(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2016 005 183 T5** 2018.08.02

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/080892**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 005 183.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2016/076470**
(86) PCT-Anmeldetag: **03.11.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **18.05.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **02.08.2018**

(51) Int Cl.: ***G01R 33/54*** (2006.01)
G06F 19/00 (2018.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

6114/CHE/2015	**13.11.2015**	**IN**
16153101.7	**28.01.2016**	**EP**
16160495.4	**15.03.2016**	**EP**

(71) Anmelder:
Koninklijke Philips N.V., Eindhoven, NL

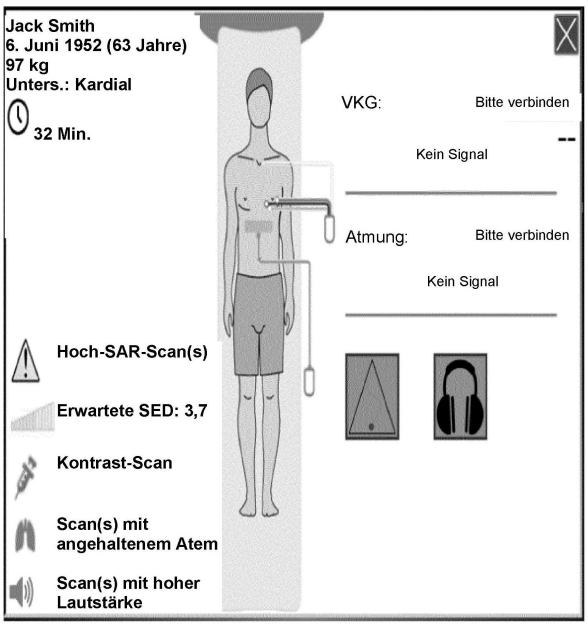
(74) Vertreter:
Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 80538 München, DE

(72) Erfinder:
Kaufholz, Paul Augustinus Peter, Eindhoven, NL; Van Meel, Marius Johannes, Eindhoven, NL; Springorum, Rudolf Theodoor, Eindhoven, NL; Furster, Willem Christiaan Constantijn, Eindhoven, NL; Van der Meulen, Peter, Eindhoven, NL; Van Wijk, Vincent Paul Quinten, Eindhoven, NL

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Magnetresonanz-Untersuchungssystem mit einer Benutzeroberfläche**

(57) Zusammenfassung: Es ist ein Magnetresonanz-Untersuchungssystem offenbart, das über eine grafische Benutzeroberfläche und ein (Software)-Analysemodul verfügt. Das Analysemodul ist dazu konfiguriert, Untersuchungsinformationen, insbesondere ein ausgewähltes Untersuchungsprotokoll, auf Maßnahmen, die durch den Bediener zu treffen sind, zu analysieren, wie etwa Verbinden von Hilfsausrüstung oder Funkfrequenzempfängerspulen mit dem Magnetresonanz-Untersuchungssystem. Das Analysemodul liefert die zu treffenden Maßnahmen an die (grafische) Benutzeroberfläche zum entsprechenden Zeitpunkt vor oder während des Durchführens des Untersuchungsprotokolls. Auf diese Weise wird der Bediener bei der Durchführung des ausgewählten Untersuchungsprotokolls angeleitet und unterstützt. Dies verbessert die Effizienz des Arbeitsablaufs beim Durchführen von einem oder mehreren ausgewählten Protokollen. Bevorzugt wird die grafische Benutzeroberfläche innerhalb des Untersuchungsraums bereitgestellt und kann an dem Portal befestigt werden.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Verfahren zur Magnetresonanztomografie (MRT) nutzen die Interaktion zwischen Magnetfeldern und Kernspins, um zweidimensionale oder dreidimensionale Bilder zu bilden. Magnetresonanz-Untersuchungssysteme sind heutzutage weit verbreitet, insbesondere im Bereich von medizinischer Diagnose, da sie für die Bildgebung von Weichgewebe gegenüber anderen Bildgebungsverfahren in vielerlei Hinsicht überlegen sind, keine ionisierende Strahlung erfordern und normalerweise nicht invasiv sind.

[0002] Gemäß dem MRT-Verfahren im Allgemeinen wird der Körper des zu untersuchenden Patienten in einem starken gleichmäßigen Magnetfeld B_0 angeordnet, dessen Richtung gleichzeitig eine Achse (normalerweise die z-Achse) des Koordinatensystems definiert, auf das sich die Messung bezieht. Das Magnetfeld B_0 ruft in Abhängigkeit von der Magnetfeldstärke, die durch Anwendung eines elektromagnetischen Wechselfeldes (RF-Feld) mit definierter Frequenz (sogenannte Larmor-Frequenz oder MR-Frequenz) angeregt wird (Spinresonanz), unterschiedliche Energieniveaus für die einzelnen Kernspins hervor. Aus einer makroskopischen Sicht erzeugt die Verteilung der einzelnen Kernspins eine Gesamtmagnetisierung, die durch Anwendung eines elektromagnetischen Impulses von entsprechender Frequenz (RF-Impuls) aus dem Gleichgewichtszustand auslenkbar ist, während das entsprechende dynamische Magnetfeld B_1 dieses RF-Impulses senkrecht zu der z-Achse verläuft, sodass die Magnetisierung eine Kreiselbewegung über der z-Achse durchführt. Die Kreiselbewegung beschreibt eine Oberfläche eines Kegels, dessen Öffnungswinkel als Kippwinkel bezeichnet wird. Die Größe des Kippwinkels ist von der Stärke und der Dauer des angelegten elektromagnetischen Impulses abhängig. In dem Beispiel eines sogenannten 90°-Impulses wird die Magnetisierung von der z-Achse zu der Querebene abgelenkt (Kippwinkel 90°).

[0003] Nach Beendigung des RF-Impulses kehrt die Magnetisierung zurück in den ursprünglichen Gleichgewichtszustand, bei dem die Magnetisierung in der z-Richtung erneut mit einer ersten Zeitkonstante T_1 (Spin-Gitter- oder Längsrelaxationszeit) aufgebaut wird und die Magnetisierung in der Richtung senkrecht zu der z-Richtung mit einer zweiten und kürzeren Zeitkonstante T_2 (Spin-Spin- oder Querrelaxationszeit) sich abbaut. Die Quermagnetisierung und deren Veränderung können durch empfangende RF-Antennen (Spulenanordnungen) erfasst werden, die innerhalb eines Untersuchungsvolumens des Magnetresonanz-Untersuchungssystems auf eine solche Weise angeordnet und ausgerichtet sind, dass die Veränderung der Magnetisierung in der Richtung senkrecht zu der z-Achse gemessen wird. Das Abklingen der Quermagnetisierung wird durch Phasenverschiebung begleitet, die nach RF-Erregung stattfindet, verursacht durch lokale Magnetfeldinhomogenitäten, was einen Übergang aus einem geordneten Zustand mit der gleichen Signalphase zu einem Zustand, in dem alle Phasenwinkel gleichmäßig verteilt sind, ermöglicht. Die Phasenverschiebung kann durch einen refokussierenden RF-Impuls (zum Beispiel einen 180°-Impuls) kompensiert werden. Dies erzeugt ein Echosignal (Spin-Echo) in den empfangenden Spulen.

