



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2018 Patentblatt 2018/17

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17197652.5**

(22) Anmeldetag: **20.10.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Mang, Helmut**
87700 Memmingen (OT Buxach) (DE)
• **Tappe, Peter**
87700 Memmingen (DE)

(74) Vertreter: **Pfister & Pfister**
Patent- und Rechtsanwälte
Hallhof 6-7
87700 Memmingen (DE)

(30) Priorität: **21.10.2016 DE 102016120153**

(71) Anmelder: **SVM Schultz Verwaltungs-GmbH & Co. KG**
87700 Memmingen (DE)

(54) **ELEKTROMAGNET**

(57) Die Erfindung betrifft einen Elektromagnet, insbesondere zur Betätigung eines Ventils. Der Elektromagnet weist einen Spulenkörper auf, der Wicklungen eines elektrischen Strom leitenden Drahtes trägt. Ein Tubusrohr ist zumindest teilweise im Inneren des Spulenkörpers angeordnet. Der erste Längsabschnitt des Tubusrohres stützt sich in einem Stabilisierungskörper ab. Der zweite Längsabschnitt des Tubusrohres ist von einem Kern gehalten.

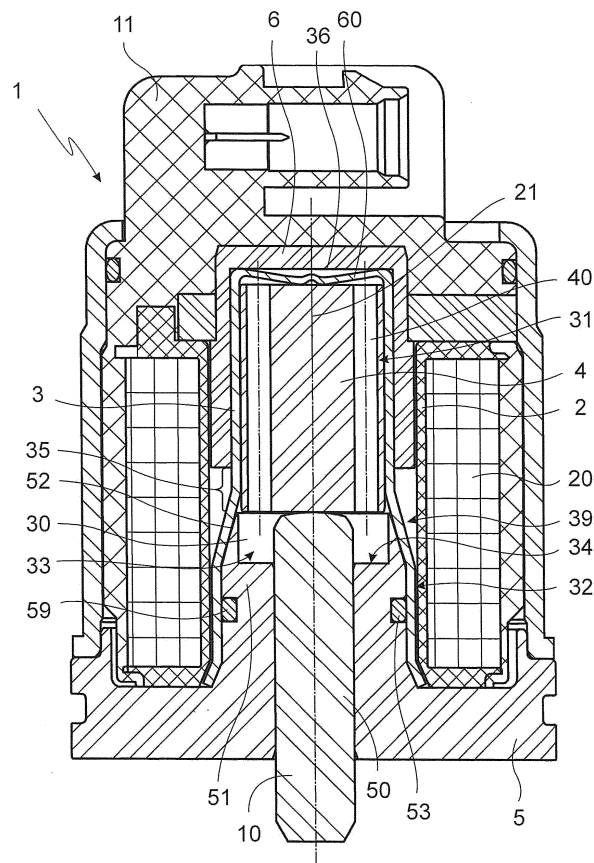


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagnet, insbesondere zur Betätigung eines Ventils, wobei der Elektromagnet einen Spulenkörper aufweist, der Wicklungen eines elektrischen Strom leitenden Drahtes trägt, und ein Tubusrohr, zumindest teilweise, im Inneren des Spulenkörpers angeordnet ist und das Tubusrohr einen Anker-
raum bildet, in dem ein Anker längsbeweglich gelagert ist und auf einen, in einem Kern des Elektromagneten gelagerten Stößel wirkt.

[0002] Für die Einstellung der magnetischen Eigenschaften des Elektromagneten ist es bekannt das Tubusrohr einstückig, aber aus unterschiedlichen Abschnitten, herzustellen. Diese Abschnitte unterscheiden sich bezüglich ihrer Eigenschaften der Leitung oder Führung der magnetischen Feldlinien (magnetische Leitfähigkeit).

[0003] Die Endabschnitte des Tubusrohres bestehen aus Materialien / Metallen mit guter oder besserer magnetischer Leitfähigkeit. Zwischen diesen Abschnitten befindet sich ein Stück aus einem Material/Metall mit schlechter oder geringerer magnetischer Leitfähigkeit.

[0004] Diese Abschnitte werden miteinander verschweißt und müssen hernach zerspanend nachbearbeitet werden, um eine entsprechende Präzision zu gewährleisten, da die Innenfläche des Tubusrohres als Auflagefläche des Ankers im Ankerraum dient.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Anordnung zu finden, die eine kostengünstigere Herstellung ermöglicht.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Elektromagneten wie eingangs beschrieben und schlägt vor, dass sich der erste Längsabschnitt des Tubusrohres in einem Stabilisierungskörper abstützt und der zweite Längsabschnitt des Tubusrohres vom Kern gehalten ist und der Stabilisierungskörper und der Kern axial, bezogen auf die Spulenlängsachse des Spulenkörpers, beabstandet sind.

[0007] Geschickterweise besteht der Stabilisierungskörper bzw. der Kern aus einem Material mit guter/hoher magnetischer Leitfähigkeit. Der Stabilisierungskörper und der Kern sind voneinander beabstandet und werden durch das Tubusrohr verbunden, wobei das Tubusrohr aus einem Material mit schlechter/geringer magnetischer Leitfähigkeit gebildet ist. Dabei müssen die drei Elemente Stabilisierungskörper, Tubusrohr und Kern nicht zwingenderweise mechanisch fest miteinander verbunden zum Beispiel verschweißt werden, die Dichtheit des Elektromagneten, insbesondere der Ankerraum wird durch eine entsprechend dichte Ausgestaltung des Tubusrohres allein erreicht.

