



(10) **DE 11 2023 003 458 T5** 2025.05.28

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/038727**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 003 458.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/026389**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.07.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.02.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.05.2025**

(51) Int Cl.: **H01G 4/12 (2006.01)**
H01G 4/30 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-130126 17.08.2022 JP

(71) Anmelder:
TAIYO YUDEN CO., LTD., Tokyo, JP

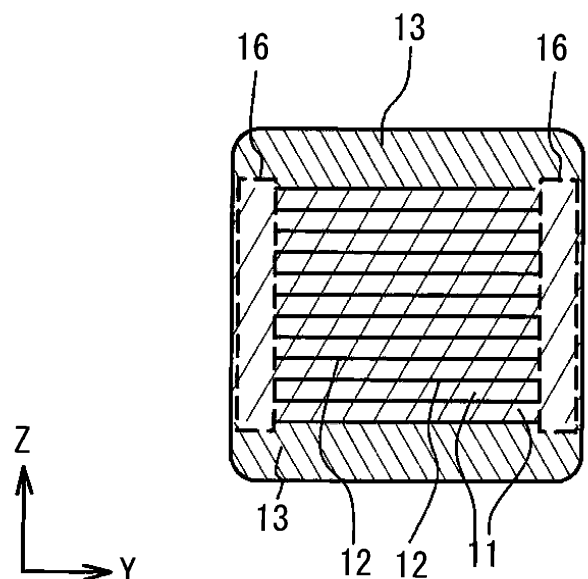
(74) Vertreter:
**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

(72) Erfinder:
Nagaoka, Kunihiro, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Keramische Mehrschichtelektronikkomponente und Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente**

(57) Zusammenfassung: Eine keramische Mehrschichtelektronikkomponente umfasst einen Körper 10, der einen Mehrschichtabschnitt enthält, bei dem eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten 11 und eine Mehrzahl von Innenelektrodenschichten 12 übereinander geschichtet sind, wobei jede der Innenelektrodenschichten 12 so angeordnet ist, dass sie von einer der zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Körpers 10 freiliegt, wobei der Körper 10 Seitenränder 16 aufweist, welche in einer dritten Richtung, die orthogonal zu einer ersten Richtung, in der sich die Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen, und zu einer zweiten Richtung, in der sich die zwei Stirnflächen gegenüberliegen, steht, außerhalb eines Kapazitätsabschnitts 14 als Bereich, in dem sich die dielektrischen Schichten 11 und die Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen, vorgesehen sind, und welcher Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als der Kapazitätsabschnitt 14.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine keramische Mehrschichtelektronikkomponente und ein Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente.

[Technischer Hintergrund]

[0002] In verschiedenen elektronischen Geräten werden Keramische Mehrschichtelektronikkomponente wie Mehrschicht-Keramikkondensatoren oder dgl. zur Stabilisierung von der Spannung durch Laden und Entladen, und zur Rauschunterdrückung usw. verwendet. Bei keramischen Mehrschichtelektronikkomponenten von Hochleistungstyp wird zunehmend für Seitenränder ein anderes Material als das dielektrische Material für das Kapazitätsabschnitt verwendet, um die Sinterfähigkeit des Kapazitätsabschnitts an die Sinterfähigkeit der Seitenränder anzupassen (siehe Patentdokumente 1 und 2, zum Beispiel).

[Dokumente zum Stand der Technik]

[Patentdokumente]

[Patentdokument 1] JP 2017-038036 A

[Patentdokument 2] JP 2014-143392 A

[Zusammenfassung der Erfindung]

[Zu lösende Aufgabe der Erfindung]

[0003] Bei der keramischen Mehrschichtelektronikkomponente unterscheidet sich der Sinterungszustand zwischen dem Kapazitätsabschnitt und den Seitenrändern infolge der Auswirkung der Diffusion und der Auswirkung der Dichteunterschied von den metallischen Komponenten in der Innenelektroden-schicht. Daher besteht es die Gefahr einer mangelnden Feuchtigkeitsbeständigkeit in den Seitenrändern infolge unzureichender Verdichtung bei niedrigen Brenntemperaturen, wenn die gleichen Materialien für den Kapazitätsabschnitt und die Seitenränder verwendet werden.

[0004] Als Maßnahme zur Verbesserung der mangelnden Feuchtigkeitsbeständigkeit ist es denkbar, dass die Flüssigphasenkomponente wie Si (Silizium) in den Seitenrändern höher ist als im Kapazitätsabschnitt. Jedoch kann diese Maßnahme zu abnormalem Kornwachstum an den Seitenrändern führen, was eine unzureichende Zuverlässigkeit zur Folge hat.

[0005] Die vorliegende Erfindung ist in Anbetracht der genannten Aufgabe gemacht, und dessen Zweck ist es, eine keramische Mehrschichtelektronikkomponente, die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung und unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums in Seitenrändern lösen kann, und deren Herstellungsverfahren bereitzustellen.

[Mittel zum Lösen der Aufgabe]

[0006] Eine keramische Mehrschichtelektronikkomponente gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Körper, der einen Mehrschichtabschnitt enthält, bei dem eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten und eine Mehrzahl von Innenelektroden-schichten übereinander geschichtet sind, wobei jede der Innenelektroden-schichten so angeordnet ist, dass sie von einer der zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Körpers freiliegt, wobei der Körper Seitenränder aufweist, welche in einer dritten Richtung, die orthogonal zu einer ersten Richtung, in der sich die Innenelektroden-schichten gegenüberliegen, und zu einer zweiten Richtung, in der sich die zwei Stirnflächen gegenüberliegen, steht, außerhalb eines Kapazitätsabschnitts als Bereich, in dem sich die dielektrischen Schichten und die Innenelektroden-schichten gegenüberliegen, vorgesehen sind und welcher Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als der Kapazitätsabschnitt.

[0007] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente können in der dritten Richtung die Seitenränder einen ersten Bereich, der in der Nähe des Kapazitätsabschnitts liegt, und

einen zweiten Bereich, der weit vom Kapazitätsabschnitt entfernt liegt, aufweisen und eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im zweiten Bereich niedriger sein als diejenige im ersten Bereich.

[0008] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann eine Vanadiumkonzentration in den Seitenrändern zu Keramik als Hauptbestandteil um 0,05 at.% oder mehr höher sein als diejenige im Kapazitätsabschnitt.

[0009] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann der Kapazitätsabschnitt Vanadium enthalten.

[0010] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann in der dritten Richtung die Kapazitätsabschnitt einen Zentralbereich und einen Außenbereich, der sich außerhalb des Zentralbereichs befindet, aufweisen und eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil kann in dem Zentralbereich niedriger sein als diejenige in dem Außenbereich.

[0011] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Außenbereich um 0,02 at.% oder mehr höher sein als diejenige im Zentralbereich.

[0012] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann eine durchschnittliche Dicke der dielektrischen Schichten in der ersten Richtung 0,8 μm oder weniger betragen.

[0013] Bei der vorstehenden dargelegten keramischen Mehrschichtelektronikkomponente kann eine durchschnittliche Dicke der Innenelektrodenschichten in der ersten Richtung 0,7 μm oder weniger betragen.

[0014] Ein Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente gemäß der vorliegenden Erfindung enthält einen Prozess, bei dem auf einer Keramik-Grünfolie ein Innenelektrodenmuster gebildet wird, einen Prozess, bei dem in einer Umgebung des Innenelektrodenmusters ein Dielektrikum-Muster gebildet wird, dessen Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als diejenige der Keramik-Grünfolie, einen Prozess, bei dem die Keramik-Grünfolien, auf denen das Innenelektrodenmuster und das Dielektrikum-Muster gebildet sind, geschichtet werden, um einen Mehrschichtkörper zu erwerben, und einen Prozess, bei dem der Mehrschichtkörper gebrannt wird.

[0015] Bei dem vorstehenden dargelegten Herstellungsverfahren kann eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Dielektrikum-Muster um 0,1 at.% oder mehr höher sein als diejenige in der Keramik-Grünfolie.

[0016] Ein anderes Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente gemäß der vorliegenden Erfindung enthält einen Prozess, bei dem auf einer Keramik-Grünfolie ein Innenelektrodenmuster gebildet wird, einen Prozess, bei dem die Keramik-Grünfolien, auf denen das Innenelektrodenmuster gebildet ist, geschichtet wird, um einen Mehrschichtkörper zu erwerben, einen Prozess, bei dem in einer Umgebung des Innenelektrodenmusters Seitenrandabschnitte gebildet werden, deren Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als diejenige der Keramik-Grünfolie, und einen Prozess, bei dem der Mehrschichtkörper, an dem die Seitenrandabschnitte gebildet sind, gebrannt wird.

[0017] Bei dem vorstehenden dargelegten Herstellungsverfahren kann eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern um 0,05 at.% oder mehr höher sein als diejenige in der Keramik-Grünfolie.

[Vorteile der Erfindung]

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine keramische Mehrschichtelektronikkomponent bereitgestellt werden, die die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung und unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums in Seitenrändern lösen kann, sowie deren Herstellungsverfahren.

[Kurze Beschreibung der Zeichnungen]

[Fig. 1] ist eine teilweise perspektivische Schnittansicht des Mehrschicht-Keramikkondensators.

