



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 14 907 T2** 2008.03.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 578 647 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 14 907.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE03/01824**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 813 998.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/058545**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.11.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **15.07.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.09.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B60R 21/34** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0230341 **31.12.2002** **GB**

(73) Patentinhaber:

Autoliv Development AB, Vargarda, SE

(74) Vertreter:

Becker und Kollegen, 40878 Ratingen

(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, RO, SE, SI, SK,
TR**

(72) Erfinder:

**MATHEVON, Vincent, S-591 95 Motala, SE;
ERIKSSON, Patrik, S-591 72 Motala, SE; BILLOW,
Ulf, S-591 54 Sturefors, SE; ODENMO, Jan, S-352
55 Växjö, SE; KOZYREFF, Michel, F-76240
Bonsecours, FR**

(54) Bezeichnung: **AUFPRALLENDETEKTOR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Aufpralldetektor, insbesondere auf einen Aufpralldetektor zur Montage an einem Kraftfahrzeug, um eine besondere Art von Aufprall zu erfassen, wie beispielsweise einen Aufprall eines Fußgängers.

[0002] Es wurde vorgeschlagen, Kraftfahrzeuge, wie Autos, mit Sicherheitsvorrichtungen zu versehen, um einem Fußgänger, der von einem Fahrzeug getroffen wird, einen Grad von Schutz zu bieten. Eine Form einer solchen Sicherheitsvorrichtung umfasst ein aufblasbares Element mit sich über die A-Säule erstreckenden Abschnitten, die den Kopf des Fußgängers bei einem Aufprall auf die A-Säule des Fahrzeugs vor Verletzung bewahren sollen. Eine andere Form einer solchen Sicherheitsvorrichtung hebt den hinteren Teil der Motorhaube des Fahrzeugs an, um den Hauptbereich der Motorhaube vom darunter liegenden Motor fernzuhalten, um auf diese Weise die Motorhaube im Falle eines Auftreffens des Kopfes eines Fußgängers verformbar zu machen und so das Verletzungsrisiko zu mindern.

[0003] Daher besteht ein Bedarf an einem Aufpralldetektor, der einen Aufprall eines Fußgängers erfasst, um ein Steuersignal für eine solche Sicherheitsvorrichtung zu generieren.

[0004] Bei zuvor vorgeschlagenen Aufpralldetektoren wurden verschiedene Arten von Sensoren in der Stoßstange eines Kraftfahrzeugs, wie Beschleunigungsmesser, Verformungssensoren und Kraftsensoren eingesetzt. Liegen Signale von den Sensoren über oder unter vorbestimmten Schwellenwerten, wird ein Ausgangssignal zur Aktivierung einer Sicherheitsvorrichtung zum Schutz eines Fußgängers erzeugt.

[0005] Um einen Aufprall eines Fußgängers von dem eines leichteren Objektes, wie einem Vogel, unterscheiden zu können, sollte der Detektor in einer Unfallsituation, bei der ein Objekt getroffen wird, nur ein Signal erzeugen können, welches von einer Charakteristik des getroffenen Objekts, wie der Masse des Objekts, möglicherweise zusammen mit anderen bekannten und messbaren Parametern, wie der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, abhängig ist.

[0006] US2002/003 37 55 beschreibt einen Aufpralldetektor zur Erfassung und Bewertung eines Aufpralls und Generierung eines Ausgangssignals, wobei der Detektor mindestens einen Sensor aufweist, um eine von der Art des Aufpralls abhängige Variable zu sensieren, wobei der Sensor an einem oder in ein zur Montage an dem Frontteil eines Kraftfahrzeugs angepasstes Element montiert wird, wobei das Element einen verformbaren Teil mit einer vorbestimmten Steifigkeit aufweist und so gelegen ist, dass es

während eines Aufpralls verformt wird, wobei der Detektor einen Bewerter umfasst, der die Ausgabe des Sensors bewertet und ein Ausgangssignal generiert, wenn eine vorbestimmte Schwelle überschritten wird.

[0007] Die vorliegende Erfindung strebt an, einen verbesserten Aufpralldetektor bereitzustellen.

[0008] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Aufpralldetektor zur Erfassung und Bewertung eines Aufpralls und Generierung eines Ausgangssignals bereitgestellt, wobei der Detektor mindestens einen Sensor aufweist, um eine von der Art des Aufpralls abhängige Variable zu sensieren, wobei der Sensor auf oder in ein zur Montage auf den Frontteil eines Kraftfahrzeugs angepasstes Element montiert wird, wobei das Element einen verformbaren Teil mit einer vorbestimmten Steifigkeit aufweist und so gelegen ist, dass es während eines Aufpralls verformt wird, wobei die Steifigkeit gemäß mindestens einem Parameter variiert, wobei der Detektor eine Anordnung umfasst, die den mindestens einen Parameter misst, sowie einen Bewerter, der die Ausgabe des Sensors in Kombination mit dem Steifigkeitsgrad entsprechend dem mindestens einen Parameter, wie gemessen, bewertet, und ein Ausgangssignal generiert, wenn eine vorbestimmte Schwelle überschritten wird.

[0009] Vorzugsweise ist der Sensor ein Kraftsensor.

[0010] Vorteilhafterweise umfasst der Sensor mindestens einen an dem Element montierten Beschleunigungsmesser, wobei das Element mit nachgebenden Stützen versehen ist, mittels derer es am Frontteil eines Kraftfahrzeugs angebracht werden kann.

[0011] Zweckmäßigerweise umfasst der Sensor zwei der Beschleunigungsmesser und wobei das Element mit zwei der nachgebenden Stützen versehen ist, wobei jeder Beschleunigungsmesser auf oder in oder nahe der jeweiligen Stütze benachbart platziert ist.

[0012] Vorzugsweise umfasst der Sensor einen länglichen im Element montierten Sensor, wobei der Sensor so platziert ist, dass, wenn der verformbare Teil des Elements verformt wird, eine Kraft auf ihn wirkt.

[0013] Vorzugsweise ist der Sensor ein piezoelektrisches Kabel. Zweckmäßigerweise ist eine Vielzahl von piezoelektrischen Kabeln vorhanden. Vorzugsweise überlagern sich die piezoelektrischen Kabel teilweise. Vorteilhafterweise ist der Sensor mindestens ein Druckrohr. Zweckmäßigerweise ist eine Vielzahl von Druckrohren vorhanden. Vorzugsweise überlagern sich die Druckrohre teilweise.

[0014] Vorteilhafterweise besitzt jedes Druckrohr einen ungleichmäßigen Querschnitt, wobei ein Teil des

Querschnitts eine wesentliche vertikale Ausdehnung aufweist und ein Teil des Querschnitts eine geringere vertikale Ausdehnung aufweist. In einer praktischen Ausführungsform wird der Teil mit der wesentlichen vertikalen Ausdehnung vor dem Teil mit der geringeren vertikalen Ausdehnung angebracht, um am Frontteil eines Fahrzeugs montiert zu werden.

[0015] Zweckmäßigerweise ist jedes Druckrohr mit einer Lüftungsöffnung versehen.

[0016] Vorzugsweise ist der verformbare Teil des Elements aus einem verformbaren Schaummaterial gebildet.

[0017] Zweckmäßigerweise ist das oder jedes Druckrohr als ein Kanal innerhalb des Schaummaterials gebildet.

[0018] Vorteilhafterweise weist das Element einen im Wesentlichen starren Träger auf, wobei der Schaumstoff an dem Träger angebracht ist.

[0019] Zweckmäßigerweise ist das Element mit mindestens einem Kontaktsensor versehen, wobei der Detektor eine logische Anordnung aufweist, so dass das Ausgangssignal nur dann generiert wird, wenn eine Ausgabe durch den Bewerber bereitgestellt wird und eine Ausgabe von dem Kontaktsensor bereitgestellt wird.

[0020] Vorteilhafterweise wird eine Vielzahl von Kontaktsensorelementen bereitgestellt, wobei die logische Anordnung so aufgebaut ist, dass das Ausgangssignal nur dann generiert wird, wenn ein Ausgangssignal durch mindestens eines der Kontaktsensorelemente bereitgestellt wird.

[0021] Vorzugsweise umfasst der mindestens eine Parameter die Dicke des verformbaren Teils des Elements, wobei der verformbare Teil von ungleichmäßiger Dicke ist.

[0022] Vorteilhafterweise umfasst die Anordnung zur Messung dieses mindestens einen Parameters eine Anordnung zur Messung der Position des Aufprallpunktes und zur Bestimmung der Dicke des Elements in Übereinstimmung mit der Position des Aufprallpunktes.

