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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 170 958**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85109070.4**

(22) Anmeldetag: **19.07.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 H 57/00**

(30) Priorität: **24.07.84 DE 3427256**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **12.02.86**
Patentblatt 86/7

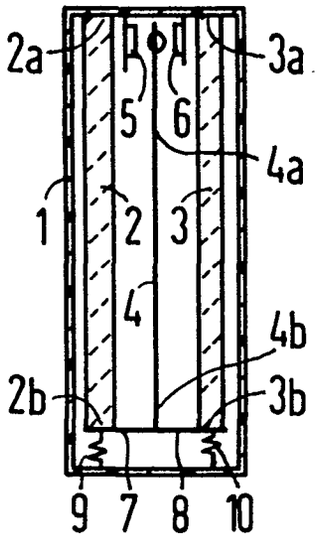
(84) Benannte Vertragsstaaten: **CH DE FR GB LI**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

(72) Erfinder: **Lüneburger, Klaus, Dipl.-Ing., Marienstrasse 6A, D-1000 Berlin 45 (DE)**

(54) Piezoelektrisches Relais.

(57) Das Relais enthält einen oder mehrere piezoelektrische Längswandler (2, 3), deren Längenänderung beim Anlegen einer Spannung über ein Hebelsystem (7, 8) auf eine Kontaktfeder (4) übertragen wird. Dadurch ergibt sich trotz geringer Längenänderung der Längswandler (2, 3) eine ausreichende Schaltbewegung der Kontaktfeder.



EP 0 170 958 A1

Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 84 P 1528 E

Piezoelektrisches Relais

Die Erfindung bezieht sich auf ein piezoelektrisches Relais mit mindestens einem piezokeramischen Wandlerelement, dessen Formänderung beim Anlegen einer Spannung zur Betätigung mindestens eines Kontaktelementes umsetzbar ist.

Zum Antrieb von Relais werden seit jeher Elektromagnetsysteme in verschiedensten Ausführungsformen verwendet, deren Erregerspule durch ihre Erwärmung und durch kontaktschädliche Ausdünstungen der Wicklungsisolierung unerwünschte Auswirkungen auf die Relaisfunktion haben kann. Auf der Suche nach anderen Antriebssystemen wurde auch bereits vor langer Zeit eine Ausnutzung des piezoelektrischen Effekts zum Schalten von Relaiskontakten in Erwägung gezogen. Da die Formänderung piezoelektrischer Wandlerelemente jedoch im Vergleich zu ihrer Größe nur gering ist, konnten mit derartigen Konstruktionen bisher die Leistungseigenschaften elektromagnetischer Relais nicht erreicht werden.

So ist bei bekannten piezoelektrischen Relais (DE-GM 19 17 876, DE-OS 28 11 524) jeweils das Kontaktelement unmittelbar mit einem Biegewandler verbunden, so daß die Auslenkung des Biegeelements unmittelbar den Kontakthub ergibt. Um bei derartigen Relais einen genügend großen Kontakthub zu erhalten, müssen der Biegewandler und damit das Relais insgesamt eine Größe erhalten, die für die meisten Anwendungsgebiete einen wirtschaftlichen Einsatz derartiger Relais nicht ermöglicht. Ist der Wandler gleichzeitig Träger der Kontaktstücke, der Stromzuführun-

gen und evtl. zusätzlicher magnetischer Bauteile, so wird die Wandlerfunktion durch das elektrische Feld der Schaltspannung beeinflußt, während die Erwärmung der Kontaktstücke durch den Schaltstrom das Wandlermaterial selbst beeinträchtigen kann. Außerdem gibt es Probleme, zwischen dem Kontaktmaterial und der Wandlerkeramik eine haltbare Verbindung herzustellen, die keine Bimetall-Wirkung haben darf. Von Nachteil ist auch, daß die Wandler aufgrund ihrer Eigenschaften (Hysterese, Schleichen, Reihenfolge der Betätigungen) keine konstanten Kontaktkräfte ermöglichen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein piezoelektrisches Relais zu schaffen, bei dem die bei elektromagnetischen Relais erreichbare Kraft-Weg-Charakteristik in einer einfachen und platzsparenden Konstruktion verwirklicht werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß als Wandlerelement mindestens ein Längswandler (Elongator) verwendet ist, der an einem Ende eingespannt ist und dessen freies Ende über ein Hebelsystem mit dem Kontaktelement verbunden ist.

