



EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
02.01.92 Patentblatt 92/01

Int. Cl.⁵ : **H01L 41/08, B41J 2/16**

Anmeldenummer : **88905711.3**

Anmeldetag : **18.07.88**

Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE88/00444

Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/00920 09.02.89 Gazette 89/04

Verfahren zur Herstellung eines piezoelektrischen Tintendruckkopfs.

Priorität : **31.07.87 DE 3725500**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
21.03.90 Patentblatt 90/12

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
02.01.92 Patentblatt 92/01

Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI

Entgegenhaltungen :
DE-A- 3 630 206
FR-A- 1 204 024
GB-A- 2 098 134
Patent Abstracts of Japan, volume 9, Nr. 235
(M-415)(1958), 21 September 1985; JP - A - 60
090 770 (H. KOTOU) 21 May 1983.

Patentinhaber : **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2 (DE)

Erfinder : **LUBITZ, Karl**
Röntgenstrasse 20
W-8012 Ottobrunn (DE)
Erfinder : **MOHAUPT, Jutta**
Theresienstrasse 54
W-8000 München 2 (DE)
Erfinder : **WERSING, Wolfram**
Weidenweg 4
W-8048 Kirchheim (DE)

EP 0 358 723 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines piezoelektrischen Tintendruckkopfes, wie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegeben.

5 Ein Tintendruckkopf mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 ist aus der DE-A-36 30 206 bekannt. Die Figur 2 dieser Druckschrift zeigt einen aus zwei Teilen zusammengesetzten Tintendruckkopf, von denen das eine Teil aus piezoelektrischer Keramik besteht und das zweite Teil ein aus beliebigem Material bestehender Deckel ist. Das piezoelektrische Teil weist von seiner einen Oberfläche her in das Material eingebrachte Rinnen auf, die, im montierten Zustand durch den Deckel abgedeckt, einzelne Hohlräume für die
10 Tintenkanäle bilden. Die für das Tintenausspritzen dienenden Düsen sind ebenfalls in das piezoelektrische Material eingebracht. Der Boden einer jeden Rinne ist mit einer streifenförmigen Elektrode versehen. Bezogen auf das Material dieses piezoelektrischen Anteils ist einer jeden dieser ersten Elektroden eine zweite entsprechend streifenförmige Elektrode gegenüberliegend auf der Unterseite des piezoelektrischen Anteils angebracht. Mit Hilfe der ersten und der zweiten Elektrode läßt sich in dem piezoelektrischen Material zwischen
15 jeweils diesen Elektroden ein elektrisches Feld erzeugen. Der Tintenkanal befindet sich außerhalb, neben diesem piezoelektrisch wirksamen Bereich.

Der wie in Figur 2 dargestellte Tintendruckkopf ist aus zwei Teilen zusammenzumontieren, die beide miteinander zuverlässig derart abgedichtet montiert sein müssen, daß keinerlei leckweiser Übertritt von Tinte aus dem einen Kanal in einen benachbarten Kanal eintreten kann. Diese Abdichtung muß für eine Dimensionierung
20 sichergestellt werden, bei der der Mittenabstand benachbarter Tintenkanäle in der Größe einiger Zehntel Millimeter liegt. Das heißt, daß nur wenige Zehntel Millimeter dicke Stege gegenüber dem Deckel abzudichten sind.

Für einen jeglichen Tintendruckkopf mit benachbarten Tintenkanälen ist sicherzustellen, daß die piezoelektrische Anregung des einen Tintenkanals auf allein diesen Kanal beschränkt ist und sich nicht parasitär in den benachbarten Tintenkanälen auswirkt.
25

Als piezoelektrisches Material für derartige Tintendruckköpfe wird Piezokeramik als preiswertes, zur Verfügung stehendes Material verwendet.

Ein weiterer Tintendruckkopf mit tinteführenden Kanälen, auf die piezoelektrische Antriebselemente einwirken, ist aus der deutschen Patentschrift 2 543 451 bekannt. Dabei wird jeweils ein Abschnitt der Kanäle von
30 einem piezoelektrischen Antriebselement zylindrisch umfaßt. Bei diesem Tintendruckkopf ist die Länge der von den Antriebselementen nicht umfaßten, zwischen den Austrittsöffnungen der Tintenkanäle und den Antriebselementen liegenden Abschnitte der Tintenkanäle so bemessen, daß die Tintenkanäle mit den piezoelektrischen Antriebselementen von der Abdrucksstelle her strahlenförmig knickfrei wegflechtend verlaufend anordbar sind. Dieser Tintendruckkopf hat also im Bereich der piezoelektrischen Antriebselemente wesentlich größere
35 Abmessungen als es dem Druckraster entspricht. Für einen modularen Aufbau einer Schreibeinrichtung mit mehreren Tintendruckköpfen ist dieser Tintendruckkopf daher weniger geeignet. Eine vollständige Druckzeile kann nur realisiert werden, wenn der Tintendruckkopf in Zeilenrichtung bewegt wird. Damit ist aber die Druckgeschwindigkeit und die Auflösung begrenzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, solche Maßnahmen für die Herstellung eines piezoelektrischen
40 Tintendruckkopfes mit, wie oben erwähnten, für die übliche hohe Druckpunktdichte sehr kleinen Abmessungen anzugeben, nach denen ein solcher Tintendruckkopf wirtschaftlich hergestellt werden kann. Insbesondere muß dieser Tintendruckkopf zuverlässige Flüssigkeitsabdichtung zwischen den einzelnen Tintenkanälen haben und die Anregung eines Tintenkanals darf nicht zu parasitärer Auswirkung in benachbarten Tintenkanälen führen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

45 Weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

In der DE-A-36 19 871 ist ein Verfahren zur Herstellung piezokeramischen Materials mit vorgebbare akustischer Impedanz, das innere Hohlräume besitzt, beschrieben. Die Hohlräume werden fotolithographisch erzeugt, wobei ein Zwischenstadium des Verfahrens die Herstellung eines Stapels aus Piezokeramikrohlfolien ist.
50

Dieses Verfahren kann vorteilhaft dazu eingesetzt werden, kanalförmige Hohlräume in Piezokeramikfolienstreifen zu erzeugen, die als Tintenkanäle dienen.

In der DE-A- 37 18 323 ist ein Verfahren beschrieben, mit dem die Bearbeitung von Keramikwerkstoffen ohne das Entstehen von Damageschichten möglich ist. Dabei wird eine Laserstrahlung mit einer (Luft) Wellenlänge kleiner als etwa 350 nm verwendet, die Beaufschlagung mit Laserstrahlung nur impulsweise durchgeführt und die Impulsdauer, die Pulswiederholungsrate und die Pulsenergie derart aufeinander abgestimmt
55 bemessen, daß in dem bearbeiteten Werkstoff ein wesentlicher Wärmestau vermieden wird. Vorteilhaft ist der Einsatz eines Excimerlasers.

