

(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
30. April 2009 (30.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/052805 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B81C 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/001732

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Oktober 2008 (21.10.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 051 487.7
27. Oktober 2007 (27.10.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): THINXXS MICROTECHNOLOGY AG [DE/DE];
Amerikastrasse 21, 66482 Zweibrücken (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEBER, Lutz [DE/DE]; Volhardstrasse 3, 66424 Homburg (DE).

(74) Anwälte: BERNHARDT, Reinhold usw.; Kobenhüttenweg 43, 66123 Saarbrücken (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, 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, ME, 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, ST, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(54) Title: NOZZLE ELEMENT, FILTER ELEMENT AND/OR POSITIONING ELEMENT

(54) Bezeichnung: DÜSEN-, FILTER- ODER/UND POSITIONIERELEMENT

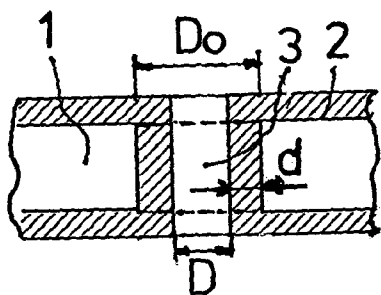


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a nozzle element, filter element and/or positioning element with at least one opening (3) serving as a nozzle opening, filter opening or positioning opening, and to a method for producing such an element. According to the invention, the inner wall of the opening (3) is formed by a coating (2) on a basic body (1) and the size of the opening cross section is determined by the thickness (d) of said coating.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Düsen-, Filter- oder/und Positionierelement mit wenigstens einer als Düsen-, Filter- bzw. Positionieröffnung dienenden Öffnung (3), sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Elements. Gemäß der Erfindung ist die Innenwand der Öffnung (3) durch eine Beschichtung (2) auf einem Grundkörper (1) gebildet und die Größe des Öffnungsquerschnitts durch die Dicke (d) dieser Beschichtung bestimmt.

WO 2009/052805 A2

Beschreibung:

5

„Düsen-, Filter- oder/und Positionierelement“

Die Erfindung betrifft ein Element mit einer Öffnung oder einer Vielzahl solcher Öffnungen, das als Düse, als Filter oder zur Positionierung z.B. in den Öffnungen aufgenommener biologischer Zellen dienen kann. Insbesondere betrifft die Erfindung ein solches Düsen-, Filter- oder/und Positionierelement, dessen Öffnung bzw. Öffnungen einen Durchmesser zwischen 1 und 100 μm und kleiner aufweisen. Zur Anwendung als Düse kommen solche Elemente hauptsächlich beim Dispensieren und Zerstäuben von Flüssigkeiten, z.B. in der Labor- und Pharmatechnik, oder bei der Dosierung zu inhalierender Medikamenten, sowie auch bei der Erzeugung von Elektrospray zur Identifizierung von Molekülen mittels Massenspektroskopie. Bekannte Anwendungsbeispiele sind ferner Düsen von Tintenstrahldruckern. Anwendungen als Positionierelement ergeben sich hauptsächlich in der Elektrophysiologie (Patch Clamping). Vor allem zur Feinzerstäubung von Medikamenten sind Düsendurchmesser von wenigen Mikrometern erforderlich.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Elements.

Die maßgenaue Herstellung insbesondere sehr kleine Öffnungen aufweisender Elemente ist schwierig. Die US 6,969,850 B2 beschreibt das Spritzgießen von Düsen-
25 elementen mit Öffnungsdurchmessern größer 10 μm , bei dem die Standzeit die Düsenöffnungen bildender Dorne wegen der unter hohem Druck eingespritzten Kunststoffschmelze begrenzt ist.

Aus der US 2006 0103051 A1 ist die Herstellung von Düsenelementen durch Spritzgießen in Kombination mit einer Laserbearbeitung bekannt. Düsendurchmesser
30 lassen sich reproduzierbar bis hinunter zu etwa 10 μm herstellen.

Für kleinere Düsendurchmesser bedarf es aufwendiger Lithographie- oder Plasma-ätzverfahren. Mikrolöcher aufweisende Düsenelemente aus Silizium lassen sich nur mit hohem Aufwand herstellen.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufwand zur Herstellung von Düsen-, Filter- oder/und Positionierelementen der eingangs genannten Art zu verringern.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Düsen-, Filter- oder/und Positionierelement gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Innenwand der Öffnung durch eine auf einem Grundkörper abgeschiedene Beschichtung gebildet und die Größe des Öffnungsquerschnitts durch die Dicke dieser Beschichtung bestimmt ist.

