



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 08 461 T2** 2004.11.25

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 072 417 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 08 461.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 306 041.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.02.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.11.2004**

(51) Int Cl.7: **B41J 2/14**

B41J 2/16, H01C 7/02, H01C 7/04

(30) Unionspriorität:

364328 29.07.1999 US

(73) Patentinhaber:

**Hewlett-Packard Co. (n.d.Ges.d.Staates
Delaware), Palo Alto, Calif., US**

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Regan, Michael J., Corvallis, OR 97330, US

(54) Bezeichnung: **Druckkopf mit Widerständen auf der Basis von Oxydnitriden**

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

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Tintenzuführsysteme und insbesondere auf einen thermischen Tintenstrahldruckkopf, der durch eine verbesserte Zuverlässigkeit, erhöhte Langlebigkeit, verminderte Produktionskosten, kühlere Druckkopfbetriebstemperaturen und eine größere Gesamtdruckeffizienz charakterisiert ist. Diese Ziele werden durch die Verwendung eines oder mehrerer neuer Widerstandselemente erreicht, die innerhalb des Druckkopfs befindlich sind und aus einer spezialisierten Legierungszusammensetzung hergestellt werden, wie nachfolgend umfangreich erörtert ist.

[0002] Auf dem Gebiet der elektronischen Drucktechnologie wurden beträchtliche Entwicklungen erzielt. Derzeit existiert eine große Vielfalt an hochleistungsfähigen Drucksystemen, die in der Lage sind, Tinte auf eine rasche und genaue Weise abzugeben. In dieser Hinsicht sind thermische Tintenstrahlssysteme besonders wichtig. Druckeinheiten, die eine thermische Tintenstrahltechnologie verwenden, schließen im wesentlichen eine Vorrichtung ein, die zumindest eine Tintenreservoirekammer in Fluidkommunikation mit einem Substrat (vorzugsweise aus Silizium [Si] und/oder anderen vergleichbaren Materialien hergestellt) umfaßt, das eine Mehrzahl von Dünnschichtwiderständen auf demselben aufweist. Das Substrat und die Widerstände sind innerhalb einer Struktur enthalten, die üblicherweise als "Druckkopf" charakterisiert ist. Eine selektive Aktivierung der Widerstände bewirkt eine thermische Erregung der Tintenmaterialien, die innerhalb der Reservoirekammer gespeichert sind, und ein Ausstoßen derselben aus dem Druckkopf. Repräsentative thermische Tintenstrahlssysteme sind in den U.S.-Patenten Nr. 4,500,895 an Buck u. a.; 4,771,295 an Baker u. a.; 5,278,584 an Keefe u. a.; und dem Hewlett-Packard-Journal, Bd. 39, Nr. 4 (August 1988), erörtert.

[0003] Die oben beschriebenen Tintenzuführsysteme (und vergleichbare Druckeinheiten, die eine thermische Tintenstrahltechnologie verwenden,) umfassen in der Regel eine Tintenaufnahmeeinheit (z. B. ein Gehäuse, Gefäß oder einen Tank), die einen in sich abgeschlossenen Tintenvorrat in derselben aufweist, um eine Tintenkasette zu bilden. Bei einer standardmäßigen Tintenkasette ist die Tintenaufnahmeeinheit direkt an den verbleibenden Komponenten der Kassette angebracht, um eine einstückige und unitäre Struktur zu bilden, bei der der Tintenvorrat als "eingebaut" betrachtet wird, wie beispielsweise in dem U.S.-Patent Nr. 4,771,295 an Baker u. a. gezeigt ist. In anderen Fällen ist die Tintenaufnahmeeinheit jedoch an einer entfernten Stelle innerhalb des Druckers vorgesehen, wobei die Tintenaufnahmeeinheit unter Verwendung einer oder mehrerer

Tintenübertragungsleitungen wirksam mit dem Druckkopf gekoppelt ist und in Fluidkommunikation mit demselben steht. Diese besonderen Systeme sind üblicherweise als "außeraxiale" Druckeinheiten bekannt. Repräsentative, nichtbegrenzende außeraxiale Tintenzuführsysteme sind in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 081869,446 (eingereicht am 06.05.97) mit dem Titel "AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS" (Olsen u. a.) der gleichen Anmelderin und in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 081873,612 (eingereicht am 06.11.97) mit dem Titel "REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN" (Hauck u. a.) der gleichen Anmelderin erörtert. Die vorliegende Erfindung ist sowohl auf eingebaute als auch außeraxiale Systeme anwendbar (sowie auf jegliche anderen Typen, die zumindest ein Tintenaufnahmegefäß umfassen, das entweder direkt oder entfernt mit einem Druckkopf in Fluidkommunikation steht, der zumindest einen tintenausstoßenden Widerstand in demselben enthält, wie ohne weiteres aus der nachfolgenden Erörterung deutlich wird).

[0004] Ungeachtet des verwendeten bestimmten Tintenzuführsystems schließt ein wichtiger, in Betracht zu ziehender Faktor den Betriebswirkungsgrad des Druckkopfs ein unter besonderer Bezugnahme auf die Widerstandselemente, die verwendet werden, um während eines Druckkopfbetriebs Tinte auf Befehl auszustoßen. Der Begriff "Betriebswirkungsgrad" soll eine Anzahl unterschiedlicher Punkte umfassen, einschließlich, jedoch nicht darauf begrenzt, Innentemperaturpegel, Tintenzuführgeschwindigkeit, Ausstoßfrequenz, Energieanforderungen (z. B. Stromverbrauch) und dergleichen. Typische und herkömmliche Widerstandselemente, die für einen Tintenausstoß bei einem thermischen Tintenstrahldruckkopf verwendet werden, sind aus einer Anzahl von Zusammensetzungen hergestellt, die eine Mischung aus elementarem Tantal [Ta] und elementarem Aluminium [Al] (auch als "TaAl" bekannt) umfassen, aber nicht darauf begrenzt sind, sowie andere vergleichbare Materialien einschließlich Tantalnitrid ("Ta₂N"). Standardmäßige Tintenzuführwiderstandssysteme sind sehr detailliert in den U.S.-Patenten Nr. 4,535,343 an Wright u. a.; 4,616,408 an Lloyd; und 5,122,812 an Hess u. a. erörtert.

[0005] Die deutsche Patentanmeldung mit der Nummer DE 3810667 an Siemens AG offenbart die Verwendung von Widerstandsmaterialien, die ein Mehrmaterialsystem aus vier oder fünf Komponenten aufweisen, die zumindest zwei Elemente, die aus den Übergangsmetallen ausgewählt sind, und zumindest zwei Nichtmetallelemente enthalten. Das Material enthält bevorzugt ein Metall aus der vierten Gruppe (Titan, Zirkonium und Hafnium), wohingegen ein zweites und möglicherweise ein weiteres Material aus der fünften und sechsten zweiten Gruppe

(Chrom, Molybdän, Wolfram, Vanadium, Niobium und Tantal) ausgewählt ist. Die Nichtmetallkomponenten sind hauptsächlich die Boride, Silizide, Nitride und Karbide.

[0006] Die chemischen und physikalischen Charakteristika der Widerstandselemente, die für eine Verwendung bei einem thermischen Tintenstrahl-druckkopf ausgewählt sind, beeinflussen jedoch direkt den Gesamtbetriebswirkungsgrad des Druckkopfs. Es ist insbesondere wichtig, daß die Widerstandselemente (und denselben zugeordnete resistive Materialien) so energieeffizient wie möglich und in der Lage sind, bei niedrigen Strompegeln wirksam zu sein. Resistive Verbindungen mit hohen Stromanforderungen sind in der Regel durch zahlreiche Nachteile gekennzeichnet, darunter ein Bedarf nach kostspieligen Hochstromleistungsversorgungen bei der betrachteten Druckereinheit. Ebenso können zusätzliche Verluste an elektrischem Wirkungsgrad auftreten, die durch das Durchfließen größerer Strompegel durch die elektrischen "Verbindungsstrukturen" (Schaltungsbahnen etc.) in dem Druckkopf bewirkt werden, die an dem (den) Widerstand (Widerständen) angebracht sind, wobei derartige Verbindungsstrukturen "parasitäre Widerstandswerte" aufweisen. Diese parasitären Widerstandswerte bewirken erhöhte Energieverluste, da größere Strompegel durch dieselben fließen, wobei derartige Energieverluste reduziert sind, wenn die Strompegel verringert sind. Ebenso können Hochstromanforderungen in den Widerstandselementen und die oben erwähnten "parasitären Widerstandswerte" (1) zu größeren Gesamttemperaturen innerhalb des Druckkopfs (unter besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder "Halbleiterstück", auf dem die Druckkopfkomponenten positioniert sind [weiter unten erörtert]); und (2) zu niedrigeren Druckkopfzuverlässigkeits-/Langlebigkeitspegeln führen.

[0007] Zwar waren herkömmliche Widerstandsmaterialien, darunter TaAl und Ta₂N, bei thermischen Tintenstrahl-drucksystemen der oben erörterten Typen hinreichend wirksam, doch stellen die vorangegangenen Nachteile dennoch eine wichtige Betrachtung dar, die Raum für eine Verbesserung läßt. In dieser Hinsicht blieb (vor der Entwicklung der vorliegenden Erfindung) ein Bedarf nach einem für eine Verwendung bei thermischen Tintenstrahl-drucksystemen aller Typen geeigneten Widerstandssystem, das zu einem hochleistungsfähigen/Niedrigstrom-Betrieb in der Lage ist. Die vorliegende Erfindung erfüllt diesen Bedarf durch Schaffen von neuartigen Widerstandselementen, die eine wesentliche Verbesserung gegenüber älteren Widerstandseinheiten darstellen. Die Widerstandselemente der beanspruchten Erfindung bieten spezifisch eine Anzahl von Vorteilen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt: (1) gesenkter Strombedarf, der zu einem verbesserten elektrischen Wirkungsgrad führt; (2) Reduzierungen

der Druckkopfbetriebstemperaturen unter besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder "Halbleiterstück"; (3) die allgemeine Förderung günstigerer Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (die sich aus einem reduzierten Strombedarf ergeben, der strombasierte parasitäre Wärmeverluste von "Verbindungsstrukturen", die an den Widerständen angebracht sind, entsprechend senkt); (4) mehrere wirtschaftliche Vorzüge, darunter die Fähigkeit, kostengünstigere, Hochspannungs/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen zu verwenden; (5) verbesserte Gesamtzuverlässigkeits-, -stabilitäts- und -langlebigkeitspegel in Verbindung mit dem Druckkopf und den Widerstandselementen; (6) Vermeiden von Heizwirkungsgradproblemen, die zu "heißen Stellen" eines Widerstands, absoluten Begrenzungen des Widerstandswerts und dergleichen führen können; (7) größerer "spezifischer Volumenwiderstand", wie unten definiert, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien wie z. B. TaAl und Ta₂N; (8) die Fähigkeit, mehr Widerstände innerhalb eines gegebenen Druckkopfs zu platzieren angesichts der oben aufgeführten reduzierten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung der Elektromigrationsprobleme; und (10) allgemein höheres Langzeitbetriebsverhalten. Wie aus der nachstehenden Erörterung ohne weiteres deutlich wird, bieten die neuartigen Materialien, die für eine Verwendung beim Produzieren der beanspruchten Widerstandselemente ausgewählt sind, diese und andere wichtige Vorteile. Die hierin erörterten Strukturen stellen daher einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiet des Thermischer-Tintenstrahl-druckkopf-Entwurfs im Vergleich zu älteren (z. B. herkömmlichen) Systemen dar.

[0008] Gemäß den nachfolgend gelieferten detaillierten Informationen betrifft die vorliegende Erfindung einen thermischen Tintenstrahl-druckkopf, der ein oder mehrere neuartige Widerstandselemente in demselben aufweist, die bezüglich Struktur, Konstruktionsmaterialien und funktionaler Fähigkeit einzigartig sind. Ebenfalls innerhalb der Erfindung eingeschlossen ist ein Tintenzuführsystem, das den beanspruchten Druckkopf verwendet, sowie ein Herstellungsverfahren zum Produzieren des Druckkopfs. Jede dieser Entwicklungen ist nachstehend sehr detailliert dargestellt. Dementsprechend stellt die vorliegende Erfindung wieder einen erheblichen Fortschritt in der thermischen Tintenstrahl-technologie dar, was hohe Betriebswirkungsgradpegel, ausgezeichnete Bildqualität, schnellen Durchsatz und erhöhte Langlebigkeit gewährleistet, die bei jedem Drucksystem wichtige Ziele sind.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der durch einen ver-

besserten Betriebswirkungsgrad gekennzeichnet ist.

[0010] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der eine innere Struktur einsetzt, die eine höhere thermische Stabilität bietet.

[0011] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände in demselben einsetzt, die durch einen verbesserten elektrischen Wirkungsgrad gekennzeichnet sind, der sich aus einem reduzierten Strombedarf ergibt.

[0012] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände einsetzt, die durch Reduzierungen der Druckkopfbetriebstemperaturen gekennzeichnet sind, unter besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder "Halbleiterstück", auf dem die Widerstände und Verbindungsstrukturen positioniert sind.

[0013] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände einsetzt, die wie zuvor erörtert günstige Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs fördern, die zu einem Drucken mit höherer Geschwindigkeit, einer besseren Bildqualität und dergleichen führen.

[0014] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der im Vergleich zu herkömmlichen Systemen höhere Anzahlen von Heizwiderständen pro Einheitsbereich einsetzt.

[0015] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände einsetzt, die ebenfalls durch eine Anzahl von wirtschaftlichen Vorteilen gekennzeichnet sind, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die Fähigkeit, kostengünstigere, Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen bei dem betrachteten Drucksystem zu verwenden.

[0016] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände einsetzt, die auch durch das Vermeiden von Heizwirkungsgradproblemen gekennzeichnet sind, die zu "heißen Stellen" des Widerstands, absoluten Begrenzungen des Widerstandswerts und dergleichen führen können.

[0017] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ei-

nen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände einsetzt, die auch durch ihre Fähigkeit gekennzeichnet sind, alle der vorhergehenden Vorteile zu liefern, wobei dieselben jedoch gleichzeitig in einer Anzahl von unterschiedlichen Formen, Größen und Ausrichtungen ohne Begrenzung konfiguriert sind.

[0018] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, der die oben aufgeführten Ziele erreicht, gleichzeitig aber jegliche Anforderung vermeidet, daß zusätzliche Materialsichten und Komponenten bei dem Druckkopf verwendet werden.

[0019] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, bei dem die vorteilhaften Merkmale desselben ein Drucksystem ergeben, das durch einen raschen Betrieb und die Erzeugung stabiler gedruckter Bilder gekennzeichnet ist.

[0020] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen hochleistungsfähigen thermischen Tintenstrahl-druckkopf zu schaffen, bei dem die beanspruchten Strukturen ohne weiteres auf eine wirtschaftliche Weise im Umfang einer Massenproduktion hergestellt werden.

[0021] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein rasches und effektives Verfahren zum Herstellen eines thermischen Tintenstrahl-druckkopfs zu schaffen, der die hierin dargestellten vorteilhaften Charakteristika, Merkmale und Vorteile aufweist.

[0022] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein rasches und effektives Verfahren zum Herstellen eines thermischen Tintenstrahl-druckkopfs, der die hierin dargestellten vorteilhaften Charakteristika, Merkmale und Vorteile aufweist, zu schaffen, das eine minimale Anzahl an Prozessschritten verwendet.

[0023] Es ist noch eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen spezialisierten Druckkopf vom oben beschriebenen Typ zu schaffen, der ohne weiteres auf eine breite Vielfalt unterschiedlicher Tintenzuführsysteme anwendbar ist, darunter (1) Einheiten vom Typ mit eingebauten Kassetten, die einen in sich abgeschlossenen Tintenvorrat aufweisen, der denselben zugeordnet ist; und (2) außeroxiale Systeme, wie zuvor erörtert, bei denen der beanspruchte Druckkopf unter Verwendung einer oder mehrerer röhrenförmiger Leitungen wirksam mit einem entfernt positionierten Tintenaufnahmegefäß verbunden ist.

[0024] Die vorliegende Erfindung schafft einen hochleistungsfähigen Tintenzuführdruckkopf, der eine Tragestruktur aufweist und zumindest ein Widerstandselement, das in dem Druckkopf positioniert ist,

um aus demselben auf Befehl Tinte auszustoßen, wobei das Widerstandselement aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht, wie in Anspruch 1 genauer definiert ist.

[0025] Der Druckkopf der vorliegenden Erfindung liefert zahlreiche Vorteile gegenüber älteren Systemen. Das Widerstandselement ist durch eine Anzahl von Vorzügen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen gekennzeichnet. Diese Vorzüge wiederum umfassen einen erhöhten elektrischen Wirkungsgrad (z. B. reduzierter Stromverbrauch), die Förderung günstigerer Temperaturbedingungen innerhalb der Druckkopfstruktur, darunter reduzierte Substrat- oder "Halbleiterstück"-Temperaturen, sowie größere Gesamtzuverlässigkeits-, -langlebigkeits- und -stabilitätspegel. Diese und andere mit der beanspruchten Erfindung verknüpfte Vorzüge werden ohne weiteres aus der nachfolgenden Erörterung im Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele deutlich.

[0026] Als einleitende Information soll die vorliegende Erfindung auf keine bestimmten Typen, Größen oder Anordnungen der inneren Druckkopfkomponenten begrenzt sein, sofern hierin nicht anders angegeben. Ebenso bilden die numerischen Parameter, die in diesem Abschnitt und den nachfolgenden Abschnitten aufgeführt sind, bevorzugte Ausführungsbeispiele, die konzipiert sind, optimale Ergebnisse zu liefern, und sollen die Erfindung in keiner Weise begrenzen. Alle hierin angeführten chemischen Formeln und Strukturen sollen allgemein die Materialtypen angeben, die bei der beanspruchten Erfindung verwendet werden können. Die Aufführung spezifischer chemischer Zusammensetzungen, die in die unten angegebenen allgemeinen Formeln fallen, werden lediglich zu Beispielpurposes angegeben und sollen als nichtbegrenzend betrachtet werden.

[0027] Die beanspruchte Erfindung und ihre neuartigen Entwicklungen sind auf alle Typen von thermischen Tintenstrahldrucksystemen anwendbar, vorausgesetzt, daß dieselben (1) zumindest eine Tragestruktur, wie in dem Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele erörtert ist, und (2) zumindest ein tintenausstoßendes Widerstandselement umfassen, das innerhalb des Druckkopfs befindlich ist und, wenn dasselbe mit Energie versorgt wird, ausreichend Wärme liefert, um zu bewirken, daß Tintenmaterialien in der Nähe desselben thermisch aus dem Druckkopf ausgestoßen werden. Die beanspruchte Erfindung soll daher nicht als druckkopf- oder tragestrukturspezifisch betrachtet werden und ist nicht auf bestimmte Anwendungen, Verwendungen oder Tintenzusammensetzungen begrenzt. Ebenso sollen die Begriffe "Widerstandselement" und/oder "Widerstand" so aufgefaßt werden, daß sie einen Widerstand oder Gruppen von mehreren Widerständen ungeachtet der Form, des Materi-

algehalts oder der Abmessungscharakteristika abdecken.

[0028] Ein primäres Ziel besteht darin, eine verbesserte Stabilität, Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit bei den Druckkopfstrukturen dieser Erfindung bereitzustellen. Der Klarheit wegen und um die Erfindung ausreichend zu erläutern, werden spezifische Materialien und Prozesse noch einmal in dem Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele aufgeführt, unter der Voraussetzung, daß diese Punkte auf eine nichtbegrenzende Weise lediglich zu Beispielpurposes beschrieben sind.

[0029] Ebenso sei darauf hingewiesen, daß die beanspruchte Erfindung auf keine bestimmten Konstruktionstechniken (einschließlich jeglicher gegebener Materialaufbringungsverfahren) begrenzt sein soll, sofern nachfolgend nicht anders angegeben. Zum Beispiel sollen die Begriffe "bilden", "aufbringen", "zuführen", "plazieren" und dergleichen, die während der gesamten Erörterung verwendet werden, um den Zusammenbau des beanspruchten Druckkopfs zu beschreiben, allgemein jegliche geeigneten Herstellungsverfahren umfassen. Diese Prozesse erstrecken sich von Dünnschichtherstellungstechniken und Zerstäubungs- bzw. Sputteraufbringungsverfahren bis zur Vorfertigung der fraglichen Komponenten (einschließlich der Widerstandselemente) und anschließend Kleben dieser Elemente an die bezeichneten Tragestrukturen unter Verwendung einer oder mehrerer haftender Verbindungen, die in der Technik für diesen Zweck bekannt sind. In dieser Hinsicht soll die Erfindung, sofern hierin nicht anders angegeben, nicht als "produktionsverfahrensspezifisch" betrachtet werden.

[0030] Wie zuvor angemerkt wurde, wird ein hochwirksamer und langlebiger Druckkopf, der ein oder mehrere neuartige Widerstandselemente enthält, für eine Verwendung bei einem Tintenzuführsystem bereitgestellt. Der Begriff "Tintenzuführsystem" soll, ohne Begrenzung, eine breite Vielfalt an unterschiedlichen Vorrichtungen betreffen, darunter Kassetten-einheiten des "in sich abgeschlossenen" Typs, die einen in denselben gespeicherten Tintenvorrat aufweisen. Dieser Begriff umfaßt auch Druckeinheiten der "außeraxialen" Varietät, die einen Druckkopf einsetzen, der durch ein oder mehrere Rohrbauglieder mit einer entfernt positionierten Tintenaufnahmeeinheit in der Form eines Tanks, Gefäßes, Gehäuses oder anderen äquivalenten Struktur verbunden ist. Ungeachtet dessen, welches Tintenzuführsystem in Verbindung mit dem beanspruchten Druckkopf eingesetzt wird, ist die vorliegende Erfindung in der Lage, die oben aufgeführten Vorzüge zu liefern, die einen effizienteren und rascheren Betrieb umfassen.

[0031] Die folgende Erörterung soll einen kurzen

und allgemeinen Überblick über die Erfindung darstellen. Spezifischere Details bezüglich bestimmter Ausführungsbeispiele, bester Modi und anderer wichtiger Merkmale der Erfindung sind in dem unten dargelegten Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele wieder angeführt. Alle wissenschaftlichen Begriffe, die während dieser Erörterung verwendet werden, sollen als im Einklang mit den herkömmlichen Bedeutungen aufgefaßt werden, die denselben durch Fachleute auf dem Gebiet zugewiesen wurden, auf die sich diese Erfindung bezieht, es sei denn, es ist hierin eine spezielle Definition angegeben.

[0032] Die beanspruchte Erfindung betrifft einen neuartigen widerstandsenthaltenden Tintenstrahl-druckkopf, der durch verbesserte funktionale Charakteristika gekennzeichnet ist, nämlich einen effizienteren Betrieb mit einem reduzierten Stromverbrauch und die Förderung günstiger Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs. Folglich kann ein größerer Grad an Abkühlung zwischen Tintenausstoßzyklen auftreten, zusammen mit reduzierten Spitzenbetriebstemperaturen, gesenktem Energiebedarf, der Fähigkeit, größere Anzahlen von Widerständen pro Einheitsbereich zu verwenden, und dergleichen. Es werden nun die Komponenten und neuartigen Merkmale dieses Systems erörtert. Um den beanspruchten Druckkopf zu produzieren, wird anfangs eine Tragestruktur bereitgestellt, auf denen sich die Widerstandselemente der Erfindung befinden. Die Tragestruktur weist in der Regel ein Substrat auf, das optimalerweise aus elementarem Silizium [Si] hergestellt ist, doch soll die vorliegende Erfindung nicht ausschließlich auf dieses Material beschränkt sein, wobei eine Anzahl anderer Alternativen unten dargestellt sind. Die Tragestruktur kann zumindest eine oder mehrere Schichten Material auf derselben aufweisen, einschließlich, aber nicht darauf begrenzt, einer elektrisch isolierenden Basisschicht, die aus beispielsweise Siliziumdioxid [SiO₂] hergestellt ist. Der Begriff "Tragestruktur", wie hierin verwendet, soll daher (1) das Substrat für sich alleine umfassen, wenn keine Basisschicht oder andere Materialien auf derselben positioniert sind, sowie (2) das Substrat und jegliche andere Materialschichten auf demselben, die eine Verbundstruktur oder zusammengesetzte Struktur bilden, auf der sich die Widerstandselemente befinden oder auf andere Weise positioniert sind. In dieser Hinsicht soll die Wendung "Tragestruktur" allgemein die Schicht bzw. Schichten Material (was immer diese auch sein mögen) betreffen, auf denen die Widerstandselemente plaziert/gebildet sind.

