



(10) **DE 10 2013 219 747 B4** 2019.06.27

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 219 747.0**
(22) Anmeldetag: **30.09.2013**
(43) Offenlegungstag: **02.04.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.06.2019**

(51) Int Cl.: **G01R 33/54 (2006.01)**
G01R 33/565 (2006.01)
G01R 33/58 (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
Siemens Healthcare GmbH, München, DE

(72) Erfinder:
Grodzki, David, Dr., 91054 Erlangen, DE

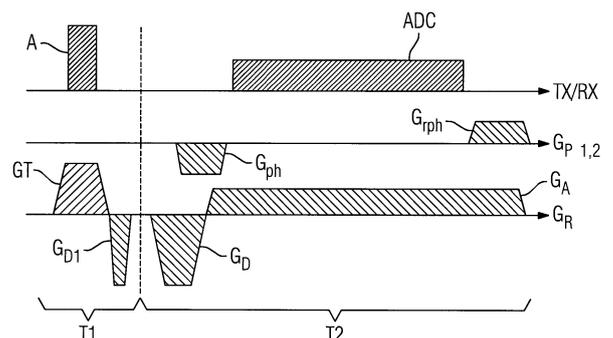
(56) Ermittelter Stand der Technik:

| | | |
|-----------|------------------------|-----------|
| DE | 44 34 078 | A1 |
| DE | 10 2005 018 937 | A1 |
| DE | 10 2011 085 033 | A1 |

(54) Bezeichnung: **Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in der Magnetresonanztchnik**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in einer Magnetresonanztanlage, umfassend die Schritte:

- Platzieren eines homogenen Phantoms (P) im Messvolumen (M) der Magnetresonanztanlage (23),
- Aufnehmen mindestens eines Messdatensatzes des Phantoms (P) mittels einer Test-Pulssequenz, die als Anregungspuls (A) einen Anregungspuls (A) umfasst, dessen Anregungsprofil bestimmt werden soll, wobei während des Einstrahlens des Anregungspulses (A) bereits ein Test-Gradient (GT) in voller Stärke geschaltet ist,
- Bestimmen eines Intensitätsprofils aus mindestens einem aufgenommenen Messdatensatz in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war,
- Bestimmen des Anregungsprofils des Anregungspulses (A) auf Basis des berechneten Intensitätsprofils,
- Speichern des bestimmten Anregungsprofils.



Beschreibung

[0001] Die Magnetresonanz-Technik (im Folgenden steht die Abkürzung MR für Magnetresonanz), auch Kernspintomographie genannt, ist eine bekannte Technik, mit der Bilder vom Inneren eines Untersuchungsobjektes erzeugt werden können. Vereinfacht ausgedrückt wird hierzu das Untersuchungsobjekt in einem Magnetresonanzgerät in einem vergleichsweise starken statischen, homogenen Grundmagnetfeld, auch B_0 -Feld genannt, mit Feldstärken von 0,2 Tesla bis 7 Tesla und mehr positioniert, so dass sich dessen Kernspins entlang des Grundmagnetfeldes orientieren. Zum Auslösen von Kernspinnresonanzen werden hochfrequente Anregungspulse (RF-Pulse) in das Untersuchungsobjekt eingestrahlt, die ausgelösten Kernspinnresonanzen als sogenannte k-Raumdaten gemessen und auf deren Basis MR-Bilder rekonstruiert oder Spektroskopiedaten ermittelt. Zur Ortskodierung der Messdaten werden dem Grundmagnetfeld schnell geschaltete magnetische Gradientenfelder, kurz auch einfach Gradienten genannt, überlagert. Die aufgezeichneten Messdaten werden digitalisiert und als komplexe Zahlenwerte in einer k-Raum-Matrix abgelegt. Aus der mit Werten belegten k-Raum-Matrix ist z.B. mittels einer mehrdimensionalen Fourier-Transformation ein zugehöriges MR-Bild rekonstruierbar.

[0002] Manche MR-Sequenzen verwenden einen nichtselektiven Anregungspuls, der zeitgleich zu angeschalteten Bildgebungsgradienten appliziert wird. Beispiele sind die PETRA-Sequenz und die Silenz-Sequenz. Sowohl die PETRA- als auch die Silenz-Sequenz haben die Besonderheit, dass sie eine besonders geräuscharme Bildgebung ermöglichen.

