

(19)



(11)

EP 1 342 691 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.01.2007 Patentblatt 2007/01

(51) Int Cl.:
B66B 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03003724.6**

(22) Anmeldetag: **19.02.2003**

(54) **Einrichtung zur Schwingungsdämpfung für eine Aufzugskabine**

Device for attenuating vibrations on an elevator car

Dispositif pour atténuer les vibrations sur une cabine d'ascenseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

(30) Priorität: **07.03.2002 EP 02405174**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(73) Patentinhaber: **INVENTIO AG**
6052 Hergiswil (CH)

(72) Erfinder: **Husmann, Josef**
6006 Luzern (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 525 812 **EP-A- 0 731 051**

EP 1 342 691 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Dämpfung von Schwingungen eines an Führungsschienen mittels Führungselementen geführten, einen Kabinenkörper tragenden Rahmens, wobei quer zur Fahrtrichtung auftretende Schwingungen von am Rahmen angebrachten Beschleunigungssensoren gemessen und zur Regelung von mindestens einem zwischen Rahmen und Führungselementen angeordneten Aktuator verwendet werden, der gleichzeitig mit den auftretenden Schwingungen und entgegengesetzt zur Richtung der Schwingungen arbeitet.

[0002] Aus der Patentschrift EP 0 731 051 B1 ist ein Verfahren und eine Einrichtung bekannt geworden, bei dem bzw. bei der zur Reduktion von Schwingungen einer an Schienen geführten Aufzugskabine quer zur Fahrtrichtung auftretende Schwingungen durch eine im hohen Frequenzbereich arbeitende Regelung reduziert werden, sodass die Schwingungen in der Kabine nicht mehr spürbar sind. Zur Erfassung der Messwerte werden am Kabinenrahmen Trägheitssensoren angebracht. Ein im tiefen Frequenzbereich arbeitender Positionsregler führt die Kabine bei einseitiger Schiefelage gegenüber den Schienen selbsttätig in eine Mittelstellung nach, sodass immer ein ausreichender Dämpfungsweg zur Verfügung steht. Positionssensoren liefern die Messwerte an den Positionsregler. Aktuatoren sind mit Linearmotoren zur Verstellung der Rollen versehen. Pro Rollenführung regelt ein erster Linearmotor zwei seitliche Rollen, ein zweiter Linearmotor regelt die mittlere Rolle. Der apparative Aufwand zur Durchführung des Verfahrens ist gering, da beide Regelkreise zu einer gemeinsamen Regelung zusammengefasst werden und auf einen Aktuator wirken.

[0003] Nachteilig bei dieser Einrichtung ist, dass die Aufzugskabine selbst eine steife Struktur aufweisen muss, damit der Fahrkomfort durch die Schwingungsregelung gewährleistet werden kann.

[0004] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in Anspruch 1 gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, die Nachteile der bekannten Einrichtung zu vermeiden und eine Schwingungsregelung vorzuschlagen, die die elastischen Eigenschaften des Rahmens mit dem Kabinenkörper berücksichtigt.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0006] Eine Aufzugskabine (Rahmen und Kabinenkörper) hat insbesondere in Horizontalrichtung eine sehr elastische Struktur. Typischerweise liegt die erste Strukturresonanz im Bereich von 10 Hz bei Aufzugskabinen mit optimierter Steifigkeit des Rahmens und der Kabinenisolation, und sonst liegt die Strukturresonanz noch tiefer. Der Abstand zu den zu dämpfenden Frequenzen ist sehr gering und limitiert die Wirkung der aktiven Schwingungsdämpfung, da sie die Strukturresonanz selbst nicht dämpfen kann. Dies wird erst möglich, wenn eine genügend gute Messung des Zustandes der Kabinendeformation, insbesondere der Phasenlage vorliegt.

[0007] Prinzipiell ist es besser die Aufzugskabine (Rahmen und Kabinenkörper) sehr steif zu bauen, so dass sie sich im wesentlichen wie ein starrer Körper verhält. Es sind dann keine Messungen der elastischen Verformung notwendig. Dieses Ziel ist jedoch nur bei neuen Aufzugskabinen für hohe Gebäude erreichbar.

