

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

708 726 A2

(51) Int. Cl.: H01H 13/32 (2006.01)
H01H 13/52 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01773/13

(71) Anmelder:
Werner Zumbrunn, Hallenweg 9
4132 Muttenz (CH)

(22) Anmeldedatum: 17.10.2013

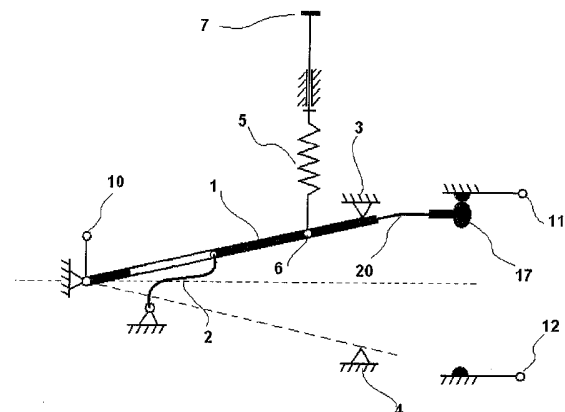
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.04.2015

(72) Erfinder:
Werner Zumbrunn, 4132 Muttenz (CH)

(54) Sprungschalter mit Kontaktkräften, die im Kippunkt grösser als null sind.

(57) Der erfindungsgemässe Sprungschalter besteht aus zwei über einen Mitnehmer (20) gekoppelten Mechanismen. Der erste ist ein reiner Kippmechanismus; er verursacht eine Hysterese der Betätigungskraft als Funktion des Betätigungswegs und besteht aus dem beweglichen Teil (1), den Federn (2) und (5) sowie den Anschlägen (3) und (4); betätigt wird er über den Stössel (7). Der zweite Mechanismus ist ein elektromechanischer Umschalter mit zwei stabilen Ruhelagen und besteht aus dem beweglichen Mittelkontakt mit dem Anschluss (10), dem «normally closed»-Kontakt (11), dem «normally open»-Kontakt (12) und der Druckfeder.

Der Mitnehmer (20) hat ein mechanisches Spiel. Dieses gewährleistet einerseits, dass er im Ruhezustand den Mittelkontakt nicht berührt; demzufolge ist die von der Druckfeder erzeugte Kontaktkraft zwischen dem Mittelkontakt und dem Kontakt (11) respektive dem Kontakt (12) konstant, unabhängig vom Betätigungsweg des Stössels (7). Andererseits gewährleistet das mechanische Spiel des Mitnehmers (20), dass im Fall des Kippens des ersten Mechanismus die Kontakte rasch getrennt werden und der elektrische Umschalter letztlich selbständig in die Gegenlage kippt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft elektrische Sprung- oder Schnappschalter (engl. snap-action switch), bei denen die Kraft zwischen den elektrischen Kontakten jeweils bis zum Kippunkt immer grösser als null ist.

[0002] Sprungschalter, meist in der Form von Miniatur- oder Mikroschaltern, werden in grossen Mengen in der Automation, für Werkzeugmaschinen, in Automobilen etc. eingesetzt. In vielen Fällen werden sie verwendet, um die Positionen mechanischer Elemente, zum Beispiel die Endlagen von Stellgliedern, elektrisch zu melden. Für die gebräuchlichen Sprungschalter ist in diesen Fällen die elektrische Belastung der Kontakte kein Problem, weil mit kleinen Strömen und Spannungen gearbeitet wird. Problematisch wird es, wenn direkt grössere Ströme und Spannungen geschaltet werden müssen, denn bei herkömmlichen Sprungschaltern nimmt die Kontaktkraft gegen den Umschaltunkt hin kontinuierlich ab und erreicht im Kippunkt den Wert null. Im Grundlagenbuch «Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen» (Herausgeber E. Vinaricky. ISBN 3-540-42431-8. 2. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York) ist dieser Sachverhalt folgendermassen beschrieben: «Bild (...) gibt den prinzipiellen Zusammenhang zwischen Kontaktkraft bzw. Betätigungskraft und Betätigungsweg für einen Mikroschalter wieder. Die Kontaktkraft ist jeweils in den Endpositionen am höchsten. Bei der Betätigung des Schalters nimmt sie bis auf null ab und geht dann sprunghaft auf einen Minimalwert in der Gegenlage über.» Als Folge dieser Eigenschaft brennen die Kontakte – auch abhängig von der Betriebsfrequenz, der Schaltgeschwindigkeit, vom thermischen Ableitwiderstand, von der Zusammensetzung des Kontaktmaterials etc. – mehr oder weniger schnell ab, vor allem, wenn der Schalter häufig in der Nähe seiner Kippunkte verharrt. Die Lebensdauer des Schalters wird dann drastisch verkürzt. Zwar gibt es Mikroschalter – zum Beispiel die Serie ASQ des Herstellers Panasonic –, bei denen die Kontaktkraft wegen der Verwendung von Schleifkontakten unabhängig vom Betätigungsweg ist. Allerdings sind diese Schalter keine Sprungschalter.

