



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 29 262 T2** 2007.02.01

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 439 065 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 29 262.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 004 742.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **05.07.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.02.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B41J 2/14** (2006.01)  
**B41J 2/045** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**412827                      05.10.1999                      US**

(73) Patentinhaber:

**Dimatix Inc., Hanover, N.H., US**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Moynihan, Edward R, Plainfield NH 03781, US;  
Hoisington, Paul A, Norwich VT 05055, US; Zhou,  
Yong, Hanover NH 03755, US; Brady, Amy L,  
Plainfield NH 03781, US; Palifka, Robert G, Orford  
NH 03777, US**

(54) Bezeichnung: **Piezoelektrisches Tintenstrahldruckmodul**

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 Flächen eine Reihe von Tintenreservoirs maschinell hergestellt sind, die als Pumpkammern für Tinte dienen. Das piezoelektrische Element ist über der Fläche des Ausstoßkörpers zum Abdecken der Pumpkammern und Positionieren des piezoelektrischen Materials in einer Weise angeordnet, um die Tinte in den Pumpkammern unter Druck zu setzen und Ausstoßen zu bewirken.

**[0003]** In einem typischen piezoelektrischen Tintenstrahlmodul mit Schermodus bedeckt ein einziges, monolithisches piezoelektrisches Element die Pumpkammern, um nicht nur die Funktion der Beaufschlagung der Tinte mit Druck zu erfüllen, sondern auch die Pumpkammern gegen Tintenleckage abzudichten. Die elektrische Verbindung wird typischerweise mittels einer Flexprint hergestellt, die über der Außenfläche des piezoelektrischen Elements angeordnet und mit elektrischen Kontakten an Orten versehen ist, die den Orten der Pumpkammern entsprechen. Ein Beispiel für einen piezoelektrischen Schermodus-Tintenstrahlkopf ist in der US 5,640,184 beschrieben. Dieses Dokument offenbart ein piezoelektrisches Tintenstrahlmodul mit einem Tintenreservoir und einem piezoelektrischen Element, das so positioniert ist, daß es die Tinte in dem Reservoir einem Ausstoßdruck aussetzt, und das elektrische Anschlüsse nur auf der Seite des piezoelektrischen Elements vom Tintenreservoir weg aufweist.

**[0004]** In einem bekannten Tintenstrahlmodul, das von Brother erhältlich ist, ist eine Harzmembran neben jeder der Pumpkammern vorgesehen. Das zentrale Gebiet jeder Membran wird von einer piezoelektrischen Einrichtung gepumpt. In dem piezoelektrischen Material sind Elektroden eingebettet.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0005]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein piezoelektrisches Tintenstrahlmodul nach Anspruch 1.

**[0006]** Implementierungen der Erfindung können mindestens eines der folgenden Merkmale enthalten. Das Tintenreservoir kann durch einen Multielementmodulkörper gebildet sein. Das piezoelektrische Element kann dimensioniert sein, um das Reservoir abzudecken, ohne einen Tinteneinfülldurchflußweg abzudecken. Das Modul kann eine Reihe von Reservoir-

ren enthalten, die alle durch ein einziges piezoelektrisches Element oder in anderen Beispielen durch separate jeweilige piezoelektrische Elemente abgedeckt sind. Das Modul kann ein piezoelektrisches Modul vom Scherschwingungstyp sein. Das piezoelektrische Element kann ein monolithisches piezoelektrisches Element sein.

**[0007]** Gemäß weiteren allgemeinen Aspekten der Erfindung enthält das flexible Material über dem Durchflußweg ein Gebiet, das nicht abgestützt wird; überspannt das piezoelektrische Element das Tintenreservoir und ist es so angeordnet, daß es die Tinte in dem Reservoir Ausstoßdruck aussetzt; und sind elektrische Kontakte nur auf einer Seite des piezoelektrischen Elements benachbart zum Tintenreservoir angeordnet. In einigen Implementierungen können die Kontakte dünner als 25 Mikron, vorzugsweise dünner als 10 Mikron sein.

**[0008]** Weitere Merkmale und Vorteile werden anhand der folgenden Beschreibung und der Ansprüche ersichtlich werden.

## Beschreibung

**[0009]** Als erstes beschreiben wir kurz die Zeichnungen.

**[0010]** [Fig. 1](#) zeigt eine Explosionsansicht eines piezoelektrischen Tintenstrahlmoduls mit Schermodus;

**[0011]** [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht durch ein Tintenstrahlmodul;

**[0012]** [Fig. 3](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Tintenstrahlmoduls, die den Ort von Elektroden relativ zur Pumpkammer und zum piezoelektrischen Element darstellt;

**[0013]** [Fig. 4A](#) zeigt eine Grafik der Feldlinien in einem piezoelektrischen Element, während [Fig. 4B](#) eine Elementverschiebung bei Anlegen einer Steuerungspannung darstellt;

**[0014]** [Fig. 5](#) zeigt eine Explosionsansicht einer weiteren Ausführungsform eines Tintenstrahlmoduls;

**[0015]** [Fig. 6](#) zeigt eine Grafik von Strahlgeschwindigkeitsdaten für eine Ausführungsform des Druckkopfes mit 256 Strahlen.

**[0016]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) enthält ein piezoelektrischer Tintenstrahlkopf 2 mehrere Module 4, 6, die zu einem Bundelement 10 zusammengesetzt sind, an dem eine Verteilerplatte 12 und eine Düsenplatte 14 angebracht sind. Tinte wird durch das Bundelement 10 in die Strahlmodule eingeleitet, die zum Ausstoßen von Tinte aus den Düsen 16 auf der Dü-

senplatte **14** aktiviert werden. Ein beispielhafter Tintenstrahlkopf ist in der US 5,640,184 beschrieben und als Modell CCP-256 (Spectra, Inc., Hanover, New Hampshire) erhältlich.

