

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2013/190718 A1

(43) 国際公開日

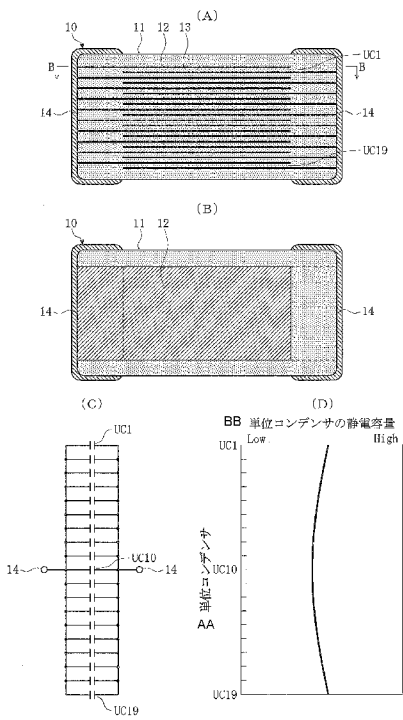
2013年12月27日 (27.12.2013)

W O | P C T

- (51) 国際特許分類 : H01G 4/12 (2006.01) H01G 4/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/077458
- (22) 国際出願日 : 2012年10月24日 (24.10.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ : 特願 2012-137898 2012年6月19日 (19.06.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 太陽誘電株式会社 (AIYO YUDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野6丁目1番20号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 : および
- (71) 出願人 : 齊藤 賢二 (SAITO Kenji) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野6丁目1番20号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

- (54) Title: LAMINATED CERAMIC CAPACITOR
- (54) 発明の名称 積層セラミックコンデンサ



AA Unit capacitor  
BB Electrostatic capacitance of unit capacitor

(57) Abstract: [Problem] To provide a laminated ceramic capacitor with an insulation resistance unsusceptible to degradation. [Solution] A laminated ceramic capacitor (10) is composed of a total of 19 unit capacitors (UC1 to UC19) arranged in the lamination direction, each of which has an electrostatic capacitance distributed so that the electrostatic capacitance at the center in the lamination direction is smaller than the electrostatic capacitance on both sides in the lamination direction, when a unit capacitor is defined as a section constituted by two internal electrode layers (12) adjacent to each other in the lamination direction and a single dielectric layer (13) interposed between the two internal electrode layers (12).

(57) 要約: 【課題】絶縁抵抗値が劣化し難い積層セラミックコンデンサを提供することを目的とする。【解決手段】積層セラミックコンデンサ10は、積層方向で隣接する2つの内部電極層12と該2つの内部電極層12の間に介在する1つの誘電体層13によって構成される部分を単位コンデンサとして捕らえたとき、積層方向に並ぶ計19の単位コンデンサUC1~UC19それぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布を有する。

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

## 明 細 書

発明の名称 : 積層セラミックコンデンサ

### 技術分野

[0001] 本発明は、複数の内部電極層が誘電体層を介して積層された構造を有するコンデンサ本体を備えた積層セラミックコンデンサに関する。

### 背景技術

[0002] この種の積層セラミックコンデンサに対する小型化及び大容量化のニーズは依然として高く、該ニーズを満足するには内部電極層と誘電体層の更なる薄層化は避けられない。しかしながら、誘電体層の薄層化が進むと、具体的には誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  以下になると、積層セラミックコンデンサの絶縁抵抗値の劣化が生じ易くなる。

[0003] 前記絶縁抵抗値の劣化は、高電界下で誘電体結晶に生じる酸素欠陥（構造欠陥）が主原因として考えられているが、何れにせよ、該絶縁抵抗値の劣化は積層セラミックコンデンサの寿命に直接的に係わるものであるため、早期の改善が求められている。

