



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 08 617 T2** 2006.09.21

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 308 283 B1**

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 08 617.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 023 964.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.05.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.01.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.09.2006**

(30) Unionspriorität:

120 31.10.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

**Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston,
Tex., US**

(72) Erfinder:

**Giere, Matthew D., San Diego, CA 92129, US; Hess,
Jeffrey S., Corvallis, Oregon 97330, US; Hess,
Ulrich E., Corvallis, Oregon 97330, US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Druckkopf mit einer Dünnfilmmembran mit einem schwebenden Teil**

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

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

Beschreibung

Gebiet

[0001] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Schrift beziehen sich auf Drucker und insbesondere auf einen Druckkopf für einen Drucker.

Hintergrund

[0002] Drucker weisen normalerweise einen Druckkopf auf, der an einem Wagen befestigt ist, der sich über die Breite eines Blatts Papier hin- und herbewegt, während das Papier durch den Drucker geführt wird. Fluid von einem Fluidreservoir, das sich entweder in dem Wagen eingebaut oder bezüglich des Wagens extern befindet, wird in Fluidausstoßkammern an dem Druckkopf gespeist. Jede Fluidausstoßkammer enthält ein Fluidausstoßelement, wie z. B. einen Heizwiderstand oder ein piezoelektrisches Element, das unabhängig adressierbar ist. Ein Versorgen eines Fluidausstoßelements mit Energie bewirkt, dass ein Tröpfchen Fluid durch eine Düse ausgestoßen wird, um einen kleinen Punkt auf dem Papier zu erzeugen. Das Muster von erzeugten Punkten bildet ein Bild oder einen Text.

[0003] Hewlett-Packard entwickelt Druckköpfe, die unter Verwendung von Integrierte-Schaltung-Techniken gebildet werden. Eine Dünnfilmmembran, die aus verschiedenen Dünnfilmschichten, einschließlich einer Widerstandsschicht, zusammengesetzt ist, ist an einer oberen Oberfläche eines Siliziumsubstrats gebildet, und eine Öffnungsschicht ist auf der Dünnfilmmembran gebildet. Die verschiedenen Dünnfilmschichten der Dünnfilmmembran werden geätzt, um leitfähige Anschlussleitungen zu Fluidausstoßelementen zu liefern, bei denen es sich um einen Heizwiderstand oder piezoelektrische Elemente handeln kann. Fluidzufuhrlöcher sind ebenfalls in den Dünnfilmschichten gebildet. Die Fluidzufuhrlöcher steuern den Fluss von Fluid zu den Fluidausstoßelementen. Das Fluid fließt von dem Fluidreservoir über eine untere Oberfläche des Siliziumsubstrats in einen Graben, der in dem Siliziumsubstrat gebildet ist, durch die Fluidzufuhrlöcher und in Fluidausstoßkammern, wo die Fluidausstoßelemente angeordnet sind. Siehe z. B. die EP 1 078 754 oder die US 6 003 977.

[0004] Der Graben wird in die untere Oberfläche des Siliziumsubstrats geätzt, so dass das Fluid in den Graben und durch die Fluidzufuhrlöcher, die in der Dünnfilmmembran gebildet sind, in jede Fluidausstoßkammer fließen kann. Der Graben ätzt Teilstücke des Substrats nahe den Fluidzufuhrlöchern völlig weg, so dass die Dünnfilmmembran in der Nähe der Fluidzufuhrlöcher ein Schelf bildet.

[0005] Ein Problem, das während der Entwicklung dieser Druckköpfe aufgetreten ist, besteht darin,

dass die Dünnfilmmembran und die Öffnungsschicht einen Verbund bilden, der Risse bilden kann, wenn derselbe einer Belastung unterworfen wird. Wenn der Verbund belastet wird, trägt die Dünnfilmmembran, die die Steifere der zwei Komponenten ist, den Großteil der Belastung. Wenn somit der Druckkopf gebogen oder anderweitig entweder während der Montage oder des Betriebs belastet wird, kann die Dünnfilmmembran, insbesondere in dem Schelfteilstück, das über dem Graben liegt, Risse bilden. Eine Rissbildung in der Dünnfilmmembran verursacht Zuverlässigkeitsprobleme bei diesen Druckköpfen. Das Problem von Biegung und Belastungen wird bei längeren Druckköpfen, die normalerweise größere Gräben aufweisen, verschlimmert.

Zusammenfassung

[0006] Hier beschrieben ist ein Druckkopf, der ein Druckkopfsubstrat und eine Dünnfilmmembran aufweist. Das Druckkopfsubstrat weist zumindest eine Öffnung auf, die in einer ersten Oberfläche gebildet ist, um einen Fluidpfad durch das Substrat zu liefern. Die Dünnfilmmembran ist an einer zweiten Oberfläche des Substrats gebildet und umfasst eine Mehrzahl von Fluidausstoßelementen. Die Dünnfilmmembran weist einen schwebenden und einen freitragenden Abschnitt auf, die voneinander durch einen Zwischenraum, der in der Dünnfilmmembran gebildet ist, getrennt und separiert sind. Der schwebende Abschnitt ist über der Öffnung des Substrats angeordnet, während der freitragende Abschnitt im Wesentlichen durch das Substrat gestützt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Durch Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung besser verstanden und ihre Merkmale und Vorteile für Fachleute ersichtlich gemacht werden, wobei gleiche Bezugszeichen für gleiche Teile in den verschiedenen Zeichnungen verwendet werden.

[0008] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Druckkassette, die den hier beschriebenen Druckkopf enthalten kann.

[0009] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Schnittansicht eines Teilstücks eines Druckkopfs, die allgemein entlang Linie 2-2 in [Fig. 1](#) vorgenommen wurde.

[0010] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht der Unterseite des Druckkopfs, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

[0011] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht, die allgemein entlang Linie 4-4 in [Fig. 3](#) vorgenommen wurde.

[0012] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht des Druckkopfs von [Fig. 2](#) von oben nach unten mit einer transparenten

Öffnungsschicht.

[0013] [Fig. 6A–Fig. 6C](#) sind Querschnittsansichten eines Ausführungsbeispiels des Druckkopfs während verschiedener Stufen eines Herstellungsprozesses zum Befestigen der Dünnschichtmembran des Druckkopfs an der Öffnungsschicht.

[0014] [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels eines Druckkopfs ohne Fluidzufuhröffner.

[0015] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Druckers, in den die verschiedenen Ausführungsbeispiele von Druckköpfen zum Drucken auf einem Medium eingebaut werden können.

Detaillierte Beschreibung

[0016] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Typs einer Druckkassette **10**, die die Druckkopfstruktur der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Die Druckkassette **10** ist von dem Typ, der eine erhebliche Menge von Fluid in seinem Körper **12** enthält, aber eine andere geeignete Druckkassette kann von dem Typ sein, der Fluid von einem externen Fluidvorrat erhält, der entweder an dem Druckkopf befestigt ist oder mit dem Druckkopf über einen Schlauch verbunden ist.

[0017] Das Fluid wird an einen Druckkopf **14** geliefert. Der Druckkopf **14**, der später genauer beschrieben wird, leitet das Fluid in Fluidausstoßkammern, wobei jede Kammer ein Fluidausstoßelement enthält. Elektrische Signale werden an Kontakte **16** geliefert, um die Fluidausstoßelemente einzeln mit Energie zu versorgen, um ein Tröpfchen Fluid durch eine zugeordnete Düse **18** auszustoßen. Die Struktur und der Betrieb von herkömmlichen Druckkassetten sind bekannt.