[0004] Um räumliche Auflösung bei dem Subjekt, das eine Bildgebung erfährt (wie etwa ein zu untersuchender Patient), umzusetzen, werden konstante Magnetfeldgradienten, die entlang der drei Hauptachsen verlaufen, mit dem gleichmäßigen Magnet B_0 überlagert, was zu einer linearen räumlichen Abhängigkeit der Spin-Resonanzfrequenz führt. Das in den empfangenden Antennen (Spulenanordnungen) aufgefangene Signal enthält dann Komponenten von unterschiedlichen Frequenzen, die mit unterschiedlichen Positionen im Körper assoziiert werden können. Die über die empfangenden Spulen erlangten Signaldaten entsprechen der räumlichen Frequenzdomäne der Wellenvektoren des Magnetresonanzsignals und werden als k-Raum-Daten bezeichnet. Die k-Raum-Daten beinhalten normalerweise mehrere erlangte Zeilen mit unterschiedlicher Phasencodierung. Jede Zeile wird durch Sammeln einer Anzahl von Proben digitalisiert. Eine Reihe von k-Raum-Daten wird durch eine Fourier-Transformation in ein MR-Bild umgewandelt.

[0005] Die Quermagnetisierung zeigt auch bei Anwesenheit von konstanten Magnetfeldgradienten eine Phasenverschiebung. Dieser Prozess kann ähnlich zu der Bildung von RF-induzierten (Spin-) Echos durch entsprechende Gradientenumkehr, was ein sogenanntes Gradientenecho bildet, umgekehrt werden. Im Fall eines Gradientenechos werden jedoch Auswirkungen von Hauptfeldinhomogenitäten, chemischen Verschiebungen und anderen Auswirkungen außerhalb der Resonanz im Gegensatz zum RF-refokussierten (Spin-)Echo nicht refokussiert.

[0006] Die Benutzeroberfläche des Magnetresonanz-Untersuchungssystems dient dazu, es dem Benutzer zu ermöglichen, Befehle an die Steuereinheit des Magnetresonanz-Untersuchungssystems auszugeben, um Magnetresonanz-Erfassungssequenzen auszuwählen und durchzuführen, um Magnetresonanzsignale zu erfassen und Magnetresonanzbilder aus den Magnetresonanzsignalen zu rekonstruieren. Diese Befehle können sich auf die Auswahl von Magnetresonanz-Erfassungssequenzen beziehen, die mit bestimmtem Gewebekontrast assoziiert sind. Die Befehle können sich auch auf die Geometrieplanung der Region von Interesse (Volumen, Slices) bezie-

hen, aus der das Magnetresonanzsignal zu erfassen ist. Die Benutzeroberfläche dient ferner dazu, Informationen zum Betriebsstatus des Magnetresonanz-Untersuchungssystems bereitzustellen und rekonstruierte Magnetresonanzbilder für den Benutzer darzulegen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0007] Ein Magnetresonanztomografiesystem ist aus der US-Patentanmeldung US2009/0234218 bekannt.

[0008] Dieses bekannte Magnetresonanztomografiesystem weist eine grafische Benutzeroberfläche auf, die sich im Scan-Zimmer befindet und die Informationen in Bezug auf die Einstellung eines Patienten und eines Scans für eine MRT-Untersuchung anzeigt. Die Informationen werden manuell durch den Benutzer eingegeben.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Magnetresonanzuntersuchungssystem mit einer Benutzeroberfläche, die einen effizienteren Arbeitsablauf für die Bildgebung des zu untersuchenden Patienten ermöglicht, bereitzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch das Magnetresonanz-Untersuchungssystem, das Folgendes umfasst, erreicht:

- eine Benutzeroberfläche und ein Analysemodul,
- wobei die Benutzeroberfläche dazu konfiguriert ist, Untersuchungsinformationen für eine MRT-Untersuchung an das Analysemodul bereitzustellen,
- wobei das Analysemodul dazu konfiguriert ist, die Untersuchungsinformationen zu analysieren, um Rückmeldung und optional Anleitung für die Benutzeroberfläche abzuleiten, um die MR-Untersuchung ordnungsgemäß durchzuführen.

[0011] Eine Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der Arbeitsablauf kompliziert sein kann, da eine große Anzahl von Vorbereitungsschritten korrekt und in der richtigen Reihenfolge durchgeführt werden muss. Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, die Last bei der Durchführung des Arbeitsablaufs zu reduzieren, indem die Benutzeroberfläche Anweisungen zu Schritten bereitstellt, die auf der Grundlage von verfügbaren Informationen in Bezug auf den spezifischen zu untersuchenden Patienten durchzuführen sind, und indem Informationen in Bezug auf das von dem Benutzer ausgewählte Untersuchungsprotokoll berücksichtigt werden. Das Untersuchungsprotokoll beinhaltet zu treffende Maßnahmen, um den zu untersuchenden Patienten vorzubereiten, ordnungsgemäße Funkfrequenz (RF)-Spulen zu verbinden und Hilfsausrüstung, die zum Ausführen des ausgewählten Untersuchungsprotokolls erforderlich ist, zu verbinden. Dies wird durch die Erfindung dadurch erreicht, dass das Analysemodul, typischerweise als ein Softwaremodul, dazu konfiguriert ist, aus dem ausgewählten Untersuchungsprotokoll, das die Untersuchungsinformationen darstellt, die erforderlichen Maßnahmen zu extrahieren und das Erfordernis, diese erforderlichen Maßnahmen durchzuführen, an den Benutzer zurückzumelden. Das Analysemodul ist ferner dazu konfiguriert, zu erreichen, dass die Informationen zum korrekten Zeitpunkt für den Benutzer angezeigt werden. Auf diese Weise wird es dem Benutzer ausreichend früh ermöglicht, die erforderliche Maßnahme zu treffen, z. B. eine Funkfrequenz (RF)-Spule oder Hilfsausrüstung zu verbinden. Die RF-Spule kann eine RF-Empfängerspule oder eine RF-Übertragungs-/Empfängeranordnung mit mehreren Spulen sein. Der Zeitablauf ist ferner so, dass der Benutzer dabei unterstützt wird, einen effizienten Arbeitsablauf durchzuführen. Das Analysemodul ist ferner dazu konfiguriert, auf Informationen über den zu untersuchenden Patienten zuzugreifen, aus denen Maßnahmen, die getroffen werden müssen, abgeleitet werden können. Zum Beispiel können die Informationen zu dem Patienten das Vorhandensein von (metallischen) Implantaten betreffen, die zu dem Erfordernis führen können, das ausgewählte Untersuchungsprotokoll für einen sicheren Ablauf anzupassen oder ein Protokoll zu wählen, das die Unterdrückung von Metallartefakten beinhaltet, wie etwa eine SEMAC- oder MAVRIC-Technik. Das Analysemodul kann ferner dazu konfiguriert sein, Patienteninformationen wie etwa Vorhandensein eines Metallimplantats oder Schwangerschaft oder anderer Erkrankungen mit einer Auswahl durch den Betreiber des Untersuchungsprotokolls zu korrelieren. Wenn das ausgewählte Untersuchungsprotokoll nicht zur Anwendung geeignet ist, dann kann das Analysemodul eine Warnung an die Benutzeroberfläche ausgeben. Es können auch besondere Anforderungen zur Verwendung von lokalen RF-Empfängerspulen bestehen.

