



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.08.2007 Patentblatt 2007/33

(51) Int Cl.:
H01F 7/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07450017.4**

(22) Anmeldetag: **05.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Lampl, Ewald**
8551 Wies (AT)
• **Gasser, Hans-Jörg**
8552 Eibiswald (AT)

(30) Priorität: **06.02.2006 AT 1762006**

(74) Vertreter: **Margotti, Herwig Franz et al**
Kopecky & Schwarz
Patentanwälte
Wipplingerstrasse 32/22
1010 Wien (AT)

(71) Anmelder: **MSG Mechatronic Systems GmbH**
8552 Eibiswald (AT)

(54) **Hubmagnet**

(57) Die Erfindung betrifft einen Hubmagneten mit einem magnetischen Eisenrückschlusselement (1), einer von dem Eisenrückschlusselement (1) umgebenen, auf einen Spulenkörper (4) gewickelten Erregerspule (3), einem in einer axialen Durchgangsöffnung (4a) des Spulenkörpers (4) angeordneten Polkern (2) und einem bei Bestromung der Erregerspule (3) in Richtung des Polkerns (2) bis zu einer Hubendposition (HE) verschiebbaren Magnetkolben (15, 25, 35, 45, 55), wobei das Eisenrückschlusselement (1) an einem kolbenseitigen Bereich

(1c) eine Durchgangsöffnung (1e) für den Magnetkolben aufweist. Ein in der Durchgangsöffnung (1e) des kolbenseitigen Bereichs (1c) des Eisenrückschlusselements (1) verschiebbarer Steuerabschnitt (15a, 25a, 35a, 45a, 55a) des Magnetkolbens (15, 25, 35, 45, 55) weist eine solche geometrische Ausbildung auf, dass sich bei Verschiebung des Magnetkolbens (15, 25, 35, 45, 55) in Richtung zur Hubendposition (HE) ein parasitärer Luftspalt (16, 26, 36, 46, 56) in der Durchgangsöffnung (1e) des kolbenseitigen Bereichs (1c) des Eisenrückschlusselements (1) einstellt und/oder vergrößert.

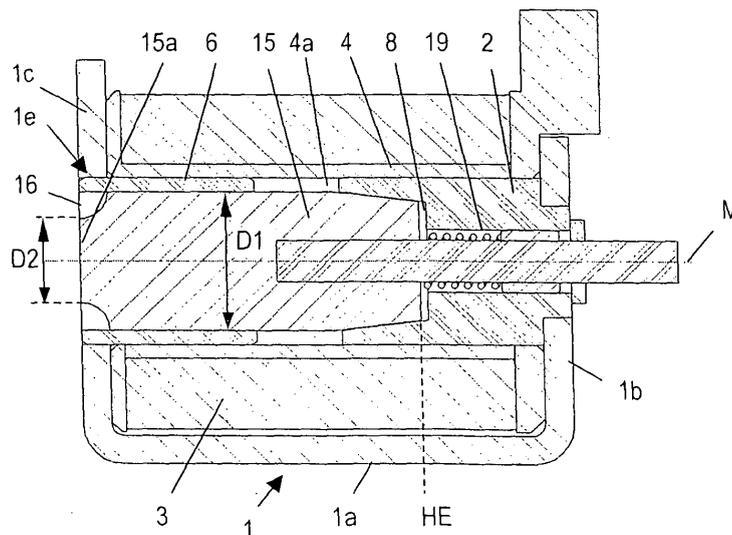


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubmagneten gemäß den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

[0002] Ein solcher Hubmagnet ist aus der DE 196 22 794 A1 bekannt. Dieser Hubmagnet weist ein weichmagnetisches Gehäuse auf, das eine auf einen Spulenkörper gewickelte Erregerspule zumindest teilweise umgibt. In einer axialen Durchgangsöffnung des Spulenkörpers sind ein Polkern und ein bei Bestromung der Erregerspule entlang einer Mittenachse des Spulenkörpers in Richtung des Polkerns bis zu einer Hubendposition verschiebbarer Magnetkolben angeordnet, wobei das Gehäuse an seiner dem Polkern entgegengesetzten Seite eine Durchgangsöffnung für den Magnetkolben aufweist.

[0003] Elektromagnetische Hubmagnete (häufig auch elektromagnetische Aktuatoren genannt) werden in vielen Bereichen zur Ausföhrung von Stell- oder Schaltfunktionen eingesetzt. Die Begrenzung der Hubbewegung erfolgt typischerweise durch einen mechanischen Anschlag in der Hubendposition. Das Anfahren dieser Endposition ist auch bei mechanisch gedämpften Ausföhrungen mit einer Geräuschentwicklung verbunden, welche sehr häufig vom Anwender als störend empfunden wird. Technisch mögliche Regelungen des Hubbetriebes, zum Beispiel durch Wegerfassung und Stromregelung werden aus Kostengründen in Standardanwendungen nicht eingesetzt.

[0004] Eine bekannte Ausföhrungsform eines Hubmagneten ist in Fig. 1 im Längsschnitt dargestellt. Der bekannte Hubmagnet verfügt über einen U-förmigen Bügel als magnetisches Eisenrückschlusselement 1. Das Eisenrückschlusselement 1 verfügt über einen Längschenkel 1a, von dessen beiden Enden sich jeweils ein Querschenkel 1b, 1c weg erstreckt. Die beiden Querschenkel 1b, 1c des Eisenrückschlusselements 1 umgeben eine auf einen Spulenkörper 4 gewickelte Erregerspule 3, wobei die Querschenkel 1b, 1c des Eisenrückschlusselements 1 jeweils an einem stirnseitigen Flansch 4b, 4c des Spulenkörpers 4 anliegen. Der Spulenkörper 4 weist eine zentrale Durchgangsöffnung 4a mit einer Mittenachse M auf. An einer Stirnseite des Spulenkörpers 4 ist ein Polkern 2 in der Durchgangsöffnung 4a angeordnet, ragt aber zum Teil darüber hinaus und ist mit seinem herausragenden Ende in eine Durchgangsöffnung 1d im Querschenkel 1b des Eisenrückschlusselements 1 eingesetzt. Der andere, dem Polkern 2 entgegengesetzte Querschenkel 1c des Eisenrückschlusselements 1 weist ebenfalls eine Durchgangsöffnung 1e auf, die koaxial mit der Durchgangsöffnung 4a des Spulenkörpers 4 ausgerichtet ist. Eine ringförmige Gleitlagerbuchse 6 sitzt in der Durchgangsöffnung 1e des Querschenkels 1c des Eisenrückschlusselements 1 und erstreckt sich in die Durchgangsöffnung 4a des Spulenkörpers 4. Diese ringförmige Gleitlagerbuchse 6 ist an ihrer inneren Umfangsfläche mit einer Gleitschicht, z.B. einer PTFE-Schicht, versehen. Die Gleitlagerbuchse 6 schließt mit der Außenseite des Querschenkels 1c

