

**(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
12. Januar 2012 (12.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/003897 AI

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 7/122 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)

(74) Anwalt: SEEMANN, Ralph; Seemann & Partner, Ballindamm 3, 20095 Hamburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/001699

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum: 6. April 2011 (06.04.2011)

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 030 919.2 5. Juli 2010 (05.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OLYMPUS WINTER & IBE GMBH** [DE/DE]; Kuehnstrasse 61, 22045 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIETERS, Martin** [DE/DE]; Gluckstrasse 54c, 22081 Hamburg (DE). **FELDMANN, Marco** [DE/DE]; Petkaustr. 19, 22085 Hamburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC ACTUATOR FOR A SURGICAL INSTRUMENT

(54) Bezeichnung : ELEKTROMAGNETISCHER AKTUATOR FÜR EIN CHIRURGISCHES INSTRUMENT

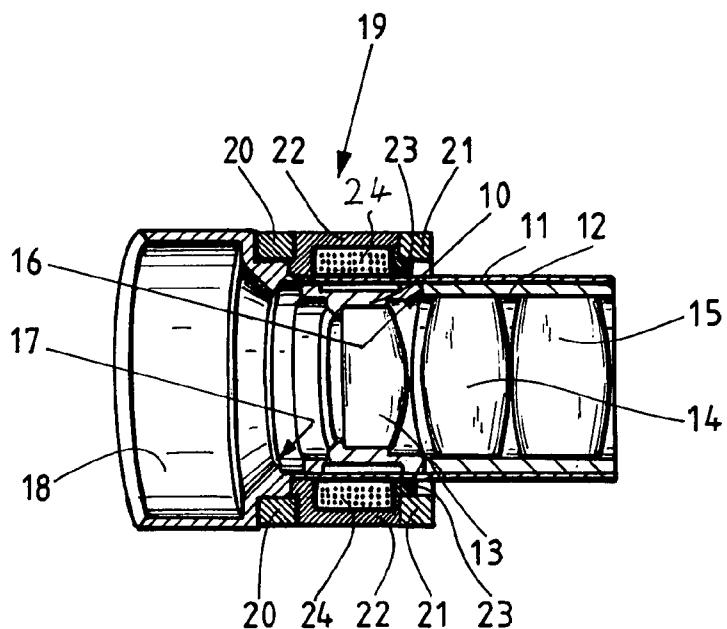


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electromagnetic actuator for a surgical or medical instrument, the actuator having a Stator (19) and a displaceable element (10) which at least partially comprises a paramagnetic or ferromagnetic material and can be displaced from a first position into a second position as a result of being acted upon by an electromagnetic field. The invention is characterized in that the displaceable element (10) can be or is held in the first or in the second position by a permanent magnetic field.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Aktuator für ein chirurgisches oder medizinisches Instrument, wobei der Aktuator einen Stator (19) und ein verschiebbares Element (10) aufweist, das wenigstens teilweise ein paramagnetisches oder ferromagnetisches Material aufweist und durch Beaufschlagung mit einem elektromagnetischen Feld von einer ersten Position in eine zweite Position verschiebbar ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das verschiebbare Element (10) in der ersten oder der zweiten Position durch ein Permanentmagnetfeld gehalten wird oder ist.

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, Veröffentlicht:

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). — mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
V

5

10

Elektromagnetischer Aktuator für ein chirurgisches Instrument

Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Aktuator für ein chirurgisches oder medizinisches Instrument, insbesondere Endoskop, wobei der Aktuator einen Stator und ein verschiebbares Element aufweist, das wenigstens teilweise ein paramagnetisches und/oder ferromagnetisches Material aufweist und durch Beaufschlagung mit einem elektromagnetischen Feld von einer ersten Position in eine zweite Position verschiebbar ist.

20

Aus DE 196 18 355 C2 ist ein Endoskop mit einem distal angeordneten Objektiv bekannt, dessen Bild ein Bildweiterleiter zum proximalen Ende weiterleitet und das wenigstens ein optisches Element wie eine Linsengruppe aufweist, das in Richtung der optischen Achse zur Fokussierung und/oder zur Veränderung der Brennweite durch einen Mikroantrieb verschiebbar ist, wobei der Mikroantrieb wenigstens eine rotationssymmetrische axial bewegliche Hülse aufweist, die die Linsen bzw. das optische Element der bewegbaren Linsengruppe umgibt und aufnimmt, und wobei die Hülse aus einem

permanent magnetischen Material besteht, und in einem Magnetfeld beweglich ist, das von einer Spulenanordnung erzeugt wird. Um die Hülse zu bewegen und zu halten, wird dauernd ein elektromagnetisches Feld erzeugt.

