



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 32 496 T2** 2007.10.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 218 189 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B41J 2/14** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 32 496.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/41084**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 981 005.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/025018**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **12.04.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **20.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.10.2007**

(30) Unionspriorität:
412827 05.10.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Dimatix, Inc., Lebanon, N.H., US

(72) Erfinder:
**MOYNIHAN, R., Edward, Plainfield, NH 03781, US;
HOISINGTON, A., Paul, Norwich, VT 05055, US;
ZHOU, Yong, Hanover, NH 03755, US; BRADY, L.,
Amy, Plainfield, NH 03781, US; PALIFKA, G.,
Robert, Orford, NH 03777, US**

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(54) Bezeichnung: **PIEZOELEKTRISCHES TINTENSTRAHLMODUL MIT DICHTUNG**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft piezoelektrische Tintenstrahlmodule.

[0002] Ein piezoelektrisches Tintenstrahlmodul enthält einen Modulkörper, ein piezoelektrisches Element und ein elektrisches Anschlußelement zur Ansteuerung des piezoelektrischen Elements. Der Modulkörper, gewöhnlich Kohlenstoff oder Keramik, ist typischerweise ein dünnes, rechteckiges Teil, in dessen Oberflächen eine Reihe von Tintenbehältern maschinell hergestellt ist, die als Pumpkammern für Tinte dienen. Das piezoelektrische Element ist über der Oberfläche des Strahlkörpers angeordnet, um die Pumpkammern abzudecken und das piezoelektrische Material in einer Weise zu positionieren, daß die Tinte in den Pumpkammern unter Druck gesetzt wird und Ausstoßen bewirkt wird.

[0003] In einem typischen piezoelektrischen Shear-Mode-Tintenstrahlmodul bedeckt ein einziges monolithisches piezoelektrisches Element die Pumpkammern, um nicht nur für die Funktion des Unterdrucksetzens der Tinte zu sorgen, sondern auch die Pumpkammern gegen Tintenleckage abzudichten. Der elektrische Anschluß wird typischerweise durch eine Flex-Print hergestellt, die über der Außenfläche des piezoelektrischen Elements positioniert und mit elektrischen Kontakten an Orten versehen ist, die mit den Orten der Pumpkammern übereinstimmen. Ein Beispiel für einen piezoelektrischen Shear-Modus-Tintenstrahlkopf ist in der US 5,640,184 beschrieben.

[0004] In einem bekannten Tintenstrahlmodul, das von Brother erhältlich ist, ist eine Harzmembran in der Nähe jeder Pumpkammer vorgesehen. Das zentrale Gebiet jeder Membran wird durch eine piezoelektrische Einrichtung gepumpt. Elektroden sind in dem piezoelektrischen Material eingebettet.

[0005] Das Dokument US-A-5581288 offenbart einen Tintenstrahlkopfblock, der ein Substrat mit einer Vielzahl von Behältern für auszustoßende Tinte aufweist. Die Behälter sind durch eine Platte verschlossen, die aus einem leitenden Material hergestellt ist, das für eine Masse für eine Vielzahl von piezoelektrischen Elementen sorgt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Tintenstrahlkopf, der ein Polymer, vorzugsweise eine Flex-Print, enthält, das/die zwischen dem piezoelektrischen Element und den Pumpkammern in dem Strahlkörper angeordnet ist. Das Polymer dichtet die Pumpkammern ab und positioniert auch die Elektroden auf der Seite des piezoelektrischen Elements, in dem Bewegung bewirkt wird, was

die Größe der für den Betrieb erforderlichen Ansteuerungsspannung reduzieren kann. Das nachgiebige Flex-Print-Material kann auch für elektrische, mechanische und Flüssigkeitsdruckisolierung zwischen Pumpkammern sorgen, was die Ausstoßgenauigkeit verbessert.

[0007] Somit bietet die Erfindung in einem Aspekt ein piezoelektrisches Element, das derart positioniert ist, daß es die Tinte in einem Tintenbehälter Ausstoßdruck aussetzt. Ein flexibles Material trägt elektrische Kontakte, die zur Aktivierung von genanntem piezoelektrischem Element gestaltet sind, und ist zwischen dem Behälter und dem piezoelektrischen Element in einer Weise zum Abdichten des Behälters positioniert.

[0008] Implementierungen der Erfindung können eines oder mehrere der folgenden Merkmale enthalten. Das Material kann ein Polymer sein. Der Tintenbehälter kann durch einen Mehrelementmodulkörper definiert sein. Ein Tintenfüllströmungsweg, der zum Behälter führt, kann durch das Polymer abgedichtet sein. Das Polymer kann eine Fläche enthalten, die nicht abgestützt ist. Das piezoelektrische Element kann derart dimensioniert sein, daß es den Behälter abdeckt, ohne den Tintenfüllströmungsweg abzudecken. Das Modul kann eine Reihe von Behältern enthalten, die alle von einem einzigen piezoelektrischen Element oder in anderen Beispielen durch separate jeweilige piezoelektrische Elemente abgedeckt sind. Das Modul kann ein piezoelektrisches Shear-Mode-Modul sein. Das piezoelektrische Element kann ein monolithisches piezoelektrisches Teil sein.

[0009] In weiteren allgemeinen Aspekten der Erfindung enthält das flexible Material über dem Strömungsweg eine Fläche, die nicht abgestützt ist; das piezoelektrische Element überspannt den Tintenbehälter und ist so positioniert, daß die Tinte in dem Behälter Ausstoßdruck ausgesetzt ist; und elektrische Kontakte sind nur auf einer Seite des piezoelektrischen Elements benachbart zum Tintenbehälter angeordnet. In einigen Implementierungen können die Kontakte dünner als 25 Mikron, vorzugsweise dünner als 10 Mikron sein.

[0010] Weitere Merkmale und Vorteile werden anhand der folgenden Beschreibung und der Ansprüche ersichtlich werden.

Beschreibung

[0011] Als erstes beschreiben wir kurz die Zeichnungen.

[0012] **Fig. 1** zeigt eine Explosionsansicht eines piezoelektrischen Shear-Mode-Tintenstrahl Druckkopfes;

[0013] [Fig. 2](#) zeigt eine Seitenansicht im Querschnitt durch ein Tintenstrahlmodul;

[0014] [Fig. 3](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Tintenstrahlmoduls, die die Anordnung von Elektroden relativ zur Pumpkammer und zum piezoelektrischen Element darstellt;

[0015] [Fig. 4A](#) zeigt eine Graphik der Feldlinien in einem piezoelektrischen Element, während [Fig. 4B](#) die Elementverschiebung darstellt, wenn eine Ansteuerspannung angelegt ist;

[0016] [Fig. 5](#) zeigt eine Explosionsansicht einer weiteren Ausführungsform eines Tintenstrahlmoduls;

[0017] [Fig. 6](#) zeigt eine Graphik von Strahlschwindigkeitsdaten für eine Ausführungsform des Druckkopfes mit 256 Strahlen.

