

(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
6. Dezember 2007 (06.12.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/137931 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01V 8/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/054396

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Mai 2007 (07.05.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 025 469.4 30. Mai 2006 (30.05.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FÜRST, Jens** [DE/DE];
Zum Sportplatz 19, 91093 Hessdorf (DE). **HENSELER,
Debora** [DE/DE]; Pfälzer Strasse 29, 91052 Erlangen
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: PHOTOELECTRIC BARRIER

(54) Bezeichnung: LICHTSCHRANKE



(57) Abstract: The invention relates to a planar photoelectric barrier with organic photodiode as sensor element. The photoelectric barrier comprises a sensor element in the form of more than a point, by means of which not only a line but a whole surface can be detected.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine flächige Lichtschanke mit organischer Photodiode als Sensorelement. Die Lichtschanke weist ein mehr als punktförmiges Sensorelement auf, mit dessen Hilfe nicht nur eine Linie detektiert werden kann, sondern eine ganze Fläche.



WO 2007/137931 A2

Beschreibung

Lichtschanke

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtschanke zur Detektion eines mehr als punktförmigen Bereiches.

Lichtschanken finden heutzutage zahlreiche Anwendungen, zum Beispiel für die Kontrolle von automatisierten Prozessen wie
10 bei Fliessbandfertigungen, bei der Positionskontrolle, zur Stückzählung, aber auch in der Sicherheitstechnik für Zugangskontrollen und automatisierter Abschaltung von Maschinen in Gefahrenbereichen oder in der Qualitätssicherung. Die einfachsten, eindimensionalen
15 Lichtschanken bestehen aus einem Emitter/Detektorpaar, also zum Beispiel einer LED und einer Photodiode oder einem Laser und einer Photodiode. Die benutzten Lichtwellenlängen liegen meist entweder im infraroten oder sichtbaren Bereich.

20 Für viele Anwendungen, zum Beispiel aus der Qualitätssicherung und der Positions- oder Größenkontrolle ist es vorteilhaft, nicht nur einen 1-dimensionalen Lichtstrahl, sondern einen zweidimensionalen Lichtvorhang zu vermessen. Um nur eine Unterbrechung dieses Lichtweges zu
25 detektieren, kann es genügen, den Strahl mit Spiegeln mehrfach umzulenken. Damit lässt sich fest stellen, ob eine Unterbrechung des Lichtstrahls vorliegt oder nicht. Für aufwändigere Anwendungen werden jedoch oft auch "Light Curtains" aus mehreren Paaren von Emitttern und Detektoren
30 eingesetzt, die in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind. Abhängig davon, von welchen Detektoren das Auftreffen von Licht erkannt wird und von welchen Detektoren nicht, kann daraus abgeleitet, in welcher Position eine Unterbrechung des Lichtweges statt findet.

35

Bei einer anderen bekannten Lösung erfolgt eine zweidimensionale Auffächerung eines Laserstrahls. Damit wird ein Lichtvorhang erzeugt. Die Abschwächung dieses

Laserstrahls auf der gegenüberliegenden Seite wird mit einem CCD-Array bzw. einem CMOS-Array detektiert. Mit solchen Anordnungen können komplexere Messungen wie die Vermessung von Bauteilgrößen, Positionierungen oder die Form von Bauteilen (zum Beispiel Löcher in einem Werkstück, etc) bestimmt werden. Besonders bei großen Ausdehnungen der Lichtvorhänge ist jedoch die Ausführung mit einem CCD- oder CMOS-Array sehr teuer.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Lichtschranke vorzuschlagen, die hinsichtlich ihrer Auswertungsmöglichkeiten und ihrer Verwendungsmöglichkeiten verbessert ist.

15 Diese Aufgabe wird nach der vorliegenden Erfindung gemäß Anspruch 1 gelöst, indem das lichtempfindliche Sensorelement der Lichtschranke aus einer oder mehreren organischen Photodioden besteht.

20 Vorteilhaft wird es damit möglich, dass Sensorelement linienförmig oder auch flächig auszugestalten. Damit wird es möglich, in einfacher Weise mit einer bekannten Technologie eine flächige Lichtschranke oder auch eine dreidimensionale Lichtschranke zu realisieren, mit der ein Raumvolumen
25 kontrolliert werden kann.

Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 2 weist die Photodiode ein Elektrodenpaar auf.