5

Aus DE 1 253 407 B ist ein Endoskop mit einer distal ausstrahlenden Beleuchtungseinrichtung für einen zu beobachtenden Körperhöhlenteil und einem Bildleiter bekannt, von dem das beleuchtete Bild über ein in axialer Richtung einstellbares Objektiv aufgenommen und einem Okular oder einer Kamera zugeleitet wird, wobei das Objektiv für mindestens zwei Bildschärfeneinstellungen durch elektromagnetische Beeinflussung einer als Anker dienenden Objektivfassung von einer Stellung in eine andere Stellung gegenüber dem distalen Ende eines Bildleiters verstellbar ist. Hierbei wird wenigstens eine der beiden Stellungen durch ein permanent anliegenden elektromagnetisches Feld hervorgerufen und die andere Stellung durch die Wirkung einer Feder.

10

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen elektromagnetischen Aktuator anzugeben, mittels dem ein leistungsloses Halten des verschiebbaren Elements in definierten Positionen möglich ist, wobei das Verschieben des verschiebbaren Elements des Aktuators bei geringer Leistung ermöglicht sein soll.

15

Gelöst wird diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20

Die Aufgabe wird durch einen elektromagnetischen Aktuator für ein chirurgisches oder medizinisches Instrument, insbesondere ein Endoskop, gelöst, wobei der Aktuator einen Stator und ein verschiebbares Element aufweist, das wenigstens teilweise ein paramagneti-

25

sches und/oder ferromagnetisches Material aufweist und durch Beaufschlagung mit einem elektromagnetischen Feld von einer ersten Position in eine zweite Position verschiebbar ist, wobei das verschiebbare Element in der ersten Position durch ein Permanentmagnetfeld gehalten wird oder ist und nach Verschieben in die zweite Position in der zweiten Position durch ein Permanentmagnetfeld gehalten wird oder ist.

Durch Verwendung eines Permanentmagnetfeldes ist es möglich, das verschiebbare Element, insbesondere nacheinander, leistunglos sowohl in der ersten als auch der zweiten Position zu halten, so dass keine weitere Leistung in das System eingebracht werden muss.

Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, in der der Stator zwei Permanentmagneten umfasst, die gegensätzlich zueinander gepolt sind. Im Rahmen der Erfindung bedeutet gegensätzlich zueinander gepolt insbesondere, dass die zueinander angeordneten Pole der zwei Permanentmagnete sich abstoßen, also die gleichen Pole benachbart zueinander sind. Hierdurch ist es besonders einfach, ein leistungloses Halten des verschiebbaren Elements in der ersten und/oder der zweiten Position zu ermöglichen. Das verschiebbare Element umfasst hierbei vorzugsweise keinen Permanentmagneten, sondern besteht ausschließlich aus einem paramagnetischen und/oder einem ferromagnetischen Material und gegebenenfalls zusätzlich aus einem nicht magnetischen Material, wobei das ferromagnetische Material aufgrund der größeren magnetfeldverstärkenden Wirkung bevorzugt ist.

Vorzugsweise ist zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes eine Spule vorgesehen, die vorzugsweise zwischen den Permanentmagneten angeordnet ist. Durch diese Anordnung ist es mög-

lieh, auch mit einem relativ kleinen elektromagnetischen Feld das verschiebbare Element zu verschieben. Beim Verschieben bzw. Schalten des elektromagnetischen Aktuators wirken das Permanentmagnetfeld der beiden Permanentmagneten und das elektromagnetische Feld der Spule zusammen. Hierdurch ist es ermöglicht,
5 dass die Permanentmagneten durch das elektromagnetische Feld nicht entmagnetisiert werden.

Vorzugsweise sind zwei Anschläge vorgesehen, die die erste und
10 die zweite Position definieren. Durch die Anschläge kommt das verschiebbare Element in entsprechende Endpositionen oder Zwischenpositionen, über die das verschiebbare Element nicht hinausgelangen kann. Vorzugsweise wirkt beim Anliegen des verschiebbaren Elements an einen Anschlag eine, insbesondere nicht verschwindende, Kraft in Richtung des Anschlags auf das verschiebbare Element. Hierbei wird vorzugsweise das verschiebbare Element
15 in Richtung einer metastabilen Position gezogen, in die das verschiebbare Element allerdings aufgrund der Anschläge nicht ganz gelangen kann. Es wirkt insofern in den jeweiligen Positionen, also
in der ersten Position, in dem Fall, in dem das verschiebbare Element in der ersten Position anliegt und auch in dem Fall, in dem das verschiebbare Element in der zweiten Position anliegt, eine magnetische Kraft in Richtung des jeweiligen Anschlags, so dass das verschiebbare Element definiert am Anschlag gehalten wird. Hierdurch ergibt sich eine sehr definierte Position.
20
25

Anstelle des Anschlags wäre es auch möglich, keinen Anschlag vorzusehen und eine erste bzw. zweite Position im Bereich eines energetischen Minimums des Zusammenwirkens des Permanentmagnetfeldes durch die Permanentmagneten und des Materials des verschiebbaren Elements zu ermöglichen. Die Variante mit den Anschlägen ist allerdings aufgrund der definierten Positionen deutlich
30

bevorzugt.

Wenn zwischen dem Permanentmagneten des Stators ein paramagnetisches und/oder ferromagnetisches Material angeordnet ist, ist eine besonders kleine Leistung für das elektromagnetische Feld ausreichend, um ein Verschieben des verschiebbaren Elements von einer ersten Position in eine zweite Position oder umgekehrt zu ermöglichen. Das paramagnetische und/oder ferromagnetische Material ist hierbei insbesondere Teil des Stators.