des Eisenrückschlusselements 1 bündig ab. In der Gleitlagerbuchse ist ein Magnetkolben 5 aus einem weichmagnetischen Material aufgenommen, der sich nach innen über die Gleitlagerbuchse 6 hinaus in die Durchgangsöffnung 4a des Spulenkörpers 4 erstreckt.

[0005] In den Magnetkolben 5 ist koaxial eine Schubstange 7 aus einem nichtmagnetischen Material eingesetzt. Diese Schubstange 7 erstreckt sich durch eine axiale Durchgangsöffnung 2b des Polkerns 2 und durch die Durchgangsöffnung 1d des Querschenkels 1b des Eisenrückschlusselements 1 aus dem Hubmagneten heraus, wobei in der Durchgangsöffnung 2b des Polkerns 2 eine ringförmige Gleitlagerbuchse 10 angeordnet ist, in der die Schubstange 7 geführt wird. Eine Schraubenfeder 9 ist in der Durchgangsöffnung 2b des Polkerns 2 um die Schubstange 7 herum angeordnet. Ein Ende der Schraubenfeder 9 ruht an der Gleitlagerbuchse 10 auf, das andere Ende der Schraubenfeder 9 liegt an dem Magnetkolben 5 an und spannt den Magnetkolben 5 in eine Hubanfangsposition HA vor, die durch das Anliegen eines auf der Schubstange 7 verschiebefest angeordneten Anschlagelements 11 an der Außenfläche des Querschenkels 1 b definiert wird.

[0006] Der Magnetkolben 5 ist entlang der Mittenachse M des Spulenkörpers 4 verschiebbar, wobei zwischen dem Magnetkolben 5 und dem Polkern 2 ein Arbeitsluftspalt 8 ausgebildet ist, dessen axiale Länge s sich mit der Verschiebung des Magnetkolbens 5 verändert. Wenn die Erregerspule 3 mit Strom beaufschlagt wird, so wird der Magnetkolben 5 aus seiner Hubanfangsposition HA in Richtung des Polkerns 2 bis in eine Hubendposition HE bewegt, die im vorliegenden Beispiel als eine Position definiert ist, in der die dem Polkern 2 zugewandte Stirnfläche des Magnetkolbens 5 am Polkern 2 anliegt, so dass die axiale Länge s des Arbeitsluftspalts 8 Null ist. Zur Steuerung der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie ist bei dem bekannten Hubmagneten der dem Polkern 2 zugewandte Endbereich 5a des Magnetkolbens 5 konisch ausgestaltet, und der Polkern 2 ist mit einer korrespondierenden konischen axialen Vertiefung 2a ausgebildet. Die konische Ausgestaltung bewirkt eine Verbesserung und Linearisierung der Anzugskraft im Hubbereich des Magnetkolbens 5, wobei über die Gestaltung der Konusgeometrie die Beeinflussung der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie über einen weiten Hubbereich möglich ist, die Problematik der überproportionalen Kraftzunahme im Hubbereich bei Verkleinerung des Arbeitsluftspaltes aber nicht beseitigt wird. Dies ist anhand der Kennlinie A im Arbeitsluftspalt-Kraft-Diagramm von Fig. 7 dargestellt. Diese typische Eigenschaft von Hubmagneten mit Konusgeometrie von Magnetkolben 5 und Polkern 2 verschärft die Geräuschproblematik durch Erhöhung der kinetischen Energie des Magnetkolbens 5 vor dem Auftreffen auf den Polkern 2 an der Hubendposition HE.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde den bekannten Hubmagneten dahingehend zu verbessern, dass eine Erhöhung der Anzugskraft im Hu-

bendbereich des Magnetkolbens vermieden wird und damit das Geräusch beim Schalten des Hubmagneten beträchtlich zu verringern. Weiters liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde einen Hubmagneten bereitzustellen, der eine verbesserte Steuerbarkeit der Verschiebung des Magnetkolbens aufweist.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch Bereitstellen eines Hubmagneten mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

[0009] Erfindungsgemäß wurde der oben anhand der Fig. 1 beschriebene bekannte Hubmagnet auf eine solche Weise weitergebildet, dass ein in der Durchgangsöffnung des kolbenseitigen Bereichs des Eisenrückschlusselements verschiebbarer Steuerabschnitt des Magnetkolbens eine solche geometrische Ausbildung aufweist, dass sich bei Verschiebung des Magnetkolbens in Richtung zur Hubendposition ein parasitärer Luftspalt in der Durchgangsöffnung des kolbenseitigen Bereichs des Eisenrückschlusselements einstellt und/oder vergrößert.

[0010] Der erfindungsgemäß erzeugte parasitäre Luftspalt führt zu einem erhöhten magnetischen Widerstand im Magnetkreis, der die Hubkraft reduziert, wenn sich der Magnetkolben seiner Hubendposition nähert und dadurch die Geschwindigkeit des Anschlages des Magnetkolbens am Polkern verringern oder das Anschlagen überhaupt verhindern kann. Diese Neuerung ermöglicht praktisch geräuschloses Schalten des Hubmagneten. Allgemein wird durch die erfindungsgemäße Neuerung ein zusätzlicher Parameter der Beeinflussung der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie eingeführt, mit dem die Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie, insbesondere im Hubendbereich, zusätzlich beeinflusst und auf den jeweiligen Anwendungszweck hin optimiert werden kann.

