



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 018 454 A1** 2007.10.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 018 454.0**

(22) Anmeldetag: **17.04.2007**

(43) Offenlegungstag: **25.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 8/13** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

60/793,908 **20.04.2006** **US**
11/434,432 **15.05.2006** **US**

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(71) Anmelder:

General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

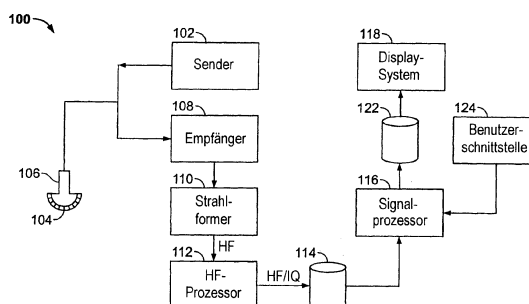
(72) Erfinder:

Deischinger, Harald, Frankenmarkt, AT;
Falkensammer, Peter, Voecklabruck, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum automatischen Gewinnen von Ultraschallbildebene, basierend auf patientenspezifischen Daten**

(57) Zusammenfassung: Geschaffen ist ein diagnostisches Ultraschallsystem (100) zum automatischen Anzeigen mehreren Ebenen (304-306) aus einem interessierenden Volumen. Das System (100) enthält einen Wandler (106), um Ultraschalldaten zu akquirieren, die einem interessierenden Volumen zugeordnet sind, das darin ein Zielobjekt enthält. Das System (100) umfasst ferner eine Benutzerschnittstelle (124) zum Festlegen einer Referenzebene (302) in dem interessierenden Volumen. Eine Prozessor-Modul (116) empfängt patientenspezifische Daten (506), die mindestens entweder eine Gestalt und/oder Abmessung des Zielobjekts repräsentieren, und bildet die Referenzebene (302) und die Ultraschalldaten auf ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem ab. Das Prozessormodul (116) berechnet basierend auf der Referenzebene und den patientenspezifischen Daten (506) automatisch wenigstens eine interessierende Ebene (304-306) in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem.



Beschreibung

VERWANDTE ANMELDUNG

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft und beansprucht die Priorität aus der vorsorglichen Patentanmeldung S.N. 60/793 908 eingereicht am 20. April 2006 und der nicht-vorsorglichen US-Patentanmeldung S.N. 11/434 432, auf deren gesamten behandelten Inhalt hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich im Allgemeinen auf Systeme und Verfahren zum automatischen Gewinnen von Ultraschallbildebene(n) des interessierenden Volumens und insbesondere zur automatischen Bildebeneberechnung, basierend auf patientenspezifischen Daten.

[0003] Ultraschallsysteme werden in vielfältigen Anwendungen und von verschiedenen Personen unterschiedlicher Qualifikation verwendet. In vielen Untersuchungen sehen Bediener des Ultraschallsystems ausgewählte Kombinationen von Ultraschallbildern gemäß vorbestimmter Protokolle durch. Um die gewünschte Kombination von Ultraschallbildern zu erzielen, arbeitet der Bediener eine Folge von Schritten ab, um eine oder mehrere gewünschte Bildebene(n) zu identifizieren und festzuhalten. Mindestens ein im Allgemeinen als automatisierte multiplanare Bildgebung bezeichnetes Ultraschallsystem wurde vorgeschlagen, das eine Standardisierung der Akquisition und Anzeige der gewünschten Bildebene(n) anstrebt. Bei diesem kürzlich vorgeschlagenen Ultraschallsystem wird in einer standardisierten Weise ein volumetrisches Bild akquiriert und eine Referenzebene identifiziert. Basierend auf der Referenzebene werden anhand eines akquirierten Volumens von Ultraschalldaten automatisch mehrere Bildebene(n) gewonnen, ohne dass der Benutzer im Einzelnen eingreift, um irgendeine der mehreren Bildebene(n) auszuwählen.

[0004] Allerdings sind herkömmliche Ultraschallsysteme bisher mit gewissen Nachteilen verbunden. Das herkömmliche automatisierte multiplanare Bildgebungsverfahren geht unabhängig von Eigenschaften und Größe und Gestalt des Zielobjekts, die das Zielobjekt eindeutig kennzeichnen, und ohne Berücksichtigung derselben vor. Folglich sind die automatisch berechneten mehreren Bilder, wenn eine Referenzebene identifiziert ist, möglicherweise innerhalb des Zielobjekts oder relativ zu diesem nicht richtig angeordnet, falls die Größe und Gestalt des Zielobjekts sich von dem Standard unterscheiden.

[0005] Es bleibt ein Bedarf nach einem verbesserten Verfahren und System bestehen, das automatisierte multiplanare Bildgebung ermöglicht, während es sich weiter an unterschiedliche Arten, Formen und Abmessungen von Objekten anpassen lässt.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein diagnostisches Ultraschallsystem zum automatischen Anzeigen mehrerer Ebenen aus einem interessierenden Volumen geschaffen. Das System umfasst einen Wandler zum Akquirieren von Ultraschalldaten, die einem interessierenden Volumen zugeordnet sind, das ein Zielobjekt enthält. Weiter umfasst dieses System eine Benutzerschnittstelle zum Festlegen einer Referenzebene in dem interessierenden Volumen. Ein Prozessormodul empfängt patientenspezifische Daten, die mindestens entweder eine Gestalt und/oder Abmessung des Zielobjekts kennzeichnen, und transformiert die Referenzebene und die Ultraschalldaten in ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem. Das Prozessormodul berechnet basierend auf der Referenzebene und den patientenspezifischen Daten automatisch wenigstens eine interessierende Ebene in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem.

[0007] Beispielsweise kann das interessierende Volumen ein Körperteil eines Fötus beinhalten (beispielsweise das Myokardium, den Kopf, eine Extremität, die Leber, ein Organ und dergleichen). Die patientenspezifischen Daten können geometrische Parameter beinhalten (beispielsweise Durchmesser, Umfang, eine Organtypbezeichner und dergleichen). In einer Abwandlung oder zusätzlich können die patientenspezifischen Daten nicht geometrische Parameter beinhalten (beispielsweise Alter, Gewicht, Geschlecht und dergleichen). Optional kann das Prozessormodul eine Translationsentfernung und eine Rotationsentfernung von der Referenzebene berechnen, um eine Position und Orientierung der interessierenden Ebene in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem zu ermitteln, wobei die Translations- und Rotationsentfernungen auf dem Alter eines Patienten bzw. einer Patientin begründet werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] **Fig. 1** veranschaulicht in einem Blockschaltbild ein diagnostisches Ultraschallsystem, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0009] **Fig. 2** veranschaulicht eine Tabelle, die eine Zuordnung zwischen patientenspezifischen Daten und zu erzeugenden automatischen Bildebenen speichert, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0010] **Fig. 3** repräsentiert eine grafische Darstellung von Bildebenen, die gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand einer Referenzebene automatisch berechnet werden können.

