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

(10) **DE 44 00 094 B4** 2005.12.15

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 44 00 094.4**
(22) Anmeldetag: **04.01.1994**
(43) Offenlegungstag: **07.07.1994**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.12.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B41J 2/205**
B41J 2/145

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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
08/000,375 04.01.1993 US

(73) Patentinhaber:
Xerox Corp., Rochester, N.Y., US

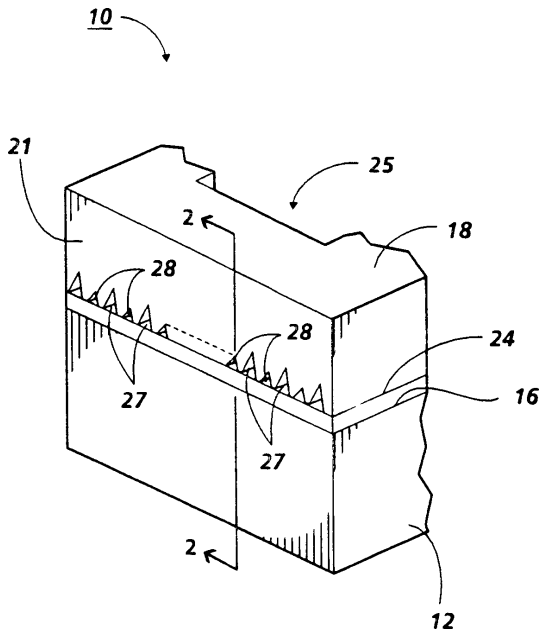
(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Rezanka, Ivan, Pittsford, N.Y., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 33 26 557 C2
DE 30 12 698 A1
US 50 59 989 A
US 50 16 191 A
US 50 12 257 A
US 49 99 646 A
US 47 46 935 A
US 44 12 226 A
US 43 53 079 A
US 42 80 144 A
US 39 77 007 A
US 51 75 567
JP 60179260 A (englischspr. Abstract);

(54) Bezeichnung: **Tintenstrahl-Druckkopf für Halbton- und Textdrucken**

(57) Hauptanspruch: Tintenstrahl-Druckkopf zur Verwendung in einem Drucker, um Tintentröpfchen aus Düsen darin auf ein Aufzeichnungsmedium auszustoßen, wobei wahlweise Textdrucken und Halbtondrucken durchführbar ist,
gekennzeichnet durch
Gruppen von Düsen (27, 28, 37) unterschiedlicher Größe, wobei die Düsengrößen innerhalb einer jeden Gruppe identisch sind, wobei die Gruppen von Düsen umfassen:
eine erste Anordnung von Düsen mit wenigstens zwei Düsen (27, 28) vorbestimmter unterschiedlicher Größe, aus denen die Tintentröpfchen mit unterschiedlichen Tintenvolumina ausgestoßen werden, wobei die Düsen (27, 28) einen vorbestimmten linearen Abstand zu abwechselnden Düsen (27, 28) haben, die eine von den zwei vorbestimmten Größen unterschiedliche Größe haben;
und eine zweite Anordnung von Düsen mit einer Mehrzahl von Düsen (37), die eine vorbestimmte Größe haben, die von den Düsengrößen in der ersten Anordnung unterschiedlich ist, wobei
die erste und zweite Anordnung von Düsen (27, 28, 37) gegenüberliegend und parallel zueinander angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft Tintenstrahl-Druckköpfe und insbesondere Heißtintenstrahl-Druckköpfe, die eine Druckleistung von Halbtonbildern bis zu hochauflösendem Textdrucken durch Steuerung der Bildbereichsüberdeckung aufweisen.

Stand der Technik

[0002] Bei einem Verfahren, zum Halbton- und/oder Grauwert-Drucken kann eine Bildelementstelle mit einem bis sieben Tröpfchen gedruckt werden, so dass acht Grauwertwerte geschaffen werden. Dies verlangt die wiederholte Verwendung des Heizelementes für den Druckkopf, um Tintentröpfchen aus den Druckkopfdüsen auszustoßen, wodurch somit die Lebensdauer des Heizelementes verringert und eine verringerte Druckgeschwindigkeit erzwungen wird. Bei einem anderen Verfahren zum Halbtondrucken, wie es beispielsweise in US 4 353 079 A beschrieben ist, stoßen mehrere Erzeugungsvorrichtungen für Tintentröpfchen gleichzeitig Tröpfchen in unterschiedlicher Zahl aus, um unterschiedliche entsprechende Tintentröpfchenvolumina an denselben Bildelementstellen zu erzielen. Diese Art von Grauwertdrucker verlangt, dass die Düsen genau in bezug zueinander ausgerichtet sind, so dass die Tintentröpfchen richtig innerhalb der Bildelementstelle auf dem Aufzeichnungsmedium ausgerichtet sind.

[0003] US 4 746 935 A offenbart einen Heißtintenstrahl-Drucker, der drei binär gewichtete Tropfenerzeugungseinrichtungen auf weist, die der Reihe nach ausgelöst werden, um ein Halbton-Druckverfahren mit acht Werten zu erzeugen.

[0004] Einer, zwei oder alle drei Tropfenerzeugungseinrichtungen stoßen der Reihe nach Tröpfchen unterschiedlichen Volumens auf dieselbe Bildelementstelle aus, wenn die Tropfenerzeugungsvorrichtungen über ein Aufzeichnungsmedium entlang bewegt werden. Zum Mehrfarbdrucken weist jede Tintenfarbe eine getrennte Reihe von drei binär gewichteten Tropfenerzeugungseinrichtungen auf.

[0005] US-A-5,059,989 von Eldridge u. a. offenbart einen Heißtintenstrahldrucker, dessen Heizelemente an dem Rand eines Substrates mit Adressierelektroden und der gemeinsamen Rückführung auf entgegengesetzten Oberflächen des Substrates vorliegen. Ein zweites Substrat mit einer Ausnehmung, die sich an einem Rand öffnet, iefert den Tintenbehälter, und eine Düsenplatte überdeckt die Ränder. Die Düsen in der Düsenplatte sind zu den Heizelementen ausgerichtet und weisen Ausnehmungen auf, um die Tinte zu den Düsen zu lenken, und liefern Sperren für die Tintenströmung, um ein Übersprechen zu verhindern. Zum Drucken mit hoher Auflösung werden zwei Druckkopfbereiche kombiniert, wobei ihre Düsen versetzt sind.

[0006] US-A-3,977,007 von Berry u. a. offenbart Abschattierungen von grau, die durch einen Tintenstrahldrucker erzeugt werden, indem eine vorbestimmte Anzahl von Tropfen an jeder Stelle oder Bildelementstelle innerhalb einer Matrixzelle abgesetzt werden. Die Anzahl von Tintentropfen, die die erwünschte Abschattierung erzeugen, basiert auf der Lage einer Stelle innerhalb der Matrixzelle, in der die Anzahl der Tropfen wahlweise einzeln eingestellt wird. Die erwünschte Dunkelheit oder Tondichte jeder Stelle in der Zelle wird unabhängig von jeder anderen Stelle in der Zelle bestimmt. Auf diese Weise kann ein Kontrast selbst dann aufrechterhalten werden, wenn ein Weiß-Schwarz-Übergang in der Mitte einer Zelle auftritt.

[0007] US-A-5,016,191 von Radochonski offenbart einen Bildelementprozessor, der die Zeilenbeschreibungen von dem Hauptprozessor in eine Bit-Tabelle für ein Halbtonbild umwandelt. Der Bildelementprozessor speichert anfangs Eingangsdaten von dem Hauptprozessor, die Intensitätsschwellenwerte für jedes Bildelement einer Halbtonzelle angeben. Wenn jede Zeile verarbeitet wird, adressiert der Bildelementprozessor eine Folge von Bildelementdatenworten und liest sie aus der Bit-Tabelle aus, wobei jedes Bildelementdatenwort wenigstens ein Bit enthält, das einem Bildelement entlang dem Weg der Zeile entspricht. Für jedes solches Bit bestimmt der Bitelementprozessor die Halbtonzellenposition des entsprechenden Bitelementes, bestimmt, ob der Intensitätsschwellenwert, der der Halbtonzellenposition zugeordnet wird, niederer als der Intensitätswert der Zeile ist und setzt entsprechend den Zustand des Bit. Nach einem geeigneten Abändern relevanter Bit von jedem Bildelementdatenwort speichert der Prozessor erneut das abgeänderte Bildelementdatenwort in dem Bit-Tabellenspeicher an derselben Adress.

[0008] US-A-4,280,144 von Bacon offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verbessern der Druckqualität bei einer Grobabtastung aber einer Bildverarbeitungseinrichtung für einen feinen Druck. Einem grob abgetasteten Bildelement wird ein Grauwertcode zugeordnet. Der zugeordnete Code zeigt die Eigenschaften des Reflexionsvermögens des Bildelementes an. Für eine feine Wiedergabe von grob abgetasteten Daten wird das grobabgetastete Bildelement mit wenigstens vier benachbarten, horizontalen und vertikalen Bildelementen aufsummiert, um ein feines Bildelement wiederzugeben, das eine Zelle von wenigstens vier Unterelementen oder druckbaren Bildelementen einer Wiedergabevorrichtung, wie ein Tintenstrahldrucker, umfaßt.

[0009] US-A-5,012,257 von Love u. a. offenbart ein Farb-Tintenstrahl-Drucksystem, bei dem jedes Bildelement von graphischen Daten verarbeitet wird, um

eine 2 × 2 Anordnung von Zellen zu bilden, wobei jede Zelle einem Bildelementbereich auf einem Aufzeichnungsmedium entspricht. Eine 2 × 2 Anordnung von Zellen wird als ein Superbildelement bezeichnet, und die graphischen Daten werden verarbeitet, um für jede Farbe ein Superbildelement zu bilden, wobei die Zellenlage und die Farbe des Tintentröpfchens angegeben wird, das auf jede Zelle angewendet werden soll. Die Superbildelemente werden so gesteuert, dass Tintentröpfchen nur in einem diagonal benachbarten Zellenpaar mit nicht mehr als zwei Tintentröpfchen pro Zelle und nicht mehr als drei Tintentröpfchen pro Superbildelement abgesetzt werden, wodurch gedruckte Bilder geschaffen werden, die die erwünschte Farbe und Farbsättigung auf weisen, während das Auslaufen über Farbfeldgrenzen minimiert wird.

[0010] US 4 999 646 A offenbart ein Tintenstrahldruckverfahren mit komplementärem Fleckmuster und einem Mehrfachdurchlauf. Bei der Verwendung des Verfahrens werden aufeinanderfolgend gedruckte Flecken von benachbarten Reihen gegeneinander versetzt, und es werden aufeinanderfolgend gedruckte Durchläufe gemacht, indem erste und zweite sich teilweise überlappende, komplementäre Fleckmuster auf einein Aufzeichnungsmedium abgesetzt werden. Somit ist der Fleckabstand in übereinstimmenden Fleckreihen innerhalb der überlappenden Bereiche der Punktmuster zwischen Flecken in dem ersten Muster und Flecken in dem zweiten Muster abgewechselt.

[0011] US 4 412 226 A offenbart eine Mehrzahl von Tintenstrahldruckköpfen, um Anordnungen von Zellen zu drucken, wobei jede Zelle in der Anordnung mit einem Tintentröpfchen veränderbare Größe druckbar ist, um Halbtonbilder zu erzeugen.

[0012] DE 3326557 C2 beschreibt ein Verfahren zur Erzeugung von Bildern, wobei ein Tintenstrahl-Druckkopf mit einer Mehrzahl von linear angeordneten Düsen von zwei unterschiedlichen Düsengrößen gezeigt ist.

Aufgabenstellung

[0013] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Tintenstrahl-Druckkopf und ein Verfahren zum Drucken von Halbton- oder Grauwertdrucken und Textdrucken mit hoher Auflösung zu schaffen.

[0014] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Tintenstrahl-Druckkopf gemäß Anspruch 1.

[0015] Ein Vorteil der Erfindung ist, einen Heißtintenstrahl-Druckkopf zu schaffen, der wenigstens zwei unterschiedliche Gruppen von Düsen unterschiedlicher Größe aufweist, von denen Tintentröpfchen unterschiedlichen Tintenvolumens wahlweise ausgestoßen werden, indem die damit verbundenen Heizelemente selektiv mit Energie versorgt werden, wodurch die Düsen einer Gruppe oder beider Gruppen wahlweise verwendet werden können, um Halbton und/oder Text zu drucken.

[0016] Bei der vorliegenden Erfindung weist ein Heißtintenstrahl-Drucker einen Druckkopf auf, der Tintentröpfchen auf ein Aufzeichnungsmedium in einer Weise ausstößt, die den Überdeckungsbereich steuert, indem Tröpfchen von einer von wenigstens zwei Gruppen von Düsen unterschiedlicher Größe oder von allen Düsen ausgestoßen werden. Der Druckkopf umfaßt zwei zueinanderpassende Substrate, wobei die gegenüberliegende Oberfläche eines Substrates eine Anordnung von passivierten Heizelementen und Adressierungselektroden aufweist und die andere gegenüberliegende Oberfläche eine Mehrzahl von Kanälen enthält, die abwechselnd mit Düsen von den wenigstens zwei Gruppen in Verbindung stehen. Jede Düsengruppe besitzt Düsen gleicher Größe, aber jede Düsengruppe weist eine unterschiedliche Düsengröße auf, so daß ein vorbestimmtes Volumen an Tinte von jeder der Düsen unterschiedlicher Größe ausgestoßen wird.

[0017] Bei einer anderen Ausführungsform sind die lineare Anordnung von Heizelementen und Treiberschaltung auf gegenüberliegenden Oberflächen eines ersten Substrates zusammen mit einem gemeinsamen Tintenbehälter gebildet, der in dem ersten Substrat gebildet ist und mit den Kanälen und den Düsen in Verbindung steht. Ein zweites und ein drittes Substrat, von denen jedes lineare Anordnungen von parallelen Tintenkanälen und Düsen aufweist, die auf seiner einen Seite gebildet sind, ist zu den gegenüberliegenden Oberflächen des ersten Substrates ausgerichtet und mit ihnen verbunden, um die Bildung von Tintenströmungskanälen und Düsen zu vervollständigen und ein Heizelement in jedem Kanal mit einem vorbestimmten Abstand stromaufwärts der Düse anzuordnen, so daß das zweite und das dritte Substrat das erste Substrat zwischen sich eingefügt haben.

[0018] Wenn Halbton- oder Grauwert-Drucken erwünscht ist, werden verschiedene Kombinationen von Düsen unterschiedlicher Gruppen verwendet, um eine Halbtonzelle zusammenzusetzen, und wenn Textdrucken mit hoher Auflösung erwünscht ist, werden entweder die Düsen der einen Gruppe oder die Düsen von beiden Gruppen in einer festgelegten Kombination verwendet, Tintentröpfchen auszustoßen. Der Druckkopf kann eine einzige Einheit oder eine Mehrheit solcher einzelnen Druckkopfeinheiten sein, die endweise an einer Oberfläche einer Tragleiste oder an entgegengesetzten Oberflächen davon aneinanderstoßen, um einen Druckkopf mit der Weite einer Seite zu bilden. Wenn eine einzelne Einheit verwendet wird, wird sie auf einem Schlitten zu einer

Querbewegung in zwei Richtungen über die Weite eines Aufzeichnungsmediums angebracht. Das Aufzeichnungsmedium wird während des Druckens ortsfest gehalten, dann um die Strecke eines gedruckten Durchlauf es vor aufeinanderfolgenden anschließenden Querbewegungen weitergeschaltet, während der auf einanderfolgende Durchläufe gedruckt werden und das Aufzeichnungsmedium weitergeschaltet wird, bis das gesamte Aufzeichnungsmedium bedruckt worden ist. Wenn ein Druckkopf mit der Weite einer Seite verwendet wird, ist der Druckkopf fest in dem Drucker angebracht und das Aufzeichnungsmedium wird an ihm vorbei mit einer konstanten Geschwindigkeit und in einer Richtung senkrecht zu dem Druckkopf bewegt.

[0019] Ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung kann erhalten werden, indem die folgende, ins einzelne gehende Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet wird, in denen gleiche Bezugszeichen die gleichen Teile bezeichnen.

Ausführungsbeispiel

[0020] Der Erfindungsgegenstand wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 eine vergrößerte, teilweise gezeigte, schematische, isometrische Ansicht des Druckkopfes der vorliegenden Erfindung als eine einzelne Einheit für einen Drucker vom Typ mit einem Schlitten, wobei eine Heizplatte und eine Kanalplatte gezeigt sind, die zueinander passen, und eine Dickfilm-Schicht zwischen ihnen eingefügt ist, und wobei zwei Gruppen von Düsen unterschiedlicher Größe gezeigt sind, die abwechselnd mit gleichen Mitten beabstandet sind,

[0022] Fig. 2 eine vergrößerte Querschnittsansicht der Fig. 1, wenn man entlang der Linie 2-2 durch eine ihrer Düsen betrachtet,

[0023] Fig. 3 eine Vorderansicht des Druckkopfes der Fig. 1,

[0024] Fig. 4 eine Vorderansicht eines typischen Druckkopfes nach dem Stand der Technik,

[0025] Fig. 5 eine teilweise gezeigte, isometrische Ansicht der Heizplatte der Fig. 1, wobei die Kanalplatte und die Dickfilm-Schicht entfernt sind, um darauf die Heizelemente unterschiedlicher Größe zu zeigen,

[0026] Fig. 6 eine Vorderansicht einer andersartigen Ausführungsform einer einzelnen Druckkopfeinheit der vorliegenden Erfindung,

[0027] Fig. 7 eine Querschnittsansicht des Druckkopfes der Fig. 6, wenn man entlang der Linie 7-7 davon blickt,

[0028] Fig. 8 drei Spalten von gedruckten Tröpfchen von dem Druckkopf der Fig. 1, von denen zwei durch die Düsen jeder Größe getrennt gedruckt sind und eine dritte Spalte von gedruckten Tröpfchen durch alle Düsen beider Größen gedruckt ist,

[0029] Fig. 9 fünf Spalten von von dem Druckkopf der Fig. 6 gedruckten Tröpfchen, wobei drei mit den Düsen jeder Größe getrennt gedruckt sind und von den verbleibenden zwei Spalten gedruckter Tröpfchen eine mit den Düsen auf einer Seite der Kanalplatte gedruckt ist, die zwei unterschiedliche Größen hat, und eine von allen Düsen von beiden Seiten der Kanalplatte gedruckt ist,

[0030] Fig. 10 das Drucken mit einem Druckkopf nach dem Stand der Technik, wie er in Fig. 4 gezeigt ist,

[0031] Fig. 11 das Drucken mit dem Druckkopf der vorliegenden Erfindung,

[0032] Fig. 12 einen Druckkopf in der Breite einer Seite, der eine Mehrzahl von einzelnen Einheiten der Druckkopfeinheit der Fig. 1 umfaßt, wobei die Druckkopfeinheit von Heizplatte zu Heizplatte gestapelt sind und an eine Halteleiste anstoßen,

[0033] Fig. 13 eine teilweise gezeigte Querschnittsansicht des Druckkopfes in der Breite einer Seite, wenn man entlang der Linie 13-13 der Fig. 12 blickt,

[0034] Fig. 14 eine andersartige Ausführungsform des Druckkopfes in der Breite einer Seite der Fig. 12,

[0035] Fig. 15 eine Querschnittsansicht des Druckkopfes in der Breite einer Seite der Fig. 14, wenn man entlang der Linie 15-15 davon blickt,

[0036] Fig. 16 eine Halbtonzelle mit einem Raster von 150,

[0037] Fig. 17 eine Halbtonzelle mit einem Raster von 200,

[0038] Fig. 18-Fig. 23 verschiedene Halbtonzellenwerte mit einem Raster von 150,

[0039] Fig. 24 eine Tonkurve des unteren Endes der Tonwiedergabekurve für diese Erfindung gegen das untere Ende der Tonwiedergabekurve, die mit Flecken gleicher Größe von einem Drucker höherer Auflösung nach dem Stand der Technik gedruckt ist,

[0040] Fig. 25 eine Tonkurve des hohen Endes der Tonwiedergabekurve für diese Erfindung gegen das

hohe Ende der Tonwiedergabekurve, die mit Flecken gleicher Größe von einem Drucker höherer Auflösung nach dem Stand der Technik gedruckt ist,

[0041] Fig. 26 und Fig. 27 zwei unterschiedliche Halbtonzellenwerte mit einem Raster von 200.

