

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2018 (25.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/193135 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
D04B 1/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/060367

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2018 (23.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 108 550.5
21. April 2017 (21.04.2017) DE

(71) Anmelder: **PILZ GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern (DE).

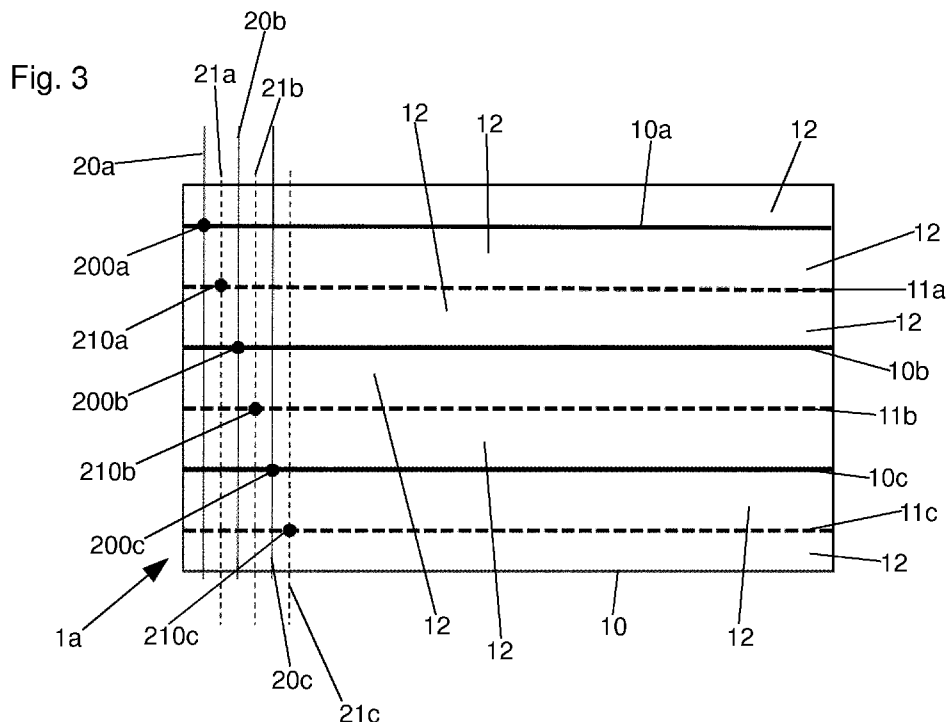
(72) Erfinder: **HORTER, Hansjürgen**; Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern (DE). **GÖNNER, Karl**; Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern (DE). **RIEDER, Oswald**; Körschtalstraße 26, 73770 Denkendorf (DE). **RÖDER, Uwe**; Körschtalstraße 26, 73770 Denkendorf (DE). **PILZ, Thomas**; Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern (DE).

(74) Anwalt: **FRITZ PATENT- & RECHTSANWÄLTE** et al.; Postfach 15 80, 59705 Arnsberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: KNITTED FABRIC AND USE OF A KNITTED FABRIC

(54) Bezeichnung: FORMGESTRICK UND VERWENDUNG EINES FORMGESTRICKS



(57) Abstract: The invention relates to a knitted fabric (1a-1f) comprising at least one first layer (10) into which a plurality of linear or flat, particularly strip-type, electroconductive structures (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) consisting of an electroconductive yarn and linear or flat, particularly strip-type, non-electroconductive structures (12) consisting of a non-electroconductive yarn are knitted, in such way that the electroconductive structures (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) are electrically isolated from each other, each of the electroconductive structures (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) being able to be individually electrically contacted and connected to an evaluation circuit (50).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Formgestrick (1a-1f), umfassend zumindest eine erste Lage (10), in die mehrere



WO 2018/193135 A1

NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch leitende Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) aus einem elektrisch leitfähigen Garn und linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch nichtleitende Strukturen (12) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn derart eingestrickt sind, dass die elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) elektrisch voneinander isoliert sind, wobei jede der elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) individuell elektrisch kontaktierbar und an eine Auswerteschaltung (50) anschließbar ist.

Formgestrick und Verwendung eines Formgestricks

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Formgestrick sowie eine
5 Verwendung eines derartigen Formgestricks.

Definition:

Unter dem Begriff „Formgestrick“ sollen im Rahmen dieser Anmeldung
10 Gesticke verstanden werden, die eine zweidimensionale oder eine
dreidimensionale Struktur aufweisen und zumindest abschnittsweise
stricktechnisch hergestellt sind.

Stand der Technik

15 Elektrisch leitende Textilstrukturen, insbesondere sensorische
Gewebe, sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen
Ausführungsformen bekannt. Diese können beispielsweise als
Sensoren in unterschiedlichen technischen Applikationen eingesetzt
20 werden.

Aus der US 4,795,998 A ist ein sensorisches Gewebe mit einer
Gewebelage bekannt, wobei sich elektrisch leitende Fäden der
Gewebelage an bestimmten Kreuzungsstellen kreuzen. In
25 Abhängigkeit von einer auf das sensorische Gewebe einwirkenden
äußeren Kraft verändert sich der Übergangswiderstand zwischen den
an den Kreuzungsstellen aneinander anliegenden Fäden. Auf diese
Weise ist es möglich, eine Kraft, die an einer der Kreuzungsstellen
der elektrisch leitenden Fäden auf das Gewebe einwirkt, durch die
30 Bestimmung der Änderung eines elektrischen Übergangswiderstands
mittels einer geeigneten Auswerteschaltung zu erfassen.

-2-

Ein für sensorische Aufgaben verwendbares Gestrück unterscheidet sich in seinen Eigenschaften und durch eine vollkommen unterschiedliche Art der Herstellung deutlich von einem Gewebe, da es Maschen bildet. Ein derartiges Gestrück ist zum Beispiel aus der EP 1 997 952 A2 bekannt und soll nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt ein einlagiges Intarsia-Gestrück 100' mit elektrisch leitfähigen und elektrisch nicht leitfähigen Bereichen. In das Intarsia-Gestrück 100' sind elektrisch leitende Garne so eingestrickt, dass zwei ineinandergreifende Kammstrukturen 101', 102' gebildet werden. Die beiden Kammstrukturen 101', 102' bilden hierbei zwei ineinandergreifende, in einer ersten (waagerechten) Richtung orientierte Elektroden zur kapazitiven Flächenüberwachung. Eine erste Kammstruktur 101' wird an einen Pluspol einer Spannungsversorgungseinrichtung einer Auswerteschaltung angeschlossen. Eine zweite Kammstruktur 102' wird demgegenüber an einen Minuspol der Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung angeschlossen. Mit anderen Worten ist also eine der beiden Kammstrukturen 101', 102' des Gestrücks 100' nach dem Anschluss an die Spannungsversorgungseinrichtung positiv und die andere der beiden Kammstrukturen 101', 102' negativ geladen. Damit kann zum Beispiel eine Annäherung an das Gestrück 100', in dem die beiden Kammstrukturen 101', 102' ausgebildet sind, kapazitiv überwacht werden. Dabei wirkt das Gestrück 100' aus technischer-funktionaler Sicht wie eine Mehrzahl offener Kondensatoren, die jeweils ein elektrisches Feld bilden. Zwischen den beiden Kammstrukturen 101', 102', die an die beiden Pole der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung angeschlossen sind, werden somit elektrische Felder gebildet. Sobald ein Objekt mit einer Dielektrizitätszahl, die größer als die Dielektrizitätszahl von Luft ist, in eines der elektrischen Felder

eindringt, wird sich je nach Material dieses Objekts die Kapazität des elektrischen Feldes verändern, insbesondere vergrößern. Diese Veränderung kann mittels einer entsprechenden Auswerteeinheit der Auswerteschaltung, die an die Kammstrukturen 101', 102' 5
angeschlossen ist, gemessen und ausgewertet werden.

Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform eines einlagigen Intarsia-Gestricks 100'', bei dem die elektrisch leitfähigen Garne so eingestrickt sind, dass die beiden ineinandergreifenden 10
Kammstrukturen 101'', 102'' eine Orientierung in einer zweiten (senkrechten) Richtung aufweisen.

Mittels der in der vorstehend erläuterten Weise angeordneten, jeweils eine positiv beziehungsweise negativ geladene Elektrode bildenden 15
Kammstrukturen 101', 102', 101'', 102'' der Gestricke 100', 100'' ist lediglich eine Überwachung der gesamten Fläche – ohne eine entsprechende Ortsauflösung – des betreffenden Intarsia-Gestricks 100', 100'' möglich, da alle elektrischen Leiter einer jeden Kammstruktur 101', 102', 101'', 102'' elektrisch miteinander 20
verbunden sind.

Die Erfindung macht es sich zur Aufgabe, ein weiter verbessertes Formgestrick zur Verfügung zu stellen, das einfach und kostengünstig herstellbar ist und sich insbesondere auch für sensorische 25
Anwendungen oder Schaltanwendungen mit Ortsauflösung eignet.

Die Lösung dieser Aufgabe liefert ein Formgestrick der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung. 30

Ein erfindungsgemäßes Formgestrick zeichnet sich dadurch aus, dass das Formgestrick zumindest eine erste Lage umfasst, in die mehrere

linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige,
elektrisch leitende Strukturen aus einem elektrisch leitfähigen Garn
und linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige,
elektrisch nichtleitende Strukturen aus einem elektrisch nicht
5 leitfähigen Garn derart eingestrickt sind, dass die elektrisch leitenden
Strukturen elektrisch voneinander isoliert sind, wobei jede der
elektrisch leitenden Strukturen individuell elektrisch kontaktierbar und
an eine Auswerteschaltung anschließbar ist. Das erfindungsgemäße
Formgestrick kann im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik
10 vorbekannten Formgestriicken aufgrund der individuellen
Kontaktierbarkeit der elektrisch leitenden Strukturen unter anderem
auch für Sensorapplikationen sowie Schaltapplikationen mit
Ortsauflösung verwendet werden kann. Intarsiagestricke werden
dadurch hergestellt, dass ein Faden nicht über die gesamte Breite des
15 Formgestricks geführt wird, sondern in einer Maschenreihe mit einem
anderen Faden eines anderen Garns an einer bestimmten Position
wechselt. Damit lassen sich Flächenabschnitte des Formgestricks mit
unterschiedlichen Eigenschaften auf einfache Weise
aneinanderbinden. Werden bei einem Formgestrick alle Maschen
20 gleichgroß und auf allen beteiligten Nadeln in gleicher Anzahl
gestrickt, kann zum Beispiel eine rechteckige ebene Gestrickfläche
erhalten werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die
25 elektrisch leitenden Strukturen und/oder die elektrisch nichtleitenden
Strukturen der ersten Lage als Intarsiamuster oder eingeringelte
Flächen ausgebildet sind.

Um eine Gestrickfläche herzustellen, die der Abwicklung einer
30 Oberfläche eines Formkörpers entspricht, können zum Beispiel
stricktechnische Methoden, insbesondere unterschiedliche
Maschengrößen, das Umhängen von Maschen (zum Beispiel mittels

Hilfsnadelbetten), Stricken, Fangstricken, Maschensplitten und Nichtstricken von ausgewählten Nadeln etc., angewandt werden. Daraus ergibt sich eine große Variantenvielfalt der erfindungsgemäßen Formgestricke, die durch technische Gewebe mit elektrisch leitenden und elektrisch nichtleitenden Strukturen nicht ohne weiteres oder gar nicht erhalten werden kann.

Gemäß einem Aspekt kann durch das erfindungsgemäße Formgestrick eine annäherungsempfindliche, ortsauflösende sensorische Fläche (Oberfläche) bereitgestellt werden, die insbesondere in einem Flachstrickverfahren hergestellt werden kann. Mittels einer entsprechenden Auswerteschaltung, die an die elektrisch leitenden Strukturen des Formgestricks angeschlossen ist, können bei einer Annäherung eines Objektes die Änderungen der elektrischen Felder und/oder anderer elektrischer Zustandsgrößen erfasst werden.

Ein zumindest einlagiges Formgestrick, das die in erfindungsgemäßer Weise hergestellten elektrisch leitenden und elektrisch nichtleitenden Strukturen aufweist, bietet gegenüber einem Gewebe, das elektrisch leitende und elektrisch nichtleitende Strukturen aufweist, insbesondere folgende Vorteile:

- verbesserte Dehneigenschaften, wobei diese Dehneigenschaften durch die Maschenstrukturen des Formgestricks und nicht durch die zur Herstellung des Formgestricks verwendeten Garne hervorgerufen werden,
- eine deutlich flexiblere Struktur als ein im Vergleich dazu eher steifes Gewebe,
- eine andere Art der Zugentlastung,
- eine deutlich verbesserte Drapierbarkeit, insbesondere auch auf komplex ausgestalteten zweidimensionalen oder dreidimensionalen Oberflächen,

- die Möglichkeit einer dreidimensionalen Formgestaltung des Formgestricks bereits bei dessen Herstellung.

Das einlagige Formgestrick kann insbesondere zur Bildung einer
5 Sensoranordnung in geeigneter Weise an eine elektrische
Spannungsversorgungseinrichtung einer Auswerteschaltung
angeschlossen werden, so dass die einzelnen elektrisch leitenden
Strukturen des Formgestricks individuell elektrisch kontaktiert werden
können. Mit anderen Worten weist das einlagige Formgestrick somit
10 partielle Elektrodenflächen auf, die durch die elektrisch leitenden
Strukturen gebildet werden und individuell elektrisch kontaktiert
werden können. Aufgrund der an ihnen anliegenden elektrischen
Spannung können diese elektrisch leitenden Strukturen elektrische
Felder zueinander ausbilden, so dass eine Annäherung von
15 Gegenständen und/oder Personen beziehungsweise Körperteilen
mittels der Auswerteeinheit der Auswerteschaltung mit Ortsauflösung
erfasst werden kann. Mittels der Auswerteeinheit können somit bei
einer Annäherung eines Objektes die Änderungen der elektrischen
Felder zwischen den elektrisch leitenden Strukturen erfasst werden.
20 Das einlagige Formgestrick kann zum Beispiel als kapazitiver
Annäherungssensor einer Schutzeinrichtung zur Überwachung einer
technischen Anlage verwendet werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die
25 elektrisch leitenden Strukturen zur elektrischen Kontaktierung
punktuell mit isolierten Mikrokabeln oder isolierten leitfähigen Garnen
oder Umwindegarnen, die an der Kontaktierungsstelle partiell
abisoliert sind, elektrisch verbunden sind.

