

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. September 2017 (14.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/153030 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 7/16 (2006.01) *H01F 7/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000135
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2017 (02.02.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 002 677.4 5. März 2016 (05.03.2016) DE
- (71) Anmelder: WABCO GMBH & CO. OHG [DE/DE]; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: GOERS, Andreas; Im kleinen Felde 23, 30982 Pattensen (DE). STRUWE, Otmar; Im Schafbrinke 15a, 30519 Hannover (DE). TEICHMANN, Andreas; Silberkamp 4a, 30916 Isernhagen (DE).
- (74) Anwalt: LAUERWALD, Jörg; Wabco GmbH, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: BISTABLE SOLENOID VALVE DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING AN ARMATURE POSITION OF A BISTABLE SOLENOID VALVE

(54) Bezeichnung : BISTABILE MAGNETVENTIL-EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER ANKERSTELLUNG EINES BISTABILEN MAGNETVENTILS

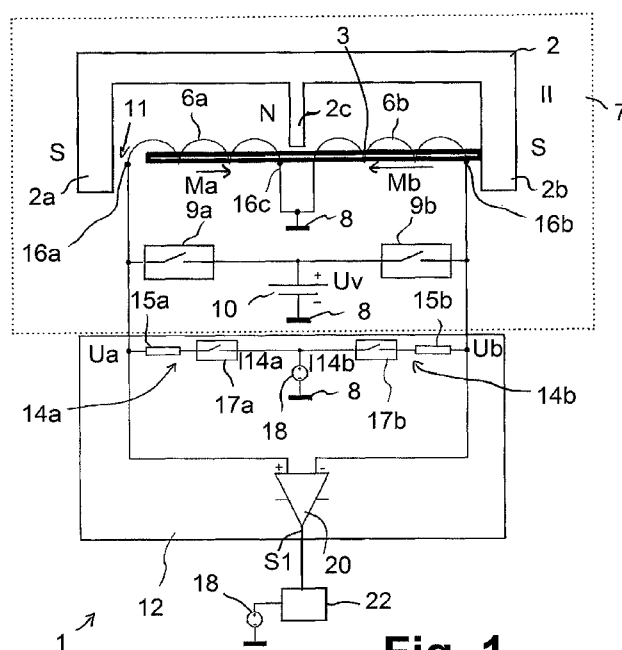


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a bistable solenoid valve device (1) for a fluid system (30), wherein the solenoid valve device (1) has a bistable solenoid valve (7) having: a permanent magnet device (2) having a first core (2a) and a second core (2b), an armature (3), which can be moved between a first armature position (I) for contact against the first core (2a) while an air gap (11) is formed with respect to the second core (2b) and a second armature position (II) for contact against the second core (2b) while an air gap (11) is formed with respect to the first core (2a), wherein the armature (3) has an armature core (4) of magnetically conductive material, a first armature coil (6a) for being supplied current for movement into the first armature position (I), and a second armature coil (6b) for being supplied current for movement into the second armature position (II), a final stage (9a, 9b, 10) for supplying current to one of the armature coils (6a, 6b) for movement of the armature (3). A detection device (12) is provided for evaluating or measuring a first inductance (La, Lb) of the first armature coil (6a) and for evaluating or measuring a second inductance (La, Lb) of the second armature coil (6b) without movement of the armature (3) and for comparing the inductances (La, Lb) of the first armature coil (6a) and of the second armature coil (6b) and for outputting a state signal (S1) indicating the armature position (I, II).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Die Erfindung betrifft eine bistabile Magnetventil-Einrichtung (1) für ein Fluid-system (30), wobei die Magnetventil-Einrichtung (1) ein bistabiles Magnetventil (7) aufweist mit: einer Permanentmagnet-Einrichtung (2) mit einem ersten Kern (2a) und einem zweiten Kern (2b), einem Anker (3), der zwischen einer ersten Ankerstellung (I) zur Anlage an dem ersten Kern (2a) unter Ausbildung eines Luftspalts (11) zu dem zweiten Kern (2b) und einer zweiten Ankerstellung (II) zur Anlage an dem zweiten Kern (2b) unter Ausbildung eines Luftspalts (11) zu dem ersten Kern (2a) verstellbar ist, wobei der Anker (3) einen Ankerkern (4) aus magnetisch leitendem Material, eine erste Ankerspule (6a) zur Bestromung für eine Verstellung in die erste Ankerstellung (I), sowie eine zweite Ankerspule (6b) zur Bestromung für eine Verstellung in die zweite Ankerstellung (II) aufweist, eine Endstufe (9a, 9b, 10) zur Bestromung jeweils einer der Ankerspulen (6a, 6b) für eine Verstellung des Ankers (3). Hierbei ist eine Detektionseinrichtung (12) vorgesehen zur Bewertung oder Messung einer ersten Induktivität (La, Lb) der ersten Ankerspule (6a) und zur Bewertung oder Messung einer zweiten Induktivität (La, Lb) der zweiten Ankerspule (6b) ohne Verstellung des Ankers (3) und zum Vergleich der Induktivitäten (La, Lb) der ersten Ankerspule (6a) und der zweiten Ankerspule (6b) und zur Ausgabe eines die Ankerstellung (I, II) anzeigenden Zustandssignals (S1).

Bistabile Magnetventil-Einrichtung und Verfahren zum Ermitteln einer Ankerstellung eines bistabilen Magnetventils

Die Erfindung betrifft eine bistabile Magnetventil-Einrichtung für ein Fluidsystem, insbesondere in einem Nutzfahrzeug, sowie ein Verfahren zum Ermitteln einer Ankerstellung eines bistabilen Magnetventils.

Bistabile Magnetventile ermöglichen in einem Fluidsystem, zum Beispiel einem Druckluftsystem, die Verstellung zwischen zwei Ventil-Stellungen, wobei beide Ventil-Stellungen im stromlosen Zustand des Magnetventils gehalten werden können. Das bistabile Magnetventil weist im Allgemeinen eine Permanentmagnet-Einrichtung und einen relativ zur Permanentmagnet-Einrichtung verstellbaren Anker auf, der bestrombare Ankerspulen aufweist. Je nach Bestromung einer ersten Ankerspule oder zweiten Ankerspule kann der Anker in seine erste Ankerstellung oder zweite Ankerstellung verstellt werden, in denen er auch nach Abstellen des Schaltstroms, d. h. im unbestromten Zustand, sicher gehalten wird.

Elektropneumatische Handbremsen mit einer bistabilen Magnetventil-Einrichtung ermöglichen eine pneumatische Betätigung der Handbremse, wobei im abgestellten Zustand bzw. Fahrt-Zustand keine Bestromung und somit kein Energieverbrauch erforderlich ist. Weiterhin ist auch während der Fahrt, d. h. bei ausgeschalteter Parkbremse, kein Strom und somit kein Energieverbrauch erforderlich.

Die DE 37 30 381 A1 zeigt ein derartiges bistabiles Magnetventil, das in seinen beiden Stellungen eine Dauermagnet-Haltekraft ermöglicht. Hierbei ist ein Anker axial zwischen seinen Ankerstellungen verstellbar vorgesehen und stößt in seinen Ankerstellungen an einen ersten End-Kern oder zweiten

- 2 -

End-Kern, wobei zu dem anderen End-Kern jeweils ein Luftspalt ausgebildet wird. Der Luftspalt bewirkt, dass das durch den jeweiligen End-Kern verlaufende Dauermagnet-Feld schwächer ist als das ohne Luftspalt zwischen dem anderen End-Kern und dem Anker verlaufende Dauermagnet-Feld. In seinen Ankerstellungen bzw. Ventil-Stellungen verschließt der Anker mit seinen Dichtmitteln jeweils geeignete Fluiddurchlässe.

In einigen Situationen kann jedoch der Fall auftreten, dass die genaue Ankerstellung und somit die Ventilstellung unbekannt oder unsicher ist. So können Erschütterungen während der Fahrt grundsätzlich zu einer Verstellung beweglicher Teile, wie z. B. auch des Ankers führen. Auch kennt die Steuereinrichtung des Fluidsystems, nachdem sie z. B. bei Start des Fahrzeuges eingeschaltet wird, zunächst im Allgemeinen nicht den Zustand ihrer Einrichtungen oder nimmt zunächst an, dass die Einrichtungen und Elemente in ihrem unbestromten Grundzustand sind. Bei Einsatz eines bistabilen Magnetventils, z. B. in einer elektropneumatischen Handbremse, weiß die Brems-Steuereinrichtung somit z. B. nicht, ob das Fahrzeug mit eingelegter oder nicht eingelegter Handbremse abgestellt wurde, wobei etwaige Speichereinträge bei Starten des Fahrzeugs zunächst zu unsicher sind.

Probe-Verstellungen oder Rückstellungen des bistabilen Magnetventils in eine der beiden Positionen können im Allgemeinen den Fahrbetrieb behindern oder unnötige Verstellungen verursachen.

So wird eine Test-Überprüfung einer Parkbremse während des Park-Zustandes ggf. zu einem Lösen und einer unkontrollierten Bewegung des Fahrzeuges führen. Während der Fahrt kann eine Überprüfung des Zustandes der elektropneumatischen Parkbremse ggf. zu einer Betätigung und somit zu einer Bremsung führen, die zu gefährlichen Fahrsituationen führen können.

- 3 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine sichere Überprüfung des Schaltzustandes einer bistabilen Magnetventil-Einrichtung mit relativ geringem Aufwand zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch eine bistabile Magnetventil-Einrichtung und ein Verfahren zum Ermitteln einer Ankerstellung nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen. So ist insbesondere eine elektropneumatische Parkbremse mit der bistabilen Magnetventil-Einrichtung vorgesehen.

Somit wird die Ventil-Stellung durch Bewertung oder Messung der Induktivitäten der beiden Ankerspulen und einen Vergleich der Induktivitäten ohne eine Verstellung des Ankers ermittelt. Hierzu weist die bistabile Magnetventil-Einrichtung eine Detektionseinrichtung auf.

