

(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
29. Juli 2021 (29.07.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/148400 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 19/06 (2006.01) *F16C 35/067* (2006.01)
F16C 33/58 (2006.01) *F16C 41/00* (2006.01)
F16C 33/62 (2006.01) *F16C 19/54* (2006.01)
F16C 33/64 (2006.01) *A61B 17/16* (2006.01)

(72) **Erfinder:** HÖGERLE, Roland-Alois; Kammerhalde 22, 78532 Tuttlingen (DE). LENZENHUBER, Frederick; Sigmund-Freud-Straße 6, 78532 Tuttlingen (DE). BÜRK, André; Eckenerstraße 28, 78056 Villingen-Schwenningen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/051061

(74) **Anwalt:** WINTER, BRANDL - PARTNERSCHAFT MBB; Alois-Steinecker-Str. 22, 85354 Freising (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

19. Januar 2021 (19.01.2021)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2020 101 171.7

20. Januar 2020 (20.01.2020) DE

(71) **Anmelder:** AESCULAP AG [DE/DE]; Am Aesculap-Platz, 78532 Tuttlingen (DE).

(54) **Title:** SIGNAL FORWARDING OR TRANSMISSION IN A SURGICAL INSTRUMENT

(54) **Bezeichnung:** SIGNALWEITERLEITUNG BZW. -ÜBERTRAGUNG IN EINEM CHIRURGISCHEN INSTRUMENT

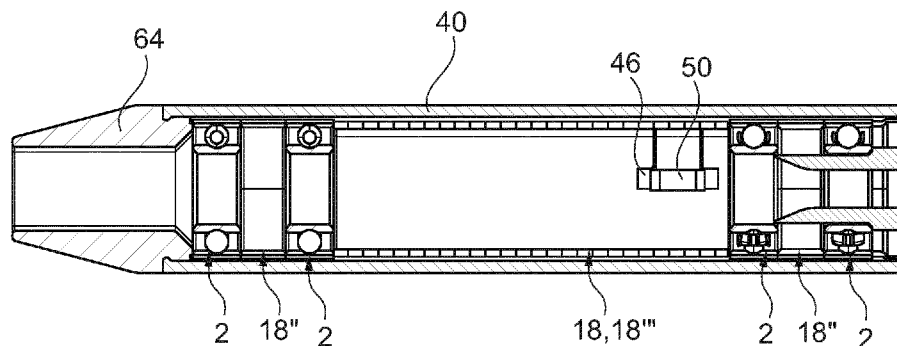


Fig. 9B

(57) **Abstract:** The invention relates to a rolling bearing (2), in particular a ball bearing, in particular for use in a surgical instrument, which is designed for forwarding or transmitting electrical signals and has for this purpose at least one signal line or signal path integrated in the rolling bearing. The invention also relates to a sleeve (18", 18'''), in particular for use in a surgical instrument, which is designed for forwarding or transmitting electrical signals and has for this purpose at least one signal line or signal path integrated in the sleeve. The invention also relates to a surgical instrument, in particular a hand-held milling cutter, with at least one ball bearing and at least one sleeve. Furthermore, the invention relates to a method for producing a rolling bearing and to a method for producing a sleeve.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Wälzlager (2), insbesondere Kugellager, insbesondere zur Verwendung in einem chirurgischen Instrument, welches zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in das Wälzlager integrierte Signalleitung bzw. Signalbahn aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Hülse (18", 18'''), insbesondere zur Verwendung in einem chirurgischen Instrument, welche zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in die Hülse integrierte Signalleitung bzw. Signalbahn aufweist. Außerdem betrifft die Erfindung ein chirurgisches Instrument, insbesondere Fräshandstück, mit zumindest einem Kugellager und zumindest einer Hülse. Im Übrigen betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers und ein Verfahren zur Herstellung einer Hülse.

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

Signalweiterleitung bzw. -übertragung in einem chirurgischen Instrument

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Signalweiterleitung bzw. -übertragung in einem chirurgischen Instrument, beispielsweise einem Fräshandstück. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Wälzlager, eine Hülse, ein chirurgisches Instrument umfassend das Wälzlager und die Hülse, ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers und ein Verfahren zur Herstellung einer Hülse.

Stand der Technik

Chirurgische Motorensysteme, das heißt chirurgische Instrumente, welche einen Motor aufweisen, wie etwa Fräshandstücke, werden zunehmend mit neuen Funktionen ausgestattet, die eine Übermittlung, Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen erfordern. Derartige neue Funktionen können beispielsweise sein, dass eine Temperatur an einer Spitze des Fräshandstücks über Temperatursensoren ermittelt wird, dass Kräfte beim Fräsen über Dehnungsmessstreifen ermittelt werden, oder dass ein in das Fräshandstück eingesteckter Werkzeugtyp über Sensoren oder Antennen, beispielsweise RFID respektive NFC-Ausleseantennen, identifiziert wird. Diese neuen Funktionen haben gemeinsam, dass sie für eine Übermittlung, Weiterleitung bzw. Übertragung von Daten eine elektrische Verbindung zu einem Steuergerät benötigen.

Eine solche elektrische Verbindung wird bisher beispielsweise durch Anbringen bzw. Einfügen von Signalleitungen in das Fräshandstück realisiert. Dabei werden elektrische Signale über einzelne, isolierte Signallitzen übertragen, welche in einem separaten Kanal durch den Schaft des Fräshandstücks verlaufen und sich bis hin zu einer Spitze/ einem distalen Ende des Fräshandstücks erstrecken. Aufgrund der kompakten Bauart und des begrenzten Bauraums von chirurgischen Fräshandstücken bedeutet ein Einbringen bzw. Einfügen von herkömmlichen Signalleitungen in das Fräshandstück jedoch, dass ein Außendurchmesser eines Schaftes des Fräshandstücks vergrößert werden muss, da ein zusätzlicher Kanal für die isolierten Signallitzen erforderlich wird.

Diese mangelnde Integration der Signallitzen in den bestehenden Aufbau der Fräshandstücke ist aus Anwendersicht jedoch nicht wünschenswert und als negativ zu beurteilen, da sich dadurch ein Sichtzugang für den Anwender/ Chirurg verschlechtert und das Handstück seine Eignung für enge Zugänge verliert. Weiterhin zeichnet sich der bestehende Aufbau durch eine erschwerte Montage, schwierige Anschlussmöglichkeiten und eine komplizierte Anbindung von mehreren Signalgebern bei einer Verwendung als Bus-System aus.

Kurzbeschreibung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile der bestehenden Lösungen zu vermeiden bzw. wenigstens zu mildern. Insbesondere sollen Signalleitungen bzw. Signalbahnen besser in den bestehenden Aufbau von chirurgischen (Motor-) Instrumenten wie etwa Fräshandstücken integriert werden, ohne dabei die Abmessungen des chirurgischen Instruments bzw. der in dem Instrument vorgesehenen Bauteile zu verändern, also ohne beispielsweise den Außendurchmesser des chirurgischen Instruments zu vergrößern.

Erfindungsgemäß wird eine neue Bauweise eines Wälzlagers und einer Hülse bereitgestellt, welche eine Weiterleitung/ Übertragung/ Übermittlung von elektrischen Signalen durch das Wälzlager und die Hülse hindurch, sowie zwischen diesen Bauteilen ermöglicht, wobei die Abmessungen der Bauteile (Wälzlager und Hülse) unverändert bleiben, so dass der Außendurchmesser des chirurgischen Instruments nicht vergrößert wird. Das chirurgische Instrument behält demnach seine kompakte Bauart und der bestehende Bauraum wird geeignet ausgenutzt.

Die voranstehend genannte Aufgabe wird entsprechend durch ein Wälzlager nach Anspruch 1, eine Hülse nach Anspruch 4, ein chirurgisches Instrument nach Anspruch 12, ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers nach Anspruch 14 und ein Verfahren zur Herstellung einer Hülse nach Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beansprucht und/oder werden nachfolgend erläutert.

Die Erfindung betrifft zunächst ein Wälzlager, insbesondere ein Kugellager, welches zur, vorzugsweise multidirektionalen, Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in das Kugellager integrierte Signalleitung bzw. Signalbahn aufweist.

Die Erfindung betrifft grundsätzlich ein Wälzlager und ist daher nicht auf ein Kugellager beschränkt, das heißt es sollen auch beliebige andere Wälzlager wie etwa Zylinderrollenlager, Nadellager, Kegelrollenlager, Tonnenlager, Toroidalrollenlager, etc. von der Erfindung umfasst sein. Das Kugellager stellt vorliegend jedoch die bevorzugte Ausführungsform eines Wälzlagers gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Weiter bevorzugt ist das Kugellager ein Mikro-Kugellager.

Das Wälzlager/ Kugellager ist bevorzugt zur Verwendung in einem chirurgischen (Motor-) Instrument, insbesondere einem chirurgischen Handstück, insbesondere einem Fräshandstück, eingerichtet bzw. geeignet bzw. vorgesehen.

Es versteht sich daher von selbst, dass die Erfindung alternativ oder zusätzlich auch eine Verwendung eines Wälzlagers/ Kugellagers in einem chirurgischen Instrument betrifft.

Es ist von Vorteil, wenn die Signalleitung bzw. Signalbahn in einem Außenring des Wälzlagers/ Kugellagers integriert ist.

Bevorzugt ist das Wälzlager/ Kugellager (insbesondere der Außenring des Wälzlagers/ Kugellagers) aus einem nichtleitenden Material hergestellt. Weiter bevorzugt handelt es sich bei dem Material des Wälzlagers/ Kugellagers (des Außenrings) um ein hartes Material. Als besonders geeignet hat sich dabei Keramik herausgestellt.

Die Signalleitung bzw. Signalbahn ist bevorzugt aus einem (gut) leitenden Material, insbesondere Kupfer, Silber oder Gold, hergestellt.

Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest eine Signalleitung, insbesondere Signallitze, vorgesehen ist, welche in eine in dem

Wälzlager/ Kugellager, insbesondere dem Außenring des Wälzlagers/ Kugellagers, vorgesehene Bohrung, die sich über eine gesamte axiale Länge des Wälzlagers/ Kugellagers erstreckt, eingesetzt ist. Bevorzugt ist die Signalleitung bzw. Signallitze in der Bohrung axial fixiert.

Dementsprechend weist das Wälzlager/ Kugellager bzw. der Außenring des Wälzlagers/ Kugellagers bevorzugt zumindest eine feine Bohrung auf. Beispielsweise kann der Durchmesser der Bohrung kleiner als 0,2 mm sein. Bevorzugt ist der Durchmesser etwa im Bereich von 0,1 mm. Als Herstellungs-/ bzw. Fertigungsverfahren für eine derart feine Bohrung hat sich insbesondere Mikrolaserbohren als geeignet herausgestellt.

Entsprechend ist auch der Durchmesser der Signalleitung bzw. Signallitze bevorzugt kleiner als 0,2 mm, weiter bevorzugt etwa im Bereich von 0,1 mm.

Ein axiales Fixieren der Signalleitung bzw. Signallitze in der Bohrung kann beispielsweise über ein plastisches Verformen von axialen Enden der Signalleitung bzw. Signallitze realisiert werden. Hier hat sich insbesondere ein Verstemmen als geeignet herausgestellt. Alternativ kann die Bohrung auch zunächst metallisiert werden (bevor die Signalleitung bzw. Signallitze eingesetzt wird) und die axiale Fixierung kann über eine Klebeverbindung oder eine Hartlotverbindung erfolgen.

Von besonderem Vorteil ist es auch, wenn die Signalleitung in axialer Richtung des Wälzlagers/ Kugellagers (über den Außenring) hervorsteht/ heraussteht, insbesondere an beiden Seiten/ axialen Enden des Wälzlagers/ Kugellagers, so dass die Signalleitung zur Kontaktierung bzw. Steckverbindung mit einem anderen Bauteil des chirurgischen Instruments, insbesondere mit einer Hülse, eingerichtet ist. Bevorzugt steht die Signalleitung etwa 0,1 bis 0,5 mm, besonders bevorzugt etwa 0,1 bis 0,3 mm über den Außenring hervor bzw. heraus.

Bevorzugt ist eine Vielzahl von Signalleitungen bzw. Signalbahnen, beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr, vorgesehen. Die Signalleitungen bzw. Signalbahnen können grundsätzlich beliebig über den Umfang des Wälzlagers/

Kugellagers/ des Außenrings verteilt sein. Es ist auch denkbar, den gesamten Kreisring des Wälzlagers/ Kugellagers (des Außenrings) auszunutzen. Demnach können die Signalleitungen auch gleichmäßig über den Kreisring verteilt sein.

Eine Obergrenze für die Anzahl von Signalleitungen bzw. Signalbahnen ergibt sich bevorzugt aus der Größe des Wälzlagers/ Kugellagers. Insbesondere hat sich herausgestellt, dass (insbesondere bei dem bevorzugten Bohrungsdurchmesser bzw. Signalleitungsdurchmesser) für das Verhältnis von Außendurchmesser D (in mm) des Kugellagers zur Anzahl der Bohrungen bzw. Signalleitungen N gelten soll: $D/N > 0,1$. Das Vorsehen einer Vielzahl von Signalleitungen bzw. Signalbahnen um den Umfang verteilt kann in vorteilhafter Weise dazu führen, dass der Übergangswiderstand reduziert wird (Stichwort: parallele Mehrleitertechnik).

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Hülse, welche zur, vorzugsweise multidirektionalen, Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in die Hülse integrierte Signalleitung bzw. Signalbahn aufweist.