[0003] Eine nichtselektive Anregung mit eingeschalteten Gradienten hat jedoch Nachteile. Eine gezielte Schichtselektion ist nicht möglich, vielmehr wird durch die zum Anregungszeitpunkt geschalteten Gradienten eine ungewollte Schichtselektion durchgeführt, bei der das zu messende Objekt mit dem Anregungsprofil des Pulses überlagert wird.

[0004] Diese ungewollte Schichtselektion lässt sich in den Grenzen bestimmter Limitationen beheben, wie beispielsweise in der US-Patentanmeldung US 2013 / 0 101 198 A1 beschrieben. Wichtig ist bei derartigen Verfahren jedoch die exakte Kenntnis der tatsächlich ausgespielten Anregung.

[0005] In der DE 44 34 078 A1 wird ein Verfahren zur Messung eines Nutationswinkels in einer Vormessung beschrieben.

[0006] Als Anregungspuls in den genannten Sequenzen wird meist ein harter, rechteckförmiger Puls mit extrem kurzer Dauer (z.B. 14 μ s bei Flipwinkel von 6°) verwendet. Die tatsächlich von der Magnetre-

sonanzanlage applizierte Pulsform weicht in der Regel aus technischen Gründen vom theoretisch gewünschten rechteckförmigen Puls ab. Dabei sind die Abweichungen von der gewünschten Pulsform je nach Typ der Magnetresonanzanlage und je nach implementierter Software unterschiedlich.

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine einfache und schnelle Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in der Magnetresonanztechnik zu ermöglichen, die leicht an verschiedenen bestehenden Magnetresonanzanlagen durchgeführt werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in der Magnetresonanztechnik gemäß Anspruch 1, eine Magnetresonanzanlage gemäß Anspruch 9, ein Computerprogramm gemäß Anspruch 10 und einen elektronisch lesbaren Datenträger gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in einer Magnetresonanzanlage, umfasst die Schritte:

- Platzieren eines homogenen Phantoms (**P**) im Messvolumen (**M**) der Magnetresonanzanlage (**23**),
- Aufnehmen mindestens eines Messdatensatzes des Phantoms (**P**) mittels einer Test-Pulssequenz, die als Anregungspuls (**A**) einen Anregungspuls (**A**) umfasst, dessen Anregungsprofil bestimmt werden soll, wobei während des Einstrahlens des Anregungspulses (**A**) bereits ein Test-Gradient (**GT**) in voller Stärke geschaltet ist,
- Bestimmen eines Intensitätsprofils aus mindestens einem aufgenommenen Messdatensatz in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war,
- Bestimmen des Anregungsprofils des Anregungspulses (**A**) auf Basis des berechneten Intensitätsprofils,
- Speichern des bestimmten Anregungsprofils.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine schnelle Bestimmung von Anregungsprofilen mit hoher Genauigkeit, die leicht an verschiedenen Magnetresonanzanlagen durchgeführt werden kann. Die gespeicherten Anregungsprofile können leicht, für jede Magnetresonanzanlage passend, in die oben genannten Korrekturverfahren integriert werden.

[0011] Wird der Test-Gradient hierbei in Auslese-richtung geschaltet, kann bereits in einem Auslesevorgang, während einer Repetition der Sequenz, eine hohe Auflösung des Anregungsprofils erzielt werden.

[0012] Werden bei der Bestimmung des Intensitätsprofils einzelne Intensitätsprofile verschiedener Messdatensätze gemittelt, kann eine besonders hohe Genauigkeit erzielt werden, insbesondere können auf diese Weise eine geringe Anfälligkeit gegenüber Spulenintensitäts- oder Anregungsunterschieden erreicht werden.

[0013] Eine erfindungsgemäße Magnetresonanztanlage umfasst eine zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildete Steuereinrichtung.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Computerprogramm implementiert ein erfindungsgemäßes Verfahren auf einer Steuereinrichtung, wenn es auf der Steuereinrichtung ausgeführt wird.

[0015] Ein erfindungsgemäßer elektronisch lesbare Datenträger umfasst darauf gespeicherte elektronisch lesbare Steuerinformationen, welche zumindest ein erfindungsgemäßes Computerprogramm umfassen und derart ausgestaltet sind, dass sie bei Verwendung des Datenträgers in einer Steuereinrichtung einer Magnetresonanztanlage ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführen.

