



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 006 586.2**  
(22) Anmelddatag: **02.02.2010**  
(43) Offenlegungstag: **07.10.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **15.09.2022**

(51) Int Cl.: **A61B 8/00 (2006.01)**  
**F16M 11/26 (2006.01)**  
**F16M 11/42 (2006.01)**  
**A61B 90/00 (2016.01)**  
**B25J 9/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

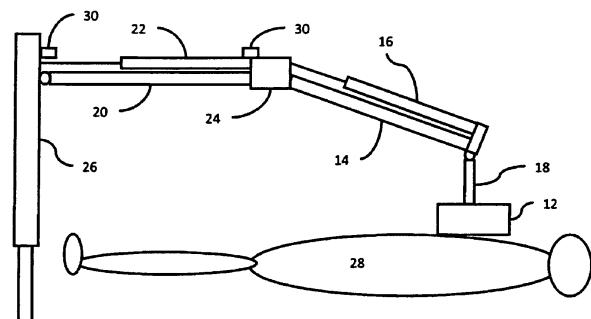
(30) Unionspriorität: <b>12/369,177</b>	<b>11.02.2009</b>	<b>US</b>
(73) Patentinhaber: <b>Siemens Medical Solutions USA, Inc., Malvern, Pa., US</b>		
(74) Vertreter: <b>Horn Kleimann Waitzhofer Patentanwälte PartG mbB, 80339 München, DE</b>		

(72) Erfinder:  
**Panda, Satchi, Fremont, California, US; Schmidt,  
Martin, 91448 Emskirchen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US** **2005 / 0 193 451 A1**

(54) Bezeichnung: **Haltearm für Ultraschalluntersuchungen**

(57) Hauptanspruch: System für Ultraschalluntersuchungen, wobei das System Folgendes umfasst:  
einen Ultraschalltransducer (12);  
einen ersten Haltearm (14), der mit dem Ultraschalltransducer (12) verbunden ist, wobei der erste Haltearm (14) beweglich ist;  
eine Widerstandsvorrichtung (16), die dafür ausgelegt ist, weniger als die auf den ersten Haltearm (14) einwirkende Schwerkraft derart aufzuheben, dass die Schwerkraft zwar bewirkt, dass der Ultraschalltransducer (12) auf einen Patienten (28) drückt, jedoch mit einer Kraft, die geringer ist als die auf den ersten Haltearm (14) einwirkende Schwerkraft;  
einen zweiten Haltearm (20), der mit dem ersten Haltearm verbunden ist, wobei die Verbindung des zweiten Haltearms (20) mit dem ersten Haltearm (14) drehbar um eine Achse des zweiten Haltearms (20), um ein Scharnier (24) schwenkbar oder sowohl drehbar als auch schwenkbar ist; und  
eine Bremsvorrichtung (30), die dafür ausgelegt ist, den zweiten Haltearm (20) in einer Position festzustellen, während der erste Haltearm (14) dazu dient, einen durch die Kraft erzeugten Druck auf den Patienten (28) auszuüben; dadurch gekennzeichnet, dass der erste Haltearm (14) während eines Stromausfalls beweglich ist, während der zweite Haltearm (20) festgestellt ist.



**Beschreibung****Hintergrund**

**[0001]** Die vorliegenden Ausführungsformen betreffen einen Haltearm für Ultraschalluntersuchungen. Für eine Untersuchung mithilfe von Ultraschall hält ein die Ultraschalluntersuchung Durchführender einen Ultraschalltransducer in der gewünschten Position. Das Halten des Ultraschalltransducers kann jedoch aufgrund der Gewichtsbelastung, einer unbequemen Körperhaltung für den Untersuchenden oder Ablenkung durch Betrachten eines Ultraschallbildes schwierig sein.

**[0002]** Roboter- oder andere Haltearme können eingesetzt werden, um den Untersuchenden zu unterstützen. Beispielsweise hält eine Scherenarmkonstruktion den Ultraschalltransducer in der Nähe eines Patienten für eine Volumen-Ultraschalluntersuchung. Reibungseingriff oder ein anderer Widerstand in der Scherenarmkonstruktion sorgt für ein annäherndes Gleichgewicht im Hinblick auf das Gewicht. Mithilfe von Griffen an dem Ultraschalltransducer positioniert der Untersuchende den Ultraschalltransducer am Patienten, beispielsweise über einer Brust. Sobald der Ultraschalltransducer positioniert ist, veranlasst der Untersuchende die Ultraschallaufnahme. Ein Volumen des Patienten wird abgetastet. Für eine erfolgreiche Aufnahme wird der Kontakt zwischen dem Ultraschalltransducer und dem Patienten aufrecht erhalten. Der Untersuchende übt Druck aus.

**[0003]** Die US 2005 / 0 193 451 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Tragen einer Last während einer medizinischen Prozedur, aufweisend eine Basis, einen gelenkigen Arm aufweisend ein distales Ende und ein in bewegbarer Weise an der Basis gesichertes proximales Ende, zumindest einen mit dem Arm gekoppelten Positionsgeber, eine Aufnahme an dem distalen Ende zum Tragen eines Effektors, ein Mittel zum Lastausgleichen des Arms, wenn der Effektor wirkverbunden ist, und ein mit dem Positionsgeber gekoppeltes Steuergerät zum Verfolgen der Position des Arms in Echtzeit. Dabei ist das Steuergerät eine Regelungsvorrichtung, die geeignet ist, eine Orientierung des Arms in Echtzeit zu verfolgen. Dabei ist der Behandlungskopf ein mit hoher Intensität fokussierender Ultraschalltransducer. Dabei befindet sich der zumindest eine Positionsgeber in elektronischer Kommunikationsverbindung mit einem Computer, und steuert der Computer das Lastausgleichsmittel. Dabei ist der zumindest eine Positionsgeber ein Rotationsgeber, welcher bzw. welche in zumindest eine Verbindung des gelenkigen Arms integriert ist.

**Kurze Zusammenfassung**

**[0004]** Zum Zwecke der Vorstellung beinhalten die nachstehend beschriebenen bevorzugten Ausfüh-

rungsformen ein Verfahren, Systeme, Ultraschalltransducer und Ständer für Ultraschalluntersuchungen. Ein Ultraschalltransducer ist mit einem Haltearm verbunden. Der Haltearm hält während der Ultraschallaufnahme nur einen Teil von dessen Gewicht, auch in einem festgestellten Zustand. Der Haltearm kann während der Positionierung neutral elastisch oder im Gleichgewicht sein oder nicht, ist jedoch während der Ultraschallaufnahme nicht im Gleichgewicht. Indem er während der Ultraschallaufnahme nur einen Teil des Gewichts oder weniger als das gesamte Gewicht hält, ermöglicht der Haltearm eine Abwärtsbewegung oder Druck, jedoch weniger als den Druck, der ohne jeden Widerstand durch die auf den Haltearm einwirkende Schwerkraft bewirkt würde.

**[0005]** Gemäß einem ersten Aspekt wird ein System für Ultraschalluntersuchungen bereitgestellt. Das System umfasst Folgendes: einen Ultraschalltransducer; einen ersten Haltearm, der mit dem Ultraschalltransducer verbunden ist, wobei der erste Haltearm beweglich ist; eine Widerstandsvorrichtung, die dafür ausgelegt ist, weniger als die auf den ersten Haltearm einwirkende Schwerkraft derart aufzuheben, dass die Schwerkraft zwar bewirkt, dass der Ultraschalltransducer auf einen Patienten drückt, jedoch mit einer Kraft, die geringer ist als die auf den ersten Haltearm einwirkende Schwerkraft; einen zweiten Haltearm, der mit dem ersten Haltearm verbunden ist, wobei die Verbindung des zweiten Haltearms mit dem ersten Haltearm drehbar um eine Achse des zweiten Haltearms, um ein Scharnier schwenkbar oder sowohl drehbar als auch schwenkbar ist; und eine Bremsvorrichtung, die dafür ausgelegt ist, den zweiten Haltearm in einer Position festzustellen, während der erste Haltearm dazu dient, einen durch die Kraft erzeugten Druck auf den Patienten auszuüben; wobei der erste Haltearm während eines Stromausfalls beweglich ist, während der zweite Haltearm festgestellt ist.