[0018] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf das Druckkopfteilstück einer Druckkassette oder einen Druckkopf, der dauerhaft in einen Drucker eingebaut werden kann und somit von dem Fluidliefersystem unabhängig ist, das Fluid an den Druckkopf liefert. Die Erfindung ist auch von dem bestimmten Drucker unabhängig, in den der Druckkopf eingegliedert ist.

[0019] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht eines Teilstücks des Druckkopfs von [Fig. 1](#), die allgemein entlang der Linie 2-2 in [Fig. 1](#) vorgenommen wurde. Obwohl ein Druckkopf 300 oder mehr Düsen und zugeordnete Fluidausstoßkammern aufweisen kann, müssen die Details nur einer einzigen Fluidausstoßkammer beschrieben werden, um die Erfindung zu verstehen. Es sollte für Fachleute auch ersichtlich sein, dass viele Druckköpfe an einem einzigen Siliziumwafer gebildet werden und dann voneinander un-

ter Verwendung herkömmlicher Techniken getrennt werden.

[0020] In [Fig. 2](#) weist ein Siliziumsubstrat **20** eine Öffnung oder einen Graben **22** auf, die bzw. der in einer unteren Oberfläche desselben gebildet ist. Der Graben **22** liefert einen Pfad, damit Fluid entlang der unteren Oberfläche und durch das Substrat **20** fließen kann.

[0021] Auf dem Siliziumsubstrat **20** gebildet ist eine Dünnschichtmembran **24**. Die Dünnschichtmembran **24** ist aus verschiedenen Dünnschichtschichten zusammengesetzt, die später im Detail beschrieben werden. Die Dünnschichtschichten umfassen eine Widerstandsschicht zum Bilden von Fluidausstoßelementen oder Widerständen **26**. Andere Dünnschichtschichten führen verschiedene Funktionen aus, wie z. B. ein Bereitstellen einer elektrischen Isolierung von dem Substrat **20**, ein Bereitstellen eines thermisch leitfähigen Pfades von den Heizwiderstandselementen zu dem Substrat **20** und ein Bereitstellen von elektrischen Leitern zu den Widerstandselementen. Ein elektrischer Leiter **28** ist so gezeigt, dass derselbe zu einem Ende eines Widerstands **26** führt. Ein ähnlicher Leiter führt zu dem anderen Ende des Widerstands **26**. Bei einem tatsächlichen Ausführungsbeispiel wären die Widerstände und Leiter in einer Kammer durch darüberliegende Schichten verdeckt.

[0022] Die Dünnschichtmembran **24** umfasst Fluidzufuhröffner **30**, die vollständig durch die Dünnschichtmembran **24** gebildet sind. Außerdem ist die Dünnschichtmembran **24** in einen freitragenden Abschnitt **32** und einen schwebenden Abschnitt **34** geteilt. Der freitragende Abschnitt **32** wird im Wesentlichen durch das Substrat **20** gestützt, während der schwebende Abschnitt **34** über dem Graben **22** hängt, der in dem Substrat **20** gebildet ist. Der schwebende Abschnitt **34** ist auf allen Seiten durch einen Zwischenraum **36**, der in der Dünnschichtmembran **24** gebildet ist, von dem freitragenden Abschnitt **32** getrennt. Jeder Zwischenraum **36** weist eine Breite von etwa 0,1 Mikrometern auf. Ein Fachmann wird erkennen, dass die Breite der Zwischenräume **36** optimiert werden kann, um den Fluss von Fluid durch den Druckkopf **14** zu steuern. Die Vorteile eines Teilens der Dünnschichtmembran **24** in freitragende und schwebende Abschnitte **32** bzw. **34** sind im Folgenden genauer beschrieben.

[0023] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der schwebende Abschnitt **34** nicht auf allen Seiten von dem Rest der Dünnschichtschichten getrennt, sondern ist nur an einer oder beiden langen Seiten getrennt, um eine Belastung abzumildern.

[0024] Eine Öffnungsschicht **38** ist über der Oberfläche der Dünnschichtmembran **24** aufgebracht. Die Öffnungsschicht **38** ist an der oberen Oberfläche der Dünnschichtmembran **24** derart angehaftet, dass die

beiden einen Verbund bilden. Die Haftung zwischen der Dünnschichtmembran **24** und der Öffnungsschicht **38** ist ausreichend dafür, dass die Öffnungsschicht **38** den schwebenden Abschnitt **34** der Dünnschichtmembran **24** über dem Graben **22** in dem Substrat **20** aufhängt, es können jedoch, wie es im Folgenden beschrieben ist, zusätzliche Strukturen verwendet werden, um die beiden ferner aneinander zu befestigen.

[0025] Die Öffnungsschicht **38** wird geätzt, um Fluidausstoßkammern **40**, eine Kammer pro Widerstand **26**, zu bilden. Ein Verteiler **42** wird ebenfalls in der Öffnungsschicht **38** gebildet, zum Liefern eines gemeinsamen Fluidkanals für eine Reihe von Fluidausstoßkammern **40**. Die Innenkante des Verteilers **42** ist durch eine gestrichelte Linie **44** gezeigt. Düsen **46** können durch Laserablation unter Verwendung einer Maske und herkömmlicher Photolithographietechniken gebildet werden.

[0026] Der Graben **22** in dem Siliziumsubstrat **20** erstreckt sich entlang der Länge der Reihe von Fluidzufuhröffnungen **30**, so dass Fluid **48** von einem Fluidreservoir in die Fluidzufuhröffnungen **30** eintreten und Fluid an die Fluidausstoßkammern **40** liefern kann.

[0027] Bei einem Ausführungsbeispiel ist jeder Druckkopf etwa einen halben Zoll lang und enthält zwei versetzte Reihen von Düsen, wobei jede Reihe 150 Düsen für insgesamt 300 Düsen pro Druckkopf enthält. Der Druckkopf kann somit mit einer Eindurchgangsauflösung von 600 Punkten pro Zoll (dpi) entlang der Richtung der Düsenreihen drucken oder mit einer größeren Auflösung in mehreren Durchgängen drucken. Größere Auflösungen können auch entlang der Bewegungsrichtung des Druckkopfes gedruckt werden. Auflösungen von 1200 dpi oder mehr können unter Verwendung der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

[0028] Bei Betrieb wird ein elektrisches Signal an den Heizwiderstand **26** geliefert, der einen Teil der Fluids verdampft, um eine Blase in einer Fluidausstoßkammer **40** zu bilden. Die Blase treibt ein Fluidtröpfchen durch eine zugeordnete Düse **46** auf ein Medium. Die Fluidausstoßkammer wird dann durch eine Kapillaraktion nachgefüllt.

