

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5617026号
(P5617026)

(45) 発行日 平成26年10月29日 (2014. 10. 29)

(24) 登録日 平成26年9月19日 (2014. 9. 19)

(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	4/30	3 0 1 F
	HO 1 G	4/30	3 0 1 E

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-238541 (P2013-238541)	(73) 特許権者	000204284
(22) 出願日	平成25年11月19日 (2013. 11. 19)		太陽誘電株式会社
(62) 分割の表示	特願2013-17078 (P2013-17078)		東京都台東区上野6丁目16番20号
原出願日	平成25年1月31日 (2013. 1. 31)	(74) 代理人	110001508
(65) 公開番号	特開2014-150240 (P2014-150240A)		特許業務法人 津国
(43) 公開日	平成26年8月21日 (2014. 8. 21)	(74) 代理人	100078662
審査請求日	平成25年11月27日 (2013. 11. 27)		弁理士 津国 肇
早期審査対象出願		(74) 代理人	100119079
前置審査			弁理士 伊藤 佐保子
		(74) 代理人	100116528
			弁理士 三宅 俊男
		(74) 代理人	100146031
			弁理士 柴田 明夫

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】

誘電体層と内部電極層とが交互に積層されてなる積層体と、前記積層体の積層方向における最外層の上下を覆うカバー部と、前記積層体の積層方向に直交する方向における最外縁の両側を覆うサイドマージン部と、を備える積層セラミックコンデンサであって、

前記積層体の積層方向における最外層位置に存在する、内部電極層に挟まれた誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_1 であり、

前記積層体の積層方向における中央位置に存在する、内部電極層に挟まれた誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_2 であり、

前記積層体の積層方向における前記最外層位置と前記中央位置との間を等分した中間位置に存在する、内部電極層に挟まれた誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_3 であるとした場合において、

前記平均粒径 D_1 、 D_2 及び D_3 の関係が、

$$1.5 \times D_1 < D_3、かつ、$$

$$1.2 \times D_2 < D_3$$

の条件を満たし、

前記平均粒径 D_1 は前記誘電体層の厚さの $1/2$ 以下である積層セラミックコンデンサ

。

【請求項 2】

さらに前記平均粒径 D_2 及び D_3 の関係が、

10

20

$$1.5 \times D_2 < D_3$$

の条件を満たす請求項 1 に記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 3】

更に前記積層体の積層方向に直交する方向における最外縁位置に存在する、内部電極層に挟まれた誘電体粒子の平均粒径が D_4 であるとした場合において、

前記平均粒径 D_3 及び D_4 の関係が、

$$1.5 \times D_4 < D_3$$

の条件を更に満たす請求項 1 又は 2 に記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 4】

前記カバー部に前記誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が添加されている、請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の積層セラミックコンデンサ。

10

【請求項 5】

前記サイドマージン部に前記誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が添加されている、請求項 4 に記載の積層セラミックコンデンサ。

【請求項 6】

前記粒成長抑制剤が Mn、Mg からなる群より選ばれる少なくとも 1 種の元素を含む、請求項 4 又は 5 に記載の積層セラミックコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、積層セラミックコンデンサに関する。特に静電容量と絶縁抵抗の積である CR 積の改善が図られた積層セラミックコンデンサ及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話などのデジタル電子機器の小型化及び薄型化に伴い、電子回路基板に実装される積層セラミックコンデンサ (MLCC: Multi-Layer ceramic capacitor) において求められるチップサイズの小型化及び大容量化のニーズが年々増している。小型の積層セラミックコンデンサにおいてその静電容量を上げるためには、誘電体層を薄層化して高密度かつ多層に積層する必要がある。しかし、誘電体層の厚さをミクロンオーダ及びそれ以下にした場合、誘電体層の層厚と粒子径とがほぼ等しくなる、いわゆる一層一粒子の微細構造に近づくこととなる。

