



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 21 029 T2** 2006.06.08

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 072 418 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 21 029.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 306 042.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.07.2000**

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

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.06.2006**

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

**B41J 2/16** (2006.01)

**B41J 2/335** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**364278                      29.07.1999                      US**

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Regan, Michael J., Corvallis, US; Leban, Marzio,  
Corvallis, US**

(54) Bezeichnung: **Druckkopf mit hohem Wirkungsgrad, der ein auf Nitrid basiertes Widerstandssystem enthält**

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

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

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Tintenliefersysteme und insbesondere auf einen thermischen Tintenstrahl Druckkopf, der gekennzeichnet ist durch eine verbesserte Zuverlässigkeit, erhöhte Langlebigkeit, verringerte Herstellungskosten, kühlere Druckkopfbetriebstemperaturen und eine höhere Gesamtdruckeffizienz. Diese Ziele werden erreicht durch die Verwendung von einem oder mehreren neuen Widerstandselementen, die in dem Druckkopf angeordnet sind, die aus einer spezialisierten Legierungsverbindung hergestellt werden, wie nachfolgend detailliert erörtert wird.

**[0002]** Auf dem Gebiet der elektronischen Drucktechnik wurden wesentliche Entwicklungen ausgeführt. Eine große Vielzahl von hocheffizienten Drucksystemen besteht gegenwärtig, die in der Lage sind, Tinte auf schnelle und genaue Art und Weise abzugeben. Thermische Tintenstrahlsysteme sind diesbezüglich besonders wichtig. Druckeinheiten, die eine thermische Tintenstrahltechnik verwenden, umfassen im Wesentlichen eine Vorrichtung, die zumindest eine Tintenreservoirekammer in Fluidkommunikation mit einem Substrat umfasst (vorzugsweise aus Silizium [Si] und/oder anderen vergleichbaren Materialien), das eine Mehrzahl von Dünnschicht-Heizwiderständen auf demselben aufweist. Das Substrat und die Widerstände werden innerhalb einer Struktur beibehalten, die üblicherweise als ein „Druckkopf“ gekennzeichnet ist. Eine selektive Aktivierung der Widerstände verursacht eine thermische Erregung der Tintenmaterialien, die in der Reservoirekammer gespeichert sind, und einen Ausstoß derselben aus dem Druckkopf. Repräsentative, thermische Tintenstrahlsysteme werden erörtert in den U.S.-Patenten Nr. 4,500,894 an Buck u. a.; 4,771,295 an Baker u. a.; 5,278,584 an Keefe u. a.; und dem Hewlett-Packard Journal, Band 39, Nr. 4 (August 1988), wobei alle derselben hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind.

**[0003]** Die oben beschriebene Tintenliefersysteme (und vergleichbare Druckeinheiten, die eine thermische Tintenstrahltechnik verwenden) umfassen üblicherweise eine Tinteneinschleuseinheit (z. B. ein Gehäuse, einen Behälter oder einen Tank) mit einem unabhängigen Tintenvorrat in derselben, um eine Tinten-kassette zu bilden. Bei einer Standardtinten-kassette ist die Tintenaufnahmeeinheit direkt an die verbleibenden Komponenten der Kassette angebracht, um eine einstückige und Einheits-Struktur zu erzeugen, bei der der Tintenvorrat als „an Bord“ betrachtet wird, wie z. B. in dem U.S.-Patent Nr. 4,771,295 an Baker u. a. gezeigt ist. In anderen Fällen wird die Tintenaufnahmeeinheit jedoch an einer entfernten Position innerhalb des Druckers bereitgestellt, wobei die Tintenaufnahmeeinheit wirksam mit dem Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation mit demsel-

ben ist, unter Verwendung von einem oder mehreren Tintenübertragungskanälen. Diese bestimmten Systeme sind üblicherweise bekannt als „außeraxiale“ Druckeinheiten. Repräsentative, nicht einschränkende außeraxiale Tintenliefersysteme werden in dem gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patent Nr. 6,158,853 (eingereicht am 6.5.97) mit dem Titel „AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS“ (Olsen u. a.) und dem gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patent Nr. 5,975,686 (eingereicht am 6.11.97) mit dem Titel „REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN“ (Hauck u. a.) erörtert, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind. Die vorliegende Erfindung ist sowohl an An-Bord- als auch außeraxiale Systeme anwendbar (sowie jegliche andere Typen, die zumindest einen Tintenaufnahmebehälter umfassen, der entweder direkt oder entfernt in Fluidkommunikation mit einem Druckkopf ist, der zumindest einen Tintenausstoßwiderstand in demselben enthält, wie ohne weiteres aus der nachfolgend vorgesehenen Erörterung offensichtlich wird).

**[0004]** Unabhängig von dem bestimmten Tintenliefersystem, das verwendet wird, umfasst ein wichtiger Faktor, der zu berücksichtigen ist, die Betriebseffizienz des Druckkopfs mit besonderer Betonung auf den Widerstandselementen, die verwendet werden, um Tinte nach Bedarf während der Druckkopfoperation auszustoßen. Der Ausdruck „Betriebseffizienz“ soll eine Anzahl von unterschiedlichen Elementen umfassen, die folgendes einschließen, aber nicht darauf beschränkt sind: interne Temperaturpegel, Tintenliefargeschwindigkeit, Ausstoßfrequenz, Energieanforderungen (z. B. Stromverbrauch) und ähnliches. Typische und herkömmliche Widerstandselemente, die zum Tintenausstoß in einem thermischen Tintenstrahl Druckkopf verwendet werden, werden aus einer Anzahl von Verbindungen hergestellt, die folgende umfassen, aber nicht darauf beschränkt ist: eine Mischung aus elementarem Tantal [Ta] und elementarem Aluminium [Al] (ebenfalls bekannt als „TaAl“), sowie andere vergleichbare Materialien, die Tantal-Nitrid („Ta<sub>2</sub>N“) umfassen. Standardmäßige Tintenliefer-Widerstandssysteme werden detailliert erörtert 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., die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind.

**[0005]** Die chemischen und physischen Charakteristika der Widerstandselemente jedoch, die zur Verwendung in einem thermischen Tintenstrahl Druckkopf ausgewählt sind, beeinflussen direkt die Gesamtbetriebseffizienz des Druckkopfs. Es ist besonders wichtig, dass die Widerstandselemente (und resistive Materialien, die denselben zugeordnet sind) genauso energieeffizient wie möglich sind und in der Lage sind, bei niedrigen Strompegeln betrieben zu

werden. Resistive Verbindungen mit hohen Stromanforderungen sind üblicherweise durch zahlreiche Nachteile gekennzeichnet, die den Bedarf nach teuren Hoch-Strom-Leistungsversorgungen in der betreffenden Druckereinheit umfassen. Auf ähnliche Weise können zusätzliche Verluste elektrischer Effizienz auftreten, die durch das Durchlaufen höherer Strompegel durch die elektrischen „Verbindungsstrukturen“ (Schaltungsspuren etc.) in dem Druckkopf verursacht werden, die an den/die Widerstände angebracht sind, wobei solche Verbindungsstrukturen „parasitäre Widerstände“ aufweisen. Diese parasitären Widerstände verursachen höhere Energieverluste, wenn höhere Strompegel durch dieselben laufen, wobei solche Energieverluste reduziert werden, wenn die Strompegel verringert werden. Auf ähnliche Weise können hohe Stromanforderungen bei den Widerstandselementen und den „Parasitärwiderständen“, die oben erwähnt wurden, zu (1) höheren Gesamttemperaturen innerhalb des Druckkopfs (mit besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder den „Chip“, auf dem die Druckkopfkomponenten positioniert sind [nachfolgend weiter erörtert]); und (2) niedrigeren Druckkopfzuverlässigkeits-/Langlebighkeits-Pegeln führen.

**[0006]** Während herkömmliche Widerstandsmaterialien, die TaAl und Ta<sub>2</sub>N umfassen, bei thermischen Tintenstrahl-drucksystemen der Art angemessen funktionierten, die oben erörtert wurden, sind die vorangehenden Nachteile trotzdem ein wichtiger Punkt, der Raum zur Verbesserung lässt. Diesbezüglich verbleibt ein Bedarf (vor der Entwicklung der vorliegenden Erfindung) nach einem Widerstandssystem, das geeignet zur Verwendung in thermischen Tintenstrahl-drucksystemen aller Arten ist, das in der Lage zu einer Hocheffizienz-/Niedrigstrom-Operation ist. Die vorliegende Erfindung erfüllt diesen Bedarf durch Bereitstellen neuer Widerstandselemente, die eine wesentliche Verbesserung gegenüber bekannten Widerstandseinheiten darstellen. Die Widerstandselemente der beanspruchten Erfindung bieten spezifisch gesagt eine Anzahl von Vorteilen, die folgende umfassen, aber nicht auf dieselben beschränkt sind: (1) verringerte Stromanforderungen, die zu einer verbesserten elektrischen Effizienz führen; (2) Reduzierungen bei der Druckkopfbetriebstemperatur mit besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder den „Chip“; (3) insgesamt die Förderung besserer Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (die aus reduzierten Stromanforderungen resultieren, die entsprechend strom-basierte Parasitärwärmeverluste aus „Verbindungsstrukturen“ verringern, die an die Widerstände angebracht sind); (4) mehrere wirtschaftliche Vorteile, die die Fähigkeit umfassen, kostengünstigere Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen zu verwenden; (5) verbesserte Gesamtzuverlässigkeits-, Stabilitäts- und Langlebighkeits-Pegel in Verbindung mit den Druckkopf- und Widerstandselementen; (6) das Vermeiden von Erwärmungseffizienzproblemen, die zu Widerstands-„Hot-Spots“ führen können, absoluten Grenzen für den Widerstand, und ähnlichem; (7) einen höheren „spezifischen Volumenwiderstand“, wie nachfolgend definiert wird, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien, wie z. B. TaAl und Ta<sub>2</sub>N; (8) die Fähigkeit zum Platzieren von mehr Widerständen innerhalb eines gegebenen Druckkopfs im Hinblick auf die oben aufgelisteten reduzierten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung bei Elektromigrationsproblemen; und (10) ein allgemein verbessertes Langzeit-Betriebsverhalten. Wie ohne weiteres aus der nachfolgend vorgelegten Erörterung hervorgeht, bieten die neuen Materialien, die zur Verwendung beim Herstellen der beanspruchten Widerstandselemente ausgewählt sind, diese und andere wichtige Vorteile. Die hierin erörterten Strukturen stellen daher einen wesentlichen Vorteil in der Technik des Entwurfs eines thermischen Tintenstrahl-druckkopfs im Vergleich zu bekannten (z. B. herkömmlichen) Systemen dar.

**[0007]** Die EP-A-0825026 offenbart ein Substrat zur Verwendung in einem Tintenstrahl-Aufzeichnungkopf, der eine Mehrzahl von Tintenabfeuer-Heizerwiderständen zum Entladen von Tinte aufweist. Die wärmeerzeugenden Bauglieder, die aus einem Material mit der Formel Ta<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>R<sub>z</sub> gebildet sind, wobei R C, O oder N ist und  $x + y + z = 100$ .

**[0008]** Die US-A-4392992 offenbart Dünnschichtwiderstände und elektrische Vorrichtungen und Schaltungen mit Dünnschichtwiderständen. Diese werden hergestellt unter Verwendung einer Chrom-, Silizium- und Stickstoff-Verbindung, gebildet durch rf-reaktives Sputtern von Chrom und Silizium in einer stickstoffgeladenen Atmosphäre.

**[0009]** Die EP-A-0906828 offenbart einen Tintenstrahl-druckkopf mit einem Dünnschichtsubstrat, das eine Mehrzahl von Dünnschichtschichten; eine Mehrzahl von Tintenabfeuer-Heizerwiderständen, die in der Mehrzahl von Dünnschichtschichten definiert sind; eine Polymer-Fluid-Barrierschicht; und eine kohlenstoffreiche Schicht, die auf der Mehrzahl von Dünnschichtschichten angeordnet ist, zum Binden der Polymer-Fluid-Barrierschicht mit dem Dünnschichtsubstrat, aufweist.

**[0010]** Gemäß den nachfolgend gegebenen detaillierten Informationen umfasst die vorliegende Erfindung einen thermischen Tintenstrahl-druckkopf, der eines oder mehrere neue Widerstandselemente in demselben aufweist, die einheitlich in der Struktur, den Konstruktionsmaterialien und der Funktionsfähigkeit sind. Ferner ist innerhalb der Erfindung ein Tintenliefersystem umfasst, das den beanspruchten Druckkopf verwendet, und ein Herstellungsverfahren zum Herstellen des Druckkopfs. Jede dieser Entwicklungen wird nachfolgend detailliert ausgeführt. Dementsprechend stellt die vorliegende Erfindung wieder-

um einen bedeutenden Fortschritt in der thermischen Tintenstrahltechnik dar, der hohe Pegel an Betriebseffizienz, ausgezeichnete Bildqualität, schnellen Durchsatz und erhöhte Langlebigkeit garantiert, was wichtige Ziele bei jedem Drucksystem sind.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0011]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hocheffizienten thermischen Tintenstrahl Druckkopf bereitzustellen, der durch eine verbesserte Betriebseffizienz gekennzeichnete ist.

**[0012]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der eine interne Struktur einsetzt, die eine verbesserte thermische Stabilität bietet.

**[0013]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände in demselben verwendet, die durch eine verbesserte elektrische Effizienz gekennzeichnet sind, die aus reduzierten Stromanforderungen resultiert.

**[0014]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände verwendet, die gekennzeichnet sind durch Reduzierungen bei der Druckkopfbetriebstemperatur mit besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder den „Chip“, auf dem die Widerstände und Verbindungsstrukturen positioniert sind.

**[0015]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände schafft, die vorteilhafte Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs fördern, wie vorangehend erörtert wurde, was zu einem Drucken mit höherer Geschwindigkeit, besserer Bildqualität und ähnlichem führt.

**[0016]** Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der erhöhte Anzahlen von Heizwiderständen pro Einheitsbereich verwendet, im Vergleich zu herkömmlichen Systemen.

**[0017]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände verwendet, die auf ähnliche Weise durch eine Anzahl von wirtschaftlichen Vorteilen gekennzeichnet sind, einschließlich, aber nicht begrenzt auf die Fähigkeit, weniger teure, Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen bei dem betrachteten Drucksystem zu verwenden.

**[0018]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände verwendet, die ebenfalls durch das Vermeiden von Heizeffizienzproblemen gekennzeichnet sind, die zu Widerstands-„Hot-Spots“ führen können, absoluten Grenzen für den Widerstand, und ähnlichem.

**[0019]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der zumindest einen oder mehrere Heizwiderstände verwendet, die ebenfalls durch ihre Fähigkeit gekennzeichnet sind, alle der vorangehenden Vorteile zu schaffen, während sie in einer Anzahl von unterschiedlichen Formen, Größen und Ausrichtungen ohne Einschränkung konfiguriert sind.

**[0020]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, der die Ziele erreicht, die oben aufgelistet sind, während eine Anforderung vermieden wird, dass zusätzliche Materialschichten und Komponenten in dem Druckkopf verwendet werden.

**[0021]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, bei dem die vorteilhaften Merkmale desselben ein Drucksystem ergeben, das durch schnellen Betrieb und die Erzeugung stabiler gedruckter Bilder gekennzeichnet ist.

**[0022]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, einen hocheffizienten, thermischen Tintenstrahl Druckkopf zu schaffen, bei dem die beanspruchten Strukturen ohne weiteres auf wirtschaftliche Weise im Bereich der Massenfertigung hergestellt werden.

**[0023]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein schnelles und effektives Verfahren zum Herstellen eines thermischen Tintenstrahl Druckkopfs zu schaffen, der die vorteilhaften Charakteristika, Merkmale und Vorteile aufweist, die hierin ausgeführt sind.

**[0024]** Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein schnelles und effektives Verfahren zum Herstellen eines thermischen Tintenstrahl Druckkopfs zu schaffen, der die vorteilhaften Charakteristika, Merkmale und Vorteile aufweist, die hierin ausgeführt sind, das eine minimale Anzahl von Prozessschritten verwendet.

**[0025]** Es ist ein wiederum weiteres Ziel der Erfindung, einen spezialisierten Druckkopf des Typs zu schaffen, der oben beschrieben ist, der ohne weiteres an eine große Vielzahl von unterschiedlichen Tintenliefersystemen anwendbar ist, die folgendes umfassen: (1) An-Bord-Kassetten-Typ-Einheiten, die einen unabhängigen Tintenvorrat aufweisen, der denselben zugeordnet ist; und (2) außeraxiale Systeme, wie vorangehend erörtert wurde, bei denen der bean-

spruchte Druckkopf wirksam mit einem entfernt positionierten Tintenaufnahmebehälter verbunden ist, der eine oder mehrere röhrenförmige Kanäle verwendet.

**[0026]** Die vorliegende Erfindung schafft einen Tintenlieferdruckkopf gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Herstellen eines Druckkopfs gemäß Anspruch 6.

**[0027]** Der neue und hocheffiziente, thermische Tintenstrahl Druckkopf wird nachfolgend beschrieben, der eine Anzahl von Vorteilen gegenüber bekannten Systemen bereitstellt. Wie vorangehend angegeben wurde, verwendet der beanspruchte Druckkopf zumindest ein Widerstandselement (oder einfacher einen „Widerstand“), der durch eine Anzahl von Vorteilen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen gekennzeichnet ist. Diese Vorteile können eine erhöhte elektrische Effizienz (z. B. reduzierten Stromverbrauch), die Förderung vorteilhafter Temperaturbedingungen innerhalb der Druckkopfstruktur, die reduzierte Substrat- oder „Chip“-Temperaturen umfassen, und höhere Gesamtpegel an Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Stabilität umfassen. Diese und andere Vorteile, die der beanspruchten Erfindung zugeordnet sind, werden ohne weiteres ersichtlich aus der Erörterung, die nachfolgend in dem Abschnitt „detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ bereitgestellt wird.

**[0028]** Als Vorabinformation soll die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Typen, Größen oder Anordnungen interner Druckkopfkomponenten eingeschränkt sein, außer dies wird hierin anderweitig angegeben. Auf ähnliche Weise stellen die numerischen Parameter, die in diesem Abschnitt und den anderen Abschnitten unten aufgeführt sind, bevorzugte Ausführungsbeispiele dar, die entworfen sind, um optimale Ergebnisse zu liefern, und sollen die Erfindung in keiner Weise einschränken. Alle Wiedergaben chemischer Formeln und Strukturen, die hierin vorgesehen sind, sind entworfen, um allgemein die Typen von Materialien anzuzeigen, die bei der beanspruchten Erfindung verwendet werden können. Das Auflisten spezifischer chemischer Verbindungen, die in die allgemeinen Formeln fallen, die nachfolgend präsentiert werden, werden ausschließlich zu Beispielszwecken präsentiert und sollen als nicht-einschränkend erachtet werden.

**[0029]** Die beanspruchte Erfindung und ihre neuen Entwicklungen sind an alle Typen thermischer Tintenstrahl Drucksysteme anwendbar, vorausgesetzt, sie umfassen (1) zumindest eine Stützstruktur, wie in dem Abschnitt „detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ erörtert wird; und (2) zumindest ein Tintenausstoß-Widerstandselement, das innerhalb des Druckkopfs angeordnet ist, das, wenn es mit Energie versorgt wird, ausreichend Wärme liefert, um zu verursachen, dass Tintenmateriali-

en in der Nähe desselben thermisch aus dem Druckkopf ausgestoßen werden. Die beanspruchte Erfindung soll daher nicht als druckkopf- oder stützstruktur-spezifisch betrachtet werden und ist nicht auf bestimmte Anwendungen, Verwendungen und Tintenverbindungen bzw. -zusammensetzungen beschränkt. Auf ähnliche Weise sollen die Ausdrücke „Widerstandselement“ und/oder „Widerstand“ erachtet sein, um einen Widerstand oder Gruppen aus mehreren Widerständen abzudecken, unabhängig von Form, Materialgehalt oder Abmessungscharakteristika.

**[0030]** Es ist ein primäres Ziel, eine verbesserte Stabilität, Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit bei den Druckkopfstrukturen dieser Erfindung zu schaffen. Der Klarheit halber und um die Erfindung angemessen zu erklären, werden spezifische Materialien und Prozesse erneut in dem Abschnitt „detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ zitiert, mit dem Verständnis, dass diese Elemente zu Beispielszwecken und ausschließlich auf nicht-einschränkende Weise beschrieben werden.

**[0031]** Es sollte ferner darauf hingewiesen werden, dass die beanspruchte Erfindung nicht auf bestimmte Aufbautechniken beschränkt sein soll (einschließlich jegliche gegebenen Materialaufbringungsverfahren), außer dies ist nachfolgend anderweitig angegeben. Zum Beispiel sollen die Ausdrücke „bilden“, „aufbringen“, „liefern“, „platzieren“, und ähnliche, wie sie im Verlauf dieser Erörterung verwendet werden, um den Aufbau des beanspruchten Druckkopfs zu beschreiben, im weitesten Sinn alle geeigneten Herstellungsverfahren umfassen. Diese Prozesse reichen von Dünnfilm-Herstellungstechniken und Sputter-Aufbringungsverfahren zur Vor-Herstellung der fraglichen Komponenten (einschließlich der Widerstandselemente) und dann dem Anhaften dieser Elemente an die bezeichneten Stützstrukturen unter Verwendung von einer oder mehreren Haftverbindungen, die in der Technik zu diesem Zweck bekannt sind. Diesbezüglich soll die Erfindung nicht als „herstellungsverfahrensspezifisch“ betrachtet werden, außer dies wird hierin anderweitig angegeben.

**[0032]** Wie vorangehend erwähnt wurde, wird ein hocheffektiver und beständiger Druckkopf, der ein oder mehrere neue Widerstandselemente enthält, zur Verwendung in einem Tintenliefersystem bereitgestellt. Der Ausdruck „Tintenliefersystem“ soll ohne Einschränkung eine große Vielzahl aus unterschiedlichen Vorrichtungen umfassen, einschließlich Kassetteneinheiten des „unabhängigen“ Typs, die einen Tintenvorrat aufweisen, der in denselben gespeichert ist. Ebenfalls sind in diesem Ausdruck Druckeinheiten der „außeraxialen“ Vielzahl eingeschlossen, die einen Druckkopf verwenden, der durch eine oder mehrere Kanalbauglieder mit einer entfernt positio-

nierten Tintenaufnahmeeinheit in der Form eines Tanks, Behälters, Gehäuses oder einer anderen entsprechenden Struktur verbunden ist. Unabhängig davon, welches Tintenliefersystem in Verbindung mit dem beanspruchten Druckkopf verwendet wird, ist die vorliegende Erfindung in der Lage, die oben aufgelisteten Vorteile bereitzustellen, die eine effizientere und schnellere Operation umfassen.

**[0033]** Die nachfolgende Erörterung soll einen kurzen und allgemeinen Überblick der Erfindung bilden. Spezifischere Details, die bestimmte Ausführungsbeispiele, beste Ausführungen und andere wichtige Merkmale der Erfindung betreffen, werden wieder in dem nachfolgend aufgeführten Abschnitt „detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ rezipiert. Alle wissenschaftlichen Ausdrücke, die durch diese Erörterung verwendet werden, sollen gemäß der herkömmlichen Bedeutungen erdacht sein, die denselben durch Fachleute auf dem Gebiet zugewiesen wird, auf die sich diese Erfindung bezieht, außer eine spezifische Definition wird hierin gegeben.

