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

(10) **DE 600 37 781 T2** 2008.07.17

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 080 897 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 781.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 306 762.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **09.08.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.03.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.01.2008**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.07.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***B41J 2/05*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
385298 **30.08.1999** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

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

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Schulte, Donald W., Corvallis, OR 97330, US; Giere, Matthew D., San Diego, CA 92129, US; Sims, Tyler, San Diego, CA 92131, US; Lassar, Noah C., San Diego, CA 92107, US; Kent, Mary, Corvallis, OR 97330, US

(54) Bezeichnung: **ELEKTROSTATISCHE-ENTLADUNG-SCHUTZ VON ELEKTRISCH INAKTIVEN KOMPONENTEN IN EINEM THERMISCHEN TINTENSTRAHLDRUCKSYSTEM**

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

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Elektrostatische-Entladung-Schutzsysteme (ESD-Systeme, ESD = electrostatic discharge) und insbesondere auf ein System und ein Verfahren zum Schützen einer elektrisch inaktiven Komponente eines thermischen Tintenstrahldrucksystems vor einem ESD-Ereignis.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Elektrostatische-Entladung-Ereignisse (ESD-Ereignisse) sind potentiell ernste Vorkommnisse, die großen Schaden an einer elektronischen Vorrichtung, wie z. B. einem Drucksystem, verursachen können. Ein typisches ESD-Ereignis ist gewöhnlich ein Auftreten einer Hochspannung und kann ein Drucksystem und insbesondere den Druckkopf, der entworfen ist, um bei kleinen Spannungen wirksam zu sein, ohne weiteres beschädigen oder zerstören.

[0003] Thermische Tintenstrahldrucksysteme umfassen gewöhnlich sowohl elektrisch aktive (oder elektrische) Komponenten (beispielsweise Widerstände und Kondensatoren) als auch elektrisch inaktive Komponenten (beispielsweise bestimmte Arten von Dünnfilmschichten), die eine primär nicht-elektrische Funktion haben. Ein ESD-Ereignis an dem Druckkopf eines thermischen Tintenstrahldrucksystems kann ohne weiteres die Komponenten, die in dem Druckkopf enthalten sind, beschädigen oder zerstören. Ferner kann ein Schaden nicht nur an den elektrischen Komponenten des Druckkopfs, sondern auch an den elektrisch inaktiven Komponenten des Druckkopfs auftreten.

[0004] Obgleich viele Drucksysteme ESD-Schutzsysteme umfassen, sind derzeitige ESD-Schutzschemata entworfen, nur die elektrischen Komponenten des Drucksystems zu schützen. Daher bleiben die elektrisch inaktiven Komponenten allgemein vor potentiell beschädigenden ESD-Ereignissen ungeschützt. Dies ist ein Problem, da ein ESD-Ereignis, selbst falls die elektrischen Komponenten einen ESD-Schutz aufweisen, dennoch einen Schaden an den elektrischen Komponenten des Drucksystems bewirken kann, besonders falls sich die elektrisch inaktive Komponente in unmittelbarer Nähe zu der elektrischen Komponente befindet. Daher besteht ein Bedarf nach einem ESD-Schutzsystem, das einen Schutz vor ESD-Ereignissen nicht nur für elektrische Komponenten eines thermischen Tintenstrahldrucksystems, sondern auch für die elektrisch inaktiven Komponenten schafft.

[0005] Die US-Patentschrift 5,491,505 offenbart einen Tintenstrahlaufzeichnungskopf und eine derartige Vorrichtung, die ein Schutzbauglied aufweist, das über Energiegeneratoren zum Erzeugen von Energie, die verwendet wird, um Tinte auszustoßen, gebildet ist. Die Vorrichtung umfasst eine Widerstandsschicht, eine Passivierungsschicht, die über der Widerstandsschicht liegt, und eine Schutzschicht, die über der Passivierungsschicht liegt und, zumindest teilweise, über der Widerstandschicht. Ähnliche Vorrichtungen sind in der US-Patentschrift 5,635,968 und der US-Patentschrift 5,748,209 offenbart.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Um die Beschränkungen bei dem Stand der Technik, die oben beschrieben sind, zu überwinden und um andere Beschränkungen zu überwinden, die auf das Lesen und Verstehen der vorliegenden Beschreibung hin offenkundig werden, ist die vorliegende Erfindung in einem System und einem Verfahren zum Schützen eines thermischen Tintenstrahldrucksystems vor elektrostatischer Entladung (ESD) durch ein Schützen elektrisch inaktiver Komponenten des Systems ausgeführt. Durch ein Schaffen eines ESD-Schutzes für die elektrisch inaktiven Komponenten wird ein vollständigeres und effizienteres ESD-Schutzsystem erreicht, das ein zusätzliches Maß von ESD-Schutz für die elektrischen Komponenten des Drucksystems schafft. Elektrisch inaktive Komponenten sind Komponenten des Drucksystems, die keine elektrische Funktion aufweisen, und Strukturen (beispielsweise Dünnfilmschichten), die einen im Wesentlichen nicht-elektrischen Zweck haben.

[0007] Die vorliegende Erfindung schafft einen höchst wirksamen und effizienten ESD-Schutz von Drucksystemen, die elektrisch inaktive Komponenten umfassen. Insbesondere verringert die vorliegende Erfindung durch ein Schaffen eines ESD-Schutzes für sowohl die elektrisch inaktiven Komponenten des Drucksystems als auch die elektrischen Komponenten in hohem Maße die Anfälligkeit und Empfindlichkeit eines Drucksystems (besonders des Druckkopfs) gegenüber einem Schaden oder eine Zerstörung durch ein ESD-Ereignis. Ferner kann die vorliegende Erfindung in einem Druckkopf des Drucksystems unter Verwendung der vorhandenen Strukturen und Schaltungsanordnung des Druckkopfs oder durch geeignete Mikroherstellungs- und Dünnfilmtechniken implementiert werden.

[0008] Das System der vorliegenden Erfindung umfasst ein ESD-Schutzsystem, das derart positioniert ist, dass ein ESD-Ereignis weg von einer elektrisch inaktiven Komponente eines Drucksystems geleitet wird. Das ESD-Schutzsystem der vorliegenden Erfindung verringert die beschädigenden Wirkungen eines ESD-Ereignisses und kann bei einigen Ausführungsbeispielen sogar verhindern, dass ein ESD-Ereignis auftritt. Das ESD-Schutzsystem der vorliegen-

den Erfindung umfasst mehrere Ausführungsbeispiele, um dies zu bewerkstelligen.

[0009] Insbesondere stellt ein Ausführungsbeispiel des ESD-Schutzsystems einen elektrisch floatenden großen leitfähigen Bereich zur Dissipation bzw. Ableitung eines ESD-Ereignisses bereit. Dieser große leitfähige Bereich, der mit einer elektrisch inaktiven Komponente kapazitiv gekoppelt ist, verringert durch ein Bereitstellen eines Speicherungsbereichs für das ESD-Ereignis die Empfindlichkeit der elektrisch inaktiven Komponente gegenüber einem ESD-Ereignis. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel sind der große leitfähige Bereich und die elektrisch inaktive Komponente bei dem gleichen Potential oder Masse gehalten, wodurch das Auftreten eines ESD-Ereignisses in hohem Maße verringert und sogar eliminiert wird. Ferner kann das Ausführungsbeispiel, um einen ESD-Schutz während eines Herstellungsvorgangs zu schaffen, eine trennbare Verbindung (beispielsweise eine Schmelzverbindung) umfassen, so dass die elektrisch inaktive Komponente und der große leitfähige Bereich für eine bestimmte Zeitperiode bei dem gleichen Potential gehalten werden, bevor die Verbindung zwischen dem großen leitfähigen Bereich und dem Potential getrennt wird. An sich verringert das ESD-Schutzsystem das Auftreten eines ESD-Ereignisses während des Herstellungsvorgangs in hohem Maße, ohne den normalen Betrieb des Drucksystems zu beeinflussen.

[0010] Ein anderes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ein ESD-Schutzsystem, das einen bevorzugten Durchbruchsort für ein ESD-Ereignis an einem Ort weg von jeglichen elektrisch inaktiven Komponenten bereitstellt. Selbst falls alle anderen ESD-Schutzsysteme versagen, befindet sich der resultierende Schaden an dem Drucksystem an einem Ort, der den Betrieb des Drucksystems nicht beeinflusst. Andere Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung umfassen verschiedene ESD-Schutzsysteme, die den großen leitfähigen Bereich in dem Drucksystem in verschiedene Dünnfilmschichten aufteilen. Die Ladung von einem ESD-Ereignis ist in diesen verschiedenen Schichten gespeichert, wodurch die Erzeugung eines Bereichs einer hohen Ladung in jeglicher einzelner Schicht, die die Schicht beschädigen könnte, verhindert wird. Ferner kann ein Nebenschlussstab verwendet werden, um einen bevorzugten zu folgenden Weg für ein ESD-Ereignis bereitzustellen, wobei sich dieser bevorzugte Weg weg von der elektrisch inaktiven Komponente befindet. Die vorliegende Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Schützen eines Drucksystems, das eine elektrisch inaktive Komponente aufweist, unter Verwendung der vorher erwähnten Systeme.

[0011] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung sowie ein vollständigeres Verständnis derselben werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung offenkundig, zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen, die beispielhaft die Prinzipien der Erfindung veranschaulichen. Ferner soll der Schutzbereich der Erfindung durch die Patentansprüche und nicht durch die vorhergehende Zusammenfassung oder die folgende detaillierte Beschreibung beschränkt sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Die vorliegende Erfindung kann durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung und die angehängten Zeichnungen, die das bevorzugte Ausführungsbeispiel veranschaulichen, besser verstanden werden. Andere Merkmale und Vorteile werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels offenkundig, zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen, die beispielhaft die Prinzipien der Erfindung veranschaulichen.

[0013] Bezug nehmend auf die Zeichnungen, bei denen gleiche Bezugszeichen durchgehend entsprechende Teile darstellen, ist:

[0014] Fig. 1A ein Übersichtsblockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine elektrisch inaktive Komponente zeigt, die vor einem ESD-Ereignis geschützt ist, das direkt an der Komponente auftritt,

[0015] Fig. 1B ein Blockdiagramm eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs, das ein Arbeitsbeispiel des Ausführungsbeispiels von Fig. 1A veranschaulicht,

[0016] Fig. 2A ein Übersichtsblockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine elektrisch inaktive Komponente zeigt, die vor einem ESD-Ereignis geschützt ist, das an einem Punkt außerhalb der Komponente auftritt,

[0017] Fig. 2B ein Blockdiagramm eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs, das ein Arbeitsbeispiel des Ausführungsbeispiels von Fig. 2A veranschaulicht,

[0018] Fig. 3 eine Veranschaulichung einer Arbeitsbeispielmehrzahl von elektrisch inaktiven Komponenten in einem thermischen Tintenstrahldruckkopf, die miteinander "verbunden" sind, um einen großen kapazitiven Bereich zu bilden,

[0019] Fig. 4 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine trennbare Verbindung und mehrere Kontakte umfasst,

[0020] Fig. 5 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine trennbare Verbindung und einen einzigen Kontakt um-

fasst,

[0021] Fig. 6 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine sekundäre trennbare Verbindung umfasst,

[0022] Fig. 7 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine einzige trennbare Verbindung, die mit Masse verbunden ist, umfasst,

[0023] Fig. 8 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das mehrere trennbare Verbindungen und einzelne Kontakte umfasst,

[0024] Fig. 9 ein Arbeitsbeispiel eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das mehrere trennbare Verbindungen umfasst, die in einer Schutzschicht des Druckkopfs eingegliedert sind,

[0025] Fig. 10 ein Übersichtsblockdiagramm eines Opfer-ESD-Schutzsystems der vorliegenden Erfindung,

[0026] Fig. 11 ein Arbeitsbeispiel des Opfer-ESD-Durchbruch-systems der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 10 gezeigt ist,

[0027] Fig. 12 ein Übersichtsblockdiagramm des Ausführungsbeispiels einer kapazitiven Kopplung mit Abschirmung der vorliegenden Erfindung,

[0028] Fig. 13 ein Arbeitsbeispiel eines ersten Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems,

[0029] Fig. 14 ein Arbeitsbeispiel eines zweiten Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems,

[0030] Fig. 15 ein Arbeitsbeispiel eines dritten Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0031] In der folgenden Beschreibung der Erfindung wird Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen genommen, die einen Teil hiervon bilden und in denen veranschaulichend ein spezifisches Beispiel gezeigt ist, bei dem die Erfindung praktiziert werden kann. Es wird darauf hingewiesen, dass andere Ausführungsbeispiele genutzt werden können und strukturelle Änderungen gemacht werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

I. Allgemeiner Überblick

[0032] Die vorliegende Erfindung liefert ein Mikrosystem mit einem ESD-Schutz sowohl vor direkten ESD-Ereignissen als auch externen ESD-Ereignissen. Im Allgemeinen ist ein direktes ESD-Ereignis eines, das eine elektrisch inaktive Komponente direkt (oder in unmittelbarer Nähe) trifft. Ein externes ESD-Ereignis ist eines, das weg von einer elektrisch inaktiven Komponente auftritt. Obgleich ein externes ESD-Ereignis weg von elektrisch inaktiven Komponenten auftritt, kann es die Komponente beschädigen, da gewöhnlich ein leitfähiger Weg von dem Treffbereich zu der Komponente vorhanden ist. Beispielsweise kann ein Widerstand beschädigt werden, obgleich er sich tief in den Komponenten eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs befinden kann, falls ein ESD-Ereignis eine Leiterbahn auf der Oberfläche des Druckkopfs trifft. Die vorliegende Erfindung bietet Schutz von Mikrosystemen vor beiden der oben genannten Arten von ESD-Ereignissen.

A. ESD-Schutz vor einem direkten ESD-Ereignis

[0033] Fig. 1A ist ein Übersichtsblockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine elektrisch inaktive Komponente zeigt, die vor einem ESD-Ereignis geschützt ist, das direkt an der Komponente auftritt. Ein Mikrosystem **100**, das eine integrierte Schaltung oder eine Mikromaschine sein kann, umfasst eine elektrisch inaktive Komponente **110**. Im Allgemeinen ist die elektrisch inaktive Komponente **110** mit einem ESD-Schutzsystem der vorliegenden Erfindung gekoppelt. Auf einer Leistungsseite der Schaltung befindet sich ein Leistungsschleife-ESD-Schutzsystem **115**, und auf einer Masseseite der Schaltung befindet sich ein Masseschleife-ESD-Schutzsystem **120**.