30

【0003】

一層一粒子構造を有する誘電体層では、誘電体粒子間の粒界が減少するため、これによる絶縁抵抗の低下や耐電圧の低下などの積層セラミックコンデンサの信頼性悪化が懸念される。また、セラミックコンデンサの焼成時に誘電体粒子が過剰に粒成長するような場合にも、誘電体層における粒界が減少し、絶縁抵抗が低下する等の同様の問題が生じる。このように、積層セラミックコンデンサの高密度化による静電容量の確保と絶縁抵抗とはトレードオフの関係にあり、CR 積 (静電容量と絶縁抵抗値との積) が積層セラミックコンデンサの品質特性を比較するための 1 つの指標として用いられている。

【0004】

40

薄層化による CR 積の低下を改善する先行技術として、例えば特許文献 1 には、誘電体層が粒径 $0.4 \mu\text{m}$ 以上の大径結晶粒子を $10 \sim 30$ 体積% の割合で含有するとともに、粒径 $0.25 \mu\text{m}$ 以下の小径粒子を $50 \sim 70$ 体積% の割合で含有する、誘電体の積層構造が開示されている。

【0005】

また、誘電体粒子の粒成長により静電容量の獲得と良好な絶縁特性もしくは信頼性とを両立させる手法としては、誘電体粒子のアスペクト比を制御する手法 (例えば特許文献 2)、一層一粒子比率を制御する方法 (例えば特許文献 3)、誘電体組成を絶縁性の高いものにする手法 (例えば特許文献 4) などが提案されている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-338828号公報

【特許文献2】特開2010-212503号公報

【特許文献3】特開平11-317322号公報

【特許文献4】特開2010-180124号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、これら何れの従来技術を用いたとしても積層セラミックコンデンサのCR積には上限があり、すなわち、ある一定の層厚以下にして静電容量を増加させた場合に絶縁抵抗が急激に低下する（例えば図10参照）という課題を解決することができなかった。

10

【0008】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、焼成による粒成長の進行が比較的速い部分の粒成長を抑制することにより、従来よりもCR積の改善を図ることができ、1 μ m以下の誘電体厚みでも十分なCR積が得られる積層セラミックコンデンサを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決するため、本発明は、誘電体層と内部電極層とが交互に積層される積層体と、前記積層体の積層方向における最外層の上下を覆うカバー部と、前記積層体の積層方向に直交する方向における最外縁の両側を覆うサイドマージン部と、を備える積層セラミックコンデンサであって、前記積層体の積層方向における最外層位置に存在する誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_1 であり、前記積層体の積層方向における中央位置に存在する誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_2 であり、前記積層体の積層方向における前記最外層位置と前記中央位置との間を等分した中間位置に存在する誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_3 であるとした場合において、前記平均粒径 D_1 、 D_2 及び D_3 の関係が、 $1.5 \times D_1 < D_3$ 、かつ、 $1.2 \times D_2 < D_3$ の条件を満たす積層セラミックコンデンサである。

20

【0010】

前記積層セラミックコンデンサは、 $1.5 \times D_2 < D_3$ の条件を満たすことが好ましい。また前記積層体の積層方向に直交する方向における最外縁位置に存在する誘電体粒子の平均粒径が D_4 であるとした場合において、前記平均粒径 D_3 及び D_4 の関係が、 $1.5 \times D_4 < D_3$ の条件を更に満たすことが好ましい。

30

【0011】

前記積層セラミックコンデンサは、前記カバー部に前記誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が添加されていることが好ましい。

【0012】

前記積層セラミックコンデンサは、前記サイドマージン部に前記誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が添加されていることが好ましい。

40

【0013】

前記積層セラミックコンデンサは、前記誘電体層と前記内部電極層との間に生じる段差を補填する逆パターンシートに、前記誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が添加されていることが好ましい。

【0014】

前記積層セラミックコンデンサは、前記粒成長抑制剤がMn、Mg、希土類元素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、小型及び大容量が要求されるハイエンド向けの積層セラミックコンデ

50

ンサにおいて、誘電体厚が $1 \mu\text{m}$ 以下でも十分な CR 積を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本発明の実施形態による積層セラミックコンデンサの内部を一部切断して模式的に示す斜視図である。