[Fig. 2] ist eine A-A-Schnittansicht gemäß **Fig. 1**.

[Fig. 3] ist eine B-B-Schnittansicht gemäß Fig. 1.

[Fig. 4] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den ersten Bereich und den zweiten Bereich im Seitenrand zeigt.

[Fig. 5] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den Innenbereich und den Außenbereich im Kapazitätsabschnitt zeigt.

[Fig. 6] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den Ablauf des Herstellungsverfahrens eines Mehrschicht-Keramikkondensators zeigt.

[Fig. 7] (a) und (b) sind Ansichten, die Beispiele für den Ausbildungsprozess der Innenelektrode zeigt.

[Fig. 8] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den Verpressungsprozess zeigt.

[Fig. 9] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den Seitenrandabschnitt zeigt.

[Fig. 10] ist eine Ansicht, die ein Beispiel für die Messergebnisse von LA-ICP-MS in Richtung der Y-Achse zeigt.

[Ausführungsform der Erfindung]

[0019] Im Folgenden wird eine Ausführungsform anhand der Zeichnungen erläutert.

(Ausführungsform)

[0020] Fig. 1 ist eine teilweise perspektivische Schnittansicht des Mehrschicht-Keramikkondensators 100 gemäß der Ausführungsform. Fig. 2 ist eine A-A-Schnittansicht gemäß Fig. 1. Fig. 3 ist eine B-B-Schnittansicht gemäß Fig. 1. Wie in Fig. 1 bis 3 beispielhaft gezeigt, umfasst der Mehrschicht-Keramikkondensator 100 einen Körper 10, der eine im Wesentlichen rechteckige Parallelepipedform aufweist, und Außenelektroden 20a, 20b, die an zwei einander gegenüberliegenden Stirnflächen des Körpers 10 vorgesehen sind. Von vier Stirnflächen des Körpers 10 außer den zwei betreffenden Stirnflächen werden die zwei Flächen, die nicht die obere Fläche und untere Fläche in Richtung der Mehrschicht sind, als Seitenflächen bezeichnet. Die Außenelektrode 20a, 20b erstrecken sich auf die obere Fläche, untere Fläche und die beiden Seitenflächen in Richtung der Mehrschicht des Körpers 10. Jedoch sind die Außenelektrode 20a, 20b voneinander beabstandet.

[0021] In Fig. 1 bis 3 ist die Richtung der Z-Achse (erste Richtung) eine Richtung der Mehrschicht und eine Richtung, in der jeder Innenelektrodenschicht gegenüberliegt. Die Richtung der X-Achse (zweite Richtung) ist eine Längsrichtung des Körpers 10 und eine Richtung, in der zwei Stirnflächen des Körpers 10 gegenüberliegen, und eine Richtung, in der die Außenelektrode 20a und die Außenelektrode 20b gegenüberliegen. Die Richtung der Y-Achse (dritte Richtung) ist eine Querrichtung der Innenelektrodenschicht und eine Richtung, in der von vier Seitenflächen des Körpers 10 zwei Seitenflächen außer den zwei Seitenflächen gegenüberliegen. Die Richtung der X-Achse und die Richtung der Y-Achse und die Richtung der Z-Achse stehen orthogonal zueinander.

[0022] Der Körper 10 weist die dielektrische Schicht 11, die als Dielektrikum funktionierende keramische Materialien enthält, und eine Innenelektrodenschicht 12 auf, die abwechselnd übereinander geschichtet sind. Die Ränder jeder Innenelektrodenschicht 12 liegen abwechselnd an der Stirnfläche des Körpers 10, an der die Außenelektrode 20a vorgesehen ist, und an der Stirnfläche, an der die Außenelektrode 20b vorgesehen ist, frei. Damit ist jede Innenelektrodenschicht 12 abwechselnd mit der Außenelektrode 20a oder mit der Außenelektrode 20b leitend verbunden. Dadurch weist der Mehrschicht-Keramikkondensator 100 eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten 11 auf, die über die Innenelektrodenschicht 12 geschichtet sind. Darüber hinaus sind im Mehrschichtkörper mit der dielektrischen Schicht 11 und der Innenelektrodenschicht 12 die Innenelektrodenschicht 12 an der äußersten Schicht in Richtung der Mehrschicht angeordnet, und die obere Fläche und untere Fläche des betreffenden Mehrschichtkörpers sind mit der Deckschicht 13 überdeckt. Bei der Deckschicht 13 sind die keramischen Materialien der Hauptbestandteil. Es ist z. B. unerheblich, ob die Zusammensetzung der Deckschicht 13 mit der Zusammensetzung der dielektrischen Schicht 11 identisch ist oder nicht. Ist die Innenelektrodenschicht 12 an zwei verschiedenen Flächen freiliegend und mit zwei verschiedenen Außenelektroden leitend verbunden, so ist sie nicht auf die Ausgestaltungen gemäß Fig. 1 bis 3 beschränkt.

[0023] Die Größe des Mehrschicht-Keramikkondensators 100 beträgt, z. B. Länge 0,25 mm, Breite 0,125 mm, Höhe 0,125 mm, oder Länge 0,4 mm, Breite 0,2 mm, Höhe 0,2 mm, oder Länge 0,6 mm, Breite 0,3

mm, Höhe 0,3 mm, oder Länge 1,0 mm, Breite 0,5 mm, Höhe 0,5 mm, oder Länge 3,2 mm, Breite 1,6 mm, Höhe 1,6 mm, oder Länge 4,5 mm, Breite 3,2 mm, Höhe 2,5 mm, und er ist nicht auf diese Größen beschränkt.

[0024] Der Hauptbestandteil der Innenelektrodenschicht 12 ist ein Basismetall wie Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zinn (Sn) usw. Als Innenelektrodenschicht 12 kann ein Edelmetall, z. B. Platin (Pt), Palladium (Pd), Silber (Ag), Gold (Au), oder eine Legierung, die diese Edelmetalle enthält, verwendet werden. Die durchschnittliche Dicke der Innenelektrodenschichten 12 in Richtung der Z-Achse beträgt z. B. 0,35 µm oder mehr und 0,70 µm oder weniger, oder 0,65 µm oder weniger. Die Dicken der Innenelektrodenschichten 12 können gemessen werden, indem der Querschnitt des Mehrschicht-Keramikkondensators 100 mit einem Rasterelektronenmikroskop (SEM) betrachtet wird und die Dicken von jeweils 10 Punkten an zehn verschiedenen Innenelektrodenschichten 12 gemessen werden, um den Mittelwert über alle Messpunkte abzuleiten.

[0025] Für die dielektrische Schicht 11 sind als Hauptphase keramisches Material mit Perowskit-Struktur vorgesehen, die beispielsweise durch die allgemeine Formel ABO_3 dargestellt werden. Darüber hinaus enthält die betreffende Perowskit-Struktur $ABO_{3-\alpha}$, die von der stöchiometrischen Zusammensetzung abweicht. Z. B. kann als keramisches Material mindestens ein Material von Bariumtitanat ($BaTiO_3$), Kalziumzirkonat ($CaZrO_3$), Kalziumtitanat ($CaTiO_3$), Strontiumtitanat ($SrTiO_3$), Magnesiumtitanat ($MgTiO_3$), Perowskit-Struktur bildendes $Ba_{1-x-y}Ca_xSr_yTi_{1-z}Zr_zO_3$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) oder dergleichen ausgewählt und verwendet werden. $Ba_{1-x-y}Ca_xSr_yTi_{1-z}Zr_zO_3$ besteht aus Bariumstrontiumtitanat, Bariumkalziumtitanat, Bariumzirkonat, Bariumzirkonattitanat, Kalziumzirkonattitanat, Kalziumbariumzirkonattitanat usw. Beispielsweise enthält die dielektrischen Schicht 11 Keramik als Hauptbestandteil von 90 at.% oder mehr. Die Dicke der dielektrischen Schicht 11 beträgt z. B. 0,40 µm oder mehr und 0,80 µm oder weniger, und 0,75 µm oder weniger. Die Dicken der dielektrischen Schichten 11 können gemessen werden, indem der Querschnitt des Mehrschicht-Keramikkondensators 100 mit einem SEM (Rasterelektronenmikroskop) betrachtet wird und die Dicken von jeweils 10 Punkten an zehn verschiedenen dielektrischen Schichten 11 gemessen werden, um den Mittelwert über alle Messpunkte abzuleiten.

[0026] In der dielektrischen Schicht 11 kann ein Zusatzstoff enthalten sein. Zu den Zusatzstoffen der dielektrischen Schicht 11 zählen Zirkonium (Zr), Hafnium (Hf), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Vanadium (V), Chrom (Cr), Oxide der Seltenen Erden (Yttrium (Y), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), und Ytterbium (Yb)), oder Kobalt (Co), Nickel (Ni), Lithium (Li), Bor (B), Natrium (Na), Kalium (K) bzw. Silizium (Si) enthaltendes Oxid, oder Kobalt, Nickel, Lithium, Bor, Natrium, Kalium bzw. Silizium enthaltendes Glas.

