



(10) **DE 11 2012 000 006 T5** 2013.05.08

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 000 006.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2012/056576**
(86) PCT-Anmeldetag: **11.04.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.05.2013**

(51) Int Cl.: **A43B 5/00 (2012.01)**
G01L 1/18 (2012.01)
G01L 15/00 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
91810 **22.04.2011** **LU**

(71) Anmelder:
**IEE International Electronics & Engineering S.A.,
Echternach, LU**

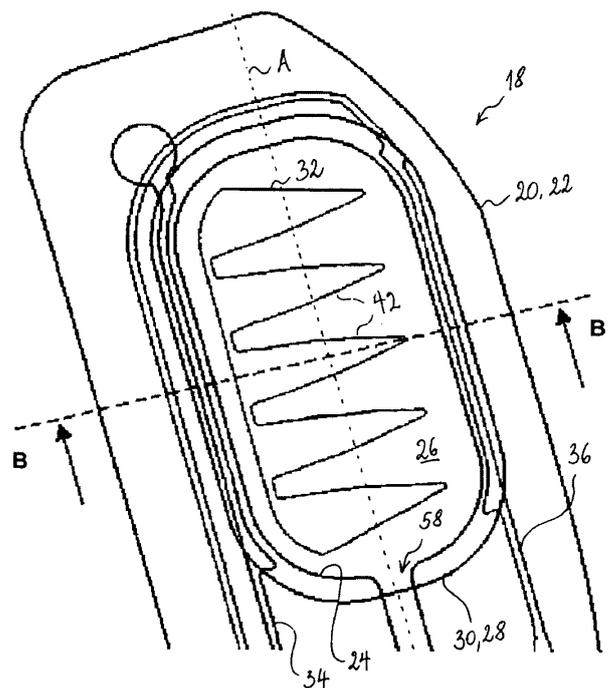
(74) Vertreter:
**OFFICE ERNEST T. FREYLINGER S.A., Strassen,
LU**

(72) Erfinder:
**Steier, Andreas, Dipl.-Ing., 54331, Pellingen,
DE; Kirsch, Aloyse, Itzig, LU; Massing, Mathias,
54329, Konz, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fussbekleidungsstück mit Drucksensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Fußbekleidungsstück (10) umfasst einen in der Sohlenstruktur angeordneten Drucksensor (16). Der Sensor umfasst längliche Druckmesszellen (18), die jeweils eine Haupterstreckungsachse (A) aufweisen. Jede Zelle umfasst eine erste (20) und eine zweite (22) Trägerfolie, welche durch eine Abstandsfolie (24) mit einer entlang der Haupterstreckungsachse ausgerichteten länglichen Öffnung (26) aneinander befestigt sind, und eine erste (28) und eine zweite (30) Elektrode auf der ersten bzw. zweiten Trägerfolie. Die Elektroden sind derart in einander zugewandter Beziehung angeordnet, dass eine Kontaktfläche zwischen ihnen bei steigendem Druck größer wird. Eine elektrisch isolierende Schicht (32) ist in der Öffnung angeordnet. Die Form dieser Schicht ist derart beschaffen, dass sie lokal einen direkten Kontakt zwischen den Elektroden verhindert, wo die isolierende Schicht vorhanden ist, und den direkten Kontakt ermöglicht, wo sie nicht vorhanden ist. Die Form ist entlang der Haupterstreckungsachse der Zelle gleichmäßig oder wiederholt sich.



Beschreibung

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Fußbekleidungsstück wie beispielsweise einen Schuh, einen Stiefel, eine Sandale oder dergleichen und insbesondere ein Fußbekleidungsstück, das mit einem Drucksensor zum Messen eines durch den Fuß des Trägers auf die Sohlenstruktur ausgeübten Drucks versehen ist.

Technischer Hintergrund

[0002] Die Druckschrift US 2010/0063779 offenbart einen Schuh mit einem integrierten Sensorsystem. Das Sensorsystem erfasst Leistungsdaten, die zur weiteren Verwendung über einen Kommunikationsport übertragen werden. Der Schuh enthält einen Kraftsensor, der in der Sohlenstruktur angeordnet ist, um in mehreren Bereichen den Druck (die Kraft) zu messen, der durch den Fuß des Trägers auf die Sohlenstruktur ausgeübt wird, sowie ein elektronisches Modul, das für die Erfassung der Daten von den Sensoren konfiguriert ist. Das Modul ist derart konfiguriert, dass es die Daten zur weiteren Verarbeitung zu einer externen Vorrichtung überträgt. Der Drucksensor umfasst bei einer der in der US 2010/0063779 offenbarten Ausgestaltungen vier längliche Druckmesszellen, die jeweils eine erste und zweite Elektrode sowie ein kraftempfindliches Widerstandsmaterial enthalten, das zwischen den Elektroden angeordnet ist, um die Elektroden elektrisch miteinander zu verbinden. Bei der Aufbringung von Druck auf das kraftempfindliche Material ändert sich dessen spezifischer Widerstand und wird die daraus resultierende Widerstandsänderung durch das elektronische Modul erfasst. Materialien, die ein auf dem Volumen basierendes Widerstandsverhalten zeigen, werden als das kraftempfindliche Material verwendet: wenn ein solches Material zusammengedrückt wird, bewegen sich die darin enthaltenen leitenden Teilchen näher zueinander, wodurch leitende Wege gebildet werden und der Widerstand abnimmt. Falls eine andere Widerstands-Druck-Eigenschaft benötigt wird, muss ein geeignetes kraftempfindliches Material gefunden werden, was möglicherweise schwierig ist.

Technisches Problem

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fußbekleidungsstück einschließlich eines Drucksensors bereitzustellen, wobei die Widerstands-Druck-Eigenschaft der Druckmesszellen flexiblere Einstellungen ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch ein Fußbekleidungsstück nach Anspruch 1 erzielt.

[0004] Das vorgeschlagene Fußbekleidungsstück (insbesondere ein Sportschuh wie beispielsweise ein Laufschuh, ein Tennisschuh oder dergleichen) umfasst eine Sohlenstruktur zum Tragen eines Fußes des Trägers, ein Oberteil zum Halten des Fußes des Trägers auf der Sohlenstruktur und einen Drucksensor, der in der Sohlenstruktur zum Messen eines durch den Fuß des Trägers ausgeübten Drucks auf die Sohlenstruktur angeordnet ist. Der Drucksensor umfasst eine oder mehrere längliche Druckmesszellen, die jeweils eine Haupterstreckungsachse aufweisen. Jede Zelle umfasst eine erste flexible Trägerfolie und eine zweite flexible Trägerfolie, wobei die erste und zweite Trägerfolie durch eine Abstandsfolie mit einer entlang der Haupterstreckungsachse ausgerichteten länglichen Öffnung aneinander befestigt sind; eine auf der ersten Trägerfolie angeordnete erste Elektrode und eine auf der zweiten Trägerfolie angeordnete zweite Elektrode, wobei die erste und zweite Elektrode derart in einander zugewandter Beziehung in der Öffnung angeordnet sind, dass sie miteinander in Kontakt gebracht werden können, wenn Druck auf die Zelle ausgeübt wird, und dass eine Kontaktfläche zwischen der ersten und zweiten Elektrode bei steigendem Druck größer wird. Erfindungsgemäß ist eine elektrisch isolierende Schicht in der Öffnung des Abstandsstücks angeordnet. Die elektrisch isolierende Schicht hat eine derartige Form, dass sie lokal einen direkten Kontakt zwischen der ersten und zweiten Elektrode verhindert, wo die elektrisch isolierende Schicht vorhanden ist, und den direkten Kontakt ermöglicht, wo die elektrisch isolierende Schicht nicht vorhanden ist. Die Form der elektrisch isolierenden Schicht ist entlang der Haupterstreckungsachse der Zelle gleichmäßig oder wiederholt sich.

[0005] Die vorstehend beschriebene Form der elektrisch isolierenden Schicht stellt sicher, dass das Ansprechverhalten der Druckmesszelle zumindest ungefähr gleich bleibt, wenn der Punkt der Aufbringung der Kraft (und somit die Kontaktfläche zwischen den Elementen auf der ersten Trägerfolie und den Elementen auf der zweiten Trägerfolie) entlang der Haupterstreckungsachse der Zelle verschoben wird. Dies bedeutet, dass das Ansprechverhalten der Druckmesszelle zumindest bei einer Translation des Kraftaufbringungspunkts entlang der Haupterstreckungsachse (innerhalb der Begrenzungen der Zelle) ungefähr unveränderlich bleibt. Es versteht sich für den Fachmann, dass dieses Merkmal die Druckerfassung weniger von der Größe des Fußes des Trägers abhängig macht, indem die Druckmesszelle(n) in der Sohlenstruktur entsprechend positioniert und ausgerichtet wird bzw. werden. Demzufolge kann ein im Rahmen der Erfindung verwendeter Drucksensor für Fußbekleidung unterschiedlicher Größen geeignet sein.