10

Vorzugsweise ist die Spule von den Permanentmagneten und dem paramagnetischen und/oder ferromagnetischen Material, insbesondere des Stators, nach außen hin umschlossen.

15

Durch die Anordnung eines paramagnetischen und/oder ferromagnetischen Materials, sowohl im verschiebbaren Element als auch im Stator, wird ein weichmagnetischer Rückschluss für die Spule erzeugt, wodurch schon bei kleinen Strömen durch die Spule hohe Magnetfelder und damit hohe Leistungsdichten erzielt werden können.

20

Vorzugsweise ist das verschiebbare Element in einem Rohr längs-axial verschiebbar gelagert. Die längsaxiale Verschiebung ist entlang der Längsachse des Rohrs. Vorzugsweise ist das Rohr zylindförmig. Es wird vorzugsweise ein um die Längsachse symmetrisches, insbesondere rotationssymmetrisches, Magnetfeld erzeugt. Hierdurch und insbesondere durch die Maßnahme, dass das verschiebbare Element, die Spule und die Permanentmagneten im Schnitt ringförmig sind, und zwar insbesondere im Schnitt quer zur Längsachse, wirken gleichmäßige Kräfte auf das verschiebbare Element, so dass ein Verschieben mit einer geringen Leistung möglich ist. Für den Verschiebevorgang des verschiebbaren Elements

bzw. den Schaltvorgang von einer ersten Position in eine zweite Position oder umgekehrt, reicht ein kurzer elektrischer Schaltimpuls durch die Spule von weniger als 100 Millisekunden und weniger als 500 Milliampere.

5

Vorzugsweise ist ein chirurgisches oder medizinisches Instrument, insbesondere ein Endoskop, mit einem erfindungsgemäßen elektromagnetischen Aktuator versehen.

10

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:

15

Fig. 1 eine schematische, dreidimensionale Schnittdarstellung durch einen Teil eines Endoskops mit einem erfindungsgemäßen Aktuator,

20

Fig. 2 eine schematische Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Aktuators,

25

Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung der Ausführungsform aus Fig. 3 mit einer schematischen Flussdarstellung und

30

Fig. 5 eine schematische Schnittdarstellung der Ausführungsform aus Fig. 3 mit einer schematischen Flussdarstellung.

In den folgenden Figuren sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente bzw. entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer entsprechenden erneuten Vorstellung abgesehen wird.

5

Fig. 1 zeigt eine schematische, dreidimensionale Schnittdarstellung durch einen Teil eines Endoskops mit einem erfindungsgemäßen Aktuator. Der Aktuator kann in einem nicht dargestellten Schaft eines Endoskops angeordnet sein. Der Schaft des Endoskops wäre in Fig. 1 koaxial um den Aktuator angeordnet, und zwar koaxial mit einem Durchmesser, der etwas größer ist als der Außendurchmesser des distalen Endes 18 des Gleitrohrs 11.

Das Gleitrohr 11, das aus einem Metall oder Kunststoff sein kann, wobei es hierbei darauf ankommt, dass dieses aus nicht-magnetischen Materialien besteht, dient als radiale Führung des verschiebbaren Elements 10. Das verschiebbare Element 10 kann beispielsweise eine Linse 13 aufweisen, die Bestandteil eines Objektivs ist, das außerdem noch Linsen 14 und 15 aufweist, die in einem fixierten Halteelement 12 eingebracht sind und entsprechend gehalten sind. Das fixierte Halteelement 12 ist in dem Gleitrohr 11 fixiert bzw. angebracht und definiert einen Anschlag 16. Der weitere Anschlag 17 zum distalen Ende wird auch durch das Gleitrohr 11 durch einen Kragen nach innen definiert. Bei diesem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 handelt es sich um einen rotationssymmetrischen Aufbau, bei dem ein axial verschiebbares Element 10 vorgesehen ist. Das verschiebbare Element 10 kann aus einer, wie in Fig. 1 dargestellten, proximalen Position in Fig. 1 nach links an den Anschlag 17 verschoben werden in eine distale Position. Das verschiebbare Element 10 ist als eine Art Hülse ausgebildet, die insbesondere aus einem weichmagnetischen Material, wie z.B. einem ferromagnetischen Material, besteht bzw. dieses Material aufweist.

Außer aus ferromagnetischem und/oder paramagnetischem Material kann das verschiebbare Element 10 noch eine Reibung vermindern-de Beschichtung auf der Oberfläche aufweisen, die zur Innenwand des Gleitrohrs 11 angeordnet ist.