[0018] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) enthält ein piezoelektrischer Tintenstrahlkopf **2** mehrere Module **4**, **6**, die in einem Bundelement **10** montiert sind, an dem eine Verteilerplatte **12** angebracht ist, und eine Düsenplatte **14**. Tinte wird durch das Bundelement **10** in die Strahlmodule eingeleitet, die zum Ausstoßen von Tinte aus den Düsen **16** an der Düsenplatte **14** betätigt werden. Ein beispielhafter Tintenstrahlkopf ist in der US 5,640,184, oben aufgenommen, beschrieben und als Modell CCP-256 (Spectra, Inc., Hanover, New Hampshire) erhältlich.

[0019] Jedes Tintenstrahlmodul **4**, **6** enthält einen Körper **20**, der aus einem dünnen rechteckigen Block aus einem Material, wie zum Beispiel gesintertem Kohlenstoff oder Keramik, ausgebildet ist. In beiden Seiten des Körpers ist eine Reihe von Schächten **22** maschinell hergestellt, die Tintenpumpkammern bilden. Die Tinte wird durch einen Tintenfülldurchgang **26**, der auch in dem Körper maschinell hergestellt ist, eingeleitet.

[0020] Die gegenüberliegenden Oberflächen des Körpers sind mit flexiblen Polymerfolien **30**, **30'** abgedeckt, die eine Reihe von elektrischen Kontakten enthalten, die gestaltet sind, um über den Pumpkammern in dem Körper positioniert zu werden. Die elektrischen Kontakte sind mit Leitungen verbunden, die wiederum mit einer Flex-Print **32**, **32'** verbunden werden können, die integrierte Ansteuerschaltung **33**, **33'** enthält. Die Folien **30**, **30'** können Flex-Prints (Kapton) sein, die von Advanced Circuit Systems erhältlich sind, die in Franklin, New Hampshire, sitzen. Jede Flex-Print-Folie ist durch eine dünne Epoxidschicht zum Körper **20** abgedichtet. Die Epoxidschicht ist dünn genug, um die Oberflächenrauigkeiten des Strahlkörpers zu füllen und für eine mechanische Bindung zu sorgen, aber auch dünn genug, so daß nur eine kleine Epoxidmenge aus den Bindelinien in die Pumpkammern gequetscht wird.

[0021] Jedes piezoelektrische Element **34**, **34'**, das ein einzelnes monolithisches PZT-Teil sein kann, ist über der Flex-Print **30**, **30'** positioniert. Jedes piezoelektrische Element **34**, **34'** weist Elektroden auf, die durch chemisches Wegätzen von leitfähigem Metall, das durch Vakuumbedampfen auf die Oberfläche des piezoelektrischen Elements aufgebracht worden ist, ausgebildet sind. Die Elektroden auf dem piezoelektrischen Element befinden sich an Orten, die den Pumpkammern entsprechen. Die Elektroden an dem piezoelektrischen Element stehen mit den entsprechenden Kontakten auf der Flex-Print **30**, **30'** elektrisch in Eingriff. Als eine Folge wird elektrischer Kontakt mit jedem piezoelektrischen Element auf der Seite des Elements hergestellt, in dem eine Aktivierung bewirkt wird. Die piezoelektrischen Elemente sind durch dünne Epoxidschichten an den Flex-Prints befestigt. Die Epoxiddicke reicht aus, um die Oberflächenrauigkeit des piezoelektrischen Elements aufzufüllen und für eine mechanische Bindung zu sorgen, aber auch dünn genug, so daß sie nicht wie ein Isolator zwischen den Elektroden an dem piezoelektrischen Element und den Elektroden auf der Flex-Print wirkt. Zum Erzielen von guten Bindungen sollte die Elektrodenmetallisierung auf der Flex-Print dünn sein. Sie sollte geringer als 25 Mikron sein, und weniger als 10 Mikron wird bevorzugt.

[0022] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) sind die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** derart dimensioniert, daß sie nur den Abschnitt des Körpers abdecken, der die maschinell hergestellten Tintenpumpkammern **22** enthält. Der Abschnitt des Körpers, der den Tintenfülldurchgang **26** enthält, wird nicht von dem piezoelektrischen Element abgedeckt. Somit ist die Gesamtgröße des piezoelektrischen Elements verringert. Verringerung der Größe des piezoelektrischen Elements reduziert Kosten und reduziert auch die elektrische Kapazität des Strahls, was die Anforderungen an die elektrische Ansteuerleistung für den Strahl verringert.

[0023] Die Flex-Prints sorgen für chemische Isolierung zwischen der Tinte und dem piezoelektrischen Element und seinen Elektroden, was für mehr Flexibilität bei der Tintengestaltung sorgt. Tinten, die für Metallelektroden korrosiv sind, und Tinten, die durch Einwirkung von elektrischen Spannungen ungünstig beeinflusst werden können, wie zum Beispiel Tinten auf Wasserbasis, können verwendet werden.

[0024] Die Flex-Prints sorgen auch für elektrische Isolierung zwischen dem Strahlkörper und der Tinte einerseits und dem piezoelektrischen Element und seinen Elektroden andererseits. Dies ermöglicht einfachere Entwürfe für die Strahlansteuerschaltung, wenn der Strahlkörper oder die Tinte in der Pumpkammer leitfähig ist. Im normalen Gebrauch kann ein Bediener mit der Düsenplatte in Kontakt geraten, die mit der Tinte und dem Tintenkörper in elektrischen

Kontakt stehen kann. Mit der durch die Flex-Print bereitgestellten elektrischen Isolierung muß die Ansteuererschaltung nicht dem Fall Rechnung tragen, daß ein Bediener mit einem Element der Ansteuererschaltung in Kontakt gerät.

[0025] Der Tintenfülldurchgang **26** ist durch einen Abschnitt **31**, **31'** der Flex-Print abgedichtet, die an dem äußeren Abschnitt des Modulkörpers angebracht ist. Die Flex-Print bildet eine unsteife Abdeckung über dem Tintenfülldurchgang und dichtet selbigen ab und entspricht in etwa einer freien Oberfläche des der Atmosphäre ausgesetzten Fluids. Abdecken des Tintenfülldurchgangs mit einer unsteifen flexiblen Oberfläche verringert das Übersprechen zwischen Strahlen.