**[0006]** Gemäß einem zweiten Aspekt wird ein Verfahren bereitgestellt, um einen Ultraschalltransducer zu halten. Mindestens eine Bremsvorrichtung ist dafür ausgelegt, eine Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer in einer Position zu halten, um eine Aufnahme von einem Patienten zu erstellen. Mindestens ein Teil der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer ist in mindestens einer Dimension beweglich, während die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer festgestellt ist. Ein der Schwerkraft entgegenwirkender Widerstand in dem einen Teil ist derart auf Ungleichgewicht eingestellt, dass der eine Teil aufgrund der Schwerkraft gegen den Patienten drückt.

**[0007]** Gemäß einem dritten Aspekt kann ein System für Ultraschalluntersuchungen bereitgestellt werden. Eine Mehrzahl von Verbindungsgliedern ist rela-

tiv zueinander beweglich. Ein Ultraschalltransducer ist mit einem ersten der Mehrzahl von Verbindungsgliedern verbunden. Ein erster Verbindungsgliedhalter dient dazu, ein zweites oder das erste der Mehrzahl von Verbindungsgliedern in einer stabilen Position zu halten. Ein zweiter Verbindungsgliedhalter ist so ausgelegt, dass er eine Abwärtsbewegung zulässt und einer Bewegung des zweiten oder des ersten der Mehrzahl von Verbindungsgliedern, welches von dem durch den ersten Verbindungsgliedhalter gehaltenen Verbindungsglied verschieden ist, einen Widerstand entgegengesetzt. Eine einstellbare Kraftaufbringvorrichtung ist dafür ausgelegt, eine Größe des Widerstands gegen die Bewegung des zweiten Verbindungsgliedhalters zu verändern.

**[0008]** Gemäß einem vierten Aspekt wird ein Verfahren bereitgestellt, um einen Ultraschalltransducer einzusetzen. Das Verfahren umfasst: Positionieren eines Ultraschalltransducers, der mit der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer verbunden ist, an der Brust des Patienten durch einen Benutzer; Feststellen der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer; Drücken des Ultraschalltransducers gegen die Brust in Abhängigkeit von der Einstellung von Ungleichgewicht; und Abtasten der Brust mit dem Ultraschalltransducer.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung ist durch die nachstehenden Patentansprüche definiert, und die Ausführungen in diesem Abschnitt sind nicht als Einschränkungen dieser Patentansprüche zu verstehen. Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden im Zusammenhang mit den bevorzugten Ausführungsformen beschrieben.

#### Figurenliste

**[0010]** Die Elemente und die Abbildungen sind nicht in jedem Fall maßstabsgetreu, vielmehr wurde das Hauptaugenmerk auf die Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung gelegt. Darüber hinaus bezeichnen in den Abbildungen gleiche Bezugszeichen einander entsprechende Teile in den verschiedenen Darstellungen.

**Abb. 1** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Systems für Ultraschalluntersuchungen;

**Abb. 2** veranschaulicht eine einstellbare Kraftaufbringvorrichtung zum Verändern einer Größe des Widerstands gemäß einer Ausführungsform;

**Abb. 3** veranschaulicht eine weitere Ausführungsform eines Systems für Ultraschalluntersuchungen mit einem Monitor auf einer Haltekonstruktion; und

**Abb. 4** ist ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Halten eines

Ultraschalltransducers und Arbeiten mit dem gehaltenen Ultraschalltransducer.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen und der derzeit bevorzugten Ausführungsformen

**[0011]** Anstatt ein Haltesystem zu verwenden, das mit der Schwerkraft im Gleichgewicht gehalten wird, wird Ungleichgewicht verwendet. Dieses Ungleichgewicht wird ausschließlich während der Untersuchung bereitgestellt, kann jedoch auch zu anderen Zeiten bereitgestellt werden (beispielsweise während der Positionierung oder nach der Verwendung für die Wegbewegung von einem Patienten). Feder- oder Gasdruckfedersysteme wirken einem Teil des Gewichts, jedoch nicht dem gesamten Gewicht entgegen. Die beweglichen Schäfte können blockiert oder gebremst sein. Eine Drehachse oder eine Hebeachse in dem Gesamtsystem ist nicht gebremst. Der Verzicht auf das Bremsen an einer oder mehreren Achse(n) ermöglicht es, durch ein beabsichtigtes Fehlen von Gleichgewicht einen gewissen zusätzlichen Anpressdruck an das Objekt auszuüben. Der Anpressdruck wird bereitgestellt, ohne dass der Benutzer Druck ausübt. Dies kann den Kontakt zwischen dem Objekt und dem Ultraschalltransducer erhöhen.

**[0012]** Das teilweise Halten, wie beispielsweise für eine Achse bei vollem Gleichgewicht für die übrigen Achsen, erlaubt dem Untersuchenden eine einfache Positionierung. Die Haltekonstruktion wirkt während der Positionierung einem Teil des Gewichts oder dem gesamten Gewicht entgegen. Sobald die Position für die Untersuchung erreicht ist, wird die von dem Untersuchenden gewünschte Position während des Aufnahmevergangs sichergestellt, indem die Haltekonstruktion festgestellt wird. Fehlerhafte Aufnahmen aufgrund einer Veränderung der Position oder Neigung während der Aufnahme werden so vermieden. Durch die Nichteinstellung des Gewichtsgleichgewichts an einer Achse (beispielsweise der Senkrechten) kann das Gewicht des Systems selbst (beispielsweise eines oder mehrerer Haltearme(s), eines eventuellen Monitors und des Ultraschalltransducers) genutzt werden, um den Ultraschalltransducer gegen das zu untersuchende Objekt zu drücken. Das System verfügt über ausreichend Spiel, den vorgesehenen oder gewünschten Druck auf das Objekt auch dann auszuüben, wenn sich das Objekt bewegt, beispielsweise etwa bei Bewegung aufgrund von Atemtätigkeit.

**[0013]** **Abb. 1** zeigt eine Ausführungsform eines Systems für Ultraschalluntersuchungen. Das System ist für Ultraschalluntersuchungen der Brust vorgesehen, kann jedoch auch für andere Arten von Untersuchungen eingesetzt werden. Das System beinhaltet eine Haltearmkonstruktion, wie beispielsweise den Ultraschalltransducer 12, die Haltearme 14, 18,

20, 26, die Bremsvorrichtungen 30, die Widerstandsvorrichtungen 16, 22 und das Scharnier 24. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind einige mehrfach vorhandene Komponenten nicht dargestellt, beispielsweise etwa eine Widerstandsvorrichtung in oder an dem Haltearm 26, Bremsvorrichtungen an anderen Verbindungsstellen als zwischen den Haltearmen 14, 20 und Scharniere 24 an anderen Verbindungsstellen als zwischen den Haltearmen 14, 20. Weitere, andere oder weniger Komponenten können bereitgestellt werden. Beispielsweise wird eine beliebige Anzahl von Haltearmen 14, 18, 20, 26 bereitgestellt, beispielsweise etwa nur ein einzelner, nur zwei, nur drei oder mehr als vier. Als weiteres Beispiel ist die Bremsvorrichtung 30 Bestandteil der Widerstandsvorrichtung 22. In einem anderen Beispiel ist ein Ultraschall-Bildgebungssystem der Haltekonstruktion benachbart oder mit dieser verbunden.

