

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51040/2015 (51) Int. Cl.: **G01L 1/24** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 03.12.2015 **G01L 1/06** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2017 **A61B 5/103** (2006.01)
A61B 90/00 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4446760 A1
DE 4332807 A1
DE 19523756 A1
DE 19725906 C1
DE 102009043535 A1
EP 1744135 A1
EP 2412310 A1
US 2008221488 A1
DE 69817032 T2
DE 102005004142 A1
WO 2008011058 A2

(73) Patentinhaber:
Huber Dietrich
5730 Mittersill (AT)

(72) Erfinder:
Huber Dietrich
5730 Mittersill (AT)

(54) **Drucksensor, Messmatratze, Liegestatt, Verfahren und Diagnosesystem**

(57) Die Anmeldung offenbart einen optischer Drucksensor (42), aufweisend einen ersten Lichtleiterweg (44-1) und einen zweiten Lichtleiterweg (44-2) wobei eine Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) und eine Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) so angeordnet sind, dass ein über den ersten Lichtleiterweg (44-1) zugeführtes und aus der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) austretendes Licht in die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) fällt, und eine erste Oberfläche (10) und eine zweite Oberfläche (20), die relativ zueinander beweglich sind und deren Abstand voneinander einen Lichtlaufweg zwischen der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) und der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) bestimmt, wobei die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) mechanisch so miteinander gekoppelt sind, dass sich bei Erhöhung einer durch den Drucksensor aufgenommenen Druckkraft die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) voneinander entfernen. Weitere Gesichtspunkte betreffen eine Messmatratze mit einer Vielzahl von jeweils in Hohlräumen aufgenommenen Drucksensoren (42) auf Lichtleiter-Basis, eine Liegestatt mit der Messmatratze, ein Verfahren zur Erfassung von Zuständen eines auf einer Liegestatt liegenden Körpers, und ein Diagnosesystem.

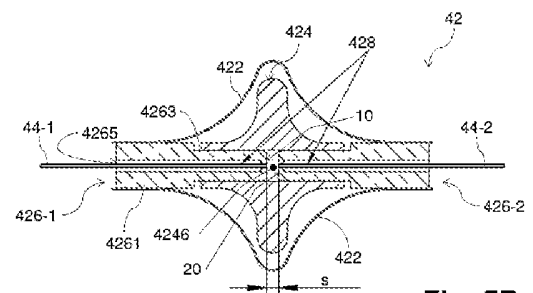


Fig. 5B

Beschreibung

DRUCKSENSOR, MESSMATRATZE, LIEGESTATT, VERFAHREN UND DIAGNOSESYSTEM

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Drucksensor, eine Messmatratze, eine Liegestatt, ein Verfahren zum Erfassen von Zuständen eines darauf angeordneten Körpers, und ein Diagnosesystem.

[0002] In der Medizin ist es oft wünschenswert, eine Liegeposition einer Person auf einer Matratze bzw. auf einer Liegestatt sensorisch festzustellen und zu überwachen. Dies kann über Drucksensoren, die in der Matratze verteilt sind und ein Einsinken des Körpers der Person als Druckkraft erfassen, geschehen. Viele Drucksensoren für den genannten und andere Einsatzzwecke benötigen einen Versorgungsstrom zur Ansteuerung von Sensorelementen. In der Medizin unterliegen jedoch stromführende Elemente, die in unmittelbarer Nähe eines Patienten angeordnet sind, erhöhten Sicherheitsanforderungen als elektrisch inaktive Elemente, um eine Zulassung zur Anwendung am Patienten zu erlangen. Es ist daher für diesen Anwendungsfall vorteilhaft, wenn Sensorelemente zur Erfassung von Druckunterschieden an einer Matratze zur Lagerung eines Patienten keine stromführenden Elemente aufweisen.

[0003] Aus der US 2011/0185824 A1 sind ein Drucksensor, eine Matratze, eine Atemmessvorrichtung und ein Diagnosesystem sowie ein entsprechendes Verfahren zum Messen einer Kraft bekannt, bei welchen der Drucksensor zur Messung des Abstands zwischen einer ersten und einer zweiten, gegenüberliegenden Oberfläche eingerichtet ist, wobei die erste Oberfläche gegen eine Rückstellkraft auf die zweite Oberfläche zu und/oder von dieser weg bewegbar ist. Neben verschiedenen aktiven Abstandssensoren, die beispielsweise LEDs, Laser-, Hall- oder Wirbelstromelemente aufweisen, ist in einer Ausführungsvariante auch ein optischer Abstandssensor mit Lichtwellenleitern (nachstehend kurz: Lichtleiter) vorgesehen. Bei dieser Variante führt ein erster Lichtleiter Licht von einer externen Lichtquelle dem Sensorraum zu und fängt ein zweiter Lichtleiter in dem Sensorraum reflektiertes Licht auf und leitet es einer externen Steuereinheit zu.

[0004] Die Konstruktion des Drucksensors der US 2011/0185824 A1 geht dabei davon aus, dass in einem Nullzustand, d.h. in lastlosem Zustand des Sensors, ein Abstand zwischen der ersten Oberfläche und der zweiten Oberfläche gegeben ist. Auch ist das Wirkprinzip dergestalt, dass eine Erhöhung der auf den Sensor wirkenden Druckkraft einen Abstand den optischen Elementen des Sensors verkleinert und damit den Lichtlaufweg außerhalb der Lichtleiter verkürzt, wodurch das resultierende (von dem zweiten Lichtleiter abgeführte) Licht heller als das zugeführte Licht ist. Genauer gesagt, das von dem ersten Lichtleiter ausgesendete Licht legt einen Weg von der Länge des doppelten Abstands zwischen den im Bereich der zweiten Oberfläche in den Sensorraum ragenden Stirnflächen der Lichtleiter und der ersten Oberfläche zurück. Die Änderung einer Lichtintensität folgt im Messbereich näherungsweise proportional einer Änderung des Laufwegs des Lichts zwischen den Stirnseiten der Lichtleiter. Es macht also hinsichtlich einer Änderung der Lichtintensität keinen Unterschied, ob eine Änderung der Belastung in bereits belastetem Zustand oder in unbelastetem Zustand eintritt. Dies ist für Messungen der absoluten Eintauchtiefe grundsätzlich zweckmäßig. Allerdings können die für die Messung maßgeblichen Bauteile auch ohne Änderung der zu messenden Druckbelastung um eine Gleichgewichtslage, insbesondere die Null-Lage, schwanken. Daher kann es, insbesondere bei einer Vielzahl von Sensoren in einem Diagnosesystem, schwierig sein, einen Nullzustand eindeutig und zuverlässig zu kalibrieren. Darüber hinaus gibt es Anwendungen, bei denen es eher auf eine Entscheidung, ob eine Belastung vorhanden ist oder nicht, als auf die absolute Größe der Belastung ankommt. Das bloße Vorhandensein einer Belastung kann jedoch bei dem herkömmlichen Sensor im Schwankungsrauschen um die Null-Lage untergehen. Daher kann bei kleiner Belastung eine sichere Messung schwierig sein. Auch ist ein Nahbereich, also ein Bereich enger Annäherung der ersten und zweiten Oberfläche, für eine Messung nicht nutzbar. Im Bereich des Anschlags, also bei nächster Annäherung der ersten und zweiten Oberfläche, gelangt aus geometrischen Gründen immer weniger des reflektierten Lichts in den

zweiten Lichtleiter, und beim Anschlag der Oberflächen wird schlagartig gar kein Licht mehr übertragen, da das Licht dann in den ersten Lichtleiter zurückgeworfen wird, aber nicht mehr in den zweiten Lichtleiter gelangt. Es kann in diesem Bereich nicht mehr bestimmt werden, wie groß die wirkende Druckkraft tatsächlich ist.

[0005] Aus der DE 44 46 760 A1 geht eine Vorrichtung zum Messen von Verformungen eines langgestreckten Grundkörpers hervor. An einem Ende des Grundkörpers ist ein Lichtleiter zum Zuführen eines Lichtstrahls angeordnet. Am gegenüberliegenden Ende sind zwei Lichtleiter angeordnet, die das zugeführte Licht empfangen. Zwischen den beiden Lichtleitern sind weitere optische Elemente, wie eine Linse und eine planparallele Platte angeordnet. Der Grundkörper weist Schlitze auf, sodass sich der Grundkörper bei Belastung verwinden kann. Eine Verformung des Grundkörpers wird durch eine Differenzmessung der Lichtmengen der beiden empfangenen Lichtleiter gemessen. Bei einer Verwindung des Grundkörpers wird die Position der beiden empfangenen Lichtleiter gegenüber der optischen Achse der Messvorrichtung verschoben, sodass eine der beiden Lichtleiter eine größere und der andere der beiden Lichtleiter eine kleinere Lichtmenge empfängt.

[0006] In der DE 43 32 807 A1 ist ein opto-elektrischer Sensor zur Messung der Biegung, Dehnung, Stauchung einer Schweißzange gezeigt. Der opto-elektrische Sensor wird hierzu an der Oberfläche der Schweißzange befestigt, sodass die Verformung der Schweißzange gemessen werden kann. Aus der Verformung kann auf die Anpresskraft, die mit der Schweißzange ausgeübt wird, geschlossen werden. Der Sensor besitzt eine Hülse mit einer Bohrung, in der sich zwei Lichtleiter befinden, sodass Licht von einem Lichtleiter auf den anderen Lichtleiter übertragen wird. Die Intensität des rückgeführten Lichtes wird in ein elektrisches Signal umgesetzt.

[0007] In der DE 195 23 756 A1 ist ein opto-elektrischer Sensor zum Erfassen einer Kraft und/oder eines Drehmomentes an einer Maschine oder einem Werkstück beschrieben. Der Sensor weist eine Tragplatte auf, an der ein Spiegel angeordnet ist. Dem Spiegel sind gegenüberliegend zwei Enden von Lichtleitern vorgesehen, wobei einer der beiden Lichtleiter mit einer Lichtquelle und der andere Lichtleiter mit einem Lichtdetektor verbunden sind. Eine Biegung der Trägerplatte führt zu einer Änderung der Lichtintensität, die vom Lichtdetektor erfasst wird.