[0011] Mit dieser zusätzlichen Kennliniensteuerung kann in Kombination mit mechanischen Dämpfungselementen die auf den Magnetkolben wirkende Kraft im Hubendbereich so beeinflusst werden, dass die Hubendposition nicht durch einen mechanischen Anschlag des Magnetkolbens am Polkern oder einem Anschlagelement, sondern durch ein Kräftegleichgewicht der von den Dämpfungselementen auf den Magnetkolben ausgeübten Kräfte mit den elektromagnetischen Kräften bestimmt wird. Insbesondere ist in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass eine Feder den Magnetkolben gegen die von der Erregerspule ausgeübte Magnetkraft vorspannt, wobei die Federkraft der Feder so ausgelegt ist, dass der Magnetkolben in seiner Hubendposition von dem Polkern beabstandet ist. Eine solche Maßnahme erlaubt geräuschlose Schaltvorgänge.

[0012] Durch die erfindungsgemäße geometrische Gestaltung des Magnetkolbens zur Erzielung eines parasitären Luftspalts an der Durchgangsöffnung des Eisenrückschlusselements wird in Kombination mit schon bisher eingesetzten Steuerungsmöglichkeiten der Kennlinie eine auf die Anwendung hin optimierte Arbeitsluft-

spalt-Kraft-Kennliniensteuerung ermöglicht, welche die beschriebenen Vorteile bringt, ohne bei der Herstellung Zusatzkosten zu verursachen und damit auch in Standardanwendungen einsetzbar wird.

[0013] In einer Ausführungsform der Erfindung weist der Magnetkolben im Steuerabschnitt einen verringerten Kolbendurchmesser auf, wodurch sich im Verlauf der Verschiebung des Magnetkolbens in Richtung zur Hubendposition bei Eintritt des Steuerabschnitts in die Durchgangsöffnung ein parasitärer Luftspalt in der Durchgangsöffnung des kolbenseitigen Bereichs des Eisenrückschlusselements einstellt, da sich der Abstand zwischen der Wand der Durchgangsöffnung und der Mantellinie des Magnetkolbens vergrößert.

[0014] Je nach gewünschtem Verlauf der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie kann der Durchmesser des Magnetkolbens im Steuerabschnitt in einer oder mehreren Stufen verringert werden, wodurch auch der parasitäre Luftspalt stufenweise zunimmt, je weiter sich der Magnetkolben der Hubendposition nähert. Alternativ dazu kann der Durchmesser des Magnetkolbens im Steuerabschnitt in eine zum Polkern entgegengesetzte Richtung zumindest stückweise stetig verringert werden, wodurch ein gleichmäßiger Verlauf der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie erzielt wird, da sich der parasitäre Luftspalt stetig ändert. Beispielsweise kann der Steuerabschnitt des Magnetkolbens konisch ausgebildet sein oder die Mantellinie des Steuerabschnitts des Magnetkolbens zumindest abschnittsweise einen gekrümmten Verlauf aufweisen, um einen besonders gleichmäßigen Verlauf der Arbeitsluftspalt-Kraft-Kennlinie zu erreichen.

[0015] In einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird anstelle oder zusätzlich zur Durchmessererverringern der Steuerabschnitt des Magnetkolbens durch eine gegenüber herkömmlichen Magnetkolben verkürzte Baulänge des Magnetkolbens realisiert, indem die Länge des Magnetkolbens so kurz gewählt ist, dass in Hubendposition des Magnetkolbens der Steuerabschnitt des Magnetkolbens nicht oder nur teilweise in die Durchgangsöffnung am kolbenseitigen Bereich des Eisenrückschlusselements ragt. Der parasitäre Luftspalt erstreckt sich in diesem Fall über die gesamte Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung und der magnetische Kraftfluss konzentriert sich auf den Teil des Steuerabschnitts des Magnetkolbens, der in die Durchgangsöffnung ragt. Da dieser Teil mit der Bewegung des Magnetkolbens in die Hubendposition ständig kleiner wird, nimmt der magnetische Widerstand zu und folglich die Hubkraft ab.

[0016] Die Erfindung wird nun anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Hubmagneten gemäß dem Stand der Technik im Längsschnitt;

Fig. 2 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hubmagneten im Längsschnitt;

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines erfin-

dungsgemäßen Hubmagneten im Längsschnitt;
 Fig. 4 eine dritte Ausführungsform eines erfindungs-
 gemäßen Hubmagneten im Längsschnitt;
 Fig. 5 eine vierte Ausführungsform eines erfindungs-
 gemäßen Hubmagneten im Längsschnitt;
 Fig. 6 eine fünfte Ausführungsform eines erfindungs-
 gemäßen Hubmagneten im Längsschnitt; und
 Fig. 7 ein Arbeitsluftspalt-Kraft-Diagramm mit Ar-
 beitsluftspalt-Kraft-Kennlinien für den Hubmagneten
 nach dem Stand der Technik und für zwei erfin-
 dungsgemäße Hubmagneten.

[0017] Die Erfindung wird nun anhand von fünf in den
 Figuren 2 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispielen nä-
 her erläutert. Diese Ausführungsbeispiele stellen Modi-
 fikationen des in Fig. 1 dargestellten und oben ausführ-
 lich beschriebenen Hubmagneten dar, wobei für Bauteile,
 die sowohl im bekannten als auch in den erfindungs-
 gemäßen Hubmagneten verwendet werden, in den
 Zeichnungen dieselben Bezugszeichen benutzt werden
 und bezüglich ihrer Funktion auf die obige Beschreibung
 verwiesen wird.

