

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 726 152 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.1996 Patentblatt 1996/33

(51) Int. Cl.⁶: **B41J 2/16**

(21) Anmeldenummer: 96250101.1

(22) Anmeldetag: 12.01.1993

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: 31.07.1992 DE 4225799

(62) Anmeldenummer der früheren Anmeldung nach Art.
76 EPÜ: 93250012.7

(71) Anmelder: **Francotyp-Postalia Aktiengesellschaft
& Co.**
16547 Birkenwerder (DE)

(72) Erfinder:
• Thiel, Wolfgang Dr.
13503 Berlin (DE)
• Günther, Stephan
13465 Berlin (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 30 - 04 - 1996 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Herstellungsverfahren für einen Tintenstrahldruckkopf**

(57) Das Herstellungsverfahren ist insbesondere für einen Tintenstrahldruckkopf nach dem Edge-Shooter-Prinzip geeignet, bei welchem jedes Kammern tragendes Teil mit Mitteln zum Zuführen und zum Austreiben von Tinte aus jeweils einer Düse zugeordneten Kammer ausgerüstet ist und bei welchem alle Düsen in einer einzigen Reihe liegen. Nach einer Vorbehandlung des Plattenmaterials zur Erzielung vorgenannter Teile, aus welchen der Druckkopf sich aufbaut, erfolgt ein Maskieren und Ätzen aller Platten in einem parallelen Plattenbearbeitungsprozeß für alle Einzelteile, wobei eine spezielle Bearbeitung von Kammern tragenden Teilen vorgesehen ist. Separierte fertiggestellte Einzelteile werden zu einem Modul verbunden, um ihn anschließend zu tempern. Nach einem Kontaktieren, Aufbringen der Piezo-Elemente wird das Modul gereinigt bevor ein Montieren zum Druckkopf mit anschließendem Test erfolgt.

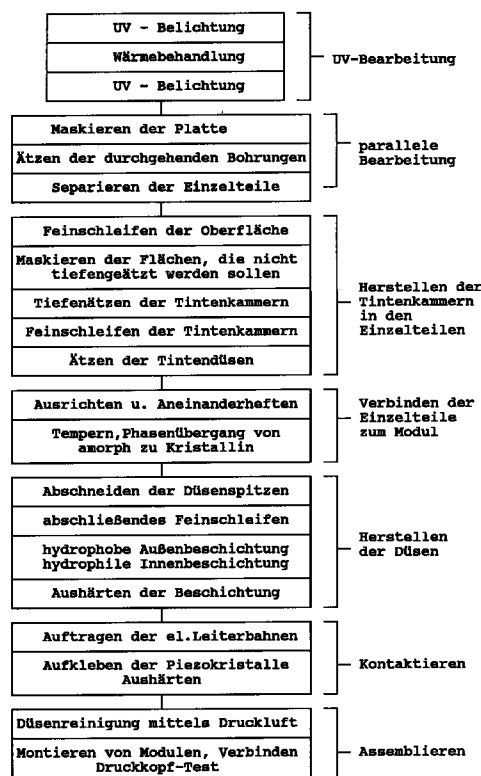


Fig. 8

EP 0 726 152 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für einen Tintenstrahldruckkopf gemäß der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

Ein solcher Tintenstrahldruckkopf kann in kleinen schnellen Druckern eingesetzt werden. Solche werden beispielsweise für Frankiermaschinen zum Frankieren von Postgut verwendet.

Es ist bekannt, daß Tintenstrahldruckköpfe nach dem Edge-shooter- oder nach dem Face-shooter-Prinzip aufgebaut sind (First annual ink jet printing workshop, March 26-27, 1992, Royal Sonesta Hotel, Cambridge, Massachusetts). Bisher wurden Anstrengungen unternommen, die Abmaße der Kammern zu minimieren, um die Düsendichte zu erhöhen. Auch wurden bereits die Düsenkammern zur Stirnkante hin konzentriert angeordnet. Jedoch ist dieses Prinzip nur bei Tintenstrahlmodulen mit wenigen Düsen in einer Reihe sinnvoll und versagt bei einer hohen Anzahl von Düsen.

Es ist hinlänglich bekannt, daß eine erste Generation von Tintenstrahldruckköpfen nach dem Edge-shooter-Prinzip aus einzelnen Impulsstrahlern aufgebaut waren, die aus einer länglichen Tintenkammer mit rechteckigen Querschnitt und einem darüber angeordneten aufgeklebten Piezokristall bestehen (BIS CAP Ink Jet Printing Conference, Monterey, California, 11-13. November 1991).

Bei einer späteren Generation wurde dann eine Düsenplatte vor einen einstückigen Tintenstrahldruckkopf, der mehrere Kammern aufweist, angeordnet. Die Kammern liegen nicht mehr mit der kleineren Kammerfläche, sondern nunmehr mit der größeren Kammerfläche parallel nebeneinander. Die Piezokristalle bilden dabei die Kammerwände (shared wall concept, Ink Jet Printing Conference, 11-13. November 1991).

Aus der DE 34 45 761 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Wandleranordnung aus einer einzelnen Platte eines Wandlerwerkstoffes bekannt. Nach dem Beschichten der unteren Plattenoberfläche mit einer Membranschicht erfolgt eine Materialentfernung aus der oberen Oberfläche, um getrennte Bereiche zu erzeugen, die auf der Membran oberhalb jeder Druckkammer (Fläche 25,4 mm * 2,54 mm) angeordnet sind. Damit entfällt die Notwendigkeit mittels Klebstoff eine Haftverbindung zwischen Wandlerwerkstoff und Membran herzustellen und die Gleichmäßigkeit aller Abstände wird verbessert. Der resultierende Düsenabstand ist jedoch relativ groß.

Weiterhin ist aus der US 46 80 595 ein Face-shooter mit einer Düsenlinie zwischen zwei Gruppen von Tintenkammern bekannt, der eine verdoppelte Düsendichte aufweist. Jeder rechteckigen Druckkammer sind ein Versorgungskanal und eine Düse sowie eine Schwingplatte mit piezokeramischem Element zugeordnet. Nachteilig ist hierbei jedoch, daß die in der Tintenzuführung und in jeder Kammer auftretenden Druckwellen ein Übersprechen auf weitere Druckkammern bewirken können. Nur durch sehr aufwendige

Maßnahmen kann dieses Übersprechen nachträglich beseitigt werden. Ein weiterer Nachteil ist, daß diese Tintenstrahldruckköpfe in einem aufwendigen und teuren Herstellungsprozeß hergestellt werden müssen.

Aus der US 47 03 333 ist auch bekannt, solche aus schräg übereinander versetzt angeordneten Face-shooter-Modulen aufgebauten Tintenstrahldruckköpfe für eine geneigte Anordnung zur Oberfläche eines Aufzeichnungsträgers herzustellen. Tintenstrahldruckköpfe mit einer geneigten Anordnung zur Oberfläche eines Aufzeichnungsträgers erzeugen eine gleichmäßigere Aufzeichnung auch bei schwankender Dicke des Aufzeichnungsträgers. Die Herstellung solcher Druckköpfe erfordert jedoch eine Vielzahl von Herstellungsschritten. Es ist schwierig, die erforderliche Genauigkeit bei einem solch aufwendigen Gesamtaufbau jedes Druckkopfes zu garantieren. Ebenfalls aufwendig gestaltet sich auch die beim Betrieb erforderliche elektrische Ansteuerung solcher Druckköpfe mit gegeneinander versetzten Düsenreihen.

Die bereits beim Face-shooter-ink-jet-Modul mit zwei symmetrisch zur Düsenlinie angeordneten Gruppen von Tintenkammern erreichte doppelte Düsendichte in einer Reihe wird bisher bei Edge-shooter-ink-jet-Modulen mit einer Düsenreihe nicht erreicht. Um die doppelte Abbildungsdichte zu erreichen, werden mehrere Düsenreihen zueinander horizontal und vertikal versetzt angeordnet.

Eine solche versetzte Anordnung von zwei Düsenreihen ist auch bei einem - in der Figur 2 gezeigten - Edge-shooter-Modul bekannt (First Annual Ink Jet Printing Workshop, March 26-27, 1992, Royal Sonesta Hotel, Cambridge, Massachusetts). Ein derartiger Modul besteht aus insgesamt nur drei Teilen (Glasstücken), einem Öffnungen aufweisenden Mittelteil und zwei Seitenteilen mit jeweils einer Reihe an Tintenkammern und einer Düsenreihe an der Stirnseite des jeweiligen Seitenteils. Die beiden Reihen an Tintenkammern und die Düsenreihen an der Stirnseite des jeweiligen Seitenteils sind dabei zueinander versetzt, was wieder die bereits genannten Nachteile beim Zusammenfügen des Moduls und bei der Ansteuerung mit sich bringt.

Diese Nachteile verschärfen sich noch zusätzlich, wenn ein Tintendruckkopf aus mehreren solchen Modulen zusammengesetzt ist. So muß der Versatz der einzelnen Düsenreihen exakt gleich sein. Außerdem wäre jeder Modul einzeln jeweils über eine Tintenzuführungslleitung und jeweils einen Filter an einen Tintenvorratsbehälter anzuschließen.

Bei einer gegeneinander versetzten Anordnung von zwei Reihen mit jeweils einer geringen Düsendichte in jeder Reihe sind aufgrund einer erforderlichen Mindestgröße der Tintenkammer die minimalen Abstände zwischen den Düsen nicht weiter reduzierbar.

Herstellungsbedingt ist es unmöglich, für alle Düsen eine gleichbleibende Düsengröße zu erreichen, denn es müssen Kanäle in separate Glasstücke geätzt werden. Bereits geringe Größen- oder Materialunter-

schiede zwischen den Glasstücken führen zu Abweichungen der Düsenform und Position.

Es ist Aufgabe, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und ein Herstellungsverfahren mit niedrigen Herstellungskosten für einen Ink-jet-Druckkopf mit einer hohen Düsendichte pro Reihe zu schaffen.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Ausgehend von der Zielstellung, Tintenstrahldruckköpfe für eine geneigte Anordnung zur Oberfläche eines Aufzeichnungsträgers herzustellen, um eine gleichmäßigere Aufzeichnung auch bei schwankender Dicke des Aufzeichnungsträgers zu erzeugen, wird ein Ink-jet-Druckkopf, der einen In-Line-Modul mit einem Kantenausstoß aufweist, vorgeschlagen.

