



(10) **DE 10 2016 106 071 A1** 2017.10.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 106 071.2**  
(22) Anmeldetag: **04.04.2016**  
(43) Offenlegungstag: **05.10.2017**

(51) Int Cl.: **D03D 1/00 (2006.01)**  
**D03D 15/00 (2006.01)**  
**G01L 1/18 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Pilz GmbH & Co. KG, 73760 Ostfildern, DE**

(74) Vertreter:  
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,  
70173 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Horter, Hansjürgen, 72644 Oberboihingen, DE;  
Gönner, Karl, 88499 Riedlingen, DE; Hofmann,  
Paul, 89257 Illertissen, DE; Caliskan, Metin,  
72770 Reutlingen, DE; Ibrocevic, Onedin, 73525  
Schwäbisch Gmünd, DE; Kuczera, Matthias,  
70771 Leinfelden-Echterdingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

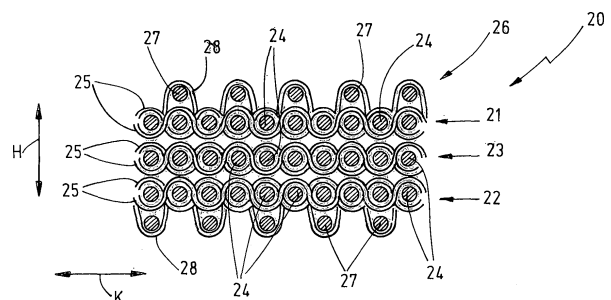
|    |                 |    |
|----|-----------------|----|
| DE | 10 2011 113 838 | A1 |
| DE | 600 26 019      | T2 |
| DE | 601 02 003      | T2 |
| US | 4 659 873       | A  |
| US | 4 795 998       | A  |
| WO | 2005/ 121 729   | A1 |

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Gewebe mit mehreren Gewebelagen und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein mehrlagiges sensorisches Gewebe (20) mit mehreren und beispielsweise gemäß drei Gewebelagen (21, 22, 23). Jede Gewebelage (21, 22, 23) weist Schussfäden (24) und Kettfäden (25) auf. Optional kann ein Bindungssystem (26) mit Bindungsschussfäden (27) und Bindungskettfäden (28) vorgesehen sein. Die Gewebelagen (21, 22, 23) sind webtechnisch unmittelbar und/oder mittelbar über das Bindungssystem (26) aneinander befestigt. Die Verbindung zwischen den Gewebelagen (21, 22, 23) wird beim Herstellen der Gewebelagen (21, 22, 23) durch das Weben hergestellt. Eine nachträgliche Verbindung der Gewebelagen (21, 22, 23) kann daher entfallen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Gewebe mit wenigstens drei übereinander angeordneten Lagen, von denen zumindest zwei Gewebelagen sind, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Gewebes. Das Gewebe ist dazu eingerichtet eine einwirkende Kraft oder einen einwirkenden Druck zu erfassen.

**[0002]** Ein sensorisches Gewebe mit einer Gewebelage ist beispielsweise aus US 4 795 998 A bekannt. Leitfähige Fäden der Gewebelage kreuzen sich an Kreuzungsstellen. Abhängig von einer einwirkenden Kraft verändert sich der Übergangswiderstand zwischen den aneinander anliegenden Fäden. Dadurch kann eine auf einer der Kreuzungsstellen einwirkende Kraft erkannt werden.

**[0003]** WO 2005/121729 A1 beschreibt einen textilen kapazitiven Sensor mit einem vollflächig leitenden Textil als unterster Schicht und einer nicht elektrisch leitfähigen obersten Schicht. Auf diese oberste Schicht sind flächige Elektroden aufgebracht, die jeweils gemeinsam mit der untersten Schicht einen Kondensator mit variabler Kapazität bilden. Zwischen der obersten Schicht und der untersten Schicht ist ein nicht elektrisch leitfähiges elastisches Material angeordnet. Wenn durch Krafteinwirkung der Abstand zwischen den Elektroden und der untersten leitfähigen Schicht verändert wird, ändert sich die Kapazität, was durch eine entsprechende Schaltung erfasst werden kann.

**[0004]** DE 60102003 T2 offenbart einen leitfähigen druckempfindlichen Stoff. Dabei sind leitfähige Fäden in einer Lage gekreuzt angeordnet, wobei ohne Krafteinwirkung an den Kreuzungspunkten kein elektrisch leitfähiger Kontakt hergestellt ist. Hierfür sind elektrisch nicht leitfähige Fäden eingearbeitet, die die sich kreuzenden elektrisch leitfähigen Fäden im Ausgangszustand auf Abstand halten. Erst wenn eine Kraft oder ein Druck auf den Stoff einwirkt, wird ein elektrisch leitfähiger Kontakt an einer Kreuzungsstelle hergestellt.

**[0005]** Eine ähnliche Anordnung ist auch aus US 4 659 873 A bekannt. Dort sind elektrisch leitfähige Gewebelagen durch nicht leitfähige Abstandsmittel – wie etwa einen Luftspalt, nicht leitfähige Fäden oder kuppelförmige Abstandshalter voneinander beabstandet. Bei Krafteinwirkung wird ein elektrisch leitfähiger Kontakt zwischen den Gewebelagen hergestellt.

**[0006]** Ausgehend von dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik kann es als Aufgabe der Erfindung angesehen werden, ein verbessertes und einfach herzustellendes sensorisches Textilmaterial zu schaffen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein Gewebe mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 18 gelöst.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Gewebe weist mehrere Gewebelagen und zumindest drei übereinander angeordnete Lagen auf, von denen zumindest zwei Gewebelagen sind. Eine dieser Gewebelagen bildet eine erste Gewebelage, eine weitere dieser Gewebelagen bildet eine zweite Gewebelage und noch eine weitere dieser Lagen bildet eine mittlere Lage, die zwischen der ersten Gewebelage und der zweiten Gewebelage angeordnet ist. Die mittlere Lage kann durch eine mittlere Gewebelage gebildet sein. Die mittlere Lage kann auch Vliesmaterial und/oder Schaummaterial und/oder eine Folie und/oder ein Gestrick und/oder ein Gewirk und/oder ein Gelege aufweisen oder daraus bestehen.

**[0009]** Die Gewebelagen bilden eine Sandwichanordnung. Die erste Gewebelage liegt vorzugsweise unmittelbar an der mittleren Lage an. Die zweite Gewebelage liegt auf der der ersten Gewebelage entgegengesetzten Seite vorzugsweise ebenfalls unmittelbar an der mittleren Lage an.

**[0010]** Die erste Gewebelage und die zweite Gewebelage enthalten jeweils elektrisch leitfähige Kettfäden und/oder Schussfäden. Die mittlere Lage bzw. Gewebelage kann auch elektrisch leitfähige Kettfäden und/oder Schussfäden aufweisen oder vollständig aus nicht elektrisch leitfähigen Fäden gebildet sein. Die erste Gewebelage, die zweite Gewebelage und die mittlere Lage bzw. Gewebelage bilden eine Sensoranordnung, die eine sich während einer Krafteinwirkung auf diese Gewebelage ändernde elektrische Eigenschaft aufweist.

**[0011]** Die Sensoranordnung kann eine kapazitive Sensoranordnung und/oder eine piezoelektrische Sensoranordnung und/oder eine resistive bzw. eine piezoresistive Sensoranordnung sein. Die physikalische Funktionsweise der Sensoranordnung hängt von der Ausführung der mittleren Lage ab. Wenn die mittlere Lage Garne aufweist und beispielsweise als Gewebelage ausgebildet ist, hängt die physikalische Funktionsweise der Sensoranordnung vom Garnmaterial ab. Besteht die mittlere Gewebelage beispielsweise aus nicht elektrisch leitfähigem Material, beispielsweise elektrisch nicht leitfähigen Fäden, das bzw. die ein Dielektrikum bilden, ist eine kapazitive Sensoranordnung nach Art eines Plattenkondensators erreicht. Die mittlere Lage bzw. Gewebelage kann auch Material bzw. Fäden aufweisen, die piezoelektrisches Material enthalten, so dass eine piezoelektrische Sensoranordnung gebildet ist. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die mittlere Gewebelage auch Material bzw. Fäden aus elektrisch leitfähigem Material aufweist, deren elektrischer Widerstand

sich bei Kraft- bzw. Druckeinwirkung ändert, so dass eine resistive bzw. piezoresistive Sensoranordnung gebildet ist.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist eine oberste Gewebelage von den vorhandenen Gewebelagen webtechnisch mit einer der anderen Gewebelagen verbunden. Entsprechend ist eine unterste Gewebelage von den vorhandenen Gewebelagen webtechnisch mit wenigstens einer der anderen Gewebelagen verbunden. Die oberste Gewebelage kann beispielsweise durch die erste Gewebelage und/oder die unterste Gewebelage kann beispielsweise durch die zweite Gewebelage gebildet sein. Es ist auch möglich, als oberste Gewebelage und/oder als unterste Gewebelage jeweils eine Gewebelage eines separaten Bindungssystems zu verwenden, das die erste Gewebelage, die zweite Gewebelage und die mittlere Gewebelage durch webtechnische Bindungen mittelbar miteinander verbindet, während die erste Gewebelage, die zweite Gewebelage und die mittlere Gewebelage ohne unmittelbare webtechnische Bindung lediglich aneinander anliegen.

**[0013]** Ein solches mehrlagiges Gewebe mit zwei oder mehr Gewebelagen lässt sich auf einer Webmaschine unmittelbar ohne Nachbearbeitung zur Verbindung der Gewebelagen herstellen. Beim Weben der ersten Gewebelage, der zweiten Gewebelage und – sofern die mittlere Lage als Gewebelage ausgeführt ist – der mittleren Gewebelage können dabei gleichzeitig die webtechnischen Bindungen hergestellt werden, um diese drei Gewebelagen unmittelbar und/oder mittelbar über ein Bindungssystem miteinander zu verbinden. Nachfolgende Bearbeitungsschritte, bei denen die Gewebelagen durch Nähen, Kleben, Sticken oder dergleichen miteinander verbunden werden müssen, können entfallen. Die zwei oder drei Gewebelagen können gleichzeitig auf einer Webmaschine hergestellt und unmittelbar oder mittelbar über ein Bindungssystem webtechnisch miteinander verbunden werden. Dies reduziert den Aufwand bei der Herstellung eines mehrlagigen sensorischen Gewebes erheblich, weil ein aufwendiges manuelles Positionieren, Ausrichten und Verbinden der einzelnen Gewebelagen entfällt.

**[0014]** Vorteilhaft ist es, wenn das Material der mittleren Lage in Form von im Querschnitt runden Garnen und/oder bandförmigen Elementen bei der Herstellung der ersten und zweiten Gewebelage dazwischen angeordnet werden kann, insbesondere durch einen Schuss- und/oder Ketteintrag in einer Webmaschine, oder wenn die mittlere Lage als Gewebelage ausgeführt ist.

**[0015]** Durch das webtechnische Verbinden der unterschiedlichen Gewebelagen miteinander kann außerdem die Streuung der Sensoranordnung durch Herstellungstoleranzen minimiert werden. Der Tole-

ranzbereich der Änderung einer elektrischen Eigenschaft der Sensoranordnung abhängig von der einwirkenden Kraft bzw. dem einwirkenden Druck kann geringer sein, als bei sensorischen Geweben, bei denen die Gewebelagen durch Kleben oder Nähen oder dergleichen verbunden werden. Die Bindungskräfte der webtechnischen Bindung lassen sich einfach einstellen. Die webtechnischen Bindungen sind vorzugsweise gleichmäßig über die Fläche des Gewebes verteilt. Über die Dichte der Bindungsstellen und deren Verteilung kann die lokale Abweichung der Änderung einer elektrischen Eigenschaft der Sensoranordnung abhängig von der einwirkenden Kraft bzw. dem einwirkenden Druck gering gehalten werden. Dies vereinfacht das Kalibrieren des sensorischen Gewebes beim Einsatz in einer Sensorvorrichtung.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Gewebe kann auch als sensorisches Mehrlagengewebe bezeichnet werden. Es ist dazu eingerichtet, Kraft- bzw. Druckeinwirkung an bestimmten Stellen zu lokalisieren. Somit ist das Gewebe in der Lage, orts aufgelöst die Stelle der Kraft- bzw. Druckeinwirkung zu ermitteln und optional zusätzlich auch den Betrag der einwirkenden Kraft bzw. des einwirkenden Drucks zu charakterisieren. Solche Gewebe sind vielfältig einsetzbar. Sie können beispielsweise auf einem Untergrund verlegt werden, um die Position von sich bewegenden Objekten anzuzeigen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, Kollisionen zwischen sich bewegenden Objekten bzw. zwischen sich bewegenden Objekten und stehenden Hindernissen zu vermeiden. Eine andere Anwendungsmöglichkeit besteht darin, Greifer, Roboterarme oder dergleichen an ihrer Außenfläche mit einem sensorischen Gewebe auszustatten, so dass ein Kontakt und die Kontaktstelle des Greifers bzw. Roboterarms mit einem Objekt ermittelt werden kann. Es sind auch vielfältige andere Anwendungen möglich.

