



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 22 933 T2 2004.09.02

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 893 419 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 22 933.9

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 113 795.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 23.07.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27.01.1999

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 07.04.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 02.09.2004

(51) Int Cl.⁷: C04B 35/468

H01G 4/12, H01B 3/12

(30) Unionspriorität:

12862398	12.05.1998	JP
19717097	23.07.1997	JP
12862698	12.05.1998	JP
19717297	23.07.1997	JP
12862498	12.05.1998	JP
19717197	23.07.1997	JP

(73) Patentinhaber:

Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo,
Kyoto, JP

(74) Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Mizuno, Shinobu, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu,
617-8555, JP; Sakamoto, Norihiko,
Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, 617-8555, JP; Wada,
Nobuyuki, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, 617-8555,
JP

(54) Bezeichnung: Dielektrische keramische Zusammensetzung und deren Verwendung in einem monolithischen
keramischen Kondensator

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 eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine dielektrische Keramikzusammensetzung und einen monolithischen Keramikkondensator, welcher selbige verwendet.

2. Beschreibung des betroffenen Fachgebiets

[0002] Ein herkömmlicher Keramikkondensator wird üblicherweise durch das folgende Verfahren hergestellt.

[0003] Zuerst wird ein Blatt eines dielektrischen Materials, das auf seiner Oberfläche mit einem Elektrodenmaterial beschichtet ist, um als Innenelektroden zu dienen, hergestellt. Ein im wesentlichen aus BaTiO₃ zusammengesetztes Material wird als das dielektrische Material verwendet. Dann wird das Blatt des dielektrischen Materials, beschichtet mit diesem Elektrodenmaterial, durch Heißpressen zu einem monolithischen Körper laminiert, gefolgt von Brennen bei 1250 bis 1350°C in einer atmosphärischen Umgebung, wodurch ein keramischer monolithischer Körper, welcher Innenelektroden aufweist, erhalten wird. Ein monolithischer Keramikkondensator wird durch Glasieren von Außenelektroden, welche elektrisch an Innenelektroden angeschlossen sind, erhalten.

[0004] Edelmetalle, wie Platin, Gold, Palladium oder Silber sind herkömmlicherweise für das Material der Innenelektrode dieses monolithischen Keramikkondensators verwendet worden. Allerdings sind diese Elektrodenmaterialien kostspielig, während sie hervorragende Merkmale aufweisen, was die Produktionskosten steigen lässt. Deshalb wird derzeitig ein monolithischer Kondensator unter Verwendung von Grundmetallen, wie Ni, in der Innenelektrode vorgeschlagen, um die Produktionskosten zu reduzieren, wobei sein Einsatz auf dem Markt stetig zunimmt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] In dem Trend bzw. Bestreben, elektronische Geräte kompakt, hochleistungsfähig und preisgünstig zu machen, wird von dem monolithischen Kondensator in starkem Maße verlangt, preisgünstig zu sein, hinsichtlich der Isolierungsdauerhaftigkeit, Isolierungseigenschaften und -zuverlässigkeit verbessert zu sein und eine große Kapazität aufzuweisen. Obwohl es zum Verringern der Kosten der elektronischen Geräte vorteilhaft ist, einen kostengünstigen monolithischen Keramikkondensator zu verwenden, in welchem Nickel für die Innenelektrode verwendet wird, kommt es zu dem Problem, daß der Isolationswiderstand, die Isolierungshaltbarkeit und -zuverlässigkeit extrem verschlechtert werden, wenn die elektronischen Geräte unter einer hohen elektrischen Feldstärke verwendet werden, weil herkömmliche dielektrische Keramikmaterialien auf der Grundlage entworfen sind, daß sie unter einer geringen elektrischen Feldstärke eingesetzt werden. Mit anderen Worten gab es keinen monolithischen Keramikkondensator, der unter einer hohen elektrischen Feldstärke einhergehend mit der Verwendung von Nickel für die Innenelektrode verwendet werden konnte.

[0006] Während beispielsweise die dielektrischen Materialien, offenbart in der japanischen geprüften Patentveröffentlichung Nr. 57-42588 und der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 61-101459, eine große dielektrische Konstante aufzeigen können, ist die Korngröße der dielektrischen Keramik groß, wodurch Mängel aufgezeigt werden, so daß die Isolierungshaltbarkeit des monolithischen Keramikkondensators gering wird, wenn selber unter einer hohen elektrischen Feldstärke verwendet wird, oder die mittlere Lebensdauer unter dem Hochtemperatur-Belastungstest kurz wird.

[0007] In dem dielektrischen Material, welches in der japanischen geprüften Patentveröffentlichung Nr. 61-14611 offenbart wird, bestand der Mangel, daß die dielektrische Konstante, oder die elektrostatische Kapazität, extrem verringert wird, wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke verwendet wird, obwohl seine, unter einer niedrigen elektrischen Feldstärke erhaltene, dielektrische Konstante so hoch wie 2000 bis 2800 ist. Es bestand auch ein Mangel dahingehend, daß der Isolationswiderstand gering ist.

[0008] Es ist wünschenswert, eine dielektrische Keramikzusammensetzung vorzusehen, welche zur Bildung beispielsweise von dielektrischen Keramiksichten eines monolithischen Keramikkondensators fähig ist, wobei der Isolationswiderstand, repräsentiert durch ein Produkt mit der elektrostatischen Kapazität (ein Produkt CR), so hoch wie 4900 bis 5000 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr bei Raumtemperatur bzw. 150°C ist, wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von zum Beispiel so viel wie etwa 10 kV/mm eingesetzt wird, wobei überdies eine kleine Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstands vorliegt, wobei eine hervorragende Stabilität der elektrostatischen Kapazität gegen Gleichstrom-Vorspannung aufgewiesen wird, eine hohe Isolierungshaltbarkeit aufgewiesen wird, wobei überdies die Temperaturcharakteristik der elektrostatischen Kapazität sowohl den B-Niveau-Charakteristik-Standard, festgelegt im JIS-Standard, als auch

den X7R-Niveau-Charakteristik-Standard bzw. – Merkmalsstandard, festgelegt im EIA-Standard, erfüllt, und wobei er ein hervorragendes Witterungsbeständigkeits-Leistungsverhalten aufweist, welches durch einen Hochtemperatur-Belastungstest und einen Hochluftfeuchtigkeits-Belastungstest gezeigt wird. Darüber hinaus ist es wünschenswert, einen monolithischen Keramikkondensator vorzusehen, dessen Innenelektrode aus Ni oder Ni-Legierungen aufgebaut ist, wobei eine solche dielektrische Keramikzusammensetzung als eine dielektrische Keramikschicht verwendet wird.

[0009] Das EP 0 737 655 A1 offenbart eine dielektrische Keramik, erhältlich aus einer Zusammensetzung, umfassend Bariumtitanat, enthaltend 0,02 Gew.-% oder weniger Alkalimetallocide, Bariumzirkonat und Manganoxid, weiterhin eine wesentliche Komponente, enthaltend $(\text{BaO})_m \text{TiO}_2$, γBaZrO_3 und MnO , und schließlich als eine Nebenkomponente ein Oxidgas, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$ (worin MO mindestens eines von Al_2O_3 und ZrO_2 ist). Die zusätzliche dielektrische Keramik ist jedoch noch nicht vollständig zufriedenstellend in Hinsicht auf ihre Temperaturcharakteristik, welche die B-Niveau-Charakteristik und X7R-Charakteristik erfüllen sollte, und hinsichtlich der spezifischen dielektrischen Konstante, welche über 1000 gehalten werden sollte.

[0010] Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte dielektrische Keramik mit einer verbesserten Temperaturcharakteristik, welche die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt, und einer verbesserten spezifischen dielektrischen Konstante vorzusehen.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dieses Ziel durch eine dielektrische Keramik gemäß Anspruch 1 erreicht. Die dielektrische Keramik gemäß der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von der in EP 0 737 655 A1 offenbarten dielektrischen Keramik dahingehend, daß mindestens eines von entweder Scandiumoxid oder Yttriumoxid vorhanden ist, und dahingehend, daß eine wesentliche Komponente $\alpha\text{M}_2\text{O}_3$ enthält (worin M_2O_3 mindestens eines von entweder Sc_2O_3 oder Y_2O_3 repräsentiert, wobei α , welches das Molverhältnis repräsentiert, in dem Bereich von $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$ liegt). Die Gegenwart von entweder Scandiumoxid Sc_2O_3 oder Yttriumoxid Y_2O_3 innerhalb des zuvor erwähnten Bereichs von $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$ hilft bei der Erzielung der gewünschten B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik und der gewünschten spezifischen dielektrischen Konstante.

[0012] Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen dargelegt.

[0013] Die wesentliche Komponente kann ferner g Molverhältnis von Magnesiumoxid enthalten, wobei $0,001 < \gamma \leq 0,12$, $0,001 < g \leq 0,12$ und $\gamma + g \leq 0,13$ gilt.

[0014] In der obenstehend beschriebenen dielektrischen Keramikzusammensetzung wird es bevorzugt, daß die erste Nebenkomponente, wenn ihre Zusammensetzung durch $x\text{Li}_2\text{O} \cdot y(\text{Si}_w \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2 \cdot z\text{MO}$ angegeben ist, (worin x, y und z für Mol-% stehen und w im Bereich von $0,30 \leq w \leq 1,00$ ist) innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche liegt, die umgeben ist durch Geraden, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A ($x = 20, y = 80, z = 0$), B ($x = 10, y = 80, z = 10$), C ($x = 10, y = 70, z = 20$), D ($x = 35, y = 45, z = 20$), E ($x = 45, y = 45, z = 10$) und F ($x = 45, y = 55, z = 0$) (wenn die Zusammensetzung auf die Gerade A-F fällt, w innerhalb eines Bereichs von $0,3 \leq w < 1,0$ liegt) in dem Drei-Komponenten-Diagramm, definiert durch die jeder Komponente entsprechenden Scheitelpunkte.

[0015] In der obenstehend beschriebenen dielektrischen Keramik wird es bevorzugt, dass die zweite Nebenkomponente, wenn ihre Zusammensetzung durch $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{TiO}_2 \cdot z\text{XO}$ angegeben ist, (worin x, y und z für Mol-% stehen), innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche liegt, die durch Geraden umgeben ist, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A ($x = 85, y = 1, z = 14$), B ($x = 35, y = 51, z = 14$), C ($x = 30, y = 20, z = 50$) und D ($x = 39, y = 1, z = 60$) in dem Drei-Komponenten-Diagramm, definiert durch die jeder Komponente entsprechenden Scheitelpunkte.

[0016] Die zweite Nebenkomponente enthält insgesamt 15 Gewichtsteile von mindestens einem von Al_2O_3 und ZrO_2 (der Gehalt von ZrO_2 beträgt 5 Gewichtsteile oder weniger), relativ zu 100 Gewichtsteilen des Oxiids, repräsentiert durch $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{XO}$.

[0017] Die vorliegende Erfindung sieht, gemäß eines anderen Aspektes, einen monolithischen Keramikkondensator vor, versehen mit einer Vielzahl an dielektrischen Keramikschichten, Innenelektroden, die zwischen den Keramikschichten, und elektrisch mit den Innenelektroden verbundenen Außenelektroden gebildet sind, wobei die dielektrischen Keramikschichten aus der obenstehend beschriebenen dielektrischen Keramikzusammensetzung aufgebaut sind, und die Innenelektroden aus Nickel oder einer Nickellegierung aufgebaut sind.

[0018] Die Außenelektrode kann mit einer gesinterten Schicht aus einem elektrisch leitenden Metallpulver oder einem elektrisch leitenden Metallpulver, ergänzt durch Glasfritten, ausgestattet sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Die **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, welche den monolithischen Keramikkondensator gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] Die **Fig. 2** ist eine Plan- bzw. Ebenen-Ansicht, welche den dielektrischen Keramikschicht-Abschnitt mit

Innenelektroden des in **Fig. 1** gezeigten monolithischen Keramikkondensators zeigt.

[0021] Die **Fig. 3** ist eine perspektivische Zerlegungs-Ansicht, welche den keramischen monolithischen Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten monolithischen Keramikkondensators zeigt.

[0022] Die **Fig. 4** ist ein Drei-Komponenten-Phasendiagramm von $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_w \cdot \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$ -Oxiden.

[0023] Die **Fig. 5** ist ein Drei-Komponenten-Phasendiagramm von $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{XO}$ -Oxiden.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0024] Die grundlegende Konstruktion des monolithischen Keramikkondensators gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird hierin nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben werden. Die **Fig. 1** ist ein Querschnitt, welcher ein Beispiel des monolithischen Keramikkondensators zeigt. Die **Fig. 2** ist eine Ebenen-Ansicht, welche den dielektrischen Keramikabschnitt mit Innenelektroden des monolithischen Keramikkondensators in **Fig. 1** zeigt, und **Fig. 3** ist eine perspektivische Zerlegungs-Ansicht, welche den dielektrischen keramischen Abschnitt mit Innenelektroden des monolithischen Keramikkondensators in **Fig. 1** zeigt.

[0025] Wie in der **Fig. 1** gezeigt, ist der monolithische Keramikkondensator **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit einem rechteckig geformten monolithischen Keramikkörper **3** ausgestattet, erhalten durch Laminieren einer Vielzahl von dielektrischen Keramiksichten **2a** und **2b** über die Innenelektroden **4**. Eine Außenelektrode **5** ist auf den beiden Seitenflächen des monolithischen Keramikkörpers **3** so geformt, daß die Außenelektroden elektrisch mit jeder der angegebenen Innenelektroden **4** verbunden sind, auf welcher eine erste Plattierungsschicht **6**, umfassend Nickel oder Kupfer, plattierte ist, wobei eine zweite Plattierungsschicht **7**, umfassend ein Lötmittel oder Zinn, ferner auf der ersten Plattierungsschicht ausgebildet ist.

[0026] Das Verfahren zur Herstellung des monolithischen Keramikkondensators **1** wird als Nächstes in der Reihenfolge der Herstellungsschritte beschrieben werden.

[0027] Zuerst wird ein Rohmaterialpulver aus Bariumtitatanat, hergestellt durch Abwiegen und Mischen in einem gegebenen Zusammensetzungsverhältnis, als eine wesentliche Komponente der dielektrischen Keramiksichten **2a** und **2b** hergestellt.

[0028] Dann wird eine Aufschlämmung durch Zusetzen eines organischen Bindemittels in dieses Rohmaterialpulver hergestellt, und nach Formen dieser Aufschlämmung zu einer Folie wird eine Grünfolie zur Verwendung in den dielektrischen Keramiksichten **2a** und **2b** erhalten.

[0029] Als Nächstes wird eine Innenelektrode **4**, umfassend Nickel oder eine Nickellegierung, auf einer Hauptfläche der Grünfolie gebildet, um als die dielektrischen Keramiksichten **2b** zu dienen. Nickel oder Nickellegierungen als Basismetalle können für das Material der Innenelektrode **4** verwendet werden, wenn die dielektrischen Keramiksichten **2a** und **2b** unter Verwendung der dielektrischen Keramikzusammensetzung, wie obenstehend beschrieben, gebildet werden. Die Innenelektrode **4** kann durch ein Siebdruckverfahren, ein Ablagerungsverfahren oder ein Plattierungsverfahren gebildet werden.

[0030] Nach Laminieren einer erforderlichen Anzahl der Grünfolien zur Verwendung in den dielektrischen Keramiksichten **2b** mit den Innenelektroden **4**, werden die Grünfolien zwischen die Grünfolien zur Verwendung in der dielektrischen Keramiksicht **2a** ohne Innenelektrode eingefügt, wodurch ein roher monolithischer Körper durch Pressverkleben dieser Grünfolien erhalten wird.

[0031] Dann wird dieser rohe monolithische Körper bei einer gegebenen Temperatur gebrannt, um einen keramischen monolithischen Körper **3** zu erhalten.

[0032] Die Außenelektroden **5** werden auf den beiden Seitenflächen des keramischen monolithischen Körpers **3** so gebildet, daß sie elektrisch mit den Innenelektroden **4** verbunden sind. Dasselbe Material, wie verwendet in den Innenelektroden **4**, kann für die Außenelektroden **5** verwendet werden. Obgleich Silber, Palladium, eine Silber-Palladium-Legierung, Kupfer und eine Kupferlegierung neben einer Zusammensetzung, hergestellt durch Hinzufügen einer Glasfritte wie einem $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{BaO}$ -Glas oder $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{BaO}$ -Glas in diese Metallpulver, verfügbar sind, sollte ein angemessenes Material gewählt werden, indem das Anwendungs-Objekt bzw. -Ziel und die Anwendungsstelle des monolithischen Kondensators in Betracht gezogen werden. Während die Außenelektroden **5** durch Beschichten des keramischen monolithischen Körpers **3**, erhalten durch Brennen mit einer Metallpulverpasta als Rohmaterial, gefolgt von Hitze-Verklebung, gebildet werden, können sie durch Hitzeverkleben der Metallpulverpasta gleichzeitig mit dem keramischen monolithischen Körper **3** gebildet werden.

[0033] Die erste Plattierungsschicht **6** wird dann durch Aufbringen einer Plattierung mit Nickel oder Kupfer auf der Außenelektrode **5** gebildet. Schließlich wird die zweite Plattierungsschicht **7**, umfassend ein Lötmittel oder Zinn, auf der ersten Plattierungsschicht **6** gebildet, wodurch der monolithische Kondensator **1** vervollständigt wird. Ein solches Verfahren zur weiteren Bildung einer leitfähigen Schicht auf der Außenelektrode **5** kann, in Abhängigkeit von dem Anwendungsgebiet des monolithischen Keramikkondensators, weggelassen werden.

[0034] Durch Verwenden der dielektrischen Keramikzusammensetzung, wie zuvor beschrieben, zum Aufbau der dielektrischen Keramiksichten **2a** und **2b** wird die Charakteristik der dielektrischen keramischen Schich-

ten nicht verschlechtert, selbst wenn sie in einer reduzierenden Atmosphäre gebrannt wird. Mit anderen Worten werden solche Merkmale erhalten, in welchen das Produkt zwischen dem Isolierungs-Widerstand und der elektrostatischen Kapazität (ein Produkt CR) so hoch wie 4900 bis 5000 $\Omega \cdot F$ oder mehr bzw. 200 $\Omega \cdot F$ oder mehr bei Raumtemperatur bzw. 150°C ist, wenn der Kondensator unter einer so hohen elektrischen Feldstärke wie etwa 10 kV/mm verwendet wird, wobei überdies eine geringe Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstands vorliegt, der absolute Wert des Kapazität-Verringerungsverhältnisses bei einer angelegten Gleichspannung von 5 kV/mm so klein wie 40% bis 45% ist, die Isolierungsbeständigkeit so hoch wie 12 kV/mm oder mehr unter einer Wechselspannung und 14 kV/mm unter einer Gleichspannung ist, wobei überdies ihre Temperaturcharakteristik der elektrostatischen Kapazität den B-Niveau-Charakteristik-Standard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Charakteristik-Standard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt, und eine hervorragende Wittringsbeständigkeits-Leistung aufgewiesen wird, was durch einen Hochtemperatur-Belastungstest bei 150°C und bei Gleichspannung von 25 kV/mm und einen Belastungstest bei hoher Luftfeuchtigkeit gezeigt wird.

[0035] Es ist bestätigt worden, daß unter Erdalkalimetalloxiden, wie SrO und CaO, welche in Bariumtitatanat als Verunreinigungen vorkommen, Alkalimetalloxiden, wie Na₂O und K₂O, und anderen Oxiden, wie Al₂O₃ und SiO₂, speziell der Gehalt der Alkalimetalloxide einen starken Einfluß auf die elektrischen Merkmale aufweist. Während die spezifische dielektrische Konstante verringert wird, wenn die Zugabemengen von Seltenerd-Element-Oxiden, wie Eu₂O₃, Gd₂O₃, Tb₂O₃, Dy₂O₃, Ho₂O₃, Er₂O₃, Tm₂O₃ und Yb₂O₃, und Sc₂O₃ und Y₂O₃ erhöht werden, kann die spezifische dielektrische Konstante auf einen praktisch annehmbaren Bereich von 900 bis 1600 gehalten werden, indem der Gehalt der in Bariumtitatanat als Verunreinigungen enthaltenen Alkalimetalloxide auf 0,02 Gew.-% oder weniger gehalten wird.

[0036] Das Zusetzen eines Oxi ds, repräsentiert durch Li₂O-(Si, Ti)O₂-MO (worin MO mindestens eines von Al₂O₃ und ZrO₂ ist), in die dielektrische Keramikzusammensetzung gestattet das Sintern der Zusammensetzung bei einer relativ geringen Temperatur von 1300°C oder weniger, was die Hochtemperatur-Belastungscharakteristik weiter verbessert.

[0037] Das Zusetzen eines Oxi ds, repräsentiert durch Si₂O-TiO₂-XO (worin XO mindestens eine Art von Verbindung ist, gewählt aus BaO, CaO, SrO, MgO, ZnO und MnO) in die dielektrische Keramikzusammensetzung gestattet, daß die Zusammensetzung hinsichtlich des Sintervermögens sowie hinsichtlich der Hochtemperatur-Belastungscharakteristik als auch der Luftfeuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungscharakteristik verbessert wird. Ein höherer Isolationswiderstand kann erhalten werden durch Zugeben von Al₂O₃ und/oder ZrO₂ in das Oxi d, welches durch Si₂O-TiO₂-XO repräsentiert wird.

(Beispiele)

[0038] Die vorliegende Erfindung wird nun ausführlicher auf dem Wege von Beispielen beschrieben werden. Allerdings ist die Ausführungsform innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt.

(Beispiel 1)

[0039] Nach Herstellen und Abwiegen von TiCl₄ und Ba(NO₃)₂ von verschiedener Reinheit als Ausgangsmaterialien wurden die Verbindungen als Titanylbariumoxalat (Ba-TiO(C₂O₄)·4 H₂O) durch Zusetzen von Oxalsäure präzipitiert. Dieses Präzipitat wurde durch Erwärmung bei einer Temperatur von 1000°C oder mehr zersetzt, um vier Arten von Bariumtitatanat zu synthetisieren, welche in der Tabelle 1 aufgelistet sind.

Tabelle 1

Art von BaTiO ₃	Gehalt an Verunreinigungen (Gew.-%)					Mittlere Teil- chengröße (μ m)
	Alkalimetalloxid	SrO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	
A	0,003	0,012	0,001	0,01	0,005	0,6
B	0,02	0,01	0,003	0,019	0,008	0,56
C	0,012	0,179	0,018	0,155	0,071	0,72
D	0,062	0,014	0,001	0,019	0,004	0,58

- [0040] Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jeweilige Komponente der ersten Nebenkomponente wurden so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsvorverhältnis (Molverhältnis) von 0,25 Li₂O-0,65(0,30 TiO₂-0,70 SiO₂)-0,10 Al₂O₃ vorlag, wodurch ein Pulver durch Zerkleinern und Mischen erhalten wurde.
- [0041] In gleicher Weise wurden Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jeweilige Komponente der zweiten Nebenkomponente so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsvorverhältnis (Molverhältnis) von 0,66 SiO₂-0,17 TiO₂-0,15 BaO-0,02 MnO vorlag, wodurch ein Pulver durch Zerkleinern und Mischen erhalten wurde.
- [0042] Oxidpulver der ersten und zweiten Nebenkomponenten wurden in separaten Platin-Tiegeln jeweils eingebrochen und bei 1500°C erwärmt. Nach Abschrecken und Zerkleinern des Gemisches wurde jedes Oxidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger erhalten.
- [0043] Im nächsten Schritt wurden BaCO₃ zur Einstellung des Molverhältnisses Ba/Ti (m) in Bariumtitannat, Sc₂O₃, Y₂O₃, Eu₂O₃, Gd₂O₃, Tb₂O₃ und Dy₂O₃, und BaZrO₃, MgO und MnO, jeweils mit einer Reinheit von 99% oder mehr, hergestellt. Diese Rohmaterialpulver und die obenstehend beschriebenen Oxide, welche eine der beiden Nebenkomponenten sein sollen, werden so gewichtet, daß die in der Tabelle 2 und Tabelle 3 gezeigten Zusammensetzungen gebildet werden. Die Zugabemengen der ersten und zweiten Nebenkomponenten sind durch Gewichtsteile relativ zu 100 Gewichtsteilen der wesentlichen Komponente (BaO)_mTiO₂ + αM₂O₃ + βR₂O₃ + γBaZrO₃ + δMgO + εMnO angegeben.

Tabelle 2

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Probe-Nr.	(BaO) _m · TiO ₂ + αM ₂ O ₃ + βR ₂ O ₃ + γBaZrO ₃ + gMgO + hMnO						Gesamt β	Gesamt α + β	γ	g	h	g + h	m	Zugabe-menge der zweiten Nebenkomponente
	Art von BaTiO ₃	α	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Gesamt α	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃					
*1 A	0	0.0008	0.0008	0.05	0	0	0.05	0.0508	0.02	0.05	0.07	0.12	1.005	1
*2 A	0.03	0.03	0.06	0	0.001	0	0.001	0.061	0.03	0.04	0.08	0.12	1.005	1
*3 A	0.01	0.01	0.02	0	0.0008	0	0.0008	0.0208	0.03	0.02	0.03	0.05	1.005	1
*4 A	0	0.001	0.001	0	0.03	0.02	0.02	0.07	0.071	0.03	0.03	0.1	0.13	1.01
*5 A	0.01	0.02	0.03	0.02	0	0	0.02	0.04	0.07	0.03	0.12	0.01	0.13	1.01
*6 A	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0	0	0.04	0.06	0	0.07	0.06	0.13	1.01
*7 A	0	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.02	0.03	0.08	0.03	0.04	0.07	1.01
*8 A	0.01	0.02	0.03	0	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.001	0.069	0.07	1.01
*9 A	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.125	0.005	0.13	1.01
*10 A	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0	0	0.02	0.04	0.02	0.079	0.001	0.08	1.01
*11 A	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0.02	0.03	0.02	0.005	0.13	0.13	1.01
*12 A	0.01	0.02	0.03	0.02	0	0	0.02	0.04	0.07	0.03	0.05	0.08	0.14	1.01
*13 A	0.005	0.005	0.01	0	0.01	0	0.01	0.02	0.03	0.03	0.025	0.055	0.99	-1
*14 A	0.01	0	0.01	0.01	0.005	0.005	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.07	1.00	1
*15 A	0.005	0.005	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.05	1.038
*16 A	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	1
*17 A	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.07	1.01
*18 A	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03	0.07	1.01
*19 A	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.06	1.01
*20 A	0.01	0.01	0.02	0	0	0.01	0	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	0
*21 D	0	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.09	4
22 A	0	0.001	0.001	0.02	0	0.009	0	0.029	0.03	0.02	0.04	0.01	0.05	2
23 B	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0	0	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05	1
														0

Tabelle 3

Probe-Nr.	(BaO) _m · TiO ₂ + αM ₂ O ₃ + βR ₂ O ₃ + γBaZrO ₃ + gMgO + hMnO										Gesamt β	α + β	γ	g	h	g + h	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomp.-ponente	Zugabemenge der zweiten Nebenkomp.-ponente
	Art von BaTiO ₃	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Gesamt α	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	β										
24	C	0.01	0.02	0.03	0	0	0.01	0.01	0.04	0.03	0.12	0.002	0.122	1.03	1	0	0		
25	A	0.01	0.03	0.04	0	0	0.01	0	0.05	0.03	0.07	0.06	0.13	1.02	1	0	0		
26	A	0.01	0.04	0.05	0	0.01	0	0	0.06	0.03	0.002	0.12	0.122	1.01	0	1	1		
27	A	0.005	0.005	0.01	0	0	0.001	0.001	0.011	0.02	0.01	0.02	0.03	1.01	1	0	0		
28	A	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	1.01	1	0		
29	A	0	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0	0.03	0.04	0.02	0.05	0.03	0.08	1.015	0	1		
30	A	0	0.01	0.01	0	0.04	0	0	0.04	0.05	0.02	0.06	0.03	0.09	1.01	0	1		
31	A	0	0.01	0.01	0	0.03	0	0.02	0.05	0.06	0.02	0.05	0.06	0.11	1.01	1	0		
32	A	0.01	0.02	0.03	0	0	0.02	0	0.02	0.05	0.02	0.05	0.04	0.09	1.01	1	0		
33	A	0.01	0.02	0.03	0	0	0	0.03	0.03	0.06	0.03	0.06	0.04	0.1	1.01	1	0		
34	A	0	0.01	0.01	0	0.02	0	0	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.05	1.01	1	0		
35	A	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0	0	0.02	0.04	0.04	0.05	0.03	0.08	1.01	1	0		
36	A	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0.01	0	0.02	0.04	0.06	0.05	0.02	0.07	1.01	1	0		
37	A	0.01	0.01	0.02	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.07	1.01	2	0		
38	A	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0	0	0.01	0.03	0.03	0.04	0.015	0.055	1.01	2	0		
39	A	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0	0	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.07	1.01	2	0		
40	A	0	0.02	0.02	0	0	0.01	0	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	1.01	2	0		
41	A	0	0.02	0.02	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	1.001	2	0		
42	A	0.02	0	0.02	0.01	0.01	0	0	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.07	1.01	2	0		
43	A	0.01	0.01	0.02	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.07	1.01	0	2		
44	A	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0	0.02	0	0.04	0.03	0.03	0.06	0.08	1.035	2	0		
45	A	0.01	0.01	0.02	0	0	0.01	0	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.07	1.015	0.2	0		
46	A	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.05	1.01	3	0		
47	A	0	0.02	0.02	0.01	0	0.01	0	0.02	0.04	0.03	0.05	0.02	0.07	1.01	0	0.2		
															3				

[0044] Organische Lösungsmittel, wie Polyvinylbutyral-Bindemittel und Ethanol, wurden zu den abgewogenen Verbindungen zugesetzt, und die Mischung wurde im nassen Zustand in einer Kugelmühle gemischt, um eine keramische Aufschlämmung herzustellen. Diese keramische Aufschlämmung wurde durch ein Rakelmesser-Verfahren zu einer Blatt geformt, um eine rechteckig geformte Grünfolie mit einer Dicke von 35 µm zu er-

halten, gefolgt von Aufdrucken einer elektrisch leitenden Paste, welche hauptsächlich aus Ni aufgebaut war, auf die keramische Grünfolie zur Bildung einer elektrisch leitenden Pastenschicht zur Ausbildung von Innenelektroden.