[0029] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht der Unterseite des Druckkopfs von [Fig. 2](#), die den Graben **22** in dem Substrat **20**, die Zwischenräume **36**, die den schwebenden Abschnitt **34** der Dünnschichtmembran **24** von dem freitragenden Abschnitt **32** trennen, und die Fluidzufuhröffnungen **30** in dem schwebenden Abschnitt **34** zeigt. Bei dem bestimmten Ausführungsbeispiel von [Fig. 3](#) liefert ein einziger Graben **22** Zugang zu zwei Reihen von Fluidzufuhröffnungen **30**. Der Graben **22** liefert auch Zugang zu den Zwischenräumen **36**, derart, dass Fluid durch die Zwischenräume **36** und in die Fluidausstoßkammern

40 fließen kann. Der schwebende Abschnitt **34**, der über dem Graben **22** hängt, weist bevorzugt Abmessungen auf, die kleiner als diejenigen des Grabens **22** sind.

[0030] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Größe jedes Fluidzufuhrlochs **30** kleiner als die Größe einer Düse **46**, so dass Partikel in dem Fluid durch die Fluidzufuhröffnungen **30** gefiltert werden und nicht die Düse **46** verstopfen. Das Verstopfen eines Fluidzufuhrloches hat wenig Wirkung auf die Nachfüllgeschwindigkeit einer Kammer, da mehrere Fluidzufuhröffnungen Fluid an jede Kammer **40** liefern. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel gibt es mehr Fluidzufuhröffnungen **30** als Fluidausstoßkammern **40**.

[0031] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht, die allgemein entlang der Linie 4-4 in [Fig. 2](#) vorgenommen wurde. [Fig. 4](#) zeigt die einzelnen Dünnschichtschichten, die die Dünnschichtmembran **24** bilden. Bei dem bestimmten Ausführungsbeispiel von [Fig. 4](#) ist das gezeigte Teilstück des Siliziumsubstrats **20** etwa 30 Mikrometer dick. Dieses Teilstück wird als die Brücke bezeichnet. Das Gesamtsilizium ist etwa 675 Mikrometer dick.

[0032] Eine Feldoxidschicht **50**, die eine Dicke von 1,2 Mikrometern aufweist, wird unter Verwendung von herkömmlichen Techniken über dem Siliziumsubstrat **20** gebildet. Eine Tetraethylorthosilicat-(TEOS-)Schicht **52**, die eine Dicke von 1,0 Mikrometern aufweist, wird dann über die Schicht aus Oxid **50** aufgebracht. Eine Bor-TEOS-(BTEOS-)Schicht kann stattdessen verwendet werden.

[0033] Eine Widerstandsschicht aus z. B. Tantalaluminium (TaAl), die eine Dicke von 0,1 Mikrometern aufweist, wird dann über der TEOS-Schicht **52** gebildet. Andere bekannte Widerstandsschichten können ebenfalls verwendet werden.

[0034] Eine strukturierte Metallschicht, wie z. B. eine Aluminium-Kupfer-Legierung, die eine Dicke von 0,5 Mikrometern aufweist, liegt über der Widerstandsschicht zum Liefern einer elektrischen Verbindung mit den Widerständen. Die leitfähigen Al-Cu-Bahnen werden geätzt, um Teilstücke der TaAl-Schicht freizulegen, um eine erste Widerstandsabmessung (z. B. eine Breite) zu begrenzen. Eine zweite Widerstandsabmessung (z. B. eine Länge) wird durch ein Ätzen der AlCu-Schicht begrenzt, um zu bewirken, dass ein Widerstandsteilstück durch AlCu-Bahnen an beiden Enden kontaktiert wird. Diese Technik des Bildens von Widerständen **26** und elektrischen Leitern ist bekannt.

[0035] Die TEOS-Schicht **52** und die Feldoxidschicht **50** liefern eine elektrische Isolierung zwischen den Widerständen **26** und dem Substrat **20** sowie eine Ätzbegrenzung, wenn das Substrat **20** ge-

ätzt wird. Außerdem liefern die TEOS-Schicht **52** und die Feldoxidschicht **50** eine mechanische Stütze für ein Überhangteilstück **54** des freitragenden Abschnitts **32** und für den schwebenden Abschnitt **34**. Die TEOS- und die Feldoxidschicht isolieren auch Polysilizium-Gates von Transistoren (nicht gezeigt), die verwendet werden, um Energieversorgungssignale mit den Widerständen **26** zu koppeln.

[0036] Unter Rückbezug auf [Fig. 4](#) wird über den Widerständen **26** und der AlCu-Metallschicht eine Siliziumnitrid-(Si_3N_4)Schicht **56** gebildet, die eine Dicke von 0,25 Mikrometern aufweist. Diese Schicht liefert Isolierung und Passivierung. Bevor die Nitridschicht **56** abgeschieden bzw. aufgebracht wird, werden die Widerstands- und die strukturierte Metallschicht geätzt, um beide Schichten von den Fluidzufuhrlöchern **30** zurückzuziehen, um nicht in Kontakt mit Fluid zu sein. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Widerstands- und die strukturierte Metallschicht gegenüber bestimmten Fluiden und dem Ätzmittel, das verwendet wird, um den Graben **22** zu bilden, anfällig sind. Ein Rückätzen einer Schicht, um die Schicht vor Fluid zu schützen, kann auch für die Polysiliziumschicht in dem Druckkopf gelten.

[0037] Über der Nitridschicht **56** wird eine Schicht **58** aus Siliziumkarbid (SiC) gebildet, die eine Dicke von 0,125 Mikrometern aufweist, um eine zusätzliche Isolierung und Passivierung zu liefern. Andere dielektrische Schichten können anstelle von Nitrid und Karbid verwendet werden.

[0038] Die Karbidschicht **58** und die Nitridschicht **56** werden ebenfalls geätzt, um Teilstücke der AlCu-Bahnen für einen Kontakt zu nachfolgend gebildeten Masseleitungen (außerhalb des Felds von [Fig. 4](#)) freizulegen.

[0039] Auf der Karbidschicht **58** wird eine Haftschiicht **60** aus Tantal (Ta) gebildet, die eine Dicke von 0,3 Mikrometern aufweist. Das Tantal fungiert auch als eine Blasenkavitationsbarriere über den Widerstandselementen. Diese Schicht **60** kontaktiert die leitfähigen AlCu-Bahnen durch die Öffnungen in den Nitrid-/Karbidschichten.

[0040] Gold (nicht gezeigt) wird über der Tantal-schicht **60** aufgebracht und geätzt, um Masseleitungen zu bilden, die elektrisch mit bestimmten der AlCu-Bahnen verbunden sind. Derartige Leiter können herkömmlich sein.

[0041] Die AlCu- und Goldleiter können mit Transistoren gekoppelt sein, die an der Substratoberfläche gebildet sind. Derartige Transistoren sind in dem US-Patent Nr. 5,648,806 beschrieben, das an den Anmelder der vorliegenden Erfindung übertragen und hier durch Bezugnahme aufgenommen ist. Die Leiter können an Elektroden entlang Kanten des

Substrats **20** enden.

[0042] Eine flexible Schaltung (nicht gezeigt) weist Leiter auf, die mit den Elektroden an dem Substrat **20** verbunden sind und die in Kontaktanschlussflächen **16** ([Fig. 1](#)) enden, zur elektrischen Verbindung mit dem Drucker.

