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

(10) **DE 696 32 883 T2** 2005.01.20

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 732 712 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 32 883.6**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 301 757.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **14.03.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.09.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.07.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H01G 4/06**
H01G 4/20, H01B 3/40

(30) Unionspriorität:
5393295 14.03.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Shinko Electric Industries Co., Ltd., Nagano, JP

(74) Vertreter:
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und Rechtsanwälte, 81541 München

(72) Erfinder:
Kobayashi, Tsuyoshi, Nagano-shi, Nagano, 380, JP; Shibamoto, Tsuyoshi, Nagano-shi, Nagano, 380, JP

(54) Bezeichnung: **Dielektrisches Material für einen Kondensator und Herstellungsverfahren**

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 einen Kondensator, ein Verfahren zur Herstellung desselben sowie ein Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Körpers. Insbesondere betrifft diese Erfindung einen Kondensator, bei dem zwischen einem Paar von Elektroden ein dielektrischer Körper angeordnet ist, welcher von einer dielektrischen Grundsubstanz gebildet ist, die mit einer leitfähigen Substanz gemischt ist, ein Verfahren zur Herstellung desselben sowie ein Verfahren zur Herstellung eines durch Vermischen einer leitfähigen Substanz mit einer dielektrischen Grundsubstanz erhaltenen dielektrischen Körpers.

[0002] Die Kapazität eines Kondensators ist durch die folgende Formel gegeben:

$C = (\varepsilon_0) (\varepsilon_1) (S/d)$

wobei C: Kapazität des Kondensators
ε_0: relative Dielektrizitätskonstante in Vakuum
ε_1: relative Dielektrizitätskonstante des dielektrischen Körpers
S: Fläche des dielektrischen Körpers
d: Dicke des dielektrischen Körpers

[0003] Zur Erhöhung der Kapazität (C) des Kondensators ist es notwendig, die Fläche (S) des dielektrischen Körpers zu vergrößern oder die Dicke (d) des dielektrischen Körpers zu verringern.

[0004] In der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 3-87091 wird ein Verfahren zur Herstellung einer aluminiumoxidkeramischen Leiterplatte vorgeschlagen, bei dem eine Rohplatte, welche aus Aluminiumpulver als keramischem Material gebildet ist, dem Molybdänpulver und/oder Wolframpulver im Bereich zwischen 5 und 50 Gewichts-% hinzugefügt ist, bei einer vorbestimmten Temperatur gebrannt wird.

[0005] Nach dem in dieser Patentveröffentlichung offenbarten Verfahren ist es möglich, in der aluminiumoxidkeramischen Leiterplatte leicht einen Kondensator zu bilden.

[0006] Wenn bei dieser Herstellungsmethode die Menge an Molybdänpulver und/oder Wolframpulver allmählich vergrößert wird, nimmt auch die relative dielektrische Konstante des resultierenden keramischen dielektrischen Körpers zu.

[0007] Wenn allerdings die zugegebene Menge an leitfähiger Substanz 50 Gewischts-% übersteigt, nimmt der Widerstand des erhaltenen Keramikkörpers plötzlich ab und er zeigt elektrische Leitfähigkeit.

[0008] Gemäß dem in der Patentveröffentlichung offenbarten Verfahren ist es möglich, die zugemischte Menge an leitfähiger Substanz bis etwa 50 Gewichts-% zu erhöhen, wobei die relative Dielektrizitätskonstante des resultierenden dielektrischen Körpers höchstens etwa 17 beträgt.

[0009] Auf der anderen Seite gab es eine starke Nachfrage nach einem dielektrischen Körper mit höherer dielektrischer Konstante in einer Leiterplatte aus Aluminiumoxidkeramik oder dergleichen. Wenn ein dielektrischer Körper mit einer höheren dielektrischen Konstante gebildet werden könnte, würde ein wirkungsvolles Mittel erhalten werden, um einen Kondensator mit hoher Kapazität in der Leiterplatte zu bilden.

[0010] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben sich darangemacht, das vorstehende Ziel zu erreichen. Als Ergebnis wurde ein leitfähiger keramischer Körper durch Brennen einer aus Aluminiumoxidpulver gemischt mit 60 Gewichts-% Wolframpulver gebildeten Rohplatte bei einer vorbestimmten Temperatur geformt. Sodann wurde ein Paar von Elektroden einander gegenüberliegend bereitgestellt, wobei der geformte Keramikkörper dazwischengesetzt wurde. Es hat sich gezeigt, dass sich der Keramikkörper zu einem dielektrischen Körper umwandelt, wenn ein hoher Strom oder eine hohe Spannung in gepulster Weise an die Elektroden angelegt wird. Die vorliegende Erfindung wurde so fertiggestellt.

[0011] US-A-5144529 offenbart einen Kondensator, der durch Verteilen von nadelartigen, mit einer Oxidschicht überzogenen Metallpartikeln in einem Kunstharzfilm gebildet wird. Die Partikel werden mittels eines Magnetfelds vor dem Härten des Harzfilms parallel zu Elektroden auf dem Harzfilm ausgerichtet.

[0012] Nach einem ersten Aspekt besteht die Erfindung demgemäß in einem Kondensator, der einen zwischen ein Paar einander gegenüberliegend angeordneter Elektroden eingefügten dielektrischen Körper umfasst, wobei der dielektrische Körper durch Brennen oder Härten eines von einer Mischung aus einer dielektrischen Grundsubstanz und einer leitfähigen Substanz gebildeten leitfähigen Körpers gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass von der leitfähigen Substanz vorgesehene leitende Wege in dem leitfähigen Körper durch intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden unterbrochen sind.

[0013] Nach einem weiteren Gesichtspunkt besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines Kondensators mit einem dielektrischen Körper, welcher aus einer dielektrischen Grundsubstanz gemischt mit einer leitfähigen Substanz aufgebaut ist und zwischen ein Paar einander gegenüberliegend angeordneter Elektroden eingefügt ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Bilden eines leitfähigen Körpers durch Mischen der leitfähigen Substanz mit der dielektrischen Substanz,
Anordnen des Elektrodenpaars auf gegenüberliegenden Seiten des leitfähigen Körpers,
Brennen oder Härten des leitfähigen Körpers und
intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden, wodurch von der leitfähigen Substanz in dem leitfähigen Körper gebildete leitende Wege elektrisch unterbrochen werden, sodass sich der leitfähige Körper in den dielektrischen Körper umwandelt.