[0006] Die eine oder die mehreren länglichen Sensorzellen werden vorzugsweise in der Sohlenstruktur in Bereichen angeordnet, von denen erwartet wird, dass sie Maximaldrücken ausgesetzt sind, wenn der Träger ruhig steht, geht oder läuft. Vorteilhafterweise wird jede Sensorzelle in einem Bereich angeordnet, der einem Knochen oder Knochenteil eines Fußes des Trägers entspricht, der aus dem Fersenbein, dem Köpfchen des ersten Mittelfußknochens, dem Köpfchen des vierten oder fünften Mittelfußknochens, dem Köpfchen des zweiten oder dritten Mittelfußknochens und dem Köpfchen des ersten Zehenglieds ausgewählt ist. Es versteht sich für den Fachmann, dass die Maximaldrücke normalerweise unter dem Fersenbein, unter den Köpfchen des vierten und/oder fünften Mittelfußknochens und unter dem Köpfchen des ersten Zehenglieds auftreten, wenn der Träger ruhig steht; wenn der Träger geht, treten die Maximaldrücke normalerweise unter dem Fersenbein, unter den Köpfchen des zweiten und/oder dritten Mittelfußknochens und unter dem Köpfchen des ersten Zehenglieds auf.

[0007] Die Haupterstreckungsachse jeder Zelle ist vorzugsweise entlang einer Haupterstreckungsachse einer auf die Sohlenstruktur bezogenen vertikalen Projektion des Knochens ausgerichtet, welchem sie entspricht.

[0008] Die Druckmesszellen sind vorzugsweise oval, elliptisch oder rechteckig mit abgerundeten Ecken.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Form der elektrisch isolierenden Schicht eine Folge generell dreieckiger Zahnabschnitte, die zahnstangenartig parallel zur Haupterstreckungsachse angeordnet sind.

[0010] Vorzugsweise besteht mindestens eine von der ersten und zweiten Elektrode aus einem Widerstandsmaterial wie beispielsweise Graphit oder Ruß. Die elektrisch isolierende Schicht besteht vorzugsweise aus einer elektrisch isolierenden Tinte.

[0011] Zum Ausgleich des Gasdrucks in der Öffnung umfasst jede Druckmesszelle vorteilhafterweise ein Lüftungsloch. Das Lüftungsloch kann in Fluidverbindung mit dem Außenbereich des Drucksensors (z. B. der Atmosphäre) oder mit einem Gasbehälter (z. B. Luftbehälter) innerhalb des Drucksensors stehen. Ein solcher Gasbehälter könnte beispielsweise ein Hohlraum zwischen der ersten und zweiten Trägerfolie sein.

[0012] Es versteht sich für den Fachmann, dass der Drucksensor in einem anderen Teil der Sohlenstruktur angeordnet sein könnte, zum Beispiel auf oder in der Innensohle. Alternativ dazu könnte der Drucksensor auf oder in der Mittelsohle angeordnet sein.

[0013] Die eine oder die mehreren Druckmesszellen sind gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung mindestens zwei Druckmesszellen. Der Drucksensor umfasst in diesem Fall vorzugsweise einen oder mehrere Verbindungsstreifen, die die mindestens zwei Druckmesszellen miteinander verbinden, wobei der eine oder die mehreren Verbindungsstreifen einstückig mit den mindestens zwei Druckmesszellen ausgebildet sind. Die Verbindungsstreifen tragen vorzugsweise Leiter zum Anschluss der ersten und zweiten Elektrode jeder Druckmesszelle an ein elektronisches Steuermodul. Die Verbindungsstreifen sind vorzugsweise derart konfiguriert, dass sie eine Schlangenlinienform aufweisen, um eine größere Elastizität für den Drucksensor insgesamt bereitzustellen.

[0014] Die Druckmesszellen sind vorzugsweise derart konfiguriert (insbesondere durch eine Anpassung der Form der elektrisch isolierenden Schicht), dass Drücke im Bereich von ungefähr 0,1 bar bis 7 bar in eine gleichmäßige Änderung der Kontaktfläche zwischen den Widerstandselektroden von 0% (beim Einschaltdruck, d. h. bei ungefähr 0,1 bar) bis ungefähr 100% (Vollkontakt bei ungefähr 7 bar) übertragen werden.

[0015] Eine bevorzugte Ausgestaltung eines Drucksensors für ein Fußbekleidungsstück umfasst eine flexible mehrschichtige Folienstruktur, die einen Vorderfußabschnitt und einen Fersenabschnitt umfasst. Der Vorderfußabschnitt und der Fersenabschnitt sind durch einen Verbindungsstreifen miteinander verbunden, der einstückig mit der mehrschichtigen Folienstruktur ausgebildet ist. Gemäß dieser Ausgestaltung umfasst der Drucksensor ferner einen wannenförmigen Behälter für ein elektronisches Steuermodul, durch welchen der Verbindungsstreifen hindurch angeordnet und an welchem der Verbindungsstreifen angeklebt ist. Diese Ausgestaltung eines Drucksensors für ein Fußbekleidungsstück hat den Vorteil, dass Belastungen, die während des Abrollens des Fußes im mittleren Bereich des Fußbekleidungsstücks auftreten, zumindest teilweise von dem Behälter statt von dem Verbindungsstreifen aufgenommen werden. Darüber hinaus wird eine Stauchung des Drucksensors in diesem Bereich des Fußbekleidungsstücks wirksam vermieden.

[0016] Der wannenförmige Behälter besteht vorzugsweise aus Kunststoffmaterial, beispielsweise PET oder Epoxid. Die Kanten des Behälters sind vorzugsweise dort abgerundet, wo der Verbindungsstreifen sie kreuzt, damit vermieden wird, dass der Verbindungsstreifen unter der Wirkung mechanischer Lasten abgeschnitten wird.

[0017] In dem Verbindungsstreifen ist die obere (zweite) Trägerfolie des Drucksensors vorteilhafterweise derart unterbrochen und von der Abstandsfolie

und der ersten Trägerfolie getrennt, dass eine Zunge oder Klappe ausgebildet ist, wobei diese Zunge oder Klappe die Anschlussklemmen für den elektrischen Anschluss der mehrschichtigen Folienstruktur (insbesondere der Druckmesszellen davon) an das elektronische Steuermodul trägt. Die Zunge oder Klappe ist vorzugsweise mit einem Crimpverbinderabschnitt für den lösbaren Anschluss an das elektronische Steuermodul versehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Es wird nun eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung beispielhaft anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0019] **Fig. 1:** eine Längsschnittdarstellung der Sohlenstruktur eines Sportschuhs mit einem Drucksensor;

[0020] **Fig. 2:** eine Draufsicht des Drucksensors des Sportschuhs von **Fig. 1**;

[0021] **Fig. 3:** eine schematische Draufsicht einer der Druckmesszellen des Drucksensors von **Fig. 2**;

[0022] **Fig. 4:** eine schematische Querschnittdarstellung der Ebene B-B von **Fig. 3**;

[0023] **Fig. 5:** ein Diagramm, das den Unterschied bei den elektrischen Ansprechverhalten einer Druckmesszelle ohne eine elektrisch isolierende Schicht und einer mit einer solchen Schicht darstellt;

[0024] **Fig. 6:** ein Blockschaltbild der elektrischen Schaltung des in **Fig. 2** dargestellten Drucksensors;

[0025] **Fig. 7:** ein schematisches Blockschaltbild einer alternativen elektrischen Schaltung für den Drucksensor von **Fig. 2**;

[0026] **Fig. 8:** ein schematisches Blockschaltbild einer anderen alternativen elektrischen Schaltung für den Drucksensor von **Fig. 2**;

[0027] **Fig. 9:** eine schematische Draufsicht der Komponenten der ersten Trägerfolie in einer Druckmesszelle gemäß einer anderen Konfiguration;

[0028] **Fig. 10:** eine schematische Draufsicht der Komponenten der zweiten Trägerfolie in einer Druckmesszelle gemäß dieser Konfiguration;

[0029] **Fig. 11:** eine Draufsicht einer Variante des Drucksensors von **Fig. 2**;

[0030] **Fig. 12:** eine schematische Querschnittdarstellung der Ebene C-C von **Fig. 11**.