[0027] Wie in **Fig. 2** beispielhaft gezeigt, ist der Bereich, in dem die mit den Außenelektroden 20a verbundenen Innenelektrodenschichten 12 und die mit den Außenelektroden 20b verbundenen Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen, ein Bereich, der im Mehrschicht-Keramikkondensator 100 die elektrische Kapazität erzeugt wird. In diesem Fall wird der Bereich, in dem die betreffende elektrische Kapazität erzeugt wird, als Kapazitätsabschnitt 14 bezeichnet. Das heißt, der Kapazitätsabschnitt 14 ist ein Bereich, in dem sich die mit den verschiedenen Außenelektroden verbundenen benachbarten Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen.

[0028] Der Bereich, in dem die mit den Außenelektroden 20a verbundenen Innenelektrodenschichten 12 nicht über die mit den Außenelektroden 20b verbundenen Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen, wird als Endrand 15 bezeichnet. Darüber hinaus ist der Bereich, in dem sich die mit den Außenelektroden 20b verbundenen Innenelektrodenschichten 12 nicht über die mit den Außenelektroden 20a verbundenen Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen, auch ein Endrand 15. Das heißt, der Endrand 15 ist ein Bereich, in dem sich die mit den gleichen Außenelektroden verbundenen Innenelektrodenschichten 12 nicht über die mit den verschiedenen Außenelektroden verbundenen Innenelektrodenschichten 12 gegenüberliegen. Der Endrand 15 ist ein Bereich, in dem keine elektrische Kapazität erzeugt wird.

[0029] Wie in **Fig. 3** beispielhaft gezeigt, sind im Körper 10, die Seitenränder 16 die Bereiche, die zum Bedecken der Kanten an den Seiten der zwei Seitenflächen von der dielektrischen Schicht 11 und von der Innenelektrodenschicht 12 (Kanten in Richtung der Y-Achse) vorgesehen sind. Das heißt, die Seitenränder 16 sind Bereiche, die in Richtung der Y-Achse, an den Außenseiten des Kapazitätsabschnitts 14 vorgesehen sind. Die Seitenränder 16 sind auch Bereiche, in denen keine elektrische Kapazität erzeugt wird.

[0030] Bei den Seitenrändern 16 sind die keramischen Materialien der Hauptbestandteil. Die Keramik als Hauptbestandteil der Seitenränder 16 kann die gleiche Zusammensetzung wie die Keramik als Hauptbe-

standteil der dielektrische Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 oder eine andere Zusammensetzung aufweisen. Die Seitenränder 16 können durch Brennen zum Sintern des Keramikpulvers gebildet werden. Die dielektrische Schicht 11 kann auch durch Brennen zum Sintern des Keramikpulvers gebildet werden. Bei diesem Brennen ist der Kapazitätsabschnitt 14 anfällig für die Diffusion der metallischen Komponenten in die Innenelektrodenschicht 12. Darüber hinaus können Dichteunterschiede auftreten zwischen dem Kapazitätsabschnitt 14 und den Seitenrändern 16, da der Kapazitätsabschnitt 14 den Innenelektrodenschicht 12 umfasst. Dadurch besteht es die Gefahr einer mangelnden Feuchtigkeitsbeständigkeit in den Seitenrändern 16 infolge unzureichender Verdichtung bei niedrigen Brenntemperaturen, wenn die gleichen dielektrischen Materialien für den Kapazitätsabschnitt 14 und die Seitenränder 16 verwendet werden.

[0031] Z. B. ist es denkbar, dass die Konzentration der Flüssigphasenkomponente wie Si in der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 höher ist als diejenige in den Seitenränder 16. In diesem Fall kann beim Brennen viele Flüssigphasen in den Seitenrändern 16 gebildet werden, um das Sintern der Seitenrändern 16 zu fördern. Jedoch kann in diesem Fall abnormaler Kornwachstum an den Seitenrändern 16 entstehen, was eine unzureichende Zuverlässigkeit zur Folge hat.

[0032] Hierbei weist die Mehrschicht-Keramikkondensator 100 gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Ausführung, bei der die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung und die unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums in Seitenrändern 16 gelöst werden.

[0033] Im Einzelnen wird V (Vanadium) zur Erhöhung der Sinterfähigkeit in den Seitenrändern 16 zugegeben. Dadurch wird das Sintern der Seitenränder 16 gefördert, ohne dass mehr Flüssigphasenkomponente verwendet werden müssen, um während des Brennens viele Flüssigphasen zu erzeugen. In Bezug auf die vorliegende Ausführungsform, ist eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 höher als diejenige in der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14. Die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil ist eine atomare Konzentration (at.%) von Vanadium, wenn die Menge der B-Site-Elemente in der Perowskit-Struktur 100 at.% beträgt. Wenn der Hauptbestandteil Bariumtitanat ist, ist es eine atomare Konzentration (at.%) von Vanadium bei der Menge von Ti 100 at.%. Gemäß dieser Ausführung ist es möglich, das Sintern der Seitenränder 16 zu fördern, während das Sintern der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 unterdrückt wird. Dadurch kann die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung in den Seitenrändern 16 gelöst werden. Darüber hinaus kann die unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums dadurch gelöst werden, dass nicht viele oder gar keine Flüssigphasenkomponente verwendet werden müssen.

[0034] Im Hinblick auf die volle Förderung des Sinterns der Seitenränder 16, ist es vorzuziehen, eine untere Grenze für die Differenz zwischen der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 und der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 festzulegen. Z. B. ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den gesamten Seitenrändern 16 vorzugsweise um 0,05 at.% oder mehr höher, und bevorzugter um 0,1 at.% oder mehr höher, und noch bevorzugter um 0,2 at.% oder mehr höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der gesamten dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14.

[0035] Hingegen ist es im Hinblick auf die Interdiffusion vorzuziehen, eine obere Grenze für die Differenz zwischen der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 und der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 festzulegen. Z. B. beträgt die Differenz zwischen der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den ganzen Seitenrändern 16 und der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der ganzen dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 vorzugsweise 1,0 at.% oder weniger, bevorzugter 0,5 at.% oder weniger, und noch bevorzugter 0,3 at.% oder weniger.

[0036] Im Hinblick auf die volle Förderung des Sinterns der Seitenränder 16, ist es vorzuziehen, eine untere Grenze für die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 festzulegen. Z. B. beträgt die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den gesamten Seitenrändern 16 vorzugsweise 0,05 at.% oder mehr, und bevorzugter 0,1 at.% oder mehr, und noch bevorzugter 0,15 at.% oder mehr.

[0037] Hingegen ist es im Hinblick auf die Interdiffusion vorzuziehen, eine obere Grenze für die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 festzulegen. Z. B. beträgt die Vana-

diumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den gesamten Seitenrändern 16 vorzugsweise 1,0 at.% oder weniger, und bevorzugter 0,5 at.% oder weniger, und noch bevorzugter 0,3 at.% oder weniger.

[0038] Im Hinblick auf die Unterdrückung des Sinterns im Kapazitätsabschnitt 14 ist es vorzuziehen, eine obere Grenze für die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 festzulegen. Z. B. beträgt die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der gesamten dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 vorzugsweise 1,0 at.% oder weniger, und bevorzugter 0,5 at.% oder weniger, und noch bevorzugter 0,3 at.% oder weniger.

[0039] In den Seitenrändern 16 schreitet im Bereich, der in der Nähe des Kapazitätsabschnitts 14 liegt, das Sintern durch die Diffusion der metallischen Komponenten aus der Innenelektroden-schicht 12 leicht voran. Hierbei ist in den Seitenrändern 16 die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Bereich, der in der Nähe des Kapazitätsabschnitts 14 in Richtung der Y-Achse liegt, vorzugsweise niedriger als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Bereich, der weit vom Kapazitätsabschnitt 14 entfernt liegt. Z. B. weist, wie in **Fig. 4** beispielhaft gezeigt, die Seitenränder 16 in Richtung der Y-Achse den ersten Bereich 161, der in der Nähe des Kapazitätsabschnitts 14 liegt, und den zweiten Bereich 162, der weit vom Kapazitätsabschnitt 14 entfernt liegt, auf. In diesem Fall ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im ersten Bereich 161 vorzugsweise niedriger als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im zweiten Bereich 162. In dieser Ausführung kann der Sinterungszustand in den Seitenrändern 16 homogenisiert werden, um die gesamte Seitenränder 16 zu verdichten.

[0040] Ansonsten nimmt in den Seitenrändern 16 die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil, in Richtung der Y-Achse von der Seite des Kapazitätsabschnitts 14 nach außen vorzugsweise schrittweise (allmählich) zu. In dieser Ausführung kann der Sinterungszustand in den Seitenrändern 16 weiter homogenisiert werden, um die gesamte Seitenränder 16 weiter zu verdichten. In diesem Fall umfasst der Ausdruck „schrittweise zunehmen“ sowohl eine kontinuierliche Zunahme (monotone Zunahme) als auch eine Abnahme im Ganzen durch wiederholtes Ansteigen und Abfallen, wenn die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil an mehreren Probenpunkten von der Seite des Kapazitätsabschnitts 14 nach außen entlang der Richtung der Y-Achse gemessen wird.