Mit der Erfindung wird also nicht nur der grundsätzliche Vorteil eines piezoelektrischen Relais, nämlich die Vermeidung einer Erregerspule und der mit ihr verbundenen Probleme, erreicht, vielmehr wird es durch die Trennung des piezokeramischen Wandlers vom Kontaktelement möglich, das gewünschte Schaltverhalten auf einfachere Weise zu verwirklichen. Der piezokeramische Längswandler besitzt keine Kontakt-Stromzuführungen, keine Kontaktstücke oder magnetischen Bauelemente. Seine Längenänderung wird über ein Hebelsystem auf ein schwenkbares Kontaktelement, beispielsweise eine Kontaktfeder, übertragen, wobei durch die Wahl der Lagerstelle und der jeweiligen Hebelarme die relativ geringe Längenänderung des Längswandlers in die für ein Relais notwendige Schaltbewegung des Kontaktele-

mentes umgesetzt wird. Mit einem einzelnen Längswandler läßt sich dabei ein monostabiles Schaltverhalten erreichen, während ein bistabiles Schaltverhalten durch die Verwendung von mindestens zwei Längswandlern erzielt werden kann.

In einer zweckmäßigen Ausführungsform des Relais ist vorgesehen, daß das Kontaktelement sich mit einem langen Kontaktschenkel im wesentlichen parallel zum Längswandler erstreckt, mit dem freien Ende mindestens einem Gegenkontaktelement gegenübersteht und an seinem anderen Ende mindestens einen Querschenkel aufweist, welcher drehbar gelagert ist und in einem vorgegebenen Abstand zum Drehpunkt an dem freien Ende des Längswandlers angreift. In zweckmäßiger Weiterbildung ist das Kontaktelement T-förmig ausgebildet, greift mit einem ersten kurzen Querschenkel an dem Längswandler an und ist mit dem zweiten kurzen Querschenkel gelagert.

Für eine bistabile Ausführungsform des Relais ist das Kontaktelement zweckmäßigerweise T-förmig ausgebildet, wobei sich der Mittelschenkel zwischen zwei Längswandlern erstreckt, deren freie Enden je an einem Querschenkel des Kontaktelementes angreifen, wobei an jedem der beiden Angriffspunkte ein Federelement den jeweiligen Querschenkel gegen den Längswandler vorspannt. Anstelle dieser Federelemente zur Vorspannung könnten aber auch Lagerglieder vorgesehen sein, welche jeweils den Querschenkel mit dem zugehörigen Längswandler in Kontakt halten.

In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, daß zwei parallel angeordnete, einseitig eingespannte Längswandler an ihren freien Enden eine Druckplatte tragen und daß beide Druckplatten über flexible Zwischenstege mit einem zwischen den Längswandlern angeordneten Kontaktelement gekoppelt sind. Dadurch ergibt sich eine scharnier-

artige Lagerung des Kontaktelementes zwischen den beiden Druckplatten. Das Kontaktelement selbst, das zweckmäßigerweise als Kontaktfeder ausgebildet ist, kann mit seinem freien Ende aus der Ebene der beiden Längswandler herausgeführt sein, so daß zu beiden Seiten dieses freien Endes Gegenkontaktelemente und gegebenenfalls zusätzliche Kippvorrichtungen in Form von Federelementen oder Dauermagnetsystemen angeordnet werden können. Für die Herstellung der Kippcharakteristik gibt es bei der monostabilen Ausführung neben mechanischen und magnetischen Kippvorrichtungen auch noch die Möglichkeit, mit Hilfe einer elektronischen Kippschaltung nur zwei Spannungsniveaus zuzulassen, so daß der Längswandler nur zwei definierte Lagen einnehmen kann. Bei der bistabilen Ausführungsform des Relais können die Mittel zur Erzeugung der Kippcharakteristik gleichzeitig die jeweils erforderlichen Kontaktkräfte erzeugen.

