(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2013 212 854 B4** 2020.07.02

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 212 854.1**
(22) Anmeldetag: **02.07.2013**
(43) Offenlegungstag: **08.01.2015**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **02.07.2020**

(51) Int Cl.: ***G02B 23/26*** (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
OLYMPUS Winter & Ibe GmbH, 22045 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
Seemann & Partner Patentanwälte mbB, 20095 Hamburg, DE

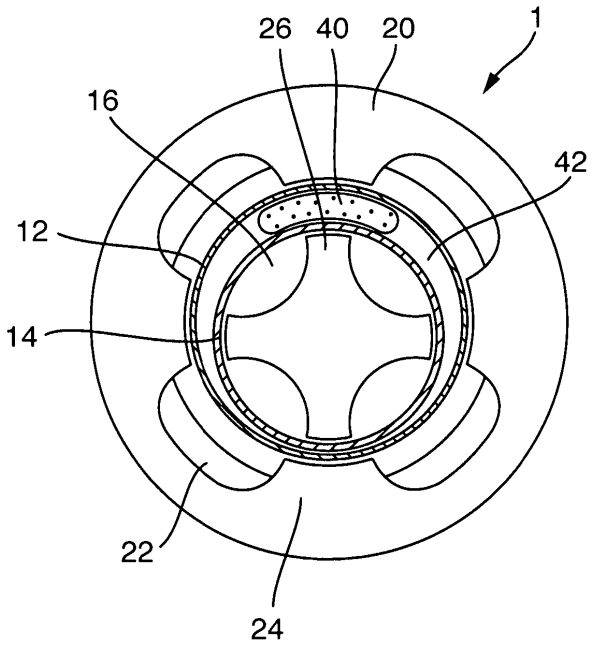
(72) Erfinder:
Wieters, Martin, 22885 Barsbüttel, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**10 2010 007 394**	**A1**
DE	**10 2011 089 132**	**A1**
US	**2007 / 0 112 254**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Endoskop**

(57) Hauptanspruch: Endoskop umfassend einen Schaft mit einem Außenrohr (12) und einem innerhalb des Außenrohrs (12) angeordneten Innenrohr (14) und eine berührungslose Magnetkupplung (1), die ein außerhalb des Außenrohres (12) konzentrisch mit dem Außenrohr (12) angeordnetes äußeres Kupplungsteil (20) und ein innerhalb des Innenrohres (14) konzentrisch mit dem Innenrohr (14) angeordnetes inneres Kupplungsteil (26) umfasst, wobei das innere Kupplungsteil (26) mittels einer magnetischen Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil (20) und dem inneren Kupplungsteil (26) translatorisch und/oder rotatorisch bewegbar ist, wobei in einem Spalt zwischen dem Außenrohr (12) und dem Innenrohr (14) Lichtleitfasern (40) und/oder elektrische Leiter durchgeführt sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine magnetische Rotationssymmetrie des Spalts bezüglich der räumlichen Verteilung der Permeabilität im Spalt gebrochen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Endoskop, insbesondere Videoendoskop, umfassend einen Schaft mit einem Außenrohr und einem innerhalb des Außenrohrs angeordneten Innenrohr und eine berührungslose Magnetkupplung, die ein außerhalb des Außenrohres konzentrisch mit dem Außenrohr angeordnetes äußeres Kupplungsteil und ein innerhalb des Innenrohres konzentrisch mit dem Innenrohr angeordnete inneres Kupplungsteil umfasst, wobei das innere Kupplungsteil mittels einer magnetischen Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil und dem inneren Kupplungsteil translatorisch und/oder rotatorisch bewegbar ist, wobei in einem Spalt zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr Lichtleitfasern und/oder elektrische Leiter durchgeführt sind.

[0002] Bekannt sind Endoskope mit bewegbaren Komponenten, die sich in einem hermetisch abgeschlossenen Raum des Endoskops befinden. Zur Bewegung der Komponenten sind magnetische Kupplungen mit einem mit den Komponenten verbundenen inneren Kupplungsteil und einem äußeren Kupplungsteil bekannt, wobei das äußere Kupplungsteil beispielsweise mit einem außenliegenden Handgriff des Endoskops verbunden ist. Sonstige Komponenten des Endoskops, beispielsweise Lichtwellenleiter eines Videoendoskops, müssen teilweise zwischen äußerem und innerem Kupplungsteil geführt werden.

[0003] Eine entsprechende gattungsgemäße berührungslose Magnetkupplung eines Endoskops ist beispielsweise aus der deutschen Patentanmeldung DE 10 2011 078 969 A1 der Anmelderin bekannt. Die Magnetkupplung umfasst ein äußeres Kupplungsteil und ein inneres Kupplungsteil, wobei das innere Kupplungsteil konzentrisch innerhalb des äußeren Kupplungsteils angeordnet ist, wobei zwischen den Kupplungsteilen ein ringförmiger Spalt verbleibt. Das äußere Kupplungsteil und das innere Kupplungsteil umfassen jeweils einen Ringkörper, wobei der Ringkörper des äußeren Kupplungsteils zwischen seitlichen Ankerscheiben angeordnet ist, die zusammen einen nach innen hin offenen, im Wesentlichen „U"-förmigen Querschnitt ergeben und/oder der Ringkörper des inneren Kupplungsteils zwischen seitlichen Ankerscheiben angeordnet ist, die zusammen einen nach außen hin offenen, im Wesentlichen „U"-förmigen Querschnitt ergeben, wobei der Ringkörper des äußeren Kupplungsteils und/oder des inneren Kupplungsteils einen axial magnetisierten Ringmagnet umfasst. Diese Konfiguration erlaubt eine translatorische Bewegungsübertragung. Ferner weisen die Ankerscheiben der beiden Kupplungsteile an ihren jeweiligen an den Spalt zwischen den Kupplungsteilen angrenzenden Oberflächen in Umfangsrichtung eine zueinander korrespondierende Strukturierung mit Polschuhsegmenten auf, die eine rotatorische Bewegung übermitteln.

