



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 342 691 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.09.2003 Patentblatt 2003/37**

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

(21) Anmeldenummer: **03003724.6**

(22) Anmeldetag: **19.02.2003**

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

(71) Anmelder: **INVENTIO AG**  
**CH-6052 Hergiswil (CH)**

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

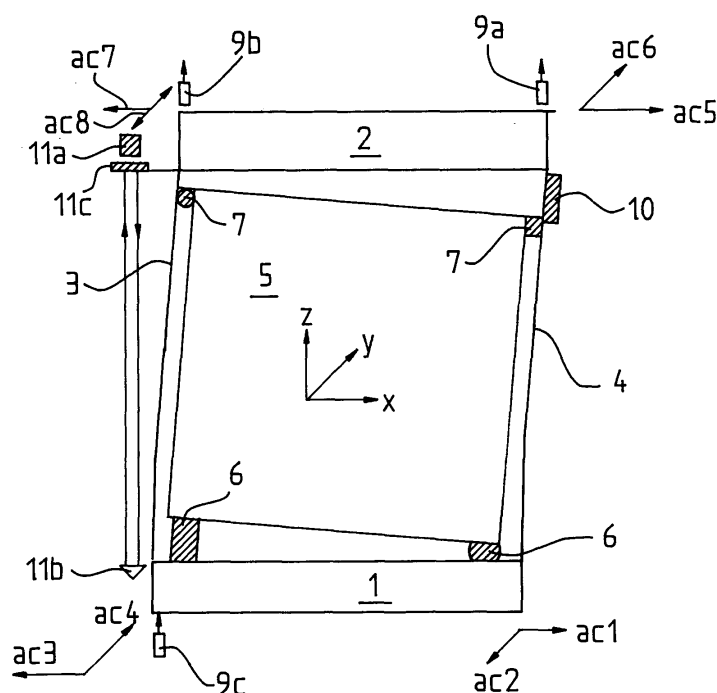
(30) Priorität: **07.03.2002 EP 02405174**

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

(57) Bei dieser Aufzugskabine (5) kann die aktive Schwingungsdämpfung die Strukturresonanz des Rahmens mit dem Kabinenkörper (5) selbst nicht dämpfen. Dies wird erst möglich, wenn eine genügend gute Messung des Zustandes der Deformation vorliegt. Bei der elastischen Deformation verschieben sich das untere Joch (1) und das obere Joch (2) parallel zueinander, wo-

bei zwei vertikal (in z-Richtung) ausgerichtete Beschleunigungssensoren (9a) und (9b) die Verschiebung erfassen. 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.

Fig. 1



EP 1 342 691 A1

## 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 Verscherung 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 Aufzugskabine 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 in-

tegriert 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 Störeinflüsse 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 erfolgversprechend 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 Schwingungsisolation 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 F1, F3, F5, F7 entstehen, welche der Rahmenverscherung entgegenwirken. Das Stellsignal m wird zuerst an einen je aktiver Aktor A1, A3, A5, A7 vorgesehenen Stromverstärker V1, V3, V5, V7 weitergeleitet, welcher dann wiederum den aktiven Aktor A1, A3, A5, A7 speist. Die einzelnen Stromfunktionen I(m) müssen gemäss dem in Fig. 4 gezeigten Signalflossschema gewählt werden, wobei der Strom I1, I3, I5, I7 im aktiven Aktor A1, A3, A5, A7 die normalerweise zum Strom proportionale Stellkraft F1, F3, F5, F7 erzeugt.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Dämpfung von Schwingungen eines an Führungsschienen mittels Führungselementen geführten, einen Kabinenkörper (5) tragenden Rahmens (1,2,3,4), wobei quer zur Fahrtrichtung auftretende Schwingungen von am Rahmen (1,2,3,4) angebrachten Beschleunigungssensoren (ac1 bis ac8) gemessen und zur Regelung von mindestens einem zwischen Rahmen (1,2,3,4) und Führungselementen angeordneten Aktor verwendet werden, der gleichzeitig mit den auftretenden Schwingungen und entgegengesetzt zur Richtung der Schwingungen arbeitet,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, mittels der Scherbewegungen des Rahmens (1,2,3,4) messbar sind und mittels der in Abhängigkeit der Messsignale die Scherbewegungen des Rahmens (1,2,3,4) regelbar sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** Sensoren (9a,9b,9c,10,11a,11b,11c) vorgesehen sind, mittels deren Signale die Scherbewegungen des Rahmens (1,2,3,4) bestimmbar sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sensoren Beschleunigungssensoren (9a, 9b,9c) sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sensoren Dehnmessstreifen (DMS) sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Scherbewegung des Rahmens (1,2,3,4) mittels eines Faserkreisels messbar sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Scherbewegung des Rahmens (1,2,3,4) mittels eines Lasers (11a), eines einen Laserstrahl reflektierendes Prismas (11b) und mittels eines Zeilensensors (11c) messbar sind.
7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mittels der Regeleinrichtung ein Stellsignal (m) erzeugbar ist und ein je Aktor (A1,A3,A5,A7) vorgesehener Stromverstärker (V1,V3,V5,V7) in Abhängigkeit einer Stromfunktion I(m) den Aktor (A1,A3,A5,A7) speist, wobei der Strom (I1, I3, I5, I7) im Aktor (A1,A3,A5,A7) eine Stellkraft (F1,F3,F5,F7) erzeugt.