[0016] Die bezüglich des Verfahrens beschriebenen Vorteile und Ausgestaltungen gelten für die Magnetresonanztanlage, das Computerprogrammprodukt sowie den elektronisch lesbaren Datenträger analog.

[0017] Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Figuren. Die aufgeführten Beispiele stellen keine Beschränkung der Erfindung dar. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung des Einflusses der angelegten Gradientenstärke auf das Anregungsprofil eines Anregungspulses,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Sequenzverlaufs,

Fig. 3 schematisch ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Magnetresonanztanlage.

[0018] In **Fig. 1** ist zur Veranschaulichung beispielhaft die Abhängigkeit des Anregungsprofils (AP) in x-Richtung (angegeben in Millimetern „mm“) und damit der bewirkten Anregung $P(k,x)$ (angegeben in willkürlichen Einheiten „a.U.“) von einer momentan angelegten Gradientenstärke **G1**, **G2**, **G3**, **G4**, **G5** dargestellt. In dem gezeigten Beispiel gilt $G5 > G4 > G3 > G2 > G1$. Wie man sieht, ist das Anregungsprofil breiter je geringer die angelegte Gradientenstärke ist. Das breiteste Anregungsprofil (mit durchgehender Li-

nie gezeichnet), d.h. eine möglichst homogene Anregung ($P(k,x)$) über den größten räumlichen Bereich (x), wird daher bei **G1** erreicht. Das schmalste Anregungsprofil (mit doppelt strichpunktierter Linie eingezeichnet), das bereits bei einer geringen räumlichen Änderung (x) eine drastische Änderung in der Anregung ($P(k,x)$) mit sich bringt, wird bei **G5** erhalten.

[0019] Das Anregungsprofil eines Anregungspulses entspricht theoretisch im Wesentlichen der Fouriertransformierten der Pulsform des Anregungspulses im Zeit-Raum $p(t)$, im anhand von **Fig. 1** gezeigten Beispiel entsprechen die Anregungsprofile jeweils einer sinc-Funktion, wie sie sich beispielsweise bei „harten“, rechteckigen Anregungspulsen $p(t)$, welche nur während der Dauer τ des Anregungspulses einen konstanten Wert, z.B. **B1**, ungleich Null aufweisen, ergeben:

[0020] Ein rechteckiger Anregungspuls

$$p(t) = \begin{cases} B1, & \text{für } |t| < \tau / 2 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

entspricht im Frequenz-Raum einem sinc-förmigen spektralen Anregungsprofil $P(\omega)$ mit

$$P(\omega) = \frac{\sin\left(\frac{1}{2}\omega\tau\right)}{\frac{1}{2}\omega\tau} = \text{sinc}\left(\frac{1}{2}\omega\tau\right)$$

und einem Phasenfaktor.

[0021] Die tatsächlich von verschiedenen Magnetresonanztanlagen realisierten Anregungsprofile hängen jedoch von der jeweiligen Hard- und Software ab.

[0022] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Testsequenzverlaufs anhand einer Repetition, mit welchem schnell und unkompliziert Anregungsprofile (AP) von Anregungspulsen **A** individuell auf einer Magnetresonanztanlage bestimmt werden können. Die, beispielsweise für die oben genannten Korrekturverfahren benötigten, Anregungsprofile können somit für jede Magnetresonanztanlage leicht auf die tatsächlichen Verhältnisse dieser justiert werden. In der oberen Zeile TX/RX ist die Hochfrequenzaktivität, insbesondere Anregungen (**A**) und Auslesevorgänge (ADC), dargestellt. Die zweite Zeile repräsentiert die Gradienten in die Phasenkodierrichtungen **P1** und **P2**. In der unteren Zeile sind die Gradienten in Ausleserichtung **G_R** dargestellt.

[0023] Ausgehend von einer herkömmlichen MR-Sequenz (zum Beispiel TSE, GRE,...), bei welcher normalerweise in MR-Untersuchungen eine schicht-

selektive, slab-selektive oder nicht-selektive Anregung vorgenommen wird, wird hier der Anregungspuls der herkömmlichen Sequenz mit dem zu vermessenden, in der Zielsequenz (z.B. PETRA) verwendeten Anregungspuls **A**, zum Beispiel einem Rechteckpuls **A**, beispielsweise mit einer Dauer von 14µs, ausgetauscht. Zusätzlich wird während des Anregungspulses **A** ein Test-Gradient **GT** in eine der drei Raumrichtungen angelegt. In diese Richtung wird die Messung mit dem Anregungsprofil des Anregungspulses **A** überlagert (**T1**). Zur Dephasierung kann ein weiterer Gradient **G_{D1}** angelegt werden.

