



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 17 254 T2 2005.12.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 185 876 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 254.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/09727**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 922 093.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/63713**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **05.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **G01R 31/36**

H01M 10/48, G02F 1/167, G09G 3/36

(30) Unionspriorität:
293168 16.04.1999 US

(73) Patentinhaber:
The Gillette Company, Boston, Mass., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
KLEIN, N., David, Franklin, US

(54) Bezeichnung: **PASS/FEHLER INDIKATOR FÜR BATTERIE**

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 betrifft Batterieprüfvorrichtungen, die in die Batterieverpackung integriert werden können.

[0002] Bekannte Arten von Batterieprüfern, die an Batterien platziert werden, sind so genannte "thermochromische" Typen. Ein thermochromischer Batterieprüfer kann zwei Elektroden aufweisen, die dadurch miteinander verbunden werden, dass der Verbraucher einen Schalter manuell niederdrückt. Sobald der Schalter niedergedrückt worden ist, hat der Verbraucher eine Anode der Batterie über die thermochromische Prüfvorrichtung mit einer Kathode der Batterie verbunden. Die thermochromische Prüfvorrichtung weist einen Silberleiter auf, der eine veränderliche Breite aufweist, so dass der Widerstand des Leiters ebenfalls entlang dessen Länge variiert bzw. veränderlich ist. Wenn Strom durch den Silberleiter fließt, erzeugt der Strom Wärme, welche die Farbe einer thermochromischen Tintenanzeige verändert, die sich oberhalb des Silberleiters befindet. Die thermochromische Tintenanzeige ist als ein Messinstrument angeordnet, das dazu dient, die relative Kapazität der Batterie anzuzeigen. Je höher der Strom ist, desto mehr Wärme wird erzeugt und desto mehr verändert sich die Anzeige, so dass angezeigt wird, dass der Zustand der Batterie gut ist.

[0003] Teilweise fällt es Menschen schwer, den Schalter niederzudrücken, und dabei kann es sich schwierig gestalten zu bestimmen, ob die Prüfvorrichtung funktioniert hat oder nicht oder ob die Batterie einen zufrieden stellenden oder ungenügenden Zustand aufweist. Dies kann einen Verbraucher verunsichern. Durch das Drücken des Schalters wird direkt eine Verbindung mit verhältnismäßig hoher Leitfähigkeit zwischen der Anode und der Kathode der Zelle hergestellt, wobei dies sehr viel Strom verbrauchen und die Batterielebensdauer reduzieren kann. Die Batteriewärme kann ebenfalls eine falsche Anzeige des Ladezustands der Batterie erzeugen.

[0004] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Batterieprüfer eine spannungsgeregelte Anzeige auf, einen ersten Spannungsteiler mit einem Anschluss, der mit einem Anschluss der spannungsgeregelten Anzeige gekoppelt ist, und einen zweiten Spannungsteiler mit einem Anschluss, der mit einem zweiten Anschluss der spannungsgeregelten Anzeige gekoppelt ist. Der zweite Spannungsteiler weist einen nichtlinearen Baustein auf.

[0005] Ein Hauptvorteil des Prüfers im Vergleich zu anderen Prüfern ist es, dass der Verbraucher einfach nur auf die Prüfeinrichtung an der Batterie blicken muss, um bestimmen zu können, ob die Batterie einen zufrieden stellenden oder ungenügenden Zustand aufweist. Der Prüfer macht es überflüssig, die

Batterie halten und einen Schalter drücken zu müssen, um die Batterieprüfvorrichtung zu aktivieren. Obwohl diese Prüfvorrichtung bzw. der Prüfer dauerhaft eingeschaltet ist, nimmt er sehr wenig Strom und verbraucht somit auch sehr wenig Energie bzw. Leistung. Der Prüfer kann effizienter sein als ältere Prüfvorrichtungen, abhängig davon, wie oft ein Verbraucher den Schalter an der älteren bzw. dem Stand der Technik entsprechenden Prüfvorrichtung drückt. Über die Lebensdauer der Batterie kann dieser Prüfer weniger Strom verbrauchen oder mit dem thermochromischen Ansatz vergleichbar sein.

[0006] Der Prüfer weist eine spannungsempfindliche Anzeige auf sowie ein nichtlineares Element, bei dem es sich um eine Metall-Isolator-Metall-Diode (M-I-M-Diode) oder einen Transistor handeln kann. Die spannungsempfindliche Anzeige verwendet ein Material, das auf der Basis der Spannung den Zustand wechselt. Die Anzeige verbraucht nicht viel Strom, so dass sie die Batterie nicht wesentlich belastet, welche die Stromversorgung für die Anzeige darstellt. Das nichtlineare Element ermöglicht den Wechsel der Anzeige, um einen zufrieden stellenden oder ungenügenden Zustand anzuzeigen.

[0007] In den Zeichnungen zeigen:

[0008] [Fig. 1](#) eine Prinzipskizze eines Batterieprüfers mit einer spannungsgeregelten Anzeige mit geringem Stromverbrauch;

[0009] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht einer Batterie, welche den Batterieprüfer aus [Fig. 1](#) aufweist;

[0010] [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht einer M-I-M-Diodenstruktur, die in dem Prüfer aus [Fig. 1](#) eingesetzt werden kann;

[0011] [Fig. 3A](#) eine vergrößerte Ansicht entlang der Linie 1A-1A eines Abschnitts aus [Fig. 3](#);

[0012] [Fig. 4](#) eine Querschnittsansicht einer alternativen M-I-M-Diodenstruktur;

[0013] [Fig. 4A](#) eine vergrößerte Ansicht entlang der Linie 4A-4A eines Abschnitts aus [Fig. 4](#);

[0014] [Fig. 5](#) eine Querschnittsansicht einer weiteren alternativen M-I-M-Diodenstruktur;

[0015] [Fig. 6](#) ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Fertigung der Vorrichtung bzw. des Bausteins aus [Fig. 3](#); die [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7D](#) Darstellungen der Spannung im Vergleich zu dem Strom, wobei kennzeichnende Schalteigenschaften der M-I-M-Diodenbausteine aus den Abbildungen der [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) dargestellt sind.

[0016] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus

Fig. 1 ist ein Batterieprüfer **10** mit einer Batterie **11** gekoppelt. Der Batterieprüfer **10** weist eine parallele Schaltung auf, die eine Anzeigevorrichtung **16** aufweist, die zwischen zwei Elektroden **12**, **14** angeordnet ist, die eine parallele Anordnung aufweisen. Die Elektrode **12** ist mit der Schaltung **10** an einem Spannungsteiler verbunden, der durch zwei Widerstände **18** und **20** bereitgestellt wird. Die Elektrode **14** ist mit der anderen Seite der parallelen Schaltung verbunden. Die andere Seite der parallelen Schaltung weist ein nichtlineares Element auf, d.h. einen Schalter **22** und einen dritten Widerstand **24**.