Dieses Laserverfahren kann beim Verfahren zur Herstellung des piezoelektrischen Tintendruckkopfes zum

Erzeugen der Düsen, der Gräben und zum Zerteilen der Piezokeramikstreifen verwendet werden, wobei keine störenden Damageschichten an den Rändern der bearbeiteten Bereiche entstehen. Damit kann die Ausbeute bei der Herstellung und die Funktionsgenauigkeit der piezoelektrischen Tintendruckköpfe erhöht werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit den Figuren 1 bis 4 weiter erläutert.

5 Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Schnitt durch einen nach erfindungsgemäßem Verfahren hergestellten piezoelektrischen Tintendruckkopf.

Fig. 2 zeigt schematisch den Tintendruckkopf in Draufsicht.

Fig. 3 zeigt schematisch den Verlauf der Herstellung des piezoelektrischen Tintendruckkopfes anhand aufeinanderfolgender Verfahrensschritte mit den Bezugszeichen 301 bis 304, 301a, 301b, 304a, 305a und 304b
10 bis 307b. Bei den Verfahrensschritten, deren Bezugszeichen mit a oder b versehen sind, ist der piezoelektrische Tintendruckkopf in Draufsicht gezeigt.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Vorrichtung, die zur Herstellung von Piezokeramikfolienstreifen mit kanalförmigen Hohlräumen verwendet werden kann.

Fig. 5 zeigt eine Folie, die zur Herstellung von Piezokeramikstreifen mit kanalförmigen Hohlräumen ver-
15 wendet werden kann.

FIG. 1:

Auf einer Trägerschicht 6 befinden sich mehrere parallel nebeneinander liegende Antriebselemente 1.
20 Jedes Antriebselement 1 besteht aus einem Piezokeramikteil 2, einer zweiten Elektrode 4 und einem Teil einer gemeinsamen ersten Elektrode 3. Auf den zweiten Elektroden 4 befinden sich elektrische Anschlußstreifen 8. Die Piezokeramikteile 2 besitzen Tintenkanäle 5 mit rechteckigem Querschnitt. Die Trägerschicht 6 kann aus Kunststoff oder Metall bestehen. Der piezoelektrische Tintendruckkopf kann auf der Seite der Antriebselemente 1 mit Kunststoff 7 vergossen sein.

FIG.2:

An der Stirnseite des piezoelektrischen Tintendruckkopfes befindet sich die Düsenfront 21 mit Düsen 22.
30 Die Düsenfront 21 ist direkt mit den Piezokeramikteilen 2 verbunden und jeder Tintenkanal 5 mündet in eine Düse 22. Die Piezokeramikteile 2 berühren sich auf der Länge der elektrisch kontaktierten Bereiche nicht. Die Düsenfront 21 kann aus Metall oder Piezokeramik bestehen. Die Düsen 22 sind zur Tröpfchenausbildung beim Betrieb des piezoelektrischen Tintendruckkopfes richtig. Auf der der Düsenfront 21 gegenüberliegenden Seite des piezoelektrischen Tintendruckkopfes ist die elektrische Anschlußstreifenleitung 9 angeordnet, deren elektrische Anschlußstreifen 8 zu den zweiten Elektroden 4 einen elektrischen Kontakt herstellen.

FIG.3:

Verfahrensschritt 301: Auf einem ca. 80 bis 150 mm dicken Streifen einer Piezokeramikrohfolie 41 mit einer Trägerfolie 42 werden mehrere parallele balkenförmige Profile 43 aufgebracht, aus denen im weiteren Verlauf
40 des Verfahrens die Tintenkanäle 5 entstehen. Das Aufbringen der Profile kann im Siebdruckverfahren erfolgen. Dabei werden Profile 43, die die Form der gewünschten Tintenkanäle 5 aufweisen, aus einer Paste aus organischem Bindemittel mit einem Anteil Kohlenstoff aufgedruckt. Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der Profile 43 (nicht in der Figur dargestellt) ist, den Piezokeramikrohfolienstreifen 41 mit einer Kunststoffschicht zu versehen und diese mit den bekannten Fotoätztechniken zu strukturieren.

45 Für das Herstellungsverfahren ist das Erzeugen von Tintenkanälen mit rechteckigem, ellipsenförmigem oder langlochförmigem Querschnitt besonders vorteilhaft, da durch Materialschwund der Piezokeramik beim Sintern verursachte Ungenauigkeiten in den Abmessungen bei der Herstellung der Düsenfront 21 durch Justierung der Düsen 22 ausgeglichen werden können.

50 Verfahrensschritt 301a

Wenn die Düsenfront 21 aus Piezokeramik hergestellt werden soll, werden die Profile 43 nicht durchgehend auf dem Piezokeramikrohfolienstreifen 41 aufgebracht. Der nicht strukturierte Teil des Piezokeramikrohfolienstreifens 41 wird später zur Herstellung der Düsenfront 21 verwendet.

55 Verfahrensschritt 301b

Wenn die Düsenfront 21 aus Metall hergestellt werden soll, werden die Profile 43 durchgehend auf den

Piezokeramikrohlfolienstreifen 41 aufgebracht. Im weiteren Herstellungsverfahren entstehen dann daraus durchgehende Tintenkanäle 5.

Verfahrensschritt 302

5

Auf den Piezokeramikrohlfolienstreifen 41 wird eine Schicht aus Piezokeramikrohmasse 45 so aufgebracht, daß die Profile 43 bedeckt sind und der Raum zwischen den Profilen 43 ausgefüllt ist. Das Aufbringen der Piezokeramikrohmasse 45 kann mit den Gieß- und Ziehverfahren erfolgen, die zur Herstellung von Piezokeramikrohfolie üblicherweise verwendet werden. Eine alternative Möglichkeit zum Beschichten der Profile 43 mit Piezokeramikrohmasse 45 ist das Aufbringen eines weiteren Piezokeramikrohlfolienstreifens und anschließendes Verpressen der Piezokeramikrohlfolienstreifen, z.B. in einem Durchlauf durch eine beheizte Kalandereinrichtung. Die Beschichtung der Profile 43 mit Piezokeramikrohmasse 45 durch Gieß- und Ziehverfahren ist vorzuziehen, wenn die Abstände der Tintenkanäle 5 voneinander mit sehr geringen Abweichungen hergestellt werden sollen. Die Beschichtung des Piezokeramikrohlfolienstreifens 41 mit einem weiteren Piezokeramikrohlfolienstreifen unter Anwendung eines Kalanderverfahrens ermöglicht eine engere Toleranz der Dicke, so daß für den fertigen Tintendruckkopf Abweichungen in der Dicke von weniger als 10% möglich werden. Alle verwendeten Piezokeramikrohlfolien und Piezokeramikrohmassen sind so gewählt, daß sie nach dem Sintern eine definiert hohe Enddichte, z.B. 99% erreichen.

