

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. August 2019 (15.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/154850 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 5/055 (2006.01) *A61B 18/12* (2006.01)
A61B 18/08 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/052896
- (22) Internationales Anmeldedatum:
06. Februar 2019 (06.02.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2018 102 965.9
09. Februar 2018 (09.02.2018) DE
- (71) Anmelder: **OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT
MAGDEBURG** [DE/DE]; Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg (DE).
- (72) Erfinder: **GERLACH, Thomas**; Hanns-Eisler-Platz 2, 39128 Magdeburg (DE). **PANNICKE, Enrico**; Herweghstraße 4, 39114 Magdeburg (DE).
- (74) Anwalt: **GRAMM, LINS & PARTNER PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTGMBB**; Freundallee 13a, 30173 Hannover (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: HYBRID SYSTEM FOR PERFORMING A MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY AND A RADIOFREQUENCY ABLATION, AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: HYBRIDSYSTEM FÜR DIE DURCHFÜHRUNG EINER MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE UND EINER RADIOFREQUENZABLATION SOWIE VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

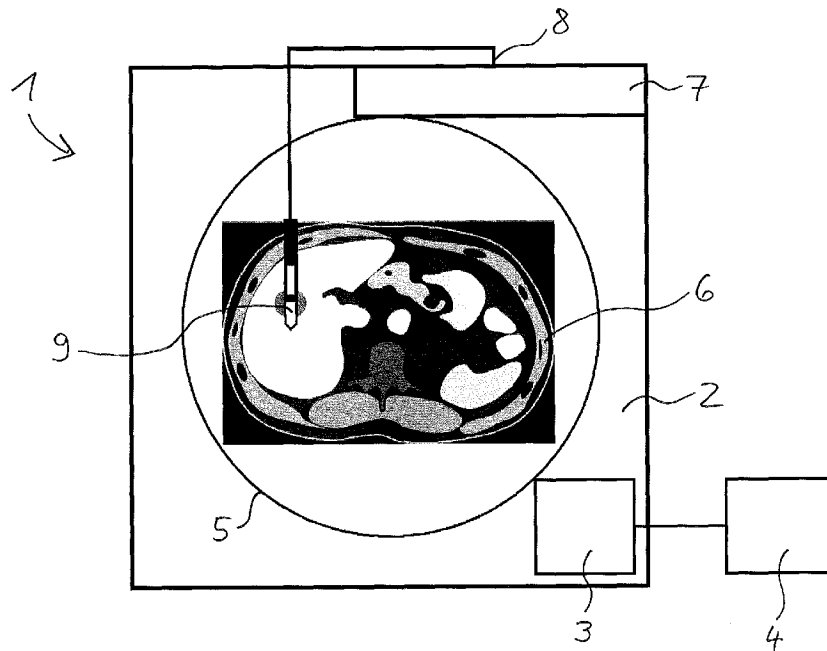


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a hybrid system for performing a magnetic resonance tomography (MRT) and a radiofrequency ablation on a patient, comprising the following characteristics: a) the hybrid system comprises a magnetic resonance tomography system in which MRT high-frequency signals for carrying out the magnetic resonance tomography can be generated and supplied on an output terminal of the magnetic resonance tomography system; b) the hybrid system comprises at least one ablation electrode for performing the radiofrequency ablation; and c) the at least one ablation electrode is coupled to the output terminal of the magnetic resonance



WO 2019/154850 A1

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

tomography system such that the radiofrequency ablation can be carried out by the at least one ablation electrode by means of the MRT high-frequency signals. The invention also relates to a method for operating such a hybrid system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Hybridsystem für die Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) und einer Radiofrequenzablation an einem Patienten, mit folgenden Merkmalen: a) das Hybridsystem weist ein Magnetresonanztomographiesystem auf, in dem MRT-Hochfrequenzsignale zur Durchführung der Magnetresonanztomographie erzeugbar und an einem Ausgangsanschluss des Magnetresonanztomographiesystems bereitstellbar sind, b) das Hybridsystem weist wenigstens eine Ablationselektrode zur Durchführung der Radiofrequenzablation auf, c) die wenigstens eine Ablationselektrode ist mit dem Ausgangsanschluss des Magnetresonanztomographiesystems gekoppelt, sodass die Radiofrequenzablation über die wenigstens eine Ablationselektrode mittels der MRT-Hochfrequenzsignale durchführbar ist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hybridsystems.

Hybridsystem für die Durchführung einer Magnetresonanztomographie und einer Radiofrequenzablation sowie Verfahren zu dessen Betrieb

- 5 Die Erfindung betrifft ein Hybridsystem für die Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) und einer Radiofrequenzablation an einem Patienten. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hybridsystems.
- 10 Die Magnetresonanztomographie, abgekürzt MRT, ist ein bildgebendes Verfahren, das in der Medizin zur Darstellung von Struktur und Funktion von Gewebe und Organen im Körper eingesetzt wird. Mit der MRT kann man Schnittbilder des Körpers eines Patienten erzeugen. Zur Durchführung der MRT werden vom Magnetresonanztomographiesystem Hochfrequenzsignale erzeugt, die nachfolgend als MRT-Hochfrequenzsignale bezeichnet werden. Diese MRT-Hochfrequenzsignale werden bspw.
- 15 über eine Sendespule in Form von magnetischen Wechselfeldern mit hoher Amplitude in den Patienten eingespeist. Bei einer bestimmten Frequenz (der sog. Larmorfrequenz) werden hierdurch bestimmte Atomkerne im Körper resonant angeregt, wodurch nach Ausschalten des HF-Feldes in einem Empfängerstromkreis ein
- 20 elektrisch-induziertes Signal gemessen werden kann.

