



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 841 669 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H01F 7/16, H01H 71/32

(21) Anmeldenummer: 97116737.4

(22) Anmeldetag: 25.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

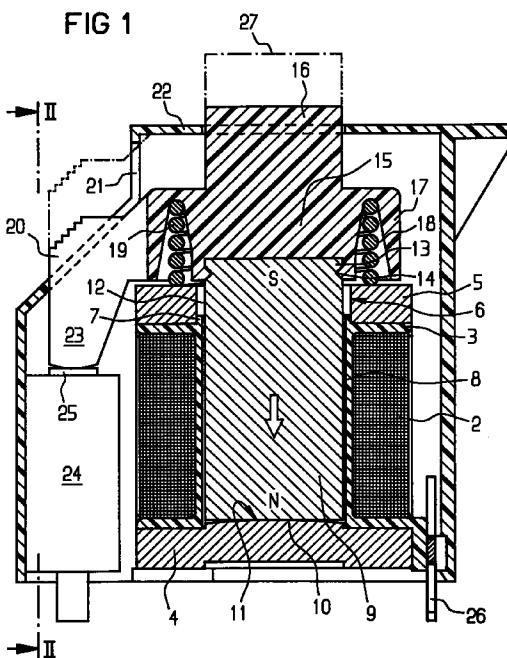
(30) Priorität: 08.11.1996 DE 19646243

(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Kern, Josef  
13629 Berlin (DE)

### (54) Elektromagnetischer Differenzstrom-Auslöser

(57) Der Differenzstrom-Auslöser besitzt eine Spule (2) mit einem U-förmigen Joch (1,4,5). Im Inneren der Spule ist axial beweglich ein dauer magnetischer Anker (9) geführt, der im Ruhezustand entgegen der Kraft einer Druckfeder (19) den Anker an einem Jochschenkel (4) festhält, während bei Auslösung durch einen Differenzstrom in der Spule die Druckfeder (19) über ein Betätigungsorgan (15) einen Leistungsschalter betätigt. Der Differenzstrom-Auslöser benötigt nur wenige einfache Teile und kann auf einfache Weise magnetisch abgeglichen werden.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Differenzstrom-Auslöser mit

- einer Spule,
- einem U-förmigen Joch, das mit einem ersten Jochschenkel eine erste Stirnseite und mit einem zweiten Jochschenkel die zweite Stirnseite der Spule überdeckt, wobei der zweite Jochschenkel einen zur Spule koaxialen Durchbruch aufweist,
- einem innerhalb der Spule axial beweglich angeordneten, durch den Durchbruch des zweiten Jochschenkels geführten Anker, der durch die Kraft eines Dauermagneten entgegen der Kraft einer Feder in einer Ruheposition am ersten Jochschenkel gehalten wird und der nach Auslösung über einen Spulenstrom durch die Federkraft in eine von dem ersten Jochschenkel abgehobene Auslöseposition gezogen wird.

Ein bistabiler Elektromagnet mit dem eingangs genannten Aufbau, dort als Magnetventil gestaltet, ist aus der EP-A1-0 643 872 bekannt. Dort ist im Spuleninneren ein ferromagnetischer, zylindrischer Anker angeordnet, der mit seinem aus der Spule herausragenden Ende ein Ventil betätigt. Zusätzlich zum Anker ist dort in einem Endabschnitt des Spuleninnenraums ein feststehender Kern vorgesehen, der in einem Hohlraum einen beweglichen Dauermagneten enthält. Außerdem ist der vom Kern abgewandte Endabschnitt des Ankers von einem zusätzlichen Polrohr umgeben. Somit besitzt der bekannte bistabile Elektromagnet eine relativ große Anzahl von Einzelteilen, die nicht nur Platz benötigen, sondern auch einen entsprechenden Fertigungs- und Montageaufwand erfordern.

Ziel der Erfindung ist es, einen Differenzstrom-Auslöser der eingangs genannten Art zu schaffen, der möglichst wenig Einzelteile besitzt und dadurch kostengünstig zu fertigen ist. Trotzdem soll dieser Auslöser eine hohe Ansprechempfindlichkeit besitzen, die ohne mechanische Justierarbeit sehr genau einstellbar ist.

Erfnungsgemäß wird dieses Ziel dadurch erreicht, daß der Anker selbst zumindest teilweise als Dauermagnet ausgebildet ist und sich selbst in der Ruheposition an dem ersten Jochschenkel hält.

Durch die daueragnetische Ausbildung des innerhalb des Spulenrohres in Axialrichtung beweglichen Ankers entfällt zunächst ein zusätzlicher Dauermagnet, und man erhält einen weitgehend symmetrischen, gut reproduzierbaren Magnetkreis, der sich über das weichmagnetische, U-förmige Joch schließt. Ein die Spule tragender Spulenkörper kann zugleich als Führung für den daueragnetischen Anker dienen, wobei ein ringförmiger Vorsprung des Spulenkörpers in den Durchbruch des zweiten Jochschenkels eingreifen kann und damit sowohl die Spule als auch den Anker zentriert.

