

EUROPÄISCHE EIGNUNGSPRÜFUNG 1995

PRÜFUNGSaufGABE B ELEKTROTECHNIK / MECHANIK

Diese Prüfungsaufgabe enthält:

- Anweisungen an die Bewerber 95/B/d/1
- Beschreibung der Anmeldung 95/B(E/M)/d/2-12
- Patentansprüche 95/B(E/M)/d/13-14
- Zeichnungen der Anmeldung 95/B(E/M)/d/15-18
- Bescheid 95/B(E/M)/d/19-20
- Dokument I (Stand der Technik) 95/B(E/M)/d/21-22
- Zeichnungen von Dokument I (Stand der Technik) 95/B(E/M)/d/23
- Dokument II (Stand der Technik) 95/B(E/M)/d/24-26
- Zeichnungen von Dokument II (Stand der Technik) 95/B(E/M)/d/27-28
- Schreiben des Mandanten 95/B(E/M)/d/29

ANWEISUNGEN AN DIE BEWERBER

Gehen Sie bitte bei dieser Prüfungsaufgabe davon aus, daß eine europäische Patentanmeldung für alle Vertragsstaaten mit den beigefügten Unterlagen* eingereicht worden ist, und daß das Europäische Patentamt den beigefügten amtlichen Bescheid erlassen hat. Die Prüfungsaufgabe kann einen Brief des Mandanten beinhalten, der Instruktionen über die Art und Weise gibt, in der Ihr Mandant wünscht, die europäische Patentanmeldung weiterzuführen.

Sie sollten die in der Prüfungsaufgabe genannten Tatsachen als gegeben voraussetzen und bei der Beantwortung von diesen Tatsachen ausgehen. Ob und inwieweit Sie diese Tatsachen verwenden, bleibt Ihnen selbst überlassen.

Sie sollten besondere Kenntnisse, die Sie möglicherweise über den Gegenstand der Erfindung besitzen, nicht einsetzen, sondern davon ausgehen, daß der angegebene Stand der Technik tatsächlich vollständig ist.

Ihre Aufgabe besteht nun darin, eine vollständige Erwiderung auf den amtlichen Bescheid auszuarbeiten. Die Erwiderung sollte als Schreiben an das EPA abgefaßt sein und gegebenenfalls als Anlage einen geänderten Anspruchssatz enthalten. Die Beschreibung sollte allerdings nicht geändert werden.

Die Ansprüche sollten den größtmöglichen Schutz bieten und gleichzeitig den Vorschriften des Übereinkommens gerecht werden. In Ihrer Erwiderung sollten Sie Ihre Argumente für die Patentierbarkeit des unabhängigen Anspruchs oder der unabhängigen Ansprüche angeben.

Falls Sie erwägen, daß ein Teil der Anmeldung zum Gegenstand einer oder mehrerer Teilanmeldungen gemacht werden sollte, sollten Sie den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs einer solchen Teilanmeldung oder solcher Teilanmeldungen und die Begründung dafür in einer Anmerkung genau angeben. Es ist jedoch nicht nötig, den Wortlaut des unabhängigen Anspruchs für die oder jede Teilanmeldung auszuformulieren.

Zusätzlich zu der von Ihnen gewählten Lösung können Sie – dies ist jedoch nicht obligatorisch – in einer Anmerkung die Gründe für Ihre Wahl der Lösung angeben, z. B. warum Sie sich für eine bestimmte Anspruchsform, ein bestimmtes Merkmal für einen unabhängigen Anspruch oder einen bestimmten Teil des Stands der Technik als Ausgangspunkt entschieden haben, oder warum Sie einen bestimmten Stand der Technik nicht verwendet oder bevorzugt haben. Jede derartige Anmerkung sollte jedoch kurz sein.

Es wird davon ausgegangen, daß Sie die Prüfungsaufgabe in der Sprache studiert haben, in der Sie Ihre Arbeit abgefaßt haben. Sollte dies nicht zutreffen, so geben Sie bitte auf der ersten Seite Ihrer Arbeit an, in welcher Sprache Sie die Prüfungsaufgabe studiert haben. Dies ist immer von Bewerbern anzugeben, die – nach Stellung eines entsprechenden Antrags in der Anmeldung zur Prüfung – ihre Arbeit in einer anderen Sprache als Deutsch, Englisch oder Französisch anfertigen.

* Diese Unterlagen stellen nicht notwendigerweise die einzige und beste Lösung der in Prüfungsaufgabe A gestellten Aufgabe dar.

Beschreibung der Anmeldung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckkopf zur Verwendung in Tintenstrahldruckern. Solche Drucker wenden das nachstehende allgemeine Arbeitsprinzip an: flüssige Tinte aus einem Tintenvor-
rat wird in den Druckkopf mit einer Vielzahl winziger Tintenaus-
5 lässe oder -düsen geleitet, deren Anordnung einer Druckmatrix entspricht. Aus den Auslässen werden Tintentröpfchen über eine Steuerung durch die Druckerelektronik auf die zu bedruckende Oberfläche ausgestoßen. Dieses Prinzip erlaubt eine hohe Dichte der Druckmatrix und damit eine hohe Druckauflösung. Darüber
10 hinaus ist der Druckvorgang selbst rasch und leise, was für PC-Anwendungen von besonderer Bedeutung ist.

Im Dokument I ist ein Druckkopf mit mindestens einem Tintenversorgungsdurchlaß beschrieben, wobei der oder jeder Tintenversor-
15 gungsdurchlaß mindestens einen Auslaß aufweist, wobei der oder jeder Auslaß mit einem Mittel zur Erzeugung eines Druckimpulses in der Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß versehen ist, durch den eine Tintenmenge zum jeweiligen Auslaß hin versetzt und aus ihm in Form eines Tröpfchens ausgestoßen wird. Im Dokument I umfaßt das
20 Mittel zur Erzeugung eines Druckimpulses in der Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß mindestens ein elektrorestriktives Element, das eine Verformung erfährt, wenn ein Spannungsimpuls daran angelegt wird. Diese Verformung wird mittels einer flexiblen Abdeckplatte auf die in einer Pumpkammer enthaltene Tinte über-
25 tragen. Die Pumpkammer ist mit dem Auslaß verbunden, von wo die Tinte auf ein Aufzeichnungsmedium wie Papier ausgestoßen wird.

Ein dem obigen Druckkopf eigenes Problem besteht darin, daß er - aufgrund der Größe der elektrorestriktiven Elemente - ziemlich
30 sperrig ist. Um daher trotz der Größe der Pumpkammern eine gute Druckauflösung zu erreichen, ist dieser Druckkopf mit Flußwegen versehen, in denen die Tinte von den Pumpkammern zu den Auslässen geleitet wird. Darüber hinaus sind zur Gewährleistung eines verläßlichen Ausstoßes der Tintentröpfchen aus den Auslässen die

Pumpkammern zustromseitig mit Fluidioden versehen. Sämtliche dieser Maßnahmen führen zu einer eher komplizierten Struktur des Druckkopfs.

5 Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, einen Druckkopf zu schaffen, der kleinere Abmessungen aufweist, wodurch eine höhere Druckauflösung erreichbar ist, der einfacher herzustellen ist und der dennoch einen verlässlichen Ausstoß der Tintentröpfchen gewährleistet.

10

Erfindungsgemäß wird dieses Ziel durch einen Druckkopf nach Anspruch 1 erreicht, bei dem das oder jedes Mittel zur Erzeugung eines Druckimpulses ein Mittel zur Bildung einer Dampfblase aufweist, die auf die Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß einwirkt.

15

Der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß kann einen Einlaß aufweisen, der mit einem Tintenvorrat verbunden ist.

Der Auslaß oder die Auslässe kann oder können entlang der Längser-
20 streckung des oder jedes Tintenversorgungsdurchlasses angeordnet sein.

Zur Gewährleistung einer verlässlichen Tintenzufuhr kann der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß ein kapillarer Kanal sein.

25 In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Dampfblase in der Tinte gebildet, und/oder kann das oder jedes Mittel zur Bildung einer Dampfblase einen elektrischen Widerstand umfassen. Der oder jeder Widerstand kann in dem entsprechenden Tintenversorgungsdurchlaß in der Nähe des entsprechenden Auslasses vorgesehen sein. Der oder jeder
30 Widerstand besteht vorteilhafterweise aus einer Dünnschicht-Metallisierungsschicht.

Im folgenden wird die Erfindung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Das grundlegende Arbeitsprinzip wird mit
35 Bezug auf die Fig. 1 bis 4 erläutert, während in den Fig. 5 bis 9 fünf zur kommerziellen Anwendung geeignete Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind. In allen Zeichnungen tragen einander entsprechende Bauteile die gleichen Bezugszeichen, von denen eine Liste am Ende der vorliegenden Beschreibung beigelegt ist.

40 In den Zeichnungen:

ist Fig. 1 eine schematische Explosionsdarstellung einer Druckvorrichtung, die das grundlegende Arbeitsprinzip der Erfindung darstellt,

5 ist Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der Vorrichtung nach Fig. 1,

ist Fig. 3 ein vertikaler Querschnitt in vergrößertem Maßstab der Vorrichtung aus Fig. 1 und 2 entlang der Linie III-III in Fig. 2,

10

stellen Fig. 4A bis 4F eine Abfolge von Vorgängen bei der Erzeugung eines Tintentröpfchens dar,

sind Fig. 5A und 5B Darstellungen eines zerlegten bzw. zusammen-
15 gebauten "Endausstoß"-Druckkopfs (erstes Ausführungsbeispiel),

sind Fig. 6A und 6B Darstellungen eines zerlegten bzw. zusammen-
gebauten "Seitenausstoß"-Druckkopfs (zweites Ausführungsbeispiel),

20 ist Fig. 7 ein perspektivischer Querschnitt eines anderen "Seitenausstoß"-Druckkopfs (drittes Ausführungsbeispiel) und schließlich

stellen Fig. 8 und 9 zwei weitere erfindungsgemäße "Seitenausstoß"-
Druckköpfe im perspektivischen Querschnitt dar (viertes und
25 fünftes Ausführungsbeispiel).