[0023] Zweckmäßigerweise umfasst das Mittel zur Messung der Aufprallposition eine Anordnung zum Vergleich der auf die zwei Beschleunigungsmesser einwirkenden Beschleunigungen, sowie zur Ausführung eines Algorithmus.

[0024] Vorzugsweise wird ein Analysegerät bereitgestellt zur Analyse von Signalen von verschiedenen länglichen Kontaktsensoren, um zu bestimmen, welcher Sensor oder welche Kombination von Sensoren

das Signal bereitstellt sowie zur Bestimmung des Aufprallpunktes.

[0025] Vorteilhafterweise wird ein Analysegerät bereitgestellt zur Analyse von Signalen von verschiedenen Kontaktsensorelementen, um festzustellen, welches Kontaktsensorelement oder welche Kombination von Kontaktsensorelementen ein Signal bereitstellt, um die Position des Aufprallpunktes zu bestimmen.

[0026] Zweckmäßigerweise umfasst der mindestens eine Parameter die Temperatur und worin mindestens ein Temperaturfühler bereitgestellt wird, um die Temperatur zu fühlen.

[0027] In einer Ausführungsform, worin der Detektor ein Piezo-Kabel umfasst, ist der Temperaturfühler ein Analysegerät zur Analyse der Kapazität der Elektroden des Piezo-Kabels.

[0028] Vorzugsweise wird eine Vielzahl von Temperaturfühlern bereitgestellt.

[0029] Vorteilhafterweise wird die Identität des ein vom Bewerber verwendetes Ausgangssignal bereitstellenden Temperaturfühlers oder der Temperaturfühler durch die Mittel festgelegt, die die Position des Aufprallpunktes bestimmen.

[0030] Zweckmäßigerweise ist der Bewerber zusätzlich dazu konfiguriert, ein die Fahrzeuggeschwindigkeit vor dem Aufprall anzeigendes Signal zu bewerten und das Ausgangssignal nur dann zu generieren, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit mindestens einem Kriterium entspricht.

[0031] Vorteilhafterweise ist der Bewerber dazu konfiguriert, das Ausgangssignal nur dann zu generieren, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit eine erste relativ niedrige Schwelle überschreitet und unterhalb einer zweiten relativ hohen Schwelle liegt.

[0032] Vorzugsweise liegt die erste Schwelle bei 20 km/h und die zweite Schwelle bei 60 km/h.

[0033] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung stellt einen Detektor wie oben beschrieben bereit, bei Montage auf das Fahrgestell eines Fahrzeugs, wobei die Steifigkeit des Teils des Elements zwischen dem Sensor und dem Fahrgestell weniger als 1/10 der Gesamtsteifigkeit des Elements beträgt.

[0034] Vorteilhafterweise ist der Detektor dazu konfiguriert, ein Signal von einer die Gesamtverzögerung eines Fahrzeugs, worauf der Detektor montiert ist, anzeigenden Beschleunigungsmesserguppe zu empfangen, um das Ausgangssignal zu blockieren, wenn die Beschleunigung ein vorbestimmtes Kriterium erfüllt.

[0035] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung stellt einen Detektor wie oben beschrieben bereit, verbunden mit einer Fußgängerschutzvorrichtung, so dass das Ausgangssignal die Fußgängerschutzvorrichtung aktiviert.

[0036] Damit die Erfindung besser verstanden wird und weitere Merkmale davon anerkannt werden können, wird die Erfindung nun anhand eines Beispiels beschrieben unter Bezug auf die beigefügten Figuren, in denen:

[0037] Fig. 1 eine Diagrammdarstellung einer mit Sensoren in Form von Beschleunigungsmessern ausgestatteten Fahrzeugstoßstange ist.

[0038] Fig. 2 eine Ansicht einer mit einem sich über die ganze Breite der Stoßstange ausdehnenden Kraftsensor ausgestatteten Fahrzeugstoßstange ist,

[0039] Fig. 3 eine zu Erklärungszwecken bereitgestellte graphische Ansicht ist,

[0040] Fig. 4 eine weitere zu Erklärungszwecken bereitgestellte graphische Ansicht ist,

[0041] Fig. 5 noch eine weitere zu Erklärungszwecken bereitgestellte graphische Ansicht ist,

[0042] Fig. 6 eine horizontale Schnittansicht einer zwei Druckrohre umfassenden Fahrzeugstoßstange ist.

[0043] Fig. 7 eine Schnittansicht auf der Linie VII-VII der Fig. 6 ist,

[0044] Fig. 8 eine weitere Diagrammdarstellung einer Stoßstange ist, und

[0045] Fig. 9 eine Diagrammansicht einer in einem Blockdiagramm eingefassten Stoßstange ist.

[0046] Die Steifigkeit eines Elements, wie einer Fahrzeugstoßstange k ist wie folgt definiert

$$k = F/s$$

wobei F die Kraft ist, die auf einen bestimmten Punkt oder Bereich der Stoßstange in einer Aufprallsituation wirkt, und s die tatsächliche Verschiebung des Aufprallpunktes oder -bereiches ist. In einer Situation eines Aufpralls eines Objekts mit einer Masse m , mit der Geschwindigkeit unmittelbar vor dem Aufprall v des Fahrzeugs, worauf die Stoßstange montiert ist, und unter der Annahme, dass k eine Konstante sei,

$$s = v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)$$

[0047] Ist die Verformung nicht elastisch (welches als normal im Falle eines Fahrzeugunfalls angese-

hen werden könnte), gilt diese Gleichung für einen Zeitabschnitt t , wobei

$$t \leq \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

[0048] Daraus folgt

$$s = s_{max} = v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

[0049] Wird ein Beschleunigungsmesser eingesetzt, ist der Ausdruck für die Beschleunigung die zweite Ableitung von s :

$$a = v \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)$$

[0050] Die Kraft ist $F = k \cdot s$ und somit

$$F(t) = v \cdot \sqrt{k \cdot m} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \quad \text{für}$$

$$t \leq \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{und}$$

danach $F(t) = 0$.

[0051] Die oben ausgeführte mathematische Analyse bezieht sich lediglich auf den tatsächlichen Aufprallpunkt. Wird ein Sensor bereitgestellt, der hinter dem Aufprallpunkt liegt, wird das Signal mit einem Faktor gleich dem Quotienten aus der Gesamtsteifigkeit und der Steifigkeit hinter dem Sensor reduziert, das heißt, zwischen dem Sensor und dem Fahrgestell des Fahrzeugs, worauf das Element montiert ist. Die Steifigkeit vor dem Sensor sollte hoch sein und die Steifigkeit hinter dem Sensor sollte niedrig sein, um ein starkes Signal zu erhalten. Um das Verletzungsrisiko für einen Fußgänger zu minimieren, sollte jedoch die Steifigkeit vor dem Sensor niedrig sein. Ein guter Kompromiss kann erzielt werden, wenn die Steifigkeit des Sensors weniger als 1/10 der Gesamtsteifigkeit der Fahrzeugstoßstange beträgt.

[0052] Folglich muss verstanden werden, dass in der oben betrachteten Situation, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v unmittelbar vor dem Aufprall bekannt ist und wenn die Steifigkeit k der Stoßstange in dem Bereich, wo der Aufprall stattfindet, bekannt ist, die Masse m des Objektes, mit dem der Aufprall passiert, berechnet werden kann.

[0053] Natürlich kann, sobald die Masse m eines Objekts bestimmt wurde, dieser Wert in einem Algorithmus eingesetzt werden, um festzulegen, ob oder ob nicht das Steuersignal einer Sicherheitsvorrichtung zum Schutz eines Fußgängers generiert werden

soll oder nicht. Der Algorithmus kann natürlich auf anderen Parametern wie der absoluten Fahrzeuggeschwindigkeit beruhen, unter Berücksichtigung dessen, dass eine Sicherheitsvorrichtung zum Schutz eines Fußgängers nur dann als effektiv angesehen wird, wenn die Aufprallgeschwindigkeit mit dem Fußgänger höher als 20 km/h und geringer als 60 km/h ist. Die meisten heutigen Sicherheitsvorrichtungen zum Schutz von Fußgängern sollen keinen greifbaren Vorteilseffekt haben bei Fahrzeuggeschwindigkeiten geringer als 20 km/h und höher als 60 km/h.

