



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 13 409 T2** 2006.06.22

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 289 414 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 13 409.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IL01/00359**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 925 829.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/089380**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **29.11.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.03.2003**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **14.09.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.06.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 5/05** (2006.01)  
**A61B 6/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**PCT/IL00/00287 21.05.2000 WO**

**PCT/IL00/00839 14.12.2000 WO**

(73) Patentinhaber:

**Transscan Medical Ltd., Migdal Haemek, IL**

(74) Vertreter:

**Abitz & Partner, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**STEINBERG, Sebastian, 27043 Kiryat Bialik, IL;**

**WIMISNER, Yoav, 30900 Zichron Yaakov, IL;**

**NACHALIEL, Ehud, 15295 Lower Galilee, IL;**

**MALONEK, Dov, 36000 Kiryat-Tivon, IL**

(54) Bezeichnung: **KOMBINIERTE IMPEDANZBILDGEBUNG UND MAMMOGRAPHIE**

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

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

**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein medizinische Abbildungstechniken. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Ausführen von Impedanzabbildern in Verbindung mit Mammographie.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Eine frühzeitige Detektion von krebsartigen Tumoren erhöht die Erfolgchancen beim Heilen von Brustkrebs. Mehrere Verfahren sind bekannt, um die Brust einer Prüfung zu unterziehen, um verdächtige Tumore zu detektieren. Zwei von diesen Verfahren sind Röntgenstrahlmammographie und Impedanzabbildung, die z.B. im US-Patent 4,291,708 an Frei und im US-Patent 5,810,742 an Pearlmann, beschrieben ist. Bei der Impedanzabbildung wird eine Mehrelementimpedanzsonde auf eine Brust einer Patientin platziert, und eine oder mehrere Elektroden legen elektrische Signale an das Subjekt an. Jedes der Elemente der Sonde erfasst elektrische Signale von der Brust, und demgemäß wird ein Bild der Brust erzeugt. Die Mehrelementsonde umfasst eine Mehrzahl von leitenden Elementen.

**[0003]** Das US-Patent 6,157,697 beschreibt die Verwendung einer Vorrichtung zur Untersuchung einer Brust mittels Röntgenstrahlen und durch eine elektrische Impedanzmessung. Die Vorrichtung kann verwendet werden, um sowohl Röntgen- als auch Impedanzbilder der Brust zu erzeugen. Ein Verschmelzungsbild kann aus einer Kombination der Bilder gebildet werden. Um einen leichten Vergleich und Verschmelzung der Bilder zu ermöglichen, werden die Bilder während einer einzigen Sitzung, während sich die Brust in derselben Position befindet, und aus im Wesentlichen derselben Richtung aufgenommen. D.h. die Röntgenbilder werden aufgenommen, während Elektroden zur Erzeugung eines Impedanzbildes auf der Brust positioniert sind.

**[0004]** Das '697-Patent legt eine Verwendung einer Impedanzabbildungs-sonde nahe, die aus drei Schichten gebildet ist. Eine erste Schicht umfasst eine Mehrzahl von Elektroden und Zuleitungsdrähten, welche Elektroden bei der Impedanzabbildung verwendet werden. Obwohl nahegelegt wird, dass die Elektroden ein Material umfassen, das Röntgenstrahlen wenig schwächt, kann der Unterschied zwischen der Röntgenstrahlintensität, die durch die Elektroden hindurchtritt, und der Intensität, die durch Bereiche zwischen den Elektroden hindurchtritt, Artefakte auf den Röntgenbildern erzeugen, die aufgenommen werden, während sich die Impedanzsonde an ihrem Ort befindet. Deshalb legt das '697-Patent eine Verwendung einer zweiten Schicht nahe, die von

den Elektroden durch eine Isolier(dritte)schicht getrennt ist, die die Elektrodenmaterialien in einem Spiegelbild zur ersten Schicht umfasst. Die zusätzliche Schicht wird auf keinerlei Weise zur Impedanzabbildung verwendet und wird bereitgestellt, um eine Bildung von Schattenartefakten auf den Röntgenbildern zu verhindern.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Ein Aspekt von einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betrifft eine Mehrelementimpedanzsonde, die leitende Materialien in einer oder mehreren Schichten umfasst. Mindestens eine der Schichten umfasst ein Isoliermaterial zwischen den leitenden Materialien der Schicht, das ein Röntgenstrahlabsorptionsniveau aufweist, das im Wesentlichen gleich demjenigen der leitenden Materialien ist. Das Isoliermaterial ist fakultativ überall in einem Abbildungsgebiet der Sonde enthalten. In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist das Isoliermaterial im Wesentlichen dieselbe Röntgenstrahl-Extinktion wie das leitende Material derselben Schicht auf. Alternativ weist das Isoliermaterial einer Schicht eine andere Dicke als das leitende Material der Schicht auf, so dass die Röntgenstrahlabsorption der leitenden und isolierenden Materialien der Schicht im Wesentlichen gleich ist. Weiter alternativ umfasst das Isoliermaterial eine Mischung von Materialien, die im Wesentlichen dieselbe Röntgenstrahlabsorption wie das leitende Material aufweist.

**[0006]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Impedanzsonde eine Mehrzahl von Schichten, umfassend z.B. eine Körperkontaktschicht, eine oder mehrere drahtführende Schichten, eine Substratschicht und eine oder mehrere Isolierschichten. Es wird angemerkt, dass die drahtführenden Schichten und die Körperkontaktschicht sowohl leitende Materialien als auch die Isoliermaterialien zwischen sich enthalten. In einigen Ausführungsformen der Erfindung weisen die leitenden und nichtleitenden Materialien einer einzigen Schicht im Wesentlichen dieselbe Höhe auf. In anderen Ausführungsformen der Erfindung weisen die wesentlichen leitenden und nichtleitenden Materialien einer einzigen Schicht unterschiedliche Höhen auf. Der Unterschied in den Höhen kann leer gelassen bleiben (z.B. in der Körperkontaktschicht) oder kann mit gering Röntgenstrahl-absorbierenden Materialien (z.B. Kunststoffen mit geringer Röntgenstrahl-Extinktion) aufgefüllt werden, z.B. von einer benachbarten Isolierschicht. Fakultativ weist jede von den Schichten über ihrem ganzen Oberflächenbereich im Abbildungsgebiet im Wesentlichen dieselbe Röntgenstrahlabsorption auf. Wenn jede der Schichten der Mehrelementsonde gleiche Absorptionsniveaus über dem Oberflächenbereich aufweist, der im Abbildungsgebiet enthalten ist, verhindert dies eine Bildung von Artefakten in Bildern, die in einem Winkel in Bezug zur Impedanzson-

de aufgenommen werden. Zusätzlich ermöglicht eine Verwendung eines Isoliermaterials zum Egalisieren des Röntgenstrahlabsorptionsniveaus der Schichten eine einfache Verwendung einer Mehrzahl von leitenden Schichten in einer einzigen Sonde.

**[0007]** Ein Aspekt von einigen Ausführungsformen der Erfindung betrifft eine Mehrelementimpedanzsonde, bei der das Röntgenstrahlabsorptionsniveau der nichtleitenden Schichten von Oberflächengebieten der Sonde eine Funktion des Röntgenstrahlabsorptionsniveaus der leitenden Schichten der Oberflächengebiete ist. In einigen Ausführungsformen der Erfindung weisen unterschiedliche Oberflächengebiete der Sonde im Wesentlichen verschiedene Röntgenstrahlabsorptionsniveaus von ihren nichtleitenden Schichten auf. Fakultativ weist die Sonde im Wesentlichen über ihr ganzes Abbildungsgebiet ein im Wesentlichen gleiches Röntgenstrahlabsorptionsniveau auf. Fakultativ umfasst die Sonde keine nicht funktionalen leitenden Teile.

**[0008]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die leitenden Elemente der Impedanzsonde und die Isolation, die die Elemente trennt, aus Materialien gebildet, die ähnliche Röntgenstrahlextinktion aufweisen. Fakultativ sind die Materialien im Wesentlichen Röntgenstrahl-transparente Materialien, die eine sehr geringe Röntgenstrahlextinktion aufweisen. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfassen die leitenden Elemente Aluminium, und die Isolation umfasst Aluminiumoxid (d.h.  $Al_2O_3$ ) und/oder Silikon.

**[0009]** Alternativ oder zusätzlich wird die Dicke der Sonde an unterschiedlichen Bereichen gemäß der Röntgenstrahlschwächung der Materialien in jedem spezifischen Oberflächenbereich variiert. Fakultativ werden die leitenden Elemente durch ein Substrat gehalten, das eine variable Dicke gemäß der Größe und Form der leitenden Elemente aufweist.

**[0010]** Folglich wird gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung eine Sonde zur Impedanzabbildung bereitgestellt, umfassend: eine Mehrzahl von leitenden Elementen, die angepasst sind, um mit einem Gewebe eines Subjekts Kontakt zu machen; eine Mehrzahl von leitenden Drähten, die die leitenden Elemente mit einem externen Verbinder verbinden; und ein oder mehrere nichtleitende Materialien, wobei die Röntgenstrahlextinktion der nichtleitenden Materialien in mindestens einigen der Oberflächenbereiche der Sonde eine Funktion der Röntgenstrahlextinktion der leitenden Drähte und Elemente in demselben Oberflächenbereich ist, so dass die Sonde im Wesentlichen dieselbe Röntgenstrahlextinktion über dem größten Teil des Oberflächenbereichs der Sonde aufweist.

**[0011]** In einer Ausführungsform der Erfindung umfassen das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien eine Substratschicht mit unterschiedlicher Dicke bei unterschiedlichen Oberflächenbereichen der Sonde. Fakultativ ist die Substratschicht in Oberflächenbereichen der Sonde dünner, die leitende Drähte enthalten.

**[0012]** In einer Ausführungsform der Erfindung umfassen das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien mindestens ein Isoliermaterial, das eine Röntgenstrahlextinktion aufweist, die im Wesentlichen gleich der Röntgenstrahlextinktion der leitenden Elemente oder der leitenden Drähte ist. Fakultativ umfasst die Mehrzahl von leitenden Elementen eine Ablagerung auf Aluminium-Basis und umfasst das mindestens eine Isoliermaterial Aluminiumoxid.

**[0013]** In einer Ausführungsform der Erfindung umfassen das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien mindestens ein Isoliermaterial, das zwischen mindestens einigen der leitenden Elemente abgelagert ist.

**[0014]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist das Röntgenstrahlabsorptionsniveau von mindestens einigen der Oberflächenbereiche, die die leitenden Elemente enthalten, im Wesentlichen gleich dem Absorptionsniveau von mindestens einigen der Oberflächenbereiche, die die leitenden Elemente nicht enthalten.

**[0015]** Fakultativ ist die Mehrzahl von Zuleitungsdrähten in einer einzigen Schicht enthalten, welche ein im Wesentlichen gleiches Röntgenstrahlabsorptionsniveau über im Wesentlichen ihrem ganzen Oberflächenbereich aufweist.

**[0016]** Fakultativ enthält die Sonde keine leitenden Teile, die nicht in einem elektrischen Pfad zwischen einem der leitenden Elemente und dem externen Verbinder enthalten sind.

**[0017]** Fakultativ weist die Sonde ein Röntgenstrahlabsorptionsniveau von weniger als 6% auf.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** Beispielhafte nichtbeschränkende Ausführungsformen der Erfindung werden mit Bezug auf die folgende Beschreibung von Ausführungsformen in Verbindung mit den Figuren beschrieben. Identische Strukturen, Elemente oder Teile, die in mehr als einer Figur erscheinen, sind vorzugsweise mit einer gleichen oder ähnlichen Ziffer in sämtlichen Figuren, in denen sie erscheinen, beschriftet.

