwa-shi, Chiba 277-0885, JP

(54) Bezeichnung: **ULTRASCHALL-TOMOGRAPH MIT ABLEITUNG DES DOPPLER-ABTASTORTES AUS BLUT-STRÖMUNGSSIGNALEN SOWIE VERFAHREN ZUR VORGABE DES ABTASTORTES**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Festlegen eines Doppler-Abtastpunkts in einem Ultraschalltomographen. Insbesondere ermöglicht die vorliegende Erfindung das automatische Festlegen eines gewünschten Doppler-Abtastpunkts.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein herkömmlicher Ultraschalltomograph, auf dem der kennzeichnende Teil von Anspruch 1 basiert, umfasst einen Prüfkopf zum Übertragen und Empfangen von Ultraschallwellen zu und von einem Objekt, eine Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit zum Übertragen der Ultraschallwellen in einen Untersuchungsbereich des Objekts durch Betreiben des Prüfkopfs und zum Eingeben und Verarbeiten der vom Prüfkopf empfangenen reflektierten Echosignale, eine Anzeigeeinheit zum Eingeben von Empfangssignalen von der Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit und zum Anzeigen eines Ultraschalltomogramms des Untersuchungsbereichs, eine Festlegungseinheit für Doppler-Abtastpunkte zum Festlegen und Anzeigen eines Doppler-Abtastpunkts für einen Blutstromabschnitt des auf der Anzeigeeinheit angezeigten Ultraschalltomogramms, eine Doppler-Arbeitseinrichtung zum Erfassen von Strömungsgeschwindigkeitsinformationen für den Blutstrom an dem mit der Festlegungseinheit für Doppler-Abtastpunkte festgelegten Doppler-Abtastpunkt und eine Steuereinheit zum Steuern des Betriebs jeder dieser Teileinheiten. Dieser Ultraschalltomograph führt eine Doppler-Funktion zum Beobachten der Blutstrom-Strömungsgeschwindigkeit an einem beliebigen Punkt auf dem Ultraschalltomogramm des Untersuchungsbereichs sowie eine farbige Strömungsvisualisierungsfunktion zum Überlagern der Blutstrombewegung, die die Strömungsrichtung des Blutstroms, die Strömungsgeschwindigkeit und die zeitabhängige Änderung im Untersuchungsbereich umfasst, mit dem Ultraschalltomogramm und zum Anzeigen der Bewegung in Farbe durch. Diese Technik ist zum Beispiel in Navin C. Nanda, „Textbook of Color Doppler Echocardiography", Seiten 7 bis 17 (1989), beschrieben.

[0003] Bei dem vorstehend beschriebenen herkömmlichen Ultraschalltomographen wird der Doppler-Abtastpunkt für den Blutstromabschnitt des auf der Anzeigeeinheit angezeigten Ultraschalltomogramms durch manuelles Bewegen einer Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke an eine Position in einem Untersuchungsbereich, an der der Blutstrom existiert, mit einer Bewegungseinrichtung wie zum Beispiel einem Trackball festgelegt. Die Einstellungs- und Untersuchungsverfahren in diesem Fall sind wie folgt:

(1) Das Ultraschalltomogramm wird beobachtet.
(2) Die Bewegung des Blutstroms wird durch Überlagern farbiger Blutstrominformationen auf dem Ultraschalltomogramm beobachtet.
(3) Wenn die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke auf das Blutgefäß eingestellt ist, dessen Doppler-Bild angezeigt werden soll, wird das Doppler-Bild an diesem Punkt angezeigt, und das Doppler-Bild wird beobachtet.

[0004] In diesem Fall wird der Beobachtungsmodus im Verfahren (3) auf den Doppler-Bild-Beobachtungsmodus umgeschaltet. Die Anzeigeposition der Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke existiert jedoch an der Mitte auf dem Ultraschalltomogramm unter dem anfänglichen Zustand und ändert sich danach auf die Position, die zuvor angezeigt worden ist. Danach legt der Bediener den Untersuchungsbereich für das Doppler-Bild auf der Grundlage des Ultraschalltomogramms und des farbigen Blutstrombilds fest und bewegt dann die Position des Doppler-Abtastpunkts mit einer Bewegungseinrichtung wie zum Beispiel dem Trackball. Auch nachdem der Doppler-Abtastpunkt in den Untersuchungsbereich gebracht worden ist, muss der Bediener diesen bewegen und manuell die Position festlegen, die für die Beobachtung der Doppler-Informationen im Untersuchungsbereich geeignet ist, an der das Doppler-Bild zufriedenstellend angezeigt werden kann, während er gleichzeitig das Ultraschalltomogramm, das farbige Blutstrombild und den Anzeigezustand des Doppler-Bilds beobachtet.

[0005] Das Dokument EP-A-0 562 634 beschreibt eine Ultraschall-Diagnosevorrichtung, bei der ein Bediener eine Messlinie auf einem angezeigten Ultraschalltomogramm (des Herzens) festlegt und die Doppler-Abtastpunkte automatisch in regelmäßigen Intervallen auf der Messlinie gesetzt werden.

[0006] Das Dokument US-A-5 443 071 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen der Geschwindigkeit des Blutstroms und zum Bestimmen eines Maximums des Geschwindigkeitsmaßes im Untersuchungsbereich.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Bei einem solchen herkömmlichen Ultraschalltomographen wird jedoch der Doppler-Abtastpunkt für den Blutstromabschnitt des auf der Anzeigeeinheit angezeigten Ultraschalltomogramms durch manuelles Bewegen der Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke mit der Bewegungseinrichtung wie zum Beispiel dem Trackball auf die Position, an der der Blutstrom im Untersuchungsbereich existiert, auf der Grundlage der in Überlagerung mit dem Ultraschalltomogramm angezeigten farbigen Blutstrominformationen festgelegt. Daher erfordert es Zeit, um die

Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke in den Untersuchungsbereich auf dem Anzeigebild zu bringen oder sie auf die Position im Untersuchungsbereich einzustellen, an der die Doppler-Informationen zufriedenstellend beobachtet werden können.

[0008] In Anbetracht dieser Probleme ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines Ultraschalltomographen, der den Doppler-Abtastpunkt entweder automatisch oder halbautomatisch auf den Blutstromabschnitt in dem als Bild angezeigten Ultraschalltomogramm einstellen kann.

[0009] Ein Tomograph nach der vorliegenden Erfindung ist in Anspruch 1 festgelegt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschalltomographen nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0011] Fig. 2A und Fig. 2B zeigen erklärende Ansichten einer Farbverteilung in einem Blutgefäß und eine schematische Ansicht eines Anzeigebeispiels für eine Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke.

[0012] Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm der Detektionsoperation für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche.

[0013] Fig. 4A bis Fig. 4D zeigen erklärende Ansichten zu der in Fig. 3 gezeigten Operation.

[0014] Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm der Detektionsoperation für den schnellsten Punkt.

[0015] Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm der Detektionsoperation für den schnellsten Punkt nach einer manuellen Operation.

[0016] Fig. 7A bis Fig. 7D zeigen erklärende Ansichten zu der in Fig. 6 gezeigten Operation.

[0017] Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm der Detektionsoperation für den schnellsten Punkt nach dem Detektieren eines Blutgefäßes mit weiter Schnittfläche.

[0018] Fig. 9A und Fig. 9B zeigen erklärende Ansichten zu der Operation in Fig. 8.

[0019] Fig. 10 zeigt ein Ablaufdiagramm der Detektionsoperation für den schnellsten Punkt in Kombination mit einem Elektrokardiogramm.

[0020] Fig. 11A und Fig. 11B zeigen erklärende Ansichten zu der Operation in Fig. 10.

[0021] Fig. 12 zeigt ein Ablaufdiagramm der Operation zum Festlegen eines Detektionsbereichs.

[0022] **Fig.** 13 zeigt eine erklärende Ansicht zu der Operation in Fig. 12.

[0023] Fig. 14 und Fig. 15 zeigen Ablaufdiagramme der Operation zum seriellen Ändern des Doppler-Abtastpunkts durch Betätigen einer Taste.

[0024] Fig. 16 zeigt ein Ablaufdiagramm der Operation zum Festlegen einer anfänglichen Anzeigeposition des Doppler-Abtastpunkts.

[0025] Fig. 17 zeigt ein Blockdiagramm einer weiteren Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung.

[0026] Fig. 18 zeigt ein Ablaufdiagramm der Operation zum Abrufen des Blutstromabschnitts in einer Bewegungsrichtung des Doppler-Abtastpunkts.

[0027] Fig. 19A und Fig. 19B zeigen erklärende Ansichten zu der Operation in Fig. 18.

[0028] Fig. 20 zeigt ein Ablaufdiagramm einer erweiterten Abrufoperation in der Bewegungsrichtung des Doppler-Abtastpunkts.

[0029] **Fig.** 21 zeigt eine erklärende Ansicht zu der Operation in Fig. 20.

[0030] Fig. 22 zeigt ein Blockdiagramm noch einer weiteren Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung.

[0031] Fig. 23 zeigt ein Ablaufdiagramm der Operation zum Beurteilen des Vorhandenseins des Blutstromabschnitts für jede Bewegung.

[0032] Fig. 24 zeigt eine erklärende Ansicht zu der Operation in Fig. 23.

BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0033] Nachstehend werden mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0034] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschalltomographen nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dieser Ultraschalltomograph überträgt und empfängt Ultraschallwellen zu und von einem Objekt, erfasst ein Ultraschalltomogramm eines Untersuchungsbereichs, zeigt das Bild an und führt eine Doppler-Funktion sowie eine farbige Strömungsvisualisierungsfunktion durch. Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst der Ultraschalltomograph einen Prüfkopf **1**, eine Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit **2**, eine Anzeigeeinheit **3**, eine Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte, eine Doppler-Arbeitseinheit **5**, eine Farbdoppler-Arbeits-

einheit **6**, eine Hauptsteuerung **7**, eine Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche und eine Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt. Der Prüfkopf **1** überträgt die Ultraschallwellen zum Untersuchungsbereich im Inneren eines Objekts **12** und empfängt die reflektierten Echosignale aus dem Inneren des Objekts **12**. Der Prüfkopf **1** weist einen eingebauten Ultraschallwandler als Erzeugungsquelle für Ultraschallwellen und zum Empfangen der reflektierten Echosignale auf, obwohl der Wandler in der Zeichnung nicht gezeigt ist. Die Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit **2** steuert den Prüfkopf **1** an und lässt ihn die Ultraschallwellen zum Untersuchungsbereich im Inneren des Objekts **12** übertragen, und erfasst und verarbeitet die vom Prüfkopf **1** empfangenen reflektierten Echosignale. Die Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit **2** weist einen eingebauten Impulsgenerator, einen Empfangsverstärker und eine Detektionsschaltung auf, auch wenn diese in der Zeichnung nicht gezeigt sind. Die Anzeigeeinheit **3** gibt die von der Ultraschallwellen-Übertragungs- und Empfangseinheit **2** ausgegebenen Empfangssignale ein und zeigt das Ultraschalltomogramm des Untersuchungsbereichs an. Die Anzeigeeinheit **3** umfasst zum Beispiel einen A/D-Wandler zum Umwandeln der analogen Videosignale in digitale Signale, einen Bildspeicher zum Speichern der digitalen Bildsignale, einen D/A-Wandler zum Umwandeln der digitalen Bildsignale in analoge Videosignale und eine Elektronenstrahlröhre zum Anzeigen der Bilder aus den analogen Videosignalen. Im Übrigen ist bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel das auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigte Ultraschalltomogramm das Bild, das die Blutstrominformationen enthält.

[0035] Die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte legt den Doppler-Abtastpunkt für den Blutstromabschnitt des auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigten Ultraschalltomogramms fest und zeigt die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke auf der Anzeigeeinheit **3** an. Diese Einheit **4** ist so aufgebaut, dass der Bediener den Doppler-Abtastpunkt manuell einstellen kann. Mit anderen Worten, während das Ultraschalltomogramm einschließlich der Blutgefäße auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigt wird, wird der Doppler-Abtastpunkt durch eine Operation mit einer Tastatur **13**, die mit der Hauptsteuerung **7** verbunden ist, zum Beispiel mit einem Trackball, auf den Blutstromabschnitt als Untersuchungsbereich bewegt. Diese Position wird auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigt, und gleichzeitig wird diese Position als die Position zur Durchführung der Doppler-Operation an die nachgeschaltete Doppler-Arbeitseinheit **5** angewiesen.