[0043] Die Fluidzufuhrlöcher **30** und die Zwischenräume **36** werden durch ein Ätzen durch die Schichten gebildet, die die Dünnschichtmembran **24** bilden. Bei einem Ausführungsbeispiel wird eine einzige Zufuhrloch- und Zwischenraummaske verwendet. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel werden mehrere Maskier- und Ätzschritte verwendet, wenn die verschiedenen Dünnschichtmembranen gebildet werden.

[0044] Die Öffnungsschicht **38** wird dann aufgebracht und gebildet, gefolgt von dem Ätzen des Grabens **22**. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Grabenätzung vor der Öffnungsschichtherstellung durchgeführt. Die Öffnungsschicht **38** kann aus einem aufgeschleuderten Epoxid gebildet werden, das SU-8 genannt wird. Die Öffnungsschicht **38** bei einem Ausführungsbeispiel beträgt etwa 30 Mikrometer.

[0045] Ein Rückseitenmetall kann bei Bedarf aufgebracht werden, um Wärme von dem Substrat **20** besser zu dem Fluid zu leiten.

[0046] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht der Struktur von [Fig. 2](#) von oben nach unten. Die Abmessungen der Elemente können folgendermaßen sein: die Fluidzufuhrlöcher **30** sind 10 Mikrometer \times 20 Mikrometer; die Fluidausstoßkammern **40** sind 25 Mikrometer \times 25 Mikrometer; die Düsen **46** weisen einen Durchmesser von 16 Mikrometern auf; die Heizwiderstände **26** sind 20 Mikrometer \times 20 Mikrometer; und der Verteiler **42** weist eine Breite von etwa 20 Mikrometern auf. Die Abmessungen variieren abhängig von dem verwendeten Fluid, der Betriebstemperatur, der Druckgeschwindigkeit, der gewünschten Auflösung und anderen Faktoren.

[0047] Die vorliegende Erfindung liefert einen Druckkopf mit einer verbesserten Zuverlässigkeit. Da der Verbund, der durch die Dünnschichtmembran **24** und die Öffnungsschicht **38** gebildet wird, aufgrund der Zwischenräume **36** in der Dünnschichtmembran **24** nicht ganz durchgehend ist, ist derselbe weniger empfindlich gegenüber den Belastungen, die durch ein Biegen des Druckkopfs **14** bewirkt werden. Wenn eine Biegung erfolgt, stoppen die Zwischenräume **36** die Ausbreitung der Belastung durch die Dünnschichtmembran **24** und ermöglichen, dass das SU-8-Material niedrigeren Moduls der Öffnungsschicht die auferlegte Belastung trägt. Somit kann durch ein Isolieren des schwebenden Abschnitts **34** der Dünnschichtmembran **24** von Belastungen, die durch ein Biegen des Chips

erzeugt werden, die Dünnschichtmembran über dem Graben **22** in dem Substrat bleiben, wodurch die kleineren Merkmale und engeren Toleranzen ausgenutzt werden, die durch Integrierte-Schaltung-Techniken geboten werden. Ein Einstellen der Breite der Zwischenräume **36** liefert auch eine Möglichkeit, ein Fluid nachzufüllen anders als durch eine Barrierenarchitektur oder durch eine Schelflänge zu steuern. Außerdem erfordert die vorliegende Erfindung keine zusätzlichen Prozessschritte, da die Zwischenräume **36** gleichzeitig mit den Fluidzufuhröffnungen **30** gebildet werden können. Schließlich ermöglicht die vorliegende Erfindung die Verwendung der Dünnschichtmembran bei größeren Druckköpfen, die ein größeres Potential für ein Biegen aufweisen.

[0048] Wie bereits erörtert, ermöglicht eine Haftung zwischen der oberen Schicht der Dünnschichtmembran **24** und der Öffnungsschicht **38**, dass die Öffnungsschicht **38** den schwebenden Abschnitt **34** der Dünnschichtmembran **24** über dem Graben **22** in dem Substrat **20** aufhängt. Die Öffnungsschicht **38** kann auch noch anderweitig an der Dünnschichtmembran **24** befestigt sein. Die [Fig. 6A–Fig. 6C](#) veranschaulichen ein Verfahren zum Bilden von nietenartigen Strukturen, um die Öffnungsschicht **38** an der Dünnschichtmembran **24** zu befestigen. Diese Strukturen können nach Bedarf in dem schwebenden Abschnitt **34** der Dünnschichtmembran **24** gebildet werden. In [Fig. 6A](#) wird die Dünnschichtmembran **24** geätzt, um eine oder mehr Öffnungen **62** an gewünschten Orten für die Nieten zu bilden. Die Dünnschichtmembran **24** wird dann als eine Maske verwendet, und das Siliziumsubstrat **20** wird einem anisotropen Ätzmittel, wie z. B. TMAH, ausgesetzt. Das Ätzmittel greift das freiliegende Silizium an und unterschneidet die Dünnschichtmembran, wie es in [Fig. 6B](#) veranschaulicht ist. Dann wird SU-8, das Epoxid, das die Öffnungsschicht **38** bildet, aufgeschleudert. Das Epoxidmaterial fließt in den Hohlraum, der durch das Ätzmittel erzeugt wurde, wie es in [Fig. 6C](#) veranschaulicht ist. Das SU-8 wird dann belichtet und zum Härten gebacken, und die Niete ist fertig.

[0049] [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels der Erfindung ohne Fluidzufuhröffnungen. Die Schichten der Dünnschichtmembran **24** sind denjenigen in [Fig. 4](#) ähnlich. Anders als in [Fig. 4](#) gibt es kein Fluidzufuhrloch **30**. Stattdessen fließt das Fluid durch die Zwischenräume **36**.

[0050] [Fig. 8](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel eines Druckers **70**, der verschiedene Ausführungsbeispiele von Druckköpfen enthalten kann. Zahlreiche andere Entwürfe von Druckern können ebenfalls verwendet werden. Mehr Einzelheiten eines Druckers sind in dem US-Patent Nr. 5,582,459 für Norman Pawlowski et al. zu finden, das hier durch Bezugnahme aufgenommen ist.

[0051] Der Drucker **70** umfasst eine Eingabeablage

72, die Blätter Papier **74** enthält, die durch eine Druckzone **76** unter Verwendung von Rollen **78** vorgerückt werden, damit auf dieselben gedruckt wird. Das Papier **74** wird dann zu einer Ausgabeablage **80** vorgerückt. Ein bewegbarer Wagen **82** hält Druckkassetten **82**, **84**, **86** und **99**, die cyanfarbenes (C), schwarzes (K), magentafarbenes (M) bzw. gelbes (Y) Fluid drucken.

[0052] Bei einem Ausführungsbeispiel werden Fluide in austauschbaren Fluidkassetten **92** ihren zugeordneten Druckkassetten über flexible Fluidschläuche **94** geliefert. Die Druckkassetten können auch von dem Typ sein, der einen erheblichen Vorrat von Fluid hält, und können nachfüllbar oder nicht nachfüllbar sein. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die Fluidvorräte von den Druckkopfabschnitten getrennt und sind entferntbar an den Druckköpfen in dem Wagen **82** befestigt.

[0053] Der Wagen **82** wird entlang einer Bewegungsachse durch ein herkömmliches Riemen- und Riemenscheibensystem bewegt und gleitet entlang eines Gleitstabs **96**. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Wagen feststehend und ein Array von feststehenden Druckkassetten druckt auf ein sich bewegendes Blatt Papier.