[0004] Diese auch als Stator und Läufer bezeichneten Kupplungsteile sind in vielen Fällen durch zwei koaxiale Rohre getrennt, die den Ringspalt zwischen äußerem und innerem Kupplungsteil einschließen. Durch diesen Ringspalt werden Bündel von Lichtwellenleitern und/oder elektrischen Leitern geführt. Der nicht vom Leiterbündel durchsetzte Raum des Spalts ist üblicherweise mit Luft gefüllt.

[0005] Die mit derartigen Magnetkupplungen übertragbaren Momente oder Kräfte sind abhängig von der Stärke der magnetischen Wirkverbindung. Diese hängen von der Stärke der verwendeten Magnete und deren Abstand voneinander ab. In der Praxis sind die übertragbaren Momente und Kräfte daher begrenzt.

[0006] US 2007/0112254 A1 betrifft ein optisches Instrument, etwa ein Endoskop oder ein Technoskop. Dieses weist einen Schaft auf, an dessen freien Schaftende ein Ausblickfenster vorgesehen ist, wobei dieser Schaft mit seinem anderen Ende in einem Handhabenteil festgelegt ist. Innerhalb des Schaftes ist ein optoelektrischer Wandler drehbar angeordnet, wobei der Schaft innerhalb eines drehbar im Schaft gelagerten Innenschafts angebracht ist. Zum Drehen des Wandlers im Schaft sind Betätigungsmittel am Handhabenteil vorgesehen. Zwischen Schaft und Innenschaft, welcher den Wandler trägt, ist ein Axiallager vorgesehen, darüber hinaus ist mindestens ein den Innenschaft in Richtung zum Axiallager kraftbeaufschlagendes Federelement vorgesehen. Der Wandler kann zusammen mit dem Innenschaft, in dem er festgelegt ist, in Achsrichtung des Schaftes mit einem vergleichsweise großen Spiel beweglich geführt sein, ist jedoch aufgrund des Federelements stets in Richtung zum Axiallager kraftbeaufschlagt und somit stets in einer definierten Position befindlich. Innenschaft und Schaft können sich frei zueinander dehnen und bewegen, ohne dass der definierte Abstand, der durch die Anlage des Axiallagers stets gegeben ist, verändert wird.

[0007] DE 10 2011 089 132 A1 offenbart ein Videoendoskop mit seitlicher Blickrichtung, umfassend einen Bildsensor, eine seitwärts blickende optische Baugruppe, ein Hüllrohr und ein im Hüllrohr angeordnetes und drehbar gegenüber dem Hüllrohr gelagertes Innenrohr, das dadurch weitergebildet ist, dass der Sensor auf einem Träger angeordnet und befestigt ist, der mit dem Hüllrohr drehfest verbunden ist, wobei die optische Baugruppe mit dem Innenrohr drehfest verbunden ist. Dadurch, dass der Sensor auf dem Träger angeordnet und befestigt ist, bewirkt eine Drehung des Hüllrohres mit dem starren Signalleiter gleichzeitig eine Drehung des Sensors.

[0008] Ferner offenbart DE 10 2010 007 394 A1 ein medizinisches Instrument mit einem zumindest einen Magneten aufweisenden äußeren Stelltrieb, der mit einer im Innern des medizinischen Instrumentes angeordneten, bewegbaren, zumindest einen Magneten aufweisenden inneren Einheit derart magnetisch gekoppelt ist, dass ein Bewegen des äußeren Stelltriebes eine Bewegung der inneren bewegbaren Einheit verursacht. Der zumindest eine Magnet des äußeren Stelltriebes ist sowohl axial verschiebbar als auch drehbar ausgebildet. Ferner ist die innere bewegbare Einheit sowohl axial verschiebbar als auch drehbar ausgebildet und die magnetische Kopplung zwischen dem äußeren Stelltrieb und der inneren Einheit ist derart ausgebildet, dass eine Rotation des äußeren Stelltriebes eine Rotation der inneren Einheit bewirkt, und dass eine axiale Verschiebung des zumindest einen Magneten desselben Stelltriebes eine axiale Verschiebung der inneren Einheit verursacht. Damit ist es möglich, mit ein und demselben äußeren Stelltrieb die innere Einheit unabhängig voneinander sowohl zu drehen als auch axial zu verschieben.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, die in einen hermetischen Raum eines Endoskops übertragbaren Momente und Kräfte zu erhöhen.

[0010] Die der Erfindung zugrundliegende Aufgabe wird gelöst durch ein Endoskop, insbesondere Videoendoskop, umfassend einen Schaft mit einem Außenrohr und einem innerhalb des Außenrohrs angeordneten Innenrohr und eine berührungslose Magnetkupplung, die ein außerhalb des Außenrohres konzentrisch mit dem Außenrohr angeordnetes äußeres Kupplungsteil und ein innerhalb des Innenrohres konzentrisch mit dem Innenrohr angeordnetes inneres Kupplungsteil umfasst, wobei das innere Kupplungsteil mittels einer magnetischen Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil und dem inneren Kupplungsteil translatorisch und/oder rotatorisch bewegbar ist, wobei in einem Spalt zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr Lichtleitfasern und/oder elektrische Leiter durchgeführt sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine magnetische Rotationssymmetrie des Spalts bezüglich der räumlichen Verteilung der Permeabilität im Spalt gebrochen ist.