[0014] Nach einem weiteren Gesichtspunkt besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Körpers, wobei eine leitfähige Substanz mit einer dielektrischen Grundsubstanz gemischt wird, umfassend die Schritte:

Bilden eines leitfähigen Körpers durch Mischen der leitfähigen Substanz mit der dielektrischen Substanz,
Anordnen des leitfähigen Körpers zwischen einem Paar von Elektroden,
Brennen oder Härten des leitfähigen Körpers und
intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden, um von der leitfähigen Substanz in dem leitfähigen Körper gebildete leitende Wege elektrisch zu unterbrechen, sodass sich der leitfähige Körper in den dielektrischen Körper umwandelt.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung mit diesen Ausbildungen ist es möglich, einen die Leitfähigkeit zeigenden Keramik- oder Kunststoffkörper zu erhalten, indem eine leitfähige Substanz, die 50 Gewichts-% oder 15,9 Volumen-% übersteigt, mit einem die dielektrische Eigenschaft zeigenden Keramikmaterial vermischt wird.

[0016] Es ist gleichfalls möglich, einen leitfähigen Körper, der in einen dielektrischen Körper umgewandelt werden kann, in einer Leiterplatte aus Aluminiumoxidkeramik zur gleichen Zeit zu bilden, zu der die Leiterplatte aus Aluminiumoxidkeramik gebrannt wird, indem als Keramikmaterial Aluminiumoxidpulver und als leitfähige Substanz Wolframpulver, Wolframoxidpulver, Molybdänpulver oder Molybdänoxidpulver verwendet wird.

[0017] Erfindungsgemäß wird der leitfähige Körper durch Mischen einer großen Menge an leitfähiger Substanz in der dielektrischen Substanz gebildet. Innerhalb dieses leitfähigen Körpers bilden sich leitende Wege.

[0018] Sodann wird der leitfähige Körper durch intermittierendes Anlegen eines hohen Stroms oder einer hohen Spannung an die Elektroden in den dielektrischen Körper umgewandelt, wobei die leitfähige Substanz zwischen diesen angeordnet ist, um die leitenden Wege elektrisch zu unterbrechen.

[0019] Der wie vorstehend erwähnt zu dem dielektrischen Körper umgewandelte leitfähige Körper besitzt eine höhere relative dielektrische Konstante im Vergleich zu der eines dielektrischen Körpers, welcher durch Vermischen mit einer leitfähigen Substanz in einer Menge entsteht, die die isolierende Eigenschaft des dielektrischen Körpers im Wesentlichen aufrechterhalten kann.

[0020] Es wird vermutet, dass der Grund hierfür ist, dass sich auf der Oberfläche eines Partikels der einen leitenden Weg bildenden leitfähigen Substanz eine extrem dünne dielektrische Schicht bildet, verglichen mit einer dielektrischen Schicht in einem dielektrischen Körper bei dem eine geringere Menge einer leitfähigen Substanz mit der dielektrischen Substanz gemischt ist.

[0021] Erfindungsgemäß ist es somit möglich, den dielektrischen Körper mit einer höheren relativen dielektrischen Konstante zu erhalten, obwohl eine dielektrische Substanz mit einer geringeren relativen dielektrischen Konstante verwendet wird.

[0022] Ein einen Kondensator gemäß der vorliegenden Erfindung bildender dielektrischer Körper kann durch Mischen einer leitfähigen Substanz in einer dielektrischen Substanz erhalten werden.

[0023] Als dielektrische Substanz können keramische Materialien oder organische isolierende Materialien, wie etwa Kunststoff oder andere, verwendet werden. Insbesondere kann Aluminiumoxidpulver, Aluminiumnitridpulver oder Glaspulver geeigneterweise als Keramikmaterial verwendet werden.

[0024] Die mit solchen dielektrischen Substanzen geeignet vermischte leitfähige Substanz wird vorzugsweise unter Berücksichtigung der Beziehung zu der dielektrischen Substanz gewählt. Wenn beispielsweise eine dielektrische Substanz verwendet wird, die durch Brennen bei einer hohen Temperatur einen Keramikkörper bilden kann, wird günstigerweise ein Keramikmaterial wie etwa Aluminiumoxidpulver oder ein Metallpulver mit einem Schmelzpunkt in der Nähe desjenigen des Keramikmaterials verwendet, etwa Wolframpulver, Wolframoxidpulver, Molybdänpulver oder Molybdänoxidpulver.

[0025] Wenn dagegen ein organischer isolierender Körper, etwa Kunststoff oder Glaspulver, als dielektrische Substanz verwendet wird, wird vorzugsweise ein Pulver aus Au, Cu oder Ag verwendet, das einen niedrigeren Schmelzpunkt als Wolframpulver oder dergleichen hat, aber in seiner elektrischen Leitfähigkeit besticht.

[0026] Bestimmte Ausführungsformen gemäß dieser Erfindung werden nun mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0027] **Fig.** 1(a) eine grafische Darstellung ist, die den Zusammenhang zwischen der hineinzumischenden Menge an Wolfram (W) und dem spezifischen Volumenwiderstand des resultierenden Keramikkörpers zeigt;

[0028] **Fig.** 1(b) eine grafische Darstellung ist, die den Zusammenhang zwischen der Wolframmenge und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und dem dielektrischen Verlustfaktor (tan δ) des resultierenden aluminiumoxidkeramischen Körpers darstellt;

[0029] **Fig.** 2 eine seitliche Schnittansicht des resultierenden leitfähigen Körpers ist;

[0030] **Fig.** 3 eine Darstellung zur Erläuterung des inneren Aufbaus eines dielektrischen Körpers ist, der durch intermittierendes Anlegen eines hohen Stroms oder einer hohen Spannung an einander gegenüberliegend angeordnete Elektroden erhalten wird, wobei ein leitfähiger Körper zwischen diesen angeordnet ist;

[0031] **Fig.** 4 eine Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens zur Bildung eines Kondensators in einer Leiterplatte ist;

[0032] **Fig.** 5 eine Querschnittsansicht ist, die ein Beispiel einer leitfähigen Substanz zeigt;

[0033] **Fig.** 6 eine grafische Darstellung ist, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz des an den keramischen Körper angelegten Gleichstroms und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und tan δ (dielektrischer Verlustfaktor) des resultierenden Aluminiumoxidkeramikkörpers zeigt; und

[0034] **Fig.** 7 eine grafische Darstellung ist, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz des Gleichstroms und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und tan δ des Kondensators bei einer weiteren Ausführungsform zeigt.