Das Verfahren zur Herstellung des Tintenstrahldruckkopfes, geht von der CAD-Entwicklung eines Druckkopfdesigns und einer Maskenherstellung für eine photosensible Glasplatte aus.

Zur Erzeugung der gegen Ätzmittel empfindlichen aus der Glasplatte zu entfernenden Teile werden die maskierten Glasplatten mindestens einmal einer Bestrahlung mit UV-Licht entsprechender Wellenlänge mit anschließender Wärmebehandlung ausgesetzt.

In einem parallelen Bearbeitungsprozeß werden dann die zu entfernenden Bereiche aus der Platte entfernt (herausgeätzt) und danach die Einzelteile für das Mittelteil und die Kammern tragenden Teile separiert.

Anschließend erfolgen gesonderte Herstellungsverfahrensschritte für die Kammern tragenden Teile, um die Tintenammern und die Düsen herzustellen. Die Dauer des Ätzbades bestimmt dabei die Schichtdicke des entfernten Materials.

Jeweils drei Einzelteile, bestehend aus jeweils zwei Kammern tragenden Teilen und einem Mittelteil, werden ausgerichtet und aneinandergeheftet sowie anschließend getempert.

Zum Abschluß erfolgt eine Sonderbehandlung der Düsenkanäle und der Hohlräume (Kammern) und der Außenkante des Moduls, bevor der Druckkopf kontaktiert und montiert wird.

Die Erfindung geht davon aus, daß beim Kantenausstoß die Düsenreihe mit einer hohen Düsenzahl in einem Seitenteil eines Moduls untergebracht werden kann. Erstmals ist auf erfindungsgemäße Weise eine höhere Düsendichte, völlig unabhängig von den Abmaßen der Tintenammern, erreichbar.

Die Abmaße der Tintenammern können nun sogar vergrößert werden, ohne daß die Düsendichte vermindert wird.

Die weiteren Vorteile neben der erhöhten Düsendichte des Edge-Shooter-Ink-Jet-In-Line-Druckkopfes (ESIJIL-Druckkopf) sind:

- Durch die in demselben Glasstück angeordneten Düsen, ist es möglich, für alle Düsen eine gleichbleibende Düsengröße und einen gleichen Abstand zu erreichen. Das ist dann der Fall, wenn vor dem

Diffusions-Bond-Prozeß entsprechende Kanäle in das das Seitenteil des Moduls bildende Glasstück geätzt werden. Das reduziert auch die Herstellungskosten.

- Gegenüber der üblichen Konstruktion mit einer horizontalen Ausrichtung von zwei Reihen von Düsen ist ein Überlappen des jeweils zweiten Kammern tragenden Teils mit einer versetzten Kammergruppe mit größerer Toleranz möglich.
- Die erfindungsgemäße vertikale Ausrichtung des Teils mit den Düsen und eines Kammern tragenden Teils mit einer seitlich versetzten Kammergruppe ist unkritisch, da alle Düsen nur auf einer Seite des Druckkopfes sind. Dies reduziert auch die Kosten.
- Die Düsenreihe macht es in unaufwendiger Weise möglich, den Druckkopf in einer geneigten Anordnung zum Aufzeichnungsträger anzuordnen.
- Die elektrische Ansteuerung des Tintenstrahldruckkopfes kann einfacher ausgeführt werden, weil keine Kompensation des Düsenreihenabstandes durch zeitliche Staffelung der Drucksteuersignale erforderlich ist.

In vorteilhafter Weise kann ein solcher Tintenstrahldruckkopf aus mehreren Modulen aufgebaut sein, wobei nur einer der Module die Düsenreihe trägt oder aus einem mehrteiligen Modul besteht. Es ist weiterhin vorgesehen, daß die Stirnkante des Kammern tragenden Teils, das die Düsenreihe trägt, am Rand oder in der Mitte eines Moduls angeordnet ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Figur 1a, Prinzip eines Edge-Shooter-Ink-Jet-Druckkopfes nach dem Stand der Technik

Figur 1b, Prinzip eines Face-Shooter-Ink-Jet-Druckkopfes nach dem Stand der Technik

Figur 1c, Prinzip des erfindungsgemäßen Aufbaues eines Edge-Shooter-Ink-Jet-In-Line-Druckkopfes

Figur 2, Aufbau eines Edge-Shooter-Ink-Jet-Druckkopfes nach dem Stand der Technik

Figur 3, Aufbau des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes in einer ersten Variante

Figur 4, Röntgenbild des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes in Draufsicht,

- Figur 5a, Detail des Röntgenbildes
- Figur 5b, Schnitt durch die Linie A-A
- Figur 5c, Schnitt durch die Linie B-B
- Figur 6a, Detail des Röntgenbildes einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes in Draufsicht,
- Figur 6b, Schnitt durch die Linie A-A
- Figur 6c, Schnitt durch die Linie B-B
- Figur 6d, Röntgenbild der Frontansicht
- Figur 7a, Frontansicht einer dritten Variante des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes,
- Figur 7b, Röntgenbild der Frontansicht nach Figur 7a
- Figur 8, Herstellungsverfahren für den erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes,

In der Figur 1a ist das bekannte Prinzip eines Edgeshooter-Tintenstrahldruckkopfes in perspektivischer Ansicht dargestellt. Er besteht aus einem Modul, an dessen Stirnseite zwei zueinander in y-Richtung versetzte Düsenreihen liegen. Dabei gehört zur Düsen-

gruppe 1.1 der ersten Reihe eine erste Gruppe 101 an Tinten-kammern und zur Düsen- 30 gruppe 1.2 der zweiten Reihe eine Gruppe 102 an Tinten-kammern.

In der Figur 1b ist das bekannte Prinzip eines Face-Shooter-Ink-Jet-Tintenstrahldruckkopfes in perspektivischer Ansicht dargestellt. Er besteht aus einem Modul, in dessen Grundfläche zwei zueinander in z-Richtung versetzte Düsen- 35 gruppen 1.1 und 1.2 in einer Reihe liegen. Aus einem Ansaugraum 151 bzw. 152 wird jeweils eine Gruppe an Tinten-kammern 101 bzw. 102 für die 40 Düsen- 30 gruppe 1.1 bzw. für die versetzten Düsen- 35 gruppe 1.2 mit Tinte versorgt.

Die Figur 1c zeigt in perspektivischer Ansicht das erfindungsgemäße Prinzip eines Edge-Shooter-Ink-Jet-In-Line-Druckkopfes (ESIJIL). Er besteht aus einem Modul, an dessen Stirnseite $k \geq 2$ zueinander horizontal versetzte Düsen- 45 gruppen 1.1, 1.2 usw. in einer Reihe liegen. Der Tintenfluß von den Kammergruppen 101 - 104 im Volumen des Moduls wird an die Stirnkante des ersten Kammern tragenden Teils, welches quasi ein Seitenteil des Moduls bildet, geleitet. Die Kammern einer Gruppe 101 - 104 sind dabei in y-Richtung gestafelt und deren zugehörige abgehende Tintenkanäle werden so an die Druckkante geführt, daß sie Düsen 1.1 - 1.4 bilden, die in einer Reihe liegen aber dennoch einen sehr geringen Abstand haben. In der Figur 1c ist dies erreicht, in dem die abgehenden Tintenkanäle einen gewissen seitlichen Versatz in z-Richtung aufweisen. Ebenso können in einer anderen Ausführungsvari-

ante die Kammern 101 - 104 selbst diesen seitlichen Versatz in z-Richtung aufweisen. Die Aneinanderreihung derartiger Anordnungen ergibt schließlich die gewünschte Zahl an Düsen in einer Reihe. In Fig. 1c sind der Übersicht halber nur zwei solche Anordnungen gezeichnet. Der seitliche Abstand der Düsen in z-Richtung ist dabei viel kleiner als der seitliche Abstand zweier in z-Richtung benachbarter Kammern 101 und 101 oder 102 und 102 usw. Die Tintentropfen werden aus den Düsen in x-Richtung ausgestoßen. Die Achsen x, y, z stehen jeweils orthogonal zueinander. Das Hinzufügen weiterer Kammern 105, 106 usw. in y-Richtung ist prinzipiell möglich, und lediglich vom Aufwand begrenzt. Seine positive Wirkung, nämlich Bildung nur einer Düsenreihe mit minimalem Düsenabstand, entfaltet das erfinderische Prinzip bereits mit 2 Kammergruppen 101 und 102.

Der Aufbau eines bekannten -in der Figur 2 gezeigten zweireihigen Edge-Shooter-Ink-Jet-Moduls besteht aus 3 Keramik- oder Glasteilen. Ein erstes Teil, welches auf seiner linken Seite eine erste Kammergruppe trägt, wird über ein Mittelteil mit einem zweiten Teil, welches auf seiner rechten Seite eine zweite Kammergruppe trägt, so in y-Richtung verbunden, daß die Kammern innen am Mittelteil anliegen und zueinander seitlich (horizontal) versetzt sind. Jede Kammer ist über einen ersten Kanal mit einem Ansaugraum und mit einem zweiten Kanal mit der Stirnkante des Moduls verbunden. Jeder der zweiten Kanäle bildet eine Düse. Es ist relativ schwierig, den Abstand der beiden Düsenreihen exakt einzuhalten. Abweichungen führen aber bei konstanter zeitlicher Ansteuerung der beiden Düsenreihen zu Abweichungen im Druckbild, wodurch die Druckqualität gemindert wird. Das Mittelteil weist eine erste Öffnung auf, die die Ansaugräume beider Außenteile miteinander und mit einer Tintenzuführungsöffnung verbindet. Außerdem sind Öffnungen für die Befestigungsmittel vorhanden.

Der in der Figur 3 gezeigte Modul einer ersten Variante eines erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes ($k=2$) besteht ebenfalls aus 3 Teilen, wobei jedoch das erste Kammern enthaltene Teil 2 alle Düsen 1 trägt, wobei das Mittelteil 3 eine Anzahl an zweiten und dritten Öffnungen 14 und 9 zusätzlich zu der ersten Öffnung 18, welche die Tintenzuführungsöffnung 16 mit einem in der Figur 3 nicht dargestellten Ansaugraum 15 verbindet, aufweist. Eine Tinten-kammergruppe 101 und der Ansaugraum 15 befinden sich auf der in der Figur 3 nicht sichtbaren linken Seite des ersten Teils 2. Das zweite Kammern enthaltene Teil 4 trägt keine Düsen sondern nur noch die zweite Tinten-kammergruppe 102, welche über die zweiten Öffnungen 14 des Mittelteils 3 mit Tinte versorgt wird. Die zugehörigen weiteren Düsen sind über die dritten Öffnungen des Mittelteils 3 mit den Tinten-kammern des zweiten Teils 4 verbunden. Die Teile 2 - 4 werden in Richtung der y-Achse montiert.