[0011] **Fig. 4** repräsentiert eine weitere grafische Darstellung von Bildebenen, die gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand einer Referenzebene automatisch berechnet werden können.

[0012] **Fig. 5** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen anhand eines zuvor akquirierten dreidimensionalen Datensatzes, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0013] **Fig. 6** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von ausgewählten zweidimensionalen Ultraschallbildebenen, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0014] **Fig. 7** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen basierend auf gemessenen anatomischen Strukturen, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0015] **Fig. 8** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen (anhand) eines in Echtzeit fortlaufend aktualisierten dreidimensionalen Datensatzes, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0016] **Fig. 1** veranschaulicht ein Blockschaltbild eines Ultraschallsystems **100**, das einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung entsprechend aufgebaut ist. Das Ultraschallsystem **100** enthält einen Sender **102**, der eine Matrix von Elementen **104** in einem Wandler **106** dazu veranlasst, gepulste Ultraschallsignale in einen Körper abzustrahlen. Es können vielfältige Geometrien angewandt werden. Die Ultraschallsignale werden von in dem Körper vorhandenen Strukturen, wie Blutzellen oder Muskelgewebe, rückgestreut, um Echos zu erzeugen, die zu den Elementen **104** zurückkehren. Die Echos werden von einem Empfänger **108** empfangen. Die empfangenen Echos werden durch einen Strahlformer **110** hindurch gelenkt, der Strahlformung ausführt und ein HF-Signal ausgibt. Das HF-Signal wird anschließend von einem HF-Prozessor **112** verarbeitet. In einer Abwandlung kann der HF-Prozessor **112** einen (nicht gezeigten) komplexen Demodulator enthalten, der das HF-Signal demoduliert, um IQ-Datenpaare zu bilden, die die Echosignale repräsentieren. Die HF- oder IQ-Signaldaten können anschließend für eine vorübergehende Speicherung unmittelbar in einen HF/IQ-Puffer **114** verzweigt werden.

[0017] Das Ultraschallsystem **100** enthält ferner einen Signalprozessor **116**, um die akquirierten Ultraschalldaten (d.h. HF-Signaldaten oder IQ-Datenpaare) zu verarbeiten und Frames von Ultraschalldaten für eine Wiedergabe auf einem Displaysystem **118** vorzubereiten. Der Signalprozessor **116** ist eingerichtet, um gemäß einer Anzahl von auswählbaren Ultraschallbetriebsarten ein oder mehrere Verarbeitungsschritte an den akquirierten Ultraschalldaten durchzuführen. Akquirierte Ultraschalldaten können während des Empfangs der Echosignale in einem Scandurchlauf in Echtzeit verarbeitet werden. Darüber hinaus oder alternativ, können die Ultraschalldaten während eines Scandurchlaufs vorübergehend in einem HF/IQ-Puffer **114** gespeichert und in einem Live- oder Offlinebetrieb echtzeitverzögert verarbeitet werden. Ein Bildpuffer **122** ist vorhanden, um verarbeitete Frames akquirierter Ultraschalldaten zu speichern, die nicht für eine unmittelbare Wiedergabe bestimmt sind. Der Bildpuffer **122** kann ein beliebiges bekanntes Datenspeichermedium sein.

[0018] Der Signalprozessor **116** ist mit einer Benutzerschnittstelle **124** verbunden, die den Betrieb des Signalprozessors **116**, wie weiter unten im Einzelnen erläutert, steuert. Das Displaysystem **118** enthält eine oder mehrere Monitore, die Patientendaten, einschließlich diagnostischer Ultraschallbilder, für den Benutzer zur Di-

agnose und Analyse wiedergeben.

[0019] Das System **100** erhält mittels vielfältiger Techniken volumetrische Datensätze (z.B. durch dreidimensionales Scannen, 3D-Bildgebung in Echtzeit, Volumenscannen, 2D-Scannen mit Wandlern, die Positionierungssensoren enthalten, Freihandscannen unter Verwendung eines Voxelkorrelationsverfahrens, 2D- oder Matrix-Feld-Wandler und dergleichen). Der Wandler **106** wird beispielsweise während des Scannens eines interessierenden Bereichs (ROI = Region Of Interest) entlang einem geraden oder gekrümmten Pfad bewegt. An jeder linearen oder gekrümmten Position gewinnt der Wandler **106** Scanebenen, die in dem Speicher **114** gespeichert werden.

[0020] [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Tabelle **200**, die die Beziehung zwischen patientenspezifischen Daten **202** und vorbestimmten automatischen interessierenden Bildebenen **204** speichert. Jede interessierende Ebene **204** wird in der Tabelle **200** einer Reihe von Translations- und Rotationskoordinaten **206** bzw. **208** zugeordnet. In dem Beispiel nach [Fig. 2](#) liegt das dreidimensionale Referenzkoordinatensystem in Form von kartesischen Koordinaten (beispielsweise XYZ) vor. Auf diese Weise repräsentieren die Translationskoordinaten **206** Translationsentfernungen längs der X-, Y- und Z-Achse. Die Rotationskoordinaten **208** repräsentieren Rotationsentfernungen um die X-, Y- und Z-Achse. Die Translations- und Rotationskoordinaten **206**, **208** erstrecken sich von einer Referenzebene aus.

[0021] [Fig. 3](#) repräsentiert eine grafische Darstellung von Bildebenen, die anhand einer Referenzebene automatisch berechnet werden können, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. [Fig. 3](#) veranschaulicht ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem **300**, in dem eine Referenzebene **302** festgelegt wurde. Die Referenzebene **302** kann als ein einzelnes zweidimensionales Bild (beispielsweise B-Mode-Bild oder in sonstiger Weise) akquiriert werden. In einer Abwandlung kann die Referenzebene **302** als Teil eines dreidimensionalen Scans eines interessierenden Volumens akquiriert werden. Beispielsweise kann die Referenzebene auf einer Vierkammeransicht eines fetalen Herzens, des rechtsventrikulären Ausstroms, des linksventrikulären Ausstroms, des Duktusbogens, des Aortenbogens, venöser Anschlüsse und der Dreigefäße-Ansicht basieren. Die Referenzebene **302** wird einmal angepasst und reorientiert, bis die Referenzebene **302** eine Referenzanatomie **324** enthält. Wenn die Referenzebene **302** akquiriert ist, wird sie auf das dreidimensionale Referenzkoordinatensystem **300** abgebildet. In dem Beispiel nach [Fig. 3](#) ist die Referenzebene **302** in Entfernungen **313-316** von dem Ursprung **311** des dreidimensionalen Referenzkoordinatensystems **300** längs der X-, Y- und Z-Achse angeordnet.