**[0019]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Veranschaulichung einer Doppelzweckvorrichtung zur Mammographie und zur Impedanzabbildung gemäß einer

Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0020] **Fig. 2** ist eine schematische Veranschaulichung einer Impedanzsonde und eines SONDENGEHÄUSES gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0021] die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** sind schematische Ansichten der Impedanzsonde von **Fig. 2** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0022] **Fig. 4** ist eine schematische Querschnittsansicht eines Teils einer Impedanzsonde gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0023] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm der Vorgehensweisen, die in einer Doppelmodalitätsabbildungsprozedur ausgeführt werden, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0024] **Fig. 1** ist eine schematische Veranschaulichung einer Doppelzweckvorrichtung **30** zur Mammographie und Impedanzabbildung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Doppelzweckvorrichtung **30** umfasst eine Röntgenmammogrammeinrichtung von einem beliebigen Typ, der im Stand der Technik bekannt ist, von der **Fig. 1** eine Röntgenröhre **14**, eine Bildempfangseinrichtung **18** (die analog oder digital sein kann), Filter **16**, einen Kollimator **12** und ein Antistreugitter **19** darstellt. Zusätzlich stellt **Fig. 1** eine Druckplatte **20** und eine Trägerplatte **22** dar, die angepasst sind, um eine untersuchte Brust **33** aufzunehmen. Z.B. kann die Mammogrammeinrichtung eine LORAD® M-IV-Mammogrammeinrichtung (hergestellt von LORAD, einer Tochtergesellschaft der Trex Medical Corporation, Danbury, CT) umfassen, die ein zelluläres Gittersystem zum Kontrast und zur optischen Verstärkung enthält. Alternativ oder zusätzlich kann die Mammogrammeinrichtung ein stereoskopisches Vermögen aufweisen, um Röntgenbilder aus mindestens zwei Betrachtungswinkeln zu erhalten. Die Mammogrammeinrichtung kann zum Gebrauch mit sitzenden oder stehenden Patientinnen aufrecht sein. Fakultativ kann die Mammogrammeinrichtung entlang der horizontalen Achse gedreht werden, um Röntgenmessungen unter einem beliebigen Winkel zu erhalten. Alternativ kann die Mammogrammeinrichtung weniger Freiheitsgrade aufweisen. Weiter alternativ ist die Mammogrammeinrichtung zum Gebrauch mit pronierten Patientinnen horizontal. Es sollte angemerkt werden, dass im Allgemeinen eine beliebige Mammogrammeinrichtung angepasst werden kann, gemäß der vorliegenden Erfindung, einschließlich Mammogrammeinrichtungen, die ohne die Absicht konstruiert und/oder hergestellt sind, gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet zu werden.

[0025] Eine oder mehrere Mehrelementimpedanzsonden (in **Fig. 1**, Sonden **40** und **42**) zum Erfassen von Impedanzsignalen und/oder zum Anlegen von Signalen werden auf die Brust **33** platziert. Eine Elektrode **56** zum Anlegen von elektrischen Stimulationsignalen ist auf einer Oberfläche des Subjekts positioniert, dessen Brust **33** untersucht wird. Fakultativ ist die Elektrode **56** von der Brust entfernt platziert oder befindet sich auf andere Weise nicht im Pfad der Röntgenstrahlen von der Röntgenröhre **14**. Alternativ wird die Elektrode **56** auf die Brust, z.B. auf die Brustwarze, platziert. Fakultativ umfasst die Elektrode **56** Röntgenstrahl-durchlässige Materialien, z.B. eine einzige dünne Aluminiumelektrode. Alternativ umfasst die Elektrode **56** eine Mehrelementsonde, z.B. mit einer ähnlichen Struktur und/oder gemäß den Prinzipien, die oben mit Bezug auf die Sonde **40** beschrieben sind.

[0026] Fakultativ empfängt ein Rechner **24** die erfassten Signale von der Sonde **40**, von der Sonde **42** und/oder von der Bildempfangseinrichtung **18** (wenn z.B. ein digitaler Röntgendetektor verwendet wird) und liefert eine Anzeige des Zustands der Brust **33**. Z.B. kann der Rechner **24** ein Bild der Brust **33** auf einem Monitor **26** anzeigen.

[0027] In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Vorrichtung **30** ein elektrisches Impedanzscangerät **58**, das das Erfassen der Impedanzsignale und das Anlegen von Elektrisierungssignalen an die Patientin steuert. Das Scangerät **58** kann im Wesentlichen ein beliebiges geeignetes elektrisches Impedanzscangerät sein, das im Stand der Technik bekannt ist, z.B. ein T-Scan™ 2000 Impedance Scanner von TransScan, Israel, oder wie in den US-Patenten 5,810,742, 4,458,694, der PCT-Veröffentlichung PCT/W001/64102, eingereicht am 1. März 2000, der PCT-Anmeldung PCT/W001/43630, eingereicht am 14. Dezember 2000, und/oder dem US-Patent 6,560,480, eingereicht am 14. Dezember 1999, beschrieben. Alternativ oder zusätzlich werden einige oder sämtliche Aufgaben des Scangeräts **58** durch den Rechner **24** ausgeführt.

[0028] In einigen Ausführungsformen der Erfindung wird jedes der Elemente der Sonden **40** und/oder **42** separat gesteuert, so dass zu einem beliebigen einzelnen Augenblick einige der Elemente Signale erfassen können, andere eine Erregung (fakultativ bei unterschiedlichen Phasen, Frequenzen oder Amplituden) bereitstellen können und noch andere passiv sein können. Alternativ oder zusätzlich werden die Elemente von einer oder mehreren der Sonden **40** und **42** in Gruppen, z.B. in Linien oder Kreisen, die eine Mehrzahl von Elementen umfassen, gesteuert. Weiter alternativ oder zusätzlich ist die Steuerung der Elemente der Sonden **40** und **42** wie in einem beliebigen der obigen aufgeführten Patentschriftstücke beschrieben.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Vorrichtung **30** nur eine einzige Sonde (z.B. **40**), die an der Druckplatte **20** angebracht ist. Indem die Sonde **40** in den Pfad von Röntgenstrahlen platziert wird, die beim Röntgenabbilden der Brust verwendet werden, decken die durch die Sonde **40** erzeugten Bilder im Wesentlichen denselben Bereich ab wie die durch die Empfangseinrichtung **18** gewonnenen Bilder. Wenn die Impedanzsonde **40** zwischen der Röntgenröhre **14** und der Brust **33** angeordnet ist, treffen Röntgenstrahlen, die durch die Sonde **40** absorbiert werden, die deshalb nicht beim Erzeugen eines Röntgenbildes durch die Empfangseinrichtung **18** beitragen, nicht auf die Brust **33** auf. Folglich kann die Sonde **40** einen gewissen Grad von gleichförmiger Röntgenstrahlabsorption aufweisen, ohne dass das Röntgenbild oder die Menge von Röntgenstrahlen, die durch die Brust **33** absorbiert werden, nachteilig beeinflusst werden. Die Röntgenstrahlintensität der durch den Kopf **14** erzeugten Strahlen kann entsprechend auf die Röntgenstrahlabsorption der Sonde **40** eingestellt werden.

**[0030]** In anderen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Vorrichtung **30** ein Paar von Sonden **40** und **42**, die respektive an der Druckplatte **20** und der Trägerplatte **22** angebracht sind. Wie z.B. in dem oben erwähnten US-Patent 5,810,742 und/oder in der PCT-Veröffentlichung WO01/43630 beschrieben, kann ein Paar von Impedanzsonden **40** und **42** in einer Vielzahl von Impedanzabbildungsprozeduren verwendet werden, die zusätzliche Information über Anomalien in der Brust **33** liefern, wie z.B. ihre Stelle (z.B. Tiefe) und/oder Typ.

**[0031]** Alternativ umfasst die Vorrichtung **30** nur die Sonde **42**, die an der Trägerplatte **22** angebracht ist.

**[0032]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Sonden **40** und/oder **42** permanent an der Druckplatte **20** und/oder Trägerplatte **22** befestigt. Alternativ oder zusätzlich dient die Impedanzsonde **40** als die Druckplatte **20**, und/oder die Sonde **42** dient als die Trägerplatte **22**. Fakultativ sind in dieser Alternativen die Impedanzsonden **40** und/oder **42** mit einer steifen Kunststoffplatte oder einem anderen vorzugsweise radiodurchlässigen steifen Material verstärkt.

**[0033]** Alternativ oder zusätzlich sind die Impedanzsonden **40** und/oder **42** lösbar an einer Brustseite der Druckplatte **20** und/oder der Trägerplatte **22** angebracht. Wenn die Sonden **40** und/oder **42** lösbar mit den Platten **20** und/oder **22** respektive verbunden sind, wird eine Ausführung von Abbildungssitzungen mit nur Röntgenstrahlen oder mit nur einer einzigen Impedanzsonde **40** oder **42** ermöglicht. Z.B. wird in einigen Fällen, um eine Röntgenstrahleinwirkung zu verringern, nur die Impedanzsonde **40** oder **42** verwendet. In anderen Fällen, wenn ein hohes Präzisi-

onsniveau erforderlich ist, werden beide Impedanzsonden **40** und **42** verwendet. Zusätzlich wird, wenn die Sonden **40** und/oder **42** lösbar an den Platten **20** und/oder **22** respektive verbunden sind, eine Ersetzung der Sonden **40** und/oder **42** für jede Patientin ermöglicht.

**[0034]** Die Impedanzsonden **40** und/oder **42** können an ihren respektiven Platten unter Verwendung eines beliebigen geeigneten Verfahrens befestigt werden, wie z.B. Feder in Nut, Stecker-Buchse-Einrastungen, Schrauben, Muttern und Bolzen, Klebstoffe oder Velcro-Befestigungseinrichtungen und/oder ein beliebiges von den Verfahren, die in der PCT-Veröffentlichung WO01/89379 beschrieben sind. Es wird angemerkt, dass die Sonden **40** und/oder **42** dieselbe Größe wie die Platten, mit denen sie verbunden sind, oder andere Größen als die Platten aufweisen können.

**[0035]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Veranschaulichung einer Impedanzsonde **40** und eines Sondengehäuses **200** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Sondengehäuse **200** nimmt die Sonde **40** auf, wobei eine mechanische Unterstützung und/oder elektrische Verbindung bereitgestellt wird. Fakultativ ist die Sonde **40** zum einmaligen Gebrauch vorgesehen, während das Gehäuse **200** für viele Patientinnen verwendet wird. Das Sondengehäuse **200** kann mit der Trägerplatte **20** unter Verwendung eines beliebigen der oben beschriebenen Verfahren verbunden sein.

**[0036]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Impedanzsonde **40** und die Druckplatte **20** in einer genauen und wiederholbaren Ausrichtung ausgerichtet, was ein einfaches In-Deckung-Bringen von durch die Sonde **40** gewonnenen Bildern mit durch die Empfangseinrichtung **18** gewonnenen Bildern ermöglicht. In denjenigen Ausführungsformen, in denen die Impedanzsonde **40** entfernbar ist, ist die präzise und wiederholbare Ausrichtung fakultativ durch eine Nut definiert, die konstruiert ist, um die Sonde, z.B. das Sondengehäuse **200**, und/oder die Positionen der Zusatzgeräte aufzunehmen. Alternativ oder zusätzlich sind von Menschen identifizierbare Markierungen, z.B. Filzstiftmarkierungen, die eine Bedienungsperson unterweisen, wie die Druckplatte **20** und die Sonde **40** auszurichten sind, auf der Platte und/oder Sonde markiert.

