

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5696821号  
(P5696821)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月20日(2015.2.20)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 G	4/12	(2006.01)	HO 1 G	4/12	3 4 9
HO 1 G	4/30	(2006.01)	HO 1 G	4/12	3 5 8
HO 1 G	2/24	(2006.01)	HO 1 G	4/30	3 0 1 E
			HO 1 G	1/04	

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-544273 (P2014-544273)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成26年3月14日 (2014.3.14)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/056854		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02014/148373	(74) 代理人	100079577
(87) 国際公開日	平成26年9月25日 (2014.9.25)		弁理士 岡田 全啓
審査請求日	平成26年9月12日 (2014.9.12)	(72) 発明者	和田 博之
(31) 優先権主張番号	特願2013-56670 (P2013-56670)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成25年3月19日 (2013.3.19)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	島田 康平
早期審査対象出願			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
		(72) 発明者	株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	高木 健次
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層セラミックコンデンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

積層された複数の内層用セラミック層と、前記内層用セラミック層どうしの界面のうちの複数の界面に配設された複数の内部電極とを有する内層部と、

前記内層部に対して挟むように上下に配設した外層用セラミック層で構成された外層部とを備えたセラミック本体、および

前記セラミック本体の外表面に形成され、かつ前記内部電極に電氣的に接続される外部電極を含む積層セラミックコンデンサであって、

前記内層用セラミック層は、 $ABO_3$  (ここでAはBa, Sr, Caの1種以上を含み、BはTi, Zr, Hfの1種以上を含み、Oは酸素) で表されるペロブスカイト型化合物を主成分とし、かつ希土類元素を含有し、

少なくとも1つの前記外層部のうち、該外層部の少なくとも最表面を含む最外層部は、 $A'B'O_3$  (ここでA'はBa, Sr, Caの1種以上を含み、B'はTi, Zr, Hfの1種以上を含み、Oは酸素) で表されるペロブスカイト型化合物を主成分とし、

前記内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度 ( $C_R$ ) と、前記最外層部に含まれる希土類元素濃度 ( $C_r$ ) を比較したとき、 $C_R > C_r$  ( $C_r = 0$  を含む) であり、

前記内層用セラミック層に含まれるMn濃度 ( $C_M$ ) と、前記最外層部に含まれるMn濃度 ( $C_m$ ) を比較した時、 $C_M > C_m$  ( $C_m = 0$  を含む) であることを特徴とする、積層セラミックコンデンサ。

【請求項2】

前記内層用セラミック層の  $ABO_3$  の B サイト成分である  $Ti, Zr, Hf$  の合計量 100 モル部に対する、前記内層用セラミック層に含まれる  $Mn$  の濃度を  $a$  モル部、

前記最外層部の  $A'B'O_3$  の B サイト成分である  $Ti, Zr, Hf$  の合計量 100 モル部に対する、前記最外層部に含まれる  $Mn$  の濃度を  $b$  モル部としたとき、

$a < 0.08$  モル部、

かつ、

$b < 0.9 \times a$  ( $b$  は  $a$  の 90% 以下である)、

であることを特徴とする、請求項 1 に記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 3】

前記内層用セラミック層および前記最外層部の希土類元素および  $Mn$  以外の金属元素成分の含有モル量は、略同量であることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の積層セラミックコンデンサ。

10

【請求項 4】

前記内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度 ( $C_R$ ) が、前記内層用セラミック層の  $ABO_3$  の B サイト成分である  $Ti, Zr, Hf$  の合計量 100 モル部に対して、0.3 モル部以上であり、かつ、前記最外層部に含まれる希土類元素濃度 ( $C_r$ ) が、前記最外層部の  $A'B'O_3$  の B サイト成分である  $Ti, Zr, Hf$  の合計量 100 モル部に対して、0.3 モル部未満であることを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘電体セラミックを用いた積層セラミックコンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載されているように、一般に、積層セラミックコンデンサは、セラミック本体と外部電極とを備えている。セラミック本体は、互いに対向する 2 つの主面と、互いに対向する 2 つの側面と、互いに対向する 2 つの端面とを有している。外部電極は、セラミック本体の 2 つの端面にそれぞれ形成されている。

【0003】

30

セラミック本体は、内層部と外層部とを含む積層体である。内層部は、複数の内層用セラミック層と、複数の内層用セラミック層同士の界面に配設された複数の内部電極とで構成されている。外層部は、内層部を挟むように上下に配設された複数の外層用セラミック層で構成される。そして、内部電極は、外部電極に電氣的に接続されている。

これら積層セラミックコンデンサにおいては、セラミック層の薄層多層化が進展するとともに、容量温度特性の安定化と絶縁抵抗の高温負荷寿命を長期に保証するために希土類元素を添加するようになってきている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献 1】特開 2008 - 081351 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、希土類元素はセラミックの粒界または偏析相に濃縮しやすい傾向があり、このような希土類元素は水溶性フラックス中へ溶出し易いため、水溶性フラックス中への耐溶出性を低下させてしまうという問題があった。

このため、このような積層セラミックコンデンサを実装する時、はんだ付けに用いられる水溶性フラックス中に含まれる有機酸にセラミック成分が溶出することがある。セラミック本体は、線熱膨張係数の異なる内部電極（金属）とセラミックで構成されているため