[0017] Bei der Anzeigevorrichtung **16** handelt es sich um eine spannungsgeregelte Anzeige mit besonders geringem Stromverbrauch. Eine derartige Vorrichtung ist eine elektrophoretische Anzeigevorrichtung, wie sie etwa beschrieben wird in "All Printed Bistable Reflective Displays: Printable Electrophoretic Ink and All Printed Metall-Insulator-Metal Diodes, Massachusetts Institute of Technology, Juni 1998 sowie von E-INK, Inc. Cambridge, Ma, USA. Dieser Anzeigetyp basiert auf so genannten "elektronischen Tinten", wie zum Beispiel elektrophoretischen Materialien, die ihre Eigenschaften auf der Basis einer angelegten Spannung verändern. Unter Verwendung elektrophoretischer Materialien wie etwa elektrophoretischer Tinte kann eine Flachbildschirmanzeige auf ein Substratmaterial gedruckt werden. Diese Anzeigen verbrauchen sehr wenig Strom und weisen somit auch einen sehr geringen Leistungsverlust bzw.

[0018] Leistungsverbrauch auf. Ein weiteres Material mit ähnlichen Eigenschaften trägt die Bezeichnung Gyricon und ist in "The Reinvention of Paper", Scientific American, September 1998, beschrieben. Gyricon ist zudem ein spannungsempfindliches Material. Die Anzeige **16** arbeitet mit Spannungen, die innerhalb des Bereichs der Batterie liegt, welche die Prüfvorrichtung **10** überwacht.

[0019] Bei dem nichtlinearen Baustein **12** kann es sich um jede nichtlineare Vorrichtung bzw. um jeden nichtlinearen Baustein handeln. Ein bevorzugtes Beispiel ist die so genannte Metall-Isolator-Metall-Diode (M-I-M-Diode), die in der vorliegenden Patentschrift ebenfalls allgemein beschrieben ist.

[0020] Eine bevorzugte M-I-M-Diode ist nachstehend in Bezug auf die Abbildungen der **Fig. 3** bis **Fig. 6** beschrieben.

[0021] Das Spannungspotenzial an dem Anschluss **12** weist jeweils die Hälfte der angelegten Batteriezellenspannung auf, wenn der Wert des Widerstands **18** dem Wert des Widerstands **20** entspricht. Das Potenzial der Elektrode **14** wird durch die Spannung an dem nichtlinearen Element **22** und dem Widerstand **24** bestimmt. Die Spannung an dem Anschluss **12**

beginnt mit einem bekannten Wert, abhängig von den Werten der Widerstände **18**, **20** und **24**. Wenn durch den Einsatz oder durch Verlust der Batterie Strom entzogen wird, variiert die Spannung der Elektrode **12** in Bezug auf die Spannung an der Elektrode **14**. Da das Element **22** nichtlinear ist, wechselt es bzw. schaltet es um, was bewirkt, dass die Spannung an der Elektrode **12** negativ im Verhältnis zu der Spannung der Elektrode **14** wird. Wenn das nichtlineare Element umschaltet, so würde dies die Polarität an der Anzeige umkehren, was wiederum bewirken würde, dass die Anzeige die Farbe wechselt, wodurch angezeigt wird, dass die Batterie nicht mehr einer bestimmten festgelegten Spezifikation entspricht. Die Anzeige kann mit einer Schaltung verbunden werden, so dass sich einschalten oder ausschalten kann, um anzuzeigen, dass sich die Batterie nicht mehr innerhalb einer bestimmten festgelegten Spezifikation befindet. In jedem Fall arbeitet der Batterieprüfer nach dem Prinzip, dass die Anzeige einen Farbwechsel aufweist, wenn sich der Status der Batteriezellen verändern, d.h. von zufrieden stellend in ungenügend.

[0022] Da es sich bei dem Batterieprüfer **10** um einen gedruckten Baustein bzw. eine gedruckte Vorrichtung handelt, kann der nichtlineare Baustein mit Elektroden auf der Basis von Kohlenstofftinte bereitgestellt werden, wie dies nachstehend im Text näher beschrieben ist. Die Widerstände können ebenfalls auf Kohlenstoff basieren und ein Füllmaterial aufweisen, um die Leitfähigkeit der Widerstände zu reduzieren, so dass diese ein höheres Widerstandsvermögen erhalten. Im Idealfall weist der ganze Batterieprüfer **10** einen sehr hohen Gesamtwiderstand auf, wie zum Beispiel im Bereich von 15 Megaohm. Bei einer 1,5-Volt-Zelle, die einen Prüfer **10** bereitstellt, der 100 Nanoampere (nA) Strom zieht bzw. verbraucht, gilt, dass dieser Stromwert ausreichend niedrig ist, so dass er sich auf die Lebensdauer der Batterie so gering wie möglich auswirkt. Zum Beispiel würde eine Stromaufnahme von 100 nA einer "AA" Zelle mit einer Lebensdauer von sieben Jahren nur ungefähr 0,5 Prozent der Kapazität der Batterie verbrauchen.

[0023] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus **Fig. 2** ist die Batterie **11** dargestellt, wobei der Batterieprüfer **10** in einem Etikett **32** enthalten ist, das den äußeren Umfang der Batterie **30** umgibt. Die Bausteine des Prüfers **10** wie etwa die Widerstände **18**, **20** und **24** sowie der nichtlineare Baustein **22** (alle in der Abbildung aus **Fig. 2** nicht dargestellt) können unter Verwendung von Rasterdrucktechniken oder Nadel-senker-Stabdruktechniken unter dem Etikett **32** gedruckt werden, während die Anzeige **16** bzw. das Display über dem Etikett **32** oder unter einem transparenten Abschnitt des Etiketts **32** gedruckt werden würde. Alleine durch Sichtprüfung kann ein Verbraucher entweder über den Zustand der Anzeige oder die eine oder andere Farbe feststellen, ob die Batte-

rie **30** ein bestimmtes Kriterium erfüllt oder nicht erfüllt, wie zum Beispiel ob sie geladen oder nicht geladen ist. Ein Ladezustand würde dabei durch eine Farbe angezeigt, während ein Entladungszustand durch eine andere Farbe angezeigt werden würde.

[0024] Alternativ kann es sich bei der Prüfvorrichtung um eine manuell aktivierbare Prüfvorrichtung handeln, die eine spannungsgeregelte Anzeige verwendet, die entweder an der Zelle integriert vorgesehen ist und durch Druckkontakte aktiviert wird, oder die in die Batteriepackung bzw. das Batteriegehäuse integriert ist.