[0004] 本発明者は前記絶縁抵抗値の劣化の改善策をコストを考慮の上で種々模索した結果、下記特許文献 1 に記載されるようなアプローチとは異なるアプローチによって、該絶縁抵抗値の劣化を抑制できることを検出して本発明に到達した。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献 1 : 特開 2005\_281066 号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、絶縁抵抗値が劣化し難い積層セラミックコンデンサを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 前記目的を達成するため、本発明は、複数の内部電極層が誘電体層を介して積層された構造を有するコンデンサ本体を備えた積層セラミックコンデンサにおいて、積層方向で隣接する2つの内部電極層と該2つの内部電極層の間に介在する1つの誘電体層によって構成される部分を単位コンデンサとして捕らえたとき、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布を有する、ことをその特徴とする。

### 発明の効果

[0008] 積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布を有する積層セラミックコンデンサは、このような分布を有しない積層セラミックコンデンサに比べて、絶縁抵抗値の劣化が生じ難い。依って、小型化及び大容量化のニーズを満足するために誘電体層の薄層化が進んでも、絶縁抵抗値の劣化が生じ難い積層セラミックコンデンサを提供できる。

[0009] 本発明の前記目的とそれ以外の目的と、構成特徴と、作用効果は、以下の説明と添付図面によって明らかとなる。

### 図面の簡単な説明

[001 0] [図1] 図1 (A) は、本発明を適用した積層セラミックコンデンサの縦断面図 ; 図1 (B) は、同積層セラミックコンデンサの図1 (A) のB—B線に沿う横断面図 ; 図1 (C) は、同積層セラミックコンデンサの等価回路を示す図 ; 図1 (D) は、同積層セラミックコンデンサが含む単位コンデンサそれぞれの静電容量の分布を示す図である。

[図2] 図2 は、実施サンプル1及び2と比較サンプル1のそれぞれが含む単位コンデンサそれぞれの静電容量の分布を示す図である。

[図3] 図3 は、実施サンプル1~6と比較サンプル1~3のそれぞれの静電容量及びHALT結果を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[001 1] 《積層セラミックコンデンサの構造》

先ず、図 1 (A) ~ (D) を引用して、本発明を適用した積層セラミックコンデンサ 10 の構造について説明する。

[001 2] 図 1 (A) 及び (B) に示した積層セラミックコンデンサ 10 は、長さ、幅及び高さの基準寸法が長さ > 幅 = 高さの寸法関係を有する略直方体形状のコンデンサ本体 11 と、該コンデンサ本体 11 の長さ方向両端部に設けられた 1 対の外部電極 14 を備えている。因みに、前記長さは図 1 (A) における左右方向の寸法が該当し、前記幅は図 1 (B) における上下方向の寸法が該当し、前記高さは図 1 (A) における上下方向の寸法が該当する。また、前記寸法関係は長さ > 幅 = 高さに限らず、例えば長さ > 幅 > 高さの寸法関係であっても良い。

[001 3] コンデンサ本体 11 は、計 20 の内部電極層 12 が誘電体層 13 (計 19) を介して積層された構造を有している。また、コンデンサ本体 11 の最上位の内部電極層 12 の上側と最下位の内部電極層 12 の下側には、複数の誘電体層 13 のみを積層して構成された上下マージン (符号無し) が存在する。さらに、コンデンサ本体 11 の幅方向一侧と幅方向他側には、複数の誘電体層 13 のみから成る左右マージン (符号無し) が存在する。因みに、図 1 (A) 及び (B) には、図示の便宜上、内部電極層 12 の数を 20 とした積層セラミックコンデンサ 10 を示してあるが、小型化及び大容量化のニーズを満足する実際の積層セラミックコンデンサの内部電極層の数は 100 以上に及ぶ。

[0014] 各内部電極層 12 は、ニッケル、銅、パラジウム、白金、銀、金、又はこれらの合金等から成り、各々の厚さ及び組成と上面視形状 (略矩形) は略同じである。各誘電体層 13 は、上下マージンを構成する誘電体層 13 も含め、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、ジルコン酸カルシウム、チタン酸ジルコン酸カルシウム、ジルコン酸バリウム、又は酸化チタン等から成り、各々の厚さ及び組成と上面視形状 (略矩形) は略同じであるが、該上面視形状は各内部電極層 12 の上面視形状よりも長さ及び幅が大きい。

