



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 197 10 681 B4 2010.04.22**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **197 10 681.1**  
 (22) Anmeldetag: **14.03.1997**  
 (43) Offenlegungstag: **30.10.1997**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **22.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B41J 2/175 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**08/615,749 14.03.1996 US**

(73) Patentinhaber:  
**Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US**

(74) Vertreter:  
**BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München**

(72) Erfinder:  
**Scheffelin, Joseph E., San Diego, Calif., US;**  
**Zapata, Elizabeth, San Diego, Calif., US; Childers,**  
**Winthrop D., San Diego, Calif., US; Hunt, David S.,**  
**San Diego, Calif., US**

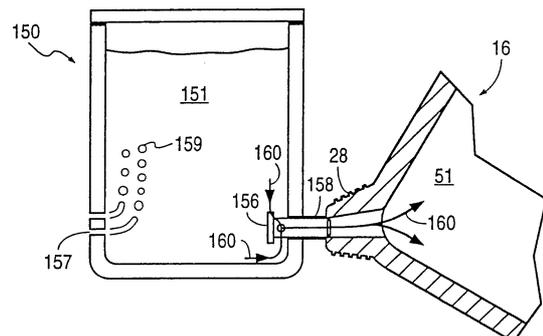
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>195 22 636</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>44 38 590</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>44 25 693</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>23 36 485</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>295 12 003</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>93 00 133</b>	<b>U1</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Drucksystem zum Nachladen einer Druckkartusche**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Nachladen einer Druckkartusche (16), die einen negativen Innendruck hat, aus einem Tintenreservoir (150), das über einen oder mehrere Kapillardurchgänge (157) mit der Atmosphäre verbunden ist, mit folgenden Verfahrensschritten:

Verbinden eines Tinteneinlassports der Druckkartusche (16) mit einem Tintenauslassport des Tintenreservoirs (150), um einen luftdichten Fluidpfad zwischen dem Tintenreservoir (150) und der Druckkartusche (16) zu bilden; Ziehen von Tinte aus dem Tintenreservoir (150) in die Druckkartusche (16) in Folge des negativen Innendrucks in der Druckkartusche (16), während durch den einen oder die mehrere Kapillardurchgänge (157) Luft in das Tintenreservoir (150) nachgeführt wird, wobei der eine oder die mehreren Kapillardurchgänge (157) in einer derartigen Größe bereitgestellt werden, dass der von der Druckkartusche (16) vorgesehene negative Innendruck die Kuppe der Tinte aufbricht, welche den einen oder die mehreren Kapillardurchgänge (157) versperrt, um einen Leerraum zu füllen, welcher von der Tinte zurückgelassen wird, wenn die Tinte in die Druckkartusche (16) gezogen...



**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Tintenstrahldrucker und spezielle Techniken zum Nachfüllen von Tintenstrahldruckkartuschen mit Tinte.

**[0002]** Ein populärer Typ eines Tintenstrahldruckers enthält einen scannenden Schlitten, welcher eine oder mehrere Wegwerf-Druckkartuschen trägt. Jede Wegwerf-Druckkartusche enthält einen Tintenvorrat in einem Tintenreservoir, einen Druckkopf und Tintenkanäle, welche von dem Tintenreservoir zu Tintenausstoßkammern führen, die an dem Druckkopf ausgebildet sind. Ein Tintenausstoßelement, wie ein Heizwiderstand oder ein piezoelektrisches Element, liegt innerhalb jeder Tintenausstoßkammer. Die Tintenausstoßelemente werden selektiv angesteuert (gezündet), wodurch ein Tintentröpfchen durch eine Düse ausgestoßen wird, welche über jeder aktivierten Tintenausstoßkammer liegt, um ein Punktmuster auf das Medium zu drucken. Wenn auf diese Weise mit 300 Punkten pro Inch (dpi; dots per inch) oder mehr gedruckt wird, können die einzelnen Punkte nicht mehr voneinander unterschieden werden, und es werden Zeichen und Bilder hoher Qualität gedruckt.

**[0003]** Wenn einmal der anfängliche Tintenvorrat in dem Tintenreservoir erschöpft ist, wird die Druckkartusche weggeworfen, und eine neue Druckkartusche wird an ihrer Stelle eingefügt. Der Druckkopf hat jedoch eine nutzbare Lebensdauer, die länger ist als die des Tintenvorrats. Es wurden Verfahren zum Nachfüllen dieser Wegwerf-Druckkartuschen vorgeschlagen, diese Nachfülltechniken erfordern jedoch das Eindringen in den Körper der Druckkartusche auf eine Weise, welche vom Hersteller nicht beabsichtigt war, und bei der der Benutzer üblicherweise manuell Tinte in die Druckkartusche injizieren muß. Zusätzlich ist die Qualität der Nachfülltinte üblicherweise niedriger als die Qualität der ursprünglichen Tinte. Als Resultat führt ein solches Nachfüllen häufig dazu, daß Tinte aus den Düsen trielt, die Übertragung von Tinte aus dem Nachfüllsatz in das Reservoir der Tintenkartusche zu Verschmutzung führt, sich Lufttaschen in den Tintenkanälen bilden, die Druckqualität sich mit der Tinte, welche inkompatibel mit dem Hochgeschwindigkeits-Drucksystem ist, verschlechtert, und die Qualität des gedruckten Bildes insgesamt abnimmt.

**[0004]** Die DE 93 00 133 U1 beschreibt ein Drucksystem mit einem Tintenreservoir, welches zur Atmosphäre offen ist. Die Tinte in dem Vorratsbehälter ist über einen Tintenkanal mit einer Druckkartusche verbunden. Die Tinte in dem Vorratsbehälter wird mithilfe einer Pumpe unter Druck gesetzt, um einen Überdruck in dem Raum über der Tinte zu erzeugen und so die Tinte in eine Verbindungsleitung zu drücken. Anschließend wird der Raum oberhalb der Tin-

te wieder mit Atmosphärendruck beaufschlagt.

**[0005]** Die DE 23 36 485 A1 beschreibt eine Tintenzuführung für eine Druckkartusche mit einem Tintenreservoir und einem Zwischenbehälter. Am Tintenreservoir und am Zwischenbehälter befinden sich Ventile am Auslauf bzw. Einlauf, die bei ihrer Verbindung geöffnet und bei Trennung geschlossen werden.

**[0006]** DE 195 22 636 A1 ist eine frühere Patentanmeldung (Dokument gemäß § 3(2) PatG) und zeigt ein Drucksystem mit einem Tintenreservoir, das mit der Atmosphäre verbunden ist.

**[0007]** Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Nachladen einer Druckkartusche und ein Drucksystem anzugeben, die ein zuverlässiges Nachladen von Tinte in eine Tintenstrahl-Druckkartusche erlauben. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie durch ein Drucksystem gemäß Patentanspruch 2 gelöst. Bevorzugte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht das Tintenreservoir in der Druckkartusche aus einem federbelasteten zusammenlegbaren Tintenbeutel (Ink Bag), wobei die Feder die Seiten des Tintenbeutels auseinanderdrückt und so einen Unterdruck (negativen Druck) im Verhältnis zum Umgebungsdruck in dem Tintenbeutel aufrechterhält. Wenn während des Gebrauchs der Druckkartusche Tinte entnommen wird, fällt der Tintenbeutel zunehmend zusammen und überwindet die Federkraft.

**[0009]** Ein verschiebbares, im wesentlichen zylindrisches Tintenventil (Schieberventil) erstreckt sich durch den Körper der Druckkartusche und in den Tintenbeutel. Das Ventil hat einen männlichen Verbindungsabschnitt an seinem außerhalb des Körpers der Druckkartusche liegenden Ende. Das Ventil ist offen, wenn es in den Körper der Druckkartusche hineingedrückt wird, und es ist geschlossen, wenn es von dem Körper der Druckkartusche weggezogen wird.

**[0010]** Ein Tintennachfüllsystem, welches einen Tintenvorrat enthält, hat ein Schieber-Ventil mit einem weiblichen Verbindungsabschnitt, welches mit dem männlichen Verbindungsabschnitt des Druckkartuschenventils in Eingriff bringbar ist. Das Ventil des Tintennachfüllsystems erstreckt sich durch den Körper des Tintennachfüllsystems und in den Tintenvorrat hinein.

**[0011]** Um das Tintenreservoir der Druckkartusche nachzufüllen, wird das Ende des Druckkartuschenventils in das Ende des Ventils des Tintennachfüllsystems eingefügt, um sowohl eine mechanische Koppelung als auch eine fluiddichte Verbindung zwischen

den beiden Ventilen zu erzeugen. Eine weitergehende Kraft, welche die Druckkartusche gegen das Tintennachfüllsystem drückt, bewirkt, daß beide Ventile in ihre jeweiligen Tintenreservoirs gedrückt werden. Dieses weitere Einfügen bewirkt, daß sich beide Ventile öffnen, so daß ein luftdichter Fluidpfad zwischen dem Reservoir des Tintennachfüllsystems und dem entleerten Reservoir der Druckkartusche erzeugt wird.

[0012] Der Unterdruck innerhalb des Tintenbeutels der Druckkartusche zieht die Tinte aus dem Reservoir des Tintennachfüllsystems in den Tintenbeutel, bis der Tintenbeutel im wesentlichen voll ist. Die Druckkartusche wird dann von dem Tintennachfüllsystem gelöst. Die mechanische Kopplung, welche anfangs zwischen den beiden Ventilen erzeugt wurde, bewirkt, daß die beiden Ventile zugezogen werden, wenn die Druckkartusche von dem Tintennachfüllsystem abgezogen wird. Wenn die beiden Ventile geschlossen sind, löst das weitere Ziehen an der Druckkartusche die mechanische Kopplung, und die Druckkartusche kann nun wiederverwendet werden.

[0013] Es werden verschiedene externe Tintenversorgungsstrukturen, mit vielen Arten von Tintenauslaßöffnungen offenbart, die in Verbindung mit der bevorzugten Druckkartusche verwendet werden können. Bei einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Tintennachfüllsystem eine Nachfüllung für die Druckkartusche.

[0014] Die Erfindung ist im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert.

[0015] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Darstellung eines Tintenstrahldruckers, welcher die bevorzugte Ausführungsform der Tintenstrahl-Druckkartusche enthält;

[0016] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht der bevorzugten Ausführungsform der Druckkartusche, welche von einem scannenden Schlitten in dem Drucker von [Fig. 1](#) getragen wird;

[0017] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht der bevorzugten Ausführungsform der Druckkartusche, welche ein Nachfüllventil enthält;

[0018] [Fig. 4](#) ist eine andere perspektivische Ansicht der Druckkartusche von [Fig. 3](#);

[0019] [Fig. 5](#) ist eine Nahansicht des Nachfüllventils an der Druckkartusche von [Fig. 3](#);

[0020] [Fig. 6](#) ist eine Explosionsdarstellung der Druckkartusche von [Fig. 3](#) ohne Seitenabdeckungen;

[0021] [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Darstellung der Druckkartusche von [Fig. 6](#) nach dem Zusammenbau und vor dem Anbringen der Seitenabdeckungen;

[0022] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Darstellung der Druckkartusche von [Fig. 7](#), wobei eine Seitenabdeckung angebracht ist;

[0023] [Fig. 9](#) ist eine Schnittdarstellung der Druckkartusche von [Fig. 7](#) längs der Linie 9-9 in [Fig. 7](#);

[0024] [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) sind perspektivische Darstellungen des Schieber-Ventils, welches in der Druckkartusche von [Fig. 7](#) verwendet wird;

[0025] [Fig. 11](#) ist eine Schnittdarstellung der Druckkartusche von [Fig. 7](#) längs der Linie 11-11 in [Fig. 7](#);

[0026] [Fig. 12](#) ist eine perspektivische Darstellung der Rückseite der Druckkopfanordnung, welche ein Druckkopfsubstrat enthält, das auf einem flexiblen Band montiert ist, sowie Tintenausstoßdüsen, welche in dem Band ausgebildet sind, wobei Elektroden auf dem Substrat mit leitenden Spuren verbunden sind, die auf dem Band ausgebildet sind.

[0027] [Fig. 13](#) ist eine Schnittdarstellung der Struktur von [Fig. 12](#) längs der Linie 13-13 in [Fig. 12](#);

[0028] [Fig. 14](#) ist eine perspektivische Darstellung des Druckkopfsubstrats, welche die verschiedenen Tintenausstoßkammern und Tintenausstoßelemente zeigt, die auf dem Substrat ausgebildet sind;

[0029] [Fig. 15](#) ist eine Schnittdarstellung der Druckkartusche von [Fig. 3](#) längs der Linie 15-15 in [Fig. 3](#), welche die Zuführung von Tinte um die äußeren Kanten des Substrats und in die Tintenausstoßkammern zeigt;

[0030] [Fig. 16](#) ist eine geschnittene Teilansicht des Randes des Substrats und des flexiblen Bandes, welche die Abgabe von Tinte um den Rand des Substrats und in eine Tintenausstoßkammer zeigt;

[0031] [Fig. 17](#) ist eine geschnittene Teilansicht der Druckkartusche von [Fig. 3](#) längs der Linie 17-17 in [Fig. 3](#), welche die anfängliche Füllung des Druckkartuschenreservoirs mit Tinte zeigt;

[0032] [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) zeigen das Einfügen einer Stahlkugel in das in [Fig. 17](#) gezeigte Füllloch, um das Füllloch permanent zu versiegeln;

[0033] [Fig. 20](#) ist eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform des Tintennachfüllsystems, welches mit der Druckkartusche verbunden ist;

[0034] [Fig. 21](#), [Fig. 22](#), [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) zeigen

verschiedene Stellungen der Ventile an der Druckkartusche und dem Tintennachfüllsystem, wenn die Druckkartusche mit dem Tintennachfüllsystem verbunden und dann von diesem wieder gelöst wird;

[0035] [Fig. 25](#) ist eine Schnittdarstellung eines alternativen festen Verbindungsbauteils des Tintennachfüllsystems;

[0036] [Fig. 26](#) und [Fig. 27](#) sind Schnittdarstellungen alternativer Rohrverbindungen zu dem Ventil der Druckkartusche;

[0037] [Fig. 28](#) ist eine perspektivische Darstellung einer alternativen Ausführungsform des Tintenstrahldruckers, bei dem Schläuche zwischen den Ventilen der Druckkartuschen und einer getrennten Tintenversorgung angeschlossen sind, um die Druckkartuschen nachzufüllen;

[0038] [Fig. 29](#) ist eine Nahansicht des Ventilabschnitts der Druckkartusche, von der sich ein Schlauch erstreckt;

[0039] [Fig. 30](#) ist eine Schnittdarstellung eines Teils des Tintennachfüllsystems mit einer Nadel und eines Teils der Druckkartusche mit einer Trennwand (Septum) anstelle eines Schieber-Ventils; und

[0040] [Fig. 31](#) ist eine Schnittdarstellung der Druckkartusche, welche mit dem Tintennachfüllsystem von [Fig. 30](#) nachgefüllt wird.

[0041] [Fig. 1](#) zeigt einen Tintenstrahldrucker **10**, welcher die bevorzugte Ausführungsform der nachladbaren Druckkartusche enthält. Der Tintenstrahldrucker **10** selbst kann ein üblicher Drucker sein. Eine Abdeckung **11** schützt den Druckmechanismus gegen Staub und andere Fremdkörper. Ein Papier-eingabetablett **12** trägt einen Stapel Papier **14**, um darauf zu drucken. Das Papier wird nach dem Drucken auf einem Ausgabetablett **15** abgelegt.

#### Beschreibung der Druckkartusche **16**

[0042] Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform sind vier Druckkartuschen **16** in einem scannenden Schlitten **18** montiert. Die Druckkartuschen **16** enthalten schwarze, Zyan-, Magenta- bzw. gelbe Tinte. Eine selektive Aktivierung der Tintenausstoßelemente in jeder der vier Druckkartuschen **16** kann ein hoch aufgelöstes Bild mit einer großen Vielzahl Farben erzeugen. Bei einer Ausführungsform druckt die schwarze Tintenstrahl-Druckkartusche **16** mit 600 Punkten pro Inch (dpi), und die farbigen Druckkartuschen **16** drucken mit 300 dpi.