[0041] Im Kapazitätsabschnitt 14 schreitet das Sintern aus den Gründen wie der Diffusion der Innenelektrodenmaterialien im Zentralbereich leichter voran als im Außenbereich. Hierbei ist im Kapazitätsabschnitt 14 die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Zentralbereich vorzugsweise niedriger als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Außenbereich. Z. B. weist, wie in **Fig. 5** beispielhaft gezeigt, der Kapazitätsabschnitt 14 in Richtung der Y-Achse den Zentralbereich 141 und den Außenbereich 142, der außerhalb vom Zentralbereich 141 liegt, auf. In diesem Fall ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Zentralbereich 141 vorzugsweise niedriger als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Außenbereich 142.

[0042] Z. B. im Kapazitätsabschnitt 14, im Bereich von der Mitte bis zum Ende in Richtung der Y-Achse, wird der Bereich in der Hälfte des Bereichs von der Mitte aus als Zentralbereich 141 und der restliche Bereich als Außenbereich 142 bezeichnet. In diesem Fall ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Außenbereich 142 vorzugsweise um 0,02 at.% oder mehr höher, und bevorzugter um 0,05 at.% oder mehr höher, und noch bevorzugter um 0,08 at.% oder mehr höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Zentralbereich 141.

[0043] Im Hinblick auf die Unterdrückung des abnormen Kornwachstums ist es vorzuziehen, eine obere Grenze für die Gesamtkonzentration von (Silizium + Bor) zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 festzulegen. Z. B. beträgt die Gesamtkonzentration von (Silizium + Bor) zu Keramik als Hauptbestandteil in den Seitenrändern 16 vorzugsweise 2,5 at.% oder weniger, und bevorzugter 2,0 at.% oder weniger.

[0044] Im Folgenden wird das Herstellungsverfahren des Mehrschicht-Keramikkondensators 100 erläutert. **Fig. 6** ist eine Ansicht, die ein Beispiel für den Ablauf des Herstellungsverfahrens eines Mehrschicht-Keramikkondensators 100 zeigt.

(Herstellungsprozess des Rohmaterialpulvers)

[0045] Zunächst werden dielektrische Materialien zur Bildung der dielektrischen Schicht 11 vorbereitet. Die in der dielektrischen Schicht 11 enthaltene A-Site-Elemente und B-Site-Elemente sind meistens in Form vom

gesinterten Körper aus ABO_3 -Partikeln in der dielektrischen Schicht 11 enthalten. Z. B. ist Bariumtitanat eine tetragonale Verbindung mit einer Perowskit-Struktur, die eine hohe Dielektrizitätskonstante aufweist. Dies Bariumtitanat kann im Allgemeinen durch die Synthese von Bariumtitanat durch die Reaktion von Titan-Rohmaterial wie Titandioxid und Barium-Rohmaterial wie Bariumcarbonat gewonnen werden. Als Verfahren zur Synthese der Keramik als Hauptbestandteil der dielektrischen Schicht 11, sind verschiedene Verfahren bekannt, z. B. das Festphasenverfahren, das Sol-Gel-Verfahren und das Hydrothermalverfahren usw. In Bezug auf die vorliegende Ausführungsform, kann jedes dieser Verfahren übernommen werden.

[0046] Zum erworbenen Keramikpulver wird zweckmäßig die vorgegebenen Zusatzstoffe zugesetzt. Zu den Zusatzstoffen zählen Zirkonium, Hafnium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Vanadium, Chrom, Oxide der Seltenen Erdenelemente (Yttrium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, und Ytterbium), oder Kobalt, Nickel, Lithium, Bor, Natrium, Kalium bzw. Silizium enthaltendes Oxid, oder Kobalt, Nickel, Lithium, Bor, Natrium, Kalium bzw. Silizium enthaltendes Glas.

[0047] Z. B. wird Keramikmaterial zubereitet, indem keramisches Rohmaterialpulver mit einer Verbindung, die Zusatzstoffen enthält, nassgemischt, getrocknet und gemahlen wird. Z. B. kann das wie oben beschriebene gewonnene Keramikmaterial bei Bedarf zerkleinert werden, um die Partikelgröße anzupassen, oder mit einem Klassifizierungsverfahren kombiniert werden, um die Partikelgröße einzurichten. Durch die oben beschriebenen Verfahren werden dielektrische Materialien gewonnen.

[0048] Als Nächstes werden Dielektrikum-Muster-Materialien zur Bildung der Seitenränder 16 vorbereitet. Dielektrikum-Muster-Materialien enthalten Pulver der Keramik als Hauptbestandteil der Seitenränder 16. Als Pulver der Keramik als Hauptbestandteil kann z. B. Pulver der Keramik als Hauptbestandteil der dielektrischen Materialien verwendet werden. Zweckmäßig werden die vorgegebenen Zusatzstoffe zugesetzt. Wenigstens ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Dielektrikum-Muster-Materialien höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den dielektrischen Materialien.

(Beschichtungsprozess)

[0049] Als Nächstes wird das gewonnene Rohmaterialpulver mit einem Bindemittel wie Polyvinylbutyral (PVB)-Harz, einem organischen Lösungsmittel wie Ethanol oder Toluol und einem Weichmacher zugesetzt und nassgemischt. Mit den gewonnenen Schlämmen wird z. B. durch das Düsenbeschichtungsverfahren oder das Rakelverfahren die Keramik-Grünfolie 51 auf das Substrat beschichtet und getrocknet. Das Substrat ist z. B. eine Polyethylenterephthalat(PET)-Folie. Die Ansicht, die ein Beispiel des Beschichtungsprozesses zeigt, ist weggelassen.

(Ausbildungsprozess der Innenelektrode)

[0050] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 7 (a)** beispielhaft gezeigt, das Innenelektrodenmuster 52 für die Innenelektroden-schicht durch Aufdrucken einer metallischen Leitpaste zur Bildung der Innenelektrode, die ein organisches Bindemittel enthält, auf die Oberfläche der Keramik-Grünfolie 51 mittels Siebdrucks, Gravur usw. angeordnet. Zur metallischen Leitpaste wird neben Nickel die keramischen Partikel als Co-Material zugesetzt. Der Hauptbestandteil der keramischen Partikel ist nicht besonders begrenzt, ist aber vorzugsweise der gleiche sein wie der Keramik als Hauptbestandteil der dielektrischen Schicht 11.

[0051] Als Nächstes werden zu den bei der Herstellung des Rohmaterialpulvers gewonnenen Dielektrikum-Muster-Materialien ein Bindemittel auf Ethylcellulosebasis usw. und ein organisches Lösungsmittel wie Terpineol zugesetzt und in einem Walzwerk geknetet, um die Dielektrikum-Muster-Paste für die Rückseitenmuster-Schicht zu gewinnen. Wie in **Fig. 7 (a)** beispielhaft gezeigt, wird auf der Keramik-Grünfolie 51 ein Dielektrikum-Muster 53 durch Aufdrucken von der Dielektrikum-Muster-Paste auf den Randbereich, auf dem das Innenelektrodenmuster 52 nicht aufgedruckt ist, angeordnet, um den Stufenunterschied mit dem Innenelektrodenmuster 52 zu füllen. Die Keramik-Grünfolie 51, auf der das Innenelektrodenmuster 52 und das Dielektrikum-Muster 53 aufgedruckt sind, ist als Mehrschichteinheit bezeichnet.

[0052] Anschließend werden, wie in **Fig. 7 (b)** beispielhaft gezeigt, die Mehrschichteinheiten so geschichtet, dass sich die Innenelektroden-schicht 12 und die dielektrische Schicht 11 abwechseln, und dass die Innenelektroden-schicht 12 zu ein Paar von Außenelektrode 20a, 20b mit verschiedener Polarität abwechselnd ausgezogen werden, indem an den beiden Stirnflächen der dielektrischen Schicht 11 in Längsrichtung die Rän-

der abwechselnd freiliegen. Z. B. ist die Mehrschichtzahl des Innenelektrodenmusters 52 auf 100 bis 500 eingestellt.

(Verpressungsprozess)

[0053] Wie in **Fig. 8** beispielhaft gezeigt, werden nur die vorgegebene Anzahl (z. B. 2 bis 10 Schichten) der Deckfolien 54 auf die Ober- und Unterseite des Mehrschichtkörpers, in dem die Mehrschichteinheiten geschichtet sind, geschichtet und verpresst.

(Brennenprozess)

[0054] Nachdem der auf diese Weise gewonnene keramische Mehrschichtkörper in einer N_2 -Atmosphäre entbindet ist, wird die metallische Paste mit dem Tauchverfahren aufgetragen, die die Grundsicht der äußeren Elektroden 20a, 20b sein wird, um den keramischen Mehrschichtkörper in einer reduzierenden Atmosphäre mit einem Sauerstoffpartialdruck von 10^{-12} MPa bis 10^{-9} MPa und 1160°C bis 1280°C (z.B. 1180°C oder mehr, 1230°C oder weniger) für 5 Minuten bis 10 Stunden zu brennen.

(Reoxidationsprozess)

[0055] Um dem Bariumtitanat als teilweise reduzierten Hauptphase der in einer reduzierenden Atmosphäre gebrannten dielektrischen Schicht 11 den Sauerstoff soweit zurückzugeben, dass er die Innenelektroden-schicht 12 nicht oxidiert wird, kann eine Wärmebehandlung bei etwa 1000°C in einem Gasgemisch aus N_2 und Wasserdampf oder in der Luft bei 500°C bis 700°C durchgeführt werden. Dieser Prozess wird als Reoxidationsprozess bezeichnet.