[0003] Nachfolgend wird ein Sprungschalter beschrieben, bei welchem die Kontaktkraft bis zum Zeitpunkt des Umschaltens grösser als null bleibt. Für diesen Zweck werden beim erfindungsgemässen Sprungschalter die beiden Aufgaben, einerseits ein mechanisches Sprungverhalten zu erzeugen und andererseits elektrische Verbindungen zu trennen oder herzustellen, aufgeteilt. Die erste Aufgabe kann auf bekannte Art und Weise durch einen Kippmechanismus gelöst werden (wie zum Beispiel in EP 0 344 800 beschrieben): Die Betätigungskraft wirkt über eine Feder auf einen beweglichen Teil (moveable piece); der Weg des beweglichen Teils wird durch zwei Anschläge begrenzt; eine Feder (return spring) spannt den beweglichen Teil so, dass er als Funktion des Betätigungswegs zwischen zwei Positionen hin- und herspringt und die Betätigungskraft als Funktion des Betätigungsweges eine Hysterese aufweist.

Die zweite Aufgabe wird durch einen elektromechanischen Schalter oder Umschalter mit einem Mittelanschluss erfüllt; Hilfsmittel gewährleisten, dass in den stabilen Endlagen des Kippmechanismus jeweils eine Kontaktkraft erzeugt wird. Die beiden Mechanismen sind so dimensioniert und über einen Mitnehmer so gekoppelt, dass erst nach dem Überschreiten eines Kippunktes die Kontaktkraft auf den Wert null fällt, andererseits der Schalter oder Umschalter beim Kippen des ersten Mechanismus letztlich in die Gegenlage befördert wird.

[0004] Im Folgenden wird die Erfindung anhand vorteilhafter Ausführungsformen erläutert.

- Die Fig. 1 zeigt die Kraft-Weg-Zusammenhänge für einen herkömmlichen Sprungschalter.
- Die Fig. 2 zeigt den schematischen Aufbau eines erfindungsgemässen Sprungschalters.
- In der Fig. 3 ist der Zusammenhang zwischen den Kontaktkräften und dem Betätigungsweg für einen erfindungsgemässen Sprungschalter dargestellt.
- Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen den Aufbau weiterer erfindungsgemässer Sprungschalter.
- Die Fig. 7 dient der Berechnung eines Kippunktes.

[0005] Das obere Diagramm von Fig. 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Betätigungskraft und Betätigungsweg mit der charakteristischen Hysterese. Auch der erfindungsgemässe Sprungschalter verhält sich so.

Im unteren Diagramm von Fig. 1 sind die Kontaktkräfte für einen herkömmlichen Sprungschalter dargestellt: Die Kontaktkraft strebt gegen den Wert null, wenn das System gegen einen Kippunkt strebt.

[0006] Fig. 2 zeigt die beiden gekoppelten Mechanismen eines erfindungsgemässen Sprungschalters. Der erste Mechanismus ist ein Kippmechanismus und besteht aus einem um eine Achse drehbaren Teil (1), den mechanischen Anschlägen (3) und (4), der Druckfeder (2), der Feder (5), dem Stössel (7) und dem mit dem Teil (1) verbundenen Mitnehmer (20). Der Kippmechanismus entspricht, mit Ausnahme des Mitnehmers (20), dem Stand der Technik, stellt eine der vielen möglichen Ausführungsformen dar und funktioniert folgendermassen: Wenn die Kraft auf den Stössel (7) zunimmt, wird die Feder (5) verkürzt. Sie übt die Kraft ihrerseits auf den Teil (1) aus. Die vertikale Kraftkomponente der Druckfeder (2) hält den Teil (1) vorerst am Anschlag (3). Wenn die Kraft auf den Stössel (7) so gross geworden ist, dass die vom Anschlag (3) auf den Teil (1) ausgeübte Kraft null geworden ist, dann setzt sich der Teil (1) nach unten in Bewegung. Die von der Druckfeder (2) auf den Teil (1) nach oben wirkende vertikale Kraftkomponente nimmt schneller ab als die von der Feder (5) ausgeübte Kraft. Der Teil (1) bewegt sich daher mit zunehmender Geschwindigkeit gegen den Anschlag (4). Wenn