Die Prozedur aus Senden von HF-Feldern und Empfangen von Messsignalen werden mit Einschalten von separaten ortsabhängigen Magnetfeldern wiederholt. Dies ermöglicht eine Ortskodierung der Signale im Körper. Die aufgenommenen Signale

25 können dann in einem rechnergestützten Post-Processing ausgewertet und visualisiert werden.

Die Radiofrequenzablation, abgekürzt RFA, ist ein hyperthermischer und minimal-invasiver Ansatz zur Zerstörung von Tumoren und Metastasen. Die Radiofrequenz-

30 ablation wird in der Regel unter Nutzung medizinischer Bildgebung durchgeführt,

wozu bevorzugt die Magnetresonanztomographie genutzt wird. Bei der Radiofrequenzablation wird ein Hochfrequenzgenerator über abgeschirmte Kabel mit einer Ablationselektrode gekoppelt, über die die Radiofrequenzenergie in den Patienten eingespeist wird. Hierbei ist häufig ein großer Aufwand erforderlich, um eine nachteilige Beeinflussung der MRT-Bildgebung durch die Radiofrequenzablation zu vermeiden. Insgesamt ist der hierfür erforderliche apparative Aufwand sehr hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufwand für die MRT-geführte Radiofrequenzablation zu verringern.

10

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Hybridsystem für die Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) und einer Radiofrequenzablation an einem Patienten, mit folgenden Merkmalen:

- a) das Hybridsystem weist ein Magnetresonanztomographiesystem auf, in dem MRT-Hochfrequenzsignale zur Durchführung der Magnetresonanztomographie erzeugbar und an einem Ausgangsanschluss des Magnetresonanztomographiesystems bereitstellbar sind,
- b) das Hybridsystem weist wenigstens eine Ablationselektrode zur Durchführung der Radiofrequenzablation auf,
- c) die wenigstens eine Ablationselektrode ist mit dem Ausgangsanschluss des Magnetresonanztomographiesystems gekoppelt, sodass die Radiofrequenzablation über die wenigstens eine Ablationselektrode mittels der MRT-Hochfrequenzsignale durchführbar ist.

Es wurde festgestellt, dass die vom Magnetresonanztomographiesystem bereitgestellten MRT-Hochfrequenzsignale, die für die Durchführung der Magnetresonanztomographie und deren Bildgebung eingesetzt werden, auch für die Durchführung der Radiofrequenzablation geeignet sind. Insbesondere ist die bspw. am Ausgang eines HF-Verstärkers des Magnetresonanztomographiesystems bereitgestellte Energie der MRT-Hochfrequenzsignale ausreichend für die Durchführung einer Radiofrequenzablation. Somit kann das gesamte System vereinfacht werden, da kein gesonderter Hochfrequenzgenerator für die Speisung der Ablationselektrode erforderlich ist. Stattdessen kann die Ablationselektrode oder gegebenenfalls mehrere Ablationselektro-

den direkt oder über Zusatzbauelemente am Ausgangsanschluss des Magnetresonanztomographiesystems angeschlossen werden. Auf diese Weise wird die wenigstens eine Ablationselektrode mit der Hochfrequenzenergie der MRT-Hochfrequenzsignale gespeist, sodass direkt mittels der MRT-Hochfrequenzsignale die Radiofrequenzablation durchgeführt werden kann.

Auf diese Weise wird das gesamte System vereinfacht, es können Kosten gespart werden und zudem sind weniger Komponenten erforderlich, die geprüft werden müssen oder die ausfallen oder Störungen verursachen könnten. Zudem können Störflüsse der Radiofrequenzablation bei der MRT-Bildgebung reduziert werden, da keine gesonderten, nicht mit den MRT-Hochfrequenzsignalen synchronisierten Signale in den Patienten eingespeist werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Hybridsystem eine Pulserzeugungsschaltung aufweist, durch die der wenigstens einen Ablationselektrode die für die Radiofrequenzablation erforderlichen Hochfrequenzsignale gepulst zuführbar sind. Auf diese Weise kann eine gepulste Radiofrequenzablation durchgeführt werden. Insbesondere in Kombination mit der Nutzung der MRT-Hochfrequenzsignale für die Radiofrequenzablation ergibt sich der vorteilhafte Synergieeffekt, dass die MRT-Hochfrequenzsignale bei üblichen Magnetresonanztomographiesystemen bereits gepulst erzeugt werden, z.B. in Form von Pulszügen, die aus einer Vielzahl von einzelnen Hochfrequenzpulsen bestehen, wobei zwischen solchen Pulszügen eine Pause vorhanden ist, in der keine Hochfrequenzpulse erzeugt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Ablationselektrode mit einem Hochfrequenzsignal mit der Larmorfrequenz gespeist ist. Dies hat den Vorteil, dass der von der Ablationselektrode in den Patienten eingespeiste Ablationsstrom ein magnetisches Wirbelfeld erzeugt, welches wiederum messbare Magnetresonanz-Signale generiert, sodass auch dieses Wirbelfeld durch die MRT-Bildgebung erfasst und visualisiert werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Hybridsystem dazu eingerichtet ist, den durch die Ablationselektrode in den Patienten eingespeisten Ablationsstrom über die Bildgebung des Magnetresonanztomographiesystems aufzunehmen und zu visualisieren. Dies hat den Vorteil, dass dem Anwender des Hybridsystems zusätzliche Informationen über den aktuellen Zustand der Radiofrequenzablation gegeben werden können. Es können z.B. die bei der MRT-Bildgebung resultierenden Signalintensitäten qualitative Auskünfte über den Stromverlauf des Ablationsstroms liefern. Für die Stromvisualisierung kann z.B. eine Messung der Amplitude und Phase der Magnetfelder durchgeführt werden, woraus die Amplitude und Phase des Ablationsstroms rekonstruiert werden können.