(Plattierungsprozess)

[0056] Anschließend wird auf die Grundsichten der Außenelektroden 20a, 20b eine metallische Beschichtung mit Kupfer, Nickel, Zinn usw. durch ein Plattierungsverfahren aufgebracht. Durch die oben beschriebenen Verfahren wird der Mehrschicht-Keramikkondensator 100 fertiggestellt.

[0057] Durch das Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in den Dielektrikum-Muster 53 höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie 51. Dadurch ist es möglich, das Sintern der Seitenränder 16 zu fördern, während das Sintern der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 unterdrückt wird. In der Folge kann die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung in den Seitenrändern 16 gelöst werden. Darüber hinaus kann die unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums dadurch gelöst werden, dass nicht viele oder gar keine Flüssigphasenkomponente verwendet werden müssen.

[0058] Im Hinblick auf die volle Förderung des Sinterns der Seitenränder 16, ist es vorzuziehen, eine untere Grenze für die Differenz zwischen der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Dielektrikum-Muster 53 und der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie 51 festzulegen. Z. B. ist es vorzuziehen, eine Vanadiumkonzentration in dem Dielektrikum-Muster 53 zu Keramik als Hauptbestandteil um 0,1 at.% oder mehr als diejenige in der Keramik-Grünfolie 51 zu erhöhen.

[0059] Der Seitenrandabschnitt kann an den Seiten des oben erwähnten Mehrschichtabschnitt geklebt oder aufgetragen werden. Im Einzelnen wird, wie in **Fig. 9** beispielhaft gezeigt, der Mehrschichtabschnitt gewonnen, indem die Keramik-Grünfolie 51 und das Innenelektrodenmuster 52 abwechselnd aufeinander geschichtet werden, das die gleiche Breite wie die betreffende Keramik-Grünfolie 51 aufweist. Als Nächstes können die mit der Dielektrikum-Muster-Paste geformten Folien als Seitenrandabschnitte 55 auf die Seitenflächen des Mehrschichtabschnitts geklebt werden. Auch in diesem Fall ist die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Seitenrandabschnitt 55 höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie 51. Dadurch ist es möglich, das Sintern der Seitenränder 16 zu fördern, während das Sintern der dielektrischen Schicht 11 im Kapazitätsabschnitt 14 unterdrückt wird. In der Folge kann die mangelnde Feuchtigkeitsbeständigkeit infolge der unzureichenden Verdichtung in den Seitenrändern 16 gelöst werden. Darüber hinaus kann die unzureichende Zuverlässigkeit infolge des abnormen Kornwachstums dadurch gelöst werden, dass nicht viele oder gar keine Flüssigphasenkomponente verwendet werden müssen.

[0060] Im Hinblick auf die volle Förderung des Sinterns der Seitenränder 16, ist es vorzuziehen, eine untere Grenze für die Differenz zwischen der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Seitenrandabschnitt 55 und der Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie 51 festzulegen. Z. B. ist es vorzuziehen, eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Seitenrandabschnitt 55 um 0,05 at.% oder mehr als diejenige in der Keramik-Grünfolie 51 zu erhöhen.

[0061] In jeder der obigen Ausführungsformen wird der Mehrschicht-Keramikkondensator als Beispiel für keramische Mehrschichtelektronikkomponenten beschrieben, aber sie werden nicht darauf beschränkt. Z. B. können auch andere keramische Mehrschichtelektronikkomponenten wie Varistoren und Thermistoren verwendet werden.

[Ausführungsbeispiele]

[0062] Im Folgenden wurden die Mehrschicht-Keramikkondensator gemäß der Ausführungsform hergestellt und auf ihre Eigenschaften untersucht.

[0063] Schlämmen aus BaTiO_3 als Hauptbestandteil wird gemischt und beschichtet, um Keramik-Grünfolie zu gewinnen. Nach dem Aufdruck des Innenelektrodenmusters auf jede Keramik-Grünfolie wurde ein Dielektrikum-Muster um das Innenelektrodenmuster herum aufgedruckt. Für das Innenelektrodenmuster wurde Nickelpulver verwendet. Die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im Dielektrikum-Muster war höher als die Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie.

[0064] Nach dem Schichten wurden die einzelnen Keramik-Grünfolien geschnitten und anschließend poliert und entbindet, und auf den zwei Stirnflächen wurde die Leitpaste für die Außenelektrode aufgetragen, gebrannt, und reoxidiert. Nach diesen Prozessen wurden die Mehrschicht-Keramikkondensatoren in 1005 Formen (Länge 1,0 mm, Breite 0,5 mm, Höhe 0,5 mm) hergestellt, in denen 500 Schichten der Innenelektroden-schichten übereinander geschichtet wurden.

[0065] Die Vanadiumkonzentration in der Keramik-Grünfolie betrug 0,1 at.% zu BaTiO_3 . Die Vanadiumkonzentration im Dielektrikum-Muster betrug 0,2 at.% zu BaTiO_3 .

[0066] Fig. 10 zeigt ein Beispiel für die Messergebnisse von LA(Laserablation)-ICP(Induktiv gekoppeltes Plasma)-MS(Massenspektrometrie) in Richtung der Y-Achse. Die horizontale Achse zeigt den Abstand (μm) von der Oberfläche des Seitenrandes 16 in Richtung der Y-Achse. Daher stellt 0 μm eine Oberfläche des Seitenrandes 16 dar. Die vertikale Achse auf der linken Seite zeigt das Atomverhältnis (at.%) von Vanadium, wenn Titan 100 at.% beträgt. Die vertikale Achse auf der rechten Seite zeigt die kumulative Zählung von Nickel ($m/z = 58$).

[0067] Wie in Fig. 10 beispielhaft gezeigt, ist bei Abständen von mehr als 40 μm die kumulative Zählung von Nickel annähernd konstant. Denn die Innenelektroden-schicht 12 ist in Abständen von mehr als 40 μm vorhanden. Die kumulative Zählung von Nickel nimmt von etwa 460 μm allmählich ab. Denn es gibt die Schnittstelle zwischen dem Kapazitätsabschnitt 14 und dem Seitenrand 16 bei etwa 460 μm . Z. B. kann der Punkt, an dem die kumulative Zählung von Nickel abzunehmen beginnt, als Schnittstelle zwischen dem Kapazitätsabschnitt 14 und dem Seitenrand 16 definiert werden.

[0068] Wie in Fig. 10 gezeigt, ist zu erkennen, dass die Vanadiumkonzentration im Seitenrand 16 höher ist als im Kapazitätsabschnitt 14.

(Vergleichsbeispiel 1)

[0069] Im Vergleichsbeispiel 1 wurde die Vanadiumkonzentration in der Keramik-Grünfolie gleich der Vanadiumkonzentration im Dielektrikum-Muster eingestellt. Sowohl die Vanadiumkonzentration in der Keramik-Grünfolie als auch die Vanadiumkonzentration im Dielektrikum-Muster wurden auf 0,1 at.% eingestellt. Die weiteren Bedingungen sind wie im Ausführungsbeispiel beschrieben.

(Vergleichsbeispiel 2)

[0070] Im Vergleichsbeispiel 2 wurde die Vanadiumkonzentration in der Keramik-Grünfolie gleich der Vanadiumkonzentration im Dielektrikum-Muster eingestellt. Sowohl die Vanadiumkonzentration in der Keramik-Grünfolie als auch die Vanadiumkonzentration im Dielektrikum-Muster wurden auf 0,1 at.% eingestellt. Die

Siliziumkonzentration zu der Keramik als Hauptbestandteil im Dielektrikum-Muster wurde im Vergleich zur Siliziumkonzentration zu der Keramik als Hauptbestandteil in der Keramik-Grünfolie erhöht. Die weiteren Bedingungen sind wie im Ausführungsbeispiel beschrieben.

(Hochtemperatur-Belastungstest)

[0071] An den Mehrschicht-Keramikkondensatoren gemäß dem Ausführungsbeispiel und den Vergleichsbeispielen 1, 2 wurde ein Hochtemperatur-Belastungstest durchgeführt. Beim Hochtemperatur-Belastungstest wurde eine Spannung von 6 V für 500 Stunden lang bei einer Temperatur von 85°C angelegt. In der Folge wurde der Zeitpunkt als Ausfall gewertet, wenn sich der IR (Isolationswiderstand) gegenüber dem ursprünglichen IR um eine Größenordnung verschlechterte oder ein Kurzschluss auftrat. Die Anzahl der Stichproben wurde für jedes des Ausführungsbeispiels und der Vergleichsbeispiele 1, 2 auf 800 festgelegt. Zu den 800 Proben wurde das Verhältnis der Anzahl der ausgefallenen Proben als Ausfallrate gemessen.

(Feuchtigkeitsbeständigkeitstest)

[0072] An den Mehrschicht-Keramikkondensatoren gemäß dem Ausführungsbeispiel und den Vergleichsbeispielen 1, 2 wurde ein Feuchtigkeitsbeständigkeitstest durchgeführt. Beim Feuchtigkeitsbeständigkeitstest wurde eine Spannung von 4 V für 500 Stunden lang bei einer Temperatur von 40°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95% angelegt. In der Folge wurde der Zeitpunkt als Ausfall gewertet, wenn sich der IR (Isolationswiderstand) gegenüber dem ursprünglichen IR um eine Größenordnung verschlechterte oder ein Kurzschluss auftrat. Die Anzahl der Stichproben wurde für jedes des Ausführungsbeispiels und der Vergleichsbeispiele 1, 2 auf 400 festgelegt. Zu den 400 Proben wurde das Verhältnis der Anzahl der ausgefallenen Proben als Ausfallrate gemessen.