[0045] Dann wurde eine Vielzahl der keramischen Grünfolien, auf welchen die elektrisch leitende Schicht gebildet ist, so laminiert, daß die Seiten, wo die elektrisch leitende Paste nach außen gerichtet ist, abwechselnd aufeinander platziert werden, wodurch man einen monolithischen Körper erhält. Dieser monolithische Körper wurde in einer N₂-Atmosphäre bei 350°C erwärmt, und nach Zulassen der Zersetzung des Bindemittels wurde der monolithische Körper bei den in Tabelle 4 und Tabelle 5 gezeigten Temperaturen in einer reduzierenden Atmosphäre, welche H₂-N₂-H₂O-Gase umfaßte, unter einem Sauerstoffpartialdruck von 10⁻⁹ bis 10⁻¹² MPa gebrannt, wodurch ein gesinterter keramischer Körper erhalten wurde.

[0046] Die beiden Seitenflächen des gesinterten Keramikkörpers wurden mit einer Silberpaste, enthaltend B₂O₃-Li₂O-SiO₂-BaO-Glasfritten, beschichtet und bei einer Temperatur von 600°C in einer N₂-Atmosphäre gebrannt, wodurch elektrisch an die Innenelektroden angeschlossene Außenelektroden erhalten wurden.

[0047] Die Gesamtabmessungen des so erhaltenen monolithischen Keramikkondensators waren 5,0 mm Breite, 5,7 mm Länge und 2,4 mm Dicke, während die Dicke der dielektrischen Keramikschicht 30 µm betrug. Die Gesamtzahl an effektiven dielektrischen Keramikschichten belief sich auf 57, wobei die Fläche der gegenüberliegenden bzw. konfrontierenden Elektrode je einer Schicht sich auf 8,2 × 10⁻⁶m² belief.

[0048] Die elektrischen Merkmale dieser monolithischen Keramikkondensatoren wurden gemessen. Die elektrostatische Kapazität (C) und der dielektrische Verlust (tan δ) wurden unter Verwendung eines automatischen Messgeräts vom Brücken-Typ bei 1 kHz, 1 Vrms und 25°C gemessen, und die dielektrische Konstante (ε) wurde aus der elektrostatischen Kapazität berechnet. Als Nächstes wurde der Isolationswiderstand unter Verwendung eines Isolationswiderstands-Testers bei 25°C und 150°C durch Anlegen von Gleichspannungen von 315 V (oder 10 kV/mm) und 945 V (oder 30 kV/mm) während 2 Minuten gemessen, wobei man ein Produkt der elektrostatischen Kapazität und des Isolationswiderstandes, oder ein Produkt CR, erhielt.

[0049] Die Rate der Änderung der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen wurde ebenfalls gemessen. Die Rate der Änderung bei -25°C und 85°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 20°C als Standard (ΔC/C20), die Rate der Änderung bei -55°C und 125°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 25°C als Standard (ΔC/C25) und der Maximalwert der Rate der Änderung (|ΔC|max) als Absolutwert wurden als die elektrostatischen Kapazitäten gegenüber Temperaturänderungen gemessen.

[0050] Die Gleichstrom-Vorspannungs-Charakteristik wurde ebenfalls ausgewertet. Zuerst wurde die elektrostatische Kapazität gemessen, als eine Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms angelegt wurde. Dann wurde die elektrostatische Kapazität gemessen, als eine Gleichspannung von 150 V und eine Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms gleichzeitig angelegt wurden, wodurch die Rate der Reduktion der elektrostatischen Kapazität (ΔC/C) aufgrund des Ladens bzw. Anlegens der Gleichspannung berechnet wurde.

[0051] In dem Hochtemperatur-Belastungstest wurde eine Gleichspannung von 750 V (oder 25 kV/mm) bei 150°C auf 36 Stücke jeder Probe angelegt, um die zeitabhängigen Änderungen des Isolationswiderstandes zu messen. Die Zeit, bei welcher der Isolationswiderstand jeder Probe unter 10⁶ Ω verringert war, wurde als Lebensdauerzeit definiert, und die mittlere Lebensdauerzeit wurde ausgewertet.

[0052] In dem Luftfeuchtigkeits-Beständigkeitstest wurde die Anzahl der Teststücke, welche einen Isolationswiderstand von 10⁶ Ω oder weniger aufwiesen, unter den 72 Teststücken gezählt, nachdem eine Gleichspannung von 315 V unter einem atmosphärischen Druck von 2 atm (relative Luftfeuchtigkeit 100%) bei 120°C während 250 Stunden angelegt worden war.

[0053] Isolationsdurchschlag bzw. Isolationsdurchbruch-Spannungen unter Wechselstrom- und Gleichstromspannungen wurden durch Anlegen von Wechselstrom- und Gleichstromspannungen bei einer Spannungszuwachsrate von 100 V/sec gemessen.

[0054] Die obenstehend beschriebenen Ergebnisse sind in der Tabelle 4 und der Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 4

• bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)			Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)			Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)			Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)			Produkt CR ($\Omega \cdot F$)			Feuchtigkeits- beständigkeit- test: Aus- schußzahl			Mittlere Lebens- dauer (h)				
			$\Delta C/C_{20}$			$\Delta C/C_{25}$			$\Delta C/C_{55}$			$315V$			$945V$			$315V$			$945V$				
			-25°C	25°C	85°C	-25°C	25°C	125°C	num- wert	Maxi- num- wert	5°C/mm	25°C	25°C	25°C	150°C	25°C	25°C	150°C	25°C	25°C	150°C	25°C	25°C	150°C	
*1	1300	1210	0.7	5.6	-12	6.4	-17.5	21	-21	5110	4860	220	210	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	960
*2	1300	960	0.7	2.3	-7.8	4.7	-6.9	8.7	-16	8520	8090	200	190	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	910
*3	1300	1550	0.7	3	-7.9	5	-6.8	8.5	-42	3020	2870	120	110	13	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	930
*4	1300	920	0.7	6	-12.9	7.5	-19	25.3	-14	5060	4810	250	240	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	120
*5	1280	960	2	2.1	-8	4.2	-7.1	8.5	-14	5070	4820	260	250	12	14	10/72	14	10/72	14	10/72	14	10/72	14	10/72	180
*6	1280	1070	0.7	1.9	-8.2	3	-7.5	8.9	-16	3120	2180	140	100	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	870
*7	1300	1440	0.7	2.2	-14.3	4.5	-31.5	36.2	-36	5160	4900	240	230	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	160
*8	1280	1280	0.8	2.2	-12.5	4.6	-16.3	21.3	-26	3090	2940	130	120	13	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	950
*9	1360	1530	2.6	2.3	-7.7	5	-7.5	8.5	-43	5110	4860	230	220	12	14	53/72	14	53/72	14	53/72	14	53/72	14	53/72	120
*10																									
*11	1280	1460	0.7	3	-8.5	5.1	-17.9	23.6	-38	3150	2990	150	140	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	150
*12	1280	940	2.1	2.3	-8.2	4.5	-8.5	8.7	-14	5060	4800	240	230	12	14	9/72	14	9/72	14	9/72	14	9/72	14	9/72	100
*13																									
*14	1300	1360	0.7	3.4	-8.4	5.3	-8	9.3	-30	3200	3040	160	150	10	11	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	130
*15																									
*16																									
*17																									
*18	1300	1320	2.6	3.3	-8.3	5.1	-8.2	9.2	-25	Nicht meßbar wegen ungünstigen Sinterns	Nicht meßbar wegen ungünstigen Sinterns	170	160	11	12	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	150
*19																									
*20	1300	1470	2.6	1.9	-8.7	4	-8	9.3	-41	3300	3140	180	170	12	12	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	110
*21	1300	1140	0.6	2.2	-8.9	7	-8.3	9.5	-26	51180	4920	280	270	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	860
*22	1280	1480	0.7	5.2	-7.2	6.5	-7	8.7	-39	5090	4840	270	260	12	15	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	920
*23	1280	1460	0.7	1.6	-7.6	7	-7.2	8.8	-39	5020	4770	250	240	12	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	14	0/72	940

Tabelle 5

• bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Konstante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Produkt CR ($\Omega \cdot F$)				Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Feuchtigkeits- beständigkeit- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)			
				Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)				315V angelegte Spannung									
				$\Delta C/C_{20}$	$\Delta C/C_{13}$	-25°C	85°C	-55°C	125°C	Maxi- mum- wert	$\Delta C/C$	5kV/mm	25°C	150°C			
24	1280	1350	0.6	1.7	-8.5	5.9	-7.8	8.9	-3.1	5280	5020	290	280	12	15	0/72	990
25	1300	1260	0.6	2	-8.7	5.1	-8.2	9.5	-2.3	5130	4870	270	260	12	14	0/72	890
26	1300	1080	0.7	2.1	-8.8	5.5	-8.3	9.2	-1.7	5200	4940	220	210	12	15	0/72	950
27	1300	1650	0.6	2.1	-7.5	6.1	-7.5	8.7	-4.5	5210	4950	230	220	12	14	0/72	820
28	1300	1410	0.7	3	-7.9	6.7	-7.3	8.8	-3.6	5290	5030	280	270	12	14	0/72	850
29	1280	1370	0.6	3.1	-8.2	6	-7.8	8.8	-3.3	5200	4940	290	280	13	14	0/72	900
30	1280	1230	0.6	2.1	-8.5	5.8	-7.9	9.5	-2.2	5260	5000	250	240	12	14	0/72	870
31	1300	1030	0.6	2	-8.9	5	-8.2	9.2	-1.5	5240	4980	210	200	12	14	0/72	920
32	1300	1260	0.6	1.9	-7.9	4.8	-7.5	8.7	-2.1	5010	4760	200	190	12	14	0/72	920
33	1300	1060	0.6	2	-8	4.9	-7.8	8.5	-1.6	5230	4970	260	250	12	14	0/72	870
34	1280	1420	0.6	2	-8.2	5.3	-7.9	8.9	-3.6	5060	4810	280	270	12	14	0/72	850
35	1280	1360	0.6	2	-7.8	5.7	-8	8.6	-3.0	5260	5000	230	220	12	15	0/72	820
36	1300	1370	0.7	2.5	-7.9	6	-7.6	8	-3.2	5100	4850	220	210	12	14	0/72	850
37	1300	1350	0.6	2	-8	6.1	-7.7	8.5	-3.2	5070	4820	250	240	12	14	0/72	890
38	1300	1470	0.6	2	-8.1	5.8	-8	8.6	-3.9	5090	4840	230	220	13	14	0/72	900
39	1280	1440	0.7	2.6	-8.1	5.9	-7.9	8.7	-3.9	5100	4850	240	230	13	14	0/72	920
40	1280	1480	0.7	2.5	-8.5	6	-8.2	9.2	-4.0	5210	4950	210	200	12	14	0/72	910
41	1280	1460	0.6	2	-7.8	6.7	-8	8.6	-4.0	5220	4960	260	250	12	14	0/72	890
42	1300	1380	0.6	2.7	-7.9	6	-8.2	8.7	-3.0	5160	4900	230	220	12	14	0/72	920
43	1300	1350	0.6	2	-8.1	5.8	-8	8.5	-3.0	5360	5090	250	240	12	14	0/72	900
44	1300	1320	0.6	2.5	-8.2	5.9	-7.7	8.9	-2.5	5180	4920	230	220	12	14	0/72	880
45	1300	1450	0.7	2.3	-8.3	7.2	-7.8	8.8	-3.8	5190	4930	290	280	12	14	0/72	850
46	1280	1430	0.7	2.3	-8	6.8	-7.9	8.8	-3.8	5230	4970	270	260	12	14	0/72	860
47	1300	1440	0.6	2.2	-7.9	6.5	-7.5	8	-3.8	5260	5000	260	250	12	14	0/72	920

[0055] Aus Tabelle 1 bis Tabelle 5 ist es offensichtlich, daß der monolithische Keramikkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung eine so geringe Kapazitätsverringerungsrate wie innerhalb von -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von weniger als 1,0% aufweist, wobei die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen sowohl den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C als auch den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0056] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Pro-

dukt CR, so hohe Werte wie 5000 $\Omega \cdot F$ oder mehr bzw. 200 $\Omega \cdot F$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchschlagspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und einer Gleichspannung von 25 kV/mm eine so lange mittlere Lebensdauer wie 800 Stunden oder mehr, neben der Ermöglichung einer relativ geringen Brenntemperatur von 1300°C oder weniger.

[0057] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt wurde, wird hierin nachstehend beschrieben werden.

[0058] In der Zusammensetzung von $(BaO)_mTiO_2 + \alpha M_2O_3 + \beta R_2O_3 + \gamma BaZrO_3 + gMgO + hMnO$ (worin M_2O_3 mindestens eines von entweder Sc_2O_3 oder Y_2O_3 repräsentiert, und R_2O_3 mindestens eine der Verbindungen repräsentiert, gewählt aus Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 und Dy_2O_3 , und wobei α , β , γ , g bzw. h jeweils ein Molverhältnis repräsentieren) wird ein M_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 1 nicht bevorzugt, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt. Andererseits ist auch ein M_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,05, wie gezeigt in der Probe Nr. 2, nicht zu bevorzugen, weil die spezifische dielektrische Konstante auf weniger als 1000 verringert wird. Folglich beträgt der bevorzugte Bereich des Mn_2O_3 -Gehaltes $0,001 \leq \alpha \leq 0,05$.

[0059] Es wird nicht bevorzugt, daß der R_2O_3 -Gehalt β kleiner als 0,001 ist, wie in der Probe Nr. 3, weil der Isolationswiderstand so niedrig ist, daß das Produkt CR klein wird. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der R_2O_3 -Gehalt β mehr als 0,05 beträgt, wie in der Probe Nr. 4, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt, wodurch die Zuverlässigkeit verringert wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des R_2O_3 -Gehaltes β auf $0,001 \leq \beta \leq 0,05$.

[0060] Wenn die vereinigte Menge von M_2O_3 und R_2O_3 ($\alpha + \beta$) mehr als 0,06 beträgt, wird der dielektrische Verlust auf bis zu 2,0% erhöht, während die mittlere Lebensdauer verkürzt wird, was nicht bevorzugt wird, weil die Anzahl von Ausschußstücken im Luftfeuchtigkeitbeständigkeit-Belastungstest erhöht ist. Folglich liegt die vereinigte Menge von M_2O_3 und R_2O_3 ($\alpha + \beta$) vorzugsweise im Bereich von $\alpha + \beta \leq 0,06$.

[0061] Wie in der Probe Nr. 6 ersichtlich, ist es nicht zu bevorzugen, daß der $BaZrO_3$ -Gehalt γ gleich null ist, da der Isolationswiderstand niedrig wird, während eine größere Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes vorliegt als in dem System, welches $BaZrO_3$ enthält. Wenn andererseits der $BaZrO_3$ -Gehalt γ 0,06 übersteigt, wie in der Probe Nr. 7, erfüllt die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik, was nicht bevorzugt wird, da die mittlere Lebensspanne verkürzt wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des $BaZrO_3$ -Gehaltes γ auf $0,005 \leq \gamma \leq 0,06$.

[0062] Wie in der Probe Nr. 8 ersichtlich, wird es nicht bevorzugt, daß der MgO -Gehalt g gleich 0,001 ist, da der Isolationswiderstand niedrig wird, wobei überdies die Temperaturcharakteristika nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt. Wenn andererseits der MgO -Gehalt g 0,12 übersteigt, wie ersichtlich in der Probe Nr. 9, wird die Sintertemperatur hoch, und der dielektrische Verlust übersteigt 2,0%, was nicht zu bevorzugen ist, weil Ausschußstücke in dem Feuchtigkeitsbeständigkeitsbelastungstest extrem erhöht sind, während die mittlere Lebensdauer verkürzt wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des MgO -Gehaltes g auf $0,001 \leq g \leq 0,12$.

[0063] Es wird nicht bevorzugt, daß der MnO -Gehalt h gleich 0,001 ist, wie in der Probe Nr. 10 ersichtlich, weil die Probe aufgrund von Halbleiterbildung unmeßbar wird. Es ist andererseits nicht zu bevorzugen, daß der MnO -Gehalt h 0,12 übersteigt, weil die Temperaturcharakteristik X7R nicht erfüllt wird, wobei überdies der Isolationswiderstand niedrig wird und die mittlere Lebensdauer kurz wird. Folglich liegt der zu bevorzugende MnO -Gehalt h im Bereich von $0,001 \leq h \leq 0,12$.

[0064] Wie in der Probe Nr. 12 ersichtlich, wird es nicht bevorzugt, daß der vereinigte Gehalt von MgO und MnO ($g + h$) 0,13 übersteigt, weil der dielektrische Verlust auf 2,0% erhöht wird, die mittlere Lebensdauer verkürzt ist, und die Ausschuß-Anzahl in dem Feuchtigkeitsbeständigkeitsbelastungstest erhöht ist. Folglich liegt der vereinigte Gehalt von MgO und MnO ($g + h$) vorzugsweise in dem Bereich von $g + h \leq 0,13$.

[0065] Es wird nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m kleiner als 1,000 ist, wie in der Probe Nr. 13, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 14, das BaO/TiO_2 -Verhältnis m gleich 1,000 ist, weil der Isolationswiderstand sowie die Wechsel- und Gleichstrom-Durchschlagspannung niedrig wird, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m über 1,035 liegt, weil Messungen aufgrund von ungenügendem Sintern unmöglich werden. Folglich ist ein BaO/TiO_2 -Verhältnis m im Bereich von $1,000 < m \leq 1,035$ zu bevorzugen.

[0066] Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente Null ist, wie in den Proben Nr. 17 und 19, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich sind. Wenn die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile übersteigt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 18 und 20, überschreitet der dielektrische Verlust 1,0%, und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchschlagspannung werden gesenkt, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt, was nicht bevorzugt wird. Folglich beträgt der bevorzugte Gehalt von entweder den ersten oder den zweien

ten Komponenten 0,2 bis 3,0 Gewichtsteile.

[0067] Der Gehalt der in Bariumtitanat als Verunreinigungen enthaltenen Alkalimetalloxide wird unterhalb von 0,02 Gew.-% gehalten, weil, wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% übersteigt, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 2)

[0068] Ein Ausgangsmaterial $\text{BaO}_{1,010} \cdot \text{TiO}_2 + 0,010 \text{ Y}_2\text{O}_3 + 0,02 \text{ Gd}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ BaZrO}_3 + 0,05 \text{ MgO} + 0,01 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitanat "A" in Tabelle 1 als dielektrisches Pulver hergestellt, zu welchem $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$ -Oxid mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, gezeigt in der Tabelle 6, hergestellt durch Erwärmen bei 1200 bis 1500°C, als eine erste Nebenkomponente zugesetzt wurde. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, außer daß das Ausgangsmaterial, wie obenstehend beschrieben, verwendet wurde. Die Gesamtbeschreibungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 6

Probe Nr.	Erste Nebenkomponente					
	Zugabemenge (Gewichtsteile)	Zusammensetzung (Mol-%, außer w)				
		Li_2O	$(\text{Si}_w\text{Ti}_{1-w})\text{O}_2$	w	Al_2O_3	ZrO_2
101	1	20	80	0.3	0	0
102	1	10	80	0.6	5	5
103	0.8	10	70	0.5	20	0
104	0.8	35	45	1	10	10
105	1.5	45	45	0.5	10	0
106	1.5	45	55	0.3	0	0
107	1	20	70	0.6	5	5
108	1	20	70	0.4	10	0
109	1.2	30	60	0.7	5	5
110	1.2	30	60	0.8	10	0
111	2	40	50	0.6	5	5
112	2	40	50	0.9	0	10
113	1.5	10	85	0.4	5	0
114	2	5	75	0.6	10	10
115	1.2	20	55	0.5	25	0
116	1	45	40	0.8	0	15
117	0.8	50	45	0.7	5	0
118	1.2	25	75	0.9	0	0
119	1.5	25	75	1	0	0
120	1	35	65	0.9	0	0
121	1.5	35	65	1	0	0
122	1.2	20	70	0.2	0	10

[0069] Danach wurden die elektrischen Merkmale durch das gleiche Verfahren, wie beschrieben in Beispiel 1, gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 7 gezeigt.

Tabelle 7

Probe-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromspannungsspannungscharakteristik (%)				Produkt CR ($\Omega \cdot F$)				Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)		Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auschuffzahl		Mittlere Lebensdauer (h)		
				$\Delta C/C_{20}$		$\Delta C/C_{20}$		Maximumentwert		315V angelegte Spannung		945V angelegte Spannung		315V angelegte Spannung		945V angelegte Spannung		Wechselstrom	Gleichstrom			
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	25°C	5kV/mm	25°C	5kV/mm	150°C	5kV/mm	25°C	5kV/mm	150°C	5kV/mm	Wechselstrom	Gleichstrom			
101	1280	1480	0.6	2.1	-8.5	5.2	-8	8.3	-39	5090	4840	230	220	12	15	0/72	880					
102	1280	1490	0.6	2.3	-8	5.6	-8.5	8.9	-40	5080	4830	240	230	12	14	0/72	850					
103	1280	1420	0.6	3	-8.1	4.9	-8.9	9.5	-38	5070	4820	250	240	12	14	0/72	900					
104	1300	1400	0.6	2.4	-8.3	5	-8	9.2	9.5	-36	5100	4850	230	220	12	15	0/72	910				
105	1300	1460	0.6	2.6	-8	5.2	-9.5	9.7	-37	5120	4860	220	210	13	14	0/72	820					
106	1280	1440	0.7	2.1	-8.9	4.8	-8.2	8.8	-37	5100	4850	230	220	12	14	0/72	820					
107	1280	1500	0.6	2	-7.9	4.9	-9.1	9.5	-40	5230	4970	250	240	13	14	0/72	910					
108	1280	1480	0.6	3.1	-7.8	5.2	-9.4	9.6	-40	5130	4870	240	230	12	14	0/72	930					
109	1280	1480	0.6	2.8	-8.2	5.4	-9	9.2	-40	5090	4840	230	220	12	14	0/72	880					
110	1300	1490	0.6	2.5	-8.2	5.5	-9.5	9.8	-40	5080	4830	220	220	12	14	0/72	860					
111	1300	1460	0.6	2	-8.5	5.7	-9.1	9.5	-39	5070	4820	220	210	12	14	0/72	880					
112	1280	1470	0.6	2.6	-8	5	-9	9.2	-39	5130	4870	220	210	12	14	0/72	870					
113	1350																					
114	1350																					
115	1350	1450	1.4	2.2	-8.9	4.8	-8.7	9	-39	Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens												
116	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens												
117	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens												
118	1300	1450	0.6	2.3	-8.8	5.3	-8.9	9.2	-39	5200	4940	240	230	12	14	0/72	820					
119	1350	1490	1.3	1.9	-8.5	4.5	-8.6	8.9	-40	5190	4930	260	250	11	13	11/72	190					
120	1300	1440	0.6	2.4	-9.2	5	-9.2	9.3	-37	5180	4920	250	240	12	14	0/72	860					
121	1350	1460	1.3	2.1	-8.8	4.2	-8.7	9	-37	5170	4910	240	230	11	13	22/72	120					
122	1350	1450	1.2	2.2	-8.7	4.5	-8.8	9.2	-37	5200	4940	230	220	11	13	19/72	170					

[0070] Wie aus Tabelle 6 und Tabelle 7 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 101 bis 112, 118 und 120 erhalten, in welchen Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben von den geraden Linien, welche jeden Punkt verbinden, angegeben durch A ($X = 20, y = 80, z = 0$), B ($X - 10, y = 80, z = 10$), C ($X = 10, y = 70, z = 20$), D ($X = 35, y = 45, z = 20$), E ($X - 45, y - 45, z = 10$) und F ($X = 45, y = 55, z = 0$) in dem Drei-Komponenten-Phasendiagramm der Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_{w,} \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$, gezeigt in Fig. 4, zugegeben werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm

und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Charakteristikstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ und den X7R-Niveau-Charakteristik-Standard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0071] Der Isolationswiderstand, repräsentiert durch das Produkt CR, zeigt bei 25°C bzw. 150°C so hohe Werte wie 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Kondensator unter einer elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchschlagspannungen sind so hoch wie 12 kV/mm oder mehr unter einer Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter einer Gleichspannung. Die mittlere Lebensdauer ist so lang wie 800 Stunden oder mehr in dem Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm, während eine relativ geringe Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wird.

[0072] Im Gegensatz dazu wird, wenn die $\text{Li}_2\text{O}\text{-}(\text{Si}_w\text{, } \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2\text{-MO}$ -Oxide außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereichs liegen, das Sintern ungenügend, oder viele Proben werden im Luftfeuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest sogar nach dem Sintern in den Proben Nr. 113 bis 117 und 119 als Ausschuß zurückgewiesen. Bei den Proben mit einer Zusammensetzung, welche mit der Linie A-F zusammenfällt, und mit $w = 1,0$, wie in den Proben Nr. 119 und 121 wird die Sintertemperatur hoch, wobei überdies viele Ausschuß-Fälle im Luftfeuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden. Wenn der Wert von w kleiner als 0,30 ist, wie gezeigt in der Probe Nr. 122, wird die Sintertemperatur hoch, wobei überdies viele Ausschuß-Fälle im Feuchtigkeits-Beständigkeits-Belastungstest verursacht werden.