**[0017]** Jedes der Tintenstrahlmodule **4**, **6** enthält einen Körper **20**, der aus einem dünnen rechteckigen Block aus einem Material, wie zum Beispiel gesinterter Kohlenstoff oder Keramik, hergestellt ist. In beiden Seiten des Körpers sind eine Reihe von Kanälen **22** maschinell hergestellt, die Tintenpumpkammern bilden. Die Tinte wird durch einen Tinteneinfülldurchgang **26** eingeleitet, der auch in dem Körper maschinell hergestellt ist.

**[0018]** Die gegenüberliegenden Flächen des Körpers sind mit flexiblen Polymerfolien **30**, **30'** bedeckt, die eine Reihe von elektrischen Kontakten enthalten, die so gestaltet sind, daß sie über den Pumpkammern in dem Körper positioniert werden. Die elektrischen Kontakte sind mit Leitungen verbunden, die wiederum mit einer Flexprint **32** und **32'** verbunden werden können, die Steuerschaltungen **33**, **33'** enthalten. Die Folien **30** und **30'** können Flexprints (Kapton) sein, die von Advanced Circuit Systems erhältlich sind, das seinen Sitz in Franklin, New Hampshire, hat. Jede Flexprint-Folie ist durch eine dünne Epoxidschicht am Körper **20** abgedichtet. Die Epoxidschicht ist dünn genug, um die Oberflächenrauigkeit des Ausstoßkörpers so auszufüllen, daß eine mechanische Bindung geliefert wird, aber auch dünn genug, so daß nur eine geringe Menge von Epoxid aus den Bindelinien in die Pumpkammern gequetscht wird.

**[0019]** Jedes der piezoelektrischen Elemente **34**, **34'**, die ein einziges monolithisches PZT-Teil sein können, ist über der Flexprint **30**, **30'** positioniert. Jedes piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** weist Elektroden auf, die durch chemisches Wegätzen von leitfähigem Metall ausgebildet sind, das auf die Oberfläche des piezoelektrischen Elements durch Vakuumabscheidung aufgetragen worden ist. Die Elektroden auf dem piezoelektrischen Element befinden sich an Orten, die den Pumpkammern entsprechen. Die Elektroden auf dem piezoelektrischen Element stehen mit den korrespondierenden Kontakten auf der Flexprint **30**, **30'** in elektrischer Verbindung. Als Folge wird ein elektrischer Kontakt mit jedem der piezoelektrischen Elemente auf der Seite des Elements hergestellt, indem eine Aktivierung bewirkt wird. Die piezoelektrischen Elemente sind an den Flexprints durch dünne Epoxidschichten befestigt. Die Epoxiddicke reicht aus, um die Oberflächenrauigkeit des piezoelektrischen Elements so aufzufüllen, daß sie eine mechanische Bindung liefert, aber auch dünn genug ist, so daß sie nicht als ein Isolator zwischen den Elektroden auf dem piezoelektrischen Element und den Elektroden auf der Flexprint wirkt. Zum Erzielen von guten Bindungen sollte die Elektrodenmetallisierung auf der Flexprint dünn sein. Sie sollte geringer als 25 Mi-

kron sein, und weniger als 10 Mikron wird bevorzugt.

**[0020]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) sind die piezoelektrischen Element **34**, **34'** so dimensioniert, daß sie nur den Teil des Körpers bedecken, der die maschinell hergestellten Tintenpumpkammern **22** enthält. Der Teil des Körpers, der den Tinteneinfülldurchgang **26** enthält, wird nicht von dem piezoelektrischen Element bedeckt. Somit ist die Gesamtgröße des piezoelektrischen Elements verringert. Eine Verringerung der Größe des piezoelektrischen Elements verringert die Kosten und verringert auch die elektrische Kapazität des Strahls, was die Anforderungen an die elektrische Antriebsleistung für den Strahl verringert.

**[0021]** Die Flexprints sorgen für chemische Isolierung zwischen der Tinte und dem piezoelektrischen Element und seinen Elektroden, was für eine größere Flexibilität bei der Tintengestaltung sorgt. Tinten, die für Metallelektroden korrosiv sind, und Tinten, die durch Exposition von elektrischen Spannungen ungünstig beeinflusst werden können, wie zum Beispiel Tinten auf Wasserbasis, können verwendet werden.

**[0022]** Die Flexprints sorgen auch für elektrische Isolierung zwischen dem Ausstoßkörper und der Tinte einerseits und dem piezoelektrischen Element und seinen Elektroden andererseits. Dies ermöglicht einfachere Gestaltungen für die Strahlansteuerschaltung, wenn der Ausstoßkörper oder die Tinte in der Pumpkammer leitfähig ist. Im normalen Gebrauch kann ein Benutzer mit der Düsenplatte in Kontakt geraten, die in elektrischem Kontakt mit der Tinte und dem Ausstoßkörper stehen kann. Durch die durch die Flexprint bereitgestellte elektrische Isolierung muß die Ansteuerschaltung nicht dem Fall Rechnung tragen, in dem ein Benutzer mit einem Element der Ansteuerschaltung in Kontakt gerät.

**[0023]** Der Tinteneinfülldurchgang **26** ist durch einen Abschnitt **31**, **31'** der Flexprint abgedichtet, die an dem äußeren Abschnitt des Modulkörpers angebracht ist. Die Flexprint bildet eine nichtsteife Abdeckung über dem Tinteneinfülldurchgang und dichtet diesen ab und gleicht einer freien Oberfläche der Flüssigkeit, die der Atmosphäre ausgesetzt ist. Abdecken des Tinteneinfülldurchgangs mit einer nichtsteifen flexiblen Fläche reduziert Übersprechen zwischen Strahlen.

