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

(11) **EP 1 725 441 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.09.2010 Patentblatt 2010/37

(21) Anmeldenummer: **05715083.1**

(22) Anmeldetag: **10.03.2005**

(51) Int Cl.:
B61B 13/08 *(2006.01)* ***B61F 5/22*** *(2006.01)*
B60G 17/052 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2005/000419

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/090137 (29.09.2005 Gazette 2005/39)

(54) **MAGNETSCHWEBEFAHRZEUG MIT LUFTFEDERSTEUERUNG**

MAGNETIC LEVITATION VEHICLE COMPRISING A PNEUMATIC SPRING CONTROL SYSTEM

VEHICULE A SUSTENTATION MAGNETIQUE A COMMANDE DES RESSORTS PNEUMATIQUES

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

(30) Priorität: **18.03.2004 DE 102004013690**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.11.2006 Patentblatt 2006/48

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Transrapid GmbH**
34127 Kassel (DE)

(72) Erfinder:
- **HUBER, Olaf**
  81671 München (DE)
- **KUNZ, Siegbert**
  83714 Miesbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 224 635
DE-A1- 2 714 282
DE-A1- 2 934 169

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 725 441 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetschwebefahrzeug der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

[0002] Bekannte Magnetschwebefahrzeuge dieser Art enthalten in Fahrzeuglängsrichtung erstreckte Schwebegestelle, die einerseits mit den das magnetische Schweben ermöglichenden Tragmagneten verbunden sind und andererseits über Luftfedern den eigentlichen Wagenkasten mit der Fahrgastzelle abstützen. Die Luftfedern werden dabei mit einem vorgewählten Soll-Luftdruck von z. B. 8 bar betrieben und sind mit einer Luftfedersteuerung in Form einer Niveauregelung gekoppelt, die beim Betrieb zur Steuerung des Luftdrucks in der Weise dient, daß keine Querneigungen des Fahrzeugs auftreten. Dabei ist es aus Redundanzgründen üblich, die Schwebegestelle an denjenigen Stellen, an denen die Luftfedern angebracht sind, mit je zwei benachbarten, durch entsprechende Rahmenteile gebildeten Abstützstellen zu versehen und mit diesen auf je einem separaten Tragmagneten abzustützen. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß die vom Wagenkasten über die Luftfedern auf das Schwebegestell übertragene Last an jeder Abstützstelle normalerweise von zwei Tragmagneten aufgenommen wird, während beim Ausfall eines der beiden Tragmagnete der den anderen Tragmagneten durchfließende Strom so stark erhöht wird, daß dieser den auf den ausgefallenen Tragmagneten entfallenden Lastanteil mit übernimmt.

[0003] Ein Nachteil dieses Aufbaus besteht darin, daß der nicht ausgefallene Tragmagnet, da er die volle Last übernehmen muß, für die Dauer der Störung mit einem erheblich höheren Strom als dem Nennstrom betrieben wird, um den vorgegebenen Tragspalt einzuhalten. Das erfordert eine so starke Auslegung der Tragmagnete, daß sie ohne thermische Überlastung auch einen längeren Störfall problemlos überstehen können. Denkbar wäre zwar auch eine Entlüftung der vom Ausfall betroffenen Luftfeder, doch hätte das zur Folge, daß dann von ihr keine Last mehr auf das zugehörige Tragmagnetpaar übertragen würde.

[0004] Dieser Nachteil kann auch nicht dadurch beseitigt werden, daß der Druck in den Luftfedern nach Art einer üblichen Niveauregelung in Abhängigkeit von der Last im Fahrzeug, d. h. z. B. in Abhängigkeit von der Zahl der Passagiere gesteuert wird, indem der Druck in den Luftfedern bei Lasterhöhung (bzw. Lasterniedrigung) vergrößert bzw. (reduziert) wird, um den Abstand zwischen dem Wagenkasten und dem Schwebegestell konstant zu halten. Das gilt selbst dann, wenn dabei außerdem weitere Luftfedern vorgesehen sind, um auch den Abstand zwischen dem Schwebegestell und den Tragmagneten konstant zu halten, wenn beispielsweise einer der Tragmagnete ausfällt (DE 27 14 282 A1).

[0005] Demgegenüber besteht das der Erfindung zugrunde liegende, technische Problem darin, das Magnetschwebefahrzeug der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß der beim Auftreten eines Störfalls funktionsfähig bleibende Tragmagnet auch weiterhin einen Teil der über die Luftfeder übertragenen Last aufnehmen kann, ohne jedoch überlastet zu werden, selbst wenn er nicht für einen Störfall ausgelegt ist.

[0006] Zur Lösung dieses Problems dienen die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

[0007] Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß oder Druck in der Luftfeder bei Ausfall eines der beiden ihr zugeordneten Tragmagnete auf einen solchen Druck reduziert werden kann, wie der Nenn-Tragkraft des nicht ausgefallenen Tragmagneten entspricht. Da der Druck in der Luftfeder ein Maß für die auf den Tragmagneten übertragene Kraft ist, genügt in der Regel etwa eine Halbierung des üblichen Luftdrucks. Dadurch ergibt sich der weitere Vorteil, daß die nicht von diesem Tragmagneten aufgenommene Last auf mehrere andere der zahlreichen (z. B. 16) Luftfedern des Magnetschwebefahrzeugs verteilt werden kann, so daß im Störfall an keinem der Tragmagnete zu hohe Belastungen auftreten.