[0073] Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 angezeigt. Wie in Tabelle 1 angezeigt, traten im Ausführungsbeispiel weder im Hochtemperatur-Belastungstest noch im Feuchtigkeitsbeständigkeitstest Ausfälle auf. Es wird vermutet, dass dies auf die Verdichtung der Seitenränder zurückzuführen ist, da die Vanadiumkonzentration in den Seitenrändern höher war als die Vanadiumkonzentration in der dielektrischen Schicht des Kapazitätsabschnitts.

[Tabelle 1]

	Ausfallrate beim Hochtemperatur-Belastungstest	Ausfallrate beim Feuchtigkeitsbeständigkeitstest
Ausführungsbeispiel	0/800	0/400
Vergleichsbeispiel 1	0/800	3/400
Vergleichsbeispiel 2	4/800	0/400

[0074] Im Vergleich dazu erhöhte sich im Vergleichsbeispiel 1 die Ausfallrate im Feuchtigkeitsbeständigkeitstest. Es wird vermutet, dass dies auf die nicht volle Verdichtung der Seitenränder zurückzuführen ist, da die Vanadiumkonzentration in den Seitenrändern gleich war wie die Vanadiumkonzentration in der dielektrischen Schicht des Kapazitätsabschnitts. Im Vergleichsbeispiel 2 war die Ausfallrate beim Feuchtigkeitsbeständigkeitstest niedriger, aber die Ausfallrate beim Hochtemperatur-Belastungstest höher. Es wird vermutet, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass beim Brennen eine große Menge der Seitenrand-Flüssigphasenkomponenten erzeugt wurde, was zu abnormes Kornwachstum führte, obwohl die Verdichtung der Seitenränder fördern konnte, indem die Vanadiumkonzentration in den Seitenrändern gleich der Vanadiumkonzentration in der dielektrischen Schicht des Kapazitätsabschnitts war und darüber hinaus viele Flüssigphasenkomponente zu den Seitenrändern zugegeben wurden.

[0075] Wie oben erwähnt, sind das Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung ausführlich erläutert, ist die vorliegende Erfindung jedoch nicht auf das entsprechende bestimmte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern im Rahmen der Ideen der vorliegenden Erfindung, die in den Patentansprüchen enthalten sind, sind verschiedene Varianten und Abwandlungen möglich.

[Bezugszeichenliste]

11	dielektrische Schicht
12	Innenelektrodenschicht
13	Deckschicht
14	Kapazitätsabschnitt
15	Endrand
16	Seitenrand
20a, 20b	Außenelektrode
51	Keramik-Grünfolie
52	Innenelektrodenmuster
53	Dielektrikum-Muster
54	Deckfolie
55	Seitenrandabschnitt
100	Mehrschicht-Keramikkondensator
141	Zentralbereich
142	Außenbereich
161	erster Bereich
162	zweiter Bereich

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2017-038036 A [0002]
- JP 2014-143392 A [0002]

Patentansprüche

1. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente, die einen Körper umfasst, der einen Mehrschichtabschnitt enthält, bei dem eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten und eine Mehrzahl von Innenelektrodenschichten übereinander geschichtet sind, wobei jede der Innenelektrodenschichten so angeordnet ist, dass sie von einer der zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Körpers freiliegt, und wobei der Körper Seitenränder aufweist, welche in einer dritten Richtung, die orthogonal zu einer ersten Richtung, in der sich die Innenelektrodenschichten gegenüberliegen, und zu einer zweiten Richtung, in der sich die zwei Stirnflächen gegenüberliegen, steht, außerhalb eines Kapazitätsabschnitts als Bereich, in dem sich die dielektrischen Schichten und die Innenelektrodenschichten gegenüberliegen, vorgesehen sind und welcher Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als diejenige im Kapazitätsabschnitt.
2. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 1, bei der in der dritten Richtung die Seitenränder einen ersten Bereich, der in der Nähe des Kapazitätsabschnitts liegt, und einen zweiten Bereich, der weit vom Kapazitätsabschnitt entfernt liegt, aufweist und eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil im zweiten Bereich niedriger ist als diejenige im ersten Bereich.
3. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 1 oder 2, bei der eine Vanadiumkonzentration in den Seitenrändern zu Keramik als Hauptbestandteil um 0,05 at.% oder mehr höher ist als diejenige im Kapazitätsabschnitt.
4. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kapazitätsabschnitt Vanadium enthält.
5. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 4, bei der in der dritten Richtung der Kapazitätsabschnitt einen Zentralbereich und einen Außenbereich, der sich außerhalb des Zentralbereichs befindet, aufweist, wobei eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Zentralbereich niedriger ist als diejenige in dem Außenbereich.
6. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 5, bei der eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Außenbereich um 0,02 at.% oder mehr höher ist als diejenige in dem Zentralbereich.
7. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 1 oder 2, bei der eine durchschnittliche Dicke der dielektrischen Schichten in der ersten Richtung 0,8 μm oder weniger beträgt.
8. Keramische Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 1 oder 2, bei der eine durchschnittliche Dicke der Innenelektrodenschichten in der ersten Richtung 0,7 μm oder weniger beträgt.
9. Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente, enthaltend einen Prozess, bei dem auf einer Keramik-Grünfolie ein Innenelektrodenmuster gebildet wird, einen Prozess, bei dem in einer Umgebung des Innenelektrodenmusters ein Dielektrikum-Muster gebildet wird, dessen Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als diejenige der Keramik-Grünfolie, einen Prozess, bei dem die Keramik-Grünfolien, auf denen das Innenelektrodenmuster und das Dielektrikum-Muster gebildet sind, geschichtet werden, um einen Mehrschichtkörper zu erwerben, und einen Prozess, bei dem der Mehrschichtkörper gebrannt wird.
10. Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 9, wobei eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Dielektrikum-Muster um 0,1 at.% oder mehr höher ist als diejenige in der Keramik-Grünfolie.
11. Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente, enthaltend einen Prozess, bei dem auf einer Keramik-Grünfolie ein Innenelektrodenmuster gebildet wird, einen Prozess, bei dem die Keramik-Grünfolien, auf denen das Innenelektrodenmuster gebildet ist, geschichtet werden, um einen Mehrschichtkörper zu erwerben, einen Prozess, bei dem in einer Umgebung des Innenelektrodenmusters Seitenrandabschnitte gebildet werden, deren Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil höher ist als diejenige der Keramik-

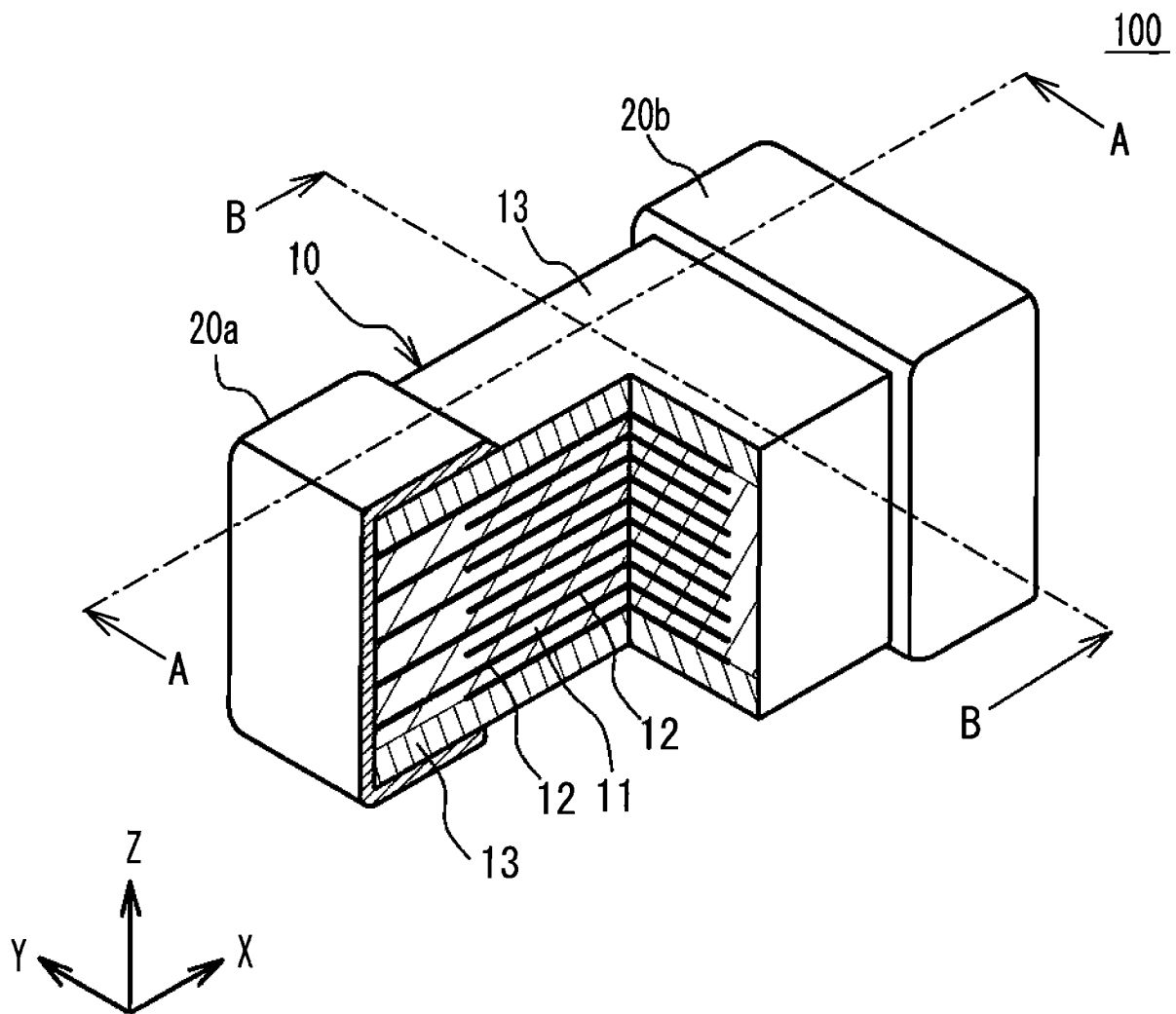
Grünfolie, und
einen Prozess, bei dem der Mehrschichtkörper, an dem die Seitenrandabschnitte gebildet sind, gebrannt wird.