**[0017]** Es ist vorteilhaft, wenn lediglich drei Lagen bzw. Gewebelagen vorhanden sind. Werden diese webtechnisch unmittelbar miteinander verbunden, kann das Gewebe ausschließlich aus insgesamt drei Lagen bzw. Gewebelagen bestehen. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann zusätzlich zu den drei Lagen bzw. Gewebelagen ein Bindungssystem vorhanden sein, das die oberste Gewebelage und/oder die unterste Gewebelage zur Fixierung der drei Gewebelagen bildet. Zusätzliche Lagen, beispielsweise Gewebelagen, zur mechanischen Verstärkung, elektrischen Isolation, elektromagnetischen Abschirmung, etc. können ebenfalls vorhanden sein.

**[0018]** Es ist außerdem vorteilhaft, wenn die erste Gewebelage elektrisch leitfähige Streifen und elektrisch nicht leitfähige Streifen aufweist, die abwechselnd nebeneinander angeordnet sind und die sich in

Kettrichtung oder in Schussrichtung erstrecken. Die Streifenbildung in Kettrichtung kann dabei sehr einfach dadurch erreicht werden, dass in einem elektrisch leitfähigen Streifen zumindest ein elektrisch leitfähiger Kettfaden und in einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen ausschließlich elektrisch nicht leitfähige Kettfäden angeordnet werden. Analog hierzu kann zur Bildung eines elektrisch leitfähigen Streifens in Schussrichtung wenigstens ein elektrisch leitfähiger Schussfaden und in einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen ausschließlich elektrisch nicht leitfähige Schussfäden verwendet werden. Es ist außerdem möglich, dass die zweite Gewebelage elektrisch leitfähige Streifen und elektrisch nicht leitfähige Streifen aufweist, die abwechselnd nebeneinander angeordnet sind und die sich in Kettrichtung oder in Schussrichtung erstrecken. Diese können, wie im Zusammenhang mit der ersten Gewebelage erläutert, beim Weben hergestellt werden.

**[0019]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann in der ersten Gewebelage oder der zweiten Gewebelage in wenigstens einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen jeweils ein elektrisch leitfähiger Zwischenstreifen eingewebt ist, der gegenüber den beiden benachbarten elektrisch leitfähigen Streifen in dieser Gewebelage elektrisch isoliert ist. Insbesondere kann jeder elektrisch leitfähige Zwischenstreifen in der ersten Gewebelage oder zweiten Gewebelage mittels einer Durchkontaktierung mit genau einem elektrisch leitfähigen Streifen der jeweils anderen Gewebelage verbunden sein. Dadurch ist ein elektrisches Verbinden des Gewebes mit einer externen Schaltung über eine einzige Gewebelage möglich und vorzugsweise an einer einzigen Gewebekante. Der Anschlussbereich an dieser Gewebekante erstreckt sich vorzugsweise nur über einen Gewebekantenbereich, der sich zum Beispiel an eine Ecke des Gewebes anschließen kann. An diesem Anschlussbereich können Mittel zum Aufstecken einer Steckverbindung vorgesehen sein.

**[0020]** Es ist vorteilhaft, wenn die in einem elektrisch leitfähigen Streifen in Richtung des Streifens verlaufenden elektrisch leitfähigen Fäden (Kettfäden oder Schussfäden) durch wenigstens eine Querkontaktierung elektrisch miteinander verbunden sind. Dadurch ist sichergestellt, dass alle elektrisch leitfähigen Kettfäden oder Schussfäden dieses Streifens unmittelbar elektrisch miteinander verbunden sind und eine elektrische Spannung oder ein elektrischer Strom an jedem dieser elektrisch leitfähigen Kettfäden oder Schussfäden abgegriffen werden kann.

**[0021]** Die Querkontaktierung kann entweder über eine geeignete Bindung in Verbindung mit einer passenden Kett- und Schussdichte hergestellt werden oder beispielsweise durch wenigstens einen quer zur Richtung des Streifens verlaufenden elektrisch leitfähigen Schussfaden bzw. Kettfaden gebildet sein.

**[0022]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Streifen der ersten Gewebelage quer und vorzugsweise rechtwinklig zu den Streifen der zweiten Gewebelage ausgerichtet. Verlaufen die Streifen in der ersten Gewebelage beispielsweise in Kettrichtung, so verlaufen die Streifen in der zweiten Gewebelage beispielsweise in Schussrichtung oder umgekehrt. Dadurch kann eine Gitter- bzw. Matrixstruktur von leitfähigen Streifen erreicht werden.

**[0023]** Vorzugsweise ist die Breite eines leitfähigen Streifens quer zu seiner Erstreckung in Kettrichtung oder in Schussrichtung kleiner als die Breite eines benachbarten nicht leitfähigen Streifens. Diese Ausgestaltung kann in der ersten und/oder der zweiten Gewebelage verwirklicht sein. Durch das Minimieren der Breite der nicht leitfähigen Streifen, kann der sensorisch nutzbare Flächenanteil des Gewebes maximiert werden.

**[0024]** Bei einem Ausführungsbeispiel kann ein Kettfaden oder Schussfaden der ersten Gewebelage aus einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen eine webtechnische Bindung mit einem Schussfaden oder Kettfaden einer anderen Gewebelage bilden. Dadurch wird vermieden, dass das Erzeugen der webtechnischen Bindung einen Einfluss auf die sensorische Eigenschaft des Gewebes bzw. der Sensoranordnung hat. Insbesondere kann dadurch eine unmittelbare elektrische Verbindung zwischen der ersten Gewebelage und der zweiten Gewebelage vermieden werden. Entsprechend kann ein Kettfaden oder ein Schussfaden der zweiten Gewebelage aus einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen eine webtechnische Bindung mit einem Schussfaden oder Kettfaden einer anderen Gewebelage bilden.

**[0025]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Bindungssystem mit elektrisch nicht leitfähigen Bindungskettfäden und/oder elektrisch nicht leitfähigen Bindungsschussfäden vorhanden. Das Bindungssystem verbindet die drei Gewebelagen sozusagen mittelbar. Dabei können die Bindungskettfäden und/oder die Bindungsschussfäden entweder lediglich untereinander und/oder mit einer der Gewebelagen webtechnische Bindungsstellen bilden.

**[0026]** Wenn ein Bindungssystem vorhanden ist, kann es vorteilhaft sein, wenn die Lagen bzw. Gewebelagen lediglich aneinander anliegen und untereinander nicht unmittelbar webtechnisch verbunden sind.

**[0027]** Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung. Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

[0028] Fig. 1 eine stark schematisierte Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Gewebes quer zur Schussrichtung,

[0029] Fig. 2 das Gewebe Ausführung 1 in einer schematischen Explosionsdarstellung,

[0030] Fig. 3 eine blockschaltbildähnliche Explosionsdarstellung des Aufbaus des Gewebes gemäß der Fig. 1 und Fig. 2,

[0031] Fig. 4 das Gewebe aus Fig. 3 bei hergestellter elektrischer Kontaktierung in einer blockschaltbildähnlichen Darstellung,

[0032] Fig. 5 eine alternative Ausführungsform des Gewebes in einer blockschaltbildähnlichen Darstellung,

[0033] Fig. 6 bis Fig. 8 jeweils eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer durch das Gewebe gebildeten Sensoranordnung,

[0034] Fig. 9 eine Prinzipdarstellung eines qualitativen Verlaufs eines Ohmschen Gesamtwiderstands in Abhängigkeit von der einwirkenden Kraft F bei einer resistiven Sensoranordnung aus Fig. 6,

[0035] Fig. 10 bis Fig. 13 jeweils eine schematische Prinzipdarstellung unterschiedlicher webtechnischer Bindungen mittels eines Bindungssystems des Gewebes und

[0036] Fig. 14 eine beispielhafte schematische Prinzipdarstellung des Webvorgangs zum Weben des Gewebes auf einer Webmaschine.

[0037] In den Fig. 1 bis Fig. 8 ist schematisch in verschiedenen Darstellungen und Ansichten ein mehrlagiges Gewebe 20 veranschaulicht. Das Gewebe 20 hat wenigstens drei und beim Ausführungsbeispiel genau drei Lagen, die beispielsweise durch Gewebelagen 21, 22, 23 gebildet sind. Jede Gewebelage 21, 22, 23 weist jeweils mehrere Schussfäden 24 sowie Kettfäden 25 auf. Abgesehen von der durch die webtechnischen Bindungen erzeugten Ondulation innerhalb einer Gewebelage 21, 22, 23 erstrecken sich die Kettfäden 25 in einer Kettrichtung K und die Schussfäden 24 in einer Schussrichtung S, die rechtwinklig zur Kettrichtung K orientiert ist. Die Schussrichtung S und die Kettrichtung K spannen eine Ebene auf, in der sich das Gewebe 20 erstreckt. Rechtwinklig zu dieser Ebene aus Schussrichtung S und Kettrichtung K hat das Gewebe 20 eine Dicke in einer Höhenrichtung H. Die Abmessung des Gewebes 20 in Höhenrichtung H ist kleiner als die Abmessung in Schussrichtung S und die Abmessung in Kettrichtung K, vorzugsweise um wenigstens den Faktor 10 bis 100.

[0038] Die Schussfäden 24 und die Kettfäden 25 jeder Gewebelage 21, 22, 23 sind innerhalb der betreffenden Gewebelage 21, 22, 23 webtechnisch miteinander verbunden. Optional können die Schussfäden 24 und Kettfäden 25 einer der Gewebelagen 21, 22, 23 unmittelbar mit Kettfäden 25 bzw. Schussfäden 24 einer anderen der Gewebelagen 21, 22, 23 webtechnische Bindungen bilden. Bei den in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen sind die Gewebelagen 21, 22, 23 nicht unmittelbar webtechnisch miteinander verbunden, sondern es ist ein Bindungssystem 26 vorhanden, das Bindungsschussfäden 27 und Bindungskettfäden 28 aufweist. Die Befestigung der Gewebelagen 21, 22, 23 miteinander bzw. aneinander erfolgt beispielsweise ausschließlich über das Bindungssystem 26. Die Schussfäden 24 und die Kettfäden 25 jeder einzelnen Gewebelage 21, 22, 23 sind dabei ausschließlich innerhalb der jeweiligen Gewebelage 21, 22, 23 webtechnisch miteinander gebunden.

[0039] Eine der Gewebelagen bildet eine erste Gewebelage 21, die elektrisch leitfähige Schussfäden 24 und/oder elektrisch leitfähige Kettfäden 25 aufweist. Eine weitere Gewebelage bildet eine zweite Gewebelage 22, die ebenfalls elektrisch leitfähige Schussfäden 24 und/oder elektrisch leitfähige Kettfäden 25 aufweist. Zwischen der ersten Gewebelage 21 und der zweiten Gewebelage 22 ist eine mittlere Gewebelage 23 angeordnet. Die mittlere Gewebelage 23 liegt mit einer Seite unmittelbar an der ersten Gewebelage 21 und mit der entgegengesetzten Seite unmittelbar an der zweiten Gewebelage 22 an. Die drei Gewebelagen 21, 22, 23 werden beispielsweise – wie bereits erläutert – durch das Bindungssystem 26 aneinander gehalten.