Das in der Figur 4 gezeigte Röntgenbild des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopf-Modules in Draufsicht verdeutlicht die In-Line-Anordnung der Düsen und

den seitlichen Versatz der Tintenammergruppen 101 des ersten Kammern tragenden Teiles 2 und der Gruppe 102 des zweiten Kammern tragenden Teiles 4, zeigt die Lage der ersten Öffnung 18 im Mittelteil 3 zu der Tintenzuführungsöffnung 16 und zum Ansaugraum 15, der zweiten Öffnungen 14, die mit dem Ansaugraum 15 in Verbindung stehen und der dritten Öffnungen 9, die die Tinte den Düsen der zweiten Düsengruppe 1.2 zuführen. Es ist vorgesehen, daß die Düsen der Düsengruppe 101 mit den Düsen der Düsengruppe 102 innerhalb der Düsenreihe alternieren.

In der Figur 5a ist ein Detail des Röntgenbildes aus der Figur 4 vergrößert dargestellt. Den im ersten Teil 2 gelegenen Kammern 11 der ersten Kammergruppe 101 sind Düsen der ersten Düsengruppe 1.1 in demselben Teil 2 zugeordnet. Aus einem Ansaugraum 15 wird die Kammer 11 über einen der Kanäle 13 mit Tinte versorgt. Ein entsprechender Schnitt auf der Linie A-A durch die Zeichnung in Figur 5a ist in der Figur 5b dargestellt. Den im zweiten Teil 4 gelegenen Kammern 12 der zweiten Kammergruppe 102 sind Düsen der zweiten Düsengruppe 1.2 im anderen Kammern tragenden Teil 2 zugeordnet, wie aus dem in der Figur 5c gezeigten Schnitt B-B ersichtlich ist. Aus dem im ersten Kammern tragenden Teil 2 gelegenen Ansaugraum 15 gelangt Tinte über einen anderen der Kanäle 13 und über eine der im Mittelteil 3 gelegenen zweiten Öffnungen 14 in die Kammer 12 des zweiten Kammern tragenden Teils 4. Von der Kammer 12 zur entsprechenden in dem ersten Kammern tragenden Teil 2 gelegenen Düse der Düsengruppe 12 besteht eine Verbindung über jeweils eine dritte Öffnung 9 im Mittelteil 3.

Die Figur 6a, b, c und d zeigen eine zweite Variante der erfindungsgemäßen Lösung. In der Figur 6a ist wieder eine Draufsicht auf ein Detail als Röntgenbild und in Figur 6d ist hierzu eine Vorderansicht eines Druckkopfes als Röntgenbild dargestellt. Dem Röntgenbild werden Schnitte C-C, D-D und E-E in der Ansicht Figur 6d überlagert. Daraus wird in Verbindung mit der Figur 6a die Lage der Tintenammergruppen 101, 102, 103 und 104 ersichtlich. Die Figur 6b zeigt eine Überlagerung von Schnitten durch die Linien A-A und A1-A1 der Figuren 6a und 6d. Die Figur 6c zeigt eine Überlagerung von Schnitten durch die Linien B-B und B1-B1 der Figur 6a und 6d.

Die In-Line-Düsengruppen 1.1 - 1.4 von $k=4$ Kammergruppen 101, 102, 103, 104 befinden sich in einem jeweils ersten Teil 2, welches selbst nur eine erste 101 der $k=4$ Kammergruppen aufweist. Eine jeweils zweite Düsengruppe 1.2 im ersten Teil steht in Verbindung mit einer Kammer 12 der zweiten Kammergruppe 102 im zweiten Kammern tragenden Teil, die gegenüber einer Kammer 11 der ersten Kammergruppe 101 des ersten Kammern tragenden Teils 2 versetzt angeordnet ist, wobei die zweite Kammergruppe 102 durch Öffnungen 14 im Mittelstück 3 mit Tinte versorgt wird.

Erfindungsgemäß sind im Mittelstück 3 zweite Öffnungen 14 zur Versorgung der zweiten Düsengruppe 1.2 mit Tinte vorhanden. Gegenüber den Öffnungen 9 in

dem jeweiligen Mittelstück sind Öffnungen 10 im jeweils ersten Kammern tragenden Teil und eine Verbindung des zweiten Kammern tragenden Teils zur Verbindung der Kammern der jeweils zweiten Kammergruppe 102 mit den Düsenkanälen der zweiten Düsengruppe 1.2 im jeweils ersten Kammern tragenden Teil vorhanden.

Aus jeweils einem gemeinsamen Ansaugraum 15 im jeweils ersten Kammern tragenden Teil erfolgt die Versorgung der Tintenammern 11, 12 im jeweils ersten und jeweils zweiten Kammern tragenden Teil. Die Tintenzuführung zum Ansaugraum 15 geschieht über eine Öffnung 16 in demjenigen Teil 2, welches ein Seitenteil des Druckkopfes bildet, und über entsprechende Öffnungen 18, 22 im jeweiligen Mittelstück und weiteren Öffnungen 17, 19, 21 in den Kammern tragenden Teilen 2, 4, 6 und einer Öffnung 20 im Abstandsteil 5.

Ein - in den Figuren 1 bis 6a nicht gezeigtes - piezoelektrisches Element 31 dient als hinlänglich bekanntes Mittel zum Austreiben von Tinte aus einer Kammer und kann auf der Kammeroberfläche oder in der Kammer angeordnet sein, um bei seiner Erregung einen Druck über die nachgiebige Kammerwand auf die Tintenflüssigkeit in der Kammer auszuüben, was zum Austritt eines Tintenstrahls aus der an die Kammer angeschlossene Düse führt. In den Figuren 6b, 6c und 6d ist ein solches piezoelektrisches Element 31 auf der Kammeroberfläche angeordnet. So ist z.B. die Kammer 12 von dem Element 31 durch eine dünne aus dem Material des Kammern tragenden Teils 4 bestehende Schicht 30 getrennt, welche so elastisch ist, daß die Biegeenergie des Elements 31 nur unwesentlich gedämpft wird. Ein Abstandsteil 5 weist eine entsprechende Aussparung 32 für das piezoelektrische Element 31 auf.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des Erfindungsgedankens ist jeweils eine längliche Öffnung in den Kammern tragenden Teilen vorgesehen, die mit einer entsprechend um 90° gedrehten länglichen Öffnung in den Mittelteilen und Abstandsteilen in Verbindung steht. Ein aus derartigen einzelnen Modulen aufgebauter Tintenstrahlendruckkopf kennt keine Toleranzprobleme beim Zusammenfügen.

Durch die - in den Figuren 6a, b, c - sichtbaren und angedeuteten rechteckigen Öffnungen ist keine aufwendige Ausrichtung mit einer sehr hohen Genauigkeit beim Zusammenfügen der Teile mehr nötig, wie sie bisher beim Zusammenfügen von Teilen mit versetzten Düsenreihen erforderlich war. Die Form der Öffnungen kann in einer weiteren Variante oval oder als Langloch ausgebildet sein, wobei der kleine Durchmesser der Öffnungen den Durchlaßquerschnitt für den Tintenstrom bestimmt. Bei einer größeren Abweichung vom runden oder rechteckigen Querschnitt sind die Öffnungen 9 und 10 auch zweireihig auf Linien C-C und D-D anordenbar.

Es ist vorgesehen, daß bei einem Aufbau aus mehreren Modulen ein erster die Düsenreihe tragender Modul aus zwei Kammern tragenden Teilen 2 und 4, deren Kammergruppen 101 und 102 einem Mittelteil 3 zugewandt sind und mindestens ebenso ein zweiter

Modul aus zwei Kammern tragenden Teilen 6 und 8 und einem Mittelteil 7 aufgebaut ist, daß jeder Modul einen Ansaugraum 15, 25 aufweist, daß ein Abstandsteil 5 mindestens zwischen den Modulen vorhanden ist, welches eine Tintenzuführungsöffnung 20 und Tintendurchführungsöffnungen 23, 26, die den Kammern des zweiten Moduls zugeordnet sind, sowie eine Aussparung 32 für das Mittel zum Austreiben 31 von Tinte aus einer Kammer aufweist, daß die Öffnungen 23, 24 an den dritten Öffnungen der Kammern tragenden Teile und der Mittelteile angeschlossen sind, um Tinte den Düsen aus den jeweiligen Kammern zuzuleiten, daß die Ansaugräume 15, 25 jedes Moduls über zweite Öffnungen 14, 24 mit den Kammern der Kammergruppen 101, 102, 103, ..., 10k verbunden sind, um Tinte zuzuführen und daß in jedem Modul erste Öffnungen 18, 22 vorhanden sind, um die Tintenzuführung zu den Ansaugräumen zu sichern.

Das Herstellungsverfahren geht davon aus, daß ein Modul aus jeweils 3 Teilen zusammengesetzt ist und mit piezoelektrischen Elementen versehen und kontaktiert wird. Ein zweiter Modul wird mit dem ersten Modul über ein Abstandsteil 5 zu einem ESIJIL-Druckkopf zusammengefügt, wobei der zweite Modul mit den Teilen 6, 7, 8 keine Düsen aufweist, sondern nur entsprechende Öffnungen, die mit den dafür vorgesehenen Öffnungen in den Teilen 2, 3, 4 des ersten Moduls in Verbindung stehen.

In einer dritten Variante wird ein ESIJIL-Druckkopf aus einem einzigen mehrteiligen Modul aufgebaut. In der Figur 7a ist eine Frontansicht mit der In-Line-Düsenreihe und in der Figur 7b ein Röntgenbild der Vorderansicht beziehungsweise eine Überlagerung der Schnitte durch die Linien C-C und E-E dargestellt. Auf dieser Linie C-C liegen alle dritten Öffnungen. Weitere Öffnungen auf einer Linie D-D sind nicht vorgesehen. Es ist erkennbar, daß allein die Düsenabmaße die maximale Anzahl an Düsen auf der Reihe bestimmen. Besteht ein Erfordernis nach vergrößerten Kammerabmaßen, müßte lediglich das Volumen des Druckkopfes erhöht werden. Natürlich ist es zusätzlich ebenfalls bei Bedarf möglich, höhere Toleranzanforderungen durch solche in den Figuren 6 erläuterten Maßnahmen mit dritten Öffnungen auf einer Linie D-D zu lösen.