Die Erfindung wird nachfolgend an Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 den schematischen Aufbau eines bistabilen piezoelektrischen Relais mit zwei Längswandlern,

Fig. 2 eine monostabile Ausführungsform eines derartigen Relais mit einem Biegewandler,

Fig. 3 und 4 eine gegenüber Fig. 1 etwas abgewandelte bistabile Ausführungsform in zwei Ansichten,

Fig. 5 und 6 eine abgewandelte Ausführungsform eines bistabilen Relais,

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform eines monostabilen Relais,

Fig. 8 und 9 zwei verschiedene Ausführungsformen mit Dauermagnetsystemen zur Erzeugung einer Kippcharakteristik bei einem piezoelektrischen Relais,

Fig. 10 und 11 zwei verschiedene Ausführungsformen zur Erzeugung der Kippcharakteristik bei einem piezoelektrischen Relais mit Federelementen.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein piezoelektrisches Relais mit einem rahmenförmigen Gehäuse 1, in welchem zwei Längswandler bzw. Elongatoren 2 und 3 jeweils mit ihren Enden 2a bzw. 3a befestigt sind. Wird über nicht dargestellte Anschlußelemente eine Spannung an die Längswandler angelegt, so verkürzen sie sich, so daß sich ihre Enden 2b bzw. 3b in Fig. 1 nach oben bewegen. Zwischen den beiden Längswandlern 2 und 3 ist ein T-förmiges Kontaktelement mit einer parallel zu den Längswandlern angeordneten Kontaktfeder 4 angeordnet. Das freie Ende 4a der Kontaktfeder ist zwischen zwei Gegenkontaktelementen 5 und 6 umschaltbar, während das andere Ende 4b fest mit zwei Querschenkeln 7 und 8 verbunden ist, die jeweils gegen einen der Längswandler 2 bzw. 3 mittels Federn 9 und 10 vorgespannt sind. Verkürzt sich also einer der Längswandler 2 bzw. 3, so wird der zugehörige Querschenkel 7 bzw. 8 mit bewegt; durch die Hebelübersetzung ergibt sich eine entsprechend größere Auslenkung des kontaktgebenden Endes 4a der Kontaktfeder 4.

Um beim Schalten eine Kippcharakteristik zu erzeugen und um die Kontaktfeder nach dem Schalten in ihrer jeweiligen Lage festzuhalten, auch wenn die Spannung am Elongator abgeschaltet wird, müssen zusätzliche Maßnahmen, etwa in Form von Federmitteln oder Dauermagneten, vorgesehen werden. In Fig. 1 sind diese Mittel nicht dargestellt; sie werden später noch anhand der Fig. 8 bis 11 erläutert.

Fig. 2 zeigt eine Abwandlung von Fig. 1 zur Erzeugung eines monostabilen Systems. Hierbei ist lediglich ein Längswandler 2 vorgesehen, und die Kontaktfeder 4 ist nur mit einem einzigen Querschenkel 7 versehen. Dieser Querschenkel 7 ist in diesem Fall über ein Lager 11 am Gehäuse 1 gelagert, während er wie im vorhergehenden Beispiel durch eine Feder 9 gegen den Längswandler 2 vorgespannt ist. Die Lagerung und Vorspannung könnte natürlich auch auf andere Weise erfolgen, beispielsweise dadurch, daß der Querschenkel 7 federnd ausgebildet, im Gehäuse 1 fest eingespannt und gegen den Längswandler 2 vorgespannt würde. Auch ein zweiter Querschenkel könnte zur Lagerung vorgesehen werden.