[0033] Ebenfalls als Teil des Druckkopfs bei einem bevorzugten und nichtbegrenzenden Ausführungsbeispiel ist zumindest eine Materialschicht vorgesehen, die spezifisch zumindest eine Öffnung oder "Mündung" durch dieselbe aufweist. Diese mündungsenthaltende Materialschicht kann als "Mün-

dungsplatte", "Mündungsstruktur", "oberste Schicht" und dergleichen gekennzeichnet sein. Ferner können einzelne oder mehrere Materialschichten für diesen Zweck ohne Beschränkung eingesetzt werden, wobei die Begriffe "Mündungsplatte", "Mündungsstruktur" etc. definiert sind, um sowohl Einzelschicht- als auch Mehrschichtausführungsbeispiele zu umfassen. Das (Die) Widerstandselement(e) der vorliegenden Erfindung sind zwischen der mündungsenthaltenden Materialschicht und der Tragestruktur positioniert, wie unten erörtert ist. Auch in diesem Fall werden zusätzliche detaillierte Informationen bezüglich dieser Komponenten, aus was sie hergestellt sind, wie sie angeordnet sind und die Art und Weise, auf die sie zusammengesetzt/hergestellt werden, unten in dem Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele dargestellt.

[0034] Weiterhin unter Bezugnahme auf die oben erwähnten Druckkopfkomponenten ist zum Ausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf auf Befehl zumindest ein Widerstandselement innerhalb des Druckkopfs zwischen der Tragestruktur und der mündungsenthaltenden Schicht positioniert. Der Widerstand steht in Fluidkommunikation mit einem Tintenvorrat, wie in den beiliegenden Zeichnungen gezeigt ist, so daß ein effektives Drucken erfolgen kann. Ebenso ist der Widerstand bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel spezifisch auf der Tragestruktur plaziert, wobei die Begriffe "plaziert", "positioniert", "befindlich", "ausgerichtet", "wirksam angebracht", "gebildet" und dergleichen relativ zu der Plazierung des Widerstands auf der Tragestruktur eine Situation umfassen, in der (1) der Widerstand direkt auf und an der oberen Oberfläche des Substrats ohne dazwischenliegende Materialschichten zwischen denselben befestigt ist, oder in der (2) der Widerstand durch das Substrat "getragen" wird, bei dem eine oder mehrere Zwischenmaterialschichten (einschließlich der isolierenden Basisschicht) dennoch zwischen dem Substrat und dem Widerstand befindlich sind. Beide dieser Alternativen sollen als äquivalent und als innerhalb der vorliegenden Ansprüche eingeschlossen betrachtet werden.

[0035] Gemäß dem neuartigen Charakter der beanspruchten Erfindung ist das Widerstandselement (hierin einfach auch als "Widerstand" gekennzeichnet, wie zuvor angemerkt wurde) aus zumindest einer Zusammensetzung hergestellt, die hierin als "Metallsiliziumoxynitrid"-Verbindung bezeichnet sein soll. Ein derartiges Material betrifft im wesentlichen eine Legierung aus zumindest einem oder mehreren Metallen [M], Silizium [Si], Sauerstoff [O] und Stickstoff [N], um eine Oxynitridzusammensetzung zu bilden, die die erwünschten Charakteristika aufweist. Von einem allgemeinen Standpunkt aus weisen die Metallsiliziumoxynitride der beanspruchten Erfindung die folgende Formel auf: "MSiON" und, spezifischer, "M_wSi_xO_yN_z", wobei "M" = zumindest ein wie oben an-

gemerktes Metall, "W" = ungefähr 13 – 50 (Optimum = ungefähr 20 – 35), "Si" = Silizium, "X" = ungefähr 18 – 40 (Optimum = ungefähr 24 – 34), "O" = Sauerstoff, "Y" = ungefähr 4 – 35 (Optimum = ungefähr 6 – 30), "N" = Stickstoff und "Z" = ungefähr 10 – 50 (Optimum = ungefähr 18 = 40). Ebenso können die oben aufgeführten Zahlen und Bereiche gemäß der Erfindung ohne Begrenzung in verschiedenen Kombinationen eingesetzt werden. Es sei daher darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung, in ihrer allgemeinsten Form, eine Widerstandsstruktur umfaßt, die, in Kombination, zumindest ein Metall aufweist, das mit Silizium, Sauerstoff und Stickstoff kombiniert ist und zwischen der Tragestruktur und der mündungsenthaltenden Schicht in einem Druckkopf befindlich ist. Spezifische Materialien, Anteile, Herstellungstechniken und dergleichen, die hierin identifiziert sind, sollen als repräsentativ und nichtbegrenzend betrachtet werden, sofern nicht anders angegeben.

[0036] In der oben aufgeführten Formel können viele unterschiedliche Metalle [M] ohne Begrenzung eingeschlossen sein. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das konzipiert ist, um optimale Ergebnisse zu liefern, sind jedoch die Übergangsmetalle (z. B. Metalle in den Gruppen IIIB bis IIB des Periodensystems) am besten, wobei optimale Materialien in dieser Gruppe elementares Tantal [Ta], Wolfram [W], Chrom [Cr], Molybdän [Mo], Titan [Ti], Zirkonium [Zr], Hafnium [Hf] und Mischungen derselben umfassen, aber nicht darauf begrenzt sind. Ebenso umfassen andere Metalle [M], die voraussichtlich in der oben aufgeführten Formel anwendbar sind, Nichtübergangsmetalle (z. B. Aluminium [Al]), die durch ein routinemäßiges vorbereitendes Testen ausgewählt sind, doch sind zumindest ein oder mehrere Übergangsmetalle wieder bevorzugt. Zwar können viele spezifische Formulierungen produziert werden, die in die hierin angeführten allgemeinen chemischen Strukturen fallen, doch umfaßt eine Anzahl besonderer Metallsiliziumoxynitride, die optimale Ergebnisse liefern, folgendes, ist jedoch nicht darauf begrenzt:

$W_{17}Si_{36}O_{20}N_{27}$,	$W_{22}Si_{30}O_{10}N_{37}$,	$W_{17}Si_{33}O_{17}N_{33}$,
$W_{19}Si_{31}O_{27}N_{23}$,	$W_{15}Si_{35}O_9N_{41}$,	$W_{21}Si_{29}O_{33}N_{17}$,
$W_{14}Si_{36}O_6N_{44}$,	$W_{23}Si_{31}O_{15}N_{31}$,	$W_{27}Si_{27}O_{27}N_{18}$,
$W_{20}Si_{33}O_7N_{40}$,	$W_{32}Si_{27}O_{14}N_{27}$,	$W_{35}Si_{25}O_{20}N_{20}$,
$W_{29}Si_{29}O_8N_{33}$,	$W_{44}Si_{22}O_{11}N_{22}$,	$W_{50}Si_{19}O_{19}N_{12}$,
$W_{40}Si_{25}O_5N_{30}$,	$Ta_{20}Si_{36}O_{10}N_{34}$,	$Ta_{17}Si_{33}O_{17}N_{33}$,
$Ta_{19}Si_{31}O_{27}N_{23}$,	$Ta_{15}Si_{35}O_9N_{41}$,	$Ta_{21}Si_{29}O_{33}N_{17}$,
$Ta_{14}Si_{36}O_6N_{44}$,	$Ta_{23}Si_{31}O_{15}N_{31}$,	$Ta_{27}Si_{27}O_{27}N_{18}$,
$Ta_{20}Si_{33}O_7N_{40}$,	$Ta_{32}Si_{27}O_{14}N_{27}$,	$Ta_{35}Si_{25}O_{20}N_{20}$,
$Ta_{29}Si_{29}O_8N_{33}$,	$Ta_{44}Si_{22}O_{11}N_{22}$,	$Ta_{50}Si_{19}O_{19}N_{12}$,

und Mischungen derselben. Auch diese Materialien sind nur als Beispiele aufgeführt und sollen die Erfindung in keinsten Weise begrenzen.

[0037] Die hierin beschriebenen Metallsiliziumoxynitridwiderstände schaffen ein neuartiges und effektives Tintenausstoßsystem für eine Verwendung bei einem thermischen Tintenstrahlkopf. Wie zuvor

festgestellt wurde, sind dieselben durch viele erhebliche Vorzüge gekennzeichnet. Ein wichtiger Faktor ist ihr relativ hoher spezifischer Volumenwiderstand im Vergleich zu herkömmlichen Materialien, darunter Widerstände, die aus Tantal-Aluminium-[TaAl]- und Tantalnitrid-[Ta₂N]-Mischungen/Legierungen hergestellt sind. Zwar wird dieser Aspekt der vorliegenden Erfindung nachstehend noch detaillierter ausgeführt, doch soll der Begriff "spezifischer Volumenwiderstand" (oder einfacher "spezifischer Widerstand") hierin auf herkömmliche Weise definiert sein, um einen "Proportionalitätsfaktor, der für unterschiedliche Substanzen charakteristisch und gleich dem Widerstand ist, den ein 1 cm großer Würfel der Substanz dem Durchfluß von Elektrizität bietet, wobei der Strom senkrecht zu zwei parallelen Flächen ist" zu umfassen, wie in dem CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55th ed., Chemical Rubber Publishing Company/CRC Press, Cleveland Ohio (1974 – 1975), p. F. – 108, angemerkt ist. Allgemein soll der spezifische Volumenwiderstand (oder spezifische Widerstand, wie zuvor festgestellt) gemäß der folgenden Formel bestimmt werden:

$$\rho = R \cdot (A/L)$$

wobei:

R = der Widerstandswert des fraglichen Materials;
A = der Querschnittsbereich des Widerstands; und
L = die Länge des Widerstands

[0038] Spezifischer-Volumenwiderstand/Spezifischer-Widerstand-Werte werden in der Regel in Mikrohm-Zentimetern oder " $\mu\Omega\text{-cm}$ " ausgedrückt. Hohe Spezifischer-Volumenwiderstand-Werte sind bei den Widerstandsstrukturen, die bei thermischen Tintenstrahldruckeinheiten eingesetzt werden, aus verschiedenen Gründen erwünscht, darunter die Fähigkeit der Strukturen, die diese Charakteristika aufweisen, im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen höhere Pegel an elektrischem und thermischem Wirkungsgrad zu liefern, wie zuvor erörtert wurde. Gemäß den allgemeinen Parametern, Formeln und anderen oben präsentierten Informationen weisen die beanspruchten Metallsiliziumnitridmaterialien, die der vorliegenden Erfindung zugeordnet sind, einen bevorzugten und repräsentativen Spezifischer-Volumenwiderstand-Wert von ungefähr 1.400 – 30.000 $\mu\Omega\text{-cm}$ (Optimum = ungefähr 3.000 – 10.000 $\mu\Omega\text{-cm}$) auf, doch soll die beanspruchte Erfindung nicht auf diese Werte begrenzt sein. Zum Vergleich weisen traditionelle resistive Materialien und Widerstände einer vergleichbaren Größe, Form und Konfiguration, die beispielsweise aus TaAl und/oder Ta₂N hergestellt sind, typische Spezifischer-Volumenwiderstand-Werte von ungefähr 200 – 250 $\mu\Omega\text{cm}$ auf, die wesentlich niedriger sind als die Werte, die oben in Zusammenhang mit den beanspruchten Metallsiliziumoxynitriden angeführt sind. In dieser Hinsicht sind die Vorzüge der vorliegenden Erfindung

ohne weiteres deutlich und offenkundig.

[0039] Zwar sollen zusätzliche Informationen, die die Ausrichtung der beanspruchten Widerstandselemente in dem Druckkopf, Dickenwerte derselben und andere relevante Parameter betreffen, unten in dem Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele angeführt werden, doch verdienen verschiedene Faktoren von besonderer Relevanz eine genauere Erörterung zu diesem Zeitpunkt. Zum Beispiel weist jeder der Widerstände, die aus zumindest einem oder mehreren Metallsiliziumoxynitridmaterialien hergestellt sind, eine beispielhafte und bevorzugte (nichtbegrenzende) Dicke von ungefähr 300 – 4.000 Å auf. Die endgültige Dicke eines beliebigen gegebenen Widerstands soll jedoch bestimmt werden und variiert werden gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Pilottesten, das eine Anzahl von Faktoren, einschließlich des Typs des betrachteten Druckkopfs und der besonderen Konstruktionsmaterialien, die eingesetzt werden, einschließt. Wie unten erörtert und in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt ist, befindet sich jeder der beanspruchten Widerstände optimalerweise in zumindest teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung") mit zumindest einer der Öffnungen in der mündungsenthaltenden Materialschicht, so daß ein rasches, genaues und effektives Tintenstrahldrucken erfolgen kann.

[0040] Der Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele liefert weitere und spezifischere Daten, die die Herstellungstechniken betreffen, die verwendet werden können, um die Widerstandselemente auf der Tragestruktur innerhalb des Druckkopfs aufzutragen oder auf sonstige Weise zu bilden. Die Erfindung soll nicht auf bestimmte Herstellungstechniken begrenzt sein, wobei eine Anzahl von Ansätzen anwendbar ist, wie unten dargestellt ist. Von besonderem Interesse ist die Verwendung eines oder mehrerer Zerstäubungs- bzw. Sputterprozesse, die ausgiebig in dem nächsten Abschnitt besprochen sind.

[0041] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ebenso ein "Tintenzuführsystem" vorgesehen, bei dem ein Tintenaufnahmegefäß mit dem oben beschriebenen Druckkopf, der die Metallsiliziumoxynitridwiderstände enthält, wirksam verbunden ist und in Fluidkommunikation mit demselben steht. Wie unten spezifisch erörtert ist, soll der Begriff "wirksam verbunden" relativ zu dem Druckkopf und dem Tintenaufnahmegefäß eine Anzahl unterschiedlicher Situationen betreffen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, (1) Kassetteneinheiten des "in sich abgeschlossenen" Typs, bei denen das Tintenaufnahmegefäß direkt an dem Druckkopf angebracht ist, um ein System zu erzeugen, das einen "eingebauten" Tintenvorrat aufweist, und (2) Druckeinheiten der "außeraxialen" Sorte, die einen Druckkopf einsetzen, der durch ein oder meh-

rere Rohrbauglieder (oder ähnliche Strukturen) mit einer entfernt positionierten Tintenaufnahmeeinheit in Form eines Tanks, Gefäßes, Gehäuses oder anderen äquivalenten Struktur verbunden ist. Die neuartigen Druckkopfstrukturen der vorliegenden Erfindung sollen nicht auf die Verwendung mit bestimmten Tintenaufnahmegefäßen, die Nähe dieser Gefäße zu den Druckköpfen und die Mittel, durch die die Gefäße und Druckköpfe aneinander angebracht sind, begrenzt sein.

[0042] Schließlich soll die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Produzieren der beanspruchten Druckkopfstrukturen umfassen, die die neuartigen Metallsiliziumoxynitridwiderstände enthalten. Die Herstellungsschritte, die allgemein für diesen Zweck verwendet werden, schließen die oben aufgeführten Materialien und Komponenten ein, wobei die zuvor beschriebene Zusammenfassung dieser Elemente durch Bezugnahme in dieser Erörterung eingeschlossen ist. Die grundlegenden Produktionsschritte sind wie folgt: (1) Bereitstellen einer Tragestruktur (oben definiert); (2) Bilden von zumindest einem Widerstandselement auf derselben, wobei das Widerstandselement aus einer oder mehreren Metallsiliziumoxynitridzusammensetzungen (zuvor erörtert) besteht; (3) Bereitstellen von zumindest einer Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist (siehe Erklärung und Definition, die oben in Zusammenhang mit dieser Struktur dargelegt ist); und (4) Befestigen der Materialschicht, die die Öffnung in derselben aufweist, in Position über dem Substrat und dem Widerstandselement, um den Druckkopf zu produzieren. Die Begriffe "Bilden", "herstellen", "produzieren" und dergleichen relativ zu der Platzierung des Widerstandselements auf dem Substrat betreffen die folgenden Situationen, die als äquivalent erachtet werden: (A) Erzeugen einer Widerstandsstruktur unter Verwendung einer oder mehrerer Metallschichtherstellungstechniken auf der Tragestruktur, wie zuvor definiert wurde (wobei ein Sputtern bevorzugt ist); oder (B) Vorfertigen des fraglichen Widerstandselements und anschließend Befestigen desselben auf der Tragestruktur unter Verwendung von chemischen oder physikalischen Anbringungsmitteln (Löten, klebende Befestigung und dergleichen).

[0043] Das Widerstandselement kann außerdem "stabilisiert" werden, um unerwünschte Fluktuationen des Widerstandswerts während einer nachfolgenden Verwendung zu verhindern. Es können viele unterschiedliche Stabilisierungsvorgänge ohne Begrenzung verwendet werden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann jedoch die Widerstandsstabilisierung erreicht werden durch: (1) Erwärmen des/der Metallsiliziumoxynitridwiderstandselements/-e auf eine Temperatur von ungefähr 800 – 1.000°C für eine nichtbegrenzende Zeitdauer von etwa 10 Sekunden bis mehreren Minuten; oder (2)

Anlegen von ungefähr 1×10^2 bis 1×10^7 Pulsen von elektrischer Energie an das (die) Widerstandselement(e), wobei jeder Puls eine um ungefähr 20 – 500% größere Energie als die "Einschaltenergie" des betrachteten Widerstandselements (wobei die anlegbaren Spannungs- und Stromparameter ohne weiteres aus dem Widerstandswert des Widerstands und der oben angeführten Energie bestimmt werden), eine Pulsbreite von ungefähr 0,6 – 100 μsec (Mikroskunden), eine Pulsspannung von ungefähr 10 – 160 Volt, einen Pulsstrom von ungefähr 0,03 – 0,2 A und eine Pulsfrequenz von ungefähr 5 – 100 kHz aufweist. Bei einem nichtbegrenzenden und repräsentativen (z. B. bevorzugten) Beispiel würde ein typischer stabilisierender Pulsbehandlungsprozeß für einen $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ 300- Ω -Metallsiliziumoxynitridwiderstand mit einer Einschaltenergie von 2,0 μJ die folgenden Parameter umfassen: ein Energieniveau, das 80% über dem vorangegangenen Einschaltwert liegt, 46,5 V, 0,077 A, eine Pulsbreite von 1 μsec , eine Pulsfrequenz 50 kHz und 1×10^3 Pulse. Diese Zahlen sind jedoch wieder lediglich zu Beispielzwecken angegeben und können innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung durch routinemäßiges vorbereitendes Pilottesten variiert werden.

[0044] Der vollständige Druckkopf ist konzipiert, um ansprechend auf eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden elektrischen Impulsen, die dem (den) Widerstand (Widerständen) zugeführt werden, ein gedrucktes Bild aus einem Tintenvorrat (der in Fluidkommunikation mit dem Druckkopf/den Widerständen steht) zu erzeugen. Gemäß den neuartigen Merkmalen der Erfindung, die hierin dargestellt sind, reduziert die Verwendung einer ausgewählten Metallsiliziumoxynitridverbindung den Gesamtstrombedarf in dem Drucksystem, wodurch viele Vorzüge geschaffen werden, darunter Reduzierungen der Leistungsversorgungskosten und günstigere thermische Profile innerhalb des Druckkopfs. Die spezifischen chemischen Zusammensetzungen, numerischen Parameter, bevorzugten Spezifischer-Volumenwiderstand-Werte (etwa 1.400 – 30.000 $\mu\Omega\text{-cm}$) und andere zuvor beschriebene Daten, die den Metallsiliziumoxynitridmaterialien zugeordnet sind, sind vollständig auf das beanspruchte Verfahren anwendbar. Ebenso umfaßt der Schritt des Bildens des (der) erwünschten Widerstandselement(e) auf der Tragestruktur ein Herstellen von Widerständen auf derselben, die eine bevorzugte, nichtbegrenzende Dicke von ungefähr 300 – 4.000 Å aufweisen (was je nach Bedarf wieder einer Variation unterliegt gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen).

[0045] Schließlich wird der Herstellungsprozeß durch Anbringen (z. B. Auftragen, Zuführen etc.) von zumindest einer Materialschicht, die zumindest eine Mündung (z. B. Öffnung) durch dieselbe aufweist, in Position über und oberhalb des Substrats und des Widerstands abgeschlossen, so daß sich die Mündung

in teilweiser oder (vorzugsweise) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung") mit dem Widerstand und umgekehrt befindet. Die Mündung wiederum ermöglicht, daß während einer Tintenzuführung Tintenmaterialien durch dieselbe und aus dem Druckkopf verlaufen. Als ein Ergebnis dieses Prozesses umfaßt der vollständige Druckkopf (1) eine Tragestruktur, (2) zumindest eine Materialschicht, die oberhalb der Tragestruktur positioniert ist und von derselben beabstandet ist und zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist, und (3) zumindest ein Widerstandselement zum Ausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf auf Befehl, das innerhalb des Druckkopfs zwischen der Tragestruktur und der mündungsenthaltenden Schicht positioniert ist, wobei das Widerstandselement, wie zuvor definiert wurde, aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht. Die vielen Vorzüge, die durch diese Erfindung wie oben erörtert geliefert werden, sind direkt auf die Verwendung eines Metallsiliziumoxynitridwiderstandssystems bei dem beanspruchten Druckkopf zurückzuführen.

[0046] Die vorliegende Erfindung stellt einen erheblichen Fortschritt auf dem Gebiet der thermischen Tintenstrahltechnologie und bei der Erzeugung von Hochqualitätsbildern mit verbesserter Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit, Langlebigkeit, Stabilität sowie einem verbesserten elektrischen/thermischen Wirkungsgrad dar. Die hierin beschriebenen neuartigen Strukturen, Komponenten und Verfahren bieten viele wichtige Vorzüge, darunter, aber nicht darauf begrenzt: (1) verringerter Strombedarf, der zu einem verbesserten elektrischen Wirkungsgrad führt; (2) Reduzierungen der Druckkopfbetriebstemperaturen unter besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder "Halbleiterstück"; (3) die allgemeine Förderung günstigerer Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (die sich aus einem reduzierten Strombedarf ergeben, der strombasierte parasitäre Wärmeverluste von "Verbindungsstrukturen", die an den Widerständen angebracht sind, dementsprechend senkt); (4) mehrere wirtschaftliche Vorzüge, darunter die Fähigkeit, kostengünstigere, Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen zu verwenden; (5) verbesserte Gesamtzuverlässigkeits-, -stabilitäts- und -langlebigkeitspegel in Verbindung mit dem Druckkopf und den Widerstandselementen; (6) die Vermeidung von Heizwirkungsgradproblemen, die zu "heißen Stellen" des Widerstands, absoluten Begrenzungen des Widerstandswerts und dergleichen führen können; (7) ein größerer "spezifischer Volumenwiderstand", wie unten definiert, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien wie z. B. TaAl und Ta₂N; (8) die Fähigkeit, mehr Widerstände innerhalb eines gegebenen Druckkopfs zu plazieren angesichts der oben aufgeführten reduzierten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung der Elektromigrationsprobleme; und (10) allgemein höheres Langzeitbetriebsverhalten. Diese und andere

Vorzüge, Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden ohne weiteres aus der folgenden Kurzen Beschreibung der Zeichnungen und Detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele deutlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0047] Die unten bereitgestellten Zeichnungen sind lediglich schematisch und repräsentativ. Sie sollen den Schutzbereich der Erfindung in keinsten Weise begrenzen. Ebenso sollen Bezugszeichen, die von einer Figur zu einer anderen übertragen werden, einen gemeinsamen Gegenstand in den betrachteten Figuren darstellen.