[0035] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es wichtig, dass die leitfähige Substanz in einer solchen Menge in die dielektrische Substanz hineingemischt wird, dass sich die Leitfähigkeit zeigen kann.

[0036] Der Zusammenhang zwischen der Menge der leitfähigen Substanz und dem resultierenden spezifischen Volumenwiderstand der Mischung ist in **Fig.** 1(a) gezeigt. **Fig.** 1(a) ist eine grafische Darstellung, die den Zusammenhang zwischen der Menge eines Pulvers aus Tungsten (W), das als leitfähige Substanz verwendet wird, die mit als dielektrische Substanz verwendetem Aluminiumoxidpulver vermischt wird, und dem spezifischen Volumenwiderstand des resultierenden Aluminiumoxidkeramikkörpers zeigt, der durch Brennen einer frischen Platte erhalten wird, welche aus dem mit dem Aluminiumoxidpulver vermischten Wolframpulver gebildet ist.

[0037] Wie aus **Fig.** 1 ersichtlich, ist der sich ergebene Aluminiumoxidkeramikkörper ein dielektrischer Körper mit einem hohen spezifischen Volumenwiderstand, wenn die Menge des mit dem Aluminiumoxidpulver zu mischenden Wolframpulvers **50** Gewichts-% oder weniger ist.

[0038] Wenn dagegen die Menge des mit dem Aluminiumoxidpulver zu mischenden Wolframpulvers 50 Gewichts-% übersteigt, nimmt der spezifische Volumenwiderstand des resultierenden Aluminiumoxidkeramikkörpers plötzlich ab. Insbesondere wenn die Menge des mit dem Aluminiumoxidpulver zu mischenden Wolframpulvers 55 Gewichts-% oder mehr (speziell 60 % oder mehr) beträgt, ist der resultierende aluminiumoxidkeramische Körper ein leitfähiger Körper mit guter Leitfähigkeit.

[0039] **Fig.** 1(b) ist eine grafische Darstellung, die den Zusammenhang zwischen der Menge an Wolfram (W) in Gewichts-%, das als leitfähige Substanz verwendet wird, die mit Aluminiumoxidkeramikpulver zu mischen ist, welches als dielektrische Substanz verwendet wird, und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und dem dielektrischen Verlustefaktor (δ) des resultierenden aluminiumoxidkeramischen Körpers zeigt, der durch Brennen einer Rohplatte erhalten wird, welche aus dem mit dem Aluminiumoxidpulver gemischten Wolfram gebildet ist.

[0040] Wie in **Fig.** 1(b) zu erkennen ist, nimmt die relative Dielektrizitätskonstante (ε) des aluminiumoxidkeramischen Körpers zu, wenn die Menge an Wolframpulver größer wird. Wenn allerdings die Menge an Wolframpulver 50 Gewichts-% übersteigt, kann in dem aluminiumoxidkeramischen Körper möglicherweise ein elektrischer Kurzschluss auftreten. Dies bedeutet, dass sich der aluminiumoxidkeramische Körper von dem isolierenden Körper zu einer leitfähigen Substanz ändert, wenn die Menge an Wolfram (W) diesen Wert übersteigt. Auch in dem Zwischenbereich der Wolframmenge von 15,9 Volumen-% (50 Gewichts-%) bis 22,1 Volumen-% (60 Gewichts-%), d.h. einer Menge an Aluminiumoxidkeramik von 84,1 Volumen-% (50 Gewichts-%) bis 77,9 Volumen-% (40 Gewichts-%), ist der Unterschied zwischen der leitfähigen Substanz gegenüber dem isolierenden Körper merklich in dem resultierenden aluminiumoxidkeramischen Körper vorhanden.

[0041] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, weist dieser keramische Körper leitende Wege, die von Wolframpartikeln **14**, **14**,... gebildet sind, in der den aluminiumoxidkeramischen Körper **10** bildenden und aus Aluminiumoxidpartikeln **12**, **12** ... bestehenden dielektrischen Substanz auf. Auf diese Weise zeigt der aluminiumoxidkeramische Körper **10** eine elektrische Leitfähigkeit.

[0042] In **Fig.** 2 gezeigte Elektroden **16** und **18**, die vorgesehen sind, während der aluminiumoxidkeramische Körper **10** zwischen die beiden eingefügt ist, sind von metallisierten Schichten gebildet, die erhalten werden, indem eine auf die Oberfläche einer Rohplatte aufgebrachte Walframpaste oder dergleichen gebrannt wird, wobei dieses Brennen gleichzeitig mit dem Brennen der Rohplatte ausgeführt wird, um den aluminiumoxidkeramischen Körper **10** zu bilden.

[0043] In diesem Zusammenhang ist es anstelle der Ausbildung der Elektroden **16** und **18** als metallisierte Schichten möglich, die Elektroden **16** und **18** von metallischen Schichten zu bilden, nachdem der aluminiumoxidkeramische Körper **10** gebrannt wurde. Alternativ können metallische Platten selbst als Elektroden **16** und **18** verwendet werden.

[0044] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der leitfähige aluminiumoxidkeramische Körper **10** in einen dielektrischen Körper umgewandelt werden, indem im Inneren des aluminiumoxidkeramischen Körpers **10** gebildete leitende Wege elektrisch unterbrochen werden.

[0045] Dieses elektrische Aufbrechen der leitenden Wege erfolgt dadurch, dass intermittierend an die Elektroden **16** und **18** ein Strom oder eine Spannung angelegt wird, der bzw. die hoch genug ist, um die Leitfähigkeit des die Leitfähigkeit zeigenden aluminiumoxidkeramischen Körpers **10** zu zerstören.

