

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6193778号  
(P6193778)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

(51) Int.Cl. F I  
**HO 1 G 4/12 (2006.01)** HO 1 G 4/12 3 5 8  
**HO 1 G 4/30 (2006.01)** HO 1 G 4/30 3 0 1 E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-27073 (P2014-27073)  
 (22) 出願日 平成26年2月15日(2014.2.15)  
 (65) 公開番号 特開2015-153916 (P2015-153916A)  
 (43) 公開日 平成27年8月24日(2015.8.24)  
 審査請求日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(73) 特許権者 000006633  
 京セラ株式会社  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 (72) 発明者 松原 聖  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内  
 (72) 発明者 東 勇介  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内

審査官 田中 晃洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体層と内部電極層とが交互に積層されたコンデンサ本体を備えたコンデンサであって、前記誘電体層は、チタン酸バリウムを主成分とし、バナジウムを含有する結晶粒子を主結晶粒子とする誘電体磁器からなるとともに、前記結晶粒子の平均粒径が0.15~0.4 μmであり、前記誘電体層に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比c/aが1.0062以上であるとともに、前記結晶粒子の表面付近と中心部との間での前記バナジウムの濃度勾配が絶対値で0.03原子%/nm以下であることを特徴とするコンデンサ。

【請求項2】

前記誘電体層が、さらに、希土類元素(RE)、マグネシウムおよびマンガンを含有するとともに、前記チタン酸バリウムを100モルとしたときの割合で、前記バナジウムの含有量がV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>換算で0.05~0.20モル、前記希土類元素(RE)の含有量がRE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.30~0.65モル、前記マグネシウムの含有量がMgO換算で0.3~1.0モル、前記マンガンの含有量がMnO換算で0.1~0.3モルであることを特徴とする請求項1に記載のコンデンサ。

【請求項3】

前記希土類元素(RE)の含有量がRE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.30~0.60モルであることを特徴とする請求項2に記載のコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、コンデンサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、セラミック製の誘電体層と内部電極層とを交互に積み重ねた後、一体的に焼成して作製された積層型のコンデンサが知られている（例えば、特許文献1を参照）。このようなコンデンサにおいて、誘電体層および内部電極層の積層数が例えば数百層にも及ぶものにおいては、内部電極層とともに誘電体層も同様に薄層化されていることから、無負荷状態で室温における静電容量は高いものの、コンデンサが高温状態となり、これに直

10

流電圧が印加された際に、誘電体層が受ける電界強度が高くなると、静電容量が大きく低下するという問題がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2000-58377号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従って、本発明の目的は、高温において直流電圧が印加された際にも静電容量の低下の小さいコンデンサを提供することにある。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明のコンデンサは、誘電体層と内部電極層とが交互に積層されたコンデンサ本体を備えたコンデンサであって、前記誘電体層は、チタン酸バリウムを主成分とし、バナジウムを含有する結晶粒子を主結晶粒子とする誘電体磁器からなるとともに、前記結晶粒子の平均粒径が $0.15 \sim 0.4 \mu\text{m}$ であり、前記誘電体層に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比 $c/a$ が $1.0062$ 以上であるとともに、前記結晶粒子の表面付近と中心部との間での前記バナジウムの濃度勾配が絶対値で $0.03$ 原子%/nm以下であることを特徴とする。

30

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明によれば、高温において直流電圧が印加された際にも静電容量の低下の小さいコンデンサを得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】(a)は、本発明のコンデンサの一実施形態を示す断面模式図であり、(b)は、(a)のコンデンサを構成する誘電体層を部分的に拡大した断面模式図である。

【図2】(a)は、結晶粒子の断面構造であり、(b)は結晶粒子に含まれる元素（バナジウム、希土類元素（RE））の濃度分布を示す模式図である。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

図1(a)は、本発明のコンデンサの一実施形態を示す断面模式図であり、(b)は、(a)のコンデンサを構成する誘電体層を部分的に拡大した断面模式図である。

## 【0009】

本実施形態のコンデンサは、誘電体層1と内部電極層3とが交互に積層されたコンデンサ本体5によって構成されている。この場合、図1(a)に示すように、コンデンサ本体5の断面が長方形状（外形は直方体状）であるようなときには、コンデンサ本体5の対向する端面7に内部電極層3に接続される外部電極9が設けられる。図1では、誘電体層1と内部電極層3との積層状態を単純化して示しているが、本実施形態のコンデンサは誘電

