



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.02.2003 Patentblatt 2003/09**

(51) Int Cl.7: **B41J 2/14**

(21) Anmeldenummer: **02010897.3**

(22) Anmeldetag: **16.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

- Franke, Thomas, Dipl.-Ing. Fh  
89075 Ulm (DE)
- Schmidt, Gerhard, Dipl.-Ing. Fh  
89081 Ulm (DE)
- Stempfle, Johann, Dipl.-Ing. Fh  
89284 Pfaffenhofen (DE)

(30) Priorität: **10.08.2001 DE 10139397**

(74) Vertreter: **Flaig, Siegfried, Dipl.-Ing.  
Mendelstrasse 12  
47239 Duisburg (DE)**

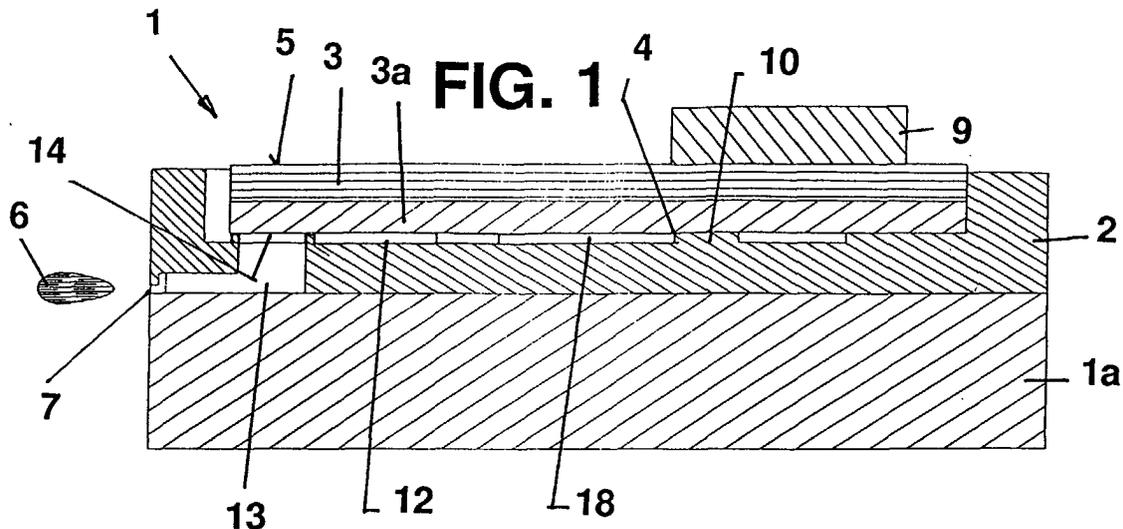
(71) Anmelder: **Tally Computerdrucker GmbH  
89275 Elchingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Beurer, Gerhard, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat.  
89073 Ulm (DE)**

(54) **Tropfenerzeuger für Mikrotropfen, insbesondere Düsenkopf für Tintendrucker**

(57) Ein Tropfenerzeuger für Mikrotropfen (6), insbesondere ein Düsenkopf für Tintendrucker, mit in einem Gehäuse (11) angeordneten Gruppen von piezoelektrisch betätigbaren Biegewandlern (1), die voneinander beabstandet mittels Wanddicken getrennt in Ausnehmungen geführt sind, mit unterhalb der Biegefingern (5) verlaufenden Flüssigkeits-Längskanälen (12) und einer Flüssigkeitskammer (13) mit einer Düse (7) kann

bei ausreichend dicken Kammerwänden, die eine Deformierung nicht zulassen, ein hoher Flüssigkeitsstrom aufrechterhalten werden, indem jeweils um eine Öffnung (14) der Flüssigkeitskammer (13) ein Randwulst (15) verläuft, der als Hubbegrenzung für den Biegefingern (5) dient und indem an die Öffnung (15) ein Schacht (16) zumindest in der Breite des Biegefingern (5) und in der Höhe der Grundplatte (1a) anschließt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Tropfenerzeuger für Mikrotropfen, insbesondere einen Düsenkopf für Tinten drucker, mit in einem Gehäuse angeordneten Gruppen von piezoelektrisch betätigbaren Biege wandlern, die voneinander beabstandet auf eine Teillänge mittels Wanddicken getrennt in Ausnehmungen seitlich geführt sind, wobei unter den Biegefingern in einer Rahmenplatte in Längsrichtung verlaufende Flüssigkeits-Längskanäle angeordnet sind und in der Grundplatte eine Flüssigkeitskammer gebildet ist, in die jeweils pro Biege wandler zumindest eine Düse mündet.