[0012] Gemäß einem Aspekt der Erfindung stellt die Benutzerschnittstelle Informationen zu den Schritten des MR-Untersuchungsprotokolls auf der Grundlage von verfügbaren Informationen, z. B. in Bezug auf den ausgewählten Patienten, der das MR-Untersuchungsprotokoll durchläuft, oder Details des MR-Untersuchungsprotokolls bereit. Diese Informationen können Maßnahmen beinhalten, die im Rahmen der Vorbereitung des Patienten für die MR-Untersuchung zu treffen sind. Auch das Erfordernis, RF-Spulen oder sonstige Hilfsausrüstung zu verbinden, wie etwa für Vektorelektrokardiografie oder für Atemüberwachung. Die Sammlung von Funkfrequenzspulen, die an der betreffenden Klinik tatsächlich verfügbar sind, kann berücksichtigt werden. Dem Benutzer kön-

nen über die Benutzeroberfläche Informationen zum korrekten Zeitpunkt, die Maßnahme zu treffen, bereitgestellt werden. Auf diese Weise wird ein reibungsloser Arbeitsablauf zum Durchführen des MR-Untersuchungsprotokolls unterstützt. Ferner kann die Benutzeroberfläche den Benutzer auf der Grundlage von Informationen in Bezug auf den betreffenden Patienten auffordern, das MR-Untersuchungsprotokoll aus einer bestimmten Klasse von ausgewählten Bildgebungssequenzen in dem MR-Untersuchungsprotokoll auszuwählen. Zum Beispiel kann das Analysemodul ableiten, dass eine Unterdrückung von Metallartefakten in Anbetracht der Informationen des Patienten, der ein Metallimplantat aufweist, erforderlich ist. Der Benutzer kann über die Benutzeroberfläche angewiesen werden, eine ordnungsgemäße Bildgebungssequenz auszuwählen, z. B. SEMAC oder MAVRIC. Die Analyseeinheit kann auch autonom die ordnungsgemäße Bildgebungssequenz auswählen und den Benutzer über die Benutzeroberfläche zu dem angepassten MR-Untersuchungsprotokoll informieren. Der Benutzer kann auch angewiesen werden, den Patienten so zu positionieren, dass sich das Implantat in einer weniger gefährlichen Position befindet. Ferner kann der Benutzer angewiesen werden, RF-Spulen in einer ordnungsgemäßen Reihenfolge zu verbinden, z. B. so wie das MR-Untersuchungsprotokoll fortfährt.

[0013] Wenn der Benutzer durch die Anweisungen, die über die Benutzeroberfläche bereitgestellt werden, durch das MR-Untersuchungsprotokoll geführt wird, wird die Effizienz des Arbeitsablaufs verbessert. Dies wird insbesondere erreicht, wenn der Benutzer proaktiv dazu aufgefordert wird, z. B. die ausgewählte RF-Spule oder Hilfsausrüstung zu verbinden, sodass das Fortschreiten des Arbeitsablaufs nicht beeinträchtigt wird. Die verbesserte Effizienz wird erreicht, da die Analyseeinheit Anforderungen für Schritte bestimmt, die in dem MR-Untersuchungsprotokoll vorzunehmen sind, und den Benutzer auffordert oder anleitet, Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass das MR-Untersuchungsprotokoll ordnungsgemäß durchgeführt wird. Zu verbindende Hilfsausrüstung kann Vektorelektrokardiografie-Ausrüstung betreffen, die ordnungsgemäß verbunden werden muss, wenn das ausgewählte Untersuchungsprotokoll eine kardiale MRT-Anwendung beinhaltet. Ferner kann das Erfordernis des Anhaltens des Atmens in dem Untersuchungsprotokoll durch das Analysemodul berücksichtigt werden und den Anschluss eines Atemmonitors, z. B. gebildet durch einen Atemgurt, auffordern oder den Einsatz einer Navigatortechnik auffordern.

[0014] Diese und andere Aspekte der Erfindung werden ferner unter Bezugnahme auf die in den abhängigen Ansprüchen definierten Ausführungsformen ausgearbeitet.

[0015] Die lokalen RF-Spulen, die zu verbinden sind, können durch das Untersuchungsprotokoll berücksichtigt werden und die Einschränkungen dahingehend, welche lokalen RF-Spulen tatsächlich für das Magnetresonanzuntersuchungssystem vor Ort oder im Krankenhaus verfügbar sind, können berücksichtigt werden. Die lokale RF-Spule kann eine speziell entwickelte RF-Empfängerspule sein, die an einen bestimmten Teil der Anatomie des zu untersuchenden Patienten angepasst ist.

[0016] Wenn mehrere lokale RF-Spulen und Hilfsvorrichtungen zu verbinden sind, kann das Untersuchungsprotokoll oder die Effizienz des Arbeitsablaufs erfordern, dass diese Spulen und Vorrichtungen mit dem Magnetresonanzuntersuchungssystem in ihrer ordnungsgemäßen Reihenfolge verbunden werden. Das Analysemodul kann dazu konfiguriert sein, diese ordnungsgemäße Reihenfolge aus dem Untersuchungsprotokoll abzuleiten und diese Reihenfolge über die Benutzeroberfläche an den Benutzer zurückzumelden.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Benutzeroberfläche eine Steuerkonsole, die von dem Hauptmagnet entfernt ist, und eine Portalanzeige in der Nähe des Hauptmagneten. Häufig befindet sich die Steuerkonsole im Kontrollraum getrennt von dem Untersuchungsraum, in dem der Hauptmagnet installiert ist. Die Benutzeroberfläche kann ferner eine Portalanzeige im Untersuchungsraum beinhalten. In einer beispielhaften Umsetzung wählt der Bediener den Patienten und das Untersuchungsprotokoll, so wie ausgelegt, z. B. in einer Untersuchungskarte im Konsolenraum. Die Portalanzeige verwendet diese Eingabe auch für die Informationen, die von ihr benötigt werden, um die Benutzeroberfläche anzuzeigen. In dieser Umsetzung besteht kein Bedarf an einer zusätzlichen Konsolentafel/einem zusätzlichen Konsolenprogramm, um die Portalanzeige zu betreiben; dies erfolgt automatisch im Verlauf des Arbeitsablaufs. Die Portalanzeige kann fest in dem Untersuchungsraum befestigt sein oder kann eine tragbare Anzeige, z. B. kann ein Tablet-Computer als tragbare Anzeige verwendet werden, für ein Personalmitglied zum Tragen in dem Untersuchungsraum sein. Diese Steuerkonsole und die Portalanzeige ermöglichen es dem Personal sowohl in dem Kontrollraum als auch in dem Untersuchungsraum, nützliche Rückmeldungen zu Maßnahmen, die zu treffen sind, zu empfangen und Daten einzugeben oder Befehle an die Steuerung des Magnetresonanz-Untersuchungssystem auszugeben, um Untersuchungsprotokolle auszuwählen und durchzuführen. Der Betreiber im Konsolenraum kann keine Rückmeldung von der Portalanzeige benötigen. Nur der/die Betreiber im Untersuchungsraum kann/können Rückmeldung von der Portalanzeige empfangen.