[0040] Als mittlere Lage kann anstelle des Gewebematerials alternativ oder zusätzlich auch Vlies und/oder Schaum und/oder Folienmaterial und/oder andere Textilmaterialien wie etwa ein Gestrick und/oder ein Gewirk und/oder ein Gelege verwendet werden. Vorteilhaft ist es, wenn das Material der mittleren Lage in Form von im Querschnitt runden Garnen und/oder bandförmigen Elementen bei der Herstellung der ersten und zweiten Gewebelage dazwischen angeordnet werden kann, insbesondere durch einen Schusseintrag in einer Webmaschine.

[0041] Das Gewebe 20 hat eine oberste Gewebelage LO sowie eine unterste Gewebelage LU. Abhängig davon, wie die webtechnische Bindung zwischen den drei Gewebelagen 21, 22, 23 erfolgt und abhängig davon, ob ein Bindungssystem 26 vorhanden ist oder nicht, kann die erste Gewebelage 21 die oberste Gewebelage LO und/oder die zweite Gewebelage 22 die unterste Gewebelage LU bilden.

[0042] Bei dem in Fig. 10 veranschaulichten Ausführungsbeispiel sind die Bindungsschussfäden 27 des

Bindungssystems **26** lediglich benachbart zur ersten Gewebelage **21** angeordnet. Die Bindungskettfäden **28** bilden webtechnische Bindungen mit den Bindungsschussfäden **27** sowie den Schussfäden **24** der zweiten Gewebelage **22**.

**[0043]** Bei bestimmten Ausführungsbeispielen könnte das Bindungssystem **26** auch ohne Bindungsschussfäden **27** ausgeführt sein und zumindest jeweils eine Teilmenge der Schussfäden **24** der ersten Gewebelage **21** und der zweiten Gewebelage **22** zur Herstellung der webtechnischen Bindungsstellen verwenden. Bei dem in **Fig. 10** dargestellten Ausführungsbeispiel wird die oberste Gewebelage LO durch die Bindungsschussfäden **27** und die Bindungskettfäden **28** benachbart zur ersten Gewebelage **21** gebildet. Die zweite Gewebelage **22** bildet gemeinsam mit den Bindungskettfäden **28** die unterste Gewebelage LU. Bei dem in den **Fig. 11** und **Fig. 12** veranschaulichten Beispielen des Bindungssystems **26** könnten die Bindungskettfäden **28** entfallen.

**[0044]** Bei den weiteren beispielhaften Bindungsvarianten gemäß der **Fig. 11** bis **Fig. 13** ist sowohl die oberste Gewebelage LO, wie auch die unterste Gewebelage LU jeweils benachbart zur ersten Gewebelage **21** bzw. zur zweiten Gewebelage **22** angeordnet und durch Bindungsschussfäden **27** und Bindungskettfäden **28** gebildet. Die Position der Bindungsschussfäden **27** kann in Kettrichtung K in etwa auf Höhe der Schussfäden **24** der Gewebelagen **21**, **22**, **23** (**Fig. 11** und **Fig. 12**) oder in Kettrichtung K versetzt hierzu sein (**Fig. 13**). Die Anzahl der Bindungsschussfäden **27** kann von der Anzahl der Schussfäden **24** der Gewebelagen **21**, **22**, **23** pro Längenabschnitt des Gewebes in Kettrichtung K abweichen. Zum Beispiel wird bei der Ausführung in **Fig. 12** eine doppelt so große Anzahl an Bindungsschussfäden **27** pro Längenabschnitt verwendet, wie in den Gewebelagen **21**, **22**, **23**.

**[0045]** Die Art der webtechnischen Bindungen innerhalb einer Gewebelage **21**, **22**, **23** sowie die Art der webtechnischen Bindung durch das Bindungssystem **26** ist im Prinzip beliebig wählbar. Es können Atlasbindungen, Leinwandbindungen, Körperbindungen, Dreherbindungen, usw. eingesetzt werden. Die Bindungsarten in den Gewebelagen **21**, **22**, **23** können identisch sein oder – abweichend zu den dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen – auch voneinander verschieden sein.

**[0046]** In den Gewebelagen **21**, **22**, **23** sowie im Bindungssystem **26** können auch unterschiedliche Garne und/oder Garnstärken und/oder unterschiedlich viele Garne und/oder unterschiedliche Garnquerschnitte verwendet werden. In der mittleren Lage bzw. mittleren Gewebelage **23** können beispielsweise bandförmige Schussfäden und/oder bandförmige Kettfäden verwendet werden.

**[0047]** Wie sich aus den vorstehenden Erläuterungen ergibt, sind beispielsweise wenigstens drei Gewebelagen **21**, **22**, **23** vorhanden und optional zusätzlich eine oder zwei Gewebelagen, die durch das Bindungssystem **26** gebildet sind und die oberste Gewebelage LO benachbart zur ersten Gewebelage **21** und/oder die unterste Gewebelage LU benachbart zur zweiten Gewebelage **22** bilden können.

**[0048]** Die Gewebelagen **21**, **22**, **23** bilden gemeinsam eine Sensoranordnung **33** (**Fig. 6–Fig. 8**). Die Sensoranordnung **33** hat wenigstens eine sich ändernde elektrische Eigenschaft. Beispielsweise kann die Sensoranordnung **33** einen sich abhängig von einer auf die Sensoranordnung **33** einwirkenden Kraft F ändernden Gesamtwiderstand RG, eine sich ändernde Kapazität C oder eine sich ändernde Piezospannung  $U_p$  aufweisen. Die elektrischen Eigenschaften der Sensoranordnung **33** hängen von den Garneigenschaften ab, insbesondere in der mittleren Gewebelage **23**.

**[0049]** Bei einem Ausführungsbeispiel (**Fig. 6**) weist die mittlere Gewebelage **23** elektrisch leitfähige Schussfäden **24** und/oder Kettfäden **25** auf, die piezoresistives Material aufweisen, so dass sich der piezoresistive Widerstand  $R_m$  der mittleren Gewebelage **23** abhängig von der einwirkenden Kraft F ändert. Der piezoresistive Widerstand  $R_m$  ist der Durchgangswiderstand der mittleren Gewebelage **23** bei einem Stromfluss von der ersten Gewebelage **21** durch die mittlere Gewebelage **23** in die zweite Gewebelage **22** oder umgekehrt. Außerdem wird durch eine einwirkende Kraft F ein erster Übergangswiderstand  $R_1$  zwischen der ersten Gewebelage **21** und der benachbarten mittleren Gewebelage **23** sowie ein zweiter Übergangswiderstand  $R_2$  zwischen der zweiten Gewebelage **22** und der mittleren Gewebelage **23** gebildet, der sich abhängig von der einwirkenden Kraft F ändert. Die drei Gewebelagen erzeugen daher eine Reihenschaltung aus einem ersten Übergangswiderstand  $R_1$ , einem piezoresistiven Widerstand  $R_m$  sowie einem zweiten Übergangswiderstand  $R_2$ , die sich jeweils abhängig von der einwirkenden Kraft F ändern. Diese Reihenschaltung hat einen Gesamtwiderstand RG, der sich aus der Summe des ersten Übergangswiderstandes  $R_1$ , des piezoresistiven Widerstandes  $R_m$  und des zweiten Übergangswiderstandes  $R_2$  ergibt.

**[0050]** Die erste Gewebelage **21** und die zweite Gewebelage **24** sind an eine Auswerteschaltung **34** angeschlossen. Dabei kann durch die Auswerteschaltung eine externe Spannung UE über einen optionalen Vorwiderstand RV die Auswerteschaltung **34** zwischen die erste Gewebelage **21** und die zweite Gewebelage **22** angelegt werden. Der Vorwiderstand RV kann dabei in Reihe zu dem Gesamtwiderstand RG geschaltet sein. Dabei ist es möglich, über eine Auswerteeinheit **35** der Auswerteschaltung **34**

die an dem Gesamtwiderstand RG anliegende Spannung und/oder den durch die Auswerteschaltung **34** bzw. die Sensoranordnung **33** fließenden Strom auszuwerten, da sich die am Gesamtwiderstand RG anliegende Spannung bzw. der durch den Gesamtwiderstand RG fließende Strom abhängig von der einwirkenden Kraft F ändert. Vorzugsweise ist die externe Spannung UE eine Gleichspannung. Wie in **Fig. 6** schematisch veranschaulicht ist, wertet die Auswerteeinheit **35** beispielsweise die am Gesamtwiderstand RG anliegende Spannung aus. Zur Auswertung eines Stromes kann die Auswerteeinheit **35** parallel zu einem Messwiderstand geschaltet sein, der wiederum in Reihe zum Gesamtwiderstand RG der Sensoranordnung **33** geschaltet ist. Als Messwiderstand kann beispielsweise auch der Vorwiderstand RV verwendet werden.

**[0051]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Sensoranordnung **33** als kapazitive Sensoranordnung ausgestaltet (**Fig. 7**). Dabei bildet die mittlere Gewebelage **23** ein Dielektrikum und die erste Gewebelage **21** und die zweite Gewebelage **22** sind als Elektroden ausgeführt und entsprechen sozusagen den Platten eines Plattenkondensators. Die an die Sensoranordnung **33** angeschlossene Auswerteschaltung **34** entspricht der Ausführung nach **Fig. 6**, so dass auf die vorstehende Erläuterung verwiesen werden kann. Abhängig von der einwirkenden Kraft F verformt sich die Sensoranordnung **33**, so dass sich der Abstand zwischen der ersten Gewebelage **21** und der zweiten Gewebelage **22** an der Stelle ändert, an der die Kraft F auftritt. Dabei verändert sich die Kapazität C der Sensoranordnung **33**, was durch die Auswerteschaltung **34** bzw. die Auswerteeinheit **35** erfasst werden kann. Dabei kann die Auswerteeinheit **35** die zwischen der ersten Gewebelage **21** und der zweiten Gewebelage **22** anliegende Spannung messen. Als externe Spannung UE wird vorzugsweise eine Gleichspannung angelegt.

**[0052]** Bei dem in **Fig. 8** veranschaulichten Ausführungsbeispiel der Sensoranordnung **33** weist die mittlere Gewebelage **23** Schussfäden **24** oder Kettfäden **25** auf, die piezoelektrisches Material enthalten und damit eine Piezospaltung  $U_p$  erzeugen können. Abhängig von der einwirkenden Kraft F verändert sich die Piezospaltung  $U_p$  und außerdem der erste Übergangswiderstand R1 und der zweite Übergangswiderstand R2. Die zwischen der ersten Gewebelage **21** und der zweiten Gewebelage **22** anliegende Spannung kann durch die Auswerteschaltung **34** erfasst und ausgewertet werden. Das Anlegen einer externen Spannung ist in diesem Fall nicht erforderlich und die Auswerteschaltung **34** kann ausschließlich aus der an die erste Gewebelage **21** und die zweite Gewebelage **22** angeschlossenen Auswerteeinheit **35** bestehen.

**[0053]** Somit kann die Sensoranordnung **33** bei Ausführungsbeispielen, bei denen ein Strom von der ersten Gewebelage **21**, durch die mittlere Gewebelage **23** zu der zweiten Gewebelage **22** – oder in umgekehrte Richtung – fließen kann, eine Reihenschaltung aus mehreren und beispielsweise drei veränderlichen elektrischen Eigenschaften aufweisen, die sich abhängig von der einwirkenden Kraft F an der betreffenden Stelle lokal ändern.

**[0054]** Das webtechnische Verbinden der Gewebelagen **21**, **22**, **23** mit oder ohne Bindungssystem **26** hat den Vorteil, dass die Streuung der Sensoranordnung **33** enger begrenzt werden kann. In **Fig. 9** ist beispielhaft der Gesamtwiderstand RG abhängig von der einwirkenden Kraft F anhand des Ausführungsbeispiels der Sensoranordnung **33** gemäß **Fig. 6** veranschaulicht. Die Gewebelagen **21**, **22**, **23** sind nicht miteinander vernäht, verklebt oder dergleichen. Es hat sich herausgestellt, dass durch das ausschließliche webtechnische Verbinden der Gewebelagen **21**, **22**, **23** der sich aufgrund von Herstellungstoleranzen ergebende Toleranzbereich B des von der Kraft F abhängigen Gesamtwiderstandes RG gegenüber anderen mehrlagigen sensorischen Geweben begrenzt werden kann. Der sich durch das webtechnische Verbinden der Gewebelagen ergebende Toleranzbereich B ist schematisch kreuzschraffiert in **Fig. 9** veranschaulicht. Demgegenüber vergrößert sich der Toleranzbereich B, wenn die Gewebelagen **21**, **22**, **23** nach ihrer Herstellung beispielsweise durch Nähen oder anderweitig mechanisch miteinander verbunden werden, was schematisch durch die gestrichelte obere Grenze BO in **Fig. 9** veranschaulicht ist, die gegenüber der oberen Grenze des Toleranzbereichs B des erfindungsgemäßen Gewebes **20** verschoben ist. Bei den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen wird daher zwischen den Gewebelagen **21**, **22**, **23** ausschließlich eine webtechnische Bindung hergestellt, ohne, dass zusätzliche mechanische, physikalische oder chemische Verbindung zwischen den Gewebelagen **21**, **22**, **23** erzeugt werden.