**[0002]** Der eingangs bezeichnete Tropfenerzeuger ist aus der EP 0 713 773 A2 bekannt. Jedoch verwendet die bekannte Bauweise Trennwände in voller Länge und Höhe mit entsprechenden Wanddicken zwischen den parallel nebeneinanderliegenden Biege wandlern. Es ist daher von einem Mikrotropfenerzeuger für einen Tinten drucker auszugehen, mit einem piezoelektrischen Biege wandler in einem Gehäuse, mit einem Biege kamm, dessen rückwärtiger, passiver Bereich mit einem quer verlaufenden Verbindungsdamm ausgestattet ist und dessen vorderer, aktiver Bereich aus Biege zungen besteht, die den Düsen zugeordnet sind, wobei der Biege wandler aus einer Trägerschicht und aus einer verbundenen piezoelektrischen Schicht besteht und an seiner Unterseite im passiven Abschnitt der Trägerschicht ein Stufenausschnitt neben einer Bohrung für einen Stift aufweist, so dass ein vorstehender Auflageabschnitt gebildet ist. Diese Ausbildung dient dem Ziel, dass zur Vermeidung des sog. Übersprechens von Biege wandler-Kammer zu Biege wandler-Kammer in einem vorderen, den Düsen zugewandten Bereich, der seitliche Flüssigkeitsdruckwellen zulässt, Störungen in der Bildung von Flüssigkeitstropfen vorgesehener Größe, zum einzu haltenden Zeitpunkt, dem Ausstoßwinkel und in der Frequenz der Biege wandler auftreten, zu vermeiden.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Übersprechen zwischen einzelnen Kammern ohne aufwendige und schwer beherrschbare Platzierung von Trennwänden zwischen den Biegefingern zu vermeiden, wobei sich in jeder Kammer ein Biege wandler befindet, dessen Biege zunge gegen die zugehörige Düse in der gemeinsamen Grundplatte ausschlägt, und bei ausreichend dicken Kammerwänden, in einem in der Fertigung beherrschbaren  $\mu\text{m}$ -Bereich für die dichte Montage einen hohen Flüssigkeitsstrom zu erzielen.

**[0004]** Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass jeweils um eine Öffnung der Flüssigkeitskammer ein Randwulst verläuft, der als Hubbegrenzung für den Biegefinger dient und dass an die Öffnung ein Schacht zumindest in der Breite des Biegefingers und in der Höhe bis zur Grundplatte anschließt. Der dadurch erreichte große Flüssigkeitseinlass an der Flüssigkeitskammer bewirkt einen effizienten Fluidstrom. Dieser Flüssigkeitsstrom reduziert die Drücke auf die umgebenden Wandungen. Unerwünscht hohe

Druckwellen werden vermieden. Bei Ausnutzung der vollen Strömungsbreite muss nur mit einem geringen Strömungswiderstand gerechnet werden. Da die Wandungen nach unten dicht abschließen, entsteht das Problem, Fertigungstoleranzen im  $\mu\text{m}$ -Bereich zu beherrschen, nicht. Eine besondere Verbesserung wird durch den Randwulst erzielt: Der Fluidstrom kann abgesichert werden und dadurch wird die ausgestoßene Flüssigkeitsmenge scharf begrenzt. Bei Auflage des Wulstes bis auf die Unterkante des Biege wandlers wird der Innenraum abgedichtet. Dadurch werden weitere Vorteile bei Schwankungen von Druck und Temperatur erzielt. Der aufliegende Biegefinger stellt somit eine Abdichtung dar, so dass keine Flüssigkeit durch Druck- und Temperaturschwankungen austreten kann.

**[0005]** Die Flüssigkeitszufuhr wird nach einer Ausgestaltung noch dadurch unterstützt, dass im Gehäuse über der Gruppe von Biegefingern ein gemeinsamer Flüssigkeitseinlass angeordnet ist.

**[0006]** Die Flüssigkeitszuführung wird ferner dadurch weiter verbessert, dass die Flüssigkeits-Längskanäle unter den Biegefingern in einem zu den Düsen abgewandten Bereich an eine zu den Biegefingern quer (meist senkrecht) verlaufende Fluidzuleitung angeschlossen sind.