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Tintenstrahldruckvorrichtung mit einer einzigen Tintenaustrittsöffnung. Ein Teil der Oberfläche eines Substrats 1 aus einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff
30 ist mit einer Dünnschicht-Metallisierungsschicht 2 bedeckt. Dies ist eine Metallschicht, die extrem dünn ist und die durch Aufdampfung eines Metalls in einem Vakuum auf das Substrat aufgebracht wird, wobei Masken verwendet werden, um Metallisierungsmuster auf dem Substrat zu schaffen. Die Dünnschicht-Metallisierungsschicht ist so
35 ausgebildet, daß ein schmaler nichtleitender Streifen 3 mit einer Breite D_1 von $75 \mu\text{m}$ ($= 0,075 \text{ mm}$) und ein leitender Streifen mit einer Breite D_2 von $75 \mu\text{m}$ geschaffen werden. Dieser leitende Streifen bildet - aufgrund der begrenzten Querschnittsfläche des

leitenden Materials - einen elektrischen Widerstand 4 in der
Metallisierungsschicht 2. Alternativ kann der Widerstand aber auch
durch einen anderen Werkstoff gebildet werden, der ebenfalls durch
Aufdampfung aufgebracht werden kann. In einer typischen Anordnung
5 befindet sich der Widerstand 4 in einem Abstand D3 von 150 μm von
einem Rand des Substrats 1 entfernt. Auf der oberen Fläche der
Metallisierungsschicht 2 ist ein Kapillareblock 5 - typischerweise
aus Glas - befestigt, der mit einem Tintenversorgungsdurchlaß in
Form eines kapillaren Kanals 6 mit einem Einlaß 7 und einem
10 Auslaß 8 versehen ist. Der Kanal 6 hat einen Querschnitt von
etwa 75 μm x 75 μm und entspricht in der Breite dem nichtleitenden
Streifen 3.

Hinter dem Kapillareblock 5 und auf dem Substrat 1 befindet sich
15 eine (nur schematisch dargestellte) Wand 9, die Tinte in einem
Vorrat 10 hält (siehe Fig. 2). Der Kanal 6 zieht Tinte durch den
Kapillareffekt vom Vorrat 10 zum Auslaß 8. Wie aus der Fig. 2
ersichtlich, weist die Druckvorrichtung zwei Elektroden 11 und 12
auf, die auf der Metallisierungsschicht 2 angebracht sind und über
20 die am Widerstand 4 ein Spannungsimpuls angelegt werden kann. Die
Fig. 3 zeigt die relative Anordnung der Tinte 13, des Kapillar-
blocks 5, des Widerstands 4 und einer zu bedruckenden
Oberfläche 14. Beim Betrieb beträgt der Abstand D4 zwischen
dem Auslaß 8 und der Oberfläche 14 etwa 0,75 mm.

25
Die Fig. 4A bis 4F stellen im Querschnitt eine Abfolge von
Vorgängen während eines Betriebszyklus der Druckvorrichtung dar.
Wenn ein Spannungsimpuls an die Elektroden 11 und 12 angelegt
wird, hat der durch den Widerstand 4 fließende Strom einen
30 ausreichenden Heizeffekt, um die Tinte zu überhitzen und dabei
über dem Widerstand 4 - wie in der Fig. 4A dargestellt - eine
Dampfblase 15 zu erzeugen. Wie aus der Fig. 4B ersichtlich, dehnt
sich die Dampfblase rasch aus. Durch eine Steuerung der dem Wider-
stand 4 zugeführten elektrischen Energie wird die Größe der Dampf-
35 blase 15 bestimmt. Es ist darauf zu achten, daß die Tinte ins-
gesamt nicht so viel Energie aufnimmt, daß aus dem Auslaß 8 Dampf
entweicht. Der in Richtung des Auslasses 8 gerichtete Impuls, der
auf die Tinte durch die Ausdehnung der Dampfblase ausgeübt wird

bewirkt, daß ein Tintentröpfchen aus dem Kanal 6 ausgestoßen wird. Danach beginnt die Dampfblase, wie aus der Fig. 4C ersichtlich, in sich zusammenzufallen. Nachdem das Tintentröpfchen den Auslaß 8 verlassen hat, fällt die Dampfblase, wie in Fig. 4D dargestellt, 5 vollständig auf oder nahe ihrem Ausgangsort zusammen, wobei an den Widerstand 4 keine Spannung mehr angelegt ist. Die Tinte beginnt den Kanal 6 wieder durch den Kapillareffekt zu füllen (Fig. 4E), und das Tintentröpfchen landet anschließend auf der zu bedruckenden Oberfläche (nicht dargestellt). In der Fig. 4F ist der wie am Anfang gefüllte und 10 für den nächsten Zyklus bereite Kanal 6 dargestellt. Der Druckvorgang erfolgt durch fortgesetztes Anlegen von Spannungsimpulsen in einer geeigneten Reihenfolge an den Widerstand 4, während die Druckvorrichtung und die zu bedruckende Oberfläche relativ zueinander bewegt werden, um das gewünschte Druckbild zu erzeugen.

15

Bei der obigen Erläuterung des grundlegenden Arbeitsprinzips der Erfindung wurde die bevorzugte Tintenversorgung mittels des Kapillareffekts verwendet. Es ist jedoch anzumerken, daß jede andere geeignete Art der Tintenversorgung ebenfalls vorgesehen werden kann. Beispiels- 20 weise könnte die Tinte im Vorrat unter einem geringen Überdruck stehen. Dasselbe gilt auch für die nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele.

Ein Vergleich der oben beschriebenen Druckvorrichtung, die einen 25 einfachsten Druckkopf darstellt, mit dem in Dokument I beschriebenen Druckkopf ergibt folgendes:

- Die vorliegende Vorrichtung ist wesentlich einfacher herzustellen und somit kostengünstiger. Mit dem oben beschriebenen Arbeitsprinzip kann der Druckkopf sogar in eine Einweg-Tintenpatrone integriert 30 werden, die ersetzt wird, wenn sie leer ist. Der erfindungsgemäße Druckkopf weist keine komplizierten Flußwege auf, wie sie im Druckkopf nach Dokument I vorgesehen sind, die sich - wegen der Größe der Pumpkammern, die wiederum durch die Größe der piezoelektrischen Kristalle bestimmt ist - strömungsabwärts von der Pumpkammer ver- 35 jüngen müssen, um eine höhere Druckauflösung zu erreichen.
- Die vorliegende Vorrichtung nimmt weniger Raum ein, weil sie relativ dünn ist. Es ist so möglich, einen Stapel zu bilden, der mehrere der oben beschriebenen Vorrichtungen umfaßt, so daß mehrere Punkte gleichzeitig gedruckt werden können, wobei der Abstand zwischen 40 den Auslässen benachbarter Vorrichtungen die Druckauflösung bestimmt.

- Wegen des Fehlens von Pumpkammern und anderer Teile mit relativ großem Durchmesser im Flußweg kann die Tintenversorgung beim erfindungsgemäßen Druckkopf - wie bereits oben angeführt - durch den Kapillareffekt erfolgen.

- 5 - Die Dampfblase wird vorzugsweise in der Nähe des Auslasses gebildet, so daß der Fließwiderstand der Tinte zum Auslaß hin wesentlich niedriger ist als jener zum Vorrat hin, so daß zur Gewährleistung eines Tintenflusses in der gewünschten Richtung keine Fluidioden erforderlich sind.
- 10 - Die Arbeitsfrequenz und damit die Druckgeschwindigkeit ist höher, da die Schwingfrequenz der piezoelektrischen Kristalle begrenzt ist.

Es ist hier darauf hinzuweisen, daß die an den Widerstand angelegte Spannung U und der Widerstandswert R des Widerstandes den durch den Widerstand fließenden Strom I bestimmen. Die Beziehung ist wie folgt: $I = U/R$ (Ohmsches Gesetz). Typische Werte für den praktischen Einsatz sind: $U = 1,5$ V (Volt) und $R = 3 \Omega$ (Ohm), woraus sich ein Strom von $I = 0,5$ A (Ampère) ergibt. Eine typische Impulsdauer beträgt $5 \mu s$ (5×10^{-6} s).

Die Impulse, die an den Widerstand angelegt werden, werden nicht im Druckkopf, der in der Regel austauschbar oder sogar vom Einwegtyp ist, sondern durch eine geeignete Steuerelektronik im Drucker erzeugt.

Die Fig. 5A und 5B zeigen einen Tintenstrahldruckkopf entsprechend einem ersten kommerziell anwendbaren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Druckkopf hat eine Vielzahl von Auslässen, die eine einspaltige Druckmatrix bilden. Der in Fig. 5A und 5B dargestellte sogenannte "Endausstoß"-Druckkopf ("Endshooter") umfaßt ein Substrat 1 und einen Kapillareblock 5 mit mehreren kapillaren Kanälen 6. Typische Werkstoffe für das Substrat 1 sind Isolatoren wie Glas, Keramik und Silizium, während der Werkstoff für den Kapillareblock 5 hinsichtlich günstiger Fertigungseigenschaften bezüglich der Bildung der kapillaren Kanäle 6 ausgewählt werden kann. Beispielsweise besteht der Kapillareblock 5 aus Formglas, geätztem Silizium oder geätztem Glas. Das Substrat 1 und der Kapillar-

block 5 werden durch Epoxydharz miteinander verbunden. Die Abstände D5 und D6, die den Abständen und der Breite der Kanäle entsprechen, werden durch die gewünschte Trennung und Größe der Auslässe bedingt und bestimmen damit die Druckauflösung. Ein Füllkanal 16 führt Tinte von einem entfernten Tintenvorrat (nicht dargestellt) zu den kapillaren Kanälen 6.