20

Verfahrensschritt 303.

Der gesamte Aufbau aus Piezokeramikstreifen mit inneren Profilen 43 und Trägerfolie 42 wird gesintert und es entsteht ein Piezokeramikstreifen 46 mit darin enthaltenen Tintenkanälen 5. Auf einer Seite des Piezokeramikstreifens 46 wird die gemeinsame erste Elektrode 3 durch Aufputtern einer Metallschicht aufgebracht, Auf der der gemeinsamen Elektrode 3 gegenüberliegenden Seite des Piezokeramikstreifens 46 wird eine metallische Sputterschicht 47 aufgebracht, aus der später die zweiten Elektroden 4 hergestellt werden.

25

Verfahrensschritt 304

30

Auf die gemeinsame erste Elektrode 3 wird eine Trägerschicht 6 aufgebracht, z.B. durch Aufkleben einer Kunststoffolie. Durch Laserätzen werden die Piezokeramikteile 2 so voneinander getrennt, daß sie mindestens auf der Länge der elektrisch kontaktierten Bereiche voneinander separiert sind, wobei keilförmige Furchen 48 aus der gesinterten Piezokeramik 46 herausgeschnitten werden. Dabei entstehen auch die zweiten Elektroden 4 aus der Sputterschicht 47. Bei genauer Fokussierung und Positionierung des Laserstrahls kann das voneinander Trennen der Piezokeramikteile 2 in einem Arbeitsgang praktisch durchgehend bis zur ersten Elektrode 3 erfolgen. Weitere Möglichkeiten für das voneinander Trennen der Piezokeramikteile 2 ergeben sich, wenn durch Laserätzen keilförmige Trennfugen 48 aus der gesinterten Piezokeramik 46 herausgeschnitten werden, die nicht bis zur gemeinsamen ersten Elektrode 3 reichen. Das vollständige Trennen der Piezokeramikteile 2 voneinander kann dann durch verschiedene Verfahren erfolgen. Bei dem in der Figur dargestellten piezoelektrischen Tintendruckkopf werden die keilförmigen Trennfugen 48 mit Kunststoff 7 vergossen und durch definiertes Biegen der gesinterten Piezokeramikteile 2 die keramischen Verbindungsstellen 44 zum Reißen gebracht. Das kann beim Aufkleben einer Trägerschicht 6 erfolgen, wobei beide Teile in eine Vorrichtung (nicht in der Figur dargestellt) eingepreßt werden, die eine leicht konkave Form aufweist. Durch das Auseinanderbrechen der keramischen Verbindungsstellen 44 entstehen feinste Spalte zwischen den Piezokeramikteilen 2. Durch die Trennung der einzelnen Piezokeramikteile 2 voneinander ist ein Übersprechen zwischen den einzelnen Antriebselementen 1 unterbunden. Dadurch wird das unerwünschte Übersprechen, d.h. ein Ausstoß von Tintentröpfchen aus dem Tintenkanal eines nicht angeregten Antriebselements unterbunden ist. Die keilförmigen Furchen 48 unterbinden das Auftreten von interferenzbildenden Schallwellen im Tintendruckkopf.

35

40

45

50

55

Das Polarisieren der Piezokeramikteile 2 muß so durchgeführt werden, daß die dabei auftretenden mechanischen Spannungen möglichst gering und elastisch sind. Die Polarisierungsfeldstärke soll innerhalb der Piezokeramikteile 2 und für alle Piezokeramikteile 2 möglichst gleich groß sein. Zum Polarisieren werden daher die Tintenkanäle 5 mit einer schwach leitfähigen Flüssigkeit, z.B. Tinte, gefüllt und zwischen die zweiten Elektroden 4 und die gemeinsame erste Elektrode 3 wird ein elektrisches Feld mit einer für die Piezokeramik gebräuchlichen Feldstärke angelegt. Das Polarisieren wird bei erhöhter Temperatur (100-150°C) durchgeführt.

Ein weiteres Verfahren für das voneinander Trennen der Piezokeramikteile 2 bietet das Einbringen von keilförmigen langgestreckten Profilen (nicht in der Figur dargestellt) gleichzeitig mit dem Aufbringen der Profile 43. Bei diesem Verfahren entstehen die keilförmigen Furchen 48 dann beim Sintern durch Ausbrennen der Profile.

Verfahrensschritt 304a

Die zweiten Elektroden 4 liegen mittig über den Tintenkanälen 5 und verlaufen parallel zu diesen.

5 Verfahrensschritt 305a

Bei der Herstellung der Düsenfront 21 aus Piezokeramik werden die Düsen 22 durch Laserätzen hergestellt. Dazu wird der Tintendruckkopf an der Frontseite fein geschliffen und poliert. Anschließend werden durch Laserätzen die Düsen 22 so erzeugt, daß sie auf die Tintenkanäle 5 treffen und dabei gleiche Abstände zueinander aufweisen.

Verfahrensschritt 304b

Die zweiten Elektroden 4 liegen mittig über den Tintenkanälen 5 und verlaufen parallel zu diesen.

15 Verfahrensschritt 305b

Zur Herstellung einer Düsenfront 21 aus Metall wird eine weitere metallische Sputterschicht 49 an der Frontseite des Piezokeramikstreifens 46 aufgebracht.

20 Verfahrensschritt 306b

Auf die Sputterschicht 49 wird die metallische Düsenfront 21 galvanisch aufgebracht. Die Düsenfront 21 kann z.B. aus Nickel bestehen.

25 Verfahrensschritt 307b

Durch Laserätzen werden die Düsen 22 so erzeugt, daß sie mittig auf die Tintenkanäle 5 treffen und dabei gleiche Abstände zueinander aufweisen.

Als Elektrodenmaterial eignen sich besonders Verbindungen mit Chrom-Platin-Gold und Titan-Nickel-Gold. Für die galvanisch abgeschiedenen Schichten ist Nickel besonders geeignet.