**[0007]** Je nach Austrittsrichtung der Flüssigkeitstropfen kann es vorteilhaft sein, dass die Flüssigkeitskammer in der Rahmenplatte unterhalb dem Randwulst mit der Weite der (Eingangs-) Öffnung fortgesetzt ist und sich rechtwinklig bis zur Mündung der Düse erstreckt.

**[0008]** Eine Ausgestaltung sieht ferner vor, dass die Düsen in einer auf das Gehäuse und / oder die Rahmenplatte und / oder die Grundplatte aufgesetzten Düsenplatte angeordnet ist.

**[0009]** Die Austrittsrichtung der Flüssigkeitstropfen wird z.B. dadurch berücksichtigt, dass die Düsenplatte bei senkrecht durch die Grundplatte verlaufenden Düsen an der Unterseite der Grundplatte angeordnet ist.

**[0010]** Nach einer anderen Weiterbildung ist vorgesehen, dass an dem Randwulst jeweils ein Trennsteg in der Rahmenplatte verläuft. Dadurch wird die Druckausbreitung und das Übersprechen zur Nachbarkammer bis in Bereiche kleiner Biegefingerauslenkungen reduziert.

**[0011]** Dabei kann der Trennsteg jeweils zwischen zwei nebeneinander verlaufenden Randwülsten angeschlossen sein.

**[0012]** Um zu verhindern, dass der Biegefinger auf den Randwulst aufschlägt und ein Bruchschaden entsteht, ist es vorteilhaft, dass jeweils mittig zwischen zwei benachbarten Trennstegen eine zwischen die Trennstege reichende, entgegengesetzt gerichtete, vorstehende Abrollfläche vorgesehen ist. Dabei liegen der Randwulst, der Trennsteg, die Lagerstelle und die Abrollfläche in einer Ebene. Dadurch kann weiter das Dämpfungsverhalten des Biegefingers auf das Fluid angepasst werden. Vorteilhaft ist auch, dass die Flächen um den Randwulst und die Abrollebene bis zu den Trenn-

stegen vertieft sind.

**[0013]** Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, dass zwischen jeweils zwei, während der Herstellung durch einen Sägeschnitt gebildete Biegefingern ein Sägespalt eingearbeitet ist, der in seiner Breite der Dicke eines Kammerzwischenwand oder der Dicke eines Trennsteges entspricht.

**[0014]** In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert.

**[0015]** Es zeigen:

- Fig. 1 eine Längsschnitt durch den Biegewandler mit Grundplatte, Rahmenplatte, Flüssigkeitskammer und Düse,  
 Fig. 2 denselben Schnitt wie Fig. 1 mit einem Gehäuse,  
 Fig. 3 denselben Schnitt mit einer angeformten Düse,  
 Fig. 4A einen Teilschnitt in Richtung der Düsen mit Flüssigkeitskammer und Trennstegen,  
 Fig. 4B einen Teilschnitt in Richtung der Düsen in einer Ebene, in der Flüssigkeit in eine Nachbar-Flüssigkeitskammer gelangen kann,  
 Fig. 4C einen Teilschnitt in Richtung der Düsen bei Aufliegen der Biegefingern auf der Flüssigkeitskammer,  
 Fig. 5A eine Draufsicht auf die Rahmenplatte mit den Trennstegen,  
 Fig. 5B einen Schnitt durch Fig. 5A in der Ebene der Flüssigkeitskammer und  
 Fig. 6 eine Draufsicht auf die Rahmenplatte mit den Abrollflächen.

**[0016]** Der Tropfenerzeuger weist mehrere in Reihe angeordnete Biegewandler 1 auf, die jeweils aus einer auf einer Rahmenplatte 2 aufgeklebten Piezo-Platte 3 gebildet werden und anschließend durch Sägen in einzelne Biegewandler 1 in Abhängigkeit des Abstands zwischen zwei Düsen 7 getrennt werden. Die Rahmenplatte 2 besitzt Bereiche zum Fixieren der Piezo-Platte 3, die eine Lagerkante 4 für einen Biegefingern 5 bilden und andere Bereiche, in denen sich die Biegefingern 5 aus einer vorgespannten Lage in eine entspannte Lage schnellend bewegen, um jeweils einen Flüssigkeitstropfen 6 durch eine Düse 7 austreten zu lassen. Anstelle einer ebenen, bimorphen Multilayer-Piezoplatte 3a (passive Bauart - im Gegensatz zu der Multilayer-Piezoplatte 3b in aktiver Bauart) kann auch ein Biegekamm bei dem die Piezo-Platte 3 mit einem Verbindungsdamm 9 versehen ist und anschließend die einzelnen Biegefingern 5 durch Sägen hergestellt werden, auf die mit Ausschnitten, Absätzen, Ansätzen und Kanten (sog. Strukturen) versehene Rahmenplatte 2 aufgesetzt werden. Der Verbindungsdamm 9 wird ausgerichtet, zentriert und fixiert, z.B. durch Kleben oder Klemmen. Die Klebefläche für den Biegewandler 1 beträgt etwa 1/3 seiner Gesamtlänge. Dabei ergibt sich eine Ausrichtwir-

kung auf den freistehenden Biegefingern 5.