[0048] Fig. 1 ist eine schematisch dargestellte, auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines repräsentativen Tintenzuführsystems in Form einer Tinten-kassette, das für eine Verwendung mit den Komponenten und Verfahren der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Die Tinten-kassette aus Fig. 1 weist ein Tintenaufnahmegefäß direkt an dem Druckkopf der beanspruchten Erfindung angebracht auf, so daß ein "eingebauter" Tintenvorrat bereitgestellt ist.

[0049] Fig. 2 ist eine schematisch dargestellte, perspektivische Ansicht eines Tintenaufnahmegefäßes, das bei einem alternativen Tintenzuführsystem des "außeraxialen" Typs verwendet wird und ebenso mit dem Druckkopf der vorliegenden Erfindung wirksam verbunden sein kann.

[0050] Fig. 3 ist eine Teilquerschnittsansicht des in Fig. 2 gezeigten Tintenaufnahmegefäßes entlang der Linie 3-3.

[0051] Fig. 4 ist eine schematisch dargestellte, vergrößerte Querschnittsansicht der umkreisten Region in Fig. 1 (in einem zusammengesetzten Format) entlang der Linie 4-4. Diese Figur stellt die Komponenten der vorliegenden Erfindung unter besonderer Bezugnahme auf die neuartigen Widerstandselemente und Materialschichten, die derselben bei einem repräsentativen und nichtbegrenzenden Ausführungsbeispiel zugeordnet sind, dar.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0052] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein hochleistungsfähiger thermischer Tintenstrahl-druckkopf für ein Tintenzuführsystem offenbart, der einen verbesserten Energiewirkungsgrad und optimierte thermische Qualitäten aufweist. Der neuartige Druckkopf ist durch viele wichtige Merkmale gekennzeichnet, darunter reduzierte Innentemperaturen, minimierter Strombedarf, der es ermöglicht, daß kostengünstigere Leistungsversorgungen eingesetzt werden können, reduzierte Energieverluste in dem Sys-

tem (weiter unten genauer erklärt) und ein hoher Grad an Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit über längere Zeiträume hinweg. All diese Vorzüge sind direkt auf die spezialisierten Materialien (nämlich zumindest eine Metallsiliziumoxynitridverbindung) zurückzuführen, die eingesetzt werden, um die beanspruchten Widerstandselemente zu produzieren. Dementsprechend bieten die hierin beschriebenen neuartigen Widerstände zahlreiche Vorteile gegenüber bekannten Widerstandsstrukturen, unter besonderer Bezugnahme auf jene, die aus Tantal-Aluminium-Mischungen ("TaAl") und/oder Tantalnitrid ("Ta₂N") hergestellt sind. Der Begriff "thermischer Tintenstrahl-druckkopf", wie hierin verwendet, soll derart breit aufgefaßt werden, um ohne Einschränkung jeden beliebigen Druckkopftyp zu umfassen, der zumindest einen Heizwiderstand in demselben aufweist, der verwendet wird, um Tintenmaterialien für eine Zuführung zu einem Druckmedienmaterial (Papier, Metall, Kunststoff und dergleichen) thermisch anzuregen. In dieser Hinsicht soll die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Ausgestaltungen thermischer Tintenstrahl-druckköpfe und Widerstandsformen/-konfigurationen begrenzt sein, wobei viele unterschiedliche Strukturen und Anordnungen innerer Komponenten möglich sind, vorausgesetzt, daß dieselben die oben erwähnten Widerstandsstrukturen umfassen, die unter Verwendung thermischer Prozesse auf Befehl Tinte ausstoßen.

[0053] Ebenso ist der beanspruchte Druckkopf, wie vorhergehend angemerkt, voraussichtlich auf viele unterschiedliche Tintenzuführsysteme anwendbar, darunter (1) Einheiten vom Typ mit eingebauten Kassetten, die einen in sich abgeschlossenen Tintenvorrat in denselben aufweisen, der mit dem Druckkopf wirksam gekoppelt ist und mit demselben in Fluidkommunikation steht, und (2) "außeraxiale" Einheiten, die ein entfernt positioniertes Tintenaufnahmegefäß einsetzen, das unter Verwendung eines oder mehrerer Fluidtransportrohre mit dem Druckkopf wirksam verbunden ist und mit demselben in Fluidkommunikation steht. Der Druckkopf der vorliegenden Erfindung soll daher nicht als "systemspezifisch" relativ zu den Tintenspeichervorrichtungen, die demselben zugeordnet sind, betrachtet werden. Um ein klares und vollständiges Verständnis der Erfindung zu ermöglichen, ist die folgende detaillierte Beschreibung in vier Abschnitte eingeteilt, nämlich (1) "A. Ein allgemeiner Überblick über die thermische Tintenstrahltechnologie"; (2) "B. Ein allgemeiner Überblick über die Widerstandselemente und zugeordneten Strukturen innerhalb des Druckkopfs"; (3) "C. Die neuartigen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung"; und (4) "D. Tintenzuführsysteme, die den neuartigen Druckkopf verwenden, und demselben zugeordnete Herstellungsverfahren".

A. Ein allgemeiner Überblick über die thermische Tintenstrahltechnologie

[0054] Die vorliegende Erfindung ist wieder auf eine breite Vielfalt von Tintenzuführsystemen anwendbar, die (1) einen Druckkopf, (2) zumindest einen Heizwiderstand, der dem Druckkopf zugeordnet ist, und (3) ein Tintenaufnahmegefäß umfassen, das einen Tintenvorrat in demselben aufweist, der mit dem Druckkopf wirksam verbunden ist und mit demselben in Fluidkommunikation steht. Das Tintenaufnahmegefäß kann direkt an dem Druckkopf angebracht sein oder bei einem "außeraxialen" System unter Verwendung eines oder mehrerer Tintentransportrohre mit demselben entfernt verbunden sein, wie zuvor erörtert wurde. Die Wendung "wirksam verbunden", die sich auf den Druckkopf und das Tintenaufnahmegefäß bezieht, soll beide dieser Varianten und äquivalente Strukturen umfassen.

[0055] Um ein vollständiges Verständnis der beanspruchten Erfindung zu ermöglichen, wird im folgenden ein Überblick über die thermische Tintenstrahltechnologie gegeben. Ein repräsentatives Tintenzuführsystem in Form einer thermischen Tintenstrahlkassetteneinheit ist in **Fig. 1** bei dem Bezugszeichen **10** dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, daß die Kassette **10** hierin zu Beispielzwecken präsentiert ist und nichtbegrenzend ist. Die Kassette **10** ist in **Fig. 1** in einem schematischen Format gezeigt, wobei detailliertere Informationen bezüglich der Kassette **10** und ihrer verschiedenen Merkmale (sowie ähnlicher Systeme) in dem U.S.-Patent Nr. 4,500,895 an Buck u. a.; 4,771,295 an Baker u. a.; 5,278,58; an Keefe u. a.; und dem Hewlett-Packard-Journal, Bd. 39, Nr. 4 (August 1988), bereitgestellt sind, von denen alle durch Bezugnahme hierin eingeschlossen sind.

[0056] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 1** umfaßt die Kassette **10** zunächst ein Tintenaufnahmegefäß **11** in Form eines Gehäuses **12**. Wie oben angemerkt ist, soll das Gehäuse **12** die Tintenspeicherungseinheit der Erfindung darstellen, wobei die Begriffe "Tintenaufnahmeeinheit", "Tintenspeicherungseinheit", "Gehäuse", "Gefäß" und "Tank" von einem funktionalen und strukturellen Standpunkt aus alle als äquivalent betrachtet werden. Das Gehäuse **12** weist ferner eine obere Wand **16**, eine untere Wand **18**, eine erste Seitenblende **20** und eine zweite Seitenblende **22** auf. Bei dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 1** sind die obere Wand **16** und die untere Wand **18** im wesentlichen parallel zueinander. Ebenso sind die erste Seitenblende **20** und die zweite Seitenblende **22** ebenfalls im wesentlichen parallel zueinander.

[0057] Das Gehäuse **12** umfaßt zusätzlich eine vordere Wand **24** und eine hintere Wand **26**, die, wie dargestellt ist, optimalerweise parallel zu der vorderen Wand **24** ist. Eine innere Kammer oder ein inneres Fach **30** innerhalb des Gehäuses **12** (in **Fig. 1** mittels

Phantomlinien gezeigt), das konzipiert ist, um einen Vorrat einer Tintenzusammensetzung **32** in demselben zu halten, die entweder eine unbeschränkte (z. B. "freifließende") Form aufweist oder innerhalb einer multizellularen Struktur vom Schaumtyp gehalten ist, ist durch die vordere Wand **34**, hintere Wand **26**, obere Wand **16**, untere Wand **18**, die erste Seitenblende **20** und die zweite Seitenblende **22** umgeben. In Verbindung mit der Tintenzusammensetzung **32** können viele unterschiedliche Materialien ohne Begrenzung eingesetzt werden. Die beanspruchte Erfindung ist daher nicht "tintenspezifisch". Die Tintenzusammensetzungen enthalten zuerst zumindest ein farbgebendes Mittel. Auch in diesem Fall soll diese Erfindung nicht auf bestimmte farbgebende Mittel oder Mischungen derselben begrenzt sein. Zwar kann der Begriff "farbgebendes Mittel" viele unterschiedliche Materialien umfassen, doch konzentriert sich diese Erörterung auf sowohl farbige als auch schwarze Farbstoffprodukte. Beispielhafte schwarze Farbstoffe, die für eine Verwendung bei den interessierenden Tintenzusammensetzungen geeignet sind, sind in dem U.S.-Patent Nr. 4,963,189 an Hindagolla aufgeführt, das durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist. Repräsentative farbige Farbstoffmaterialien sind in Color Index, Bd. 4, 3. Ausgabe, veröffentlicht von The Society of Dyers and Colourists, Yorkshire, England (1971), beschrieben, der durch Bezugnahme ebenfalls hierin eingeschlossen ist und ein Standardtext ist, der in der Technik bekannt ist. Beispielhafte chemische Farbstoffe, die in dem Color Index, supra aufgeführt sind und für eine Verwendung hierin geeignet sind, umfassen, jedoch auf nichtbegrenzende Weise, die folgenden Zusammensetzungen: C.I. Direct Yellow 11, C.I. Direct Yellow 86, C.I. Direct Yellow 132, C.I. Direct Yellow 142, C.I. Direct Red 9, C.I. Direct Red 24, C.I. Direct Red 227, C.I. Direct Red 239, C.I. Direct Blue 9, C.I. Direct Blue 86, C.I. Direct Blue 189, C.I. Direct Blue 199, C.I. Direct Black 19, C.I. Direct Black 22, C.I. Direct Black 51, C.I. Direct Black 163, C.I. Direct Black 169, C.I. Acid Yellow 3, C.I. Acid Yellow 17, C.I. Acid Yellow 23, C.I. Acid Yellow 7:3, C.I. Acid Red 18, C.I. Acid Red 33, C.I. Acid Red 52, C.I. Acid Red 289, C.I. Acid Blue 9, C.I. Acid Blue 61:1, C.I. Acid Blue 72, C.I. Acid Black 1, C.I. Acid Black 2, C.I. Acid Black 194, C.I. Reactive Yellow 58, C.I. Reactive Yellow 162, C.I. Reactive Yellow 163, C.I. Reactive Red 21, C.I. Reactive Red 159, C.I. Reactive Red 180, C.I. Reactive Blue 79, C.I. Reactive Blue 216, C.I. Reactive Blue 277, C.I. Reactive Black 5, C.I. Reactive Black 31, C.I. Basic Yellow 13, C.I. Basic Yellow 60, C.I. Basic Yellow 82, C.I. Basic Blue 124, C.I. Basic Blue 140, C.I. Basic Blue 154, C.I. Basic Red 14, C.I. Basic Red 46, C.I. Basic Red 51, C.I. Basic Black 11 und Mischungen derselben. Diese Materialien sind aus vielen Quellen im Handel erhältlich, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die Sandoz Corporation of East Hanover, NJ (USA), Ciba-Geigy of Ardsley, NY (USA) und andere.

[0058] Der Begriff "farbgebendes Mittel" soll auch in der Technik bekannte Pigmentdispersionen umfassen, die im wesentlichen ein im Wasser unlösliches Farbmittel (nämlich ein Pigment) umfassen, das durch Assoziation mit einem Dispersionsmittel (z. B. einer Acrylverbindung) löslich gemacht wird. Spezifische Pigmente, die eingesetzt werden können, um Pigmentdispersionen herzustellen, sind in der Technik bekannt, und die vorliegende Erfindung soll in dieser Hinsicht nicht auf bestimmte chemische Zusammensetzungen begrenzt sein. Beispiele derartiger Pigmente umfassen die folgenden Verbindungen, die in dem Color Index, supra aufgeführt sind: C.I. Pigment Black 7, C.I. Pigment Blue 15 und C.I. Pigment Red 2. Dispersionsmittelmateriale, die für eine Kombination mit diesen und anderen Pigmenten geeignet sind, umfassen Monomere und Polymere, die ebenfalls in der Technik bekannt sind. Ein beispielhaftes, handelsübliches Dispersionsmittel besteht aus einem Produkt, das von W.R. Grace and Co. of Lexington, MA (USA) unter dem Handelsnamen DA-XAD verkauft wird.

[0059] Bei einem bevorzugten und nichtbegrenzenden Ausführungsbeispiel werden die interessierenden Tintenzusammensetzungen etwa 2 – 7 Gewichtsprozent gesamtes farbgebendes Mittel in denselben enthalten (ob ein einzelnes farbgebendes Mittel oder kombinierte farbgebende Mittel verwendet werden). Jedoch kann in Abhängigkeit von dem letztendlichen Zweck, für den die Tintenzusammensetzung bestimmt ist, und den anderen Bestandteilen in der Tinte, die Menge an einzusetzendem farbgebenden Mittel nach Bedarf variiert werden.

[0060] Die für eine Verwendung bei dieser Erfindung geeigneten Tintenzusammensetzungen umfassen auch ein Tinten"Trägermittel", das im wesentlichen als Trägermedium und Hauptlösungsmittel für die anderen Tintenkomponenten fungiert. Es können viele unterschiedliche Materialien als Tintenträgermittel verwendet werden, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Produkte für diesen Zweck begrenzt ist. Ein bevorzugtes Tintenträgermittel besteht aus Wasser in Kombination mit anderen Bestandteilen (z. B. organische Lösungsmittel und dergleichen). Diese organischen Lösungsmittel umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, 2-Pyrrolidon, 1,5-Pentandiol, N-Methylpyrrolidon, 2-Propanol, ethoxyliertes Glycerol, 2-Ethyl-2-Hydroxymethyl-1,3-Propandiol, Cyclohexanol und andere, die in der Technik für Lösungsmittel- und/oder Feuchthaltemittelzwecke bekannt sind. All diese Verbindungen können in verschiedenen Kombinationen verwendet werden, wie durch einleitende Pilotstudien zu den betreffenden Tintenzusammensetzungen bestimmt ist. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthalten die Tintenformulierungen jedoch ungefähr 70 – 80 Gewichtsprozent gesamtes kombiniertes Tintenträgermittel, wobei zumindest ungefähr 30 Gewichts-

prozent des gesamten Tintenträgermittels in der Regel aus Wasser besteht (wobei der Rest ein beliebiges der oben aufgeführten organischen Lösungsmittel allein oder kombiniert aufweist). Ein beispielhaftes Tintenträgermittel enthält ungefähr 60 – 80 Gewichtsprozent Wasser und ungefähr 10 bis 30 Gewichtsprozent eines oder mehrerer organischer Lösungsmittel.

[0061] Die Tintenzusammensetzungen können auch eine Anzahl von optionalen Bestandteilen in variierenden Mengen umfassen. Zum Beispiel kann ein optionales Biozid hinzugefügt sein, um ein mikrobielles Wachstum in dem endgültigen Tintenprodukt zu verhindern. Beispielhafte Biozide, die für diesen Zweck geeignet sind, umfassen Markenprodukte, die unter den Marken PROXEL GXL von Imperial Chemical Industries of Manchester, England, UCARCID von Union Carbide of Danbury, CT (USA), und NUO-SEPT von Huls America, Inc. of Piscataway, NJ (USA), verkauft werden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die endgültige Tintenzusammensetzung, wenn ein Biozid verwendet wird, in der Regel ungefähr 0,05 – 0,5 Gewichtsprozent Biozid, wobei ungefähr 0,30 Gewichtsprozent bevorzugt sind.

[0062] Ein anderer optionaler Bestandteil, der bei den Tintenzusammensetzungen eingesetzt werden soll, umfaßt eine oder mehrere Puffersubstanzen. Die Verwendung einer ausgewählten Puffersubstanz oder mehrerer (kombinierter) Puffersubstanzen soll den pH-Wert der Tintenformulierungen stabilisieren, wenn dies benötigt wird und erwünscht ist. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt der optimale pH-Wert der Tintenzusammensetzungen in einem Bereich von ungefähr 4 – 9. Beispielhafte Puffersubstanzen, die für diesen Zweck geeignet sind, umfassen Natriumborat, Borsäure und Phosphat-Puffersubstanzen, die in der Technik für eine pH-Steuerung bekannt sind. Die Auswahl bestimmter Puffersubstanzen sowie die Menge von zu verwendenden Puffersubstanzen (sowie allgemein die Entscheidung, Puffersubstanzen zu verwenden) wird gemäß vorbereitenden Pilotstudien über die betreffenden bestimmten Tintenzusammensetzungen bestimmt. Zusätzliche Bestandteile (z. B. oberflächenaktive Mittel) können, wenn nötig, ebenfalls in den Tintenzusammensetzungen vorhanden sein. Auch hier können viele andere Tintenmaterialien als Tintenzusammensetzung **32** eingesetzt werden, darunter jene, die in dem U.S.-Patent Nr. 5,185,034 aufgeführt sind, das durch Bezugnahme ebenfalls hierin eingeschlossen ist.

[0063] Unter Bezugnahme wieder auf **Fig. 1** umfaßt die vordere Wand **24** auch eine außerhalb positionierte, sich nach außen erstreckende Druckkopfgestruktur **34**, die einen im wesentlichen rechteckigen zentralen Hohlraum **50** aufweist. Der zentrale Hohlraum **50** umfaßt eine untere Wand **52**, die in

Fig. 1 mit einer Tintenauslaßöffnung **54** in derselben gezeigt ist. Die Tintenauslaßöffnung **54** verläuft vollständig durch das Gehäuse **12** und kommuniziert folglich mit dem Fach **30** in dem Gehäuse **12**, so daß Tintenmaterialien aus dem Fach **30** durch die Tintenauslaßöffnung **54** nach außen fließen können. Innerhalb des zentralen Hohlraums **50** ist außerdem ein rechteckiger, sich nach oben erstreckender Befestigungsrahmen **56** positioniert, dessen Funktion unten erörtert wird. Wie in **Fig. 1** schematisch gezeigt ist, befindet sich der Befestigungsrahmen **56** im wesentlichen auf gleicher Höhe (fluchtend) mit der vorderen Fläche **60** der Druckkopftragestruktur **34**. Der Befestigungsrahmen **56** umfaßt spezifisch die dualen, länglichen Seitenwände **62, 64**.

[0064] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist ein Druckkopf, der in **Fig. 1** allgemein mit dem Bezugszeichen **80** bezeichnet ist, fest an dem Gehäuse **12** der Tintenpatrone **10** befestigt (z. B. an der sich nach außen erstreckenden Druckkopftragestruktur **34** angebracht). Zwar werden die neuartigen Merkmale des Druckkopfs **80** im nächsten Abschnitt spezifisch erörtert, doch wird nun zu Hintergrundinformation zwecken ein kurzer Überblick über den Druckkopf **80** gegeben. Gemäß der herkömmlichen Terminologie weist der Druckkopf **80** tatsächlich zwei Hauptkomponenten auf, die fest aneinander befestigt sind (wobei bestimmte Teilkomponenten, die ebenfalls von erheblicher Wichtigkeit sind, zwischen denselben positioniert sind). Die erste Hauptkomponente, die verwendet wird, um den Druckkopf **80** zu produzieren, besteht aus einem Substrat **82** (das als "Tragestruktur" für die Widerstandselemente fungiert, wie weiter unten erörtert ist). Das Substrat **82** ist bevorzugt aus einer Anzahl von Materialien ohne Begrenzung hergestellt, darunter Silizium [Si], Siliziumnitrid [SiN], das eine Schicht aus Siliziumcarbid [SiC] auf demselben aufweist, Aluminiumoxid [Al₂O₃], verschiedene Metalle (z. B. elementares Aluminium [Al]) und dergleichen. Zumindest einer und vorzugsweise eine Mehrzahl von Dünnschichtwiderständen **86** (hierin auch als "Widerstandselemente" bezeichnet), die individuell mit Energie versorgbar sind und als "Tintenausstoßer" fungieren, sind an der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82** bei dem herkömmlichen Druckkopf **80** aus **Fig. 1** unter Verwendung von standardmäßigen Dünnschichtherstellungstechniken befestigt. Alternativ können die Widerstände **86** an zumindest einer isolierenden Schicht befestigt sein, die auf dem Substrat **82** vorgebildet ist, wie in dem nächsten Abschnitt (Abschnitt "B") erörtert und in **Fig. 4** dargestellt ist. Um der Klarheit und Zweckmäßigkeit in diesem Abschnitt der momentanen Erörterung willen, werden die Widerstände **86** in **Fig. 1** jedoch direkt auf dem Substrat **82** gezeigt.

[0065] Gemäß der herkömmlichen thermischen Tintenstrahltechnologie sind die Widerstände **86** in der Regel aus einer bekannten Mischung aus elementa-

rem Tantal [Ta] und elementarem Aluminium [Al] ("TaAl"), einer Kombination aus elementarem [Ta] und Stickstoff [N], um Tantalnitrid (Ta₂N) zu bilden, oder anderen vergleichbaren Materialien hergestellt. Wie noch in dem Abschnitt "C" unten angedeutet wird, schließt die vorliegende Erfindung die Verwendung neuartiger Widerstandsstrukturen und -materialien ein, die diejenigen ersetzen, die aus TaAl und Ta₂N (oder anderen bekannten thermischen Tintenstrahlwiderstandszusammensetzungen) hergestellt sind. Die hierin beanspruchten Widerstandselemente sind aus spezialisierten Materialien hergestellt, die viele wichtige Vorzüge bieten, darunter ein reduzierter Stromverbrauch (der zu einem günstigeren/kühleren Innentemperaturprofil führt), die Fähigkeit, kostengünstigere Leistungsversorgungen zu verwenden, und ein größerer Gesamtpegel an Zuverlässigkeit, Langlebigkeit, Stabilität und Betriebswirkungsgrad. All diese Vorzüge und die Art und Weise, auf der dieselben erreicht werden, werden noch einmal in dem Abschnitt "C" dargestellt.