50

体層 1 と内部電極層 3 とが数百層にも及ぶ積層体となっている。なお、直方体状というのは、コンデンサ本体 5 を構成する 2 つの平面あるいは 3 つの平面が交わる角度が直角というだけではなく、稜線や角部が丸くなっている構造も含むという意味である。

【 0 0 1 0 】

本実施形態のコンデンサは、誘電体層 1 がチタン酸バリウムを主成分とし、バナジウムを含有する結晶粒子 1 a を主結晶粒子とする誘電体磁器からなり、その結晶粒子 1 a の平均粒径が  $0.15 \sim 0.4 \mu\text{m}$  である。また、誘電体層 1 に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比  $c/a$  が  $1.0062$  以上である。さらには、結晶粒子 1 a の表面 1 s 付近と中心部 1 c との間でのバナジウムの濃度勾配が絶対値で  $0.03$  原子% / nm 以下である。ここで、結晶粒子 1 a の表面付近 1 s とは、図 2 に示すように、表面からわずかに入り込んだ領域 ( 1 s ) までをいい、本実施形態では表面からの深さが  $10 \text{ nm}$  以内の範囲である。一方、結晶粒子 1 a の中心部 1 c とは、結晶粒子 1 a を断面視したときの直径を 3 等分したときの真ん中の領域 ( 1 c ) のことである。

10

【 0 0 1 1 】

濃度勾配とは、図 2 ( b ) に示すように、結晶粒子 1 a の表面付近 1 s から中心部 1 c にかけてバナジウム ( V ) や希土類元素 ( RE ) の含有量の変化した勾配のことをいう。この場合、結晶粒子 1 a の表面付近 1 s から中心部 1 c にかけて濃度が低くなるように変化している状態からの傾きから求められる。

【 0 0 1 2 】

本実施形態のコンデンサでは、結晶粒子 1 a 中に含まれるバナジウム ( V ) が結晶粒子 1 a の表面 1 s 付近から内部にまで十分に拡散した状態であるため、結晶粒子 1 a の全体にわたってバナジウム ( V ) が拡散している状態となっている。このためチタン酸バリウムの原子の欠損等による格子欠陥が相当量補償される。これにより高温において移動しやすい酸素空孔などのキャリア数が少なくなり、高温での DC バイアス特性を  $-40\%$  以内にする事ができる。

20

【 0 0 1 3 】

ここで、高温での DC バイアス特性というのは、室温 (  $25$  ) において直流電圧を印加していない条件で得られる静電容量を  $C_0$  とし、温度  $85$  、  $2 \text{ V}$  の直流電圧を印加した条件で得られる静電容量を  $C_{HD}$  としたときに、変化率  $C$  を、  $C (\%) = (C_{HD} - C_0) \times 100 / C_0$  で表したときの値である。以下、高温 DC バイアス特性という。

30

【 0 0 1 4 】

また、この結晶粒子 1 a は、バナジウム ( V ) を十分に固溶していても格子定数比  $c/a$  が  $1.0062$  以上に維持されているため、結晶粒子 1 a の平均粒径を  $0.15 \sim 0.4 \mu\text{m}$  としたときには、室温 (  $25$  ) における比誘電率を  $4500$  以上にすることができる。

【 0 0 1 5 】

なお、格子定数比  $c/a$  とは、ペロブスカイト構造を有するチタン酸バリウムの格子定数  $a$ 、 $b$  および  $c$  のうちの  $a$  および  $c$  の比を取ったときの値であり、正方晶性を示す指標となるものである。