5

In Fig. 2 ist eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1 dargestellt, bei der die Form der jeweiligen Elemente deutlicher erkennbar ist. Das verschiebbare Element 10 weist einen distalen Polschuh 27 und einen proximalen Polschuh 28 auf. Diese wirken mit dem Magnetfeld und den Permanentmagneten 20 und 21, die als Ringe ausbildet sind und rotationssymmetrisch um die Längsachse des elektromagnetischen Aktuators angeordnet sind, zusammen. Zwischen den Permanentmagneten 20 und 21 sind ein erstes Zwischenteil 22 und ein zweites Zwischenteil 23 aus paramagnetischem oder ferromagnetischem Material vorgesehen, die auch mit Polschuhen oder als Polschuhe ausgebildet sind. Das erste Zwischenteil 22 und das zweite Zwischenteil 23 können auch einstückig sein, also ein einziges Zwischenteil bilden. Ferner ist eine Spule 24 vorgesehen, die nach außen hin durch das erste Zwischenteil 22 und das zweite Zwischenteil 23 umschlossen ist und nach innen bis auf die Unterbrechung durch das Gleitrohr 11 auch von paramagnetischem und/oder ferromagnetischem Material des verschiebbaren Elements 10 umgeben ist. Hierdurch wird eine sehr große Verstärkung des elektromagnetischen Feldes erzielt. Der Stator 19 des elektromagnetischen Aktuators besteht im Wesentlichen aus den beiden Permanentmagnetringen 20 und 21, den beiden Zwischenteilen 22 und 23 und der Spule 24.

20

Das Material, aus dem das verschiebbare Element 10 bestehen kann bzw. das dieses aufweist, kann beispielsweise St-37 oder C-45k sein. Die Außenkontur des verschiebbaren Elements stellt einen Doppelanker dar. Hierdurch entstehen zwei Polschuhe, nämlich ein

25

distaler Polschuh 27 und ein proximaler Polschuh 28. Die Außenseiten der Polschuhe dienen darüber hinaus als Gleitflächen für die Gleitpaarung zwischen dem Gleitrohr 11 und dem verschiebbaren Element 10. Die Innenkontur des verschiebbaren Elements ist vorzugsweise achsensymmetrisch. Von der Symmetrie kann jedoch in gewissen Grenzen abgewichen werden, um beispielsweise eine Schulter zur Montage einer Linse 13 zu integrieren. Vorzugsweise ist das verschiebbare Element schwarz matt ausgeführt.

Der Stator 19 umfasst im Wesentlichen zwei gleichartige Permanentmagneten, die das gleiche Material bzw. die gleiche Magnet- und Magnetisierungsstärke und entsprechend die gleichen Dimensionen haben. Ferner ist eine Spule 24 vorgesehen sowie zwei ferromagnetische Bauteile bzw. Zwischenteile 22 und 23, die als magnetische Flussführung zur Verstärkung und Fokussierung von Magnetfeldern dienen. Die Zwischenteile 22 und 23 sind hufeisenförmig in einem Schnitt längsaxial durch den Stator und in einer polschuhartigen symmetrischen Ausführung realisiert. Sowohl das verschiebbare Element 10 als auch der Stator 19 sind vorzugsweise achsen-symmetrisch aufgebaut. Die Permanentmagneten 20 und 21 sind gegensätzlich zueinander gepolt bzw. angestellt montiert.

Der elektromagnetische Aktuator kann in vier verschiedenen Zuständen vorliegen. Der erste Zustand ist der in Fig. 1 und 2 dargestellte Zustand, bei dem sich das verschiebbare Element 10 in der stabilen proximalen Position befindet. Hierbei wirkt die resultierende Kraft der Permanentmagneten auf das verschiebbare Element gegen den proximalen Anschlag 16. Ferner kann sich das verschiebbare Element in einer stabilen distalen Position befinden, die nicht in Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Die resultierende Kraft der Permanentmagneten wirkt dann auf das verschiebbare Element 10 gegen den distalen Anschlag 17.

Der dritte Zustand ist der, dass der Aktuator das verschiebbare Element aus der distalen Position herausbewegt. Die resultierende Kraft der Spule und der Permanentmagneten bewegt das verschiebbare Element 10 dann in proximale Richtung. Umgekehrt ist der vierte Zustand definiert, in der der Aktuator das verschiebbare Element 10 aus der proximalen Position herausbewegt. Hierbei ist die resultierende Kraft der Spule und der Permanentmagneten so, dass das verschiebbare Element 10 in distale Richtung verschoben wird.

5
10

Die Funktionsweise wird im Folgenden näher erläutert.

In den Fig. 3 bis 5 sind schematische Schnittdarstellungen durch einen elektromagnetischen Aktuator gezeigt, wobei die jeweiligen Elemente und Merkmale schematisch angedeutet sind. In Fig. 3 ist die Spule 24 stromlos, d.h. diese erzeugt kein Magnetfeld. Der Stator umfasst entsprechend wie in Fig. 1 und 2 aus einem ferromagnetischen Material bestehende Zwischenteile 22, 23 und 23', die im Schnitt hufeisenförmig ausgebildet sind. Die Zwischenteile 22, 23 und 23' können als ein gemeinsames Stück, also einstückig, gefertigt sein.

