



(10) **DE 10 2012 201 944 A1** 2013.08.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 201 944.8**

(22) Anmeldetag: **09.02.2012**

(43) Offenlegungstag: **14.08.2013**

(51) Int Cl.: **A61B 5/055 (2012.01)**

**G01R 33/341 (2012.01)**

**G01R 33/3415 (2012.01)**

(71) Anmelder:

**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 91054, Erlangen, DE; Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE**

(72) Erfinder:

**Lauer, Lars, 90427, Nürnberg, DE; Paul, Dominik, 91088, Bubenreuth, DE; Welsch, Götz, 91080, Marloffstein, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**DE 103 14 215 B4**

**US 2010 / 0 127 707 A1**

**US 5 646 530 A**

**US 5 951 474 A**

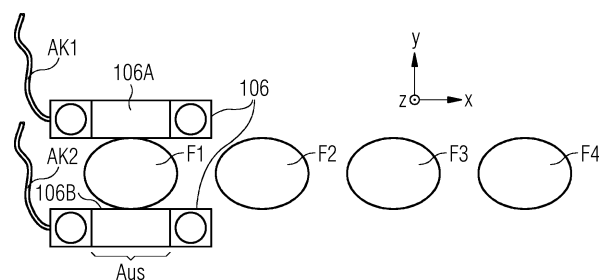
**US 5 050 605 A**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Lokalspulensystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Aufnahme von insbesondere kleinen Gelenken (G) mit einem Lokalspulensystem (106) mit zwei Schleifen-Spulen (106A, 106B).



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Aufnahme von insbesondere kleinen Gelenken wie Fingergelenken.

[0002] Magnetresonanzgeräte (MRTs) zur Untersuchung von Objekten oder Patienten durch Magnetresonanztomographie sind beispielsweise aus DE10314215B4 bekannt.

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die MRT-Bildgebung von insbesondere kleinen Gelenken zu optimieren. Diese Aufgabe wird jeweils durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung angegeben.

[0004] Weitere Merkmale und Vorteile von möglichen Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Dabei zeigt:

[0005] [Fig. 1](#) Schleifenspulen auf einer Patientenliege,

[0006] [Fig. 2](#) zwei Schleifenspulen an einer Hand eines Patienten,

[0007] [Fig. 3](#) eine Anordnung wie die in [Fig. 2](#) gezeigte im Querschnitt, mit einem Finger einer Hand zwischen zwei Schleifenspulen,

[0008] [Fig. 4](#) schematisch ein MRT-System.

[0009] [Fig. 4](#) zeigt (insbesondere als Hintergrund) ein (in einem geschirmten Raum oder Faraday-Käfig F befindliches) bildgebendes Magnetresonanzgerät MRT **101** mit einer Ganzkörperspule **102** mit einem hier röhrenförmigen Raum **103** in welchen eine Patientenliege **104** mit einem Körper z.B. eines Untersuchungsobjektes (z.B. eines Patienten) **105** (mit oder ohne Lokalspulenordnung **106**) in Richtung des Pfeils z gefahren werden kann, um durch ein bildgebendes Verfahren Aufnahmen des Patienten **105** zu generieren. Auf dem Patienten ist hier eine Lokalspulenordnung **106** angeordnet, mit welcher in einem lokalen Bereich (auch field of view oder FOV genannt) des MRT Aufnahmen von einem Teilbereich des Körpers **105** im FOV generiert werden können. Signale der Lokalspulenordnung **106** können von einer z.B. über Koaxialkabel oder per Funk (**167**) etc an die Lokalspulenordnung **106** anschließbaren Auswerteeinrichtung (**168**, **115**, **117**, **119**, **120**, **121** usw.) des MRT **101** ausgewertet (z.B. in Bilder umgesetzt, gespeichert oder angezeigt) werden.

