

①⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

①⑰ Anmeldenummer: 84201685.9

⑤① Int. Cl.⁴: **B 41 J 3/04**

①⑱ Anmeldetag: 20.11.84

③⑩ Priorität: 26.11.83 DE 3342844

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.85 Patentblatt 85/25

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

⑦① Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH
Billstrasse 80
D-2000 Hamburg 28(DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE

⑦① Anmelder: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven(NL)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

⑦② Erfinder: Döring, Michael
Kreuzfurth 17
D-2000 Hamburg 67(DE)

⑦② Erfinder: Bentin, Horst-Kurt
Wagrierweg 27
D-2000 Hamburg 61(DE)

⑦② Erfinder: Maier, Hermann-Franz-Ludwig
Carpserweg 13
D-2000 Hamburg 63(DE)

⑦④ Vertreter: Meier, Friedrich, Dipl.-Ing. et al,
c/o PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH Billstrasse 80
Postfach 10 51 49
D-2000 Hamburg 28(DE)

⑤④ **Mikroplanarer Tintenstrahldruckkopf.**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Tintenstrahldruckkopf mit einem plattenförmigen Grundkörper (19), in welchem mehrere Tintenkanäle verlaufen, die an einer ebenen Seite des Grundkörpers in Düsen (23) und an der gegenüberliegenden Seite in getrennten Druckkammern (18) münden. Der Tintenstrahldruckkopf besitzt eine für alle Druckkammern (18) gemeinsame Membranplatte (9), die mit einer einstückigen Piezokeramikplatte (10), welche im Bereich jeweils einer Druckkammer eine Erhebung aufweist, verbunden ist. Die Erhebungen tragen schichtförmige und mit elektrischen Anschlüssen (14) versehene Elektroden (13). Diese Erhebungen erstrecken sich wenigstens teilweise über den Bereich der Druckkammern hinaus, so daß die elektrischen Anschlüsse (14) außerhalb des Bereichs der Druckkammern mit den Elektroden (13) verbunden werden können.

EP 0 145 066 A2

./...