[0008] Bestehende Aufzugskabinen (Rahmen und Kabinenkörper) können nur nachträglich versteift werden. Dies ist mit vernünftigem Aufwand nur in beschränktem Mass möglich. Ansonsten ist es sinnvoller eine neue Aufzugskabine (Rahmen und Kabinenkörper) steifer Bauart einzusetzen. Die Messung der Deformation erweitert den Anwendungsbereich der aktiven Schwingungsdämpfung auf strukturell weniger geeignete Aufzugskabinen, welche heutzutage das Gros aller Aufzugskabinen ausmachen.

[0009] Anhand der beiliegenden Figuren wird die vorliegende Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

[0010]

Fig. 1

eine schematische Darstellung der Anordnung der Sensoren einer Einrichtung zur Dämpfung von Scherbewegungen eines Kabinenrahmens mit einem Kabinenkörper,

Fig. 2

eine Messeinrichtung zur Messung der Scherbewegungen eines Kabinenrahmens mittels Laser,

Fig. 2a

Einzelheiten der Messeinrichtung gemäss Fig. 2,

Fig. 3

ein Regelsystem zur Dämpfung von Scherbewegungen,

Fig. 4

ein elektrischer Aktorteil des Regelsystems.

[0011] Die grösste elastische Deformation ist eine Verschiebung eines einen Kabinenkörper 5 tragenden Kabinenrahmens in x-Richtung. Der Rahmen besteht aus einem unteren Joch 1, einem oberen Joch 2, einem ersten Seitenschild 3 und einem zweiten Seitenschild 4. Das obere Joch 2 ist beispielsweise mit einem nicht dargestellten Tragseil verbunden, das beispielsweise über eine Treibscheibe geführt ist. Am oberen Joch 2 bzw. am unteren Joch 1 sind Führungselemente angeordnet, die den Rahmen entlang von im Aufzugsschacht angeordneten Führungsschienen führen.

[0012] Bei der elastischen Deformation verschieben sich das untere Joch 1 und das obere Joch 2 parallel zueinander. Mit den quer zur Fahrtrichtung der aus Kabinenrahmen und Kabinenkörper 5 bestehenden Auf-

zugskabine messenden Beschleunigungssensoren ac1 bis ac8 des in der Beschreibungseinleitung gewürdigten Standes der Technik ist es nicht möglich diese Deformation zu messen, da keine Unterscheidung zwischen Rotation des Kabinenkörpers 5 um die y-Achse und Scherbewegung des Rahmens in x-Richtung möglich ist. Daher ist eine zusätzliche Messung notwendig. Mögliche Ausführungsvarianten zur Messung der Deformation sind:

1. Zwei vertikal (in z-Richtung) ausgerichtete Beschleunigungssensoren 9a und 9b (oder 9c als Alternative zu 9b) mit grossem Achsabstand. Aus der Differenz der Sensorsignale wird die y-Rotation von unterem Joch 1 und oberem Joch 2 bestimmt. Zusammen mit den Signalen der Beschleunigungssensoren ac1 oder ac3 und ac5 oder ac7 kann die Scherbewegung des Rahmens bestimmt werden. Anstelle der vertikal gerichteten Beschleunigungssensoren 9a, 9b, 9c kann auch ein Sensor verwendet werden der die Drehrate genügend genau misst, beispielsweise ein Faserkreisel oder horizontal gerichtete Beschleunigungssensoren mit genügendem Achsabstand, die auf einem der beiden Joche 1,2 befestigt sind.

2. Ein handelsüblicher Faserkreisel besteht aus einer Lichtquelle, deren Lichtstrahl einer Lichtleitfaser zugeführt wird. Der Lichtstrahl wird geteilt und läuft in je einer Richtung durch die einen Wickel bildende Lichtleitfaser. Dann werden die Teilstrahlen wieder zusammengeführt, wobei die Teilstrahlen interferieren. Falls sich der Faserwickel rotativ verdreht, muss der eine Teilstrahl etwas mehr Weg zurücklegen als der andere, was eine Phasenverschiebung und somit eine Änderung der Interferenzstärke bewirkt.