**[0024]** Übersprechen stellt eine unerwünschte Wechselwirkung zwischen Strahlen dar. Das Abfeuern von einem oder mehreren Strahlen kann die Leistung von anderen Strahlen durch Änderung von Strahlgeschwindigkeiten oder der ausgestoßenen Tropfenvolumen ungünstig beeinflussen. Dies kann auftreten, wenn ungewünschte Energie zwischen Strahlen übertragen wird. Die Wirkung des Versehens eines Tinteneinfülldurchgangs mit dem Äquiva-

lent einer freien Oberfläche besteht darin, daß mehr Energie in die Pumpkammer an dem Einfüllende einer Pumpkammer zurückreflektiert wird und weniger Energie in den Tinteneinfülldurchgang eintritt, wo sie die Leistung von benachbarten Strahlen beeinflussen könnte.

**[0025]** Im normalen Betrieb wird das piezoelektrische Element als erstes in einer Weise aktiviert, die das Volumen der Pumpkammer vergrößert und wird danach, nach einer Zeitdauer, das piezoelektrische Element deaktiviert, so daß es in seine ursprüngliche Position zurückkehrt. Eine Vergrößerung des Volumens der Pumpkammer verursacht, daß eine Unterdruckwelle in Gang gesetzt wird. Dieser Unterdruck beginnt in der Pumpkammer und bewegt sich in Richtung auf beide Enden der Pumpkammer (in Richtung auf die Düse und in Richtung auf den Tinteneinfülldurchgang, wie durch die Pfeile **33**, **33'** angedeutet). Wenn die Unterdruckwelle das Ende der Pumpkammer erreicht und auf das große Gebiet des Tinteneinfülldurchgangs trifft (der mit einer näherungsweise freien Oberfläche in Verbindung steht), wird die Unterdruckwelle in die Pumpkammer als Überdruckwelle zurückreflektiert, sich in Richtung auf die Düse bewegend. Die Rückkehr des piezoelektrischen Elements in seine ursprüngliche Position erzeugt auch eine Überdruckwelle. Der Zeitpunkt der Deaktivierung des piezoelektrischen Elements ist derart, daß sich seine Überdruckwelle und die reflektierte Überdruckwelle addieren, wenn sie die Düse erreichen. Dies wird in US 4,891,654 beschrieben.

**[0026]** Reflektieren von Energie zurück in die Pumpkammer vergrößert den Druck an der Düse für eine bestimmte angelegte Spannung und verringert die Energiemenge, die in das Einfüllgebiet übertragen wird und andere Strahlen als Übersprechen ungünstig beeinflussen könnte.

**[0027]** Die Nachgiebigkeit der Flexprint über dem Einfüllgebiet verringert auch Übersprechen zwischen Strahlen durch Verringerung der Amplitude von Druckimpulsen, die in das Tinteneinfüllgebiet anhand von Abfeuern von Strahlen treten. Nachgiebigkeit einer Metallschicht in einem anderen Zusammenhang ist in US 4,891,654 erörtert.

**[0028]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist das Elektrodenmuster **50** auf der Flexprint **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 Flexprint in Kontakt gerät. Jede Elektrode **40** ist so platziert und dimensioniert, daß sie mit einer Pumpkammer **45** in dem Ausstoßkörper übereinstimmt. Jede Elektrode **40** weist ein längliches Gebiet **42** mit einer Länge und Breite auf, die allgemein mit denjenigen der Pumpkammer übereinstimmen, aber kürzer und schmaler sind, so daß ein Spalt **43**

zwischen dem Umfang der Elektrode **40** und den Seiten und dem Ende der Pumpkammer vorhanden ist. Diese Elektrodengebiete **42**, die auf den Pumpkammern zentriert sind, sind die Ansteuerelektroden. Eine kammförmige zweite Elektrode **52** auf dem piezoelektrischen Element stimmt allgemein mit dem Gebiet außerhalb der Pumpkammer überein. Diese Elektrode **52** ist die gemeinsame (Masse-) Elektrode.

**[0029]** Die Flexprint weist Elektroden **50** auf der Seite **51** der Flexprint auf, die mit dem piezoelektrischen Element in Kontakt gerät. Die Flexprint-Elektroden und die Elektroden des piezoelektrischen Elements überlappen ausreichend für guten elektrischen Kontakt und einfache Ausrichtung der Flexprint und des piezoelektrischen Elements. Die Flexprint-Elektroden verlaufen über dem piezoelektrischen Element (in der vertikalen Richtung in [Fig. 3](#)), um eine Lötverbindung mit der Flexprint **32** zu ermöglichen, die die Ansteuerschaltung enthält. Zwei Flexprints **30**, **32** sind nicht notwendig. Eine einzige Flexprint kann verwendet werden.

**[0030]** Unter Bezugnahme auf die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) sind eine Darstellung der Feldlinien in einem piezoelektrischen Element und die resultierende Verschiebung des piezoelektrischen Elements für einen einzigen Strahl gezeigt. [Fig. 4A](#) zeigt theoretische elektrische Feldlinien in dem piezoelektrischen Element und [Fig. 4B](#) ist eine Übertreibung der Verschiebung des piezoelektrischen Elements während der Aktivierung zu Darstellungszwecken. Die tatsächliche Verschiebung des piezoelektrischen Elements beträgt näherungsweise 1/10.000 der Dicke des piezoelektrischen Elements (1 Millionstel Zoll). In [Fig. 4A](#) ist das piezoelektrische Element mit Elektroden **70**, **71** an der Unterseite benachbart zum Ausstoßkörper **72** und Luft **74** über dem piezoelektrischen Element **76** gezeigt. Der Einfachheit halber ist die Kapton-Flexprint zwischen dem piezoelektrischen Element und Ausstoßkörper 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 ergibt elektrische Feldlinien **73**, wie in [Fig. 4A](#) gezeigt. Das piezoelektrische Element weist ein Umpolfeld **75** auf, das im wesentlichen gleichförmig und senkrecht zur Fläche ist, die die Elektrode enthält. Wenn das elektrische Feld senkrecht zum Umpolfeld angelegt wird, bewegt sich das piezoelektrische Element im Scherschwingungsmodus. Wenn das elektrische Feld parallel zum Umpolfeld angelegt wird, bewegt sich das piezoelektrische Element im Dehnungsmodus. 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 Fläche des piezoelektrischen Elements benachbart zur Pumpkammer

wesentlich größer sein, als wenn sich die Elektroden auf der gegenüberliegenden Fläche des piezoelektrischen Elements befinden würden.