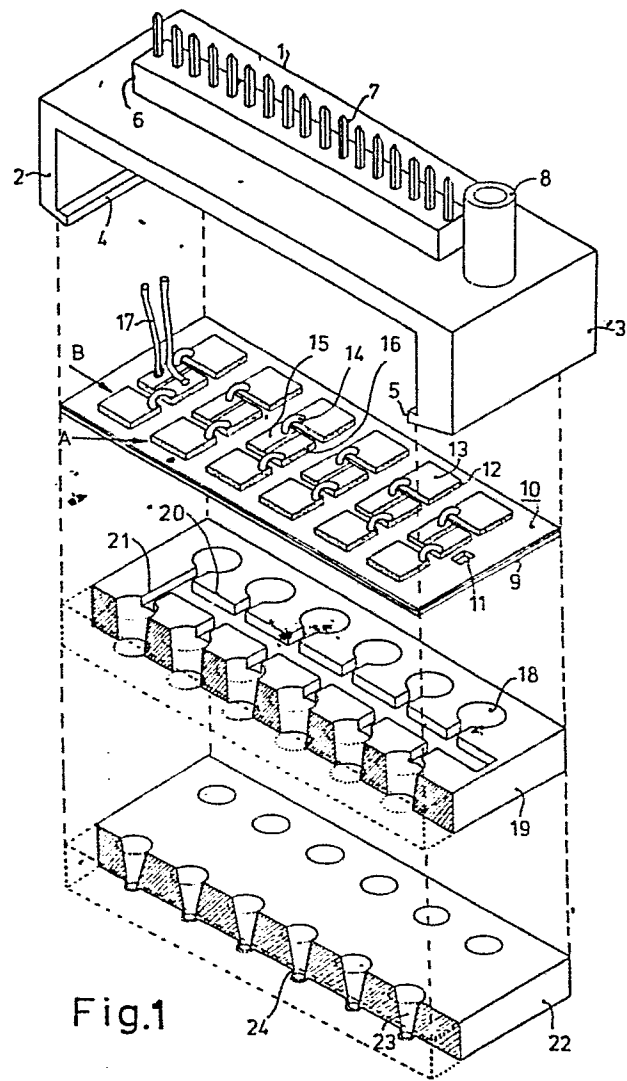


Fig.1

Mikroplanarer Tintenstrahldruckkopf

Die Erfindung bezieht sich auf einen Tintenstrahldruckkopf mit einem plattenförmigen Grundkörper, in welchem mehrere Tintenkanäle verlaufen, die an einer ebenen Seite des Grundkörpers in Düsen und an der gegenüberliegenden Seite
5 in getrennten Druckkammern münden, welche mit einem Tintenversorgungssystem verbunden sind, mit einer für alle Druckkammern gemeinsamen Membranplatte, und mit einer mit der Membranplatte verbundenen, einstückigen Piezokeramikplatte, welche im Bereich jeweils einer Druckkammer eine
10 Erhebung aufweist, wobei die Erhebungen schichtförmige und mit elektrischen Anschlüssen versehene Elektroden tragen.

Ein derartiger Tintenstrahldruckkopf ist bereits aus der DE-AS 22 56 667 bekannt. Die jeweiligen Erhebungen der
15 Piezokeramikplatte besitzen dabei ebene Abmessungen, die den Abmessungen der unter ihnen angeordneten Druckkammern entsprechen. Werden diese Abmessungen verringert, so daß auf diese Weise die Dichte der im Grundkörper vorhandenen Tintenkanäle bzw. Druckkammern erhöht werden kann, so
20 treten bei der Kontaktierung der Elektrodenschichten mittels elektrischer Drähte starke Beeinflussungen des Schwingungsverhaltens der piezokeramischen Erhebungen auf, wenn der Kontaktierungsdraht über der Druckkammer
angeordnet wird, da bei diesen kleinen Dimensionen der
25 Erhebungen der Kontaktdraht eine mit ihnen vergleichbare Masse hat. Wenn diese Masse im Bereich der Durchbiegung angebracht wird, verändert sich das Resonanzverhalten der piezokeramischen Erhebungen und somit auch die für die Ausstoßung eines Tropfens notwendige Ansteuerspannung.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tintenstrahldruckkopf der genannten Art zu schaffen, bei dem das Resonanzverhalten der piezokeramischen Erhebungen durch Kontaktierungsdrähte auch bei sehr hoher Dichte der Druckkammern im Grundkörper bzw. bei sehr kleinen ebenen Abmessungen der piezokeramischen Erhebungen unbeeinträchtigt bleibt.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß sich die Erhebungen der Piezokeramikplatte wenigstens teilweise über den Bereich der Druckkammern hinaus erstrecken, und daß die elektrischen Anschlüsse außerhalb des Bereichs der Druckkammern mit den Elektroden verbunden sind.

Hierdurch wird erreicht, daß der Kontaktierungspunkt der Elektrodenfläche außerhalb des eigentlichen Biegebereichs einer piezokeramischen Erhebung zu liegen kommt. Ein an dieser Stelle mit der Elektrodenfläche verbundener elektrischer Draht hat daher praktisch keinen Einfluß mehr auf das Schwingungsverhalten des über einer Druckkammer liegenden Teils der Erhebung.

Üblicherweise sind die Druckkammern innerhalb eines Tintenstrahldruckkopfes konisch oder zylindrisch ausgebildet, so daß sie einen kreisrunden Querschnitt besitzen. Die über den Druckkammern angeordneten piezokeramischen Erhebungen können ebenfalls diesen Querschnitt aufweisen und nur an einer Stelle mit einer Lasche versehen sein, die diesen Querschnitt überragt und zur Kontaktierung dient.

30

Vorzugsweise können die über den Druckkammern liegenden Erhebungen der Piezokeramikplatte aber auch quadratisch oder rautenförmig ausgebildet sein. Es hat sich gezeigt, daß diese auf Druckkammern mit z.B. kreisförmigem Querschnitt angeordneten Erhebungen genau das gleiche

35

dynamische Verhalten wie kreisrunde Erhebungen zeigen.
Bisher wurde davon ausgegangen, daß die Geometrie der
Erhebungen möglichst genau der Geometrie der Druckkammern
entsprechen müsse.