Beschreibung bevorzugter Ausgestaltungen

[0031] In **Fig. 1** ist ein Fußbekleidungsstück in Form eines Sportschuhs **10** einschließlich eines Oberteils **12** und einer Sohlenstruktur **14** dargestellt. Das Oberteil **12** ist an der Sohlenstruktur **14** befestigt und definiert einen Raum für die Aufnahme eines Fußes. Die Sohlenstruktur **14** umfasst eine Außensohle **14.1**, eine Mittelsohle **14.2** sowie eine Innensohle **14.3**, welche die Unterseite des den Fuß aufnehmenden Raums des Sportschuhs **10** bildet.

[0032] In der dargestellten Ausgestaltung weist die Mittelsohle **14.2**, die vorzugsweise aus einem stoßdämpfenden Material ausgebildet ist, einen an ihrer oberen Oberfläche befestigten Foliendrucksensor **16** auf. Wenn sich die Innensohle an ihrer Position befindet, ist der Drucksensor **16** demnach zwischen der Innensohle **14.3** und der Mittelsohle **14.2** aufgenommen.

[0033] **Fig. 2** zeigt am besten, dass der Drucksensor **16** mehrere Druckmesszellen **18** umfasst, die in verschiedenen Bereichen der Sohlenstruktur **14** angeordnet sind, um den durch den Fuß des Trägers ausgeübten Druck auf die Sohlenstruktur **14** zu messen.

[0034] Die Konfiguration der Druckmesszellen **18** wird nun anhand von **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben. **Fig. 3** zeigt die Konturen der Elemente einer Druckmesszelle **18**. Der Drucksensor **16** umfasst eine mehrschichtige Struktur, die eine erste Trägerfolie **20**, eine zweite Trägerfolie **22** und ein Abstandsstück **24** umfasst. Das Abstandsstück **24** ist normalerweise ein doppelseitiges Klebeband, mit welchem die erste und zweite Trägerfolie **20**, **22** zusammenlaminiert werden. Die erste und die zweite Trägerfolie **20**, **22** bestehen vorzugsweise aus PET, doch es sind auch andere Materialien wie beispielsweise PEN, PI, PEEK usw. möglich. Jede Trägerfolie kann aus einer einzigen Folienschicht bestehen oder mehrere Folienschichten aus gleichen oder verschiedenen Materialien umfassen. Das Abstandsstück **24** umfasst vorzugsweise eine Folienschicht aus PET, PEN, PI, PEEK usw. mit einem auf jeder Seite davon aufgetragenen Klebstoffüberzug. Das Abstandsstück umfasst bei jeder Druckmesszelle **18** eine längliche Öffnung **26**, in welcher die erste und zweite Trägerfolie **20**, **22** zusammengedrückt werden können. Bei jeder Druckmesszelle **18** ist eine erste Widerstandselektrode **28** dauerhaft auf der ersten Trägerfolie **20** angeordnet und eine zweite Widerstandselektrode **30** dauerhaft auf der zweiten Trägerfolie **22** in einer der ersten Elektrode **28** zugewandten Beziehung angeordnet. Jede Elektrode **28**, **30** wird von einem jeweiligen Streifenleiter **34**, **36** berührt, der längsseits der Längsseiten der Öffnung **26** verläuft. Mindestens eine der Elektroden **28**, **30** (in diesem Beispiel: die Elektrode **28**) ist teilweise mit einer elektrisch isolierenden

Schicht **32** (z. B. einer dielektrischen Schicht) überzogen.

[0035] Als Reaktion auf den auf die Druckmesszelle wirkenden Druck biegt sich mindestens eine von der ersten und zweiten Trägerfolie **20, 22** zu der anderen Trägerfolie hin, bis die Trägerfolien **20, 22** oder die Elemente auf ihrer jeweiligen Oberfläche miteinander in Kontakt gelangen. Sobald der Kontakt hergestellt ist, wird der Radius der mechanischen Kontaktfläche bei steigendem Druck größer. Wenn ein direkter Kontakt zwischen den Elektroden **28** und **30** hergestellt ist, wird der elektrische Widerstand zwischen den Leitern **34** und **36** endlich und kann demzufolge ein Strom fließen. Während die Kontaktfläche zwischen der ersten und zweiten Elektrode **28, 30** größer wird, nimmt der zwischen den Leitern **34** und **36** messbare Widerstand ab. Die Positionen der Kontakte zwischen den Widerstandselektroden **28, 30** und dem jeweiligen Streifenleiter **34, 36**, der spezifische Widerstand der Widerstandselektroden und die Form der elektrisch isolierenden Schicht **32** bestimmen den druckabhängigen Widerstand der Zellen.

[0036] Die Funktion des elektrischen Ansprechverhaltens der Druckmesszellen – d. h. der Widerstand im Vergleich zum Druck – kann in einer vorgegebenen Weise durch die entsprechende Formgebung der isolierenden Schicht **32** eingestellt werden, da die elektrisch isolierende Schicht **32** lokal einen direkten Kontakt zwischen der ersten und zweiten Elektrode **28, 30** verhindert, wohingegen der direkte Kontakt in denjenigen Bereichen möglich ist, wo die elektrisch isolierende Schicht **32** nicht vorhanden ist. Die anderen Parameter der Druckmesszellen wie beispielsweise die Materialien der Elektroden müssen nicht angepasst werden. **Fig. 5** zeigt schematisch den Unterschied beim elektrischen Ansprechverhalten einer Druckmesszelle ohne die isolierende Schicht (gestrichelte Kurve **38**) und einer mit der isolierenden Schicht, die wie in **Fig. 3** geformt ist (durchgehende Kurve **40**), wobei alle anderen Parameter der Zellen gleich sind. Es ist anzumerken, dass bei der Druckmesszelle ohne die isolierende Schicht die Änderung des Widerstands in einem relativ kleinen Druckbereich auftritt, der bei dem Aktivierungsdruck p_{Akt} (der Druck, bei dem die Elektroden miteinander in Kontakt gelangen) anfängt. Über p_{Akt} wird der Widerstand schnell bei einem niedrigen Wert nivelliert. Bei der mit der isolierenden Schicht versehenen Zelle erstreckt sich die Änderung des Widerstands über ein signifikant längeres Druckintervall. Demnach ermöglicht die Zelle mit der isolierenden Schicht die Druckmessung bei signifikant höheren Drücken als die Zelle ohne die isolierende Schicht.

[0037] Da die Form der elektrisch isolierenden Schicht **32** entlang der Hauptstreckungsachse A gleichmäßig ist oder sich wiederholt, ist das elektrische Ansprechverhalten der Zelle **18** im Wesent-

lichen unabhängig von der genauen Position des Druckkraftaufbringungspunkts auf der Achse A. Die elektrisch isolierende Schicht **32** umfasst in der dargestellten Ausgestaltung eine Folge generell dreieckiger Zahnabschnitte **42**, die zahnstangenartig parallel zur Hauptstreckungsachse A angeordnet sind. **Fig. 2** zeigt am besten, dass die Druckmesszellen **18** in Bereichen des Schuhs **10** angeordnet sind, von welchen erwartet wird, dass die Druckspitzen in ihnen auftreten, wenn der Träger steht, geht oder läuft. Es sind insbesondere eine erste der Druckmesszellen im Bereich des Köpfchens des ersten Zehenglieds (großer Zeh), eine zweite im Bereich des Köpfchens des ersten Mittelfußknochens, eine dritte im Bereich des Köpfchens des fünften Mittelfußknochens und eine vierte im Bereich des Calcaneus (Fersenbeins) angeordnet. Die Hauptstreckungsachse jeder Zelle **18** entspricht im Wesentlichen der auf die Sohlenstruktur bezogenen vertikalen Projektion einer Hauptstreckungsachse des Knochens, welchem die Zelle zugeordnet ist. Dies macht die Druckerfassung in den Zellen weniger abhängig von der Größe des Fußes des Trägers. Die beschriebene Anordnung der Druckmesszellen ist eigentlich bis zu einem gewissen Maß tolerant, wenn man die Unterschiede zwischen der Nennschuhgröße, für die der Drucksensor ausgelegt wurde, und der tatsächlichen Größe des Fußes des Trägers betrachtet. Diese Größentoleranz ermöglicht die Verwendung einer Drucksensorgöße für einen Bereich von Schuhgrößen (z. B. drei aufeinanderfolgende Schuhgrößen im kontinentaleuropäischen System).