**[0017]** Die Rahmenplatte 2 weist die Lagerstelle 10 für den Biegewandler 1 und Hilfsmittel zum Ausrichten für die in einzelne Biegewandler 1 gegliederte Gruppe auf. Die Gruppe der Biegewandler 1 ist von einem Gehäuse 11 dicht umschlossen.

**[0018]** Unterhalb der Biegefingern 5 sind in der Rahmenplatte 2 in Längsrichtung verlaufende Flüssigkeits-Längskanäle 12 angeordnet, die in der Grundplatte 1a in einer Flüssigkeitskammer 13 enden. Jede Flüssigkeitskammer 13 weist zumindest eine Düse 7 auf.

**[0019]** Die Flüssigkeitszufuhr wird u.a. durch eine Öffnung 14 beeinflusst. Die Öffnung 14 besitzt einen größtmöglichen quadratischen (oder rechteckigen) Querschnitt, der sich aus den konstruktiven Abmessungen zwischen den Biegefingern 5 und den Düsen-Abständen ergibt. Um die Öffnung 14 der Flüssigkeitskammer 13 verläuft ein Randwulst 15, der sich im Bereich der größten Auslenkung des Biegefingern 5 befindet, der demzufolge als Hubbegrenzung für den Biegefingern 5 dient. An die Öffnung 14 schließt ein Schacht 16 zumindest in der Breite des Biegefingern 5 und in der Höhe bis zur Grundplatte 1a an. Der Schacht 16 ist ohne wesentliche Einengung bis zur Düse 7 geführt. Bei stirnseitigem Tropfenaustritt (Fig. 1 - 3) wird der Fluidstrom umgelenkt.

**[0020]** Eine ausreichend große Flüssigkeitsmenge wird grundsätzlich dadurch bereitgestellt, indem im Gehäuse 11 über der Gruppe von Biegefingern 5 ein gemeinsamer Flüssigkeitseinlass 17 angeordnet ist (Fig. 2). Außerdem sind die Flüssigkeits-Längskanäle 12 unter den Biegefingern 5 in einem zu den Düsen 7 abgewandten Bereich an eine zu den Biegefingern 5 quer oder senkrecht verlaufende Fluidzuleitung 18 angeschlossen.

**[0021]** Die Flüssigkeitskammer 13 in der Rahmenplatte 2 setzt sich unterhalb dem Randwulst 15 mit der Weite 14a fort und erstreckt sich im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 rechtwinklig bis zur Mündung 19 der Düse 7.

**[0022]** Die Düse 7 kann in einer auf das Gehäuse 11 und / oder die Rahmenplatte 2 und / oder die Grundplatte 1a aufgesetzten Düsenplatte 20 angeordnet sein.

**[0023]** Bei senkrecht durch die Grundplatte 1a verlaufenden Düsen 7, ist die Düsenplatte 20 an der Unterseite der Grundplatte 1a angeordnet. Damit kann die Düsengeometrie ohne Einschränkungen optimiert werden.

**[0024]** Weiterhin verläuft an dem Randwulst 15 jeweils ein Trennsteg 21 in der Rahmenplatte 2. Die tiefen Schächte 16 sind durch diese Trennstege 21 voneinander getrennt. Bei kleinen Düsenöffnungen unmittelbar unter dem Biegefingern 5 wird ein großer Teil der Flüssigkeit seitlich zu einem benachbarten Biegewandler 1 gedrückt (vgl. Fig. 4B) Die Anordnung eines Stößels an der Spitze des Biegefingern 5 erhöht die Kräfteinleitung, ohne den Flüssigkeitsnachfluss zu beeinträchtigen.