**[0037]** Alternativ oder zusätzlich wird ein In-Deckung-Bringen der durch die Impedanzsonde **40** erzeugten Bilder mit den Röntgenbildern jedes Mal, wenn die Sonde **40** und die Platte **20** verbunden werden, und/oder für jede Abbildungsprozedur ausgeführt. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Sonde **40** an vorbestimmten Positionen darauf abgelagerte Röntgenstrahlabsorptionsmarkierungen, die in durch die Röntgenempfangseinrich-

tung **18** gewonnenen Röntgenbildern erscheinen. Fakultativ sind die Röntgenstrahlabsorptionsmarkierungen nicht über Fühlerelementen der Sonde **40** angeordnet und/oder befinden sich außerhalb des Gebiets von Interesse von den meisten Bildern. Alternativ befinden sich die absorbierenden Markierungen auf dem Sondengehäuse **200** oder auf einem beliebigen anderen Gerät mit einer vorbestimmten räumlichen Beziehung mit der Sonde **40**. Weiter alternativ sind die Röntgenstrahlabsorptionsmarkierungen entfernt an der Impedanzsonde **40** angebracht. Wenn eine Ausrichtung erforderlich ist, werden sie an ihren Ort gebracht, und wenn Röntgenbilder gewonnen werden, werden sie entfernt. Alternativ oder zusätzlich werden die Spuren der Röntgenstrahlabsorptionsmarkierungen durch Bildverarbeitungsverfahren von Impedanzbildern entfernt. Fakultativ kennzeichnen die absorbierenden Markierungen die Orientierung der Impedanzsonde **40**, z.B. unter Verwendung einer "rechten" und/oder "linken" Markierung.

**[0038]** Fakultativ umfassen die absorbierenden Markierungen ein Material, das ausreichend absorbierend ist, um sich auf dem Röntgenbild zu zeigen, aber nicht so absorbierend, dass es ernste Artefakte hervorrufen kann, z.B. eine dicke Schicht von Aluminium oder eine dünne Schicht von Platin oder Gold. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfassen die absorbierenden Markierungen mindestens zwei senkrechte Linien, die mindestens einen Verbindungspunkt, fakultativ zwei Verbindungspunkte, definieren. In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die absorbierenden Markierungen für Menschen sichtbar. Alternativ oder zusätzlich ist dem Rechner **24** die Stelle der absorbierenden Markierungen auf der Impedanzsonde **40** bekannt, und ein In-Deckung-Bringen wird demgemäß ausgeführt.

**[0039]** Es wird angemerkt, dass jegliches der oben beschriebenen Anbringverfahren der Sonde **40** und der Druckplatte **20** verwendet werden kann, um die Sonde **42** und die Trägerplatte **22** anzubringen.

**[0040]** **Fig. 3A** ist eine schematische Draufsicht von oben auf die Impedanzsonde **40**, die in **Fig. 2** dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 3A** stellt auch Zuleitungsdrähte **504** unterhalb einer Reihe von Kontaktflächen **500** dar. Die übrigen Zuleitungsdrähte sind nicht dargestellt, um **Fig. 3A** nicht zu überladen. **Fig. 3B** ist eine Seitenquerschnittsansicht der Impedanzsonde **40** von **Fig. 3A**. Die Sonde **40** umfasst eine Mehrzahl von Elektrodenkontaktflächen **500**, die z.B. in einem zweidimensionalen Array angeordnet sind. Wie dargestellt, umfasst die Sonde **40** ein  $8 \times 8$ -Array von Kontaktflächen **500**. Es wird jedoch angemerkt, dass die vorliegende Erfindung mit im Wesentlichen einer beliebigen Anzahl von Kontaktflächen **500** in im Wesentlichen einer beliebigen nützlichen Anordnung ausgeführt werden kann. In einer beispielhaften Aus-

führungsform der Erfindung umfasst die Sonde **40**  $45 \times 60$ -Kontaktflächen **500**, wobei jede Kontaktfläche eine Quadratfläche von etwa  $4 \times 4$  mm aufweist.

**[0041]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Elektrodenkontaktflächen **500** durch Isolierstreifen **502** voneinander isoliert. Fakultativ sind die Isolierstreifen **502** möglichst eng, so dass der größte Teil des Bereichs der Oberseite der Sonde **40** gleichförmig ist und keine Artefakte in durch die Empfangseinrichtung **18** gewonnenen Röntgenbildern hervorruft. Alternativ oder zusätzlich weisen die Isolierstreifen **502** eine Breite auf, die als ein Kompromiss zwischen dem Wunsch gewählt ist, Artefakte auf den Röntgenbildern zu minimieren, und der Notwendigkeit, Übersprechen zwischen den elektrischen Signalen der Kontaktflächen **500** zu minimieren. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Breite der Isolierstreifen **502** etwa 0,2 mm. Eine Schicht, die die Kontaktflächen **500** und Isolierstreifen **502** umfasst, wird hierin als eine Kontaktschicht **516** bezeichnet.

**[0042]** Unterhalb der Elektrodenkontaktflächen **500** umfasst die Sonde **40** für jede Kontaktfläche **500** einen Zuleitungsdraht **504**, der die Kontaktfläche mit einem externen Verbinder **506** verbindet, der Signale von den Kontaktflächen **500** zum Scangerät **58** (**Fig. 1**) leitet. In einigen Ausführungsformen der Erfindung ist der externe Verbinder **506** im Sondengehäuse **200** (**Fig. 2**) enthalten. Eine Isolierschicht **508** trennt die Kontaktflächen **500** von den Zuleitungsdrähten **504**. In einigen Ausführungsformen der Erfindung nehmen Isolierstreifen **520** eine Trennung zwischen den Zuleitungsdrähten **504** vor. Respektive Wege **510** in der Isolierschicht **508** verbinden jede von den Kontaktflächen **500** mit ihrem respektiven Zuleitungsdraht **504**. Fakultativ sorgt eine Substratschicht **512** unterhalb der Zuleitungsdrähte **504** für Dauerhaftigkeit der Sonde **40** und/oder isoliert die Zuleitungsdrähte **504** von der Umgebung.

**[0043]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfassen die Elektrodenkontaktflächen **500** und Isolierstreifen **502** Materialien, die im Wesentlichen dieselbe Stoffröntgenstrahlextinktion aufweisen. Im Allgemeinen ist die Stoffröntgenstrahlextinktion eine Funktion der Atomzahl  $Z$  des Materials. Folglich werden keine Schatten auf durch die Empfangseinrichtung **18** gewonnenen Röntgenbildern gebildet, die auf eine Differenz zwischen der Röntgenstrahlabsorption von verschiedenen Bereichen der Sonde **40** zurückzuführen sind.

**[0044]** In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfassen die Elektrodenkontaktflächen **500** Aluminium (z.B.  $0,1-0,2 \mu\text{m}$ ), und die Isolierstreifen **502** umfassen Aluminiumoxid und/oder Silikon. Fakultativ weisen die Elektrodenkontaktflächen **500** eine sehr dünne Kohlenstoffschicht (z.B.  $0,1 \mu\text{m}$ ) auf

der Oberfläche auf, die die Brust berührt. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfassen die Isolierstreifen **502** zusätzlich zu Aluminiumoxid eine respektive dünne Schicht von Kunststoff mit einer zu derjenigen des Kohlenstoffs ähnlichen Röntgenstrahlextinktion, um den Kohlenstoff zu kompensieren. Alternativ umfassen die Isolierstreifen **502** nur Aluminiumoxid, da die Kohlenstoffschicht sehr dünn ist. Alternativ zu den Elektrodenkontaktflächen **500**, die Aluminium umfassen, umfassen die Elektrodenkontaktflächen **500** einen Kohlenstoff, z.B. amorphen Kohlestoff, und die Isolierstreifen **502** umfassen ein Kunststoffmaterial mit einer ähnlichen Röntgenstrahlextinktion, z.B. Polyester. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfassen die Kontaktflächen **500** dünne Kohlenstoffschichten von zwischen etwa 0,1–20 µm.

**[0045]** Alternativ dazu, dass sie dieselbe Röntgenstrahlextinktion aufweisen, weisen die Isolierstreifen **502** eine Dicke auf, die unterschiedliche Röntgenstrahlextinktionen kompensiert, so dass die Elektrodenkontaktflächen **500** und die Isolierstreifen **502** dasselbe Absorptionsniveau aufweisen.

**[0046]** Alternativ sind die Zwischenräume zwischen den Elektrodenkontaktflächen **500** nicht aufgefüllt, und andere Verfahren, wie z.B. unten beschrieben, werden verwendet, um eine Artefakterzeugung zu minimieren.

**[0047]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Zuleitungsdrähte **504** und die Isolierstreifen **520** dazwischen ähnlich aus Materialien mit im Wesentlichen denselben Röntgenstrahlabsorptionsniveaus gebildet. Alternativ oder zusätzlich sind die Streifen **520** aus demselben Material wie die Isolierschicht **508** gebildet. Ähnlich umfassen in einigen Ausführungsformen der Erfindung die Wege **510** und die Isolierschicht **508** Materialien mit im Wesentlichen denselben Röntgenstrahlabsorptionsniveaus. Alternativ oder zusätzlich weisen die Wege **510** eine Breite und/oder Länge (z.B. 10 µm) auf, die im Wesentlichen kleiner als die Auflösung der Röntgenabbildungsvorrichtung ist, so dass die Röntgenstrahlabsorption des Materials der Wege **510** in Bezug zu der Menge von Röntgenenergie sehr klein ist, die einen kleinsten Auflösungsbereich auf der Empfangseinrichtung **18** beeinflusst.

**[0048]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Röntgenstrahlabsorptionsunterschiede über der Kontaktschicht **516** und/oder über den Schichten einschließlich der Drähte **504** geringer als 10%, 5%, 2%, 0,5% oder selbst 0,1%.

**[0049]** Das Substrat **512** und/oder die Isolierschicht **508** umfassen fakultativ ein strahlendurchlässiges nichtleitendes Material, wie z.B. einen Kunststoff mit einer geringen Röntgenstrahlextinktion (z.B. Mylar<sup>®</sup>,

Polyamid, Polyamid, Polyurethan, Polycarbonat oder Tyvec<sup>®</sup>) oder Papier.

**[0050]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Elektrodenkontaktflächen **500**, Zuleitungsdrähte **504** und/oder Wege **510** aus Materialien gebildet, die ein verhältnismäßig hohes Verhältnis ihrer Leitfähigkeit zur ihrer Röntgenstrahlextinktion aufweisen. Solche Materialien können eine hohe Leitfähigkeit und verhältnismäßig hohe Röntgenstrahlextinktion in Bezug zu anderen Materialien geringer Extinktion, z.B. Aluminium, aufweisen oder können eine verhältnismäßig niedrige Leitfähigkeit mit einer geringen Röntgenstrahlextinktion aufweisen, z.B. Ablagerungen auf Graphitbasis und/oder Kohlenstoffschichten. Alternativ kann ein beliebiges anderes Material mit einem beträchtlichen Verhältnis zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Röntgenstrahlextinktion, wie z.B. amorpher Kohlenstoff oder ein Kohlenstoff, der geringfügig mit einem leitenden Material dotiert ist, wie z.B. Silber, verwendet werden.

**[0051]** Fakultativ werden die Dicke der Kontaktflächen **500** und/oder der Querschnitt der Zuleitungsdrähte **504** und/oder Wege **510** als ein Kompromiss zwischen ihrer Röntgenstrahlextinktion und ihrer Konduktanz gewählt. Die Wege **510** weisen, da sie sehr kurz sind, fakultativ einen sehr kleinen Querschnitt auf, wie oben beschrieben. Die Zuleitungsdrähte **504** weisen fakultativ eine Konduktanz von bis zu etwa 100 Ohm auf, um einen Spannungsabfall der durch die Kontaktflächen **500** erfassten Signale zu minimieren, wenn sie durch den Verbinder **506** bereitgestellt werden. Für Materialien mit niedriger Konduktanz, z.B. Kohlenstoff, erfordert eine solche Konduktanz einen Querschnitt von zwischen etwa 1000–3000 µm<sup>2</sup>, während für Materialien mit hoher Konduktanz, z.B. Aluminium, eine solche Konduktanz einen Querschnitt von zwischen etwa 20–80 µm<sup>2</sup> erfordert.