3. Messung der Rahmendeformation mit Dehnmessstreifen DMS 10. Diese werden am ersten Seitenschild 3 oder am zweiten Seitenschild 4 an der Stelle mit der grössten Biegedeformation befestigt. Diese verhält sich proportional zur Scherbewegung des Rahmens.

4. Messung der Scherbewegung des Rahmens mittels eines Lasers 11a, eines Reflektorprismas 11b und eines photoempfindlichen Zeilensensors 11c. Eine Anordnung ohne Reflektorprisma ist möglich. Vorteile der Anordnung mit Reflektorprisma sind: Es ist keine genaue Ausrichtung notwendig, alle aktiven Komponenten sind auf einer Seite und es ergibt sich eine Verdoppelung der Messauflösung.

[0013] Zur Erzeugung einer Weginformation müssen die Signale der Beschleunigungssensoren zweimal integriert werden, was mit Drift bzw. Messfehlern verbunden ist. Zur Erzeugung einer Weginformation muss das Signal des Faserkreisels einmal integriert werden, was

auch mit Drift bzw. Messfehlern verbunden ist. Die optische Messeinrichtung (Laser) ist ziemlich aufwendig. Zudem ist eine räumliche Anordnung ohne Störeinflüssen schwierig. Mit modernen Dehnmessstreifen DMS können sehr kleine Dehnungen gemessen werden. Die Messung der Verscherung erfolgt direkt, ohne Hilfe von weiteren Sensoren. DMS Technik zur Messung der Verscherung ist erfolversprechend anwendbar.

[0014] Bei der Verscherung des Rahmens verschieben sich unteres Joch 1 und oberes Joch 2 parallel zueinander um einen Betrag x. Auf dem oberen Joch ist ein Laser 11a befestigt, der vorzugsweise Infrarotlicht erzeugt und einen scharf gebündelten Strahl 11d senkrecht nach unten abgibt. Auf dem unteren Joch 1 ist ein optisches Prisma 11b befestigt, welches den Lichtstrahl 11d parallel und seitlich versetzt nach oben reflektiert. Das Versetzungsmass ändert sich um den zweifachen Betrag x der Verscherung des Rahmens. Als Detektor ist auf dem oberen Joch 2 ein photoempfindlicher Zeilensensor oder eine Zeilenkamera 11c befestigt. Damit wird die horizontale Verschiebung des reflektierten Lichtstrahls 11d gemessen. Die Zeilenkamera 11c erzeugt ein Signal welches proportional zur Rahmenverscherung x ist und das in einem Regelsystem verwendet werden kann um die Rahmenverscherung zu reduzieren.

[0015] Zur Verbesserung der Schwingungsdämpfung sind weitere Messungen der Rahmendeformation in y-Richtung möglich. Im allgemeinen ist das nicht notwendig, weil der Rahmen in y-Richtung sehr steif ist, doch muss das nicht immer der Fall sein. Ausserdem erlauben die bestehenden Beschleunigungssensoren ac2, ac4, ac6 und ac8 bereits eine Messung der Verwindung des Rahmen um die Hochachse (z-Achse).

[0016] Zusätzlich können die Deformationen an den unteren Lagern 6 und/oder an den oberen Lagern 7 des Kabinenkörpers 5 gemessen werden. Die Messung kann in einer, zwei oder allen drei Achsen erfolgen. Dazu sind Abstands- oder Positionssensoren mit Magnetfeldmessung oder induktiven oder kapazitiven Messprinzipien geeignet.

Als Alternative zur Messung der Deformation an den Lagern 6, 7 des Kabinenkörpers 5 sind zusätzliche, am Kabinenkörper 5 angeordnete Beschleunigungssensoren möglich. Die Zahl der notwendigen Beschleunigungssensoren ist dabei gleich der Anzahl der zusätzlichen Freiheitsgrade die geregelt werden müssen.