[0066] In der schematischen Darstellung von **Fig. 1** ist nur eine kleine Anzahl von Widerständen **86** gezeigt, wobei die Widerstände **86** der Klarheit wegen in einem vergrößerten Format gezeigt sind. Ebenfalls kann eine Anzahl wichtiger Materialschichten oberhalb und unterhalb der Widerstände **86** vorhanden sein, die in dem Abschnitt "B" vollständig beschrieben sind. Ebenso auf der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82** unter Verwendung von standardmäßigen photolithographischen Dünnschichttechniken vorgesehen ist eine Mehrzahl von metallischen Leiterbahnen **90**, die in der Regel aus Gold [Au] und/oder Aluminium [Al] hergestellt sind (hierin auch als "Busbauglieder", "längliche leitfähige Schaltungselemente", "Verbindungsstrukturen" oder einfach "Schaltungselemente" bezeichnet) und die mit den Widerständen **86** elektrisch kommunizieren. Die Schaltungselemente **90** kommunizieren ebenfalls mit mehreren metallischen anschlussflächenähnlichen Kontaktregionen **92**, die an den Enden **94, 95** des Substrats **82** auf der oberen Oberfläche **84** positioniert sind und aus den gleichen Materialien wie die oben identifizierten Schaltungselemente **90** hergestellt sein können. Die Funktion all dieser Komponenten, die, in Kombination, hierin kollektiv als "Widerstandsanordnung" **96** bezeichnet sind, wird weiter unten zusammengefaßt. Es sei jedoch angemerkt, daß in der schematischen Darstellung von **Fig. 1** nur eine kleine Anzahl von Schaltungselementen **90** dargestellt ist, die der Klarheit wegen wieder in einem vergrößerten Format dargestellt sind. Zwar sind die Widerstände **86** in allen beiliegenden Zeichnungen schematisch in einem vereinfachten "quadratischen" Format dargestellt, doch sei ebenfalls darauf hingewiesen, daß dieselben in vielen unterschiedlichen Formen, Größen und Ausgestaltungen konfiguriert sein können, die von denen, die in **Fig. 1** präsentiert sind, zu "geschlitzten", länglichen und/oder "schlangenähnlichen"

Strukturen reichen. Diese Konfigurationsvielfalt soll auf die Widerstände der vorliegenden Erfindung anwendbar sein, die, wie zuvor angemerkt, in dem nächsten Abschnitt ausführlich erörtert werden.

[0067] Viele unterschiedliche Materialien und Ausgestaltungsanordnungen können verwendet werden, um die Widerstandsanordnung **96** aufzubauen, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Elemente, Materialien und Strukturen für diesen Zweck begrenzt ist, sofern hierin nicht anders angegeben (z. B. siehe Abschnitt "C"). Bei einem bevorzugten, repräsentativen und nichtbegrenzenden Ausführungsbeispiel ist die Widerstandsanordnung **96** jedoch ungefähr 0,5 Zoll (1,27 cm) lang und enthält ebenfalls ungefähr 300 Widerstände **86** und ermöglicht somit eine Auflösung von ungefähr 600 Bildpunkten pro Zoll ("DPI"). Diese Werte können auf eine nichtbegrenzende Weise variiert werden, wobei die neuartigen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung, die aus einer oder mehreren Metallsiliziumnitridverbindungen hergestellt sind, die Herstellung eines Systems ermöglichen, das ungefähr 600 bis 1.200 Widerstände auf dem Druckkopf aufweist, mit einer Druckauflösung von ungefähr 1.200 dpi (z. B. ein "wahrer" 1.200 dpi oder zumindest zwei oder mehr Reihen aus 600-dpi-Widerständen, die auf einen 1.200-dpi-Abstand eingestellt sind). Das Substrat **82**, das die Widerstände **86** auf demselben enthält, weist vorzugsweise eine Breite "W" (**Fig. 1**) auf, die geringer ist, als der Abstand "D" zwischen den Seitenwänden **62**, **64** des Befestigungsrahmens **56**. Dies führt dazu, daß Tintenflußdurchgänge auf beiden Seiten des Substrats **82** gebildet sind, so daß eine Tinte, die aus der Tintenauslaßöffnung **54** in dem zentralen Hohlraum **50** fließt, letztendlich in Kontakt mit den Widerständen **86** kommen kann. Es sei ebenfalls angemerkt, daß das Substrat **82** in Abhängigkeit von dem betrachteten Typ der Tintenkasette **10** wieder eine Anzahl von anderen Komponenten auf demselben (nicht gezeigt) umfassen kann. Zum Beispiel kann das Substrat **82** ebenso eine Mehrzahl von Logiktransistoren zum präzisen Steuern eines Betriebs der Widerstände **86** sowie einen "Demultiplexer" einer herkömmlichen Konfiguration aufweisen, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 erörtert ist. Der Demultiplexer wird verwendet, um ankommende gemultiplexte Signale zu demultiplexen und diese Signale anschließend an die verschiedenen Widerstände **86** zu verteilen. Die Verwendung eines Demultiplexers zu diesem Zweck ermöglicht eine Reduzierung der Komplexität und Quantität der Schaltungsanordnung (z. B. Kontaktregionen **92** und Schaltungselemente **90**), die auf dem Substrat **82** gebildet ist.

[0068] Die zweite Hauptkomponente des Druckkopfs **80** ist an dem Substrat **82** sicher befestigt (wobei die Widerstände **86** und eine Anzahl von zwischen denselben liegenden Materialschichten eine

Tintenbarriereschicht umfassen, wie in dem nächsten Abschnitt dargestellt ist). Spezifisch betrachtet ist eine wie in **Fig. 1** gezeigte Mündungsplatte **104**, bereitgestellt, die verwendet wird, um die ausgewählten Tintenzusammensetzungen an ein festgelegtes Druckmedienmaterial (z. B. Papier) zu verteilen. Allgemein besteht die Mündungsplatte **104** aus einem Blendenbauglied **106** (in **Fig. 1** schematisch dargestellt), das aus einer oder mehreren Metallzusammensetzungen hergestellt ist (z. B. vergoldetes Nickel [Ni] und dergleichen). Bei einem typischen und nichtbegrenzenden repräsentativen Ausführungsbeispiel weist die Mündungsplatte **104** eine Länge "L" von ungefähr 5 – 30 mm und eine Breite "W₁" von ungefähr 3 – 15 mm auf. Jedoch soll die beanspruchte Erfindung nicht auf bestimmte Mündungsplattenparameter beschränkt sein, sofern hierin nicht anders angegeben.

[0069] Die Mündungsplatte **104** weist ferner zumindest eine und vorzugsweise eine Mehrzahl von Öffnungen (nämlich "Mündungen") durch dieselbe auf, die mit dem Bezugszeichen **108** bezeichnet sind. Diese Mündungen **108** sind in **Fig. 1** in einem vergrößerten Format gezeigt. Jede Mündung **108** bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel weist einen Durchmesser von ungefähr 0,01 – 0,05 mm auf. Bei dem vollständigen Druckkopf **80** sind alle oben aufgeführten Komponenten zusammengesetzt, so daß sich jede Mündung **108** teilweise oder (bevorzugt) vollständig in axialer Ausrichtung (z. B. im wesentlichen in "Registrierung") mit zumindest einem der Widerstände **86** auf dem Substrat **82** und umgekehrt befindet. Dies führt dazu, daß eine Versorgung eines gegebenen Widerstands **86** mit Energie einen Tintenausstoß durch die erwünschte Mündung **108** bewirkt. Die beanspruchte Erfindung soll nicht auf bestimmte Größen-, Form- oder Abmessungscharakteristika in Zusammenhang mit der Mündungsplatte **104** begrenzt sein und soll ebenso auf keine Anzahl oder Anordnung von Mündungen **108** beschränkt sein. Bei einem wie in **Fig. 1** präsentierten beispielhaften Ausführungsbeispiel sind die Mündungen **108** in zwei Reihen **110**, **112** auf dem Blendenbauglied **106**, das der Mündungsplatte **104** zugeordnet ist, angeordnet. Wenn diese Anordnung von Mündungen **108** eingesetzt wird, sind die Widerstände **86** auf der Widerstandsanordnung **96** (z. B. das Substrat **82**) ebenfalls in zwei entsprechenden Reihen **114**, **116** angeordnet, so daß die Reihen **114**, **116** der Widerstände **86** in wesentlicher Registrierung mit den Reihen **110**, **112** der Mündungen **108** sind. Weitere allgemeine Informationen bezüglich dieses Typs eines metallischen Mündungsplattensystems sind beispielsweise in dem U.S.-Patent Nr. 4,500,895 an Buck u. a. bereitgestellt, das durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist.

[0070] Es sei zu Hintergrundzwecken ebenfalls angemerkt, daß zusätzlich zu den oben erörterten Sys-

temen, die Metallmündungsplatten einschließen, alternative Druckeinheiten Mündungsplattenstrukturen effektiv eingesetzt haben, die aus nichtmetallischen organischen Polymerzusammensetzungen hergestellt wurden. Diese Strukturen weisen in der Regel eine repräsentative und nichtbegrenzende Dicke von ungefähr 1,0 – 2,0 Tausendstel Zoll (0,0254 – 0,0508 mm) auf. In diesem Zusammenhang umfaßt der Begriff "nichtmetallisch" ein Produkt, das keine elementaren Metalle, Metallegierungen oder Metallamalgame/Mischungen enthält. Die Wendung "organisches Polymer" soll, wann immer dieselbe in dem Abschnitt Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele verwendet wird, eine langkettige, kohlenstoffhaltige Struktur aus sich wiederholenden chemischen Untereinheiten einschließen. Für diesen Zweck kann eine Anzahl von unterschiedlichen polymeren Zusammensetzungen eingesetzt werden. Zum Beispiel können nichtmetallische Mündungsplattenbauglieder aus den folgenden Zusammensetzungen hergestellt werden: Polytetrafluorethylen (z. B. Teflon®), Polyimid, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polyester, Polyamid, Polyethylenterephthalat oder Mischungen derselben. Ebenso ist eine repräsentative, handelsübliche organische Polymerzusammensetzung (z. B. auf der Basis von Polyimid), die zum Herstellen eines nichtmetallischen, auf einem organischen Polymer basierenden Mündungsplattenbauglieds in einem thermischen Tintenstrahldrucksystem geeignet ist, ein Produkt, das unter dem Markennamen "KAPTON" von E.I. du Pont de Nemours & Company of Wilmington, DE (USA), verkauft wird. Weitere Daten bezüglich der Verwendung von nichtmetallischen Mündungsplattensystemen auf der Basis eines organischen Polymers sind in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 (durch Bezugnahme hierin eingeschlossen) bereitgestellt. Ebenso können andere Mündungsstrukturen zusätzlich zu denen eingesetzt werden, die in diesem Abschnitt dargestellt sind, darunter jene, die die Druckkopfbarrierschicht als Mündungsstruktur verwenden. Bei einem derartigen Ausführungsbeispiel würde die Barrierschicht eine Materialschicht bilden, die zumindest eine Öffnung in derselben aufweist und effektiv als Mündungsplatte/-struktur fungieren würde, wie in dem nächsten Abschnitt erörtert ist.

[0071] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist ein flexibles Schaltungsbauglied vom Filmtyp **118** ebenfalls in Verbindung mit der Kassette **10** vorgesehen, das konzipiert ist, um sich "um" die sich nach außen erstreckende Druckkopfragestruktur **34** bei der vollständigen Tintenkasette **10** "zu wickeln". Es können viele unterschiedliche Materialien verwendet werden, um das Schaltungsbauglied **118** zu produzieren, wobei nichtbegrenzende Beispiele Polytetrafluorethylen (z. B. Teflon®), Polyimid, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polyester, Polyamid, Polyethylenterephthalat oder Mischungen derselben umfassen. Ebenso ist eine repräsentative, handelsübliche

organische Polymerzusammensetzung (z. B. auf der Basis von Polyimid), die zum Herstellen des flexiblen Schaltungsbauglieds **118** geeignet ist, ein Produkt, das unter dem Markennamen "KAPTON" von E.I. du Pont de Nemours & Company of Wilmington, DE (USA), verkauft wird, wie zuvor angemerkt wurde. Das flexible Schaltungsbauglied **118** ist durch haftende Befestigung unter Verwendung herkömmlicher haftender Materialien (z. B. Epoxydharz-Zusammensetzungen, die in der Technik für diesen Zweck bekannt sind) an der Druckkopfragestruktur **34** befestigt. Das flexible Schaltungsbauglied **118** ermöglicht, daß elektrische Signale von der Druckereinheit zu den Widerständen **86** auf dem Substrat **82** zugeführt und übertragen werden, wie unten erörtert ist. Das flexible Schaltungsbauglied vom Filmtyp **118** umfaßt ferner eine Oberseitenoberfläche **120** und eine Unterseitenoberfläche **122** (**Fig. 1**). Auf der Unterseitenoberfläche **122** des Schaltungsbauglieds **118** ist eine Mehrzahl metallischer (z. B. vergoldetes Kupfer) Schaltungsbahnen **124**, dargestellt als gestrichelte Linien in **Fig. 1**, gebildet, die unter Verwendung bekannter Metallaufbringungs- und photolithographischer Techniken auf die Unterseitenoberfläche **122** aufgetragen werden. Viele unterschiedliche Schaltungsbaumuster können auf der Unterseitenoberfläche **122** des flexiblen Schaltungsbauglieds **118** eingesetzt werden, wobei das spezifische Muster von dem bestimmten, betrachteten Typ der Tintenkasette **10** und des Drucksystems abhängt. Eine Mehrzahl metallischer (z. B. vergoldetes Kupfer) Kontaktanschlüsflächen **130** ist ebenfalls an der Position **126** auf der Oberseitenoberfläche **120** des Schaltungsbauglieds **118** vorgesehen. Die Kontaktanschlüsflächen **130** kommunizieren über Öffnungen oder "Durchkontaktierungen" (nicht gezeigt) durch das Schaltungsbauglied **118** mit den darunterliegenden Schaltungsbahnen **124** auf der Unterseitenoberfläche **122** des Schaltungsbauglieds **118**. Während der Verwendung der Tintenkasette **110** in einer Druckereinheit kommen die Anschlüsflächen **130** mit entsprechenden Drucker Elektroden in Kontakt, um elektrische Steuersignale oder "Impulse" von der Druckereinheit zu den Kontaktanschlüsflächen **130** und den Bahnen **124** auf dem Schaltungsbauglied **118** für eine endgültige Zuführung zu der Widerstandsanzordnung **96** zu übertragen. Die elektrische Kommunikation zwischen der Widerstandsanzordnung **96** und dem flexiblen Schaltungsbauglied **118** wird unten nochmals dargestellt.

[0072] Ein Fenster **134**, das proportioniert ist, um die Mündungsplatte **104** in demselben aufzunehmen, ist innerhalb der Mittelregion **132** des flexiblen Schaltungsbauglieds vom Filmtyp **118** positioniert. Wie in **Fig. 1** schematisch gezeigt ist, umfaßt das Fenster **134** eine obere Längskante **136** und eine untere Längskante **138**. Teilweise innerhalb des Fensters **134** an der oberen und unteren Längskante **136** bzw. **138** sind Anschlüsleitungen vom Balkentyp **140** posi-

tioniert, die, bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel, vergoldetes Kupfer sind und die Anschlußenden (z. B. die Enden gegenüber den Kontaktanschlußflächen **130**) der Schaltungsbahnen **124** bilden, die auf der Unterseitenoberfläche **122** des flexiblen Schaltungsbauglieds **118** positioniert sind. Die Anschlußleitungen **140** sind für eine elektrische Verbindung durch Löten, Thermokompressionsbonden und dergleichen mit den Kontaktregionen **92** auf der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82**, das der Widerstandsanordnung **96** zugeordnet ist, konzipiert. Folglich wird über die Schaltungsbahnen **124** auf dem flexiblen Schaltungsbauglied **118** eine elektrische Kommunikation von den Kontaktanschlußflächen **130** zu der Widerstandsanordnung **96** hergestellt. Elektrische Signale oder Impulse von der Druckereinheit können dann über die länglichen leitfähigen Schaltungselemente **90** auf dem Substrat **82** zu den Widerständen **86** verlaufen, so daß eine Erwärmung (Energieversorgung) der Widerstände **86** auf Befehl erfolgen kann.

[0073] Es ist wichtig, hervorzuheben, daß die vorliegende Erfindung nicht auf den spezifischen Druckkopf **80**, der in **Fig. 1** dargestellt und oben erörtert ist (der in einem verkürzten schematischen Format gezeigt ist), beschränkt ist, wobei viele andere Druckkopfausgestaltungen ebenfalls für eine Verwendung gemäß der Erfindung geeignet sind. Der Druckkopf **80** aus **Fig. 1** ist wieder zu Beispielszwecken bereitgestellt und soll die Erfindung in keiner Weise begrenzen. Ebenso sollte angemerkt werden, daß die Mündungsplatte **104** und das flexible Schaltungsbauglied **118**, wenn ein nichtmetallisches Mündungsplattensystem vom organischen Polymertyp erwünscht ist, als eine einzelne Einheit hergestellt werden können, wie dies in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 erörtert ist.

[0074] Der letzte Hauptschritt beim Produzieren des vollständigen Druckkopfs **80** umfaßt eine physische Anbringung der Mündungsplatte **104** in Position auf den darunterliegenden Abschnitten des Druckkopfs **80** (einschließlich der Tintenbarriereschicht, wie unten erörtert ist), so daß sich die Mündungen **108** in teilweiser oder vollständiger axialer Ausrichtung mit den Widerständen **86** auf dem Substrat **82** und umgekehrt befinden. Die Anbringung dieser Komponenten kann ebenso durch die Verwendung von herkömmlichen haftenden Materialien (z. B. Epoxyd- und/oder Cyanacrylathaftmittel, die in der Technik für diesen Zweck bekannt sind) erreicht werden, wie wiederum nachfolgend detaillierter dargestellt ist. Bei dieser Stufe ist der Aufbau der Tinten Kassette **10** abgeschlossen. Die Tintenzusammensetzung **32** kann dann auf Befehl einem ausgewählten Druckmedienmaterial **150** zugeführt werden, um auf demselben ein gedrucktes Bild **152** zu erzeugen. Es können viele unterschiedliche Zusammensetzungen in Verbindung mit dem Druckmedienmaterial **150** eingesetzt

werden, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, Papier, Kunststoff (z. B. Polyethylenterephthalat und andere vergleichbare polymere Verbindungen), Metall, Glas und dergleichen. Des weiteren kann die Kassette **10** eingesetzt oder auf andere Weise innerhalb einer geeigneten Druckereinheit **160** (**Fig. 1**) positioniert werden, die der Kassetteneinheit **10** elektrische Impulse/Signale zuführt, so daß ein Drucken des Bildes **152** auf Befehl stattfinden kann. Es können viele unterschiedliche Druckereinheiten ohne Einschränkung in Verbindung mit den Tintenzuführsystemen der beanspruchten Erfindung eingesetzt werden (einschließlich der Kassette **10**). Beispielhafte Druckereinheiten, die sich für eine Verwendung mit den Druckköpfen und Tintenzuführsystemen der vorliegenden Erfindung eignen, umfassen jedoch, sind aber nicht darauf begrenzt, jene, die durch die Hewlett-Packard Company of Palo Alto, CA (USA) unter den folgenden Produktbezeichnungen hergestellt und verkauft werden: DESKJET 400C, 500C, 540C, 660C, 693C, 820C, 850C, 870C, 1200C und 16000.

[0075] Die oben in Verbindung mit **Fig. 1** erörterte Tinten Kassette **10** schließt ein "in sich abgeschlossenes" Tintenzuführsystem ein, das einen "eingebauten" Tintenvorrat umfaßt. Die beanspruchte Erfindung kann ebenfalls mit anderen Systemen verwendet werden, die einen Druckkopf und einen Tintenvorrat einsetzen, der innerhalb eines Tintenaufnahmegefäßes gespeichert ist, das von dem Druckkopf entfernt beabstandet, mit demselben jedoch wirksam verbunden ist und in Fluidkommunikation steht. Eine Fluidkommunikation wird in der Regel durch Verwendung einer oder mehrerer röhrenförmiger Rohre erreicht. Ein Beispiel für eine derartige System (das als "außeraxiale" Vorrichtung bekannt ist) ist wieder in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/869,446 der gleichen Anmelderin (eingereicht am 06.05.97) mit dem Titel "AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS" (Olsen u. a.) und in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/873,612 der gleichen Anmelderin (eingereicht am 06.11.97) mit dem Titel "REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN" (Hauck u. a.) offenbart, die beide durch Bezugnahme hierin eingeschlossen sind. Wie in den **Fig. 2 – 3** dargestellt ist, ist ein repräsentatives außeraxiales Tintenzuführsystem gezeigt, das ein tankähnliches Tintenaufnahmegefäß **170** umfaßt, das für eine entfernte wirksame Verbindung (vorzugsweise auf einer Schwerkraftzuführungs- oder anderen vergleichbaren Basis) mit einem ausgewählten thermischen Tintenstrahl Druckkopf konzipiert ist. Wieder sollen bei diesem Ausführungsbeispiel die Begriffe "Tintenaufnahmeeinheit", "Tintenspeicherungseinheit", "Gefäß", "Gehäuse" und "Tank" als äquivalent betrachtet werden. Das Tintenaufnahmegefäß **170** ist in der Form einer äußeren Schale oder eines äußeren Gehäuses **172** konfiguriert, das einen Hauptkörperabschnitt **174** und ein

Blendenbauglied **176** umfaßt, das eine Einlaß-/Auslaßöffnung **178** aufweist, die durch dasselbe verläuft (**Fig. 2 – 3**). Zwar soll dieses Ausführungsbeispiel auf keine bestimmten Zusammenbauverfahren in Verbindung mit dem Gehäuse **172** beschränkt sein, doch wird das Blendenbauglied **176** optimalerweise als getrennte Struktur von dem Hauptkörperabschnitt **174** produziert. Das Blendenbauglied **176** wird danach unter Verwendung bekannter thermischer Schweißprozesse oder herkömmlicher Haftmittel (z. B. Epoxidharz oder Cyanacrylatverbindungen) an dem Hauptkörperabschnitt **174** befestigt, wie in **Fig. 3** dargestellt ist. Jedoch soll das Blendenbauglied **176** bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Teil des gesamten Tintenaufnahmegefäßes **170**/Gehäuses **172** betrachtet werden.

[0076] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 3** weist das Gehäuse **172** zum Speichern eines Vorrats einer Tintenzusammensetzung **32** auch eine innere Kammer bzw. inneren Hohlraum **180** in demselben auf. Außerdem umfaßt das Gehäuse **172** ferner ein sich nach außen erstreckendes röhrenförmiges Bauglied **182**, das durch das Blendenbauglied **176** verläuft und, bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, in demselben einstückig gebildet ist. Der Begriff "röhrenförmig", wie während dieser Beschreibung verwendet, soll derart definiert sein, um eine Struktur zu umfassen, die zumindest einen oder mehrere zentrale Durchgänge durch dieselbe umfaßt, die von einer äußeren Wand umgeben sind. Das röhrenförmige Bauglied **182** umfaßt in demselben die Einlaß-/Auslaßöffnung **178**, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, die einen Zugang zu dem inneren Hohlraum **180** in dem Gehäuse **172** bereitstellt.