(Beispiel 3)

[0073] Ein Ausgangsmaterial $\text{BaO}_{1,010}\text{-TiO}_2 + 0,010 \text{ Y}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ Eu}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ Gd}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ BaZrO}_3 + 0,05 \text{ MgO} + 0,01 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitannat in Tabelle 1A als einem dielektrischen Pulver hergestellt, in welches Oxide, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger, gezeigt in Tabelle 8, hergestellt durch Erwärmen bei 1200 bis 1500°C , als eine zweite Nebenkomponente zugegeben wurden. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, außer daß das Ausgangsmaterial, wie obenstehend beschrieben, verwendet wurde. Die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_2 entsprechen den Zugabemengen im Verhältnis zu 100 Gewichtsteilen der zweiten Nebenkomponente ($x\text{SiO}_2\text{-}y\text{TiO}_2\text{-}z\text{XO}$). Die Gesamtabmessungen des hergestellten monolithischen Kondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 8

Pro- be Nr.	Zugabe- menge (Gewichts- teile)	Wesentliche Komponente (Mol-%)										Zweite Nebenkomponente (Gewichtsteile)	
		SiO ₂	TiO ₂	BaO	CaO	SrO	MgO	ZnO	MnO	Insgesamt	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	
201	1	85	1	1	0	0	4	9	14	0	0	0	
202	1	35	51	0	10	0	0	4	14	0	0	0	
203	1	30	20	0	30	0	15	4	1	50	0	0	
204	1	39	1	20	20	2	0	13	5	60	0	0	
205	1	70	10	5	5	0	0	10	0	20	0	0	
206	1	45	10	0	0	0	0	15	30	45	0	0	
207	1	50	20	10	10	3	7	0	0	30	0	0	
208	1	50	30	0	16	0	0	0	4	20	0	0	
209	1	35	30	25	10	0	0	0	0	35	0	0	
210	1	40	40	10	0	0	0	5	5	20	0	0	
211	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	15	0	
212	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	10	5	
213	1	65	25	5	5	0	0	0	0	10	0	0	
214	1	25	40	15	0	10	0	5	5	35	0	0	
215	1	30	10	30	25	0	0	5	0	60	0	0	
216	1	50	0	35	15	0	0	0	50	0	0	0	
217	1	45	22	30	0	0	3	0	0	33	25	0	
218	1	45	22	30	0	3	0	0	0	33	0	15	
219	1	30	60	10	0	0	0	0	10	0	0	0	

[0074] Dann wurden die elektrischen Merkmale wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9 gezeigt.

Tabelle 9

Probe Nr.	Brenntemp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Produkt CR (Ω · F)				Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungs- test: Ausschußzahl	Mittlere Lebensdauer (h)			
				ΔC/C ₂₀		ΔC/C ₁₄		Gleichstromvor- spannungs- charakteristik (%)		315V angelegte Spannung							
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Maxim. wert	ΔC/C	5kV/mm	25°C	150°C					
201	1300	1460	0.6	3.2	-8.2	6.8	-7.9	8.5	-39	5080	4830	220	210	12	14	0/72	840
202	1280	1490	0.6	3.5	-8.4	7	-8.1	8.6	-40	5080	4830	230	220	12	14	0/72	800
203	1280	1470	0.6	4	-8.6	7.2	-8.3	8.7	-39	5120	4860	220	210	12	14	0/72	920
204	1300	1450	0.6	3.8	-8.5	6.9	-8.2	8.6	-39	5150	4890	240	230	12	14	0/72	860
205	1300	1460	0.6	3.9	-8.5	7.1	-8.2	8.8	-39	5070	4820	220	210	12	14	0/72	820
206	1280	1430	0.6	3.7	-8.5	6.8	-8.3	8.7	-38	5080	4830	220	210	13	15	0/72	900
207	1280	1450	0.6	3.5	-8.4	7	-8.1	8.7	-39	5030	4780	230	220	12	14	0/72	890
208	1300	1470	0.6	3.1	-8	6.7	-7.9	8.3	-39	5040	4790	200	190	12	14	0/72	930
209	1300	1460	0.6	3.5	-8.4	6.9	-8	8.7	-39	5080	4830	220	210	12	14	0/72	830
210	1300	1450	0.6	3.9	-8.6	7.2	-8.2	8.8	-39	5100	4850	210	200	12	14	0/72	860
211	1280	1430	0.6	4	-8.7	7.3	-8.5	8.9	-38	5410	5140	300	290	12	14	0/72	870
212	1300	1440	0.6	3.8	-8.4	6.9	-8	8.7	-39	5420	5150	310	300	12	14	0/72	880
213	1350	1420	1.2	3.1	-8.1	6.6	-7.6	8.3	-38	5120	4860	230	220	11	13	38/72	150
214	1350									Nicht messbar wegen ungenügendem Sinterns							
215	1350									Nicht messbar wegen ungenügendem Sinterns							
216	1350	1420	1.3	3.3	-8.2	6.8	-7.8	8.5	-38	5030	4780	220	210	11	13	70/72	120
217	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
218	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
219	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							

[0075] Wie aus Tabelle 8 und Tabelle 9 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 201 bis 212 erhalten, in welchen Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, die durch jeden Punkt, angegeben durch A ($X = 85, y = 1, z = 14$), B ($X = 35, y = 51, z = 14$), C ($X = 30, y = 20, z = 50$) und D ($X = 39, y = 1, z = 60$), wobei x, y, und z Mol-% repräsentieren, in dem Drei-Komponenten-Phasendiagramm der $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxide, gezeigt in Fig. 5, verbindende Geraden umgeben ist, zu gegeben werden, wobei die Proben ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufwei-

sen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Charakteristik-Standard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0076] Wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird, zeigt der Isolationswiderstand, repräsentiert durch das Produkt CR, bei 25°C bzw. 150°C einen hohen Wert von 5000 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter Gleichspannung. Die mittlere Lebensdauer im Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm ist so lang wie 800 Stunden, wobei überdies keine Ausschuß-Fälle in dem Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest vorkommen, und es möglich ist, das Sintern bei einer relativ niedrigen Sintertemperatur von 1300°C vorzunehmen.

[0077] Bei dem $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxid wird andererseits das Sintern ungenügend, wie in den Proben Nr. 213 bis 219, oder Ausschuß-Fälle treten im Feuchtigkeits-Beständigkeits-Belastungstest sogar nach dem Sintern auf.

[0078] Obwohl ein monolithischer Kondensator vorliegt, welcher Isolationswiderstände von 5400 Ω·F oder mehr bzw. 300 Ω·F oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter der elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm aufweist, ist die Sintereigenschaft extrem verschlechtert, wenn die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_2 15 Gewichtsteile bzw. 5 Gewichtsteile überschreiten.

(Beispiel 4)

[0079] Vier Arten von Bariumtitantat (BaTiO_3) in der Tabelle 1, ein Oxidpulver als erste Nebenkomponente und ein Oxidpulver als zweite Nebenkomponente wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 erhalten.

[0080] Als Nächstes wurden BaCO_3 zur Einstellung des Ba/Ti-Molverhältnisses m von Bariumtitantat und Sc_2O_3 , Y_2O_3 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 und Dy_2O_3 , und BaZrO_3 und MnO , jeweils mit einer Reinheit von 99% oder mehr, hergestellt. Diese Rohmaterialpulver und das vorstehende Oxidpulver als eine Nebenkomponente entweder der ersten oder der zweiten Komponente wurden abgewogen, um die Zusammensetzungen, gezeigt in Tabelle 10 und Tabelle 11, zu erhalten. Die Zugabemengen der ersten und zweiten Nebenkomponenten entsprechen der Zugabemenge relativ zu 100 Gewichtsteilen der wesentlichen Komponente $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{M}_2\text{O}_3 + \beta\text{R}_2\text{O}_3 + \gamma\text{BaZrO}_3 + \delta\text{MnO}$. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde unter Verwendung dieser abgewogenen Materialien durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt. Die Gesamtmaßnahmen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 10

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Probe-Nr.	(BaO) _m · TiO ₂ + α M ₂ O ₃ + β R ₁ O ₃ + γ BaZrO ₃ + δ MnO				Gesamt α	Gesamt β	Gesamt γ	Gesamt δ	Gesamt β	α + β	γ	δ	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)
	Art von BaTiO ₃	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃												
*301	A	0	0.0007	0.0007	0.04	0	0	0.04	0.0407	0.03	0.09	0.01	1.5	0	0	
*302	A	0.05	0.02	0.07	0	0.001	0.001	0	0.002	0.072	0.02	0.14	1.005	1.2	0	
*303	A	0.02	0	0.02	0	0	0	0.0008	0.0008	0.0208	0.03	0.04	1.015	1	0	
*304	A	0	0.001	0.001	0.04	0	0.03	0	0.07	0.071	0.04	0.14	1.005	1	0	
*305	A	0	0.04	0.04	0	0.02	0.02	0	0.04	0.08	0.03	0.16	1.005	1	0	
*306	A	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0.03	0.04	0	0.08	1.01	1.5	0	
*307	A	0	0.01	0	0	0.02	0	0	0.02	0.03	0.08	0.06	1.01	1.5	0	
*308	A	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0	0	0.02	0.04	0.01	0.001	1.005	1	0	
*309	A	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.14	1.01	1	0	
*310	A	0.01	0	0.01	0	0	0	0.02	0.03	0.03	0.06	0.99	1.2	0	0	
*311	A	0	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.1	1.00	1	0	
*312	A	0.005	0.005	0.01	0	0.03	0	0	0.03	0.04	0.04	0.08	1.038	1	0	
*313	A	0	0.01	0.01	0	0	0	0.03	0.03	0.04	0.03	0.08	1.015	0	2	
*314	A	0.02	0	0.02	0.01	0.01	0	0	0.02	0.04	0.03	0.09	1.005	0	0	
*315	A	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0.03	0.04	0.02	0.08	1.01	5	0	0	
*316	A	0.01	0	0.01	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	1.01	0	0	
*317	A	0.02	0	0.02	0.02	0	0	0	0.02	0.04	0.03	0.08	1.015	0	4	
*318	D	0.01	0	0.01	0	0	0	0.03	0.04	0.03	0.08	1.015	0	4	0	
319	A	0	0.001	0.001	0.01	0.01	0.01	0	0.03	0.04	0.03	0.08	1.01	2.5	0	
320	B	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0.03	0.031	0.02	0.06	1.015	1	0	
321	C	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0.02	0	0.03	0.05	0.03	0.11	1.01	1	0	
322	A	0.01	0.03	0.04	0	0	0	0.01	0.01	0.05	0.02	0.06	1.005	1	0	

Tabelle 11

Probe Nr.	(BaO) _m · TiO ₂ + α M ₂ O ₃ + β R ₂ O ₃ + γ BaZrO ₃ + δ MnO						Gesamt β	Gesamt β	α + β	γ	δ	m	Zugabemenge der zweiten Neben- komponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der ersten Neben- komponente (Gewichtsteile)	
	Art von BaTiO ₃	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	α	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃							
323	A	0	0.05	0.05	0.01	0	0	0.01	0.06	0.03	0.13	1.01	0	1	
324	A	0.02	0.01	0.03	0	0.001	0	0.001	0.031	0.02	0.06	1.005	1	0	
325	A	0.02	0	0.02	0	0	0.02	0.02	0.04	0.03	0.08	1.01	1.1	0	
326	A	0	0.01	0.01	0	0.02	0	0.03	0.04	0.02	0.08	1.01	0	1	
327	A	0.01	0	0.01	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.08	1.01	0	1	
328	A	0.01	0	0.01	0.03	0.02	0	0	0.03	0.04	0.03	0.08	1.01	0	2
329	A	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0	0	0.05	0.06	0.02	0.12	1.01	1	0
330	A	0.01	0.02	0.03	0	0.01	0.01	0	0.02	0.04	0.02	0.08	1.005	1	0
331	A	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.02	0.05	0.02	0.1	1.01	1	0	0
332	A	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0.01	0	0.03	0.04	0.005	0.08	1.01	1	0
333	A	0.02	0	0.02	0.01	0	0	0.01	0.05	0.03	0.1	1.01	1	0	0
334	A	0	0.02	0.02	0.02	0	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	1.01	1	0
335	A	0.01	0.02	0.03	0	0.01	0	0	0.02	0.04	0.03	0.08	1.005	2	0
336	A	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0	0.01	0.01	0.04	0.03	0.09	1.01	2	0
337	A	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0.04	0.03	0.08	1.01	2	0
338	A	0.005	0	0.005	0	0	0.005	0	0.005	0.01	0.02	0.05	0.02	0.1	0.005
339	A	0.01	0.01	0.02	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.08	1.01	2	0
340	A	0.03	0	0.03	0	0.02	0	0	0.02	0.05	0.02	0.1	1.035	2	0
341	A	0	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.08	1.01	0.2	0
342	A	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0	0	0.01	0.03	0.03	0.06	1.01	3	0
343	A	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0	0.03	0.05	0.03	0.1	1.01	0	0.2
344	A	0.02	0.01	0.03	0	0.03	0	0	0.03	0.06	0.02	0.13	1.005	0	3

[0081] Die elektrischen Merkmale wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 12 und Tabelle 13 gezeigt.

Tabelle 12

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Konstan- te	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Maxi- mum- wert	Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%) $\Delta C/C_{25}$ 5kV/mm	Produkt CR ($\Omega \cdot F$)	Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Feuchtigkeits- beständigkeits- Belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)						
				$\Delta C/C_{20}$		$\Delta C/C_{25}$													
				-25°C	85°C	-55°C	125°C												
*301	1300	1220	0.6	5.3	-12.5	6.5	-17.5	17.5	-18	5000	4750	210	200	13	14	072	980		
*302	1300	820	0.7	2.5	-7.2	5	-7.5	7.6	-5	5110	4860	220	210	12	14	072	950		
*303	1300	1450	0.6	3.2	-7.1	5.2	-7.6	8	-38	2900	2760	130	120	13	14	072	900		
*304	1300	800	0.7	6.4	-13.5	7.6	-19.5	19.5	-7	4920	4670	230	220	12	14	072	100		
*305	1280	710	2.2	3	-6.5	5	-7.3	7.5	-6	5030	4780	240	230	12	14	1572	150		
*306	1280	1220	0.6	2.2	-7.5	4	-8.4	8.6	-22	2850	2600	110	80	12	14	072	900		
*307	1300	1340	0.7	2.5	-13.5	5	-31.5	31.5	-32	5110	4860	250	240	12	14	072	130		
*308																			
*309	1280	1460	0.7	3.3	-7.5	5.5	-18.5	18.5	-37	2940	2790	160	150	12	14	072	110		
*310																			
*311	1300	1160	0.7	4	-7.6	5.6	-8	8.3	-20	3080	2930	170	160	10	11	072	100		
*312																			
*313																			
*314																			
*315	1300	1240	2.7	4	-7.4	5.8	-7.7	8.3	-22	3100	2950	160	150	10	12	072	130		
*316																			
*317	1300	1260	2.8	2.3	-8.3	5	-8.5	8.8	-22	3110	2960	170	160	11	12	072	100		
*318	1300	1250	0.7	2.5	-8.1	7.2	-8.2	8.8	-21	5050	4800	240	230	13	14	072	880		
*319	1280	1380	0.7	5.5	-6.6	7	-7.1	8.1	-35	5000	4750	240	230	12	15	072	960		
320	1280	1360	0.6	1.7	-7.3	7.5	-8	8.2	-35	4990	4740	230	220	12	14	072	940		
*321	1280	1130	0.6	2	-8.1	4	-8.5	8.6	-18	5170	4910	250	240	12	15	072	970		
322	1300	1130	0.6	2.2	-8.3	4.5	-8.5	8.7	-18	5090	4840	230	220	12	14	072	900		

Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung

Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung

Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintens

Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintens

Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintens

Tabelle 13

Probe-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der Temperaturänderung (%)				Produkt CR (Ω · F)				Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeitstest-Ausdauer (h)				
				ΔC/C ₂₅		ΔC/C ₁₂₅	Gleichstromvorspannungscharakteristik (%)	315V	945V	315V	945V						
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	angelegte Spannung	angelegte Spannung	angelegte Spannung	angelegte Spannung						
323	1300	940	0.7	2.3	-8.2	5	-8.5	8.8	-11	5000	4750	210	12	15	0/72	930	
324	1300	1320	0.6	2.1	-7.5	5.5	-8	8.2	-32	5120	4860	250	240	12	14	0/72	850
325	1300	1230	0.6	3.3	-7.5	6	-8.4	8.4	-23	5170	4910	250	240	12	14	0/72	870
326	1280	1280	0.6	3	-7.8	5.5	-8.3	8.5	-24	5080	4830	250	240	13	14	0/72	890
327	1280	1240	0.7	2.5	-8.1	5.1	-8.2	8.7	-19	5120	4860	250	240	12	15	0/72	900
328	1300	930	0.6	2.5	-8.3	6	-8.5	8.8	-11	5100	4850	250	240	13	14	0/72	960
329	1300	1250	0.6	2.3	-7.5	5.2	-7.9	8.5	-22	5010	4760	220	210	12	14	0/72	990
330	1300	1110	0.7	3	-7.7	5	-8	7.9	-17	5000	4750	220	210	12	14	0/72	900
331	1280	1260	0.6	2	-8	5.1	-8.2	8.1	-21	4980	4730	220	210	12	15	0/72	880
332	1280	1160	0.6	2.4	-7.4	5	-8.1	8	-21	5090	4840	250	240	12	14	0/72	920
333	1300	1220	0.7	3	-7.5	6.2	-8	8.1	-23	4920	4670	220	210	12	14	0/72	870
334	1300	1240	0.7	2.1	-7.7	6	-8.5	8.1	-21	5000	4750	200	190	12	14	0/72	900
335	1300	1250	0.6	1.9	-7.6	5.4	-8.3	8.5	-22	5010	4760	200	190	13	14	0/72	920
336	1280	1260	0.7	2.6	-7.8	5.8	-7.9	8.2	-22	5110	4860	250	240	13	14	0/72	880
337	1280	1150	0.6	2.3	-8.3	6.2	-8.5	8.8	-18	5100	4850	250	240	12	14	0/72	960
338	1280	1520	0.6	2	-7.5	6.1	-8.1	8.2	-40	5080	4830	250	240	12	14	0/72	900
339	1300	1260	0.6	2.4	-7.4	6.2	-7.5	8.3	-23	4990	4740	200	190	12	14	0/72	900
340	1300	1110	0.7	2	-7.6	6	-7.9	8.1	-17	5120	4860	250	240	12	14	0/72	950
341	1300	1270	0.6	2.6	-7.9	5.8	-8.5	8.5	-25	5100	4850	250	240	12	14	0/72	940
342	1300	1350	0.7	2.4	-7.8	7	-8.4	8.5	-33	5140	4880	250	240	12	14	0/72	900
343	1280	1130	0.7	2.2	-7.7	6.4	-8.3	8.5	-18	5190	4930	250	240	12	14	0/72	920
344	1300	980	0.7	2	-8.1	6	-8.5	8.8	-11	5100	4850	240	230	12	14	0/72	900

[0082] Wie aus Tabelle 10 bis Tabelle 13 offensichtlich ist, besitzt der monolithische Kondensator gemäß der vorliegenden Erfindung ein so kleines Kapazitätsverringerungs-Verhältnis wie innerhalb von -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Ni-

veau-Merkmalesstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0083] Wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird, zeigt weiterhin der Isolationswiderstand, repräsentiert durch das Produkt CR, bei 25°C und 150°C einen hohen Wert von 4900 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm unter der Gleichspannung. Die mittlere Lebensdauer im Beschleunigungstest bei 150°C und einer Gleichspannung von 25 kV/mm ist so lang wie 800 Stunden, wobei es überdies möglich ist, das Sintern bei einer relativ geringen Sintertemperatur von 1300°C vorzunehmen.

[0084] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt wurde, wird hierin nachstehend beschrieben werden.

[0085] In der Zusammensetzung von $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{M}_2\text{O}_3 + \beta\text{R}_2\text{O}_3 + \gamma\text{BaZrO}_3 + \text{gMnO}$ (worin M_2O_3 mindestens eines von entweder Sc_2O_3 oder Y_2O_3 repräsentiert, und R_2O_3 mindestens eine der Verbindungen repräsentiert, gewählt aus Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 und Dy_2O_3 , und α , β , γ bzw. g ein Molverhältnis repräsentieren) ist ein M_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 301, nicht zu bevorzugen, weil die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt. Andererseits wird auch ein M_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,05, wie gezeigt in der Probe Nr. 302, nicht bevorzugt, weil die spezifische dielektrische Konstante auf weniger als 900 verringert wird. Folglich ist der bevorzugte Bereich des M_2O_3 -Gehaltes $0,001 \leq \alpha \leq 0,05$.

[0086] Es wird nicht bevorzugt, daß der R_2O_3 -Gehalt β weniger als 0,001 ist, wie in der Probe Nr. 303, weil der Isolationswiderstand so niedrig ist, daß das Produkt CR klein wird. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der R_2O_3 -Gehalt β mehr als 0,05 beträgt, wie in der Probe Nr. 304, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt, was die Zuverlässigkeit verringert. Folglich ist der bevorzugte Bereich des R_2O_3 -Gehaltes $0,001 \leq \beta \leq 0,05$.

[0087] Wenn die vereinigte Menge von M_2O_3 und R_2O_3 ($\alpha + \beta$) mehr als 0,06 ist, wie in der Probe Nr. 305, wird der dielektrische Verlust auf bis zu 2,0% erhöht, während die mittlere Lebensdauer verkürzt wird, was nicht bevorzugt wird, weil die Ausschüttanzahl im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest erhöht wird. Folglich liegt die vereinigte Menge von M_2O_3 und R_2O_3 ($\alpha + \beta$) vorzugsweise im Bereich von $\alpha + \beta \leq 0,06$.

[0088] Es ist nicht zu bevorzugen, daß, wie in der Probe Nr. 306 ersichtlich, der BaZrO_3 -Gehalt γ gleich Null ist, da der Isolationswiderstand niedrig wird, während eine größere Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes vorliegt, als in dem System, welches BaZrO_3 enthält. Wenn andererseits der BaZrO_3 -Gehalt γ 0,06 überschreitet, wie in der Probe Nr. 307, erfüllt die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik, was nicht zu bevorzugen ist, weil die mittlere Lebensdauer verkürzt wird. Folglich beträgt der bevorzugte Bereich des BaZrO_3 -Gehalt $0,005 \leq \gamma \leq 0,06$.

[0089] Es wird nicht bevorzugt, daß, wie in der Probe Nr. 308 ersichtlich, der MnO -Gehalt g gleich 0,001 ist, da Messungen aufgrund von Halbleiter-Bildung unmöglich sind. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß der MnO -Gehalt g 0,13 übersteigt, wie ersichtlich in der Probe Nr. 309, weil die Temperaturcharakteristik X7R nicht erfüllt wird, wobei überdies der Isolationswiderstand niedrig ist und die mittlere Lebensdauer kurz wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des MnO -Gehalts g auf $0,001 < \text{g} \leq 0,13$.

[0090] Es ist nicht zu bevorzugen, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m geringer als 1,000 ist, wie in der Probe Nr. 310, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß, wie in der Probe Nr. 311 ersichtlich, das BaO/TiO_2 -Verhältnis m gleich 1,000 ist, da der Isolationswiderstand sowie die Wechsel- und Gleichstrom-Durchschlagsspannungen niedrig werden, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m über 1,035 beträgt, wie in den Proben Nr. 312 und 313, da Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich werden. Folglich ist ein BaO/TiO_2 -Verhältnis m im Bereich von $1,000 < m \leq 1,035$ zu bevorzugen.

[0091] Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente null ist, wie in den Proben Nr. 314 und 316, weil Messungen wegen ungenügenden Sinterns unmöglich werden. Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile übersteigt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 315 und 317, weil der dielektrische Verlust 1,0% überschreitet und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchbruchsspannung gesenkt werden, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beläuft sich der bevorzugte Gehalt entweder der ersten oder der zweiten Komponente auf 0,2 bis 3,0 Gewichtsteile.

[0092] Der Gehalt der in Bariumtitantat als Verunreinigungen enthaltenen Erdalkalimetalloxide wird auf unter 0,02 Gew.-% gehalten, weil wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% übersteigt, wie in der Probe Nr. 318, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 5)

[0093] Ein Ausgangsmaterial der Zusammensetzung $\text{BaO}_{1,010}\text{-TiO}_2 + 0,01 \text{Y}_2\text{O}_3 + 0,02 \text{Dy}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{BaZrO}_3 + 0,06 \text{MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitantat in Tabelle 1 A als ein dielektrisches

Pulver hergestellt, in welches Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$ mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, gezeigt in Tabelle 6, hergestellt durch Erwärmen bei 1200 bis 1500°C, als eine erste Nebenkomponente zugesetzt wurden. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das Ausgangsmaterial, wie obenstehend beschrieben, verwendet wurde. Die Gesamtbaumessungen des monolithischen Kondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 14 gezeigt. Die Proben Nr. 401 bis 422 in Tabelle 14 entsprechen jeweils den Proben Nr. 101 bis 122 in Tabelle 6, wobei zum Beispiel die Nebenkomponente in der Probe Nr. 101 in Tabelle 6 zu der Probe Nr. 401 in der Tabelle 14 zugegeben wird.