[0017] Mit den Aktoren die auf die Führungselemente wirken, können nicht alle Strukturresonanzen, die am Kabinenkörper auftreten gedämpft werden, selbst wenn genügend gute Messungen vorhanden sind. Falls notwendig, können dazu weitere Aktoren eingesetzt werden. Gut geeignete Orte zur Anordnung der Aktoren sind die Lager 6, 7. Die Aktoren können parallel oder in Serie zu den elastischen, als Schwingungsisolation ausgebildeten Lagern 6, 7 angeordnet werden oder diese vollständig ersetzen, wobei diese Aktoren in einer, zwei oder in allen drei Achsen wirken können. Sehr gut für diesen Zweck geeignet sind die sogenannten aktiven Motorenlager wie

sie bei Kraftfahrzeugen zur Lagerung des Motors eingesetzt werden.

[0018] Beispielsweise offenbart die Patentschrift US 4 699 348 ein aktives Motorenlager, welches aus einer passiven Gummifeder und einem elektromagnetischem Aktor besteht. Der Aktor soll hauptsächlich die tiefrequenten Resonanzschwingungen dämpfen, während die weiche Gummifeder mit geringer Dämpfung als gute Schwingungsisolierung im höherfrequenten Bereich wirkt.

[0019] Das in Fig. 3 gezeigte Regelsystem zur Dämpfung der Scherbewegung des Rahmens besteht aus den Hauptkomponenten Regler und Regelstrecke, welche aus dem Aktor bzw. der Aktoren, dem Rahmen mit Kabinenkörper und dem Sensor bzw. der Beschleunigungssensoren zusammengesetzt ist.

[0020] Auf den Rahmen und den Kabinenkörper wirkende Störkräfte z , welche durch die Rahmenführung, den Fahrtwind und durch die Seile verursacht werden, bewirken unter anderem eine Verscherung x des Kabinenrahmens. Das Sensorsignal y verhält sich proportional zur Rahmenverscherung. Es wird in einer Summereinheit vom Sollwert u , der im Normalfall 0 beträgt, subtrahiert. Daraus resultiert der Regelfehler e . Dieser wird im Regler verarbeitet und ein Stellsignal m erzeugt. Im einfachsten Fall handelt es sich um einen proportionalen Regler, es sind jedoch wesentlich komplexere Reglerfunktionen möglich. Der Aktor besteht beispielsweise aus vier, oben genannten aktiven Aktoren. Diese erzeugen Stellkräfte zwischen Führungsrollen bzw. Führungsschienen und Kabinenrahmen.

[0021] Der Regler ist so ausgelegt, dass die grösste Verstärkung bei der ersten Eigenfrequenz, beispielsweise 10 Hz, des Rahmens mit dem Kabinenkörper liegt. Der Regler hat eine Bandpasscharakteristik, bei der die Verstärkung bei sehr tiefen und hohen Frequenzen gegen Null geht, damit keine statischen Kräfte aufgebaut werden können, die den Rahmen und den Kabinenkörper zum Rotieren bringen könnten.

[0022] Gemäss Fig. 4 werden die aktiven Aktoren vom Stellsignal m so angesteuert, dass Stellkräfte F_1, F_3, F_5, F_7 entstehen, welche der Rahmenverscherung entgegenwirken. Das Stellsignal m wird zuerst an einen je aktiver Aktor A_1, A_3, A_5, A_7 vorgesehenen Stromverstärker V_1, V_3, V_5, V_7 weitergeleitet, welcher dann wiederum den aktiven Aktor A_1, A_3, A_5, A_7 speist. Die einzelnen Stromfunktionen $I(m)$ müssen gemäss dem in Fig. 4 gezeigten Signalflussschema gewählt werden, wobei der Strom I_1, I_3, I_5, I_7 im aktiven Aktor A_1, A_3, A_5, A_7 die normalerweise zum Strom proportionale Stellkraft F_1, F_3, F_5, F_7 erzeugt.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Dämpfung von Schwingungen eines an Führungsschienen mittels Führungselementen geführten, einen Kabinenkörper (5) tragenden Rahmens (1,2,3,4), mit:

am Rahmen (1,2,3,4) anbringbaren Beschleunigungssensoren (ac1 bis ac8), welche quer zur Fahrtrichtung auftretende Schwingungen messen und als Signale ausgeben;

mindestens einem Aktor zur Anordnung zwischen dem Rahmen (1,2,3,4) und den Führungselementen;

wobei die Signale der Beschleunigungssensoren (ac1 bis ac8) zur Regelung des Aktor verwendet werden, welcher Aktor gleichzeitig mit den auftretenden Schwingungen und entgegengesetzt zur Richtung der Schwingungen arbeitet **dadurch gekennzeichnet,**

dass mindestens ein zusätzlicher Sensor (9a, 9b, 9c, 10, 11a, 11b, 11c) am Rahmen (1,2,3,4) anbringbar ist zur Messung der elastischen Deformation des Rahmens (1,2,3,4) und diese als Sensorsignal ausgibt und

dass eine Regeleinrichtung, in Abhängigkeit des Sensorsignals oder in Abhängigkeit des Sensorsignals und der Signale der Beschleunigungssensoren, eine Scherbewegung des Rahmens durch Stellsignal (m) an den Aktor regelt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zusätzliche Sensor aus Beschleunigungssensoren (9a, 9b, 9c) besteht.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zusätzliche Sensor aus Dehnmessstreifen (DMS) besteht.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zusätzliche Sensor ein Faserkreisel ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zusätzliche Sensor eine Laseranordnung ist mit einem Laser (11a), einem Laserstrahlen reflektierende Prisma (11b) und einem Zeilensensor (11c).

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** mittels der Regeleinrichtung das Stellsignal (m) erzeugbar ist und je Aktor (A_1, A_3, A_5, A_7) ein Stromverstärker (V_1, V_3, V_5, V_7) vorgesehen ist, der in Abhängigkeit einer Stromfunktion $I(m)$ den Aktor (A_1, A_3, A_5, A_7) speist, wobei der Strom (I_1, I_3, I_5, I_7) im Aktor (A_1, A_3, A_5, A_7) eine Stellkraft (F_1, F_3, F_5, F_7) erzeugt.

Claims

1. Device for attenuating vibrations of a frame (1,2,3,4) that carries a car body (5) and is guided by means of guide elements on guideways, with:

acceleration sensors (ac1 to ac8) that can be fastened to the frame (1,2,3,4) and measure, and emit as signals, vibrations that occur perpendicular to the direction of travel;

at least one actuator to be arranged between the frame (1,2,3,4) and the guide elements; the signals of the acceleration sensors (ac1 to ac8) being used for regulation of the actuator which acts simultaneous with the occurrence of the vibrations and

in the opposite direction to the vibrations,

characterized in that

at least one additional sensor (9a, 9b, 9c, 10, 11a, 11b, 11c) can be mounted on the frame for the purpose of measuring the elastic deformation of the frame (1,2,3,4) and emits this as sensor signal, and that depending on the sensor signal or depending on the sensor signal and the signals of the acceleration sensors a control device regulates a shear movement of the frame by means of an actuating signal (m) to the actuator.

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the additional sensor consists of acceleration sensors (9a, 9b, 9c).

3. Device according to Claim 1, **characterized in that** the additional sensor consists of wire resistance strain gages.

4. Device according to Claim 1, **characterized in that** the additional sensor is a fiber optic gyro.

5. Device according to Claim 1, **characterized in that** the additional sensor is a laser arrangement with a laser (11a), a prism (11b) that reflects a laser beam, and a line sensor (11c).

6. Device according to one of the foregoing claims, **characterized in that** by means of the control unit the actuating signal (m) can be generated and that for each actuator (A1, A3, A5, A7), a current amplifier (V1, V3, V5, V7) is provided which feeds the actuator (A1, A3, A5, A7) depending on a current function I(m), the current (I1, I3, I5, I7) generating an actuating force (F1, F3, F5, F7) in the actuator (A1, A3, A5, A7).