Die Hülse ist bevorzugt eine Distanzhülse. Weiter bevorzugt ist die Hülse bzw. Distanzhülse zur Verwendung in einem chirurgischen (Motor-) Instrument, insbesondere einem chirurgischen Handstück, insbesondere einem Fräshandstück, eingerichtet bzw. geeignet bzw. vorgesehen.

Es versteht sich auch hier von selbst, dass die Erfindung alternativ oder zusätzlich auch eine Verwendung einer Hülse in einem chirurgischen Instrument betrifft.

Bevorzugt ist die Hülse aus einem nichtleitenden Material hergestellt. Weiter bevorzugt handelt es sich bei dem Material der Hülse um ein hartes Material. Als besonders geeignet hat sich dabei Keramik herausgestellt.

Die Signalleitung bzw. Signalbahn ist bevorzugt aus einem (gut) leitenden Material, insbesondere Kupfer, Silber oder Gold, hergestellt.

Die Hülse ist bevorzugt zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen in einer Axialrichtung zwischen einem ersten axialen Ende und einem zweiten axialen Ende der Hülse und/oder in einer Radialrichtung zwischen einer Innenmantelfläche und einer Außenmantelfläche der Hülse eingerichtet.

In vorteilhafter Weise weist eine Außenmantelfläche der Hülse zumindest eine Rille/ einen Kanal auf, welche/r sich über eine gesamte axiale Länge der Hülse erstreckt. Bevorzugt ist in der Rille/ dem Kanal die Signalbahn bzw. Signalleitung vorgesehen bzw. angeordnet. In anderen Worten befindet sich in der Rille/ dem Kanal leitendes Material. Dadurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass elektrische Signale an der Außenmantelfläche/ im Außenbereich der Hülse abgegriffen, sowie weitergeleitet bzw. übertragen werden können.

Der zumindest eine Kanal bzw. die zumindest eine Rille ist bevorzugt fein bzw. filigran ausgebildet und durch Schleifen oder Gravieren, insbesondere Lasergravieren, hergestellt. Der Kanal bzw. die Rille wird bevorzugt metallisiert und mit dem gut leitenden Material beschichtet, um die Signalleitung bzw. Signalbahn auszubilden.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Signalbahn bzw. Signalleitung bezüglich der Außenmantelfläche der Hülse nach innen versetzt ist, so dass die Signalbahn bzw. Signalleitung nur in einem unteren Bereich der Rille vorgesehen ist. In anderen Worten ist die Signalbahn bzw. Signalleitung bevorzugt vollständig in der Rille/ dem Kanal versenkt, so dass die (äußere) Außenmantelfläche der Hülse von der Signalbahn bzw. Signalleitung in der Radialrichtung der Hülse beabstandet ist. Somit schließt die Signalbahn/ Signalleitung vorzugsweise nicht bündig mit der Außenmantelfläche ab, sondern befindet sich weiter innen. Insbesondere wenn mehr als eine Signalbahn bzw. Signalleitung vorgesehen ist, wird damit erreicht, dass die einzelnen Signalbahnen bzw. Signalleitungen elektrisch voneinander getrennt sind. Dies ist insbesondere erforderlich, da ein Außenrohr eines Fräshandstücks, in welches die Hülse bevorzugt eingesetzt werden soll und an welchem die Hülse direkt anliegt, häufig aus Metall ist.

Es ist zweckmäßig, wenn über der Signalbahn bzw. Signalleitung ein Isolator angeordnet ist. In anderen Worten kann die angesprochene elektrische Trennung der

Signalbahnen bzw. Signalleitungen voneinander verbessert werden, wenn zusätzlich ein Isolator vorgesehen ist. Der Isolator kann beispielsweise ein Einlegeteil sein, insbesondere aus Silikon. Alternativ kann der Isolator beispielsweise auch mittels einer Klebeschicht realisiert werden. Durch die zusätzliche Isolation wird das chirurgische Instrument, insbesondere das Fräshandstück, in welches die Hülse einzusetzen ist, unempfindlicher gegenüber eindringende leitende Flüssigkeiten (z.B. eine Kochsalzlösung).

Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Innenmantelfläche der Hülse zumindest eine Signalbahn bzw. Signalleitung aufweist. Wenn zusätzlich oder alternativ an der Innenfläche der Hülse Signalleitungen bzw. Signalbahnen vorgesehen sind, können in dem Innenbereich elektrische Signale abgegriffen, sowie weitergeleitet bzw. übertragen werden. Beispielsweise können an der Innenmantelfläche metallisierte Bahnen (zumindest eine metallisierte Bahn) vorgesehen sein.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn eine an einer Innenmantelfläche der Hülse vorgesehene Signalbahn bzw. Signalleitung elektrisch leitend mit einer an einer Außenmantelfläche der Hülse vorgesehenen Signalbahn bzw. Signalleitung verbunden ist. Beispielsweise kann die Hülse feine Bohrungen (Mikrobohrungen) aufweisen, welche sich in der Radialrichtung der Hülse erstrecken, und über welche eine Signalleitung bzw. Signalbahn an der Innenmantelfläche elektrisch leitend mit einer Signalleitung bzw. Signalbahn an der Außenmantelfläche verbindbar/ verbunden ist (beispielsweise mittels leitendem Material in der Bohrung). In anderen Worten verläuft die Bohrung (Mikrobohrung) bevorzugt zwischen der Rille/ dem Kanal an der Außenmantelfläche und der Signalleitung bzw. Signalbahn an der Innenmantelfläche. Mit anderen Worten werden bevorzugt wie in der Leiterplattentechnik Durchkontaktierungen geschaffen, welche gleichzeitig ebenso als Lötäugen fungieren können. Somit können auch bedrahtete Komponenten in das System integriert werden, sofern bevorzugterweise keine SMD-Komponenten zur Verfügung stehen.

Eine Signalbahn bzw. Signalleitung kann grundsätzlich in unterschiedlicher Tiefe in die Hülse eingebracht sein. Dadurch kann eine zumindest abschnittsweise sehr

dünnwandige Hülse realisiert werden. Weiterhin können auch eine Vielzahl von Signalbahnen bzw. Signalleitungen vorgesehen sein, welche in unterschiedlichen Tiefen in die Hülse eingebracht sind. Dies gilt sowohl für an der Außenmantelfläche als auch für an der Innenmantelfläche angebrachte Signalbahnen bzw. Signalleitungen.

Es ist von Vorteil, wenn ein elektrischer Kontakt und/oder eine Ausleseantenne elektrisch leitend mit der Signalleitung bzw. Signalbahn verbunden ist. Dies gilt sowohl für Signalleitungen bzw. –bahnen an der Innenmantelfläche als auch für Signalleitungen bzw. –bahnen an der Außenmantelfläche. Wenn eine Vielzahl von Signalleitungen bzw. –bahnen vorgesehen ist, kann es vorteilhaft sein, wenn eine Signalbahn bzw. –leitung an einer Seite (beispielsweise der Innenseite) unterbrochen ist und an der anderen Seite (beispielsweise der Außenseite) fortgesetzt wird. Dies kann über eine leitende Verbindung in einer radial verlaufenden Bohrung erreicht werden.

Beispielsweise kann an der Innenmantelfläche der Hülse ein elektrischer Kontakt/ eine elektrische Kontaktfläche für einen Sensor oder für ein anderes (elektronisches) Bauteil aufgebracht sein, welche/r bevorzugt elektrisch leitend mit einer an der Innenmantelfläche aufgetragenen Signalleitung bzw. Signalbahn verbunden ist.

Ferner ist es denkbar, dass an der Innenmantelfläche eine Ausleseantenne vorgesehen ist, welche bevorzugt elektrisch leitend mit einer an der Innenmantelfläche aufgetragenen Signalleitung bzw. Signalbahn verbunden ist. Dies kann auch derart realisiert werden, dass die Signalleitung bzw. Signalbahn an der Innenmantelfläche derart angeordnet bzw. ausgebildet ist, dass die Signalleitung bzw. Signalbahn selbst die Ausleseantenne bildet. Eine solche Ausleseantenne kann beispielsweise für das Lesen bzw. Beschreiben eines RFID-Chips verwendet werden.

Außerdem kann auch an der Außenmantelfläche der Hülse ein elektrischer Kontakt/ eine elektrische Kontaktfläche für einen Sensor oder für ein anderes Bauteil aufgebracht sein, welche/r bevorzugt elektrisch leitend mit einer an der Außenmantelfläche aufgetragenen Signalleitung bzw. Signalbahn verbunden ist. Die außen angebrachten elektrischen Kontakte bzw. Kontaktflächen können zur Anbindung

von außenliegenden Sensoren, (elektronischen) Bauteilen, (Auslese-) Antennen, etc. genutzt werden.

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn die Hülse aus einer Vielzahl von (zumindest zwei, bevorzugt drei oder mehr) ineinander gesetzten Hülsen besteht. In anderen Worten sollen bevorzugt mehrere Hülsen in mehreren Schichten angeordnet werden. Dadurch lassen sich in vorteilhafter Weise noch mehr Funktionen in die Hülse integrieren und der Bauraum wird maximal ausgenutzt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein chirurgisches (Motor-) Instrument bzw. Handstück, insbesondere Fräshandstück, mit zumindest einem Wälzlager wie voranstehend beschrieben und zumindest einer Hülse wie voranstehend beschrieben.

Bevorzugt sind in dem chirurgischen Instrument das Wälzlager und die Hülse aneinander angrenzend angeordnet, derart, dass die zumindest eine Signalleitung bzw. Signalbahn des Wälzlagers mit der zumindest einen Signalleitung bzw. Signalbahn der Hülse über eine Steckverbindung verbunden/ konnektiert ist, so dass das chirurgische Instrument zur (multidirektionalen) Signalweiterleitung bzw. Signalübertragung zwischen dem Kugellager und der Hülse eingerichtet ist.

In vorteilhafter Weise können in dem chirurgischen Instrument/ dem Fräshandstück elektrische Signale über das Kugellager und die Hülse bzw. über eine Vielzahl von Kugellagern und eine Vielzahl von Hülsen von einem distalen Bereich zu einem proximalen Bereich des chirurgischen Instruments und umgekehrt, das heißt in Axialrichtung des chirurgischen Instruments, weitergeleitet und übertragen werden.

Dadurch, dass erfindungsgemäß Wälzlager mit integrierten Signalleitungen und Hülsen mit integrierten Signalleitungen bereitgestellt werden, und die Signalleitungen der Wälzlager mit den Signalleitungen der Hülsen über eine Steckverbindung verbindbar sind, können elektrische Signale sowohl durch diese Bauteile hindurch als auch zwischen diesen Bauteilen übertragen werden.

Das erfindungsgemäße Wälzlager erlaubt bevorzugt eine Signalübertragung von distal nach proximal und umgekehrt, das heißt in Axialrichtung des chirurgischen Instruments bzw. des Wälzlagers.

Die erfindungsgemäße Hülse erlaubt bevorzugt eine Signalübertragung sowohl von distal nach proximal und umgekehrt, das heißt in Axialrichtung des chirurgischen Instruments bzw. der Hülse, als auch von innen nach außen und umgekehrt, das heißt in Radialrichtung des chirurgischen Instruments bzw. der Hülse.

Insgesamt wird somit eine multidirektionale Signalweiterleitung/ -übertragung in dem chirurgischen Instrument/ Handstück (Fräshandstück) bereitgestellt, welche durch erfindungsgemäße Wälzlager und Hülsen mit integrierten Signalleitungen/ -bahnen ermöglicht wird.

Es werden in dem chirurgischen Instrument neue/ erweiterte Funktionen/ Funktionalitäten realisiert, ohne dass der Außendurchmesser bzw. die Außenabmessungen des Schaftes des chirurgischen Handstücks vergrößert wird/ werden. Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich durch eine miniaturisierte Signalweiterleitung, eine einfache Montage, erweiterten/ neuen Platzierungsmöglichkeiten von Signalgebern, Antennen bzw. Sensoren, eine Realisierung von komplexen Schaltungen auf kleinstem Bauraum, und eine geeignete Integration in bestehende Bauteile aus.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers/ Kugellagers, insbesondere eines Wälzlagers wie voranstehend beschrieben, mit den Schritten: Bereitstellen zumindest einer in Axialrichtung des Wälzlagers verlaufenden, durchgehenden Bohrung, insbesondere in einem Außenring des Wälzlagers, insbesondere durch Mikrolaserbohren; Einsetzen einer Signalleitung, insbesondere Signallitze, in die Bohrung; und bevorzugt Bereitstellen einer axialen Fixierung der Signalleitung in der Bohrung.

In vorteilhafter Weise wird der Schritt der axialen Fixierung der Signalleitung in der Bohrung bewirkt durch: Plastisches Verformen von axialen Enden der Signalleitung,

insbesondere Verstemmen; oder Metallisieren der Bohrung vor dem Einsetzen der Signalleitung in die Bohrung und Bereitstellen einer Klebeverbindung oder Hartlotverbindung nach dem Einsetzen der Signalleitung in die Bohrung.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Hülse, insbesondere einer Hülse wie voranstehend beschrieben, mit den Schritten: Fertigen der Hülse aus einem nichtleitenden Material; und Bereitstellen einer leitenden Signalbahn bzw. Signalleitung an einer Außenmantelfläche und/oder einer Innenmantelfläche der Hülse durch Metallisieren und gegebenenfalls Beschichten mit einem leitenden Material.

In vorteilhafter Weise weist das Verfahren ferner den Schritt auf: Schleifen oder Gravieren, insbesondere Lasergravieren, von zumindest einem Kanal/ einer Rille in der Außenmantelfläche der Hülse.

Es ist von Vorteil, wenn das Verfahren ferner den Schritt aufweist: Bereitstellen einer in Radialrichtung der Hülse verlaufenden Bohrung zwischen dem Kanal/ der Rille und der Innenmantelfläche der Hülse.