5

Die genannten quadratischen bzw. rautenförmigen Erhebungen
lassen sich in einfacher Weise mit Hilfe von Sägeschnitten
in der piezokeramischen Platte herstellen, wobei die
Piezokeramikplatte zu etwa 90 % durchgesägt und die
10 darunterliegende Membranplatte nicht verletzt wird.

Durch die Quadrate bzw. Parallelogramme werden die
darunterliegenden kreisförmigen Druckkammern vollständig
abgedeckt, so daß in den Eckpunkten der Quadrate bzw.
15 Parallelogramme hinreichend Platz für die Anbringung von
elektrischen Kontaktdrähten zur Verfügung steht.

Nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung sind die
Druckkammern matrixförmig angeordnet, wobei jeder Druck-
20 kammer auf der anderen Seite des Grundkörpers eine Düse
direkt gegenüberliegt.

Die Erfindung ermöglicht eine relativ kleine Ausbildung
der piezokeramischen Erhebungen und damit auch der unter
25 ihnen angeordneten Druckkammern, so daß diese mit sehr
hoher Dichte innerhalb eines Tintenstrahldruckkopfes ange-
ordnet werden können. Es ist damit möglich, eine Vertei-
lung von piezokeramischen Erhebungen zu schaffen, die der
üblichen Verteilung der Düsen auf der anderen Seite des
30 Grundkörpers entspricht, d.h. die piezokeramischen Elemen-
te haben untereinander die gleichen mittleren Abstände wie
die Düsen. In diesem Falle verlaufen die Tintenkanäle
senkrecht zur ebenen Ausdehnung des Grundkörpers und ver-
binden die sich direkt gegenüberliegenden Druckkammern
35 bzw. Düsen. Selbstverständlich können die Tintenkanäle
aber auch zueinander geneigt verlaufen.

Infolge der relativ kurzen Tintenkanäle besitzt ein solcher Tintenstrahldruckkopf eine sehr hohe Resonanzfrequenz des Flüssigkeitssystems und damit eine sehr große Tropfenrate.

5

Die Verwendung der piezokeramischen Erhebungen nach der Erfindung in Verbindung mit den sehr kurzen Druckkanälen erlaubt darüber hinaus die Konstruktion von sehr kleinen Tintenstrahldruckköpfen.

10

Nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung trägt die Keramikplatte weitere mit schichtförmigen Elektroden versehene Erhebungen, die zwischen den Druckelementen liegen.

15

Die Kontaktdrähte werden dabei zunächst von den über den Druckkammern angeordneten piezokeramischen Erhebungen zu Elektroden geführt, an die die Verbindungsleitungen angebracht werden können. Diese Maßnahme dient der zusätz-

20 lichen Sicherung der über den Druckkammern angeordneten Erhebungen, da man bei der Kontaktierung der Verbindungsleitungen mit diesen Elektroden nicht mehr die schwingenden Bereiche der Erhebungen zu achten braucht.

25 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung trägt die Piezokeramikplatte auf der den Erhebungen abgewandten Seite eine galvanisch auf sie aufgebrachte Membranplatte, die beispielsweise aus einer Nickelschicht besteht.

30 Durch die nach der Erfindung relativ klein herstellbaren piezokeramischen Erhebungen wird es möglich, die Schichtdicke der Membranplatte so dünn zu wählen, daß sie galvanisch aufgebracht werden kann. Ein Verkleben einer separaten Membranplatte mit der Piezokeramikplatte kann daher
35 entfallen. Insgesamt läßt sich somit in einfacher Weise ein Tintenstrahldruckkopf nach der Erfindung herstellen.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Explosionszeichnung eines Tintenstrahldruckkopfes nach der Erfindung mit quadratischen piezokeramischen Erhebungen,

Fig. 2a, b verschiedene Schnitte durch einen derartigen Tintenstrahldruckkopf, und

10

Fig. 3a bis c unterschiedlich geformte piezokeramische Erhebungen.

Die Fig. 1 zeigt einen mikroplanaren Tintenstrahldruckkopf nach der Erfindung. Er besteht aus einem äußeren Haltebügel 1 mit zwei seitlichen Laschen 2 und 3, welche mit nach innen weisenden Ansätzen 4 und 5 versehen sind. Zwischen diesen Ansätzen 4 und 5 und der oberen Innenseite des Haltebügels 1 werden die weiteren Bauteile des Tintenstrahldruckkopfes festgeklemmt und gesichert.