[0011] Unter einer magnetischen Rotationssymmetrie wird im Rahmen der Erfindung eine diskrete oder kontinuierliche Rotationssymmetrie verstanden. Bei einer kontinuierlichen magnetischen Rotationssymmetrie weist das Magnetfeld im Spalt eine in Umfangsrichtung konstante Stärke auf. Eine Drehung um jeden beliebigen Winkel führt jeweils zur gleichen Verteilung des Magnetfelds. Eine diskrete Rotationssymmetrie ist beispielsweise eine zwei-, drei- usw. -zählige Rotationssymmetrie. So ist das Magnetfeld bei einer vierzähligen Rotationssymmetrie beispielsweise nach einer Drehung um 90° wieder das gleiche. Eine gebrochene magnetische Rotationssymmetrie des Spalts bedeutet im Rahmen der Erfindung, dass der Spalt keine kontinuierliche oder diskrete Rotationssymmetrie für Magnetfelder aufweist, unabhängig davon, wie Magnetfelder außerhalb des Spaltes erzeugt werden. Erst nach einer Drehung des umlaufenden Spaltes um 360° bietet sich einem Magnetfeld im Spalt wieder die gleiche Konfiguration bezüglich der räumlichen Verteilung der Permeabilität im Spalt.

[0012] Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, dass ein begrenzender Faktor für die Begrenzung der übertragbaren Magnetkräfte die Größe des Spalts zwischen äußerem und innerem Kupplungsteil ist. Das übertragbare Drehmoment bzw. die übertragbare translatorische Kraft der Magnetkupplung nimmt exponentiell mit der Größe dieses Abstands ab. Durch den aufgrund der durchzuführenden Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leitern notwendigen Spalt wird somit der Wirkungsgrad der Kupplung geschwächt, so dass die Kraftübertragung im gegebenen Bauraum nicht mehr ausreichend sein kann.

[0013] Im Rahmen der Erfindung ist eine translatorische Bewegung insbesondere eine Verschiebung oder Translation entlang einer Längserstreckung des Rohres, während eine rotatorische Bewegung insbesondere eine Drehung oder Rotation um eine entlang der Längserstreckung des Rohres ausgerichtete Rotationsachse ist.

[0014] Die Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leiter werden üblicherweise als kompaktes Bündel verlegt. Dies bedingt ein großes Spaltmaß des ringförmigen Spalts, um dieses Bündel aufzunehmen. Der Rest des Ringspaltes ist mit Luft gefüllt und bildet somit eine Art „Totraum“, der keinen Nutzen für das Endoskop hat und den Wirkungsgrad der Magnetkupplung herabsetzt.

[0015] Mit der erfindungsgemäßen Durchbrechung der magnetischen Rotationssymmetrie wird dieser Totraum in magnetischer Hinsicht minimiert. Die in magnetischer Sicht abschwächende maximale Spaltbreite ist nur für den Bereich notwendig, in dem die Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leiter verlegt sind. Im übrigen Bereich des Spaltes werden erfindungsgemäß Maßnahmen ergriffen, die magnetische Rotationssymmetrie zu brechen und so die Abschwächung des Magnetfelds zu verringern. Mit der Brechung der Rotationssymmetrie wird der Wirkungsgrad der Magnetkupplung somit wieder erhöht.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Endoskops wird die magnetische Rotationssymmetrie des Spalts auf geometrischem Weg dadurch gebrochen, dass das innere Kupplungsteil exzentrisch innerhalb des äußeren Kupplungsteils angeordnet ist. Unter einer exzentrischen Anordnung wird eine Anordnung verstanden,

in der die zentralen Drehachsen von äußerem und innerem Kupplungsteil parallel, jedoch seitlich zueinander versetzt sind. Die Kupplungsteile sind also nicht konzentrisch zueinander angeordnet.

[0017] Durch die exzentrische Anordnung ergibt sich in Umfangsrichtung des Rohres abschnittsweise ein sehr kurzer Abstand zwischen den Kupplungsteilen, wodurch Totraum verringert und eine starke magnetische Wirkverbindung zwischen den Kupplungsteilen mit entsprechend hohen übertragbaren Momenten gewährleistet wird. Durch diese Maßnahme werden die übertragbaren Momente abhängig von dem Stellungswinkel von äußerem und innerem Kupplungsteil relativ zu einem beliebigen Fixpunkt an dem Rohr. Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die übertragbaren Momente oder Kräfte für alle Stellungswinkel höher sind als bei symmetrischer oder konzentrischer Anordnung von ansonsten unveränderten Kupplungsteilen. Der gewonnene Raum kann beispielsweise zur weiteren Verkleinerung des Endoskops oder von Endoskopkomponenten verwendet werden.

[0018] Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass durch die Erfindung eine Verbesserung der übertragbaren Momente bei gleicher Stärke der für die magnetische Wirkverbindung eingesetzten Magnete erreicht wird. Dadurch wird vermieden, dass allzu starke Magnete zu unerwünschten Wechselwirkungen mit anderen Komponenten des Endoskops oder weiteren empfindlichen Geräten in der Umgebung führen. Umgekehrt ermöglich die Erfindung gegenüber bekannten Magnetkupplungen die Verwendung schwächerer Magnete bei vergleichbaren übertragbaren Momenten.

[0019] Das äußere Kupplungsteil weist vorzugsweise eine diskrete oder kontinuierliche Rotationssymmetrie auf, wobei das innere Kupplungsteil exzentrisch zu einer Symmetrieachse des äußeren Kupplungsteils angeordnet ist. Dadurch wird über einen breiten Bereich an Drehwinkeln der Magnetkupplung eine starke magnetische Wirkverbindung mit entsprechend hohen übertragbaren Momenten gewährleistet.

[0020] Vorzugsweise sind die Lichtleitfasern und/oder elektrische Leiter als Bündel in einem Bereich eines maximalen Abstands zwischen Innenrohr und Außenrohr angeordnet.