**[0031]** Der Hauptteil der Verschiebung ergibt sich aufgrund der Wirkung des Scherschwingungsmodus, aber in dieser Konfiguration bewirkt ein parasitärer Dehnungsmodus eine Vergrößerung der Verschiebung. In dem piezoelektrischen Element sind die elektrischen Feldlinien in dem Material zwischen der gemeinsamen und den Ansteuerelektroden im wesentlichen senkrecht zum Umpolfeld, was eine Verschiebung aufgrund des Scherschwingungsmodus ergibt. In dem Material nahe den Elektroden weisen die elektrischen Feldlinien eine größere Komponente auf, die parallel zum Umpolfeld ist, was zu einer Verschiebung durch den parasitären Dehnungsmodus führt. In dem Gebiet der gemeinsamen Elektroden verläuft das piezoelektrische Material in einer Richtung von der Pumpkammer weg. In dem Gebiet der Ansteuerelektrode ist die Komponente des elektrischen Feldes, die parallel zum Umpolfeld verläuft, in der entgegengesetzten Richtung. Dies ergibt eine Komprimierung des piezoelektrischen Materials in dem Gebiet der Ansteuerelektrode. Dieses Gebiet um die Ansteuerelektrode ist kleiner als das Gebiet zwischen den gemeinsamen Elektroden. Dies vergrößert die Gesamtverschiebung der Fläche des piezoelektrischen Elements, das sich neben der Pumpkammer befindet.

**[0032]** Insgesamt kann anhand einer bestimmten Anstevenspannung eine größere Verschiebung erzielt werden, wenn sich die Elektroden auf der Seite der Pumpkammer des piezoelektrischen Elements statt auf der gegenüberliegenden Seite des piezoelektrischen Elements befinden. In Ausführungsformen kann diese Verbesserung erzielt werden, ohne daß Aufwand hinsichtlich des Plazierens von Elektroden auf beiden Seiten des piezoelektrischen Elements erforderlich ist.

**[0033]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) ist dort eine weitere Ausführungsform eines Strahlmoduls gezeigt. In dieser Ausführungsform besteht der Ausstoßkörper aus mehreren Teilen. Der Rahmen des Ausstoßkörpers **80** besteht aus gesintertem Kohlenstoff und enthält einen Tinteneinfülldurchgang. An dem Ausstoßkörper sind auf jeder Seite Versteifungsplatten **82**, **82'** angebracht, die dünne Metallplatten sind, die zum Versteifen der Anordnung gestaltet sind. An den Versteifungsplatten sind Hohlraumplatten **84**, **84'** angebracht, die dünne Metallplatten sind, in denen Pumpkammern chemisch geätzt sind. An den Hohlraumplatten sind die Flexprints **30**, **30'** angebracht, und an den Flexprints sind die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** angebracht. All diese Elemente sind mit Epoxid miteinander verbunden. Die Flexprints, die die Anstevenschaltung **32**, **32'** enthalten, sind durch einen Lötprozeß angebracht.

**[0034]** Bei genauerer Beschreibung der in [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsform ist der Ausstoßkörper aus gesintertem Kohlenstoff mit einer Dicke von näherungsweise 0,12 Zoll maschinell hergestellt. Die Versteifungsplatten sind aus 0,007 Zoll dickem Kovar-Metall mit einer Einfüllöffnung **86** pro Strahl, die 0,030 Zoll mal 0,125 Zoll beträgt und über dem Tinteneinfülldurchgang angeordnet ist, chemisch geätzt. Die Hohlraumplatten sind aus 0,006 Zoll dickem Kovar-Metall chemisch geätzt. Die Pumpkammeröffnungen **88** in der Hohlraumplatte sind 0,033 Zoll breit und 0,490 Zoll lang. Die an dem piezoelektrischen Element angebrachte Flexprint ist aus 0,001 Zoll Kapton, von The Dupont Company erhältlich, 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 obigen Elemente sind mit Epoxid miteinander verbunden. Die Epoxidbindelinien zwischen der Flexprint und dem piezoelektrischen Element weisen eine Dicke im Bereich von 0 bis 15 Mikron auf. In Gebieten, wo eine elektrische Verbindung zwischen der Flexprint und dem piezoelektrischen Element hergestellt werden muß, muß die Dicke des Epoxids zumindest an einigen Stellen Null betragen, und die Dicke des Epoxids an anderen Stellen wird von Oberflächenvariationen der Flexprint und des piezoelektrischen Elements abhängen. Die Anstevenschaltung-Flexprint **32** ist mit der an dem piezoelektrischen Element angebrachten Flexprint **30** über einen Lötprozeß verbunden.

**[0035]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) sind dort Geschwindigkeitsdaten für einen Druckkopf mit 256 Strahlen mit der Gestaltung von [Fig. 5](#) gezeigt. Die Geschwindigkeitsdaten werden normiert auf die mittlere Geschwindigkeit aller Strahlen präsentiert. Zwei Gruppen von Daten sind in der Graphik übereinander gelegt. Eine Gruppe besteht aus der Geschwindigkeit eines bestimmten Strahls, die gemessen wurde, als kein anderer Strahl feuerte. Die andere Gruppe von Daten umfaßt die Geschwindigkeit eines bestimmten Strahls, wenn alle anderen Strahlen feuern. Die sich nahezu vollständig überlagernden beiden Gruppen von Daten sind Anzeichen für geringes Übersprechen zwischen Strahlen, das diese Konfiguration liefert.

#### Weitere Ausführungsformen

**[0036]** In einer anderen Ausführungsform weisen die piezoelektrischen Elemente **34**, **34'** keine Elektroden auf deren Flächen auf. Die Flexprints **30**, **30'** weisen Elektroden auf, die in ausreichendem Kontakt mit dem piezoelektrischen Element gebracht sind und eine Gestalt aufweisen, so daß Elektroden auf dem piezoelektrischen Material nicht erforderlich sind. Dies wird in US 5,755,909 diskutiert.