**[0034]** Die beanspruchte Erfindung umfasst einen neuen widerstandsenthaltenden Tintenstrahl-druckkopf, der durch verbesserte funktionale Charakteristika gekennzeichnet ist, nämlich einen effizienteren Betrieb mit einem reduzierten Stromverbrauch und der Förderung besserer Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs. Folglich kann ein größerer Grad an Abkühlung zwischen Tintenausstoßzyklen auftreten, zusammen mit reduzierten Spitzenbetriebstemperaturen, verringerten Energieanforderungen, der Fähigkeit zur Verwendung einer größeren Anzahl von Widerständen pro Einheitsbereich, und ähnlichem. Die Komponenten und die neuen Merkmale dieses Systems werden nun erörtert. Um den beanspruchten Druckkopf herzustellen, wird anfänglich eine Stützstruktur bereitgestellt, auf der die Widerstandselemente der Erfindung vorliegen. Die Stützstruktur weist üblicherweise ein Substrat auf, das optimalerweise aus elementarem Silizium [Si] hergestellt ist, obwohl die vorliegende Erfindung nicht ausschließlich auf dieses Material eingeschränkt sein soll, wobei eine Anzahl von anderen Alternativen nachfolgend ausgeführt wird. Die Stützstruktur kann zumindest eine oder mehrere Schichten eines Materials auf derselben aufweisen, die eine elektrisch isolierende Basisschicht umfassen, aber nicht auf dieselbe beschränkt sind, die z. B. aus Silizium-Dioxid [SiO<sub>2</sub>] hergestellt ist. Der Ausdruck „Stützstruktur“, wie er hierin verwendet wird, soll daher folgendes umfassen: (1) das Substrat selbst, wenn keine Basisschicht oder andere Materialien auf demselben positioniert sind; und (2) das Substrat und andere Materialschichten auf demselben, die eine Verbundstruktur bilden, auf der die Widerstände vorliegen oder anderweitig positioniert sind. Diesbezüglich soll die Phrase „Stützstruktur“ allgemein die Schicht oder die Schichten aus Material umfassen (egal, wie sie ausgeführt

sind), auf denen die Widerstandselemente platziert/gebildet sind.

**[0035]** Ferner ist als Teil des Druckkopfs bei einem bevorzugten und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel zumindest eine Materialschicht vorgesehen, die spezifisch zumindest eine Öffnung oder ein „Loch“ durch dieselbe aufweist. Diese ein Loch enthaltende Materialschicht kann als eine „Öffnungsplatte“, „Öffnungsstruktur“, „Oberschicht“ und ähnliches gekennzeichnet sein. Ferner können eine oder mehrere Materialschichten zu diesem Zweck ohne Einschränkung verwendet werden, wobei die Ausdrücke „Öffnungsplatte“, „Öffnungsstruktur“, etc. definiert sind, um sowohl Ein- als auch Mehr-Schicht-Ausführungsbeispiele zu umfassen. Das (Die) Widerstandselement(e) der vorliegenden Erfindung sind zwischen der lochenthaltenden Materialschicht und der Stützstruktur positioniert, wie nachfolgend erörtert wird. Wiederum werden zusätzliche detaillierte Informationen im Hinblick auf diese Komponenten, aus was sie hergestellt sind, wie sie angeordnet sind und die Art und Weise, wie sie angeordnet/hergestellt sind, nachfolgend in dem Abschnitt „detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ ausgeführt.

**[0036]** Unterer weiterer Bezugnahme auf die Druckkopfkomponenten, die oben erwähnt wurden, ist zumindest ein Widerstandselement innerhalb des Druckkopfs zwischen der Stützstruktur und der öffnungsenthaltenden Schicht positioniert, zum Ausstoßen von Tinte nach Bedarf aus dem Druckkopf. Der Widerstand ist in Fluidkommunikation mit einem Tintenvorrat, wie in den beiliegenden Zeichnungen gezeigt ist, so dass ein effektives Drucken auftreten kann. Auf ähnliche Weise ist der Widerstand spezifisch auf der Stützstruktur bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel platziert, wobei die Ausdrücke „platziert“, „positioniert“, „angeordnet“, „ausgerichtet“, „wirksam angebracht“, „gebildet“ und ähnliche in Bezug auf die Platzierung des Widerstands auf der Stützstruktur eine Situation umfassen, in der (1) der Widerstand direkt auf und an der oberen Oberfläche des Substrats gesichert ist, ohne jegliche dazwischen liegende Materialschichten zwischen denselben; oder (2) der Widerstand durch das Substrat „gestützt“ wird, wobei eine oder mehrere dazwischen liegende Materialschichten (einschließlich der isolierenden Basisschicht) nichtsdestotrotz zwischen dem Substrat und dem Widerstand angeordnet sind. Beide dieser Alternativen sollen als gleichwertig und umfasst innerhalb der vorliegenden Ansprüche betrachtet werden.

**[0037]** Gemäß dem neuen Wesen der beanspruchten Erfindung ist das Widerstandselement (hierin ebenfalls gekennzeichnet als ein „Widerstand“, wie vorangehend erwähnt wurde) aus zumindest einer Zusammensetzung hergestellt, die hierin als eine

„Metall-Silizium-Nitrid“-Zusammensetzung bzw. -Verbindung bezeichnet wird. Ein solches Material umfasst allgemein eine Legierung aus zumindest einem oder mehreren Metallen [M], Silizium [Si] und Stickstoff [N], um eine Nitrid-Zusammensetzung mit den gewünschten Charakteristika zu schaffen. Von einem allgemeinen Standpunkt aus weisen die Metall-Silizium-Nitride der beanspruchten Erfindung folgende Formel auf: „MSiN“, und genauer gesagt „ $M_xSi_yN_z$ “, wobei „M“ = zumindest ein Metall, wie oben erwähnt wurde, „X“ = ungefähr 12 – 38 (optimal = ungefähr 18 – 25), „Si“ = Silizium, „Y“ = ungefähr 27 – 45 (optimal = ungefähr 32 – 35), „N“ = Stickstoff und „Z“ = ungefähr 20 – 60 (optimal = ungefähr 35 – 47), wobei die vorangehenden Zahlen nicht einschränkend sind und hier ausschließlich zu Beispielszwecken vorgesehen sind. Auf ähnliche Weise können die Zahlen und Bereiche, die oben aufgelistet sind, in verschiedenen Kombinationen ohne Einschränkung gemäß der Erfindung verwendet werden. Es soll daher darauf hingewiesen werden, dass die vorliegende Erfindung in ihrer allgemeinsten Form eine Widerstandsstruktur aufweist, die in Kombination zumindest ein Metall kombiniert mit Silizium und Stickstoff aufweist, das zwischen der Stützstruktur und der öffnungsenthaltenden Schicht in einem Druckkopf angeordnet ist. Spezifische Materialien, Verhältnisse, Herstellungstechniken und ähnliches, die hierin identifiziert sind, sollen als darstellend und nicht einschränkend betrachtet werden, außer anderweitig angegeben. Viele unterschiedliche Metalle [M] können in der Formel umfasst sein, die oben aufgelistet ist, ohne Einschränkung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel jedoch, das entworfen ist, um optimale Ergebnisse zu liefern, sind die Übergangsmetalle am besten (z. B. Metalle in den Gruppen IIIB bis IIB des Periodensystems), wobei optimale Materialien in dieser Gruppe folgendes umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind: elementares Tantal [Ta], Wolfram [W], Chrom [Cr] Molybdän [Mo], Titan [Ti], Zirkonium [Zr], Hafnium [Hf] und Mischungen derselben. Ferner umfassen andere Metalle [M], die potentiell in der Formel anwendbar sind, die oben aufgelistet ist, Nicht-Übergangsmetalle (z. B. Aluminium [Al]), wie durch Routine-Vorab-Testen ausgewählt wird, obwohl zumindest eines oder mehrere Übergangsmetalle wiederum bevorzugt sind. Während viele spezifische Formeln erstellt werden können, die in die allgemeinen chemischen Strukturen fallen, die hierin angegeben sind, umfasst eine Anzahl bestimmter Metall-Silizium-Nitride, die optimale Ergebnisse liefern, folgende, ist jedoch nicht darauf beschränkt:

$W_{30}Si_{36}N_{32}$ ,  $W_{36}Si_{39}N_{24}$ ,  $W_{17}Si_{38}N_{45}$ ,  $W_{17}Si_{40}N_{43}$ ,  
 $W_{19}Si_{34}N_{47}$ ,  $W_{17}Si_{36}N_{47}$ ,  $W_{21}Si_{30}N_{49}$ ,  $W_{28}Si_{32}N_{40}$ ,  
 $W_{23}Si_{30}N_{47}$ ,  $W_{24}Si_{39}N_{37}$ ,  $W_{26}Si_{30}N_{44}$ ,  $W_{27}Si_{36}N_{35}$ ,  
 $W_{36}Si_{27}N_{36}$ ,  $W_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $W_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $W_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  
 $Ta_{21}Si_{34}N_{45}$ ,  $Ta_{20}Si_{36}N_{44}$ ,  $Ta_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Ta_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  
 $Ta_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $Ta_{36}Si_{27}N_{36}$ ,  $Cr_{20}Si_{39}N_{41}$ ,  $Cr_{21}Si_{41}N_{37}$ ,  
 $Cr_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Cr_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $Cr_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $Cr_{37}Si_{27}N_{36}$ ,  
 $Mo_{22}Si_{38}N_{40}$ ,  $Mo_{12}Si_{38}N_{50}$ ,  $Mo_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Mo_{25}Si_{32}N_{43}$ ,

$Mo_{36}Si_{27}N_{37}$ , und Mischungen derselben. Wiederum sind diese Materialien ausschließlich als Beispiele aufgelistet und sollen die Erfindung in keiner Hinsicht einschränken.

**[0038]** Die Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände, die hierin beschrieben sind, erzeugen ein neues und effektives Tintenausstoßsystem zur Verwendung bei einem thermischen Tintenstrahl Druckkopf. Wie vorangehend angegeben wurde, sind sie durch viele bedeutende Vorteile gekennzeichnet. Ein wichtiger Faktor ist ihr relativ hoher spezifischer Volumenwiderstand im Vergleich zu herkömmlichen Materialien, die Widerstände umfassen, die aus Tantal-Aluminium-[TaAl] und Tantal-Nitrid-[Ta<sub>2</sub>N]-Mischungen/-Legierungen hergestellt sind. Während dieser Aspekt der vorliegenden Erfindung nachfolgend detaillierter ausgeführt wird, soll der Ausdruck „spezifischer Volumenwiderstand“ (oder einfacher „spezifischer Widerstand“) hierin allgemein definiert sein, um eine „Proportionalitätsfaktor-Charakteristik unterschiedlicher Substanzen zu umfassen, gleich dem Widerstand, den ein Zentimeter-Würfel der Substanz dem Durchlauf von Elektrizität bietet, wobei der Strom senkrecht zu zwei parallelen Flächen ist“, wie angegeben ist in dem CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55. Ausgabe, Chemical Rubber Publishing Company/CRC Press, Cleveland Ohio, (1974 – 1975) Seiten – 108. Im Allgemeinen soll der spezifische Volumenwiderstand (oder spezifische Widerstand, wie vorangehend angegeben wurde) gemäß der nachfolgenden Formel bestimmt werden:

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

wobei:

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

**[0039]** Werte des spezifischen Volumenwiderstands/spezifischen Widerstands werden üblich in Mikrohm-Zentimeter oder „ $\mu\Omega\text{-cm}$ “ ausgedrückt. Hohe Werte des spezifischen Volumenwiderstands sind bei den Widerstandsstrukturen wünschenswert, die bei thermischen Tintenstrahl Druckeinheiten verwendet werden, aus verschiedenen Gründen, die die Fähigkeit von Strukturen umfassen, die diese Charakteristika aufweisen, größere Pegel an elektrischer und thermischer Effizienz bereitzustellen, im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen, wie vorangehend erörtert wurde. Gemäß den allgemeinen Parametern, Formeln und anderen Informationen, die oben angegeben wurden, weisen die beanspruchten Metall-Silizium-Nitrid-Materialien, die der vorliegenden Erfindung zugewiesen sind, einen bevorzugten und repräsentativen Wert des spezifischen Volumenwiderstands von ungefähr 1.400 – 30.000  $\mu\Omega\text{-cm}$  (optimal = ungefähr 3.000 – 10.000  $\mu\Omega\text{-cm}$ )

auf, obwohl die beanspruchte Erfindung nicht auf diese Werte beschränkt sein soll. Zu Vergleichszwecken weisen herkömmliche resistive Materialien und Widerstände vergleichbarer Größe, Form und Konfiguration, die z. B. aus TaAl und/oder Ta<sub>2</sub>N hergestellt sind, üblicherweise Werte des spezifischen Volumenwiderstands von ungefähr 200 – 250  $\mu\Omega\text{-cm}$  auf, was bedeutend niedriger ist als jene, die oben in Verbindung mit den beanspruchten Metall-Silizium-Nitriden angegeben wurden. Diesbezüglich sind die Vorteile der vorliegenden Erfindung ohne weiteres erkennbar und selbstverständlich.

**[0040]** Während zusätzliche Informationen im Hinblick auf die Ausrichtung der beanspruchten Widerstandselemente bei dem Druckkopf, Dickewerte desselben und andere relevante Parameter nachfolgend in dem Abschnitt „Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ angegeben werden sollen, verdienen Faktoren von besonderer Relevanz hier eine weitere Erörterung. Zum Beispiel weist jeder der Widerstände, die aus zumindest einem oder mehreren Metall-Silizium-Nitrid-Materialien hergestellt sind, eine exemplarische und bevorzugte (nicht-einschränkende) Dicke von 300 – 4.000 Å auf. Die abschließende Dicke jedes gegebenen Widerstands soll definiert werden und kann abgeändert werden gemäß einem routinemäßigen Vorab-Pilottesten, das eine Anzahl von Faktoren umfasst, einschließlich dem Typ des betrachteten Druckkopfs und den bestimmten Herstellungsmaterialien, die verwendet werden. Wie nachfolgend erörtert wird und in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt ist, ist jeder der beanspruchten Widerstände optimal in zumindest teilweiser oder (bevorzugt) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit zumindest einer der Öffnungen in der öffnungs-enhaltenen Materialschicht, so dass ein schnelles, akkurates und effektives Tintenstrahldrucken auftreten kann.

**[0041]** Der Abschnitt „Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ liefert weitere und spezifischere Daten, die die Herstellungstechniken umfassen, die verwendet werden können, um die Widerstandselemente an die Substratstruktur innerhalb des Druckkopfs anzubringen oder anderweitig zu bilden. Die Erfindung soll nicht auf bestimmte Herstellungstechniken eingeschränkt sein, wobei eine Anzahl von Lösungsansätzen anwendbar ist, wie nachfolgend ausgeführt wird. Von bestimmtem Interesse ist die Verwendung von einem oder mehreren Sputter-Prozessen, die umfassend in dem nächsten Abschnitt erörtert werden.

**[0042]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein „Tintenliefersystem“ auf ähnliche Weise vorgesehen, bei dem ein Tintenaufnahmebehälter wirksam mit dem Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation mit demselben ist, der oben beschrieben ist, der die Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände enthält. Wie

nachfolgend genauer erörtert wird, soll der Ausdruck „wirksam verbunden“ relativ zu dem Druckkopf und dem Tintenaufnahmebehälter eine Anzahl von unterschiedlichen Situationen umfassen, die folgendes umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind (1) Kassetteneinheiten des „unabhängigen“ Typs, bei denen der Tintenaufnahmebehälter direkt an den Druckkopf angebracht ist, um ein System zu erzeugen, das einen „An-Bord“-Tintenvorrat aufweist; und (2) Druckeinheiten der „außeraxialen“ Vielzahl, die einen Druckkopf verwenden, der durch ein oder mehrere Kanalbauglieder (oder ähnliche Strukturen) mit einer entfernt positionierten Tintenaufnahmeeinheit in der Form eines Tanks, Behälters, Gehäuses oder einer entsprechenden Struktur verbunden ist. Die neuen Druckkopfstrukturen der vorliegenden Erfindung sollen nicht auf die Verwendung mit bestimmten Tintenaufnahmebehältern, die Nähe dieser Behälter zu den Druckköpfen und die Einrichtung, durch die die Behälter und Druckköpfe aneinander angebracht sind, beschränkt sein.

**[0043]** Schließlich soll die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren einschließen zum Herstellen der beanspruchten Druckkopfstrukturen, die die neuen Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände einlagern. Die Herstellungsschritte, die allgemein zu diesem Zweck verwendet werden, umfassen die oben aufgelisteten Materialien und Komponenten, wobei die vorangehend beschriebene Zusammenfassung dieser Elemente durch Bezugnahme in dieser Erörterung aufgenommen ist. Die grundlegenden Herstellungsschritte sind wie folgt: (1) Bereitstellen einer Stützstruktur (oben definiert); (2) Bilden von zumindest einem Widerstandselement auf derselben, wobei das Widerstandselement aus einer oder mehreren Metall-Silizium-Nitrid-Verbindungen besteht (vorangehend erörtert); (3) Bereitstellen von zumindest einer Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist (siehe die Erklärung und Definition, die oben in Verbindung mit dieser Struktur ausgeführt ist); und (4) Befestigen der Materialschicht, die die Öffnung in derselben aufweist, in Position über dem Substrat und dem Widerstandselement, um den Druckkopf zu erzeugen. Die Ausdrücke „bilden“, „herstellen“, „erzeugen“, und ähnliche relativ zu der Platzierung des Widerstandselements auf dem Substrat umfassen die nachfolgenden Situationen, die als gleichwertig betrachtet werden sollen: (A) Erzeugen einer Widerstandsstruktur unter Verwendung von einer oder mehreren Metallschicht-Herstellungsstufen auf der Stützstruktur, wie vorangehend definiert wurde (wobei Sputtern bevorzugt ist); oder (B) Vorab-Herstellen des fraglichen Widerstandselements und nachfolgend Befestigen desselben an der Stützstruktur unter Verwendung einer chemischen oder physischen Anbringungseinrichtung (Löten, Haftmittel-Anbringung und ähnliches).

**[0044]** Das Widerstandselement kann ebenfalls



„stabilisiert“ werden, um unerwünschte Schwankungen des Widerstandswerts einer nachfolgenden Verwendung zu vermeiden. Viele unterschiedliche Stabilisierungsverfahren können ohne Einschränkung verwendet werden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel jedoch kann die Widerstandsstabilisierung erreicht werden durch: (1) Erwärmen des (der) Metall-Silizium-Nitrid-Widerstands-Element (e) auf eine Temperatur von ungefähr 800 – 1.000°C für eine nicht einschränkende Zeitperiode von ungefähr 10 Sekunden bis mehrere Minuten; oder (2) Anwenden von ungefähr  $1 \times 10^2$  bis  $1 \times 10^7$  Pulsen elektrischer Energie an das (die) Widerstandselement(e), wobei jeder Puls ungefähr 20 – 500 % mehr Energie als die „Einschalt-Energie“ des betreffenden Widerstandselements (wobei die entsprechenden Spannungs- und Strom-Parameter ohne weiteres aus dem Widerstandswert des Widerstands und der oben erwähnten Energie bestimmt werden), eine Pulsbreite von ungefähr 0,6 – 100  $\mu$ sek. (Mikrosekunden), eine Pulsspannung von ungefähr 10 – 160 Volt, einen Pulsstrom von ungefähr 0,03 – 0,2 Amps, und eine Pulsfrequenz von ungefähr 5 – 100 kHz aufweist. Bei einem nicht einschränken und darstellenden (z. B. bevorzugten) Beispiel würde für einen  $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$  300  $\Omega$  Metall-Silizium-Nitrid-Widerstand mit einer Einschaltenergie von 2,0  $\mu\text{J}$  ein typischer Stabilisierungspuls-Behandlungsprozess nachfolgende Parameter umfassen: einen Energiepegel, der 80 % über dem vorangehenden Einschaltwert liegt, 46,5 Volt, 0,077 Amps, 1  $\mu$ sec. Pulsbreite, 50 kHz Pulsfrequenz und  $1 \times 10^3$  Pulse. Diese Zahlen werden wiederum ausschließlich zu Beispielpurposes vorgelegt und können innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung durch ein routinemäßiges Vorab-Pilottesten abgeändert werden.

**[0045]** Der fertiggestellte Druckkopf ist entworfen, um ein gedrucktes Bild aus einem Tintenvorrat zu erzeugen (der in Fluidkommunikation mit dem Druckkopf/den Widerständen ist), ansprechend auf eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden elektrischen Impulsen, die zu dem (den) Widerstand (-ständen) geliefert wird. Gemäß den neuen Merkmalen der Erfindung, die hierin ausgeführt sind, reduziert die Verwendung einer ausgewählten Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung die Gesamtstromanforderungen bei dem Drucksystem, wodurch viele Vorteile erzeugt werden, einschließlich Leistungsverkostensenkungen und bessere thermische Profile innerhalb des Druckkopfs. Die spezifizierten chemischen Zusammensetzungen, numerische Parameter, bevorzugte Werte des spezifischen Volumenwiderstands (ungefähr 1.400 – 30.000  $\mu\Omega\text{-cm}$ ), und andere vorangehend beschriebene Daten, die den Metall-Silizium-Nitrid-Materialien zugeordnet sind, sind vollständig an das beanspruchte Verfahren anwendbar. Auf ähnliche Weise umfasst der Schritt des Bildens des einen oder der mehreren gewünschten Widerstandselemente auf der Stützstruktur das Herstellen

von Widerständen auf derselben mit einer bevorzugten, nicht einschränken Dicke von ungefähr 300 – 4.000 Å (was wiederum einer Abänderung nach Bedarf gemäß einem Routine-Vorab-Testen unterliegt).

**[0046]** Schließlich wird der Herstellungsprozess abgeschlossen durch Anbringen (z. B. Aufbringen, Liefern, etc.) von zumindest einer Materialschicht mit zumindest einer Öffnung (z. B. Loch) durch dieselbe in Position über und auf dem Substrat und Widerstand, so dass die Öffnung teilweise (oder vorzugsweise) vollständig in axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit dem Widerstand ist, und umgekehrt. Die Öffnung ermöglicht wiederum, dass Tintenmaterialien durch dieselbe und aus dem Druckkopf während der Tintenlieferung hindurchtreten. Als ein Ergebnis dieses Prozesses umfasst der fertiggestellte Druckkopf (1) eine Stützstruktur; (2) zumindest eine Materialschicht, die über der Stützstruktur positioniert und von derselben beabstandet ist, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist; und (3) zumindest ein Widerstandselement, das innerhalb des Druckkopfs zwischen der Stützstruktur und der öffnungsenthaltenden Schicht enthalten ist, zum Ausstoßen von Tinte nach Bedarf aus dem Druckkopf, wobei das Widerstandselement aus zumindest einer Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung aufgebaut ist, wie vorangehend erwähnt wurde. Die vielen Vorteile, die durch diese Erfindung bereitgestellt werden, wie oben erörtert wurde, können direkt der Verwendung eines Metall-Silizium-Nitrid-Widerstandsystems bei dem beanspruchten Druckkopf zugeschrieben werden.