15 Gemäß der Erfindung wird also ein Grundkörper mit einer der Öffnung entsprechenden Öffnungsvorformung hergestellt und die gewünschte Größe des Öffnungsquerschnitts wird durch Abscheiden einer Beschichtung auf der Innenwand der Öffnungsvorformung eingestellt.

20 Solche durch Abscheidung gebildeten Beschichtungen lassen sich mit hoher Genauigkeit in gewünschten Dicken erzeugen.

25 Während die aufgetragene Schichtdicke lediglich in der Größenordnung der Toleranzschwankungen des Öffnungsdurchmessers der Vorformung liegen und die Schichtdicke z.B. nur 5% des endgültigen Öffnungsdurchmessers betragen kann, werden in einer Ausführungsform der Erfindung erheblich größere Schichtdicken aufgetragen, die den Durchmesser der gebildeten Öffnung sogar übersteigen. Der Durchmesser der Vorformung kann dann wesentlich größer als der Enddurchmesser der Öffnung sein und eine solche Größe aufweisen, dass er sich reproduzierbar mit hoher Genauigkeit herstellen lässt. Dann kann auch der wesentlich
30 kleinere Enddurchmesser entsprechend genau eingestellt werden.

35 Während die Dicke der Beschichtung durch Zufuhr des Beschichtungsmaterials in einer bestimmten Menge oder in einer bestimmten Konzentration über eine bestimmte Zeit einstellbar ist, kann eine Steuerung der Schichtdicke auch durch ständige Messung der Dicke der abgeschiedenen Schicht bzw. des jeweiligen Öffnungsdurchmessers während der Abscheidung erfolgen und die Abscheidung abgebrochen werden, wenn die gewünschte Querschnittsgröße erreicht ist.

Bei der Abscheidung der Beschichtung lässt sich ein den Innendurchmesser der Öffnung begrenzender Dorn verwenden, der eine Oberfläche aufweist, an welcher die Beschichtung nicht anhaftet. Durch die Beschichtung wird der Dorn nicht beansprucht, der daher einen sehr geringen Durchmesser haben kann. Unabhängig von Schwankungen des Durchmessers D_0 der Öffnungsvorform lassen sich konstante Öffnungsdurchmesser erzielen.

Der Grundkörper kann durch eine ebene oder gebogene Platte gebildet sein und eine Vielzahl durch die Platte durchgehender oder, bei einem Positionierelement, innerhalb der Platte endender Öffnungen aufweisen.

Der Grundkörper lässt sich ferner durch eine Folie oder Membran bilden, deren Abmessungen und mechanischen Eigenschaften so eingestellt werden können, dass bei einer Druckbeaufschlagung eine definierte Wölbung eintritt, sodass durch eine solche Lochmembran erzeugte Tröpfchen in einem definierten Raumwinkel austreten.

Die Beschichtung kann über die Innenwand der Öffnungsvorformung hinaus die Oberfläche des Grundkörpers ganz oder teilweise bedecken. In ersterem Fall bedarf es beim Abscheidungsprozess von Material auf dem Grundkörper keinerlei Abdeckung des Grundkörpers in bestimmten Bereichen.

Ggf. wird die Oberfläche des Grundkörpers vor der Beschichtung teilweise oder vollständig nasschemisch oder anderweitig physikalisch konditioniert, um die Haftung zwischen Grundkörper und Schicht zu verbessern.

Der Grundkörper lässt sich aus einem Kunststoff, einer ggf. piezoelektrischen Keramik oder einem Metall herstellen, während die Beschichtung z.B. aus einem Kunststoff, einem Metall oder Glas besteht.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Grundkörper aus einem Kunststoff durch Spritzgießen hergestellt und die Beschichtung besteht aus Parylene. Parylene ist ein Handelsname eines Polymers, das durch Abscheidung von Para-Xylylen aus der Gasphase unter Polymerisation dieser Verbindung entsteht.

Das Element nach der Erfindung kann weitere Strukturen aufweisen, deren Funktion über die Düsen-, Filter- oder/und Positionierfunktion des Elements hinausgeht.

Insbesondere kann das Element Teil eines Schwingungssystems, z.B. eines Biege- wandlers sein, wobei z.B. in einer Piezoscheibe eines Piezoaktors selbst Düsen- öffnungen gebildet sein können.