**[0037]** In der Ausführungsform befinden sich die Elektroden nur auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements benachbart zu den Pumpkammern. Es gibt Anordnungen im Stand der Technik (EP-A-0 839 655, EP-A-0 719 642), in denen das piezoelektrische Element zwischen Ansteuer- und gemeinsamen Elektroden sandwichartig angeordnet ist, wobei die gemeinsame Elektrode auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements weg von den Pumpkammern angeordnet ist. Es wird keine Effizienz durch Hinzufügen einer Masseelektrode auf der Oberfläche des piezoelektrischen Elements weg von den Pumpkammern erzielt. Hinzufügen einer Masseelektrode zur Oberfläche des piezoelektrischen Elements weg von der Pumpkammer wird die elektrische Kapazität des Strahls vergrößern und somit die Anforderungen an die elektrische Ansteuerung erhöhen.

**[0038]** Andere Ausführungsformen liegen innerhalb des Schutzbereiches der folgenden Ansprüche. Zum Beispiel kann die Flexprint aus einer großen Vielzahl von flexiblen isolierenden Materialien hergestellt sein und können die Abmessungen der Flexprint irgendwelche Abmessungen sein, die die geeigneten Grade von Nachgiebigkeit benachbart zu den Tintenreservoirs und benachbart zu dem Einfülldurchgang erzielen. In Gebieten, wo die Flexprint nur den Einfülldurchgang abdichtet und es nicht erforderlich ist, einen elektrischen Kontakt zu liefern, könnte die Flexprint durch eine nachgiebige Metallschicht ersetzt werden.

### Patentansprüche

1. Piezoelektrisches Tintenstrahlmodul (**4**, **6**), umfassend ein Tintenreservoir (**22**) und ein piezoelektrisches Element (**34**; **34'**), das so positioniert ist, daß es die Tinte in dem Reservoir (**22**) einem Ausstoßdruck aussetzt, und das elektrische Anschlüsse (**40**) nur auf der Seite des piezoelektrischen Elements (**34**, **34'**) benachbart zum Tintenreservoir (**22**) aufweist.

2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Reservoir (**22**) durch einen Modulkörper (**20**) gebildet ist.

3. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (**20**) eine Multielementstruktur (**80**; **82**; **82'**; **84**; **84'**) aufweist.

4. Modul nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (**34**; **34'**) dimensioniert ist, um genanntes Reservoir (**22**) abzudecken, ohne einen Tinteneinfülldurchflußweg abzudecken.

5. Modul nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Modul eine Reihe von Reservoirs (**22**) enthält.

6. Modul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Reservoirs (**22**) durch ein einziges piezoelektrisches Element (**34**; **34'**) abgedeckt sind.

7. Modul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Reservoirs (**22**) durch separate jeweilige piezoelektrische Elemente (**34**; **34'**) abgedeckt sind.

8. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Modul ein piezoelektrisches Modul vom Scherschwingungstyp umfaßt.

9. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (**34**; **34'**) ein monolithisches piezoelektrisches Element umfaßt.

10. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Anschlüsse (**40**) als eine Metallisierungsschicht ausgebildet sind, die dünner als 25 Mikron ist.

11. Modul nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallisierungsschicht dünner als 10 Mikron ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