Die Ausführungsform nach den Fig. 3 und 4 ist der von Fig. 1 ähnlich. Im Gegensatz zu der dortigen Konstruktion sind hier die Gegenkontaktelemente 5 und 6 nicht zwischen den beiden Längswandlern angeordnet, sondern neben diesen. Die Kontaktfeder 14 ist deshalb von ihrem Befestigungsende 14b ausgehend aus dem Bereich zwischen den beiden Längswandlern 2 und 3 herausgeführt und erst außerhalb dieses Bereiches in eine zu den Längswandlern parallele Richtung abgeknickt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, sowohl die Gegenkontakte 5 und 6 als auch zusätzliche, in den Fig. 3 und 4 nicht dargestellte Kippeinrichtungen in Form von Federelementen oder Dauermagnetsystemen vorzusehen.

Bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen ist eine gewisse Reibung zwischen den Enden der Längswandler 2 und 3 einerseits und den Querstegen 7 und 8 der Kontaktfeder 4 andererseits nicht ganz zu vermeiden. Um diesen Nachteil auszuschalten, kann beispielsweise eine Ausführungsform gemäß Fig. 5 bis 7 gewählt werden. In den Fig. 5 und 6 ist die Ankopplung zwischen den Längswandlern 2 und 3 und der Kontaktfeder 4 eines bistabilen Relais gezeigt,

welches ansonsten wie in Fig. 1 oder 3 aufgebaut ist. An den freien Enden der Längswandler 2 und 3 ist jeweils eine Druckplatte 15 bzw. 16 angebracht, die mit dem jeweiligen Längswandler fest verbunden ist bzw. durch eine Gegenkraft F fest an das freie Ende des jeweiligen Längswandlers angedrückt wird. Die in Fig. 6 dargestellte Druckkraft F kann beispielsweise durch eine Blattfeder, durch eine entsprechende Lagerung im Gehäuse mit Vorspannung oder durch einen Druckrahmen aufgebracht werden. Die beiden Druckplatten 15 und 16 sind mit der Kontaktfeder 4 scharnierartig verbunden. Bei einer Längenänderung eines der Längswandler wird die zugehörige Druckplatte parallel zu der anderen verschoben, ohne daß eine Relativbewegung zwischen der Längswandler-Stirnfläche und der Druckplatte stattfindet. Diese Parallelverschiebung der beiden Druckplatten relativ zueinander wird über die Scharnierstege 17 und 18 auf die Kontaktfeder übertragen, wodurch diese mit ihrem freien Ende eine im Vergleich zur Längenänderung des Längswandlers sehr große Schwenkbewegung ausführt. Fig. 6 zeigt die Art der Schwenkbewegung bei einer Verkürzung des Längswandlers 3. Die beiden Druckplatten 15 und 16 können aus einem Stück hergestellt sein, wobei die Scharnierstege 17 und 18 als Querschnittsverminderung ausgebildet sind. Als Material kommt Metall oder auch Kunststoff in Betracht. Unter Umständen könnte auch die Kontaktfeder 4 mit den beiden Druckplatten einstückig aus Metall hergestellt sein.

Fig. 7 zeigt eine Abwandlung der Anordnung von Fig. 5 zur Bildung eines monostabilen Relais. In diesem Fall ist lediglich ein Längswandler 3 mit einer Druckplatte 16 vorgesehen, während anstelle der zweiten Druckplatte 15 lediglich ein Träger 19 fest im Gehäuse 1 eingespannt ist. Ansonsten ist die Wirkungsweise dieses monostabilen Systems genauso wie bei dem bistabilen Relais gemäß Fig. 5.

Bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen ist eine zusätzliche Krafteinwirkung notwendig oder zumindest zweckmäßig, um beim Schalten des Relais eine Kippcharakteristik zu erzeugen und außerdem eine genügend große Kontaktkraft sicherzustellen. Hierfür kommen dauermagnetische Systeme oder Federelemente in Betracht.