[0026] Übersprechen ist eine unerwünschte Wechselwirkung zwischen Strahlen. Das Abfeuern von einem oder mehreren Strahlen kann die Leistung von anderen Strahlen durch Änderung von Strahlgeschwindigkeiten oder der ausgestoßenen Tropfenvolumina ungünstig beeinflussen. Dies kann auftreten, wenn nicht erwünschte Energie zwischen Strahlen übertragen wird. Der Effekt des Versehens eines Tintenfülldurchgangs mit dem Äquivalent einer freien Oberfläche besteht darin, daß mehr Energie in die Pumpkammer an dem Füllende einer Pumpkammer zurück reflektiert wird und weniger Energie in den Tintenfülldurchgang eintritt, wo sie die Leistung der Nachbarstrahlen beeinflussen könnte.

[0027] Im normalen Betrieb wird das piezoelektrische Element als erstes in einer Weise betätigt, daß das Volumen der Pumpkammer zunimmt, und dann nach einer Zeitdauer wird das piezoelektrische Element ausgeschaltet, so daß es in seine ursprüngliche Position zurückkehrt. Erhöhung des Volumens der Pumpkammer bewirkt, daß eine negative Druckwelle in Gang gesetzt wird. Dieser negative Druck startet in der Pumpkammer und bewegt sich in Richtung auf beide Enden der Pumpkammer (in Richtung auf die Düse und in Richtung auf den Tintenfülldurchgang, wie durch Pfeile **33**, **33'** vorgeschlagen). Wenn die negative Welle das Ende der Pumpkammer erreicht und auf die große Fläche des Tintenfülldurchgangs trifft (der mit einer näherungsweise freien Oberfläche kommuniziert), wird die negative Welle als eine positive Welle, die in Richtung auf die Düse wandert, in die Pumpkammer zurück reflektiert. Die Rückkehr des piezoelektrischen Elements in seine ursprüngliche Position erzeugt auch eine positive Welle. Der Zeitpunkt des Abschaltens des piezoelektrischen Elements ist derart, daß sich seine positive Welle und die reflektierte positive Welle addieren, wenn sie die Düse erreichen. Dies wird in US 4,891,654 erörtert.

[0028] Reflektieren von Energie in die Pumpkammer zurück erhöht den Druck an der Düse für eine bestimmte angelegte Spannung und verringert die

Energiemenge, die in das Füllgebiet übertragen wird, die andere Strahlen ungünstig als Übersprechen beeinflussen könnte.

[0029] Die Nachgiebigkeit der Flex-Print über der Füllfläche verringert auch Übersprechen zwischen Strahlen durch Verringerung der Amplitude von Druckimpulsen, die in das Tintenfüllgebiet anhand von Abfeuern von Strahlen eintreten. Die Nachgiebigkeit einer Metallschicht in einem anderen Zusammenhang ist in US 4,891,654 erörtert.

[0030] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist die Elektrodenstruktur **50** auf der Flex-Print **30** relativ zur Pumpkammer und zum piezoelektrischen Element dargestellt. Das piezoelektrische Element weist Elektroden **40** auf der Seite des piezoelektrischen Elements **34** auf, die mit der Flex-Print in Kontakt gerät. Jede Elektrode **40** ist so platziert und dimensioniert, daß sie mit einer Pumpkammer **45** in dem Strahlkörper übereinstimmt. Jede Elektrode **40** weist ein längliches Gebiet **42** auf, das eine Länge und Breite aufweist, die allgemein mit denjenigen der Pumpkammer übereinstimmen, aber kürzer und schmaler ist, so daß ein Spalt **43** zwischen dem Rand der Elektrode **40** und den Seiten und dem Ende der Pumpkammer vorhanden ist. Diese Elektrodengebiete **42**, die auf den Pumpkammern zentriert sind, sind die Ansteuer Elektroden. Eine kammförmige zweite Elektrode **52** an dem piezoelektrischen Element stimmt allgemein mit der Fläche außerhalb der Pumpkammer überein. Diese Elektrode **52** ist die gemeinsame (Masse-) Elektrode.

[0031] Die Flex-Print weist Elektroden **50** auf der Seite **51** der Flex-Print auf, die mit dem piezoelektrischen Element in Kontakt gerät. Die Elektroden der Flex-Print und die Elektroden des piezoelektrischen Elements überlappen ausreichend für guten elektrischen Kontakt und leichte Ausrichtung der Flex-Print und des piezoelektrischen Elements. Die Elektroden der Flex-Print erstrecken sich über dem piezoelektrischen Element (in der vertikalen Richtung in [Fig. 3](#)), um eine Lötverbindung mit der Flex-Print **32** zu ermöglichen, die die Ansteuererschaltung enthält. Man muß nicht notwendigerweise zwei Flex-Prints **30**, **32** haben. Es kann eine einzige Flex-Print verwendet werden.

[0032] Auf die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) bezugnehmend, sind eine graphische Darstellung der Feldlinien in dem piezoelektrischen Element und der resultierenden Verschiebung des piezoelektrischen Elements für einen einzigen Strahl gezeigt. [Fig. 4A](#) zeigt theoretische elektrische Feldlinien in dem piezoelektrischen Element und [Fig. 4B](#) zeigt eine übertriebene Verschiebung des piezoelektrischen Elements während Betätigung zu Darstellungszwecken. Die tatsächliche Verschiebung des piezoelektrischen Elements beträgt näherungsweise 1/10.000 der Dicke des piezoelektrischen Elements (1 Millionstel eines

Zolls). In [Fig. 4A](#) ist das piezoelektrische Element mit Elektroden **70**, **71** auf der unteren Fläche neben dem Strahlkörper **72** und Luft **74** über dem piezoelektrischen Element **76** gezeigt. Der Einfachheit halber ist die Kapton-Flex-Print zwischen dem piezoelektrischen Element und Strahlkörper in dieser Ansicht nicht gezeigt. Die Ansteuerelektroden **70** sind auf den Pumpkammern **78** zentriert, und die Masseelektrode ist genau außerhalb der Pumpkammern angeordnet. Anlegen einer Ansteuerspannung an die Ansteuerelektrode führt zu elektrischen Feldlinien **73**, wie sie in [Fig. 4A](#) gezeigt sind. Das piezoelektrische Element weist ein Umpolungsfeld **75** auf, das im wesentlichen gleichförmig und senkrecht zur Fläche verläuft, die die Elektroden enthält. Wenn das elektrische Feld senkrecht zum Umpolungsfeld angelegt wird, bewegt sich das piezoelektrische Element im Schermodus (shear mode). Wenn das elektrische Feld parallel zum Umpolungsfeld angelegt ist, bewegt sich das piezoelektrische Element im Streckmodus (extension mode). In dieser Konfiguration mit Masse- und Ansteuerelektroden auf der Seite des piezoelektrischen Elements, das sich neben den Pumpkammern befindet, kann für eine bestimmte angelegte Spannung die Verschiebung der Oberfläche des piezoelektrischen Elements benachbart zur Pumpkammer wesentlich größer sein, als wenn die Elektroden auf der gegenüberliegenden Fläche des piezoelektrischen Elements wären.