Im Unterschied zu den Abstandsteilen in den Figuren 6 sind hier die Abstandsteile zweiteilig und bestehen aus dem selben Material wie die piezoelektrischen Elementen (schwarz gekennzeichnet). Diese Elemente werden aus dem piezoelektrischen Material herausgearbeitet, welches auf der Kammeroberfläche angeordnet ist, wobei jedoch der Rand erhalten bleibt und nur in der unmittelbaren Umgebung der Elemente 31 Hohlräume 32 entstehen. Im Rand sind sowohl Tintenzuführungsöffnungen als auch zweite und dritte Öffnungen herausgearbeitet. Nachdem die piezoelektrischen Elemente herausgearbeitet sind, werden diese kontaktiert, wobei Leiterbahnen auch auf dem Kammerboden und/oder außen auf der Schicht 30 verlaufen können.

In der Figur 8 sind die einzelnen Schritte für ein Herstellungsverfahren des erfindungsgemäßen ESIJIL-Druckkopfes aufgezeigt.

Das Verfahren zur Herstellung des Tintenstrahl-druckkopfes, geht von der CAD-Entwicklung eines Druckkopfdesigns und einer Maskenherstellung für eine photosensible Glasplatte aus.

Mittels Masken, welche die Struktur der verschiedenen herzustellenden Teile aufweisen, wird eine photosensible Platte aus amorphem Glas maskiert und einer UV-Bestrahlung ausgesetzt. Die bestrahlten Bereiche können später ca. 100 mal schneller geätzt werden, als unbestrahlte Bereiche. Nach einer Wärmebehandlung erfolgt eine nochmalige UV-Bestrahlung.

Zur Erzeugung der gegen Ätzmittel empfindlichen aus der Glasplatte zu entfernenden Teile werden die maskierten Glasplatten mindestens einmal einer Bestrahlung mit UV-Licht entsprechender Wellenlänge mit anschließender Wärmebehandlung ausgesetzt.

In einem parallelen Bearbeitungsprozeß werden dann die zu entfernenden Bereiche aus der Platte entfernt (herausgeätzt) und danach die Einzelteile für das Mittelteil und die Kammern tragenden Teile separiert.

Zu den parallelen Bearbeitungsschritten für mehrere Teile eines Moduls gehört das Maskieren und anschließende Ätzen der durchgehenden Öffnungen.

Anschließend erfolgen gesonderte Herstellungsschritte für die Kammern tragenden Teile, um die Tinten-kammern und die Düsen herzustellen. Die Dauer des Ätzbades bestimmt dabei die Schichtdicke des entfernten Materials.

Vor dem Herstellen der Tinten-kammern wird die alte Maskenschicht durch Feinschleifen der Oberfläche der Kammerteile entfernt. Anschließend wird die Oberfläche in den Bereichen maskiert, die nicht tiefengeätzt werden sollen. Nach dem Ätzen der Tinten-kammern erfolgt ein Feinschleifen der Einzelteile auf Endmaß und ein anschließendes Maskieren zur Herstellung der Versorgungs-kanäle und der Tintendüsenkanäle, die eine geringere Tiefe als die Kammern aufweisen sollen. Der Materialabtrag erfolgt wieder durch Ätzen. Im Sonderfall wird nur die Ätzempfindlichkeit der UV-bestrahlten Bereiche des Materials ausgenutzt und eine Maske kann entfallen.

Es ist vorgesehen, daß für die drei Bereiche Ätzmittel mit unterschiedlicher Konzentration zum Einsatz kommen, um die entsprechenden Bereiche mit unterschiedlicher Tiefengenauigkeit entfernen zu können, wobei die Tiefengenauigkeit beim Ätzen der Bereiche für durchgehende Bohrungen geringer ist als beim Ätzen sehr flacher Bereiche für die Kanäle in den Kammern tragenden Teilen und wobei zuerst die durchgehenden Bohrungen, dann die Kammern und dann die Düsenkanäle geätzt werden. Es ist weiterhin vorgesehen, daß die Dicke der Bodenschicht 30 beim Ätzen der Kammern überwacht wird und daß die zum Abschluß der Herstellung der Kammern erforderliche Dicke der Bodenschicht 30 der Kammern durch Feinschleifen jeder der Kammern tragenden Teile erreicht wird.

Beim Separieren der Einzelteile werden die fertigen Mittelteile ausgesondert.

Jeweils drei Einzelteile, bestehend aus jeweils zwei Kammern tragenden Teilen und einem Mittelteil, werden ausgerichtet und aneinandergeheftet sowie anschließend getempert.

Die Einzelteile werden in einem Modul verbunden, wobei die Einzelteile ausgerichtet werden. Nach einem Aneinanderheften der Einzelteile ist ein Modul entstanden, welches anschließend getempert wird. Beim Tempern findet im Glasmaterial ein Phasenübergang von amorph zu kristallin statt.

Beim Abschneiden der Düsenspitzen mit einer rotierenden Trennscheibe entsteht eine gerade Stirnkante. Eine ebene Oberfläche wird durch abschließendes Feinschleifen erreicht.

Zum Abschluß erfolgt eine Sonderbehandlung der Düsenkanäle und der Hohlräume (Kammern) und der Außenkante des Moduls, bevor der Druckkopf kontaktiert und montiert wird.

Durch Spülen mit einer ersten geeigneten handelsüblichen Flüssigkeit entsteht eine hydrophile Innenbeschichtung. Durch Behandlung der Stirnkante mit einer zweiten geeigneten Flüssigkeit wird eine hydrophobische Außenbeschichtung erreicht. Nach dem Aushärten der Oberschicht sind die Düsen fertiggestellt.

Die Auftragung der elektrischen Leiterbahnen auf die Kammeroberfläche, das Aufbringen der Piezokristalle und das Kontaktieren erfolgt in einer an sich bekannten Weise. Die Piezokristalle können einzeln aufgeklebt werden mit anschließendem Aushärten. Es kann andererseits auch eine Schicht aus piezoelektrischem Material auf die Kammeroberfläche aufgetragen werden, welches anschließend strukturiert und kontaktiert wird. Das Beschichten kann durch Sputtern erfolgen.

Zum Abschluß erfolgt noch eine Düsenreinigung mittels Druckluft.

Die Herstellung der Kammern und der durchgehenden Bohrungen in den Einzelteilen kann in einer weiteren Variante des Herstellungsverfahrens in einem Schritt erfolgen. Dazu ist es erforderlich, daß die UV-Belichtung durch verschiedene Masken wiederholt wird, bevor die Platte geätzt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht in einer UV-Belichtung mit unterschiedlicher Intensität. Die Platte weist dann in unterschiedlichen Bereichen eine unterschiedliche Empfindlichkeit beim Ätzen auf. Auch die Trennlinie zwischen den einzelnen Teilen wird mit angeätzt, was ein nachträgliches Vereinzeln vereinfacht. Die aufzutragende Maske enthält ausgesparte Bereiche für die Kammern und die Bohrungen gleichzeitig. Nach dem Ätzen erfolgt ein Feinschleifen auf Endmaß, wenn die Dicke der Schicht 30 am Kammerboden erreicht wird. Die Herstellung der Tintendüsen und der piezoelektrischen Elemente, sowie die Kantenherstellung, erfolgt auf die o.g. bekannte Weise. In dieser Variante wird zum Kontaktieren der Kammergrund benutzt. Anschließend wird die Platte in Einzel-

teile zerteilt, die anschließend zu einem Modul montiert werden.

In einer weiteren Variante wird auch oder nur die Rückseite der Kammeroberfläche mit piezoelektrischen Elementen bestückt und kontaktiert. Beim Kontaktieren vor dem Vereinzeln ist es vorteilhaft, daß auch die Mittelteile mit Leiterbahnen versehen werden können. Dadurch kann eine Leitungsführung von den anderen Schichten zu den oberen Schichten des Moduls kreuzungsfrei erfolgen, auch wenn sehr viele Elemente zu kontaktieren sind. Die Moduleinzelteile werden ausgerichtet aufeinandergeheftet und getempert, wobei ein Phasenübergang von amorph zu kristallin erfolgt. Es ist vorgesehen, daß Abstandsteile zwischen den Modulen liegen bzw. zusätzlich angeordnet sind und daß die Abstandsteile aus dem Plattenmaterial oder aus einer auf die Oberfläche der Platte aufgetragenen Schicht aus piezoelektrischem Material hergestellt werden, wobei ein Strukturieren durch Ätzen erfolgt. Ein Druckkopf kann aus mehreren Modulen montiert werden oder besteht nur aus einem Modul, der nach außen geführte Leiterbahnen aufweist, die extern kontaktiert werden. Der Druckkopf wird abschließend in einem Gehäuse untergebracht und kann auf Funktionsfähigkeit getestet werden, um fehlerhafte Exemplare auszusondern. In einer weiteren Ausführungsform besteht das Plattenmaterial oder ein Teil der Einzelteile aus einer photosensiblen Keramik. Glasteile und/oder Keramikteile können untereinander auch durch eine Klebverbindung verbunden werden.