[0010] Um mit einem Magnetresonanzgerät MRT **101** einen Körper **105** (ein Untersuchungsobjekt oder einen Patienten) mittels einer Magnet-Resonanz-Bildgebung zu untersuchen, werden verschiedene, in ihrer zeitlichen und räumlichen Charakteristik genauestens aufeinander abgestimmte Magnetfelder auf den Körper **105** eingestrahlt. Ein starker Magnet (oft ein Kryomagnet **107**) in einer Messkabine mit einer hier tunnelförmigen Öffnung **103**, erzeugt ein statisches starkes Hauptmagnetfeld  $B_0$ , das z.B. 0,2 Tesla bis 3 Tesla oder auch mehr beträgt. Ein zu untersuchender Körper **105** wird auf einer Patientenliege **104** gelagert in einen im Betrachtungsbereich FoV („field of view“) etwa homogenen Bereich des Hauptmagnetfeldes  $B_0$  gefahren. Eine Anregung der Kernspins von Atomkernen des Körpers **105** erfolgt über magnetische Hochfrequenz-Anregungspulse  $B_1(x, y, z, t)$  die über eine hier als (z.B. mehrteilige = **108a**, **108b**, **108c**) Körperspule **108** sehr vereinfacht dargestellte Hochfrequenzantenne (und/oder ggf. eine Lokalspulenordnung) eingestrahlt werden. Hochfrequenz-Anregungspulse werden z.B. von einer Pulserzeugungseinheit **109** erzeugt, die von einer Pulssequenz-Steuerungseinheit **110** gesteuert wird. Nach einer Verstärkung durch einen Hochfrequenzverstärker **111** werden sie zur Hochfrequenzantenne **108** geleitet. Das hier gezeigte Hochfrequenzsystem ist lediglich schematisch angedeutet. Oft werden mehr als eine Pulserzeugungseinheit **109**, mehr als ein Hochfrequenzverstärker **111** und mehrere Hochfrequenzantennen **108a**, **b**, **c** in einem Magnet-Resonanz-Gerät **101** eingesetzt. Weiterhin verfügt das Magnet-Resonanz-Gerät **101** über Gradientenspulen **112x**, **112y**, **112z**, mit denen bei einer Messung magnetische Gradientenfelder  $B_G(x, y, z, t)$  zur selektiven Schichtanregung und zur Ortskodierung des Messsignals eingestrahlt werden. Die Gradientenspulen **112x**, **112y**, **112z** werden von einer Gradientenspulen-Steuerungseinheit **114** gesteuert, die ebenso wie die Pulserzeugungseinheit **109** mit der Pulssequenz-Steuerungseinheit **110** in Verbindung steht.

[0011] Von den angeregten Kernspins (der Atomkerne im Untersuchungsobjekt) ausgesendete Signale werden von der Körperspule **108** und/oder mindestens einer Lokalspulenordnung **106** empfangen, durch zugeordnete Hochfrequenzvorverstärker **116** verstärkt und von einer Empfangseinheit **117** weiterverarbeitet und digitalisiert. Die aufgezeichneten Messdaten werden digitalisiert und als komplexe Zahlenwerte in einer k-Raum-Matrix abgelegt. Aus der mit Werten belegten k-Raum-Matrix ist mittels einer mehrdimensionalen Fourier-Transformation ein zugehöriges MR-Bild rekonstruierbar.

[0012] Für eine Spule, die sowohl im Sende- als auch im Empfangsmodus betrieben werden kann, wie z.B. die Körperspule **108** oder eine Lokalspule **106**, wird die korrekte Signalweiterleitung durch eine vorgeschaltete Sende-Empfangs-Weiche **118** ge-

regelt. Eine Bildverarbeitungseinheit **119** erzeugt aus den Messdaten ein Bild, das über eine Bedienkonsole **120** einem Anwender dargestellt und/oder in einer Speichereinheit **121** gespeichert wird. Eine zentrale Rechereinheit **122** steuert die einzelnen Anlagekomponenten.

