(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 744 330 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2007 Patentblatt 2007/03

(51) Int Cl.:
H01F 5/02 *(2006.01)* ***H01F 7/06*** *(2006.01)*
H01F 5/04 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06090058.6**

(22) Anmeldetag: **13.04.2006**

(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

(30) Priorität: **25.04.2005 DE 102005020106**

(71) Anmelder: **Bombardier Transportation GmbH**
13627 Berlin (DE)

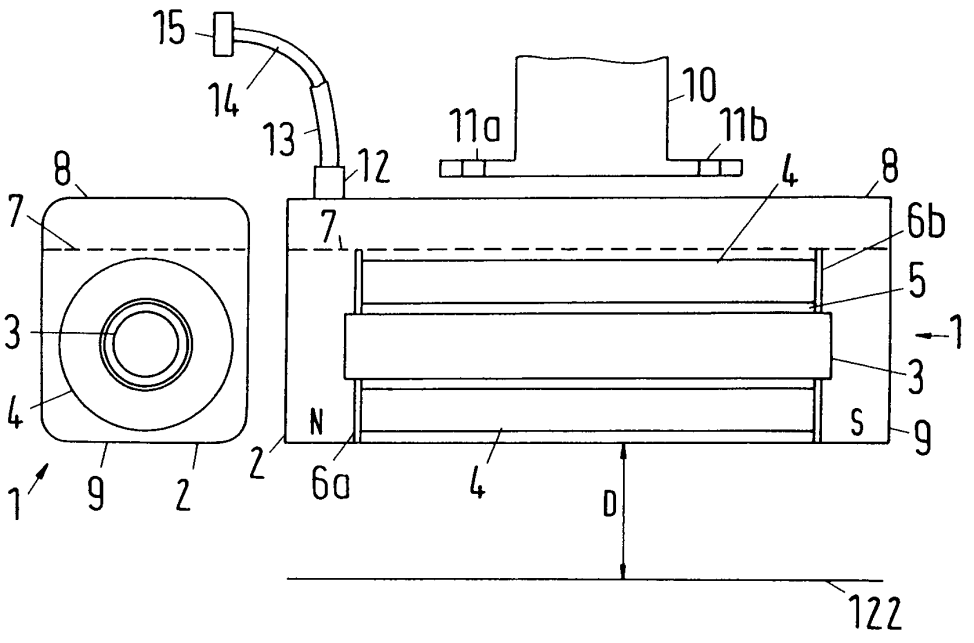
(72) Erfinder: **Still, Ludwig**
64683 Einhausen (DE)

(74) Vertreter: **Effert, Udo**
Effert, Bressel & Kollegen
Patentanwälte
Radickestrasse 48
12489 Berlin (DE)

(54) **Elektromagnet, insbesondere für ein Zugsicherungssystem, und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten (1), insbesondere für ein Zugsicherungssystem, wobei der Elektromagnet ein Gehäuse (2), einen Spulenträger (3) und eine Wicklung (4) mit einem langgestreckten elektrisch leitenden Leitungsmaterial aufweist. Das Leitungsmaterial ist mehrfach um den Spulenträger (3) herum gewickelt. Der Spulenträger (3) ist in einer definierten Position in dem Gehäuse (2) angeordnet und an dem Gehäuse (2) befestigt, wobei der Spulenträger (3) stabförmig ausgestaltet ist und sich in einer Längsrichtung erstreckt und wobei der Spulenträger (3) an in der Längsrichtung gegenüberliegenden Enden des Spulenträgers (3) mit dem Gehäuse (2) verbunden ist.

Fig.1



EP 1 744 330 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

[0002] Für den Betrieb in der Schweiz müssen Lokomotiven mit einem Zugsicherungssystem ausgerüstet sein, das eine Magneteinrichtung aufweist. Das Zugsicherungssystem ist in der Fachwelt unter der Bezeichnung "Integra Signum" bekannt. Eine Magnetfeldsonde (Spule), die streckenseitig angeordnet ist, detektiert das Magnetfeld der Magneteinrichtung, wenn die Lokomotive die Magnetfeldsonde überfährt. Die Magneteinrichtung ist ein Permanentmagnet hoher Feldstärke, der im Untergestell des Schienenfahrzeuges in Gleismitte und knapp oberhalb der Schienenoberkante (130-150mm) eingebaut ist.

[0003] Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Magneteinrichtung beim Betrieb der Lokomotiven in anderen Ländern zu Fehlfunktionen an Einrichtungen führen kann, die an der Strecke angeordnet sind, insbesondere dann, wenn die Einrichtungen wie teilweise im österreichischen Bahnnetz in Gleismitte installiert sind. Hierbei handelt es sich z. B. um Achszähler für Gleisfreimeldeeinrichtungen oder andere Steuereinrichtungen.

[0004] Falls der Permanentmagnet durch einen Elektromagneten ersetzt werden soll, stellen sich die Probleme, dass das Magnetfeld des Elektromagneten etwa gleich stark wie das Magnetfeld des Permanentmagneten sein muss, wobei der zur Verfügung stehenden Einbauraum für den Elektromagneten beschränkt ist, dass die durch elektrische Verluste erzeugte Wärme von dem Elektromagneten abgeführt werden muss, wobei eine Zwangskonvektion den technischen Aufwand erhöhen würde und aus Platzgründen nicht oder nur mit Schwierigkeiten realisierbar ist, dass die Zuverlässigkeit des Elektromagneten insbesondere dann gegenüber dem Permanentmagneten reduziert ist, wenn zur Spannungs- und/oder Stromsteuerung zusätzliche Steuereinrichtungen wie DC/DC-Wandler eingesetzt werden. Außerdem ist für den Elektromagneten mit höheren Kosten als für den Permanentmagneten zu rechnen.

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Elektromagneten und ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben, sodass der Elektromagnet auf einfache Weise und kostengünstig hergestellt werden kann.

[0006] Ferner soll ein Elektromagnet bereitgestellt werden, der eine vergleichbar hohe magnetische Feldstärke erzielen kann, die beim Betrieb an einer Stromversorgung eines Schienenfahrzeugs vergleichbar einem Permanentmagneten ähnlicher Baugröße und ähnlichen Gewichts ist (insbesondere für das Integra-Signum-System), wobei die Feldstärke auch dann erreichbar sein soll, wenn der Elektromagnet bei niedrigem Ladezustand einer Fahrzeugbatterie ohne zusätzliche strom- und/oder spannungssteuernde Einrichtungen direkt an die Fahrzeugbatterie angeschlossen ist.

[0007] Weiterhin soll ein Elektromagnet bereitgestellt werden, dessen Wärmeverlustleistung ohne Zwangskonvektion (d. h. durch zusätzliche Einrichtungen wie einen Ventilator forcierte Luftströmung) abgeführt werden kann.

[0008] Außerdem soll ein Elektromagnet bereitgestellt werden, dessen Rest-Magnetfeld bei ausgeschaltetem Elektromagneten gering ist.

[0009] Auch soll die Ausführung robust gegen Wettereinwirkung und mechanische Einwirkung sein, um den Elektromagneten im Untergestell des Schienenfahrzeugs anbringen zu können.