**[0047]** Die vorliegende Erfindung stellt einen bedeutenden Vorteil in der Technik der thermischen Tintenstrahltechnik und der Erzeugung von Hochqualitätsbildern mit verbesserter Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit, Langlebigkeit, Stabilität und elektrischer/thermischer Effizienz dar. Die neuen Strukturen, Komponenten und Verfahren, die hierin beschrieben sind, bieten viele wichtige Vorteile, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: (1) verringerte Stromanforderungen, die zu verbesserter elektrischer Effizienz führen; (2) Reduzierungen bei Druckkopfbetriebstemperaturen mit besonderer Bezugnahme auf das Substrat oder den „Chip“; (3) die allgemeine Förderung verbesserter Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (was aus reduzierten Stromanforderungen resultiert, die entsprechend die strombasierten Parasitärwärmeverluste aus „Verbindungsstrukturen“ verringern, die an die Widerstände angebracht sind); (4) mehrere wirtschaftliche Vorteile, einschließlich der Fähigkeit zur Verwendung von weniger kostspieligen Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsverordnungen; (5) verbesserte Gesamtzuverlässigkeits-, Stabilitäts- und Langlebigkeits-Pegel in Verbindung mit dem Druckkopf und den Widerstandselementen; (6) die Vermeidung von Erwärmungseffizienzproblemen, die zu Widerstands-„Hot-Spots“ führen können, absolute Grenzen für den Widerstand, und ähnli-

chem; (7) einen größeren „spezifischen Volumenwiderstand“, wie nachfolgend definiert wird, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien, wie z. B. TaAl und Ta<sub>2</sub>N; und (8) die Fähigkeit zum Platzieren von mehr Widerständen innerhalb eines gegebenen Druckkopfs im Hinblick auf die oben aufgelisteten, reduzierten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung bei Elektromigrationsproblemen; und (10) allgemein verbessertes Langzeitbetriebsverhalten. Diese und andere Vorteile, Ziele, Merkmale und Nutzen der Erfindung werden ohne weiteres ersichtlich aus der nachfolgenden kurzen Beschreibung der Zeichnungen und der detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0048]** Die Zeichnungen, die unten vorgesehen sind, sind ausschließlich schematisch und darstellend. Sie sollen den Schutzbereich der Erfindung in keiner Weise einschränken. Auf ähnliche Weise sollen die Bezugszeichen, die von einer Figur zur anderen übernommen werden, den gemeinsamen Gegenstand in den betreffenden Figuren bilden.

**[0049]** [Fig. 1](#) ist eine schematisch dargestellte, auseinandergezogene, perspektivische Ansicht eines darstellenden Tintenliefersystems in der Form einer Tintenkassette, die geeignet zur Verwendung mit den Komponenten und Verfahren der vorliegenden Erfindung ist. Die Tintenkassette aus [Fig. 1](#) weist einen Tintenaufnahmebehälter auf, der direkt an den Druckkopf der beanspruchten Erfindung angebracht ist, so dass ein „An-Bord“-Tintenvorrat bereitgestellt wird.

**[0050]** [Fig. 2](#) ist eine schematisch dargestellte, perspektivische Ansicht eines Tintenaufnahmebehälters, der bei einem alternativen Tintenliefersystem vom „außeraxialen“ Typ verwendet wird, das auf ähnliche Weise wirksam mit dem Druckkopf der vorliegenden Erfindung verbunden sein kann.

**[0051]** [Fig. 3](#) ist eine Teil-Querschnitts-Ansicht des Tintenaufnahmebehälters, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist, entnommen entlang der Linie 3-3.

**[0052]** [Fig. 4](#) ist eine schematisch dargestellte, vergrößerte Querschnittsansicht der umringten Region in [Fig. 1](#) (in einem aufgebauten Format), entnommen entlang der Linie 4-4. Diese Figur stellt die Komponenten der vorliegenden Erfindung unter besonderer Bezugnahme auf die neuen Widerstandselemente und Materialschichten dar, die derselben bei einem darstellenden und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel zugeordnet sind.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

**[0053]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein hocheffizienter, thermischer Tintenstrahldruckkopf für ein Tintenliefersystem offenbart, der eine verbesserte Energieeffizienz und optimierte thermische Qualitäten aufweist. Der neue Druckkopf ist durch viele wichtige Merkmale gekennzeichnet, einschließlich durch reduzierte interne Temperaturen, minimierte Stromanforderungen, die ermöglichen, dass kostengünstigere Leistungsverordnungen verwendet werden, reduzierte Energieverluste in dem System (wird nachfolgend weiter erklärt), und einen hohen Grad an Vielfalt und Zuverlässigkeit über längere Zeitperioden. Alle diese Vorteile können direkt den spezialisierten Materialien zugeordnet werden (nämlich zumindest einer Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung), die verwendet werden, um die beanspruchten Widerstandselemente zu erzeugen. Dementsprechend bieten die neuen Widerstände, die hierin beschrieben sind, zahlreiche Vorteile gegenüber bekannten Widerstandsstrukturen an, unter besonderer Bezugnahme auf jene, die aus Tantal-Aluminium-Mischungen („TaAl“) und/oder Tantal-Nitrid („Ta<sub>2</sub>N“) hergestellt sind. Der Ausdruck „thermischer Tintenstrahldruckkopf“, wie er hierin verwendet wird, soll umfassend erdacht sein, um ohne Einschränkung einen beliebigen Druckkopftyp zu umfassen, der zumindest einen Heizwiderstand in demselben aufweist, der verwendet wird, um Tintenmaterialien thermisch zu erregen, zur Lieferung zu einem Druckmedienmaterial (Papier, Metall, Kunststoff und ähnlichem). Diesbezüglich soll die Erfindung nicht auf bestimmte Entwürfe thermischer Tintenstrahldruckköpfe und Widerstands-Formen/-Konfigurationen beschränkt sein, wobei viele unterschiedliche Strukturen und interne Komponentenarrangements möglich sind, vorausgesetzt, dass sie die oben erwähnten Widerstandsstrukturen umfassen, die Tinte nach Bedarf unter Verwendung thermischer Prozesse ausstoßen.

**[0054]** Auf ähnliche Weise, wie vorangehend erwähnt wurde, ist der beanspruchte Druckkopf potentiell an viele unterschiedliche Tintenliefersysteme anwendbar, einschließlich (1) An-Bord-Kassetten-Typ-Einheiten mit einem unabhängigen Tintenvorrat in denselben, der wirksam mit dem Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation mit demselben ist; und (2) „Außerachsen“-Einheiten, die einen entfernt positionierten Tintenaufnahmebehälter verwenden, der wirksam mit dem Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation mit demselben ist, unter Verwendung von einem oder mehreren Fluidübertragungskanälen. Der Druckkopf der vorliegenden Erfindung soll daher nicht als „systemspezifisch“ relativ zu den Tintenspeichervorrichtungen betrachtet werden, die demselben zugeordnet sind. Um ein klares und vollständiges Verständnis der Erfindung bereitzustellen, wird die nachfolgende detaillierte Be-

schreibung in vier Abschnitte unterteilt, nämlich, (1) „A. Eine allgemeine Übersicht der thermischen Tintenstrahltechnik“; (2) „B. Eine allgemeine Prüfung der Widerstandselemente und der zugeordneten Strukturen innerhalb des Druckkopfs“; (3) „C. Die neuen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung“; und (4) „D. Tintenliefersysteme, die den neuen Druckkopf und die Herstellungsverfahren verwenden, die demselben zugeordnet sind“.

#### A. Eine allgemeine Übersicht der thermischen Tintenstrahltechnik

**[0055]** Die vorliegende Erfindung ist wiederum an eine große Vielzahl von Tintenliefersystemen anwendbar, die folgendes umfassen: (1) einen Druckkopf; (2) zumindest einen Heizwiderstand, der dem Druckkopf zugeordnet ist; und (3) einen Tintenaufnahmebehälter mit einem Tintenvorrat in demselben, der wirksam mit dem Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation ist. Der Tintenaufnahmebehälter kann direkt an den Druckkopf angebracht oder entfernt mit demselben in einem „außeraxialen“ System verbunden sein, wie vorangehend erörtert wurde, unter Verwendung von einem oder mehreren Tintenübertragungskanälen. Die Phrase „wirksam zugeordnet“, wie sie für den Druckkopf und den Tintenaufnahmebehälter gilt, soll beide diese Varianten und entsprechende Strukturen umfassen.

**[0056]** Um ein umfassendes Verständnis der beanspruchten Erfindung zu ermöglichen, wird nun eine Übersicht über die thermische Tintenstrahltechnik bereitgestellt. Ein darstellendes Tintenliefersystem in der Form einer thermischen Tintenstrahlkassetteneinheit ist in [Fig. 1](#) bei Bezugszeichen **10** dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Kassette **10** hierin zu Beispielzwecken dargestellt ist, und nicht einschränkend ist. Die Kassette **10** ist in einem schematischen Format in [Fig. 1](#) gezeigt, wobei detailliertere Informationen betreffend die Kassette **10** und ihre verschiedenen Merkmale (sowie ähnliche Systeme) 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, Band 39, Nr. 4 (August 1988) vorgesehen sind, wobei alle derselben hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind.

**[0057]** Weiterhin Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) umfasst die Kassette **10** zuerst einen Tintenaufnahmebehälter **11** in der Form eines Gehäuses **12**. Wie oben erwähnt wurde, soll das Gehäuse **12** die Tintenspeicherungseinheit der Erfindung bilden, wobei die Ausdrücke „Tintenaufnahmeeinheit“, „Tintenspeicherungseinheit“, „Gehäuse“, „Behälter“, und „Tank“ alle als gleichwertig vom Standpunkt der Funktion und Struktur betrachtet werden. Das Gehäuse **12** weist ferner eine obere Wand **16**, eine untere Wand **18**, eine erste Seitenplatte **20** und eine zweite Seitenplatte **22** auf. Bei dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#)

sind die obere Wand **16** und die untere Wand **18** im Wesentlichen parallel zueinander. Auf ähnliche Weise sind die erste Seitenplatte **20** und die zweite Seitenplatte **22** ebenfalls im Wesentlichen parallel zueinander.

**[0058]** Das Gehäuse **12** umfasst zusätzlich eine vordere Wand **24** und eine hintere Wand **26**, die optimal parallel zu der vorderen Wand **24** ist, wie dargestellt ist. Umgeben von der vorderen Wand **24**, der hinteren Wand **26**, der oberen Wand **16**, der unteren Wand **18**, der ersten Seitenplatte **20** und der zweiten Seitenplatte **22** ist eine innere Kammer oder ein Fach **30** innerhalb des Gehäuses **12** (gezeigt in gestrichelten Linien in [Fig. 1](#)), das entworfen ist, um einen Vorrat einer Tintenzusammensetzung **32** in demselben zu halten, die entweder in einer unbeschränkten (z. B. „freifließenden“) Form ist oder in einer multizellularen Schaum-Typ-Struktur gehalten wird. Viele unterschiedliche Materialien können in Verbindung mit der Tintenzusammensetzung **32** ohne Einschränkung verwendet werden. Die beanspruchte Erfindung ist daher nicht „tintenspezifisch“. Die Tintenzusammensetzungen enthalten erstens zumindest einen Färbungs-Agenten, Diese Erfindung soll wiederum nicht auf bestimmte Färbungs-Agenten oder Mischungen derselben beschränkt sein. Während viele unterschiedliche Materialien in dem Ausdruck „Färbungs-Agent“ umfasst sein können, konzentriert sich diese Erörterung sowohl auf farbige als auf Schwarz-Farbstoff-Produkte. Exemplarische schwarze Farbstoffe, die geeignet zur Verwendung bei den Tintenzusammensetzungen von Interesse sind, sind aufgelistet in dem U.S.-Patent Nr. 4,963,189 an Hindagolla, das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist. Darstellende farbige Farbstoffmaterialien werden beschrieben in dem Color Index (Farb-Index), Band 4, dritte Ausgabe, veröffentlicht durch die Society of Dyers and Colourists, Yorkshire, England (1971), der ebenfalls hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist und ein Standardtext ist, der in der Technik bekannt ist. Exemplarische chemische Farbstoffe, die in dem Color Index aufgelistet sind, der oben erwähnt wurde, die geeignet zur Verwendung hierin sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf die nachfolgenden 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 73, 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. Re-

active Red 180, C.I. Reactive Blue 79, C.I. Reactive Blue 216, C.I. Reactive Blue 227, C.I. Reactive Black 5, C.I.

**[0059]** 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. Basis Blue 154, C.I. Basis Red 14, C.I. Basis Red 46, C.I. Basis Red 51, C.I. Basis Black 11, und Mischungen derselben. Diese Materialien sind handelsüblich erhältlich aus vielen Quellen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die Sandoz Corporation of East Hanover, NJ (USA), Ciba-Geigy of Ardsley, NY (USA), und anderen.

**[0060]** Der Ausdruck „Färbungs-Agent“ soll ebenfalls Pigmentdispersionen einschließen, die in der Technik bekannt sind, die im Wesentlichen ein wasserunlösliches Farbmittel umfassen (nämlich ein Pigment), das löslich gemacht wird durch Zuordnung zu einem Dispersionsmittel (z. B. einer Acrylverbindung). Spezifische Pigmente, die verwendet werden können, um Pigmentdispersionen zu erzeugen, sind in der Technik bekannt, und die vorliegende Erfindung soll diesbezüglich nicht auf bestimmte chemische Zusammensetzungen beschränkt sein. Beispiele solcher Pigmente umfassen die nachfolgenden Verbindungen, die aufgelistet sind in dem oben erwähnten Color Index: C.I. Pigment Black 7, C.I. Pigment Blue 15, und C.I. Pigment Red 2. Dispersant-Materialien, die geeignet für eine Kombination mit diesen und anderen Pigmenten sind, umfassen Monomere und Polymere, die ebenfalls in der Technik bekannt sind. Ein exemplarisches, handelsübliches Dispersant besteht aus einem Produkt, verkauft von W.R. Grace and Co. of Lexington, MA (USA) unter dem Markenzeichen DAXAD. Bei einem bevorzugten und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel enthalten die Tintenzusammensetzungen von Interesse ungefähr 2 – 7 Gew.-% Färbungs-Agenten insgesamt in denselben (egal ob einzelne Färbungs-Agenten oder kombinierte Färbungs-Agenten verwendet werden). Die Menge an Färbungs-Agent jedoch, die verwendet werden soll, kann nach Bedarf variiert werden, abhängig von dem letztendlichen Zweck, für den die Tintenzusammensetzung vorgesehen ist, und den anderen Bestandteilen in der Tinte.

**[0061]** Die Tintenzusammensetzungen, die zur Verwendung bei dieser Erfindung geeignet sind, umfassen ebenfalls einen Tinten-„Träger“, der im Wesentlichen als ein Trägermedium und Hauptlösungsmittel für die anderen Tintenkomponenten dient. Viele unterschiedliche Materialien können als der Tintenträger verwendet werden, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Produkte zu diesem Zweck beschränkt ist. Ein bevorzugter Tintenträger besteht aus Wasser kombiniert mit anderen Bestandteilen (z. B. organischen Lösungsmitteln und ähnlichem). Diese organischen Lösungsmittel umfassen, sind jedoch

nicht beschränkt auf 2-Pyrrolidon, 1,5-Pentandiol, N-Methyl-Pyrrolidon, 2-Propanol, ethoxyliertes Glycerol, 2-Ethyl-2-Hydroxymethyl-1,3-Propandiol, Cyclohexanol, und andere, die in der Technik für Lösungsmittel- und/oder Benetzungsmittel-Zwecke bekannt sind. Alle diese Verbindungen werden bei verschiedenen Kombinationen verwendet, wie durch Vorab-Pilotstudien an den betreffenden Tintenzusammensetzungen bestimmt wurde. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthalten die Tintenformeln jedoch ungefähr 70 – 80 Gew.-% insgesamt kombinierten Tintenträger, wobei zumindest ungefähr 30 Gew.-% des Gesamttintenträgers üblicherweise aus Wasser bestehen (wobei der Rest eines der oben aufgelisteten organischen Lösungsmittel allein oder in Kombination aufweist). Ein exemplarischer Tintenträger enthält ungefähr 60 – 80 Gew.-% Wasser und ungefähr 10 – 30 Gew.-% von einem oder mehreren organischen Lösungsmitteln.

**[0062]** Die Tintenzusammensetzungen können ebenfalls eine Anzahl von optionalen Bestandteilen in variierenden Mengen umfassen. Zum Beispiel kann ein optionales Biozid hinzugefügt werden, um ein mikrobielles Wachstum in dem Endtintenprodukt zu verhindern. Beispielhafte Biozide, die für diesen Zweck geeignet sind, umfassen proprietäre Produkte, die unter dem Warenzeichen PROXEL GXL von Imperial Chemical Industries in Manchester, England; UCARCID von Union Carbide in Danbury, CT (USA); und NUOSEPT von Huls America, Inc., in Piscataway, NJ (USA) verkauft werden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, wenn ein Biozid verwendet wird, umfasst die Endtintenzusammensetzung üblicherweise ungefähr 0,05 – 0,5 Gew.-% Biozid, wobei ungefähr 0,30 Gew.-% bevorzugt sind.

**[0063]** Ein anderer optionaler Bestandteil, der bei den Tintenzusammensetzungen verwendet werden soll, umfasst einen oder mehrere Puffer-Agenten. Die Verwendung eines ausgewählten Puffer-Agenten oder mehrerer (kombinierter) Puffer-Agenten ist entworfen, um den pH-Wert der Tintenformeln, falls nötig und erwünscht, zu stabilisieren. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der optimale pH-Wert der Tintenzusammensetzungen im Bereich von ungefähr 4 – 9. Exemplarische Puffer-Agenten, die zu diesem Zweck geeignet sind, umfassen Natrium-Borat, Borsäure und Phosphat-Puffermaterialien, die in der Technik zur pH-Steuerung bekannt sind. Die Auswahl von bestimmten Puffer-Agenten und der Menge an Puffer-Agenten, die verwendet werden soll, (sowie die Entscheidung zum Verwenden von Puffer-Agenten allgemein) wird gemäß Vorab-Pilotstudien an den bestimmten betreffenden Tintenzusammensetzungen bestimmt. Zusätzliche Bestandteile (z. B. oberflächenwirksame Mittel) können ebenfalls wenn nötig in den Tintenzusammensetzungen enthalten sein. Wiederum können viele andere Tintenmaterialien als die Tintenzusammensetzung **32** verwendet werden,

einschließlich jener, die in dem U.S.-Patent Nr. 5,185,034 umfasst sind, das hierin ebenfalls durch Bezugnahme aufgenommen ist.

**[0064]** Bezug nehmend zurück auf [Fig. 1](#) umfasst die vordere Wand **24** ebenfalls eine extern positionierte, sich nach außen erstreckende Druckkopf-Stützstruktur **34**, die einen im Wesentlichen rechteckigen, mittleren Hohlraum **50** aufweist. Der mittlere Hohlraum **50** umfasst eine Bodenwand **52**, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, mit einem Tintenauslasstor **54** in derselben. Das Tintenauslasstor **54** verläuft vollständig durch das Gehäuse **12** und kommuniziert folglich mit dem Fach **30** innerhalb des Gehäuses **12**, so dass Tintenmaterialien nach außen aus dem Fach **30** durch das Tintenauslasstor **54** fließen können. Ebenfalls ist in dem mittleren Hohlraum **50** ein rechteckiger, sich nach oben erstreckender Befestigungsrahmen **56** positioniert, dessen Funktion nachfolgend erörtert wird. Wie schematisch in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist der Befestigungsrahmen **56** im Wesentlichen horizontal (fluchtend) zu der vorderen Fläche **60** der Druckkopf-Stützstruktur **34**. Der Befestigungsrahmen **56** umfasst genauer gesagt duale, längliche Seitenwände **62**, **64**.

**[0065]** Weiterhin Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) ist fest gesichert an dem Gehäuse **12** der Tintenkasette **10** (z. B. angebracht an die sich nach außen erstreckende Druckkopf-Stützstruktur **34**) ein Druckkopf, allgemein bezeichnet in [Fig. 1](#) bei Bezugszeichen **80**, vorgesehen. Während die neuen Merkmale des Druckkopfs **80** in dem nächsten Abschnitt spezifisch erörtert werden, wird nun ein kurzer Überblick des Druckkopfs **80** zum Zweck von Hintergrundinformationen geliefert. Gemäß der herkömmlichen Terminologie weist der Druckkopf **80** tatsächlich zwei Hauptkomponenten auf, die fest miteinander befestigt sind (wobei bestimmte Teilkomponenten zwischen denselben positioniert sind, die ebenfalls von wesentlicher Bedeutung sind). Die erste Hauptkomponente, die zum Herstellen des Druckkopfs **80** verwendet wird, besteht aus einem Substrat **82** (das als eine „Stützstruktur“ für die Widerstandselemente dient, wie nachfolgend weiter erörtert wird). Das Substrat **82** ist vorzugsweise aus einer Anzahl von Materialien hergestellt, die ohne Einschränkung Silizium [Si], Silizium-Nitrid [SiN] mit einer Schicht aus Silizium-Karbid [SiC] auf derselben, Aluminium-Oxid [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>], verschiedene Metalle (z. B. elementares Aluminium [Al]) und ähnliches umfassen. An der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82** bei dem herkömmlichen Druckkopf **80** aus [Fig. 1](#) wird unter Verwendung von standardmäßigen Dünnschichtherstellungstechniken zumindest einer und vorzugsweise eine Mehrzahl von individuell mit Energie versorgbaren Dünnschichtwiderständen **86** befestigt (hierin ebenfalls bezeichnet als „Widerstandselemente“), die als „Tintenausstoßeinrichtungen“ funktionieren. Alternativ können die Widerstände **86** an zumindest einer isolierenden Schicht

angebracht sein, die vorab auf dem Substrat **82** gebildet wurde, wie in dem nächsten Abschnitt (Abschnitt „B“) erörtert wird und in [Fig. 4](#) dargestellt ist. Der Klarheit und Einfachheit dieses Abschnitts der gegenwärtigen Erörterung halber jedoch sind die Widerstände **86** direkt auf dem Substrat **82** in [Fig. 1](#) gezeigt.

**[0066]** Gemäß einer herkömmlichen thermischen Tintenstrahltechnik sind die Widerstände **86** üblicherweise aus einer bekannten Mischung aus elementarem Tantal [Ta] und elementarem Aluminium [Al] („TaAl“) hergestellt, einer Kombination aus elementarem [Ta] und Stickstoff [N], um Tantal-Nitrid („Ta<sub>2</sub>N“) zu erzeugen, oder anderen vergleichbaren Materialien. Wie in dem Abschnitt „C“ unten angezeigt wird, umfasst die vorliegende Erfindung die Verwendung von neuen Widerstands-Strukturen und -Materialien, die jene ersetzen, die aus TaAl und Ta<sub>2</sub>N hergestellt sind (oder anderen bekannten thermischen Tintenstrahlwiderstandszusammensetzungen). Die Widerstandselemente, die hierin beansprucht werden, sind aus spezialisierten Materialien hergestellt, die viele wichtige Vorteile anbieten, einschließlich einem reduzierten Stromverbrauch (der zu einem vorteilhafteren/kühleren internen Temperaturprofil führt), der Fähigkeit zur Verwendung von kostengünstigeren Leistungsversorgungen und einem höheren Gesamtpegel an Zuverlässigkeit, Langlebigkeit, Stabilität und Betriebseffizienz. Alle diese Vorteile und die Art und Weise, auf die sie erreicht werden, werden in dem Abschnitt „C“ ausgeführt.