**[0055]** Aus den **Fig. 2** bis **Fig. 5** ist zu erkennen, dass die erste Gewebelage **21** beispielsweise in Schussrichtung S abwechselnd elektrisch leitfähige Streifen **40** und elektrisch nicht leitfähige Streifen **41** aufweist. Beispielsweise sind in einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** zumindest einige oder alle Schussfäden **24** elektrisch leitfähig, während im elektrisch nicht leitfähigen Streifen **41** ausschließlich elektrisch nicht leitfähige Schussfäden **24** angeordnet sind. Die Kettfäden **25** der ersten Gewebelage **21** können dabei bei einem Ausführungsbeispiel elektrisch nicht leitfähig sein, insbesondere dann, wenn die vorhandenen elektrisch leitfähigen Schussfäden **24** in einem leitfähigen Streifen **40** einen elektrischen Kontakt zueinander aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, dass zumindest einige oder alle der Kettfäden **25** der ersten Gewebelage **21** elektrisch leitfähig sind und

jeweils eine Querkontaktierung **39** in einem bzw. allen elektrisch leitfähigen Streifen **40** bilden. Wenn elektrisch leitfähige Kettfäden **25** als Querkontaktierung **39** verwendet werden, muss verhindert werden, dass die elektrisch leitfähigen Streifen **40** durch diese Kettfäden **25** elektrisch kurzgeschlossen werden. Hierzu können die elektrisch leitfähigen Kettfäden im Bereich des elektrisch nicht leitfähigen Streifens **41** aufgetrennt werden, so dass eine elektrische Verbindung unterbrochen ist. Dazu kann es beispielsweise vorteilhaft sein, dass ein elektrisch leitfähiger Kettfaden **25** innerhalb eines nicht leitfähigen Streifens **41** eine Flottung bildet, die bevorzugt an zwei voneinander beabstandeten Stellen durchtrennt wird. Der herausgetrennte Teil des Kettfadens **25** kann entnommen werden. Die Trennung eines elektrisch leitfähigen Kettfadens **25**, der in den elektrisch leitfähigen Streifen **40** jeweils eine Querkontaktierung **39** bildet, ist in **Fig. 4** stark schematisiert gezeigt.

**[0056]** Die zweite Gewebelage **22** bildet in Kett- richtung **K** verlaufende elektrisch leitfähige Streifen **40** und elektrisch nicht leitfähige Streifen **41**, die in Schussrichtung **S** abwechselnd nebeneinander angeordnet sind. In einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** können einige oder alle der Kettfäden **25** elektrisch leitfähig sein und in einem nicht leitfähigen Streifen **41** werden ausschließlich elektrisch nicht leitfähige Kettfäden **25** eingesetzt. Ist einer oder sind mehrere der Schussfäden **24** in der zweiten Gewebelage **22** zur Bildung einer Querkontaktierung **39** elektrisch leitfähig (analog zu der Beschreibung der ersten Gewebelage **21**), kann eine elektrische Verbindung zwischen den elektrisch leitfähigen Streifen **40** durch den betreffenden elektrisch leitfähigen Schussfaden **24** dadurch verhindert werden, dass dieser im Bereich der elektrisch nicht leitfähigen Streifen **41** durchtrennt wird. Vorzugsweise wird der betreffende elektrisch leitfähige Schussfaden **24** innerhalb jedes nicht leitfähigen Streifens **41** an zwei voneinander beabstandeten Stellen durchtrennt und der herausgetrennte Teil des Schussfadens **24** entnommen. Hierzu kann der betreffende Schussfaden **24** zumindest in einem Bereich des jeweiligen nicht elektrisch leitfähigen Streifens **41** eine Flottung aufweisen, die herausgetrennt wird.

**[0057]** Die Querkontaktierung **39** in einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** kann in einer oder beiden Gewebelagen **21**, **22** alternativ oder zusätzlich auch durch Nähen und/oder Sticken mit einem elektrisch leitfähigen Garn und/oder Aufbringen einer elektrisch leitfähigen Schicht, beispielsweise durch Kleben und/oder Drucken und/oder Aufsprühen, usw. hergestellt werden.

**[0058]** Die Verlaufsrichtung der Streifen **40**, **41** in der ersten Gewebelage **21** ist rechtwinklig zur Verlaufsrichtung der Streifen **40**, **41** in der zweiten Gewebelage **22** ausgerichtet. In Abwandlung zu dem darge-

stellten Ausführungsbeispiel könnten die Streifen **40**, **41** in der ersten Gewebelage **21** auch in Kett- richtung und die Streifen **40**, **41** in der zweiten Gewebelage **22** auch in Schussrichtung **S** verlaufen.

**[0059]** Durch die beschriebene Anordnung der elektrisch leitfähigen Streifen **40** und der elektrisch nicht leitfähigen Streifen **41** in der ersten Gewebelage **21** und der zweiten Gewebelage **22** entsteht sozusagen eine Gitter- oder Matrixstruktur. Beim Einwirken einer Kraft **F** auf das Gewebe **20** bzw. die Sensoranordnung **33** kann dadurch festgestellt werden, an welcher Stelle die Kraft **F** auf die Gewebefläche des Gewebes **20** einwirkt. Die Ortsauflösung hängt dabei von der Anzahl und der Breite der Streifen **40**, **41** ab. Es ist vorteilhaft, wenn die elektrisch nicht leitfähigen Streifen **41** quer zu ihrer Erstreckungsrichtung eine möglichst geringe Breite aufweisen, so dass die elektrische Isolierung zwischen den jeweils benachbarten elektrisch leitfähigen Streifen **40** gewährleistet ist, aber ein möglichst großer Flächenanteil als aktive Sensorfläche verwendet werden kann.

**[0060]** Die elektrisch leitfähigen Streifen **40** der ersten Gewebelage **21** sind beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** an einer einzigen Seite beispielsweise an einer ersten Seite **42** elektrisch mit einer ersten Leitung **43** verbunden. Die erste Leitung **43** weist abhängig von der Anzahl der leitfähigen Streifen **40** entsprechend viele Leiter bzw. Adern auf. Beim Ausführungsbeispiel hat die erste Leitung **43**  $m$  Adern bzw. Leiter ( $m = 2, 3, 4, \dots$ ).

**[0061]** Entsprechend sind die leitfähigen Streifen **40** der zweiten Gewebelage **22** an einer einzigen Seite und beispielsweise an einer zweiten Seite **44** mit einer zweiten Leitung **45** elektrisch verbunden. Die zweite Leitung **45** hat entsprechend der Anzahl der elektrisch leitfähigen Streifen **40** mehrere Leiter oder Adern und beim Ausführungsbeispiel beispielsweise  $n$  Leiter bzw. Adern ( $n = 2, 3, 4, \dots$ ). Die Anzahl  $m$  und die Anzahl  $n$  können gleich groß oder voneinander verschieden sein.

**[0062]** Die Leitungen **43**, **45** können jeweils über einen Stecker **47** oder ein anderes Verbindungsmittel direkt in einem Anschlussbereich, beispielsweise an der Gewebekante der betreffenden Gewebelage **21**, **22**, elektrisch mit den elektrisch leitfähigen Streifen **40** verbunden werden. An diesem Anschlussbereich kann daher ein Anschlussmittel zum Anbringen eines Steckers **47** vorhanden sein. Dazu können quer zu den elektrisch leitfähigen Streifen **40** in der Gewebestruktur der betreffenden Gewebelage **21**, **22** verlaufende elektrisch leitfähige Verbindungsleiter **48** vorhanden sein oder alternativ auf die Gewebelage **21**, **22** aufgebracht werden. Bei den Verbindungsleitern **48** kann es sich beispielsweise um elektrisch leitfähige Schussfäden **24** (z.B. in der ersten Gewebelage **21**) oder um elektrisch leitfähige Kettfäden **25** (z.B.



in der zweiten Gewebelage **22**) handeln. Jeder Verbindungsleiter **48** ist nur mit jeweils einem der elektrisch leitfähigen Streifen **40** und einem Kontakt im Anschlussbereich elektrisch verbunden und gegenüber den anderen elektrisch leitfähigen Streifen **40** elektrisch isoliert. Der erforderliche Bauraum für den Anschlussbereich zum Anschließen des Steckers **47** bzw. der Leitungen **43, 45** an der Gewebekante kann dabei sehr klein sein und die Aufwand zur Herstellung der elektrischen Verbindung ist gering. Bei Verlegen eines sensorischen Gewebes **20** vor Ort muss lediglich noch die externe erste bzw. zweite Leitung **43, 45** verlegt und angeschlossen werden. Alle anderen elektrischen Kontaktierungen können bereits vorher bei der Herstellung erzeugt werden.

**[0063]** Wie in **Fig. 4** veranschaulicht ist, sind die erste Seite **42** und die zweite Seite **44** benachbart zueinander angeordnet, wobei sich eine der beiden Seiten und beispielsweise die erste Seite **42** in Kett-richtung K und die jeweils andere der beiden Seiten und beispielsweise die zweite Seite **44** in Schuss-richtung S erstreckt. Dadurch ist eine einfache elektrische Kontaktierung auch bei größeren Flächen an zwei benachbarten Seiten **42, 44** möglich.

**[0064]** Die Auswerteschaltung **34** wird an die Leitungen **43, 45** angeschlossen. In der Auswerteschaltung **34** kann nicht nur erkannt werden, dass eine Kraft F auf das Gewebe **20** bzw. die Sensoranordnung **33** einwirkt, sondern es kann auch erkannt werden, an welcher Kreuzungsstelle zwischen einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** der ersten Gewebelage **21** und einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** der zweiten Gewebelage **22** die Kraft F einwirkt, da sämtliche elektrisch leitfähige Streifen **40** über separate Leiter an die Auswerteschaltung **34** angeschlossen sind.

**[0065]** Eine weitere Ausführungsform zur Vereinfachung der elektrischen Kontaktierung zwischen der Sensoranordnung **33** und der Auswerteschaltung **34** ist in **Fig. 5** veranschaulicht. Dort sind sowohl die elektrisch leitfähigen Streifen **40** der ersten Gewebelagen **21**, als auch die elektrisch leitfähigen Streifen **40**, der zweiten Gewebelage **22** an einer gemeinsamen Seite und beispielsweise der ersten Seite **42** des Gewebes **20** elektrisch an eine gemeinsame Leitung **46** angeschlossen. Die gemeinsame Leitung **46** weist eine Anzahl von Adern oder Leitern auf, die zumindest der Summe aus der Anzahl von elektrisch leitfähigen Streifen **40** der ersten Gewebelagen **21** und der Anzahl von elektrisch leitfähigen Streifen **40** der zweiten Gewebelage **22** entspricht. Die elektrische Kontaktierung des Gewebes **22** erfolgt somit ausschließlich an einer einzigen Gewebekante und ist dadurch weiter vereinfacht, insbesondere bei großflächigen Geweben **20**, die beispielsweise als Bodenbelag verwendet werden.