Kurzbeschreibung der Figuren

Die Erfindung wird nachfolgend mit Hilfe von Figuren weiter erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1A eine isometrische Ansicht eines erfindungsgemäßen Kugellagers gemäß einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 1B eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen Kugellagers gemäß der ersten Ausführungsform;
- Fig. 2 eine isometrische Ansicht eines erfindungsgemäßen Kugellagers gemäß einer zweiten Ausführungsform;
- Fig. 3A eine erste isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Hülse gemäß einer ersten Ausführungsform;

- Fig. 3B eine zweite isometrische Ansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der ersten Ausführungsform;
- Fig. 3C eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der ersten Ausführungsform;
- Fig. 3D eine Detailansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der ersten Ausführungsform;
- Fig. 4A eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Hülse gemäß einer zweiten Ausführungsform;
- Fig. 4B eine Detailansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der zweiten Ausführungsform;
- Fig. 5A eine isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Hülse gemäß einer dritten Ausführungsform;
- Fig. 5B eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der dritten Ausführungsform;
- Fig. 6A eine erste isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Hülse gemäß einer vierten Ausführungsform;
- Fig. 6B eine zweite isometrische Ansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der vierten Ausführungsform;
- Fig. 6C eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der vierten Ausführungsform;
- Fig. 7A eine erste isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Hülse gemäß einer fünften Ausführungsform;

- Fig. 7B eine zweite isometrische Ansicht der erfindungsgemäßen Hülse gemäß der fünften Ausführungsform;
- Fig. 8A eine isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Hülse in Multilayer-Bauart in einem montierten Zustand gemäß einer sechsten Ausführungsform;
- Fig. 8B eine isometrische Ansicht der Hülse von Fig. 8A in halbtransparenter Darstellung;
- Fig. 8C eine erste isometrische Ansicht einer äußeren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 8D eine zweite isometrische Ansicht der äußeren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 8E eine erste isometrische Ansicht einer mittleren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 8F eine zweite isometrische Ansicht der mittleren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 8G eine erste isometrische Ansicht einer inneren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 8H eine zweite isometrische Ansicht der inneren Hülse der Multilayer-Hülse von Fig. 8A;
- Fig. 9A eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen chirurgischen Instruments;
- Fig. 9B eine Schnittansicht eines vorderen distalen Bereichs des chirurgischen Instruments von Fig. 9A;

- Fig. 9C eine Schnittansicht eines mittleren distalen Bereichs des chirurgischen Instruments von Fig. 9A; und
- Fig. 9D eine isometrische Ansicht einer Anordnung von Kugellagern und Hülsen in dem erfindungsgemäßen chirurgischen Instrument.

Beschreibung der Ausführungsformen/ -beispiele

Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung auf der Grundlage der zugehörigen Figuren beschrieben.

Die Figuren sind lediglich schematischer Natur und dienen ausschließlich dem Verständnis der Erfindung. Gleiche Elemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Merkmale der einzelnen Ausführungsbeispiele/ -formen können untereinander ausgetauscht werden.

Fig. 1A und Fig. 1B zeigen eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kugellagers 2. Das Kugellager 2 ist ein Mikro-Kugellager und vorgesehen, in einem chirurgischen Instrument 4 (nicht gezeigt in Fig. 1A und Fig. 1B) verwendet zu werden. Das Kugellager 2 weist einen Innenring 6 und einen Außenring 8 auf. Zwischen dem Innenring 6 und dem Außenring 8 sind rollende (Wälz-) Körper, insbesondere Kugeln 10, vorgesehen, welche von einem Käfig 11 gehalten sind. Es sei an dieser Stelle noch einmal angeführt, dass die Erfindung grundsätzlich nicht auf ein Kugellager 2 beschränkt ist, sondern auch beliebige andere Wälzlager wie etwa Zylinderrollenlager, Nadellager, Kegelrollenlager, Tonnenlager, Toroidalrollenlager, mit oder ohne Kugelkäfig, etc. von der Erfindung umfasst sein sollen.

Der Außenring 8 des Kugellagers ist vorliegend aus einem nichtleitenden, harten Material, beispielsweise Keramik hergestellt. In dem Außenring 8 des Kugellagers 2 sind drei sich in Axialrichtung des Kugellagers 2 erstreckende Bohrungen 12 vorgesehen. Wie insbesondere aus Fig. 1B hervorgeht, erstrecken sich die Bohrungen 12 über eine gesamte axiale Länge des Kugellagers 2 und sind demnach

Durchgangsbohrungen. Ein Durchmesser der Bohrungen ist bevorzugt kleiner als 0,2 mm, weiter bevorzugt etwa im Bereich von 0,1 mm. Die Bohrungen werden beispielsweise durch Mikrolaserbohren hergestellt. In die Bohrungen 12 sind Signalleitungen (Signallitzen) 14 eingesetzt, welches sich über die gesamte axiale Länge der Bohrungen 12 erstrecken. Die Signalleitungen 14 sind vorliegend aus einem gut leitenden Material, insbesondere Kupfer, Silber oder Gold, hergestellt. Ein Durchmesser der Signalleitungen 14 entspricht etwa einem Durchmesser der Bohrungen und ist daher auch kleiner als 0,2 mm, vorzugsweise im Bereich von 0,1 mm.

Die Signalleitungen 14 sind in den Bohrungen 12 axial fixiert. Diese axiale Fixierung wird vorliegend realisiert, indem axiale Enden 16 der Signalleitungen 14 plastisch verformt, insbesondere verstemmt werden. Dann weisen die Signalleitungen 14 an ihren axialen Enden 16 einen leicht vergrößerten Durchmesser auf, wie aus Fig. 1B hervorgeht. Alternativ können die Bohrungen 12 auch zunächst metallisiert werden (bevor die Signalleitungen 14 eingesetzt werden) und die axiale Fixierung kann über eine Klebeverbindung oder eine Lotverbindung erfolgen.

Die (beiden) axialen Enden 16 der Signalleitungen 14 stehen in Axialrichtung des Kugellagers 2 über den Außenring 8 hervor/ heraus, bevorzugt um etwa 0,1 bis 0,3 mm. Dies dient dazu, dass die Signalleitungen 14 mit einem anderen Bauteil des chirurgischen Instrument 4, beispielsweise einer Hülse 18, eine Steckverbindung eingehen können.

Somit wird gemäß der in Fig. 1A und Fig. 1B gezeigten Ausführungsform ein Kugellager 2 mit in das Kugellager 2 integrierten Signalleitungen 14 bereitgestellt. Das Kugellager kann über die Signalleitungen 14 elektrische Signale von einem ersten axialen Ende 20 zu einem zweiten axialen Ende 22 des Kugellagers 2 (von proximal nach distal und umgekehrt, bzw. in Axialrichtung des Kugellagers 2) weiterleiten bzw. übertragen.

Zwar sind in der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kugellagers 2 drei Bohrungen 12 und somit drei Signalleitungen 14 vorgesehen, jedoch ist die Erfindung nicht darauf begrenzt und es können auch eins, zwei, vier, fünf, sechs oder mehr

Signalleitungen 14 vorgesehen sein, welche beliebig über den Umfang des Außenrings 8 des Kugellagers 2 verteilt sein können.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kugellagers 2' wird der gesamte Außenring 8 des Kugellagers 2' ausgenutzt und mit Bohrungen 12 und Signalleitungen 14 versehen (siehe Fig. 2). Die Bohrungen 12 bzw. Signalleitungen 14 sind hier gleichmäßig über den Außenring 8 des Kugellagers 2' verteilt. Das in Fig. 2 gezeigte Kugellager 2' weist beispielsweise $N = 36$ Bohrungen 12 bzw. Signalleitungen 14 auf und hat einen Außendurchmesser von 4,763 mm, so dass das angesprochene Verhältnis von $D/N > 0,1$ (noch) erfüllt ist. Der Durchmesser der Signalleitungen 14 ist in der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform bevorzugt näherungsweise/ gerundet 0,1 mm.

Fig. 3A, Fig. 3B, Fig. 3C und Fig. 3D zeigen eine Hülse 18 gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform. Die Hülse 18 ist bevorzugt eine Distanzhülse und ist vorgesehen, in einem chirurgischen Instrument 4 (nicht gezeigt in Fig. 3A bis Fig. 3D) verwendet zu werden. Die Hülse 18 ist aus einem nichtleitenden, harten Material, beispielsweise Keramik hergestellt. Die Hülse 18 weist grundsätzlich eine Außenmantelfläche 24, eine Innenmantelfläche 26, ein erstes axiales Ende 28 und ein zweites axiales Ende 30 auf.

An der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 sind vorliegend drei gerade/ geradlinige Rillen (Kanäle) 32 vorgesehen, welche sich über eine gesamte axiale Länge der Hülse 18 erstrecken. Die Rillen 32 sind relativ fein bzw. filigran ausgebildet und werden durch Schleifen oder Gravieren, insbesondere Lasergravieren, hergestellt. In den Rillen 32 sind Signalleitungen 34 vorgesehen, welche sich ebenso über die gesamte axiale Länge der Hülse 18 erstrecken. Die Signalleitungen (Signalbahnen) 34 werden ausgebildet, indem die Rillen 32 zunächst metallisiert werden und anschließend mit einem gut leitenden Material, insbesondere Kupfer, Silber oder Gold, beschichtet werden.

Die Signalleitungen 34 an der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 sind nur in einem unteren Bereich der Rille 32 vorgesehen, wie insbesondere aus Fig. 3D hervorgeht, so dass die äußere Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 von jeder Signalleitung

(Signalbahn) 34 in der Radialrichtung der Hülse 18 beabstandet ist, insbesondere einen Abstand a aufweist.

Zwar sind in der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hülse 18 drei Signalleitungen 34 an der Außenmantelfläche 24 vorgesehen, jedoch ist die Erfindung nicht darauf begrenzt und es können auch eins, zwei, vier, fünf, sechs oder mehr Signalleitungen 34 vorgesehen sein, welche beliebig über die Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 verteilt sein können. Es ist auch möglich, die gesamte Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 auszunutzen, und somit Signalleitungen 34 (gleichmäßig) über die gesamte Außenmantelfläche 24 zu verteilen.

An der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 sind drei gerade/ geradlinige Signalleitungen (Signalbahnen) 36 vorgesehen. Die Signalleitungen 36 an der Innenmantelfläche 26 erstrecken sich über eine gesamte axiale Länge der Hülse 18 und sind vorliegend als metallisierte (Signal-) Bahnen ausgebildet.

Jede Signalleitung 36 an der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 ist vorliegend in der Umfangsrichtung der Hülse 18 an derselben Stelle wie eine Signalleitung 34 an der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 vorgesehen. Somit verlaufen die Signalleitungen 34 und die Signalleitungen 36 parallel und geradlinig in der Axialrichtung der Hülse 18 und sind in der Umfangsrichtung der Hülse 18 an derselben Position vorgesehen.

Bevorzugt ist zumindest eine Signalleitung 36 an der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 elektrisch leitend mit einer Signalleitung 34 an der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 verbunden. Es kann grundsätzlich auch jede Signalleitung 36 mit einer entsprechenden Signalleitung 34 elektrisch leitend verbunden sein. Vorliegend sind in der Hülse 18 feine (Mikro-) Bohrungen 38 zwischen der Rille 32/ der Signalleitung 34 an der Außenmantelfläche 24 und der Signalleitung 36 an der Innenmantelfläche 26 vorgesehen, welche sich jeweils in einer Radialrichtung der Hülse 18 erstrecken. Die Bohrungen 38 enthalten (gut) leitendes Material, so dass die Signalleitungen 34 über das leitende Material in den Bohrungen 38 elektrisch leitend mit den Signalleitungen 36 verbunden sind.

Zwar sind in der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hülse 18 drei Signalleitungen 36 an der Innenmantelfläche 26 vorgesehen, jedoch ist die Erfindung nicht darauf begrenzt und es können auch eins, zwei, vier, fünf, sechs oder mehr Signalleitungen 36 vorgesehen sein, welche beliebig über die Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 verteilt sein können. Es ist auch möglich, die gesamte Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 auszunutzen, und somit Signalleitungen 36 (gleichmäßig) über die gesamte Innenmantelfläche 26 zu verteilen.

Insgesamt ist die Hülse 18 gemäß der ersten Ausführungsform eine Hülse 18, welche integrierte Signalleitungen 34, 36 aufweist. Mit den Signalleitungen 34 an der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 können in einem Außenbereich der Hülse 18 elektrische Signale abgegriffen, weitergeleitet und übertragen werden. Mit den Signalleitungen 36 an der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18 können in einem Innenbereich der Hülse 18 elektrische Signale abgegriffen, weitergeleitet und übertragen werden. Die erfindungsgemäße Hülse 18 ermöglicht grundsätzlich eine Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen sowohl in der Axialrichtung zwischen dem ersten axialen Ende 28 der Hülse 18 und dem zweiten axialen Ende 30 der Hülse 18 als auch in der Radialrichtung der Hülse 18 zwischen der Innenmantelfläche 26 und der Außenmantelfläche 24. Somit ist die Hülse 18 zur multidirektionalen Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet.