Durch die Nutzung der MRT-Hochfrequenzsignale für die Radiofrequenzablation ist zudem keine aufwendige Phasen-Synchronisation zwischen dem Ablationssignal und der MRT-Bildgebung erforderlich.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Hybridsystem dazu eingerichtet ist, die MRT-Hochfrequenzsignale entweder der wenigstens einen Ablationselektrode oder einer MRT-Sendespule des Magnetresonanztomographiesystems zuzuführen. Auf diese Weise wird eine gemischte Nutzung der einzelnen Signalpulse der MRT-Hochfrequenzsignale vermieden. Stattdessen werden die MRT-Hochfrequenzsignale zu einem Zeitpunkt immer nur einer Nutzung zugeführt, d.h. entweder der Radiofrequenzablation oder der Bildgebung der Magnetresonanztomographie. Hierdurch kann eine hohe Bildqualität bei der Magnetresonanztomographie sichergestellt werden. Für die Zuführung der MRT-Hochfrequenzsignale entweder zur Ablationselektrode oder zur MRT-Sendespule kann bspw. ein computergesteuerter Umschalter vorhanden sein.

Die eingangs genannte Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Hybridsystems der zuvor erläuterten Art, bei dem der wenigstens einen Ablationselektrode zumindest zeitweise die MRT-Hochfrequenzsignale des Magnetresonanztomographiesystems zugeführt werden. Auch hierdurch lassen sich die zuvor erläuterten Vorteile realisieren.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die MRT-Hochfrequenzsignale des Magnetresonanztomographiesystems wechselweise der wenigstens einen Ablationselektrode und einer MRT-Sendespule des Magnetresonanztomographiesystems zugeführt werden. Auf diese Weise kann jeweils ein ungestörtes Signal mit voller Signalintensität entweder für die eine Anwendung oder die andere Anwendung genutzt werden. Dies kommt insbesondere der Qualität der MRT-Bildgebung zugute.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Bilderzeugung für die Visualisierung der Magnetresonanztomographie unterbrochen wird, während die wenigstens eine Ablationselektrode mit den MRT-Hochfrequenzsignalen gespeist wird. Diese Unterbrechung der Bilderzeugung ist für den Anwender nicht störend, da sie derart kurzfristig ist, dass sie im Wesentlichen nicht wahrgenommen wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das vom Ablationsstrom der wenigstens einen Ablationselektrode im Patienten erzeugte magnetische Wirbelfeld über das Magnetresonanztomographiesystem aufgenommen und als Stromverlauf visualisiert wird. Auf diese Weise können dem Anwender zusätzliche Informationen über den aktuellen Zustand der Radiofrequenzablation geliefert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 ein Hybridsystem in schematisierter Darstellung und

Figur 2 die Erzeugung gepulster Hochfrequenzsignale und

Figuren 3, 4 weitere Ausführungsformen eines Hybridsystems.

Die Figur 1 zeigt ein Hybridsystem 1, das ein Magnetresonanztomographiesystem 2 aufweist. Das Magnetresonanztomographiesystem 2 kann von üblicher, bekannter

Bauart sein. Das Magnetresonanztomographiesystem 2 weist bspw. eine für Magnetresonanztomographie-Untersuchungen zu nutzende Röhre 5 auf, in der ein Patient 6 platziert werden kann. Über bspw. in der Wandung der Röhre 5 angeordnete Sendespulen werden die von einem Hochfrequenz-Verstärker 7 des Magnetresonanztomographiesystems 2 bereitgestellten MRT-Hochfrequenzsignale auf den Patienten 6 übertragen. Die resultierenden, empfangsseitig aufgenommenen Signale des Magnetresonanztomographiesystems werden über eine Bildgebung 3 des Magnetresonanztomographiesystems 2 erfasst und verarbeitet. Die hierdurch erzeugten Bildinformationen können auf einem Bildanzeigegerät 4 dargestellt werden.

10

Das Hybridsystem 1 ist ferner zur Durchführung einer Radiofrequenzablation an dem Patienten 6 eingerichtet. Hierzu ist zumindest eine Ablationselektrode 9 vorhanden, die bspw. an einem zu entfernenden Tumor im Patienten 6 platziert werden kann. Die Ablationselektrode 9 ist über eine Leitung mit einem Ausgangsanschluss 8 des Magnetresonanztomographiesystems, z.B. einem Ausgangsanschluss des HF-Ausgangsverstärkers 7, verbunden. Auf diese Weise werden die am Ausgangsanschluss 8 bereitgestellten MRT-Hochfrequenzsignale der Ablationselektrode 9 zugeführt und in den Patienten 6 eingespeist.