- 5 Die Öffnung kann zylindrisch oder/und konisch oder davon abweichend ausge- bildet sein. In einer Ausführungsform der Erfindung ist an die Öffnung eine Rander- höhung angeformt, z.B. um einen möglichst gerichteten Ausgangsstrahl zu er- zeugen. Die Öffnung kann einen Kanal in einer mikrofluidischen, ein- oder mehr- teilig aufgebauten Flusszelle bilden.

10

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beilie- genden, sich auf diese Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen:

- 15 Fig. 1 ein Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfindung mit zylin- drischen Durchgangsöffnungen,
 Fig. 2 ein Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfindung mit konischen Durchgangsöffnungen,
 Fig. 3 ein Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfindung mit konischen
 20 Durchgangsöffnungen, an denen eine Randerhöhung gebildet ist,
 Fig. 4 ein Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfindung mit einer sich nur über einen Teil der Oberfläche eines Grundkörpers erstreckenden Beschichtung,
 Fig. 5 ein scheibenförmiges Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfin-
 25 dung,
 Fig. 6 ein bogenförmig ausgebildetes Düsen- oder/und Filterelement nach der Erfindung,
 Fig. 7 – 10 Düsen- oder/und Filterelemente nach der Erfindung, welche Strukturen aufweisen, die über Düsenfunktionen hinausgehende Funktionen erfüllen,
 30 Fig. 11 weitere Ausführungsbeispiele für Elemente nach der Erfindung, und
 Fig. 12 eine die Herstellung von Elementen nach der Erfindung erläuternde Darstellung.

Ein in den Fig. 1 und 5 gezeigtes Düsen- oder/und Filterelement in der Form einer
 35 Platte weist einen im Spritzgießverfahren hergestellten Grundkörper 1 aus Kunststoff sowie eine durch Abscheidung auf den Grundkörper aufgebraute Beschichtung 2 aus Parylene auf. Die Beschichtung 2 ist durchgehend auf der gesamten Ober- fläche des Grundkörpers 1 gebildet. Das Element weist ferner durch die gesamte

Plattendicke durchgehende, in einem Array 6 aus Reihen und Spalten angeordnete Öffnungen 3 auf.

- 5 Den zylindrischen Öffnungen 3 entsprechen zylindrische Vorformungen in dem Grundkörper 1 mit einem Durchmesser D_0 . Für den Durchmesser D der Öffnungen 3 gilt: $D = D_0 - 2d$, wobei d die Dicke der Paryleneschicht ist. Wie Fig. 1 erkennen lässt, ist die Schichtdicke d in dem betreffenden Ausführungsbeispiel nahezu so groß wie der Durchmesser D der Öffnung 3.
- 10 Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 sind die Öffnungen 3 des Elements nicht zylindrisch sondern etwa konisch ausgebildet. Wie Fig. 3 zeigt, kann die Öffnung 3 eine Randerhöhung 4 aufweisen, welche der besseren Ausrichtung eines Austrittsstrahls dient.
- 15 Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Beschichtung 2 über die Innenseiten der Vorformungen im Grundkörper 1 hinaus nur eine Seite des Grundkörpers bedeckt. Auch die Elemente nach Fig. 2 bis 4 können die in Fig. 5 gezeigte Grundform aufweisen.
- 20 Ein in Fig. 6 dargestelltes Düsenelement ist nicht wie das Element von Fig. 5 plattenförmig sondern als gebogene Platte hergestellt, wobei die Achsen 5 der Öffnungen 3 fächerartig aufgespreizt sind. In entsprechender Geometrie lässt sich ein Sprühstrahl mit einem breiten definierten Öffnungswinkel erzeugen.
- 25 Fig. 7 zeigt eine Düsenplatte mit einem zentralen Array 6 von Durchgangsöffnungen 3 und mit weiteren Strukturen, deren Funktion über die Düsenfunktion der Platte hinausgeht. Einkerbungen 7 und 8 ermöglichen Schwingungen des die Öffnungen aufweisenden Plattenbereichs. Randabstufungen 9 und 10 dienen der Halterung des Elements.
- 30 Aus Fig. 8 geht eine Düsenplatte hervor, die in Bereichen von Locharrays 6 Ausnehmungen 11 aufweist. Die im Übrigen dickere Platte weist eine große mechanische Stabilität auf, insbesondere Druckstabilität. Die gegenüber der Plattendicke kurzen Öffnungsdurchgänge lassen sich mit besonders kleinen Öffnungsdurchmessern herstellen.
- 35 Fig. 9 zeigt eine Düsenplatte aus piezoelektrischer Keramik mit einem Locharray 6 im Verbund mit einem ringförmigen Gegenlager aus Kunststoff oder Metall. Die

einen Biegewandler bildende Anordnung eignet sich als Antrieb für einen Zerstäuber/ Dispenser.