[0038] Für seine Befestigung auf der Sohlenstruktur **14** (in diesem Beispiel der Mittelsohle) umfasst der Drucksensor **16** eines oder mehrere Befestigungsplättchen **44** (siehe **Fig. 2**). Die Befestigungsplättchen **44** umfassen vorzugsweise eine Schicht aus einem druckempfindlichen oder wärmeaktivierbaren Klebstoff, der anfangs durch eine Trennschicht geschützt ist, welche entfernt wird, kurz bevor der Drucksensor **16** an seinem Trägerelement der Sohlenstruktur **14** befestigt wird.

[0039] Der Drucksensor **16** umfasst ferner ein elektronisches Steuermodul **46**, das mechanisch an der mehrschichtigen Folienstruktur des Drucksensors **16** befestigt ist. Die Verbindungsstreifen **48** verbinden die Druckmesszellen **18** und das elektronische Steuermodul **46** miteinander. Die Verbindungsstreifen **48** sind ein integraler Bestandteil der mehrschichtigen Folienstruktur des Drucksensors **16** und tragen Leiterbahnen, die die erste und zweite Elektrode jeder Druckmesszelle **18** elektrisch mit dem elektronischen Steuermodul **46** verbinden. Ein oder mehrere Verbindungsstreifen **48** weisen eine derartige Schlangenlinienform auf, dass sie als Federn wirken und dadurch die Elastizität des Drucksensors in der Sensorebene vergrößern.

[0040] Das elektronische Steuermodul **46** umfasst vorzugsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC; application-specific integrated circuit), eine feldprogrammierbare Anordnung von Logik-Gattern (FPGA; field-programmable gate array), einen Mikroprozessor oder dergleichen. Die elektronische Steuerschaltung ist vorteilhafterweise für die drahtlose Übertragung der erfassten Druckdaten oder etwaiger davon abgeleiteter Daten zu einer Empfangsvorrichtung mit einer Benutzerschnittstelle konfiguriert. Eine derartige Empfangsvorrichtung könnte eine Uhr (Armbanduhr), den Armbandempfänger eines Pulsmessgeräts, einen Taschencomputer, ein Mobiltelefon, ein tragbares Medienabspielgerät oder dergleichen umfassen. Das elektronische Steuermodul **46** ist bei der dargestellten Ausgestaltung in einem Hohlraum oder einer Vertiefung der Mittelsohle **14.2** angeordnet. Der Hohlraum bzw. die Vertiefung kann bei anderen Ausgestaltungen an einer anderen Stelle in der Sohlenstruktur **14** angeordnet sein.

[0041] Zum Ausgleich des Gasdrucks in der Öffnung **26** des Abstandsstücks **24** umfasst jede Druckmesszelle **18** ein Lüftungsloch **58** (am besten in **Fig. 2** und **Fig. 3** ersichtlich). Die Lüftungslöcher **58** verbinden die Innenräume der Druckmesszellen derart fluidisch mit der Außenseite, dass eine Verdichtung des Gases in den Druckmesszellen im Wesentlichen vermieden wird und sich dadurch keine signifikante Auswirkung auf die Ansprechkurve jeder Zelle **18** ergibt. Zusätzlich oder alternativ dazu könnten die Lüftungslöcher **58** mit einem Gasbehälter in dem Foliendrucksensor verbunden sein.

[0042] **Fig. 6** ist ein schematisches Blockschaltbild der flexiblen Schaltung des Drucksensors **16**. Die Druckmesszellen **18** sind als Regelwiderstände **18.1–18.4** dargestellt. Die Zellen sind in elektrischer Parallelschaltung zwischen einer jeweiligen Anschlussklemme **50.1, 50.2, 50.3** oder **50.4** des elektronischen Steuermoduls (in **Fig. 6** nicht dargestellt) und der Schaltungserde **52** angeordnet. Das elektronische Steuermodul ermittelt die Druckwerte auf Basis des Widerstands (oder des Stroms oder der Spannung, falls eine dieser Größen gleichmäßig gehalten wird), der zwischen jeder Anschlussklemme **50.1, 50.2, 50.3** oder **50.4** und der Schaltungserde gemessen wird. Es ist anzumerken, dass die Ansprechkurve der Zelle durch Veränderungen des spezifischen Widerstands des Elektrodenmaterials beeinflusst wird, der in Abhängigkeit von der Alterung, Temperatur, Feuchtigkeit oder anderen Umgebungseinflüssen schwanken kann. Es ist ein Referenzwiderstand **54** vorgesehen, damit eine derartige Beeinflussung der Druckwerte korrigiert oder kompensiert werden kann. Der Referenzwiderstand **54** besteht aus demselben Material wie die Elektroden **28, 30**. Er ist derart an einer Stelle auf dem Drucksensor **16** angeordnet, dass er im Wesentlichen den gleichen

Umgebungseinflüssen wie die Elektroden **28, 30** ausgesetzt ist. Bei der dargestellten Ausgestaltung ist der Referenzwiderstand **54** elektrisch zwischen einer Referenzklemme **56** und der Schaltungserde **52** in Parallelschaltung zu den Druckmesszellen angeordnet. Das elektronische Steuermodul misst den Wirkwiderstand des Referenzwiderstands **54**. Eine etwaige Abweichung von einem Nennwert wird dazu benutzt, die Messwerte der Druckmesszellen **18** zu korrigieren. Der Referenzwiderstand **54** kann auf jeder der beiden Trägerfolien **20, 22** angeordnet sein. Auf einer oder beiden Trägerfolien könnten auch mehrere Widerstände angeordnet sein. Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, eine vorgespannte Druckmesszelle (d. h. eine Druckmesszelle, bei der die Elektroden dauerhaft in Kontakt gehalten werden) bereitzustellen.

[0043] Der Referenzwiderstand **54** und die Widerstandselektroden **28, 30** der Druckmesszellen werden vorzugsweise durch Aufdrucken von Kohlenstofftinte auf die jeweilige Trägerfolie erhalten. Die Streifenleiter **34, 36** bestehen vorzugsweise aus Silbertinte. Die elektrisch isolierende Schicht **32** in jeder Druckmesszelle **18** ist vorzugsweise ebenfalls eine gedruckte Schicht. Alternativ dazu könnte die elektrisch isolierende Schicht **32** auf die Trägerfolie und eine Widerstandselektrode auflaminiert werden.

[0044] **Fig. 7** ist ein schematisches Blockschaltbild einer alternativen flexiblen Schaltung für den Drucksensor **16**. Im Gegensatz zu der flexiblen Schaltung von **Fig. 6** ist der Referenzwiderstand **54** nach Art eines Spannungsteilers elektrisch zwischen der Schaltungserde **52** und den Druckmesszellen **18**, die wieder als Regelwiderstände **18.1–18.4** abgebildet sind, angeordnet. Während der Messung kann jeweils eine Druckmesszelle über ihre Anschlussklemme **50.1, 50.2, 50.3** bzw. **50.4** mit einer Spannungsquelle (z. B. einer Batterie) verbunden werden. Das elektronische Steuermodul ermittelt die Druckwerte auf Basis der an der Messklemme **60** gemessenen Spannungen. Der Widerstand R_x von einer der Druckmesszellen **18.1–18.4** kann erhalten werden durch $R_x = R_{\text{Ref}}(U_0/U_{\text{Mess}} - 1)$, wobei R_{Ref} der Wirkwiderstand des Referenzwiderstands ist, U_0 die an die Anschlussklemme **50.1, 50.2, 50.3** oder **50.4** angelegte Spannung ist und U_{Mess} die an der Anschlussklemme **60** gemessene Spannung ist. Da davon ausgegangen wird, dass die Wirkwiderstände der Druckmesszellen und Referenzwiderstände den gleichen Änderungen durch Umgebungseinflüsse (Temperatur, Alterung usw.) ausgesetzt sind, ist der normalisierte Widerstand R_x/R_{Ref} im Wesentlichen unabhängig von diesen Auswirkungen. Die Schaltung für den Drucksensor **16** von **Fig. 7** ist in allen anderen Punkten auf die gleiche Art wie die von **Fig. 6** konfiguriert und wird auch auf die gleiche Weise betrieben.