[0042] In Fig. 1 ist eine vergrößerte, schematische, isometrische Ansicht des Druckkopfes **10** mit einer linearen Anordnung von Düsen an der Vorderkante oder Vorderseite **21** gezeigt, die zwei unterschiedliche Größen haben, große und kleine Düsen **27** bzw. **28**, die entlang der Anordnung mit abwechselnder Größe gleichbeabstandet sind. Es wird auch auf die Fig. 2 Bezug genommen, die später erörtert wird, wo das untere, elektrisch isolierende Substrat oder Heizplatte **12** die Heizelemente **14** aufweist und Adressierelektroden (nicht gezeigt) auf seiner Oberfläche **16** als Muster angeordnet sind, während das obere Substrat oder die Kanalplatte **18** abwechselnd große und kleine, parallele Nuten **19** bzw. **20** aufweist, die sich in einer Richtung erstrecken und die vordere Seitenkante **21** des oberen Substrates durchdringen, wobei sie Düsen **27**, **28** bilden.

[0043] Das andere Ende der großen und kleinen Nuten endet jeweils an einer abgeschrägten Wand $\mathbf{17}_1$ bzw. $\mathbf{17}_2$, die einer inneren Ausnehmung **26** benachbart ist. Die innere Ausnehmung **26** wird als der Tintenvorratsbehälter verwendet, um die Tintenkanäle **19**, **20** durch Kapillarwirkung zu füllen. Der Behälter **26** erstreckt sich durch die Dicke der Kanalplatte hindurch und sein offener Boden wird als ein Tinteneinlaß **25** verwendet. Die Oberfläche der Kanalplatte mit den Nuten ist zu der Heizplatte **12** ausgerichtet und mit ihr verbunden, so daß jeweils eines der Mehrzahl von Heizelementen **14** in jedem Kanal angeordnet ist, der durch die Nuten und die Heizplatte gebildet wird. Tinte tritt in den Behälter, der durch die Ausnehmung **26** und die Heizplatte **12** gebildet ist, durch den Einlaß **25** ein, und füllt durch Kapillarwirkung die Kanäle **19**, **20**, indem sie durch eine längliche Ausnehmung **38** fließt, die in der Dickfilm-Isolierschicht **24** gebildet ist. Die Tinte an jeder Düse befindet sich unter einem etwas negativem Druck und bildet einen Meniskus, dessen Oberflächenspannung verhindert, daß die Tinte abtropft. Die Schicht **24** ist eine Dickfilm-Passivierungsschicht, die später erörtert wird und zwischen der Heizplatte und der Kanalplatte eingefügt ist. Diese Schicht wird geätzt, um die Heizelemente freizulegen, so daß sie in einer Vertiefung **23** angeordnet sind, und sie wird geätzt, um die längliche Ausnehmung **38** zu bilden, um einen Tintenfluß zwischen der Verzweigung **26** und den Tintenkanälen **19**, **20** zu ermöglichen.

[0044] Eine Querschnittsansicht der Fig. 1 ist entlang der Linie 2-2 durch einen kleinen Kanal **20** hindurch genommen und als Fig. 2 gezeigt, um zu zeigen, wie die Tinte von der Verzweigung **26** und um die abgeschrägte Wand **17** der Nuten **19**, **20** fließt, wie es durch den Pfeil **29** dargestellt ist. Eine Mehrzahl von Sätzen von blasenerzeugenden Heizelementen **14** und deren Adressierelektroden ist als Muster auf einer der feingeschliffenen Oberflächen eines auf zwei Seiten feingeschliffenen (100) Siliziumwafers aufgebracht. Eine Mehrzahl von Druckköpfen **10** kann auf einer Oberfläche einer Tragleiste **13**, die in Fig. 2 mit unterbrochener Linie gezeigt ist, in einer Ende an Ende anstoßenden Weise zusammengebaut werden, um einen Druckkopf in der Breite einer Seite zu bilden. Andere Druckköpfe in der Breite einer Seite werden später unter Bezugnahme auf die Fig. 12-Fig. 15 erörtert.

[0045] Bei der bevorzugten Ausführungsform werden Polysilizium-Heizelemente verwendet und eine Wärmeoxidschicht (nicht gezeigt) aus Siliziumdioxid wird auf das Polysilizium in Hochtemperaturdampf auf gewachsen. Die Wärmeoxidschicht wird typischerweise bis zu einer Dicke von 0,5 bis I Mikrometer auf gewachsen, um die Heizelemente vor der leitenden Tinte zu schützen und zu isolieren. Das Wärmeoxid wird an den Rändern der Polysilizium-Heizelemente zum Anbringen von Adressierelektroden (nicht gezeigt) entfernt, die dann mit einem Muster versehen und abgesetzt werden. Vor der Passivierung der Elektroden kann wahlweise eine Tantal (Ta)-Schicht (nicht gezeigt) bis zu einer Dicke von ungefähr I Mikrometer auf der Schutzschicht des Heizelementes zu seinem zusätzlichen Schutz gegen Cavitationskräfte abgesetzt werden, die durch die zusammenbrechenden Tintendampfblasen während des Druckkopfbetriebes erzeugt werden. Zur Passivierung der Elektroden wird eine zwei Mikrometer dicke phosphordotierte CVD Siliziumdioxidschicht (nicht gezeigt) über der gesamten Waferoberfläche abgesetzt, einschließlich der Mehrzahl von Sätzen von Heizelementen und Adressierelektroden. Die Passivierungsschicht liefert eine Ionensperre, die die freien Elektroden gegen die Tinte schützt. Andere Ionensperren können verwendet werden, wie beispielsweise Polyimid und Plasma-Nitrid. Eine wirksame Ionentrennschicht wird erreicht, wenn ihre Dicke zwischen 1.000 Angstrom und 10 Mikrometer liegt, wobei die bevorzugte Dicke I Mikrometer ist. Als nächstes wird eine isolierende Schicht **24** vom Dickfilmtyp, wie beispielsweise Polyimid, auf der Passivierungsschicht gebildet, die eine Dicke von zwischen 10 und 100 Mikrometer und vorzugsweise im Bereich von 25 bis 50 Mikrometer hat. Die Dickfilm-Schicht **24** wird fotolithographisch bearbeitet, um Ätzen und Entfernen derjenigen Bereiche der Schicht **24** über jedem Heizelement (zum Bilden der Vertiefungen **23**) und die längliche Ausnehmung **38** zu ermöglichen, um einen Tintendurchlass von der Verzweigung **26** zu den Tintenkanälen **19**, **20** bereitzustellen.

[0046] Die Kanalplatte wird aus einem zweiseitig

feingeschliffenen (100) Siliziumwafer (nicht gezeigt) gebildet, um eine Mehrzahl von Kanalplatten für den Druckkopf zu erzeugen. Nachdem der Wafer chemisch gesäubert worden ist, wird eine pyrolitische CVD Siliziumnitridschicht (nicht gezeigt) auf beiden Seiten abgesetzt. Die Siliziumnitridschicht auf einer Seite des Wafers wird fotolithographisch gemustert, um eine Mehrzahl von relativ großen Bahnen und eine Mehrzahl von Sätzen von länglichen, parallelen Kanalbahnen zu bilden, die gleiche Längen, aber abwechselnde, vorbestimmte Weiten haben, die, wenn sie in einem anisotropen Ätzbad angeordnet werden, die relativ großen rechteckförrnigen Ausnehmungen **26** und die Sätze von länglichen, parallelen Kanalausnehmungen **19**, **20** bilden, die abwechselnd große und kleine Querschnittsflächen haben, die schließlich die Tintenbehälter und die Kanäle der Druckköpfe werden. Nachdem die Tintenbehälter und Kanäle geätzt worden sind, wird. vorzugsweise die Siliziumnitridschicht entfernt. Die Oberfläche **15** (siehe Fig. 2) der Kanalplatte, die den Behälter und die Kanalausnehnungen enthält, sind Abschnitte der ursprünglichen Waferoberfläche, auf die später ein Klebemittel aufgebracht wird, um sie mit dem Substrat zu verbinden, das die Mehrzahl von Sätzen von Heizelementen mit der gemusterten Dickfilm-Schicht darauf enthält. Die zueinanderpassenden Wafer mit der gemusterten Film-Schicht dazwischen werden dann in eine Mehrzahl von einzelnen Druckköpfen unterteilt, beispielsweise durch ein Schneideverfahren für Chip. Einer der endgültigen Abschneideschnitte erzeugt die Endseite **21** und öffnet ein Ende der länglichen Nuten **19**, **20**, wodurch die Düsen **27**, **28** erzeugt werden. Die anderen Enden der Kanalnuten **19**, **20**, bleiben durch die Enden **17** geschlossen. Jedoch ordnet die Ausrichtung der Kanalplatte zu der Heizplatte und ihre Verbindung mit ihr die Enden $\mathbf{17}_1$, $\mathbf{17}_2$ der Kanäle **19**, **20** unmittelbar über der länglichen Ausnehmung **38** in der Dickfilm-Isolierschicht **18** an, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, wodurch der Tintenfluß in die Kanäle von dem Behälter ermöglicht wird, wie es durch den Pfeil **29** dargestellt ist. Die längliche Ausnehmung **38** kann eine lineare Anordnung einzelner, länglicher Ausnehmungen sein, eine für jeden Kanal, und kann die gleiche Weite wie der jeweilige Kanal haben.

[0047] Eine vergrößerte, schematische Vorderansicht des Druckkopfes **10** der Fig. 1 ist in Fig. 3 gezeigt, um genauer die abwechselnde Größe der linearen Anordnung von Düsen **27**, **28** zu zeigen. Um einen Druckkopf in der Weite einer Seite zu bilden, wird eine Mehrzahl von Druckköpfen **10** auf einer Tragleiste (siehe Fig. 2) in einer anstoßenden, Ende an Ende Beziehung angeordnet, wobei die Düsen und Düsenseiten alle koplanar sind. Zum Vergleich zeigt Fig. 4, daß die Düsen **51** eines Druckkopfes **22** nach dem Stand der Technik den gleichen Düsenabstand "s" haben, jedoch weisen die Düsen alle die gleiche Größe auf. Wie es oben erörtert worden ist, umfaßt der Druckkopf **10** der vorliegenden Erfindung eine Heizplatte **12**, eine Kanalplatte **18** und eine dazwischenliegende Dickfilm-Schicht **24**, die dazwischen eingefügt ist. Die Dickfilm-Schicht ist mit einem Muster ausgebildet, um die Heizelemente $\mathbf{14}_1$, $\mathbf{14}_2$ freizulegen, die mit unterbrochener Linie gezeigt sind, wodurch sie in Vertiefungen **23** angeordnet werden, wie es ebenfalls mit unterbrochener Linienführung gezeigt ist, und um eine längliche Ausnehmung oder Graben **38** (siehe Fig. 2) zwischen den abgeschrägten Endwänden $\mathbf{17}_1$, $\mathbf{17}_2$ des Kanals und dem Behälter **26** zu bilden, um einen Tintenströmungsweg bereitzustellen. Der Düsenabstand ist zwischen 200 und 1600 pro Linearzoll für alle Düsen abwechselnder Größe, und die Düsen sind gleich beabstandet. Bei einer Ausführungsform ist der Abstand der Mitten der großen Düsen **27** 1/600 Zoll, und die dazwischenliegenden, kleinen Düsen **28** haben ebenfalls Mittenabstände von 1/600 Zoll, so daß der Abstand von Mitte zu Mitte zwischen einer großen Düse und ihrer benachbarten, kleinen Düse 1/1200 Zoll ist. Der Abstand zwischen jeder Düse ist "s", und der Abstand zwischen Düsen gleicher Größe ist "2s", so daß der Abstand zwischen großen und kleinen Düsen in derselben Kanalplatte "s" ist, wie es in den Fig. 3 und Fig. 6 gezeigt ist. Das Drucken von Textbildern mit Qualität und hoher Auflösung kann, wie es in Fig. 11 gezeigt ist, dadurch erreicht werden, daß entweder die großen oder die kleinen Düsen, aber vorzugsweise beide in fester Kombination, verwendet werden, um Tintentröpfchen auszustoßen. Die kleineren Düsen bei der Ausführungsform, die s = 1/600 Zoll oder 42 µm haben, stoßen ein Tintentröpfchen aus, das einen Kreisfleck oder Punkt **36** auf dem Aufzeichnungsmedium erzeugt, der einen Durchmesser (d_s) von ungefähr 10 µm hat. Die größeren Düsen der Ausführungsform, die s = 1/600 Zoll oder 42 µm haben, stoßen ein Tintentröpfchen aus, das einen kreisförmigen Fleck **35** auf dem Aufzeichnungsmedium erzeugt, der einen Durchmesser (d_l) von ungefähr 52 µm hat. Somit sind die Flecken von den größten Düsen ungefähr fünfmal größer als die Flecken von den kleineren Düsen.

[0048] Es wird nun auf die Fig. 8 Bezug genommen, in der die Spalte A eine Spalte von gedruckten großen und kleinen Flecken oder Bildelementen **35**, **36** von einem einzelnen Druckkopf zeigt, der zum Hin- und Herdrucken in zwei Richtungen ausgerichtet ist, so daß die Düsenanordnung vertikal und senkrecht zu der Hin- und Herbewegungsrichtung ist, wie es durch den Pfeil **11** angezeigt ist, wobei die Tintentröpfchen von den großen und kleinen Druckkopfdüsen zum Textdrucken verwendet werden. Die Spalte B zeigt nur gedruckte, kleine Bildelemente und die Spalte C zeigt nur große, gedruckte Bildelemente. Alle Spalten besitzen die gleiche Höhe "h", die gleich der vertikalen Höhe des Druckkopfes **10** ist.

[0049] Es wird auf die Fig. 10 Bezug genommen; es

sind zwei Reihen von etwas einander überlagernden Flecken oder Bildelementen **44** gezeigt, die mit Tintentröpfchen von einem Druckkopf **22** (Fig. 4) mit Düsen einer einzigen Größe nach dem Stand der Technik gedruckt worden sind, wobei die Hin- und Herbewegungsrichtung des Druckkopfes durch den Pfeil **11** angezeigt ist. Es wird auf die ausgewölbte oder wellenförmige Wirkung **43** hingewiesen, die entlang des horizontalen Randes erzeugt wird, wie es durch die sich ändernde Abmessung "w" von der durchgehenden Flächenbedeckung angegeben ist, die durch die unterbrochene Linie **45** gekennzeichnet ist. In Fig. 11 sind zwei Reihen von sich etwas einander überlappenden Bildelementen **35**, **36** gezeigt, die mit Tintentröpfchen von dem großen und kleinen Düsen der vorliegenden Erfindung gedruckt worden sind, wobei die Hin- und Herbewegungsrichtung des Druckkopfes auch durch einen Pfeil **11** gezeigt ist. Die großen Bildelemente **35** der Fig. 11 haben ungefähr den gleichen Durchmesser wie die Bildelemente **44** in Fig. 10. Jedoch ist der Auswölbungseffekt entlang des Außenrandes durch die kleinen Bildelemente **36** verringert.

[0050] Es wird auf die Fig. 5 Bezug genommen, in der eine vergrößerte, teilweise dargestellte, isometrische Ansicht der Heizplatte **12** gezeigt, wobei die Heizelemente $\mathbf{14}_1$, $\mathbf{14}_2$ und Adressierelektroden $\mathbf{32}_1$, $\mathbf{32}_2$ und eine gemeinsame Rückleitung **34** dargestellt sind, bevor die Dickfilm-Schicht **24** aus Polyimid darauf aufgeschichtet worden ist. Wie es aus der Tintenstrahltechnologie gut bekannt ist, besitzen die Düse und die zugeordnete Kanalgröße eine unmittelbare Beziehung zu der Größe und Lage des Heizelementes in bezug auf seine Düse. Somit weisen die kleineren Düsen kleinere Heizelemente $\mathbf{14}_2$ auf, die eine vorbestimmte Strecke Y stromaufwärts der Düsen angeordnet sind, während die größeren Düsen größere Heizelemente $\mathbf{14}_1$ aufweisen können, die mit einer vorbestimmten Strecke X stromaufwärts von der Düse angeordnet sind, wobei die Strecke X größer als die Strecke Y ist. Das Tintenvolumen zwischen den Heizelementen und den Düsen bestimmt das Tintenvolumen in einem aus den Düsen ausgestoßenen Tröpfchen.