der Teil (1) dort zur Ruhe gekommen ist – eventuell nach Prellvorgängen –, dann hält ihn die Summe der Federkräfte der Federn (2) und (5) am Anschlag (4). Die auf den Stössel (7) ausgeübte Kraft ist wegen der Verlängerung der Feder (5) schlagartig geringer geworden.

Wenn der Stössel (7) sich wieder nach oben bewegt, verringert sich die von der Feder (5) auf den Teil (1) ausgeübte Kraft. Wenn die Summe der Kräfte der Federn (2) und (5) null wird, dann bewegt sich der Teil (1) mit zunehmender Geschwindigkeit nach oben, bis er am Anschlag (3) wieder zur Ruhe kommt. Dabei wird die auf den Stössel (7) ausgeübte Kraft wegen der Verkürzung der Feder (5) sprunghaft grösser.

Der Teil (1) kann also seine Lage nach dem Erreichen von zwei Punkten des Betätigungsweges schlagartig ändern; das auf den Stössel (7) bezogene Kraft-Weg-Diagramm weist eine Hysterese auf, wie sie im oberen Teil von Fig. 1 dargestellt ist. Dieses Verhalten kann man ausnutzen, um einen elektrischen Umschalter schlagartig zu betätigen. Das System der Kontakte besteht aus einem drehbar gelagerten Mittelkontakt (13), verbunden mit dem Anschluss (10), dem «normally closed» Kontakt (11), dem «normally open» Kontakt (12) und einer Druckfeder (14). Dieser zweite Mechanismus nimmt ohne äussere Einwirkung immer eine von zwei stabilen Gleichgewichtslagen ein: Entweder liegt der Mittelkontakt (13) am Kontakt (11) oder am Kontakt (12) an. Die Druckfeder (14) gewährleistet die Kontaktkraft.

[0007] Der Mitnehmer (20) ist so gestaltet, dass er im Ruhezustand den Mittelkontakt (13) nicht berührt. Er nimmt den Mittelkontakt (13) erst mit, wenn er, sich aus einem Kippunkt heraus bewegend, eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht hat. Anschliessend führt der Mitnehmer (20) den Mittelkontakt (13) über dessen Mittellage, den indifferenten Gleichgewichtszustand, hinaus. Danach kann sich der Mittelkontakt (13) aufgrund der Kraft der Druckfeder (14) vom Mitnehmer (20) lösen und selbständig die neue Ruhelage erreichen.

[0008] In Fig. 3 ist der Verlauf der Kontaktkräfte in Funktion des Betätigungsweges für einen solchen Sprungschalter dargestellt.

[0009] Einen weiteren erfindungsgemässen Sprungschalter zeigt Fig. 4. Im Gegensatz zu dem in Fig. 2 dargestellten Sprungschalter ist hier der Teil (1) gleichzeitig der Mittelkontakt eines Umschalters mit Anschluss (10), dem «normally closed» Kontakt (11) und dem «normally open» Kontakt (12). Die Kontaktkräfte werden durch die Magnete (15) und (16) und ein teilweise ferromagnetisches Teilstück (17) des Teils (1) erzeugt. Der Mitnehmer (20) hat die erfindungsgemässen Eigenschaften: Erstens fällt wegen des Gelenks im Mitnehmer (20) erst nach dem Überschreiten eines Kippunktes die Kontaktkraft auf den Wert null; zweitens wird das bewegliche Teilstück (17) beim Kippen des Teils (1) letztlich jeweils mitgenommen und in die Gegenlage befördert.

[0010] Gegenüber dem Sprungschalter von Fig. 4 ist in den Ausführungsformen von Fig. 5 und Fig. 6 der Mitnehmer zu einer blossen Blattfeder, einem Biegelager (20) degeneriert. Eine genügend kleine Federkonstante gewährleistet, dass erst nach dem Überschreiten eines Kippunktes die Kontaktkraft auf den Wert null fällt.