[0024] In dem dargestellten Beispiel wird der Test-Gradient **GT** in Ausleserichtung **G_R** geschaltet. Dadurch kann in einem Auslesevorgang ADC bereits eine hohe Auflösung erzielt werden. Wird der Test-Gradient **GT** in Phasenrichtung geschaltet, wären für eine gleiche Auflösung entsprechend viele Phasenkodierschritte und damit entsprechend viele Repetitionen nötig.

[0025] Je nach Stärke des Test-Gradienten **GT** während der Anregung wird das Anregungsprofil, im Fall eines rechteckigen Anregungspulses **A** ein Sinc-Verlauf, unterschiedlich weit in Ausleserichtung ausgezehnt. Beispielsweise wird er im vorgeschlagenen Verfahren so weit ausgezehnt, dass er zum Beispiel bis zum zweiten Minimum des Sincs im Phantom abgebildet wird. Auf diese Weise wird ein charakteristischer Bereich des Anregungsprofils in dem gemessenen Phantom abgebildet, der für die spätere Verwendung, z.B für ein oben genanntes Korrekturverfahren, ausreichend geeignet ist.

[0026] Im weiteren Verlauf der Testsequenz kann die herkömmliche Sequenz unverändert beibehalten werden (**T2**). Im gezeigten Beispiel entspricht der gezeigte Bereich **T2** einer 3D GRE Sequenz mit Dephasiergradient **G_D**, Phasenkodiergradient **G_{ph}**, Auslesegradient **G_A** und Rephasiergradient **G_{rph}**. Gegebenenfalls können die Gradienten (insbesondere **G_{D1}** und **G_D**) an den Grenzen zwischen den Bereichen **T1** und **T2** geschickt zusammengefasst werden, um Krach- und Wirbelstromentwicklungen zu vermeiden (nicht dargestellt).

[0027] Fig. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung von Anregungsprofilen AP von Anregungspulsen in einer Magnetresonanzenanlage.

[0028] Dabei wird ein homogenes Phantom im Messvolumen, vorzugsweise im ISO-Zentrum der Magnetresonanzenanlage, für die ein Anregungsprofil AP erstellt werden soll, platziert (Block 101). Je nach Ausdehnung des verwendeten Phantoms kann eine zweidimensionale Messung bei geringer Tiefe des Phantoms oder eine dreidimensionale Messung (bei größerer Tiefe des Phantoms) durchgeführt wer-

den. Im Folgenden wird vorrangig der zweidimensionale Fall beschrieben. Der dreidimensionale Fall ergibt sich analog.

Mittels einer oben beschriebenen erfindungsgemäßen Testsequenz, die als Anregungspuls einen Anregungspuls **A** umfasst, dessen Anregungsprofil AP bestimmt werden soll, und bei der während des Einstrahlens des Anregungspulses **A** bereits ein Test-Gradient **GT** in voller Stärke geschaltet ist, wird mindestens ein Messdatensatz MDS des Phantoms aufgenommen (Block 103). Wie oben bereits gesagt, wird das Phantom während der Messung in Richtung des Test-Gradienten **GT** durch das Anregungsprofil AP des Anregungspulses **A** überlagert.

[0029] Beispielsweise können hierbei mindestens zwei Messdatensätze MDS aufgenommen werden, bei deren Aufnahme jeweils unterschiedliche Gradienten **GT**, G_{ph} geschaltet sind.

[0030] Bei einem Test-Gradienten **GT** in Ausleserichtung ist in Phasenkodierichtung prinzipiell nur eine geringe Auflösung nötig, aber jede Auflösung möglich. Um die Genauigkeit der Messung zu steigern, und weniger anfällig gegenüber Spulenintensitäts- oder Anregungsunterschieden zu werden, kann beispielsweise je ein Messdatensatz MDS automatisch für alle Phasenkodierschritte der Testsequenz durchgeführt werden. Die jeweils aus den Messdatensätzen MDS bestimmten Intensitätsprofile IntP können zur Bestimmung des Anregungsprofils AP beispielsweise gemittelt werden.