[0008] Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Teilschnitt durch ein übliches Magnetschwebefahrzeug und einen zugehörigen Fahrweg;

Fig. 2 schematisch die Seitenansicht eines üblichen Magnetschwebefahrzeugs;

Fig. 3 eine vergrößerte Einzelheit X des Magnetschwebefahrzeugs nach Fig. 2 mit weiteren Komponenten; und

Fig. 4 ein Schaltbild einer elektropneumatischen Steuereinrichtung für die Luftfeder des Magnetschwebefahrzeugs nach Fig. 3.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch ein Magnetschwebefahrzeug 31, das in üblicher Weise auf einem in Längsrichtung einer Trasse verlaufenden Fahrweg fahrbar montiert ist, der aus Stahl und/oder Beton hergestellte Träger 32 und auf diesen montierte Fahrwegplatten 33 enthält. Der Antrieb des Magnetschwebefahrzeugs 31 erfolgt z. B. mittels eines Langstatormotors, der unterhalb der Fahrwegplatte 33 befestigte, in deren Längsrichtung aufeinander folgende Statorpakete 34 aufweist. Die Statorpakete 34 weisen abwechselnd aufeinander folgende, nicht dargestellte Zähne und Nuten auf, in die Wicklungen eingelegt sind, die mit Drehstrom variabler Amplitude und Frequenz gespeist werden. Das eigentliche Erregerfeld des Langstatormotors wird durch wenigstens eine erste, als Tragmagnete 35 wirkende Magnetanordnung erzeugt, die mit wenigstens einem seitlichen Gestellbügel 36 am Magnetschwebefahrzeug 31 befestigt ist und den in Fig.

1 nach unten offenen Nuten der

[0009] Statorpakete 34 zugewandte Magnetpole aufweist. Der Tragmagnet 35 stellt nicht nur das Erregerfeld bereit, sondern erfüllt auch die Funktion des Tragens und Schwebens, indem er beim Betrieb des Magnetschwebefahrzeugs 31 einen vorgegebenen Spalt 37 von z. B. 10 mm zwischen dem Tragmagneten 35 und dem Fahrweg bzw. dessen Statorpakete 34 aufrecht erhält.

[0010] Zur Spurführung des Magnetschwebefahrzeugs 31 weist die Fahrwegplatte 33 seitlich angebrachte Führschienen 38 auf, denen ebenfalls an den Gestellbügeln 36 montierte Führmagnete 39 gegenüberstehen, die beim Betrieb dazu dienen, zwischen sich und der Führschiene 38 einen dem Spalt 37 entsprechenden Spalt 40 aufrechtzuerhalten. Nach Fig. 2 enthält das Magnetschwebefahrzeug 31 einen Wagenkasten 2, an dessen Unterseite mehrere, in Richtung einer Fahrzeug-Längsachse 3 beabstandete Luftfedern 4 montiert sind. Je eine Luftfeder 4 wirkt auf das vordere bzw. hintere Ende von Schwebegestellabschnitten 5 ein, die ein den Wagenkasten 2 tragendes Schwebegestell bilden und zwischen denen als Zwischenräume dargestellte Gelenkpunkte 6 vorgesehen sind, die dazu dienen, daß die Schwebegestellabschnitte 5 die erforderlichen Längs- und Querbewegungen ausführen können.

[0011] Die Schwebegestellabschnitte 5 sind an ihren Enden mit Abstützelementen 5a in Form von Rahmenteilen od. dgl. versehen, die auf dem Tragmagneten 35 abgestützt sind. Dabei weist jedes Abstützelement 5a zwei in Richtung der Längsachse 3 hintereinander liegende Abstützstellen 5b (Fig. 3) auf, die mit weiteren Federn 8 an einem zugehörigen Tragmagneten 35 befestigt sind. Insbesondere ist die Anordnung so getroffen, daß an jeder Abstützstelle 5b eines Abstützelementes 5a je ein Tragmagnet 35 angreift, der in Fig. 2 und 3 mit 35A und 35B bezeichnet ist. Außerdem ist es möglich, je zwei Tragmagnete (z. B. 35A und 35C in Fig. 2) starr miteinander zu verbinden, wie in Fig. 2 durch gestrichelte Linien angedeutet ist. Schließlich ist in Fig. 3 noch eine Gleitschiene 9 dargestellt, die an dem in Fig. 1 gezeigten Fahrweg 32, 33 für das Magnetschwebefahrzeug 31 angebracht ist und auf der das Magnetschwebefahrzeug 31 mittels Gleitkufen 10, die an den Schwebegestellabschnitten 5 befestigt sind, abgesetzt wird, wenn die Tragmagnete 35 stromlos sind und daher nicht der Funktion "Tragen" dienen können.

[0012] Den Tragmagneten 35A, 35B ist je ein Regelkreis 11A, 11B zugeordnet, der dazu dient, dem zwischen dem Fahrweg 2, 3 bzw. dessen Statorpaketen 34 und den zugeordneten Polen der Tragmagnete 35 vorgesehenen Tragspalt 37 eine Größe von z. B. 10 mm zu geben, der den Schwebezustand des Magnetschwebefahrzeugs 31 herstellt. Die Bewegung des Magnetschwebefahrzeugs 31 in Richtung der Längsachse 3 erfolgt z. B. mittels des anhand der Fig. 1 beschriebenen Langstator-Linearmotors.

[0013] Magnetschwebefahrzeuge 31 und deren Magnetanordnungen sind dem Fachmann z. B. aus den Druckschriften US-PS 4,698,895, DE 30 04 704 C2, DE 39 28 277 A1 und PCT WO 97/30504 A1 allgemein bekannt.