Vorzugsweise können die isolierten Mikrokabel oder isolierten
30 leitfähigen Garne oder Umwindegarne als Stehfäden ausgebildet sein,
welche sich parallel zu Maschenstäbchen des Formgestricks

erstrecken. Die Stehfäden bilden dabei keine Maschen des Formgestricks aus.

5 In einer vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Formgestrick zumindest eine zweite Lage aufweist, die mit der ersten Lage verbunden ist. Dadurch ist es möglich, dem Formgestrick erweiterte Funktionalitäten beziehungsweise zusätzliche Eigenschaften zur Verfügung zu stellen.

10 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die zweite Lage eine gestrickte Lage ist, die insbesondere stricktechnisch mit der ersten Lage verbunden ist oder mit der ersten Lage vernäht ist. Insbesondere bei einer stricktechnischen Verbindung der Lagen ergeben sich erhebliche Vorteile bei der
15 Herstellung des Formgestricks, da die erste Lage und die zweite Lage des Formgestricks in einem einzigen Strickprozess, insbesondere in einer Flachstrickvorrichtung, hergestellt werden können. Die zweite Lage kann vollständig oder in einer alternativen Ausführungsform auch nur abschnittsweise aus einem Gestrick bestehen.

20 In weiteren alternativen Ausführungsformen kann die zweite Lage zumindest abschnittsweise ein Gewebe und/oder ein Gewirk und/oder ein Gelege und/oder ein Vliesmaterial und/oder ein Schaummaterial und/oder eine Folie umfassen oder vollständig daraus bestehen. Die
25 in dieser Weise ausgebildete zweite Lage kann bei der Herstellung zum Beispiel durch ein textiles Verbindungsverfahren, beispielsweise durch Vernähen, oder auch stoffschlüssig, insbesondere durch Verkleben, mit der ersten Lage verbunden werden.

30 Die zweite Lage kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform zum Beispiel zumindest abschnittsweise aus einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff hergestellt sein. Vorzugsweise kann die

zweite Lage so ausgebildet sein, dass sie einen Berührungsschutz für die erste Lage und/oder eine elektrische Isolation für die elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage bildet.

5 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform besteht die Möglichkeit, dass die zweite Lage aus einem elastisch verformbaren Werkstoff hergestellt ist. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass die zweite Lage zusätzlich auch eine mechanische Stoß-
10 beziehungsweise Berührungsdämpfungslage des Formgestricks bilden kann.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Formgestrick eine dritte Lage aufweist, in die mehrere linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch leitende
15 Strukturen aus einem elektrisch leitfähigen Garn, vorzugsweise als Intarsiamuster oder eingeringelte Flächen, und linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch nichtleitende Strukturen aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn, vorzugsweise als Intarsiamuster oder eingeringelte Flächen, derart eingestrickt
20 sind, dass die elektrisch leitenden Strukturen elektrisch voneinander isoliert sind, wobei jede der elektrisch leitenden Strukturen individuell elektrisch kontaktierbar und an eine Auswerteschaltung anschließbar ist. Dadurch ergeben sich im Vergleich zu einem einlagigen oder
25 zweilagigen Formgestrick zusätzliche vorteilhafte Verwendungsmöglichkeiten für das Formgestrick.

Die elektrische Verschaltung/Kontaktierung der elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage und der dritten Lage mit der Auswerteschaltung kann sowohl durch die ein- und auslaufenden
30 elektrisch leitfähigen Garne als auch durch das mustergesteuerte Einarbeiten von isolierten Mikrokabeln als Stehfäden oder eingelegte Flottfäden ermöglicht beziehungsweise erleichtert werden. Die

punktueller Kontaktierung der elektrisch leitfähigen Strickgarne mit isolierten Mikrokabeln oder isolierten leitfähigen Garnen kann nach dem definierten Abisolieren der Mikrokabel (beispielsweise durch Beaufschlagung mit Laserlicht) mittels Leitleber, Löten oder durch
5 Übernähen mit leitfähigem Nähgarn erfolgen.

Wenn die elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage und der dritten Lage linienartig oder flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind, besteht die Möglichkeit, dass sich die linienartigen
10 oder flächenartigen, insbesondere streifenförmigen, elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage parallel zueinander in einer ersten Richtung erstrecken und dass sich die linienartigen oder flächenartigen, insbesondere streifenförmigen, elektrisch leitenden
15 Strukturen der dritten Lage parallel zueinander in einer zweiten Richtung erstrecken, die von der ersten Richtung verschieden ist. Die erste Richtung und die zweite Richtung können insbesondere zwei zueinander orthogonale Raumrichtungen sein und eine waagerechte und eine senkrechte Richtung des (flächigen) Formgestricks bilden. Dadurch wird in vorteilhafter Weise ein Formgestrick mit einer sich
20 kreuzenden, matrixartigen Struktur der elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage und der elektrisch leitenden Strukturen der dritten Lage gebildet, so dass durch eine entsprechende individuelle elektrische Kontaktierung der Auswerteschaltung beispielsweise eine Sensoranordnung mit einer Ortsauflösung erhalten werden kann. Die
25 matrixartige Struktur kann auch schiefwinklig oder freiformflächig gestaltet sein, wenn die erste Richtung und die zweite Richtung nicht orthogonal zueinander orientiert sind.

Das gemäß dieser Weiterbildung dreilagig ausgeführte Formgestrick
30 kann somit zusammen mit der Auswerteschaltung eine Sensoranordnung bilden, die zumindest eine sich während einer äußeren Krafteinwirkung auf die Lagen ändernde elektrische

Eigenschaft aufweist. Die Sensoranordnung kann – in Abhängigkeit von der Ausgestaltung der zweiten (mittleren) Lage – als kapazitive Sensoranordnung und/oder als piezoelektrische Sensoranordnung und/oder als resistive beziehungsweise piezoresistive

5 Sensoranordnung ausgebildet sein. Vorzugsweise kann mittels der Sensoranordnung nicht nur das Vorhandensein einer von außen auf das Formgestrick einwirkenden Kraft, sondern auch die Größe der Kraft erfasst werden.

10 Als kapazitive Sensoranordnung funktioniert dieses dreilagige Formgestrick dann, wenn die beiden außen liegenden Elektroden, die durch die linienartigen oder flächenartigen, insbesondere streifenförmigen, elektrischen Strukturen der ersten und dritten Lage des Formgestricks gebildet sind, zusammen mit dem

15 dazwischenliegenden Dielektrikum der zweiten Lage aus technischer-funktionaler Sicht einen Kondensator bilden, dessen Kapazität sich bei einer Krafteinwirkung durch eine Variation der räumlichen Form ändert. Diese Veränderung des elektrischen Feldes kann von der

20 Auswerteeinheit der Auswerteschaltung, die an die durch die linienartigen oder flächenartigen, insbesondere streifenförmigen, elektrisch leitenden Strukturen gebildeten Elektroden der ersten und dritten Lage angeschlossen ist, mit Ortsauflösung erfasst und ausgewertet werden.

25 Resistiv beziehungsweise piezoresistiv funktioniert die Sensoranordnung mit den drei Lagen des Formgestricks dann, wenn die äußere Krafteinwirkung dazu führt, dass sich der innere elektrische Widerstand (Durchgangswiderstand) zwischen den beiden äußeren Elektroden bei einer von außen angelegten elektrischen

30 Spannung in Abhängigkeit von der von außen einwirkenden Kraft verändert. Diese Änderung des Durchgangswiderstands kann mittels

einer entsprechenden Auswerteeinheit der Auswerteschaltung bestimmt werden.

Umgekehrt kann eine derartige Sensoranordnung mit den drei Lagen
5 des Formgestricks auch als piezoelektrischer Sensor verwendet werden, wenn sich bei einer äußeren Krafteinwirkung elektrische Spannungen zwischen den beiden Elektroden der äußeren Lagen ausbilden, die sich mit einer entsprechenden Auswerteeinheit der Auswerteschaltung messen lassen.

10 Je nach Ausbildung der Elektronik können diese unterschiedlichen, vorstehend erläuterten Sensorprinzipien auch kombiniert beziehungsweise sequentiell genutzt werden.

15 Die Verbindung der zweiten Lage mit der dritten Lage des Formgestricks kann vorzugsweise zum Beispiel durch ein textiles Verbindungsverfahren, insbesondere durch Stricken oder Nähen, oder auch durch ein stoffschlüssiges Verbindungsverfahren, insbesondere durch Verkleben, realisiert sein.

20 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass alle drei Lagen des Formgestricks stricktechnisch hergestellt sind. Dadurch ergeben sich besondere Vorteile bei der Herstellung, da alle drei Lagen des Formgestricks in einem einzigen Strickprozess,
25 insbesondere in einer Flachstrickvorrichtung, hergestellt werden können.

30 Die zweite (mittlere) Lage kann insbesondere aus einem Garn mit zwar vorhandener, jedoch lediglich geringer elektrischer Leitfähigkeit gestrickt sein. Beispielsweise kann die zweite Lage aus einem kohlenstoffgefüllten Garn hergestellt sein, welches seine elektrischen Eigenschaften, wie zum Beispiel seinen elektrischen

Durchgangswiderstand, druckabhängig verändert. Das Garn, aus dem die zweite Lage gestrickt ist, kann alternativ zum Beispiel auch aus einem Polymer hergestellt sein, das mit einem elektrisch leitfähigen Material (insbesondere Ruß oder Metall) gefüllt ist oder aus einem
5 intrinsisch leitfähigen Polymer besteht. Dieses ändert ebenfalls druckabhängig seinen Durchgangswiderstand.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform besteht die Möglichkeit, dass das Garn, aus dem die zweite Lage gestrickt ist,
10 eine drucksensitive, elektrisch leitfähige Beschichtung aufweist oder aus einem drucksensitiven Material hergestellt ist.

Wenn das dreilagige Formgestrick – wie oben erläutert – als resistive Sensoranordnung ausgebildet ist, können die elektrisch leitenden
15 Strukturen der ersten und der dritten Lage vorzugsweise als flächenartige, insbesondere streifenförmige, Strukturen gestrickt werden, die durch schmale elektrisch nichtleitende Bereiche beziehungsweise Strukturen, die vorzugsweise ebenfalls linien- oder streifenförmig gestrickt sein können, elektrisch voneinander isoliert
20 sind. Die zweite (mittlere) Lage wird vorzugsweise aus einem druckabhängig elektrisch leitfähigen Material gestrickt. Beim Aufeinanderstricken der drei Lagen wird damit eine Matrixstruktur erzeugt, die druckabhängige Signale orts aufgelöst liefern kann.

25 Eine andere sensorische Variante besteht darin, dass die mit der ersten und mit der dritten Lage des Formgestricks verbundene zweite Lage nicht elektrisch leitend ist. Durch eine Druckbelastung beziehungsweise Annäherung ändert sich das elektrische Feld zwischen den elektrisch leitenden Strukturen der beiden äußeren
30 Lagen. Wenn die zweite Lage somit aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn hergestellt ist, ergibt sich eine kapazitive Sensoranordnung. Die zweite, nicht elektrisch leitende Lage bildet

dabei ein Dielektrikum, so dass das dreilagige Formgestrick eine kapazitive Sensoranordnung nach Art eines Plattenkondensators bildet.

5 Weiterhin besteht in einer vorteilhaften Ausführungsform die Möglichkeit, dass Aussparungen innerhalb des ein- oder mehrlagigen Formgestricks, die in technischen Geweben nicht oder nur mit einem großen Aufwand erzeugbar sind, geschnitten werden oder alternativ auch stricktechnisch hergestellt werden können.

10 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Breite der elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage und/oder die Breite der elektrisch leitenden Strukturen der dritten Lage größer als die Breite der benachbarten, nichtleitenden
15 Strukturen der betreffenden Lage ist. Durch diese Maßnahme wird in vorteilhafter Weise die Breite der elektrisch nicht leitenden Strukturen der ersten Lage und/oder der dritten Lage minimiert, so dass der sensorisch aktive Flächenanteil des Formgestricks entsprechend maximiert werden kann.

20 Mittels des hier vorgestellten Formgestricks wird somit eine annäherungssensitive und/oder drucksensitive, ortsauflösende sensorische (Ober-)Fläche geschaffen, die insbesondere im Flachstrickverfahren ohne großen Konfektionsaufwand für
25 unterschiedliche, auch unregelmäßig geformte Körper hergestellt werden kann und die zum Beispiel dafür eingesetzt werden kann, um bei einer Mensch-Roboter-Kollaboration/Interaktion Berührungen zwischen Mensch und Roboter zu erkennen.

30 Eine weitere Art der berührungssensitiven Sensorik wird möglich, wenn die zweite Lage nicht als flächenartige Zwischenschicht ausgebildet ist, sondern eine Mehrzahl punktueller Abstandshalter zu

der ersten Lage und/oder zu der dritten Lage umfasst. Die elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage und die elektrisch nichtleitenden Strukturen der dritten Lage weisen nach dem Anschluss an eine Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung ein unterschiedliches elektrisches Potential auf. Bei einer Druckeinwirkung wird der mechanische Widerstand der (insbesondere gestrickten) Fäden, welche die Abstandshalter bilden, überwunden, so dass die erste Lage und die dritte Lage miteinander in Kontakt kommen. Dadurch entsteht ein elektrisches Signal, das von der Auswerteeinheit der Auswerteschaltung wiederum mit Ortsauflösung erfasst werden kann.

Gemäß Anspruch 14 schlägt die Erfindung eine Verwendung eines Formgestricks nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und einer daran angeschlossenen Auswerteschaltung als Sensoranordnung vor. Das erfindungsgemäße Formgestrick kann – wie oben bereits erwähnt – insbesondere als Sensoranordnung einer druckempfindlichen Schutzeinrichtung zur Überwachung einer technischen Anlage eingesetzt werden.