Tabelle 14

Pro- be- Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)			Produkt CR (Ω · F)			Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Gleich- strom Wechsel- strom	Feuchtigkeits- beständigkeit- Belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)					
			ΔC/C ₂₅			315V	945V	315V									
			-25°C	85°C	-55°C	Maxi- mum- wert	angelegte Spannung	angelegte Spannung									
401	1280	1350	0.7	2.2	-8.4	4.8	-8.2	8.4	-33	4950	4700	220	210	13	15	0/72	920
402	1280	1380	0.6	2.1	-8	4.9	-8.1	8.3	-36	4970	4720	240	230	12	14	0/72	940
403	1280	1360	0.6	2.7	-7.9	5	-7.8	8.1	-33	4960	4710	230	220	13	15	0/72	930
404	1300	1310	0.6	2.1	-7.7	5.1	-7.9	8.3	-31	4990	4740	250	240	12	14	0/72	900
405	1300	1380	0.6	2.3	-7.9	4.7	-8.4	8.6	-36	5040	4790	230	220	12	14	0/72	870
406	1280	1380	0.6	2	-7.7	4.7	-8.5	8.7	-36	5010	4760	240	230	12	14	0/72	950
407	1280	1370	0.6	2	-7.5	5	-8.5	8.8	-35	5140	4880	250	240	12	14	0/72	930
408	1280	1380	0.6	2.8	-8	5	-8.2	8.5	-36	5030	4780	250	240	12	14	0/72	940
409	1280	1380	0.6	3	-7.4	4.9	-8.4	8.3	-36	4980	4730	240	230	12	14	0/72	900
410	1300	1350	0.6	2.4	-7.6	5.1	-8.5	8.7	-33	5000	4750	240	230	12	14	0/72	970
411	1300	1320	0.7	2.3	-7.5	5.4	-8.3	8.5	-32	4990	4740	230	220	12	14	0/72	920
412	1280	1360	0.6	2.7	-7.5	5.1	-8.2	8.3	-33	5050	4800	210	200	12	14	0/72	900
413	1350																
414	1350																
415	1350	1350	1.4	2.4	-7.7	5	8.5	8.6	-33	5040	4790	240	230	11	13	3/272	110
416	1350																
417	1350																
418	1300	1350	0.6	2.5	-7.5	5.1	-8.3	8.5	-33	5080	4830	230	220	12	14	0/72	880
419	1350	1370	1.3	2	-7.3	4.9	-8.2	8.5	-35	5100	4850	250	240	11	13	2/572	140
420	1300	1350	0.7	2.4	-7.8	4.7	-8.5	8.7	-33	4960	4710	260	250	12	14	0/72	920
421	1350	1360	1.3	2.5	-8	4.3	-8.3	8.5	-33	5070	4820	250	240	11	13	3/372	110
422	1350	1330	1.2	2.3	-8.1	4.9	-8.2	8.5	-32	5070	4820	250	240	11	13	2/872	150

[0094] Wie aus der Tabelle 14 ersichtlich, werden zu bevorzugende Ergebnisse in den Proben Nr. 401 bis 412, 418 und 420, erhalten, in welche Oxide in den Proben Nr. 101 bis 112, 118 und 120 in Tabelle 6 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf der Begrenzungslinie der Fläche, umgeben durch die Geraden, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A ($X = 20, y = 80, z = 0$), B ($X = 10, y = 80, z = 10$), C ($X = 10, y = 70, z = 20$), D ($X = 35, y = 45, z = 20$), E ($X = 45, y = 45, z = 10$) und F ($X = 45, y = 55, z = 0$), worin x, y und z Mol-%

repräsentieren und w ein Molverhältnis ist, in dem Drei-Komponenten-Phasendiagramm der $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_w \cdot \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2$ -MO-Oxide, gezeigt in **Fig. 4**, zugegeben werden, wobei die Proben ein so kleines Kapazitätsverringerungsverhältnis wie innerhalb von ~40% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0095] Wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird, zeigt der Isolationswiderstand, repräsentiert durch das Produkt CR, bei 25°C bzw. 150°C einen hohen Wert von 4900 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter einer Wechselspannung und 14 kV/mm unter Gleichspannung. Die mittlere Lebensdauer im Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm ist so lang wie 800 Stunden, wobei es überdies möglich ist, das Sintern bei einer relativ niedrigen Sintertemperatur von 1300°C vorzunehmen.

[0096] Wenn, im Gegensatz dazu, die durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_w \cdot \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2$ -MO repräsentierten Oxide außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereichs liegen, wie in den Proben Nr. 113 bis 117 und 119 in der Tabelle 6, wird das Sintern ungenügend, oder viele Proben werden in dem Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest sogar nach dem Sintern abgelehnt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 413 bis 417 und 419. Die Proben mit der Zusammensetzung, welche auf die Linie A-F fällt, und W = 1,0 besitzen eine hohe Sintertemperatur, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden, wie ersichtlich in den Proben Nr. 119 und 121 in der Tabelle 14. Wenn der Wert von w kleiner als 0,30 ist, wie gezeigt in der Probe Nr. 122 in der Tabelle 6, wird die Sintertemperatur hoch, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden, wie ersichtlich in der Probe Nr. 433 in Tabelle 14.

(Beispiel 6)

[0097] Ein Ausgangsmaterial mit einer Zusammensetzung $\text{Ba}_{0,1,010} \cdot \text{TiO}_2 + 0,01 \text{ Y}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ Eu}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ Tb}_2\text{O}_3 + 0,015 \text{ BaZrO}_3 + 0,06 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde hergestellt unter Verwendung von Bariumtitannat in der Tabelle 1 A als einem dielektrischen Pulver, in welches das Oxid, repräsentiert durch $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{XO}$, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, wie gezeigt in Tabelle 8, hergestellt durch Erwärmen bei 1200 bis 1500°C, als eine zweite Nebenkomponente zugesetzt wurde. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, außer daß das Ausgangsmaterial, wie obenstehend beschrieben, verwendet wurde. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Kondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 15 gezeigt. Die Proben Nr. 501 bis 519 in Tabelle 15 entsprechen jeweils den Proben Nr. 201 bis 219 in Tabelle 8, wobei beispielsweise die Probe Nr. 501 in Tabelle 15 durch Zugeben der Nebenkomponente in der Probe Nr. 201 in Tabelle 8 erhalten wurde.

Tabelle 15

Proben-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromvorspannungscharakteristik (%)	Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Produkt CR ($\Omega \cdot F$)	Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auschulzah	Mittlere Lebensdauer (h)					
				$\Delta C/C_{20}$	-25°C	85°C	-55°C										
501	1300	1350	0.6	3.3	-8	6.2	-7.5	7.8	-34	4970	4720	200	12	14	0/72	900	
502	1280	1370	0.6	3.2	-8.1	6.5	-7.7	7.9	-36	4980	4730	220	210	12	14	0/72	890
503	1280	1360	0.7	3.4	-8.2	6.7	-8	8.2	-34	5030	4780	220	210	12	14	0/72	930
504	1300	1330	0.6	4	-8	6.5	-8.1	8.2	-33	5020	4770	230	220	13	15	0/72	870
505	1300	1350	0.6	3.5	-8.1	6.8	-7.9	8.1	-34	4990	4740	230	220	12	14	0/72	850
506	1280	1320	0.6	3.4	-7.9	6.3	-7.7	8	-33	4980	4730	210	200	13	15	0/72	900
507	1280	1350	0.6	3.5	-8.1	6.4	-7.5	7.7	-34	4950	4700	230	220	12	14	0/72	880
508	1300	1360	0.6	3.3	-7.7	6.8	-7.8	8	-34	4950	4700	200	190	12	14	0/72	910
509	1300	1370	0.6	3.7	-8.1	6.5	-7.7	7.8	-36	4980	4730	230	220	12	14	0/72	880
510	1300	1360	0.6	3.5	-7.9	6.8	-7.5	7.7	-34	5000	4750	220	210	12	14	0/72	870
511	1280	1340	0.6	3.8	-8	7	-7.6	7.8	-33	5320	5050	310	300	12	14	0/72	900
512	1300	1330	0.6	3.4	-7.8	6.8	-7.8	8.2	-34	5330	5060	320	300	13	15	0/72	900
513	1350	1310	1.3	3.3	-7.8	6.8	-7.9	8.3	-33	5100	4850	220	210	11	13	4/272	120
514	1350																
515	1350																
516	1350	1300	1.2	3.5	-8	6.5	-7.5	7.7	-33	4950	4700	230	220	11	13	71/72	130
517	1350																
518	1350																
519	1350																

Nicht meßbar wegen ungünstigen Sinterns

[0098] Wie aus den Proben Nr. 501 bis 512 in der Tabelle 15 ersichtlich ist, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben erhalten, in welche die Oxide der Proben Nr. 201 bis 212 in Tabelle 8 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A ($X = 85, y = 1, z = 14$), B ($X = 35, y = 51, z = 14$), C ($X = 30, y = 20, z = 50$) und D ($X = 39, y = 1, z = 60$), worin x, y und z Mol-% repräsentieren, im Drei-Komponenten-Phasendiagramm der Oxide, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in Fig. 5, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazi-

tätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -40% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0099] Wenn der Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird, zeigt der Isolationswiderstand, repräsentiert durch das Produkt CR, bei 25°C bzw. 150°C einen hohen Wert von 4900 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm unter der Gleichspannung. Die mittlere Lebensdauer im Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm ist so lang wie 800 Stunden, wobei überdies keine Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest vorliegen, und es möglich ist, bei einer relativ geringen Sintertemperatur von 1300°C zu Sintern.

[0100] Wenn, im Gegensatz dazu, die $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxide außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereichs liegen, wie in den Proben Nr. 213 bis 219 in der Tabelle 8, wird das Sintern ungenügend, oder viele Proben werden im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, sogar nach Sintern, abgelehnt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 513 bis 519 in der Tabelle 15.

[0101] Wenn zugelassen wird, dass Al_2O_3 und/oder ZrO_2 in den Oxiden, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, enthalten ist, wie in den Proben Nr. 211 und 212 in der Tabelle 8, kann ein monolithischer Kondensator mit Isolationswiderständen von 5300 Ω·F oder mehr bzw. 300 Ω·F oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter einer elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm, wie die Proben Nr. 511 und 512 in Tabelle 15, erhalten werden. Wenn jedoch die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_2 **15** Gewichtsteile bzw. 5 Gewichtsteile überschreiten, wie in den Proben Nr. 217 und 218 in der Tabelle 8, wird das Sintervermögen extrem verschlechtert, wie in den Proben Nr. 217 und 218 in der Tabelle 8.

(Beispiel 7)

[0102] Nach Herstellen und Abwiegen von TiCl_4 und $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ verschiedener Reinheit als Ausgangsmaterialien wurden die Verbindungen als Titanylbariumoxalat ($\text{Ba}\text{-TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot4 \text{H}_2\text{O}$) durch Zusetzen von Oxalsäure gefällt. Dieses Präzipitat wurde durch Erwärmen bei einer Temperatur von 1000°C oder mehr zersetzt, um vier Arten von Bariumtitanat, aufgelistet in Tabelle 1, zu synthetisieren.

[0103] Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jeweilige Komponente der ersten Nebenkomponente wurden so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsverhältnis (Molverhältnis) von 0,25 Li_2O -0,65(0,30 TiO_2 -0,70 SiO_2)-0,10 Al_2O_3 vorlag, um ein Pulver durch Zerkleinern und Mischen zu erhalten.

[0104] In gleicher Weise wurden Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jeweilige Komponente der zweiten Nebenkomponente so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsverhältnis (Molverhältnis) von 0,66 SiO_2 -0,17 TiO_2 -0,15 BaO -0,02 MnO vorlag, um ein Pulver durch Zerkleinern und Mischen zu erhalten.

[0105] Oxidpulver der ersten bzw. zweiten Nebenkomponenten wurden jeweils in getrennte Platintiegel eingebracht und bei 1500°C erwärmt. Nach Abschrecken und Zerkleinern der Mischung wurde jedes Oxidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger erhalten.

[0106] Im nächsten Schritt wurden BaCO_3 zum Einstellen des Molverhältnisses Ba/Ti (m) in Bariumtitanat, Sc_2O_3 , Y_2O_3 , BaZrO_3 , MgO und MnO jeweils mit einer Reinheit von 99 oder mehr hergestellt. Die Rohmaterialpulver und die obenstehend beschriebenen Oxide, welche entweder die erste oder zweite Nebenkomponente sein sollten, wurden so abgewogen, daß die in Tabelle 1002 und Tabelle 1003 gezeigten Zusammensetzungen gebildet werden. Die Zugabemengen der ersten und zweiten Nebenkomponenten sind durch Gewichtsteile relativ zu 100 Gewichtsteilen der wesentlichen Komponente, repräsentiert durch $((\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{M}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MgO} + \delta\text{MnO})$ angegeben.

Tabelle 1002

• bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Probe Nr.	Art von BaTiO_3	$(\text{BaO})_m \text{TiO}_2 + \alpha \text{M}_2\text{O}_3 + \beta \text{BaZrO}_3 + \gamma \text{MgO} + g \text{MnO}$			Gesamt α	β	γ	g	η	$\gamma + g$	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)
		Sc_2O_3	Y_2O_3	α								
*1001	1A	0	0.0008	0.0008	0.02	0.002	0.002	0.004	1.005	1	1	0
*1002	1A	0.01	0.06	0.07	0.03	0.07	0.05	0.12	1.005	1	1	0
*1003	1A	0.01	0.02	0.03	0	0.03	0.02	0.05	1.01	1.5	1.5	0
*1004	1A	0.02	0.01	0.03	0.08	0.02	0.04	0.06	1.01	1.5	1.5	0
*1005	1A	0.01	0.01	0.02	0.02	0.001	0.034	0.035	1.01	1	1	0
*1006	1A	0.01	0.02	0.03	0.02	0.125	0.005	0.13	1.01	1	1	0
*1007	1A	0.02	0.02	0.04	0.02	0.079	0.001	0.08	1.01	1	1	0
*1008	1A	0.01	0.02	0.03	0.02	0.005	0.125	0.13	1.01	1	1	0
*1009	1A	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08	0.06	0.14	1.01	1	1	0
*1010	1A	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	0.99	1	1	0
*1011	1A	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	1.00	1	1	0
*1012	1A	0.02	0	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	1.038	1	1	0
*1013	1A	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	1.05	0	0	1
*1014	1A	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	1.01	0	0	0
*1015	1A	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	1.01	5	5	0
*1016	1A	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.04	1.01	0	0	0
*1017	1A	0.005	0.025	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	1.01	0	0	4
*1018	1D	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	1.01	2	2	0
1019	1A	0	0.001	0.001	0.02	0.002	0.0015	0.003	1.015	1	1	0
1020	1B	0.02	0	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	1.02	1	1	0
1021	1C	0.005	0.05	0.055	0.03	0.12	0.002	0.122	1.03	1	1	0
1022	1A	0	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.07	1.02	1	1	0
1023	1A	0	0.06	0.06	0.03	0.01	0.12	0.13	1.01	0	0	1

Tabelle 1003

Probe-Nr.	(BaO) _m TiO ₂ + αM ₂ O ₃ + βBaZrO ₃ + γMgO + gMnO	α						Gesamt		β			γ		g		γ + g		η		Zugabemenge der ersten Nebenkomponente		Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente				
		Art von BaTiO ₃	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	α	0.01	0.005	0.01	0.02	0.03	1.01	1	0.04	0.03	0.05	1.01	1	0.11	0.11	1.01	1	0.04	0.03	1.01	1	0	0
1024	1A	0	0.01	0.01	0.005	0.01	0.02	0.03	0.03	1.01	1	0.04	0.03	0.05	1.01	1	0.11	0.11	1.01	1	0.04	0.03	1.01	1	0	0	
1025	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	0.04	1.01	1	0.04	0.04	0.05	1.01	1	0.11	0.11	1.01	1	0.04	0.03	1.01	1	0	0
1026	1A	0	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.03	0.02	0.05	1.01	1	0.04	0.05	0.05	1.01	1	0.11	0.11	1.01	1	0.04	0.03	1.01	1	0	0
1027	1A	0.01	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	1.01	1	0.04	0.06	0.05	1.01	1	0.11	0.11	1.01	1	0.04	0.03	1.01	1	0	0
1028	1A	0	0.005	0.005	0.02	0.005	0.02	0.005	0.006	0.011	1.001	2	0.006	0.011	0.011	1.001	2	0.011	0.011	1.001	2	0.006	0.011	1.001	2	0	0
1029	1A	0	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05	0.02	0.07	1.01	0	0.05	0.07	0.07	1.01	0	0.01	0.01	1.01	0	0.05	0.07	1.01	0	2	2
1030	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	1.035	2	0.02	0.03	0.05	1.035	2	0.03	0.03	1.035	2	0.02	0.03	1.035	2	0	0
1031	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.04	1.015	0.2	0.02	0.03	0.04	1.015	0.2	0.04	0.04	1.015	0.2	0.02	0.03	1.015	0.2	0	0
1032	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	1.01	3	0.02	0.03	0.05	1.01	3	0.03	0.03	1.01	3	0.02	0.03	1.01	3	0	0
1033	1A	0	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.015	0.035	1.01	0	0.02	0.015	0.035	1.01	0	0.01	0.01	1.01	0	0.02	0.03	1.01	0	0.2	0.2
1034	1A	0	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.04	0.04	1.01	0	0.01	0.04	0.04	1.01	0	0.01	0.01	1.01	0	0	0	1.01	0	3	3

[0107] Organische Lösungsmittel, wie Polyvinylbutyrat-Bindemittel und Ethanol, wurden zu den abgewogenen Verbindungen zugesetzt, und die Mischung wurde in einer Kugelmühle in nassem Zustand vermischt, um eine keramische Aufschlämmung herzustellen. Diese Keramikaufschlämmung wurde durch ein Rakelmesserverfahren zu einem Blatt geformt, um eine rechteckig geformte Grünfolie mit einer Dicke von 35 µm zu erhalten, gefolgt von Aufdrucken einer elektrisch leitenden Paste, welche hauptsächlich aufgebaut war aus Ni, auf die keramische Grünfolie unter Bildung einer elektrisch leitenden Pasten-Schicht zur Ausbildung von Innenelektroden.

[0108] Dann wurde eine Vielzahl der keramischen Grünfolien, auf welchen die elektrisch leitende Schicht gebildet ist, so laminiert, daß die Seiten, auf denen die elektrisch leitende Paste nach außen gerichtet ist, abwechselnd miteinander angeordnet sind, wodurch ein monolithischer Körper erhalten wird. Dieser monolithische Körper wurde in einer N₂-Atmosphäre auf 350°C erwärmt, und, nachdem zugelassen wird, daß sich das Bindemittel zersetzt, wurde der monolithische Körper bei den Temperaturen, gezeigt in Tabelle 1004 und Tabelle 1005, in einer reduzierenden Atmosphäre, umfassend H₂-N₂-H₂O-Gase, unter einem Sauerstoffpartialdruck von 10⁻⁹ bis 10⁻¹² MPa zwei Stunden lang gebrannt, wodurch ein keramischer gesinterter Körper erhalten wurde.

[0109] Die beiden Seitenflächen des keramischen gesinterten Körpers wurden mit einer Silberpaste beschichtet, enthaltend B₂O₃-Li₂O-SiO₂-BaO-Glasfritten, und bei einer Temperatur von 600°C in einer N₂-Atmosphäre gebrannt, wodurch elektrisch mit den Innenelektroden verbundene Außenelektroden erhalten wurden.

[0110] Die Gesamtabmessungen des so erhaltenen, monolithischen Keramikkondensators beliefen sich auf 5,0 mm Breite, 5,7 mm Länge und 2,4 mm Dicke, während die Dicke der dielektrischen Keramikschicht 30 µm betrug. Die Gesamtzahl der effektiven dielektrischen Keramikschichten belief sich auf 57, wobei die Fläche der gegenüberliegenden bzw. konfrontierenden Elektrode pro einer Schicht $8,2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ betrug.

[0111] Die elektrischen Merkmale dieser monolithischen Keramikkondensatoren wurden gemessen. Die elektrostatische Kapazität (C) und der dielektrische Verlust (tan δ) wurden unter Verwendung eines Messinstrumentes vom automatischen Brücken-Typ bei 1 kHz, 1 Vrms und 25°C gemessen, und die dielektrische Konstante (ε) wurde aus der elektrostatischen Kapazität berechnet. Als Nächstes wurde der Isolationswiderstand unter Verwendung einer Isolationswiderstand-Testvorrichtung bei 25°C und 150°C durch Anlegen von Gleichspannungen von 315 V (oder 10 kV/mm) und 945 V (oder 30 kV/mm) während 2 Minuten gemessen, wobei ein Produkt der elektrostatischen Kapazität und des Isolationswiderstandes, oder ein Produkt CR, erhalten wurde.

[0112] Die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen wurde ebenfalls gemessen. Die Änderungsrate bei -25°C und 85°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 20°C als einen Standard (ΔC/C20), die Änderungsrate bei -55°C und 125°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 20°C als einen Standard (Δ C/C25) und der Maximumwert der Änderungsrate (|ΔC| max) als ein Absolutwert wurden als die elektrostatischen Kapazitäten gegenüber Temperaturänderungen gemessen.

[0113] Die Gleichstrom-Vorspannungs-Charakteristik wurde ebenfalls ausgewertet. Zuerst wurde die elektrostatische Kapazität bei Anlegen einer Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms gemessen. Dann wurde die elektrostatische Kapazität bei gleichzeitigem Anlegen einer Gleichspannung von 150 V und einer Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms gemessen, wodurch die Rate der Reduktion der elektrostatischen Kapazität (ΔC/C) aufgrund des Ladens bzw. Anlegens der Gleichspannung berechnet wurde.

[0114] Im Hochtemperaturbelastungstest wurde eine Gleichspannung von 750 V (oder 25 kV/mm) bei 150°C auf 36 Stücke jeder Probe angelegt, um die zeitabhängigen Änderungen des Isolationswiderstandes zu messen. Die Zeit, bei welcher der Isolationswiderstand jeder Probe auf unter 10⁶ Ω verringert war, wurde als die Lebensdauerzeit definiert, und die mittlere Lebensdauerzeit wurde ausgewertet.

[0115] Im Feuchtigkeitsbeständigkeits-test wurde die Anzahl der Teststücke mit einem Isolationswiderstand von 10⁶ Ω oder weniger unter den 72 Teststücken, nach Anlegen einer Gleichspannung von 315 V unter einem atmosphärischen Druck von 2 atm (relative Feuchtigkeit 100%) bei 120°C während 250 Stunden, gezählt.

[0116] Isolationsdurchschlagspannungen unter Wechselstrom- und Gleichspannungen wurden durch Anlegen von Wechselstrom- und Gleichspannungen bei einer Spannungszuwachsrate von 100 V/sec gemessen.

[0117] Die obenstehend beschriebenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1004 und der Tabelle 1005 aufgelistet.

Tabelle 1004

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be- Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)			Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)	Produkt CR ($\Omega \cdot F$)	Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Feuchtigkeits- belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)						
				$\Delta C/C_{20}$	$\Delta C/C_{55}$	$\Delta C/C_{125}$											
*1001	1300	1140	0.8	5.5	-12.5	4.6	-17.2	20	-17	5130	4870	210	200	12	14	0/72	890
*1002	1300	850	0.7	2.1	-7.2	4.4	-6.5	8	-12	8480	8070	190	160	12	14	0/72	850
*1003	1280	1020	0.6	2	-8	4.2	-8.2	9.1	-15	3140	2200	150	110	12	14	0/72	840
*1004	1300	1360	0.7	2.4	-14.7	5.1	-29.5	35.4	-26	5170	4910	230	220	12	14	0/72	150
*1005	1280	1220	0.7	3.2	-14.2	4.1	-17.9	23	-21	3070	2920	130	120	13	14	0/72	830
*1006	1360	1480	2.7	2.5	-8.3	4.3	-8.6	9	-35	5140	4880	220	210	12	14	6/72	180
*1007	Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung																
*1008	1280	1340	0.8	3.5	-8.9	4.8	-18.6	25.1	-28	3140	2980	140	130	12	14	0/72	190
*1009	1280	880	2.6	3.5	-9.2	3.8	-9.1	9.9	-12	5010	4760	240	230	12	14	15/72	130
*1010	Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung																
*1011	1300	1280	0.7	3.9	-9	4.7	-9.3	10.2	-25	3300	3140	160	150	10	12	0/72	110
*1012	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns																
*1013	Nicht meßbar wegen ungünstigen Sinterns																
*1014	Nicht meßbar wegen ungünstigen Sinterns																
*1015	1300	1280	2.3	4	-8.9	4.2	-9.4	10.9	-25	3310	3150	160	150	11	11	0/72	150
*1016	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns																
*1017	1300	1260	2.5	2.8	-8.4	3.1	-7.6	8.4	-23	3150	2990	160	170	10	11	0/72	170
*1018	1300	1030	0.7	2.5	-7.9	5.6	-9.4	9.2	-15	5120	4860	260	250	12	14	0/72	870
*1019	1280	1580	0.7	2.5	-7.2	3.8	-8.5	8.8	-45	5070	4820	260	250	12	15	0/72	950
*1020	1280	1520	0.6	2.6	-7	4	-8	8.6	-45	5050	4800	240	230	12	14	0/72	960
*1021	1280	1080	0.6	3	-8	4.1	-8.2	9	-15	5290	5030	280	270	12	15	0/72	820
*1022	1300	1320	0.6	2.5	-8.3	3.8	-8.6	8.8	-26	5180	4900	250	240	12	14	0/72	830
*1023	1300	1050	0.7	2.4	-8.1	4.2	-8.4	8.9	-15	5230	4970	220	210	13	15	0/72	840

Tabelle 1005

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Produkt CR (Ω·F)				Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Wech- sel- strom Gleich- strom	Feuchtigkeits- beständigkeits- test; Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)		
				$\Delta C/C_{20}$	$\Delta C/C_{25}$	$\Delta C/C_{55}$	$\Delta C/C_{85}$	Maxi- mum- wert	Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)	$\Delta C/C$	25°C	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung			
1024	1300	1570	0.6	2.9	-7.9	4.1	-8.2	8.8	-45	5180	4920	230	220	12	14	0/72	890
1025	1300	1480	0.7	3.1	-7.1	4.3	-7.9	8.5	-40	5300	5040	270	260	12	15	0/72	900
1026	1280	1420	0.6	3.2	-8.1	3.8	-8.3	9	-35	5240	4980	280	270	13	14	0/72	830
1027	1280	1230	0.7	2.4	-7.5	3.9	-8.1	8.6	-22	5260	5000	220	210	12	14	0/72	840
1028	1300	1590	0.6	2.8	-7.6	4.2	-7.9	8.4	-45	5280	5020	200	190	12	14	0/72	860
1029	1300	1330	0.6	2.7	-7.2	4.3	-8.2	8.6	-26	5040	4790	210	200	12	14	0/72	950
1030	1300	1540	0.6	2.6	-7.9	4.5	-8.1	8.8	-42	5230	4970	240	230	13	14	0/72	900
1031	1280	1560	0.6	2.5	-8	4.1	-8.5	8.9	-42	5080	4830	270	260	12	15	0/72	870
1032	1280	1550	0.6	2	-8.1	3.9	-8.2	8.7	-42	5190	4930	210	200	12	14	0/72	890
1033	1300	1540	0.7	2.4	-7.8	3.9	-8.5	9.1	-42	5140	4880	210	200	12	14	0/72	860
1034	1300	1520	0.6	2.5	-7.6	4.2	-8.4	9.2	-43	5080	4830	230	220	12	14	0/72	840

[0118] Aus der Tabelle 1002 bis Tabelle 1005 ist offensichtlich, daß der monolithische Keramikkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von weniger als 1,0% aufweist, wobei die Änderungsrate gegenüber Temperaturänderungen sowohl den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C, als auch den X7R-Niveau-Merkmalssstandard,

festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0119] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der keramische Kondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergaben ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine so lange mittlere Lebensdauer wie 800 Stunden oder mehr, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0120] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt war, wird hierin nachstehend beschrieben werden.

[0121] In der Zusammensetzung von $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{M}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MgO} + g\text{MnO}$ (worin M_2O_3 mindestens eines von entweder Sc_2O_3 oder Y_2O_3 repräsentiert, und α , β , γ und g jeweils Molverhältnisse repräsentieren) wird ein M_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 1001, nicht bevorzugt, weil die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt. Andererseits ist ein M_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,06, wie gezeigt in der Probe Nr. 1002, ebenfalls nicht zu bevorzugen, weil die spezifische dielektrische Konstante auf weniger als 1000 verringert wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des M_2O_3 -Gehaltes α auf $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$.

[0122] Es wird nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β Null ist, wie in der Probe Nr. 1003, da der Isolationswiderstand niedrig ist und die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes größer ist als diejenige des Zusammensetzungssystems, welches BaZrO_3 enthält. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β mehr als 0,06 beträgt, wie in der Probe Nr. 1004, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt.

[0123] Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente Null ist, wie in den Proben Nr. 1014 und 1016, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich sind. Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile überschreitet, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1015 und 1017, weil der dielektrische Verlust 1,0% übersteigt, und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchbruchsspannung verringert werden, wobei überdies die mittlere Lebensdauer verkürzt wird. Folglich ist der bevorzugte Gehalt entweder der ersten oder der zweiten Komponenten 0,2 bis 0,3 Gewichtsteile.