FIG.4:

Die Vorrichtung enthält einen Grundkörper 51, in der eine Vertiefung 54 hergestellt ist. An den Außenkanten des Grundkörpers 51 befinden sich regelmäßig angeordnete Nuten 52 zur Aufnahme von Kunststoffäden 53. Die Nuten 52 sind so angeordnet, daß die Kunststoffäden 53 beim Umwickeln des Grundkörpers 53 parallel nebeneinander über der Vertiefung 54 liegen. Mit der Vorrichtung kann in einem Gießprozeß eine Piezokeramikstreifen hergestellt werden, der nach dem Sintern kanalförmige Hohlräume aufweist.

Die Kunststoffäden 53 können auch in einem Preßverfahren mit Keramikmasse umgeben werden. Da sehr dünne Piezokeramikstreifen durch Pressen schwer herstellbar sind, empfiehlt es sich dickere Piezokeramikstreifen herzustellen und diese nach dem Sintern auf die gewünschte Dicke abzuschleifen. Die mit diesem Verfahren hergestellten Piezokeramikstreifen weisen durchgehende Tintenkanäle auf.

45 FIG.5:

Zur Herstellung von Piezokeramikstreifen 46 mit kanalförmigen Hohlräumen kann eine Folie aus ausbrennbarem Material 61 verwendet werden, die streifenförmige Durchbrüche 62 aufweist. Die streifenförmigen Durchbrüche 62 sind parallel zueinander angeordnet. Durch einen Gieß- oder Preßprozeß wird die ausbrennbare Folie 61 mit Piezokeramikrohmasse umgeben. Beim Sintern verbrennt die ausbrennbare Folie 61 und es entsteht ein Piezokeramikstreifen mit durchgehenden kanalförmigen Hohlräumen. Auch bei diesem Verfahren empfiehlt es sich, durch einen Preßprozeß hergestellte Piezokeramikstreifen 46 etwas dicker zu konzipieren und diese nach dem Sintern auf die gewünschte Dicke abzuschleifen.

Die Druckpunktdichte, die mit dem beschriebenen Tintendruckkopf erreicht werden kann, beträgt mindestens ca. 12 Punkte pro mm. Der Tintendruckkopf ist für höchste Druckgeschwindigkeiten geeignet. Das Verfahren gestattet die Herstellung eines Tintendruckkopfes höchster Auflösung, sozusagen in einem Stück, ohne daß aufwendige mechanische Bearbeitungs- und Verbindungsverfahren, z.B. Schweißen, notwendig sind. Da die Bauhöhe dieses Tintendruckkopfes sehr gering ist, einschließlich einer möglichen Kunststoffbeschichtung

kleiner als 0,2 mm, können mehrere Tintendruckköpfe leicht gestapelt und gemeinsam in ein Gehäuse eingebaut werden. Das Gehäuse kann dabei als Tintenkanister dienen. In dieser Weise können auch Tintendruckköpfe für eine ganze Druckzeile aufgebaut werden. Eine Verbindungstechnik für den Zusammenbau einzelner Tinten druckköpfe ist das Kleben.

5 Mit dem beschriebenen Herstellungsverfahren ist es möglich, Tintendruckköpfe mit Breiten von einigen 10mm herzustellen. Da selbst zusammengesetzte Tintendruckköpfe noch eine sehr geringe Bauhöhe aufweisen, ist eine weitere Stapelung solcher Tintendruckköpfe für Mehrfarbendruck möglich.

Zum Polarisieren der Piezokeramikstreifen bzw. -teile empfiehlt es sich die Tintenkanäle 5 mit einer elektrisch schwach leitenden Flüssigkeit aufzufüllen und bei erhöhter Temperatur das elektrische Polarisationsfeld
10 zwischen den beiden Elektroden 3, 4 zu erzeugen.

Es empfiehlt sich Piezokeramik mit einer Materialdicke größer als 98% zu verwenden.

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung von Piezokeramikteilen (2) für einen Tintendruckkopf mit einer Düsenfront (21), mit zueinander parallel verlaufenden Tintenkanälen (5), die denen piezoelektrisch bewirkte Volumenänderung einen tropfenförmigen Ausstoß an Tinte ergibt, mit ersten und zweiten, voneinander isolierten, einander gegenüberliegenden Elektroden (3, 4) und mit in der Piezokeramik gelegenen Düsen (22) der Düsenfront (21),
20 **gekennzeichnet dadurch**, daß für den Tintendruckkopf nach einem solchen Verfahren hergestellte Piezokeramikteile (2) mit Tintenkanal (5) und Düse (22) verwendet werden bei dem

- a) Piezokeramikstreifen (46) mit vielen darin enthaltenen Tintenkanälen (5) hergestellt werden,
- b) erste Elektroden (3) auf den Piezokeramikstreifen (46) aufgebracht werden,
- c) die zweiten Elektroden (4) derart auf dem Piezokeramikstreifen (46) aufgebracht werden, daß sich die
25 die ersten Elektroden (3) und die zweiten Elektroden (4) jeweils mittig über den Tintenkanälen (5), parallel zu diesen verlaufend und einander gegenüberliegend befinden,
- d) die Piezokeramik des Piezokeramikstreifens polarisiert wird,
- e) der Piezokeramikstreifen (46) zwischen des zweiten Elektroden (4) durch Zerteilen desselben in die Piezokeramikteile (2) separiert wird,
- f) auf der Frontseite die mit den Tintenkanälen (5) verbundene Düsenfront (21) hergestellt wird und
30 g) aus den Piezokeramikteilen (2) der piezoelektrische Tintendruckkopf zusammengestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Piezokeramikstreifen (46) mit den darin enthaltenen Tintenkanälen (5) hergestellt wird durch:

- a) Aufbringen von parallelen balkenförmigen Profilen (43) aus ausbrennbarem Material auf eine Piezokeramikrohfolie (41),
35 b) Aufbringen einer Schicht aus Piezokeramikrohmaterial (45) auf die Profile (43), so daß diese bedeckt sind und der Raum zwischen den Profilen (43) aufgefüllt ist und
- c) sintern.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der Profile (43) durch Siebdrucken erfolgt.
40

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der Profile (43) erfolgt durch

- a) Aufbringen einer Schicht aus fotostrukturierbarem Kunststoff und
- b) Strukturieren des Kunststoffs durch Fotoätztechnik.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen des Piezokeramikrohmaterials (45) durch Aufgießen erfolgt.
45

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen des Piezokeramikrohmaterials (45) erfolgt durch

- a) Aufbringen eines weiteren Piezokeramikrohfolienstreifens und
- b) Verpressen der beiden Rohfolienstreifen zusammen mit den dazwischen enthaltenen Profilen (43).