15

20

Die Figur 2 zeigt einen beispielhaften Zeitverlauf der MRT-Hochfrequenzsignale 20. Die MRT-Hochfrequenzsignale 20 können in Form von einzelnen Pulszügen, von denen in der Figur 2 zwei Pulszüge dargestellt sind, erzeugt werden. Ein Pulszug besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Hochfrequenz-Pulsen. Zwischen den einzelnen Pulszügen ist eine Pause, im dargestellten Beispiel z.B. in einer Länge von ca. 2 Sekunden. Durch die Linie 21 wird eine mittlere Spannung dargestellt, die sich als effektive Spannung für den Ablationsprozess an der Ablationselektrode 9 einstellt. Beispielsweise kann der erste in Figur 2 dargestellte Pulszug 20 für die Radiofrequenzablation genutzt werden und dementsprechend nur der Ablationselektrode zugeführt werden und der andere, zweite dargestellte Pulszug 20 für die Bildgebung der Magnetresonanztomographie, d.h. dieser Pulszug wird lediglich einer MRT-Sendespule zugeführt.

25

30

Die Figur 3 zeigt weitere Merkmale des Hybridsystems 1, die z.B. in dem anhand der Figur 1 erläuterten Hybridsystem realisiert sein können. Erkennbar ist eine Patientenliege 30, auf der der Patient 6 platziert ist. Dargestellt ist ferner auch wiederum die Ablationselektrode 9. Die Ablationselektrode 9 ist über eine Anpassungsschaltung 38 mit einem Funktionsblock 35 verbunden. Der Funktionsblock 35 enthält einen Umschalter 37, z.B. in Form eines RX-TX-Switch. Über den Umschalter 37 kann die Ablationselektrode 9 wahlweise mit einem Sendekanal oder einem Empfangskanal des Hybridsystems 1 verbunden werden. Der Sendekanal kann über eine Sendeleitung 33 mit dem Funktionsblock 35 verbunden sein, der Empfangskanal über eine Empfangsleitung 34. Der Funktionsblock 35 weist für den Empfangskanal einen Vorverstärker 36 auf, der mit der Empfangsleitung 34 verbunden ist. Die Sendeleitung 33 und die Empfangsleitung 34 sind mit einem Spulenstecker 32 verbunden, an den der Sendekanal und der Empfangskanal des Hybridsystems 1 angeschlossen werden können. Der Spulenstecker 32 kann mit einem Spulenterminal 31 verbunden sein, an dem die Hochfrequenzsignale für die Bildgebung bzw. für die Ablation entnommen werden können.

Im Betrieb des Hybridsystems gemäß Figur 3 wird computergesteuert der Umschalter 37 umgeschaltet, z.B. bei den in Figur 2 dargestellten Pulszügen abwechselnd, sodass die MRT-Hochfrequenzsignale wechselweise der einen oder der anderen Anwendung zugeführt werden, sodass die Ablationselektrode 9 wechselweise im Sendefall oder im Empfangsfall fungiert.

Die Figur 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Hybridsystems 1, die sich von der Ausführungsform der Figur 3 wie folgt unterscheidet. Für die MRT-Bildgebung bzw. die Aufnahme der Magnetfelder zur Durchführung der MRT-Bildgebung ist eine MRT-Spule 40 vorhanden, z.B. in Form einer Leiterschleife. Die MRT-Spule 40 ist über eine Anpassungsschaltung 42 mit dem Funktionsblock 35 verbunden. Der Funktionsblock 35 weist außer dem bereits erläuterten Umschalter 37 und dem Vorverstärker 36 zusätzlich einen weiteren Umschalter 41 auf.

Im Betrieb des Hybridsystems gemäß Figur 4 wird computergesteuert der Umschalter 41 umgeschaltet, z.B. bei den in Figur 2 dargestellten Pulszügen abwechselnd,

sodass die MRT-Hochfrequenzsignale wechselweise der Ablationselektrode 9 oder der MRT-Spule 40 zugeführt werden.

5 Beim Umschalten mit dem Umschalter 41 auf die Ablationselektrode 9 wäre die Anwendung Ablation möglich und beim Umschalten auf die MRT-Spule 40 wäre die Anwendung MRT-Bildgebung möglich.