[0124] Der Gehalt der in Bariumtitannat als Verunreinigungen enthaltenen Erdalkalimetalloxide wird auf unter 0,02 Gew.-% unterdrückt bzw. gehalten, weil, wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% übersteigt, wie in der Probe Nr. 1018, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 8)

[0125] Ein Material mit einer Zusammensetzung von $\text{BaO}_{1,010}\cdot\text{TiO}_2 + 0,03\text{ Y}_2\text{O}_3 + 0,02\text{ BaZrO}_3 + 0,05\text{ MgO} + 0,01\text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde hergestellt, wobei Bariumtitannat in der Tabelle 1 A als ein dielektrisches Pulver verwendet wurde. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, außer daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}\text{-}(\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2\text{-MO}$, gezeigt in Tabelle 1006, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C , als die erste Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 1006

Probe Nr.	Erste Nebenkomponente					
	Zugabemenge (Gewichtsteile)	Zusammensetzung (Mol-%, außer w)				
		Li ₂ O	(Si _w Ti _{1-w})O ₂	w	Al ₂ O ₃	ZrO ₂
1101	1	20	80	0.3	0	0
1102	1	10	80	0.6	5	5
1103	0.8	10	70	0.5	20	0
1104	0.8	35	45	1	10	10
1105	1.5	45	45	0.5	10	0
1106	1.5	45	55	0.3	0	0
1107	1	20	70	0.6	5	5
1108	1	20	70	0.4	10	0
1109	1.2	30	60	0.7	5	5
1110	1.2	30	60	0.8	10	0
1111	2	40	50	0.6	5	5
1112	2	40	50	0.9	0	10
1113	1.5	10	85	0.4	5	0
1114	2	5	75	0.6	10	10
1115	1.2	20	55	0.5	25	0
1116	1	45	40	0.8	0	15
1117	0.8	50	45	0.7	5	0
1118	1.2	25	75	0.9	0	0
1119	1.5	25	75	1	0	0
1120	1	35	65	0.9	0	0
1121	1.5	35	65	1	0	0
1122	1.2	20	70	0.2	0	10

[0126] Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1007 gezeigt.

Tabelle 1007

Proben-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Maximale Werte	Gleichstromvorspannungskarakteristik (%)	Produkt CR (Ω·F)			Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auszählnummmer	Mittlere Lebensdauer (h)		
				-25°C	25°C	85°C	125°C			315V 25°C	945V angelegte Spannung	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung				
1101	1280	1430	0.8	2.5	-8.2	3.3	-8.4	9.4	-36	5120	4860	220	210	13	14	0/72	840
1102	1280	1450	0.6	2.3	-8.4	3.8	-8.6	9.5	-37	5080	4830	230	220	13	14	0/72	890
1103	1280	1490	0.6	2.4	-7.9	4.2	-8.2	9.9	-39	5160	4900	220	210	12	14	0/72	850
1104	1300	1470	0.7	2.1	-7.8	4.6	-8.1	8.9	-39	5200	4940	210	200	12	15	0/72	830
1105	1300	1430	0.6	2	-7.8	3.5	-8.3	9.4	-36	5180	4920	230	220	13	14	0/72	900
1106	1280	1450	0.7	2.6	-8.2	3.7	-8.6	9.2	-37	5090	4840	210	200	12	14	0/72	870
1107	1280	1430	0.8	2.8	-8.6	3.8	-8.9	9.3	-36	5070	4820	220	210	13	14	0/72	830
1108	1280	1440	0.6	2.9	-8.4	4.1	-8.7	8.9	-36	5030	4780	220	210	12	14	0/72	890
1109	1280	1480	0.7	2.4	-7.6	4.2	-8.2	8.8	-39	5220	4960	210	200	12	14	0/72	910
1110	1300	1470	0.6	2.6	-7.4	3.8	-8.3	8.8	-39	5080	4830	230	220	13	14	0/72	870
1111	1300	1420	0.8	2.4	-8	3.9	-8.1	9	-36	5100	4850	200	190	12	14	0/72	850
1112	1280	1410	0.6	2.2	-8.4	3.9	-8.6	9.1	-35	5180	4920	210	200	12	14	0/72	840
1113	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns			
1114	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns			
1115	1350	1460	1.5	2.8	-7.8	4.2	-8.2	8.9	-37	4820	4580	190	180	11	13	32/72	180
1116	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns			
1117	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns				Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns			
1118	1300	1420	0.8	2.9	-7.9	4.8	-8.3	9.1	-36	5160	4900	210	200	12	14	0/72	860
1119	1350	1430	1.4	2.7	-8.2	4.2	-8.4	9.2	-36	4890	4650	190	180	11	13	16/72	150
1120	1300	1450	0.7	2.5	-8	4	-8.2	9.4	-37	5130	4870	210	200	12	14	0/72	840
1121	1350	1460	1.4	2.2	-8.1	3.8	-8.6	9.1	-38	4950	4700	190	180	11	13	36/72	140
1122	1350	1450	1.3	2.3	-8.3	3.8	-8.7	9.1	-38	4870	4630	190	180	11	13	25/72	190

[0127] Wie aus Tabelle 1006 und Tabelle 1007 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 1101 bis 1112, 1118 und 1120 erhalten, in welchen Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (X = 20, y = 80, z = 0), B (X = 10, y = 80, z = 10), C (X = 10, y = 70, z = 20), D (X = 35, y = 45, z = 20), E (X

= 45, y = 45, z = 10) und F (X = 45, y = 55, z = 0), (worin x, y und z Mol-% repräsentieren, und w ein Molverhältnis repräsentiert, welches im Bereich von $0,3 \leq w < 1,0$ in der Zusammensetzung auf der Linie A-F liegt) des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_{w,\text{Ti}_{1-w}})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$, gezeigt in **Fig. 4**, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0128] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0129] Wenn, im Gegensatz dazu, die $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}_{w,\text{Ti}_{1-w}})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$ -Oxide außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereiches liegen, wie oben gezeigt in den Proben Nr. 1113 bis 1117 und 1119, wird das Sintern ungenügend, oder viele Proben werden im Luftfeuchtigkeits-Beständigkeits-Belastungstest, sogar nach dem Sintern, abgelehnt. Die Proben mit einer Zusammensetzung, welche auf die Linie A-F fällt, und $w = 1,0$, wie in den Proben Nr. 1119 und 1121, besitzen eine hohe Sintertemperatur, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeits-Beständigkeits-Belastungstest verursacht werden. Wenn der Wert von w geringer als 0,30 ist, wie gezeigt in der Probe Nr. 1122, wird die Sintertemperatur hoch, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden.

(Beispiel 9)

[0130] Ein Material mit einer Zusammensetzung $\text{BaO}_{1,010} \cdot \text{TiO}_2 + 0,03 \text{ Sc}_2\text{O}_3 + 0,15 \text{ BaZrO}_3 + 0,05 \text{ MgO} + 0,01 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitannat in Tabelle 1 A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, außer daß ein Oxid $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{XO}$, gezeigt in der Tabelle 1008, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C, als die zweite Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_2 entsprechen Gewichtsteilen relativ zu 100 Gewichtsteilen ($x\text{SiO}_2 \cdot y\text{TiO}_2 \cdot z\text{XO}$). Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 1008

Probe Nr.	Zugabe- menge	Wesentliche Komponente (Mol-%)										Zweite Nebenkomponente Wesentliche Komponente (Mol-%)		Zugesetzte Komponente (Gewichtsteile)
		SiO ₂	TiO ₂	BaO	CaO	SrO	MgO	ZnO	MnO	Insgesamt	Al ₂ O ₃	ZrO ₂		
1201	1	85	1	1	0	0	4	9	14	0	0	0		
1202	1	35	51	0	10	0	0	4	14	0	0	0		
1203	1	30	20	0	30	0	15	4	1	50	0	0		
1204	1	39	1	20	20	2	0	13	5	60	0	0		
1205	1	70	10	5	5	0	0	10	0	20	0	0		
1206	1	45	10	0	0	0	0	15	30	45	0	0		
1207	1	50	20	10	10	3	7	0	0	30	0	0		
1208	1	50	30	0	16	0	0	0	4	20	0	0		
1209	1	35	30	25	10	0	0	0	0	35	0	0		
1210	1	40	40	10	0	0	0	5	5	20	0	0		
1211	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	15	0		
1212	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	10	5		
1213	1	65	25	5	5	0	0	0	0	10	0	0		
1214	1	25	40	15	0	10	0	5	5	35	0	0		
1215	1	30	10	30	25	0	0	5	0	60	0	0		
1216	1	50	0	35	15	0	0	0	0	50	0	0		
1217	1	45	22	30	0	0	3	0	0	33	25	0		
1218	1	45	22	30	0	3	0	0	0	33	0	15		
1219	1	30	60	10	0	0	0	0	0	10	0	0		

[0131] Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1009 gezeigt.

Tabelle 1009

Proben-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlusttan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromvorspannungscharakteristik (%)	Produkt CR (Ω·F)	Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungs-Test; Auschlußzahl	Mittlere Lebensdauer (h)					
				-25°C	85°C	125°C	Maximale Wert										
1201	1300	1520	1.3	2.4	-7.2	2.5	-7.5	8.1	-41	5010	4760	200	190	12	14	0/72	820
1202	1300	1530	1.4	2.3	-7.5	2.4	-7.8	8.2	-41	5000	4750	210	200	12	14	0/72	810
1203	1300	1550	1.3	2.2	-7.8	2.3	-7.9	8	-42	5020	4770	200	190	13	14	0/72	800
1204	1300	1540	1.3	2.3	-7.7	2.4	-7.8	8.3	-41	5010	4760	200	190	12	15	0/72	860
1205	1300	1520	1.3	2.4	-7.5	2.2	-7.6	8.1	-41	5030	4780	200	190	12	14	0/72	830
1206	1300	1530	1.3	2.2	-7.4	2	-7.8	8.1	-41	5010	4760	200	190	13	15	0/72	890
1207	1300	1560	1.3	2.3	-7.6	2.1	-7.9	8.2	-42	5000	4750	210	200	12	14	0/72	870
1208	1300	1520	1.3	2.4	-7.5	2.3	-8	8.2	-41	5010	4760	200	190	12	14	0/72	850
1209	1300	1530	1.3	2.2	-7.1	2.4	-7.8	8.3	-41	5020	4770	200	190	13	14	0/72	820
1210	1300	1510	1.4	2.3	-7.5	2.4	-7.9	8.1	-41	5030	4780	200	190	12	14	0/72	810
1211	1300	1530	1.3	2.5	-7.2	2.5	-7.8	8	-41	5420	5150	320	300	12	14	0/72	860
1212	1300	1540	1.3	2.1	-7.1	2.2	-7.6	8.1	-41	5410	5140	300	290	12	14	0/72	840
1213	1350	1550	1.5	2	-7	2.3	-7.6	8.2	-42	4830	4590	200	190	11	13	5/272	160
1214	1350																
1215	1350																
1216	1350	1560	1.6	2.3	-7.2	2.4	-7.8	8.2	-42	4790	4550	200	190	11	13	7/272	180
1217	1350																
1218	1350																
1219	1350																

Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns

[0132] Wie aus Tabelle 1008 und Tabelle 1009 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 1201 bis 1212 erhalten, in welchen Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (X = 85, y = 1, z = 14), B (X = 35, y = 51, z = 14), C (X = 30, y = 20, z = 50) und D (X = 39, y = 1, z = 60) (worin x, y und

z Mol-% repräsentieren), des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in **Fig. 5**, zugegeben werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringerungsverhältnis von so wenig wie -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0133] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, welche so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0134] Wenn die Zusammensetzung des durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ repräsentierten Oxsids außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereichs liegt, wird andererseits das Sintern ungenügend, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1213 bis 1219, oder viele Ausschußfälle treten im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Be lastungstest, sogar nach dem Sintern, auf.

[0135] Wenn zugelassen wird, daß Al_2O_3 und/oder ZrO_2 in den Oxiden, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, enthalten ist, wie in den Proben Nr. 1211 und 1212, kann ein monolithischer Kondensator mit Isolationswiderständen von 5400 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 300 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter einer elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm erhalten werden. Wenn jedoch die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_2 **15** Gewichtsteile bzw. 5 Gewichtsteile überschreiten, wird das Sintervermögen extrem verschlechtert, wie in den Proben Nr. 1271 und 1218.

(Beispiel 10)

[0136] Vier Arten von Bariumtitantat (BaTiO_3) in der Tabelle 1, ein Oxidpulver als eine erste Nebenkomponente und ein Oxidpulver als eine zweite Nebenkomponente wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 erhalten.

[0137] Danach wurden BaCO_3 zur Einstellung des Ba/Ti-Molverhältnisses in Bariumtitantat, und Sc_2O_3 , Y_2O_3 , BaZrO_3 und MnO mit einer Reinheit von 99% oder mehr hergestellt. Dieses Rohmaterialpulver und Oxidpulver, welches entweder die erste oder die zweite Nebenkomponente sein soll, wurden so abgewogen, daß die in Tabelle 1010 und Tabelle 1011 gezeigte Zusammensetzung erhalten wurde. Die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente entspricht der Menge, relativ zu 100 Teilen der essentiellen Komponente von $((\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{M}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MnO})$. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde unter Verwendung dieser abgewogenen Verbindungen durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt. Die Gesamt abmessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind dieselben wie in Beispiel 1.

Tabelle 1010

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be Nr.	(BaO) _m TiO ₂ + α M ₂ O ₃ + β BaZrO ₃ + γ MnO	Gesamt			β	γ	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)
		Art von BaTiO ₃	α	α					
*1301	1A	0	0.0008	0.0008	0.01	0.0015	1.005	1	0
*1302	1A	0.03	0.045	0.075	0.02	0.15	1.01	1	0
*1303	1A	0.01	0.01	0.02	0	0.042	1.01	1.5	0
*1304	1A	0.02	0.01	0.03	0.07	0.06	1.01	1.5	0
*1305	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.001	1.01	1	0
*1306	1A	0.02	0	0.02	0.03	0.14	1.01	1	0
*1307	1A	0	0.03	0.03	0.03	0.06	0.99	1	0
*1308	1A	0.005	0.015	0.02	0.04	0.041	1	1	0
*1309	1A	0	0.02	0.02	0.03	0.04	1.038	1	0
*1310	1A	0	0.03	0.03	0.02	0.06	1.045	0	1
*1311	1A	0	0.02	0.02	0.02	0.04	1.01	0	0
*1312	1A	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	1.01	5	0
*1313	1A	0.02	0.01	0.03	0.02	0.063	1.02	0	0
*1314	1A	0	0.02	0.02	0.03	0.04	1.01	0	4
*1315	1D	0	0.03	0.03	0.03	0.06	1.02	1.5	0

Tabelle 1011

Probe-Nr.	(BaO) _m TiO ₂ + αM ₂ O ₃ + βBaZrO ₃ + γMnO			Gesamt α	β	γ	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)
	Art von BaTiO ₃	Sc ₂ O ₃	Y ₂ O ₃						
1316	A	0	0.001	0.001	0.02	0.002	1.01	1	0
1317	B	0	0.02	0.02	0.03	0.04	1.02	1	0
1318	C	0.01	0	0.01	0.03	0.13	1.03	1	0
1319	A	0.01	0.04	0.05	0.04	0.1	1.02	1	0
1320	A	0.02	0.04	0.06	0.03	0.12	1.01	0	1
1321	A	0	0.01	0.01	0.005	0.02	1.01	1	0
1322	A	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	1.01	2	0
1323	A	0	0.03	0.03	0.06	0.06	1.01	1	0
1324	A	0.02	0.02	0.04	0.03	0.078	1.01	2	0
1325	A	0	0.01	0.01	0.02	0.02	1.001	2	0
1326	A	0	0.005	0.005	0.04	0.01	1.02	0	2
1327	A	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	1.035	2	0
1328	A	0.02	0	0.02	0.03	0.04	1.025	0.2	0
1329	A	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	1.01	3	0
1330	A	0	0.02	0.02	0.03	0.041	1.01	0	0.2
1331	A	0	0.02	0.02	0.03	0.04	1.01	0	3

[0138] Die elektrischen Merkmale wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1012 und 1013 gezeigt.

Tabelle 1012

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%) $\Delta C/C_{20}$	$\Delta C/C_{35}$ -25°C 85°C 55°C 125°C	Maxi- mum- wert Δ C/C 5kV/mm	Gleich- stromvor- spannings- charak- teristik (%)		Produkt CR (Ω·F)		Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Feuchtigkeits- belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)				
							315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung							
							25°C	150°C	25°C	150°C							
*1301	1300	1570	0.7	5	-12	4.2	-16.7	16.7	-42	5100	4850	200	190	12	14	0/72	900
*1302	1300	820	0.7	2.2	-6.7	4	-6	6.7	-9	5500	5230	180	170	12	14	0/72	910
*1303	1300	1450	0.7	2.1	-7.5	4	-7.7	8.2	-36	3020	2110	100	70	12	14	0/72	890
*1304	1300	1350	0.7	2.3	-14.2	5.3	-28	28	-27	5100	4850	200	190	12	14	0/72	120
*1305	Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung																
*1306	1280	1420	0.8	3.5	-8.4	4.5	-18.1	18	-36	3120	2960	140	130	12	14	0/72	140
*1307	Nicht meßbar wegen Halbleiterbildung																
*1308	1300	1410	0.7	3.5	-8.5	4.3	-8.8	9.1	-35	3100	2950	130	120	10	12	0/72	100
*1309	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintems																
*1310	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintems																
*1311	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintems																
*1312	1300	1330	2.3	3.6	-6.4	4.1	-8.9	9.2	-27	3330	3160	140	130	11	11	0/72	130
*1313	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sintems																
*1314	1300	1450	2.5	2.7	-7.9	3.2	-7.1	7.9	-36	3150	2990	160	150	10	11	0/72	160
*1315	1300	1310	0.7	2.6	-7.4	5.5	-8.9	9.2	-25	5060	4810	230	220	12	14	0/72	920

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Tabelle 1013

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)	Produkt CR (Ω·F)	Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)				Feuchtigkeits- beständigkeit- Belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)		
				-25°C	25°C	85°C	125°C			315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung				
1316	1280	1590	0.7	2.5	-6.7	3	-8	8.4	-40	4900	4660	230	220	12	14	0/72	970
1317	1280	1450	0.6	2.7	-6.5	3.0	-7.5	8	-36	4960	4710	220	210	13	15	0/72	960
1318	1280	1570	0.7	3	-7.5	3.5	-7.7	8.2	-39	5000	4750	250	240	12	14	0/72	850
1319	1300	1110	0.6	2.6	-7.8	3.7	-8.5	8.8	-15	5100	4850	210	200	12	14	0/72	840
1320	1300	940	0.6	2.5	-7.6	4.1	-7.8	8.1	-12	5120	4860	190	180	12	14	0/72	900
1321	1300	1530	0.6	2.7	-7.4	4	-7.6	8	-40	5070	4820	200	190	12	14	0/72	890
1322	1300	1460	0.7	3	-6.6	4.2	-7.4	7.9	-37	5200	4940	250	240	13	15	0/72	910
1323	1300	1340	0.6	3.1	-7.6	4	-7.8	8.2	-26	5230	4970	250	240	13	15	0/72	870
1324	1280	1230	0.7	2.5	-7	3.7	-7.6	7.9	-22	5260	5000	210	200	12	14	0/72	860
1325	1300	1560	0.6	2.7	-7.1	4	-7.3	7.7	-40	5100	4850	190	180	12	14	0/72	890
1326	1300	1580	0.6	2.6	-6.7	4.1	-7.5	7.8	-40	5020	4770	190	180	12	14	0/72	950
1327	1300	1430	0.7	2.5	-7.4	4.2	-7.5	7.8	-36	5110	4860	230	220	13	15	0/72	930
1328	1280	1430	0.6	2.5	-7.5	4.1	-7.8	8	-36	4980	4730	250	240	12	14	0/72	900
1329	1280	1440	0.6	2.3	-7.6	4	-7.7	8	-36	5080	4830	190	180	12	14	0/72	890
1330	1300	1430	0.7	2.7	-7.3	3.8	-7.8	8.1	-36	5060	4810	200	190	13	15	0/72	910
1331	1300	1340	0.6	2.6	-7.1	4	-7.9	8.2	-26	4990	4740	200	190	12	14	0/72	880

[0139] Wie aus Tabelle 1012 und Tabelle 1013 offensichtlich, besitzt der Keramikkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -40% bei einer angelegten Gleichspannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger, wobei überdies

die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalsstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ und den X7R-Niveau-Merkmalsstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0140] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie $4900 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. $190 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0141] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt wurde, wird hierin nachstehend beschrieben.

[0142] In der Zusammensetzung von $(\text{BaO})_m \text{TiO}_2 + \alpha \text{M}_2\text{O}_3 + \beta \text{BaZrO}_3 + \gamma \text{MnO}$ (worin M_2O_3 mindestens eines von entweder Sc_2O_3 und Y_2O_3 widerspiegelt, und α , β bzw. γ jeweils ein Molverhältnis repräsentieren), ist ein M_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 1301, nicht bevorzugt, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt. Andererseits wird auch ein M_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,06, wie gezeigt in der Probe Nr. 1302, nicht zu bevorzugt, weil die spezifische dielektrische Konstante auf weniger als 900 verringert wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des M_2O_3 -Gehaltes α auf $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$.

[0143] Es wird nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β gleich Null ist, wie in der Probe Nr. 1303, weil der Isolationswiderstand niedrig ist und die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes größer ist als diejenige des Zusammensetzungssystems, welches BaZrO_3 enthält. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β mehr als 0,06 beträgt, wie in der Probe Nr. 1304, weil die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beträgt der bevorzugte Bereich des BaZrO_3 -Gehaltes β $0,005 \leq \beta \leq 0,06$.

[0144] Wie in der Probe Nr. 1305 ersichtlich, wird es nicht bevorzugt, daß der MgO -Gehalt γ gleich 0,001 ist, da Messungen aufgrund von Halbleiterbildung unmöglich werden. Es wird nicht bevorzugt, daß der MgO -Gehalt γ 0,13 übersteigt, wie in der Probe Nr. 1306, weil die Temperaturcharakteristik die X7R-Charakteristik nicht erfüllt, wobei überdies der Isolationswiderstand niedrig ist und die mittlere Lebensdauer verkürzt ist. Folglich ist der bevorzugte Bereich des MgO -Gehaltes γ in dem Bereich von $0,001 < \gamma \leq 0,13$.

[0145] Es wird nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m kleiner als 1,000 ist, wie in der Probe Nr. 1307, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 1308, das BaO/TiO_2 -Verhältnis m gleich 1,000 ist, weil der Isolationswiderstand sowie die Wechsel- und Gleichstrom-Durchbruchsspannung niedrig wird, wobei überdies die mittlere Lebensspanne verkürzt wird. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m über 1,035 beträgt, wie in den Proben Nr. 1309 und 1310, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich werden. Folglich wird ein BaO/TiO_2 -Verhältnis m im Bereich von $1,000 < m \leq 1,035$ bevorzugt.

[0146] Es wird nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente gleich Null ist, wie in den Proben Nr. 1311 und 1313, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich sind. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile übersteigt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1312 und 1314, weil der dielektrische Verlust 1,0 übersteigt und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchschlagsspannung verringert werden, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich liegt der bevorzugte Gehalt entweder der ersten oder der zweiten Komponenten im Bereich von 0,2 bis 3,0 Gewichtsteilen.

[0147] Der Gehalt der in Bariumtitanat als Verunreinigungen enthaltenen Erdalkalimetalloxide wird auf unter 0,02 Gew.-% gehalten, weil, wie in der Probe Nr. 1315, wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% überschreitet, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 11)

[0148] Ein Material mit einer Zusammensetzung von $\text{Ba}_{0,1,010} \cdot \text{TiO}_2 + 0,02 \text{Y}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{BaZrO}_3 + 0,04 \text{MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitanat in Tabelle 1A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$, wie gezeigt in Tabelle 1006, mit einer mittleren Teilchengröße von $1 \mu\text{m}$ oder weniger, hergestellt durch Erwärmung des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C , als die erste Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1014 gezeigt. Die Proben Nr. 1401 bis 1422 in Tabelle 1014 entsprechen jeweils den Proben Nr. 1101 bis 1122 in der Tabelle 1006. Beispielsweise wurde die Probe Nr. 1401 in der Tabelle 1014 durch Zusetzen der Neben-

komponente der Probe Nr. 1101 in der Tabelle 1006 erhalten.

Tabelle 1014

Probe Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Konstante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)	Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)				Produkt CR (Ω·F)				Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Feuchtigkeits- beständigkeit- Belastungs- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)		
					$\Delta C/C_{20}$		$\Delta C/C_{15}$	$\Delta C/C_{15}$	Maxi- num- wert		315V		945V				
					-25°C	85°C	-55°C	125°C	$\Delta C/C_{20}$	$\Delta C/C_{15}$	$\Delta C/C_{15}$	25°C	25°C	150°C	150°C	150°C	150°C
1401	1280	1420	0.7	2.4	-8.1	3.2	-8.3	8.5	-35	4950	4700	210	200	12	14	072	900
1402	1300	1430	0.6	2.2	-8.3	3.7	-8.5	8.7	-37	4980	4730	220	210	13	15	072	910
1403	1280	1460	0.6	2.4	-7.8	4	-8.1	8.3	-36	5100	4850	200	190	12	14	072	860
1404	1300	1480	0.7	2.1	-7.9	4.1	-8	8.2	-37	5000	4750	230	220	12	15	072	870
1405	1300	1440	0.7	2.1	-7.8	3.7	-8.2	8.4	-36	5080	4830	220	210	13	14	072	880
1406	1300	1440	0.7	2.6	-8.1	3.6	-8.5	8.8	-36	5070	4820	200	190	13	15	072	910
1407	1300	1430	0.8	2.7	-8.5	3.7	-8.5	8.8	-35	5120	4860	210	200	13	14	072	930
1408	1280	1450	0.6	2.9	-8.4	4	-8.5	8.8	-37	5160	4900	210	200	12	14	072	970
1409	1280	1470	0.7	2.5	-7.9	4.1	-8.1	8.4	-36	5000	4750	200	190	12	14	072	900
1410	1280	1480	0.6	2.6	-7.6	3.7	-8.3	8.5	-37	5140	4880	220	210	13	14	072	880
1411	1300	1430	0.7	2.5	-7.5	3.8	-8.2	8.3	-35	5100	4850	210	200	13	15	072	890
1412	1280	1420	0.6	2.3	-8	3.7	-8.4	8.5	-35	5120	4860	200	190	12	14	072	930
1413	1350				Nicht meßbar wegen ungültigen Sintems												
1414	1350				Nicht meßbar wegen ungültigen Sintems												
1415	1350	1450	1.5	2.7	-7.9	4	-8	8.4	-37	4900	4660	180	170	11	13	4572	140
1416	1350				Nicht meßbar wegen ungültigen Sintems												
1417	1350				Nicht meßbar wegen ungültigen Sintems												
1418	1300	1430	0.8	2.8	-8	4.2	-8.2	8.6	-35	5030	4780	200	190	11	14	072	900
1419	1350	1440	1.5	2.6	-8.1	4	-8.3	8.5	-36	4980	4730	190	180	11	13	2372	130
1420	1300	1460	0.7	2.6	-8.3	3.9	-8	8.5	-37	5000	4750	200	190	12	13	072	880
1421	1350	1450	1.5	2.4	-8.2	3.7	-8.2	8.7	-37	4970	4720	190	180	11	13	3972	150
1422	1350	1460	1.3	2.4	-8.3	3.7	-8.5	8.7	-37	4990	4740	190	180	11	13	3672	160

[0149] Wie ersichtlich aus den Proben Nr. 1401 bis 1412, 1418 und 1420 in der Tabelle 1014, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben erhalten, in welchen Oxide der Proben Nr. 1101 bis 1112, 1118 und 1120 in

der Tabelle 1006 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben von den geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A ($X = 20, y = 80, z = 0$), B ($X = 10, y = 80, z = 10$), C ($X = 10, y = 70, z = 20$), D ($X = 35, y = 45, z = 20$), E ($x = 45, y = 45, z = 10$) und F ($x = 45, y = 55, z = 0$), (worin x, y und z Mol-% repräsentieren, w ein Molverhältnis repräsentiert und w im Bereich von $0,3 \leq w < 1,0$ in der Zusammensetzung auf der Linie A-F liegt) innerhalb des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$, gezeigt in **Fig. 4**, als Nebenkomponenten zugesetzt, wobei die Proben ein so geringes Kapazitäts-Verringerungsverhältnis wie innerhalb -40 % bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^\circ\text{C}$ und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^\circ\text{C}$, erfüllt.