[0046] Der an die Elektroden **16** und **18** intermittierend anzulegende hohe Strom oder die hohe Spannung kann von einem im Allgemeinen für die Herstellung eines Halbleiterbauteils oder dergleichen verwendeten Punktschweißgerät erzeugt werden.

[0047] In diesem Zusammenhang ist das kontinuierliche Anlegen des hohen Stroms oder der hohen Spannung an die Elektroden **16** und **18** nicht günstig wegen der Wärmeerzeugung in dem Keramikkörper **10**. Insbesondere wenn ein organischer isolierender Körper, etwa Kunststoff, verwendet wird, können aufgrund partiellen Schmelzens des organischen isolierenden Körpers Hohlräume entstehen.

[0048] Bevorzugt wird durch Experimente vorläufig eine Größe des anzulegenden Stroms oder der anzulegenden Spannung abhängig von der Art, der Form, der Größe, des Mischverhältnisses oder anderem der zu mischenden leitfähigen Substanz bestimmt.

[0049] Der aluminiumoxidkeramische Körper **10**, in dem die Leitfähigkeit in solcher Weise zerstört wurde, ist in der Lage, einen Kondensator mit größerer Kapazität zu bilden, weil er in einen dielektrischen Körper mit höherer relativer Dielektrizitätskonstante umgewandelt wird, verglichen mit dem in der zuvor beschriebenen Patentveröffentlichung beschriebenen, bei dem einer dielektrischen Substanz eine leitfähige Substanz von 50 Gewichts-% oder weniger beigemischt wird.

[0050] Außerdem ist es möglich, einen dielektrischen Körper mit einer hohen relativen Dielektrizitätskonstante zu erhalten, indem als dielektrische Substanz ein Keramikpulver mit einer niedrigen relativen Dielektrizitätskonstante verwendet wird.

[0051] Es wird vermutet, dass der Grund, warum ein solcher aluminiumoxidkeramischer Körper **10** eine hohe relative Dielektrizitätskonstante besitzt, darin liegt, dass bei Anlegen eines hohen Stroms oder einer hohen Spannung an die die leitenden Wege bildenden Wolframpartikel **14**, **14**,... Teile der die leitenden Wege bildenden Wolframpartikel **14**, **14**,.., nacheinander schmelzen, während äußerst dünne dielektrische Schichten **20**, **20**,... auf den Begrenzungsflächen der jeweiligen Partikel zurückbleiben, wie in **Fig.** 3 gezeigt.

[0052] Der oben beschriebene Kondensator kann einfach in einer Leiterplatte gebildet werden. Beispielsweise wird, wie in **Fig.** 4 gezeigt, eine leitfähige keramische Schicht **36**, mit der eine leitfähige Substanz in einer Menge vermischt ist, die genügt, um Leitfähigkeit zu zeigen, zwischen Keramikschichten **32** und **34** unter Bildung einer Leiterplatte **30** angeordnet.

[0053] Die leitfähige Keramikschicht **36** ist sandwichartig zwischen leitenden Schichten **38** und **40** angeordnet, welche ihrerseits über Löcher **42** und **44** mit Elektroden **46** und **48** verbunden sind.

[0054] Wenn an die Elektroden **46** und **48** ein Strom oder eine Spannung intermittierend angelegt wird, der bzw. die ausreichend groß ist, um die Leitfähigkeit der in der leitenden keramischen Schicht **36** gebildeten leitenden Wege zu zerstören, wird ein Bereich der leitenden keramischen Schicht **36** zwischen den Elektroden **46** und **48** in einen dielektrischen Körper mit einer hohen relativen Dielektrizitätskonstante umgewandelt, der einen Kondensator mit hoher Kapazität in der Leiterplatte **30** bereitstellt.

[0055] In **Fig.** 4 ist der den Kondensator bildende Bereich der leitfähigen keramischen Schicht **36** um so schmaler, je kleiner die Fläche der leitenden Schicht **38** oder **40** ist, da die leitende keramische Schicht **36** sandwichartig zwischen den leitenden Schichten **38** und **40** angeordnet ist. Auf diese Weise ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, die Größe des Kondensators einzustellen.

[0056] Wenngleich in der obigen Beschreibung Wolframpulver als leitfähige Substanz verwendet wird, ist es ebenso möglich, wie in **Fig.** 5 gezeigt, dielektrische Partikel **50**, etwa Aluminiumoxid oder

Glas, zu verwenden, die mit einer metallischen Schicht **52** oder einem metallischen Pulver überzogen sind.

[0057] Ein Beispiel der vorliegenden Erfindung wird in näherer Einzelheit wie folgt beschrieben.

Beispiel 1

(1) Herstellung eines leitfähigen Körpers

[0058] Eine Rohplatte wurde mittels eines herkömmlichen Verfahrens aus einem keramischen Pulver hergestellt,das Aluminiumoxidpulver sowie ein Brennmittel oder Anderes enthielt, gemischt mit 60 Gewichts-% (bezogen auf das keramische Pulver) Wolframpulver mit einer Partikelgröße von 1,1 μm.

[0059] Sodann wurde die frische Platte in plättchenartige Stücke mit einer vorbestimmten Abmessung geschnitten. Ein Wolframpaste wurde auf beide Seiten des plättchenartigen Stücks aufgetragen.

[0060] Danach wurde das Stück bei 1550 °C zu einem rechteckigen Keramikkörper von 4 mm Länge, 4 mm Breite und 0,65 mm Dicke gebrannt, der auf seinen beiden Seiten metallisierte Schichten aufwies, wie in **Fig.** 2 gezeigt. Der keramische Körper besitzt einen spezifischen Volumenwiderstand von 12×10^{-3} Ωcm und ist eine elektrisch leitfähiger Körper.

(2) Umwandlung zum dielektrischen Körper

[0061] Mittels eines Punktschweißgeräts wurde ein Gleichstrom von 50 W/s (DC 20 V) einmal an die Elektroden des resultierenden leitfähigen Körpers angelegt. Durch das Anlegen des Gleichstroms wurde der keramische Körper in einen dielektrischen Körper mit dem spezifischen Volumenwiderstand $1{,}2\times10^{9}$ Ωcm umgewandelt.