[0036] Die Doppler-Arbeitseinheit **5** führt eine Operation zum Erfassen der Geschwindigkeitsinformationen des Blutstroms für den durch die vorstehend beschriebene Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte festgelegten Doppler-Abtastpunkt durch und ist bekannt. Die Doppler-Arbeitseinheit **5** legt einen bestimmten Ultraschallstrahl auf dem auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigten Ultraschalltomogramm fest, legt einen oder mehrere Doppler-Abtastpunkte auf diesem bestimmten Strahl fest, bestimmt die zeitliche Änderung der Geschwindigkeit des Blutstroms an dem (den) Doppler-Abtastpunkt(en) und veranlasst die Anzeigeeinheit ihn als Doppler-Bild anzuzeigen. Die Breite der Zeitachse zum Anzeigen dieses Doppler-Bilds beträgt im Allgemeinen wenige Sekunden.

[0037] Um das Ultraschalltomogramm zu bilden, stellt die Farbdoppler-Arbeitseinheit **6** Farbdoppler-Bilder durch Ausführen eines Pseudo-Einfärbens der Geschwindigkeitsinformationen aller Pixelpunkte für alle Ultraschallstrahlen in einer solchen Weise zusammen, dass sie jeweils der Strömungsgeschwindigkeit entsprechen, und zeigt sie in Überlagerung mit dem Ultrasehalltomogramm an. Eine solche Farbdoppler-Arbeitseinheit wird auch als Einheit zur Strömungsvisualisierung bezeichnet. In einem Blutstromabschnitt, das heißt in dem Blutgefäß, zeigt die Farbdoppler-Arbeitseinheit **6** zum Beispiel den Abschnitt mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit in einer Richtung mit einer roten Farbe höherer Dichte und den Abschnitt mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit in der entgegengesetzten Richtung mit einer blauen Farbe höherer Dichte an, wie in Fig. 2A gezeigt. Allgemein gilt, je näher an der Mitte des Blutgefäßes, desto höher wird die Strömungsgeschwindigkeit. Daher wird die Farbe in Bereichen näher an der Mitte dichter. Im Gegensatz dazu ist es auch möglich, diese Einheit so auszulegen, dass die Farbe mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit heller wird. Fig. 2B zeigt auf der rechten Seite das Doppler-Bild an einem Doppler-Abtastpunkt D4, wenn der Doppler-Abtastpunkt von einem Punkt D3 auf den Blutstromabschnitt D4 mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit bewegt wird. Die Abszisse des Doppler-Bilds gibt die Zeit an und die Ordinate die Strömungsgeschwindigkeit. Senkrechte gestrichelte Linien stellen die für die Doppler-Beobachtung verwendeten Ultraschallstrahlen dar.

[0038] Die Hauptsteuerung **7** dient als die Steuereinheit zum Steuern des Betriebs aller vorstehend beschriebenen Teileinheiten und umfasst zum Beispiel eine CPU (Zentraleinheit). Eine Tastatur **13** ist zur Eingabe verschiedener Befehle an die Hauptsteuerung **7** angeschlossen. Wenn der Doppler-Abtastpunkt auf dem synchron mit den Herzschlägen des Objekts **12** aufgebauten Farbdoppler-Bild bestimmt wird, ist eine Elektrokardiogramm-Erfassungsschaltung **14** zum Detektieren der Wellenform der EKG-Signale des Objekts **12** vorgesehen. Eine R-Welle der von dieser Elektrokardiogramm-Erfassungsschaltung **14** erhaltenen EKG-Welle wird detektiert und als Auslösesignal in die Hauptsteuerung **7** eingegeben.

[0039] Die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche unterscheidet eine große Anzahl von Blutstromabschnitten auf der Grundlage des auf der Anzeigeeinheit **3** angezeigten Doppler-Bilds und bestimmt den Blutstromabschnitt mit der größten Schnittfläche unter diesen. Die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt detektiert den Blutstrompunkt mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit als Koordinatenpunkt auf dem Anzeigebildschirm unter den Blutstromabschnitten mit der größten Fläche, die von der Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche detektiert werden, und sendet ihn an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte. Die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte legt den Koordinatenpunkt als den Doppler-Abtastpunkt fest.

[0040] Die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche und die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt arbeiten unabhängig voneinander unter der Steuerung der Hauptsteuerung **7**. Die Funktionen dieser Detektionseinheiten **8** und **9** können in die Hauptsteuerung **7** integriert sein. Die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche und die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt können so aufgebaut sein, dass sie jeweils getrennt und unabhängig von der Hauptsteuerung arbeiten. In diesem Fall, wenn die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche den Blutstromabschnitt mit der größten Fläche detektiert, wird ein beliebiger Punkt oder ein Mittelpunkt dieses Blutstromabschnitts festgelegt, und die Koordinaten dieses Punkts werden an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte gesendet. Wenn die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt so aufgebaut ist, dass sie unabhängig arbeitet, detektiert sie das Pixel mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit in allen Bildern und sendet dessen Koordinatenpunkt an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte.

[0041] Die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche detektiert das Blutgefäß mit der größten Blutgefäßschnittfläche unter einer großen Anzahl von Blutgefäßen. Wenn der Doppler-Abtastpunkt zum Beispiel auf die Halsschlagader eingestellt werden soll, kann der Blutstromabschnitt mit der größten Fläche abgerufen werden, weil die Halsschlagader im Allgemeinen eine größere Schnittfläche als andere Blutgefäße aufweist. Die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche wird in einem solchen Fall verwendet.

[0042] Die individuelle Operation der Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche wird anhand des Ablaufdiagramms in Fig. 3 erläutert.

[0043] Weil die farbigen Blutstrominformationen in dem Bildspeicher in der Anzeigeeinheit **3** gespeichert sind, werden in Schritt **21** in Fig. 3 die Bildspeicher seriell von einem ihrer Enden in der Pixeleinheit geprüft, und die bestehende Position des Blutstromabschnitt wird abgerufen. Im nächsten Schritt **22** wird auf der Grundlage der farbigen Blutstrominformationen das Profil des Blutstromabschnitts für den Blutstromabschnitt festgelegt, der während dieser Abrufoperation zuerst abgerufen wird. Mit anderen Worten, die Konturpunkte zwischen dem Pixel mit den farbigen Blutstrominformationen und dem Pixel ohne farbige Blutstrominformationen werden nacheinander detektiert, und diese Detektionsoperation ist nach Rückkehr an den Startpunkt abgeschlossen. Folglich wird der Bereich, in dem die farbigen Blutstrominformationen existieren, fortlaufend als eine Masse des Blutstromabschnitts detektiert. Das Extraktionsverfahren für dieses Profil ist in „Recognition and Learning", Seiten 106 bis 109, herausgegeben von Iwanami Shoten, 20. Mai 1991, beschrieben.

[0044] Im nächsten Schritt **23** wird die Anzahl der Pixel, die innerhalb des von dem Profil umrissenen Bereichs existieren, gezählt und im Speicher gespeichert. Die Adresse eines beliebigen Punkts innerhalb des Profils, zum Beispiel der Punkt, an dem der Blutstromabschnitt in Schritt **21** zuerst detektiert wird, oder die Adresse auf dem Bild am Mittelpunkt in dem Profil, wird im Speicher gespeichert.

[0045] In Schritt **24** wird beurteilt, ob die Abrufoperation das Ende des Bildspeichers erreicht hat oder nicht. Lautet das Ergebnis der Prüfung NEIN, kehrt der Ablauf zu Schritt **21** zurück, und die Blutstromabschnitte werden anschließend für die Abschnitte mit Ausnahme des Bereichs für das zuvor gebildete Profil von dem nächsten Pixel bis zu dem Pixel abgerufen, an dem der Blutstromabschnitt zuletzt detektiert wird. Lautet das Ergebnis der Prüfung in Schritt **24** JA, ist das Abrufen der Blutstromabschnitte für den gesamten Bildschirm der Anzeigeeinheit **3** beendet. Folglich zeigt der Blutstromabschnitt das Bild ohne das Profil, wie in Fig. 4A gezeigt, vor dem Start der Operation in **Fig.** 2, aber das Profil ist nach Abschluss der Operation rund um den Blutstromabschnitt repräsentiert, wie in Fig. 4B gezeigt. In Schritt **23** wird die Anzahl der Pixel für die Größe jedes Blutstromabschnitts im Speicher gespeichert. Die Anzahl der Pixel kann wie in Fig. 4C gezeigt dargestellt werden.

[0046] Lautet das Ergebnis der Prüfung in Schritt **24** JA, wird der Ablauf mit Schritt **25** fortgesetzt. In diesem Schritt **25** wird der in Schritt **23** bestimmte Zählwert, der die Fläche des jeweiligen Blutstromabschnitts angibt, ausgelesen, und diese Blutstromabschnitte werden ab den höheren Zählwerten abwärts geordnet. Im Fall der in Fig. 4C gezeigten Zählwerte werden sie zum Beispiel in der Reihenfolge **25**, **7** und **5** geordnet. In Schritt **26** wird der Blutstromabschnitt mit der größten Pixelanzahl ausgewählt, und die in Schritt **23** erfasste Adresse wird an die

Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte gesendet, und nur der Blutstromabschnitt mit der größten Fläche kann angezeigt werden, wie in Fig. 4D gezeigt. Die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke wird an dem gespeicherten Adressabschnitt angezeigt. Danach kann der erforderliche Doppler-Abtastpunkt manuell durch Betätigen des Trackballs auf der Tastatur **13** eingestellt werden.

[0047] Als Nächstes wird der Fall erläutert, bei dem die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt unabhängig arbeitet.

[0048] In Fig. 5 sind die Abläufe der Schritte **31** und **32** identisch mit denen der Schritte **21** und **22** in Fig. 3. In Schritt **33** werden die Strömungsgeschwindigkeitsinformationen für jedes Pixel innerhalb des von dem Profil umrissenen Bereichs aus dem Bildspeicher ausgelesen, und das Pixel mit der höchsten Geschwindigkeit in den Strömungsgeschwindigkeitsinformationen wird als der Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit ausgewählt. Die Strömungsgeschwindigkeit und die Adresse werden im Speicher gespeichert, und danach wird der Ablauf mit Schritt **34** fortgesetzt. Der Ablauf in Schritt **34** ist derselbe wie in Schritt **24** in Fig. 3.

[0049] Lautet das Ergebnis der Prüfung in Schritt **34** JA, vergleicht die Operation in Schritt **35** die Blutstrom-Strömungsgeschwindigkeit des Blutstrompunkts höchster Geschwindigkeit für jeden in Schritt **33** bestimmten Blutstromabschnitt und ordnet die Blutstrompunkte ab dem Punkt mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit. In Schritt **36** wird die Adresse des Blutstrompunkts mit dem höchsten Ordnungswert an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte gesendet. Als Ergebnis wird der Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit als der Doppler-Abtastpunkt festgelegt.

[0050] Die in Fig. 5 gezeigte Detektionsoperation für den schnellsten Punkt ruft den Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit innerhalb des gesamten Bildschirms ab. Wird die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke in Schritt **41** jedoch manuell auf einen gewünschten Blutstromabschnitt auf dem Bildschirm (den in Fig. 7A gezeigten Abschnitt) bewegt, wird in Schritt **42** das Profil des Blutstromabschnitts definiert, wie in Fig. 7B gezeigt. Die Operation in Schritt **43** ruft den Blutstromabschnitt höchster Geschwindigkeit innerhalb des Blutstromabschnitts ab, wie in Fig. 7C gezeigt, und in Schritt **44** wird die Adresse dieses Punkts an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte gesendet. Als Ergebnis wird die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke an dem so abgerufenen Blutstromabschnitt höchster Geschwindigkeit angezeigt, wie in Fig. 7D gezeigt.

[0051] Diese Ausführungsform kann den Doppler-Abtastpunkt automatisch auf den Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit einstellen, indem die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke einfach manuell auf einen gewünschten Blutstromabschnitt bewegt wird, während das farbige Ultraschalltomogramm beobachtet wird. Daher kann. diese Ausführungsform einen Ultraschalltomographen mit einem sehr hohen Betriebsfaktor bereitstellen.