[0010] Es wird ein Elektromagnet vorgeschlagen, der ein Gehäuse, einen Spulenträger und eine Wicklung aufweist. Die Wicklung weist ein langgestrecktes elektrisch leitendes Leitungsmaterial auf, das mehrfach um den Spulenträger herum gewickelt ist. Der Spulenträger ist insbesondere in einer definierten Position in dem Gehäuse angeordnet und an dem Gehäuse befestigt. Somit trägt der Spulenträger die Wicklung und wird der Spulenträger wiederum von dem Gehäuse getragen und aufgenommen. Die Montage einer solchen Spule ist sehr einfach. Durch das Gehäuse wird die Wicklung wirksam vor äußeren Einflüssen geschützt. Außerdem ist die Konstruktion sehr stabil. Die Stabilität kann noch dadurch gesteigert werden, dass Zwischenräume zwischen der in dem Gehäuse angeordneten Wicklung und dem Spulenträger einerseits und dem Gehäuse andererseits ausgefüllt werden, insbesondere vergossen werden. Ferner kann durch mehrlagiges Wickeln des Leitungsmaterials bei geringem Platzbedarf eine auf die jeweilige gewünschte Feldstärke und Stromversorgung abgestimmte Wicklungsanzahl erzielt werden. Dies führt, wie noch gezeigt wird, zu moderaten Wärmeverlusten beim Betrieb des Elektromagneten. Die Wicklungsanzahl kann somit so gewählt werden, dass der Betrieb ohne Verwendung von Steuereinrichtungen unmittelbar an einer Fahrzeugbatterie möglich ist. Dies verringert die Ausfallwahrscheinlichkeit des Elektromagneten erheblich.

[0011] Außerdem können die Abmessungen des Gehäuses und der fertigen Wicklung so aufeinander abgestimmt werden, dass die Wicklung nur in geringem Abstand zu der Gehäuse-Innenwand endet. Dadurch kann die Verlustwärme effektiv über das Gehäuse nach außen abgeführt werden, insbesondere wenn der Zwischenraum mit einem gut wärmeleitenden Material ausgefüllt ist.

[0012] Ein weiterer Vorteil des Elektromagneten besteht in seinem niedrigen Gewicht auf Grund der kompakten Bauform und der geringen Anzahl von Einzelteilen. Der Spulenträger kann direkt oder über verhältnismäßig leichte Befestigungselemente mit dem Gehäuse verbunden sein. Das Gehäuse kann wiederum aus einem leichten Material wie z. B. Aluminium oder Kunststoff gefertigt sein. Insbesondere dann, wenn der Gehäuse-Inhalt vergossen ist, entsteht trotz der leichten Ausführung des Gehäuses ein sehr stabiler Elektromagnet.

[0013] Vorzugsweise ist der Spulenträger stabförmig ausgestaltet (darunter wird auch ein hohler Stab verstanden) und erstreckt sich in einer Längsrichtung, wobei der Spulenträger an in der Längsrichtung gegenüberliegenden Enden

des Spulenträgers mit dem Gehäuse verbunden ist. Auf diese Weise ist der Spulenträger besonders stabil an dem Gehäuse befestigt. Außerdem erlaubt die hinsichtlich der Position definierte Befestigung des fertig bewickelten Spulenträgers an seinen Enden eine besonders präzise Positionierung relativ zu dem Gehäuse. Dies wiederum führt dazu, dass das Magnetfeld bezüglich des Gehäuses definiert ausgerichtet und positioniert ist. Insbesondere wenn ein Permanentmagnet durch den erfindungsgemäßen Elektromagneten ersetzt werden soll, ist dies ein wichtiger Vorteil. Die Ausrichtung und Positionierung des Magnetfeldes kann dann einfach durch mechanische Positionierung des Gehäuses vorgenommen werden.

[0014] Insbesondere kann an zumindest einem der Enden des Spulenträgers ein (vorzugsweise plattenförmiges) Befestigungselement mit dem Spulenträger verbunden (z.B. verschweißt) sein, das sich quer zu der Längsrichtung über den Außenumfang des Spulenträgers hinaus erstreckt. Das Befestigungselement stößt an einer Mehrzahl von Stellen an Wänden des Gehäuses an und ist mit dem Gehäuse verbunden. Insbesondere stößt das Befestigungselement an zumindest drei (vorzugsweise fünf) verschiedenen Seiten innen an der Gehäusewand an, so dass die Position des Befestigungselements und damit auch des Spulenträgers bezüglich dieser Seiten des Gehäuses festgelegt ist bzw. festgelegt werden kann. Zusätzlich kann die (in der Längsrichtung gemessene) Länge des Spulenträgers, einschließlich des daran befestigten Befestigungselements gleich der (innenseitig gemessenen) Länge des Gehäuses sein, sodass der Spulenträger und damit die Wicklung auch in Längsrichtung eindeutig festgelegt sind.

[0015] Das Befestigungselement kann aus nicht magnetischem oder aus magnetisierbarem Material, insbesondere weichmagnetischem Material, bestehen. Durch den Überstand des Befestigungselements seitlich (quer zur Längsrichtung) über den Umfang des Spulenträgers hinaus begrenzt das Befestigungselement auch den Raum für die Wicklung und kann die Wicklung mechanisch stabilisieren.

[0016] Wie bereits erwähnt, kann das Befestigungselement plattenförmig ausgestaltet sein, wobei sich die Platte quer zu der Längsrichtung des Spulenträgers erstreckt. An ihren äußeren Enden, an denen die Platte am Gehäuse befestigt ist, ist die Platte vorzugsweise abgewinkelt, sodass die abgewinkelten Bereiche sich entlang der Gehäuse-Innenwand erstrecken. Auf diese Weise kann eine größere Anlagefläche erzielt werden, an der das Befestigungselement an der Gehäuse-Innenwand anliegt und fixiert werden kann. Die Positionierung wird daher exakter und die Befestigung stabiler.

[0017] Falls ein Dauermagnet durch den Elektromagneten ersetzt werden soll, können zur Reduzierung des Fertigungs- und Kostenaufwandes sämtliche magnetische Materialien oder zumindest einzelne der magnetischen Teile des Elektromagneten vorzugsweise aus kohlenstoffarmem Reineisen nach der deutschen Industrienorm (DIN) 1013 bestehen.

[0018] Das elektrisch leitende Leitungsmaterial der Wicklung ist vorzugsweise in mehreren Lagen um den Spulenträger herum gewickelt. Der Spulenträger kann aus weichmagnetischem Material oder nicht magnetischem Material bestehen, vorzugsweise aus Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff. Insbesondere wenn der Spulenträger aus elektrisch leitfähigem Material besteht, befindet sich ein elektrisch isolierendes Material zwischen dem Leitungsmaterial und der Oberfläche des Spulenträgers, beispielsweise eine Lage isolierendes Material und/oder das Leitungsmaterial ist mit isolierendem Material überzogen. Im Fall einer Lage aus isolierendem Material liegt das Leitungsmaterial unmittelbar an der Lage an, d.h. ist um die Außenoberfläche der Lage gewickelt.

[0019] Das Gehäuse kann insbesondere eine Gehäusewanne aufweisen, die den Spulenträger und die Wicklung an fünf Seiten umschließt. Mit einem Deckel ist das Gehäuse an einer sechsten Seite verschlossen, sodass die Wicklung vollständig gegen äußere Einflüsse (wie z. B. Schmutz und Flüssigkeit) abgeschottet sind. Insbesondere mit dem Deckel (aber alternativ auch mit einer anderen Seite des Gehäuses) kann ein Befestigungsträger verbunden sein, über den das Gehäuse an anderen Einrichtungen und/oder Gegenständen (z. B. im Bereich des Untergestells einer Lokomotive) befestigt werden kann. Das Gehäuse und/oder der Befestigungsträger sind vorzugsweise aus nicht magnetischem Material (z. B. Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff) hergestellt.