[0008] Aus der DE 197 25 906 C1 geht ein Sensor zum Messen der Anpresskraft an einem Stromabnehmer hervor. Dieser Sensor weist zwei Lichtleiter auf, die mit ihren Enden gegenüberliegend zu einer Reflexionsfläche angeordnet sind. Die Reflexionsfläche und die Enden der Lichtleiter sind in einem federelastischen Verformungskörper angeordnet, sodass beim Andrücken des Verformungskörpers gegen ein Stromabnehmer der Abstand zwischen der Reflexionsfläche und der Enden der Lichtleiter verändert wird. Diese Veränderung des Abstandes a führt zu einer Änderung des Lichtstromes, die gemessen wird.

[0009] In der DE 10 2009 043 535 A1 wird ein Drucksensor beschrieben, bei welchem zwei Lichtleitern mit ihren Enden aneinander gegenüberliegend angeordnet sind, sodass von einem Lichtleiter Licht zugeführt und von anderen Lichtleitern Licht aufgenommen werden kann. Ein Lichtfilter wird bei Druckbelastung in den Spalt zwischen den beiden Lichtleitern eingeschoben und verändert das Licht. Diese Veränderung des Lichtes kann gemessen und hieraus auf den Druck geschlossen werden.

[0010] Aus der DE 698 17 032 T2 bzw. der EP 1 060 375 B1 ist ein optischer Drucksensor bekannt, der ein Fabry-Perot-Interferometer ausbildet, mit welchem sehr kleine Längenänderungen aufgrund von Interferenzeffekten gemessen werden können. Diese Interferenzeffekte führen zu einer abwechselnden Verringerung und Erhöhung der Lichtintensität.

[0011] Ein weiterer optischer Sensor geht aus der EP 1 744 135 A1 hervor, bei welchem zwischen zwei Folien zwei Enden von Lichtleitern aneinander gegenüberliegend angeordnet sind. Werden die Folien zusammengedrückt, dann wird der Weg zwischen den Lichtleitern versperrt, wodurch die Übertragung des Lichtes blockiert wird.

[0012] Aus der EP 2 412 310 A1 geht ein Sensor zum Messen einer Körperbewegung hervor,

wobei eine optische Faser in eine Folien- bzw. Matratzenstruktur eingebettet ist und eine Druckbelastung zu einer Änderung des Lichtdurchsatzes führt. Matratzen mit integrierten Sensoren zum Überwachen der Position von darauf liegenden Personen sind in der US 2008/0221488 A1, der DE 10 2005 004 142 A1 und der WO 2008/011058 A2 beschrieben.

[0013] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten optischen Drucksensor auf Lichtleiter-Basis zu schaffen, der die Nachteile des Stands der Technik wenigstens teilweise beseitigt. Die Aufgabe richtet sich insbesondere darauf, einen optischen Drucksensor auf Lichtleiter-Basis bereitzustellen, der eine sicherere Erfassung einer kleinen Belastung ermöglicht.

[0014] Die vorstehende Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche wenigstens in Teilaspekten gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen und vorteilhafte Weiterbildungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

[0015] Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein optischer Drucksensor vorgeschlagen, der aufweist:

[0016] - einen ersten Lichtleiterweg und einen zweiten Lichtleiterweg, wobei eine Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs und eine Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs so angeordnet sind, dass ein über den ersten Lichtleiterweg zugeführtes und aus der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs austretendes Licht in die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs fällt, und

[0017] - eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche, die relativ zueinander beweglich sind und deren Abstand voneinander einen Lichtlaufweg zwischen der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs und der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs bestimmt,

[0018] wobei die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche mechanisch so miteinander gekoppelt sind, dass sich bei Erhöhung einer durch den Drucksensor aufgenommenen Druckkraft die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche voneinander entfernen.

[0019] Im Sinne der Erfindung ist eine Druckkraft eine zusammendrückende Kraft. Demgemäß ist ein Drucksensor ein Kraftsensor zur Sensierung einer zusammendrückenden Kraft. Die Entfernung der ersten und der zweiten Oberfläche kann auch als Auslenkung des Drucksensors verstanden werden. Da sich bei Erhöhung einer durch den Drucksensor aufgenommenen Druckkraft die erste und die zweite Oberfläche voneinander entfernen, können sie bei zunehmender Belastung nicht aufeinander stoßen, sodass der Erfassungsbereich nicht durch den Anschlag der Oberflächen, sondern nur durch die körperliche Größe des Sensors nach oben begrenzt ist. Der Erfassungsbereich des Sensors kann daher größer sein. Auch wird bei dem erfindungsgemäßen Sensor der Lichtlaufweg mit zunehmender Druckkraft länger und wird daher die Lichtintensität des zurückkommenden Lichts bei steigender Druckkraft geringer, d.h., das zurückkommende Licht wird dunkler mit steigender Belastung. Daher kann eine maximal übertragbare Lichtintensität bei einem kleinstmöglichen Lichtlaufweg als Referenz zur Kalibrierung der Sensoren verwendet werden.

[0020] Wenn die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche elastisch miteinander gekoppelt sind, kann bei Rücknahme der Druckbelastung eine automatische Rückführung der Auslenkung erzielt werden.

[0021] Da die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche im unbelasteten Zustand des Drucksensors aneinander anliegen, kann lastlos eine maximale Lichtintensität übertragen werden, da auch bei Anschlag der ersten und der zweiten Oberfläche Licht direkt von dem ersten in den zweiten Lichtleiterweg geleitet wird. Eine beginnende Auslenkung, die mit einer beginnenden Druckbelastung korreliert, kann als überproportionale Abdunkelung sicher und eindeutig erkannt werden.

[0022] Wenn die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche bei einer Druckkraft, die unterhalb einer vorbestimmten Schwelle liegt, aneinander anliegen, kann auch eine Auslöseschwelle für

den Sensor definiert werden, sodass Schwankungen in Null-Lage wirksam unterdrückt werden können.

[0023] Der erste Lichtleiterweg ist ein erster Lichtleiter, der in einem die erste Oberfläche aufweisenden Bauteil aufgenommen ist, und der zweite Lichtleiterweg ist ein zweiter Lichtleiter, der in einem die zweite Oberfläche aufweisenden Bauteil aufgenommen ist, wobei die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters einander gegenüberliegen.

[0024] Dabei kann vorzugsweise die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters mit der ersten Oberfläche koplanar oder im Wesentlichen koplanar angeordnet sein und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters mit der zweiten Oberfläche koplanar oder im Wesentlichen koplanar angeordnet sein.

[0025] Die in den vorstehenden Ausführungsformen genannten Lichtleiter können als Lichtwellenleiter verstanden werden, die insbesondere aus Lichtleitfasern aufgebaut sind.

[0026] Wenn Achsen des ersten Lichtleiterwegs und des zweiten Lichtleiterwegs senkrecht zu einer Richtung einer durch den Drucksensor aufgenommenen Kraft (F) angeordnet sind, kann auch die Kopplung der ersten und der zweiten Oberfläche besonders einfach verwirklicht sein.

[0027] Es wird eine Messmatratze zum Erfassen von Zuständen eines auf der Messmatratze befindlichen Körpers vorgeschlagen, die aufweist:

[0028] - eine Vielzahl von in der Messmatratze ausgebildeten Hohlräumen, und

[0029] - eine Vielzahl von jeweils in den Hohlräumen aufgenommenen erfindungsgemäße Drucksensoren, die zur Änderung einer Lichtintensität eines mittels Lichtleitern zu- und abgeleiteten Lichts in Abhängigkeit von einer auf jeden Drucksensor wirkenden Druckkraft ausgebildet sind, wobei die Drucksensoren vorzugsweise nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildet sind.

[0030] Hohlräume können beispielsweise ohnehin vorhandene Tonnenfederkerne der Matratze sein. Alternativ können die Hohlräume auch eigens in die Matratze eingearbeitet sein. Die Hohlräume können so ausgebildet sein, dass sie sich, wenn sie nicht von einem Drucksensor oder dergleichen belegt sind, elastisch verschließen. Die Messmatratze kann auch ein in einem Hohlraum aufgenommenes Mikrofon, welches vorzugsweise auf Grundlage von Lichtleitern arbeitet, aufweisen. Damit können auch Schallaufzeichnungen etwa zur Überwachung von Atmung, Puls oder zur Aufzeichnung von Hilferufen oder sonstigen Sprachnachrichten vorgenommen werden. Vorzugsweise weist die Messmatratze eine Vielzahl von in der Messmatratze ausgebildeten Kanälen zur Aufnahme von Lichtleitern zu und von den Hohlräumen auf. Die Messmatratze kann als eine Innenlage, Auflage oder Unterlage einer Liegematratze ausgebildet sein.

[0031] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Liegestatt mit einer Messmatratze gemäß vorstehender Beschreibung vorgeschlagen. Die Liegestatt kann beispielsweise ein herkömmliches Bett, ein Krankenbett, ein Pflegebett, oder ein OP-Tisch sein.

[0032] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Erfassen von Zuständen eines auf einer Liegestatt liegenden Körpers mittels einer Vielzahl von unterhalb des Körpers angeordneten Drucksensoren vorgeschlagen. Die Drucksensoren sind gemäß vorstehender Beschreibung ausgebildet. Das Verfahren weist die Schritte auf:

[0033] - Erzeugen eines Lichts definierter Lichtintensität;

[0034] - Zuführen des Lichts zu jedem der Drucksensoren über einen jeweiligen ersten Lichtleiterweg;

[0035] - Empfangen eines resultierenden Lichts von jedem der Drucksensoren über einen jeweiligen zweiten Lichtleiterweg; und

[0036] - Berechnen der Zustände auf der Grundlage einer Lichtintensität des resultierenden Lichts der jeweiligen Drucksensoren.

[0037] In dem beschriebenen Verfahren können die Zustände des Körpers wenigstens einen aufweisen von:

[0038] - einer Körperposition wie etwa Liegeposition, Sitzposition oder dergleichen;

[0039] - eines lokalen Aufliegedrucks;

[0040] - einer lokalen Eindringtiefe;

[0041] - einer Lage im Raum;

[0042] - einem Puls;

[0043] - einer Temperatur;

[0044] - einer Atmungsfrequenz und/oder -tiefe und/oder -qualität;

[0045] - einem Bewegungszustand.

[0046] Das Verfahren kann auch Erfassungsdaten anderer Sensoren verwenden, die wenigstens einen der folgenden umfassen:

[0047] - optische Sensoren;

[0048] - 3D-Scanner, insbesondere Laser-Scanner;

[0049] - Kameras;

[0050] - Schallwandler, insbesondere Mikrofone;

[0051] - medizinische Überwachungssensoren bzw. -systeme.