[0043] Der scannende Schlitten **18** ist verschiebbar auf einer Stange **20** montiert, und der Schlitten **18** überstreicht das Papier mechanisch, unter Verwen-

dung eines allgemein bekannten Riemen/Leitungs- und Riemenscheiben-Systems, während die Druckkartusche **16** Tintentröpfchen ausstößt, um gedruckte Zeichen und andere Bilder herzustellen. Da der Mechanismus und die Elektronik innerhalb des Druckers **10** auf herkömmliche Weise ausgebildet sein können, wird der Drucker **10** nicht mit weiteren Einzelheiten beschrieben.

[0044] [Fig. 2](#) zeigt eine detailliertere Ansicht des scannenden Schlittens **18**, welcher die Druckkartuschen **16** aufnimmt. Der Schlitten **18** bewegt sich in der durch den Pfeil **22** angegebenen Richtung, und ein Blatt Papier **14** bewegt sich in der Richtung des Pfeiles **23** senkrecht zu der Bewegungsrichtung des Schlittens **18**.

[0045] Jede Druckkartusche **16** ist entfernbar und in Kontakt mit festen Elektroden an dem Schlitten **18**, um die elektrischen Signale für die Druckköpfe innerhalb jeder der Druckkartuschen **16** vorzusehen.

[0046] Jede der Druckkartuschen **16** enthält ein Ventil **24**, das geöffnet und geschlossen werden kann. Im geöffneten Zustand kann Tinte von einer externen Tintenversorgung durch das Ventil **24** und in das Tintenreservoir innerhalb der Druckkartusche **16** fließen. Das Ventil **24** ist von einem zylindrischen Kunststoffrohrstück oder einer Muffe **26** umgeben, die üblicherweise Teil eines Griffes **28** bildet, damit der Benutzer die Druckkartusche **16** leicht greifen kann, um sie in den Schlitten **18** einzusetzen und daraus zu entfernen.

[0047] [Fig. 3](#) zeigt eine Perspektivdarstellung der bevorzugten Ausführungsform der Druckkartusche **16**. Die mit denselben Bezugszeichen in anderen Figuren bezeichneten Elemente sind identisch. Der Außenrahmen **30** der Druckkartusche **16** ist aus einem gegossenen technischen Kunststoff hergestellt, wie dem unter der Markenbezeichnung "NORYL" von General Electric Company vertriebenen Material. Seitenabdeckungen **32** können aus Metall oder Kunststoff hergestellt werden. Bezugsэлеmente **34**, **35** und **36** beziehen sich auf die Position der Druckkartusche **16**, wenn sie in dem Schlitten **18** montiert ist. Die Bezugsэлеmente **34**, **35** und **36** werden maschinell bearbeitet, nachdem das Düsenbauteil **40** auf einer Druckkartusche **16** installiert wurde, um zu gewährleisten, daß die jeweiligen Düsen aller vier Druckkartuschen **16** zueinander ausgerichtet sind, wenn sie in die Druckkartusche **18** eingefügt werden.

[0048] Bei der bevorzugten Ausführungsform besteht das Düsenbauteil **40** aus einem Streifen eines flexiblen Bandes **42**, wobei in dem Band **42** Düsen **44** mittels Laserablation ausgebildet sind. Ein Verfahren zum Herstellen solcher Düsen **40** ist beschrieben in US 5,305,015 A, mit dem Titel "Laser Ablated Nozzle Member for Inkjet Printhead", von Christopher

Schantz et al., welche auf die vorliegende Anmelde-rin übertragen wurde, und auf die hier Bezug genommen wird. Die Struktur dieses Düsenbauteils **40** wird später mit weiteren Einzelheiten beschrieben.

[0049] Kunststoffflaschen **45** werden dazu verwendet, zu verhindern, daß eine bestimmte Druckkartusche **16** in den falschen Einschub in dem Schlitten **18** eingefügt wird. Die Laschen **45** sind für schwarze, Zyan-, Magenta- und gelbe Druckkartuschen unterschiedlich.

[0050] Ein Füllloch **46** ist vorgesehen, damit der Hersteller anfangs das Tintenreservoir in der Druckkartusche **16** füllen kann. Dieses Loch **46** wird später mit einer Stahlkugel verschlossen, welche dauerhaft sein soll. Der Füllvorgang wird später beschrieben.

[0051] [Fig. 4](#) ist eine weitere perspektivische Ansicht der Druckkartusche **16**, welche die elektrischen Anschlußfelder **48** zeigt, die in dem flexiblen Band **42** ausgebildet sind und über Spuren, die auf der Unterseite des Bandes **42** ausgebildet sind, mit Elektroden an dem Druckkopfsubstrat verbunden sind, das an der Unterseite des Bandes **42** befestigt ist.

[0052] Eine Zunge **49** kommt in Eingriff mit einem federbelasteten Hebel **50** ([Fig. 2](#)) an dem Schlitten **18**, um die Druckkartuschen **16** auf dem Schlitten **18** in ihrer Position zu verriegeln.

[0053] [Fig. 5](#) ist eine Nahansicht des Druckkartuschenventils **24**, welches von der zylindrischen Muffe **26** umgeben ist, die Teil eines Griffs **28** bildet. Stützflansche **52** schaffen einen zusätzlichen Halt für den Griff **28**.

[0054] [Fig. 6](#) ist eine Explosionsdarstellung der Druckkartusche **16** von [Fig. 3](#) ohne Seitenabdeckungen **32**. [Fig. 6](#) zeigt die Konstruktion des zusammenlegbaren Tintenbeutels **51**, der in [Fig. 7](#) zusammengebaut gezeigt ist, durch die ein negativer Innendruck (Unterdruck) im Vergleich zum Umgebungsdruck erreicht wird. Die Konstruktion des Tintenbeutels **51** ist wie folgt.

[0055] Ein innerer Kunststoffrahmen **54** ist vorgesehen, welcher im wesentlichen dieselbe Kontur wie der starre Außenrahmen **30** hat. Der Innenrahmen **54** wird vorzugsweise aus einem Kunststoff hergestellt, welcher flexibler ist als der, welcher zum Herstellen des Außenrahmens **30** verwendet wird, und eine niedrigere Schmelztemperatur hat. Ein geeignetes Kunststoffmaterial ist eine weiche Polyolefinlegierung. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird der Außenrahmen **30** als ein Teil der Form verwendet, wenn der Innenrahmen **54** hergestellt wird. Zusätzliche Einzelheiten in Bezug auf die Herstellung des Rahmens **30** und des Rahmens **54** sind bekannt.

[0056] Es ist eine Bogenfeder **56** vorgesehen, welche aus einem Metallstreifen geschnitten werden kann, z. B. aus rostfreiem Stahl. Die Scheitelpunkte der gebogenen Teile der Bogenfeder **56** sind mit einem mittleren Teil der starren Metallseitenplatten **58** und **59** durch Punktschweißen oder Laserschweißen verbunden. Es ist ein Paar flexibler Tintenbeutel-Seitenwände **61** und **62** vorgesehen, die aus einem Kunststoff, wie Ethylen-Vinylacetat (EVA) oder Mylar, hergestellt sind und deren Umfangsabschnitte mittels Wärme mit den Kanten des Innenrahmens **54** verschweißt sind, um eine Fluiddichtung oder einen Fluidverschluß vorzusehen, und deren mittlere Abschnitte **63** mittels Wärme mit den Seitenplatten **58** und **59** verschweißt sind. Die bevorzugten Seitenwände **61** und **62** sind aus einem flexiblen Neuschichtmaterial hergestellt.

[0057] Die Seitenwände **61** und **62** des Tintenbeutels liegen nun den Seitenplatten **58** und **59** gegenüber und spannen so die Bogenfeder **56** vor. Die Bogenfeder **56** wirkt nun als ein Druckregler, um eine relativ konstante nach außen gerichtete Kraft auf die Seitenwände **61** und **62** des Tintenbeutels vorzusehen, um einen Unterdruck in der Größenordnung von  $-0,1$  psi in dem Tintenbeutel **51** vorzusehen (welcher äquivalent einem relativen Druck von etwa  $-3$  Inch Wasser ist). Ein akzeptabler Unterdruck liegt im Bereich von etwa  $-1$  bis  $-7$  Inch Wasser, wobei der bevorzugte Bereich von  $-3$  bis  $-5$  Inch Wasser geht.

[0058] Der tatsächliche Unterdruck, welcher in dem Tintenbeutel **51** herrschen muß, basiert auf verschiedenen Faktoren, einschließlich der Düsenöffnungsarchitektur, der Geometrie der Druckkartusche **16** (einschließlich den äußeren Ausdehnungsgrenzen des Tintenbeutels **51**, welche durch die Dicke der Druckkartusche **16** bestimmt werden), und der horizontalen/vertikalen Orientierung der Druckkartusche **16**, wenn sie in dem Schlitten **18** in ihrer Druckstellung montiert ist.

[0059] Wenn Tinte aus der Druckkartusche **16** abgezogen wird, fällt der Tintenbeutel **51** ([Fig. 7](#)) zusammen.

[0060] Optional kann ein Kantenschutz an der Oberfläche der Metallseitenplatten **58** und **59** angebracht werden, um zu verhindern, daß die Metallkanten der Platten **58** und **59** in Kontakt mit den Seitenwänden **61** und **62** des Tintenbeutels kommen und diesen zerreißen. Dieser Kantenschutz kann eine dünne Abdeckschicht aus Kunststoff sein, welche an die Außenseite der Seitenplatten **58** und **59** geklebt wird und die Kanten leicht überdeckt.

[0061] An dem Innenrahmen **54** ist ferner ein Siebfilter **64** in dem Tintenbeutel **51** vorgesehen, um Partikel herauszusieben, bevor die Tinte den Haupttintenkanal **66** erreicht, der in dem Schnauzenabschnitt,

oder Auslaßabschnitt, des Außenrahmens **30** ausgebildet ist. Später wird eine Druckkopfanordnung an dem Schnauzenabschnitt der Druckkartusche **16** befestigt, und Tintenkanäle in der Druckkopfanordnung führen von dem Haupttintenkanal **66** in Tintenausstoßkammern an dem Druckkopf.

**[0062]** Der Tintenbeutel **51** umfaßt ferner ein Schieber-Ventil **24**, welches später im einzelnen erörtert wird. Der Tintenbeutel **51** ist somit vollständig abgedichtet, bis auf die Öffnung für den Haupttintenkanal **66**. [Fig. 7](#) zeigt die Struktur der [Fig. 6](#), bevor die Seitenabdeckungen auf die Druckkartusche **16** aufgesetzt werden.

**[0063]** Bei der bevorzugten Ausführungsform wird die Tintenmenge, welche noch in dem Tintenbeutel **51** ist, mittels eines Tintenpegeldetektors festgestellt, welcher in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) dargestellt und wie folgt ausgebildet ist. Ein erster Papierstreifen **70** mit einer Vollfarbe, wie grün, wird an der Seitenwand **62** des Tintenbeutels mit einem Klebmittel **72** befestigt, das mit einem Bereich **73** an der Seitenwand **62** verbunden ist. Das Ende dieses Streifens **70** wird dann über eine Ausnehmung in dem Rand **74** des Rahmens **30** gebogen und liegt flach gegen eine vertiefte Oberfläche **75** des Rahmens **30** an. Ein Streifen **77** mit einer anderen Farbe, wie schwarz, ist mit einem Fenster **78** versehen. Ein Klebmittel **79** auf dem Streifen **77** wird dann an der Seitenwand **61** bei einem Bereich **80** befestigt. Der Streifen **77** wird über eine Ausnehmung in dem Rand **82** des Rahmens **30** gebogen und liegt nun über dem Vollstreifen **70** auf der vertieften Oberfläche **75**. Wenn die Seitenplatten **32** ([Fig. 3](#)) einmal an der Druckkartusche **16** befestigt sind, wird ein Streifen **84** mit einem transparenten Fenster **85**, das ein Loch oder ein durchsichtiger Abschnitt sein kann, über der vertieften Oberfläche **75** befestigt, indem die Kanten **86** an den jeweiligen Seitenabdeckungen **32** der Druckkartusche **16** angeklebt werden. Wenn die flexiblen Seitenwände **61** und **62** des Tintenbeutels näher zusammenkommen, während Tinte aus dem Tintenbeutel **51** abgegeben wird, zeigt das Fenster **78** in dem Streifen **77** immer weniger der Farbe des Streifens **70**, gesehen durch das Fenster **85**, bis die grüne Farbe des Streifens **70** durch das Fenster **85** nicht mehr sichtbar ist und nur noch der schwarze Streifen **77** durch das Fenster **85** erscheint. Die Druckkartusche **16** muß dann über das Ventil **24** mit dem später beschriebenen Verfahren nachgeladen werden.

**[0064]** [Fig. 8](#) zeigt mit weiteren Einzelheiten eine starre Seitenabdeckung **32** und das Verfahren zum Befestigen dieser an dem Außenrahmen **30** der Druckkartusche. Es sind in dem Außenrahmen **30** ausgebildete Schlitze **87** gezeigt, welche mit den Zungen **88** fluchten, die in den Seitenabdeckungen **32** ausgebildet sind. Wenn die Zungen **88** in die Schlitze **87** eingefügt werden, erhält man eine siche-

re Anbringung der Seitenabdeckungen **32** an dem Rahmen **30**. Die Zungen **88** schneiden vorzugsweise etwas in den Kunststoff ein, welcher die Seiten der Schlitze **87** bildet, um eine kraftschlüssige Verbindung der Seitenabdeckungen **32** an dem Rahmen **30** mit hohem Reibwert zu erzeugen. Optional kann auch ein Klebstoff verwendet werden, um die Seitenabdeckungen **32** an dem Rahmen **30** zu befestigen.

**[0065]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittdarstellung des Teils des Außenrahmens **30** und des Innenrahmens **54** der Druckkartusche **16** längs der Linie 9-9 in [Fig. 7](#), welche die Druckkartusche **16** im wesentlichen in zwei Hälften teilt. Das Ventil **24** ist in seiner geschlossenen Position zusammen mit einem Schnitt durch die zylindrische Muffe (oder das Rohrstück) **26** gezeigt. Beim Spritzgießen des Innenrahmens **54**, wobei der Außenrahmen **30** als Teilform verwendet wird, wird ein fluiddichter Ventilverschluß **89** gebildet, durch welchen das Schieber-Ventil **24** eingefügt wird. Das Ventil **24** kann aus einem Niederdichte-Polyethylen (LD-PE), Teflon<sup>TM</sup> oder einem anderen geeigneten Material hergestellt werden. In dem Querschnitt von [Fig. 9](#) ist auch eine Tintenfüllöffnung (Füllport) **46** gezeigt. Ebenfalls gezeigt ist ein vereinfachter Abschnitt eines Druckkopfs substrats **90**.

**[0066]** Weitere Einzelheiten des Ventils **24** sind in den [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) gezeigt. Bei der bevorzugten Ausführungsform besteht das Ventil **24** aus einem hohlen Schaftabschnitt **91**, welcher ein Loch **92** aufweist, das in der Seite des Schaftabschnittes **91** ausgebildet ist, sowie eine Öffnung **93** an der Oberseite des Schaftabschnittes **91**. Eine erste Rippe **94** begrenzt die Abwärtsbewegung des Ventils **24** in den Körper der Druckkartusche hinein. Eine Klemmschelle (Clip) **95** ist nachgiebig an dem Ende des Schaftabschnittes **91** um eine ringförmige Kerbe herum befestigt, welche in dem Schaftabschnitt **91** ausgebildet ist, um die Aufwärtsbewegung des Ventils **24** aus dem Körper der Druckkartusche heraus zu begrenzen. Die Klemmschelle **95** kann aus einem Hochdichte-Polyethylen (HDPE), Polycarbonat oder einem anderen geeigneten Material hergestellt sein. Eine ringförmige Rippe **96** ist in der Nähe der Oberseite des Ventils **24** ausgebildet, welche in einer Aussparung in einem Ventil (welches später noch beschrieben wird) in einem Hilfs-Tintenreservoir sitzt. Bei der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Länge des Ventils **24** 0,582 Inch; ein annehmbarer Bereich kann jedoch von etwa 0,25 bis 1,0 Inch sein, abhängig von Gestaltungsfaktoren wie Ergonomik und Zuverlässigkeit. Der Außendurchmesser des Ventils **24** beträgt etwa 0,154 Inch, es kann jedoch praktisch jeden Durchmesser annehmen.