12. Herstellungsverfahren einer keramischen Mehrschichtelektronikkomponente nach Anspruch 11, wobei eine Vanadiumkonzentration zu Keramik als Hauptbestandteil in dem Seitenrandabschnitt um 0,05 at.% oder mehr höher ist als diejenige in der Keramik-Grünfolie.

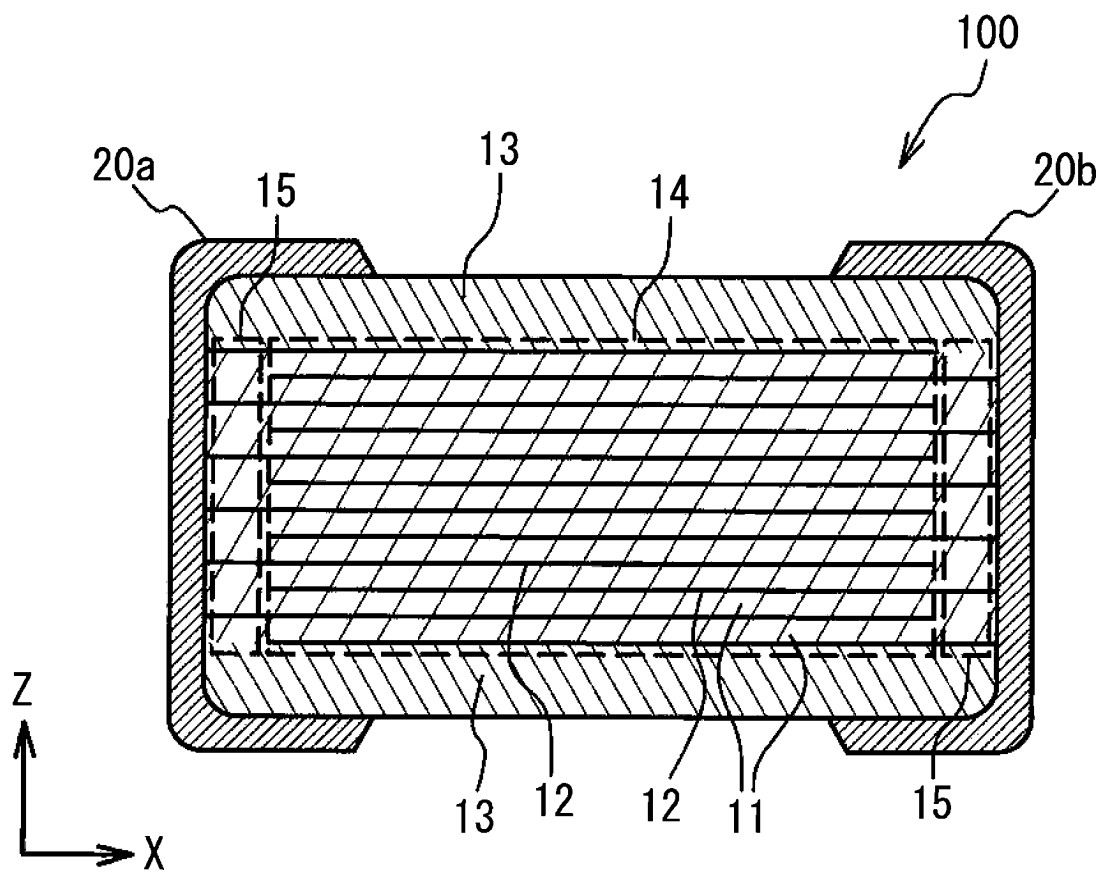
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