[0008] Zum Beispiel wird der Stabilisierungskörper auf dem ersten Längsabschnitt (dem ersten Längsende zugewandt) des Tubusrohres aufgesetzt und stützt ihn damit ab, der Kern wird auf dem zweiten Längsabschnitt (dem zweiten Längsende zugewandt) des Tubusrohres ebenfalls aufgesteckt und so gehalten. Eine entsprechend hohe Pressung stellt einen ausreichenden mecha-

nischen Zusammenhalt sicher, was mit entsprechenden Fertigungsverfahren kostengünstig erreicht werden kann.

[0009] Der Pfiff der Erfindung liegt darin, dass eine geschickte Anordnung der einzelnen Bauteile Kern-Tubusrohr-Joch mit Stabilisierungskörper es erlaubt, auf die komplex auszuführende Verschweißung oder Lötung nach dem Stand der Technik zu verzichten. Kern und Joch sind bevorzugt aus weichmagnetischem Material, das Material des Tubusrohres hat eine geringe magnetische Leitfähigkeit. Die einzelnen Bauteile sind bevorzugt in sich homogenen (ohne die Erfindung hierauf zu beschränken) und werden axial so geschickt zueinander positioniert, dass durch die Beabstandung einerseits und die Auswahl des Materials andererseits am Arbeitsluftspalt günstige magnetische Verhältnisse herrschen, die den Wirkungsgrad verbessern.

[0010] Der erfindungsgemäße Vorschlag vermeidet komplett ein Schweißen bzw Löten oder aber erlaubt es, falls eine solche Verbindung benötigt wird, diese so auszuführen, dass keine zerspanende Nachbearbeitung notwendig ist. Dabei ist günstigerweise zu beachten, dass das Schweißen oder Löten die magnetischen Eigenschaften aber auch die Festigkeitseigenschaften beeinflusst. Der erfindungsgemäße Vorschlag senkt nicht nur die Herstellungskosten, sondern vermeidet auch eine Beeinträchtigung der magnetischen oder sonstigen Eigenschaften des Elektromagneten.

[0011] Es resultiert ein günstiger herzustellender Elektromagnet, der bessere mechanische und auch magnetische Eigenschaften aufweist.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Vorschlags ist vorgesehen, dass das Tubusrohr beidseitig offen ist. Das Tubusrohr, genaugenommen die Innenseite des Tubusrohres, dient als Führung für den Anker. Es ist bekannt, das Tubusrohr als Abschnitt einer Profilware, zum Beispiel eines Rohres auszubilden. Dies ist ein günstiger Weg das Tubusrohr, was auch manchmal als Polrohr bezeichnet wird, zu realisieren.

[0013] Alternativ hierzu ist vorgesehen, dass das Tubusrohr topfartig ausgebildet ist und einseitig offen ist. Da nach dem erfindungsgemäßen Vorschlag das Tubusrohr nicht mehr auch eine mechanisch haltende Aufgabe zu übernehmen hat, ist daher auch eine dünnwandige Ausgestaltung des Tubusrohres möglich. Die geringe Wandstärke des Tubusrohres ermöglicht es aber auch, das Tubusrohr selber anders auszugestalten und zum Beispiel als einstückig gebildetes topfartiges Element zu realisieren und so dem Tubusrohr weitere Eigenschaften zu geben. "Einstückig" bedeutet hier, dass das Tubusrohr aus einem Stück besteht, wenngleich dieses aus mehreren Einzelementen, mit unterschiedlichen Eigenschaften, was zum Beispiel ihre magnetischen Eigenschaften betrifft, zusammengesetzt und zum Beispiel verschweißt ist. Unter einem "topfartigen Tubusrohr" ist daher im Rahmen der Offenbarung dieser Anmeldung zumindest ein Rohrstück (gegebenenfalls auch mit unterschiedlichen Durchmessern) und ein das Rohrende

verschließenden Tubusrohrboden zu subsumieren. Der Tubusrohrboden verschließt dabei bevorzugt vollständig, gegebenenfalls auch nur teilweise, eine Seite des Tubusrohres, bevorzugt den ersten Längsabschnitt des Tubusrohres, der in den Stabilisierungskörper einsteht.

[0014] Dabei ist vorteilhafter Weise vorgesehen, dass der erste Längsabschnitt einen gewölbten Tubusrohrboden aufweist. Die Wölbung kann dabei in das Topf innere, vom Joch abgewandt, oder nach außen ausgeführt sein. Das Tubusrohr führt den Anker und der so ausgebildete Tubusrohrboden beschreibt eine Endlage des Ankers. Üblicherweise ist das Joch aus weichmagnetischem Material bestehend, es besitzt auch bei abgeschaltetem Strom durch die Spule noch eine gewisse Magnetisierung und die Ausbildung eines geringen Abstandes oder Spaltes durch die Wölbung zwischen der endseitigen Ankerfläche, die dem Tubusrohrboden zugewandt ist und dem Kern, verhindert ein Ankleben oder Anhaften des Ankers und gewährleistet so eine zuverlässige Funktion.

[0015] Des Weiteren ist in dem Vorschlag vorteilhafter Weise vorgesehen, dass der zweite Längsabschnitt eine Aufweitung aufweist, und das Tubusrohr mit der Aufweitung auf dem Kern, insbesondere dem Führungsdorn des Kernes, aufgesetzt ist.