**[0025]** Gemäß Fig. 5A ist jeweils mittig zwischen zwei

benachbarten Trennstegen 21 eine zwischen die Trennstege 21 reichende, entgegengesetzt gerichtete, vorstehende Abrollfläche 22 mit Stegbreite gebildet. Grundsätzlich kann durch solche Trennstege in oder auf der Rahmenplatte 2 ein Austreten einer Druckwelle in den Wirkungsbereich eines benachbarten Biegewandlers 1 weiter verringert werden. Es ist zweckmäßig, die Trennstege nur im Bereich der Flüssigkeitskammer 13 auszubilden und nicht bis zur Lagerkante 4 zu führen. Dadurch wird der Flüssigkeitsstrom unter die Biegefingerg 5 sichergestellt und ein auswaschbares Füllmittel unter der Piezo-Platte 3 kann leicht eingebracht und nach einem Sägeschnitt 23 wieder entfernt werden. Beim Aufkleben der Piezo-Platte 3 kann sich diese an den Trennstegen 21 abstützen, so dass ein genaues Abstandsmaß der Piezo-Platte 3 erreicht wird.

**[0026]** Zwischen jeweils zwei, während der Herstellung durch einen Sägeschnitt 23 gebildeten Biegefingern 5 wird ein Sägespalt 23a eingearbeitet, der in seiner Breite der Dicke einer Kammerzwischenwand 8 oder der Dicke eines Trennstegs 21 entspricht. Das Sägen der Piezo-Platte 3 in der Ebene der Trennstege 21 oder der Kammerzwischenwand 8 bis auf die Höhe (den Beginn) der Trennstege 21, die leicht angesägt werden, ergibt eine exakte Zuordnung der Biegefingern 5 zur Flüssigkeitskammer 13 und zu den Trennstegen 21. Zwischen den Trennstegen 21 und der Kante der Piezo-Platte 3 kann beim Sägen ein seitlicher Luftspalt erzeugt werden, so dass das Fluid bei Betätigung nicht unter dem Biegefingern 5 eingeschlossen wird und die Bewegung dämpft. Die Biegefingern 5 sind um eine minimale Toleranz schmaler als der Abstand der Trennstege 21.

#### Bezugszeichenliste

##### [0027]

1	Biegewandler
1a	Grundplatte
2	Rahmenplatte
3	Piezo-Platte
3a	Multilayer (passiv)
3b	Multilayer (aktiv)
4	Lagerkante
5	Biegefingern
6	Flüssigkeitstropfen (Mikrotropfen)
7	Düse
8	Kammerzwischenwand
9	Verbindungsstamm
10	Lagerstelle
11	Gehäuse
12	Flüssigkeits-Längskanäle
13	Flüssigkeitskammer
14	Öffnung
14a	Weite
15	Randwulst
16	Schacht
17	Flüssigkeitseinlass

18	Fluidzuleitung
19	Mündung der Düse
20	Düsenplatte
21	Trennsteg
5 22	Abrollfläche
23	Sägeschnitt
23a	Sägespalt

#### 10 Patentansprüche

1. Tropfenerzeuger für Mikrotropfen, insbesondere Düsenkopf für Tintendrucker, mit in einem Gehäuse (11) angeordneten Gruppen von piezoelektrisch betätigbaren Biegewandlern (1), die voneinander beabstandet auf eine Teillänge mittels Wanddicken getrennt in Ausnehmungen geführt sind, wobei unter den Biegefingern (5) in einer Rahmenplatte (2) in Längsrichtung verlaufende Flüssigkeits-Längskanäle (12) angeordnet sind und in der Grundplatte (1a) eine Flüssigkeitskammer (13) gebildet ist, in die jeweils pro Biegewandler (1) zumindest eine Düse (7) mündet,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** jeweils um eine Öffnung (14) der Flüssigkeitskammer (13) ein Randwulst (15) verläuft, der als Hubbegrenzung für den Biegefingern (5) dient und dass an die Öffnung (14) ein Schacht (16) zumindest in der Breite des Biegefingern (5) und in der Höhe bis zur Grundplatte (1a) anschließt.
2. Tropfenerzeuger nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** im Gehäuse (11) über der Gruppe von Biegefingern (5) ein gemeinsamer Flüssigkeitseinlass (17) angeordnet ist.
3. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Flüssigkeits-Längskanäle (12) unter den Biegefingern (5) in einem zu den Düsen (7) abgewandten Bereich an eine zu den Biegefingern (5) quer verlaufende Fluidzuleitung (18) angeschlossen sind.
4. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Flüssigkeitskammer (13) in der Rahmenplatte (2) unterhalb dem Randwulst (15) mit der Weite (14a) der Öffnung (14) fortgesetzt ist und sich rechtwinklig bis zur Mündung (19) der Düse (7) erstreckt.
5. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Düsen (7) in einer auf das Gehäuse (11) und / oder die Rahmenplatte (2) und / oder die Grundplatte (1a) aufgesetzten Düsenplatte (20) angeordnet sind.