[0052] Das Verfahren kann ferner wenigstens einen der Schritte aufweisen:

[0053] - Speichern von Datensätzen entsprechend den erfassten Zuständen des Körpers;

[0054] - Erstellen und/oder Verwenden eines Matratzenmodells;

[0055] - Erzeugen eines visuelles Abbilds der erfassten Zustände des Körpers als 2D- Ansicht, 3D-Ansicht, räumlich schwenkbares 3D-Modell, Schnittansicht, insbesondere Längs- oder Querschnittsansicht als Standbild oder Bewegtbild und Speichern, Darstellen auf einer Anzeigevorrichtung, Aufzeichnen auf Datenträger, Übertragung über ein Datenübertragungsnetz des erzeugten Abbilds;

[0056] - Fernüberwachung des Körpers anhand der erfassten Zustände;

[0057] - Ansteuerung von Stellgliedern zur Veränderung einer Körperposition, einer Eindringtiefe oder eines Auflagedrucks des Körpers.

[0058] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Diagnosesystem, aufweisend eine Vielzahl von Drucksensoren gemäß vorstehender Beschreibung und einer Steuereinheit zur Ansteuerung der Drucksensoren und zur Verarbeitung von Erfassungsergebnissen der Drucksensoren vorgeschlagen.

[0059] In dem Diagnosesystem kann die Steuereinheit eine Lichtquelle zur Versorgung der Drucksensoren mit einem Licht über die jeweiligen ersten Lichtleiterwege, eine Lichterfassungseinheit zum Erfassen eines von den Drucksensoren kommenden Lichts über die jeweiligen zweiten Lichtleiterwege, und eine Speichereinheit zum Speichern von Datensätzen entsprechend den Erfassungsergebnissen für jeden der Drucksensoren aufweisen.

[0060] Ferner kann die Steuereinheit eine Prozessoreinheit zur Ermittlung einer auf jeden Drucksensor wirkenden Kraft anhand einer Lichtintensität des von dem jeweiligen Drucksensor erfassten Lichts aufweisen, wobei die Erfassungsergebnisse die auf jeden Drucksensor wirkenden Kraft aufweisen.

[0061] Das Diagnosesystem kann ferner eine Auswertungseinheit, die zur Auswertung von Datensätzen wenigstens einer, vorzugsweise einer Vielzahl von Steuereinheiten ausgebildet ist, aufweisen, wobei die Auswertungseinheit vorzugsweise eine Vielzahl von Schnittstellen aufweist, die ausgebildet sind für einen Datenaustausch mit wenigstens einem von Eingabegeräten, Anzeigevorrichtungen, interaktive Systeme, Speichereinheiten, Aufzeichnungsgeräten, Internkommunikationseinrichtungen und Fernkommunikationsnetzen.

[0062] Das Diagnosesystem kann insbesondere zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens aufweisen. Die Verfahrensschritte können durch die Verarbeitungseinheit oder die Auswertungseinheit oder verteilt auf diese durchgeführt werden.

[0063] Weitere Merkmale, Aufgaben, Vorteile und Wirkungen der vorliegenden Erfindungen werden aus der nachstehenden Beschreibung spezieller Ausführungsbeispiele ersichtlich werden. Zur Veranschaulichung der Ausführungsbeispiele wird auf die beigegefügte Zeichnung Bezug genommen. Dabei ist:

[0064] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Diagnosesystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0065] Fig. 2A und 2B jeweils eine schematische Draufsicht eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung im unbelasteten bzw. belasteten Zustand;

[0066] Fig. 3A und 3B jeweils eine schematische stirnseitige Ansicht des Sensors in Blickrichtung eines Pfeils III in Fig. 2A bzw. 2B im unbelasteten bzw. belasteten Zustand;

[0067] Fig. 4A und 4B jeweils eine schematische Seitenansicht des Sensors in Blickrichtung eines Pfeils IV in Fig. 2A bzw. 2B im unbelasteten bzw. belasteten Zustand; und

[0068] Fig. 5A und 5B jeweils eine schematische Längsschnittansicht des Sensors entlang einer in Fig. 2A bzw. 2B durch Pfeile V,V angedeuteten Schnittebene in Blickrichtung der Pfeile V,V im unbelasteten bzw. belasteten Zustand.

[0069] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen ausführlich beschrieben werden. Dabei ist zu verstehen, dass die bildlichen Darstellungen rein schematisch und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu sind. Ebenso ist darauf hinzuweisen, dass die Zeichnungen und die nachfolgende Beschreibung sich auf die zum Verständnis der Erfindung hilfreichen Merkmale konzentrieren, ohne dass dadurch der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung, der durch die beigegefügte Ansprüche im breitesten Sinne definiert ist, eingeschränkt werden soll.

[0070] Im Rahmen dieser Anmeldung sind Angaben wie senkrecht, parallel, kollinear, koplanar, gleich oder dergleichen nicht ausschließlich im geometrisch bzw. mathematisch exakten Sinne zu verstehen, sondern können einen Bereich im Rahmen technisch sinnvoller Toleranzen umfassen. Das Verständnis des technisch Sinnvollen kann sich dabei nach der zu erzielenden Wirkung richten. Gleiches gilt für Zahlenangaben oder Wertangaben.

[0071] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun anhand der beigegefügten Figuren ausführlich beschrieben werden.

[0072] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Diagnosesystems 2 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Diagnosesystem 2 umfasst gemäß der Darstellung in Fig. 1 eine Liegestatt bzw. ein Bett 4, eine Steuereinheit 6 und eine Auswertungseinheit 8.

[0073] Das Bett 4 weist eine Matratze 40 auf, welche mit einer matrixartigen Anordnung von Sensoren 42 versehen ist. Die Sensoren 42 sind als optische Druck- bzw. Drucksensoren ausgebildet, die auf eine Änderung einer auf den Sensor 42 wirkenden Druckkraft mit einer Ände-

rung einer Intensität eines über Lichtleiter zu- und abgeführten Lichts reagieren. Jeder Sensor 42 weist zu diesem Zweck einen ersten, ankommenden Lichtleiter und einen zweiten, abgehenden Lichtleiter auf, die als ein Lichtleiterpaar 44 dargestellt sind. Die Lichtleiterpaare 44 sind im Bereich des Betts 4 zu einem Lichtleiter-Sammelstrang 46 zusammengefasst. Der Lichtleiter-Sammelstrang 46 teilt sich in einen Eingangs-Teilstrang 461, der die ankommenden Lichtleiter der Sensoren 42 enthält, und einen Ausgangs-Teilstrang 462, der die abgehenden Lichtleiter der Sensoren 42 enthält. Die Teilstränge 461 und 462 führen zu der Steuereinheit 6, die weiter unten im Einzelnen beschrieben wird.

[0074] Die Sensoren 42 sind ausgebildet und angeordnet, um eine Druckbelastung auf der Matratze 40 an ihren jeweiligen Orten in der Matrix zu erfassen. Auf diese Weise kann eine lokale Belastung der Matratze 40, wie sie von den Sensoren 42 erfasst wird, in eine Lage einer auf dem Bett 4 ruhenden Person (insbesondere Patienten) umgerechnet werden. Neben einer Lage kann auch eine lokale Einsinktiefe aus den Ergebnissen der Druck- bzw. Krafterfassung errechnet werden. Eine Auflösung der Erfassung wird dabei im Wesentlichen von der Dichte und Anordnung der Sensoren 42 bestimmt. Ein Aufbau der Sensoren 42 wird weiter unten anhand der Darstellung in den Fig. 2A/2B bis 5A/5B beschrieben werden.

[0075] An ausgewählten Stellen der Matratze 40 sind auch Mikrofone 48 angeordnet, welche zusätzlich zu der die Ermittlung einer Lage einer auf dem Bett 4 ruhenden Person ermöglichen, Schallsignale zur Erfassung von Atemgeräuschen, Herztönen und/oder Hilferufen der Person erfassen können. Die Mikrofone 48 können als Lichtleiter-Mikrofone ausgebildet sein.

[0076] Die Sensoren 42 sind in diesem Ausführungsbeispiel in Taschenfederkernen (nicht näher dargestellt) der Matratze 40 untergebracht, die Erfindung ist jedoch auf diese Anordnungsweise nicht beschränkt. Beispielsweise können die Sensoren 42 in eigens eingebrachten Hohlräumen (nicht näher dargestellt) der Matratze 40 untergebracht sein oder können die Sensoren 42 in einer eigenen Lage, mit oder ohne ein Stützgerüst, Stütznetz oder Stützgewebe, über oder unter der Matratze 40 oder in einem Hohlraum der Matratze 40 untergebracht sein. Zur Aufnahme der Lichtleiterpaare 44 und des Lichtleiter-Sammelstrangs 46 können innerhalb der Matratze weitere Ausnehmungen vorgesehen sein. Alternativ kann der Lichtleiter-Sammelstrang 46 auch außerhalb der Matratze 40 zusammengefasst und geführt sein. Die Zusammenfassung der Lichtleiter zu dezidierten Lichtleiterpaaren 44, dem Lichtleiter-Sammelstrang 46 und den Teilsträngen 461, 462 dienen der Übersichtlichkeit bei der Verkabelung. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf eine solche Zusammenfassung beschränkt ist, sondern die Lichtleiterpaare 44 oder auch deren einzelnen Lichtleiter auch ungeordnet oder anders zusammengefasst zu der Steuereinheit 6 geführt sein können.

[0077] Die Steuereinheit 6 ist dem Bett 4 bzw. der Matrix der Sensoren 42 der Matratze 40 individuell zugeordnet. Genauer gesagt ist, sofern mehrere Betten 4 vorgesehen sind, jedem Bett 4 eine eigene Steuereinheit 6 zugeordnet.

[0078] Gemäß der Darstellung in Fig. 1 weist die Steuereinheit 6 eine Prozessoreinheit 60, eine Stromversorgung 62, eine Vielzahl von externen Schnittstellen 64, eine Lichtquelle 65, eine Lichterfassungseinheit 66 und eine Speichereinheit 68 auf, welche in üblicher und an sich bekannter Weise miteinander verschaltet, d.h., signaltechnisch (im Hinblick auf eine Datenleitung) und energietechnisch (im Hinblick auf eine Stromversorgung) in geeigneter Weise miteinander verbunden sind.