[0051] Fig. 6 ist eine vergrößerte, schematische Vorderansicht des Druckkopfes **30**, eine andersartige Ausführungsform des Druckkopfes **10** in Fig. 1 und ebenso hergestellt, und Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht des Druckkopfes **30**, wenn man entlang der Linie 7-7 in Fig. 6 blickt. Der Druckkopf **30** wird aus einer Kombination von drei Wafern (nicht gezeigt) hergestellt, wobei ein Heizwafer mit Heizelementen $\mathbf{14}_1$ und $\mathbf{14}_2$ zusammen mit einer zugeordneten Adressierschaltung auf einer Oberfläche und Heizelementen $\mathbf{14}_3$ mit zugeordneter Adressierschaltung auf der entgegengesetzten Oberfläche sowie zwei Kanalwafer verwendet werden. Dickfilm-Schichten **24** aus Polyimid werden auf den Oberflächen des Heizwafers gebildet, der die Heizelemente $\mathbf{14}_1$, $\mathbf{14}_2$, $\mathbf{14}_3$ und die Adressierungsschaltung hat, so daß, wenn die zwei Kanalwafer **18** mit den Kanälen und den Behältern auf einer ihrer Oberfläche zu den entgegengesetzten Oberflächen des Heizwafers ausgerichtet und mit ihnen verbunden werden, die Polyimidschicht **24** zwischen jeden Kanalwafer und den Heizwafer eingefügt ist. Die Dickfilm-Schichten **24** sind mit einem Muster in einer ähnlichen Weise wie bei dem Druckkopf der Fig. 1-Fig. 3 versehen, um Vertiefungen $\mathbf{23}_1$, $\mathbf{23}_2$, $\mathbf{23}_3$ über den Heizelementen und eine Tintenströmungsumleitung **38** zu bilden. Die Anordnung der größten Kanäle **31** (Fig. 7) ist in der Oberfläche eines Kanalwafers, der die größten Düsen **37** aufweist, während die mittleren und kleinsten Kanäle $\mathbf{19}_1$ bzw. $\mathbf{20}_1$, die die Düsen **27** bzw. 28 ergeben, in einer Oberfläche des anderen Kanalwafers in einer abwechselnden Weise vorhanden sind, aber die gleiche Anzahl pro linearem Zoll haben, wie es durch den Abstand von Mitte zu Mitte "s" angegeben ist. Die Düsen **37** sind gegen die abwechselnden mittleren und kleinsten Düsen **27** bzw. 28 um einen halben Abstand s/2 versetzt.

[0052] Nachdem die zwei Kanalwafer zu den entgegengesetzten Oberflächen der Heizplatte $\mathbf{18}_1$ ausgerichtet und mit ihnen verbunden sind, werden die Wafer in eine Mehrzahl von einzelnen Druckköpfen **30** aufgeteilt. Die Kanalplatten oder Wafer werden hergestellt, wie es oben geoffenbart worden ist, wobei der Heizwafer die Sätze von Heizelementanordnungen und die zugeordnete Adressierschaltung aufweisen muß, die auf seinen Seiten ausgebildet sind. Wie es in Fig. 6 gezeigt ist, weisen die größten Düsen **37** eine Höhe oder Höhenerstreckung "a" auf, die mittleren Düsen $\mathbf{19}_1$ weisen eine Höhe "b" auf und die kleinsten Düsen $\mathbf{20}_1$ weisen eine Höhe "c" auf, und alle die anisotrop geätzten Kanäle besitzen dreieckförmige Querschnittsflächen mit Wänden, die den {111} Kristallebenen des Siliziumwafer folgen. Demgemäß weist der Druckkopf **30** eine erhöhte Druckauflösung gegenüber dem Druckkopf **10** auf, der in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigt ist.

[0053] Bezug nehmend auf die Fig. 9 sind fünf Spalten A bis E an Druck gezeigt. Wie in Fig. 8 ist der Druckkopf **30** der Fig. 6 zum Hin- und Herbewegungsdrucken in zwei Richtungen ausgerichtet, so daß die Düsen vertikal und senkrecht zu der Hin- und Herbewegungsrichtung sind, wie es durch den Pfeil **11** angegeben ist. Die Spalte A zeigt eine Spalte von Bildelementen, die mit von allen Düsen ausgestoßenen Tröpfchen gedruckt ist, wohingegen die Spalte von Bildelementen, die in der Spalte B gedruckt sind, von den mittleren und kleinsten Düsen **27**, **28** von einer Seite der Druckkopf-Kanalplatte **18** gedruckt worden sind, und die Spalte von Bildelementen, die in der Spalte E gedruckt worden sind, ist von Tröpfchen von den größten Düsen **37** auf der anderen Seite der Druckkopf-Kanalplatte gedruckt. Bildelemente, die in

den Spalten C und D gedruckt sind, sind von den Tröpfchen gebildet, die getrennt aus den mittleren und kleinsten Düsen ausgestoßen worden sind. Die Spaltenhöhe für alle gedruckten Spalten ist durch die Strecke "h" angegeben und stellt die gesamte Druckbreite des Druckkopfes dar. Nach jedem Druckdurchlauf von dem Druckkopf wird das Aufzeichnungsmedium (nicht gezeigt) um die Strecke h weitergeschaltet, und der nächste Durchlauf wird gedruckt. Das Aufzeichnungsmedium wird nach jedem Durchlauf weitergeschaltet und es wird gedruckt, bis die gesamte Oberfläche des Aufzeichnungsmediums mit Druck bedeckt ist.

[0054] Fig. 12 ist eine schematiche, isometrische Ansicht eines Druckkopfes **52** in der Breite einer Seite, der durch ein Anstoßen von Ende an Ende aus einer Mehrzahl von Druckköpfen **10** auf einer Halteleiste **13** zusammengebaut ist. Der Druckkopf in der Breite einer Seite kann zusammengebaut werden, indem getrennte Druckköpfe **10**, wie sie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt sind, aneinander angepaßt werden, so daß ihre Düsen und Düsenseiten koplanar sind und ihre Tinteneinlässe ausgerichtet und zueinander angepaßt sind. Eine erste Reihe von aneinanderstoßenden Druckköpfen wird umgekehrt, so daß ihre Einlässe **25** zu den inneren Öffnungen **42** ausgerichtet sind, wenn sie in Berührung mit einer Oberfläche der Halteleiste **13** liegen. Ein gemeinsamer innerer Durchlaß **39** ist mit einem Tintenvorrat (nicht gezeigt) durch eine innere Leitung **46** verbunden, während die inneren Öffnungen **42** die Druckkopfeinlässe **25** in Verbindung mit dem gemeinsamen Durchlaß **39** anordnen. Eine zweite Reihe von aneinander anstoßenden Druckköpfen **10** sitzt oben auf der ersten Reihe, wobei deren Heizplatten **12** miteinander in Berührung sind. Die Einlässe **25** der zweiten Reihe von Druckköpfen wird mit Tinte von einer Tintenverzweigung **49** durch Verzweigungsauslässe **47** versorgt, die zu den Druckkopfeinlässen ausgerichtet sind. Der Schlauch **33** ist mit der Verzweigung **49** verbunden, um eine geeignete Versorgung von Tinte darin von einem Tintenvorrat (nicht gezeigt) aufrechtzuerhalten. Eine gedruckte Schaltungsplatte **50** ist an einer Stufe **48** der Halteleiste **13** gehalten und liefert die elektrische Schnittstelle zu der Druckersteuerung (nicht gezeigt) und Stromversorgungen (nicht gezeigt). Die einzelnen Druckköpfe **10**, die zusammengebaut sind, den Druckkopf **52** in der Weite einer Seite zu bilden, sind mit der Drucker-Schaltungsplatte über Drahtverbindungen **54** verbunden.

[0055] Fig. 13 ist eine Schnittansicht des Druckkopfes **52** in der Weite einer Seite, wenn man entlang der Linie 13-13 blickt. Bei dieser Querschnittsansicht sind zwei Reihen von Druckköpfen **10** aneinanderangepaßt, so daß ihre Einlässe **25** in entgegengesetzte Richtungen zur Aufnahme von Tinte weisen, einer von der Verzweigung **49** und der andere von dem inneren, gemeinsamen Durchlaß **39** in der Halteleiste **13**. Die Halteleiste dient nicht nur als eine Tintenquelle sondern auch als eine Wärmesenke, um die während des Druckvorganges erzeugte Wärme zu steuern und zu lenken. Alternativ könnte eine einzelne Reihe von Druckköpfen **30** der Fig. 6 und Fig. 7 auf der Halteleiste **13** zusammengebaut werden, um einen anderen Druckkopf mit der Weite einer Seite zu bilden (nicht gezeigt). Dieser alternative Druckkopf mit Seitenbreite unterscheidet sich von dem Druckkopf **52** mit Seitenbreite der Fig. 12 nur darin, daß er eine gemeinsame Heizplatte statt zweier, getrennter Heizplatten hat.

[0056] Fig. 14 ist eine schematische, isometrische Ansicht einer alternativen Ausführungsform eines Druckkopfes **55** in Seitenbreite, und Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht, wenn man in Fig. 14 entlang der Linie 15-15 blickt. Bei dieser alternativen Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Druckköpfen **10**, wie er in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt ist, auf den entgegengesetzten Seiten einer Halteleiste **13** Ende an Ende anstoßend angeordnet. Diese Ausführungsform ist ähnlich der der Fig. 12 mit der Ausnahme, daß beide Tintenversorgungen außerhalb der Halteleiste **13** sind. Die Mehrzahl der Druckköpfe **10** ist an entgegengesetzten Oberflächen der Halteleiste in einer aneinanderstoßenden Beziehung befestigt, wobei die Druckkopf-Heizplatten **12** die Halteleiste berühren. Die Einlässe **25** der Druckkopf-Kanalplatten **18** sind in entgegengesetzte Richtungen gerichtet. Die Tintenverzweigung **49** mit den Öffnungen **47** darin ist dichtend an den Druckköpfen **10** befestigt. Die Verzweigungsöffnungen **47** sind zu den Druckkopfeinlässen **25** ausgerichtet. Die Verzweigungen werden durch Schläuche **33** voll mit Tinte gehalten, die die Verzweigungen **49** mit einem Tintenvorrat (nicht gezeigt) verbinden. Jede Reihe von Druckköpfen ist getrennt mit gedruckten Schaltungsplatten verbunden, die mit entgegengesetzten Seiten der Halteleiste **13** ihren Heizplatten **12** benachbart verbunden und elektrisch durch Drahtverbindungen **54** damit verbunden sind.

[0057] Die Druckköpfe dieser Erfindung können Text drucken, oder wenn Halbton- oder Grauwertdrucken erwünscht ist, in Halbtonzellen drucken. Weil die Druckköpfe dieser Erfindung Düsen mit wenigstens zwei unterschiedlichen Größen haben, die Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe ausstoßen, wird beim Textdrucken die Auswölbungswirkung **43**, die in Fig. 10 gezeigt ist, verhindert, und es können deshalb alphanumerische Bilder hoher Auflösung mit minimiertem Auswölbungseffekt gedruckt werden.

[0058] Ein Hauptvorteil dieser Erfindung wird mittels zweier Beispiele zum Aufbauen von Halbtonzellen **70**, **72** dargestellt, eines bei 150 Zellen pro Linearzoll (Raster 150), wie es in Fig. 16 gezeigt ist, das andere bei 200 Zellen pro Linearzoll (Raster 200), wie es in Fig. 17 gezeigt ist. Eine Offset-Lithographie hoher

Qualität erreicht bei dieser Zelldichte eine ausreichende Anzahl von dekadischen Extinktionsschritten, bis zu 200, um die gut bekannte Halbton-Wiedergabekurve durch diese einzelnen Schritte nahe wiederzugeben, was später unter Bezugnahme auf die Fig. 24 und Fig. 25 erörtert wird. Eine Halbtonwiedergabe bedeutet das Vermögen eines gegebenen Druckers, eine Vorlage wiederzugeben, die eine kontinuierliche Extinktion oder Halbton hat. Die Beziehung zwischen der erwünschten oder Eingangsextinktion und der gedruckten oder Ausgangsextinktion ist idealerweise eine gerade Linie mit einer Neigung gleich 1. Beim Tintenstrahl müssen die Flecken einander teilweise überlappen, um eine volle Bereichsüberdeckung zu erreichen, die für gesättigte Farbtöne benötigt wird. Bei diesen Beispielen wird das Bild, das sich aus diesen überlappenden Flecken ergibt, durch die geometrische Vereinigung der einzelnen Flecken angenähert. Von diese Annäherung ist bekannt, daß sie gut die Bildung von tatsächlichen Bildern beschreibt. Beim Stand der Technik beispielsweise, bei dem das Bild durch Flecken gleicher Größe gebildet wird, stellt diese Bedingung die Beziehung zwischen dem Fleckdurchmesser d und dem Schrittabstand p zwischen benachbarten Flecken dar, die in dem in Fig. 10 gezeigten rechteckigen Muster angeordnet sind, zu $d = \sqrt{2}p$. Der Schritt p wird manchmal auch die Eigenauflösung des Druckers genannt. Bei den zwei Beispielen von Halbtonzellen **70**, **72** werden Tropfen zweier Größen gebildet, die Flecken zweier unterschiedlicher Größen bei jedem Beispiel ergeben. Die Flecken jeder Größe werden beispielsweise mit einem Schritt von 42,3 µm angeordnet, der der Eigenauflösung von 600 Flecken pro Zoll (spi) entspricht. Die Flecken einer Größe werden mit den Flecken der anderen Größe ineinander verschachtelt, wie es in Fig. 11 für Textdrucken gezeigt ist, und in den Halbtonzellen **70** und **72**, wie es in den Fig. 16 und Fig. 17 gezeigt ist.

[0059] Bei dem ersten Beispiel besitzt die Halbtonzelle **70** mit dem Raster 150 eine Quadratform und ist aus 16 großen Flecken **35** in einer 4 × 4 Anordnung aufgebaut, die mit 16 kleinen Flecken **16**, ebenfalls in einer 4 × 4 Anordnung, verschachtelt sind, wie es in Fig. 16 gezeigt ist, in der die Anordnung der Flecken für eine volle Bereichsüberdeckung gezeigt ist. Die Reihenfolge zum Füllen der Zelle **70** mit den großen Flecken ist durch die Bezugszeichen in jedem großen Fleck angegeben. Die Füllreihenfolge für die kleinen Flecken folgt der Reihenfolge für die großen Flecken mit der Ausnahme, daß manchmal nicht alle 16 kleinen Flecken verwendet werden. Zur quantitativen Darstellung dieser Technik wurde eine Annäherung der vollständig absorbierenden Flecken verwendet. Es hat sich herausgestellt, daß bei diesen Annäherungen die beste Tonwiedergabekurve erreicht wird, wenn der große Fleckdurchmesser zu 52,3 µm und der kleine Fleckdurchmesser zu 13,5 µm ausgewählt wird, der gedruckten Tintenfleckgröße der bevorzugten Ausführungsform. Bei diesen Abmessungen ist der größte Schritt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Werten der Extinktion 0,50%, der mit dieser Technik wiedergebbar ist. Dieser maximale Schritt wird erzeugt, wenn immer ein isolierter, nicht überlappender, kleiner Fleck zu der Halbtonzelle hinzugefügt wird, um den nächst höheren Extinktionswert zu erzeugen. Dieser maximale Schritt wird auch zwischen dem Extinktionswert, der durch eine Zelle erreicht wird, die aus 14 großen Flecken zusammen mit 16 kleinen Flecken besteht, und dem nächsten Zellenwert erzeugt, der aus 15 großen Flecken und keinem kleinen Fleck aufgebaut ist. Bei irgendeinem anderen Verhältnis des großen und kleinen Fleckdurchmessers ist eine dieser zwei Schrittgrößen stets größer als 0,50%. Das Füllschema ist derart, daß, wenn man mit der leeren Zelle beginnt, zuerst ein kleiner Fleck **36** für die kleinste von Null verschiedene Extinktion verwendet wird, woraufhin 2, 3 usw. bis zu 14 kleine Flecken in der Halbtonzelle **70** gedruckt werden, wie es in Fig. 18 gezeigt ist. In Fig. 19 wird der nächste Extinktionswert für die Halbtonzelle **70** durch einen großen Fleck **35** ohne kleine Flecken **36** erreicht. Darauf werden 1 bis 13 kleine Flecken **36** zu diesem einen großen Fleck in der Halbtonzelle **70** hinzugefügt, um die Tonwiedergabekurve nach oben zu bewegen, wie es in Fig. 20 gezeigt ist. Der nächste Extinktionswert für die Halbtonzelle **70** wird erreicht, indem zwei benachbarte große Flecken **35** in der Zelle ohne kleine Flecke gedruckt werden, wie es in Fig. 21 gezeigt ist. Aufgrund eines Einflusses, den die Flecküberlappung auf die Schritte hat, die der Tonwiedergabekurve folgen, werden alle kleinen Flecken verwendet, wenn große Anzahlen von großen Flecken verwendet werden. Es wurde herausgefunden, daß der kritischste Übergang zwischen einer Halbtonzelle, in der 14 große Flecken und 16 kleine Flecken verwendet werden, wie es in Fig. 22 gezeigt ist, und der Halbtonzelle mit der nächsthöheren Extinktion ist, in der 15 große Flecken ohne kleine Flecken verwendet werden, wie es in Fig. 23 gezeigt ist. Dieses Beispiel zusammenfassend erzeugt diese Erfindung ein Halbtonbild bei einem Raster 150 mit über 200 Extinktionsschritten mit Unterschieden, die kleiner oder gleich 0,50% sind, wie es in der grafischen Darstellung **74** in Fig. 24 gezeigt ist, die an dem unteren Ende der Tonwiedergabekurve beginnt, und in Fig. 25, die das hohe Ende der Tonwiedergabekurve zeigt.

[0060] Dieses Ergebnis kann mit der Tonwiedergabekurve **75** bei einem Drucker vom Stand der Technik verglichen werden, der Flecken gleicher Größe verwendet, die bei einer Eigenauflösung von 1200 Schritten pro Zoll gedruckt werden, wie es ebenfalls in den Fig. 24 und Fig. 25 aufgetragen ist. Die gleiche Halbtonzelle wird dann mit bis zu 64 Flecken in einer 8 × 8 Anordnung mit dem Fleckdurchmesser von 29,9 µm aufgebaut. Trotz der Tatsache, daß zweimal soviele Tropfen nun für eine volle Flächen-

deckung (64 gegen 32) benötigt werden, liefert dieses Schema nur 65 Extinktionswerte, wobei der maximale Schritt 2,5% ist, was fünfmal Mal gröber als das durch den Druckkopf der vorliegenden Erfindung erreichte ist, wenn die Bilder mit einem Raster von 150 gedruckt werden. Eine andere graphische Darstellung **76** nach dem Stand der Technik, wobei gleichgroße Flecken verwendet werden, die mit einer Eigenauflösung von 600 Schritten pro Zoll gedruckt worden sind, zeigt sogar noch einen größeren Extinktionsschritt.