[0034] Das Leistungsschleife-ESD-Schutzsystem **115** kann mit einer Leistungsversorgung **125** elektrisch gekoppelt sein, und das Masseschleife-ESD-Schutzsystem **120** kann mit Masse **130** elektrisch gekoppelt sein. Alternativ erfordert die Kombination der elektrisch inaktiven Komponente **110**, des Leistungsschleife-ESD-Schutzsystems **115** und des Masseschleife-ESD-Schutzsystems **120** keine Verbindung mit der Leistungsversorgung **125** oder Masse **130** (wie es durch die gestrichelten Linien gezeigt ist). Stattdessen kann die Kombination elektrisch floatend sein. Die Konfiguration, wie sie in Fig. 1A gezeigt ist, schützt das Mikrosystem **100** vor einem Schaden aufgrund eines ESD-Ereignisses, das die elektrisch inaktive Komponente **110** direkt trifft.

[0035] Fig. 1B ist ein Blockdiagramm eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs **140**, das ein Arbeitsbeispiel des Ausführungsbeispiels von Fig. 1A veranschaulicht. Eine Mehrzahl von Schutzschichten **150**, wie z. B. Tantal-„Inseln" (Trennungsbereiche),

ist gezeigt, die nahe einer oberen Schicht des thermischen Tintenstrahldruckkopfs **140** angeordnet und durch Brücken **160** verbunden sind. Die Schutzschichten **150** dienen zum Schützen unten liegender Schichten vor einem Zusammenfallen von Tintentropfenblasen (im Folgenden detailliert erörtert). In dem Beispiel, das folgt, ist das Material Tantal, jedoch kann ein beliebiges anderes geeignetes Material verwendet werden, wie z. B. Rhodium (Rh), Molybdän (Mo) und Nickel (Ni). Jede Tantal-Insel **150** liegt vorzugsweise über einem Widerstand (nicht gezeigt), der bei dem Abfeuern von Tintentropfen verwendet wird.

[0036] Dem thermischen Tintenstrahldruckkopf **140** wird Leistung durch ein Verbinden des Druckkopfs **140** mit einer Spannungsquelle **170** und Masse **175** bereitgestellt. Auf einer Masseseite des Druckkopfs **140** befinden sich Masseschleifeschutzschaltungen **180**, die die Tantal-Inseln **150** vor einem ESD-Entladungsereignis schützen. Ähnlich befinden sich auf der Leistungsseite des Druckkopfs **140** Leistungsschleifeschutzschaltungen **190**, die die Tantal-Inseln **150** schützen. Vorzugsweise umfassen diese Schutzschaltungen eine Diode, um eine einzige Richtung von Ladung zu und von dem Druckkopf **140** bereitzustellen. Wenn ein ESD-Ereignis eine oder mehrere der Tantal-Inseln **150** trifft, wird die zugehörige Ladung durch entweder die Leistungsschleifeschutzschaltung **190** oder die Masseschleifeschutzschaltung **180** hindurch dissipiert, und es wird verhindert, dass das ESD-Ereignis empfindliche Komponenten beschädigt.

B. ESD-Schutz vor einem externen ESD-Ereignis

[0037] Fig. 2A ist ein Übersichtsblockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das eine elektrisch inaktive Komponente zeigt, die vor einem ESD-Ereignis geschützt ist, das an einem Punkt außerhalb der Komponente auftritt. Ein Mikrosystem **200** umfasst einen externen Weg **205**, der mit dem Mikrosystem **200** gekoppelt ist und, falls keine Intervention erfolgt, ermöglicht, dass eine Ladung von einem ESD-Ereignis zu einer elektrisch inaktiven Komponente **210** fließt. Beispielsweise kann ein externer Weg eine Leiterbahn entlang der Oberfläche eines Mikrosystems umfassen, die ein ESD-Ereignis erfahren kann und die Ladung an eine elektrisch inaktive Komponente übertragen kann.

[0038] Das Mikrosystem **200**, das in Fig. 2A gezeigt ist, umfasst ein Leistungsschleife-ESD-Schutzsystem **215** für die Leistungsseite des Mikrosystems **200** und ein Masseschleife-ESD-Schutzsystem **220** für die Masseseite des Mikrosystems **200**. Das Leistungsschleife-ESD-Schutzsystem **215** ist vorzugsweise mit einer Leistungsversorgung **225** gekoppelt, während das Masseschleife-ESD-Schutzsystem **220** vorzugsweise mit Masse **230** gekoppelt ist. Ein Verzögerungssystem **235** ist nahe der elektrisch inaktiven Komponente **210** platziert, um den Schutzschaltungen **215** und **220** genügend Zeit zum Aktivieren und Dissipieren jeglicher Ladung von einem ESD-Ereignis zu erlauben, bevor diese die elektrisch inaktive Komponente **210** beschädigen kann. Vorzugsweise ist dieses Verzögerungssystem **235** ein Widerstand.

[0039] Fig. 2B ist ein Blockdiagramm eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs **250**, das ein Arbeitsbeispiel des Ausführungsbeispiels von Fig. 2A veranschaulicht. Bei diesem Beispiel ist eine freiliegende leitfähige Schicht **255**, die sich auf der Oberfläche des Druckkopfs, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe zu anderen Leitern befindet, der externe Weg zu dem Mikrosystem. Eine Masseschleifeschutzschaltung **260** und eine Leistungsschleifeschutzschaltung **265** schützen die Leistungsseite und die Masseseite des Druckkopfs **250**. Ein Widerstand **270** agiert als ein Verzögerungssystem, um zu verzögern, dass eine Ladung von einem ESD-Ereignis vor einer Aktivierung der Schutzschaltungen **260** und **265** eine Wärmedissipationsschicht **275** erreicht. Die Wärmedissipationsschicht **275**, die unter einem thermischen Tintenstrahlwiderstand (nicht gezeigt) liegt, agiert als eine Wärmesenke für den Widerstand und hat so keine elektrische Funktion. Zusätzlich zu einem Schützen der Wärmedissipationsschicht **275** vor einem ESD-Ereignis wird ein zusätzlicher ESD-Schutz für den Widerstand erreicht, da sich die Wärmedissipationsschicht **275** in unmittelbarer Nähe zu dem Widerstand befindet. Auf diese Weise wird verhindert, dass ein ESD-Ereignis, das an der freiliegenden leitfähigen Schicht **255** auftritt, sowohl die elektrisch inaktive Wärmedissipationsschicht **275** als auch den Widerstand beschädigt.

II. Details des ESD-Schutzsystems

[0040] Die vorliegende Erfindung umfasst ein ESD-Schutzsystem, das mehrere Ausführungsbeispiele aufweist und das Schutz vor ESD-Ereignissen schafft. Jedes dieser ESD-Schutzsysteme wird nun erörtert.

A. ESD-Schutzsysteme vor direkten ESD-Ereignissen: Elektrisch floatendes ESD-Dissipationssystem

[0041] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein elektrisch floatendes ESD-Dissipationssystem. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine elektrisch inaktive Komponente Teil des Systems und trägt dazu bei, ein ESD-Ereignis zu dissipieren. Vorzugsweise umfasst die elektrisch inaktive Komponente einen großen leitfähigen Bereich, der mit einer elektrischen Komponente oder einen anderen elektrisch inaktiven Komponente kapazitiv gekoppelt sein kann. Wenn ein ESD-Ereignis auftritt, wird die Ladung, die durch das ESD-Ereignis erzeugt wird, entlang eines bevorzugten Wegs an den großen leitfähi-

gen Bereich gesendet, wo die Ladung dissipiert wird. Die elektrische Komponente ist durch ein Leiten einer Ladung von dem ESD-Ereignis entlang eines bevorzugten Wegs und ein Dissipieren der Ladung in dem großen leitfähigen Bereich geschützt, und die elektrisch inaktive Komponente ist geschützt, da sie elektrisch floatend ist.

[0042] Fig. 3 veranschaulicht ein Arbeitsbeispiel dieser Art eines ESD-Dissipationssystems. Bei diesem Arbeitsbeispiel ist das Mikrosystem ein thermischer Tintenstrahldruckkopf, der eine Dünnfilmstruktur aufweist. Die Dünnfilmstruktur umfasst eine Elektrische-Komponente-Schicht (die bei diesem Beispiel ein Widerstand ist), eine dielektrische Schicht, die über dem Widerstand liegt, und eine Schutzschicht, die zumindest über einem Abschnitt der dielektrischen Schicht liegt. Die Dünnfilmstruktur des Druckkopfs kann auch andere geeignete Schichten umfassen, die auf dem Substrat angeordnet sind.

[0043] Die Schutzschicht ist aus einem Material, wie z. B. Tantal (Ta), hergestellt. Gewöhnlich ist es bevorzugt, das Tantal an dem Mikrosystem als einen einzelnen getrennten Bereich oder eine „Insel" aufzutragen, die über dem Widerstand liegt, anstatt als eine monolithische Platte. Der Grund hierfür ist, dass jegliche Dünnfilme, die oben auf der Schutzschicht aufgetragen werden können, besser an den anderen Schichten als an der Tantal-Schutzschicht haften. In dem meisten Fällen ist jeder Widerstand durch eine elektrisch getrennte Insel aus Tantal bedeckt. Wenn jedoch ein ESD-Ereignis auftritt, baut sich an diesen Inseln eine Ladung auf, und die Unfähigkeit, diese Ladung zu dissipieren, führt zu einer großen Potentialdifferenz zwischen der Tantal-Insel und dem Widerstand. Diese große Potentialdifferenz kann einen Durchbruch der Passivierungsschicht zwischen der Tantal-Insel und dem Widerstand bewirken.

[0044] Die ESD-Dissipationsvorrichtung der vorliegenden Erfindung schafft jedoch einen Ausgleich zwischen den beiden Extremen einer monolithischen Platte und isolierter Inseln. Bei einem Extrem dient nämlich ein großer leitfähiger Bereich (beispielsweise eine monolithische Platte) im Wesentlichen als eine Niedriger-Widerstandswert-Brücke zwischen Inseln, die den Fluss großer Ströme ermöglicht und die Spitzenspannung über die Passivierungsschicht **320** während eines ESD-Ereignisses verringert. Die monolithische Platte stellt eine Niedriger-Widerstandswert-Verbindung zwischen Inseln bereit und bietet einen funktionierenden ESD-Schutz (da eine hohe Menge von Ladung gespeichert werden kann). Diese Niedriger-Widerstandswert-Brücken bieten jedoch auch Widerstandsausfällen einen einfachen Weg, um sich in dem gesamten Mikrosystem auszubreiten, und eine derartige Ausbreitung kann ein weit verbreitetes Versagen des Mikrosystems bewirken.

[0045] Bei dem anderen Extrem ist der große leitfähige Bereich praktisch nicht vorhanden, da es getrennte Inseln (oder eine Hoher-Widerstandswert-Brücke zwischen Inseln) gibt, die den Strom durch die Brücke hindurch behindern und zu höheren Spitzenspannungen führen. Ferner gibt es, wenn die Inseln überhaupt nicht verbunden sind, einen im Wesentlichen unendlichen Widerstandswert zwischen den Inseln. Obgleich Widerstandsausfälle durch diese Hoher-Widerstandswert-Brücken hindurch nicht ohne weiteres ausgebreitet werden, bieten sie keinen angemessenen ESD-Schutz.

[0046] Der Vorteil des ESD-Dissipationssystems der vorliegenden Erfindung ist, dass es die Erfordernisse der Dünnfilmstruktur des Druckkopfs ohne jegliche Verschlechterung mechanischer Schutzqualitäten ausgleicht. Insbesondere wird durch ein leitfähiges Zusammenkoppeln der Tantal-Inseln der obere Überzug der Druckkopfhaftung nicht geopfert, ein Schaden, der durch einen ausgefallenen Widerstand verursacht ist, wird nicht zu anderen Widerständen ausgebreitet, und ein Schutz vor Hohlraumbildung und Blasenzusammenfallen wird aufrechterhalten. Ferner wird durch ein Verbinden der Tantal-Inseln jegliche Ladung von einem ESD-Ereignis durchgehend verbreitet und in einer Mehrzahl von Tantal-Inseln dissipiert anstatt an einer einzigen Tantal-Insel gespeichert zu werden. Leitfähig verbundene Tantal-Inseln erhöhen in hohem Maße die Ladungsspeicherungsfähigkeit der Tantal-Schicht und verringern die Spannung über die Passivierungsschicht während eines ESD-Ereignisses, wodurch ein Schaden an der Passivierungsschicht vermieden wird.

[0047] Fig. 3 ist eine Seitenansicht einer Dünnfilmstruktur **300** eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs (nicht gezeigt) und umfasst ein Substrat **305**, eine Widerstandsschicht **310**, die über dem Substrat **310** liegt, und eine erste Passivierungsschicht **320**. Das Substrat **305** kann beispielsweise aus Silizium oder Glas hergestellt sein, die Widerstandsschicht **310** kann beispielsweise Tantalaluminium sein, und die erste Passivierungsschicht **320** kann beispielsweise aus Siliziumcarbid und Siliziumnitrid hergestellt sein. Die Widerstandsschicht **310** umfasst Widerstände (nicht gezeigt), die durch die Ätzmuster einer Kombination eines leitfähigen Materials (beispielsweise Aluminiums) in der Widerstandsschicht **310**, das über einem Widerstandsmaterial (beispielsweise Tantalaluminium) liegt, gebildet sind. Eine zweite Passivierungsschicht oder Schutzschicht **330** umfasst Inseln **340**, die durch Brücken **350** miteinander verbunden sind. Wie oben erörtert ist, ist die Schutzschicht **330** gewöhnlich aus Tantal hergestellt. Andere Aspekte und Details einer Dünnfilmstruktur bei einem thermischen Tintenstrahldruckkopf sind in der US-Patentschrift Nr. 5,187,500 mit dem Titel „Control of Energy to Thermal Ink Jet Heating Elements" von Bohorquez u. a. zu finden.