[0022] Nach dem Akquirieren der Referenzebene **302** und des Fetalalters, berechnet das Prozessormodul **116** basierend auf patientenspezifischen Daten, z.B. dem Alter eines Fötus, automatisch zusätzliche interessierende Bildebenen. Die patientenspezifischen Daten können einen geometrischen Parameter und nicht geometrischen Parameter, oder eine Kombination von diesen beinhalten. Die patientenspezifischen Daten können das Zielorgan betreffende eindimensionale, zweidimensionale oder dreidimensionale Daten beinhalten. Beispiele geometrischer Parameter sind: eine Organtypbezeichnung, ein Durchmesser, ein Umfang, eine Länge, eine Organabmessung und dergleichen. Der Organtyp kann das Herz, der Kopf, die Leber, ein Arm, ein Bein oder ein sonstiges Organ sein. Beispiele nicht geometrischer Parameter sind Alter, Gewicht, Geschlecht und dergleichen. Wenn beispielsweise ein Fötus der Schwangerschaftswoche **15** untersucht wird, kann eine fetale Organ oder ein interessierender Bereich bezüglich der Referenzanatomie **324** an einer durch Bild **325** gekennzeichneten Position positioniert werden. Wenn das Prozessormodul **116** das Fetalalter entgegennimmt, greift das Prozessormodul auf die Tabelle **200** zu, um die Translationskoordinaten X1, Y1 und Z1 und die Rotationskoordinaten A1, B1 und C1 zu erhalten. Die Position und Orientierung der Bildebene **304** wird anhand der Translations- und Rotationskoordinaten bestimmt.

[0023] In einer Abwandlung kann ein fetales Organ oder ein interessierender Bereich, wenn der Fötus in Woche **17** ist, an eine durch Bilder **326** und **327** gekennzeichneten Position bezüglich der Referenzanatomie **324** positioniert werden. Nach dem Akquirieren der Referenzebene **302** und des Fetalalters berechnet das Prozessormodul **116** automatisch die Positionen und Orientierungen von Bildebenen **305** und **306**. Die interessierenden Bildebenen **305-306** sind in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem **300** angeordnet, werden jedoch translatorisch und rotatorisch, um vorbestimmte Entfernungen von der Stellung der Referenzebene **302** wegbewegt.

[0024] Die Positionen jeder Bildebene **304-306** sind somit bezüglich der Referenzebene **302** auf der Grundlage des Fetalalters definiert. Beispielsweise wird die Bildebene **306** um eine Entfernung **310** von der Referenzebene **302** in z-Richtung translatorisch bewegt, während die Bildebene **304** um einen vorbestimmten in Grad gemessenen Bogen **312** um die z-Achse rotiert wird. Die Bildebene **305** wird sowohl translatorisch als auch

rotatorisch um mehrere Achsen von der Referenzebene **302** wegbewegt.

[0025] **Fig. 4** repräsentiert eine weitere grafische Darstellung von Bildebenen, die anhand einer Referenzebene automatisch berechnet werden können, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig. 4** veranschaulicht ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem **400** in kartesischen Koordinaten. Optional kann das Referenzkoordinatensystem in polarer Entsprechung definiert sein. Optional kann die Referenzebene **402** auf den Ursprung **411** des Referenzkoordinatensystems **400** abgebildet werden. In dem Beispiel nach **Fig. 4** werden Bildebenen **404** und **405** auf der Grundlage der Referenzebene **402** automatisch berechnet, wenn der Fötus **20** Wochen alt ist, während Bildebenen **406-407** auf der Grundlage der Referenzebene **402** automatisch berechnet werden, wenn der Fötus **22** Wochen alt ist. Die Bildebenen **406-407** sind von der Referenzebene **402** in z-Richtung weiter weg beabstandet, um die gewachsene Länge des interessierenden Organs zu berücksichtigen.

[0026] **Fig. 5** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen anhand eines zuvor akquirierten dreidimensionalen Datensatzes, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Beginnend in Schritt **502** wird für ein interessierendes Volumen ein dreidimensionaler Datensatz von Ultraschalldaten akquiriert. In Schritt **504** wählt der Benutzer aus dem interessierenden Volumen eine Referenzebene aus. Wenn der Benutzer die Referenzebene wählt, kann diese auf ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem abgebildet werden. In Schritt **506** werden patientenspezifische Daten eingegeben, die die Gestalt und/oder Abmessung des interessierenden Organs in dem interessierenden Volumen kennzeichnen. Die patientenspezifischen Daten können beispielsweise durch den Benutzer manuell eingegeben werden (beispielsweise wird das Alter eines Fötus eingegeben). In einer Abwandlung können die patientenspezifischen Daten anhand sonstiger anatomischer Eigenschaften oder Strukturen in der Referenzebene automatisch berechnet werden. Als weitere Option können die patientenspezifischen Daten durch Zugreifen auf Krankenblätter gewonnen werden, die zuvor abgespeichert wurden und für den zu untersuchenden Patienten aktualisiert werden. Beispielsweise kann das Alter eines Fötus auf der Grundlage der Sozialversicherungsnummer oder einer sonstigen eindeutigen Identifikation der Patientin automatisch berechnet werden, indem auf Krankenblätter der Patientin zugegriffen wird, die früher eingegeben wurden und in Übereinstimmung mit einer Schwangerschaft aktualisiert werden.

[0027] In Schritt **508** werden eine oder mehrere interessierende Bildebenen in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem berechnet. In Schritt **510** werden Ultraschallbilder, die den automatisch berechneten Bildebenen zugeordnet sind, anhand des dreidimensionalen Datensatzes gewonnen und einem Benutzer als Ultraschallbilder in einem gewünschten Format angezeigt.

[0028] **Fig. 6** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von ausgewählten zweidimensionalen Ultraschallbildebenen gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In Schritt **602** werden patientenspezifische Daten eingegeben, die die Gestalt oder Abmessung des interessierenden Organs in dem interessierenden Volumen kennzeichnen. In Schritt **604** wird eine zweidimensionale Ultraschallschicht oder ein Scan aus dem Inneren eines interessierenden Volumens akquiriert. Das System braucht in Schritt **604** noch keinen vollständigen dreidimensionalen Volumenscan durchzuführen. Vielmehr kann in Schritt **604** eine einzelne Schicht oder ein ebener Scan akquiriert werden. In Schritt **606** wird es dem Benutzer ermöglicht, die Orientierung und Position der Sonde einzustellen, um eine durch ein interessierendes Volumen verlaufende gewünschte Referenzebene zu akquirieren. In Schritt **608** werden auf der Grundlage der ausgewählten Referenzebene und der patientenspezifischen Daten eine oder mehrere Bildebenen in einem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem berechnet. In Schritt **610** werden eine oder mehrere ausgewählte zweidimensionale Bildebenen aus dem Inneren des interessierenden Volumens akquiriert. Die akquirierten ausgewählten zweidimensionalen Bildebenen entsprechen den in Schritt **608** berechneten interessierenden Bildebenen. Optional braucht nicht das gesamte interessierende Volumen gescannt zu werden, vielmehr braucht das System lediglich für die ausgewählten zweidimensionalen interessierenden Bildebenen Ultraschalldaten zu akquirieren. In Schritt **612** werden Ultraschallbilder für die interessierenden Bildebenen abgebildet.