Darüber hinaus schlägt die Erfindung eine Verwendung eines Formgestricks nach einem der Ansprüche 1 bis 13 als Schaltvorrichtung und/oder als Eingabevorrichtung vor. Eine mögliche Applikation ist zum Beispiel eine druckempfindliche Eingabevorrichtung, mittels derer von einem Benutzer durch Drücken auf entsprechende Felder des mehrlagigen matrixartigen Formgestricks entsprechende Bedieneingaben vorgenommen werden können. Eine druckempfindliche Eingabetastatur lässt sich mittels des mehrlagigen matrixartigen Formgestricks ebenfalls sehr einfach realisieren.

Nachfolgend sollen einige Vorteile der hier vorgestellten Ausführungsformen des Formgestricks zusammengefasst werden:

- 5 - Die Drapierbarkeit ist erheblich höher als bei Geweben.
- Die Maschenstruktur ermöglicht eine Strukturverformung nicht nur in der Fläche, sondern auch bei räumlicher Umschließung eines mit dem Formgestrick versehenen Objekts.
- 10 - In der Herstellung können durch Weglassen von Maschen oder durch unterschiedliche Maschengrößen 2D- und 3D-Formgebungen erzielt werden. Dieses ist bei der Webtechnik so nicht möglich.
- 15 - Durch die Intarsienflächen ist eine freie Flächenbelegungsgestaltung für Funktionsbereiche – unabhängig von oberer oder unterer Lage des Formgestricks – möglich.
- 20 - Sortenreine Intarsienflächen sind möglich, ohne dass ein anderes Garnmaterial mitgeführt werden muss. Dieses ist beim Weben nicht möglich.
- Eine Flächenkontaktierung von elektrisch leitfähigen Fäden oder
25 den alternativ verwendbaren dünnen metallischen Drähten/Mikrokabeln ist beim Stricken mit erheblich weniger Aufwand als beim Weben möglich.
- 30 - Ein Formgestrick weist eine höhere Weichheit als ein Gewebe auf.

-16-

- Ein Formgestrick weist bessere Stoßdämpfungs- beziehungsweise Berührungsdämpfungseigenschaften als ein Gewebe auf.

- 5
- Bei einer Verwendung des Formgestricks als sensorische zweidimensionale Roboterhaut ergibt sich eine zusätzliche Reduzierung von Verletzungsgefahren (letzter Notrückhalt, Aufnahme des Nachlaufs beim Roboterstop).

10 Weitere Anwendungsgebiete der vorliegenden Erfindung sind zum Beispiel:

- textile Taster beziehungsweise Schalter,
- taktile Sensorapplikationen,
- Applikationen mit Gestensteuerung,
- 15 - Sensoren und Einrichtungen zur Roboter-/Maschine-Mensch-Absicherung,
- Sitzbelegungserkennungs- und Schaltfunktionen in Fahrzeugen (Landfahrzeugen, Schienenfahrzeugen, Luftfahrzeugen oder Wasserfahrzeugen) oder in Möbeln,
- 20 - Positionserkennung und Lageerkennung (zum Beispiel einer gestürzten Person), insbesondere auf einem Teppich oder auf einem Teppichboden,
- Verhindern von Einklemm- und/oder Stoßsituationen bei Maschinenkomponenten, Gebäuden, Möbeln, Türen, Öffnungen
- 25 etc.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen:

5

Fig. 1 ein einlagiges Intarsia-Gestrick gemäß dem Stand der Technik mit elektrisch leitenden und elektrisch nichtleitenden Strukturen,

10 Fig. 2 ein weiteres einlagiges Intarsia-Gestrick mit elektrisch leitenden und elektrisch nichtleitenden Strukturen gemäß dem Stand der Technik,

15 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines einlagigen Formgestricks, das gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

20 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines einlagigen Formgestricks, das gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

25 Fig. 5 eine schematische Darstellung eines einlagigen Formgestricks, das gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

30 Fig. 6 eine schematische Darstellung eines einlagigen Formgestricks, das gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

Fig. 7 eine perspektivische, auseinandergezogene Darstellung eines Formgestricks, das gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

5

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines möglichen Aufbaus einer ersten Lage des Formgestricks gemäß Fig. 7,

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines möglichen Aufbaus einer dritten Lage des Formgestricks gemäß Fig. 7,

10

Fig. 10 eine perspektivische, auseinandergezogene Darstellung eines Formgestricks, das gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

15

Fig. 11 eine schematische Darstellung, die einen elektrischen Anschluss eines der Formgestricke gemäß Fig. 3 bis 6 an eine Auswerteschaltung veranschaulicht,

20

Fig. 12 eine schematische Darstellung, die einen elektrischen Anschluss des Formgestricks gemäß Fig. 7 an eine Auswerteschaltung veranschaulicht.

25 Unter Bezugnahme auf Fig. 3 soll nachfolgend ein Formgestrick 1a näher erläutert werden, das gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist. Das Formgestrick 1a ist vorliegend als Ringelgestrick ausgebildet, welches eine erste Lage 10 mit elektrisch leitenden Bereichen und elektrisch nichtleitenden
30 Bereichen beziehungsweise Strukturen 12 aufweist. Die elektrisch leitenden Bereiche werden in diesem und in den übrigen Ausführungsbeispielen aus einem elektrisch leitfähigen Garn

hergestellt. Elektrisch leitfähige Garne können zum Beispiel aus einem Polymer, das mit einem elektrisch leitfähigen Material - insbesondere Ruß oder Metall - gefüllt ist, oder aus einem intrinsisch leitfähigen Polymer bestehen oder metallisch leitfähig sein oder mit leitfähigem Polymer beschichtet sein oder aus feinen Metalldrähten beziehungsweise Metalllitzen bestehen oder einen Kernfaden umfassen, der mit feinen Metalldrähten oder Metalllitzen umwunden ist.

Das Formgestrick 1a weist mehrere, sich vorliegend in einer ersten Richtung (insbesondere einer waagerechten Richtung) erstreckende elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c auf, die linienartig oder alternativ flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigen Garnen gestrickt sind. Die in Fig. 3 zur besseren Unterscheidung durchgehend beziehungsweise unterbrochen dargestellten (tatsächlich natürlich nicht unterbrochenen), in der ersten Richtung orientierten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c bilden eine durchgängige elektrisch leitende Linien- beziehungsweise Streifenanordnung in der ersten Richtung, wobei benachbarte elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c durch die dazwischenliegenden elektrisch nichtleitenden Bereiche beziehungsweise Strukturen 12 elektrisch voneinander isoliert sind. Die linienartig beziehungsweise flächenartig ausgebildeten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c ermöglichen zum Beispiel eine Verwendung des Formgestricks 1a in einer Sensorapplikation zur Überwachung linienförmiger beziehungsweise streifenförmiger Bereiche in der ersten Richtung, in der sich die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c erstrecken. Die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c werden abwechselnd mit einem Pluspol und mit einem Minuspol einer hier nicht explizit dargestellten elektrischen

Spannungsversorgungseinrichtung einer Auswerteschaltung 50 kontaktiert. Die an das Formgestrick 1a angeschlossene Auswerteschaltung 50 ist in Fig. 11 dargestellt. Dabei handelt es sich um eine Möglichkeit, aber nicht um die einzige Möglichkeit, das Formgestrick 1a an die Auswerteschaltung 50 anzuschließen. Die elektrische Verschaltung hängt insbesondere von der Art der Verwendung des Formgestricks 1a ab.

Somit bilden die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c des Formgestricks 1a eine erste Gruppe, die mit dem Pluspol der Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 verbunden ist. Demgegenüber bilden die elektrisch leitenden Strukturen 11a, 11b, 11c eine zweite Gruppe, die mit dem Minuspol der Spannungsversorgungseinrichtung verbunden ist. Die individuelle elektrische Kontaktierung der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c der ersten Gruppe mit dem Pluspol der Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 und der elektrisch leitenden Strukturen 11a, 11b, 11c der zweiten Gruppe mit dem Minuspol der Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 kann zum Beispiel mittels eines mehradrigen elektrischen Anschlusskabels erfolgen.

Die individuelle elektrische Kontaktierung – abwechselnd Pluspol und Minuspol – der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c erfolgt vorliegend insbesondere über isolierte Mikrokabel oder isolierte leitfähige Garne oder Umwindgarne, die als Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c ausgebildet sind, welche sich in einer zweiten Richtung (parallel zu den Maschenstäbchen) und somit orthogonal zur ersten Richtung erstrecken. Die Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c sind dabei in die erste Lage 10 des Formgestricks 1a eingelegt, ohne dass sie zu Maschen geformt sind. Diese Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c werden partiell, zum Beispiel

mittels Laserlicht, abisoliert und jeweils über eine elektrisch leitfähige Verbindung 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c mit einer der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 des Formgestricks 1a verbunden und ermöglichen dadurch eine individuelle elektrische Kontaktierung der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c. Die elektrisch leitfähigen Verbindungen 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c können zum Beispiel durch Vernähen mit einem elektrisch leitfähigen Nähgarn, durch Verkleben mit einem elektrisch leitfähigen Kleber oder durch Verkrimpen erhalten werden.

Fig. 4 zeigt ein Formgestrick 1b, das gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist. Das Formgestrick 1b ist hierbei als Intarsia-Gestrick ausgebildet, welches eine erste Lage 10 mit elektrisch leitenden Bereichen und elektrisch nichtleitenden Bereichen beziehungsweise Strukturen 12 aufweist. Das Formgestrick 1b weist mehrere, sich vorliegend zumindest abschnittsweise in einer zweiten Richtung (senkrechten Richtung) erstreckende elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c auf, die linienartig oder alternativ flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigen Garnen gestrickt sind. Die in Fig. 4 wiederum durchgehend beziehungsweise unterbrochen dargestellten, zumindest abschnittsweise in der zweiten (senkrechten) Richtung, die sich orthogonal zu der ersten Richtung gemäß Fig. 3 erstreckt, orientierten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c bilden jeweils eine durchgängige Linienbeziehungsweise Streifenanordnung, wobei benachbarte elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c elektrisch voneinander isoliert sind. Die linienartig beziehungsweise flächenartig ausgebildeten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c ermöglichen zum Beispiel eine Verwendung des Formgestricks 1a in einer Sensorapplikation zur Überwachung

linienförmiger bzw. streifenförmiger Bereiche in der zweiten (senkrechten) Richtung, in der sich die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c in diesem Ausführungsbeispiel abschnittsweise erstrecken. Die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c werden abwechselnd mit einem Pluspol und mit einem Minuspol einer elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 kontaktiert. Somit bilden die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c eine erste Gruppe, die mit dem Pluspol der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 verbunden ist. Demgegenüber bilden die elektrisch leitenden Strukturen 11a, 11b, 11c eine zweite Gruppe, die mit dem Minuspol der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 verbunden ist. Die individuelle elektrische Kontaktierung – abwechselnd Pluspol und Minuspol – erfolgt hierbei direkt über die in das Formgestrick 1b eingestrickten elektrisch leitfähigen Garne, aus denen die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c gebildet sind.

Unter Bezugnahme auf Fig. 5 soll nachfolgend ein einlagiges Formgestrick 1c näher erläutert werden, das gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist. Das Formgestrick 1c ist als Gestrick mit senkrecht eingelegten Stehfäden ausgebildet, welches eine erste Lage 10 mit elektrisch leitenden Bereichen und elektrisch nichtleitenden Bereichen beziehungsweise Strukturen 12 aufweist. Das Formgestrick 1c weist mehrere, sich vorliegend zumindest abschnittsweise in der zweiten (senkrechten) Richtung erstreckende elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c auf, die linienartig oder alternativ flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigen Garnen bestehen. Die in Fig. 5 durchgehend beziehungsweise unterbrochen dargestellten, zumindest

abschnittsweise in der zweiten (senkrechten) Richtung orientierten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c bilden jeweils eine durchgängige Linien- beziehungsweise Streifenanordnung, wobei benachbarte elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c durch die gestrickten nicht elektrisch leitenden Strukturen 12 elektrisch voneinander isoliert sind. Die linienartig beziehungsweise flächenartig ausgebildeten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c ermöglichen zum Beispiel eine Verwendung des Formgestricks 1a in einer Sensorapplikation zur Überwachung linienförmiger bzw. streifenförmiger Bereiche in der zweiten (senkrechten) Richtung, in der sich die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c erstrecken. Die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c werden individuell abwechselnd mit einem Pluspol und mit einem Minuspol einer elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 kontaktiert. Somit bilden die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c wiederum eine erste Gruppe, die mit dem Pluspol verbunden ist. Demgegenüber bilden die elektrisch leitenden Strukturen 11a, 11b, 11c eine zweite Gruppe, die mit dem Minuspol verbunden ist.

Die individuelle elektrische Kontaktierung – abwechselnd Pluspol und Minuspol – der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c erfolgt hierbei wie im ersten Ausführungsbeispiel durch isolierte Mikrokabel oder isolierte elektrisch leitfähige Garne oder Umwindgarne, die als Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c ausgebildet sind, welche sich in der zweiten, vorliegend senkrechten Richtung (parallel zu den Maschenstäbchen) erstrecken. Die Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c sind dabei wiederum in die erste Lage 10 des Formgestricks 1a eingelegt, ohne dass sie zu Maschen geformt sind. Diese Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c werden partiell, zum Beispiel mittels Laserlicht, abisoliert und jeweils

mit einer elektrisch leitfähigen Verbindung 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c mit einer der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c verbunden und dadurch elektrisch kontaktiert. Die elektrisch leitfähigen Verbindungen 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c können zum Beispiel durch Vernähen mit einem leitfähigen Nähgarn, durch Verkleben mit einem elektrisch leitfähigen Kleber oder durch Verkrimpen erhalten werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 soll nachfolgend ein einlagiges Formgestrick 1d näher erläutert werden, welches gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist. Dieses stellt eine Weiterbildung des in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiels dar. Der grundlegende Aufbau des Formgestricks 1d im Hinblick auf die Anordnung der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c in der ersten Lage 10 sowie die elektrische Kontaktierung entspricht demjenigen des in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiels. Die sich in der zweiten Richtung (senkrechten Richtung) erstreckenden Abschnitte der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c sind in diesem Ausführungsbeispiel als Intarsiaflächen mit einer Breite von einer oder mehreren Maschen ausgebildet.