[0054] Unter anfänglichem Bezug auf [Fig. 1](#) der beiliegenden Zeichnungen, ist eine Stoßstangen- oder Stoßfängeranordnung **1** auf dem Frontteil eines Fahrzeugs **2**, wie einem Kraftfahrzeug, mit zwei nachgebenden Stützen **3, 4** montiert, die jeweils benachbart zu einem entsprechenden Ende der Stoßstange platziert sind. Jede Stütze **3, 4**, kann die Form eines allgemein röhrenförmigen Gehäuses haben, das aus Material mit einer solchen Dicke gebildet wird, dass das Gehäuse zusammenfällt oder nachgibt während einer typischen Aufprallsituation mit einem Fußgänger. Jede Stütze muss auf diese Weise als eine „Crash-Box“ betrachtet werden.

[0055] Auf dem hinteren Teil der Stoßstange **1** sind zwei Beschleunigungsmesser **5, 6** montiert. Der Beschleunigungsmesser **5** ist in der „Crash-Box“ **3** angebracht und der Beschleunigungsmesser **6** ist in der „Crash-Box“ **4** angebracht, so dass die entsprechende Crash-Box den Beschleunigungsmessern einen Grad an Schutz bieten kann. Die Beschleunigungsmesser können jedoch auf den Crash-Boxen oder irgendwo benachbart zu den Crash-Boxen, möglicherweise innerhalb der Stoßstangenanordnung selbst, platziert sein. In der beschriebenen Ausführungsform ist jeder Beschleunigungsmesser auf der hinteren Seite des relativ steifen Trägers **7** montiert, der einen Teil der Stoßstange **1** bildet. Die Frontseite des Trägers **7** ist mit einer nachgebenden Abdeckung **8** versehen, die in der dargestellten Anordnung aus einem „Schaum“-block besteht, der an der Frontseite des Trägers **7** befestigt ist. Der Schaum ist ein nachgebender Schaum, wobei der Schaum von einheitlicher Struktur ist und so einen bekannten Grad an Steifigkeit aufweist. Der Schaum weist jedoch keine einheitliche Dicke auf, und somit hängt die absolute Steifigkeit des Schaums an jedem spezifischen Punkt von der Dicke des Schaums an diesem spezifischen Punkt ab.

[0056] Die Steifigkeit des Schaums an jedem spezifischen Punkt oder Position kann aus den Strukturdaten berechnet werden und die berechnete Steifigkeit kann in einem Speicher in Form einer „Nachschlagetabelle“ abgelegt werden. Wie noch aus der folgenden Beschreibung ersichtlich wird, ist es auf diese Weise möglich, die Position des Aufprallpunktes zu berechnen und dann die relevante Steifigkeit für die

se Position aus der „Nachschlagetabelle“ zu bestimmen.

[0057] Sollte ein Aufprall eines Fußgängers eintreten, so dass eine Kraft, wie vom Pfeil **F** angezeigt, auf einen spezifischen Punkt wirkt, wie Punkt **9** auf der Stoßstange, wenn dann die Distanz zwischen den beiden Beschleunigungsmessern l_0 ist, und die Distanz zwischen dem Aufprallpunkt **9** und dem ersten Beschleunigungsmesser **5** l_A ist, wird herausgefunden werden, dass der Beschleunigungsmesser **5** ein Ausgangssignal a_A bereitstellt und der zweite Beschleunigungsmesser **6** ein Ausgangssignal a_B bereitstellt, wobei das Ausgangssignal stellvertretend für eine Kraft F_A auf den ersten Beschleunigungsmesser **5** steht und eine Kraft F_B auf den zweiten Beschleunigungsmesser **6**, wobei $F = F_A + F_B$ ist. Die genaue Position des Punktes **9** bezogen auf die Beschleunigungsmesser **5** und **6** kann bestimmt werden, da

$$l_A \approx \frac{l_0 \cdot a_B}{a_A + a_B}$$

[0058] Ist die genaue Position **9**, an der der Aufprall stattfand, durch Analyse der Ausgangssignale a_A und a_B der Beschleunigungsmesser **5** und **6** bestimmt, kann die Steifigkeit des Schaumes **8** an dieser Position unter Verwendung gespeicherter Daten über die Stoßstange bestimmt werden und folglich kann, beruhend auf der oben ausgeführten mathematische Analyse, die Masse des aufprallenden Objektes bestimmt werden. Somit beruht der verwendete Algorithmus auf der Steifigkeit k des Schaums sowie auf der Steifigkeit der „Crash-Boxen“ **3** und **4**. Auf diese Weise wird die Steifigkeit der Elemente vor und hinter den Sensoren genutzt.

[0059] [Fig. 2](#) zeigt eine Stoßstange **11**, die am Frontteil des Fahrzeugs **12** mittels nachgebender den gegenüberliegenden Enden der Stoßstange **11** benachbart platzierten Stützen oder „Crash-Boxen“ **13, 14** des oben beschriebenen Typs montiert ist. Die Stoßstange weist einen im Wesentlichen starren Träger **15** auf, der sich zwischen den Stützen **13** und **14** erstreckt, und das Schaumelement **16**, das am Frontteil des Trägers angebracht ist. Zwischen dem Schaumelement und dem Träger befindet sich ein Sensorelement **17**, wobei das Sensorelement entweder in Form eines Druckrohrs oder eines Piezo-Kabels vorliegt. Der Sensor reagiert auf die auf die Stoßstange einwirkende Gesamtkraft, ungeachtet des genauen Punktes, an dem die Kraft wirkt.

[0060] Ein Druckrohr ist ein Rohr mit nachgebenden Wänden und es enthält ein Gas oder eine Flüssigkeit. Das Gas oder die Flüssigkeit steht in Verbindung mit einem Drucksensor. Wirkt eine Kraft auf das Rohr ein und wird es dabei verformt, steigt der Druck des Gases oder der Flüssigkeit, und dieser Druckanstieg wird vom Drucksensor sensiert.

[0061] Ein Piezo-Kabel ist ein längliches Kabel mit einem länglichen piezoelektrischen Material zwischen zwei länglichen Elektroden. Piezoelektrisches Material ist ein Material, das, wenn es komprimiert wird, ein elektrisches Potential auf davon gegenüberliegenden Flächen erzeugt. Auf diese Weise ist das Kabel so ausgelegt, dass, wenn eine Kraft auf das Kabel wirkt, ein Potential erzeugt wird, und dieses Potential kann sensiert werden. Im piezoelektrischen Material wird ein dielektrisches Material mit guten piezoelektrischen Eigenschaften eingesetzt.

[0062] Bei manchen Formen des Piezo-Kabels, wird das piezoelektrische Material in eine Vielzahl von kleinen Segmenten geteilt, wobei einzelne Elektroden mit jedem Segment verbunden sind, so dass eine vom Piezo-Kabel erzeugte Ausgabe automatisch den genauen Punkt der auf das Kabel einwirkenden Kraft anzeigt. Auf diese Weise kann ein solches Kabel unmittelbar den Aufprallpunkt feststellen. Werden jedoch Druckrohre eingesetzt, kann das Druckrohr in separate Segmente, die sich überlagern könnten, geteilt werden, oder es kann alternativ ein separater Positionssensor zur Bestimmung der Position des Aufpralls verwendet werden, da in der dargestellten Ausführungsform der Schaum **16** nicht von gleichmäßiger Dicke ist und somit keine einheitliche gesamte Steifigkeitscharakteristik aufweist, und es wird, wie in der vorher beschriebenen Ausführungsform, angemessen sein, die Position des Aufpralls so zu bestimmen, dass die relevante Steifigkeit für den Aufprallpunkt aus den auf die Stoßstange bezogenen gespeicherten Daten bestimmt werden kann.

[0063] Wird die effektive Steifigkeit k_1 an einem im Wesentlichen zentralen Punkt der Stoßstange aus [Fig. 2](#) (wo der Schaum ziemlich dick ist) betrachtet, beruht die effektive Steifigkeit k_1 auf der Steifigkeit k_{1f} an dem im Wesentlichen zentralen Punkt sowie auch auf der Steifigkeit k_{1b} des Trägers **15** an dem relevanten im Wesentlichen zentralen Punkt und kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$k_1 = k_{1f} + k_{1b}$$

[0064] Da der Träger an der Position zwischen den Stützen **13**, **14** „weicher“ ist, ist die effektive Steifigkeit k_{1b} des Trägers an einem Punkt zwischen den Stützen niedriger als die effektive Steifigkeit k_{2b} des Trägers benachbart einer der Stützen **13**. Es muss auch angemerkt werden, dass k_{1f} wesentlich niedriger als k_{2f} , ein Punkt benachbart der Stütze **13**, da der Schaum an den dickeren Stellen „weicher“ ist.