5

6. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Düsenplatte (20) bei senkrecht durch die Grundplatte (1 a) verlaufenden Düsen (7) an der Unterseite der Grundplatte (1a) angeordnet ist.

10

7. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** an dem Randwulst (15) jeweils ein Trennsteg (21) in der Rahmenplatte (2) verläuft.

15

8. Tropfenerzeuger nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet;**

**dass** der Trennsteg (21) jeweils zwischen zwei nebeneinander verlaufenden Randwulsten (15) abgeschlossen ist.

20

9. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** jeweils mittig zwischen zwei benachbarten Trennstegen (21) eine zwischen die Trennstege (21) reichende, entgegengesetzt gerichtete, vorstehende Abrollfläche (22) vorgesehen ist.

25

30

10. Tropfenerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zwischen jeweils zwei, während der Herstellung durch einen Sägeschnitt (23) gebildete Biegefinger (5) ein Sägespalt (23a) eingearbeitet ist, der in seiner Breite der Dicke einer Kammerzwischenwand (8) oder der Dicke eines Trennstegs (21) entspricht.

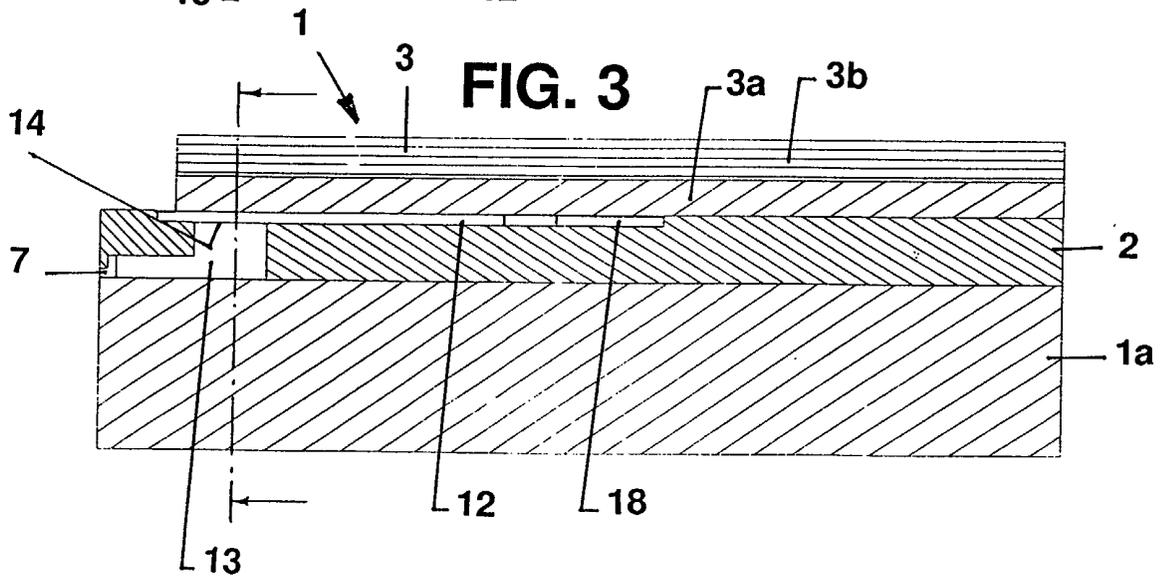
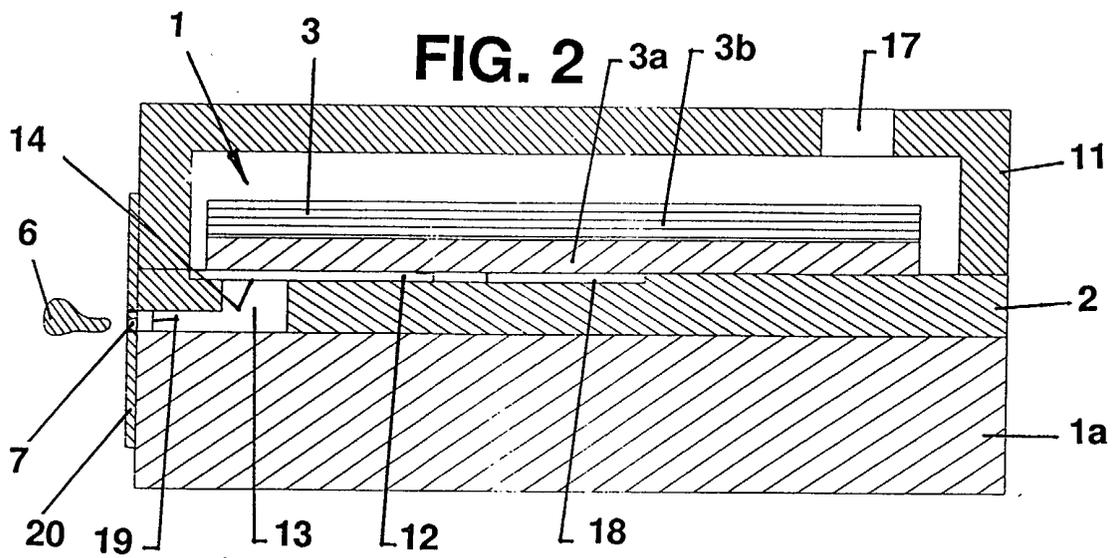
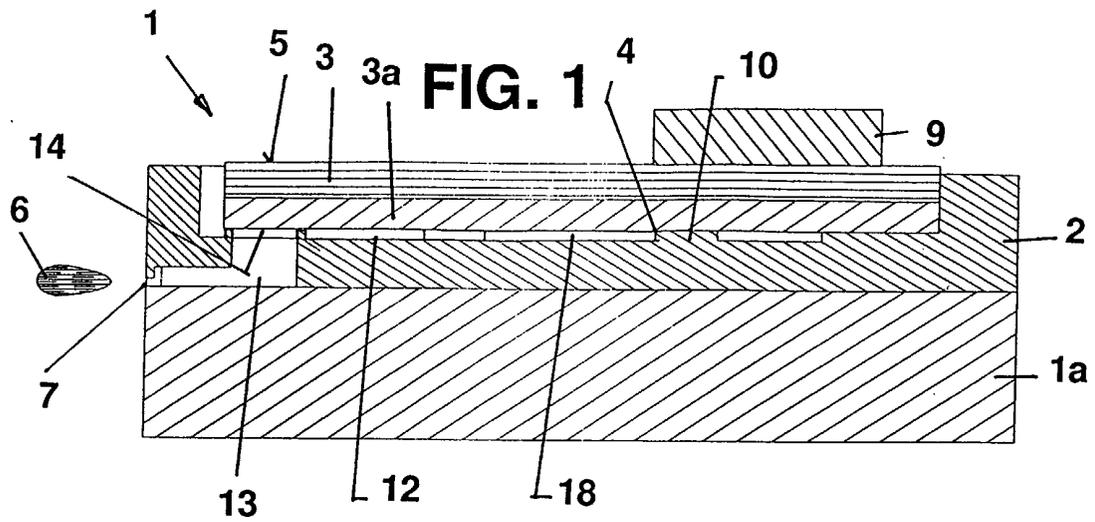
35