Jedes der vorstehend beschriebenen einlagigen Formgestricke 1a, 1b, 1c, 1d kann insbesondere in Sensorapplikationen eingesetzt werden. Zu diesem Zweck kann das einlagige Formgestrick 1a, 1b, 1c, 1d zur Bildung einer Sensoranordnung in geeigneter Weise an eine elektrische Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 angeschlossen werden, so dass die einzelnen elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c des Formgestricks 1a, 1b, 1c, 1d individuell elektrisch kontaktiert werden können. Mit anderen Worten weist das einlagige Formgestrick 1a, 1b, 1c, 1d somit partielle Elektrodenflächen auf, die individuell elektrisch kontaktiert werden

können und aufgrund der an diesen anliegenden elektrischen Spannungen elektrische Felder zueinander ausbilden und somit eine Annäherung von Gegenständen und Personen beziehungsweise Körperteilen erfassen können.

5

Mittels einer entsprechenden Auswerteeinheit der Auswerteschaltung 50, die an die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c angeschlossen ist, können bei einer Annäherung zum Beispiel die Änderungen der elektrischen Felder erfasst werden. Jedes der vorstehend beschriebenen einlagigen Formgestricke 1a, 1b, 1c, 1d kann somit insbesondere als kapazitiver Annäherungssensor einer Schutzeinrichtung zur Überwachung einer technischen Anlage verwendet werden.

10

15

In weiteren vorteilhaften, hier nicht explizit dargestellten Ausführungsformen, welche die Funktionalitäten der Formgestricke 1a, 1b, 1c, 1d erweitern können, besteht die Möglichkeit, dass die vorstehend beschriebenen Formgestricke 1a, 1b, 1c, 1d zumindest eine zweite Lage aufweisen, die mit der ersten Lage 10 verbunden ist.

20

Die zweite Lage kann zum Beispiel ebenfalls eine gestrickte Lage sein, die stricktechnisch mit der ersten Lage 10 verbunden ist.

Dadurch ergeben sich erhebliche Herstellungsvorteile, da die beiden Lagen des Formgestricks 1a, 1b, 1c, 1d in einem einzigen Strickprozess, insbesondere in einer Flachstrickvorrichtung,

25

hergestellt werden können. Alternativ kann die zweite Lage auch mit der ersten Lage 10 vernäht sein. Die zweite Lage kann vollständig oder alternativ auch nur abschnittsweise aus einem Gestrick bestehen.

30

In alternativen Ausführungsformen kann die zweite Lage auch ein Gewebe und/oder ein Gewirk und/oder ein Gelege und/oder ein Vliesmaterial und/oder ein Schaummaterial und/oder eine Folie

umfassen oder vollständig daraus bestehen. Die in dieser Weise ausgeführte zweite Lage kann zum Beispiel durch ein textiles Verbindungsverfahren, insbesondere durch Vernähen, oder auch stoffschlüssig, insbesondere durch Verkleben, mit der ersten Lage verbunden werden.

Die zweite Lage kann zum Beispiel elektrisch nichtleitend ausgebildet sein und aus technisch-funktionaler Sicht einen Berührungsschutz für die erste Lage 10 und/oder eine Isolation für die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 bilden. Wenn die zweite Lage aus einem elastisch verformbaren Werkstoff hergestellt ist, kann diese zusätzlich auch eine mechanische Stoßbeziehungsweise Berührungsdämpfungslage des Formgestricks 1a, 1b, 1c, 1d bilden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 7 soll nachfolgend ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Formgestricks 1e näher erläutert werden. Dieses Formgestrick 1e ist dreilagig ausgeführt und weist eine erste Lage 10, eine zweite Lage 20 und eine dritte Lage 30 auf, die in Fig. 7 schematisch dargestellt sind. Fig. 8 zeigt einen möglichen Aufbau der ersten Lage 10. Ein möglicher Aufbau der dritten Lage 30 ist in Fig. 9 gezeigt. Fig. 12 zeigt das Formgestrick 1e nach dem Anschluss an eine Auswerteschaltung 50. Dabei handelt es sich um eine Möglichkeit, aber nicht um die einzige Möglichkeit, das Formgestrick 1e an die Auswerteschaltung 50 anzuschließen. Die elektrische Verschaltung hängt insbesondere von der Art der Verwendung des Formgestricks 1e ab.

Die erste Lage 10 des Formgestricks 1e ist vorliegend als Ringelgestrick ausgebildet und weist elektrisch leitende Bereiche und elektrisch nichtleitende Bereiche beziehungsweise Strukturen 12 auf. Die elektrisch leitenden Bereiche werden wiederum aus einem

elektrisch leitfähigen Garn der oben bereits erläuterten Art hergestellt. Die erste Lage 10 des Formgestricks 1e weist mehrere, sich vorliegend in einer ersten Richtung (waagerechten Richtung) erstreckende elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c auf, die flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigen Garnen gestrickt sind. Vorliegend sind die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c als eingeringelte Flächen ausgebildet. Die in Fig. 8 durchgehend beziehungsweise unterbrochen dargestellten, in der ersten (waagerechten) Richtung orientierten elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c bilden eine durchgängige Streifenanordnung in der ersten Richtung, wobei benachbarte elektrisch leitende Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c durch die gestrickten, elektrisch nichtleitenden Bereiche beziehungsweise Strukturen 12 elektrisch voneinander isoliert sind. Die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, die individuell elektrisch kontaktierbar sind, können zum Beispiel abwechselnd mit einem Pluspol und mit einem Minuspol einer elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 kontaktiert sein. Somit bilden die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c eine erste Gruppe, die mit dem Pluspol der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung verbunden ist. Demgegenüber bilden die elektrisch leitenden Strukturen 11a, 11b, 11c eine zweite Gruppe, die mit dem Minuspol der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung verbunden ist.

Die individuelle elektrische Kontaktierung – abwechselnd Pluspol und Minuspol – der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c erfolgt hierbei wiederum über isolierte Mikrokabel oder isolierte leitfähige Garne oder Umwindgarne, die als Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c ausgebildet sind, welche sich in einer zweiten, vorliegend senkrechten Richtung (parallel zu den

Maschenstäbchen) erstrecken. Die Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c sind dabei in die erste Lage 10 des Formgestricks 1e eingelegt, ohne dass sie zu Maschen geformt sind. Diese Stehfäden 20a, 20b, 20c, 21a, 21b, 21c werden partiell, zum Beispiel mittels Laserlicht, abisoliert und jeweils mit einer elektrisch leitfähigen Verbindung 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c mit einer der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c verbunden und dadurch elektrisch kontaktiert. Die elektrisch leitfähigen Verbindungen 200a, 200b, 200c, 210a, 210b, 210c können zum Beispiel durch Vernähen mit einem leitfähigen Nähgarn, durch Verkleben mit einem elektrisch leitfähigen Kleber oder durch Verkrimpen erhalten werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 9 soll nachfolgend ein möglicher Aufbau einer dritten Lage 30 des dreilagigen Formgestrick 1e näher erläutert werden. Die dritte Lage 30 ist wiederum als Intarsia-Gestrick ausgebildet, welches elektrisch leitende Bereiche und elektrisch nichtleitende Bereiche 12 aufweist. Die dritte Lage 30 weist mehrere, sich vorliegend zumindest abschnittsweise in einer zweiten Richtung (senkrechten Richtung) erstreckende elektrisch leitende Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c auf, die in diesem Ausführungsbeispiel flächenartig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigen Garnen gestrickt sind. Vorzugsweise sind die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c als Intarsiaflächen mit einer Breite von einer oder mehreren Maschen ausgebildet.

Die in Fig. 9 durchgehend beziehungsweise unterbrochen dargestellten, zumindest abschnittsweise in der senkrechten Richtung orientierten elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 bilden jeweils eine durchgängige Streifenanordnung, wobei benachbarte elektrisch leitende Strukturen

30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c durch die gestrickten nichtleitenden Bereiche 12 elektrisch voneinander isoliert sind. Die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c, die individuell elektrisch kontaktierbar sind, werden abwechselnd mit einem Pluspol und mit einem Minuspol der elektrischen Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 kontaktiert. Somit bilden die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c eine erste Gruppe, die mit dem Pluspol verbunden ist. Demgegenüber bilden die elektrisch leitenden Strukturen 31a, 31b, 31c eine zweite Gruppe, die mit dem Minuspol verbunden ist.

Die elektrische Kontaktierung – abwechselnd Pluspol und Minuspol – der elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 erfolgt hierbei wie im ersten Ausführungsbeispiel durch isolierte Mikrokabel oder isolierte leitfähige Garne oder Umwindgarne, die als Stehfäden 40a, 40b, 40c, 41a, 41b, 41c ausgebildet sind, welche sich in einer zweiten, vorliegend senkrechten Richtung (parallel zu den Maschenstäbchen) erstrecken. Die Stehfäden 40a, 40b, 40c, 41a, 41b, 41c sind dabei in die dritte Lage 30 des Formgestricks 1e eingelegt, ohne dass sie zu Maschen geformt sind. Diese Stehfäden 40a, 40b, 40c, 41a, 41b, 41c werden partiell, zum Beispiel mittels Laserlicht, abisoliert und jeweils über eine elektrisch leitfähige Verbindung 400a, 400b, 400c, 410a, 410b, 410c mit einer der elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c verbunden und dadurch elektrisch kontaktiert. Die elektrisch leitfähigen Verbindungen 400a, 400b, 400c, 410a, 410b, 410c können zum Beispiel durch Vernähen mit einem leitfähigen Nähgarn, durch Verkleben mit einem elektrisch leitfähigen Kleber oder durch Verkrimpen erhalten werden.

Aus den vorhergehenden Erläuterungen wird deutlich, dass sich die streifenförmigen elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a,

11b, 11c der ersten Lage 10 des dreilagigen Formgestricks 1e parallel zueinander in einer ersten Richtung erstrecken, wohingegen sich die streifenförmigen elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 parallel zueinander in einer zweiten
5 Richtung erstrecken, die von der ersten Richtung verschieden ist. Die erste Richtung und die zweite Richtung sind zwei zueinander orthogonale Raumrichtungen und bilden vorliegend eine senkrechte und eine waagerechte Richtung des Formgestricks 1e. Dadurch wird eine matrixartige Struktur der elektrisch leitenden, individuell
10 kontaktierbaren Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und der elektrisch leitenden, individuell kontaktierbaren Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 gebildet, so dass eine Sensoranordnung mit einer Ortsauflösung in der ersten Richtung und in der zweiten Richtung erhalten werden kann. Diese
15 matrixartige Struktur kann alternativ auch schiefwinklig oder freiformflächig gestaltet sein.

Die Verbindung der zweiten Lage 20 mit der dritten Lage 30 des Formgestricks 1e kann zum Beispiel durch ein textiles
20 Verbindungsverfahren, insbesondere durch Stricken oder Nähen, oder auch stoffschlüssig, insbesondere durch Verkleben, realisiert sein. Wenn alle drei Lagen 10, 20, 30 stricktechnisch hergestellt sind, ergeben sich besondere Vorteile bei der Herstellung, da alle drei Lagen 10, 20, 30 des Formgestricks 1e in einem einzigen
25 Strickprozess, insbesondere in einer Flachstrickvorrichtung, hergestellt werden können.

Die zweite (mittlere) Lage 20 des Formgestricks 1e kann insbesondere aus einem Garn mit zwar vorhandener, jedoch lediglich
30 geringer elektrischer Leitfähigkeit gestrickt sein. Beispielsweise kann die zweite Lage 20 aus einem kohlenstoffgefüllten Garn hergestellt sein, das seine elektrischen Eigenschaften, wie zum Beispiel seinen

elektrischen Durchgangswiderstand, druckabhängig verändert. Das Garn, aus dem die zweite Lage 20 gestrickt ist, kann zum Beispiel auch aus einem Polymer hergestellt sein, das mit einem elektrisch leitfähigen Material (insbesondere Ruß oder Metall) gefüllt ist oder aus einem intrinsisch leitfähigen Polymer besteht. Dieses ändert ebenfalls druckabhängig seinen Durchgangswiderstand. In einer weiteren alternativen Ausführungsform besteht die Möglichkeit, dass das Garn, aus dem die zweite Lage 20 gestrickt ist, eine drucksensitive, elektrisch leitfähige Beschichtung aufweist oder aus einem drucksensitiven Material hergestellt ist.

Das dreilagige Formgestrick 1e gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann somit in einer Sensoranordnung verwendet werden, die zumindest eine sich durch eine äußere Krafteinwirkung auf die Lagen 10, 20, 30 ändernde elektrische Eigenschaft aufweist. Die Sensoranordnung kann – abhängig von der Ausgestaltung der zweiten (mittleren) Lage 20 – insbesondere als kapazitive Sensoranordnung und/oder als piezoelektrische Sensoranordnung und/oder als resistive beziehungsweise piezoresistive Sensoranordnung ausgebildet sein. Vorzugsweise kann nicht nur das Vorhandensein einer von außen auf das Formgestrick 1e einwirkenden Kraft, sondern auch die Größe dieser Kraft (beziehungsweise des daraus resultierenden Drucks) erfasst werden.

Als kapazitive Sensoranordnung funktioniert dieses mehrlagige Formgestrick 1e dann, wenn die beiden außenliegenden Elektroden, die durch die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und durch die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 gebildet sind, zusammen mit einem dazwischenliegenden Dielektrikum, welches durch die zweite Lage 20 gebildet ist, einen Kondensator bilden, dessen Kapazität sich bei einer äußeren Krafteinwirkung durch eine

Variation der räumlichen Form ändert. Diese Veränderung des elektrischen Feldes kann von einer an das Formgestrick 1e angeschlossenen Auswerteeinheit der Auswerteschaltung 50 erfasst und mit Ortsauflösung ausgewertet werden.

5

Resistiv beziehungsweise piezoresistiv funktioniert die Sensoranordnung mit dem dreilagigen Formgestrick 1e dann, wenn sich der innere elektrische Widerstand des Formgestricks 1e zwischen den beiden äußeren Elektroden, die durch die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und durch die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 gebildet sind, in Abhängigkeit von der von außen einwirkenden Kraft verändert.