[0054] Drucksignale von einem herkömmlichen externen Computer (z. B. einem PC) werden durch den Drucker **70** verarbeitet, um eine Bitmap der zu druckenden Punkte zu erzeugen. Die Bitmap wird dann in Abfeuersignale für die Druckköpfe umgewandelt. Die Position des Wagens **82**, wenn derselbe während des Druckens entlang der Bewegungsachse hin- und herläuft, wird aus einem optischen Codierstreifen **98** bestimmt, der durch ein photoelektrisches Element an dem Wagen **82** erfasst wird, um zu bewirken, dass die verschiedenen Fluidausstoßelemente an jeder Druckkassette selektiv zu der geeigneten Zeit während einer Wagenbewegung abgefeuert werden.

[0055] Der Druckkopf kann resistive, piezoelektrische oder andere Typen von Fluidausstoßelementen verwenden.

[0056] Wenn sich die Druckkassetten in dem Wagen **82** über ein Blatt Papier bewegen, überlappen sich die Bänder, die durch die Druckkassetten gedruckt werden. Nach ein oder mehr Bewegungsläufen wird das Blatt Papier **74** in einer Richtung zu der Ausgabeablage **80** hin verschoben, und der Wagen **82** fährt mit dem Bewegen fort.

[0057] Die vorliegende Erfindung ist gleichermaßen bei alternativen Drucksystemen (nicht gezeigt) anwendbar, die alternative Medien- und/oder Druckkopfbewegungsmechanismen, wie z. B. diejenigen, die Körnungsrad-, Rollenzufuhr- oder Trommel- oder Vakuumriementechnologie umfassen, verwenden,

um das Druckmedium relativ zu den Druckkopfanordnungen zu tragen und zu bewegen. Bei einem Körnungsradentwurf bewegen ein Körnungsrad und eine Klemmrolle das Medium entlang einer Achse hin und her, während ein Wagen, der eine oder mehr Druckkopfanordnungen trägt, sich entlang einer orthogonalen Achse an dem Medium vorbei bewegt. Bei einem Trommeldruckerentwurf wird das Medium an einer Drehtrommel befestigt, die entlang einer Achse gedreht wird, während ein Wagen, der eine oder mehr Druckkopfanordnungen trägt, sich entlang einer orthogonalen Achse an dem Medium vorbei bewegt. Bei beiden, dem Trommel- oder dem Körnungsradentwurf, erfolgt das Bewegen normalerweise nicht hin und her, wie es bei dem System der Fall ist, das in [Fig. 8](#) gezeigt ist.

[0058] Mehrere Druckköpfe können auf einem einzigen Substrat gebildet sein. Ferner kann sich ein Array von Druckköpfen über die gesamte Breite einer Seite erstrecken, so dass kein Bewegen der Druckköpfe nötig ist; nur das Papier wird senkrecht zu dem Array verschoben.

[0059] Zusätzliche Druckkassetten in dem Wagen können andere Farben oder Fixiermittel umfassen.

[0060] Obwohl bestimmte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben worden sind, ist es für Fachleute offensichtlich, dass Veränderungen und Modifizierungen vorgenommen werden können, ohne von dieser Erfindung und ihren breiteren Aspekten abzuweichen, und deshalb sollen die angehängten Ansprüche in ihrem Schutzbereich alle derartigen Veränderungen und Modifizierungen, die in den Schutzbereich dieser Erfindung fallen, umfassen.

Patentansprüche

1. Druckkopf, der ein Druckkopfsubstrat umfasst, wobei das Substrat folgendes aufweist:
eine erste Oberfläche, die darin mindestens eine Öffnung begrenzt, wobei die Öffnung dort hindurch einen Fluidpfad bereitstellt; und
eine zweite Oberfläche mit einer daran ausgebildeten Dünnschichtmembran, wobei die Dünnschichtmembran eine Mehrzahl von Fluidausstoßelementen umfasst; mit einem freitragenden Abschnitt und einem schwebenden Abschnitt, wobei der freitragende Abschnitt und der schwebende Abschnitt durch einen Zwischenraum voneinander getrennt sind, der in der Dünnschichtmembran ausgebildet ist.

2. Druckkopf (14), der folgendes umfasst:
ein Druckkopfsubstrat (20) mit mindestens einer in einer ersten Oberfläche ausgebildeten Öffnung (22), wobei die mindestens eine Öffnung (22) einen Fluidpfad (48) durch das Substrat (20) bereitstellt; und
eine Dünnschichtmembran (24), die an einer zweiten

Oberfläche des Substrats (20) ausgebildet ist, wobei die Dünnschichtmembran (24) eine Mehrzahl von Fluidausstoßelementen (26) aufweist, wobei die Dünnschichtmembran (24) einen freitragenden Abschnitt (32) und einen schwebenden Abschnitt (34) aufweist, wobei der schwebende Abschnitt (34) zumindest teilweise von dem freitragenden Abschnitt (32) getrennt und durch einen in der Dünnschichtmembran (24) ausgebildeten Zwischenraum (36) getrennt ist, wobei der schwebende Abschnitt (34) über zumindest einer Öffnung (22) in dem Substrat (20) angeordnet ist, wobei der freitragende Abschnitt (32) im Wesentlichen durch das Substrat (20) gestützt wird.

3. Druckkopf nach Anspruch 2, wobei sich der Zwischenraum (36), der die freitragenden (32) und schwebenden (34) Abschnitte der Dünnschichtmembran (24) voneinander trennt, in Fluidübertragungsverbindung mit dem Fluidpfad (48) befindet.

4. Druckkopf (14) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der schwebende Abschnitt (34) der Dünnschichtmembran (24) eine Mehrzahl von darin ausgebildeten Fluidzufuhröffnungen (30) aufweist, wobei sich die Fluidzufuhröffnungen (30) in Fluidübertragungsverbindung mit dem Fluidpfad (48) befinden.

5. Druckkopf (14) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich ein Teilstück des freitragenden Abschnitts (32) des Dünnschichtsubstrats (24) zumindest über eine Öffnung (22) in dem Substrat (20) erstreckt.

6. Druckkopf (14) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der schwebende Abschnitt (34) der Dünnschichtmembran (24) eine Feldoxidschicht (50) und eine Schutzschicht (52) umfasst, wobei die Schutzschicht (52) die Feldoxidschicht (50) überlagert.

7. Druckkopf (14) nach Anspruch 6, wobei die zumindest eine Öffnung (22) in dem Substrat (20) einen Graben (22) bildet, und wobei die Feldoxidschicht (50) beim Ätzen des Grabens (22) als Ätzbegrenzung fungiert.