**[0067]** [Fig. 11](#) zeigt eine Schnittdarstellung der Struktur von [Fig. 7](#) längs der Linie 11-11, welche die Bogenfeder **56**, die flexiblen Seitenwände **61** und **62**

des Tintenbeutels, die metallenen Seitenplatten **58** und **59** und den optionalen Kantenschutz **97** zeigt. Die Feder **56** ist vorgespannt, so daß die Federkraft ziemlich konstant bleibt, wenn der Tintenbeutel **51** zusammenfällt.

**[0068]** Andere geeignete Unterdruck-Tintenreservoir umfassen Kunststoffbalgen, einen Tintenbeutel mit einer externen Feder, ein Reservoir mit einem externen Druckregulator und ein starres Reservoir, dessen Innendruck durch Erzeugung von Blasen geregelt wird.

**[0069]** Im folgenden wird die Druckkopfanordnung beschrieben. [Fig. 12](#) zeigt eine Rückseite der Druckkopfanordnung **98**, wobei man ein Siliziumsubstrat **90** sieht, das an der Rückseite eines flexiblen Bandes **42** montiert ist. Die Druckkopfanordnung **98** wird letztendlich an dem Körper der Druckkartusche **16**, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, durch Verstemmen unter Anwendung von Wärme angebracht. Das Band **42** kann aus einem Polyimid oder einem anderen Kunststoff bestehen. Für eine Kante einer Grenzschicht **100**, die auf dem Substrat **90** ausgebildet ist, ist gezeigt, daß sie Tintenkanäle **102** und Tintenausstoßkammern enthält, welche später noch beschrieben werden. Die Tintenausstoßkammern können auch als Verdampfungskammern angesehen werden, wenn der Druckkopf ein Thermo-Druckkopf ist.

**[0070]** Leitende Spuren **104** werden auf der Rückseite des Bandes **42** mittels eines herkömmlichen fotolithographischen oder Plattierungs-Verfahrens ausgebildet, wobei die Spuren **104** bei Kontaktfeldern **48** enden, welche zuvor mit Bezug auf [Fig. 4](#) erwähnt wurden. Die anderen Enden der Spuren **104** sind mit Elektroden **108** ([Fig. 13](#)) auf dem Substrat **90** verbunden. In dem Band **42** werden Fenster **106** und **107** dazu verwendet, Zugriff auf die Enden der Spuren **104** zu ermöglichen, um diese Enden mit den Elektroden **108** auf dem Substrat **90** zu verbinden.

**[0071]** [Fig. 13](#) zeigt eine geschnittene Seitenansicht, welche längs der Linie 13-13 in [Fig. 12](#) aufgenommen wurde, und welche die Verbindung der Enden der leitenden Spuren **104** zu den Elektroden **108** auf dem Substrat **90** darstellt. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, wird ein Teil **110** der Grenzschicht **100** dazu verwendet, die Enden der leitenden Spuren **104** gegenüber dem Substrat **90** zu isolieren. Tintentröpfchen **112** sind dargestellt, welche durch in dem Band **42** ausgebildete Düsen ausgestoßen werden, nachdem Düsenausstoßelementen, welche den Düsen jeweils zugeordnet sind, angeregt wurden. [Fig. 14](#) ist eine vereinfachte perspektivische Darstellung des Substrats **90**, welches Tintenausstoßkammern **114**, Tintenkanäle **102**, welche zu den Tintenausstoßkammern **114** führen, und Tintenausstoßelemente **118** aufweist, welche bei der bevorzugten Ausführungsform Heizwiderstände sind. Bei einer alternativen Ausführungsform

sind die Tintenausstoßelemente **118** piezoelektrische Elemente. Die Grenzschicht **100** ist bei der bevorzugten Ausführungsform ein Fotoresist, wie Vacrel oder Parad, und wird mittels herkömmlicher fotolithographischer Techniken hergestellt. Eine Klebschicht **120** ist über der Grenzschicht **100** ausgebildet, um das Substrat **94** klebend an der Rückseite des Bandes **42** zu befestigen.

**[0072]** Einschnürungspunkte **122** schaffen eine proportionale Dämpfung während des Nachfüllens der Tintenausstoßkammern **114** nach dem Abfeuern. Die vergrößerten Bereiche **124** am Eingang zu jedem Tintenkanal **102** vergrößern den Stützbereich an den Rändern der Grenzschicht **100**, so daß der Teil des Bandes **42**, welcher die Düsen enthält, relativ flach auf der Grenzschicht **100** liegt, wenn er an der Grenzschicht **100** befestigt ist. Zwei angrenzende vergrößerte Bereiche **124** wirken ebenfalls als Einschnürung für den Eingang der Tintenkanäle **102**, um die Ausfilterung großer Fremdkörperpartikel zu unterstützen.

**[0073]** Es sind Elektroden **108** dargestellt, welche mit Phantomspuren **104** verbunden werden, nachdem das Substrat **90**, wie zuvor beschrieben, an dem Band **42** befestigt ist. Grenzabschnitte **110** isolieren die Spuren **104** gegenüber der Oberfläche des Substrats **90**. Es können auch andere Ausführungsformen für die Tintenausstoßkammern eingesetzt werden. Bei der bevorzugten Ausführungsform haben die Tintenausstoßkammern **114** einen Abstand, mit der eine Druckauflösung von 600 dpi erreicht wird.

**[0074]** Die Schaltung auf dem Substrat **90** wird durch einen Demultiplexer **128** dargestellt. Der Demultiplexer **128** ist mit den Elektroden **108** verbunden und verteilt die elektrischen Signale, welche an die Elektroden **108** angelegt werden, auf die verschiedenen Tintenausstoßelemente **118** derart, daß weniger Elektroden **108** als Tintenausstoßelemente **118** benötigt werden. Bei der bevorzugten Ausführungsform wiederholen sich Gruppen von Tintenausstoßelementen **118**, wobei jede Gruppe als ein Grundelement (Primitive) bezeichnet wird. Adressierleitungen, welche mit den Elektroden **108** verbunden sind, adressieren immer ein Tintenausstoßelement **118** in jedem Grundelement auf einmal. Indem sowohl das Grundelement als auch ein bestimmtes Tintenausstoßelement **118** in einem zu adressierenden Grundelement gleichzeitig adressiert werden müssen, kann die Anzahl der Elektroden **108** auf dem Substrat **90** und die Anzahl der Kontaktfelder **48** ([Fig. 4](#)) auf einer Druckkartusche **16** wesentlich kleiner sein (z. B. **52**) als die gesamte Anzahl der Tintenausstoßelemente **118** (z. B. **300**).

**[0075]** [Fig. 15](#) ist eine Schnittdarstellung längs der Linien 15-15 in [Fig. 3](#), die zeigt, wie Tinte von dem zusammenfaltbaren Tintenbeutel **51** durch den

Haupttintenkanal **66** (der auch in [Fig. 7](#) gezeigt ist), um die Außenkanten **129** des Substrats **90** und in die Tintenkanäle **102** ([Fig. 14](#)) und Tintenausstoßkammern **114** abgegeben wird. Der Weg der Tinte wird durch Pfeile **130** dargestellt. Das Band **42**, in dem die Düsen **44** ausgebildet sind, ist um den Haupttintenkanal **66** mit einem Klebstoff **132** abgedichtet.

[0076] [Fig. 16](#) zeigt eine teilweise geschnittene Nahansicht der Druckkopfanordnung **98**, in der man eine Düse **44**, eine vereinfachte Tintenausstoßkammer **114** und verschiedene andere Elemente sieht, welche die Druckkopfanordnung **98** bilden, die mit Bezug auf die [Fig. 12–Fig. 14](#) beschrieben wurde. Wie man sieht, strömt der Tintenpfad **130** um die Außenkante **129** des Substrats **90**.

[0077] Die [Fig. 17–Fig. 19](#) zeigen das bevorzugte Verfahren, um zu Anfang die Druckkartusche **16** durch das Tintenfüllloch **46** (welches man am besten in [Fig. 3](#) sieht) mit Tinte zu füllen. Die [Fig. 17–Fig. 19](#) sind längs der Linie 17-17 in [Fig. 3](#) aufgenommen und zeigen den Außenrahmen **30**, die Seitenabdeckungen **32**, den Innenrahmen **54**, die flexiblen Seitenwände **61** und **62** des Tintenbeutels und die Metallseitenplatten **58** und **59**. In einem ersten Schritt wird die Luft in dem Tintenbeutel **51** durch CO<sub>2</sub> ersetzt, indem einfach CO<sub>2</sub> durch das Tintenfüllloch **46** eingespritzt wird. Wie später beschrieben, hilft das CO<sub>2</sub> dabei, daß sich keine Luftblasen in dem Tintenbeutel **51** bilden, nachdem er mit Tinte gefüllt wurde. Ein Tintenabgaberohr **134** wird dann durch das Tintenfüllloch **46** eingeführt, und Tinte **136** wird in den leeren Tintenbeutel **51** gepumpt, bis die Tinte das Füllloch **46** erreicht. Bei dem bevorzugten Verfahren wird das Rohr **134** bis in die Nähe des Bodens des Tintenbeutels **51** eingeführt, um ein Spritzen der Tinte und die Erzeugung von Schaum zu minimieren.

[0078] Wenn der Tintenbeutel **51** einmal voll ist, wird eine Kugel **138** aus rostfreiem Stahl ([Fig. 18](#)) mit einem Kolben **140** in das Tintenfüllloch **46** gedrückt, bis die Kugel **138** in dem Füllloch **46** sitzt und fest in diesem gehalten wird, wie in [Fig. 19](#) gezeigt. Die Kugel **138** soll nun das Tintenfüllloch **46** permanent verschließen, und ein Nachfüllen von Tinte in den Tintenbeutel **51** erfolgt über das Ventil **24** aus [Fig. 3](#).

[0079] Die Druckkartusche **16** wird dann so positioniert, daß ihre Schnauze bei dem höchsten Punkt liegt, und alle überschüssige Luft wird durch die Düsen **44** mittels einer Vakuumpumpe abgezogen, welche luftdicht auf die Düsen **44** aufgesetzt wird. Dann wird eine ausreichende Menge Tinte durch die Düsen **44** gesaugt, um den anfänglichen Unterdruck in dem Tintenbeutel **51** zu erzeugen, welcher äquivalent zu etwa –3 bis –4 Inch Wasser ist. Aufgrund des geringen Durchmessers der Düsen **44** und der schmalen Breite der verschiedenen Tintenkanäle, gekoppelt mit der Viskosität der Tinte, zieht der Unterdruck in dem

Tintenbeutel **51** keine Luft durch die Düsen **44**. Bei der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Kapazität des Tintenbeutels **51** etwa 50 Milliliter.

[0080] Die fertige Druckkartusche **16** wird dann in den Drucker von [Fig. 1](#) auf herkömmliche Weise eingesetzt, und der Tintenbeutel **51** wird, ausgehend von einem ausgedehnten Zustand bis zu einem komprimierten Zustand, zunehmend entleert, wobei die ganze Zeit ein Unterdruck in dem Tintenbeutel **51** aufrechterhalten wird.

#### Beschreibung des Tintennachfüllsystems

[0081] Im folgenden werden verschiedene Tintennachfüllsysteme für die Druckkartusche **16** beschrieben. Die Ventile bei jedem der hier beschriebenen Tintennachfüllsysteme können verschiebbare Ventile oder Schieber sein, die noch beschrieben werden, oder ein festes Verbindungselement zum Vorsehen einer Fluidichtung für den Tintenbeutel **51** in der Druckkartusche **16**.

[0082] [Fig. 20](#) ist eine Schnittdarstellung eines verschlossenen Tintenbehälters **150**, welcher einen Tintenvorrat **151** enthält.

[0083] Der Tintenbehälter **150** wird mit der Druckkartusche **16** zusammengebracht, so daß das Ventil **156** an dem Behälter **150** mit dem Ventil **24** an der Druckkartusche **16** gekoppelt wird, um einen luftdichten Fluidpfad zwischen der Tinte **151** und dem Tintenbeutel **51** in der Druckkartusche **16** zu bilden. Bei der in [Fig. 20](#) gezeigten Ausführungsform ist das Ventil **156** ein Absperrschieber oder Schieber, welcher mit weiteren Einzelheiten in Bezug auf die [Fig. 21–Fig. 24](#) beschrieben ist. Das Ventil **156** kann statt dessen auch ein festes Verbindungselement sein, wie in [Fig. 25](#) beschrieben, oder irgendein anderes Verbindungselement, wie eine hohle Nadel, welches einen Fluidpfad zwischen der Tinte **151** und dem Tintenbeutel **51** vorsieht.

[0084] Ein Kunststoffkragen oder eine Muffe **158** umgibt das Ventil **156** und wird dazu verwendet, die Druckkartusche **16** während des Nachfüllens in ihrer bevorzugten Stellung zu halten. Die Muffe **158** wird später noch mit Bezug auf die [Fig. 21–Fig. 24](#) beschrieben.

[0085] Der Tintenbehälter **150** ist so abgedichtet oder verschlossen, daß die Tinte **151** nur durch den Unterdruck in dem Tintenbeutel **51** in den Tintenbeutel gezogen wird, wenn Luft durch ein oder mehrere Kapillarrohre **157** gezogen werden kann, um das Tintenvolumen zu ersetzen, welches in den Tintenbeutel **51** gezogen wird. Luftblasen, welche durch die Kapillarrohre **157** eintreten, sind als Blasen **159** dargestellt. Die Kapillarrohre **157** haben eine derartige Größe, daß der von dem Tintenbeutel **51** vorgesehene

Unterdruck die Kuppe (Meniskus) der Tinte aufbricht, welche die Kapillarrohre **157** versperrt. Der Durchmesser der Kapillarrohre **157** hängt von dem gewünschten Gegendruck in dem Tintenbeutel **51** und den physischen Eigenschaften der Tinte **151** ab.

**[0086]** Ein Durchmesserbereich für das Rohr **157** von 0,001 bis 0,040 Inch würde einen Gegendruck von 20 bis 0.5 Inch Wasser ergeben. Ein bevorzugter Rohrdurchmesser **157** beträgt etwa 0.010 Inch, um einen Gegendruck von etwa 2 Inch Wasser vorzusehen, wobei ein üblicher Durchmesserbereich voraussichtlich zwischen 0,005 und 0,020 Inch liegt, um einen Gegendruck von 4 bis 1 Inch Wasser vorzusehen.

**[0087]** Solange es ausreichend Gegendruck in dem Tintenbeutel **51** gibt, werden Luftblasen durch die Kapillarrohre **157** gezogen, um das Tintenvolumen zu ersetzen. Dies gewährleistet, daß der Tintenbeutel **51** einen minimalen Gegendruck aufrechterhält. Da der Gegendruck oder Unterdruck in dem Tintenbeutel **51** nicht Null erreicht, wird verhindert, daß Tinte aus den Düsen in dem Druckkopf trielt.

**[0088]** Die Tintenmenge **151** in dem Behälter **150** ist größer als die Kapazität des Tintenbeutels **51**, um zu verhindern, daß Luft in den Tintenbeutel **151** gelangt.

**[0089]** Die Tintenströmung von dem Tintenbehälter **150** in den Tintenbeutel **51** wird durch Pfeile **160** dargestellt.

**[0090]** Der Tintenbehälter **150** wird vorzugsweise aus einem starren, durchsichtigen Kunststoff hergestellt. Ein entfernbares Klebeband bedeckt die Kapillarrohre **157**, bis der Tintenbehälter **150** für seinen Einsatz bereit ist.

**[0091]** Die Kapillarrohre **157** liegen tief in dem Tintenbehälter **150**, um die Kapillarrohre **157** benetzt zu halten, bis der Behälter **150** fast keine Tinte **151** mehr enthält.