【 0 0 1 6 】

これに対し、コンデンサを構成する誘電体層 1 の結晶粒子 1 a の平均粒径が  $0.15 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 、格子定数比  $c/a$  が  $1.0062$  よりも大きい、結晶粒子 1 a の表面付近 1 s と中心部 1 c との間でのバナジウムの濃度勾配が絶対値で  $0.03$  原子% / nm よりも小さい、との条件のうちのいずれかを満たさない場合には、高温 DC バイアス特性が  $-40\%$  よりもマイナス側へ大きくなってしまったり、または誘電体層 1 の比誘電率が  $4500$  よりも低くなってしまったりする。

40

【 0 0 1 7 】

なお、バナジウム ( V ) 以外の元素 ( 例えば、希土類元素 ( RE )、マグネシウム ( Mg ) およびマンガン ( Mn ) ) によって同様の濃度勾配を持つようにした場合には、まず、比誘電率が  $4500$  よりも低くなり、また、高温 DC バイアス特性が  $-40\%$  よりもマイ

50

ナス側へ大きくなってしまふ。

【0018】

このように本実施形態のコンデンサは、誘電体層1を、上記のように、チタン酸バリウムを主成分としバナジウムを含有する結晶粒子1aを主結晶粒子とする誘電体磁器からなり、その結晶粒子1aの平均粒径が $0.15 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 、誘電体層1に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比 $c/a$ が $1.0062$ 以上および結晶粒子1aの表面1s付近と中心部1cとの間でのバナジウムの濃度勾配が絶対値で $0.03$ 原子%/nm以下とすることによって高誘電率かつ高温DCバイアス特性を高めることができるものであるが、この誘電体層1を構成する誘電体磁器の組成を特定の範囲にしたときには、コンデンサとしてX5R特性を満足するものにできる。また、高温負荷寿命も高められる。この場合、希土類元素(RE)は結晶粒子1aの表面付近1sと中心部1cとの間での濃度勾配が絶対値で $0.05$ 原子%/nm以上であるのが良く、また、誘電体層1の組成としては、チタン酸バリウムを100モルとしたときの割合で、バナジウムの含有量が $\text{V}_2\text{O}_5$ 換算で $0.05 \sim 0.2$ モル、希土類元素(RE)の含有量が $\text{RE}_2\text{O}_3$ 換算で $0.30 \sim 0.65$ モル、マグネシウムの含有量が $\text{MgO}$ 換算で $0.3 \sim 1.0$ モル、マンガンの含有量が $\text{MnO}$ 換算で $0.1 \sim 0.3$ モルであるのが良い。ここでX5R特性とは、室温(25)を基準にしたときの静電容量の変化率が $-55 \sim 85$ の温度範囲において $\pm 15\%$ 以内を満足するものである。

10

【0019】

さらに、誘電体層1の組成を、チタン酸バリウムを100モルとしたときの割合で、バナジウムの含有量を $\text{V}_2\text{O}_5$ 換算で $0.05 \sim 0.2$ モル、希土類元素(RE)の含有量を $\text{RE}_2\text{O}_3$ 換算で $0.30 \sim 0.60$ モル、マグネシウムの含有量を $\text{MgO}$ 換算で $0.3 \sim 1.0$ モル、マンガンの含有量を $\text{MnO}$ 換算で $0.1 \sim 0.3$ モルとしたときには、誘電損失を $6.5\%$ 以下にすることができる。

20

【0020】

コンデンサを構成する誘電体層1の平均厚みとしては、 $0.5 \sim 30 \mu\text{m}$ 、内部電極層7の平均厚みは $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、コンデンサ本体5における内部導体層7の積層数が100層以上であるような薄層、高積層のコンデンサに好適なものとなる。

【0021】

また、内部電極層7の材料としては、ニッケル、銅、パラジウムおよび銀から選ばれる1種もしくはこれらの合金を適用することが好ましい。

30

【0022】

次に、本実施形態のコンデンサを製造する方法について説明する。コンデンサ本体5は、誘電体グリーンシートの表面にスクリーン印刷によって内部電極パターンを形成してシート状成形体とし、次いで、このシート状成形体を多層化することによって仮積層体を形成する。次に、この仮積層体を加圧して密着させた後、所定の条件にて焼成することによって得られる。

