



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 051 352 A1** 2006.05.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 051 352.2**

(22) Anmeldetag: **25.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **04.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 8/00** (2006.01)

B06B 3/04 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

10/974,576 **27.10.2004** **US**

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(71) Anmelder:

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

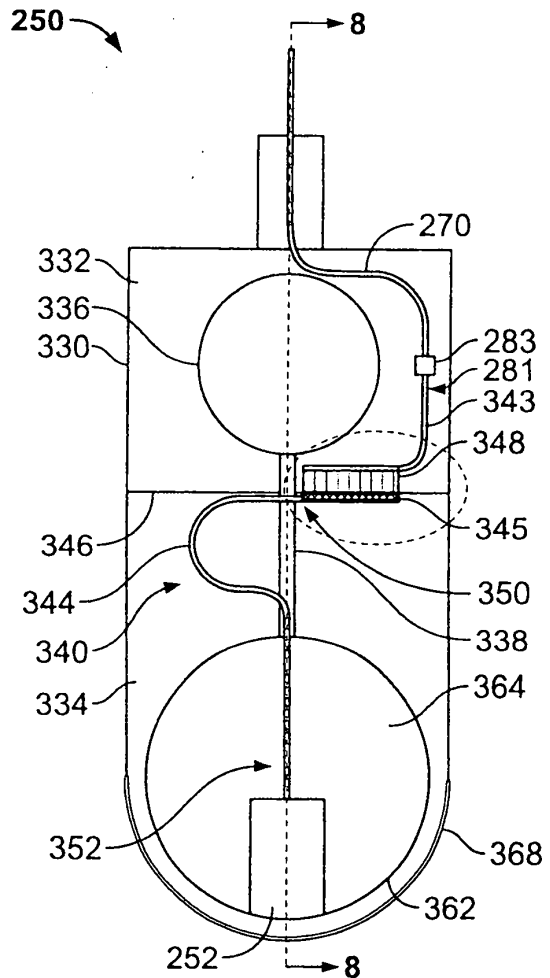
(72) Erfinder:

Bruestle, Reinhold, Zipf, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbindungsvorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Ultraschallsonde**

(57) Zusammenfassung: Eine Verbindungsvorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Ultraschallsonde (250) werden geschaffen. Die Ultraschallsonde enthält eine erste Kammer (332), eine zweite Kammer (334), ein Dichtungselement (346) zwischen der ersten und der zweiten Kammer und jeweils ein flexibles Verbindungselement (281, 340) innerhalb der ersten und der zweiten Kammer. Die Ultraschallsonde enthält weiterhin eine steife Verbindungsschnittstelle (345), die wenigstens einen Teil des Dichtungselementes bildet und das flexible Verbindungselement in der ersten Kammer mit dem flexiblen Verbindungselement in der zweiten Kammer verbindet.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Ultraschallsysteme und insbesondere auf Sonden für medizinische Ultraschallabbildungssysteme.

Stand der Technik

[0002] Ultraschallsysteme enthalten typischerweise Ultraschallabtastvorrichtungen, wie zum Beispiel Ultraschallsonden, die verschiedene Transducer aufweisen, die die Durchführung vielfältiger verschiedener Ultraschallabtastungen (zum Beispiel unterschiedlicher Abbildungen eines Volumens oder Körpers) ermöglichen. Die Ultraschallsonden sind typischerweise mit einem Ultraschallsystem zur Steuerung des Betriebs der Sonden verbunden. Die Sonden enthalten einen Schallkopf, der eine Vielzahl von Transducerelementen (zum Beispiel piezoelektrischen Kristallen) enthält, die in einem Array angeordnet sein können. Das Ultraschallsystem steuert die Transducerelemente innerhalb des Arrays während des Betriebs an, wie zum Beispiel während einer Aufnahme eines Volumens oder Körpers, wobei der Betrieb in Abhängigkeit von der Art des durchzuführenden Scans gesteuert werden kann. Das Ultraschallsystem enthält eine Vielzahl von Kanälen zur Kommunikation mit der Sonde. Zum Beispiel können die Kanäle Impulse zum Ansteuern der Transducerelemente und zum Empfangen von Signalen von diesen übertragen.

[0003] Bei Volumensonden, bei denen sich der Schallkopf während des Scanvorgangs mechanisch bewegt, sind typischerweise eine nasse und eine trockene Kammer vorhanden. Insbesondere bewegt (zum Beispiel dreht) sich der Schallkopf in einer abgedichteten Nasskammer, die eine das Schallkopfgewölbe umgebende akustische Membran aufweist, die einen Patienten während einer Aufnahme berührt. Die Nasskammer ist typischerweise mit einer akustischen Flüssigkeit gefüllt, um während des Scans (zum Beispiel während des Sendens) eine akustische Koppelung herzustellen. Die Nasskammer ist gegenüber der Trockenkammer abgedichtet und kann Steuerungskomponenten zur Steuerung des Betriebes des Schallkopfes in der Nasskammer enthalten. Die Steuerungskomponenten kommunizieren mit dem Schallkopf und steuern diesen, zum Beispiel steuern sie die Ansteuerung der Transducerelemente innerhalb des Schallkopfes. Die Kommunikation zwischen den Steuerungskomponenten und dem Schallkopf kann über verschiedene Kommunikationsleitungen (zum Beispiel koaxiale oder andere flexible Kabel) hergestellt werden. Diese Kommunikationsleitungen durchqueren die Dichtung zwischen der Nass- und Trockenkammer, wobei sie die Verwendung von Dichtungselementen zur Aufrechter-

haltung der flüssigkeitsdichten Abdichtung zwischen den Kammern erforderlich machen. Jedes benötigte Dichtungselement erhöht die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers, zum Beispiel einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Flüssigkeitsleckage durch eines der Dichtungselemente in die Trockenkammer hinein. Darüber hinaus erhöhen die Dichtungselemente die Komplexität der Ausführung und die Kosten der Sonde. Zum Beispiel können zusätzliche Komponenten (zum Beispiel Klammern) zwischen der Nass- und Trockenkammer erforderlich sein, um die Position und den abdichtenden Kontakt der Dichtungselemente aufrechtzuerhalten.

Aufgabenstellung

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] In einer beispielhaften Ausführungsform wird eine Ultraschallsonde geschaffen. Die Ultraschallsonde enthält eine erste Kammer, eine zweite Kammer, ein Dichtungselement zwischen der ersten und der zweiten Kammer und ein flexibles Verbindungselement innerhalb jeder der ersten und zweiten Kammer. Die Ultraschallsonde enthält weiterhin eine steife Verbindungsschnittstelle, die wenigstens einen Teil des Dichtungselementes bildet und das flexible Verbindungselement in der ersten Kammer mit dem flexiblen Verbindungselement in der zweiten Kammer verbindet.

[0005] In einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird ein Verfahren zur Steuerung einer Ultraschallsonde geschaffen. Das Verfahren beinhaltet die Kommunikation zwischen wenigstens einem Transducerarray und einem Hostsystem über ein erstes flexibles Verbindungselement und ein zweites flexibles Verbindungselement. Die ersten und zweiten flexiblen Verbindungselemente sind über eine steife Verbindungsschnittstelle verbunden, die wenigstens einen Teil einer Wand zwischen einer Nasskammer, die wenigstens ein Transducerarray und das zweite flexible Verbindungselement enthält, und einer Trockenkammer bildet, die ein Systemkabel und das erste flexible Verbindungselement enthält. Das Systemkabel ist mit dem Hostsystem verbunden, und das zweite flexible Verbindungselement ist mit dem wenigstens einen Transducerarray verbunden. Das Verfahren enthält weiterhin die Steuerung der Elemente des wenigstens einen Transducerarrays durch die Kommunikation.

Ausführungsbeispiel

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] **Fig. 1** zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschallsystems gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0007] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschallsystems gemäß einer anderen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0008] [Fig. 3](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Bildes eines Objektes, das durch das System nach den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung akquiriert wird.

[0009] [Fig. 4](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Ultraschallsonde in Verbindung mit einem Hostsystem gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0010] [Fig. 5](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines beispielhaften Transducerblocks, der ein Array von Transducerelementen enthält, das in der in [Fig. 4](#) gezeigten Ultraschallsonde verwendet werden kann.

[0011] [Fig. 6](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines weiteren beispielhaften Transducerblocks, der ein Array von Transducerelementen enthält, das in der in [Fig. 4](#) gezeigten Ultraschallsonde verwendet werden kann.

[0012] [Fig. 7](#) zeigt eine Querschnittsaufrißansicht einer Sonde gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

[0013] [Fig. 8](#) zeigt eine entlang der Linie 8-8 in [Fig. 7](#) aufgenommene Aufrißansicht.

[0014] [Fig. 9](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Sonde gemäß einer anderen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0015] [Fig. 10](#) zeigt eine partielle Querschnittsaufrißansicht einer Ultraschallsonde gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die eine steife Verbindungsschnittstelle zeigt, die einen Teil einer Wand zwischen Kammern der Ultraschallsonde bildet.

[0016] [Fig. 11](#) zeigt ein Blockdiagramm, das eine Verbindungsanordnung für eine Ultraschallsonde gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0017] Die [Fig. 12–Fig. 14](#) zeigen Querschnittsaufrißansichten einer Ultraschallsonde gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die einen sich bewegenden Schallkopf darstellen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0018] Beispielhafte Ausführungsformen der Ultraschallsysteme und Verfahren zur Steuerung von Ul-

traschallsonden sind unten im Detail beschrieben. Insbesondere wird zuerst eine detaillierte Beschreibung der beispielhaften Ultraschallsysteme geliefert, der eine detaillierte Beschreibung von vielfältigen Ausführungsformen der Verfahren und Systeme zur Steuerung von Ultraschallsonden folgt. Eine technische Wirkung der verschiedenen Ausführungsformen der Systeme und Verfahren, die hierin beschrieben werden, umfasst eine Verbesserung der Dichtungsanordnung zwischen den Kammern einer Ultraschallsonde und/oder das Ermöglichen einer einfacheren Wartung und Montage der Ultraschallsonde.