[0077] Das röhrenförmige Bauglied **182**, das innerhalb des Blendenbauglieds **176** des Gehäuses **172** positioniert ist, weist einen äußeren Abschnitt **184**, der außerhalb des Gehäuses **172** befindlich ist, und einen inneren Abschnitt **186** auf, der innerhalb der Tintenzusammensetzung **32** in dem inneren Hohlraum **180** befindlich ist (**Fig. 3**). Der äußere Abschnitt **184** des röhrenförmigen Bauglieds **182** ist durch haftende Materialien (z. B. herkömmliche Cyanacrylat- oder Epoxyverbindungen), Reibungsineingriffnahme und dergleichen an einem röhrenförmigen Tinten-transportrohr **190** angebracht, das innerhalb der Öffnung **178** positioniert ist, die in **Fig. 3** schematisch gezeigt ist. Bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 3** umfaßt das Tinten-transportrohr **190** ein erstes Ende **192**, das unter Verwendung der oben aufgeführten Verfahren an und innerhalb der Öffnung **178** in dem äußeren Abschnitt **184** des röhrenförmigen Bauglieds **182** angebracht ist. Das Tinten-transportrohr **190** umfaßt ferner ein zweites Ende **194**, das wirksam und entfernt an einem Druckkopf **196** angebracht ist, der eine Anzahl von unterschiedlichen Ausgestaltungen, Konfigurationen und Systemen einschließen kann, darunter jene, die dem in **Fig. 1**

dargestellten Druckkopf **80** zugeordnet sind, die als äquivalent zu dem Druckkopf **196** betrachtet werden sollen. Alle diese Komponenten sind innerhalb einer ausgewählten Druckereinheit (einschließlich der Druckeinheit **160**) an vorbestimmten Stellen in derselben geeignet befestigt, in Abhängigkeit von dem Typ, der Größe und Gesamtkonfiguration des gesamten Tintenzuführsystems. Es sollte ferner angemerkt werden, daß das Tinten-transportrohr **190** zumindest eine optionale Pumpe in der Leitung einer herkömmlichen Ausgestaltung (nicht gezeigt) zum Ermöglichen des Tinten-transportes umfassen kann.

[0078] Die in den **Fig. 1 – 4** präsentierten Systeme und Komponenten sind darstellender Natur. Sie können in der Tat in Abhängigkeit von den bestimmten betrachteten Vorrichtungen zusätzliche Betriebskomponenten umfassen. Die oben bereitgestellten Informationen sollen die vorliegende Erfindung und ihre verschiedenen Ausführungsbeispiele nicht begrenzen oder einschränken. Statt dessen können die Systeme der **Fig. 1 – 4** je nach Bedarf variiert werden und sie sind gänzlich dargestellt, um die Anwendbarkeit der beanspruchten Erfindung auf Tintenzuführsysteme zu demonstrieren, die viele unterschiedliche Komponenten- anordnungen verwenden. In dieser Hinsicht soll jegliche Erörterung bestimmter Tintenzuführsysteme, Tintenaufnahmegefäße und bezogener Daten lediglich als repräsentativ betrachtet werden.

B. Eine Besprechung der Widerstandselemente und zugeordneter Strukturen innerhalb des Druckkopfs

[0079] Dieser Abschnitt bietet eine umfassende Erörterung zu Hintergrundinformationszwecken der inneren Abschnitte eines typischen Druckkopfs (einschließlich des oben erörterten Druckkopfs **80**) unter besonderer Bezugnahme auf die Heizwiderstände und verwandten Komponenten. Die folgende Beschreibung soll die Erfindung in keiner Weise begrenzen und wird nur zu Beispielpurposes gegeben. Ebenso sei wieder darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung voraussichtlich auf eine breite Vielfalt von unterschiedlichen thermischen Tintenstrahlensystemen und Druckkopfeinheiten anwendbar ist, vorausgesetzt, daß sie mindestens eine Tragestruktur und zumindest ein Widerstandselement auf derselben umfassen, das verwendet wird, um Tintenzusammensetzungen selektiv für eine Zuführung zu einem Druckmedienmaterial zu erwärmen.

[0080] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist ein Abschnitt **198** des Druckkopfs **80** im Querschnitt dargestellt. Zu Bezugszwecken schließt der Abschnitt **198** die Komponenten und Strukturen ein, die innerhalb eingekreister Region **200**, die in **Fig. 1** präsentiert ist, umfaßt sind. Die in **Fig. 4** dargestellten Komponenten sind in einer zusammengesetzten Konfiguration gezeigt. Ebenso sei darauf hingewiesen, daß die ver-

schiedenen in **Fig. 4** bereitgestellten Schichten nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet sind und um der Klarheit willen vergrößert sind. Gemäß der Querschnittsansicht von **Fig. 4** ist ein repräsentativer Widerstand **86** (hierin auch als "Widerstandselement", wie oben definiert, gekennzeichnet) zusammen mit den verschiedenen Materialschichten schematisch gezeigt, die oberhalb und unterhalb des Widerstands **86** positioniert sind (einschließlich der Mündungsplatte **104**). Alle diese Strukturen (und die anderen Schichten, die in diesem Abschnitt skizziert sind) sind ebenfalls (zusammen mit anwendbaren Konstruktionstechniken) in den folgenden Patenten dargestellt und vollständig erklärt, die hierin durch Bezugnahme eingeschlossen sind: U.S.-Patent Nr. 4,535,343 an Wright u. a.; 4,616,408 an Lloyd; und 5,122,812 an Hess u. a. Um der Klarheit willen und um eine vollständige Offenbarung bereitzustellen, werden nun die folgenden zusätzlichen Informationen bereitgestellt.

[0081] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 4** umfaßt der Druckkopf **80** (nämlich der Abschnitt **198**) zunächst ein Substrat **202**, das optimalerweise aus elementarem Silizium [Si] hergestellt ist. Das für diesen Zweck eingesetzte Silizium kann monokristallin, polykristallin oder amorph sein. Es können andere Materialien in Verbindung dem Substrat **202** ohne Begrenzung verwendet werden, einschließlich, jedoch nicht darauf begrenzt, Aluminiumoxid [Al₂O₃], Siliziumnitrid [SiN], das eine Schicht Siliziumcarbid [SiC] auf demselben aufweist, verschiedene Metalle (z. B. elementares Aluminium [Al]) und dergleichen (zusammen mit Mischungen dieser Zusammensetzungen). Bei einem bevorzugten und repräsentativen Ausführungsbeispiel weist das Substrat **202** eine Dicke "T" von ungefähr 500 – 925 µm auf, wobei dieser Bereich und alle anderen Bereiche und numerischen Parameter, die hierin präsentiert sind, einer Änderung je nach Bedarf gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen unterliegen, sofern nicht anders angegeben. Die Größe des Substrats **202** kann in Abhängigkeit von dem betrachteten Druckkopfsystemtyp erheblich variieren. Bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel (und unter Bezugnahme auf **Fig. 1**) weist das Substrat **202** jedoch eine beispielhafte Breite "W" von ungefähr 3 – 15 mm und eine beispielhafte Länge "L₁" von ungefähr 5 – 40 mm auf. Nebenbei bemerkt ist das Substrat **202** in **Fig. 4** äquivalent zu dem Substrat **82**, das oben in dem Abschnitt "A" erörtert wurde, wobei das Substrat **82** in diesem Abschnitt der Klarheit wegen neu numeriert ist.

[0082] Als nächstes ist eine optionale dielektrische Basisschicht **206**, die konzipiert ist, um das Substrat **202** von dem in **Fig. 4** gezeigten Widerstand **86** elektrisch zu isolieren, auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** positioniert. Der Begriff "dielektrisch", so wie derselbe hierin auf herkömmliche Weise verwendet ist, betrifft ein Material, das ein elektrischer

Isolator ist oder bei dem ein elektrisches Feld mit einer minimalen Leistungsdissipation aufrechterhalten werden kann.

[0083] Bei standardmäßigen thermischen Tintenstrahlsystemen ist die Basisschicht **206** vorzugsweise aus Siliziumdioxid (SiO₂) hergestellt, das, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert ist, traditionell beim Herstellen des Substrats **202** aus Silizium [Si] auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** gebildet wurde. Das zum Bilden der Basisschicht **206** verwendete Siliziumdioxid wurde durch Erwärmen der oberen Oberfläche **204** auf eine Temperatur von ungefähr 300 – 400°C in einer Mischung aus Silan, Sauerstoff und Argon hergestellt. Dieser Prozeß ist in dem U.S.-Patent Nr. 4,513,298 an Scheu genauer erörtert, das ebenfalls durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist. Thermooxidationsprozesse und andere grundlegende Schichtbildungstechniken, die hierin beschrieben sind, darunter eine chemische Aufdampfung (CVD), plasmagestützte chemische Aufdampfung (PECVD), Niederdruck-Chemische-Aufdampfung (LPCVD) sowie Masken-/Bilderzeugungsprozesse, die für eine Schichtdefinition/-bildung verwendet werden, sind in der Technik bekannt und in einem Buch mit dem Titel Elliott, D. J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229 und 245 – 286, beschrieben, das zum Zweck von Hintergrundinformationen durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist. Bei einem repräsentativen und nicht-begrenzenden Ausführungsbeispiel weist die Basisschicht **206** (falls verwendet) eine Dicke T₀ (**Fig. 4**) von ungefähr 10.000 – 24.000 Å auf, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 dargestellt ist.

[0084] An diesem Punkt sei darauf hingewiesen, daß das Substrat **202**, das die Basisschicht **206** auf demselben aufweist, hierin zusammenfassend als "Tragestruktur" **208** bezeichnet ist, wobei der Begriff "Tragestruktur" wie hierin verwendet (1) das Substrat **202** für sich alleine, wenn keine Basisschicht **206** eingesetzt wird, und (2) das Substrat **202** und jegliche andere Materialien auf demselben umfaßt, die eine zusammengesetzte Struktur bilden, auf der sich die Widerstandselemente **86** befinden oder dieselben auf andere Weise positioniert sind. In dieser Hinsicht soll der Begriff "Tragestruktur" allgemein die Schicht Material bzw. die Schichten Material (was immer das selbe sein mag) betreffen, auf der bzw. auf denen die Widerstandselemente plaziert sind.

[0085] Der Rest der Schichten und Herstellungsstufen, die dem in **Fig. 4** dargestellten Druckkopf **80** zugeordnet sind, sind herkömmlicher Natur mit Ausnahme der Fälle, die unten angemerkt (z. B. siehe Abschnitt "C") und wieder in dem U.S.-Patent Nr. 4,535,343 an Wright u. a.; 4,616,408 an Lloyd; und 5,122,812 an Hess u. a. erörtert sind. Weiterhin unter

Bezugnahme auf **Fig. 4** ist eine resistive Schicht **210** (hierin auch als "Schicht aus einem resistiven Material" gekennzeichnet) bereitgestellt, die auf der Tragestruktur **208**, nämlich der oberen Oberfläche **212** der Basisschicht **206**, oder direkt auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** positioniert/gebildet ist, wenn die Basisschicht **206** nicht eingesetzt wird. In dieser Hinsicht soll, wenn angegeben ist, daß die resistive Schicht **210**, die bei herkömmlichen Systemen verwendeten Widerstände **86** oder die Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung "positioniert", "befindlich", "plaziert", "ausgerichtet", "wirksam angebracht", "gebildet" und auf sonstige Weise an der Tragestruktur **208** befestigt sind, dies eine Anzahl von Situationen umfassen. Diese Situationen umfassen jene, in denen (1) die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** direkt auf und an der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** ohne dazwischenliegende Materialschichten zwischen denselben befestigt sind, oder (2) die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** durch das Substrat **202** getragen werden, bei dem eine oder mehrere Zwischenmaterialschichten (z. B. die Basisschicht **206** und beliebige andere) dennoch zwischen dem Substrat **202** und den Widerständen **86**/der resistiven Schicht **210** befindlich sind. Beide dieser Alternativen sollen als äquivalent und als innerhalb der vorliegenden Patentansprüche eingeschlossen betrachtet werden. Die resistive Schicht **210** wird üblicherweise verwendet, um die Widerstände in dem System (einschließlich des in **Fig. 4** gezeigten Widerstandselements **86**) zu erzeugen oder zu "bilden", wobei die Schritte, die für diesen Zweck eingesetzt werden, weiter unten in diesem Abschnitt beschrieben sind. Die resistive Schicht **210** (und die Widerstandselemente, die aus derselben hergestellt sind, einschließlich des Widerstands **86**) weist bei einem typischen und herkömmlichen thermischen Tintenstrahldruckkopf eine Dicke " T_1 " von ungefähr 250 – 10.000 Å auf.

[0086] Es wurde bislang eine Anzahl von unterschiedlichen Materialien verwendet, um die resistive Schicht **210** bei standardmäßigen Druckkopfsystemen ohne Begrenzung herzustellen. Eine repräsentative, für diesen Zweck geeignete Zusammensetzung umfaßt beispielsweise, wie zuvor angemerkt wurde, ist jedoch nicht darauf begrenzt, eine Mischung aus elementarem Aluminium [Al] und elementarem Tantal [Ta] (z. B. "TaAl"), die auf dem Gebiet der Dünnschichtwiderstandsherstellung bekannt ist, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert ist. Dieses Material wird in der Regel durch Sputtern eines gepreßten Pulvertargets aus Aluminium- und Tantalpulvern auf die obere Oberfläche **212** der Basisschicht **206** bei dem System aus **Fig. 4** gebildet. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht die endgültige Mischung, die wiederum im folgenden als "TaAl" bezeichnet ist, aus ungefähr 40 – 60 Atomprozent (Atom-%) Tantal (ungefähr 50 Atom-% = Optimum) und ungefähr 40 – 60 Atomprozent (Atom-%)

Aluminium (ungefähr 50 Atom-% = Optimum).

[0087] Andere Zusammensetzungen, die als resistive Materialien bei der resistiven Schicht **210** eingesetzt wurden, umfassen die folgenden beispielhaften und nichtbegrenzenden Substanzen phosphordotiertes polykristallines Silizium [Si], Tantalnitrid [Ta₂N], Nickelchrom [NiCr], Hafniumbromid [HfBr₄], elementares Niobium [Nb], elementares Vanadium [V], elementares Hafnium [Hf], elementares Titan [Ti], elementares Zirkonium [Zr], elementares Yttrium [Y] und Mischungen derselben. Gemäß den unten in dem Abschnitt "C" bereitgestellten Informationen ist es ein neuartiges Merkmal der Erfindung, ein Widerstandssystem bereitzustellen, das eine klare und wesentliche Abweichung von den oben aufgeführten Materialien, Komponenten und Konfigurationen ist. Auch hier bietet das hierin beschriebene und beanspruchte spezialisierte System viele Vorzüge und Verbesserungen im Vergleich zu jenen, die bei älteren Druckköpfen eingesetzt werden, darunter reduzierter Strombedarf und größere Langzeitstabilität.

[0088] Die resistive Schicht **210** bei einem herkömmlichen thermischen Tintenstrahldruckkopf kann unter Verwendung einer Anzahl von unterschiedlichen Technologien (in Abhängigkeit von den betrachteten resistiven Materialien), die von Sputterprozessen, wenn metallische Materialien beteiligt sind, bis zu verschiedenen Aufbringungsverfahren reichen (darunter Niederdruck-Chemische-Aufdampfung-[LPCVD]-Verfahren) und oben dargestellt und in Elliott, D. J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229 und 245 – 286, erörtert sind, das wieder durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist, in Position aufgetragen werden. Zum Beispiel ist, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 angemerkt ist, die LPCVD-Technik für eine Verwendung beim Auftragen von phosphordotiertem polykristallinem Silizium als resistives Material, das der Schicht **210** zugeordnet ist, besonders geeignet.

[0089] Ein typischer thermischer Tintenstrahldruckkopf enthält bis zu ungefähr 300 individuelle Widerstände **86** (**Fig. 1**) oder mehr, in Abhängigkeit von dem Typ und der Gesamtkapazität des produzierten Druckkopfs. Die Verwendung der neuartigen Widerstände **86**, die der vorliegenden Erfindung zugeordnet sind, kann jedoch zu einer Druckkopfstruktur mit bis zu etwa 600 bis 1.200 Widerständen **86** führen, falls dies nötig und erwünscht ist. Zwar kann die bestimmte Architektur, die den individuellen Widerständen **86** (**Fig. 1**) in dem Druckkopf **80** zugeordnet ist, nach Bedarf erheblich gemäß dem betrachteten Tintenführungssystemtyp variiert werden, doch weist ein beispielhafter "quadratischer" Widerstand **86** (aus der resistiven Schicht **210** produziert) eine nichtbegrenzende Länge von ungefähr 5 – 100 µm und eine

Breite von ungefähr 5 – 100 µm auf. Die beanspruchte Erfindung soll jedoch auf keine gegebenen Abmessungen in Verbindung mit den Widerständen **86** in dem Druckkopf **80** beschränkt sein. Ebenso sollten die Widerstände **86** in der Lage sein, in Abhängigkeit von der betrachteten bestimmten Vorrichtung und dem Tintentyp, der zugeführt wird, die Tintenzusammensetzung **32** auf eine Temperatur von zumindest ungefähr 300°C oder höher zu erwärmen.

[0090] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 4** wird im folgenden die Bildung eines individuellen Widerstands **86** aus der resistiven Schicht **210** gemäß herkömmlichen thermischen Tintenstrahlsystemen beschrieben. Spezifisch betrachtet ist eine leitfähige Schicht **214** auf der oberen Oberfläche **216** der resistiven Schicht **210** positioniert. Die wie in **Fig. 4** dargestellte leitfähige Schicht **214** umfaßt die dualen Abschnitte **220**, die voneinander getrennt sind. Die inneren Enden **222** jedes Abschnitts **220** bilden tatsächlich die "Grenzen" des Widerstands **86**, wie weiter unten noch dargestellt ist. Die leitfähige Schicht **214** (und die Abschnitte **220** derselben) ist aus zumindest einem leitfähigen Metall hergestellt, das unter Verwendung herkömmlicher photolithographischer, Sputter-, Metallaufbringungs- und anderer bekannter Techniken, die allgemein in Elliott, D. J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229 und 245 – 286, erörtert sind, direkt auf der oberen Oberfläche **216** der resistiven Schicht **210** plaziert und auf derselben strukturiert ist.

[0091] Repräsentative Metalle (und Mischungen derselben), die sich für ein Produzieren der leitfähigen Schicht **214** eignen, werden später in diesem Abschnitt aufgeführt.

[0092] Wie zuvor angemerkt wurde und in **Fig. 4** dargestellt ist, umfaßt die leitfähige Schicht **214** (die sehr detailliert in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert ist) die dualen Abschnitte **220**, die jeweils die inneren Enden **222** aufweisen. Der Abstand zwischen den inneren Enden **222** definiert die Grenzen, die den in den **Fig. 1** und **4** gezeigten Widerstand **86** schaffen. Insbesondere besteht der Widerstand **86** aus dem Abschnitt der resistiven Schicht **210**, die die inneren Enden **222** der dualen Abschnitte **220** der leitfähigen Schicht **214** überspannt (z. B. dazwischen liegt). Die Grenzen des Widerstands **86** sind in **Fig. 4** an den gestrichelten vertikalen Linien **224** gezeigt.

[0093] Wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 dargestellt ist, wirkt der Widerstand **86** als "leitfähige Brücke" zwischen den dualen Abschnitten **220** der leitfähigen Schicht **214** und verbindet dieselben, von einem elektrischen Standpunkt aus betrachtet, wirksam miteinander. Dies führt dazu, daß gemäß dem resistiven Charakter der Materialien, die verwendet

werden, um die resistive Schicht **210**/den Widerstand **86** herzustellen, Wärme erzeugt wird, wenn Elektrizität in Form eines elektrischen Impulses oder Signals von der Druckereinheit **160** (oben erörtert) durch die "Brücken"-Struktur fließt, die durch den Widerstand **86** gebildet wird. Von einem technischen Standpunkt aus betrachtet macht das Vorhandensein der leitfähigen Schicht **214** über der resistiven Schicht **210** im wesentlichen die Fähigkeit des resistiven Materials (wenn abgedeckt), erhebliche Wärmemengen zu erzeugen, zunichte. Spezifisch betrachtet, ist der elektrische Strom, der über den Weg des geringsten Widerstands fließt, auf die leitfähige Schicht **214** beschränkt, wodurch eine minimale thermische Energie erzeugt wird. Somit fungiert die resistive Schicht **210** nur an den Stellen wirksam als "Widerstand" (z. B. Widerstand **86**), an denen sie zwischen den dualen Abschnitten **220** "nicht abgedeckt" ist, wie in **Fig. 4** dargestellt ist.

[0094] Die vorliegende Erfindung soll auf keine bestimmten Materialien, Konfigurationen, Abmessungen und dergleichen in Verbindung mit der leitfähigen Schicht **214** und den Abschnitten **220** derselben begrenzt sein, wobei das beanspruchte System nicht "leitfähige-Schicht-spezifisch" ist. Es können viele unterschiedliche Zusammensetzungen verwendet werden, um die leitfähige Schicht **214** herzustellen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die folgenden repräsentativen Materialien: elementares Aluminium [Al], elementares Gold [Au], elementares Kupfer [Cu], elementares Wolfram [W] und elementares Silizium [Si], wobei das elementare Aluminium bevorzugt ist. Zusätzlich (wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 dargelegt ist) kann die leitfähige Schicht **214** optional aus einer spezifizierten Zusammensetzung produziert werden, die mit verschiedenen Materialien oder "Dotierungsstoffen" kombiniert ist, darunter elementares Kupfer und/oder elementares Silizium (vorausgesetzt, daß andere Zusammensetzungen als primäre Komponente[n] in der leitfähigen Schicht **214** eingesetzt werden). Wenn elementares Aluminium als Hauptbestandteil in der leitfähigen Schicht **214** verwendet wird (wobei elementares Kupfer als "Dotierungsstoff" hinzugefügt wird), dann ist das Kupfer spezifisch konzipiert, um Probleme in Verbindung mit einer Elektromigration zu bewältigen. Wenn elementares Silizium als Zusatzstoff in einem aluminiumbasierten System verwendet wird (entweder allein oder in Kombination mit Kupfer), dann verhindert das Silizium wirksam Nebenreaktionen zwischen dem Aluminium und anderen siliziumhaltigen Schichten in dem System. Ein beispielhaftes und bevorzugtes Material, das verwendet wird, um die leitfähige Schicht **214** zu produzieren, enthält ungefähr 95,5 Gewichtsprozent elementares Aluminium, ungefähr 3,0 Gewichtsprozent elementares Kupfer und ungefähr 1,5 Gewichtsprozent elementares Silizium, doch soll die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Material beschränkt sein, das nur zu Beispielen zwecken bereitge-

stellt ist. Bezüglich der Gesamtdicke " T_2 " der leitfähigen Schicht **214** (und der dualen Abschnitte **220**, die derselben zugeordnet sind, wie in **Fig. 4** dargestellt ist) beträgt ein repräsentativer Wert, der sich für diese Struktur eignet, ungefähr 2.000 – 10.000 Å. Jedoch können alle oben bereitgestellten Informationen, einschließlich der bevorzugten Dickenbereiche, gemäß einem vorbereitenden Pilottesten, das das bestimmte, betrachtete Tintenzuführsystem und seine erwünschten Fähigkeiten einschließt, nach Bedarf variiert werden.