[0018] Kurz gesagt ist ein Magnetresonanz-Untersuchungssystem offenbart, das über eine grafische Benutzeroberfläche und ein (Software-)Analysemodul verfügt. Das Analysemodul ist dazu konfiguriert, Untersuchungsinformationen, insbesondere ein ausgewähltes Untersuchungsprotokoll, auf Maßnahmen, die durch den Bediener zu treffen sind, zu analysieren, wie etwa Verbinden von Hilfsausrüstung oder Funkfrequenzempfängerspulen mit dem Magnetresonanz-Untersuchungssystem. Das Analysemodul liefert die zu treffenden Maßnahmen an die (grafische) Benutzeroberfläche zum entsprechenden Zeitpunkt vor oder während des Durchführens des Untersuchungsprotokolls. Auf diese Weise wird der Bediener bei der Durchführung des ausgewählten Untersuchungsprotokolls angeleitet und unterstützt. Dies verbessert die Effizienz des Arbeitsablaufs beim Durchführen von einem oder mehreren ausgewählten Protokollen. Bevorzugt wird die grafische Benutzeroberfläche innerhalb des Untersuchungsraums bereitgestellt und kann an dem Portal befestigt werden.

[0019] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines Magnetresonanz-Untersuchungssystems wie in Anspruch 5 definiert. Dieses Magnetresonanz-Bildgebungsverfahren der Erfindung erreicht einen effizienteren Arbeitsablauf bei der Bildgebung für einen zu untersuchenden Patienten. Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm wie in Anspruch 4 definiert. Das Computerprogramm der Erfindung kann auf einem Datenträger wie etwa einer CD-ROM oder einem USB-Speicherstick bereitgestellt werden oder das Computerprogramm der Erfindung kann aus einem Datennetzwerk wie etwa dem World Wide Web heruntergeladen werden. Wenn auf dem Computer, der in einem Magnetresonanztomografiesystem beinhaltet ist, installiert, wird es dem Magnetresonanztomografiesystem ermöglicht, gemäß der Erfindung betrieben zu werden, und es erreicht einen effizienteren Arbeitsablauf bei der Bildgebung für einen zu untersuchenden Patienten.

[0020] Diese und andere Aspekte der Erfindung werden unter Bezugnahme auf die hierin nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert, wobei

Figurenliste

Fig. 1 und **Fig. 2** zeigen mögliche Darstellungen auf einem Touchscreen an der Öffnung für die meisten der erwähnten Elemente der Erfindung.

Fig. 3 zeigt in Diagrammform ein Magnetresonanztomografiesystem, bei dem die Erfindung verwendet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0021] **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen mögliche Darstellungen auf einem Touchscreen an der Öffnung für die meisten der erwähnten Elemente der Erfindung.

[0022] Bevor ein MRT beginnen kann, muss der Patient vorbereitet und in dem MRT-Scanner positioniert werden. Dies beinhaltet das Befestigen von mehreren Vorrichtungen wie Kopfhörern, Schwesternruf, VKG-Leitungen, Atemgurt, Spule und Kontrastmittelinjektor. Die zu befestigenden Vorrichtungen sind von den Eigenschaften der Untersuchung und des Patienten abhängig.

[0023] Die Erfindung verwendet und zeigt Informationen von der Untersuchung und von den Eigenschaften des Patienten im Untersuchungsraum. Sie liefert auch eine Anleitung dafür, welche Vorrichtungen für diese bestimmte Kombination aus Untersuchung und Patient zu befestigen sind, wie sie zu befestigen sind und in welcher Reihenfolge. Das Vorbereiten des Patienten für eine Untersuchung erfordert relativ zu der Gesamtuntersuchung viel Zeit. Es ist jedoch unabdingbar, dass die Vorbereitung gut durchgeführt wird. Der erste Schritt besteht im Verifizieren, dass der richtige Patient vorhanden ist. Ein schlecht vorbereiteter Patient kann zu schlechter Bildqualität führen, was erneutes Aufnehmen erfordert und somit Zeit und Geld kostet. Ein schlecht vorbereiteter Patient kann auch möglicherweise zu Schäden führen. Zum Beispiel können sich kreuzende Kabel Ströme induzieren, die Verbrennungen verursachen können. Gut positionierte Kopfhörer/Ohrstöpsel verhindern, dass der Patient einen Hörschaden erleidet. Der Schwesternruf stellt sicher, dass im Notfall Hilfe gerufen werden kann. Ein Patient mit einem Implantat kann besondere Vorsichtsmaßnahmen erfordern, während er die Öffnung betritt. Die Anleitung zur Vorbereitung der Untersuchung stellt die erforderliche Rückmeldung an den MR-Bediener bereit, um zu wissen, was erforderlich ist, und stellt Anleitung dazu, wie und wann bestimmte Schritte im Arbeitsablauf durchzuführen sind, bereit.

[0024] Dies umfasst unter anderem die folgenden Aspekte:

1. Abrufen von relevanten Informationen aus dem Untersuchungsprotokoll

2. Insbesondere Informationen beinhaltend:

- Art der Untersuchung

- Dauer der Untersuchung

- Erwartete SED

- Vorhandensein von Hoch-SAR-Scans

- Ausrichtung des Patienten

- Bevorzugte Spulenauswahl

- Vorhandensein von Scans mit angehaltenem Atem

- Kontrastmittel erforderlich

- Geräuschpegel von Scans

- Vektorelektrokardiogramm (VKG) erforderlich

- Atemüberwachung erforderlich

[0025] Das System kennt alle Eigenschaften des Untersuchungsprotokolls. Diese Informationen werden an die Benutzeroberfläche des Bildschirms im Untersuchungsraum weitergeleitet. Basierend auf der Art der Untersuchung und/oder basierend auf der Sammlung von RF-Spulen, die in dem entsprechenden Krankenhaus verfügbar sind, wird empfohlen, eine (eine oder mehrere) RF-Spule(n) zu verbinden.