[0019] [Fig. 1](#) stellt ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines Ultraschallsystems **100** dar, das zum Beispiel zum Akquirieren und Verarbeiten von Ultraschallbildern verwendet werden kann. Das Ultraschallsystem **100** enthält einen Sender **102**, der ein Array von Elementen **104** (zum Beispiel piezoelektrischen Kristallen) innerhalb eines Transducers **106** oder als Teil eines solchen betreibt, um gepulste Ultraschallsignale in einen Körper oder ein Volumen hinein auszusenden. Eine Vielzahl von Geometrien kann verwendet werden, und ein oder mehrere Transducer **106** können als ein Teil einer Sonde (nicht gezeigt) vorgesehen sein. Die gepulsten Ultraschallsignale werden von Dichtegrenzflächen und/oder Strukturen, wie zum Beispiel in einem Körper Blutgefäßen, Blutkörperchen oder Muskelgewebe, zurückgestreut, um Echos zu erzeugen, die zu den Elementen **104** zurücklaufen. Die Echos werden von einem Empfänger **108** empfangen und einem Beamformer **110** zugeführt. Der Beamformer führt an den empfangenen Echos eine Strahlformung durch und gibt ein HF-Signal aus. Das HF-Signal wird danach von einem HF-Prozessor **112** verarbeitet. Der HF-Prozessor **112** kann einen komplexen Demodulator (nicht gezeigt) enthalten, der das HF-Signal demoduliert, um IQ-Datenpaare zu bilden, die für die Echosignale kennzeichnend sind. Die HF- oder IQ-Signaldaten werden danach direkt zur Speicherung (zum Beispiel temporären Speicherung) zu einem HF/IQ-Puffer **114** geleitet.

[0020] Das Ultraschallsystem **100** enthält auch einen Signalprozessor **116** zur Verarbeitung der akquirierten Ultraschallinformationen (d.h. HF-Signaldaten oder IQ-Datenpaare) und zum Vorbereiten der Bilder von Ultraschallinformationen zur Anzeige auf einem Anzeigesystem **118**. Der Signalprozessor **116** ist zur Durchführung eines oder mehrerer Verarbeitungsvorgänge gemäß einer Mehrzahl von wählbaren Ultraschallarten an den akquirierten Ultraschallinformationen eingerichtet. Die akquirierten Ultraschallinformationen können während eines Scanvorgangs in Echtzeit verarbeitet werden, wenn die Echosignale empfangen werden. Zusätzlich oder alternativ können die Ultraschallinformationen während eines Aufnahmevorgangs temporär in dem HF/IQ-Puffer **114** gespeichert und in einem Live- oder Offlinebetrieb in weni-

ger als Echtzeit verarbeitet werden.

[0021] Das Ultraschallsystem **100** kann die Ultraschallinformationen kontinuierlich mit einer Bildrate akquirieren, die 50 Bilder pro Sekunde überschreitet, was in etwa die Wahrnehmungsfrequenz des menschlichen Auges ist. Die akquirierten Ultraschallinformationen werden mit einer niedrigeren Bildfrequenz auf dem Anzeigesystem **118** angezeigt. Ein Bildpuffer **122** kann zur Speicherung der verarbeiteten Bilder der akquirierten Ultraschallinformationen enthalten sein, deren sofortige Anzeige nicht vorgesehen ist. In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Bildpuffer **122** von einer ausreichenden Kapazität, um wenigstens mehrere Sekunden von Bildern der Ultraschallinformationen zu speichern. Die Bilder der Ultraschallinformationen können in einer Weise nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Erfassung gespeichert werden, um den Zugriff auf sie zu vereinfachen. Der Bildpuffer **122** kann jedes beliebige bekannte Datenspeichermedium enthalten.

[0022] Eine Benutzereingabeeinrichtung **120** kann zur Steuerung des Betriebs des Ultraschallsystems **100** verwendet werden. Die Benutzereingabeeinrichtung **120** kann eine beliebige geeignete Vorrichtung und/oder Benutzerschnittstelle zum Empfangen von Benutzereingaben zur Steuerung zum Beispiel der Art der Aufnahme oder der Art des bei einer Aufnahme zu verwendenden Transducers sein.

[0023] [Fig. 2](#) stellt ein Blockdiagramm einer anderen beispielhaften Ausführungsform eines Ultraschallsystems **150** dar, das zum Beispiel zum Erfassen und Verarbeiten von Ultraschallbildern verwendet werden kann. Das Ultraschallsystem **150** enthält einen Transducer **106** in Kommunikation mit einem Sender **102** und einem Empfänger **108**. Der Transducer **106** sendet Ultraschallimpulse aus und empfängt Echos von Strukturen innerhalb eines abgetasteten Ultraschallvolumens **152**. Ein Speicher **154** speichert Ultraschalldaten von dem Empfänger **108**, die aus dem abgetasteten Ultraschallvolumen **152** erhalten worden sind. Das abgetastete Ultraschallvolumen **152** kann durch verschiedene Techniken gewonnen werden, die zum Beispiel 3D-Scanning, Echtzeit-3D-Bildgebung, Volumen-Scanning, Scanning mit Positionierungssensoren aufweisenden Transducern, Freihand-Scanning unter Verwendung einer Voxelkorrelationstechnik, 2D-Scanning oder Scanning mit einer Matrix aus Arraytransducern und weitere einschließen.

[0024] Der Transducer **106** wird zum Beispiel entlang eines linearen oder bogenförmigen Pfades bewegt, während er einen interessierenden Bereich (ROI) abtastet. An jeder Linear- oder Bogenposition gewinnt der Transducer **106** eine Vielzahl von Scanebenen **156**. Die Scanebenen **156** werden für eine Dicke, wie zum Beispiel aus einer Gruppe oder Menge

von benachbarten Scanebenen **156** gesammelt. Die Scanebenen **156** werden in dem Speicher **154** gespeichert und dann einem Volume Scan-Converter **168** zugeführt. In einigen beispielhaften Ausführungsformen kann der Transducer **106** Linien anstelle der Scanebenen **156** erhalten, wobei der Speicher **154** die von dem Transducer **106** gewonnenen Linien anstelle der Scanebenen **156** speichert. Der Volume Scan-Converter **168** empfängt eine Schichtdickeinstellung von einer Schichtdickeinstellungssteuerung **158**, die die Dicke einer aus den Scanebenen **156** zu erzeugenden Schicht einstellt. Der Volume Scan-Converter **168** erzeugt eine Datenschicht aus mehreren benachbarten Scanebenen **156**. Die Anzahl der benachbarten Scanebenen, die zur Bildung jeder Datenschicht gewonnen werden, ist von der durch die Schichtdickeinstellungssteuerung **158** ausgewählten Dicke abhängig. Die Datenschicht wird in einem Schichtspeicher **160** gespeichert, und von einem Volume Rendering-Prozessor **162** wird auf sie zugegriffen. Der Volume Rendering-Prozessor **162** führt an der Datenschicht ein Volume Rendering durch. Die Ausgabe des Volume Rendering-Prozessors **162** wird an einen Videoprozessor **164** geliefert, der die dem Volume Rendering unterzogene Datenschicht zur Anzeige auf einer Anzeige **166** verarbeitet.

[0025] Es sollte erkannt werden, dass die Position jeder Echosignalprobe (Voxel) in den Begriffen der geometrischen Genauigkeit (d.h. dem Abstand von einem Voxel zu dem nächsten) und einer oder mehrerer Ultraschallantworten (und von der Ultraschallantwort abgeleiteten Werten) bestimmt ist. Geeignete Ultraschallantworten enthalten Graustufenwerte, Farbflusswerte und Angio- oder Power-Doppler-Informationen. Es sollte erkannt werden, dass das Ultraschallsystem **150** auch eine Benutzereingabe oder Benutzerschnittstelle zur Steuerung des Betriebs des Ultraschallsystems **150** enthalten kann.

[0026] Es sollte erkannt werden, dass die Ultraschallsysteme **100** und **150** weitere oder andere Komponenten enthalten können. Zum Beispiel kann das Ultraschallsystem **150** eine Benutzerschnittstelle enthalten oder eine Benutzereingabe (gezeigt in [Fig. 1](#)) verwenden, um den Betrieb des Ultraschallsystems **150** einschließlich der Steuerung der Eingabe von Patientendaten, Aufnahmeparametern, einer Änderung des Aufnahmemodus und dergleichen zu steuern.

[0027] [Fig. 3](#) stellt ein beispielhaftes Bild eines Objektes **200** dar, das durch die Ultraschallsysteme **100** und **150** erfasst werden kann. Das Objekt **200** enthält ein Volumen **202**, das durch eine Vielzahl von kreissegmentförmigen Querschnitten mit radialen Grenzen **204**, **206** gegeben ist, die in einem Winkel **208** auseinanderlaufen. Der Transducer **106** (in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt) fokussiert elektronisch und

lenkt Ultraschallsalven longitudinal aus, um entlang benachbarter Scanlinien in jeder Scanebene **156** (gezeigt in [Fig. 2](#)) Abtastungen vorzunehmen, und fokussiert elektronisch oder mechanisch und lenkt Ultraschallsalven lateral aus, um benachbarte Scanebenen **156** abzutasten. Die von dem Transducer **106**, wie er in [Fig. 1](#) dargestellt ist, erhaltenen Scanebenen **156** werden in dem Speicher **154** gespeichert und durch den Volume Scan-Converter **168** von Kugel- in kartesische Koordinaten scankonvertiert. Ein Volumen, das mehrere Scanebenen **156** enthält, wird von dem Volume Scan-Converter **168** ausgegeben und als ein Wiedergabebereich **210** in dem Schichtspeicher **160** gespeichert. Der Wiedergabebereich **210** in dem Schichtspeicher **160** ist aus mehreren benachbarten Scanebenen **156** aufgebaut.

[0028] Der Wiedergabebereich **210** kann von einem Bediener unter Verwendung der Benutzerschnittstelle oder einer Eingabe, die eine Schichtdicke **212**, Breite **214** und Höhe **216** aufweist, in der Größe festgelegt werden. Der Volume Scan-Converter **168** (gezeigt in [Fig. 2](#)) kann durch die Schichtdickeneinstellungssteuerung **158** (gezeigt in [Fig. 2](#)) gesteuert werden, um die Dickenparameter der Schicht zur Bildung eines Wiedergabebereiches **210** der gewünschten Dicke einzustellen. Der Wiedergabebereich **210** legt den Bereich des abgetasteten Ultraschallvolumens **152** fest, der durch Volume Rendering wiedergegeben wird. Der Volume Rendering-Prozessor **162** greift auf den Schichtspeicher **160** zu und führt die Wiedergabe entlang der Schichtdicke **212** des Wiedergabebereiches **210** durch.