50

、残留応力が生じている。外層部は、内部電極を面で保持することになるため、各内層用セラミック層上のセラミック本体の両側面側における内部電極が形成されていない部分よりも相対的に強い残留応力を受け止めている。したがって、水溶性フラックス中へ外層部の成分が溶出し、外層部が脆化すると、はんだ実装後の経時変化により構造欠陥が発生してしまうという不具合もあった。

【0006】

それゆえに、本発明の目的は、電気特性や信頼性を確保しつつ、有機酸への溶出が抑制された構造を有する積層セラミックコンデンサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明にかかる積層セラミックコンデンサは、積層された複数の内層用セラミック層と、内層用セラミック層どうしの界面のうちの複数の界面に配設された複数の内部電極とを有する内層部と、内層部に対して挟むように上下に配設した外層用セラミック層で構成された外層部とを備えたセラミック本体、およびセラミック本体の外表面に形成され、かつ内部電極に電氣的に接続される外部電極を含む積層セラミックコンデンサであって、内層用セラミック層は、 $ABO_3$ （ここでAはBa, Sr, Caの1種以上を含み、BはTi, Zr, Hfの1種以上を含み、Oは酸素）で表されるペロブスカイト型化合物を主成分とし、かつ希土類元素を含有し、少なくとも1つの外層部のうち、外層部の少なくとも最表面を含む最外層部は、 $A'B'O_3$ （ここでA'はBa, Sr, Caの1種以上を含み、B'はTi, Zr, Hfの1種以上を含み、Oは酸素）で表されるペロブスカイト型化合物を主成分とし、内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度（ $C_R$ ）と、最外層部に含まれる希土類元素濃度（ $C_r$ ）を比較したとき、 $C_R > C_r$ （ $C_r = 0$ を含む）であり、内層用セラミック層に含まれるMn濃度（ $C_M$ ）と、最外層部に含まれるMn濃度（ $C_m$ ）を比較した時、 $C_M > C_m$ （ $C_m = 0$ を含む）であることを特徴とする、積層セラミックコンデンサである。

ここで、内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度（ $C_R$ ）は、内層用セラミック層の $ABO_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する希土類元素の含有モル部である。また、最外層部に含まれる希土類元素濃度（ $C_r$ ）は、最外層部の $A'B'O_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する希土類元素の含有モル部である。

【0008】

また、この発明にかかる積層セラミックコンデンサは、内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度（ $C_R$ ）が、内層用セラミック層の $ABO_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対して、0.3モル部以上であり、かつ、最外層部に含まれる希土類元素濃度（ $C_r$ ）が、最外層部の $A'B'O_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対して、0.3モル部未満であることが好ましい。

【0011】

さらに、この発明にかかる積層セラミックコンデンサは、内層用セラミック層の $ABO_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する、内層用セラミック層に含まれるMnの濃度をaモル部、最外層部の $A'B'O_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する、最外層部に含まれるMnの濃度をbモル部としたとき、 $a > 0.08$ モル部、かつ、 $b < 0.9 \times a$ （bはaの90%以下である）、であることが好ましい。

【0012】

また、この発明にかかる積層セラミックコンデンサは、内層用セラミック層および最外層部の希土類元素およびMn以外の金属元素成分の含有モル量は、略同量であることが好ましい。

【0013】

この発明にかかる積層セラミックコンデンサによれば、内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度（ $C_R$ ）と、最外層部に含まれる希土類元素濃度（ $C_r$ ）を比較したとき、

10

20

30

40

50

$C_R > C_r$  ( $C_r = 0$ を含む)である。積層セラミックコンデンサの電気特性や信頼性は、主に内層用セラミック層に影響されるため、電気特性や信頼性を確保しつつ、耐溶出性に優れた積層セラミックコンデンサが得られる。また、希土類元素は高価であるため、最外層部に含まれる希土類元素濃度を減らすことで、安価な積層セラミックコンデンサが得られる。加えて、内層用セラミック層に含まれるMn濃度( $C_M$ )と、前記最外層部に含まれるMn濃度( $C_m$ )を比較した時、 $C_M > C_m$  ( $C_m = 0$ を含む)であるので、セラミック本体の主面の色彩と、セラミック本体の側面の色彩とが異なる。

【0014】

また、この発明にかかる積層セラミックコンデンサによれば、内層用セラミック層に含まれる希土類元素濃度( $C_R$ )が、内層用セラミック層の $ABO_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対して、0.3モル部以上であり、かつ、前記最外層部に含まれる希土類元素濃度( $C_r$ )が、前記最外層部の $A'B'O_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対して、0.3モル部未満であると、より電気特性や信頼性を確保しつつ、耐溶出性に優れた外層用セラミック層が得られる。

10

【0016】

さらに、内層用セラミック層の $ABO_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する、内層用セラミック層に含まれるMnの濃度をaモル部、最外層部の $A'B'O_3$ のBサイト成分であるTi, Zr, Hfの合計量100モル部に対する、最外層部に含まれるMnの濃度をbモル部としたとき、 $a > 0.08$ モル部、かつ、 $b < 0.9 \times a$  (bはaの90%以下である)、であると、セラミック本体の主面の色彩と、セラミック本体の側面の色彩とがより異なる。そうすると、主面と側面とが視覚的に識別することができるため、積層セラミックコンデンサの外観から内部電極の積層方向を確認することができ、基板と積層セラミックコンデンサの内部電極との位置関係を考慮して積層セラミックコンデンサを実装することができる。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、耐溶出性に優れた外層用セラミック層が得られることから、電気特性や信頼性を確保しつつ、有機酸への溶出が抑制された構造を有する積層セラミックコンデンサが得られる。