3. Abrufen von relevanten Informationen von dem Patienten.

4. Insbesondere Informationen beinhaltend:

- Vorhandensein eines Implantats

- Schwangerschaft

- Alter und Geschlecht

- Gegenanzeigen

[0026] Informationen über den Patienten, die in dem System bekannt sind, werden auf der Benutzeroberfläche im Untersuchungsraum verwendet. Informationen, die erforderlich aber nicht bekannt sind, können über die Benutzeroberfläche im Untersuchungsraum eingegeben werden. Wenn der Patient ein Implantat aufweist, können bestimmte Maßnahmen erforderlich sein, während der Patient vorbereitet wird. Zum Beispiel Details zu verbotenen Bereichen für das Implantat aufgrund eines Felds mit einem hohen räumlichen Gradienten. Diese Informationen können auf der Benutzeroberfläche im Untersuchungsraum gezeigt werden. Spezielle Spulenanforderungen, um einen sicheren Scan mit dem Implantat durchzuführen, können auch die empfohlene Spule für diese Art von Untersuchung verwerfen.

5. Rückmeldung von vorstehenden Informationen in einer Anzeige im Untersuchungsraum nahe zum oder am Portal. Rückmeldung zu den Vorrichtungen, die verbunden werden müssen. Die vorstehenden Darstellungen sind ein möglicher Weg, um relevante Rückmeldung bereitzustellen.

7. Rückmeldung zum Verbindungsstatus von Vorrichtungen. Das System kann den Verbindungsstatus von mehreren Vorrichtungen erkennen. Diese Informationen werden dazu verwendet, Rückmeldung zu Vorrichtungsverbindung und deren Status an den MR-Bediener bereitzustellen. z. B. Batteriestand niedrig. Es kann eine Unterscheidung zwischen Rückmeldung für eine Vorrichtung, um zu sehen, ob diese ordnungsgemäß verbunden ist, und Rückmeldung für das empfangene Signal, da ein VKG mit dem Magnetresonanz-Untersuchungssystem verbunden werden kann, getroffen werden. Wenn die VKG-Marker fehlerhaft platziert werden, erhält das VKG kein klares Signal, wodurch verbunden + kein Signal angezeigt wird.

8. Rückmeldung dazu, wie bestimmte Vorrichtungen zu befestigen sind. Die Ausrichtung der zu verbindenden Vorrichtung, der Ort der Verbindung und die Art der Positionierung der Leitungen werden dargestellt.

9. Anleitung zu der (bevorzugten) Reihenfolge des Befestigens von Vorrichtungen. Wenn die Reihenfolge des Verbindens wichtig ist, werden Rückmeldung und Anleitung hintereinander in der erwarteten Verbindungsreihenfolge bereitgestellt.

10. Anleitung dazu, wie und wozu der Patient anzuleiten ist. Der Patient muss in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Patienten oder der Art der Untersuchung angewiesen werden. z. B. zu Dauer der Untersuchung, Stillliegen, Anhalten des Atems. Der Benutzer oder MR-Bediener wird auf dem Bildschirm angeleitet, welche Anweisungen zu geben sind.

11. Fähigkeit zum Eingeben von patienten- oder untersuchungsspezifischen Informationen an der Öffnung. Einige patienten- oder untersuchungsspezifische Informationen können vor dem Beginn der Vorbereitung unbekannt sein. Möglicherweise können diese Informationen während der Vorbereitung durch Verwenden der Benutzeroberfläche im Untersuchungsraum hinzugefügt/geändert werden. Zum Beispiel Hinzufügen der Position des Patienten auf dem Tisch, Schwangerschaftsstatus oder Ändern der Spulenauswahl.

[0027] Fig. 3 zeigt in Diagrammform ein Magnetresonanztomografiesystem, bei dem die Erfindung verwendet wird. Das Magnetresonanztomografiesystem beinhaltet einen Hauptmagneten mit einer Reihe von Hauptspulen **10**, wodurch ein stetiges gleichförmiges Magnetfeld generiert wird. Die Hauptspulen sind zum Beispiel auf eine solche Weise konstruiert, dass sie eine Öffnung bilden, um einen tunnelförmigen Untersuchungsraum zu umschließen. Der zu untersuchende Patient wird auf einem Patiententräger **14** platziert, der in den tunnelförmigen Untersuchungsraum geschoben wird. Das Magnetresonanztomografiesystem beinhaltet auch eine Anzahl von Gradientenspulen **11**, **12**, wodurch Magnetfelder, die räumliche Änderungen zeigen, insbesondere in der Form von temporären Gradienten in einzelnen Rich-

tungen, so erzeugt werden, dass sie mit dem gleichförmigen Magnetfeld überlagert sind. Die Gradientenspulen **11**, **12** sind mit einer Gradientensteuerung **21** verbunden, die einen oder mehrere Gradientenverstärker und eine steuerbare Netzversorgungseinheit beinhaltet. Die Gradientenspulen **11**, **12** werden durch Anwendung eines elektrischen Stroms durch die Netzversorgungseinheit **21** gespeist; zu diesem Zweck ist die Netzversorgungseinheit mit elektronischer Gradientenverstärkungsschaltung ausgerüstet, die den elektrischen Strom so auf die Gradientenspulen anwendet, dass Gradientenimpulse (auch bezeichnet als ‚Gradientenwellenformen') von entsprechender temporaler Form generiert werden. Die Stärke, Richtung und Dauer der Gradienten werden durch Steuerung der Netzversorgungseinheit gesteuert. Das Magnetresonanztomografiesystem beinhaltet auch Übertragungs- und Empfangsantennen (Spulen oder Spulenanordnungen) 13, 16 zum generieren der RF-Erregungsimpulse bzw. zum Aufnehmen der Magnetresonanzsignale. Die Übertragungsspule **13** ist bevorzugt als eine Körperspule **13** konstruiert, wodurch (ein Teil des) das zu untersuchende Objekt umschlossen werden kann. Die Körperspule ist normalerweise in dem Magnetresonanztomografiesystem auf eine solche Weise angeordnet, dass der zu untersuchende Patient **30** durch die Körperspule **13** umschlossen wird, wenn er oder sie in dem Magnetresonanztomografiesystem angeordnet wird. Die Körperspule **13** agiert als eine Übertragungsantenne für die Übertragung der RF-Erregungsimpulse und RF-Refokussierungsimpulse. Bevorzugt beinhaltet die Körperspule **13** eine räumlich gleichförmige Intensitätsverteilung der übertragenen RF-Impulse (RFS). Die gleiche Spule oder Antenne wird im Allgemeinen abwechselnd als die Übertragungsspule und die Empfangsspule verwendet. Typischerweise beinhaltet eine empfangende Spule eine Vielzahl von Elementen, die jeweils typischerweise eine einzelne Schleife bilden. Es sind verschiedene Geometrien der Schleifenform und der Anordnung von verschiedenen Elementen möglich. Die Übertragungs- und Empfangsspule **13** ist mit einer elektronischen Übertragungs- und Empfangsschaltung **15** verbunden.