Die Erfindung ist nicht auf die vorliegenden Ausführungsform beschränkt. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung von Tintenstrahl-druckköpfen, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - parallele Plattenbearbeitung bei der Herstellung von durchgehenden Bohrungen in allen Teilen,
 - spezielle Bearbeitung von Kammern tragenden Teilen,
 - Verbinden der Einzelteile zu mindestens einem Modul mit anschließendem Tempern,
 - Aufbringen und Kontaktieren der piezoelektrischen Elemente mit aufgetragenen Leiterbahnen,
 - Assemblieren zum Druckkopf.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Masken für den Vorbehandlungspro-

zeß von Plattenmaterial erstellt werden, um aus dem Plattenmaterial Bereiche für mindestens die Tintenkammern, Düsenkanäle und Zuführungskanäle, für den Ansaugraum und für durchgehende Öffnungen gezielt entfernen zu können, daß im Vorbehandlungsprozeß Platten über Masken mindestens einmal einer Bestrahlung mit UV-Licht entsprechender Wellenlänge mit anschließender Wärmebehandlung ausgesetzt werden, daß in einem parallelen Prozeß die zu entfernenden Bereiche aus der Platte herausgeätzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Vorbehandlungsprozeß der Platten alle zu entfernenden Bereiche mit UV-Licht gleicher Wellenlängen und Intensität ausgesetzt werden, daß vor dem Herausätzen der photosensibilisierten Bereiche der Platte eine erste Maske auf die Platte aufgebracht wird, wodurch erste Bereiche aus der Platte herausgeätzt werden, daß nach dem Herausätzen der ersten Bereiche die erste Maske wieder entfernt und eine zweite Maske auf die Platte aufgebracht wird, um zweite Bereiche aus der Platte herauszuätzen, daß nach dem Herausätzen der zweiten Bereiche die zweite Maske wieder entfernt und daß dritte Bereiche aus der Platte herausgeätzt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Vorbehandlungsprozeß unterschiedliche Masken für das Plattenmaterial in Einsatz kommen, wobei Bereiche der Platte einer öfteren oder stärkeren Bestrahlung mit UV-Licht entsprechender Wellenlängen ausgesetzt sind als andere Bereiche der Platte, wodurch die Bereiche des Plattenmaterials, die unterschiedlich sensibilisiert für das Ätzmittel sind, entstehen, daß im Prozeß der parallelen Plattenbearbeitung eine Maske für unterschiedlich tief zu entfernende Bereiche auf die Platte aufgetragen wird und daß ein Ätzmittel bestimmter Konzentration zum Einsatz kommt.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die drei Bereiche Ätzmittel mit unterschiedlicher Konzentration zum Einsatz kommen, um die entsprechenden Bereiche mit unterschiedlicher Tiefengenauigkeit entfernen zu können, wobei die Tiefengenauigkeit beim Ätzen der Bereiche für durchgehende Bohrungen geringer ist als beim Ätzen sehr flacher Bereiche für die Kanäle in den Kammern tragenden Teilen und wobei zuerst die durchgehenden Bohrungen, dann die Kammern und dann die Düsenkanäle geätzt werden.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke der Bodenschicht (30) beim Ätzen der Kammern überwacht wird und daß die zum Abschluß der Herstellung der Kam-

mern die erforderliche Dicke der Bodenschicht (30) der Kammern durch Feinschleifen jeder der Kammern tragenden Teile erreicht wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der parallelen Bearbeitung des Plattenmaterials Einzelteile aus der Platte separiert und getrennt weiterbearbeitet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Ätzen der durchgehenden Bohrungen in allen Einzelteilen die Einzelteile separiert werden, daß die Kammern tragenden Teile nach dem Feinschleifen der Oberfläche maskiert werden, daß durch Tiefenätzen der nicht maskierten Bereiche Hohlräume oder/und Tintenkammern in den Kammern tragenden Teilen erzeugt werden, daß durch Feinschleifen auf Endmaß der einen Oberfläche die Tiefe der Kammern, daß durch Feinschleifen auf Endmaß der anderen Oberfläche die erforderliche Dicke der Bodenschicht (30) am Kammergrund exakt eingestellt und daß durch das Feinschleifen die Maske für das Tiefenätzen entfernt wird sowie daß anschließend ein Ätzen der Tintendüsen erfolgt.
9. Verfahren nach dem Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Ätzen der Tintendüsen im wesentlichen photosensibilisiertes Plattenmaterial entfernt wird oder daß vor dem Ätzen eine dritte Maske aufgebracht wird.
10. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2, 4, 6, 7 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Herstellung der Hohlräume, Kammern und durchgehenden Bohrungen parallel in einem Schritt erfolgt, nachdem die zu entfernenden Bereiche auf dem Plattenmaterial unterschiedlich photosensibilisiert worden sind, woraus eine unterschiedliche Ätzgeschwindigkeit resultiert, daß nach der Herstellung der erforderlichen Tiefe der Hohlräume und der Kammern und der erforderlichen Dicke der Bodenschicht (30) der Kammern tragenden Teile eine Separierung in Einzelteile vorgenommen wird, daß anschließend die Tintendüsen in die Kammern tragenden Teile geätzt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß im parallelen Plattenbearbeitungsprozeß die Trennlinien zwischen den Einzelteilen auf der Platte mit angeätzt werden, um ein nachfolgendes Separieren zu erleichtern.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Ätzen der Tintendüsen mindestens vereinzelte Plattenstücke, wie Kammern tragende Teile, Mittelstücke zu einem Modul zusammengefügt werden, wobei

nach einem Ausrichten der Einzelteile ein Aneinanderheften erfolgt, daß die aneinander gehefteten Einzelteile miteinander dauerhaft verbunden werden und anschließend eine gerade Stirnkante durch Abschneiden der Düsen spitzen und durch Feinschleifen eine ebene Oberfläche der Stirnkante entsteht, daß durch Spülen der Hohlräume des Moduls mit einer ersten Spezialflüssigkeit eine hydrophile Innenbeschichtung und durch eine Behandlung der Oberfläche der Stirnkante mit einer zweiten Spezialflüssigkeit eine hydrophobische Außenbeschichtung, welche anschließend ausgehärtet werden, entstehen.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Herstellen der Düsen und der Beschichtung ein Aufbringen der elektrischen Leiterbahnen und der Piezokristalle auf den Kammergrund oder/und auf die Außenoberfläche der Bodenschicht (30) sowie daß ein Kontaktieren erfolgt. 5
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Piezokristalle aufgeklebt werden und die Klebeverbindung ausgehärtet wird. 10
15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Platte, aus welcher die Einzelteile hergestellt werden, aus amorphem, photosensiblen Glas besteht, daß die dauerhafte Verbindung der Einzelteile zu einem Modul durch Tempern erfolgt, wobei die Temperatur so gewählt ist, daß ein Phasenübergang von amorph zu kristallin erfolgt. 15
16. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der Leiterbahnen und/oder einer Schicht aus piezoelektrischem Material durch Sputtern erfolgt, daß die piezoelektrische Schicht strukturiert und kontaktiert wird. 20
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß einzelne Module über mindestens ein Abstandsteil miteinander verbunden zu einem Tintenstrahlendruckkopf assembliert werden oder ein mehrteiliges Modul verwendet wird, und daß ein Einbau des Tintenstrahlendruckkopfes in ein Gehäuse und ein Herstellen von elektrischen Verbindungen erfolgt. 25
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandsteile aus dem Plattenmaterial oder aus einer auf die Oberfläche der Platte aufgetragenen Schicht aus piezoelektrischem Material hergestellt werden, wobei ein Strukturieren durch Ätzen erfolgt. 30

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandsteile aus dem Plattenmaterial im parallelen Plattenbearbeitungsprozeß vor dem Separieren strukturiert werden.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Düsenreinigung mittels Druckluft nach Fertigstellung eines jeden Moduls und/oder nach Fertigstellung des Druckkopfes erfolgt.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Fertigstellung des Druckkopfes dessen Funktionsfähigkeit getestet wird und daß fehlerhafte Exemplare ausgesondert werden.

22. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des parallelen Plattenbearbeitungsprozesses oder danach ein Aufbringen von elektrischen Leiterbahnen auf die Mittelteile erfolgt, um eine kreuzungsfreie Leitungsführung zu erzielen.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Plattenmaterial aus einer photosensiblen Keramik und/oder ein zweites Plattenmaterial aus photosensiblen, amorphem Glas besteht, daß mindestens ein Einzelteil eines Moduls aus Glas- oder Keramikmaterial hergestellt wird und daß zum Verbinden der Einzelteile eine Klebeverbindung eingesetzt wird. 35