[0048] Die Brücken **350**, die die Inseln **340** miteinander verbinden, sind an der gleichen Schicht wie die Schutzschicht **330** gezeigt und können unter Verwendung von Standarddünnfilmverarbeitungstechniken erzeugt sind. Alternativ können Brücken, die die Inseln **340** miteinander verbinden, durch die Tintenreservoire (nicht gezeigt) hindurch, die über der Schutzschicht **330** liegen, oder durch zusätzliche Metallschichten (nicht gezeigt) der Dünnfilmstruktur **300** hindurch geleitet sein. Ferner kann die Geometrie der Brücken **350** eine beliebige Form aufweisen, die praktisch und wirksam ist.

[0049] Ein Miteinander-Verbinden der Inseln **340** unter Verwendung der Brücken **350** erzeugt eine elektrisch floatende Folge von Tantal-Inseln **340**, die mit der Widerstandsschicht **310** kapazitiv gekoppelt sind, wodurch tatsächlich ein ESD-Dissipationssystem gebildet ist. Die Kapazität der Vorrichtung ist abhängig von dem Bereich der Schutzschicht **330** über der Widerstandsschicht **310**, der Dicke der Passivierungsschicht **320** und der dielektrischen Festigkeit der Passivierung. Diese erhöhte Kapazität ermöglicht, dass die Schutzschicht **330** eine große Ladung ohne ein Erzeugen eines großen Potentials speichert, das einen Durchbruch der Passivierungsschicht **320** und eine Lichtbogenbildung zu der Widerstandsschicht **310** bewirken kann.

[0050] Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, ist die Schutzschicht **330** von der Widerstandsschicht **310** durch eine Passivierungsschicht **320** getrennt und erzeugt tatsächlich einen Kondensator. Die Spannung über einen Kondensator beträgt:

$$V = q/C \quad (1)$$

wobei V die Potentialdifferenz über das Dielektrikum ist, q die Ladung an jeder Platte ist, und C die Kapazität ist. Da die Ladung auf der Schutzschicht **330** versucht, sich gleichmäßig zu verteilen, und nur die Schutzschicht **330** mit der Widerstandsschicht **310** darunter als ein Kondensator agiert, beeinflusst nur ein Teil der Ladung (q_{eff}) tatsächlich die Potentialdifferenz. Gleichung (1) wird dann zu:

$$V = qeff/C \quad (2)$$

wobei:

$$qeff = q(ARL/ACL) \quad (3)$$

und
A_{RL} = Fläche der Widerstandsschicht unter der Schutzschicht;
A_{CL} = Gesamtfläche der Schutzschicht (Inseln und Brücken).

[0051] Ein Kombinieren dieser Ergebnisse ergibt:

$$V = (q/C)\cdot(A_{RL}/A_{CL}) \quad (4)$$

[0052] Aus dem Vorhergehenden kann V entweder durch ein Erhöhen von C oder von A_{CL} verringert werden, da A_{RL} sich gewöhnlich nicht ändert und angenommen wird, dass q eine Konstante ist.

[0053] Da ein Passivierungsdurchbruch auftritt, wenn die Spannungsdifferenz zwischen dem Dielektrikum einen kritischen Wert erreicht, kann durch ein Erhöhen von C oder ein Verringern von q ein robusteres ESD-Dissipationssystem hergestellt werden. Da Kondensatoren additiv sind, wenn sie parallel verbunden sind, erhöht ein Miteinander-Verbinden der Inseln die Kapazität in hohem Maße. Ferner versucht die Ladung, da ein ESD-Ereignis als ein Hochspannungs-/Niedrigladungs-Ereignis gesehen werden kann, sich gleichmäßig über die Schutzschicht zu verteilen. Daher verringert ein Erhöhen der Fläche der Schutzschicht die Ladungsdichte. Diese Verringerung der Ladungsdichte hat die vorteilhafte Wirkung eines Verringerns der Ladung an dem Kondensator (einschließlich der elektrisch inaktiven Komponente) und weiter eines Verringerns der Spannung über das Dielektrikum.

1. ESD-Dissipationssystem, das mit trennbarer Verbindung bei einem Potential gehalten wird

[0054] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst die ESD-Schutzvorrichtung ein ESD-Dissipationssystem (ähnlich dem oben erörterten System), das eine elektrisch inaktive Komponente leitfähig mit einer elektrischen Komponente koppelt. Diese Kombination wird bei einem gleichen Potential oder Masse gehalten und verringert dadurch in hohem Maße ein ESD-Ereignis oder eliminiert es. Zusätzlich kann dieses Ausführungsbeispiel eine trennbare Verbindung (beispielsweise eine Schmelzverbindung) umfassen, so dass die elektrisch inaktive Komponente und die elektrische Komponente für eine bestimmte Zeitperiode bei dem gleichen Potential gehalten werden, bevor die Verbindung zwischen ihnen getrennt wird. So kann das ESD-Schutzsystem für eine gewünschte Zeitperiode (beispielsweise während des Herstellungsvorgangs) verwendet werden und den normalen Betrieb des Mikrosystems dennoch nicht beeinflussen.

[0055] Wie im Vorhergehenden erörtert kann ein Schaden an einer elektrisch inaktiven Komponente von einem ESD-Ereignis durch ein Bereitstellen eines ESD-Dissipationssystems, das einen großen leitfähigen Bereich aufweist, verringert werden. Dieses Dissipationssystem stellt einen großen leitfähigen Bereich bereit, wodurch eine Ladung von dem ESD-Ereignis sicher dissipiert werden kann. Eine weitere Verringerung der Empfindlichkeit für ein ESD-Ereignis kann durch ein Verweisen des ESD-Dissipationssystems auf ein bekanntes Potenti-

al oder eine bekannte Masse erhalten werden. Da ein ESD-Ereignis nur auftreten kann, wenn zwischen Objekten (beispielsweise einer elektrisch inaktiven Komponente und einer elektrischen Komponente) eine Potentialdifferenz vorhanden ist, verringert ein Halten der Komponenten bei dem gleichen Potential in hohem Maße die Wahrscheinlichkeit, dass ein ESD-Schaden auftreten kann.

[0056] Unter bestimmten Umständen kann es wünschenswert sein, das Potential der Komponenten für eine Zeitperiode (beispielsweise während einer Herstellung) bei einem gleichen Potential zu halten und dann das Halten der Objekte bei dem gleichen Potential abzubrechen. Unter derartigen Umständen kann eine trennbare leitfähige Verbindung (beispielsweise eine Schmelzverbindung) zwischen den Komponenten verwendet werden, um die Komponenten für eine Zeitperiode bei dem gleichen Potential zu halten, nach welcher die leitfähige Verbindung zwischen den Objekten getrennt wird.

[0057] Bei einem Arbeitsbeispiel des oben beschriebenen ESD-Dissipationssystems wird ein thermischer Tintenstrahldruckkopf verwendet, der eine Dünnfilmstruktur ähnlich der oben erörterten Struktur aufweist. Im Allgemeinen schützt die Schutzschicht, die über der Widerstands- und der dielektrischen Passivierungsschicht liegt, den Widerstand gegen einen Hohlraumbildungsschaden und ein Blasenzusammenfallen. Während eines normalen Betriebs des Druckkopfs wird Tinte in einem Reservoir an dem Druckkopf durch den Widerstand erwärmt und ausgestoßen. Dieses Ausdehnen und nachfolgende Zusammenfallen einer Tintenblase führt zu einer „Wasserhammer"-Wirkung, die die unten liegende Schicht andauernd trifft. Schließlich nutzt diese Hohlraumbildung und dieses Blasenzusammenfallen die dielektrische Schicht und die Widerstandschicht ab und bewirkt ein Widerstandsversagen. Die Schutzschicht verringert oder eliminiert einen Schaden an dem Widerstand aufgrund dieser nachteiligen Faktoren.

[0058] Wie oben erörtert ist, bilden die Inseln der Schutzschicht (gewöhnlich aus Tantal hergestellt), wenn sie miteinander verbunden sind, einen großen leitfähigen Bereich und können eine Empfindlichkeit für ein ESD-Ereignis drastisch verringern. Diese Tantal-Inseln sind jedoch gewöhnlich elektrisch getrennt, und eine weitere Verringerung der Empfindlichkeit für ESD-Ereignisse kann durch ein Verbinden der Tantal-Inseln und der Widerstände mit dem gleichen Potential oder von beiden mit Masse erhalten werden. Ferner sind die Tantal-Inseln und die Widerstände, um einen Schaden von einem ESD-Ereignis während einer Herstellung zu verringern oder zu verhindern, beide vorzugsweise mit einer Positive-Spannung-Anschlussfläche des Druckkopfs verbunden. Da alle Widerstände in dem Druckkopf durch einen gemeinsamen Bus hindurch mit der Positive-Spannung-Anschlussfläche verbunden sind, stellt dies sicher, dass zwischen den Widerständen und den oben liegenden Tantal-Inseln eine geringe oder keine Potentialdifferenz besteht.

[0059] Ein Verbinden der Tantal-Inseln miteinander und mit der Positive-Spannung-Anschlussfläche hat keine Auswirkung auf einen Druckkopfbetrieb, wenn der Druckkopf keine Tinte enthält. Wenn der Druckkopf jedoch mit Tinte gefüllt ist, wird durch die Tinte hindurch ein leitender Weg zwischen den Tantal-Inseln und Masse eingerichtet. Daher fließt, falls die Tantal-Inseln während eines normalen Druckkopfbetriebs bei dem Potential der Positive-Spannung-Anschlussfläche sind, ein Strom durch die Tinte hindurch und zu Masse, wodurch eine anodische Oxidation der Tantal-Inseln bewirkt wird. Da diese Oxidation das Druckkopfverhalten nachteilig beeinflussen kann, ist es nicht wünschenswert, dass die Tantal-Inseln während eines normalen Druckkopfbetriebs bei dem Potential der Positive-Spannung-Anschlussfläche sind.

[0060] Um die zuvor erwähnten Probleme zu vermeiden, sind die Tantal-Inseln mit der Positive-Spannung-Anschlussfläche verbunden und werden nur während des Herstellungsvorgangs bei dem gleichen Potential wie die Widerstände gehalten. Dies wird unter Verwendung einer trennbaren leitfähigen Verbindung bewerkstelligt, um die Tantal-Inseln mit der Positive-Spannung-Anschlussfläche zu verbinden. Bei diesem Arbeitsbeispiel ist die trennbare Verbindung eine Schmelzverbindung. Während einer Herstellung werden die Tantal-Inseln und die Widerstände bei dem Potential der Positive-Spannung-Anschlussfläche gehalten, aber nachdem der Stift mit Tinte gefüllt ist, wird die Verbindung zwischen den Tantal-Inseln und der Positive-Spannung-Anschlussfläche durch ein Öffnen der Schmelzverbindung getrennt. Bei diesem Arbeitsbeispiel wird die Schmelzverbindung durch ein Verwenden eines Transistors (vorzugsweise eines schaltenden Feldeffekttransistors (FET)) geöffnet, der ähnlich demjenigen ist, der verwendet wird, um die Widerstände abzufeuern. Da thermische Tintenstrahldruckköpfe nicht-verwendete Adresse umfassen, könnten die FETs für diese Schmelzverbindungen durch eine dieser nicht-verwendeten Adressen hindurch geöffnet werden, ohne wesentliche Schaltungskomplexität zu dem Druckkopf hinzuzufügen.

[0061] Fig. 4 ist ein Grundriss eines Arbeitsbeispiels dieses Ausführungsbeispiels, wodurch jede Tantal-Insel an einem thermischen Tintenstrahldruckkopf ihren eigenen Kontakt aufweist. Wie es in Fig. 4 gezeigt ist, sind eine erste Tantal-Insel **400** und eine zweite Tantal-Insel **410** durch eine Brücke **420** verbunden. Die erste Tantal-Insel **400** ist über einem ersten Widerstand **430** positioniert und ähnlich ist die zweite Tantal-Insel **410** über einem zweiten Wider-

stand **440** positioniert. Ebenfalls auf Fig. 3 Bezug nehmend sind die Tantal-Inseln durch zumindest eine dielektrische Passivierungsschicht von den Widerständen getrennt. Zwei Widerstände sind nur zu Veranschaulichungszwecken gezeigt, und der Druckkopf umfasst gewöhnlich eine Mehrzahl von Widerständen und Tantal-Inseln. Sowohl der erste Widerstand **430** als auch der zweite Widerstand **440** umfassen einen Eingang **450** (beispielsweise einen Positive-Spannung-Eingang) und einen Drain **460** (beispielsweise einen FET-Drain).

[0062] Ein Kontakt **470** an jeder Tantal-Insel koppelt die Tantal-Inseln leitfähig mit den unten liegenden Widerständen. Ein Bus **475** verbindet die Tantal-Inseln und die Widerstände über einen Kontakt **480** mit einer Positive-Spannung-Anschlussfläche **485**, und eine trennbare Verbindung **490** befindet sich zwischen dem Bus und der Anschlussfläche **485**. Eine Schaltvorrichtung **495** (beispielsweise ein Transistor) kann verwendet werden, um die trennbare Verbindung **490** zu einer gewünschten Zeit zu öffnen, um die Verbindung zwischen der Positive-Spannung-Anschlussfläche **485** und dem Bus **475** zu trennen. Vorzugsweise ist die Schaltvorrichtung **495** ein Feldeffekttransistor (FET). Auf diese Weise werden sowohl die Tantal-Inseln als auch die Widerstände bei dem Potential der Positive-Spannung-Anschlussfläche **485** gehalten, bis die trennbare Verbindung **490** geöffnet wird. Das Ausführungsbeispiel, das in Fig. 4 gezeigt ist, hat den Vorteil eines Bereitstellens einer Niedriger-Widerstands-wert-Verbindung zwischen sämtlichen der Inseln und kann die Geschwindigkeit verbessern, mit der eine Ladung von einem ESD-Ereignis dissipiert wird.