[0029] In einem beliebigen Ausführungsbeispiel nach **Fig. 6** können die den ausgewählten Bildebenen zugeordneten Ultraschallbilder optional in Echtzeit fortlaufend mit einer Framerate aktualisiert werden, die in Bezug auf eine fetale Herzfrequenz ausreichend hoch ist, um aussagekräftige Bewegungsdaten zu erzeugen.

[0030] **Fig. 7** veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen basierend auf gemessenen anatomischen Strukturen, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Beginnend in Schritt **702** akquiriert das System entweder einen dreidimensionalen Datensatz für das interessierende Volumen oder eine oder mehrere durch das interessierende Volumen verlaufende zweidimensi-

onale Schichten. In Schritt **704** stellt der Benutzer die Scan-Orientierung ein, um eine ausgewählte Referenzebene durch das interessierende Volumen zu erhalten. In Schritt **706** wird ein Messwert für eine anatomische Struktur in den Referenzebenen und/oder in dem interessierenden Volumen gewonnen. Beispielsweise kann die anatomische Struktur einen ausgewählten Knochen in einem Fötus repräsentieren. Durch Messen der Länge des ausgewählten Knochens kann das Alter des Fötus automatisch ermittelt werden.

[**0031**] In Schritt **708** werden die patientenspezifischen Daten bewertet, die die Gestalt oder Abmessung des Volumens kennzeichnen. In Schritt **710** werden anhand des dreidimensionalen Referenzkoordinatensystems die interessierenden Bildebenen berechnet, und in Schritt **712** wird ein dreidimensionaler Datensatz (sofern nicht bereits vollständig) akquiriert. In Schritt **714** werden ein oder mehrere Ultraschallbilder angezeigt, die den interessierenden Bildebenen entsprechen.

[**0032**] [Fig. 8](#) veranschaulicht eine Verarbeitungssequenz zum Gewinnen von Ultraschallbildebenen in Form eines in Echtzeit fortlaufend aktualisierten dreidimensionalen Datensatzes, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In Schritt **802** werden patientenspezifische Daten geschätzt oder eingegeben. Die patientenspezifischen Daten sind kennzeichnend für die Gestalt oder Abmessung des Volumens. In Schritt **804** werden interessierende Bildebenen in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem berechnet. In dem Beispiel nach [Fig. 8](#) ist in Schritt **804** noch keine Referenzebene berechnet. Vielmehr werden in Schritt **804** die Bildebenen mit Bezug auf den Ursprung eines vorbestimmten dreidimensionalen Referenzkoordinatensystems berechnet. Die Bildebenen werden auf des vorbestimmte dreidimensionale Referenzkoordinatensystem auf der Grundlage der Annahme projiziert, dass das Referenzkoordinatensystem und der anschließend akquirierte volumetrische Datensatz in einer bekannten Weise auf das dreidimensionale Referenzkoordinatensystem und relativ zu dem Ursprung abgebildet werden.

[**0033**] In Schritt **806** wird die Sonde geeignet positioniert, um eine ausgewählte Referenzebene durch das interessierende Volumen zu erhalten. In Schritt **808** wird ein dreidimensionaler Datensatz volumetrischer Ultraschalldaten akquiriert. Der volumetrische Datensatz wird auf das dreidimensionale Referenzkoordinatensystem so abgebildet, dass die Referenzebene an einer bekannten Position und in einer bekannten Orientierung bezüglich des Ursprungs des dreidimensionalen Referenzkoordinatensystems positioniert ist. In Schritt **810** werden Ultraschallbilder für die in Schritt **804** berechneten Bildebenen gewonnen. In Schritt **812** werden die Ultraschallbilder auf dem Display angezeigt.

[**0034**] Selbstverständlich können die oben erwähnten Verfahren und Systeme in Zusammenhang mit vielfältigen Typen von Patienten/innen, Diagnosen, Organe und dergleichen verwendet werden. Beispielsweise kann das Organ das Herz, der Kopf, die Leber, ein Arm, ein Bein und dergleichen sein.

[**0035**] Geschaffen ist ein diagnostisches Ultraschallsystem **100** zum automatischen Anzeigen mehrerer Ebenen **304-306** aus einem interessierenden Volumen. Das System **100** enthält einen Wandler **106**, um Ultraschalldaten zu akquirieren, die einem interessierenden Volumen zugeordnet sind, das darin ein Zielobjekt enthält. Das System **100** umfasst ferner eine Benutzerschnittstelle **124** zum Festlegen einer Referenzebene **302** in dem interessierenden Volumen. Eine Prozessormodul **116** empfängt patientenspezifische Daten **506**, die mindestens entweder eine Gestalt und/oder Abmessung des Zielobjekts repräsentieren, und bildet die Referenzebene **302** und die Ultraschalldaten auf ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem ab. Das Prozessormodul **116** berechnet basierend auf der Referenzebene und den patientenspezifischen Daten **506** automatisch wenigstens eine interessierende Ebene **304-306** in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem.

[**0036**] Während die Erfindung anhand vielfältiger spezieller Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, wird der Fachmann erkennen, dass es möglich ist, die Erfindung mit Abwandlungen zu verwirklichen, ohne von dem Schutzbereich der Ansprüche abzuweichen.

ELEMENTELISTE

100	Ultraschallsystem
102	Sender
104	Elemente
106	Wandler
110	Strahlformer
112	Prozessor
114	Puffer
116	Prozessor
118	Displaysystem
122	Bildpuffer
124	Schnittstelle
202	Daten
204	interessierende Ebene
206	Translationskoordinaten
208	Rotationskoordinaten
302	Referenzebene
324	Referenzanatomie
300	Koordinatensystem
300	Koordinatensystem
311	Ursprung
325	Bild
200	Tabelle
304	Bildebene
326	Bild
327	Bild
305	Bildebenen

306	Bildebenen
310	Entfernung
400	Koordinatensystem
411	Ursprung
404	Bildebene
405	Bildebene
406	Bildebene
407	Bildebene
502	Ultraschalldaten
504	Referenzebene
506	Daten
508	Bildebene
510	Ultraschallbild
602	Patientendaten
604	Ultraschallschicht
606	Orientierung
608	Bildebene
610	Bildebene
612	Ultraschallbild
704	Scan-Orientierung
708	Daten
710	Bildebene
712	Datensatz
714	Ultraschallbild
802	Daten
804	Bildebene
806	Sonde
808	Datensatz
810	Ultraschallbild
812	Display

Patentansprüche

1. Diagnostisches Ultraschallsystem (**100**) zum automatischen Anzeigen mehrere Ebenen (**304-306**) aus einem interessierenden Volumen, wobei das System aufweist:
einen Wandler (**106**), der Ultraschalldaten akquiriert, die einem interessierenden Volumen zugeordnet sind, das ein Zielobjekt enthält;
eine Benutzerschnittstelle (**124**) zum Festlegen einer Referenzebene (**302**) in dem interessierenden Volumen;
und
ein Prozessormodul (**116**), das patientenspezifische Daten (**506**) empfängt, die mindestens entweder eine Ge-

stalt und/oder Abmessung des Zielobjekts kennzeichnen, wobei das Prozessormodul (**116**) die Referenzebene (**302**) und die Ultraschalldaten in ein dreidimensionales Referenzkoordinatensystem abbildet, wobei das Prozessormodul (**116**) basierend auf der Referenzebene (**302**) und den patientenspezifischen Daten (**506**) automatisch wenigstens eine interessierende Ebene (**304-306**) in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem berechnet.