[0011] Mit Hilfe der Fig. 7 und anhand der Ausführungsform gemäss Fig. 6 wird im Folgenden berechnet, wie sich der Schalter verhält. Für diesen Zweck werden alle Kräfte auf das Gelenk (6) reduziert und die Winkelbewegung des Teils (1) linearisiert.

x vom Stössel (7) zurückgelegter Weg

Δ vom Teil (1) ab dem Anschlag (3) zurückgelegter Weg

k Federkonstante der Feder (5)

q Federkonstante der Druckfeder (2)

b Federkonstante der Blattfeder (20)

[0012] Die von der Druckfeder (2) ausgeübte Kraft (30) beträgt:

$$\text{Kraft (30)} = P_0 - q \cdot \Delta$$

Sie nimmt wegen der gewählten Geometrie mit zunehmendem Weg Δ ab!

Die vom Stössel (7) über die Feder (5) ausgeübte Kraft beträgt:

$$\text{Kraft (31)} = k \cdot (x - \Delta)$$

Die über die Blattfeder (20) wirkende Kontaktkraft beträgt wegen der Vorspannung:

$$\text{Kraft (32)} = P_k - b \cdot \Delta$$

[0013] Wenn der Teil (1) am Anschlag (3) anliegt ($\Delta = 0$), beträgt die Summe der Federkräfte:

$$\text{Kraft (30)} + \text{Kraft (31)} + \text{Kraft (32)} = k \cdot x + P_k - P_0$$

Der Teil (1) ruht am Anschlag (3), falls diese Summe kleiner als null ist:

$$k \cdot x + P_k - P_0 < 0 \text{ oder } x < 1/k \cdot (P_0 - P_k)$$

Die Kraft auf den Anschlag (3) wird null, wenn der Stössel (7) die folgende Position hat:

$$x_0 = 1/k \cdot (P_0 - P_k)$$

Nun wird untersucht, ob $x = x_0$ ein Kippunkt ist oder nicht. Für diesen Zweck wird angenommen, dass der Teil (1) um die Strecke Δ vom Anschlag (3) entfernt ist.

Die Summe aller Kräfte auf den Teil (1) ist dann:

$$P(\Delta) = k \cdot (x - \Delta) + P_k - b \cdot \Delta - (P_0 - q \cdot \Delta)$$

Teil (1) ist in einem instabilen Zustand, falls die Ableitung der Summenkraft nach dem Weg Δ positiv ist:

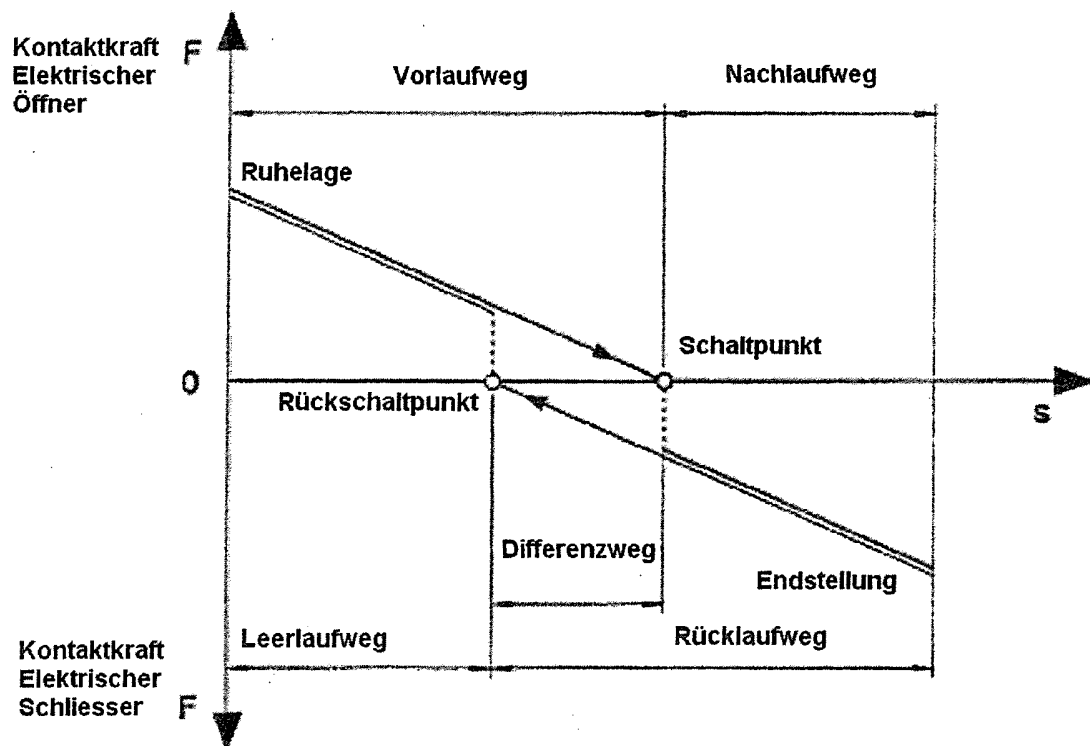
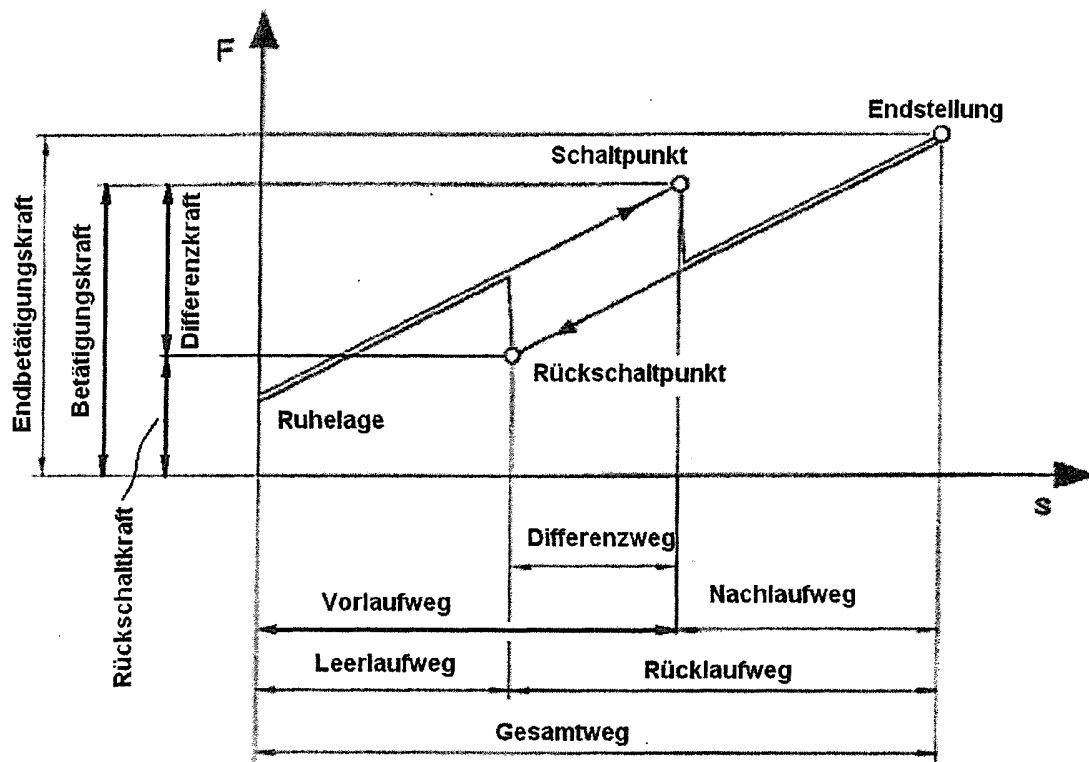
$$dP(\Delta)/d\Delta = -k - b + q > 0 \text{ oder } q > k + b$$

Wenn also die Summe der Federkonstanten der Feder (5) und der Blattfeder (2) kleiner als die Federkonstante der Druckfeder (4) gewählt wird, dann liegt der Kippunkt bei $x = x_0 / \Delta = 0$. Teil (1) ist dann im indifferenten Gleichgewicht. Im Kippunkt ist die Kontaktkraft erfindungsgemäss grösser als null resp. eine statische Lage, bei welcher die Kontaktkraft null ist, ist ausgeschlossen. Bei der geringsten Störung entfernt sich der Teil (1) mit zunehmender Beschleunigung vom Anschlag (3). Die Kontaktkraft wird – beim Trennen der Kontakte – erst null, wenn der Teil (1) bereits Geschwindigkeit aufgenommen hat. Die Kontakte werden daher rasch getrennt – ein weiterer Vorteil eines erfindungsgemässen Sprungschalters.