【0023】

この場合、誘電体グリーンシートに適用する誘電体粉末としては、予めバナジウム(V)を固溶させたチタン酸バリウム粉末とバナジウム(V)を固溶させていないチタン酸バリウム粉末を用いる。ここで、チタン酸バリウム粉末へのバナジウム(V)の固溶処理は、チタン酸バリウム粉末の表面にバナジウム成分を被覆し、 $500 \sim 800$ の温度に加熱することにより行う。本実施形態のコンデンサは、誘電体粉末として用いるチタン酸バリウム粉末にバナジウム(V)を予め固溶させた粉末を用いているために、焼成後において、チタン酸バリウムを主成分とする結晶粒子の内部にバナジウム(V)が十分に拡散した状態となり、これにより結晶粒子の表面付近と中心部との間でのバナジウムの濃度勾配を絶対値で $0.03$ 原子%/nm以下にすることができる。この場合、チタン酸バリウムに固溶している元素がバナジウム(V)であるために、添加成分が固溶してもチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比 $c/a$ を $1.0062$ 以上に維持することができる。また、こうして得られた誘電体粉末に希土類元素(RE)、マグネシウム(Mg

40

50

) およびマンガン (Mn) を含む化合物を添加してこれらの成分を固溶させても格子定数比  $c/a$  を  $1.0062$  以上に維持することができる。これは最初にバナジウム (V) が結晶粒子  $1a$  中に拡散しているために、後で添加される成分は拡散が抑制されるためであると考えられる。

#### 【0024】

次に、得られたコンデンサ本体5の対向する端面部に銅などの金属粉末を主成分とする外部電極3を形成する。この場合、必要に応じて外部電極3の表面に錫やはんだのメッキ膜を形成する。

#### 【実施例】

#### 【0025】

以下、具体的に積層型のコンデンサを作製して本発明の効果を確認した。まず、誘電体粉末の原料粉末として、バナジウム (V) を被覆したチタン酸バリウム粉末とバナジウム (V) を被覆していないチタン酸バリウム粉末を用意し、さらに  $MgO$  粉末、 $Y_2O_3$  粉末および  $MnCO_3$  粉末を準備した。用いた原料粉末を表1に示す割合になるように混合した。この場合、バナジウム (V) を被覆したチタン酸バリウム粉末およびバナジウム (V) を被覆していないチタン酸バリウム粉末の混合粉末100質量部に対して、ガラス粉末 ( $SiO_2 = 55$ ,  $BaO = 20$ ,  $CaO = 15$ ,  $Li_2O = 10$  (モル%)) を1質量部添加した。次いで、この誘電体粉末を直径5mmのジルコニアボールを用いて、溶媒としてトルエンとアルコールとからなる混合溶媒を添加し湿式混合した。バナジウム (V) を被覆していないチタン酸バリウム粉末の  $c/a$  は  $1.0080$  であったのに対し、バナジウム (V) を被覆したチタン酸バリウム粉末の  $c/a$  は  $1.0099$  であった。

#### 【0026】

次に、湿式混合した粉末を、ポリビニルブチラル樹脂を溶解させたトルエンおよびアルコールの混合溶媒中に投入し、直径5mmのジルコニアボールを用いて湿式混合してセラミックスラリーを調製し、ドクターブレード法により厚みが  $2\mu m$  の誘電体グリーンシートを作製した。

#### 【0027】

次に、この誘電体グリーンシートの上面に矩形状の内部電極パターンを形成してパターン付きシートを形成した。内部電極パターンを形成するための導体ペーストは、Ni粉末45質量%に対して、共材としてチタン酸バリウム粉末を20重量%と、エチルセルロース5質量%およびオクチルアルコール95質量%からなる有機ビヒクル30質量%を3本ロールで混練したものをを用いた。Ni粉末は粒度分布において累積%表示したときに10~90%の範囲にある粒径が  $0.05 \sim 0.2\mu m$  であるものをを用いた。

#### 【0028】

次に、作製したパターン付きシートを複数層重ねてコア積層体を形成し、さらにこの上下面にそれぞれ内部電極パターンを形成していない誘電体グリーンシートを重ね、温度70、圧力100MPaの加圧加熱処理を行って積層体を複数個有する母体積層体を形成した。この後、この母体積層体を、所定の寸法に切断して積層体を形成した。積層体における内部電極層の積層数は350層とした。