5 Eine in Fig. 10 gezeigte Düsenplatte aus Kunststoff oder Metall für einen Zerstäuber/ Dispenser ist mit einer ringförmigen piezoelektrischen Keramikscheibe 13 verbunden.

10 Während bei den Ausführungsbeispielen von Fig. 1 bis 4 die Schichtdicke d eine mit dem Öffnungsdurchmesser D der Öffnungen 3 vergleichbare Größe aufweist, zeigt Fig. 11a in Draufsicht ein Element mit einer Öffnung 3, bei welchem die Schichtdicke d deutlich kleiner als der Öffnungsdurchmesser D ist. Die Schichtdicke d liegt in der Größenordnung der maximalen Toleranzschwankung des Durchmesser D der Lochvorformung im Grundkörper 1.

15 Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 11b ist dagegen die Schichtdicke d deutlich größer als der Öffnungsdurchmesser D . Der wesentlich größere Durchmesser D_0 der Vorformung im Grundkörper 1 lässt sich mit hoher Genauigkeit durch Spritzgießen oder/und Laserbearbeitung herstellen. Entsprechend genau ist dann der Durchmesser D der Öffnung 3 durch Abscheiden der Schicht 2 herstellbar.

20

Wie aus Fig. 12 hervorgeht, kann bei der Bildung der Schicht 2 ein den Öffnungsdurchmesser begrenzender Dorn 14 mit einer die Beschichtung 2 abweisenden Oberfläche verwendet werden.

25

30

35

Patentansprüche:

1. Düsen-, Filter- oder/und Positionierelement mit wenigstens einer als Düsen-, Filter- bzw. Positionieröffnung dienenden Öffnung (3),
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Innenwand der Öffnung (3) durch eine auf einem Grundkörper (1) abgeschiedene Beschichtung (2) gebildet und die Größe des Öffnungsquerschnitts durch die Dicke dieser Beschichtung (2) bestimmt ist.
- 10 2. Element nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dicke (d) der Beschichtung (2) wenigstens 5% des Öffnungsdurchmessers (D) beträgt.
- 15 3. Element nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schichtdicke (d) größer als der Öffnungsdurchmesser (D) ist.
- 20 4. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundkörper (1) eine ebene, gebogene oder biegbare Platte mit einer Anordnung (6) durch die Platte durchgehender oder/und innerhalb der Platte endender Öffnungsvorformungen umfasst.
- 25 5. Element nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung über die Innenseite der Öffnungsvorformung hinaus die Oberfläche des Grundkörpers (1) ganz oder teilweise bedeckt.
- 30 6. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundkörper (1) einen Kunststoff, eine, ggf. piezoelektrische, Keramik oder ein Metall umfasst.
- 35 7. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung (2) einen Kunststoff, ein Metall oder/und Glas umfasst.

8. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundkörper aus einem Kunststoff und die Beschichtung aus
Parylene besteht.
- 5
9. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Element Strukturen (7-11) aufweist, deren Funktion über die Düsen-,
Filter- oder Positionierfunktion des Elements hinausgeht.
- 10
10. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Element Teil eines Schwingungssystems ist, insbesondere eines
Biegewandlers.
- 15
11. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Öffnung (3) zylindrisch oder/und konisch ausgebildet ist.
- 20
12. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Öffnung (3), insbesondere ausgangsseitig, eine Randerhöhung (4)
aufweist.
- 25
13. Verfahren zur Herstellung eines Düsen-, Filter- oder/und Positionierelements,
das wenigstens eine als Düsen-, Filter- bzw. Positionieröffnung dienende Öff-
nung aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Grundkörper (1) mit einer der Öffnung (2) entsprechenden
Öffnungsvorformung hergestellt und die gewünschte Größe des Öffnungs-
30 querschnitts durch Abscheiden einer Beschichtung (2) auf der Innenwand
der Öffnungsvorformung hergestellt wird.
- 35
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundkörper (1) als Kunststoffteil durch Spritzgießen oder/und
Laserbearbeitung hergestellt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung (2) durch Abscheidung von Parylene hergestellt wird.
- 5 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass über die Innenwand der Öffnungsverformung hinaus der Grundkörper
(1) ganz oder teilweise beschichtet wird.
- 10 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dicke (d) der Beschichtung durch Zufuhr des Beschichtungs-
materials in einer bestimmten Menge oder/und Konzentration über eine be-
stimmte Zeit eingestellt wird.
- 15 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Auftragens der Beschichtung die Schichtdicke (d) oder
der Öffnungsdurchmesser (D) ständig gemessen und die Abscheidung ab-
gebrochen wird, wenn die gewünschte Größe der Öffnung erreicht ist.
- 20 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Abscheidung ein den Öffnungsdurchmesser (D) begrenzender
Dorn (14) verwendet wird.
- 25 20. Mikrofluidisches System zum Gewinnen, Manipulieren, Transportieren,
Analysieren oder/und Freisetzen kleiner Fluidmengen mit einem Element
nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bzw. einem nach dem Verfahren
gemäß einem der Ansprüche 13 bis 19 hergestellten Element.
- 30