[0020] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführung, bei der der Spulenträger als magnetischer Spulenkern ausgestaltet ist. In diesem Fall besteht der Spulenträger insbesondere aus magnetisierbarem (weichmagnetischem) Material. Der insbesondere stabförmig ausgestaltete Spulenträger bzw. Spulenkern kann an seinen in der Längsrichtung gegenüberliegenden Enden jeweils eine Ausnehmung (insbesondere eine zentrische Bohrung) aufweisen. Diese Ausnehmungen ermöglichen es, den Spulenträger in eine Wickeleinrichtung einzuspannen, die in die Ausnehmungen eingreift und eine Rotation des Spulenträgers um die durch die beiden Ausnehmungen definierte Drehachse erlaubt.

[0021] Bei einer alternativen Ausgestaltung ist der Spulenträger hohl und weist eine Öffnung auf, durch die ein Spulenkern insbesondere aus magnetisierbarem Material in den Spulenträger eingebracht ist. Insbesondere kann die Öffnung an einem in Längsrichtung gelegenen Ende eines hohlen stabförmig ausgestalteten Spulenträgers angeordnet sein.

[0022] In diesem Fall hat der Spulenträger außer den beiden auch sonst vorhandenen Funktionen (Halter und Fixierungselement der Wicklung sowie Befestigungs- und Positionierungselement für die Wicklung innerhalb des Gehäuses) noch die zusätzliche Funktion, den Spulenkern zu halten und zu positionieren.

[0023] Vorzugsweise ist das Material des Spulenkerns so gewählt, dass (gemessen quer zur Längsrichtung des Gehäuses) in einem Abstand von 130 bis 160 mm zur Oberfläche des Gehäuses bei abgeschaltetem Elektromagneten lediglich ein Restmagnetfeld (Remanenz) mit einer Feldstärke von kleiner als 200 μT, insbesondere kleiner als 180 μT,

besteht. In diesem Fall ist die Beeinflussung von Melde-/Steuereinrichtungen an der Strecke ausgeschlossen.

[0024] Zur Reduzierung des Restmagnetfeldes werden vorzugsweise ein weichmagnetischer Werkstoff wie z. B. unlegiertes Eisen, eine Eisen-KobaltLegierung, eine Eisen-Silizium-Legierung oder Legierungen mit ähnlichen Eigenschaften als Material des Spulenkerns und/oder als Material des Spulenträgers verwendet.

[0025] Insbesondere um die beim Betrieb des Elektromagneten entstehende Wärme besser nach außen abführen zu können und zur mechanischen Stabilisierung des Elektromagneten, ist der Zwischenraum zwischen der Wicklung und dem Gehäuse vergossen, insbesondere mit Epoxydharz vergossen. Es wird insbesondere ein Epoxydharz mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,7 - 0,8 W/(mK) verwendet.

[0026] Die Erfindung umfasst auch die Verwendung des Elektromagneten in einer der zuvor oder im Folgenden beschriebenen Ausgestaltungen an einem Schienenfahrzeug zum Zwecke der Erzeugung eines elektromagnetischen Signals, wenn das Schienenfahrzeug an einem ortsfest beim Gleis angeordneten Sensor (Spule) vorbeifährt.

[0027] Ferner umfasst die Erfindung eine Anordnung mit einem Elektromagneten in einer der zuvor oder im Folgenden beschriebenen Ausgestaltungen an einem Schienenfahrzeug, wobei der Elektromagnet ohne Zwischenschaltung einer Steuereinrichtung zur Steuerung des den Elektromagneten speisenden Stromes und/oder zur Steuerung der den Elektromagneten versorgenden elektrischen Spannung mit einem elektrischen Energiespeicher, insbesondere einer Fahrzeugbatterie, verbunden ist.

[0028] Außerdem umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Elektromagneten mit den folgenden Schritten:

- mehrfaches Umwickeln eines Spulenträgers mit einem langgestreckten elektrisch leitenden Leitungsmaterial, sodass eine elektromagnetische Wicklung gebildet ist (insbesondere Zylinderwicklung mit mehreren Lagen des Leitungsmaterials),
- Anordnen des Spulenträgers in einem Gehäuse,
- Befestigen des Spulenträgers in einer definierten Position an dem Gehäuse.

[0029] Weitere Verfahrensschritte ergeben sich insbesondere aus den bereits beschriebenen oder im Folgenden noch zu beschreibenden Ausgestaltungen des Elektromagneten, z. B. aus dem Merkmal, wonach ein Zwischenraum zwischen der Wicklung und dem Gehäuse vergossen ist.

[0030] Beispiele und Möglichkeiten für weitere Merkmale und Ausgestaltungen der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben.

[0031] Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausgestaltungen beschränkt. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnitt-Darstellung einer Ausführungsform eines Elektromagneten,
Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Gehäuses zur Aufnahme eines Spulenträgers und einer von dem Spulenträger getragenen Wicklung,
Fig. 3 einen Gehäusedeckel des in Fig. 2 dargestellten Gehäuses,
Fig. 4 eine Seitenansicht eines Spulenträgers,
Fig. 5 eine perspektivische Darstellung des in Fig. 4 dargestellten Spulenträgers,
Fig. 6 eine perspektivische Darstellung des in Fig. 5 dargestellten Spulenträgers mit Blick auf das gegenüberliegende Ende,
Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des in Fig. 5 dargestellten Spulenträgers mit Blick auf das in Fig. 5 links vorne liegende Ende, wobei jedoch ein Spulenkern in den Spulenträger eingebracht ist und
Fig. 8 eine perspektivische Darstellung eines Spulenkerns, der als Spulenträger verwendet werden kann.

[0032] Zunächst soll nochmals auf die Problematik eingegangen werden, die der Gestaltung des erfindungsgemäßen Elektromagneten zugrunde liegt.

[0033] Die magnetische Feldstärke H ist proportional zu der Durchflutung Θ. Diese ist wiederum proportional zu dem Produkt aus dem elektrischen Strom I, der die Spule (Wicklung) des Elektromagneten durchfließt und der Windungszahl N:

$$\text{Gleichung 1:} \qquad H \sim \Theta \sim I*N$$

[0034] Wegen des elektrischen Widerstandes R der Spule entsteht beim Betrieb des Elektromagneten eine elektrische Veriustieistung. Die Verluste werden in Wärme umgewandelt und müssen an die Umgebung abgeführt werden. Es gilt:

Gleichung 2: $$R_{Spule} = U_{Spule}/I = \rho * Lm * N^2 * / (Kf * A_{ges})$$

und

Gleichung 3: $$P_{vSpule} = U_{spule}*I = U_{spule}^2 / R_{spule} = \rho * Lm * \Theta^2 / (Kf * A_{ges})$$

wobei: R_{spule} der elektrische Widerstand der Spule ist, U_{Spule} die an der Spule anliegende elektrische Spannung ist, P_{vSpule} die Verlustleistung der Spule ist, p der spezifische elektrische Widerstand des Wicklungsmaterials ist, Lm die mittlere Windungslänge einer Windung der Wicklung der Spule ist und Kf der Füllfaktor des Wickelraumes ist, A_{ges} die Gesamtfläche des Wickelquerschnittes der Wicklung ist (gemessen quer zur Längsrichtung des Spulenträgers).