2. System nach Anspruch 1, wobei die patientenspezifischen Daten (**506**) einen geometrischen Parameter beinhalten, der mindestens eine Identifizierung eines Organtyps, eines Durchmessers, eines Umfangs, einer Länge und/oder einer Organabmessung umfasst.

3. System nach Anspruch 1, wobei das Prozessormodul (**116**) eine Translationsentfernung (**310**) und eine Rotationsentfernung (**312**) von der Referenzebene (**302**) berechnet, um eine Position und Orientierung der interessierenden Ebene (**304-306**) in dem dreidimensionalen Referenzkoordinatensystem zu ermitteln, wobei die Translations- und Rotationsentfernung (**310,312**) von dem Alter eines Patienten abhängig ist.

4. System nach Anspruch 1, wobei die patientenspezifischen Daten (**506**) einen nicht geometrischen Parameter beinhalten, der mindestens Alter, Gewicht und/oder Geschlecht umfasst.

5. System nach Anspruch 1, ferner mit einem Arbeitsspeicher (**114**), der einen dreidimensionalen Datensatz von Ultraschalldaten speichert, die dem interessierenden Volumen zugeordnet sind, wobei die Referenzebene (**302**) eine benutzerdefinierte Ebene in dem interessierenden Volumen repräsentiert, wobei der dreidimensionale Datensatz akquiriert wird, bevor die interessierende Ebene berechnet wird.

6. System nach Anspruch 1, ferner mit einem Arbeitsspeicher (**114**), der (einen) dreidimensionalen Datensatz von Ultraschalldaten speichert und wiederholt aktualisiert, die dem interessierenden Volumen zugeordnet sind, wobei die Referenzebene (**302**) eine benutzerdefinierte Ebene in dem interessierenden Volumen repräsentiert, wobei der dreidimensionale Datensatz fortlaufend vor und nach der Berechnung der Referenzebene aktualisiert wird.

7. System nach Anspruch 1, ferner mit einem Arbeitsspeicher (**114**), der eine Tabelle speichert ([Fig. 2](#)), die vordefinierte Sätze von Translations- und Rotationswerten (**206, 208**) enthält, die in Zusammenhang mit entsprechenden interessierenden Ebenen (**204**) stehen, wobei jeder Satz von Translations- und Rotationswerten (**206, 208**) den patientenspezifischen Daten (**506**) zugeordnet ist.

8. System nach Anspruch 1, wobei die patientenspezifischen Daten (**506**) das Alter eines Fötus beinhalten, und der Prozessormodul (**116**) basierend auf einer Anzahl vorausgegangener fetale Studien an anderen Patienten/innen eine Beziehung zwischen der interessierenden Ebene (**304-306**) und der Referenzebene (**302**) berechnet.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

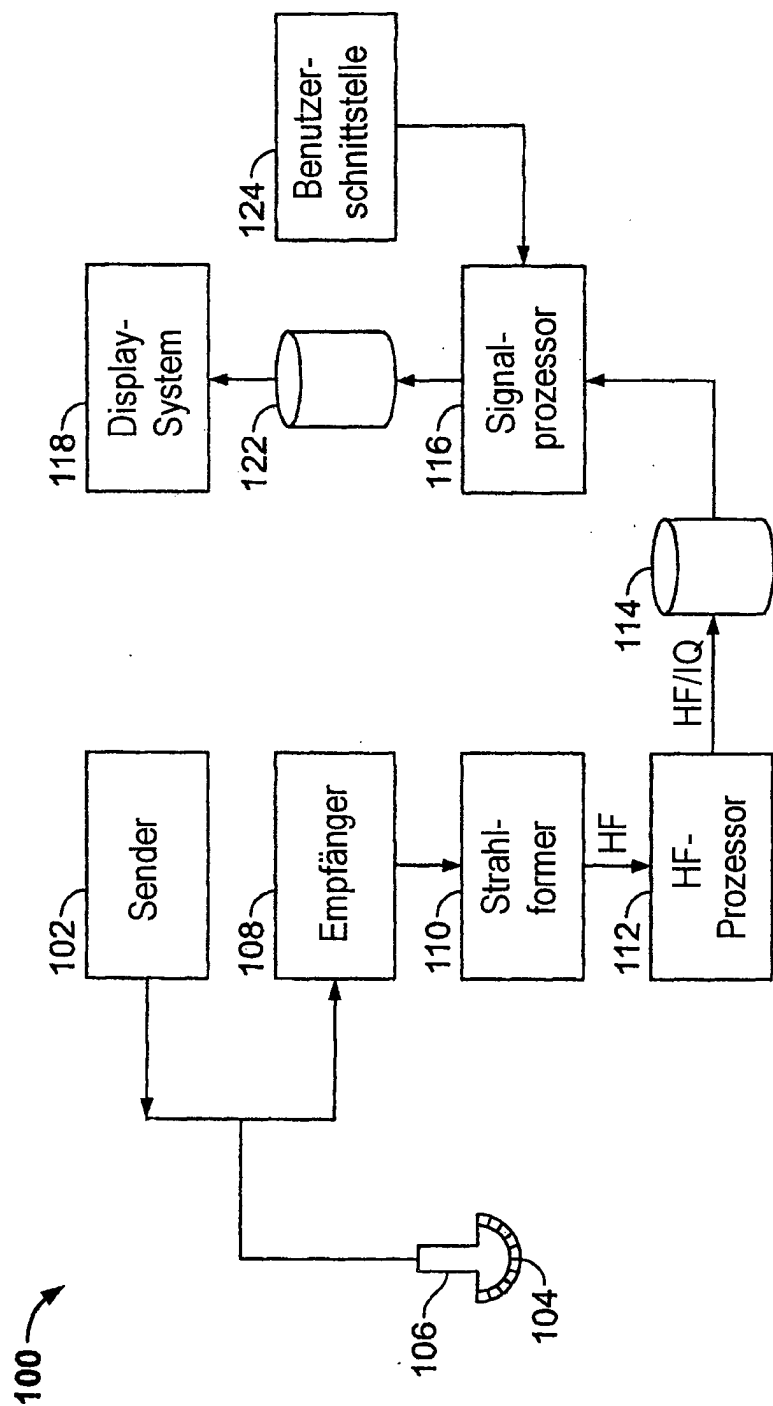


FIG. 1

202	204	206	208
Patientenspezifische Daten	Automatische interessierende Bildebene	Translationskoordinaten	Rotationskoordinaten
Fetus - Woche 15	Ebene 304	X1, Y1, Z1	A1, B1, C1
Fetus - Woche 17	Ebene 305	X2, Y2, Z2	A2, B2, C2
• • •	Ebene 306	X3, Y3, Z3	A3, B3, C3
Fetus - Woche 20	Ebene 404	X4, Y4, Z4	A4, B4, C4
	Ebene 405	X5, Y5, Z5	A5, B5, C5
Fetus - Woche 22	Ebene 406	X6, Y6, Z6	A6, B6, C6
	Ebene 407	X7, Y7, Z7	A7, B7, C7