35

40

45

50

55

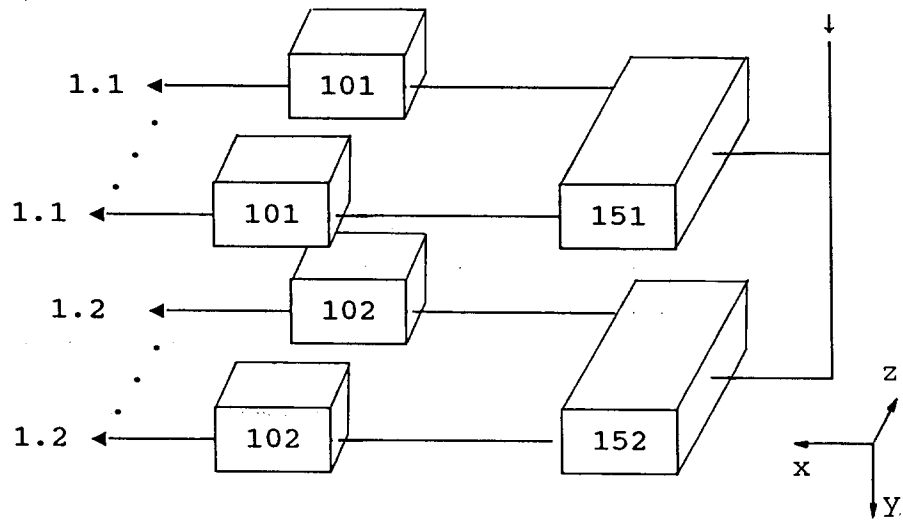


Fig. 1a

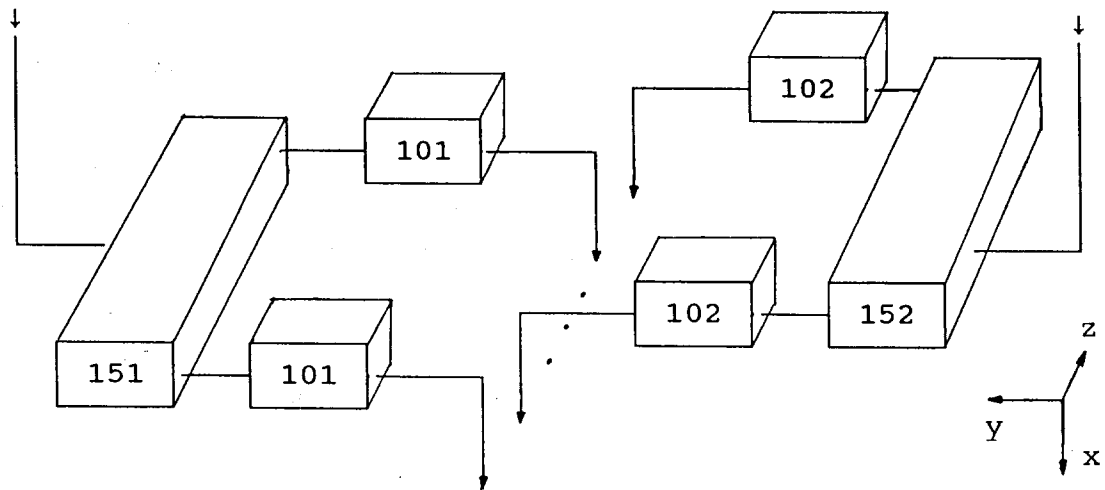


Fig. 1b

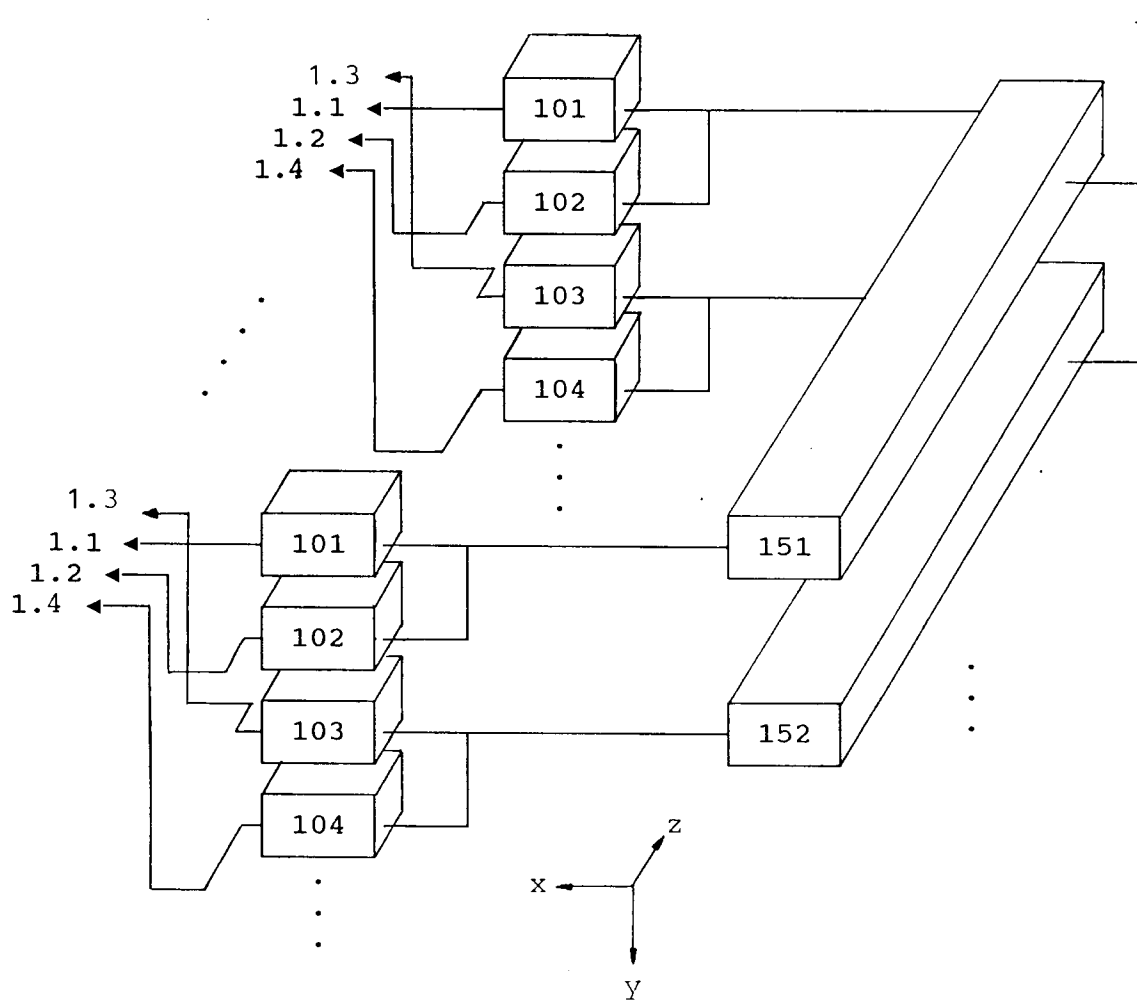


Fig. 1c

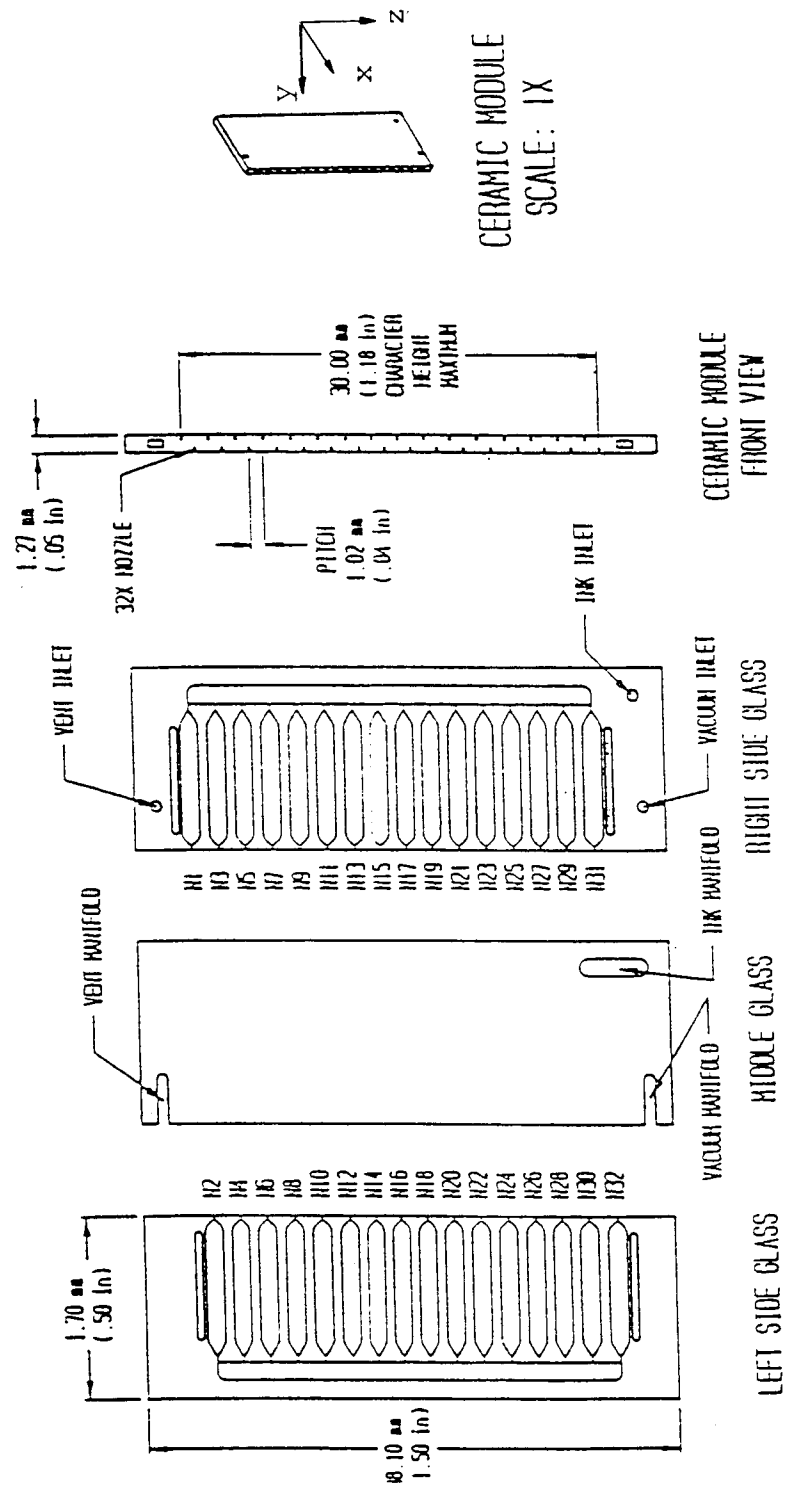


Fig. 2