**[0066]** Um die Kontaktierung an einer einzigen Seite über eine gemeinsame Leitung **46** zu ermöglichen, ist entweder in der ersten Gewebelage **21** oder der zweiten Gewebelage **22** in jedem elektrisch nicht leitfähigen Streifen **41** jeweils ein elektrisch leitfähiger Zwischenstreifen **50** eingewebt. Der elektrisch leitfähige Zwischenstreifen **50** ist gegenüber den beiden benachbarten elektrisch leitfähigen Streifen **40** der Gewebelage **21** bzw. **22** elektrisch isoliert, beispielsweise mit Abstand angeordnet. Jeder elektrisch leitfähige Zwischenstreifen **50** ist mittels einer Durchkontaktierung **51** mit genau einem elektrisch leitfähigen Streifen **40** der jeweils anderen Gewebelagen **22** bzw. **21** verbunden. Die Durchkontaktierung **51** kann dadurch erreicht werden, dass mindestens ein elektrisch leitfähiger Faden den Zwischenstreifen **50** mit dem jeweils zugeordneten elektrisch leitfähigen Streifen **40** der jeweils anderen Gewebelage **22** bzw. **21** verbindet. Bei dem in **Fig. 5** veranschaulichten Ausführungsbeispiel sind die elektrisch leitfähigen Zwischenstreifen **50** in der ersten Gewebelage **21** vorhanden und stellen mittels der Durchkontaktierungen **51** Verbindungen zu den elektrisch leitfähigen Streifen **40** der zweiten Gewebelage **22** her. Somit kann die elektrische Kontaktierung jedes elektrisch leitfähigen Streifens **40** der zweiten Gewebelage **22** über die Durchkontaktierung **51** und den elektrisch leitfähigen Zwischenstreifen **50** an der ersten Gewebelage **21** und mithin an eine gemeinsamen Seite des Gewebes **20** erfolgen. Im Übrigen erfolgt der Anschluss an die gemeinsame Leitung **46** über Verbindungsleiter **48** von den elektrisch leitfähigen Streifen **40** und Zwischenstreifen **50**, wie es im Zusammenhang mit den **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben wurde.

**[0067]** Der wenigstens eine Faden der Durchkontaktierung **51** kann ein elektrisch leitfähiger Kettfaden und/oder elektrisch leitfähiger Schussfaden mindestens eines der zu verbindenden Streifen **40, 50** und z.B. des elektrisch leitfähigen Zwischenstreifens **50** sein, die mit dem jeweils zugeordneten elektrisch leitfähigen Streifen **40** webtechnisch bei der Herstellung des Gewebes **20** verbunden wird oder umgekehrt.

**[0068]** Die Durchkontaktierungen **51** können alternativ zum dargestellten Ausführungsbeispiel auch durch andere elektrische Verbindungen im Anschluss an das Herstellen des Gewebes **20** erzeugt werden, beispielsweise durch Nähen eines leitfähigen Riegels, durch Einbringen einer Niet aus einem elektrisch leitfähigen Material, usw. Es ist jedoch bevorzugt, wenn die Durchkontaktierung **51** bereits beim Weben des Gewebes **20** auf einer Webmaschine hergestellt wird.

**[0069]** Eine Durchkontaktierung **51** durchsetzt die mittlere Lage **23**. Abhängig von der Ausführung der Sensoranordnung **33** kann dabei eine elektrische Verbindung mit der mittleren Lage **23** hergestellt werden, wenn diese im Bereich der Durchkontaktie-

zung **51** elektrisch leitfähige Bestandteile aufweist, beispielsweise bei der Ausführung nach **Fig. 6**. Im unbelasteten Zustand der Sensoranordnung **33** ist der elektrische Widerstand  $R_m$  der mittleren Lage **23** ausreichend groß, so dass die elektrische Verbindung der Durchkontaktierung **51** mit der mittleren Lage **23** die Funktion nicht beeinträchtigt. Es ist auch möglich, die elektrische Verbindung zwischen der Durchkontaktierung **51** und der mittleren Lage **23** durch Isolationsmaßnahmen zu verhindern.

**[0070]** In **Fig. 14** ist stark schematisiert blockschaltbildähnlich ein Webvorgang veranschaulicht, wie er auf einer Webmaschine zur Herstellung des Gewebes **20** ausgeführt werden kann. Die Webmaschine weist für ein Gewebe nach **Fig. 11** mindestens und beispielsweise genau sieben Webschäfte **55** auf. Für eine gewebebasierte elektrische Verbindung werden zusätzliche Schäfte benötigt. Die Webschäfte **55** können sich in Höhenrichtung  $H$  unabhängig voneinander nach oben und nach unten bewegen und führen jeweils die Kettfäden **25** einer der Gewebelagen **21**, **22**, **23** oder die Bindungskettfäden **28**. Durch eine entsprechende Fachbildung können die Schussfäden **24** bzw. der Bindungsschussfaden **27** eingetragen und angeschlagen werden. Die Art der Fachbildung und die Anzahl der eingetragenen Schussfäden **24** bzw. Bindungsschussfäden **27** hängen von der gewünschten Bindungsart ab und können variieren. **Fig. 14** zeigt diesbezüglich lediglich beispielhaft eine von vielen Möglichkeiten.

**[0071]** Möglichkeiten zur Herstellung des Gewebes **20** mit einer Webmaschine sind beispielsweise aus der Veröffentlichung von Pelin Gurkan Unal mit dem Titel „3D-Woven Fabrics“ bekannt (veröffentlicht in „Woven Fabrics“, Edited by Han-Yong Jeon, ISBN 978-953-51-0607-4, abrufbar unter <http://www.intechopen.com/books/woven-fabrics>).

**[0072]** Die Erfindung betrifft ein mehrlagiges sensorisches Gewebe **20** mit mehreren und beispielsweise drei Gewebelagen **21**, **22**, **23**. Jede Gewebelage **21**, **22**, **23** weist Schussfäden **24** und Kettfäden **25** auf. Optional kann ein Bindungssystem **26** mit Bindungsschussfäden **27** und Bindungskettfäden **28** vorgesehen sein. Die Gewebelagen **21**, **22**, **23** sind webtechnisch unmittelbar und/oder mittelbar über das Bindungssystem **26** aneinander befestigt. Die Verbindung zwischen den Gewebelagen **21**, **22**, **23** wird beim Herstellen der Gewebelagen **21**, **22**, **23** durch das Weben hergestellt. Eine nachträgliche Verbindung der Gewebelagen **21**, **22**, **23** kann daher entfallen.

## Bezugszeichenliste

|                |  |
|----------------|--|
| <b>20</b>      | Gewebe   |
| <b>21</b>      | erste Gewebelage                                 |
| <b>22</b>      | zweite Gewebelage                                |
| <b>23</b>      | mittlere Gewebelage                              |
| <b>24</b>      | Schussfaden                                      |
| <b>25</b>      | Kettfaden  |
| <b>26</b>      | Bindungssystem                                   |
| <b>27</b>      | Bindungsschussfaden                              |
| <b>28</b>      | Bindungskettfaden                                |
| <b>33</b>      | Sensoranordnung                                  |
| <b>34</b>      | Auswerteschaltung                                |
| <b>35</b>      | Auswerteeinheit                                  |
| <b>39</b>      | Querkontaktierung                                |
| <b>40</b>      | elektrisch leitfähiger Streifen                  |
| <b>41</b>      | elektrisch nicht leitfähiger Streifen            |
| <b>42</b>      | erste Seite                                      |
| <b>43</b>      | erste Leitung                                    |
| <b>44</b>      | zweite Seite                                     |
| <b>45</b>      | zweite Leitung                                   |
| <b>46</b>      | gemeinsame Leitung                               |
| <b>47</b>      | Stecker  |
| <b>48</b>      | Verbindungsleiter                                |
| <b>50</b>      | elektrisch leitfähiger Zwischenstreifen          |
| <b>51</b>      | Durchkontaktierung                               |
| <b>55</b>      | Webschaft  |
| <b>B</b>       | Toleranzbereich                                  |
| <b>BO</b>      | Obere Grenze des Toleranzbereichs beim Stand der |
| <b>Technik</b> |  |
| <b>C</b>       | Kapazität  |
| <b>H</b>       | Höhenrichtung                                    |
| <b>K</b>       | Kettrichtung                                     |
| <b>LO</b>      | oberste Gewebelage                               |
| <b>LU</b>      | unterste Gewebelage                              |
| <b>R1</b>      | erster Übergangswiderstand                       |
| <b>R2</b>      | zweiter Übergangswiderstand                      |
| <b>RG</b>      | Gesamtwiderstand                                 |
| <b>Rm</b>      | piezoresistiver Widerstand                       |
| <b>RV</b>      | Vorwiderstand                                    |
| <b>S</b>       | Schussrichtung                                   |
| <b>Up</b>      | Piezospännung                                    |

## 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 4795998 A [0002]
- WO 2005/121729 A1 [0003]
- DE 60102003 T2 [0004]
- US 4659873 A [0005]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Veröffentlichung von Pelin Gurkan Unal mit dem Titel „3D-Woven Fabrics“ bekannt (veröffentlicht in „Woven Fabrics“, Edited by Han-Yong Jeon, ISBN 978-953-51-0607-4, abrufbar unter <http://www.intechopen.com/books/woven-fabrics> [0071])

### Patentansprüche

1. Gewebe (20) mit wenigstens drei übereinander angeordneten Lagen, wobei zwei davon Gewebelagen sind, von denen eine Gewebelage eine unterste Gewebelage (LU) und eine andere Gewebelage eine oberste Gewebelage (LO) bildet, wobei eine der Gewebelagen eine erste Gewebelage (21) bildet, die elektrisch leitfähigen Kettfäden (25) und/oder elektrisch leitfähige Schussfäden (24) aufweist, wobei eine weitere der Gewebelagen eine zweite Gewebelage (22) bildet, die elektrisch leitfähige Kettfäden (25) und/oder elektrisch leitfähige Schussfäden (24) aufweist, wobei eine der Lagen eine mittlere Lage (23) bildet, die zwischen der ersten Gewebelage (21) und der zweiten Gewebelage (22) angeordnet ist, wobei die erste Gewebelage (21), die zweite Gewebelage (22) und die mittlere Lage (23) eine Sensoranordnung (33) bilden, die eine sich während einer Kräfteinwirkung auf die Lagen (21, 22, 23) ändernde elektrische Eigenschaft (RG, C, Up) aufweisen, wobei die oberste Gewebelage (LO) webtechnisch mit einer der anderen vorhandenen Gewebelagen (22, 23, LU) verbunden ist, und wobei die unterste Gewebelage (LU) webtechnisch mit einer der anderen vorhandenen Gewebelagen (21, 23, LO) verbunden ist.

2. Gewebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oberste Gewebelage (LO) durch die erste Gewebelage (21) gebildet ist.

3. Gewebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die unterste Gewebelage (LU) durch die zweite Gewebelage (22) gebildet ist.

4. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittlere Lage (23) eine Gewebelage ist.

5. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur zwei oder drei Gewebelagen (21, 22, 23) vorhanden sind.

6. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Gewebelage (21) abwechselnd angeordnete elektrisch leitfähige Streifen (40) und elektrisch nicht leitfähige Streifen (41) aufweist, die sich parallel zueinander in Kettrichtung (K) oder in Schussrichtung (S) erstrecken.

7. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Gewebelage (22) abwechselnd angeordnete elektrisch leitfähige Streifen (40) und elektrisch nicht leitfähige Streifen (41) aufweist, die sich parallel zueinander

ander in Kettrichtung (K) oder in Schussrichtung (S) erstrecken.

8. Gewebe nach Anspruch 6 und nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Streifen (40, 41) der ersten Gewebelage (21) quer zu den Streifen (40, 41) der zweiten Gewebelage (22) ausgerichtet sind.

9. Gewebe nach Anspruch 6 und nach Anspruch 7 oder nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der ersten Gewebelage (21) oder der zweiten Gewebelage (22) in wenigstens einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen (41) jeweils ein elektrisch leitfähiger Zwischenstreifen (50) eingewebt ist, der gegenüber den beiden benachbarten elektrisch leitfähigen Streifen (40) in dieser Gewebelage (21, 22) elektrisch isoliert ist.

10. Gewebe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder elektrisch leitfähige Zwischenstreifen (50) in der ersten oder zweiten Gewebelage (21, 22) mittels einer Durchkontaktierung (51) mit genau einem elektrisch leitfähigen Streifen (40) der jeweils anderen Gewebelage (22 bzw. 21) verbunden ist.

11. Gewebe nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Gewebelage (21) und die zweite Gewebelage (22) an einer gemeinsamen Seite (42) des Gewebes (20) elektrisch mit einer Auswerteschaltung (34) verbunden sind.

12. Gewebe nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einem elektrisch leitfähigen Streifen (40) in Richtung des Streifens (40) verlaufenden elektrisch leitfähigen Fäden (24, 25) durch wenigstens eine Querkontaktierung (39) elektrisch miteinander verbunden sind.