[0061] Das zweite, in Fig. 17 gezeigte Beispiel betrifft den Fall, wenn Bilder beim Raster 200 durch Halbtonzellen **72** gedruckt werden, die aus neun großen Flecken **65** in einer 3 × 3 Quadratanordnung bestehen, die n der oben beschriebenen Weise mit neun kleinen Flecken **66** ebenfalls in einer 3 × 3 Anordnung verschachtelt werden. Die optimale, glatteste Tonwiedergabekurve wird erzielt, indem der große Fleck mit einem Durchmesser von 49,2 µm und der kleine Fleck mit einem Durchmesser von 17,2 µm gemacht wird. Der maximale Extinktionszuwachs ist 1,4% und tritt jedesmal dann auf, wenn ein isolierter kleiner Fleck **66** hinzugefügt wird, um den nächsten Extinktionsschritt zu machen, und zwischen dem Schritt mit 7 großen Flecken und 9 kleinen Flecken, wie es in Fig. 26 gezeigt ist, und dem Schritt mit 8 großen Flecken und keinem kleinen Fleck, wie es in Fig. 27 gezeigt ist. Diese Technik erzeugt dann mehr als 70 Schritte bei der Extinktion. Im Vergleich benötigt, wenn das Drucken nach dem Stand der Technik mit 1200 Schritten pro Inch verwendet wird, eine Halbtonzelle der gleichen Größe zweimal soviele Tropfen (36 gegenüber 18), und es werden viel gröbere Schritte bei der Tonwiedergabekurve erzielt (4,4% gegenüber 1,4%).

Patentansprüche

1. Tintenstrahl-Druckkopf zur Verwendung in einem Drucker, um Tintentröpfchen aus Düsen darin auf ein Aufzeichnungsmedium auszustoßen, wobei wahlweise Textdrucken und Halbtondrucken durchführbar ist,
gekennzeichnet durch
Gruppen von Düsen (**27**, **28**, **37**) unterschiedlicher Größe, wobei die Düsengrößen innerhalb einer jeden Gruppe identisch sind, wobei die Gruppen von Düsen umfassen:
eine erste Anordnung von Düsen mit wenigstens zwei Düsen (**27**, **28**) vorbestimmter unterschiedlicher Größe, aus denen die Tintentröpfchen mit unterschiedlichen Tintenvolumina ausgestoßen werden, wobei die Düsen (**27**, **28**) einen vorbestimmten linearen Abstand zu abwechselnden Düsen (**27**, **28**) haben, die eine von den zwei vorbestimmten Größen unterschiedliche Größe haben;
und eine zweite Anordnung von Düsen mit einer Mehrzahl von Düsen (**37**), die eine vorbestimmte Größe haben, die von den Düsengrößen in der ersten Anordnung unterschiedlich ist, wobei
die erste und zweite Anordnung von Düsen (**27**, **28**, **37**) gegenüberliegend und parallel zueinander angeordnet sind.

2. Der Tintenstrahl-Druckkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Gruppen von Düsen (**27**, **28**) der ersten Anordnung kollinear sind, und dass die Düsen (**27**) der einen Gruppe abwechselnd zu den Düsen (**28**) der anderen Gruppe beabstandet sind.

3. Der Tintenstrahl-Druckkopf gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, welcher weiterhin umfasst:
ein erstes Substrat (**12**), das parallel gegenüberliegende erste und zweite Oberflächen aufweist, wobei eine erste Anordnung von passivierten Heizelementen ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$) und Adressierelektroden auf seiner ersten Oberfläche und eine zweite Anordnung von passivierten Heizelementen ($\mathbf{14_3}$) und Adressierelektroden auf seiner zweiten Oberfläche vorgesehen sind, wobei jedes der Heizelemente ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$, $\mathbf{14_3}$) wahlweise in Antwort auf elektronische Impulse erregbar ist, die an die Adressierelektroden angelegt werden, woraufhin die erregten Heizelemente ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$, $\mathbf{14_3}$) tröpfchenausstoßende Blasen in mit diesen in Berührung stehender Tinte erzeugen,
ein zweites Substrat ($\mathbf{18_1}$), das eine erste Oberfläche aufweist, die zu der ersten Oberfläche des ersten Substrates (**12**) angepasst ist, die die erste Anordnung von Heizelementen ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$) und Adressierelektroden enthält, wobei die erste Oberfläche des zweiten Substrates ($\mathbf{18_1}$) eine Mehrzahl von Kanälen ($\mathbf{19_1}$, $\mathbf{20_1}$) aufweist, die mit den Düsen (**27**, **28**) der ersten Anordnung in Verbindung stehen, wobei jede Düse ein zugeordnetes Heizelement ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$) aufweist,
ein drittes Substrat ($\mathbf{18_2}$), das eine erste Oberfläche aufweist, die zu der zweiten Oberfläche des ersten Substrates (**12**) angepasst ist, die die zweite Anordnung von passivierten Heizelementen ($\mathbf{14_3}$) und Adressierelektroden enthält, wobei die erste Oberfläche des dritten Substrates ($\mathbf{18_2}$) eine Mehrzahl von Kanälen (**31**) aufweist, die mit einer Mehrzahl von Düsen (**37**) der zweiten Anordnung in Verbindung stehen, und
eine Einrichtung zum wahlweisen Erregen der Heizelemente ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$, $\mathbf{14_3}$), die mit den jeweiligen Düsen (**27**, **28**, **37**) der ersten und zweiten Anordnung verbunden sind.

4. Der Tintenstrahl-Druckkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dickfilm-Polymerschicht (**24**) zwischen der ersten und der zweiten Oberfläche des ersten Substrates (**12**) und den ersten Oberflächen des zweiten und des dritten Substrates ($\mathbf{18_1}$, $\mathbf{18_2}$ zwischengefügt ist, wobei die Dickfilm-Polymerschicht (**24**) mit einem Muster versehen ist, um die Heizelemente ($\mathbf{14_1}$, $\mathbf{14_2}$, $\mathbf{14_3}$) freizulegen,

wodurch jedes der Heizelemente (**14_1**, **14_2**, **14_3**) in einer Vertiefung (**23_1**, **23_2**, **23_3**) angeordnet ist.

5. Ein Tintenstrahl-Druckkopf in der Weite einer Seite zur Verwendung in einem Drucker zum Ausstoßen von Tintentröpfchen aus Düsen auf ein Aufzeichnungsmedium, wobei mit dem Druckkopf wahlweise Textdrucken und Halbtondrucken durchführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckkopf (**52**) eine Tragleiste (**13**) mit entgegengesetzten, parallelen Oberflächen und eine Mehrzahl aneinanderanstoßender Druckkopfuntereinheiten (**10**) auf wenigstens einer Oberfläche der Tragleiste (**13**) aufweist, wobei jede Druckkopfuntereinheit (**10**) wenigstens zwei Gruppen von Düsen (**27**, **28**) unterschiedlicher Größe aufweist, die Düsengrößen innerhalb einer jeden Gruppe identisch sind, die Düsen von einer Gruppe abwechselnd mit den Düsen von einer Gruppe beabstandet sind.

6. Verfahren zum Drucken von Textbilden und Halbtonbildern mit den Schritten: Bereitstellen eines Tintenstrahl-Druckkopfes gemäß Anspruch 1, Drucken von Zeilen von ausgestoßenen Tintentröpfchen von einer Gruppe oder mehreren Gruppen von Düsen, um Textbilder zu bilden, und Bilden von Halbtonzellen durch Kombinationen von ausgestoßenen Tintentröpfchen von allen Gruppen von Düsen zum Drucken von Halbtonbildern.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