**[0092]** Wenn der Tintenpegel in dem Behälter **150** nicht weiter fällt, kann der Benutzer die Druckkartusche **16** von dem Ventil **156** entfernen. Wie später noch beschrieben wird, schließt das Entfernen der Druckkartusche **16** von dem Tintenbehälter **150** automatisch das Ventil **24** in der Druckkartusche **16** und das Ventil **156** in dem Tintenbehälter **150**.

**[0093]** Bei der bevorzugten Ausführungsform wird der Tintenbehälter **150** auf einem Sockel vorgesehen, der auch die Tintenkartusche **16** trägt.

**[0094]** Bei einer alternativen Ausführungsform wird ein feines Kapillarsieb in das Ventil **156** gesetzt oder anders zwischen die Tinte **151** und das Ventil **24** der Druckkartusche **16** gebracht. Dies wirkt als ein Rück-

schlagventil, um zu verhindern, daß Luft in die Druckkartusche **16** eintritt. Auf diese Weise kann der Tintenbehälter **150** fast vollständig von Tinte **151** entleert werden, ohne daß Luft in die Druckkartusche **16** eindringen kann.

**[0095]** Die bevorzugte Tinte **151** ist eine Tinte auf Pigmentbasis, welche Partikel (z. B. Kohleschwarz) suspendiert in einem Fluid enthält. Solche Tinte auf Pigmentbasis wird gegenüber Tinte auf Farbstoffbasis bevorzugt, weil die Tinte auf Pigmentbasis eine höhere optische Dichte und Dauerhaftigkeit hat. Es können jedoch beide Tintenarten verwendet werden. Einige Tintenarten, die hier verwendet werden können, sind in der US-A-5,085,698 und der US-A-5,180,425 beschrieben, auf die hier Bezug genommen wird.

**[0096]** Die Verbindung der Ventile **24** und **156** und das Öffnen und Schließen der Ventile **24** und **156** werden nun mit Bezug auf die [Fig. 21](#) bis [Fig. 24](#) beschrieben. Die [Fig. 21](#) bis [Fig. 24](#) sind vereinfachte Schnittdarstellungen der Ventile **24** und **156**. In [Fig. 21](#) sind die Druckkartusche **16** und der Tintenbehälter **151** noch nicht in Eingriff gebracht, und beide Ventile **24** und **156** sind geschlossen. Genauer gesagt, ist ein Loch **92** in dem Schieber **24**, welches zu einer mittleren Bohrung in dem Ventil **24** führt, von einer durch den Innenrahmen **54** gebildeten, es umgebenden Dichtung **89** vollständig versperrt, wie man am besten in [Fig. 9](#) sieht. Der obere Teil des Ventils **24** ist in direktem Kontakt mit der Tinte in dem Tintenbeutel **51** ([Fig. 7](#)) in der Druckkartusche **16**. Das Ventil **156** in dem Tintenbehälter **150** ist ähnlich in einem geschlossenen Zustand gezeigt. Eine in dem Tintenbehälter **150** ausgebildete Dichtung **189** umgibt das Ventil **156** und versperrt das Loch **166** in dem Ventil **156**.

**[0097]** Die Druckkartusche **16** ist in einer Abwärtsbewegung gezeigt, welche durch einen Pfeil **191** angedeutet wird, und die Muffe **26** an der Druckkartusche **16** ist kurz davor, in die Muffe **158** an dem Tintenbehälter **150** zu gleiten.

**[0098]** Wie in [Fig. 22](#) gezeigt, kommt bei der weiteren Abwärtsbewegung der Druckkartusche **16** eine Rippe **96** in der Nähe der Spitze des Ventils **24** in Eingriff mit einer Ausnehmung **171** in dem Ventil **156**, um die Ventile **24** und **156** in einer fluiddichten Verbindung mechanisch zu koppeln. Die Reibung zwischen dem Ventil **24** und dem Innenrahmen **54** und die Reibung zwischen dem Ventil **156** und der Dichtung **189** ist ausreichend groß, so daß die Rippe **96** in Kontakt mit der Ausnehmung **171** kommt, bevor die Ventile **24** und **156** in ihre geöffneten Stellungen gleiten. Ein gewisses Überschießen der Rippe **96** in der Ausnehmung **171** ist zulässig, um eine zusätzliche taktile Rückkopplung für den Benutzer vorzusehen, welche ihm zeigt, daß die Ventile **24** und **156** nun verbunden

sind.

[0099] Die zylindrische Muffe **26** an der Druckkartusche **16** ist nun mit der zylindrischen Muffe **128** an dem Tinnennachfüllsystem **150** verbunden, um zu gewährleisten, daß die Ventile **24** und **156** relativ zueinander zentriert sind, sowie um die seitliche Bewegung der Druckkartusche **16** zu begrenzen.

[0100] In [Fig. 23](#) gleitet durch die weitere, abwärts gerichtete Kraft der Druckkartusche **16** auf den Tintenbehälter **150** das Ventil **156** nach unten, so daß das Loch **166** nun in dem Tintenbehälter **150** liegt. Dieselbe Abwärtsbewegung bewirkt auch, daß das Ventil **24** nun in seine offene Stellung gleitet, so daß das Loch **92** nun in dem Tintenbeutel **51** ([Fig. 7](#)) in der Druckkartusche **16** liegt. Es existiert nun eine Fluidkanal zwischen der Tinte **151** in dem Behälter **150** und dem Unterdruck-Tintenbeutel **51** der Druckkartusche **16**.

[0101] Der Unterdruck in dem Tintenbeutel **51** zieht nun Tinte **151** in den Tintenbeutel **51**, um den Tintenbeutel **51** zu füllen und die Tinte **151** in dem Tintenbehälter **150** im wesentlichen vollständig abziehen. Dieser Vorgang ist aufgrund des niedrigen Unterdrucks relativ langsam und kann in der Größenordnung von einer bis drei Minuten dauern.

[0102] Wenn der Tintenbeutel **51** in der Druckkartusche **16** im wesentlichen gefüllt ist, wird die Druckkartusche **16** von dem Tintenbehälter **150**, wie in [Fig. 24](#) gezeigt, in der Richtung des Pfeiles **195** entfernt. In [Fig. 24](#) schließt das Entfernen der Druckkartusche **16** das Ventil **156** und das Ventil **24**, um so den Tintenbeutel **51** in der Druckkartusche **16** zu verschließen. Ferner bewirkt das Anheben, daß die Ventile **24** und **156** sich voneinander lösen. Der Grund hierfür ist, daß die Reibung beim Trennen der Ventile höher ist als die Reibung beim Schließen der Ventile.

[0103] Wie in den [Fig. 21](#) bis [Fig. 24](#) dargestellt, kommen die Ventile **24** und **156** mechanisch in Eingriff, bevor sie sich öffnen, und sie werden beim Entfernen der Druckkartusche **16** von dem Nachfüllsystem **150** zuerst geschlossen und dann mechanisch gelöst. Dies wird dadurch erreicht, daß die Rippe **96** an dem Ventil **24** so ausgebildet wird, daß sie mit weniger Kraft mit der Ausnehmung **171** in Eingriff bringbar ist, als für das Lösen der Rippe **96** von der Ausnehmung **171** notwendig ist. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der untere Abschnitt **197** ([Fig. 24](#)) der Rippe **96** mit einem kleinen Winkel (z. B. 30°) relativ zu der Achse des Ventils **24** ausgebildet wird, damit er leichter durch die Öffnung in dem Ventil **156** eintritt und mit der Ausnehmung **171** in Eingriff kommt. Der obere Abschnitt **198** ([Fig. 24](#)) der Rippe **96** wird dann mit einem steileren Winkel (z. B. 60°) relativ zu der Achse des Ventils **24** hergestellt, so daß es schwieriger ist, die Rippe **96** aus der Ausnehmung

**171** zu lösen. Zusätzlich kann die Ausnehmung **171** mit einer horizontaleren oberen Lippe **200** ([Fig. 24](#)) ausgebildet werden, so daß es schwieriger ist, die Rippe **96** aus der Ausnehmung **171** zu lösen, als die Rippe **96** und die Ausnehmung **171** zu verbinden. Es können auch andere Methoden zum Vorsehen dieser relativen Kräfte anstelle der beiden hier beschriebenen Techniken verwendet werden.

[0104] Bei alternativen Ausführungsformen werden andere Techniken eingesetzt, um sicherzustellen, daß die Ventile **24** und **156** in Kontakt sind, bevor die Ventile geöffnet werden, oder daß sie sich nach dem Nachfüllen geschlossen haben. Solche Techniken umfassen die Verwendung einer Fahne, die über einen Hebel aktiviert wird und hochspringt, sobald die Ventile richtig verbunden sind; die Erhöhung der Reibung der Ventile **24** und **156** beim Hineinschieben; eine Federbelastung der Ventile **24** und **156**, um sicherzustellen, daß sie geschlossen sind, nachdem die Druckkartusche **16** von dem Tintenbehälter **150** entfernt wurde; und die Ausbildung einer Nase oder eines Schnappings in der Nähe der Muffe **158**, welcher vorübergehend die Bewegung der Druckkartusche **16** verhindert und dann freigibt, um den Schwung (Moment) der Druckkartusche **16** in Richtung auf den Behälter **150** zu erhöhen, bevor die Ventile **24** und **156** im Eingriff sind.

[0105] Wenn den Tintenbeutel **51** einmal nachgefüllt wurde, wie entweder durch Überwachen des Tintenpegels in dem Behälter **150** ermittelt wird, oder indem man die Druckkartusche **16** und den Tintenbehälter **150** während einer vorgegebenen Zeitspanne verbunden sein läßt, wird die Druckkartusche **16** wieder in den Schlitten **18** ([Fig. 1](#)) eingefügt.

[0106] Bei der bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Tintenstrahldrucker **10** ([Fig. 1](#)) eine automatische Wartungs-Station, welche einen Verschuß über den Düsen **44** ([Fig. 3](#)) erzeugt und den Druckkopf mittels einer Vakuumpumpe ansaugt. Das Herausziehen von Tinte aus dem Tintenbeutel **51** gewährleistet, daß nun Tinte in den Tintenausstoßkammern in dem zum Feuereinstellen bereit Druckkopf ist.

[0107] Zum Durchführen der automatischen Öffnungs- und Schließfunktion der bevorzugten Ventile können andere Ventil- und Verschußarten verwendet werden, und diese alternativen Ausführungsformen gehören zu der vorliegenden Erfindung.

[0108] [Fig. 25](#) zeigt einen festen Verbinder **202**, der das Ventil **156** in dem Tintenbehälter **150** ersetzen kann. Der Verbinder **202** umfaßt ein weibliches Aufnahmeelement **204** zum Aufnehmen des Ventils **24** in der Druckkartusche **16** und zum Herstellen einer luftundurchlässigen Fluidichtung um das Ventil **24**. Der Tintenstrom **151** aus dem Behälter heraus ist durch den Pfeil **206** angedeutet. Ein geeignetes Ab-

sperrlement oder ein Klebeband können über dem Verbinder **202** angebracht werden, bis der Tintenbehälter **150** verwendet wird.

[0109] Für die verschiedenen Ausführungsformen, welche Rohrleitungen für die Übertragung von Tinte verwenden, können die in den [Fig. 26](#) und [Fig. 27](#) gezeigten Verbinder verwendet werden, um eine luftundurchlässige Dichtung zwischen der externen Tintenversorgung und dem Ventil **24** in der Druckkartusche **16** zu erzeugen. In [Fig. 26](#) hat ein flexibles Rohr **250**, welches beispielsweise aus Gummi hergestellt ist, eine solche Größe, daß es das Ventil **24** aufnimmt und eine reibschlüssige Halterung und einen luftundurchlässigen Verschluss um das Ventil **24** vorsieht.

[0110] [Fig. 27](#) zeigt eine flexible Rohrleitung **252** mit einem schmalen Durchmesser, so daß das Rohr **252** in die zentrale Bohrung des Ventils **24** eingefügt und durch Reibung dort gehalten werden kann.

Alternative Ausführungsformen des Nachfüllsystems

[0111] Die [Fig. 28](#) und [Fig. 29](#) zeigen eine alternative Ausführungsform, welche ein kontinuierliches Nachfüllen des Tintenbeutels **51** in der Druckkartusche **16** oder ein unterbrochenes Füllen jeder Druckkartusche **16** zu verschiedenen Zeiten, zu denen der Drucker **10** aktiviert ist, ermöglicht.

[0112] Der Drucker **10** in [Fig. 28](#) kann identisch zu dem in [Fig. 1](#) gezeigten Drucker sein, er enthält jedoch zusätzlich ein austauschbares Tintenreservoir **260**, das gestrichelt gezeichnet ist, welches schwarze, Zyan-, Magenta- und gelbe Tinte für die vier Druckkartuschen **16** enthält, die von dem scannenden Schlitten **18** getragen werden. Bei einer anderen Ausführungsform ist das Reservoir **260** irgendeiner der hier beschriebenen externen Tintenversorgungen und kann außerhalb des Druckers **10** liegen. Schläuche **226** enthalten eine geeignete Verbindungsvorrichtung zu dem Ventil **24** in der Druckkartusche **16**, wie einen der hier beschriebenen Verbinder.

[0113] [Fig. 29](#) zeigt einen Schlauch **262**, der sich von der zylindrischen Muffe **26** in der Druckkartusche **16** erstreckt.

[0114] Bei der in [Fig. 28](#) gezeigten Ausführungsform zieht die Kapillarwirkung Tinte durch die flexiblen Schläuche **262** in die jeweiligen Druckkartuschen **16**, wenn während des Druckens Tinte aus dem Tintenbeutel **51** in den jeweiligen Druckkartuschen **16** abgezogen wird. Alternativ kann zu vorgegebenen Zeitpunkten nachgefüllt werden, wie zum Ende eines Druckzyklus oder zu anderen Zeitpunkten.

Nadel- und Trennwandverbindung

[0115] Anstelle der verschiedenen, zuvor beschriebenen Verbinder können eine Nadel und eine Trennwand (Septum) für die Nachfüllung der Druckkartusche mit Tinte in dem Tintennachfüllsystem verwendet werden. Die [Fig. 30](#) und [Fig. 31](#) zeigen diese alternative Ausführungsform.

[0116] Eine Schnittdarstellung des Tintenaustrittsabschnitts eines Tintennachfüllsystems **266** ist in [Fig. 30](#) gezeigt. Die Nadel **268** hat ein Loch **270**, das in der Nähe ihrer Spitze ausgebildet ist, damit Tinte von dem Tintenreservoir **272** durch die Nadel **268** gehen und aus dem Loch **270** austreten kann, wenn die Druckkartusche mit dem Tintennachfüllsystem **266** verbunden ist. Bei einer Ausführungsform besteht die Nadel **268** aus Metall. Bei anderen Ausführungsformen besteht die Nadel **268** aus Kunststoff oder irgendeinem anderen geeigneten Werkstoff.

[0117] Eine ringförmige Hülse (welche zum Feuchthalten der Nadel **268** dient, so daß das Loch **270** nicht eintrocknet) **274** umgibt das Loch **270** und wird von einer Feder **276** nach oben gedrückt. Die Hülse **274** besteht vorzugsweise aus einem relativ weichen Elastomermaterial, wie Gummi. Die Hülse **274** verhindert, daß Tinte durch das Loch **270** leckt und Luft eintritt. Alternativ kann ein einfacher Gummideckel über das Ende der Nadel **268** geschoben werden, um Lecken von Tinte und Eintreten von Luft durch das Loch **270** zu vermeiden.

[0118] Ein ringförmiger Kunststoffhalter **278**, der an einer Muffe **280** befestigt ist, begrenzt die Aufwärtsbewegung der Hülse **274**.