Der Haltebügel 1 besitzt an seiner Oberseite eine elektrische Anschlußleiste 6, die mit einzelnen Steckkontakten 7 ausgerüstet ist, über die elektrische Verbindungen zu den elektrisch ansteuerbaren Druckelementen im Inneren des Tintenstrahldruckkopfes hergestellt werden. Ferner ist an der Oberseite des Haltebügels 1 ein Tintenzulaufstutzen 8 vorgesehen, der über ein Tintenversorgungssystem mit den Druckkammern und den Düsen verbunden ist.

Eine Membranplatte 9 aus einer leitenden Metallschicht, z.B. einer Nickelschicht, ist auf der Unterseite der Piezokeramikplatte 10 galvanisch aufgebracht. In der Plattenkombination 9, 10 befindet sich eine Öffnung 11, durch die die in den Tinteneinführungsstutzen 8

eingeführte Tinte in das Tintenversorgungssystem läuft.

Die Piezokeramikplatte 10 besitzt einzelne Erhebungen 12,
5 die auf dieser matrixförmig, d.h. in Form von Spalten und
Zeilen, angeordnet sind. Diese Erhebungen 12 sind bei-
spielsweise durch Einsägen der Piezokeramikplatte 10 ent-
standen. Hierbei wird die Platte 10 zu ca. 90 % durchge-
sägt, ohne die darunterliegende Platte 9 zu beschädigen.
10 Die Erhebungen 12 können auch auf andere Weise erzeugt
werden, beispielsweise auf fotochemischem Wege durch einen
geeigneten Belichtungs- und anschließenden Ätzzvorgang.

Auf den Erhebungen 12 sind schichtförmige Elektroden 13
15 aufgebracht, über die in Verbindung mit der metallischen
Membranschicht 9 ein elektrisches Feld angelegt werden
kann. Hierzu sind die Elektroden-schichten 13 mit
Anschlußdrähten 14 kontaktiert, die eine elektrische
Verbindung zwischen den Elektroden-schichten 13 und
20 weiteren Elektroden-schichten 15 herstellen, die ebenfalls
auf piezokeramischen Erhebungen 16 angeordnet sind. Diese
Erhebungen 16 dienen quasi als Stützpunkte für die
Elektroden-schichten 15, von denen dann die elektrischen
Verbindungsleitungen 17 zu den Steckkontakten 7 abgehen.

25 Die piezokeramischen Erhebungen 13 sind auf der Piezo-
keramikplatte 10 so angeordnet, daß sie genau über den
Druckkammern 18 zu liegen kommen, die innerhalb eines
Grundkörpers 19 angeordnet sind, auf den die Plattenkom-
30 bination 9, 10 aufgebracht wird. Die Druckkammern 18 sind
konisch ausgebildet und verlaufen beispielsweise senkrecht
zur Ebene der Platte 19. Sie besitzen in der Plattenebene
einen kreisförmigen Querschnitt. Dieser ist an der der
Membranplatte 9 gegenüberliegenden Seite nicht größer als
35 die Kantenlänge einer quadratischen Erhebung 12, so daß
diese die Druckkammer 18 vollständig bedeckt.

Um zu verhindern, daß die Anschlußdrähte 14 die Schwingungseigenschaften der Erhebungen 12 unzulässig beeinträchtigen, sind diese in den Eckpunkten der Erhebungen 12 mit der jeweiligen Elektroden-schicht 13 elektrisch verbunden. Ein Anschlußdraht 14 kontaktiert somit eine Elektroden-schicht 13 nur in einem Bereich, der nicht über einer Druckkammer 18 zu liegen kommt. Derart ausgebildete und kontaktierte Erhebungen 12 verhalten sich in ihren Schwingungseigenschaften praktisch genauso wie vollständig an den Querschnitt der Druckkammern 18 angepaßte Erhebungen, also kreisrunde Erhebungen. Diese lassen sich jedoch ab einer bestimmten Größe nicht mehr ohne weiteres mit Anschlußdrähten kontaktieren, da die Anschlußdrähte dann das Schwingungsverhalten nachteilig beeinflussen.