Fig. 4A und Fig. 4B zeigen eine erfindungsgemäße Hülse 18' gemäß einer zweiten Ausführungsform. Die Hülse 18' gemäß der zweiten Ausführungsform weist eine Signalleitung/ Signalbahn 34 an der Außenmantelfläche 24 auf. Grundsätzlich ist die Hülse 18' sehr dünnwandig. Lediglich an dem ersten axialen Ende 28 der Hülse 18' und an dem zweiten axialen Ende 30 der Hülse 18' ist die Hülse 18' etwas dickwandiger. Die an der Außenmantelfläche 24 vorgesehene Rille 32 weist unterschiedliche Tiefen auf. Insbesondere ist eine Tiefe der Rille 32 an dem ersten axialen Ende 28 und dem zweiten axialen Ende 30 der Hülse 18' tiefer/ größer als in dem restlichen, verbleibenden (mittleren) Bereich der Hülse 18'. Wie insbesondere aus Fig. 4B hervorgeht, ist demnach auch die Signalleitung/ Signalbahn 34 in unterschiedlicher Tiefe in die Hülse 18' eingebracht (tiefer an den axialen Enden 28, 30), so dass

insbesondere in dem mittleren Bereich der Hülse 18' eine äußerst dünnwandige Hülse 18' realisiert wird.

Es sei an dieser Stelle angeführt, dass grundsätzlich auch eine Signalleitung 34, 36 der Hülse 18 gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform (siehe Fig. 3A bis 3D) in unterschiedlichen Tiefen in die Hülse 18 eingebracht sein kann (entsprechend der zweiten Ausführungsform). Dies gilt sowohl für an der Außenmantelfläche 24 als auch für an der Innenmantelfläche 26 angebrachte Signalleitungen 34, 36. Auch können die Rillen 32 insgesamt unterschiedliche Tiefen aufweisen, das heißt eine erste Rille 32 kann tiefer als eine zweite Rille 32 sein, so dass entsprechend auch eine erste Signalleitung 34 tiefer als eine zweite Signalleitung 34 in die Hülse 18 eingebracht sein kann/ in der Axialrichtung der Hülse 18 verlaufen kann.

Fig. 5A und Fig. 5B zeigen eine erfindungsgemäße Hülse 18'' gemäß einer dritten Ausführungsform. Die Hülse 18'' gemäß der dritten Ausführungsform weist drei Signalleitungen/ Signalbahnen 34 an der Außenmantelfläche 24 auf. Bevor die Hülse 18'' der dritten Ausführungsform weiter beschrieben wird, werden die Ausführungen zur Hülse 18 der ersten Ausführungsform (siehe Fig. 3A bis Fig. 3D) noch ergänzt: Der Grund, warum die Signalleitungen 34 an der Außenmantelfläche 24 der Hülse 18 nur in einem unteren Bereich der Rille 32 vorgesehen sind, ist insbesondere der, dass dadurch eine elektrische Trennung der Signalleitungen 34 voneinander gewährleistet wird. Dies ist erforderlich, da ein Außenrohr 40 eines chirurgischen Instruments 4, in welches die Hülse 18 bevorzugt eingesetzt werden soll und an welchem die Hülse 18 direkt anliegt, häufig aus Metall ist.

Mit der Hülse 18'' gemäß der dritten Ausführungsform wird erreicht, dass die angesprochene elektrische Trennung der Signalleitungen 34 noch weiter verbessert wird. Dazu ist in der Hülse 18'' auf jeder Signalleitung 34 ein Isolator 42 angeordnet. Der Isolator 42 ist vorliegend ein Einlegeteil, insbesondere aus Silikon. Alternativ kann der Isolator 42 auch mittels einer Klebeschicht realisiert werden. Der Isolator 42 ist in der Rille 32 angeordnet/ wird in die Rille 32 eingesetzt und befindet sich auf der Signalleitung 34 bzw. in anderen Worten radial weiter außen im Hinblick auf die

Signalleitung 34. Der Isolator 42 erstreckt sich über eine gesamte axiale Länge der Rille 32 bzw. der Signalleitung 34 und bedeckt somit die Signalleitung 34 vollständig.

Wie insbesondere aus Fig. 5B hervorgeht, sind an dem ersten axialen Ende 28 der Hülse 18'' und an dem zweiten axialen Ende 30 der Hülse 18'' in dem Bereich, in welchem der Isolator 42 auf die Signalleitung 34 aufgebracht ist, Aussparungen 44 vorgesehen. Die Aussparungen 44 sind insbesondere vorgesehen, um eine Steckverbindung mit den vorstehenden axialen Enden 16 des Kugellagers 2, 2' (den Signalkontakten des Kugellagers 2, 2') zu ermöglichen.

Durch die zusätzliche Isolation, welche von dem Isolator 42 bereitgestellt wird, wird das chirurgische Instrument (Fräshandstück) 4, in welches die Hülse 18'' einzusetzen ist, unempfindlicher gegenüber eindringende leitende Flüssigkeiten (z.B. eine Kochsalzlösung).

Fig. 6A, Fig. 6B und Fig. 6C zeigen eine erfindungsgemäße Hülse 18''' gemäß einer vierten Ausführungsform. Wie insbesondere aus Fig. 6A hervorgeht, sind an der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18''' elektrische Kontakte/ Kontaktflächen 46 vorgesehen. Die elektrischen Kontakte/ Kontaktflächen 46 dienen grundsätzlich als Kontakte/ Kontaktflächen für Sensoren oder andere (elektronische) Bauteile. Jede/r der elektrischen Kontakte/ Kontaktflächen 46 ist elektrisch leitend mit jeweils einer Signalleitung 36 verbunden, das heißt ein erster elektrischer Kontakt 46 der zwei elektrischen Kontakte 46 ist elektrisch leitend mit einer ersten Signalleitung 36 der drei Signalleitungen 36 verbunden und ein zweiter elektrischer Kontakt 46 der zwei elektrischen Kontakte 46 ist elektrisch leitend mit einer zweiten Signalleitung 36 der drei Signalleitungen 36 verbunden. Wie aus Fig. 6A hervorgeht, sind vorliegend die Signalleitungen 36, welche mit elektrischen Kontakten 46 verbunden sind, an der Innenmantelfläche 26 der Hülse 18''' unterbrochen. Diese hier unterbrochenen Signalleitungen 36 sind mittels leitendem Material in den (Mikro-) Bohrungen 38 (vgl. erste Ausführungsform der Hülse 18) elektrisch leitend mit Signalleitungen 34 an der Außenmantelfläche 24 verbunden und werden entsprechend an der Außenseite der Hülse 18''' fortgesetzt.

Darüber hinaus ist eine an der Innenmantelfläche 26 vorgesehene Signalleitung 36 (die dritte Signalleitung 36) elektrisch leitend mit einer Ausleseantenne 48 verbunden. Wie insbesondere aus Fig. 6B und Fig. 6C hervorgeht, verhält es sich vorliegend sogar so, dass die dritte Signalleitung 36 an der Innenmantelfläche 26 derart ausgebildet ist, dass die dritte Signalleitung 36 selbst die Ausleseantenne 48 bildet. Dies wird dadurch erreicht, dass die dritte Signalleitung 36 abschnittsweise nicht in der Axialrichtung der Hülse 18''' verläuft, sondern spiralförmig/ spulenförmig, also Windungen aufweisend ausgebildet ist, und somit näherungsweise in der Umfangsrichtung der Hülse 18''' verläuft (vgl. Fig. 6C). Die Ausleseantenne 48 wird bevorzugt für das Lesen bzw. Beschreiben eines (nicht gezeigten) RFID-Chips verwendet. Der RFID-Chip kann zum Beispiel in einem (nicht gezeigten) Werkzeug vorgesehen sein, welches in das chirurgische Instrument (Fräshandstück) eingesteckt wird, z.B. ein Fräswerkzeug.

Im Übrigen sind im Hinblick auf die Hülse 18''' der vierten Ausführungsform die Beschreibungen der Hülse 18, 18', 18'' der vorherigen Ausführungsformen, insbesondere die Beschreibung der Hülse 18 der ersten Ausführungsform, anwendbar.

Fig. 7A und Fig. 7B zeigen eine erfindungsgemäße Hülse 18'''' gemäß einer fünften Ausführungsform. In der Hülse 18'''' sind an der Außenmantelfläche 24 zwei elektrische Kontakte/ Kontaktflächen 47 vorgesehen, welche elektrisch leitend mit jeweils einer Signalleitung 34 verbunden sind. Es sind somit erfindungsgemäß neben oder alternativ zu elektrischen Kontakten/ Kontaktflächen 46, welche an der Innenmantelfläche 26 (innen) vorgesehen sind (vgl. vierte Ausführungsform), auch elektrische Kontakte/ Kontaktflächen 47 denkbar, welche an der Außenmantelfläche 24 (außen) vorgesehen sind.

Die außen vorgesehenen elektrischen Kontakte/ Kontaktflächen 47 können zur Anbindung von außenliegenden (elektronischen) Bauteilen, etwa Sensoren oder Antennen, verwendet werden. Hier wäre es erforderlich, in dem Außenrohr 40 des chirurgischen Instruments (Fräshandstücks) 4 eine (nicht gezeigte) Ausnehmung vorzusehen, welche den Bauraum für das außenliegende (elektronische) Bauteil (z.B. Sensor oder Antenne) bildet. Es ist auch denkbar, dass über die elektrischen Kontakte/ Kontaktflächen 47 an der Außenmantelfläche 24 elektrische Signale nach außen (z.B.

an das Außenrohr 40 des chirurgischen Instruments 4) weitergeleitet werden. Dies kann beispielsweise in einem proximalen Bereich des chirurgischen Instruments 4 sinnvoll sein, in welchem sich der Bauraum des chirurgischen Instruments 4 vergrößert.

Auch in dieser Ausführungsform können Signalleitungen 34, 36, welche an einer Seite (zum Beispiel eine Signalleitung 34 außen in Fig. 7A) unterbrochen sind, durch jeweils durchgehende Signalleitungen 34, 36 an der Gegenseite (zum Beispiel eine Signalleitung 36 innen) fortgesetzt werden. Auch ist in Fig. 7B erkennbar, dass gemäß der vorliegenden fünften Ausführungsform bevorzugt auch innen/ an der Innenmantelfläche 26 ein elektrischer Kontakt 46/ elektrische Kontakte 46 vorgesehen ist/ sind, an welchem/n ein Sensor 50 angebracht ist.

Im Übrigen sind im Hinblick auf die Hülse 18^{''''} der fünften Ausführungsform die Beschreibungen der Hülse 18, 18', 18'', 18''' der vorherigen Ausführungsformen, insbesondere die Beschreibungen der Hülse 18, 18''' der ersten und vierten Ausführungsformen, anwendbar.

Fig. 8A und Fig. 8B zeigen eine erfindungsgemäße Hülse 18^{''''} gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Hülse 18^{''''} ist grundsätzlich eine Multilayer-Hülse und besteht aus einer Vielzahl von ineinander gesetzten, das heißt in mehreren Schichten angeordneten, Hülsen bzw. Rohren. Vorliegend sind insbesondere drei Hülsen/ Rohre ineinander gesetzt, nämlich eine äußere Hülse 52, welche in Fig. 8C und Fig. 8D dargestellt ist, eine mittlere Hülse 54, welche in Fig. 8E und 8F dargestellt ist, und eine innere Hülse 56, welche in Fig. 8G und 8H dargestellt ist.

Die äußere Hülse 52 weist außen (an ihrer Außenmantelfläche) Signalleitungen/ Signalbahnen 34 und elektrische Kontakte/ Kontaktflächen 47 auf. Insbesondere sind vorliegend sechs Signalleitungen 34 und vier elektrische Kontakte 47 vorgesehen. Über Mikrobohrungen 38, welche leitendes Material enthalten können, sind sowohl die Signalleitungen 34 als auch die elektrischen Kontakte 47 nach innen (zu der Innenmantelfläche der Hülse 52) durchverbunden/ durchverbindbar. Die Mikrobohrungen 38, welche die Signalleitungen 34 nach innen durchverbinden können,

sind vorliegend nur in einem definierten (bestimmten) Verbindungsbereich 58 vorgesehen.

Die mittlere Hülse 54 weist außen (an ihrer Außenmantelfläche) auch Signalleitungen/ Signalbahnen 34 und elektrische Kontakte/ Kontaktflächen 47 auf. Darüber hinaus ist außen auch eine Ausleseantenne 48 vorgesehen. Zwei Signalleitungen 34 der vorgesehenen sechs Signalleitungen 34 sind mit der Ausleseantenne 48 verbunden. Die verbleibenden vier Signalleitungen sind mit jeweils einem elektrischen Kontakt 47 verbunden. Über Mikrobohrungen 38, welche leitendes Material enthalten können, sind auch in der mittleren Hülse 54 die Signalleitungen 34 und die elektrischen Kontakte 47 nach innen (zu der Innenmantelfläche der Hülse 54) durchverbunden/ durchverbindbar. Die Mikrobohrungen, welche die Signalleitungen 34 nach innen durchverbinden, sind nur in einem definierten (bestimmten) Verbindungsbereich 58 vorgesehen und verbinden die außenliegenden Signalleitungen 34 mit innen liegenden Signalleitungen 36. Sowohl die außenliegenden Signalleitungen 34 als auch die innenliegenden Signalleitungen 36 erstrecken sich an der mittleren Hülse 54 nicht über die gesamte axiale Länge der Hülse 54.

Die mittlere Hülse 54 wird insbesondere genutzt für eine Verbindung/ Konnektierung/ Verschaltung (von Signalleitungen oder elektrischen Kontakten) von innen nach außen oder von außen nach innen (in der Radialrichtung der Hülse 18^{''''}). Weiterhin können über die mittlere Hülse 54 zusätzliche Signalleitungen/ Signalbahnen (leitende Bahnen) aufgebracht werden (beispielsweise in Antennenform, um die Ausleseantenne 48 zu bilden).