[0035] Aus Gleichungen 1, 2 und 3 wird der zu lösende Konflikt deutlich. Die Verluste des Elektromagneten steigen quadratisch mit der geforderten Feldstärke H und sind umgekehrt proportional zu der Verfügung stehenden Querschnittsfläche der Wicklung, d.h. bei Verkleinerung des Volumens und der Wickelfläche steigen die Verluste.

[0036] Wenn ein Permanentmagnet durch den Elektromagneten ersetzt werden soll, ist die Länge des Magneten festgelegt. Daher ist diese Abmessung des Elektromagneten begrenzt und es ergeben sich entsprechende Einschränkungen für die Oberflächen des Magneten, über die die Wärmeverluste des Magneten an die Umgebung abgeführt werden können. Die Verlustleistung soll im Stillstand des mit dem Elektromagneten ausgestatteten Schienenfahrzeuges ausschließlich durch natürliche Konvektion abgeführt werden können, ohne dass unzulässig hohe Temperaturen am Wickelmaterial auftreten. Eine zusätzliche forcierte Kühlung soll vermieden werden, da hierfür kaum Platz zur Verfügung steht. Außerdem könnte es bei einem Ausfall der Kühleinrichtung zu einer Beschädigung des Elektromagneten kommen.

[0037] Wegen einer hohen geforderten Verfügbarkeit sollte der Elektromagnet direkt aus der Fahrzeugbatterie mit eiektrischer Energie versorgt werden. Der Spannungstoleranzbereich der Fahrzeugbatterie eines Schienenfahrzeugs beträgt typischerweise minus 30 % und plus 25 % der Batterie-Nennspannung. Dies erschwert die Auslegung zusätzlich. Bei minimaler Speisespannung (Nennspannung minus 30 Prozent) muss eine definiert hohe Feldstärke zur sicheren Funktion vorhanden sein. Bei maximaler Speisespannung sind die Verluste wegen des quadratischen Anstieges der Verlustleistung mit der Versorgungsspannung etwa 50 % höher als bei der Nennspannung. Zusätzliche DC/DC-Wandler zur Spannungs- oder Stromsteuerung, die eine Vereinfachung des Dimensionierungskonfliktes zur Folge hätten, sollten wegen der erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls und wegen des Zusatzaufwandes für die Steuerung vermieden werden.

[0038] Zusammengefasst sind folgende Zielsetzungen durch die im Folgenden anhand der Figuren beschriebene Ausführungsformen des Elektromagneten gelöst:

- Realisierung eines Elektromagneten mit hoher Feldstärke, vergleichbar dem Dauermagneten des Integra-Signum-Systems bei begrenztem Volumen und Gewicht
- Speisung direkt aus der Fahrzeugbatterie mit entsprechenden Spannungstoleranzen
- Abführung der Verlustleistung ohne forcierte Kühlung
- niedriges Rest-Magnetfeld (Remanenz B < 180 μT in 130 mm Entfernung) bei abgeschaltetem Elektromagneten
- robuste Ausführung, geeignet für den Einbau im Untergestell des Fahrzeuges
- einfache, kostengünstige Herstellung des Elektromagneten

[0039] Fig. 1 zeigt im linken Figurenteil einen Querschnitt durch einen Elektromagneten 1 und zeigt im rechten Figurenteil einen Längsschnitt durch den Elektromagneten 1 und durch einen Flansch 10, an dem der Elektromagnet 1 angebracht werden kann. Ferner ist unten im rechten Figurenteil die Schienenoberkante 122 durch eine horizontale Linie dargestellt. Die Unterkante des Elektromagneten 1 ist an einem Schienenfahrzeug (von dem nur der Flansch 10 dargestellt ist) so angebracht, dass sie einen Abstand D zur Oberkante 122 der Schiene aufweist. D beträgt z. B. 130 mm.

[0040] Der Elektromagnet 1 weist ein Gehäuse 2 auf, in dem ein Spulenträger 3 angeordnet ist. Der Spulenträger 3 erstreckt sich in Längsrichtung des Gehäuses 2. Er ist massiv stabförmig mit über seine gesamte Länge konstantem kreisförmigem Querschnitt ausgestaltet. Der Spulenträger 3 kann daher auch als Rundstab bezeichnet werden.

[0041] Er besteht aus magnetisierbarem Material, sodass er als Spulenkern fungiert. Durch ihn wird das durch die Spule 4 erzeugte Magnetfeld erheblich verstärkt.

[0042] Eine spezielle Ausführungsform des Spulenträgers 3 ist in Fig. 8 dargestellt. Diese Ausführungsform weist an ihren gegenüberliegenden stirnseitigen Enden (in Längsrichtung des Stabes gegenüberliegend) jeweils eine Ausneh-

mung 81 a, 81 b (z. B. eine Sacklochbohrung) auf, die auf der Symmetrieachse des Stabes liegt. Der Stab ist bezüglich der Symmetrieachse rotationssymmetrisch. Beim Wickeln der Spule 4, auf die noch näher eingegangen wird, kann jeweils ein Zapfen oder Stift in die Ausnehmung 81 eingreifen, sodass der Spulenträger 3 um die Symmetrieachse gedreht werden kann.

[0043] Die schematische Fig. 1 kann bezüglich der Ausgestaltung des Spulenträgers jedoch auch anders interpretiert werden. An Stelle des magnetisierbaren Stabes, auf den (gegebenenfalls bei Vorhandensein einer elektrisch isolierenden Zwischenlage) die Spulenwicklung unmittelbar aufgewickelt ist, kann der Elektromagnet 1 einen Spulenträger in der Ausführungsart aufweisen, auf die anhand von Fig. 4 bis 7 noch näher eingegangen wird. In diesen Spulenträger wird der magnetisierbare Spulenkern eingebracht. Der Spulenträger 3 selbst kann, muss aber nicht magnetisierbar sein.

[0044] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Spule 4 weist eine Mehrzahl von Wicklungslagen auf, d. h. ein Spulendraht oder eine andere elektrische Leitung ist in mehreren übereinander liegenden Lagen um die Außenoberfläche des Spulenträgers 3 herum gewickelt. Zwischen dem Spulenträger 3 und der Spule 4 befindet sich ein elektrisch isolierendes Material 5. Solche Materialien sind an sich für die Verwendung bei Elektromagneten bekannt.

[0045] Der Spulenträger 3 ist an seinen in Längsrichtung gegenüberliegenden Enden jeweils mit einem Befestigungselement 6a, 6b verbunden. Die Befestigungselemente 6a, 6b sind wiederum mit dem Gehäuse 2 verbunden. Auf eine spezielle Ausführungsform solcher Befestigungselemente wird noch näher eingegangen.

[0046] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform füllt der Spulenträger 3 nicht die gesamte im Innenraum des Gehäuses 2 zur Verfügung stehende Länge aus, wie im rechten Figurenteil erkennbar ist. Bei anderen Ausführungsformen kann sich der Spulenträger jeweils bis zum Ende des Gehäuses in Längsrichtung erstrecken.