[0052] Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm, bei dem zuerst die Detektionseinheit **8** für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche betrieben wird und den Blutstromabschnitt mit der größten Fläche abruft, wie in Fig. 1 gezeigt. Danach wird die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt betrieben und ruft den Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit in dem Blutstromabschnitt mit der größten Fläche ab. In Fig. 8 wird, wenn die in Schritt **51** abgerufene Adresse des Blutstromabschnitts größter Fläche am äußersten linken Ende existiert, wie in Fig. 7A gezeigt, der von dem entsprechenden Profil umrissene farbige Blutstromabschnitt unter Verwendung der Adresse dieses einen Punkts als Parameter extrahiert. Danach werden die Abläufe in der gleichen Weise wie die Schritte **42** bis **44** in Fig. 6 ausgeführt (Schritt **52**).

[0053] Daher wird, wenn drei Blutstromabschnitte – ein großer, ein mittlerer und ein kleiner – existieren, wie in Fig. 9A gezeigt, zum Beispiel der Blutstromabschnitt mit der größten Schnittfläche, etwa die Halsschlagadern, abgerufen, und der Blutstrompunkt höchster Geschwindigkeit in den Halsschlagadern wird im nächsten Schritt **52** als Doppler-Abtastpunkt festgelegt. Als Ergebnis wird das Doppler-Bild dieses eingestellten Punkts angezeigt.

[0054] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand von Fig. 11A bis Fig. 11C erläutert. Wenn die Geschwindigkeit des Blutstroms des Mitralklappenabschnitts im Herzen gemessen wird, befindet sich die Mitralklappe zwischen der linken Herzkammer und dem linken Herzvorhof und expandiert bei Ausdehnung der linken Herzkammer, wodurch der Blutstrom erzeugt wird. Beim Zusammenziehen der linken Herzkammer ist der linke Herzvorhof geschlossen und erzeugt keinen Blutstrom. Daher kann die Messung des Blutstroms der Mitralklappe nur in der Expansionsphase der linken Herzkammer durchgeführt werden.

[0055] Fig. 11A zeigt eine Schnittansicht des linken Herzvorhofs in der Richtung einer Längsachse, und die Mitralklappe ist an einem Verbindungsabschnitt mit der linken Herzkammer angeordnet. Das in Fig. 11C gezeigte Elektrokardiogramm wird von dem Objekt **12** mit der Elektrokardiogramm-Erfassungsschaltung **14** abgeleitet. Die Hauptsteuerung **7** legt die Zeitphase für die Expansionsphase der linken Herzkammer synchron mit der R-Welle des Elektrokardiogramms fest und steuert die Vorrichtung so, dass sie nur die Blutstrominformationen in dieser

Zeitphase erfasst. Die Blutstrom-Strömungsgeschwindigkeit an der Mitralklappe wird hoch, die in der Expansionszeitphase der linken Herzkammer nur einen engen Durchgang aufweist. Daher kann der Blutstrom der Mitralklappe durch Abrufen des höchsten Blutstrompunkts in der Expansionszeitphase der linken Herzkammer gemessen werden.

[0056] In Fig. 10 wird in Schritt **61** das Elektrokardiogramm mit der Elektrokardiogramm-Erfassungsschaltung **14** erfasst, und die Expansionszeitphase der linken Herzkammer wird auf der Grundlage der R-Welle des EKGs eingestellt. Im nächsten Schritt **63** werden die Arbeitseinheiten **5** und **6** so gesteuert, dass nur die in der Expansionszeitphase erfassten Blutstrominformationen von der Doppler-Arbeitseinheit **5** und der Farbdoppler-Arbeitseinheit **6** verarbeitet werden können. In Schritt **64** wird die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt veranlasst, das Detektieren des schnellsten Punkts in Übereinstimmung mit dem in Fig. 5 gezeigten Ablauf durchzuführen. In Schritt **65** wird die Detektionseinheit **9** veranlasst, das Detektieren des schnellsten Punkts mit einer bestimmten Häufigkeit durchzuführen, und im nächsten Schritt **66** wird der Doppler-Abtastpunkt mit der höchsten Häufigkeit oder ein mittlerer Doppler-Abtastpunkt berechnet, und das Ergebnis wird als der Doppler-Abtastpunkt an die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte gesendet. Als Folge wird der Doppler-Abtastpunkt auf dem Mitralklappenabschnitt positioniert, wie in Fig. 11B gezeigt, und das Doppler-Bild für diesen Abschnitt wird angezeigt.

[0057] Wie vorstehend beschrieben, können andere Klappenabschnitte im Herzen gemeinsam mit dem Elektrokardiogramm gemessen werden, oder die Regurgitation des Blutstroms am Klappenabschnitt kann nach dem Auswahlverfahren der Zeitphase gemessen werden.

[0058] Im Übrigen werden die Blutstrominformationen für jeden Blutstromabschnitt und die Analyse des Farbbildes im Allgemeinen immer vor dem Start des Doppler-Modus gemessen. Daher kann, sobald der Doppler-Abtastpunkt eingestellt ist, das Doppler-Bild am Doppler-Abtastpunkt sofort angezeigt werden.

[0059] Wenn der Doppler-Abtastpunkt automatisch eingestellt wird, ist es in bestimmten Fällen nützlich, den automatischen Einstellbereich im Voraus auf einen vorbestimmten Bereich zu begrenzen und das automatische Einstellen des Doppler-Abtastpunkts nur innerhalb dieses Bereichs durchzuführen. Fig. 12 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein solches Verfahren.

[0060] In Fig. 12 wird in Schritt **71** eine Bereichsfestlegungsmarke + mit dem Trackball auf der Tastatur **13** auf die Position 1 in Fig. 13A gebracht und an dieser Position mit einer Einstelltaste fixiert. Wenn danach die Marke + mit dem Trackball auf die Position 2 in Fig. 13B gebracht wird, wird die mit einer gestrichelten Linie dargestellte Größe des Bereichsauswahlrahmens angezeigt. Hat dieser eine geeignete Größe, wird die Größe durch Betätigen der Einstelltaste festgelegt, und der Bereichsauswahlrahmen R1 ist festgelegt, wie in Fig. 13C gezeigt. In Schritt **72** wird die in Fig. 3 gezeigte Detektion für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche, die in Fig. 5 gezeigte Detektion für den schnellsten Punkt, die in Fig. 8 gezeigte Detektion für den schnellsten Punkt nach dem Detektieren eines Blutgefäßes mit weiter Schnittfläche oder die in Fig. 10 gezeigte Detektion für den schnellsten Punkt in Kombination mit dem Elektrokardiogramm innerhalb des angegebenen Zeitrahmens R1 durchgeführt. Als Ergebnis wird der Doppler-Abtastpunkt D5 wie in Fig. 13D gezeigt eingestellt.

[0061] Fig. 14 zeigt ein Ablaufdiagramm für die Operation zum seriellen Bewegen des Doppler-Abtastpunkts in der Richtung entsprechend der Reihenfolge der Blutstromabschnitte mit einer größeren Schnittfläche oder entsprechend den Blutstromabschnitten mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit zu den Blutstromabschnitten mit kleineren Werten.

[0062] In Fig. 14 wird die in Fig. 3 gezeigte Detektion für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche, die in Fig. 5 gezeigte Detektion für den schnellsten Punkt, die in Fig. 8 gezeigte Detektion für den schnellsten Punkt nach dem Detektieren eines Blutgefäßes mit weiter Schnittfläche oder die in Fig. 12 gezeigte vorläufige Einstellung des Detektionsbereichsauswahlrahmens in Schritt **74** durchgeführt. In Schritt **75** wird das Doppler-Bild für den zuerst eingestellten Doppler-Abtastpunkt angezeigt. Wenn das Abrufen der nächsten Sequenz erforderlich ist, wird eine Suchtaste gedrückt, und dann kehrt der Ablauf zu Schritt **75** zurück, so dass der Doppler-Abtastpunkt der nächsten Sequenz festgelegt wird, und das Doppler-Bild wird angezeigt. Ist in Schritt **76** kein Abruf mehr erforderlich, wird eine ENDE-Taste gedrückt, und das Verfahren ist beendet. Diese Sequenzen werden in Übereinstimmung mit der einen Einstellung in Schritt **25** in Fig. 3 oder in Schritt **35** in Fig. 5 bestimmt.

[0063] Fig. 15 zeigt ein Ablaufdiagramm für die Operation zum seriellen Bewegen der Position des Doppler-Abtastpunkts für jeden Blutstromabschnitt, so dass jeweils diese Abtastpunkte beobachtet werden können.

[0064] In Fig. 15 sind die Schritte **81** und **82** identisch mit den Schritten **21** und **22** in Fig. 3. In Schritt **83** wird die Anzahl der Pixel in den Profilen gezählt. In Schritt **84** wird der Blutstromabschnitt als ein unerwünschtes Rauschen eingestuft, wenn der Zählwert kleiner ist als ein vorbestimmter Wert, und dieser Blutstromabschnitt wird ignoriert. Der Ablauf kehrt dann zu Schritt **81** zurück, um den nächsten Blut-

stromabschnitt abzurufen. Lautet das Ergebnis in Schritt **84** JA, wird der Doppler-Abtastpunkt für den Blutstromabschnitt in Schritt **85** angezeigt, und das Doppler-Bild wird angezeigt. In diesem Fall kann die Bewegung auf den Blutstrompunkt, der weiter nötig ist, manuell erfolgen. Der Ablauf in Schritt **86** ist derselbe wie in Schritt **76** in Fig. 14.

[0065] Die vorstehende Beschreibung erläutert die verschiedenen Einstellverfahren für den Doppler-Abtastpunkt. Als Nächstes wird das Einstellen der anfänglichen Anzeigeposition des Doppler-Abtastpunkts unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm in Fig. 16 erläutert.

[0066] In Fig. 16 wird der Doppler-Modus durch Betätigen der Tastatur **13** aktiviert (Schritt **77**), um das Doppler-Bild in dem Ultraschalltomogramm mit dem Ultraschalltomographen zu beobachten. Im nächsten Schritt **78** wird das Menü für die Doppler-Abtastpunkt-Detektionsverfahren ausgelesen und eines davon wird eingestellt. Das Doppler-Abtastpunkt-Abrufverfahren umfasst Möglichkeiten wie zum Beispiel die Detektion für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche, die Detektion für den schnellsten Punkt, die Detektion für den schnellsten Punkt für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche, die Detektion für den schnellsten Punkt in Kombination mit dem Elektrokardiogramm, die Detektion für die Detektionsbereichsauswahl usw. In Schritt **78** wird eines dieser Verfahren ausgewählt. Das so eingestellte Doppler-Abtastpunkt-Detektionsverfahren wird in Schritt **79** ausgeführt, und die anfängliche Anzeigeposition des Doppler-Abtastpunkts wird in Schritt **80** eingestellt.

[0067] Nach dem Einstellen der anfänglichen Anzeigeposition des Doppler-Abtastpunkts können die Doppler-Abtastpunkte einer nach dem anderen mit dem seriellen Abrufverfahren oder dem seriellen Positionsabrufverfahren geändert werden, wie unter Bezugnahme auf Fig. 14 und Fig. 15 beschrieben. Anderenfalls kann die Einstellmarke manuell auf den interessierenden Doppler-Abtastpunkt gebracht werden. In diesem Fall kann, nachdem die Einstellmarke manuell auf den interessierenden Blutstromabschnitt gebracht worden ist, der Doppler-Abtastpunkt automatisch auf den schnellsten Blutstrompunkt eingestellt werden.

[0068] Wenn der Bediener beginnt, die Doppler-Abtastpunkt-Einstellmarke in der vorliegenden Richtung des interessierenden Blutstromabschnitts zu bewegen, können die in dieser Richtung existierenden Blutstromabschnitte automatisch abgerufen werden, und der gewünschte Doppler-Abtastpunkt kann eingestellt werden. Nachstehend wird ein solches Abrufverfahren unter Bezugnahme auf Fig. 17 beschrieben.