[0045] **Fig. 8** ist ein schematisches Blockschaltbild einer anderen alternativen flexiblen Schaltung für den Drucksensor **16**. Gemäß dieser Alternative ist der Referenzwiderstand **54** in Parallelschaltung mit einer der Druckmesszellen **18.1–18.4** angeordnet. Der Referenzwiderstand ist bei dieser Anordnung wesentlich höher als die Wirkwiderstände der Druckmesszellen **18.1–18.4** in betätigtem Zustand (d. h. über dem Aktivierungsdruck).

[0046] **Fig. 9** und **Fig. 10** veranschaulichen eine alternative Konfiguration der Druckmesszellen **18**. **Fig. 9** zeigt die Anordnung der Komponenten auf der ersten Trägerfolie **20** und **Fig. 10** die entsprechende Anordnung auf der zweiten Trägerfolie **22**. Die Widerstandselektroden **28, 30** umfassen bei dieser Variante mehrere getrennte, generell dreieckige Abschnitte, die in interdigitierter Weise von den Längsseiten der Druckmesszelle **18** aus derart in die Öffnung **26** hineinragen, dass sie ein sich wiederholendes Muster entlang der Hauptstreckungsachse A der Zelle bilden. Jeder dreieckige Abschnitt der zweiten Elektrode **30** ist als die vertikale Projektion eines entsprechenden dreieckigen Abschnitts der ersten Elektrode **28** angeordnet (und umgekehrt). Die dreieckigen Abschnitte der ersten Elektrode **28** werden an ihren Spitzen von dem ersten Streifenleiter **34** außerhalb der Öffnung **26** berührt. Die dreieckigen Abschnitte der zweiten Elektrode **30** werden an ihren Unterteilen von dem zweiten Streifenleiter außerhalb der Öffnung **26** berührt. Diese Anordnung erzwingt, dass Ströme im Wesentlichen senkrecht zu der Hauptstreckungsachse A fließen. Die elektrisch isolierende Schicht **32** umfasst mehrere getrennte spindelförmige Abschnitte, die jeweils derart angeordnet sind, dass sie diejenigen Bereiche abdecken, in denen die Seiten benachbarter dreieckiger Abschnitte der ersten Elektrode **28** längsseits zueinander verlaufen. Die Druckmesszelle von **Fig. 9** und **Fig. 10** ist in allen anderen Punkten die gleiche wie die in **Fig. 3** dargestellte Druckmesszelle und wird auch auf die gleiche Weise betrieben.

[0047] **Fig. 11** ist eine Draufsicht einer Variante **16'** des Drucksensors **16'** von **Fig. 2**. Der Drucksensor **16'** hat eine mit dem Drucksensor **16** von **Fig. 2** identische Konfiguration außer dem mittleren Abschnitt **62**, wo der Drucksensor **16'** an das Steuermodul **46** angeschlossen ist. Der Drucksensor **16** von **Fig. 2** umfasst zwei Verbindungsstreifen, die sich längsseits des elektronischen Steuermoduls **46** erstrecken, das mittels einer Verbindungszunge **68** mechanisch und elektrisch mit dem Drucksensor **16** verbunden ist. Es wurde festgestellt, dass derartige Verbindungsstreifen einer Stauchung ausgesetzt sein können, wenn der Fuß abrollt. Die Stauchung kann im Laufe der Zeit zur Abnutzung der Verbindungsstreifen und etwaiger darauf angeordneter Streifenleiter führen. Das Stauchungsproblem wird mit dem Drucksensor **16'** von **Fig. 11** signifikant vermindert. In dem Drucksen-

sor **16'** ist der Verbindungsstreifen **64**, der den Vorderfußabschnitt des Sensors **16'** und den Fersenabschnitt miteinander verbindet, unterhalb des elektronischen Steuermoduls **46** hindurchgeführt.

[0048] **Fig. 12** zeigt den Längsschnitt C-C von **Fig. 11**. Der Verbindungsstreifen **64** ist durch einen wannenförmigen Behälter **66** für das elektronische Steuermodul **46** hindurchgeführt. Der Behälter **66** besteht vorzugsweise aus einem Kunststoffmaterial (z. B. PET oder Epoxid). Die Wanddicke des Behälters **66** ist derart beschaffen, dass er den Belastungen im mittleren Bereich des Schuhs ohne wesentliche Verformung und/oder Auftrennung standhalten kann. Der Verbindungsstreifen **64** ist derart fest an die Unterseite des Behälters **66** angeklebt, dass es der Behälter **66** ist, der den größten Teil der Belastungen aufnimmt, die in diesem Bereich beim Abrollen des Fußes auftreten, und dass der Verbindungsstreifen **64** daran gehindert wird, das elektronische Steuermodul **46** aus dem Behälter herauszudrücken, wenn dieser einer Belastung ausgesetzt ist.

[0049] Im Bereich des Verbindungsstreifens **64** ist die obere (zweite) Trägerfolie des Drucksensors derart unterbrochen und von der Abstandsfolie und der ersten Trägerfolie getrennt, dass eine Zunge oder Klappe **68'** ausgebildet ist. Diese Zunge oder Klappe **68** trägt diejenigen Teile der Streifenleiter **34, 36**, die an das elektronische Steuermodul **46** angeschlossen sind. Die Zunge oder Klappe **68'** ist vorzugsweise mit einem Crimpverbinderabschnitt (nicht dargestellt) für den lösbaren Anschluss des elektronischen Steuermoduls **46** an die Folienstruktur des Drucksensors **16'** versehen. Die Streifenleiter sind in dem Verbindungsstreifen **64** alle zwischen der unteren (ersten) Folie und dem Abstandsstück verlegt. Demgemäß sind Durchführungskontakte derart angeordnet, dass sie diejenigen Streifenleiter, die normalerweise zwischen der zweiten Trägerfolie und dem Abstandsstück aufgenommen sind, zu der ersten Trägerfolie führen. Es sind ähnliche Durchführungskontakte vorgesehen, die diejenigen Streifenleiter, die normalerweise zwischen der ersten Trägerfolie und dem Abstandsstück aufgenommen sind, zu der Zunge oder Klappe **68'** führen.

[0050] Obwohl spezifische Ausgestaltungen im Detail beschrieben wurden, versteht sich für den durchschnittlichen Fachmann, dass verschiedene Modifikationen und Alternativen dieser Details im Lichte der Gesamtlehren der Offenbarung entwickelt werden könnten. Dementsprechend sollen die offenbarten besonderen Anordnungen hinsichtlich des Schutzbereichs der Erfindung, der die volle Breite der beigefügten Ansprüche und beliebiger und aller Äquivalente davon enthalten soll, lediglich veranschaulichen und nicht einschränken.

[0051] Insbesondere bei der im Detail beschriebenen Ausgestaltung sind die Druckmesszellen **18** als so genannte Durchgangsmodus-Druckmesszellen konfiguriert. Bei diesen Zellen sind die Elektroden, die mit den zu jeder Zelle führenden Leitern in Kontakt sind, auf der ersten bzw. zweiten Trägerfolie angeordnet. Es versteht sich für den Fachmann, dass die Druckmesszellen auch als so genannte Nebenschlussmodus-Druckmesszellen konfiguriert sein können, wobei eine erste und eine dritte Elektrode in Kontakt mit den zu jeder Zelle führenden Leitern sind und auf der gleichen Trägerfolie angeordnet sind. Die zweite Elektrode ist in diesem Fall ein Nebenschlusselement, das beim Aufbringen von Druck mit der ersten und dritten Elektrode in Kontakt gebracht wird. Die elektrisch isolierende Schicht verhindert in diesem Fall lokal einen direkten Kontakt zwischen der ersten und zweiten Elektrode und möglicherweise auch zwischen der dritten und zweiten Elektrode.