Fig. 1

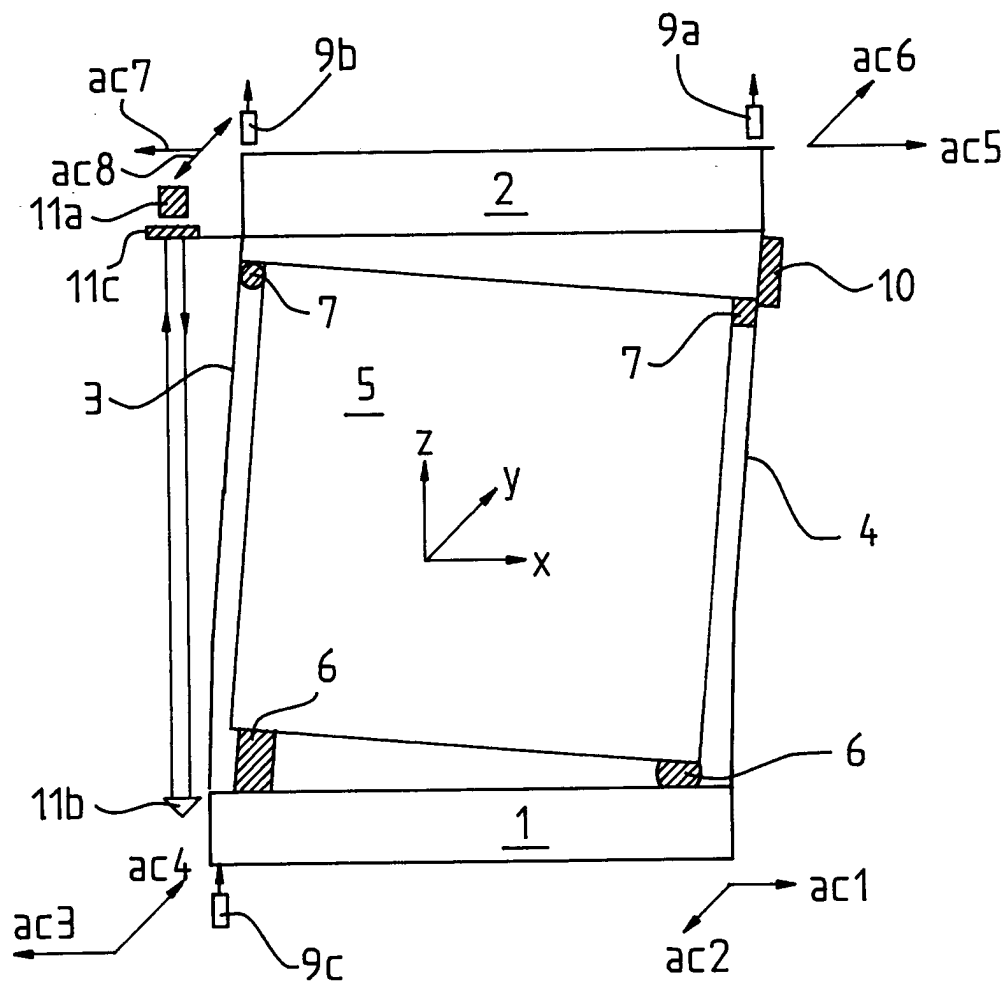


Fig. 2

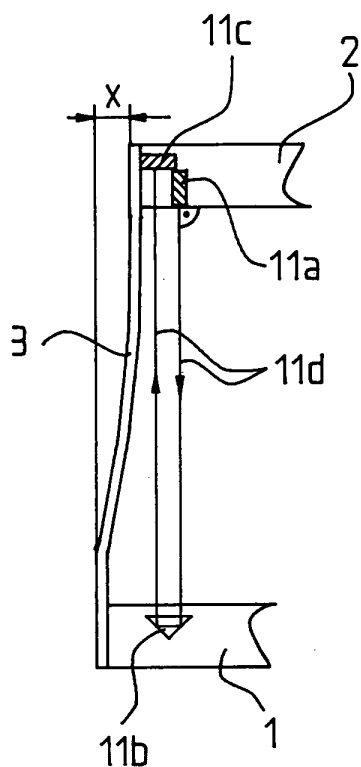


Fig. 2a

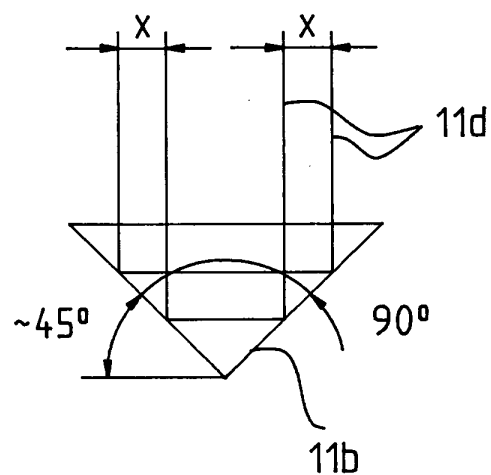


Fig. 3

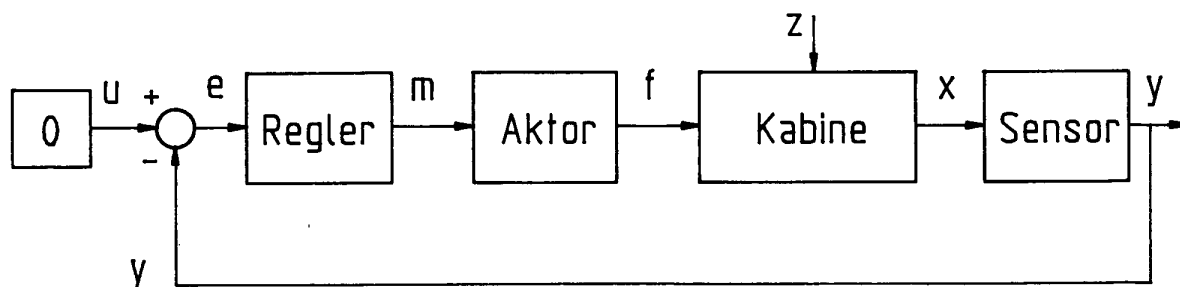
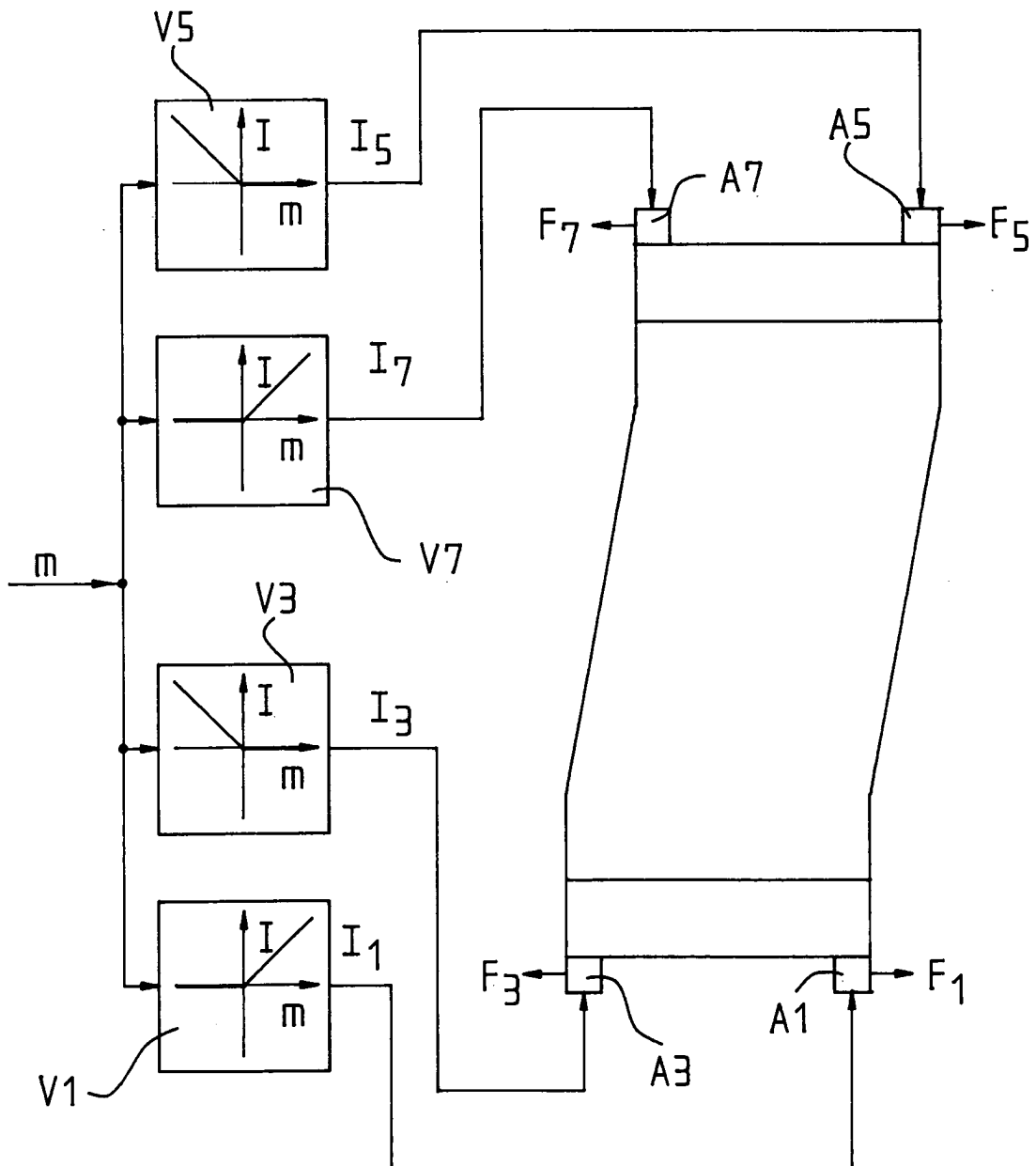


Fig. 4





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 00 3724

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,D	EP 0 731 051 A (INVENTIO AG) 11. September 1996 (1996-09-11) * das ganze Dokument *	1-3,7	B66B7/04
A	EP 0 525 812 A (OTIS ELEVATOR CO) 3. Februar 1993 (1993-02-03) * Spalte 5, Zeile 14 - Spalte 9, Zeile 37 *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B66B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. Juni 2003</b>	Prüfer <b>Eckenschwiller, A</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 92 (P04C03)



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

EP 03 00 3724

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-06-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0731051      A	11-09-1996	AT      201380 T	15-06-2001
		AU      702382 B2	18-02-1999
		AU      4791996 A	19-09-1996
		CA      2171376 A1	11-09-1996
		CN      1134392 A ,B	30-10-1996
		DE      59606928 D1	28-06-2001
		EP      0731051 A1	11-09-1996
		HK      1011340 A1	15-02-2002
		JP      8245117 A	24-09-1996
		SG      54248 A1	16-11-1998
		US      5896949 A	27-04-1999
EP 0525812      A	03-02-1993	US      5117946 A	02-06-1992
		AU      650991 B2	07-07-1994
		AU      2058592 A	04-02-1993
		CA      2075007 A1	03-02-1993
		DE      69224240 D1	05-03-1998
		DE      69224240 T2	13-08-1998
		EP      0525812 A2	03-02-1993
		HK      1008740 A1	09-07-1999
		JP      3172593 B2	04-06-2001
		JP      5193841 A	03-08-1993
		SG      48003 A1	17-04-1998
		ZA      9205662 A	28-04-1993

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