[0065] Wendet man sich nun [Fig. 3](#) zu, werden verschiedene Plots erfasster Kraftereinwirkung gegenüber der Zeit für verschiedene Kombinationen von m , k , und v gezeigt. Wie zuvor erwähnt wurde, wird eine konstante Steifigkeit ($k = F/s$) der Strukturen und Ma-

terialien angenommen:

$$F(t) = v \sqrt{k \cdot m} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)$$

$$\text{für } t < \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

[0066] Die erste in [Fig. 3](#) aufgezeichnete Linie, nämlich Linie **21**, zeigt eine typische Kraft-Zeit-Linie eines Aufpralls eines Objektes mit einer Masse m_1 mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit v_1 , den zentralen Teil des Trägers aus [Fig. 2](#), wobei die effektive Steifigkeit k_1 ist. Die Linie steigt stetig bis zu einem Maximum und fällt dann plötzlich am Ende der Aufprallsituation ab. Die Linie **22** zeigt eine ähnliche Situation wie die Linie **21**, aber die Geschwindigkeit v_2 ist erhöht worden. Es wird erkannt, dass die Linie einen steileren Anfangsweg aufweist und bis zu einer höheren Maximalkraft ansteigt, aber zu einem im Wesentlichen gleichen Zeitpunkt wie die Linie **21** endet.

[0067] Die Linie **23** zeigt die bei der Fahrzeuggeschwindigkeit v_1 wirkende Kraft für einen Aufprall eines Objektes mit der Masse m_1 im Bereich einer wie in [Fig. 2](#) gezeigten effektiven Steifigkeit k_2 , benachbart der Stütze **13** der Stoßstange **11**. Wieder ist die Gesamtform der Linie ähnlich der oben beschriebenen, wobei die Linie bis zu einer Maximalkraft ansteigt und dann plötzlich endet. Die Maximalkraft ist jedoch niedriger als bei den Linien **21** oder **22**, aber der Zeitpunkt, an dem die Kraft abfällt, tritt im Vergleich zum Beginn der Kraftereinwirkung später ein.

[0068] Schließlich zeigt die Linie **24** die Kraft bei einem Aufprall bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit v_1 eines Objektes mit der Masse m_2 , wobei m_2 größer ist als m_1 , wieder im Bereich einer effektiven Steifigkeit k_2 . Die Linie **24** steigt bis zu einem Maximum stetig an und endet dann abrupt. Das Maximum liegt jedoch höher als das Maximum der Linie **23**, und das Ende der Kraftereinwirkung tritt zu einem späteren Zeitpunkt als in Linie **23** ein.

[0069] Wendet man sich nun [Fig. 4](#) zu, ist es möglich, eine Gruppe von Kriterien für die Generierung des Steuersignals für die Sicherheitsvorrichtung anzuwenden, einschließlich der Masse des Objekts und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

[0070] [Fig. 4](#) ist eine graphische Figur, die einen Plot zwischen der einwirkenden Kraft und der absoluten Fahrzeuggeschwindigkeit anzeigt. Wie zuvor erwähnt, kann es angemessen sein, einen vorbestimmten Bereich an Fahrzeuggeschwindigkeiten auszuwählen, so dass das Steuersignal nur dann generiert wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit vor dem Aufprall innerhalb dieses ausgewählten Bereiches liegt. In [Fig. 4](#) wurde der Bereich von 20 km/h bis 60

km/h gewählt, es ist aber eine willkürliche Auswahl. Wird ein Aufprall erfasst, während das Fahrzeug innerhalb des Geschwindigkeitsbereiches fährt, sollte das Steuersignal nur dann generiert werden, wenn die Kraft F eine Schwelle überschreitet.

$$F_1 \geq v \cdot \sqrt{k \cdot m_1}$$

wobei m_1 die untere Grenze der Masse des Beins eines Fußgängers ist.

[0071] Folglich ist es möglich, eine Linie mit einer Steigung

$$\frac{dF_1}{dv} = \sqrt{k \cdot m_1}$$

zu zeichnen und eine solche Linie wurde in dem Graphen als Linie **30** aufgetragen. Somit sollte dann ein Ausgangssignal generiert werden, wenn die Masse eines Objektes, das während einem beliebigen spezifischen Aufprall getroffen wird, so groß ist, dass eine im Bereich **31** und über der Linie **30** liegende Kraft erzeugt wird.

[0072] Wird ein Schaum oder ein äquivalentes Material eingesetzt, wird mindestens ein Teil des Weges von der Position des Aufprallpunktes zum Fahrgestell des Fahrzeugs eine von der Temperatur abhängige Steifigkeit k aufweisen, da normalerweise Schaum bei einem niedrigeren k -Wert und steigender Temperatur weicher wird.

[0073] Für viele Materialien oder Strukturen ist die Steifigkeit k nicht unabhängig von s , a oder F . Die Steifigkeit k kann auch von v abhängen.

[0074] Wenn zum Beispiel $F = f_1(k, v, m)$ ist, wobei $k = f_2(F, v, T)$, dann könnte F als neue Funktion von f_3 beschrieben werden.

[0075] $F = f_3(T, v, m)$, wobei f_3 unabhängig von F ist. Der Einfachheit halber wird angenommen, dass für diese Analyse k unabhängig von der Aufprallposition ist.

[0076] [Fig. 5](#) zeigt verschiedene Plots von $F(t)$ für den in Stoßstangen eingesetzten Schaum für verschiedene T -Werte und somit verschiedene k -Werte, aber mit denselben Werten für v und m .

[0077] Die erste in [Fig. 5](#) erscheinende Linie **40** zeigt den Effekt bei einer relativ niedrigen Temperatur T_1 und somit bei einer relativ hohen Steifigkeit k_1 . Die für die Vollendung dieses dargestellten Kreislaufs benötigte Gesamtzeit ist relativ kurz. Bei einer höheren Temperatur T_2 und somit einer, wie in Linie **41** gezeigten, geringeren Schaumsteifigkeit k_2 , ist die benötigte Gesamtzeit viel länger, aber die Maximalkraft ist niedriger als in Linie **40**. Das Integral der Linie **40** (d.h. der Bereich unter der Kurve) ist gleich dem der

Linie **41**.

[0078] Wendet man sich nun den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) der beiliegenden Zeichnungen zu, wird eine weitere Stoßstange **51** dargestellt, die an dem Fahrgestell **52** eines Fahrzeugs mittels zweier nachgebender Stützen, die die Form von „Crash-Boxen“ **53**, **54** aufweisen können, montiert ist. Die Stoßstange ist mit einem relativ steifen hinteren Träger **55** ausgestattet und trägt an ihrer Frontseite ein Schaumelement **56**. Das Schaumelement **56** der dargestellten Ausführungsform hat in sich einen aus zwei benachbarten Druckrohren **57**, **58** bestehenden Kanal gebildet. Die Druckrohre sind identisch, und somit wird nur das Druckrohr **58** beschrieben. Das Druckrohr **58** umfasst ein längliches Rohr, wobei ein Drucksensor **59** im Rohr gelagert ist, der eine Ausgabe auf einer Ausgabebzuleitung **60** an einen Prozessor **61** bereitstellt. Jedes Rohr kann ein im Schaummaterial gebildeter Kanal sein. Die Wände des Kanals können versiegelt sein und eine solche Versiegelung wird dann notwendig, wenn der Schaum ein offenzelliger Schaum ist. Das Rohr ist mit einer Lüftungsöffnung **61** in die Atmosphäre versehen, so dass das Rohr normalerweise atmosphärischen Druck enthält. Wie in [Fig. 7](#) klar erkennbar ist, weist das Innere des Rohrs keinen einheitlichen Querschnitt auf, stattdessen besitzt es einen „trapezförmigen“ Querschnitt, wobei der Querschnitt eine wesentliche Ausdehnung zum vordersten Ende der Stoßstange aufweist und einen verengenden Schnitt zum hinteren Ende der Stoßstange hin. Der Grund dafür liegt darin, dass, wenn ein solches Rohr komprimiert wird, die Volumenänderung in dem Teil des Rohrs mit der größeren „Höhe“ beträchtlich ist bezogen auf das Gesamtvolumen der Kammer.