[0033] Der Großteil der Verschiebung ergibt sich aufgrund des Shear-Mode-Effekts, aber in dieser Konfiguration bewirkt der parasitäre Streckmodus eine Vergrößerung der Verschiebung. In dem piezoelektrischen Element verlaufen in dem Material zwischen den gemeinsamen und den Ansteuerelektroden die elektrischen Feldlinien im wesentlichen senkrecht zum Umpolungsfeld, was zu einer Verschiebung aufgrund des Shear-Mode führt. In dem Material in der Nähe der Elektroden weisen die elektrischen Feldlinien eine größere Komponente auf, die parallel zum Umpolungsfeld verläuft, was zu einer parasitären Streckmodusverschiebung führt. In dem Gebiet der gemeinsamen Elektroden erstreckt sich das piezoelektrische Material in einer Richtung von der Pumpkammer weg. In dem Gebiet der Ansteuerelektrode verläuft die Komponente des elektrischen Feldes, das parallel zum Umpolungsfeld verläuft, in der entgegengesetzten Richtung. Dies führt zu einer Komprimierung des piezoelektrischen Materials in dem Gebiet der Ansteuerelektrode. Dieses Gebiet um die Ansteuerelektrode ist kleiner als das Gebiet zwischen den gemeinsamen Elektroden. Dies erhöht die Gesamtverschiebung der Oberfläche des piezoelektrischen Elements, das sich neben der Pumpkammer befindet.

[0034] Insgesamt kann mehr Verschiebung von einer bestimmten Ansteuerspannung erzielt werden, wenn sich die Elektroden auf der Pumpkammerseite

des piezoelektrischen Elements statt auf der gegenüberliegenden Seite des piezoelektrischen Elements befinden. In Ausführungsformen kann diese Verbesserung erzielt werden, ohne den Aufwand des Platzierens von Elektroden auf beiden Seiten des piezoelektrischen Elements zu erleiden.

[0035] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) wird eine weitere Ausführungsform eines Strahlmoduls gezeigt. In dieser Ausführungsform besteht der Strahlkörper aus mehreren Teilen. Der Rahmen des Strahlkörpers **80** ist gesinterter Kohlenstoff und enthält einen Tintenfülldurchgang. An dem Strahlkörper sind auf jeder Seite Versteifungsplatten **82**, **82'** angebracht, die dünne Metallplatten sind, die zum Versteifen der Anordnung gestaltet sind. An den Versteifungsplatten befinden sich Hohlraumplatten **84**, **84'**, die dünne Metallplatten sind, in die Pumpkammern chemisch geätzt worden sind. An den Hohlraumplatten sind die Flex-Prints **30**, **30'** angebracht und an den Flex-Prints sind die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** angebracht. All diese Elemente sind mit Epoxid miteinander verbunden. Die Flex-Prints, die die Ansteuerschaltung **32**, **32'** enthalten, sind durch einen Lötprozeß angebracht.

[0036] Die in [Fig. 5](#) gezeigte Ausführungsform detaillierter beschreibend, ist der Strahlkörper aus gesintertem Kohlenstoff mit einer Dicke von näherungsweise 0,12 Zoll maschinell hergestellt. Die Versteifungsplatten sind aus 0,007 Zoll dickem Kovar-Metall chemisch geätzt, wobei eine Füllöffnung **86** pro Strahl, die 0,030 Zoll mal 0,125 Zoll beträgt, über dem Tintenfülldurchgang angeordnet ist. Die Hohlraumplatten sind aus 0,006 Zoll dickem Kovar-Metall chemisch geätzt. Die Öffnungen **88** der Pumpkammer in der Hohlraumplatte sind 0,033 Zoll breit und 0,490 Zoll lang. Die an dem piezoelektrischen Element angebrachte Flex-Print ist aus von The Dupont Company erhältlichem, 0,01 Zoll Kapton hergestellt. Das piezoelektrische Element ist 0,010 Zoll dick und 0,3875 Zoll mal 2,999 Zoll. Die Ansteuerelektroden an dem piezoelektrischen Element sind 0,016 Zoll breit und 0,352 Zoll lang. Der Abstand der Ansteuerelektrode von der gemeinsamen Elektrode beträgt näherungsweise 0,010 Zoll. Die obengenannten Elemente sind mit Epoxid miteinander verbunden. Die Epoxidbindelinien zwischen der Flex-Print und dem piezoelektrischen Element weisen eine Dicke im Bereich von 0 bis 15 Mikron auf. In Gebieten, wo eine elektrische Verbindung zwischen der Flex-Print und dem piezoelektrischen Element hergestellt werden muß, muß die Dicke des Epoxids zumindest an einigen Stellen gleich Null sein, und die Dicke des Epoxids an anderen Stellen wird von Oberflächenvariationen der Flex-Print und des piezoelektrischen Elements abhängen. Die Ansteuerschaltung-Flex-Print **32** ist über einen Lötprozeß mit der an dem piezoelektrischen Element angebrachten Flex-Print **30** elektrisch verbunden.

[0037] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) sind Geschwindigkeitsdaten für einen Druckkopf mit 256 Strahlen mit der Ausführung von [Fig. 5](#) gezeigt. Die Geschwindigkeitsdaten sind auf die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Strahlen normiert dargestellt. Zwei Datensätze sind in der Graphik überlagert. Ein Satz stellt die Geschwindigkeit eines bestimmten Strahls dar, die gemessen wurde, als keine anderen Strahlen feuerten. Der andere Datensatz stellt die Geschwindigkeit eines bestimmten Strahls dar, wenn alle anderen Strahlen feuern. Die nahezu vollständig einander überlagernden zwei Datensätze sind ein Anzeichen für das geringe Übersprechen zwischen Strahlen, das diese Konfiguration liefert.

Weitere Ausführungsformen

[0038] In einer weiteren Ausführungsform weisen die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** keine Elektroden auf deren Oberflächen auf. Die Flex-Prints **30**, **30'** weisen Elektroden auf, die in ausreichendem Kontakt mit dem piezoelektrischen Element gebracht sind und eine Ausgestaltung aufweisen, so daß keine Elektroden an dem piezoelektrischen Material erforderlich sind. Dies ist in US 5,755,909 diskutiert.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform weisen die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** Elektroden nur auf der Oberfläche fern von den Pumpkammern auf.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform weisen die piezoelektrischen Elemente Ansteuer- und gemeinsame Elektroden auf der Oberfläche fern von den Pumpkammern und eine gemeinsame Elektrode auf der Seite neben den Pumpkammern auf. Diese Elektrodenkonfiguration ist effizienter (mehr Ablenkung eines piezoelektrischen Elements für eine bestimmte angelegte Spannung), als wenn sich Elektroden nur auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements fern von den Pumpkammern befinden.