[0016] Eine solche Ausgestaltung gestattet es, den Anker als Zylinder auszubilden. In der dem Kern zugewandten Endlage des Ankerraumes besitzt der Kern bevorzugt eine ringsartige Ausgestaltung, die an ihrem offenen Ende einen Steuerkonus aufweist, über den die Kraft-Hub-Kennlinie des Elektromagneten eingestellt wird. Durch die vorgeschlagene Aufweitung wird das Tubusrohr im Bereich des Kernes vom Durchmesser her so aufgeweitet, dass es auf diesen Steuerkonus, der hier Teil des Führungsdornes des Kernes ist, aufgeschoben wird. Es bildet sich am Kern im Bereich des Führungsdornes ebenfalls eine topfartige Struktur aus. Die Innenseite des Kernes mit dem Führungsdorn und dem daran integrierten Steuerkonus übernimmt dann die Führungsaufgabe für den Anker in diesem Bereich. Durch die Aufweitung wird des Weiteren erreicht, dass der Anker unmittelbar mit dem Steuerkonus, bei Bestromung der Spule, zusammen wirken kann.

[0017] Alternativ ist vorgesehen, dass endseitig an dem Anker ein Kegelstumpf angeformt ist, das heißt, der Anker besteht zumindest aus zwei unterschiedlichen geometrischen Grundkörpern, einem Zylinder im Mittelabschnitt und einem endseitigen Kegelstumpf. Mit einer solchen Variante ist es möglich, auf die Aufweitung zu verzichten. So ist zum Beispiel dann der zweite Längsabschnitt auf den Kern aufgesetzt.

[0018] Des Weiteren ist vorgesehen, dass für die Befestigung des Tubusrohres auf dem Kern eine Presspassung, Klebung, Schweißung oder ein formschlüssiger Verbund vorgesehen ist. Der Vorschlag beinhaltet eine Vielzahl von möglichen Verbindungsarten, wie das Tubusrohr auf dem Kern zuverlässig befestigt wird. Es sind auch verhältnismäßig einfache und daher auch kostengünstig zu realisierende Varianten (zum Beispiel Press-

passung oder Klebung) möglich, die einen ausreichend mechanisch stabilen und dichten Verbund ergeben. Bei einem formschlüssigen Verbund besitzt der Kern, bzw. der Führungsdorn bevorzugt eine umlaufende Nut oder Rille und der Endbereich des ersten Längsabschnittes besitzt eine Bordfüllung oder gibt gewölbten Bereich, der in diese Nut oder Rille einsteht.

[0019] Durch Einsatz einer Verschweißung ist auch gleichzeitig ein medien- bzw. druckdichter Verbund möglich, was gerade bei Ventilanwendungen, bei welchen sich im Ankerraum Medium befindet, günstig ist.

[0020] Des Weiteren ist vorgesehen, dass der Führungsdorn in einer Umfangsnut eine O-Ring-Dichtung trägt, um den Spalt zwischen dem Tubusrohr und dem Führungsdorn zu verschließen. Der Einsatz einer O-Ring-Dichtung ist ein bewährtes Abdichtungsmittel, das gerade bei mechanischen Verbindungstechniken, wie zum Beispiel einer Presspassung oder einem formschlüssigen Verbund eine kostengünstige Variante im Vergleich zu einem Verschweißen ist.

[0021] Des Weiteren ist vorgesehen, dass das Tubusrohr als Tiefziehteil ausgebildet ist. Die im Stand der Technik heutzutage verfügbaren Tiefziehverfahren erlauben es, Teile mit hoher Präzision derart herzustellen, dass die Innenseiten als Führungsflächen, zum Beispiel für die Auflagen eines Ankers, benutzt werden können. Des Weiteren ist durch den vorgeschlagenen Tiefziehschritt auch eine beliebige Ausbildung des Tubusrohrbodens möglich. Außerdem ist das Tiefziehen ein günstiger Herstellungsschritt.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Tubusrohr aus einem Material mit geringer magnetischer Leitfähigkeit besteht.

[0023] Beispielsweise ist hierbei z.B. ein austenitischer Stahl vorgesehen. Bevorzugt werden Materialien mit einer relativen Permeabilität < 10 verwendet.

[0024] Es werden nachfolgend verschiedene Varianten vorgeschlagen, wie der Stabilisierungskörper zu realisieren ist. Die beschriebenen Varianten haben Vorzüge mit Blick auf die Kosten der Herstellung oder auch mit Blick auf Präzision. Die hohe Variantenvielfalt dieses Details ist ein Vorzug dieses Vorschlages.

[0025] Zunächst ist günstiger Weise vorgesehen, dass der Stabilisierungskörper beidseitig offen ist. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung bilden das Tubusrohr und der Stabilisierungskörper ein Rohr-in-Rohr-System. Das Joch trägt zum Beispiel eine Ringnut, in die der Rand des Stabilisierungskörpers eingesetzt ist, das Tubusrohr ist, wie oben beschrieben, mit dem Kern verbunden. Es ergibt sich so eine einfache, aber genaue Konstruktion.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Stabilisierungskörper topfartig ausgebildet ist. Bei diesem Vorschlag wird zum Beispiel ein entsprechendes Material tiefgezogen oder als Frästeil hergestellt, wodurch die topfartige Struktur des Stabilisierungskörpers den Boden zur Verfügung selber stellt.