Die im Grundkörper 19 vorhandenen Druckkammern 18 sind mit einem Tintenversorgungssystem untereinander verbunden, welches aus einzelnen Tintenleitern 20, 21 besteht. Der Grundkörper 19 kann beispielsweise aus ätzbarem Glas, Silizium, Stahl oder einem anderen harten Material bestehen.

Dieser Grundkörper 19 läßt sich auch aus zwei getrennten Schichten aufbauen, wobei die eine Schicht nur die Druckkammern 18 enthält und die zweite Schicht nur das Tintenversorgungssystem. In jedem Fall kann die Dicke des Grundkörpers 19 klein gehalten werden, so daß sich ein Druckkopf mit äußerst geringer Höhe ergibt.

Unterhalb des Grundkörpers 19 befindet sich eine Düsenplatte 22, deren Düsen 23 mit den Druckkammern 18 im Grundkörper 19 zur Deckung kommen. Diese Düsenplatte 22 kann in herkömmlicher Technologie hergestellt sein und ist mit Hilfe geeigneter Maßnahmen mit dem Grundkörper 19 fest verbunden. Druckkammern 18 und Düsen 23 bilden einen Tintenkanal.

Die Fig. 2a zeigt einen diagonalen Schnitt durch eine piezokeramische Erhebung 12 in Richtung des Pfeiles A in Fig. 1, während die Fig. 2b einen solchen Schnitt in Richtung des Pfeiles B der Fig. 1 darstellt. Hierbei sind
5 gleiche Elemente mit gleichen Bezugsziffern versehen.

Wie die Fig. 2a zeigt, ist der Anschlußdraht 14 an einer Stelle der Elektrode 13 angebracht, z.B. angelötet oder gebondet, die seitlich neben dem Druckkanal liegt, der
10 durch die Druckkammer 18 und die Düse 23 gebildet wird. Dieser Anschlußdraht 14 ist, wie bereits beschrieben, zu einer weiteren Elektrodenschicht 15 geführt, die auf der weiteren Erhebung 16 als Stützpunkt für den Anschluß-
draht 14 liegt. Diese weitere Elektrodenschicht 15 ist
15 geteilt, so daß auf der Erhebung 16 zwei Stützkontakte gebildet sind.

Nach Fig. 2b liegt der Anschlußdraht 14 nur scheinbar über dem Düsenkanal. Vielmehr liegt er auch hier tatsächlich
20 neben der Druckkammer 18, da die piezokeramische Erhebung 12 einen quadratischen Querschnitt und die Druckkammer 18 einen kreisförmigen Querschnitt besitzt.

Die Tintenversorgungsleitungen 21 münden an der Oberseite
25 der Druckkammern 18 in diese ein. Sie sind über die Versorgungsleitung 20 mit dem Tintenzulaufstutzen 8 verbunden. Im Betrieb sind das Tintenversorgungssystem und damit auch die Druckkammern 18 bzw. die Düsen 23 mit Tinte gefüllt. Beim Anlegen einer elektrischen Spannung an die
30 piezokeramischen Erhebungen 12 über die Elektroden-schichten 13 bzw. die leitende Membranplatte 9 werden die Erhebungen 12, die als Druckgeneratoren arbeiten, zu Schwingungen angeregt, die sich über die Membranplatte 9 auf die Flüssigkeit im Inneren der Druckkammern 18 über-
35 tragen. Diese Schwingungen verursachen ein Austreten der Tinte aus den Druckkammern 18 über die Düsen 23 und die

sich daran anschließenden Düsenränder 24. Infolge der relativ geringen Länge der Tintenkanäle, also der Druckkammern 18 und der Düsen 23, können mit dem beschriebenen Tintenstrahldruckkopf sehr hohe Tropfenraten von z.B.
5 10 kHz bei gleichzeitiger hoher Integrationsdichte der Tintenkanäle erreicht werden.

Die Druckkammern 18 können auch zylindrisch oder in anderer geeigneter Weise ausgebildet sein. Die Membran-
10 platte 9 besitzt beispielsweise eine Dicke von 50/ μ m, während die piezokeramische Platte 10 bzw. eine Erhebung 12 100/ μ m bis 200/ μ m dick ist. Selbstverständlich kann die Membranplatte 9 auch durch eine andere als auf die piezokeramische Platte 10
15 galvanisch aufgebrachte Platte mit anderen Abmessungen ersetzt sein. Die ebenen Abmessungen der piezokeramischen Erhebungen 12 liegen etwa im Bereich von 0,4 bis 0,6 mm.