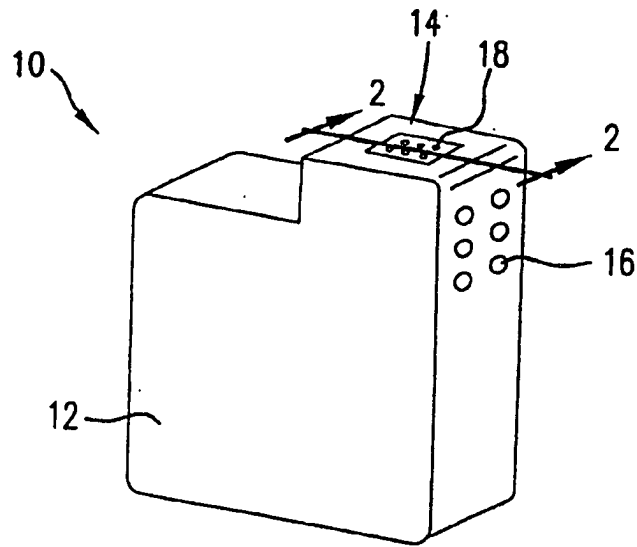
8. Druckkopf (14) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei dieser ferner eine an der Dünnschichtmembran (24) ausgebildete Öffnungsschicht (38) umfasst, wobei die Öffnungsschicht (38) den schwebenden Abschnitt (34) über der mindestens einen Öffnung (22) in dem Substrat (20) stützt.

9. Druckkopf (14) nach Anspruch 8, wobei die Öffnungsschicht (38) eine Mehrzahl von Fluidausstoßkammern (40) begrenzt, wobei jede Kammer (40) darin ein zugeordnetes Fluidausstoßelement (26) aufweist, wobei die Öffnungsschicht (38) ferner eine Düse (46) für jede Fluidausstoßkammer (40) begrenzt.

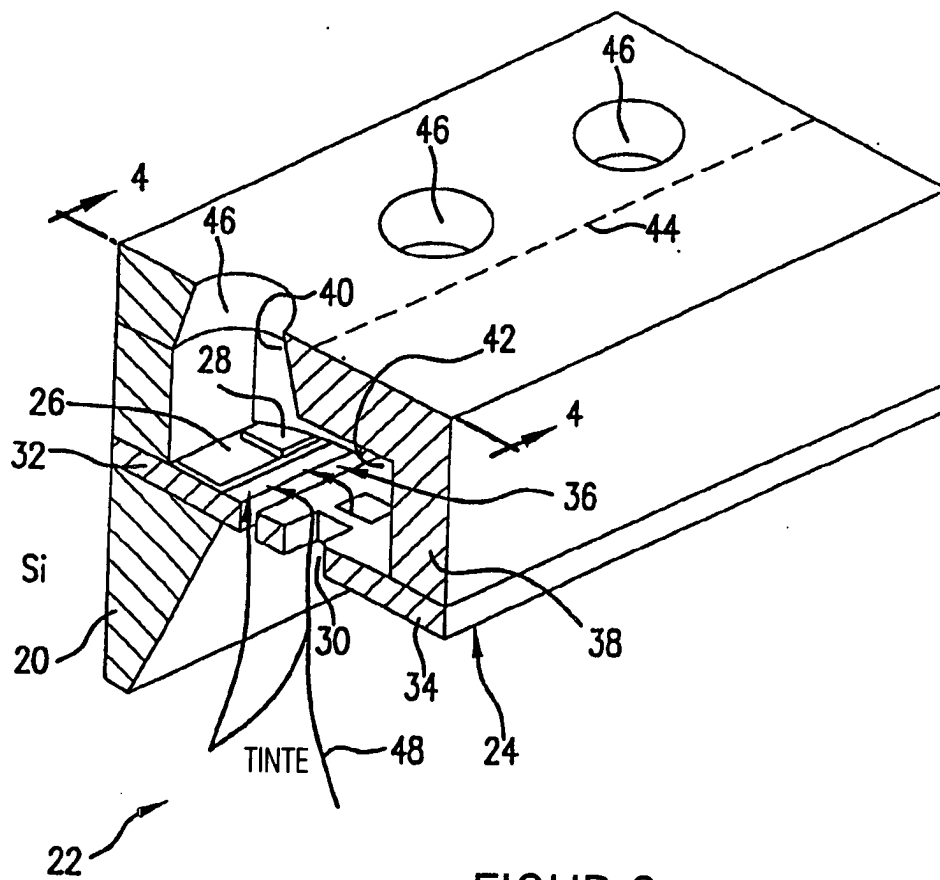
10. Verfahren zum Herstellen einer Fluidausstoßeinrichtung, wobei das Verfahren folgendes umfasst: das Abscheiden einer Mehrzahl von Dünnschichten (50–60) auf eine erste Oberfläche eines Druckkopfs substrats (20), wobei die Mehrzahl von Dünnschichten (50–60) eine Dünnschichtmembran (24) bildet, wobei mindestens eine der Schichten eine Mehrzahl von Fluidausstoßelementen (26) bildet; das Ätzen des Druckkopfs substrats (20), um die Dünnschichtmembran (24) mit einem freitragenden Abschnitt (32) vorzusehen; das Ätzen der Mehrzahl von Dünnschichten (50–60), um die Dünnschichtmembran (24) mit einem schwebenden Abschnitt (34) vorzusehen, wobei der schwebende Abschnitt zumindest teilweise von dem freitragenden Abschnitt (32) getrennt und durch einen Zwischenraum von diesem separiert ist; das Ausbilden einer Öffnungsschicht (38) auf der Dünnschichtmembran (24); und das Ausbilden mindestens einer Öffnung (22) in einer zweiten Oberfläche des Substrats (20), wobei die mindestens eine Öffnung (22) einen Fluidpfad (48) von der zweiten Oberfläche durch das Substrat (20) vorsieht; wobei die Öffnungsschicht (38) den schwebenden Abschnitt (34) der Dünnschichtmembran (24) über der zumindest einen Öffnung (22) in dem Substrat (20) stützt, wobei der freitragende Abschnitt (32) im Wesentlichen von dem Substrat (20) gestützt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Dünnschichtmembran (24) so geätzt wird, dass die Fluidausstoßelemente (26) an dem schwebenden Abschnitt (34) angeordnet sind und das Substrat (20) überlagern.

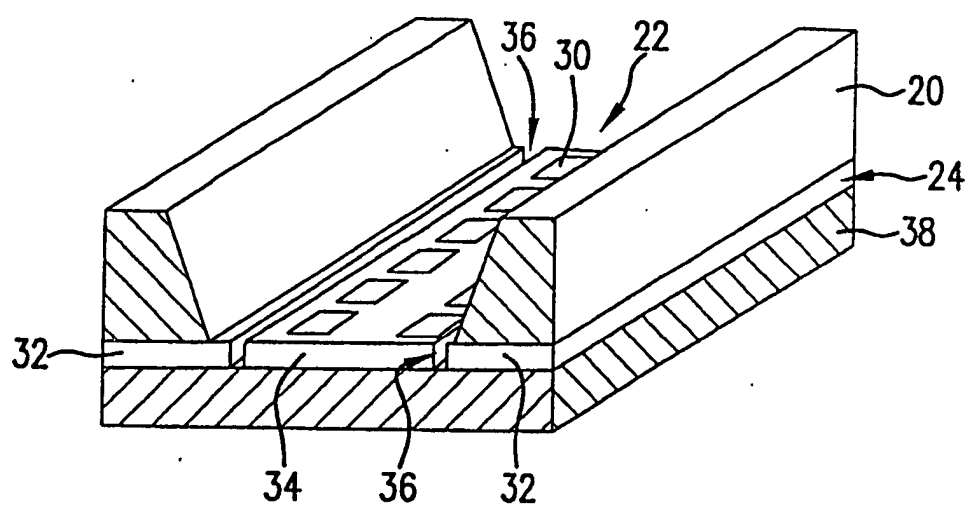
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 3