15

20

25

30

Mit 25 ist schematisch ein magnetischer Südpol dargestellt und mit 26 ein schematischer magnetischer Nordpol. Mit 22 ist ein erstes Zwischenteil bzw. Bauteil dargestellt und mit 23 sowie 23' jeweils ein zweites Zwischenteil bzw. Bauteil, die als Polschuhe ausgebildet sind. Entsprechend können auch die Elemente 10, 27 und 28, die die ferromagnetischen Teile des verschiebbaren Elements 10 darstellen sollen, gemeinsam einstückig sein. 27 bezeichnet den distalen Polschuh und 28 den proximalen Polschuh.

Die Haltekräfte des verschiebbaren Elements werden in diesem Fall

nur von den beiden Permanentmagneten durch ein Permanentmagnetfeld erzeugt. Durch die angestellten Magnete 20 und 21 befindet sich an beiden Polschuhen 23 und 23' des Stators der gleiche magnetische Pol. Der magnetische Fluss ist bestrebt, den Weg des geringsten magnetischen Widerstandes zu gehen. Im Verhältnis zur Luft ist der magnetische Widerstand von dem verwendeten ferromagnetischen Material weitaus geringer, so dass das System insgesamt versucht, die Luftspalte zu minimieren. Dieses wird als Reluktanz bezeichnet. Hierdurch werden die Polschuhe, die vorzugsweise aus weichmagnetischem bzw. ferromagnetischem Material bestehen, in Überdeckung gebracht, wodurch eine Bewegung bzw. eine Kraft realisiert wird.

Um eine Haltekraft in proximale Richtung, wie in Fig. 3 durch die Kraft 31 angedeutet ist, an das proximale Anschlagelement 30 zu erreichen, sollte folgendes gegeben sein. Der proximale Polschuh 28 des verschiebbaren Elements 10 muss näher zum proximalen Ende des proximalen Permanentmagnets 21 positioniert sein als der distale Polschuh 27 des verschiebbaren Elements zum distalen Ende des distalen Permanentmagnets 20. Damit muss a größer als b sein. Zudem muss der proximale Polschuh 28 des verschiebbaren Elements 10 proximal über den proximalen Polschuh 23 des Ankers hinausragen. c muss also größer als Null sein. Wenn c = 0 wäre, wäre das System im magnetischen bzw. im energetischen Minimum. Dann wäre keine resultierende Kraft 31 mehr vorhanden. Eine entsprechende Kraft in Richtung des energetischen Minimums würde nur bei einer Verschiebung aus dieser Position heraus entstehen. Dieses führt zu einer nicht diskreten Positionierung, weswegen die Ausführungsform mit entsprechendem Anschlag bevorzugt ist.

30

Das verschiebbare Element 10 bildet für beide Magneten 20 und 21 den magnetischen Rückschluss, so dass der geringste magnetische

Widerstand bzw. der energetisch günstigste Zustand des Systems über das verschiebbare Element 10 erreicht werden kann. Abhängig von der Position des verschiebbaren Elements, also auch abhängig von der Lage der Anschlagelemente 29 bzw. 30, können somit unterschiedliche Haltekräfte realisiert werden. In dem dargestellten Beispiel ist der elektromagnetische Aktuator so ausgelegt, dass die Position des verschiebbaren Elements 10 am Anschlag, also beispielsweise am proximalen Anschlagelement 30, nicht dem energetisch günstigsten Zustand entspricht. Dadurch wird der elektromagnetische Aktuator weiterhin versuchen, das verschiebbare Element in die Position des geringsten Widerstands zu ziehen, wodurch die resultierende Haltekraft (Reluktanz) hervorgeht.

Um nun das verschiebbare Element 10 von der proximalen Position in die distale Position zu verschieben, wird die Spule 24 bestromt. Hierdurch kann ein Gesamtmagnetfeld erzeugt werden, das eine Kraft in distale Richtung erzeugt, die größer ist als die Haltekraft in proximaler Richtung. Dieses ist in Fig. 4 und 5 dargestellt. Die Kraft in distale Richtung ist als Verschiebekraft 34 angegeben. Durch Bestromung der Spule 24 ergibt sich ein entsprechendes Magnetfeld in der Summation des Magnetfeldes des distalen Permanentmagnets 20 und der Spule, das schematisch durch einen magnetischen Nordpol 26 und einen magnetischen Südpol 25 auf der linken Seite der Fig. 4 und der Fig. 5 angedeutet ist. Im Idealfall erzeugt die Spule einen magnetischen Fluss, der dem des distalen Permanentmagnets 20 entspricht. Dadurch wird das Magnetfeld hin zum proximalen zweiten Zwischenteil 23 bzw. Statorpolschuh verstärkt. Der distale Permanentmagnet 20 und die Spule bilden, abstrahiert betrachtet, einen großen zusammenhängenden Magneten, der schematisch eine größere, idealerweise doppelte, Feldstärke als der proximale Permanentmagnet 21 aufweist. Hierdurch ergeben sich entsprechende magnetische Flüsse 32 und 33, die in den Fig. 4 und

5 dargestellt sind, und eine entsprechende Verschiebekraft 34 zum distalen Ende hin. Durch das Zusammenwirken der drei magnetischen Bauteile (beide Permanentmagnete 20 und 21 sowie der Spule 24) wird das verschiebbare Element 10 aus seiner proximalen Position zu seiner distalen Position bewegt.