**[0014]** Der Ultraschalltransducer 12 besteht aus einem Array von Transducerelementen in einem Transducergehäuse. Die Elemente sind als ein ein- oder zweidimensionales Array von Transducerelementen angeordnet. Es kann eine elektronische oder mechanische Steuerung der Transducerelemente verwendet werden. Beispielsweise ist das Array von Transducerelementen ein Wobbler-Array. Als weiteres Beispiel ist das Array von Transducerelementen ein zweidimensionales Array. Das Array von Transducerelementen ist flach oder gekrümmmt.

**[0015]** Das Transducergehäuse kann Handgriffe für die Positionierung des Ultraschalltransducers 12 in einer gewünschten Position besitzen oder nicht. Das Transducergehäuse beinhaltet eine Blase. Die Blase ist mit einer Unterseite verbunden, sodass sie zwischen dem Patienten und dem Array positioniert wird. Die Blase ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, beispielsweise einer Flüssigkeit mit geringen akustischen Dämpfungseigenschaften oder einer ähnlichen akustischen Impedanz wie der Patient. Die Blase passt sich den Konturen des Patienten an und stellt dabei gleichzeitig einen Akustikpfad von dem Array von Transducerelementen zu dem Patienten bereit. In alternativen Ausführungsformen wird keine Blase bereitgestellt. Der akustische Kontakt wird durch das Auftragen eines Gels am Patienten oder an dem Ultraschalltransducer 12 bereitgestellt. Anstelle der Blase kann eine Membran verwendet werden.

**[0016]** Der Ultraschalltransducer 12 ist mit den Haltearmen 14, 18, 20 und 26 verbunden. Der Ultraschalltransducer 12 ist direkt mit dem Haltearm 18 verbunden. Der Ultraschalltransducer 12 kann direkt mit anderen oder weiteren Haltearmen 14, 18, 20 oder 26 verbunden sein. Die Verbindung wird von einem Kugelgelenk gebildet, das eine relative Drehung des Ultraschalltransducers 12 um den Haltearm 18 erlaubt. Alternativ ist die Verbindung eine

Scharnier- oder eine sonstige drehbare, ausziehbare oder bewegliche Verbindung. Die Verbindung kann eine Bremsvorrichtung beinhalten beispielsweise eine Rastklappenkonstruktion, einen Stift, eine Bremsbacke oder eine andere Vorrichtung, um den Ultraschalltransducer 12 lösbar in einer Position relativ zu dem Haltearm 18 festzustellen. In anderen Ausführungsformen ist die Verbindung starr, sodass sie keinerlei relative Bewegung zwischen dem Haltearm 18 und dem Ultraschalltransducer 12 zulässt.

**[0017]** Die Haltearme 18, 14, 20 und 26 bestehen aus Metall, Kunststoff, Fiberglas, Holz oder Kombinationen davon oder aus anderen Materialien. Die Haltearme 18, 14, 20 und 26 haben eine beliebige Länge, Form oder Größe. Beispielsweise ist der Haltearm 18 ein röhrenförmiges Verbindungsglied, das eine relativ geringe Länge aufweist. Als weiteres Beispiel weisen die Haltearme 14 und 20 quadratische oder rechteckige Querschnitte mit oder ohne hohlen Innenraum auf. In einem weiteren Beispiel ist der Haltearm 26 aus ineinander geschachtelten Zylindern gebildet. Die Haltearme 14, 18, 20, 26 sind Verbindungsglieder mit derselben oder unterschiedlicher Bauform. Die Haltearme 14, 18, 20, 26 können gleich oder voneinander verschieden sein. Jede beliebige Kombination von Haltearmtypen kann verwendet werden.

**[0018]** Das Scharnier 24 ist ein Kugelgelenk, ein Faltgelenk, ein Bandgelenk oder eine andere Art von Gelenk zum Verbinden der Verbindungsglieder. Beispielsweise ist das Scharnier 24 eine Platte mit 4 Löchern, die eine drehbare Verbindung mit den Haltearmen 14, 20 und den entsprechenden Widerstandsvorrichtungen 16, 22 ermöglicht. In anderen Ausführungsformen wird das Scharnier 24 durch die Verbindung von zwei oder mehr Haltearmen 14, 18, 20, 26 gebildet, etwa als ein Stift, der sich durch Löcher in zwei Haltearmen 14, 20 erstreckt.

**[0019]** Das Scharnier 24 und die Haltearme 14, 18, 20, 26 lassen relative Bewegung zu. Bei der Bewegung kann es sich um eine Drehung um eine Achse des Verbindungsgliedes, eine Drehung eines Verbindungsgliedes in einem Winkel zu einem anderen Verbindungsglied (beispielsweise um ein Scharnier) und/oder eine Verlängerung bzw. Verkürzung entlang der Achse eines Verbindungsgliedes handeln. Bei einer Ausführungsform ermöglicht die Haltekonstruktion, den Ultraschalltransducer 12 in einer beliebigen Position innerhalb eines Volumens rund um die Basis der Haltekonstruktion zu positionieren. Einer oder mehrere der Haltearme 14, 18, 20, 26 ist/sind in einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung (beispielsweise vertikal) beweglich. Eine Bewegung in andere Richtungen kann alternativ oder zusätzlich hierzu bereitgestellt werden.

**[0020]** Die Haltekonstruktion, beispielsweise der Halteam 20, ist auf eine andere Konstruktion aufgesetzt. Beispielsweise wird der Halteam 20 ohne den Halteam 26 an einer Wand, einer Zimmerdecke, einem Wand- oder Bodenschlitten, einem Bildgebungssystem oder an einer anderen Stelle befestigt. Diese Befestigung erfolgt mittels eines Scharniers oder starr. Als weiteres Beispiel wird der Halteam 26 am Boden oder an der Zimmerdecke oder an einem Schlitten angebracht. Bei einer anderen Ausführungsform ist der Halteam freistehend.

**[0021]** Bei einer Ausführungsform bilden die Haltearme 14, 18, 20, 26 eine Haltekonstruktion ähnlich einer solchen für die Positionierung von zahnärztlichen, Röntgen- oder sonstigen Instrumenten relativ zu einem Patienten oder wie auch dafür verwendet. Jede beliebige derzeit bekannte oder künftig entwickelte Haltekonstruktion kann verwendet werden. Bei einer anderen Ausführungsform ist die Haltekonstruktion eine Robotervorrichtung. Ein oder mehrere Motor(en) bewegt/bewegen die Haltekonstruktion oder Teile der Haltekonstruktion.

**[0022]** Die Bremsvorrichtung 30 ist eine Bremsbremse, eine Rastklunkenkonstruktion, ein Stift, ein Zahnräder, ein Motor oder eine andere Vorrichtung, mit der die Verbindungsglieder und/oder Scharniere 24 in ihrer relativen Position festgestellt werden können. Ein Motor, beispielsweise ein Servomotor, kann bereitgestellt werden, um die Bremsvorrichtung 30 in Eingriff bzw. außer Eingriff zu bringen. Alternativ oder zusätzlich hierzu wird die Bremsvorrichtung 30 von Hand in Eingriff oder außer Eingriff gebracht. Bei einer Ausführungsform ist die Bremsvorrichtung 30 ein Ventil, ein Stift oder eine andere Konstruktion zum Feststellen der Widerstandsvorrichtung 16, 22. Beispielsweise bewirkt ein beweglicher Stift, dass eine Gasdruckfeder festgestellt wird.

**[0023]** Die Bremsvorrichtung 30 hält die Verbindungsglieder in ihrer relativen Position. Beispielsweise hält die Bremsvorrichtung 30 den Halteam 20 in einer relativen Position zu dem Halteam 26 und dem Scharnier 24/Halteam 14. Die Bremsvorrichtung 30 ist ein Verbindungsgliedhalter, der dazu dient, eines oder mehrere der Verbindungsglieder in einer stabilen Position zu halten. Die Bremsvorrichtung 30 stellt die Position eines oder mehrerer der Haltarme 14, 18, 20, 26 fest.