[0031] In weiteren optionalen Messungen kann die Untersuchung in anderen Schichtorientierungen und Ausdehnungen des Bandweitenprofils, d.h. mit unterschiedlichen Stärken des Test-Gradienten wiederholt und jeweils ein Messdatensatz MDS aufgenommen werden.

[0032] Aus mindestens einem aufgenommenen Messdatensatz MDS wird in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war, ein Intensitätsprofil IntP bestimmt (Block 105). Hierbei wird aus dem mindestens einen Messdatensatz MDS ein Bild rekonstruiert, in dem das Phantom abgebildet ist. Bei einem Test-Gradienten in Ausleserichtung, kann nun einfach der Intensitätsverlauf des abgebildeten Phantoms in Ausleserichtung als Intensitätsprofil IntP gemessen werden. Den genannten Intensitätsverlauf erhält man somit z.B. einfach, indem man in Ausleserichtung eine Linie durch das abgebildete homogene Phantom legt und deren Intensitätswerte betrachtet. Die Bestimmung des Intensitätsprofils IntP umfasst somit eine Bestimmung eines Intensitätsverlaufs innerhalb des abgebildeten Phantoms in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war.

[0033] Ein solches Intensitätsprofil IntP entspricht direkt dem Frequenzverlauf des Anregungspulses **A**

und damit dessen Anregungsprofil AP. Wird nur ein Messdatensatz MDS gemessen, entspricht somit die Bestimmung des Intensitätsprofils IntP bereits der Bestimmung des Anregungsprofils AP (Block **107**). Wie oben bereits beschrieben, kann ein genaueres Anregungsprofil AP aus mehreren Messdatensätzen MDS bestimmt werden, indem beispielsweise die bestimmten Intensitätsprofile IntP gemittelt werden. Weiterhin kann bei der Bestimmung des Anregungsprofils AP ein zusätzlicher Algorithmus hinzugefügt werden, der erkennt, ob das gemessene Intensitätsprofil IntP tatsächlich innerhalb des Phantoms gemessen wurde, oder ob versehentlich Rauschen gemessen wurde. An scharfen Kanten des Profils kann dabei erkannt werden, wann vom Phantom ins Rauschen übergegangen wurde. Eine Integration des Rauschbereichs in die Auswertung kann somit vermieden werden.

[0034] Das Anregungsprofil AP kann somit parallel zur Überlagerung entlang einer Linie in der entsprechenden Richtung ausgelesen werden, oder es können mehrere Linien mit unterschiedlicher Auflösung und Bandweitenabdeckung ausgelesen werden, die insbesondere mit gleichzeitiger Unterdrückung eines Rausch-Levels zu einem genauen Anregungsprofil AP zusammengefügt werden.

[0035] Das bestimmte Anregungsprofil AP kann für eine weitere Verwendung gespeichert, insbesondere direkt in Postprocessing-Verfahren integriert, werden (Block **109**).

[0036] Durch die gezielte Überlagerung eines homogenen Phantoms mit dem Anregungsprofil AP des gewünschten Anregungspulses und einer automatischen Auswertung und Integration des bestimmten Anregungsprofils AP des Anregungspulses, kann einfach für verschiedene Magnetresonanzenanlagen ein genaues tatsächliches Anregungsprofil AP ermittelt werden. Zum Steigern der Messgenauigkeit können hierbei mehrere Messungen mit unterschiedlicher räumlicher Ausrichtung und Bandweitenabdeckung kombiniert werden. Das ermittelte Ergebnis kann automatisch im Postprocessing, insbesondere in ein oben genanntes Korrekturverfahren, integriert werden.

[0037] Das beschriebene Verfahren kann pro Magnetresonanzenagentyp und Softwaretyp einmalig, in regelmäßigen Abständen oder vor jeder Messung durchgeführt werden.

[0038] Fig. 4 zeigt schließlich eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Magnetresonanzenanlage **23**. Diese umfasst wie grundsätzlich bekannt eine Hauptmagneteinheit **24**, die eine Patientenaufnahme **25** definiert, die umgebend eine Hochfrequenzspulenanordnung, insbesondere eine Körperspule **22**, und eine Gradientenspulenordnung vorgesehen sein

können. In die Patientenaufnahme **25** kann insbesondere auf einer Patientenliege L ein Patient oder ein anderes zu untersuchendes Untersuchungsobjekt, wie beispielsweise ein Phantom **P**, in die Magnetresonanzenanlage **23** eingebracht werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren kann ein homogenes Phantom **P** verwendet werden, welches in Schichtrichtung eine Ausdehnung in der Größenordnung der möglichen Auflösung der Magnetresonanzenanlage **23** hat. Durch eine derartig geringe Ausdehnung ist das Phantom **P** leicht zu handhaben und beispielsweise auch platzsparend zu verstauen. Für das erfindungsgemäße Verfahren wird das Phantom **P** beispielsweise in das ISO-Zentrum, innerhalb des Messvolumens M der Magnetresonanzenanlage **23** platziert.