[0119] [Fig. 30](#) zeigt ferner eine geschnittene Nahaufnahme einer Druckkartusche **282**, die identisch zu der zuvor beschriebenen Druckkartusche **16** ist, abgesehen davon, daß das Ventil **24** ([Fig. 5](#)) durch eine Gummitrennwand oder -scheidewand (Septum) **284** ersetzt ist. Die Trennwand **284** ist im wesentlichen zylindrisch mit einem eingeförmten Schlitz durch ihre Mitte. Viele verschiedene Formen der Trennwand **284** können verwendet werden, um die gewünschte Fluidichtung zu erreichen. Die Trennwand **284** wird mit Preßsitz in die zylindrische Muffe **26** der Druckkartusche **282** eingebracht, wobei die Kompression aufgrund des Einfügens den eingeförmten Schlitz schließt. Dies erzeugt eine Fluidichtung für die Tinte in dem Unterdruck-Tintenbeutel **51**. Bei der bevorzugten Ausführungsform weist die Trennwand **284** eine Fase auf, um die Nadel leichter einführen zu können. Die Spitze der Nadel **268** kann flach oder anders abgestumpft sein, um das Einfügen noch leichter zu machen, um den Tintenströmungswiderstand zu senken und um ein seitliches Loch **270** zu ermöglichen.

[0120] **Fig. 31** zeigt die Druckkartusche **282**, welche auf das Tintennachfüllsystem **266** gedrückt ist. Die Abwärtsbewegung der Druckkartusche **226** bewirkt, daß die Muffe **26** die Hülse **274** nach unten drückt, während gleichzeitig die Nadel **268** durch die Trennwand **284** gestoßen wird. Das Loch **270** ist nun in Fluidverbindung mit dem Tintenbeutel **51**, so daß Tinte aus dem Tintenreservoir **272** durch das Loch **270** in den Tintenbeutel **51** fließen kann. Die Tintenströmung wird durch die Pfeile **286** dargestellt. Die Verbindung der Muffen **280** und **26** trägt die Druckkartusche **226** während des Nachfüllvorgangs.

[0121] Wenn die Druckkartusche **282** von dem Tintennachfüllsystem **266** angehoben wird, drückt die Feder **276** die Hülse **274** zurück in seine ursprüngliche Position, wodurch das Loch **270** geschlossen wird.

[0122] Bei einer alternativen Ausführungsform ist die Nadelstruktur des Tintennachfüllsystems **266** bei der Druckkartusche **282** angeordnet, und die Trennwand **284** gehört zu dem Tintennachfüllsystem **266**.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachladen einer Druckkartusche (**16**), die einen negativen Innendruck hat, aus einem Tintenreservoir (**150**), das über einen oder mehrere Kapillardurchgänge (**157**) mit der Atmosphäre verbunden ist, mit folgenden Verfahrensschritten:

Verbinden eines Tinteneinlassports der Druckkartusche (**16**) mit einem Tintenauslassport des Tintenreservoirs (**150**), um einen luftdichten Fluidpfad zwischen dem Tintenreservoir (**150**) und der Druckkartusche (**16**) zu bilden;

Ziehen von Tinte aus dem Tintenreservoir (**150**) in die Druckkartusche (**16**) in Folge des negativen Innendrucks in der Druckkartusche (**16**), während durch den einen oder die mehrere Kapillardurchgänge (**157**) Luft in das Tintenreservoir (**150**) nachgeführt wird, wobei der eine oder die mehreren Kapillardurchgänge (**157**) in einer derartigen Größe bereitgestellt werden, dass der von der Druckkartusche (**16**) vorgesehene negative Innendruck die Kuppe der Tinte aufbricht, welche den einen oder die mehreren Kapillardurchgänge (**157**) versperrt, um einen Leerraum zu füllen, welcher von der Tinte zurückgelassen wird, wenn die Tinte in die Druckkartusche (**16**) gezogen wird.

2. Drucksystem mit einem Tintenreservoir (**150**), welches Tinte enthält und über einen oder mehrere Kapillardurchgänge (**157**) mit der Atmosphäre verbunden ist; einem Tintenauslassport in Fluidverbindung mit dem Tintenreservoir (**150**), der mit einem Tinteneinlassport einer Druckkartusche (**16**) verbindbar ist, wobei die Druckkartusche (**16**) einen negativen In-

nendruck hat; wobei die Kapillardurchgänge (**157**) so bemessen sind, dass der negative Innendruck innerhalb der Druckkartusche (**16**) Tinte durch den Tintenauslassport und in die Druckkartusche (**16**) zieht, während Luft durch die Kapillardurchgänge von der Atmosphäre in das Tintenreservoir (**150**) gezogen wird, und die Kapillardurchgänge (**157**) eine derartige Größe haben, dass der von der Druckkartusche (**16**) vorgesehene negative Innendruck die Kuppe der Tinte aufbricht, welche die Kapillardurchgänge versperrt, um einen Hohlraum zu füllen, der von der Tinte zurückgelassen wird, wenn diese in die Druckkartusche (**16**) gezogen wird.

3. Drucksystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillardurchgänge in der Nähe eines Bodens des Tintenreservoirs (**150**) angeordnet sind.

4. Drucksystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillardurchgänge (**157**) einen Durchmesser im Bereich von 0,0254 bis 1,016 mm (0,001 bis 0,040 Inch) haben, so dass sie einen Gegendruck von ungefähr 50 bis 1,245 Pa (20 bis 0,5 Inch Wasser) innerhalb der Druckkartusche (**16**) benötigen, um die Tinte durch den Tintenauslassport zu ziehen.

5. Drucksystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Kapillardurchgänge (**157**) im Bereich von 0,127 bis 0,508 mm (0,005 bis 0,020 Inch) liegt, so dass ein Gegendruck von 9,96 bis 2,49 Pa (4 bis 1 Inch Wasser) in der Druckkartusche (**16**) notwendig ist, um die Tinte durch den Tintenauslassport zu ziehen.

6. Drucksystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem der Tintenauslassport (**216**) ein erstes Ventil (**156**) aufweist, wobei das Ventil wahlweise in eine geöffnete Stellung oder eine geschlossene Stellung bringbar ist, wobei die geöffnete Stellung eine luftdichte Fluidverbindung zwischen dem Tintenreservoir (**150**) und der Druckkartusche (**16**) vorsieht, wenn das erste Ventil mit dem Tinteneinlassport (**24**) verbunden ist, und die geschlossene Stellung einen Fluidverschluss des Tintenreservoirs vorsieht, und wobei das erste Ventil (**156**) automatisch in die geöffnete Stellung bringbar ist, wenn das erste Ventil (**156**) mit dem Tinteneinlassport (**24**) verbunden wird.

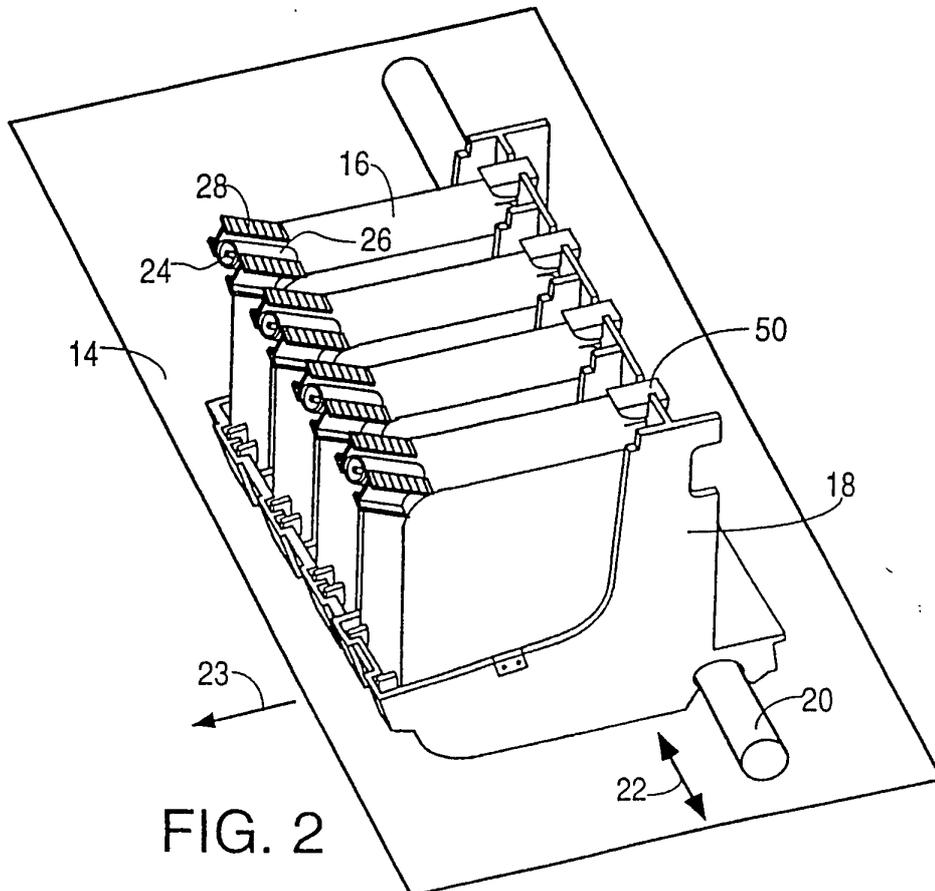
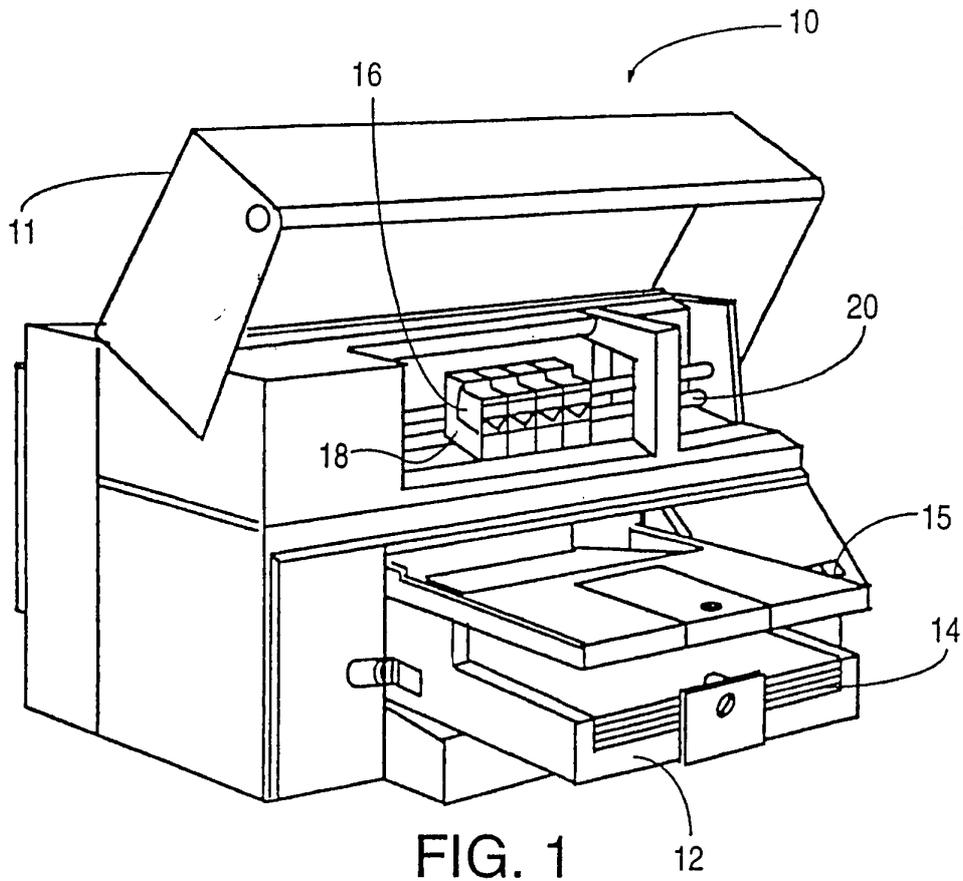
7. System nach Anspruch 6, bei dem das erste Ventil (**156**) mit einem verschiebbaren zweiten Ventil (**24**), das an der Druckkartusche (**16**) vorgesehen ist, verbindbar ist, so dass eine mechanische Kopplung zwischen dem ersten Ventil (**156**) und dem zweiten Ventil (**24**) hergestellt ist, bevor das erste Ventil (**156**) geöffnet ist.

8. System nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 7, bei dem der Tintenauslassport einen

hohlen Schaft (**250**, **252**, **268**) aufweist, der eine luftundurchlässige Dichtung mit dem Tinteneinlassport (**24**, **26**) bildet.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