[0063] Fig. 5 ist ein Arbeitsbeispiel der vorliegenden Erfindung und zeigt einen Grundriss einer Variation des in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiels, wodurch nur ein Kontakt verwendet wird, um die Tantal-Inseln mit einer trennbaren Verbindungsstruktur zu verbinden. Insbesondere sind eine erste Tantal-Insel **500** und eine zweite Tantal-Insel **510** durch eine Brücke **515** verbunden. Wie bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel befindet sich ein erster Widerstand **520** unter der ersten Tantal-Insel **500**, und ein zweiter Widerstand **530** befindet sich unter der zweiten Tantal-Insel **510**. Jeder Widerstand weist einen Eingang **535** und einen Drain **540** auf. Die Tantal-Inseln sind durch einen Kontakt **550** mit einer trennbaren Verbindungsstruktur verbunden, die einen Bus **560**, eine trennbare Verbindung **570** und einen anderen Kontakt **580** umfasst, der den Bus **560** mit einer Positive-Spannung-Anschlussfläche **585** verbindet. Eine Schaltvorrichtung **590** ist mit dem Bus **560** verbunden und bietet eine Möglichkeit für die trennbare Verbindung **570**, zu der gewünschten Zeit unterbrochen zu werden.

[0064] Das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel ist allgemein einfach zu implementieren, da ein Kontakt erforderlich ist, um Tantal-Inseln, die die Widerstände bedecken, mit der trennbaren Verbindungsstruktur zu verbinden. Zusätzlich kann dieses Ausführungsbeispiel ohne weiteres verwendet werden, um eine Anzahl von Tantal-Inseln unter Verwendung eines einzigen Kontakts mit einer trennbaren Verbindungsstruktur zu verbinden.

[0065] Die Ausführungsbeispiele von Fig. 4 und Fig. 5 bieten auch einen zusätzlichen Schutz, selbst nachdem die trennbare Verbindung geöffnet wurde. Insbesondere bleiben die verbundenen Tantal-Inseln mit der Schaltvorrichtung verbunden, selbst nachdem die trennbare Verbindung getrennt wurde. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Schaltvorrichtung ein großer LDMOS-FET (LDMOS = lateral planar double-diffused metal-oxide semiconductor, lateraler planarer Doppeldiffusions-Metalloxidhalbleiter), und die verbundenen Tantal-Inseln bleiben mit dem Drain dieses FET verbunden. Nachdem der FET verwendet wird, um die trennbare Verbindung zu öffnen, dient der FET weiterhin als eine ESD-Schutzvorrichtung für die verbundenen Tantal-Inseln. Ferner können auch andere Arten von ESD-Schutzvorrichtungen verwendet werden, um die verbundenen Tantal-Inseln vor einem ESD-Ereignis zu schützen.

[0066] Ein Verbinden der Schutzschicht mit Masse kann übermäßigen Strom aus der Leistungsversorgung entnehmen und ein Feuer verursachen, falls ein Widerstandsversagen auftritt. Katastrophale Widerstandsausfälle können harte Kurzschlüsse zwischen der verbleibenden Widerstandsschicht und der Schutzschicht bilden. Um das Risiko eines Feuers zu vermeiden, ist die Schutzschicht an vielen thermischen Tintenstrahldruckköpfen von Masse getrennt. Daher ist es möglich, dass die Schaltvorrichtung, die verwendet wird, um die Verbindung zwischen der trennbaren Verbindungsstruktur und der Positive-Spannung-Anschlussfläche zu trennen, durch ein ESD-Ereignis, entweder bevor oder nachdem die Verbindung getrennt wurde, mit Masse kurzgeschlossen werden könnte. Folglich kann es wünschenswert sein, durch ein Hinzufügen einer sekundären trennbaren Verbindung zwischen der Schaltvorrichtung und den verbundenen Tantal-Inseln gegen eine derartige Möglichkeit zu schützen.

[0067] Fig. 6 ist allgemein ähnlich zu dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 mit der Hinzufügung einer sekundären trennbaren Verbindung. Wie es in Fig. 6 gezeigt ist, sind eine erste Tantal-Insel **605** und eine zweite Tantal-Insel **610** durch eine Brücke **615** verbunden. Die erste Tantal-Insel **605** bedeckt einen ersten Widerstand **620**, und die zweite Tantal-Insel **610** bedeckt einen zweiten Widerstand **625**. Beide Widerstände weisen einen Eingang **630** und einen Drain **635** auf. Ein einziger Kontakt **640** verbindet die ver-

bundenen Tantal-Inseln mit einem Bus **645**. Der Bus **645**, der sich gewöhnlich auf einer niedrigeren Ebene als die Tantal-Schutzschicht befindet, ist durch einen Kontakt **650** mit einer Positive-Spannung-Anschlussfläche **660** verbunden. Eine trennbare Verbindung **670** verbindet den Bus **645** mit der Positive-Spannung-Anschlussfläche **660** und kann durch eine Schaltvorrichtung **680**, die mit dem Bus **645** verbunden ist, getrennt werden. Eine sekundäre trennbare Verbindung **690** verbindet die verbundenen Tantal-Inseln mit dem Bus **645**.

[0068] Die Hinzufügung der sekundären trennbaren Verbindung **690** beeinflusst nicht die Fähigkeit der Schaltvorrichtung **680**, die trennbare. Verbindung **670** zu öffnen. Da die verbundenen Tantal-Inseln bei dem Kontakt **640** verbunden sind, ist die sekundäre trennbare Verbindung **690** so entworfen, dass jegliche Ladung, die während des Öffnens der trennbaren Verbindung **670** von den Tantal-Inseln dissipiert wird, die sekundäre trennbare Verbindung **690** nicht beschädigt. Diese sekundäre trennbare Verbindung **690** verbleibt dann, nachdem die verbundenen Tantal-Inseln von der Positive-Spannung-Anschlussfläche **660** getrennt sind, und bietet einen Schutz gegen eine übermäßige Stromentnahme von einer Leistungsversorgung (und das Risiko eines Feuers) in dem Fall eines katastrophalen Widerstandsversagens.

[0069] Fig. 7–Fig. 9 sind Arbeitsbeispiele anderer Ausführungsbeispiele, bei denen eine elektrisch inaktive Komponente mit einer elektrischen Komponente leitfähig gekoppelt ist und bei Masse gehalten ist. Ferner umfassen diese Ausführungsbeispiele eine trennbare Verbindung, die bei dem Auftreten eines katastrophalen Widerstandsversagens einen Überstromschutz bietet.

[0070] Bezug nehmend auf Fig. 7 bedeckt eine erste Tantal-Insel **705** einen ersten Widerstand **710**, und eine zweite Tantal-Insel **715** bedeckt einen zweiten Widerstand **720**. Die Widerstände umfassen beide einen Eingang **725** und einen Drain **730**. Ferner sind die erste Tantal-Insel **705** und die zweite Tantal-Insel **715** durch eine Brücke **740** verbunden. Die verbundenen Tantal-Inseln sind durch einen Kontakt **750** mit einem Untere-Schicht-Bus **745** verbunden, und der Bus **745** ist durch eine trennbare Verbindung **760** mit Masse verbunden. Dieses Ausführungsbeispiel ist eines derjenigen, die am einfachsten zu implementieren sind, da nur ein Kontakt **750** und eine trennbare Verbindung **760** erforderlich sind, um die gesamten verbundenen Tantal-Inseln zu schützen.

[0071] Ein anderes Ausführungsbeispiel ist in Fig. 8 gezeigt, bei dem die Tantal-Inseln durch einen Bus an einer unteren Schicht überbrückt sind und jede Insel ihren eigenen Kontakt und ihre eigene Schmelzverbindung aufweist. Spezifisch zeigt Fig. 8 eine erste Tantal-Insel **805**, die über einem ersten Widerstand **810** liegt, und eine zweite Tantal-Insel **815**, die über einem zweiten Widerstand **820** liegt. Jeder Widerstand weist einen Eingang **825** und einen Drain **830** auf, und die erste Tantal-Insel **805** ist durch einen ersten Kontakt **850** mit einem Bus **840** an einer unteren Schicht verbunden. Ähnlich ist die zweite Tantal-Insel **815** durch einen zweiten Kontakt **860** mit dem Bus **840** verbunden. Zwischen dem ersten Kontakt **850** und dem Bus **840** besteht eine erste trennbare Verbindung **870**, und zwischen dem zweiten Kontakt **860** und dem Bus **840** besteht eine zweite trennbare Verbindung **880**. An sich sind beide Tantal-Inseln durch den Bus **840** verbunden, und der Bus **840** ist mit Masse verbunden.

[0072] Das in Fig. 8 gezeigte Ausführungsbeispiel stellt durch den Bus **840** an einer Leiterschicht einen Kontakt mit Masse bereit. Zusätzlich trennt das Versagen eines Widerstands die einzelne Tantal-Insel, die über dem Widerstand liegt, von Masse, während die anderen Inseln mit Masse verbunden bleiben.

[0073] Fig. 9 veranschaulicht ein anderes Ausführungsbeispiel, wodurch eine trennbare Verbindung in der Schutzschicht selbst gebildet ist. Eine erste Tantal-Insel **905** bedeckt einen ersten Widerstand **910**, und eine zweite Tantal-Insel **915** bedeckt einen zweiten Widerstand **920**. So wie bei anderen Ausführungsbeispielen umfassen die Widerstände einen Eingang **925** und einen Drain **930**. Ein Bus **940**, der sich an der gleichen Schicht wie die Tantal-Inseln befindet und aus dem gleichen Material hergestellt ist, ist mit Masse verbunden. Die erste Tantal-Insel **905** ist durch eine erste trennbare Verbindung **950**, die aus dem Schutzschichtmaterial (bei diesem Beispiel Tantal) gebildet ist, mit dem Bus **940** verbunden. Ähnlich ist die zweite Tantal-Insel **915** durch eine zweite trennbare Verbindung **960**, die ebenfalls aus dem Schutzschichtmaterial gebildet ist, mit dem Bus **940** verbunden.

[0074] Das in Fig. 9 gezeigte Ausführungsbeispiel ist einfach zu implementieren, da es nur erfordert, dass das Muster der Schutzschicht geändert wird. Aufgrund des hohen Widerstandswerts und der Schmelztemperatur von Tantal kann es schwieriger sein als bei anderen Ausführungsbeispielen, eine funktionierende trennbare Verbindung in dem Tantal zu bilden. Das Ausführungsbeispiel von Fig. 9 kann jedoch nützlich sein, falls andere Materialien als Tantal für die Schutzschicht verwendet werden (beispielsweise Rhodium (Rh), Hafnium (Hf), Zirconium (Zr) und Nickel (Ni)).

B. ESD-Schutz vor externen ESD-Ereignissen

[0075] Die vorliegende Erfindung umfasst mehrere Ausführungsbeispiele eines ESD-Schutzsystems, das Schutz vor einem ESD-Ereignis bietet, das au-

ßerhalb der elektrisch inaktiven Komponente des Mikrosystems auftritt. Jedes dieser ESD-Schutzsysteme wird nun erörtert.

1) Opfer-ESD-Durchbruchsystem

[0076] Bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wurde ein Verhindern und Dissipieren eines ESD-Ereignisses erörtert. Bei diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist bei einem elektrisch inaktiven Abschnitt eines Mikrosystems unter Verwendung einer Nebenschlussvorrichtung ein bevorzugter ESD-Durchbruchsort erzeugt. Folglich leitet die Nebenschlussvorrichtung, falls die ESD-Schutzsysteme, die bei dem Mikrosystem verwendet werden, versagen oder unwirksam sind, das ESD-Ereignis an einen bevorzugten ESD-Durchbruchsort, an dem der resultierende Schaden den Betrieb des Mikrosystems nicht beeinflusst.

[0077] Ein Vorteil dieses Ausführungsbeispiels ist, dass es einfach und ökonomisch ist, es zu implementieren und zu erzwingen, dass jeglicher Schaden von einem ESD-Ereignis an einem vorhersagbaren Ort des Mikrosystems erfolgt. So schützt dieses Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ungeachtet der Größe des ESD-Ereignisses die Funktionalität des Mikrosystems.

[0078] Fig. 10 ist ein Übersichtsblockdiagramm eines Opfer-ESD-Schutzsystems für ein Mikrosystems **1000** der vorliegenden Erfindung. Wenn ein ESD-Ereignis **1010** das Mikrosystem **1000** trifft, wird die resultierende Entladung durch eine Nebenschlussvorrichtung **1020** weg von den kritischen Bereichen **1030** des Mikrosystems **1000** geleitet. Stattdessen leitet die Nebenschlussvorrichtung **1020** die Entladung von einem ESD-Ereignis **1010** an einen bevorzugten ESD-Durchbruchsort **1040** und schließlich an Masse **1050**. Der bevorzugte ESD-Durchbruchsort **1040** befindet sich weg von den kritischen Bereichen **1030** des Mikrosystems **1000** und stellt daher einen Opferdurchbruchsort bereit, der die kritischen Bereiche **1030** des Mikrosystems **1000** vor einem ESD-Schaden schützt.

[0079] Fig. 11 ist ein Arbeitsbeispiel des Opfer-ESD-Durchbruchsystems der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 10 gezeigt ist. Insbesondere ist ein thermischer Tintenstrahldruckkopf **1010** gezeigt, der eine Dünnfilmstruktur aufweist. Die Dünnfilmstruktur von Fig. 11 ist in Fig. 3 gezeigt und umfasst mehrere Schichten, die eine obere Schutzschicht **1110**, die über einer Passivierungsschicht (nicht gezeigt) liegt, eine Metallschicht (nicht gezeigt) unter der Passivierungsschicht und eine Widerstandsschicht **1120** unter der Metallschicht aufweisen. Gewöhnlich ist die Schutzschicht **1110** eine Tantal-Insel, die Passivierungsschicht ist ein Dielektrikum (beispielsweise Siliziumcarbid und Siliziumnitrid), die Metallschicht ist Aluminium und die Widerstandsschicht **1120** ist aus Tantalaluminium hergestellt. Andere Materialien können anstelle dieser Materialien oder zusätzlich zu ihnen verwendet werden.

[0080] Eine Nebenschlussvorrichtung, die bei diesem Arbeitsbeispiel eine schlangenförmige Struktur **1130** ist, ist aus einem leitfähigen Material hergestellt und befindet sich unter der Schutzschicht **1010**, um einen bevorzugten Ort zu erzeugen, an dem ein Durchbruch von einem ESD-Ereignis auftreten soll. Vorzugsweise ist dieses leitfähige Material das gleiche Material wie die Metallschicht, obgleich andere Materialien verwendet werden können. Die schlangenförmige Struktur **1130** ist mit einem Massebus **1140** verbunden und stellt einen Weg zu Masse für eine Ladung von dem ESD-Ereignis bereit.