#### 【0029】

次に、作製した積層体を大気中にて脱脂した後、水素-窒素の混合ガス雰囲気にて酸素分圧が  $10^{-8} Pa$  の条件にて1150で2時間の焼成を行い、コンデンサ本体を作製した。作製したコンデンサ本体のサイズは1608型に相当するものであった。また、誘電体層の平均厚みは  $1.2\mu m$ 、コンデンサ本体(セラミック層または内部電極層)の中央部に位置する内部電極層の1層の平均厚みは  $1\mu m$  であった。作製したコンデンサ本体から得られる静電容量の設計値(誘電体層を挟んで内部電極が上下で重なっている有効面積の領域に空隙が無い状態で発現する静電容量)は  $10\mu F$  と見積もった。

#### 【0030】

次に、作製したコンデンサ本体に対し、窒素雰囲気中(酸素分圧:  $10^{-6} Pa$ )、900~1000で5時間の熱処理を行った。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

次に、作製した電子部品本体にバレル研磨処理を行い、コンデンサ本体の端面に内部電極層を十分に露出させた。

## 【 0 0 3 2 】

次に、バレル研磨したコンデンサ本体の端部に銅ペーストを塗布し、約 8 0 0 、酸素分圧を 1 P a、最高温度の保持時間を 0 . 2 時間とする条件で加熱して外部電極を形成した。

## 【 0 0 3 3 】

次に、この外部電極の表面に、順に、電解めっき法により N i メッキ膜および S n メッキ膜を形成して積層型のコンデンサを作製した。

10

## 【 0 0 3 4 】

次に、作製した積層型のコンデンサについて以下の評価を行った。

## 【 0 0 3 5 】

ここで、比誘電率、誘電損失、静電容量の温度特性の評価はいずれも試料数 1 0 個とし、その平均値を求めた。

## 【 0 0 3 6 】

比誘電率は、静電容量を温度 2 5 、周波数 1 . 0 k H z、測定電圧 1 V r m s の測定条件で測定し、得られた静電容量から誘電体層の厚み、内部電極層の全面積および真空の誘電率をもとに換算して求めた。

## 【 0 0 3 7 】

誘電損失は、静電容量と同条件で測定した。

20

## 【 0 0 3 8 】

静電容量の温度特性は、静電容量を温度 8 5 で、D C 印加なしと D C 2 V 印加した時とで測定して、2 5 のときの静電容量に対する変化率を求めた。

## 【 0 0 3 9 】

高温負荷寿命は、温度 1 4 0 において、印加電圧 9 . 4 5 V の条件で行った。高温負荷試験での試料数は各試料 3 0 個とし、故障確率が 5 0 % に達したときの時間である平均故障時間を調べた。

## 【 0 0 4 0 】

結晶粒子の平均粒径は、誘電体磁器の断面を透過電子顕微鏡にて観察可能となる状態まで研磨（イオンミリング）した研磨面について、透過電子顕微鏡にて映し出されている画像をコンピュータに取り込んで、その画面上で対角線を引き、その対角線上に存在する結晶粒子の輪郭を画像処理し、各粒子の面積を求め、同じ面積をもつ円に置き換えたときの直径を算出し、算出した結晶粒子約 5 0 個の平均値として求めた。

30

## 【 0 0 4 1 】

結晶粒子中のバナジウム（V）および希土類元素（RE）の濃度勾配については、エネルギー分散型分析器（EDS）を付設した透過電子顕微鏡装置を用いて測定した。この場合、イオンシニングで加工した誘電体磁器の断面に映し出された結晶粒子に対して、EDSを用いて、結晶粒子の表面（粒界）から粒子内部にかけての組成分析を行うことにより求めたバナジウム（V）および希土類元素（RE）の濃度変化からを求めた。得られたコンデンサを I C P 分析したところ、表 1 に示す組成に一致した。