**[0024]** Die Bremsvorrichtung 30 ist am Ende des Haltearms 20 neben dem Scharnier 24 dargestellt. Weitere Bremsvorrichtungen sind an anderen Stellen angeordnet, beispielsweise an anderen Scharnieren (beispielsweise Gelenken) oder relativ beweglichen Stellen. Ein oder mehrere Gelenk(e) kann/können frei von einer Bremsvorrichtung 30 sein. Beispielsweise beinhaltet die Haltekonstruktion die Bremsvorrichtung 30, um ein Scharnier 24 oder einen Halte-

arm 20 in einer Position festzustellen, während ein anderer Halteam 14 nicht festgestellt oder frei ist, sodass er sich in dem durch die Widerstandsvorrichtung 16 zugelassenen Rahmen bewegt, um Druck auszuüben.

**[0025]** Die Widerstandsvorrichtungen 16, 22 bestehen aus Federn, Gasdruckfedern, Druckkissen, Reibungsflächen oder anderen Vorrichtungen, um der Schwerkraft und/oder einer Bewegung entgegen zu wirken. Eine oder mehrere Widerstandsvorrichtung(en) 16, 22 wird/werden für jedes Verbindungsglied bereitgestellt. Alternativ kann eine Widerstandsvorrichtung für ein oder mehrere Verbindungsglied(er) 16, 22 verwendet werden. Die Widerstandsvorrichtungen 16, 22 sind neben den Verbindungsgliedern angeordnet, können jedoch auch innerhalb der Verbindungsglieder oder in einem Abstand davon angeordnet sein.

**[0026]** Die Widerstandsvorrichtungen 16, 22 wirken den Effekten der Schwerkraft auf die gesamte oder Teile der Haltekonstruktion entgegen, indem sie als Verbindungsgliedhalter fungieren. Beispielsweise beinhaltet der Halteam 26 einen Druckluftzylinder oder eine Gasdruckfeder, um der auf den Rest der Haltekonstruktion und den Ultraschalltransducer 12 einwirkenden Schwerkraft entgegen zu wirken. Der Widerstand befindet sich im Wesentlichen im Gleichgewicht mit dem Gewicht der gesamten Haltekonstruktion, die durch den Halteam 26 gehalten wird. „Im Wesentlichen“ lässt Toleranzen zu, sodass die Widerstandsvorrichtung die Haltekonstruktion langsam (beispielsweise über mehrere Minuten oder Stunden) anheben oder langsam absenken kann, bedingt durch das Gewicht, wenn sie nicht festgestellt ist. Als ein weiteres Beispiel befindet sich die Widerstandsvorrichtung 22 im Wesentlichen im Gleichgewicht mit dem Gewicht des Haltearms 20 und anderer Komponenten, die zwischen dem Halteam 20 und dem Ultraschalltransducer 12 angebracht sind. Der Widerstand reicht aus, um den Effekten der Schwerkraft entgegen zu wirken. In einem anderen Beispiel wirkt die Widerstandsvorrichtung 16 dem Gewicht der Haltarme 14, 18 und des Ultraschalltransducers 12 entgegen.

**[0027]** Eine oder mehrere Widerstandsvorrichtung(en) 16, 22, 26 kann/können auf Ungleichgewicht eingestellt sein. Beispielsweise ist die Widerstandsvorrichtung 16 am Haupthaltteam 14, die dem Ultraschalltransducer 12 am nächsten liegt, auf Ungleichgewicht eingestellt. Als weiteres Beispiel ist die Widerstandsvorrichtung im Basishaltteam 26 auf Ungleichgewicht eingestellt. Der Basishaltteam 26 ermöglicht bei einer Ausführungsform eine Bewegung in Aufwärts- und Abwärtsrichtung ohne Drehung aus der Vertikalen heraus. Die Gasdruckfeder oder der Gasdruckdämpfer, die/der in dem Basishaltteam 26 zum Einsatz kommt, kann festgestellt

und/oder auf Ungleichgewicht eingestellt werden. In anderen Beispielen werden zwei oder mehr Widerstandsvorrichtungen 16, 22 auf Ungleichgewicht eingestellt, sodass sie zusammenwirken, um Druck für die Untersuchung bereitzustellen.

**[0028]** Das Einstellen von Ungleichgewicht beinhaltet eine derartige Justage, Bemessung oder Auswahl, dass kein Gleichgewicht besteht. Weniger als der gesamte Betrag einer Kraft, die aus der Schwerkraft resultiert, welche auf den Halteam einwirkt, wird aufgehoben. Aufgrund der Einstellung von Ungleichgewicht bewirkt die Schwerkraft, dass der Ultraschalltransducer 12 gegen ein zu untersuchendes Objekt drückt oder sich abwärts bewegt, wenn er das Objekt nicht berührt. Die Einstellung von Ungleichgewicht kann eine Bewegung zwischen Extremen im Bereich einer verfügbaren Bewegung über mehrere Minuten oder weniger zulassen. Die Einstellung von Ungleichgewicht kann eine Kraft bzw. Druckkraft von dreizehn oder mehr Newton zulassen, in Abhängigkeit von der Größe des zu untersuchenden Objekts und anderen Überlegungen. Die auf Ungleichgewicht eingestellte Widerstandsvorrichtung 16 wirkt einem Teil der Effekte der Schwerkraft entgegen, sodass ein Druck aufgrund der Schwere des Ultraschalltransducers 12 gegen den Patienten 28 geringer ist als derjenige, der durch die auf den Halteam einwirkende Schwerkraft ohne die Widerstandsvorrichtung 16 bewirkt würde. Wenn der Rest der Haltekonstruktion festgestellt ist, ermöglicht die auf Ungleichgewicht eingestellte Widerstandsvorrichtung 16 Druck auf den Patienten 28 oder eine Abwärtsbewegung des Ultraschalltransducers 12. Eine Bewegung in andere Richtungen ist gesperrt oder wird durch die Schwerkraft verhindert.

**[0029]** Der Druck wird ausgeübt, ohne dass eine Rückmeldung von einem Drucksensor erfolgt. Allein die Einstellung von Ungleichgewicht macht die Anwendung von Druck möglich. Beispielsweise erlaubt auch bei einem Stromausfall die entriegelte, jedoch auf Ungleichgewicht eingestellte Widerstandsvorrichtung 16 eine Bewegung des Halteam 14. Der Untersuchende oder der Patient 28 wendet mit Unterstützung durch die Widerstandsvorrichtung und entgegen der Schwerkraft lediglich ausreichend Kraft auf, um den Ultraschalltransducer 12 anzuheben. Alternativ wird/werden ein oder mehrere Motor(en) mit oder ohne Drucksensoren eingesetzt, um Druck in der gewünschten Stärke auszuüben. Während eines Stromausfalls funktionieren derartige motorgetriebene und drucküberwachte Systeme unter Umständen nicht, sodass der Halteam 14 blockiert wird.

**[0030]** Die Größe des Widerstands, der von den Widerstandsvorrichtungen 16, 22 bereitgestellt wird, wird bei der Herstellung, der Installation, der Kalibrierung oder während des Betriebs eingestellt. Bei einer

Ausführungsform haben die Widerstandsvorrichtungen 16, 22 einen festen Widerstand. Bei anderen Ausführungsformen ist der Widerstand einstellbar. **Abb. 2** stellt eine Ausführungsform einer einstellbaren Kraftaufbringvorrichtung 34 dar. Die Widerstandsvorrichtung 16 übt eine gleichbleibende Widerstandskraft aus. Durch Bewegen der einstellbaren Kraftaufbringvorrichtung 34 werden unterschiedliche Beträge einer dem Gewicht entgegenwirkenden Kraft ausgeübt. Für die einstellbare Kraftaufbringvorrichtung 34 wird die Grundplatte durch einen Schrittmotor und ein Schneckengetriebe, einen Riemenantrieb oder eine andere Vorrichtung verschoben. Eine mechanische Feder verbindet die Grundplatte und den Antrieb miteinander und erlaubt das Zusammendrücken oder Auseinanderziehen der mechanischen Feder. Das Zusammendrücken bzw. Auseinanderziehen bewirkt, dass von der einstellbaren Kraftaufbringvorrichtung 34 mehr oder weniger Kraft ausgeübt wird. Ein optischer Sensor oder ein Motorsensor erkennt die Position der mechanischen Feder oder der Platte, um den gewünschten Widerstand einzustellen. Die Widerstandsvorrichtung 16 und die einstellbare Kraftaufbringvorrichtung 34 sind in einer Reihenanordnung dargestellt, können jedoch auch parallel angeordnet werden. Andere Konstruktionen können ebenfalls verwendet werden. Die Größe des Widerstands gegen die Bewegung des Verbindungsgliedes kann verändert werden. Die Größe des Widerstands wird bei der Installation, während des Betriebs oder bei der Kalibrierung der Haltekonstruktion verändert.