Revendications

1. Dispositif pour l'atténuation des vibrations d'un châssis (1, 2, 3, 4) guidé sur des glissières de guidage à l'aide d'éléments de guidage et portant un corps de cabine (5) avec:

des capteurs d'accélération (de ac1 à ac8) susceptible d'être placés au niveau du châssis (1, 2, 3, 4), lesquels mesurent les vibrations apparaissant transversalement par rapport au sens de marche et les sortent en tant que signaux, au moins un actionneur à disposer entre le châssis (1, 2, 3, 4) et les éléments de guidage; auquel cas les signaux des capteurs d'accélération (de ac1 à ac8) sont utilisés pour l'asservissement de l'actionneur et cet actionneur fonctionne en même temps que les vibrations apparaissant et à l'opposé par rapport au sens des vibrations

caractérisé en ce que,

au moins un capteur supplémentaire (9a, 9b, 9c, 10, 11a, 11b, 11c) est susceptible d'être placé au niveau du châssis (1, 2, 3, 4) pour mesurer la déformation flexible du châssis (1, 2, 3, 4) et sort celle-ci en tant que signal du capteur et que un dispositif de réglage règle un mouvement de cisaillement du châssis à travers un signal de réglage à l'actionneur en fonction du signal du capteur ou en fonction du signal du capteur et des signaux des capteurs d'accélération.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que,** le capteur supplémentaire se compose de capteurs d'accélération (9a, 9b, 9c).

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que,** le capteur supplémentaire se compose d'extensomètres à résistance DMS.

4. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que,** le capteur supplémentaire est un gyroscope.

5. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que,** le capteur supplémentaire est un arrangement à laser avec un laser (11a), un prisme (11b) reflétant les rayons laser et un capteur linéaire (11c).

6. Dispositif selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que,** le signal de réglage (m) est susceptible d'être produit grâce au dispositif de réglage et qu'un amplificateur de courant (V1, V3, V5, V7) est prévu pour chaque

actionneur (A1, A3, A5, A7), cet amplificateur de courant (V1, V3, V5, V7) alimentant l'actionneur (A1, A3, A5, A7) en fonction d'une fonction de courant $I(m)$, auquel cas le courant (I1, I3, I5, I7) produit dans l'actionneur (A1, A3, A5, A7) une force de réglage (F1, F3, F5, F7). 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