66
68
68'
A

Wannenförmiger Behälter
 Verbindungszunge
 Zunge oder Klappe
 Haupterstreckungsachse

Bezugszeichenliste

10	Sportschuh
12	Oberteil
14	Sohlenstruktur
14.1	Außensohle
14.2	Mittelsonhle
14.3	Innensohle
16, 16'	Drucksensor
18	Druckmesszelle
18.1–18.4	Regelwiderstände, die die Druckmesszellen verkörpern
20	Erste Trägerfolie
22	Zweite Trägerfolie
24	Abstandsstück
26	Öffnung
28	Erste Widerstandselektrode
30	Zweite Widerstandselektrode
32	Elektrisch isolierende Schicht
34	Erster Streifenverbinder
36	Zweiter Streifenverbinder
38	Elektrisches Ansprechverhalten einer Druckmesszelle ohne isolierende Schicht
40	Elektrisches Ansprechverhalten einer Druckmesszelle mit isolierender Schicht
42	Zahnabschnitt
44	Befestigungsplättchen
46	Elektronisches Steuermodul
48	Verbindungsstreifen
50.1–50.4	Anschlussklemmen
52	Schaltungserde
54	Referenzwiderstand
56	Referenzklemme
58	Lüftungsloch
60	Messklemme
62	Mittlerer Abschnitt
64	Verbindungsstreifen zwischen Fersen- und Vorderfußabschnitt

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2010/0063779 [[0002](#), [0002](#)]

Patentansprüche

1. Fußbekleidungsstück (10), umfassend eine Sohlenstruktur (14) zum Tragen eines Fußes des Trägers und ein Oberteil (12) zum Halten des Fußes des Trägers auf der Sohlenstruktur, wobei das Fußbekleidungsstück einen Drucksensor (16) umfasst, der in der Sohlenstruktur zum Messen eines durch den Fuß des Trägers ausgeübten Drucks auf die Sohlenstruktur angeordnet ist, wobei der Drucksensor eine oder mehrere längliche Druckmesszellen (18) umfasst, wobei jede der Druckmesszellen eine Haupterstreckungsachse (A) aufweist und Folgendes umfasst:

eine erste flexible Trägerfolie (20) und eine zweite flexible Trägerfolie (22), wobei die erste und zweite Trägerfolie durch eine Abstandsfolie (24) mit einer entlang der Haupterstreckungsachse ausgerichteten länglichen Öffnung (26) aneinander befestigt sind, eine auf der ersten Trägerfolie angeordnete erste Elektrode (28) und eine auf der zweiten Trägerfolie angeordnete zweite Elektrode (30), wobei die erste und zweite Elektrode derart in einander zugewandter Beziehung in der Öffnung angeordnet sind, dass die erste und zweite Elektrode miteinander in Kontakt gebracht werden können, wenn Druck auf die Druckmesszelle ausgeübt wird, und dass eine Kontaktfläche zwischen der ersten und zweiten Elektrode bei steigendem Druck größer wird,

dadurch gekennzeichnet, dass eine elektrisch isolierende Schicht (32) in der Öffnung der Abstandsfolie angeordnet ist, wobei die elektrisch isolierende Schicht eine derartige Form aufweist, dass sie lokal einen direkten Kontakt zwischen der ersten und zweiten Elektrode (28, 30) verhindert, wo die elektrisch isolierende Schicht vorhanden ist, und den direkten Kontakt ermöglicht, wo die elektrisch isolierende Schicht nicht vorhanden ist, wobei die Form entlang der Haupterstreckungsachse gleichmäßig ist oder sich wiederholt.

2. Fußbekleidungsstück (10) nach Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren länglichen Sensorzellen (18) in der Sohlenstruktur (14) in Bereichen angeordnet sind, von denen erwartet wird, dass sie Druckspitzen ausgesetzt sind, wenn der Träger stillsteht, geht oder läuft.

3. Fußbekleidungsstück (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei jede der einen oder mehreren länglichen Sensorzellen (18) in einem Bereich angeordnet ist, der einem Knochen oder Knochenteil eines Fußes des Trägers entspricht, der aus dem Fersenbein, dem Köpfchen des ersten Mittelfußknochens, dem Köpfchen des vierten oder fünften Mittelfußknochens, dem Köpfchen des zweiten oder dritten Mittelfußknochens und dem Köpfchen des ersten Zehenglieds ausgewählt ist.

4. Fußbekleidungsstück (10) nach Anspruch 3, wobei die Haupterstreckungsachse (A) jeder Zelle (18) entlang einer auf die Sohlenstruktur (14) bezogenen vertikalen Projektion einer Haupterstreckungsachse des Knochens ausgerichtet ist, welchem sie entspricht.

5. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jede der Druckmesszellen (18) oval, elliptisch oder rechteckig mit gerundeten Winkeln ist.

6. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Form der elektrisch isolierenden Schicht eine Folge generell dreieckiger Zahnabschnitte (42) umfasst, die zahnstangenartig parallel zur Haupterstreckungsachse angeordnet sind.

7. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Elektrode (28, 30) aus einem Widerstandsmaterial, beispielsweise Graphit, besteht.

8. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die elektrisch isolierende Schicht (32) aus einer elektrisch isolierenden Tinte besteht.

9. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei jede der Druckmesszellen (18) ein Lüftungsloch (58), vorzugsweise in Verbindung mit dem Außenbereich oder einem Gasbehälter, zum Ausgleich des Gasdrucks in der Öffnung (26) umfasst.

10. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Sohlenstruktur (14) eine Innensohle (14.3) umfasst, wobei der Drucksensor auf oder in der Innensohle angeordnet ist.

11. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Sohlenstruktur (14) eine Mittelsohle (14.2) umfasst, wobei der Drucksensor auf oder in der Mittelsohle angeordnet ist.

12. Fußbekleidungsstück (10) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die eine oder die mehreren Druckmesszellen (18) mindestens zwei Druckmesszellen sind und wobei der Drucksensor einen oder mehrere Verbindungsstreifen (48) umfasst, die die mindestens zwei Druckmesszellen miteinander verbinden, wobei der eine oder die mehreren Verbindungsstreifen einstückig mit den mindestens zwei Druckmesszellen ausgebildet sind und wobei der eine oder die mehreren Verbindungsstreifen Leiter (34, 36) zum Anschluss der ersten und zweiten Elektrode (28, 30) jeder Druckmesszelle an ein elektronisches Steuermodul (46) tragen.

13. Fußbekleidungsstück (**10**) nach Anspruch 12, wobei mindestens einer der Verbindungsstreifen (**48**) eine Schlangenlinienform aufweist.

14. Fußbekleidungsstück (**10**) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Fußbekleidungsstück ein Sportschuh wie beispielsweise ein Laufschuh, ein Tennisschuh usw. ist.

15. Drucksensor (**16'**) für ein Fußbekleidungsstück, vorzugsweise nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 14, umfassend eine flexible mehrschichtige Folienstruktur, die einen Vorderfußabschnitt, einen Fersenabschnitt und einen Verbindungsstreifen (**64**), der den Vorderfußabschnitt mit dem Fersenabschnitt verbindet, umfasst, wobei der Verbindungsstreifen einstückig mit der mehrschichtigen Folienstruktur ausgebildet ist, wobei der Drucksensor (**16'**) ferner einen wannenförmigen Behälter (**66**) für ein elektronisches Steuermodul (**46**) umfasst, durch welchen Behälter der Verbindungsstreifen hindurch angeordnet und an welchem er angeklebt ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