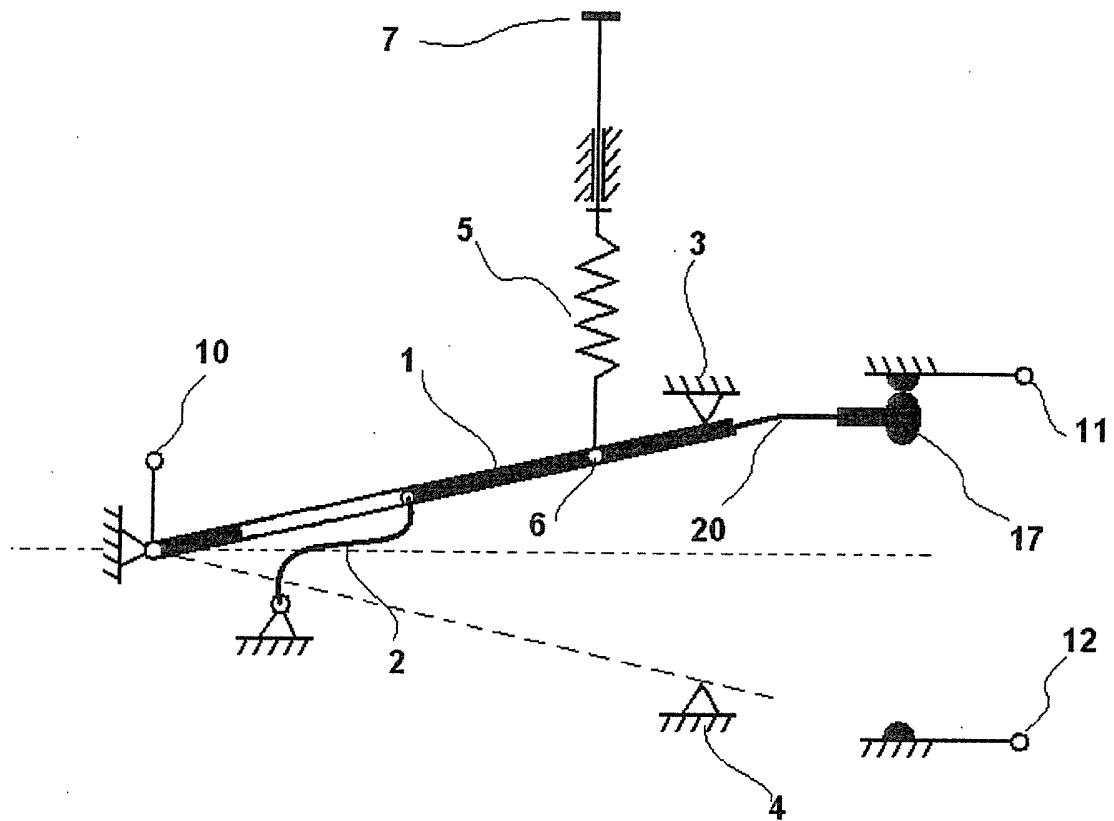
Patentansprüche

1. Der erfindungsgemässe Sprungschalter ist durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:
 - Er besteht aus zwei Mechanismen, die über einen Mitnehmer gekoppelt sind.
 - Der erste Mechanismus ist ein mechanischer Kippmechanismus mit einer Hysterese der Betätigungskraft als Funktion des Betätigungswegs.
 - Der zweite Mechanismus kann Teile des ersten Mechanismus beinhalten und ist ein elektromechanischer Schalter oder Umschalter, wobei zusätzliche Hilfsmittel gewährleisten, dass in den zwei stabilen Endlagen des ersten Mechanismus zwischen dem Mittelkontakt und dem jeweiligen Kontakt oder Anschlag eine Kontaktkraft herrscht.
 - Die beiden Mechanismen sind über den Mitnehmer so gekoppelt, dass einerseits erst nach dem Überschreiten eines Kippunktes die Kontaktkraft auf den Wert null fällt, andererseits der Schalter oder Umschalter beim Kippen des ersten Mechanismus letztlich in die Gegenlage befördert wird.