**[0067]** Nur eine geringe Anzahl von Widerständen **86** ist in der schematischen Darstellung aus [Fig. 1](#) gezeigt, wobei die Widerstände **86** der Klarheit halber in einem vergrößerten Format vorgelegt werden. Eine Anzahl von wichtigen Materialschichten kann auf ähnliche Weise über und unter den Widerständen **86** vorhanden sein, was vollständig in dem Abschnitt „B“ beschrieben wird. Ferner wird auf der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82** unter Verwendung von standardmäßigen, photolithographischen Dünnschichttechniken eine Mehrzahl von metallischen, leitfähigen Spuren **90** üblicherweise hergestellt aus Gold [Au] und/oder Aluminium [Al] bereitgestellt (hierin ebenfalls bezeichnet als „Bus-Bauglieder“, „längliche, leitfähige Schaltungselemente“, „Verbindungsstrukturen“, oder einfach „Schaltungselemente“), die elektrisch mit den Widerständen **86** kommunizieren. Die Schaltungselemente **90** kommunizieren auf ähnliche Weise mit mehreren metallischen anschlussflächen-ähnlichen Kontaktregionen **92**, die an den Enden **94**, **95** des Substrats **82** auf der oberen Oberfläche **84** positioniert sind, die aus den selben Materialien hergestellt sein können wie die oben identifizierten Schaltungselemente **90**. Die Funktion all dieser Komponenten, die in Kombination kollektiv hierin als „Widerstandsanordnung“ **96** bezeichnet werden, wird nachfolgend weiter zusammengefasst. Es sollte je-



doch darauf hingewiesen werden, dass nur eine geringe Anzahl von Schaltungselementen **90** in der schematischen Darstellung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist, die wiederum in vergrößertem Format der Klarheit halber präsentiert wird. Auf ähnliche Weise, während die Widerstände **86** schematisch in einem vereinfachten „quadratischen“ Format in allen beiliegenden Zeichnungen gezeigt sind, wird darauf hingewiesen, dass sie in vielen unterschiedlichen Formen, Größen und Entwürfen konfiguriert sein können, die von jenen reichen, die in [Fig. 1](#) präsentiert sind, bis zu „gespaltenen“, länglichen und/oder „schlangen-ähnlichen“ Strukturen. Diese Konfigurationsdiversität soll an die Widerstände der vorliegenden Erfindung anwendbar sein, die, wie vorangehend erwähnt wurde, ausführlich in dem nächsten Abschnitt erörtert werden.

**[0068]** Viele unterschiedliche Materialien und Entwurfskonfigurationen können verwendet werden, um die Widerstandsanordnung **96** aufzubauen, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf bestimmte Elemente, Materialien und Strukturen zu diesem Zweck eingeschränkt ist, außer dies wird anderweitig hierin angezeigt (z. B. siehe Abschnitt „C“). Bei einem bevorzugten, darstellenden und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel jedoch ist die Widerstandsanordnung **96** ungefähr 0,5 Zoll lang und enthält auf ähnliche Weise ungefähr 300 Widerstände **86**, wodurch eine Auflösung von ungefähr 600 Punkten pro Zoll („DPI“; DPI = dots per inch) ermöglicht wird. Diese Werte können auf eine nicht einschränkende Weise abgeändert werden, wobei die neuen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung, die aus einer oder mehreren Metall-Silizium-Nitrid-Verbindungen hergestellt sind, die Herstellung eines Systems ermöglichen, das ungefähr 600 – 1.200 Widerstände auf dem Druckkopf aufweist, wobei eine Druckauflösung von ungefähr 1.200 dpi (z. B. „wahr“ 1.200 dpi oder zumindest zwei oder mehr Zeilen aus 600-dpi-Widerständen, eingestellt bei einem 1.200-dpi-Abstand) ermöglicht wird. Das Substrat **82**, das die Widerstände **86** auf demselben enthält, weist vorzugsweise eine Breite „W“ ([Fig. 1](#)) auf, die geringer ist als die Distanz „D“ zwischen den Seitenwänden **62**, **64** des Befestigungsrahmens **56**. Folglich sind die Tintenflussdurchgänge an beiden Seiten des Substrats **82** so gebildet, dass Tinte, die aus dem Tintenauslassstor **54** in dem mittleren Hohlraum **50** fließt, schließlich in Kontakt mit den Widerständen **86** kommen kann. Es sollte ebenfalls darauf hingewiesen werden, dass das Substrat **82** wiederum eine Anzahl anderer Komponenten auf demselben umfassen kann (nicht gezeigt), abhängig von dem Typ der Tintenkasette **10**, die betrachtet wird. Zum Beispiel kann das Substrat **82** auf ähnliche Weise eine Mehrzahl von Logik-Transistoren zum präzisen Steuern des Betriebs der Widerstände **86** aufweisen, sowie einen „Demultiplexer“ einer herkömmlichen Konfiguration, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 erörtert

wird. Der Demultiplexer wird verwendet, um eingehende, gemultiplexte Signale zu demultiplexen und nachfolgend diese Signale zu den verschiedenen Widerständen **86** zu verteilen. Die Verwendung eines Demultiplexers zu diesem Zweck ermöglicht eine Reduzierung der Komplexität und Quantität der Schaltungsanordnung (z. B.

**[0069]** Kontaktregionen **92** und Schaltungselemente **90**), die auf dem Substrat **82** gebildet ist.

**[0070]** Sicher angebracht an dem Substrat **82** (mit den Widerständen **86** und einer Anzahl von dazwischenliegenden Materialsichten zwischen denselben, die eine Tintenbarriereschicht umfassen, wie in dem nächsten Abschnitt ausgeführt wird), ist die zweite Hauptkomponente des Druckkopfs **80**. Genauer gesagt ist eine Öffnungsplatte **104** vorgesehen, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, die verwendet wird, um die ausgewählten Tintenzusammensetzungen zu einem bestimmten Druckmedienmaterial zu verteilen (z. B. Papier). Im Allgemeinen besteht die Öffnungsplatte **104** aus einem Plattenbauglied **106** (schematisch dargestellt in [Fig. 1](#)), das aus einer oder mehreren Metallzusammensetzungen hergestellt ist (z. B. goldplattiertem Nickel [Ni] und ähnlichem). Bei einem typischen und nicht einschränkenden, darstellenden Ausführungsbeispiel weist die Öffnungsplatte **104** eine Länge „L“ von ungefähr 5 – 30 mm und eine Breite „W<sub>1</sub>“ von ungefähr 3 – 15 mm auf. Die beanspruchte Erfindung soll jedoch nicht auf bestimmte Öffnungsplattenparameter eingeschränkt sein, außer dies ist hierin anderweitig angegeben.

**[0071]** Die Öffnungsplatte **104** weist ferner zumindest ein und vorzugsweise eine Mehrzahl von Löchern (nämlich „Öffnungen“) durch dieselbe auf, die bei Bezugszeichen **108** bezeichnet sind. Diese Öffnungen **108** sind in vergrößertem Format in [Fig. 1](#) gezeigt. Jede Öffnung **108** bei einem darstellenden Ausführungsbeispiel weist einen Durchmesser von ungefähr 0,01 – 0,05 mm auf. Bei dem fertiggestellten Druckkopf **80** sind alle der oben aufgelisteten Komponenten so angeordnet, dass jede Öffnung **108** teilweise oder (vorzugsweise) vollständig in axialer Ausrichtung (z. B. in wesentlicher „Registrierung“) mit zumindest einem der Widerstände **86** auf dem Substrat **82** vorliegt, und umgekehrt. Folglich verursacht die Versorgung eines gegebenen Widerstands **86** mit Energie einen Tintenausstoß durch die gewünschte Öffnung **108**. Die beanspruchte Erfindung soll nicht auf eine bestimmte Größe, Form oder Abmessungs-Charakteristika in Verbindung mit der Öffnungsplatte **104** eingeschränkt sein und soll auf ähnliche Weise nicht auf eine Anzahl oder Anordnung von Öffnungen **108** beschränkt sein. Bei einem exemplarischen Ausführungsbeispiel, wie in [Fig. 1](#) vorgelegt ist, sind die Öffnungen **108** in zwei Zeilen **110**, **112** auf dem Plattenbauglied **106** angeordnet, das der Öffnungsplatte **104** zugeordnet ist. Wenn diese

Anordnung von Öffnungen **108** eingesetzt wird, werden die Widerstände **86** auf der Widerstandsanordnung **96** (z. B. dem Substrat **82**) ebenfalls in zwei entsprechenden Zeilen **114**, **116** angeordnet, so dass die Zeilen **114**, **116** der Widerstände **86** im Wesentlichen mit den Zeilen **110**, **112** der Öffnungen **108** ausgerichtet sind. Weitere allgemeine Informationen, die diesen Typ des metallischen Öffnungsplattensystems betreffen, sind vorgesehen z. B. in dem U.S.-Patent Nr. 4,500,895 an Buck u. a., das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.

**[0072]** Es sollte ebenfalls für Hintergrundzwecke darauf hingewiesen werden, dass zusätzlich zu den Systemen, die oben erörtert wurden, die Metallöffnungsplatten umfassen, alternative Druckereinheiten effektiv Öffnungsplattenstrukturen verwendet haben, die auf nicht-metallischen, organischen Polymer-Zusammensetzungen aufgebaut sind. Diese Strukturen weisen üblicherweise eine darstellende und nicht einschränkende Dicke von ungefähr 1,0 – 2,0 mm auf. In diesem Kontext umfasst der Ausdruck „nicht-metallisch“ ein Produkt, das keine elementaren Metalle, Metalllegierungen oder Metall-Amalgame/Mischungen enthält. Die Phrase „organisches Polymer“, egal ob sie in dem Abschnitt „Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele“ verwendet wird, soll eine langkettige kohlenstoff-enhaltende Struktur von sich wiederholenden chemischen Teileinheiten aufweisen. Eine Anzahl von unterschiedlichen Polymer-Zusammensetzungen kann zu diesem Zweck verwendet werden. Zum Beispiel können nicht-metallische Öffnungsplattenbauglieder aus den folgenden Zusammensetzungen hergestellt werden: Polytetrafluorethylen (z. B. Teflon®), Polyimid, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polyester, Polyamid, Polyethylen-Terephthalat oder Mischungen derselben. Auf ähnliche Weise ist ein repräsentatives, handelsübliches organisches Polymer (z. B. auf Polyimid-Basis) eine Zusammensetzung, die geeignet zum Aufbau eines nicht-metallischen, organischen, polymerbasierten Öffnungsplattenbauglieds in einem thermischen Tintenstrahldrucksystem ist, ein Produkt, das unter dem Warenzeichen „KAPTON“ von E.I. du Pont de Nemours & Company of Wilmington, DE (USA) verkauft wird. Weitere Daten im Hinblick auf die Verwendung von nichtmetallischen, organischen Polymer-Öffnungsplatten-Systemen ist in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 vorgesehen (das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist). Auf ähnliche Weise können andere Öffnungsstrukturen ebenfalls zusätzlich zu jenen verwendet werden, die in diesem Abschnitt ausgeführt sind, einschließlich jenen, die die Druckkopfbarriereschicht als die Öffnungsstruktur verwenden. Bei einem solchen Ausführungsbeispiel würde die Barriereschicht eine Schicht aus einem Material bilden, die zumindest eine Öffnung in derselben aufweist, die effektiv als eine Öffnung-Platte/-Struktur funktionieren würde, wie in dem nächsten Abschnitt erörtert wird.

**[0073]** Weiterhin Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) ist auf ähnliche Weise ein flexibles Film-Typ-Schaltungsbauglied **118** in Verbindung mit der Kassette **10** vorgesehen, die entworfen ist, um sich um die sich nach außen erstreckende Druckkopfstützstruktur **34** „zu wickeln“, in der fertigen Tintenkassette **10**. Viele unterschiedliche Materialien können verwendet werden, um das Schaltungsbauglied **118** herzustellen, wobei nicht einschränkende Beispiele Polytetrafluorethylen (z. B. Teflon®), Polyimid, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polyester, Polyamid, Polyethylen-Terephthalat oder Mischungen derselben umfassen. Auf ähnliche Weise ist eine repräsentative, handelsübliche, organische Polymer- (z. B. polyimid-basierte) Zusammensetzung, die geeignet zum Aufbau des flexiblen Schaltungsbauglieds **118** ist, ein Produkt, das unter dem Warenzeichen „KAPTON“ von E.I. du Pont de Nemours & Company of Wilmington, DE (USA) verkauft wird, wie vorangehend erwähnt wurde. Das flexible Schaltungsbauglied **118** ist an der Druckkopfstützstruktur **34** durch eine Haftmitelanbringung unter Verwendung herkömmlicher haftender Materialien gesichert (z. B. Epoxydharz-Zusammensetzungen, die in der Technik zu diesem Zweck bekannt sind). Das flexible Schaltungsbauglied **118** ermöglicht, dass elektrische Signale zu und von der Druckereinheit zu den Widerständen **86** auf dem Substrat **82** geliefert und übertragen werden, wie nachfolgend erörtert wird. Das flexible Film-Typ-Schaltungsbauglied **118** umfasst ferner eine obere Oberfläche **120** und eine untere Oberfläche **122** ([Fig. 1](#)). Auf der unteren Oberfläche **122** des Schaltungsbauglieds **118** und in gestrichelten Linien in [Fig. 1](#) gezeigt ist eine Mehrzahl von metallischen (z. B. goldplattiertes Kupfer) Schaltungsspuren **124**, die auf die untere Oberfläche **122** unter Verwendung von bekannten Metallaufbringungs- und photolithographischen Techniken aufgebracht sind. Viele unterschiedliche Schaltungsspurstrukturen können auf der unteren Oberfläche **122** des flexiblen Schaltungsbauglieds **118** eingesetzt werden, wobei die spezifische Struktur von dem bestimmten Typ der Tintenkassette und dem betrachteten Drucksystem abhängt. Ferner ist an Position **126** auf der oberen Oberfläche **120** des Schaltungsbauglieds **118** eine Mehrzahl von metallischen (z. B. goldplattiertes Kupfer) Kontaktanschlussflächen **130** vorgesehen. Die Kontaktanschlussflächen **130** kommunizieren mit den darunter liegenden Schaltungsspuren **124** auf der unteren Oberfläche **122** des Schaltungsbauglieds **118** über Öffnungen oder „Durchkontaktierungen“ (nicht gezeigt) durch das Schaltungsbauglied **118**. Während der Verwendung der Tintenkassette **10** in einer Druckereinheit, kommen die Anschlussflächen **130** in Kontakt mit entsprechenden Druckerelektroden, um elektrische Steuerungssignale oder „Impulse“ von der Druckereinheit zu den Kontaktanschlussflächen **130** und Spuren **124** auf dem Schaltungsbauglied **118** zur letztendlichen Lieferung zu der Widerstandsanordnung **96** zu übertragen. Eine elektrische

Kommunikation zwischen der Widerstandsanordnung **96** und dem flexiblen Schaltungsbauglied **118** wird nachfolgend erneut ausgeführt.

**[0074]** Innerhalb der Mittelregion **132** des flexiblen Film-Typ-Schaltungsbauglieds **118** ist ein Fenster **134** positioniert, das dimensioniert ist, um die Öffnungsplatte **104** in demselben aufzunehmen. Wie schematisch in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst das Fenster **134** eine obere longitudinale Kante **136** und eine untere longitudinale Kante **138**. Teilweise positioniert innerhalb des Fensters **134** an der oberen und unteren longitudinalen Kante **136**, **138** sind strahlartige Anschlussleitungen **140**, die bei einem darstellenden Ausführungsbeispiel goldplattiertes Kupfer sind und die Abschlussenden (z. B. die Enden gegenüberliegend zu den Kontaktanschlussflächen **130**) der Schaltungsspuren **124** bilden, positioniert auf der unteren Oberfläche **122** des flexiblen Schaltungsbauglieds **118**. Die Anschlussflächen **140** sind für eine elektrische Verbindung durch Löten, Thermokompressionsbonden und ähnliches mit den Kontaktregionen **92** auf der oberen Oberfläche **84** des Substrats **82** entworfen, das der Widerstandsanordnung **96** zugeordnet ist. Folglich wird eine elektrische Kommunikation von den Kontaktanschlussflächen **130** zu der Widerstandsanordnung **96** über die Schaltungsspuren **124** auf dem flexiblen Schaltungsbauglied **118** eingerichtet. Elektrische Signale oder Impulse von der Druckereinheit können sich dann über die länglichen, leitfähigen Schaltungselemente **90** auf dem Substrat **82** zu den Widerständen **86** bewegen, so dass ein Erwärmen der Widerstände **86** (Versorgen mit Energie) nach Bedarf auftreten kann.

**[0075]** Es ist wichtig zu betonen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf den spezifischen Druckkopf **80** beschränkt sein soll, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist und oben erörtert wurde (der in einem abgekürzten, schematischen Format gezeigt ist), wobei viele andere Druckkopffentwürfe ebenfalls geeignet zur Verwendung gemäß der Erfindung sind. Der Druckkopf **80** aus [Fig. 1](#) ist wiederum zu Beispielszwecken vorgesehen und soll die Erfindung in keiner Hinsicht einschränken. Auf ähnliche Weise sollte darauf hingewiesen werden, dass, wenn ein nicht-metallisches, organisches, Polymer-Typ-Öffnungsplattensystem erwünscht ist, die Öffnungsplatte **104** und das flexible Schaltungsbauglied **118** als eine einzelne Einheit hergestellt sein können, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 erörtert wird.

**[0076]** Der letzte Hauptschritt beim Herstellen des fertigen Druckkopfs **80** umfasst eine physische Anbringung der Öffnungsplatte **104** in Position auf den darunter liegenden Abschnitten des Druckkopfs **80** (einschließlich der Tintenbarriereschicht, wie nachfolgend erörtert wird), so dass die Öffnungen **108** in teilweiser oder vollständiger axialer Ausrichtung mit den Widerständen **86** auf dem Substrat **82** sind und um-

gekehrt. Die Anbringung dieser Komponenten kann auf ähnliche Weise durch die Verwendung herkömmlicher Haftmaterialien erreicht werden (z. B. Epoxid- und/oder Cyanacrylat-Haftmittel, die in der Technik zu diesem Zweck bekannt sind), wie nachfolgend detaillierter ausgeführt wird. Auf dieser Stufe ist der Aufbau der Tintenkasette **10** abgeschlossen. Die Tintenzusammensetzung **32** kann dann nach Bedarf zu einem ausgewählten Druckmedienmaterial **150** geliefert werden, um ein gedrucktes Bild **152** auf demselben zu erzeugen. Viele unterschiedliche Zusammensetzungen können in Verbindung mit dem Druckmedienmaterial **150** eingesetzt werden, das Papier, Kunststoff (z. B. Polyethylen-Terephthalat und andere vergleichbare polymere Verbindungen), Metall, Glas und ähnliches umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist. Ferner kann die Kassette **10** in einer geeigneten Druckereinheit **160** ([Fig. 1](#)) eingesetzt oder anderweitig positioniert werden, die elektrische Impulse/Signale zu der Kassetteneinheit **10** liefert, so dass ein Drucken nach Bedarf des Bildes **152** stattfinden kann. Viele unterschiedliche Druckereinheiten können in Verbindung mit den Tintenliefersystemen der beanspruchten Erfindung (einschließlich Kassette **10**) verwendet werden, ohne Einschränkung. Die exemplarischen Druckereinheiten jedoch, die geeignet zur Verwendung mit den Druckköpfen und Tintenliefersystemen der vorliegenden Erfindung sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf jene, die von der Hewlett-Packard Company in Palo Alto, CA (USA) unter den nachfolgenden Produktbezeichnungen hergestellt und verkauft werden: DESKJET 400C, 500C, 540C, 660C, 693C, 820C, 850C, 870C, 1.200C, und 1.600C.

**[0077]** Die Tintenkasette **10**, die oben in Verbindung mit [Fig. 1](#) erörtert wurde, umfasst ein „unabhängiges“ Tintenliefersystem, das einen „An-Bord“-Tintenvorrat umfasst. Die beanspruchte Erfindung kann auf ähnliche Weise mit anderen Systemen verwendet werden, die einen Druckkopf und einen Tintenvorrat verwenden, der in einem Tintenaufnahmebehälter gelagert ist, der entfernt beabstandet aber wirksam verbunden und in Fluidkommunikation mit dem Druckkopf ist. Eine Fluidkommunikation wird üblicherweise erreicht unter Verwendung von einem oder mehreren röhrenförmigen Kanälen. Ein Beispiel eines solchen Systems (das als eine „Außerachsen“-Vorrichtung bekannt ist) ist wiederum offenbart in der gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/869,446 (eingereicht am 6. 5. 97) mit dem Titel „AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS“ (Olsen u. a.) und der gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/873,612 (eingereicht am 6. 11. 97) mit dem Titel „REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN“ (Hauck u. a.), die beide hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind. Wie in [Fig. 2](#) – [Fig. 3](#) dargestellt ist, ist ein re-



präsentatives außeraxiales Tintenliefersystem gezeigt, das einen tank-ähnlichen Tintenaufnahmebehälter **170** umfasst, der für eine entfernte, wirksame Verbindung (vorzugsweise auf einer Gravitations-Zuführ- oder einer anderen vergleichbaren Basis) mit einem ausgewählten thermischen Tintenstrahl Druckkopf entworfen ist. Wiederum sollen die Ausdrücke „Tintenaufnahmeeinheit“, „Tintenspeicherungseinheit“, „Behälter“, „Gehäuse“, und „Tank“ als gleichwertig bei diesem Ausführungsbeispiel betrachtet werden. Der Tintenaufnahmebehälter **170** ist in der Form einer äußeren Hülle oder eines Gehäuses **172** konfiguriert, das einen Hauptkörperabschnitt **174** und ein Plattenbauglied **176** mit einem Einlass-/Auslass-Tor **178** umfasst, das durch dasselbe verläuft ([Fig. 2](#) – [Fig. 3](#)). Während dieses Ausführungsbeispiel nicht auf bestimmte Anordnungsverfahren in Verbindung mit dem Gehäuse **172** beschränkt sein soll, ist das Plattenbauglied **176** optimalerweise als eine separate Struktur von dem Hauptkörperabschnitt **174** hergestellt. Das Plattenbauglied **176** wird nachfolgend an dem Hauptkörperabschnitt **174** gesichert, wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, unter Verwendung bekannter thermischer Schweißprozesse oder herkömmlicher Haftmittel (z. B. Epoxydharz oder Cyanoacrylat-Verbindungen). Das Plattenbauglied **176** soll jedoch bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Teil des Gesamttintenaufnahme-Behälters **170**/-Gehäuses **172** betrachtet werden.

**[0078]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 3](#) weist das Gehäuse **172** ferner eine interne Kammer oder einen Hohlraum **180** in demselben auf, zum Speichern eines Vorrats einer Tintenzusammensetzung **32**. Zusätzlich dazu umfasst das Gehäuse **172** ferner ein sich nach außen erstreckendes röhrenförmiges Bauglied **182**, das durch das Plattenbauglied **176** verläuft und bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel einstückig in demselben gebildet ist. Der Ausdruck „röhrenförmig“, wie er durchgehend in dieser Beschreibung verwendet wird, soll definiert sein, um eine Struktur zu umfassen, die zumindest einen oder mehrere zentrale Durchgänge durch dieselbe umfasst, die durch eine Außenwand umgeben sind. Das röhrenförmige Bauglied **182** lagert in demselben das Einlass-/Auslass-Tor **178** ein, wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, das Zugriff auf den internen Hohlraum **180** innerhalb des Gehäuses **172** liefert.