Die innere Hülse 56 weist außen (an ihrer Außenmantelfläche) Signalleitungen/ Signalbahnen 34 auf. Innen (an ihrer Innenmantelfläche) weist sie Signalleitungen/ Signalbahnen 36 auf. Die außenliegenden Signalleitungen 34 erstrecken sich über die gesamte axiale Länge der inneren Hülse 56 und sind daher durchgängig. Die innere Hülse 56 weist innen zwei elektrische Kontakte 46 auf, welche mit jeweils einer Signalleitung 36 verbunden sind. Um die Verbindung der elektrischen Kontakte 46 mit den Signalleitungen 36 zu realisieren, ist vorliegend eine Signalleitung 36 unterbrochen. Grundsätzlich ist dann eine Durchschaltung von der inneren Hülse 56 an eine

Signalleitung 34 (außen) der inneren Hülse 56 denkbar. Es kann jedoch auch eine Durchschaltung direkt weiter auf die mittlere Hülse 54 erfolgen. Von der mittleren Hülse 54 kann schließlich eine Durchschaltung sowohl an die äußere Hülse 52 als auch zurück an die innere Hülse 56, insbesondere eine andere Signalleitung 34, 36 der inneren Hülse 56, erfolgen.

Wenn nur ein elektrischer Kontakt 46 oder kein elektrischer Kontakt 46 vorgesehen ist, können auch alle Signalleitungen 36 durchgängig sein, das heißt sich über die gesamte axiale Länge der inneren Hülse 52 erstrecken.

Wie insbesondere aus der halbtransparenten Darstellung von Fig. 8B hervorgeht, sind die Signalleitungen 34, 36 der Hülsen 52, 54, 56 in Deckung, also direkt über- bzw. untereinander angeordnet, wenn die Multilayer-Hülse 18^{''''} montiert ist. Auch die an der äußeren Hülse 52 und der mittleren Hülse 54 vorgesehenen Verbindungsbereiche 58 sind in Deckung, also direkt über- bzw. untereinander angeordnet. Dasselbe gilt für die an sowohl der äußeren Hülse 52 als auch an der mittleren Hülse 54 angeordneten Kontaktflächen 47.

Eine elektrische Verbindung zwischen den drei Hülsen 52, 54, 56 wird über die Mikrobohrungen 38 realisiert. Insbesondere kann eine Konnektierung an bestimmten, definierten Punkten mittels Lot oder anderer metallischer Verbindung erfolgen. In die Hülse 18^{''''} gemäß der sechsten Ausführungsform können im Vergleich zu den vorher beschriebenen Ausführungsformen noch mehr Funktionen integriert werden und der vorhandene Bauraum wird maximal ausgenutzt.

Fig. 9A zeigt eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen chirurgischen Instruments 4. Das chirurgische Instrument 4 ist vorliegend bevorzugt ein chirurgisches Handstück, weiter bevorzugt ein Fräshandstück. Das chirurgische Instrument 4 weist grundsätzlich einen distalen Bereich 60 und einen proximalen Bereich 62 auf. Der proximale Bereich 62 zeichnet sich dadurch aus, dass sich in diesem der Bauraum vergrößert. In dem distalen Bereich 60 ist grundsätzlich das Außenrohr 40 (ein zylindrisches, längliches Rohr) des chirurgischen Instruments (Fräshandstücks) 4 vorgesehen. An dem distalen

Ende des Außenrohrs 40 ist ein Koppellement 64 angeordnet, welches einer Aufnahme eines Werkzeugs, beispielsweise eines Fräswerkzeugs, dient.

Gemäß der vorliegenden Erfindung sollen elektrische Signale von einem distalen Ende des chirurgischen Instruments 4 bis in den proximalen Bereich 62 übertragen werden, ohne dass sich der Bauraum vergrößert, das heißt ohne dass beispielsweise der Außendurchmesser des Außenrohrs 40 größer wird. Dies wird erfindungsgemäß erreicht, wenn innerhalb des Außenrohrs 40 die erfindungsgemäßen Kugellager 2, 2' und die erfindungsgemäßen Hülsen 18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''' angeordnet werden.

Wie insbesondere aus Fig. 9B und Fig. 9C hervorgeht, schließt sich an der distalen Spitze an das Koppellemente 64 zunächst ein erfindungsgemäßes Kugellager 2 an. Es folgt eine erfindungsgemäße Hülse, welche beispielsweise wie die Hülse 18'' ausgebildet sein kann (wobei der Isolator 42 auch weggelassen sein kann). Als Nächstes ist ein Kugellager 2 vorgesehen, an welches sich wiederum eine erfindungsgemäße Hülse anschließt. Diese Hülse ist ähnlich wie die Hülse 18 (mit zusätzlichen elektrischen Kontakten 46) bzw. ähnlich wie die Hülse 18''' (ohne Ausleseantenne 48) ausgebildet. Es folgen ein Kugellager 2, eine Hülse 18'' (mit oder ohne Isolator 42), ein Kugellager 2, eine Hülse 18', ein Kugellager 2 und eine Hülse 18.

Für die elektrische Verbindung/ Konnektierung zwischen Kugellager 2, 2' und Hülse 18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''' gehen die hervorstehenden axialen Enden 16 der an den Kugellagern 2, 2' vorgesehenen Signalleitungen 14 eine Steckverbindung mit den Hülsen 18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''' ein. Beispielsweise können die axialen Enden 16 in Aussparungen 44 oder in Rillen 32 eingesteckt werden.

Wie insbesondere aus Fig. 9D hervorgeht, welche die Anordnung von Kugellagern 2, 2' und Hülsen 18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''' (ohne Außenrohr 40) zeigt, können durch ein Aneinanderstecken eine beliebige Anzahl von Kugellagern 2, 2' und Hülsen 18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''' kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

2, 2'	Kugellager
4	chirurgisches Instrument
6	Innenring
8	Außenring
10	Kugel
11	Käfig
12	Bohrung
14	Signalleitung
16	axiale Enden (Signalleitung)
18 bis 18''''	Hülse
20	erstes axiales Ende (Kugellager)
22	zweites axiales Ende (Kugellager)
24	Außenmantelfläche
26	Innenmantelfläche
28	erstes axiales Ende (Hülse)
30	zweites axiales Ende (Hülse)
32	Rille
34	Signalleitung (Außenmantelfläche)
36	Signalleitung (Innenmantelfläche)
38	(Mikro-) Bohrung
40	Außenrohr (chirurgisches Instrument)
42	Isolator
44	Aussparung
46	elektrischer Kontakt (Innenseite)
47	elektrischer Kontakt (Außenseite)
48	Ausleseantenne
50	Sensor
52	äußere Hülse
54	mittlere Hülse
56	innere Hülse
58	Verbindungsbereich

60	distaler Bereich
62	proximaler Bereich
64	Koppelement

Ansprüche

1. Wälzlager (2, 2'), insbesondere Kugellager, zur Verwendung in einem chirurgischen Instrument (4), welches zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in das Wälzlager (2, 2') integrierte Signalleitung (14) bzw. Signalbahn aufweist.

2. Wälzlager (2, 2') nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Signalleitung (14), insbesondere Signallitze, vorgesehen ist, welche in eine in dem Wälzlager (2, 2') vorgesehene Bohrung (12), die sich über eine gesamte axiale Länge des Wälzlagers (2, 2') erstreckt, eingesetzt ist und bevorzugt axial fixiert ist.

3. Wälzlager (2, 2') nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalleitung (14) in axialer Richtung des Wälzlagers (2, 2') hervorsteht, so dass die Signalleitung (14) zur Kontaktierung bzw. Steckverbindung mit einem anderen Bauteil, insbesondere mit einer Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18'''''), eingerichtet ist.

4. Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') zur Verwendung in einem chirurgischen Instrument (4), welche zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen eingerichtet ist und dazu zumindest eine in die Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') integrierte Signalleitung (34, 36) bzw. Signalbahn aufweist.

5. Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass diese zur Weiterleitung bzw. Übertragung von elektrischen Signalen in einer Axialrichtung zwischen einem ersten axialen Ende (28) und einem zweiten axialen Ende (30) der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') und/oder in einer Radialrichtung zwischen einer Innenmantelfläche (26) und einer Außenmantelfläche (24) der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') eingerichtet ist.

6. Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18''', 18''''') nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außenmantelfläche (24) der Hülse zumindest eine Rille (32) aufweist, welche sich über eine gesamte axiale Länge der Hülse (18, 18', 18'', 18''',

18^{''''}, 18^{''''''}) erstreckt, und in der Rille (32) die Signalleitung (34) bzw. Signalbahn vorgesehen ist.

7. Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18^{''''}, 18^{''''''}) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalleitung (34) bzw. Signalbahn bezüglich der Außenmantelfläche (24) der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18^{''''}, 18^{''''''}) nach innen versetzt ist, so dass die Signalleitung (34) bzw. Signalbahn nur in einem unteren Bereich der Rille (32) vorgesehen ist, wobei bevorzugt über der Signalleitung (34) bzw. Signalbahn ein Isolator (42) angeordnet ist.

8. Hülse (18, 18'', 18^{''''}, 18^{''''''}) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Innenmantelfläche (26) der Hülse (18, 18'', 18^{''''}, 18^{''''''}) zumindest eine Signalleitung (36) bzw. Signalbahn aufweist.

9. Hülse (18, 18'', 18^{''''}, 18^{''''''}) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine an einer Innenmantelfläche (26) der Hülse (18, 18'', 18^{''''}, 18^{''''''}) vorgesehene Signalleitung (36) bzw. Signalbahn elektrisch leitend mit einer an einer Außenmantelfläche (24) der Hülse (18, 18'', 18^{''''}, 18^{''''''}) vorgesehenen Signalleitung (36) bzw. Signalbahn verbunden ist.

10. Hülse (18^{''''}, 18^{''''''}, 18^{''''''''}) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Kontakt (46, 47) und/oder eine Ausleseantenne (48) elektrisch leitend mit der Signalleitung (34, 36) bzw. Signalbahn verbunden ist/sind.

11. Hülse (18^{''''''}) nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer Vielzahl von ineinander gesetzten Hülsen (52, 54, 56) besteht.

12. Chirurgisches Instrument (4), insbesondere Fräshandstück, mit:
zumindest einem Wälzlager (2, 2') nach einem der Ansprüche 1 bis 3; und/ oder
zumindest einer Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18^{''''}, 18^{''''''}) nach einem der Ansprüche 4 bis 11.

13. Chirurgisches Instrument (4) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlager (2, 2') und die Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''') aneinander angrenzend in dem chirurgischen Instrument (4) angeordnet sind, derart, dass die zumindest eine Signalleitung (14) bzw. Signalbahn des Wälzlagers (2, 2') mit der zumindest einen Signalleitung (34, 36) bzw. Signalbahn der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''') über eine Steckverbindung verbunden ist, so dass das chirurgische Instrument (4) zur Signalweiterleitung bzw. Signalübertragung zwischen dem Wälzlager (2, 2') und der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''') eingerichtet ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers (2, 2'), insbesondere eines Wälzlagers (2, 2') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit den Schritten:

Bereitstellen zumindest einer in Axialrichtung des Wälzlagers (2, 2') verlaufenden, durchgehenden Bohrung (12), insbesondere in einem Außenring (8) des Wälzlagers, insbesondere durch Mikrolaserbohren;