[0069] Fig. 17 zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschalltomographen nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Ultraschalltomograph bei dieser Ausführungsform ist gebildet durch Verbinden einer Abrufeinheit **10** für Bereichsbegrenzungs-Farbinformationen mit der Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt in dem Ultraschalltomographen nach der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform. Die Abrufeinheit **10** für Bereichsbegrenzungs-Farbinformationen erfasst die Bewegungsrichtung des Doppler-Abtastpunkts, wenn dessen Bewegung gestartet wird, um den Doppler-Abtastpunkt mit der Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte festzulegen. Diese Abrufeinheit **10** dient auch als Detektionseinrichtung für die Bewegungsrichtung des Blutstroms zum Detektieren des Vorhandenseins / Fehlens von farbigen Blutstrominformationen in dieser Bewegungsrichtung. Diese Abrufeinheit **10** wird verwendet, wenn der Abtastpunkt in der Bewegungsrichtung des Trackballs auf der Tastatur **13**, die zum Beispiel mit der Hauptsteuerung **7** verbunden ist, detektiert wird.

[0070] Fig. 18 zeigt den Betriebsablauf in einer Abrufeinheit **10** für Bereichsbegrenzungs-Farbinformationen. Wird der Doppler-Abtastpunkt mit dem Trackball auf der Tastatur **13** von Position D_0 nach D_1 bewegt, wie in Fig. 19A gezeigt, wird in Schritt **81**. die Bewegungsrichtung detektiert. Im nächsten Schritt **82** wird der Blutstromabschnitt in der Verlängerung der Bewegungsrichtung abgerufen. Wird der Blutstromabschnitt in Schritt **83** als existierend eingestuft, wird der Blutstromabschnitt in Schritt **84** als der Doppler-Abtastpunkt festgelegt, wie durch Punkt D_2 in Fig. 19B gezeigt. Wenn er nicht existiert, kehrt der Ablauf zu Schritt **81** zurück, und der Abruf wird in gleicher Weise ab der Position D_1 für die nächste Bewegung vorgenommen. Im Übrigen kann der Abtastpunkt in Schritt **84** durch Ausführen der Detektion für den schnellsten Punkt festgelegt werden.

[0071] Ein weiteres Beispiel für die in Fig. 17 gezeigte Abrufeinheit **10** für Bereichsbegrenzungs-Farbinformationen wird anhand. des Ablaufdiagramms in Fig. 20 beschrieben.

[0072] In Fig. 20 führen die Schritte **91** und **92** dieselben Operationen wie die Schritte **81** und **82** in Fig. 18 durch. Hier wird der Blutstromabschnitt auf der Verlängerung in der Bewegungsrichtung P des Doppler-Abtastpunkts abgerufen, wie in Fig. 21A gezeigt. Wenn der Blutstromabschnitt existiert, springt der Ablauf von Schritt **93** zu Schritt **96**, und der Doppler-Abtastpunkt wird eingestellt. Lautet das Ergebnis der Prüfung in Schritt **93** NEIN, wird der Blutstromabschnitt in Schritt **94** von der nächsten Position D_B abgerufen, indem der Abrufbereich um einen vorbestimmten Bereich, wie durch das Symbol Q angegeben, erweitert wird, wie in Fig. 21B gezeigt. Lautet das Ergebnis der Prüfung in Schritt **95** JA, wird der Doppler-Abtastpunkt in Schritt **96** festgelegt. Lautet

das Ergebnis NEIN, kehrt der Ablauf zu Schritt **94** zurück, und der Blutstromabschnitt wird durch weitere Erweiterung des Abrufbereichs um einen vorbestimmten Bereich abgerufen. Danach wird das Verfahren in gleicher Weise durchgeführt.

[0073] Auf diese Weise wird das Abrufen des Doppler-Abtastpunkts halbautomatisch durchgeführt, und der Abtastpunkt kann durch Detektieren des schnellsten Punkts in Schritt **96** festgelegt werden.

[0074] Fig. 22 zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschalltomographen nach noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dem Ultraschalltomographen nach dieser Ausführungsform ist außerdem eine Beurteilungseinheit **11** für das Vorhandensein von Positionsauswahl-Farbinformationen mit der Abrufeinheit **10** für Bereichsbegrenzungs-Farbinformationen des in Fig. 17 gezeigten Ultraschalltomographen verbunden. Diese Beurteilungseinheit **11** für das Vorhandensein von Positionsauswahl-Farbinformationen dient als Detektionseinrichtung für die Blutstrom-Positionsauswahl zum Detektieren farbiger Blutstrominformationen an jeder Bewegungsposition, wann immer der Doppler-Abtastpunkt bewegt wird. Diese Einheit **11** wird verwendet, wenn der Doppler-Abtastpunkt manuell bewegt wird, und wird automatisch nur dann auf den Abschnitt höchster Geschwindigkeit eingestellt, wenn farbige Blutstrominformationen getroffen werden.

[0075] Fig. 23 zeigt den Betriebsablauf in der Beurteilungseinheit **11** für das Vorhandensein von Positionsauswahl-Farbinformationen in diesem Fall.

[0076] In Fig. 23 wird in den Schritten **101** und **102** beurteilt, ob farbige Blutstrominformationen an dem Doppler-Abtastpunkt existieren oder nicht, wenn der Doppler-Abtastpunkt manuell bewegt wird. Wie in Fig. 24 gezeigt, wird in Schritt **102** beurteilt, ob farbige Blutstrominformationen an den Positionen D_9 und D_{10} existieren oder nicht, wenn der Doppler-Abtastpunkt auf diese Position D_9, D_{10} usw. gebracht wird. Wenn farbige Blutstrominformationen an einer solchen Position existieren, wird die Detektionseinheit **9** für den schnellsten Punkt in Schritt **103** betrieben. Die Festlegungseinheit **4** für Doppler-Abtastpunkte legt in Schritt **104** automatisch den Doppler-Abtastpunkt fest. In diesem Fall wird der Doppler-Abtastpunkt manuell bewegt, und wenn der Abschnitt mit farbigen Blutstrominformationen erreicht ist, kann der Doppler-Abtastpunkt automatisch auf den Abschnitt höchster Strömungsgeschwindigkeit innerhalb des Abschnitts mit farbigen Blutstrominformationen festgelegt werden.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Diagnoseanlage umfassend:
einen Prüfkopf (**1**) zum Übertragen und Empfangen von Ultraschallwellen von und zu einem Objekt (**12**);
eine Signalverarbeitungseinheit (**2**) zum Betreiben des Prüfkopfes, um die Ultraschallwellen zu übertragen, und zum Verarbeiten von vom Prüfkopf empfangenen reflektierten Ultraschallechosignalen;
eine Anzeigeeinheit (**3**) zum Anzeigen eines Ultraschalltomogramms, das mehrere Blutstromabschnitte auf der Grundlage der von der Signalverarbeitungseinheit erhaltenen Signale enthält; und
eine Steuereinheit (**4**, **7**–**9**) zum Festlegen der Position eines Doppler-Abtastpunkts in dem von der Anzeigeeinheit angezeigten Ultraschalltomogramm;
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit enthält:
eine Detektionseinheit (**8**) für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche zum Bestimmen des Blutstromabschnittes mit der größten Schnittfläche unter den mehreren auf der Anzeigeeinheit angezeigten Blutstromabschnitten; und
eine Festlegungseinheit (**4**) für Doppler-Abtastpunkte zum Festlegen eines Doppler-Abtastpunkts für den Blutstromabschnitt größter Schnittfläche, der von der Detektionseinheit für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche bestimmt worden ist.

2. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 1, wobei die Detektionseinrichtung (**8**) für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche eine Einrichtung zum Bestimmen des Blutstromabschnitts größter Schnittfläche mittels eines Profils einer geschlossenen Kurve ist, die Pixel, bei denen der Blutstrom existiert, von Pixeln, bei denen der Blutstrom nicht existiert, trennt.

3. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 2, wobei die Detektionseinrichtung (**8**) für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche die Anzahl von Pixeln innerhalb des von dem Profil umrissenen Bereichs zählt und die Größe des Blutstromabschnitts durch den so erhaltenen Zählwert ausdrückt.

4. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 3, ferner umfassend eine Ordnungseinrichtung zum Ordnen der Blutstromabschnitte gemäß der Größe, die von der Detektionseinrichtung (**8**) für Blutgefäße weiter Schnittfläche bestimmt worden ist.

5. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 4, ferner umfassend eine Einrichtung zum Aufdatieren des Setzen des Doppler-Abtastpunkts in der von der Ordnungseinheit bestimmten Abfolge.

6. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungseinheit (**2**) Blutstrominformationen ausgibt, die Daten enthalten, die eine Strömungsgeschwindigkeit des Blutstroms für jedes Pixel repräsentieren, und wobei die Festlegungseinheit (**4**) für Doppler-Abtastpunkte eine Einrichtung zum Festlegen der Pixel in dem Blutstromabschnitt größter Schnittfläche mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit des Blutstroms als Doppler-Abtast-

punkt ist.

7. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungseinheit (**2**) Blutstrominformationen ausgibt, die Daten enthalten, die eine Strömungsgeschwindigkeit des Blutstroms für jedes Pixel repräsentieren, und wobei die Steuereinheit (**4**, **8**, **9**) eine Detektionseinheit (**9**) für den schnellsten Punkt zum Detektieren des Pixels mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit des Blutstroms in den Blutstromabschnitten für jeden der Blutstromabschnitte, wenn mehrere dieser Blutstromabschnitte existieren, sowie eine Einrichtung zum Festlegen des Pixels mit der höchsten Strömungsgeschwindigkeit unter den schnellsten Punkten als Doppler-Abtastpunkt enthält.

8. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 7, wobei die Festlegungseinheit (**4**) für Doppler-Abtastpunkte ferner eine Geschwindigkeitsordnungseinrichtung zum Ordnen der schnellsten Punkte gemäß der höheren Geschwindigkeit sowie eine Einrichtung zum Aufdatieren des Festlegens des Doppler-Abtastpunkts in der von der Ordnungseinrichtung geordneten Abfolge enthält.

9. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ferner umfassend eine Detektionsschaltung (**14**) zum Detektieren von Vitalsignalen des Objekts, wobei die Signalverarbeitungseinheit reflektierte Ultraschallechosignale lediglich für eine spezifische Zeitphase auf der Grundlage der Vitalsignale verarbeitet.

10. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 9, wenn dieser von Anspruch 7 oder 8 abhängt, wobei die Festlegungseinheit (**4**) für Doppler-Abtastpunkte die Pixel höchster Blutströmungsgeschwindigkeit mehrere Male abruft und die gemittelte Position mehrerer dieser Pixel höchster Blutströmungsgeschwindigkeit als Doppler-Abtastpunkt setzt.

11. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 9, wobei das Vitalsignal ein Elektrokardiogramm ist.

12. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Steuereinheit eine Einrichtung (**10**) zum Definieren eines vorgegebenen Bereichs innerhalb des von der Anzeigeeinheit (**3**) angezeigten Bildes enthält und wobei der Doppler-Abtastpunkt auf der Grundlage von Blutstrominformationen innerhalb des von der Definitionseinrichtung (**10**) definierten Bereichs festgelegt wird.

13. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, ferner umfassend eine Doppler-Arbeitseinheit (**5**, **6**) zum Umwandeln von Blutstrominformationen in einen Farbton, wobei der Doppler-Abtastpunkt auf der Grundlage des durch die Doppler-Arbeitseinheit umgewandelten Farbtons festgelegt wird.

14. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Steuereinheit eine anfängliche Position des Doppler-Abtastpunkts auf der Grundlage von Blutstrominformationen festlegt und eine Bewegungseinheit (**10**, **11**) für Doppler-Abtastpunkte zum Bewegen des Doppler-Abtastpunkts umfasst.

15. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 14, wobei die Bewegungseinrichtung (**10**, **11**) für Doppler-Abtastpunkte eine Bewegungsrichtungsdetektionseinheit zum Detektieren der Bewegungsrichtung, wenn die Bewegung des Doppler-Abtastpunkts begonnen wird, eine Einrichtung zum Abrufen von Blutstrominformationen in einer Richtung einer wesentlichen Verlängerung der von der Bewegungsrichtungsdetektionseinrichtung detektierten Bewegungsrichtung sowie eine Einrichtung zum Festlegen eines von der Pixelabrufeinrichtung abgerufenen Pixels als Doppler-Abtastpunkt enthält.

16. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 14, wobei die Bewegungseinrichtung (**10**, **11**) für Doppler-Abtastpunkte eine Bewegungsrichtungsdetektionseinrichtung zum Detektieren der Bewegungsrichtung, wenn die Bewegung des Doppler-Abtastpunkts begonnen wird, eine Einrichtung zum Abrufen von Blutstrominformationen in einen Bereich, der weiter als die Verlängerung der von der Bewegungsrichtungsdetektionseinrichtung detektierten Bewegungsrichtung expandiert ist, sowie eine Einrichtung zum Festlegen eines von der Pixelabrufeinrichtung abgerufenen Pixels als Doppler-Abtastpunkt enthält.