[0021] Beispielsweise im Falle von mehreren, verschieden dicken Bündeln, oder einem Bündel, das in begrenztem Maße im Querschnitt formbar ist, kann auch erfindungsgemäß eine exzentrische Konfiguration von äußerem und innerem Kupplungsteil verwendet werden, wobei das dickste Bündel in den Bereich des maximalen Abstands verlegt wird und dünnere Bündel oder dünnere Ausläufer oder Bereiche eines Bündels in einen oder beide sich verjüngende Teile des Spalts verlegt werden. So wird mit einer Kombination aus Vergleichmäßigung und exzentrischer Anordnung der Totraum weiter minimiert.

[0022] Durch diese Maßnahmen der gleichmäßigen Verteilung oder Vergleichmäßigung wird ein im Durchschnitt geringer Abstand zwischen den Kupplungsteilen ermöglicht, wodurch die magnetische Wirkverbindung verstärkt und übertragbare Momente erhöht werden.

[0023] In einer erfindungsgemäßen vorteilhaften Weiterentwicklung, die eigenständig verwendbar ist oder bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen zusätzlich einsetzbar ist, füllen die Lichtleitfasern und/oder elektrische Leiter den Spalt nicht vollständig aus, wobei in wenigstens einem Teil des nicht vom Bündel ausgefüllten Spalts ein Füllmaterial mit einer magnetischen Permeabilität zwischen 1,5 und 70, insbesondere zwischen 5 und 11, angeordnet ist. Die magnetische Permeabilität μ_r des Materials ist erfindungsgemäß größer als eine magnetische Permeabilität von Luft.

[0024] Da der von den Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leitern durchsetzte Teil des Spaltes eine niedrige magnetische Permeabilität aufweist und der Rest eine hohe magnetische Permeabilität, ist auch durch diese Maßnahme die magnetische Rotationssymmetrie des Spaltes durchbrochen. Das Material mit hoher magnetischer Permeabilität leitet das Magnetfeld mit wesentlich weniger Abschwächung durch den Spalt als Luft. Auf diese Weise wird gegenüber einem luftgefüllten Spalt eine verbesserte Durchlässigkeit des Spaltes für die zwischen den Kupplungsteilen verlaufenden Magnetfelder oder eine bessere Durchdringung des Spaltes mit den Magnetfeldern erreicht. Dadurch werden die magnetische Wirkverbindung zwischen den Kupplungsteilen gestärkt und die übertragbaren Momente erhöht. Auch diese Maßnahme verringert das Luftvolumen bzw. den Totraum im Spalt, da das Volumen durch das Füllmaterial die Übertragung der Magnetkräfte nunmehr unterstützt.

[0025] Vorzugsweise umfasst das Material einen mit magnetischen, insbesondere weichmagnetischen, Partikeln versetzten Kunststoff. Im Rahmen der Erfindung bedeutet das Merkmal „magnetisch“ auch magnetisierbar, und „weichmagnetisch“ bedeutet paramagnetisch oder mit geringer Remanenz magnetisierbar.

[0026] Vorzugsweise sind die Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leiter als Bündel durch den Spalt geführt, das das Innenrohr nicht vollständig umschließt. In diesem Fall besteht ein Raum, der durch das Füllmaterial ausgefüllt werden kann.

[0027] Vorteilhafterweise füllt das Füllmaterial den von Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leitern freien Teil des Spalts im Wesentlichen vollständig aus.

[0028] In einer vorteilhaften Weiterbildung werden wenigstens ein Teil der Lichtleitfasern und/oder elektrischen Leiter durch das Füllmaterial hindurch oder durch eine Öffnung im Füllmaterial geführt. So wird Totraum weiter verringert. Das Füllmaterial kann hierfür beispielsweise in den Spalt eingegossen werden, nach dem die Fasern und/oder Leiter verlegt worden sind.

[0029] Für Magnetkupplungen mit translatorischem Hub ist besonders vorteilhaft, wenn in Längsrichtung des Endoskopschafts sich das Füllmaterial über eine gesamte Länge eines translatorischen Hubs der berührungslosen Magnetkupplung erstreckt.

[0030] Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

[0031] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine radiale Schnittdarstellung einer aus dem Stand der Technik bekannten berührungslosen Magnetkupplung eines Endoskops;

Fig. 2 schematisch eine radiale Schnittdarstellung eines Endoskops gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 schematisch das übertragbare Moment der Magnetkupplung des Endoskops aus **Fig. 2** in Abhängigkeit des Stellungswinkels;

Fig. 3A schematisch eine erste Winkelstellung der Magnetkupplung zu **Fig. 3**;

Fig. 3B schematisch eine weitere Winkelstellung der Magnetkupplung zu **Fig. 3**;

Fig. 4 schematisch eine radiale Schnittdarstellung eines Endoskops gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0032] In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

[0033] **Fig. 1** zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte berührungslose Magnetkupplung **1'** eines Videoendoskops in einer radialen Schnittdarstellung.

[0034] Das Endoskop **1'** umfasst einen als Doppelschaft ausgebildeten Schaft mit einem Außenrohr **12** und einem Innenrohr **14**, deren Längserstreckung jeweils quer zur Darstellungsebene ausgerichtet ist. Innerhalb des Innenrohrs **14** befindet sich ein hermetisch abgeschlossener Raum **16**. Dabei ist beispielsweise das Innenrohr **14** oder das Außenrohr **12** Bestandteil einer hermetischen Barriere zwischen dem hermetisch abgeschlossenen Raum **16** und der Umgebung.