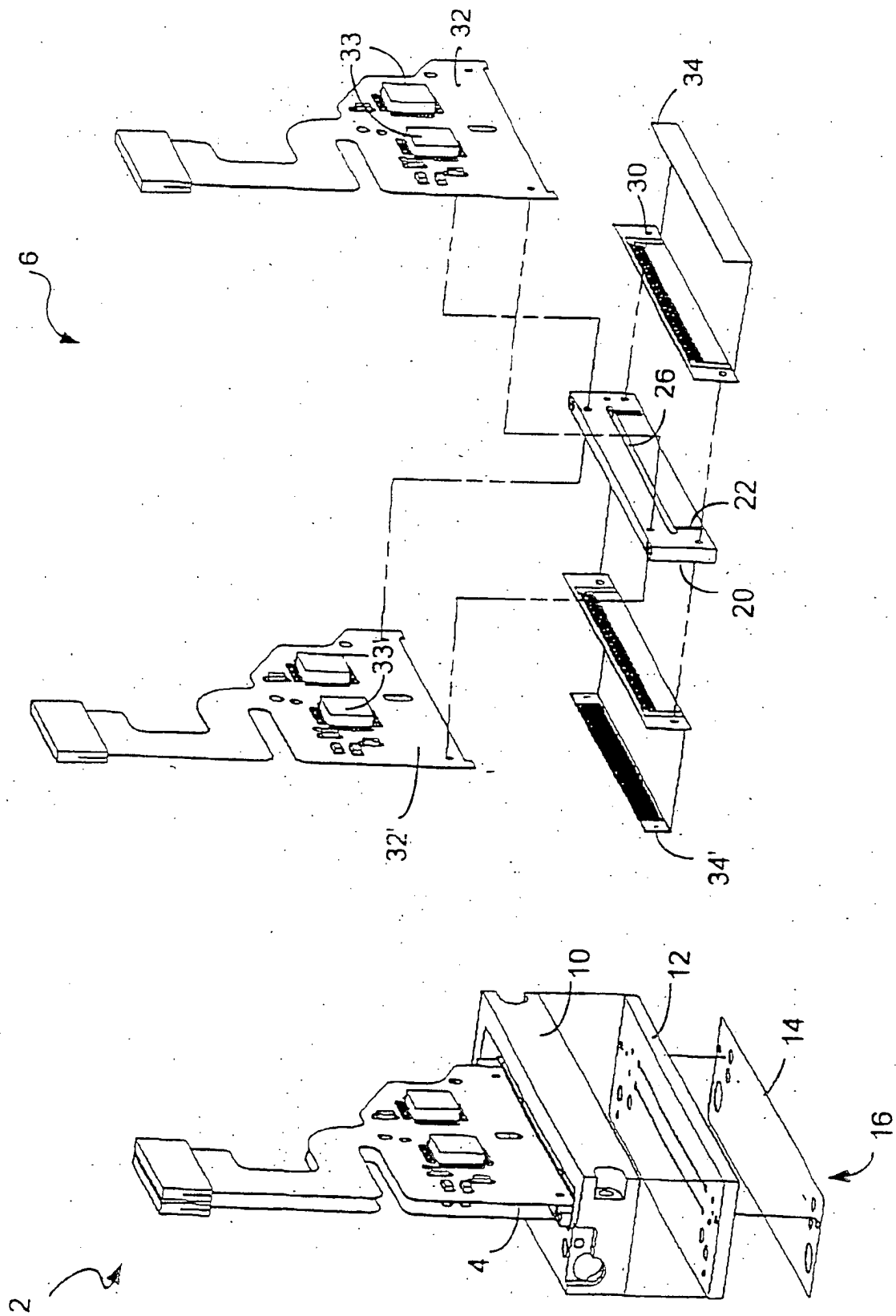
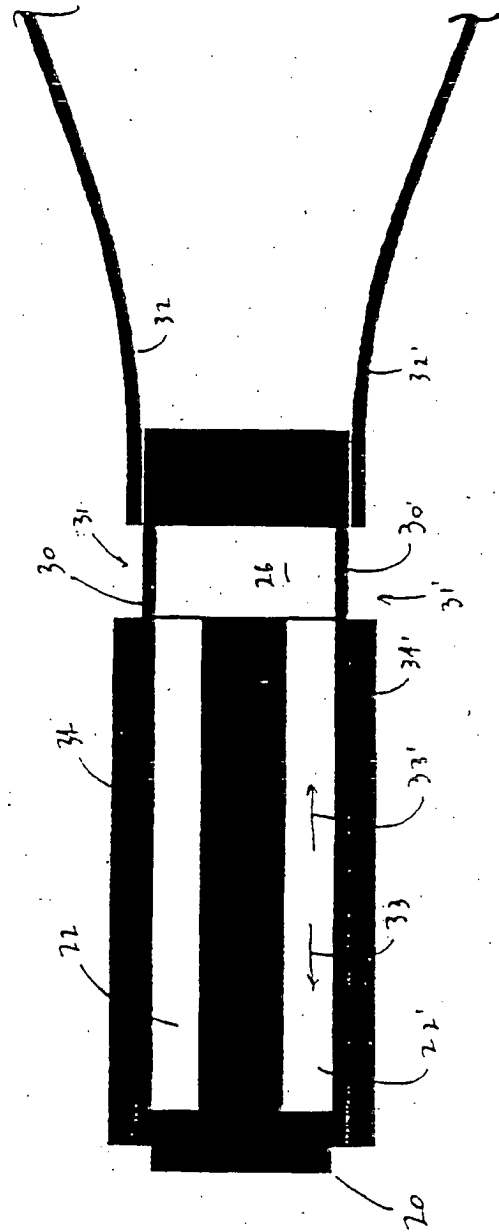