[0027] Der Stabilisierungskörper kann als separates

Bauteil (zum Beispiel als Rohrstück, abgeschnitten von einer Profilware) vorbereitet und dann mit dem Joch verbunden werden, wodurch dann das Joch den Boden des Stabilisierungskörpers bildet. Es ist daher günstig, dass der Stabilisierungskörper als vom Joch getrenntes, mit diesem mechanisch fest verbunden, Bauteil ausgebildet ist.

[0028] Geschickter Weise ist auch vorgesehen, dass der Stabilisierungskörper einstückig an das Joch angeformt ist. Auch in diesem Fall wird bevorzugt eine Verschweißung vorgesehen, die Anzahl der Bauteile reduziert sich dadurch, ein Teil des Loches bildet somit den Stabilisierungskörper.

[0029] Vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass der Stabilisierungskörper aus einem Material mit guter, bzw. hoher magnetischer Leitfähigkeit besteht. Bevorzugt werden weichmagnetische Materialien eingesetzt.

[0030] Dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient der Wandstärke des Tubusrohres und der Wandstärke des Stabilisierungskörpers zwischen 10 und 70 %, bevorzugt zwischen 20 und 50 %, insbesondere bevorzugt zwischen 25 und 40 % beträgt.

[0031] Der erfindungsgemäße Vorschlag stellt darauf ab, die im Stand der Technik bekannte komplexe Struktur des Tubusrohres oder Polrohres auf einzelne, hierauf spezialisierte Bauteile zu verteilen. Da für die Stabilisierung des Tubusrohres nunmehr ein eigener Stabilisierungskörper vorgesehen ist, kann das Tubusrohr selber filigraner realisiert werden, da sich dieses dann nur noch auf die Führungsaufgabe des Ankers konzentriert. Das Tubusrohr kann daher in seiner Wandstärke, wie beschrieben, vorteilhaft reduziert werden, was Bauraum und Gewicht spart.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Vorschlags ist vorgesehen, dass sich in der Beabstandung zwischen dem Kern und dem Stabilisierungskörper der Mittelabschnitt des Tubusrohres erstreckt, der den ersten Längsabschnitt, welcher in dem Stabilisierungskörper eingeführt ist, mit dem zweiten Längsabschnitt, der auf dem Führungsdorn aufgesetzt ist, verbindet.

[0033] Der Mittelabschnitt verbindet die beiden Längsabschnitte. Vorteilhafter Weise ist an dem Kern ein ringartiger Führungsdorn mit dem endseitigen Steuerkonus vorgesehen. Die Beabstandung des Stabilisierungskörpers zum Kern bewirkt, dass dieses Material nur sehr geringen Einfluss auf die magnetischen Eigenschaften des Steuerkonus bei Bestromung der Spule hat. In dem Mittelabschnitt beginnt der Bereich der Aufweitung des Tubusrohres. Da das Material des Tubusrohres keinen oder nur geringen Einfluss auf das Magnetfeld nimmt, wird diese Beabstandung doppelt effektiv, da die Beabstandung oder Freistellung Platz für die Aufweitung bietet bei gleichzeitiger minimalster Beeinflussung der magnetischen Eigenschaften des Steuerkonus.

[0034] Des Weiteren umfasst die Erfindung auch die Verwendung des Elektromagneten für den Zweck eines elektromagnetisch angesteuerten Ventils, zum Beispiel Druckregelventil.

[0035] In der Zeichnung ist die Erfindung insbesondere in einem Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt. Es zeigen:

5 Fig. 1 einen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Elektromagneten

[0036] Die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sind sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragbar. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiterhin können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

10 **[0037]** In Figur 1 ist der erfindungsgemäße Elektromagnet 1 im Schnitt gezeigt.

[0038] Der Elektromagnet 1 besitzt einen Spulenkörper 2, der eine Vielzahl von Wicklungen 20 eines Drahtes trägt. Durchfließt ein elektrischer Strom diesen Draht der Wicklungen 20, so entsteht ein Magnetfeld, das auf einen Anker 4 wirkt und diesen gegen die Kraft einer nicht dargestellten Rückstellfeder bewegt. Die Rückstellfeder ist zum Beispiel in dem durch den Stößel 10 betätigten Ventileil (ebenfalls nicht gezeigt) angeordnet.

20 **[0039]** Der Spulenkörper 2 besitzt eine Spulenlängsachse 21, der Anker 4 ist parallel zur dieser Spulenlängsachse 21 beweglich. Im Inneren des Spulenkörpers 2 ist das Tubusrohr 3 angeordnet. Das Tubusrohr 3 bildet, bzw. begrenzt den Ankerraum 30, der den Anker 4 aufnimmt.

25 **[0040]** Der Anker 4 wirkt auf einen Stößel 10, der in dem Kern 5 des Elektromagneten 1 beweglich gelagert ist. Die Bewegung des Ankers 4 wird über den Stößel 10 aus dem Elektromagneten 1 heraus geleitet. Hierzu ist der Stößel 10 in der Bohrung 50 des Kernes 5 beweglich gelagert. Im abgefallenen, nicht bestromten Zustand, wie er in Figur 1 gezeigt ist, drückt die nicht dargestellte Rückstellfeder über den Stößel 10 den Anker 4 nach oben, zwischen dem Ankerraumboden 34 und der unteren Kante 40 des Ankers 4 bildet sich der Luftspalt 33 aus. Dabei ist der Ankerraumboden 34 auch eine Begrenzungsfläche des Kernes 5.