**[0013]** In der MR-Tomographie werden Bilder mit hohem Signal/Rauschverhältnis (SNR) heute in der Regel mit so genannten Lokalspulenordnungen (Coils, Local Coils) aufgenommen. Dies sind Antennensysteme, die in unmittelbarer Nähe auf (anterior) oder unter (posterior) oder an oder in dem Körper **105** angebracht werden. Bei einer MR-Messung induzieren die angeregten Kerne in den einzelnen Antennen der Lokalspule eine Spannung, die dann mit einem rauscharmen Vorverstärker (z.B. LNA, Preamp) verstärkt und schließlich an die Empfangselektronik weitergeleitet wird. Zur Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses auch bei hochaufgelösten Bildern werden so genannte Hochfeldanlagen eingesetzt (1.5T–12T oder mehr). Wenn an ein MR Empfangssystem mehr Einzelantennen angeschlossen werden können, als Empfänger vorhanden sind, wird zwischen Empfangsantennen und Empfänger z.B. eine Schaltmatrix (auch RCCS genannt) eingebaut. Diese routet die momentan aktiven Empfangskanäle (meist die, die gerade im Field of View des Magneten liegen) auf die vorhandenen Empfänger. Dadurch ist es möglich, mehr Spulenelemente anzuschließen, als Empfänger vorhanden sind, da bei einer Ganzkörperabdeckung nur die Spulen ausgelesen werden müssen, die sich im FoV (Field of View) bzw. im Homogenitätswolumen des Magneten befinden.

**[0014]** Als Lokalspulenordnung **106** wird z.B. allgemein ein Antennensystem bezeichnet, das z.B. aus einem oder als Array-Spule aus mehreren Antennenelementen (insb. Spulenelementen) bestehen kann. Diese einzelnen Antennenelemente sind z.B. als Loopantennen (Loops), Butterfly, Flexspulen oder Sattelspulen ausgeführt. Eine Lokalspulenordnung umfasst z.B. Spulenelemente, einen Vorverstärker, weitere Elektronik (Mantelwellensperren etc), ein Gehäuse, Auflagen und meistens ein Kabel mit Stecker, durch den sie an die MRT-Anlage angeschlossen wird. Ein anlagenseitig angebrachte Empfänger **168** filtert und digitalisiert ein von einer Lokalspule **106** z.B. per Funk etc empfangenes Signal und übergibt die Daten einer digitalen Signalverarbeitungseinrichtung die aus den durch eine Messung gewonnenen Daten meist ein Bild oder ein Spektrum ableitet und dem Nutzer z.B. zur nachfolgenden Diagnose durch ihn und/ oder Speicherung zur Verfügung stellt.

**[0015]** [Fig. 1–Fig. 3](#) zeigen Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Spulensysteme **106**, die jeweils (genau) zwei Lokalspulen **106A**, **106B** umfassen.

**[0016]** Bei der Aufnahme von kleinen Gelenken G (wie z.B. einem MCP = Metacarpophalangealgelenk = einem Gelenk in den Fingergrund, oder einem PIP = Proximales Interphalangealgelenk = Fingermittegelenk, usw.) kann ein nur kleiner, räumlicher Bereich von besonderem Interesse sein.

**[0017]** Eine erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Spulensystems umfasst z.B. jeweils zwei Lokalspulen **106A**, **106B** in Form von Schleifen-Spulen (auch als Loop-Coils bezeichnet, z.B. Lokalspulen mit z.B. runder Ausnehmung in der Mitte, z.B. mit einer kreisförmigen Antenne).

**[0018]** [Fig. 1](#) zeigt beispielhaft drei auf einer Patientenliege **104** liegende Schleifen-Spulen (Loop-Coils), von denen eine Schleifenspule (Loop-Coil) **106A** einen Durchmesser von 4 cm aufweist. Als Spulensystem **106** kommen hier insbesondere zwei derartige kleine Schleifen-Spulen (Loop-Coils) **106A**, **106B** zum Einsatz, also Schleifen-Spulen (Loop-Coils) mit bis zu z.B. sechs oder bis zu vier cm Durchmesser D (z.B. Außendurchmesser oder lichter Innendurchmesser einer Ausnehmung Aus oder Antennendurchmesser). Eine derartige vier cm Durchmesser aufweisende Schleifen-Spule (Loop-Coil) kann auch eine zumindest intern bekannte Standard-Spule für MRT-Systeme **101** sein.

**[0019]** [Fig. 2](#) zeigt einen gleichzeitigen Einsatz von zwei solchen Schleifen-Spulen **106A**, **106B** (mit Anschlusskabeln AK1, AK2 oder Funkanschluss), welche geeignet um die durch MRI-Bildgebung zu untersuchende Anatomie (H; F1; G) angebracht sind, was einen räumlich eingeschränkten MRT-Bildgebungsbereich mit hoher räumlicher Auflösung und/oder hoher Signalintensität in der MRT-Bild-Aufnahme erlauben kann.