【0018】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明を実施するための形態の説明から一層明らかとなる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】この発明にかかる積層セラミックコンデンサの一実施の形態を示す外観斜視図である。

【図2】図1に示した積層セラミックコンデンサの内部構造を示す断面図解図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明に係る積層セラミックコンデンサの一実施の形態を、その製造方法と共に説明する。

40

【0021】

1. 積層セラミックコンデンサ

図1はこの発明にかかる積層セラミックコンデンサの一実施の形態を示す外観斜視図であり、図2はその内部構造を示す断面図解図である。積層セラミックコンデンサ1は、セラミック本体10と、セラミック本体10の左右の端部に形成された外部電極26, 28とを備えている。

【0022】

セラミック本体10は、互いに対向する主面(上面)10aおよび主面(実装面)10bと、互いに対向する側面10cおよび側面10dと、互いに対向する端面10eおよび

50

端面 10f とを有している。

【0023】

セラミック本体 10 は、内層部 12 と外層部 14 とを含む積層体構造を有している。内層部 12 は、複数の内層用セラミック層 16 と、複数の内層用セラミック層 16 同士の界面に配設された複数の内部電極 18, 19 とにより構成される。また、外層部 14 は、内層部 12 を挟むように上下に配設した外層用セラミック層 20a, 20b で構成される。

【0024】

内部電極 18 と内部電極 19 とは、厚み方向において、誘電体からなる内層用セラミック層 16 を介して対向している。この内部電極 18 と内部電極 19 とが、内層用セラミック層 16 を介して対向している部分に静電容量が形成されている。内部電極 18, 19 は、Cu、Ni または、これら金属の合金などからなる。

【0025】

内部電極 18 の左側端部は、セラミック本体 10 の左側の端面 10e に引き出されて外部電極 26 に電氣的に接続されている。内部電極 19 の右側端部は、セラミック本体 10 の右側の端面 10f に引き出されて外部電極 28 に電氣的に接続されている。

【0026】

内層部 12 を構成する内層用セラミック層 16 の主成分は、 $ABO_3$  で表されるペロブスカイト型化合物である。ここで、A は、Ba, Sr, Ca の 1 種以上を含み、B は、Ti, Zr, Hf の 1 種以上を含み、O は酸素を表す。たとえば、内層用セラミック層 16 の主成分は、 $BaTiO_3$  や  $CaZrO_3$  などのペロブスカイト型化合物である。

【0027】

外層用セラミック層 20a, 20b は、それぞれ、最外層を含む一部の層が最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22a, 22b であり、残りの層が内層用セラミック層 16 と同一の主成分を含有する中間セラミック層 24a, 24b である。ただし、外層用セラミック層 20a, 20b の全ての層が、最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22a, 22b であってもよい。あるいは、最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22a, 22b が、上下の外層用セラミック層 20a, 20b のいずれか一方のみに配設されるものでもよい。また、中間セラミック層 24a, 24b は、内層用セラミック層 16 と異なる主成分を含有していてもよい。

【0028】

最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22a, 22b の主成分は、 $A'B'O_3$  で表されるペロブスカイト型化合物である。ここで、A' は、Ba, Sr, Ca の 1 種以上を含み、B' は、Ti, Zr, Hf の 1 種以上を含み、O は酸素を表す。たとえば、希土類低濃度セラミック層 22a, 22b の主成分は、 $BaTiO_3$  や  $CaZrO_3$  などのペロブスカイト型化合物である。

【0029】

また、内層部 12 を構成する内層用セラミック層 16 に含まれる希土類元素濃度 ( $C_R$ ) と、希土類低濃度セラミック層 22a, 22b に含まれる希土類元素濃度 ( $C_r$ ) とを比較したとき、 $C_R > C_r$  ( $C_r = 0$  を含む) である。この希土類元素 (R) としては、たとえば、Dy, Gd, Y, La が挙げられる。

【0030】

また、内層部 12 を構成する内層用セラミック層 16 は、ペロブスカイト型化合物 ( $ABO_3$ ) の B サイト成分である Ti, Zr, Hf の合計量 100 モル部に対して、希土類元素 (R) が 0.3 モル部以上含まれている場合、外層部 14 を構成する希土類低濃度セラミック層 22a, 22b に含まれる希土類元素 (R) の濃度が、ペロブスカイト型化合物 ( $A'B'O_3$ ) の B サイト成分である Ti, Zr, Hf の合計量 100 モル部に対して、0.3 モル部未満であることが好ましい。

【0031】

また、内層部 12 を構成する内層用セラミック層 16 および希土類低濃度セラミック層 22a, 22b の希土類元素以外の金属元素成分の含有モル量は、略同量であることが好

10

20

30

40

50

ましい。この場合、製造工程が簡略化される。また、内層用セラミック層 1 6 と希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b が接する場合、接合強度の低下が抑制される。