[0047] Das Gehäuse 2 weist einen Deckel 7 auf, der durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist. Die Befestigungselemente 6a, 6b stoßen an dem Deckel 7 an. Über dem Deckel 7 befindet sich ein weiteres Gehäuseteil, ein Befestigungsträger 8, der fest mit dem Deckel 7 und der Gehäusewanne 9 verbunden ist, die den Raum zur Aufnahme des Spulenträgers 3 bildet. Die Gehäusewanne 9 umgibt den Spulenträger 3 an fünf Seiten (unten und an vier Seiten seitlich). Der Deckel 7 schließt das Gehäuse oben.

[0048] Der Deckel 7 weist eine hülsenartige bzw. aus einem Rohrstück bestehende Durchführung 12 für den elektrischen Anschluss der Spule 4 auf. Die Durchführung 12 erstreckt sich durch den Befestigungsträger 8 hindurch. Im rechten Figurenteil erkennt man außerdem eine Schutzhülse 13 die sich durch die Durchführung 12 hindurch erstreckt, das Anschlusskabel 14 zum elektrischen Anschließen der Spule 4 und ein Anschlusselement 15.

[0049] Der Befestigungsträger 8 wird unter Verwendung von nicht dargestellten Schrauben und durch Nutzung der am Flansch 10 vorgesehenen Bohrungen 11 a, 11 b (plus evtl. weiterer Bohrungen) sowie entsprechender Bohrungen oder Löcher am Befestigungsträger 8 mit dem Flansch 10 verschraubt.

[0050] Zur Verbesserung der Abführung der Wärmeverluste der Spule 4 ist die Gehäusewanne 9 nach dem Einsetzen des Spulenträgers und der Spule mit gut wärmeleitendem Epoxidharz vergossen.

[0051] Die Pole des Elektromagneten sind in Fig. 1 durch "N" für Nordpol und "S" für Südpol bezeichnet.

[0052] Fig. 2 zeigt ein spezielles Ausführungsbeispiel für ein Gehäuse 20 des erfindungsgemäßen Elektromagneten. Das Gehäuse 20 kann z. B. das Gehäuse 2 des in Fig. 1 schematisch dargestellten Elektromagneten sein. Es weist eine Gehäusewanne 9 mit an zwei Seiten abgerundeten Bodenkanten, einen Gehäusedeckel 7 und einen Befestigungsträger 8 auf. Fig. 3 zeigt den Deckel 7 separat von den anderen Gehäuseteilen.

[0053] Alle drei Gehäuseteile 7, 8, 9 sind aus Blech gefertigt. Die Gehäusewanne 9 wurde ausgestanzt, das Blechteil entsprechend gebogen und geschweißt. Der Gehäusedeckel 7 und der Befestigungsträger 8 wurden ausgestanzt bzw. ausgestanzt und gebogen. Der Befestigungsträger 8 weist zwei oder vier Löcher 17a bis 17d zur Befestigung des Elektromagneten auf, z. B. an dem Flansch 10 gemäß Fig. 1.

[0054] An zwei gegenüberliegenden Seiten entlang der Längsrichtung des Gehäuses 20 überragen Vorsprüngen 18a, 18b den Körper der Gehäusewanne 9. Solche Vorsprünge an allen drei Gehäuseteilen 7, 8, 9 ausgebildet. An den Vorsprüngen sind die drei Gehäuseteile 7, 8, 9 miteinander verbunden, z. B. an den in Fig. 2 als Loch erkennbaren neun Stellen 19 (plus weiterer Stellen an der in der Fig. 2 verdeckten hinteren Seite, siehe Fig. 3) verschraubt.

[0055] Im rechten Figurenteil von Fig. 3 erkennt man den Rohrstutzen 12 zur Durchführung der elektrischen Anschlussleitung, der an den Deckel 7 angeschweißt ist.

[0056] Der in Fig. 4 bis 7 dargestellte Spulenträger 30, weist ein zylindrisches Rohr 31 mit in Längsrichtung konstantem Innen- und Außendurchmesser auf. An den Enden des Rohres 31 sind Befestigungselemente 33a, 33b zur Befestigung des Spulenträgers 30 an einem Gehäuse (z. B. an dem Gehäuse 20 gemäß Fig. 2 oder dem Gehäuse 2 gemäß Fig. 1) angeschweißt. Die Befestigungselemente 33a, 33b werden im Folgenden als Seitenteile bezeichnet.

[0057] Wie Fig. 5 zeigt, hat der Spulenträger (am Ende des Seitenteils 33b) eine Öffnung 37, bzw. lässt das Seitenteil 33b das Rohr 31 offen. Durch die Öffnung 37 kann ein stabförmigen Spulenkern 41 (siehe Fig. 7) in das Rohr 31 eingesetzt werden, wobei der Durchmesser des Spulenkerns 41 geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohres 31. Die Öffnung 37 dient als einseitige Führung und Halterung des Spulenkerns 41. An der gegenüberliegenden Spulenträger-Seite (siehe Fig. 6), an der sich das Seitenteil 33a befindet, ist das Rohr gegen ein Austreten des Spulenkern des 41 geschlossen. An dieser Seite befinden sich lediglich eine Mehrzahl von Löchern bzw. Bohrungen 36. Unter

Verwendung der Bohrung 36 in der Mitte des Seitenteils 33a wird der Spulenkern 41 mit dem Seitenteil 33a verschraubt.

[0058] Wie Fig. 7 zeigt, ist der in das Rohr 31 eingesetzte und somit durch den Spulenträger 30 fixierte Spulenkern 41 geringfügig länger als der Spulenträger 30 und somit länger als die später zwischen den Seitenteilen 33a, 33b aufgewickelte Spule.

[0059] Wie Fig. 4 bis 7 zeigen, sind die Seitenteile 33 des Spulenträgers plattenförmig ausgestaltet. Die einstückigen Platten erstrecken sich senkrecht zur Längsrichtung des Spulenträgers 30 und definieren (auf Grund ihres Überstandes quer zur Längsrichtung über den Umfang des Spulenträgers hinaus) in Längsrichtung zwischen sich einen Zwischenraum, in dem die Spule auf den Spulenträger 30 aufgewickelt werden kann. Zum Zweck der Befestigung an dem Gehäuse sind die Seitenteile 33 jeweils an drei Enden um 90° abgewinkelt. Die abgewinkelten Bereiche sind mit den Bezugszeichen 32, 34 und 35 bezeichnet. Zwei der abgewinkelten Bereiche, die jeweils mit den Bezugszeichen 32 und 34 bezeichnet sind und die an gegenüber liegenden Seiten des jeweiligen Seitenteils 33 angeordnet sind, weisen zwei Langlöcher 42 auf. Einer der abgewinkelten Bereiche, der mit dem Bezugszeichen 35a bzw. 35b bezeichnet ist, weist ein kreisförmiges Loch 43 auf. Eines dieser Löcher fluchtet bei eingebautem Spulenträger mit der Öffnung des Rohrstutzen 12 (Fig. 1).

[0060] Der Spulenträger 30 wird z. B. mit vier oder acht Schrauben und unter Verwendung der Löcher 42 am Gehäuse befestigt. Der Außenumfang der Seitenteile 33 kann derart auf die inneren Abmessungen des Gehäuses abgestimmt sein, dass die Seitenteile 33 nahezu ohne Spiel zwischen den gegenüberliegenden Wänden des Gehäuses eingesetzt werden können. Aber auch in anderen Fällen kann die relative Position des Spulenträgers 30 und des Gehäuses genau wie vordefiniert erreicht werden. Insbesondere wird das Rohr 31 symmetrisch zwischen Gehäuseboden und Gehäusedeckel und/oder symmetrisch zwischen den Seitenwänden des Gehäuses positioniert. Wichtig ist hierbei, dass die zentrale Längsachse der Wicklung in definiertem Abstand zum Gehäuseboden fixiert wird. Hierdurch können Toleranzen der äußeren Feldstärke bei verschiedenen Exemplaren des Elektromagnets reduziert bzw. vermieden werden.