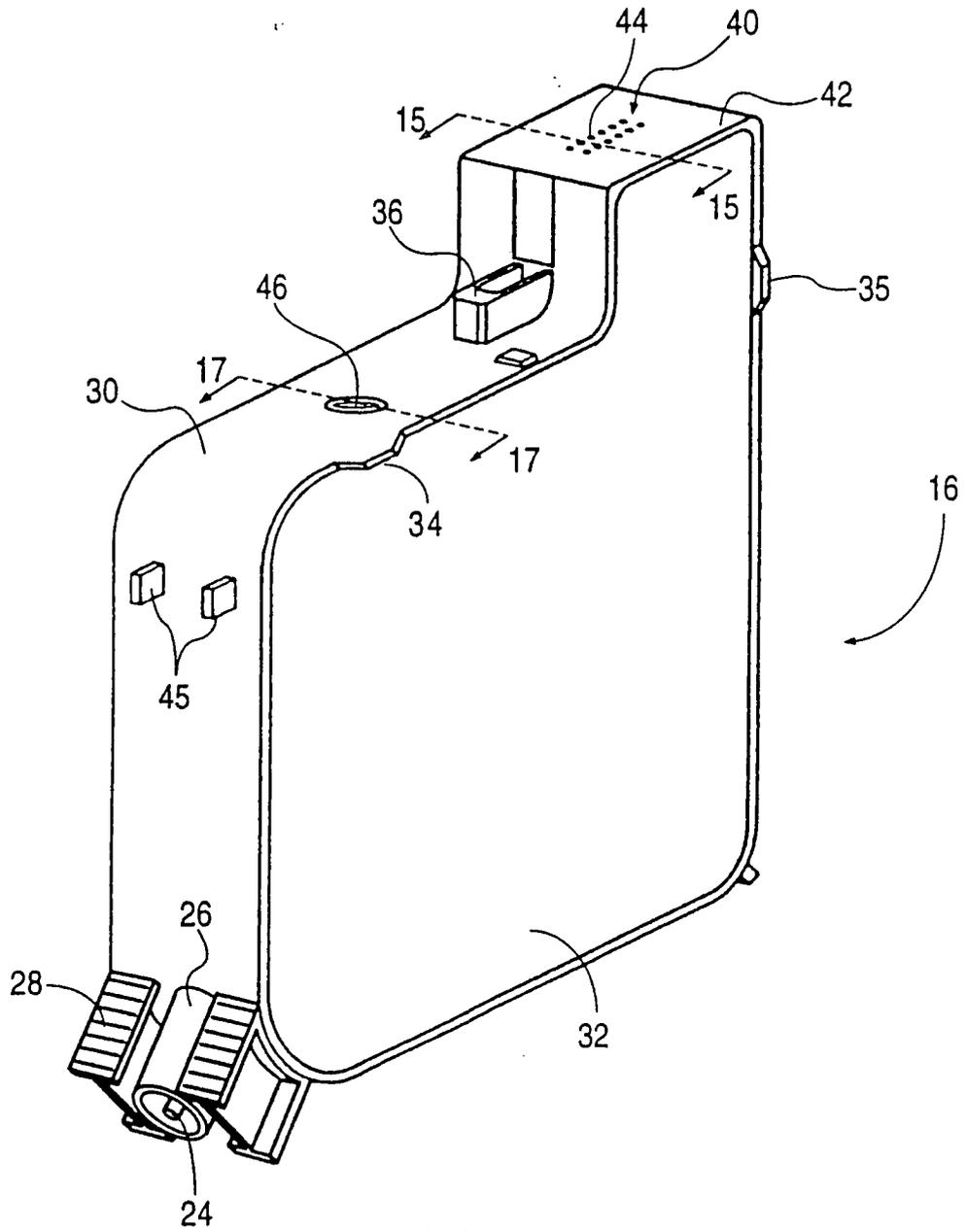


FIG. 3

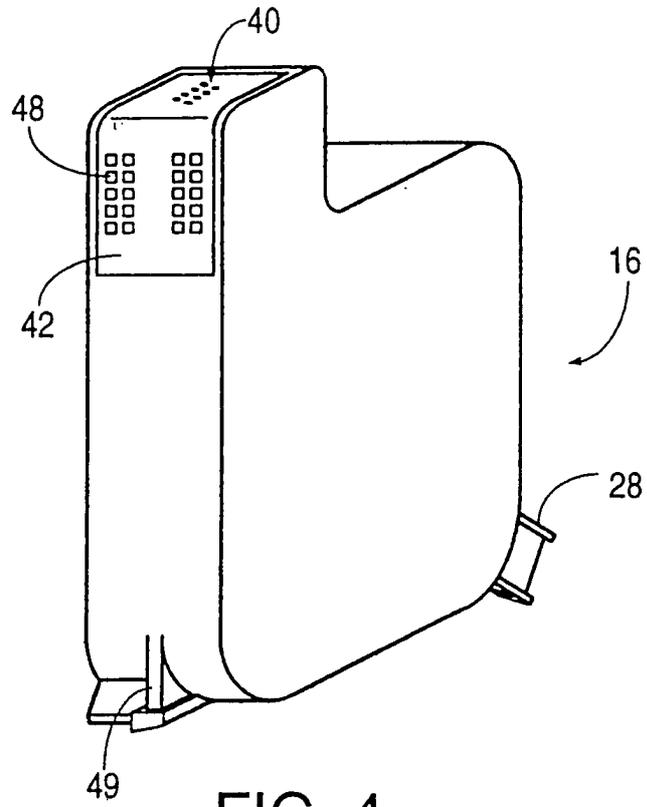


FIG. 4

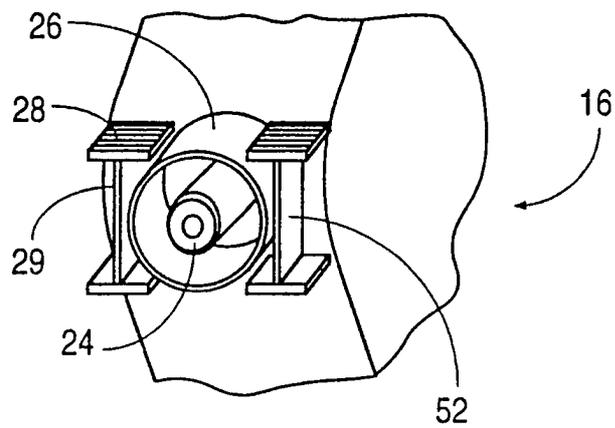


FIG. 5

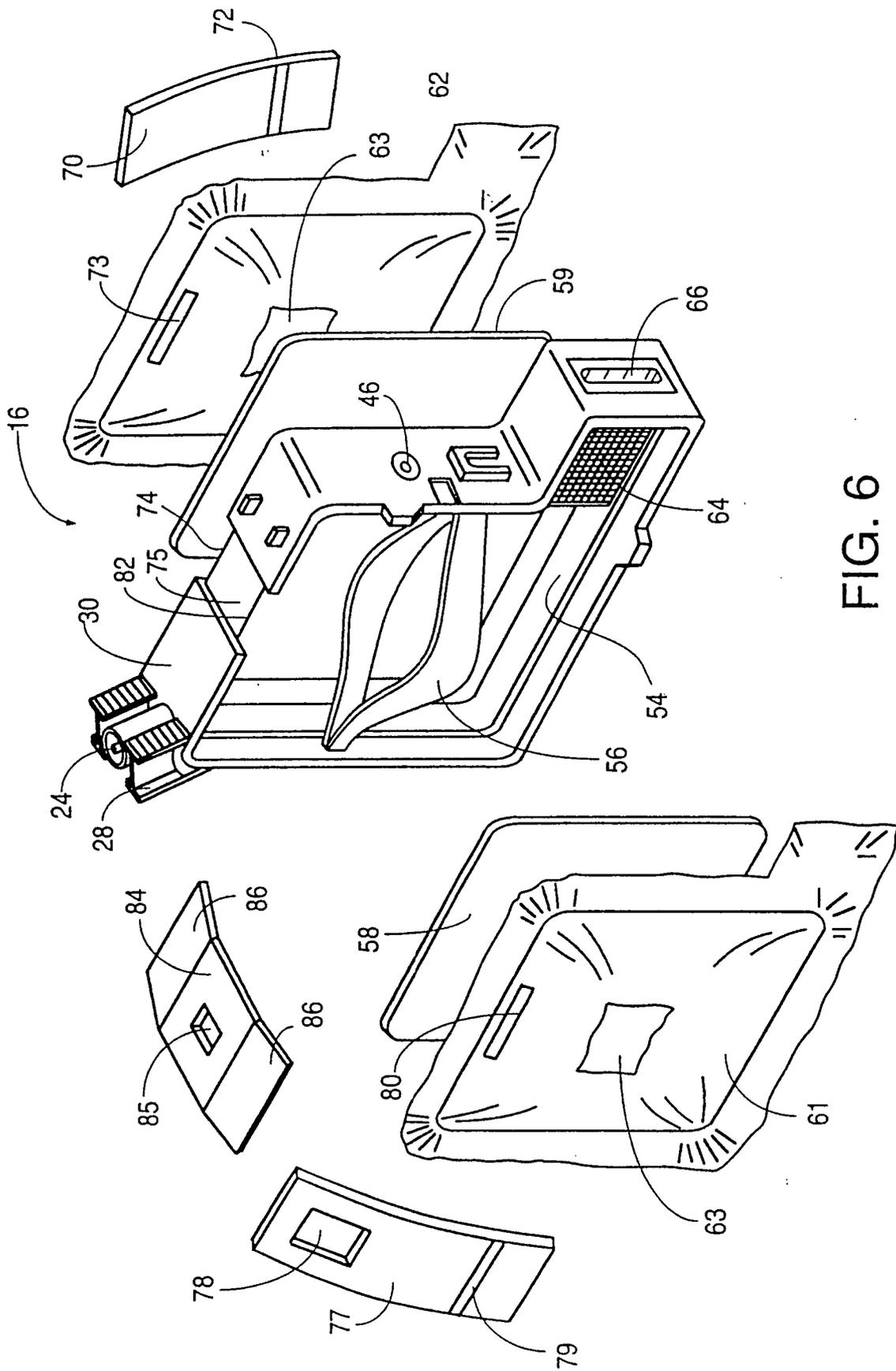
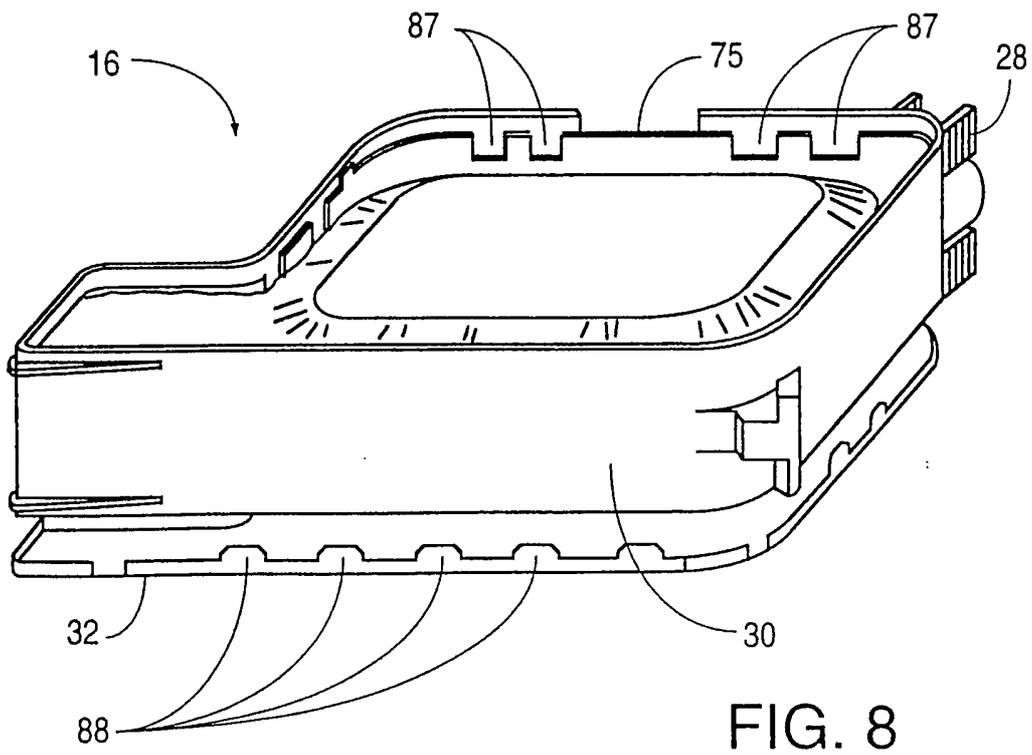
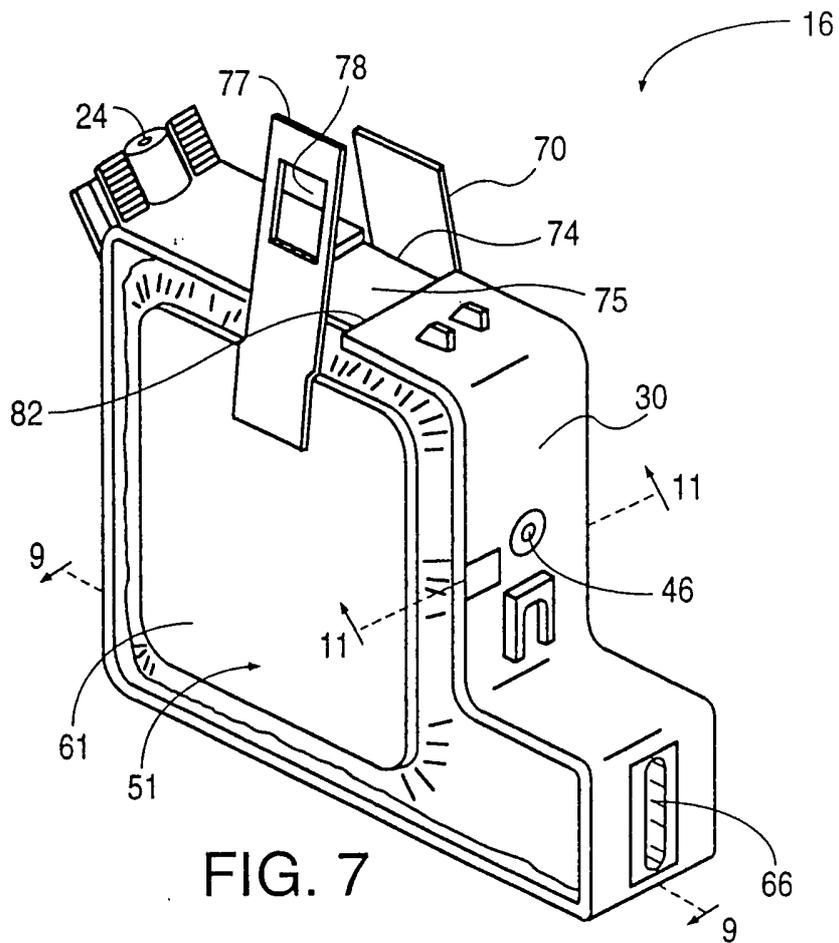