17. Ultraschall-Diagnoseanlage nach Anspruch 16, wobei die Abrufeinrichtung den Abrufbereich in Übereinstimmung mit der Erhöhung der Bewegungsentfernung des Doppler-Abtastpunkts expandiert.

18. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei die Bewegungseinrichtung (**10**, **11**) für Doppler-Abtastpunkte eine Einrichtung (**11**) zum Beurteilen davon, ob Blutstrominformationen in dem frisch bewegten Pixel existieren, wenn die Bewegung des Doppler-Abtastpunkts begonnen wird, sowie eine Einrichtung zum Festlegen des Pixels als Doppler-Abtastpunkt, wenn die Beurteilungseinrichtung beurteilt, dass Blutstrominformationen existieren, enthält.

19. Ultraschall-Diagnoseanlage nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei die Bewegungseinrichtung (**10**, **11**) für Doppler-Abtastpunkte den Doppler-Abtastpunkt unter Bedingungen bewegt, die sich von den Bedingungen unterscheiden, unter denen der Doppler-Abtastpunkt anfangs festgelegt worden ist.

20. Verfahren zum Festlegen eines Doppler-Abtastpunkts in einer Ultraschall-Diagnosevorrichtung, umfassend die folgenden Schritte:
Erzeugen von Übertragungssignalen zum Übertragen von Ultraschallwellen auf ein Objekt (**12**);
Erzeugen von Empfangssignalen durch die vom Objekt (**12**) reflektierten Ultraschallwellen;
Bilden eines Ultraschalltomogramms auf der Grundlage der Übertragungs- und der Empfangssignale; und
Anzeigen des Ultraschalltomogramms, das mehrere Blutstromabschnitte enthält;
gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
Bestimmen des Blutstromabschnitts mit der größten Schnittfläche unter den mehreren angezeigten Blutstromabschnitten, und
Festlegen eines Doppler-Abtastpunkts für den Blutstromabschnitt größter Schnittfläche.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