Von den einander gegenüberstehenden Polflächen des Ankers einerseits und des ersten Jochschenkels andererseits ist zumindest eine leicht konvex gestaltet, um den Magnetfluß in der Mitte zu konzentrieren. Vorzugsweise wird zu diesem Zweck der erste Jochschenkel nach innen ballig geprägt. Das durch den zweiten Jochschenkel nach außen geführte Ankerende betätigt über einen Ansatz ein Schaltelement, vorzugsweise einen Leistungsschalter. Ein solches Betätigungsorgan kann vorzugsweise durch Kunststoffumspritzung oder auf eine vergleichbare Weise mit dem Anker verbunden sein. Mit diesem Betätigungsorgan ist zweckmäßigerweise auch ein Rücksetzhebel, vorzugsweise einstückig verbunden. Dieser Rücksetzhebel, der in einer Ausgestaltung durch ein Gehäuse nach außen ragt, wirkt zugleich als Anzeigeorgan für die Position des Auslösers. Auch ein zusätzlicher, in dem Gehäuse angeordneter Mikroschalter kann über einen weiteren Betätigungsarm betätigt werden. Die Federkraft zur Vorspannung des Ankers in seine Auslöseposition wird in einer vorteilhaften Ausführungsform von einer Druckfeder erzeugt, die außerhalb der Spule in einer ringförmigen Nut des Betätigungsorgans geführt und an dem zweiten Jochschenkel abgestützt ist. Sie beansprucht damit keinen Platz in dem magnetisch wirksamen Raum im Spuleninneren.

Die Einstellung der Ansprechempfindlichkeit des ernungsgemäßen Auslösers kann auf einfache Weise nach dem Zusammenbau durch Anlegen eines äußeren Magnetfeldes an den Anker vorgenommen werden, wobei durch Schwächung bzw. durch Stärkung des daueragnetischen Ankers die Toleranz des Auslösestroms der Spule in einem kleinen Bereich angeglichen wird. Es sind also keinerlei mechanische Justiervorgänge hierzu erforderlich. Um die Ansprechcharakteristik des Auslösers zusätzlich zu beeinflussen, kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch vorgesehen werden, daß der Anker nur über einen Teil seiner axialen Länge als Dauermagnet ausgebildet ist, während der restliche Teil, vorzugsweise der dem ersten Jochschenkel benachbarte Teil, ferromagnetisch ist. Dadurch kann die Kraft-Weg-Kurve beispielsweise so modifiziert werden, daß im Endbereich der Auslösebewegung eine zusätzliche Kraftkomponente zum Durchschalten eines Leistungsschalters aufgebracht wird.

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

Figur 1 einen ernungsgemäßen Differenzstrom-Auslöser in einem Schnitt längs der Spulenachse, Figur 2 eine um 90° gedrehte Ansicht des Auslösers von Figur 1, jedoch nur teilweise geschnitten, Figur 3 eine Ansicht eines etwas abgewandelten Magnetsystems in einer Figur 1 entsprechenden Schnittansicht, wobei der Anker teils in Ruhestellung, teils in Auslösestellung gezeigt ist,

Figur 4 eine Kraft-Weg-Darstellung für ein Auslösesystem gemäß Figur 1,

Figur 5 eine Kraft-Weg-Darstellung für ein Auslösesystem gemäß Figur 3.

Der in den Figuren 1 und 2 in zwei Ansichten gezeigte Differenzstrom-Auslöser besitzt ein Magnetsystem mit einem einteiligen, U-förmigen Joch 1, das eine Spule 2 mit einem Spulenkörper 3 umschließt. Dabei überdeckt ein erster Jochschenkel 4 die erste, in der Darstellung untere, Stirnseite der Spule, während ein zweiter Jochschenkel 5 sich quer über der zweiten Stirnseite der Spule erstreckt. Dieser zweite Jochschenkel 5 besitzt einen zentralen Durchbruch 6, in welchem der Spulenkörper 3 mit einem ringförmigen Vorsprung 7 zentriert wird. Eine axiale Durchgangsöffnung 8 der Spule bzw. des Spulenkörpers 3 ist damit zum Durchbruch 6 ausgerichtet. In ihr ist ein zylindrischer, dauer magnetischer Kern als Anker 9 in Axialrichtung beweglich geführt. Der erste Jochschenkel 4 ist in seinem mittleren, dem Anker 9 zugewandten Bereich 10 als Polfläche zur Flußkonzentration ballig geprägt. Durch die axiale Aufmagnetisierung des dauer magnetischen Ankers 9 bringt dieser über seine Stirnfläche 11 die Haltekraft zur Polfläche 10 des Joches 1 auf. Die magnetische Rückführung erfolgt über die drei Abschnitte des Joches 1 und über den ringförmigen geringen Luftspalt 12 in der Jochbohrung 6 auf die andere Polseite des Ankers.