10

15

Umgekehrt kann das Formgestrick 1e auch als piezoelektrische Sensoranordnung eingesetzt werden, wenn sich bei einer Krafteinwirkung elektrische Spannungen zwischen den beiden äußeren Elektroden, die durch die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und durch die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 gebildet sind, ausbilden und mittels einer geeigneten Auswerteeinheit der Auswerteschaltung 50 messen lassen.

20

25

Diese unterschiedlichen Messverfahren können vorzugsweise auch kombiniert beziehungsweise sequentiell genutzt werden.

30

Wenn das dreilagige Formgestrick 1e – wie vorstehend erläutert – als resistive Sensoranordnung ausgebildet ist, können die elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und die elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 vorzugsweise als flächenartige, insbesondere streifenförmige, Strukturen gestrickt werden, die durch schmale

elektrisch nichtleitende Strukturen 12, die vorzugsweise ebenfalls
linien- oder streifenförmig gestrickt sein können, elektrisch
voneinander isoliert sind. Die zweite (mittlere) Lage 20 wird aus
einem druckabhängig leitfähigen Material gestrickt. Beim
5 Aufeinanderstricken der drei Lagen 10, 20, 30 wird damit eine
Matrixstruktur erzeugt, die orts aufgelöst druckabhängige Signale
liefert.

Eine andere sensorische Variante besteht darin, dass die mit der
10 ersten Lage 10 und der dritten Lage 30 verbundene zweite Lage 20
nicht elektrisch leitend ist. Durch eine Druckbelastung
beziehungsweise Annäherung ändert sich das elektrische Feld
zwischen den elektrischen Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c
der ersten Lage 10 und den elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b,
15 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30, welche die beiden äußeren
Lagen des Formgestricks 1e bilden. Wenn die zweite Lage 20 somit
aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn hergestellt ist, ergibt sich
eine kapazitive Sensoranordnung. Die zweite, nicht elektrisch leitende
Lage 20 bildet dabei ein Dielektrikum, so dass das dreilagige
20 Formgestrick 1e eine kapazitive Sensoranordnung nach Art eines
Plattenkondensators bildet.

Vorzugsweise ist die Breite der elektrisch leitenden, streifenförmigen
Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und/oder
25 die Breite der elektrisch leitenden, streifenförmigen Strukturen 30a,
30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 größer als die Breite der
benachbarten, nichtleitenden streifenförmigen Strukturen 12 der
betreffenden Lagen 10, 30, mittels derer die elektrisch leitenden
Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c
30 in den beiden Lagen 10, 30 elektrisch voneinander isoliert werden.
Durch diese Maßnahme wird in vorteilhafter Weise die Breite der nicht
elektrisch leitenden streifenförmigen Strukturen 12 der ersten Lage 10

und/oder der dritten Lage 30 minimiert, so dass der sensorisch aktive Flächenanteil des Formgestricks 1e entsprechend maximiert werden kann.

5 Die drei Lagen 10, 20, 30 des Formgestricks 1e können vorzugsweise in einem Strickvorgang so aufeinander gestrickt werden, dass die erste Lage 10 die elektrisch leitenden, streifenförmigen Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c in der ersten (waagerechten) und die dritte Lage 30 die elektrisch leitenden, streifenförmigen Strukturen 10a, 10b, 10c, 31a, 31b, 31c in der zweiten (senkrechten) Richtung umfasst und die druckabhängig elektrisch leitfähige zweite Lage 20 als Isolierschicht zwischen diesen angeordnet ist. Durch eine im Zeitverlauf alternierende elektrische Ansteuerung der elektrisch leitenden Strukturen 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c der ersten Lage 10 und der elektrisch leitenden Strukturen 30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c der dritten Lage 30 kann durch eine Bestimmung von waagerechten und senkrechten Koordinaten eine orts aufgelöste Detektion einer Annäherung und/oder Berührung erfolgen. Die Ortsauflösung, die mit der sensorisch aktiven Flächenstruktur erhalten werden kann, hängt insbesondere von der stricktechnischen Flächenaufteilung in leitfähige und nicht leitfähige Flächen beziehungsweise Bereiche ab. Dabei sind die Überschneidungen der Flächen in den beiden Elektrodenebenen entscheidend, die sich beginnend bei einer einzelnen Maschenreihe oder einem Flottfaden in Maschenreihenrichtung respektive einem einzelnen Maschenstäbchen oder einem Stehfaden in Maschenstäbchenrichtung ausbilden.

30 Ferner können die drei Lagen 10, 20, 30 bei der Herstellung stricktechnisch in definierter Weise so miteinander verbunden werden, dass bestimmte Abstände oder Berührungen eingestellt werden können, beispielsweise als Abstandsgestrick. Ebenfalls sind spezielle

Flächenformen stricktechnisch herstellbar, die sowohl 2-dimensional als auch 3-dimensional drapierbar sind.

5 Es ist auch möglich, die einzelnen Lagen 10, 20, 30 des dreilagigen Formgestricks 1e zunächst einzeln stricktechnisch herzustellen und anschließend konfektionstechnisch, insbesondere durch Vernähen oder Verkleben, miteinander zu verbinden.

10 Eine weitere Art der berührungssensitiven Sensorik wird möglich, wenn die zweite Lage 20 nicht als (flächenartige) Zwischenschicht ausgebildet ist, sondern eine Mehrzahl punktueller Abstandshalter 201 zu der ersten Lage 10 und zu der dritten Lage 30 umfasst. Ein derartiges Formgestrick 1f ist in Fig. 10 in einer
15 auseinandergezogenen Ansicht gezeigt. Die elektrisch leitenden Strukturen der ersten Lage 10 und die elektrisch leitenden Strukturen der dritten Lage 30 weisen nach dem Anschluss an eine
Spannungsversorgungseinrichtung der Auswerteschaltung 50 ein unterschiedliches elektrisches Potential auf. Bei einer
20 Druckeinwirkung wird der mechanische Widerstand der (insbesondere gestrickten) Fäden, welche die Abstandshalter 201 bilden, überwunden, so dass die erste Lage 10 und die dritte Lage 30 miteinander in Kontakt kommen. Dadurch entsteht ein elektrisches
Signal, das von der Auswerteeinheit der Auswerteschaltung 50 wiederum mit Ortsauflösung erfasst werden kann.

25 Die Herstellung eines solchen mehrlagigen Formgestricks 1f kann insbesondere auf einer zweibettigen Rechts-Rechts-Flachstrickmaschine erfolgen, wobei zum Beispiel auf einem vorderen Nadelbett die erste Lage 10 (auf den vorderen Fadenführerschienen)
30 in einem Intarsienverfahren gestrickt wird und auf einem hinteren Nadelbett mit einem mittleren Fadenführer die zweite Lage 20 auf den geradzahligen Nadeln gestrickt wird und auf den ungeradzahligen

Nadeln die dritte Lage 30 mit zwei Fadenführern für leitfähiges und nicht leitfähiges Garn (zum Beispiel auf den beiden hintersten Fadenführerschienen) als Ringelstruktur gestrickt wird.

5 Die mechanische Verbindung der drei Lagen 10, 20, 30 untereinander soll vorzugsweise nur in denjenigen Bereichen erfolgen, die auf der Elektrodenseite nicht leitfähig sind. Die Verbindung kann zum Beispiel durch Fanghenkel oder durch das Einhängen von Maschen der zweiten (mittleren) Lage in die nichtleitenden Strukturen 12 der ersten
10 und dritten Lage 10, 30 erfolgen beziehungsweise durch Fanghenkel beziehungsweise das Einhängen von Maschen aus den elektrisch nichtleitenden Strukturen 12 der ersten und dritten Lage 10, 30 in die zweite (mittlere) Lage 20.

15 Nachfolgend sollen weitere Einzelheiten der Herstellung des dreilagigen Formgestricks 1f unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 10 näher erläutert werden.

Die erste Lage 10 wird auf einem vorderen Nadelbett mittels jeder
20 zweiten Nadel, wie zum Beispiel den ungeradzahligen Nadeln gestrickt. Die dritte Lage 30 wird auf einem hinteren Nadelbett auch mittels jeder zweiten Nadel, wie zum Beispiel den ungeradzahligen Nadeln, gestrickt. Die zweite (mittlere) Lage 20 wird je nach Bedarf auf den verbleibenden (geradzahligen) Nadeln auf dem vorderen oder
25 dem hinteren Nadelbett gestrickt.

Die drei Lagen werden 10, 20, 30 mit einem weiteren Faden zusammengehalten, der als Fanghenkel in die jeweiligen zusammenzuhängenden Lagen eingelegt wird. Dabei handelt es sich
30 um den Faden mit den geradegestreckten Bereichen in Fig. 10.

Um die erste und zweite Lage 10, 20 zu fertigen, wird die zweite Lage 20 nach hinten umgehängt. Dann werden viermal die erste Lage 10 und zweimal die zweite Lage 20 mit je zwei Verbindungsreihen als Fanghenkel gestrickt. Danach wird die zweite Lage 20 nach vorne
5 gehängt und die zweite und dritte Lage 20, 30 werden entsprechend gebildet. Hierzu werden viermal die dritte Lage 30 gestrickt und zweimal die zweite Lage 20 mit erneut zwei Verbindungsreihen als Fanghenkel gestrickt. Danach beginnt der Ablauf von vorn. Der Abstand der Lagen 10, 20, 30 des Formgestricks 1f kann über den
10 Relativ-Versatz der Nadelbetten zueinander und die Art oder Länge der Verbindungsfäden und der Einbindungshäufigkeit eingestellt werden.

Patentansprüche:

1. Formgestrick (1a-1f), umfassend zumindest eine erste Lage (10), in die mehrere linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch leitende Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) aus einem elektrisch leitfähigen Garn und linienartige oder flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch nichtleitende Strukturen (12) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn derart eingestrickt sind, dass die elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) elektrisch voneinander isoliert sind, wobei jede der elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) individuell elektrisch kontaktierbar und an eine Auswerteschaltung (50) anschließbar ist.
2. Formgestrick (1a-1f) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) und/oder die elektrisch nichtleitenden Strukturen (12) der ersten Lage (10) als Intarsiamuster oder eingeringelte Flächen ausgebildet sind.
3. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) zur elektrischen Kontaktierung punktuell mit isolierten Mikrokabeln oder isolierten leitfähigen Garnen oder Umwindegarnen, die an der Kontaktierungsstelle partiell abisoliert sind, elektrisch verbunden sind.
4. Formgestrick (1a-1f) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die isolierten Mikrokabel oder isolierten leitfähigen Garne oder Umwindegarne als Stehfäden (20a, 20b, 20c, 21a, 21b,

21c) ausgebildet sind, welche sich parallel zu Maschenstäbchen des Formgestricks (1a-1f) erstrecken.

5. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Formgestrick (1a-1f) zumindest eine zweite Lage (20) aufweist, die mit der ersten Lage (10) verbunden ist.
6. Formgestrick (1a-1f) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lage (20) zumindest abschnittsweise eine gestrickte Lage ist, die insbesondere stricktechnisch mit der ersten Lage (10) verbunden ist oder mit der ersten Lage (10) vernäht ist.
7. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lage (20) zumindest abschnittsweise ein Gewebe und/oder ein Gewirk und/oder ein Gelege und/oder ein Vliesmaterial und/oder ein Schaummaterial und/oder eine Folie umfasst.
8. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lage (20) zumindest abschnittsweise aus einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff hergestellt ist.
9. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lage (20) zumindest abschnittsweise aus einem elastisch verformbaren Werkstoff hergestellt ist.
10. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Formgestrick (1a-1f) eine dritte Lage (30) aufweist, in die mehrere linienartige oder

flächenartige, insbesondere streifenförmige, elektrisch leitende
Strukturen (30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c) aus einem elektrisch
leitfähigen Garn, vorzugsweise als Intarsiamuster oder
eingeringelte Flächen, und linienartige oder flächenartige,
5 insbesondere streifenförmige, elektrisch nichtleitende
Strukturen (12) aus einem elektrisch nicht leitfähigen Garn,
vorzugsweise als Intarsiamuster oder eingeringelte Flächen,
derart eingestrickt sind, dass die elektrisch leitenden Strukturen
(30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c) elektrisch voneinander isoliert
10 sind, wobei jede der elektrisch leitenden Strukturen (30a, 30b,
30c, 31a, 31b, 31c) individuell elektrisch kontaktierbar und an
eine Auswerteschaltung (50) anschließbar ist.

11. Formgestrick (1a-1f) nach Anspruch 10, dadurch
gekennzeichnet, dass sich die linienartigen oder flächenartigen,
15 insbesondere streifenförmigen, elektrisch leitenden Strukturen
(10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) der ersten Lage (10) parallel
zueinander in einer ersten Richtung erstrecken und dass sich
die linienartigen oder flächenartigen, insbesondere
streifenförmigen, elektrisch leitenden Strukturen (30a, 30b, 30c,
20 31a, 31b, 31c) der dritten Lage (30) parallel zueinander in einer
zweiten Richtung erstrecken, die von der ersten Richtung
verschieden ist.

12. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der elektrisch
25 leitenden Strukturen (10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c) der ersten
Lage (10) und/oder die Breite der elektrisch leitenden
Strukturen (30a, 30b, 30c, 31a, 31b, 31c) der dritten Lage (30)
größer als die Breite der benachbarten, nichtleitenden
Strukturen (12) der betreffenden Lage (10, 30) ist.

13. Formgestrick (1a-1f) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lage (20) eine Mehrzahl punktueller Abstandshalter (201) zu der ersten Lage (10) und/oder zu der dritten Lage (30) umfasst.
- 5 14. Verwendung eines Formgestricks (1a-1f) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und einer daran angeschlossenen Auswerteschaltung (50) als Sensoranordnung.
- 10 15. Verwendung eines Formgestricks (1a-1f) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 als Schaltvorrichtung und/oder als Eingabevorrichtung.

