



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 477 839 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91116199.0**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01H 35/14**, **H01H 35/02**,  
**H01H 36/00**

22 Anmeldetag: **24.09.91**

30 Priorität: **25.09.90 DE 9013474 U**

71 Anmelder: **W. Günther GmbH**  
**Virnsberger Strasse 51**  
**W-8500 Nürnberg(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.04.92 Patentblatt 92/14**

72 Erfinder: **Bachmann, Rolf**  
**Kleinreuther Weg 46**  
**W-8500 Nürnberg 10(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK ES FR GB IT SE**

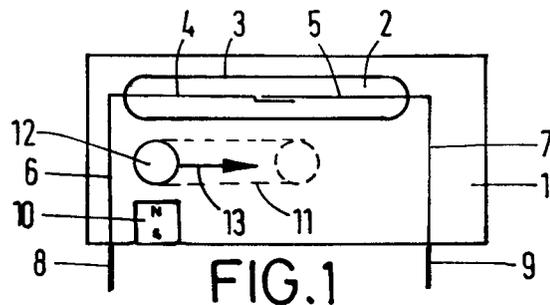
74 Vertreter: **Tergau, Enno, Dipl.-Ing. et al**  
**Tergau & Pohl Patentanwälte Hefnersplatz 3**  
**Postfach 119347**  
**W-8500 Nürnberg 11(DE)**

54 **Beschleunigungs-Sensor mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement.**

57 Es wird ein Beschleunigungs- oder Lagesensor mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement und wenigstens einem das Schaltelement beeinflussenden Dauermagneten beschrieben. Ziel ist, die Empfindlichkeit derartiger Sensoren zu erhöhen, insbesondere Beschleunigungssensoren für geringe Beschleunigungen, etwa  $b < 1 \text{ g}$  anzugeben. Das Ziel wird durch die Kombination folgender Merkmale erreicht:

- Der Dauermagnet (10) ist gegenüber dem Schaltelement (2) unbeweglich gelagert und
- der Beschleunigungssensor weist eine Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff auf, die unter dem Einfluß der Beschleunigung verschiebbar ist und wenigstens auf einem Teil ihrer Verschiebebahn das Magnetfeld des Dauermagneten beeinflusst.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Schaltelement (2) ein Reed-Schalter. Es werden verschiedene Anordnungen derartiger Beschleunigungssensoren beschrieben, deren Empfindlichkeit so hoch ist, daß sie auch als Lagesensor eingesetzt werden können.



EP 0 477 839 A2

Die Erfindung betrifft einen Beschleunigungs- oder Lage-Sensor mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement und wenigstens einem das Schaltelement beeinflussenden Dauermagneten. Die Sensoren können sowohl als Beschleunigungs-Sensoren wie auch als Lage-Sensoren verwendet werden. Der Einfachheit halber wird im folgenden immer von Beschleunigungs-Sensoren gesprochen, da dies das Hauptanwendungsgebiet darstellt. Die Sensoren können aber ohne Änderung auch als Lage-Sensor eingesetzt werden.

Beschleunigungs-Sensoren mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement und wenigstens einem das Schaltelement beeinflussenden Dauermagneten sind bekannt und beispielsweise in den deutschen Patentschriften 32 16 321 und 33 38 287 beschrieben.

Die vorbekannten Beschleunigungs-Sensoren dienen zur Erfassung großer Beschleunigungen oder Verzögerungen, wie sie beispielsweise bei Automobil-Unfällen auftreten. Als magnetfeldabhängiges Schaltelement enthalten die Sensoren meist einen Reedschalter, der zusammen mit wenigstens einem Dauermagneten in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist. Der Dauermagnet befindet sich in einem Verschiebekanal, der längs des Reed Schalters verläuft und in dem er unter der Wirkung einer hinreichend großen Beschleunigung oder Verzögerung hin- und hergeschoben werden kann. Der Dauermagnet wirkt dabei also einerseits als seismische Masse und andererseits als Quelle eines verschieblichen Dauermagnetfeldes. Unter der Einwirkung dieses ortsveränderlichen Feldes ändert der Reedschalter seinen Schaltzustand, wodurch eine nachgeordnete Anzeige- oder Funktionsschaltung angesteuert werden kann.