Patentansprüche

1. Hybridsystem (1) für die Durchführung einer Magnetresonanztomographie
5 (MRT) und einer Radiofrequenzablation an einem Patienten (6), mit folgenden Merkmalen:
 - a) das Hybridsystem (1) weist ein Magnetresonanztomographiesystem (2) auf, in dem MRT-Hochfrequenzsignale (20) zur Durchführung der Magnetresonanztomographie erzeugbar und an einem Ausgangsanschluss (8) des
10 Magnetresonanztomographiesystems (2) bereitstellbar sind,
 - b) das Hybridsystem (1) weist wenigstens eine Ablationselektrode (9) zur Durchführung der Radiofrequenzablation auf,
 - c) die wenigstens eine Ablationselektrode (9) ist mit dem Ausgangsanschluss
15 (8) des Magnetresonanztomographiesystems (2) gekoppelt, sodass die Radiofrequenzablation über die wenigstens eine Ablationselektrode (9) mittels der MRT-Hochfrequenzsignale (20) durchführbar ist.
2. Hybridsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridsystem (1) eine Pulserzeugungsschaltung aufweist, durch die der wenigstens einen
20 Ablationselektrode (9) die für die Radiofrequenzablation erforderlichen Hochfrequenzsignale gepulst zuführbar sind.
3. Hybridsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Ablationselektrode (9) mit einem Hochfrequenzsignal mit der Larmorfrequenz gespeist ist.
25
4. Hybridsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridsystem (1) dazu eingerichtet ist, den durch die Ablationselektrode (9) in den Patienten (6) eingespeisten Ablationsstrom über die

Bildgebung (3) des Magnetresonanztomographiesystems (2) aufzunehmen und zu visualisieren.

- 5 5. Hybridsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridsystem (1) dazu eingerichtet ist, die MRT-Hochfrequenzsignale (20) entweder der wenigstens einen Ablationselektrode (9) oder einer MRT-Sendespule des Magnetresonanztomographiesystems zuzuführen.
- 10 6. Verfahren zum Betrieb eines Hybridsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens einen Ablationselektrode (9) zumindest zeitweise die MRT-Hochfrequenzsignale (20) des Magnetresonanztomographiesystems (2) zugeführt werden.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die MRT-Hochfrequenzsignale (20) des Magnetresonanztomographiesystems (2) wechselweise der wenigstens einen Ablationselektrode (9) und einer MRT-Sendespule des Magnetresonanztomographiesystems (2) zugeführt werden.
- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderzeugung für die Visualisierung der Magnetresonanztomographie unterbrochen wird, während die wenigstens eine Ablationselektrode (9) mit den MRT-Hochfrequenzsignalen (20) gespeist wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Ablationsstrom der wenigstens einen Ablationselektrode (9) im Patienten (6) erzeugte magnetische Wirbelfeld über das Magnetresonanztomographiesystem (2) aufgenommen und als Stromverlauf visualisiert wird.