[0061] Außerdem sind zur Verbesserung der Abführung der Wärmeverluste der Spule geringe Abstände zwischen der Spule und den Gehäusewänden definiert. Falls der auf Grund des Abstandes bestehende Zwischenraum vergossen ist, ist aus Stabilitätsgründen und Isolationsgründen eine Mindestdicke des Vergussmaterials (z. B. Harzes) einzuhalten. Eine zu große Dicke würde jedoch den thermischen Übergangswiderstand und damit die Temperaturen der Spule erhöhen. Die Dicke wird unter Berücksichtigung des spezifischen elektrischen Widerstandes und der mechanischen Eigenschaften des Vergussmaterials definiert.

Patentansprüche

1. Elektromagnet, insbesondere für ein Zugsicherungssystem, wobei der Elektromagnet (1) Folgendes aufweist:

- ein Gehäuse (2),
- einen Spulenträger (3),
- eine Wicklung (4) mit einem langgestreckten elektrisch leitenden Leitungsmaterial, das mehrfach um den Spulenträger (3) herum gewickelt ist,

wobei der Spulenträger (3) in einer definierten Position in dem Gehäuse (2) angeordnet ist und an dem Gehäuse (2) befestigt ist, wobei der Spulenträger (3) stabförmig ausgestaltet ist und sich in einer Längsrichtung erstreckt und wobei der Spulenträger (3) an in der Längsrichtung gegenüberliegenden Enden des Spulenträgers (3) mit dem Gehäuse (2) verbunden ist.

2. Elektromagnet nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei an zumindest einem der Enden des Spulenträgers (3) ein, insbesondere plattenförmiges, Befestigungselement (33) mit dem Spulenträger (3) verbunden ist, das sich quer zu der Längsrichtung über den Außenumfang des Spulenträgers (3) hinaus erstreckt, und wobei das Befestigungselement (33) an einer Mehrzahl von Stellen an Wänden des Gehäuses (2) anstößt und mit dem Gehäuse (2) verbunden ist.

3. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) eine Gehäusewanne (9) aufweist, die den Spulenträger (3) und die Wicklung (4) an fünf Seiten umschließt, und wobei das Gehäuse (2) einen Deckel (7) aufweist mit dem das Gehäuse (2) an einer sechsten Seite verschlossen ist.

4. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Spulenträger (3) aus weichmagnetischem Material besteht.

5. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Spulenträger (30) hohl ist und eine Öffnung (37) aufweist, durch die ein Spulenkern (41) aus weichmagnetischem Material in den Spulenträger (30) eingebracht

ist.

6. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Zwischenraum zwischen der Wicklung (4) und dem Gehäuse (2) vergossen ist, insbesondere mit Epoxydharz vergossen ist.

7. Verwendung eines Elektromagneten nach einem der vorhergehenden Ansprüche an einem Schienenfahrzeug zur Erzeugung eines elektromagnetischen Signals, wenn das Schienenfahrzeug an einem ortsfest beim Gleis angeordneten Sensor vorbeifährt.

8. Schienenfahrzeug mit einem Elektromagneten nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

9. Anordnung mit einem Elektromagneten nach einem der vorhergehenden Ansprüche an einem Schienenfahrzeug, wobei der Elektromagnet ohne Zwischenschaltung einer Steuereinrichtung zur Steuerung des den Elektromagneten speisenden Stromes und/oder zur Steuerung der den Elektromagneten versorgenden elektrischen Spannung mit einem elektrischen Energiespeicher, insbesondere einer Fahrzeugbatterie, verbunden ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Elektromagneten mit den folgenden Schritten:

- mehrfaches Umwickeln eines Spulenträgers (3) mit einem langgestreckten elektrisch leitenden Leitungsmaterial, sodass eine elektromagnetische Wicklung gebildet ist,
- Anordnen des Spulenträgers (3) in einem Gehäuse (2),
- Befestigen des Spulenträgers (3) in einer definierten Position an dem Gehäuse (2).

11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Spulenträger (3) stabförmig ausgestaltet ist und sich in einer Längsrichtung erstreckt und wobei der Spulenträger (3) an in der Längsrichtung gegenüberliegenden Enden des Spulenträgers (3) mit dem Gehäuse (2) verbunden wird.

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei an zumindest einem der Enden des Spulenträgers (3) ein Befestigungselement (33) mit dem Spulenträger (3) verbunden wird, das sich quer zu der Längsrichtung über den Außenumfang des Spulenträgers (3) hinaus erstreckt, wobei das Befestigungselement (33) so innerhalb des Gehäuses angeordnet wird, dass das Befestigungselement (33) an einer Mehrzahl von Stellen an Wänden des Gehäuses (2) anstößt und wobei das Befestigungselement (33) zumindest an einem Teil der Stellen mit dem Gehäuse (2) verbunden wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Spulenträger (3) und die Wicklung (4) in einer Gehäusewanne (9) des Gehäuses (2) angeordnet werden, sodass die Gehäusewanne (9) den Spulenträger (3) und die Wicklung (4) an fünf Seiten umschließt, und wobei das Gehäuse (2) an einer sechsten Seite mit einem Deckel (7) verschlossen wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Spulenkern (41) aus weichmagnetischem Material in den Spulenträger (30) eingebracht wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Zwischenraum zwischen der Wicklung (4) und dem Gehäuse (2) vergossen wird, insbesondere mit Epoxydharz vergossen wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) am Untergestell eines Schienenfahrzeugs an diesem befestigt wird.