FIG. 2

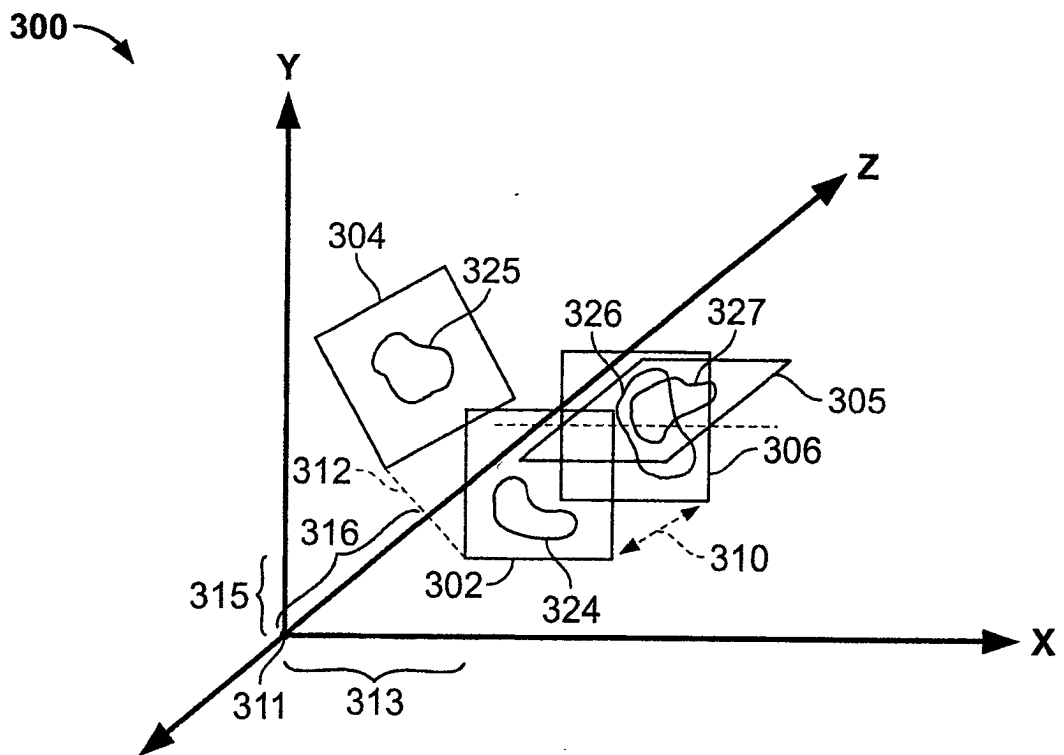


FIG. 3

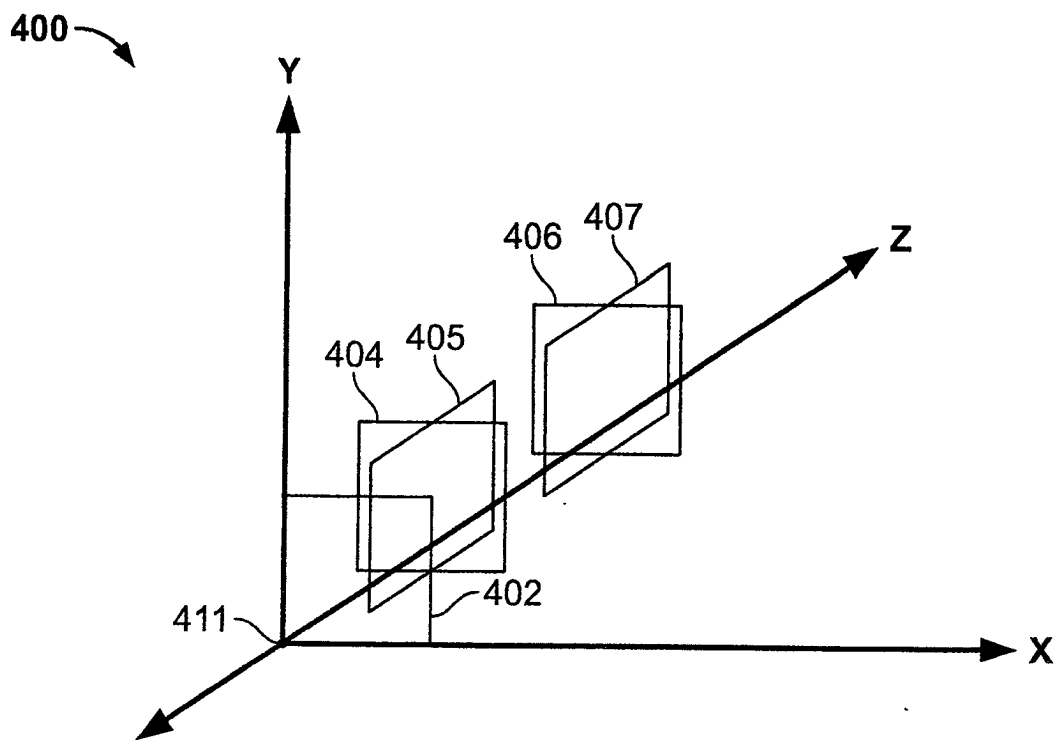