[0079] Es wird bevorzugt, eher zwei oder mehr einzelne Rohre zu verwenden, als ein einzelnes Rohr, da die effektive Volumenverringerng im Vergleich zum Gesamtvolumen in jeder spezifischen Aufprallsituation bei einem sich nur über einen Teil der Länge der Stoßstange erstreckenden dünnen Rohr viel größer ist, als bei einem längeren sich über die gesamte Länge der Stoßstange erstreckenden Rohr. Wird eine Vielzahl von Rohren durch „Überlagern“ der Rohre verwendet, kann es möglich sein, den Aufprallpunkt dadurch zu bestimmen, indem festgestellt wird, welche Rohre einem Druckanstieg ausgesetzt waren, und somit kann der Effekt der Schaumdicke am Aufprallpunkt in Betracht gezogen werden. Ein ähnlicher Effekt kann durch „Überlagern“ einer Vielzahl von Piezo-Kabeln des oben erörterten Typs erreicht werden.

[0080] Es wird überlegt, dass es in bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung von Vorteil wäre, eine unabhängige „Scharfschaltungs“-anordnung zu besitzen, die betätigt werden muss, bevor das Steuersignal zum Auslösen der Si-

cherheitsvorrichtung generiert werden kann.

[0081] Solch eine Anordnung wird das Risiko mindern, dass das Steuersignal in einer unpassenden Situation, bedingt durch beispielsweise ein einzelnes falsches elektrisches Signal, generiert wird.

[0082] [Fig. 8](#) zeigt eine Stoßstange **71** die an dem Fahrgestell **72** eines Fahrzeugs mittels zweier nachgebender Stützen **73**, **74**, die die Form von an den Enden der Stoßstange **71** benachbart gelagerten „Crash-Boxen“ aufweisen können, montiert ist. Die Stoßstange **71** umfasst einen Träger **75**. An der Frontseite des Trägers **75** befindet sich ein aus nachgebendem Schaum gebildeter Körper **76**. In dem Schaumkörper ist ein Kraftsensor **77** in Form eines oder mehrerer Druckrohre, oder in Form eines oder mehrerer Piezo-Kabel enthalten. Der Sensor **77** stellt ein schematisch als Ausgabe **78** gezeigtes Ausgangssignal bereit.

[0083] Vor dem Sensor **77** ist ein völlig separater und unabhängiger Kontaktsensor **79** angeordnet. Der Kontaktsensor **79** kann einfach zwei elektrisch leitfähige Folien umfassen, die anfangs in dem Schaum in einer sehr kurzen Entfernung voneinander liegen. Sollte eine beliebige Kraft auf den Schaum **76** einwirken, werden die Folien in elektrischen Kontakt gebracht und somit werden effektiv die mit den zwei Folien verbundenen elektrischen Leitungen **80**, **81** „kurzgeschlossen“. Andere Formen von Kontaktsensoren können eingesetzt werden, und es wird verstanden werden, dass, bevor das Steuersignal erzeugt werden kann, erstens der Kontaktsensor **79** einen Kontakt sensieren muss, und dass zweitens in der oben beschriebenen Art bestimmt werden muss, dass die Masse des aufprallenden Objektes die entsprechenden Kriterien erfüllt. Der Kontaktsensor kann sich überlagernde Kontaktsensorelemente enthalten, die bei der Bestimmung der Position des Aufprallpunktes helfen sollen, wie weiter unten ausführlicher beschrieben wird.

[0084] In Berechnungen zur Bestimmung der Masse eines auf die Stoßstange auftreffenden Objektes wird Bezug genommen auf das Beruhen auf der effektiven Steifigkeit des eine Stoßstange formenden Materials sowie der Steifigkeit der Halterungen, die die Stoßstange in Position halten. Die Steifigkeit des die Stoßstange bildenden Materials kann von der Temperatur abhängen. Auf diese Weise ist in der in [Fig. 8](#) gezeigten Stoßstange ein Temperaturfühler **82** in dem eine Ausgabe **83** bereitstellenden Schaumkörper eingebaut, und die Ausgabe **83** kann in einen Prozessor weitergeleitet werden, so dass durch beliebige Berechnungen bezogen auf die Steifigkeit des Schaumkörpers entsprechende Einstellungen in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Temperatur vorgenommen werden können. In einer wie oben beschriebenen Ausführungsform mit einem Piezo-Ka-

bel, kann jedoch die als Funktion der Temperatur variierende Kapazität der Elektroden des Kabels gemessen und analysiert werden, um ein stellvertretend für die Temperatur stehendes Signal bereitzustellen.

[0085] [Fig. 9](#) stellt ein vollständiges operatives System dar, das eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung bildet.

[0086] [Fig. 9](#) zeigt eine Stoßstange **100**, die an einem Fahrzeug in der oben erörterten Art unter Verwendung zweier nachgebender Stützen in Form von an den Enden der Stoßstange benachbart gelagerten „Crash-Boxen“ montiert ist. Die Stoßstange **100** umfasst einen relativ starren Träger **101**, an dessen Frontseite ein Schaumkörper **102** angebracht ist. Ein Kraftsensor **103** wird zwischen dem Schaumkörper **102** und dem Träger **101** bereitgestellt, der in Form einer Vielzahl von Druckrohren oder eines Piezo-Kabels vorliegen kann. In der Ausführungsform der [Fig. 9](#) werden drei längliche und sich überlagernde Kontaktsensoren **104**, **105**, **106** bereitgestellt. Die Kontaktsensoren **104**, **105**, **106** sind im Schaumkörper **102** vor dem Kraftsensor **103** angeordnet. Die am weitesten hinten liegenden Kontaktsensoren **104**, **106** sind von einander beabstandet und der vordere Kontaktsensor **105** überlagert im Wesentlichen jeweils zur Hälfte jeden der Kontaktsensoren **104**, **106** und erstreckt sich auch auf den Raum zwischen den Kontaktsensoren **104** und **106**. Durch diese relativ einfache Anordnung können fünf einzelne Kontaktzonen unter Verwendung von nur drei Sensoren identifiziert werden.

[0087] Wie erkannt werden kann, wird nur der Kontaktsensor **104** einen Kontakt sensieren, wenn ein Aufprall, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, auf die äußerste linke Seite der Stoßstange erfolgt. Erfolgt der Aufprall leicht weiter rechts, wo der Sensor **104** den Sensor **105** überlagert, werden beide Sensoren den Aufprall erfassen. Erfolgt der Aufprall noch weiter rechts, wird nur der mittlere Sensor **105** den Aufprall erfassen, es sei denn, der Aufprall erfolgt an einem Punkt, wo der Sensor **105** den Sensor **106** überlagert, wobei dann beide Sensoren den Aufprall erfassen. Schließlich, sollte der Aufprall an der äußersten rechten Seite der Stoßstange erfolgen, wird nur der Sensor **106** den Aufprall erfassen. Die Sensoren **104**, **105**, **106** sind alle mit einer Bewertereinheit **107** verbunden, die feststellt, welcher Sensor oder welche Kombination von Sensoren einen Kontakt sensiert haben und ein entsprechendes, den Aufprallpunkt anzeigendes Ausgangssignal an den Prozessor **108** bereitstellt, der einen Algorithmus des Fußgängeraufpralls ausführt. Der Prozessor **108** ist so konfiguriert, dass er die effektive Steifigkeit des Schaums in der relevanten Zone aus einer in einem Speicher abgelegten „Nachschlagetabelle“ bestimmt. Sensiert einer der Kontaktsensoren einen Kontakt, wird ein Scharf-

schaltungssignal an eine logische Komponente in Form eines sperrenden „UND-Gatters“ **109** bereitgestellt, das auch eine Eingabe von dem Prozessor **108** empfängt.

[0088] In der dargestellten Ausführungsform werden innerhalb der Stoßstange eine Vielzahl von Temperaturfühler **110**, **111**, **112** bereitgestellt. Die Temperaturfühler fühlen die Temperatur in verschiedenen Bereichen des Schaumkörpers **102**. Das Ausgangssignal der Bewertereinheit **107** wird an eine Temperaturschleifeinheit **113** weitergegeben, die Signale von den drei Temperaturfühler **110**, **111**, und **112** empfängt. Die Temperatur eines entsprechenden Temperaturfühlers oder einer Kombination von Temperaturfühler, wird in Abhängigkeit der Bestimmung des Aufprallpunktes durch die Bewertereinheit **107** von der Temperaturschleifeinheit **113** an den Algorithmus für den Fußgängeranstoß ausführenden Prozessor **108** weitergegeben. Die tatsächliche Temperatur kann zum entsprechenden Einstellen des ausgewählten Steifigkeitswertes verwendet werden.