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Piezokeramikstreifen (46) mit den darin enthaltenen Tintenkanälen (5) hergestellt wird durch :
50

- a) Gießen einer Piezokeramikrohmasse in eine Vorrichtung, die eine Vertiefung aufweist, über der Fäden (53) aus ausbrennbarem Material so gespannt sind, daß sie parallel zueinander verlaufen und
- b) sintern.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Piezokeramikstreifen (46) mit den darin enthaltenen Tintenkanälen (5) hergestellt wird durch:
55

- a) beidseitiges Beschichten, insbesondere Vergießen, einer ausbrennbaren Folie (61), in der parallele Durchbrüche (62) vorgesehen sind, deren Abstände voneinander den Maßen der Tintenkanäle (5) entspre-

chen, mit Piezokeramikrohmasse und
b) sintern.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der ersten Elektrode (3) durch Aufspütern einer Metallschicht erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der zweiten Elektroden (4) und das voneinander Separieren der Antriebselemente (1) dadurch erfolgt, daß

a) auf der der ersten Elektrode (3) gegenüberliegenden Oberfläche des Piezokeramikstreifen (46) eine metallische Sputterschicht (47) aufgebracht wird und

b) keilförmige Furchen (48) aus dem Piezokeramikstreifen (46) herausgeschnitten werden, so daß aus der metallischen Sputterschicht (47) die zweiten Elektroden (4) und gleichzeitig die Antriebselemente (1) voneinander separiert werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß das zum Separieren der Antriebselemente (1) folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden,

a) Einbringen keilförmiger langgestreckter Profile zwischen den balkenförmigen Profilen (43) auf den Piezokeramikrohfolienstreifen (41),

b) Aufbringen einer Schicht aus Piezokeramikrohmaterial (45) auf die Profile, so daß diese bedeckt sind und deren Raum zwischen den Profilen aufgefüllt ist,

c) Sintern und

d) Durchtrennen der keramischen Verbindungsstellen (44) zwischen den Piezokeramikteilen (2).

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß auf die erste Elektrode (3) eine Trägerschicht (6) aus Metall galvanisch aufgebracht wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Trägerschicht (6) aus Kunststoff auf die erste Elektrode (3) aufgeklebt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Polarisieren der Piezokeramikteile (2) erfolgt durch

a) Auffüllen der Tintenkanäle (5) mit einer schwachleitfähigen Flüssigkeit und

b) Anlegen eines elektrischen Feldes zwischen die zweiten Elektroden (4) und die erste Elektrode (3) bei erhöhter Temperatur.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Düsenfront (21) aus Metall hergestellt wird, nachdem die Antriebselemente (1) durch Zerteilen des Piezokeramikstreifen (46) auf seiner gesamten Länge voneinander getrennt werden, in dem der Piezokeramikstreifen (46) auf der Frontseite

a) geschliffen und poliert wird,

b) eine weitere metallische Sputterschicht (49) aufgebracht wird,

c) auf die weitere metallische Sputterschicht (49) die metallische Düsenfront (21) galvanisch aufgebracht wird und

d) die Düsen (22) auf die Tintenkanäle (5) stoßend mit gleichen Abstand voneinander erzeugt werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Düsenfront (21) aus Piezokeramik hergestellt wird, nachdem die Antriebselemente (1) durch Zerteilen des Piezokeramikstreifens (46) so voneinander getrennt werden, daß der Piezokeramikstreifen (46) im Frontbereich unzerlegt bleibt, indem

a) die Frontseite des Piezokeramikstreifens (46) geschliffen und poliert wird und

b) durch Laserätzen die Düse (22) auf die Tintenkanäle (5) stoßend mit gleichen Abstand voneinander erzeugt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bearbeitung des Piezokeramikstreifens (46) durch Laserätzen mit einem Verfahren durchgeführt wird, das die folgenden Merkmale aufweist,

a) es wird eine Laserstrahlung mit einer (Luft)-wellenlänge kleiner als etwa 350 nm verwendet,

b) die Beaufschlagung mit Laserstrahlung wird nur impulsweise durchgeführt und

c) die Impulsdauer, die Pulswiederholungsrate und die Pulsenergie wird derart aufeinander abgestimmt bemessen, daß in dem Piezokeramikstreifen (46) ein wesentlicher Wärmestau vermieden wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Piezokeramikstreifen (46) verwendet wird, der eine Materialdichte von größer 98% aufweist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß die keilförmigen Furchen (48) mit Kunststoff (7) vergossen werden.

Claims

1. Process for the production of piezoceramic components (2) for an ink printing head having a nozzle front piece (21), having mutually parallel ink channels (5) in which piezoelectrically effected volume change results in a droplet-shaped expulsion of ink, having first and second electrodes (3, 4) which are insulated from one another and lie opposite one another and having nozzles (22), situated in the piezoceramic, of the nozzle front piece (21), characterised in that piezoceramic components (2) with ink channel (5) and nozzle (22) produced according to such a method are used for the ink printing head, in which method
 - a) piezoceramic strips (46) with a large number of ink channels (5) contained therein are produced,
 - b) first electrodes (3) are applied to the piezoceramic strips (46),
 - c) the second electrodes (4) are applied to the piezoceramic strip (46) in such a way that the first electrodes (3) and the second electrodes (4) are located in each case centrally over the ink channels (5) extending parallel to the latter and opposite one another,
 - d) the piezoceramic of the piezoceramic strip is polarised,
 - e) the piezoceramic strip (46) between the two electrodes (4) is separated by dividing up the said strip into the piezoceramic components (2),
 - f) the nozzle front piece (21) connected to the ink channels (5) is produced on the front side, and
 - g) the piezoelectric ink printing head is made up of the piezoceramic components (2).
2. Process according to Claim 1, characterised in that the piezoceramic strip (46) with the ink channels (5) contained therein is produced by:
 - a) applying parallel bar-shaped profiles (43) of heat erodible material to a piezoceramic raw film (41),
 - b) applying a layer of piezoceramic raw material (45) to the profiles (43) so that the latter are covered and the space between the profiles (43) is filled and
 - c) sintering.
3. Process according to Claim 2, characterised in that the profiles (43) are applied by screen printing.
4. Process according to Claim 2, characterised in that the profiles (43) are applied by
 - a) applying a layer of photo-structurable plastic and
 - b) structuring the plastic by photo-etching technology.
5. Process according to Claim 2, characterised in that the piezoceramic raw material (45) is applied by casting.
6. Process according to Claim 2, characterised in that the piezoceramic raw material (45) is applied by
 - a) applying a further piezoceramic raw film strip and
 - b) pressing the two raw film strips together with the profiles (43) contained between them.
7. Process according to Claim 1, characterised in that the piezoceramic strip (46) with the ink channels (5) contained therein is produced by:
 - a) pouring a mass of raw piezoceramic into a device which has a depression over which threads (53) of heat-erodible material are tensioned in such a way that they run parallel to one another and
 - b) sintering.
8. Process according to Claim 1, characterised in that the piezoceramic strip (46) with the ink channels (5) contained therein is produced by:
 - a) coating on both sides, in particular casting, of a heat-erodible film (61) in which parallel openings (62) are provided whose distances from one another correspond to the dimensions of the ink channels (5), with a mass of raw piezoceramic and
 - b) sintering.
9. Process according to one of Claims 1 to 8, characterised in that the first electrode (3) is applied by sputtering a metal layer.
10. Process according to one of Claims 1 to 9, characterised in that the second electrodes (4) are applied and the drive elements (1) are separated from one another by
 - a) applying a metallic sputter layer (47) on the surface of the piezoceramic strip (46) lying opposite the first electrode (3) and
 - b) cutting wedge-shaped furrows (48) out of the piezoceramic strip (46) so that the second electrodes (4) are separated out of the metallic sputter layer (47) and at the same time the drive elements (1) are separated from one another.
11. Process according to one of Claims 1 to 9, characterised in that the following process steps for separating the drive elements (1) are carried out,
 - a) introducing wedge-shaped elongate profiles between the bar-shaped profiles (43) on the piezoceramic raw film strips (41),
 - b) applying a layer of piezoceramic raw material (45) to the profiles so that the latter are covered and the