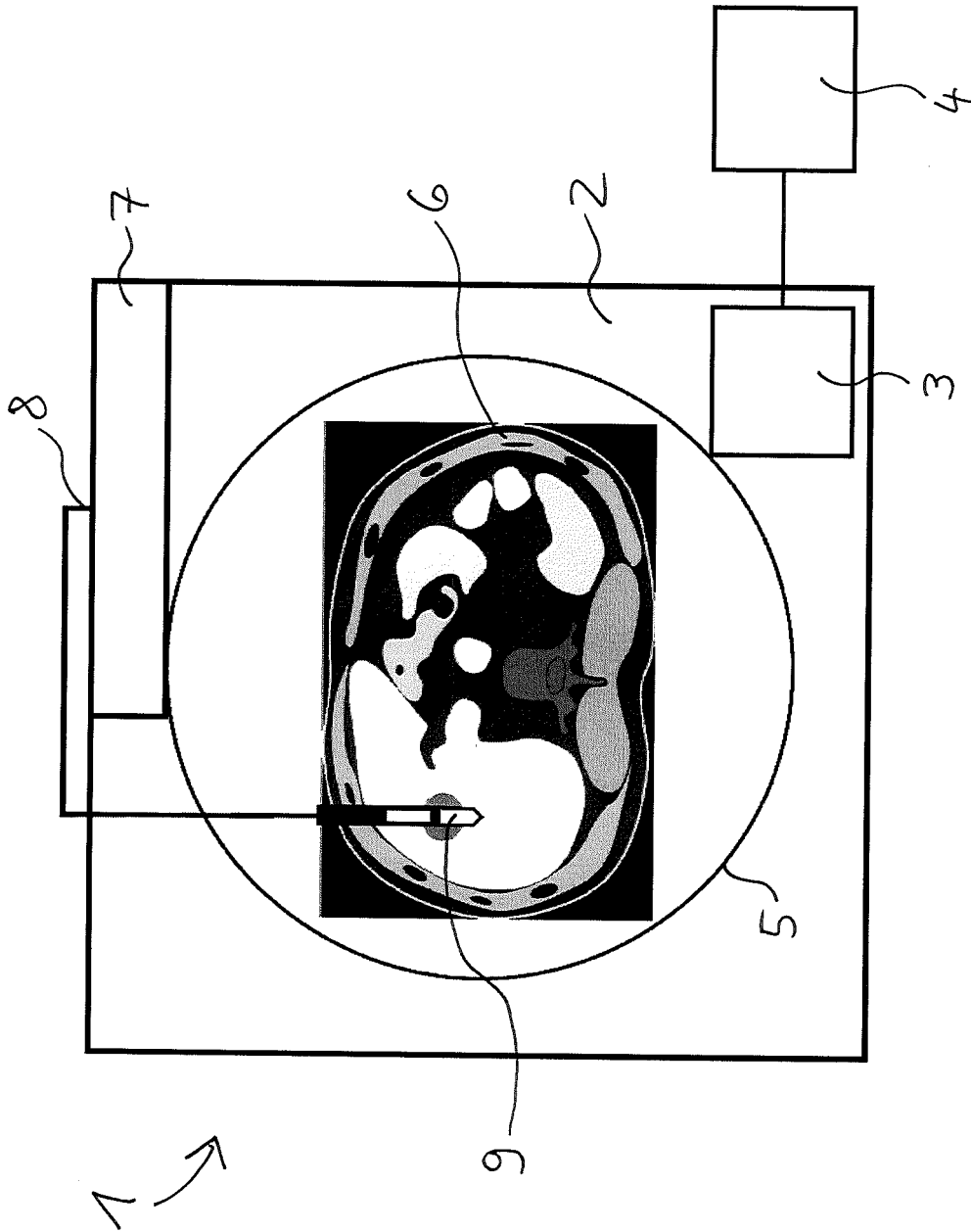


Fig. 1

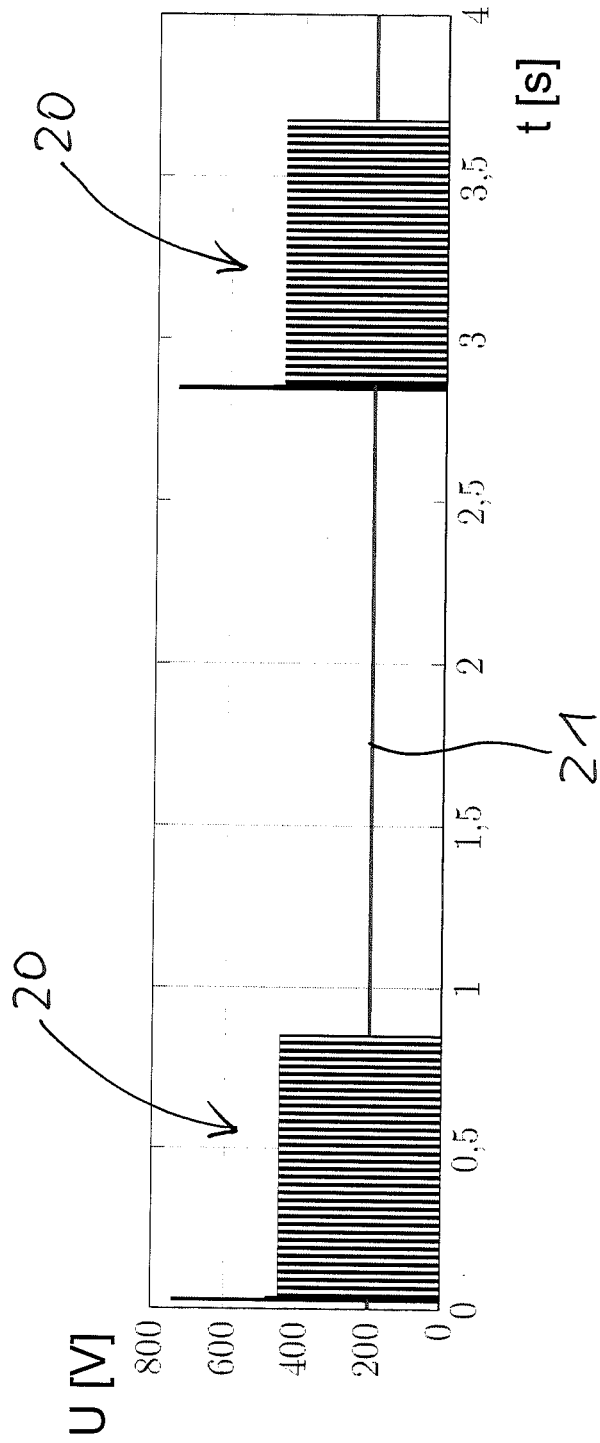


Fig. 2

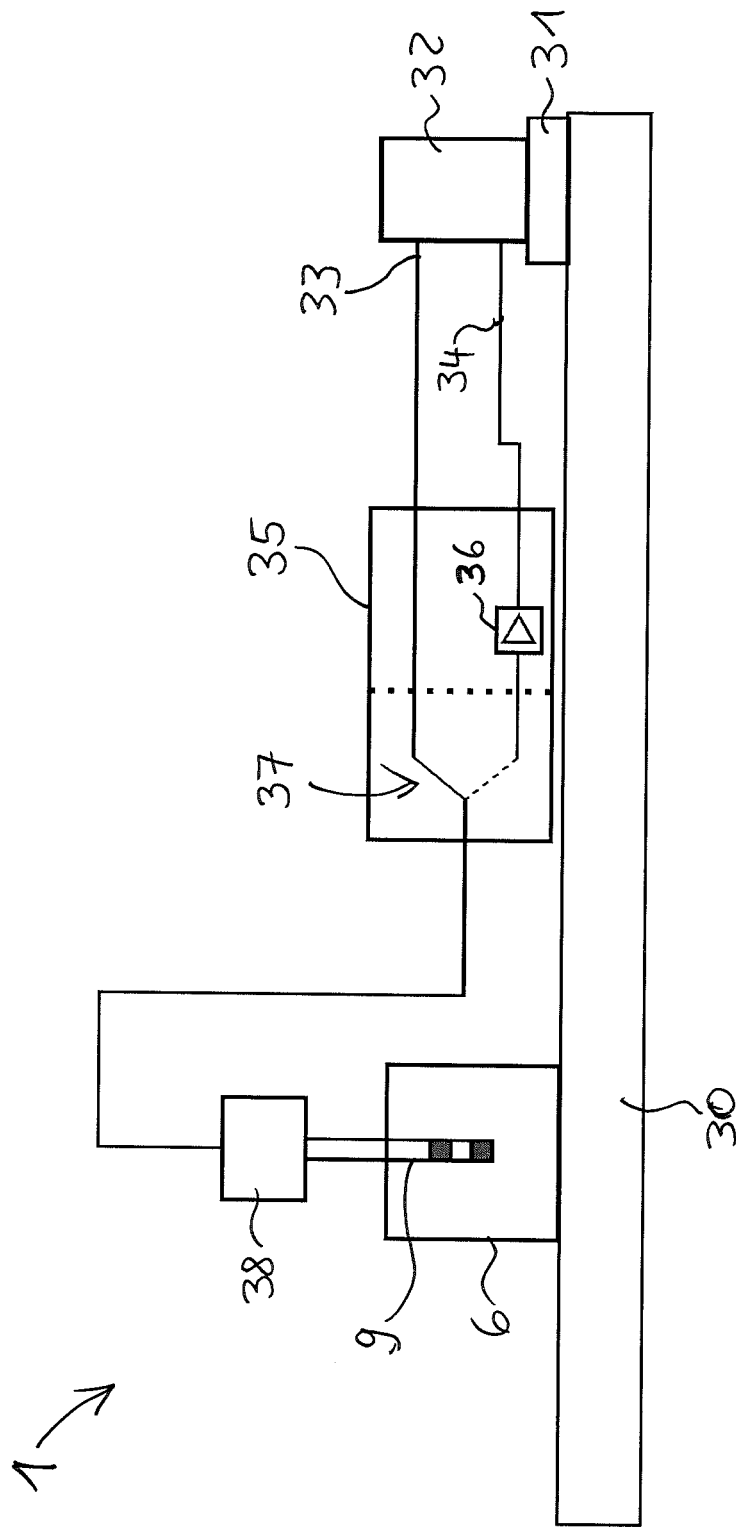


Fig. 3

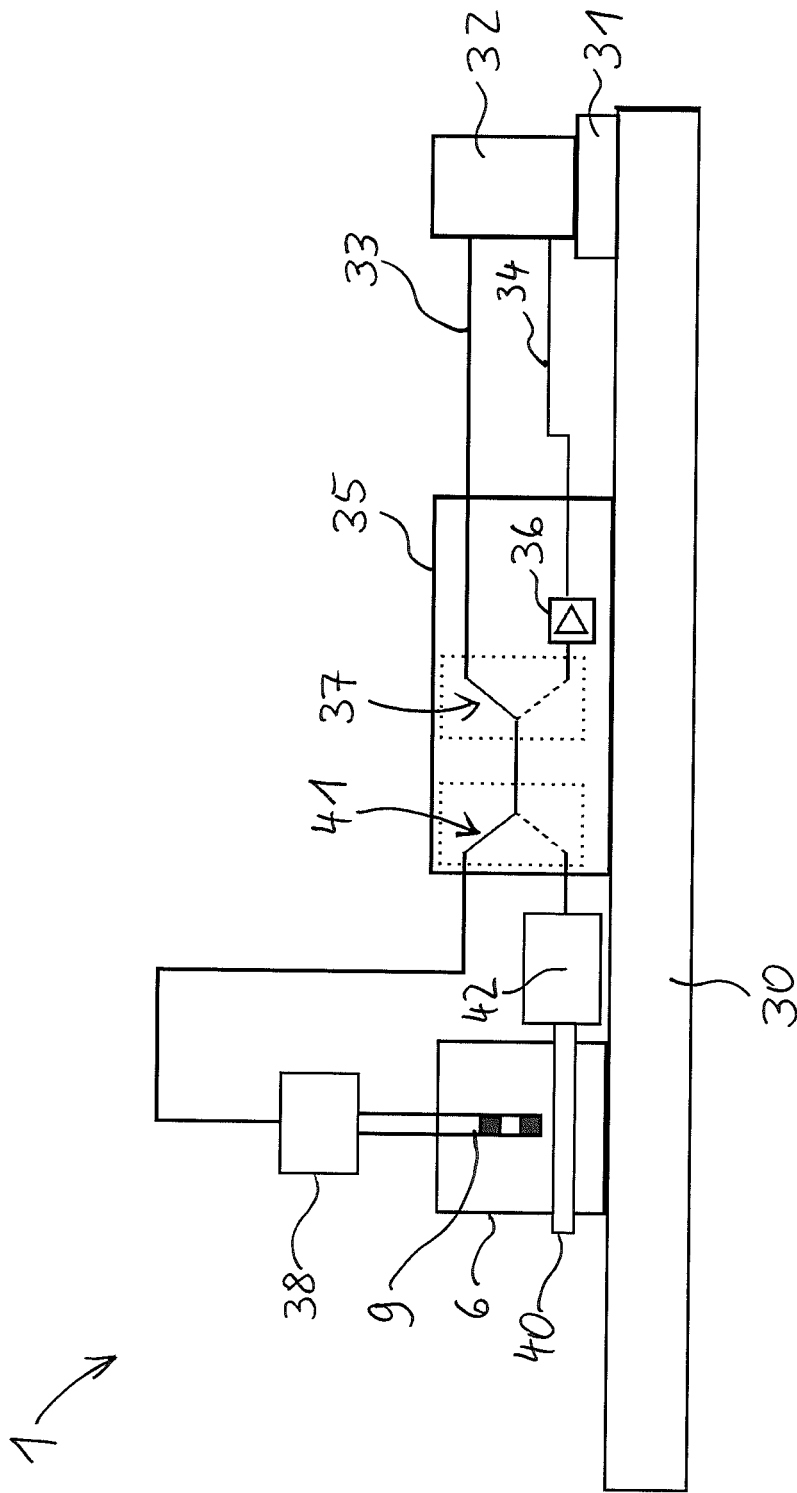


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/052896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61B 5/055(2006.01)i; A61B 18/08(2006.01)i; A61B 18/12(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	THOMAS GERLACH ET AL. "Proof of Concept of a Hybrid MRI-Ablation System" ABSTRACT BOOK 3RD CONFERENCE ON IMAGE-GUIDED INTERVENTIONS & FOKUS NEURORADIOLOGIE IMAGE-GUIDED INTERVENTIONS & FOKUS NEURORADIOLOGIE RECENT PROGRESS AND DEVELOPMENTS, Magdeburg, Germany, 06 November 2017 (2017-11-06), page 15 XP055580789 * page 15: ID 15 *	1-5
X A	US 2011301450 A1 (HUE YIK-KIONG [US] ET AL) 08 December 2011 (2011-12-08) paragraphs [0010], [0013], [0039], [0040], [0045], [0051], [0057], [0059], [0063], [0066]; claim 1; figures 6,8	1-4 5
X A	HUE YIK-KIONG ET AL. "Magnetic Resonance Mediated Radiofrequency Ablation" IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Vol. 37, No. 2, 01 February 2018 (2018-02-01), pages 417-427, [retrieved on 2018-02-01] DOI: 10.1109/TMI.2017.2753739 ISSN: 0278-0062, XP011676591 the whole document	1-4 5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 April 2019		Date of mailing of the international search report 24 April 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lommel, André Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/052896