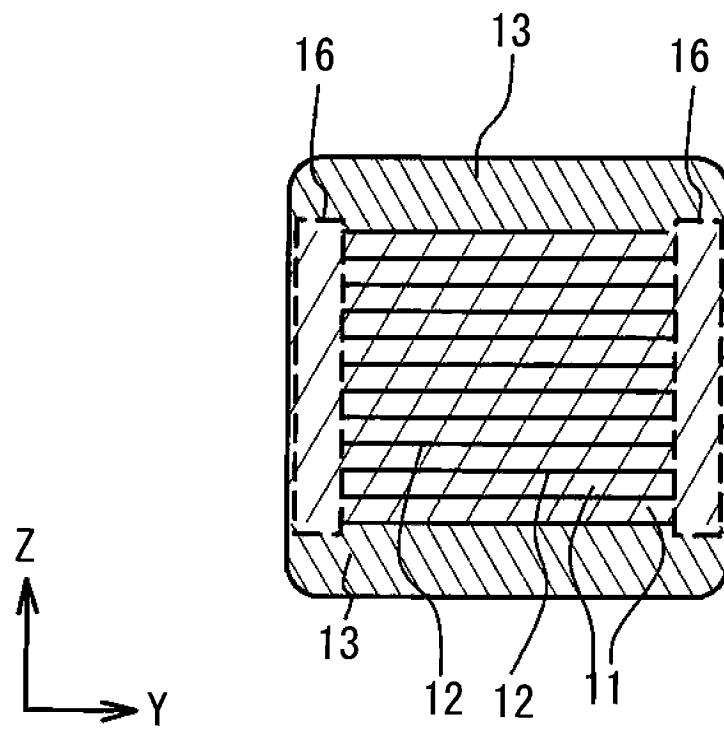
1



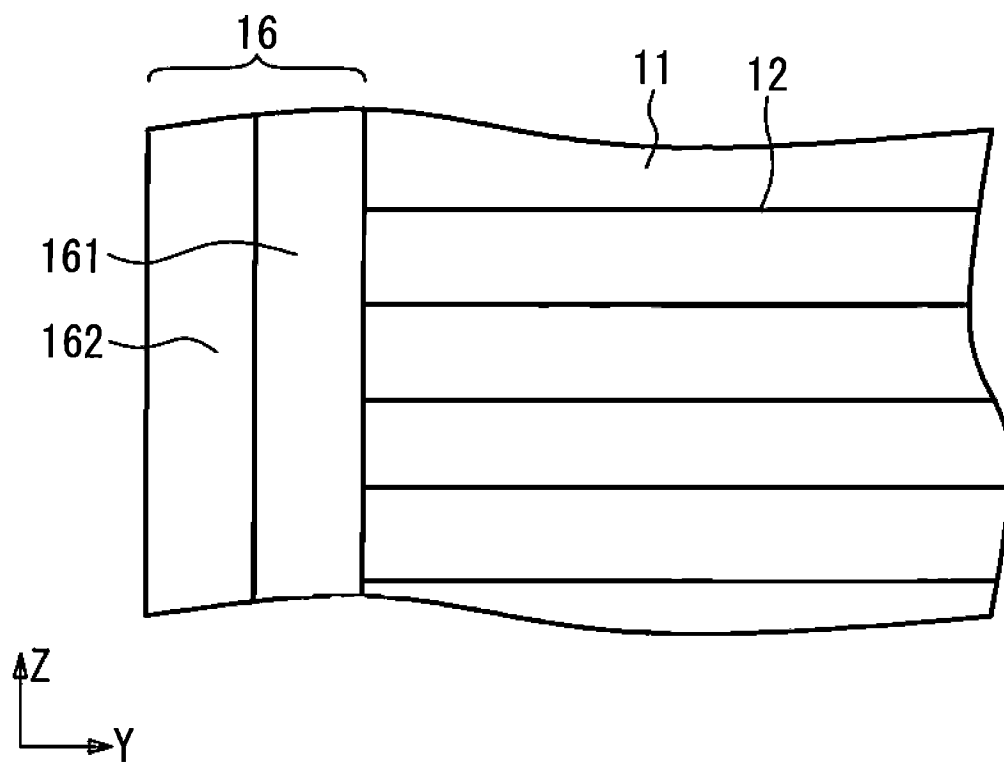
2



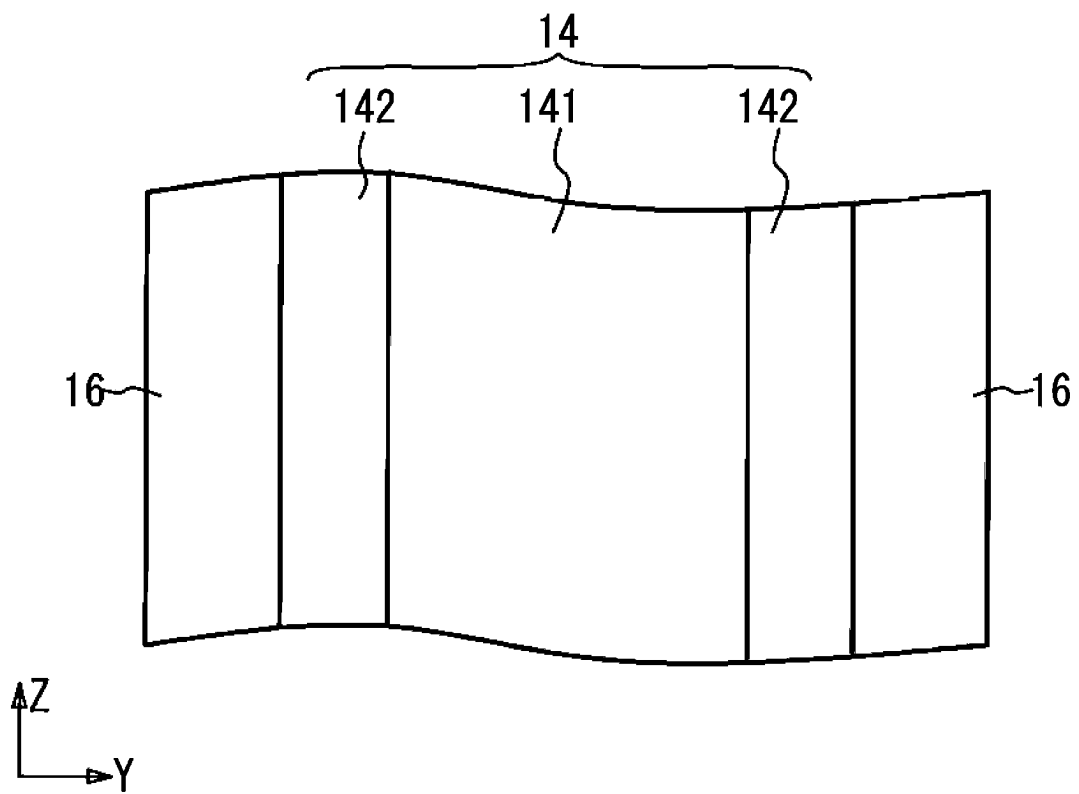
3



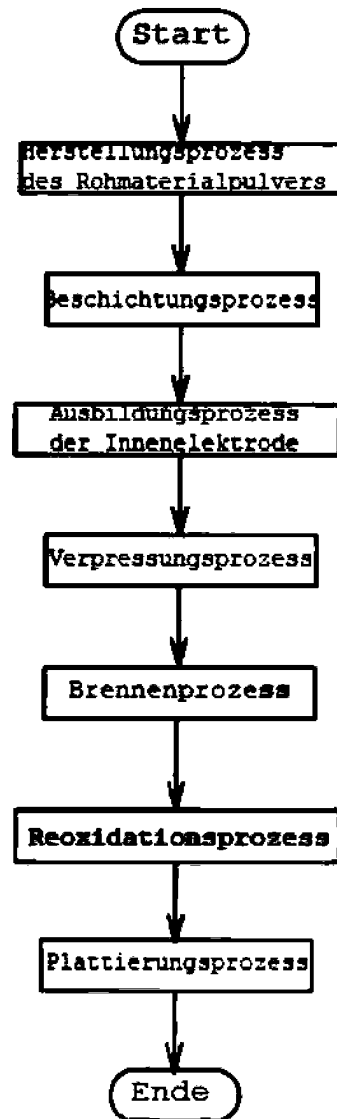
4



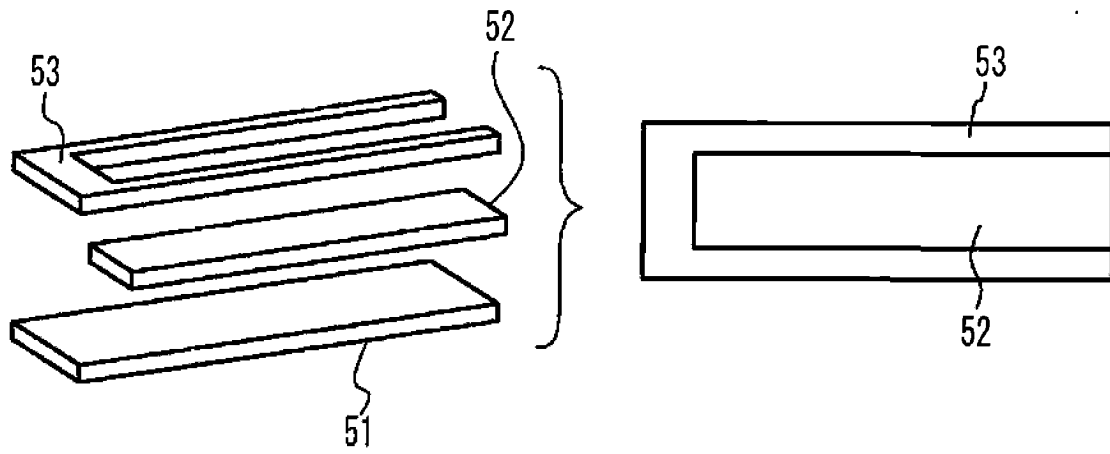
5



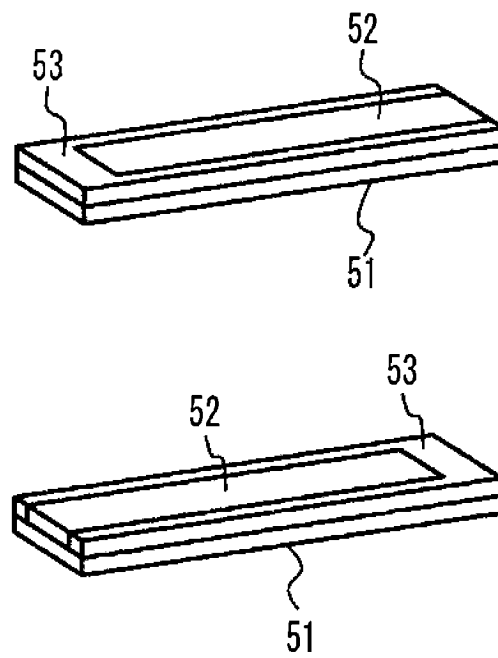
6



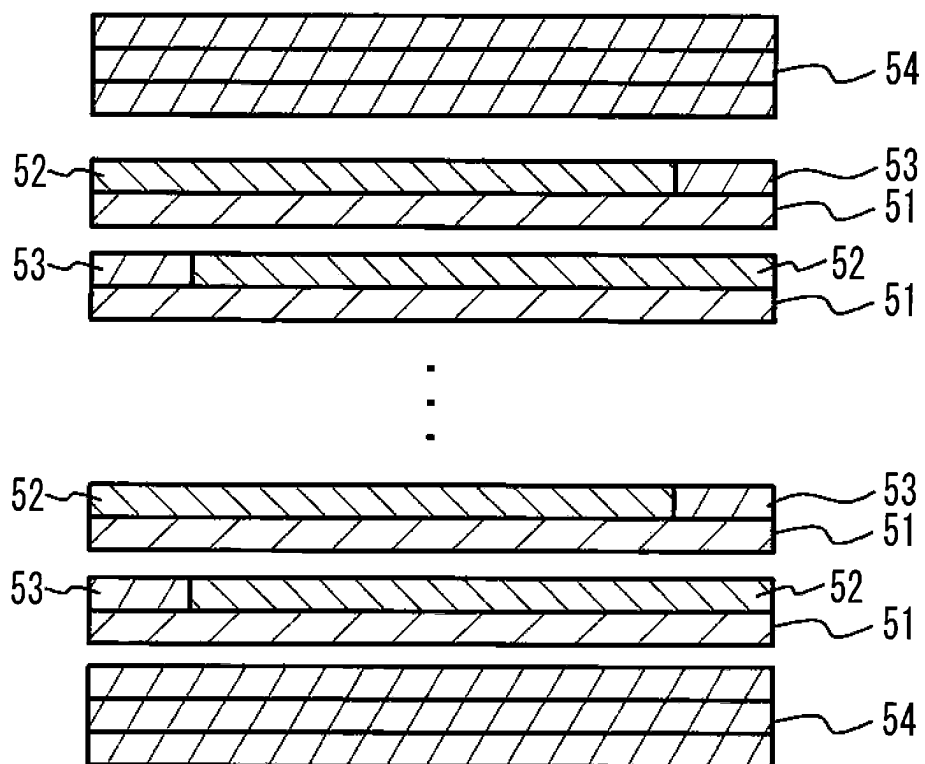
7A



7B



8



9