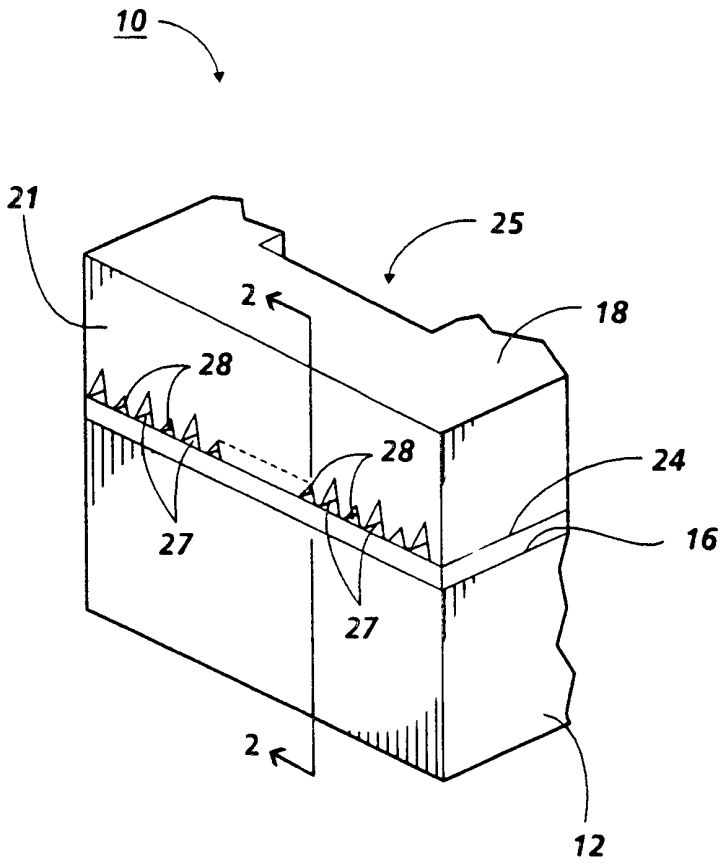


FIG. 1

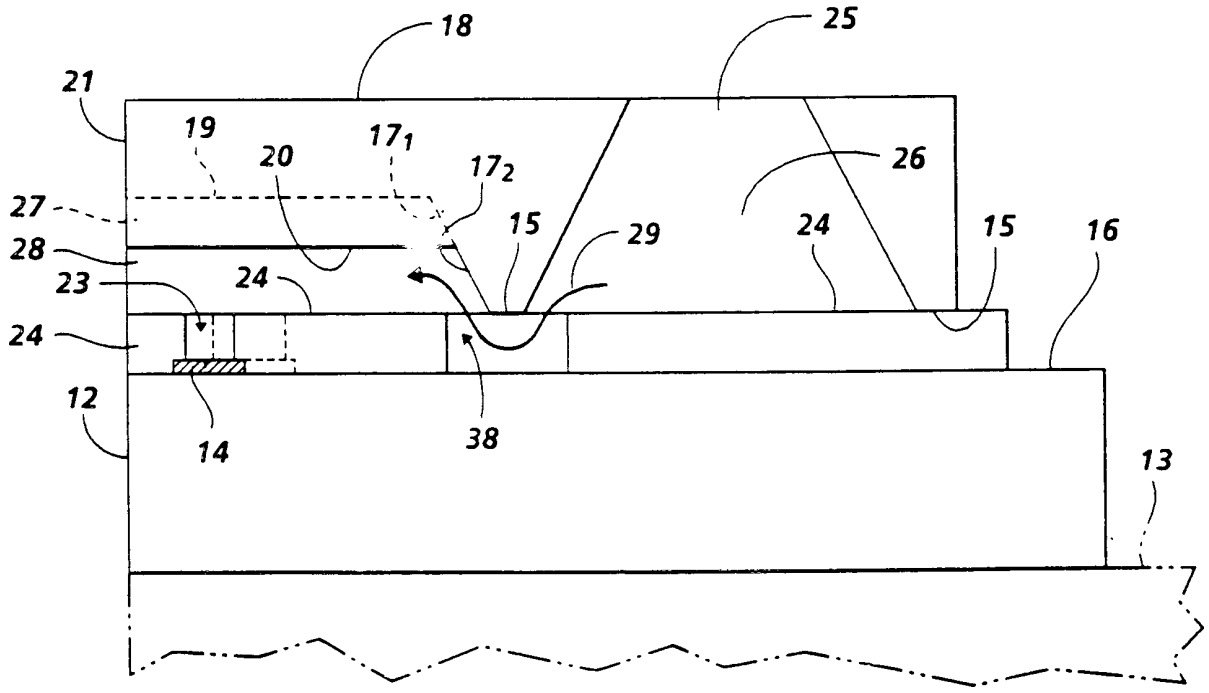


FIG. 2

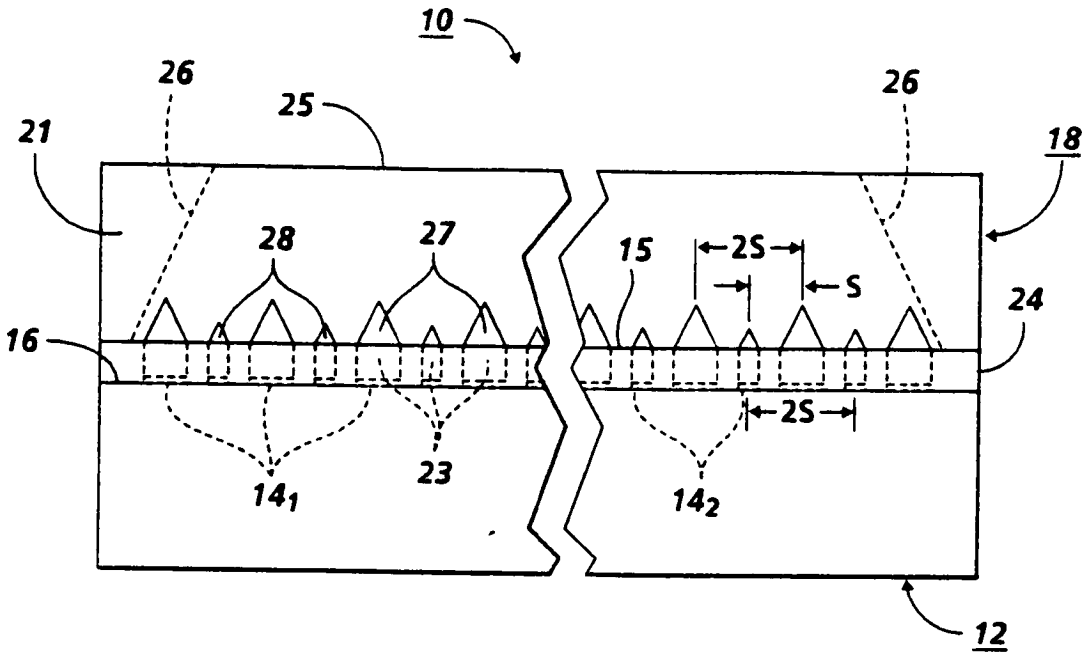


FIG. 3

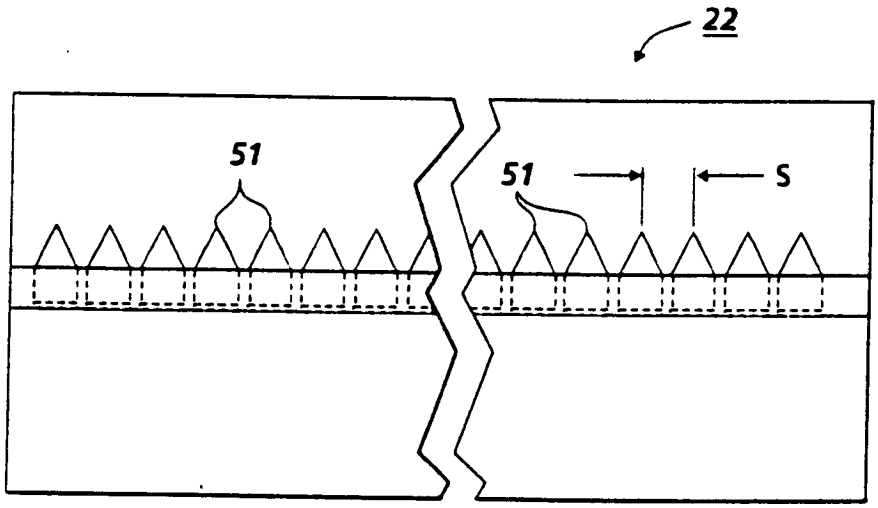


FIG. 4

Stand der Technik

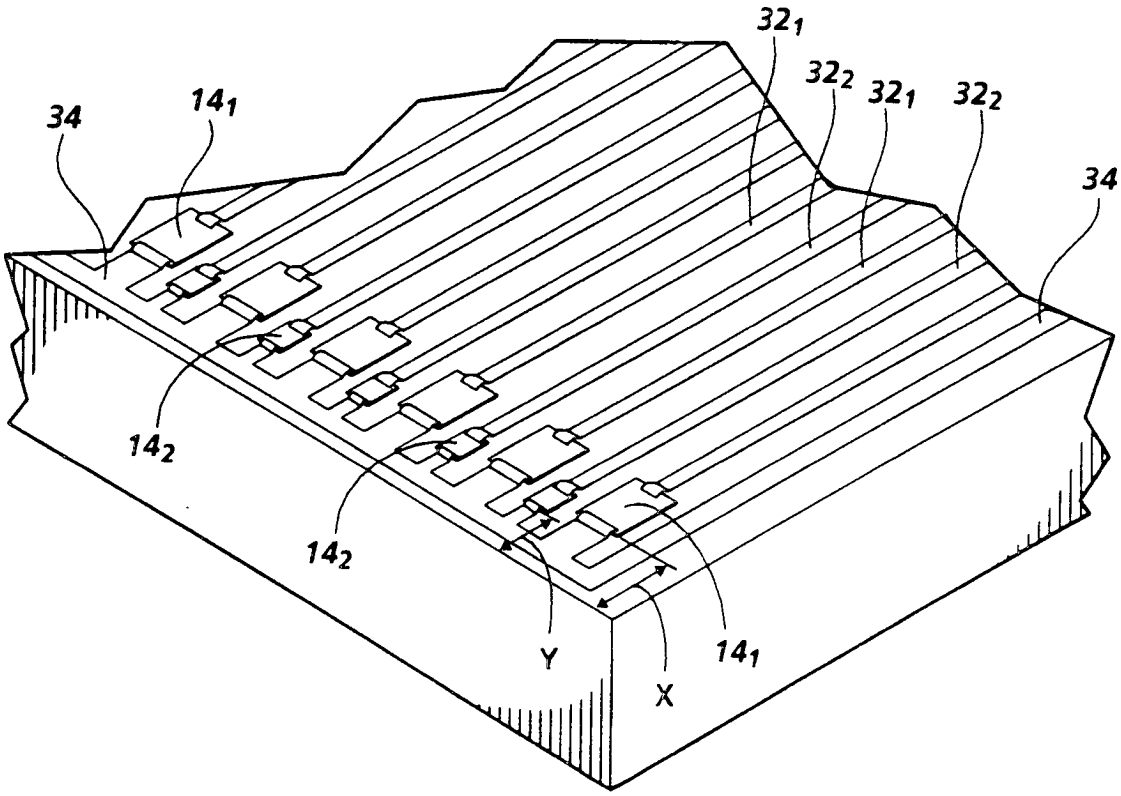


FIG. 5

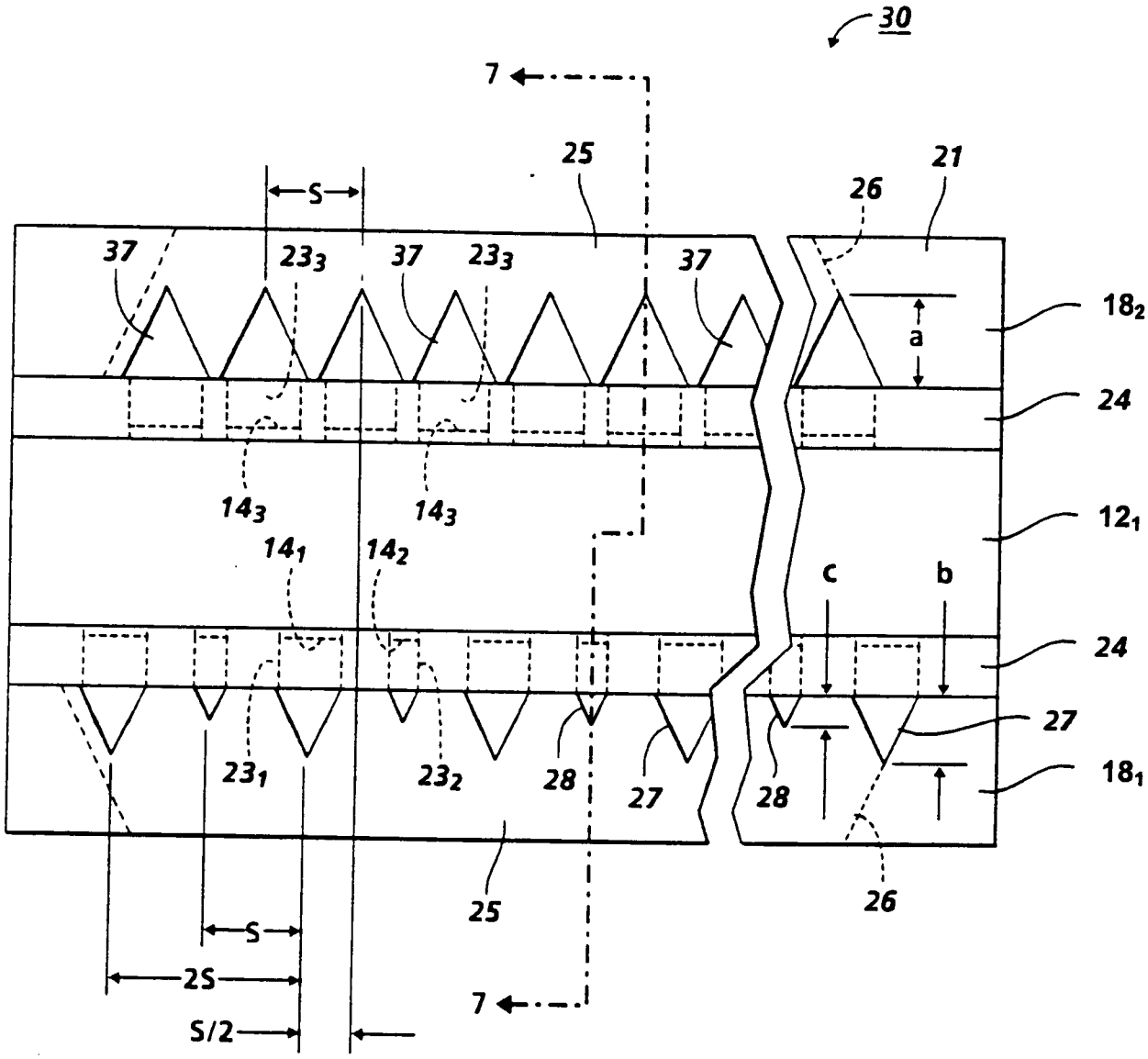

30
7
25
21
26
S
37
23_3
37
23_3
37
18_2
a
24
14_3
14_3
12_1
14_1
14_2
c
b
24
27
23_1
23_2
28
27
28
18_1
25
26
S
2S
S/2
7

FIG. 6

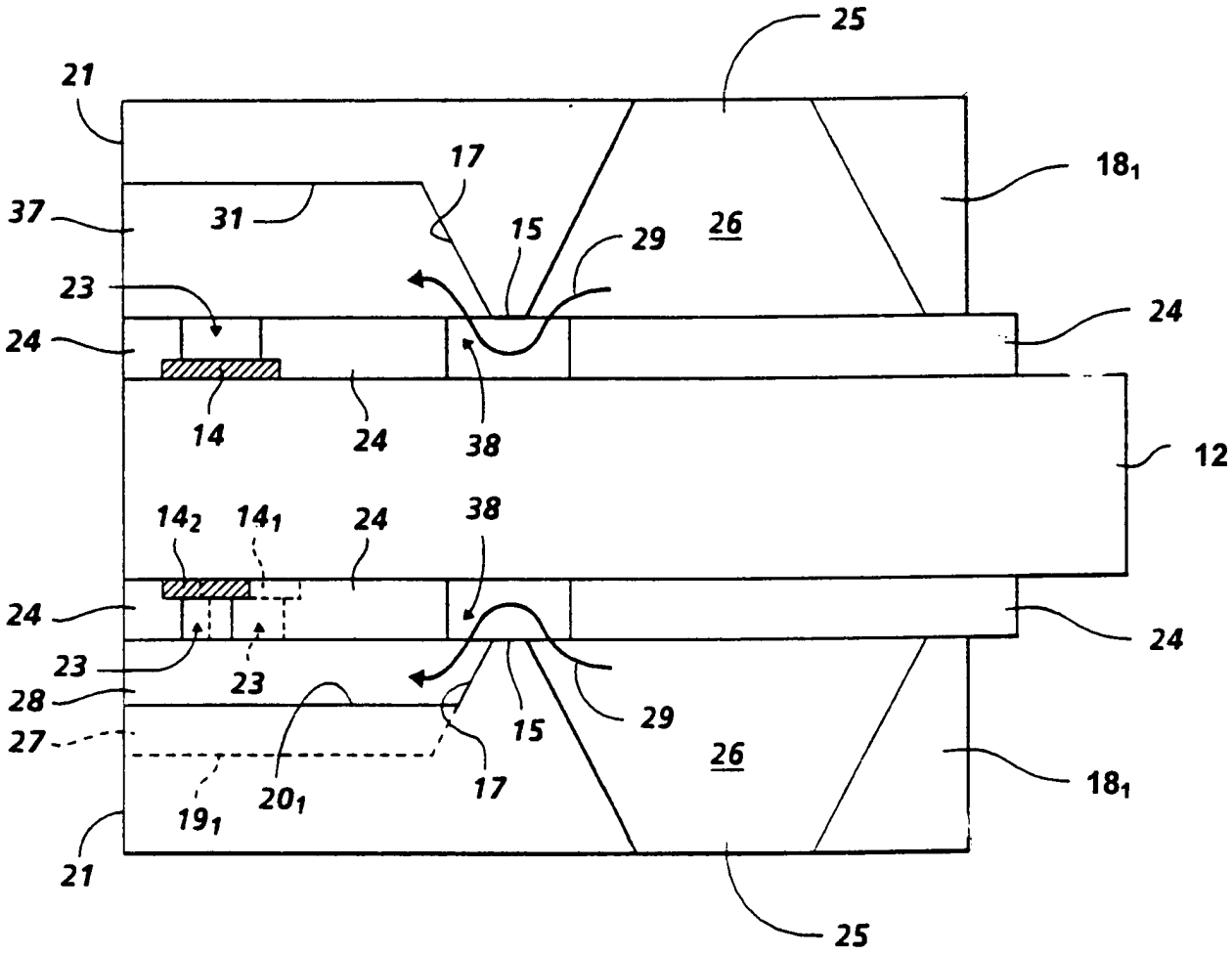

25
21
17
18_1
37
31
15
29
26
23
24
24
14
24
38
12
14_2
14_1
24
38
24
24
23
23
28
27
15
29
26
18_1
17
20_1
19_1
21
25