Somit wird bereits der Vorteil erreicht, dass eine Sensierung der Schaltstellung durch eine Sensierung der Ankerstellung ohne Verstellung und somit ohne Eingriff in das Fluidsystem ermöglicht wird. Die Überprüfung der Ventilstellung bzw. der Ankerstellung kann somit vor Fahrtbeginn und auch z. B. routinemäßig während der Fahrt durchgeführt werden, ohne dass hierbei kritische oder gefährliche Situationen entstehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausbildung weist die Detektionseinrichtung Messpfade auf, über die die Ankerspulen jeweils bestromt werden. Somit wird bereits der Vorteil erreicht, dass eine Bestromung der Ankerspulen unabhängig von der Leistungs-Bestromung der Ankerspulen zu ihrer Verstellung vorgesehen ist. Die Messpfade sind vorzugsweise an eine Vergleichseinrichtung angeschlossen, die Messwerte der Messpfade, z. B. Messspannungen, miteinander vergleicht.

- 4 -

Der Erfindung liegt hierbei der Gedanke zugrunde, dass die jeweilige Ankerstellung zu einer Beeinflussung des Permanentmagnetfeldes und der Induktivität der Ankerspule führt; so wird die effektive Induktivität der Ankerspule an der Position der Anlage des Ankers am Kern erhöht, hingegen bei Ausbildung eines Luftspaltes zwischen Anker und Kern verringert. Somit wird insbesondere die Ankerspule, die durch Bestromung eine Verstellung der Ankerstellung ermöglicht, eine niedrigere effektive Induktivität als die andere Ankerspule aufweisen.

Durch eine Messung der Induktivitäten kann somit grundsätzlich eine Aussage über die Ankerstellung bzw. die Position des Luftspaltes getroffen werden; durch einen Vergleich der Induktivitäten der beiden Ankerspulen ist eine sichere Aussage möglich.

Vorteilhafterweise ist gemäß einer Ausführungsform für die Messung der Induktivitäten eine Mess-Spannungsquelle vorgesehen, die von der zur Verstellung des Ankers vorgesehenen Versorgungs-Spannungsquelle verschieden ist. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass für die Messung eines Bestromung ohne Verstellung des Ankers erfolgt.

Durch die Ausbildung von Messpfaden mit einer gemeinsamen Mess-Versorgungsspannung kann somit eine Messung durch Aktivierung des Messpfades, z. B. durch eine Mess-Schalteneinrichtung erfolgen, die von der elektrischen Ansteuerung der Leistungsverstellung des Ankers getrennt ist. Es können somit Messspannungen als galvanische Spannungen abgegriffen und direkt miteinander verglichen werden, ohne dass die Leistungsschalteneinrichtungen zum Verstellen des Ankers betätigt werden.

Die Messpfade weisen vorteilhafterweise jeweils einen Messwiderstand auf, der insbesondere in einer Reihenschaltung mit der jeweiligen Ankerspule

- 5 -

vorgesehen sein kann, so dass ein Spannungsabfall oder ein Spannungsteiler-Schaltung gebildet wird, an der eine Messspannung des jeweiligen Messpfades abgegriffen werden kann. Somit kann die Vergleichseinrichtung die Messspannungen der Messpfade vergleichen, z. B. als Komparator zum gleichzeitigen Vergleichen der Messspannungen oder auch z. B. als Mikrocontroller zum sukzessiven Vergleichen der Messspannungen. Die Messwiderstände sind vorteilhafterweise identisch, um direkt vergleichbare Messspannungen auszubilden. Die beiden Messpfade sind vorteilhafterweise über eine gemeinsame Mess-Versorgungsspannung an ihre jeweilige Ankerspule angeschlossen, so dass bei Bestromung der Messpfade jeweils vergleichbare Messungen erfolgen.

Grundsätzlich ist die bistabile Magnetventil-Einrichtung vorteilhafterweise in ihren Ankerspulen und Messpfaden symmetrisch ausgebildet, d. h. mit symmetrischer Permanentmagnet-Einrichtung und/oder symmetrischer magnetischer Ausbildung eines Ankerkerns des Ankers, und insbesondere mit identischen oder vergleichbaren Ankerspulen und Messwiderständen.

Die Messspannungen können insbesondere als an den Ankerspulen anliegende elektrische Spannungen abgegriffen und miteinander verglichen werden, insbesondere in einer Spannungsteilerschaltung jeweils zwischen dem Messwiderstand und der Ankerspule.

Die erfindungsgemäß ermöglichte Messung ist somit schnell und sicher durchführbar, und dem z. B. eine Mess-Schalteinrichtung betätigt wird und die Messpfade aktiviert.

Indem ein Vergleich der Messungen der beiden Messpfade, d. h. eine Bestromung der ersten Ankerspule und der zweiten Ankerspule vorgenommen wird, kann direkt der Unterschied zwischen der jeweils aktiven Ankerstellung und der nichtaktiven bzw. nicht eingestellten Ankerstellung ermittelt

- 6 -

werden. Somit führen z. B. Temperaturänderungen und andere Beeinflussungen zwar ggf. zu absoluten Änderungen der Messwerte; durch die symmetrischen Ausbildung wird das Ergebnis des Vergleichs jedoch nicht beeinflusst.

Alternativ zu der Ausbildung separater Messpfade ist auch eine weitgehende Integration der Detektionseinrichtung in die Endstufe, d. h. die Leistungsstrompfade zur Ansteuerung der Ankerspulen möglich. So können gemäß einer Ausführungsform Shunt-Widerstände in Reihe mit den Ankerspulen und einer Leistungs-Schalteinrichtung geschaltet und an die Versorgungs-Spannungsquelle angeschlossen werden. Ein Shunt-Widerstand kann hierbei hinreichend niederohmig, z. B. einige Ohm, gewählt werden, so dass die Leistungsströme bzw. Schaltströme hiervon nicht wesentlich beeinflusst werden und der Leistungsverlust nicht hoch ist. Die an den Shunt-Widerständen abfallenden Spannungen können direkt als Messspannungen abgegriffen werden, und die Mess-Spannungen können in einer Vergleichseinrichtung, z. B. einem Operationsverstärker oder Komparator, verglichen werden. Die Shunt-Widerstände können somit insbesondere an ohnehin vorhandenen Kontaktierungen, z. B. der Ankerspulen gegenüber Masse, vorgesehen werden.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung sieht vor, Mess-Pfade parallel mit den Leistungs-Schalteinrichtungen auszubilden, und diese Parallel-Schaltung mit jeweils einer Ankerspule in Reihe zwischen Versorgungsspannungs-Anschlüsse zu schalten. Hierbei ist vorteilhafterweise ein derartig hoher Messwiderstand vorgesehen, dass bei Betätigung einer Mess-Schalteinrichtung lediglich ein geringer Messstrom fließt, der – zumindest innerhalb der für die Messung erforderlichen Schalt-Zeiten – nicht zu einer Verstellung des Ankers führt. Somit kann wiederum eine gemeinsame Versorgungs-Spannungsquelle zur Ausbildung der Detektionseinrichtung und als Endstufe genutzt werden.

- 7 -

Bei derartigen Ausbildungen mit gemeinsamer Spannungsquelle, d. h. einer Verwendung der Versorgungsspannungsquelle sowohl zur Leistungs-Verstellung zwischen den Ankerstellungen als auch zur Messung ist somit nur ein geringer zusätzlicher Hardwareaufwand erforderlich.

Aber auch bei Ausbildungen mit einer zusätzlichen Mess-Spannungsquelle, die von der Versorgungs-Spannungsquelle verschieden ist, können geeignete synergistische Wirkungen erreicht werden, indem z. B. eine Spannungsquelle bzw. Versorgungsspannung der Steuereinrichtung, d. h. des in der Steuereinrichtung vorgesehenen Mikroprozessors genutzt wird. Derartige Mikroprozessoren weisen z. B. im Allgemeinen Versorgungsspannungen von 3,3 Volt und/oder 5 Volt auf, die somit ergänzend auch zur Ansteuerung eines separaten Mess-Pfades genutzt werden können, ohne dass somit eine zusätzliche Spannungsquelle erforderlich wird.

Grundsätzlich kann auch eine Leistungs-Endstufe – ohne apparative bzw. hardwaremäßige Änderungen – lediglich sehr kurzzeitig bestromt werden, so dass keine Leistungs-Verstellung zwischen den Ankerstellungen erreicht wird, und die über die Messung erreichten Messwerte, d. h. Strom bzw. Spannung in Abhängigkeit der Zeit, miteinander verglichen werden.

Die Messung kann insbesondere das sich zeitlich ändernde Verhalten der beiden Ankerspulen ermitteln bzw. berücksichtigen, das durch die Induktivität beeinflusst wird. Die Messungen können bei einem Einschaltvorgang und/oder bei einem Ausschaltvorgang, d.h. insbesondere nach Schließen oder Öffnen einer Mess-Schalteinrichtung erfolgen. So kann zum einen eine Messung nach einer vorgegebenen Zeit nach Schließen und/oder Öffnen der Mess-Schalteinrichtung erfolgen, wobei Messströme oder Messspannungen der Messpfade verglichen werden können. Zum anderen kann

- 8 -

eine Messung einer Zeitdauer erfolgen, bis zu der bei dem Einschalt- oder Ausschaltvorgang eine vorgegebene Bezugsspannung erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird insbesondere auch eine elektropneumatische Handbremse mit der bistabilen Magnetventil-Einrichtung geschaffen, die Überprüfungen mit geringem Aufwand, auch geringen Energieverbrauch, und einer sicheren Aussage, ohne Beeinflussung des Zustandes der Handbremse ermöglicht.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Schaltbild einer bistabilen Magnetventil-Einrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 eine Magnetventil-Einrichtung mit Detektionseinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3 Messdiagramme der Spannung als Funktion der Zeit der Induktionsmessungen in verschiedenen Ankerstellungen, jeweils bei einer Zeit-Messung und Spannungs-Messung, bei Ausführungen mit plus-seitigem Mess-Widerstand;
- Fig. 4 Messdiagramme der Spannung als Funktion der Zeit der Induktionsmessungen in verschiedenen Ankerstellungen, jeweils bei einer Zeit-Messung und Spannungs-Messung, bei Ausführungen mit minus-seitigem Mess-Widerstand;
- Fig. 5 eine im Wesentlichen der Fig. 1 entsprechende Ausführungsform mit am Permanentmagnet-Joch ausgebildeten ortsfesten Kernen;

- 9 -

- Fig. 6 eine im Wesentlichen der Fig. 2 entsprechende Ausführungsform mit am Permanentmagnet-Joch ausgebildeten Kernen;
- Fig. 7 eine Magnetventil-Einrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform mit im Leistungs-Stromkreis vorgesehenen Shunt-Widerständen;
- Fig. 8 eine Magnetventil-Einrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform mit gemeinsamer Spannungsquelle zur Leistungsver-sorgung und Detektion.