[0025] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 3](#) ist eine Metall-Isolator-Metall-Diode **40** dargestellt. Die Metall-Isolator-Metall-Diode **40** umfasst eine erste Elektrode **42**, wie z.B. ein Kupferfoliensubstrat oder ein anderes leitfähiges Material wie etwa Kohlenstoff oder Gold oder andere leitfähige Materialien wie etwa Chrom, Wolfram, Molybdän oder andere leitfähige Materialien wie etwa Metallteilchen, die in einem polymeren Bindemittel wie etwa einer leitfähigen Tinte verteilt sind. Die Metall-Isolator-Metall-Diode **40** weist ferner eine zusammengesetzte Metall-Isolator-Schicht **44** auf, die aus Metallteilchen **50** besteht, die in einer dielektrischen Bindemittelschicht **52** aufgelöst sind. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 3A](#) dargestellt ist, weisen die Metallteilchen **50** eine innere Oxidschicht **50a** auf, welche die Oberfläche der Teilchen **50** bedeckt. Ein bevorzugtes Metall ist Tantal, das leicht eine innere, stabile und allgemein einheitliche innere bzw. eigenleitende Oxidschicht **50a** bildet. Andere Metalle können ebenfalls verwendet werden, wie etwa Niobium. Diese anderen Metalle sollten Oxide bilden, die selbstbeschränkend und stabil sind und eine geeignete Dielektrizitätskonstante für die Anwendung bilden. Ein Grund dafür, dass Tantal bevorzugt wird, ist die Tatsache, dass sich die eigenleitende bzw. innere Oxidschicht leicht auf Tantal ausbildet, wenn sie Luft ausgesetzt wird.

[0026] Auf der zusammengesetzten Metall-Isolationschicht **44** befindet sich eine zweite Elektrode **46**, die ebenfalls z.B. Kupfer oder andere leitfähige Materialien wie etwa Kohlenstoff, Chrom, Wolfram, Molybdän oder Gold oder andere leitfähige Materialien umfasst. Die zweite Elektrode ist vorzugsweise direkt auf der Schicht **42** angeordnet, so dass sie sich in Kontakt mit der eigenleitenden Oxidschicht **50a** auf den Teilchen **50** befindet. Bei der zweiten Elektrode kann es sich auch um eine Verbundschicht handeln, die leitfähige Materialien und ein Bindemittel aufweist. Durch eine Veränderung der Leitfähigkeit der Elektroden Schicht **46** können die elektrischen Eigenschaften des Bausteins **40** geändert werden. Im Besonderen kann die Strom-Spannungs-Kennlinie steiler gestaltet werden, um eine steilere Ein-/Aus-Eigenschaft zu erreichen. Das heißt, je höher die elektrische Leitfähigkeit, desto steiler die Kurve.

[0027] Wie dies nachstehend in Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7D](#) beschrieben ist, weist der M-I-M-Baustein eine symmetrische Strom-Spannungs-Kennlinie (I-V-Kennlinie) auf, die diodenartige Eigenschaften aufweist. Der Baustein kann auch mit niedrigeren Schaltspannungen als in anderen Ansätzen bereitgestellt werden, wie zum Beispiel von weniger als 10 Volt und im Besonderen von weniger als 1 Volt bis etwa 0,5 Volt, dabei jedoch mit den gleichen symmetrischen Eigenschaften. Durch eine Veränderung des Verhältnisses von Tantal zu dem Bindemittel und ferner der Dicke der Tantal-Bindemittelschicht kann die I-V-Kennlinie für das gleiche Material nach oben oder nach unten innerhalb eines Bereichs von plus/minus 50% oder mehr verschoben werden.

[0028] Die Schaltspannung des Bausteins **40** kann von Baustein zu Baustein konstanter sein. Dies kann teilweise durch die konstantere bzw. einheitlichere Dicke der Oxidschicht und die Qualität des innen ausgebildeten Oxids begründet sein. Die Dicke der Tantaloxidschicht **50a** variiert nicht stark im Vergleich zum thermischen Ausglühen oder anodisierten Oxidschichten. Es wird davon ausgegangen, dass die innere bzw. eigenleitende Schicht **50a** ferne eine im Wesentlichen einheitliche Dicke von Tantalteilchen **50** zu Tantalteilchen **50** aufweist, die im Bereich der Dicke von Monoschichten liegt. Die Eigenschaften der Tantalteilchen sind derart gegeben, dass das Pulver eine Teilchengröße im Bereich von weniger als 0,5 µm (0,5 Mikron) bis etwa einem zweistelligen µm-Wert (zweistelliger Mikronwert) aufweist. Die gedruckte Schicht **44** kann eine Dicke aufweisen, die kleiner ist als 0,127 mm (0,5 Milliinch) bis etwa 0,2 bis 0,25 mm (8 bis 10 Milliinch). Diesbezüglich können hierin auch andere Teilchengrößen und Dicken verwendet werden.

[0029] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 4](#) weist ein weiteres Ausführungsbeispiel **40'** der Diode eine Schicht **44'** auf, die inerte Teilchen **54** (gemäß der Abbildung aus [Fig. 4A](#)) aus einem anderen dielektrischen Material aufweist als die Teilchen **54** aus Titandioxid TiO_2 oder Magnesiumkarbonat MgCO_3 , verteilt in dem polymeren Bindemittel **52** und Tantalteilchen **50** mit einer Oxidschicht **50a**. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Teil (z.B. 0% bis 75%) der Tantalteilchen **50** durch Teilchen **54** aus einem inerten dielektrischen Material ersetzt wie etwa Titandioxid oder Magnesiumkarbonat. Die Tantalteilchen **50** können optional ein vergütetes bzw. geglühtes Oxid oder eine andere Art von Oxidschicht aufweisen, die um das Tantal angeordnet ist, wobei jedoch die innere bzw. eigenleitende Oxidschicht **50a** alleine bevorzugt wird.

[0030] Der Zusatz dielektrischer Teilchen wie zum Beispiel von Titandioxidfeststoffen in das polymere Bindemittel **52** und die Tantalteilchen **50** kann den Druck der Schicht **44'** verbessern, was die Verwen-

derung geringerer Mengen von Tantalteilchen ermöglicht, während weiterhin ein hoher Feststoffanteil beibehalten wird, der gute Diodeneigenschaften vorsieht. Dies ist in Bezug auf sehr dünne Schicht der Metall-Isolatormaterialschicht besonders wünschenswert, so dass ein Kurzschluss der beiden Elektroden **42** und **46** durch die Schicht **44'** verhindert wird. Die Integration eines inerten Materials verringert die Wahrscheinlichkeit für einen Kurzschluss und sieht einen einheitlicheren Film bzw. Überzug vor.

[0031] Bei ausreichend niedrigen Konzentrationen von Tantal können jedoch Bausteine mit höheren Schaltspannungen bereitgestellt werden. Es wird in Erwägung gezogen, dass an Stelle der Verwendung der Oxidschicht um die Tantalteilchen, die als Isolator fungieren soll, d.h. die potenzielle Grenze, die Elektronen überschreiten müssen, um einen leitfähigen Zustand zu bewirken, durch die dielektrischen Eigenschaften des inerten Materials geregelt werden kann, wie zum Beispiel Titandioxid, und wobei das Bindemittel mit den niedrigeren Konzentrationen von Tantal vorgesehen ist.