[0041] Diese Konfiguration führt dazu, daß einige elektrische Feldlinien von einer Oberfläche des piezoelektrischen Elements zur anderen Oberfläche gehen und somit eine zum Umpolungsfeld in dem piezoelektrischen Element parallele Komponente aufweisen. Die zum Umpolungsfeld parallele Komponente des elektrischen Feldes führt zu Streckmodusablenkung des piezoelektrischen Elements. Mit dieser Elektrodenkonfiguration verursacht die Streckmodusablenkung des piezoelektrischen Elements Spannung in der Ebene des piezoelektrischen Elements. Spannung in der Ebene des piezoelektrischen Elements, die durch einen Strahl verursacht ist, kann die Ausgabe von anderen Strahlen ungünstig beeinflussen. Dieser ungünstige Effekt variiert mit der Anzahl von zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiven Strahlen und variiert mit der Frequenz, mit der die Strahlen aktiviert werden. Dies stellt eine Form von Übersprechen dar. In dieser Ausführungsform

wird Effizienz für Übersprechen eingetauscht.

[0042] In der Ausführungsform mit Elektroden auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements benachbart zu den Pumpkammern wird keine Effizienz anhand des Hinzufügens einer Masseelektrode auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements fern von den Pumpkammern gewonnen. Hinzufügen einer Masseelektrode zur Oberfläche des piezoelektrischen Elements fern von der Pumpkammer wird die elektrische Kapazität des Strahls erhöhen und somit die elektrischen Ansteueranforderungen erhöhen.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform weisen die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** Ansteuer- und gemeinsame Elektroden auf beiden Oberflächen auf.

[0044] Weitere Ausführungsformen befinden sich innerhalb des Schutzbereiches der folgenden Ansprüche. Zum Beispiel kann die Flex-Print aus einer großen Vielzahl von flexiblen isolierenden Materialien hergestellt sein und können die Abmessungen der Flex-Print irgendwelche Abmessungen sein, die die geeigneten Grade von Nachgiebigkeit benachbart zu den Tintenbehältern und benachbart zum Fülldurchgang erzielen werden. In Gebieten, wo die Flex-Print nur den Fülldurchgang abdichtet und nicht zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts erforderlich ist, könnte die Flex-Print durch eine nachgiebige Metallschicht ersetzt werden.

Patentansprüche

1. Piezoelektrisches Tintenstrahlmodul (**4**, **6**), umfassend:
einen Tintenbehälter (**22**),
einen zum Tintenbehälter (**22**) führenden Tintenfüllströmungsweg (**26**),
ein piezoelektrisches Element (**34**, **34'**), das so benachbart zu genanntem Behälter (**22**) positioniert ist, daß Tinte in dem Behälter (**22**) Ausstoßdruck ausgeübt werden kann, und
eine Folie aus einem elektrisch isolierenden flexiblen Material (**30**, **30'**), die zwischen dem Behälter (**22**) und dem piezoelektrischen Element (**34**, **34'**) und über dem Strömungsweg (**26**) positioniert ist, wobei die Folie aus elektrisch isolierendem flexiblen Material eine Fläche oder Flächen enthält, die nicht abgestützt ist/sind.
2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tintenbehälter (**22**) durch einen Modulkörper (**20**) definiert ist.
3. Modul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (**20**) eine Mehrelementstruktur (**80**, **82**, **82'**, **84**, **84'**) umfaßt.
4. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (**34, 34'**) ein piezoelektrisches Shear-Mode-Modul umfaßt.

5. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Material (**30, 30'**) eine Flex-Print umfaßt, die elektrische Kontakte enthält, die zur Aktivierung von genanntem piezoelektrischen Element (**34, 34'**) gestaltet sind.

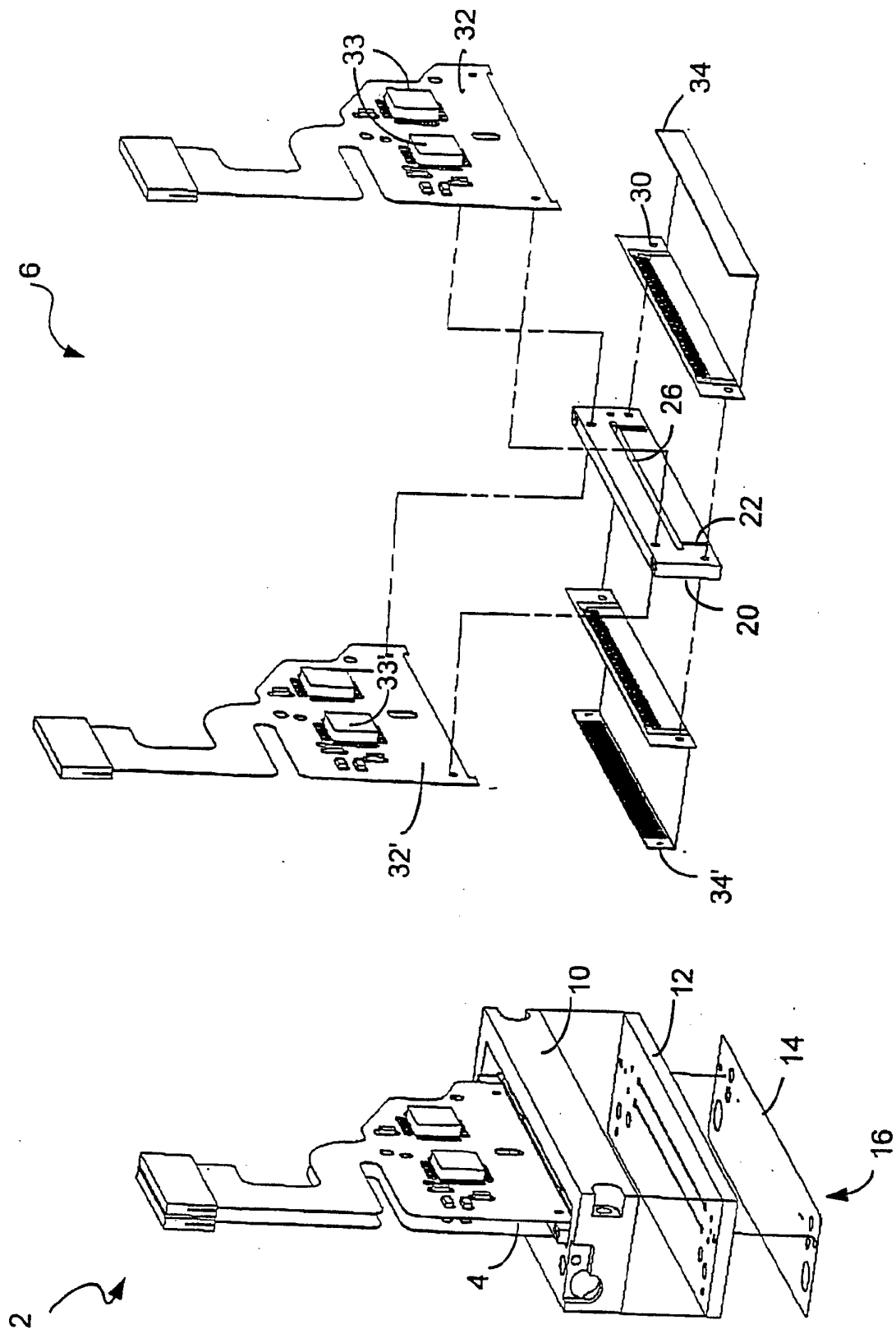
6. Modul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (**20**) den zu genanntem Behälter (**22**) führenden Tintenfüllströmungsweg (**26**) definiert und genannte Folie aus flexiblem Material (**30, 30'**) genannten Strömungsweg (**26**) abdichtet.

7. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß genanntes piezoelektrisches Element (**34, 34'**) derart dimensioniert ist, daß es genannten Behälter (**22**) abdeckt, ohne genannten Tintenfüllströmungsweg (**26**) abzudecken.

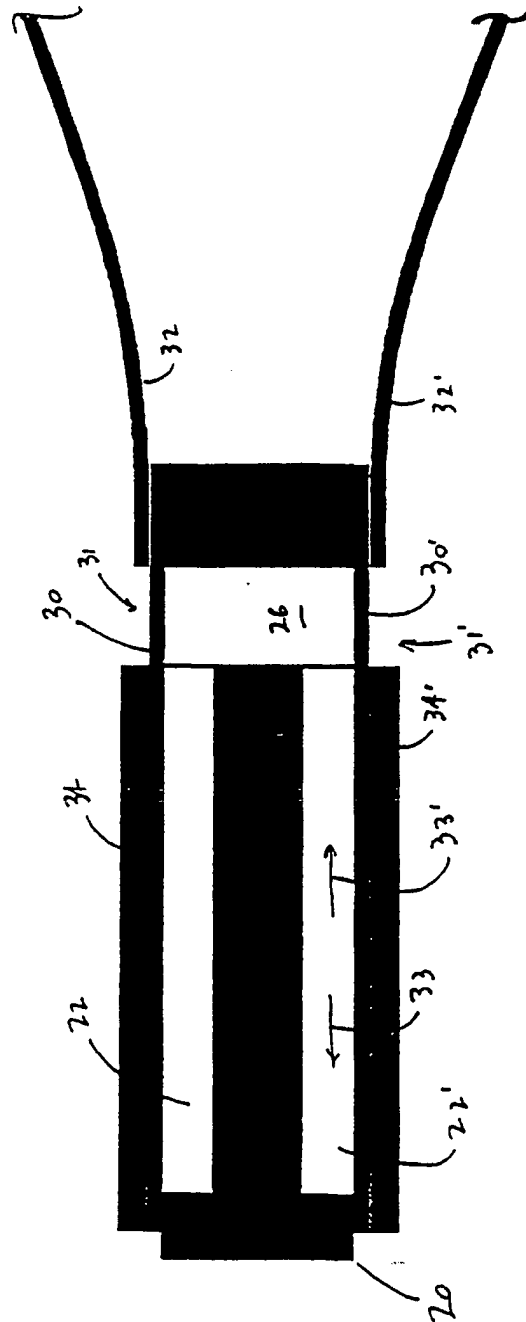
8. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß genannte Folie aus einem elektrisch isolierenden flexiblen Material (**30, 30'**) ein Polymer umfaßt.

9. Tintenstrahlkopf mit einem piezoelektrischen Tintenstrahlmodul (**4, 6**) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

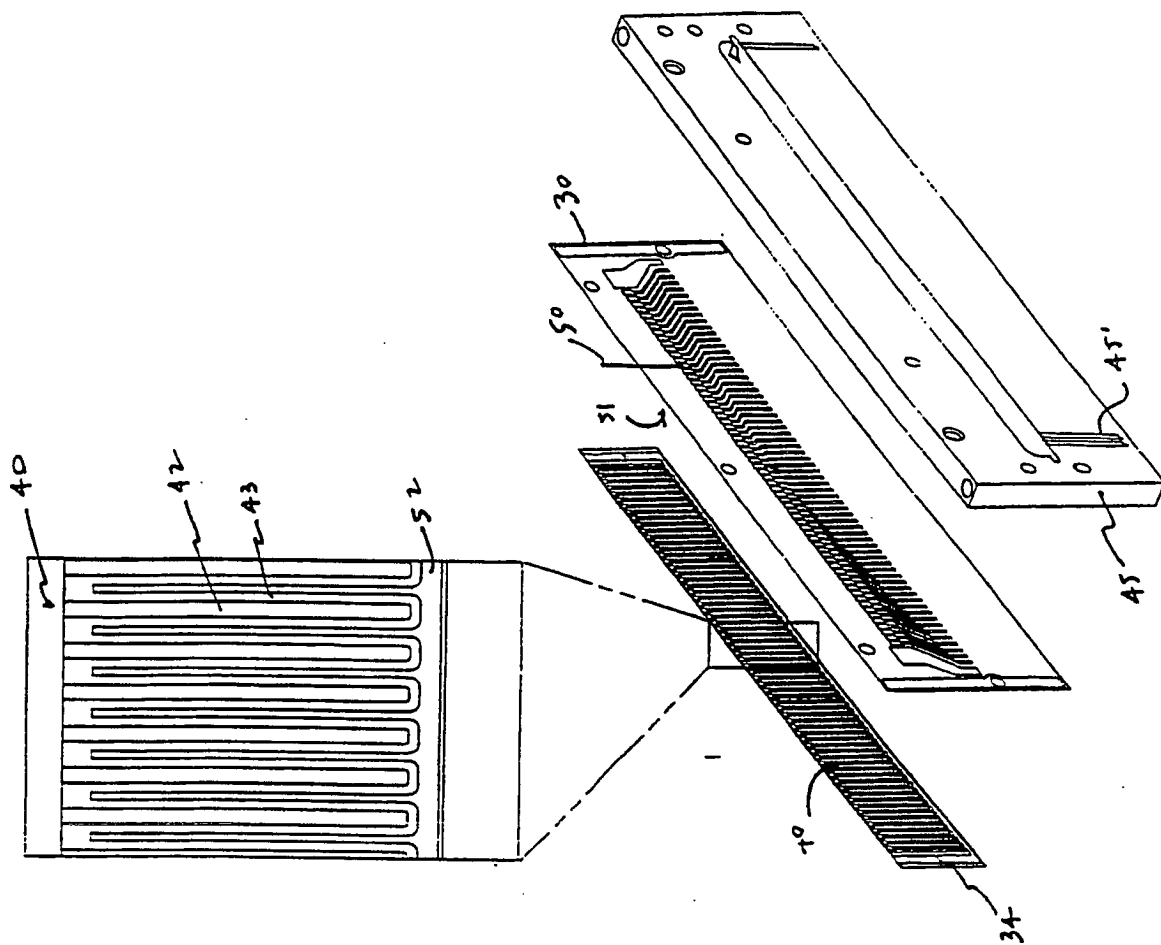
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