[0035] Das Endoskop **1** ist als Videoendoskop **1** ausgebildet und verfügt am distalen Ende über bewegbare optische Komponenten. Diese nicht dargestellten optischen Komponenten befinden sich innerhalb des hermetisch abgeschlossenen Raumes **16** und sind mit einem inneren Kupplungsteil **26** verbunden.

[0036] Das Außenrohr **12** ist umschlossen von einem äußeren Kupplungsteil **20**, das beispielsweise mit einem nicht dargestellten Handgriff verbunden ist. Das äußere Kupplungsteil **20** und das innere Kupplungsteil **26** sind als Kupplungsteile einer Magnetkupplung ausgebildet, wobei mittels magnetischer Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil **20** und dem inneren Kupplungsteil **26** eine Bewegung des Handgriffs auf die Optik übertragbar ist.

[0037] In dem gezeigten Beispiel umfasst das äußere Kupplungsteil **20** einen Ringmagneten **22**, der zwischen zwei Ankerscheiben **24** angeordnet ist, wobei in der Darstellung in **Fig. 1** die zweite Ankerscheibe von der gezeigten Ankerscheibe **24** verdeckt ist. Das innere Kupplungsteil **26** besteht beispielsweise aus einem magnetischen, insbesondere ferromagnetischen, Material.

[0038] Das Innenrohr **14** ist konzentrisch innerhalb des Außenrohrs **12** angeordnet. Dadurch ergibt sich zwischen dem Außenrohr **12** und dem Innenrohr **14** ein Ringspalt, in dem ein Faserbündel aus optischen Fasern geführt ist. Die Fasern des Faserbündels **40** werden beispielsweise verwendet, um Licht einer externen Lichtquelle vom proximalen Ende des Endoskops **1** zum distalen Ende des Endoskops **1** zu leiten und dort einen Beobachtungsbereich auszuleuchten. Da die Fasern eine niedrige magnetische Permeabilität aufweisen, ist der Ringspalt in magnetischer Hinsicht rotationssymmetrisch.

[0039] Die Ankerscheiben **24** und das innere Kupplungsteil **26** verfügen über jeweils paarweise einander zugewandte Anker, die in gleichmäßigem Abstand am äußeren Kupplungsteil **20** bzw. am inneren Kupplungsteil **26** angeordnet sind. Im gezeigten Beispiel verfügen das äußere Kupplungsteil **20** und

das innere Kupplungsteil **26** über jeweils vier Anker. Zwischen den Ankern eines Ankerpaares verlaufen magnetische Feldlinien bzw. es wirken magnetische Kräfte, die eine magnetische Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil **20** und dem inneren Kupplungsteil **26** bewirken.

[0040] Mittels dieser magnetischen Wirkverbindung sind translatorische und rotatorische Momente von dem äußeren Kupplungsteil **20** auf das innere Kupplungsteil **26** übertragbar. Insbesondere ist das innere Kupplungsteil **26** innerhalb des hermetisch abgeschlossenen Raumes **16** längsaxial verschiebbar und/oder drehbar.

[0041] Übersteigen die auf das äußere Kupplungsteil **20** und das innere Kupplungsteil **26** wirkenden mechanischen Kräfte, beispielsweise Antriebskräfte auf das äußere Kupplungsteil **20** und Reibungskräfte auf das innere Kupplungsteil **26**, die magnetischen Kräfte zwischen den Ankern, so verdrehen oder verschieben sich das äußere Kupplungsteil **20** und das innere Kupplungsteil **26** gegeneinander, wodurch die magnetische Wirkverbindung getrennt oder gelöst wird. Unter dem übertragbaren Moment **M** wird auch das maximale vom äußeren Kupplungsteil **20** auf das innere Kupplungsteil **26** wirkende Moment verstanden, bei dem sich die magnetische Wirkverbindung aufgrund der zwischen dem äußeren Kupplungsteil **20** und dem inneren Kupplungsteil **26** wirkenden Kräfte und Gegenkräfte nicht löst.

[0042] Da das Bündel von Lichtleitfasern **40**, wie im Stand der Technik üblich, kompakt ist, herrscht ein großes Spaltmaß, so dass die magnetische Kraft durch den Totraum des luftgefüllten Volumens **42** begrenzt wird. Auch die Anwesenheit von Lichtleitfasern durchbricht die magnetische Rotationssymmetrie nicht effektiv.

[0043] In **Fig. 2** ist ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Gegensatz zur Magnetkupplung **1'** gemäß **Fig. 1** ist in der Magnetkupplung **1** gemäß **Fig. 1** das innere Kupplungsteil **26** exzentrisch im äußeren Kupplungsteil **20** angeordnet. Das äußere Kupplungsteil **20** ist ferner konzentrisch zu dem Außenrohr **12** angeordnet und das innere Kupplungsteil **26** ist konzentrisch zu dem Innenrohr **14** angeordnet. Dementsprechend ist das innere Kupplungsteil **26** jeweils exzentrisch zu dem Außenrohr **12** und zu dem äußeren Kupplungsteil **20** angeordnet und das äußere Kupplungsteil **20** ist jeweils exzentrisch zu dem inneren Kupplungsteil **26** und dem Innenrohr **14** angeordnet. Dadurch ergibt sich eine einfache mechanische Konstruktion mit durchbrochener magnetischer Rotationssymmetrie des Spalts, bei der insbesondere das bewegliche äußere Kupplungsteil **20** an dem Außenrohr **12** und das bewegliche innere Kupplungsteil **26** an dem Innenrohr **14** abgestützt ist, während das Außenrohr **12** und das Innenrohr **14** stationär zueinander gelagert sind.

[0044] Obwohl die Abmessungen des Querschnitts des Bündels von Lichtleitfasern **40** im Vergleich zu **Fig. 1** unverändert sind, ist das luftgefüllte Volumen **42** in **Fig. 2** gegenüber **Fig. 1** alleine durch die geometrische Änderung wesentlich reduziert worden. Das mittlere Spaltmaß hat sich hierdurch ebenfalls verringert.