**[0052]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weisen die Zuleitungsdrähte **504** eine kreisförmige und/oder rechteckige Querschnittsform mit einer ähnlichen Breite und Länge auf. Folglich sind die Abmessungen der Zuleitungsdrähte **504** sehr klein, fakultativ kleiner als die Auflösung der Empfangseinrichtung **18**, wodurch der Effekt der Drähte auf die gewonnenen Röntgenbilder verringert wird.

**[0053]** Alternativ oder zusätzlich umfassen einige oder sämtliche Zuleitungsdrähte **504** einen sehr dünnen Film mit einer verhältnismäßig weiten Breite. Der sehr dünne Film weist ein sehr niedriges Röntgenstrahlabsorptionsniveau auf und verursacht deshalb im Wesentlichen keine Artefakte auf Bildern, die durch die Empfangseinrichtung **18** erzeugt werden. Die Verwendung von breiten Zuleitungsdrähten **504** verteilt durch die Zuleitungsdrähte hervorgerufene Artefakte über einen großen Bereich, und deshalb

unterscheiden sich die Artefakte von Anomaliespuren auf Röntgenbildern. Folglich beeinträchtigen die Artefakte kennzeichnende Anomaliespuren auf dem Röntgenbild nicht wesentlich. In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Zuleitungsdrähte **504** auf einer Mehrzahl von Schichten enthalten, um Raum für breite Zuleitungsdrähte zu ermöglichen. Weiter alternativ oder zusätzlich umfassen einige oder sämtliche Zuleitungsdrähte **504** sehr enge, fakultativ verhältnismäßig dicke Drähte, die einen sehr kleinen Bereich der Sonde **40** abdecken.

**[0054]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung sind sämtliche Materialien, die in der Sonde **40** enthalten sind, biokompatibel und biobeständig. Alternativ sind die Materialien der Kontaktschicht **516** biokompatibel und biobeständig, während die Materialien einer Sondenbasis **514** eine geringere Biokompatibilität aufweisen. Folglich können die Materialien der Sondenbasis **514** weniger röntgenstrahlabsorbierend, leichter und/oder leitender oder isolierender (wenn es zweckdienlich erscheint) sein. Fakultativ sind einige oder sämtliche Materialien hypoallergen.

**[0055]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung wird während einer Herstellung ein Substrat **512** in seine Form gebildet. Danach werden die Zuleitungsdrähte **504** unter Verwendung eines beliebigen verfügbaren Produktionsverfahrens auf das Substrat **512** platziert, wie beispielsweise Fotoresist- und/oder Ätzverfahren, die in der Produktion von Halbleitern, Leiterplatten (PCBs) und/oder flexiblen Schaltungen verwendet werden. Die Platzierung des amorphen Kohlenstoffs kann unter Verwendung eines beliebigen Verfahrens ausgeführt werden, das im Stand der Technik bekannt ist, wie z.B. Laserablagerung und/oder chemische Abscheidung aus der Gasphase. Die Streifen **520** zwischen den Zuleitungsdrähten **504** werden dann fakultativ mit einem Isoliermaterial aufgefüllt, wie oben beschrieben. Alternativ oder zusätzlich werden die Zuleitungsdrähte **504** mit einer Schicht gleichmäßiger Dicke des Isoliermaterials der Streifen **520** abgedeckt. Bei dieser Abdeckung werden die Streifen **520** aufgefüllt. Die Zuleitungsdrähte **504** und Streifen **520** werden dann fakultativ durch die Isolierschicht **508** abgedeckt.

**[0056]** An den Punkten, an denen die Kontaktflächen **500** zu platzieren sind, werden fakultativ Löcher in die Isolierschicht **508** gebohrt, um die Wege **510** aufzunehmen. Fakultativ sind die Löcher der Wege **510** abgeschrägt, um ein Abdecken der Wände der Löcher mit einem leitenden Material zu ermöglichen, ohne dass die Löcher ganz gefüllt werden. Fakultativ wird ein leitendes Material auf die Wände der Löcher platziert, wobei die Wege **510** gebildet werden, während das restliche Volumen der Löcher mit einem Material geringer Röntgenstrahlextinktion **518** gefüllt wird, das fakultativ nichtleitend oder ein schlechterer Leiter ist. Alternativ werden die Löcher ganz mit ei-

nem leitenden Material gefüllt.

**[0057]** Die Kontaktflächen **500** werden dann auf die Isolierschicht **508** platziert. Danach wird ein Füllmaterial, das die Isolierstreifen **502** bildet, in den Bereich zwischen den Kontaktflächen **500** aufgefüllt. Alternativ wird eine Schicht des Materials der Isolierstreifen **502** im Wesentlichen auf den ganzen Oberflächenbereich der Sonde **40** platziert, und für die Kontaktflächen **500** werden Hohlräume darin gebildet. Die Kontaktschicht **516** wird fakultativ fest an der Isolierschicht **508** angebracht. Alternativ wird die Kontaktschicht **516** als eine zum einmaligen Gebrauch vorgesehene Kontaktgrenzfläche separat hergestellt, die mit einer Sondenbasis **514** verbunden ist, die die übrigen Schichten der Sonde **40** enthält. Folglich werden die Vorteile einer Verwendung einer zum einmaligen Gebrauch vorgesehenen Kontaktgrenzfläche zur Kontaktierung der Brust **33** erzielt, während z.B. kostspielige Materialien und/oder Strukturen, die ein Röntgenabbilden nicht beeinträchtigen, für die Zuleitungsdrähte **504** verwendet werden. Fakultativ umfassen die Kontaktflächen **500** geeignete Aufnahmen, die auf die Wege **510** der Basis **514** passen. Alternativ oder zusätzlich wird ein beliebiges anderes Anbringverfahren verwendet, um die Kontaktschicht **516** mit der Sondenbasis **514** zu verbinden.

**[0058]** Es wird angemerkt, dass das obige Herstellungsverfahren als Beispiel dargeboten wird und im Wesentlichen ein beliebiges anderes geeignetes Herstellungsverfahren verwendet werden kann, um Sonden gemäß der vorliegenden Erfindung zu erzeugen.

**[0059]** [Fig. 4](#) ist eine schematische Querschnittsansicht eines Teils der Sonde **40** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. [Fig. 4](#) stellt einen Teil der Sonde **40** dar, der eine einzige Kontaktfläche **500** umfasst. Um die Röntgenstrahlabsorption der Sonde **40** über im Wesentlichen ihren ganzen Bereich, der im Pfad des Röntgenabbildens von Vorrichtung **32** liegt, zu egalisieren, weist das Substrat **512** gemäß der Absorption der übrigen Elemente der Sonde über dem Substrat **512** eine unterschiedliche Dicke an unterschiedlichen Bereichen auf. Z.B. kann die Sonde **40** drei unterschiedliche Typen von Bereichen aufweisen, d.h. unterhalb der Kontaktflächen **500**, unterhalb der Wege **510** sowie Kontaktflächen **500** und nicht unterhalb der Kontaktflächen **500**. In einer solchen Sonde **40** weist das Substrat **512** fakultativ drei respektive Dickenbereiche auf. Unterhalb des Wegs **510** weist das Substrat **512** fakultativ eine erste Dicke **610** auf, die ein Loch **620** definiert. Unterhalb der Kontaktfläche **500**, aber nicht unter dem Weg **510**, weist das Substrat **512** fakultativ eine zweite Dicke **612** auf, die ein zweites Loch **622** definiert, und in allen anderen Bereichen weist das Substrat **512** eine dritte Dicke **614** auf. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst das Substrat **512**

ein anderes Material als die Füllung **518** des Wegs **510** und/oder die Kontaktfläche **500**. Deshalb ist die Tiefe der Löcher **620** und/oder **622** nicht notwendigerweise gleich der Dicke der Kontaktfläche **500**.

**[0060]** Obwohl in einigen Ausführungsformen der Erfindung, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, die Wände der Löcher **620** und **622** als gerade Linien dargestellt sind, sind in anderen Ausführungsformen der Erfindung die Wände von einem oder mehreren der Löcher abgeschrägt und/oder gerundet. Die Verwendung von abgeschrägten und/oder gerundeten Löchern beseitigt irgendwelche Artefakte, die durch einen Unterschied in der Röntgenstrahlabsorption zwischen den entgegengesetzten Seiten der Wände des Lochs hervorgerufen sein können.

**[0061]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist die Impedanzsonde **42** eine beliebige der oben mit Bezug auf die Impedanzsonde **40** beschriebenen Strukturen auf. Fakultativ weisen die Sonden **40** und **42** einer Vorrichtung **30** dieselbe Struktur auf. Alternativ weisen die Sonden **40** und **42** unterschiedliche Strukturen auf.

**[0062]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfassen die Sonden **40** und **42** unterschiedliche Materialien, weisen unterschiedliche Layouts der Zuleitungsdrähte **504** auf und/oder sind aus unterschiedlichen Anzahlen von Stücken gebildet. Fakultativ sind die Sonden **40** und/oder **42** markiert (z.B. "obere", "untere"), so dass eine Bedienperson zwischen den Sonden **40** und **42** unterscheiden kann.

**[0063]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist die Impedanzsonde **40** ein höheres Röntgenstrahlabsorptionsniveau als die Sonde **42** auf. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird ermöglicht, dass das Röntgenstrahlabsorptionsniveau der Sonde **42** bis zu etwa 1% beträgt, während ermöglicht wird, dass das Absorptionsniveau der Sonde **40** bis zu etwa 15% beträgt. Die durch jede der Sonden **40** und **42** absorbierte Röntgenenergie trägt nicht zu einer Bildung eines Bildes durch die Empfangseinrichtung **18** bei. Andererseits trifft Röntgenenergie, die durch die Sonde **40** absorbiert wird, nicht auf die Brust **33** auf, während Röntgenenergie, die eine Absorption durch die Sonde **42** erfährt, auf die Brust **33** auftrifft. Deshalb ist es normalerweise wichtiger, die Röntgenstrahlabsorption der Sonde **42** zu minimieren als die der Sonde **40**.

**[0064]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist die Impedanzsonde **42** ein gleichförmigeres Röntgenstrahlabsorptionsniveau über ihrer Oberfläche auf als die Sonde **40**. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Röntgenstrahlabsorptionsunterschiede über dem Bereich der Sonde **42** kleiner als etwa 0,1%, während die Röntgenstrahlabsorptionsunterschiede über dem Bereich der

Sonde **40** bis zu etwa 0,5% zunehmen können. Dies ist deshalb der Fall, weil die Streuung von Röntgenstrahlen in der Brust **33** die Artefakte vermindert, die durch die Sonde **40** hervorgerufen werden. Z.B. ist in einigen Ausführungsformen der Erfindung der Produktionsprozess der Sonde **42** genauer als der der Sonde **40**. Z.B. ist beim Legen von Aluminiumoxidisolerstreifen **502** der erlaubte Unterschied in der Dicke zwischen den Kontaktflächen **500** und den Streifen **502** in der Sonde **42** geringer als ein erster niedriger Schwellenwert (z.B. 0,1–0,2 µm) und in der Sonde **40** geringer als ein zweiter höherer Schwellenwert.

**[0065]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Sonde **40** ein einziges zum einmaligen Gebrauch vorgesehenes Stück, das aus kostengünstigen Materialien gebildet ist, die eine mäßige Röntgenstrahlxtinktion aufweisen. Die Sonde **42** umfasst jedoch zwei Stücke, wie oben beschrieben, so dass die Sondenbasis **514** ([Fig. 3B](#)) kostspielige Materialien umfassen kann, die eine sehr geringe Röntgenstrahlxtinktion aufweisen.