FIG. 7

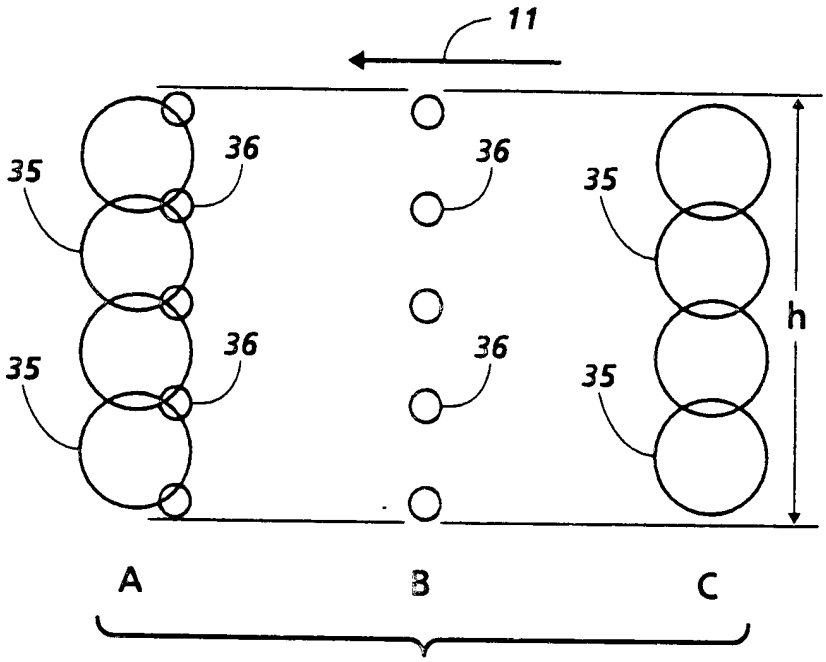


FIG. 8

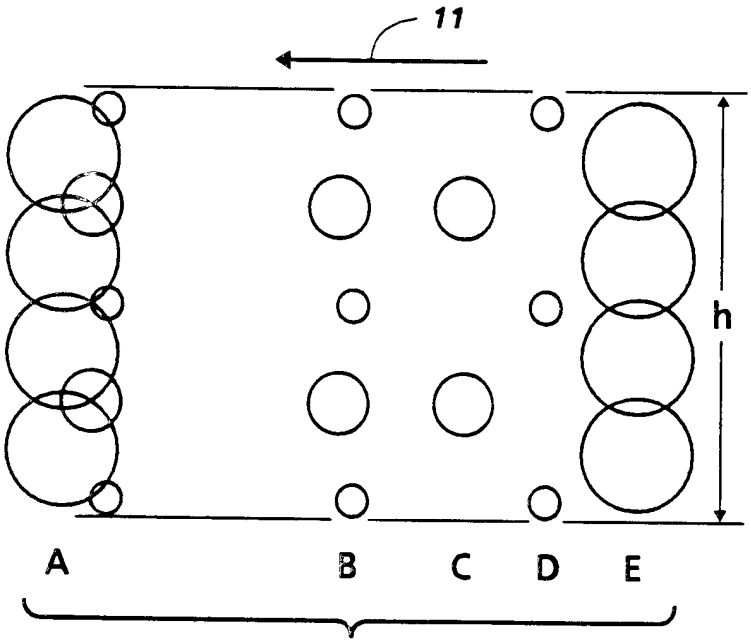


FIG. 9

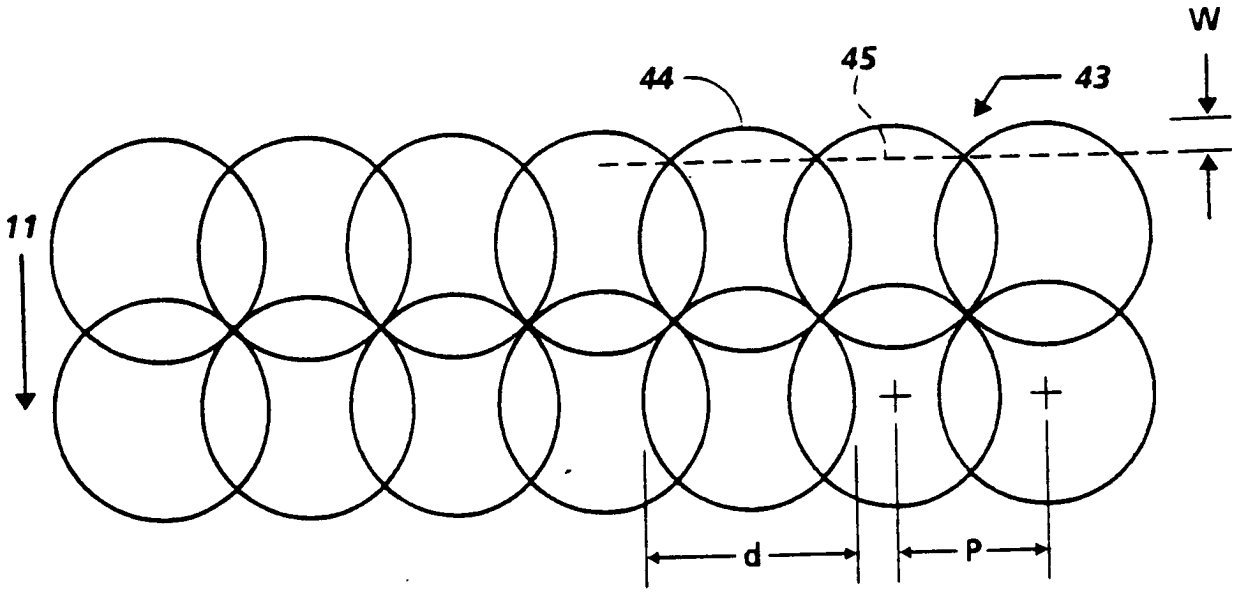


FIG. 10

Stand der Technik

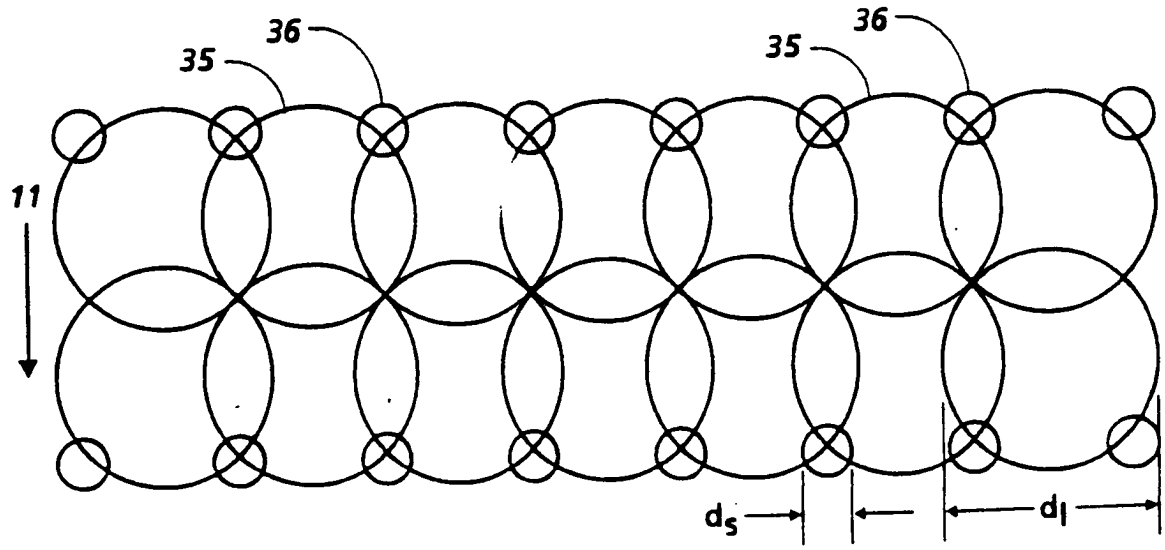


FIG. 11

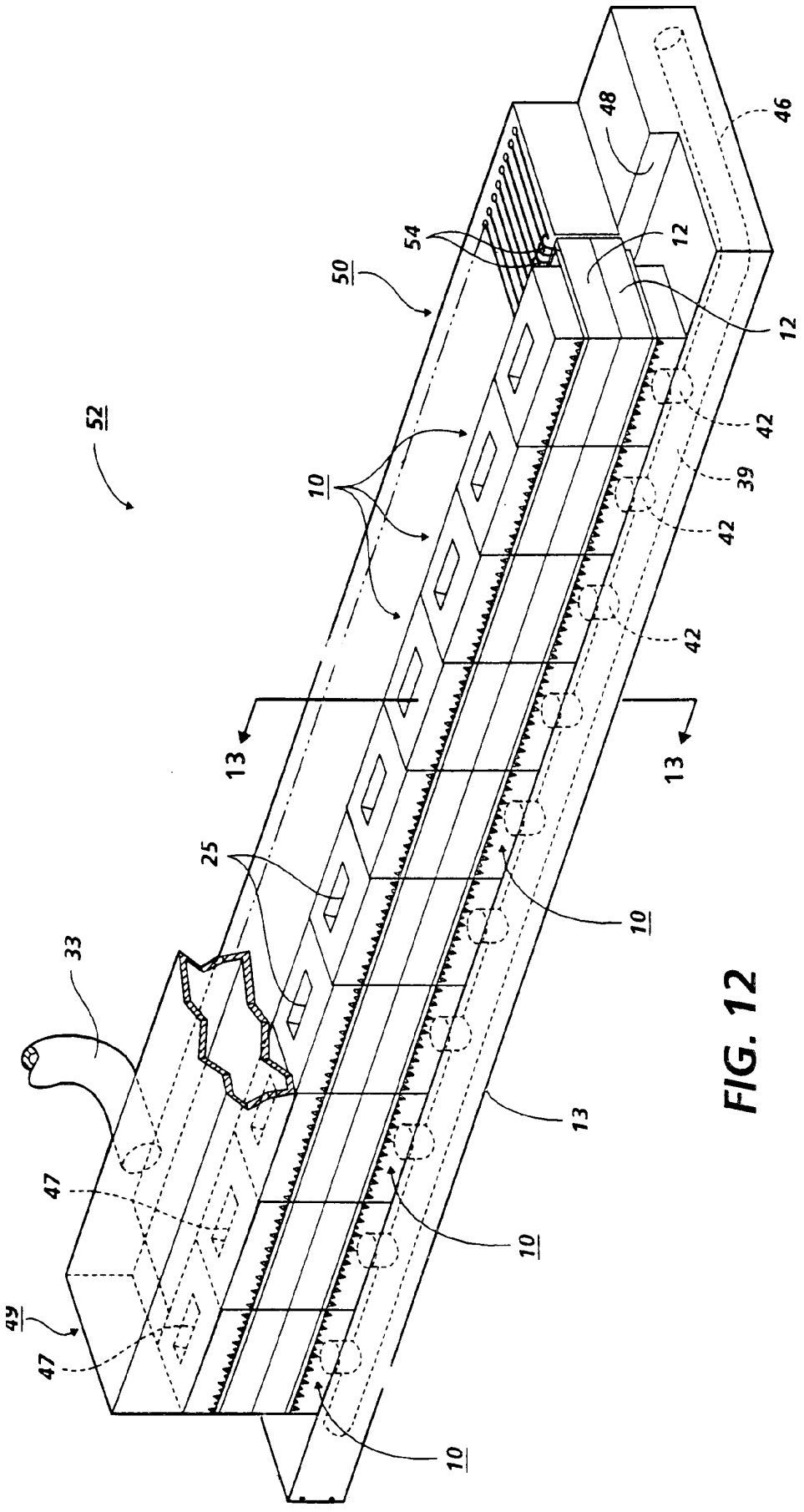


FIG. 12

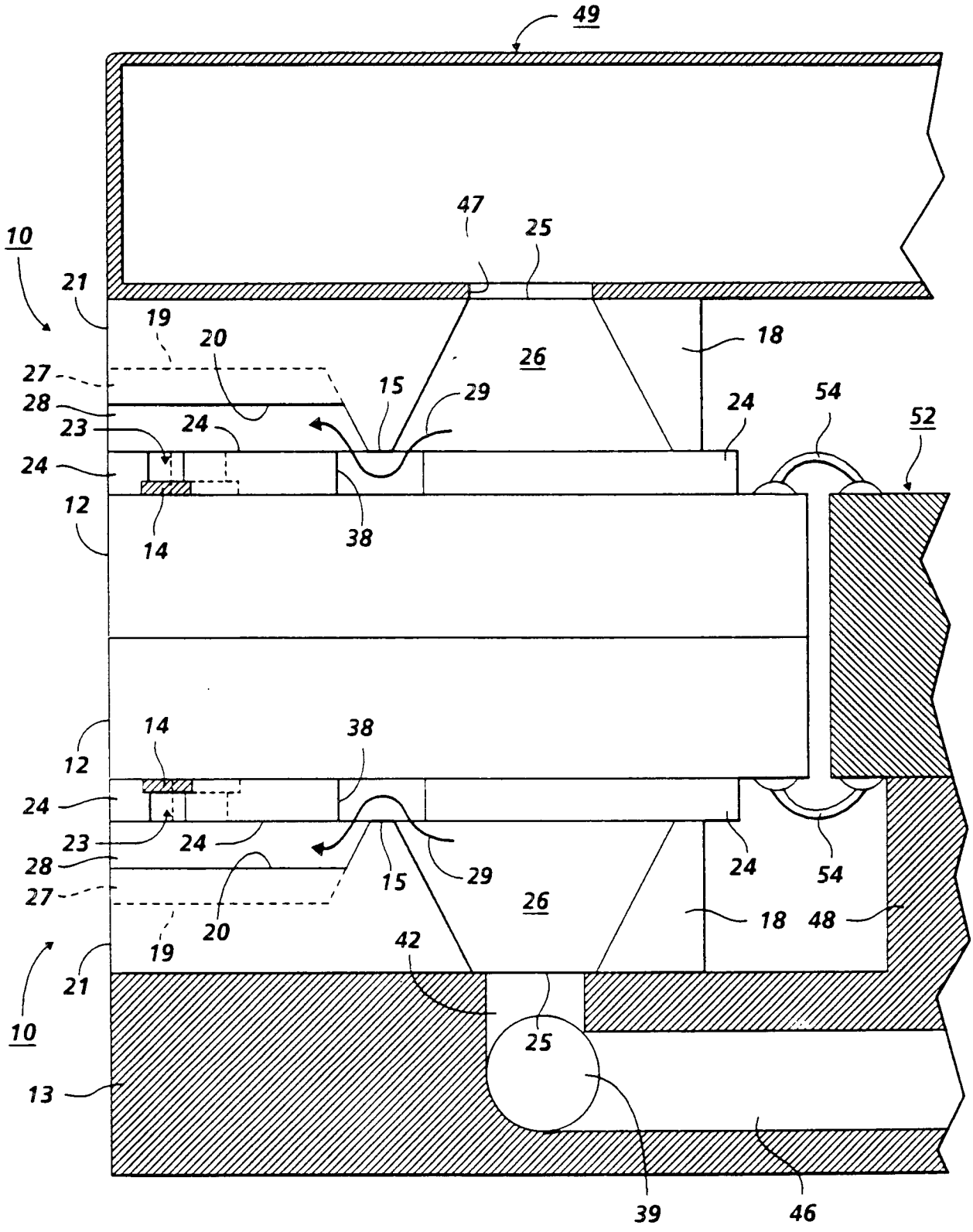

49
47
25
10
21
19
20
18
26
27
15
29
28
24
54
52
23
24
24
12
14
38
12
14
38
24
23
24
28
15
29
24
54
27
26
18
48
20
19
42
21
10
25
13
39
46

FIG. 13

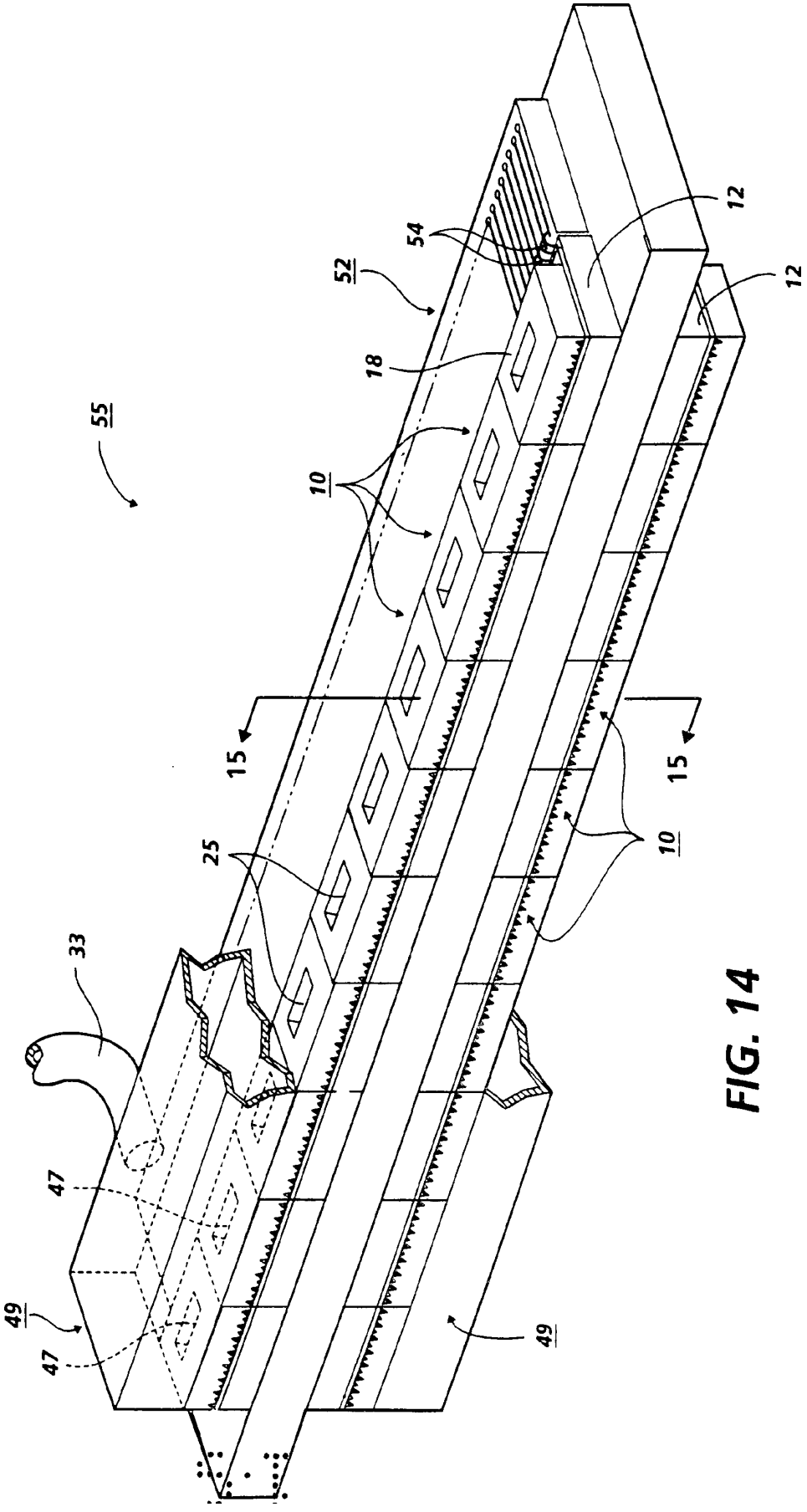


FIG. 14

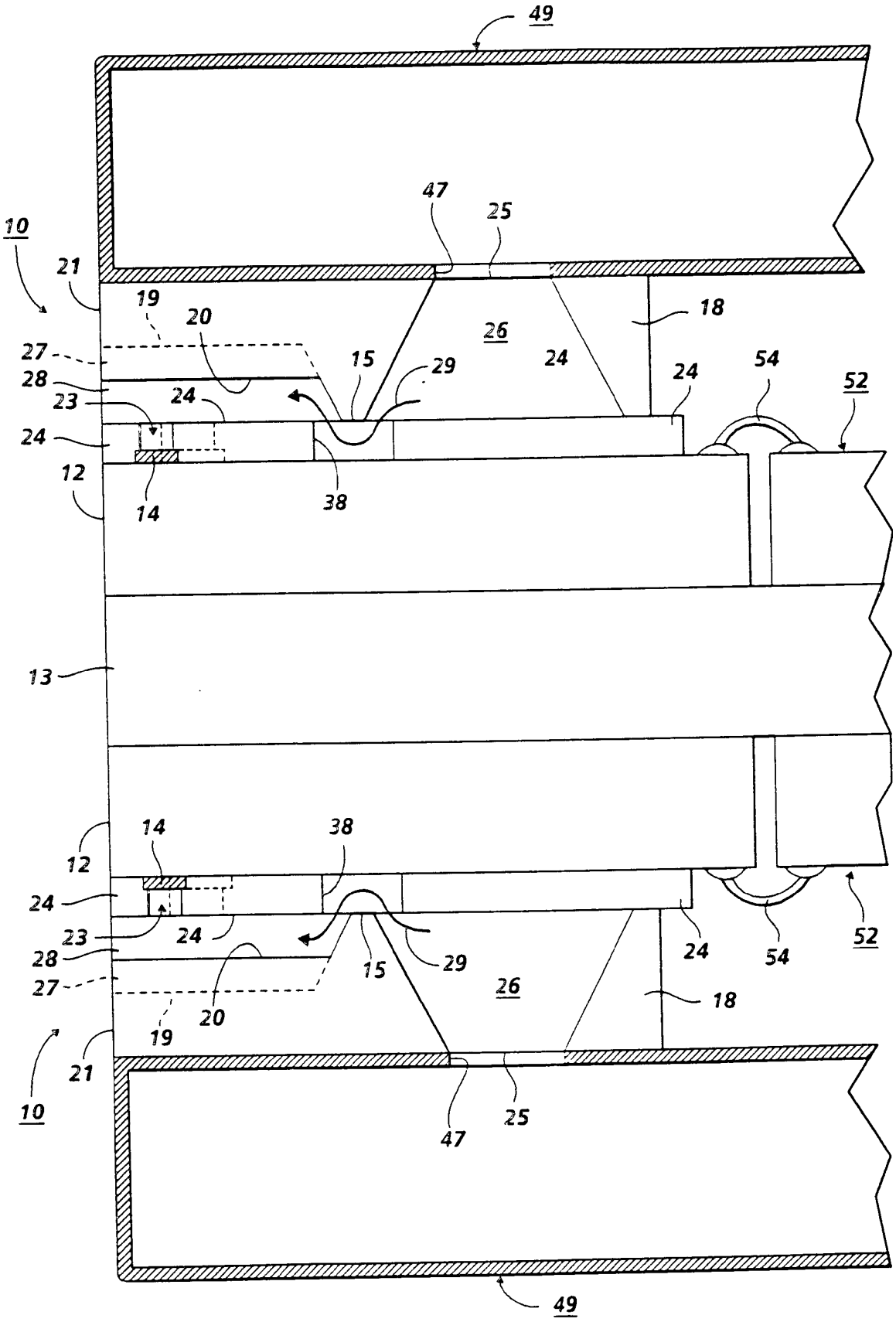

49
47
25
10
21
19
20
18
26
27
15
29
24
28
23
24
54
52
24
12
14
38
13
12
14
38
24
23
24
28
27
15
29
26
18
20
19
21
10
47
25
49