**[0079]** Das röhrenförmige Bauglied **182**, das in dem Plattenbauglied **176** des Gehäuses **172** positioniert ist, weist einen Außenabschnitt **184** auf, der außerhalb des Gehäuses **172** angeordnet ist, und einen Innenabschnitt **186**, der in der Tintenzusammensetzung **32** in dem internen Hohlraum **180** angeordnet ist ([Fig. 3](#)). Der Außenabschnitt **184** des röhrenförmigen Bauglieds **182** ist wirksam durch Haftmaterialien (z. B. herkömmliches Cyanacrylat oder Epoxydverbindungen), Reibungseingriff und ähnliches an einem röhrenförmigen Tintenübertragungskanal **190**

angebracht, der in dem Tor **178** positioniert ist, wie schematisch in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Bei dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 3](#) umfasst der Tintenübertragungskanal **190** ein erstes Ende **192**, das unter Verwendung der eben aufgelisteten Verfahren an und in dem Tor **178** in dem Außenabschnitt **184** des röhrenförmigen Bauglieds **182** angebracht wird. Der Tintenübertragungskanal **190** umfasst ferner ein zweites Ende **194**, das wirksam und entfernt an einen Druckkopf **196** angebracht ist, der eine Anzahl von unterschiedlichen Entwürfen, Konfigurationen und Systemen umfassen kann, einschließlich jenen, die dem Druckkopf **80** zugeordnet sind, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist, der als gleichwertig zu dem Druckkopf **196** betrachtet werden soll. Alle diese Komponenten sind geeignet in einer ausgewählten Druckereinheit (einschließlich Druckereinheit **160**) an vorbestimmten Orten in derselben befestigt, abhängig von dem Typ, der Größe und der Gesamtkonfiguration des Gesamttintenliefersystems. Es sollte ebenfalls erwähnt werden, dass der Tintenübertragungskanal **190** zumindest eine optionale In-Line-Pumpe eines herkömmlichen Entwurfs (nicht gezeigt) umfassen kann, zum Ermöglichen der Tintenübertragung.

**[0080]** Die Systeme und Komponenten, die in [Fig. 1](#) – [Fig. 4](#) präsentiert werden, sind in ihrem Wesen darstellend. Sie können in der Tat zusätzliche Betriebskomponenten umfassen, abhängig von den bestimmten betrachteten Vorrichtungen. Die Informationen, die oben gegeben sind, sollen die vorliegende Erfindung und ihre verschiedenen Ausführungsbeispiele nicht einschränken oder begrenzen. Statt dessen können die Systeme aus [Fig. 1](#) – [Fig. 4](#) nach Bedarf variiert werden und werden ausschließlich präsentiert, um die Anwendbarkeit der beanspruchten Erfindung an Tintenliefersysteme zu demonstrieren, die viele unterschiedliche Komponentenanordnungen verwenden. Diesbezüglich soll eine Erörterung von bestimmten Tintenliefersystemen, Tintenaufnahmebehältern und verwandten Daten ausschließlich als darstellend betrachtet werden.

B. Eine Prüfung der Widerstandselemente und der zugeordneten Strukturen innerhalb des Druckkopfs

**[0081]** Dieser Abschnitt liefert eine umfassende Erörterung zu Hintergrundinformationszwecken von den internen Abschnitten eines typischen Druckkopfs (einschließlich dem Druckkopf **80**, der oben erörtert wurde), mit besonderer Bezugnahme auf die Heizwiderstände und verwandte Komponenten. Die nachfolgende Beschreibung soll die Erfindung in keiner Weise einschränken und wird ausschließlich zu Beispielszwecken vorgelegt. Auf ähnliche Weise soll wiederum verständlich sein, dass die vorliegende Erfindung potentiell an eine große Vielzahl von unterschiedlichen thermischen Tintenstrahlsystemen und Druckkopfeinheiten anwendbar ist, vorausgesetzt, dass dieselben mindestens eine Stützstruktur und

zumindest ein Widerstandselement auf derselben umfassen, das verwendet wird, um selektiv Tintenzusammensetzungen zur Lieferung zu einem Druckmedienmaterial zu erwärmen.

**[0082]** Bezug nehmend auf [Fig. 4](#) ist ein Abschnitt **198** des Druckkopfs **80** im Querschnitt dargestellt. Zu Referenzzwecken umfasst der Abschnitt **198** die Komponenten und Strukturen, die in der umringten Region **200** umfasst sind, die in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Die Komponenten, die in [Fig. 4](#) dargestellt sind, sind in einer aufgebauten Konfiguration gezeigt. Auf ähnliche Weise soll darauf hingewiesen werden, dass die verschiedenen Schichten, die in [Fig. 4](#) vorgesehen sind, nicht notwendiger Weise maßstabsgetreu gezeichnet sind und der Klarheit halber vergrößert sind. Gemäß der Querschnittsansicht aus [Fig. 4](#) ist ein repräsentativer Widerstand **86** (ebenfalls hierin gekennzeichnet als ein „Widerstandselement“, wie oben definiert wurde) schematisch gezeigt, zusammen mit den verschiedenen Materialschichten, die über und unter dem Widerstand **86** positioniert sind (einschließlich der Öffnungsplatte **104**). Alle diese Strukturen (und die anderen Schichten, die in diesem Abschnitt gezeigt sind) sind auf ähnliche Weise dargestellt und vollständig erklärt (zusammen mit den anwendbaren Konstruktionstechniken) in den nachfolgenden Patenten, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind: U.S.-Patente Nr. 4,535,343 an Wright u. a.; 4,616,408 an Lloyd; und 5,122,812 an Hess u. a. Der Klarheit halber jedoch, und um eine vollständig mögliche Offenbarung zu liefern, werden die folgenden zusätzlichen Informationen nun präsentiert.

**[0083]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) umfasst der Druckkopf **80** (nämlich Abschnitt **198**) zuerst ein Substrat **202**, das optimalerweise aus elementarem Silizium [Si] hergestellt ist. Das Silizium, das zu diesem Zweck verwendet wird, kann monokristallin, polykristallin oder amorph sein. Andere Materialien können in Verbindung mit dem Substrat **202** ohne Einschränkung verwendet werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Aluminiumoxid [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>], Silizium-Nitrid [SiN] mit einer Schicht Silizium-Karbid [SiC] auf demselben, verschiedene Metalle (z. B. elementares Aluminium [Al]) und ähnliches (zusammen mit den 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 werden, einer Änderung nach Bedarf gemäß einem Routine-Vorab-Testen unterliegen, außer anderweitig angegeben). Die Größe des Substrats **202** kann wesentlich variieren, abhängig von dem Typ des betrachteten Druckkopfsystems. Bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel jedoch (und Bezug nehmend auf [Fig. 1](#)) weist das Substrat **202** eine exemplarische Breite „W“ von

ungefähr 3 – 15 mm und eine Länge „L<sub>1</sub>“ von ungefähr 5 – 40 mm auf. Nebenbei ist das Substrat **202** in [Fig. 4](#) gleichwertig zu dem Substrat **82**, das oben in Abschnitt „A“ erörtert wird, wobei das Substrat **82** in diesem Abschnitt der Klarheit halber neu nummeriert wird.

**[0084]** Als nächstes, positioniert auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202**, ist eine optionale dielektrische Basisschicht **206**, die entworfen ist, um das Substrat **202** elektrisch von dem Widerstand **86** zu isolieren, der in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Der Ausdruck „dielektrisch“, wie er hierin üblicherweise verwendet wird, umfasst ein Material, das ein elektrischer Isolator ist oder bei dem ein elektrisches Feld mit einer minimalen Leistungsableitung beibehalten werden kann.

**[0085]** Bei standardmäßigen, thermischen Tintenstrahlsystemen ist die Basisschicht **206** vorzugsweise aus Silizium-Dioxid (SiO<sub>2</sub>) hergestellt, das, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert wurde, üblicherweise auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** gebildet wurde, als das Substrat **202** aus Silizium [Si] hergestellt wurde. Das Silizium-Dioxid, das verwendet wurde, um die Basisschicht **206** zu bilden, wurde hergestellt durch Erwärmen der oberen Oberfläche **204** auf eine Temperatur von ungefähr 300 – 400°C bei einer Mischung aus Silan, Sauerstoff und Argon. Dieser Prozess wird weiter erörtert in dem U.S.-Patent Nr. 4,513,298 an Scheu, das auf gleiche Weise hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist. Thermische Oxydationsprozesse und andere Basisschicht-Bildungstechniken, die hierin beschrieben sind, die eine chemische Dampfaufbringung (CVD; CVD = chemical vapor deposition), eine plasma-verbesserte chemische Dampfaufbringung (PECVD; PECVD = plasma-enhanced CVD), eine chemische Niedrigdruck-Dampfaufbringung (LPCVD; LPCVD = low-pressure chemical vapor deposition) und Maskierungs-/Bilderzeugungs-Prozesse umfassen, die für eine Schicht-Definition/Bildung verwendet werden, sind in der Technik bekannt und werden in einem Buch beschrieben mit dem Titel Elliott, D.J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229, und 245 – 286, das hierin durch Bezugnahme zu Hintergrundinformationszwecken aufgenommen ist. Bei einem darstellenden und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel weist die Basisschicht **206** (falls verwendet) eine Dicke T<sub>0</sub> ([Fig. 4](#)) von ungefähr 10.000 – 24.000 Å auf, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 ausgeführt ist.

**[0086]** An diesem Punkt wird darauf hingewiesen, dass das Substrat **202** mit der Basisschicht **206** auf demselben kollektiv hierin als eine „Stützstruktur“ **208** bezeichnet wird, wobei der Ausdruck „Stützstruktur“, wie er hierin verwendet wird, (1) das Substrat

**202** selbst, wenn keine Basisschicht **206** verwendet wird; und (2) das Substrat **202** und alle anderen Materialien auf demselben umfasst, die eine Verbundstruktur bilden, auf der die Widerstände **86** vorliegen oder anderweitig positioniert sind. Diesbezüglich soll der Ausdruck „Stützstruktur“ allgemein die Schicht oder Schichten der Materialien umfassen (egal in welcher Form), auf denen die Widerstandselemente platziert sind.

**[0087]** Der Rest der Schichten und Herstellungsstufen, die dem Druckkopf **80** zugeordnet sind, wie er in [Fig. 4](#) dargestellt ist, sind herkömmlich in ihrem Wesen, außer wie nachfolgend angegeben wird (siehe Abschnitt „C“) und wiederum 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 wird. Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wird eine resistive Schicht **210** (hierin ebenfalls gekennzeichnet als eine „Schicht aus resistivem Material“) bereitgestellt, die auf der Stützstruktur **208** positioniert/gebildet ist, nämlich der oberen Oberfläche **212** der Basisschicht **206** oder direkt auf der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202**, wenn die Basisschicht **206** nicht verwendet wird. Diesbezüglich, wenn angegeben wird, dass die resistive Schicht **210**, die Widerstände **86**, die in herkömmlichen Systemen verwendet werden, oder die Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung „positioniert“, „angeordnet“, „platziert“, „orientiert“, „wirksam angebracht“, „gebildet“, und anderweitig an der Stützstruktur **208** gesichert sind, soll dies eine Anzahl von Situationen umfassen. Diese Situationen umfassen jene, in denen (1) die resistive Schicht **210**/Widerstände **86** direkt auf und an der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** gesichert sind, ohne dazwischenliegende Materialschichten zwischen denselben; oder (2) die resistive Schicht **210**/Widerstände **86** durch das Substrat **202** getragen werden, wobei eine oder mehrere dazwischenliegende Materialschichten (z. B. die Basisschicht **206** und alle anderen) trotzdem zwischen dem Substrat **202** und den Widerständen **86**/der resistiven Schicht **210** angeordnet sind. Beide diese Alternativen sollen als gleichwertig und umfasst innerhalb der vorliegenden Ansprüche betrachtet werden. Die resistive Schicht **210** wird herkömmlicherweise verwendet, um die Widerstände in dem System zu erzeugen oder „bilden“ (einschließlich dem Widerstandselement **86**, das in [Fig. 4](#) gezeigt ist), wobei die Schritte, die zu diesem Zweck verwendet werden, nachfolgend in diesem Abschnitt beschrieben werden. Die resistive Schicht **210** (und Widerstandselemente, die aus derselben erzeugt werden, einschließlich dem Widerstand **86**) weist eine Dicke „ $T_1$ “ von ungefähr 250 – 10.000 Å bei einem typischen und herkömmlichen thermischen Tintenstrahl-druckkopf auf.

**[0088]** Eine Anzahl von unterschiedlichen Materialien wurde verwendet, um die resistive Schicht **210** in

Standarddruckkopfsystemen ohne Einschränkung herzustellen. Zum Beispiel, wie vorangehend erwähnt wurde, umfasst eine darstellende Zusammensetzung, die zu diesem Zweck geeignet ist, ist jedoch nicht beschränkt auf, eine Mischung aus elementarem Aluminium [Al] und elementarem Tantal [Ta] (z. B. „TaAl“), die in der Technik zur Dünnschichtwiderstandsherstellung bekannt ist, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert wird. Dieses Material wird üblicherweise durch Sputtern eines gepressten Pulver-Targets aus Aluminium- und Tantal-Pulvern auf die obere Oberfläche **212** der Basisschicht **206** bei dem System aus [Fig. 4](#) gebildet. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht die Endmischung, die wiederum hierin nachfolgend als „TaAl“ bezeichnet wird, aus ungefähr 40 – 60 Atom-% (At.%) Tantal (ungefähr 50 At.% = Optimum) und ungefähr 40 – 60 Atom-% (At.%) Aluminium (ungefähr 50 At.% = Optimum).

**[0089]** Andere Zusammensetzungen, die als resistive Materialien in der resistiven Schicht **210** verwendet wurden, umfassen die nachfolgenden exemplarischen und nicht einschränkenden Substanzen: phosphor-dotiertes, polykristallines Silizium [Si], Tantal-Nitrid [Ta<sub>2</sub>N], Nickel-Chrom [NiCr], Hafnium-Bromid [HfBr<sub>4</sub>], elementares Niobium [Nb], elementares Vanadium [V], elementares Hafnium [Hf], elementares Titan [Ti], elementares Zirkonium [Zr], elementares Yttrium [Y], und Mischungen derselben. Gemäß den Informationen, die nachfolgend in Abschnitt „C“ gegeben werden, ist es ein neues Merkmal der vorliegenden Erfindung, ein Widerstandssystem zu schaffen, das eine deutliche und wesentliche Abweichung von den oben aufgelisteten Materialien, Komponenten und Konfigurationen ist. Wiederum bietet das spezialisierte System, das hierin beschrieben und beansprucht ist, viele Vorteile und Verbesserungen gegenüber jenen, die bei bekannten Druckköpfen verwendet werden, einschließlich reduzierter Stromanforderungen und größerer Langzeitstabilität.

**[0090]** Die resistive Schicht **210** bei einem herkömmlichen, thermischen Tintenstrahl-druckkopf kann in Position angebracht werden, unter Verwendung einer Anzahl von unterschiedlichen Techniken (abhängig von den betrachteten resistiven Materialien) im Bereich von Sputter-Prozessen, bei denen Metallmaterialien umfasst sind, zu den verschiedenen Aufbringungsverfahren (einschließlich chemischer Niedrigdruck-Dampfaufbringungsverfahren [LPCVD-Verfahren]), die oben ausgeführt sind und erörtert werden in Elliott, D.J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229, und 245 – 286, das wiederum hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist. Zum Beispiel, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erwähnt wird, ist die LPCVD-Technik besonders geeignet zur Verwendung beim Aufbringen

von phosphor-dotiertem, polykristallinem Silizium als das resistive Material, das der Schicht **210** zugeordnet ist.

**[0091]** Ein typischer, thermischer Tintenstrahl Druckkopf enthält bis zu ungefähr 300 individuelle Widerstände **86** ([Fig. 1](#)) oder mehr, abhängig von dem Typ und der Gesamtkapazität des Druckkopfs, der erzeugt wird. Die Verwendung der neuen Widerstände **86** jedoch, die der vorliegenden Erfindung zugeordnet sind, kann zu einer Druckkopfstruktur führen, mit bis zu ungefähr 600 – 1.200 Widerständen **86**, falls benötigt und erwünscht. Obwohl die bestimmte Architektur, die den individuellen Widerständen **86** ([Fig. 1](#)) in dem Druckkopf **80** zugeordnet ist, beträchtlich nach Bedarf gemäß dem Typ des betrachteten Tintenliefersystems variiert werden kann, weist ein exemplarischer „quadratischer“ Widerstand **86** (hergestellt aus der resistiven Schicht **210**) eine nicht einschränkende Länge von ungefähr 5 – 100 µm und eine Breite von ungefähr 5 – 100 µm auf. Die beanspruchte Erfindung soll jedoch nicht auf gegebene Abmessungen in Verbindung mit den Widerständen **86** in dem Druckkopf **80** beschränkt sein. Auf ähnliche Weise sollten die Widerstände **86** in der Lage sein, die Tintenzusammensetzung **32** auf eine Temperatur von zumindest ungefähr 300°C oder höher zu erwärmen, abhängig von der bestimmten betrachteten Vorrichtung und dem gelieferten Tintentyp.

**[0092]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wird nun die Bildung eines individuellen Widerstands **86** aus der resistiven Schicht **210** gemäß herkömmlichen, thermischen Tintenstrahlsystemen beschrieben. Genauer gesagt wird eine: leitfähige Schicht **214** auf der oberen Oberfläche **216** der resistiven Schicht **210** positioniert. Die leitfähige Schicht **214**, wie sie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, umfasst Dual-Abschnitte **220**, die voneinander getrennt sind. Die inneren Enden **222** jedes Abschnitts **220** bilden tatsächlich die „Grenzen“ des Widerstands **86**, wie nachfolgend weiter ausgeführt wird. Die leitfähige Schicht **214** (und Abschnitte **220** derselben) wird aus zumindest einem leitfähigen Metall hergesellt, das direkt auf die obere Oberfläche **216** der resistiven Schicht **210** platziert wird, und auf derselben unter Verwendung herkömmlicher photolithographischer, Sputter-, Metallaufbringungs- und anderer bekannter Techniken strukturiert, wie allgemein erörtert wird in Elliott, D. J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229, und 245 – 286. Repräsentative Metalle (und Mischungen derselben), die geeignet zum Herstellen der leitfähigen Schicht **214** sind, werden später in diesem Abschnitt aufgelistet.

**[0093]** Wie vorangehend erwähnt 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 wird) Dual-Abschnitte **220**, die jeweils innere Enden **222** aufweisen. Die Distanz zwischen den inneren Enden **222** definiert die Grenzen, die den Widerstand **86** erzeugen, der in [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist. Genauer gesagt besteht der Widerstand **86** aus dem Abschnitt der resistiven Schicht **210**, die die inneren Enden **222** der Dual-Abschnitte **220** der leitfähigen Schicht **214** umspannt (z. B. dazwischen ist). Die Grenzen des Widerstands **86** sind in [Fig. 4](#) an den gestrichelten vertikalen Linien **224** gezeigt.

**[0094]** Wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erwähnt ist, wirkt der Widerstand **86** als eine „leitfähige Brücke“ zwischen den Dual-Abschnitten **220** der leitfähigen Schicht **214** und verknüpft dieselben effektiv miteinander von einem elektrischen Standpunkt aus. Folglich, wenn Elektrizität in der Form eines elektrischen Impulses oder Signals von der Druckereinheit **160** (oben erörtert) durch die „Brücken“-Struktur läuft, die durch den Widerstand **86** gebildet wird, wird Wärme gemäß dem resistiven Charakter der Materialien erzeugt, die verwendet werden, um die resistive Schicht **210**/den Widerstand **86** herzustellen. Von einem technischen Standpunkt aus zerstört das Vorhandensein der leitfähigen Schicht **214** über der resistiven Schicht **210** im Wesentlichen die Fähigkeit des resistiven Materials (wenn abgedeckt), bedeutende Wärmemengen zu erzeugen. Genauer gesagt 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 funktioniert die resistive Schicht **210** nur effektiv als ein Widerstand (z. B. Widerstand **86**), wo dieselbe „nicht abgedeckt“ ist, zwischen den Dual-Abschnitten **220**, wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist.

**[0095]** Die vorliegende Erfindung soll nicht auf bestimmte Materialien, Konfigurationen, Abmessungen und ähnliches in Verbindung mit der leitfähigen Schicht **214** und Abschnitten **220** derselben beschränkt sein, wobei das beanspruchte System nicht „leitfähige-Schicht-spezifisch“ ist. Viele unterschiedliche Zusammensetzungen können verwendet werden, um die leitfähige Schicht **214** herzustellen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die nachfolgenden repräsentativen Materialien: elementares Aluminium [Al], elementares Gold [Au], elementares Kupfer [Cu], elementares Wolfram [W] und elementares Silizium [Si], wobei elementares Aluminium bevorzugt wird. Zusätzlich dazu (wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert wird), kann die leitfähige Schicht **214** optional aus einer spezifizierten Zusammensetzung hergestellt sein, die mit verschiedenen Materialien oder „Dotiermitteln“ kombiniert ist, die elementares Kupfer und/oder elementares Silizium umfassen (unter der Annahme, dass andere Zusammensetzungen als die primäre(n) Komponente(n) in der leitfähigen Schicht **214** verwendet werden).



Wenn elementares Aluminium als der Hauptbestandteil in der leitfähigen Schicht **214** verwendet wird (wobei elementares Kupfer als ein „Dotiermittel“ hinzugefügt wird), ist das Kupfer spezifisch entworfen, um Probleme zu steuern, die der Elektromigration zugeordnet sind. Wenn elementares Silizium als ein Zusatzmittel bei einem aluminium-basierten System verwendet wird (entweder allein oder kombiniert mit Kupfer), verhindert das Silizium effektiv Nebenreaktionen zwischen dem Aluminium und anderen silizium-enthaltenden Schichten in dem System. Ein exemplarisches und bevorzugtes Material, das verwendet wird, um die leitfähige Schicht **214** herzustellen, enthält ungefähr 95,5 Gew.-% elementares Aluminium, ungefähr 3,0 Gew.-% elementares Kupfer und ungefähr 1,5 Gew.-% elementares Silizium, obwohl die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Material beschränkt sein soll, das ausschließlich zu Beispielszwecken vorgelegt wird. Bezug nehmend auf die Gesamtdicke „T<sub>2</sub>“ der leitfähigen Schicht **214** (und der Dual-Abschnitte **220**, die derselben zugeordnet sind, wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist), ist ein repräsentativer Wert, der für diese Struktur geeignet ist, ungefähr 2.000 – 10.000 Å. Alle Informationen jedoch, die oben vorgesehen sind, einschließlich der bevorzugten Dicke-Bereiche, können nach Bedarf gemäß einem Vorab-Pilot-Testen variiert werden, das das bestimmte betrachtete Tintenliefersystem und seine gewünschten Fähigkeiten umfasst.