[0018] Die in Fig. 2 dargestellte erste Ausführungsform
 eines erfindungsgemäßen Hubmagneten umfasst ein
 magnetisches Eisenrückschlusselement 1 in Gestalt eines
 U-förmigen Bügels, der z.B. aus Blech gebogen ist.
 Das Eisenrückschlusselement 1 weist einen Längs-
 schenkel 1a und zwei sich vom Längsschenkel 1 a er-
 streckende Querschenkel 1b, 1 c auf. Die Querschenkel
 1b, 1 c umgreifen die gegenüberliegenden Stirnseiten
 eines Spulenkörpers 4, auf den eine Erregerspule 3 ge-
 wickelt ist. Der Spulenkörper 4 besitzt eine axiale Durch-
 gangsöffnung 4a, in der an einem Ende ein Polkern 2
 angeordnet ist. Weiters sind in der axialen Durchgangs-
 öffnung 4a des Spulenkörpers 4 eine ringförmige Gleit-
 lagerbuchse 6 und ein darin verschieblich gelagerter Ma-
 gnetkolben 15 aus einem weichmagnetischen Material
 angeordnet. Wenn die Erregerspule 3 mit elektrischem
 Strom beaufschlagt wird, so wird der Magnetkolben 15
 durch die elektromagnetische Kraft der Erregerspule 3
 angezogen und entlang einer Mittenachse M in der axia-
 len Durchgangsöffnung 4a des Spulenkörpers 4 in Rich-
 tung des Polkerns 2 bis zu einer Hubendposition HE ver-
 schoben. Das Eisenrückschlusselement 1 weist an dem
 dem Polkern 2 entgegengesetzten kolbenseitigen Be-
 reich, d.h. dem Querschenkel 1c, eine Durchgangsöff-
 nung 1 e auf, die so dimensioniert ist, dass der Magnet-
 kolben 15 hindurchgehen kann. Soweit bis jetzt beschrie-
 ben ist die Konstruktion des Hubmagneten konventionell.
 Im Unterschied zum Stand der Technik weist der Ma-
 gnetkolben 15 des erfindungsgemäßen Hubmagneten
 jedoch einen Steuerabschnitt 15a am vom Polkern 2 be-
 abstandeten Ende des Magnetkolbens 15 auf, welcher
 Steuerabschnitt 15a in der Durchgangsöffnung 1 e des
 Querschenkels 1 c des Eisenrückschlusselements 1 ver-
 schiebbar ist. Der Steuerabschnitt 15a zeichnet sich
 durch einen sich verringern den Durchmesser aus, wobei
 sich dieser Durchmesser - ausgehend vom Durchmesser

D1 des Mittelabschnitts des (zylindrischen) Magnetkol-
 bens 15 zum vom Polkern 2 abgewandten Ende des
 Steuerabschnitts auf einen Durchmesser D2 verringert,
 wobei der Übergang vom größeren Durchmesser D1 auf
 den kleineren Durchmesser D2 stetig verläuft, wobei sich
 die Mantellinie des Steuerabschnitts 15a als Viertelkreis
 präsentiert. Während der Hubbewegung des Magnetkol-
 bens 15 in Richtung der Hubendposition HE tritt der Steu-
 erabschnitt 15a des Magnetkolbens 15 von außen in die
 Durchgangsöffnung 1e ein. Durch den sich stetig verrin-
 gernden Durchmesser des Steuerabschnitts 15a wird in
 der Durchgangsöffnung 1e ein parasitärer Luftspalt 16
 hervorgerufen, der den Magnetfluss vom Querschenkel
 1c des Eisenrückschlusselements 1 verringert und da-
 durch auch die Hubkraft verringert. Der Magnetfluss ist
 am geringsten, wenn der Magnetkolben 15 die Hubend-
 position erreicht hat, wie im Arbeitsluftspalt-Kraftdia-
 gramm von Fig. 7 anhand der Kennlinie B dargestellt.
 Man erkennt aus der Kennlinie B, dass am Beginn des
 Hubwegs, wenn der Arbeitsluftspalt 8 eine Länge von 6
 mm aufweist, die Hubkraft etwas mehr als 2 N ausmacht.
 Mit sich verringerndem Arbeitsluftspalt nimmt die Hub-
 kraft auf a. 3,7 N zu, bis bei einer Arbeitsluftspaltlänge
 von ca. 2 mm der Steuerabschnitt 15 in die Durchgangs-
 öffnung 1e eintritt und dabei den parasitären Luftspalt 16
 erzeugt (bzw. einen aufgrund von Fertigungstoleranzen
 und dem Vorhandensein der Gleitlagerbuchse 6 bereits
 bestehenden parasitären Luftspalt vergrößert). Der pa-
 rasitäre Luftspalt 16 führt zu einem Absinken der Hub-
 kraft auf ca. 3 N an der Hubendposition HE.

[0019] Die verringerte Hubkraft am Ende des Hub-
 wegs ermöglicht für sich bereits fast geräuschlose
 Schaltvorgänge des Hubmagneten. Gemäß der Erfin-
 dung ist aber eine weitere Maßnahme vorgesehen, die
 praktisch geräuschlose Schaltvorgänge ermöglicht. Die-
 se Maßnahme umfasst die Auslegung der Federkraft ei-
 ner an sich bekannten Feder 19 (vergleiche Feder 9 in
 Fig. 1), die als Rückstellelement für den Magnetkolben
 15 dient, solcherart, dass die Hubendposition HE nicht
 durch einen mechanischen Anschlag des Magnetkol-
 bens 15 am Polkern 2, sondern durch ein Kräftegleich-
 gewicht der von der Feder 19 auf den Magnetkolben 15
 ausgeübten Federkraft mit den elektromagnetischen
 Kräften, die von der Erregerspule 3 erzeugt werden,
 bestimmt wird. Wie aus der Kennlinie B des Arbeitsluftspalt-
 Kraft-Diagramms von Fig. 7 zu sehen ist, ist der Magnet-
 kolben 15 in seiner Hubendposition HE von dem Polkern
 2 ca. 0,5 mm beabstandet, oder anders gesagt, bleibt
 ein Rest-Arbeitsluftspalt von 0,5 mm Länge.