30 Damit wird es möglich, integral die Gesamtintensität auf dem Sensorelement auszuwerten. Es kann damit in einfacher Weise erkannt werden, ob überhaupt ein Hindernis im Detektionsbereich vorhanden ist.

35 Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 3 weist die Photodiode mehrere Elektrodenpaare auf.

Wie nachfolgend noch im einzelnen beschrieben, können die Elektrodenpaare gebildet werden, indem zu einer gemeinsamen Elektrode, die eine Äquipotenzialfläche bildet, mehrere Gegenelektroden vorhanden sind. Ebenso ist es auch möglich, die Elektrodenpaare so auszugestalten, dass die Elektroden paarweise zusammen gehörend jeweils für sich unterteilt sind. In diesem Fall müssen die Elektroden präzise zueinander positioniert werden.

Vorteilhaft wird es mit dieser Ausgestaltung möglich, das Sensorelement in einzelne Bereiche zu unterteilen. Diese Unterteilung kann beispielsweise in kleine Bereiche erfolgen und damit pixelförmig sein. Durch eine Aufteilung des Sensorelementes in Bereich wird es vorteilhaft möglich, zu erkennen, wo sich in dem zu untersuchenden Detektionsbereich ein Hindernis befindet.

Die vorliegende Erfindung stellt eine flächige Lichtschranke (einen sog. Light Curtain) oder auch eine dreidimensionale Lichtschranke zur Verfügung, dessen lichtempfindliches Sensorelement aus einer oder mehreren organischen Photodioden besteht.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Lichtschranken-Systems liegt darin, dass durch die organischen Photodioden ein Sensorelement zur Verfügung gestellt wird, das im Vergleich zu herkömmlichen Lichtsensoren besonders auf großen Flächen kostengünstig herzustellen ist. Dies wird vor allem durch die günstigen Herstellungsverfahren der organischen Schichten (Spray-Coating etc.) ermöglicht.

Für die Verwendung in Lichtschranken-Systemen bedeutet dies, das sowohl mit unstrukturierten wie auch mit pixelierten Sensoren neue Anwendungen ermöglicht werden. Im Vergleich mit dem bekannten Stand der Technik wie beispielsweise herkömmlichen anorganischen Photodioden (mit geringer räumlicher Ausdehnung) oder mit CCD- oder CMOS-Arrays erweist sich die kostengünstige Herstellung als besonderer Vorteil.

Durch die flächigen organischen Sensoren können zweidimensionale und dreidimensionale Lichtschränken in verschiedenen Skalierungen realisiert werden. Zum Beispiel
5 für den Zugangsschutz von Gebäuden oder von gefährlichen Anlagen werden Abmessungen im Bereich bis zu mehreren Metern gebraucht werden, während für die Qualitätssicherung oder Positionierung von Bauteilen in Herstellungsprozessen Lichtvorhänge mit Abmessungen zwischen einigen Zentimetern
10 und einem Meter typisch sein dürften.

Dieser Größenbereich ist mit herkömmlichen Technologien nur zu vergleichsweise hohen Kosten zu realisieren, da meist viele Bauteile aneinandergereiht werden müssen.

15 Auch bei Verwendung von organischen Photodioden können mehrere Bauteile zu einem Array angeordnet werden, doch es werden sicherlich meist weniger Bauteile benötigt und der Preis pro Element wird deutlich niedriger ausfallen. Um einen
20 langen, eindimensional ausgedehnten Sensorstreifen (pixeliert oder unpixeliert) aufzubauen, kann weiterhin ein Photodetektor verwendet werden, der auf einem Foliensubstrat in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess hergestellt wird. So können auch Sensoren mit vielen Metern Ausdehnung an einem Stück
25 gefertigt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend erläutert. Es zeigt:

30 Fig. 1 : Darstellung eines flächigen Lichtschränkensors mit einer organischen Photodiode als unstrukturiertem Detektor,

Fig. 2: Darstellung eines flächigen Lichtschränkensors mit
35 einer organischen Photodiode als linear pixelierter Detektor

Fig. 3: ein Beispiel für den Aufbau einer organischen Photodiode,

Fig. 4: erstes Beispiel eines schematischen Aufbau eines pixelierten eindimensionalen organischen Photodiodenarrays im Querschnitt und

5

Fig. 5: zweites Beispiel eines schematischen Aufbaus eines pixelierten eindimensionalen organischen Photodiodenarrays im Querschnitt.