[0089] Der Prozessor **108** empfängt von der Tachometereinheit **114** auch eine Eingabe, welche die unmittelbar vor dem Aufprall vorhandene Fahrzeuggeschwindigkeit anzeigt.

[0090] In der Ausführungsform der [Fig. 9](#) wird ein weiterer Beschleunigungsmesser **115** bereitgestellt, der auf das Hauptfahrgerüst des Fahrzeugs, vorzugsweise an einer zentralen Stelle montiert ist. Der Beschleunigungsmesser **115** reagiert daher auf die Gesamtbeschleunigung des Fahrzeugs, und dieser Beschleunigungsmesser wird, wie noch klarer ersichtlich wird, dazu verwendet, festzustellen, ob das Fahrzeug in einen Aufprall mit einem sehr schweren Objekt, wie einem anderen Fahrzeug involviert war, in welchem Falle es nicht angebracht wäre, die Sicherheitsvorrichtung zum Schutz eines Fußgängers auszulösen.

[0091] Die Ausgabe des Beschleunigungsmessers **115** wird in einen Integrator **116** eingeschlossen, um ein Signal bereitzustellen, welches stellvertretend für die Gesamtänderung der Geschwindigkeit in einem vorbestimmten Zeitabschnitt ist.

$$\int_{t_0}^t a_c \cdot dt$$

[0092] Die Ausgabe des Integrators wird in den Diskriminator **117** eingegeben. Der Diskriminator soll feststellen, ob die Änderung der Geschwindigkeit so groß ist, dass ein Aufprall mit einem viel schwereren Objekt als ein Fußgänger erfolgt ist. Stellt der Diskriminator **117** fest, dass die Änderung der Geschwindigkeit eine vorbestimmte Schwelle überschreitet, was anzeigen könnte, dass ein Aufprall mit einem viel schwereren Objekt als ein Fußgänger erfolgt ist, wird

ein Signal auf Leitung **118** erzeugt, das das UND-Gatter sperrt und auf diese Weise eine Generierung des Steuersignals auf der Ausgabeseite des UND-Gatters verhindert.

[0093] Anstelle einer Berechnung der Gesamtänderung der Geschwindigkeit kann ein Tiefpassfilter auf das Beschleunigungssignal angewendet werden, oder es kann ein „Gleitfenster“-Mittelwert berechnet werden, wobei dies der Mittelwert zu jedem Zeitpunkt eines vorangehenden vorbestimmten Zeitabschnitts ist.

$$\frac{1}{\Delta t} \int_{t-\Delta t}^t a_c \cdot dt$$

[0094] Die Ausgabe des UND-Gatters **109** wird an die Sicherheitsvorrichtung in Form eines Fußgänger-schutzsystems bereitgestellt.

[0095] Es muss daher anerkannt werden, dass bei Eintritt eines Aufpralls, welcher eine Kraffteinwirkung auf einen Teil der Stoßstange **100** zur Folge hat, anfangs eine Kraft durch einen oder mehrere der Kontaktsensoren **104**, **105**, **106** erfasst wird, wodurch die Bewertereinheit **107** den Bereich bestimmen kann, an dem die Stoßstange getroffen wurde und diese Information an den Prozessor **108** weitergeben kann und auch ein Scharfschaltungssignal an das UND-Gatter **109** bereitstellen kann. Die Bewertereinheit **107** wird auch in der Lage sein, ein entsprechendes Signal an die Temperaturschleifeinheit **113** weiterzugeben, damit ein entsprechendes Temperatursignal an den Prozessor **108** weitergegeben werden kann.

[0096] Die Kraft des Aufpralls wird vom Kraftsensor **103** gemessen und die entsprechende Kraft wird an den Prozessor **108** weitergegeben. Der Prozessor **108** empfängt auch die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit von der Tachometereinheit **114**. Unter Einsatz der oben beschriebenen Techniken kann der Prozessor **108** die aufgeprallte Masse des Objektes bestimmen. Auf diese Weise wirkt der Prozessor **108** als Bewerter, um die Ausgabe des Sensors zu bewerten und zusammen mit der bestimmten Steifigkeit des Schaums am Aufprallpunkt die Masse des in den Aufprall verwickelten Objektes zu berechnen. Überschreitet die Masse eine vorbestimmte Schwelle, wird ein Ausgangssignal an das UND-Gatter **109** weitergegeben. Wird das UND-Gatter **109** nicht durch ein Signal auf der Linie **118** gesperrt, welches nur vorhanden ist, wenn der Beschleunigungsmesser **115**, der Integrator **116** und der Diskriminator **117** festgestellt haben, dass ein Aufprall mit einem sehr schweren Objekt wie einem anderen Fahrzeug stattgefunden hat, läuft das Steuersignal vom UND-Gatter **109** zur Sicherheitsanordnung zum Schutz eines Fußgängers, die dann aktiviert wird.

[0097] Aus dem Vorhergehenden wird ersichtlich, dass ein Sensor, wie ein am Frontteil eines Fahrzeugs montierter Beschleunigungsmesser oder Kraftsensor dazu eingesetzt werden kann, um sowohl leichtere, als auch schwerere Objekte zu unterscheiden, aber eher geeignet ist, leichtere Objekte zu unterscheiden, da der Sensor bei einem Aufprall eines schweren oder sehr starren Objekts beschädigt werden kann. Es muss verstanden werden, dass eine Fußgängerschutzvorrichtung der Art, bei welcher die Motorhaube angehoben wird, bei einem schweren Zusammenstoß nicht aktiviert werden sollte, da bei einem solchen schweren Zusammenstoß die Motorhaube die Windschutzscheibe durchschlagen könnte. Auf diese Weise ist es für einen Detektor der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wünschenswert, ein Ausgangssignal bereitzustellen, wenn ein Aufprall sensiert wird, aber nur, wenn der Aufprall mit einem Objekt mit einer über einer vorbestimmten Schwelle liegenden Masse stattfindet und nur, wenn der Aufprall nicht Teil einer ernststen Unfallsituation ist.

[0098] In der vorliegenden Patentschrift bedeutet „umfasst“ „weist auf oder besteht aus“ und „umfassend“ meint „aufweisend oder bestehend aus“.

Patentansprüche

1. Aufpralldetektor zur Detektion und Bewertung eines Aufpralls und Erzeugung eines Ausgangssignals, wobei der Detektor mindestens einen Sensor (5, 6, 17, 77, 79) aufweist, um eine von der Art des Aufpralls abhängige Variable zu sensieren, wobei der Sensor (5, 6, 17, 77, 79) auf oder in ein zur Montage auf den Frontteil eines Kraftfahrzeugs (2, 12, 52, 72) angepasstes Element (1, 11, 51, 71) montiert ist wobei das Element einen verformbaren Teil mit einer vorbestimmten Steifigkeit aufweist und so positioniert ist, dass es während eines Aufpralls verformt wird, wobei die Steifigkeit gemäß mindestens einem Parameter variiert, wobei der Detektor eine Anordnung umfasst, die den mindestens einen Parameter misst, sowie einen Bewerter, der die Ausgabe des Sensors (5, 6, 17, 77, 79) in Kombination mit dem Steifigkeitsgrad entsprechend dem mindestens einen Parameter, wie gemessen, bewertet, und ein Ausgangssignal erzeugt, wenn eine vorbestimmte Schwelle überschritten wird.

2. Detektor nach Anspruch 1, bei welchem der Sensor (5, 6, 17, 77, 79) ein Kraftsensor (77) ist.

3. Detektor nach Anspruch 1, bei welchem der Sensor (5, 6, 17, 77, 79) mindestens einen an dem Element (1, 11, 51, 71) montierten Beschleunigungsmesser (5, 6) umfasst, wobei das Element mit nachgebenden Stützen (3, 4) versehen ist, mittels derer es am Frontteil eines Kraftfahrzeugs angebracht werden kann.

4. Detektor nach Anspruch 3, bei welchem der Sensor zwei Beschleunigungsmesser (5, 6) umfasst und bei welchem das Element (1, 11, 51, 71) mit zwei nachgebenden Stützen (3, 4) versehen ist, wobei jeder Beschleunigungsmesser (5, 6) auf oder in oder nahe der jeweiligen Stütze (3, 4) platziert ist.

5. Detektor nach Anspruch 2, bei welchem der Sensor (5, 6, 17, 77, 79) einen länglichen im Element montierten Sensor (17, 77, 79) umfasst, wobei der Sensor so platziert ist, dass wenn der verformbare Teil des Elements verformt wird, eine Kraft auf ihn wirkt.