[0029] Nun mit Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#): Während des Betriebs wird eine Schicht, die eine vorbestimmte, im Wesentlichen konstante Dicke aufweist (auch als der Wiedergabebereich **210** bezeichnet), durch die Schichtdickeneinstellungssteuerung **158** festgelegt und in dem Volume Scan-Converter **168** verarbeitet. Die den Wiedergabebereich **210** (gezeigt in [Fig. 3](#)) wiedergebenden Echodaten werden in dem Schichtspeicher **160** gespeichert. Typisch sind vordefinierte Dicken zwischen etwa 2 mm und etwa 20 mm, jedoch können Dicken von weniger als etwa 2 mm oder mehr als etwa 20 mm in Abhängigkeit von der Anwendung und der Größe des abzutastenden Gebiets ebenfalls geeignet sein. Die Schichtdickensteuerung **158** kann ein Steuerungselement, wie zum Beispiel einen drehbaren Knopf mit diskreten oder kontinuierlichen Dickenstellungen enthalten.

[0030] Der Volume Rendering-Prozessor **162** projiziert den Wiedergabebereich **210** auf einen Bildbereich **220** einer Bildebene(n) **222** (gezeigt in [Fig. 3](#)). Auf die Verarbeitung in dem Volume Rendering-Prozessor **162** folgend können die Pixeldaten in dem Bildbereich **220** durch den Videoprozessor **164** verarbeitet und danach auf der Anzeige **166** angezeigt

werden. Der Wiedergabebereich **210** kann an einer beliebigen Position innerhalb des Volumens **202** angeordnet und in einer beliebigen Richtung ausgerichtet sein. In einigen Situationen kann es in Abhängigkeit von der Größe des abzutastenden Bereiches vorteilhaft sein, wenn der Wiedergabebereich **210** nur ein kleiner Ausschnitt des Volumens **202** ist.

[0031] [Fig. 4](#) stellt ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform einer Ultraschallsonde **250** dar, die in Verbindung mit den Ultraschallsystemen **100** oder **150** verwendet werden kann. Die Ultraschallsonde **250** enthält ein Transducerarray mit einem Trägerblock **252** (hierin anschließend als „Transducerarray **252**“ bezeichnet), flexible Transducercabel **254**, die als ein Schallkopfkabel ausgebildet sein können, und mehrere Verarbeitungsplatinen **256**, die die Verarbeitungselektronik tragen. Jede Verarbeitungsplatine **256** kann ein Location Memory bzw. einen Ortsspeicher **258** (, der Geometrie-RAM, Encoder-RAM, Ortsregister und Steuerungsregister wie unten erwähnt enthalten kann,) und Signalprozessoren **260** enthalten. Eine Ortsspeichersteuerung **262** (zum Beispiel einer Vielzahl-CPU, Mikrocontroller, PLD oder dergleichen) kann auch vorhanden sein und enthält eine Kommunikationsschnittstelle **264**.

[0032] Die Kommunikationsschnittstelle **264** stellt über die Kommunikationsleitungen **268** (zum Beispiel digitale Signalleitungen) und über ein Systemkabel **270** einen Datenaustausch mit einem Hostsystem **266** her. Zusätzlich enthält das Systemkabel **270** in einer beispielhaften Ausführungsform Koaxialkabel **272**, die die Verarbeitungsplatinen **256** zum Übertragen von Sendeimpulsschwingungsformen an das Transducerarray **252** und zum Übertragen von Empfangssignalen nach der Strahlformung an das Hostsystem **266** anbinden. Die Sonde **250** kann auch einen Verbinder **274** enthalten, durch den die Sonde **250** mit dem Hostsystem **266** verbunden wird.

[0033] Eine Klammer **276** kann zum Festhalten der flexiblen Transducercabel **254** an den Verarbeitungsplatinen **256** vorhanden sein. Die Klammer **276** hilft dadurch beim Herstellen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen den flexiblen Transducercabeln **254** und den Verarbeitungsplatinen **256**. Die Klammer **276** kann einen Passstift **278** und einen Bolzen **280** enthalten, wobei auch andere Ausführungsformen geeignet sind.

[0034] Das Transducerarray **252** ist auf dem Trägerblock mit diesem verbunden, wie unten im Hinblick auf [Fig. 5](#) genauer beschrieben wird. Die flexiblen Transducercabel **254** schaffen elektrische Signalverbindungen durch den Trägerblock hindurch. In einer beispielhaften Ausführungsform sind 42 flexible Transducercabel **254** mit jeweils 50 Signalverbindungen vorhanden. Folglich schaffen die flexiblen Trans-

ducerkabel **254** Sende- und Empfangssignalverbindungen für 2100 Transducerelemente in dem Transducerarray **252**, wobei auch weniger verwendet werden können. Zum Beispiel kann jede Verarbeitungsplatine **256** mit sechs flexiblen Transducerkabeln **254** verbunden sein und dadurch Signalverbindungen für **300** Transducerelemente enthalten.

[0035] Die Verarbeitungsplatinen **256** können ebenso wie die flexiblen Kabel **254** aus einem flexiblen Material, wie zum Beispiel Polyimid, Polyester etc. aufgebaut sein. Die Verarbeitungsplatinen **256** enthalten die Verarbeitungselektronik für das Transducerarray **252** einschließlich der Signalprozessoren **260**, die die Strahlformung an den Empfangsöffnungen in dem Transducerarray **252** durchführen.

[0036] Jeder Signalprozessor **260** kann zum Beispiel vier Empfangsöffnungen handhaben, die an ausgewählten räumlichen Orten auf dem Transducerarray **252** festgelegt worden sind. Die Empfangsöffnungen können dreieckige Öffnungen sein, die 15 akustische Transducerelemente enthalten, die zum Beispiel in Form einer Reihe aus fünf Elementen oberhalb von einer Reihe aus vier Elementen oberhalb von einer Reihe aus drei Elementen oberhalb von einer Reihe aus zwei Elementen oberhalb einer Reihe aus einem Element angeordnet sind. Darüber hinaus kann jede Verarbeitungsplatine fünf Signalprozessoren **260** aufweisen. Folglich kann jede Verarbeitungsplatine **256** in der Empfangsrichtung 20 Empfangsöffnungen verarbeiten, von denen jede 15 akustische Transducerelemente enthält.

[0037] Für jeden Ultraschallstrahl stellt die Ortsspeichersteuerung **262** über digitale Signalleitungen **273** (, die zum Beispiel von einem separaten flexiblen Kabel getragen werden,) Verbindungen mit jedem Ortsspeicher **258** auf jeder Verarbeitungsplatine **256** her. Die Ortsspeichersteuerung **262** teilt die räumlichen Ortsinformationen jedem Ortsspeicher **258** für jede Empfangsöffnung mit, die durch die digitalen Signalprozessoren **260** auf den Verarbeitungsplatinen **256** verarbeitet wird. Die digitalen Signalleitungen **273** können zum Beispiel eine Taktleitung für jede Verarbeitungsplatine **256**, eine serielle Befehlsdatenleitung für jede Verarbeitungsplatine **256**, zwei Datenleitungen (für eine Gesamtheit von 14 Datenleitungen), die mit jeder Verarbeitungsplatine **256** verbunden sind, eine Ausgabeaktivierung für einen oder mehrere der Signalprozessoren **260** und ein Testsignal enthalten.

[0038] Die Speicherplatzsteuerung **262** kommuniziert mit dem Hostsystem **266** über die digitalen Signalleitungen **273**, die zum Beispiel ein Teil eines synchronen, seriellen Ports sein können. Zu diesem Zweck können die Kommunikationsschnittstelle **264** und die digitalen Signalleitungen **273** eine Niederspannungs-Differenzsignalschnittstelle bilden, die

zum Beispiel ein Koaxialkabel mit einer geerdeten Abschirmung und einem zentralen Signalleiter enthält. Die Ortsspeichersteuerung **262** enthält einen Block aus Cache-Speicher **275**, zum Beispiel 1–8 Mbytes von statischem Random Access Memory (SRAM).

[0039] [Fig. 5](#) zeigt eine beispielhafte Ausführungsform des Transducerarrays **252**. Das Transducerarray **252** enthält eine piezoelektrische Keramik **302**, die elektrische in akustische und akustische in elektrische Energie umwandelt. Die piezoelektrische Keramik **302** ist im Zentrum des Transducerarrays **252** angeordnet. Auf der Signalseite ist die piezoelektrische Keramik an einem z-Achsen-Trägerblock **304** befestigt, der aus abwechselnden Schichten von flexiblen Transducerkabeln **254** und akustisch absorbierendem Material **308** besteht, das in den festen Trägerblock **304** eingebunden ist.

[0040] Der Trägerblock **304** ist in einer Richtung senkrecht zu der Richtung der flexiblen Transducerkabel **254** geschnitten, wodurch die Enden der Leiterbahnen **306** der einzelnen flexiblen Transducerkabel **254** zur Schaffung einer hochdichten Signalverbindung offenliegen. Die Keramik **302**, eine elektrisch leitfähige innere akustische Anpassungsschicht **310** (zum Beispiel ein metallgefülltes Graphit, wie zum Beispiel Antimongraphit) und die obere Oberfläche des Trägerblocks **304** werden in einem Vorgang würfelförmig unterteilt, um diskrete akustische Transducerelemente **312** zu schaffen, die über jeder einzelnen der flexiblen Leiterbahnen **306** in den flexiblen Transducerkabeln **254** zentriert sind. Dadurch gibt es eine Signalebene **313** auf dem z-Achsen-Trägerblock **304**.

[0041] Jede Leiterbahn **306** berührt den Boden oder die Signalseite eines Transducerelementes **312**. Eine metallische Masseschicht **314** ist auf eine Seite der äußeren akustischen Anpassungsschicht **316** aufgetragen, die aus einem Plastik gebildet sein kann. Diese Anpassungsschicht **316** ist an der Oberseite jedes Elementes **312** befestigt, um über die Fläche des Transducerarrays **252** hinweg eine Massenverbindung zu bilden. Die äußere Anpassungsschicht **316** ist teilweise würfelförmig unterteilt, um sie in diskrete Elemente zu unterteilen, wodurch der akzeptable Winkel des Transducerelementes **312** verbessert wird. In einer beispielhaften Ausführungsform durchdringt die würfelförmige Unterteilung jedoch nicht die metallische Masseschicht **314**.