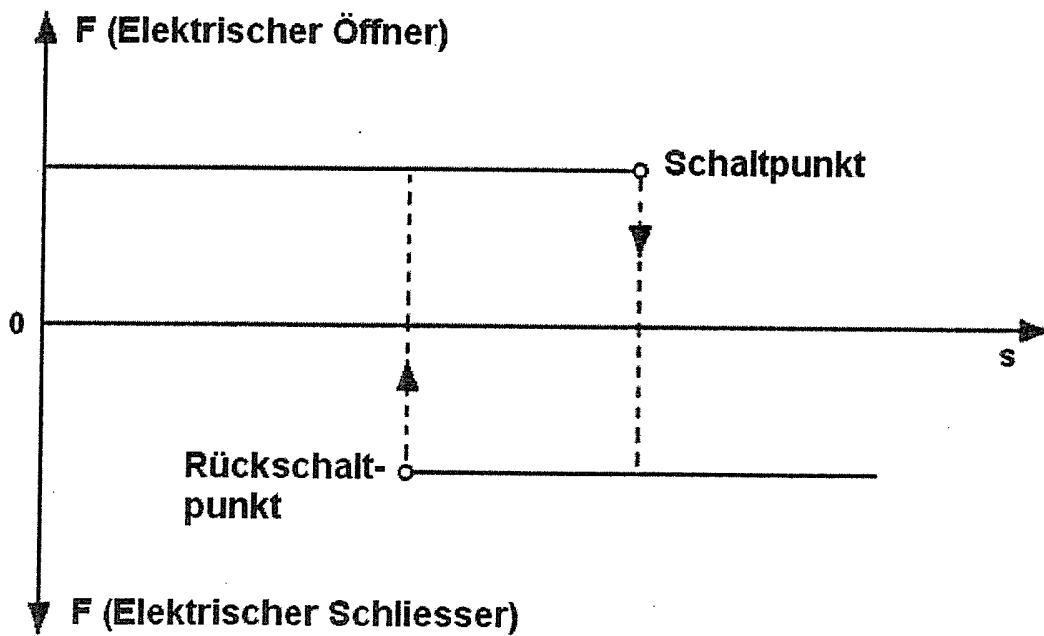
Figur 1



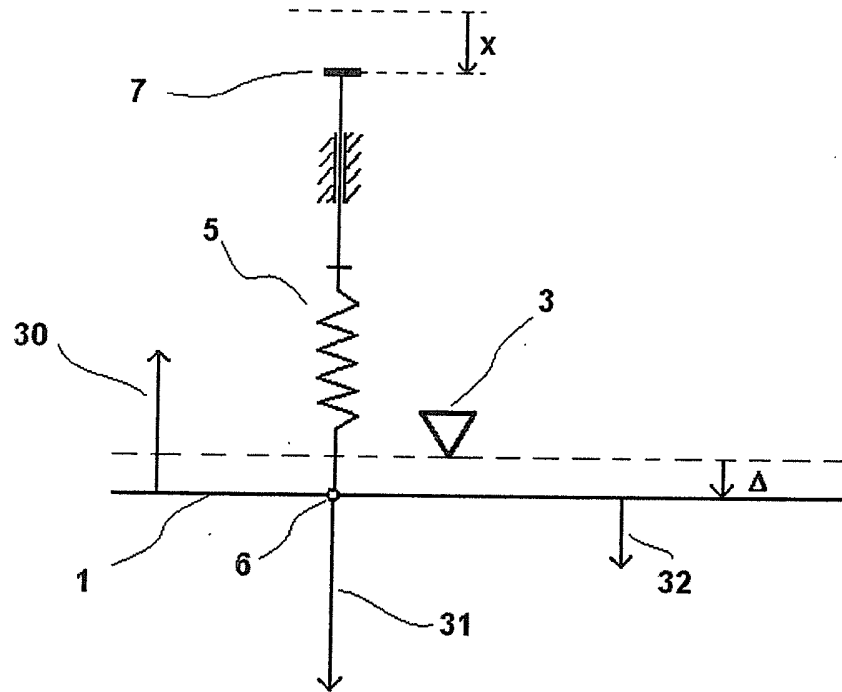
Figur 2