Eine Vielzahl von Widerständen 4 ist auf dem Substrat 1 vorgesehen, die jeweils aus einer Fläche aus Dünnschicht-Titan-Wolfram am Boden eines jeden kapillaren Kanals 6 bestehen. Zusätzlich vorgesehen ist eine Anzahl elektrischer Zuleitungen 17 aus Dünnschicht-Gold, über die ein Spannungsimpuls an die Widerstände 4 angelegt werden kann. Andere typische Werkstoffe für die Zuleitungen 17 sind Chrom oder Aluminium, während der Widerstand 4 auch aus Platin oder Silizium bestehen kann. Wie durch die Bruchlinie in Fig. 5A und 5B angedeutet, kann der Druckkopf auf jede gewünschte Zahl von Auslässen erweitert werden.

Für dieses Ausführungsbeispiel wurde die Bezeichnung "Endshooter"-Druckkopf gewählt, weil der oben beschriebene Druckkopf die Tinte an den Enden der Kanäle ausstößt.

Die Fig. 6A und 6B zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, einen sogenannten "Seitenausstoß"-Druckkopf ("Side shooter"). Er umfaßt ein Substrat 1, das zwei elektrische Zuleitungen 17 und einen Widerstand 4 trägt. Zwei Abstandsstücke 18 aus Kunststoff trennen das Substrat 1 von einer Abdeckung 19, wodurch ein - vorzugsweise kapillarer - Kanal 6 für die Tinte gebildet wird. Die Abdeckung 19 besteht aus Silizium und weist einen geätzten verjüngten Auslaß 8 für die Tintentröpfchen auf. Der Auslaß 8 befindet sich direkt gegenüber dem Widerstand 4. Seine Größe liegt typischerweise bei 0,1 mm x 0,1 mm. Bei diesem Sideshooter-Druckkopf werden die Tintentröpfchen nicht am Ende des Tintenkanals 6 (wie beim Endshooter-Druckkopf), sondern seitlich aus dem Kanal ausgestoßen.

Die Fig. 7 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das ebenfalls ein Sideshooter-Druckkopf ist. Ein Substrat 1 trägt zwei Abstandsstücke 18 aus Glas, um Tinte in einem Kanal 6 zu halten. Eine Abdeckung 19 aus Silizium ist vorgesehen und weist 5 eine Reihe geätzter verjüngter Auslässe - wie am Beispiel des Auslasses 8 dargestellt - auf. Die Auslässe 8 sind jeweils in einer trogförmigen Rinne 20 in der Abdeckung 19 vorgesehen, so daß im Hinblick auf eine größere Stabilität eine dickere Abdeckung verwendet werden kann. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, weist der 10 Kanal 6 zwei Abschnitte mit verschiedenen Querschnittsflächen auf: der erste ist ein kapillarer enger Abschnitt 6a unterhalb des Auslasses 8 und der zweite ist ein Abschnitt 6b mit einer größeren Querschnittsfläche, der eine ausreichende Versorgung des Abschnitts 6a mit Tinte gewährleistet. Ein Füllrohr 16 verbindet 15 den Abschnitt 6b mit einem entfernten Tintenvorrat (nicht dargestellt).

Die in Fig. 6A, 6B und 7 dargestellten Druckköpfe lassen sich in Richtung der Pfeile E in den Fig. 6A und 7 verlängern, um eine 20 Vielzahl von Auslässen zu schaffen. Dadurch wird eine einspaltige Druckmatrix erzeugt. Wenn mehrere solcher Anordnungen nebeneinander vorgesehen werden, erhält man einen Druckkopf mit einer mehrspaltigen Matrix. Bei den Sideshooter-Druckköpfen ist anzumerken, daß der aus der Expansion der Dampfblase resultierende Druck- 25 impuls dazu dient, ein Tintentröpfchen ausschließlich aus dem entsprechenden Auslaß gegenüber dem Widerstand auszustoßen, da die umgebende Tinte den Druckimpuls in die anderen Richtungen so weit blockiert, daß ein Ausstoß von Tinte von benachbarten Auslässen der jeweiligen Spalte vermieden wird.

30 Die Fig. 8 und 9 zeigen ein viertes bzw. fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung, die jeweils - obwohl geringfügig komplizierter in der Herstellung - eine Reihe zusätzlicher Vorteile aufweisen. Bei diesen Ausführungsbeispielen wird die Dampfblase nicht 35 wie bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 3 sowie 5 bis 7 direkt in der Tinte erzeugt, sondern in einer separaten Arbeitsflüssigkeit.

Der in Fig. 8 gezeigte Sideshooter-Druckkopf weist eine Abdeckung 19 mit einem Auslaß 8 zum Ausstoßen der Tinte auf. Die Abdeckung 19 ist durch Abstandsstücke 18 von einer flexiblen Membran 21 getrennt, so daß ein Tintenversorgungsdurchlaß in Form eines Kanals 6 geschaffen wird. Direkt unter der flexiblen Membran 21 befindet sich ein Hohlraum 22 zur Aufnahme einer Arbeitsflüssigkeit. Der Hohlraum 22 ist nach unten durch einen Widerstand 4 und seitlich durch Wände 23 abgeschlossen, wobei der Widerstand 4 und die Wände 23 von einem Substrat 1 getragen werden. Es sind auch zwei elektrische Zuleitungen 17 dargestellt, über die ein Spannungsimpuls an den Widerstand 4 angelegt werden kann.

Wie bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird beim Betrieb ein Spannungsimpuls an den Widerstand 4 angelegt, wodurch sich ein Teil der Arbeitsflüssigkeit im Hohlraum 22 erwärmt und abrupt verdampft, wodurch sich unter der flexiblen Membran 21 eine Dampfblase bildet. Die Ausdehnung der Dampfblase führt dazu, daß die Membran ausgedehnt wird, was zu einer örtlichen Verformung derselben und zur Übertragung eines Druckimpulses auf die Tinte im Kanal 6 führt. Durch diesen Druckimpuls wird dann ein Tintentröpfchen aus dem Auslaß 8 ausgestoßen. Wenn der Spannungsimpuls beendet wird, fällt die Dampfblase durch Rekondensation in sich zusammen, so daß der Vorgang ohne die Notwendigkeit der Zufuhr neuer Arbeitsflüssigkeit wiederholt werden kann.

Die Abstandsstücke 18 gewährleisten lediglich eine geringe Trennung der Membran 21 und des Auslasses 8, wodurch eine ausreichende Energieübertragung auf die Tinte und ein Füllen des Kanals 6 durch den Kapillareffekt gewährleistet werden. Ein typischer Auslaß-Durchmesser liegt bei 75 µm, und es können dieselben Werkstoffe wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen verwendet werden. Die flexible Membran 21 besteht vorteilhafterweise aus einem dünnen Film aus Silikonkautschuk, wobei aber auch andere Werkstoffe mit der erforderlichen Elastizität eingesetzt werden können.

Die Fig. 9 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem nur eine sehr geringe Menge der Arbeitsflüssigkeit benötigt wird, um die für den Ausstoß der Tintentröpfchen erforderliche Dampfblase zu erzeugen. Bei diesem Ausführungsbeispiel entfal-

len die Wände 23 aus Fig. 8, und eine flexible Membran 21 ist direkt über einem Widerstand 4 angebracht. Zur Gewährleistung eines ausreichenden Zwischenraums zwischen dem Widerstand 4 und der Membran 21 muß mindestens einer dieser beiden Teile eine raue Oberfläche aufweisen, so daß eine ausreichende Menge von Arbeitsflüssigkeit für die zufriedenstellende Ausbildung von Dampfblasen zwischen diesen Teilen untergebracht werden kann. Dies wird in Fig. 9 veranschaulicht, in der eine Dampfblase 15 gezeigt ist, die eine örtliche Verformung der Membran 21 bewirkt, wodurch ein Tintentröpfchen (nicht dargestellt) aus dem Auslaß 8 im Kanal 6 ausgestoßen wird. In der Fig. 9 sind auch elektrische Zuleitungen 17 für den Widerstand 4 dargestellt.

Hinsichtlich der Arbeitsflüssigkeit hat sich gezeigt, daß mit Flüssigkeiten auf Wasserbasis zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. Die Arbeitsflüssigkeit wird bei der Herstellung des Druckkopfs zwischen dem Widerstand 4 und der Membran 21 eingebracht.

Bei dem in Fig. 8 und 9 dargestellten vierten und fünften Ausführungsbeispiel müssen die thermischen und die chemischen Eigenschaften der Tinte nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist dadurch viel leichter, Farbdrucker herzustellen, die drei verschiedene Tinten in ein- und demselben Druckkopf verwenden (wobei für jede Farbe eine eigene Druckmatrix vorgesehen ist). Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine große Auswahl von Arbeitsflüssigkeiten und von Materialien für die elektrischen Zuleitungen und für die Widerstände gegeben ist, ohne daß Benetzungseigenschaften oder sonstige, insbesondere chemische Probleme im Zusammenhang mit verschiedenen Tintenzusammensetzungen, wie z. B. die Korrosionsanfälligkeit oder die Ablagerung von Tintenteilchen am Widerstand berücksichtigt werden müssen. Somit können die Tinte und die Arbeitsflüssigkeit für ihre jeweilige Funktion optimiert werden. Eine sorgfältig ausgewählte Arbeitsflüssigkeit gewährleistet eine höhere Energieausnutzung bei der Bildung von Dampfblasen als Tintenzusammensetzungen.