【 0 0 3 2 】

内層部 1 2 を構成する内層用セラミック層 1 6 に含まれる Mn 濃度 ( $C_M$ ) と、外層部 1 4 を構成する希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b に含まれる Mn 濃度 ( $C_m$ ) とを比較したとき、 $C_M > C_m$  ( $C_m = 0$  を含む) であることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

また、内層部 1 2 を構成する内層用セラミック層 1 6 の  $ABO_3$  の B サイト成分である Ti , Zr , Hf の合計量 1 0 0 モル部に対する、内層用セラミック層 1 6 に含まれる Mn の濃度を a モル部、最外層部 1 4 を構成する希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b の  $A'B'O_3$  の B サイト成分である Ti , Zr , Hf の合計量 1 0 0 モル部に対する、最外層部 1 4 を構成する希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b に含まれる Mn の濃度を b モル部としたとき、 $a > 0.08$  モル部、かつ、 $b < 0.9 \times a$  ( b は a の 9 0 % 以下である )、であることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

内層部 1 2 を構成する内層用セラミック層 1 6 および希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b の希土類元素および Mn 以外の金属元素成分の含有モル量は、略同量であることが好ましい。この場合、製造工程が簡略化される。また、内層用セラミック層 1 6 と希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b が接する場合、接合強度の低下が抑制される。

【 0 0 3 5 】

図 2 に示す積層セラミックコンデンサ 1 では、外層部 1 4 を構成する希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b に含まれている希土類元素濃度が、内層用セラミック層 1 6 に含まれる希土類元素濃度よりも低いため、有機酸に溶解し難いことから、耐溶出性に優れた外層用セラミック層 2 0 a , 2 0 b が得られる。

【 0 0 3 6 】

また、図 2 に示す積層セラミックコンデンサ 1 では、外層部 1 4 を構成する希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b に含まれる Mn 濃度が、内層部 1 2 を構成する内層用セラミック層 1 6 に含まれる Mn 濃度よりも低いと、セラミック本体 1 0 の主面 1 0 a , 1 0 b ( 希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b ) の色彩が、側面 1 0 c , 1 0 d ( 主として内層部 1 2 を構成する内層用セラミック層 1 6 ) の色彩と比較して、明るくなるため、容易に視覚的に識別可能となる。したがって、撮像カメラ等で積層セラミックコンデンサ 1 を観察することによって、積層セラミックコンデンサ 1 の方向識別ができ、実装方向を自動的に揃えることができる。

なお、セラミック本体 1 0 の主面 1 0 a , 1 0 b と側面 1 0 c , 1 0 d の色彩を異ならせるために、希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b と内層用セラミック層 1 6 への含有量を異ならせる元素としては、V など可能であるが、Mn は含有量の差に対する色彩の差が大きく、より好ましい。

【 0 0 3 7 】

この結果、たとえば、積層セラミックコンデンサ 1 は、その内部電極 1 8 , 1 9 が、印刷回路板 ( プリント基板 ) に対して、常に平行になるように実装される。従って、内部電極 1 8 , 1 9 と印刷回路板との間に発生する浮遊容量の値が、実装ロット間で変動し難くなり、実装された積層セラミックコンデンサ 1 の電気特性のバラツキを抑えることができる。

【 0 0 3 8 】

2 . 積層セラミックコンデンサの製造方法

次に、前述の積層セラミックコンデンサ 1 の製造方法を説明する。

【 0 0 3 9 】

( 内層用グリーンシートの作製 )

$BaCO_3$  粉末と  $TiO_2$  粉末とが、 $Ba/Ti$  比が 1 . 0 0 0 になるように秤量されて、ボールミルによって湿式混合される。この混合スラリーは、乾燥された後、

10

20

30

40

50

に加熱されて、比表面積が  $2.9 \text{ m}^2/\text{g}$  の  $\text{BaTiO}_3$  主成分粉末とされる。

【0040】

次に、添加物粉末として、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{BaCO}_3$  および  $\text{SiO}_2$  を用意する。そして、100モル部の  $\text{BaTiO}_3$  主成分粉末に対して、0.15モル部の  $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、0.3モル部の  $\text{MnCO}_3$ 、1.0モル部の  $\text{MgO}$ 、1.0モル部の  $\text{BaCO}_3$ 、及び1.5モル部の  $\text{SiO}_2$  が添加される。続いて、分散媒の純水とともにボールミルによって湿式混合され、スラリー化される。

【0041】

次に、前記スラリーは、純水を除去して乾燥粉末とし、整粒することで内層用セラミック原料粉末とされる。この内層用セラミック原料粉末に、ポリブチラル系バインダと可塑剤が添加された後、トルエンおよびエチルアルコールの混合分散媒が加えられて、ボールミルによって湿式混合されることで、シート成形用スラリーが得られる。次に、このシート成形用スラリーは、グラビアコーターによってシート状に成形され、厚みが  $3.3 \mu\text{m}$  の内層用グリーンシートとされる。この内層用グリーンシートは、焼成後、 $2.8 \mu\text{m}$  の厚さの内層用セラミック層16となる。

【0042】

(希土類元素濃度の低いグリーンシートの作製)