**[0020]** Bei z.B. MCP-Aufnahmen kann eine Schleifen-Spule auf der Handoberfläche einer Hand H (eines Patienten **105**), die andere in der Handinnenfläche positioniert werden jeweils über dem entsprechenden Gelenk/Gelenken.

**[0021]** Z.B. kann wie in [Fig. 2](#) gezeigt eine Schleifenspule **106A** an der Handoberfläche und/oder der Oberseite mindestens eines Fingers F1 einer (auf einer hier U-förmigen Auflage UK auf einer Patientenliege **104** mit Pflastern oder einem Kissen S etc fixiert liegenden) Hand H (eines Patienten **105**) positioniert und mit Klebeband K1, K2 etc fixiert werden, und die andere Schleifenspule **106B** an der Handinnenfläche und/oder der Unterseite mindestens eines Fingers F1 positioniert und mit Klebeband etc fixiert werden.

**[0022]** [Fig. 3](#) zeigt ein Spulensystem **106** wie das in [Fig. 2](#) gezeigte im Querschnitt, wobei von Fingern F1, F2, F3, F4 einer Hand (H) ein Finger F1 zwischen zwei Schleifen-Spulen **106A**, **106B** angeordnet ist, wo-

bei von einem Gelenk G des Fingers F1 durch MRT-Bildgebung mit den Schleifenspulen **106A**, **106B** und dem MRT **101** (mindestens) ein MRT-Bild angefertigt werden kann.

**[0023]** Die Schleifen-Spulen **106A**, **106B** sind hier vor und während einer MRT-Bildgebung nicht miteinander verbunden (nicht aneinander festgelegt oder aneinander befestigt), wobei sie hier zwei auch voneinander unabhängig verwendbare Schleifen-Spulen **106A**, **106B** sind, die hier einzeln im Bereich G; F1; H des zu untersuchenden Gelenks G angeordnet und ggf. befestigt K1, K2 werden können.

**[0024]** Durch den Einsatz von zwei Schleifen-Spulen (Loop-Coils) kann zudem auch z.B. ein paralleles Bildgebungsverfahren (wie Grappe/Grappa oder Sense) verwendet werden. Eine Aufnahme mit einem zwei Schleifenspulen (Loop-Coils) **106A**, **106B** umfassenden Lokalspulensystem (**106** umfassend **106A** und **106B**) könnte im Vergleich zu z.B. einer Flex-Spule eine höhere Signalintensität, höhere Auflösung und kürzere Messzeit möglich werden.

**[0025]** Ein erfinderischer Aspekt einer Ausgestaltung der Erfindung kann im parallelen Einsatz von zwei Schleifenspulen (= "Loop-Coils") gesehen werden, ggf. mit einer geeigneten Positionierung am zu untersuchenden Bereich G zur MRT-Aufnahme von kleinen Gelenken G, z.B. indem eine Schleifenspule über den Aufnahmebereich und/oder das aufzunehmende Gelenk G gelegt wird und eine darunter, wobei z.B. auch eine Fixierung am Gelenk während einer MRT-Untersuchung mit einer Klammer oder einem Klebeband oder einer Halterung oder anderen Hilfsmitteln möglich 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**

- DE 10314215 B4 [[0002](#)]

### Patentansprüche

1. Lokalspulensystem (**106**) für ein bildgebendes MRT-System (**101**), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lokalspulensystem (**106**) zwei Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) aufweist.

2. Lokalspulensystem (**106**) nach Anspruch 1, dass das Lokalspulensystem (**106**) eine oder mehrere Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) mit jeweils einem Durchmesser (D) der Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) von weniger als sechs cm, insbesondere weniger als vier cm aufweist.

3. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) jeweils eine Antenne (Ant) aufweisen, die jeweils eine Ausnehmung (Aus) in den Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) kreisförmig umgibt.

4. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass das Lokalspulensystem (**106**) eine oder mehrere Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) mit jeweils einem Durchmesser (D) von weniger als sechs cm, insbesondere maximal vier cm aufweist.

5. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lokalspulensystem (**106**) ein Gelenk-MRT-Aufnahme-Lokalspulensystem ist, insbesondere für ein kleines Gelenk (G) und/oder Gelenk (G) mit weniger als zwei oder drei cm Durchmesser eines Untersuchungsobjekts (**105**) und/oder ein Fingergelenk.

6. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lokalspulensystem (**106**) ein MCP-Gelenk-Lokalspulensystem (**106**) für eine MRT-Bildgebung an einem MCP-Fingergelenk ist.

7. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) des Lokalspulensystems (**106**) im Zustand einer MRT-Bildgebung mit einem MRT (**101**) so angeordnet sind, dass zwischen ihnen der durch MRT-Bildgebung zu untersuchende Bereich (G) eines Untersuchungsobjekts (**105**) angeordnet ist, insbesondere ein Gelenk (G).

8. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) des Lokalspulensystems (**106**) im Zustand einer MRT-Bildgebung mit einem MRT (**101**) an einem Gelenk (G) und/oder einem Finger (F1) und/oder einer Hand angeordnet und/oder befestigt (K1, K2) sind.

9. Lokalspulensystem (**106**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) vor und / oder während einer MRT-Bildgebung nicht aneinander befestigt sind.

10. Verfahren zur MRT-Bildgebung an einem Gelenk (G) eines Untersuchungsobjekts (**105**), wobei ein Lokalspulensystem (**106**) mit zwei Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Lokalspulensystem (**106**) eine oder mehrere Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) mit jeweils einem Durchmesser der Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) von weniger als sechs cm, insbesondere maximal vier cm verwendet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–11, dadurch gekennzeichnet, dass Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) mit einer im Schnitt kreisförmigen Antenne (Ant) verwendet werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lokalspulensystem (**106**) verwendet wird, dass ein Gelenk-Aufnahmespulensystem ist, insbesondere für ein kleines Gelenk (G) und/oder Gelenk (G) mit weniger als zwei oder drei cm Durchmesser eines Untersuchungsobjekts (**105**) und/oder Fingergelenk.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lokalspulensystem (**106**) verwendet wird, das ein MCP-Gelenk-Lokalspulensystem (**106**) für eine MRT-Bildgebung an einem MCP-Fingergelenk ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–14, dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) des Lokalspulensystems (**106**) im Zustand einer MRT-Bildgebung des MRT (**101**) so angeordnet sind, dass zwischen ihnen der durch MRT-Bildgebung zu untersuchende Bereich eines Untersuchungsobjekts angeordnet ist, insbesondere ein Gelenk (G).

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–15, dass die Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) des Lokalspulensystems (**106**) im Zustand einer MRT-Bildgebung des MRT (**101**) an einem Gelenk (G) und/oder einem Finger (F1) und/oder einer Hand (H) angeordnet sind.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10–16, dadurch gekennzeichnet, dass im Zustand einer MRT-Bildgebung des MRT (**101**) eine der Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) über einem Gelenk (G) und/oder einer Hand angeordnet ist, und eine der Schleifen-Spulen (**106A**, **106B**) unter dem Gelenk (G) und/oder einer Hand angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