Das durch den Jochschenkel 5 geführte Ende 13 des Ankers 9 ist mit Kerben 14 versehen, wodurch ein durch Umspritzen des Ankerendes geformtes Betätigungsorgan 15 fest mit dem Anker verbunden ist. Dieses Betätigungsorgan ist einstückig aus thermo- oder duroplastischem Kunststoff geformt und besitzt verschiedene Funktionen:

- Ein Stößel 16 ist als Verlängerung in axialer Richtung angeformt und dient zur Auslösung eines nicht dargestellten Leistungsschalters.
- Ein umlaufender, tellerförmiger Kragen 17 besitzt eine Ringnut 18. Diese Ringnut 18 dient zur Zentrierung und als Widerlager für einen Kraftspeicher in Form einer Druckfeder 19. Diese Druckfeder 19 stützt sich mit ihrem unteren Ende rund um die Kerndurchführung 6 auf dem zweiten Jochschenkel 5 des Joches 1 ab.
- Ein einseitig angeformter Rückstellhebel 20 ragt durch ein Fenster 21 eines den Auslöser aufnehmenden Gehäuses 22 und dient zugleich zur optischen Erkennung des Schaltzustandes sowie zum manuellen Zurücksetzen des Auslösers.
- Ein weiterer, nach unten vorstehender Betätigungsarm 23 des Rückstellhebels 20 betätigt zusätzlich einen Kontaktsatz zur elektrischen Erkennung des Schaltzustandes. In dem dargestellten Beispiel ist dieser Kontaktsatz in einem Mikroschalter 24 enthalten, auf dessen Schaltthebel 25 der Betätigungs-

arm 23 einwirkt. Im Auslösezustand steht der Betätigungsarm 23 nicht in Eingriff mit dem Mikroschalter, d.h., daß ein in ihm vorgesehener Ruhekontakt geschlossen ist.

5

Die Funktion des erfindungsgemäßen Auslösers ergibt sich aus dem beschriebenen Aufbau. Im Ruhezustand wird der dauer magnetische Anker 9 durch seine eigene Dauermagnetkraft über die Polfläche 10 an dem Jochschenkel 4 gehalten. Die Kraft des dauer magnetischen Ankers 9 überwindet dabei die Federkraft der Druckfeder 19. Die Spule 2, die mit ihren Anschlüssen 26 in einen zu überwachenden Kreis eingeschaltet ist, ist dabei zunächst stromlos. Tritt aber im Netz ein Fehlstrom auf, wird die Spule 2 erregt, und sie erzeugt einen magnetischen Gegenfluß zum Dauermagnetfluß des Ankers 9. Durch die Schwächung des Dauermagnetflusses reicht die Haltekraft nicht mehr aus, und der Kraftspeicher in Form der Druckfeder 19 drückt das Auslöseorgan 15 mit dem Anker vom Jochschenkel 4 weg nach oben, so daß er über den Stößel 16 den nicht dargestellten Leistungsschalter betätigt. Die strichpunktierter Linie 27 deutet die Auslöseposition des Stößels 16 an.

25 Für eine leistungsarme Auslösung darf der Dauermagnetkreis nur einen kleinen Kraftüberschuß zu dem entgegenwirkenden Kraftspeicher, d.h. der Druckfeder 19, haben. Dieser Kraftüberschuß muß die Schwing- und Stoßfestigkeit und die Funktion durch den thermischen Einfluß (bei unterschiedlichem Einsatz und bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen) gewährleisten. Um die Fertigungsstreuungen (Toleranzen des Magnet- und Spulenkreises und des Kraftspeichers) auszugleichen, erfolgt nach der Montage des Schnell-30 auslösers ein magnetischer Abgleich des dauer magnetischen Ankers 9 durch ein von außen angelegtes Magnetfeld. Somit kann durch Schwächung bzw. Stärkung des dauer magnetischen Ankers die Toleranz des Auslösestroms der Spule 2 in einem kleinen Bereich 35 ausgeglichen werden.

40 In Figur 4 ist eine Kraft-Weg-Charakteristik eines Auslösesystems gemäß Figur 1 angedeutet. Dabei ist die Kraft  $F$  jeweils über dem Weg  $S$  aufgetragen, den der Anker bzw. das Betätigungsorgan zurücklegt. In 45 Figur 4 zeigt die Kurve  $f$  den Kraft-Weg-Verlauf der Federkraft der Druckfeder 19, die Kurve  $\ell$  zeigt den Verlauf einer Auslösekennlinie eines Leistungsschalters, während die Kurve  $a$  die zur Verfügung stehende Auslösekraft darstellt, die aus den gegeneinander wirkenden 50 Kräften des dauer magnetischen Ankers und der Druckfeder resultiert.