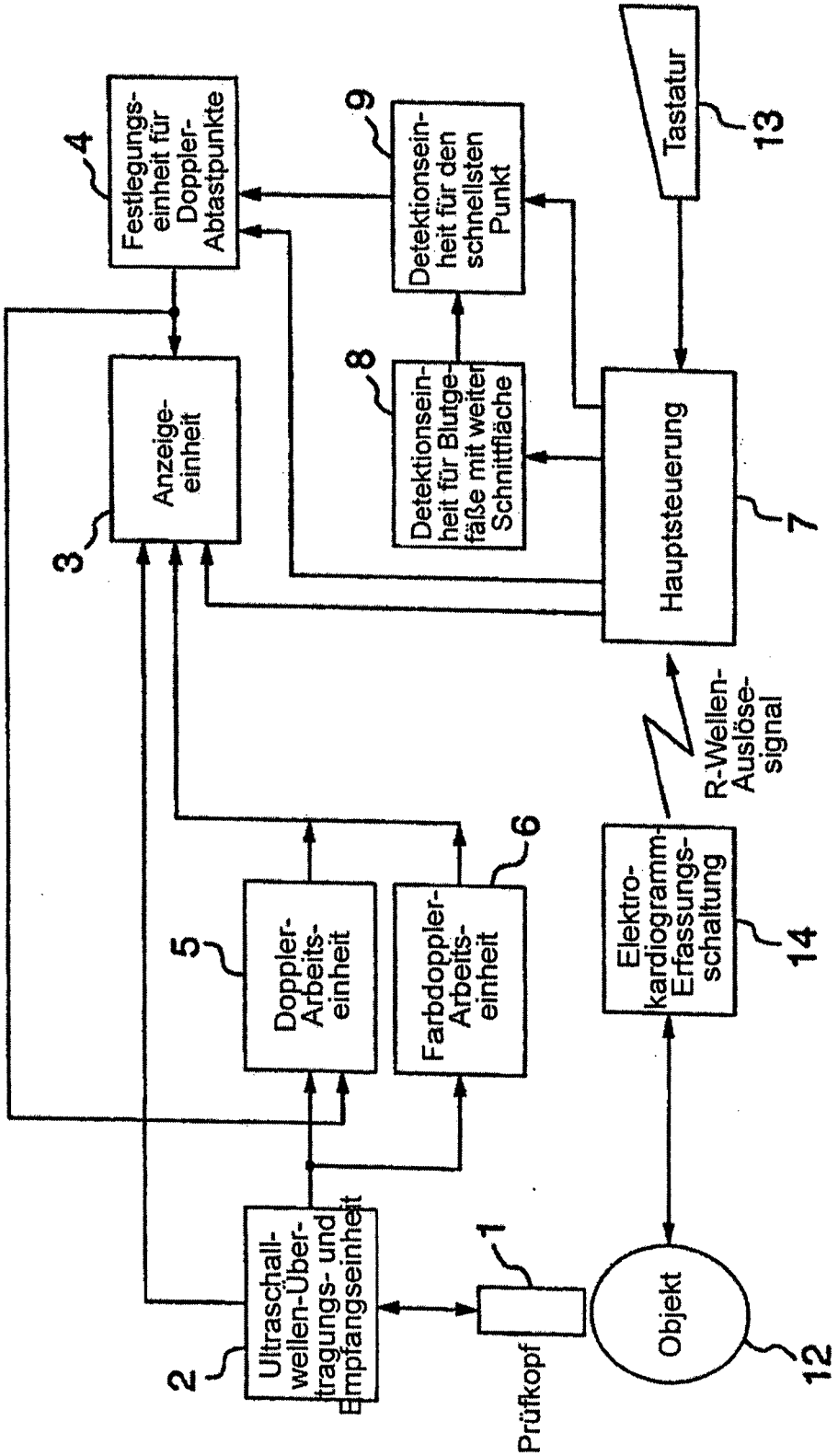


FIG. 2A

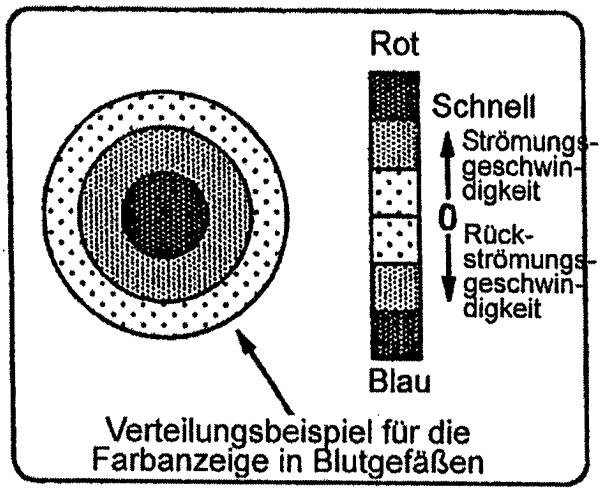


FIG. 2B

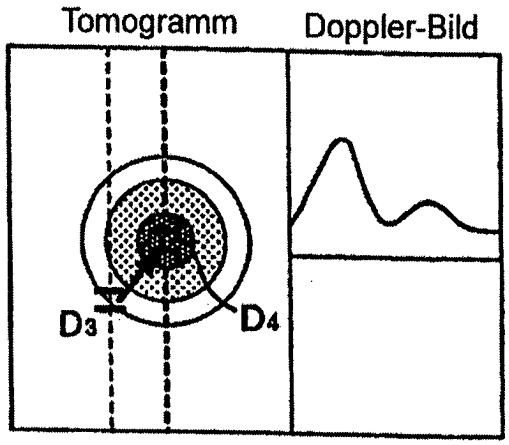


FIG. 3

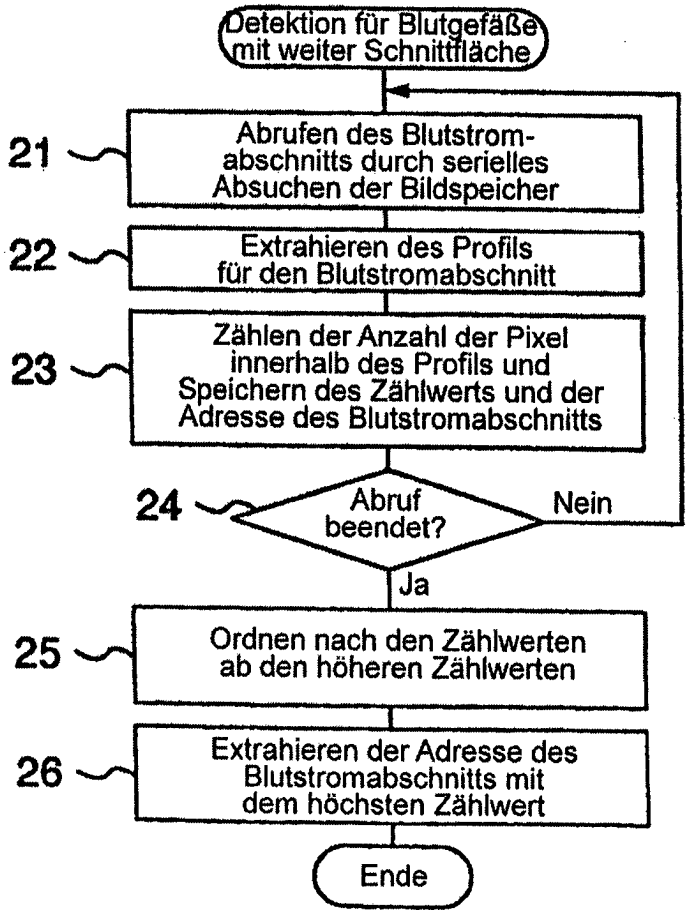


FIG. 4A

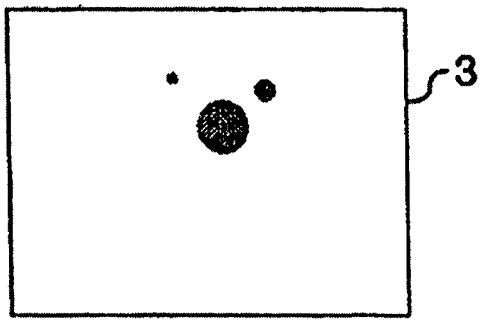


FIG. 4B

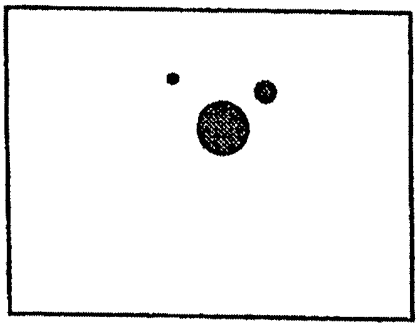


FIG. 4C

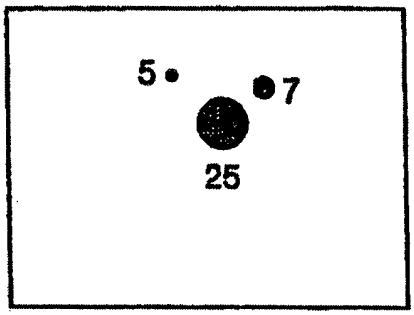


FIG. 4D

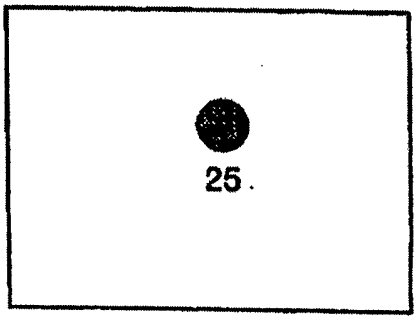


FIG. 5

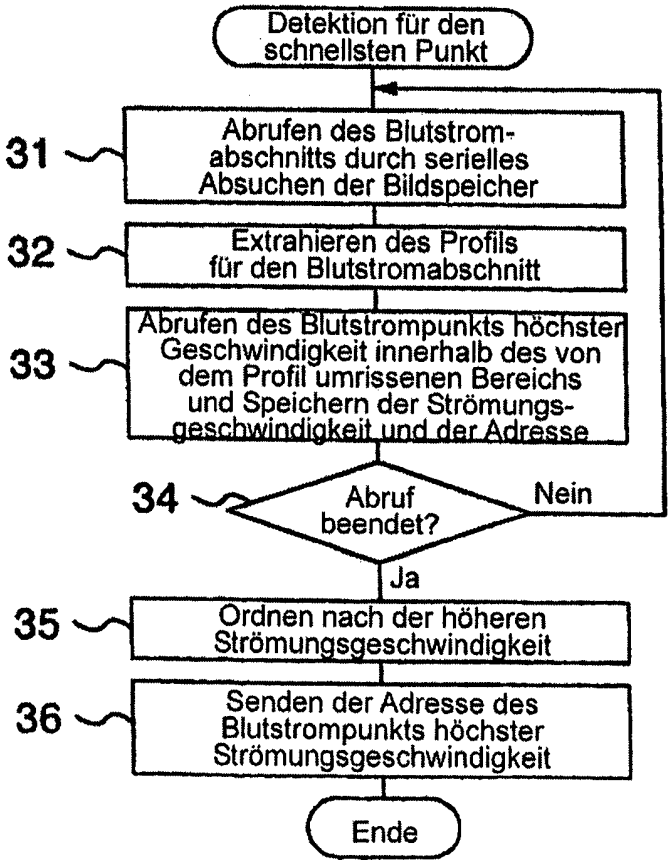


FIG. 6

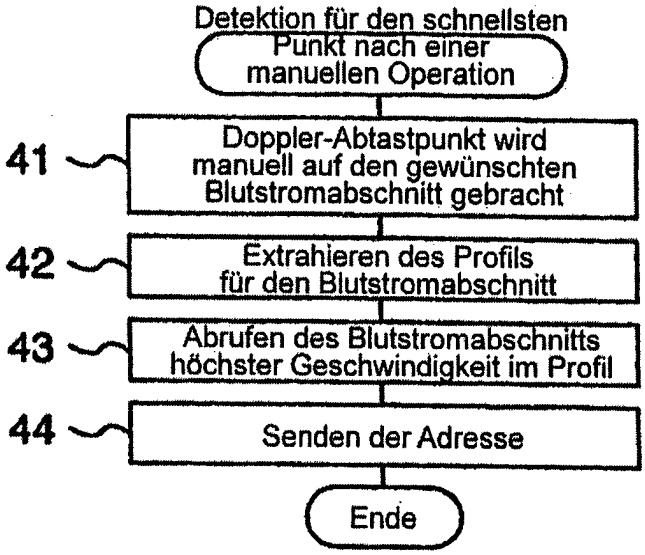


FIG. 7A



FIG. 7B



FIG. 7C

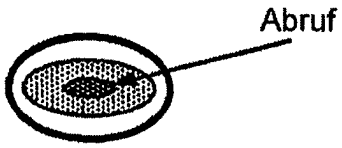


FIG. 7D

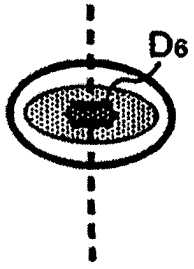


FIG. 8

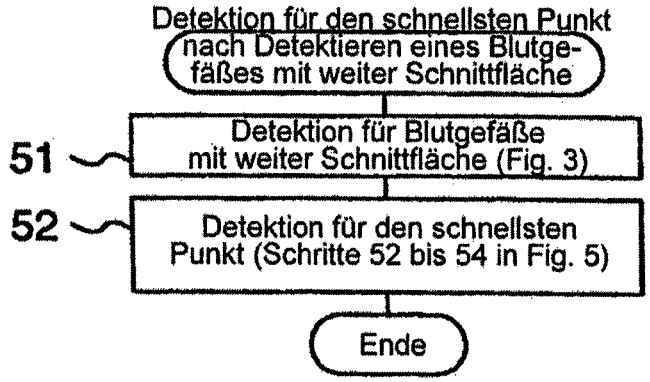


FIG. 9A

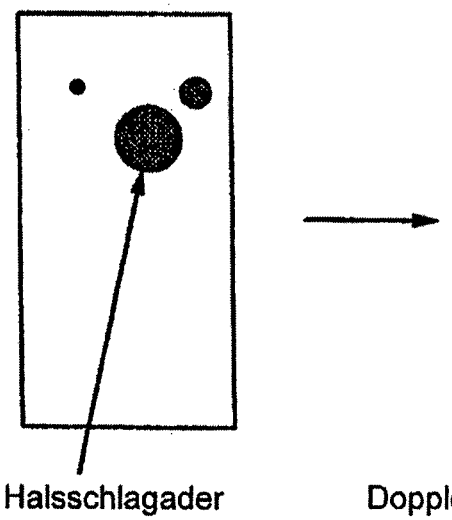


FIG. 9B

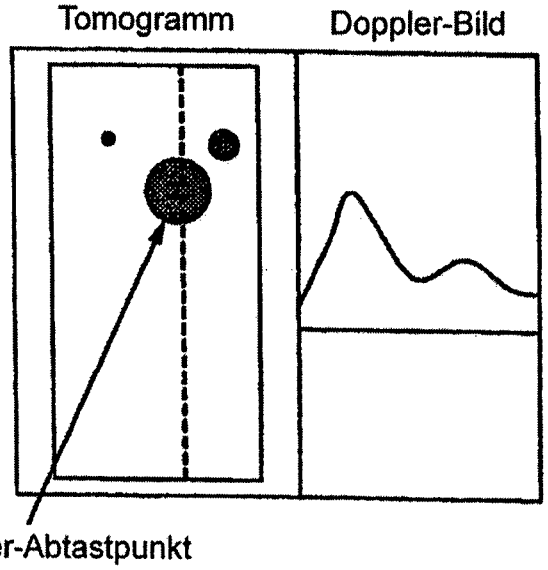


FIG. 10

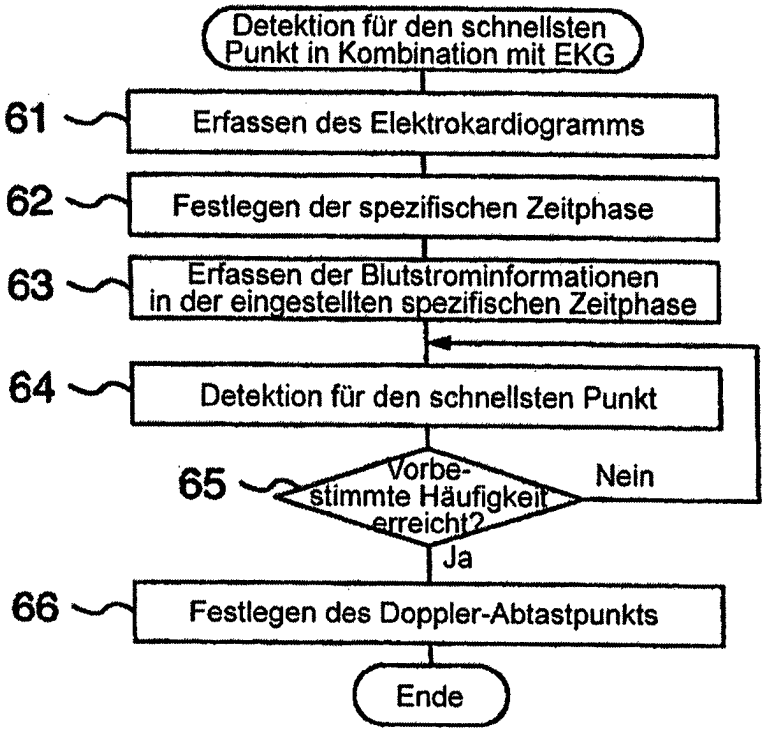

Detektion für den schnellsten Punkt in Kombination mit EKG
61
Erfassen des Elektrokardiogramms
62
Festlegen der spezifischen Zeitphase
63
Erfassen der Blutstrominformationen in der eingestellten spezifischen Zeitphase
64
Detektion für den schnellsten Punkt
65
Vorbe-stimmte Häufigkeit erreicht?
Nein
Ja
66
Festlegen des Doppler-Abtastpunkts
Ende

FIG. 12

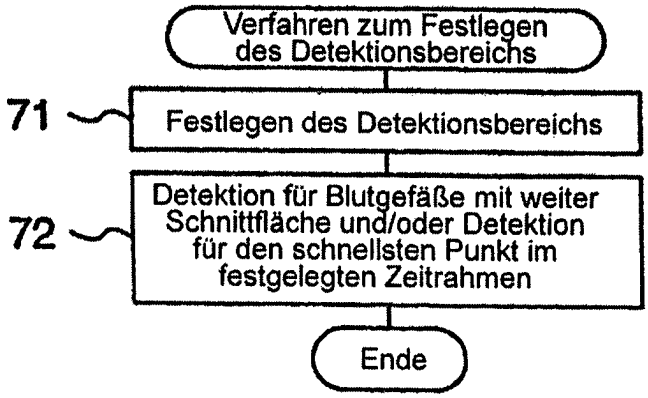

Verfahren zum Festlegen des Detektionsbereichs
71
Festlegen des Detektionsbereichs
72
Detektion für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche und/oder Detektion für den schnellsten Punkt im festgelegten Zeitrahmen
Ende

FIG. 11A

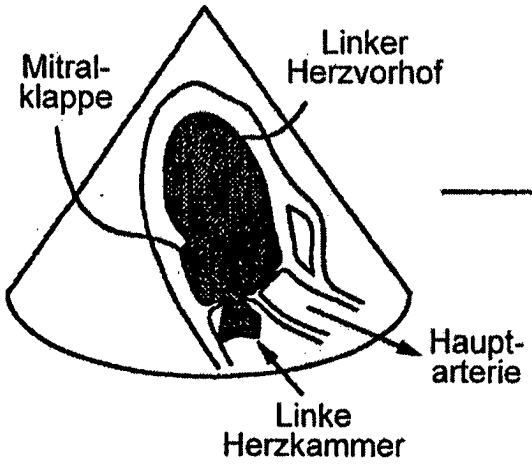


FIG. 11B

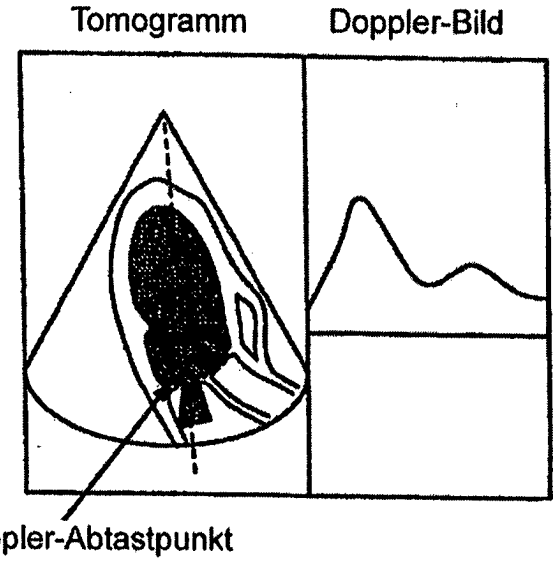


FIG. 11C

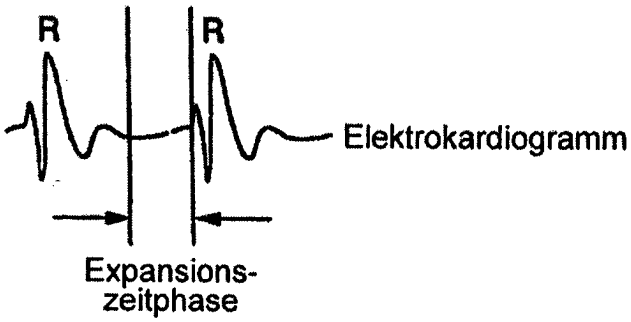
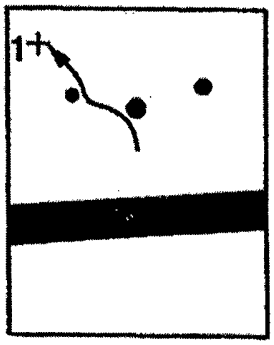
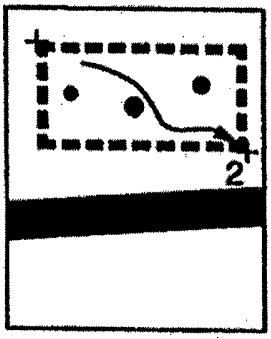