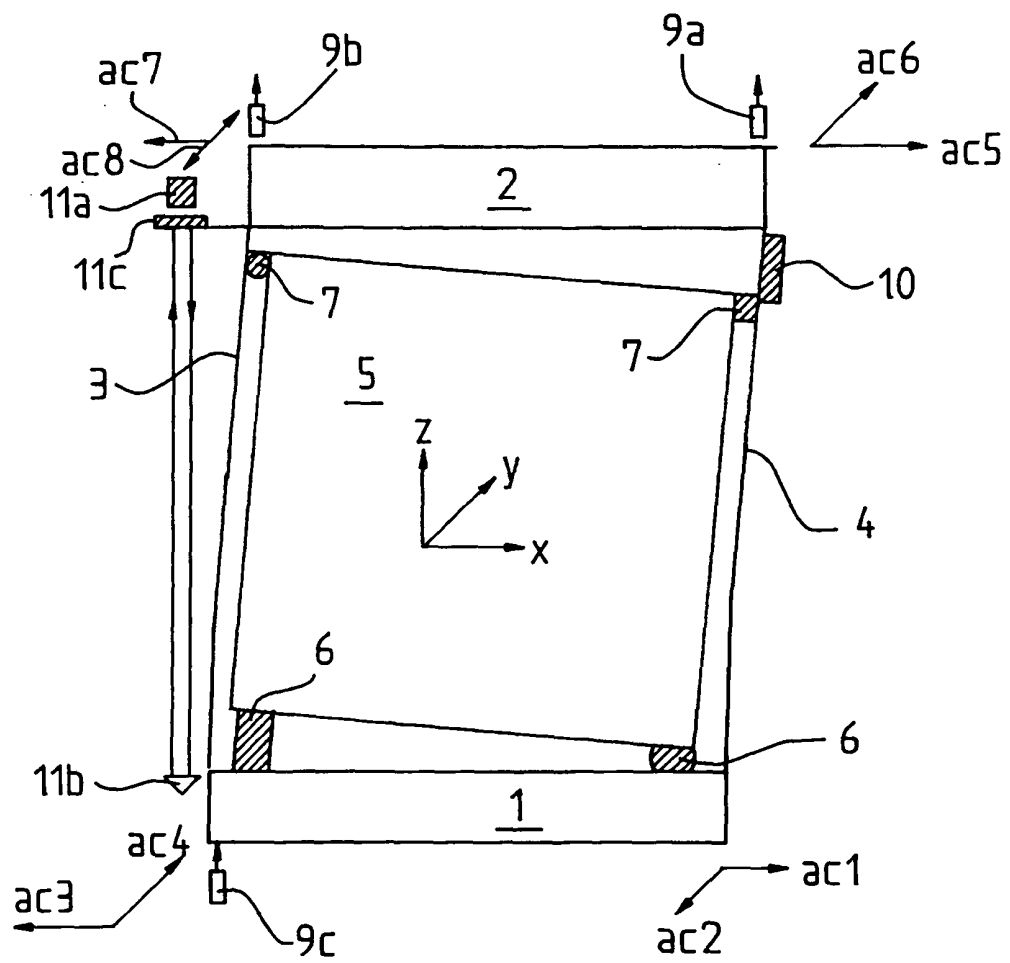


Fig. 2

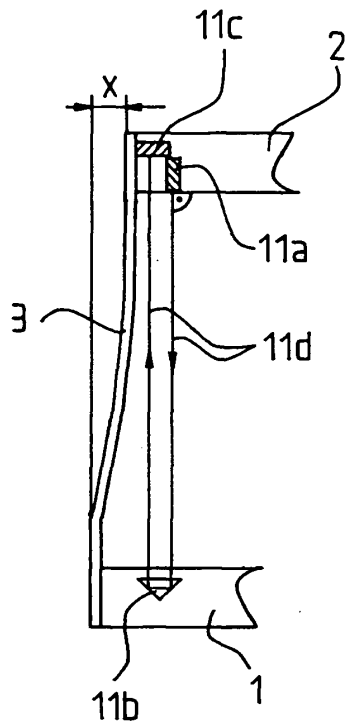


Fig. 2a

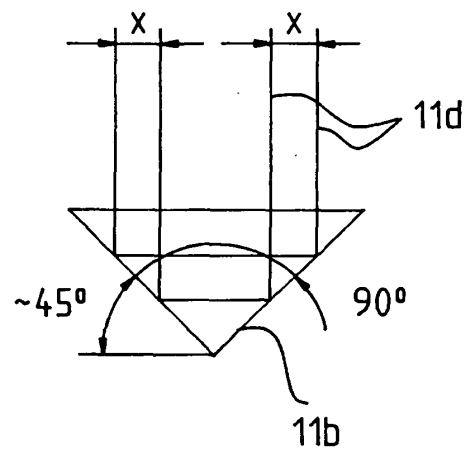


Fig. 3

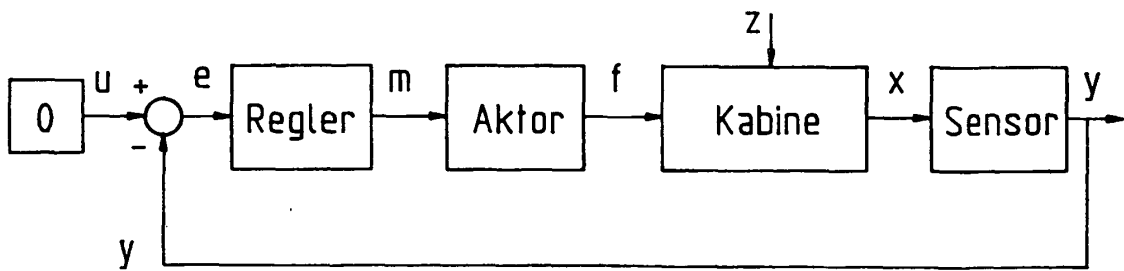


Fig. 4