[0079] Die Energieversorgungseinheit 62 ist vorgesehen, um die weiteren Elemente der Steuereinheit 6 mit einer Versorgungsspannung zu versorgen. Die externen Schnittstellen 69 ermöglichen einen Datenaustausch mit externen Einheiten. Die Lichtquelle 65 ist mit dem ankommenden Teilstrang 461 des Lichtleiter-Sammelstrangs 46 verbunden, und die Lichterfassungseinheit 66 ist mit dem abgehenden Teilstrang 462 des Lichtleiter-Sammelstrangs 46 verbunden. Die Lichtquelle 65 ist in üblicher und an sich bekannter Weise ausgebildet, um jedem Lichtleiter des Eingangs-Teilstrangs 461 ein Licht definierter Leuchtstärke einzuleiten. Die Lichtquelle 65 kann aus Laser-, LED- oder sonstigen Leuchtelementen, insbesondere in einer Matrix angeordnet, aufgebaut sein. Die Lichtquelle 65 kann auch eine analoge Leuchtquelle, deren Licht über ein

Gitter oder dergleichen gerastert wird, aufweisen. Die Lichtquelle 65 ist insbesondere ausgebildet, jedem Lichtleiter des Eingangs-Teilstrangs 461, also dem ankommenden Lichtleiter jedes Sensors 42, ein Licht definierter, vorzugsweise identischer Intensität zuzuführen.

[0080] Die Lichterfassungseinheit 66 ist ausgebildet, um das über jeden abgehenden Lichtleiter der Sensoren 42 zurückgeführte Licht einzeln zu erfassen. Hierzu ist in der Lichterfassungseinheit 66 eine Matrix von Lichterfassungselementen bzw. Lichtsensorelemente, etwa in Form einer CCD-Matrix (nicht näher dargestellt) vorgesehen, wobei jedem Lichtleiter des Ausgangs-Teilstrangs 462 wenigstens ein Lichterfassungselement zugeordnet ist. Die Lichterfassungseinheit 66 kann eine Kameraeinheit aufweisen, wobei eine Digitalisierung der empfangenden Lichter durch die Kameraeinheit oder einen A/D-Wandler erfolgen kann.

[0081] Die Prozessoreinheit 60 ist ausgebildet, das von der Lichterfassungseinheit 66 erfasste Licht in Datensätze umzuwandeln. Jeder Datensatz kann eine Lichtintensität des von jedem Sensor 42 zurückgegebenen Lichts oder eine auf jeden Sensor wirkenden Kraft aufweisen. Die Datensätze können alternativ oder ergänzend auch bereits aus den Messergebnissen errechnete Lagewerte (Belastung ja/nein) und/oder Eindringtiefen aufweisen. Auf diese Weise kann ein Abdruck eines auf der Matratze 40 liegenden Körpers in Form eines Datensatzes erstellt und in der Speichereinheit 68 abgelegt werden.

[0082] Die Steuereinheit 6 weist eine Stromversorgung und elektrisch aktive Bauelemente auf. Die Steuereinheit 6 ist aber in sicherem Abstand von dem Bett 4 platzierbar und die in der Matratze 40 verbauten Teile (Sensoren 42, Lichtleiterpaare 44, Mikrofone 48) sind stromlos, sodass eine von elektrischen Strömen ausgehende Gefahr für eine auf dem Bett 4 ruhende Person vermieden werden kann.

[0083] Die Auswertungseinheit 8 weist gemäß der Darstellung in Fig. 1 ein Gehäuse 80, eine Prozessoreinheit 81, Eingabeschnittstellen für Datensätze 82, Schnittstellen für externen Zugriff 83, Monitorschnittstellen 84, Schnittstellen für ein bidirektionales Interaktives System 85 und Schnittstellen für externen Datenaustausch 86 auf. Die Prozessoreinheit 81 weist Visualisierungseinheiten 812, Datenverwaltungseinheiten 814, Datenspeichereinheiten 816 und Datentransfereinheiten 818 auf. Die Eingabeschnittstelle für Datensätze 82 ist zur Aufnahme von Datensätzen einer Vielzahl von Steuereinheiten wie der Steuereinheit 6 ausgebildet.

[0084] Mit Hilfe der Auswertungseinheit 8 können die Datensätze aus der Steuereinheit 6 beispielsweise in ein Körper- bzw. Matratzenmodell umgerechnet, visualisiert und auf einem Monitor dargestellt werden.

[0085] So ist mit dem Diagnosesystem 2 eine Überwachung beispielsweise einer Vielzahl von Personen in einer Klinik oder einem Pflegeheim möglich. Da die Sensoren 40 und auch die Mikrofone 48 stromlos arbeiten und alle elektrisch versorgten Elemente frühestens in der Steuereinheit 6, die in sicherem Abstand von dem Bett 4 angeordnet ist, zusammengefasst sind, kann das Diagnosesystem 2 mit geringerem Aufwand zulassungsfähig gemacht werden als ein System mit elektrisch versorgten Sensoren in der Matratze.

[0086] Das oben beschriebene Diagnosesystem 2 kann auch als Lichtleiter-Messsystem bezeichnet werden. Das Diagnosesystem 2 kann zur Messung der Eindringtiefe von Objekten in elastischen Körpern, zur dreidimensionalen Darstellung des Objektes ausgebildet sein bzw. verwendet werden. Insbesondere kann das an der Matratze 40 eingesetzte Diagnosesystem 2 zur Darstellung der Bewegungs- und Lebensfunktionen einer Person und/oder Objektes ausgebildet sein bzw. verwendet werden.

[0087] Das Diagnosesystem 2 bildet eine Anordnung von Messpunkten zur Messung der Eindringtiefe einer Person und/oder Objektes in eine verformbare Fläche oder in ein verformbares Objekt. Die Messpunkte sind so angeordnet, dass eine Berechnung und Darstellung der Eindringtiefe innerhalb der Anordnung, auf der sich das zu messende Objekt befindet, erfolgen kann.

[0088] Die Messung der Eindringtiefe erfolgt mit Hilfe von Lichtleitern. Die Auslenkung und/oder

der Abstand von Lichtleitern wird mit Hilfe einer mechanischen Auslenkung, die mit der Eindringtiefe verknüpft ist, realisiert.

[0089] Die Messung der Änderung des Lichtes erfolgt mit einem auf photoelektrischem Prinzip aufbauenden Sensorsystem oder mit einer Kamera.

[0090] Eine Digitalisierung erfolgt durch die Kamera oder einen A/D-Wandler.

[0091] Eine mehrdimensionale Abbildung der zu messenden Fläche und/oder des deformierten elastischen Objektes mit Hilfe der gemessenen Daten ist möglich.

[0092] Ebenso ist eine freie Abbildung und/oder die Darstellung eines Schnittbilds der Deformierung des deformierten Objektes mit Hilfe der gemessenen Daten in verschiedene Richtungen möglich.

[0093] Die Messungen sind zu jedem Zeitpunkt und/oder kontinuierlich durchführbar.

[0094] Ein Ablauf der Änderungen und/oder Messungen kann in Echtzeit und/oder als zeitlich variable Darstellung in einem Film, einem Videoclip, einer Animation oder einem ähnlichem Medium auf einem oder mehreren Bildschirmen dargestellt werden.

[0095] Der zeitliche Ablauf der Änderungen und/oder Messungen kann in Echtzeit und/oder als zeitlich variable Darstellung auf einem Mobiltelefon, insbesondere Smartphone, Tablet, Laptop, PC und/oder jeglichem anderen technischen Gerät, das eine geeignete Anzeigevorrichtung aufweist, dargestellt werden.

[0096] Aus der dreidimensionalen Abbildung der gemessenen Fläche und/oder des Objektes kann auch ein dreidimensionales animiertes Objekt berechnet und dargestellt werden. Das dreidimensionale animierte Objekt wird aus den gemessenen Daten berechnet und/oder entsteht aus einer Datenbank mit errechneten Daten und/oder Eingabedaten der Abmessungen des Objektes und/oder aus Bildaufnahmen des Objektes und/oder einem 3D-Scan des Objektes. Die gleichzeitige Verwendung aller Eingabe und Berechnungsdaten werden zur Darstellung verwendet.

[0097] Analysemöglichkeiten aus dem zeitlichen Ablauf der Darstellung des 3D animierten Objektes umfassen beispielsweise Stoppfunktion, Zeitrafferfunktion, Drehung um verschiedene Achsen, Einblendung von Objektdetails aus anderen in 3D generierten Daten, Einblendung von Detailbildern und Sequenzen aus medizinisch technischen Aufnahmeverfahren und/oder anderen Aufnahmeverfahren.

[0098] Das Diagnosesystem kann auch aktive Elemente aufweisen, die als Ausgleich zu einer mit Hilfe der Messdaten ermittelten Bewegung des Objektes aktiv angesteuert werden können. Damit ist eine Steuerung und aktive Änderung der Eindringtiefe des Objektes mit Hilfe der Messdaten möglich.

[0099] Mit geeigneten Mikrofonen, insbesondere Lichtleiter-Mikrofonen, oder zusätzlichen Geräten, die über eine Schnittstelle die Daten ebenso in Echtzeit liefern, ist auch eine gleichzeitige Aufnahme und Echtzeit-Verknüpfung zu den gemessenen Druckdaten von Lebensfunktionen wie Puls, Atemfunktion, Herzrhythmus, Temperatur möglich.

[00100] Somit eignet sich das Diagnosesystem 2 insbesondere für medizinische Anwendung in der Kranken- und Altenpflege, für allgemeine Diagnoseanwendungen, zur Überwachung auf der Intensivstation, Überwachung eines Patienten auf einem OP-Tisch und dergleichen.

[00101] Eine Fernüberwachung kann über Intranet/Internet, Telefon oder Funkalarm eingebunden sein.