まず、上述の方法により  $\text{BaTiO}_3$  主成分粉末を用意する。続いて、また、添加物粉末としての  $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{BaCO}_3$ 、及び  $\text{SiO}_2$  を用意する。そして、100モル部の  $\text{BaTiO}_3$  に対し、0.1モル部の  $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、0.3モル部の  $\text{MnCO}_3$ 、1.0モル部の  $\text{MgO}$ 、1.0モル部の  $\text{BaCO}_3$ 、及び1.5モル部の  $\text{SiO}_2$  が添加される。その後、これらの秤量済み粉末にポリブチラル系バインダと可塑剤を添加し、トルエンとエチルアルコールを加えて、ボールミルによって湿式混合されることで、シート成形用スラリーが得られる。次に、このシート成形用スラリーは、グラビアコーターによってシート状に成形され、希土類元素濃度の低いグリーンシートとされる。

【0043】

(積層セラミックコンデンサの作製)

内層用グリーンシート上に、 $\text{Ni}$  を主成分とする導電性ペーストがスクリーン印刷され、内部電極18, 19となる導電性ペースト膜(導体パターン)が形成される。導電性ペースト膜が形成された内層用グリーンシートは、導電性ペースト膜の端部の引き出し方向が互い違いになるように316枚積層される。

【0044】

次に、外層用グリーンシート層が、積層された内層用グリーンシートを挟むように上下に積層される。すなわち、内層用グリーンシートと同じ材料からなり、かつ、導電性ペースト膜が形成されていない外層用グリーンシートが、 $180 \mu\text{m}$  の厚みになるように積層される。さらに、その積層された外層用グリーンシート層の外側に、希土類元素濃度の低いグリーンシートが、 $40 \mu\text{m}$  の厚みになるように積層される。こうして、積層セラミックコンデンサ1の本体となるべき未焼成のセラミック本体10が形成される。

【0045】

この未焼成のセラミック本体10は、所定の製品サイズに切り分けられる。切り分けられた未焼成のセラミック本体10は、 $\text{N}_2$  雰囲気中において、 $280$  の温度で加熱処理され、バインダが燃焼除去される。その後、未焼成のセラミック本体10は、 $\text{N}_2 - \text{H}_2 - \text{H}_2\text{O}$  ガスからなる還元性雰囲気中において、 $800$  以上の昇温速度が  $5$  /分に設定されて、 $1280$  の温度まで昇温される。未焼成のセラミック本体10は、 $1280$  の温度で100分間保持されて焼成され、焼結したセラミック本体10とされる。

【0046】

内層用および外層用グリーンシートと希土類元素濃度の低いグリーンシートと導電性ペースト膜とは同時焼成され、内層用グリーンシートは内層用セラミック層16となり、希土類元素濃度の低いグリーンシートは最外層部としての厚さ  $30 \mu\text{m}$  の希土類低濃度セラミック層22a, 22bとなり、外層用グリーンシートは厚さ  $150 \mu\text{m}$  の中間セラミッ

10

20

30

40

50

ク層 24a, 24b となり、導電性ペースト膜は内部電極 18, 19 となる。焼結したセラミック本体 10 は、長さが 3.1 mm、幅が 1.5 mm、高さが 1.5 mm のサイズであり、横断面形状が正方形の角柱形状である。

#### 【0047】

次に、焼結したセラミック本体 10 の両端面 10e, 10f に、それぞれ Cu ペーストが塗布される。その後、焼結したセラミック本体 10 は、N<sub>2</sub> 雰囲気中において、800 の温度で Cu ペーストが焼き付けられ、内部電極 18, 19 に電氣的に接続された外部電極 26, 28 が形成される。さらに、外部電極 26, 28 の表層に、湿式めっきによって Ni-Sn めっきが形成されることにより、積層セラミックコンデンサが得られる。

なお、積層セラミックコンデンサのサイズは種々のものがあり、長さが 3.2 mm、幅が 1.6 mm、高さが 1.6 mm のサイズや長さが 1.0 mm、幅が 0.5 mm、高さが 0.5 mm のサイズ、長さが 1.0 mm、幅が 0.5 mm、高さが 0.3 mm のサイズなど、様々なサイズの積層セラミックコンデンサに発明は適用可能である。

#### 【0048】

(実験例)

##### 1. 実施例および比較例

実施例および比較例の各積層セラミックコンデンサ 1 が、以下で説明する箇所、および、各層における Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub>、MgO、SiO<sub>2</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の添加量以外は、前記実施の形態の製造方法によって作製され、特性評価が行われた。各層における、主成分粉末中の B サイト成分 (Ti, Zr, Hf) の合計量 100 モル部に対する、Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub>、MgO、SiO<sub>2</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に含まれるそれぞれの金属元素等 (Dy, Mn, Mg, Si, Gd, Y, La) の添加量は表 1 に示す。なお、中間セラミック層の組成は内層用セラミック層の組成と同じにした。

#### 【0049】

(実施例 1 および実施例 2)

実施例 1 および実施例 2 は、外層部 14 を構成する、上下に配設された外層用セラミック層 20a, 20b の全ての層が、希土類低濃度セラミック層 22a, 22b となるようにした。希土類低濃度セラミック層 22a, 22b の厚み (つまり、外層用セラミック層 20a, 20b の厚み) は、焼成前の時点でそれぞれ 220 μm である。