【図2】図2は、誘電体粒子の粒径の相違を積層体の断面の領域に別けて模式的に示す図である。

【図3】図3は、焼成前のグリーンシート及び導電性ペースト膜の各1層を示す断面図である。

【図4】図4は、焼成前のグリーンシート及び導電性ペースト膜に逆パターンシートが形成された各1層を示す断面図である。

【図5】図5は、積層体の最外層部分の模式図である。

【図6】図6は、積層体の50%侵入部分の模式図である。

【図7】図7は、積層体の25%侵入部分の模式図である。

【図8】図8は、平均粒径を説明するために積層体の内部を拡大して示す模式断面図である。

【図9】図9は、平均粒径を説明するために積層体の電極側端部を拡大して示す模式断面図である。

【図10】図10は、比較例と対比させた本発明の積層セラミックコンデンサのCR積の特性を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態による積層セラミックコンデンサを説明する。図1は、積層セラミックコンデンサ1の内部を一部切断して模式的に示す斜視図である。積層セラミックコンデンサ1は、規格で定められたチップ寸法及び形状（例えば $1.0 \times 0.5 \times 0.5 \text{mm}$ の直方体）を有するセラミック焼結体10と、セラミック焼結体10の両側に形成される一対の外部電極20とから概ね構成される。図1には直方体の積層セラミックコンデンサ1の一角が切断された断面が示されている。また、図1の円内には積層体11の断面が拡大して示される。

【0018】

セラミック焼結体10は、例えば BaTiO_3 （チタン酸バリウム）を主成分として焼成され、内部に誘電体層12と内部電極層13とが交互に積層されてなる積層体（内電アクティブ層ともいう）11を有している。内電アクティブ層は、積層セラミックコンデンサ1の蓄電動作に寄与する、概ね直方体状の積層体11の部分を用いる。

【0019】

その積層体11は、積層セラミックコンデンサ1に要求される静電容量や耐久電圧等の仕様に応じて、2枚の内部電極層13で挟まれる誘電体層12の1層あたりの厚さが例えば $0.8 \mu\text{m}$ 以下である高密度多層構造を有している。また、積層体11の外側を覆うようにマージン部14が形成されている。

【0020】

マージン部14は、詳細には図1に示されるように、積層体11の積層方向における最外層の上下を覆うカバー部15と、積層体11の積層方向に直交する方向における最外縁の両側を覆うサイドマージン部16とを含む。マージン部14は、誘電体層12と同様に例えば BaTiO_3 を主成分として焼成されるセラミックスからなる。積層体11を覆うセラミックスのマージン部14は、誘電体層12及び内部電極層13などを外部からの湿気やコンタミ等の汚染から保護し、積層体11の経時的な劣化を防ぐために形成される。

【0021】

図2は、セラミック焼結体10を積層方向に沿って切断し、誘電体粒子の粒径の相違を積層体11の断面の領域に別けて模式的に示す図である。図2において、積層体11は領域Aおよび領域Bとして示され、それ以外の領域はマージン部14（カバー部15および

10

20

30

40

50

サイドマージン部 16) である。

【0022】

本発明の1つの特徴によれば、積層体11の積層方向における最外層位置 P_1 に存在する、誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_1 であり、積層体11の積層方向における中央位置 P_2 に存在する、誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_2 であり、積層体11の積層方向における最外層位置 P_1 と中央位置 P_2 との間を等分した中間位置 P_3 に存在する、誘電体層を構成する誘電体粒子の平均粒径が D_3 であるときに、これらの平均粒径において、少なくとも、

$$1.5 \times D_1 < D_3 \quad \dots \text{数式(1)}$$

の条件を満たす。

加えて、これらの平均粒径において、

$$1.2 \times D_2 < D_3 \quad \dots \text{数式(2)}$$

の条件を満たすことが好ましい。

また、上記数式(2)においては、さらに

$$1.5 \times D_2 < D_3 \quad \dots \text{数式(2)'}$$

の条件を満たすことが好ましい。

ここで、中央位置 P_2 は、積層体(内電アクティブ層)11の内部へのその積層方向における50%侵入位置であり、中間位置 P_3 は、積層体(内電アクティブ層)11の内部へのその積層方向における25%侵入位置に相当する。また、平均粒径 D_1 が測定される最外層位置 P_1 は、積層体(内電アクティブ層)11の上側及び下側の両方の位置であつてもよいし、一方のみの位置であつてもよい。