1/3

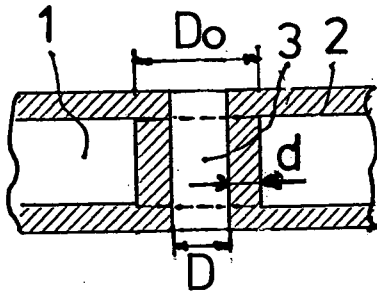


Fig. 1

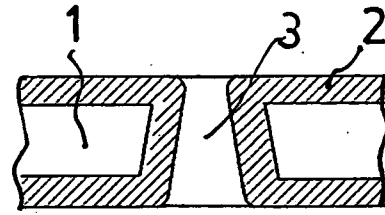


Fig. 2

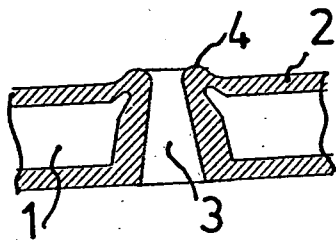


Fig. 3

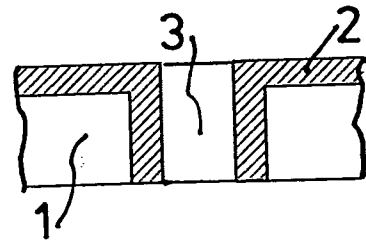


Fig. 4

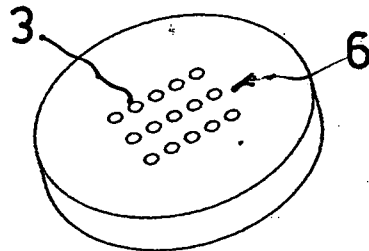


Fig. 5

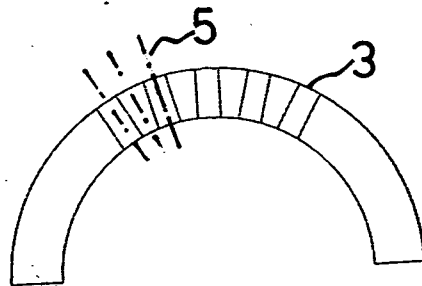


Fig. 6

2/3

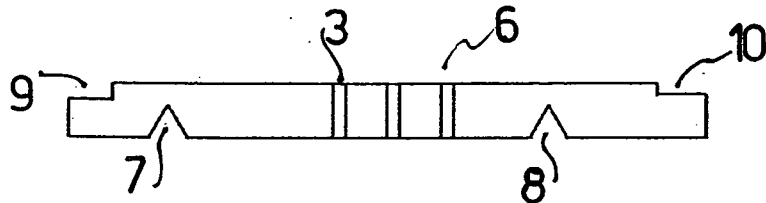


Fig. 7

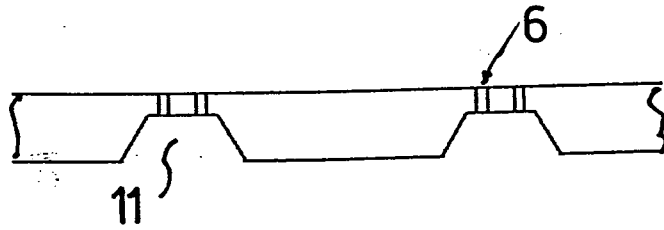


Fig. 8

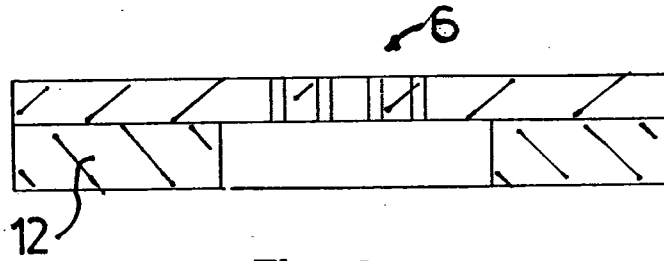


Fig. 9

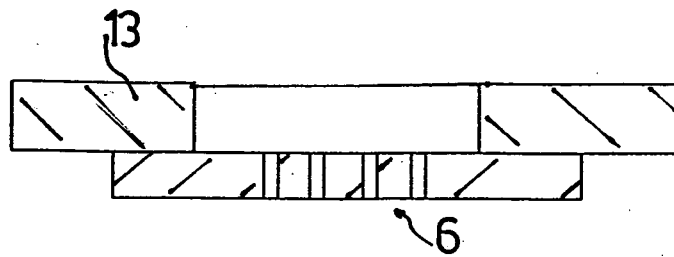


Fig. 10

3/3

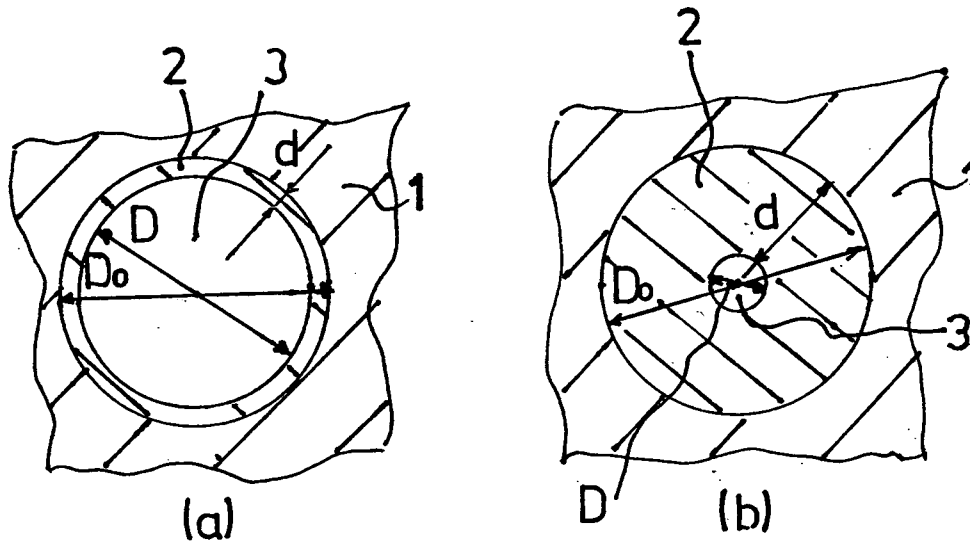


Fig. 11

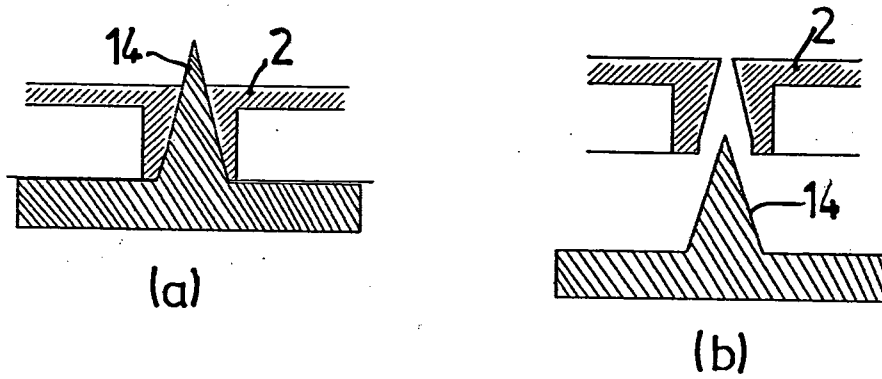


Fig. 12