13. Gewebe nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Kettfaden (25) oder mindestens ein Schussfaden (24) der ersten Gewebelage (21) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen (41) eine webtechnische Bindung mit einem Schussfaden (24) oder Kettfaden (25) einer anderen Gewebelage (22, 23) bildet.

14. Gewebe nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Kettfaden (25) oder mindestens ein Schussfaden (24) der zweiten Gewebelage (22) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Streifen (41) eine webtechnische Bindung mit einem Schussfaden (24) oder Kettfaden (25) einer anderen Gewebelage (21, 23) bildet.

15. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Bindungssystem (26) mit elektrisch nicht leitfähigen Bindungskettfäden (28) und elektrisch nicht leitfähigen Bindungsschussfäden (27) vorhanden ist, wobei das

Bindungssystem (26) durch Bildung von webtechnischen Bindungen zur Verbindung der Gewebelagen (21, 22, 23) eingerichtet ist.

16. Gewebe nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Gewebelage (21), die zweite Gewebelage (22) und die mittlere Lage (23) nicht unmittelbar webtechnisch miteinander verbunden sind.

17. Gewebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Herstellung der ersten Gewebelage (21), der zweiten Gewebelage (22) die webtechnische Bindung zur Verbindung der ersten Gewebelage (21), der zweiten Gewebelage (22) und der mittleren Lage (23) gebildet werden.

18. Verfahren zur Herstellung eines Gewebes (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Gewebelage (21) und die zweite Gewebelage (22) auf einer gemeinsamen Webmaschine hergestellt und die drei Lagen (21, 22, 23) dabei außerdem webtechnisch mittelbar mittels eines zusätzlichen Bindungssystems und/oder unmittelbar miteinander verbunden werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich die mittlere Lage (23) als Gewebelage ausgeführt ist und alle drei Lagen (21, 22, 23) auf einer gemeinsamen Webmaschine hergestellt und die drei Lagen (21, 22, 23) dabei außerdem webtechnisch mittelbar mittels eines zusätzlichen Bindungssystems und/oder unmittelbar miteinander verbunden werden.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einseitige elektrische Kontaktierung (51) der einzelnen Elektroden durch eine Abbindung mindestens eines leitfähigen Fadens aus den Streifen (50) der Gewebelage (21) mit mindestens einem leitfähigen Faden aus den Streifen (40) der Gewebelage (22) beim Webprozess erfolgt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