[0028] Es ist anzumerken, dass ein (oder einige wenige) RF-Antennenelemente vorhanden sind, die zum Übertragen und Empfangen verwendet werden können; zusätzlich kann der Benutzer typischerweise wählen, eine anwendungsspezifische Empfangsantenne einzusetzen, die typischerweise als eine Anordnung von Empfangselementen gebildet ist. Zum Beispiel können Oberflächenspulenanordnungen **16** als Empfangs- und/oder Übertragungsspulen verwendet werden. Diese Oberflächenspulenanordnungen weisen in einem vergleichsweise kleinen Volumen eine hohe Empfindlichkeit auf. Die Empfangsspule ist mit einem Vorverstärker **23** verbunden. Der Vorverstärker **23** verstärkt das RF-Resonanzsignal (MS), das durch die Empfangsspule **16** empfangen wird, und das verstärkte RF-Resonanzsignal wird auf einen Demodulator **24** angewendet. Die Empfangsantenne, wie etwa die Oberflächenspulenanordnungen, sind mit einem Demodulator **24** verbunden und die empfangenen vorverstärkten Magnetresonanzsignale (MS) werden durch den Demodulator 24 demoduliert. Der Vorverstärker **23** und der Demodulator **24** können digital umgesetzt und in die Oberflächenspulenanordnung integriert sein. Die demodulierten Magnetresonanzsignale (DMS) werden auf eine Rekonstruktionseinheit angewendet. Der Demodulator **24** demoduliert das verstärkte RF-Resonanzsignal. Das demodulierte Resonanzsignal enthält die Ist-Informationen in Bezug auf die lokalen Spin-Dichten in dem Teil des Objekts, für das Bildgebung durchzuführen ist. Ferner ist die Übertragungs- und Empfangsschaltung **15** mit einem Modulator **22** verbunden. Der Modulator **22** und die Übertragungs- und Empfangsschaltung **15** aktivieren die Übertragungsspule **13**, um so die RF-Erregungs- und Refokussierungsimpulse zu übertragen. Insbesondere sind die Oberflächenempfangsspulenanordnungen **16** durch eine drahtlose Verbindung mit der Übertragungs- und Empfangsschaltung gekoppelt. Magnetresonanz-Signaldaten, die durch die Oberflächenspulenanordnungen **16** empfangen werden, werden an die Übertragungs- und Empfangsschaltung **15** übertragen, und Steuersignale (z. B. um die Oberflächenspulen einzustellen und zu entstimmen) werden über die drahtlose Verbindung an die Oberflächenspulen gesendet.

[0029] Die Rekonstruktionseinheit leitet ein oder mehrere Bildsignale von den demodulierten Magnetresonanzsignalen (DMS) ab, wobei die Bildsignale die Bildinformationen oder abgebildeten Teils des zu untersuchenden Objekts darstellen. Die Rekonstruktionseinheit **25** ist bevorzugt als eine digitale Bildverarbeitungseinheit **25** konstruiert, die so programmiert ist, dass die Bildsignale, die die Bildinformationen des Teils des zu untersuchenden Objekts darstellen, von den demodulierten Magnetresonanzsignalen abgeleitet werden. Das Signal am Ausgang der Rekonstruktion wird auf einen Monitor **26** angewendet, sodass das rekonstruierte Magnetresonanzbild auf dem Monitor angezeigt werden kann. Alternativ ist es möglich, das Signal aus der Rekonstruktionseinheit **25** in einer Puffereinheit **27** zu speichern, während weiteres Verarbeiten oder Anzeigen abgewartet wird.

[0030] Das erfindungsgemäße Magnetresonanztomografiesystem verfügt auch über eine Steuereinheit **20**, zum Beispiel in der Form eines Computers, der einen (Mikro)prozessor beinhaltet. Die Steuereinheit **20** steuert die Ausführung der RF-Erregungen und die Anwendung der temporären Gradientenfelder. Zu diesem Zweck wird das erfindungsgemäße Computerprogramm zum Beispiel in die Steuereinheit **20** und die Rekonstruktionseinheit **25** geladen.

[0031] Ferner verfügt das Magnetresonanz-Untersuchungssystem der Erfindung über eine Portalanzeige **126**, die in dem Untersuchungsraum in der Nähe des Magneten des Magnetresonanz-Untersuchungssystems verwendet wird. Diese Portalanzeige **126** kann eine Mobilvorrichtung wie etwa ein Tablet-Computer sein. Die Potalanzeige kann auch an den Außenabdeckungen des Magneten befestigt sein. Die Portalanzeige **126** bildet die Benutzeroberfläche, die Rückmeldung und optional Anleitung aus dem Analysemodul **127** für den Benutzer bereitstellt. Das Analysemodul **127** kann als ein Software-Modul konfiguriert sein, dass auf der Steuereinheit **20** installiert ist. Das Analysemodul ist dazu konfiguriert, ausgewählte MR-Untersuchungsdetails wie etwa in einem MR-Untersuchungsprotokoll aufgeführt, einschließlich Erlangungssequenzen, für Rückmeldung und optional Anweisungen an den Benutzer zu analysieren. Die MR-Untersuchung kann durch eine Untersuchungskarte dargestellt werden und das Analysemodul ist dazu angeordnet, die Untersuchungskarte auf Besonderheiten in dem Arbeitsablauf zu analysieren, für die Rückmeldung und/oder Anleitung an den Benutzer bereitzustellen ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2009/0234218 [0007]

Patentansprüche

1. Magnetresonanz-Untersuchungssystem, umfassend eine Benutzeroberfläche und ein Analysemodul, wobei
- die Benutzeroberfläche dazu konfiguriert ist, Untersuchungsinformationen, die Details von aufeinanderfolgenden Schritten in einem MRT-Untersuchungsprotokoll darstellen, an das Analysemodul bereitzustellen,
- wobei das Analysemodul dazu konfiguriert ist, die Untersuchungsinformationen zu analysieren, um Rückmeldung und optional Anleitung für die Benutzeroberfläche abzuleiten, um die MR-Untersuchung ordnungsgemäß durchzuführen.

2. Magnetresonanz-Untersuchungssystem nach Anspruch 1, wobei die Details eine ordnungsgemäße Reihenfolge des Ausführens der aufeinanderfolgenden Schritte beinhalten.

3. Magnetresonanz-Untersuchungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Details technische Anforderungen der entsprechenden Schritte beinhalten, die zum Ausführen der Schritte des MRT-Untersuchungsprotokolls erfüllt sein müssen.

4. Magnetresonanz-Untersuchungssystem nach Anspruch 1 oder 3, wobei die Rückmeldung Anweisungen betrifft, um (eine) lokale Funkfrequenzempfängerspulen(n) und/oder Hilfsausrüstung mit dem Magnetresonanz-Untersuchungssystem zu verbinden.

5. Magnetresonanz-Untersuchungssystem nach Anspruch 1, umfassend einen Hauptmagneten, um ein stationäres Magnetfeld in einer Untersuchungszone anzuwenden, wobei die Benutzeroberfläche eine Steuerkonsole, die vom Magneten entfernt ist, und eine Portalanzeige an dem Hauptmagneten beinhaltet.