space between the profiles is filled up,

c) sintering and

d) cutting the ceramic connecting points (44) between the piezoceramic components (2).

12. Process according to one of Claims 1 to 11, characterised in that a carrier layer (6) of metal is galvanically applied to the first electrode (3).

13. Process according to one of Claims 1 to 11, characterised in that a carrier layer (6) of plastic is bonded to the first electrode (3).

14. Process according to one of Claims 1 to 13, characterised in that the piezoceramic components (2) are polarised by

a) filling up the ink channels (5) with a weakly conductive liquid and

b) applying an electrical field between the second electrodes (4) and the first electrode (3) at a raised temperature.

15. Process according to one of Claims 1 to 14, characterised in that the nozzle front piece (21) is produced from metal after the drive elements (1) are separated from one another by dividing up the piezoceramic strip (46) over its entire length, in that on the front side the piezoceramic strip (46)

a) is ground and polished,

b) a further metallic sputter layer (49) is applied,

c) the metallic nozzle front piece (21) is a galvanically applied to the further metallic sputter layer (49) and

d) the nozzles (22) abutting the ink channels (5) are produced with the same distance from one another.

16. Process according to one of Claims 1 to 15, characterised in that nozzle front piece (21) is produced from piezoceramic after the drive elements (1) are separated from one another by dividing up the piezoceramic strip (46) in such a way that the piezoceramic strip (46) remains undivided in the front region, in that

a) the front side of the piezoceramic strip (46) is ground and polished and

b) the nozzles (22), abutting the ink channels (5), are produced with the same distance from one another by laser etching.

17. Process according to one of Claims 1 to 16, characterised in that the processing of the piezoceramic strip (46) is carried out by laser etching with a method which has the following features,

a) a laser beam with a wave length (in air) smaller than approximately 350 nm is used.

b) the impacting with laser beams is only carried out in pulses and

c) the pulse duration, the pulse repetition rate and the pulse energy are matched to one another in such a way that a substantial accumulation of heat in the piezoceramic strip (46) is avoided.

18. Process according to one of Claims 1 to 17, characterised in that a piezoceramic strip (46) is used which has a material density of greater than 98%.

19. Process according to one of Claims 1 to 18, characterised in that the wedge-shaped furrows (48) are cast with plastic (7).

Revendications

1. Procédé pour fabriquer des pièces piézocéramiques (2) pour une tête d'impression à encre, comprenant une partie frontale (21) à buses, qui comprend des canaux d'adduction d'encre (5) parallèles entre eux et dans lesquels une variation de volume provoquée de façon piézoélectrique conduit à l'éjection d'une goutte d'encre, des première et seconde électrodes (3,4) isolées l'une par rapport à l'autre et situées en vis-à-vis l'une de l'autre, et des buses (22) de la partie avant (21) à buses, disposées dans la piézocéramique, caractérisé par le fait qu'on utilise, pour la tête d'impression à encre, des pièces piézocéramiques (2) comportant un canal d'adduction d'encre (25) et une buse (22) fabriqués; au moyen d'un procédé selon lequel

a) on fabrique des bandes piézocéramiques (46) contenant un grand nombre de canaux d'adduction d'encre (5),

b) on dépose des premières électrodes (3) sur les bandes piézocéramiques (46),

c) on dépose les secondes électrodes (4) sur la bande piézocéramique (46) de manière que les premières électrodes (3) et les secondes électrodes (4) soient situées respectivement dans une position centrée au-dessus des canaux d'adduction d'encre (5) et s'étendent parallèlement à ces canaux tout en étant disposées réciproquement en vis-à-vis,

d) on polarise la piézocéramique de la bande piézocéramique,

e) on sépare la bande piézocéramique (46) située entre les deux électrodes (4) par subdivision de cette bande en les pièces piézocéramiques (2),

f) on forme la partie avant (21) équipée de buses et reliée aux canaux d'adduction d'encre (5), sur la face avant, et