[0045] Das übertragbare Moment M ist aufgrund der exzentrischen Anordnung von äußerem Kupplungsteil **20** und innerem Kupplungsteil **26** nunmehr abhängig von der Winkelstellung bzw. dem Stellungswinkel von äußerem Kupplungsteil **20** und innerem Kupplungsteil **26** relativ zu einem beliebigen Fixpunkt an den stationären Rohren **12**, **14** des Endoskops. Diese Winkelabhängigkeit ist schematisch in **Fig. 3** dargestellt.

[0046] **Fig. 3** zeigt auf der vertikalen Achse das übertragbare Moment **M** und auf der horizontalen Achse den Stellungswinkel α der Magnetkupplung **1** mit äußerem Kupplungsteil **20** und innerem Kupplungsteil **26**. Dabei ist ein Bereich von einer Periode des Stellungswinkels **α** dargestellt, wobei eine Periode gegeben ist durch 360°/N bzw. 2π/N, wobei N die Anzahl der jeweiligen Anker von den Kupplungsteilen **20**, **26** bezeichnet.

[0047] Der Winkelbereich beginnt und endet mit der Winkelstellung **A**, dargestellt in **Fig. 3A**, bei der jeweils ein Anker des äußeren Kupplungsteils **20** und des inneren Kupplungsteils **26** mit minimalem Abstand zueinander angeordnet sind. In der Winkelstellung **B**, dargestellt in **Fig. 3B**, sind das äußere Kupplungsteil **20** und das innere Kupplungsteil **26** hingegen um eine halbe Periode, im gezeigten Beispiel mit vier Ankern entsprechend um 45° oder π/2, gegenüber der Winkelstellung **A** gedreht.

[0048] Der Verlauf des maximal übertragbaren Moments M in Abhängigkeit des Stellungswinkels α ist in der Kennlinie **32** dargestellt. Das übertragbare Moment M ist in der Stellung **A** maximal, fällt mit wachsendem Stellungswinkel α ab, durchläuft ein Minimum und erreicht in der Stellung **B** ein Zwischenmaximum.

[0049] Zum Vergleich ist mit der gestrichelt dargestellten Kennlinie **34** das übertragbare Moment M für den Fall dargestellt, dass die Kupplungsteile **20**, **26** bei ansonsten unveränderter Ausgestaltung der Magnetkupplung, insbesondere betreffend die Abmessungen der Kupplungsteile **20**, **26** sowie die Stärke der verwendeten Magnete, konzentrisch zueinander angeordnet sind. Diese Kennlinie **34** verläuft unterhalb der exzentrischen Kennlinie **32**. Somit ist das übertragbare Moment M bei exzentrischer An-

ordnung von äußerem Kupplungsteil **20** und innerem Kupplungsteil **26**, d.h. der Verlauf der Kennlinie **32**, für alle Stellungswinkel α größer als das übertragbare Moment der konzentrischen Anordnung, d.h. dem Verlauf der Kennlinie **34**. Dies ist ein Resultat davon, dass die übertragbaren Kräfte exponentiell vom Abstand zwischen den Polschuhen abhängen. Einander angenäherte Polschuhe tragen somit überproportional bei, während eine weitere Beabstandung voneinander entfernter Polschuhe weniger Verlust bringt.

[0050] Eine magnetisch rotationssymmetrische Konfiguration wie in **Fig. 1** würde zu einer konstanten Kennlinie führen, die noch unterhalb der Kennlinie **34** läge.

[0051] Eine radiale Schnittdarstellung eines weiteren erfindungsgemäßen Endoskops **1** ist in **Fig. 4** gezeigt, wobei die Schnittebene derjenigen aus **Fig. 1** und **Fig. 2** entspricht.

[0052] Das Endoskop **1** verfügt über einen Doppelschaft mit einem Außenrohr **12** und einem Innenrohr **14** sowie einem hermetisch abgeschlossenen Raum **16** innerhalb des Innenrohres **14**. Wie im bekannten Beispiel aus **Fig. 1** ist in dem Spalt zwischen Außenrohr **12** und Innenrohr **14** ein Bündel optischer Fasern **40** angeordnet, wobei das Bündel eine kompakte Querschnittsfläche aufweist und den Spalt nur zu einem geringen Anteil ausfüllt. In dem verbleibenden Spalt zwischen Außenrohr **12** und Innenrohr **14** befindet sich jedoch zusätzlich ein Füllmaterial **50**, das beispielsweise einen Kunststoff mit weichmagnetischen Partikeln umfasst. Das Material **50** weist eine magnetische Permeabilität μ_r auf, die größer als die magnetische Permeabilität von Luft ist und beispielsweise zwischen 5 und 11 beträgt. Dieses Material bricht wiederum die magnetische Rotationssymmetrie des Spalts und verringert den Totraum im Spalt.

[0053] Dadurch wird die Abschwächung der magnetischen Felder zwischen den Ankern von äußerem Kupplungsteil **20** und innerem Kupplungsteil **26** im Vergleich zu einem luftgefüllten Spalt gleicher Abmessung verringert, so dass die magnetische Wirkverbindung zwischen ansonsten unverändertem äußeren Kupplungsteil **20** und unverändertem inneren Kupplungsteil **26** verstärkt wird und höhere Momente übertragbar sind.

[0054] Mit jedem der Ausführungsbeispiele der **Fig. 2** und **Fig. 4** wird Totvolumen verringert und werden die übertragbaren Kräfte erhöht. Auch die bereits verringerten luftgefüllten Volumen **42** der exzentrischen Magnetkupplung **1** gemäß **Fig. 2** können mit einem entsprechenden Füllmaterial **50** gemäß **Fig. 4** erfindungsgemäß und vorteilhaft gefüllt werden.