[0014] Der Luftfeder 4 ist eine erfindungsgemäße Steuereinrichtung 14 zugeordnet, die die nachfolgend anhand der Fig. 4 beschriebene Funktion hat und mit denjenigen beiden Regelkreisen 11A, 11B verbunden ist, die an den beiden Abstützstellen 5B des der Luftfeder 4 zugeordneten Schwebegestellabschmtts 5 angreifen.

[0015] Nach Fig. 4 enthält die Steuereinrichtung 14 eine Druckluftquelle 15, die z. B. ein Kompressor oder auch eine hier nicht interessierende Niveauregeleinheit sein kann und über eine Leitung 16 an die Luftfeder 4 angeschlossen ist. Zwischen der Druckluftquelle 15 und der Luftfeder 4 sind zwei in Serie liegende Steuerventile 17 und 18 in die Leitung 16 geschaltet, die beide über je eine Drossel 19, 20 zu einer Entlüftungsleitung 21, 22 oder auch zur äußeren Atmosphäre führen. Beide Steuerventile 17 und 18 sind über Steuerleitungen 23, 24 zumindest derart steuerbar, daß sie in einer ersten Stellung die Leitung 16 auf Durchgang schalten, aber gegen die Entlüftungsleitungen 21, 22 absperren, oder in einer zweiten Stellung die Leitung 16 zumindest auf der Seite der Luftfeder 4 an die Entlüftungsleitung 21, 22 anschließen. Weiterhin sind der Leitung 16 zwei Druckschalter 25, 26 zugeordnet, die den Luftdruck in der Leitung 16 überwachen und beim Erreichen eines vorgewählten Luftdrucks ein Schaltsignal abgeben. Dabei sind beide Druckschalter 25 und 26 sowohl mit dem Regelkreis 11A als auch mit dem Regelkreis 11B verbunden. Schließlich ist in die Leitung 16 noch ein der Belüftung dienendes Steuerventil 27 geschaltet, dem ein ebenfalls in die Leitung 16 geschalteter Druckschalter 28 zugeordnet ist und das über eine Steuerleitung 29 entweder auf Durchgang geschaltet werden oder die Leitung 16 absperren kann. Weitere, für die Erfindung nicht wichtige Komponenten sind der Einfachheit halber nicht dargestellt.

[0016] Die Wirkungsweise der Steuereinrichtung 14 nach Fig. 4 ist wie folgt:

[0017] Vor Inbetriebnahme des Magnetschwebefahrzeugs 1 wird die Luftfeder 4 nach Öffnen des Steuerventils 27 und bei auf Durchgang geschalteten Steuerventilen 17, 18 über die Leitung 16 auf einen vorgewählten Soll-Luftdruck eingestellt. Ist dieser erreicht, was durch den Druckschalter 28 signalisiert wird, wird das Steuerventil 27 wieder geschlossen. Das Magnetschwebefahrzeug kann nun in Betrieb genommen werden. Bei Ausfall der Tragkraft z. B. des Tragmagneten 35A am Schwebegestellabschnitt 5 erhält normalerweise der Tragmagnet 35B die doppelte Tragkraft gegenüber dem Zustand vor dem Ausfall, indem der elektrische Strom durch seine nicht dargestellte Wicklung vom zugehörigen Regelkreis 11B entsprechend erhöht wird. Im Gegensatz dazu wird erfingdungsgemäß in dieser Situation eine automatische Entlüftung der Luftfeder 4 auf einen vorgewählten Bruchteil des von der Druckluftquelle 15 gelieferten bzw. zuvor in der Luftfeder 4 hergestellten Soll-Luftdrucks (z. B. von

ursprünglich 8 bar auf nur noch 3,5 bar) vorgenommen, um dadurch die ursprüngliche Tragkraft des Tragmagneten 35B wieder herzustellen bzw. die über die Luftfeder 4 auf den Tragmagneten 35B übertragene Teillast auf einen Wert einzustellen, der der Tragkraft des Tragmagneten 35B bei seinem Nennstrom entspricht. Hierzu wird das Steuerventil 17 über die Steuerleitung 23 in eine Stellung gebracht, bei der die Leitung 16 über die Drossel 19 mit der Entlüftungsleitung 21 verbunden ist, so daß die Luft aus der Luftfeder 4 über diesen Pfad entweicht. Die Steuerung des Steuerventils 17 erfolgt dabei mit Hilfe eines Fehlersignals, das der Steuerleitung 14 vom Regelkreis 11A des ausgefallenen Tragmagneten 35A aus zugeführt und z. B. dann erzeugt wird, wenn der Tragmagnet 35A stromlos wird oder ein sonstiger Fehler vorliegt.

[0018] Die Entlüftung der Luftfeder 4 wird so lange fortgesetzt, bis der zugehörige Druckschalter 25 anzeigt, daß in der Leitung 16 zwischen dem geschlossenen Steuerventil 27 und der Luftfeder 4 und damit auch in der Luftfeder 4 selbst nur noch ein Bruchteil des ursprünglichen Luftdrucks vorhanden ist. Im Anschluß daran wird das Steuerventil 17 über die Steuerleitung 23 wieder auf Durchgang geschaltet und damit die Leitung 16 von der Entlüftungsleitung 21 getrennt. Die Luftfeder 4 wird nun mit einem gegenüber dem Soll-Luftdruck reduzierten Druck betrieben. Da dieser Wert vorzugsweise so gewählt wird, daß die jetzt über die Luftfeder 4 übertragene Last im wesentlichen der Tragkraft des Tragmagneten 35B entspricht, die dieser beim Nennstrom aufbringt, wird der dann nicht auf den Tragmagneten 35B entfallende Lastanteil vorzugsweise möglichst gleichmäßig auf die restlichen Tragmagnete 35 des Magnetschwebefahrzeugs 1 verteilt (Fig. 1). Eine Überlastung der Tragmagnete 35 wird dadurch weitgehend vermieden.