**[0096]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) ist über und auf den Dual-Abschnitten **220** der leitfähigen Schicht **214** und des Widerstands **86** eine optionale erste Passivierungsschicht **230** positioniert. Genauer gesagt ist die erste Passivierungsschicht **230** direkt auf (1) der oberen Oberfläche **232** jedes Abschnitts **220**, der der leitfähigen Schicht **214** zugeordnet ist; und (2) der oberen Oberfläche **234** des Widerstands **38** platziert/aufgebracht. Die Hauptfunktion der ersten Passivierungsschicht **230** (wenn sie verwendet wird, wie durch das Vorab-Pilot-Testen bestimmt wird), ist das Schützen des Widerstands (und der anderen oben aufgelisteten Komponenten) vor den korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32**, die in der Kassette **10** verwendet wird. Die schützende Funktion der ersten Passivierungsschicht **230** ist besonders wichtig in Verbindung mit dem Widerstand **86**, da jeder physische Schaden an dieser Struktur ihre grundlegenden funktionalen Fähigkeiten dramatisch beeinträchtigen kann. Eine Anzahl unterschiedlicher Materialien kann in Verbindung mit der ersten Passivierungsschicht **230** verwendet werden, einschließlich, aber nicht begrenzt auf Silizium-Dioxid [SiO<sub>2</sub>], Silizium-Nitrid [SiN], Aluminium-Oxid [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] und Silizium-Karbid [SiC]. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird Silizium-Nitrid verwendet, das optimalerweise unter Verwendung von plasma-verbesserten chemischen Dampfaufbringungs-Techniken (PECVD-Techniken) aufgebracht wird, um das Silizium-Nitrid zu der o-

bernen Oberfläche **232** jedes Abschnitts **220** zu liefern, der der leitfähigen Schicht **214** zugeordnet ist, und zu der oberen Oberfläche **234** des Widerstands **86**. Dies kann erreicht werden, durch Verwenden eines herkömmlichen PECVD-Systems, um Silizium-Nitrid aufzubringen, resultierend aus der Zersetzung von Silan vermischt mit Ammoniak bei einem Druck von ungefähr 2 Torr und einer Temperatur von ungefähr 300 – 400°C, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,122,812 erörtert wird, das hierin wiederum durch Bezugnahme aufgenommen ist. Während die beanspruchte Erfindung nicht auf Passivierungsschichten **230** eingeschränkt oder anderweitig beschränkt sein soll, die aus gegebenen Konstruktionsmaterialien hergestellt sind, liefern die Verbindungen, die oben aufgelistet sind, beste Ergebnisse. Auf ähnliche Weise ist eine exemplarische Dicke „T<sub>3</sub>“, die der ersten Passivierungsschicht **230** zugeordnet ist, ungefähr 1.000 – 10.000 Å. Dieser Wert kann trotzdem gemäß einem Routine-Vorab-Testen variiert werden, das das bestimmte betrachtete Druckkopfsystem umfasst.

**[0097]** Als nächstes wird bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das entworfen ist, um einen maximalen Grad an Schutzfähigkeit zu liefern, eine optionale zweite Passivierungsschicht **236** direkt auf der oberen Oberfläche **240** der ersten Passivierungsschicht **230** positioniert, die oben erörtert wurde. Die zweite Passivierungsschicht **236** (deren Verwendung wiederum durch ein Vorab-Pilot-Testen bestimmt werden soll) ist vorzugsweise aus Silizium-Karbid [SiC] hergestellt, obwohl Silizium-Nitrid [SiN], Silizium-Dioxid [SiO<sub>2</sub>] oder Aluminium-Oxid [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] ebenfalls zu diesem Zweck verwendet werden können. Während eine Anzahl von unterschiedlichen Techniken verwendet werden kann, um die zweite Passivierungsschicht **236** auf die erste Passivierungsschicht **230** aufzubringen (wie bei allen verschiedenen Materialsichten der Fall ist, die hierin erörtert wurden), liefern plasma-verbesserte chemische Dampfaufbringungstechniken (PECVD) auf dieser Stufe optimale Ergebnisse. Wenn Siliziumkarbid umfasst ist, wird der PECVD-Prozess z. B. bei einem repräsentativen Ausführungsbeispiel durch Verwenden einer Kombination aus Silan und Methan bei einer Temperatur von ungefähr 300 – 450 °C erreicht. Die zweite Passivierungsschicht **236** wird wiederum verwendet, um die Schutzfähigkeiten der ersten Passivierungsschicht **230** zu steigern, durch Liefern einer zusätzlichen chemischen Barriere für die korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32**, wie vorangehend erwähnt wurde. Während die beanspruchte Erfindung nicht auf bestimmte Abmessungen in Verbindung mit der zweiten Passivierungsschicht **236** beschränkt sein soll, ist eine repräsentative Dicke „T<sub>4</sub>“ für diese Struktur ungefähr 1.000 – 10.000 Å. Folglich wird eine hocheffektive „Dual-Passivierungsstruktur“ **242** erzeugt, die aus (1) der ersten Passivierungsschicht **230**; und (2) der zweiten Passivierungsschicht **236** besteht.

**[0098]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) umfasst die nächste Schicht bei dem darstellenden Druckkopf **80** eine optionale, elektrisch leitfähige Kavitationsschicht **250**, die auf die obere Oberfläche **252** der zweiten Passivierungsschicht aufgebracht ist. Die Kavitationsschicht **250** (deren Verwendung wiederum durch ein Vorab-Pilot-Testen bestimmt wird) schafft einen wiederum weiteren Schutzgrad im Hinblick auf die zu Grunde liegenden Strukturen in dem Druckkopf **80**. Genauer gesagt wird sie verwendet, um den Materialschichten unter der Kavitationsschicht **250** in dem Druckkopf **80** einen Widerstand gegenüber physischen Schaden zu verleihen, einschließlich, aber nicht ausschließlich der ersten und zweiten Passivierungsschicht **230**, **236** und dem Widerstand **86** darunter. Gemäß der Schutzfunktion der Kavitationsschicht **250** ist dieselbe optimalerweise aus einem ausgewählten Metall hergestellt, das die nachfolgenden bevorzugten Materialien umfasst, jedoch nicht auf dieselben beschränkt ist: elementares Tantal [Ta], elementares Molybdän [Mo], elementares Wolfram [W] und Mischungen/Legierungen derselben. Während eine Anzahl von unterschiedlichen Techniken zum Aufbringen der Kavitationsschicht **250** in Position auf der oberen Oberfläche **252** der zweiten Passivierungsschicht **236** bei dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 4](#) verwendet werden kann, wird dieser Schritt optimalerweise gemäß standardmäßigen Sputter-Verfahren und/oder anderen anwendbaren Prozessen erreicht, die erörtert werden in Elliott, D.J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229, und 245 – 286. Auf ähnliche Weise weist bei einem nicht einschränkenden, exemplarischen Ausführungsbeispiel, das entworfen ist, um optimale Ergebnisse zu liefern (das einer Änderung gemäß einem Vorab-Pilot-Testen unterliegt, das die bestimmten betrachteten Strukturen umfaßt), die Kavitationsschicht **250** eine bevorzugte Dicke „T<sub>5</sub>“ von ungefähr 1.000 – 6.000 Å auf.

**[0099]** Auf dieser Stufe wird eine Anzahl von zusätzlichen Komponenten innerhalb des Druckkopfs **80** verwendet, die nun unter besonderer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) erörtert werden. Diese Informationen werden zu Hintergrundinformationszwecken bereitgestellt und sollen die Erfindung in keiner Weise einschränken. Wie in [Fig. 4](#) dargestellt und in dem U.S.-Patent Nr. 4,535,343 ausgeführt ist, wird eine optionale erste Haftschrift **254** in Position auf der oberen Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgebracht, die eine Anzahl von unterschiedlichen Zusammensetzungen ohne Einschränkung umfassen kann. Darstellende Materialien, die zu diesem Zweck geeignet sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf herkömmliche Epoxidharzmaterialien, standardmäßige Cyanoacrylat-Haftmittel, Silan-Kopplungsagenten und ähnliches. Die erste Haftschrift **254** wird wiederum insofern als „optional“ betrachtet, dass eine Anzahl der

Materialien, die in Verbindung mit der darüber liegenden Barrierschicht (nachfolgend beschrieben) eingesetzt werden, im Wesentlichen „selbsthaftend“ relativ zu der Kavitationsschicht **250** sind. Eine Entscheidung zum Verwenden der ersten Haftschrift **254** soll daher gemäß einem Routine-Vorab-Testen bestimmt werden, das die bestimmten betrachteten Druckkopfkomponenten umfasst. Falls sie verwendet wird, kann die erste Haftschrift **254** auf die obere Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgebracht werden, durch herkömmliche Prozesse, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Schleuderbeschichten, Rollbeschichten und andere bekannte Aufbringungsmaterialien, die zu diesem Zweck geeignet sind. Während die erste Haftschrift **254** in ihrem Wesen optional sein kann, kann sie aus Vorsichtsgründen als ein „standardmäßiges“ Mittel verwendet werden, um automatisch sicherzustellen, dass die darüber liegende Barrierschicht (wird nachfolgend erörtert) sicher in Position gehalten wird. Wenn tatsächlich die erste Haftschrift **254** verwendet wird, weist sie eine exemplarische Dicke „T<sub>6</sub>“ von ungefähr 100 – 1.000 Å auf.

**[0100]** Als nächstes wird eine spezialisierte Zusammensetzung innerhalb des Druckkopfs **80** bereitgestellt, die hierin als eine Tintenbarrierschicht **260** gekennzeichnet ist. Die Barrierschicht **260** wird in Position auf der oberen Oberfläche **262** der ersten Haftschrift **254** (falls verwendet) oder auf der oberen Oberfläche **256** der Kavitationsschicht **250** aufgebracht, wenn die erste Haftschrift **254** nicht verwendet wird. Die Barrierschicht **260** verwendet eine Anzahl von wichtigen Funktionen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf einen zusätzlichen Schutz der Komponenten darunter vor den korrosiven Wirkungen der Tintenzusammensetzung **32** und die Minimierung von „Nebensprechen“ zwischen benachbarten Widerständen **86** in dem Drucksystem. Von besonderem Interesse ist die Schutzfunktion der Barrierschicht **260**, die die Schaltungselemente **90**/Widerstände **86** ([Fig. 1](#)) voneinander und anderen benachbarten Teilen des Druckkopfs **80** so isoliert, dass Kurzschlüsse und ein physischer Schaden an diesen Komponenten verhindert werden. Genauer gesagt, funktioniert die Barrierschicht **260** als ein elektrischer Isolator und „Dichtmittel“, das die Schaltungselemente **90** abdeckt und verhindert, dass dieselben in Kontakt mit den Tintenmaterialien kommen (Tintenzusammensetzung **32** bei diesem Ausführungsbeispiel). Die Barrierschicht **260** schützt ferner die Komponenten darunter vor physischer Erschütterung und Abrasionsschaden. Diese Vorteile stellen eine konsistente und Langzeit-Operation des Druckkopfs **80** sicher. Auf ähnliche Weise ermöglichen die architektonischen Merkmale und Charakteristika der Barrierschicht **260**, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, die präzise Bildung einer einzelnen „Abfeuerkammer“ **264** in dem Druckkopf **80**. Die Abfeuerkammer **264** umfasst die bestimmte Region innerhalb des Druckkopfs **80**,

wo Tintenmaterialien (nämlich die Tintenzusammensetzung **32**) durch den Widerstand **86** erwärmt werden, gefolgt von einer Blasen-Keimbildung und einem Ausstoß auf das Druckmedienmaterial **150**.

**[0101]** Viele unterschiedliche chemische Zusammensetzungen können in Verbindung mit der Tintenbarrierschicht **260** verwendet werden, wobei hoch-dielektrische, organische Verbindungen (z. B. Polymere oder Monomere) bevorzugt werden. Repräsentative organische Materialien, die zu diesem Zweck geeignet sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf handelsüblich erhältliche Acrylat-Photoresiste, photo-abbildbare Polyimide, thermoplastische Haftmittel und andere vergleichbare Materialien, die in der Technik zur Tintenbarrierschichtverwendung bekannt sind. Zum Beispiel sind die nachfolgenden darstellenden, nicht einschränkenden Verbindungen, die geeignet zum Herstellen der Tintenbarrierschicht **260** sind, wie folgt: (1) Trocken-Photoresist-Filme, die Halb-Acrylol-Ester aus Bis-Phenol enthalten; (2) Epoxid-Monomere; (3) Acryl- und Melamin-Monomere [z. B. jene, die unter dem Warenzeichen „Vacrel“ von E.I. DuPont de Nemours und Company of Wilmington, DE (USA) verkauft werden]; und (4) Epoxid-Acrylat-Monomere [z. B. jene, die unter dem Warenzeichen „Parad“ von E.I. DuPont de Nemours und Company of Wilmington, DE (USA) verkauft werden]. Weitere Informationen im Hinblick auf Barrierematerialien werden gegeben in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584, das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist. Die beanspruchte Erfindung soll nicht auf bestimmte Barrierezusammensetzungen oder Verfahren zum Aufbringen der Barrierschicht **260** in Position beschränkt sein. In Bezug auf bevorzugte Aufbringungsverfahren wird die Barrierschicht **260** üblicherweise durch Hochgeschwindigkeits-Zentrifugal-Spin-Beschichtungsvorrichtungen, Sprüh-Beschichtungseinheiten, Rollen-Beschichtungssysteme und ähnliches geliefert. Das bestimmte Aufbringungsverfahren für eine gegebene Situation hängt jedoch von der jeweiligen Barrierschicht **260** ab.

**[0102]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 4](#) besteht die Barrierschicht **260**, wie im Querschnitt in dieser Figur dargestellt ist, aus zwei Abschnitten **266**, **270**, die voneinander beabstandet sind, um die Abfeuerkammer **264** zu bilden, die oben erörtert wurde. Am Boden **272** der Abfeuerkammer **264** ist der Widerstand **86** und Schichten auf demselben positioniert (einschließlich der ersten Passivierungsschicht **230**, der zweiten Passivierungsschicht **236** und der Kavitationsschicht **250**). Wärme wird auf die Tintenmaterialien ausgeübt (z. B. die Tintenzusammensetzung **32**), innerhalb der Abfeuerkammer **264** von dem Widerstand **86** durch die oben aufgelisteten Schichten **230**, **236** und **250**. Während die abschließende Dicke und Architektur, die der Barrierschicht **260** zugeordnet sind, nach Bedarf basierend auf dem Typ

des Druckkopfs variiert werden können, der verwendet wird, ist es bevorzugt, dass die Barrierschicht **260** eine repräsentative, nicht einschränkende Dicke „T<sub>7</sub>“ von ungefähr 5 – 30 µm aufweist.

**[0103]** Als nächstes wird eine optionale zweite Haftschicht **280** bereitgestellt, die auf der oberen Oberfläche **282** der Tintenbarrierschicht **260** positioniert ist. Repräsentative Materialien, die geeignet zur Verwendung in Verbindung mit der zweiten Haftschicht **280** sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf herkömmliche Epoxidharzmaterialien, standardmäßige Cyanacrylat-Haftmittel, Silan-Kopplungsagenten und ähnliches. Die zweite Haftschicht **280** wird wiederum als „optional“ betrachtet, insofern, dass eine Anzahl der Materialien, die in Verbindung mit der darüber liegenden Öffnungsplatte **104** (wird nachfolgend erörtert) verwendet werden, im Wesentlichen „selbsthaftend“ relativ zu der Barrierschicht **260** sind. Eine Entscheidung zum Verwenden der zweiten Haftschicht **280** soll daher gemäß einem Routine-Vorab-Testen bestimmt werden, das die bestimmten betrachteten Druckkopfkomponenten umfasst. Falls verwendet, kann die zweite Haftschicht **280** an die obere Oberfläche **282** der Barrierschicht **260** aufgebracht werden, durch herkömmliche Prozesse, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Aufschleuderbeschichten, Rollbeschichten und andere bekannte Aufbringungsverfahren, die zu diesem Zweck geeignet sind. Während die zweite Haftschicht **280** in ihrer Beschaffenheit optional sein kann, kann sie aus Vorsichtsgründen als ein „standardmäßiges“ Mittel verwendet werden, um automatisch sicherzustellen, dass die darüber liegende Öffnungsplatte **104** sicher in Position gehalten wird. Wenn in der Tat die zweite Haftschicht **280** verwendet wird, weist dieselbe eine exemplarische Dicke „T<sub>8</sub>“ von ungefähr 100 – 1.000 Å auf.

**[0104]** Es sollte ebenfalls darauf hingewiesen werden, dass die zweite Haftschicht **280** tatsächlich die Verwendung von nicht-gehärteten Poly-Isopren-Photoresist-Verbindungen umfasst, wie in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 zitiert wird (hierin durch Bezugnahme aufgenommen), sowie von (1) Polyacrylsäure; oder (2) einem ausgewählten Silan-Kopplungsagenten. Der Ausdruck „Polyacrylsäure“ soll definiert sein, um eine Verbindung zu umfassen, die die nachfolgende grundlegende chemische Struktur aufweist  $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{COOH})_n]$ , wobei  $n = 25 - 10.000$ . Polyacrylsäure ist handelsüblich erhältlich von zahlreichen Quellen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die Dow Chemical Corporation in Midland, MI (USA). Eine Anzahl von Silan-Kopplungsagenten, die geeignet zur Verwendung in Verbindung mit der zweiten Haftschicht **280** sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf eine Vielzahl von handelsüblichen Produkten, verkauft von der Dow Chemical Corporation in Midland, MI (USA) [Produktnummern 6011, 6020, 6030 und 6040], sowie von OSI Specialties in Danbu-

ry, CT (USA) [Produktnummer „Silquest“ A-1100]. Die oben aufgelisteten Materialien werden jedoch wieder ausschließlich zu Beispielszwecken bereitgestellt und sollen die Erfindung auf keine Weise einschränken.

**[0105]** Abschließend, wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, ist die Öffnungsplatte **104** an der oberen Oberfläche **284** der zweiten Haftschrift **280** oder auf der oberen Oberfläche **282** der Barrierschicht **260** gesichert, wenn die zweite Haftschrift **280** nicht verwendet wird. Zusätzlich zu den verschiedenen Materialien, die oben in Verbindung mit der Öffnungsplatte **104** erörtert werden (einschließlich der Verwendung einer Struktur, hergestellt aus goldplattiertem Nickel [Ni]), kann eine wesentliche Anzahl von zusätzlichen Zusammensetzungen in Verbindung mit der Öffnungsplatte **104** verwendet werden, einschließlich metallischer Strukturen, z. B. hergestellt aus elementarem Nickel [Ni] beschichtet mit elementarem Rhodium [Rh]. Auf ähnliche Weise kann die Öffnungsplatte **104** aus den Polymerzusammensetzungen hergestellt sein, ausgeführt in dem U.S.-Patent Nr. 5,278,584 (oben erörtert). Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist und vorangehend erwähnt wurde, ist die Öffnung **108** in der Öffnungsplatte **104** über dem Widerstand **86** positioniert und ist in teilweiser oder (vorzugsweise) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit demselben, so dass Tintenzusammensetzungen effektiv aus dem Druckkopf **80** ausgestoßen werden können. Auf ähnliche Weise weist bei einem bevorzugten und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel die Öffnungsplatte **104** eine repräsentative Dicke „T<sub>9</sub>“ von ungefähr 12 – 60 µm auf.

**[0106]** Es sollte auf ähnliche Weise diesmal darauf hingewiesen werden, dass eine Anzahl von unterschiedlichen Strukturen in Verbindung mit der Öffnungsplatte **104** verwendet werden kann, wobei die beanspruchte Erfindung einzelne oder mehrere Materialschichten (hergestellt aus Metall, Kunststoff, etc.) umfassen kann, die zumindest eine Öffnung oder ein Loch in derselben umfassen, ohne Einschränkung. Die öffnungsenthaltende Schicht (oder Schichten) aus Material können als eine „Öffnungsplatte“, „Öffnungsstruktur“, „obere Schicht“, und ähnliches gekennzeichnet sein. Ferner können Einzel- oder Mehrfach-Materialschichten wiederum zu diesem Zweck ohne Einschränkung verwendet werden, wobei die Ausdrücke „Öffnungsplatte“, „Öffnungsstruktur“, etc. definiert sind, um sowohl Ein- als auch Mehr-Schicht-Ausführungsbeispiele zu umfassen. Somit soll der Ausdruck „Schicht“, wie er in Verbindung mit dieser Struktur verwendet wird, sowohl die Einzel- als auch Mehrfach-Verwendungen derselben umfassen. Die Materialschicht mit der Öffnung durch dieselbe (die zum Tintenausstoß verwendet wird) ist über der Stützstruktur **208** positioniert, wie vorangehend in Verbindung mit der Öffnungsplatte **104** erörtert wurde. Ein zusätzliches Beispiel einer alternati-

ven Öffnungsstruktur (z. B. einer Materialschicht mit zumindest einer Öffnung durch dieselbe) umfasst eine Situation, in der die Barrierschicht **260**, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, alleine in Abwesenheit der Öffnungsplatte **104** und Haftschrift **280** verwendet wird. Anders ausgedrückt wird eine Barrierschicht **260** ausgewählt, die sowohl als ein Tintenbarriermaterial als auch eine Öffnungs-Platte/-Struktur funktionieren kann. Somit soll die Phrase „zumindest eine Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist“ erdacht sein, um viele Varianten zu umfassen, einschließlich herkömmlicher Metall- oder Kunststoff-Öffnungsplatten, Barrierschichten selbst oder in Kombination mit anderen Schichten und ähnlichem, ohne Einschränkung. Auf ähnliche Weise können die Phrasen „positioniert über“ und „in Position über“, wie sie in Verbindung mit der öffnungsenthaltenden Schicht relativ zu der Stützstruktur (z. B. Substrat) verwendet werden, eine Anzahl von Situationen umfassen, einschließlich (1) jene, in der die öffnungsenthaltende Schicht über und beabstandet von der Stützstruktur angeordnet ist (möglicherweise mit einer oder mehreren Materialschichten zwischen denselben); und (2) jene, in denen die öffnungsenthaltende Schicht über und direkt positioniert auf der Stützstruktur ohne dazwischen liegende Materialschichten zwischen denselben angeordnet ist. Auf ähnliche Weise soll die Phrase „öffnungsenthaltende Schicht“ und „Materialschicht, die zumindest eine Öffnung durch dieselbe aufweist“ als gleichwertig betrachtet werden.

#### C. Die neuen Widerstandselemente der vorliegenden Erfindung

**[0107]** Die neuen Merkmale und Komponenten der vorliegenden Erfindung, die derselben ermöglichen, die oben aufgelisteten Vorteile zu schaffen, werden nun erörtert. Diese Vorteile reichen wiederum von einem reduzierten Gesamtstromverbrauch bei dem Druckkopf (der allgemein das thermische Profil des Druckkopfs verbessert und die Innentemperatur desselben reduziert) zu einem höheren Stabilitätsgrad über die Lebensdauer des Druckkopfs. Alle diese Ziele werden im Wesentlichen auf eine „automatische“ Weise erreicht, wie nachfolgend ausgeführt wird, die auf ähnliche Weise kompatibel mit der effizienten Herstellung von thermischen Tintenstrahl-druckköpfen auf einer Massenfertigungsbasis ist. Die beanspruchte Erfindung stellt daher einen bedeutenden Fortschritt in der Technik der Tintendrucktechnik dar, der hohe Pegel an Betriebseffizienz, ausgezeichnete Druckqualität und erhöhte Langlebigkeit sicherstellt.