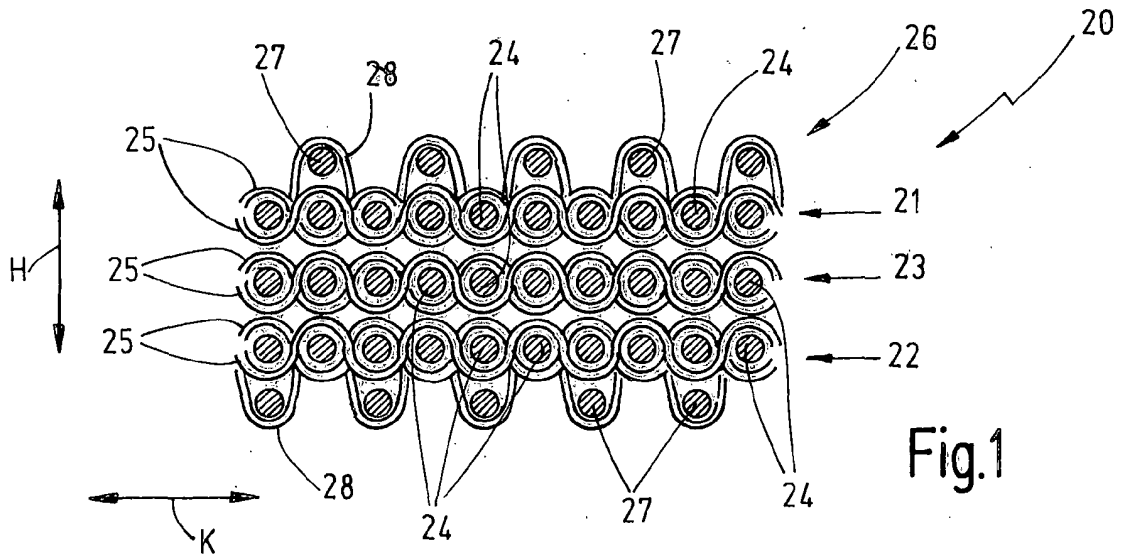


Fig.1

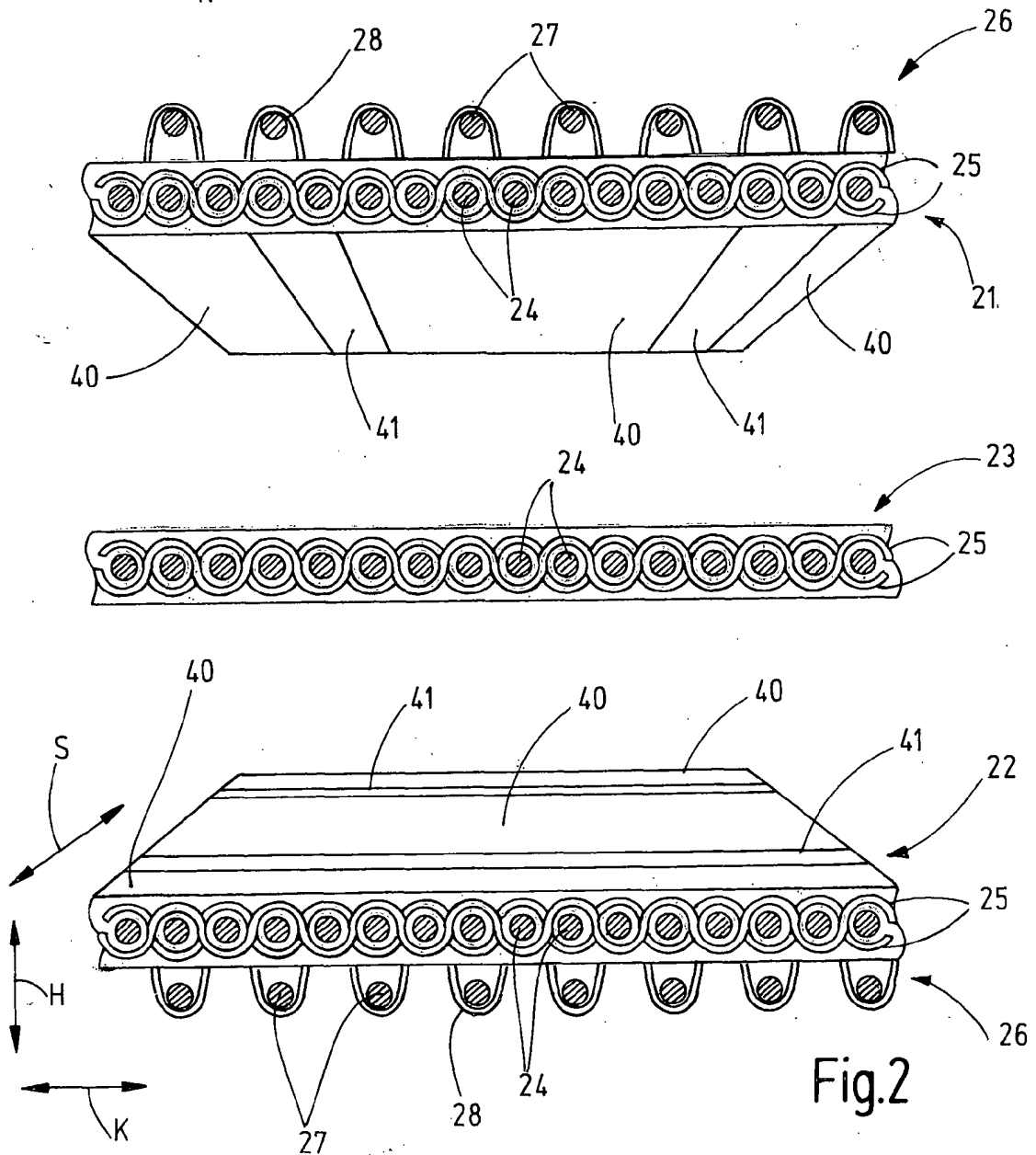


Fig.2



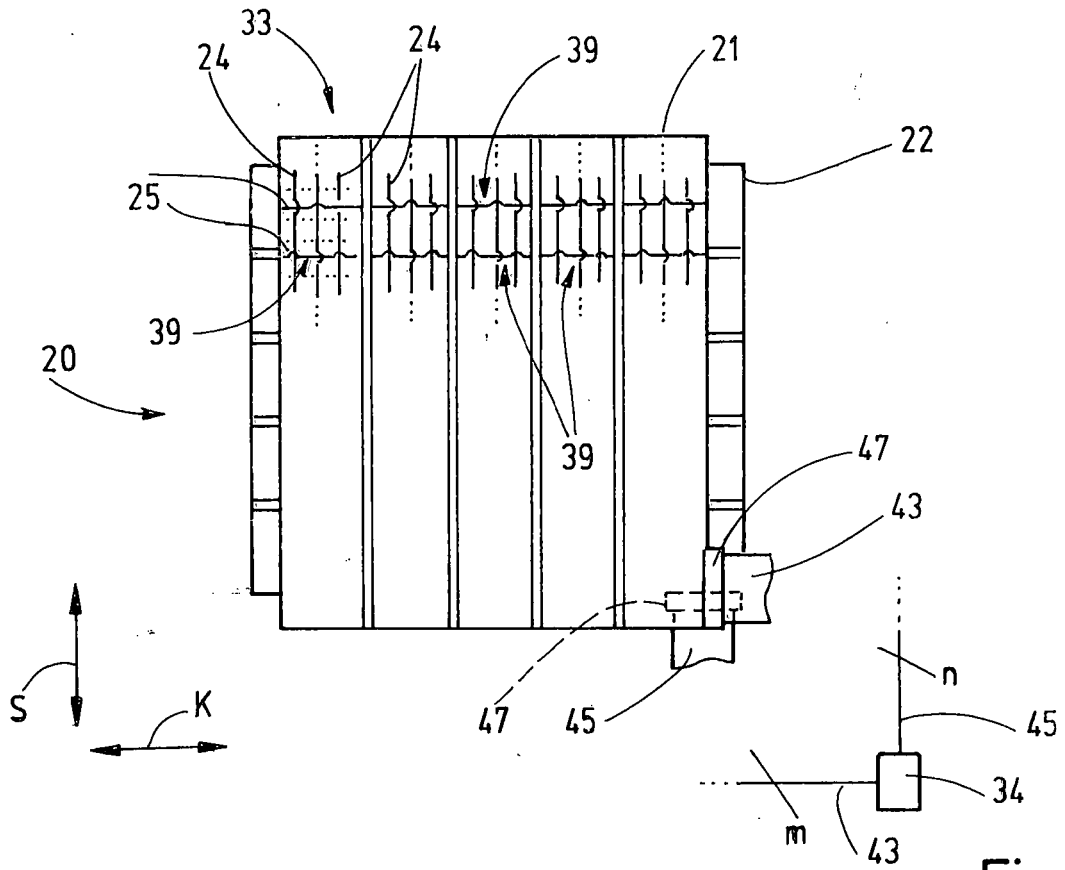


Fig. 4

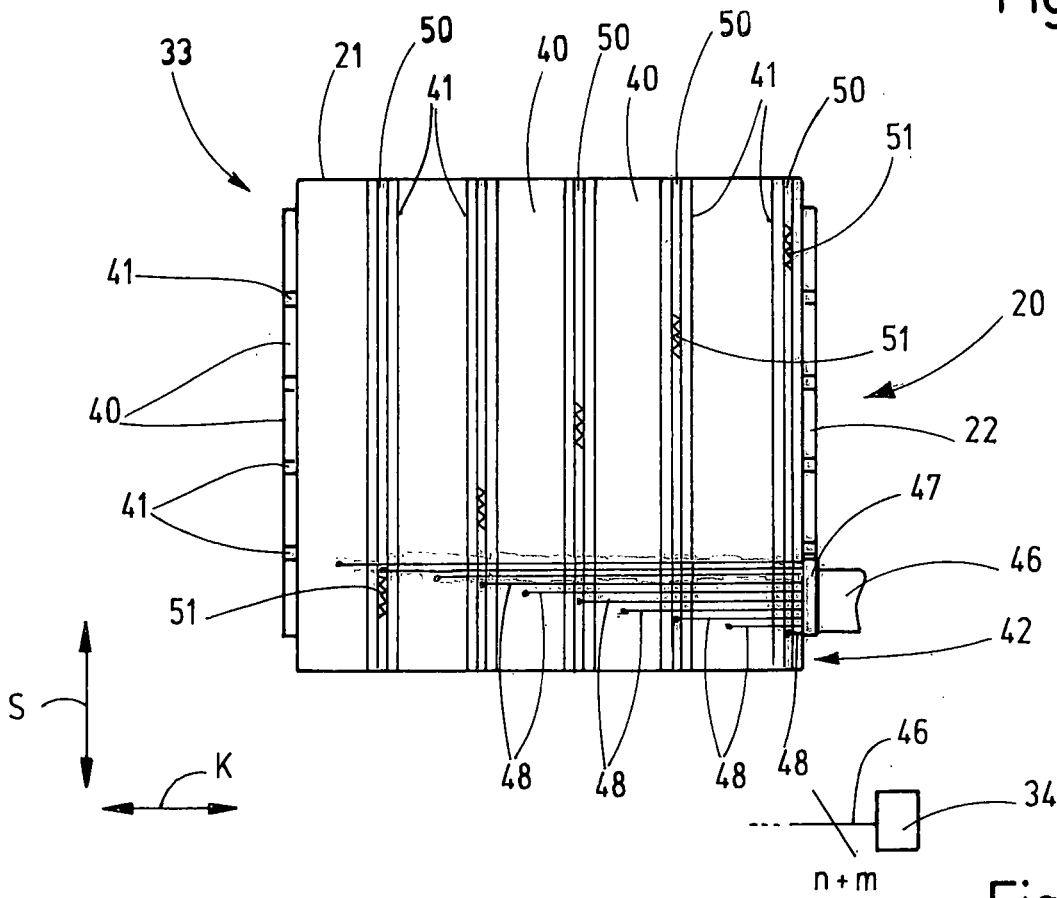


Fig. 5



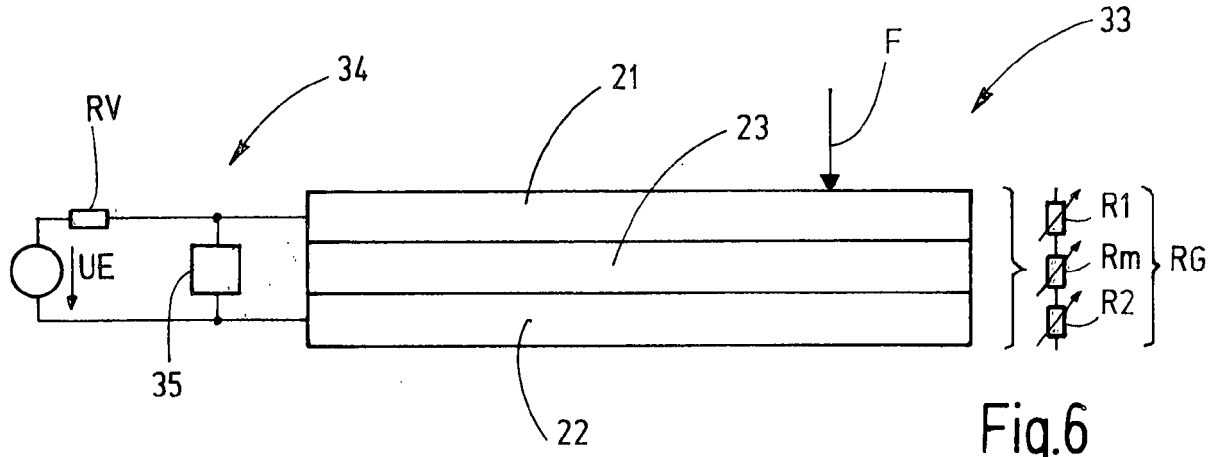


Fig.6

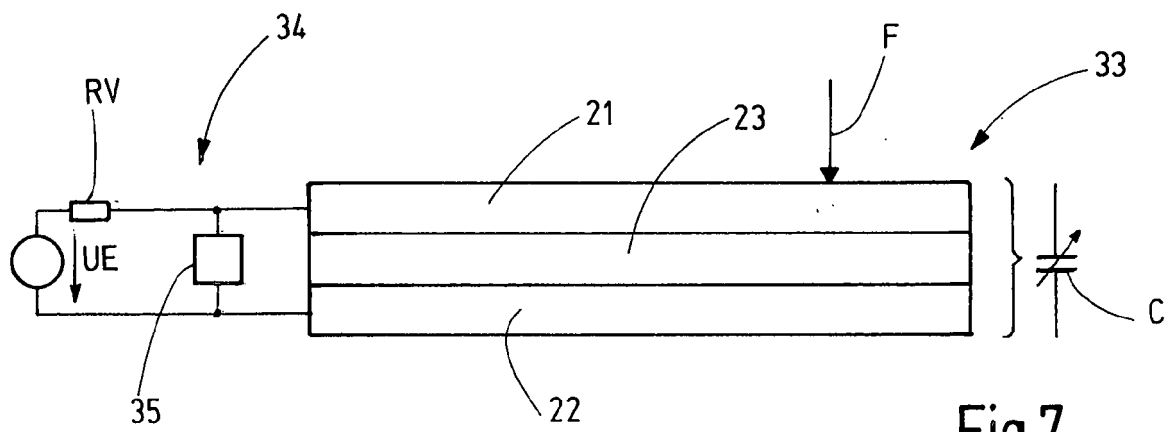


Fig.7