**[0066]** Alternativ oder zusätzlich umfasst die Sonde **40** Zuleitungsdrähte **504** mit einer höheren Konduktanz und einer höheren Röntgenstrahlxtinktion als die Zuleitungsdrähte **504** der Sonde **42**. Z.B. können die Zuleitungsdrähte der Sonde **40** eine größere Querschnittsfläche aufweisen oder können ein leitendes Material umfassen. Weiter alternativ oder zusätzlich sind die Kontaktflächen **500** und/oder die Isoliermaterialien der Streifen **502** und **520**, die Schicht **508** und/oder das Substrat **512** der Sonde **42** weniger Röntgenstrahlabsorbierend als die respektiven Materialien der Sonde **40**. Weiter alternativ oder zusätzlich sind die Schicht **508** und/oder das Substrat **512** in der Sonde **42** dünner als in der Sonde **40**.

**[0067]** Alternativ oder zusätzlich umfasst die Sonde **42** eine Struktur gemäß einer beliebigen der oben beschriebenen Ausführungsformen, während die Sonde **40** eine im Stand der Technik bekannte Struktur aufweist, wie z.B. in den oben erwähnten US-Patenten 5,810,742 oder 6,157,697 beschrieben.

**[0068]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weisen die Sonden **40** und **42** dieselben Kontaktflächenanordnungen auf. Die Verwendung derselben Kontaktflächenanordnungen für beide Sonden **40** und **42** ermöglicht eine Erzeugung von Impedanzbildern von im Wesentlichen derselben Qualität durch beide Sonden **40** und **42** und ermöglicht mehr Freiheit beim Planen von Impedanzabbildungssitzungen.

**[0069]** Alternativ weisen die Sonden **40** und **42** unterschiedliche Kontaktflächenanordnungen auf. Z.B. kann die Sonde **42** eine unterschiedliche Elementstruktur aufweisen, die ein niedrigeres Röntgenstrahlabsorptionsniveau und/oder einen geringeren Röntgenstrahlabsorptionsunterschied über ihre

Oberfläche als die Sonde **40** aufweist. In einigen Ausführungsformen der Erfindung weist die Sonde **42** weniger Kontaktflächen **500** (z.B. ein 8 × 8-Array) als die Sonde **40** (z.B. ein 45 × 60-Array) auf und erfordert folglich weniger Zuleitungsdrähte **504**. Folglich können dünnere Drähte für dieselben Impedanzniveaus auf einer einzigen Schicht der Sonde verwendet werden. Folglich weist die Sonde **42** weniger Röntgenstrahlabsorptionsunterschiede über ihren Bereich und/oder weniger Röntgenstrahlabsorption auf. Alternativ oder zusätzlich ist die Sonde **42** kleiner als die Sonde **40** und/oder weist engere oder breitere Isolierstreifen **502** zwischen ihren Kontaktflächen **500** auf. In einigen Ausführungsformen der Erfindung werden die Bilder normalerweise auf Grundlage von Signalen erzeugt, die durch die Sonde **40** erfasst werden. Eines oder mehrere Bilder mit einer niedrigeren Auflösung (aufgrund der weniger Kontaktflächen **500**, die in der Sonde **42** enthalten sind) können auf Grundlage von Signalen von der Sonde **42** bereitgestellt werden.

**[0070]** In anderen Ausführungsformen der Erfindung wird eine von den Sonden **40** und **42** zur Elektrisierung verwendet, und die andere wird zum Abbilden verwendet. Eine Verwendung von einer von den Sonden nur zur Elektrisierung lässt eine Planung zu, dass diese Sonde der Elektrisierungsaufgabe besser angemessen ist und/oder weniger Röntgenstrahlen-absorbierend oder sonst Röntgenstrahlen-beeinträchtigend ist. Fakultativ umfasst die Sonde **42** die Elektrisierungssonde und weist langgestreckte Streifen von Leitern auf, die in parallelen Reihen angeordnet sind. Solche langgestreckten Reihen können von einer Seite der Sonde **42** außerhalb des Abbildungsgebietes elektrisch angeschlossen sein, und sind deshalb viel weniger Röntgenstrahlen-beeinträchtigend. Alternativ umfasst die Sonde **42** Elemente, die in Kreisen angeordnet sind, oder umfasst eine einzige Planare leitende Elektrode.

**[0071]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung werden zusätzlich zu den Sonden **40** und **42** weitere Sonden auf Seiten der Brust **33** beim Impedanzabbilden verwendet. Z.B. können zwei Elektrisierungssonden auf Seiten der Brust **33** zusätzlich zu den Sonden **40** und **42** verwendet werden, die oben an der und unten an der Brust **33** zum Abbilden verwendet werden. Die Elektrisierungssonden legen fakultativ eine Elektrisierungsspannung und/oder Stromsignale von entgegengesetzten Seiten an, während die Sonden **40** und **42** Spannungssignale erfassen.

**[0072]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung weisen eine oder beide von den Sonden **40** und **42** eine oder mehrere Löcher zum Einsetzen einer Nadel (z.B. einer Biopsienadel) und/oder zum Durchlassen von Fingern eines Chirurgen auf. Die Sonde **40** und/oder **42**, die das Loch oder die Löcher aufweist, ist fakultativ als die eine ausgewählt, die weniger

oder weniger störende Artefakte auf den Röntgenbildern aufgrund des Lochs verursacht. Alternativ oder zusätzlich sind die Löcher auf der Sonde angeordnet, die einem Arzt einen leichteren Zugang ermöglicht. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst eine Sonde, die hauptsächlich und/oder nur als eine Elektrisierungssonde dient, die Löcher. Folglich beeinträchtigt der Bereich der Löcher nicht eine Erzeugung der Bilder.

**[0073]** Es wird angemerkt, dass ein weiterer Bereich von Impedanzabbildungssitzungen mit der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Impedanzabbildungssitzungen werden z.B. im US-Patent 5,810,742 und/oder der PCT/IL00/00839 beschrieben. Elektrisierungssignale können von der Elektrode **56**, der Sonde **40**, der Sonde **42**, von anderen Elektroden und/oder von einer beliebigen Kombination von Elektroden und Sonden angelegt werden. Wie oben beschrieben, können die Bilder durch eine oder beide von den Sonden **40** und **42** in einem einzigen Stadium oder in einer Mehrzahl von Stadien gewonnen werden.

**[0074]** Z.B. werden während einer Abbildungssitzung einige von den Bildern auf Grundlage einer Elektrisierung von der Sonde **40** durch die Sonde **42** gewonnen, und einige von den Bildern werden auf Grundlage einer Elektrisierung von der Sonde **42** durch die Sonde **40** gewonnen. Alternativ oder zusätzlich werden Elektrisierungssignale von spezifischen Elementen von einer oder beiden von den Sonden **40** und **42** angelegt, und die Bilder werden durch die übrigen Elemente von einer oder beiden von den Sonden gewonnen. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Signale von einem oder mehreren spezifischen Elementen der Sonde **40** und von einem oder mehreren spezifischen Elementen der Sonde **42** angelegt, während die übrigen Elemente der Sonden **40** und **42** verwendet werden, um zwei Bilder von entgegengesetzten Seiten zu erzeugen. Fakultativ werden die Werte für die Pixel der Bilder, die den Elementen entsprechen, die für eine Elektrisierung verwendet werden, unter Verwendung eines geeigneten Interpolationsverfahrens berechnet.

**[0075]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung findet eine symbiotische Beziehung zwischen den Abbildungsmodalitäten statt. Da sich jede Technik auf unterschiedliche Eigenschaften der Läsion stützt, verbessert ein Impedanzabbilden das Verstehen von Röntgenabbilden und umgekehrt. Im Allgemeinen wird eine koinzidente Detektion von Merkmalen erwartet. Wenn Anomalien nur bei einer Modalität gesehen werden, können Einstellungen und Verfahren in der anderen Modalität etwas geändert werden, um zu einer koinzidenten Detektion zu gelangen. Fakultativ kann die Kenntnis der verbesserten Einstellungen und Verfahren bei zukünftigem Abbilden verwen-

det werden. Ein Beispiel für eine Abbildungsprozedur mit einem solchen symbiotischen Prozess wird nun mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben.

**[0076]** [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm der Vorgehensweisen, die bei einer Doppelmodalitätsabbildungsprozedur ausgeführt werden, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Brust **33** wird zwischen der Trägerplatte **22** und der Druckplatte **20** platziert (**800**). Fakultativ wird eine leitende Gelschicht zwischen der Brust **33** und der Sonde **40** und/oder **42** platziert (**802**). Die Druckplatte **22** wird dann auf der Brust **33** geschlossen (**804**), und es werden ein oder mehrere Bilder durch die Röntgenröhre **14** und die Empfangseinrichtung **18** gewonnen (**806**). Fakultativ werden ein oder mehrere Impedanzbilder unter Verwendung der Impedanzsonden **40** und/oder **42** gewonnen (**808**). Die gewonnenen Bilder werden analysiert (**810**), um mögliche Anomalien in der Brust **33** zu detektieren und/oder ungeklärte Gebiete zu finden, die ein zusätzliches Abbilden erfordern. Ansprechend auf die Analyse werden ein oder mehrere zusätzliche Impedanzabbildungssitzungen mit einem oder mehreren Parametern ausgeführt (**812**), die ansprechend auf die detektierten möglichen Anomalien ausgewählt sind. Die Ergebnisse der zusätzlichen Impedanzsitzung werden analysiert, um das Vorhandensein, die Stelle und/oder den Typ (z.B. krebsartig oder nicht krebsartig) der möglichen Anomalie zu bestimmen (**814**). Fakultativ werden ein oder mehrere weitere Röntgenbilder gewonnen (**816**), wobei einer oder mehrere Parameter ansprechend auf die obige Bestimmung (**814**) eingestellt werden. Der eine oder die mehreren eingestellten Parameter können z.B. den Winkel umfassen, aus dem die Bilder aufgenommen sind, und/oder die Intensität der Röntgenstrahlen, die beim Abbilden, z.B. für ungeklärte Gebiete, verwendet werden.

**[0077]** Mit Bezug in größerer Einzelheit auf das Platzieren (**802**) der leitenden Gelschicht, kann das Gel platziert werden, indem das Gel auf die Brust **33** oder auf die Sonde **40** geschmiert wird, wie im Stand der Technik bekannt ist. Alternativ oder zusätzlich kann das Gel auf eine zum einmaligen Gebrauch vorgesehene Sonde **40** oder ein Oberflächenkontaktstück derselben vorplatziert werden, z.B. im Innern von Mulden, die die Kontaktflächen derselben umgeben, wie z.B. im US-Patent 5,810,742 beschrieben. Weiter alternativ oder zusätzlich wird das Gel in der Form einer Grenzflächenlage platziert, wie z.B. in der PCT-Anmeldung PCT/IL00/00287, eingereicht am 21. Mai 2000, und/oder in der PCT-Anmeldung PCT/IL00/00127 beschrieben. Die Verwendung einer Grenzflächenlage isoliert die Brust **33** von der Sonde **40**, so dass eine wiederverwendbare Sonde **40** verwendet werden kann, ohne dass die Patientin in Gefahr gebracht wird. Fakultativ umfasst die Gelschicht ein Material mit einer geringen Röntgenstrahlentinktion. Verwenden einer Grenzflächenlage ermöglicht

auch die Verwendung von nichtbiokompatiblen Materialien für die Kontaktflächen **500** und die Isolierstreifen **502** und ermöglicht deshalb eine Verwendung von weniger röntgenstrahlabsorbierenden und/oder leitenderen Materialien. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst das Gel mehrere Klebeeigenschaften, die die Sonde **40** und/oder **42** mit der Brust verbinden.