Durch den dargestellten Aufbau ist es nicht notwendig, dass der magnetische Fluss der Spule den magnetischen Fluss eines Permanentmagnets vollständig auslöscht. Hierdurch wird die Gefahr, 10 dass das Magnetfeld der Spule die Permanentmagnete entmagnetisiert, verringert. Durch das Umgeben der Spule durch ferromagnetisches Material ist ein sehr hoher Wirkungsgrad erzielbar. Dies minimiert den notwendigen Schaltstrom und damit eine möglicherweise auftretende Erwärmung, die bei einem Endoskop im distalen 15 Bereich vermieden werden soll.

Der elektromagnetische Aktuator wird vorzugsweise bei Endoskopen verwendet, die ein optisches System aufweisen. Insbesondere kann mit dem elektromagnetischen Aktuator eine Linse verschoben 20 werden, so dass diese längsaxial entlang der Längsachse 35 verschoben werden kann. Hierdurch ist eine Fokussierung oder eine Verschiebung der Brennweite des Objektivs ermöglicht. Anstelle oder zusätzlich zu der Linse kann auch ein Spiegel vorgesehen sein, mittels dessen die Blickrichtung eines Operateurs im distalen 25 Bereich des Endoskops verändert werden kann. Durch die erfindungsgemäße Lösung ist ein geringer Bauaufwand mit geringem Platzbedarf realisierbar, so dass das Lumen, das beispielsweise für Linsen zur Verfügung steht, nur wenig reduziert wird, so dass sehr leuchtstarke Objektive und damit auch leuchtstarke Endoskope realisierbar sind.

Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu ent-

5

nehmenden 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.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|-------------------------------|
| 10 | verschiebbares Element |
| | 11 Gleitrohr |
| 5 | 12 fixiertes Halteelement |
| | 13 Linse |
| | 14 Linse |
| | 15 Linse |
| | 16 Anschlag |
| 10 | 17 Anschlag |
| | 18 distales Ende |
| | 19 Stator |
| | 20 Permanentmagnet |
| | 21 Permanentmagnet |
| 15 | 22 1. Zwischenteil |
| | 23, 23' 2. Zwischenteil |
| | 24 Spule |
| | 25 magnetischer Südpol |
| | 26 magnetischer Nordpol |
| 20 | 27 distaler Polschuh |
| | 28 proximaler Polschuh |
| | 29 distales Anschlagelement |
| | 30 proximales Anschlagelement |
| | 31 Kraft |
| 25 | 32 magnetischer Fluss |
| | 33 magnetischer Fluss |
| | 34 Verschiebekraft |
| | 35 Längsachse |
| | a Abstand |
| 30 | b Abstand |
| | c Abstand |

5

10

Patentansprüche

15

1. Elektromagnetischer Aktuator für ein chirurgisches oder medizinisches Instrument, wobei der Aktuator einen Stator (19) und ein verschiebbbares Element (10) aufweist, das wenigstens teilweise ein paramagnetisches und/oder ferromagnetisches Material aufweist und durch Beaufschlagung mit einem elektromagnetischen Feld von einer ersten Position in eine zweite Position verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das verschiebbare Element (10) in der ersten Position durch ein Permanentmagnetfeld gehalten wird oder ist und nach Verschieben in die zweite Position in der zweiten Position durch ein Permanentmagnetfeld gehalten wird oder ist.
2. Elektromagnetischer Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (19) zwei Permanentmagneten (20, 21) umfasst, die gegensätzlich zueinander gepolt sind.
3. Elektromagnetischer Aktuator nach Anspruch 1 oder 2,

20

25

30

dadurch gekennzeichnet, dass eine Spule (24) zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes vorgesehen ist.

4. Elektromagnetischer Aktuator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (24) zwischen den Permanentmagneten (20, 21) angeordnet ist.

5 5. Elektromagnetischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Anschläge (16, 17) vorgesehen sind, die die erste und die zweite Position definieren.

10 15 6. Elektromagnetischer Aktuator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei Anliegen des verschiebbaren Elements (10) an einem Anschlag (16, 17) eine Kraft (31) in Richtung der Anschläge (16, 17) auf das verschiebbare Element wirkt.

20 7. Elektromagnetischer Aktuator nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Permanentmagneten (20, 21) des Stators (19) ein paramagnetisches und/oder ferromagnetisches Material angeordnet ist.

25 8. Elektromagnetischer Aktuator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (24) von den Permanentmagneten (20, 21) und dem paramagnetischen und/oder ferromagnetischen Material (22, 23, 23') nach außen hin umschlossen ist.

30 9. Elektromagnetischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das verschiebbare Element (10) in einem Rohr (11) längsaxial verschiebbar gelagert

ist.