Fig.1

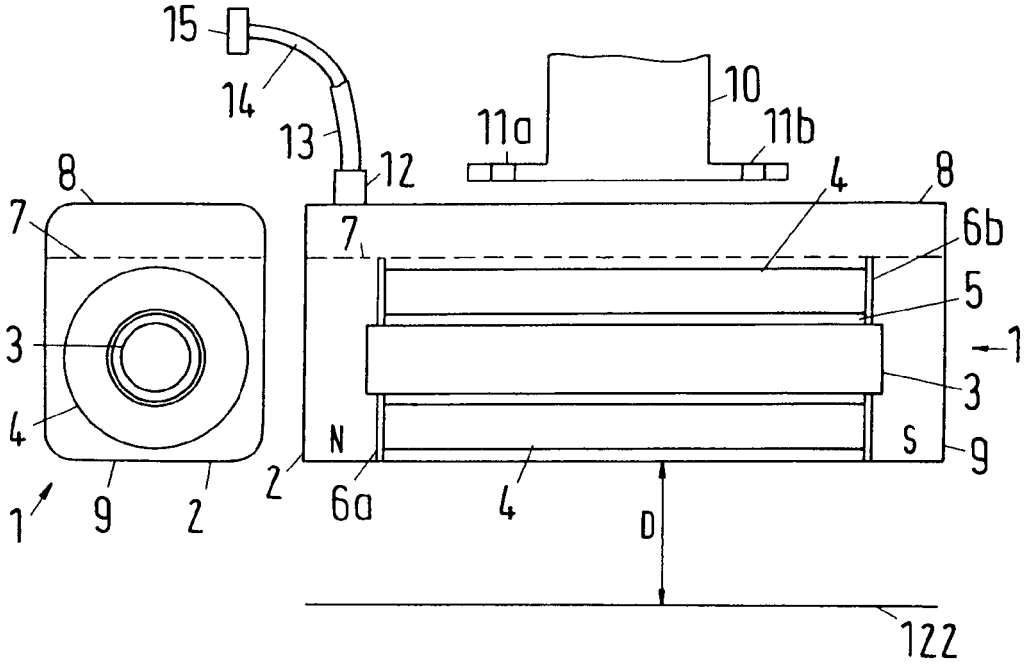

15
14
13
12
11a
10
11b
8
7
4
8
6b
5
3
1
4
N
S
9
1
9
2
2
6a
4
D
122

Fig.2

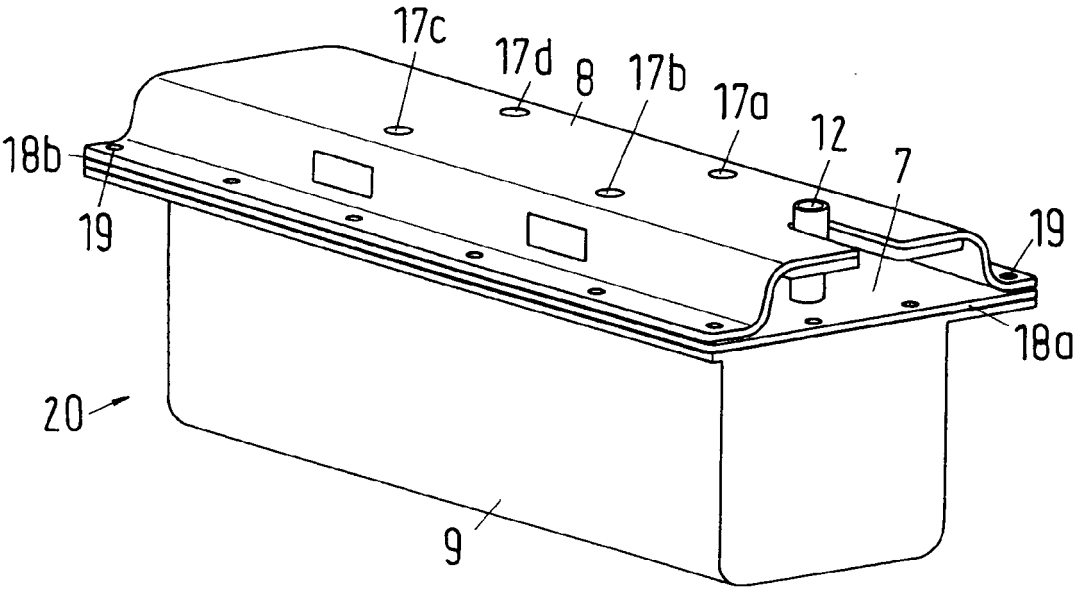

17c
17d
8
17b
17a
12
7
18b
19
19
18a
20
9

Fig.3

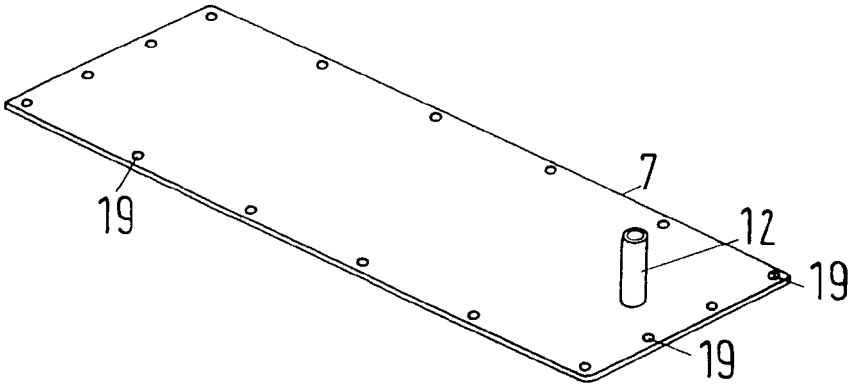


Fig.4

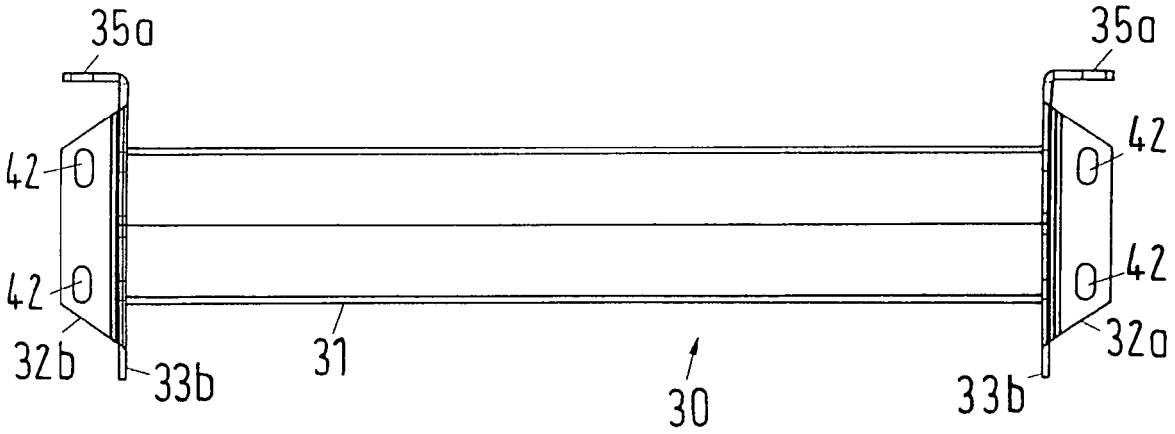


Fig.5

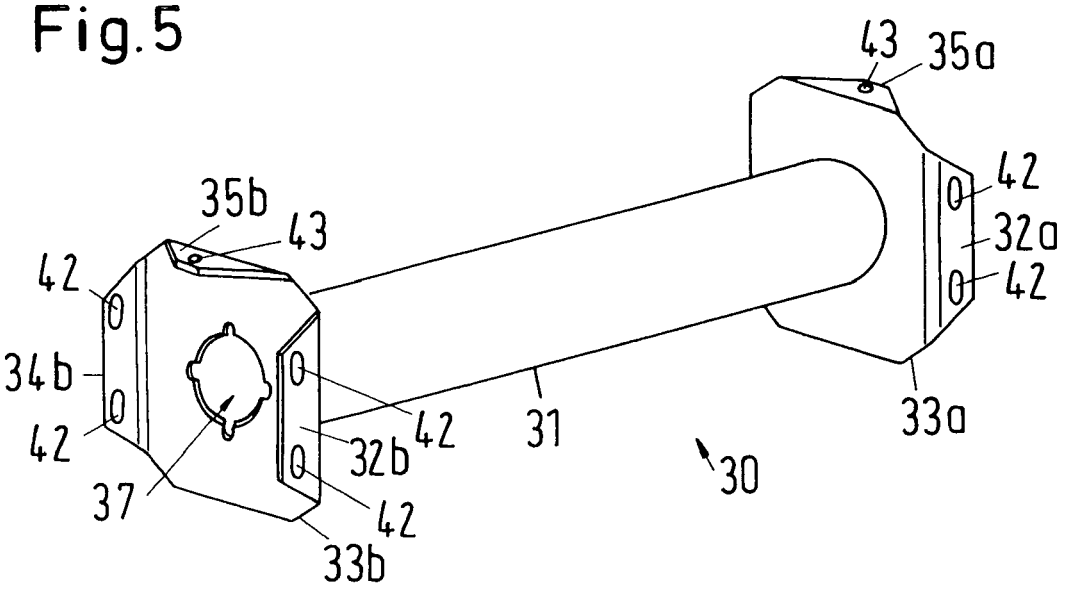

43
35a
42
32a
42
35b
43
42
34b
42
37
42
32b
42
33b
31
30
33a

Fig.6

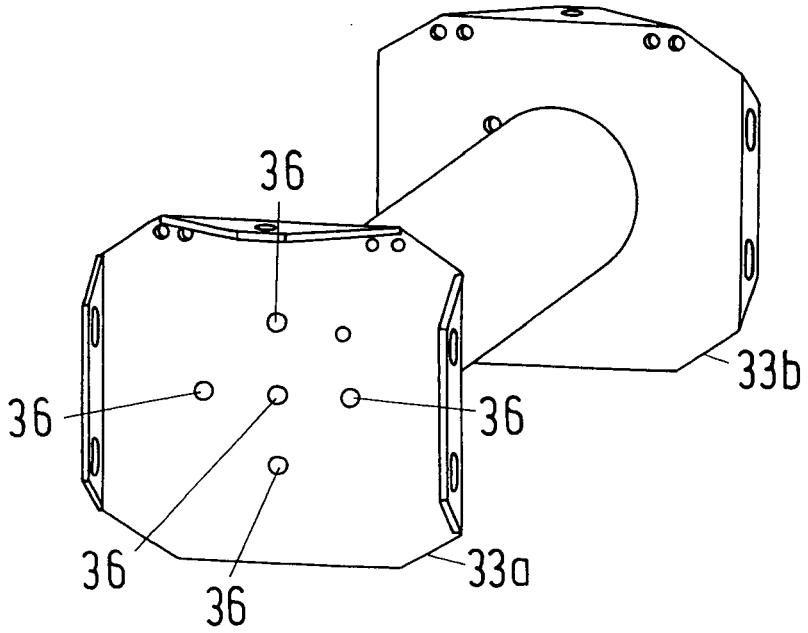

36
36
36
36
36
33b
33a

Fig.7

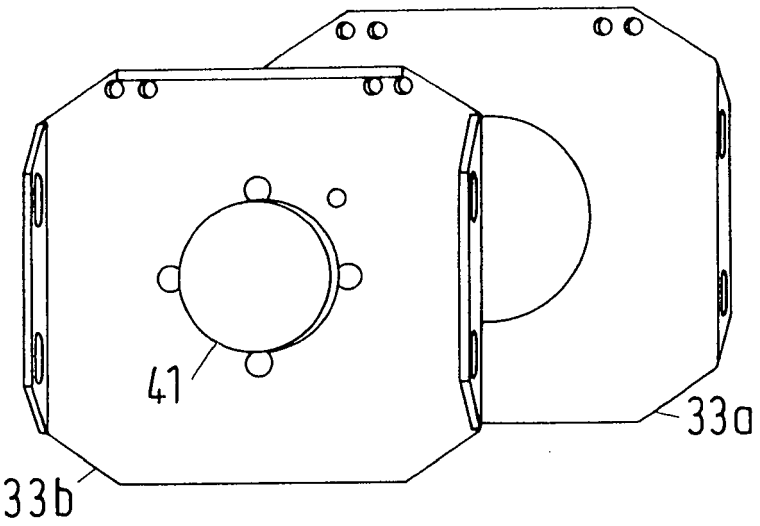
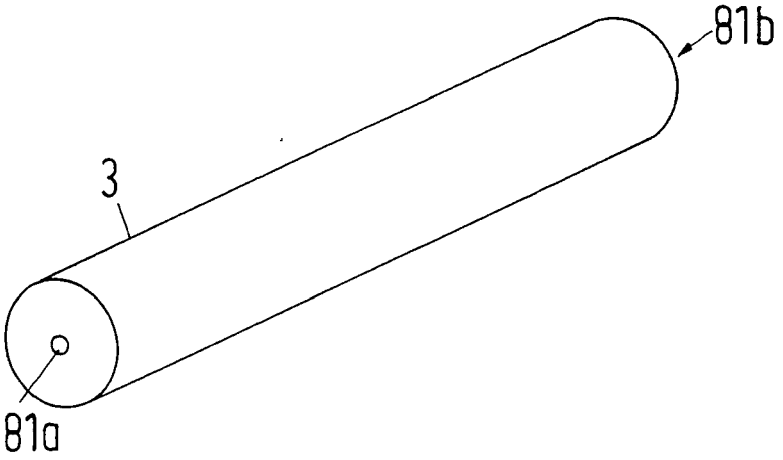


Fig.8



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 09 0058

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 018 596 A1 (ZUMTOBEL AG [AT]) 12. November 1980 (1980-11-12) * Abbildung 7 * * Seite 7, Zeile 3 - Zeile 28 * -----	1,2,5,6, 10,11, 14,15	INV. H01F5/02 H01F7/06 H01F5/04
A	EP 0 122 133 A1 (GEN ELECTRIC CO PLC [GB]) 17. Oktober 1984 (1984-10-17) * Abbildungen 1,3 * -----	1,10	
X	DE 199 30 006 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. Januar 2001 (2001-01-18) * Spalte 3, Zeile 37 - Zeile 46 * -----	10,14	
A	JP 06 219274 A (TOSHIBA TRANSPORT ENG; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 9. August 1994 (1994-08-09) * das ganze Dokument * -----	7,9	