[0019] Um zu vermeiden, daß beim Versagen der bisher beschriebenen Steuereinrichtung 14, insbesondere z. B. aufgrund eines Defekts des Steuerventils 17, der Drossel 21 od. dgl., keine Entlüftung der Luftfeder 4 vorgenommen wird, ist erfindungsgemäß eine redundante Einrichtung vorgesehen, die die Teile 18, 20, 22, 24 und 26 umfaßt. Diese Einrichtung arbeitet wie folgt:

[0020] Findet aufgrund der beschriebenen Fehlfunktionen eine Entlüftung der Luftfeder 4 nicht statt, wird der Strom durch die Wicklung des nicht ausgefallenen Tragmagneten 35B durch den Regelkreis 11B automatisch über den Nennstrom hinaus erhöht. Das führt im Regelkreis 11B zu einem entsprechenden Anstieg z. B. am Ausgang des betreffenden Stellgliedes. Die Regelkreise 11A, 11B werden daher zusätzlich mit Grenzwertüberwachungen in Form von Schwellwertschaltern od. dgl. versehen, die beim Erreichen bzw. Überschreiten eines vorgewählten Grenzwerts, insbesondere hinsichtlich des Stroms in der Wicklung des Tragmagneten 35B, über die Steuerleitung 24 in Fig. 4 das Steuerventil 18 in diejenige Stellung bringen, in der es die Leitung 16 mit der Entlüftungsleitung 22 verbindet. Dadurch wird die Luftfeder 4 analog zur obigen Beschreibung entlüftet, bis der zugehörige Druckschalter 26 wiederum das Erreichen des gewünschten kleineren Luftdrucks anzeigt und das Steuerventil 18 automatisch wieder von der Entlüftungsleitung 22 abtrennt. Über den beschriebenen redundanten Pfad wird somit dasselbe Ergebnis wie mit Hilfe des Steuerventils 17 erreicht.

[0021] Soll der Druck in der Leitung 16 wieder auf den Soll-Luftdruck erhöht werden, kann dies durch Betätigung des Steuerventils 27 erreicht werden, das dann die Druckluftquelle 15 mit der Luftfeder 4 verbindet, bis diese den gewünschten Soll-Luftdruck besitzt. Anschließend wird das Steuerventil 27 wieder geschlossen.

[0022] In entsprechender Weise wird vorgegangen, wenn der Tragmagnet 35B anstatt des Tragmagneten 35A ausfällt.

[0023] Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt, das auf vielfache Weise abgewandelt werden kann. Das gilt insbesondere für die beschriebene Lastaufteilung im Bereich der Schwebegestellabschnitte 5 bzw. der Abstützelemente 5a. Insbesondere kann diese Lastaufteilung in analoger Weise auch an beiden Längsseiten des Magnetschwebefahrzeugs 1 vorgesehen werden, wenn dieses dazu rechts und links mit entsprechenden Tragmagneten versehen ist. Wie die Lastverteilung auf die Tragmagnete 35 mit Hilfe der Luftfedern 4 erfolgt, kann im Prinzip in Abhängigkeit von den Bedürfnissen des Einzelfalls entschieden werden. Auch die beispielhaft angegebenen Luftdrücke können durch andere ersetzt werden. Weiterhin kann die Ausbildung der Steuereinrichtung 14 anders, als in Fig. 4 dargestellt ist, vorgenommen werden, wobei insbesondere die verschiedenen Steuervorgänge mit Mikroprozessoren od. dgl. gesteuert werden können. Außerdem ist klar, daß alle im Magnetschwebefahrzeug 1 vorhandenen Luftfedern 4 in entsprechender Weise gesteuert werden können. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen angewendet werden können.

Patentansprüche

1. Magnetschwebefahrzeug mit einem Wagenkasten (2), einem parallel zu einer Fahrzeug-Längsachse (3) erstreckten Schwebegestell (5), einer Anzahl von in Richtung der Längsachse (3) hintereinander angeordneten Tragmagneten (35), die paarweise (35A, 35B) an benachbarten Abstützstellen (5b) des Schwebegestells (5) angreifen, und mit wenigstens einer steuerbaren, im Bereich von benachbarten Abstützstellen (5b) angeordneten und mit einem vorgewählten Soll-Luftdruck betriebenen Luftfeder (4), mittels derer der Wagenkasten (2) auf dem Schwebegestell (5) abgestützt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Luftfeder (4) eine Steuereinrichtung (14) zugeordnet ist, die beim Ausfall eines der beiden Tragmagneten (35A, 35B) den Druck in der Luftfeder

(4) automatisch auf einen vorgewählten Bruchteil des Soll-Luftdrucks absenkt und durch ein beim Ausfall eines Tragmagneten (35A, 35B) erzeugtes Fehlersignal aktiviert wird.

2. Magnetschwebefahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fehlersignal vom Regelkreis (z. B. 11A) des ausgefallenen Tragmagneten (z. B. 35A) erzeugt wird.

3. Magnetschwebefahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fehlersignal vom Regelkreis (z. B. 11B) des nicht ausgefallenen Tragmagneten (z. B. 35B) erzeugt wird.

4. Magnetschwebefahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung (14) ein erstes Steuerventil (17) aufweist, über das die Luftfeder (4) bis zum Erreichen des vorgewählten Bruchteils des Soll-Luftdrucks entlüftet werden kann.

5. Magnetschwebefahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung (14) ein zweites Steuerventil (18) aufweist, über das die Luftfeder (4) bis zum Erreichen des vorgewählten Bruchteils des Soll-Luftdrucks entlüftet werden kann.

6. Magnetschwebefahrzeug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerung des ersten Steuerventils (17) durch das Fehlersignal des ausgefallenen Tragmagneten (z. B. 35A) erfolgt.

7. Magnetschwebefahrzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerung des zweiten Steuerventils (18) durch das Fehlersignal des nicht ausgefallenen Tragmagneten (z. B. 35B) erfolgt.

8. Magnetschwebefahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Bruchteil des Soll-Luftdrucks so gewählt ist, daß die vom Wagenkasten (2) auf den nicht ausgefallenen Tragmagneten (z. B. 35B) ausgeübte Kraft im wesentlichen halbiert wird.

9. Magnetschwebefahrzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der vorgewählte Bruchteil etwa der Hälfte des Soll-Luftdrucks entspricht.

10. Magnetschwebefahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fehlersignal in Abhängigkeit von den den Wicklungen der Tragmagnete (35A, 35B) zugeführten Strömen erzeugt wird.

Claims

1. Magnetic levitation vehicle with a body (2), a suspension frame (5) extended parallel to a longitudinal axis (3) of the vehicle, a number of support magnets (35), which are arranged one behind the other in the direction of the longitudinal axis (3) and which act in pairs (35A, 35B) on adjacent support points (5b) of the suspension frame (5), and with at least one controllable pneumatic spring (4), which is arranged in the region of adjacent support points (5b) and is operated with a preselected set air pressure and by means of which the body (2) is supported on the suspension frame (5), **characterised in that** the pneumatic spring (4) has an associated control means (14), which in the event of failure of one of the two support magnets (35A, 35B) automatically reduces the pressure in the pneumatic spring (4) to a preselected fraction of the set air pressure and is activated by an error signal generated in the event of failure of a support magnet (35A, 35B).

2. Magnetic levitation vehicle according to claim 1, **characterised in that** the error signal is generated by the control circuit (e.g, 11A) of the failed support magnet (e.g. 35A),

3. Magnetic levitation vehicle according to claim 1 or 2, **characterised in that** the error signal is generated by the control circuit (e.g. 11B) of the still operative support magnet (e.g. 35B).

4. Magnetic levitation vehicle according to one of claims I to 3, **characterised in that** the control means (14) has a first control valve (17), by means of which the pneumatic spring (4) can be deaerated until the preselected fraction of the set air pressure has been reached.

5. Magnetic levitation vehicle according to one of claims I to 4, **characterised in that** the control means (14) has a second control valve (18), by means of which the pneumatic spring (4) can be deacrated until the preselected fraction of the set air pressure has been reached.

6. Magnetic levitation vehicle according to claim 4 or 5, **characterised in that** the first control valve (17) is controlled by the error signal of the failed support magnet (e.g. 35A).

7. Magnetic levitation vehicle according to one of claims 4 to 6, **characterised in that** the second control valve (18) is controlled by the error signal of the still operative support magnet (e.g. 35B).

8. Magnetic levitation vehicle according to one of claims I to 7, **characterised in that** the fraction of

set air pressure is selected so that the force exerted by the body (2) onto the still operative support magnet (e.g. 35B) is substantially halved.

9. Magnetic levitation vehicle according to claim 8, **characterised in that** the preselected fraction corresponds to about half the set air pressure.

10. Magnetic levitation vehicle according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the error signal is generated in dependence on the currents fed to the windings of the support magnets (35A, 35B).

Revendications

1. Véhicule à sustentation magnétique, avec une caisse de véhicule (2), avec un châssis de sustentation (5) s'étendant parallèlement à un axe longitudinal (3) du véhicule, avec un certain nombre d'aimants de sustentation (35) disposés en succession dans la direction de l'axe longitudinal (3), aimants qui agissent par paires (35A, 35B) sur des points d'appui voisins (5b) du châssis de sustentation (5), et avec au moins un ressort pneumatique asservissable (4), disposé dans la région de points d'appui voisins (5b) et exploité avec une pression d'air de consigne présélectionnée, ressort au moyen duquel la caisse de véhicule (2) est soutenue sur le châssis de sustentation (5), **caractérisé en ce qu'**un dispositif de commande (14) est associé au ressort pneumatique (4), dispositif qui, en cas de défaillance d'un des deux aimants de sustentation (35A, 35B), abaisse automatiquement la pression dans le ressort pneumatique (4) à une fraction présélectionnée de la pression d'air de consigne, et qui est activé par un signal de défaut produit en cas de défaillance d'un aimant de sustentation (35A, 35B).

2. Véhicule à sustentation magnétique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal de défaut est produit par le circuit de régulation (11A par exemple) de l'aimant de sustentation défaillant (35A par exemple).

3. Véhicule à sustentation magnétique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le signal de défaut est produit par le circuit de régulation (11B par exemple) de l'aimant de sustentation non défaillant (35B par exemple).

4. Véhicule à sustentation magnétique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (14) présente une première soupape de commande (17), au moyen de laquelle le ressort pneumatique (4) peut être vidé de son air jusqu'à l'atteinte de la fraction présélectionnée de la pression d'air de consigne.

5. Véhicule à sustentation magnétique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (14) présente une deuxième soupape de commande (18), au moyen de laquelle le ressort pneumatique (4) peut être vidé de son air jusqu'à l'atteinte de la fraction présélectionnée de la pression d'air de consigne.