Die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 8 und 9 sind Sideshooter-Druckköpfe. Das beschriebene Prinzip mit der separaten Arbeitsflüssigkeit ist aber auch für Endshooter-Druckköpfe anwendbar.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

Substrat.....	1
Metallisierungsschicht.....	2
schmaler nichtleitender Streifen....	3
Widerstand.....	4
Kapillarblock.....	5
kapillarer Kanal.....	6
Abschnitte.....	6a, 6b
Einlaß.....	7
Auslaß.....	8
Wand.....	9
Vorrat.....	10
Elektroden.....	11, 12
Tinte.....	13
zu bedruckende Oberfläche.....	14
Dampfblase.....	15
Füllkanal, Füllrohr.....	16
elektrische Zuleitungen.....	17
Abstandsstücke.....	18
Abdeckung.....	19
trogförmige Rinne.....	20
Membran.....	21
Hohlraum.....	22
Wände.....	23

Patentansprüche

1. Druckkopf mit mindestens einem Tintenversorgungsdurchlaß (6), wobei der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß (6) mindestens einen Auslaß (8) aufweist, wobei der oder jeder Auslaß (8) mit einem Mittel (4) zur Erzeugung eines Druckimpulses in der Tinte (13) in dem Tintenversorgungsdurchlaß (6) versehen ist, durch den eine Tintenmenge zum jeweiligen Auslaß (8) hin versetzt und aus ihm in Form eines Tröpfchens ausgestoßen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes Mittel zur Erzeugung eines Druckimpulses ein Mittel (4) zur Bildung einer Dampfblase (15) aufweist, die auf die Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß (6) einwirkt.
2. Druckkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß (6) einen Einlaß (7) aufweist, der mit einem Tintenvorrat (10) verbunden ist.
3. Druckkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslaß oder die Auslässe (8) entlang der Längserstreckung des oder jedes Tintenversorgungsdurchlasses (6) angeordnet ist oder sind.
4. Druckkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß ein kapillarer Kanal (6) ist.
5. Druckkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfblase (15) in der Tinte (13) gebildet wird.
6. Druckkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes Mittel zur Bildung einer Dampfblase einen elektrischen Widerstand (4) umfaßt.
7. Druckkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Widerstand (4) in dem entsprechenden Tintenver-

sorgungsdurchlaß (6) in der Nähe des entsprechenden Auslasses (8) vorgesehen ist.

8. Druckkopf nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Widerstand (4) aus einer Dünnschicht-Metallisierungsschicht besteht.
9. Drucker umfassend einen Druckkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

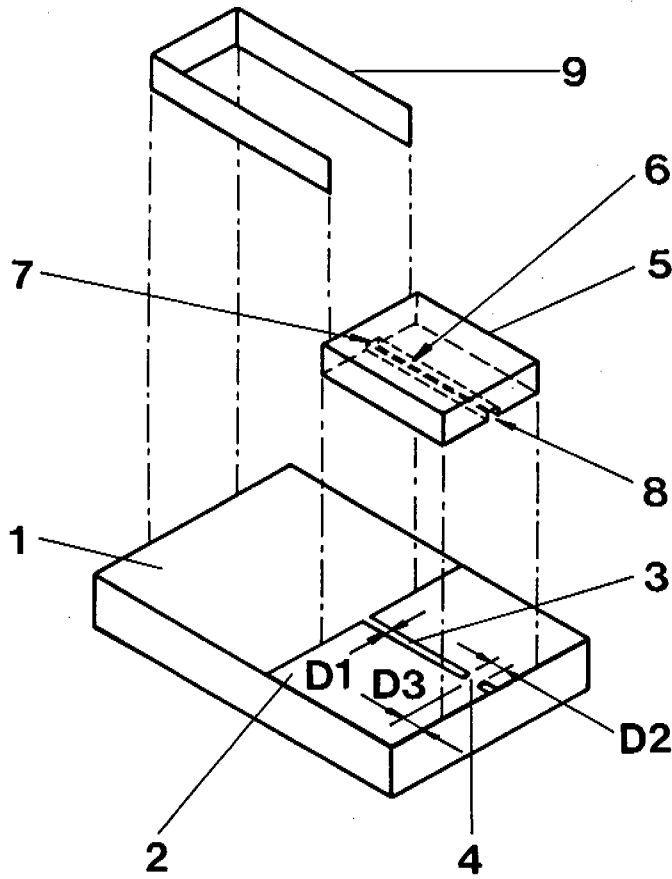


Fig. 1

Fig. 2

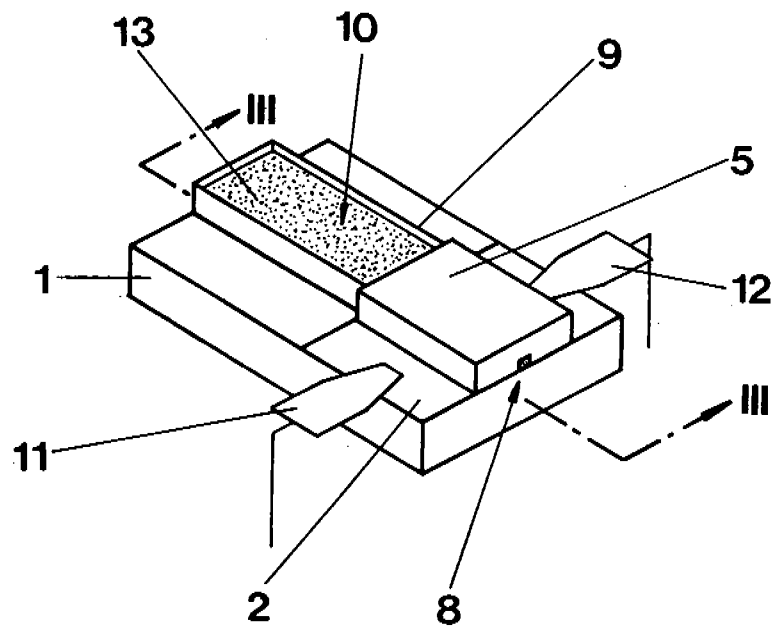
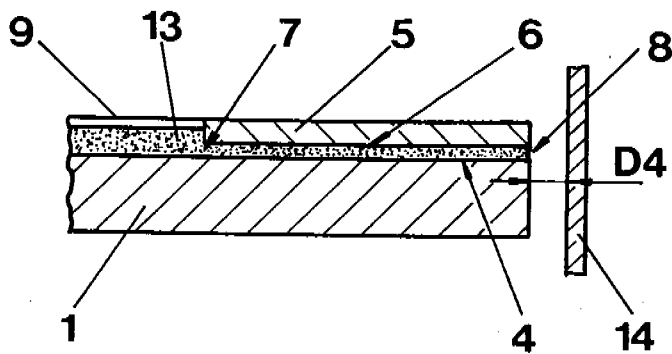