[0062] Während das intermittierende Anlegen eines Gleichstroms von 50 W/s (DC 20 V) hundert Mal wiederholt wurde, wurden Messungen des spezifischen Volumenwiderstands vorgenommen. Der spezifische Volumenwiderstand variierte im Bereich zwischen $1{,}2\times10^{9}$ Ωcm und $1{,}6\times10^{9}$ Ωcm.

[0063] Dann wurde die scheinbare relative Dielektrizitätskonstante (ε) an einem Kondensator gemessen, der von einem Teil des so zwischen den Elektroden erhaltenen dielektrischen Körpers gebildet worden war. Die gemessenen Werte lagen in einem Bereich zwischen 400 bis 500.

[0064] Diese relative Dielektrizitätskonstante (ε) ist viel höher als die des den dielektrischen Körper bildenden Aluminiumoxids. Die scheinbare relative Dielektrizitätskonstante (ε) von Aluminiumoxid beträgt etwa 8 bis 10.

[0065] **Fig.** 6 ist eine grafische Darstellung, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz (Hz) des an den keramischen Körper angelegten Gleichstroms und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und dem dielektrischen Verlustfaktor (tan δ) des resultierenden aluminiumoxidkeramischen Körpers zeigt. Bei dem Experiment wurde ein Gleichstrom von 50 W/s (DC 20 V) hundert Mal und fünfzig Mal an den resultierenden aluminiumoxidkeramischen Körper angelegt und es wurde dieses Experiment zweimal gemessen. Die grafische Darstellung zeigt, dass der gemäß der vorliegenden Erfindung erhaltene aluminiumoxidkeramische Körper günstige Eigenschaften als Kondensator aufweist.

Beispiel 2

[0066] In gleicher Weise wie in Beispiel 1 wurde ein Kondensator erhalten, außer dass als dielektrisches Material ein Epoxyharz (ECON-1045, Nihonkayaku, Kabushiki Kaisha) mit einem Erweichungspunkt von 90 °C und einer Dielektrizitätskonstante (ε) von etwa 4 verwendet wurde und außerdem ein Kupferpulver (Cu) als leitfähiges Material verwendet wurde. Cu-Pulver und das Epoxyharz wurden dabei in einem Wasserbad gemischt, wie im Stand der Technik bekannt.

[0067] **Fig.** 7 ist eine grafische Darstellung, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz (Hz) des Gleichstroms, der an den im Beispiel 2 erhaltenen resultierenden Kondensator angelegt wurde, und der relativen Dielektrizitätskonstante (ε) und dem dielektrischen Verlustfaktor (tan δ) desselben zeigt. Bei dem Experiment wurde ein Gleichstrom von 50 W/s (DC 20 V) hundert Mal an den resultierenden Kondensator angelegt. Dir übrigen Bedingungen waren die gleichen wie beim zuvor erwähnten Beispiel 1. **Fig.** 7 zeigt, dass der aus Epoxyharz gemischt mit Cu-Pulver erhaltene Kondensator gemäß Beispiel 2 ebenfalls günstige Eigenschaften als Kondensator aufweist.

Vergleichsbeispiel

[0068] Ein Keramikkörper wurde in gleicher Weise wie in Beispiel 1 erhalten, außer dass eine hinzugefügte Menge an Wolframpulver 50 Gewichts-% ist. Der resultierende Keramikkörper war ein dielektrischer Körper mit einem spezifischen Volumenwiderstand von $1{,}0\times10^{14}$ Ωcm.

[0069] Ohne das Anlegen eines Gleichstroms mittels eines Punktschweißgeräts wurde entsprechend die scheinbare relative Dieketrizitätskonstante (ε) des dielektrischen Körpers gemessen; sie betrug etwa 17.

[0070] Da gemäß der vorliegenden Erfindung ein dielektrischer Körper erhalten wird, der eine höhere re-

lative Dielektrizitätskonstante als eine für ihn verwendete dielektrische Substanz besitzt, ist es möglich, einen hochkapazitiven Kondensator in einer Leiterplatte zu bilden, ohne Art, Formbedingungen oder Anderes einer herkömmlich verwendeten dielektrischen Substanz zu verändern.

Patentansprüche

1. Kondensator, umfassend einen dielektrischen Körper (**10**), welcher zwischen einem Paar von einander gegenüberliegend angeordneten Elektroden (**16**, **18**) angeordnet ist, wobei der dielektrische Körper (**10**) durch Brennen oder Härten eines leitfähigen Körpers gebildet ist, welcher von einer Mischung einer dielektrischen Grundsubstanz (**12**) und einer leitfähigen Substanz (**14**) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der leitfähigen Substanz (**14**) in dem leitfähigen Körper bereitgestellte leitende Wege durch intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden (**16**, **18**) elektrisch unterbrochen sind.

2. Kondensator nach Anspruch 1, bei dem der dielektrische Körper (**10**) ein Keramikkörper oder ein Kunststoffkörper ist und die leitfähige Substanz mit einer keramischen Komponente oder einem Kunstharz in einem Verhältnis gemischt ist, das 50 Gewichts-% oder 15,9 Volumen-% übersteigt.

3. Kondensator nach Anspruch 2, wobei dann, wenn der dielektrische Körper (**10**) ein Keramikkörper aus Aluminiumoxidkeramik ist, die leitfähige Substanz Wolframpulver, Wolframoxidpulver, Molybdänpulver oder Molybdänoxidpulver ist oder wobei dann, wenn der dielektrische Körper (**10**) ein Kunststoffkörper ist, die leitfähige Substanz Au, Cu oder Ag ist.