10 Figur 1 zeigt einen Sensor 1 aus einer einzigen länglichen organischen Photodiode 2, die auf einem flachen Substrat 3 aufgebracht ist und die ein lichtintensitätsabhängiges Stromsignal 4 an die Auswerteelektronik liefert. Die Höhe des Signals 4 ist proportional zum Integral der Intensität über
15 die ganze beleuchtete Strecke. Als Strahlungsquelle dient beispielsweise ein Laser 5 mit Aufweitungsoptik, der einen aufgeweiteten Laserstrahl 6 auf den organischen Detektor richtet.

20 Ein solcher Detektor eignet sich zum Beispiel für Anwendungen in der Sicherheitstechnik, wo das Eintreten auch kleinerer Objekte in den Strahlengang als Ereignis detektiert werden soll, wo also die Schwächung des gemessenen Signals zum Beispiel einen Alarm oder das Abschalten einer Maschine
25 auslösen soll.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird eine deutlich bessere Überwachung der gesamten beleuchteten Fläche gewährleistet mit bekannten Lösungen nach dem Stand der
30 Technik.

Weiterhin eignet sich ein solcher Detektor für einfachere Messungen in der Qualitätssicherung, zum Beispiel bei der Bestimmung von Größenabweichungen. Die Schwächung der
35 Intensität des Signals ist hier proportional zu der Länge eines Objektes in dieser Richtung. Somit kann auch schon mit einem unstrukturierten, ausgedehnten Sensor die Dimension in der einen Raumrichtung gemessen werden.

Figur 2 zeigt eine flächige Lichtschranke mit einem Aufbau wie er aus Figur 1 bekannt ist, wobei der organische Photodetektor oder die organische Photodiode 2 in einzelne Pixel 7 strukturiert ist. Jedes Pixel liefert somit ein eigenes Intensitätssignal für den jeweiligen Teilbereich in Form eines Stromsignals pro Pixel.

Die sich ergebende eindimensionale "Abbildung" eines Objektes im Strahlengang kann damit für anspruchsvollere Anwendungen in der Größenvermessung, in der Qualitätssicherung sowie auch für Positionsbestimmungen, zum Beispiel in der Fließbandfertigung verwendet werden. Auch für Anwendungen in der Sicherheitstechnik können solche Lichtvorhänge mit pixelierten Detektorarrays eingesetzt werden.

Figur 3 zeigt beispielhaft den Aufbau einer organischen Photodiode. Die Diode besteht aus einer oder mehreren aktiven organischen Schichten, die zwischen zwei Elektroden 8, 9 auf ein Substrat 10 aufgebracht werden. Das Substrat 10 besteht typischerweise aus Glas, es kann aber auch aus einer Metallfolie-, Kunststofffolie oder einem sonstigen Trägermaterial aufgebaut sein. Im gezeigten Beispiel ist die untere Elektrode 8 als Anode und die obere Elektrode 9 als Kathode realisiert, die Polarität der Elektroden kann aber auch invers aufgebaut sein.

Figur 3 zeigt einen Schichtaufbau mit zwei aktiven organischen Schichten: einem Lochtransporter 11 und der eigentlichen photoleitfähigen Schicht 12. Zusätzlich zu den hier gezeigten Schichten ist noch der Schutz des Bauteils mittels einer Verkapselung nötig. Die photoleitfähige organische Schicht 12 kann eine so genannte "Bulk Heterojunction" sein, zum Beispiel realisiert als Blend aus einem lochtransportierenden Polythiophen und einem elektronentransportierenden Fulleren-Derivat.

Die Anode 8 ist beispielsweise aus Indium-Zinn-Oxid (ITO), Gold, Palladium, Silber oder Platin aufgebaut und wird durch ein Sputter- oder Aufdampfverfahren hergestellt.

- 5 Die darauf folgenden aktiven organischen Schichten werden ebenfalls großflächig abgeschieden, zum Beispiel mittels Spin-Coating, Spray Coating, Rakeln (doctor blading), Dip Coating, Siebdruck, Flexodruck, Slit Coating etc. Diese Verfahren erlauben eine kostengünstige Beschichtung von
10 großen Flächen, vor allem da keine Strukturierung des Halbleiters innerhalb der aktiven Sensorfläche erforderlich ist.

- Die Kathode 9 kann beispielsweise aus Ca, Al, Ag, ITO, LiF,
15 Mg oder verschiedenen Kombinationen dieser Materialien aufgebaut sein und wird typischerweise durch thermisches Verdampfen oder Elektronenstrahlverdampfen aufgebracht.