[00102] Nachstehend wird der Aufbau eines Drucksensor 42 aus Fig. 1 als eigenständiges Ausführungsbeispiel beschrieben. Dabei sind Fig. 2A und 2B jeweils eine schematische Draufsicht eines Sensors 42 gemäß diesem Ausführungsbeispiel im unbelasteten bzw. belasteten Zustand. Entsprechend sind Fig. 3A und 3B jeweils eine schematische stirnseitige Ansicht des Sensors 42 in Blickrichtung eines Pfeils III in Fig. 2A bzw. 2B, sind Fig. 4A und 4B jeweils

eine schematische Seitenansicht des Sensors 42 in Blickrichtung eines Pfeils IV in Fig. 2A bzw. 2B, und sind Fig. 5A und 5B jeweils eine schematische Längsschnittansicht des Sensors entlang einer in Fig. 2A bzw. 2B durch Pfeile V,V angedeuteten Schnittebene in Blickrichtung der Pfeile V,V, jeweils im unbelasteten bzw. belasteten Zustand.

[00103] Gemäß der Darstellung in Fig. 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A und 5B weist der Sensor 42 zwei Federelemente 422, einen Träger 424, zwei Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 und zwei Lichtleiter 44-1, 44-2 auf, wobei einer der Lichtleiter als erster oder ankommender Lichtleiter 44-1 und der andere als zweiter oder abgehender Lichtleiter 44-2 bezeichnet wird. Der erste Lichtleiter 44-1 ist ein erster Lichtleiterweg im Sinne der Erfindung, und der zweite Lichtleiter 44-2 ist ein zweiter Lichtleiterweg im Sinne der Erfindung. Die Lichtleiter 44-1, 44-2 entsprechen einem Lichtleiterpaar 44 in Fig. 1. Jeder der Lichtleiter 44-1, 44-2 wird in einem der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 gehalten. Dementsprechend wird der den ersten Lichtleiter 44-1 haltende Lichtleiterhalter als erster Lichtleiterhalter 426-1 und der den zweiten Lichtleiter 44-2 haltende Lichtleiterhalter als zweiter Lichtleiterhalter 426-2 bezeichnet. Die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 sind in dem Träger 424 gelagert, sodass sie zueinander und zu dem Träger 424 relativ beweglich sind. Die Federelemente 422 greifen oben und unten an den Lichtleiterhaltern 426-1, 426-2 an und drücken diese zusammen.

[00104] Wie in Fig. 3B, 4B genauer bezeichnet, weisen die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 jeweils einen in etwa quaderförmigen Grundkörper 4261 mit sechs Flächen auf, wobei die zwei mit den Federelemente 422 verbundenen Flächen als Hauptflächen bzw. als obere und untere Flächen bezeichnet werden, die zwei Flächen, deren Flächennormale mit Achsen der Lichtleiter 44-1 bzw. 44-2 zusammenfallen, als Stirnflächen bezeichnet werden und die verbleibenden zwei Flächen als Seitenflächen bezeichnet werden. Die Hauptflächen und Stirnflächen und Seitenflächen sind im Wesentlichen eben ausgebildet. Die zueinander weisenden Stirnflächen der zwei Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 werden nachstehend auch als innere Stirnflächen, die voneinander weg weisenden Stirnflächen der zwei Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 als äußere Stirnflächen bezeichnet. Ferner weisen die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 jeweils einen zylindrischen Zapfen 4263 auf, der von einer jeweiligen inneren Stirnseite des Grundkörpers 4261 abragt, wobei ein Durchmesser des Zapfens 4263 kleiner ist als jede Länge der Stirnseite (Breite, Höhe des Grundkörpers).

[00105] Der Träger 424 weist einen in etwa rotationssymmetrischen, tellerförmigen Grundkörper 4242 und zwei von dessen entgegengesetzten Flächen koaxial abragende Naben 4244 auf. Die Naben 4244 gehen von einer mit dem Grundkörper 4242 verbundenen Basis in einen zylindrischen Endabschnitt über, wobei ein Durchmesser des Endabschnitts in etwa einer kleinsten Länge der inneren Stirnseite (also der Höhe) des Grundkörpers 4261 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 entspricht.

[00106] Wie in Fig. 5B genauer bezeichnet, weist der Träger 424 auch eine durchgehende Axialbohrung 4246 auf, in welcher die Zapfen 4263 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 mit Spiel aufgenommen sind. Ferner weisen die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 jeweils einen durchgehenden Axialkanal 4265 auf, in welchem der ankommende Lichtleiter 44-1 bzw. der abgehende Lichtleiter 44-2 mittels einer Verklebung 428 befestigt ist. Es ist anzumerken, dass der Axialkanal 4265 über den Großteil seiner Länge deutlich weiter ist als ein Außendurchmesser der Lichtleiter 44-1, 44-2, um die Verklebung 428 aufnehmen zu können. Nur im Bereich der Stirnfläche des Zapfens 4263 verjüngt sich der Axialkanal 4265 auf den Durchmesser des Lichtleiters 44-1, 44-2, sodass die Stirnfläche des Lichtleiters 44-1, 44-2 frei von Klebstoff ist. Durch die oben beschriebene Anordnung ist sichergestellt, dass eine Stirnfläche des ankommenden Lichtleiters 44-1, die auch als Lichtaustrittsfläche des ankommenden Lichtleiters 44-1 bezeichnet wird, und eine Stirnfläche des abgehenden Lichtleiters 44-2, die auch als Lichteintrittsfläche des abgehenden Lichtleiters 44-2 bezeichnet wird, jeweils mit der Stirnfläche des Zapfens 4263 des ersten bzw. zweiten Lichtleiterhalters 426-1, 426-2 koplanar ist.

[00107] Es wird nun die Funktionsweise des Sensors 42 genauer beschrieben. Hierzu zeigen die Fig. 2A, 3A, 4A, 5A den Sensor 42 in unbelastetem Zustand, während die Fig. 2B, 3B,

4B, 5B den Sensor 42 in jeweils gleicher Ansicht im belasteten Zustand zeigen.

[00108] Wie in Fig. 3B gezeigt, ist der belastete Zustand dadurch definiert, dass auf die Federelemente 422 eine Druckkraft (zusammendrückende Kraft) F von oben und unten wirkt. Wie in Fig. 5A gezeigt, liegen im unbelasteten Zustand die Stirnflächen der Zapfen 4263 unter der Federvorspannung der Federelemente 422 dicht an (Spaltabstand $s=0$). Dadurch liegen auch die Stirnflächen der Lichtleiter 44-1, 44-2 dicht an, sodass ein durch den ankommenden Lichtleiter 44-1 zugeführtes Licht praktisch verlustfrei in den abgehenden Lichtleiter 44-2 eingeleitet wird. Werden die Federelemente 422, deren Endabschnitte mit den Grundkörpern 4261 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 fest verbunden sind, jedoch belastet, werden, wie in Fig. 5B deutlich sichtbar, die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 durch die Federelemente 422 voneinander weg gedrückt, und die Stirnflächen 10, 20 der Zapfen 4263 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 entfernen sich voneinander. Es entsteht ein Spalt mit einem Spaltabstand s . Das durch den ankommenden Lichtleiter 44-1 zugeführte Licht tritt über die Lichtaustrittsfläche des ankommenden Lichtleiters 44-1 in den Spalt ein und muss den Spaltabstand s überwinden, um dann in die Lichteintrittsfläche des abgehenden Lichtleiters 44-2 zu fallen, und erleidet während Überwindens des Spaltabstands s einen Verlust an Lichtleistung.

[00109] Ersichtlich liefert der Sensor 42 gemäß der vorliegenden Erfindung im unbelasteten Zustand, in welchem die Stirnflächen der Lichtleiter 44-1, 44-2 dicht aneinander liegen, eine konstante, maximale Lichtleistung ohne jede Schwankung. Der Sensor 42 ist daher in seiner Signalantwort durch die Steuereinheit 6 (Fig. 1) besonders gut kalibrierbar. Der Verlust an Lichtleistung je Wegeinheit ist zu Beginn der Auslenkung, d.h., wenn der Spalt entsteht, und bei sehr kleinen Auslenkungen besonders groß im Vergleich zu einem Verlust an Lichtleistung je Wegeinheit, wenn sich der einmal entstandene Spalt weiter vergrößert. Daher liefert der Sensor 42 gemäß der vorliegenden Erfindung bei beginnender Belastung eine besonders deutliche Änderung der Lichtintensität, nämlich eine deutliche Verdunkelung. Der Sensor 42 ist somit in diesem Bereich besonders empfindlich und eindeutig. Es ist daher mit dem Sensor 42 besonders gut feststellbar, ob ein Matrixpunkt in einer Sensoranordnung (beispielsweise in der Matratze 40 von Fig. 1) belastet ist oder nicht. Eine weitere Belastung äußert sich in einer milderen Änderung der Lichtintensität. Damit ist dann auch eine Berechnung der konkreten Einsinktiefe möglich. Wegen der eindeutigen Bestimmbarkeit eines Vorhandenseins einer Belastung können sich weitere Berechnungsschritte auf diejenigen Messpunkte beschränken, für die eine Belastung qualitativ festgestellt wurde. Die senkt auch die Verarbeitungslast der Steuereinheit 6 und im weiteren Verlauf auch der Auswertungseinheit 8.

[00110] Da die Grundkörper 4261 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 quaderförmig sind, sind die Federelemente 422 gut darauf befestigbar. Die Befestigung der Federelemente 422 kann durch Einschrauben von beiden Seiten, durchgehende Verschraubung, Vernieten, Verkleben oder andere, etwa formschlüssige, Maßnahmen erfolgen.

[00111] Da die Zapfen 4263 der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 zylindrisch sind, sind sie in der Axialbohrung 4246 des Trägers 424 nicht nur translatorisch, sondern auch rotatorisch beweglich. Daher können auch bei Verwindung der Federelemente 422 keine Torsionsspannungen in den Lichtleiterhaltern 426-1, 426-2 und dem Träger 424 entstehen.

[00112] Der Sensor 42 wird in einer Matratze 40 von Fig. 1 so eingebaut, dass die gewölbten Flächen der Federelemente 422 nach oben bzw. unten weisen.

[00113] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend anhand eines Ausführungsbeispiels ausführlich beschrieben. Es versteht sich, dass die vorstehende Beschreibung nur beispielhafte Ausführungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung umfassen kann und die Erfindung nicht auf die beschriebenen spezifischen Ausführungsbeispiele, ihre Weiterbildungen, Varianten und Abwandlungen beschränkt ist, sondern allein durch die beigefügten Patentansprüche in ihrem jeweils breitesten Verständnis definiert ist. Abwandlungen, Ergänzungen, Ersetzungen und Äquivalente, die der Fachmann anhand seines Fachwissens an den beschriebenen Ausführungsbeispielen vornimmt, sind als Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zu verstehen, soweit sie in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

[00114] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Federelemente 422 als Blattfedern ausgeführt; die Erfindung ist aber nicht auf diese Ausführung der Federelemente 422 beschränkt.