Eine in Fig. 1 gezeigte Magnetventil-Einrichtung 1 weist ein Magnetventil 7 und eine Detektionseinrichtung 12 auf. Das Magnetventil 7 weist ein Permanentmagnet-Joch 2 auf, das symmetrisch und dreipolig ausgebildet ist, mit einem mittleren Pol, hier dem Nord-Pol N an einem mittleren Kern 2a bzw. mittleren Polansatz und mit axial äußeren Polen, hier den Südpolen S, die an einem ersten Kern (Polansatz) 2a und einem zweiten bzw. rechten Kern (Polansatz) 2b ausgebildet sind. Entsprechend ist auch eine zu dieser Ausbildung inverse Magnet-Ausbildung möglich.

Ein Anker 3 aus magnetisch leitendem Eisenmaterial ist in seiner Axialrichtung (A) längsverstellbar in dem Permanentmagnet-Joch 2 vorgesehen. Eine linke (erste) Ankerspule 6a sowie eine rechte (zweite) Ankerspule 6b sind ortsfest vorgesehen und mit einem (z. B. gemeinsamen) Anschluss 16c jeweils an Masse 8 und mit ihrem weiteren Anschluss 16a bzw. 16b über jeweils einen Leistungs-Schalter 9a bzw. 9b an eine Versorgungsspannungsquelle 10 mit einer Versorgungsspannung +U_v angeschlossen. Somit kann durch Schließen des ersten (linken) Leistungs-Schalters 9a ein erster Anker-Stromkreis von der Versorgungsspannung U_v über den geschlossene ersten Leistungs-Schalter 9a, die erste Ankerspule 6a zur

- 10 -

Masse 8 geschlossen werden, und entsprechend mit dem zweiten Leistung-Schalter 9b ein zweiter Anker-Stromkreis über die die zweite Ankerspule 6b.

Die Leistung-Schalter 9a und 9b können derartig kombiniert sein, dass nur einer von beiden jeweils geschlossen ist, z. B. als kombinierter Schalter oder Wechselschalter. Im unbestromten Zustand nimmt der Anker 3 seine jeweils zuletzt eingestellte Ankerstellung ein, die als solche stabil ist. Figur 1 zeigt die rechte Ankerstellung II, in der der Anker 3 an dem rechten (zweiten) Kern 2b anliegt, so dass zwischen dem Anker 3 und dem zweiten (rechten) Kern 2b kein Luftspalt verbleibt, hingegen zwischen dem Anker 3 und dem linken Magnetpol 2a ein Luftspalt 11 gebildet ist. Somit ist ein rechtes Permanentmagnet-Feld Mb aufgrund des fehlenden Luftspaltes zwischen dem Anker 3 und dem rechten Kern /Magnetpol 2b größer als ein linkes Permanentmagnet-Feld Ma zwischen dem linken Kern/ Magnetpol 2a und dem mittleren Kern 2c, der den Nordpol N bildet. Der Anker 3 wird somit an dem rechten Kern 2b gehalten.

Wenn von der Stellung der Figur ausgehend nachfolgend durch Schließen des linken (ersten) Schalters 9a der linke Stromkreis geschlossen wird und somit ein Schaltstrom I-schalt von der Versorgungs-Spannungsquelle 10 über den geschlossenen Leistung- Schalter 9a und die linke (erste) Ankerspule 6a zur Masse 8 fließt, wird hierdurch die linke (erste) Ankerspule 6a bestromt, so dass das linke Permanentmagnet-Feld Ma hierdurch verstärkt wird und dementsprechend die erste Magnetkraft, die den Anker 3 zu dem linken Magnetpol 2a zieht, größer wird als die zweite Magnetkraft, die das stärkere rechte Permanentmagnet-Feld Mb enthält und den Anker 3 in der gezeigten rechten Ankerstellung hält. Somit wird der Anker 3 von der Figur 1 gezeigten rechten Ankerstellung II in die linke Ankerstellung I verstellt, wodurch der Luftspalt 11 zwischen dem linken Magnetpol 2a und dem Anker 3 geschlossen wird, und entsprechend ein Luftspalt 11 an der rechten Seite

- 11 -

zwischen dem Anker 3 und dem rechten Magnetpol/Kern 2b entsteht, der das rechte Permanentmagnet-Feld M_b abschwächt. Auch beim nachfolgenden Öffnen des ersten Schalters 9a bleibt dann nachfolgend die linke Ankerstellung I wiederum stabil.

Zur Detektion der Ankerstellung ist eine Detektionseinrichtung 12 vorgesehen, die gemäß Figur 1 einen linken (ersten) Mess-Pfad 14a und einen zweiten (rechten) Mess-Pfad 14b sowie eine Vergleichseinrichtung 16 aufweist. Der erste Mess-Pfad 14a weist einen ersten (linken) Messwiderstand 15a und eine erste Mess-Schaltvorrichtung 17a auf, die in Reihe zwischen den ersten (linken) Spulenanschluss 16a und eine Mess-Spannungsquelle 18 geschaltet sind. Der erste Mess-Widerstand 15a ist hinreichend groß dimensioniert, das bei geschlossener erster Mess-Schalteinrichtung 17a kein derartig großer erster Mess-Strom I_{14a} fließt, der zu einer Verstellung des Ankers 3 ausreichend ist. Der zweite Mess-Pfad 14b ist wiederum symmetrisch zum ersten Messpfad 14a ausgebildet, d. h. mit einer Reihenschaltung des zweiten Mess-Widerstandes 15b und der zweiten Mess-Schalteinrichtung 17b zwischen der Mess-Spannungsquelle 18 und dem zweiten (rechten) Spulenanschluss 16b. Die Messwiderstände 15a und 15b sind gleich gewählt.

Somit ist die gesamte in Figur 1 gezeigte Magnetventil-Einrichtung 1 mit dem Magnetventil 7 und der Detektionseinrichtung 12 symmetrisch ausgebildet. Die Vergleichseinrichtung 20 ist als Komparator ausgebildet, dessen Eingangsanschlüsse 20a und 20b, d. h. ein Plus-Eingang und einen Minus-Eingang, wiederum an die Spulenanschlüsse 16a und 16b angeschlossen ist, in grundsätzlich beliebiger Polung.

Die mit der Detektionseinrichtung 12 vorgenommenen Messvorgänge sind detaillierter in Figur 3 gezeigt. Die Figuren 3a bis 3d zeigen jeweils Messspannungen U_a bzw. U_b , die an den Spulenanschlüssen 16a, 16b während

- 12 -

eines Messvorgangs vorliegen. So wird durch Schließen der ersten Mess-Schalteinrichtung 17a ein erster Messstromkreis geschlossen, der von der Mess-Spannung 18 mit einer Messspannung U , z. B. auch U_v , über die geschlossene erste Mess-Schalteinrichtung 17a, den ersten Messwiderstand 15a und die erste (linke) Ankerspule 16 zur Masse 8 fließt. Somit wird ein erstes RL-Glied als Reihenschaltung des Messwiderstandes 15a und der ersten Ankerspule 6a gebildet, das ein spezifisches, vom ohmschen Widerstand und der Induktivität abhängiges Zeitverhalten aufweist; bei festem Messwiderstand 15a, 15b hängt die Zeitkonstante t_a , t_b somit von der jeweiligen Induktivität L_a , L_b ab. Die Induktivitäten hängen hierbei von der Ankerstellung ab; in der in Fig. 1 gezeigten rechten Ankerstellung II weist die erste (linke) Ankerspule 6 eine geringe Induktivität L_a auf als in der ersten Ankerstellung I.

Erfindungsgemäß wird hierbei insbesondere erkannt, dass ein sinnvoller Vergleich nicht durch Messungen in den verschiedenen Ankerstellungen, sondern im vorliegenden Fall auch ohne Betätigung des Ankers durch einen Vergleich der Ankerströme erfolgen kann, die bei offenen Leistungsschaltern 9a und 9b durch die Mess-Pfade 14a und 14b fließen. Die Messwiderstände 15a und 15b dienen hierbei dem Abgriff einer Messspannungen U_a und U_b , d. h. insbesondere der Entkopplung von der Messspannungsquelle 18.

Die Messströme in den Mess-Pfaden 14a und 14b werden somit entsprechend der Zeitkonstante bzw. Grenzfrequenz $\omega_g(14a) = R(15a)/L_a$ und $\omega_g(14b) = R(15b)/L_b$, wobei die Widerstände $R(15a)$ und $R(15b)$ gleich sind, d.h. $R(15a) = R(15b)$.

Durch einen Vergleich der linken und rechten Seite bei dieser symmetrischen Anordnung ist insbesondere auch eine Messung ohne Verstellung

- 13 -

bzw. Aktivierung des Ankers 3 und somit ohne Verstellung der gesamten Magnetventil-Einrichtung 1 möglich.