[0081] Die schlangenförmige Struktur **1130** erzeugt einen bevorzugten Durchbruchsort auf zumindest zwei Weisen. Erstens umfasst die Struktur **1130** Gräben **1150** mit hohem Seitenverhältnis zwischen jedem Segment **1160** und sind daher schwierig herzustellen. Dies bedeutet, dass die Gräben **1150** (die mit einem Passivierungsmaterial gefüllt sind) eine geringere Passivierungsdicke und eine geringere dielektrische Festigkeit aufweisen als andere Abschnitte der Dünnfilmstruktur. Zweitens ist eine Ladung während einer Zeit, in der sich die Ladung von dem ESD-Ereignis in der schlangenförmigen Struktur **1130** befindet, an den inneren Ecken jeden Segments **1160** am größten. Diese beiden Faktoren bewirken, dass die Passivierungsschicht an einem Ort weg von der Widerstandsschicht **1120**, nämlich an der schlangenförmigen Struktur **1130**, durchbrochen wird. Sobald ein Durchbruch aufgetreten ist, wird die Ladung durch eine Verbindung mit einem Massebus **1140** zu Masse dissipiert.

[0082] Bei Abwesenheit des Opfer-ESD-Durchbruchsystems der vorliegenden Erfindung dringt ein ESD-Ereignis an der Oberfläche des Druckkopfs **1110** gewöhnlich in die Passivierungsschicht ein und stellt eine Verbindung mit der Metallschicht und der Widerstandsschicht **1120** her. Dies kann potentiell einen irreversiblen Schaden an der Widerstandsschicht **1120** bewirken, der den Betrieb des Druckkopfs **1100** beeinflussen kann. Das Opfer-ESD-Durchbruchsystem der vorliegenden Erfindung stellt jedoch einen bevorzugten Weg und Durchbruchsort für eine Ladung von dem ESD-Ereignis bereit, was die Funktionalität des Druckkopfs **1100** aufrechterhält.

[0083] Die schlangenförmige Struktur **1130** schützt die Widerstandsschicht **1120** durch ein Bereitstellen einer bevorzugten Region, die wünschenswerter für eine Ladung von einem ESD-Ereignis ist als die Widerstandsschicht **1120**, vor einem ESD-Schaden. Die

schlangenförmige Struktur **1130** stellt einen Bereich hoher Topographie bereit, der einen niedrigeren Widerstandswert aufweist (da er direkt mit dem Massebus **1140** verbunden ist) als die Höherer-Widerstandswert-Widerstandsschicht **1120** und stellt so einen bevorzugten Weg für die Ladung bereit. Ferner würde, selbst falls sich ein harter Kurzschluss von dem ESD-Ereignis bilden würde, ein derartiger Defekt nur die Schutzschicht **1110** (bei diesem Beispiel die Tantal-Insel) mit Masse verbinden. So treten die ESD-Defekte nicht an der U-förmigen Widerstandsschicht **1120** auf, wodurch eine Situation vermieden wird, in der ein gleichmäßiger Strom durch die Widerstandsschicht **1120** hindurch entnommen wird, was zu dem nachfolgenden Versagen der Widerstandsschicht **1120** führt.

2) Kapazitive Kopplung mit Abschirmung

[0084] Ein anderes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ESD-Schutzsysteme, die eine elektrisch inaktive Komponente und zumindest eine Metallschicht kapazitiv koppeln, um eine „Abschirmung" um eine elektrisch inaktive Komponente bereitzustellen. Ferner teilen die Systeme der vorliegenden Erfindung große leitfähige Bereiche in dem Mikrosystem in verschiedene Ebenen auf. Diese Ebenen, die die elektrisch inaktive Komponente an den meisten oder allen Seiten umgeben, sind mit vorhandenen ESD-Schutzvorrichtungen verbunden und schirmen die elektrisch inaktive Komponente durch ein Bereitstellen eines bevorzugten Wegs für eine Ladung von einem ESD-Ereignis ab. Ein Nebenschlussstab kann auch verwendet werden, um einen bevorzugten Weg zum Fließen der Ladung bereitzustellen. Der bevorzugte Weg befindet sich vorzugsweise weg von der elektrisch inaktiven Komponente. Jegliche übermäßige Ladung ist in diesen verschiedenen Ebenen gespeichert, wodurch ein Aufbauen von Bereichen einer hohen Ladung in einer Ebene vermieden wird, das einen Schaden an dem Mikrosystem verursachen kann.

[0085] Beispielsweise kann bei einem thermischen Tintenstrahldruckkopf ein ESD-Ereignis eine Perforierung in der Passivierungsschicht bewirken, die den Widerstand und die Schutzschicht kurzschließen und ernste Probleme (beispielsweise Feuer) bewirken kann. Daher ist es wünschenswert, die Ladung von einem ESD-Ereignis soweit weg wie möglich von einer elektrisch inaktiven Komponente zu halten. Viele derzeitige Systeme verwenden einen Faradayschen Käfig oder eine Ladungshülle, die sich um eine Komponente, die geschützt werden soll, befinden, und sehen etwa einen 3/8-Zoll-Radius zwischen der Komponente und der leitfähigen Abschirmung vor. In Anbetracht der kleinen Abmessungen von Mikrosystemen (beispielsweise eines thermischen Tintenstrahldruckkopfs) kann diese Beabstandung gewöhnlich jedoch nicht bereitgestellt werden.

[0086] Die vorliegende Erfindung löst jedoch dieses Problem. Fig. 12 ist nämlich ein Übersichtsblockdiagramm des Ausführungsbeispiels einer kapazitiven Kopplung mit Abschirmung der vorliegenden Erfindung. Insbesondere umfasst ein Mikrosystem **1200** eine elektrisch inaktive Komponente **1210** und eine ESD-Schutzvorrichtung **1220**. Die elektrisch inaktive Komponente **1210** umgebend ist eine Mehrzahl von Abschirmungsschichten **1230**, die aus einem leitfähigen Material hergestellt sind. Diese Schichten **1230** sind miteinander kapazitiv gekoppelt und teilen jegliche Ladung von einem ESD-Ereignis auf die verschiedenen Schichten **1230** auf. Ein Nebenschlussstab **1240** (gestrichelte Linie) kann verwendet werden, um die Schichten **1230** leitfähig zu koppeln und einen bevorzugten zu folgenden Weg für die Ladung bereitzustellen. Die Schichten **1230** sind mit der ESD-Schutzvorrichtung **1220** verbunden und stellen einen gleich bleibenden Weg für die Dissipation von Ladung bereit.

[0087] Dieses Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bietet mehrere Vorteile einschließlich eines gleich bleibenden Wegs, wodurch die Ladung von einem ESD-Ereignis geleitet werden kann. Zusätzlich teilt dieses Ausführungsbeispiel die Ladung zwischen mehreren Schichten des Mikrosystems auf, um die Mengenladung, die in jeder Schicht enthalten ist, zu verringern. Ferner kann ein Nebenschlussstab bei mehreren Ausführungsbeispielen verwendet werden, um ein ESD-Ereignis mit einem bevorzugten zu folgenden Weg bereitzustellen. Spezifisch erfolgt der bevorzugte Weg für die Ladung durch eine ESD-Schutzvorrichtung hindurch anstatt durch die elektrisch inaktive Komponente hindurch.

[0088] Bei den Arbeitsbeispielen, die in Fig. 13–Fig. 15 gezeigt sind, wird der thermische Tintenstrahldruckkopf ähnlich zu den obigen Beispielen verwendet. Fig. 13 ist ein Arbeitsbeispiel eines ersten Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems. Bei diesem Ausführungsbeispiel schirmt ein „Stimmgabel"-Entwurf eine elektrische Komponente vor einem ESD-Ereignis ab. Insbesondere liegt eine Tantal-Insel **1310** über einer Metallschicht **1320** und einer Widerstandsschicht **1330**. Die Metallschicht **1320** umfasst zwei Segmente, die sich um die Widerstandsschicht **1330** erstrecken, um die Widerstandsschicht **1330** von einem ESD-Ereignis abzuschirmen. Ein Nebenschlussstab **1340** ist mit einer ESD-Schutzvorrichtung (nicht gezeigt) verbunden, die eine kontinuierliche Dissipation von Ladung bereitstellt. Die Tantal-Insel **1310** ist mit dem Nebenschlussstab **1340** verbunden und stellt einen Entladungsweg weg von der Widerstandsschicht **1330** bereit. Die Widerstandsschicht umfasst für einen erhöhten Schutz ihre eigenen Kontakte (nicht gezeigt) unter der Tantal-Insel **1310** und der Metallschicht **1320**.

[0089] Fig. 14 ist ein Arbeitsbeispiel eines zweiten Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems. Bei diesem Ausführungsbeispiel befindet sich ein Nebenschlussstab näher an der Widerstandsschicht, um einen attraktiveren zu folgenden Weg für ein ESD-Ereignis bereitzustellen. Eine Tantal-Insel **1410** liegt über einer Metallschicht **1420**, die über einer Widerstandsschicht **1430** liegt. Ein Nebenschlussstab **1440** befindet sich beinahe benachbart zu der Widerstandsschicht **1430** (von oben gesehen) und ist über Kontakte **1450** mit der Tantal-Insel **1410** verbunden. Diese Kontakte **1450** und der Nebenschlussstab **1440** befinden sich in unmittelbarer Nähe zu der Widerstandsschicht **1430** und dienen dazu, mehr von der Ladung von einem ESD-Ereignis weg von der Widerstandsschicht **1430** nebenzuschließen.

[0090] Fig. 15 ist ein Arbeitsbeispiel eines anderen Ausführungsbeispiels des kapazitiv gekoppelten abgeschirmten ESD-Schutzsystems. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine Tantal-Insel mit einer elektrisch floatenden Metallschicht um eine Widerstandsschicht leitfähig gekoppelt. Insbesondere liegt eine Tantal-Insel **1510** über einer Metallschicht **1520**, die über einer Widerstandsschicht **1530** liegt. Die Tantal-Insel **1510** ist mit der unteren Metallschicht **1520** leitfähig gekoppelt. Dies ermöglicht einen großen und Niedriger-Widerstandswert-Kontaktbereich für ein ESD-Ereignis. Der Nebenschlussstab **1540** ist mit einer ESD-Schutzvorrichtung (nicht gezeigt) verbunden.

[0091] Die vorhergehende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung wird für die Zwecke einer Veranschaulichung und Beschreibung präsentiert. Sie soll nicht erschöpfend sein oder die Erfindung auf die präzise offenbarte Form beschränken. Folglich soll die vorhergehende Beschreibung als veranschaulichend und nicht als restriktiv angesehen werden, und es wird darauf hingewiesen, dass bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen Variationen durch Fachleute auf dem Gebiet ausgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen, wie er durch die folgenden Patentansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Ein thermisches Tintenstrahldrucksystem mit einem Druckkopf, das folgende Merkmale aufweist:
eine Widerstandsschicht (**310**), die einen ausreichenden Umfang an Wärme bereitstellt, um einen Tintentropfen auszustoßen;
eine Passivierungsschicht (**320**), die über der Widerstandsschicht (**310**) liegt;
eine Schutzschicht (**330**), die über der Passivierungsschicht (**320**) und zumindest teilweise über der Widerstandsschicht (**310**) liegt; und
eine Elektrostatische-Entladung-Schutzvorrichtung (**495**, **590**, **680**), die leitfähig mit der Schutzschicht (**330**) gekoppelt ist, wobei das Koppeln einen Weg liefert, der ein Elektrostatische-Entladung-Ereignis weg von der Widerstandsschicht (**310**) nebenschließt.

2. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, bei der die Schutzschicht (**330**) eine Mehrzahl von Schutzschichtabschnitten aufweist, die durch eine leitfähige Brücke (**350**) verbunden sind.

3. Die Erfindung gemäß Anspruch 2, bei der die leitfähige Brücke (**350**) zumindest eine kleinere Abmessung aufweist als jeder der Mehrzahl von Schutzschichtabschnitten.

4. Die Erfindung gemäß Anspruch 2, bei der die leitfähige Brücke (**350**) unter der Passivierungsschicht (**320**) angeordnet ist und ein Nebenschließen des Elektrostatische-Entladung-Ereignisses weg von der Widerstandsschicht (**310**) unterstützt.

5. Die Erfindung gemäß Anspruch 2, die ferner eine Busstruktur (**475**) aufweist, die unter der Passivierungsschicht (**320**) liegt.

6. Die Erfindung gemäß Anspruch 5, bei der die Schutzschicht (**330**) und die Widerstandsschicht (**310**) durch die Busstruktur (**475**) elektrisch miteinander gekoppelt sind, derart, dass die Schutzschicht (**330**) und die Widerstandsschicht (**310**) sich bei dem gleichen elektrischen Potential befinden.

7. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, die ferner eine leitfähige schlangenförmige Struktur (**1130**) aufweist, die einen bevorzugten Durchbruchsort für das Elektrostatische-Entladung-Ereignis bereitstellt.

8. Die Erfindung gemäß Anspruch 7, bei der die leitfähige schlangenförmige Struktur (**1130**) unter der Schutzschicht (**330**) angeordnet ist.