30 **[0041]** Das Tubusrohr 3 teilt sich auf in mindestens zwei Längsabschnitte, den ersten Längsabschnitt 31 und den zweiten Längsabschnitt 32, die sich insbesondere bis an die jeweiligen Enden des Tubusrohres 3 erstrecken. Zwischen den beiden Längsabschnitten 31,32 befindet sich der Mittelabschnitt 35. Die Längsabschnitte 31,32 erstrecken sich bis an die jeweiligen Enden des Tubusrohres 3.

35 **[0042]** Das Tubusrohr 3 ist in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel einseitig offen, der zweite, untere offene Längsabschnitt 32 ist auf den Führungsdorn 51 des

Kernes 5 aufgeschoben. Die Bohrung 50 befindet sich in der Mitte dieses Führungsdornes 51. Natürlich umfasst die Erfindung auch Lösungen, bei welchen das Tubusrohr 3 beidseitig offen ist.

[0043] Der erste Längsabschnitt 31 des Tubusrohres 3 ist durch einen Tubusrohrboden 36 druckdicht abgeschlossen. Der Längsabschnitt 31 ist insofern topfartig ausgebildet. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Längsabschnitt 31 in einen ebenfalls topfartigen Stabilisierungskörper 6 eingesteckt. Dieser Stabilisierungskörper 6 schließt das obere Ende des Spulenkörpers 2 ab.

[0044] Das Tubusrohr 3 hat die Aufgabe einen druckdichten Ankerraum 30 zur Verfügung zu stellen und den Stabilisierungskörper 6 mit dem Kern 5, genau genommen dem Führungsdorn 51 des Kernes 5 zu verbinden.

[0045] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Stabilisierungskörper 6 und auch den Kern 5, insbesondere den Führungsdorn 51 aus einem Material herzustellen, das eine gute bzw. hohe magnetische Leitfähigkeit besitzt. Eine solche Ausgestaltung unterstützt erheblich die Führung des von der stromdurchflossenen Spule erzeugten Magnetfeldes und erhöht die gesamte Effizienz des Gerätes.

[0046] Insbesondere ist gefunden worden, dass durch eine konusartige Ausgestaltung des oberen Randes 52 des Führungsdornes 51, welcher den Luftspalt 33 seitlich begrenzt, die magnetischen Eigenschaften, insbesondere die Strom-Kraft-Kennlinie des Elektromagneten 1 in günstigerweise beeinflusst werden kann.

[0047] Durch die konusartige Ausgestaltung des oberen Randes 52 reduziert sich naturgemäß die Materialstärke des den Luftspalt 33 seitlich begrenzenden Materials des Führungsdornes 51. Der Stabilisierungskörper 6 schließt sich in axialer Richtung (bezogen auf die Spulenlängsachse 21) nicht nahtlos an den oberen Rand des Führungsdornes 51 an, sondern ist etwas beabstandet, dieser Bereich wird von dem Mittelabschnitt 35 des Tubusrohres 3 überspannt. Der Stabilisierungskörper 6 und der Kern 5 sind axial, bezogen auf die Spulenlängsachse 21 zueinander beabstandet und werden durch das Tubusrohr 3, insbesondere dessen Mittelabschnitt 35 miteinander verbunden.

[0048] Der Kern 5 bzw. der Führungsdorn 51 ist wie auch der Stabilisierungskörper 6 aus einem Material gebildet, das eine gute bzw. hohe magnetische Leitfähigkeit aufweist. Der Stabilisierungskörper 6 hat hierbei noch die zusätzliche Aufgabe, den oberen, ersten Längsabschnitt 31 des Tubusrohres 3 (welcher den Tubusrohrboden 36 aufweist) mechanisch zu stützen, was insbesondere bei Hochdruckanwendungen von Vorteil ist. Bei hohen Drücken müsste ansonsten die Materialstärke des Tubusrohres 3, das naturgemäß aus einem Material mit geringer oder schlechter magnetischer Leitfähigkeit ausgebildet ist, erhöht werden, was aber insgesamt die magnetischen Eigenschaften negativ beeinflussen würde. Der Einsatz des Stabilisierungskörpers 6 kombiniert somit eine hohe Druckfestigkeit mit guten magnetischen

Eigenschaften.

[0049] Die Anordnung ist dabei so gewählt, dass der erste Längsabschnitt 31 des Tubusrohres 3 in den topfartigen Stabilisierungskörper 6 eingesteckt ist. Der abgefallene Anker 4 liegt dann nicht direkt auf dem Körperboden 60 des Stabilisierungskörpers 6 auf, sondern ist von diesem etwas beabstandet, der Tubusrohrboden 36 wirkt hier wie ein Luftspalt und verringert die Ablösekräfte des Ankers 4. Dabei ist auch vorgesehen, den Tubusrohrboden 36 nicht gerade sondern nach innen gewölbt auszubilden wodurch sich der Abstand des abgefallenen Ankers 4 zu dem Körperboden 60 deutlich über die Materialstärke des Tubusrohrmaterials erhöht.