Fig. 1

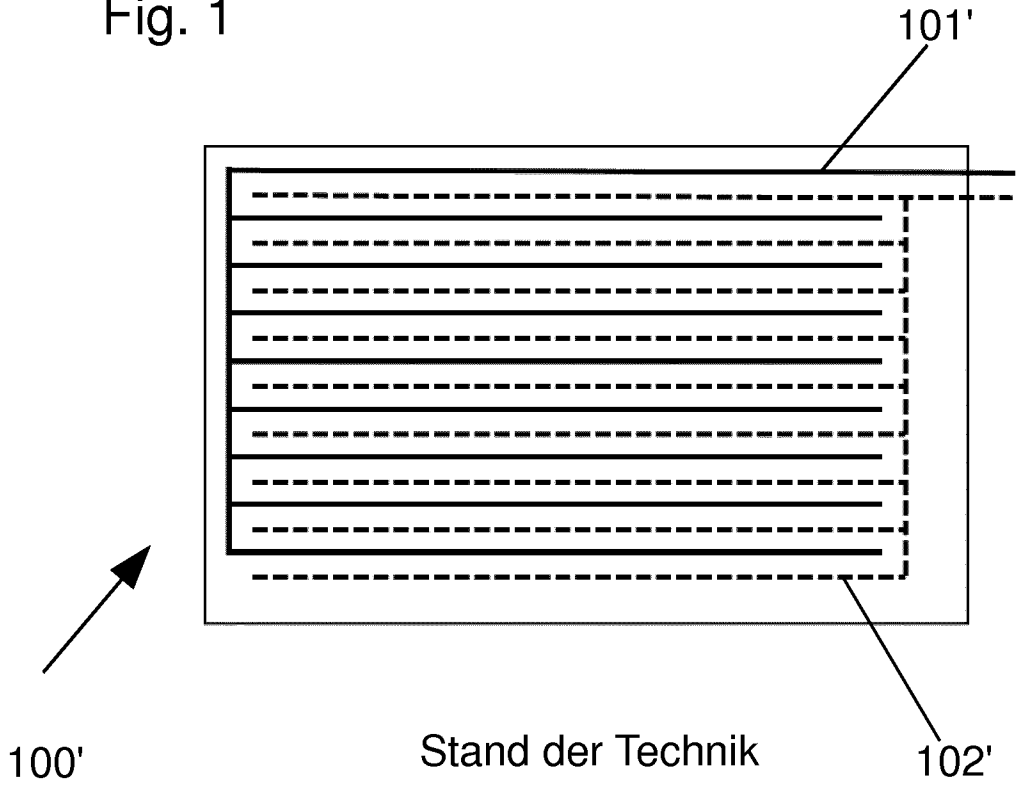
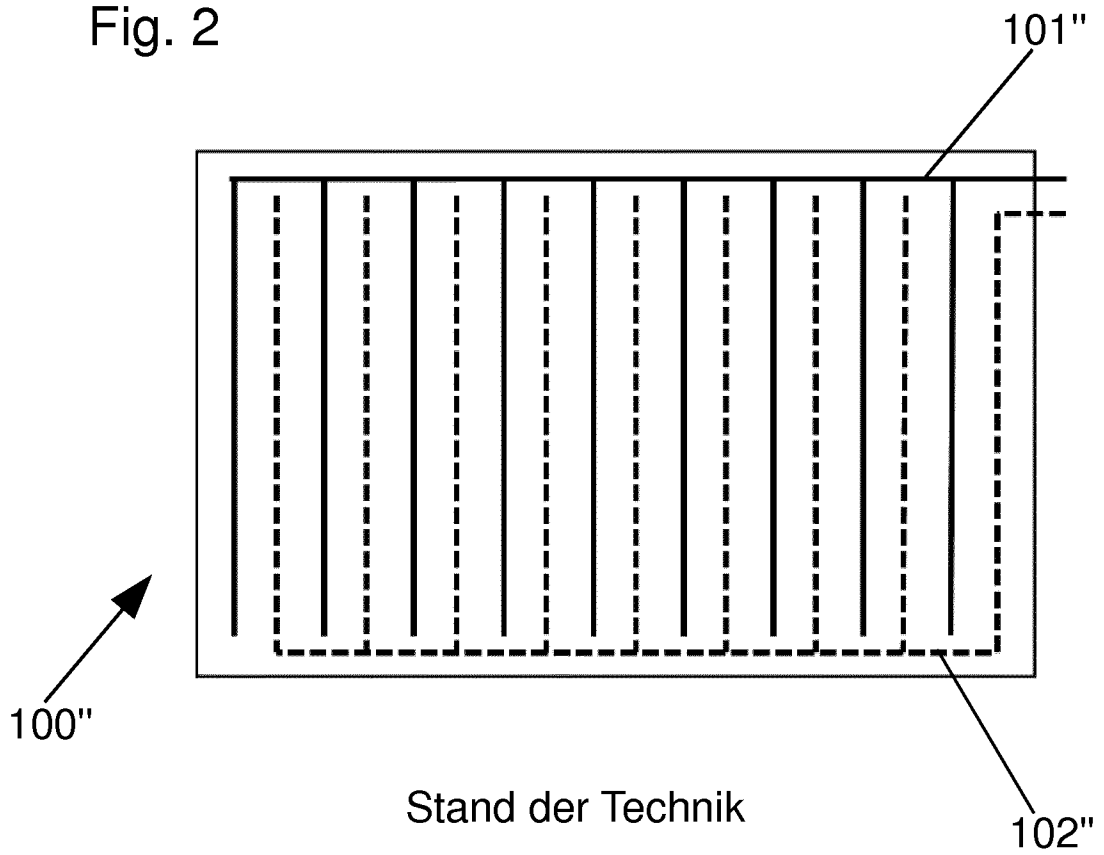


Fig. 2



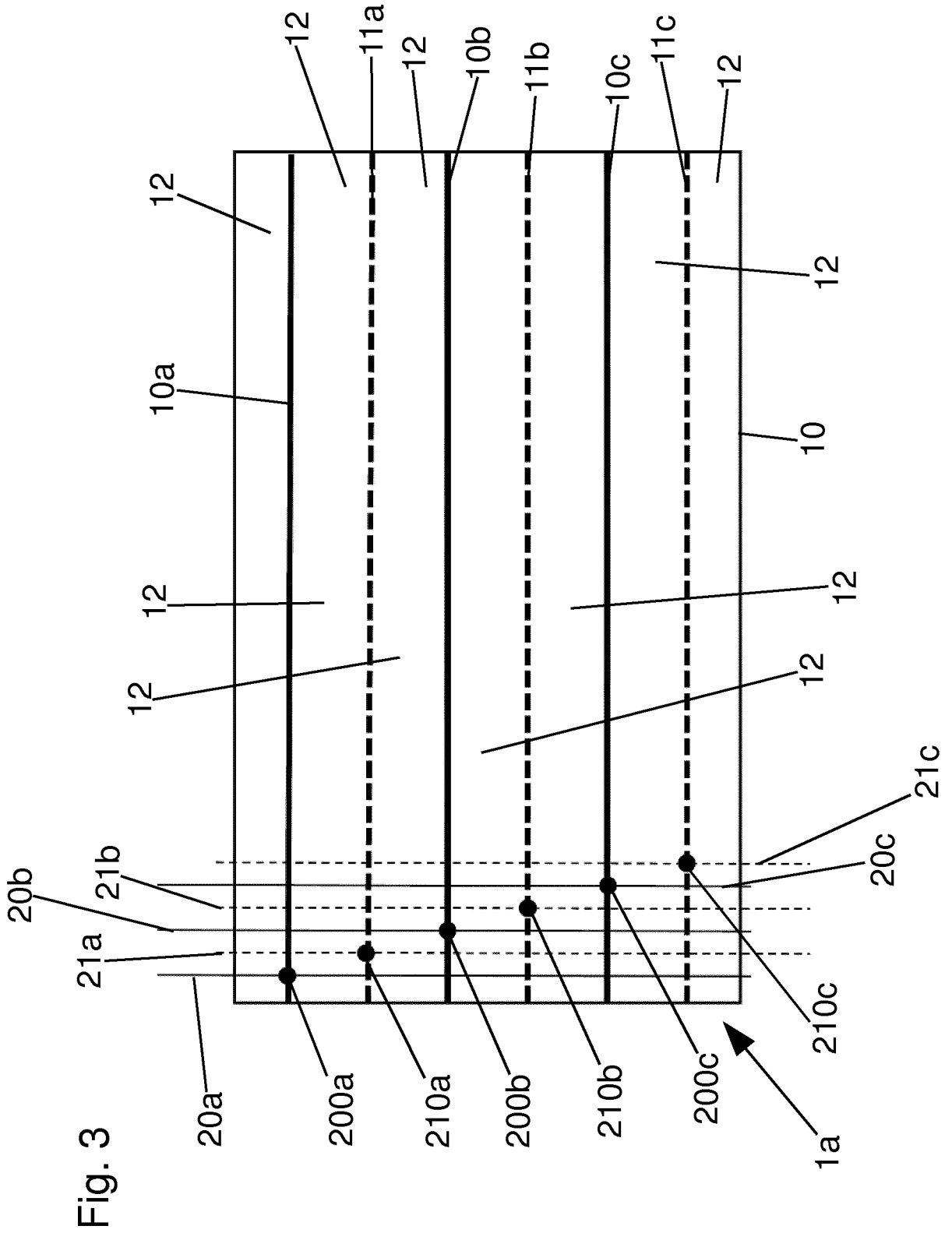
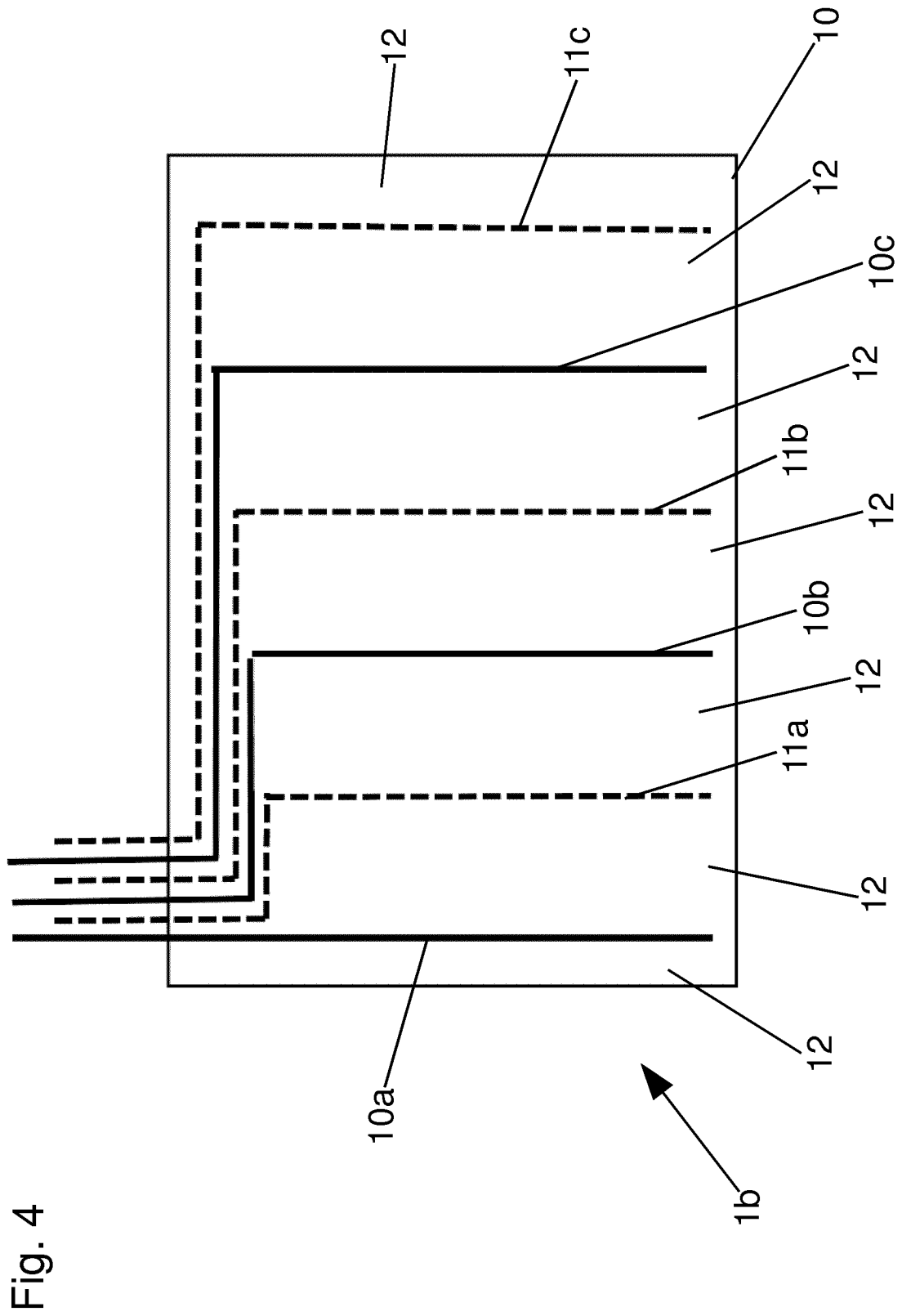