[0042] Die elektrische Masseverbindung zu jedem Transducerelement **312** wird über die äußersten Elemente **318** in dem Transducer vorgenommen. Eine Umgriffs- bzw. Wrap Around-Masseverbindung **320** ist auf der Keramik **302** vorhanden. Sobald das Transducerarray **252** in einen Schallkopf oder eine Schallkopfschale eingebaut ist, kann eine dünne Sili-

konschutzschicht aufgetragen werden.

[0043] Es sollte erkannt werden, dass verschiedene Transducerarrays verwendet werden können, die unterschiedliche Verbindungsstrukturen aufweisen können, wie es (zum Beispiel in Abhängigkeit vom Sondentyp oder der Anwendung) erwünscht oder erforderlich ist. Zum Beispiel zeigt [Fig. 5](#) eine Verbindungsanordnung, die für Arrays geeignet ist, die eine elektrische Schnittstelle von sehr hoher Dichte (zum Beispiel zweidimensionale (2D) Arrays) erfordern. Andere Arten von Arrays, zum Beispiel eindimensionale (1D) Arrays, erfordern jedoch keine elektrischen Schnittstellen von dieser hohen Dichte, und andere Verbindungskonfigurationen können besser geeignet sein. Wie zum Beispiel in [Fig. 6](#) dargestellt enthält das 1D-Array bei einer 1D-Arrayanwendung ein einziges flexibles Transducerkabel **254**, bei dem die Leiterbahnen **306** die Elemente des Transducerarrays **252** berühren. Die Elemente des Transducerarrays **252** sind einander benachbart angeordnet, wie die Leiterbahnen **306** auf dem flexiblen Transducerkabel **254** zueinander benachbart angeordnet sind. Ähnliche Anordnungen mit einem einzigen flexiblen Transducerkabel **254** können zum Beispiel mit 1,25D-, 1,5D- oder 1,75D-Arrays verwendet werden.

[0044] Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) stellen eine beispielhafte Ausführungsform der Sonde **250** und insbesondere eine Volumenbildgebungssonde dar, die ein Transducerarray **252** in Kommunikation mit einem Hostsystem **266** (gezeigt in [Fig. 4](#)) darstellt. Die Sonde **250** enthält ein Gehäuse **330**, das eine erste Kammer **332** (zum Beispiel eine Trockenkammer) und eine zweite Kammer **334** (zum Beispiel eine Nasskammer) aufweist. Die erste Kammer **332** und die zweite Kammer **334** können als eine einzige Einheit (zum Beispiel einheitlicher Aufbau) ausgebildet sein oder können als getrennte Einheiten ausgebildet sein, die miteinander verbunden sind (zum Beispiel modulare Ausführung). In einer beispielhaften Ausführungsform ist die erste Kammer **332** eine Trocken- oder Luftkammer, die Antriebsmittel zur mechanischen Steuerung des Transducerarrays **252** und Kommunikationsmittel zur elektrischen Steuerung des Transducerarrays **252** in sich enthält. Die Antriebsmittel enthalten allgemein einen Motor **336** (zum Beispiel einen Schrittmotor) und eine Getriebeanordnung **338**, wie zum Beispiel eine Zweistufen-Getriebeanordnung, die einen Riemenantrieb und einen Seiltrieb enthält. Die Kommunikationsmittel enthalten allgemein das Systemkabel **270** und ein Verbindungselement **281** (zum Beispiel zwei flexible, gedruckte Verbindungsleiterplatten), das ein oder mehrere Kommunikationsleitungen aufweist und über eine Verbindungsschnittstelle **283** zur Kommunikation mit dem Hostsystem **266** zum Ansteuern der Elemente des Transducerarrays **252** (zum Beispiel wahlweise aktivierende Elemente des Transducerarrays **252**) an das Systemkabel **270** angeschlossen ist.

[0045] Obwohl die hierin beschriebenen Antriebs- und Kommunikationsmittel spezielle Komponententeile aufweisen, sollte es verstanden werden, dass sie nicht in diesem Sinne beschränkt sind. Zum Beispiel können die Antriebsmittel auch eine andere Getriebeanordnungen aufweisen, und die Kommunikationsmittel können andere Verbindungselemente oder Übertragungsleitungen enthalten.

[0046] In dieser beispielhaften Ausführungsform ist die zweite Kammer **334** eine Nasskammer (zum Beispiel eine Kammer, die eine akustische Flüssigkeit enthält), die Transducerantriebsmittel zum Bewegen (zum Beispiel Drehen) des Transducerarrays **252** und Transducersteuerungsmittel zur wahlweise Ansteuerung von Elementen des Transducerarrays **252** (zum Beispiel den piezoelektrischen Keramiken **302**) enthält. Die Transducerantriebsmittel enthalten allgemein eine Antriebswelle **360** in Verbindung mit einem Schallkopfgehäuse **362**, das zum Beispiel von Klammern (nicht gezeigt) gehalten wird, wobei die Antriebswelle **360** zur Bewegung des Transducerarrays **252** als einem Teil eines Schallkopfes **364** tätig wird, wenn sie durch die Antriebsmittel angetrieben wird. Ein Trägerelement (nicht gezeigt) kann auch vorhanden sein, um das Schallkopfgehäuse **362** zu halten, und eine Vorspannfeder **366** kann zum Beispiel vorhanden sein, um an den Antriebsmitteln und Transducerantriebsmitteln eine geeignete Spannung sicherzustellen. Es sollte erkannt werden, dass eine akustische Membran **368** vorhanden sein kann, die das Schallkopfgehäuse **362** umgibt und als ein Teil des Gehäuses **330** ausgebildet sein kann.

[0047] Die Transducersteuerungsmittel enthalten allgemein ein Verbindungselement **340** (zum Beispiel vier flexible, gedruckte Schallkopf-Schaltungsplatinen), das eine oder mehrere Kommunikationsleitungen aufweist, um das Systemkabel **270** und das Transducerarray **252** über das Verbindungselement **281** zu verbinden und eine Kommunikation zwischen diesen herzustellen. In einer beispielhaften Ausführungsform sind die Verbindungselemente **281** und **340** jeweils aus einer oder mehreren flexiblen gedruckten Schaltungsplatinen **343**, **344** aufgebaut und über eine steife Verbindungsschnittstelle **345**, wie zum Beispiel eine steife gedruckte Schaltungsplatine, miteinander verbunden, wie es unten genauer beschrieben ist. Es sollte jedoch erkannt werden, dass die Verbindungselemente **281** und **340** aus jedem beliebigen geeigneten Material und/oder beliebigen geeigneten Komponententeilen gebildet sein können, wie es erwünscht oder erforderlich ist. Allgemein sind die Verbindungselemente **281** und **340** so aufgebaut, dass sie eine solche Flexibilität/Steife aufweisen, wie sie zum Beispiel in Abhängigkeit von der Art der Sonde, der Lage innerhalb der Sonde oder der Anwendung erwünscht oder erforderlich ist. Zum Beispiel können der Elastizitätsmodul oder der mittlere Elastizitätsmodul der Verbindungselemente **281** und **340**

aus dem Verdrahtungslayout eines Abschnittes einer gedruckten Schaltungsplatine als eine Wirkung der Verteilung der Metallschichten auf der gedruckten Schaltungsplatine bestimmt werden, was in Abhängigkeit von der Art der Sonde ausgewählt werden kann. Folglich kann die Flexibilität/Steife des Materials der Verbindungselemente **281** und **340** variiert werden, wie es erwünscht oder erforderlich ist. Allgemein ist das Verbindungselement **281** so ausgebildet, dass es eine ausreichende Stabilität zur Verbindung mit dem Systemkabel **270** liefert, während es eine Positionierung um andere Komponententeile (zum Beispiel den Motor **336**) herum zulässt. Allgemein ist das Verbindungselement **340** so ausgebildet, dass es eine ausreichende Flexibilität und Dauerhaftigkeit aufweist, um eine ordnungsgemäße Funktion und/oder einen ordnungsgemäßen Betrieb einer Sonde (zum Beispiel eine einwandfreie und zuverlässige Verbindung zwischen der steifen Verbindungsschnittstelle **345** und einem sich bewegenden Transducerarray **252**) sicherzustellen.

[0048] In einer beispielhaften Ausführungsform bildet die steife Verbindungsschnittstelle **345** einen Teil eines Dichtungselementes **346**, wie zum Beispiel einer Wand (zum Beispiel einer fluidundurchlässigen Wand) zwischen der ersten Kammer **332** und der zweiten Kammer **334**. Die steife Verbindungsschnittstelle **345** kann mit dem Dichtungselement **346** einstückig ausgebildet sein oder mit diesem zum Beispiel unter Verwendung einer Klebedichtung (zum Beispiel Epoxid) oder anderer Dichtungselemente (zum Beispiel O-Ringe), wie in [Fig. 9](#) gezeigt, in einem abdichtenden Kontakt angeordnet sein. In den verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen sind die steife Verbindungsschnittstelle **345** und das Dichtungselement **346** eine einzige, einheitliche Struktur. Es sollte jedoch erkannt werden, dass zusätzliche Elemente (zum Beispiel ein Rahmen **391**, der eine Klammer **393** aufweist) in Verbindung mit dem Dichtungselement **346** vorgesehen sein können, um die mechanische Stabilität zum Tragen mechanischer Lasten herzustellen, die auf die steife Verbindungsschnittstelle **345** ausgeübt werden können, und um den Druck auf das Dichtungselement **346** zu verringern. Eine mechanische Last kann zum Beispiel durch die flexible, gedruckte Schaltungsplatine **344** oder ein Durchverbindungselement **348** auf die steife Verbindungsschnittstelle **345** ausgeübt werden. Wie hierin beschrieben kann die mechanische Last unter anderem zum Beispiel von der Bewegung der flexiblen gedruckten Schaltungsplatine **344**, von einem Differenzdruck zwischen der ersten Kammer **332** und der zweiten Kammer **334** und/oder von Spannungen des Systemkabels **270**, die über das Durchverbindungselement **348** auf die steife Verbindungsschnittstelle **345** übertragen werden, stammen.