[0095] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist eine optionale erste Passivierungsschicht **230** über und oberhalb der dualen Abschnitte **220** der leitfähigen Schicht **214** und des Widerstands **86** positioniert. Spezifisch betrachtet ist die erste Passivierungsschicht **230** direkt auf (1) der oberen Oberfläche **232** jedes Abschnitts **220**, der der leitfähigen Schicht **214** zugeordnet ist, und (2) auf der oberen Oberfläche **234** des Widerstands **86** plaziert/aufgebracht. Die Hauptfunktion der ersten Passivierungsschicht **230** (wenn dieselbe wie durch ein vorbereitendes Pilottesten bestimmt verwendet wird) besteht darin, den Widerstand **86** (und die anderen oben aufgeführten Komponenten) vor den korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32** zu schützen, die in der Kassette **10** verwendet wird. Die schützende Funktion der ersten Passivierungsschicht **230** ist in Zusammenhang mit dem Widerstand **86** von besonderer Bedeutung, da jede physische Schädigung dieser Struktur ihre grundlegenden Betriebsfähigkeiten dramatisch beeinträchtigen kann. In Verbindung mit der ersten Passivierungsschicht **230** kann eine Anzahl von unterschiedlichen Materialien eingesetzt werden, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, Siliziumdioxid [SiO_2], Siliziumnitrid [SiN], Aluminiumoxid [Al_2O_3] und Siliziumcarbid [SiC]. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird Siliziumnitrid verwendet, das optimalerweise unter Verwendung von plasmagestützten chemischen Aufdampfungsverfahren (PECVD) aufgetragen wird, um das Siliziumnitrid der oberen Oberfläche **232** jedes Abschnitts **220**, der der leitfähigen Schicht **214** zugeordnet ist, und der oberen Oberfläche **234** des Widerstands **86** zuzuführen. Dies kann erreicht werden durch Verwenden eines herkömmlichen PECVD-Systems, um Siliziumnitrid aufzutragen, das aus der Zersetzung von Silan vermischt mit Ammoniak bei einem Druck von ungefähr 2 Torr und einer Temperatur von ungefähr 300 – 400°C resultiert, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert ist, das wieder durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist. Zwar soll die beanspruchte Erfindung nicht auf aus einem beliebigen gegebenen Konstruktionsmaterial hergestellte Passivierungsschichten **230** eingeschränkt oder auf andere Weise begrenzt sein, doch liefern die oben aufgeführten Verbindungen die besten Ergebnisse. Ebenso beträgt eine beispielhafte Dicke " T_3 ", die der ersten Passivierungsschicht **230** zugeordnet ist, ungefähr 1.000 – 10.000 Å. Die-

ser Wert kann dennoch gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen variiert werden, das das bestimmte, betrachtete Druckkopfsystem betrifft.

[0096] Als nächstes ist bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das konzipiert ist, um einen maximalen Grad an schützender Fähigkeit bereitzustellen, eine optimale zweite Passivierungsschicht **236** direkt auf der oberen Oberfläche **240** der oben erörterten ersten Passivierungsschicht **230** positioniert. Die zweite Passivierungsschicht **236** (deren Verwendung wiederum durch ein vorbereitendes Pilottesten bestimmt werden soll) ist vorzugsweise aus Siliziumcarbid [SiC] hergestellt, doch können für diesen Zweck auch Siliziumnitrid [SiN], Siliziumdioxid [SiO_2] oder Aluminiumoxid [Al_2O_3] eingesetzt werden. Zwar kann eine Anzahl von unterschiedlichen Techniken verwendet werden, um die zweite Passivierungsschicht **236** auf der ersten Passivierungsschicht **230** aufzubringen (so wie dies bei allen hierin erörterten verschiedenen Materialschichten der Fall ist), doch liefern plasmagestützte chemische Aufdampfungsverfahren (PECVD) auf dieser Stufe optimale Ergebnisse. Wenn z. B. Siliziumcarbid beteiligt ist, wird bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel der PECVD-Prozeß durch Verwenden einer Kombination aus Silan und Methan bei einer Temperatur von ungefähr 300 – 450°C erreicht. Die zweite Passivierungsschicht **236** wird wieder eingesetzt, um die schützenden Fähigkeiten der ersten Passivierungsschicht **230** durch Bereitstellen einer zusätzlichen chemischen Barriere bezüglich der korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32** zu erhöhen, wie zuvor angemerkt wurde. Zwar soll die beanspruchte Erfindung auf keine bestimmten Abmessungen in Zusammenhang mit der zweiten Passivierungsschicht **236** beschränkt sein, doch beträgt eine repräsentative Dicke " T_4 " für diese Struktur ungefähr 1.000 – 10.000 Å. Folglich wird eine hochleistungsfähige "duale Passivierungsschicht" **242** geschaffen, die aus (1) der ersten Passivierungsschicht **230** und (2) der zweiten Passivierungsschicht **236** besteht.

[0097] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 4** umfaßt die nächste Schicht in dem repräsentativen Druckkopf **80** eine optionale elektrisch leitfähige Kavitationsschicht **250**, die auf die obere Oberfläche **252** der zweiten Passivierungsschicht **236** aufgetragen ist. Die Kavitationsschicht **250** (deren Verwendung wieder durch ein vorbereitendes Pilottesten bestimmt wird) liefert einen noch größeren Grad an Schutz bezüglich der darunterliegenden Strukturen in dem Druckkopf **80**. Spezifisch betrachtet, wird dieselbe verwendet, um den Materialschichten unter der Kavitationsschicht **250** in dem Druckkopf **80**, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die erste und zweite Passivierungsschicht **230**, **236** und der unter denselben liegende Widerstand **86**, eine Beständigkeit gegen physische Schädigung zu verleihen. Gemäß der schützenden Funktion der Kavitationsschicht **250** ist

dieselbe optional aus einem ausgewählten Metall hergestellt, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die folgenden bevorzugten Materialien: elementares Tantal [Ta], elementares Molybdän [Mo], elementares Wolfram [W] und Mischungen/Legierungen derselben. Zwar können eine Anzahl von unterschiedlichen Techniken zum Aufbringen der Kavitationsschicht **250** in Position auf der oberen Oberfläche **252** der zweiten Passivierungsschicht **236** bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 4** eingesetzt werden, doch wird dieser Schritt gemäß standardmäßigen Sputterverfahren und/oder anderen anwendbaren Vorgängen optimal erreicht, wie in Elliott, D. J., *Integrated Circuit Fabrication Technology*, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229 und 245 – 286, erörtert ist. Ebenso weist die Kavitationsschicht **250** bei einem nichtbegrenzenden beispielhaften Ausführungsbeispiel, das konzipiert ist, um optimale Ergebnisse zu liefern (was Änderungen gemäß einem vorbereitenden Pilottesten, das die betrachteten bestimmten Strukturen einschließt, unterliegt), eine bevorzugte Dicke "T₅" von ungefähr 1.000 – 6.000 Å auf.

[0098] Bei dieser Stufe wird eine Anzahl von zusätzlichen Komponenten innerhalb des Druckkopfs **80** eingesetzt, die nun unter besonderer Bezugnahme auf **Fig. 4** erörtert werden. Diese Informationen werden zu Hintergrundinformationzwecken bereitgestellt und sollen die Erfindung in keiner Weise begrenzen. Wie in **Fig. 4** dargestellt und in dem U.S.-Patent Nr. 4,535,343 dargelegt ist, ist eine optionale erste Haftschiicht **254**, die eine Anzahl von unterschiedlichen Zusammensetzungen ohne Begrenzung einschließen kann, in Position auf der oberen Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgetragen. Repräsentative Materialien, die sich für diesen Zweck eignen, umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, herkömmliche Epoxydharzmaterialien, standardmäßige Cyanacrylathafmittel, Silanhaftvermittler und dergleichen. Die erste Haftschiicht **254** wird wieder insofern als "optional" betrachtet, als daß eine Anzahl der Materialien, die in Zusammenhang mit der darüberliegenden Barrierschicht (unten beschrieben) eingesetzt werden können, im wesentlichen "selbsthaftend" relativ zu der Kavitationsschicht **250** ist. Eine Entscheidung, die erste Haftschiicht **254** zu verwenden, soll daher gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen bestimmt werden, das die bestimmten, betrachteten Druckkopfkomponenten einschließt. Falls verwendet, kann die erste Haftschiicht **254** durch herkömmliche Prozesse auf die obere Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgetragen werden, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, Schleuderbeschichtung, Walzenbeschichtung und andere bekannte Auftragungsmaterialien, die sich für diesen Zweck eignen. Zwar mag die erste Haftschiicht **254** optionaler Natur sein, doch kann dieselbe aus Vorsichtsgründen als "voreingestellt"

Maßnahme eingesetzt werden, um automatisch zu gewährleisten, daß die darüberliegende Barrierschicht (unten erörtert) sicher in Position gehalten wird. Wenn die erste Haftschiicht **254** in der Tat verwendet wird, weist dieselbe eine beispielhafte Dicke "T₆" von ungefähr 100 – 1.000 Å auf.

[0099] Als nächstes ist eine spezialisierte Zusammensetzung innerhalb des Druckkopfs **80** bereitgestellt, die hierin als Tintenbarrierschicht **260** gekennzeichnet ist. Die Barrierschicht **260** ist in Position auf der oberen Oberfläche **262** der ersten Haftschiicht **254** (falls verwendet) oder auf der oberen Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgetragen, wenn die erste Haftschiicht **254** nicht eingesetzt wird. Die Barrierschicht **260** liefert eine Anzahl von wichtigen Funktionen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, zusätzlichen Schutz der unter derselben liegenden Komponenten vor den korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32** und die Minimierung von "Übersprechen" zwischen benachbarten Widerständen **86** in dem Drucksystem. Von besonderem Interesse ist die schützende Funktion der Barrierschicht **260**, die die Schaltungselemente **90**/Widerstände **86** (**Fig. 1**) voneinander und von anderen benachbarten Teilen des Druckkopfs **80** elektrisch isoliert, so daß Kurzschlüsse und eine physische Schädigung dieser Komponenten verhindert werden. Insbesondere fungiert die Barrierschicht **260** als elektrischer Isolator und "Dichtmittel", das die Schaltungselemente **90** abdeckt und verhindert, daß dieselben in Kontakt mit den Tintenmaterialien (bei diesem Ausführungsbeispiel Tintenzusammensetzung **32**) kommen. Die Barrierschicht **260** schützt auch die unter derselben liegenden Komponenten vor physischer Erschütterung und einer Abriebschädigung. Diese Vorzüge gewährleisten einen beständigen und Langzeitbetrieb des Druckkopfs **80**. Ebenso ermöglichen die architektonischen Merkmale und Charakteristika der Barrierschicht **260**, die in **Fig. 4** dargestellt ist, die präzise Bildung einer diskreten "Abfeuerungskammer" **264** in dem Druckkopf **80**. Die Abfeuerungskammer **264** umfaßt die bestimmte Region innerhalb des Druckkopfs **80**, in der Tintenmaterialien (nämlich die Tintenzusammensetzung **32**) durch den Widerstand **86** erwärmt werden, gefolgt von einer Blasenkeimbildung und einem Ausstoß auf das Druckmedienmaterial **150**.

[0100] Es können viele unterschiedliche chemische Zusammensetzungen in Zusammenhang mit der Tintenbarrierschicht **260** eingesetzt werden, wobei hochdielektrische organische Verbindungen (z. B. Polymere oder Monomere) bevorzugt sind. Repräsentative organische Materialien, die sich für diesen Zweck eignen, umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, im Handel erhältliche Acrylat-Photoresiste, photoabbildbare Polyimide, thermoplastische Haftmittel und andere vergleichbare Materialien, die in der Technik für eine Tintenbarrierschicht-Verwen-

dung bekannt sind. Zum Beispiel sind die folgenden repräsentativen, nichtbegrenzenden Verbindungen, die sich für ein Herstellen der Tintenbarriereschicht **260** eignen, wie folgt: (1) Trocken-Photoresist-Filme, die Halb-Acrylol-Ester von Bisphenol enthalten; (2) Epoxydmonomere; (3) Acryl- und Melamin-Monomere [z. B. solche, die unter dem Markennamen "Vacrel" von E. I. DuPont de Nemours and Company of Wilmington, DE (USA), verkauft werden; und (4) Epoxyd-Acrylat-Monomere [z. B. solche, die unter dem Markennamen "Parad" von E. I. DuPont de Nemours and Company of Wilmington, DE (USA), verkauft werden. Weitere Informationen bezüglich Barriere-materialien sind in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 bereitgestellt, das durch Bezugnahme hierin eingeschlossen ist. Die beanspruchte Erfindung soll auf keine bestimmten Barrierezusammensetzungen oder Verfahren zum Auftragen der Barriereschicht **260** in Position beschränkt sein. Bezüglich bevorzugter Auftragsverfahren wird die Barriereschicht **260** üblicherweise durch Hochgeschwindigkeits-Zentrifugalgeschwindigkeits-Zentrifugalschleuderbeschichtungs-Vorrichtungen, Spritzbeschichtungs-einheiten, Walzenbeschichtungssysteme und dergleichen zugeführt. Das bestimmte Auftragsverfahren für eine gegebene Situation hängt jedoch von der betrachteten Barriereschicht **260** ab.

[0101] Weiterhin unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist die Barriereschicht **260**, die in dieser Figur im Querschnitt dargestellt ist, aus den beiden Abschnitten **266**, **270** zusammengesetzt, die voneinander beabstandet sind, um die oben erörterte Abfeuerungskammer **264** zu bilden. An der Unterseite **272** der Abfeuerungskammer **264** sind der Widerstand **86** und Schichten auf demselben (darunter die erste Passivierungsschicht **230**, die zweite Passivierungsschicht **236** und die Kavitationsschicht **250**) positioniert. Durch die oben aufgeführten Schichten **230**, **236** und **250** wird auf die Tintenmaterialien (z. B. Tintenzusammensetzung **32**) innerhalb der Abfeuerungskammer **264** Wärme von dem Widerstand **86** übertragen. Zwar kann die der Barriereschicht **260** zugeordnete letztendliche Dicke und Architektur je nach Bedarf auf der Basis des eingesetzten Druckkopftyps variiert werden, doch ist bevorzugt, daß die Barriereschicht **260** eine repräsentative, nichtbegrenzende Dicke " T_7 " von ungefähr 5 – 30 µm aufweist.

[0102] Als nächstes ist eine optionale zweite Haftschiicht **280** bereitgestellt, die auf der oberen Oberfläche **282** der Tintenbarriereschicht **260** positioniert ist. Repräsentative Materialien, die sich für eine Verwendung in Zusammenhang mit der zweiten Haftschiicht **280** eignen, umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, herkömmliche Epoxydharzmaterialien, standardmäßige Cyanacrylathaftmittel, Silanhaftvermittler und dergleichen. Die zweite Haftschiicht **280** wird wieder insofern als "optional" betrachtet, als eine Anzahl der Materialien, die in Zusammenhang mit der

darüberliegenden Mündungsplatte **104** (oben erörtert) eingesetzt werden kann, im wesentlichen "selbsthaftend" relativ zu der Barriereschicht **260** ist. Eine Entscheidung, die zweite Haftschiicht **280** zu verwenden, soll daher gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen bestimmt werden, das die bestimmten, betrachteten Druckkopfkomponenten einschließt. Falls verwendet, kann die zweite Haftschiicht **280** durch herkömmliche Prozesse auf die obere Oberfläche **282** der Barriereschicht **260** aufgetragen werden, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, Schleuderbeschichten, Walzenbeschichten und andere bekannte Auftragsverfahren, die für diesen Zweck geeignet sind. Zwar mag die zweite Haftschiicht **280** optionaler Natur sein, doch kann dieselbe aus Voraussichtsgründen als "voreingestellte" Maßnahme eingesetzt werden, um automatisch zu gewährleisten, daß die darüberliegende Mündungsplatte **104** sicher in Position gehalten wird. Wenn die zweite Haftschiicht **280** in der Tat verwendet wird, weist dieselbe eine beispielhafte Dicke " T_8 " von ungefähr 100 – 1.000 Å auf.

[0103] Es sollte ebenfalls angemerkt werden, daß die zweite Haftschiicht **280** in der Tat die Verwendung von nichtgehärteten Polyisopren-Photoresistverbindungen, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 (durch Bezugnahme hierin eingeschlossen) angeführt ist, sowie von (1) Polyacrylsäure oder (2) einem ausgewählten Silanhaftvermittler umfassen kann. Der Begriff "Polyacrylsäure" soll derart definiert sein, um eine Verbindung zu umfassen, die die folgende grundlegende chemische Struktur $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{COOH})_n]$ aufweist, wobei $n = 25 - 10.000$. Polyacrylsäure ist im Handel von zahlreichen Quellen erhältlich, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, Dow Chemical Corporation of Midland, MI (USA). Eine Anzahl von Silanhaftvermittlern, die sich für eine Verwendung in Zusammenhang mit der zweiten Haftschiicht **280** eignen, umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, eine Vielzahl von handelsüblichen Produkten, die von der Dow Chemical Corporation of Midland, MI (USA) [Produkt Nr. 6011, 6020, 6030 und 6040], sowie OSI Specialties of Danbury, CT (USA) [Produkt Nr. "Silquest" A-1100] verkauft werden. Die oben aufgeführten Materialien sind jedoch wieder lediglich zu Beispielszwecken angegeben und sollen die Erfindung in keiner Hinsicht begrenzen.

[0104] Schließlich ist, wie in **Fig. 4** dargestellt, die Mündungsplatte **104** auf der oberen Oberfläche **284** der zweiten Haftschiicht **280** oder auf der oberen Oberfläche **282** der Barriereschicht **260** befestigt, wenn die zweite Haftschiicht **280** nicht eingesetzt wird. Zusätzlich zu den verschiedenen Materialien, die oben in Zusammenhang mit der Mündungsplatte **104** erörtert wurden (einschließlich der Verwendung einer Struktur, die aus vergoldetem Nickel [Ni] hergestellt ist), kann eine wesentliche Anzahl von zusätzlichen Zusammensetzungen in Zusammenhang mit

der Mündungsplatte **104** eingesetzt werden, darunter metallische Strukturen, die z. B. aus elementarem Nickel [Ni], das mit elementarem Rhodium [Rh] beschichtet ist, hergestellt sind. Ebenso kann die Mündungsplatte **104** aus den polymeren Zusammensetzungen hergestellt sein, die in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 dargestellt sind (oben erörtert). Wie in **Fig. 4** gezeigt ist und zuvor angemerkt wurde, ist die Mündung **108** in der Mündungsplatte **104** oberhalb des Widerstands **86** positioniert und befindet sich in teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung") mit demselben, so daß Tintenzusammensetzungen wirksam aus dem Druckkopf **80** ausgestoßen werden können. Ebenso weist die Mündungsplatte **104** bei einem bevorzugten und nichtbeschränkenden Ausführungsbeispiel eine repräsentative Dicke " T_g " von ungefähr 12 – 60 µm auf.

[0105] Es sollte zu diesem Zeitpunkt ebenfalls angemerkt werden, daß eine Anzahl von unterschiedlichen Strukturen in Zusammenhang mit der Mündungsplatte **104** verwendet werden kann, wobei die beanspruchte Erfindung jegliche einzelnen oder mehreren Materialschichten (aus Metall, Kunststoff etc. hergestellt) umfassen soll, die zumindest eine Öffnung oder Mündung in denselben ohne Begrenzung umfassen. Die mündungsenthaltende Materialschicht (oder -schichten) kann als "Mündungsplatte", "Mündungsstruktur", "oberste Schicht" und dergleichen gekennzeichnet werden. Ferner können wieder einzelne oder mehrere Materialschichten für diesen Zweck ohne Beschränkung eingesetzt werden, wobei die Begriffe "Mündungsplatte", "Mündungsstruktur" etc. derart definiert sind, um sowohl Ausführungsbeispiele mit einzelnen als auch mit mehreren Schichten zu umfassen. Somit soll der Begriff "Schicht", wie in Zusammenhang mit dieser Struktur verwendet, sowohl die einzelne als auch mehrfache Verwendung derselben umfassen. Die Materialschicht, die eine Öffnung durch dieselbe aufweist (die für ein Ausstoßen von Tinte verwendet wird), ist oberhalb der Tragestruktur positioniert, wie zuvor in Verbindung mit der Mündungsplatte **104** erörtert wurde. Ein zusätzliches Beispiel einer alternativen Mündungsstruktur (z. B. einer Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist) schließt eine Situation ein, in der die wie in **Fig. 4** gezeigte Barrierschicht **260** alleine in Abwesenheit der Mündungsplatte **104** und der Haftschrift **280** verwendet wird. Mit anderen Worten wird eine Barrierschicht **260** ausgewählt, die sowohl als Tintenbarriermaterial als auch als Mündungsplatte/-struktur fungieren kann. Somit soll die Wendung "zumindest eine Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist" derart aufgefaßt werden, daß sie viele Varianten, darunter traditionelle Metall- oder Kunststoffmündungspladten, Barrierschichten für sich allein oder in Kombination mit anderen Schichten und dergleichen, ohne Begrenzung einschließt. Ebenso

können die Wendungen "oberhalb positioniert" und "in Position oberhalb", wie in Zusammenhang mit der mündungsenthaltenden Schicht verwendet, relativ zu der Tragestruktur (z. B. Substrat), eine Anzahl von Situationen einschließen, darunter (1) solche, in denen die mündungsenthaltende Schicht oberhalb und von der Tragestruktur beabstandet befindlich ist (möglicherweise mit einer oder mehreren Materialschichten zwischen denselben), und (2) solche, in denen die mündungsenthaltende Schicht oberhalb der Tragestruktur befindlich und direkt auf derselben positioniert ist, ohne dazwischenliegende Materialschichten zwischen denselben.

[0106] Ebenso sollen die Wendungen "mündungsenthaltende Schicht" und "Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist" als äquivalent betrachtet werden.

C. Die neuartigen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung

[0107] Es werden nun die neuartigen Merkmale und Komponenten der vorliegenden Erfindung, die es derselben ermöglichen, die oben aufgeführten Vorzüge zu bereitzustellen, erörtert. Diese Vorzüge reichen wieder von einem reduzierten Gesamtstromverbrauch in dem Druckkopf (der allgemein das thermische Profil des Druckkopfs verbessert und die Innentemperatur desselben verbessert) bis zu einem größeren Grad an Stabilität über die Lebensdauer des Druckkopfs. Alle diese Ziele werden auf eine im wesentlichen "automatische" Weise erreicht, wie weiter unten dargestellt ist, die ebenfalls mit dem effizienten Herstellen von thermischen Tintenstrahldruckköpfen im Rahmen einer Massenproduktion vereinbar ist. Die beanspruchte Erfindung stellt daher einen erheblichen Fortschritt auf dem Gebiet der Tintendrucktechnologie dar, der hohe Betriebswirkungsgradpegel, exzellente Druckqualität und erhöhte Langlebigkeit gewährleistet.

[0108] Um diese Ziele zu erreichen, sind die resistive Schicht **210** und die Widerstände **86**, die aus derselben produziert sind, aus einem speziellen Material hergestellt, das sich von den oben aufgeführten herkömmlichen Materialien (darunter TaAl und Ta₂N) sowie anderen bekannten Verbindungen, die traditionell bei der Widerstandselementherstellung verwendet werden, klar unterscheidet. Insbesondere wird die spezialisierte Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung, die verwendet werden soll, um die in diesem Abschnitt beschriebenen Widerstandselemente zu produzieren (z. B. die Widerstände **86**/resistive Schicht **210**), hierin als "Metallsiliziumoxynitrid"-Verbindung bezeichnet. Ein derartiges Material besteht im wesentlichen aus einer Legierung aus zumindest einem oder mehreren Metallen [M], Silizium [Si], Sauerstoff [O] und Stickstoff [N], um eine Oxynitridzusammensetzung zu bilden, die die erwünschten Cha-

rakteristika aufweist. Die Legierung kann in Abhängigkeit von einer Vielfalt von experimentellen Faktoren, darunter der eingesetzte Herstellungsprozeßtyp, nachfolgende Wärmebehandlungen und nachfolgende elektrische Pulsbehandlungen (weiter unten erörtert), aus einer amorphen, teilweise kristallinen, nanokristallinen, mikrokristallinen, polykristallinen und/oder phasengetrennten Natur hergestellt sein. Von einem allgemeinen Standpunkt aus betrachtet, weisen die Metallsiliziumoxynitride der beanspruchten Erfindung die folgende Formel auf: "MSiON" und, spezifischer, " $M_wSi_xO_yN_z$ ", wobei "M" = zumindest ein Metall wie oben angemerkt, "W" = ungefähr 13 – 50 (Optimum = ungefähr 20 – 35), "Si" = Silizium, "X" = ungefähr 18 – 40 (Optimum = ungefähr 24 – 34), "O" = Sauerstoff, "Y" = ungefähr 4 – 35 (Optimum = ungefähr 6 – 30), "N" = Stickstoff und "Z" = ungefähr 10 – 50 (Optimum = ungefähr 18 – 40), wobei die vorangegangenen Zahlen nicht-beschränkend sind und hierin lediglich zu Beispielzwecken angegeben sind. Auf eine etwas unterschiedliche und repräsentative Weise ausgedrückt weisen die beanspruchten Metallsiliziumoxynitridmaterialien (z. B. "MSiON") bevorzugte Atomprozent-(Atom-%)-Werte wie folgt für die verschiedenen Bestandteile in den MSiON-Zusammensetzungen auf: (1) ungefähr 15 – 40 Atom-% des ausgewählten Metalls bzw. der ausgewählten Metalle [M] (wobei der vorhergehende Bereich die kombinierte Gesamtmenge repräsentiert, falls mehr als ein Metall verwendet wird); (2) ungefähr 25 – 45 Atom-% Silizium [Si]; (3) ungefähr 15 – 40 Atom-% Sauerstoff [O]; und (4) ungefähr 20 – 50 Atom-% Stickstoff [N]. Diese Werte sind wieder lediglich repräsentativ und sollen die Erfindung in keiner Weise beschränken.