FIG. 15

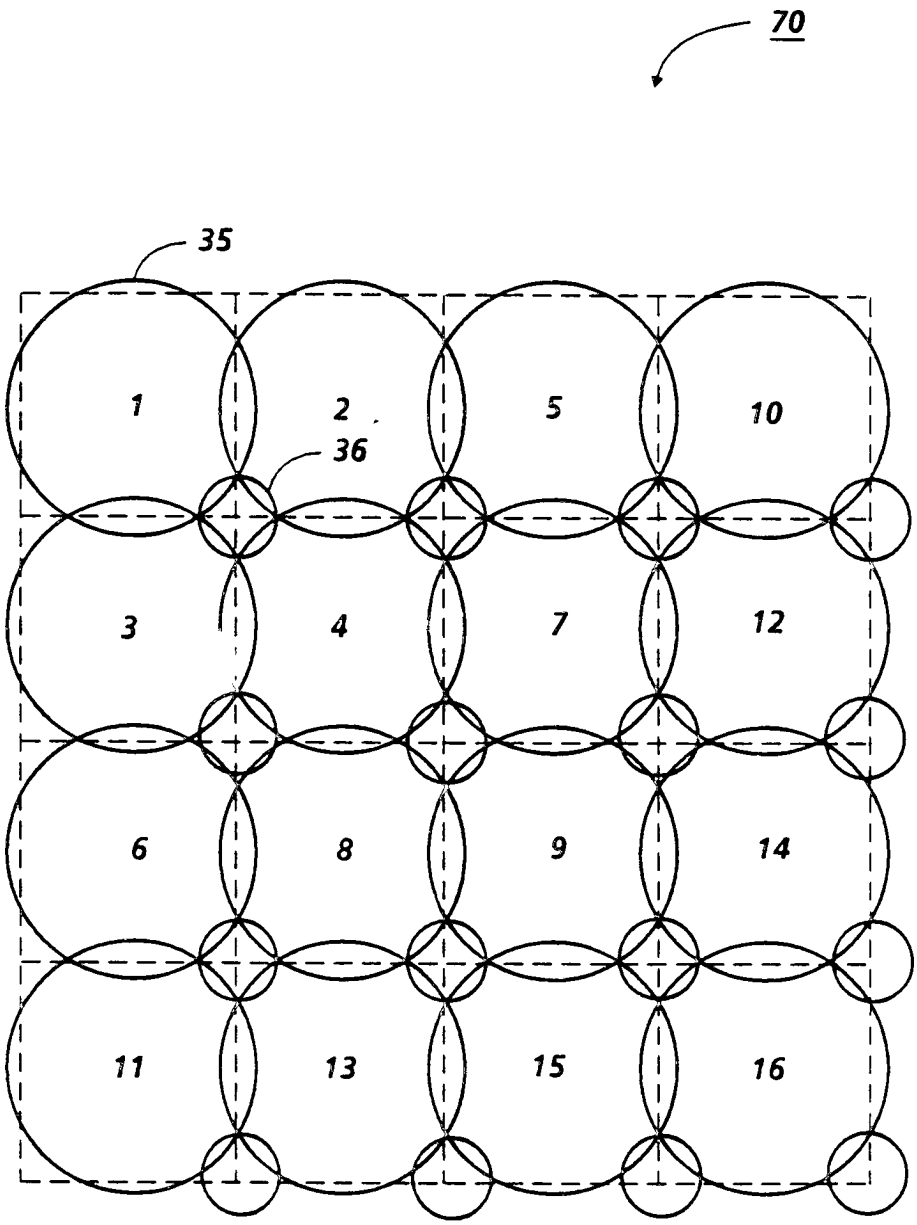


FIG. 16

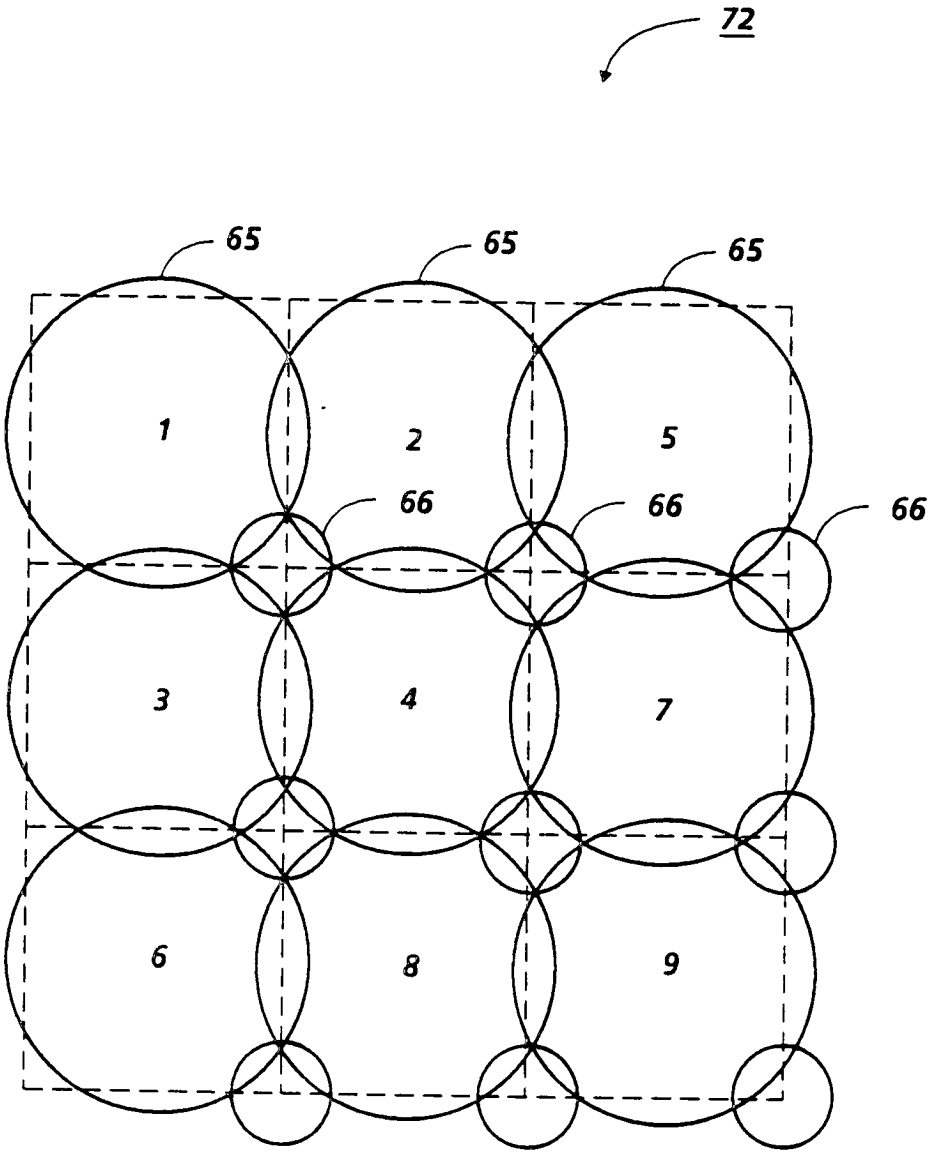


FIG. 17

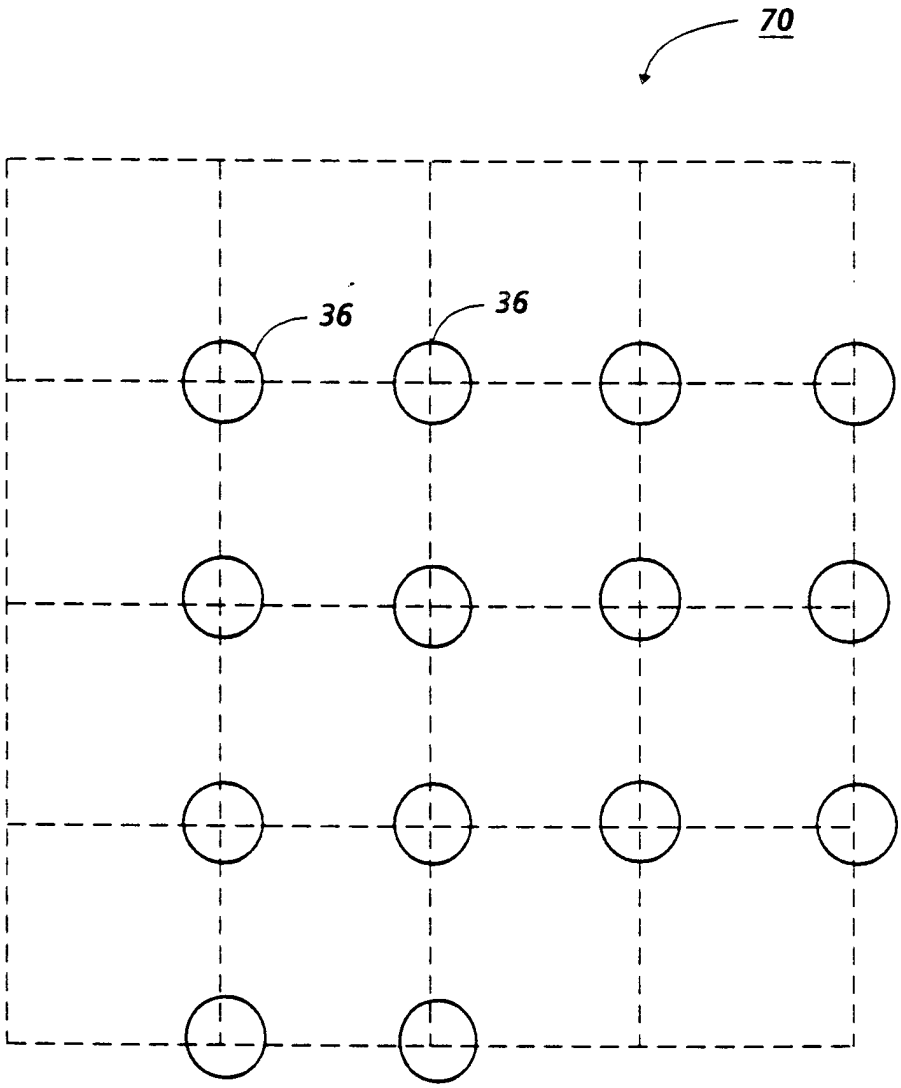


FIG. 18

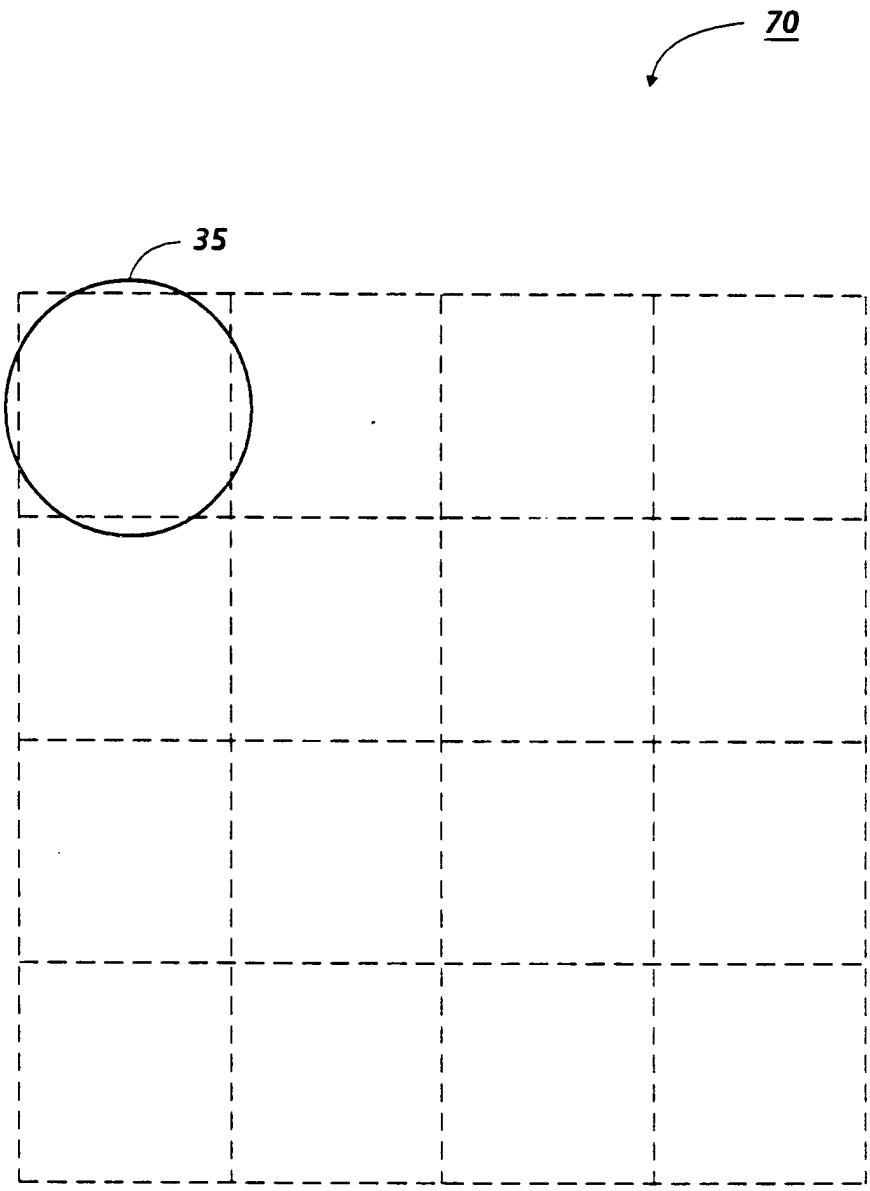


FIG. 19

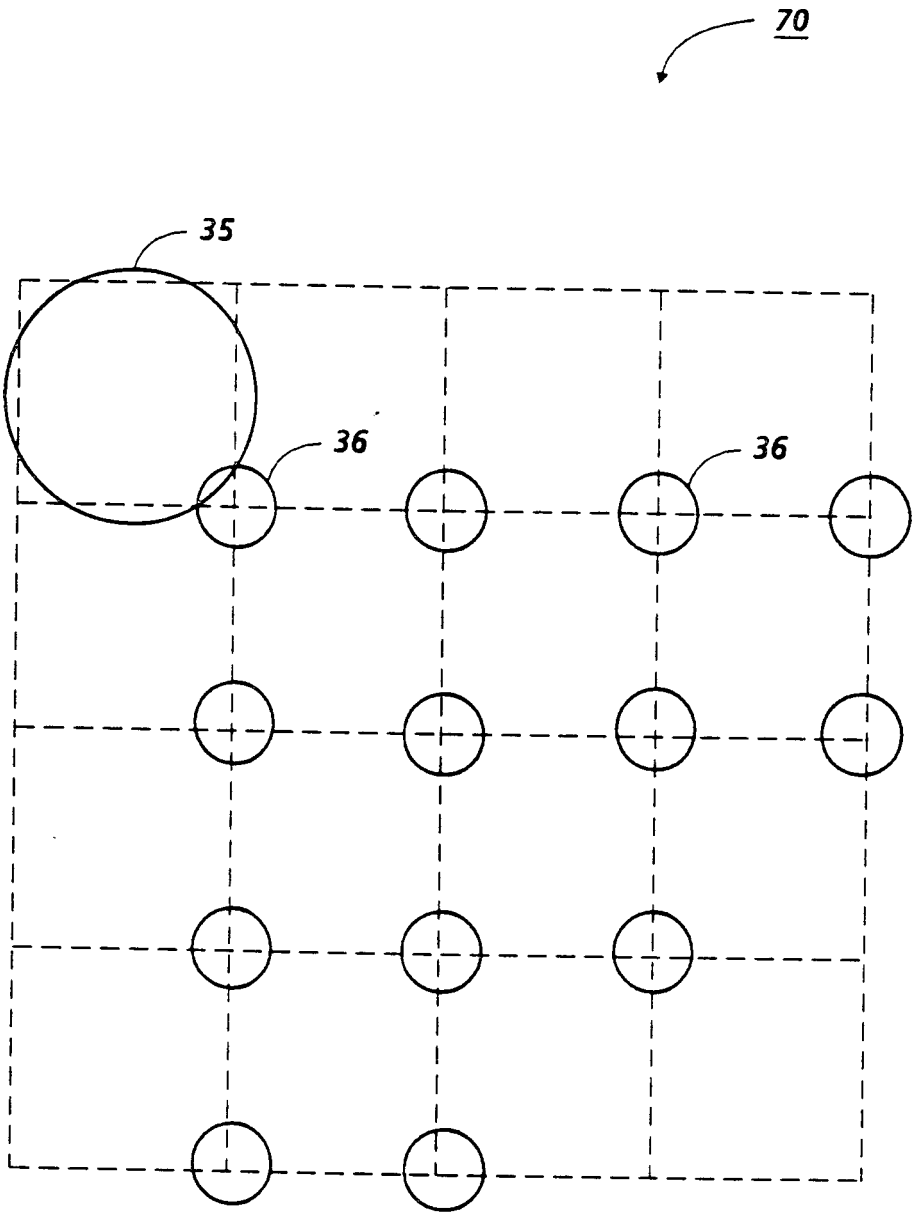


FIG. 20

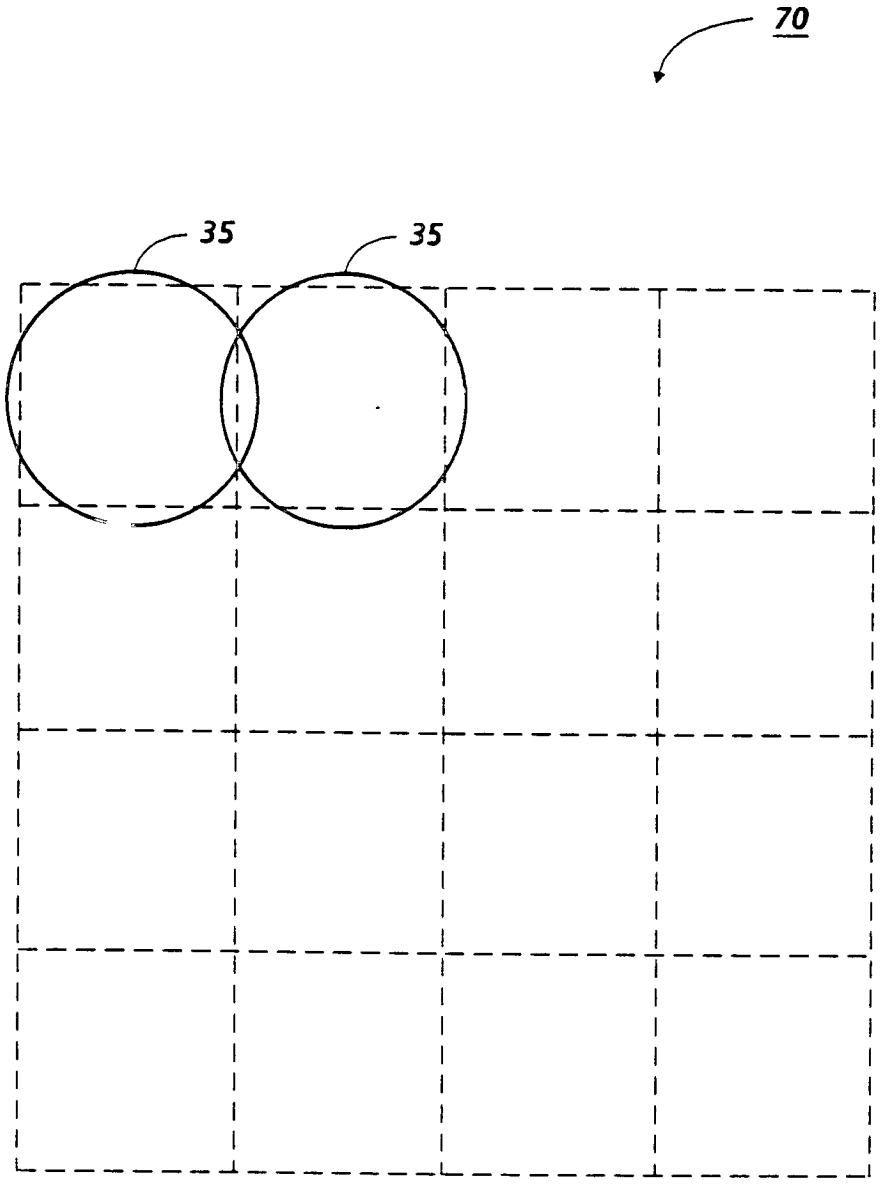


FIG. 21

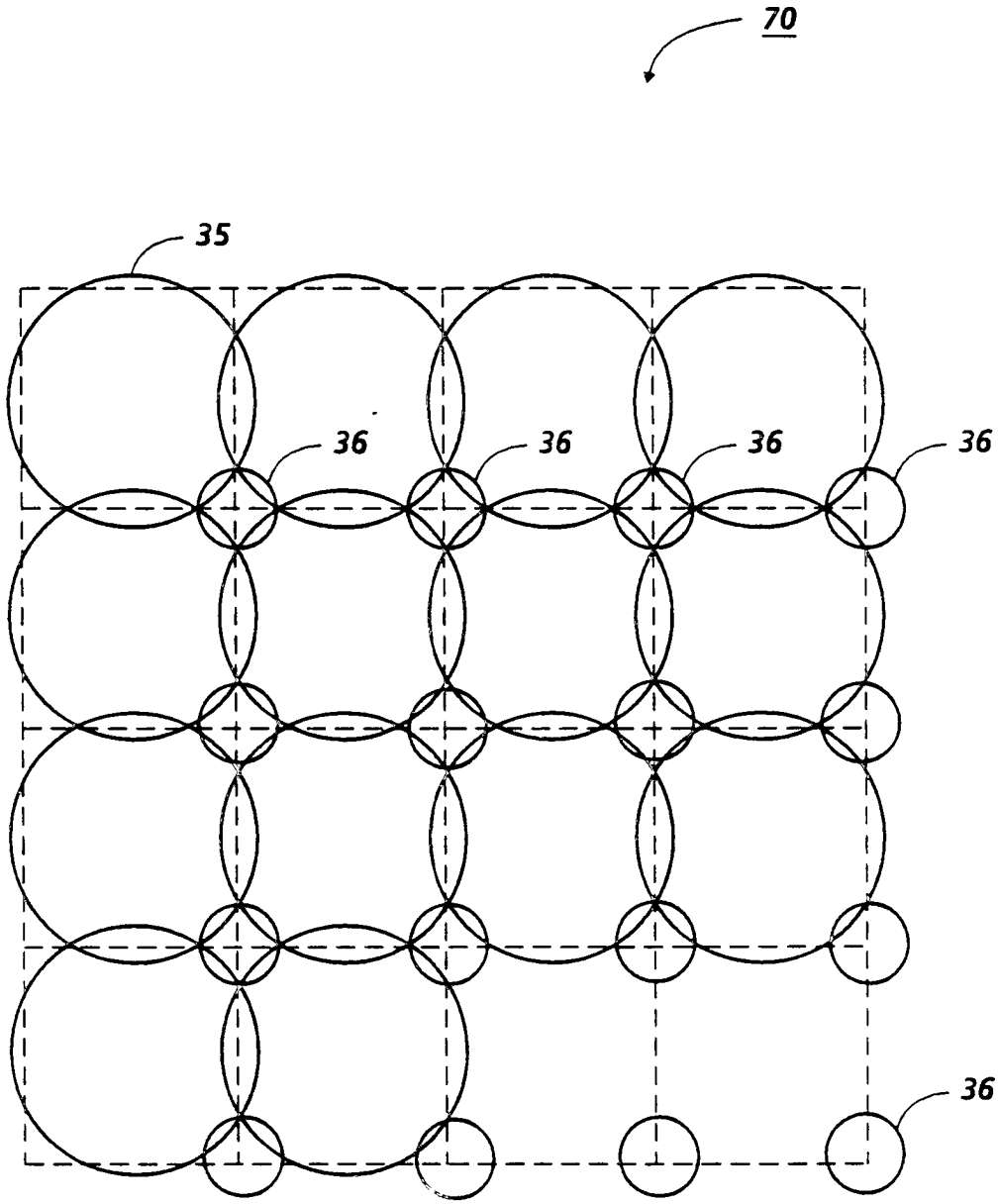


FIG. 22

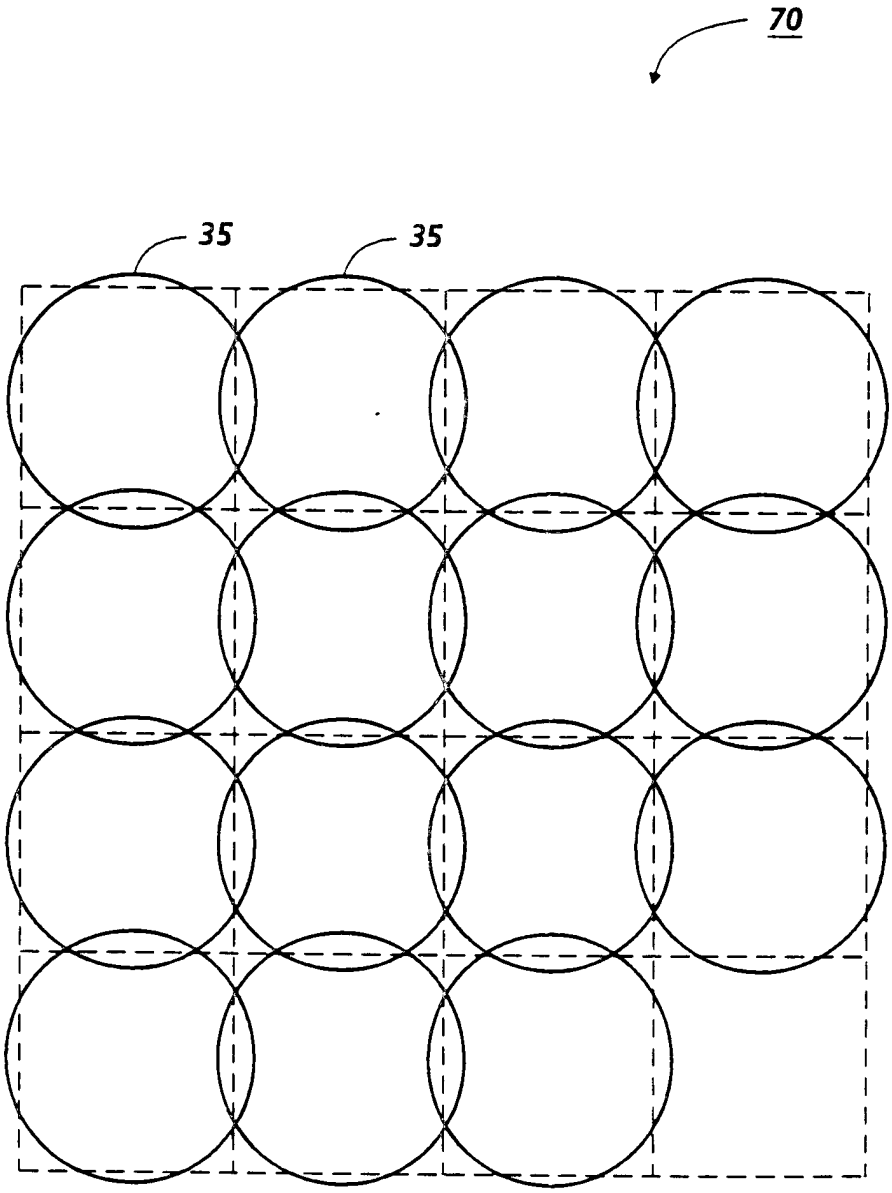


FIG. 23