[0055] Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein. Im Rahmen der Erfindung sind Merkmale, die mit insbesondere gekennzeichnet sind, vorzugsweise fakultative Merkmale.

Bezugszeichenliste

1, 1'	Magnetkupplung
12	Außenrohr
14	Innenrohr
16	hermetischer Raum
20	äußeres Kupplungsteil
22	Ringmagnet
24	Ankerscheibe
26	inneres Kupplungsteil
32, 34	Kennlinie
40	Lichtleitfasern
42	luftgefülltes Volumen
50	Füllmaterial
A, B	Winkelkonfigurationen
M	übertragbares Moment
α	Drehwinkel

Patentansprüche

1. Endoskop umfassend einen Schaft mit einem Außenrohr (12) und einem innerhalb des Außenrohrs (12) angeordneten Innenrohr (14) und eine berührungslose Magnetkupplung (1), die ein außerhalb des Außenrohres (12) konzentrisch mit dem Außenrohr (12) angeordnetes äußeres Kupplungsteil (20) und ein innerhalb des Innenrohres (14) konzentrisch mit dem Innenrohr (14) angeordnetes inneres Kupplungsteil (26) umfasst, wobei das innere Kupplungsteil (26) mittels einer magnetischen Wirkverbindung zwischen dem äußeren Kupplungsteil (20) und dem inneren Kupplungsteil (26) translatorisch und/oder rotatorisch bewegbar ist, wobei in einem Spalt zwischen dem Außenrohr (12) und dem Innenrohr (14) Lichtleitfasern (40) und/oder elektrische Leiter durchgeführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine magnetische Rotationssymmetrie des Spalts bezüglich der räumlichen Verteilung der Permeabilität im Spalt gebrochen ist.

2. Endoskop nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere Kupplungsteil (26) exzentrisch innerhalb des äußeren Kupplungsteils (20) angeordnet ist.

3. Endoskop nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtleitfasern (40) und/oder elektrische Leiter als Bündel in einem Bereich eines maximalen Abstands zwischen Innenrohr (14) und Außenrohr (12) angeordnet sind.

4. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtleitfasern (40) und/oder elektrische Leiter den Spalt nicht vollständig ausfüllen, wobei in wenigstens einem Teil des nicht vom Bündel ausgefüllten Spalts ein Füllmaterial mit einer magnetischen Permeabilität zwischen 1, 5 und 70, insbesondere zwischen 5 und 11, angeordnet ist.

5. Endoskop nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Füllmaterial (50) einen mit magnetischen, insbesondere weichmagnetischen, Partikeln versetzten Kunststoff umfasst.

6. Endoskop nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtleitfasern (40) und/oder elektrischen Leiter als Bündel durch den Spalt geführt sind, das das Innenrohr (14) nicht vollständig umschließt.

7. Endoskop nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Füllmaterial (50) den von Lichtleitfasern (40) und/oder elektrischen Leitern freien Teil des Spalts im Wesentlichen vollständig ausfüllt.

8. Endoskop nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Teil der Lichtleitfasern (40) und/oder elektrischen Leiter durch das Füllmaterial (50) hindurch oder durch eine Öffnung im Füllmaterial (50) geführt werden.

9. Endoskop nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Magnetkupplung (1) mit translatorischem Hub in Längsrichtung des Endoskopschafts sich das Füllmaterial (50) über eine gesamte Länge eines translatorischen Hubs der berührungslosen Magnetkupplung (1) erstreckt.

10. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass es als Videoendoskop ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1 (Stand der Technik)