[0032] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 5](#) weist ein weiteres Ausführungsbeispiel **40''** der Diode eine erste Elektrode **42** und die Metall-Isolationsschicht **44** oder **44'** auf der ersten Elektrode auf. Die Struktur **40''** kann ähnliche Diodeneigenschaften vorsehen, wenn eine Verbindung **58** mit der Metall-Isolationsschicht **44** oder **44'** hergestellt wird. Durch den Verzicht auf die zweite Elektrode kann der Baustein **40''** weniger Schichten aufweisen, wobei das Fertigungsverfahren verändert wird, ohne die Eigenschaften der Metall-Isolator-Schicht wesentlich zu verändern.

[0033] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 6](#) kann der Baustein aus [Fig. 3](#) wie folgt vorbereitet werden: Das Verfahren **60** umfasst das Mischen **62** von zu 99,97 % reinem Tantalpulver mit einer inneren bzw. eigenleitenden Oxidschicht und mit einer Teilchengröße von weniger als 5 µm (5 Mikron) mit einem polymeren Bindemittel wie etwa Acheson, Electrodog Nr. 23DD146A oder Acheson SS24686, einem mehr thixotropen Material. Beide polymeren Bindemittel sind von Acheson, Port Huron, MI, USA, erhältlich. Andere Bindemittel können in Verbindung von Tantal zur Herstellung von Tantaltinte verwendet werden. Die Bindemittel sollten elektrisch isolierend sein, stabil in Verbindung mit Tantal oder dem anderen verwendeten Metall und sie sollten vorzugsweise einen verhältnismäßig hohen Feststoffanteil aufweisen, wie etwa zwischen ungefähr 15% und 35%. Das Tantal kann zwischen 100% und 39% des Gesamtgewichts des Feststoffanteils ausmachen. Andere Anteile sind ebenso möglich. Die Tantalteilchen und das Bindemittel werden zur Erzeugung der Tantaltinte gut gemischt.

[0034] Die Tantaltinte wird auf die erste Elektrode gedruckt **64**, wie zum Beispiel ein Kupferfoliensubstrat oder ein anderes leitfähiges Material. Die Schicht wird zum Beispiel durch Nadeldruck-, Rasterdruck-, Flexodruck- oder Tiefdrucktechniken gedruckt. Die Schicht wird getrocknet **66**, wie zum Beispiel in einem Ofen bei 120 °C über einen Zeitraum von 15 bis 20 Minuten. Eine zweite leitfähige Schicht, wie etwa Chrom in Form von in ein Bindemittel eingemischter Chromteilchen, wird auf die Tantalbindemittelschicht gedruckt **68**. Diese Chromschicht wird ebenfalls getrocknet **40**, wie zum Beispiel 15 bis 20 Minuten lang bei 120 °C, so dass der Baustein **40** erzeugt wird. Danach kann der Baustein **40** geprüft bzw. getestet werden **42**.

[0035] Alternative leitfähige Schichten oder Metalle wie etwa Kupfer, Wolfram, Molybdän, Kohlenstoff und so weiter können für die erste und/oder die zweite Elektrode verwendet werden. Die Leitfähigkeit dieser Schicht kann durch eine Veränderung der relativen Konzentrationen des leitfähigen Materials zu dem Bindemittel verändert werden. Beispielhafte Bereiche für das leitfähige Material liegen zwischen 30% und 39%. Durch eine Veränderung der Leitfähigkeit dieser Schicht lässt sich die Form der Strom-Spannungs-Kennlinie verändern. Wenn die Kennlinie etwas steiler vorgesehen wird, wird eine Diode mit einem steileren Ein-/Ausschalt-Ansprechverhalten erzeugt.

[0036] Die Verarbeitung wird vereinfacht, da die verwendeten Tantalteilchen eine innere bzw. eigenleitende Oxidschicht **50a** aufweisen. Es ist nicht erforderlich, das Tantalpulver thermisch zu glühen oder anderweitig thermisch vorab zu verarbeiten. Der innere bzw. eigenleitende Oxidüberzug weist eine sehr einheitliche Dicke und Qualität auf. Dies neigt zur Erzeugung sehr einheitlicher Metall-Isolatorschichtmaterialien und folglich Dioden mit Schaltspannungen mit verhältnismäßig geringfügigen Standardabweichungen über eine Reihe von Dioden.

[0037] Da das Tantalpulver nicht thermisch gegläht werden muss, ist es ein weiterer Vorteil, dass die Eigenschaften der Tinte so angepasst werden können, dass verschiedene Diodeneigenschaften erreicht werden, die sich für verschiedene Anwendungen eignen. Die Tintenzusammensetzung kann eine leichter zu kontrollierende Möglichkeit sein als die thermische Verarbeitung von Tantal.

[0038] Dieser Baustein kann auch als ein Varistor bzw. spannungsabhängiger Widerstand bezeichnet werden, d.h. ein dünn gedruckter Varistor. Diese M-I-M-Struktur eignet sich gut für Anwendungen, die ein nichtlineares Element benötigen, das mit niedrigen Spannungen und eventuell mit niedrigem Strom arbeitet, das an Stelle der Verwendung von Abscheidungstechniken für Halbleiter gedruckt werden kann.

[0039] In folgendem Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7D](#) sind Darstellungen der Spannung vs. dem Strom abgebildet, die kennzeichnende Schalteigenschaften der M-I-M-Diodenbausteine aus den Abbildungen der [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) zeigen. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7A](#) dargestellt ist, sieht eine Strom-Spannungs-Kennlinie **74** für einen M-I-M-Diodenbaustein bei 100 nA (Nanoampere) eine Schaltspannung von ungefähr 1,8 Volt vor, mit einem Ein-Aus-Verhältnis vor, das mit etwa **33** berechnet worden ist. Die Strom-Spannungs-Kennlinie **74** wurde unter Verwendung eines Halbleiteranalysators von Hewlett-Packard mit der Modellnummer 4155B erhalten.

[0040] Dieser Baustein bzw. diese Vorrichtung hat eine Tantalschicht verwendet, die durch Mischen von fünf Gramm Tantalteilchen von Alfa Aesar, Ward Hill, MA, USA, erhalten worden sind, mit einem Teilchendurchmesser von weniger als 2 µm (2 Mikron), mit 20 Gramm Electrodag 23DD146A Polymer mit einem Feststoffanteil von 25% und einer flüchtigen Verbundzusammensetzung von 75%. Die Tinte wurde auf eine leitfähige Oberfläche einer Kupferfolie unter Verwendung eines Ausschnitts von 0,38 mm (15 Milliinch) aufgetragen, d.h. zur Erzeugung einer Schicht mit einer Nassdicke von 0,38 mm (15 Milliinch). Die Probe wurde in einem Ofen bei 120 °C 20 Minuten lang getrocknet. Die Tinte für die zweite Schicht der Diode wurde vorbereitet durch Mischen von fünf Gramm Chrompulver mit einer Teilchengröße von weniger als 5 µm (5 Mikron), erhalten von Alfa Aesar, mit vier Gramm Electrodag 23DD146A, und sie wurde auf der Oberseite der Tantaltintensschicht unter Verwendung eines Ausschnitts von 0,127 mm (5 Milliinch) aufgetragen. Dieser Überzug wurde 20 Minuten lang bei 120 °C getrocknet.