[0049] An einem ersten Abschnitt **350** (zum Beispiel einem ersten Ende) des Verbindungselementes **340**

ist das Verbindungselement **340** mit der steifen Verbindungsschnittstelle **345** verbunden, die über das Durchverbindungselement **348** (zum Beispiel Board-to-Board-Verbinder) mit dem Verbindungselement **281** verbunden ist. An einem zweiten Abschnitt **352** (zum Beispiel dem zweiten Ende) des Verbindungselementes **340** ist das Verbindungselement **340** mit dem Transducerarray **252** verbunden. Es sollte erkannt werden, dass zusätzliche oder andere Verbinder verwendet werden können, um den ersten Abschnitt **350** und den zweiten Abschnitt **352** zu verbinden. Die Verbindungselemente **281** und **340** stellen dadurch über das Systemkabel **270** eine Kommunikationsverbindung zwischen dem Transducerarray **252** und dem Hostsystem **266** her. Zusätzliche oder andere Steuerungselemente können ebenfalls vorgesehen sein, wie zum Beispiel Multiplexschaltungen, die zur Steuerung des Betriebs der Elemente des Transducerarrays **252** mit dem Transducerarray **252** verbunden sind.

[0050] Obwohl die Transducerantriebsmittel und Transducersteuerungsmittel hierin so beschrieben worden sind, dass sie spezielle Komponententeile enthalten, sollte erkannt werden, dass sie nicht auf diese beschränkt sind. Zum Beispiel können die Transducerantriebsmittel eine andere Wellenanordnung enthalten, und die Transducersteuerungsmittel können andere Steuerungsschaltungen oder Übertragungsleitungen enthalten. Es sollte auch erkannt werden, dass weitere oder andere Komponententeile in Verbindung mit der Sonde **250** falls erforderlich oder erwünscht und/oder in Abhängigkeit von der speziellen Art und Anwendung der Sonde **250** vorgesehen sein können. Zum Beispiel kann in Abhängigkeit von der Art der Sonde **250** eine Linse vorgesehen sein, die das Transducerarray **252** bedeckt.

[0051] In einer beispielhaften Ausführungsform sind, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, die erste Kammer **332** und die zweite Kammer **334** durch das Dichtungselement **346** (zum Beispiel eine fluidundurchlässige Wand) getrennt, wobei die steife Verbindungsschnittstelle **345** einen Teil des Dichtungselementes **346** bildet. Das Dichtungselement **346** schafft eine flüssigkeitsdichte Dichtungsanordnung zwischen der ersten Kammer **332** und der zweiten Kammer **334** und kann als ein Teil einer der ersten und zweiten Kammern **332**, **334** einstückig ausgebildet sein. Ein oder mehrere Schlitze oder Öffnungen **370** können als Teil des Dichtungselementes **346** vorgesehen sein, um einen Durchgang zum Beispiel eines Abschnittes der Antriebsmittel (zum Beispiel eines Seilabschnittes eines Seilantriebes) durch sie hindurch zuzulassen. Die Schlitze oder Öffnungen **370** sind zum Beispiel mit einem Dichtungsring, Epoxid oder einem anderen geeigneten Dichtungselement abgedichtet, um eine einwandfreie Abdichtung zwischen der ersten Kammer **332** und der zweiten Kammer **334** sicherzustellen. Es sollte erkannt werden, dass das Verbindungs-

element **281** ein Verbinderelement **271** zur Verbindung mit dem Durchverbindungselement **348** enthalten kann.

[0052] Wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist das Transducerarray **252** folglich über die Verbindungselemente **281** und **340** mit dem Systemkabel **270** verbunden. Das Systemkabel stellt dann eine Verbindung zu dem Hostsystem **266** her.

[0053] Die Verbindungselemente **281** und **340** ermöglichen eine Kommunikation mit den Elementen eines sich bewegenden Transducerarrays **252** (zum Beispiel wahlweise Ansteuern der Elemente des Transducerarrays **252**) und die Steuerung des Betriebs derselben, wie es in den [Fig. 12–Fig. 14](#) gezeigt ist. Die Verbindungselemente **281** und **340** mit der steifen Verbindungsschnittstelle **345** stellen auch eine verbesserte Dichtungsanordnung und eine in höhere Maße modulare Probenausführung (zum Beispiel zwei entfernbar verbindbare Kammern) her. Es sollte erkannt werden, dass das Transducerarray **252** zum Betrieb in verschiedenen Modi, wie zum Beispiel einem 1D-, 1,25D-, 1,5D-, 1,75D- und 2D-Betriebsmodus, eingerichtet sein kann.

[0054] Eine Verbindungsvorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Ultraschallsonde **250** werden geschaffen. Die Ultraschallsonde enthält eine erste Kammer **332**, eine zweite Kammer **334**, ein Dichtungselement **346** zwischen der ersten und der zweiten Kammer und jeweils ein flexibles Verbindungselement **281**, **340** innerhalb der ersten und zweiten Kammer. Die Ultraschallsonde enthält weiterhin eine steife Verbindungsschnittstelle **345**, die wenigstens einen Teil des Dichtungselementes bildet und das flexible Verbindungselement in der ersten Kammer mit dem flexiblen Verbindungselement in der zweiten Kammer verbindet.

[0055] Während die Erfindung im Hinblick auf verschiedene spezielle Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, werden Fachleute erkennen, dass die Erfindung innerhalb des Geistes und Bereiches der Ansprüche auch mit Abwandlungen in die Praxis umgesetzt werden kann.

Bezugszeichenliste

100	Ultraschallsystem	122	Bildpuffer
102	Sender	150	Ultraschallsystem
104	Element	152	Ultraschallvolumen
106	Transducer	154	Speicher
108	Empfänger	156	Scanebene
110	Beamformer	158	Schichtdickeneinstellungssteuerung
112	HF-Prozessor	160	Schichtspeicher
114	HF/IQ-Puffer	162	Volume Rendering-Prozessor
116	Signalprozessor	164	Videoprozessor
118	Anzeigesystem	166	Anzeige
120	Benutzereingabeinrichtung	168	Volume Scan-Converter
		200	Objekt
		202	Volumen
		204	Radiale Grenze
		206	Radiale Grenze
		208	Winkel
		210	Wiedergabebereich
		212	Schichtdicke
		214	Breite
		216	Höhe
		220	Bildbereich
		222	Bildebene
		250	Ultraschallsonde
		252	Transducerarray und Trägerblock
		254	Flexibles Transducerkabel
		256	Verarbeitungsplatine
		258	Ortsspeicher
		260	Signalprozessor
		262	Ortsspeichersteuerung
		264	Kommunikationsschnittstelle
		266	Hostsystem
		268	Kommunikationsleitung
		270	Systemkabel
		271	Verbinderelement
		272	Koaxialkabel
		273	Digitale Signalleitung
		274	Verbinder
		275	Cache-Speicher
		276	Klammer
		278	Passstift
		280	Bolzen
		281	Verbindungselement
		283	Verbindungsschnittstelle
		302	Piezoelektrische Keramik
		304	Trägerblock
		306	Leiterbahn
		308	Akustisch absorbierendes Material
		310	Innere akustische Anpassungsschicht
		312	Transducerelement
		313	Signalebene
		314	Metallische Masseschicht
		316	Äußere akustische Anpassungsschicht
		318	Äußerste Elemente
		320	Wrap Around-Masseverbindung
		330	Gehäuse
		332	Erste Kammer
		334	Zweite Kammer
		336	Motor
		338	Getriebeanordnung
		340	Verbindungselement

343	Flexible gedruckte Schaltungsplatine
344	Flexible gedruckte Schaltungsplatine
345	Steife Verbindungsschnittstelle
346	Dichtungselement
348	Durchverbindungselement
350	Erster Abschnitt
352	Zweiter Abschnitt
360	Antriebswelle
362	Schallkopfgehäuse
364	Schallkopf
366	Vorspannfeder
368	Akustische Membran
370	Schlitz, Öffnung
391	Rahmen
393	Klammer

Patentansprüche

1. Ultraschallsonde (250) die aufweist:
eine erste Kammer (332),
eine zweite Kammer (334),
ein Dichtungselement (346) zwischen der ersten und der zweiten Kammer,
ein flexibles Verbindungselement (281, 340) in jeder der ersten und zweiten Kammer und
eine steife Verbindungsschnittstelle (345), die wenigstens einen Teil des Dichtungselementes bildet und das flexible Verbindungselement in der ersten Kammer mit dem flexiblen Verbindungselement in der zweiten Kammer verbindet.

2. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der das Dichtungselement (346) eine Wand zwischen der ersten und der zweiten Kammer (332, 334) enthält.

3. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der die erste Kammer (332) eine Trockenkammer und die zweite Kammer (334) eine Nasskammer ist.

4. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der jedes der flexiblen Verbindungselemente (281, 340) wenigstens eine flexible gedruckte Schaltungsplatine (343, 344) enthält.

5. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der die steife Verbindungsschnittstelle (345) eine steife gedruckte Schaltungsplatine enthält.

6. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der die steife Verbindungsschnittstelle (345) mit dem Dichtungselement (346) einstückig ausgebildet ist.

7. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der die steife Verbindungsschnittstelle (345) mit dem Dichtungselement (346) in einem abdichtenden Kontakt steht.

8. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, die weiterhin eine Verbindungsschnittstelle (283) in der

ersten Kammer (332) enthält, um das flexible Verbindungselement (281) in der ersten Kammer mit einem Systemkabel (270) zu verbinden.