6. Detektor nach Anspruch 5, bei welchem der Sensor (17) ein piezoelektrisches Kabel ist.

7. Detektor nach Anspruch 6, bei welchem eine Vielzahl von piezoelektrischen Kabeln vorhanden ist.

8. Detektor nach Anspruch 7, bei welchem sich die piezoelektrischen Kabel teilweise überlagern.

9. Detektor nach Anspruch 5, bei welchem der Sensor mindestens ein Druckrohr (57, 58) ist.

10. Detektor nach Anspruch 9, bei welchem eine Vielzahl von Druckrohren (57, 58) vorhanden ist.

11. Detektor nach Anspruch 10, bei welchem sich die Druckrohre teilweise überlagern.

12. Detektor nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei welchem jedes Druckrohr (57, 58) einen ungleichmäßigen Querschnitt besitzt, wobei der vordere Teil des Querschnitts eine wesentliche vertikale Ausdehnung aufweist und der hintere Teil des Querschnitts eine geringere vertikale Ausdehnung aufweist.

13. Detektor nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei welchem jedes Druckrohr (57, 58) mit einer Lüftungsöffnung (62) versehen ist.

14. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der verformbare Teil des Elements aus einem verformbaren Schaummaterial (16, 56) gebildet ist.

15. Detektor nach Anspruch 14 soweit abhängig von einem der Ansprüche 9 bis 13, bei welchem das oder jedes Druckrohr (57, 58) als ein Kanal innerhalb des Schaummaterials (56) ausgebildet ist.

16. Detektor nach Anspruch 14, bei welchem das Element einen im Wesentlichen starren Träger (7, 15, 55, 75) enthält, wobei der Schaumstoff an dem Träger angebracht ist.

17. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Element (71) mit min-

destens einem Kontaktsensor (**79**) versehen ist, wobei der Detektor eine logische Anordnung aufweist, so dass das Ausgangssignal nur dann erzeugt wird, wenn eine Ausgabe durch den Bewerber bereitgestellt wird und eine Ausgabe von dem Kontaktsensor bereitgestellt wird.

18. Detektor nach Anspruch 17, bei welchem eine Vielzahl von Kontaktsensorelementen (**104, 105, 106**) bereitgestellt ist, wobei die logische Anordnung so aufgebaut ist, dass das Ausgangssignal erzeugt wird, wenn ein Ausgangssignal durch mindestens eines der Kontaktsensorelemente bereitgestellt wird.

19. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der mindestens eine Parameter die Dicke des verformbaren Teils (**8**) des Elements (**1**) umfasst, wobei der verformbare Teil von ungleichmäßiger Dicke ist.

20. Detektor nach Anspruch 19, bei welchem die Anordnung zur Messung dieses mindestens einen Parameters eine Anordnung zur Messung der Position des Aufprallpunktes und zur Bestimmung der Dicke des Elements in Bezug auf die Position des Aufprallpunktes umfasst.

21. Detektor nach Anspruch 20 soweit abhängig von Anspruch 4, bei welchem das Mittel zur Messung der Aufprallposition (**9**) eine Anordnung zum Vergleich der auf die zwei Beschleunigungsmesser (**5, 6**) einwirkenden Beschleunigungen sowie zur Ausführung eines Algorithmus umfasst.

22. Detektor nach Anspruch 20 soweit abhängig von den Ansprüchen 8 bis 11, bei welchem ein Analysegerät bereitgestellt wird zur Analyse von verschiedenen länglichen Kontaktsensoren (**104, 105, 106**), um zu bestimmen, welcher Sensor oder welche Kombination von Sensoren ein Signal bereitstellt, um den Aufprallpunkt zu bestimmen.

23. Detektor nach Anspruch 20 soweit abhängig von Anspruch 18, bei welchem sich die Mehrzahl von Kontaktsensorelementen (**104, 105, 106**) teilweise überlagern und ein Analysegerät bereitgestellt ist, zur Analyse von Signalen verschiedener Druckrohre, um festzustellen, welche Kontaktsensorelemente oder Kombination von Kontaktsensorelementen ein Signal ist, um die Position des Aufprallpunktes zu bestimmen.

24. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der mindestens eine Parameter die Temperatur umfasst und bei welchem mindestens ein Temperaturfühler (**82, 111**) bereitgestellt ist, um die Temperatur zu fühlen.

25. Detektor nach Anspruch 24 soweit abhängig

von Anspruch 6, bei welchem der Temperaturfühler (**82, 111**) ein Analysegerät zur Analyse der Kapazität der Elektroden des Piezo-Kabels ist.

26. Detektor nach Anspruch 24, bei welchem eine Vielzahl von Temperaturfühlern bereitgestellt ist.

27. Detektor nach Anspruch 26 soweit abhängig von Anspruch 20, bei welchem die Identität des ein vom Bewerber verwendetes Ausgangssignal bereitstellenden Temperaturfühlers oder der Temperaturfühler durch die Mittel festgelegt ist, die die Position des Aufprallpunktes bestimmen.

28. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Bewerber zusätzlich dazu konfiguriert ist, ein die Fahrzeuggeschwindigkeit vor dem Aufprall anzeigendes Signal zu bewerten und das Ausgangssignal nur dann zu erzeugen, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit mindestens einem Kriterium entspricht.

29. Detektor nach Anspruch 28, bei welchem der Bewerber dazu konfiguriert ist, das Ausgangssignal nur dann zu erzeugen, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit eine erste relativ niedrige Schwelle überschreitet und unterhalb einer zweiten relativ hohen Schwelle liegt.

30. Detektor nach Anspruch 29, bei welchem die erste Schwelle bei 20 km/h und die zweite Schwelle bei 60 km/h liegt.

31. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei Montage auf der Karosse eines Fahrzeugs, wobei die Steifigkeit des Teils des Elements zwischen dem Sensor und der Karosse weniger als 1/10 der Gesamtsteifigkeit des Elements beträgt.

32. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der dazu konfiguriert ist, ein Signal von einer die Gesamtverzögerung eines Fahrzeugs, worauf der Detektor montiert ist, anzeigenden Beschleunigungsmesserguppe zu empfangen, um die Erzeugung des Ausgangssignals zu blockieren, wenn die Beschleunigung ein vorbestimmtes Kriterium erfüllt.

33. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Detektor mit einer Fußgängerschutzvorrichtung verbunden ist, so dass das Ausgangssignal die Fußgängerschutzvorrichtung aktiviert.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

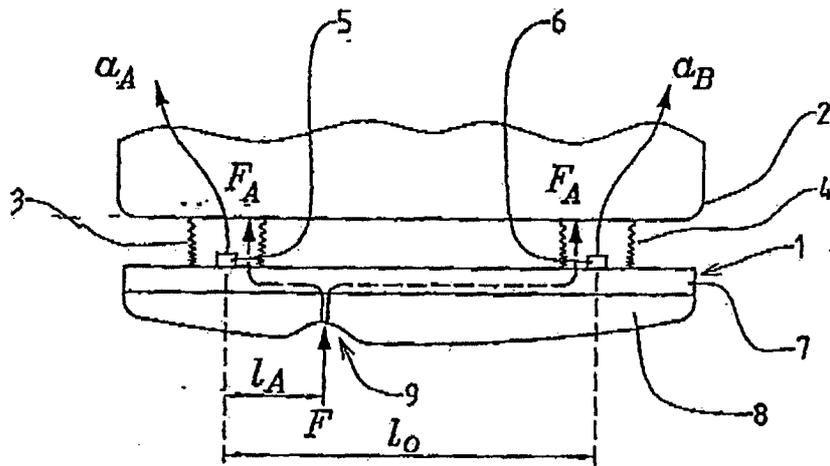


FIG 1.

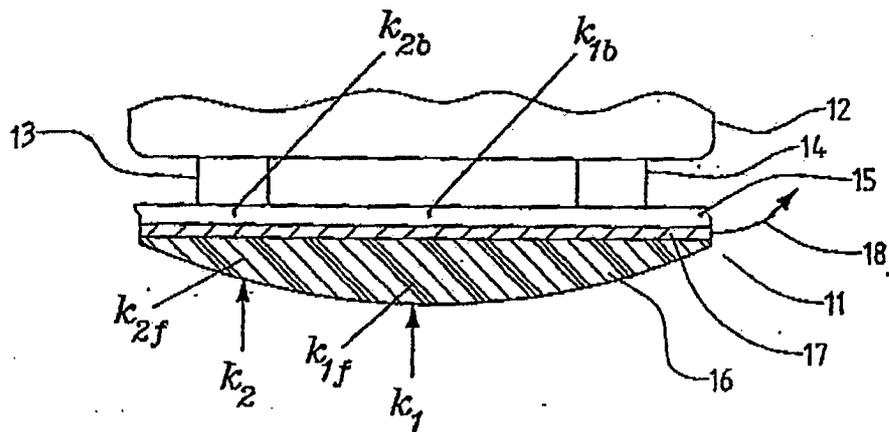


FIG 2.