Um die Integrationsdichte eines derartigen Tintenstrahl-
20 druckkopfes noch weiter zu erhöhen, kann auch auf die weiteren Erhebungen 16 verzichtet werden. In diesem Falle werden die Anschlußdrähte 14 direkt von den Elektroden-schichten 13 zu den Steckkontakten 7 geführt.

25 In den Fig. 3a bis c sind verschiedene Ausführungsformen der piezokeramischen Erhebungen der Piezokeramikplatte 10 dargestellt. Die Fig. 3a zeigt die bereits diskutierte quadratisch ausgebildete Erhebung 12, die über einer Druckkammer 18 mit kreisförmigem Querschnitt angeordnet
30 ist. Ihr Durchmesser entspricht dabei der Kantenlänge der quadratischen Erhebung 12. Der Anschlußdraht 14 ist mit der auf der Erhebung 12 aufgebrachten schichtförmigen Elektrode an einer Stelle verbunden, die außerhalb der Druckkammer 18 liegt.

Die Fig. 3b zeigt eine rautenförmige piezokeramische Erhebung 12a, die ebenfalls über einer Druckkammer 18a mit kreisförmigem Querschnitt angeordnet ist und diese vollständig bedeckt. Ein Anschlußdraht 14a ist an der Stelle
5 außerhalb der Druckkammer 18a mit der auf der Erhebung 12a liegenden Elektrode verbunden, die von zwei in spitzem Winkel zueinander verlaufenden Seiten der Erhebung 12a begrenzt wird.

10 Schließlich zeigt die Fig. 3c eine ebenfalls mögliche kreisförmige piezokeramische Erhebung 12b, deren Durchmesser dem Durchmesser der unter ihr angeordneten Druckkammer 18b entspricht, und die mit einer zusätzlichen Lasche 12c zur Kontaktierung eines Anschlußdrahtes 14b
15 versehen ist.

Der Tintenstrahldruckkopf nach der Erfindung ist massenfertigungstechnisch und preiswert herstellbar und ermöglicht durch seine geringen Abmessungen sehr hohe
20 Tropfenraten. Die Größe des Druckkopfes liegt nunmehr in der Größenordnung bisheriger Düsenplatten, ist jedoch dicker als diese.

25

Patentansprüche

30

35

PATENTANSPRÜCHE

1. Tintenstrahldruckkopf mit einem plattenförmigen Grundkörper (19), in welchem mehrere Tintenkanäle verlaufen, die an einer ebenen Seite des Grundkörpers in Düsen (23) und an der gegenüberliegenden Seite in
5 getrennten Druckkammern (18) münden, welche mit einem Tintenversorgungssystem (8, 20, 21) verbunden sind, mit einer für alle Druckkammern (18) gemeinsamen Membranplatte (9), und mit einer mit der Membranplatte verbundenen, einstückigen Piezokeramikplatte (10), welche im Bereich
10 jeweils einer Druckkammer (18) eine Erhebung (12) aufweist, wobei die Erhebungen schichtförmige und mit elektrischen Anschlüssen (14) versehene Elektroden (13) tragen, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Erhebungen (12) der Piezokeramikplatte (10) wenigstens teilweise über
15 den Bereich der Druckkammern (18) hinaus erstrecken, und daß die elektrischen Anschlüsse (14) außerhalb des Bereichs der Druckkammern mit den Elektroden (13) verbunden sind.
- 20 2. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die über den Druckkammern (18, 18a) liegenden Erhebungen (12, 12a) der Piezokeramikplatte (10) quadratisch oder rautenförmig ausgebildet sind.
- 25 3. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkammern (18) matrixförmig angeordnet sind, und daß jeder Druckkammer auf der anderen Seite des Grundkörpers (19) eine Düse (23) direkt gegenüberliegt.

4. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikplatte (10) weitere
mit schichtförmigen Elektroden (15) versehene Erhebungen
(16) trägt, die zwischen den Druckkammern (18) liegen.