[0050] Des Weiteren ist vorgesehen, dass das Tubusrohr 3 beginnend im Mittelabschnitt 35 und dann im dem zweiten Längsabschnitt 32, welcher mit dem Kern 5 zusammenwirkt, konusartig (vom Tubusrohrboden 36 abgewandt) aufgeweitet ist. Diese Aufweitung 39 beginnt im Mittelabschnitt 35 und erstreckt sich auch in den zweiten Längsabschnitt 32. Dies hat den Vorteil, dass im Bereich des Luftspaltes 33 Material des Kernes 5 mit hoher magnetischer Leitfähigkeit zur Verfügung steht und dort die magnetischen Eigenschaften optimiert sind.

[0051] Es ist aber klar, dass der erfindungsgemäße Ansatz auch mit einem durchgehend zylindrischen Tubusrohr 3 realisierbar ist.

[0052] Der Stabilisierungskörper 6 ist im Joch 11 des Elektromagneten 1 eingebettet bzw. gelagert. Das Joch 11 schließt den Elektromagneten 1 auf der dem Kern 5 gegenüberliegenden Seite des Spulenkörpers 2 ab. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Stabilisierungskörper 6 von dem Joch 11 getrennt ausgebildet. Es ist aber auch möglich, den Stabilisierungskörper 6 einstückig, als Teil des Joches 11 zu realisieren, beide Lösungen gehören zur Erfindung. Natürlich ist es auch möglich, den Stabilisierungskörper 6 in das Innere des Tubusrohres 3 einzusetzen.

[0053] Die Wandstärke des Tubusrohres 3 wird entsprechend dem Einsatzbereich des Elektromagneten gewählt. Wird eine hohe Druckfestigkeit benötigt, weil der Elektromagnet 1 ein Ventil antreibt, so wird eine Wandstärke von bis zu 0,8 mm (oder auch mehr) verwendet. Bei niedrigeren Drücken kann die Wandstärke entsprechend bis auf 0,3 mm (oder auch weniger) reduziert werden. Das Tubusrohr 3 ist zum Beispiel als kaltverformtes, tiefgezogenes Bauteil ausgebildet, welches überall eine gleiche Wandstärke aufweist. Alternativ ist vorgesehen, dass durch eine Veränderung der Wandstärke gezielt die magnetischen Eigenschaften beeinflusst werden können. Dies gilt insbesondere im Bereich des Mittelabschnittes 35 oder des ersten Längsabschnittes 31, hier am Bereich des Konusses 52 bei dem eine Verringerung oder Erhöhung der Wandstärke gegenüber den anderen Bereichen des Tubusrohres alternativ vorgesehen ist.

[0054] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Wandstärke des Tubusrohres 3 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 oder 65 % der Wandstärke des Stabilisierungskörpers

6 beträgt.

[0055] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der erste Längsabschnitt 31 bzw. der zweite Längsabschnitt 32 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 % der Gesamtlänge des Tubusrohres 3 aufweist. Der Mittelabschnitt 35 beträgt dabei 5, 10, 15, oder 20 % der Gesamtlänge des Tubusrohres 3, wobei natürlich die drei Elemente, erster und zweiter Längsabschnitt 31, 32 und Mittelabschnitt 35 eine Gesamtlänge von 100 % aufweisen. Es ist klar, dass die Längsabschnitte der 31, 32 auch unterschiedliche Längen aufweisen können.

[0056] Um einen dichten Anschluss des Kernes 5 an das Tubusrohr 3 zu erreichen ist auf dem Führungsdorn 51 eine Umfangs- oder Ringnut 59 vorgesehen, die eine Dichtung 53 aufnimmt. Sie dichtet den Spalt zwischen der Innenseite des Tubusrohres 3 und der Außenseite des Führungsstores 51 ab.

[0057] Es ist eine möglichst spielfreie Anordnung des ersten Längsabschnittes 31 des Tubusrohres 3 in dem topfartigen Stabilisierungskörper 6 vorgesehen.

[0058] Im Anker 4 sind parallel zur Spulenlängsachse 21 verlaufend Ankerbohrungen 40 vorgesehen, die einen schnellen Druckausgleich bei der Bewegung des Ankers 4 erlauben.

[0059] Das Tubusrohr 3 ist in einer vorteilhaften Variante mit dem Stabilisierungskörper 6 bzw. dem Kern 5 / Führungsdorn 51 durch übliche Verbindungsmittel verbunden. Dies kann zum Beispiel eine Presspassung, ein Verstemmen, ein Verkleben, ein Verspannen (z.B. durch ein Gehäuse), ein Verlöten oder Ähnliches sein.

[0060] Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

[0061] Sollte sich hier bei näherer Prüfung, insbesondere auch des einschlägigen Standes der Technik, ergeben, dass das eine oder andere Merkmal für das Ziel der Erfindung zwar günstig, nicht aber entscheidend wichtig ist, so wird selbstverständlich schon jetzt eine Formulierung angestrebt, die ein solches Merkmal, insbesondere im Hauptanspruch, nicht mehr aufweist. Auch eine solche Unterkombination ist von der Offenbarung dieser Anmeldung abgedeckt.

[0062] Es ist weiter zu beachten, dass die in den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung beliebig untereinander kombinierbar sind. Dabei sind einzelne oder mehrere Merkmale beliebig gegeneinander austauschbar. Diese Merkmalskombinationen sind ebenso mit offenbart.