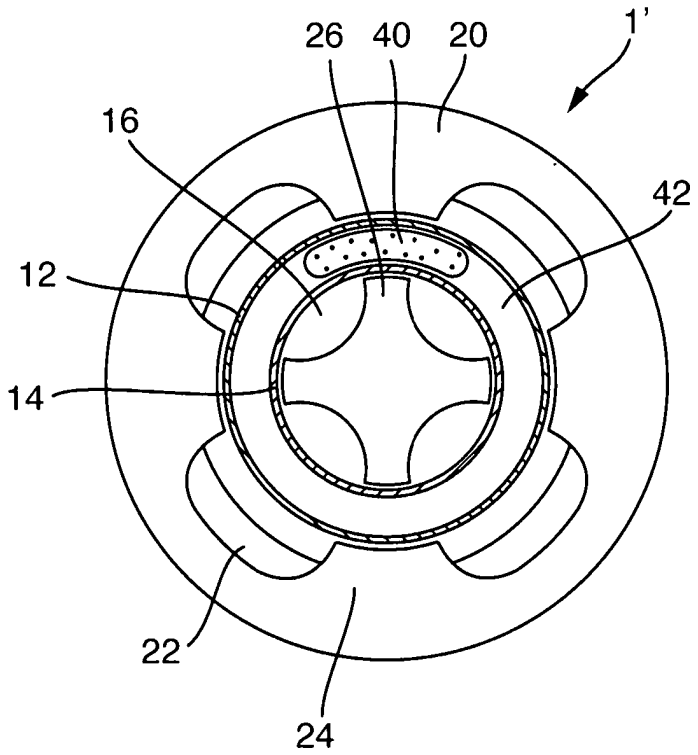


Fig. 2

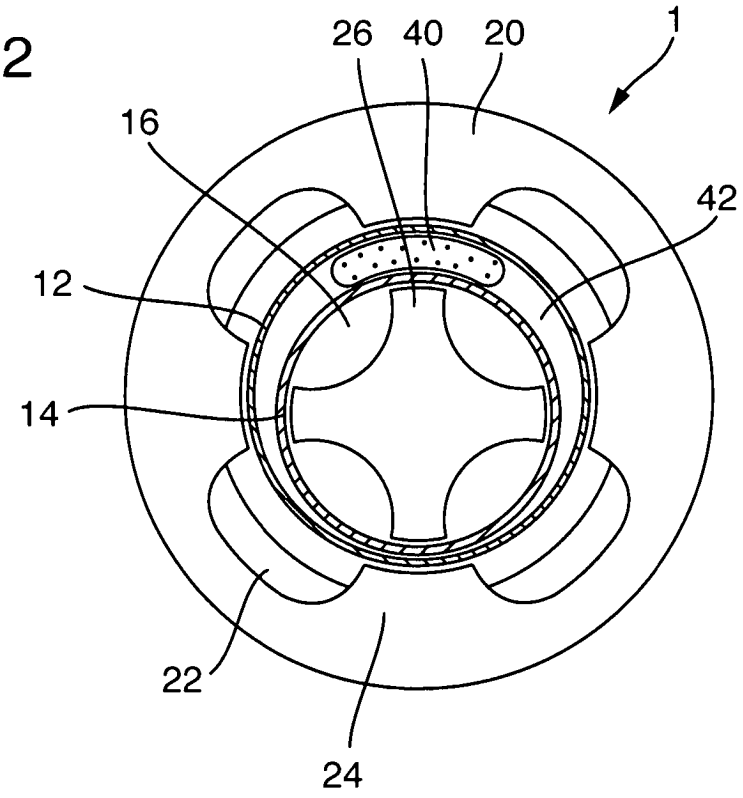


Fig. 3

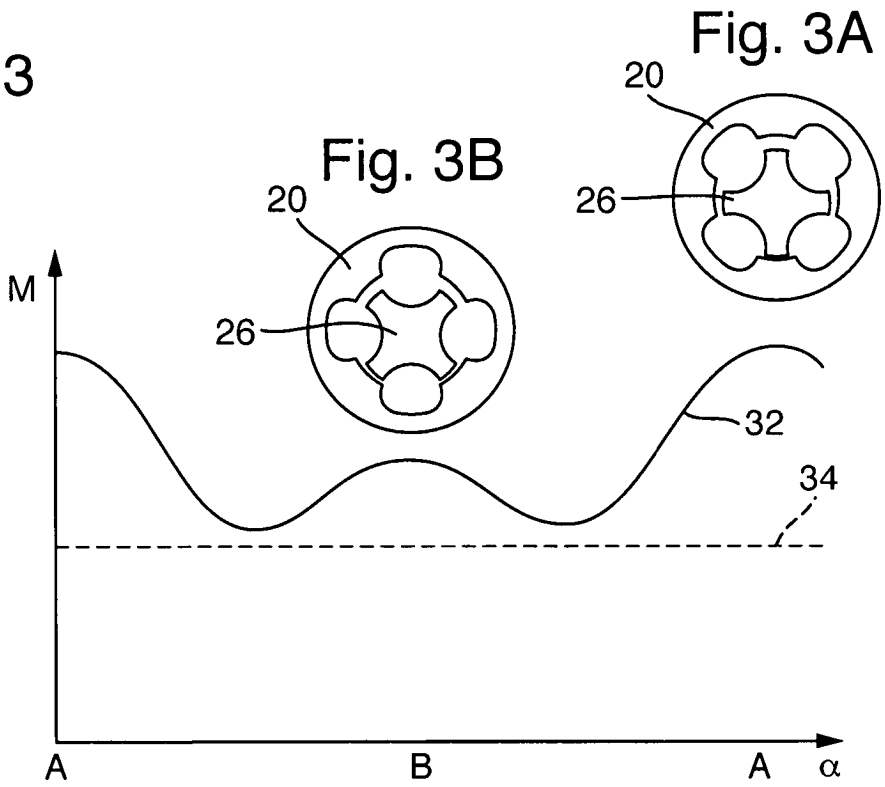
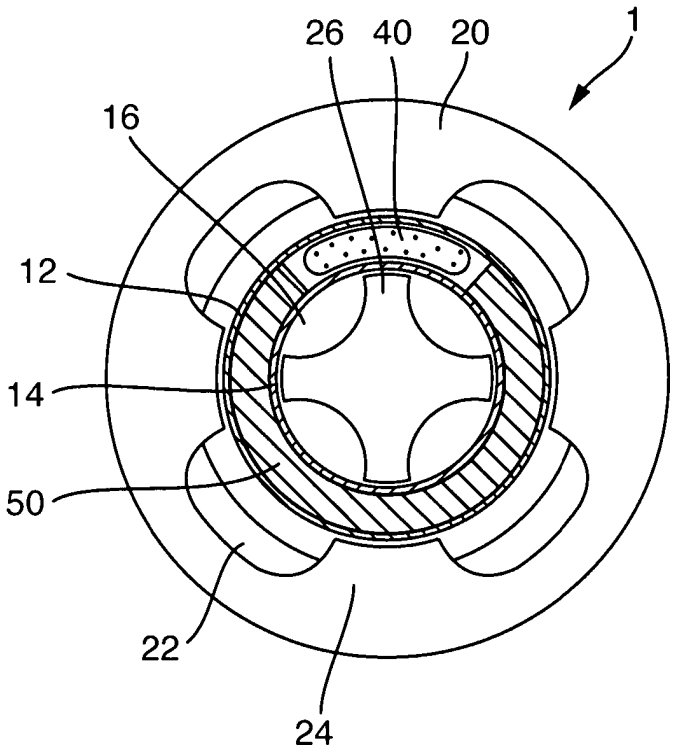


Fig. 4



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.