10. Elektromagnetischer Aktuator nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das verschiebbare Element (10), die Spule (24) und die Permanentmagneten (20, 21) im Schnitt ringförmig sind.
5
11. Chirurgisches oder medizinisches Instrument, insbesondere Endoskop, mit einem elektromagnetischen Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
10

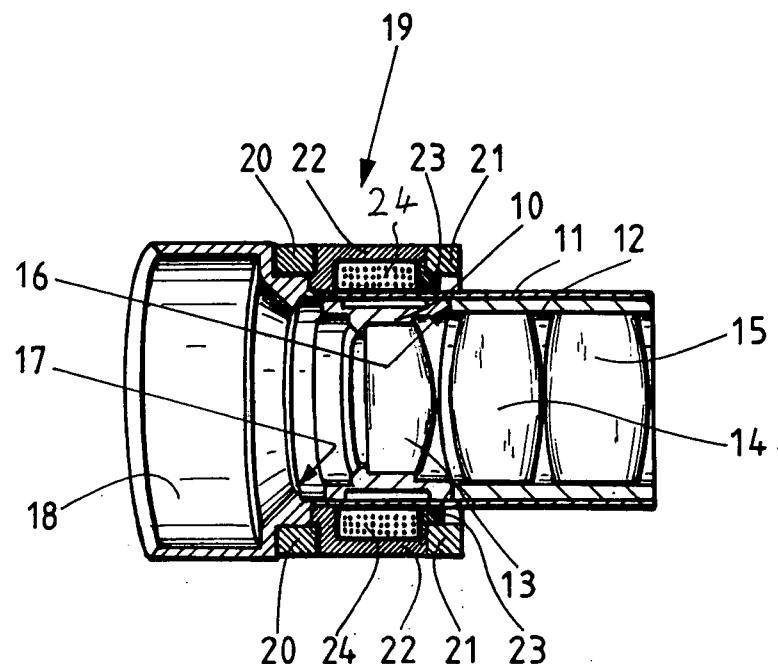


Fig. 1

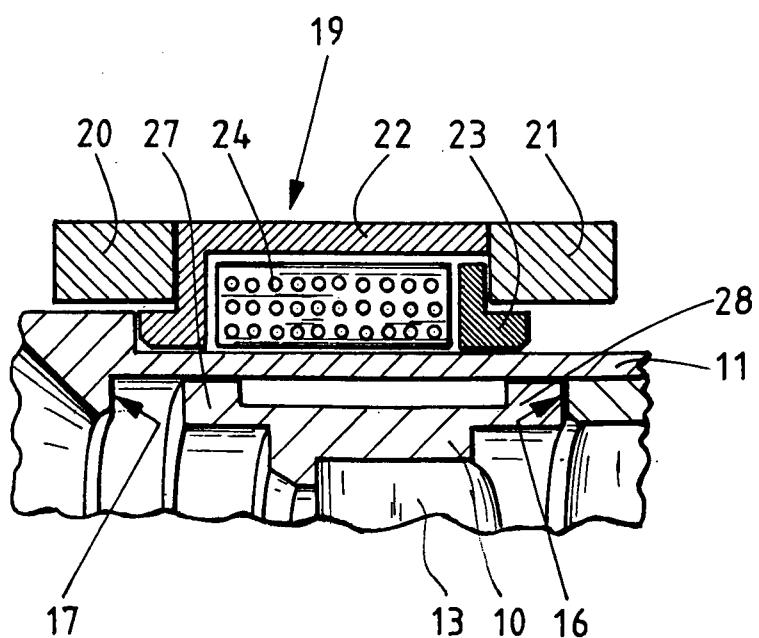


Fig. 2

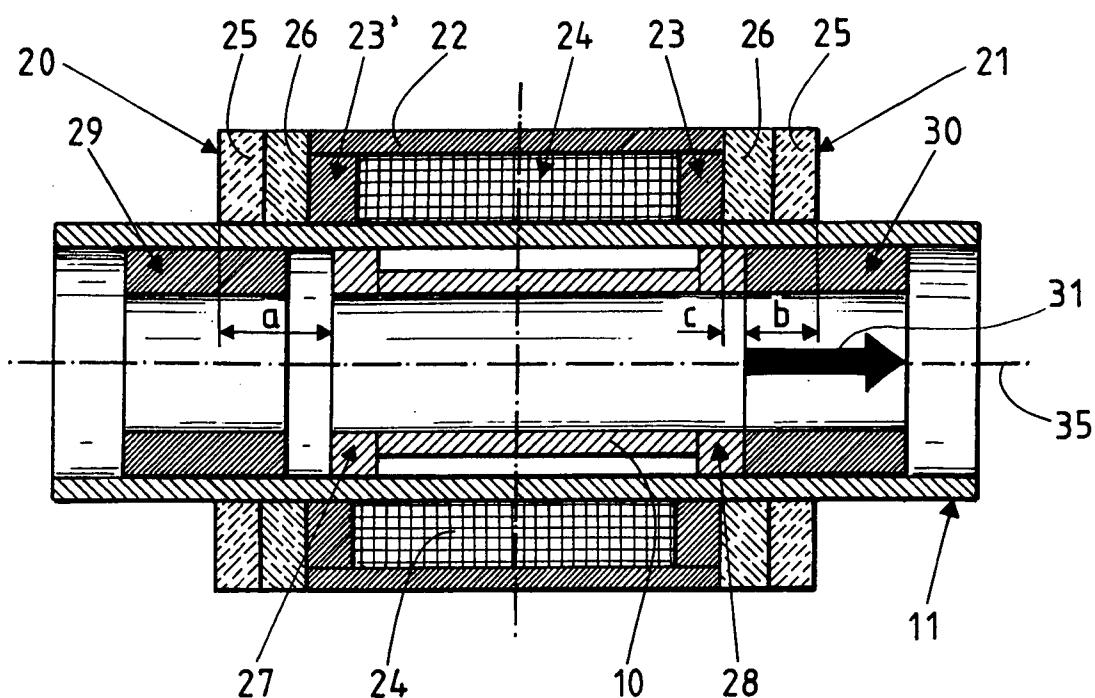


Fig. 3

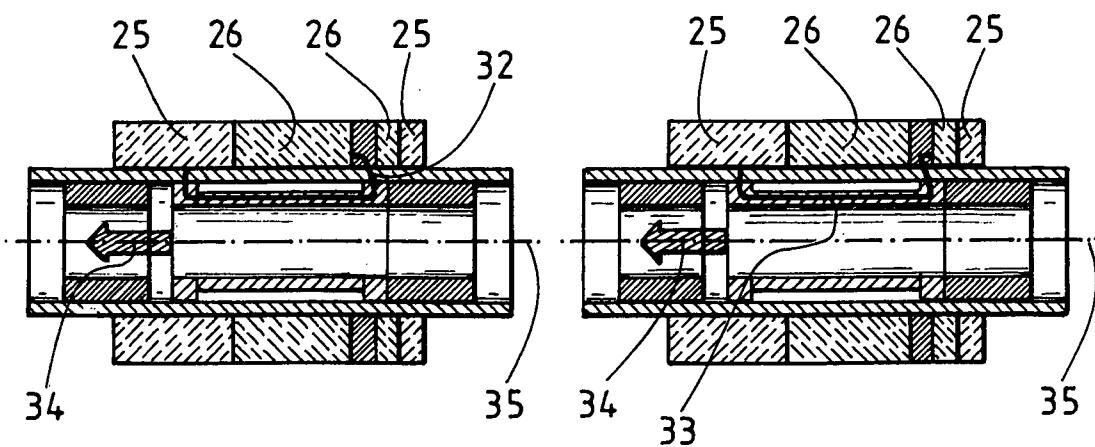


Fig. 4

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/001699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F7/122 H01F7/16
ADD.

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)
H01F A61B G02B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	EP 2 175 458 A2 (HOW TO ORGANIZE GMBH [DE]) 14 April 2010 (2010-04-14) abstract paragraphs [0010] , [0012] , [0013] , [0021] , [0027] - [0033] ; figures 1-10 -----	1-4,7-11
Y	DE 37 17 872 A1 (SONY CORP [JP]) 15 December 1988 (1988-12-15) abstract column 4, lines 37-41 ; figures 1,2 -----	5,6
Y	DE 12 53 407 B (WOLF GMBH RICHARD) 2 November 1967 (1967-11-02) cited in the application column 3, lines 17-19,35-40 column 3, line 61 - column 4, line 10; figures 1,2 -----	5,6



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 document 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	Date of mailing of the international search report
20 July 2011	29/07/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Winkelmann, Andre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/001699

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
EP 2175458	A2 14-04-2010	DE 102008042701 US 2010127580	AI	AI	15-04-2010 27-05-2010