Wegen der relativ hohen Gleitreibungswerte zwischen Dauermagnetstäben und Gehäusewerkstoff sind Sensoren der vorbekannten Art nicht für die Erfassung von Beschleunigungs- oder Verzögerungswerten einsetzbar, die kleiner als 1g sind. In solchen Fällen werden nach wie vor Quecksilberschalter eingesetzt, die jedoch wegen der Giftigkeit des Quecksilbermetalles zu eliminieren sind. Anwendung finden Beschleunigungs-Sensoren für Werte  $b < 1g$ , beispielsweise als Sensoren für ABS- oder ASS-Einrichtungen in Kraftfahrzeugen (ABS = Antiblockiersystem; ASS = Automatische Schlupfsteuerung).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen quecksilberfreien hochempfindlichen Beschleunigungs- oder Lage-Sensor vorzuschlagen, der auch für kleine Beschleunigungswerte ( $b < 1g$ ) eingesetzt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird von einem Beschleunigungs-Sensor mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement und wenig-

stens einem das Schaltelement beeinflussenden Dauermagneten ausgegangen. Die Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnet oder die Dauermagnete gegenüber dem Schaltelement unbeweglich gelagert sind und daß der Beschleunigungs-Sensor eine Kugel aus ferromagnetischem Werkstoff aufweist, die unter dem Einfluß der Beschleunigung (oder beim Lagesensor einer Schräglage) verschiebbar ist und wenigstens auf einem Teil ihrer Verschiebebahn das Magnetfeld des oder der Dauermagnete beeinflusst.

Es wird also eine Kugel aus ferromagnetischem Werkstoff als seismische Masse eingesetzt, die sich unter der Einwirkung der zu erfassenden Beschleunigung oder des Schwerfeldes im Raum des Magnetfeldes oder auch im Grenzbereich zwischen Magnetfeld und feldfreiem Raum bewegt und dabei die Struktur und/oder sonstige Parameter des Magnetfeldes beeinflusst. Es hat sich gezeigt, daß derartige Sensorkonstruktionen in feinfühleriger Weise auf vorgegebene Beschleunigungsgrenzwerte eingestellt werden können. Die Einstellung erfolgt dabei durch Auswahl der Dauermagnete, deren Anordnung im Sensorgehäuse sowie auch durch Einstellung der Neigung des Sensors gegenüber dem zu erfassenden Beschleunigungsvektor.

Für die Verwirklichung der vorstehend angegebenen allgemeinen Konstruktionsidee bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Am einfachsten ist es, wenn das Schaltelement ein Reedschalter ist. Anstelle eines Reed Schalters können aber auch andere magnetfeldabhängige Schaltelemente eingesetzt werden, wie beispielsweise Impulsdrahtsensoren oder Hall-Generatoren.

Im folgenden sind einige bevorzugte Ausführungsbeispiele für die Verwirklichung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung erläutert.

In den Fig. 1-7 sind einige Anordnungen der Bauteile zueinander schematisch wiedergegeben; Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Gehäuseausführung entsprechend dem Schema der Fig. 2.

Gleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

### 1. Ausführungsbeispiel

In einem Gehäuse 1 ist ein Reedschalter 2 angeordnet. Dieser Reedschalter besteht aus einem allseits geschlossenen Glasrohr 3, in welches Kontaktelektroden 4 und 5 gasdicht eingeschmolzen sind. Die Kontaktelektroden bestehen aus magnetisierbarem Werkstoff und haben beispielsweise die Form flacher Zungen. Sie sind mit Ableitungen 6 und 7 versehen, die in Stiften 8 und 9 enden und die aus dem Gehäuse 1 zu Anschlußzwecken herausgeführt sind.