[0063] Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0064] Merkmale, die nur in der Beschreibung offenbart wurden oder auch Einzelmerkmale aus Ansprüchen,

die eine Mehrzahl von Merkmalen umfassen, können jederzeit als von erfindungswesentlicher Bedeutung zur Abgrenzung vom Stande der Technik in den oder die unabhängigen Anspruch/Ansprüche übernommen werden, und zwar auch dann, wenn solche Merkmale im Zusammenhang mit anderen Merkmalen erwähnt wurden beziehungsweise im Zusammenhang mit anderen Merkmalen besonders günstige Ergebnisse erreichen.

Patentansprüche

1. Elektromagnet, insbesondere zur Betätigung eines Ventils, wobei der Elektromagnet (1) einen Spulenkörper (2) aufweist, der Wicklungen (20) eines elektrischen Strom leitenden Drahtes trägt, und ein Tubusrohr (3) zumindest teilweise im Inneren des Spulenkörpers (2) angeordnet ist und das Tubusrohr (3) einen Ankerraum (30) bildet, in dem ein Anker (4) längsbeweglich gelagert ist und auf einen, in einem Kern (5) des Elektromagnetten (1) gelagerten Stößel (10) wirkt und sich der erste Längsabschnitt (31) des Tubusrohres (3) in einem Stabilisierungskörper (6) abstützt und der zweite Längsabschnitt (32) des Tubusrohres (3) vom Kern (5) gehalten ist und der Stabilisierungskörper (6) und das Kern (5) axial, bezogen auf die Spulenlängsachse (21) des Spulenkörpers (2), beabstandet sind.
2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tubusrohr (3) beidseitig offen ist.
3. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tubusrohr (3) topfartig ausgebildet ist und einseitig offen ist.
4. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Längsabschnitt (31) einen gewölbten Tubusrohrboden (36) aufweist.
5. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Längsabschnitt (32) eine Aufweitung aufweist, und das Tubusrohr (3) mit der Aufweitung (39) auf den Kern (5), insbesondere dem Führungsdorn (51) des Kernes (5) aufgesetzt ist.
6. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Befestigung des Tubusrohres (3) auf dem Kern (5) eine Presspassung, Klebung, Schweißung oder ein formschlüssiger Verbund vorgesehen ist.
7. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füh-

rungsdorn (51) in einer Umfangsnut (59) eine O-Ring-Dichtung (53) trägt, um den Spalt zwischen dem Tubusrohr (3) und dem Führungsdorn (51) zu verschließen.

5

8. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tubusrohr (3) als Tiefziehteil ausgebildet ist.
9. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tubusrohr (3) aus einem Material mit schlechter bzw. geringer magnetischer Leitfähigkeit besteht. 10
10. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungskörper (6) beidseitig offen ist. 15
11. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungskörper (6) topfartig ausgebildet ist. 20
12. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungskörper (6) als vom Joch (11) getrenntes, mit diesem mechanisch fest verbundenen Bauteil ausgebildet ist oder der Stabilisierungskörper (6) einstückig an das Joch (11) angeformt ist. 25
13. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungskörper (6) aus einem Material mit guter, bzw. hoher magnetischer Leitfähigkeit besteht. 30
14. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quotient der Wandstärke des Tubusrohres (3) und der Wandstärke des Stabilisierungskörpers (6) zwischen 10 und 70 %, bevorzugt zwischen 20 und 50 %, insbesondere bevorzugt zwischen 25 und 40 % beträgt. 35 40
15. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Beabstandung zwischen dem Kern (5) und dem Stabilisierungskörper (6) der Mittelabschnitt (35) des Tubusrohres (3) erstreckt, der den ersten Längsabschnitt (31), welcher in dem Stabilisierungskörper (6) eingeführt ist, mit dem zweiten Längsabschnitt (32), der auf dem Führungsdorn (51) aufgesetzt ist, verbindet. 45 50