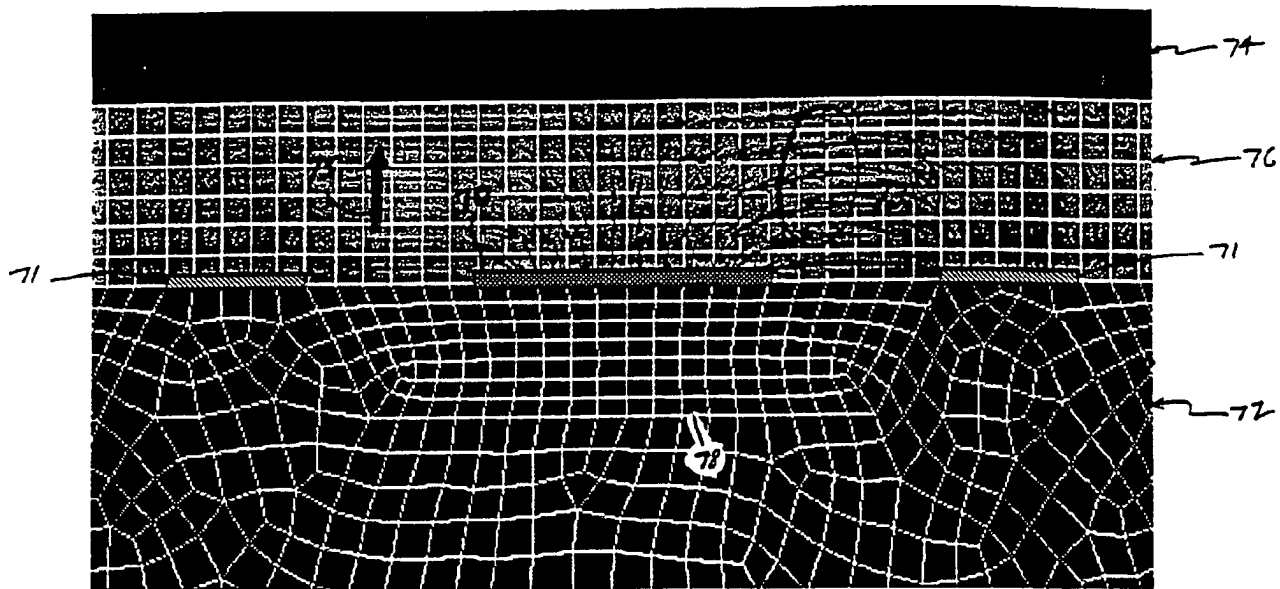
Figur 1



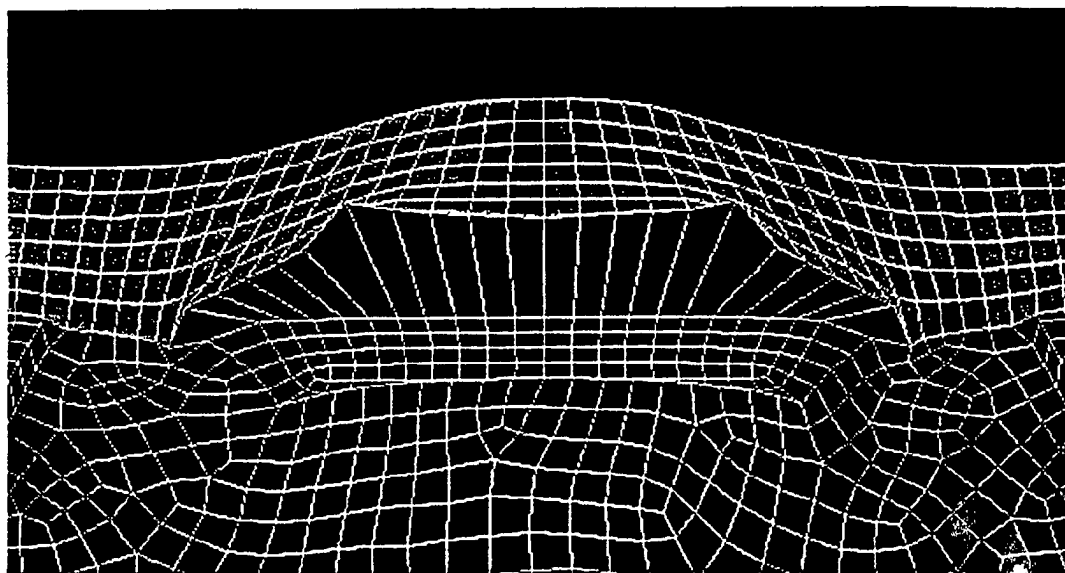
Figur 2



FIGUR 3