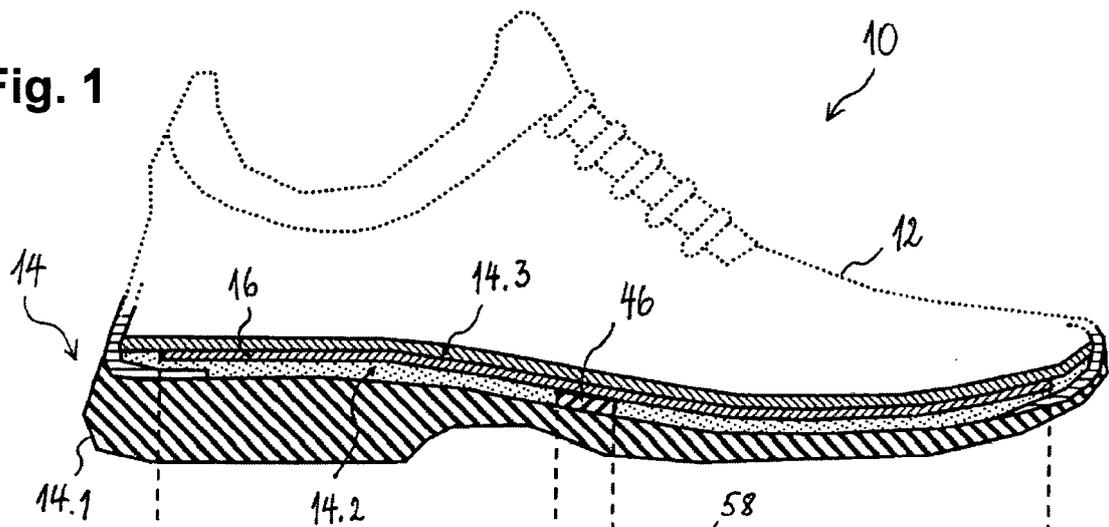


Fig. 2

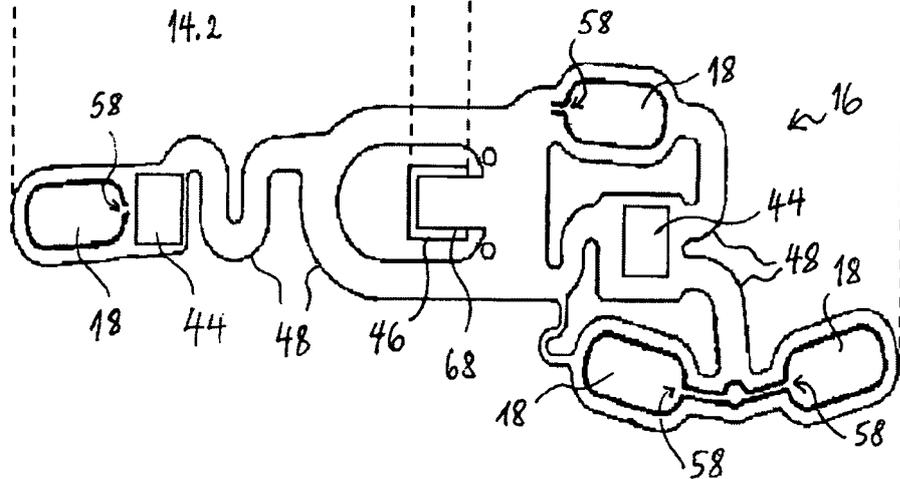


Fig. 5

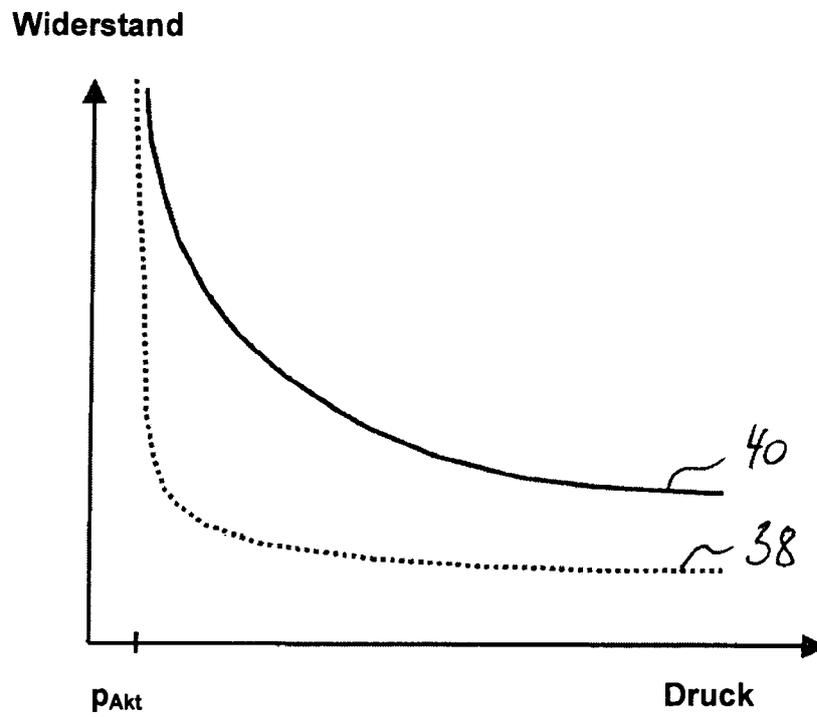


Fig. 6

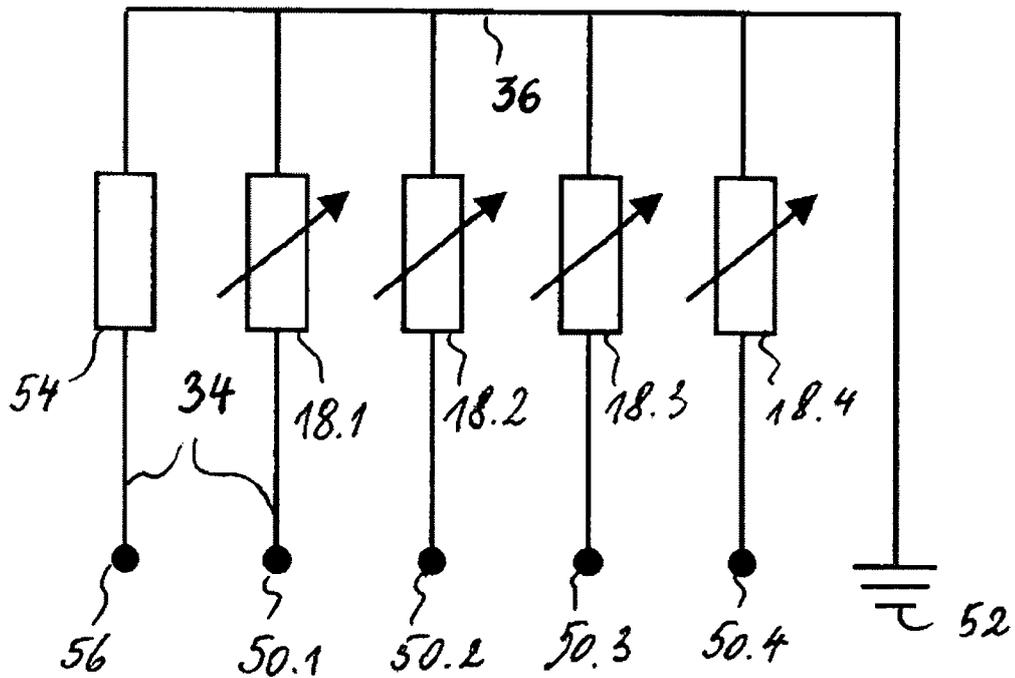


Fig. 7

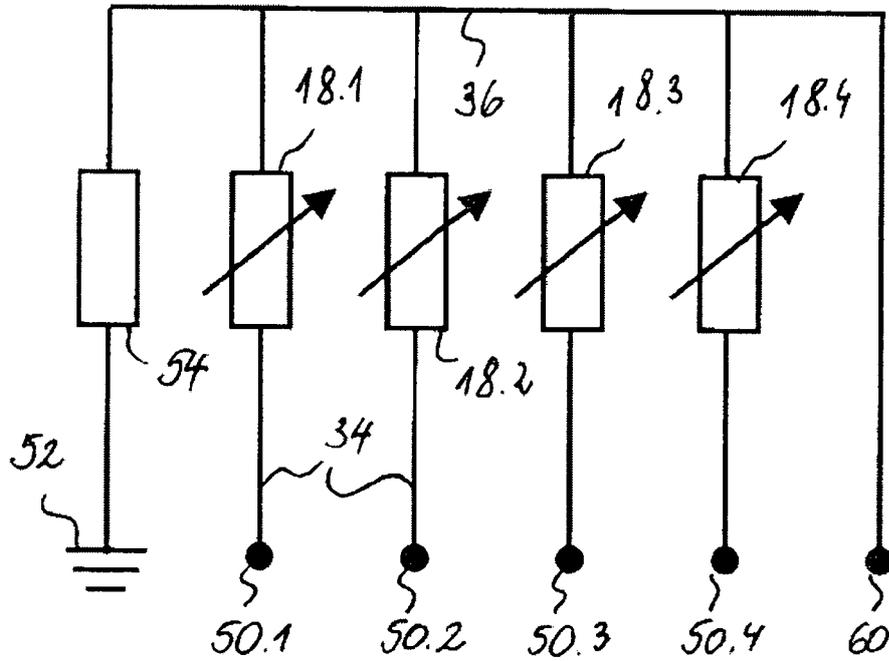