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5323778 A (KANDARPA KRISHNA [US] ET AL) 28 June 1994 (1994-06-28) figure 1	1-4 5
A	KIM SHULTZ ET AL. "Tissue Impedance Implications of Performing RF Ablation at 64 MHz Temperature Impedance" <i>PROC. INTL. SOC. MAG. RESON. MED.</i> , 01 January 2012 (2012-01-01), page 559 XP055580812 the whole document	1-5

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: **6-9**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
PCT Rule 39.1(iv) – methods for treatment of the human or animal body by therapy and/or surgery.

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/052896

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011301450	A1	08 December 2011	NONE			
US	5323778	A	28 June 1994	AU	3060092	A	07 June 1993
				US	5323778	A	28 June 1994
				WO	9308733	A1	13 May 1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61B5/055 A61B18/08 A61B18/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) A61B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	THOMAS GERLACH ET AL: "Proof of Concept of a Hybrid MRI-Ablation System", ABSTRACT BOOK 3RD CONFERENCE ON IMAGE-GUIDED INTERVENTIONS & FOKUS NEURORADIOLOGIE IMAGE-GUIDED INTERVENTIONS & FOKUS NEURORADIOLOGIE RECENT PROGRESS AND DEVELOPMENTS, 6. November 2017 (2017-11-06), Seite 15, XP55580789, Magdeburg, Germany * Seite 15: ID 15 *	1-5
X	----- US 2011/301450 A1 (HUE YIK-KIONG [US] ET AL) 8. Dezember 2011 (2011-12-08)	1-4