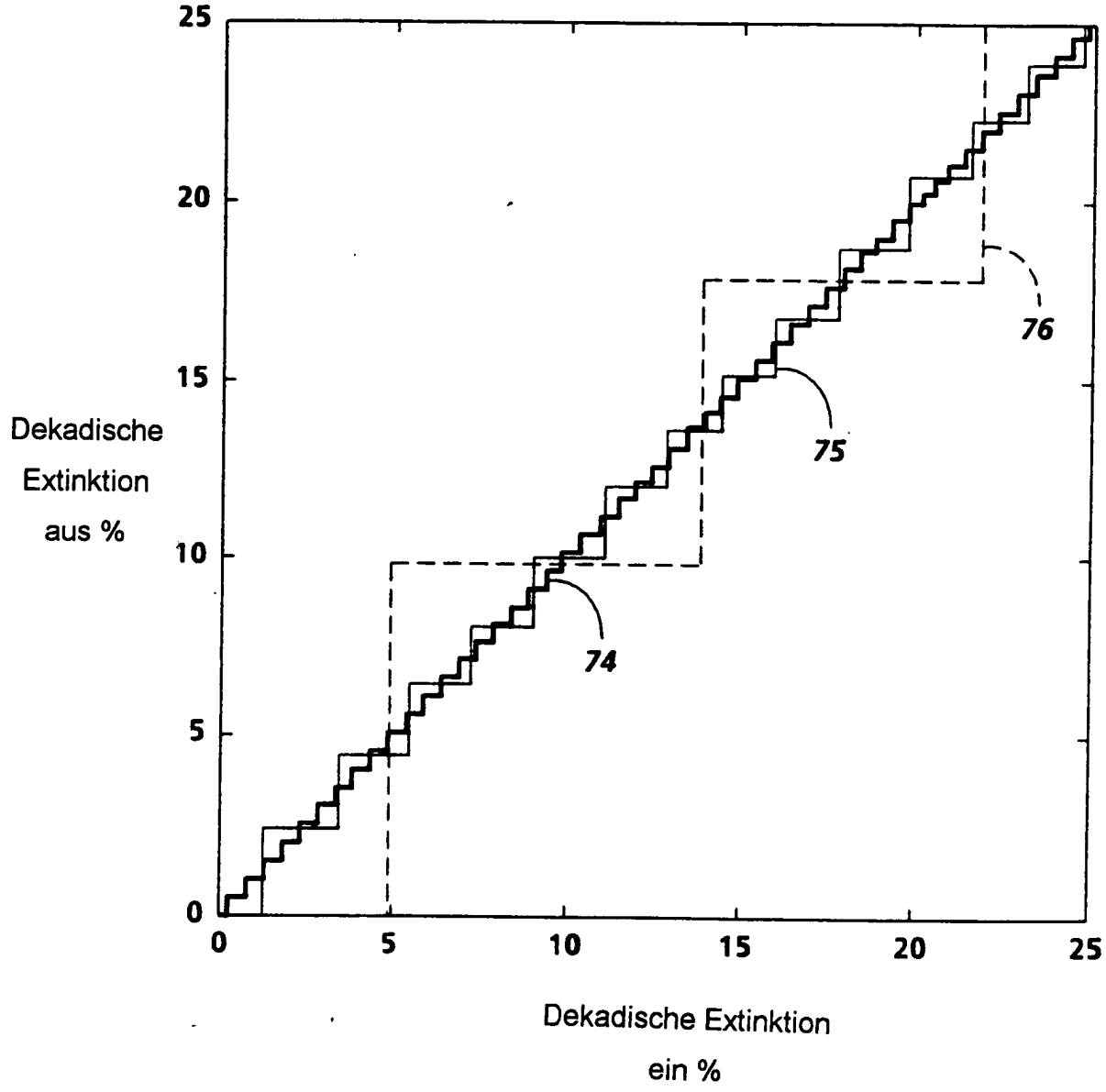

25
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
Dekadische
Extinktion
aus %
Dekadische Extinktion
ein %
74
75
76

FIG. 24

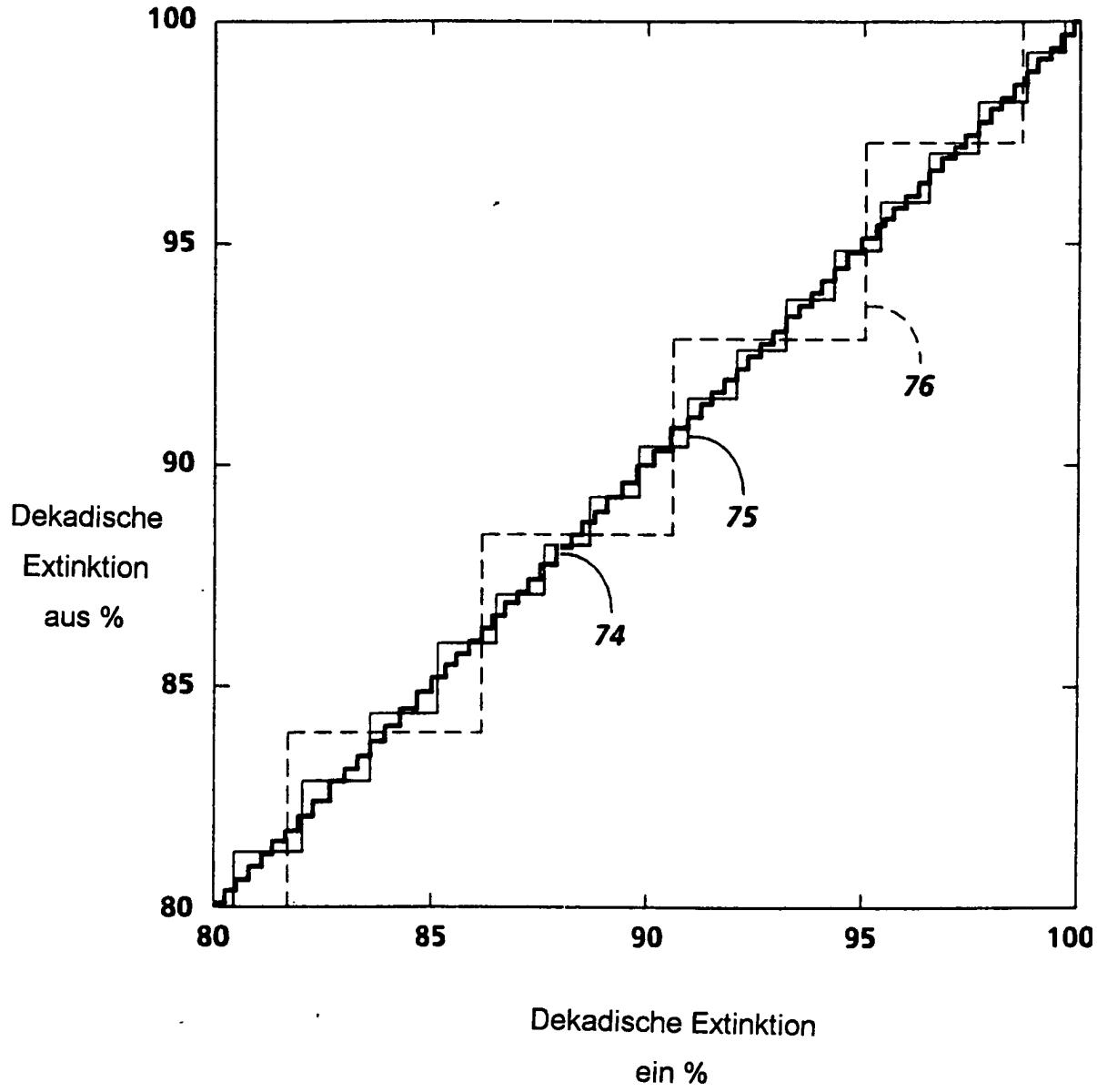

100
95
90
85
80
80
85
90
95
100
Dekadische
Extinktion
aus %
Dekadische Extinktion
ein %
74
75
76

FIG. 25

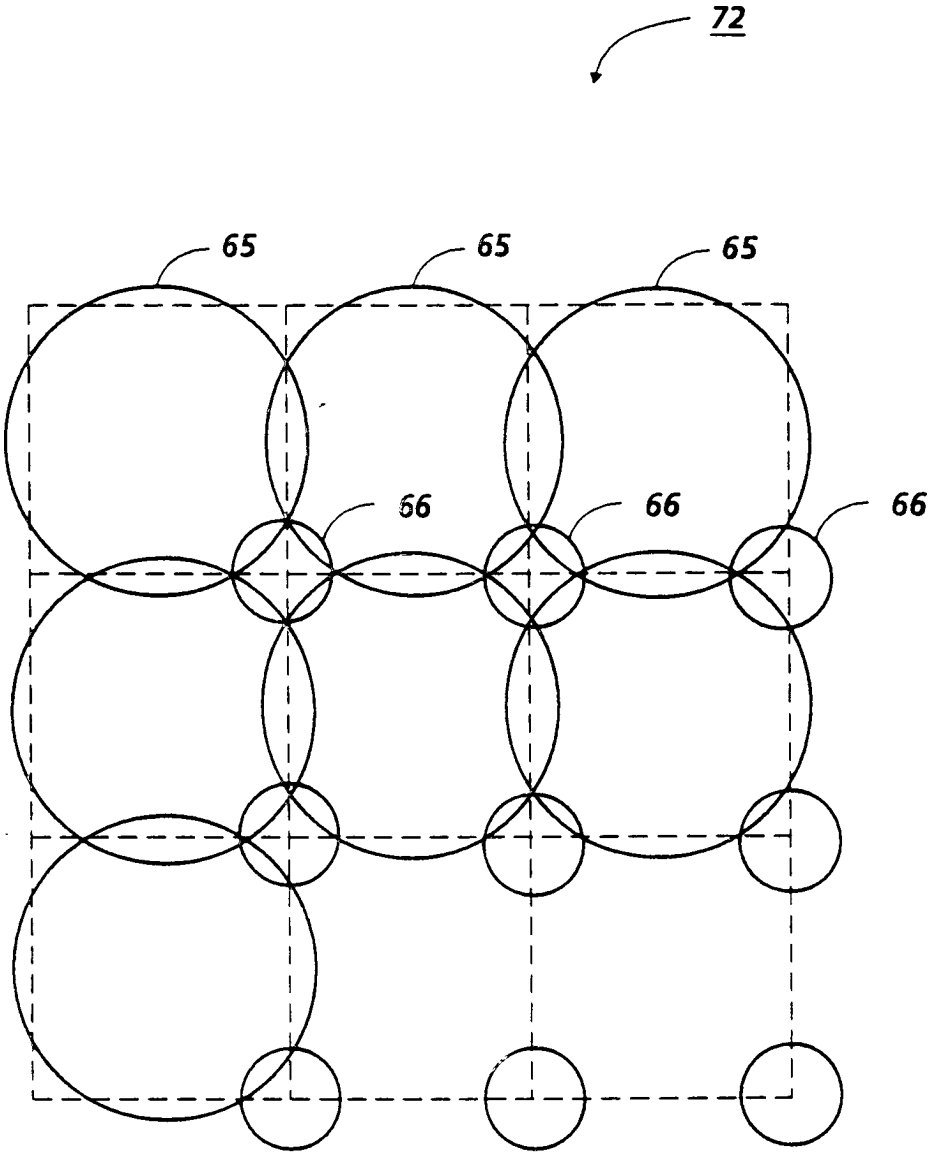


FIG. 26

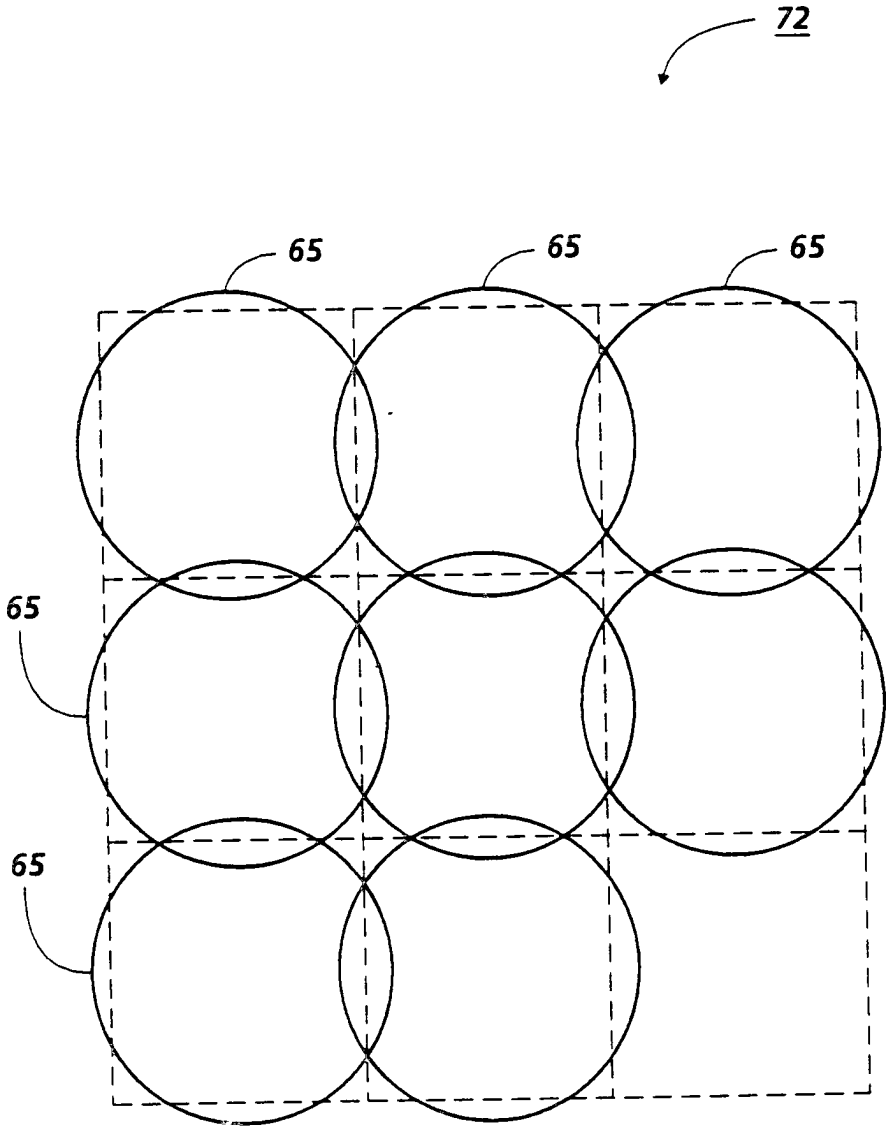


FIG. 27