【0023】

上記の数式(1)、(2)及び(2)'によれば、積層セラミックコンデンサ1の積層体11の積層方向に沿う両側部及び/又は中央部(図2の領域A)における誘電体粒子の平均粒径が、他の部分(図2の領域B)における平均粒径よりも小さいことが理解される。このような誘電体粒子の粒径分布となるように部分的に粒成長を抑制し積層体を焼成することにより、積層セラミックコンデンサ1の大容量化に伴うCR積の低下を軽減することができる。

【0024】

また、実施形態による積層セラミックコンデンサ1は、積層体11の積層方向に直交する方向における最外縁位置 P_4 に存在する誘電体粒子の平均粒径が D_4 であるときに、中間位置 P_3 に存在する誘電体粒子の平均粒径 D_3 に対して、

$$1.5 \times D_4 < D_3 \quad \dots \text{数式(3)}$$

の条件を満たすことがより好ましい。なお、平均粒径 D_4 については、静電容量への寄与は小さいので、本発明の必須の構成ではないが、絶縁抵抗への寄与は大きいので、より高いCR積を得ることができる。また、少なくとも

$$1.2 \times D_4 < D_3 \quad \dots \text{数式(3)'}$$

の条件を満たしていればよい。

【0025】

焼成により誘電体粒子の粒成長が過剰になると誘電体層における粒界数が減少し、これが絶縁抵抗の低下や耐電圧の低下を引き起こす。還元性雰囲気中での焼成される従来の積層セラミックコンデンサにおいて、積層体の積層方向における両端部近傍及びその中央部近傍が他の部分よりも比較的粒成長の比率が高いことが判明した。発明者らは、焼成の際に積層体の両端部近傍又は中央部近傍で最初に一層一粒子構造に至り、それが結果的にコンデンサ全体の絶縁抵抗の低下ひいてはCR積の低下を招く要因であることに着目し、これら粒成長の比率(速度)が高い箇所の粒成長を抑制することによりCR積の低下を軽減させるという着想を得た。

【0026】

上述した数式(1)で表される誘電体粒子の粒径分布を得るために、一つの実施形態では、積層体11の外側を覆うカバー部15に粒成長抑制元素が添加される。これにより、

10

20

30

40

50

最外層位置 P_1 である両端部近傍 (図2の領域A) に存在する誘電体粒子の粒成長が他の領域 (図2の領域B) のそれよりも抑制される。

【0027】

また、上述した数式(2)及び(2)'で表される誘電体粒子の粒径分布を得るために、もう一つの他の実施形態では、還元性雰囲気中での焼成温度と最高温度での保持時間を調整することにより、積層方向における中央位置 P_2 を貫く中央部近傍 (図2の領域A) に存在する誘電体粒子の粒成長が他の領域 (図2の領域B) のそれよりも抑制される。また、有効な昇温速度は $5000 \sim 10000$ / hr 程度である。

【0028】

また、上述した数式(3)及び(3)'で表される誘電体粒子の粒径分布を得るために、もう一つの他の実施形態では、積層体11の外側を覆うサイドマージン部16に粒成長抑制元素が添加される。サイドマージン部16に粒成長抑制元素が添加されるもの及び/又は逆パターンシート24に粒成長抑制元素が添加されるものでもよい。これにより、最外縁位置 P_4 近傍 (図2の領域A) に存在する誘電体粒子の粒成長が他の領域 (図2の領域B) のそれよりも抑制される。