4. Verfahren zur Herstellung eines Kondensators, welcher einen dielektrischen Körper (**10**) umfasst, der aus einer dielektrischen Grundsubstanz (**12**) gemischt mit einer leitfähigen Substanz (**14**) gebildet ist und zwischen einem Paar einander gegenüberliegend angeordneter Elektroden (**16**, **18**) angeordnet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
Bilden eines leitfähigen Körpers (**10**) durch Mischen der leitfähigen Substanz (**14**) mit der dielektrischen Substanz (**12**),
Bereitstellen des Elektrodenpaars (**16**, **18**) auf gegenüberliegenden Seiten des leitfähigen Körpers,
Brennen oder Härten des leitfähigen Körpers und
intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden (**16**, **18**), wodurch von der leitfähigen Substanz (**14**) in dem leitfähigen Körper gebildete leitende Wege elektrisch unterbrochen werden, sodass der leitfähige Körper sich in den dielektrischen Körper (**10**) umwandelt.

5. Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Körpers (**10**), wobei eine leitfähige Substanz (**14**) mit einer dielektrischen Grundsubstanz (**12**) gemischt wird, umfassend die Schritte:
Bilden eines leitfähigen Körpers durch Mischen der leitfähigen Substanz (**14**) mit der dielektrischen Substanz (**12**),
Anordnen des leitfähigen Körpers zwischen einem Paar von Elektroden (**16**, **18**),
Brennen oder Härten des leitfähigen Körpers und
intermittierendes Anlegen eines elektrischen Stroms oder einer elektrischen Spannung an die Elektroden (**16**, **18**), um von der leitfähigen Substanz (**14**) in dem leitfähigen Körper gebildete leitende Wege elektrisch zu unterbrechen, sodass der leitfähige Körper sich in den dielektrischen Körper (**10**) umwandelt.

6. Verfahren zur Herstellung eines Kondensators oder eines dielektrischen Körpers nach Anspruch 4 oder 5, wobei die leitfähige Substanz (**14**) in einem Verhältnis, das 50 Gewichts-% oder 15,9 Volumen-% übersteigt, mit einem Keramikmaterial oder einem Kunstharzmaterial gemischt wird, das die dielektrische Substanz (**12**) ist.

7. Verfahren zur Herstellung eines Kondensators oder eines dielektrischen Körpers nach einem der Ansprüche 4–6, wobei dann, wenn das Keramikmaterial Aluminiumoxidpulver ist, die leitfähige Substanz Wolframpulver, Wolframoxidpulver, Molybdänpulver oder Molybdänoxidpulver ist und wobei dann, wenn die dielektrische Substanz ein Kunstharz ist, die leitfähige Substanz Au, Cu oder Ag ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1(a)

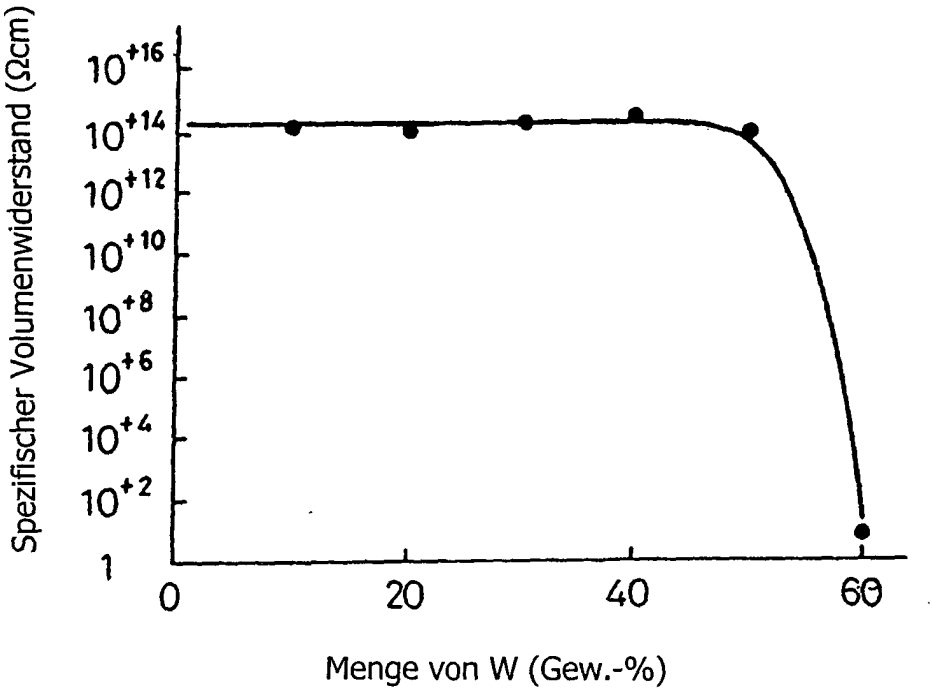


Fig. 1(b)