Fig. 3



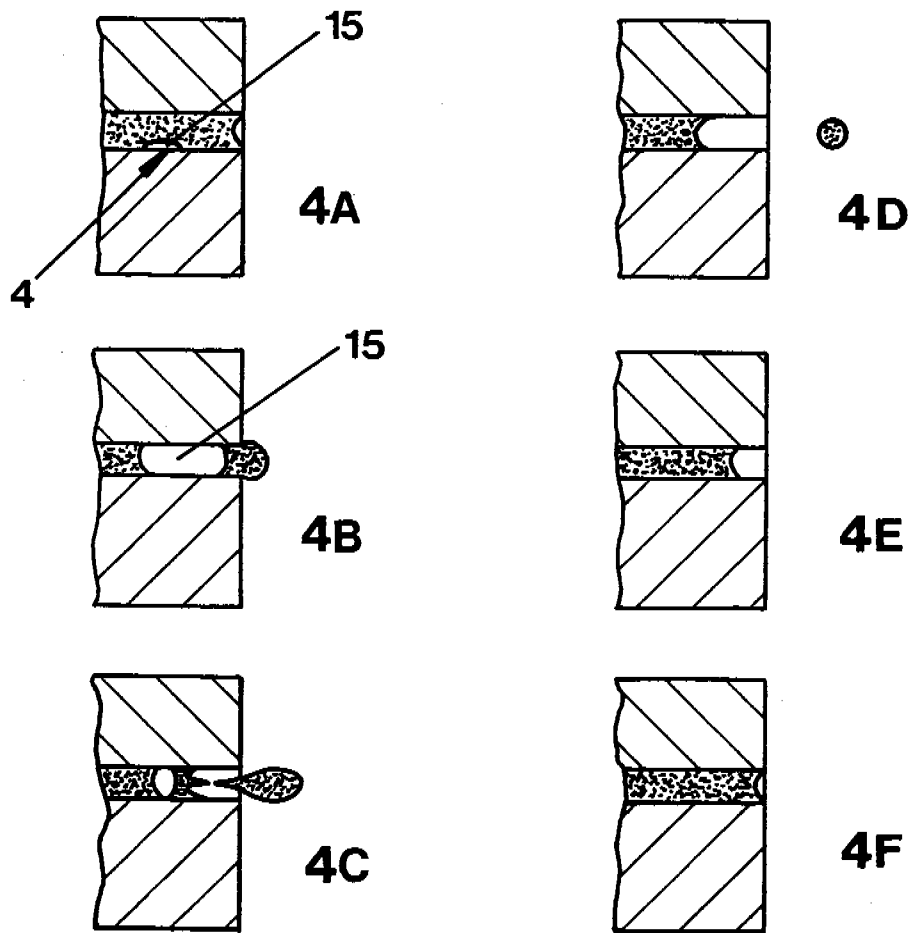


Fig. 4

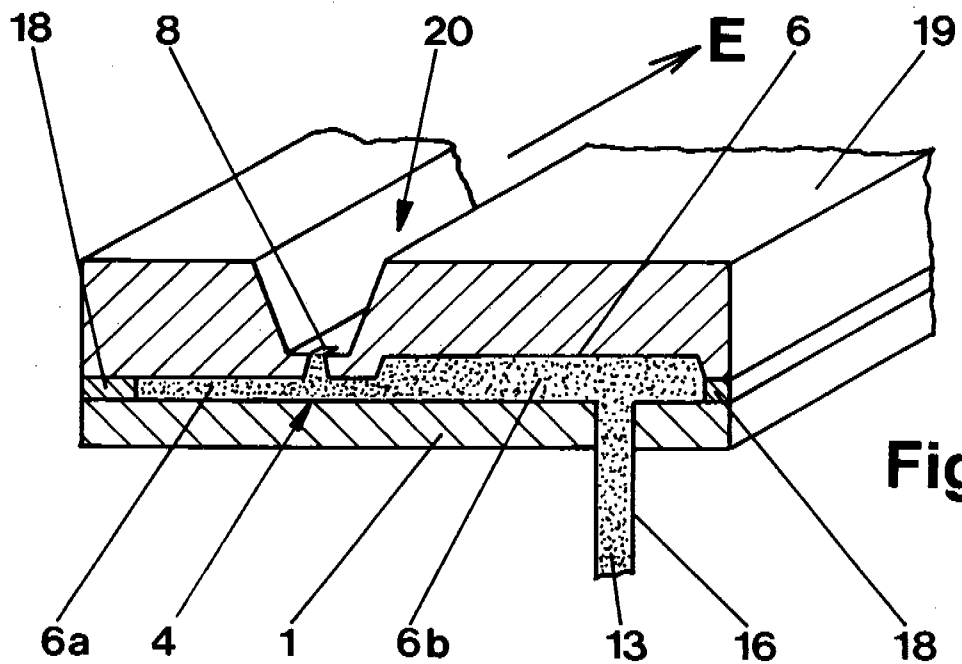


Fig. 7

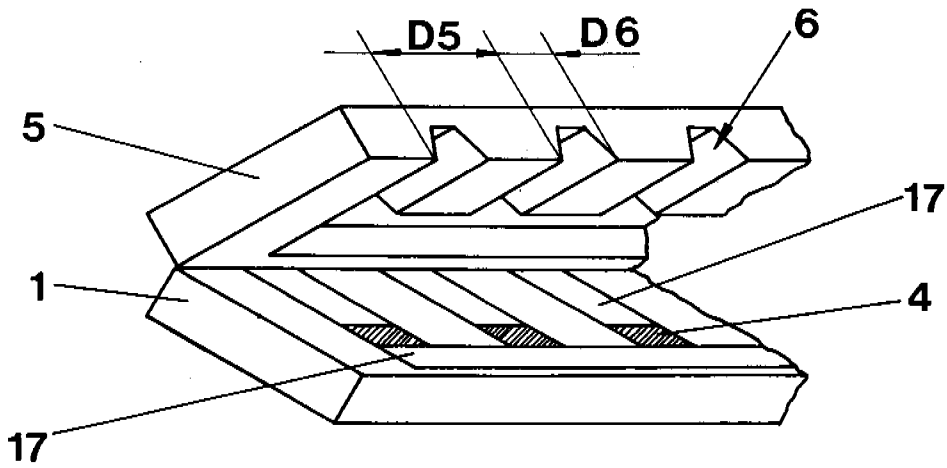


Fig. 5A

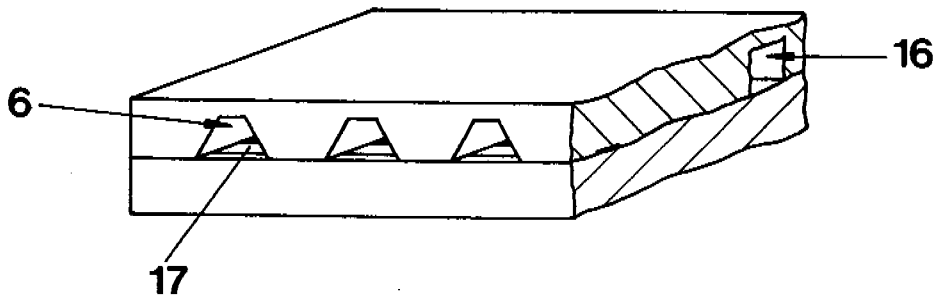


Fig. 5B

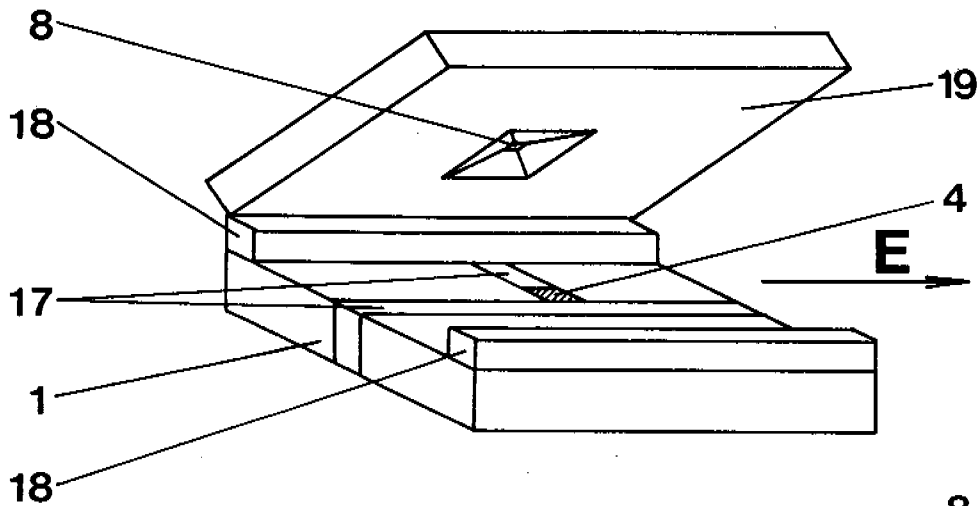


Fig. 6A

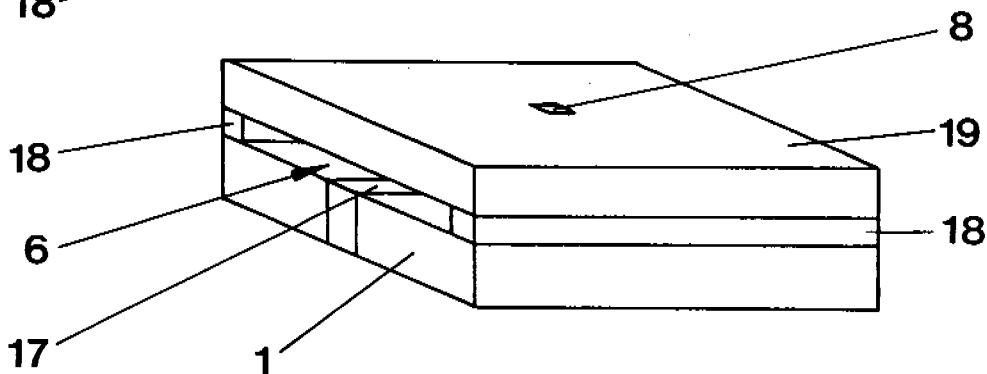


Fig. 6B

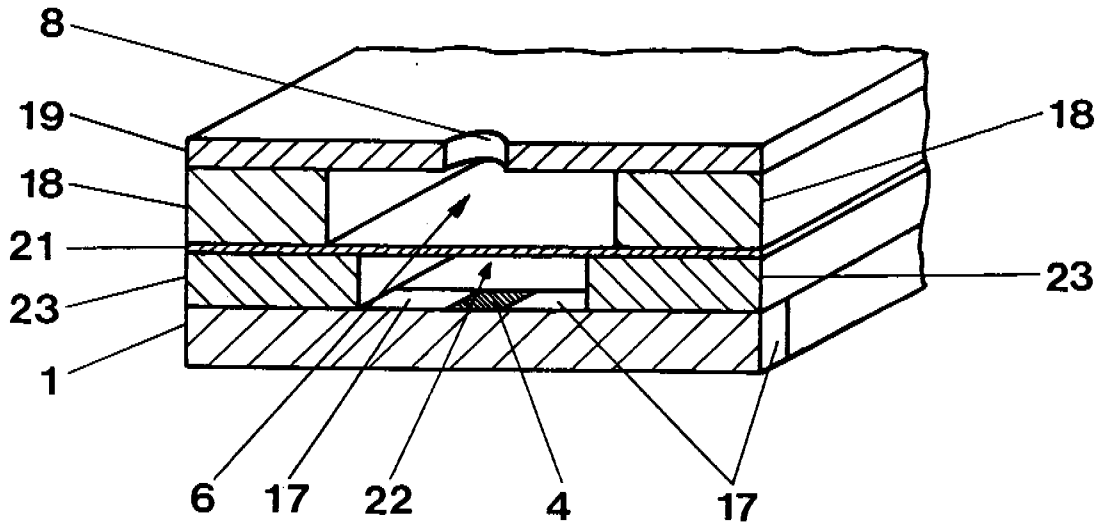


Fig. 8

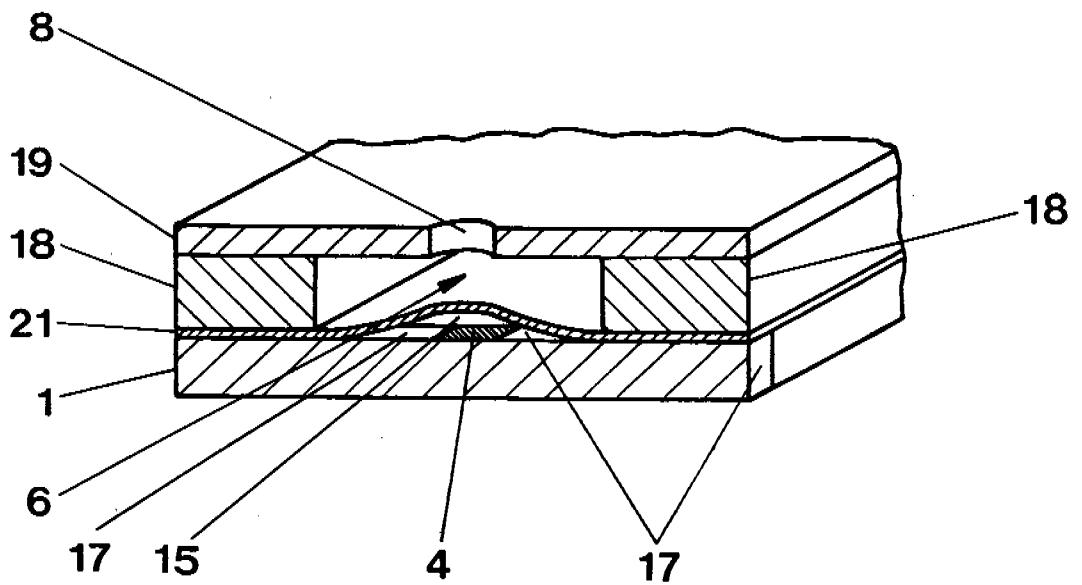


Fig. 9

Bescheid

1. In diesem Bescheid wird auf das Dokument II Bezug genommen, das vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung veröffentlicht worden ist.
2. Unter Verwendung der Terminologie des vorliegenden Anspruchs 1 offenbart das Dokument II, das den nächstliegenden Stand der Technik darstellt, einen Druckkopf mit mindestens einem Tintenversorgungsdurchlaß (35, 46-1 bis 46-n), wobei der oder jeder Tintenversorgungsdurchlaß (35, 46-1 bis 46-n) mindestens einen Auslaß (39) aufweist, wobei der oder jeder Auslaß (39) mit einem Mittel (33, 45-1 bis 45-n) zur Erzeugung eines Druckimpulses in der Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß (35, 46-1 bis 46-n) versehen ist, durch den eine Tintenmenge zum jeweiligen Auslaß (39) hin versetzt und aus ihm in Form eines Tröpfchens (5) ausgestoßen wird, wobei das oder jedes Mittel zur Erzeugung eines Druckimpulses ein Mittel (33, 45-1 bis 45-n) zur Bildung einer Dampfblase aufweist, die auf die Tinte in dem Tintenversorgungsdurchlaß (35, 46-1 bis 46-n) einwirkt (siehe Fig. 1 bis 3 und die entsprechende Beschreibung).

Es ist darauf hinzuweisen, daß das Dokument II auch den "Sideshooter"-Aspekt erwähnt, bei dem ein Tintenversorgungsdurchlaß entlang seiner Längserstreckung mit einer Vielzahl von Auslässen versehen ist (siehe Dokument II, letzter Absatz).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher im Hinblick auf das Dokument II nicht neu. Der Anspruch 1 ist damit nicht gewährbar (Art. 52 (1) und 54 (1, 2) EPÜ).

3. Die im Anspruch 2 angegebenen Merkmale sind im Dokument II in Verbindung mit denen des Anspruchs 1 offenbart (vgl. den Kanal 35 in Fig. 1). Da das Dokument II auch "Sideshooter"-Vorrichtungen erwähnt (vgl. dessen letzten Absatz), bei denen der Auslaß oder die Auslässe entlang der Längserstreckung des oder jedes Tintenversorgungsdurchlasses angeordnet ist oder sind, sind darin auch die Merkmale des Anspruchs 3 offenbart. Damit sind die Gegenstände der Ansprüche 2 und 3 ebenfalls nicht neu.

4. Im Dokument II sind auch die in den Ansprüchen 4 bis 6 angegebenen Merkmale offenbart: die kapillare Tintenversorgung ist in der 2. Hälfte des 6. Absatzes erwähnt, und aus Fig. 1 und dem 7. Absatz geht hervor, daß die Dampfblase mittels eines elektrischen Widerstands 33 in der Tinte gebildet wird. Die Gegenstände der Ansprüche 4 bis 6 sind daher ebenfalls nicht neu.
5. Aus Fig. 1 bis 3 des Dokuments II geht hervor, daß der oder jeder Widerstand in dem entsprechenden Tintenversorgungsdurchlaß - wie in Anspruch 7 angegeben - in der Nähe des entsprechenden Auslasses vorgesehen ist und aus einer Dünnschicht-Metallisierungsschicht bestehen kann (vgl. die Mitte des 7. Absatzes). Damit sind auch die Gegenstände der Ansprüche 7 und 8 nicht neu.
6. Im Dokument II ist angegeben, daß der darin offenbarte Druckkopf zur Verwendung in einem Drucker bestimmt ist (vgl. den 10. Absatz). Damit ist der Gegenstand des Anspruchs 9 ebenfalls nicht neu.