40

## 【 0 0 4 2 】

【表 1】

試料 No.	結晶粒子の平均粒径 $\mu\text{m}$	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		MgO	MnO	格子定数比 c/a	Vの濃度勾配 0.03原子% /nm以下 x 1005原子% /nmより大	REの濃度勾配 0.05原子% /nm以上 x 1005原子% /nmより小	85°Cにおける静電容量の変化率		絶縁抵抗 $\Omega$	比誘電率 AC=1V , 25°C	誘電損失 AC=1V , 25°C	高温負荷寿命 h
		全量	後添加	先添加 BT粉末に固 溶(仮焼)	RE							DC=0V (%) X5R特性	DC=2V (%) -40%以内				
1	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0065	0	0	-12	-35	2.0E+08	4650	4.2	50
2	0.2	0.2	0.05	0.15	Y	0.4	0.6	0.2	1.0063	0	0	-11	-34	1.5E+08	4800	4.2	45
3	0.2	0.2	0.1	0.1	Y	0.4	0.6	0.2	1.0062	0	0	-11	-34	1.2E+08	4550	4.1	40
4	0.2	0.2	0.15	0.05	Y	0.4	0.6	0.2	1.0062	0	0	-11	-34	1.0E+08	4500	4.1	35
5	0.2	0.2	0.2	0	Y	0.4	0.6	0.2	1.0061	x	x	-13	-37	9.0E+07	4400	4	30
6	0.2	0.05	0	0.05	Y	0.4	0.6	0.2	1.0062	0	0	-11	-36	1.0E+09	4500	4.1	15
7	0.2	0.05	0.05	0	Y	0.4	0.6	0.2	1.0059	x	x	-10	-31	8.0E+08	4200	3.7	8
8	0.2	0	0	0	Y	0.4	0.6	0.2	1.0052	-	x	-9	-29	2.0E+09	3800	3.5	1
9	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.3	0.2	1.0066	0	0	-14	-38	2.5E+08	4900	6.5	42
10	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	1	0.2	1.0062	0	0	-13	-35	1.5E+08	4500	4.9	40
11	0.5	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.2	0.2	1.0068	0	x	-18	-45	7.0E+07	5200	9	8
12	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	1.6	0.2	1.0058	0	0	-16	-42	1.2E+08	4100	3.8	22
13	0.5	0.2	0	0.2	Y	0.2	0.6	0.2	1.0067	0	x	-17	-42	7.5E+07	5100	7.5	5
14	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.3	0.6	0.2	1.0066	0	0	-13	-38	1.7E+08	4800	6.1	20
15	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.6	0.6	0.2	1.0062	0	0	-11	-32	2.5E+08	4500	3.7	45
16	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.7	0.6	0.2	1.0059	x	x	-10	-30	3.0E+08	4200	3.5	60
17	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.4	1.0061	0	0	-10	-30	3.5E+08	4400	4.2	55
18	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.3	1.0063	0	0	-10	-31	3.0E+08	4600	4.5	45
19	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.1	1.0065	0	0	-13	-35	1.0E+08	4800	6.1	25
20	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.05	1.0066	0	0	-15	-40	9.0E+07	4850	8.1	10
21	0.5	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0	1.0067	x	x	-19	-48	6.0E+07	5300	11	3
22	0.1	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0059	x	x	-10	-31	2.5E+08	4000	3.6	54
23	0.15	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0062	0	0	-12	-34	1.8E+08	4500	4.5	50
24	0.3	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0065	0	0	-13	-36	1.3E+08	4700	5	25
25	0.4	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0067	0	0	-14	-38	1.1E+08	4800	5.3	15
26	0.5	0.2	0	0.2	Y	0.4	0.6	0.2	1.0068	0	0	-16	-41	7.5E+07	4900	5.9	5
27	0.2	0.3	0	0.3	Y	0.4	0.6	0.2	1.006	0	0	-10	-33	8.0E+07	4300	4	41
28	0.2	0.2	0	0.2	Dy	0.4	0.6	0.2	1.0065	0	0	-12	-35	2.0E+08	4650	4.2	50
29	0.2	0.2	0	0.2	Ho	0.4	0.6	0.2	1.0065	0	0	-12	-35	2.0E+08	4650	4.2	50
30	0.2	0.2	0	0.2	Er	0.4	0.6	0.2	1.0065	0	0	-12	-35	2.0E+08	4650	4.2	50
31	0.2	0.2	0	0.2	Y	0.65	0.6	0.2	1.0062	0	x	-11	-31	2.9E+08	4500	6.9	45