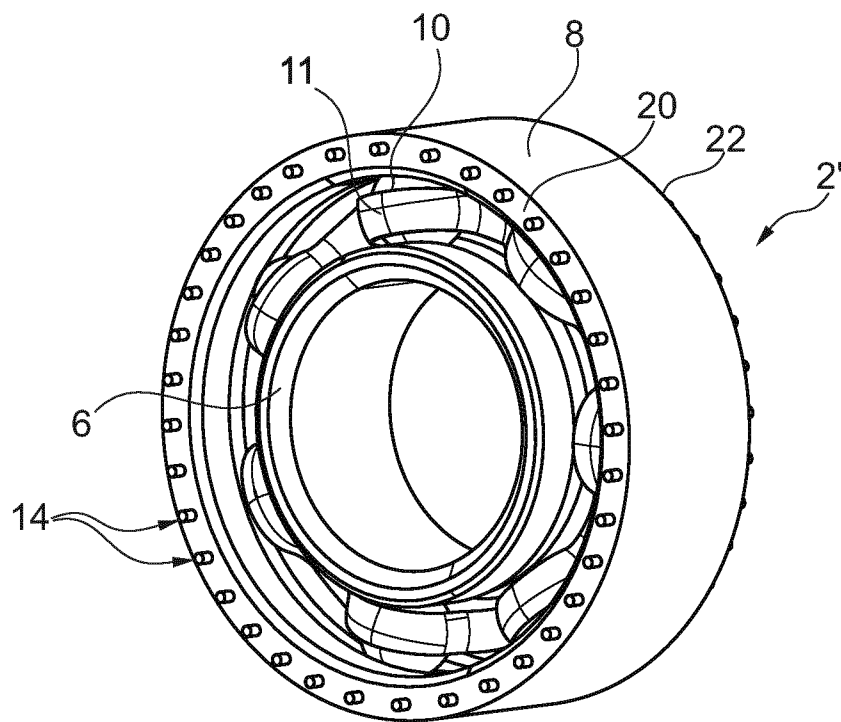
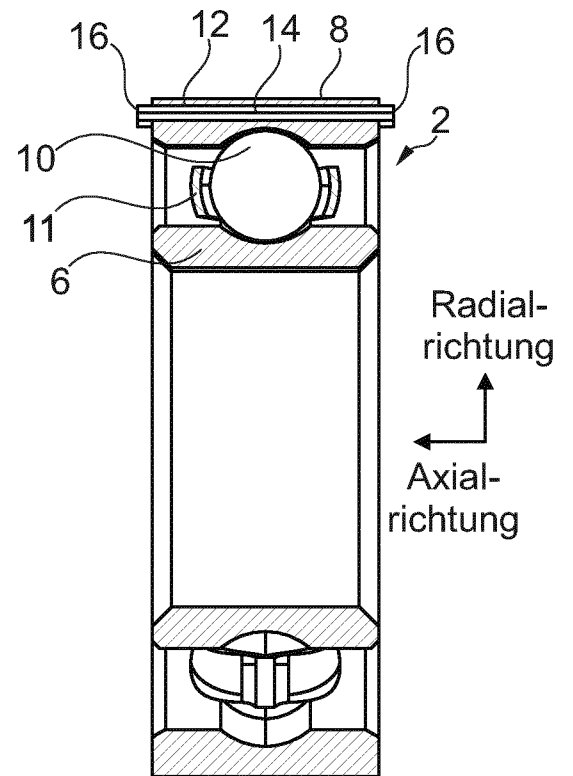
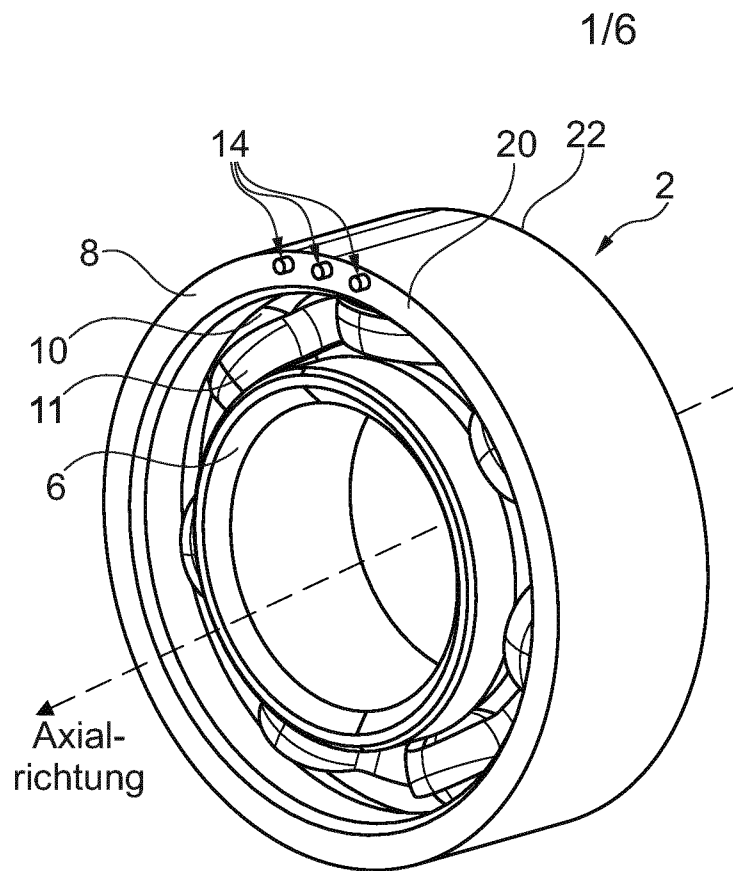
Einsetzen einer Signalleitung (14), insbesondere Signallitze, in die Bohrung (12);
und

Bereitstellen einer axialen Fixierung der Signalleitung (14) in der Bohrung (12).

15. Verfahren zur Herstellung einer Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18'''''), insbesondere einer Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''') nach einem der Ansprüche 4 bis 11, mit den Schritten:

Fertigen der Hülse (18, 18', 18'', 18''', 18'''' , 18''''') aus einem nichtleitenden Material; und

Bereitstellen einer leitenden Signalleitung (34, 36) bzw. Signalbahn an einer Außenmantelfläche (24) und/oder einer Innenmantelfläche (26) der Hülse durch Metallisieren und gegebenenfalls Beschichten mit einem leitenden Material.



2/6

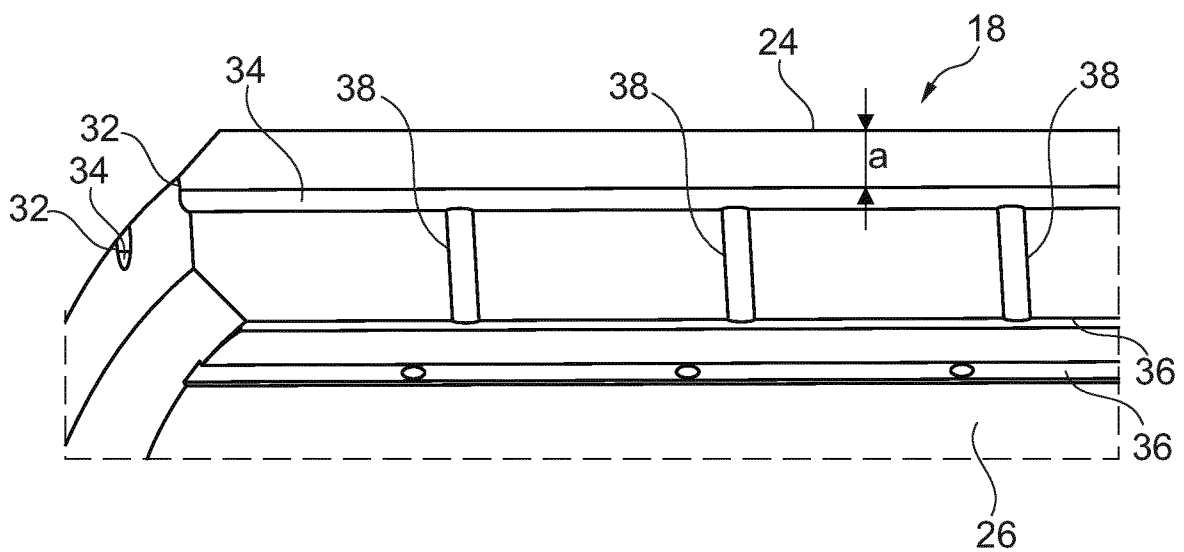
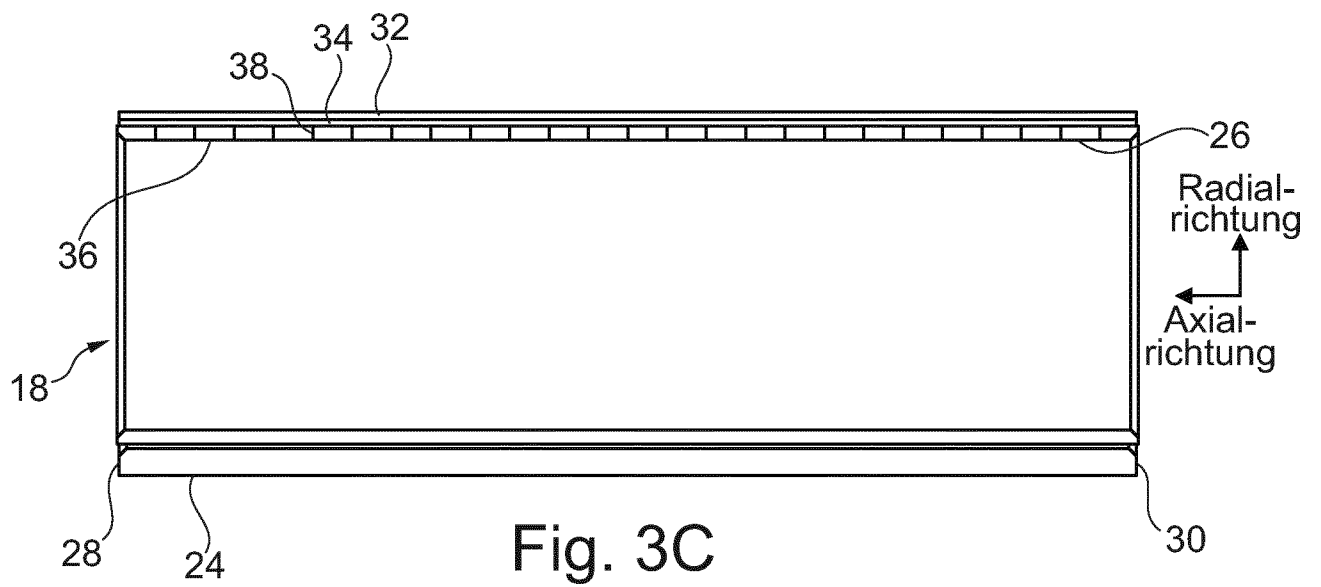
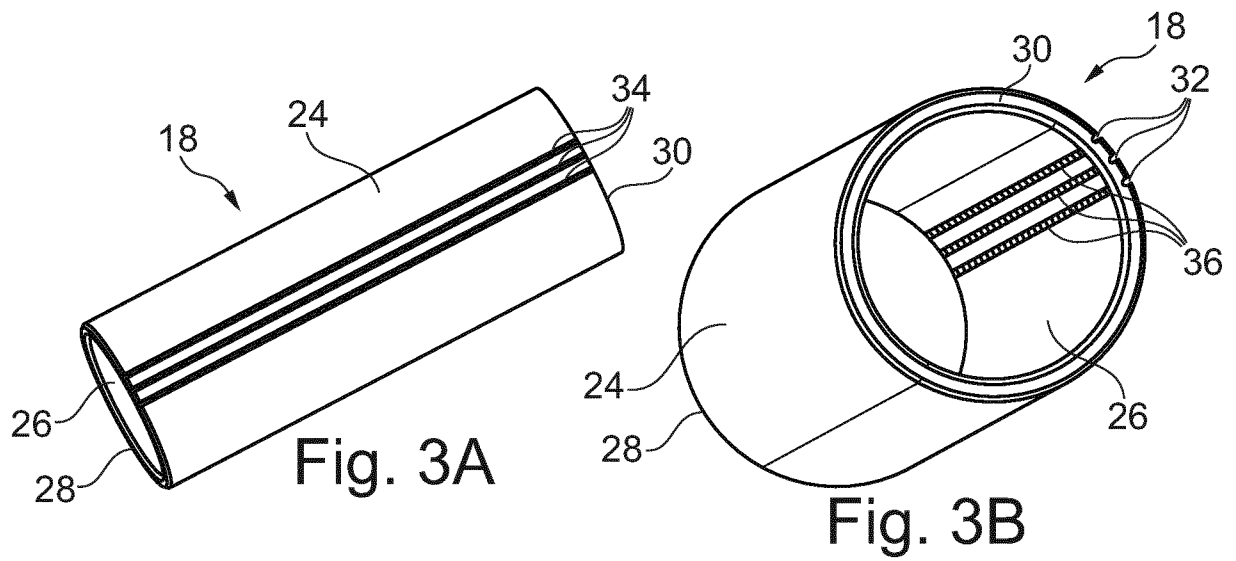