【0029】

ここで、図3は、焼成後に誘電体層12になるグリーンシート22及び内部電極層13になる導電性ペースト膜23の各1層を示す断面図である。また、図4は、グリーンシート22及び導電性ペースト膜23に逆パターンシート24が形成された各1層を示す断面図である。図4において参照される逆パターンシート24は、グリーンシート22及び導電性ペースト膜23との間の段差を補填するために、導電性ペースト膜23とは逆のパターンを有している。逆パターンシート24はグリーンシート22と同様の例えば $BaTiO_3$ を主成分とする。逆パターンシート24は、グリーンシート22にスクリーン印刷により形成してもよいし、内部電極層13に対応する開口を有するシートがグリーンシート22に積層されてなるものでもよい。

【0030】

カバー部15、サイドマージン部16及び/又は逆パターンシート24に添加される粒成長抑制元素は、例えばMn、Mg、希土類元素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を含むことが好ましい。また、粒成長抑制元素は積層体(内電アクティブ層)11にも含まれていてもよいが、その場合、カバー部15、サイドマージン部16及び/又は逆パターンシート24に含まれる量よりも少ない量が含まれる。好ましくは $BaTiO_3$ が 100 mol に対し 0.5 mol 以上の添加量の差があればよい。

【0031】

本実施形態によれば、積層体11において、上述した数式(1)および(2)を満たし、好ましくは数式(2)'、(3)又は(3)'を満たす、誘電体粒子の粒径分布となるように粒成長を抑制することにより、積層セラミックコンデンサ1の大容量化に伴うCR積の低下を従来よりも軽減することができる。

【実施例】

【0032】

次に、本発明の積層セラミックコンデンサ(以下「MLCC」という)の実施例を説明する。

【0033】

<MLCCの作製>

(1)MLCC成型体の作製

まず、誘電体のグリーンシート、逆パターンシート、カバー部及びサイドマージン部の原料粉末として平均粒径が $40 \text{ nm} \sim 400 \text{ nm}$ 以下の $BaTiO_3$ 粉末を調製した。本実施例では逆パターンシート、カバー部となるカバーシート及びサイドマージン部となるサイドシートの原料スラリーに、粒成長抑制剤としてMgおよびMnを $BaTiO_3$ が 100 mol に対しそれぞれ 1.0 mol ずつ添加した。調製した誘電体原料粉末を有機溶剤で湿式混合し、ドクターブレード法により $1.0 \mu\text{m}$ 厚の誘電体のグリーンシートを塗

10

20

30

40

50

工して乾燥させた。同様に逆パターンシート、カバーシート及びサイドシートもシート状に成形した。

【0034】

グリーンシート上にNiを含む導電性ペースト膜を所定パターンでスクリーン印刷した。また、グリーンシートと導電性ペースト膜との間の段差を埋めるため当該導電性ペースト膜と相補的なパターンを有する逆パターンシートをグリーンシート上にスクリーン印刷して形成した。逆パターンシートの厚さは導電性ペースト膜と同じ厚さである。なお上述したように、この逆パターンシートには焼成による誘電体層の粒成長を抑制するための上述の粒成長抑制剤が所定量添加されている(表1参照)。

【0035】

導電性ペースト膜及び逆パターンシートを配置したグリーンシートを、導電性ペースト膜の引き出されている側が互い違いになるように101枚積層し、これにより積層数nが100の積層体シートを得た。その後、積層体シートの上下面にカバー部の総厚が20 μ mとなるようにカバーシートを複数枚圧着した。なお上述したように、このカバーシートには焼成による誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が所定量添加されている。

【0036】

積層体シートを所定寸法にカットした直方積層体の両側面にサイドマージン部の総厚が40 μ mとなるようにサイドシートを複数枚圧着した。なお上述したように、このサイドシートには焼成による誘電体層の粒成長を抑制するための粒成長抑制剤が表1に示す所定量添加されている。これにより、縦1.0mm、横0.5mm、高さ0.5mmの寸法のMLCC成型体を得た。

【0037】

(2) MLCC成型体の焼成

MLCC成型体の試料をN₂雰囲気中にて300の温度で脱バインダした。その後、H₂を含む還元性雰囲気中にて1150から1250の温度範囲まで昇温速度6000/h_rで昇温し、10分から2時間その温度を保持して焼成した。降温後、N₂雰囲気中にて800から1050の温度範囲まで昇温し、その温度を保持して再酸化処理を行った。こうして得たMLCCの焼結体において外部電極を形成するために、内部電極が露出する両側の端面にガラスフリットを含有するNiペーストを塗布し、N₂雰囲気中にて焼き付け処理を行った。