**[0078]** Mit Bezug in größerer Einzelheit auf ein Analysieren (**810**) der Röntgenbilder und fakultativ Impedanzbilder wird in einigen Ausführungsformen der Erfindung die Analyse automatisch durch einen Prozessor, z.B. den Rechner **24**, ausgeführt. Alternativ oder zusätzlich wird die Analyse durch eine menschliche Bedienperson ausgeführt. Z.B. können die Bilder auf dem Monitor **26** zur Untersuchung durch die Bedienperson angezeigt werden. In einigen Ausführungsformen erzeugen sowohl die Röntgenvorrichtung als auch die Impedanzsonde digitale Bilder, die auf dem Monitor **26** angezeigt werden. Die Bilder können eines nach dem anderen, eines neben dem anderen und/übereinander überlagert angezeigt werden. Alternativ werden Filmbilder der zwei Modalitäten erzeugt und auf einem Leuchtkasten übereinandergelegt. Alternativ wird das Impedanzbild zum Betrachten mit einem Filmbild auf einem Leuchtkasten auf ein Transparent gedruckt. Noch alternativ, wird ein Filmbild gescannt, um ein digitales Bild zu erzeugen, und die digitalen Bilder werden auf einem Rechnermonitor überlagert und betrachtet.

**[0079]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung können digitale Bilder, die auf dem Rechnermonitor überlagert und betrachtet werden, eine Bildverarbeitung durch den Rechner erfahren. Eine Bildverarbeitung kann umfassen: Ändern der Abmessungen von einem Bild, um den Abmessungen des anderen Bildes zu entsprechen; Heranzoomen auf einen Bereich, Entfernen von Rauschen jeglicher Art und andere Bildverbesserungsverarbeitung, wie im Stand der Technik bekannt.

**[0080]** Fakultativ werden Röntgenbilder, die gewonnen sind, während die Sonden **40** und/oder **42** an ihrem Ort sind, durch ein Signalverarbeitungsprogramm verarbeitet, das z.B. auf dem Rechner **24** läuft, das das zu erwartende Muster der Mehrlementimpedanzsonde **40** entfernt. Fakultativ identifiziert der Rechner **24** die Artefakte auf den gewonnenen Röntgenbildern und entfernt sie dementsprechend. Alternativ oder zusätzlich entfernt der Rechner **24** Schattenbildungsartefakte, die für das Layout der Sonden **40** und/oder **42** erwartet werden. Fakultativ speichert der Rechner **24** ein oder mehrere bekannte Sondenlayouts und verwendet zum Postverarbeiten das gespeicherte Layout, das zu den Sonden **40** und/oder **42** gehört, die im Augenblick verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich wird vor einer Abbildungssitzung ein leeres Bild mit den Sonden

**40** und/oder **42** an ihrem Ort aber ohne die Brust **33** aufgenommen, und das leere Bild wird analysiert, um die Artefakte zu bestimmen, die durch die Sonden hervorgerufen werden.

**[0081]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung bestimmen die Ergebnisse der Analyse (**810**) die Tiefe einer in Verdacht stehenden Anomalie, und die zusätzliche Analyse (**814**) wird verwendet, um den Typ der Anomalie zu bestimmen, z.B., ob die Anomalie die Charakteristiken eines malignen Gebiets aufweist. Die Tiefe kann durch Gewinnen von Röntgenbildern aus zwei unterschiedlichen Winkeln bestimmt werden, wie im Stand der Technik bekannt ist. Alternativ oder zusätzlich wird die Analyse (**810**) verwendet, um eine zweidimensionale Stelle einer Anomalie zu bestimmen, und die zusätzliche Analyse (**814**) wird verwendet, um die Tiefe der Anomalie zu bestimmen. Weiter alternativ oder zusätzlich zeigen die Ergebnisse der Analyse (**810**) einen ungeklärten Bereich an, und die zusätzliche Analyse (**814**) wird verwendet, um den ungeklärten Bereich sorgfältig zu scannen.

**[0082]** Weiter alternativ oder zusätzlich werden die Ergebnisse der Analyse (**810**) beim Normieren der Ergebnisse des Impedanzabbildens verwendet. Fakultativ bestimmen die Analyse des Röntgenbildes und/oder das kombinierte Bild einen Bereich mit einem unter Verdacht stehenden Bereich und einem geklärten Bereich, der am klarsten ohne Anomalien ist. Die Ergebnisse des Impedanzabbildens (**812**) des geklärten Bereichs werden verwendet, um die Ergebnisse des Abbildens des unter Verdacht stehenden Bereichs zu normieren, wodurch eine bessere Ansicht der unter Verdacht stehenden Anomalie und/oder genauere Daten über die Anomalie bereitgestellt werden.

**[0083]** In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine der Sonden **40** und **42** zum Erfassen von Signalen verwendet, die beim Erzeugen eines Bildes verwendet werden, während die andere Sonde verwendet wird, um Elektrisierungssignale zur Brust **33** zu liefern. Fakultativ wird die zusätzliche Impedanzabbildungssitzung mit spezifischen Elektrisierungsmustern und/oder Erfassungsmustern ausgeführt, die zur Untersuchung der unter Verdacht stehenden Anomalie geeignet sind. Z.B. können die Elektrisierungssignale an zwei parallele Linien von Kontaktflächen auf entgegengesetzten Seiten der unter Verdacht stehenden Anomalie angelegt werden, wie in der PCT-Anmeldung PCT/IL00/00839 beschrieben. In einigen Ausführungsformen der Erfindung ist der Abstand zwischen parallelen Linien und einem Punkt über der in Verdacht stehenden Anomalie im Wesentlichen gleich der Tiefe der Anomalie. Fakultativ weisen die Elektrisierungssignale zu den parallelen Linien unterschiedliche Phasen auf, fakultativ entgegengesetzte Phasen.

**[0084]** Alternativ oder zusätzlich werden beliebige andere Impedanzabbildungsverfahren, wie z.B. in der PCT/IL00/00839 und/oder im US-Patent 5,810,742 beschrieben, verwendet. Jeglicher der Parameter von solchen Abbildungsverfahren kann ansprechend auf die Analyse (**810**) eingestellt werden. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfassen die eingestellten Parameter die Amplitude und/oder Frequenz der Elektrisierungssignale. Z.B. können tiefer liegende Anomalien Elektrisierungssignale mit einer höheren Amplitude und/oder einer anderen Frequenz, als sie für nicht tief liegende Anomalien verwendet werden, erfordern. Alternativ oder zusätzlich umfassen die eingestellten Parameter eine Bestimmung darüber, welche Kontaktflächen der Elektrisierungssonde bei der Elektrisierung verwendet werden, z.B., wie viele von den Kontaktflächen und/oder in welcher Konfiguration. Weiter alternativ oder zusätzlich umfassen die eingestellten Parameter eine Bestimmung darüber, welche Elemente (auf einer Sonde oder zwei Sonden) zur Elektrisierung verwendet werden und welche Elemente zum Erfassen verwendet werden. Weiter alternativ oder zusätzlich umfassen die eingestellten Parameter eine Bestimmung darüber, ob eine entfernt angeordnete Elektrode zu verwenden ist.

**[0085]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung, in denen die angelegten Signale unterschiedliche Phasen aufweisen, wie in der PCT/IL00/00839 beschrieben, umfasst der eingestellte Parameter den Phasenunterschied zwischen den angelegten Signalen.

**[0086]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung wird nach einer Bestimmung der Stelle und/oder des Typs der Anomalie eine Biopsienadel zu der Anomalie gelenkt, um zusätzliche Information über die Anomalie zu empfangen. Die Führung der Nadel in Richtung auf die Anomalie kann unter Verwendung von Impedanzabbildungsverfahren ausgeführt werden, wie z.B. in der PCT/IL00/00839 und/oder dem US-Patent 5,810,742 beschrieben. Fakultativ wird ein elektrisches Signal an die Biopsienadel angelegt, so dass ihr Vorrücken durch die Sonde **40** und/oder **42** leicht detektiert wird. Es wird angemerkt, dass die Führung unter Verwendung eines Impedanzabbildens selbst für Anomalien möglich ist, die nur auf Grundlage von Röntgenbildern detektiert werden, und zwar auf Grundlage des In-Deckung-Bringens der Impedanzbilder und der Röntgenbilder. Ein zusätzliches Röntgenbild kann aufgenommen werden, wenn die Biopsienadel den spezifizierten Punkt erreicht, als eine zusätzliche Bestätigung, dass sich die Nadel am richtigen Punkt befindet.

**[0087]** Mit Bezug in größerer Einzelheit auf Gewinnen (**816**) der weiteren Röntgenbilder werden die zusätzlichen Bilder aus unterschiedlichen Winkeln und/oder mit unterschiedlichen Röntgenstrahlintensi-

täten gewonnen. Die unterschiedlichen Winkel und/oder Intensitäten werden fakultativ ansprechend auf eine Analyse von vorherig gewonnenen Bildern ausgewählt. Z.B. können zusätzliche Röntgenbilder aus einem Winkel gewonnen werden, in dem die Sonden **40** und/oder **42** weniger Artefakte in einem spezifischen Bereich von Interesse hervorrufen.

**[0088]** Es wird angemerkt, dass der ganze Abbildungsprozess für eine unterschiedliche Winkelansicht der Brust **33**, z.B. eine Seitenansicht, wiederholt werden kann, in der die Vorrichtung gedreht wird und die Brust von der Seite zusammengedrückt wird.

**[0089]** In einigen Ausführungsformen wird die symbiotische Beziehung weiter auf das Verstehen darüber ausgeweitet, welche Merkmale und Typen von Läsionen besser durch eine Röntgenaufnahme besser sichtbar gemacht werden und welche Merkmale und welche Typen von Läsionen besser durch Impedanz detektiert werden. An sich kann eine spezifische Wirksamkeit und Empfindlichkeit von jeder Technik auf gewisse Merkmale und Typen von Läsionen untersucht und verglichen werden. Da unterschiedliche Empfindlichkeiten vorhanden sind, ermöglicht die Verwendung von beiden Modalitäten zusammen eine gründlichere Diagnose.

**[0090]** Alternativ oder zusätzlich zum Einstellen der Gewinnung von Daten von einer Modalität ansprechend auf Abbildungsergebnisse von einer anderen Modalität wird die Anzeige der für eine der Modalitäten gewonnenen Daten ansprechend auf Ergebnisse von einer anderen Modalität eingestellt.

**[0091]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung wird der Typ des Parameters der Impedanzabbildung, der angezeigt wird (z.B. kritische Frequenz, Phase, Kapazität, Leitfähigkeit), ansprechend auf Ergebnisse von der Abbildung einer anderen Modalität ausgewählt. Alternativ oder zusätzlich werden während des Impedanzabbildens Daten für eine Mehrzahl von Stimulationssignalen gesammelt, und die Daten, die angezeigt werden, werden ansprechend auf die Abbildungsergebnisse von einer anderen Modalität gewählt. Z.B. können Daten mit angelegten Stimulationssignalen bei einer Mehrzahl von Stellen, Layouts, Phasenunterschieden, Frequenzen und/oder Amplituden gewonnen werden. Das angezeigte Bild wird fakultativ ansprechend auf Daten von Bildern einer anderen Modalität gewählt, z.B. dem Ort einer in Verdacht stehenden Anomalie in gewonnenen Röntgenbildern. Z.B. können für eine in Verdacht stehende Anomalie bei einer Tiefe  $x$  unterhalb der Sonde **40** Daten von einem Abbilden angezeigt werden, das mit Stimulationssignalen ausgeführt ist, die von entgegengesetzten Seiten, fakultativ mit einem Abstand  $x$ , von dem Oberflächenbereich über der in Verdacht stehenden Anomalie angelegt sind.

**[0092]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung werden kombinierte Mammographie- und Impedanzabbildungsprozeduren für eine Mehrzahl von Patientinnen unter Verwendung derselben Vorrichtung nacheinander ausgeführt. Aus Sicherheitsgründen wird, bevor die Brust von jeder Patientin in die Mammogrammeinrichtung platziert wird, eine zum einmaligen Gebrauch vorgesehene Kontaktfläche auf die Druckplatte **20** und/oder Trägerplatte **22** platziert. Die Kontaktfläche kann, wie oben beschrieben, eine Gellage, eine Sonde **40** und/oder **42** und/oder eine Kontaktschicht einer Sonde umfassen, z.B. einschließlich der Kontaktflächen **500** ohne die Zuleitungsdrähte **502**. Ein Ändern der Kontaktfläche zwischen Patientinnen beseitigt die Notwendigkeit zur Sterilisation und/oder Reinigung der Vorrichtung zwischen Abbildungsprozeduren.