Die in Figur 1 gezeigte rechte Ankerstellung II ist in den Messungen der Figur 3b und 3d gezeigt, entsprechend zeigen Fig. 3a, c die erste (linke) Ankerstellung I:

Gemäß Figur 3b werden die geschlossenen Mess-Schalteinrichtungen 17a und 17b nacheinander oder auch gleichzeitig geöffnet. Bei der Messschaltung der Figur 1 mit einem Komparator 20 ist eine gleichzeitige Öffnung der Mess-Schalteinrichtung 17a und 17b sinnvoll. Somit stellt sich jeweils ein zeitlich nicht konstanter Stromfluss durch beide Mess-Pfade 14a, 14b und die Ankerspulen 6a und 6b ein, mit Mess-Strömen I_{-14a} durch den ersten Mess-Pfad 14a und I_{-14b} durch den zweiten Mess-Pfad 14b, wobei die Mess-Ströme I_{-14a} , I_{-14b} zu einem Spannungsabfall an den Spulenschlüssen 16a und 16b führen und somit die Mess-Spannungen U_a und U_b ausgebildet werden.

Nach Öffnen der Mess-Schalteinrichtung 17a und 17b werden die Mess-Stromkreise unterbrochen, so dass das in den Ankerspulen 6a und 6b aufgebaute Magnetfeld sich abbaut, mit den Zeitkonstanten t_a bzw. t_b , die von den identischen Messwiderständen $R_{15a}=R_{15b}$ und den Induktivitäten L_a , L_b abhängen. In der in Figur 1 gezeigten Ankerstellung II ist die Induktivität L der zweiten (rechten) Ankerspule 6b größer als die erste Induktivität L_a der ersten (linken) Ankerspule 6a, so dass $t_b \geq t_a$. Dies zeigt sich in den Messungen nach Figur 3b und Figur 3d. Gemäß Figur 3b fällt die rechte Messspannung U_b gemäß der festen Linie langsamer als die linke Messspannung U_a , wobei gemäß Figur 3b ermittelt wird, wann die Messspannungen U_a und U_b eine Vergleichsspannung (Referenzspannung) U_r erreichen; entsprechend ist die Zeit $t_a \leq$ die Zeit t_b .

- 14 -

Gemäß der hierzu alternativen Messweise nach Figur 3d, die der Messschaltung nach Figur 1 entspricht, werden die Messspannungen U_a und U_b direkt miteinander verglichen, so dass der Komparator 20 ein Zustandssignal U_v oder 0 Volt bzw. eine logische 1 oder 0 bzw. anzeigt in Abhängigkeit davon, welche Messspannung U_a oder U_b größer ist. Hier kann z. B. eine Messung nach einer relevanten Mess-Zeit t_m erfolgen, bei der ein hinreichend signifikanter Unterschied zu erwarten ist. Gemäß Fig. 3d liegt in der Ankerstellung II von Fig. 1 der Fall $U_b(t_m) \geq U_a(t_m)$ vor, so dass der Komparator 20 somit zur Messzeit t_m den Wert $S=0$ ausgibt, da U_b an dem Minus-Eingang des Komparators 20 anliegt und größer als U_a ist.

In den hierzu symmetrischen Messungen gemäß Figur 3a und Figur 3c liegt die erste Ankerstellung I vor, wobei in Figur 3a entsprechend Figur 3b gemessen wird, und in Figur 3c entsprechend Figur 3d gemessen wird.

Die Ausführungsform der Figur 2 ist gegenüber Figur 1 dahingehend abgewandelt, dass die beiden Mess-Schaltereinrichtungen 17a und 17b durch eine gemeinsame Mess-Schaltereinrichtung 17 ersetzt ist. Mit der Detektionseinrichtung 12 der Figur 2 lassen sich somit jeweils Messungen vornehmen, bei denen die Mess-Pfade 14a und 14b gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden und somit die Messungen gleichzeitig erfolgen, wie mit Figur 3 bereits beschrieben.

Bei Einsatz einer anderen Vergleichseinrichtung statt des Komparators 20 können Messungen auch sukzessive durchgeführt werden, was gemäß Figur 1 mit separaten Mess-Schaltereinrichtungen 17a und 17b möglich ist; hierbei können dann die Messspannungen U_a und U_b sukzessive z. B. über den Messport eine Mikrocontrollers ausgelesen und nachfolgend miteinander verglichen werden. Die Messungen sollten hierbei unmittelbar hintereinander erfolgen, damit nicht sich ändernde Bedingungen wie Temperatur usw. zur Änderung der Messungen führen.

Die Messverfahren nach Figur 3 zeigen Messungen beim Ausschalten der Mess-Ströme, d.h. beim Öffnen der Mess-Schaltereinrichtungen 17a, 17b bzw. 17. Fig. 4 zeigt entsprechende Messungen beim Einschalten des Stromes, d.h. beim Schließen der Mess-Schaltereinrichtungen 17a, 17b bzw. 17 nach Fig. 1 oder Fig. 2. Auch in diesem Fall zeigt der Mess-Pfad der geschlossenen Ankerseite gemäß Figur 1 und 2, somit der zweite bzw. rechte Mess-Pfad 14b, eine größere Zeitkonstante und somit ein langsames bzw. trägeres Anstiegsverhalten.

Insbesondere können auch beide Messungen nach Fig. 3 und 4 hintereinander durchgeführt werden, so dass zunächst gemäß Figur 1 oder Figur 2 die Mess-Schaltereinrichtungen 17a und 17b bzw. die gemeinsamen Mess-Schaltereinrichtungen 17 geschlossen wird, und der Anstieg des Messstromes bzw. der Spannungen U_a und U_b gemessen wird, und nachfolgend Messungen beim Ausschalten bzw. Öffnen der Schaltereinrichtungen gemäß Figur 3 erfolgen.

Gemäß Figur 1 und Figur 2 wird von der Vergleichseinrichtung 20, d. h. hier somit dem Komparator 20, jeweils ein Zustandssignal S_1 ausgegeben, das die Ankerstellung und somit den Zustand der Magnetventil-Einrichtung ergibt, d. h. dem gezeigten Beispiel mit $S=1$ in der ersten (linken) Ankerstellung $S=0$ in der zweiten (rechten) Ankerstellung II.

Fig. 5 zeigt eine der Fig. 1 entsprechende Ausbildung, mit sich in axialer Richtung erstreckenden Polansätzen 2a und 2b zur Anlage des Ankers 3.

Fig. 6 zeigt eine der Fig. 2 entsprechende Ausführungsform mit explizit eingezeichneten Polansätzen 2a, 2b.

- 16 -

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Magnetventil-Einrichtung 201, bei der die Detektionseinrichtung 212 in den Leistungsstromkreis integriert wird:

Gemäß Fig. 7 sind Shunt-Widerstände 34a, 34b zwischen die beiden Masseanschlüsse 16c der ersten Ankerspule 6a und 16d der zweiten Ankerspule 6b geschaltet. Die Shunt-Widerstände 34a und 34b sind hinreichend klein, so dass der Leistungsverlust im Leistungsstromkreis nicht relevant ist. Somit dienen die Leistungsströme der beiden Ankerspulen 6a und 6b auch als Messströme I_{14a} und I_{14b} . Die Messspannungen U_a und U_b werden somit vor den Shunt-Widerständen 34a, 34b, d. h. zwischen den Shunt-Widerständen 34a, 34b und dem jeweiligen Masseanschluss 16c, 16d der Ankerspulen 6a und 6b abgenommen und über den als Vergleichseinrichtung dienenden Komparator 20 ausgewertet, entsprechend den vorbeschriebenen Ausführungsformen.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Magnetventil-Einrichtung 301, bei der die Detektionseinrichtung 312 gegenüber der Ausführungsform der Fig. 1 und Fig. 5 dahingehend abgewandelt ist, dass sie die Versorgungs-Spannungsquelle 10 nutzt; somit ist eine gemeinsame Spannungsquelle, nämlich die Versorgungs-Spannungsquelle 10, sowohl für den Leistungsstromkreis als auch die Detektionseinrichtung 312 vorgesehen. Entsprechend sind gegenüber der Ausführungsform der Fig. 1 und Fig. 5 höhere erste und zweite Messwiderstände 15a, 15b, z. B. im Bereich von einigen $k\Omega$, vorgesehen, um durch die Messströme I_{14a} und I_{14b} keinen Schaltvorgang einzuleiten und weiterhin auch den Energieverbrauch bzw. die beim Messen auftretende Verlust-Leistung gering zu halten.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 1, 2, 5, 6 können als Mess-Spannungsquelle 18 insbesondere auch bereits in der hier angedeuteten Steuereinrichtung 22, die als Steuer- und Auswerteeinrichtung zum Auswerten und Erkennen der Ankerposition I oder II dient, vorteilhafterweise auch

- 17 -

zur Ansteuerung der Leistungs-Schalter 9a und 9b für die Schaltvorgänge (Leistungsschalter), bereits vorhandene Spannungsquellen von z. B. 5 Volt über 3,3 Volt eingesetzt werden. Somit ist zur Ausbildung der Messspannungsquelle 18 kein ergänzender Mehraufwand, bzw. die Ausbildung einer zusätzlichen Spannungsquelle erforderlich.