Ein Dauermagnet 10 ist derart im Bereich des Reedschalters angeordnet, daß dessen Magnetfeld auf eines der beiden Enden des Reedschalters einwirken kann. Die Nord-Süd-Achse des Magneten 10 steht dabei senkrecht zur Längsachse des Reedschalters. Zwischen den Dauermagneten 10 und dem Reedschalter 2 ist eine kanalförmige Verschiebebahn 11 angeordnet, die parallel zur Längsachse des Reedschalters verläuft. In der Verschiebebahn befindet sich eine Kugel 12 aus ferromagnetischem Werkstoff, beispielsweise Reineisen, Monellmetall, einem magnetisch weichen Ferrit o. dgl. Unter der Einwirkung einer Beschleunigung oder Verzögerung wird die Kugel 12 in Richtung des Pfeiles 13 verschoben.

Die Wirkung ist folgende: Befindet sich die Kugel 12 in der in Fig. 1 dargestellten Position, so wirkt sie feldverstärkend, so daß der Dauermagnet 10 in der Lage ist den Reedschalter zu schließen. Wird die Kugel in Richtung des Pfeiles 13 verschoben, so entfällt diese Wirkung; das auf den Reedschalter einwirkende Magnetfeld wird kleiner und der Schalter öffnet sich.

## 2. Ausführungsbeispiel

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform entspricht im wesentlichen der Ausführungsform gemäß Fig. 1. Zusätzlich ist ein weiterer Dauermagnet 14 als Vorspannmagnet vorhanden, dessen Nord-Süd-Achse ebenfalls senkrecht zur Längsachse des Reedschalters ausgerichtet ist. Die Dauermagnete befinden sich auf entgegengesetzten Seiten des Reedschalterdurchmessers. Gleiche Pole der Dauermagnete sind dabei einander zugewandt. Zwischen einem der Dauermagnete, im Beispiel zwischen dem Dauermagneten 10 und dem Reedschalter 2, befindet sich die bereits erwähnte Verschiebebahn für die Kugel aus ferromagnetischem Werkstoff.

Auch in diesem Falle wirkt die Kugel, soweit sie sich im Feld des Dauermagneten 10 befindet, feldkonzentrierend. Ihre Wirkung wird durch den Vorspannmagneten 14 unterstützt.

## 3. Ausführungsbeispiel

Auch das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht der Grundanordnung gemäß Fig. 1. Zusätzlich ist ein weiterer Dauermagnet 15 vorhanden, der mit seiner Nord-Süd-Achse parallel zur Längsachse des Reedschalters angeordnet ist. Der Dauermagnet 15 ist ebenso wie der Dauermagnet 10 ortsfest im Gehäuse 1 gelagert, so daß er einen konstanten magnetischen Einfluß auf den Schaltzustand des Reedschalters ausübt.

## 4. Ausführungsbeispiel

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Dauermagnete 10 und 15' vorhanden, die beide auf entgegengesetzten Seiten des Reedschalterdurchmessers angeordnet ist und deren Nord-Süd-Achse parallel zur Längsachse des Reedschalters verläuft. Zwischen dem Dauermagnet 10 und dem Reedschalter ist die Verschiebebahn 11 für die Kugel 12 aus ferromagnetischem Werkstoff angeordnet. Auch diese Verschiebebahn verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters. Die Anordnung zeichnet sich durch besonders empfindliche Einstellmöglichkeiten aus.

## 5. Ausführungsbeispiel

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Dauermagnete 10 und 16 vorhanden, die mit ihren Nord-Süd-Achsen senkrecht zur Längsachse des Reedschalters angeordnet sind, wobei die beiden Dauermagnete sich auf derselben Seite des Reedschalters befinden und die beiden Magnetpole der Dauermagnete eine wechselnde Nord-Süd-Folge bilden. Zwischen den beiden Dauermagneten 10 und 16 ist in diesem Fall die Verschiebebahn für die Kugel 12 aus ferromagnetischem Werkstoff angeordnet. Auch diese Verschiebebahn verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters.