Figure 1



Figur 2



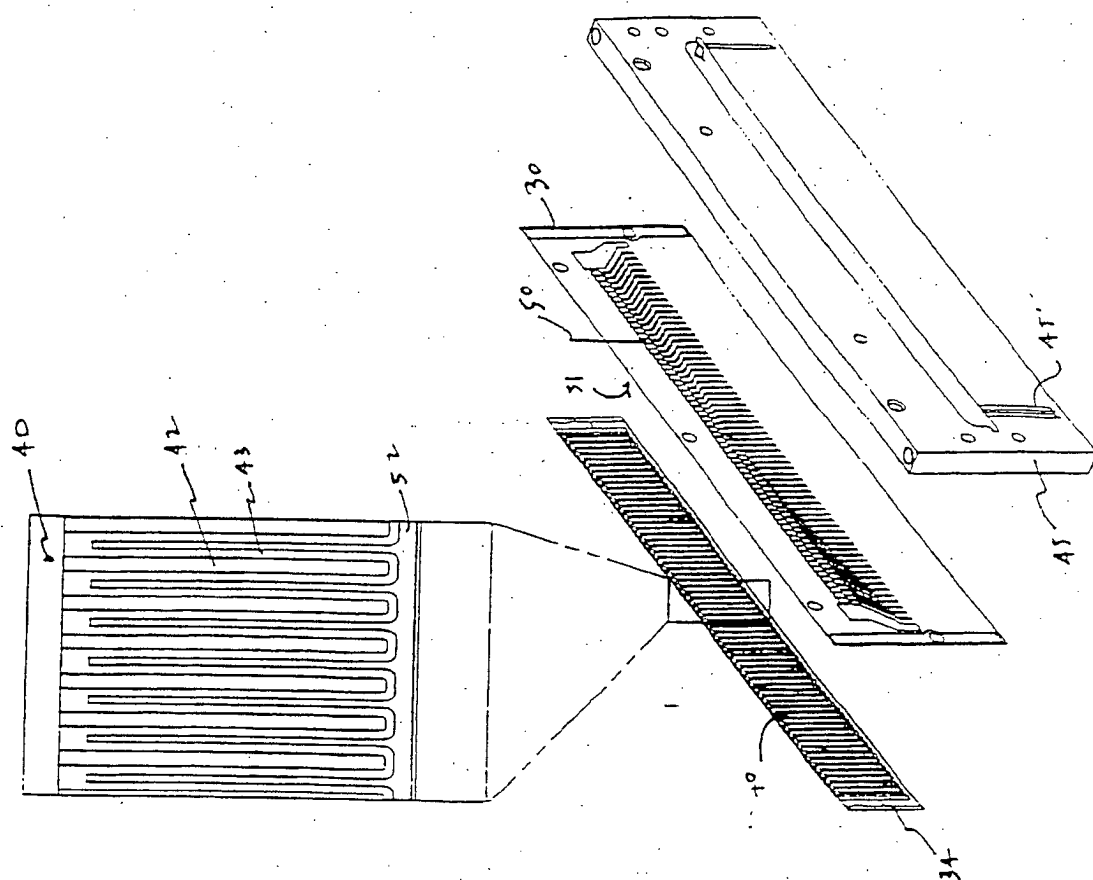
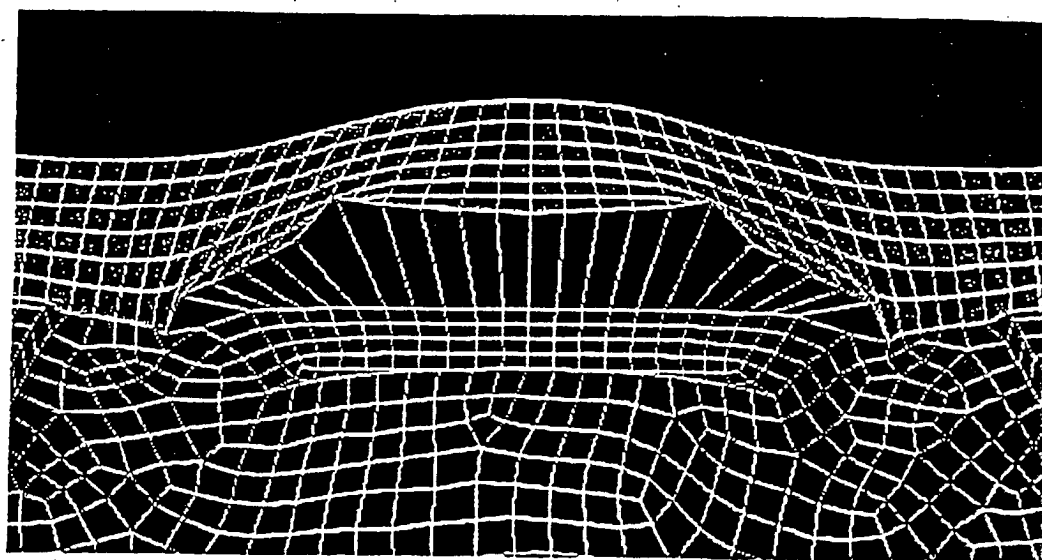
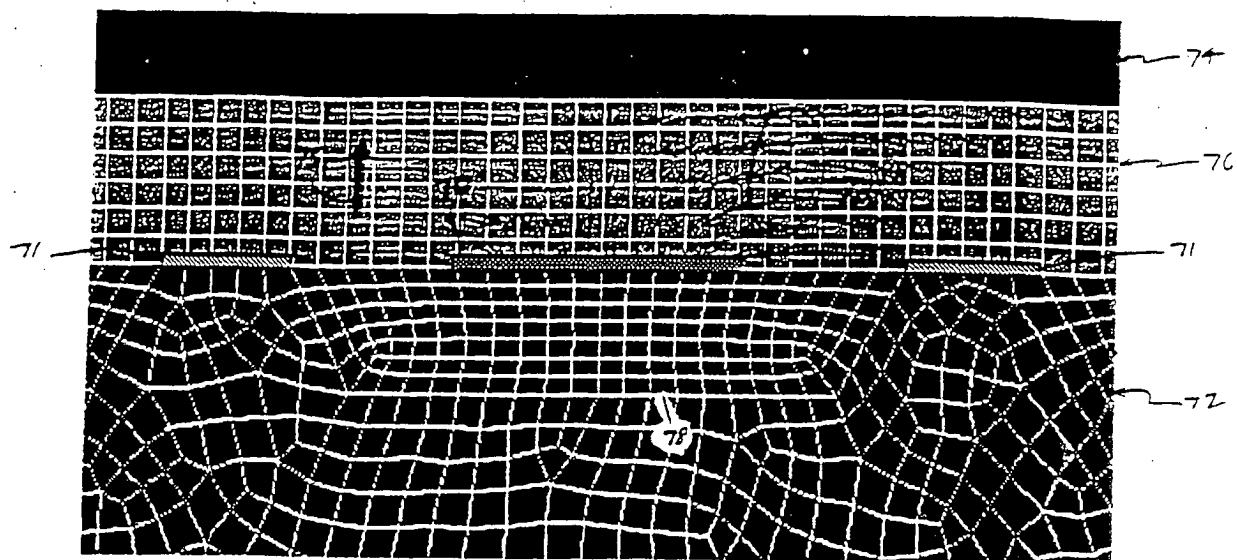