[0041] Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7B](#) dargestellt ist, können M-I-M-Dioden verschiedene Schaltspannungen auf der Basis verschiedener "P:B"-Verhältnisse aufweisen, d.h. verschiedener Verhältnisse der Metallteilchen (z.B. Tantal) zu dem Bindemittel. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7B](#) dargestellt ist, sehen die Bausteine bei der gleichen Dicke von 0,38 mm (15 Milliinch) mit P:B-Verhältnissen von 5, 2 und 1 Schaltspannungen von ungefähr 9 Volt (Kurve **75a**), 5,3 Volt (Kurve **75b**) und 3,8 Volt (Kurve **75c**) bei 100 Nanoampere vor.

[0042] Wie dies ferner in der Abbildung aus [Fig. 7C](#) dargestellt ist, kann eine Veränderung der Nassdicke der Tantalschicht ferner verschiedene Schaltspannungen erzeugen. Bei einer Tantalschicht mit einem Tantal-Bindemittel-Verhältnis (P:B) von 8:1 würde eine M-I-M-Diode mit einer 0,38 mm (15 Milliinch) dicken Tantalschicht eine Schaltspannung von ungefähr 9 Volt (Kurve **76a**) vorsehen, wobei eine 10 Milliinch dicke Schicht eine M-I-M-Diode mit einer Schaltspannung von ungefähr 7,8 Volt (Kurve **76b**) vorse-

hen würde, und wobei eine 0,127 mm (5 Milliinch) dicke Schicht eine M-I-M-Diode mit einer Schaltspannung von ungefähr 4,6 Volt (Kurve **76b**) vorsehen würde. Jede der Schaltspannungen wird bei 100 Nanoampere gemessen.

[0043] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 7D](#) kann der Zusatz von Magnesiumkarbonat zu der Tantalschicht M-I-M-Dioden erzeugen, die einheitlich hohe Ein-/Aus-Verhältnisse aufweisen, wobei die Schaltspannung nur minimal beeinflusst wird. Wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7D](#) dargestellt ist wird die Schaltspannungskurve umso steiler, je mehr die Menge von Magnesiumkarbonat erhöht wird. Die Kurve **76a** zeigt die Schaltkennlinie für eine Schicht aus 100% Tantal mit einem P:B-Verhältnis von 1:1, die eine Schaltspannung von 1,8 Volt vorsieht. Die Kurven **77b-77d** veranschaulichen, dass die Schaltkennlinie steiler wird, wenn die Magnesiumkarbonatmenge zunimmt, wodurch ein besseres Ein-Aus-Verhältnis angezeigt wird.

Weitere Ausführungsbeispiele

[0044] Hiermit wird festgestellt, dass die vorliegende Erfindung zwar in Bezug auf die genaue Beschreibung der Erfindung erörtert worden ist, wobei die vorstehende Beschreibung jedoch Zwecken der Veranschaulichung dient und den Umfang der Erfindung nicht einschränkt, der durch den Umfang der anhängigen Ansprüche definiert ist. Weitere Aspekte, Vorteile und Modifikationen unterliegen dem Umfang der folgenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Batterieprüfer (**10**), der folgendes umfasst: eine spannungsgeregelte Anzeige (**16**); einen Spannungsteiler (**18**, **20**) mit einem Anschluss, der mit einem Anschluss der spannungsgeregelten Anzeige (**16**) gekoppelt ist; und einen nichtlinearen Baustein (**22**), der mit dem Spannungsteiler und einem zweiten Anschluss der spannungsgeregelten Anzeige gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der nichtlineare Baustein (**22**) ein Metall-Isolator-Metall-Baustein (**40**) ist, und wobei der Metall-Isolator-Metall-Baustein (**40**) eine erste Elektrode (**42**) umfasst, mit einer Metall-Isolatorschicht (**44**), die Metallpartikel (**50**) umfasst, die eine selbstbeschränkende und stabile innere Oxidschicht (**50a**) aufweisen, wobei die Partikel in einer dielektrischen Bindschicht (**52**) suspendiert sind, wobei sich das innere Oxid (**50a**) in Kontakt mit der Schicht (**52**) befindet, und wobei eine zweite Elektrode (**46**) an der Metall-Isolatorschicht (**44**) entgegengesetzt zu der ersten Elektrode (**42**) angeordnet ist.

2. Batterieprüfer (**10**) nach Anspruch 1, wobei es sich bei der Anzeige um eine elektroforetische Anzeige handelt.

3. Batterieprüfer nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Spannungsteiler (**18, 20**) ein Paar von Widerständen (**18, 20**) mit dem gleichen Widerstand aufweist.

4. Batterieprüfer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei dieser ferner einen Widerstand (**24**) umfasst, und wobei der Widerstand (**24**) in Reihe mit dem Metall-Isolator-Metall-Baustein (**40**) gekoppelt ist.

5. Batterie (**11**), die folgendes umfasst:
eine Zelle mit einem äußeren Umfang; und
einen Batterieprüfer gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.

6. Batterie (**11**) nach Anspruch 5, wobei ein Spannungspotenzial an dem ersten Anschluss der Anzeige einem Bruchteil einer Batteriezellenspannung entspricht, und wobei ein Potenzial an dem zweiten Anschluss der Anzeige durch eine Spannung an dem Metall-Isolator-Metall-Baustein (**40**) und einen Widerstand (**24**) bestimmt wird.

7. Batterie (**11**) nach Anspruch 6, wobei während Strom durch Nutzung oder Verlust der Batterie entzogen wird, die Spannung eines der Anschlüsse der Anzeige (**16**) im Verhältnis zu der Spannung an dem anderen Anschluss der Anzeige (**16**) schwankt.