[0109] Zusätzlich können alle Zahlen und Bereiche, die oben aufgeführt sind, in verschiedenen Kombinationen ohne Begrenzung gemäß der Erfindung eingesetzt werden. In dieser Hinsicht soll die vorliegende Erfindung, in ihrer allgemeinsten und erfindungsgemäße Form, ein Widerstandselement **86** umfassen, das, in Kombination, aus zumindest einem Metall hergestellt ist, das mit Silizium, Sauerstoff und Stickstoff kombiniert ist und zwischen der Tragstruktur (oben definiert) und der mündungsenthaltenden Schicht in einem Druckkopf befindlich ist. Spezifische Materialien, Anteile, Herstellungstechniken und dergleichen, wie hierin dargelegt, sollen als beispielhaft und nichtbegrenzend betrachtet werden.

[0110] Es können viele unterschiedliche Metalle [M] innerhalb der oben angeführten Formel ohne Beschränkung eingeschlossen sein. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das konzipiert ist, um optimale Ergebnisse zu liefern, sind jedoch die Übergangsmetalle (z. B. Metalle in den Gruppen IIIB bis IIB des Periodensystems) am besten, wobei optimale Materialien in dieser Gruppe elementares Tantal [Ta], Wolfram [W], Chrom [Cr], Molybdän [Mo], Titan [Ti], Zirkonium [Zr], Hafnium [Hf] und Mischungen dersel-

ben umfassen, jedoch nicht darauf begrenzt sind. Ebenso umfassen andere Metalle [M], die voraussichtlich in der oben angeführten Formel anwendbar sind, Nichtübergangsmetalle (z. B. Aluminium [Al]), die durch ein routinemäßiges vorbereitendes Testen ausgewählt sind, doch sind wieder zumindest ein oder mehrere Übergangsmetalle bevorzugt. Übergangsmetalle (unter besonderer Bezugnahme auf diejenigen, die oben dargelegt sind) liefern beste Ergebnisse aus zumindest einem oder mehreren Gründen, die, obwohl nicht gänzlich verstanden, im folgenden erörtert werden. Grundsätzlich basiert der Elektronenleitungsmechanismus für ungeordnete Legierungen, die Übergangsmetalle in dem interessierenden Spezifischer-Widerstands-Bereich enthalten (besonders jene in der "bevorzugten Kategorie"), auf dem Übergang von sp-Elektronen zu vakanten d-Zuständen (Bänder), wie in Mott, N., Conduction in Non-Crystalline Materials, Clarendon Press; Oxford, England, S. 14 – 16 (1993), dargelegt ist. Dieser Leitungsmechanismus führt, wenn er mit den oben angeführten Zusammensetzungsbereichen gekoppelt ist, zu einem stabilen Widerstand, der bei hohen Temperaturen ohne eine Verschlechterung wirksam sein kann. Durch Steuern des Aufbringungsprozesses mit, falls notwendig, thermischen und elektrischen Behandlungen (weiter unten erörtert) können sowohl die Stabilität des spezifischen Widerstands als auch der Temperaturkoeffizient des Widerstands (TCR) ebenfalls gesteuert werden. Der TCR liegt in der Regel in einem Bereich von -700 bis +200 ppm/C. Die thermischen und elektrischen Behandlungen führen zu den folgenden Änderungen, die lediglich zu Beispielzwecken hierin aufgeführt sind und nicht notwendigerweise für den erfolgreichen Betrieb des Widerstands erforderlich sind: strukturelle Relaxation des amorphen Netzwerks, Phasentrennung (amorph und kristallin), Nanokristallisation, Mikrokristallisation und Kornwachstum. Diese Materialänderungen können Änderungen des spezifischen Widerstands, des TCR, des Leitungsmechanismus etc. zugeordnet werden und können sich (in bevorzugten Fällen) als vorteilhaft für das Verhalten des Widerstands erweisen.

[0111] Zwar können viele spezifische Formulierungen produziert werden, die in die hierin aufgeführten allgemeinen chemischen Strukturen fallen, doch umfaßt eine Anzahl von bestimmten Metallsiliziumoxynitriden, die optimale Ergebnisse liefern: $W_{17}Si_{36}O_{20}N_{27}$, $W_{22}Si_{30}O_{10}N_{37}$, $W_{17}Si_{33}O_{17}N_{33}$, $W_{19}Si_{31}O_{27}N_{23}$, $W_{15}Si_{35}O_9N_{41}$, $W_{21}Si_{29}O_{33}N_{17}$, $W_{14}Si_{36}O_6N_{44}$, $W_{23}Si_{31}O_{15}N_{31}$, $W_{27}Si_{27}O_{27}N_{18}$, $W_{20}Si_{33}O_7N_{40}$, $W_{32}Si_{27}O_{14}N_{27}$, $W_{35}Si_{25}O_{20}N_{20}$, $W_{29}Si_{29}O_8N_{33}$, $W_{44}Si_{22}O_{11}N_{22}$, $W_{50}Si_{19}O_{19}N_{12}$, $W_{40}Si_{25}O_5N_{30}$, $Ta_{20}Si_{36}O_{10}N_{34}$, $Ta_{17}Si_{33}O_{17}N_{33}$, $Ta_{19}Si_{31}O_{27}N_{23}$, $Ta_{15}Si_{35}O_9N_{41}$, $Ta_{21}Si_{29}O_{33}N_{17}$, $Ta_{14}Si_{36}O_6N_{44}$, $Ta_{23}Si_{31}O_{15}N_{31}$, $Ta_{27}Si_{27}O_{27}N_{18}$, $Ta_{20}Si_{33}O_7N_{40}$, $Ta_{32}Si_{27}O_{14}N_{27}$, $Ta_{35}Si_{25}O_{20}N_{20}$, $Ta_{29}Si_{29}O_8N_{33}$, $Ta_{44}Si_{22}O_{11}N_{22}$, $Ta_{50}Si_{19}O_{19}N_{12}$, $Ta_{40}Si_{25}O_5N_{30}$ und Mi-

schungen derselben, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Diese Materialien sind wieder lediglich als Beispiele aufgeführt und sollen die Erfindung in keiner Weise begrenzen. Es sollte ebenfalls angemerkt werden, daß gemäß den unten dargestellten, bevorzugten Herstellungsprozessen (und möglicherweise anderen anwendbaren Produktionsverfahren) innerhalb der vollständigen Metallsiliziumoxynitridwiderstände **86** eine Anzahl von metallischen Verunreinigungen in erfaßbaren Mengen vorliegen kann. Diese metallischen Verunreinigungen können beispielsweise Yttrium [Y], Magnesium [Mg], Aluminium [Al] oder Kombinationen derselben umfassen, ungeachtet dessen, welche Metalle tatsächlich für ein Einbeziehen in dem endgültigen Produkt vorgesehen sind. Derartige Metalle bilden zusammen lediglich einen minimalen Teil der vollständigen Strukturen (vorausgesetzt, daß das Vorhandensein dieser Materialien bei den bestimmten interessierenden Ausführungsbeispielen nicht beabsichtigt ist). Als Verunreinigungen würden dieselben in der Regel (falls überhaupt vorhanden) lediglich ungefähr 1 – 3 Gewichtsprozent oder weniger der gesamten Widerstandsstrukturen umfassen, was die oben beschriebenen erwünschten Charakteristika nicht negativ beeinflusst und sich in manchen Fällen als vorteilhaft erweisen kann. Derartige Verunreinigungen können in Abhängigkeit der Aufbringungsverfahren vorhanden sein oder nicht.

[0112] Die beanspruchten Metallsiliziumoxynitridwiderstände stellen ein neuartiges Tintenausstoßsystem für eine Verwendung bei einem thermischen Tintenstrahl Druckkopf dar. Wie zuvor dargelegt sind dieselben durch eine Anzahl von wichtigen Entwicklungen gekennzeichnet, die oben angeführt sind. Ein Faktor primärer Konsequenzen ist ihr relativ hoher spezifischer Volumenwiderstand im Vergleich zu herkömmlichen Materialien, darunter Widerstände, die aus Tantal-Aluminium-Mischungen ("TaAl") und Tantalnitrid ("Ta₂N") hergestellt sind. Der Begriff "spezifischer Volumenwiderstand" (oder einfacher "spezifischer Widerstand") soll hierin auf herkömmliche Weise derart definiert sein, um "einen Proportionalitätsfaktor, der für unterschiedliche Substanzen charakteristisch ist und gleich dem Widerstand ist, den 1 cm großer Würfel der Substanz dem Durchfluß von Elektrizität bietet, wobei der Strom senkrecht zu zwei parallelen Flächen ist" zu umfassen, wie in dem CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55th ed., Chemical Rubber Publishing Company/CRC Press, Cleveland Ohio (1974 – 1975), p. F. – 108, angemerkt ist. Allgemein soll der spezifische Volumenwiderstand "p" gemäß der folgenden Formel bestimmt werden:

$$\rho = R \cdot (A/L)$$

wobei:

R = der Widerstand des fraglichen Materials;
A = der Querschnittsbereich des Widerstands; und
L = die Länge des Widerstands

[0113] Spezifischer-Widerstand-Werte werden in der Regel in Mikrohm-Zentimetern oder " $\mu\Omega\text{-cm}$ " ausgedrückt. Wie zuvor dargelegt, sind hohe Spezifischer-Volumenwiderstand-Werte bei den Widerstandsstrukturen, die bei thermischen Tintenstrahl Druckeinheiten eingesetzt werden, aus mehreren Gründen erwünscht, darunter die Fähigkeit der Strukturen, die diese Charakteristika aufweisen, im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen höhere Pegel eines elektrischen und thermischen Wirkungsgrads zu liefern. Bei einem beispielhaften Ausführungsbeispiel und gemäß den allgemeinen Parametern, Formeln und anderen oben präsentierten Informationen weisen die beanspruchten Metallsiliziumoxynitridmaterialien und die aus denselben produzierten Widerstände einen bevorzugten Spezifischer-Volumenwiderstand-Wert von ungefähr 1.400 – 30.000 $\mu\Omega\text{cm}$ auf (Optimum = ungefähr 3.000 – 10.000 $\mu\Omega\text{-cm}$). Die beanspruchte Erfindung soll jedoch nicht auf die hierin aufgeführten repräsentativen Werte beschränkt sein. Zu Vergleichszwecken weisen TaAl- und/oder Ta₂N-Zusammensetzungen und aus denselben produzierte Widerstände mit vergleichbaren Größen-, Form- und Abmessungscharakteristika typische Spezifischer-Widerstand-Werte von ungefähr 200 – 250 $\mu\Omega\text{-cm}$ auf. Diese Zahlen sind erheblich geringer als die, die oben in Verbindung mit den beanspruchten Widerständen aufgeführt sind. In dieser Hinsicht sind die Vorzüge der Erfindung offenkundig und ohne weiteres erkennbar, doch werden derartige Vorzüge unten näher erörtert.

[0114] Die Widerstandselemente, die aus einem oder mehreren Metallsiliziumoxynitridmaterialien produziert sind, können in einer Anzahl von Formen, Größen und dergleichen ohne Begrenzung konfiguriert sein, darunter die Verwendung von Strukturen vom "quadratischen" Typ, wie in **Fig. 1** schematisch dargestellt ist, und von "geschlitzten" oder "schlangennähnlichen" Ausgestaltungen, wie zuvor angemerkt wurde. Dementsprechend soll die beanspruchte Erfindung nicht als "widerstandskonfigurationsspezifisch" betrachtet werden. Was die Gesamtdicke jedes Widerstands **86** anbelangt, der unter Verwendung der hierin erörterten spezialisierten Metallsiliziumoxynitridformulierungen produziert wird, kann eine Anzahl von unterschiedlichen Dickenwerten für diesen Zweck ohne Begrenzung eingesetzt werden. Die Auswahl eines beliebigen gegebenen Dickenwertes in Zusammenhang mit den Widerstandselementen **86** basiert auf einem routinemäßigen vorbereitenden Pilottesten, das zahlreiche Faktoren mit einschließt, darunter die erwünschte Größe/der erwünschte Typ des eingesetzten Druckkopfs, das (die) bestimmte(n) Metallsiliziumoxynitrid(e), das (die) für eine Verwendung ausgewählt ist (sind), und dergleichen. Bei einem repräsentativen und bevorzugten Ausführungsbeispiel weist jedoch jeder der Widerstände **86** (sowie die anfängliche resistive Schicht **210**) eine Dicke " T_1 " (**Fig. 4**) von ungefähr 300 – 4.000 Å (Optimum =

ungefähr 500 – 2.000 Å) auf. Die anderen Größencharakteristika der Widerstände **86**, die bei der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden, sind die gleichen wie jene, die oben in den Abschnitten "A" und "B" aufgeführt sind. Ebenso befindet sich jeder der beanspruchten Widerstände, wie oben erörtert und in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt ist, in teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung") mit zumindest einer der Öffnungen **108** in der mündungsenthaltenden Materialschicht (z. B. Mündungsplatte **104**), so daß ein rasches, genaues und effektives Tintenstrahldrucken erfolgen kann. Diese Beziehung ist in **Fig. 4** dargestellt, wobei sich die longitudinale Mittelachse "A" des Widerstands **86** in einer im wesentlichen vollständigen axialen Ausrichtung mit und angrenzend zu der longitudinalen Mittelachse "A₁" der Mündung **108** durch die Mündungsplatte **104** befindet. Gemäß dieser bevorzugten strukturellen Ausgestaltung verlaufen Tintenmaterialien, die durch die Widerstände **86** ausgestoßen werden, nach oben und nach außen durch die Mündung **108** für eine endgültige Zuführung zu dem erwünschten Druckmedienmaterial **150**.

[0115] Schließlich soll die beanspruchte Erfindung auf keine bestimmten Verfahren zum Herstellen der metallsiliziumoxynitridhaltigen resistiven Schicht **210** und der aus derselben produzierten Widerstände **86** begrenzt sein. Es ist jedoch auf eine nichtbegrenzende Weise bevorzugt, daß Sputtertechniken eingesetzt werden, um die resistiven Materialien anfänglich auf die Tragestruktur **208** (oben definiert) aufzutragen, wobei eine allgemeine Erörterung derselben in Elliott, D. J., *Integrated Circuit Fabrication Technology*, McGraw-Hill Book Company, New York (**1982**) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 346 – 347, bereitgestellt ist. Beispielsweise können die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung auf die Tragestruktur **208** aufgebracht werden, um die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** gemäß drei grundlegenden Zerstäubungs- bzw. Sputteransätzen wie folgt zu produzieren: (1) Verwenden eines einzelnen Zerstäubungstargets, das aus dem erwünschten Metallsiliziumoxynitridmaterial produziert ist (z. B. aus der ausgewählten "MSiON"-Zusammensetzung hergestellt, darunter jene, die oben in diesem Abschnitt aufgeführt sind); (2) Verwenden eines reaktiv gesputterten binären Legierungstargets, das aus einer erwünschten Metallsilizium-("MSi")-Zusammensetzung in Anwesenheit eines stickstoff- und sauerstoffhaltigen Gasprodukts (eine Kombination aus Argon/Stickstoff/Sauerstoff [Ar/N₂/O₂]) hergestellt wurde; oder (3) durch reaktives gemeinsames Sputtern unter Verwendung von zwei elementaren Targets, die jeweils aus den erwünschten Metall- [M] und Silizium- [Si] Materialien in Anwesenheit eines stickstoff- und sauerstoffhaltigen Gasprodukts (eine Kombination aus Argon/Stickstoff/Sauerstoff [Ar/N₂/O₂]) hergestellt wurden.

[0116] Es kann eine Anzahl von unterschiedlichen Sputtergeräten in Zusammenhang mit diesen Prozessen ohne Begrenzung eingesetzt werden, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die folgenden repräsentativen Beispiele: (A) eine Vorrichtung, die von Nordiko, Inc., einer Tochtergesellschaft von Shimadzu Corp., aus Havant, Hampshire, UK [Modellnr. "Nordiko 9550"] verkauft wird; und (B) ein Gerät, das von Tokyo Electron Arizona Inc., einer Tochtergesellschaft von Tokyo Electronics, aus Gilbert, AZ (USA) [Produktbezeichnung "Eclipse Mark-IV"] verkauft wird. Beispielhafte, nichtbegrenzende Reaktionsbedingungen, die in Verbindung mit diesen und anderen vergleichbaren Sputtersystemen eingesetzt werden können, die in der beanspruchten Erfindung verwendet werden, sind wie folgt (Modifizierungen je nach Bedarf gemäß einem routinemäßigen vorbereitenden Testen vorbehalten): (i) Gasdruck = ungefähr 2 – 40 mTorr; (ii) Sputtergase: Argon [Ar], Krypton [Kr], Sauerstoff [O₂] und/oder Stickstoff [N₂], wobei die gewählten Gasmaterialien von dem eingesetzten bestimmten Sputtervorgang abhängen; (iii) Target-Leistung = ungefähr 100 – 5.000 Watt, je nach der Gesamtgröße des Targets, wie wieder durch die routinemäßige vorbereitende Experimentierung bestimmt wird (wobei typische Target-Größen in einem Bereich von ungefähr 3 – 13 Zoll (7,62 – 33,02 cm) liegen); (iv) Beabstandung Target-Substrat = ungefähr 1 – 6 Zoll (2,54 cm – 15,24 cm); und (v) Leistungsversorgungstyp = HF, GS-Puls oder GS.

[0117] Es sei darauf hingewiesen, daß die oben erörterten Sputtertechniken wiederum einer Variation je nach Bedarf gemäß einer Anzahl von Faktoren unterliegen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, der Typ von Metallsiliziumoxynitridwiderständen, die produziert werden, und andere äußere Überlegungen. Ähnliche Variationen sind bei der Herstellung des erwünschten Zerstäubungstargets, die in der Regel durch die geeigneten Targethersteller erfolgt, ebenfalls möglich. Ein repräsentatives, nichtbegrenzendes Zerstäubungstarget, das unter Verwendung z. B. einer WSiON-Zusammensetzung (nämlich eines Wolfram-Silizium-Oxynitrid-Materials) in Zusammenhang mit Widerstandssystemen eingesetzt werden kann, wird nun erörtert. Bei einer Einzel-Target-Sputter-Situation (siehe oben angemerkte Sputter-Option [1]) könnte ein wirksames Target aus einer Mischung aus elementarem Wolfram [W], Siliziumnitrid [Si₃N₄] und Siliziumdioxid-[SiO₂] Pulvern produziert werden. Alle Informationen, Beispiele und andere oben präsentierte Daten bezüglich Targets, Sputterverfahren und dergleichen sollen als nichtbegrenzend, lediglich repräsentativ und als Modifizierungen je nach Bedarf und Wunsch unterliegend betrachtet werden.

[0118] Als endgültiger Informationspunkt kann eine Anzahl von optionalen "Stabilisierungs"-Schritten eingesetzt werden, um jegliche Änderungen des Widerstandswerts, die anfänglich bei den vollständigen

Metallsiliziumoxynitridwiderständen **86** auftreten können, zu steuern oder auf andere Weise zu minimieren. Derartige Änderungen (falls dieselben auftreten) werden in der Regel beobachtet, wenn die Widerstände **86** anfänglich "abgefeuert" oder mit elektrischer Energie "gepulst" werden, wobei die Widerstände **86** danach stabil werden. Eine verbesserte Stabilität führt zu einer erhöhten Widerstandslebensdauer und ist daher erwünscht. Eine Anzahl von Techniken kann zu Widerstandsstabilisierungszwecken eingesetzt werden (auf einer optionalen, "Je-nach-Bedarf"-Basis). Ein Verfahren umfaßt das Erwärmen oder "Ausheilen" der Widerstände **86**/resistiven Schicht **210** auf eine Temperatur von ungefähr 800 – 1.000°C, das optimalerweise über eine nichtbegrenzende, repräsentative Zeitdauer von ungefähr 10 Sekunden bis mehrere Minuten (die unter Verwendung eines routinemäßigen vorbereitenden experimentellen Testens bestimmt werden kann) erfolgt. Das Erwärmen kann unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen Ofensystemen, Systemen des schnellen thermischen Ausheilens oder anderen standardmäßigen Erwärmungsgeräten erreicht werden. Bei einem alternativen Prozeß werden die Widerstände **86** (nach einer Anfangsproduktion) einer Reihe von hochenergetischen Pulsen unterzogen, die einen stabilisierenden Effekt aufweisen. Dies wird bei einem nichtbegrenzenden Ausführungsbeispiel in der Regel durch Anlegen von etwa 1×10^2 bis 1×10^7 Pulsen von elektrischer Energie an das (die) Widerstandselement(e) erreicht, wobei jeder Puls eine um ungefähr 20 – 500 % größere Energie als die "Einschaltenergie" des betrachteten Widerstandselements, eine Pulsbreite von ungefähr 0,6 – 100 μ sec (Mikrosekunden), eine Pulsspannung von etwa 10 – 160 Volt, einen Pulsstrom von etwa 0,03 – 0,2 Ampere und eine Pulsfrequenz von etwa 5 – 100 kHz aufweist. Bei einem nichtbegrenzenden und repräsentativen (z. B. bevorzugten) Beispiel würde ein typischer stabilisierender Pulsbehandlungsprozeß für einen $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ 300- Ω -Metallsiliziumnitridwiderstand mit einer Einschaltenergie von 2,0 μ J die folgenden Parameter umfassen: ein Energieniveau, das 80% über dem vorangegangenen Einschaltwert liegt, 46,5 Volt, 0,077 Ampere, eine Pulsbreite von 1 μ sec, eine Pulsfrequenz von 50 kHz und 1×10^3 Pulse. Diese Zahlen sind jedoch wieder lediglich zu Beispielszwecken bereitgestellt und können innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung durch ein routinemäßiges vorbereitendes Pilottesten variiert werden. Auf diese Weise wird eine Widerstandsstabilisierung erreicht, so daß unerwünschte Schwankungen des Widerstandswerts im wesentlichen verhindert werden. Die wie hierin erörterte Widerstandsstabilisierung reduziert typischerweise eine Änderung des Widerstandswerts auf einen minimalen Wert von ungefähr 1 – 2% oder weniger. Die vorliegende Erfindung soll jedoch nicht auf bestimmte Stabilisierungsverfahren begrenzt sein, wobei die Stabilisierung als ein allgemeines Konzept einen neuartigen Aspekt der be-

anspruchten Erfindung darstellt (zusammen mit den oben dargelegten spezifischen Stabilisierungsvorgängen). Es sollte angemerkt werden, daß eine wie in diesem Abschnitt beschriebene Widerstandsstabilisierung nicht erforderlich ist, um den beanspruchten Prozeß zu implementieren, sondern statt dessen als Bedingungs- und Materialgarantie eingesetzt wird.