- g) on forme la tête piézoélectrique d'impression à encre en réunissant les parties piézocéramiques (2).
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on fabrique la bande piézocéramique (46) qui comporte les canaux d'adduction d'encre (5) :
- 5 a) en déposant des profilés parallèles en forme de barreaux (43) réalisés en un matériau combustible sur une ébauche en forme de feuille piézocéramique (41),
- b) en déposant une couche formée d'un matériau brut piézocéramique (45) sur les profilés (43) de manière à recouvrir ces profilés et à remplir l'espace entre les profilés (43), et
- c) en exécutant un frittage.
- 10 3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dépôt des profilés (43) est réalisé par sérigraphie.
4. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dépôt des profilés (43) est réalisé par
- a) dépôt d'une couche formée d'une matière plastique pouvant être structurée par voie photochimique, et
- b) structuration de la matière première au moyen d'une technique de corrosion photochimique.
- 15 5. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dépôt de la matière brute piézocéramique (45) est réalisé par coulée.
6. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dépôt de la matière brute piézocéramique (45) s'effectue par
- a) dépôt d'une autre bande d'ébauche formant feuille piézocéramique, et
- 20 b) serrage, l'une contre l'autre, des deux bandes d'ébauches en forme de feuilles entre lesquelles sont intercalés les profilés (43).
7. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on fabrique la bande piézocéramique (46) contenant les canaux d'adduction d'encre (5) :
- a) en coulant une masse piézocéramique brute dans un dispositif qui possède un renforcement, au-dessus duquel des fils (53) réalisés en un matériau combustible sont tendus parallèlement entre eux, et
- 25 b) en exécutant un frittage.
8. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on fabrique la bande piézocéramique (46) contenant les canaux d'adduction d'encre (5) :
- a) en recouvrant, notamment par coulée, les deux faces d'une feuille combustible (61) dans laquelle sont prévus des passages parallèles (62), dont les distances réciproques correspondent aux cotes des canaux d'adduction d'encre (5), au moyen d'une masse piézocéramique brute, et
- 30 b) en exécutant un frittage.
9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le dépôt de la première électrode (3) est réalisé au moyen d'un dépôt par pulvérisation d'une couche métallique.
10. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que le dépôt des secondes électrodes (4) et la séparation réciproque des éléments d'entraînement (1) sont exécutés grâce au fait
- 35 a) qu'on dépose par pulvérisation une couche métallique (47) sur la surface de la bande piézocéramique (46), qui est située en vis-à-vis de la première électrode (3), et
- b) qu'on forme par découpage des sillons en coin (48) dans la bande piézocéramique (46) de manière à séparer les uns des autres les secondes électrodes (4) et simultanément les éléments d'entraînement (1)
- 40 à partir de la couche métallique (47) déposée par pulvérisation.
11. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que, pour séparer les éléments d'entraînement (1), on met en oeuvre les étapes opératoires suivantes :
- a) on ménage des profils allongés en forme de coins entre les profilés en forme de barreaux (43) sur la bande d'ébauche en forme de feuille piézocéramique (41),
- 45 b) on dépose une couche formée d'une matière piézocéramique brute (45) sur les profilés de manière à recouvrir ces derniers et à remplir l'espace entre les profilés,
- c) on exécute un frittage, et
- d) on sectionne les éléments céramiques de liaison (44) entre les pièces piézocéramiques (2).
12. Procédé suivant les revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'on dépose galvaniquement une
- 50 couche de support métallique (6) sur la première électrode (3).
13. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'on colle une couche de support (6) de matière plastique sur la première électrode (3).
14. Procédé suivant l'une de revendications 1 à 13, caractérisé par le fait que la polarisation des pièces piézocéramiques (2) est réalisée par
- 55 a) remplissage des canaux d'adduction d'encre (5) avec un liquide faiblement conducteur, et
- b) application d'un champ électrique entre les deux électrodes (4) et la première électrode (3), à une température accrue.
15. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait qu'on réalise la partie avant

(21) à buses en un métal une fois que les éléments d'entraînement (1) ont été séparés les uns des autres par subdivision de la bande piézocéramique (46) sur toute sa longueur, par le fait que

a) on meule et on polit la bande piézocéramique (46) au niveau de sa face avant,

b) on dépose une autre couche métallique (49) par pulvérisation,

5 c) on dépose galvaniquement la partie avant métallique (21) à buses sur l'autre couche métallique (49) déposée par pulvérisation, et

d) on forme les buses (22) de manière qu'elles soient en aboutement contre des canaux d'adduction d'encre (5), tout en étant équidistantes.

16. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait qu'on fabrique la partie avant
10 (21) de la buse en une piézocéramique après avoir séparé les uns des autres les éléments d'entraînement (1) par subdivision de la bande piézocéramique (46) de manière que cette bande (46) reste non subdivisée dans sa partie frontale, par le fait

a) qu'on meule et on polit la face avant de la bande piézocéramique (46), et

b) on forme, par corrosion à l'aide d'un laser, les buses (22) en aboutement contre les canaux d'adduction
15 d'encre (5), dans des positions équidistantes.

17. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'on exécute l'usinage de la bande piézocéramique (46) au moyen d'une corrosion par laser en utilisant un procédé présentant les caractéristiques suivantes :

a) on utilise un rayonnement laser possédant une longueur d'onde (dans l'air) inférieure à environ 350 nm,

20 b) on applique la charge du rayonnement laser uniquement de façon impulsionnelle, et

c) on accorde entre elles la durée des impulsions, la vitesse de répétition des impulsions et l'énergie des impulsions de manière à éviter une accumulation importante de chaleur dans la bande piézocéramique (46).

18. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 17, caractérisé par le fait qu'on utilise une bande piézo-
25 céramique (46), qui possède une densité supérieure à 98 %.

19. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 18, caractérisé par le fait qu'on obture les sillons en coin (48) avec une matière plastique (7).