6. Computerprogramm, beinhaltend Anweisungen:
- um Untersuchungsinformationen, die Details von aufeinanderfolgenden Schritten in einem MRT-Untersuchungsprotokoll darstellen, durch eine Benutzeroberfläche an das Analysemodul bereitzustellen,
- um die Untersuchungsinformationen durch ein Analysemodul zu analysieren, und
- um Rückmeldung und optional Anleitung für die Benutzeroberfläche abzuleiten, um die MR-Untersuchung ordnungsgemäß durchzuführen.

7. Verfahren zum Betreiben eines Magnetresonanz-Untersuchungssystems, umfassend die folgenden Schritte:
- um Untersuchungsinformationen, die Details von aufeinanderfolgenden Schritten in einem MRT-Untersuchungsprotokoll darstellen, durch eine Benutzeroberfläche an das Analysemodul bereitzustellen,
- um die Untersuchungsinformationen durch ein Analysemodul zu analysieren, und
- um Rückmeldung und optional Anleitung für die Benutzeroberfläche abzuleiten, um die MR-Untersuchung ordnungsgemäß durchzuführen.

8. Verfahren zum Betreiben eines Magnetresonanz-Untersuchungssystems nach Anspruch 8, wobei die Rückmeldung und optionale Anleitung proaktiv über die Benutzeroberfläche bereitgestellt werden.

9. Verfahren zum Betreiben eines Magnetresonanz-Untersuchungssystems nach Anspruch 8, wobei die optionale Anleitung Benachrichtigung während des Ausführens des MRT-Untersuchungsprotokolls über einen bevorstehenden Schritt in dem MRT-Untersuchungsprotokoll beinhaltet.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