- Wird ein pixelierter Sensor wie in Figur 2 hergestellt, dann
20 muss entweder die Anode oder die Kathode auf Pixelebene strukturiert sein, was am einfachsten durch Verwendung einer Schattenmaske beim Abscheideprozess erreicht wird.

- Eine Strukturierung der organischen Schicht auf Pixelebene
25 ist in den meisten Fällen nicht nötig, da in Laborversuchen auch ohne solche Strukturierung eine sehr gute optische Auflösung zwischen benachbarten Pixeln erzielt wurde.

- Der in Figur 3 gezeigte Schichtaufbau muss noch durch eine
30 zusätzliche Verkapselung vor Umwelteinflüssen geschützt werden. Diese Verkapselung kann entweder aus einem zusätzlichen Substrat (zum Beispiel Folie oder Glaskappe) oder aber aus einem dünneren Barrierefilm (zum Beispiel ein Schichtsystem aus organischen Lack- oder Epoxidschichten und
35 anorganischen Barrieren wie Al₂O₃) bestehen. Das zu detektierende Licht kann nun entweder durch die Substratseite oder durch die Verkapselungsseite eingestrahlt werden. Im ersten Fall muss sowohl das Substrat als auch die untere

Elektrode zumindest semitransparent ausgeführt werden, im zweiten Fall müssen Verkapselungsschicht(en) und obere Elektrode zumindest semitransparent ausgeführt werden.

- 5 In logischer Fortsetzung der vorherigen Beispiele kann die erfindungsgemäße Lichtschranke auch aus einem zweidimensional aufgefächerten parallelen Lichtstrahl bestehen, der auf einen zweidimensional ausgedehnten organischen Photosensor auftrifft. Dieser kann nun wiederum aus einer einzigen
10 flächigen Diode oder aus einem zweidimensionalen Pixelarray bestehen. Eine solche dreidimensionale Lichtschranke kann erweiterte und neue Anwendungen in der Sicherheitstechnik sowie in der Größenvermessung und Positionsvermessung möglich machen. Damit können zum Beispiel geometrische Abmessungen in
15 einer zweidimensionalen Projektion vermessen und kontrolliert werden. Die Auslesung des zweidimensionalen pixelierten Arrays kann alternativ über eine Aktiv-Matrix- oder eine Passiv-Matrix-Ansteuerung erfolgen.
- 20 Figur 4 zeigt einen schematischen Aufbau eines pixelierten eindimensionalen organischen Photodiodenarrays im Querschnitt. In dem gezeigten Beispiel ist eine strukturierte untere Elektrode 13 mit einer darüber befindlichen unstrukturierten organischen Schicht 14 sowie eine obere
25 Elektrode 15 dargestellt.

- Figur 5 zeigt einen schematischen Aufbau eines pixelierten eindimensionalen organischen Photodiodenarrays im Querschnitt. In dem gezeigten Beispiel ist eine
30 unstrukturierte untere Elektrode 13 mit einer darüber befindlichen organischen Schicht 14 sowie einer darüber befindlichen strukturierten oberen Elektrode 15 dargestellt.

- Bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 4 und 5 wird das
35 pixelabhängige Detektorsignal als Strom zwischen der jeweils strukturierten Elektrode und der gemeinsamen Gegenelektrode erhalten.

Die Lichtschranke gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein mehr als punktförmiges Sensorelement auf, mit dessen Hilfe nicht nur eine Linie detektiert werden kann, sondern eine ganze Fläche.

Patentansprüche

1. Lichtschanke mit einem mehr als punktförmigen
5 Sensorelement,
dadurch gekennzeichnet, dass das lichtempfindliche
Sensorelement der Lichtschanke aus einer oder mehreren
organischen Photodioden besteht.
- 10 2. Lichtschanke nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Photodiode ein
Elektrodenpaar aufweist.
- 15 3. Lichtschanke nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Photodiode mehrere
Elektrodenpaare aufweist.