FIG. 4

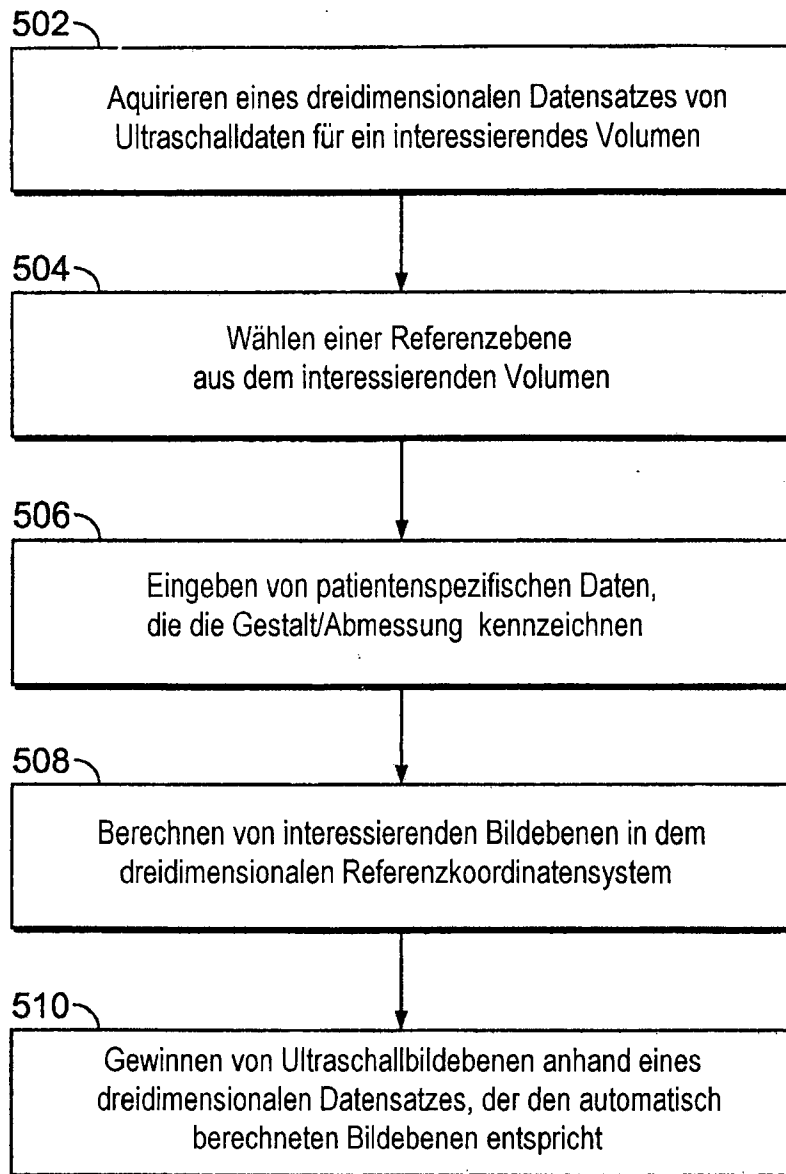


FIG. 5

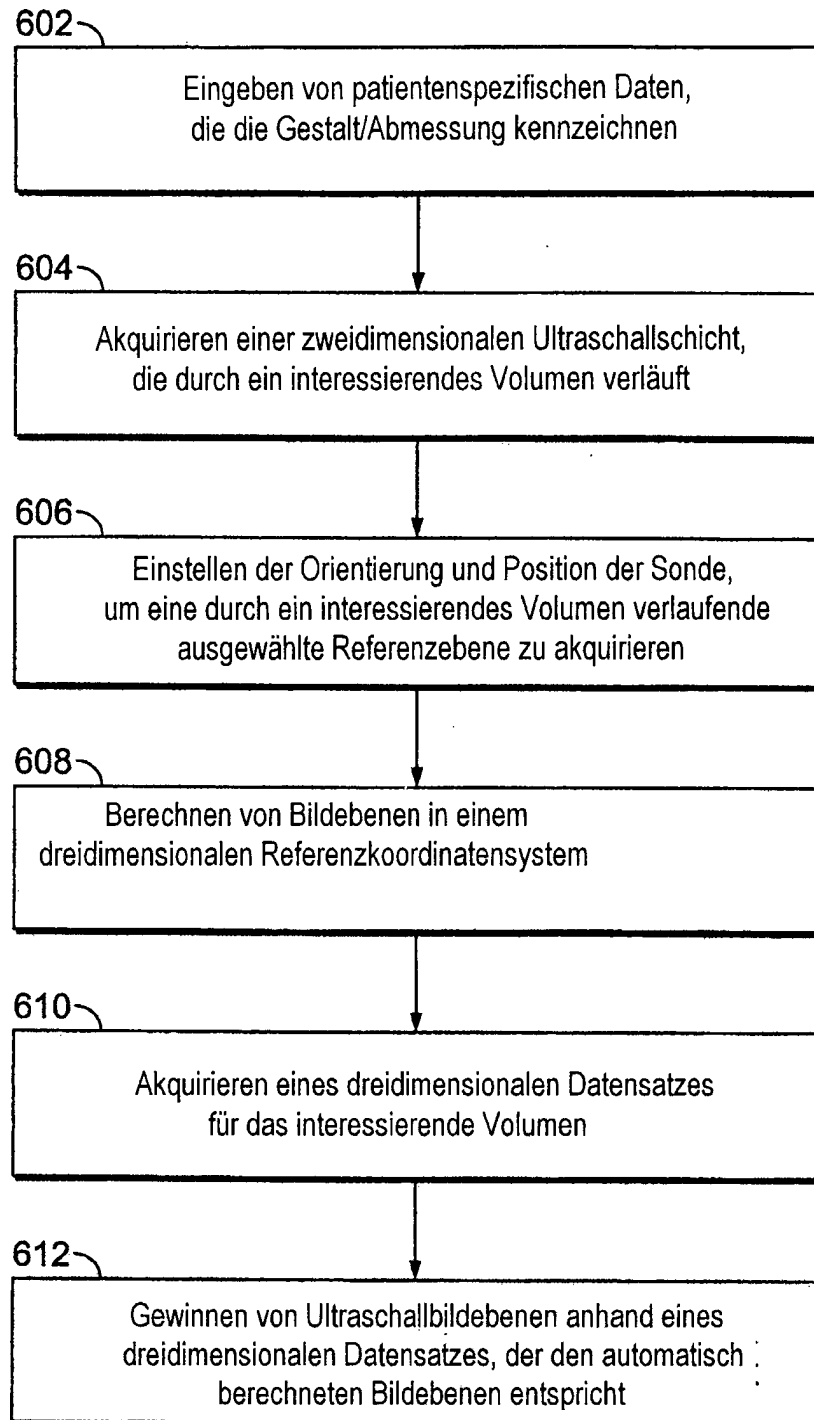