これにより、MLCCの試料を得た。

【0038】

表1に今回の実験で用いたMLCC試料の製造条件を示す。

【表1】

グループ	試料No.	粒成長抑制剤	出発BaTiO ₃ 径	最高温度及び保持時間
I	1	カバーシートと逆パターンシートの両方に、BaTiO ₃ : 100molに対してMg, Mnを各1.0mol添加	45nm	1150°C, 10min
	2			1150°C, 20min
	3			1150°C, 30min
	4			1150°C, 40min
II	5		120nm	1200°C, 10min
	6			1200°C, 20min
	7			1200°C, 30min
	8			1200°C, 40min
III	9		300nm	1220°C, 20min
	10			1220°C, 40min
	11			1220°C, 60min
VI	12		350nm	1220°C, 20min
	13			1220°C, 40min
	14			1220°C, 60min

【0039】

10

20

30

40

50

< M L C C の評価方法 >

(1) 誘電体粒子の平均粒径の評価方法

M L C C の外部電極が形成されている端面に対し平行に切断して断面を露出させ、走査型電子顕微鏡 (S E M) で撮影した誘電体層の断面写真に基づいて誘電体粒子の粒径を測定した。粒径を測定した位置は、平均粒径 D_1 を評価するため積層方向における最外層位置 P_1 と、平均粒径 D_2 を評価するため積層方向における中央位置 P_2 と、平均粒径 D_3 を評価するため最外層位置 P_1 と中央位置 P_2 との間を等分した中間位置 P_3 と、平均粒径 D_4 を評価するため積層方向に直交する方向における最外縁位置 P_4 の 4 箇所である。

【 0 0 4 0 】

ここで、最外層位置 P_1 では、図 5 に示されるように、第 1 層 (最外層) から第 3 層までの誘電体層 1 2 の、中心線を基準に $15 \mu\text{m}$ の範囲内の領域で観察される誘電体粒子のグレイン径を測定した。積層体の 5 0 % 侵入部分である中央位置 P_2 では、図 6 に示されるように、第 $n / 2$ 層から第 $n / 2 + 2$ 層 ($n = 100$ の場合、第 50 層から第 52 層) までの誘電体層 1 2 の、中心線を基準に $15 \mu\text{m}$ の範囲内の領域で観察される誘電体粒子のグレイン径を測定した。積層体の 2 5 % 侵入部分である中間位置 P_3 では、図 7 に示されるように、第 $n / 4$ 層から第 $n / 4 + 2$ 層 ($n = 100$ の場合、第 25 層から第 27 層) までの誘電体層 1 2 の、中心線を基準に $15 \mu\text{m}$ の範囲内の領域で観察される誘電体粒子のグレイン径を測定した。最外縁位置 P_4 では、内部電極層の端部から中心方向に $2 \mu\text{m}$ の範囲内の領域で観察される誘電体粒子のグレイン径を測定した (図 9 参照) 。

【 0 0 4 1 】

S E M 画像に基づいて誘電体粒子の積層方向の最大長と積層方向に直交する方向の最大長とを測定し、それらの単純算術平均値をその誘電体粒子のグレイン径として評価した。そして、位置 P_1 、 P_2 、 P_3 及び P_4 の各領域において、当該領域に存在する全ての誘電体粒子のグレイン径を測定し、それらの単純算術平均値を求めた。同一条件で製造した 20 個の M L C C チップについて測定した最終的な平均値を、本実施例における平均粒径 D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 として評価した。なお、図 8 及び図 9 に示されるように、領域の外に見切れている粒子についても、その領域外の部分を含めた粒径を測定対象とした。