A	GB 532 096 A (SIEMENS & GENERAL ELECTRIC RAI; TOM AUSTIN; JOHN EDWARD MOTT) 17. Januar 1941 (1941-01-17) * Spalte 3, Zeile 101 - Spalte 4, Zeile 5; Anspruch 1; Abbildungen 1-4 * -----	1,7-10	
A	EP 1 172 274 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 16. Januar 2002 (2002-01-16) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 2, Zeile 37 * -----	7,9	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

H01F
B61L
H01L

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	12. Dezember 2006	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

9

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 06 09 0058

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.

12-12-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0018596 A1	12-11-1980	AR 222543 A1	29-05-1981
		AT 365850 B	25-02-1982
		AT 336679 A	15-06-1981
		AU 533934 B2	22-12-1983
		AU 5811180 A	13-11-1980
		DE 3068574 D1	23-08-1984
		ES 8104626 A1	01-07-1981
		FI 801456 A	08-11-1980
		ZA 8002672 A	27-05-1981
		ZW 10580 A1	21-01-1981
EP 0122133 A1	17-10-1984	CA 1236526 A1	10-05-1988
		DE 3464667 D1	13-08-1987
		GB 2139003 A	31-10-1984
		JP 59206750 A	22-11-1984
DE 19930006 A1	18-01-2001	KEINE	
JP 6219274 A	09-08-1994	KEINE	
GB 532096 A	17-01-1941	KEINE	
EP 1172274 A1	16-01-2002	AT 323637 T	15-05-2006
		DK 1172274 T3	14-08-2006
		PT 1172274 T	31-08-2006

EPO FORM P0461

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