Fig. 3



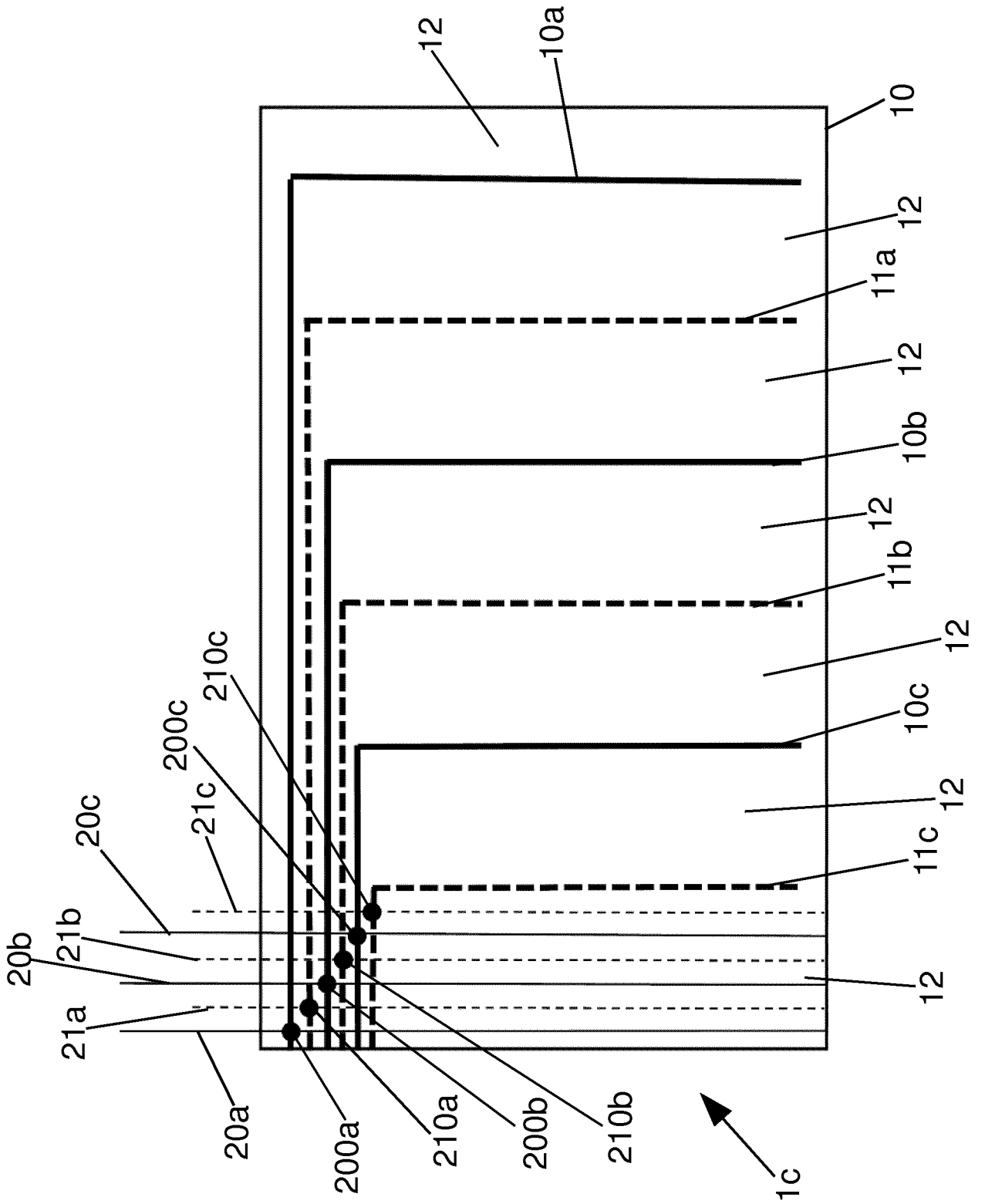


Fig. 5

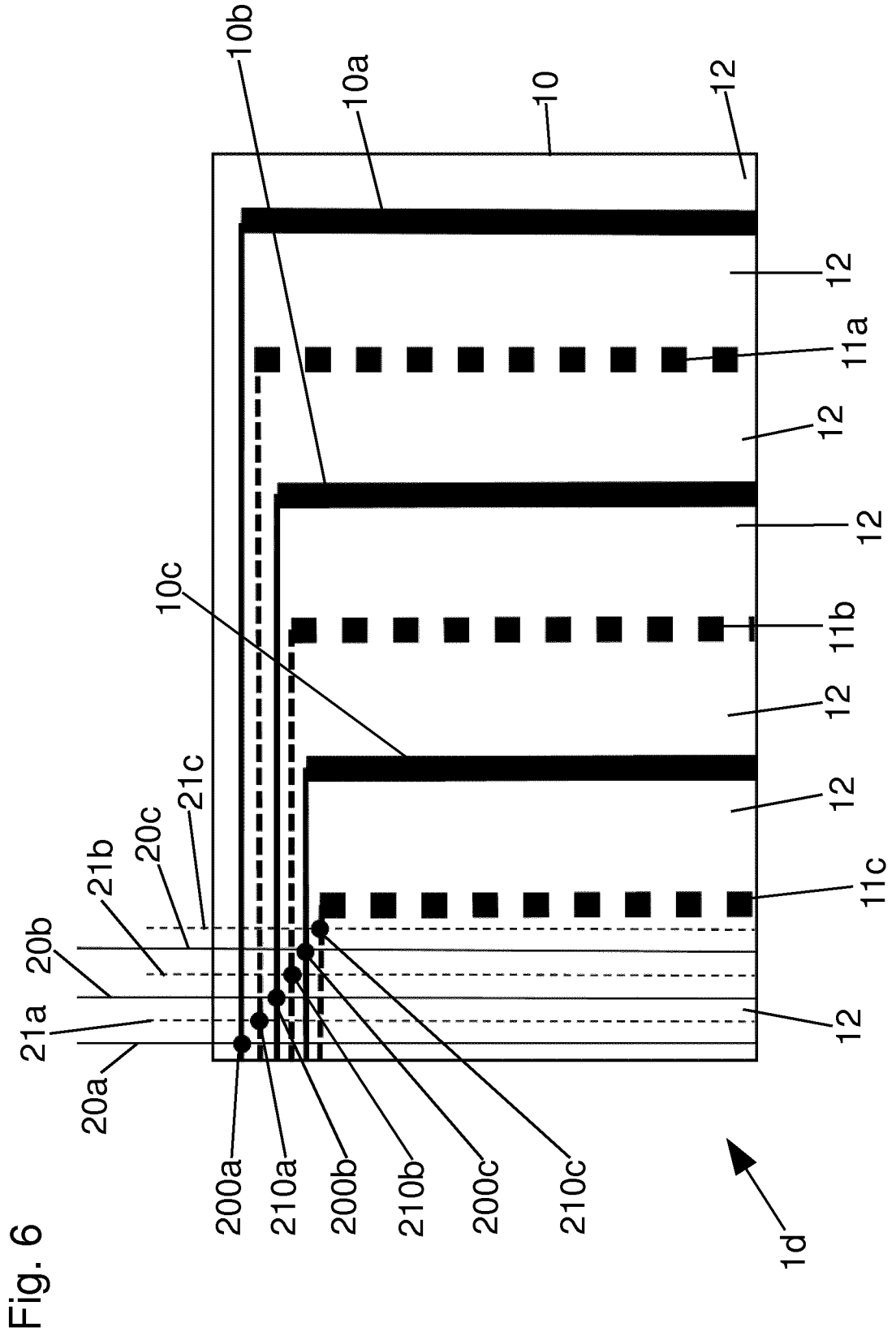


Fig. 6

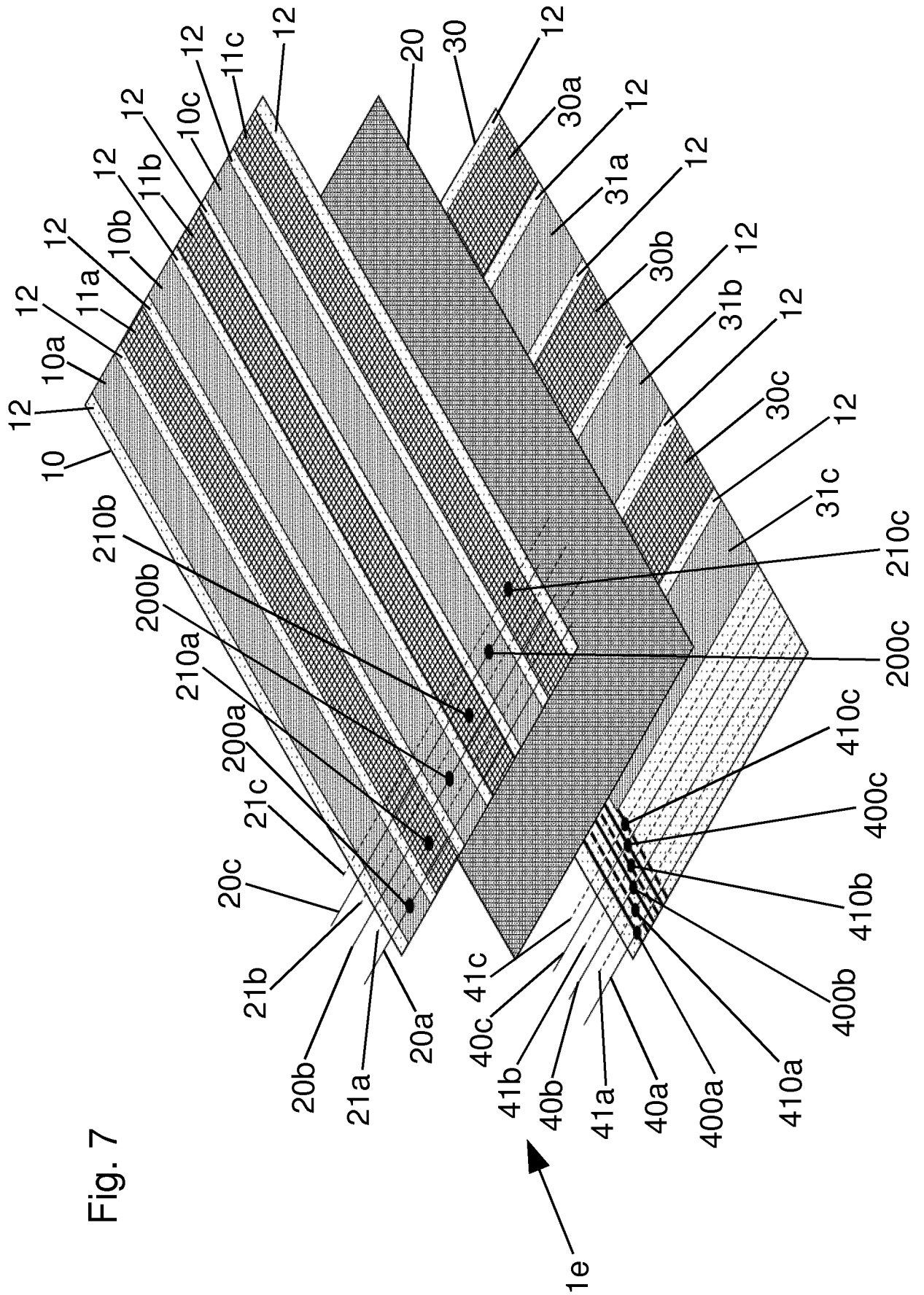
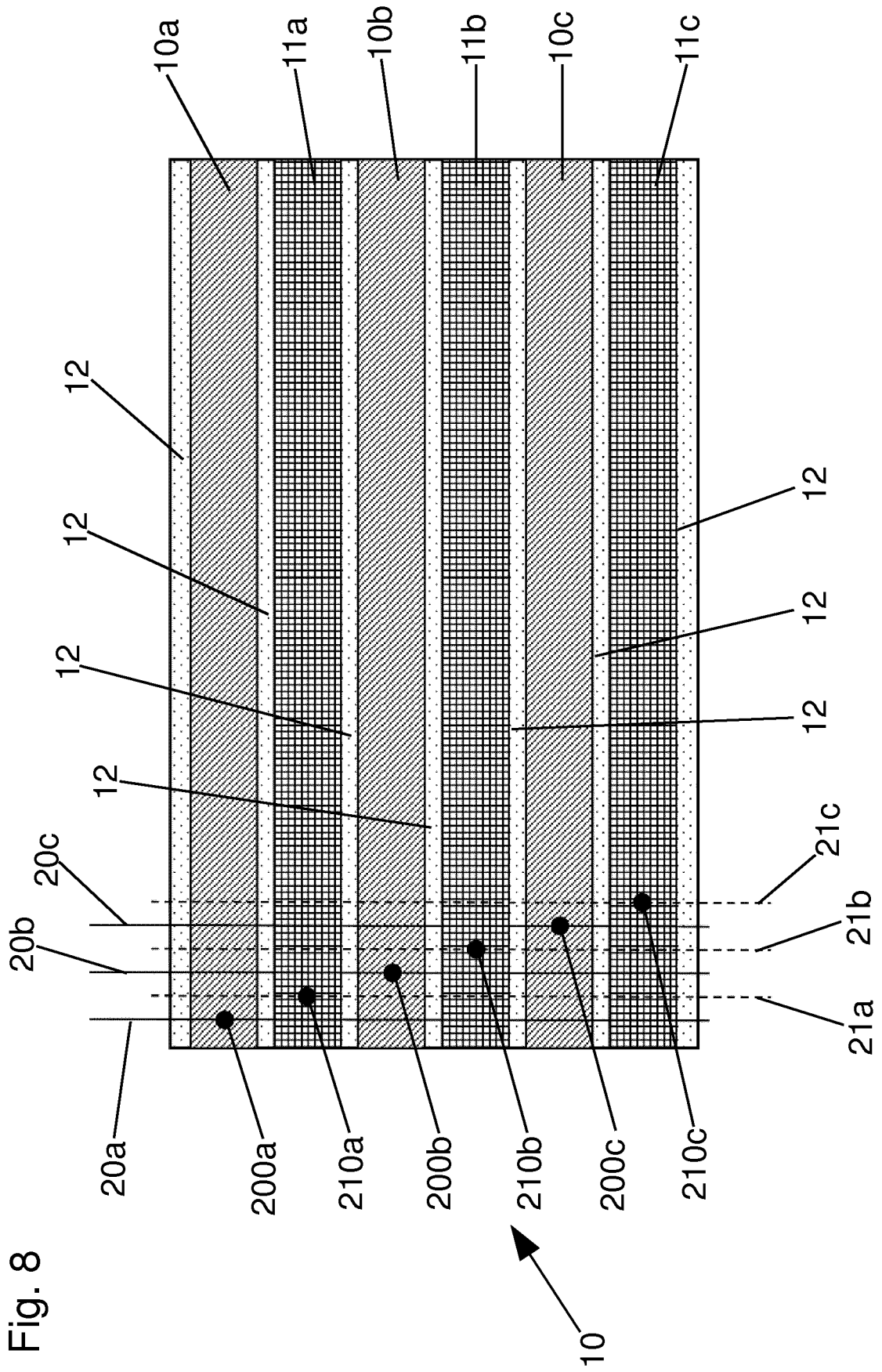
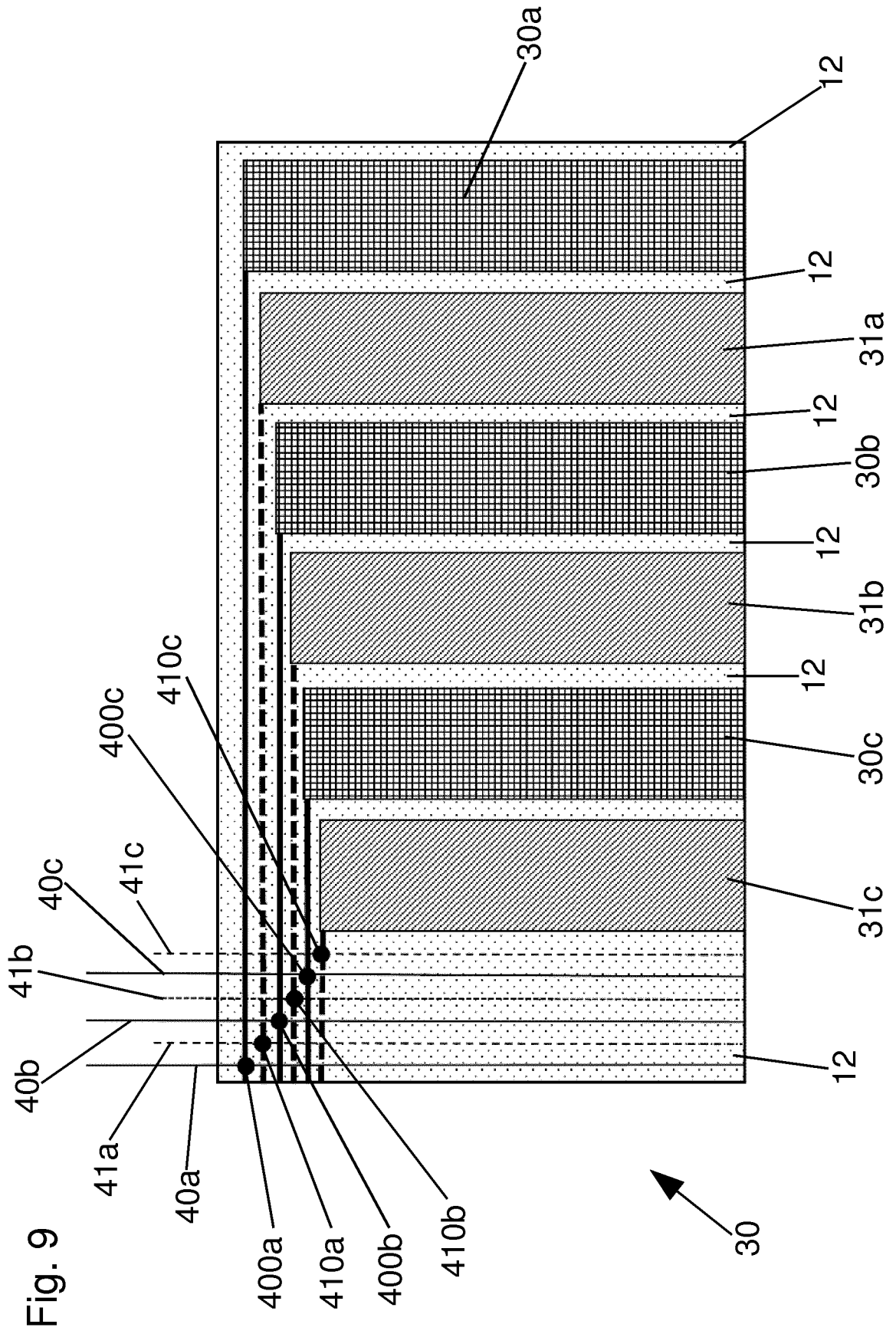