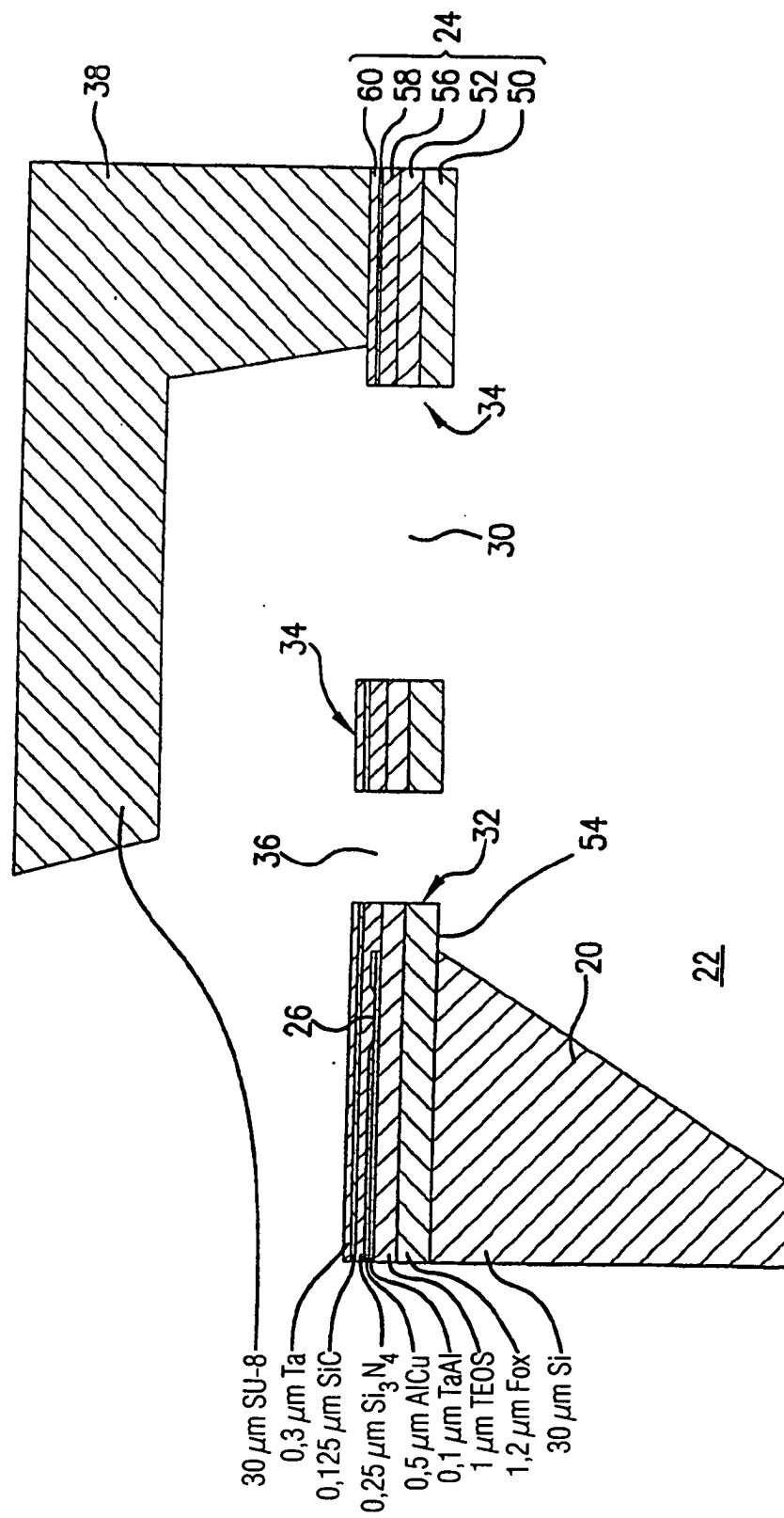


FIGURE 4

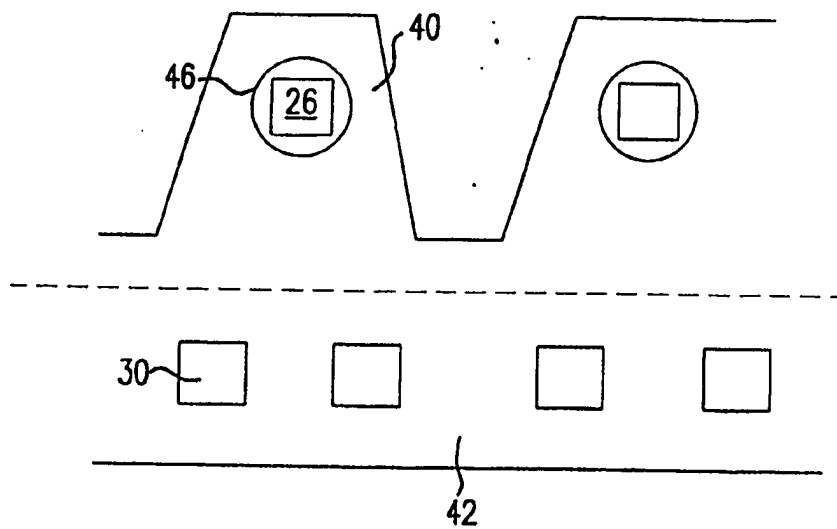


FIGURE 5

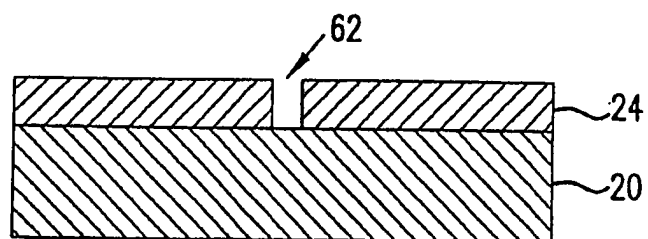


FIGURE 6A

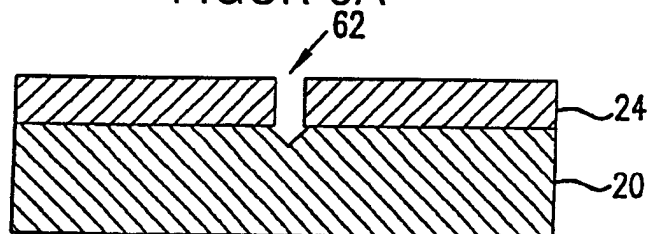