7. In Anbetracht der obigen Ausführungen ist keiner der Ansprüche 2 bis 9 nach Art. 52 (1) und 54 (1, 2) EPÜ gewährbar.
8. Aus Gründen der Vollständigkeit wäre auch noch folgendes zu beachten: zwar sind die in den Fig. 8 und 9 beschriebenen Ausführungsbeispiele nicht Gegenstand eines Anspruchs, sie scheinen aber nicht mehr darzustellen als eine direkte Kombination der im Dokument II offenbarten Idee, mittels einer Dampfblase einen Druckimpuls in der Tinte zu erzeugen, mit dem Druckkopf aus Dokument I (im einleitenden Teil der vorliegenden Beschreibung erwähnt), bei dem über eine Membran (die flexible Platte 3 in Dokument I) ein Druckimpuls auf die Tinte ausgeübt wird, um Tintentröpfchen aus dem Auslaß (den Auslässen) auszustoßen. Eine solche Kombination wird insbesondere in Anbetracht des 8. Absatzes des Dokuments II als naheliegend erachtet, wo klar eine Lösung der Aufgabe angegeben ist, wie der Widerstand unempfindlich gegen die chemischen Eigenschaften der Tinte gemacht werden kann, nämlich durch Vorsehen einer Folie zwischen dem Widerstand und der Tinte.

DOKUMENT I (Stand der Technik)

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Tintenstrahldrucker und insbesondere auf einen dafür bestimmten Düsenkopf. Im nachfolgend beschriebenen Düsenkopf wird das Volumen einer mit Tinte gefüllten Pumpkammer als Reaktion auf ein elektrisches
5 Signal so abrupt geändert, daß Tintentröpfchen aus einer Düsenöffnung ausgestoßen werden.

Die Erfindung wird in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben, in denen:

10

Fig. 1 eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt, des erfindungsgemäßen Düsenkopfes ist,

Fig. 2 eine Vorderansicht des erfindungsgemäßen Düsenkopfes ist
15 und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Tintenkanals im Querschnitt entlang der Linie III-III von Fig. 1 ist.

20 Der Düsenkopf 1 besteht aus einer Grundplatte 2 und einer flexiblen Abdeckplatte 3. In der Grundplatte 2 ist eine Tintenzuführung 6 ausgebildet, in der Tinte aus einem unter geringfügigem Druck stehenden Tintentank (nicht dargestellt) über ein Röhrchen 4 in ein Tintenreservoir 5 geleitet wird. Vom Tintenreservoir 5
25 gelangt die Tinte über Flußwege 11 mit Fluidioden 10 in Pumpkammern 7. Die Fluidioden 10 erlauben einen Tintenfluß zu den Pumpkammern 7 hin und verhindern einen Tintenfluß von den Pumpkammern zurück ins Reservoir. Die Pumpkammern 7 sind über Flußwege 11a mit Düsenöffnungen 9 verbunden. Die flexible
30 Abdeckplatte 3 ist an der Grundplatte 2 befestigt, und elektrorestriktive Elemente 12, wie z. B. piezoelektrische

Kristalle, sind an der Außenseite der Abdeckplatte 3 an Stellen angebracht, die den Pumpkammern 7 entsprechen.

Wird - unter Steuerung der Druckerelektronik - ein Spannungsimpuls +U, wie er in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, an eines der elektrorestriktiven Elemente 12 angelegt, so erfährt dieses Element eine Verformung (die in Fig. 3 in strichpunktierten Linien angedeutet ist). Diese Verformung wird auf einen Teil der flexiblen Abdeckplatte 3 übertragen, wobei auf die Tinte in der entsprechenden Pumpkammer 7 ein Druckimpuls ausgeübt wird. Dadurch wird in der Tinte in der Pumpkammer 7 eine sich fortpflanzende Welle erzeugt, deren eine Hälfte zum Tintenreservoir 5 hin gerichtet ist, aber durch die Fluiddiode 10 gesperrt wird, während die andere Hälfte auf die Düsenöffnung 9 hin gerichtet ist und die Tinte in Form eines Tröpfchens 8 durch die Düsenöffnung 9 ausstößt.