FIGUR AA



FIGUR AB

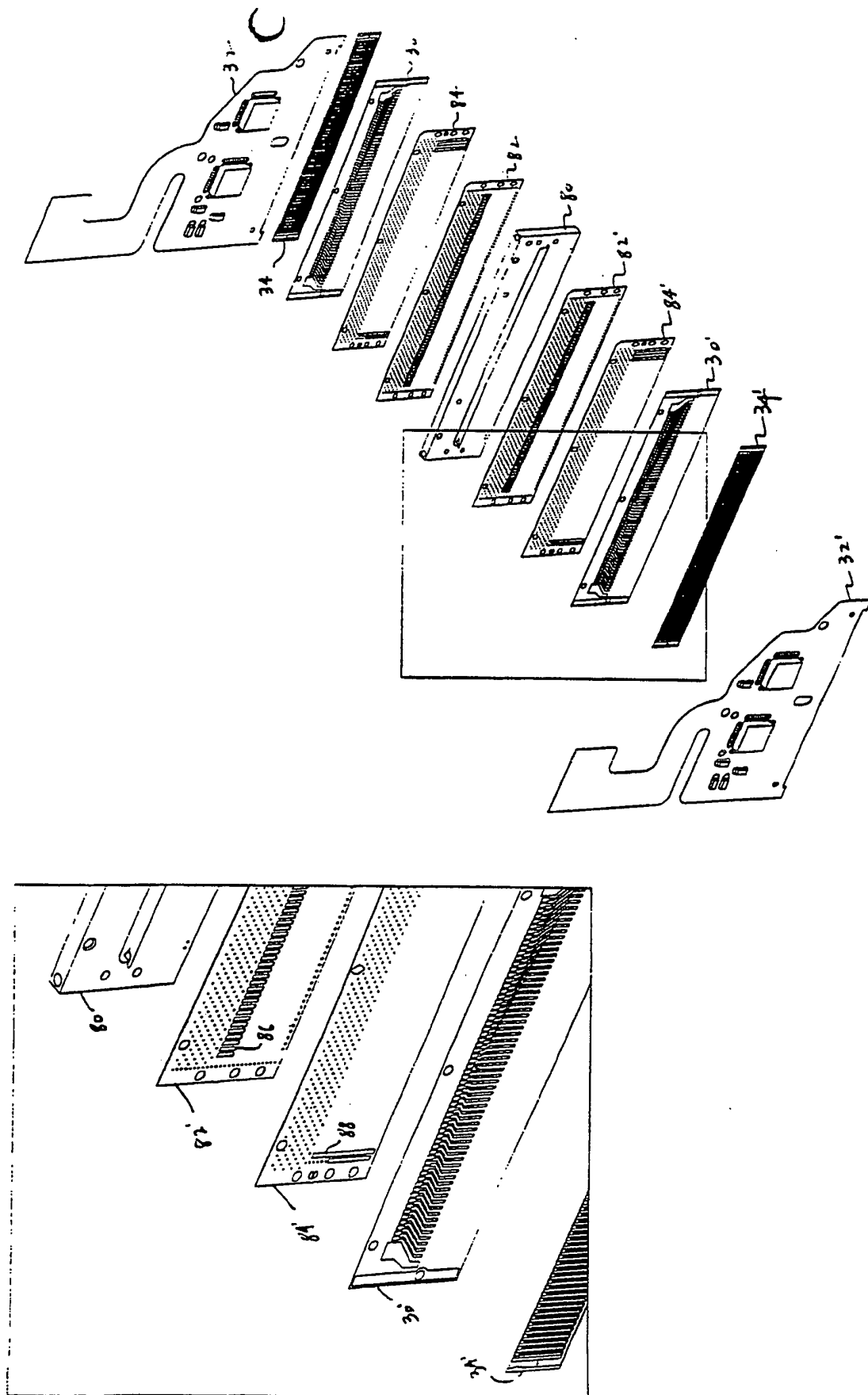
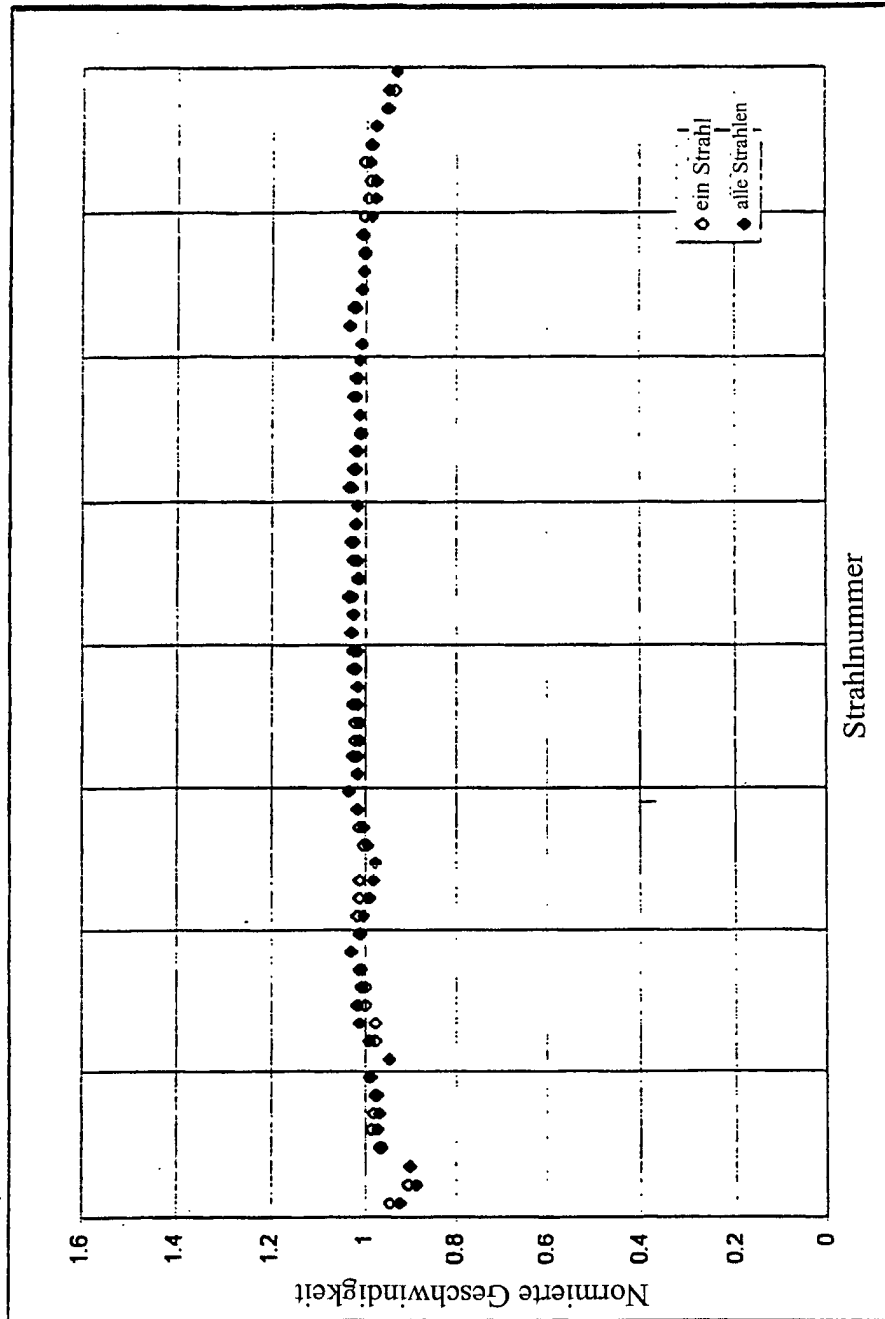


Figure 5



Figur 6