FIGURE 6B

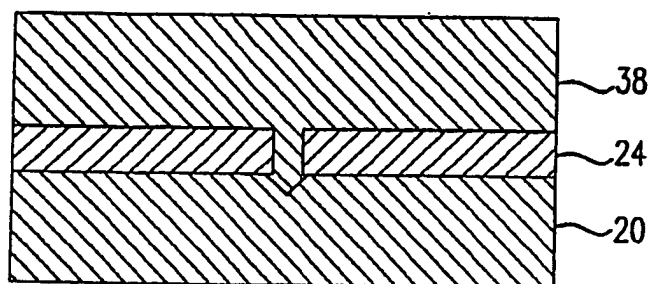
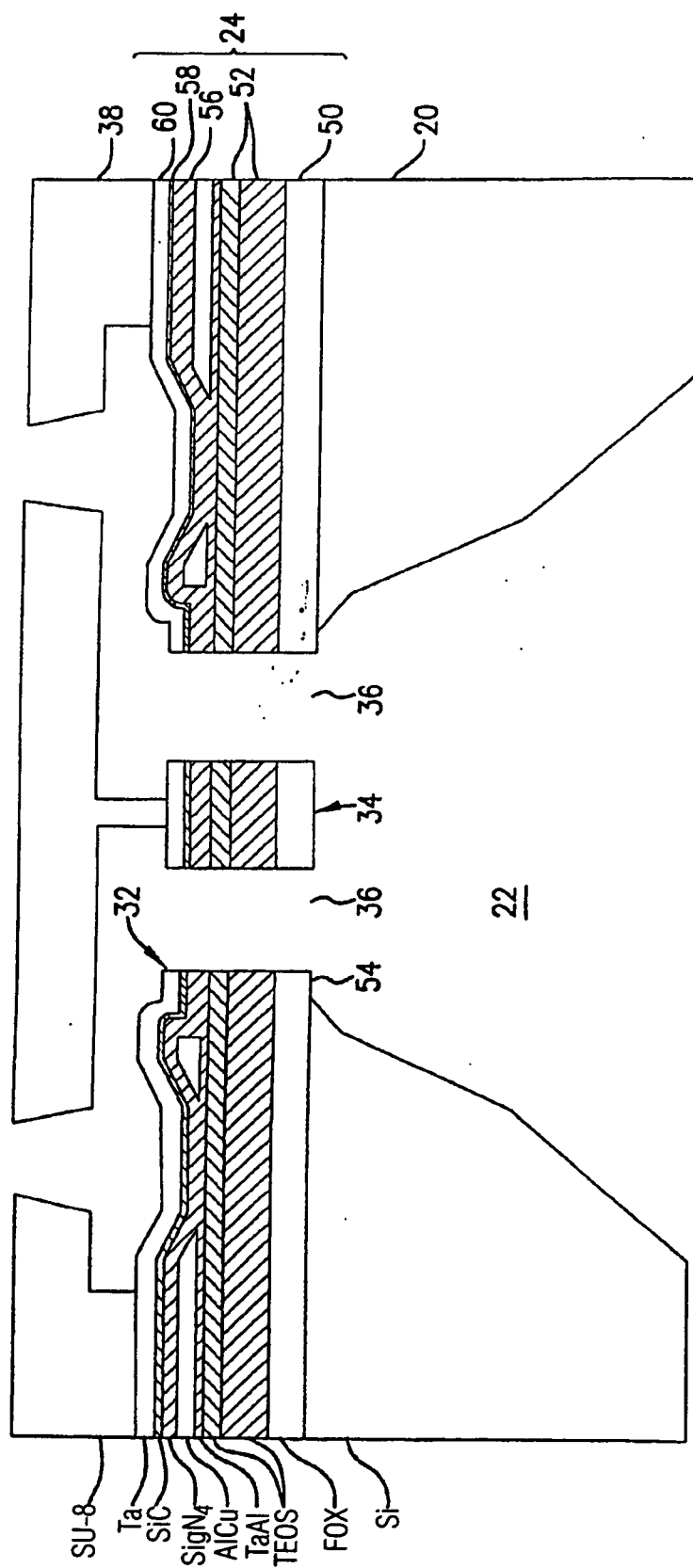
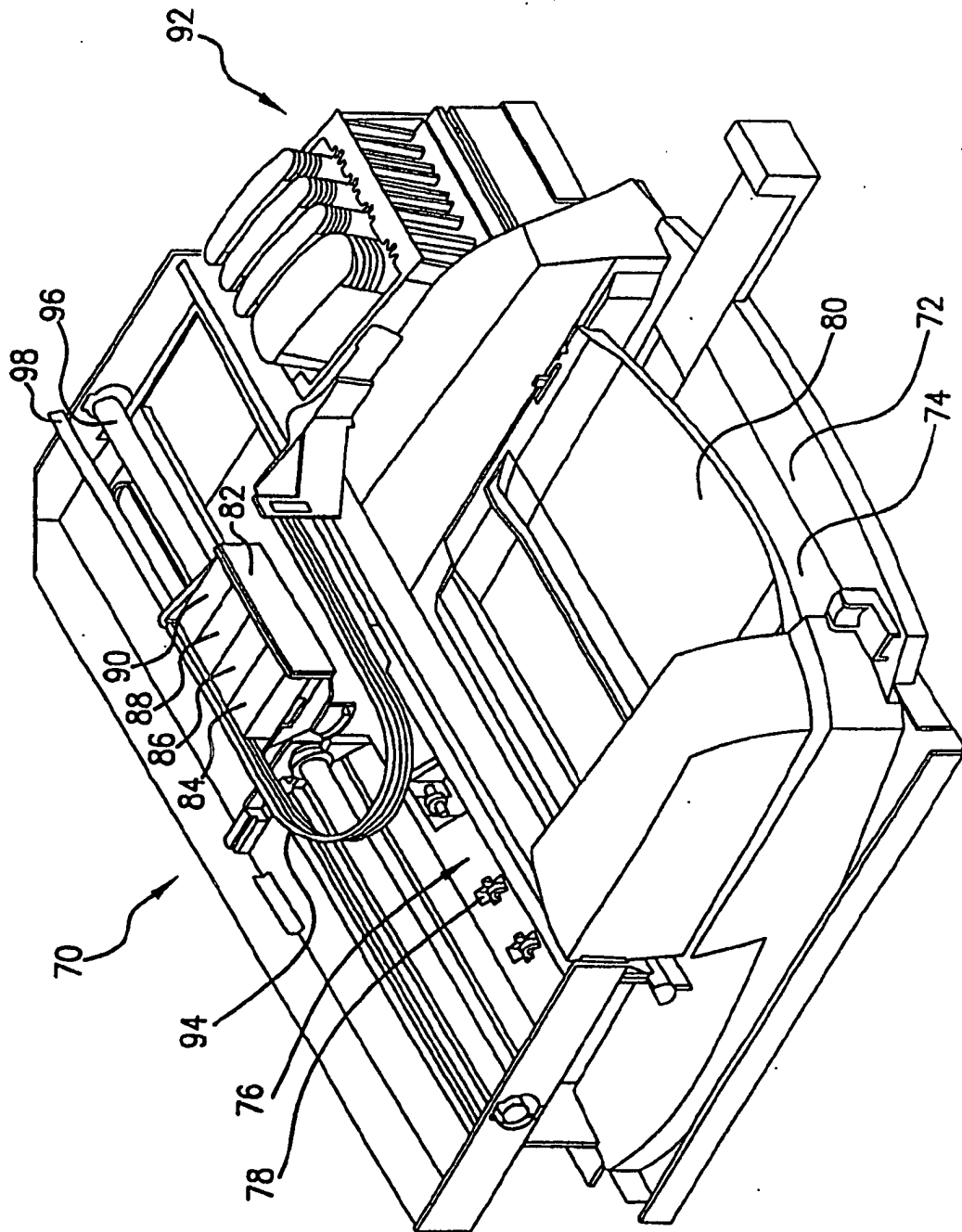


FIGURE 6C



FIGUR 7



FIGUR 8