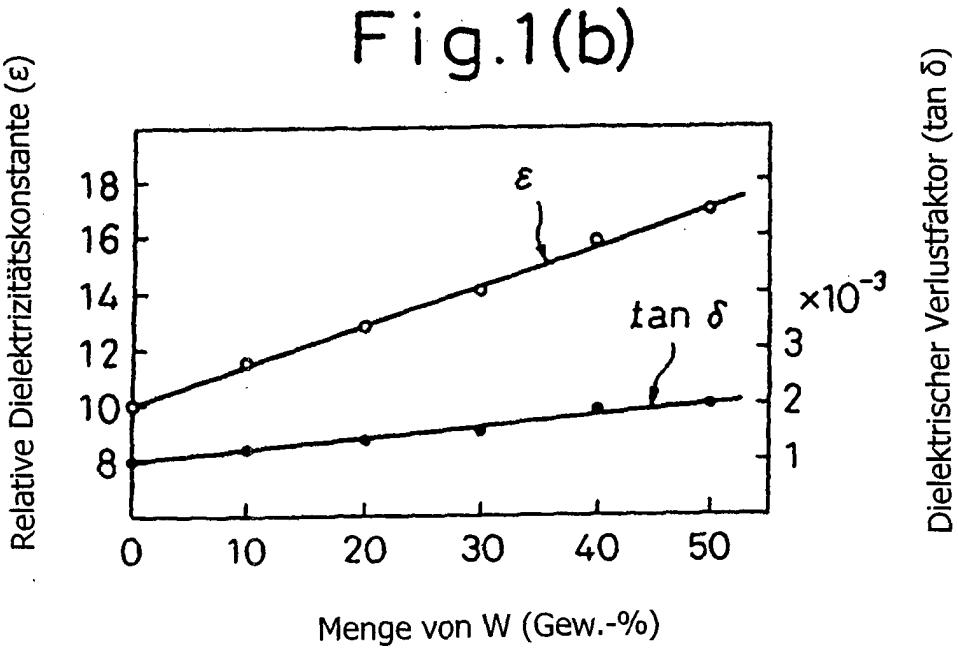


Fig. 2

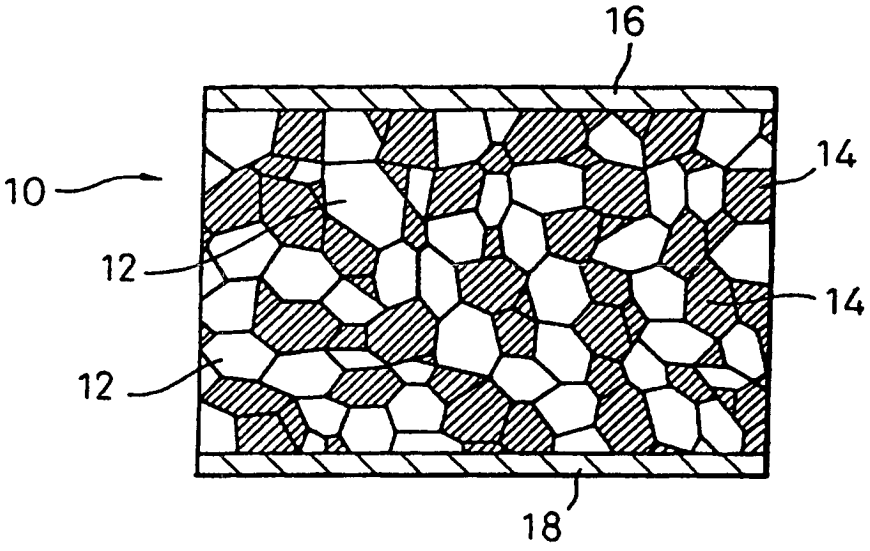


Fig. 3

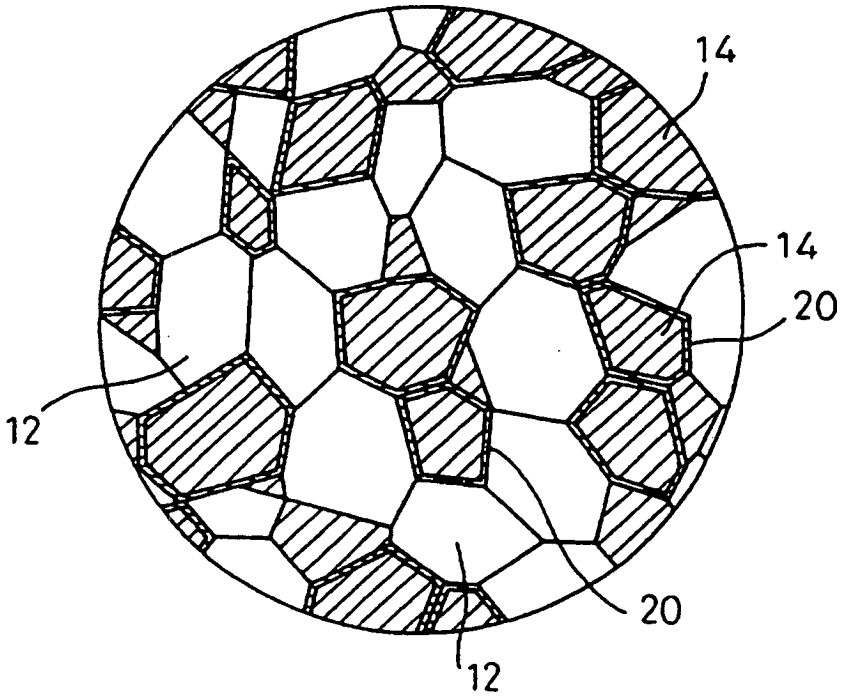


Fig. 4

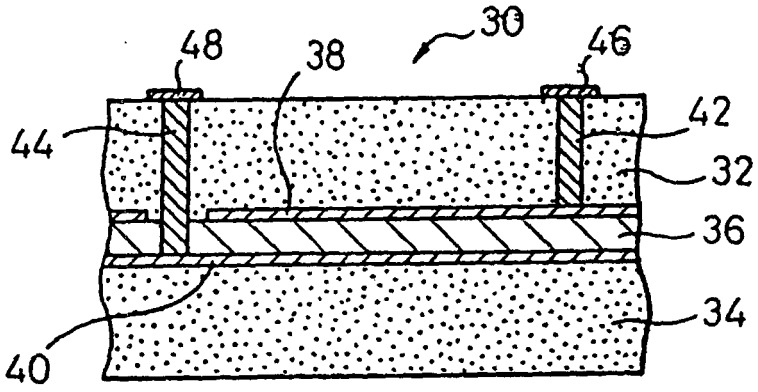


Fig. 5

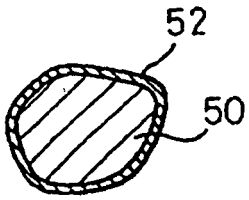