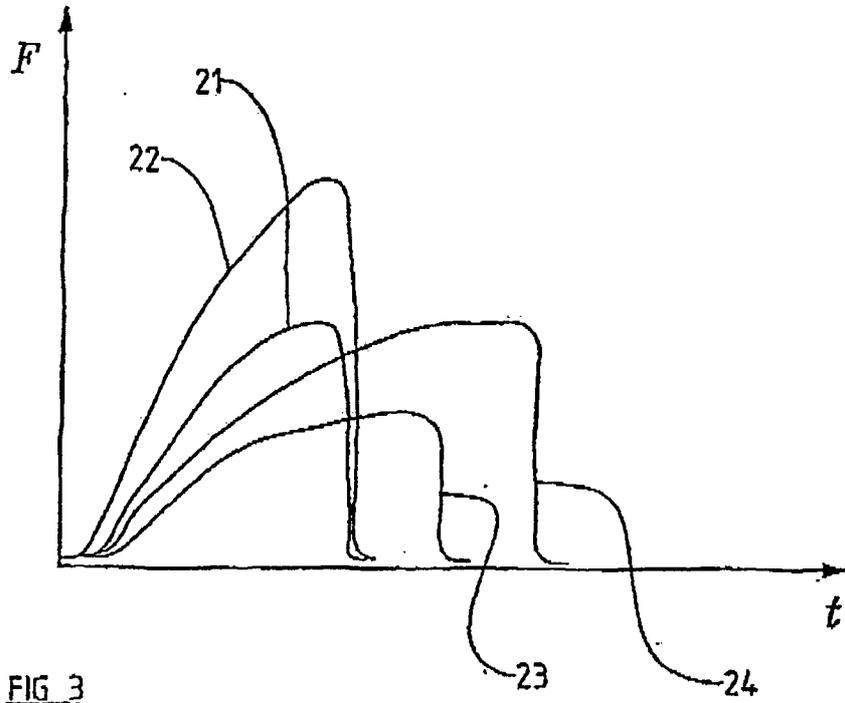


FIG 3

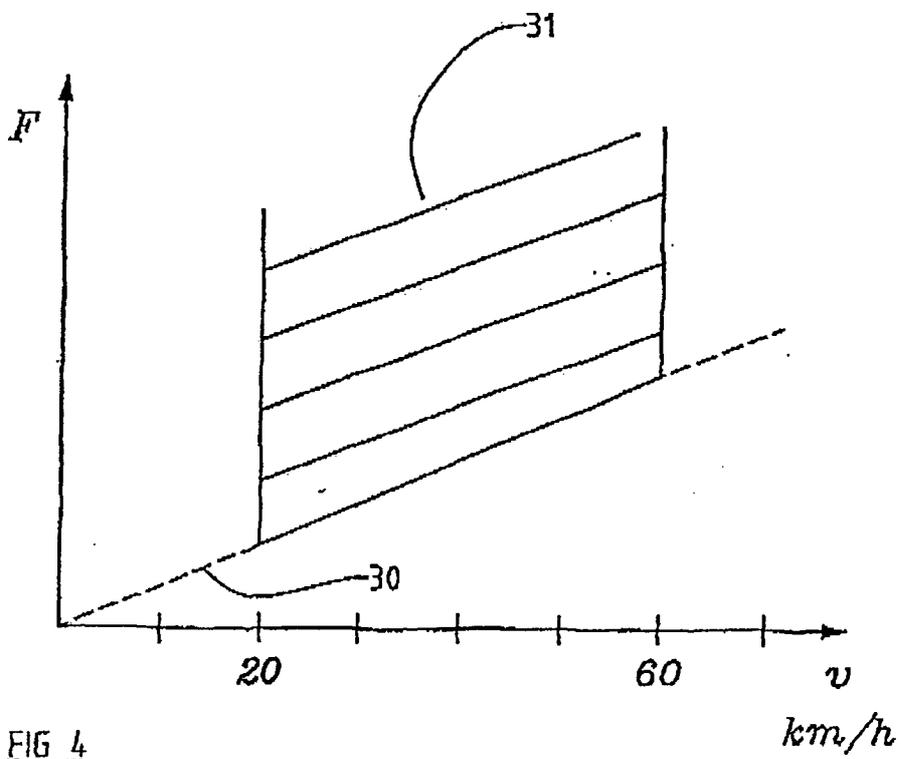


FIG 4

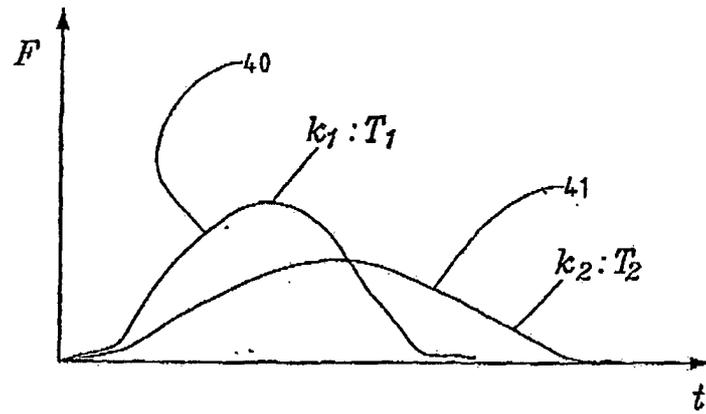


FIG 5

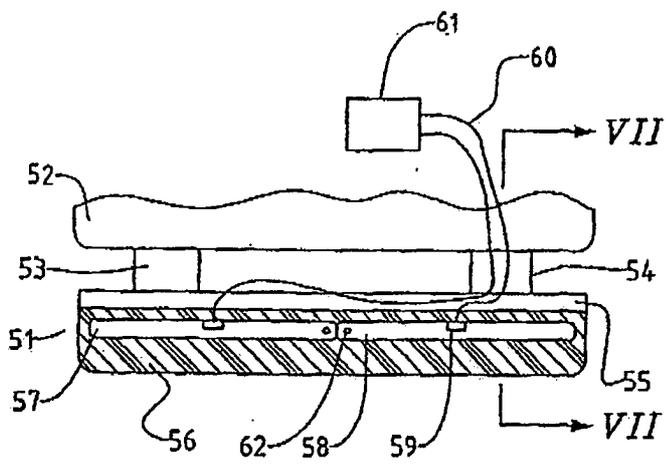


FIG 6

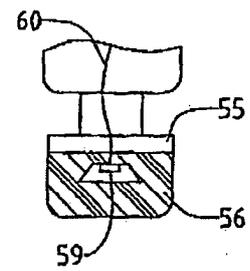


FIG 7

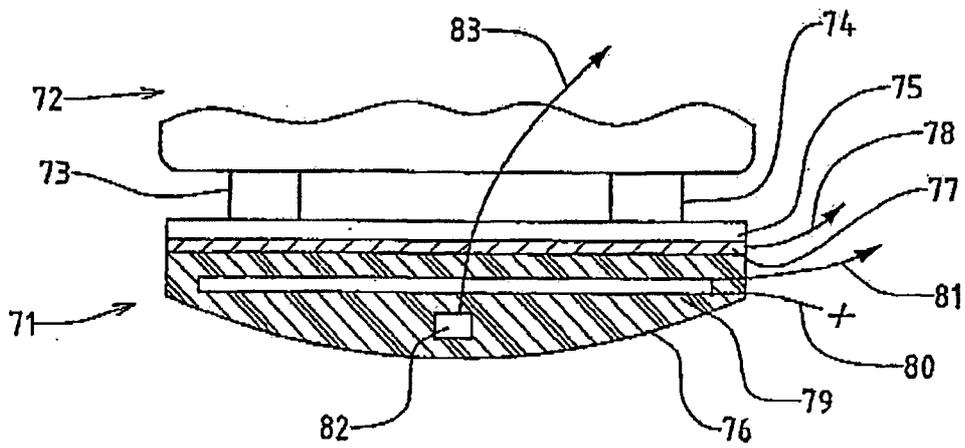


FIG 8