Fig. 3D

3/6

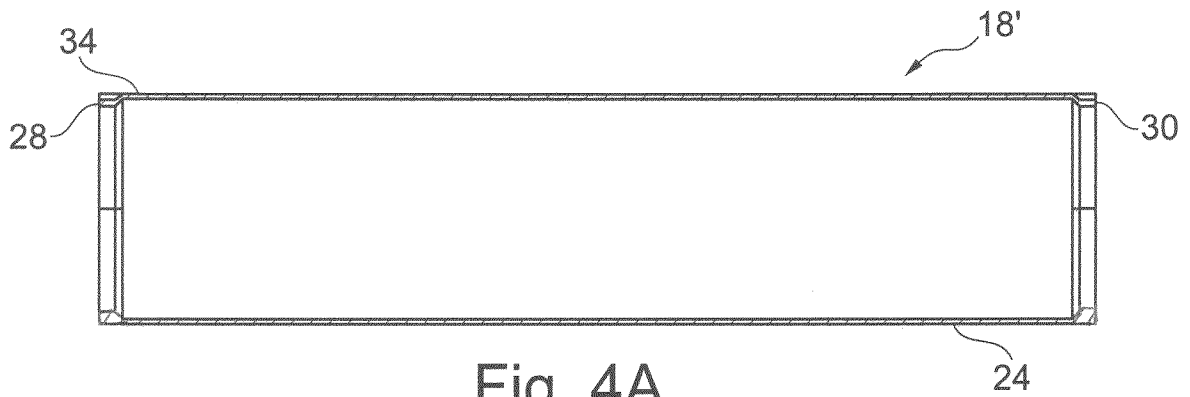


Fig. 4A

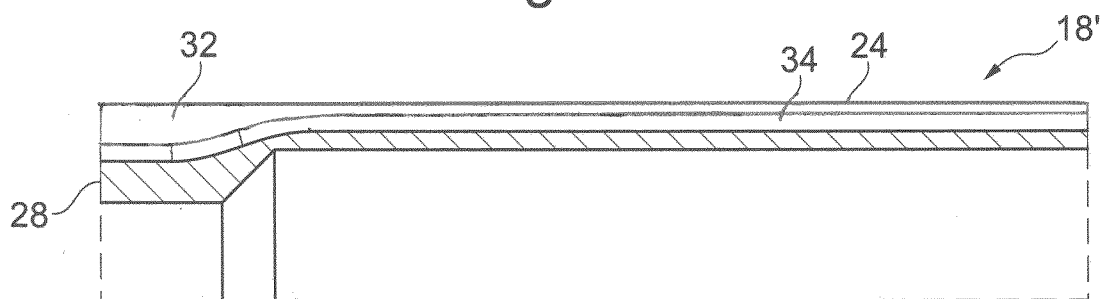


Fig. 4B

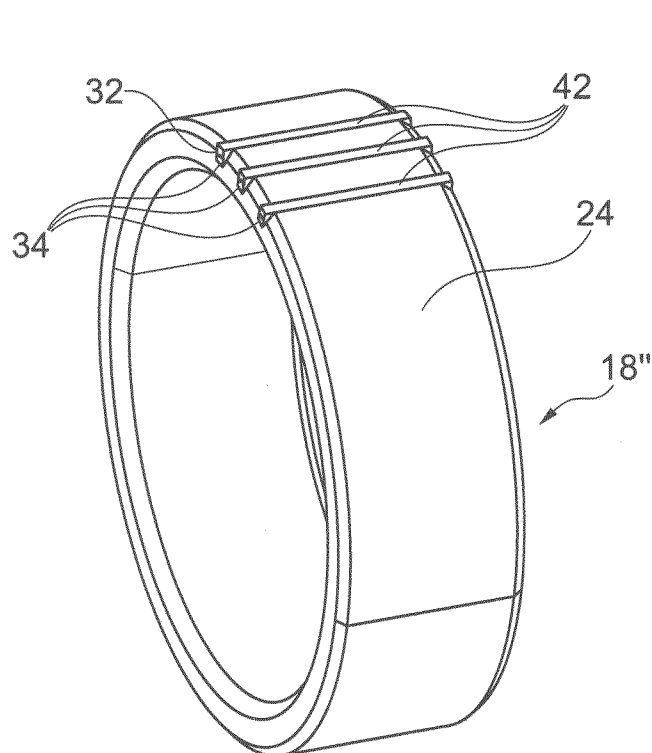


Fig. 5A

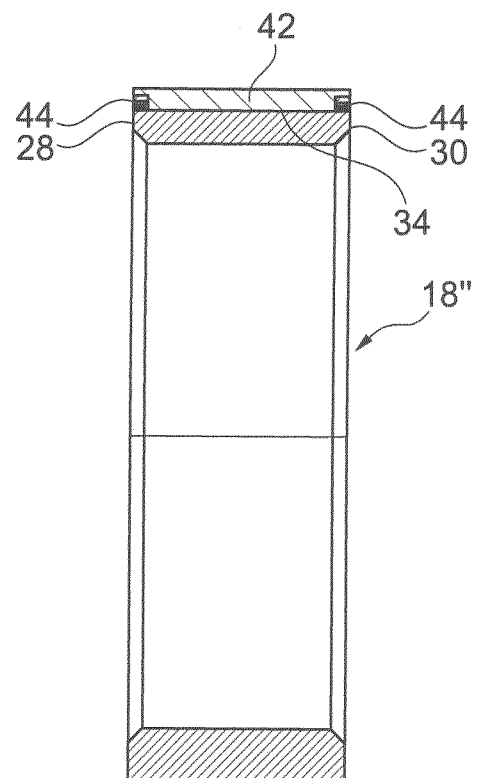


Fig. 5B

4/6

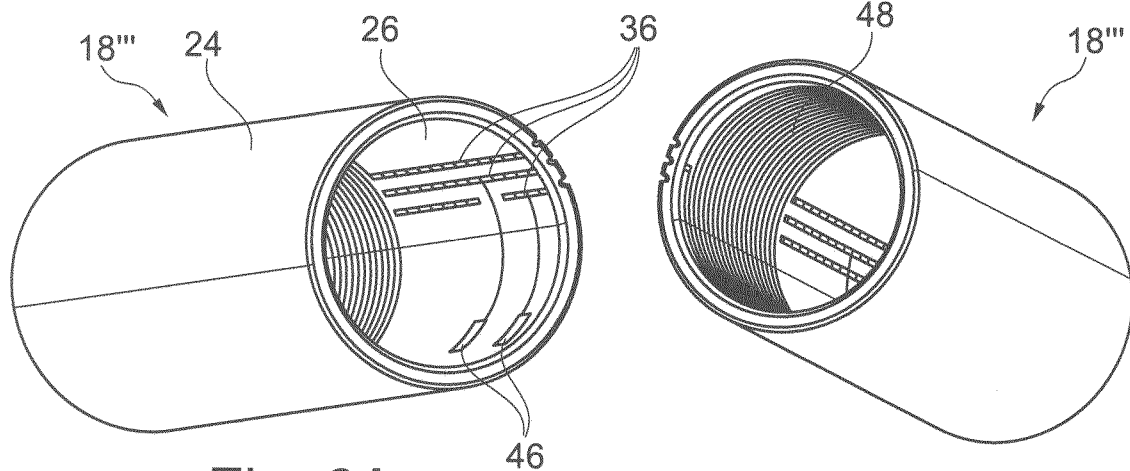


Fig. 6A

Fig. 6B

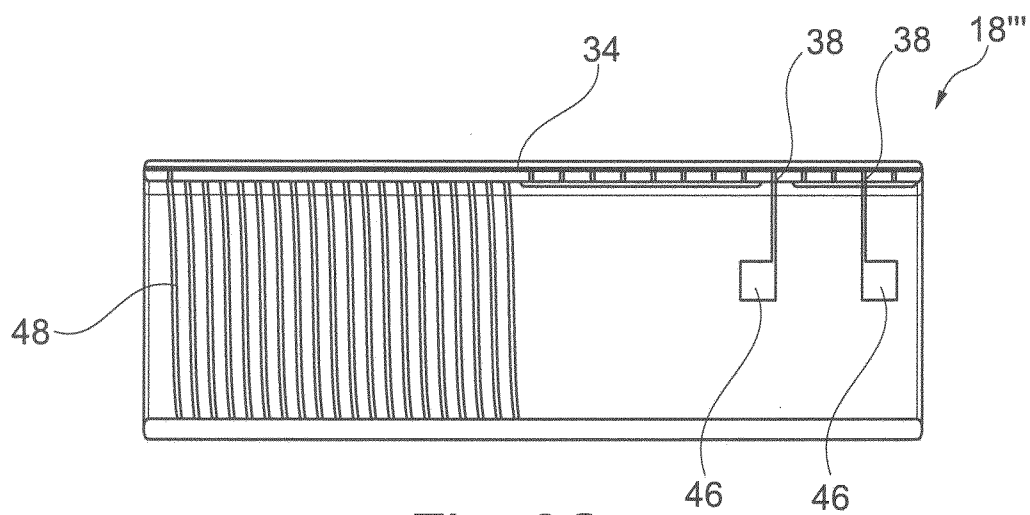


Fig. 6C

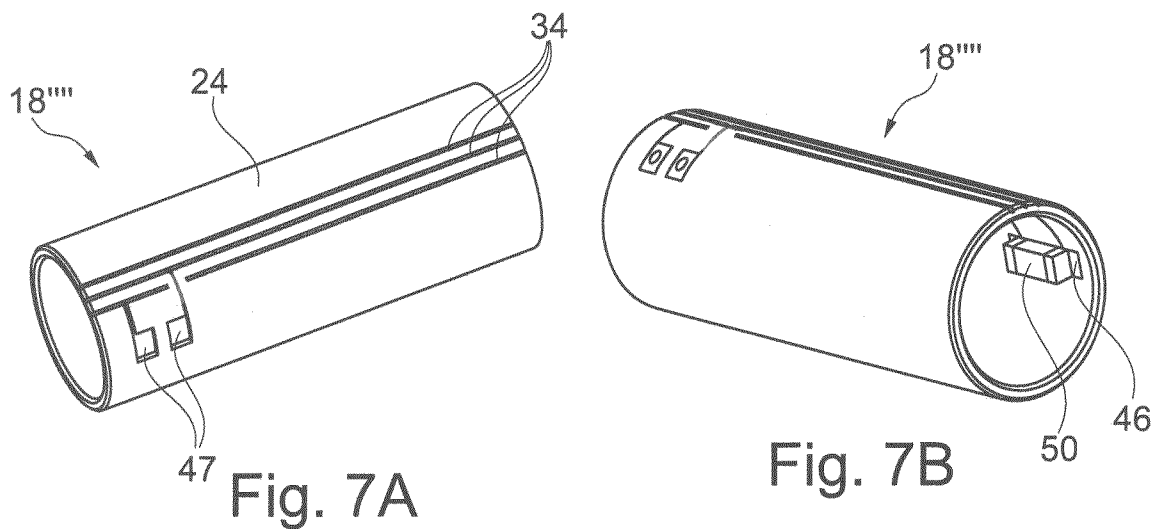


Fig. 7A

Fig. 7B

5/6

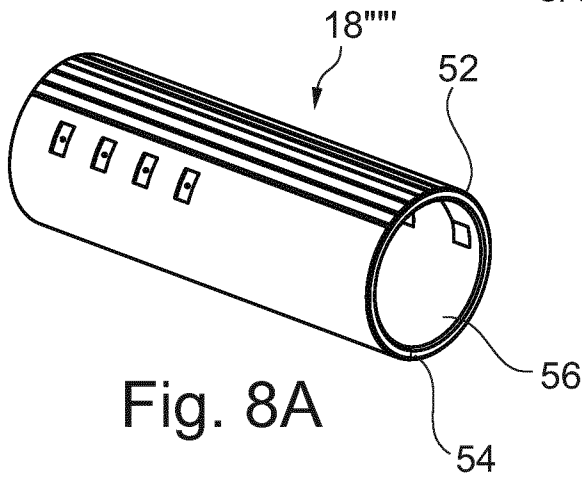


Fig. 8A

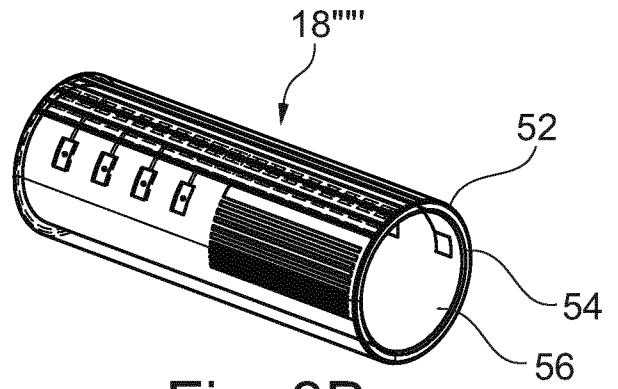


Fig. 8B

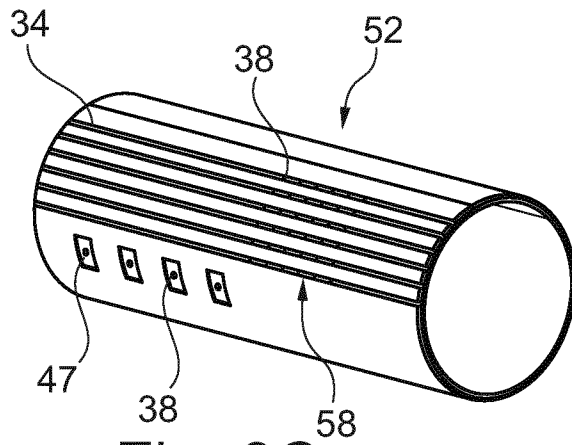


Fig. 8C

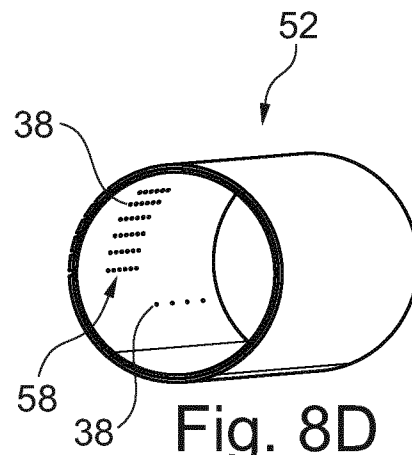


Fig. 8D

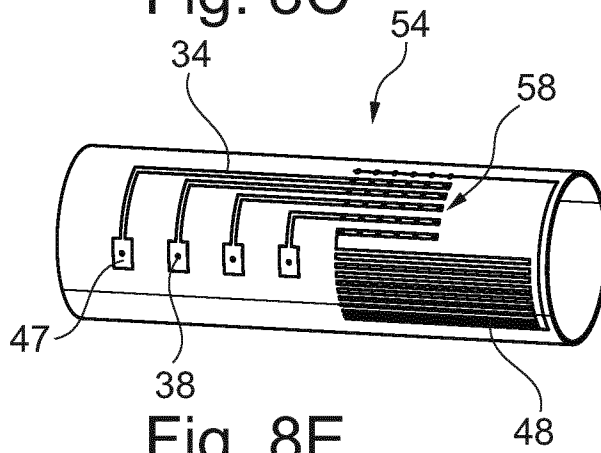


Fig. 8E

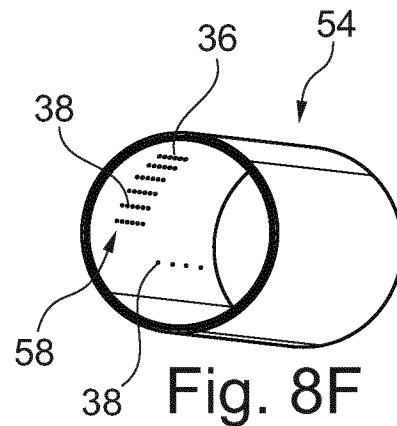


Fig. 8F

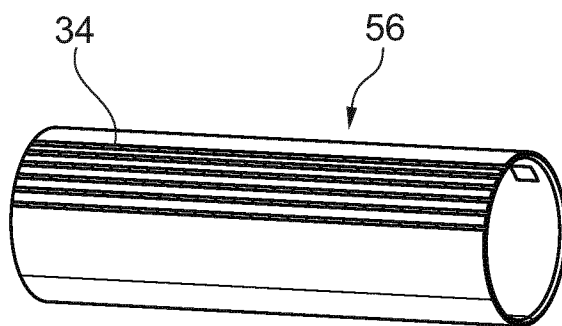


Fig. 8G

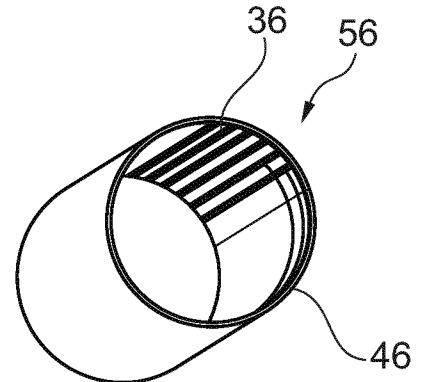


Fig. 8H

6/6

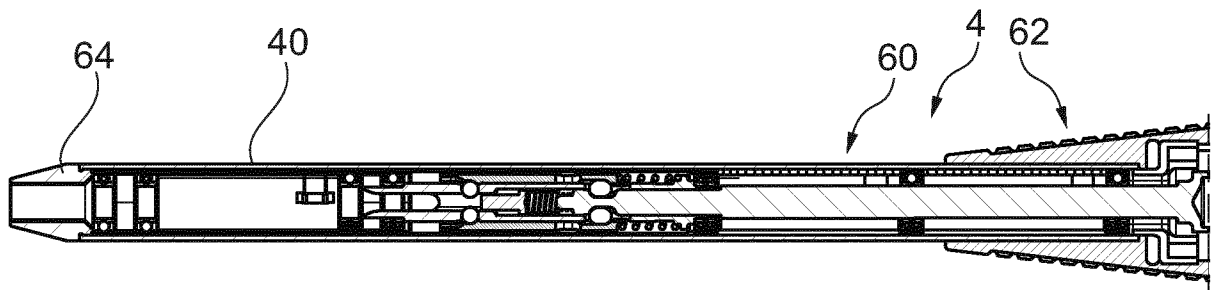


Fig. 9A

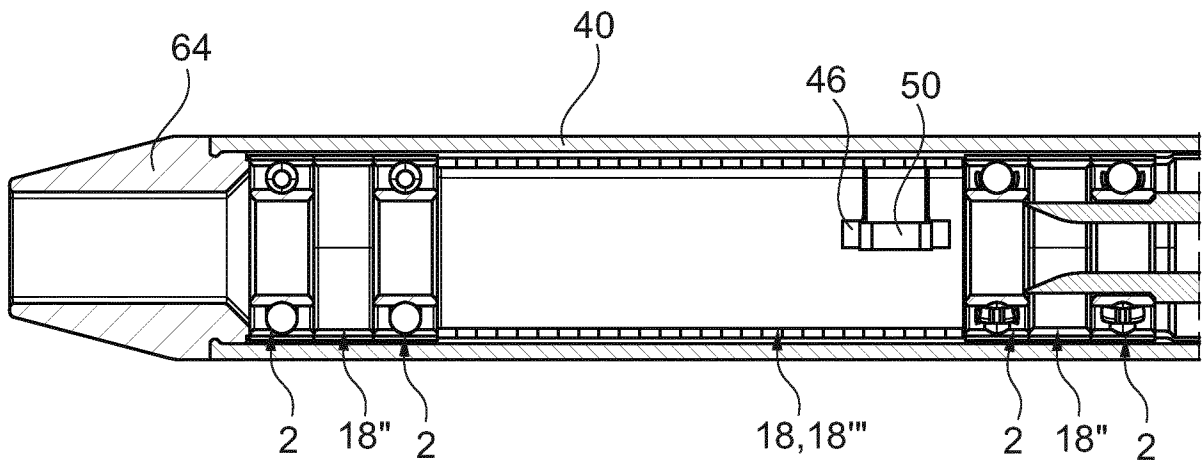


Fig. 9B

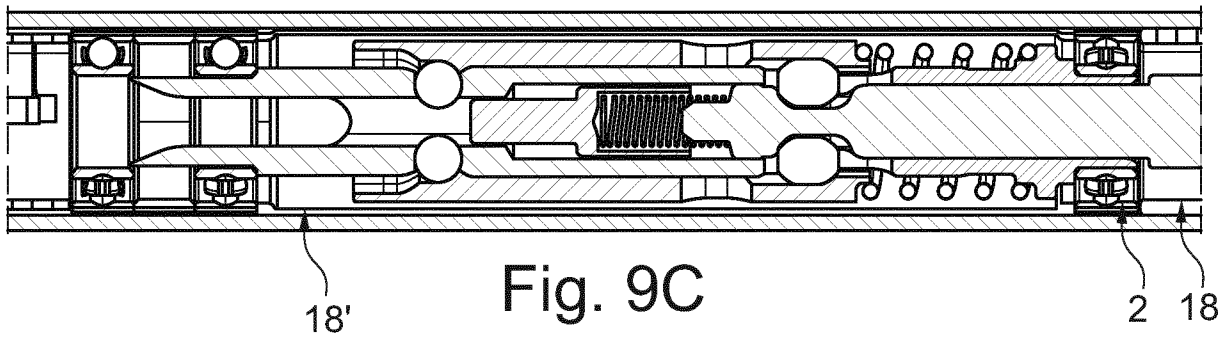


Fig. 9C

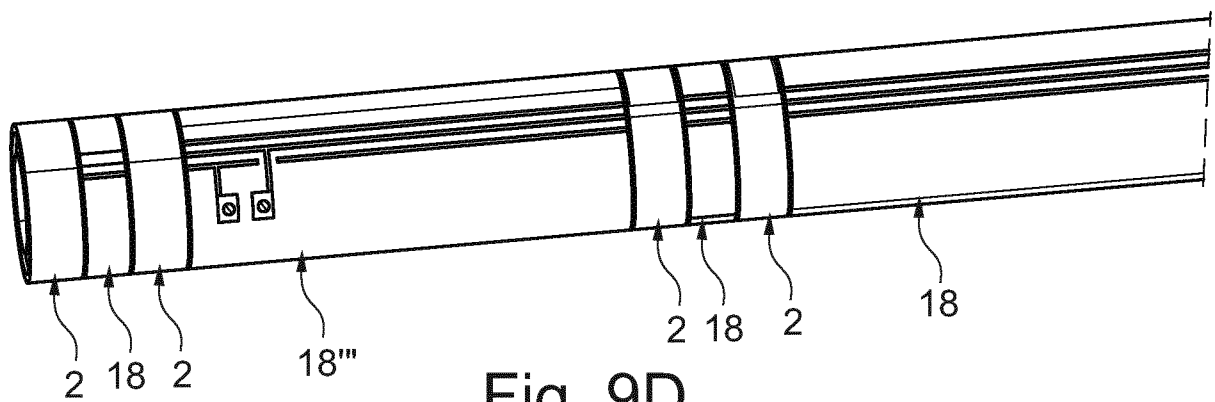


Fig. 9D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/051061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C 19/06(2006.01)i; **F16C 33/58**(2006.01)i; **F16C 33/62**(2006.01)i; **F16C 33/64**(2006.01)i; **F16C 35/067**(2006.01)i;
F16C 41/00(2006.01)i; **F16C 19/54**(2006.01)i; **A61B 17/16**(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)

F16C; 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 102015007593 A1 (AUDI AG [DE]) 22 December 2016 (2016-12-22) paragraph [0037]; figure 1	1 2,3,12,14
X	DE 102008016592 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 01 October 2009 (2009-10-01) paragraphs [0045], [0047]; figures 1,2	1-5,8,12,14
X A	EP 2589347 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP [JP]) 08 May 2013 (2013-05-08) figure 5	4-8,10,12 13
X	DE 69808255 T2 (SONOMETRICS CORP [CA]) 05 June 2003 (2003-06-05) paragraphs [0036], [0043]; figures 1-5	4,6-8,10,12,15
X A	CN 204394449 U (UNIV FUDAN) 17 June 2015 (2015-06-17) figures 1-3	4-7,12 8-11,13-15
X	US 2018064438 A1 (ZERGIEBEL EARL [US] ET AL) 08 March 2018 (2018-03-08) figures 49-55	4,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

20 April 2021

Date of mailing of the international search report

03 May 2021

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

Hutter, Manfred

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/051061**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014116782 A1 (CAMBRIDGE SURGICAL INSTR INC [US]) 31 July 2014 (2014-07-31) paragraph [0138] - paragraph [0140]; figures 6A-6D	4,12
X	US 2014074084 A1 (ENGBERG ERIK [US] ET AL) 13 March 2014 (2014-03-13) figures 28,32	4,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/051061

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015007593	A1	22 December 2016	NONE			
DE	102008016592	A1	01 October 2009	CA	2729609	A1	08 October 2009
				CN	102036869	A	27 April 2011
				DE	102008016592	A1	01 October 2009
				EP	2276658	A1	26 January 2011
				US	2011100132	A1	05 May 2011
				WO	2009121879	A1	08 October 2009
EP	2589347	A1	08 May 2013	CN	103108600	A	15 May 2013
				EP	2589347	A1	08 May 2013
				JP	5165163	B2	21 March 2013
				JP	WO2012128362	A1	24 July 2014
				US	2013110155	A1	02 May 2013
				WO	2012128362	A1	27 September 2012
DE	69808255	T2	05 June 2003	AT	225043	T	15 October 2002
				AU	6416998	A	22 September 1998
				DE	69808255	T2	05 June 2003