6. Véhicule à sustentation magnétique selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la commande de la première soupape de commande (17) s'effectue par le signal de défaut de l'aimant de sustentation défaillant (35A par exemple).

7. Véhicule à sustentation magnétique selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** la commande de la deuxième soupape de commande (18) s'effectue par le signal de défaut de l'aimant de sustentation non défaillant (35B par exemple).

8. Véhicule à sustentation magnétique selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la fraction de la pression d'air de consigne est sélectionnée de telle sorte que la force exercée par la caisse de véhicule (2) sur l'aimant de sustentation non défaillant (35B par exemple) est sensiblement divisée par deux.

9. Véhicule à sustentation magnétique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la fraction présélectionnée correspond environ à la moitié de la pression d'air de consigne.

10. Véhicule à sustentation magnétique selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le signal de défaut est produit en fonction des courants électriques apportés aux bobinages des aimants de sustentation (35A, 35B).

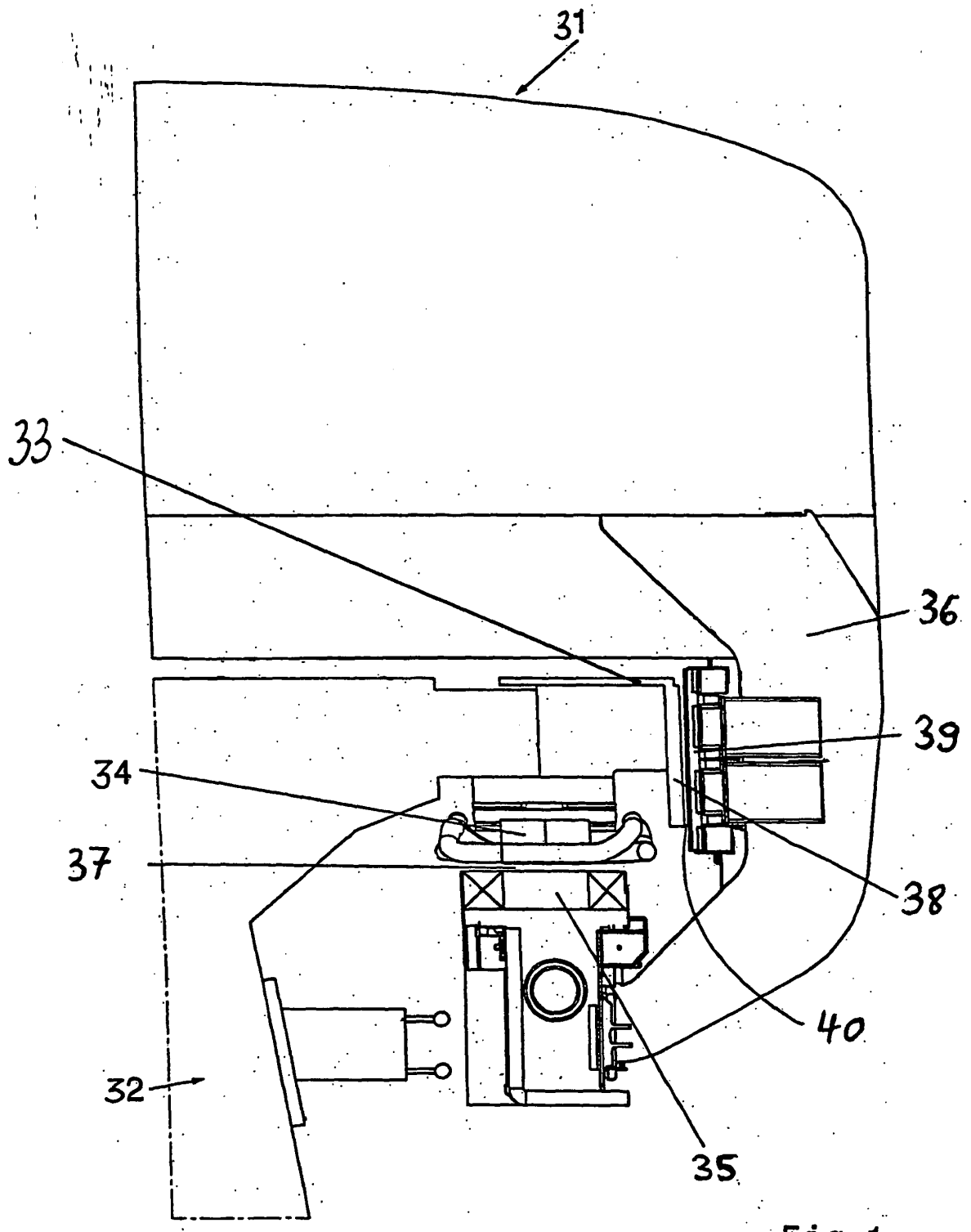


Fig.1

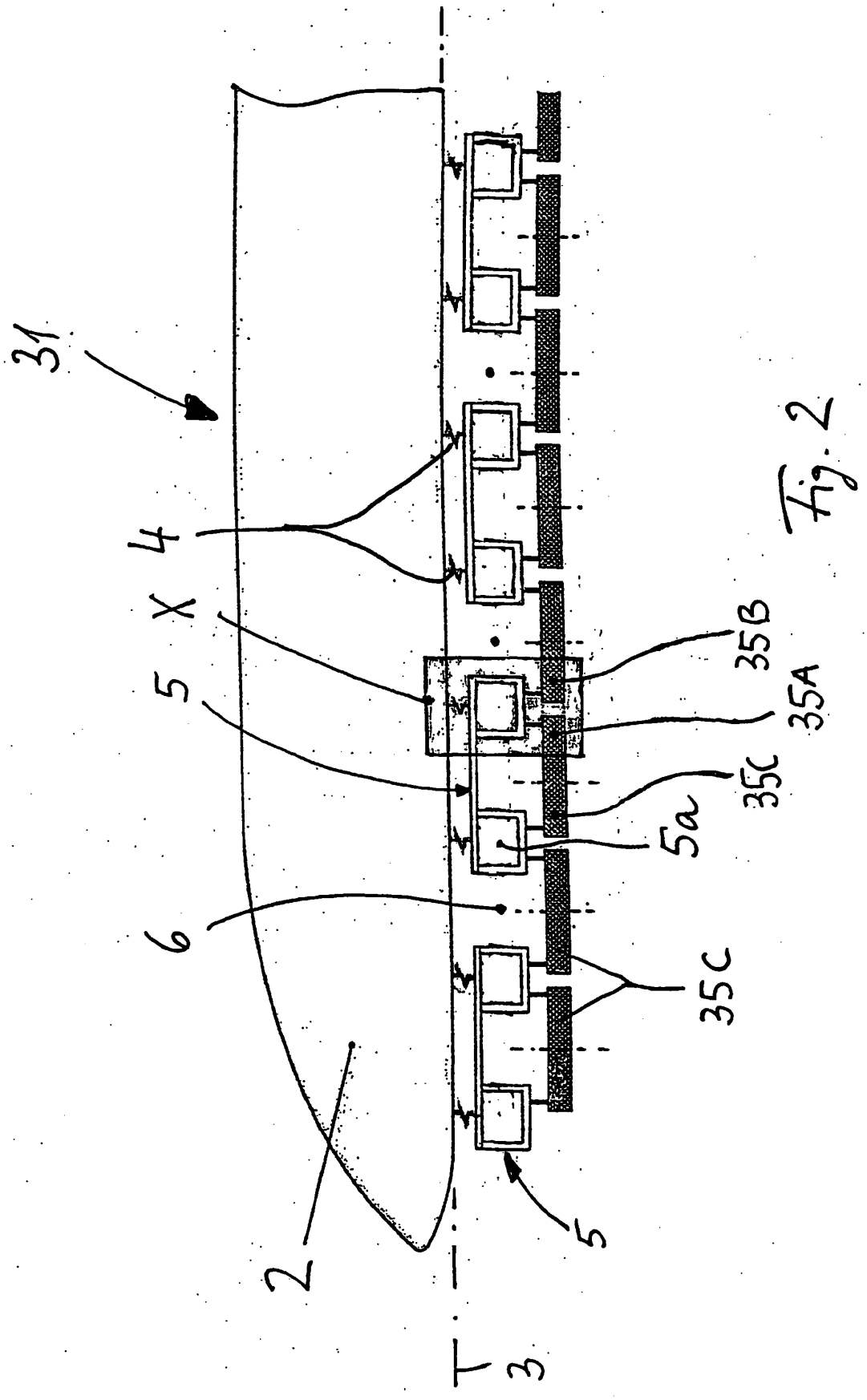


Fig. 2

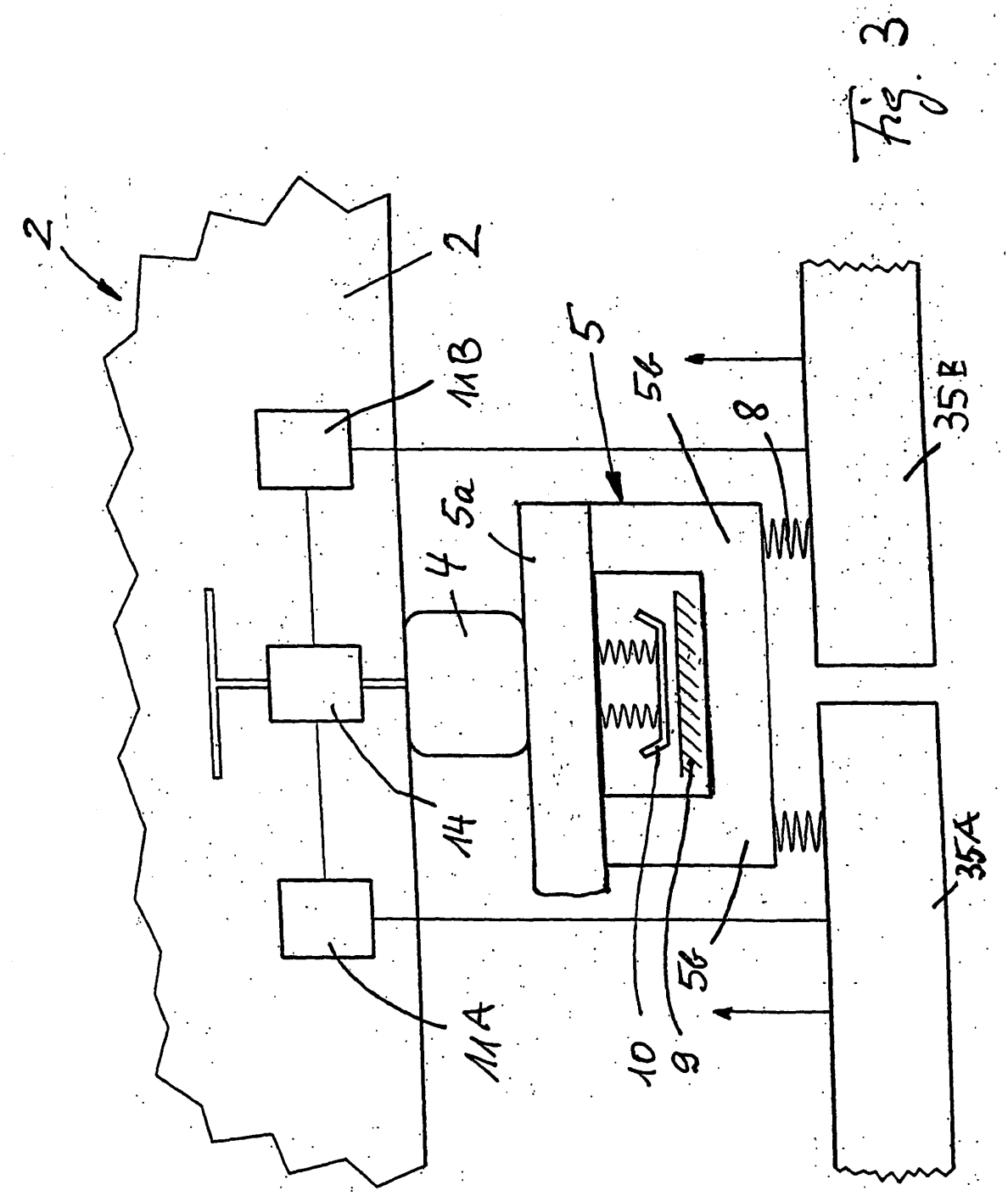


Fig. 3

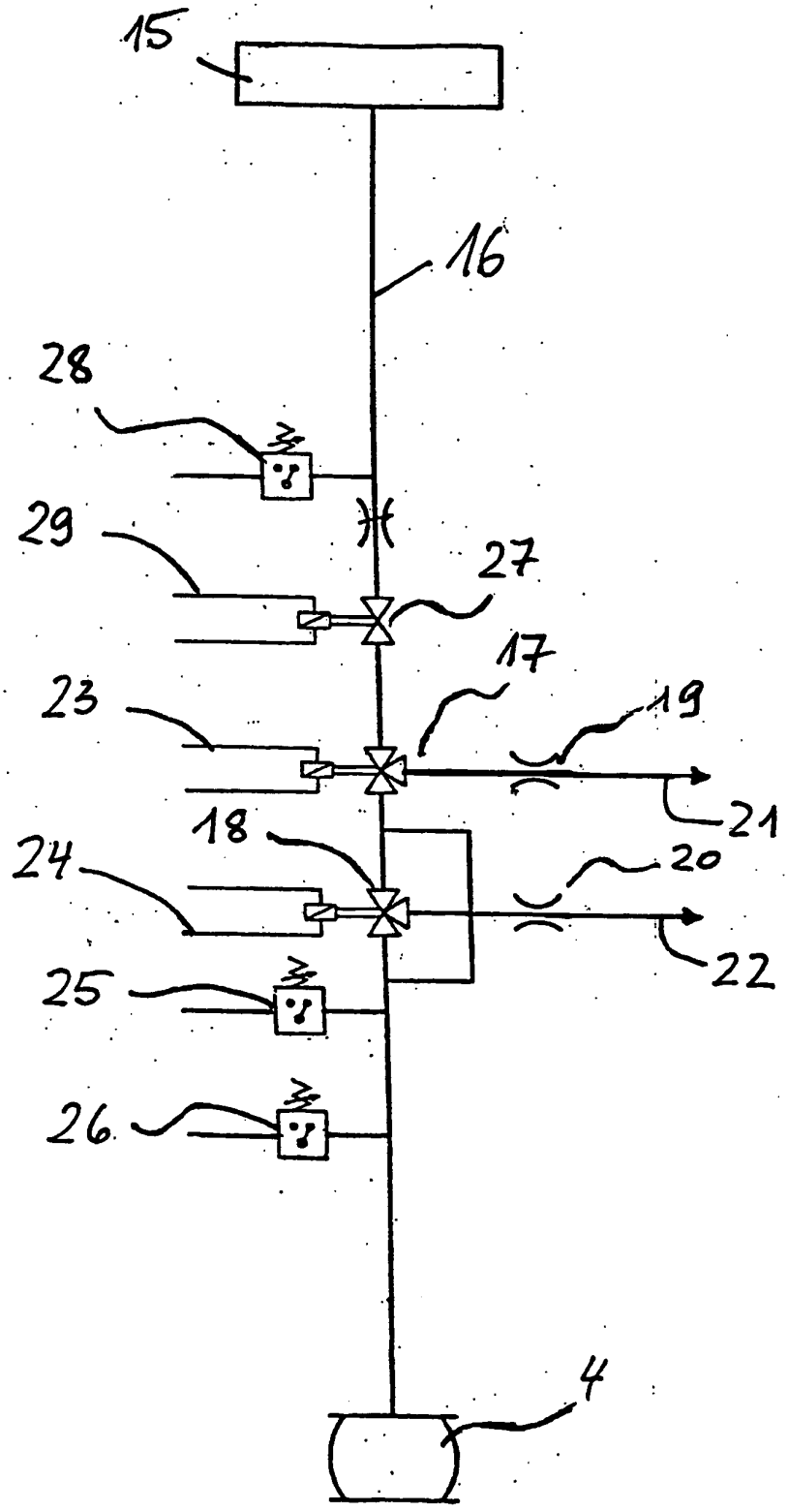


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2714282 A1 **[0004]**
- US PS4698895 A **[0013]**
- DE 3004704 C2 **[0013]**
- DE 3928277 A1 **[0013]**
- WO 9730504 A1 **[0013]**