FIG. 6

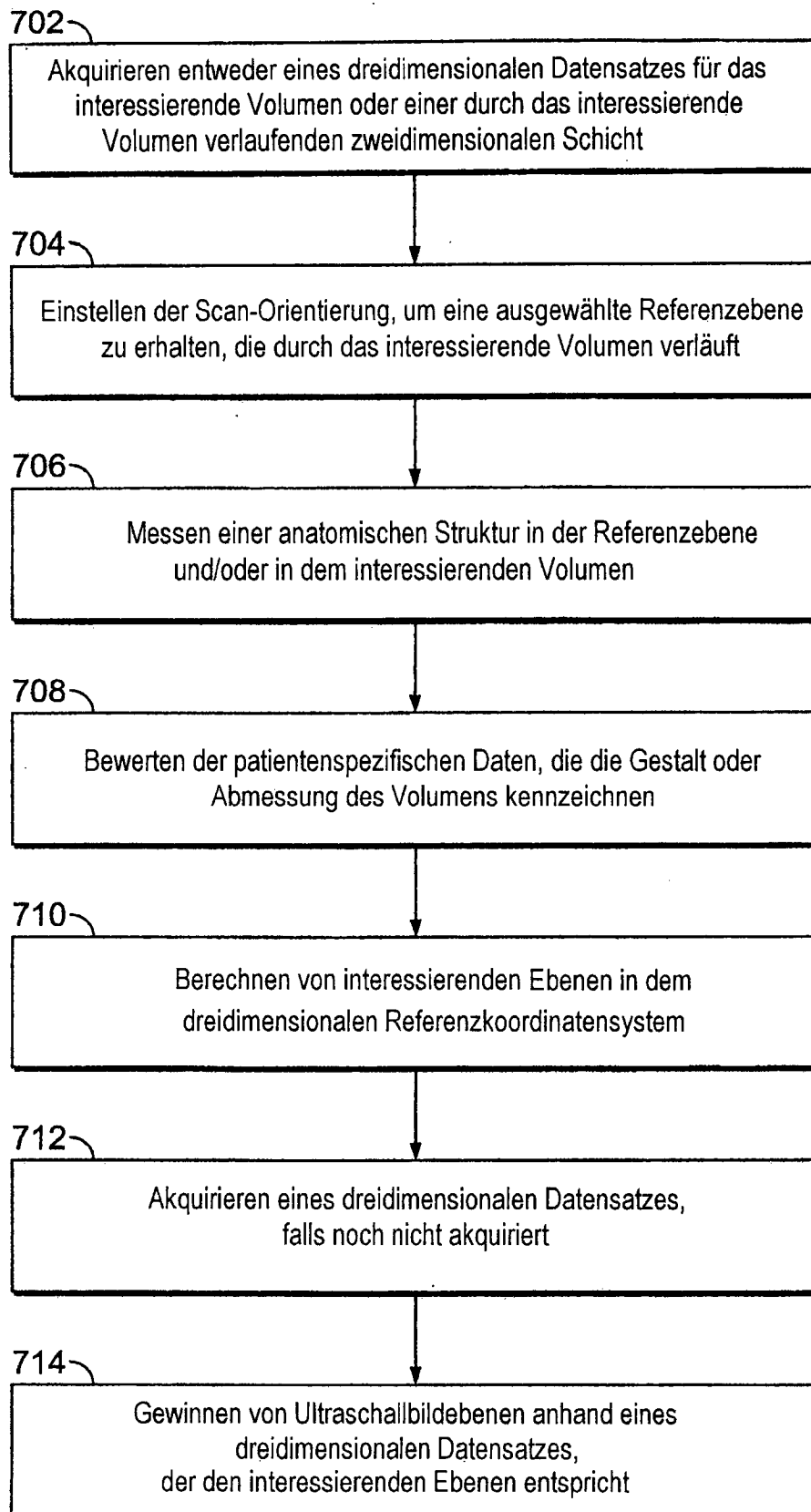


FIG. 7

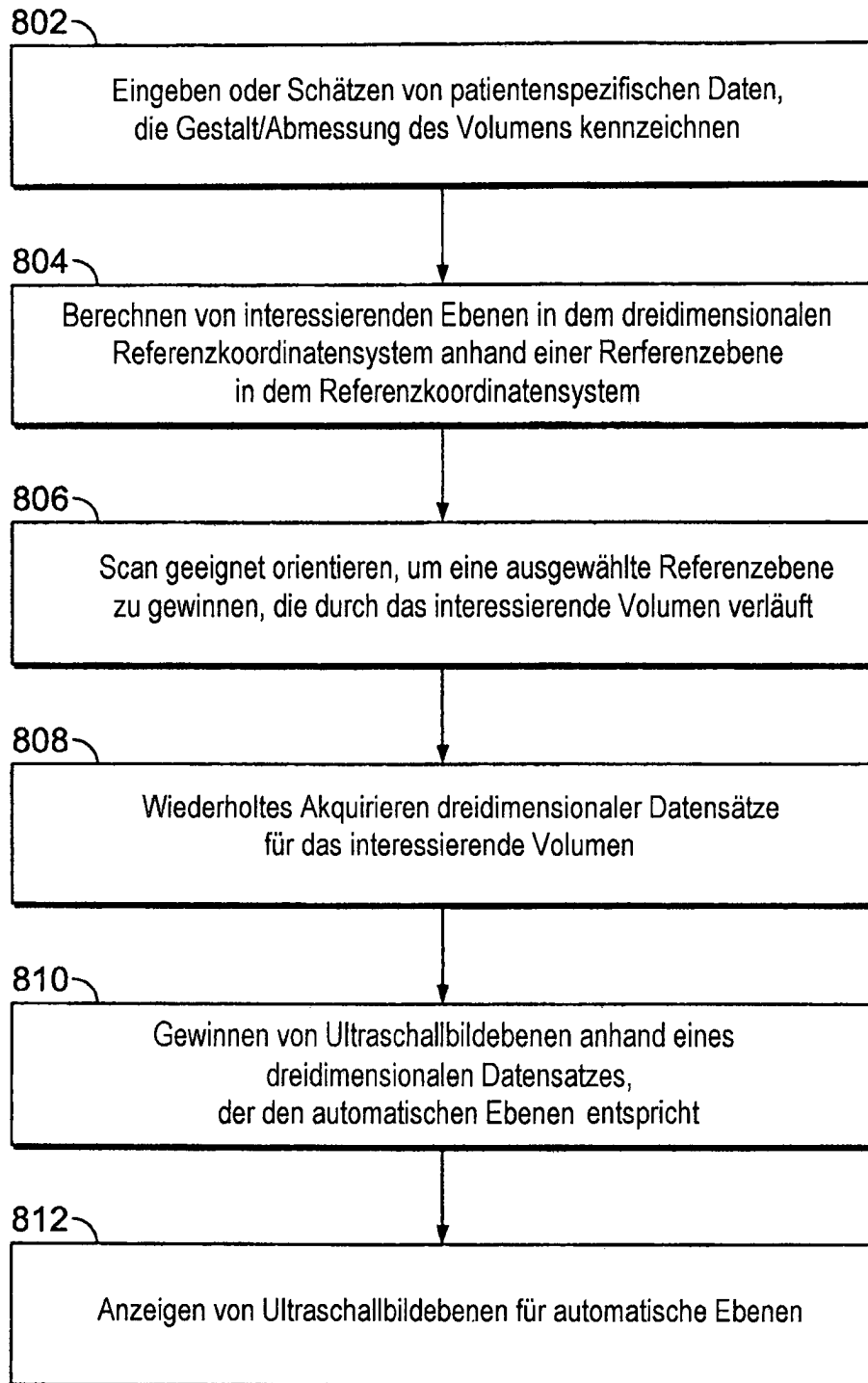


FIG. 8