Bezugszeichenliste (Bestandteil der Beschreibung)

1, 101, 201, 301	Magnetventil-Einrichtung
2	Permanentmagnet-Joch
2a	erster (linker) Kern /Magnetpol
2b	zweiter (rechter) Kern /Magnetpol
2c	mittlerer Kern /Magnetpol
3	Anker
6a	linke (erste) Ankerspule
6b	rechte (zweite) Ankerspule
7	Magnetventil
8	Masse
9a	linker (erster) Leistungs-Schalter
9b	rechter (zweiter) Leistungs-Schalter
10	Versorgungs-Spannungsquelle
11	Luftspalt
12,112,212,312	Detektionseinrichtung
14a	erster (linker) Mess-Pfad
14b	zweiter (rechter) Mess-Pfad
15a	erster (linker) Messwiderstand
15b	zweiter (rechter) Messwiderstand
16a	erster (linker) Spulenanschluss
16b	zweiter (rechter) Spulenanschluss
16c	gemeinsamer dritter Masse-Spulenanschluss
17a	erste (linke) Mess-Schalteinrichtung
17b	zweite (rechte) Mess-Schalteinrichtung
17	gemeinsame Mess-Schalteinrichtung
18	Mess-Spannungsquelle
20	Vergleichseinrichtung, z. B. Komparator
22	Steuereinrichtung

- 19 -

24a,b	erster, zweiter Shunt-Widerstand
30	Fluidsystem
34a, 34b	Shunt-Widerstände
Uv	Versorgungsspannung
Ua, Ub	Mess-Spannungen
I	erste (linke) Ankerstellung
II	zweite (rechte) Ankerstellung
Ma	erstes Permanentmagnet-Feld
Mb	zweites Permanentmagnet-Feld
I-14a	erster Messstrom
I-14b	zweiter Messstrom
I-schalt	Schaltstrom, Leistungs-Schaltstrom
S1	Zustandssignal (Ankerpositions-Signal)

Patentansprüche

1. Bistabile Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) für ein Fluidsystem (30),
wobei die Magnetventil-Einrichtung (1) ein bistabiles Magnetventil (7) aufweist, mit:
einem Permanentmagnet-Joch (2) mit einem ersten Polansatz (2a) und einem zweiten Polansatz (2b), zur Ausbildung eines ersten Eisenkreises und zweiten Eisenkreises,
einem Anker (3) aus magnetisch leitendem Material, der zwischen einer ersten Ankerstellung (I) zur Anlage an dem ersten Kern (2a) unter Ausbildung eines Luftspalts (11) zu dem zweiten Kern (2b) und einer zweiten Ankerstellung (II) zur Anlage an dem zweiten Kern (2b) unter Ausbildung eines Luftspalts (11) zu dem ersten Kern (2a) verstellbar ist,
einer ersten Ankerspule (6a) zur Bestromung für eine Verstellung in die erste Ankerstellung (I), sowie einer zweiten Ankerspule (6b) zur Bestromung für eine Verstellung in die zweite Ankerstellung (II),
einer Endstufe (9a, 9b, 10) zur Bestromung jeweils einer der Ankerspulen (6a, 6b) für eine Verstellung des Ankers (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
die Magnetventil-Einrichtung (1) weiterhin aufweist eine Detektionseinrichtung (12, 112, 212, 312) zur Bewertung oder Messung einer ersten Induktivität (La, Lb) der ersten Ankerspule (6a) und zur Bewertung oder Messung einer zweiten Induktivität (La, Lb) der zweiten Ankerspule (6b) ohne Verstellung des Ankers (3) und zum Vergleich der Induktivitäten (La, Lb) der ersten Ankerspule (6a) und der zweiten Ankerspule (6b) und zur Ausgabe eines die Ankerstellung (I, II) anzeigenden Zustandssignals (S1).

- 21 -

2. Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (12, 112, 212, 312) aufweist:
einen an eine Mess-Spannungsquelle (18) angeschlossenen ersten Messpfad (14a) zur Bestromung der ersten Ankerspule (6a) zur Messung oder Bewertung der ersten Induktivität (L_a),
einen an die Mess-Spannungsquelle (18) angeschlossenen zweiten Messpfad (14b) zur Bestromung der zweiten Ankerspule (6b) zur Messung oder Bewertung der zweiten Induktivität (L_b), und
eine an die Messpfade (14a, 14b) angeschlossenen Vergleichseinrichtung (20).
3. Magnetventil-Einrichtung (1, 101) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (3) durch Bestromen der Ankerspulen (6a, 6b) über eine Versorgungs-Spannungsquelle (10) verstellbar ist und die Mess-Spannungsquelle (18) von der Versorgungs-Spannungsquelle (10) verschieden ist, vorzugsweise mit kleinerer Mess-Spannung als die Versorgungsspannung der Versorgungs-Spannungsquelle (10).
4. Magnetventil-Einrichtung (1, 101) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Steuereinrichtung (22) zur Aufnahme des Zustandssignals (S_1).und/oder zur Ansteuerung einer Leistung- Schalteinrichtung (9a, 9b) und/oder zur Ansteuerung einer Mess- Schaltereinrichtung (17a, 17b, 17) aufweist, und
die Mess- Spannungsquelle (18) auch zur Spannungsversorgung der Steuereinrichtung (22) vorgesehen ist.
5. Magnetventil-Einrichtung (1, 101) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Messpfad (14a) einen ersten Messwiderstand (15a) aufweist zur Ausbildung einer Reihenschaltung der ersten Ankerspule (6a) mit

- 22 -

dem ersten Messwiderstand (15a) an der Mess-Spannungsquelle (18) als eine erste Spannungsteiler-Schaltung, und der zweite Messpfad (14b) einen zweiten Messwiderstand (15b) aufweist zur Ausbildung einer Reihenschaltung der zweiten Ankerspule (6b) mit dem zweiten Messwiderstand (15b) an der Mess-Spannungsquelle (18) als eine zweite Spannungsteiler-Schaltung, wobei der erste und zweite Messwiderstand (15a, 15b) gleich groß sind, wobei die Vergleichseinrichtung (20) einen Betrag und/oder ein zeitliches Verhalten einer ersten Messspannung (U_a) zwischen dem ersten Messwiderstand (15a) und der ersten Ankerspule (6a) und einer zweiten Messspannung (U_b) zwischen dem zweiten Messwiderstand (15b) und der zweiten Ankerspule (6b) vergleicht.

6. Magnetventil-Einrichtung (1, 101) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Mess- Schalteinrichtung (17a, 17b, 17) vorgesehen ist, zum Schließen der Mess-Stromkreise über die Mess-Pfade (14a, 14b) und die Ankerspulen (6a, 6b), wobei die Mess-Schalteinrichtung (17a, 17b, 17) von einer Leistungs-Schalteinrichtung (9a, 9b) zum Bestromen der Ankerspulen (6a, 6b) für die Verstellungen des Ankers (3) verschieden ist.
7. Magnetventil-Einrichtung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Messpfad (14a) und dem zweiten Messpfad (14b) separate Mess-Schalteinrichtungen (17a, 17b) zum gleichzeitigen oder sukzessiven Bestromen der Messpfade (14a, 14b) vorgesehen sind.
8. Magnetventil-Einrichtung (101) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine gemeinsame Mess- Schalteinrichtung (17) für die beiden Messpfade (14a, 14b) vorgesehen ist.

- 23 -

9. Magnetventil-Einrichtung (301) nach einem der Ansprüche 2 oder 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
der Anker (3) durch Bestromung der Ankerspulen (6a, 6b) über eine Versorgungs-Spannungsquelle (10) und Leistungs-Schalter (17a, 17b) verstellbar ist,
wobei die Messpfade (14a, 14b) mit jeweils einem Mess-Schalter (17a, 17b) und einem Messwiderstand (15a, 15b) parallel zu den Leistungs-Schaltern (9a, 9b) an die Versorgungs-Spannungsquelle (10) angeschlossen sind, und
die Vergleichseinrichtung (20) die an den Messwiderständen (15a, 15b) abfallenden Messspannungen (Ua, Ub) aufnimmt und miteinander vergleicht.

10. Magnetventil-Einrichtung (201) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Anker (3) durch Bestromung der Ankerspulen (6a, 6b) über eine Versorgungs-Spannungsquelle (10) und Leistungs-Schalter (17a, 17b) verstellbar ist,
die Detektionseinrichtung (212) einen ersten und einen zweiten Shunt-Widerstand (34a, 34b) und eine Vergleichseinrichtung (20) aufweist,
wobei jeweils ein Shunt-Widerstand (34a, 34b) mit einer Ankerspule (6a, 6b) und einem Leistungs-Schalter (17a, 17b) in Reihe an die Versorgungsspannungsquelle (10) geschaltet ist, und
die Vergleichseinrichtung (20) die an den Shunt-Widerständen (34a, 34b) abfallenden Mess-Spannungen (Ua, Ub), insbesondere gegenüber Masse (8), aufnimmt und miteinander vergleicht.

11. Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichseinrichtung (20) den Betrag der beiden Messspannungen (Ua, Ub) nach jeweils einer vorgegebenen Messzeit (tm) bei einem Einschaltvorgang und/oder Ausschalt-

- 24 -

vorgang vergleicht und das Zustandssignal (S1) in Abhängigkeit einer Differenz der beiden Messspannungen (Ua, Ub) ausgibt, z. B. als Operationsverstärker (20) oder Mikrocontroller.

12. Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichseinrichtung (20) eine Zeitdauer (ta, Tb) der beiden Messspannungen (Ua, Ub) bis zum Erreichen einer Referenzspannung (Ur) bei einem Einschaltvorgang und/oder Ausschaltvorgang vergleicht.
13. Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichseinrichtung (20) zur gleichzeitigen Aufnahme der beiden Messspannungen (Ua, Ub) ausgebildet ist, z. B. als Operationsverstärker, oder zur sukzessiven Aufnahme der beiden Messspannungen (Ua, Ub), z. B. als Mikrocontroller, ausgebildet ist.
14. Magnetventil-Einrichtung (1, 101, 201, 301) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie symmetrisch in den magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Permanentmagnet-Einrichtung (2), des Ankers (3) mit seinen Ankerspulen (6a, 6b) und der Messpfade (14a, 14b) ausgebildet ist.
15. Elektropneumatische Parkbremse, die eine Magnetventil-Einrichtung (1, 101) nach einem der vorherigen Ansprüche aufweist, wobei eine Ankerstellung (I, II) einer gelösten Parkbremse und die andere Ankerstellung (II, I) einer eingelegten Parkbremse entspricht.
16. Verfahren zum Ermitteln einer Ankerstellung (I, II) eines in einem Fluidsystem (30) vorgesehenen bistabilen Magnetventils (7), das eine Permanentmagnet-Einrichtung (2) mit einem ersten Kern (2a), einem zwei-

- 25 -

ten Kern (2b), einem zwischen einer ersten Ankerstellung (I) zur Anlage an dem ersten Kern (2a) und einer zweiten Ankerstellung (II) zur Anlage an dem zweiten Kern (2b) verstellbaren Anker (3) und zwei Ankerspulen (6a, 6b) zur Verstellung des Ankers (3) zwischen den Ankerstellungen (I, II) aufweist,

wobei in einem Messvorgang ohne Verstellung des Ankers (3) ein erster Messstrom (I-14a) von einer Mess-Spannungsquelle (18) über einen ersten Messpfad (14a) und eine erste Ankerspule (6a) geleitet wird, wodurch eine von der ersten Induktivität (La) der ersten Ankerspule (6a) abhängige erste Mess-Spannung (Ua) gebildet wird, und ein zweiter Messstrom (I-14b) von der Mess-Spannungsquelle (18) über einen zweiten Messpfad (14b) und eine zweite Ankerspule (6a) geleitet wird, wodurch eine von der zweiten Induktivität (Lb) der zweiten Ankerspule (6b) abhängige zweite Mess-Spannung (Ub) gebildet wird, und eine Höhe und/oder ein zeitliches Verhalten der ersten Messspannung (Ua) und der zweiten Messspannung (Ub) miteinander verglichen wird und in Abhängigkeit des Vergleichs ein Zustandssignal (S1) ausgegeben wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Mess-Spannungen (Ua, Ub) gleichzeitig erzeugt und nach einer vorgegebenen Zeitdauer, insbesondere bei einem Einschaltvorgang und/oder Ausschaltvorgang, von einer Vergleichseinrichtung (20) miteinander verglichen werden, z. B. durch Differenzbildung.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass Zeitdauern der Mess-Spannungen (Ua, Ub) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Spannungswertes miteinander verglichen werden.