[0020] Fig. 3 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Aus-
 führungsform eines Hubmagneten. Diese zweite Ausfüh-
 rungsform unterscheidet sich von der ersten nur insofern,
 als der Magnetkolben 25 mit einem konischen Steuer-
 abschnitt 25a versehen ist, der sich von einem Durch-
 messer D1 in eine vom Polkern 2 entgegengesetzte
 Richtung konisch auf einen kleineren Durchmesser D2
 verringert. Der dadurch erzeugte parasitäre Luftspalt ist
 mit dem Bezugszeichen 26 bezeichnet.

[0021] Fig. 4 zeigt eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsform eines Hubmagneten. Diese dritte Ausführungsform unterscheidet sich von den vorangegangenen Ausführungsformen nur insofern, als der Magnetkolben 35 mit einem zylindrischen Steuerabschnitt 35a versehen ist, der einen Durchmesser D2 aufweist, der kleiner ist als ein Durchmesser D1 eines dem Steuerabschnitt 35a benachbarten zentralen zylindrischen Abschnitts 35b des Magnetkolbens 35. Somit ist ein abgestufter Übergang vom zentralen Abschnitt 35 auf den Steuerabschnitt 35a des Magnetkolbens verwirklicht. Der Übergang könnte gemäß der Erfindung auch in mehreren Abstufungen erfolgen. Der sich in der Durchgangsbohrung 1e einstellende parasitäre Luftspalt 36 ist ringförmig.

[0022] Fig. 5 zeigt eine vierte erfindungsgemäße Ausführungsform eines Hubmagneten. Diese vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten, in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform prinzipiell nur dadurch, als sich an den Steuerabschnitt 45a des Magnetkolbens 45, der eine Durchmessererringerung von D1 auf D2 mit sich bringt, noch ein zylindrischer Endabschnitt 45c mit einem Durchmesser D2 anschließt. Der zylindrische Endabschnitt 45c ragt auch in der Hubendstellung HE durch die Durchgangsöffnung 1e des Querschenkels 1c des Eisenrückschlusselements 1 hindurch nach außen. Im Gegensatz dazu bildeten bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen die Steuerabschnitte (15a, 25a, 35a) jeweils das vom Polkern abgewandte Ende des Magnetkolbens, wobei die Magnetkolbenlänge so bemessen war, das in der Hubendstellung HE die Stirnflächen der Steuerabschnitte bündig mit der Außenfläche des Querschenkels 1 c abschlossen.

[0023] In Fig. 6 ist eine fünfte erfindungsgemäße Ausführungsform eines Hubmagneten im Längsschnitt dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von den vorangegangenen Ausführungsformen insofern, als der Steuerabschnitt 55a des Magnetkolbens 55 keine von der Zylinderform abweichende Gestalt hat, sondern als Endabschnitt des Magnetkolbens mit einem unveränderten Durchmesser D1 ausgeführt ist. Jedoch ist die Länge L des Magnetkolbens 55 so gewählt, dass der Steuerabschnitt 55a nicht in die Durchgangsöffnung 1 e des Eisenrückschlusselements 1 ragt, sondern bündig mit der Innenfläche des Querschenkels 1 c abschließt. Der parasitäre Luftspalt 56 erstreckt sich in diesem Fall über die gesamte Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung 1 e, und der magnetische Kraftfluss konzentriert sich während der Hubbewegung des Magnetkolbens 55 auf den Teil des Steuerabschnitts 55a, der noch in die Durchgangsöffnung 1e ragt. Da dieser Teil entsprechend dem zurückgelegten Hubweg des Magnetkolbens ständig kleiner wird und in der Hubendposition HE gegen Null geht, nimmt der magnetische Widerstand zu und fällt folglich die Hubkraft stark ab, wie in der Kennlinie C im Arbeitsluftspalt-Kraft-Diagramm von Fig. 7 dargestellt.

[0024] Auch bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist die Federkraft der Feder 59 so eingestellt, dass die Hubendposition HE nicht durch einen mechanischen An-

schlag des Magnetkolbens 55 am Polkern 2, sondern durch ein Kräftegleichgewicht der von der Feder 59 auf den Magnetkolben 55 ausgeübten Federkraft mit den elektromagnetischen Kräften, die von der Erregerspule 3 erzeugt werden, bestimmt wird. Wie aus der Kennlinie C zu sehen ist, ist der Magnetkolben 55 in seiner Hubendposition HE von dem Polkern 2 ca. 0,5 mm beabstandet, und es bleibt ein Rest-Arbeitsluftspalt 8 von 0,5 mm Länge.

[0025] Es sei erwähnt, dass das magnetische Eisenrückschlusselement nicht als Bügel ausgebildet sein muss, sondern z.B. auch als Gehäuse ausgebildet sein kann. In der Literatur wird das magnetische Eisenrückschlusselement auch als Stator bezeichnet. Der Magnetkolben wird in der Literatur häufig als Anker bezeichnet.