Fig. 7





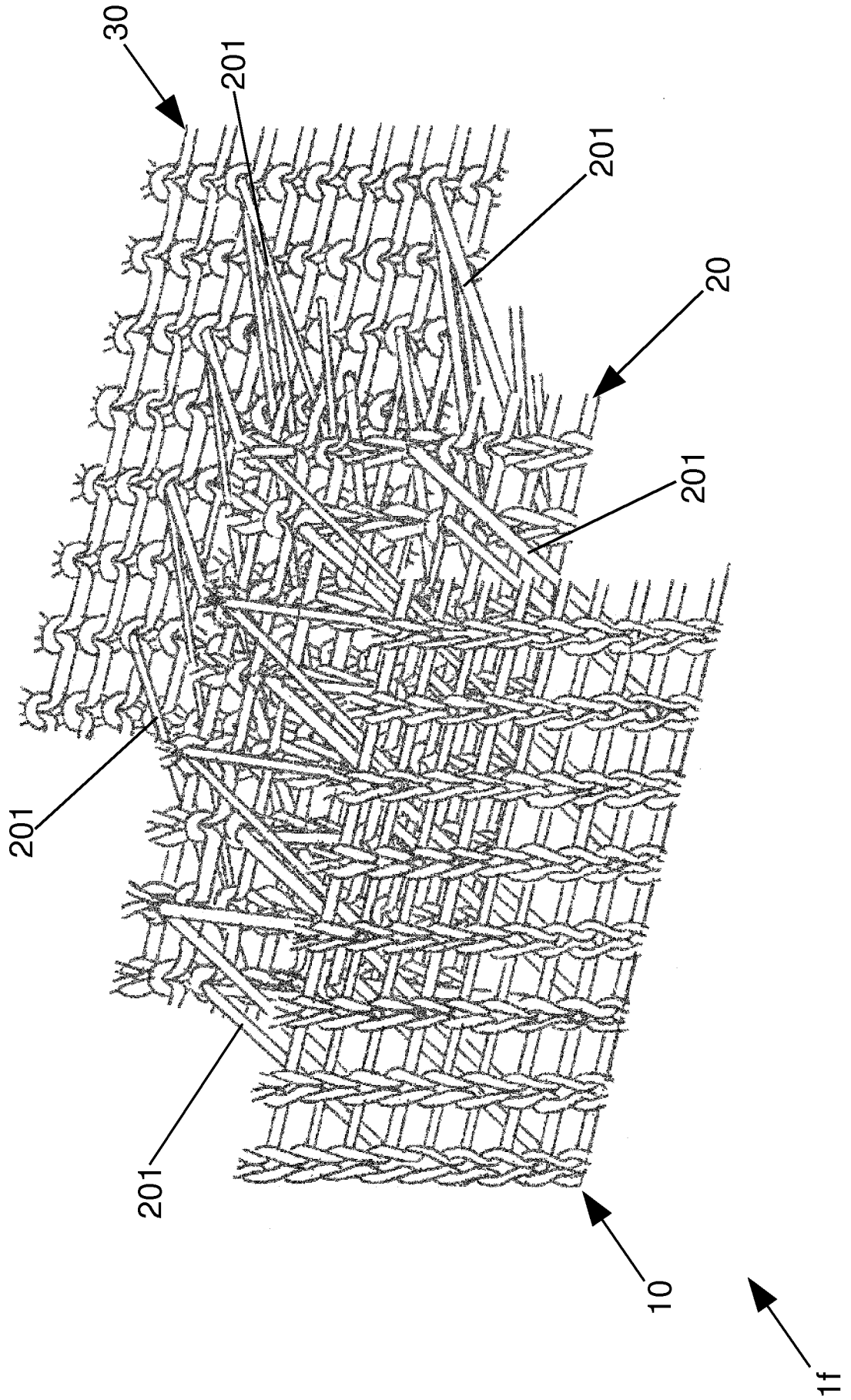


Fig. 10

Fig. 11

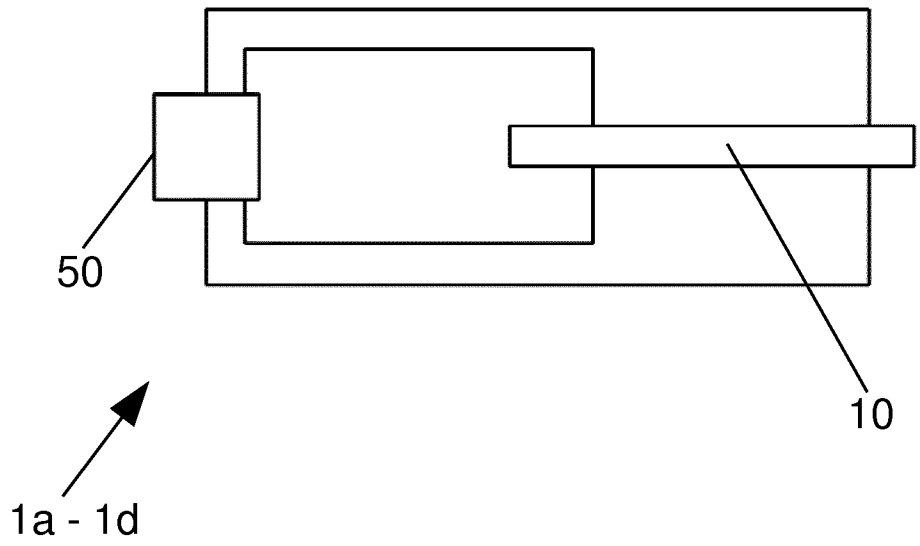
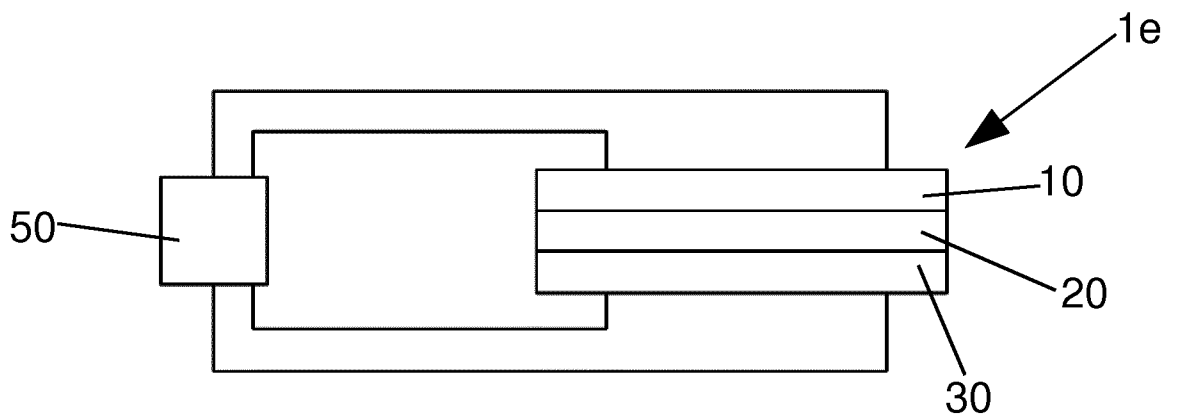


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/060367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. D04B1/12
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
D04B G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/120624 A1 (SEITZ PETER [DE]) 22 August 2013 (2013-08-22)	1-3,5-14
Y	page 5, paragraph 3 - page 11, paragraph 4; figures 1-6	4
X	WO 2005/091319 A1 (ELEKSEN LTD [GB]; BURKITT JOHN [GB]; SANDBACH DAVID LEE [GB]; WALKINGT) 29 September 2005 (2005-09-29)	1-3,5-15
Y	claims 1-20; figures 1, 3, 6, 12, 13	4
Y	WO 99/64657 A2 (GEORGIA TECH RES INST [US]) 16 December 1999 (1999-12-16) abstract; figure 8 page 16	4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17 July 2018	Date of mailing of the international search report 24/07/2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Braun, Stefanie
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/060367

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013120624 A1	22-08-2013	DE 102012103856 A1	22-08-2013
		EP 2815213 A1	24-12-2014
		US 2016018274 A1	21-01-2016
		WO 2013120624 A1	22-08-2013

WO 2005091319 A1	29-09-2005	CN 1954399 A	25-04-2007
		EP 1726024 A1	29-11-2006
		JP 2007529805 A	25-10-2007
		US 2007141939 A1	21-06-2007
		WO 2005091319 A1	29-09-2005

WO 9964657 A2	16-12-1999	AU 750158 B2	11-07-2002
		CA 2295534 A1	16-12-1999
		CN 1274270 A	22-11-2000
		EP 1041927 A2	11-10-2000
		JP 4460160 B2	12-05-2010
		JP 2002517301 A	18-06-2002
		KR 20010021777 A	15-03-2001
		US 6381482 B1	30-04-2002
		WO 9964657 A2	16-12-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. D04B1/12
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 D04B G01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/120624 A1 (SEITZ PETER [DE]) 22. August 2013 (2013-08-22)	1-3,5-14
Y	Seite 5, Absatz 3 - Seite 11, Absatz 4; Abbildungen 1-6	4

X	WO 2005/091319 A1 (ELEKSEN LTD [GB]; BURKITT JOHN [GB]; SANDBACH DAVID LEE [GB]; WALKINGT) 29. September 2005 (2005-09-29)	1-3,5-15
Y	Ansprüche 1-20; Abbildungen 1, 3, 6, 12, 13	4

Y	WO 99/64657 A2 (GEORGIA TECH RES INST [US]) 16. Dezember 1999 (1999-12-16) Zusammenfassung; Abbildung 8 Seite 16	4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juli 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/07/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Braun, Stefanie

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/060367

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013120624 A1	22-08-2013	DE 102012103856 A1	22-08-2013
		EP 2815213 A1	24-12-2014
		US 2016018274 A1	21-01-2016
		WO 2013120624 A1	22-08-2013

WO 2005091319 A1	29-09-2005	CN 1954399 A	25-04-2007
		EP 1726024 A1	29-11-2006
		JP 2007529805 A	25-10-2007
		US 2007141939 A1	21-06-2007
		WO 2005091319 A1	29-09-2005

WO 9964657 A2	16-12-1999	AU 750158 B2	11-07-2002
		CA 2295534 A1	16-12-1999
		CN 1274270 A	22-11-2000
		EP 1041927 A2	11-10-2000
		JP 4460160 B2	12-05-2010
		JP 2002517301 A	18-06-2002
		KR 20010021777 A	15-03-2001
		US 6381482 B1	30-04-2002
		WO 9964657 A2	16-12-1999