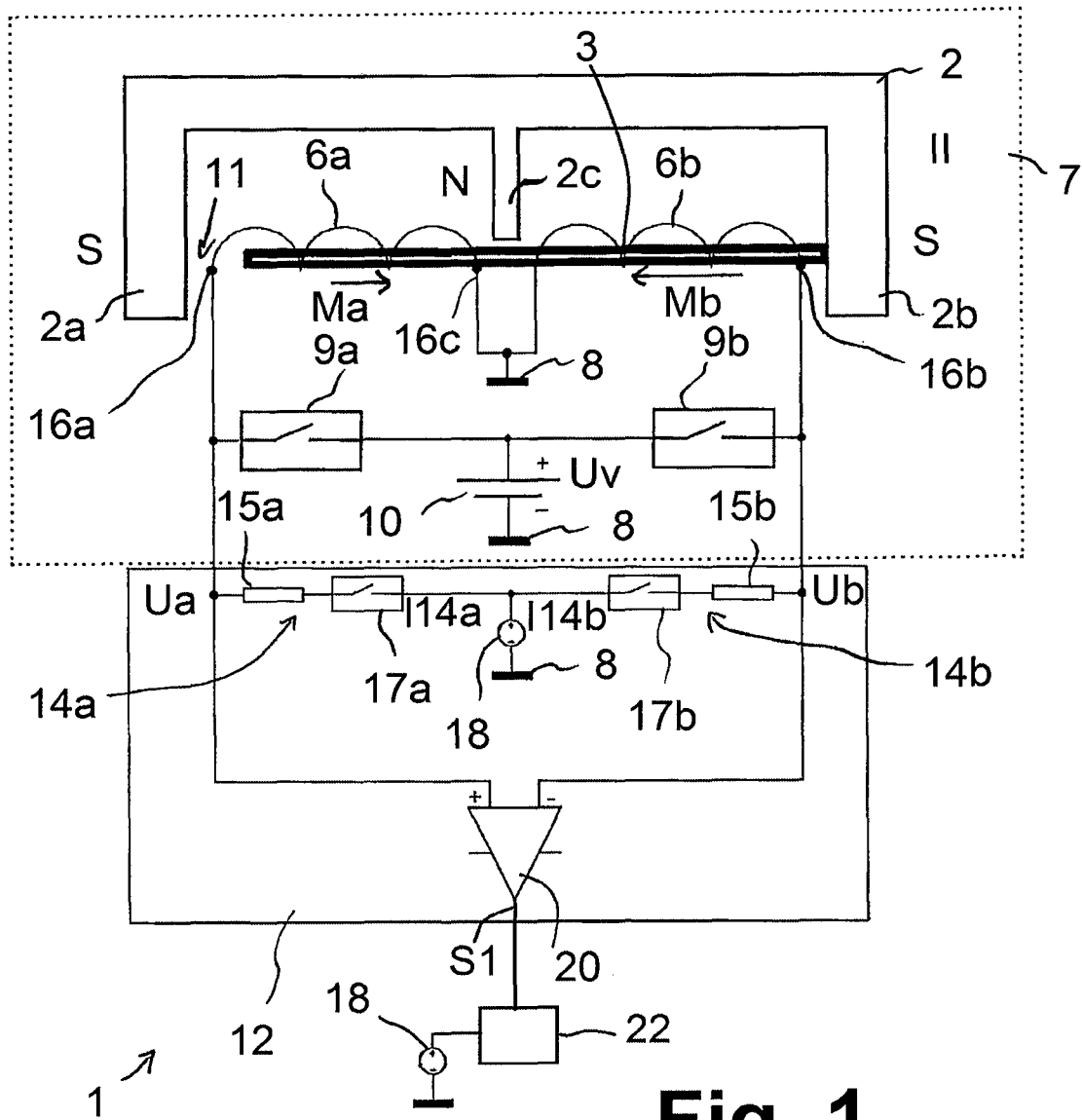


Fig. 1

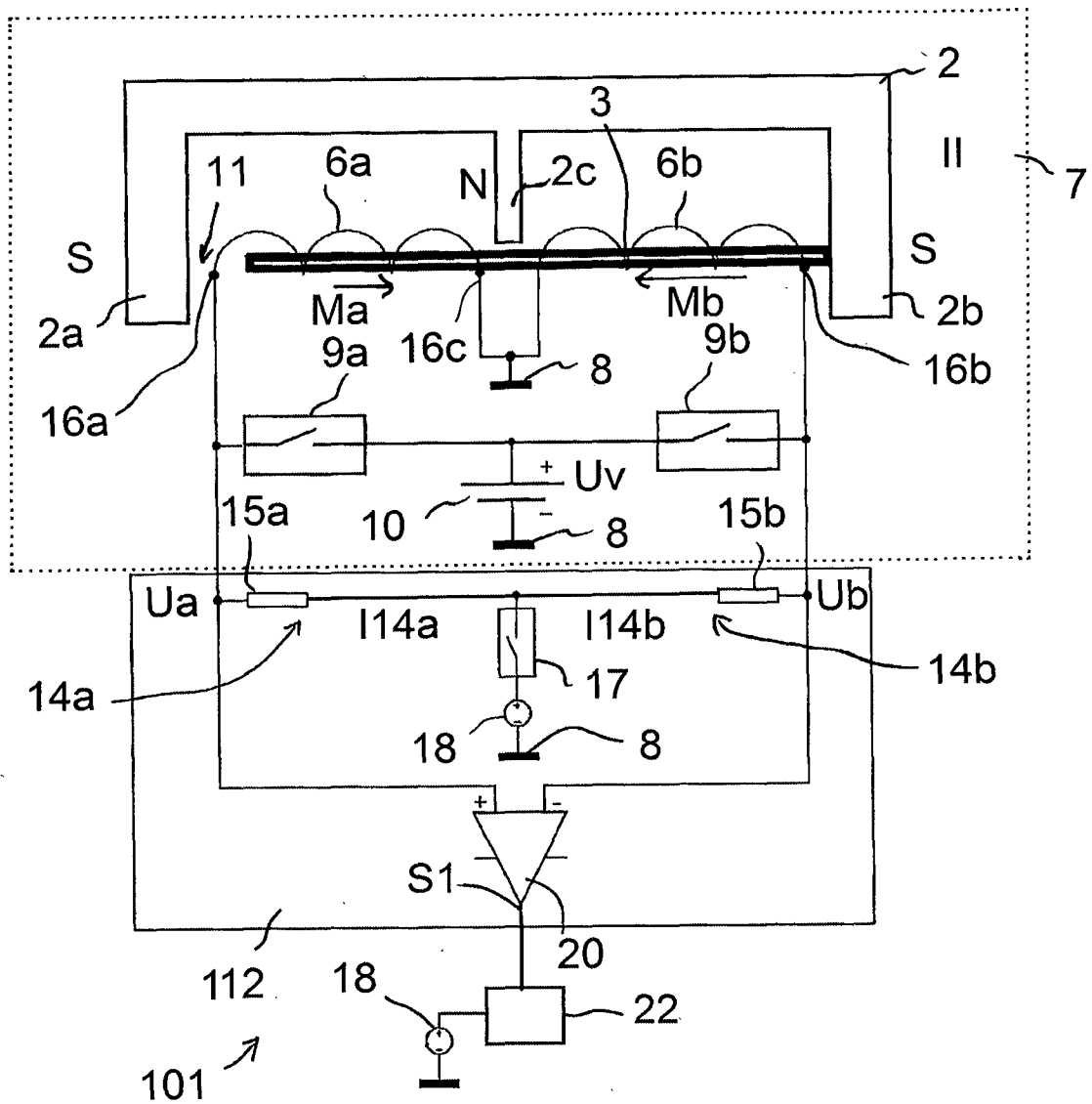


Fig. 2

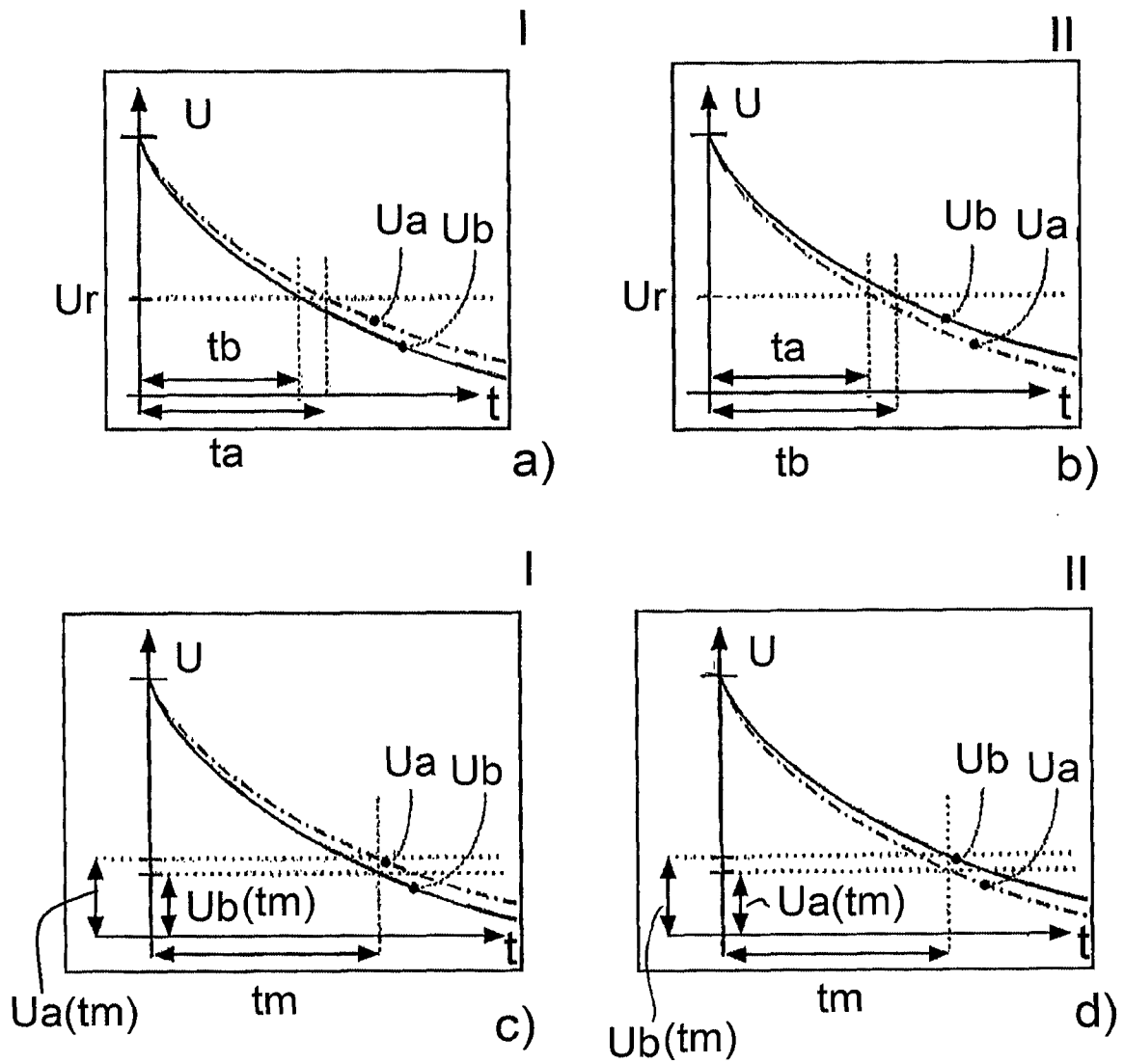


Fig. 3

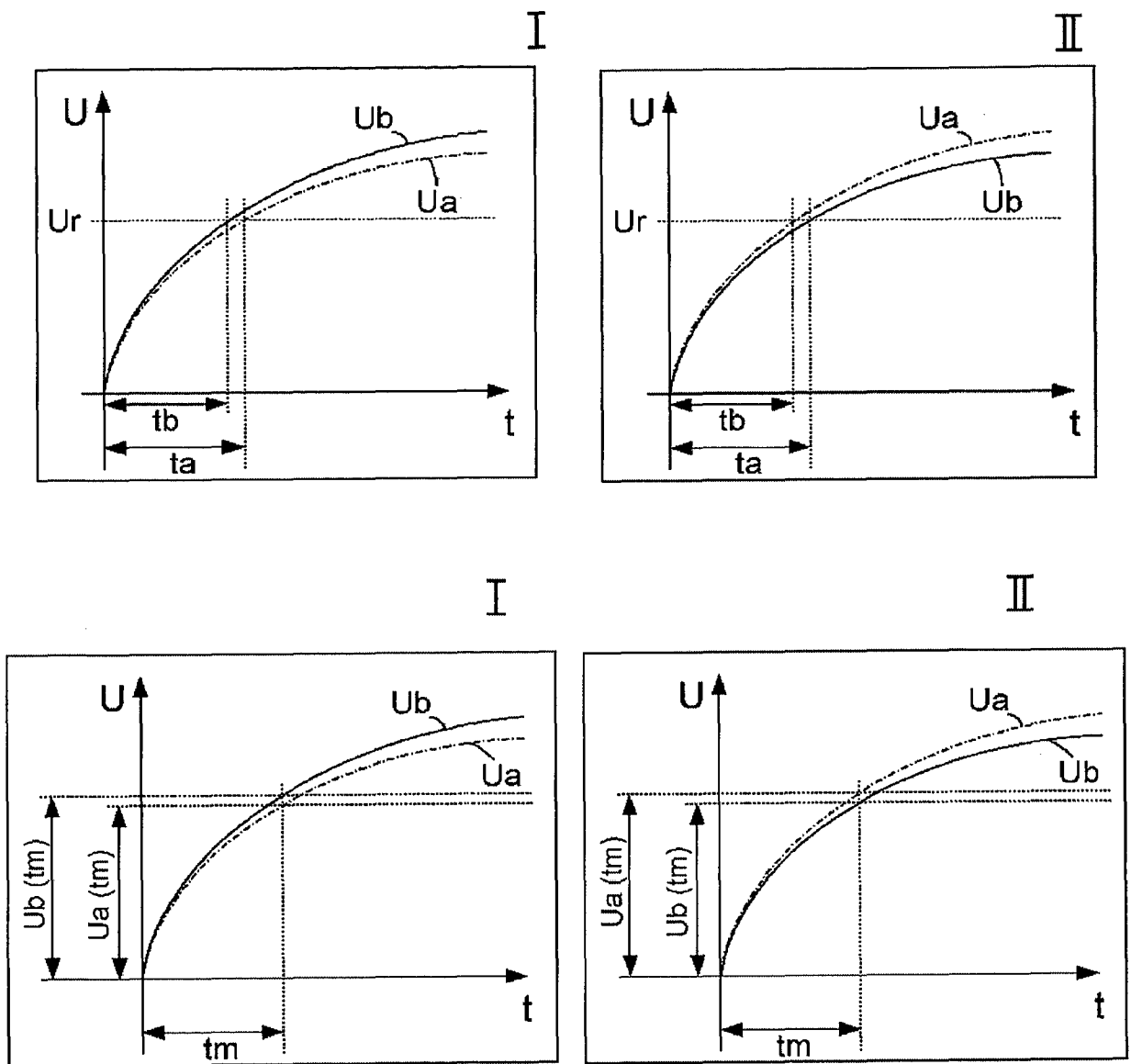


Fig. 4

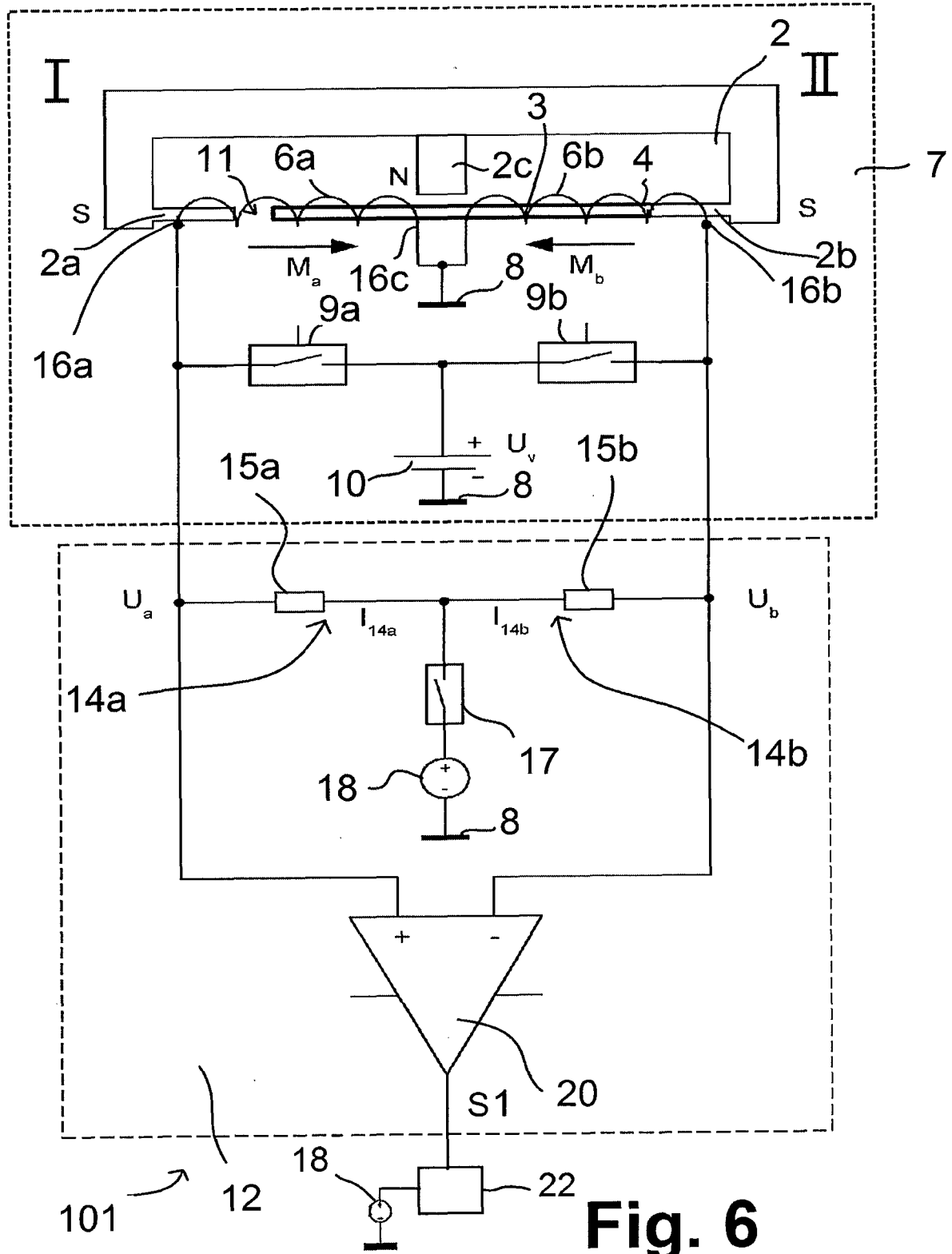


Fig. 6

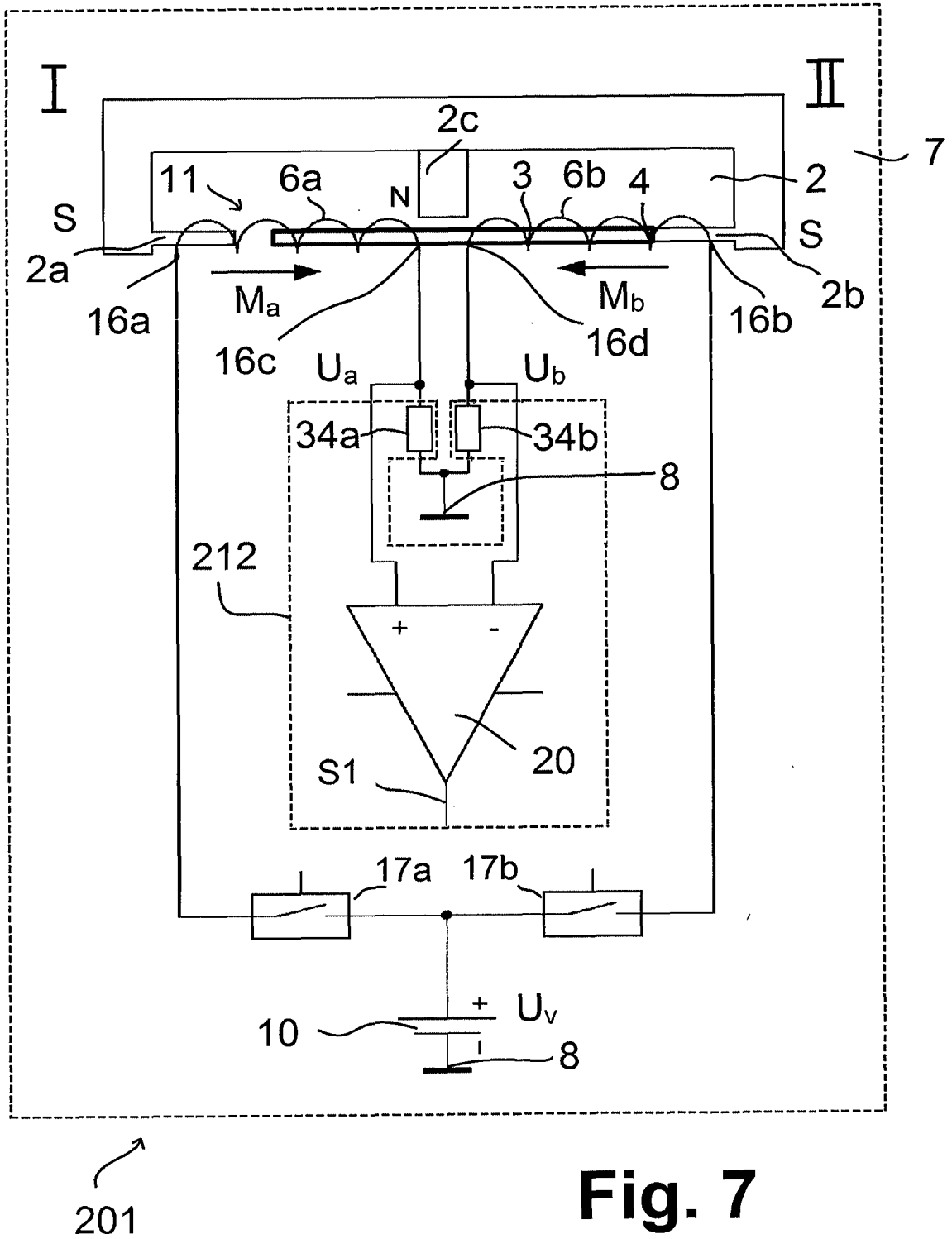


Fig. 7

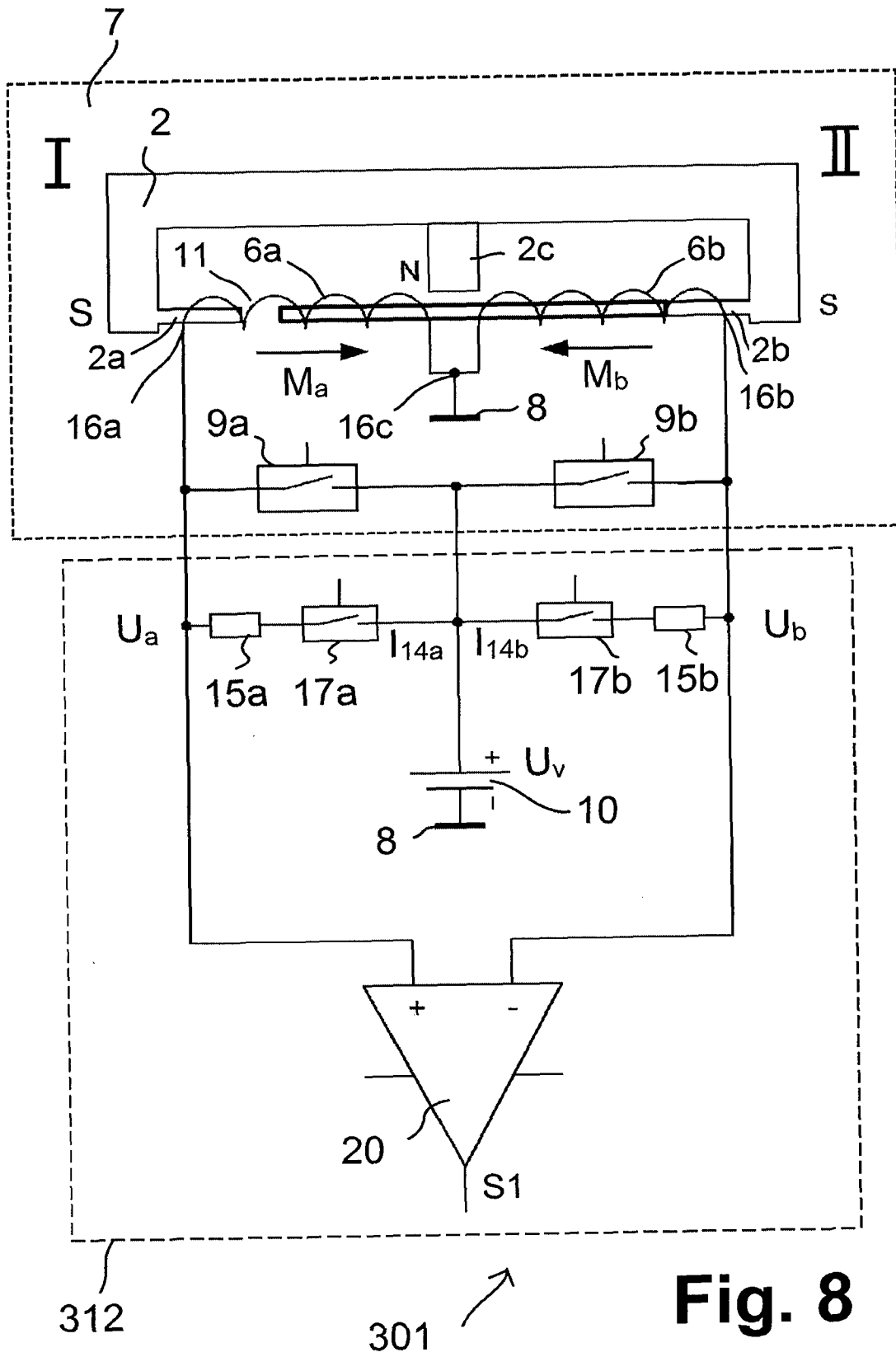


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01F7/16 H01F7/18
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 016787 A1 (SCHULTZ WOLFGANG E [DE]) 9 October 2008 (2008-10-09) abstract paragraph [0088] - paragraph [0095]; figures 4, 7	1-18
A	DE 10 2011 081921 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28 February 2013 (2013-02-28) abstract paragraph [0009] - paragraph [0016] paragraph [0038]	1-18