#### 【0050】

(実施例 3)

実施例 3 は、外層部 14 を構成する、上下に配設された外層用セラミック層 20a, 20b が、それぞれ、最外層を含む一部の層が希土類低濃度セラミック層 22a, 22b、残りの層が中間セラミック層 24a, 24b となるようにした。希土類低濃度セラミック層 22a, 22b の厚みは、焼成前の時点でそれぞれ 40 μm であり、中間セラミック層 24a, 24b の厚みは、焼成前の時点でそれぞれ 180 μm である。従って、外層用セラミック層 20a, 20b の厚みは、焼成前の時点でそれぞれ 220 μm である。

#### 【0051】

(実施例 4)

実施例 4 は、外層部 14 を構成する、上側に配設された外層用セラミック層 20a の全ての層が、中間セラミック層 24a となるようにした。中間セラミック層 24a の厚み (つまり、外層用セラミック層 20a の厚み) は、焼成前の時点で 220 μm である。一方、外層部 14 を構成する、下側に配設された外層用セラミック層 20b は、最外層を含む一部の層が最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22b、残りの層が中間セラミック層 24b となるようにした。希土類低濃度セラミック層 22b の厚みは、焼成前の時点で 180 μm であり、中間セラミック層 24b の厚みは、焼成前の時点で 40 μm である。従って、外層用セラミック層 20b の厚みは、焼成前の時点で 220 μm である。

#### 【0052】

(実施例 5 ないし実施例 24)

実施例 5 ないし実施例 24 は、実施例 1 と同様に、外層部 14 を構成する、上下に配設

10

20

30

40

50



された外層用セラミック層 20a, 20b の全ての層が、希土類低濃度セラミック層 22a, 22b となるようにした。さらに、実施例 12 ないし実施例 17、および実施例 24 では、最外層部としての希土類低濃度セラミック層 22a, 22b を形成する希土類元素濃度の低いグリーンシートの材料には、Mn 濃度が内層用グリーンシートの Mn 濃度よりも低くなるように設定した。

#### 【0053】

また、希土類元素濃度の低いグリーンシートに含まれる希土類元素について、実施例 8 は Gd、実施例 9 は Y、実施例 10 は La とし、他の実施例はすべて Dy とした。

また、内層用グリーンシートの主成分として、実施例 18 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末、実施例 19 は  $(Ba_{0.99}Sr_{0.01})TiO_3$  粉末、実施例 20 は  $Ba(Ti_{0.98}Zr_{0.02})O_3$  粉末、実施例 21 は  $Ba(Ti_{0.99}Hf_{0.01})O_3$  粉末をそれぞれ用いた。

また、希土類元素濃度の低いグリーンシートの主成分粉末として、実施例 18 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末、実施例 19 は  $(Ba_{0.99}Sr_{0.01})TiO_3$  粉末、実施例 20 は  $Ba(Ti_{0.98}Zr_{0.02})O_3$  粉末、実施例 21 は  $Ba(Ti_{0.99}Hf_{0.01})O_3$  粉末、実施例 22 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末をそれぞれ用いた。

#### 【0054】

(比較例 1 ないし比較例 6)

比較例 1 ないし比較例 6 は、従来の積層セラミックコンデンサと同様に、外層部 14 を構成する、上下に配設された外層用セラミック層 20a, 20b の全ての層が、中間セラミック層 24a, 24b となるようにした。

また、内層用グリーンシートの主成分粉末として、比較例 2 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末、比較例 3 は  $(Ba_{0.99}Sr_{0.01})TiO_3$  粉末、比較例 4 は  $Ba(Ti_{0.98}Zr_{0.02})O_3$  粉末、比較例 5 は  $Ba(Ti_{0.99}Hf_{0.01})O_3$  粉末をそれぞれ用いた。

また、外層用グリーンシートの主成分粉末として、比較例 2 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末、比較例 3 は  $(Ba_{0.99}Sr_{0.01})TiO_3$  粉末、比較例 4 は  $Ba(Ti_{0.98}Zr_{0.02})O_3$  粉末、比較例 5 は  $Ba(Ti_{0.99}Hf_{0.01})O_3$  粉末、比較例 6 は  $(Ba_{0.93}Ca_{0.07})TiO_3$  粉末をそれぞれ用いた。

#### 【0055】

ここで、実施例 1 ないし実施例 24、および比較例 1 ないし比較例 6 において、作製したシート成形用スラリー中の原料粉末を酸により溶解し、ICP 発光分光分析を行ったところ、表 1 に示した組成と同じ組成を有していることが確認された。

#### 【0056】

また、実施例 1 ないし実施例 24、および比較例 1 ないし比較例 6 において、作製した積層セラミックコンデンサの外部電極を除去した後の積層体(セラミック本体)から、研磨により内層用セラミック層(Ni 内部電極との分離は困難であるため、分離していない)および最外層部を抜き出し、それを酸により溶解し、ICP 発光分光分析を行った。その結果、内部電極成分の Ni を除いては、表 1 に示した組成とほぼ同じ組成を有していることが確認された。

#### 【0057】

2. 実施例および比較例における特性評価

実施例および比較例の各積層セラミックコンデンサ 1 に対して、以下の特性評価が行なわれた。

#### 【0058】

(アジピン酸溶液への溶出量の測定)