In Fig. 8 ist ein Dauermagnetsystem schematisch gezeigt, welches bei einem Relais gemäß Fig. 1, 3 oder 5 zur Anwendung kommen kann. In dem Gehäuse 1, das nur teilweise, zusammen mit dem schaltenden Ende der Kontaktfeder 4, gezeigt ist, ist ein Dauermagnet 21 mit zwei Polschuhen 22 und 23 so angeordnet, daß die Kontaktfeder 4 als Anker in der jeweiligen Endlage haftet, während sie Kontakt mit einem Gegenkontaktelement 5 bzw. 6 gibt. Die Kontaktfeder 4 wirkt damit zusätzlich als Magnetanker und muß deshalb ferromagnetisch sein. Denkbar wäre natürlich auch die Trennung des magnetischen und des elektrischen Kreises, so daß eine schaltende Kontaktfeder mit einem Magnetanker gekoppelt wäre.

Fig. 9 zeigt ein leicht abgewandeltes Magnetsystem mit zwei Dauermagneten 31 und 32 und zugehörigen Polschuhen 33 und 34. Die Kontaktfeder 4 mit den Gegenkontaktelementen 5 und 6 entspricht den vorhergehenden Ausführungsbeispielen.

Die Kippcharakteristik kann aber auch mit Federelementen erzeugt werden. So ist schematisch in Fig. 10 die Verwendung einer Omega-Feder 41 gezeigt, welche zwischen dem freien Ende der Kontaktfeder 4 und dem Gehäuse 1 eingespannt ist und eine Längskraft auf die Kontaktfeder 4 ausübt. Durch diese Omega-Feder wird die Kontaktfeder jeweils nach Überschreitung des mittleren Totpunktes in eine der beiden Endlagen gedrückt. Durch Wahl der Lagerstelle 42 am Gehäuse 1 läßt sich eine bistabile oder eine

monostabile Schaltcharakteristik erzeugen bzw. verstärken.

Anstelle einer zusätzlichen Omega-Feder kann auch die Kontaktfeder 4 selbst zur Erzeugung einer Kippcharakteristik ausgebildet sein. Zu diesem Zweck besitzt sie an ihrem freien Ende einen Fortsatz 43, der im Querschnitt vermindert und mit dem Ende am Gehäuse gehalten ist. Für die Einspannung genügt beispielsweise eine Schneidenlagerung, da die Feder lediglich eine axiale Gegenkraft aufbringen muß und ansonsten nur gegen seitliche Verschiebung der Lagerstelle gesichert werden muß. Bei einer bistabilen Relaisausführung können diese mechanischen oder magnetischen Mittel zur Erzeugung der Kippcharakteristik gleichzeitig die Kontaktkräfte erzeugen.

Bei allen gezeigten Ausführungsformen können natürlich anstelle der einen dargestellten Kontaktfeder mehrere Kontaktfedern verwendet werden.

9 Patentansprüche
11 Figuren

Patentansprüche

1. Piezoelektrisches Relais mit mindestens einem piezokeramischen Wandlerelement, dessen Formänderung beim Anlegen einer Spannung zur Betätigung mindestens eines Kontaktelementes umsetzbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß als Wandlerelement mindestens ein Längswandler (2, 3) verwendet ist, der an einem Ende (2a, 3a) befestigt ist und dessen freies Ende (2b, 3b) über ein Hebelsystem (7, 8) mit dem Kontaktelement (4) verbunden ist.

2. Relais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontaktelement (4) sich mit einem langen Federschenkel parallel zum Längswandler (2, 3) erstreckt, mit dem freien Ende (4a) mindestens einem Gegenkontaktelement (5, 6) gegenübersteht und an seinem anderen Ende (4b) mindestens einen Querschenkel (7, 8) aufweist, welcher drehbar gelagert ist und in einem vorgegebenen Abstand zum Lagerpunkt am freien Ende des Längswandlers (2; 3) angreift.