8. batterie (**11**) nach Anspruch 7, wobei der Metall-Isolator-Metall-Baustein (**40**) den Zustand wechselt, was bewirkt, dass die Spannung an einem Anschluss der Anzeige (**16**) im Verhältnis zu der Spannung an dem anderen Anschluss der Anzeige (**16**) negativ wird, so dass eine Veränderung der Farbe der Anzeige bewirkt wird, um anzuzeigen, dass die Batterie einer bestimmten festgelegten Spezifikation nicht mehr entspricht.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

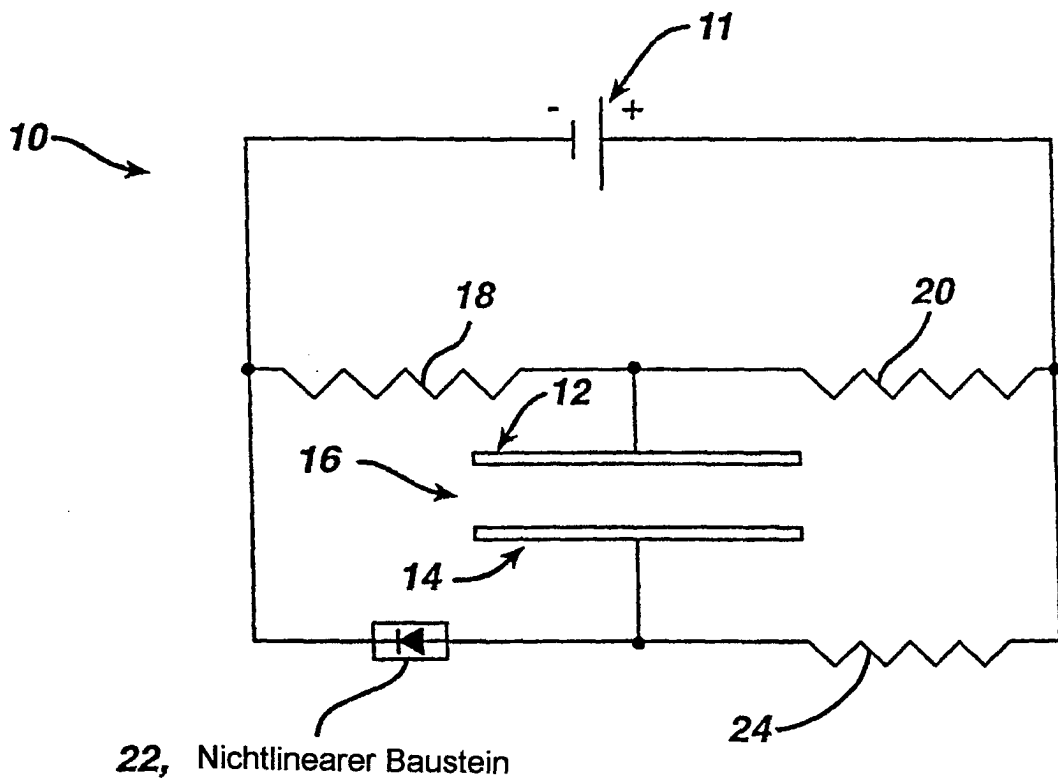


FIG. 2

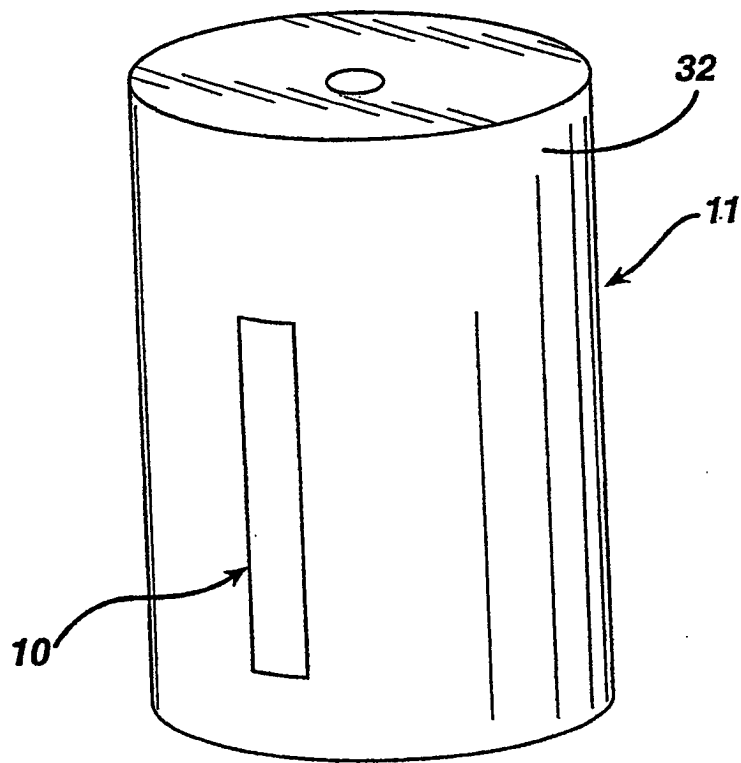


FIG. 3

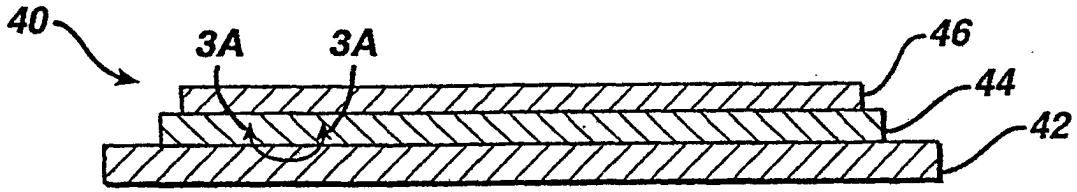


FIG. 3A

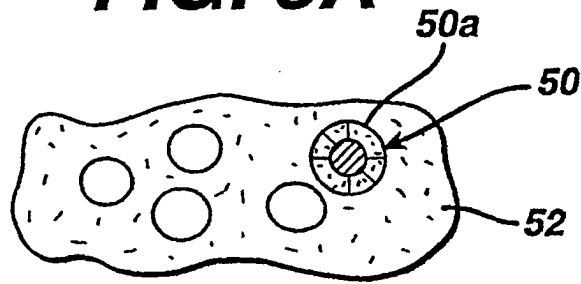


FIG. 4



FIG. 4A

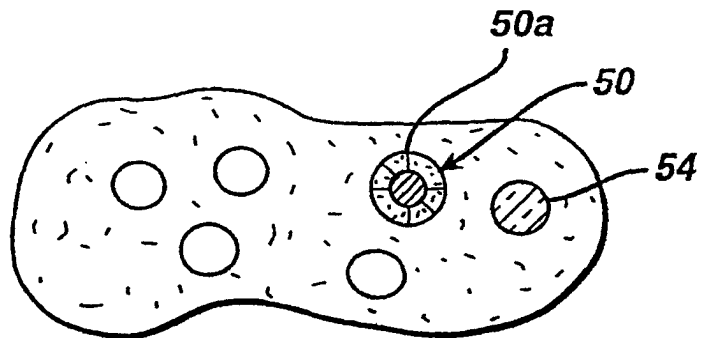


FIG. 5

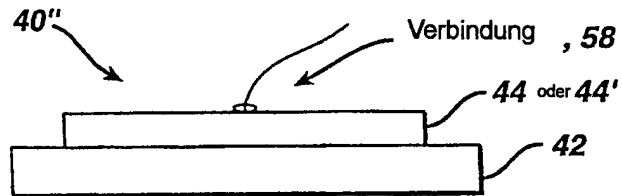


FIG. 6

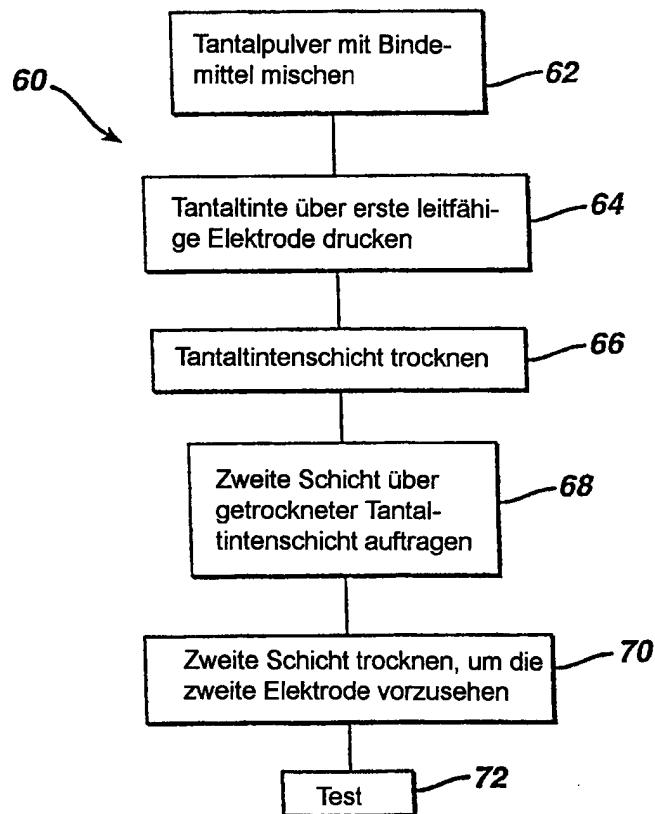
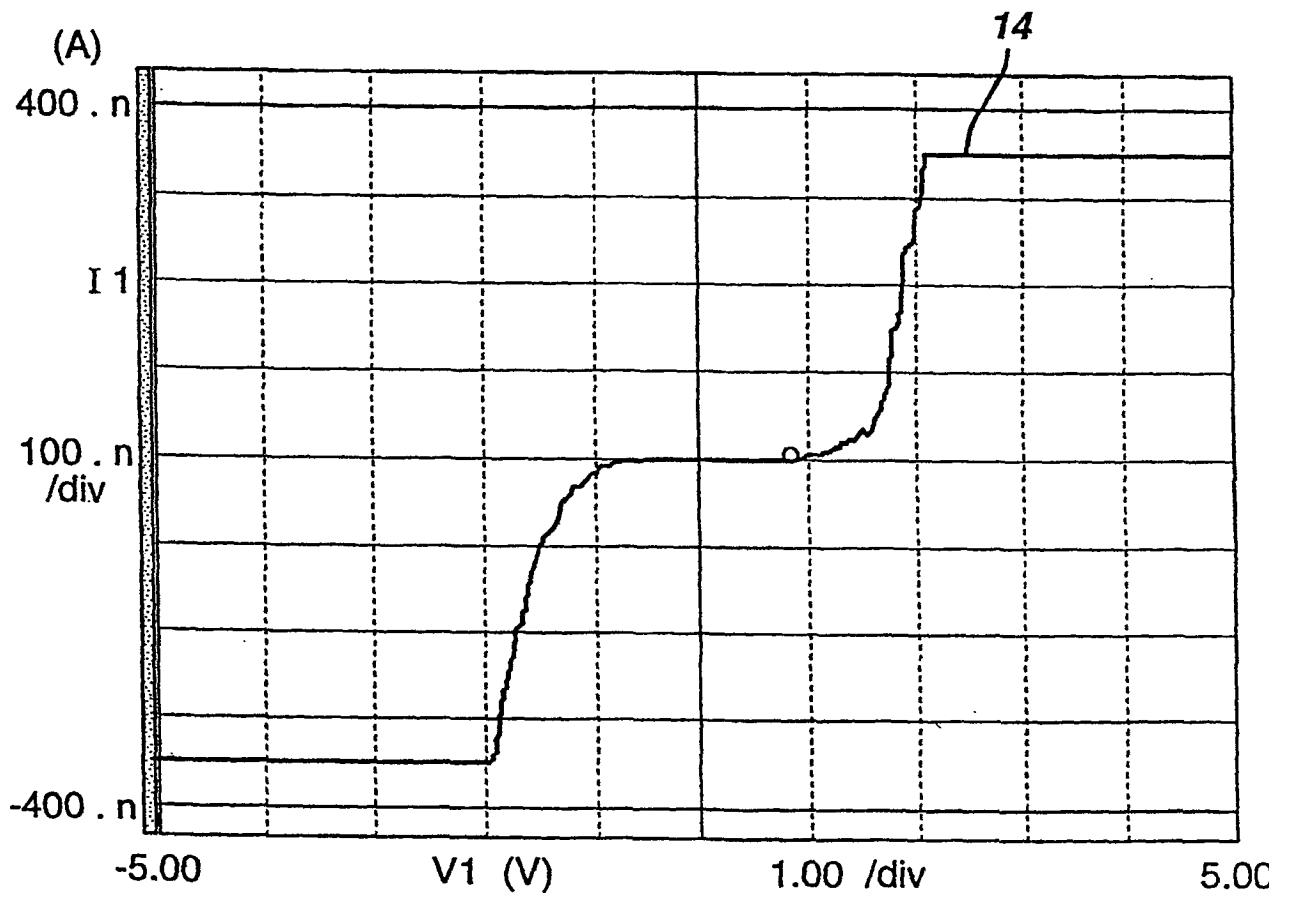


FIG. 7A



MIM-Varistoren gedruckt mit verschiedenen P:B-Verhältnissen
Nassdicke = 15 Milliinch