- [001 5] 計 20 の内部電極層 12 のうち、図 1 (A) における上から奇数番目の内部電極層 12 (計 10) と上から偶数番目の内部電極層 12 (計 10) は長さ方向にずれていて、上から奇数番目の内部電極層 12 は左側の外部電極 14 に電氣的に接続され、且つ、上から偶数番目の内部電極層 12 は右側の外部電極 14 に電氣的に接続されている。
- [001 6] 各外部電極 14 は、コンデンサ本体 11 の長さ方向両端部に密着した下地層 (符号無し) と該下地層の表面に形成された表面層との 2 層構造、或いは、下地層と表面層との間に中間層を有する 3 層構造を有している。下地層は好ましくは内部電極層 12 と同じ材料から成り、表面層はスズ、パラジウム、金、又は亜鉛等から成り、中間層は白金、パラジウム、金、銅、又はニッケル等から成る。
- [001 7] 前記積層セラミックコンデンサ 10 は、コンデンサ本体 11 の上下方向、即ち、積層方向で隣接する 2 つの内部電極層 12 と該 2 つの内部電極層 12 の間に介在する 1 つの誘電体層 13 によって構成される部分を単位コンデンサとして捕らえたとき、図 1 (C) に示したように、積層方向に並ぶ計 19 の単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 を含み、且つ、該単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 が 1 対の外部電極 14 に並列接続されたものとみなすことができる。
- [001 8] 図 1 (D) は、前記積層セラミックコンデンサ 10 から 1 対の外部電極 14 を取り除いた状態で計 19 の単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 それぞれの静電容量をマニュアルプローバと LCR メータ (Agilent 製 4284A) によって個別に測定して、積層方向に並ぶ計 19 の単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 それぞれの静電容量を 2 次元グラフにプロットしたものである。
- [001 9] 図 1 (D) から分かるように、前記積層セラミックコンデンサ 10 においては、積層方向に並ぶ計 19 の単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 それぞれの静電容量は、積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布を有する。詳しくは、積層方向に並ぶ計 19 の単位コンデンサ UC 1 ~ UC 19 そ

れぞれの静電容量は、積層方向両側の単位コンデンサUC 1及びUC 19から積層方向中央の単位コンデンサUC 10に向かって徐々に低減する分布を有する。

[0020] 《積層セラミックコンデンサの第1の製造方法》

次に、前記積層セラミックコンデンサ10を得るのに好適な第1の製造方法について説明する。

[0021] 製造に際しては、チタン酸バリウム粉末とエタノール（溶剤）とポリビニルプチラール（バインダ）と分散剤等の添加剤を含む誘電体層用スラリーと、ニッケル粉末とターピネオール（溶剤）とエチルセルロース（バインダ）と分散剤等の添加剤を含む内部電極層用ペーストを準備する。

[0022] そして、キャリアフィルム上に誘電体層用スラリーをダイコータ等を用いて所定厚さ及び幅で塗工し乾燥処理を施して第1シートを作製すると共に、該第1シート上に内部電極層用ペーストをスクリーン印刷機等を用いて所定厚さ及び形状でマトリクス状に印刷し乾燥処理を施して第2シートを作製する。

[0023] そして、打ち抜き刃及びヒータを有する吸着ヘッド等を用いて、第1シートから打ち抜いた所定形状の第3シートを所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、その上に第2シートから打ち抜いた所定形状の第4シート（マトリクス状に印刷し乾燥されたものを含む）を所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、その上に第1シートから打ち抜いた所定形状の第3シートを所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、これを熱間静水圧プレス機等を用いて最終的に熱圧着して未焼成積層シートを作製する。

[0024] そして、未焼成積層シートをダイシング機等を用いて格子状に切断して、コンデンサ本体11に対応した未焼成チップを作製する。

[0025] そして、複数の未焼成チップを焼成炉に投入し、還元性雰囲気下、或いは、低酸素分圧雰囲気下で、前記ニッケル粉末及び前記チタン酸バリウム粉末に応じた温度プロファイルで焼成（脱バインダ処理と焼成処理を含む）を行う。この焼成工程で肝要なところは、焼成処理における昇温に急速昇温、例