積層セラミックコンデンサ 1 が、それぞれ 40 個ずつ、0.2 mol/L アジピン酸溶液が 30 mL 入っているサンプル瓶に浸漬された。サンプル瓶は密封され、85 の温度で 120 時間静置された。冷却後、積層セラミックコンデンサ 1 が取り出されると共に、20 mL の純水で積層セラミックコンデンサ 1 が水洗された。次に、このうち 5 mL の溶出液に含まれるセラミック成分、すなわち Ba, Ti, Dy, Gd, Y, La, Mg, Mn, および Si を、ICP 発光分光法で定量化し、検出された溶出元素の合計を  $\mu\text{mol}$

10

20

30

40

50

単位で求められた。

【 0 0 5 9 】

( 主面の色彩と側面の色彩の識別 )

積層セラミックコンデンサ 1 の主面 1 0 a , 1 0 b の色彩と側面 1 0 c , 1 0 d の色彩とを目視で観察した。

【 0 0 6 0 】

( はんだ実装後の構造欠陥の発生 )

アジピン酸溶液へ浸漬した積層セラミックコンデンサ 1 が、それぞれ 2 0 個ずつ、アジピン酸を主成分とする水溶性フラックスを用いて、印刷回路基板にはんだ実装された。

【 0 0 6 1 】

2 0 個の積層セラミックコンデンサ 1 は、はんだ実装してから常温で 2 4 時間静置した後、長さ方向の垂直断面 ( L T 断面 ) が研磨して露出され、光学顕微鏡によってクラック等の構造欠陥の発生の有無が観察された。

【 0 0 6 2 】

( 高温負荷信頼性試験 )

積層セラミックコンデンサ 1 それぞれ 2 0 個ずつに対して、高温負荷信頼性試験を行った。高温負荷信頼性試験の条件は、温度 1 7 0 において 5 0 V の直流電圧を印加して、その絶縁抵抗の経時変化を測定し、各試料の絶縁抵抗値が 1 0 0 k 以下になった時点を故障とし、それらの平均故障時間 ( M T T F ) を求めた。M T T F が 9 0 時間以上 1 0 0 時間未満の場合を、1 5 0 時間以上の場合を とした。

【 0 0 6 3 】

3 . 実施例および比較例における特性評価結果

表 1 は実施例および比較例の特性評価の結果を示す。

【 0 0 6 4 】

10

20

【表 1】

表 1

	内層用セラミック層				最外層部のセラミック層				アジピン酸への溶出量 (μmol)	構造欠陥発生	外層識別	MTTF				
	主成分粉末	希土類		Mn	Mg	Si	主成分粉末	希土類								
		モル部	種類					モル部					種類	モル部	種類	
実施例1	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例2	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.28	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例3	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例4	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例5	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	0.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例6	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.3	0.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例7	BaTiO <sub>3</sub>	1.5	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例8	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Gd	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例9	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Y	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例10	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	La	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例11	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.08	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例12	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.05	1.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例13	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.0	1.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例14	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.0	0.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例15	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.0	1.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例16	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	0.08	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.0	0.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例17	BaTiO <sub>3</sub>	1.5	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.05	1.0	1.5	0/20	可	◎	
実施例18	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例19	(Ba <sub>0.99</sub> Sr <sub>0.01</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.99</sub> Sr <sub>0.01</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例20	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Zr <sub>0.02</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Zr <sub>0.02</sub> )O <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例21	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Hf <sub>0.01</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Hf <sub>0.01</sub> )O <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例22	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例23	BaTiO <sub>3</sub>	0.28	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.0	Dy	0.3	1.0	1.5	0/20	不可	◎	
実施例24	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.2	Dy	0.27	1.0	1.5	0/20	可	◎	
※ 比較例1	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	10.3	20/20	不可	◎
※ 比較例2	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	10.1	20/20	不可	◎
※ 比較例3	(Ba <sub>0.99</sub> Sr <sub>0.01</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.99</sub> Sr <sub>0.01</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	13.4	20/20	不可	◎
※ 比較例4	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Zr <sub>0.02</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Zr <sub>0.02</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	11.3	20/20	不可	◎
※ 比較例5	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Hf <sub>0.01</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	Ba(Ti <sub>0.99</sub> Hf <sub>0.01</sub> )O <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	10.7	20/20	不可	◎
※ 比較例6	BaTiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	(Ba <sub>0.93</sub> Ca <sub>0.07</sub> )TiO <sub>3</sub>	0.3	Dy	0.3	1.0	1.5	12.0	20/20	不可	◎

※ 発明の対象外

表 1 から、実施例 1 ないし実施例 2 4 では、積層セラミックコンデンサ 1 の主面 1 0 a , 1 0 b が希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b からなることで、アジピン酸（有機酸）への溶出量が抑制されていることが認められる。中間セラミック層 2 4 a , 2 4 b に含まれている希土類元素が、主面 1 0 a , 1 0 b から溶出されにくくなったからである。その結果、はんだ実装後の構造欠陥の発生も、低減していることが認められる。