**[0031]** Bei einer Ausführungsform wird die Größe der Widerstandskraft während des Betriebs eingestellt. Beispielsweise wird abhängig von dem Winkel des Halteam 14 weniger oder mehr Schwerkraft ausgeübt. Wenn der Halteam 14 in der Horizontalen steht, muss die Widerstandsvorrichtung 16 mehr Schwerkraft entgegen wirken. Steht der Halteam 14 senkrecht, ist von der Widerstandsvorrichtung 16 wenig oder gar keine Schwerkraft auszugleichen. Stattdessen wirken das Scharnier 24, die Widerstandsvorrichtung 22 und die Bremsvorrichtung 30 der Schwerkraft entgegen.

**[0032]** Ein Gelenksensor 36 erkennt den Winkel. Der Gelenksensor 36 ist ein optischer Sensor, ein Winkelsensor, ein Motorsensor oder ein sonstiger Sensor, um einen Winkel des Halteam 14 zu bestimmen. Die Winkelinformation wird an eine Steuerungseinheit zurückgemeldet, um die Position der einstellbaren Kraftaufbringvorrichtung 34 zu wählen. Der einstellbare Widerstand wird in Abhängigkeit von einem Winkel des Halteam 14 relativ zu einer Richtung der schwerkraftbedingten Kraft eingestellt, sodass der Druck unabhängig von dem Winkel im Wesentlichen konstant ist. Die Größe des Widerstands wird in Abhängigkeit von dem Winkel eingestellt. Jeder gewünschte Bereich von Druckwerten

kann bereitgestellt werden. Die Anzahl der einzelnen Einstellpositionen der einstellbaren Kraftaufbringvorrichtung 34 bei den gegebenen möglichen Winkeln und der möglichen Masse kann den Bereich von Druckwerten bestimmen, die von dem Ultraschalltransducer 12 auf den Patienten 28 ausgeübt werden. Beispielsweise wird die Größe des Widerstands so eingestellt oder gewählt, dass eine Kraft von 22-67 Newton bereitgestellt wird. Größere, kleinere oder andere Wertebereiche können bereitgestellt werden. Der geringere der Druckwerte sollte ausreichend sein, um einen für die Untersuchung benötigten Kontakt für den Ultraschalltransducer 12 zu ermöglichen, auch bei Atmungs- oder anderer Bewegung. Der größere der Druckwerte sollte Unannehmlichkeiten für den Patienten 28 vermeiden. Ein Sensor, ein mechanischer Begrenzer oder eine andere Kontrollvorrichtung kann verhindern, dass ein bestimmter Druck überschritten wird. Ein Rückmeldesensor kann bereitgestellt werden, um unsichere Druckwerte zu verhindern. Alternativ wird kein Rückmeldesensor eingesetzt.

**[0033]** Andere Komponenten können zusätzlich in die Haltekonstruktion eingefügt werden. Beispielsweise zeigt **Abb. 3** einen Monitor 32, der mit dem Haltearm 18 verbunden ist. Der Monitor 32 kann mit anderen oder weiteren Verbindungsgliedern verbunden sein. Bei dem Monitor 32 handelt es sich um ein Röhren-, LCD- oder sonstiges Anzeigegerät, auf dem medizinische Bilder angezeigt werden können. Beispielsweise tastet der Ultraschalltransducer 12 den Patienten 28 ab. Ein Ultraschallsystem erzeugt ein oder mehrere Bild(er) des abgetasteten Bereichs. Die Bilder werden auf dem Monitor 32 angezeigt, der die Bilder an einer Stelle ausgibt, die von dem Untersuchenden besser einzusehen ist.

**[0034]** **Abb. 4** zeigt ein Ablaufdiagramm für eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Halten eines Ultraschalltransducers. Das Verfahren wird mithilfe der Haltekonstruktion der **Abb. 1-3** oder anderer Haltekonstruktionen umgesetzt. Die einzelnen Aktionen werden in der dargestellten Reihenfolge oder in davon verschiedenen Reihenfolgen ausgeführt. Die Aktionen 40-46 entsprechen im Allgemeinen der Herstellung der Haltekonstruktion, die Aktionen 48-54 entsprechen im Allgemeinen dem Einsatz der Haltekonstruktion. Die Aktionen 40-46 können ohne die Aktionen 48-54 ausgeführt werden und umgekehrt. Zusätzliche, andere oder weniger Aktionen können bereitgestellt werden. Beispielsweise wird der auf Ungleichgewicht eingestellte Widerstand aus Aktion 46 bereitgestellt, ohne die Bremsvorrichtungen und das Bremsen der Aktionen 42 und 44 bereitgestellt. Als weiteres Beispiel erfolgt in Aktion 48 die Positionierung durch einen Computer statt durch einen Benutzer.

**[0035]** In Aktion 40 werden die Haltearme einer Haltekonstruktion für einen Ultraschalltransducer verbunden. Die Verbindungen können direkt oder indirekt sein. Es kann eine beliebige Art von Gelenk, Scharnier oder sonstiger Verbindung verwendet werden. Die Verbindung ist eine Schnapp-, Bolzen-, Schraub-, Riegelverbindung oder sonstige Kombination.

**[0036]** Eine beliebige Anzahl von Haltearmen kann verbunden werden. Die Verbindungen ergeben die Haltekonstruktion. Die Haltearme werden derart verbunden, dass ein Ultraschalltransducer, der mit der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer verbunden ist, in jeder gewünschten Position in einem Patientenbereich gehalten werden kann.

**[0037]** In Aktion 42 ist in der Haltekonstruktion mindestens eine Bremsvorrichtung angeordnet. Bremsvorrichtungen werden eingefügt, während die Haltekonstruktion zusammengebaut wird. Beispielsweise wird für jeden anderen Freiheitsgrad als aufwärts und abwärts an jedem Haltearm eine Bremsvorrichtung bereitgestellt. Einige der oder alle Haltearme können auch Bremsvorrichtungen für die Aufwärts- und Abwärtsbewegung beinhalten. Die Bremsvorrichtungen können in die Haltearme integriert sein oder separat angebaut sein. Beispielsweise ist eine Gasdruckfeder mit einer Verriegelungslasche parallel zu einem Haltearm angebracht. Jede beliebige Art der Verbindung kann verwendet werden, um die Bremsvorrichtungen an der Haltekonstruktion zu befestigen.

**[0038]** Die Bremsvorrichtungen sind an der Haltekonstruktion angeordnet, um die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer in einer Position festzustellen, in der ein Patient untersucht werden kann. Abhängig von den Freiheitsgraden für ein gegebenes Gelenk oder einen gegebenen Haltearm- und Bewegungsmechanismus kann/können eine oder mehrere Bremsvorrichtung(en) angebracht sein, um Bewegung zu verhindern. Die Bremsvorrichtungen können mit Kontrolldrähten, Sensoren und/oder Steuerungseinheiten verbunden sein.

**[0039]** In Aktion 44 wird zugelassen, dass sich mindestens ein Teil der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer bewegt.