40

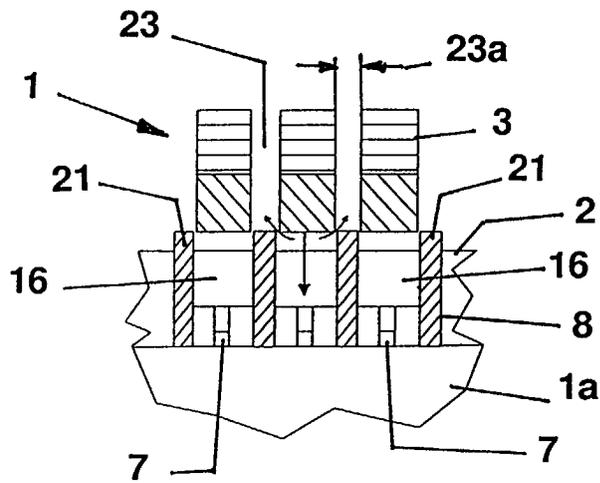
45

50

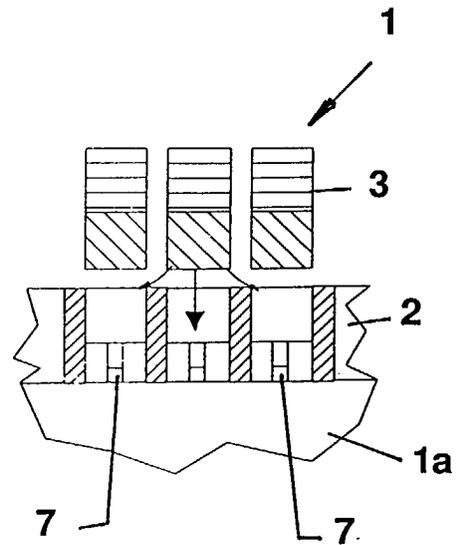
55



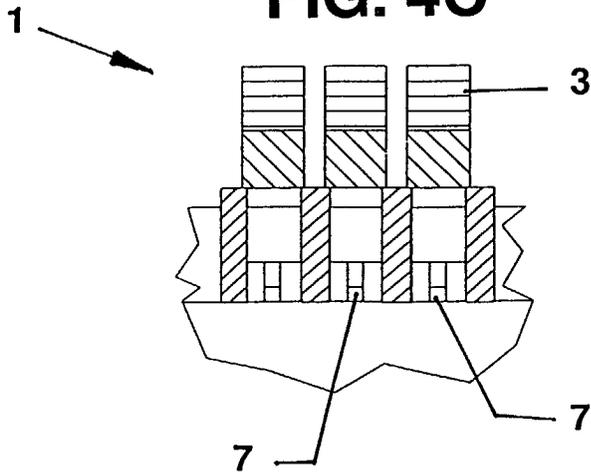
**FIG. 4A**



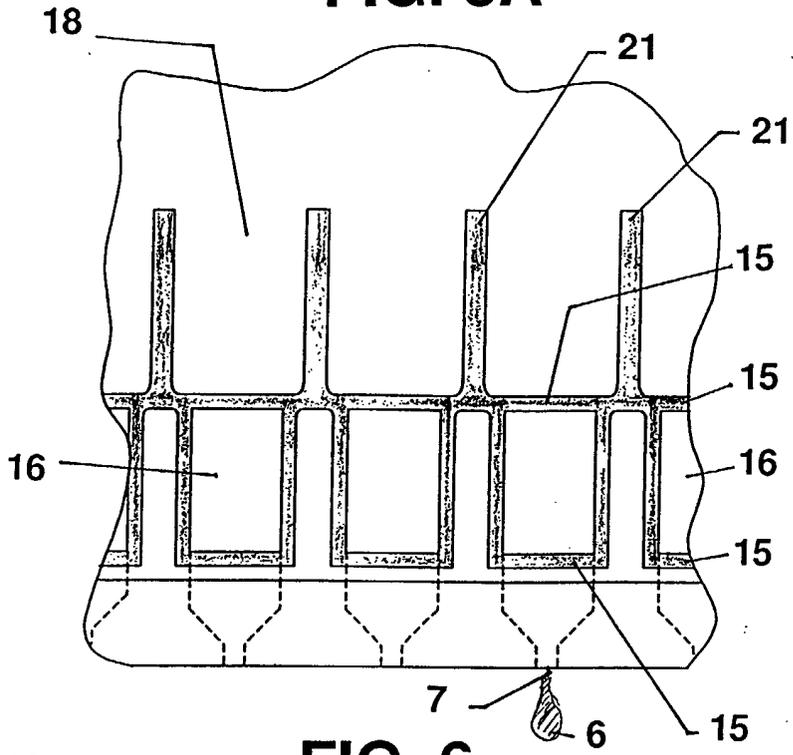
**FIG. 4B**



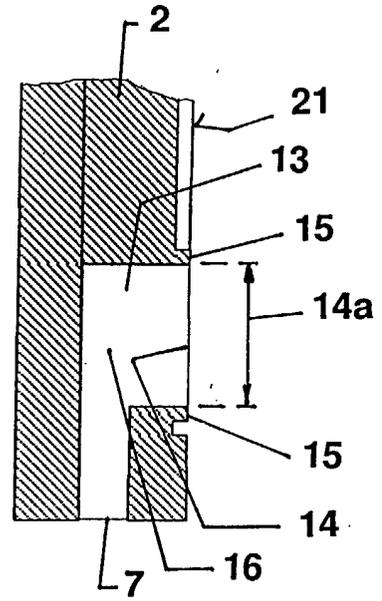
**FIG. 4C**



**FIG. 5A**



**FIG. 5B**



**FIG. 6**