FIG. 7B

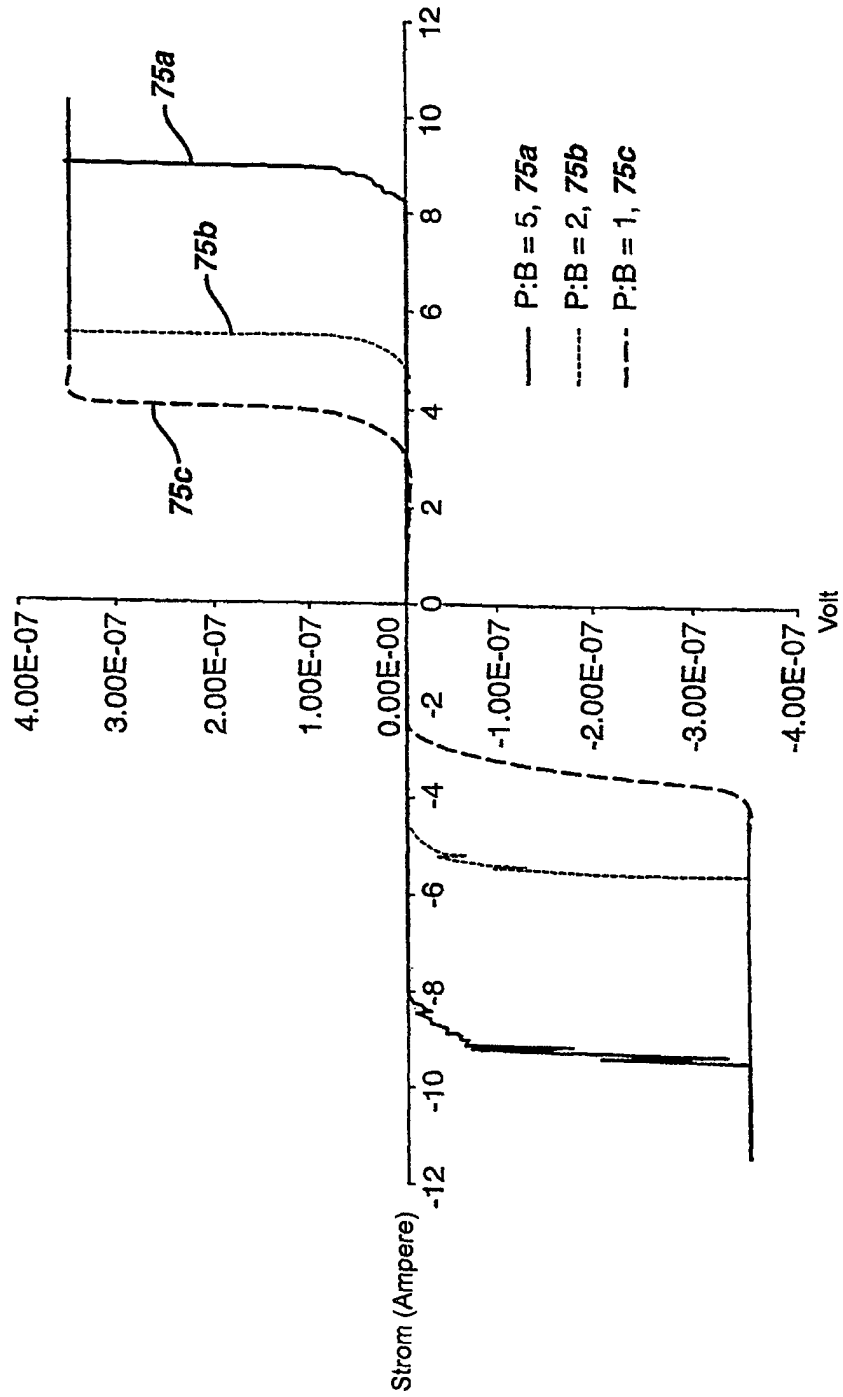


FIG. 7C

MIM-Varistoren gedruckt mit verschiedenen Dicken
 Tinte: Unbehandeltes Tantal, gemischt mit Bindemittel in einem
 Verhältnis von 8:1

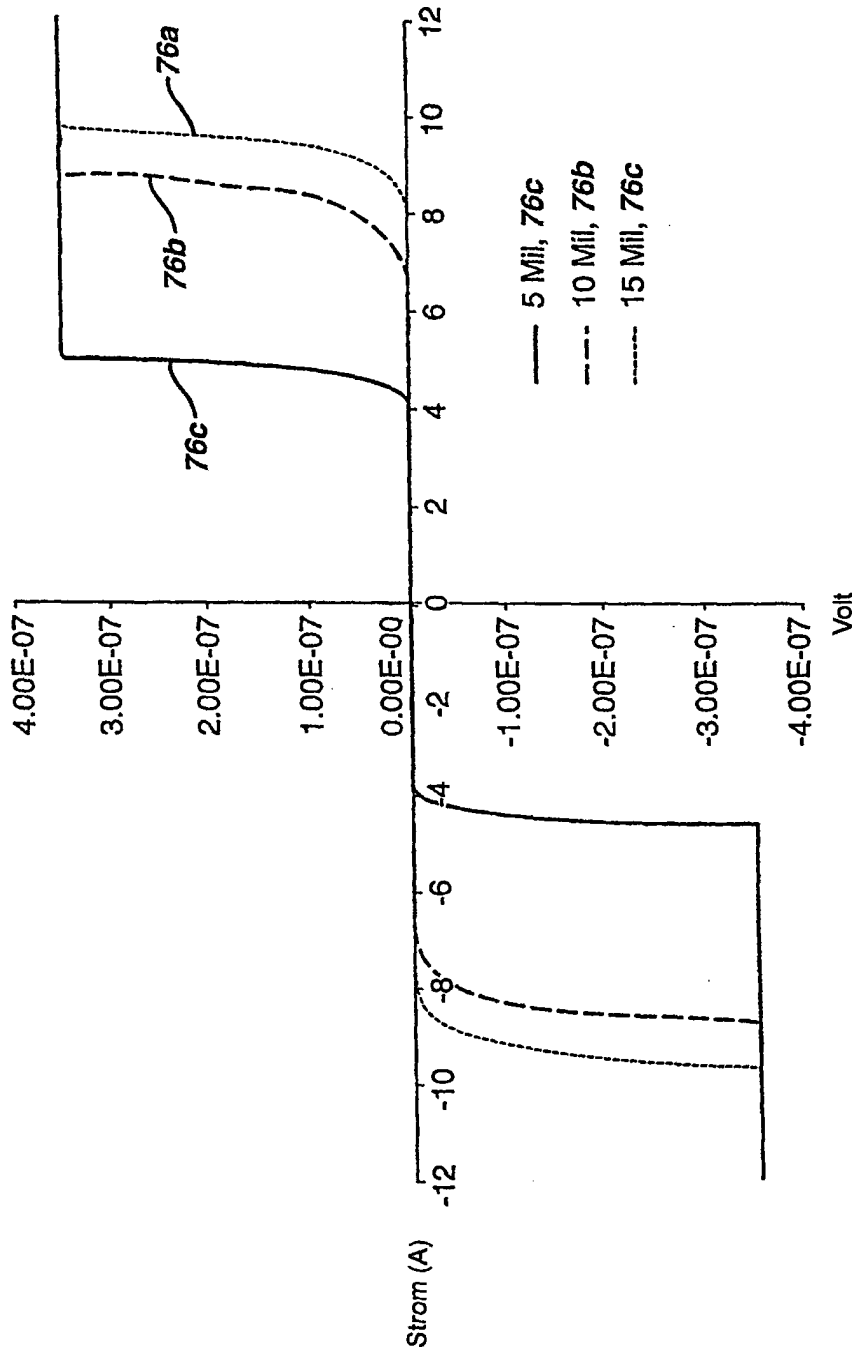


FIG. 7D

Zusatz von MgCO₃ zu Varistor