**[0040]** Die Haltekonstruktion und die Bremsvorrichtungen sind derart angeordnet, dass sich selbst bei Feststellung durch die Bremsvorrichtungen ein Teil der Haltekonstruktion entlang mindestens einem Freiheitsgrad (Drehung und/oder Translation) bewegen kann. Beispielsweise wird eine vertikale Bewegung eines Haltearms zugelassen, wenn die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer festgestellt ist. Die vertikale Bewegung kann durch Drehung oder Translation erfolgen. Alle von dem

beweglichen Teil gehaltenen Komponenten oder Teile können sich ebenfalls bewegen. Die Bewegung ist frei oder eingeschränkt. Die Einschränkung kann aus einer Gegenkraft, Reibung oder Begrenzern (beispielsweise einer Platte, die Bewegung über ein gewisses Maß hinaus verhindert) resultieren.

**[0041]** Bei einer Ausführungsform wird die gebremste Bewegung zugelassen, indem eine der Bremsvorrichtungen nicht festgestellt wird oder keine Bremsvorrichtung bereitgestellt wird. Beispielsweise wird eine Gasdruckfeder entlang einem Haltearm nicht festgestellt, wohingegen andere Gasdruckfedern entlang anderen Halteamen oder sogar an demselben Haltearm festgestellt werden. Die Bremsvorrichtung kann für andere Zwecke festgestellt sein/werden.

**[0042]** In Aktion 46 wird ein Widerstand gegen die Schwerkraft auf Ungleichgewicht eingestellt. Der Beweglichkeit des Teils wird über mindestens einen Bereich von Drehung oder Translation Widerstand entgegengesetzt, sie wird jedoch nicht völlig aufgehoben. Die auf den Teil und eventuelle gehaltene Komponenten einwirkende Schwerkraft bewirkt, dass der Ultraschalltransducer gegen den Patienten drückt. Den Auswirkungen der Schwerkraft wird Widerstand entgegengesetzt, sie werden jedoch nicht völlig aufgehoben. Beispielsweise widersteht eine Gasdruckfeder der Bewegung in einer Weise, die nicht ausreichend ist, um den einen Teil ohne den Patienten während der Untersuchung (d. h. wenn der Teil in der Luft hängt und nicht irgendwo aufliegt) an Ort und Stelle zu halten. Es wird ein Widerstand bereitgestellt, jedoch nicht ausreichend, um einen Druck oder eine Bewegung, der/die durch die Schwerkraft verursacht ist, zu verhindern. Es kann ein beliebiger Widerstand verwendet werden, etwa Reibung, Druck, Motorantrieb, elastischer oder mechanischer Widerstand.

**[0043]** Das Zulassen einer gebremsten Bewegung eines Teils der Haltekonstruktion und das Einstellen des Gleichgewichtswiderstands auf Ungleichgewicht bewirken, dass die Haltekonstruktion während der Untersuchung den Ultraschalltransducer am Patienten hält. Die Feststellung verhindert unerwünschte Bewegung, beispielsweise seitliche Bewegung. Wenn sich der Patient bewegt (beispielsweise Atmen bei einer Ultraschalluntersuchung der Brust), kann die daraus resultierende vom Patienten ausgehende Kraft bewirken, dass die Haltekonstruktion angehoben wird. Durch die Schwerkraft wird jedoch ein im Wesentlichen gleicher Druck unabhängig von der Bewegung des Patienten aufrecht erhalten. „Im Wesentlichen“ wird verwendet, um die Auswirkungen von Beschleunigung und Toleranzen zu berücksichtigen. Der Druck wird ohne komplexere Rückmeldeerkennung oder Robotersteuerung bereitgestellt. Rückmeldesensoren können in anderen Ausfüh-

rungsformen verwendet werden oder um die Aufrechterhaltung des gewünschten Drucks zu unterstützen.

**[0044]** In Aktion 48 wird die zusammengebaute Haltekonstruktion von einem Untersuchenden benutzt. Der Ultraschalltransducer wird von dem Benutzer positioniert. Der Benutzer übt Kraft auf den Ultraschalltransducer und/oder die Haltekonstruktion aus. Der Benutzer positioniert die Haltekonstruktion und den Ultraschalltransducer. Der Ultraschalltransducer wird nahe einem Patienten positioniert, beispielsweise etwa über oder an einer Brust des Patienten. Bei alternativen Ausführungsformen positioniert eine Kraft von Motoren oder anderen Quellen als diejenige des Benutzers den Ultraschalltransducer.

**[0045]** Während der Positionierung erhält die Haltekonstruktion im Allgemeinen das Gleichgewicht mit der Schwerkraft aufrecht. Der Benutzer wendet Kraft auf, um dieses Gleichgewicht oder sonstige Reibung zu überwinden. Der auf Ungleichgewicht eingestellte Teil kann während der Positionierung auf Ungleichgewicht eingestellt werden. Der Benutzer wirkt der Schwerkraft entgegen oder verstärkt diese, um den auf Ungleichgewicht eingestellten Teil zu positionieren. Alternativ ist der auf Ungleichgewicht eingestellte Teil einstellbar, sodass während der Positionierung oder nicht während der Verwendung der Teil im Gleichgewicht gehalten wird.

**[0046]** In Aktion 50 ist die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer festgestellt. Es werden Bremsvorrichtungen eingesetzt, beispielsweise etwa mechanische Begrenzer, die derart positioniert sind, dass sie eine Bewegung verhindern. Der Benutzer betätigt einen Schalter. Als Reaktion darauf bewirkt eine Steuerungseinheit die Aktivierung der Bremsvorrichtungen. Beispielsweise positionieren Servo- oder Schrittmotoren Bremsbacken gegen eine Oberfläche, bringen Zahnradsperren in Eingriff, frieren Gelenkmotoren ein, justieren Stifte oder führen andere Aktionen aus, um die Bremsvorrichtungen festzustellen. Alternativ stellt der Benutzer von Hand eine oder mehrere Bremse(n) fest. Bei anderen Ausführungsformen wird keine Feststellung bereitgestellt. Stattdessen wird Gleichgewicht verwendet. Der Widerstand gegen die Schwerkraft oder andere Bewegung hält die Haltekonstruktion ausreichend gut in Position. Jeder Bewegung nach oben kann durch Abwärtsbewegung des auf Ungleichgewicht eingestellten Teils entgegengewirkt werden.

**[0047]** In Aktion 52 drückt der Ultraschalltransducer gegen den Patienten. Beispielsweise drückt der Ultraschalltransducer gegen die Brust. Der Druck wird passiv ausgeübt, beispielsweise etwa ohne Motor.

**[0048]** Der Druck hat eine beliebige Größe. Das Andrücken wird dadurch bewirkt, dass der Widerstand gegen die Schwerkraft auf Ungleichgewicht eingestellt wird. Ein gewisser Widerstand wird bereitgestellt, um den auf den Patienten einwirkenden Druck zu begrenzen. Der Teil der Haltekonstruktion, der beweglich ist, während die übrige Haltekonstruktion festgestellt oder im Gleichgewicht ist, übt den Druck aus.

**[0049]** Bei einem einstellbaren Widerstand kann das Feststellen aus Aktion 50 eine Einstellung des Widerstands bewirken. Dies aktiviert die Einstellung von Ungleichgewicht für die Verwendung. Alternativ ist die Einstellung von Ungleichgewicht auch vorhanden, wenn keine Verwendung für Untersuchungen erfolgt. Der Haltearm ist in einer Weise verstaut, die eine Bewegung des auf Ungleichgewicht eingestellten Teils verhindert, beispielsweise indem der auf Ungleichgewicht eingestellte Teil an einem Begrenzer aufgesetzt oder in eine vertikale Position gebracht wird.