[00115] Das oben erläuterte Ausführungsbeispiel ist zur Verwendung in Kliniken und Krankenhäusern vorgesehen. Die mit den Sensoren 42 erzeugten Signale werden vom Bett 4 zur Steuereinheit 6 geleitet, dort in Datensätze umgewandelt, welche an die Auswertungseinheit 8 weitergegeben werden. Mit der Auswertungseinheit 8 können die Daten an einem Monitor dargestellt werden. Die Datenverbindung zwischen der Steuereinheit 6 und der Auswertungseinheit 8 ist vorzugsweise ein lokales Netzwerk (LAN), das leitungsgebunden als auch leitungsungebunden (WLAN) ausgebildet sein kann.

[00116] Die Erfindung kann jedoch auch für private Anwender vorgesehen sein, die zu Hause eine kranke oder behinderte Person beobachten wollen. Das Bett 4 ist wiederum mit einer Steuereinheit 6 verbunden. Die Steuereinheit 6 kann an eine lokale Auswertungseinheit 8 oder auch an eine entfernte Auswertungseinheit angeschlossen sein. Die Verbindung zu einer entfernten Auswertungseinheit erfolgt vorzugsweise über das Internet. Die entfernte Auswertungseinheit kann ein mobiles Datenverarbeitungsgerät, wie z.B. ein Laptop, Tablet oder ein Mobiltelefon sein, mit welchem die Daten erfasst und dargestellt werden. An dem mobilen Endgerät kann eine Anwendungssoftware vorgesehen sein, die die Auswertung der Datensätze vornimmt und gegebenenfalls vorbestimmte Alarmmeldungen ausgibt. Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, dass die Auswertung der Datensätze zunächst in einer stationären bzw. lokalen Auswertungseinheit 8 vorgenommen wird und diese vorbestimmte Nachrichten mit einem reduzierten Datenumfang an ein mobiles Endgerät übermittelt. Hierdurch kann die Auswertung und Datenverarbeitung der empfangenen Signale zentral erfolgen und ein oder mehrere Teilnehmer können über ihr mobiles Endgerät informiert werden. Dies macht es beispielsweise einfach, eine Gruppe von Personen gleichzeitig zu informieren. In der beschriebenen und in den Figuren dargestellten Ausführungsform sind die Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 in dem Träger 424 gelagert. In einer Abwandlung kann auch einer der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 anstelle des Zapfens 4263 einen größeren Zapfen mit einer zylindrischen Einsenkung zur Aufnahme des Zapfens 4263 des anderen der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 aufweisen. Der Axialkanal 4265 endet in dieser Abwandlung am Grund der Einsenkung des größeren Zapfens. In dieser Abwandlung kann auf den Träger 424 verzichtet werden, was den Fertigungsaufwand weiter vermindert. Auch andere Abwandlungen der speziellen Geometrie der beschriebenen Bauteile wie etwa des Trägers 424, der Lichtleiterhalter 426-1, 426-2 und der Federelemente 422 sind im Rahmen der beanspruchten Erfindung denkbar. Insbesondere schränken die beschriebenen speziellen Geometrien die vorliegende Erfindung in keiner Weise ein, sofern sie nicht konkret unabhängig beansprucht sind.

[00117] Im Sinne der vorliegenden Anmeldung soll eine Achse als eine gedachte geometrische Linie verstanden werden, soweit es nicht ausdrücklich anders beschrieben ist.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN UND FORMELZEICHEN

2	Diagnosesystem
4	Bett (Liegestatt)
40	Matratze (Messmatratze)
42	Sensor (optischer Drucksensor)
422	Federelement
424	Träger
4242	Grundkörper (Teller)
4244	Nabe
4246	Axialbohrung
426-1, 426-2	Lichtleiterhalter
4261	Grundkörper
4263	Zapfen
4265	Axialkanal
428	Verklebung
44	Lichtleiterpaar
44-1	ankommender (erster) Lichtleiter
44-2	abgehender (zweiter) Lichtleiter
46	Lichtleiter-Sammelstrang
461	Eingangs-Teilstrang
462	Ausgangs-Teilstrang
48	Mikrofon
6	Steuereinheit
60	Prozessoreinheit
62	Versorgungsspannung
64	Externe Schnittstellen
65	Lichtquelle
66	Lichterfassungseinheit
68	Datenspeicher (Datensätze)
8	Auswertungseinheit
80	Gehäuse
81	Prozessoreinheit
812	Visualisierungseinheit
814	Datenverwaltungseinheit
816	Datenspeichereinheit
818	Datentransfereinheit
82	Eingabeschnittstelle für Datensätze

83	Schnittstelle für externen Zugriff
84	Monitorschnittstelle
85	Schnittstelle für Interaktives System, bidirektional
86	Schnittstelle für externen Datenaustausch
10	erste Oberfläche
20	zweite Oberfläche
F	Kraft
s	Spaltabstand

Diese Liste ist integraler Bestandteil der Beschreibung.

Patentansprüche

1. Optischer Drucksensor (42), aufweisend:
 - einen ersten Lichtleiterweg (44-1) und einen zweiten Lichtleiterweg (44-2) wobei eine Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) und eine Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) so angeordnet sind, dass ein über den ersten Lichtleiterweg (44-1) zugeführtes und aus der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) austretendes Licht in die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) fällt,
 - eine erste Oberfläche (10) und eine zweite Oberfläche (20), die relativ zueinander beweglich sind und deren Abstand voneinander einen Lichtlaufweg zwischen der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiterwegs (44-1) und der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) bestimmt,wobei der erste Lichtleiterweg ein erster Lichtleiter (44-1) ist, der in einem die erste Oberfläche (10) aufweisenden Bauteil (426-1) aufgenommen ist, und der zweite Lichtleiterweg ein zweiter Lichtleiter (44-2) ist, der in einem die zweite Oberfläche (20) aufweisenden Bauteil (462-2) aufgenommen ist, wobei die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters (44-1) und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters (44-2) einander gegenüberliegen, und die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) mechanisch und elastisch so miteinander gekoppelt sind, dass sich bei Erhöhung einer durch den Drucksensor (42) aufgenommenen Druckkraft die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) voneinander entfernen, so dass der Lichtlaufweg mit zunehmender Druckkraft länger und daher die mit einem Lichtsensorelement erfasste Lichtintensität des Lichts des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) bei steigender Druckkraft geringer wird.
2. Optischer Drucksensor (42) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) im unbelasteten Zustand des Drucksensors (42) aneinander anliegen.
3. Optischer Drucksensor (42) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Oberfläche (10) und die zweite Oberfläche (20) bei einer Druckkraft, die unterhalb einer vorbestimmten Schwelle liegt, aneinander anliegen.
4. Optischer Drucksensor (42) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters (44-1) mit der ersten Oberfläche (10) koplanar oder im Wesentlichen koplanar angeordnet ist und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters (44-2) mit der zweiten Oberfläche (20) koplanar oder im Wesentlichen koplanar angeordnet ist.
5. Optischer Drucksensor (42) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Achsen des ersten Lichtleiterwegs (44-1) und des zweiten Lichtleiterwegs (44-2) senkrecht zu einer Richtung einer durch den Drucksensor (42) aufgenommenen Kraft (F) angeordnet sind.
6. Messmatratze (40) zum Erfassen von Zuständen eines auf der Messmatratze (40) befindlichen Körpers, aufweisend:
 - eine Vielzahl von in der Messmatratze (40) ausgebildeten Hohlräumen, und eine Vielzahl von jeweils in den Hohlräumen aufgenommenen Drucksensoren (42), die zur Änderung einer Lichtintensität eines mittels Lichtleitern (44) zu- und abgeleiteten Lichts in Abhängigkeit von einer auf jeden Drucksensor (42) wirkenden Druckkraft ausgebildet sind, wobei die Drucksensoren (42) nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildet sind.
7. Messmatratze (40) gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messmatratze (40) wenigstens ein in einem Hohlraum aufgenommenes Mikrofon, welches vorzugsweise auf Grundlage von Lichtleitern (44) arbeitet, aufweist.
8. Messmatratze (40) gemäß Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messmatratze (40) eine Vielzahl von in der Messmatratze (40) ausgebildeten Kanälen zur Aufnahme von Lichtleitern (44) zu und von den Hohlräumen aufweist.

9. Messmatratze (40) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messmatratze (40) als eine Innenlage, Auflage oder Unterlage einer Liegematratze ausgebildet ist.
10. Liegestatt (4) mit einer Messmatratze (40) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9.
11. Verfahren zum Erfassen von Zuständen eines auf einer Liegestatt (4) liegenden Körpers mittels einer Vielzahl von unterhalb des Körpers angeordneten Drucksensoren (42), wobei Drucksensoren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 verwendet werden, mit den Schritten:
 - Erzeugen eines Lichts definierter Lichtintensität;
 - Zuführen des Lichts zu jedem der Drucksensoren (42) über einen jeweiligen ersten Lichtleiterweg (44-1);
 - Empfangen eines resultierenden Lichts von jedem der Drucksensoren (42) über einen jeweiligen zweiten Lichtleiterweg (44-2); und
 - Berechnen der Zustände auf der Grundlage einer Lichtintensität des resultierenden Lichts der jeweiligen Drucksensoren (42).
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, wobei die Zustände des Körpers wenigstens einen aufweisen von:
 - einer Körperposition wie etwa Liegeposition Sitzposition oder dergleichen;
 - eines lokalen Aufliegedrucks;
 - einer lokalen Eindringtiefe;
 - einer Lage im Raum;
 - einem Puls;
 - einer Atmungsfrequenz und/oder -tiefe und/oder -qualität;
 - einem Bewegungszustand.
13. Verfahren gemäß Anspruch 11 oder 12, weiter **gekennzeichnet durch** die Verwendung von Erfassungsdaten anderer Sensoren, die wenigstens einen der folgenden umfassen:
 - optische Sensoren;
 - 3D-Scanner, insbesondere Laser-Scanner;
 - Kameras;
 - Schallwandler, insbesondere Mikrofone;
 - medizinische Überwachungssensoren bzw. -systeme.
14. Verfahren gemäß eines der Ansprüche 11 bis 13, weiter aufweisend wenigstens einen der Schritte:
 - Speichern von Datensätzen entsprechend den erfassten Zuständen des Körpers;
 - Erstellen und/oder Verwenden eines Matratzenmodells;
 - Erzeugen eines visuelles Abbilds der erfassten Zustände des Körpers als 2D-Ansicht, 3D-Ansicht, räumlich schwenkbares 3D-Modell, Schnittansicht, insbesondere Längs- oder Querschnittsansicht als Standbild oder Bewegtbild und Speichern, Darstellen auf einer Anzeigevorrichtung, Aufzeichnen auf Datenträger, Übertragung über ein Datenübertragungsnetz des erzeugten Abbilds;
 - Fernüberwachung des Körpers anhand der erfassten Zustände;
 - Ansteuerung von Stellgliedern zur Veränderung einer Körperposition, einer Eindringtiefe oder eines Auflagedrucks des Körpers.
15. Diagnosesystem (2), aufweisend eine Vielzahl von Drucksensoren (42) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 und einer Steuereinheit (6) zur Ansteuerung der Drucksensoren (42) und zur Verarbeitung von Erfassungsergebnissen der Drucksensoren (42).
16. Diagnosesystem (2) gemäß Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (6) eine Lichtquelle zur Versorgung der Drucksensoren (42) mit einem Licht über die jeweiligen ersten Lichtleiter (44-1), eine Lichterfassungseinheit zum Erfassen eines von den Drucksensoren (42) kommenden Lichts über die jeweiligen zweiten Lichtleiter (44-2), und eine Speichereinheit zum Speichern von Datensätzen entsprechend den Erfassungsergebnissen für jeden der Drucksensoren (42) aufweist.