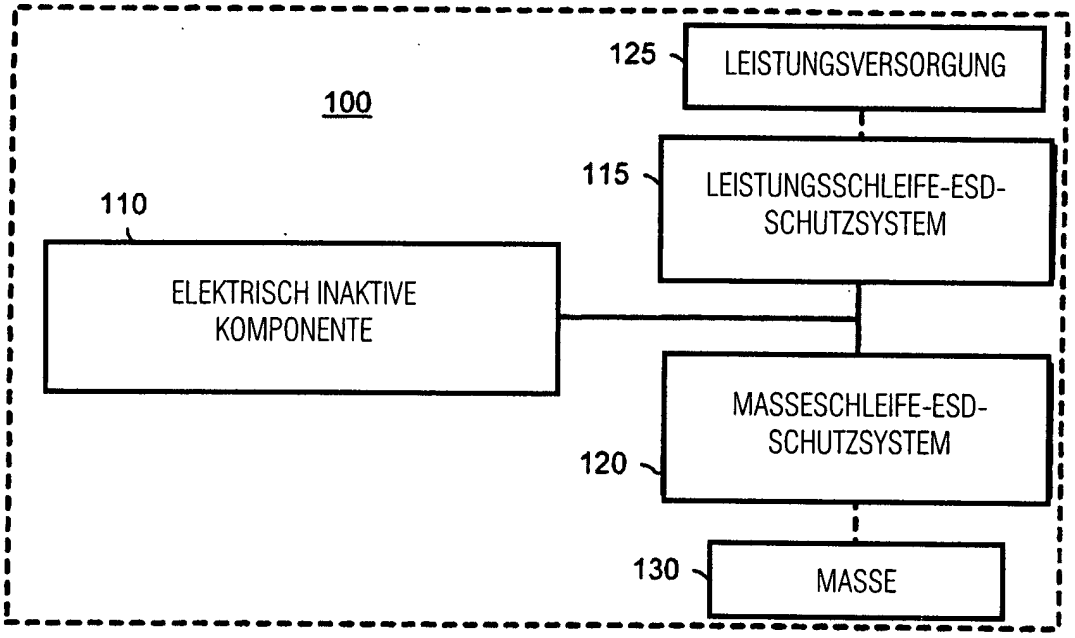
9. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, die ferner einen Druckerabschnitt aufweist, der ein Steuersystem, das elektrisch mit der Widerstandsschicht (**310**) gekoppelt ist, um die Widerstandsschicht (**310**) zu steuern und zu aktivieren, eine Druckkopfanordnung, die den Druckkopf (**140**) umfasst, und eine Bewegungsvorrichtung, die in der Lage ist, eine relative Bewegung zwischen der Druckkopfanordnung und einem Druckmedium zu liefern, umfasst.

10. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, bei der der Druckkopf eine Dünnfilmstruktur aufweist.

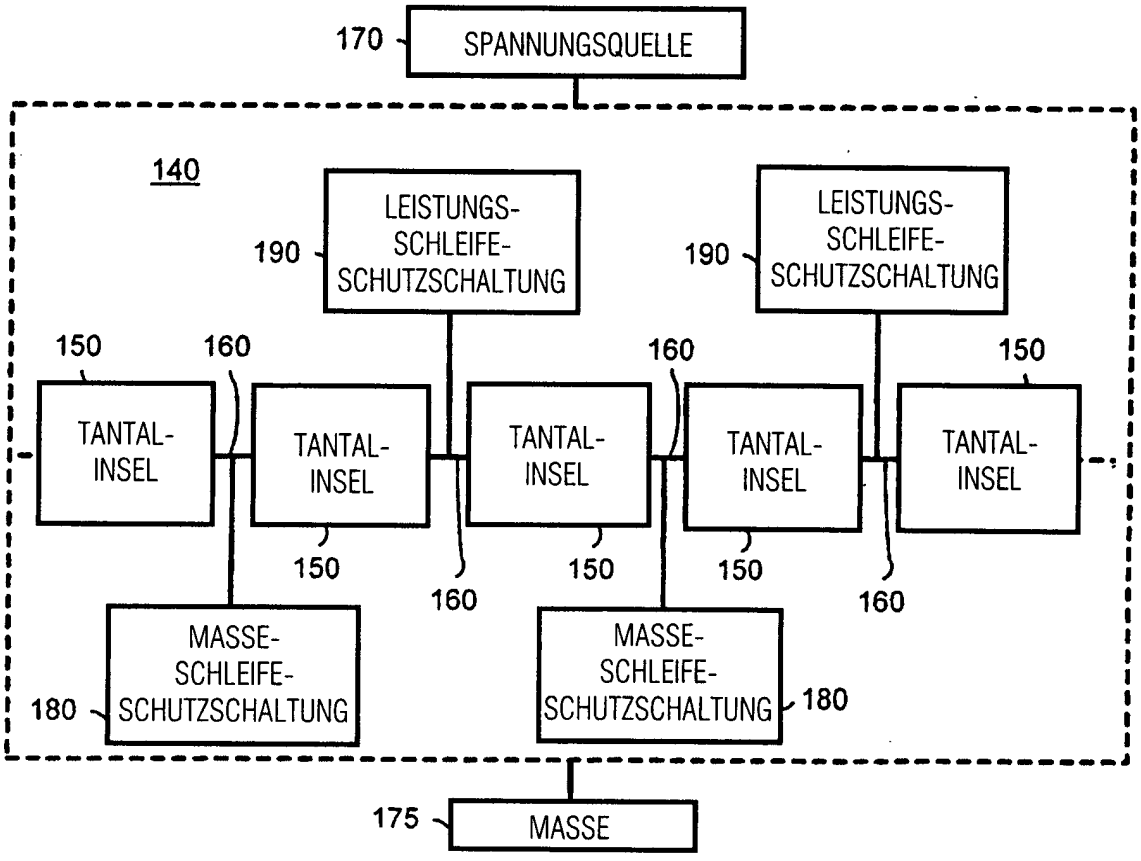
11. Die Erfindung gemäß Anspruch 10, bei der die Schutzschicht (**330**) elektrisch getrennt ist, mit Ausnahme einer leitfähigen Kommunikation mit der Elektrostatische-Entladung-Vorrichtung.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