**[0050]** In Aktion 54 wird der Patient mit dem Ultraschalltransducer abgetastet. Sendewellenformen werden an den Ultraschalltransducer angelegt. Der Ultraschalltransducer wandelt die Sendewellenformen in akustische Energie um. Echos der akustischen Energie werden von dem Ultraschalltransducer aufgenommen und in elektrische Energie umgewandelt. Durch Verwendung eines Arrays von Elementen und/oder mechanische Bewegung eines Ultraschalltransducers kann ein zwei- oder dreidimensionaler Bereich am Patienten abgetastet werden. Beispielsweise wird ein Brustvolumen eines Patienten abgetastet. Um akustische Störungen zu vermeiden, wird der Ultraschalltransducer während der Untersuchung ununterbrochen gegen den Patienten gehalten. Der konstante Druck aufgrund der Einstellung von Ungleichgewicht bewirkt einen ausreichenden Druck, um den für die Untersuchung benötigten Kontakt aufrecht zu erhalten.

**[0051]** Anhand der empfangenen elektrischen Signale wird ein Bild erzeugt. Mittels Strahlformung werden Daten erzeugt, die verschiedene Lokationen repräsentieren. Die Daten werden abtastumgewandelt oder gerendert, um ein zweidimensionales Bild zu erzeugen, das eine Ebene oder ein gerendertes Volumen repräsentiert. Das Bild wird auf einem Monitor angezeigt, der dem Untersuchenden zur Verfügung steht, beispielsweise einem Monitor an dem Haltearm.

**[0052]** Bei einer anderen Ausführungsform besitzt die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer ein mechanisiertes Abtastsystem. Das mechanisierte Abtastsystem, beispielsweise etwa ein Wobbler oder ein linearer beweglicher Mechanismus eines eindimensionalen Arrays, bewegt ein Array, um eine

dreidimensionale Abtastung durchzuführen. Das Ultraschallsystem empfängt die elektrischen Signale und verarbeitet sie und gibt dreidimensionale Bilder auf dem Bildschirm aus. Der Haltearm-Feststellmechanismus hält den Haltearm in Position und vermeidet eine unerwünschte Bewegung während der Dauer der Abtastung (beispielsweise 60-120 Sekunden).

**[0053]** Nach der Untersuchung kann der Untersuchende das System entriegeln und die Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer neu positionieren. Bei einer anderen Ausführungsform wird die Einstellung von Ungleichgewicht eingestellt, wenn die Abtastung abgeschlossen ist. Das Ende der Abtastung wird dadurch angezeigt, dass der Benutzer die Haltearme entriegelt, durch eine andere Eingabe des Benutzers oder durch die Fertigstellung der dreidimensionalen Aufnahme. Als Reaktion hierauf wird die Einstellung von Ungleichgewicht umgekehrt. Der Widerstand wird erhöht, sodass er größer ist als die Schwerkraft. Daraufhin bewegen sich der Haltearm und der Ultraschalltransducer nach oben vom Patienten weg. Dies kann eine ausreichend hohe Positionierung des Ultraschalltransducers bewirken, um dem Patienten Bewegungsfreiheit zu gewähren, ohne dass der Untersuchende in die gewünschte Höhe des Freiraums hinaufgreifen muss.

**[0054]** Obwohl die vorliegende Erfindung in Bezug auf verschiedene Ausführungsformen beschrieben wurde, ist einzusehen, dass zahlreiche Änderungen oder Modifikationen realisiert werden können, ohne den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Dementsprechend ist beabsichtigt, dass die vorstehende ausführliche Beschreibung lediglich als Veranschaulichung zu betrachten ist, nicht als einschränkend, und es ist einzusehen, dass die nachstehenden Patentansprüche einschließlich aller gleichwertigen Ansprüche die Absicht haben, Aufgabenstellung und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zu definieren.

## Patentansprüche

1. System für Ultraschalluntersuchungen, wobei das System Folgendes umfasst:  
einen Ultraschalltransducer (12);  
einen ersten Haltearm (14), der mit dem Ultraschalltransducer (12) verbunden ist, wobei der erste Haltearm (14) beweglich ist;  
eine Widerstandsvorrichtung (16), die dafür ausgelegt ist, weniger als die auf den ersten Haltearm (14) einwirkende Schwerkraft derart aufzuheben, dass die Schwerkraft zwar bewirkt, dass der Ultraschalltransducer (12) auf einen Patienten (28) drückt, jedoch mit einer Kraft, die geringer ist als die auf den ersten Haltearm (14) einwirkende Schwerkraft; einen zweiten Haltearm (20), der mit dem ersten Haltearm verbunden ist, wobei die Verbindung des

zweiten Haltearms (20) mit dem ersten Haltearm (14) drehbar um eine Achse des zweiten Haltearms (20), um ein Scharnier (24) schwenkbar oder sowohl drehbar als auch schwenkbar ist; und eine Bremsvorrichtung (30), die dafür ausgelegt ist, den zweiten Haltearm (20) in einer Position festzustellen, während der erste Haltearm (14) dazu dient, einen durch die Kraft erzeugten Druck auf den Patienten (28) auszuüben;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Haltearm (14) während eines Stromausfalls beweglich ist, während der zweite Haltearm (20) festgestellt ist.

2. System gemäß Anspruch 1, wobei die Widerstandsvorrichtung (16) zusätzlich dazu ausgebildet ist, mehr als die auf den ersten Haltearm (14) einwirkende Schwerkraft aufzuheben, wodurch dieser nach oben bewegt wird.

3. System gemäß Anspruch 1, wobei der erste Haltearm (14) in einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung beweglich ist.

4. System gemäß Anspruch 1, wobei die Widerstandsvorrichtung (16) eine Gasdruckfeder umfasst.

5. System gemäß Anspruch 1, wobei die Widerstandsvorrichtung (16) eine Feder umfasst.

6. System gemäß Anspruch 1, wobei die Widerstandsvorrichtung (16) eine einstellbare Widerstandskraft ausübt, sodass die einstellbare Widerstandskraft in Abhängigkeit von einem Winkel des ersten Haltearms (14) relativ zu einer Richtung der schwerkraftbedingten Kraft eingestellt wird, sodass ein durch die Kraft erzeugter Druck auf den Patienten (28) unabhängig von dem Winkel im Wesentlichen konstant ist.

7. System gemäß Anspruch 1, welches ferner Folgendes umfasst:  
einen Monitor (32), der mit dem ersten Haltearm (14) verbunden ist, wobei der Monitor (32) dazu dient, ein Bild des Patienten (28), das mithilfe des Ultraschalltransducers (12) erstellt wurde, anzuzeigen.

8. System gemäß Anspruch 1, wobei das System Folgendes umfasst:  
eine Mehrzahl von Haltearmen (14, 20, 26), die relativ zueinander beweglich sind; wobei der Ultraschalltransducer (12) mit dem ersten Haltearm (14) verbunden ist;  
eine Bremsvorrichtung (30), die dazu dient, den zweiten Haltearm (20) oder den ersten (14) der Haltearme in einer stabilen Position zu halten; wobei die Widerstandsvorrichtung (16) so ausgelegt ist, dass sie eine Abwärtsbewegung des nicht über die Bremsvorrichtung (30) gehaltenen Haltearms (14,

20) zulässt, wobei sie einer Bewegung des nicht über die Bremsvorrichtung (30) gehaltenen Haltearms (14, 20) eine Widerstandskraft entgegengesetzt; und  
eine einstellbare Kraftaufbringvorrichtung (34), die dafür ausgelegt ist, die Widerstandskraft gegen die Bewegung des nicht über die Bremsvorrichtung gehaltenen Haltearms (14, 20) einzustellen.

9. System gemäß Anspruch 8, welches ferner einen Gelenksensor (36) umfasst, der dazu dient, einen Winkel des ersten oder des zweiten der Haltearme aus der Horizontalen zu bestimmen, wobei die einstellbare Kraftaufbringvorrichtung dazu dient, die Widerstandskraft in Abhängigkeit von dem Winkel einzustellen.

10. System gemäß Anspruch 8, wobei der erste Haltearm, der mit der Widerstandsvorrichtung verbunden ist, dafür ausgelegt ist, sich, aufgrund seiner rein mechanischen Ausgestaltung, bei einem Stromausfall zu bewegen.