## 6. Ausführungsbeispiel

Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Dauermagnete 10 und 16 auf einer Seite des Reedschalters angeordnet. Die Dauermagnete bilden eine wechselnde Nord-Süd-Polfolge. Zwischen den beiden Dauermagneten befindet sich die Verschiebebahn 11 für die Kugel 12. Diese Verschiebebahn steht senkrecht zur Längsachse des Reedschalters. Da sich die Kugel im dargestellten Ausgangszustand zwischen unterschiedlichen Polen der beiden Dauermagnete 10 und 16 befindet, wird die Kugel leicht von den Magneten festgehalten. Es ist also eine höhere Beschleunigung erforderlich, um sie in Richtung des Pfeiles 13 in Bewegung zu setzen. Geschieht dies, so wird das ursprünglich von der Kugel konzentrierte Feld gestreut, so daß es nunmehr schwächer auf den Reedschalter einwirkt.

## 7. Ausführungsbeispiel

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich ebenfalls zwei Dauermagnete 10 und 16 auf einer Seite des Reedschalters. Die Dauermagnete stehen in umgekehrter Polfolge mit ihren Nord-Süd-Achsen senkrecht zur Längsachse des Reedschalters 2. Die Kugel 12 ist in einem Verschiebekanal 11 angeordnet, der sich

jenseits der beiden Dauermagnete befindet, wobei die Kugel in Richtung des Doppelpfeiles 13 hin- und hergeschoben werden kann. Befindet sie sich in der in Fig. 7 dargestellten Lage, so ist ihr Einfluß auf beide Magnete etwa gleich, was einer höchstmöglichen Feldkonzentration des Gesamtmagnetkreises entspricht.

In den Fig. 1-7 sind einige mögliche und bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung schematisch dargestellt. Die Gehäuse können dabei unterschiedliche Formen aufweisen. Eine einfache und auch für die Montage gut geeignete Form ist in Fig. 8 dargestellt. Das Gehäuse 1 hat dabei eine einfache Quaderform; es besteht aus gießfähigem thermoplastischen Kunststoff. In das Gehäuse sind der Reedschalter 2 sowie auch die Dauermagnete 10 und 14 eingebettet. Zwischen dem Dauermagneten 10 und dem Reedschalter 2 befindet sich die Verschiebebahn 11 mit der Kugel 12. Die Verschiebebahn ist einseitig mit einer Justierschraube 17 verschlossen, welche es gestattet, die Endlage der Kugel 12 einzustellen. Die Anschlußstifte 8 und 9 des Reedschalters 2 sind nach unten aus der Bodenfläche des Gehäuses 1 herausgeführt, so daß das Bauelement in bekannter Weise auf Printplatten verwendet werden kann.

#### Bezugszeichenliste

1	Gehäuse	30
2	Reedschalter	
3	Glasrohr	
4	Kontaktelektrode	
5	Kontaktelektrode	
6	Ableitung	35
7	Ableitung	
8	Stift	
9	Stift	
10	Dauermagnet	
11	Verschiebebahn	40
12	Kugel	
13	Pfeil	
14	Dauermagnet	
15,15'	Dauermagnet	
16	Dauermagnet	45
17	Justierschraube	

#### Patentansprüche

1. Beschleunigungs- oder Lage-Sensor mit wenigstens einem magnetfeldabhängigen Schaltelement und wenigstens einem das Schaltelement beeinflussenden Dauermagneten  
dadurch gekennzeichnet,  
- daß der Dauermagnet (10) oder die Dauermagnete (14-16) gegenüber dem Schaltelement (2) unbeweglich gelagert sind und

- daß der Beschleunigungs-Sensor eine Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff aufweist, die unter dem Einfluß der Beschleunigung verschiebbar ist und wenigstens auf einem Teil ihrer Verschiebebahn das Magnetfeld des oder der Dauermagnete beeinflusst.

2. Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1

dadurch gekennzeichnet,  
daß das Schaltelement (2) ein Reedschalter ist.

3. Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- ein Dauermagnet (10) ist mit seiner Nord-Süd-Achse senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
- zwischen Dauermagnet (10) und Reedschalter (2) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
- die Verschiebebahn (11) verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) (Fig. 1).

4. Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- zwei Dauermagnete (10,14) sind mit ihren Nord-Süd-Achsen senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
- die Dauermagnete (10,14) befinden sich auf entgegengesetzten Seiten des Reedschalter-Durchmessers;
- gleiche Pole der Dauermagnete (10,14) sind einander zugewandt;
- zwischen einem der Dauermagnete (10) und dem Reedschalter (2) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
- die Verschiebebahn (11) verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) (Fig. 2).

5. Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- ein Dauermagnet (10) ist mit seiner Nord-Süd-Achse senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
- zwischen Dauermagnet (10) und Reedschalter (2) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
- die Verschiebebahn (11) verläuft parallel

- zur Längsachse des Reedschalters (2);
- ein weiterer Dauermagnet (15) ist mit seiner Nord-Süd-Achse parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet (Fig. 3).
- 6.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2,  
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- ein Dauermagnet (10) ist mit seiner Nord-Süd-Achse parallel zur Längsachse des Reed-Schalters (2) angeordnet;
  - zwischen Dauermagnet (10) und Reed-Schalter (2) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
  - die Verschiebebahn (11) verläuft parallel zur Längsachse des Reed-Schalters (2);
  - ein weiterer Dauermagnet (15') ist mit seiner Nord-Süd-Achse ebenfalls parallel zur Längsachse des Reed-Schalters (2) auf der entgegengesetzten Seite des Reedschalter-Durchmessers angeordnet (Fig.4).
- 7.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2  
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- zwei Dauermagnete (10,16) sind mit ihren Nord-Süd-Achsen senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
  - beide Dauermagnete (10,16) befinden sich auf der selben Seite des Reedschalters (2);
  - die beiden Magnetpole der Dauermagnete (10,16) bilden eine wechselnde Folge;
  - zwischen den beiden Dauermagneten (10,16) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
  - die Verschiebebahn verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) (Fig. 5).
- 8.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2  
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:  
zwei Dauermagnete (10,16) sind mit ihren Nord-Süd-Achsen senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
- die beiden Dauermagnete (10,16) sind mit Abstand gegenpolig nebeneinander angeordnet;
  - auf derjenigen Seite der Dauermagnete, die vom Reedschalter (2) abgewandt ist, befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
- die Verschiebebahn (11) verläuft parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) (Fig. 6).
- 9.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach Anspruch 1 und 2  
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:  
zwei Dauermagnete (10,16) sind mit ihren Nord-Süd-Achsen parallel zur Längsachse des Reedschalters (2) angeordnet;
- zwischen den beiden Dauermagneten (10,16) befindet sich eine Verschiebebahn (11) für die Kugel (12) aus ferromagnetischem Werkstoff;
  - die Verschiebebahn (11) verläuft senkrecht zur Längsachse des Reedschalters (2);
  - die beiden Dauermagnete (10,16) bilden mit ihren Nord-Süd-Achsen eine wechselnde Folge (Fig. 7).
- 10.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kugel (12) aus einem weichmagnetischen Werkstoff besteht.
- 11.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kugel (12) aus einem weichmagnetischen Metall besteht.
- 12.** Beschleunigungs- oder Lage-Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kugel (12) aus einem oxydkeramischen Werkstoff mit weichmagnetischen Eigenschaften besteht.