FIG. 13A



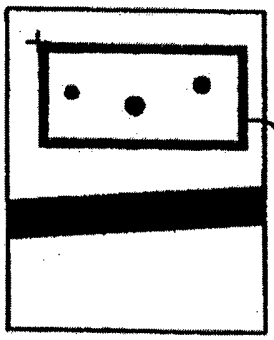
Die Bereichsfestlegungsmarke 1 wird mit dem Trackball bewegt und mit der Einstelltaste fixiert

FIG. 13B



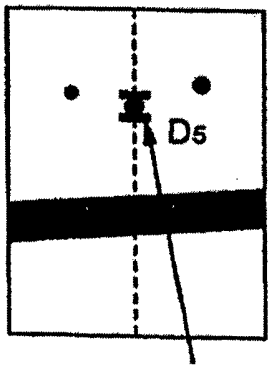
Die Bereichsfestlegungsmarke 2 wird mit dem Trackball bewegt und die Größe des Bereichsauswahlrahmens wird festgelegt

FIG. 13C



Die Bereichsauswahl wird durch Drücken der Einstelltaste abgeschlossen

FIG. 13D



Automatisches Einstellen des Abtastpunkts

FIG. 14

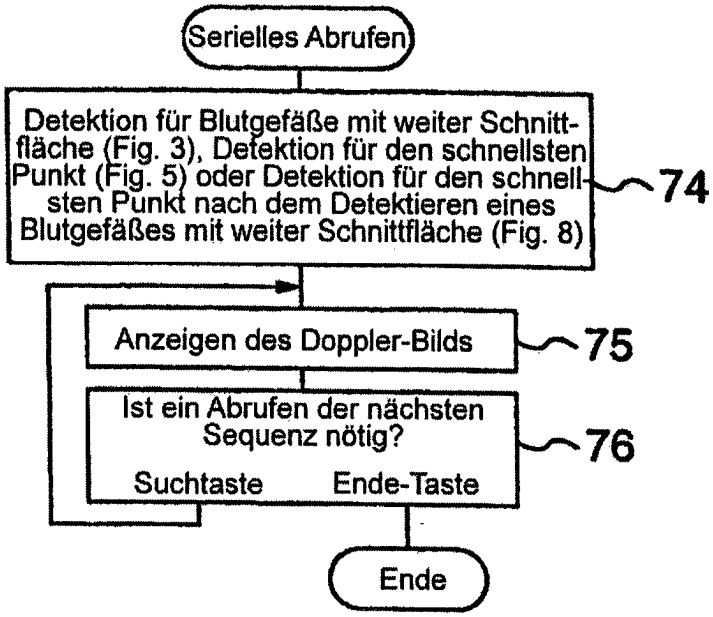

Serielles Abrufen
Detektion für Blutgefäße mit weiter Schnittfläche (Fig. 3), Detektion für den schnellsten Punkt (Fig. 5) oder Detektion für den schnellsten Punkt nach dem Detektieren eines Blutgefäßes mit weiter Schnittfläche (Fig. 8)
74
Anzeigen des Doppler-Bilds
75
Ist ein Abrufen der nächsten Sequenz nötig?
Suchtaste
Ende-Taste
76
Ende

FIG. 15

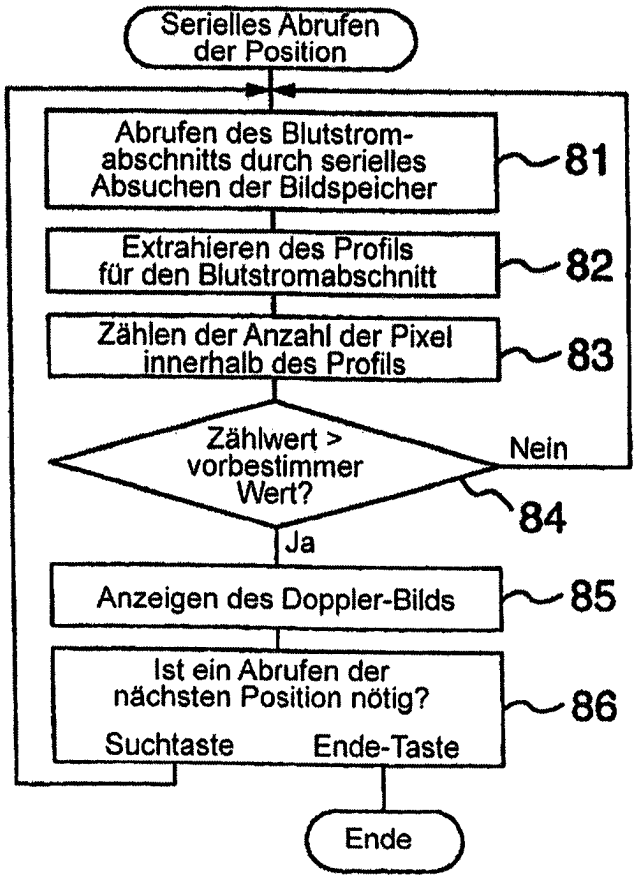

Serielles Abrufen der Position
Abrufen des Blutstromabschnitts durch serielles Absuchen der Bildspeicher
81
Extrahieren des Profils für den Blutstromabschnitt
82
Zählen der Anzahl der Pixel innerhalb des Profils
83
Zählwert > vorbestimmer Wert?
Nein
84
Ja
Anzeigen des Doppler-Bilds
85
Ist ein Abrufen der nächsten Position nötig?
Suchtaste
Ende-Taste
86
Ende

FIG. 16

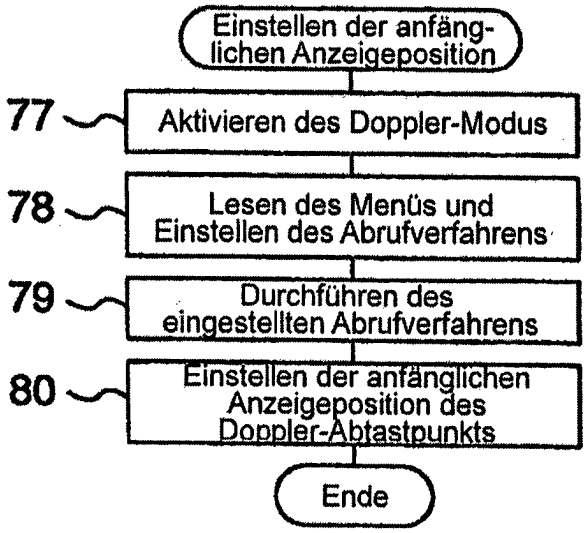

Einstellen der anfänglichen Anzeigeposition
77
Aktivieren des Doppler-Modus
78
Lesen des Menüs und Einstellen des Abrufverfahrens
79
Durchführen des eingestellten Abrufverfahrens
80
Einstellen der anfänglichen Anzeigeposition des Doppler-Abtastpunkts
Ende

FIG. 18

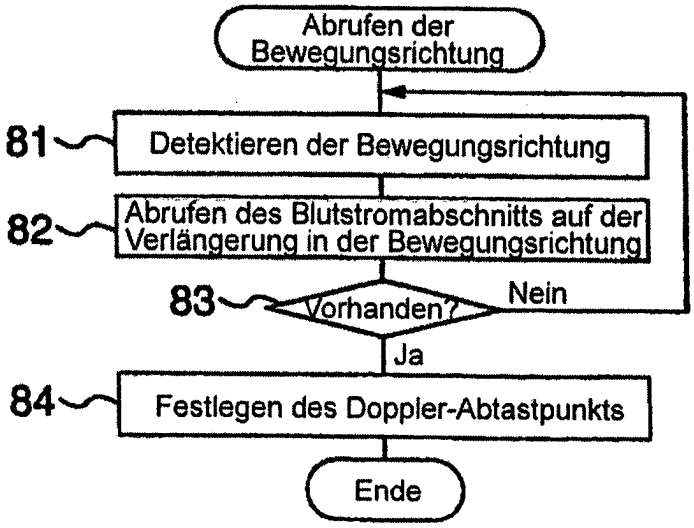

Abrufen der Bewegungsrichtung
81
Detektieren der Bewegungsrichtung
82
Abrufen des Blutstromabschnitts auf der Verlängerung in der Bewegungsrichtung
83
Vorhanden?
Nein
Ja
84
Festlegen des Doppler-Abtastpunkts
Ende

FIG. 17

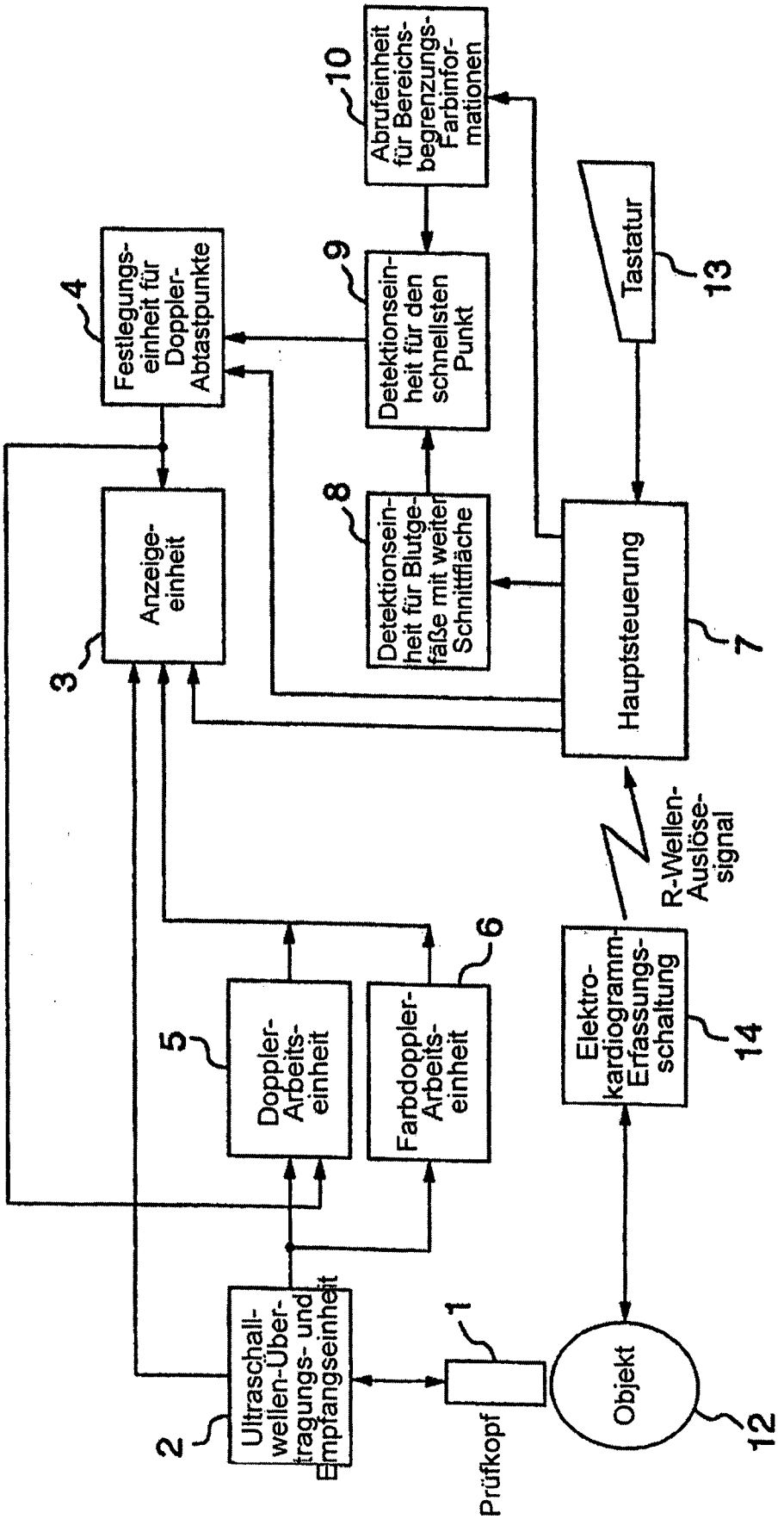

Ultraschall-wellen-Übertragungs- und Empfangseinheit
2
Prüfkopf
1
Objekt
12
Doppler-Arbeits-einheit
5
Farbdoppler-Arbeits-einheit
6
Anzeige-einheit
3
Festlegungs-einheit für Doppler-Abtastpunkte
4
Detektionsein-heit für Blutge-fäße mit weiter Schnittfläche
8
Detektionsein-heit für den schnellsten Punkt
9
Abrufeinheit für Bereichs-begrenzungs-Farbinfor-mationen
10
Hauptsteuerung
7
Tastatur
13
R-Wellen-Auslöse-signal
Elektro-kardiogramm-Erfassungs-schaltung
14