**[0093]** Alternativ oder zusätzlich zu dem Verfahren von [Fig. 5](#) kann jegliches andere kombinierte Impedanzabbildungs- und Röntgenabbildungsverfahren verwendet werden. Insbesondere können die Röntgenbilder und Impedanzbilder in jeglicher Reihenfolge und/oder gleichzeitig erhalten werden.

**[0094]** Das Verfahren von [Fig. 5](#) und/oder andere Abbildungsverfahren, bei denen die Parameter von einer Modalität ansprechend auf Ergebnisse von einer Abbildung unter Verwendung einer anderen Modalität eingestellt sind, sind nicht auf die oben beschriebene Vorrichtung beschränkt, sondern können vielmehr mit im Wesentlichen jeglicher Röntgenvorrichtung, die im Stand der Technik bekannt ist, verwendet werden, einschließlich einer Vorrichtung zur Abbildung von von der Brust verschiedenem Gewebe.

**[0095]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung befindet sich, statt dass sich die gesamte Sonde **42** während der Gewinnung des Röntgenbildes an ihrem Ort befindet, nur ein Körperkontaktteil der Sonde **42** an seinem Ort. Nachdem das Röntgenbild gewonnen ist, werden die übrigen Teile der Sonde **42** an ihren Ort gebracht, fakultativ nachdem die Empfangseinrichtung **18** entfernt ist. Fakultativ umfasst der Körperkontaktteil ein dickes nichtleitendes Substrat von einer sehr geringen Röntgenstrahlxtinktion, das als eine Trägerplatte dienen kann. Der Kontaktteil umfasst eine Oberfläche, die der Brust zugekehrt ist, Kontaktflächen **500**, wie oben beschrieben. Dünne leitende Wege führen durch das Substrat von den Kontaktflächen **500** zu einer entgegengesetzten Seite des Substrats. Ein zweiter Teil der Sonde **42** umfasst die Zuleitungsdrähte **504** und Öffnungen, die die Wege vom Körperkontaktteil mit den Zuleitungsdrähten verbinden.

**[0096]** Die Prinzipien der vorliegenden Erfindung sind nicht auf eine Doppelmodalitätsvorrichtung beschränkt. In einigen Ausführungsformen der Erfin-

ung wird eine zusätzliche Modalität über Impedanz und Röntgenstrahl hinaus beim Untersuchen der Brust **33** verwendet. Die dritte Modalität kann im Wesentlichen ein beliebiges geeignetes Abbildungsverfahren sein, das im Stand der Technik bekannt ist, wie z.B. Gammaabbilden. Z.B. kann eine Gammakamera auf der Impedanzsonde **40** der Druckplatte **20** angebracht werden.

**[0097]** Es ist ersichtlich, dass die oben beschriebenen Verfahren auf viele Weisen variiert werden können, einschließlich Ändern der Reihenfolge von Schritten und/oder Ausführen einer Mehrzahl von Schritten auf gleichzeitige Weise. Z.B. können die oben beschriebenen Schritte zur Herstellung der Sonde **40** in einer unterschiedlichen Reihenfolge ausgeführt werden. Es sollte auch ersichtlich sein, dass die oben beschriebene Beschreibung von Verfahren und Vorrichtungen so interpretiert werden soll, dass sie Vorrichtungen zur Ausführung der Verfahren und Verfahren zur Verwendung der Vorrichtungen umfasst. Die vorliegende Erfindung ist unter Verwendung von nichtbeschränkenden ausführlichen Beschreibungen von Ausführungsformen derselben beschrieben worden, die als Beispiel bereitgestellt werden und den Umfang der Erfindung nicht beschränken sollen. Es sollte ersichtlich sein, dass Merkmale und/oder Schritte, die in Bezug zu einer Ausführungsform beschrieben sind, mit anderen Ausführungsformen verwendet werden können, und dass nicht alle Ausführungsformen der Erfindung sämtliche Merkmale und/oder Schritte aufweisen, die in einer speziellen Figur dargestellt sind oder in Bezug zu einer der Ausführungsformen beschrieben sind. Variationen der beschriebenen Ausführungsformen kommen Fachleuten in den Sinn. Weiter sollen die Terme "umfassen", "einschließen", "aufweisen" und ihre Paronyme, wenn sie in den Ansprüchen verwendet werden, "einschließlich, aber nicht notwendigerweise beschränkt auf" bedeuten.

**[0098]** Es wird angemerkt, dass einige der oben beschriebenen Ausführungsformen den durch die Erfinder in Erwägung gezogenen besten Modus beschreiben können und deshalb Struktur, Vorgehensweisen oder Details von Strukturen und Vorgehensweisen, die für die Erfindung nicht wesentlich sein mögen und die als Beispiele beschrieben sind, enthalten können. Struktur und Vorgehensweisen, die hierin beschrieben sind, sind durch Äquivalente ersetzbar, die dieselbe Funktion ausführen, selbst wenn die Struktur oder Vorgehensweisen unterschiedlich sind, wie im Stand der Technik bekannt. Deshalb wird der Bereich der Erfindung nur durch die Elemente und Beschränkungen beschränkt, wie in den Ansprüchen verwendet.

### Patentansprüche

1. Sonde zur Impedanzabbildung, umfassend:

eine Mehrzahl von leitenden Elementen (**500**), die angepasst sind, um mit einem Gewebe eines Subjekts Kontakt zu machen;  
eine Mehrzahl von leitenden Drähten (**504**), die die leitenden Elemente (**500**) mit einem externen Verbindler (**506**) verbinden; und  
ein oder mehrere nichtleitende Materialien (**502, 508, 512, 520**),  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
die Röntgenstrahlextinktion der nichtleitenden Materialien (**502, 508, 512, 520**) in mindestens einigen der Oberflächenbereiche der Sonde eine Funktion der Röntgenstrahlextinktion der leitenden Drähte (**504**) und Elemente (**500**) in demselben Oberflächenbereich ist, so dass die Sonde im Wesentlichen dieselbe Röntgenstrahlextinktion über den größten Teil des Oberflächenbereichs der Sonde aufweist.

2. Sonde nach Anspruch 1, bei der das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien (**502, 508, 512, 520**) eine Substratschicht (**512**) mit unterschiedlicher Dicke bei unterschiedlichen Oberflächenbereichen der Sonde umfassen.

3. Sonde nach Anspruch 2, bei der die Substratschicht (**512**) in Oberflächenbereichen der Sonde dünner ist, die leitende Drähte (**504**) umfassen.

4. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien (**502, 508, 512, 520**) mindestens ein Isoliermaterial umfassen, das eine Röntgenstrahlextinktion aufweist, die im Wesentlichen gleich der Röntgenstrahlextinktion der leitenden Elemente (**500**) oder der leitenden Drähte (**504**) ist.

5. Sonde nach Anspruch 4, bei der die Mehrzahl von leitenden Elementen (**500**) ein Ablagerung auf Aluminium-Basis umfassen und das mindestens eine Isoliermaterial (**502, 508, 512, 520**) Aluminiumoxid umfasst.

6. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der das eine oder die mehreren nichtleitenden Materialien (**502, 508, 512, 520**) mindestens ein Isoliermaterial (**502**) umfassen, das zwischen mindestens einigen der leitenden Elemente (**500**) abgelagert ist.

7. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der das Röntgenstrahlabsorptionsniveau von mindestens einigen der Oberflächenbereiche, die die leitenden Elemente (**500**) umfassen, im Wesentlichen gleich dem Adsorptionsniveau von mindestens einigen der Oberflächenbereiche ist, die die leitenden Elemente (**500**) nicht umfassen.

8. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Mehrzahl von leitenden Drähten (**504**) in einer einzigen Schicht enthalten sind, welche

Schicht ein im Wesentlichen gleiches Röntgenstrahlabsorptionsniveau über im Wesentlichen ihrem ganzen Oberflächenbereich aufweist.

9. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Sonde keine leitenden Teile enthält, die nicht in einem elektrischen Pfad zwischen einem der leitenden Elemente (**500**) und dem externen Verbinder (**506**) enthalten sind.

10. Sonde nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Sonde ein Röntgenstrahlabsorptionsniveau von weniger als 6% aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