Jede Fluiddiode 10 ist zwischen dem Tintenreservoir 5 und den entsprechenden Pumpkammern 7 vorgesehen und besteht aus einer herzförmigen Barriere 13, die zum Tintenreservoir 5 hin einen wesentlich höheren Fließwiderstand aufweist als jener zur Düsenöffnung 9. So wird ein effizienter Ausstoß von Tintentröpfchen aus den Düsenöffnungen 9 gewährleistet.

Es ist darauf hinzuweisen, daß zwei oder mehrere der Düsenköpfe mit "einspaltiger Matrix", wie sie in Fig. 1 bis 3 dargestellt sind, zusammengefügt werden können, um eine Druckmatrix mit einer größeren Zahl von Düsenöffnungen zu bilden.

FIG. 1

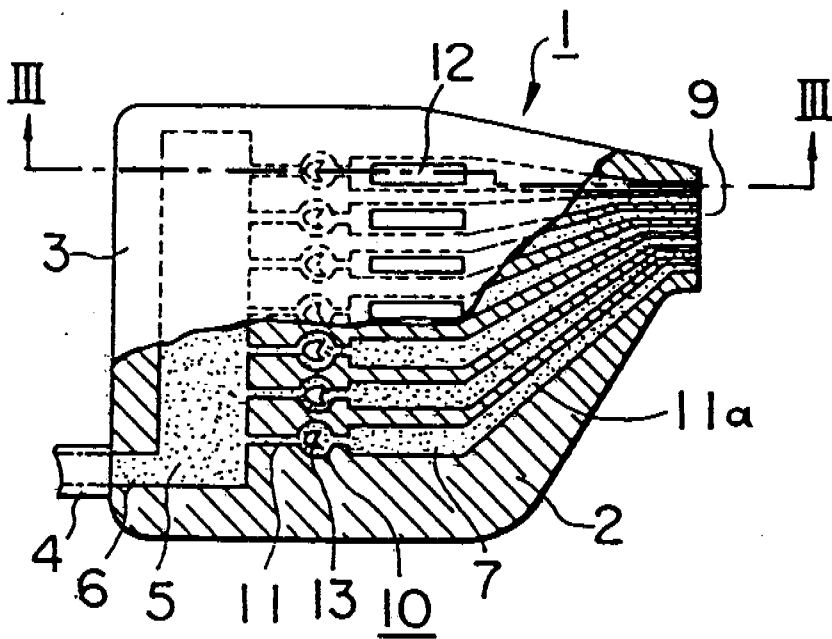


FIG. 2

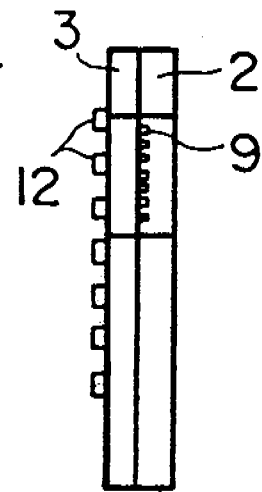
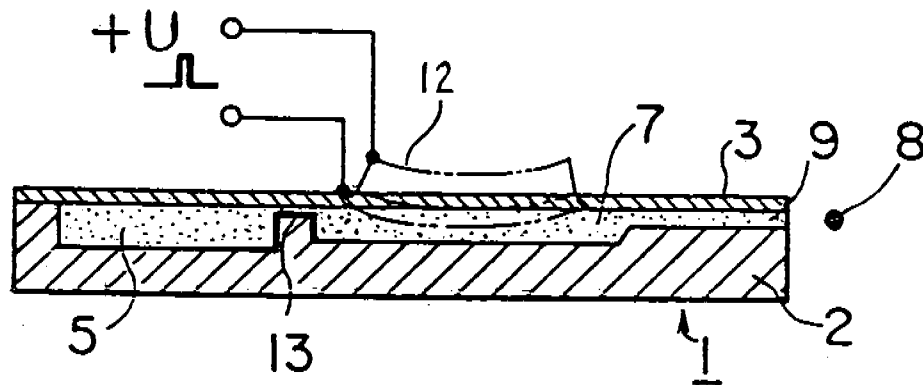


FIG. 3



DOKUMENT II (Stand der Technik)

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Tintenstrahl-Druckvorrichtungen und gewährleistet einen sicheren, raschen und verlässlichen Ausstoß der Tröpfchen.

5 Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert, in denen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Druckvorrichtung ist,

10

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der in Fig. 1 dargestellten Druckvorrichtung ist und

Fig. 3 eine Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Mehr-
15 fachdüsen-Druckkopfs ist.

Es wird nun auf die Fig. 1 und 2 Bezug genommen, die die grundlegende Struktur der vorliegenden Erfindung zeigen, bei der die Bildung der Tröpfchen durch Wärmeenergie erfolgt. Tinte gelangt
20 aus einem Tintenversorgungstank 38, der unter einem vorbestimmten erhöhten Druck P_3 steht, über eine Zuleitung 37 in einen Druckkanal 35. Als Alternative zu dem unter Druck stehenden Tintentank kann der Druckkanal 35 auch ein kapillarer Kanal sein, der in gleicher Weise eine verlässliche Tintenversorgung von einem Tank zu
25 einer Drucköffnung 39 gewährleistet. Der Druckkanal 35 wird durch eine ebene Grundplatte 34 und eine Abdeckplatte 36 mit einer geeigneten Nut gebildet.

Aus der Drucköffnung 39 werden Tintentröpfchen 5 mittels eines
30 elektrothermischen Wandlers, beispielsweise eines elektrischen Widerstands 33, auf ein Aufzeichnungsmedium 42 wie Papier ausgestoßen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der Widerstand 33 aus einer Dünnschicht-Metallschicht auf der Grundplatte 34. Wenn ein geeigneter Spannungsimpuls an den Wider-
35 stand 33 angelegt wird, so überschreitet die Temperatur der Tinte

in der Nähe des Widerstands ihren Siedepunkt und eine Tintendampfblase wird gebildet. Diese sich explosiv ausbreitende Blase dient dazu, ein Tintentröpfchen 5 aus der Drucköffnung 39 auszustoßen.

5 Falls gewünscht, kann der Widerstand 33 mit einer (nicht dargestellten) wärmeleitenden Folie abgedeckt werden, die sich in engem Kontakt mit dem Widerstand befindet und die den Widerstand gegen ein thermisches Ausbrennen in die Tinte schützt. Darüber hinaus macht eine solche Folie den Widerstand unempfindlich gegen die
10 chemischen Eigenschaften der verwendeten Tinte.

Wenn ein unter Druck stehendes Tintenversorgungssystem verwendet wird, so ist ein Drainage-System für auslaufende Tinte zweckmäßig, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Überschüssige Tinte, die die
15 Drucköffnung 39 verläßt, wird durch einen Unterdruck P4 in eine Einlaßöffnung 40 abgezogen. Eine seitliche Abdeckung 41 ist vorgesehen, um die Einlaßöffnung 40 zu bilden. Typische Abmessungen einer Einlaßöffnung liegen bei 10 bis 500 μm (für Durchmesser der Drucköffnung von 20 bis 1 000 μm).

20

Die Fig. 3 zeigt einen einspaltigen Matrix-Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker, wobei der Kopf n Drucköffnungen aufweist. Eine Grundplatte 44 trägt n Widerstände 45-1 bis 45-n von jeweils rund 150 Ω . Jeder einzelne Widerstand ist an einem Ende an eine
25 gemeinsame Masseelektrode 55 und die anderen Enden der Widerstände sind an Elektroden 56-1 bis 56-n angeschlossen. Die Grundplatte 44 ist mit einer Abdeckplatte 48 verbunden, die mit Nuten versehen ist, die mit der Grundplatte 44 zusammenwirken, um Druckkanäle 46-1 bis 46-n zu bilden, die jeweils 40 μm breit sind und in ein
30 gemeinsames Tintenreservoir 47 münden. Das Tintenreservoir 47 wird durch eine Platte 51 abgedeckt, die mit einem Entlüftungsröhrchen 50 und mit Tintenversorgungsleitungen 49-1 und 49-2 versehen ist, die mit einem Tintenversorgungstank (nicht dargestellt) verbunden sind.

35

Der Druckkopf ist mit einem Drainage-System versehen, das aus einer Einlaßplatte 52 mit einem 30 μm breiten Schlitz 53 besteht,

der mit einer Drainage-Kammer 54 verbunden ist, die beim Betrieb auf einem Unterdruck gehalten wird.

Beim Betrieb werden Spannungsimpulse zwischen die gemeinsame
5 Masselektrode 55 und an eine oder mehrere der einzelnen Elektroden 56-1 bis 56-n angelegt, wobei ein Matrix-Druck erfolgt, indem der Druckkopf und das Aufzeichnungsmedium relativ zueinander bewegt werden.

10 Die vorliegende Erfindung wurde in Bezug auf eine Vorrichtung beschrieben, bei der jede Drucköffnung durch ein Ende eines entsprechenden Druckkanals gebildet wird. Sie eignet sich aber auch in gleicher Weise für Vorrichtungen, bei denen die Drucköffnungen entlang der Längserstreckung eines oder mehrerer Druckkanäle
15 angeordnet sind, wobei die Tintentröpfchen seitlich aus dem Kanal oder den Kanälen ausgestoßen werden.