[0150] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie $4900 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. $200 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchschlagspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, welche so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0151] Wenn, im Gegensatz dazu, die Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$, außerhalb des obenstehend beschriebenen Zusammensetzungsbereiches liegen, wie gezeigt in den Proben Nr. 1113 bis 1117 und 1119 in der Tabelle 1006, wird das Sintern ungenügend, oder viele Proben werden im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, sogar nach dem Sintern, abgelehnt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1413 bis 1417 und 1419 in der Tabelle 1014. Die Proben mit einer Zusammensetzung, welche auf die Linie A-F fällt, und $W = 1,0$, wie in den Proben Nr. 1119 und 1121 in der Tabelle 1006, besitzen eine hohe Sintertemperatur, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1419 und 1421 in der Tabelle 1014. Wenn der Wert von w geringer als 0,30 ist, wie gezeigt in Probe Nr. 1122 in der Tabelle 1006, wird die Sintertemperatur hoch, wobei überdies viele Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest verursacht werden, wie ersichtlich in der Probe Nr. 1422 in der Tabelle 1014.

(Beispiel 12)

[0152] Ein Material mit einer Zusammensetzung von $\text{BaO}_{1,010}\cdot\text{TiO}_2 + 0,02 \text{ Sc}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ BaZrO}_3 + 0,04 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitatanat in der Tabelle 1A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in der Tabelle 1008, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger, hergestellt durch Erwärmung des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C , als die zweite Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtmaßnahmen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1015 gezeigt. In der Tabelle 1015 entsprechen die Proben Nr. 1501 bis 1519 den Proben Nr. 1201 bis 1219 in der Tabelle 1008. Zum Beispiel wurde die Probe Nr. 1501 in der Tabelle 1015 durch Zusetzen der Nebenkomponente der Probe Nr. 1201 in der Tabelle 1008 erhalten.

Tabelle 1015

Proben-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrische Verlusttan ⁶ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)			Gleichspannungsspannungscharakteristik (%) Δ C/C ₂₅	Maximales Werte um. 25°C	Produkt CR (Ω F)			Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbelastigkeits-Test: Auschüttzahl	Mittlere Lebensdauer (h)			
				-25°C	85°C	125°C			315V angelegte Spannung 25°C	945V angelegte Spannung 150°C	945V angelegte Spannung 150°C						
1501	1300	1440	1	2.3	-7.3	2.3	-7.6	8	-35	4950	4700	190	180	13	15	0.772	920
1502	1300	1430	1.1	2.2	-7.2	2.2	-7.8	8.2	-35	4970	4720	200	190	12	14	0.772	890
1503	1300	1460	1.2	2.1	-7.7	2.1	-7.7	8.1	-36	5000	4750	190	180	13	15	0.772	920
1504	1300	1420	1.1	2.1	-7.6	2.3	-7.8	8.2	-34	5020	4770	230	220	13	15	0.772	960
1505	1300	1470	1	2.3	-7.4	2.2	-7.6	8.1	-37	4960	4710	200	190	12	14	0.772	880
1506	1300	1450	1.2	2.2	-7.2	2.1	-7.9	8.2	-36	5100	4850	200	190	12	15	0.772	940
1507	1300	1420	1.2	2.3	-7.3	2.3	-7.9	8.2	-34	5020	4770	200	190	12	14	0.772	950
1508	1300	1430	1.2	2.3	-7.5	2.4	-8.1	8.2	-35	5060	4810	230	220	12	14	0.772	870
1509	1300	1440	1.1	2.1	-7.2	2.3	-7.8	8.2	-35	5050	4800	210	200	12	14	0.772	890
1510	1300	1480	1.2	2.2	-7.3	2.4	-8	8.1	-37	5020	4770	200	190	12	14	0.772	900
1511	1300	1460	1.1	2.3	-7.1	2.4	-7.8	8.3	-36	5290	5030	310	300	13	15	0.772	960
1512	1300	1440	1.2	2.4	-7.3	2.3	-7.6	8.1	-35	5300	5040	320	300	12	14	0.772	950
1513	1350	1420	1.1	2.3	-7.2	2	-7.7	8.1	-34	4820	4580	210	200	11	13	4.6772	150
1514	1350																
1515	1350																
1516	1350	1430	1.2	2.2	-7.3	2.5	-7.7	8.1	-34	4790	4550	210	200	11	13	7.2772	130
1517	1350																
1518	1350																
1519	1350																

Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns

[0153] Wie aus den Proben Nr. 1501 bis 1512 in der Tabelle 1015 offensichtlich ist, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben erhalten, in welche Oxide der Proben Nr. 1201 bis 1212 in der Tabelle 1008 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben von den geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (X = 85, y = 1, z = 14), B (X = 35, y = 51, z = 14), C (X = 30, y = 20, z = 50) und D (X = 39, y = 1, z = 60), (worin x, y und, z Mol-% repräsentieren) des Drei-Komponenten-Pha-

sendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in **Fig. 5**, als eine Nebenkomponente zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -40% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C, erfüllt.

[0154] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 4900 Ω·F oder mehr bzw. 190 Ω·F oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchschlagspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, welche so lang wie 800 Stunden oder mehr war, und es wurden keine Ausschußfälle im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest gefunden, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0155] Wenn das Oxid $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ eine Zusammensetzung außerhalb der obenstehend beschriebenen Zusammensetzung aufweist, wie in den Proben Nr. 1213 bis 1219 in der Tabelle 1008, wird im Gegensatz dazu das Sintern ungenügend, oder viele Ausschußfälle erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, sogar nach dem Sintern, wie ersichtlich in den Proben Nr. 1513 bis 1519 in der Tabelle 1015.

[0156] Während ein monolithischer Kondensator mit einem Isolationswiderstand von 5290 Ω·F oder mehr bzw. 310 Ω·F oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter einem starken elektrischen Feld von 10 kV/mm erhalten werden kann, wie gezeigt in den Proben Nr. 1511 und 1512 in der Tabelle 1015, indem zugelassen wird, daß Al_2O_3 und/oder ZrO_2 in den $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxiden enthalten sind, wie in der Probe Nr. 1211 und 1212 in der Tabelle 1008, wird das Sintervermögen extrem verringert, wenn Al_2O_3 und ZrO_2 in Mengen von 15 Gewichtsteilen oder mehr bzw. 5 Gewichtsteilen oder mehr zugegeben werden, wie in den Proben Nr. 1217 und 1218 in der Tabelle 1008.

(Beispiel 13)

[0157] Nach Herstellen und Abwiegen von TiCl_4 und $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ von vielfältiger Reinheit als Ausgangsmaterialien wurden die Verbindungen als Titanylbariumoxalat ($\text{Ba-TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) durch Zusetzen von Oxalsäure gefällt. Dieses Präzipitat wurde durch Erwärmen bei einer Temperatur von 1000°C oder mehr zersetzt, um vier Arten von Bariumtitannat, aufgelistet in Tabelle 1, zu synthetisieren.

[0158] Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jede Komponente der ersten Nebenkomponente wurden so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsvorhältnis (Molverhältnis) von 0,25 Li_2O -0,65(0,30 TiO_2 -0,70 SiO_2)-0,10 Al_2O_3 vorliegt, um durch Zerkleinern und Mischen ein Pulver zu erhalten.

[0159] In gleicher Weise wurden Oxide, Carbonate oder Hydroxide als jede Komponente der zweiten Nebenkomponente so abgewogen, daß ein Zusammensetzungsvorhältnis (Molverhältnis) von 0,66 SiO_2 -0,17 TiO_2 -0,15 BaO -0,02 MnO (Molverhältnis) vorliegt, um ein Pulver durch Zerkleinern und Mischen zu erhalten.

[0160] Oxidpulver der ersten und zweiten Nebenkomponenten wurden in getrennte Platin-Tiegel gebracht und auf 1500°C erwärmt. Nach Abschrecken und Zerkleinern der Mischung wurde jedes Oxidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger erhalten.

[0161] Im nächsten Schritt wurden BaCO_3 zur Einstellung des Molverhältnisses Ba/Ti (m) in Bariumtitannat, Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 und Yb_2O_3 , und BaZrO_3 , MgO und MnO , jeweils mit einer Reinheit von 99% oder mehr, hergestellt. Diese Rohmaterialpulver und die obenstehend beschriebenen Oxide, welche eine von der ersten oder zweiten Nebenkomponente sein sollen, wurden so abgewogen, daß die in der Tabelle 2002 und Tabelle 2003 gezeigten Zusammensetzungen gebildet werden. Die Zugabemengen der ersten und zweiten Nebenkomponenten sind durch Gewichtsteile relativ zu 100 Gewichtsteilen der wesentlichen Komponente $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{R}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MgO} + \text{gMnO}$ angegeben.

Tabelle 2002

Pro- be Nr.	Art von BaTiO, (BaO) _m · TiO _n + αR ₂ O ₃ + βBaZrO ₃ + γMgO + gMnO	α						Gesamt α	β	γ	9	γ + 9	m	Zugabemenge der ersten Ne- benkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Ne- benkomponente (Gewichtsteile)	* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"
		Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃									
*2001	2A	0	0.0008	0	0	0	0	0	0.0008	0.02	0.0015	0.0015	0.003	1.005	1	0
*2002	2A	0	0	0	0.04	0.03	0	0	0.07	0.03	0.04	0.09	0.13	1.01	1	0
*2003	2A	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0.04	0	0.04	0.038	0.078	1.01	1.5	0
*2004	2A	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	0.08	0.03	0.02	0.05	1.01	1.5	0
*2005	2A	0.02	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.01	0.039	0.04	1.01	1	0
*2006	2A	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	1.01	1	0
*2007	2A	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.06	0.125	0.005	0.13	1.01	1.5	0
*2008	2A	0	0	0.04	0	0.02	0	0	0.02	0.03	0.039	0.001	0.04	1.01	1	0
*2009	2A	0	0.04	0.01	0.01	0	0	0	0.06	0.02	0.005	0.125	0.13	1.01	1	0
*2010	2A	0	0	0	0.02	0	0	0	0.06	0.03	0.04	0.1	0.14	1.01	1	0
*2011	2A	0.03	0	0	0	0	0	0	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.99	1	0
*2012	2A	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04	0.015	0.005	0.02	1.038	1	0
*2013	2A	0	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	1.05	0	1
*2014	2A	0	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	1.00	1	0
*2015	2A	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	1.01	5	0
*2016	2A	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	1.01	0	0
*2017	2A	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.015	0.005	0.02	1.01	0	4
*2018	2D	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	0.03	0.02	0.05	1.01	2	0	0
*2019	2A	0.02	0.01	0	0.02	0	0	0	0.05	0.02	0.05	0.07	0.12	1.015	1	0
2020	2B	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	1.02	1	0
2021	2C	0	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.05	1.01	2	0	0
2022	2A	0.05	0	0	0	0	0	0	0.06	0.03	0.12	0.002	0.122	1.03	1.5	0
2023	2A	0.01	0	0.04	0	0	0	0	0.06	0.03	0.06	0.07	0.13	1.02	1	0
									0.002	0.12	0.122	1.01	0	-1	-1	

Tabelle 2003

Pro- be Nr.	Art von BaTiO ₃	α						α	Gesamt α	β	γ	ϑ	$\gamma + \vartheta$	m	Zugabemenge der ersten Ne- benkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Ne- benkomponente (Gewichtsteile)
		Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃							
2024	2A	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0.02	0.0015	0.003	1.01	1	0
2025	2A	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0.02	0.02	0.03	0.05	1.01	1	0
2026	2A	0	0	0	0.02	0	0	0.01	0	0.03	0.02	0.03	0.02	1.015	0	1
2027	2A	0.02	0	0	0	0.02	0	0	0	0.04	0.02	0.03	0.05	0.08	1.01	1
2028	2A	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0.05	0.02	0.05	0.06	1.01	1	0
2029	2A	0	0.02	0	0.04	0	0	0	0	0.06	0.02	0.06	0.062	1.0122	1	0
2030	2A	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0.02	0.005	0.02	0.03	0.05	1.01	1
2031	2A	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0.02	0.02	0.06	0.02	0.04	1.01	1
2032	2A	0	0.02	0	0	0.01	0	0	0	0.03	0.03	0.02	0.04	1.01	1	0
2033	2A	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.04	1.035	2	0
2034	2A	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	1.015	0.2
2035	2A	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.01	0.03	0.015	0.005	0.02	1.01	3
2036	2A	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	1.01	0
															3	

[0162] Organische Lösungsmittel, wie Polyvinylbutyral-Bindemittel und Ethanol, wurden zu den abgewogenen Verbindungen zugesetzt, welche in einer Kugelmühle in nassem Zustand vermischt wurden, um eine keramische Aufschlämmung herzustellen. Diese keramische Aufschlämmung wurde durch ein Rakelmesser-Verfahren zu einem Blatt geformt, wodurch man eine rechteckig geformte Grünfolie mit einer Dicke von 35 µm er-

hielt, gefolgt von Aufdrucken einer elektrisch leitenden, hauptsächlich aus Ni aufgebauten, Paste auf die keramische Grünfolie, um eine Schicht der elektrisch leitenden Paste zur Bildung von Innenelektroden zu formen. [0163] Danach wurde eine Vielzahl der keramischen Grünfolien, auf welchen die elektrisch leitende Schicht gebildet ist, so laminiert, daß die Seiten, auf welchen die elektrisch leitende Paste nach außen blickt, abwechselnd übereinander aufgebracht sind, wodurch man einen monolithischen Körper erhält. Dieser monolithische Körper wurde bei 350°C in einer N₂-Atmosphäre erwärmt, und der monolithische Körper wurde, nach Zulassen, daß sich das Bindemittel zersetzt, bei den Temperaturen, gezeigt in Tabelle 2004 und Tabelle 2005, in einer reduzierenden Atmosphäre, umfassend H₂-N₂-H₂O-Gase, unter einem Sauerstoffpartialdruck von 10⁻⁹ bis 10⁻¹² MPa zwei Stunden lang gebrannt, wodurch man einen keramischen gesinterten Körper erhielt.

[0164] Die beiden Seitenflächen des keramischen gesinterten Körpers wurden mit einer Silberpaste beschichtet, enthaltend B₂O₃-Li₂O-SiO₂-BaO-Glasfritten, und bei einer Temperatur von 600°C in einer N₂-Atmosphäre gebrannt, wodurch elektrisch mit den Innenelektroden verbundene Außenelektroden erhalten wurden.

[0165] Die Gesamtabmessungen des so erhaltenen monolithischen Keramikkondensators beliefen sich auf 5,0 mm Breite, 5,7 mm Länge und 2,4 mm Dicke, während die Dicke der dielektrischen Keramikschicht 30 µm betrug. Die Gesamtanzahl der effektiven dielektrischen Keramikschichten belief sich auf 57, wobei die Fläche der gegenüberliegenden Elektrode pro einer Schicht $8,2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ betrug.

[0166] Die elektrischen Merkmale dieser monolithischen Keramikkondensatoren wurden gemessen. Die elektrostatische Kapazität (C) und der dielektrische Verlust ($\tan \delta$) wurden gemessen unter Verwendung eines Messinstruments vom automatischen Brücken-Typ bei 1 kHz, 1 Vrms und 25°C, und die dielektrische Konstante (ϵ) wurde aus der elektrostatischen Kapazität berechnet. Als Nächstes wurde der Isolationswiderstand unter Verwendung einer Isolationswiderstand-Testvorrichtung bei 25°C und 150°C durch Anlegen von Gleichspannungen von 315 V (oder 10 kV/mm) und 945 V (oder 30 kV/mm) während 2 Minuten gemessen, wodurch ein Produkt der elektrostatischen Kapazität und des Isolationswiderstandes, oder ein Produkt CR erhalten wurde.

[0167] Die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen wurde ebenfalls gemessen. Die Änderungsrate bei -25°C und 85°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 20°C als Standard ($\Delta C/C20$), die Änderungsrate bei -55°C und 125°C durch Heranziehen der elektrostatischen Kapazität bei 20°C als Standard ($\Delta C/C25$) und der Maximumwert der Änderungsrate ($|\Delta C|_{\max}$) als Absolutwert im Temperaturbereich von -55°C bis 125°C wurden als die elektrostatischen Kapazitäten gegenüber Temperaturänderungen gemessen.

[0168] Auch die Gleichstromvorspannungs-Charakteristik wurde ausgewertet. Zuerst wurde die elektrostatische Kapazität, als eine Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms angelegt wurde, gemessen. Danach wurde die elektrostatische Kapazität, als eine Gleichspannung von 150 V und eine Wechselspannung von 1 kHz und 1 Vrms gleichzeitig angelegt wurden, gemessen, wodurch die Verringerungsrate der elektrostatischen Kapazität ($\Delta C/C$) aufgrund des Ladens bzw. Anlegens der Gleichspannung berechnet wurde.

[0169] Im Hochtemperatur-Belastungstest wurde eine Gleichspannung von 750 V (oder 25 kV/mm) bei 150°C an 36 Stücken jeder Probe angelegt, um die zeitabhängigen Änderungen des Isolationswiderstandes zu messen. Die Zeit, an der Isolationswiderstand jeder Probe auf unter 10⁶ Ω verringert wurde, wurde als die Lebensdauer-Zeit definiert, und die mittlere Lebensdauer-Zeit wurde ausgewertet.

[0170] In dem Feuchtigkeits-Beständigkeitstest wurde die Anzahl der Teststücke mit einem Isolationswiderstand von 10⁶ Ω oder weniger unter den 72 Teststücken nach Anlegen einer Gleichspannung von 315 V unter einem atmosphärischen Druck von 2 atm (relative Feuchtigkeit 100%) bei 120°C während 250 Stunden gezählt.

[0171] Die Isolationsdurchbruchsspannungen unter Wechsel- und Gleichspannungen wurden gemessen durch Anlegen von Wechsel- und Gleichspannungen bei einer Spannungszuwachsrate von 100 V/sec.

[0172] Die obenstehend beschriebenen Ergebnisse sind in der Tabelle 2004 und der Tabelle 2005 aufgelistet.

Tabelle 2004

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (°C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust $\tan \delta$ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)			Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)			Produkt CR (ΩF)			Isolations- durchschlag- spannung (kV/mm)	Wech- sel- strom Gleich- strom	Feuchtigkeits- beständigkeitss- test: Aus- schußzahl	Mittlere Lebens- dauer (h)	
				-25°C	85°C	125°C	Maxi- mum- wert	$\Delta C/C_{25}$	$\Delta C/C_{125}$	25°C	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung			
*2001	1300	2030	0.8	2.4	-8.6	4.3	-12.5	13.4	-5.6	3040	2890	110	110	13	14	0/72	850
*2002	1300	860	1	3.5	-14.9	6.5	-23.4	23.4	-14	5070	4820	240	230	13	14	0/72	170
*2003	1280	1350	0.9	3.6	-8.5	3.3	-13.4	13.4	-30	3020	2110	120	80	12	14	0/72	800
*2004	1300	1420	1	3.5	-13.2	4	-28.6	28.6	-36	5120	4860	210	200	12	14	0/72	120
*2005	1280	1550	0.9	3.6	-13.2	4	-17.2	17.2	-41	3040	2890	120	110	13	14	0/72	880
*2006	1360	1080	2.5	2.9	-9.1	4.5	-12.8	12.8	-16	5080	4830	220	210	12	14	4/9/72	180
*2007	Nicht messbar wegen Halbleiterbildung																
*2008	1280	1060	0.8	4.2	-9.2	4.5	-18.3	18.3	-16	3060	2910	140	130	12	14	0/72	110
*2009	1280	1040	2.5	3.1	-9	4.1	-13.5	13.5	-15	5080	4830	230	220	12	14	15/72	100
*2010	Nicht messbar wegen Halbleiterbildung																
*2011	1300	1460	0.9	3.4	-9.4	3.8	-13.4	13.4	-38	3180	3020	170	160	10	11	0/72	190
*2012	Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens																
*2013	Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens																
*2014	Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens																
*2015	1300	1470	2.7	3.5	-9.3	4	-12.9	12.9	-39	3160	3000	180	170	10	12	0/72	150
*2016	Nicht messbar wegen ungenügenden Sintens																
*2017	1300	1920	2.6	3.2	-9.1	3.8	-12.7	12.7	-55	3250	3090	170	160	11	11	0/72	120
*2018	1300	1050	0.8	3	-8.7	4.2	-13.5	13.5	-15	5140	4880	250	240	13	15	0/72	850
*2019	1280	1230	0.7	2.8	-8.9	3.8	-12.8	12.8	-22	5080	4830	260	250	12	15	0/72	890
*2020	1280	1560	0.8	2.7	-9	3.8	-13.6	13.6	-42	5060	4810	270	260	12	14	0/72	920
*2021	1280	1080	0.7	2.9	-9.2	3.7	-13.5	13.5	-16	5200	4940	280	270	12	15	0/72	890
*2022	1300	1060	0.8	3	-9.4	3.9	-13.7	13.7	-16	5160	4900	260	250	12	14	0/72	850
*2023	1300	1070	0.7	3.2	-9	4	-13.8	13.8	-16	5220	4960	250	240	13	15	0/72	900

Tabelle 2005

Pro- be Nr.	Brenn- temp. (*C)	Dielek- trische Kon- stante	Dielek- trischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleich- stromvor- spannungs- charak- teristik (%)	Produkt CR (Ω·F)				Mittlere Lebens- dauer (h)				
				-25°C	85°C	Δ C/C ₂₅	Maxi- mum- wert		315V angelegte Spannung 25°C	945V angelegte Spannung 150°C	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung					
2024	1300	2010	0.9	3.4	-8.9	4	-13.6	14	-56	5260	5000	250	240	12	14	0772	830
2025	1300	1530	0.8	3.4	-8.7	4.1	-12.9	13	-42	5280	5020	280	270	12	14	0772	840
2026	1280	1470	0.8	3	-8.8	3.9	-13	13	-38	5100	4850	240	230	13	14	0772	890
2027	1280	1360	0.7	2.9	-8.9	3.8	-12.8	13	-32	5160	4900	260	250	12	14	0772	820
2028	1300	1220	0.7	3.5	-9.2	3.5	-13.2	13	-22	5290	5030	230	220	13	14	0772	870
2029	1300	1050	0.7	3.3	-9.3	3.8	-13.8	14	-15	5060	4810	210	200	12	14	0772	900
2030	1300	1550	0.7	3.2	-9.1	3.8	-13.5	14	-41	5120	4860	260	250	12	14	0772	830
2031	1280	1570	0.7	3	-9	4	-12.8	13	-41	5180	4920	250	240	12	15	0772	810
2032	1280	1430	0.7	3.5	-8.9	4.1	-13	13	-37	5280	5020	250	240	12	14	0772	860
2033	1300	1580	0.7	4	-8.8	3.9	-13.7	14	-41	5160	4900	230	220	12	14	0772	810
2034	1300	1600	0.7	4.1	-8.7	3.9	-13.5	14	-45	5090	4840	260	250	12	14	0772	870
2035	1300	1600	0.7	3.2	-9	3.5	-13.9	14	-45	5100	4850	250	240	13	14	0772	850
2036	1280	1540	0.7	3.5	-8.9	3.6	-12.9	13	-43	5160	4900	280	270	13	14	0772	880

[0173] Es ist aus Tabelle 2002 bis Tabelle 2005 offensichtlich, daß der monolithische Keramikkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb von -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von weniger als 1,0% aufweist, wobei die Änderungsrate gegenüber Temperaturänderungen sowohl den B-Niveau-Merkmalstandard, festge-

legt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ als auch den X7R-Niveau-Merkmalstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0174] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie $5000 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. $200 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm unter der Gleichspannung. Weiterhin ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0175] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt war, wird hierin nachstehend beschrieben werden.

[0176] In der Zusammensetzung von $(\text{BaO})_m\text{TiO}^2 + \alpha\text{R}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MgO} + g\text{MnO}$ (worin R_2O_3 mindestens eine Verbindung repräsentiert, gewählt aus Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 und Yb_2O_3 , und α , β , γ und g jeweils Molverhältnisse repräsentieren) ist ein R_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 2001, nicht zu bevorzugen, weil der Isolationswiderstand niedrig ist und das Produkt CR klein wird. Andererseits wird auch ein R_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,06, wie gezeigt in der Probe Nr. 2002, nicht bevorzugt, weil die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt, wobei sie eine schlechte Zuverlässigkeit aufweist. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des R_2O_3 -Gehaltes α auf $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$.

[0177] Ein BaZrO_3 -Gehalt β von Null, wie in der Probe Nr. 2003, ist nicht zu bevorzugen, weil der Isolationswiderstand niedrig ist und die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes größer ist als diejenige des Zusammensetzungssystems, welches BaZrO_3 enthält. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β mehr als 0,06 beträgt, wie in der Probe Nr. 2004, weil die Temperaturcharakteristik die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik nicht erfüllt, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des BaZrO_3 -Gehaltes β auf $0,005 \leq \beta \leq 0,06$.

[0178] Es wird nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2005, der MgO -Gehalt γ gleich 0,001 ist, weil der Isolationswiderstand niedrig wird und die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt. Andererseits wird es nicht bevorzugt, daß der MgO -Gehalt γ 0,12 übersteigt, wie in der Probe Nr. 2006, weil die Sintertemperatur hoch wird, der dielektrische Verlust 2,0% überschreitet, die Anzahl von Ausschußfällen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest extrem erhöht wird, wobei überdies die mittlere Lebensdauer kurz ist. Folglich liegt der bevorzugte Bereich des MgO -Gehalts γ im Bereich von $0,001 < \gamma \leq 0,12$.

[0179] Es wird nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2007, der MnO -Gehalt g gleich 0,001 ist, da eine Messung aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich wird. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß der MnO -Gehalt g 0,12 überschreitet, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2008, weil die Temperaturcharakteristik X7R nicht erfüllt wird und der Isolationswiderstand verringert wird, wobei überdies die mittlere Lebensdauer kurz wird. Folglich liegt der bevorzugte Bereich des MnO -Gehalts g im Bereich von $0,001 < g \leq 0,12$.

[0180] Es ist nicht zu bevorzugen, daß, wie in der Probe Nr. 2009, die vereinigte Menge von $\gamma + g$ des MgO -Gehaltes und MnO -Gehaltes 0,13 überschreitet, weil der dielektrische Verlust auf 2,0% erhöht wird und die mittlere Lebensdauer verkürzt wird, wobei überdies die Ausschußzahl im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest zunimmt. Folglich liegt die vereinigte Menge von $\gamma + g$ des MgO -Gehaltes und MnO -Gehaltes vorzugsweise im Bereich von $\gamma + g \leq 0,13$.

[0181] Es wird nicht zu bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m geringer als 1,000 ist, wie in der Probe Nr. 2010, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2011, das BaO/TiO_2 -Verhältnis m gleich 1,000 ist, weil der Isolationswiderstand sowie die Wechsel- und Gleichstrom-Durchschlagsspannung niedrig wird, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m über 1,035 beträgt, wie in den Proben Nr. 2012 und 2013, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinters unmöglich werden. Folglich ist ein BaO/TiO_2 -Verhältnis m im Bereich von $1,000 < m \leq 1,035$ zu bevorzugen.