【0043】

表1の結果から明らかなように、結晶粒子の平均粒径が0.15~0.4  $\mu\text{m}$ 、誘電体層に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比 c/a が 1.0062 以上および結晶粒子の表面付近と中心部との間でのバナジウムの濃度勾配が絶対値で 0.03 原子% / nm 以下である試料 No. 1~3、6、9、10、14、15、18~20、23~25 および 28~31 では、比誘電率が 4500 以上、高温 DC バイアス特性が -40% 以内であった。

【0044】

この中で、誘電体層の組成をチタン酸バリウムを 100 モルとしたときの割合で、バナジウムの含有量を V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 換算で 0.05~0.2 モル、希土類元素 (RE) の含有量を

10

20

30

40

50

RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.3～0.65モル、マグネシウムの含有量をMgO換算で0.3～1モル、マンガンの含有量をMnO換算で0.1～0.3モルとした試料No.1～3、6、9、10、14、15、18～19、23～25および28～31では、比誘電率が4500以上、高温DCバイアス特性が-39%以内、25を基準にしたときの85における静電容量の変化率が-14%以内であり、いずれの試料もX5R特性を満足するものであった。また、これらの試料は誘電損失が6.9%以下、高温負荷寿命が15時間以上であった。これらの試料はいずれも希土類元素(RE)は結晶粒子の表面付近と中心部との間での濃度勾配が絶対値で0.05原子%/nm以上であった。

【0045】

さらに、これらの試料の中で、希土類元素(RE)の含有量を希土類元素(RE)の含有量がRE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.30～0.60モルとした試料No.1～3、6、9、10、14、15、18～19、23～25および28～30では、誘電損失が6.5%以下であった。

10

【0046】

これに対し、結晶粒子の平均粒径が0.15～0.4μm、誘電体層に含まれるチタン酸バリウムの格子定数を求めたときの格子定数比c/aが1.0062以上および結晶粒子の表面付近と中心部との間でのバナジウムの濃度勾配が絶対値で0.03原子%/nm以下であるとの要件のいずれかを満足していない試料(試料No.5、7、8、11～13、16、17、21、22、26および27)は、比誘電率が4500以上、高温DCバイアス特性が-40%以内のいずれかを満足しないものであった。

20

【符号の説明】

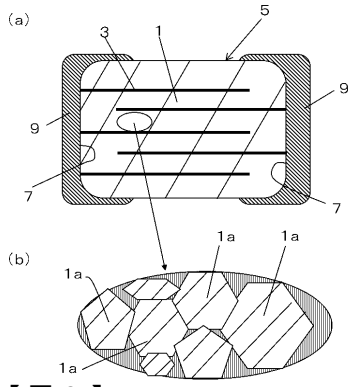
【0047】

- 1・・・誘電体層
- 1a・・・結晶粒子
- 1c・・・結晶粒子の中心部
- 1s・・・結晶粒子の表面
- 3・・・内部電極
- 5・・・コンデンサ本体
- 7・・・端面
- 9・・・外部電極

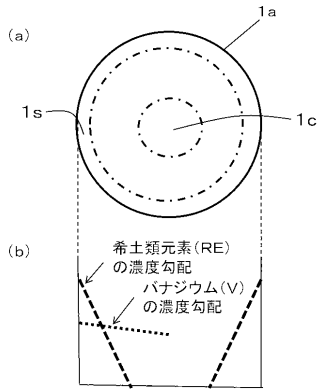
30



【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-051717(JP,A)  
特開2000-311828(JP,A)  
特開2007-063040(JP,A)  
特開2008-239407(JP,A)  
特開2009-208979(JP,A)  
特開2009-203089(JP,A)  
米国特許第06649554(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G	4/12
H01G	4/30
C01B	35/468
H01B	3/12