Fig. 6

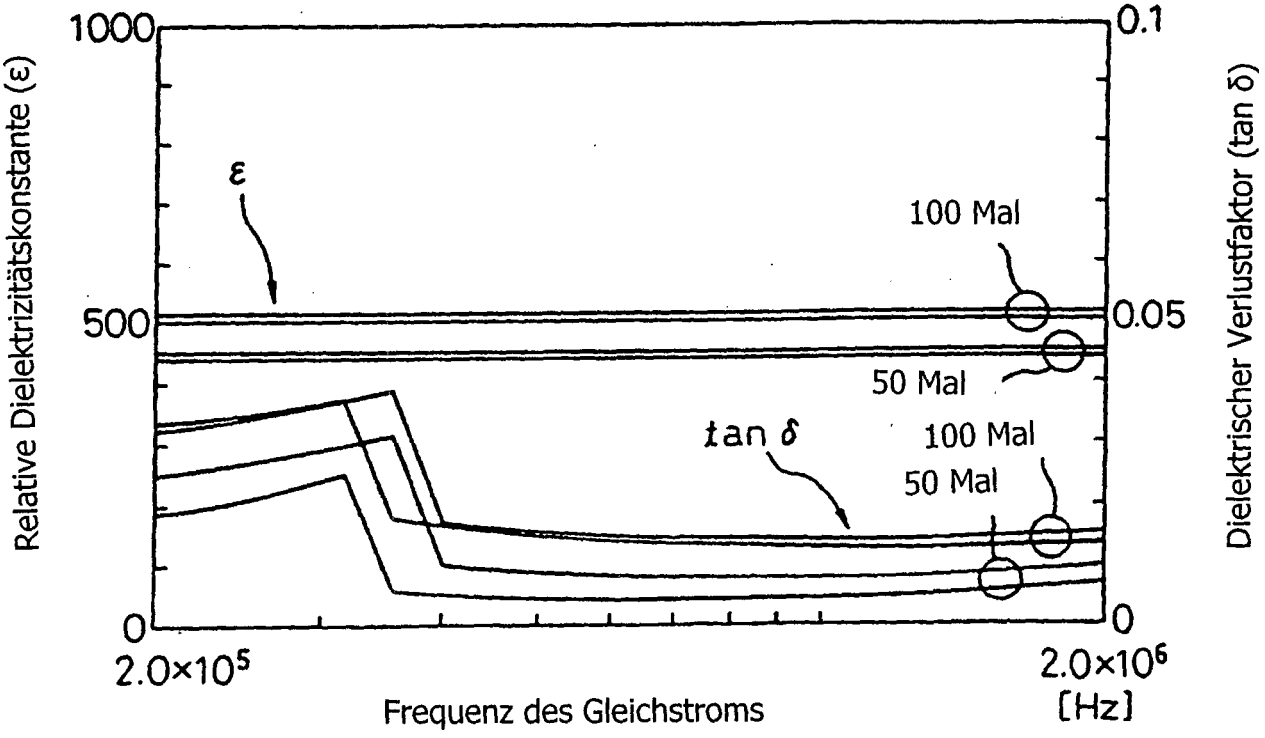
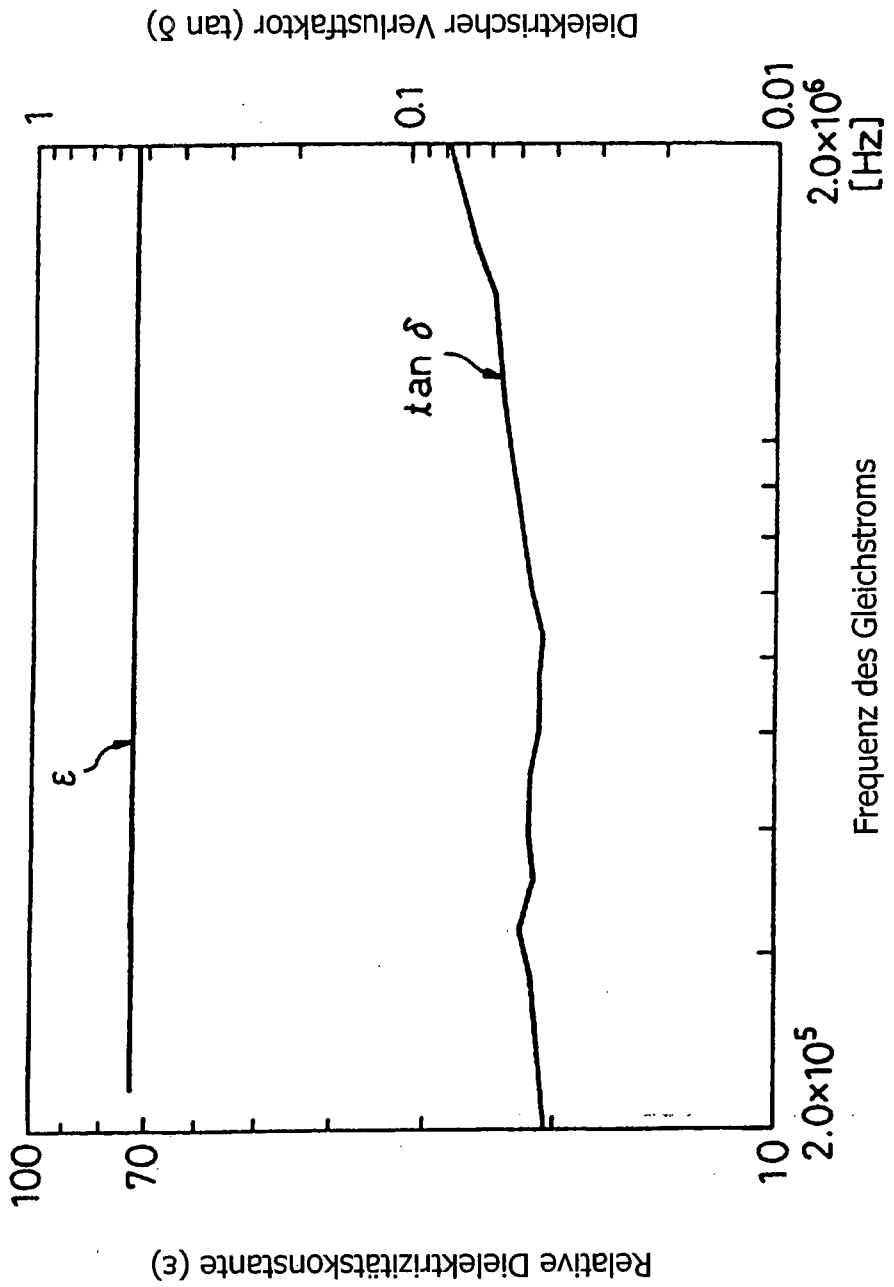


Fig. 7


Dielektrischer Verlustfaktor (tan δ)
1
0.1
0.01
2.0×10⁶
[Hz]
tan δ
ε
Frequenz des Gleichstroms
100
70
10
2.0×10⁵
Relative Dielektrizitätskonstante (ε)