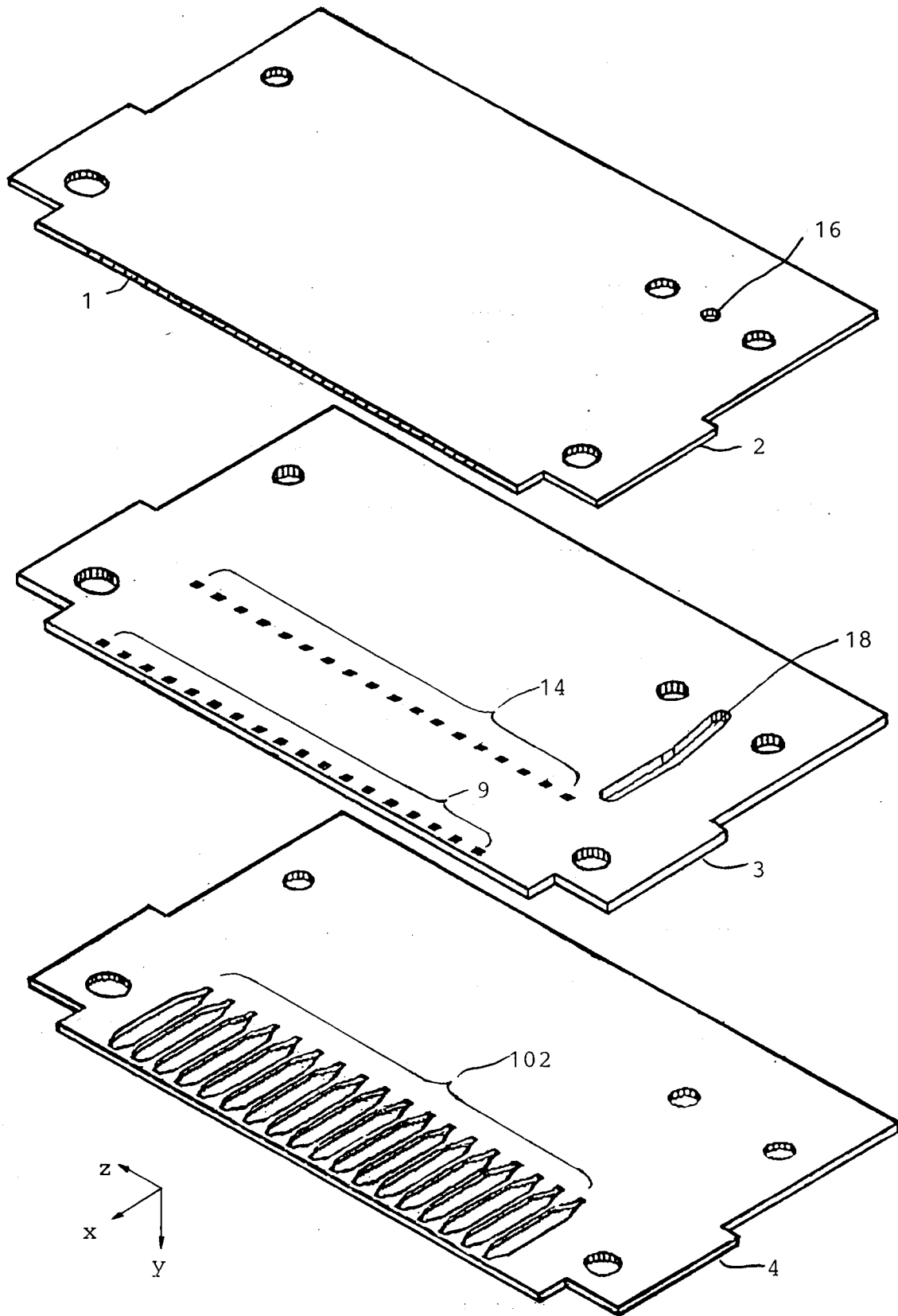


Fig. 3

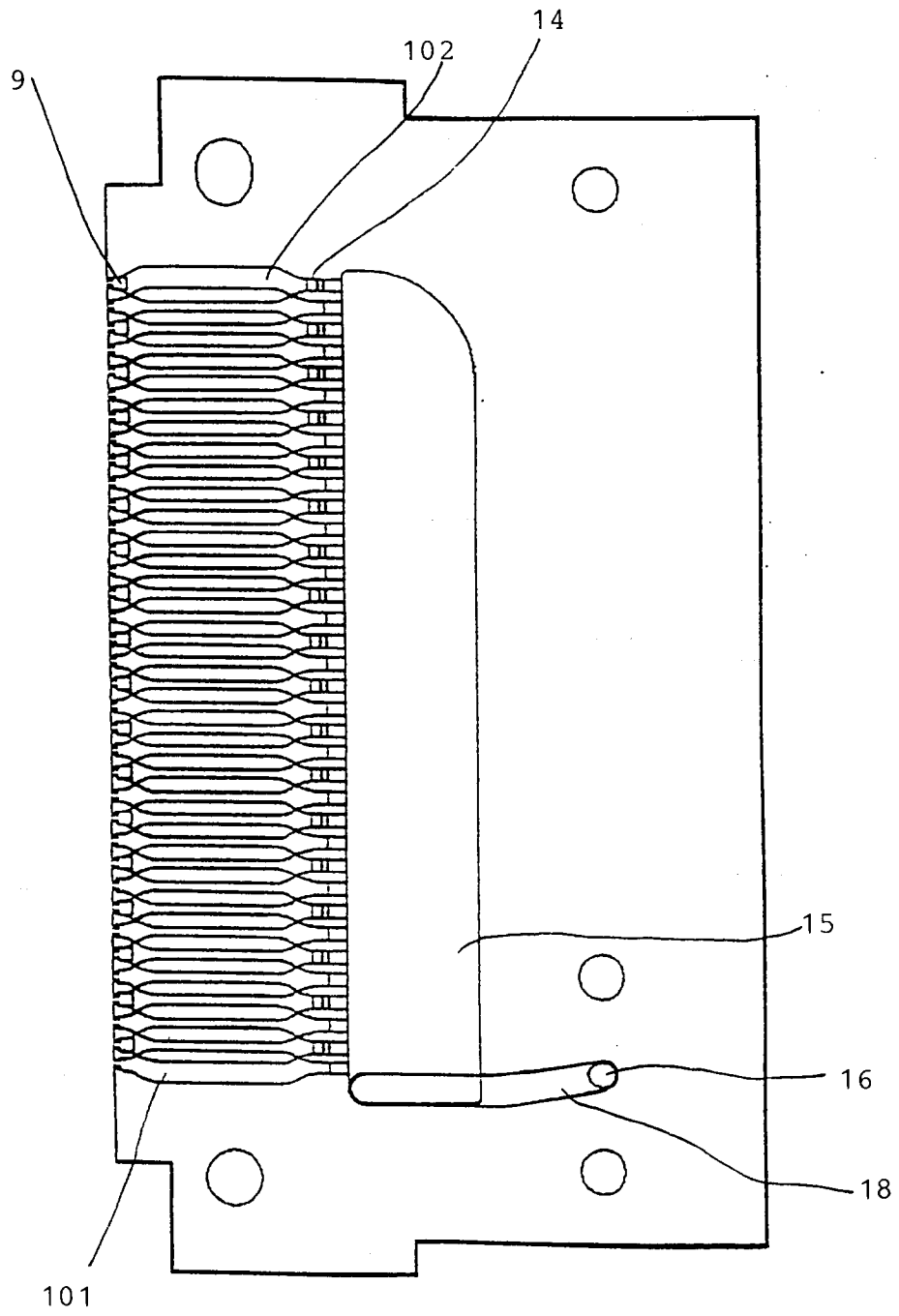


Fig. 4

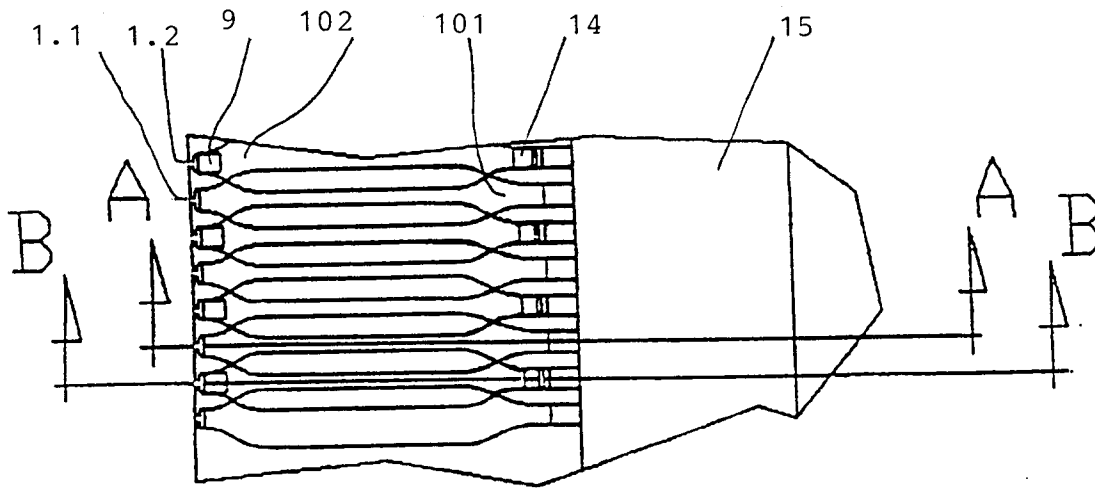


Fig. 5a

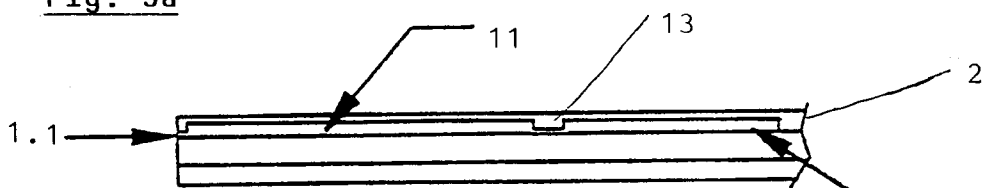


Fig. 5b

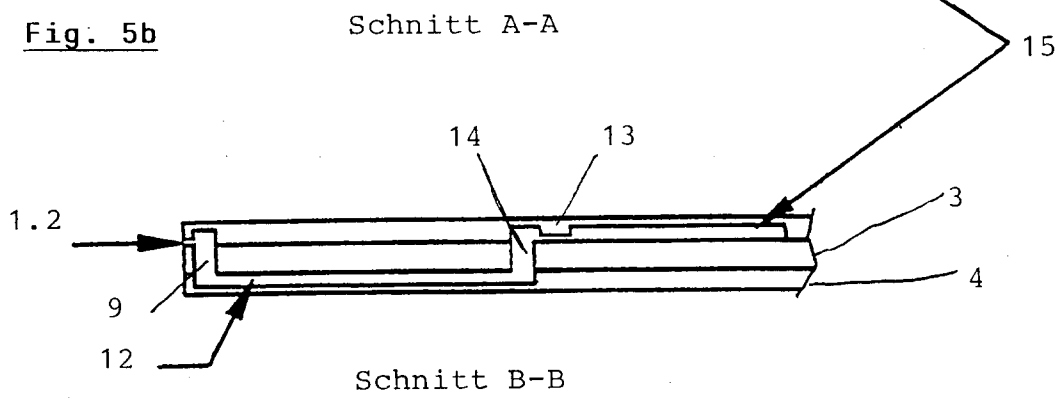