55

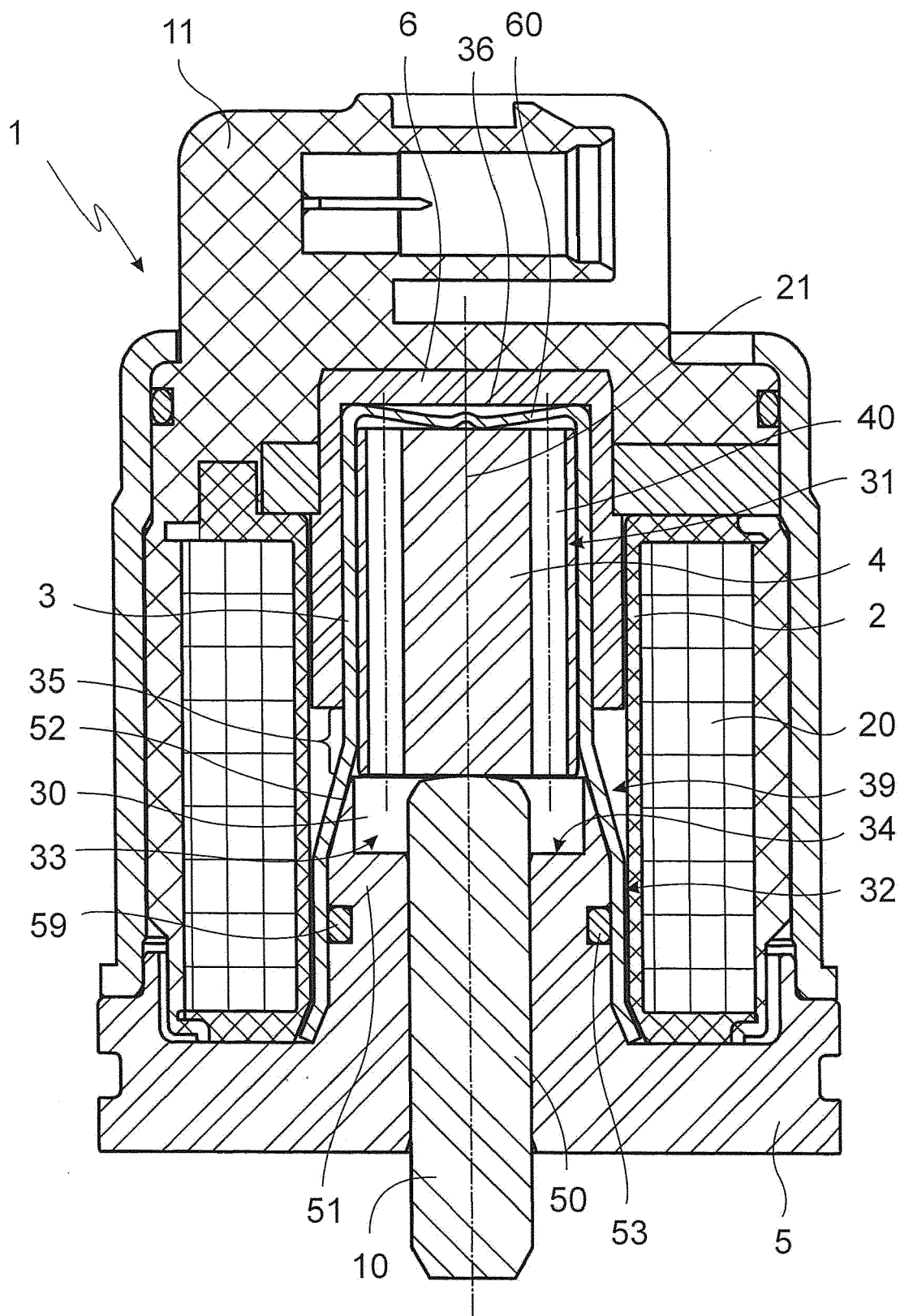


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 19 7652

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/025959 A1 (NONAKA SATOSHI [JP]) 31. Januar 2013 (2013-01-31) * Absätze [0002], [0033], [0038], [0043], [0048], [0051], [0067] * * Abbildung 2 *	1,2, 5-10, 13-15	INV. H01F7/16
X	DE 102 38 840 A1 (THOMAS MAGNETE GMBH [DE]) 4. März 2004 (2004-03-04) * Absätze [0002], [0011], [0019] - [0022] * * Abbildung 1 *	1,3-6,9, 11,12	
X	EP 0 935 262 A2 (SCHULTZ WOLFGANG E [DE]) 11. August 1999 (1999-08-11) * Absätze [0001], [0027] - [0029], [0035], [0046] * * Abbildungen 1, 2 *	1,2,6, 9-11,13, 15	
X	GB 2 032 185 A (HITACHI LTD) 30. April 1980 (1980-04-30) * Spalte 1, Zeilen 4 -10, 98 - 116 * * Seite 2, Zeilen 4 - 17 * * Abbildung 1 *	1,2, 11-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F16K H01F
A	DE 35 02 730 A1 (RAUSCH & PAUSCH [DE]) 31. Juli 1986 (1986-07-31) * Seite 3, Zeilen 1 - 4 * * Seite 5, Zeilen 8 - 15 * * Abbildung 1 *	1-15	
A	DE 83 17 753 U1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29. November 1984 (1984-11-29) * Seite 1 * * Seite 2, Zeilen 20 - 27 * * Seite 3, Zeilen 7 - 10 * * Abbildung 1 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2018	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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 19 7652

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 299 457 A2 (SVM SCHULTZ VERWALTUNGS GMBH & CO KG FA [DE]) 23. März 2011 (2011-03-23) * Absätze [0001], [0002], [0004], [0007], [0009], [0024] * * Abbildung 1 * -----	1,2,5-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2018	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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
 EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 17 19 7652

5 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.

05-03-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013025959 A1	31-01-2013	CN 102900882 A	30-01-2013
		DE 102012012493 A1	31-01-2013
		JP 5711628 B2	07-05-2015
		JP 2013029147 A	07-02-2013
		US 2013025959 A1	31-01-2013

DE 10238840 A1	04-03-2004	DE 10238840 A1	04-03-2004
		US 2004135658 A1	15-07-2004
		US 2006071560 A1	06-04-2006

EP 0935262 A2	11-08-1999	DE 19805049 A1	12-08-1999
		EP 0935262 A2	11-08-1999
		JP H11273946 A	08-10-1999
		US 6225886 B1	01-05-2001

GB 2032185 A	30-04-1980	GB 2032185 A	30-04-1980
		JP S5536911 A	14-03-1980
		US 4278959 A	14-07-1981

DE 3502730 A1	31-07-1986	KEINE	

DE 8317753 U1	29-11-1984	KEINE	

EP 2299457 A2	23-03-2011	DE 102009041604 A1	24-03-2011
		EP 2299457 A2	23-03-2011
		JP 5812589 B2	17-11-2015
		JP 2011066422 A	31-03-2011
		US 2011063056 A1	17-03-2011

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