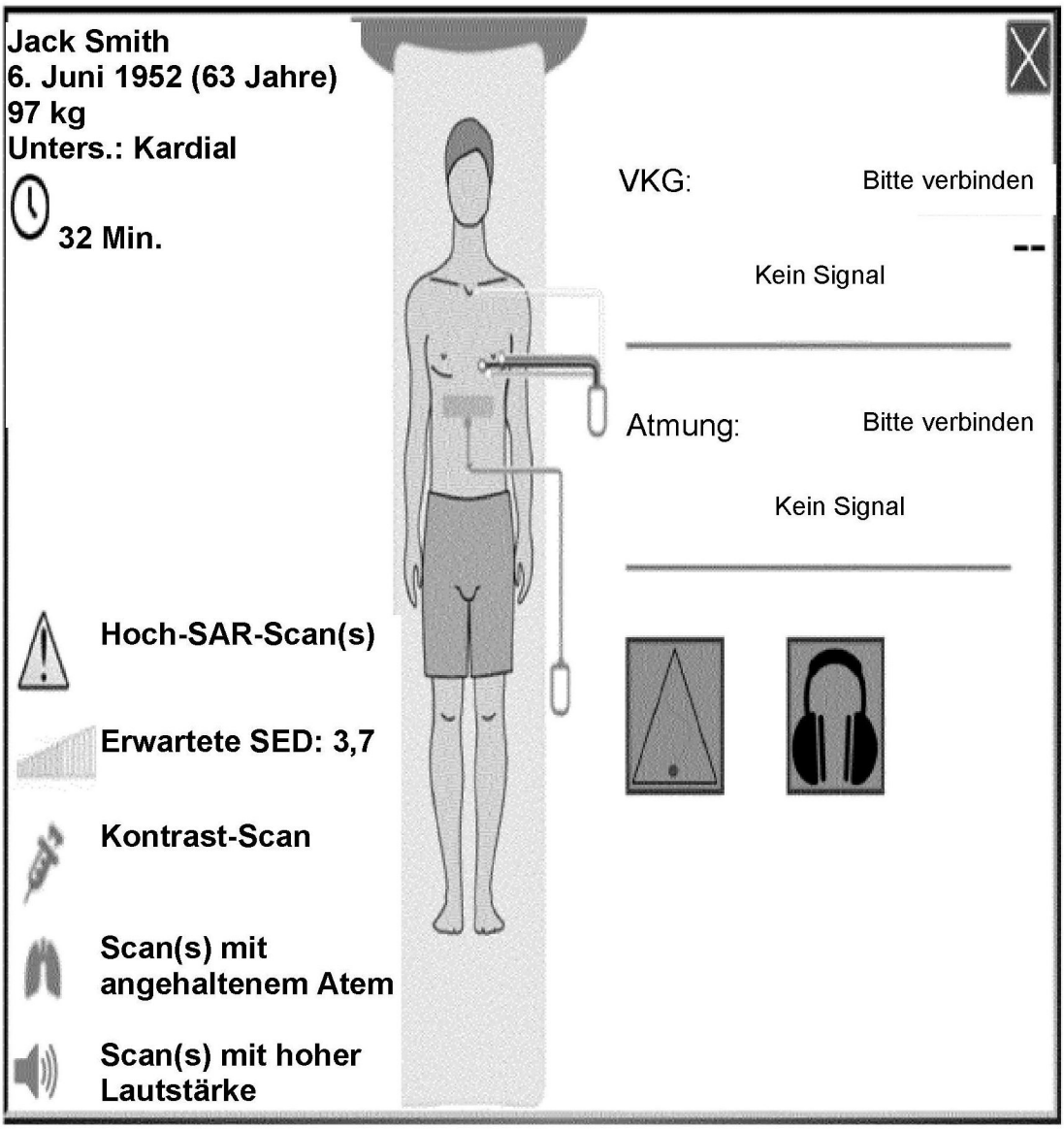


Fig. 1

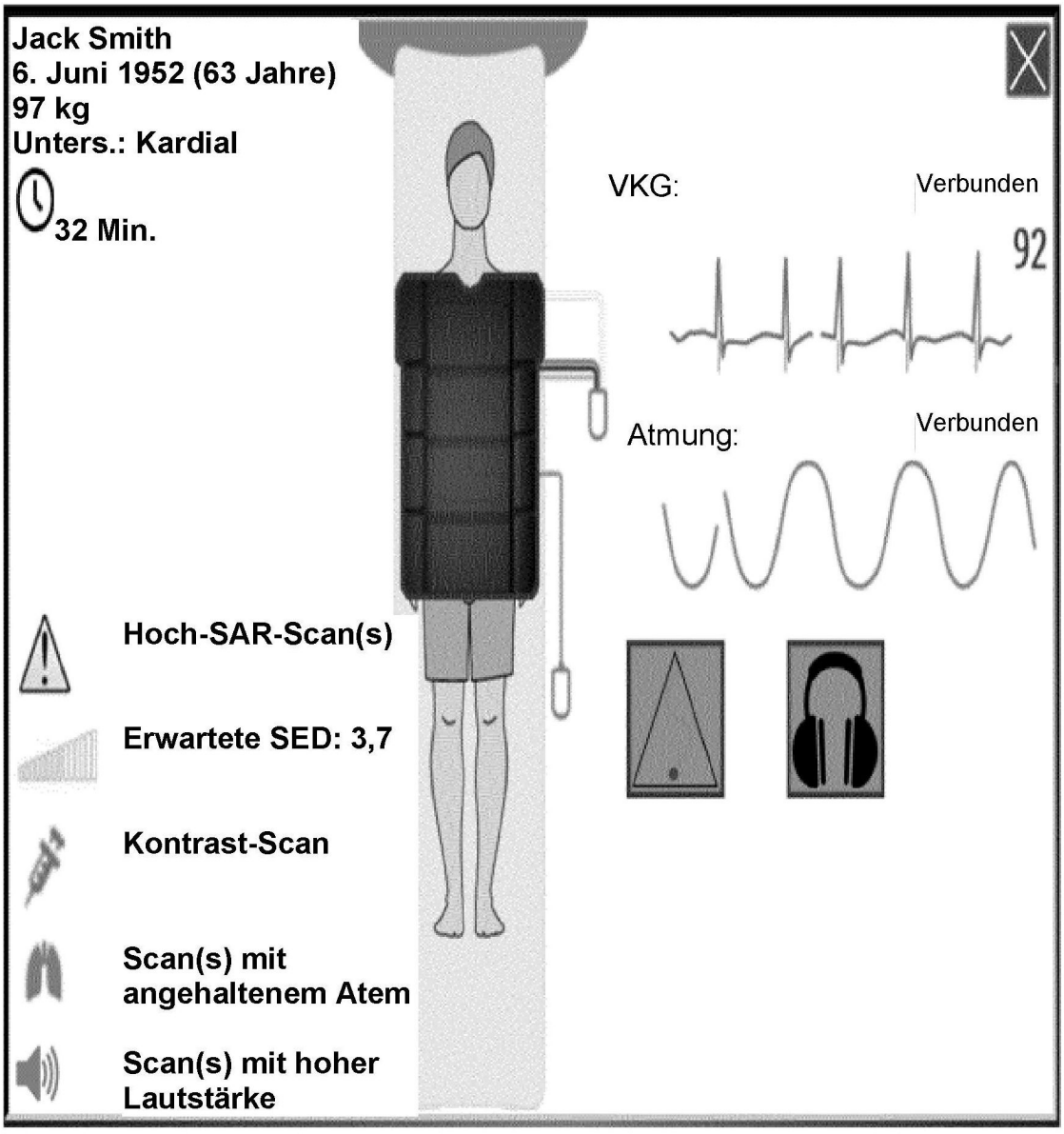

Jack Smith
6. Juni 1952 (63 Jahre)
97 kg
Unters.: Kardial
32 Min.
VKG:
Verbunden
92
Atmung:
Verbunden
Hoch-SAR-Scan(s)
Erwartete SED: 3,7
Kontrast-Scan
Scan(s) mit angehaltenem Atem
Scan(s) mit hoher Lautstärke

Fig. 2

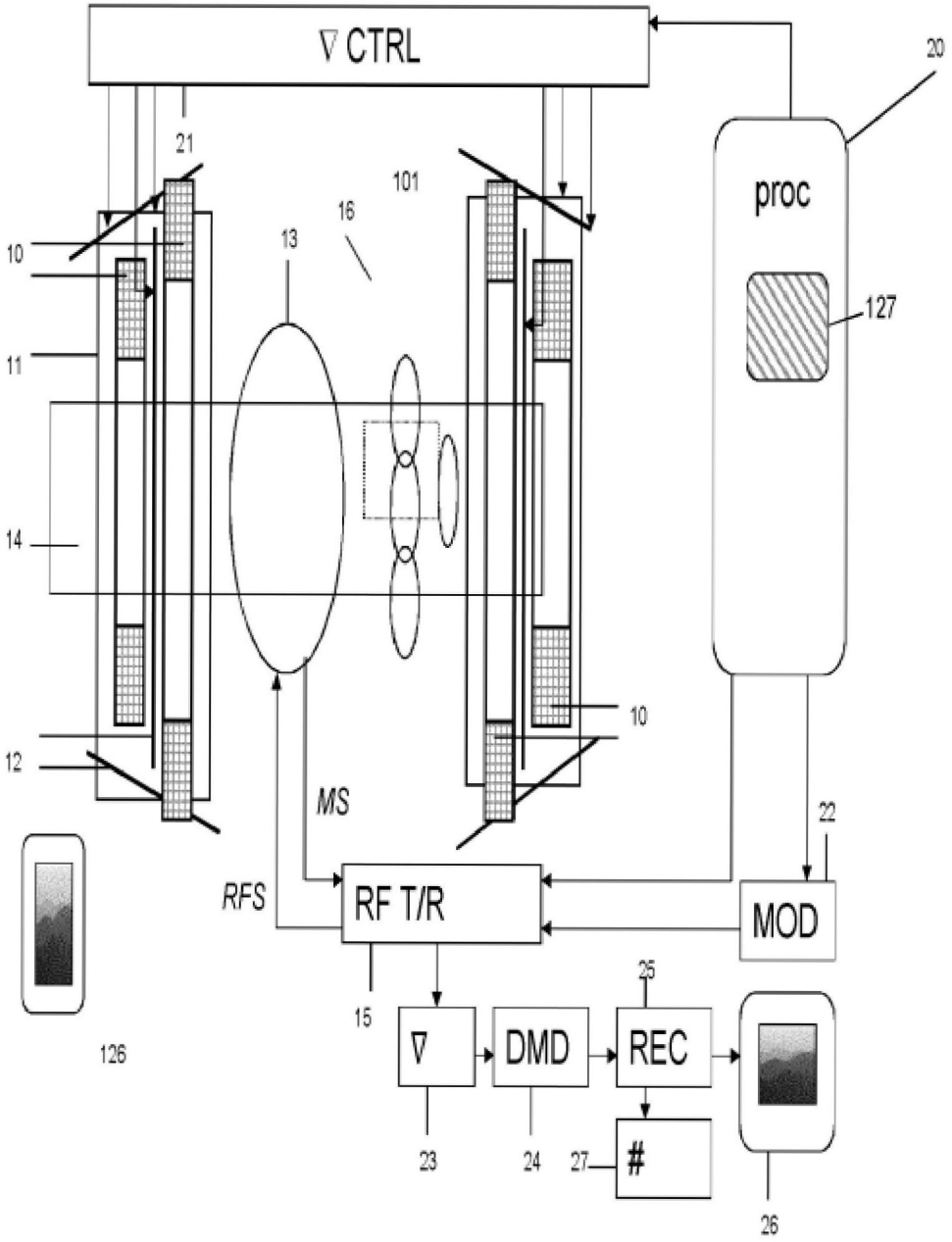

∇ CTRL
20
21
101
16
13
10
11
14
12
proc
127
10
MS
22
RFS
RF T/R
MOD
25
15
∇
DMD
REC
23
24
27
#
126
26

Fig. 3