A	Absätze [0010], [0013], [0039], [0040], [0045], [0051], [0057], [0059], [0063], [0066]; Anspruch 1; Abbildungen 6,8 ----- -/--	5
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. April 2019		24/04/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lommel, André

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HUE YIK-KIONG ET AL: "Magnetic Resonance Mediated Radiofrequency Ablation", IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 37, Nr. 2, 1. Februar 2018 (2018-02-01), Seiten 417-427, XP011676591, ISSN: 0278-0062, DOI: 10.1109/TMI.2017.2753739 [gefunden am 2018-02-01]	1-4
A	das ganze Dokument -----	5
X	US 5 323 778 A (KANDARPA KRISHNA [US] ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28)	1-4
A	Abbildung 1 -----	5
A	KIM SHULTZ ET AL: "Tissue Impedance Implications of Performing RF Ablation at 64 MHz Temperature Impedance", PROC. INTL. SOC. MAG. RESON. MED., 1. Januar 2012 (2012-01-01), Seite 559, XP55580812, das ganze Dokument -----	1-5

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. **6-9**
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Regel 39.1 iv) PCT - Verfahren zur chirurgischen und/oder therapeutischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers
2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/052896

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011301450	A1	08-12-2011	KEINE	

US 5323778	A	28-06-1994	AU 3060092 A	07-06-1993
			US 5323778 A	28-06-1994
			WO 9308733 A1	13-05-1993