A	DE 10 2005 041873 A1 (LINDE AG [DE]) 8 March 2007 (2007-03-08) abstract paragraph [0008]; claim 1 paragraph [0012] - paragraph [0015]	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 April 2017

Date of mailing of the international search report

20/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Warneck, Nicolas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000135

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007016787 A1	09-10-2008	NONE	
DE 102011081921 A1	28-02-2013	DE 102011081921 A1 WO 2013029941 A2	28-02-2013 07-03-2013
DE 102005041873 A1	08-03-2007	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000135

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F7/16 H01F7/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 016787 A1 (SCHULTZ WOLFGANG E [DE]) 9. Oktober 2008 (2008-10-09) Zusammenfassung Absatz [0088] - Absatz [0095]; Abbildungen 4, 7	1-18
A	DE 10 2011 081921 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28. Februar 2013 (2013-02-28) Zusammenfassung Absatz [0009] - Absatz [0016] Absatz [0038]	1-18
A	DE 10 2005 041873 A1 (LINDE AG [DE]) 8. März 2007 (2007-03-08) Zusammenfassung Absatz [0008]; Anspruch 1 Absatz [0012] - Absatz [0015]	1-18
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 10. April 2017		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 20/04/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Warneck, Nicolas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000135

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007016787 A1	09-10-2008	KEINE	
DE 102011081921 A1	28-02-2013	DE 102011081921 A1 WO 2013029941 A2	28-02-2013 07-03-2013
DE 102005041873 A1	08-03-2007	KEINE	