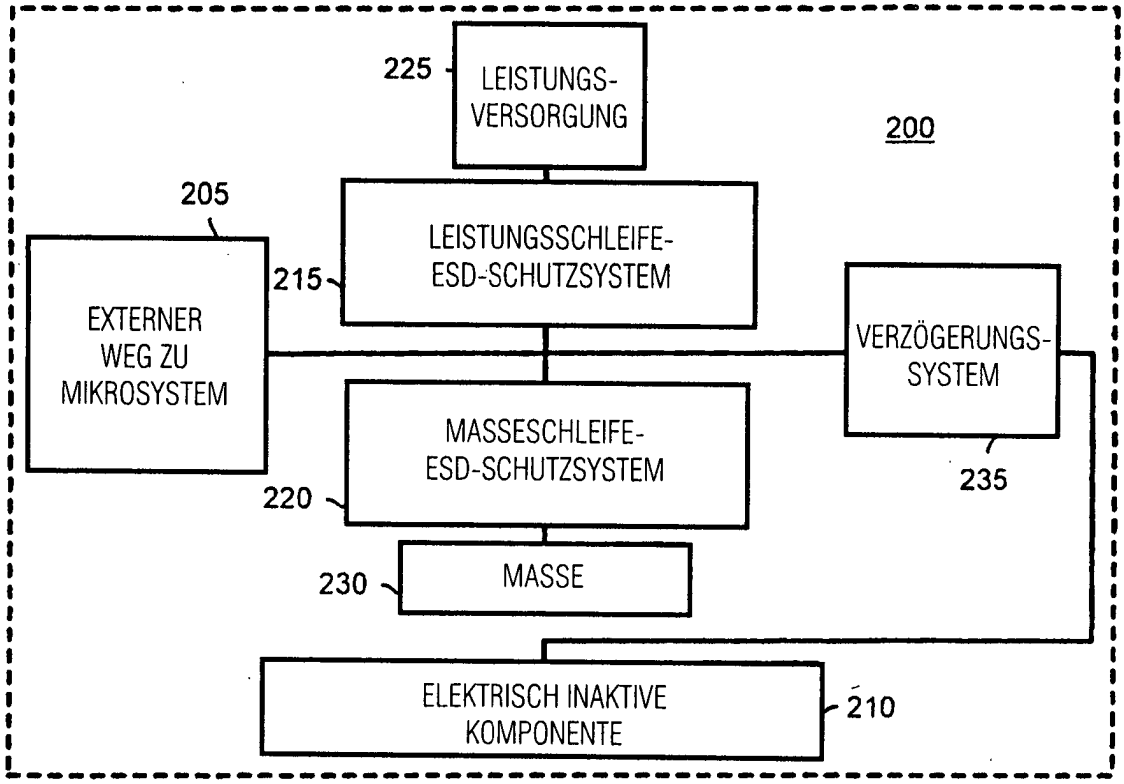
Anhängende Zeichnungen



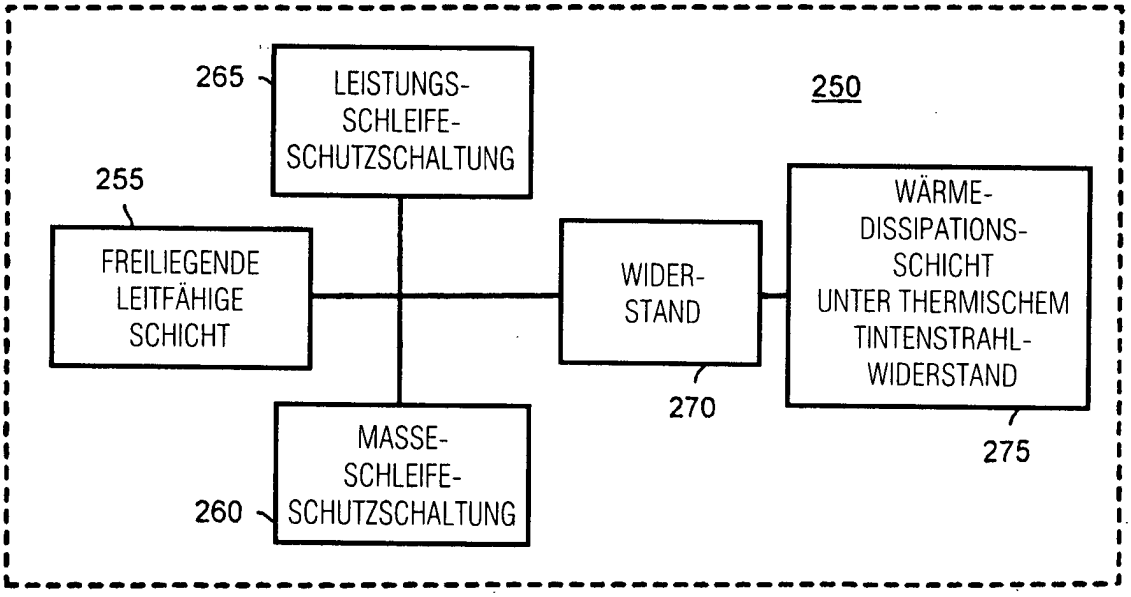
FIGUR 1A



FIGUR 1B

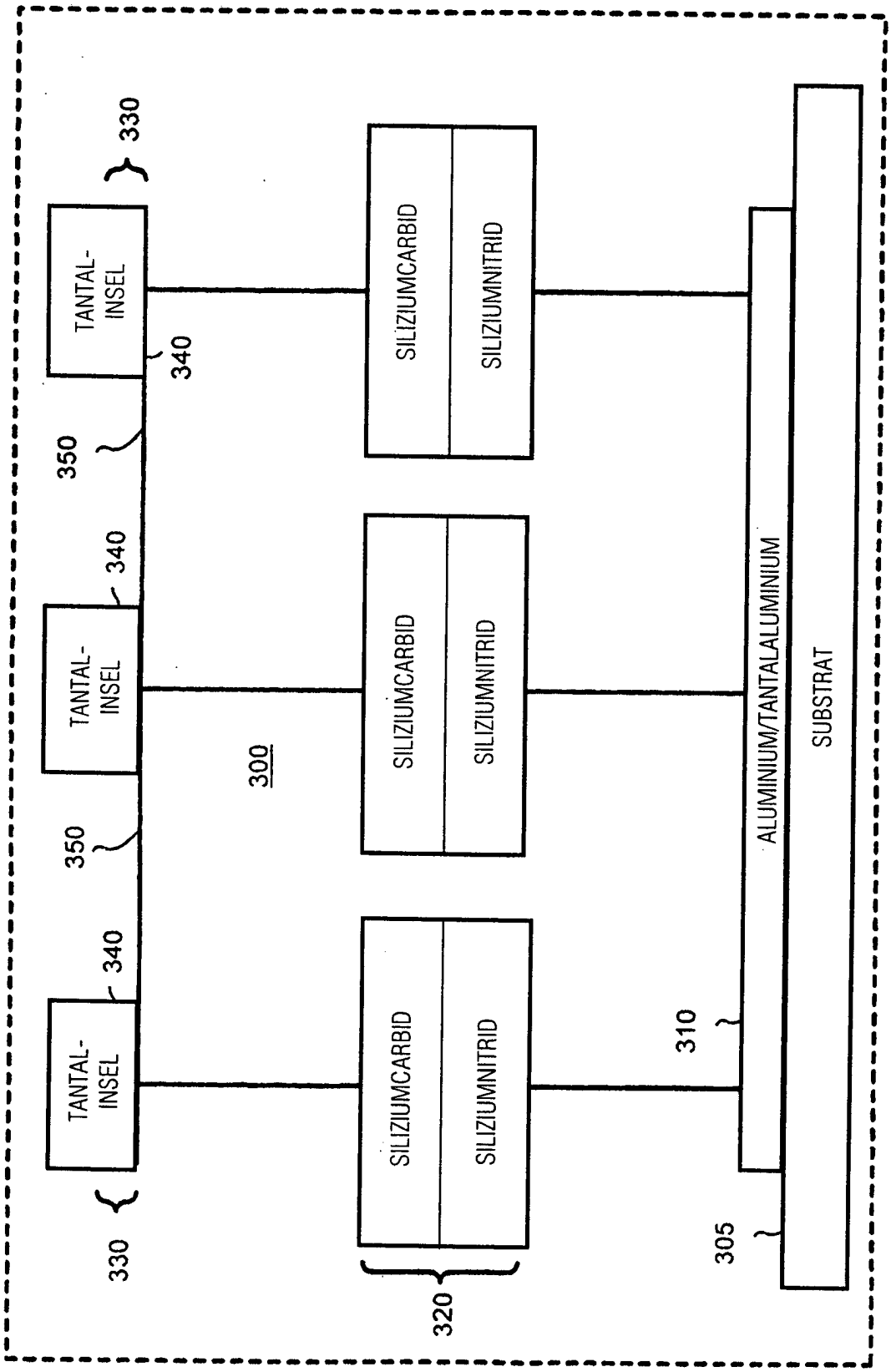


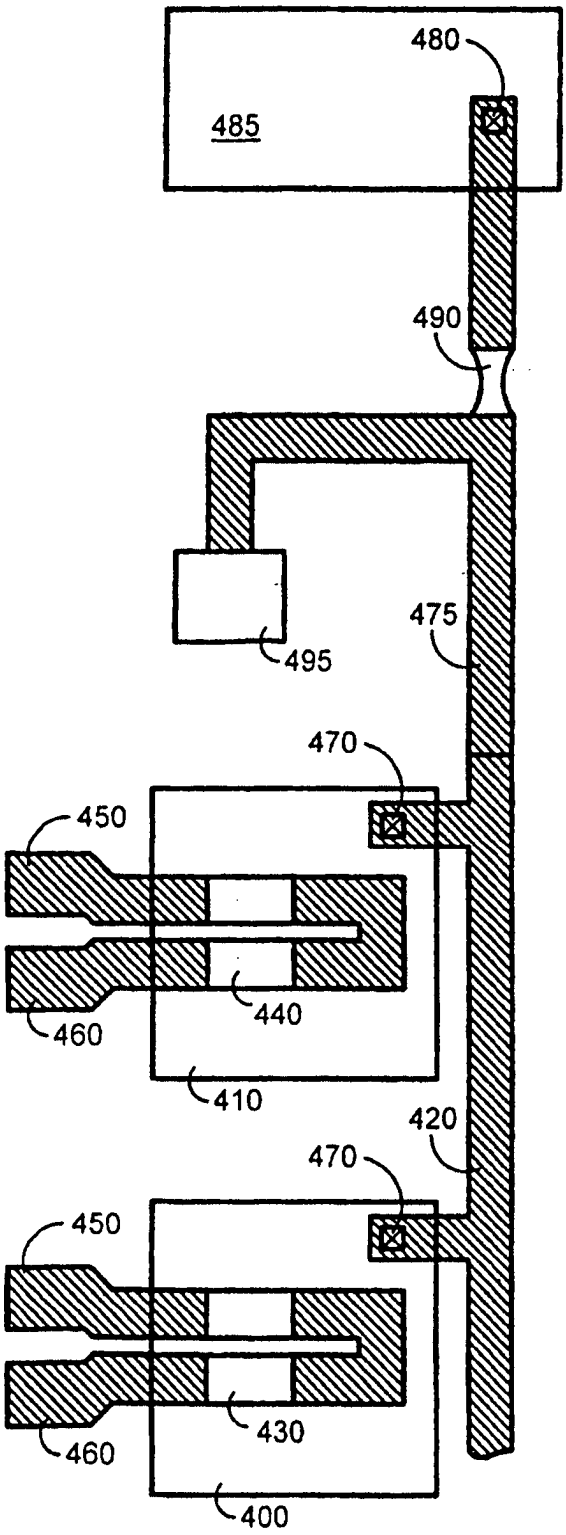
FIGUR 2A



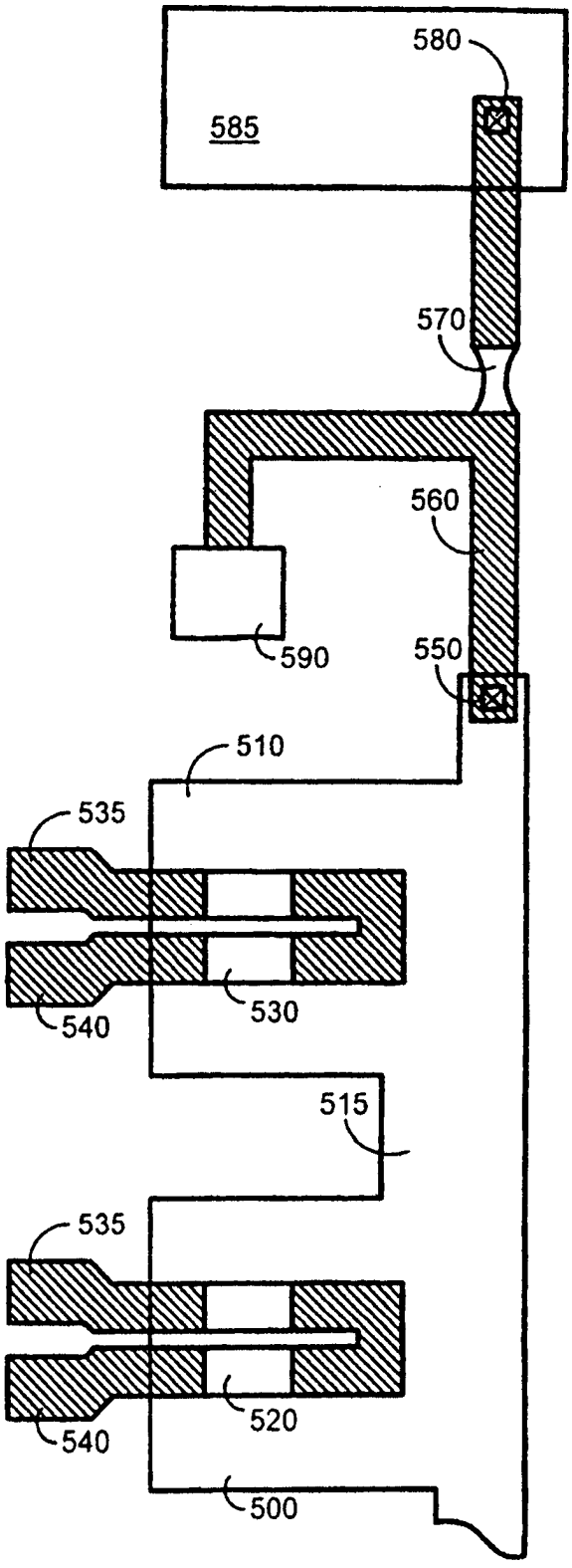
FIGUR 2B

FIGUR 3

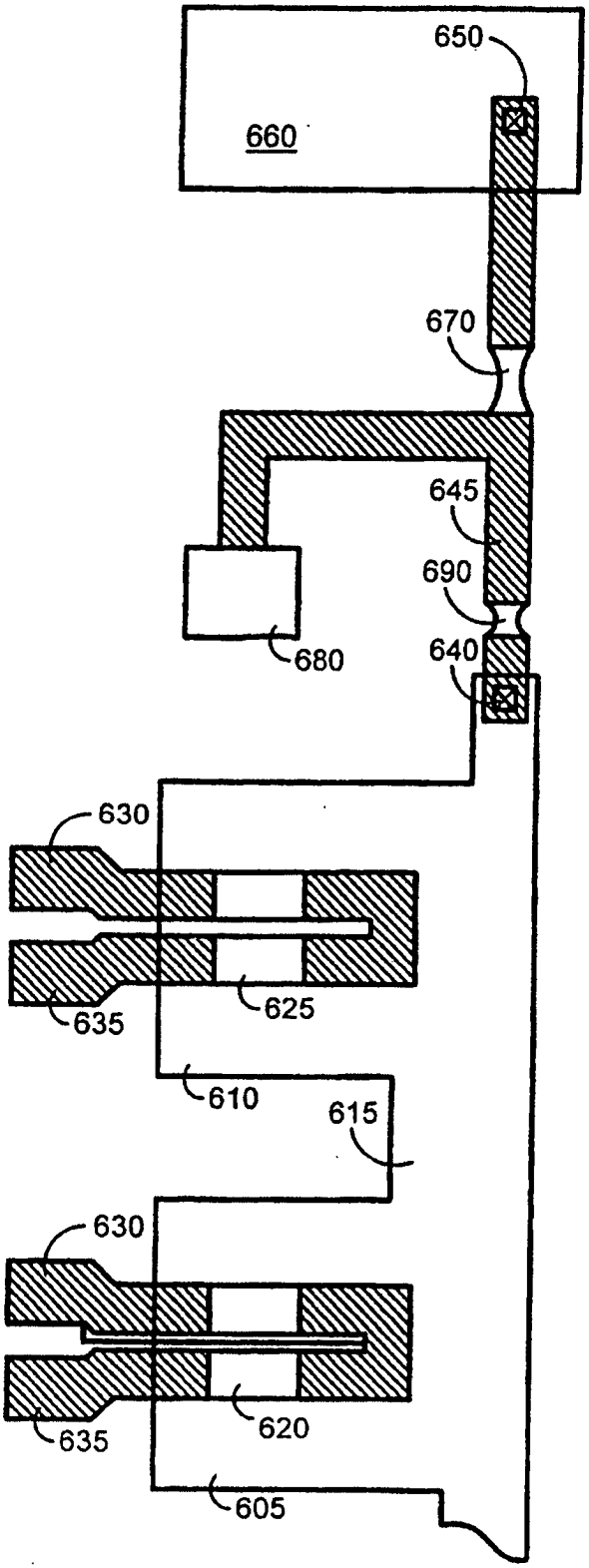

TANTAL-INSEL
TANTAL-INSEL
TANTAL-INSEL
SILIZIUMCARBID
SILIZIUMNITRID
SILIZIUMCARBID
SILIZIUMNITRID
SILIZIUMCARBID
SILIZIUMNITRID
ALUMINIUM/TANTALALUMINIUM
SUBSTRAT
300
310
320
330
330
340
340
340
350
350
305