17. Diagnosesystem (2) gemäß Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (6) eine Prozessoreinheit zur Ermittlung einer auf jeden Drucksensor (42) wirkenden Kraft anhand einer Lichtintensität des von dem jeweiligen Drucksensor (42) erfassten Lichts aufweist, wobei die Erfassungsergebnisse die auf jeden Drucksensor (42) wirkenden Kraft aufweisen.
18. Diagnosesystem (2) gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, weiter **gekennzeichnet durch** eine Auswertungseinheit (8), die zur Auswertung von Datensätzen wenigstens einer, vorzugsweise einer Vielzahl von Steuereinheiten (6) ausgebildet ist, wobei die Auswertungseinheit (8) vorzugsweise eine Vielzahl von Schnittstellen aufweist, die ausgebildet sind für einen Datenaustausch mit wenigstens einem von Eingabegeräten, Anzeigevorrichtungen, interaktive Systeme, Speichereinheiten, Aufzeichnungsgeräten, Internkommunikationseinrichtungen und Fernkommunikationsnetzen.
19. Diagnosesystem (2) gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Diagnosesystem (2) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 14 bis 17 durch die Verarbeitungseinheit und/oder die Auswertungseinheit (8) ausgebildet ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

2

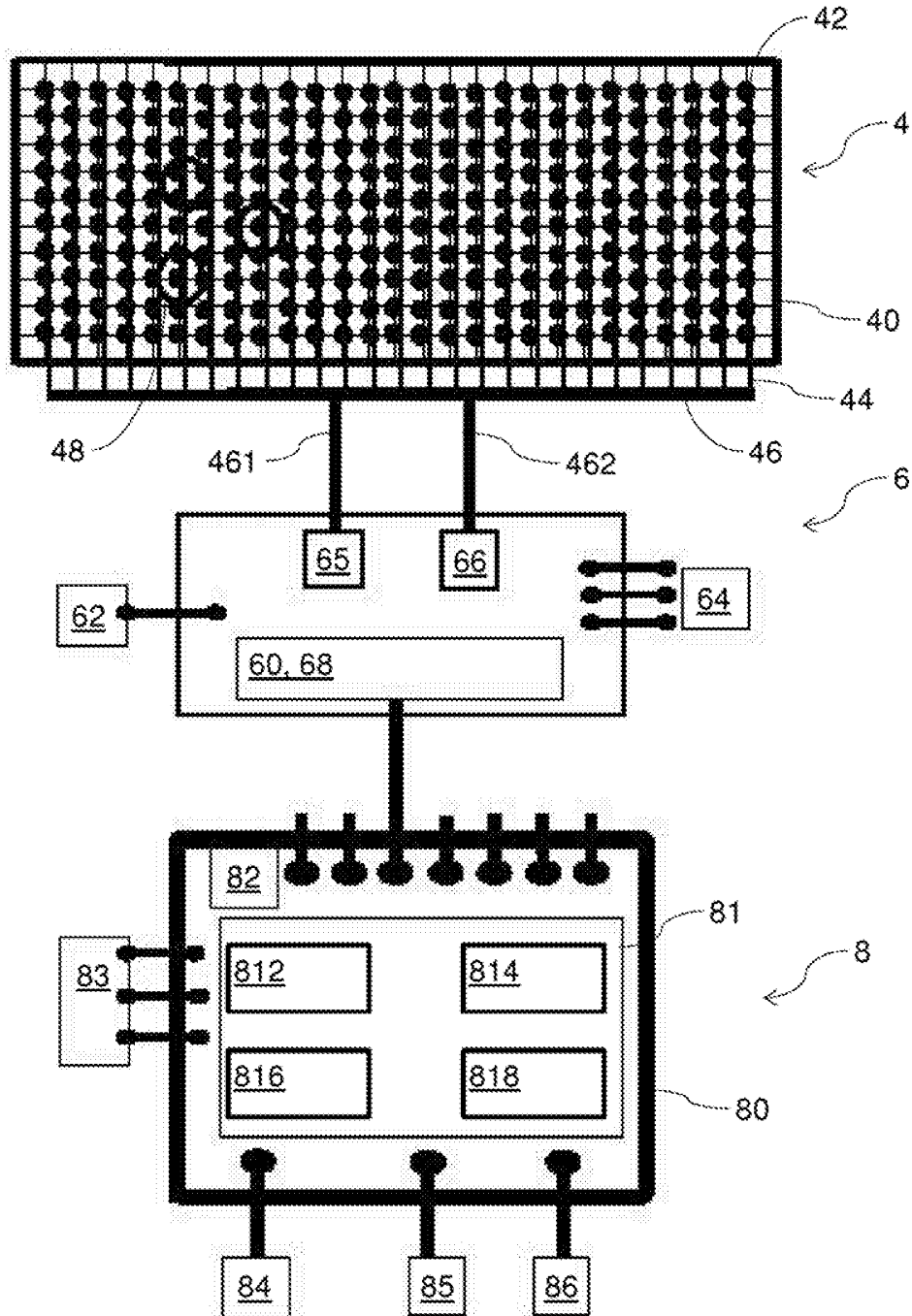
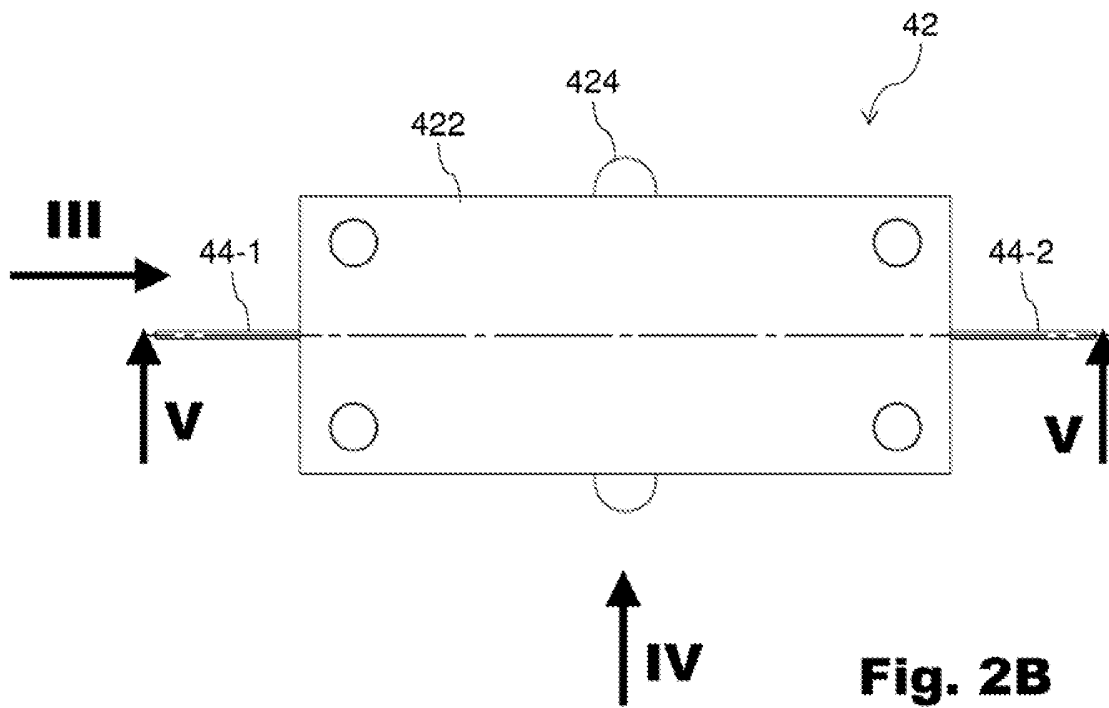
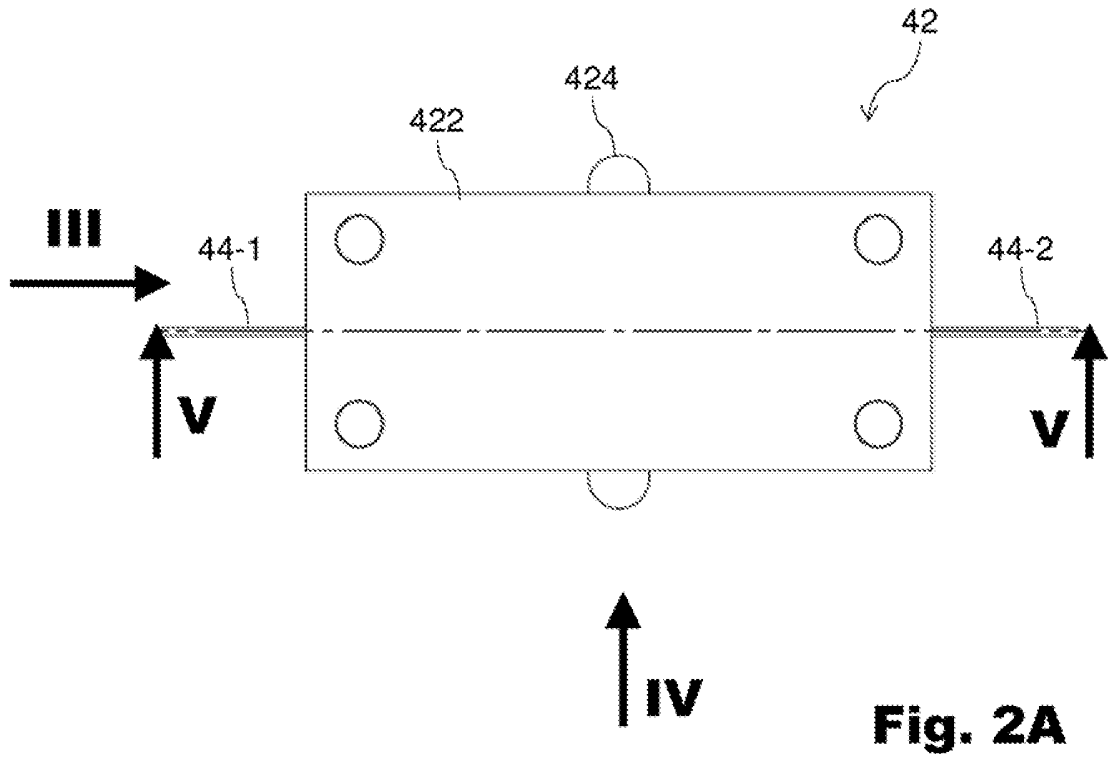