FIG 1

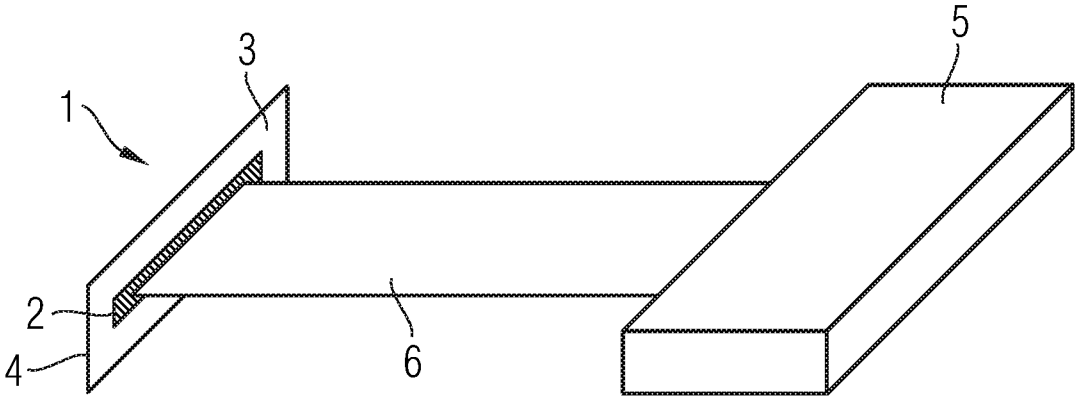


FIG 2

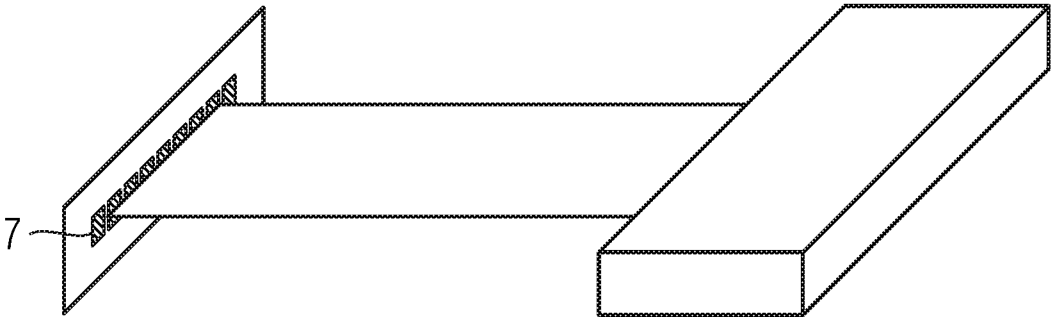


FIG 3

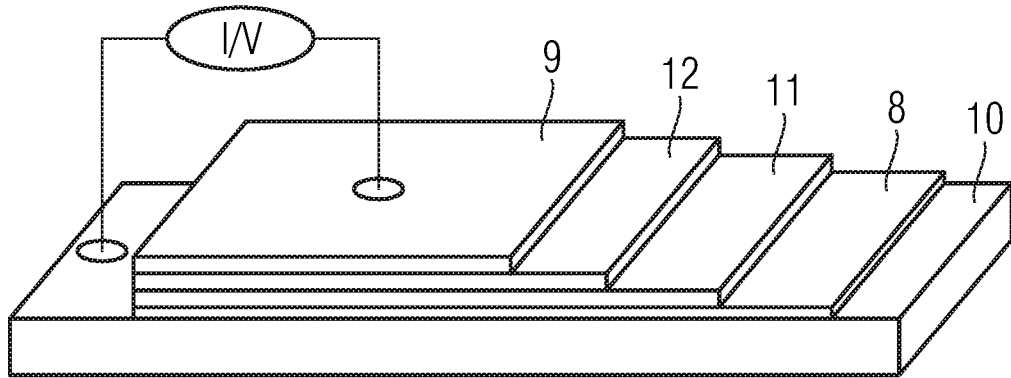


FIG 4

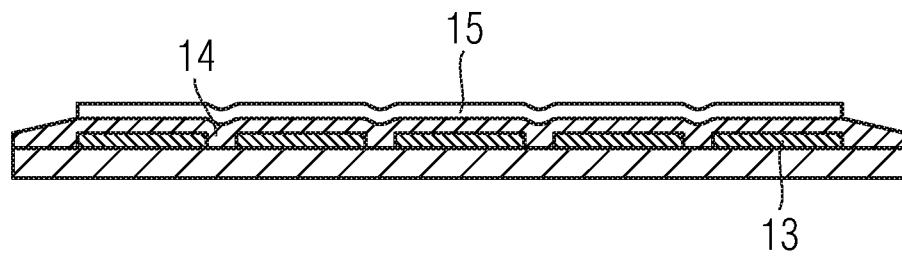


FIG 5