Wie in Figur 4 dargestellt, hat die Druckfeder 19 eine lineare Kraft-Weg-Charakteristik  $f$ . Das heißt, je 55 größer die Auslenkung des Betätigungsstößels 16 bzw. des Betätigungsorgans 15 ist, desto kleiner wird die Kraft zum Auslösen eines Leistungsschalters. Dessen Kraftbedarf benötigt jedoch üblicherweise (gegenläufig zur Stößelkraft) einen ansteigenden Kraftverlauf zum

Durchschalten. Bei bekannten Schnellauslösern wird beispielsweise dieses Problem durch eine Zugfeder mit einer reibungsbehafteten Hebelübersetzung gelöst. Ansonsten besteht die Gefahr, wie in Figur 4 gezeigt, daß die Kurve a im Endstadium der Auslösebewegung unter die Kurve 1 (Bereich X) fällt und unter Umständen den Leistungsschalter nicht mehr voll durchschalten kann.

Um dieses Problem zu überwinden, kann der Ankeraufbau gemäß Figur 3 modifiziert werden. In diesem Fall ist der Anker 9 in seiner Axialrichtung in einen dauer magnetischen Abschnitt 29 und einen ferromagnetischen Abschnitt 28 unterteilt. Die beiden Zylinderabschnitte 28 und 29 des Ankers 9 sind mit einer dünnwandigen Hülse 30 verbunden, die im vorliegenden Beispiel durch Umspritzen einstückig mit dem Betätigungsorgan 15 verbunden ist. Die Schnittdarstellung in Figur 3 zeigt in der linken Hälfte des Ankers 9 diesen in Ruheposition, während die rechte Hälfte in der Auslöseposition dargestellt ist. Im übrigen ist der Auslöser genauso aufgebaut wie in Figur 1, so daß sich eine Beschreibung der restlichen Teile erübrigt.

Außerdem ist in Figur 3 schematisch der Flußverlauf des Dauermagnetflusses angedeutet. Im linken Teil der Figur 3 ist der Flußverlauf  $\Phi 1$  im Ruhezustand gezeigt. Dabei schließt sich der Dauermagnetfluß des dauer magnetischen Teilabschnittes 29 im Ruhezustand vom Nordpol N über den ferromagnetischen Abschnitt 28 und das Joch 1 sowie den Ringluftspalt 12 zum Südpol S des dauer magnetischen Abschnittes 29. Ist aber der Anker aufgrund eines Auslöse-Stromimpulses vom Jochschenkel 4 abgehoben und durch die Druckfeder 19 nach oben bewegt (rechter Teil in Figur 3), so geht nur noch ein Teil des Dauermagnetflusses  $\Phi 1$  über den ferromagnetischen Abschnitt 28 und das Joch 1, während ein anderer Teil  $\Phi 2$  des Dauermagnetflusses vom Nordpol N des Dauermagnetabschnitts 29 über den Jochschenkel 5 geht und dabei eine zusätzliche, in Auslöserichtung wirkende Kraft erzeugt, die mit zunehmendem Weg S des Stößels der abnehmenden Federkraft der Druckfeder 19 eine zunehmende Dauermagnetkraft hinzufügt.

In Figur 5 ist die Federcharakteristik einer Anordnung nach Figur 3 gezeigt. Wie in Figur 4 bezeichnet die Kurve f wiederum den Kraft-Weg-Verlauf der Druckfeder 19, während die Kurve  $\ell$  die erforderliche Betätigungs kraft des Leistungsschalters kennzeichnet. Die resultierende Kraft des Auslösers folgt mit ihrem ersten Teil a1 der Kurve a von Figur 4, während in einem zweiten Teil a2 aufgrund des zusätzlichen Flusses  $\Phi 2$  eine Erhöhung der Auslösekraft eintritt, mit der auch in diesem Bereich die Kraft 1 des Leistungsschalters überwunden wird.

#### Patentansprüche

##### 1. Elektromagnetischer Differenzstrom-Auslöser mit

- einer Spule (2),
- einem U-förmigen Joch (1,4,5), das mit einem ersten Jochschenkel (4) eine erste Stirnseite (11) und mit einem zweiten Jochschenkel (5) die zweite Stirnseite (13) der Spule (2) überdeckt, wobei der zweite Jochschenkel (5) einen zur Spule koaxialen Durchbruch (6) aufweist,
- einem innerhalb der Spule (2) axial beweglich angeordneten, durch den Durchbruch (6) des zweiten Jochschenkels (5) geführten Anker (9), der durch die Kraft eines Dauermagneten entgegen der Kraft einer Feder (19) in einer Ruheposition an dem ersten Jochschenkel (4) gehalten wird und nach Auslösung über einen Spulenstrom durch die Federkraft (19) in eine von dem ersten Jochschenkel (4) abgehobene Auslöseposition gezogen wird,

**dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (9) selbst zumindest teilweise als Dauermagnet ausgebildet ist und sich selbst in der Ruheposition an dem ersten Jochschenkel (4) hält.