Patentansprüche

1. Hubmagnet mit einem magnetischen Eisenrückschlusselement (1), einer zumindest teilweise von dem Eisenrückschlusselement (1) umgebenen, auf einen Spulenkörper (4) gewickelten Erregerspule (3), einem zumindest teilweise in einer axialen Durchgangsöffnung (4a) des Spulenkörpers (4) angeordneten Polkern (2) und einem bei Bestromung der Erregerspule (3) entlang einer Mittenachse (M) des Spulenkörpers (4) in Richtung des Polkerns (2) bis zu einer Hubendposition (HE) verschiebbaren Magnetkolben (15, 25, 35, 45, 55), wobei das Eisenrückschlusselement (1) an einem dem Polkern (2) entgegengesetzten kolbenseitigen Bereich (1c) eine Durchgangsöffnung (1e) für den Magnetkolben aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in der Durchgangsöffnung (1e) des kolbenseitigen Bereichs (1c) des Eisenrückschlusselements (1) verschiebbarer Steuerabschnitt (15a, 25a, 35a, 45a, 55a) des Magnetkolbens (15, 25, 35, 45, 55) eine solche geometrische Ausbildung aufweist, dass sich bei Verschiebung des Magnetkolbens (15, 25, 35, 45, 55) in Richtung zur Hubendposition (HE) ein parasitärer Luftspalt (16, 26, 36, 46, 56) in der Durchgangsöffnung (1e) des kolbenseitigen Bereichs (1c) des Eisenrückschlusselements (1) einstellt und/oder vergrößert.
2. Hubmagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetkolben (15, 25, 35, 45) im Steuerabschnitt (15a, 25a, 35a, 45a) einen verringerten Kolbendurchmesser (D2) aufweist.
3. Hubmagnet nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Durchmesser des Magnetkolbens (35) im Steuerabschnitt (35a) stufenweise (D1→D2) verringert.
4. Hubmagnet nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Durchmesser des Magnet-

kolbens (15, 25, 45) im Steuerabschnitt (15a, 25a, 45a) in eine zum Polkern (2) entgegengesetzte Richtung zumindest stückweise stetig verringert.

5. Hubmagnet nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerabschnitt (25a) des Magnetkolbens (25) konisch ausgebildet ist. 5
6. Hubmagnet nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mantellinie des Steuerabschnitts (15a, 45a) des Magnetkolbens (15, 45) zumindest abschnittsweise einen gekrümmten Verlauf aufweist. 10
7. Hubmagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L) des Magnetkolbens (55) so kurz gewählt ist, dass in Hubendposition (HE) des Magnetkolbens der Steuerabschnitt (55a) des Magnetkolbens nicht oder nur teilweise in die Durchgangsöffnung (1e) des kolbenseitigen Bereichs (1c) des Eisenrückschlusselements (1) ragt. 15
20
8. Hubmagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Feder (19, 59) den Magnetkolben (15, 55) gegen die von der Erregerspule (3) ausgeübte Magnetkraft vorspannt, wobei die Federkraft der Feder (19, 59) so ausgelegt ist, dass der Magnetkolben (19, 59) in seiner Hubendposition (HE) von dem Polkern (2) beabstandet ist. 25
30

35

40

45

50

55

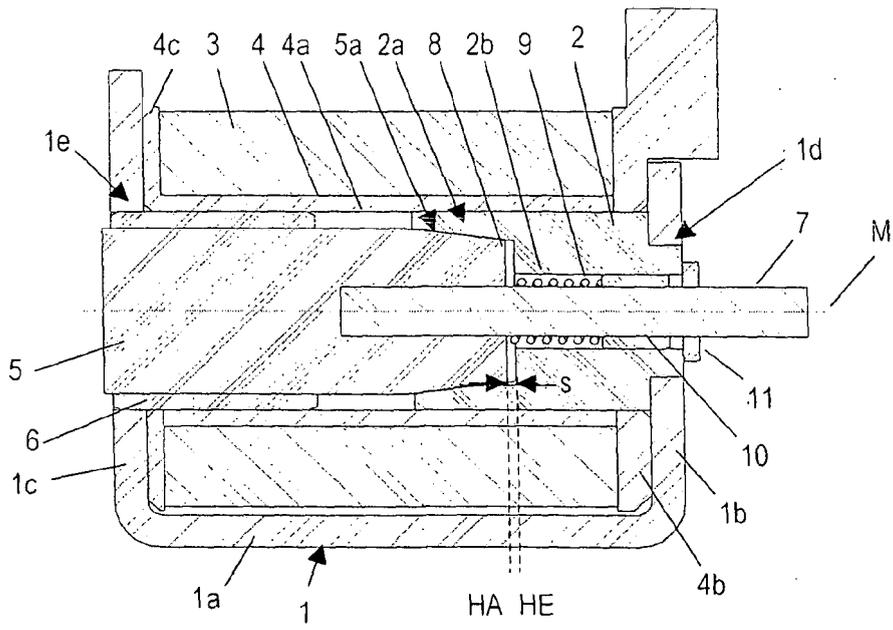


Fig. 1 (S.d.T)