[0182] Es ist nicht zu bevorzugen, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente gleich Null ist, wie in den Proben Nr. 2014 und 2016, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinters unmöglich sind. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile übersteigt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 2015 und 2017, weil der dielektrische Verlust 1,0%, überschreitet und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchschlagsspannung gesenkt werden, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beläuft sich der bevorzugte Gehalt entweder der ersten oder der zweiten Komponenten auf 0,2 bis 3,0 Gewichtsteile.

[0183] Der Gehalt der in Bariumtitat als Verunreinigungen enthaltenen Erdalkalimetalloxide wird auf unter 0,02 Gew.-% unterdrückt, weil, wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% überschreitet, wie in der Probe Nr. 2018, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 14)

[0184] Ein Material mit einer Zusammensetzung von $\text{BaO}_{1,010} \cdot \text{TiO}_2 + 0,03 \text{Gd}_2\text{O}_3 + 0,025 \text{BaZrO}_3 + 0,05 \text{MgO} + 0,01 \text{MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitanat in Tabelle 1A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O} \cdot (\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2 \cdot \text{MO}$, gezeigt in Tabelle 2006, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C, als die erste Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtabmessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 2006

Probe Nr.	Erste Nebenkomponente					
	Zugabemenge (Gewichtsteile)	Zusammensetzung (Mol-%, außer w)				
		Li_2O	$(\text{Si}_w\text{Ti}_{1-w})\text{O}_2$	w	Al_2O_3	ZrO_2
2101	1	20	80	0.3	0	0
2102	1	10	80	0.6	5	5
2103	0.8	10	70	0.5	20	0
2104	0.8	35	45	1	10	10
2105	1.5	45	45	0.5	10	0
2106	1.5	45	55	0.3	0	0
2107	1	20	70	0.6	5	5
2108	1	20	70	0.4	10	0
2109	1.2	30	60	0.7	5	5
2110	1.2	30	60	0.8	10	0
2111	2	40	50	0.6	5	5
2112	2	40	50	0.9	0	10
2113	1.5	10	85	0.4	5	0
2114	2	5	75	0.6	10	10
2115	1.2	20	55	0.5	25	0
2116	1	45	40	0.8	0	15
2117	0.8	50	45	0.7	5	0
2118	1.2	25	75	0.9	0	0
2119	1.5	25	75	1	0	0
2120	1	35	65	0.9	0	0
2121	1.5	35	65	1	0	0
2122	1.2	20	70	0.2	0	10

[0185] Dann wurden die elektrischen Merkmale durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2007 gezeigt.

Probe-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlusttan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromvorspannungscharakteristik (%)	Produkt CR (Ω·F)				Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auschutzzeit (h)				
				Δ C/C ₂₀		Δ C/C ₂₅	Maximumentwert		315V angelegte Spannung 25°C		945V angelegte Spannung 150°C	315V angelegte Spannung 150°C					
				-25°C	85°C	-55°C	125°C		5kV/mm	Δ C/C	5kV/mm	240	230				
2101	1280	1430	0.8	3.6	-9	4.2	-13.4	13	-37	5240	4980	240	230	0.72	850		
2102	1280	1460	0.8	3.8	-8.7	3.8	-13.5	14	-37	5130	4870	220	210	12	14	0.72	890
2103	1280	1490	0.8	4.1	-8.9	3.9	-13.6	14	-40	5170	4910	220	210	12	14	0.72	870
2104	1300	1420	0.8	4	-9	4	-14	14	-35	5090	4840	230	220	12	14	0.72	830
2105	1300	1430	0.9	3.2	-9.2	4.2	-13.8	14	-36	5080	4830	220	210	13	14	0.72	840
2106	1280	1400	0.8	3.6	-9.4	3.7	-13.7	14	-35	5100	4850	210	200	12	14	0.72	850
2107	1280	1460	0.8	3.5	-8.8	3.5	-13.9	14	-38	5160	4900	210	200	13	14	0.72	890
2108	1280	1460	0.8	4	-9.5	3.9	-12.8	13	-38	5240	4980	210	200	12	15	0.72	840
2109	1280	1420	0.9	3.8	-9.6	4.2	-12.5	13	-36	5230	4970	210	200	12	14	0.72	830
2110	1300	1470	0.8	3.5	-9.7	3.5	-13	13	-38	5200	4940	210	200	12	14	0.72	840
2111	1300	1430	0.8	3.9	-9.5	4.2	-13.8	14	-35	5180	4920	220	210	13	14	0.72	890
2112	1280	1420	0.8	4	-9.6	4.3	-13.6	14	-35	5270	5010	220	210	12	14	0.72	900
2113	1350	Nicht messbar wegen ungünstigen Sinters															
2114	1350	Nicht messbar wegen ungünstigen Sinters															
2115	1350	1230	1.8	3.5	-9.1	4	-13.8	14	-22	3800	3610	150	140	11	12	267/2	150
2116	1350	Nicht messbar wegen ungünstigen Sinters															
2117	1350	Nicht messbar wegen ungünstigen Sinters															
2118	1360	1480	0.9	3.8	9.3	4.6	-13.5	14	-37	5160	4900	220	210	12	14	0.72	860
2119	1350	1200	1.6	3.2	-8.8	3.8	-12.9	13	-20	3860	3670	120	110	11	12	207/2	160
2120	1300	1450	0.9	3	-8.9	3.8	-13.7	14	-38	5230	4970	230	220	12	14	0.72	840
2121	1350	1210	1.4	3.8	-8.9	3.5	-13.6	14	-21	3810	3620	130	120	11	12	347/2	130
2122	1350	1190	1.5	3.6	-9	4	-13.5	14	-20	3850	3680	100	90	11	12	297/2	180

[0186] Wie aus Tabelle 2006 und Tabelle 2007 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 2101 bis 2112, 2118 und 2120 erhalten, in welche die Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben

durch A ($X = 20, y = 80, z = 0$), B ($X = 10, y = 80, z = 10$), C ($X = 10, y = 70, z = 20$), D ($X = 35, y = 45, z = 20$), E ($X = 45, y = 45, z = 10$) und F ($X = 45, y = 55, z = 0$) (worin x, y und z Mol-% repräsentieren, und w ein Molverhältnis repräsentiert, wobei w im Bereich von $0,3 \leq w < 1,0$ ist, wenn es auf die Linie A-F fällt) des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$, gezeigt in **Fig. 4**, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0 oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^\circ\text{C}$ und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^\circ\text{C}$ erfüllt.

[0187] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm unter der Gleichspannung. Weiterhin ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0188] Wenn das durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$ repräsentierte Oxid eine Zusammensetzung außerhalb der obenstehend beschriebenen Zusammensetzung aufweist, wie in den Proben Nr. 2113 bis 2117 und 2119, wird andererseits das Sintern ungenügend oder viele Ausschußfälle erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, sogar nach dem Sintern. Wenn die Zusammensetzung auf die Linie A-F fällt und $w = 1,0$, wird die Sintertemperatur hoch, was eine große Zahl an Ausschuß-Stücken im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest ergibt, wie gezeigt in den Proben Nr. 2119 und 2121. Wenn der Wert von w geringer als 3,0 ist, wird die Sintertemperatur so hoch, daß viele Ausschuß-Stücke im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Test erscheinen, wie gezeigt in der Probe Nr. 2122.

(Beispiel 15)

[0189] Ein Material mit einer Zusammensetzung $\text{Ba}_{0,1,010}\text{-TiO}_2 + 0,03 \text{ Dy}_2\text{O}_3 + 0,02 \text{ BaZrO}_3 + 0,05 \text{ MgO} + 0,01 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitanat in der Tabelle 1A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{Si}_2\text{O-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in der Tabelle 2008, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C , als die zweite Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Zugabemengen von Al_2O_3 und ZrO_3 sind durch Gewichtsteile relativ zu 100 Gewichtsteilen der zweiten Nebenkomponente ($x\text{SiO}_2 - y\text{TiO}_2 - z\text{XO}$) angegeben. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 2008

Probe Nr.	Zugabe- menge (Gewichts- teile)	Wesentliche Komponente (Mol-%)							Zweite Nebenkomponente		
		SiO ₂	TiO ₂	XO					Al ₂ O ₃	ZrO ₂	
				BaO	CaO	SrO	MgO	ZnO			
2201	1	85	1	1	0	0	0	4	9	14	0
2202	1	35	51	0	10	0	0	0	4	14	0
2203	1	30	20	0	30	0	15	4	1	50	0
2204	1	39	1	20	20	2	0	13	5	60	0
2205	1	70	10	5	5	0	0	10	0	20	0
2206	1	45	10	0	0	0	0	15	30	45	0
2207	1	50	20	10	10	3	7	0	0	30	0
2208	1	50	30	0	16	0	0	0	4	20	0
2209	1	35	30	25	10	0	0	0	0	35	0
2210	1	40	40	10	0	0	0	5	5	20	0
2211	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	15
2212	1	45	22	3	30	0	0	0	0	33	10
2213	1	65	25	5	5	0	0	0	0	10	5
2214	1	25	40	15	0	10	0	5	5	0	0
2215	1	30	10	30	25	0	0	5	35	0	0
2216	1	50	0	35	15	0	0	0	60	0	0
2217	1	45	22	30	0	0	3	0	0	50	0
2218	1	45	22	30	0	3	0	0	33	25	0
2219	1	30	60	10	0	0	0	0	10	0	15

[0190] Dann wurden die elektrischen Merkmale durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2009 gezeigt.

Tabelle 2009

Probe-Nr.	Brenntemp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlusttan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)	Gleichstromverspannungscharakteristik (%)				Produkt CR (Ω F)				Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest: Aus-schulzzahl	Mittlere Lebens-dauer (h)		
					Δ C/C ₂₅				Maximumswert								
					-25°C	85°C	-55°C	125°C	Δ C/C ₂₅	25°C	angelegte Spannung	315V	945V	angelegte Spannung	150°C		
2201	1300	1040	0.7	3.4	-9.5	3.6	-13.9	14	-16	5070	4820	210	200	13	15	672	880
2202	1280	1060	0.7	3.5	-8.9	4	-14.2	14	-17	5090	4840	210	200	12	14	672	850
2203	1280	1100	0.7	3.8	-9.1	3.9	-13.8	14	-18	5100	4850	220	210	12	15	672	800
2204	1300	1070	0.7	4	-9	4.2	-13.5	14	-17	5120	4860	210	200	12	14	672	900
2205	1300	1020	0.7	4.2	-9.2	4.3	-13.6	14	-15	5130	4870	210	200	13	14	672	920
2206	1280	1080	0.7	3.9	-8.8	4.5	-13.7	14	-17	5080	4830	230	220	13	15	672	840
2207	1280	1100	0.7	3.4	-8.7	4.5	-14	14	-18	5080	4830	210	200	12	14	672	860
2208	1300	1060	0.7	3.6	-8.9	4.2	-13.5	14	-17	5120	4860	220	210	12	14	672	920
2209	1300	1090	0.7	4.1	-8.8	4	-13.6	14	-18	5160	4900	220	210	12	14	672	900
2210	1300	1050	0.7	3.8	-9	4.3	-13.7	14	-17	5150	4890	210	200	12	14	672	880
2211	1280	1070	0.7	3.9	-9.2	4.2	-13.3	13	-17	5430	5160	310	300	12	15	672	870
2212	1300	1080	0.7	4	-9.4	4	-13.5	14	-18	5450	5180	320	300	12	14	672	900
2213	1350	880	1.4	3.5	-8.7	3.9	-13.6	14	-14	3790	3600	150	140	11	13	4572	160
2214	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns															
2215	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns															
2216	1350	830	1.3	3.6	-8.8	3.9	-13.7	14	-14	3860	3670	130	120	11	12	6872	180
2217	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns															
2218	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns															
2219	1350	Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns															

[0191] Wie aus Tabelle 2008 und Tabelle 2009 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben Nr. 2201 bis 2212 erhalten, in welchen Oxide mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (X = 85, y = 1, z = 14), B (X = 35, y = 51, z = 14), C (X = 30, y = 20, z = 50) und D (X = 39, y = 1, z = 60), (worin x, y, und

z Mol-% repräsentieren) des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in **Fig. 5**, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -45% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgesetzt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgesetzt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0192] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 Ω·F oder mehr bzw. 200 Ω·F oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter Wechselstromspannung und 14 kV/mm unter der Gleichstromspannung. Weiterhin ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, und es wurden keine Ausschuß-Stücke im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest gefunden, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0193] Wenn das Oxid, repräsentiert durch $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, eine Zusammensetzung außerhalb der obenstehend beschriebenen Zusammensetzung aufweist, wie in den Proben Nr. 2213 bis 2219, wird im Gegensatz dazu das Sintern ungenügend oder viele Ausschußfälle erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest sogar nach dem Sintern.

[0194] Während ein monolithischer Kondensator mit einem Isolationswiderstand von 5400 Ω·F oder mehr bzw. 300 Ω·F oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter einem starken elektrischen Feld von 10 kV/mm erhalten werden kann, indem zugelassen wird, daß Al_2O_3 und/oder ZrO_2 in den $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxiden enthalten sind, wie in der Probe Nr. 2211 und 2212, wird das Sintervermögen extrem verringert, wenn Al_2O_3 und ZrO_2 in Mengen von 15 Gewichtsteilen oder mehr bzw. 5 Gewichtsteilen oder mehr zugesetzt werden, wie in den Proben Nr. 2217 und 2218.

(Beispiel 16)

[0195] Vier Arten von Bariumtitannat (BaTiO_3), ein Oxidpulver als eine erste Nebenkomponente und ein Oxidpulver als eine zweite Nebenkomponente wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 erhalten.

[0196] Dann wurden BaCO_3 zur Einstellung des Molverhältnisses Ba/Ti in Bariumtitannat, Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 und Yb_2O_3 , und MnO , jeweils mit einer Reinheit von 99% oder mehr, hergestellt. Diese Rohmaterialpulver und die obenstehend beschriebenen Oxide, welche entweder die erste oder die zweite Komponente sein sollen, wurden so abgewogen, daß die Zusammensetzung in der Tabelle 2010 und Tabelle 2011 erhalten wurde. Die Zugabemengen der ersten und zweiten Nebenkomponenten sind definiert durch die Zugabemenge relativ zu 100 Gewichtsteilen $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{R}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MnO}$. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 unter Verwendung dieser abgewogenen Materialien hergestellt. Die Gesamtabmessungen des monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1.

Tabelle 2010

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Pro- be Nr.	(BaO) _m · TiO _n + αR ₂ O _j + βBaZrO ₃ + γMnO	Art von BaTiO _x	α							Gesamt α	β	γ	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)
				Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃						
*2301	A	0	0.0007	0	0	0	0	0	0	0.0007	0.03	0.0014	1.005	1	0
*2302	A	0	0.02	0	0.055	0	0	0	0	0.075	0.02	0.128	1.01	1	0
*2303	A	0.01	0	0	0.025	0	0	0	0	0.035	0	0.07	1.015	2	0
*2304	A	0	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0	0.03	0.07	0.06	1.01	2.5	0
*2305	A	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.025	0.001	1.01	1	0
*2306	A	0	0	0	0.02	0	0.03	0	0	0.05	0.03	0.145	1.01	1	0
*2307	A	0	0	0.02	0	0	0	0	0.01	0.03	0.03	0.06	0.99	0	1
*2308	A	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0.02	0.03	0.04	1	2	0
*2309	A	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0.03	0.02	1.037	1	0
*2310	A	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.04	1.045	0	2
*2311	A	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	1.01	0	0
*2312	A	0	0.02	0	0	0.02	0	0	0	0.04	0.03	0.08	1.01	4	0
*2313	A	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.02	0.04	0.04	1.015	0	0
*2314	A	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.04	1.01	0	5
*2315	D	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02	0.04	0.04	1.01	2	0
2316	A	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.04	0.02	0.08	1.01	0	1
2317	B	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0.02	0.03	0.04	1.02	1	0

Tabelle 2011

Probe Nr.	Art von BaTiO ₃	$(\text{BaO})_m \cdot \text{TiO}_2 + \alpha \text{R}_2\text{O}_3 + \beta \text{BaZrO}_3 + \gamma \text{MnO}$							Gesamt α	β	γ	m	Zugabemenge der ersten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	Zugabemenge der zweiten Nebenkomponente (Gewichtsteile)	
		Eu_2O_3	Gd_2O_3	Tb_2O_3	Dy_2O_3	Ho_2O_3	Er_2O_3	Tm_2O_3							
2318	C	0.03	0	0	0	0	0	0	0.03	0.02	0.13	1.03	2	0	
2319	A	0	0	0.01	0	0	0.02	0	0.03	0.02	0.06	1.015	1	0	
2320	A	0	0.04	0	0	0	0	0	0.04	0.03	0.08	1.02	0	2	
2321	A	0	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.02	0.002	1.01	1	0	
2322	A	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.03	0.03	0.06	1.01	1	0	
2323	A	0	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0.02	0.04	1.025	0	1	
2324	A	0	0.01	0	0	0.03	0	0	0.04	0.02	0.08	1.01	0	1	
2325	A	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0.04	0.03	0.08	1.01	1	
2326	A	0	0.03	0	0	0.03	0	0	0.06	0.03	0.12	1.02	2	0	
2327	A	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0.03	0.005	0.06	1.01	1	0	
2328	A	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.06	0.04	1.01	1	0	
2329	A	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0.02	0.02	0.04	1.035	2	0
2330	A	0	0	0	0	0	0.03	0	0.03	0.03	0.06	1.01	0.2	0	
2331	A	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0.02	0.02	0.04	1.01	3	0	
2332	A	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0.04	1.01	0	0.2	
2333	A	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0.03	1.01	0	3	

[0197] Die elektrischen Merkmale wurden durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2012 und Tabelle 2013 gezeigt.

Tabelle 2012

* bedeutet "außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung"

Probe-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der Temperaturabhängigkeit (%)			Gleichstromvorspannungsspannungscharakteristik (%)			Produkt CR (Ω · F)			Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)			Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auslauffähigkeit (h)					
				ΔC/C ₂₀	ΔC/C ₁₂₅	-25°C / 85°C	55°C / 125°C	Maximumpunkt	angelegte Spannung 5kV/mm	315V	945V	315V	945V	angelegte Spannung 25°C	150°C	Wechselstrom	Gleichstrom	12	14	0/72	880
*2301	1300	1560	0.8	4	-13	5	-18	18	-39	5200	4940	230	220	12	14	0/72	880				
*2302	1300	810	0.7	2.4	-7	4	-7	7	-10	5430	5160	200	190	12	14	12/72	920				
*2303	1300	1330	0.8	2.2	-7.8	5	-8	8	-22	3000	2100	90	60	12	14	0/72	860				
*2304	1300	1330	0.7	2.4	-14.2	4.8	-27	27	-22	5230	4970	220	210	12	14	0/72	130				
*2305																					
*2306	1280	1120	0.8	3.4	-8.3	4.6	-19	19	-13	3080	2930	130	120	12	14	0/72	120				
*2307																					
*2308	1300	1440	0.7	3.2	-8.2	4.1	-9	9	-37	3200	3040	120	110	10	12	0/72	110				
*2309																					
*2310																					
*2311																					
*2312	1300	1280	2.2	3.3	-8.7	4.3	-9.2	9.2	-22	3310	3150	130	120	11	11	0/72	140				
*2313																					
*2314	1300	1420	2.4	2.7	-7.6	3.6	-8	8	-36	3200	3040	150	140	10	11	0/72	170				
*2315	1300	1120	0.7	2.4	-7.2	5	-9.1	9.1	-14	5240	4980	210	200	12	14	0/72	900				
*2316	1280	1220	0.7	2.4	-8.4	4.5	-11	11	-21	5130	4870	250	240	12	14	0/72	850				
*2317	1280	1450	0.7	2.6	-8.6	4.6	-12.1	12.1	-37	5160	4900	230	220	13	15	0/72	890				

Tabelle 2013

Probe-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Produkt CR (Ω · F)				Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auszählnummmer	Mittlere Lebensdauer (h)			
				ΔC/C ₂₅		Maximumwert	Gleichstromvorspannungsspannungscharakteristik (%)	315V	945V	315V	945V						
				-25°C	85°C	-55°C 125°C	ΔC/C	angelegte Spannung	angelegte Spannung	angelegte Spannung	angelegte Spannung						
2318	1280	1360	0.8	3	-9	4.7	-10.4	10.4	-28	5200	4940	220	210	12	14	0/72	930
2319	1300	1370	0.7	3.4	-9.1	4.5	-9.7	9.7	-30	5080	4830	240	230	12	14	0/72	870
2320	1300	1240	0.7	2.8	-8.7	5	-9.5	9.5	-22	5140	4880	230	220	12	14	0/72	830
2321	1300	1510	0.7	2.6	-8.5	4.8	-13.4	13.4	-39	5300	5040	230	220	12	14	0/72	950
2322	1300	1360	0.7	2	-9	4.6	-10.3	10.3	-29	5220	4960	210	200	12	14	0/72	880
2323	1300	1460	0.7	3	-9.2	4.9	-11.2	11.2	-38	5290	5030	250	240	12	14	0/72	900
2324	1280	1250	0.8	3.2	-8.8	4.6	-11	11	-23	5340	5070	230	220	13	15	0/72	860
2325	1300	1240	0.7	3.3	-8.7	4.3	-12	12	-23	5330	5060	220	210	12	14	0/72	830
2326	1300	960	0.7	2.9	-9.2	5.1	-12.5	12.5	-12	5080	4830	200	190	13	15	0/72	810
2327	1300	1340	0.7	2.8	-9.3	5.3	-12.1	12.1	-30	5210	4950	210	200	12	14	0/72	870
2328	1280	1440	0.7	2.1	-8.5	4	-11.5	11.5	-38	5240	4980	220	210	12	14	0/72	910
2329	1300	1470	0.8	2.6	-8.2	4.6	-13.6	13.6	-39	5260	5000	230	220	12	14	0/72	950
2330	1300	1360	0.7	3	-8.8	4.2	-11.8	11.8	-28	5220	4960	220	210	12	14	0/72	880
2331	1280	1420	0.8	2.7	-9	4.8	-11.9	11.9	-36	5240	4980	210	200	12	14	0/72	930
2332	1300	1430	0.7	2.8	-8.6	4.7	-11	11	-36	5280	5020	230	220	12	14	0/72	910
2333	1300	1460	0.7	3	-9.1	4.3	-10.7	10.7	-39	5300	5040	220	210	12	14	0/72	860

[0198] Es ist aus Tabelle 2010 bis Tabelle 2013 offensichtlich, daß der monolithische Keramikkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung ein Kapazitätsverringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb von -40% oder weniger bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von weniger als 1,0% aufweist, wobei die Änderungsrate gegenüber Temperaturänderungen sowohl den B-Niveau-Merkmalstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merk-

malsstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ erfüllt.

[0199] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C , wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie $5000 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. $200 \Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12kV/mm oder mehr unter Wechselspannung und 14kV/mm unter Gleichspannung. Weiterhin ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang war wie 800 Stunden oder mehr, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0200] Der Grund, warum die Zusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eingeschränkt war, wird hierin nachstehend beschrieben werden.

[0201] In der Zusammensetzung von $(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{R}_2\text{O}_3 + \beta\text{BaZrO}_3 + \gamma\text{MgO}$ (worin R_2O_3 mindestens eine Verbindung repräsentiert, gewählt aus Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_2O_3 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 und Yb_2O_3 , und α , β und γ jeweils Molverhältnisse repräsentieren) wird ein Mn_2O_3 -Gehalt α von weniger als 0,001, wie gezeigt in der Probe Nr. 2301, nicht bevorzugt, weil das Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt. Andererseits wird auch ein Mn_2O_3 -Gehalt α von mehr als 0,06, wie gezeigt in der Probe Nr. 2302, nicht bevorzugt, weil die spezifische dielektrische Konstante so klein wie 900 wird. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des Mn_2O_3 -Gehaltes α auf $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$.

[0202] Ein BaZrO_3 -Gehalt β von Null, wie in der Probe Nr. 2303, ist nicht zu bevorzugen, weil der Isolationswiderstand niedrig ist, und die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes größer ist als diejenige des Zusammensetzungssystems, welches BaZrO_3 enthält. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß der BaZrO_3 -Gehalt β mehr als 0,06 beträgt, wie in der Probe Nr. 2304, weil die Temperaturcharakteristik nicht die B-Niveau-Charakteristik/X7R-Charakteristik erfüllt, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beläuft sich der bevorzugte Bereich des BaZrO_3 -Gehaltes β auf $0,005 \leq \beta \leq 0,06$.

[0203] Es wird nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2305, der MgO -Gehalt γ gleich 0,001 ist, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Andererseits wird es nicht bevorzugt, daß der MgO -Gehalt γ 0,13 übersteigt, wie in der Probe Nr. 2306, weil die Temperaturcharakteristik X7R nicht erfüllt wird und der Isolationskapazität niedrig ist, wobei überdies die mittlere Lebensdauer kurz ist. Folglich liegt der Bereich des Mn -Gehalts γ vorzugsweise im Bereich von $0,001 \leq \gamma < 0,13$.

[0204] Es wird nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m geringer als 1,000 ist, wie in der Probe Nr. 2307, weil Messungen aufgrund der Bildung von Halbleitern unmöglich sind. Es wird ebenfalls nicht bevorzugt, daß, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2308, das BaO/TiO_2 -Verhältnis m gleich 1,000 ist, weil der Isolationswiderstand sowie die Wechsel- und Gleichstrom-Durchschlagsspannung niedrig wird, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß das BaO/TiO_2 -Verhältnis m über 1,035 beträgt, wie in den Proben Nr. 2309 und 2310, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich werden. Folglich ist ein BaO/TiO_2 -Verhältnis m im Bereich von $1,000 < m \leq 1,035$ zu bevorzugen.

[0205] Es ist nicht zu bevorzugen, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente gleich Null ist, wie in den Proben Nr. 2311 und 2313, weil Messungen aufgrund ungenügenden Sinterns unmöglich sind. Es wird andererseits nicht bevorzugt, daß die Zugabemenge der ersten oder zweiten Nebenkomponente 3,0 Gewichtsteile übersteigt, wie ersichtlich in den Proben Nr. 2312 und 2314, weil der dielektrische Verlust 1,0%, überschreitet und der Isolationswiderstand und die Isolationsdurchbruchsspannung gesenkt werden, wobei überdies eine Verkürzung der mittleren Lebensdauer vorliegt. Folglich beläuft sich der bevorzugte Gehalt entweder der ersten oder der zweiten Komponenten auf 0,2 bis 3,0 Gewichtsteile.

[0206] Der Gehalt der in Bariumtitannat als Verunreinigungen enthaltenen Erdalkalimetalloxide wird auf unter 0,02 Gew.-% unterdrückt, weil, wenn der Gehalt der Erdalkalimetalloxide 0,02 Gew.-% überschreitet, wie in der Probe Nr. 2315, die dielektrische Konstante verringert wird.

(Beispiel 17)

[0207] Ein Material mit einer Zusammensetzung $\text{BaO}_{1,010}\cdot\text{TiO}_2 + 0,015 \text{Ho}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{BaZrO}_3 + 0,03 \text{MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitannat in Tabelle 1A als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}(\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2\text{-MO}$, wie gezeigt in der Tabelle 2006, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 μm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C , als die erste Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2014 gezeigt. In der Tabelle 2014 entsprechen die Proben Nr. 2401 bis 2422 den Proben Nr. 2101 bis 2122 in der Tabelle 2006. Beispielsweise wurde die Probe Nr. 2401 in der Tabelle 2014 durch Zusetzen der Nebenkomponente der Probe Nr. 2101 in Tabelle 2006 erhalten.