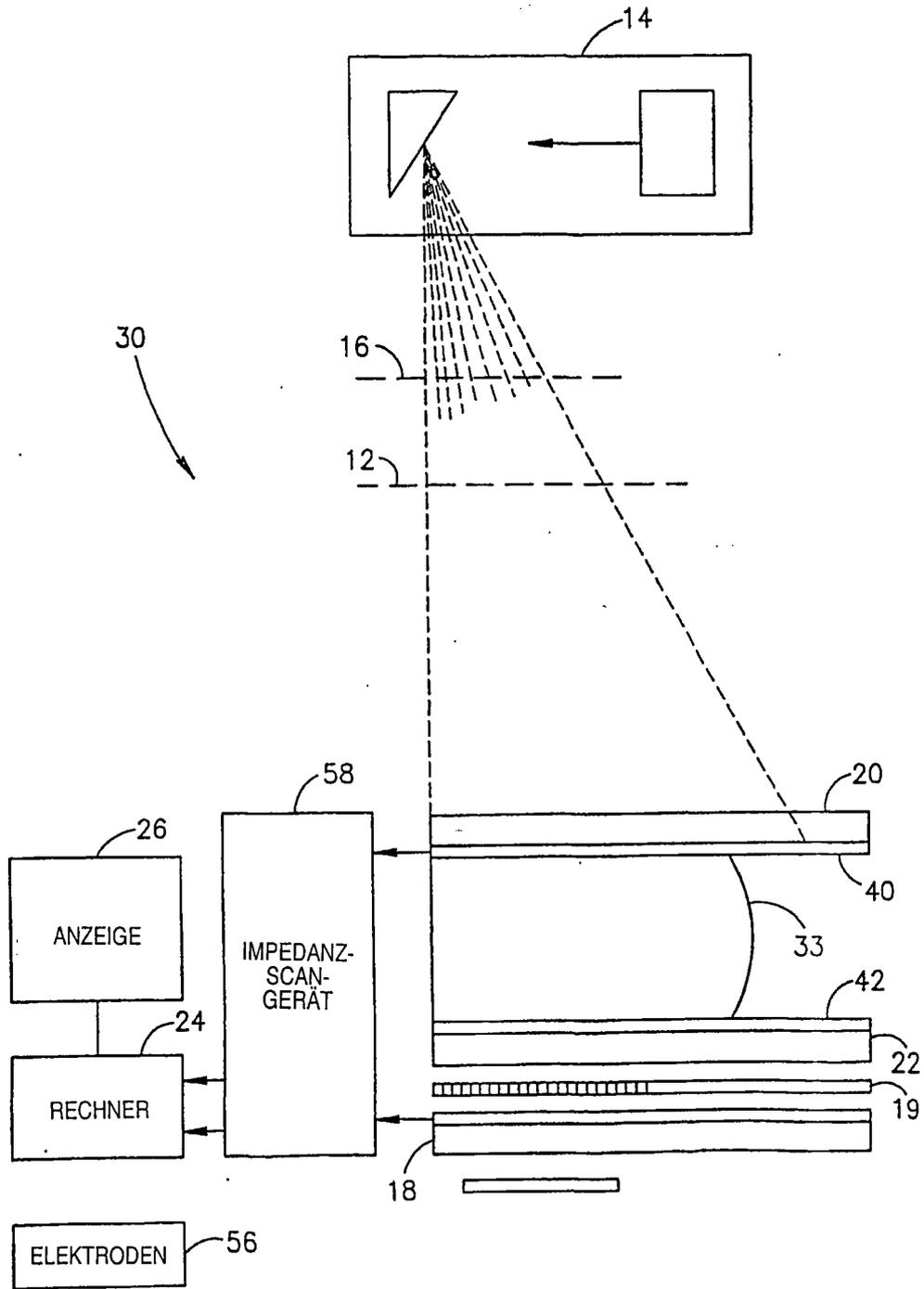


FIG.1

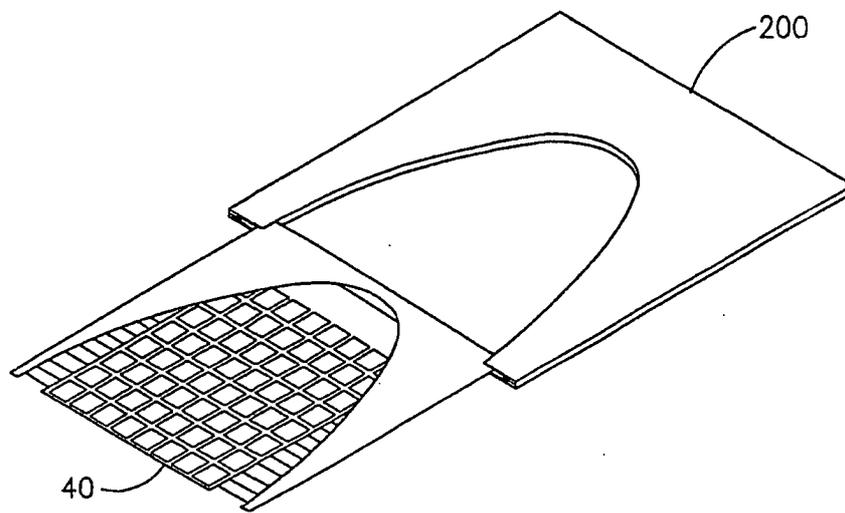


FIG.2

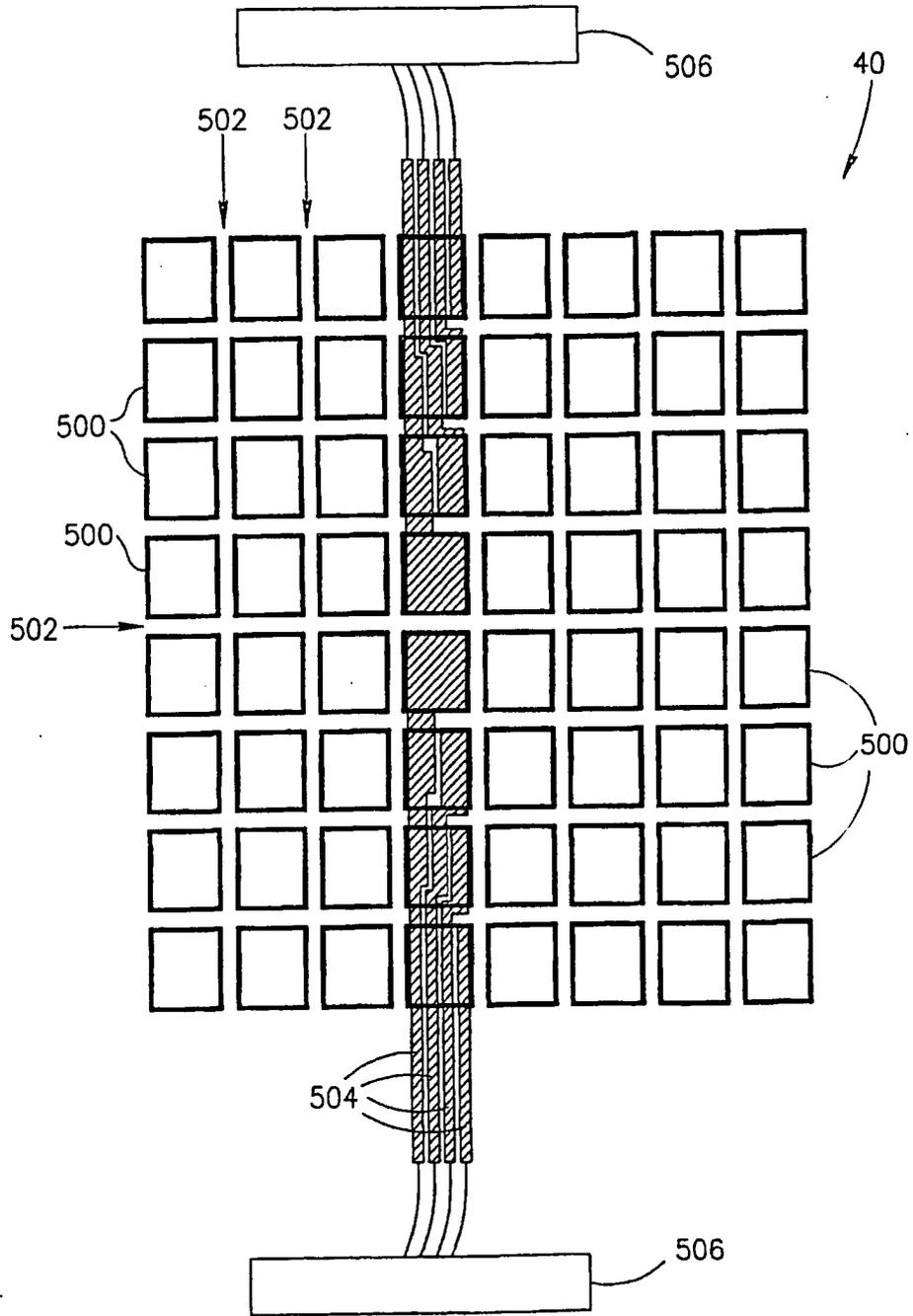


FIG.3A

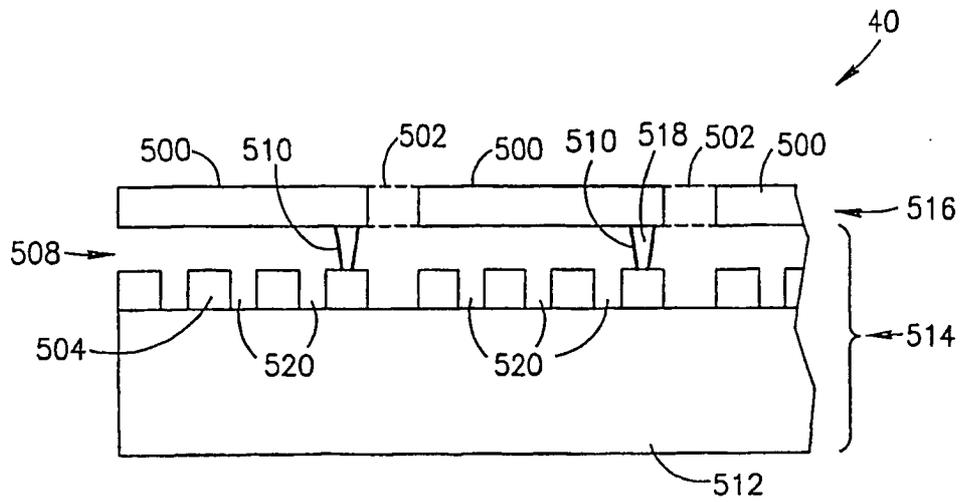


FIG. 3B

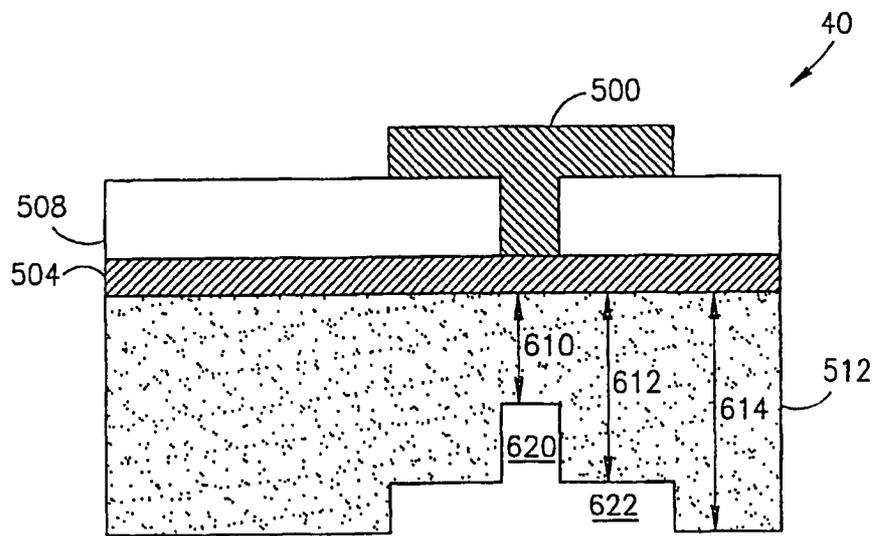


FIG. 4

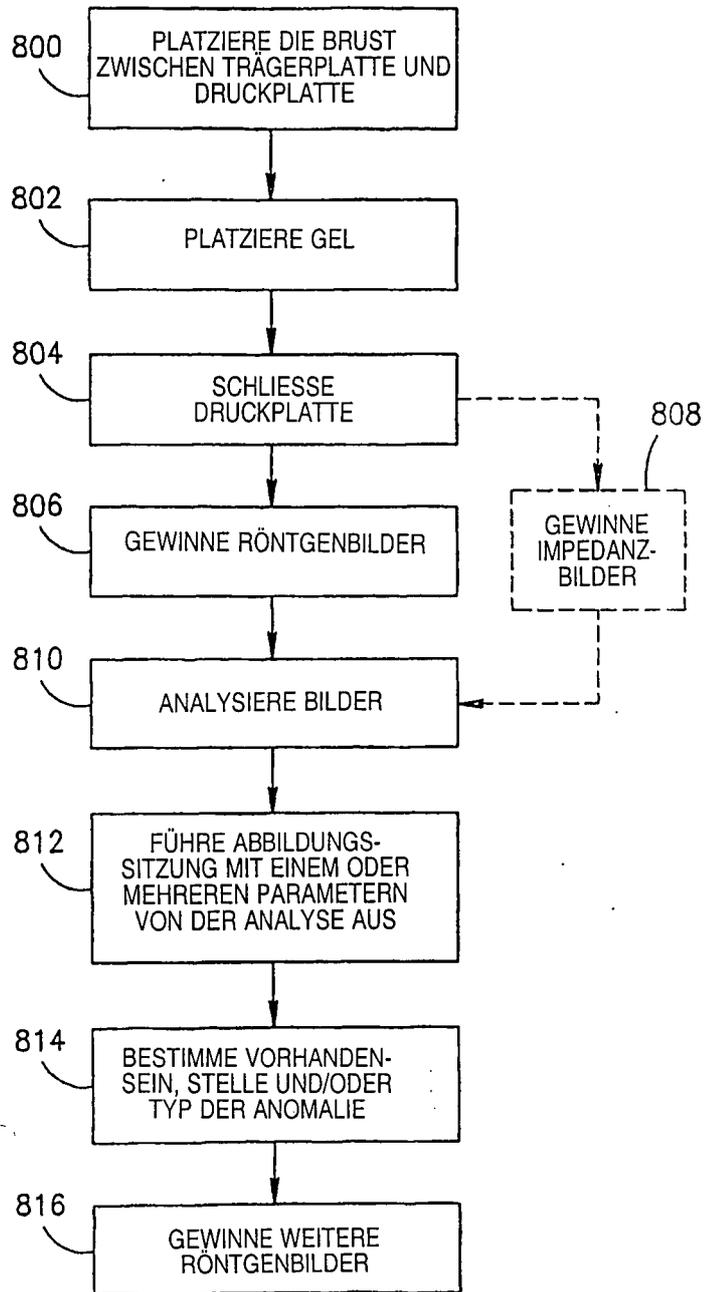


FIG. 5