[0039] Weiterhin kann die Magnetresonanzenanlage **23** mindestens eine transportable, in der Patientenaufnahme variabel einbringbare weitere Hochfrequenzspulenordnung, eine Lokalspule **27**, umfassen. Die Lokalspule **27** kann beispielsweise mindestens zwei Einzelspulen mit je einem Empfangskanal umfassen. Das Phantom kann mit der Körperspule **22** oder der Lokalspule **27** gemessen werden, wenn deren Sensitivitätsverteilung bekannt ist. Gesteuert wird der Betrieb der Magnetresonanzenanlage **23** durch eine Steuereinrichtung **26**, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist, insbesondere also zur Bestimmung von Anregungsprofilen (AP) beispielsweise für Justierungen, wie beschrieben wurde.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren wird beispielsweise durch ein erfindungsgemäßes Computerprogramm auf einer Steuereinrichtung **26** der Magnetresonanzenanlage **23** implementiert, wenn es auf der Steuereinrichtung **26** ausgeführt wird. Die Steuereinrichtung **26** ist daher dazu ausgebildet ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführen zu können. Dazu kann beispielsweise ein elektronisch lesbarer Datenträger **21** mit darauf gespeicherten elektronisch lesbaren Steuerinformationen, welche zumindest ein solches Computerprogramm umfassen und derart ausgestaltet sind, dass sie bei Verwendung des Datenträgers **21** in einer Steuereinrichtung **26** einer Magnetresonanzenanlage **23** ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Korrektur von Artefakten wie beschrieben durchführen.

[0041] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung von Anregungsprofilen von Anregungspulsen in einer Magnetresonanزانlage, umfassend die Schritte:

- Platzieren eines homogenen Phantoms (P) im Messvolumen (M) der Magnetresonanزانlage (23),
- Aufnehmen mindestens eines Messdatensatzes des Phantoms (P) mittels einer Test-Pulssequenz, die als Anregungspuls (A) einen Anregungspuls (A) umfasst, dessen Anregungsprofil bestimmt werden soll, wobei während des Einstrahlens des Anregungspulses (A) bereits ein Test-Gradient (GT) in voller Stärke geschaltet ist,
- Bestimmen eines Intensitätsprofils aus mindestens einem aufgenommenen Messdatensatz in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war,
- Bestimmen des Anregungsprofils des Anregungspulses (A) auf Basis des berechneten Intensitätsprofils,
- Speichern des bestimmten Anregungsprofils.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Test-Gradient (GT) in Ausleserichtung (G_R) geschaltet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bestimmung des Intensitätsprofils eine Bestimmung eines Intensitätsverlaufs innerhalb des abgebildeten Phantoms in der Richtung, in der der Test-Gradient geschaltet war, umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Stärke des Test-Gradienten derart gewählt wird, dass ein charakteristischer Bereich des Anregungsprofils in dem gemessenen Phantom abgebildet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Intensitätsprofil aus mindestens zwei Messdatensätzen bestimmt wird, bei deren Aufnahme jeweils unterschiedliche Gradienten (GT, G_{ph}) geschaltet sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bestimmung des Anregungsprofils eine Mittelung einzelner Intensitätsprofile verschiedener Messdatensätze umfasst.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anregungspuls (A) ein Rechteckspuls ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zu messende Phantom (P) in Schichtrichtung eine Ausdehnung in der Größenordnung der möglichen Auflösung der Magnetresonanزانlage hat.

9. Magnetresonanزانlage (23), umfassend eine zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der

vorangehenden Ansprüche ausgebildete Steuereinrichtung (26).

10. Computerprogramm, das ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf einer Steuereinrichtung (26) implementiert, wenn es auf der Steuereinrichtung (26) ausgeführt wird.