11. System gemäß Anspruch 8, wobei die Widerstandskraft einen Wert in einem Bereich von 22-67 Newton hat.

12. Verfahren zum Halten eines Ultraschalltransducers mithilfe des Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Anordnen (42) mindestens einer Bremsvorrichtung (30), um eine mehrere Haltearme (14, 18, 20, 26) aufweisende Haltekonstruktion für einen Ultraschalltransducer (12) in einer Position festzustellen, um einen Patienten (28) zu untersuchen;  
Zulassen (44), dass sich mindestens ein Teil der Haltekonstruktion mit dem Ultraschalltransducer (12) entlang mindestens einer Dimension bewegt, während ein anderer Teil der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer (12) festgestellt ist; und Einstellen (46) einer Widerstandskraft auf Ungleichgewicht gegen die Schwerkraft in dem einen Teil der Haltekonstruktion derart, dass der andere Teil der Haltekonstruktion mit dem Ultraschalltransducer (12) aufgrund der Schwerkraft gegen den Patienten drückt.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Anordnen (42) mindestens einer Bremsvorrichtung (30) umfasst, eine erste Gasdruckfeder mit einer Verriegelungslasche an einem ersten Haltearm (14) bereitzustellen, wobei das Zulassen (44) umfasst, eine zweite Gasdruckfeder an dem einen Teil der Haltekonstruktion nicht festzustellen, wobei die eine Dimension eine vertikale Dimension ist, und wobei das Einstellen (46) der Widerstandskraft auf Ungleichgewicht umfasst, der Schwerkraft mithilfe der zweiten Gasdruckfeder in einer Weise entgegenzuwirken, die nicht ausreichend ist, um den

einen Teil der Haltekonstruktion ohne den Patienten in Position zu halten.

14. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Zulassen (44) und das Einstellen (46) der Widerstandskraft auf Ungleichgewicht umfassen, einen im Wesentlichen gleichbleibenden Druck unabhängig von der Atmung des Patienten und ohne Rückmeldeerkennung bereitzustellen.

15. Verfahren gemäß Anspruch 12, welches ferner Folgendes umfasst:

Verbinden (40) der Haltearme (14, 18, 20, 26) der Haltekonstruktion für einen Ultraschalltransducer (12) in der Weise, dass der Ultraschalltransducer (12), der mit der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer (12) verbunden ist, in jeder beliebigen Position in einem Patientenbereich gehalten werden kann;

wobei das Anordnen (42) der mindestens einen Bremsvorrichtung (30) umfasst, Bremsvorrichtungen für jeden anderen Freiheitsgrad als aufwärts und abwärts bereitzustellen.

16. Verfahren zum Einsatz eines Ultraschalltransducers (12) mithilfe des Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 11, welches Folgendes umfasst:

Positionieren (48) eines Ultraschalltransducers (12), der mit der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer (12) verbunden ist, an der Brust des Patienten (28) durch einen Benutzer;

Feststellen (50) der Haltekonstruktion für den Ultraschalltransducer (12);

Drücken (52) des Ultraschalltransducers gegen die Brust in Abhängigkeit von der Einstellung von Ungleichgewicht; und

Abtasten (54) der Brust mit dem Ultraschalltransducer (12).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

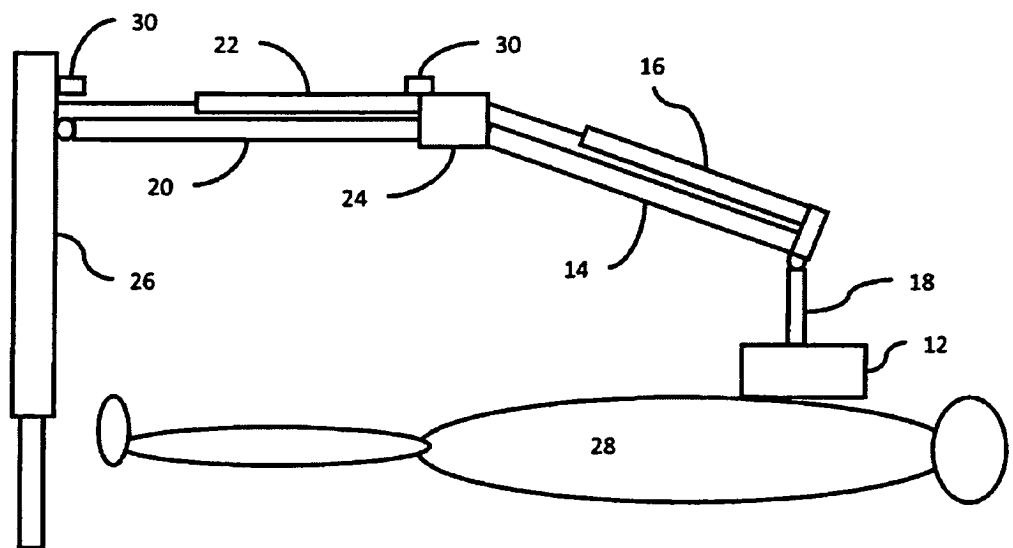


Abb. 1

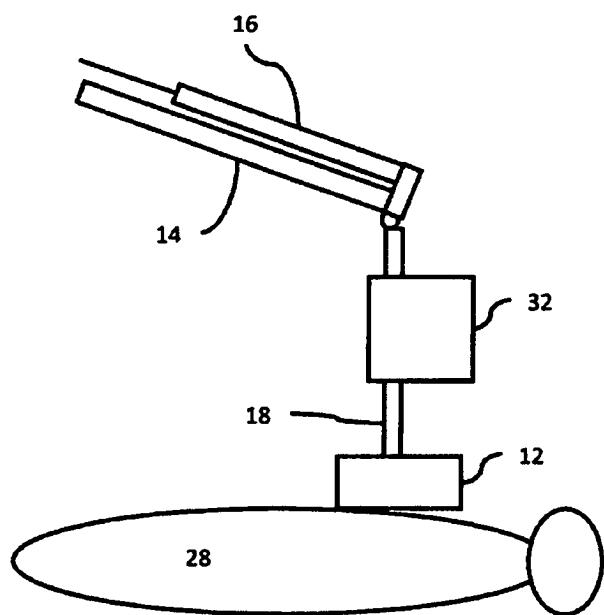


Abb. 3

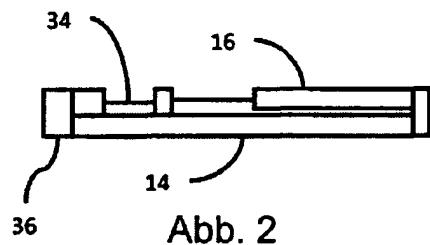


Abb. 2

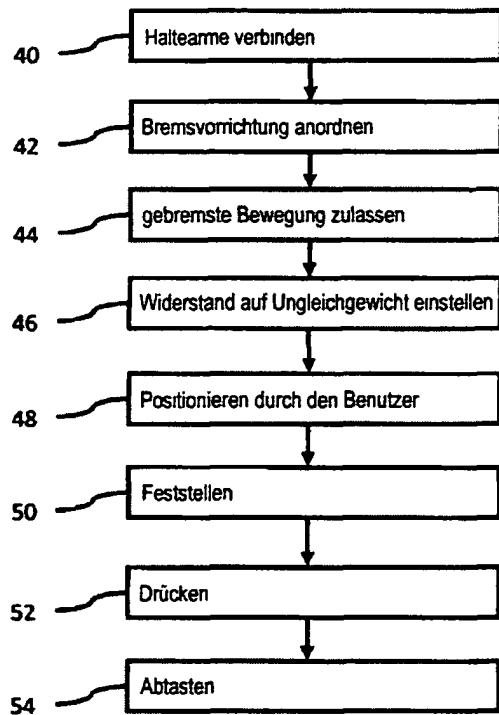


Abb. 4