9. Ultraschallsonde (250) nach Anspruch 1, bei der das Dichtungselement (346) wenigstens eine Öffnung (370) aufweist.

10. Ultraschallsonde (250) die aufweist:
eine Trockenkammer (332), die Antriebsmittel zur mechanischen Steuerung wenigstens eines Transducers (252) und Kommunikationsmittel zur elektrischen Steuerung des wenigstens einen Transducers enthält, wobei die Kommunikationsmittel ein erstes flexibles Verbindungselement (281) enthalten, und eine Nasskammer (334), die ein zweites flexibles Verbindungselement (340) enthält, das mit dem ersten flexiblen Verbindungselement durch eine steife Verbindungsschnittstelle (345) verbunden ist, wobei die steife Verbindungsschnittstelle wenigstens einen Teil einer Wand zwischen der Nasskammer und der Trockenkammer bildet.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

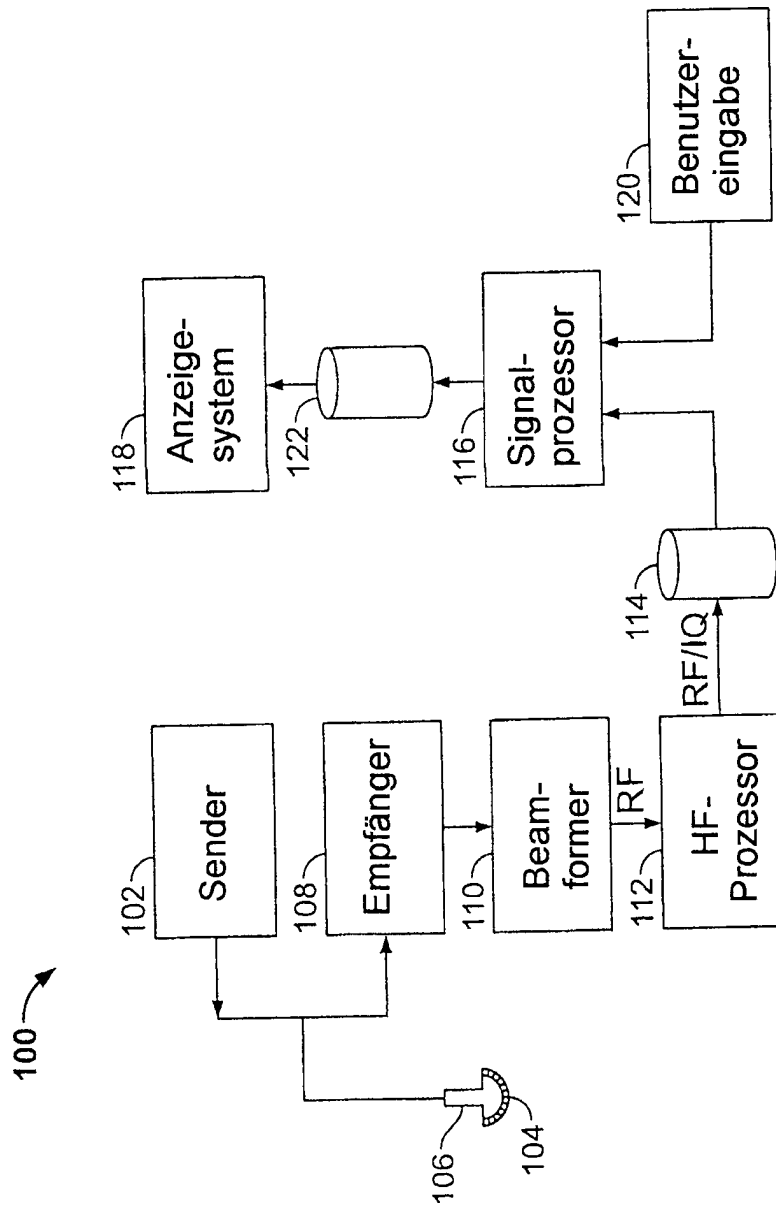


FIG. 1

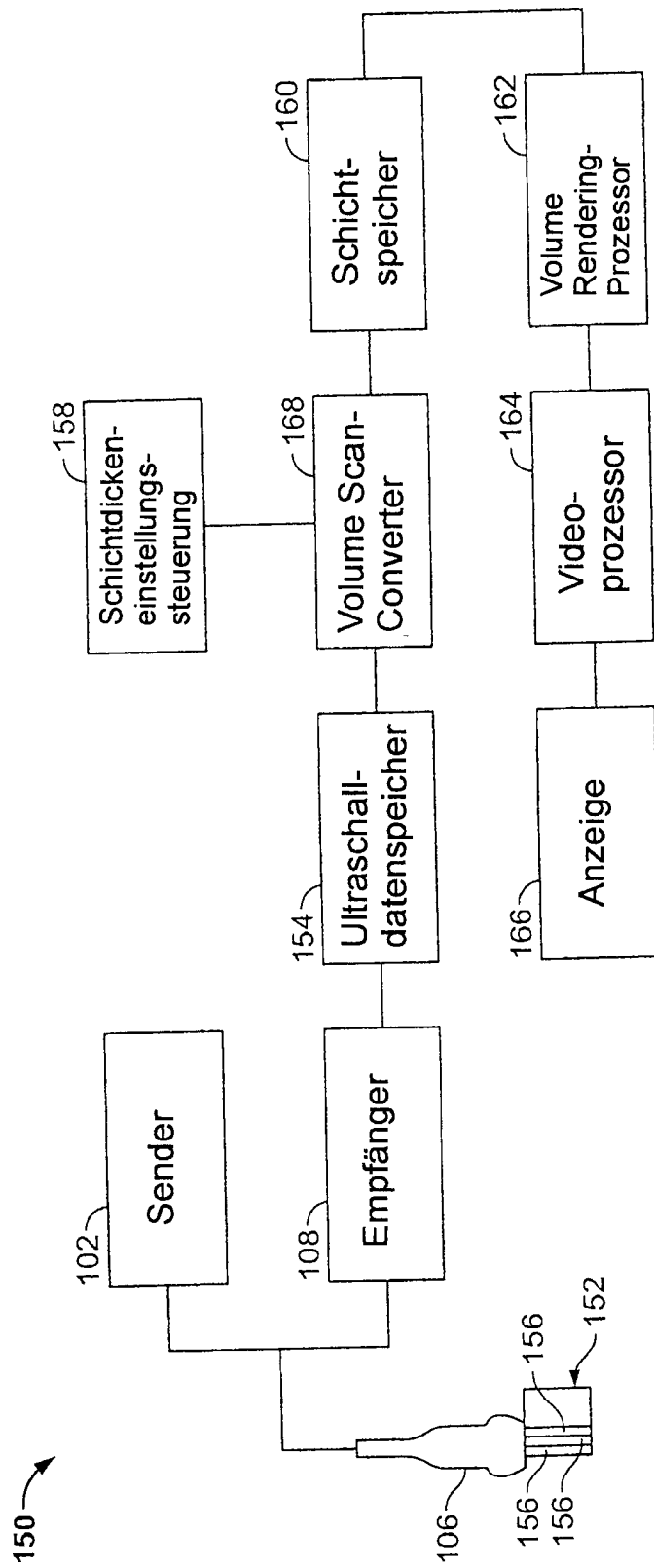


FIG. 2

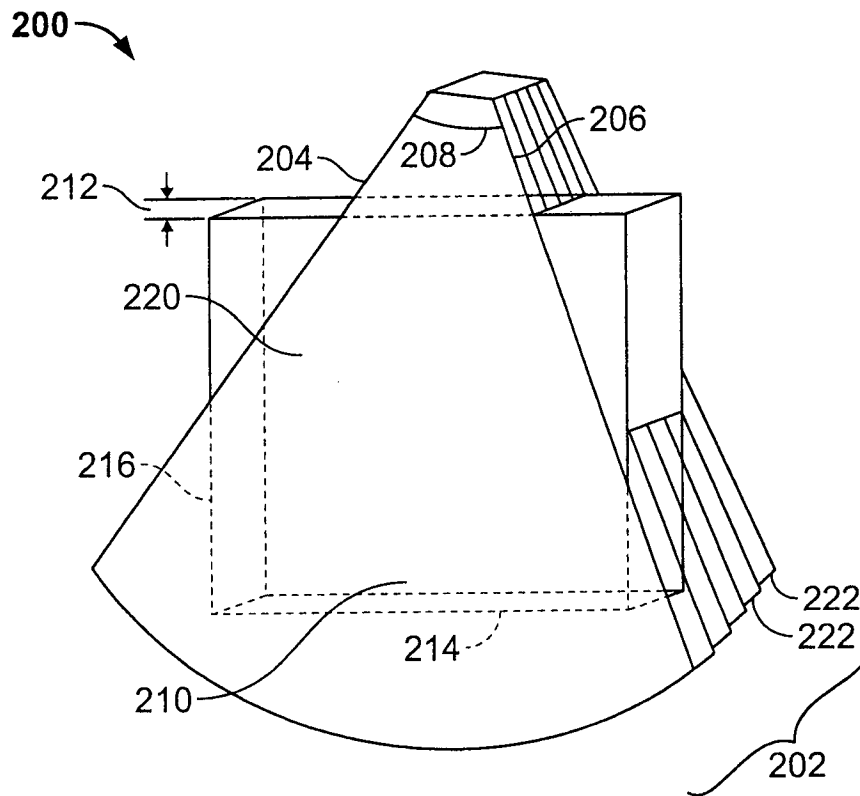


FIG. 3

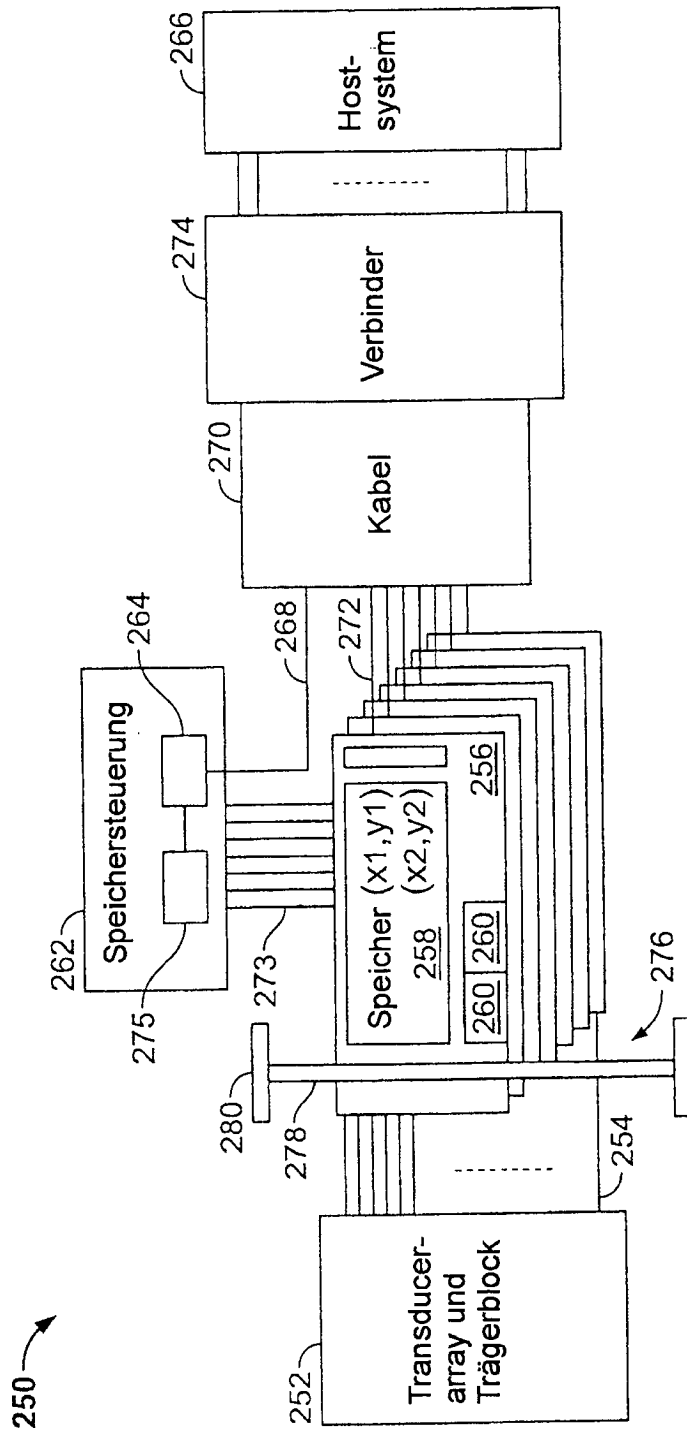


FIG. 4