FIGURE 3



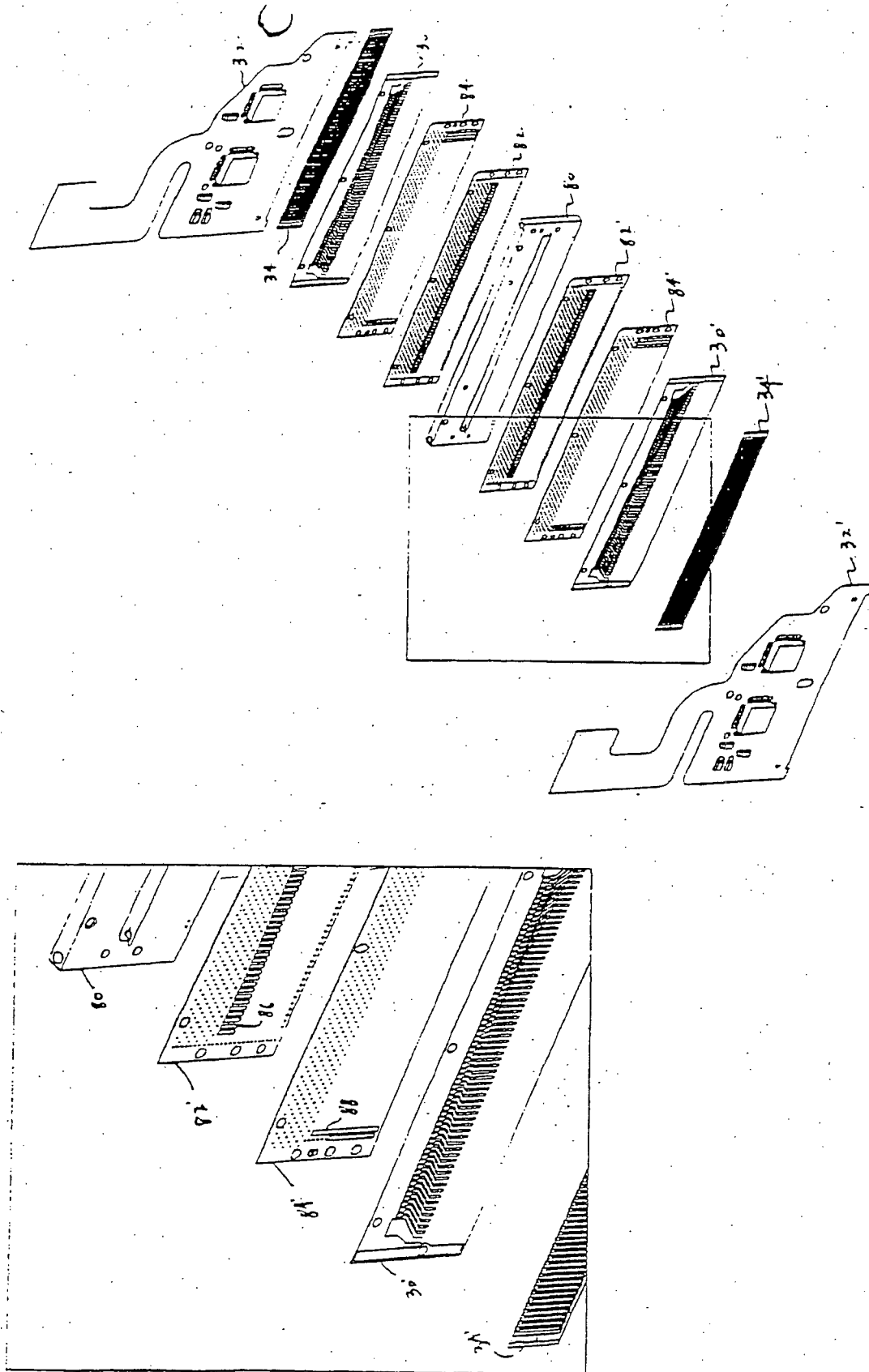
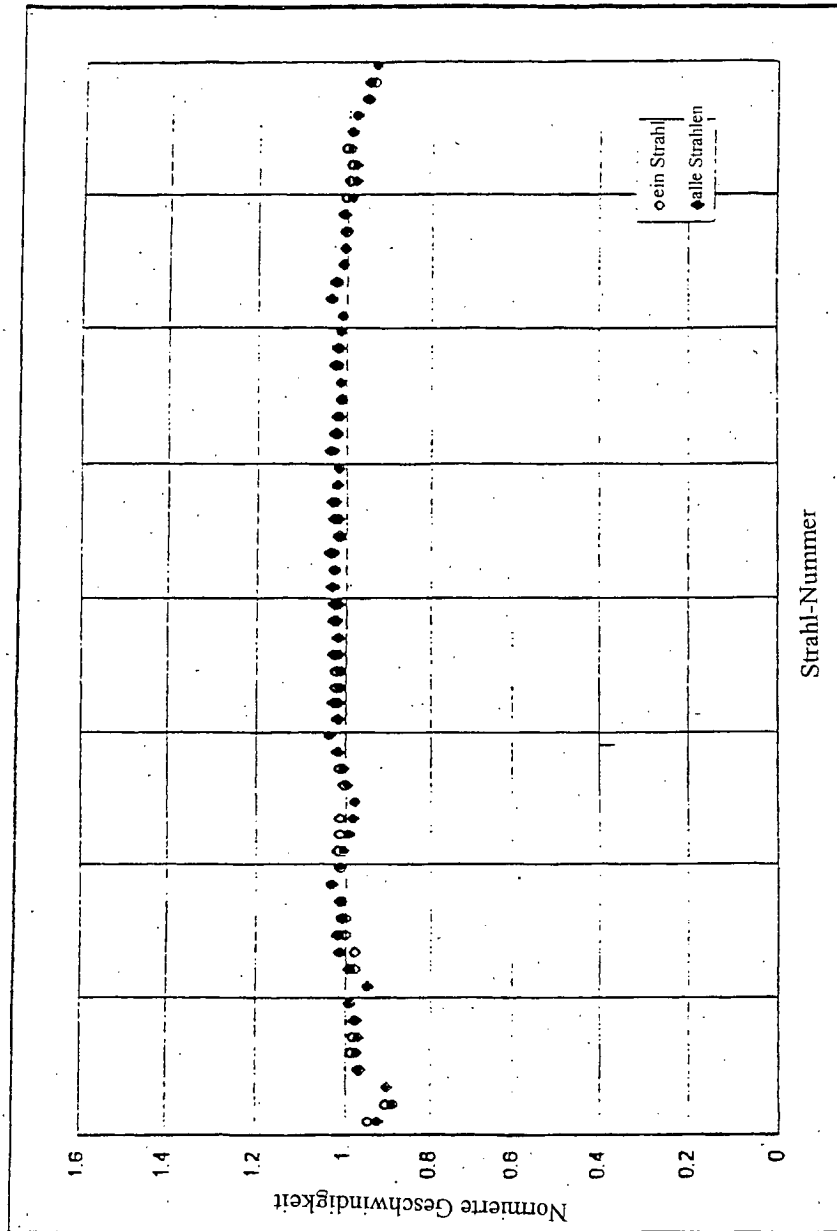


FIGURE 5



Figur 6