FIG. 6



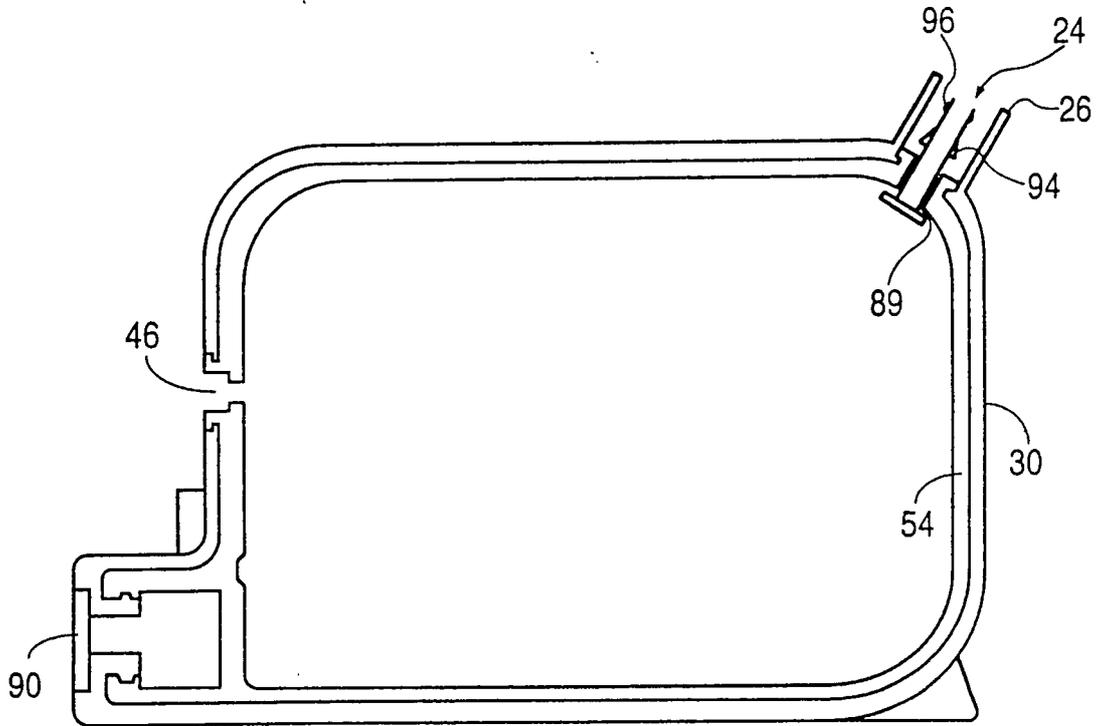


FIG. 9

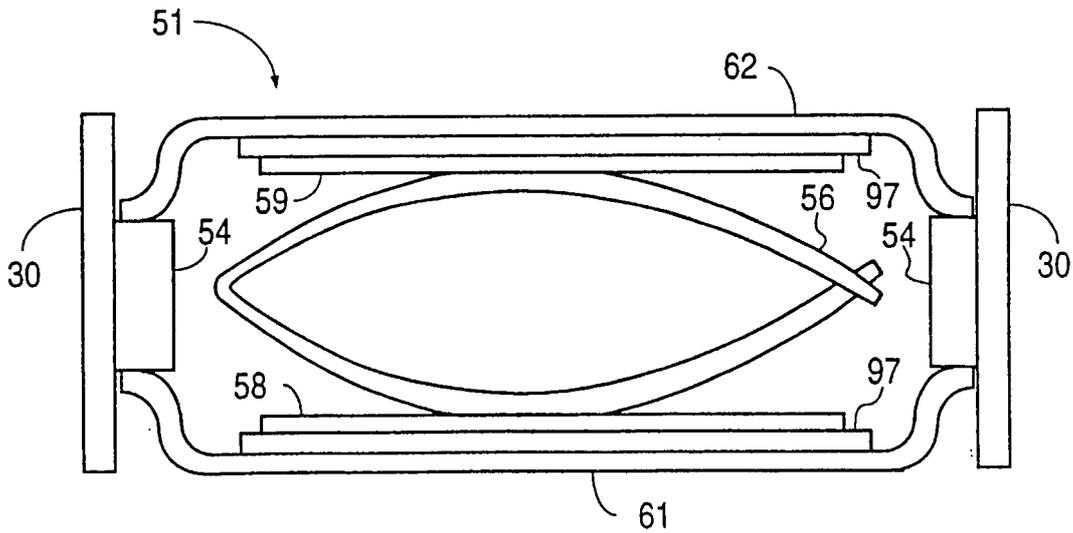


FIG. 11

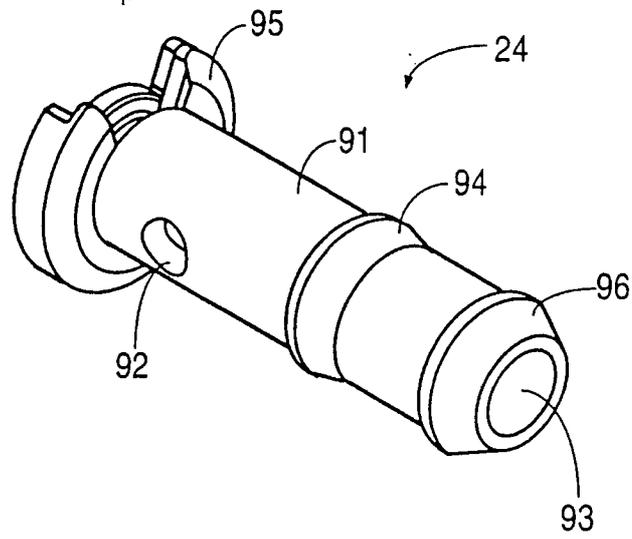


FIG. 10A

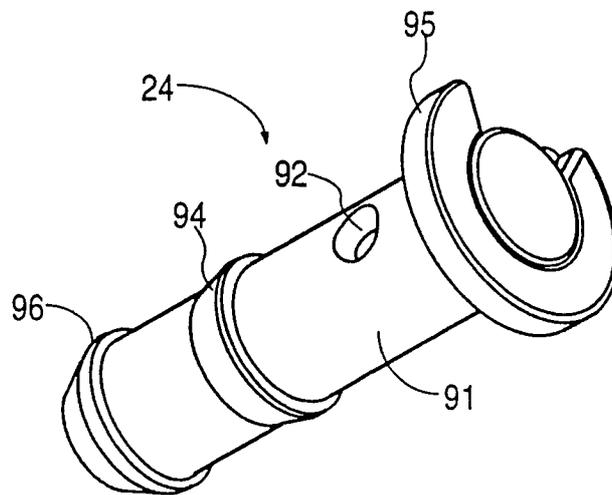


FIG. 10B

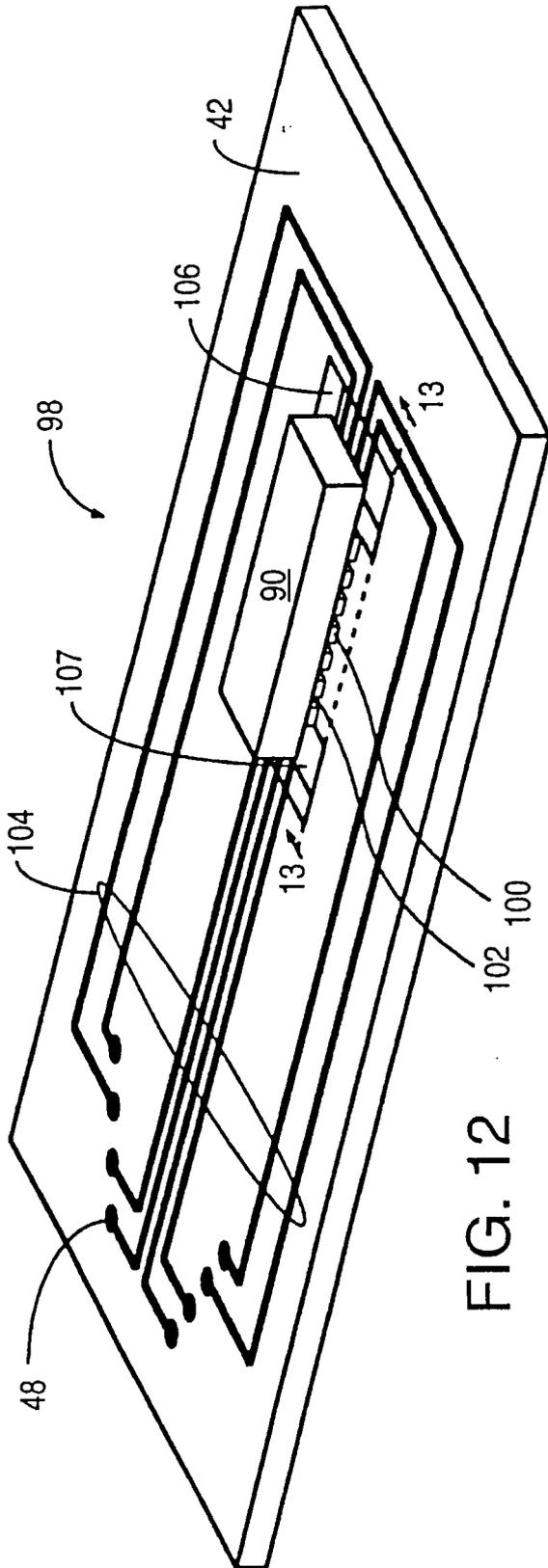


FIG. 12

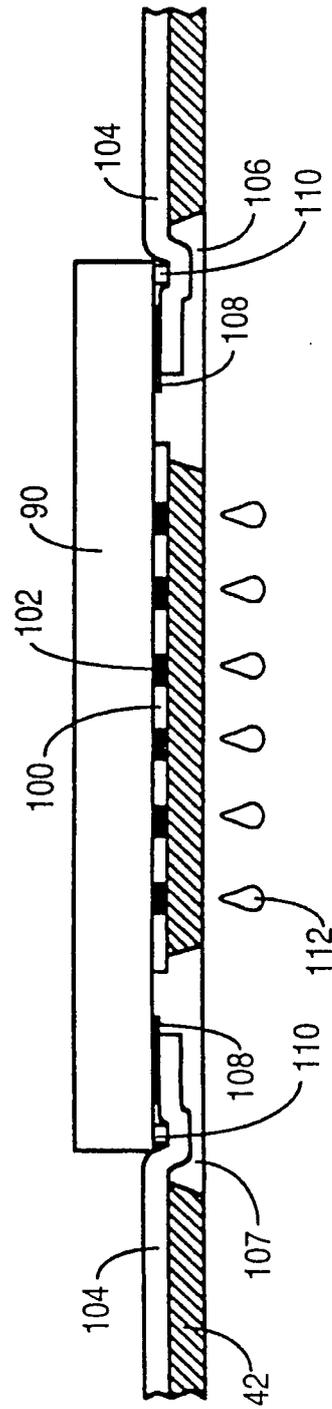


FIG. 13

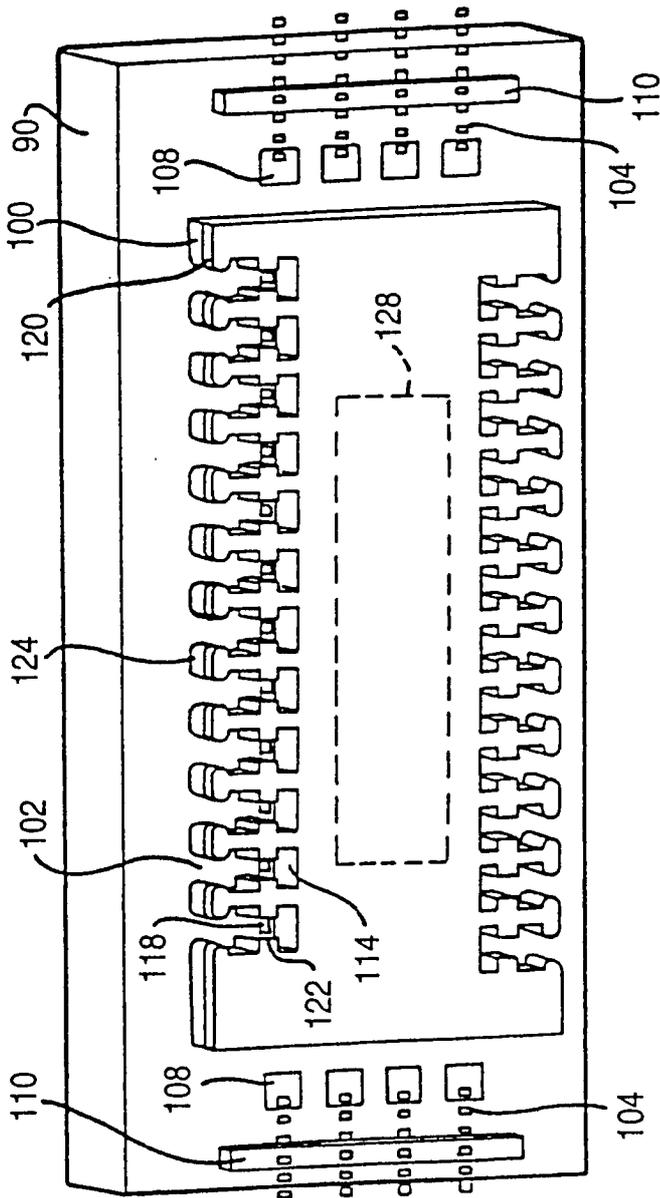


FIG. 14



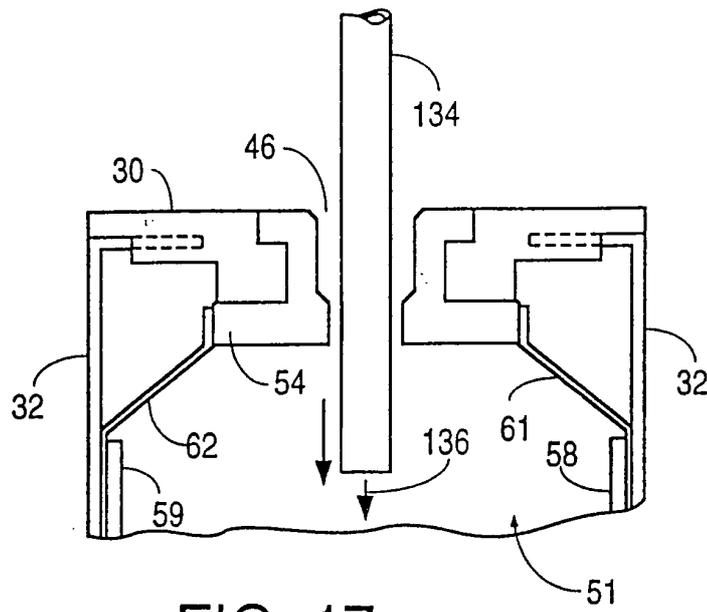


FIG. 17

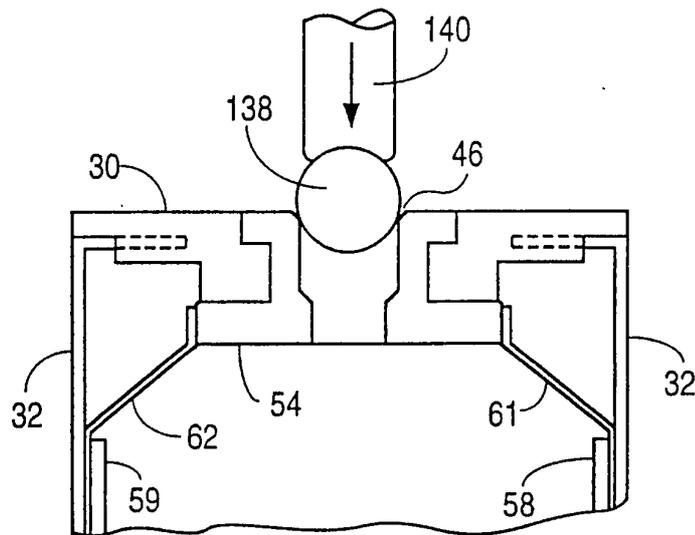


FIG. 18

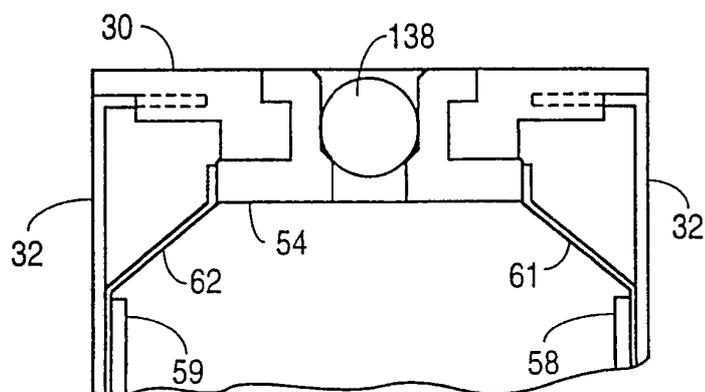


FIG. 19