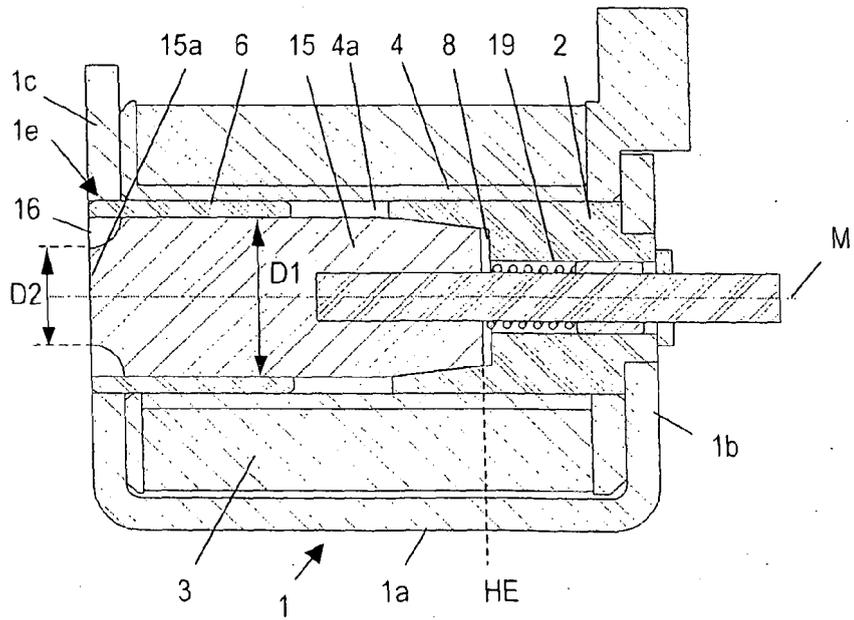


Fig. 2

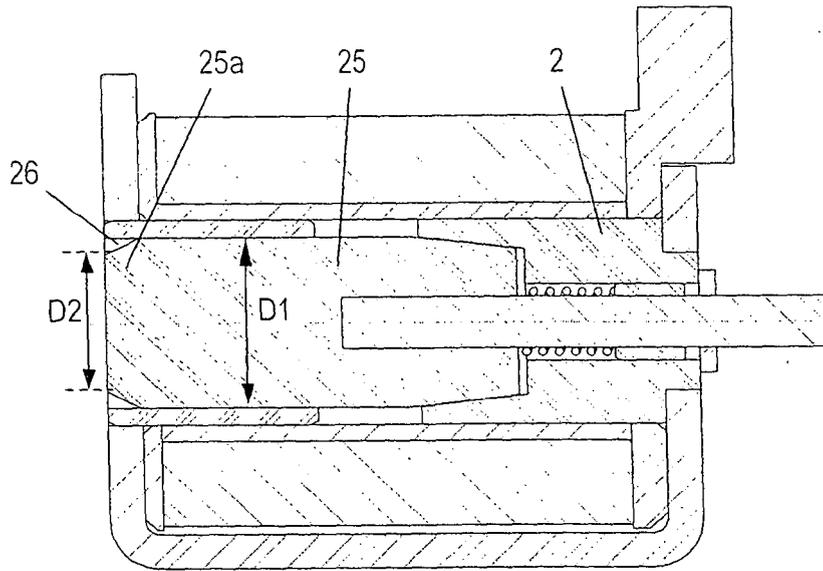


Fig. 3

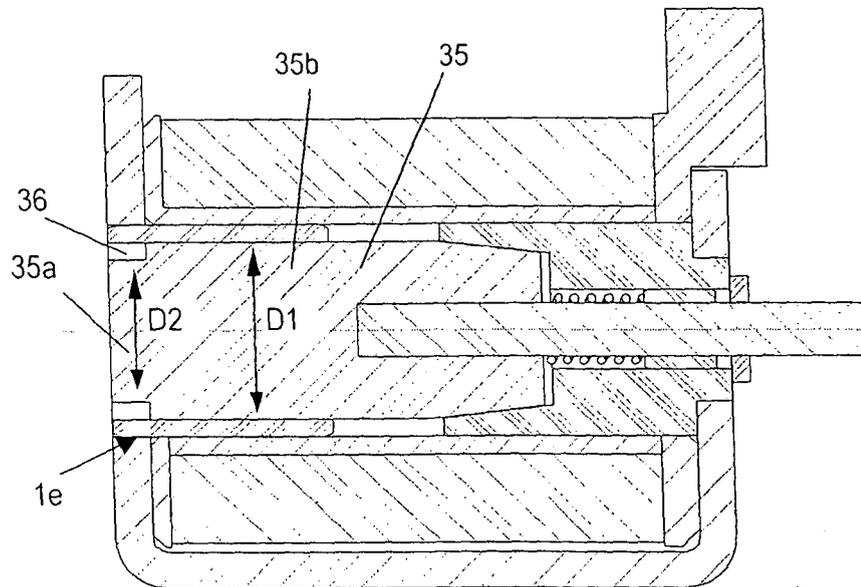


Fig. 4

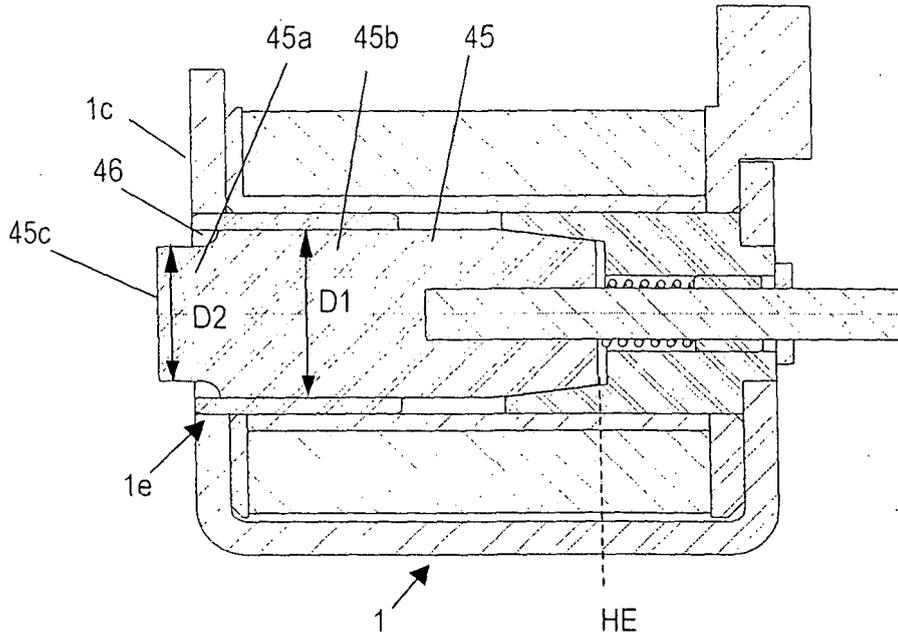


Fig. 5

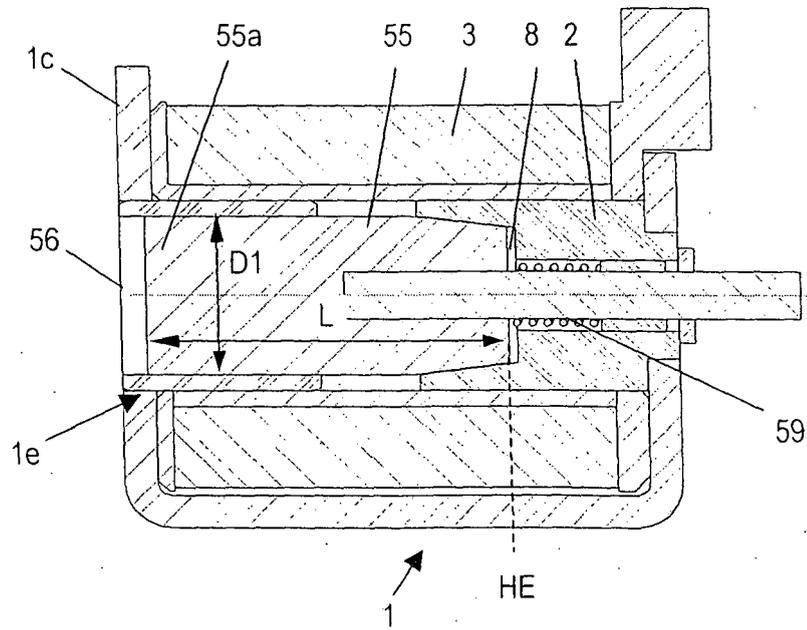


Fig. 6

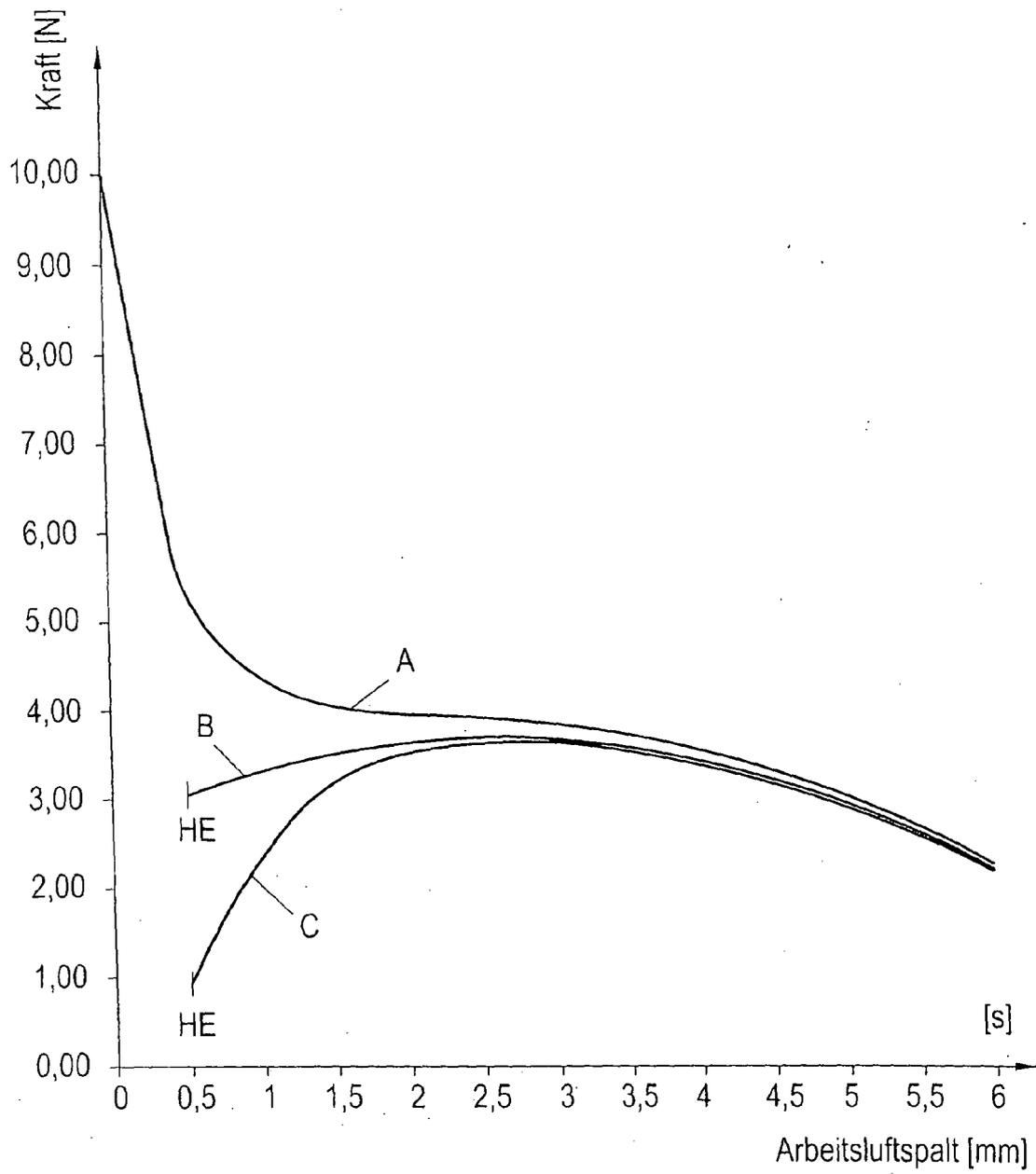


Fig. 7



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2005 012251 U1 (INDEAS EINGABE UND ANTRIEBS SY [DE]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) * Abbildung 1 * * Absatz [0029] *	1,2,4,6	INV. H01F7/08
A	----- US 4 604 600 A (CLARK BRUCE D [US]) 5. August 1986 (1986-08-05) * Abbildungen 2,5-8 *	8	
X	----- DE 196 22 794 A1 (BINDER MAGNETE [DE]) 11. Dezember 1997 (1997-12-11) * das ganze Dokument *	1,7	
A,D	----- EP 1 357 322 A1 (ADVICS CO LTD [JP]) 29. Oktober 2003 (2003-10-29) * Absatz [0012] *	1	
A	-----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2007	Prüfer VAN DEN BERG, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 45 0017

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202005012251 U1		27-10-2005	KEINE	

US 4604600	A	05-08-1986	KEINE	

DE 19622794	A1	11-12-1997	EP 0811996 A1	10-12-1997

EP 1357322	A1	29-10-2003	DE 60206597 D1	17-11-2005
			DE 60206597 T2	24-05-2006
			WO 03016763 A1	27-02-2003
			US 2004026643 A1	12-02-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19622794 A1 [0002]