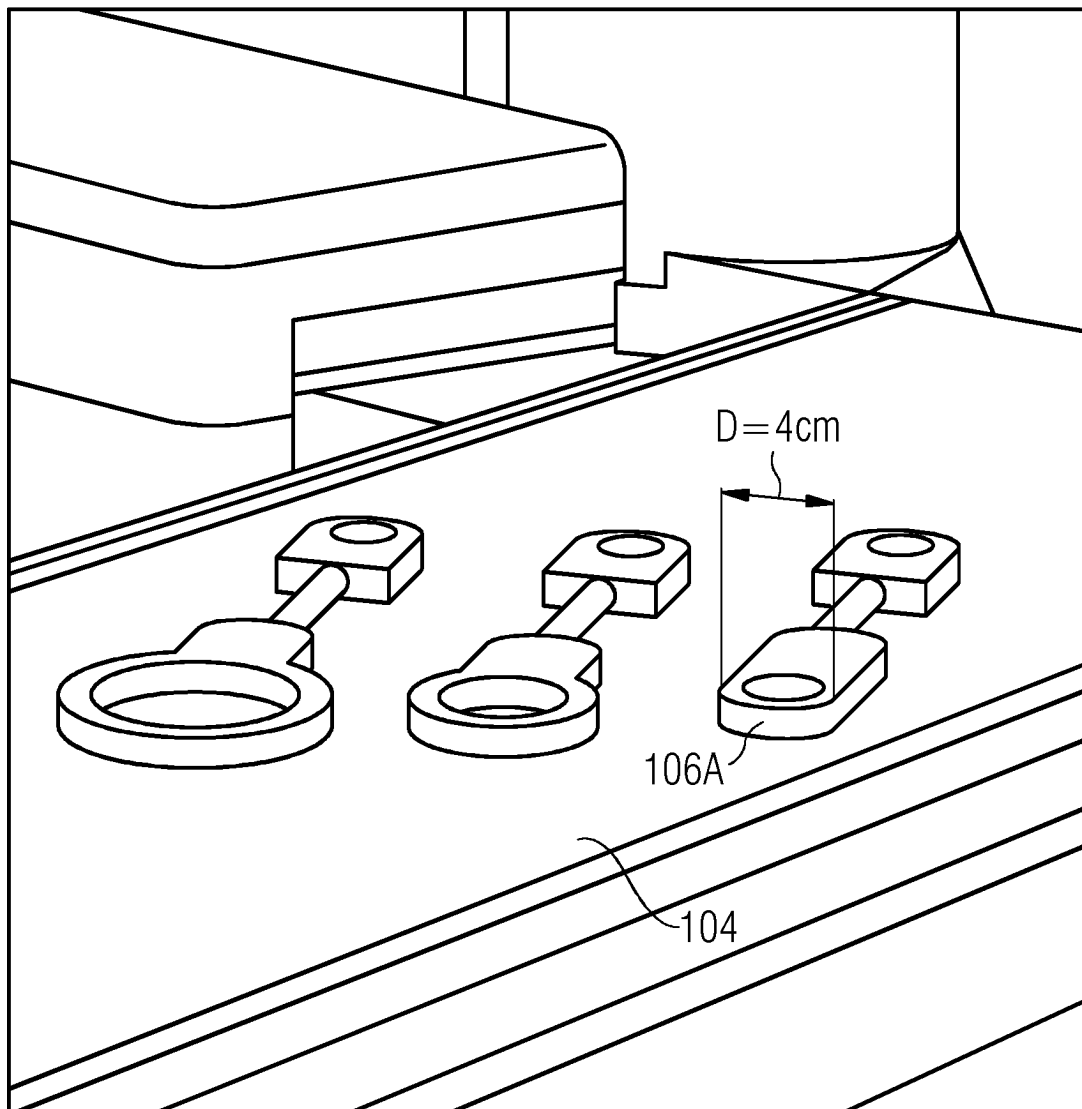


FIG 2

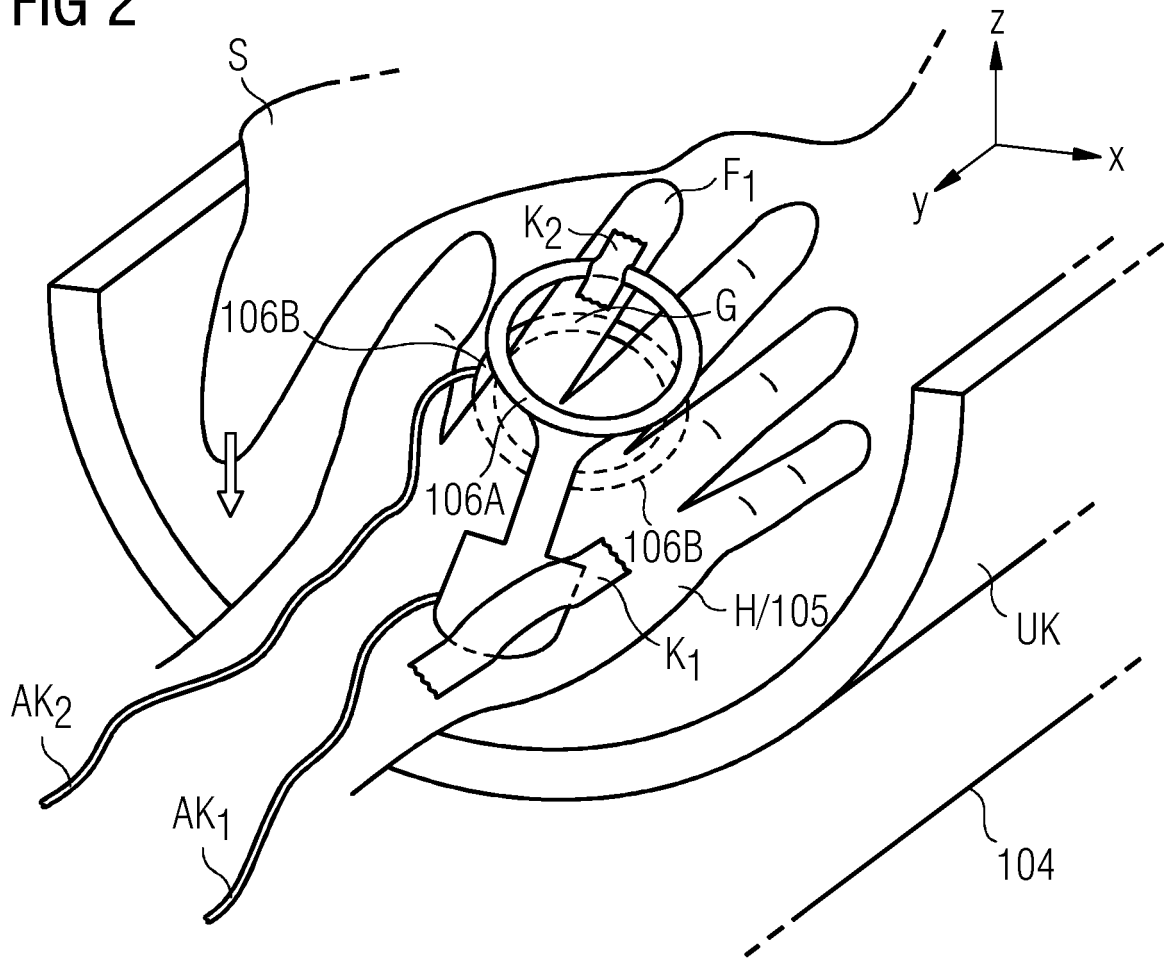