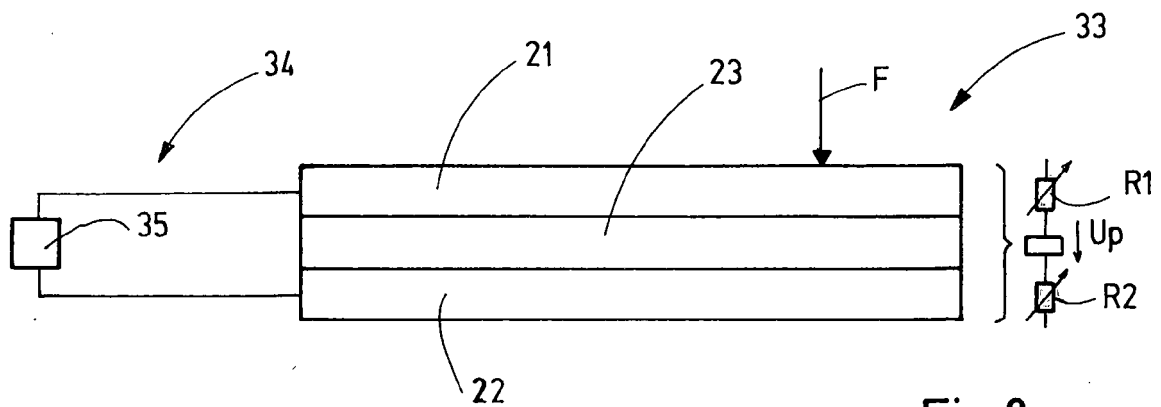


Fig.8

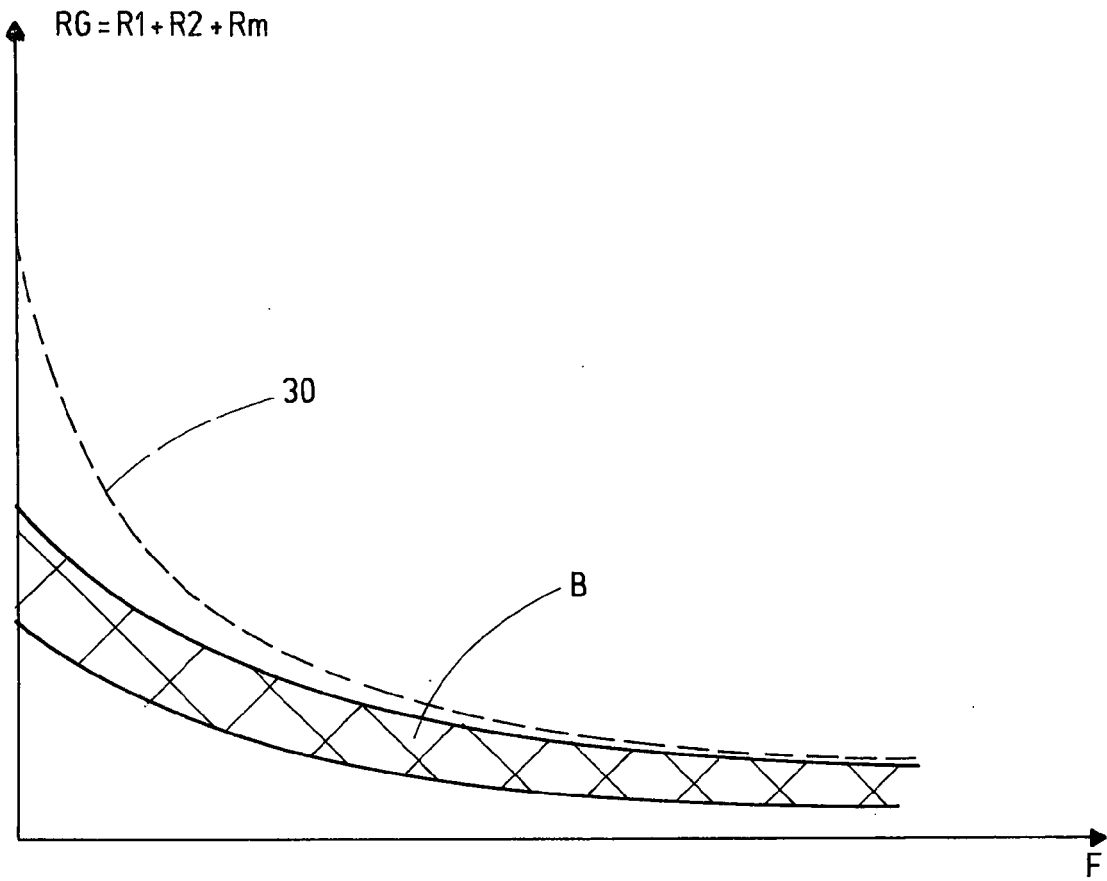


Fig.9

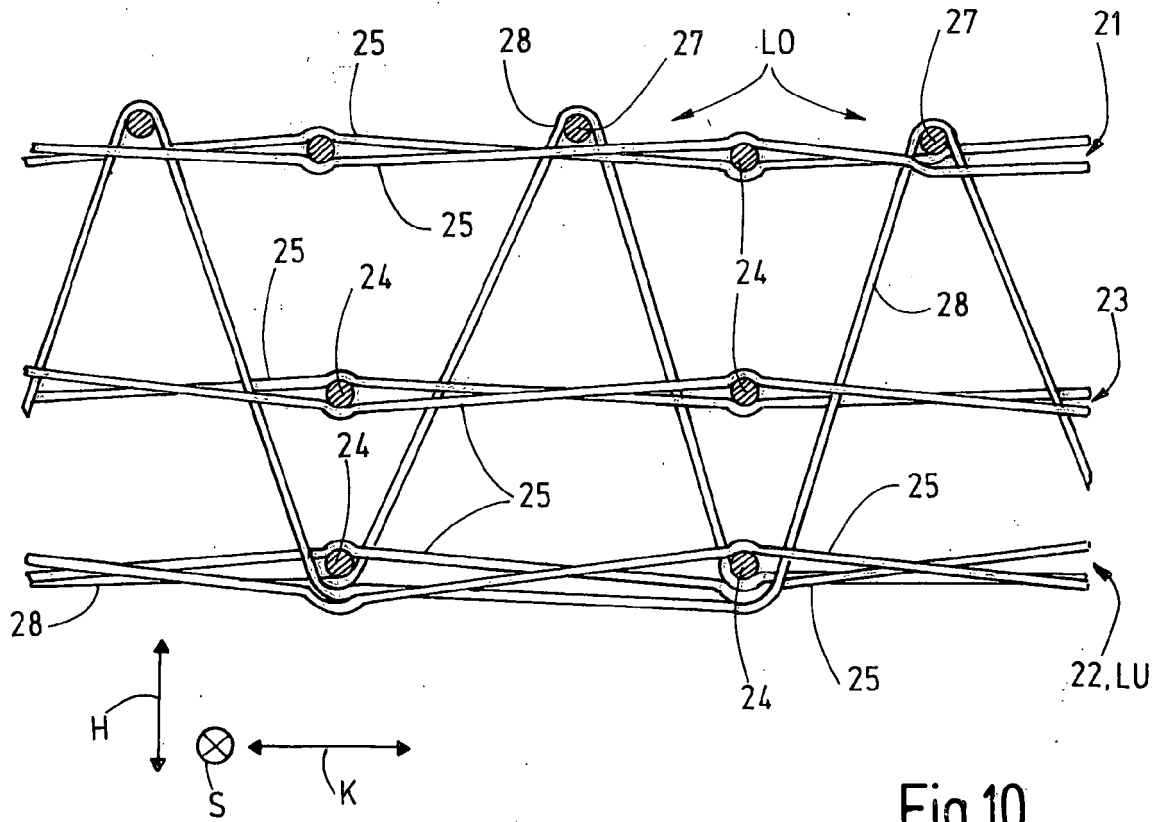


Fig.10

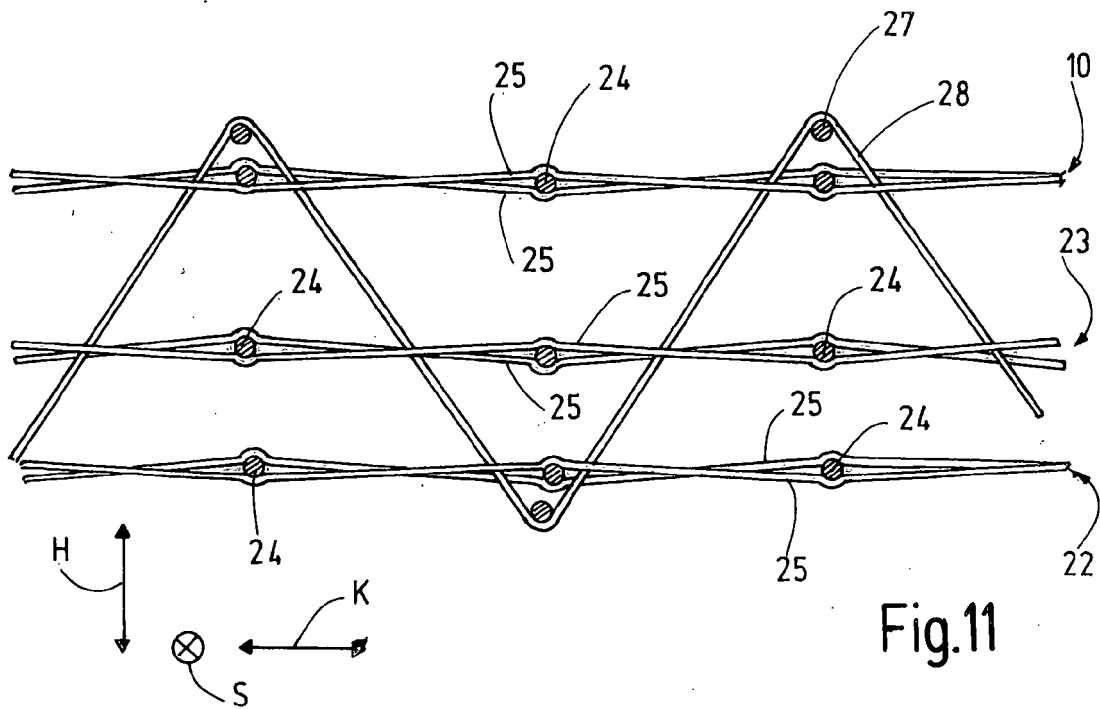
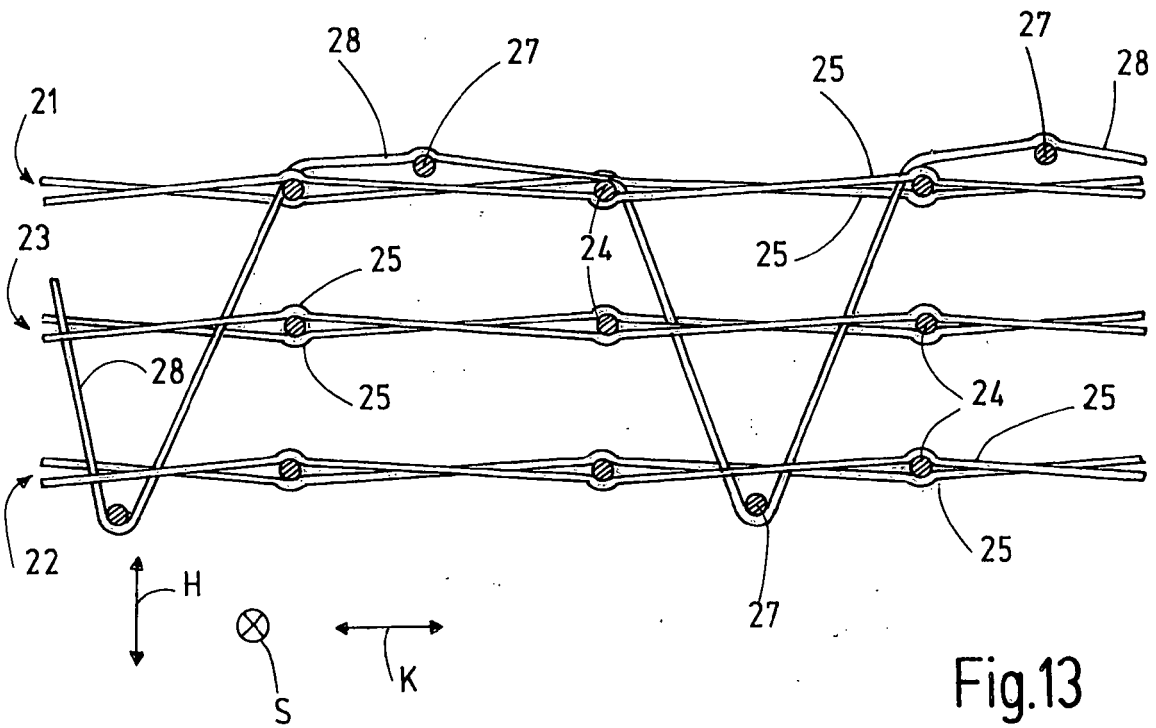
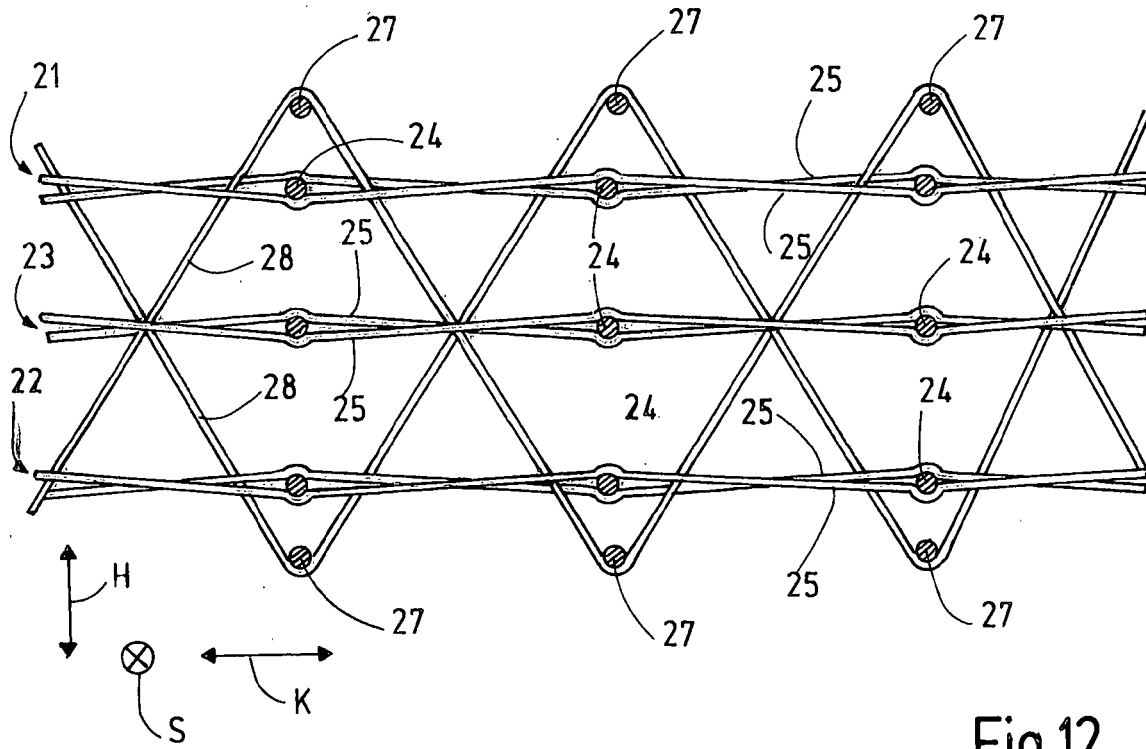


Fig.11



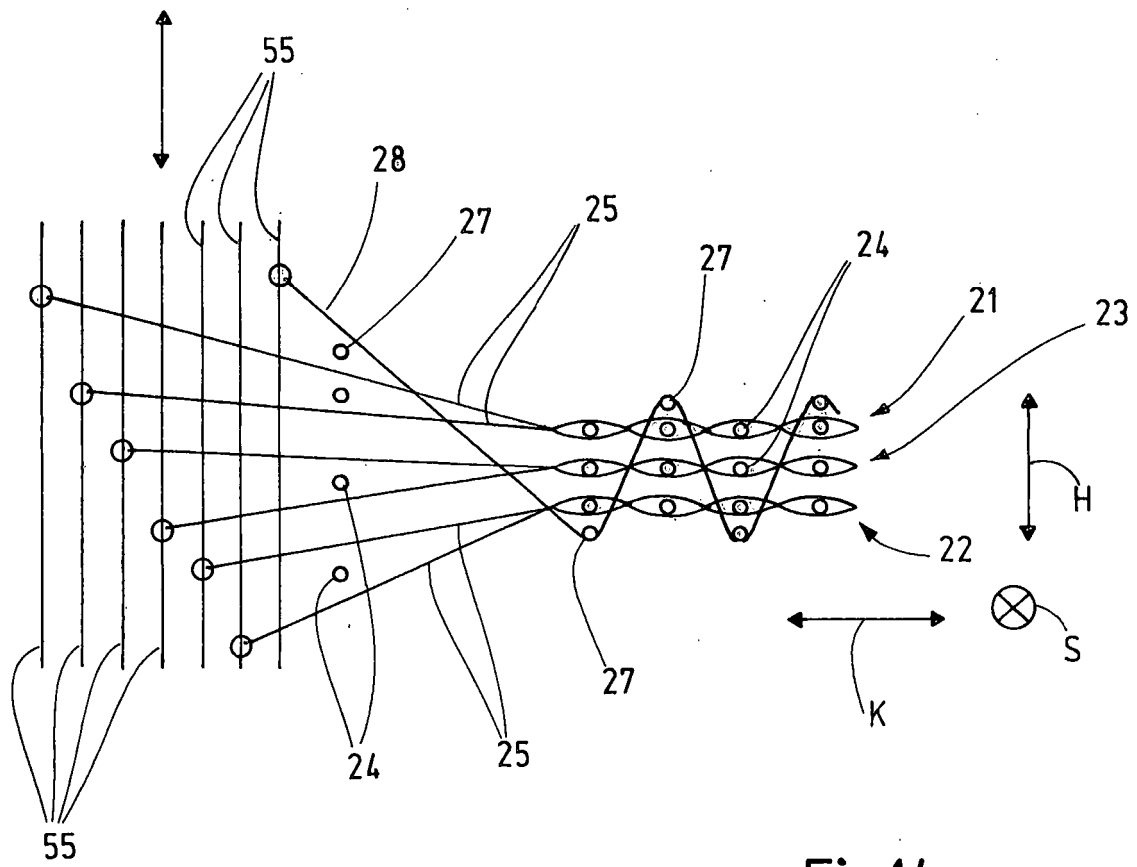


Fig.14