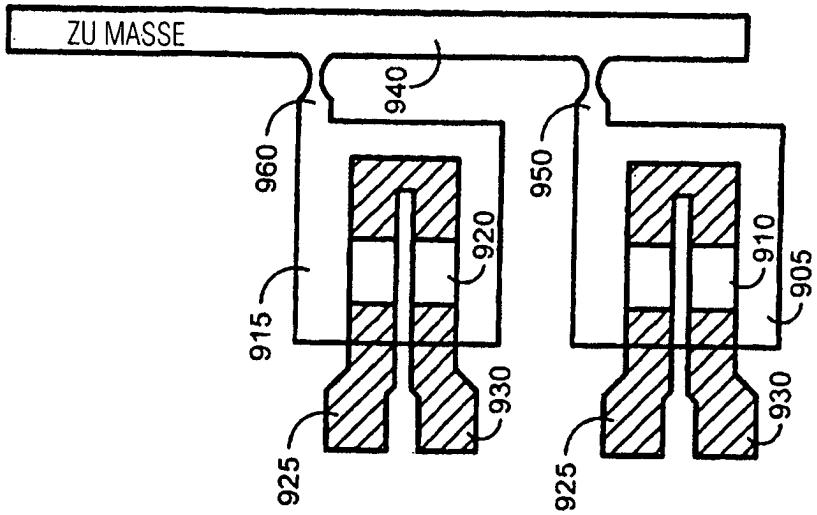
FIGUR 4



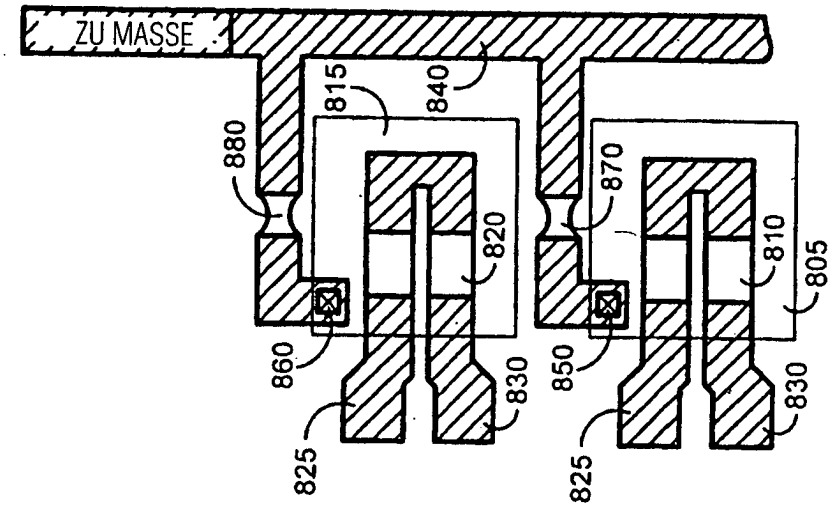
FIGUR 5



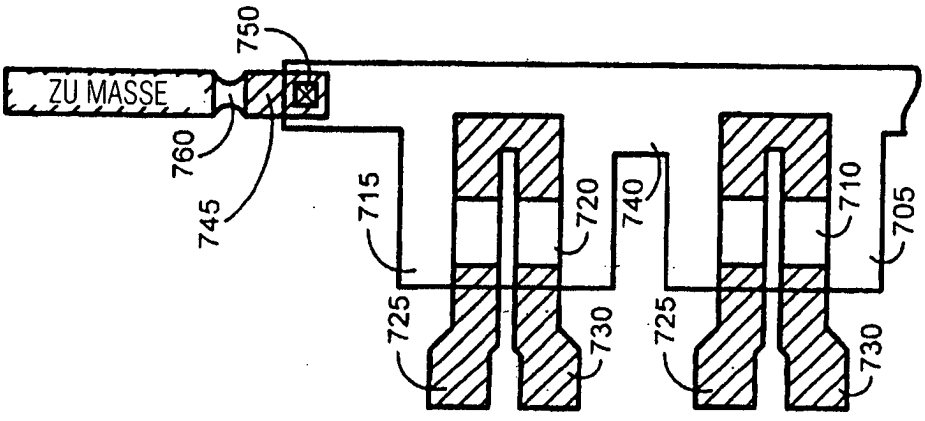
FIGUR 6



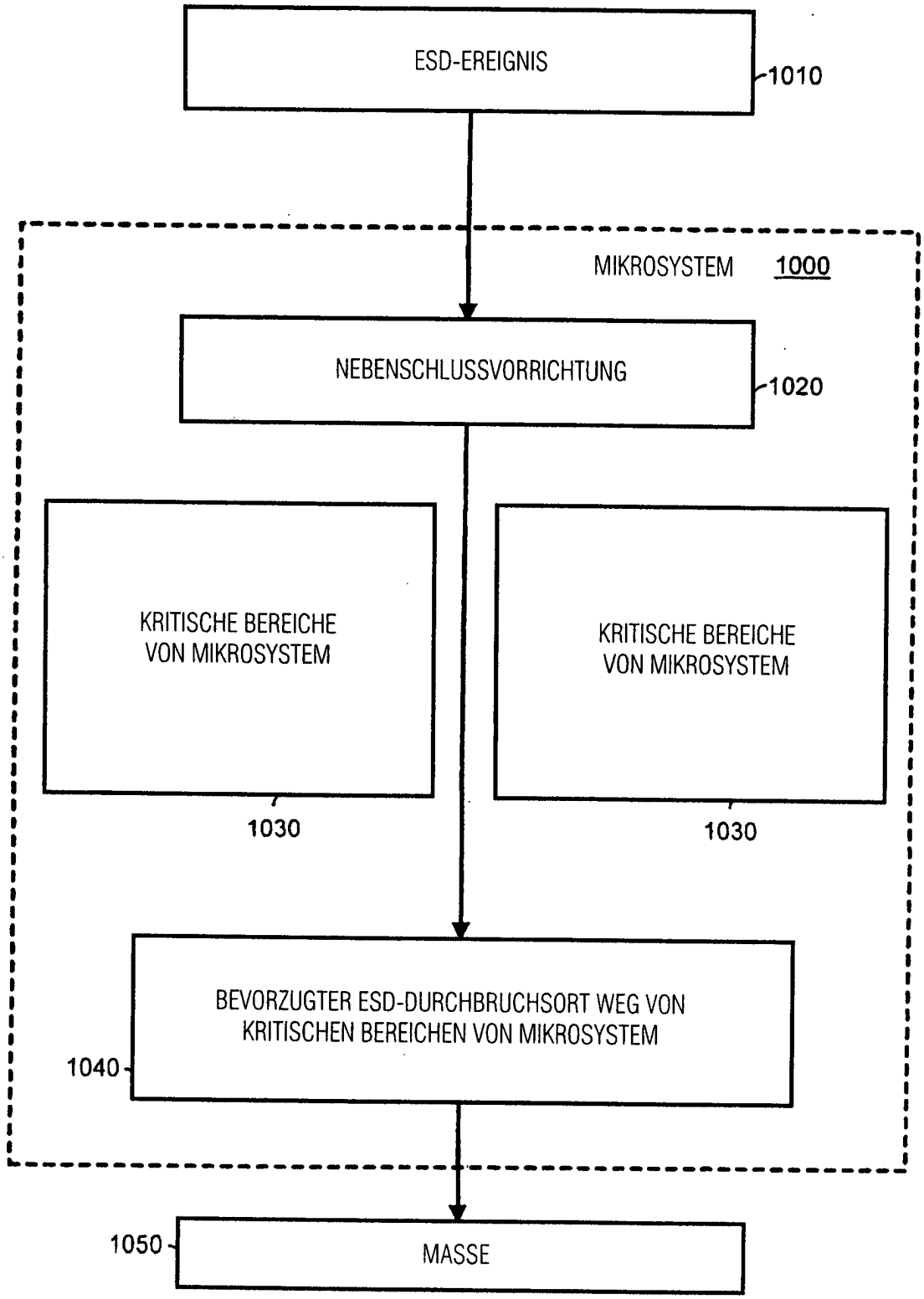
FIGUR 9



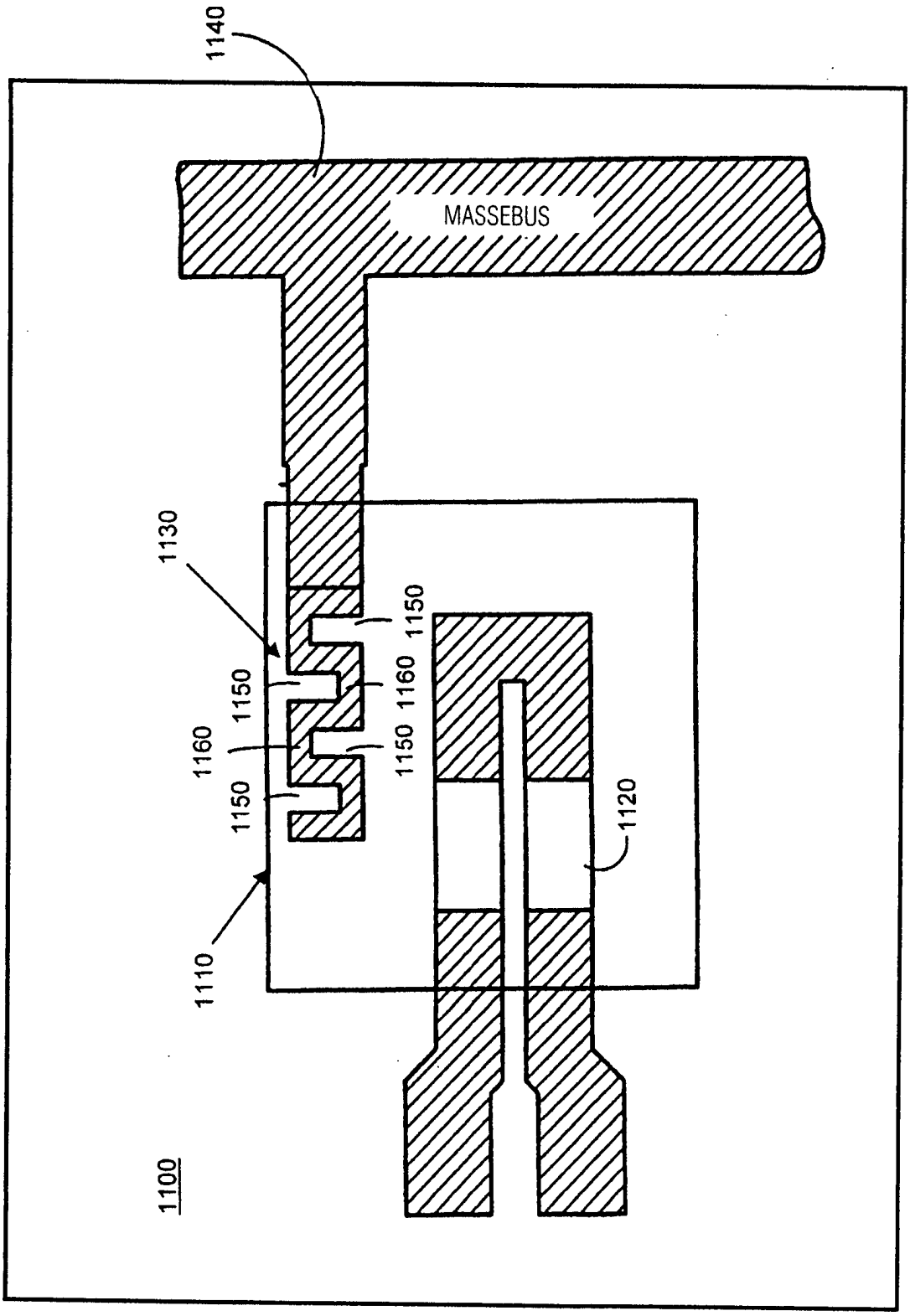
FIGUR 8



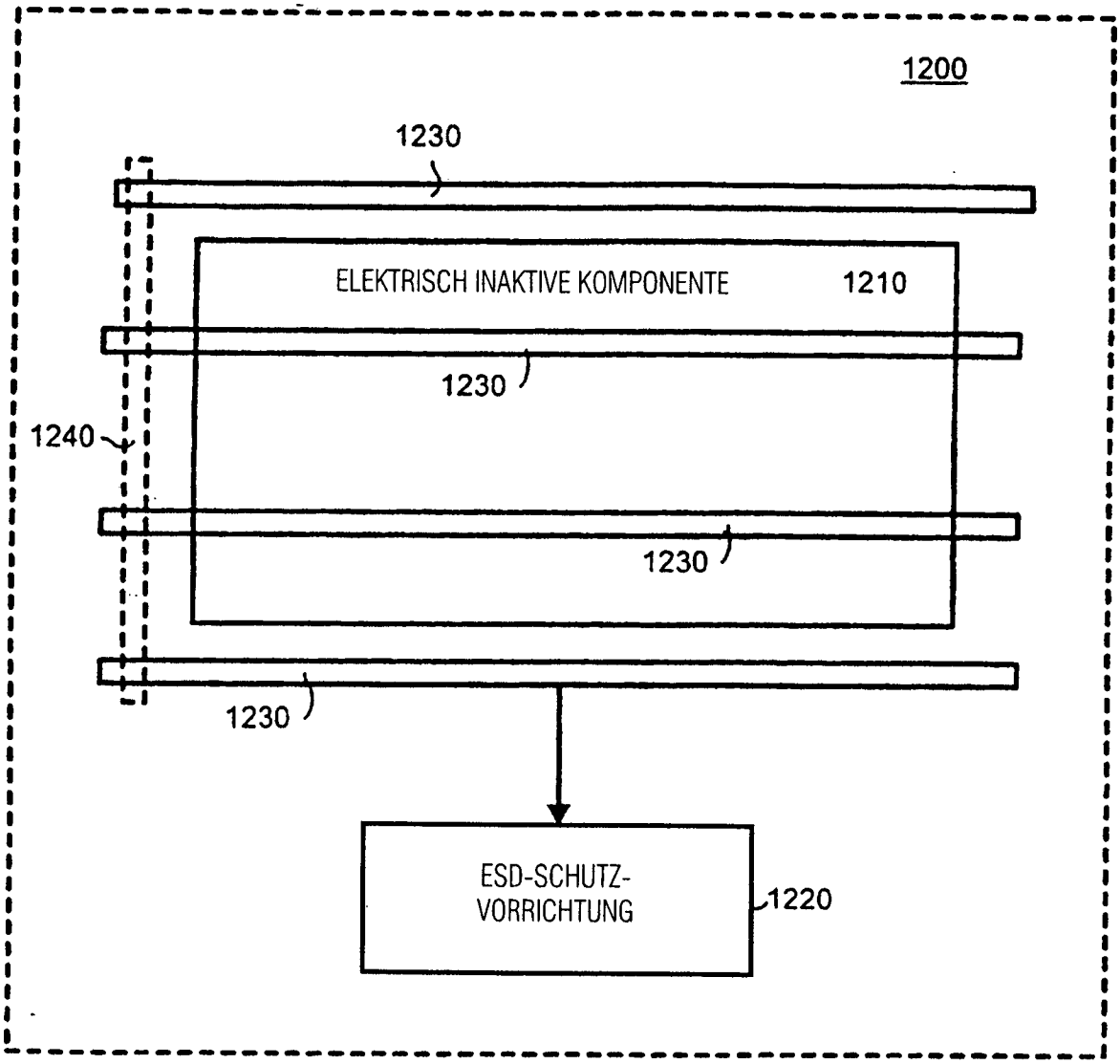
FIGUR 7


ESD-EREIGNIS
1010
MIKROSYSTEM 1000
NEBENSCHLUSSVORRICHTUNG
1020
KRITISCHE BEREICHE VON MIKROSYSTEM
1030
KRITISCHE BEREICHE VON MIKROSYSTEM
1030
BEVORZUGTER ESD-DURCHBRUCHSORT WEG VON KRITISCHEN BEREICHEN VON MIKROSYSTEM
1040
1050
MASSE

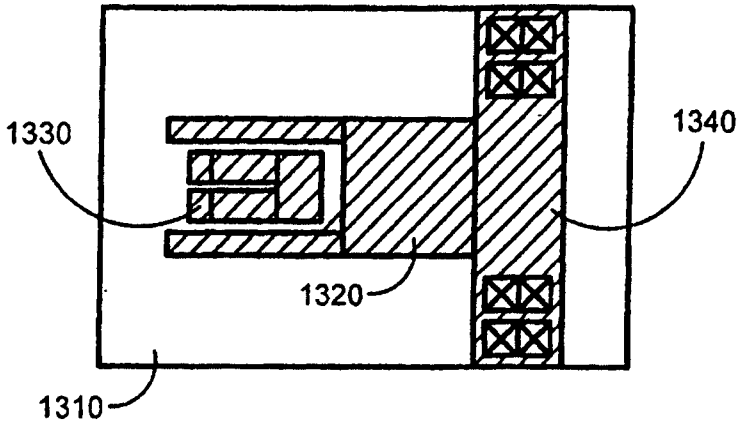
FIGUR 10


1140
MASSEBUS
1130
1150
1160
1150
1160
1150
1150
1120
1110
1100

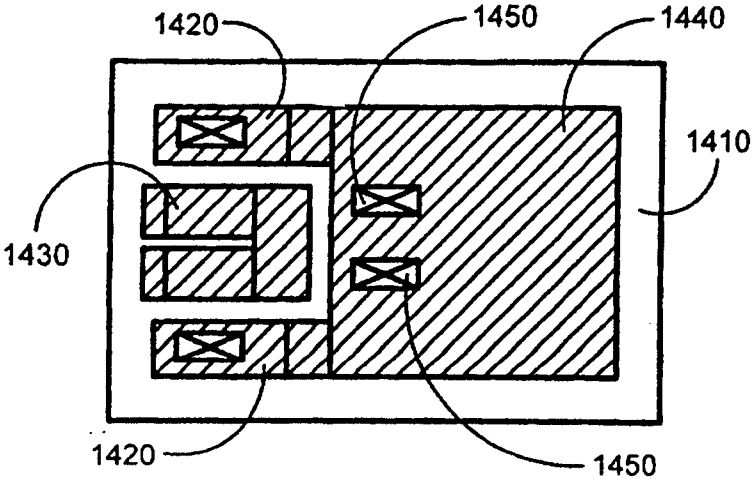
FIGUR 11


1200
1230
ELEKTRISCH INAKTIVE KOMPONENTE
1210
1230
1240
1230
1230
ESD-SCHUTZ-
VORRICHTUNG
1220

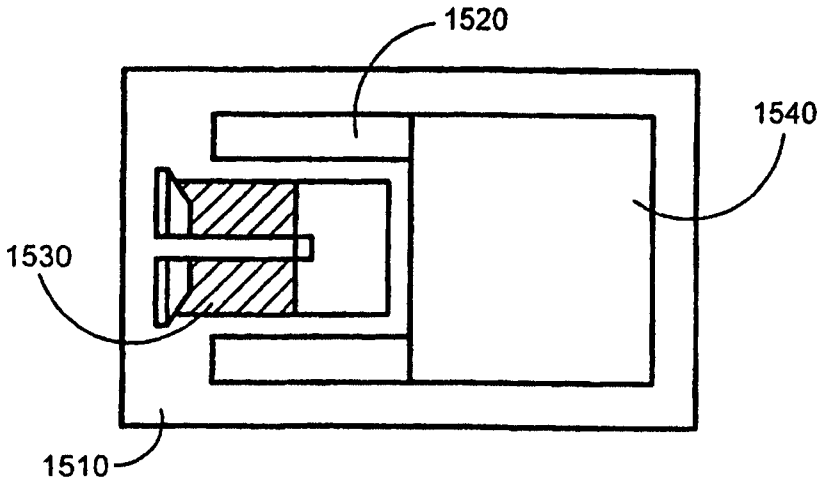
FIGUR 12



FIGUR 13



FIGUR 14



FIGUR 15