3. Relais nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontaktelement (4, 7, 8) T-förmig ausgebildet ist, mit einem ersten kurzen Querschenkel (7; 8) an dem Längswandler (2; 3) angreift und mit dem zweiten kurzen Querschenkel (8; 7) an dem anderen Längswandler (3; 2) gelagert ist.

4. Relais nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontaktelement (4, 7, 8) T-förmig ausgebildet ist, wobei sich der Mittelschenkel (4) zwischen zwei Längswandlern (2, 3) erstreckt, deren freie Enden (2b; 3b) jeweils an einem Querschenkel (7, 8) des Kontaktelementes angreifen, wobei an jedem der beiden Angriffspunkte ein Federelement (9, 10) den Querschenkel

(7, 8) gegen den zugehörigen Längswandler (2, 3) vorspannt.

5. Relais nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwei parallel angeordnete, einseitig eingespannte Längswandler (2, 3) an ihren freien Enden jeweils eine Druckplatte (15, 16) tragen und daß die beiden Druckplatten (15, 16) über flexible Zwischenstege (17, 18) mit einer Kontaktfeder (4) verbunden sind.

6. Relais nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Kontaktelement (14) mit seinem Lagerende (14b) zwischen zwei Längswandlern (2, 3) angeordnet und mit seinem freien Ende (14a) aus der Ebene der beiden Längswandler (2, 3) herausgeführt ist.

7. Relais nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Schnappfeder (41) am freien Ende des Kontaktelementes (4) angeordnet ist und eine Längskraft auf das Kontaktelement (4) ausübt.

8. Relais nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das freie Ende des Kontaktelementes (4) im Querschnitt vermindert und an einer Gegenlage im Gehäuse (1) verspreizt ist.

9. Relais nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß im Relaisgehäuse ein oder mehrere Dauermagnete angeordnet sind, die das Kontaktelement (4) in seine jeweilige Endlage ziehen.