2. Auslöser nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß ein Spulenkörper (3) den Anker führt und in dem Durchbruch (6) des zweiten Jochschenkels (5) zentriert.
3. Auslöser nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die dem ersten Jochschenkel (4) zugewandte Stirnseite (11) des Ankers (9) und/oder die gegenüberliegende Oberfläche (10) des ersten Jochschenkels (4) konkav gewölbt ist.
4. Auslöser nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß an dem durch den zweiten Jochschenkel (5) ragenden Endabschnitt (13) des Ankers (9) ein Betätigungsorgan (15) befestigt ist, welches einen Kragen (17) mit einer ringförmigen Nut (18) zur Aufnahme einer an dem zweiten Jochschenkel (5) abgestützten Druckfeder (19) zur Erzeugung der Federkraft aufweist.
5. Auslöser nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Betätigungsorgan (15) durch Kunststoff-Formung an dem Anker (9) befestigt ist.
6. Auslöser nach Anspruch 4 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Betätigungsorgan (15) einen in Axialrichtung angeformten Betätigungsstöbel (16) zur Ansteuerung eines Leistungsschalters aufweist.
7. Auslöser nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß mit dem Betätigungsorgan (15) ein Rücksetzhebel (20) und/oder

ein Anzeigeorgan verbunden ist.

8. Auslöser nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß an dem Betätigungsorgan (15) ein zusätzlicher, auf den Schaltthebel (25) eines Mikroschalters (24) einwirkender Betätigungsarm (23) vorgesehen ist.
9. Auslöser nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (9) in Axialrichtung in einen ferromagnetischen Abschnitt (28), der dem ersten Jochschenkel (4) zugewandt ist, und einen dauer magnetischen Abschnitt (29) im Bereich des zweiten Jochschenkels (5) unterteilt ist.
10. Auslöser nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Abschnitte (28,29) des Ankers (9) über eine dünnwandige Ummantelung (30) mit dem Betätigungsorgan (15) verbunden sind.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