例えば5000～10000℃/hrを採用して、未焼成チップの表面から中心に向かって焼結進行度の低下が積極的に現れるようにすることにある。

[0026] そして、焼成済みチップの長さ方向両端部にローラ塗布機等を用いて外部電極用ペースト（内部電極層用ペーストを流用）を塗布し前記同様の雰囲気下で焼付け処理を施して下地層を形成し、続いて該下地層の表面に表面層、又は中間層及び表面層を電解メッキ等で形成して、1対の外部電極を作製する。

[0027] 《積層セラミックコンデンサの第2の製造方法》

次に、前記積層セラミックコンデンサ10を得るのに好適な第2の製造方法について説明する。

[0028] この第2の製造方法が、前記第1の製造方法と異なるところは、（1）前記準備工程で、前記誘電体層用スラリーと前記内部電極層用ペーストの他に、前記誘電体層用スラリーに焼結助剤を添加して得た第2の誘電体層用スラリーを準備する点、（2）前記シート作製工程で、前記第2シートの他に、キャリアフィルム上に第2の誘電体層用スラリーをダイコータ等を用いて所定厚さ及び幅で塗工し乾燥処理を施して第5シートを作製する点、（3）前記未焼成積層シート作製工程で、第5シートから打ち抜いた所定形状の第6シートを所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、その上に第2シートから打ち抜いた所定形状の第4シート（マトリクス状に印刷し乾燥されたものを含む）を所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、その上に第5シートから打ち抜いた所定形状の第6シートを所定数に至るまで積み重ねて熱圧着し、これを熱間静水圧プレス機等で最終的に熱圧着して未焼成積層シートを作製する点、にある。他のプロセスは前記第1の製造方法と同じであるためのその説明を省略する。

[0029] 準備構成で第2の誘電体層用スラリーを準備し、シート作製工程で該第2の誘電体層用スラリーによる第5シートを作製し、未焼成積層シート作製工程で該第5シートから得た第6シートを上下部分に積層した理由は、焼成工程の焼成処理において未焼成チップの上下マージンに相当する部分に焼結進



行がより顕著に現れるようにすることにある。第2の誘電体層用スラリーの焼結助剤にはシリカや希土類酸化物が利用でき、その添加量は0.5~5.0wt%が好ましい。

[0030] 《実施サンプル1~6と比較サンプル1~3》

次に、前記積層セラミックコンデンサ10の構造及び特性を確認するために用意した実施サンプル1~6と比較サンプル1~3について説明する。

[0031] 実施サンプル1、3及び5は前記第1の製造方法に準じて製造されたものであり、実施サンプル2、4及び6は前記第2の製造方法に準じて製造されたものであり、比較サンプル1~3は前記第1の製造方法の焼成工程における昇温を通常昇温、例えば300~600℃/hrとした製造方法に準じて製造されたものである。

[0032] 実施サンプル1~6と比較サンプル1~3は何れも1005タイプ(長さ、幅及び高さの基準寸法がそれぞれ1.0mm、0.5mm、0.5mm)であり、内部電極層の数は100である。また、実施サンプル1及び2と比較サンプル1のそれぞれの誘電体層の厚さは1.0μmで内部電極層の厚さは1.2μmであり、実施サンプル3及び4と比較サンプル2のそれぞれの誘電体層の厚さは0.8μmで内部電極層の厚さは1.2μmであり、実施サンプル5及び6と比較サンプル3のそれぞれの誘電体層の厚さは3.0μmで内部電極層の厚さは1.2μmである。

[0033] つまり、実施サンプル1~6と比較サンプル1~3のそれぞれは、積層方向で隣接する2つの内部電極層と該2つの内部電極層の間に介在する1つの誘電体層によって構成される部分を単位コンデンサとして捕らえたとき、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1~UC99を含み、且つ、該単位コンデンサUC1~UC99が1対の外部電極に並列接続されたものとみなすことができる。