11. Elektronisch lesbarer Datenträger (21) mit darauf gespeicherten elektronisch lesbaren Steuerinformationen, welche zumindest ein Computerprogramm nach Anspruch 10 umfassen und derart ausgestaltet sind, dass sie bei Verwendung des Datenträgers (21) in einer Steuereinrichtung (26) einer Magnetresonanزانlage (23) ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

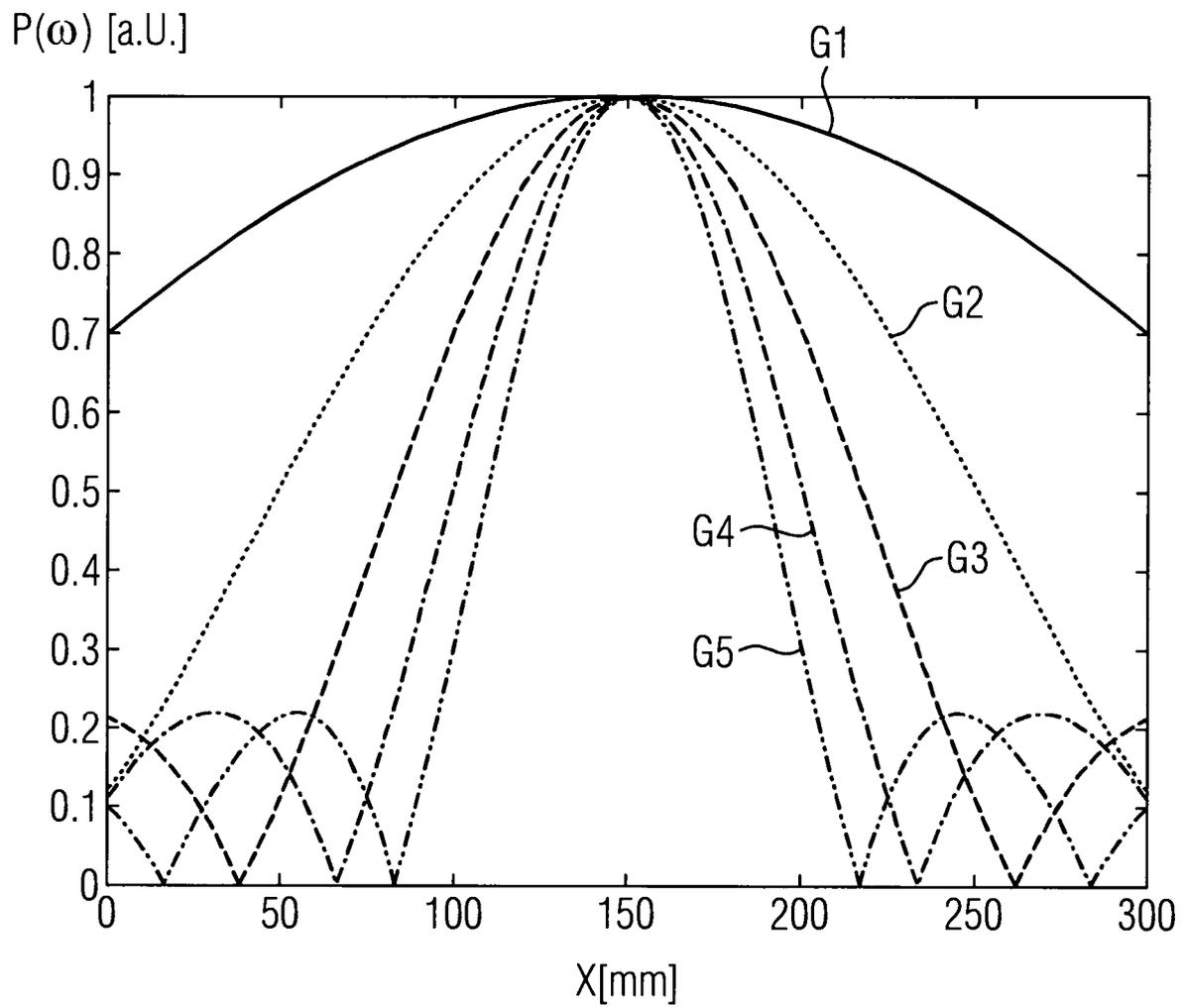


FIG 2

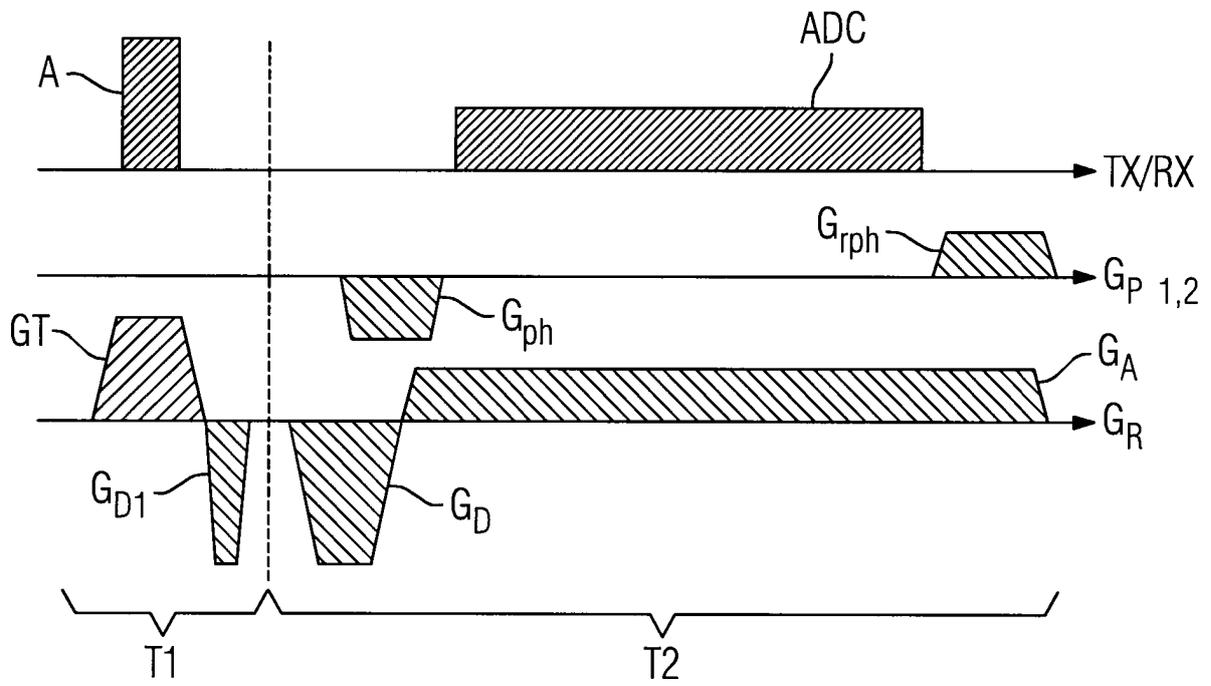


FIG 3

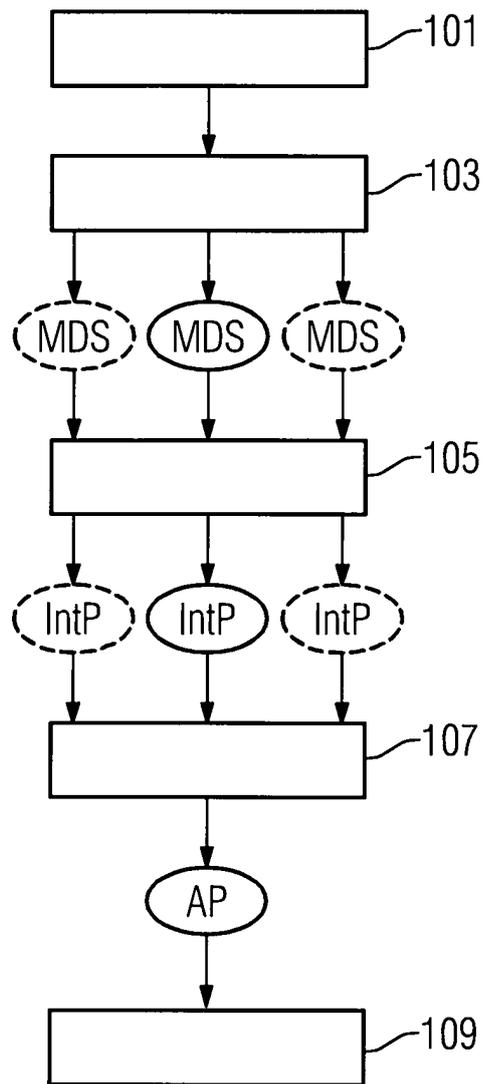


FIG 4