DE 3717872	AI 15- 12- 1988	GB 2205003 US 4785210	A	A	23- 11- 1988 15- 11- 1988
DE 1253407	B 02- 11- 1967	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/001699

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01F7/122 H01F7/16

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte MindestprUfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01F A61B G02B

Recherchierte, aber nicht zum MindestprUfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 175 458 A2 (HOW TO ORGANIZE GMBH [DE]) 14. April 2010 (2010-04-14)	1-4,7-11
Y	Zusammenfassung Absätze [0010] , [0012] , [0013] , [0021] , [0027] - [0033] ; Abbildungen 1-10 -----	5,6
Y	DE 37 17 872 A1 (SONY CORP [JP]) 15. Dezember 1988 (1988-12-15) Zusammenfassung Spalte 4, Zeilen 37-41 ; Abbildungen 1,2 -----	5,6
Y	DE 12 53 407 B (WOLF GMBH RICHARD) 2. November 1967 (1967-11-02) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeilen 17-19,35-40 Spalte 3, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 10; Abbildungen 1,2 -----	5,6

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" älteres Dokument, 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 Recherchebericht 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 anderen 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 Rechercheberichts

20. Juli 2011

29/07/2011

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

Winkelmann, Andre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/001699

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2175458	A2 14-04-2010	DE 102008042701 AI US 2010127580 AI	15-04-2010 27-05-2010
DE 3717872	AI 15- 12- 1988	GB 2205003 A US 4785210 A	23- 11- 1988 15- 11- 1988
DE 1253407	B 02- 11- 1967	KEINE	