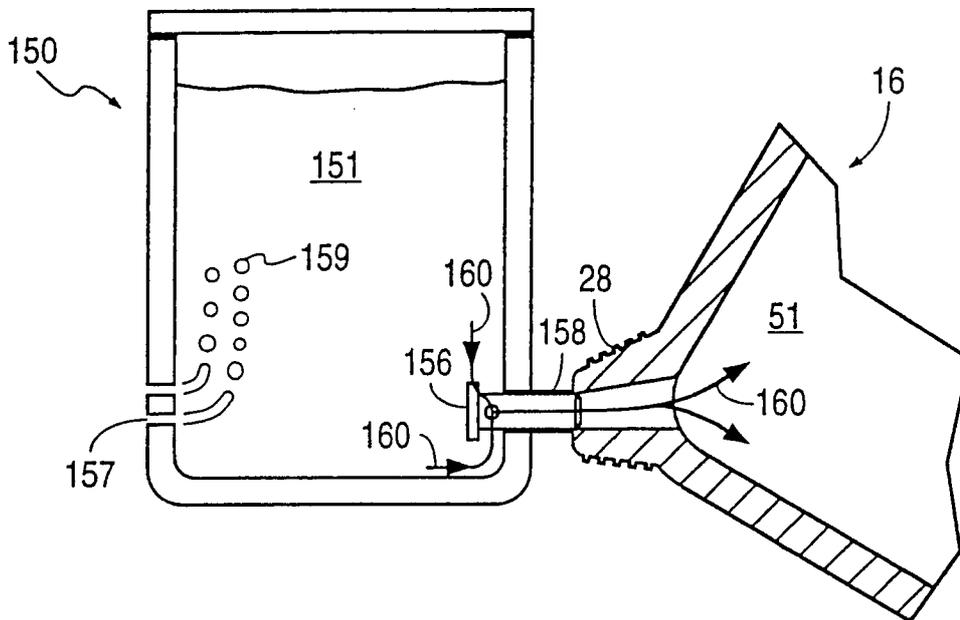


FIG. 20

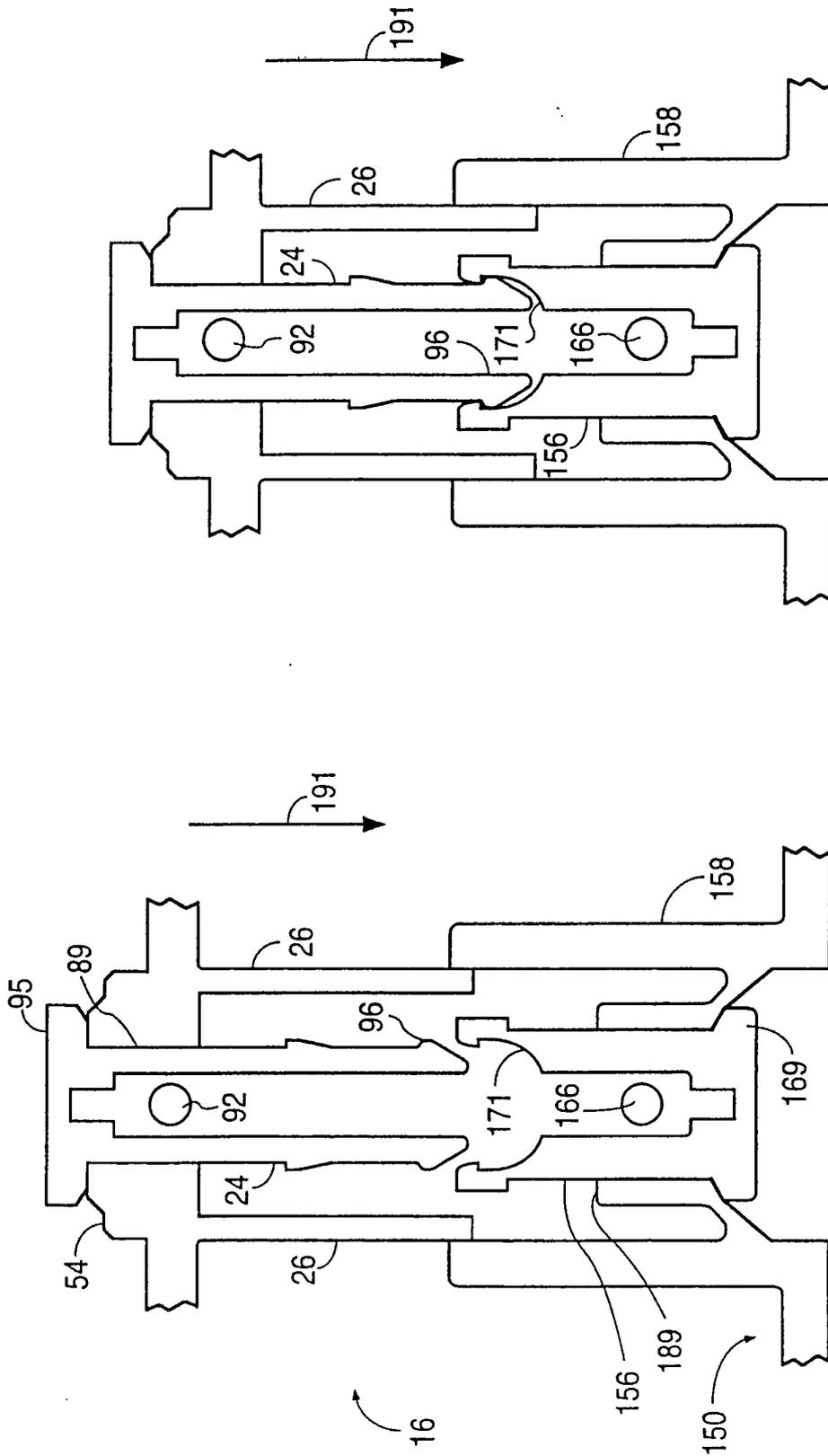


FIG. 22

FIG. 21

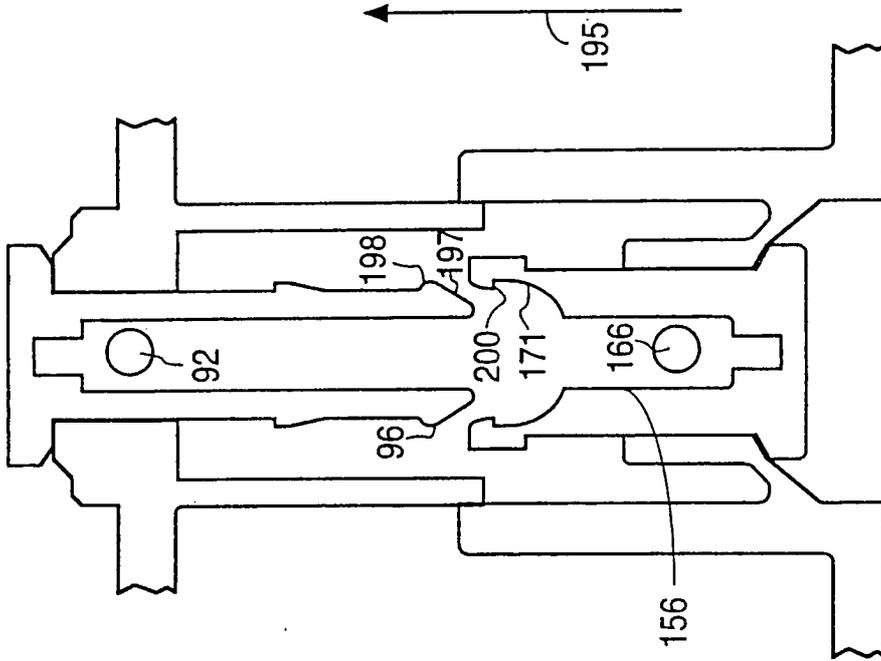


FIG. 24

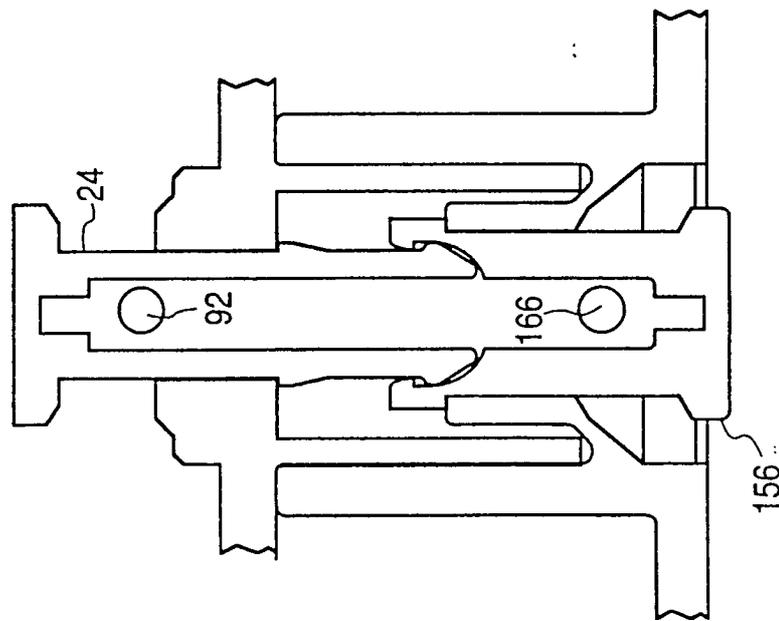


FIG. 23

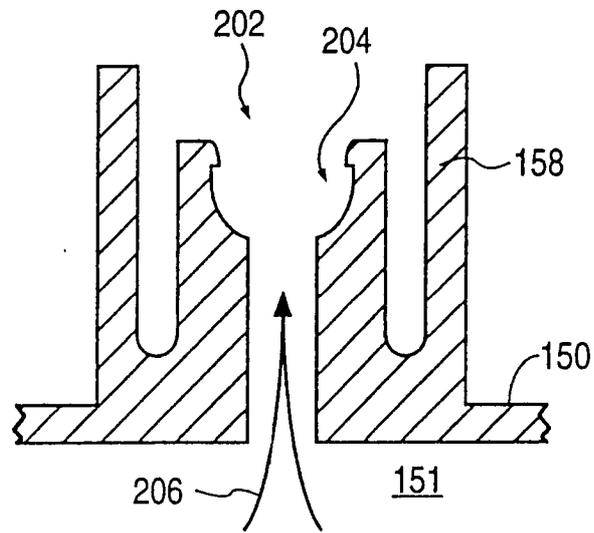


FIG. 25

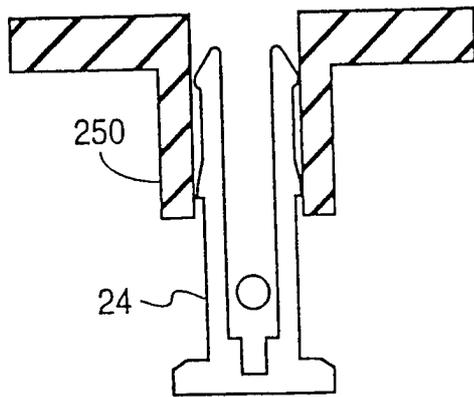


FIG. 26

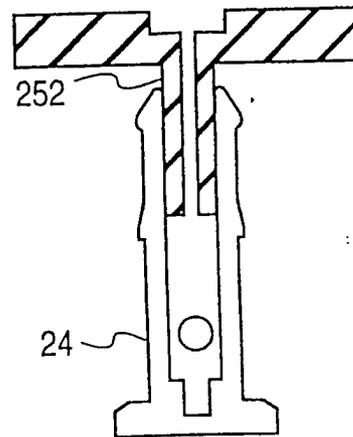
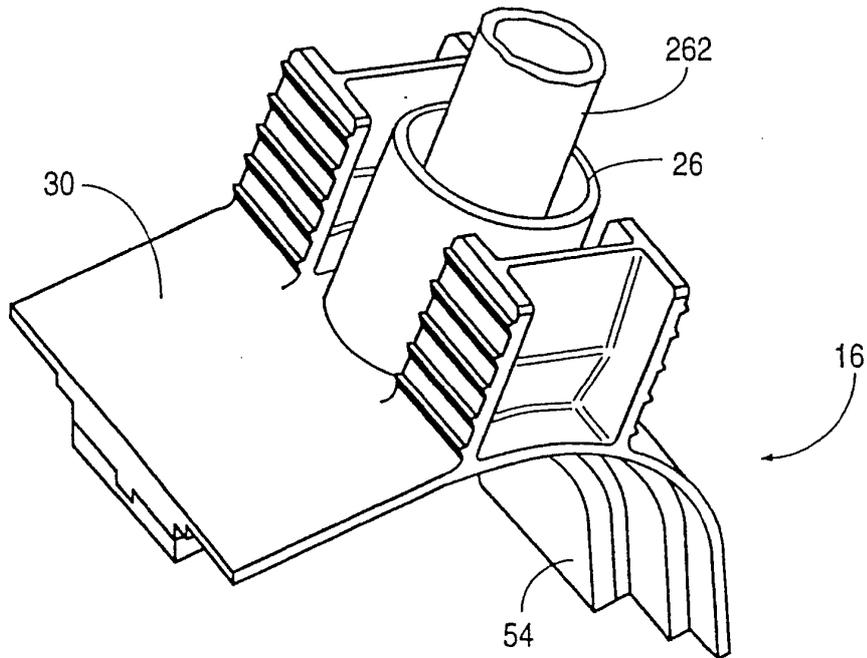
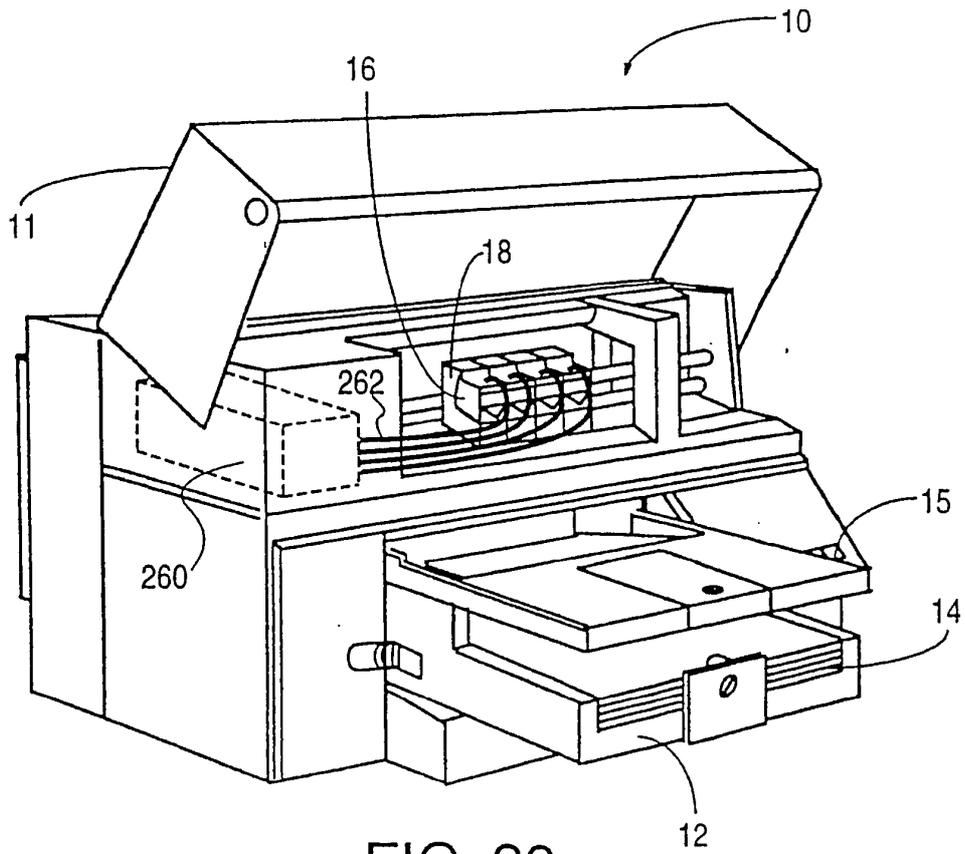


FIG. 27



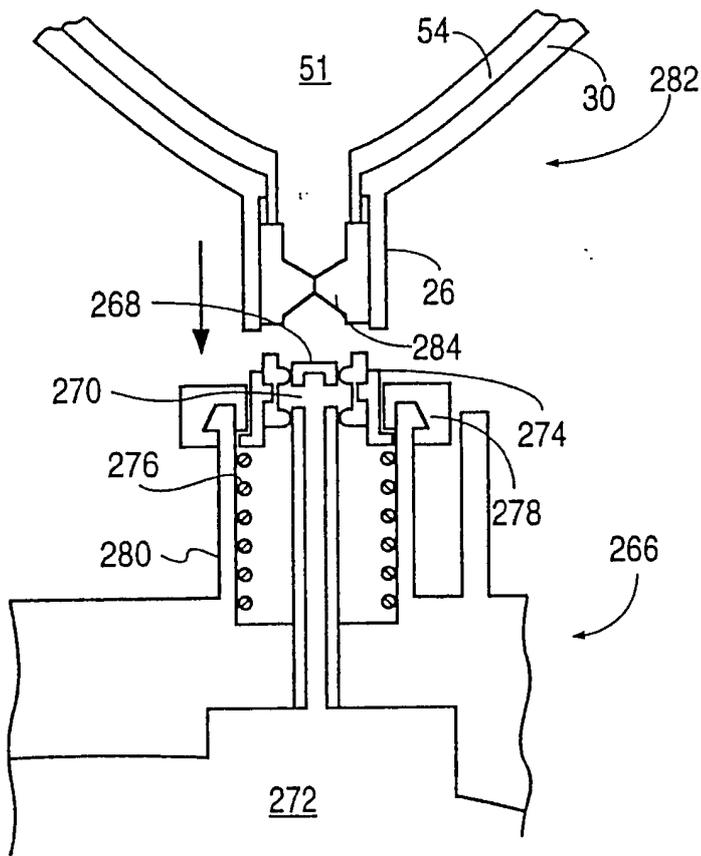


FIG. 30

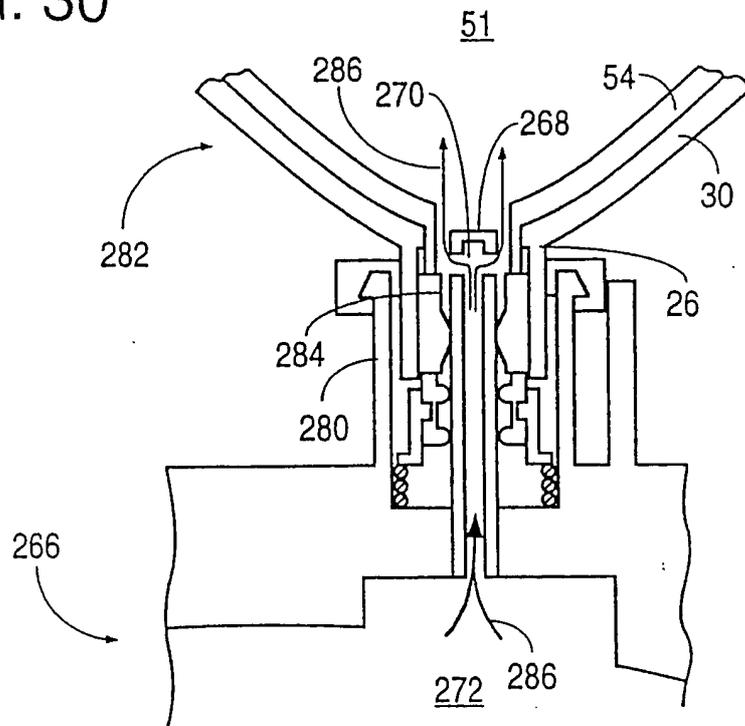


FIG. 31