Fig. 5c

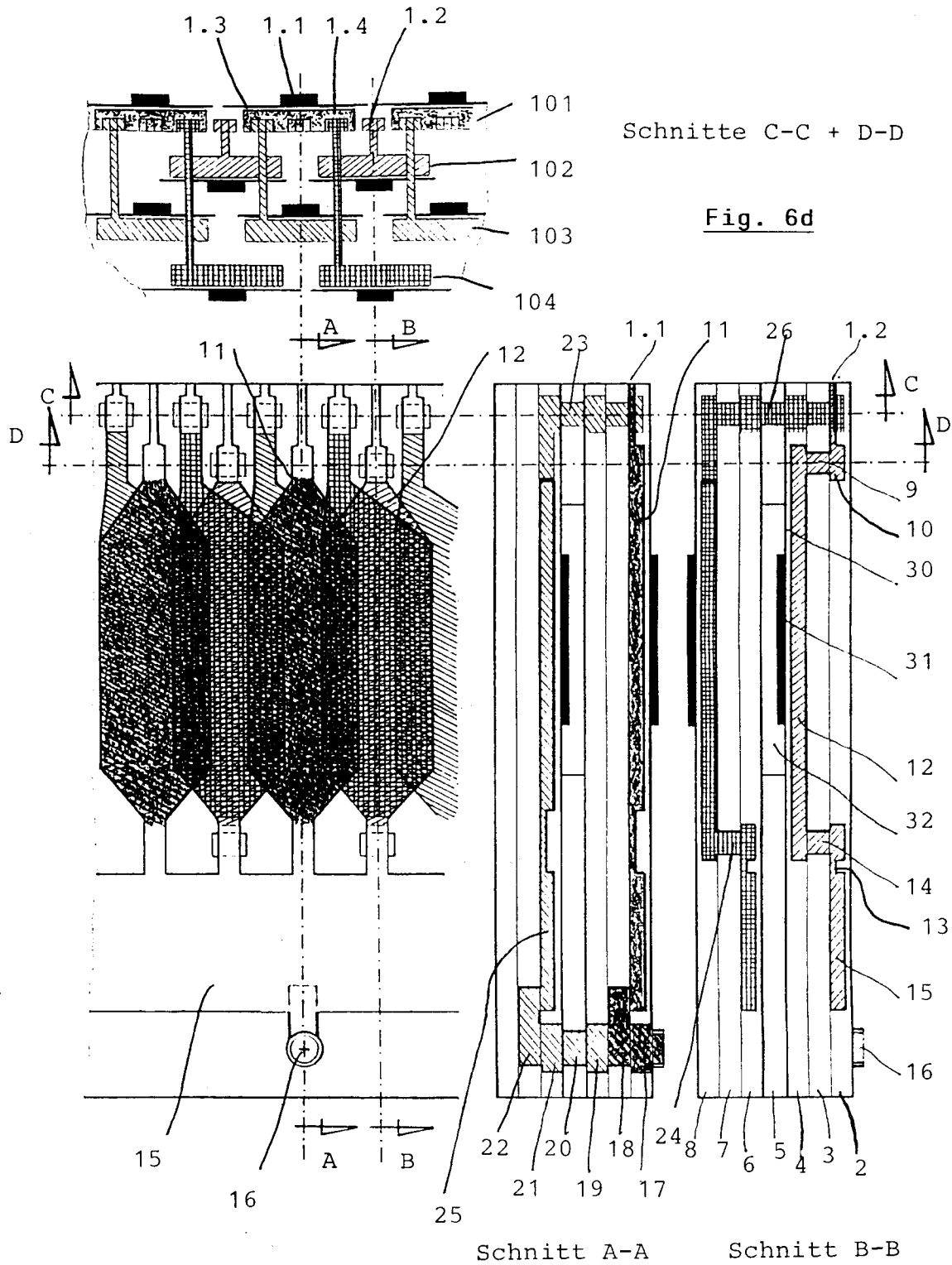


Fig. 6a

Fig. 6b

Fig. 6c

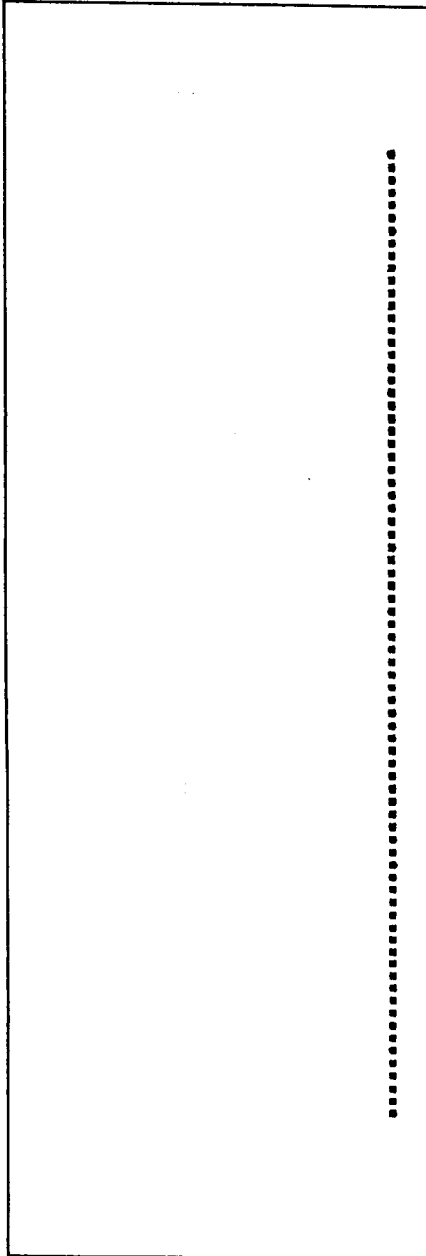


Fig. 7a

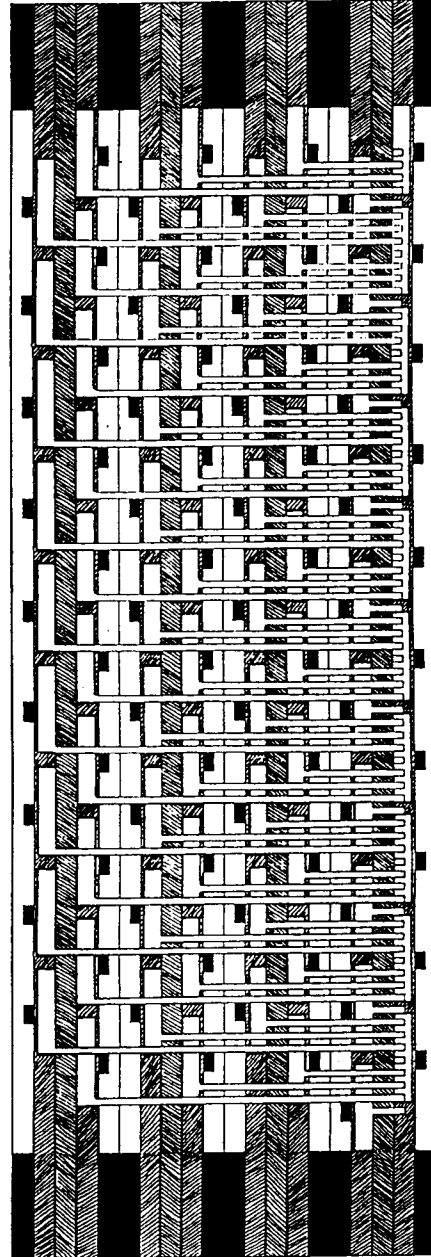
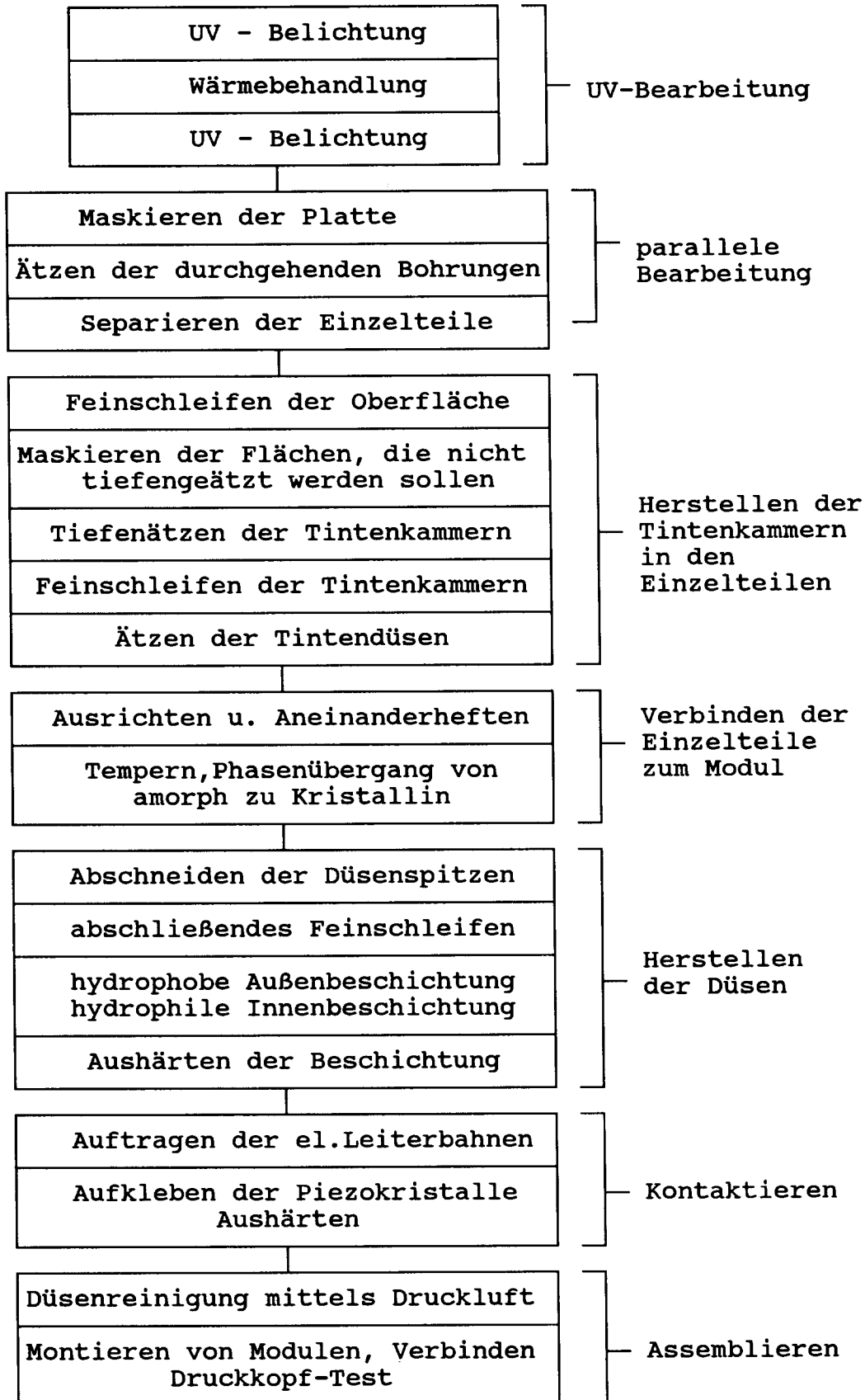


Fig. 7b

**Fig. 8**