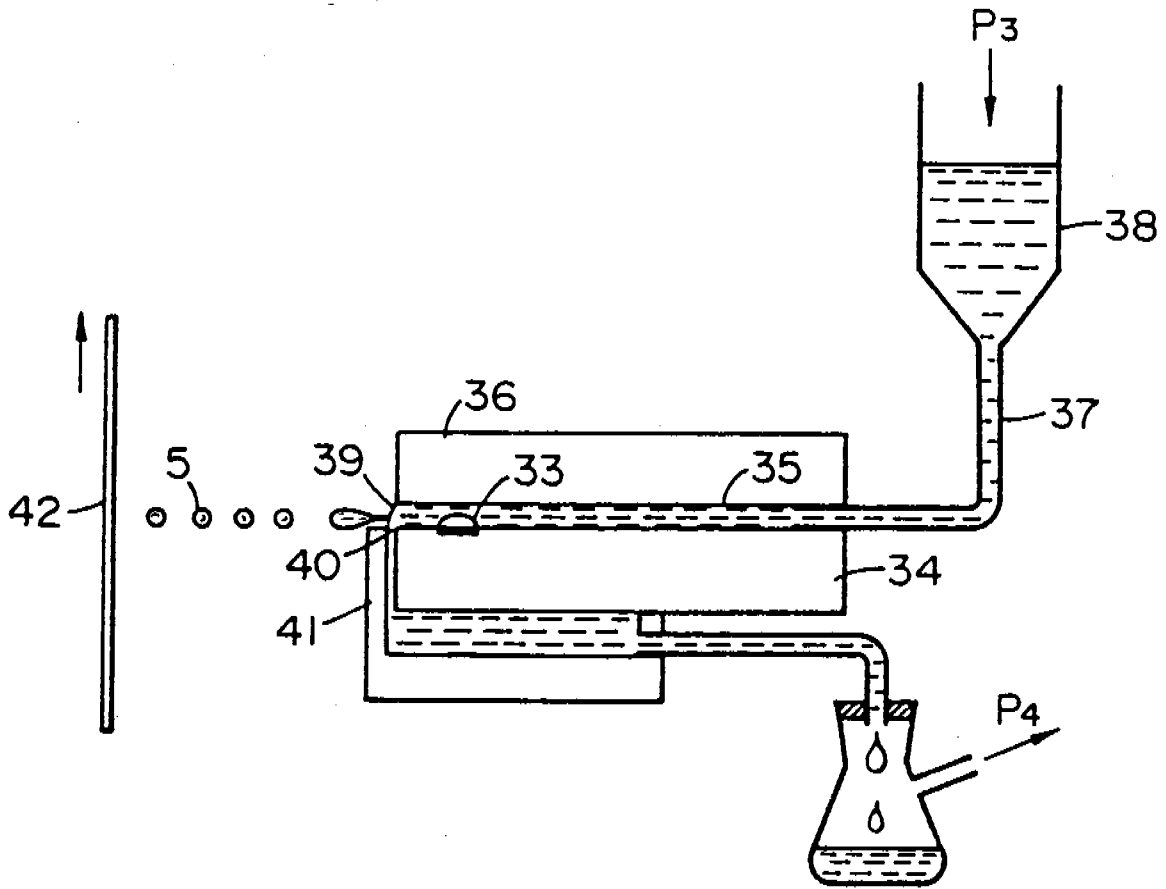


FIG. 1

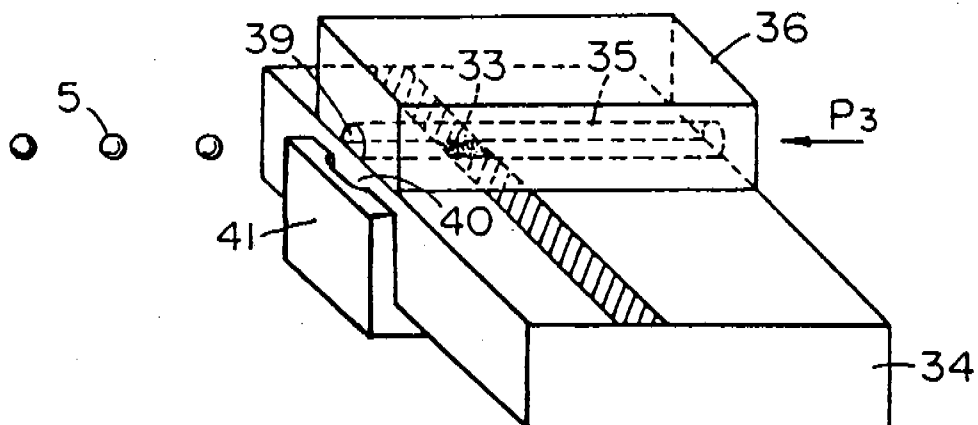


FIG. 2

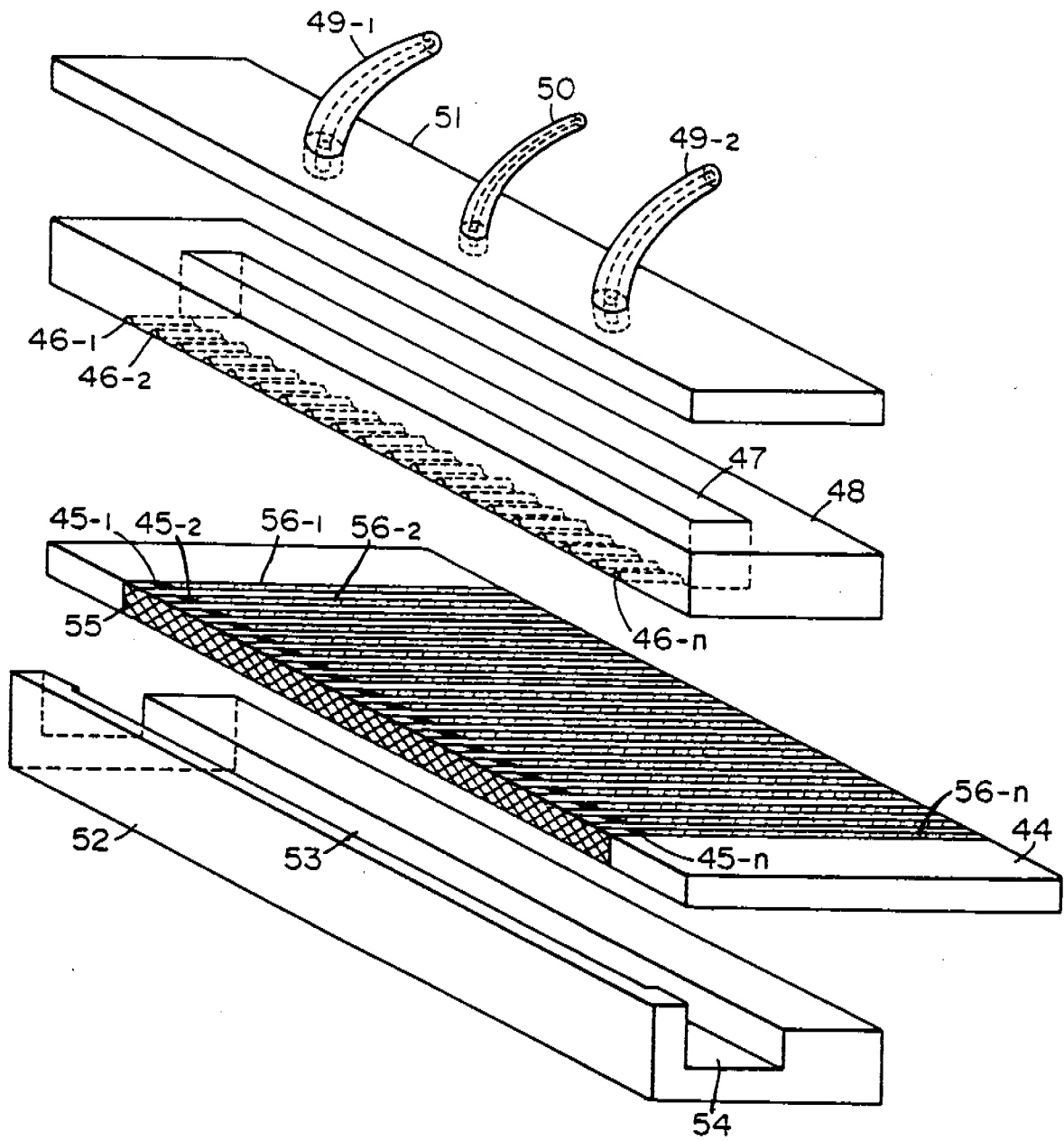


FIG. 3

Schreiben des Mandanten

Besten Dank für die Übersendung einer Kopie des Bescheids des Europäischen Patentamts. Den genannten Stand der Technik und die von der Prüfungsabteilung erhobenen Einwände haben wir zur Kenntnis genommen.

Wir bitten Sie, eine Erwiderung auf den Bescheid fristgerecht auszuarbeiten und möchten Ihnen dazu folgendes mitteilen:

Wir sind nicht länger besonders daran interessiert, Schutz für die in Bezug auf die Fig. 1 bis 7 beschriebenen Ausführungsbeispiele zu erlangen. Unser Hauptinteresse liegt im vierten und fünften Ausführungsbeispiel, das in Bezug auf die Fig. 8 und 9 beschrieben ist.

Bitte treffen Sie die erforderlichen Maßnahmen zur Fortführung unserer europäischen Patentanmeldung unter der Maßgabe, zumindest für die Ausführungsbeispiele aus den Fig. 8 und 9 Patentschutz zu sichern.