**[0108]** Um diese Ziele zu erreichen, sind die resistive Schicht **210** und die Widerstände **86**, die aus derselben hergestellt werden, aus einem speziellen Material hergestellt, das deutlich von den herkömmlichen, oben aufgelisteten Materialien (einschließlich



TaAl und Ta<sub>2</sub>N) sowie anderen bekannten Verbindungen unterscheidbar ist, die herkömmlich bei der Widerstandselementherstellung verwendet werden. Genauer gesagt wird die spezialisierte Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung, die verwendet werden soll, um die Widerstandselemente zu erzeugen, die in diesem Abschnitt beschrieben sind (z. B. Widerstände **86**/resistive Schicht **210**) hierin als eine „Metall-Silizium-Nitrid“-Verbindung bezeichnet. Ein solches Material besteht im Wesentlichen aus einer Legierung aus zumindest einem oder mehreren Metallen [M], Silizium [Si] und Stickstoff [N], um eine Nitrid-Zusammensetzung zu bilden, die die gewünschten Charakteristika aufweist. Die Legierung kann von einer amorphen, teilweise kristallinen, nanokristallinen, mikrokristallinen, polykristallinen und/oder phasen-getrennten Beschaffenheit sein, abhängig von einer Vielzahl von experimentellen Faktoren, einschließlich dem Typ des verwendeten Herstellungsprozesses, nachfolgender thermischer Behandlungen und nachfolgender Elektrischer-Puls-Behandlungen (nachfolgend weiter erörtert). Von einem allgemeinen Standpunkt aus weisen die Metall-Silizium-Nitride der beanspruchten Erfindung die nachfolgende Formel auf: „MSiN“, und genauer gesagt „M<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>N<sub>z</sub>“, wobei „M“ = zumindest ein Metall, wie oben erwähnt wurde, „X“ = ungefähr 12 – 38 (optimal = ungefähr 18 – 25), „Si“ = Silizium, „Y“ = ungefähr 27 – 45 (optimal = ungefähr 32 – 35), „N“ = Stickstoff und „Z“ = ungefähr 20 – 60 (optimal = ungefähr 35 – 47), wobei die vorangehenden Zahlen nicht einschränkend sind und hierin ausschließlich zu Beispielszwecken vorgelegt werden. Auf eine etwas unterschiedliche und darstellende Weise ausgedrückt weisen die beanspruchten Metall-Silizium-Nitrid-Materialien (z. B. „MSiN“) bevorzugte Atomprozent- (At.-%) Werte auf, wie folgt, für die verschiedenen Bestandteile bei den MSiN-Zusammensetzungen: (1) ungefähr 15 – 40 At.-% des ausgewählten Metalls oder der Metalle [M] (wobei der vorangehende Bereich die kombinierte Gesamtheit darstellt, wenn mehr als ein Metall verwendet wird); (2) ungefähr 25 – 45 At.-% Silizium [Si]; und (3) ungefähr 20 – 50 At.-% Stickstoff [N]. Wiederum sind diese Werte ausschließlich darstellend und sollen die Erfindung in keiner Weise einschränken.

**[0109]** Zusätzlich dazu können alle Zahlen und Bereiche, die oben aufgelistet sind, in verschiedenen Kombinationen ohne Einschränkung gemäß der Erfindung verwendet werden. Diesbezüglich soll die vorliegende Erfindung in ihrer allgemeinsten und erfinderischen Form ein Widerstandselement **86** umfassen, das in Kombination aus zumindest einem Metall kombiniert mit Silizium und Stickstoff erzeugt wird, das zwischen der Stützstruktur (oben definiert) und der öffnungsenthaltenden Schicht in einem Druckkopf angeordnet ist. Spezifische Materialien, Proportionen, Herstellungstechniken und ähnliches, wie sie hierin ausgeführt sind, sollen als exemplarisch und nicht einschränkend betrachtet werden.

**[0110]** Viele unterschiedliche Metalle [M] können in der Formel umfasst sein, die oben aufgelistet ist, ohne Einschränkung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel jedoch, das entworfen ist, um optimale Ergebnisse zu liefern, sind die Übergangsmetalle (z. B. Metalle in den Gruppen IIIB bis IIB des Periodensystems) am besten, wobei optimale Materialien in dieser Gruppe folgende umfassen, aber nicht auf dieselben beschränkt sind: elementares Tantal [Ta], Wolfram [W], Chrom [Cr], Molybdän [Mo], Titan [Ti], Zirkonium [Zr], Hafnium [Hf] und Mischungen derselben. Ferner umfassen andere Metalle [M], die potentiell in der oben aufgelisteten Formel anwendbar sind, Nicht-Übergangsmetalle (z. B. Aluminium [Al]), wie durch ein Routine-Vorab-Testen ausgewählt wird, obwohl zumindest ein oder mehrere Übergangsmetalle wiederum bevorzugt werden. Übergangsmetalle (unter besonderer Bezugnahme auf jene, die oben ausgeführt sind) liefern die besten Ergebnisse aus zumindest einem oder mehreren Gründen, die, da sie nicht vollständig verständlich sind, nun erörtert werden. Im Wesentlichen basiert für fehlgeordnete Legierungen, die Übergangsmetalle in dem Bereich des spezifischen Widerstands von Interesse enthalten (besonders jene in der „bevorzugten Kategorie“) der Elektronenleitungsmechanismus auf dem Übergang von sp-Elektronen zu freien d-Zuständen (Bändern), wie angegeben ist in Mott, N., *Conduction in Non-Crystalline Materials*, Clarendon Press; Oxford, England, Seiten 14 – 17 (1993). Dieser Leitmechanismus, wenn er mit den oben aufgelisteten Zusammensetzungsbereichen gekoppelt ist, führt zu einem stabilen Widerstand, der bei hohen Temperaturen ohne Verschlechterung arbeiten kann. Durch Steuern des Zersetzungsprozesses, wenn nötig mit thermischer und elektrischer Behandlung (wird nachfolgend weiter erörtert), können sowohl die Stabilität des spezifischen Widerstands als auch der Temperaturkoeffizient des Widerstands (TCR; TCR = temperature coefficient of resistance) auf ähnliche Weise gesteuert werden. Der TCR reicht üblicherweise von –700 bis +200 ppm/C. Die thermische und elektrische Behandlung führen zu den nachfolgenden Änderungen, die hier ausschließlich zu Beispielszwecken aufgelistet 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 bei dem spezifischen Widerstand, TCR, Leitmechanismus, etc. zugeordnet werden und können (in bevorzugten Fällen) vorteilhaft für das Widerstandsverhalten sein.

**[0111]** Während viele spezifische Formulierungen erzeugt werden können, die in die hierin angegebenen allgemeinen chemischen Strukturen fallen, umfasst eine Anzahl von bestimmten Metall-Silizium-Nitriden, die optimale Ergebnisse schaffen, Folgende,

ist jedoch nicht auf dieselben beschränkt:  $W_{30}Si_{36}N_{32}$ ,  $W_{36}Si_{39}N_{24}$ ,  $W_{17}Si_{38}N_{45}$ ,  $W_{17}Si_{40}N_{43}$ ,  $W_{19}Si_{34}N_{47}$ ,  $W_{17}Si_{36}N_{47}$ ,  $W_{21}Si_{30}N_{49}$ ,  $W_{28}Si_{32}N_{40}$ ,  $W_{23}Si_{30}N_{47}$ ,  $W_{29}Si_{39}N_{37}$ ,  $W_{26}Si_{30}N_{49}$ ,  $W_{27}Si_{36}N_{35}$ ,  $W_{36}Si_{27}N_{36}$ ,  $W_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $W_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $W_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Ta_{21}Si_{39}N_{45}$ ,  $Ta_{20}Si_{36}N_{44}$ ,  $Ta_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Ta_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $Ta_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $Ta_{36}Si_{27}N_{36}$ ,  $Cr_{20}Si_{39}N_{41}$ ,  $Cr_{21}Si_{41}N_{37}$ ,  $Cr_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Cr_{13}Si_{37}N_{50}$ ,  $Cr_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $Cr_{37}Si_{27}N_{36}$ ,  $Mo_{22}Si_{38}N_{40}$ ,  $Mo_{12}Si_{38}N_{50}$ ,  $Mo_{18}Si_{35}N_{47}$ ,  $Mo_{25}Si_{32}N_{43}$ ,  $Mo_{36}Si_{27}N_{37}$ , und Mischungen derselben. Wiederum sind diese Materialien ausschließlich als Beispiele aufgelistet und sollen die Erfindung in keiner Weise einschränken. Es sollte ebenfalls darauf hingewiesen werden, dass gemäß den unten aufgeführten, bevorzugten Herstellungsprozessen (und möglicherweise anderen anwendbaren Herstellungsverfahren) eine Anzahl von metallischen Unreinheiten in erfassbaren Mengen in den fertiggestellten Metall-Silizium-Nitrid-Widerständen **86** vorhanden sein kann. Diese metallischen Unreinheiten können z. B. Yttrium [Y], Magnesium [Mg], Aluminium [Al] oder Kombinationen derselben umfassen, unabhängig davon, welche Metalle tatsächlich für die Integration in dem Endprodukt vorgesehen sind. Solche Metalle bilden kollektiv nur einen minimalen Teil der fertigen Strukturen (unter der Annahme, dass das Vorhandensein dieser Materialien bei den bestimmten Ausführungsbeispielen von Interesse nicht beabsichtigt ist). Ferner können geringe/Rest-Mengen Sauerstoff ebenfalls in den fertigen Widerständen **86** vorhanden sein. Als Unreinheiten würden die vorangehenden Materialien üblicherweise (falls sie überhaupt vorhanden sind) nur ungefähr 1 – 3 Gew.-% oder weniger der Gesamtwiderstandsstrukturen umfassen, die die gewünschten oben beschriebenen Charakteristika nicht nachteilig beeinflussen und sich in manchen Fällen als vorteilhaft herausstellen können. Solche Unreinheiten können oder können nicht vorhanden sein, abhängig von den Aufbringungsverfahren.

**[0112]** Die beanspruchten Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände bilden ein neues Tintenausstoßsystem zur Verwendung in einem thermischen Tintenstrahl-druckkopf. Wie vorangehend angegeben wurde, sind sie durch eine Anzahl von wichtigen Entwicklungen gekennzeichnet, die oben aufgelistet sind. Ein Faktor einer primären Konsequenz ist ihr relativ hoher spezifischer Volumenwiderstand im Vergleich innerhalb herkömmlicher Materialien, die Widerstände umfassen, die aus Tantal-Aluminium-Mischungen („TaAl“) und Tantal-Nitrid („Ta<sub>2</sub>N“) hergestellt sind. Der Ausdruck „spezifischer Volumenwiderstand“ (oder einfacher „spezifischer Widerstand“) soll hierin herkömmlich definiert sein, um eine „Proportionalitätsfaktor-Charakteristik unterschiedlicher Substanzen gleich dem Widerstand zu umfassen, den ein Zentimeter-Würfel der Substanz der Leitung von Elektrizität bietet, wobei der Strom senkrecht zu zwei parallelen Flächen ist“, wie angegeben wird in CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55-te Ausgabe, Che-

mical Rubber Publishing Company/CRC Press, Cleveland Ohio, (1974 – 1975), Seite – 108. Im Allgemeinen soll der spezifische Volumenwiderstand „p“ gemäß der nachfolgenden Formel bestimmt werden:  $p = R \cdot (A/L)$  wobei:

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

**[0113]** Werte des spezifischen Volumenwiderstands werden üblicherweise ausgedrückt in Mikroohm-Zentimeter oder „ $\mu\Omega\text{-cm}$ “. Wie vorangehend angegeben wurde, sind hohe Werte des spezifischen Volumenwiderstands in den Widerstandsstrukturen wünschenswert, die bei thermischen Tintenstrahl-druckeinheiten verwendet werden, aus verschiedenen Gründen, die die Fähigkeit der Strukturen umfassen, die diese Charakteristika aufweisen, größere Pegel an elektrischer und thermischer Effizienz zu liefern, im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen. Bei einem exemplarischen Ausführungsbeispiel und gemäß den allgemeinen Parametern, Formeln und anderen oben angegebenen Informationen, weisen die beanspruchten Metall-Silizium-Nitrid-Materialien und – Widerstände, die aus denselben hergestellt werden, einen bevorzugten Wert des spezifischen Volumenwiderstands von ungefähr 1.400 – 30.000  $\mu\Omega\text{-cm}$  auf (optimal = ungefähr 3.000 – 10.000  $\mu\Omega\text{-cm}$ ). Die beanspruchte Erfindung soll jedoch nicht auf die repräsentativen, hierin aufgelisteten Werte eingeschränkt sein. Zu Vergleichszwecken weisen TaAl- und/oder Ta<sub>2</sub>N-Zusammensetzungen und -Widerstände, die aus denselben hergestellt werden, mit einer vergleichbaren Größe, Form und Dimensionscharakteristika, üblicherweise Werte des spezifischen Volumenwiderstands von ungefähr 200 – 250  $\mu\Omega\text{-cm}$  auf. Diese Zahlen sind beträchtlich geringer als jene, die oben in Verbindung mit den beanspruchten Widerständen angegeben wurden. Diesbezüglich sind die Vorteile der Erfindung selbst erklärend und ohne weiteres offensichtlich, obwohl solche Vorteile nachfolgend weiter erörtert werden.

**[0114]** Die Widerstandselemente, die aus einem oder mehreren Metall-Silizium-Nitrid-Materialien hergestellt werden, können in einer Anzahl von Formen, Größen und ähnlichem konfiguriert sein, ohne Einschränkung, was die Verwendung von „Quadrat“-Typ-Strukturen, wie schematisch in [Fig. 1](#) dargestellt ist, und „gespaltenen“ oder „schlangenförmigen“ Entwurfen einschließt, wie vorangehend erwähnt wurde. Dementsprechend soll die beanspruchte Erfindung nicht als „widerstandskonfigurations-spezifisch“ betrachtet werden. Im Hinblick auf die Gesamtdicke jedes Widerstands **86**, der unter Verwendung der spezialisierten Metall-Silizium-Nitrid-Formulierungen erzeugt wird, die hierin erörtert wurden, kann eine Anzahl von unterschiedlichen Di-

cke-Werten zu diesem Zweck ohne Einschränkung eingesetzt werden. Die Auswahl eines gegebenen Dicke-Werts in Verbindung mit den Widerstandselementen **86** basiert auf einem Routine-Vorab-Pilot-Testen, das zahlreiche Faktoren umfasst, die die gewünschte Größe/Typ des verwendeten Druckkopfs, das (die) bestimmte(n) Metall-Silizium-Nitrid(e), die zur Verwendung ausgewählt sind, und ähnliches umfassen. Bei einem repräsentativen und bevorzugten Ausführungsbeispiel jedoch weist jeder der Widerstände **86** (sowie die anfängliche resistive Schicht **210**) eine Dicke „ $T_1$ “ ([Fig. 4](#)) von ungefähr 300 – 4.000 Å auf (optimal = ungefähr 500 – 2.000 Å). Die anderen Größen-Charakteristika der Widerstände **86**, die bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, sind dieselben wie jene, die oben in den Abschnitten „A“ und „B“ angegeben wurden. Auf ähnliche Weise, wie nachfolgend erörtert wird und in den beiliegenden Figuren dargestellt ist, ist jeder der beanspruchten Widerstände auf optimale Weise in teilweiser oder (vorzugsweise) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit zumindest einer der Öffnungen **108** in der öffnungs-enthaltenden Materialschicht (z. B. Öffnungsplatte **104**), so dass ein schnelles, genaues und effektives Tintenstrahldrucken auftreten kann. Diese Beziehung ist in [Fig. 4](#) dargestellt, wobei die longitudinale Mittenachse „A“ des Widerstands **86** im Wesentlichen in vollständiger axialer Ausrichtung und angrenzend an die longitudinale Mittenachse „ $A_1$ “ der Öffnung **108** durch die Öffnungsplatte **104** ist. Gemäß diesem bevorzugten, strukturellen Entwurf fließen Tintenmaterialien, die durch die Widerstände **86** ausgestoßen werden, aufwärts und auswärts durch die Öffnung **108**, für eine abschließende Lieferung zu dem gewünschten Druckmedienmaterial **150**.

**[0115]** Abschließend soll die beanspruchte Erfindung nicht auf bestimmte Verfahren zum Herstellen der Metall-Silizium-Nitrid-enthaltenden, resistiven Schicht **210** und der Widerstände **86**, die aus derselben hergestellt werden, beschränkt sein. Es ist jedoch auf eine nicht einschränkende Weise bevorzugt, dass Sputter-Techniken eingesetzt werden, um anfänglich die resistiven Materialien auf die Stützstruktur **208** aufzubringen (oben definiert), wobei eine allgemeine Erörterung derselben gegeben wird in Elliott, D.J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 346 – 347. Beispielsweise können die Metall-Silizium-Nitrid-Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung auf die Stützstruktur **208** aufgebracht werden, um die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** gemäß drei grundlegenden Sputter-Lösungsansätzen zu erzeugen, wie folgt: (1) Verwenden eines einzelnen Sputter-Targets, hergestellt aus dem gewünschten Metall-Silizium-Nitrid-Material (z. B. hergestellt aus der ausgewählten „MSiN“-Zusammensetzung, einschließlich jener, die oben in diesem Abschnitt aufge-

listet sind); (2) Verwenden eines reaktiv-gesputterten, binären Legierungstargets, hergestellt aus einer gewünschten Metall-Silizium- („MSi“) Zusammensetzung in Gegenwart eines stickstoff-enthaltenden Gasprodukts (z. B. einer Kombination aus Argon/Stickstoff [Ar/N<sub>2</sub>]); oder (3) durch reaktives Co-Sputtern unter Verwendung von zwei elementaren Zielen, die jeweils aus dem gewünschten Metall-[M-] und Silizium[Si-] Material hergestellt sind, bei Vorhandensein eines stickstoff-enthaltenden Gasprodukts (einer Kombination aus Argon/Stickstoff [Ar/N<sub>2</sub>]).

**[0116]** Eine Anzahl von unterschiedlichen Sputter-Vorrichtungen kann in Verbindung mit diesen Prozessen ohne Einschränkung eingesetzt werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die nachfolgenden repräsentativen Beispiele: (A) ein Gerät verkauft von Nordiko, Inc., einer Tochtergesellschaft von Shimadzu Corp., in Havant, Hampshire, UK [Modellnummer „Nordiko 9550“]; und (B) einer Vorrichtung, verkauft von Tokyo Electron Arizona Inc., einer Tochterfirma von Tokyo Electronics, in Gilbert, AZ (USA) [Produktbezeichnung „Eclipse Mark-IV“]. Beispielsweise sind nicht einschränkende Reaktionsbedingungen, die in Verbindung mit diesen und anderen vergleichbaren Sputtersystemen verwendet werden können, die bei der beanspruchten Erfindung eingesetzt werden, wie folgt (unterliegen einer Modifikation nach Bedarf gemäß einem Routine-Vorab-Testen): (i) Gasdruck = ungefähr 2 – 40 m Torr; (ii) Sputtergase: Argon [Ar], Krypton [Kr] und/oder Stickstoff [N<sub>2</sub>], wobei die ausgewählten Gasmaterialien von dem bestimmten verwendeten Sputterverfahren abhängen; (iii) Targetleistung = ungefähr 100 – 5.000 Watt, abhängig von der Gesamtgröße des Targets, wie wiederum durch eine Routine-Vorab-Untersuchung bestimmt wird (wobei typische Targetgrößen von ungefähr 3 – 13 Zoll reichen); (iv) Target-Substrat-Beabstandung = ungefähr 1 – 6 Zoll; und (v) Leistungsverstärkungstyp = RF, DC-Puls oder DC.

**[0117]** Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die oben erörterten Sputtertechniken wiederum einer Abweichung nach Bedarf gemäß einer Anzahl von Faktoren unterliegen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf den Typ der Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände, die hergestellt werden, und anderen extrinsischen Betrachtungen. Ähnliche Abweichungen sind ebenfalls möglich beim Herstellen des gewünschten Sputter-Targets, das üblicherweise durch die entsprechenden Target-Hersteller erreicht wird. Ein repräsentatives, nicht einschränkendes Sputter-Target, das in Verbindung mit Widerstandssystemen eingesetzt werden kann, z. B. unter Verwendung einer WSiN-Zusammensetzung (d. h. eines Wolfram-Silizium-Nitrid-Materials) wird nun erörtert. In einer einzelnen Target-Sputter-Situation (siehe Sputter-Option [1] oben), würde ein effektives Target aus einer Mischung aus elementarem Wolfram [W] und

Silizium-Nitrid-  $[\text{Si}_3\text{N}_4]$ -Pulvern erzeugt werden. Alle Informationen, Beispiele und andere Daten jedoch, die oben präsentiert werden, die Targets, Sputterverfahren und ähnliches umfassen, sollen als nicht einschränkend, ausschließlich darstellend und einer Modifikation nach Bedarf und Wunsch unterliegend betrachtet werden.

**[0118]** Als abschließender Informationspunkt kann eine Anzahl von optionalen „Stabilisierungs“-Schritten verwendet werden, um Änderungen bei dem Widerstand zu steuern oder anderweitig zu minimieren, die anfänglich bei den fertiggestellten Metall-Silizium-Nitrid-Widerständen **86** auftreten können. Solche Änderungen (falls sie stattfinden) werden üblicherweise beobachtet, wenn die Widerstände **86** anfänglich „abgefeuert“ oder „gepulst“ werden, mit elektrischer Energie, wobei die Widerstände **86** nachfolgend stabil werden. Eine verbesserte Stabilität führt zu einer erhöhten Widerstandslebensdauer und ist daher wünschenswert. Eine Anzahl von Techniken kann zu Widerstandsstabilisierungszwecken eingesetzt werden (auf einer optionalen „Nach-Bedarf“-Basis). Ein Verfahren umfasst das Erwärmen oder „Vergüten“ der Widerstände **86**/der resistiven Schicht **210** auf eine Temperatur von ungefähr  $800 - 1.000^\circ\text{C}$ , die optimalerweise über eine nicht einschränkende, repräsentative Zeitperiode von ungefähr 10 Sekunden bis mehrere Minuten auftritt (die unter Verwendung eines Routine-Vorab-Experiment-Testens bestimmt werden kann). Das Erwärmen kann unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen Ofensystemen, schnellen thermischen Vergütungssystemen und anderen standardmäßigen Erwärmungsvorrichtungen erreicht werden. Bei einem alternativen Prozess werden die Widerstände **86** (nach der anfänglichen Herstellung) einer Reihe von hohen Energiepulsen ausgesetzt, die eine stabilisierende Wirkung haben. Dies wird üblicherweise bei einem nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel erreicht durch Anwenden von ungefähr  $1 \times 10^2$  bis  $1 \times 10^7$  Pulsen elektrischer Energie an das/die Widerstandselemente, wobei jeder Puls ungefähr 20 – 500 % mehr Energie als die „Einschaltenergie“ des betrachteten Widerstandselements, eine Pulsbreite von ungefähr 0,6 – 100  $\mu\text{sec}$ . (Mikrosekunden), eine Pulsspannung von ungefähr 10 – 160 Volt, einen Pulsstrom von ungefähr 0,03 – 0,2 Amps und eine Pulsfrequenz von ungefähr 5 – 100 kHz aufweist. Bei einem nicht einschränkenden und repräsentativen (z. B. bevorzugten) Beispiel würde für einen  $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$  300  $\Omega$  Metall-Silizium-Nitrid-Widerstand mit einer Einschaltenergie von 2,0  $\mu\text{J}$  ein typischer Stabilisierungspuls-Behandlungsprozess die nachfolgenden Parameter umfassen: einen Energiepegel, der 80 % über dem vorangehenden Einschaltwert liegt, 46,5 Volt, 0,077 Ampere, eine Mikrosekunde Pulsbreite, 50 kHz Pulsfrequenz und  $1 \times 10^3$  Pulse. Diese Zahlen werden jedoch wiederum ausschließlich zu Beispielszwecken geliefert und können innerhalb des Schutzbereichs

reichs der Erfindung durch Routine-Vorab-Pilottesten variiert werden. Auf diese Weise wird eine Widerstandsstabilisierung so erreicht, dass ungewünschte Schwankungen bei dem Widerstand im Wesentlichen verhindert werden. Eine Widerstandsstabilisierung, wie sie hierin erörtert wird, reduziert üblicherweise die Widerstandsänderung auf einen Minimalwert von ungefähr 1 – 2 % oder weniger. Die vorliegende Erfindung soll jedoch nicht auf bestimmte Stabilisierungsverfahren beschränkt sein, wobei die Stabilisierung als ein allgemeines Konzept einen neuen Aspekt der beanspruchten Erfindung bildet (zusammen mit spezifischen, oben ausgeführten Stabilisierungsverfahren). Es sollte darauf hingewiesen werden, dass eine Widerstandsstabilisierung, wie sie oben in diesem Abschnitt beschrieben wird, nicht erforderlich ist, um den beanspruchten Prozess zu implementieren, und statt dessen als Bedingungs- und Material-Garantie verwendet wird.