Fig. 8

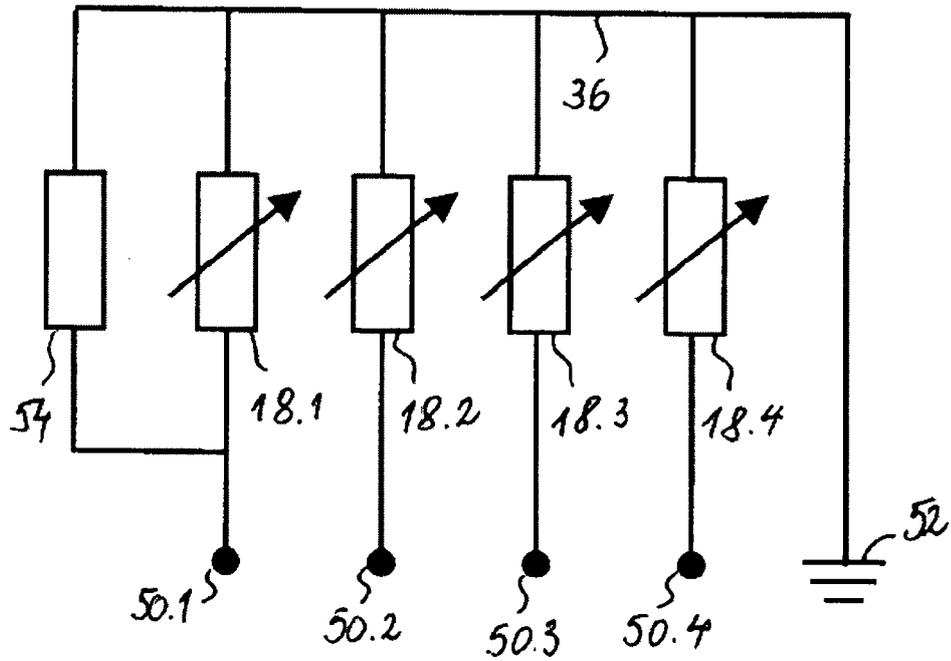


Fig. 9

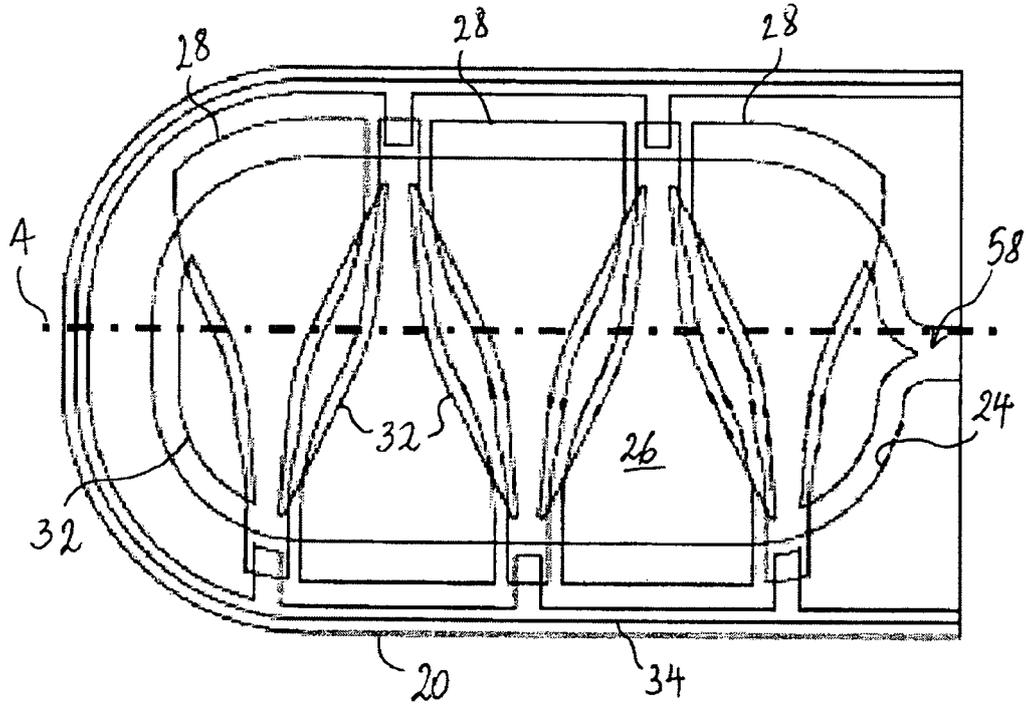


Fig. 10

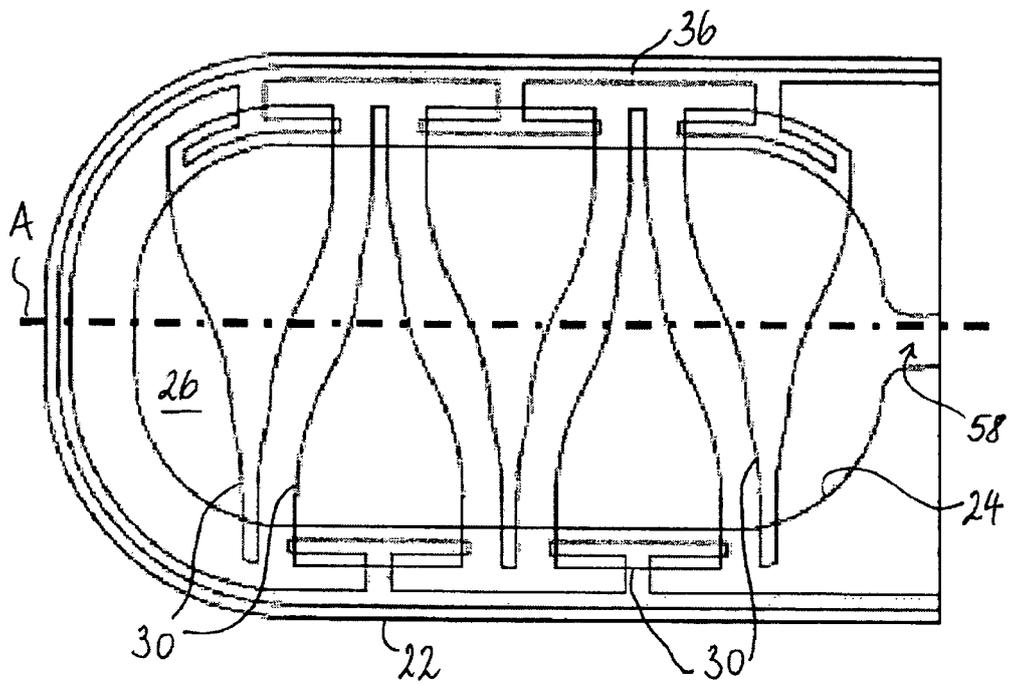


Fig. 11

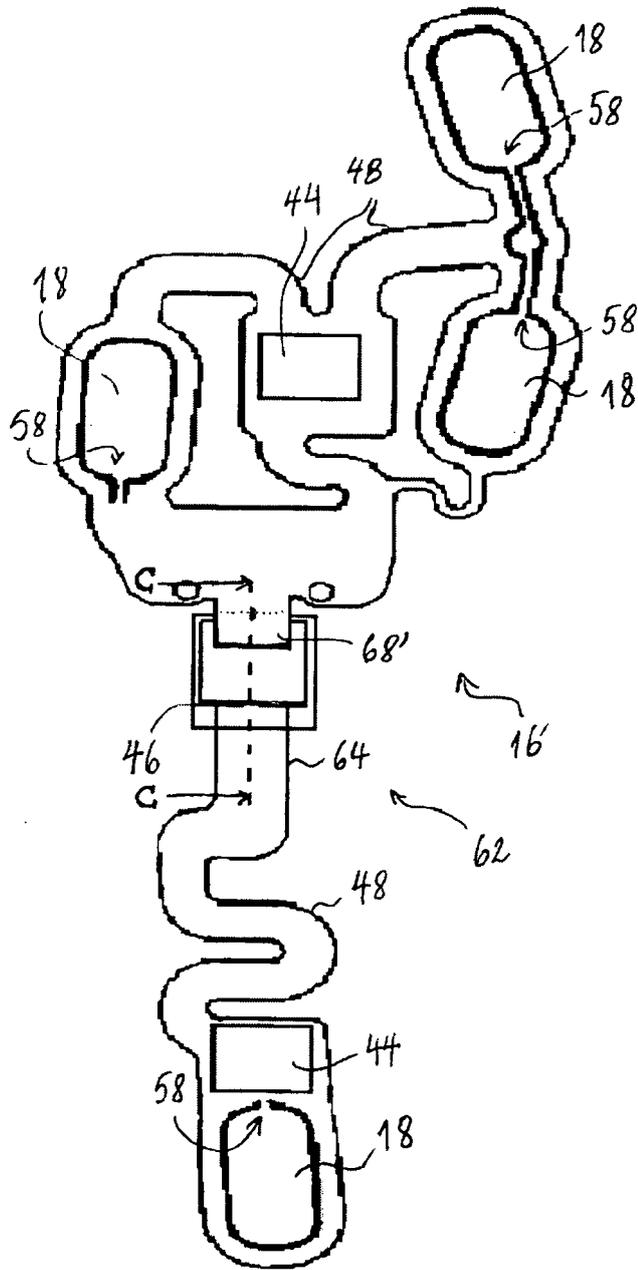


Fig. 12