5

5. Tintenstrahldruckkopf nach einem oder mehreren der
Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die
Piezokeramikplatte (10) auf der den Erhebungen (12, 16)
abgewandten Seite eine galvanisch auf sie aufgebrachte
10 Membranplatte (9) trägt.

6. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 5, dadurch
gekennzeichnet, daß die Membranplatte (9) aus einer
Nickelschicht besteht.

15

7. Tintenstrahldruckkopf nach einem oder mehreren der
Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die
Längsabmessungen der Erhebungen (12, 16) etwa 0,4 mm bis
0,6 mm betragen, während die Membranplatte (9) eine Dicke
20 von ca. 50/um besitzt.

25

30

35

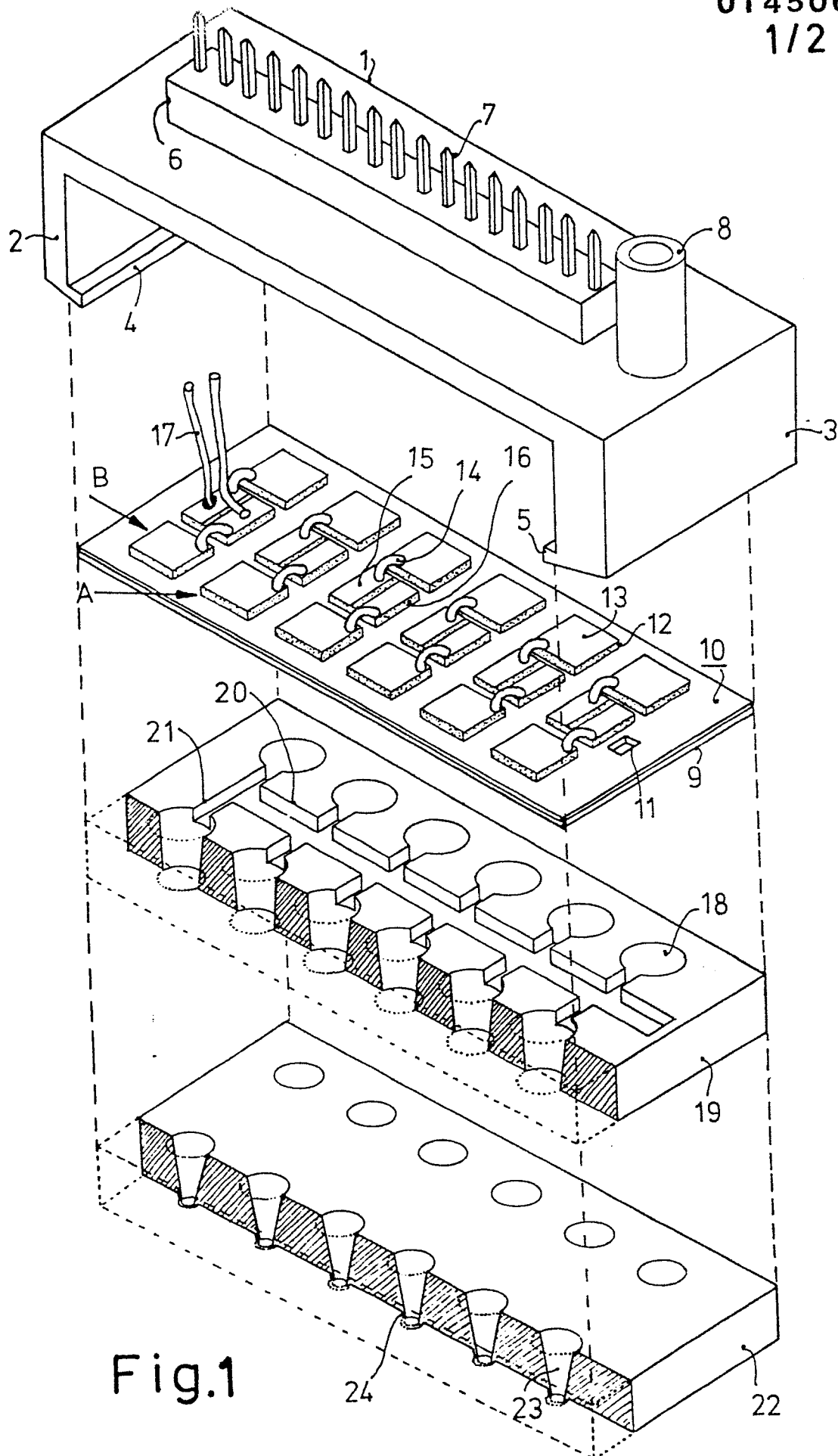


Fig.1

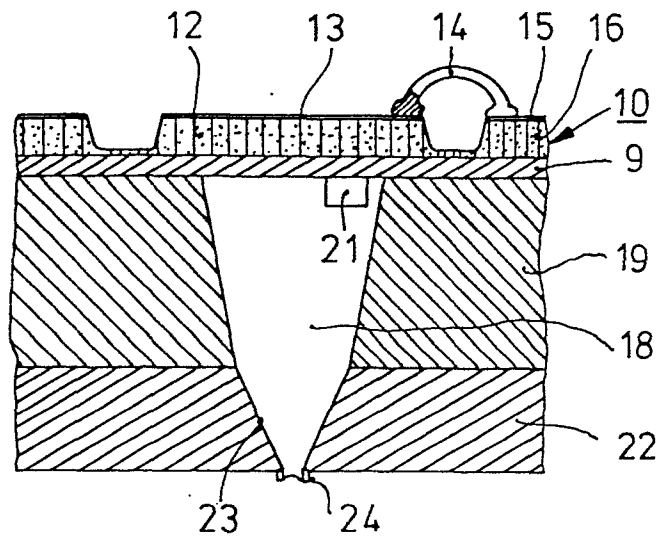


Fig. 2a

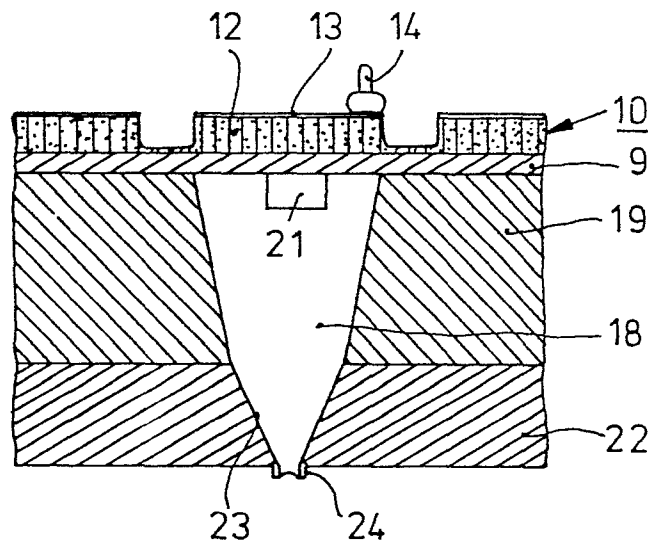


Fig. 2b

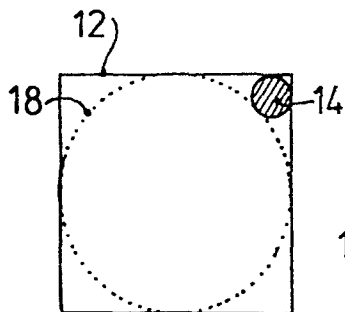


Fig. 3a

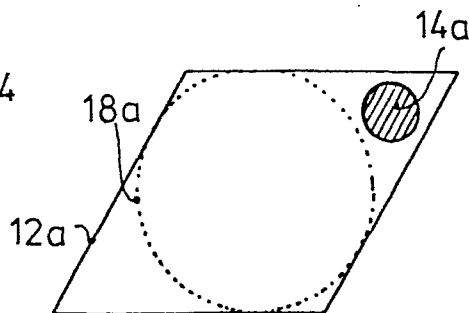


Fig. 3b

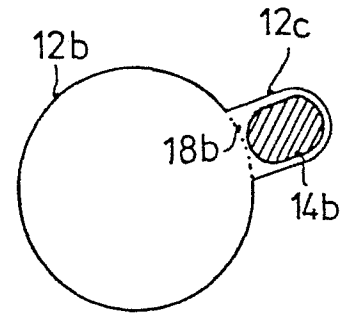


Fig. 3c