FIG 1

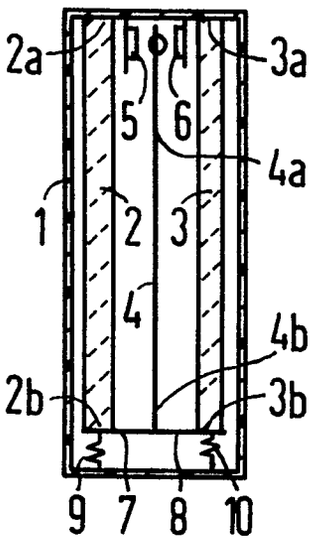


FIG 2

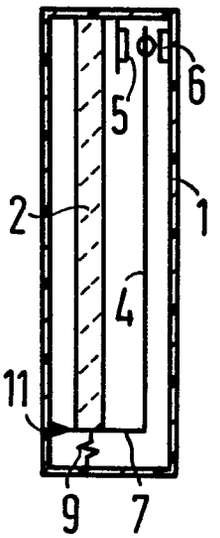


FIG 3

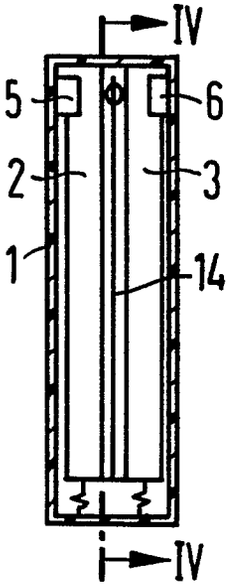


FIG 4

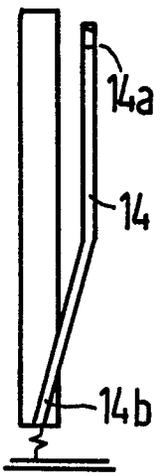


FIG 5

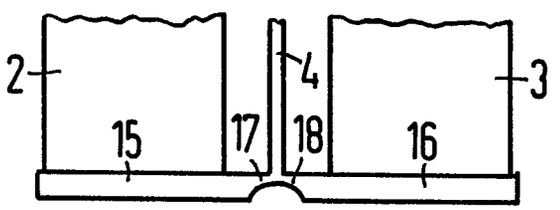


FIG 6

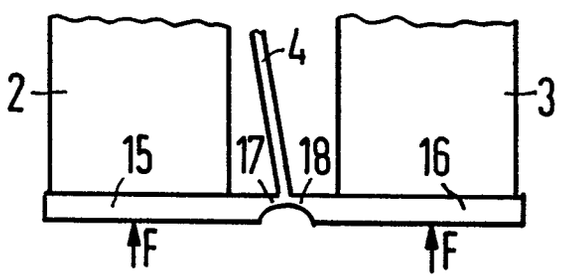


FIG 7

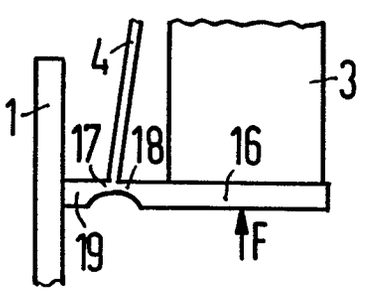


FIG 8

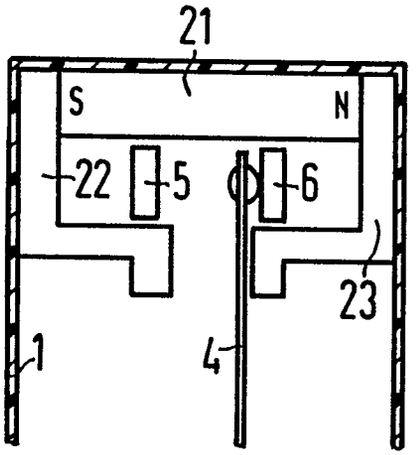


FIG 9

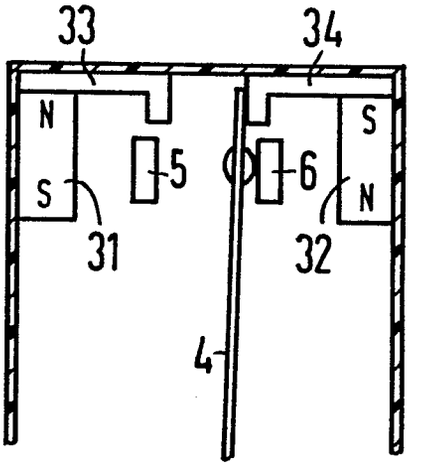


FIG 10

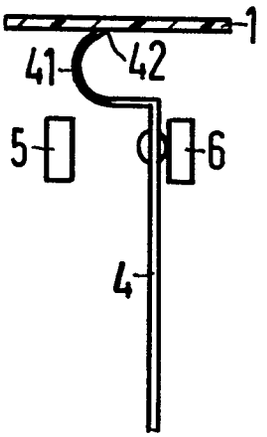
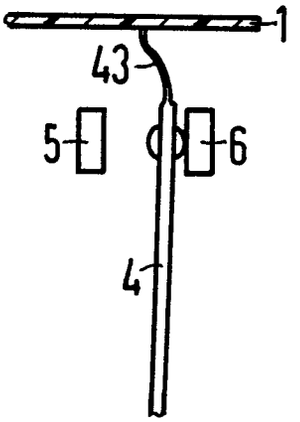


FIG 11



Europäisches Patentamt

0170958
Nummer der Anmeldung

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

EP 85 10 9070

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl 4)
Y	CH-A- 261 495 (IMMO) * Seite 2, Zeilen 13-35 *	1,5	H 01 H 57/00
Y	US-A-3 614 486 (P.C. SMILEY) * Spalte 5, Zeile 72 - Spalte 6, Zeile 60 *	1,5	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)

H 01 H 57/00
H 01 L 41/08

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	29-10-1985	LIBBERECHT L.A.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPA Form 1503 03 82