**[0119]** Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel können herkömmliche thermische oder chemische Nitrid-Härtungsverfahren ebenfalls eingesetzt werden, um einen Metall-Silizium-Film ([MSi]-Film) in das gewünschte Metall-Silizium-Nitrid-Produkt umzuwandeln. Der anfängliche Metall-Silizium-Film kann auf die Stützstruktur **208** (oben definiert) unter Verwendung einer Anzahl von Techniken aufgebracht werden, die eine chemische Dampfaufbringung (CVD), eine plasmaverbesserte, chemische Dampfaufbringung (PECVD), eine chemische Niederdruck-Dampfaufbringung (LPCVD), Sputtern, und ähnliches umfassen. Diese Verfahren sind in der Technik bekannt und werden wiederum beschrieben in Elliott, D.J., Integrated Circuit Fabrication Technology, McGraw-Hill Book Company, New York (1982) – (ISBN Nr. 0-07-019238-3), Seiten 1 – 40, 43 – 85, 125 – 143, 165 – 229, und 245 – 286. Die oben erörterten Sputterverfahren werden jedoch bevorzugt, wie vorangehend erwähnt wurde.

**[0120]** Die Verwendung von Metall-Silizium-Nitrid-Widerständen in einem thermischen Tintenstrahldrucksystem schafft viele wichtige Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen resistiven Verbindungen, die TaAl und  $\text{Ta}_2\text{N}$  umfassen. Diese Vorteile umfassen wiederum folgende, sind jedoch nicht darauf beschränkt: (1) verringerte Stromanforderungen, die zu einer verbesserten elektrischen Effizienz führen (wobei die Widerstände der vorliegenden Erfindung üblicherweise die Stromanforderungen um zumindest ungefähr 70 % oder mehr reduzieren, im Vergleich zu standardmäßigen resistiven Verbindungen); (2) Reduzierungen bei den Druckkopfbetriebstemperaturen unter bestimmter Bezugnahme auf das Substrat oder den „Chip“; (3) die allgemeine Förderung von vorteilhafteren Temperaturbedingungen innerhalb des Druckkopfs (die aus reduzierten Stromanforderungen resultieren, die entsprechend strombasierte Parasitär-Wärme-Verluste aus „Verbindungsstrukturen“

verringern, die an die Widerstände angebracht sind); (4) mehrere wirtschaftliche Vorteile, einschließlich der Fähigkeit, weniger kostspielige Hochspannungs-/Niedrigstrom-Leistungsversorgungen zu verwenden; (5) verbesserte Gesamt-Zuverlässigkeits-, -Stabilitäts- und -Langlebigkeits-Pegel in Verbindung mit den Druckkopf- und Widerstands-Elementen; (6) die Vermeidung von Erwärmungseffizienzproblemen, die zu Widerstands-„Hot-Spots“ führen können, absolute Grenzen für den Widerstand, und ähnlichem; (7) einen höheren „spezifischen Volumenwiderstand“, wie oben definiert ist, im Vergleich zu herkömmlichen Widerstandsmaterialien, wie z. B. TaAl und Ta<sub>2</sub>N; (8) die Fähigkeit, mehr Widerstände in einem gegebenen Druckkopf zu platzieren, im Hinblick auf die reduzierten oben aufgelisteten Betriebstemperaturen; (9) eine Reduzierung bei den Elektromigrationsproblemen; und (10) im Allgemeinen ein besseres Langzeit-Betriebsverhalten. Diesbezüglich stellt die beanspruchte Erfindung einen wesentlichen Vorteil in der Technik der thermischen Tintenstrahltechnik dar, der zu einem höheren Grad an Betriebseffizienz, Druckqualität und Langlebigkeit beiträgt.

D. Tintenliefersysteme, die den neuen Druckkopf und die Herstellungsverfahren verwenden, die demselben zugeordnet sind

**[0121]** Gemäß der oben gegebenen Informationen wird ein einzigartiger Druckkopf **80** mit einem hohen Grad an thermischer Stabilität und Effizienz offenbart. Die Vorteile, die dieser Struktur zugeordnet sind (die durch die neuen Widerstände **86** geschaffen werden, hergestellt aus den beanspruchten Metall-Silizium-Nitrid-Materialien) werden in den vorangehenden Abschnitten zusammengefasst. Zusätzlich zu den hierin beschriebenen Komponenten soll diese Erfindung ebenfalls (1) ein „Tintenliefersystem“, das unter Verwendung des beanspruchten Druckkopfs aufgebaut ist; und (2) ein neues Verfahren zum Herstellen des Druckkopfs einschließen, das die spezialisierten Materialien und Strukturen verwendet, die in den Abschnitten „A“ – „C“ oben aufgelistet sind. Dementsprechend sollen alle Daten in den Abschnitten „A“ – „C“ durch Bezugnahme in dem vorliegenden Abschnitt (Abschnitt „D“) aufgenommen sein.

**[0122]** Um das Tintenliefersystem der Erfindung herzustellen, wird ein Tintenaufnahmebehälter geschaffen, der wirksam mit dem beanspruchten Druckkopf verbunden und in Fluidkommunikation mit demselben ist. Der Ausdruck „Tintenaufnahmebehälter“ ist oben definiert und kann einen beliebigen Typ eines Gehäuses, Tanks oder einer anderen Struktur umfassen, die entworfen ist, um einen Tintenvorrat in derselben zu halten (einschließlich der Tintenzusammensetzung **32**). Die Ausdrücke „Tintenaufnahmebehälter“, „Tintenspeicherungsbehälter“, „Gehäuse“, „Kammer“ und „Tank“ sollen alle als gleichwertig von einem Funktions- und Strukturstandpunkt aus be-

trachtet werden. Der Tintenaufnahmebehälter kann z. B. das Gehäuse **12** umfassen, das bei der unabhängigen Kassette **10** aus [Fig. 1](#) verwendet wird, oder das Gehäuse **172**, das dem „außeraxialen“ System aus [Fig. 2](#) – [Fig. 3](#) zugeordnet ist. Auf ähnliche Weise soll die Phrase „wirksam verbunden“ eine Situation umfassen, in der der Druckkopf direkt an einen Tintenaufnahmebehälter angebracht ist, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, oder entfernt mit einem Tintenaufnahmebehälter auf eine „außeraxiale“ Weise verbunden ist, wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist. Wiederum wird ein Beispiel eines „An-Bord“-Systems des Typs, der in [Fig. 1](#) präsentiert wird, geschaffen in dem U.S.-Patent Nr. 4,771,295 an Baker u. a., wobei „außeraxiale“ Tintenliefereinheiten beschrieben werden in der gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/869,446 (eingereicht am 6.5.97) mit dem Titel „AN INK CONTAINMENT SYSTEM INCLUDING A PLURAL-WALLED BAG FORMED OF INNER AND OUTER FILM LAYERS“ (Olsen u. a.) und der gemeinsam zugewiesenen, anhängigen U.S.-Patentanmeldung Nr. 08/873,612 (eingereicht am 6.11.97) mit dem Titel „REGULATOR FOR A FREE-INK INKJET PEN“ (Hauck u. a.), wobei all diese Anmeldungen und Patente hierin durch Bezugnahme aufgenommen sind. Solche Bezugnahmen beschreiben und unterstützen eine „wirksame Verbindung“ des beanspruchten Druckkopfs (z. B. Druckkopf **80** oder **196**) mit einem geeigneten Tintenaufnahmebehälter, wobei die Daten und Vorteile, die in den Abschnitten „A“ – „C“ zitiert werden, wiederum durch Bezugnahme in dem vorliegenden Abschnitt (Abschnitt „D“) aufgenommen sind. Diese Daten umfassen repräsentative Metall-Silizium-Nitrid-Konstruktionsmaterialien und numerische Parameter, die den Widerständen **86**/der resistiven Schicht **210** zugeordnet sind. Ferner umfasst das beanspruchte Tintenliefersystem weiterhin zumindest eine Materialschicht mit zumindest einem Loch (z. B. Öffnung) durch dieselbe, die in Position über dem Widerstand **86**/der Stützstruktur **208** in dem Druckkopf **80** aus [Fig. 4](#) so gesichert ist, dass die Öffnung in teilweiser oder (vorzugsweise) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit dem Widerstand **86** ist und umgekehrt. Wiederum ist das Loch/die Öffnung entworfen, um zu ermöglichen, dass Tintenmaterialien durch dieselbe und aus dem Druckkopf **80** fließen. Weitere Informationen im Hinblick auf die Strukturtypen, die in Verbindung mit der öffnungs-enthaltenden Materialschicht verwendet werden können (z. B. der Öffnungsplatte **104** mit der Öffnung **108** in derselben oder entsprechenden Strukturen), werden in Abschnitt „B“ gegeben.

**[0123]** Im Hinblick auf das beanspruchte Verfahren wird anfänglich eine Stützstruktur **208** bereitgestellt, wie in den Abschnitten „A“ – „B“ beschrieben ist. Der Ausdruck „Stützstruktur“ wurde vorangehend definiert und kann wiederum das Substrat **202** allein oder mit zumindest einer zusätzlichen Materialschicht auf



demselben umfassen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die Basisschicht **206**. Der bzw. die Widerstände **86** werden dann auf der Stützstruktur **208** gebildet, wie oben in den Abschnitten „B“ und „C“ erörtert wurde. Auf ähnliche Weise soll das „Bilden“ der resistiven Schicht **210**/der Widerstände **86** auf der Stützstruktur **208** eine Situation umfassen, in der (1) die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** direkt an der oberen Oberfläche **204** des Substrats **202** gesichert sind, ohne dazwischen liegende Materialschichten zwischen denselben; oder (2) die resistive Schicht **210**/die Widerstände **86** durch das Substrat **202** gestützt werden, wobei eine oder mehrere dazwischen liegende Materialschichten (z. B. die Basisschicht **206** und beliebige andere) trotzdem zwischen dem Substrat **202** und der resistiven Schicht **210**/den Widerständen **86** angeordnet sind. Beide diese Alternativen sollen als gleichwertig und umfasst in den vorliegenden Ansprüchen betrachtet werden. Die resistive Schicht **210** wird üblicherweise verwendet, um die Widerstände in dem System zu erzeugen oder „bilden“ (einschließlich dem Widerstand **86**, der in [Fig. 4](#) gezeigt ist), mit den Schritten, die zu diesem Zweck verwendet werden, die oben in den Abschnitten „B“ und „C“ beschrieben sind. Auf ähnliche Weise, bei einem alternativen Ausführungsbeispiel, kann das „Bilden“ der Widerstände **86** auch eine Situation umfassen, in der die Widerstände **86** vorab hergestellt und dann an die Stützstruktur **208** unter Verwendung eines chemischen oder physischen Mittels angebracht werden, das Haftmittel, Löten und ähnliches umfasst. Die resistive Schicht **210** (und Widerstandselemente, die aus derselben hergestellt werden, einschließlich dem Widerstand **86**) weisen eine Dicke „T<sub>1</sub>“ von ungefähr 300 – 4.000 Å und einen spezifischen Volumenwiderstand von ungefähr 1.400 – 30.000 µΩ-cm auf, wie vorangehend erwähnt wurde. Andere Charakteristika, Merkmale und Vorteile der Metall-Silizium-Nitrid-Widerstände **86** werden wiederum in den Abschnitten „B“ und „C“ zitiert.

[0124] Abschließend wird zumindest eine Materialschicht mit zumindest einer Öffnung durch dieselbe (z. B. die Öffnungsplatte **104** mit der Öffnung **108** in derselben bei einem bevorzugten und nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel) geschaffen und nachfolgend in Position über dem Widerstand **86** in dem Druckkopf **80** ([Fig. 4](#)) so angebracht/platziert, dass das Loch/die Öffnung in zumindest teilweiser oder (vorzugsweise) vollständiger axialer Ausrichtung (z. B. „Registrierung“) mit dem Widerstand **86** ist, und umgekehrt. Die Öffnung ermöglicht wiederum, dass Tintenzusammensetzungen von Interesse durch dieselbe und aus dem Druckkopf **80** fließen. Weitere Daten, die diesen Aspekt der vorliegenden Erfindung umfassen, sind in dem Abschnitt „B“ angegeben.

## Patentansprüche

1. Ein Tintenlieferdruckkopf (**80, 196**), der folgende Merkmale aufweist:  
eine Stützstruktur (**202, 208**); und  
zumindest ein Widerstandselement (**86**), das innerhalb des Druckkopfs (**80, 196**) positioniert ist, zum Ausstoßen von Tinte (**32**) auf Befehl aus demselben, wobei das Widerstandselement (**86**) aus zumindest einer Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung besteht;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung eine Formel  $M_xSi_yN_z$  aufweist, wobei M = zumindest ein Metall, X = ungefähr 12 – 38, Y = ungefähr 27 – 45 und Z = ungefähr 20 – 60 ist; mit dem Vorbehalt, dass die Silizium-Nitrid-Verbindung nicht die Formel  $Ta_{15}Si_{30}N_{55}$  aufweist.
2. Ein Tintenlieferdruckkopf (**80, 196**) gemäß Anspruch 1, bei dem X = ungefähr 18 – 25, Y = ungefähr 32 – 35 und Z = ungefähr 35 – 47 ist.
3. Der Druckkopf (**80, 196**) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem M zumindest ein Metall aufweist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Tantalum, Wolfram, Chrom, Molybdän, Titan, Zirkonium, Hafnium und Mischungen derselben.
4. Ein Tintenliefersystem zur Verwendung beim Erzeugen von gedruckten Bildern, das folgende Merkmale aufweist:  
einen Druckkopf (**80, 196**) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2 oder Anspruch 3, wobei der Druckkopf ferner folgende Merkmale aufweist:  
zumindest eine Schicht aus Material (**108**), die zumindest eine Öffnung (**104**) durch dieselbe aufweist;  
einen Tintenaufnahmebehälter (**12, 172**), der wirksam mit dem Druckkopf (**80, 196**) verbunden ist und in Fluidkommunikation mit demselben ist; und  
wobei das Widerstandselement (**86**) zwischen der Stützstruktur (**202, 208**) und der Schicht aus Material (**104**) positioniert ist, die die Öffnung (**108**) durch dieselbe aufweist.
5. Ein Tintenliefersystem zur Verwendung beim Erzeugen von gedruckten Bildern, das folgende Merkmale aufweist:  
einen Druckkopf (**80, 196**) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2 oder Anspruch 3; und  
einen Vorrat von zumindest einer Tintenverbindung (**32**) in Fluidkommunikation mit dem Widerstandselement (**86**).
6. Ein Verfahren zum Herstellen eines Druckkopfs (**80, 100**) zur Verwendung in einem Tintenliefersystem, das folgende Schritte aufweist:  
Bereitstellen einer Stützstruktur (**202, 208**);  
Bilden von zumindest einem Widerstandselement (**86**), das aus zumindest einer Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung auf der Stützstruktur (**202, 208**) besteht;

Bereitstellen von zumindest einer Schicht aus Material (104), die zumindest eine Öffnung (108) durch dieselbe aufweist; und

Befestigen der Schicht aus Material (104), die die Öffnung (108) durch dieselbe aufweist, in Position über der Stützstruktur (202, 208) und dem Widerstandselement (86), um den Druckkopf (80, 196) zu erzeugen;

dadurch gekennzeichnet, dass die Metall-Silizium-Nitrid-Verbindung eine Formel  $M_xSi_yN_z$  aufweist, wobei  $M$  = zumindest ein Metall,  $X$  = ungefähr 12 – 38,  $Y$  = ungefähr 27 – 45 und  $Z$  = ungefähr 20 – 60 ist; mit dem Vorbehalt, dass die Silizium-Nitrid-Verbindung nicht die Formel  $Ta_{15}Si_{30}N_{55}$  aufweist.

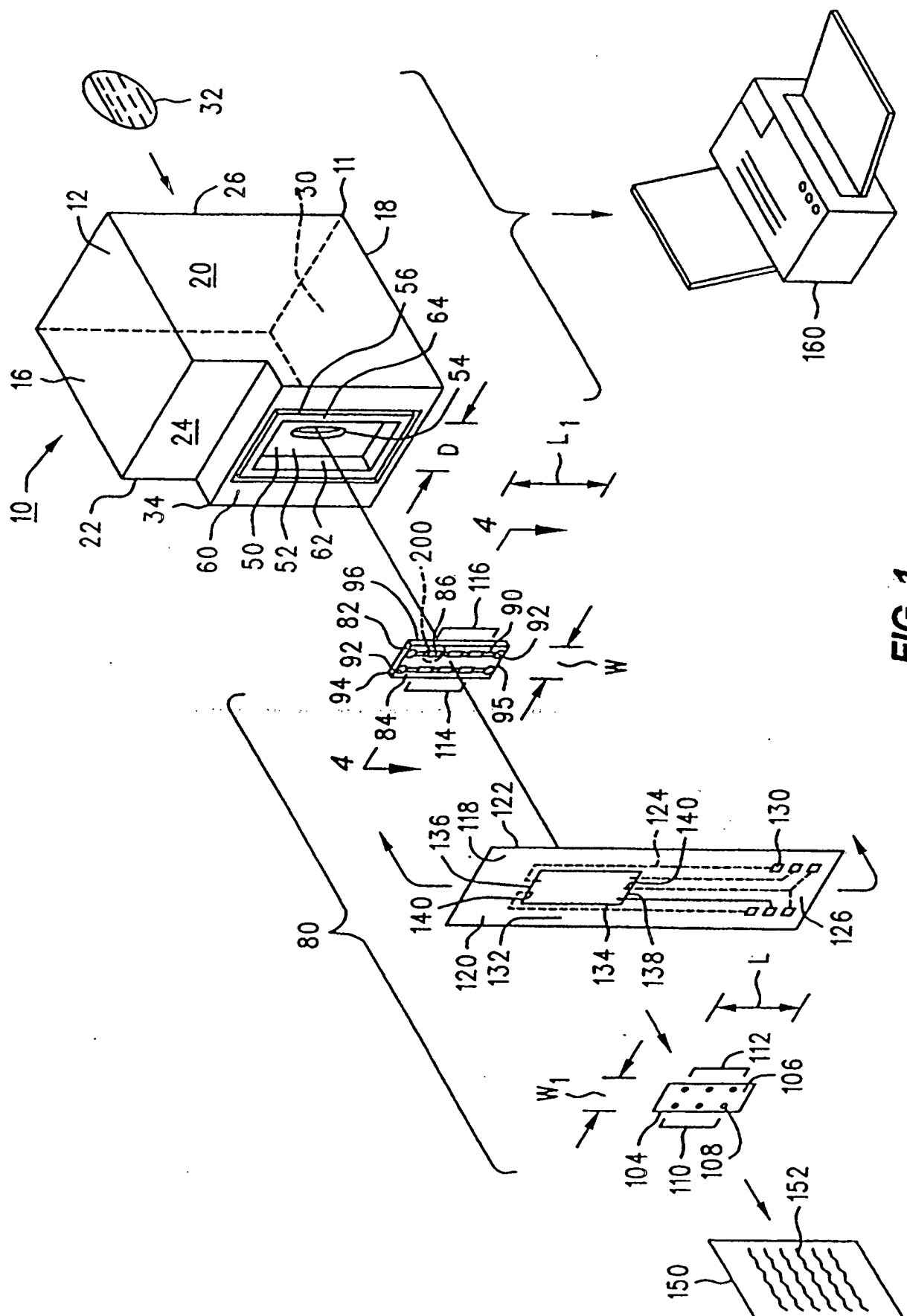
7. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem  $X$  = ungefähr 18 – 25,  $Y$  = ungefähr 32 – 35 und  $Z$  = ungefähr 35 – 47 ist.

8. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6 oder Anspruch 7, das ferner den Schritt des Stabilisierens des Widerstandselements (86) aufweist, um Fluktuationen des Widerstands zu steuern.

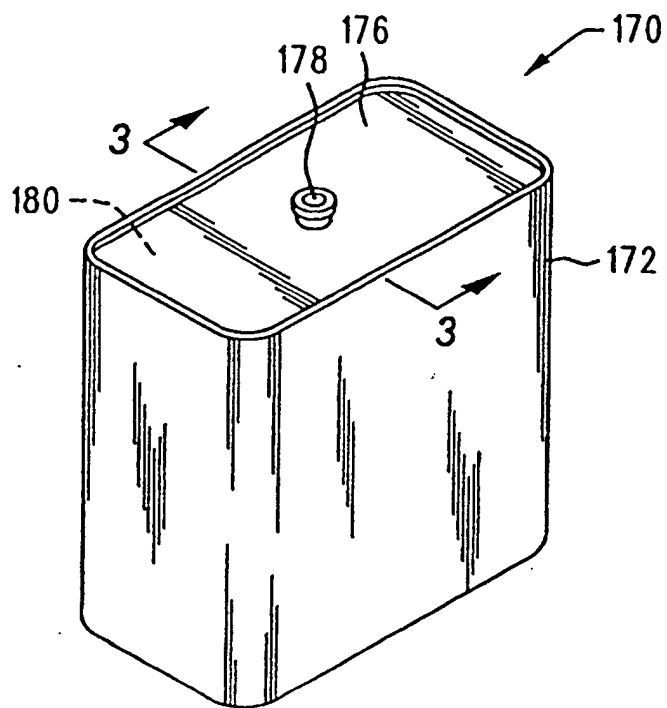
9. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem das Stabilisieren des Widerstandselements (86) das Erwärmen des Widerstandselements (86) auf eine Temperatur von ungefähr 800 – 1.000°C aufweist.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem das Stabilisieren des Widerstandselements (86) das Anlegen von ungefähr  $1 \times 10^2$  bis  $1 \times 10^7$  Pulsen aus elektrischer Energie an das Widerstandselements (86) aufweist, wobei jeder Puls eine Pulsbreite von ungefähr 0,6 – 100 Mikrosekunden, eine Pulsfrequenz von ungefähr 5 – 100 kHz, eine Pulsspannung von ungefähr 10 – 160 Volt und einen Pulsstrom von ungefähr 0,03 – 0,2 Ampere aufweist.

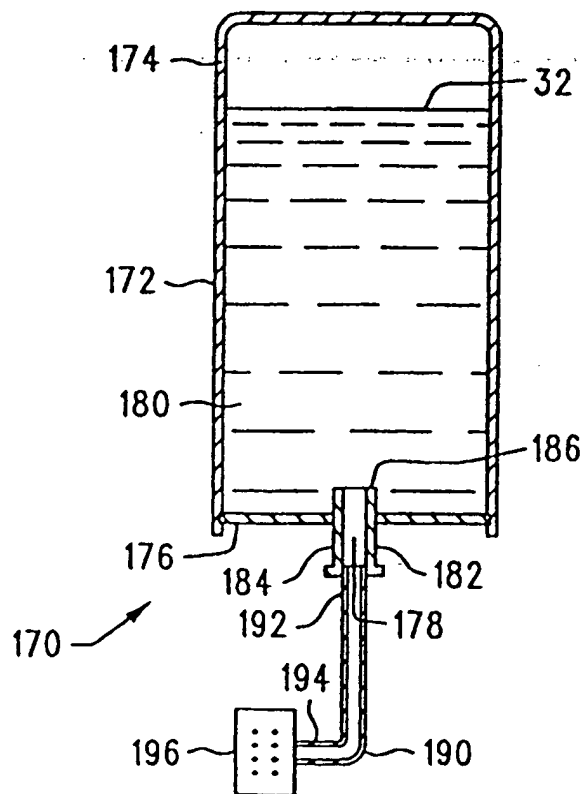
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen







**FIG. 2**



**FIG. 3**