Tabelle 2014

Proben-Nr.	Brenn-temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromvorspannungsspannungscharakteristik (%)				Produkt: CR ($\Omega \cdot F$)				Mittlere Lebensdauer (h)	
				$\Delta C/C_{25}$		$\Delta C/C_{25}$	Maximumswert	315V angelegte Spannung 5kV/mm		315V angelegte Spannung 25°C	945V angelegte Spannung 25°C	315V angelegte Spannung 150°C	945V angelegte Spannung 150°C	Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbeständigkeitstest: Auschlußzahl		
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	$\Delta C/C$	5kV/mm	Gleichstrom	Gleichstrom	Gleichstrom	Gleichstrom	Gleichstrom			
2401	1300	1430	0.7	2.6	-8.4	3.6	-10.1	10.1	-36	5100	4850	220	210	12	14	0/72	880
2402	1300	1430	0.6	2.3	-8.4	3.4	-10.5	10.5	-36	5120	4860	210	200	12	14	0/72	900
2403	1280	1440	0.7	2.5	-8	4.1	-10.6	10.6	-36	5230	4970	200	190	12	14	0/72	870
2404	1300	1470	0.7	2.2	-8.1	4.2	-11	11	-38	5100	4850	230	220	12	14	0/72	820
2405	1300	1430	0.7	2.2	-7.9	4	-11.3	11.3	-36	5160	4900	230	220	13	15	0/72	820
2406	1280	1430	0.7	2.7	-8	4.2	-11.5	11.5	-36	5230	4970	210	200	12	14	0/72	950
2407	1300	1430	0.7	2.6	-8.2	3.9	-10.5	10.5	-36	5140	4880	220	210	13	15	0/72	830
2408	1280	1460	0.6	2.8	-8.3	4.1	-11	11	-37	5150	4890	220	210	12	14	0/72	800
2409	1280	1460	0.7	2.4	-8	4.2	-12.1	12.1	-37	5120	4860	200	190	12	14	0/72	880
2410	1280	1480	0.7	2.3	-8.1	4.1	-11.7	11.7	-38	5130	4870	220	210	12	14	0/72	850
2411	1300	1440	0.7	2.4	-8.2	3.9	-11.6	11.6	-36	5140	4880	220	210	12	14	0/72	810
2412	1280	1420	0.6	2.2	-8.3	3.8	-11.5	11.5	-36	5260	5000	200	190	12	14	0/72	920
2413	1350									Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns							
2414	1350									Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns							
2415	1350	1440	1.8	2.8	-8	3.8	-11	11	-38	5220	4960	190	180	11	12	55/72	120
2416	1350									Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns							
2417	1350									Nicht meßbar wegen ungenügenden Sinterns							
2418	1300	1460	0.8	2.7	-8.2	4.1	-10.7	10.7	-37	5170	4910	210	200	11	13	0/72	860
2419	1350	1430	1.6	2.5	-8.3	4.2	-10.8	10.8	-36	5280	5020	220	210	11	13	33/72	110
2420	1300	1440	0.7	2.5	-8.4	4	-11.5	11.5	-37	5100	4850	190	180	12	13	0/72	870
2421	1350	1460	1.8	2.7	-8.3	3.9	-10	10	-37	5160	4900	190	180	11	13	52/72	130
2422	1350	1420	1.6	2.5	-8.2	3.7	-10.7	10.7	-36	5200	4940	200	190	11	13	49/72	140

[0208] Wie aus den Proben Nr. 2401 bis 2412, 2418 und 2420 offensichtlich, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben erhalten, in welchen Oxide der Proben Nr. 2101 bis 2112, 2118 und 2120 in Tabelle 2006 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben durch die geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (x = 20, y = 80, z = 0), B (X = 10, y = 80, z = 10), C (X = 10, y = 70, z = 20), D (X = 35, y = 45, z = 20), E (x = 45, y = 45, z = 10) und F (x = 45, y = 55, z = 0), (worin x, y

und z Mol-% repräsentieren, und w ein Molverhältnis repräsentiert, wobei w im Bereich von $0,3 \leq w < 1,0$ liegt, wenn es auf die Linie A-F fällt) des Drei-Komponenten-Phasendiagramms der Oxide, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$, gezeigt in **Fig. 4**, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -40% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalssstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0209] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 Ω·F oder mehr bzw. 190 Ω·F oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchbruchsspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und einer Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, die so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0210] Wenn, andererseits, das Oxid, repräsentiert durch $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}_w, \text{Ti}_{1-w})\text{O}_2-\text{MO}$, eine Zusammensetzung außerhalb der obenstehend beschriebenen Zusammensetzung aufweist, wie in den Proben Nr. 2113 bis 2117 und 2119, wird das Sintern ungenügend, oder viele Ausschuß-Stücke erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest sogar nach Sintern, wie ersichtlich in den Proben Nr. 2413 bis 2417 und 2419 in der Tabelle 2014. Wenn die Zusammensetzung auf die Linie A-F fällt, und $w = 1,0$, wie in den Proben Nr. 2119 und 2121 in der Tabelle 2006, wird die Sintertemperatur hoch und viele Ausschuß-Fälle treten im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest auf. Wenn der Wert von w geringer als 0,30 ist, wie in der Probe Nr. 2122 in der Tabelle 2006, wird die Sintertemperatur hoch und viele Ausschuß-Fälle erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, wie ersichtlich in der Probe Nr. 2422 in der Tabelle 2014.

(Beispiel 18)

[0211] Ein Material mit einer Zusammensetzung $\text{BaO}_{0,010}\cdot\text{TiO}_2 + 0,025 \text{ Eu}_2\text{O}_3 + 0,01 \text{ BaZrO}_3 + 0,05 \text{ MnO}$ (Molverhältnis) wurde unter Verwendung von Bariumtitananat "A" in der Tabelle 1 als dielektrisches Pulver hergestellt. Ein monolithischer Keramikkondensator wurde durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß ein Oxid $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$, gezeigt in der Tabelle 2008, mit einer mittleren Teilchengröße von 1 µm oder weniger, hergestellt durch Erwärmen des obenstehend beschriebenen Materials bei 1200 bis 1500°C, als die zweite Nebenkomponente zugesetzt wurde. Die Gesamtbaumessungen des hergestellten monolithischen Keramikkondensators sind die gleichen wie in Beispiel 1. Die elektrischen Merkmale wurden dann durch das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2015 gezeigt. In der Tabelle 2015 entsprechen die Proben Nr. 2501 bis 2519 in der Tabelle 2015 den Proben Nr. 2201 bis 2219 in der Tabelle 2008. Zum Beispiel wurde die Probe Nr. 2501 in der Tabelle 2015 durch Zusetzen der Nebenkomponente der Probe Nr. 2201 in Tabelle 2008 erhalten.

Tabelle 2015

Probe Nr.	Brenn temp. (°C)	Dielektrische Konstante	Dielektrischer Verlust tan δ (%)	Verhältnis der temperaturabhängigen Kapazitätsänderung (%)				Gleichstromvorspannungscharakteristik (%)			Produkt CR ($\Omega \cdot F$)			Isolationsdurchschlagspannung (kV/mm)	Feuchtigkeitsbelastungs-Beständigkeitstest: Aus-schlußzahl	Mittlere Lebens-dauer (h)	
				$\Delta C/C_{20}$		$\Delta C/C_{35}$	$\Delta C/C_{55}$	Maximales Wert	Spannung 5kV/mm	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung	315V angelegte Spannung	945V angelegte Spannung				
				-25°C	85°C	-55°C	125°C										
2501	1300	1350	0.9	2.2	-8.3	3.6	-10.2	10.2	-32	5120	4860	230	220	12	14	0/72	870
2502	1300	1350	0.8	2.3	-8.6	4.1	-10.4	10.4	-32	5210	4950	240	230	12	14	0/72	920
2503	1300	1360	0.9	2.4	-8.7	4	-11	11	-32	5130	4870	220	210	12	14	0/72	860
2504	1300	1320	0.8	2.3	-9	3.8	-11.6	11.6	-31	5140	4880	230	220	13	15	0/72	840
2505	1300	1360	0.9	2.2	-8.2	3.9	-10.8	10.8	-32	5160	4900	220	210	12	14	0/72	920
2506	1300	1340	0.8	2.3	-8.6	4	-10.7	10.7	-32	5120	4860	210	200	12	14	0/72	910
2507	1300	1310	0.9	2.6	-8.4	4.2	-11	11	-30	5240	4980	230	220	13	15	0/72	880
2508	1300	1340	0.9	2.5	-8.2	4	-11.5	11.5	-32	5230	4970	220	210	12	14	0/72	900
2509	1300	1330	0.9	2.3	-8.3	3.7	-11.6	11.6	-31	5200	4940	220	210	12	14	0/72	920
2510	1300	1370	0.9	2.1	-8.4	3.5	-11.3	11.3	-33	5030	4780	210	200	12	14	0/72	930
2511	1300	1360	0.8	2.2	-8.6	3.8	-10.9	10.9	-32	5430	5160	340	320	12	14	0/72	850
2512	1300	1350	0.9	2.6	-8.3	3.6	-10.7	10.7	-32	5410	5140	330	310	12	14	0/72	900
2513	1350	1330	0.9	2.4	-8.4	4	-11	11	-31	5120	4860	220	210	11	13	5/572	120
2514	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
2515	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
2516	1350	1320	1	2.3	-8.5	3.8	-11.5	11.5	-30	5160	4900	230	220	11	13	6/472	110
2517	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
2518	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							
2519	1350									Nicht messbar wegen ungenügenden Sinterns							

[0212] Wie aus den Proben Nr. 2501 bis 2512 in der Tabelle 2015 offensichtlich ist, werden bevorzugte Ergebnisse in den Proben erhalten, in welche Oxide der Proben Nr. 2201 bis 2212 in der Tabelle 2008 mit Zusammensetzungen innerhalb oder auf den Begrenzungslinien der Fläche, umgeben von den geraden Linien, verbindend jeden Punkt, angegeben durch A (x = 85, y = 1, z = 14), B (X = 35, y = 51, z = 14), C (X = 30, y = 20, z = 50) und D (X = 39, y = 1, z = 60), (worin x, y und z Mol-% repräsentieren) im Drei-Komponenten-Pha-

sendiagramm der $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxide, gezeigt in **Fig. 5**, zugesetzt werden, wobei die Proben ein Kapazitäts-Verringerungsverhältnis von so wenig wie innerhalb -40% bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm und einen dielektrischen Verlust von 1,0% oder weniger aufweisen, wobei überdies die Änderungsrate der elektrostatischen Kapazität gegenüber Temperaturänderungen den B-Niveau-Merkmalsstandard, festgelegt im JIS-Standard, im Temperaturbereich von -25°C bis +85°C und den X7R-Niveau-Merkmalsstandard, festgelegt im EIA-Standard, im Temperaturbereich von -55°C bis +125°C erfüllt.

[0213] Darüber hinaus zeigen die Isolationswiderstände bei 25°C und 150°C, wie ausgedrückt durch das Produkt CR, so hohe Werte wie 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 200 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr, wenn der Keramikkondensator unter einer hohen elektrischen Feldstärke von 10 kV/mm verwendet wird. Die Isolationsdurchschlagspannung zeigt ebenfalls hohe Werte von 12 kV/mm oder mehr unter der Wechselspannung und 14 kV/mm oder mehr unter der Gleichspannung. Darüber hinaus ergab ein Beschleunigungstest bei 150°C und Gleichspannung von 25 kV/mm eine mittlere Lebensdauer, welche so lang wie 800 Stunden oder mehr war, wobei überdies eine relativ niedrige Brenntemperatur von 1300°C oder weniger ermöglicht wurde.

[0214] Wenn das Oxid $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ eine Zusammensetzung außerhalb der obenstehend beschriebenen Zusammensetzung aufweist, wie in den Proben Nr. 2213 bis 2119 in der Tabelle 2008, wird andererseits das Sintern ungenügend, oder viele Ausschußfälle erscheinen im Feuchtigkeitsbeständigkeits-Belastungstest, sogar nach dem Sintern, wie ersichtlich in den Proben Nr. 2513 bis 2519 in der Tabelle 2015.

[0215] Während ein monolithischer Kondensator mit einem Isolationswiderstand von 5400 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bzw. 330 $\Omega\cdot\text{F}$ oder mehr bei 25°C bzw. 150°C unter einem starken elektrischen Feld von 10 kV/mm erhalten werden kann, indem zugelassen wird, daß Al_2O_3 und/oder ZrO_2 in den $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-XO}$ -Oxiden enthalten sind, wie in der Probe Nr. 2211 und 2212 in der Tabelle 2008, wird die Sintereigenschaft extrem verringert, wie gezeigt in den Proben Nr. 2517 und 2518 in Tabelle 2015, wenn Al_2O_3 und ZrO_2 in Mengen von 15 Gewichtsteilen oder mehr bzw. 5 Gewichtsteilen oder mehr zugegeben werden, wie in den Proben Nr. 2517 und 2518 in der Tabelle 2015.

[0216] Obwohl in den vorstehenden Beispielen durch das Oxalsäure-Verfahren hergestellte Pulver verwendet wurden, sind die Verfahren nicht darauf eingeschränkt, aber auch ein Pulver von Bariumtitannat, hergestellt durch ein Alkoxid-Verfahren oder hydrothermales Syntheseverfahren, kann verwendet werden. Es kann dazu kommen, dass die Merkmale des monolithischen Keramikkondensators stärker verbessert werden, als jene, die in den vorstehenden Beispielen gezeigt werden, indem diese Pulver verwendet werden.

[0217] Die Oxidpulver als Ausgangsmaterialien sind nicht auf diejenigen eingeschränkt, welche bisher beschrieben wurden, aber die resultierenden Merkmale werden in keinem Sinne durch Verwendung einer Lösung eines Alkoxids oder einer organometallischen Verbindung beeinflusst, vorausgesetzt dass die Ausgangsmaterialien so formuliert werden, dass die dielektrischen Keramikschichten innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung konstruiert werden.

[0218] Aus den vorstehenden Beschreibungen kann es klar gemacht werden, dass die dielektrische Keramikzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung nicht durch Brennen in einer reduzierenden Atmosphäre reduziert wird und weiterhin nicht zu Halbleitern geformt wird, wobei überdies ein Sintern bei einer relativ geringen Temperatur von 1300°C oder weniger möglich ist.

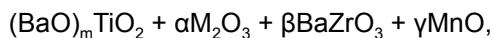
[0219] Folglich können, wenn ein monolithischer Keramikkondensator unter Verwendung dieser dielektrischen Keramikzusammensetzung als dielektrische Keramikschichten konstruiert wird, die Herstellungskosten des monolithischen Keramikkondensators verringert werden, da Grundmetalle, wie Nickel oder Nickellegierungen, als Elektrodenmaterialien verwendet werden können.

[0220] Wenn der monolithische Keramikkondensator unter Verwendung dieser Keramikzusammensetzung unter einem hohen elektrischen Feld von 10 kV/mm eingesetzt wird, bei welchem aufgrund geringen Isolationswiderstandes in dem monolithischen Keramikkondensator unter Verwendung von Nickel oder Nickellegierungen für die herkömmlichen Innenelektroden keine Zuverlässigkeit gewährleistet werden kann, kann ein monolithischer Keramikkondensator, der hervorragende Witterungsbeständigkeits-Eigenschaften, wie hohe Temperaturbelastung bei einer angelegten Gleichspannung von 25 kV/mm bei 150°C, und Luftfeuchtigkeitsbeständigkeit-Belastung aufweist, erhalten werden, wobei der Isolationswiderstand bei Raumtemperatur bzw. bei 150°C, repräsentiert durch ein Produkt des Isolationswiderstands und der elektrostatischen Kapazität (ein Produkt CR), so hoch wie 4900 bis 5000 $\Omega\cdot\text{F}$ bzw. 190 bis 200 $\Omega\cdot\text{F}$ wird, die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstands gering ist, das Kapazitätsverringerungs-Verhältnis bei einer angelegten Spannung von 5 kV/mm so niedrig wie 40 bis 45% ist und die Isolationshaltbarkeit hoch ist, wobei überdies die Temperaturcharakteristik der elektrostatischen Kapazität den B-Niveau-Merkmalsstandard, festgesetzt im JIS-Standard, und den X7R-Niveau-Merkmalsstandard, festgesetzt im EIA-Standard, erfüllt.

Patentansprüche

1. Dielektrische Keramik, erhältlich aus einer Zusammensetzung umfassend: Bariumtitannat, enthaltend 0,02 Gew.-% oder weniger an Alkalimetallociden, mindestens eines aus Scandiumoxid oder Yttriumoxid, Bari-

umzirconat und Manganoxid, eine wesentliche Komponente, angegeben durch die folgende Zusammensetzungsumformel:



worin M_2O_3 für mindestens eines aus Sc_2O_3 oder Y_2O_3 steht, und α , β und γ für Molverhältnisse im Bereich von $0,001 \leq \alpha \leq 0,06$, $0,005 \leq \beta \leq 0,06$ und $0,001 \leq \gamma \leq 0,13$ stehen, wobei $1,000 < m \leq 1,035$; und 0,2 bis 3,0 Gewichtsteile entweder einer ersten oder zweiten Nebenkomponente im Verhältnis zu 100 Gewichtsteilen der wesentlichen Komponente, wobei die erste Nebenkomponente ein Oxid ist, angegeben durch $Li_2O \cdot (Si, Ti)O_2 \cdot MO$, worin MO mindestens eines von Al_2O_3 oder ZrO_2 ist und die zweite Nebenkomponente ein Oxid ist, angegeben durch $SiO_2 \cdot TiO_2 \cdot XO$, worin XO mindestens eine der Verbindungen, gewählt aus BaO, CaO, SrO, MgO, ZnO und MnO ist.

2. Dielektrische Keramik nach Anspruch 1, wobei die wesentliche Komponente weiter ein g-Molverhältnis von Magnesiumoxid enthält, wobei $0,001 < \gamma \leq 0,12$, $0,001 < g \leq 0,12$ und $\gamma + g \leq 0,13$ ist.

3. Dielektrische Keramik nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Nebenkomponente, wenn ihre Zusammensetzung durch $xLi_2O \cdot y(Si_wTi_{1-w})O_2 \cdot zMO$ angegeben ist, worin x, y und z für Mol-% stehen und w im Bereich von $0,30 \leq w \leq 1,00$ ist, innerhalb oder auf den Begrenzungslinien einer Fläche liegt, die durch sechs Punkte (A, B, C, D, E, F) in einem Drei-Komponenten-Phasendiagramm verbindende Geraden umgeben ist, definiert durch die jeder einzelnen Komponente entsprechenden Scheitelpunkte, wobei ein erster Punkt (A) definiert ist durch $x = 20$, $y = 80$, $z = 0$, ein zweiter Punkt (B) definiert ist durch $x = 10$, $y = 80$, $z = 10$, ein dritter Punkt (C) definiert ist durch $x = 10$, $y = 70$, $z = 20$, ein vierter Punkt (D) definiert ist durch $x = 35$, $y = 45$, $z = 20$, ein fünfter Punkt (E) definiert ist durch $x = 45$, $y = 45$, $z = 10$, und ein sechster Punkt (F) definiert ist durch $x = 45$, $y = 55$, $z = 0$, und worin w innerhalb eines Bereichs von $0,3 \leq w < 1,0$ ist, wenn die Zusammensetzung auf die Gerade, welche den ersten und sechsten Punkt (A, F) verbindet, fällt.

4. Dielektrische Keramik nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Nebenkomponente, wenn ihre Zusammensetzung durch $xSiO_2 \cdot yTiO_2 \cdot zXO$ angegeben ist, worin x, y und z für Mol-% stehen, innerhalb oder auf den Begrenzungslinien einer Fläche liegt, die durch vier Punkte (A, B, C, D) in einem Drei-Komponenten-Phasendiagramm verbindende Geraden umgeben ist, definiert durch die jeder einzelnen Komponente entsprechenden Scheitelpunkte, wobei ein erster Punkt (A) definiert ist durch $x = 85$, $y = 1$, $z = 14$, ein zweiter Punkt (B) definiert ist durch $x = 35$, $y = 51$, $z = 14$, ein dritter Punkt (C) definiert ist durch $x = 30$, $y = 20$, $z = 50$, und ein vierter Punkt (D) definiert ist durch $x = 39$, $y = 1$, $z = 60$.

5. Dielektrische Keramik nach Anspruch 4, wobei die zweite Nebenkomponente insgesamt 15 Gewichtsteile oder weniger mindestens einem aus Al_2O_3 und ZrO_2 im Verhältnis zu 100 Gewichtsteilen des durch $SiO_2 \cdot TiO_2 \cdot XO$ angegebenen Oxids enthält, wobei der Gehalt an ZrO_2 5 Gewichtsteile oder weniger beträgt.

6. Monolithischer Keramikkondensator, versehen mit einer Vielzahl an dielektrischen Keramiksichten, Innenelektroden, die zwischen den Keramiksichten und mit den Innenelektroden elektrisch verbundenen Außenelektroden gebildet sind, wobei die dielektrischen Keramiksichten aus der dielektrischen Keramik gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 aufgebaut sind und die Innenelektroden aus Nickel oder einer Nickellegierung aufgebaut sind.

7. Monolithischer Keramikkondensator nach Anspruch 6, wobei die Außenelektrode mit einer gesinterten Schicht aus einem elektrisch leitenden Metallpulver oder einem elektrisch leitenden Metallpulver, ergänzt durch Glasfritten, ausgestattet ist.

8. Monolithischer Keramikkondensator nach Anspruch 6, wobei die Außenelektrode ausgestattet ist mit einer ersten Schicht umfassend eine gesinterte Schicht aus dem elektrisch leitenden Metallpulver oder dem elektrisch leitenden Metallpulver, ergänzt durch Glasfritten, und einer zweiten Schicht, umfassend eine Plattierungsschicht darauf.

9. Monolithischer Keramikkondensator nach Anspruch 7, wobei die Außenelektrode ausgestattet ist mit einer ersten Schicht umfassend eine gesinterte Schicht aus dem elektrisch leitenden Metallpulver oder dem elektrisch leitenden Metallpulver, ergänzt durch Glasfritten, und einer zweiten Schicht, umfassend eine Plattierungsschicht darauf.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

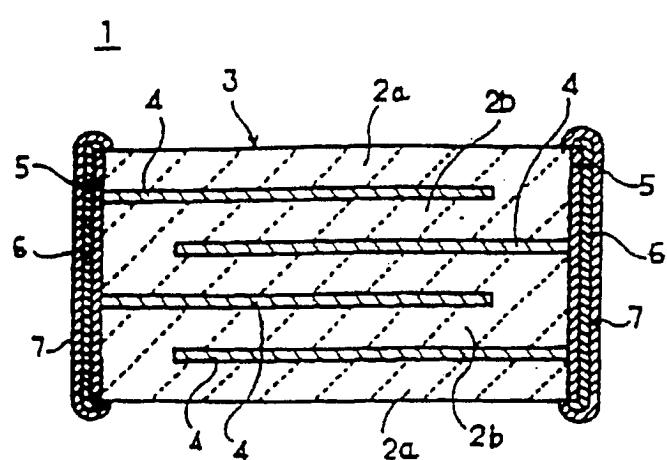


Fig. 2

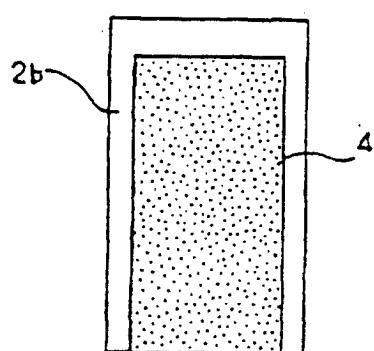


Fig. 3

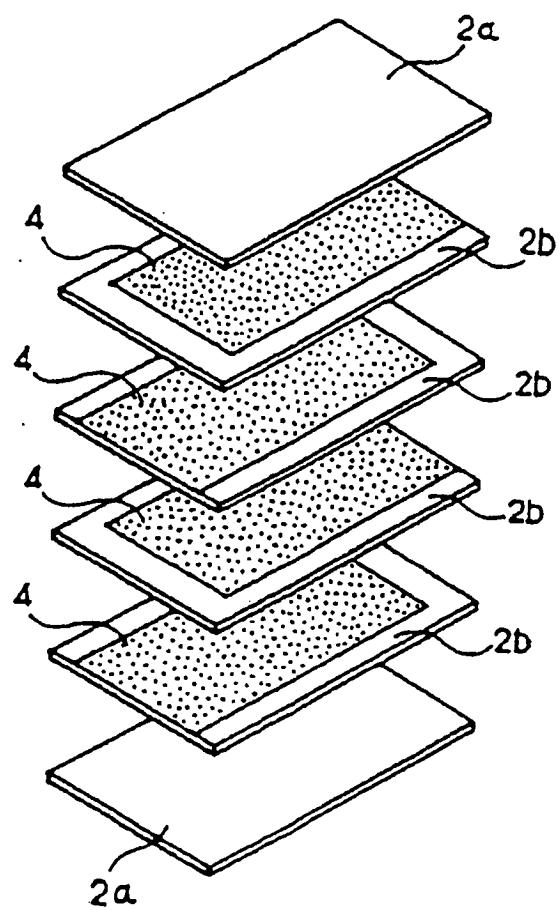


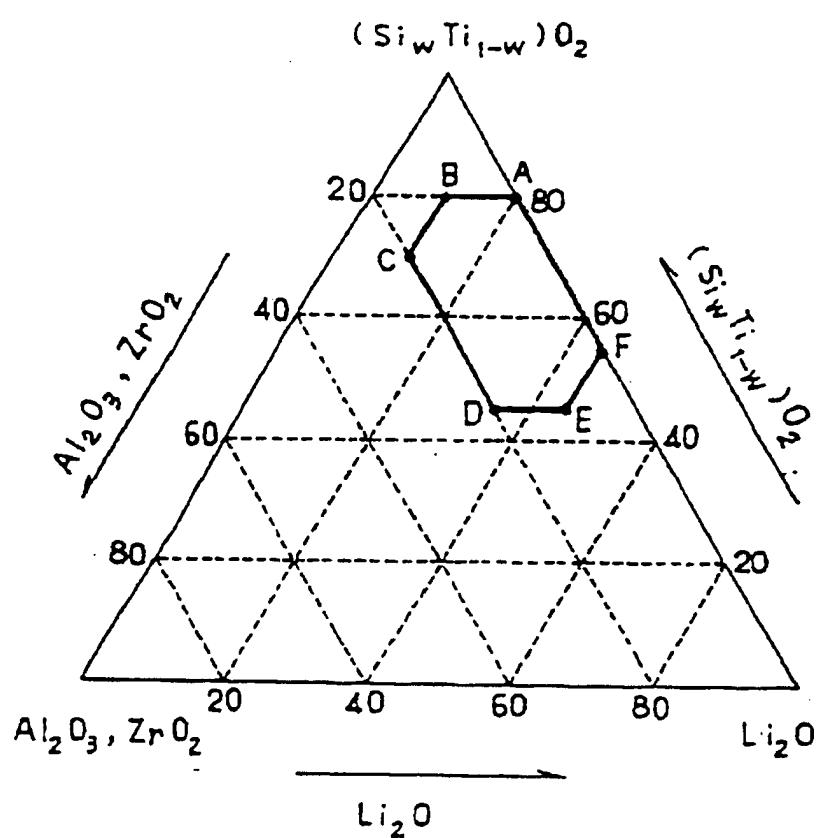
Fig. 4

Fig. 5