【 0 0 4 2 】

なお、平均粒径 D_1 は、積層体の上側及び下側の両方の最外層位置で測定されてもよいし、一方のみの最外層位置で測定されてもよい。平均粒径 D_3 は、積層体の上側から及び下側からの両方の 2 5 % 侵入位置で測定されてもよいし、一方のみの 2 5 % 侵入位置で測定されてもよい。平均粒径 D_4 は、積層体の左右両方の最外縁位置で測定されてもよいし、一方のみの最外縁位置で測定されてもよい。

【 0 0 4 3 】

< M L C C の評価結果 >

作製した M L C C の誘電体層に対する評価結果を表 2 に示す。作成した試料において C R 積が $2000\text{F} \cdot$ を規定値とし、それ以上の C R 積を示す試料を合格として評価した。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

【表 2】

グループ	試料 No.	誘電体層 厚み(μm)	平均粒径 D1(nm)	平均粒径 D2(nm)	平均粒径 D3(nm)	平均粒径 D4(nm)	粒径比 D3/D1	粒径比 D3/D2	粒径比 D3/D4	CR積 ($\text{F}\cdot\Omega$)
I	1*	0.8	46	48	56	48	1.2	1.2	1.2	1100
	2	0.8	48	52	78	58	1.6	1.5	1.3	2200
	3	0.8	48	49	107	51	2.2	2.2	2.1	3700
	4	0.8	48	49	172	59	3.6	3.5	2.9	4000
II	5*	0.8	141	157	194	169	1.4	1.2	1.1	1800
	6	0.8	118	155	218	144	1.8	1.4	1.5	2400
	7	0.8	135	146	351	143	2.6	2.4	2.5	3300
	8	0.8	143	162	548	163	3.8	3.4	3.4	3400
III	9*	0.8	329	381	440	361	1.3	1.2	1.2	1200
	10	0.8	316	351	567	322	1.8	1.6	1.8	2500
	11	0.8	326	335	628	340	1.9	1.9	1.8	2600
VI	12*	0.8	396	447	548	444	1.4	1.2	1.2	1000
	13	0.8	382	451	666	473	1.7	1.5	1.4	2000
	14	0.8	368	443	730	529	2.0	1.6	1.4	2300

10

【0045】

表 2 において、* が付された番号の試料 (No. 1、5、9 及び 12) は、CR 積が 2000 F \cdot よりも小さい比較例として挙げられている。CR 積が 2000 F \cdot よりも大きい試料では、第 1 の平均粒径比 D_3/D_1 が 1.5 よりも大きく、第 2 の平均粒径比 D_3/D_2 が 1.2 よりも大きかった。また、第 2 の平均粒径比 D_3/D_2 が 1.5 よりも大きくかつ第 3 の平均粒径比 D_3/D_4 が 1.5 よりも大きい試料は 2500 F \cdot よりも大きい CR 積が得られた。

20

【0046】

図 10 は、比較例と対比させた本発明の積層セラミックコンデンサの CR 積の特性を定性的に示すグラフ図である。本発明の実施例による積層セラミックコンデンサは、従来技術による比較例に比べ高い CR 積を有している。このことは、高い焼成温度であっても、積層体における粒成長の速度が高い箇所 (例えば図 2 に示した領域 A) の粒成長が抑制され、結果的に高い絶縁抵抗が維持されていることを意味している。また、本発明の実施例による積層セラミックコンデンサでは、図 10 に示されるように、焼成温度の高い範囲で従来技術のように CR 積が急激に落ち込むような不利な特性は見られなかった。