				EP	0965058	A1	22 December 1999
				JP	3494442	B2	09 February 2004
				JP	2000510250	A	08 August 2000
				US	5830144	A	03 November 1998
				WO	9839672	A1	11 September 1998
CN	204394449	U	17 June 2015	NONE			
US	2018064438	A1	08 March 2018	AU	2015202804	A1	21 January 2016
				AU	2019203160	A1	30 May 2019
				CA	2892526	A1	26 December 2015
				CN	105212980	A	06 January 2016
				CN	110507379	A	29 November 2019
				EP	2959839	A1	30 December 2015
				EP	3501403	A1	26 June 2019
				ES	2713235	T3	20 May 2019
				US	2015374366	A1	31 December 2015
				US	2018064438	A1	08 March 2018
				US	2020155147	A1	21 May 2020
WO	2014116782	A1	31 July 2014	NONE			
US	2014074084	A1	13 March 2014	US	2014074084	A1	13 March 2014
				WO	2012151493	A2	08 November 2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F16C19/06 F16C41/00	F16C33/58 F16C19/54
	F16C33/62 A61B17/16	F16C33/64 F16C35/067
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F16C 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 007593 A1 (AUDI AG [DE]) 22. Dezember 2016 (2016-12-22)	1
A	Absatz [0037]; Abbildung 1	2,3,12, 14

X	DE 10 2008 016592 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 1. Oktober 2009 (2009-10-01)	1-5,8, 12,14
	Absätze [0045], [0047]; Abbildungen 1,2	

X	EP 2 589 347 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP [JP]) 8. Mai 2013 (2013-05-08)	4-8,10, 12
A	Abbildung 5	13

X	DE 698 08 255 T2 (SONOMETRICS CORP [CA]) 5. Juni 2003 (2003-06-05)	4,6-8, 10,12,15
	Absätze [0036], [0043]; Abbildungen 1-5	

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. April 2021		03/05/2021
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 Hutter, Manfred

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 204 394 449 U (UNIV FUDAN) 17. Juni 2015 (2015-06-17)	4-7,12
A	Abbildungen 1-3	8-11, 13-15

X	US 2018/064438 A1 (ZERGIEBEL EARL [US] ET AL) 8. März 2018 (2018-03-08)	4,10
	Abbildungen 49-55	

X	WO 2014/116782 A1 (CAMBRIDGE SURGICAL INSTR INC [US]) 31. Juli 2014 (2014-07-31)	4,12
	Absatz [0138] - Absatz [0140]; Abbildungen 6A-6D	

X	US 2014/074084 A1 (ENGERBERG ERIK [US] ET AL) 13. März 2014 (2014-03-13)	4,12
	Abbildungen 28,32	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/051061

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015007593 A1	22-12-2016	KEINE	
DE 102008016592 A1	01-10-2009	CA 2729609 A1	08-10-2009
		CN 102036869 A	27-04-2011
		DE 102008016592 A1	01-10-2009
		EP 2276658 A1	26-01-2011
		US 2011100132 A1	05-05-2011
		WO 2009121879 A1	08-10-2009
EP 2589347 A1	08-05-2013	CN 103108600 A	15-05-2013
		EP 2589347 A1	08-05-2013
		JP 5165163 B2	21-03-2013
		JP WO2012128362 A1	24-07-2014
		US 2013110155 A1	02-05-2013
		WO 2012128362 A1	27-09-2012
DE 69808255 T2	05-06-2003	AT 225043 T	15-10-2002
		AU 6416998 A	22-09-1998
		DE 69808255 T2	05-06-2003
		EP 0965058 A1	22-12-1999
		JP 3494442 B2	09-02-2004
		JP 2000510250 A	08-08-2000
		US 5830144 A	03-11-1998
		WO 9839672 A1	11-09-1998
CN 204394449 U	17-06-2015	KEINE	
US 2018064438 A1	08-03-2018	AU 2015202804 A1	21-01-2016
		AU 2019203160 A1	30-05-2019
		CA 2892526 A1	26-12-2015
		CN 105212980 A	06-01-2016
		CN 110507379 A	29-11-2019
		EP 2959839 A1	30-12-2015
		EP 3501403 A1	26-06-2019
		ES 2713235 T3	20-05-2019
		US 2015374366 A1	31-12-2015
		US 2018064438 A1	08-03-2018
		US 2020155147 A1	21-05-2020
WO 2014116782 A1	31-07-2014	KEINE	
US 2014074084 A1	13-03-2014	US 2014074084 A1	13-03-2014
		WO 2012151493 A2	08-11-2012