30

35

40

45

50

55

FIG 1

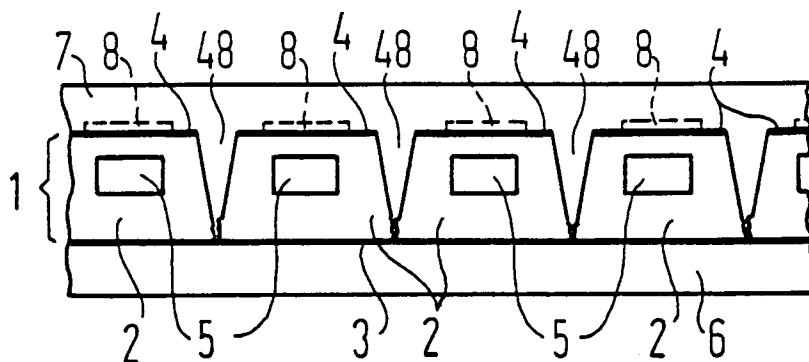


FIG 2

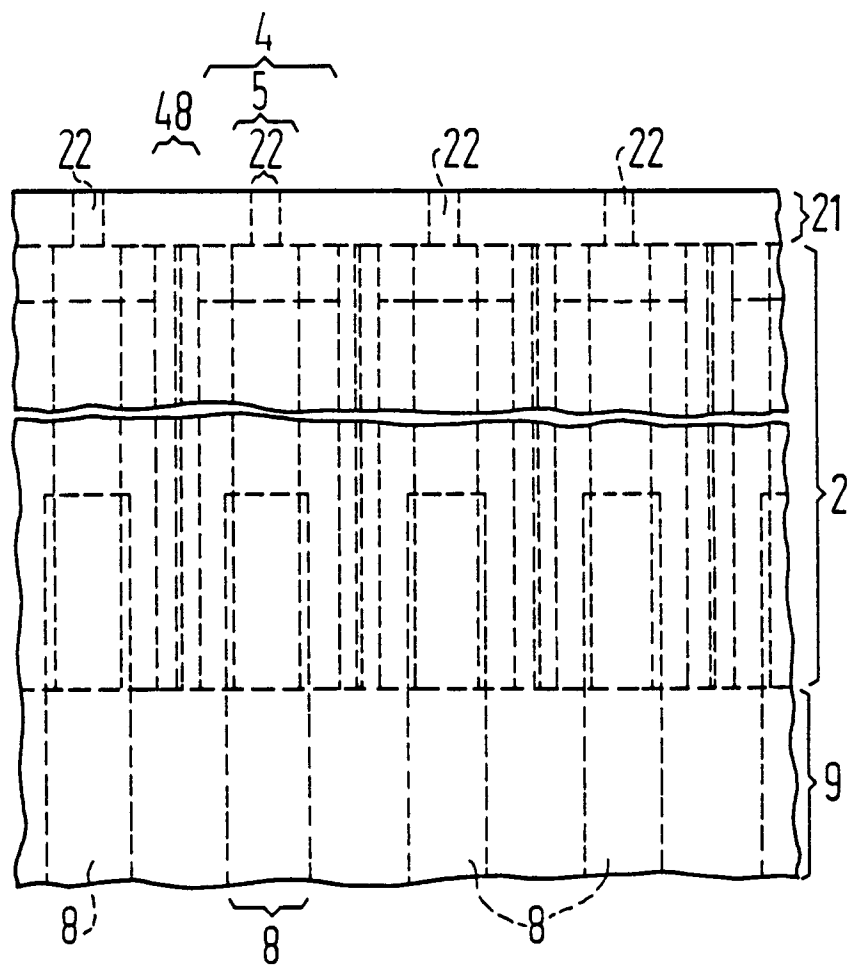


FIG 3

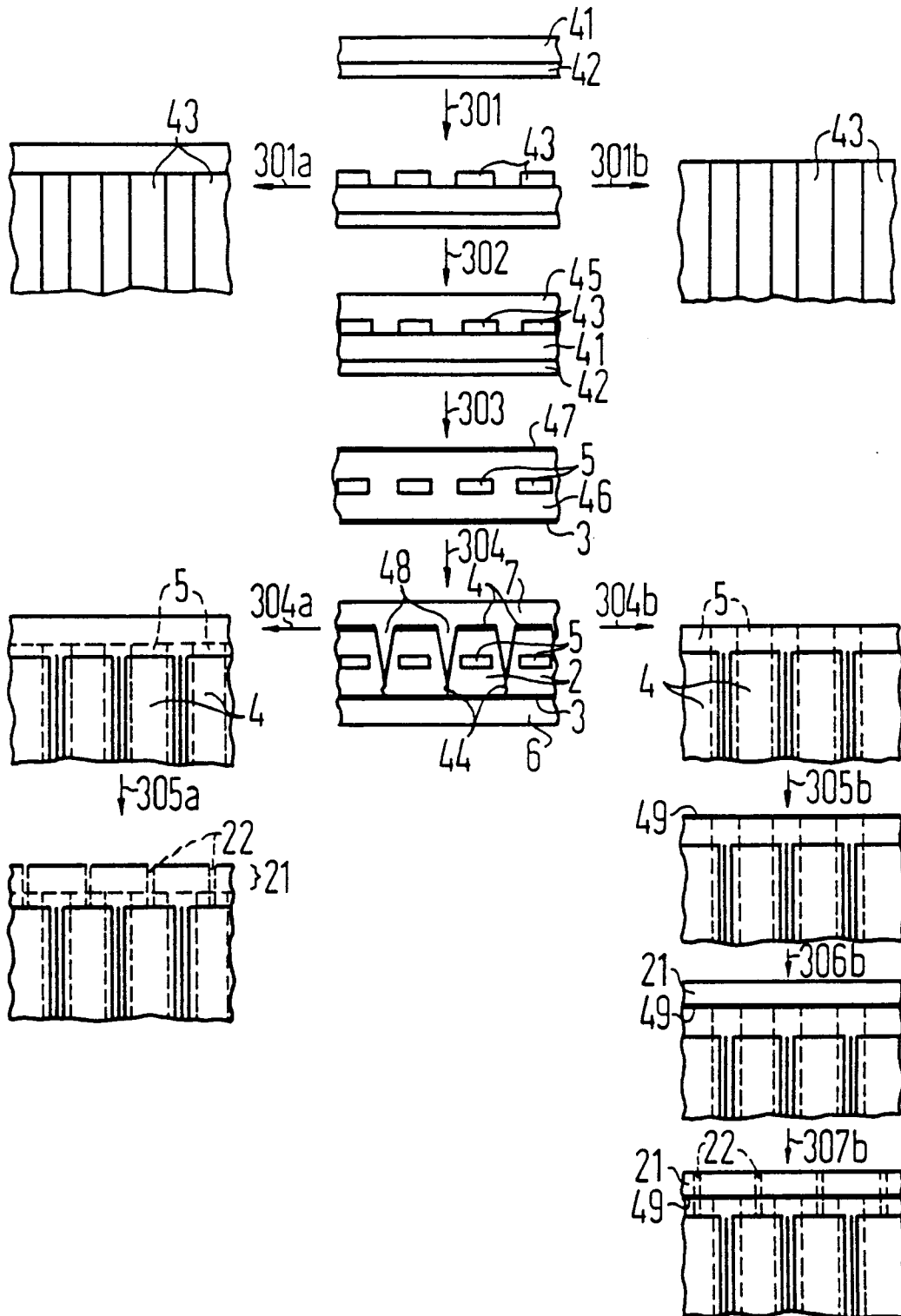


FIG 4

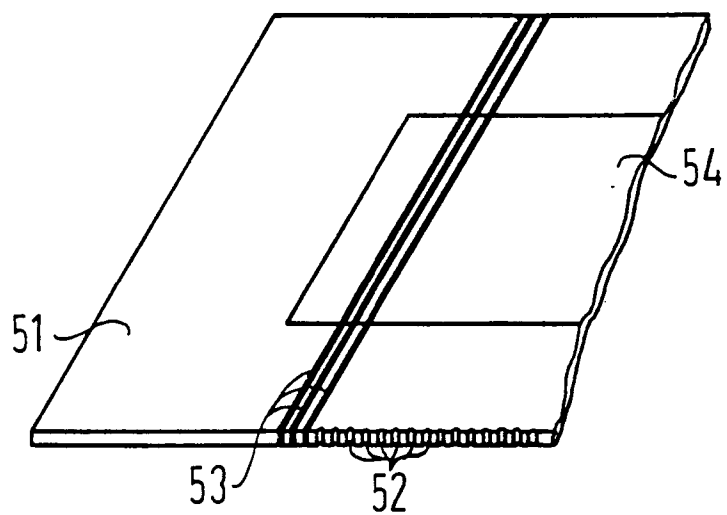


FIG 5