[0119] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel können herkömmliche thermische oder chemische Oxidations-/Nitrierhärtungsvorgänge ebenfalls eingesetzt werden, um einen Metall-Silizium-[MSi]-Film in das erwünschte Metallsiliziumoxynitridprodukt umzuwandeln. Der anfängliche Metall-Silizium-Film kann unter Verwendung einer Anzahl von Techniken auf die Tragestruktur **208** (oben definiert) gebracht werden, darunter chemische Aufdampfung (CVD), plasmagestützte chemische Aufdampfung (PECVD), Niederdruck-Chemische-Aufdampfung (LPCVD), Sputtern und dergleichen. Diese Verfahren sind in der Technik bekannt und wieder bei Elliott, D. J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), S. 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229 und 245 – 286, beschrieben. Jedoch sind, wie zuvor angemerkt wurde, die oben erörterten Sputtervorgänge bevorzugt.

[0120] Die Verwendung von Metallsiliziumoxynitridwiderständen bei einem thermischen Tintenstrahl-drucksystem liefert viele wichtige Vorzüge im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen, darunter TaAl und Ta₂N. Diese Vorzüge wiederum umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt: (1) gesenkter Strombedarf, der zu einem verbesserten elektrischen Wirkungsgrad führt (wobei die Widerstände der vorliegenden Erfindung den Strombedarf in der Regel um zumindest ungefähr 70% oder mehr im Vergleich zu standardmäßigen resistiven Verbindungen reduzieren); (2) Reduzierungen der Druckkopfoperativtemperaturen unter besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder "Halbleiterstück"; (3) die allgemeine Förderung günstigerer Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (die sich aus einem reduzierten Strombedarf ergeben, der strombasierte parasitäre Wärmeverluste von "Verbindungsstrukturen", die an den Widerständen angebracht sind, entsprechend senkt); (4) mehrere wirtschaftliche Vorzüge, darunter die Fähigkeit, kostengünstigere, Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen zu verwenden; (5) verbesserte Gesamtzuverlässigkeits-, Stabilitäts- und Langlebigkeitspegel in Verbindung mit dem Druckkopf und den Widerstandselementen; (6) die Vermeidung von Heizwirkungsgadproblemen, die zu "heißen Stellen" eines Widerstands, absoluten Begrenzungen des Widerstandswerts und dergleichen führen können; (7) größerer "spezifischer Volumenwiderstand", wie oben definiert, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien wie z. B. TaAl und Ta₂N; (8) die Fä-

higkeit, mehr Widerstände innerhalb eines gegebenen Druckkopfs zu plazieren, angesichts der oben aufgeführten reduzierten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung der Elektromigrationsprobleme; und (10) allgemein höheres Langzeitbetriebsverhalten. In dieser Hinsicht stellt die beanspruchte Erfindung einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiet der thermischen Tintenstrahltechnologie dar, der zu einem höheren Grad an Betriebswirkungsgrad, Druckqualität und Langlebigkeit beiträgt.

D. Tintenzuführsysteme, die den neuartigen Druckkopf verwenden, und demselben zugeordnete Herstellungsverfahren

[0121] Gemäß den oben bereitgestellten Informationen ist ein einzigartiger Druckkopf **80** mit einem hohen Grad an thermischer Stabilität und thermischem Wirkungsgrad offenbart. Die mit dieser Struktur verbundenen Vorzüge (die durch den neuartigen Widerstand **86** geliefert werden, der aus den beanspruchten Metallsiliziumoxynitridmaterialien produziert ist) sind in den vorhergehenden Abschnitten zusammengefaßt. Zusätzlich zu den hierin beschriebenen Komponenten soll diese Erfindung außerdem (1) ein "Tintenzuführsystem", das unter Verwendung des beanspruchten Druckkopfs aufgebaut ist; und (2) ein neuartiges Verfahren zum Herstellen des Druckkopfs umfassen, das die oben in den Abschnitten "A" – "C" aufgeführten spezialisierten Materialien und Strukturen einsetzt. Dementsprechend sollen alle Daten der Abschnitte "A" – "C" durch Bezugnahme in dem vorliegenden Abschnitt (Abschnitt "D") eingeschlossen sein.

[0122] Um das Tintenzuführsystem der Erfindung zu produzieren, wird ein Tintenaufnahmegefäß bereitgestellt, das mit dem beanspruchten Druckkopf wirksam verbunden ist und mit demselben in Fluidkommunikation steht. Der Begriff "Tintenaufnahmegefäß" ist oben definiert und kann jeden beliebigen Typ eines Gehäuses, Tanks oder einer anderen Struktur umfassen, die konzipiert ist, um einen Vorrat von Tinte in derselben zu halten (einschließlich der Tintenzusammensetzung **32**). Die Begriffe "Tintenaufnahmegefäß", "Tintenspeicherungsgefäß", "Gehäuse", "Kammer" und "Tank" sollen alle von einem funktionalen und strukturellen Standpunkt aus als äquivalent betrachtet werden. Das Tintenaufnahmegefäß kann beispielsweise das Gehäuse **12**, das in der in sich abgeschlossenen Kassette **10** aus **Fig. 1** eingesetzt ist, oder das Gehäuse **172** umfassen, das dem "außeraxialen" System der **Fig. 2 – 3** zugeordnet ist. Ebenso soll der Ausdruck "wirksam verbunden" eine Situation umfassen, in der der Druckkopf direkt an einem Tintenaufnahmegefäß angebracht ist, wie in **Fig. 1** gezeigt ist, oder auf eine "außeraxiale" Weise entfernt mit einem Tintenaufnahmegefäß verbunden ist, wie in **Fig. 3** dargestellt ist. Wieder ist ein Beispiel eines "eingebauten" Systems des Typs,

der in **Fig. 1** präsentiert ist, in dem U.S.-Patent Nr. 4,771,295 an Baker u. a. bereitgestellt, wobei "außeraxiale" Tintenzuführeinheiten in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/869,446 (eingereicht am 06.05.97) mit dem Titel "AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS" (Olsen u. a.) der gleichen Anmelderin und in der anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/873,612 der gleichen Anmelderin (eingereicht am 06.11.97) mit dem Titel "REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN" (Hauck u. a.) der gleichen Anmelderin beschrieben sind, wobei all diese Anmeldungen und Patente durch Bezugnahme hierin eingeschlossen sind. Derartige Bezugnahmen beschreiben und unterstützen eine "wirksame Verbindung" des beanspruchten Druckkopfs (z. B. Druckkopf **80** oder **196**) mit einem geeigneten Tintenaufnahmegefäß, wobei die Daten und Vorzüge, die in den Abschnitten "A" – "C" angeführt sind, wieder durch Bezugnahme in dem momentanen Abschnitt (Abschnitt "D") eingeschlossen sind. Diese Daten umfassen repräsentative Metallsiliziumoxynitrid-Konstruktionsmaterialien und numerische Parameter, die den Widerständen **86/der resistiven Schicht 210** zugeordnet sind. Außerdem umfaßt das beanspruchte Tintenzuführsystem ferner zumindest eine Materialschicht, die zumindest eine Öffnung (z. B. Mündung) durch dieselbe aufweist und die oberhalb des Widerstands **86/der Tragestruktur 208** in dem Druckkopf **80** aus **Fig. 4** in Position befestigt ist, so daß sich die Öffnung in teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung") mit dem Widerstand **86** und umgekehrt befindet. Wieder ist die Öffnung/Mündung konzipiert, um es Tintenmaterialien zu ermöglichen, durch dieselbe und aus dem Druckkopf **80** zu verlaufen. Weitere Informationen bezüglich der Strukturtypen, die in Zusammenhang mit der mündungsenthaltenden Materialschicht (z. B. der Mündungsplatte **104**, die die Mündung **108** in derselben aufweist, oder anderen äquivalenten Strukturen) eingesetzt werden können, sind in dem Abschnitt "B" angeführt.

[0123] Hinsichtlich des beanspruchten Verfahrens wird anfangs eine wie in den Abschnitten "A" – "B" beschriebene Tragestruktur **208** bereitgestellt. Der Begriff "Tragestruktur" ist oben definiert und kann wieder das Substrat **202** alleine oder mit zumindest einer zusätzlichen Materialschicht auf demselben umfassen, darunter, jedoch nicht darauf begrenzt, die Basisschicht **206**. Der (Die) Widerstand (Widerstände) **86** werden dann auf der Tragestruktur **208** gebildet, wie oben in den Abschnitten "B" und "C" erörtert ist. Ebenso soll das "Bilden" der resistiven Schicht **210/der Widerstände 86** auf der Tragestruktur **208** eine Situation umfassen, in der (1) die resistive Schicht **210/die Widerstände 86** direkt an der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** befestigt werden ohne dazwischenliegende Materialschichten zwi-

schen denselben, oder in der (2) die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** durch das Substrat **210** getragen werden, bei dem eine oder mehrere Zwischenmaterialschichten (z. B. die Basisschicht **206** und beliebige andere) dennoch zwischen dem Substrat **202** und der resistiven Schicht **210**/den Widerständen **86** befindlich sind. Beide Alternativen sollen als äquivalent und als innerhalb der vorliegenden Ansprüche eingeschlossen betrachtet werden. Die resistive Schicht **210** wird üblicherweise verwendet, um die Widerstände in dem System (einschließlich des in **Fig. 4** gezeigten Widerstands **86**) zu schaffen oder zu "bilden", wobei die Schritte, die für diesen Zweck eingesetzt werden, in den Abschnitten "B" und "C" beschrieben sind. Ebenso kann bei einem alternativen Ausführungsbeispiel das "Bilden" der Widerstände **86** eine Situation umfassen, in der die Widerstände **86** vorgefertigt werden und dann unter Verwendung von chemischen oder physikalischen Mitteln, darunter Haftmittel, Löten und dergleichen, an der Tragestruktur **208** befestigt werden. Die resistive Schicht **210** (und die Widerstandselemente, die aus derselben produziert werden, darunter der Widerstand **86**) weist eine Dicke " T_1 " von ungefähr 300 – 4.000 Å und einen spezifischen Volumenwiderstand von ungefähr 1.400 – 30.000 $\mu\Omega\text{-cm}$, wie zuvor angemerkt, auf. Andere Charakteristika, Merkmale und Vorteile der Metallsiliziumoxynitridwiderstände **86** sind wieder in den Abschnitten "B" und "C" angeführt.

[0124] Schließlich wird zumindest eine Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist (z. B. die Mündungsplatte **104** mit der Mündung **108** in derselben bei einem repräsentativen und nichtbegrenzenden Beispiel), bereitgestellt und anschließend oberhalb des Widerstands **86** in dem Druckkopf **80** (**Fig. 4**) in Position angebracht, so daß sich die Öffnung/Mündung in zumindest teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. "Registrierung" mit dem Widerstand **86** und umgekehrt befindet. Die Öffnung wiederum ermöglicht es den interessierenden Tintenzusammensetzungen, durch dieselbe und aus dem Druckkopf **80** zu verlaufen. Weitere Daten, die diesen Aspekt der vorliegenden Erfindung betreffen, sind in dem Abschnitt "B" angeführt.

[0125] Abschließend umfaßt die vorliegende Erfindung eine neuartige Druckkopfstruktur, die durch viele Vorzüge gekennzeichnet ist. Diese Vorzüge sind oben detailliert erörtert und stellen einen wesentlichen Fortschritt in der thermischen Tintenstrahltechnologie dar. Nachdem hierin bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung dargelegt wurden, wird erwartet, daß eventuell durch Fachleute auf dem entsprechenden Gebiet verschiedene Modifizierungen an denselben vorgenommen werden, die dennoch innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung bleiben. Zum Beispiel soll die Erfindung nicht auf bestimmte Tintenzuführsysteme, Betriebsparameter, Zahlen-

werte, Abmessungen, Tintenzusammensetzungen und Komponentenausrichtungen innerhalb der allgemeinen Richtlinien, die oben dargelegt sind, begrenzt sein, sofern hierin nicht anders angegeben. Die vorliegende Erfindung soll daher lediglich gemäß den folgenden Patentansprüchen aufgefaßt werden:

Patentansprüche

1. Ein hochleistungsfähiger Tintenzuführdruckkopf (**80, 196**), der folgende Merkmale umfaßt: eine Tragestruktur (**202, 208**); und zumindest ein Widerstandselement (**86**), das in dem Druckkopf (**80, 196**) positioniert ist, um auf Befehl Tinte (**32**) von demselben auszustößen, wobei das Widerstandselement (**86**) aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht, wobei die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung eine Formel $M_wSi_xO_yN_z$ aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, W = etwa 13 – 50, X = etwa 18 – 40, Y = etwa 4 – 35 und Z = etwa 10 – 50 ist.

2. Druckkopf (**80, 196**) gemäß Anspruch 1, bei dem M zumindest ein Metall umfaßt, das von der Gruppe ausgewählt ist, die aus Tantal, Wolfram, Chrom, Molybdän, Titan, Zirkonium, Hafnium und Mischungen derselben besteht.

3. Ein Tintenzuführsystem für die Verwendung beim Erzeugen gedruckter Bilder, das folgende Merkmale umfaßt:

einen Druckkopf (**80, 196**), der folgende Merkmale umfaßt:

eine Tragestruktur (**202, 208**);

zumindest eine Materialschicht (**104**), die zumindest eine Öffnung (**108**) durch dieselbe umfaßt; und

zumindest ein Widerstandselement (**86**), um auf Befehl Tinte (**32**) von dem Druckkopf (**80, 196**) auszustößen, wobei das Widerstandselement (**86**) in dem Druckkopf (**80, 196**) zwischen der Tragestruktur (**202, 208**) und der Materialschicht (**104**), die die Öffnung (**108**) durch dieselbe umfaßt, positioniert ist, wobei das Widerstandselement (**86**) aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht; und

ein Tintenaufnahmegefäß (**12, 172**), das wirksam mit dem Druckkopf (**80, 196**) verbunden ist und in Fluidkommunikation mit demselben ist;

wobei die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung, die verwendet wird, um das Widerstandselement (**86**) in dem Druckkopf (**80, 196**) zu erzeugen, eine Formel $M_wSi_xO_yN_z$ aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, W = etwa 13 – 50, X = etwa 18 – 40, Y = etwa 4 – 35 und Z = etwa 10 – 50 ist.

4. Tintenzuführsystem für die Verwendung beim Erzeugen gedruckter Bilder, das folgende Merkmale umfaßt:

einen Druckkopf (**80, 196**), der zumindest ein Widerstandselement (**86**) umfaßt, das in demselben positi-

oniert ist, um auf Befehl Tinte (32) von dem Druckkopf (80, 196) auszustoßen, wobei das Widerstandselement (86) aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht; und einen Vorrat von zumindest einer Tintenzusammensetzung (32), der in Fluidkommunikation mit dem Widerstandselement (86) ist; wobei die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung eine Formel $M_wSi_xO_yN_z$ aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, W = etwa 13 – 50, X = etwa 18 – 40, Y = etwa 4 – 35 und Z = etwa 10 – 50 ist.

etwa 5 – 100 kHz, eine Pulsspannung von etwa 10 – 160 Volt und einen Pulsstrom von etwa 0,03 – 0,2 Ampere aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

5. Ein Verfahren zum Herstellen eines hochleistungsfähigen Druckkopfs (80, 196) für die Verwendung in einem Tintenzuführsystem, das folgende Schritte umfaßt:

Bereitstellen einer Tragestruktur (202, 208);
Bilden zumindest eines Widerstandselements (86), das aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht, auf der Tragestruktur (202, 208);
Liefen zumindest einer Materialschicht (104), die zumindest eine Öffnung (108) durch dieselbe umfaßt; und
Befestigen der Materialschicht (104), die die Öffnung (108) durch dieselbe umfaßt, in Position über der Tragestruktur (202, 208) und dem Widerstandselement (86), um den Druckkopf (80, 196) zu erzeugen; wobei die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung eine Formel $M_wSi_xO_yN_z$ aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, W = etwa 13 – 50, X = etwa 18 – 40, Y = etwa 4 – 35 und Z = etwa 10 – 50 ist.

6. Ein Verfahren zum Herstellen eines hochleistungsfähigen Druckkopfs (80, 196) für die Verwendung in einem Tintenzuführsystem, das folgende Schritte umfaßt:

Bereitstellen einer Tragestruktur (202, 208);
Bilden zumindest eines Widerstandselements (86), das aus zumindest einer Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung besteht, auf der Tragestruktur (202, 208); und
Stabilisieren des Widerstandselements (86), um Fluktuationen beim Widerstand zu steuern; wobei die Metallsiliziumoxynitridzusammensetzung eine Formel $M_wSi_xO_yN_z$ aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, W = etwa 13 – 50, X = etwa 18 – 40, Y = etwa 4 – 35 und Z = etwa 10 – 50 ist.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem das Stabilisieren des Widerstandselements (86) das Erwärmen des Widerstandselements (86) auf eine Temperatur von etwa 800 – 1000°C umfaßt.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem das Stabilisieren des Widerstandselements (86) das Anlegen von etwa 1×10^2 bis 1×10^7 Pulsen von elektrischer Energie an das Widerstandselement (86) umfaßt, wobei jeder Puls eine Pulsbreite von etwa 0,6 – 100 Mikrosekunden, eine Pulsfrequenz von

Anhängende Zeichnungen

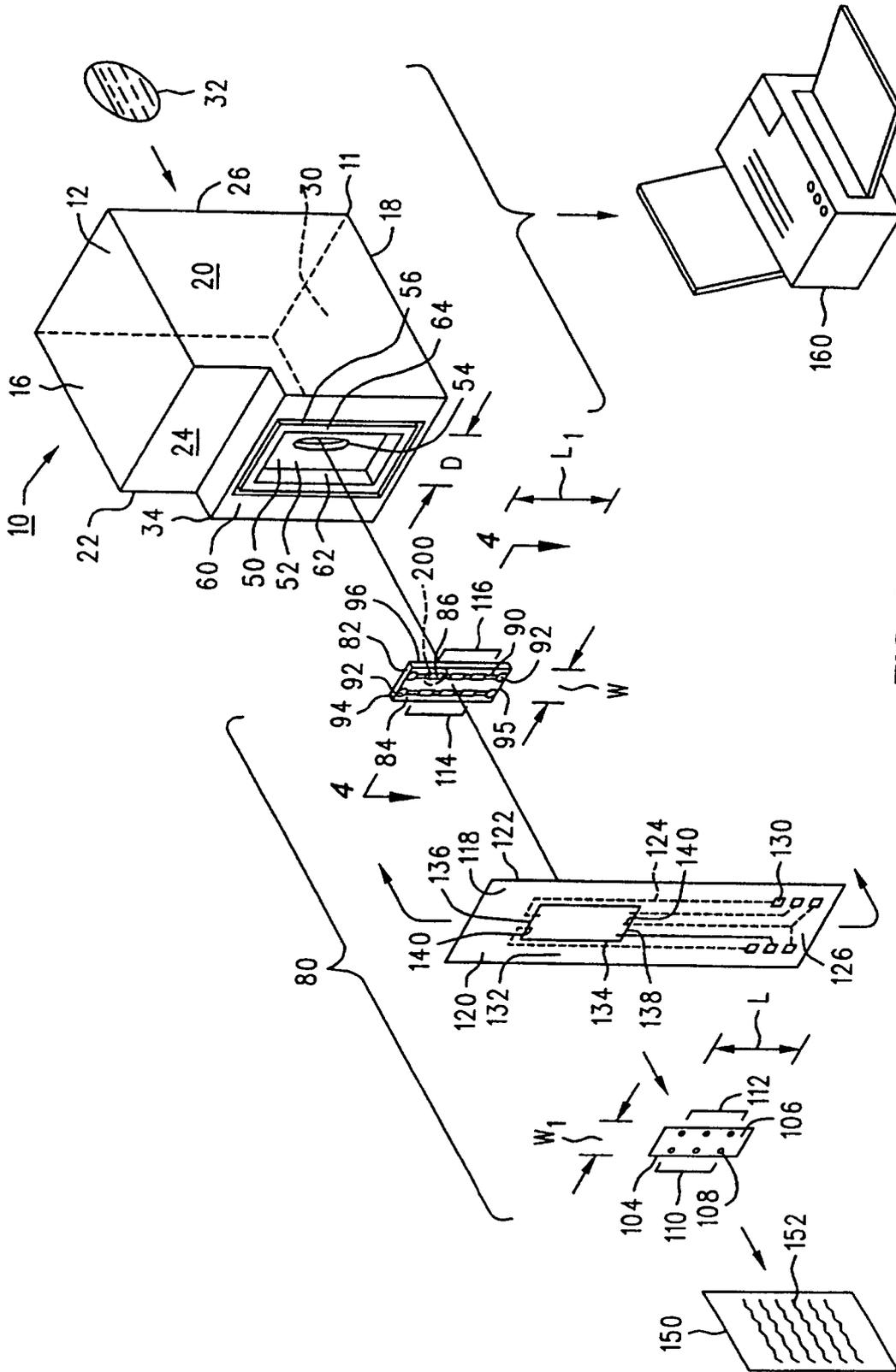


FIG. 1

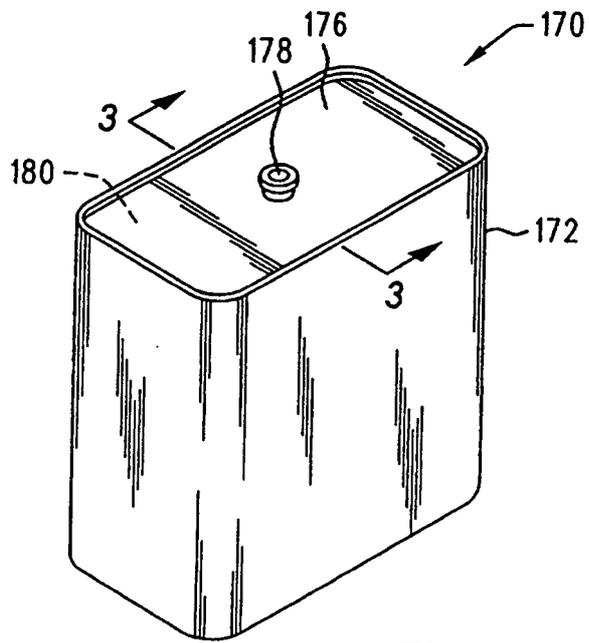


FIG. 2

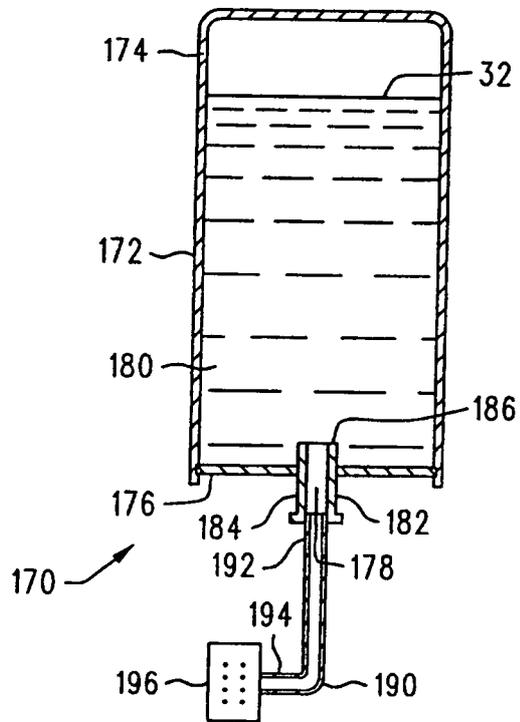


FIG. 3