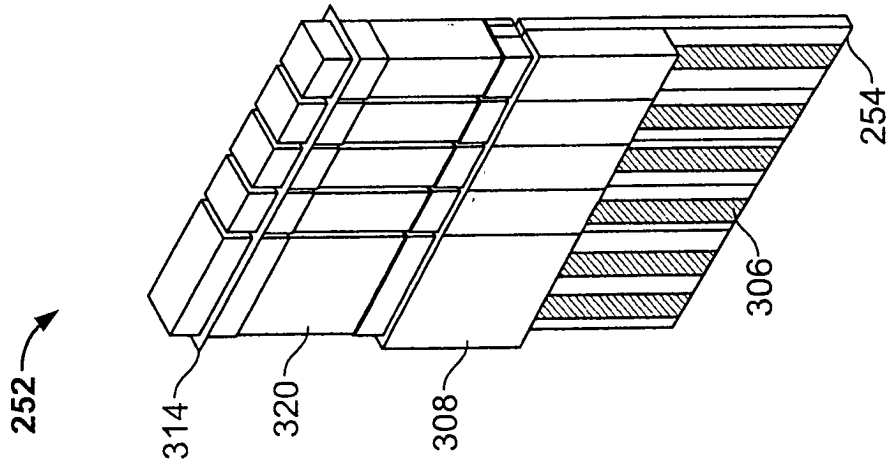


FIG. 6

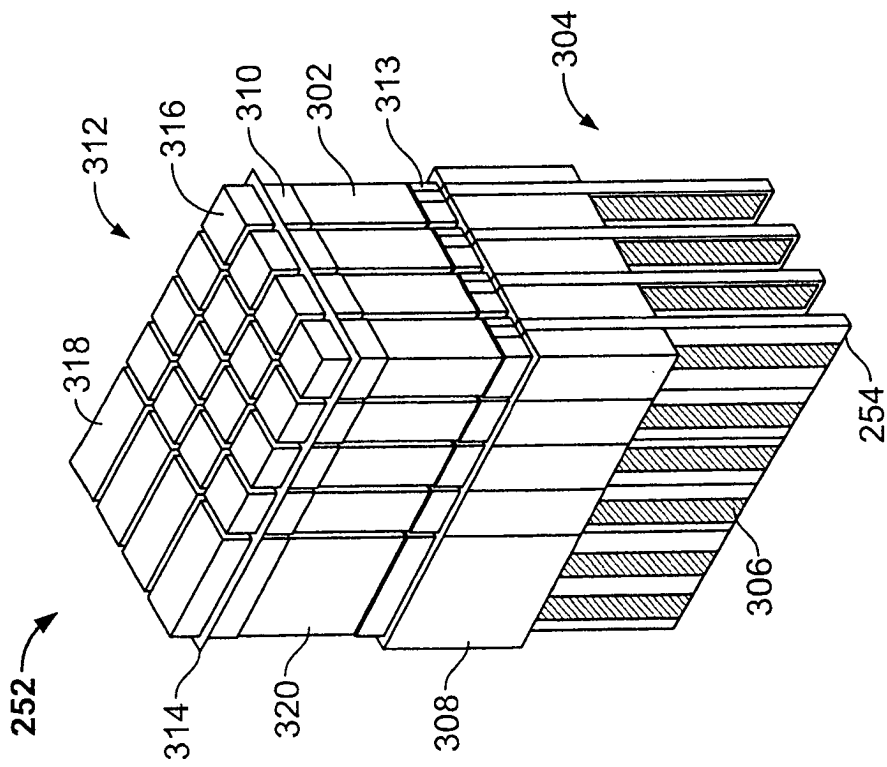


FIG. 5

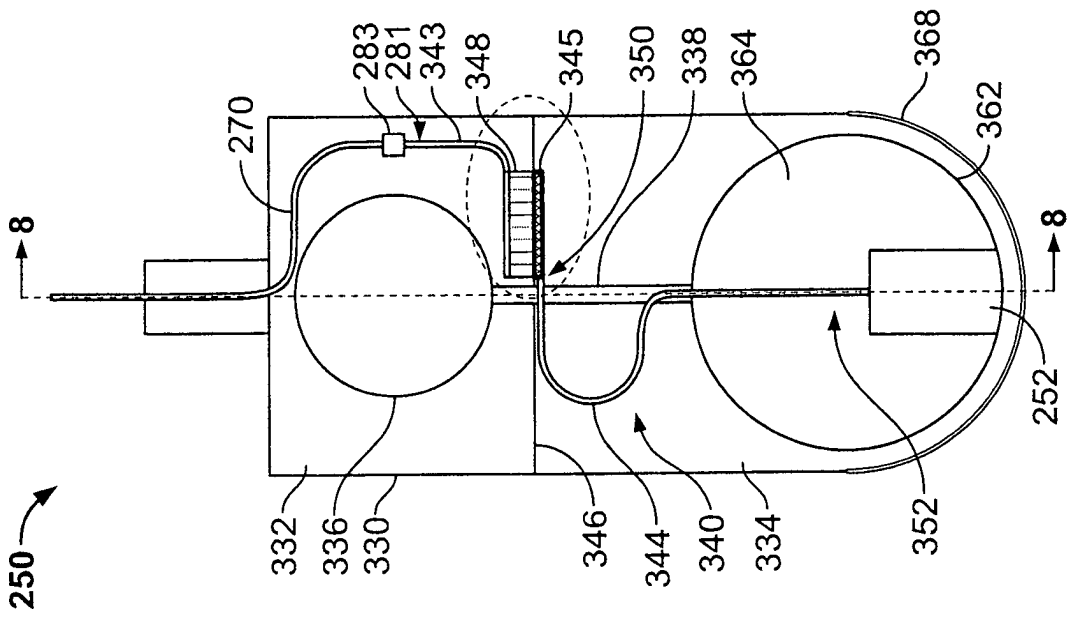


FIG. 7

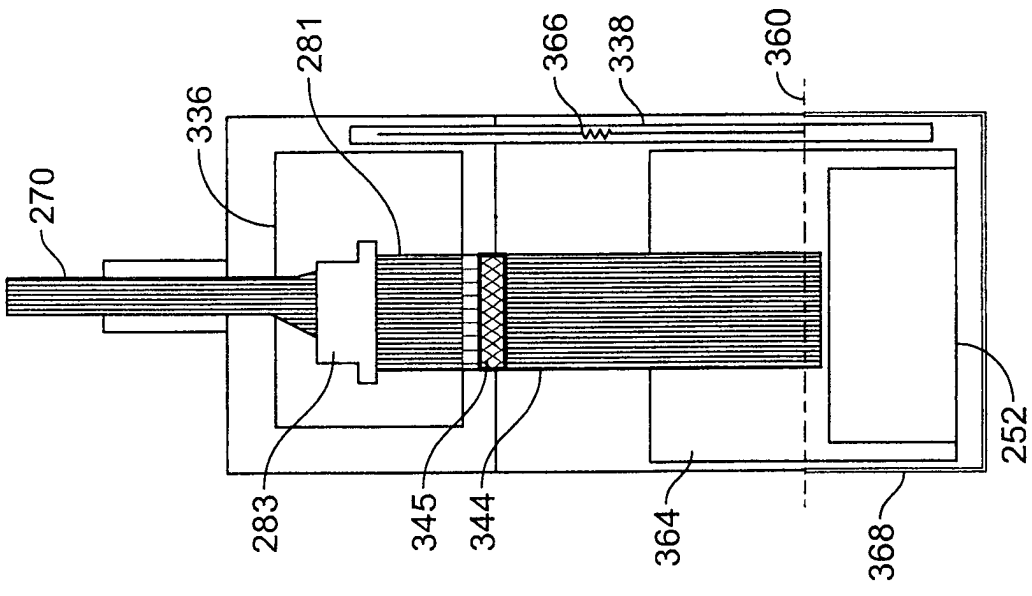


FIG. 8

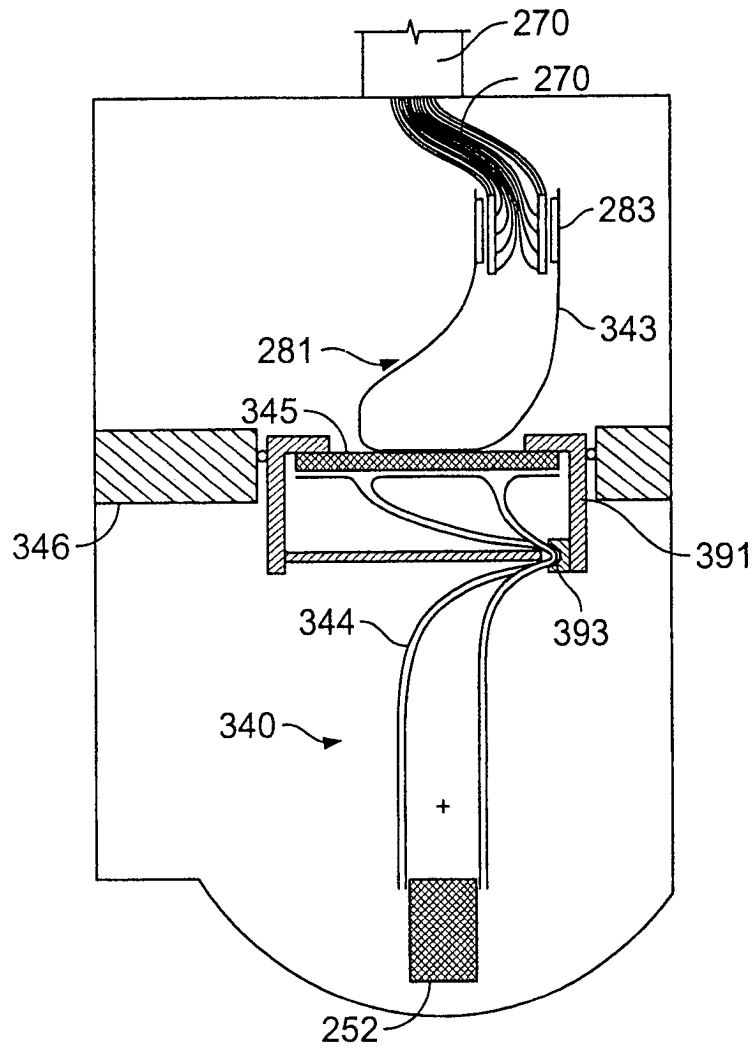


FIG. 9

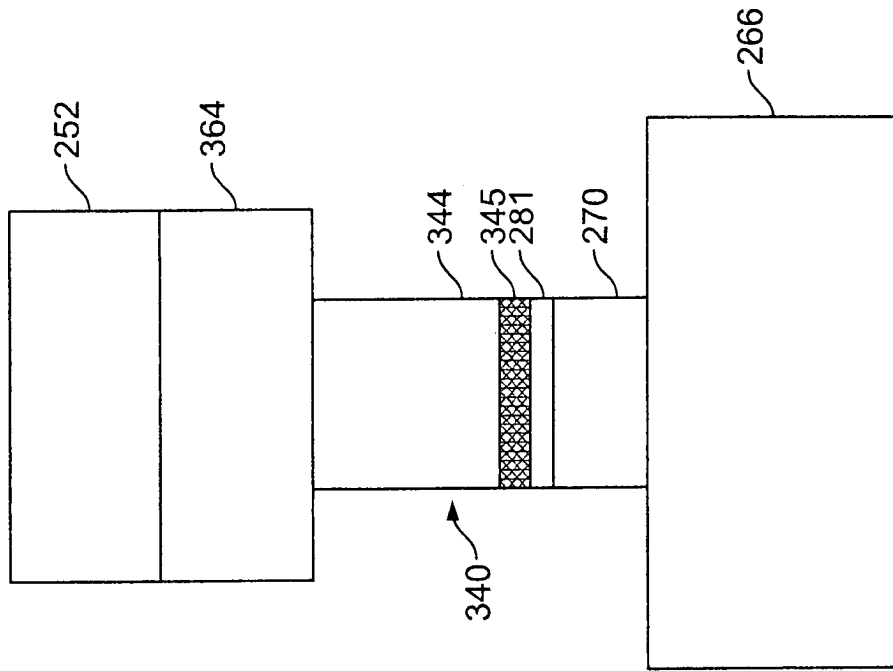


FIG. 11

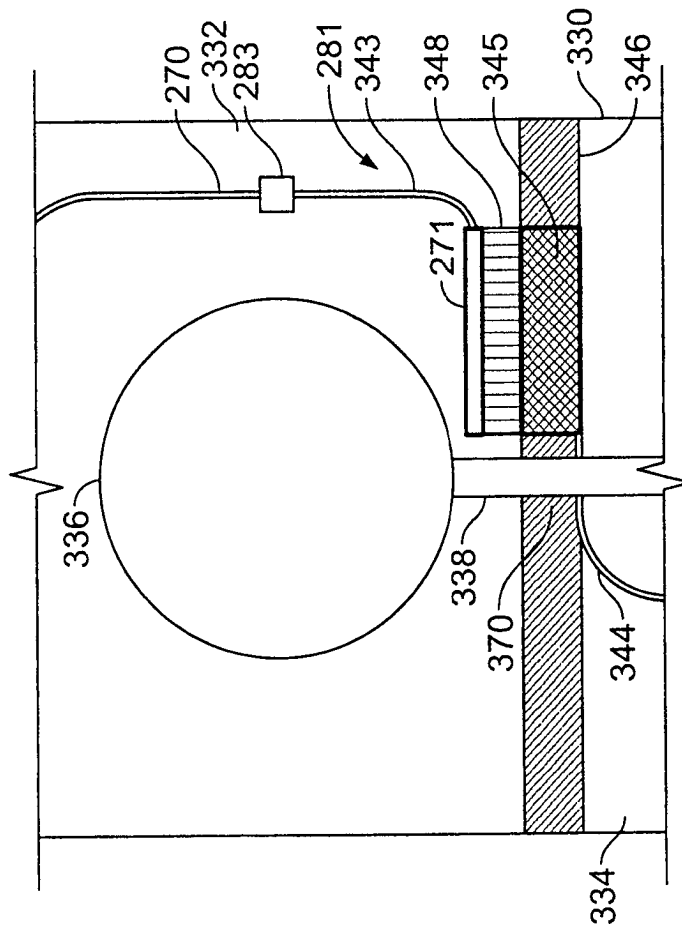


FIG. 10

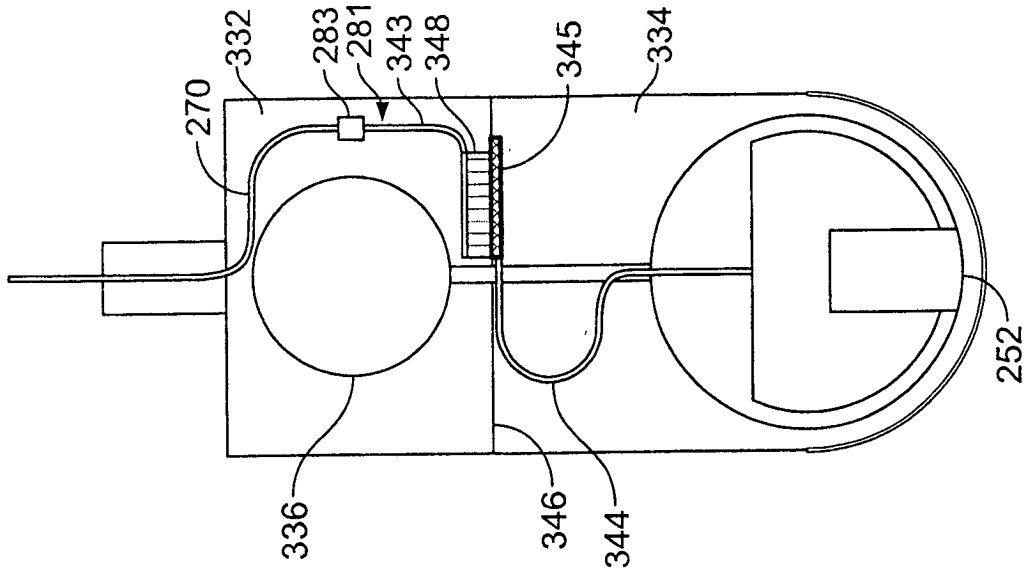


FIG. 13

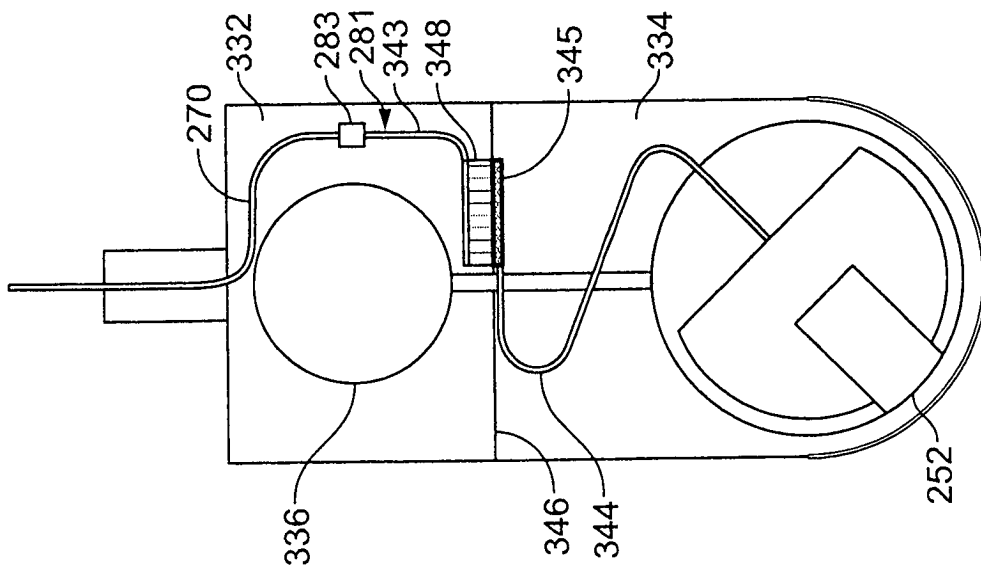


FIG. 12

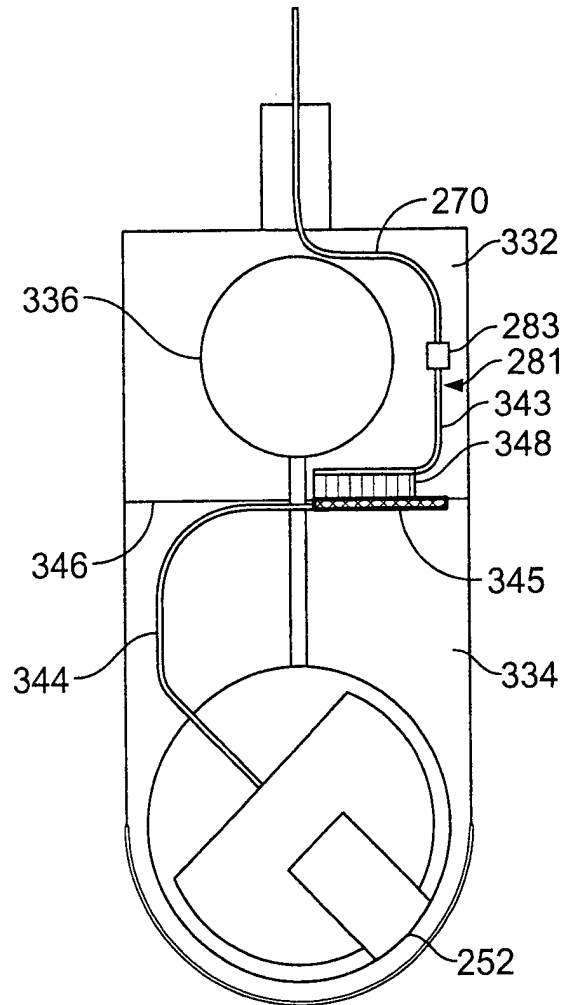


FIG. 14