FIG. 19A

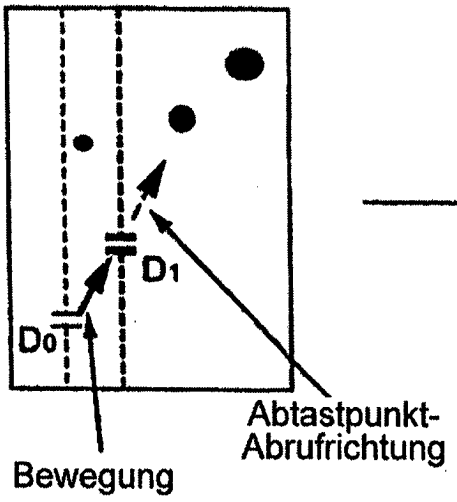


FIG. 19B

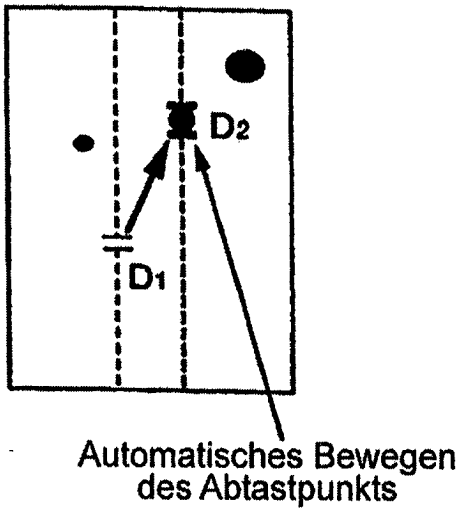


FIG. 20

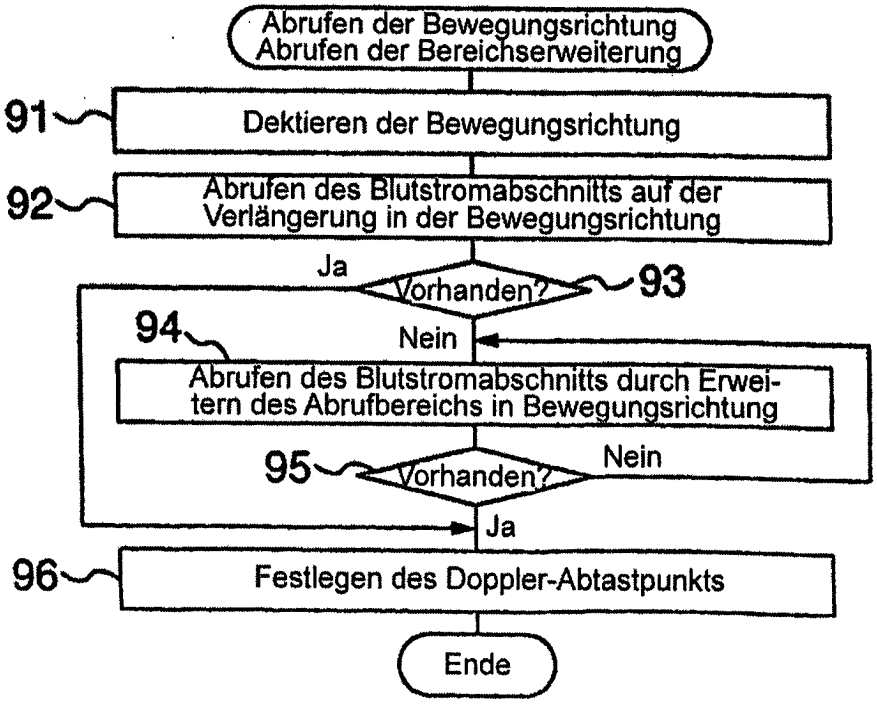


FIG. 21A

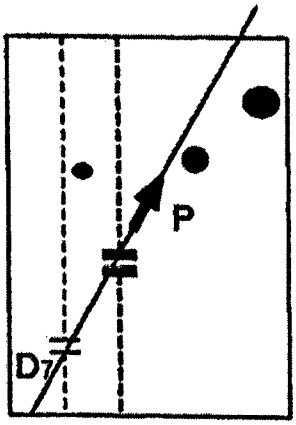


FIG. 21B

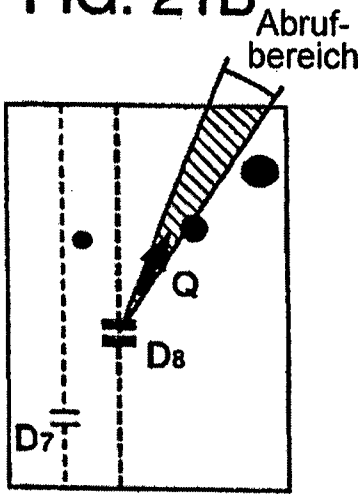


FIG. 22

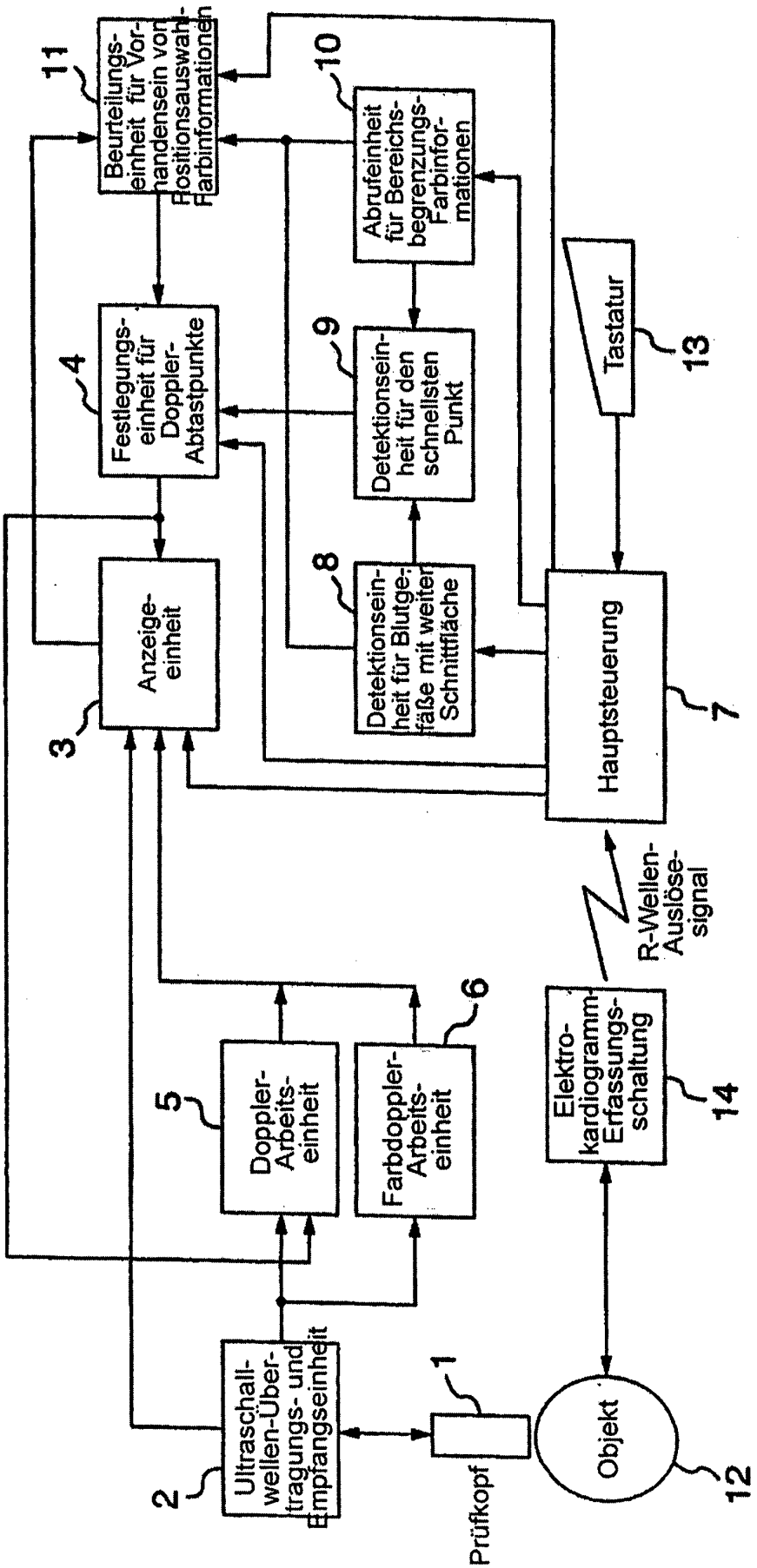

Beurteilungs-einheit für Vor-handensein von Positionsauswahl-Farbinformationen
11
Abrufeinheit für Bereichs-begrenzungs-Farbinfor-mationen
10
Festlegungs-einheit für Doppler-Abtastpunkte
4
Detektionsein-heit für den schnellsten Punkt
9
Tastatur
13
Anzeige-einheit
3
Detektionsein-heit für Blutge-fäße mit weiter Schnittfläche
8
Hauptsteuerung
7
R-Wellen-Auslöse-signal
Doppler-Arbeits-einheit
5
Farbdoppler-Arbeits-einheit
6
Elektro-kardiogramm-Erfassungs-schaltung
14
Ultraschall-wellen-Über-tragungs- und Empfangseinheit
2
1
Prüfkopf
Objekt
12

FIG. 23

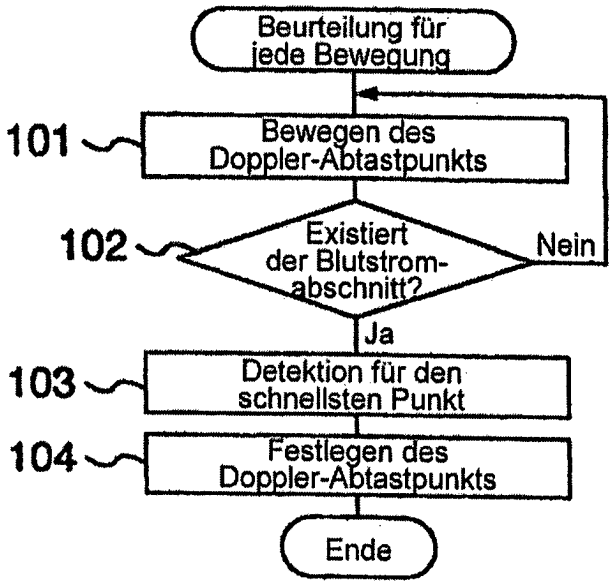
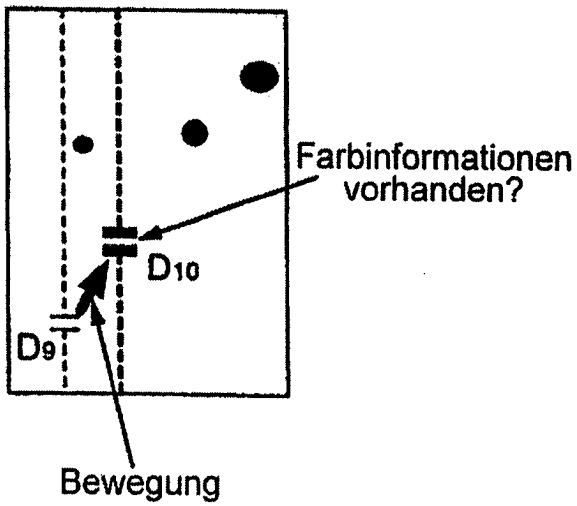

Beurteilung für jede Bewegung
101
Bewegen des Doppler-Abtastpunkts
102
Existiert der Blutstrom-abschnitt?
Nein
Ja
103
Detektion für den schnellsten Punkt
104
Festlegen des Doppler-Abtastpunkts
Ende

FIG. 24


Farbinformationen vorhanden?
D10
D9
Bewegung