FIG 3

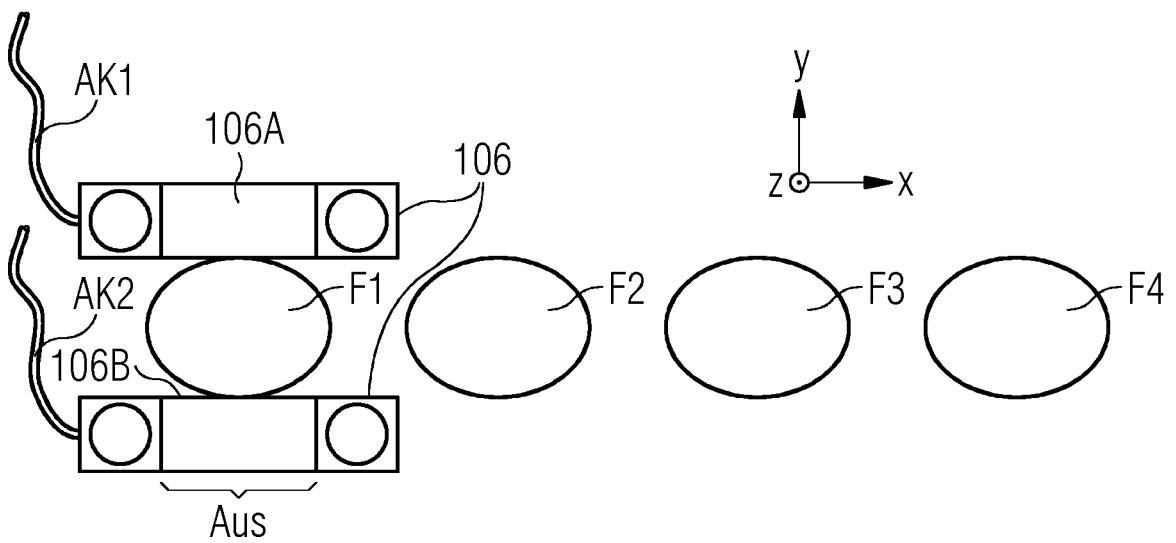


FIG 4