【 0 0 6 6 】

実施例 1 ないし実施例 2 4 における積層セラミックコンデンサ 1 において、耐溶出性が向上する理由は、以下のように考えられる。希土類元素の濃度が低い希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b は、水溶性フラックス（有機酸を含む）に溶解しにくいので耐酸性が向上する。すなわち、希土類元素は、焼成中にペロブスカイト型化合物中に拡散していくが、その拡散速度は非常に遅い。したがって、粒界の希土類元素濃度が高くなり易く、偏析相として析出し易い。希土類濃度が高い所には、添加物元素を主体とするセラミック成分も濃縮する傾向にある。このような粒界や偏析相は、水溶性フラックスへの溶解性が高い。したがって、希土類元素の添加濃度を低くすることにより、水溶性フラックスへの耐溶出性が向上する。

【 0 0 6 7 】

また、実施例 4 より、希土類低濃度セラミック層 2 2 a が上の外層用セラミック層 2 0 a には配設されないで、希土類低濃度セラミック層 2 2 b が下の外層用セラミック層 2 0 b にのみに配設されている場合であっても、本発明の効果を奏することが認められる。

【 0 0 6 8 】

また、実施例 1 2 ないし実施例 1 7、および実施例 2 4 の場合は、希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b を形成する希土類元素濃度の低いグリーンシートの材料には、M n 濃度が内層用グリーンシートの M n 濃度よりも低くなるように設定したことから、積層セラミックコンデンサ 1 の主面 1 0 a , 1 0 b の色彩と側面 1 0 c , 1 0 d の色彩との識別も可能であることが認められる。主面 1 0 a , 1 0 b （希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b ）の色彩は、側面 1 0 c , 1 0 d （主として中間セラミック層 2 4 a , 2 4 b ）の色彩と比較して、明るく、容易に識別可能である。

【 0 0 6 9 】

実施例 1 2 ないし実施例 1 7、および実施例 2 4 において、主面 1 0 a , 1 0 b （希土類低濃度セラミック層 2 2 a , 2 2 b ）の色彩が、側面 1 0 c , 1 0 d （主として内層用セラミック層 1 6 ）の色彩と比較して、明るくなることについて、以下のように考えられる。すなわち、M n は誘電体セラミックにおいて、低酸素分圧下で焼成しても半導体化しないように、耐還元性を付与する役目がある。また、積層セラミックコンデンサの発色の元でもある（B a T i O<sub>3</sub> が主成分の場合、茶系統色になる。）。したがって、M n 添加量を少なくすることで色が薄くなる。

【 0 0 7 0 】

さらに、実施例 1 ないし実施例 2 4 における積層セラミックコンデンサ 1 に対して行った高温負荷信頼性試験の結果、実施例 2 3 を除き、いずれも M T T F が 1 5 0 時間以上の良好な結果が得られた。

【 0 0 7 1 】

なお、この発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変形される。また、積層セラミックコンデンサのセラミック層の厚み、層数、対向電極面積および外形寸法は、これに限定されるものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

- 1 積層セラミックコンデンサ
- 1 0 セラミック本体
- 1 0 a , 1 0 b 主面
- 1 0 c , 1 0 d 側面
- 1 0 e , 1 0 f 端面

10

20

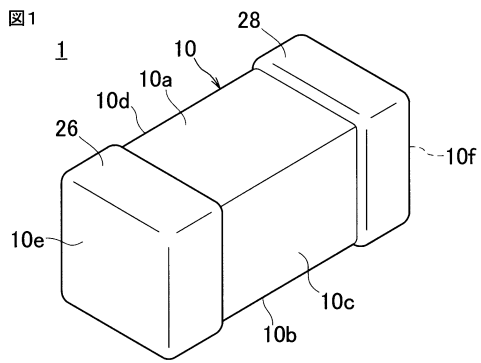
30

40

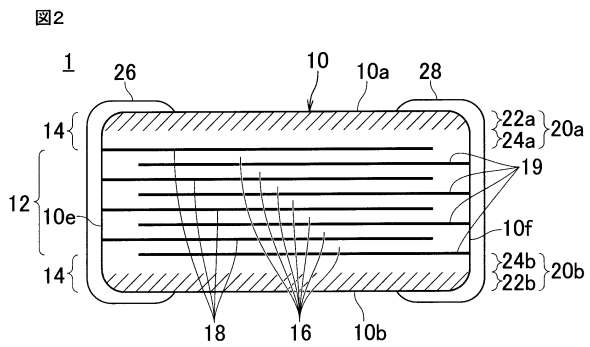
50

- 1 2 内層部
- 1 4 外層部
- 1 6 内層用セラミック層
- 1 8 , 1 9 内部電極
- 2 0 a , 2 0 b 外層用セラミック層
- 2 2 a , 2 2 b 希土類低濃度セラミック層
- 2 4 a , 2 4 b 中間セラミック層
- 2 6 , 2 8 外部電極

【 図 1 】



【 図 2 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 古賀 朋美  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 平田 朋孝  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 西村 仁志  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 粟田 浩季  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 宇野 翠  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

審査官 田中 晃洋

- (56)参考文献 特開平04-288809(JP,A)  
特開2000-003806(JP,A)  
特開2007-266223(JP,A)  
国際公開第2009/037922(WO,A1)  
特開2011-014940(JP,A)  
特開平06-204075(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 4/12

H01G 4/30