Fig. 1

2 / 5



3 / 5

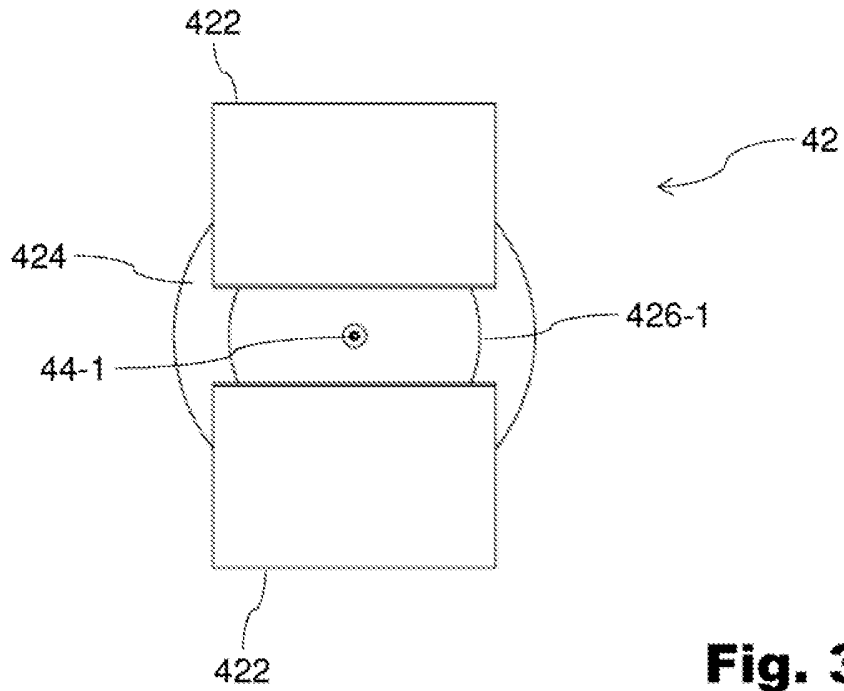


Fig. 3A

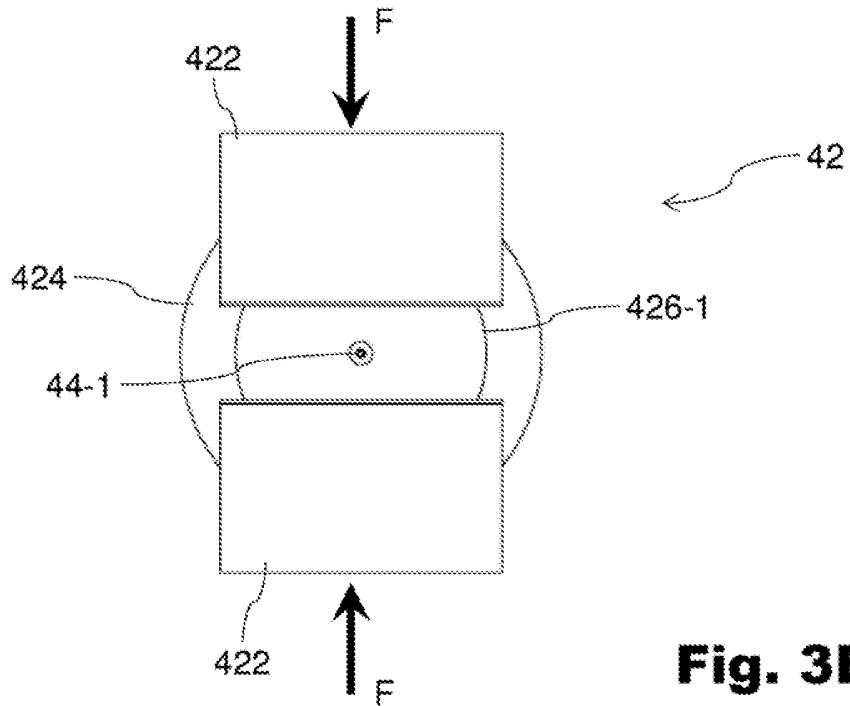


Fig. 3B

5 / 5

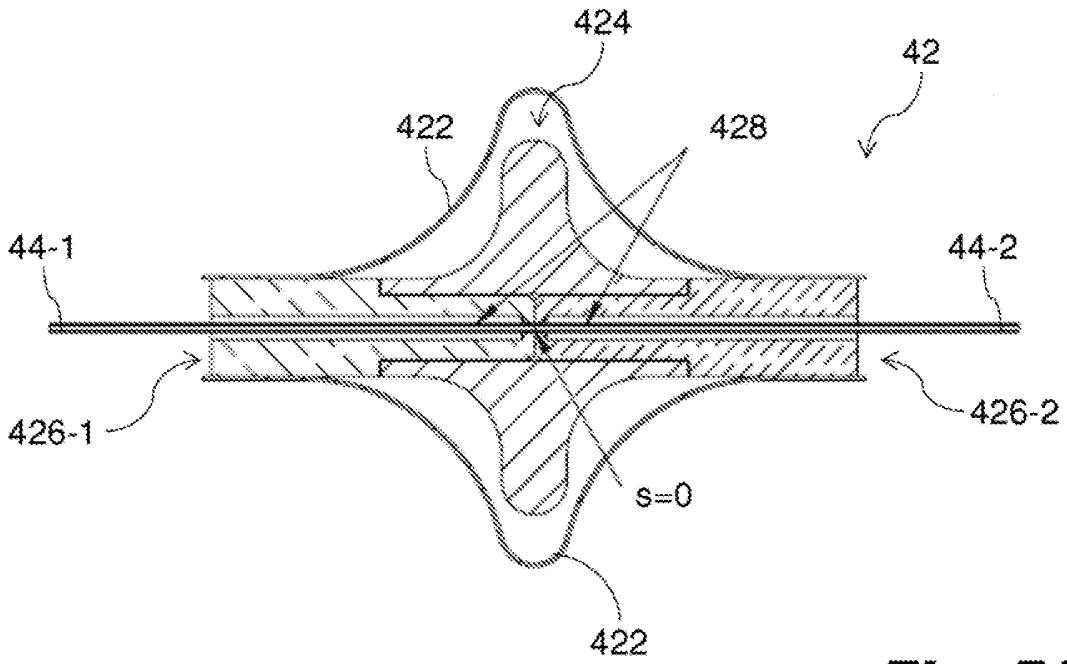


Fig. 5A

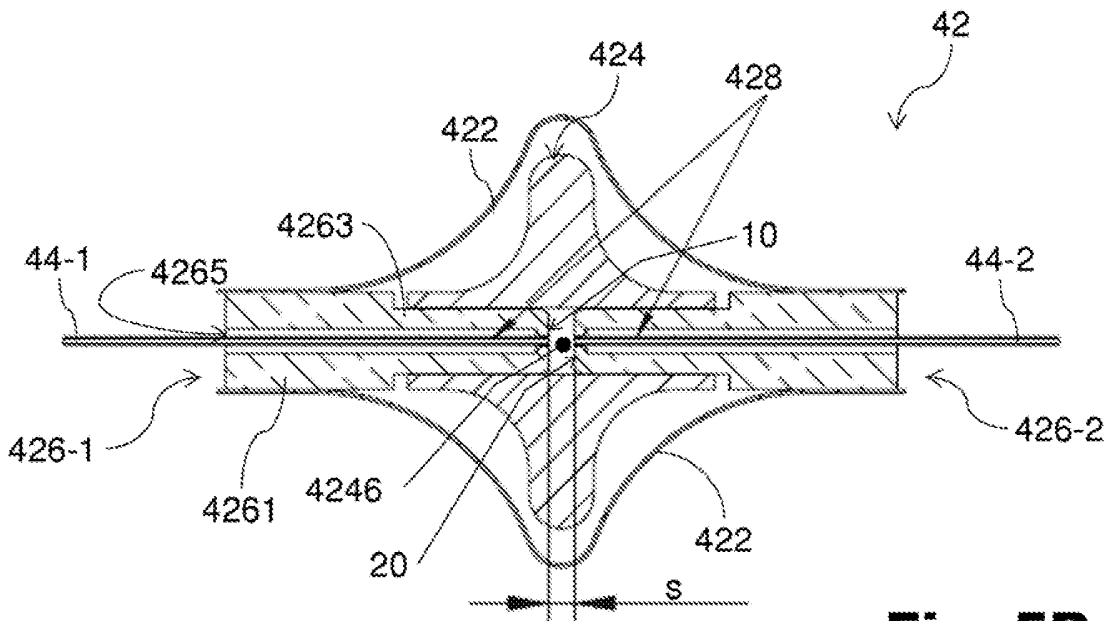


Fig. 5B