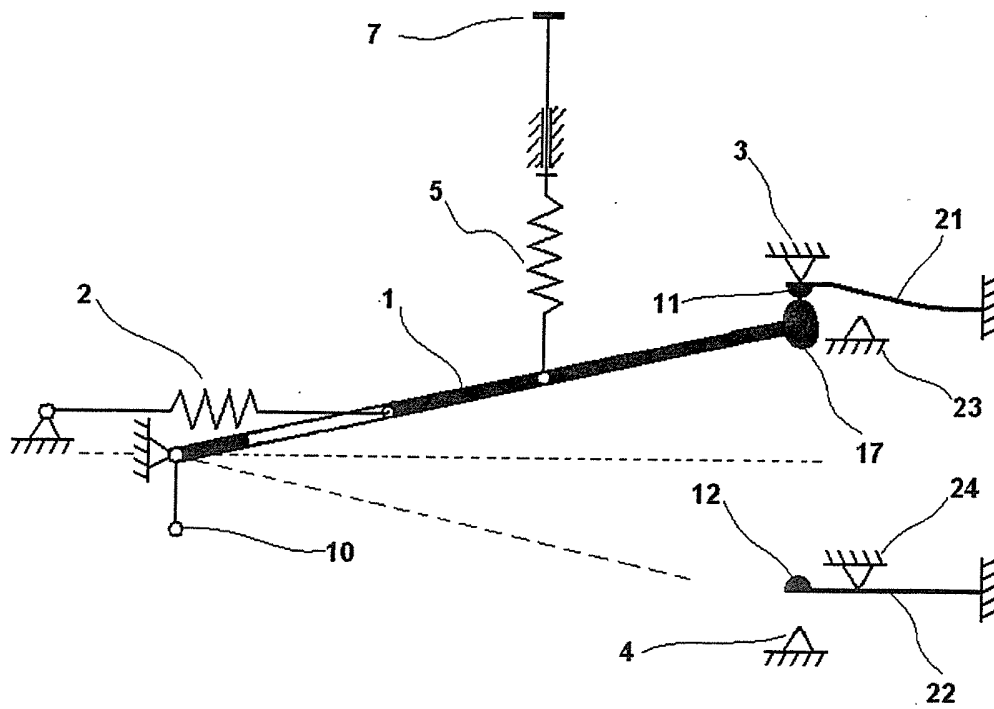
Figur 3

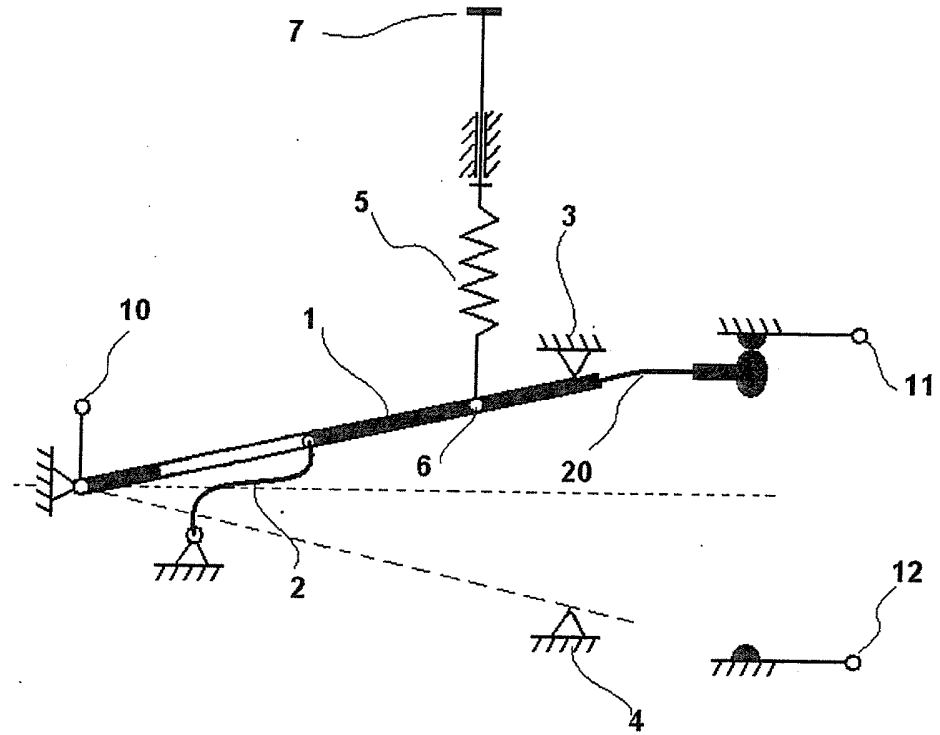


Figur 4



Figur 5



Figur 6**Figur 7**