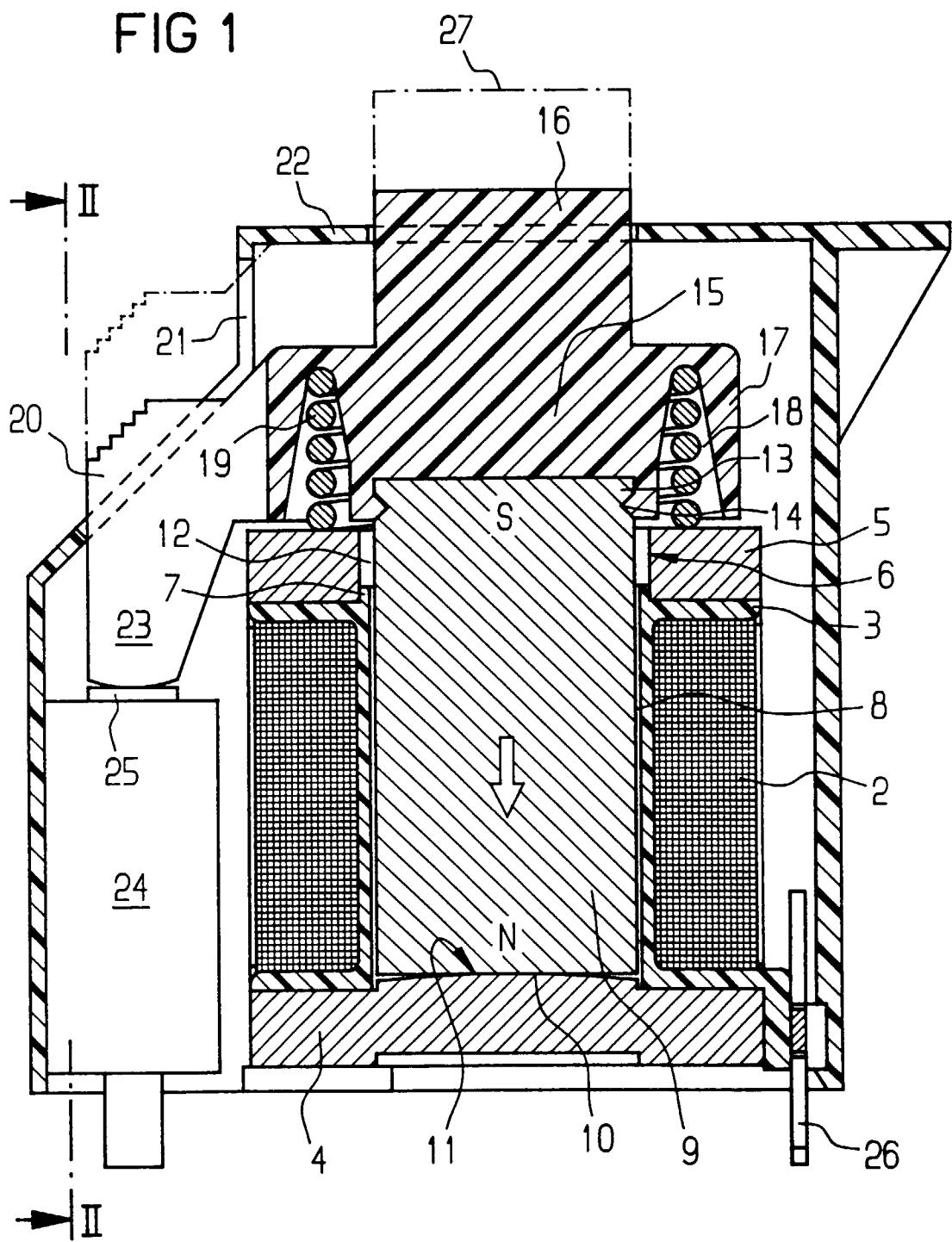


FIG 2

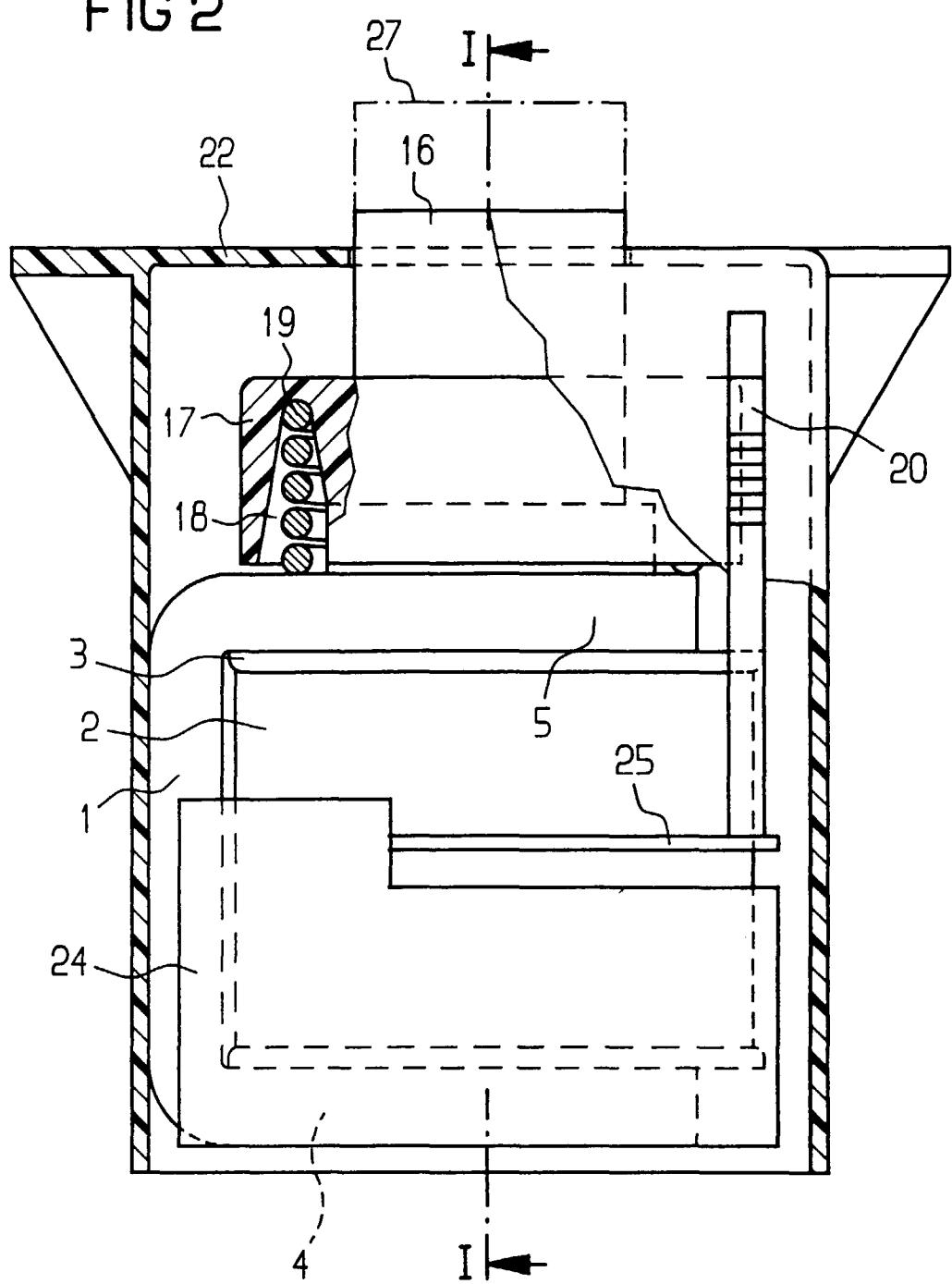
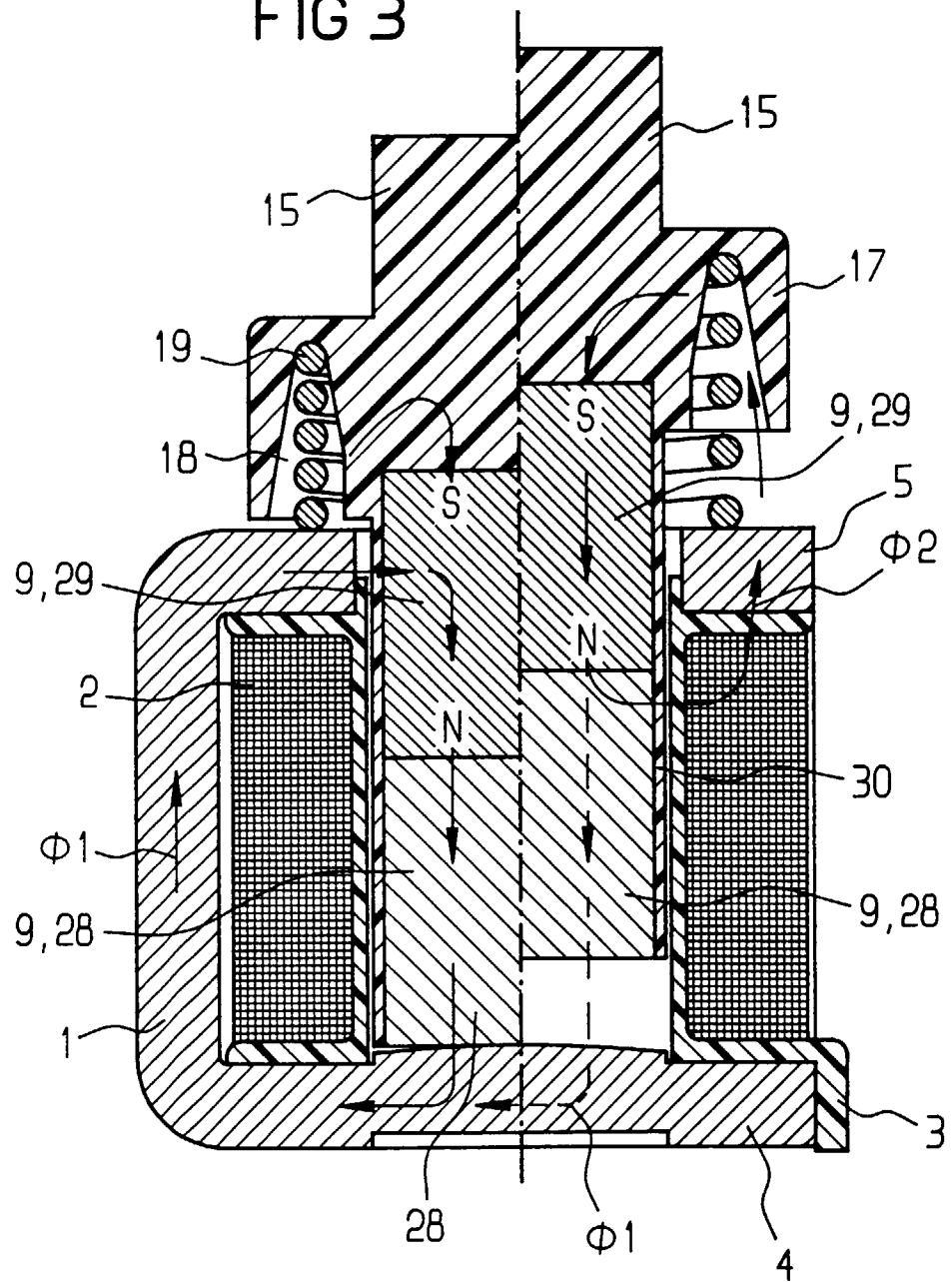
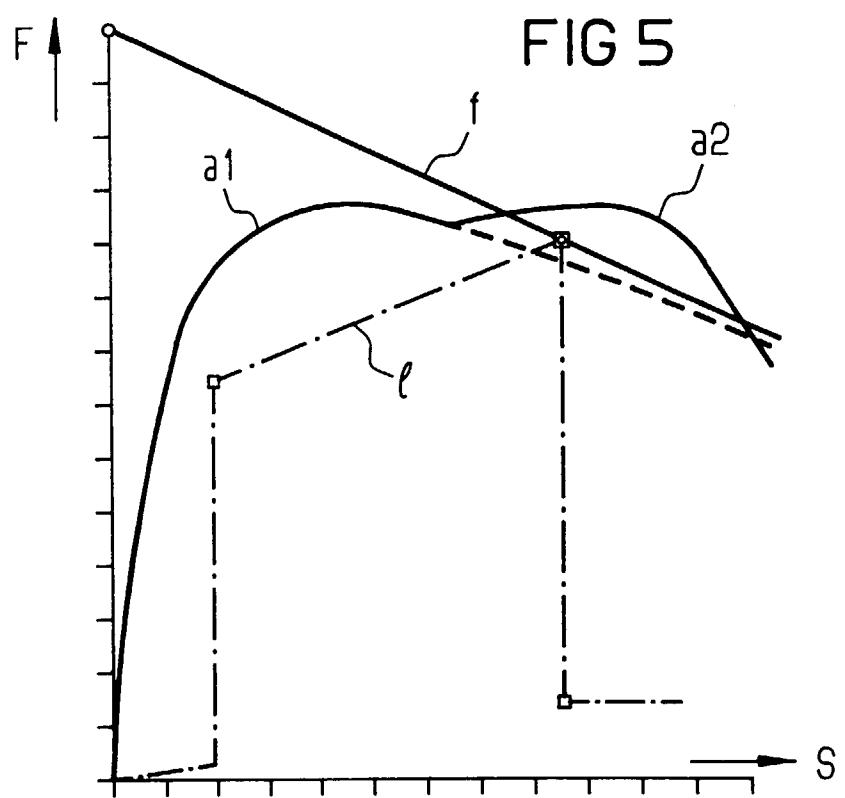
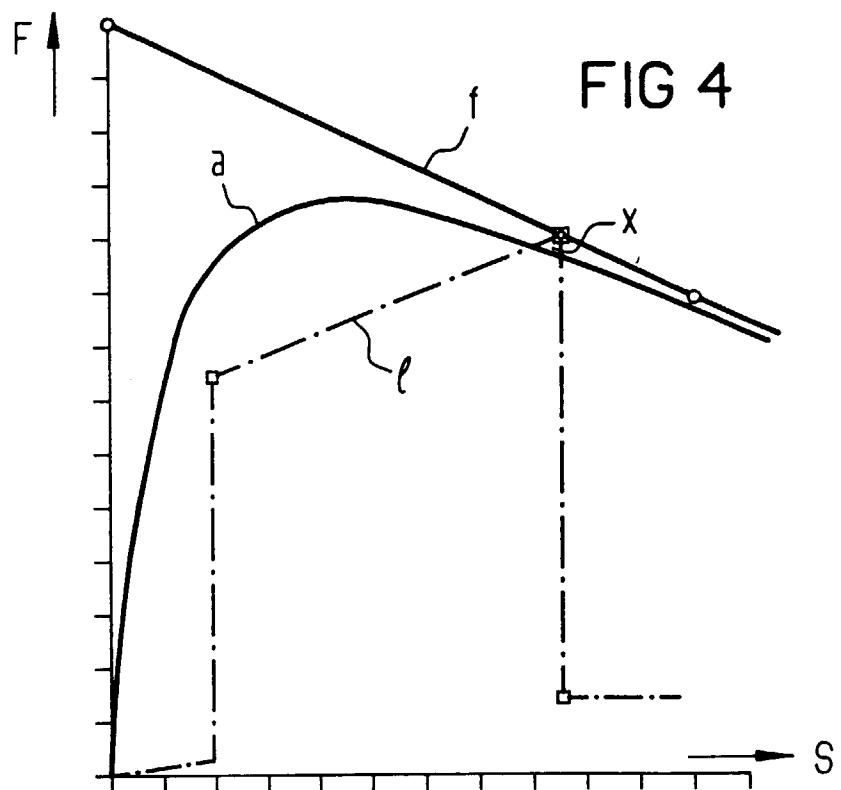


FIG 3







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 442 311 A (KLOECKNER MOELLER GMBH) * Spalte 6, Zeile 11 - Spalte 7, Zeile 41 * ---	1,2	H01F7/16 H01H71/32
A	DE 14 89 088 A (LIST, HEINRICH) ---		
A	GB 2 052 886 A (POLAROID CORP) ---		
A	US 4 675 776 A (HOWELL EDWARD K) -----		
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
H01F H01H			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	9. Februar 1998		Vanhulle, R
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 : 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 anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	