30

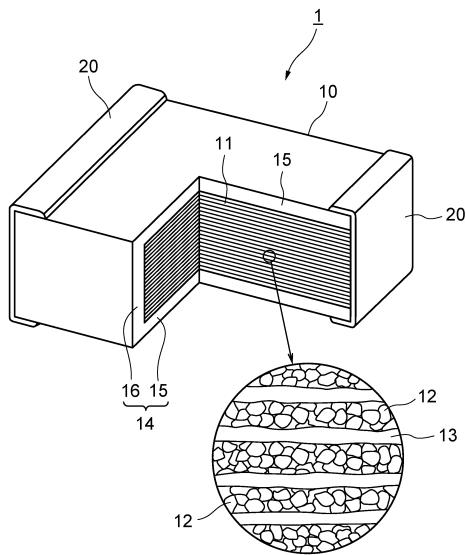
【符号の説明】

【0047】

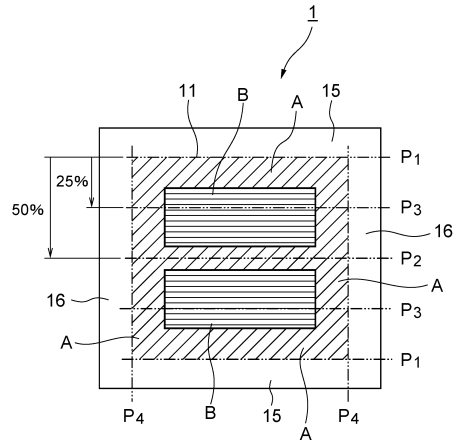
- 1 積層セラミックコンデンサ (MLCC)
- 10 セラミック焼結体
- 11 積層体 (内電アクティブ層)
- 12 誘電体層
- 13 内部電極層
- 14 マージン部
- 15 カバー部
- 16 サイドマージン部
- 20 外部電極
- 22 グリーンシート
- 23 導電性ペースト膜
- 24 逆パターンシート

40

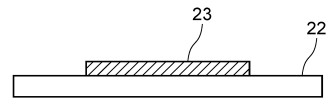
【図1】



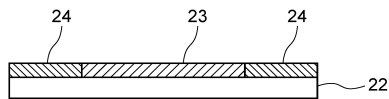
【図2】



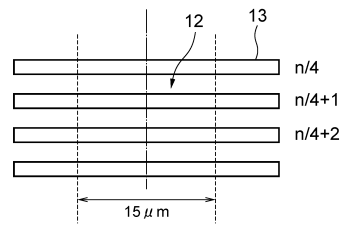
【図3】



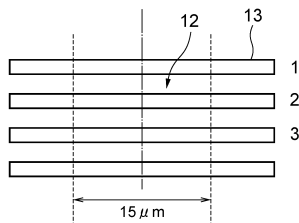
【図4】



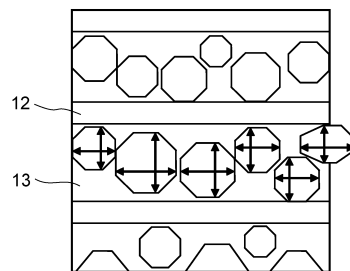
【図7】



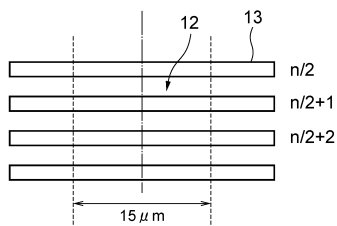
【図5】



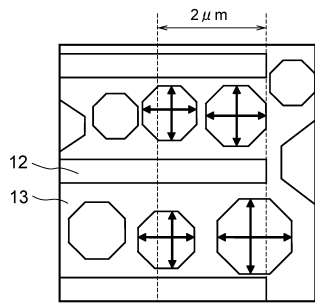
【図8】



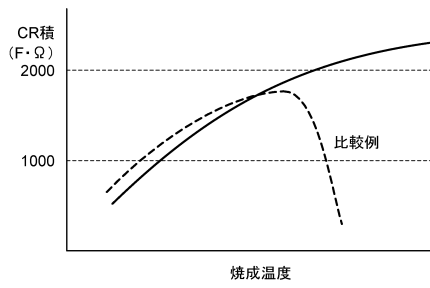
【図6】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 森田 浩一郎
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
- (72)発明者 谷口 克哉
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

審査官 小池 秀介

- (56)参考文献 特開2007-266223(JP,A)
特開2012-227260(JP,A)
特開平05-129152(JP,A)
特開平11-354370(JP,A)
特開2003-133164(JP,A)
特開2012-072037(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 4/00 - 4/22
4/255 - 4/40
13/00 - 17/00