[0034] 《実施サンプル1~6と比較サンプル1~3のそれぞれによる構造の確認》

次に、用意した実施サンプル1~6と比較サンプル1~3を用いて各々の

構造を確認した結果について説明する。

[0035] 図2は、実施サンプル1及び2と比較サンプル1のそれぞれから1対の外部電極を取り除いた状態で計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量をマニュアルプローバーとLCRメータ(Agilent製4284A)によって個別に測定して、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量を図1(D)と同様の2次元グラフにプロットしたものである。

[0036] 図2から分かるように、実施サンプル1及び2それぞれにあっては、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布、詳しくは積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、積層方向両側の単位コンデンサUC1及びUC99から積層方向中央の単位コンデンサUC50に向かって徐々に低減する分布を有する。一方、比較サンプル1にあっては、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、僅かな増減はあるものの略直線的な分布を有する。

[0037] つまり、実施サンプル1及び2それぞれにあっては、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量の分布は、図1(D)に示した計19の単位コンデンサUC1～UC19それぞれの静電容量の分布と同様であることが確認できると共に、該分布は比較サンプル1の分布と明らかに異なることが確認できる。

[0038] 図示を省略したが、実施サンプル3及び4それぞれ、並びに、実施サンプル5及びそれぞれにあっては、積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布、詳しくは積層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、積層方向両側の単位コンデンサUC1及びUC99から積層方向中央の単位コンデンサUC50に向かって徐々に低減する分布を有する。一方、比較サンプル2及び3それぞれにあっては、積

層方向に並ぶ計99の単位コンデンサUC1～UC99それぞれの静電容量は、僅かな増減はあるものの略直線的な分布を有する。

[0039] 実施サンプル1～6と比較サンプル1～3のそれぞれによる特性の確認  
》

次に、用意した実施サンプル1～6と比較サンプル1～3を用いて各々の特性を確認した結果について説明する。

[0040] 図3は、実施サンプル1～6と比較サンプル1～3のそれぞれの静電容量を後記HALTを実施する前にLCRメータ(Agilent製4284A)によって測定した値(単位はnF)を静電容量欄に記し、実施サンプル1～6と比較サンプル1～3のそれぞれにHALT(高加速寿命試験:Highly Accelerated Life Test)を実施したときの結果(単位はsec)をHALT結果欄に記したものである。

[0041] 実施サンプル1及び2と比較サンプル1のそれぞれのHALT条件は温度125℃及び印加電圧20Vであり、実施サンプル3及び4と比較サンプル2のそれぞれのHALT条件は温度125℃及び印加電圧10Vであり、実施サンプル5及び6と比較サンプル3のそれぞれのHALT条件は温度125℃及び印加電圧50Vである。また、実施サンプル1～6と比較サンプル1～3のそれぞれのHALT結果は、HALTを開始してから絶縁抵抗値が $1 \times 10^5 \Omega$ 以下になるまでの時間である。

[0042] 図3から分かるように、実施サンプル1及び2それぞれの静電容量と比較サンプル1の静電容量との間に顕著な差異は認められないものの、実施サンプル1及び2それぞれのHALT結果は比較サンプル1のHALT結果よりも優れていること、詳しくは実施サンプル1のHALT結果は比較サンプル1のHALT結果の約2.4倍であり、実施サンプル2のHALT結果は比較サンプル1のHALT結果の約2.4倍であることが確認できる。

[0043] また、実施サンプル3及び4それぞれの静電容量と比較サンプル2の静電容量との間に顕著な差異は認められないものの、実施サンプル3及び4それぞれのHALT結果は比較サンプル2のHALT結果よりも優れていること

、詳しくは実施サンプル 3 の H A L T 結果は比較サンプル 2 の H A L T 結果の約 29.4 倍であり、実施サンプル 4 の H A L T 結果は比較サンプル 2 の H A L T 結果の約 28.5 倍であることが確認できる。

[0044] さらに、実施サンプル 5 及び 6 それぞれの静電容量と比較サンプル 3 の静電容量との間に顕著な差異は認められないものの、実施サンプル 5 及び 6 それぞれの H A L T 結果は比較サンプル 3 の H A L T 結果よりも優れていること、詳しくは実施サンプル 5 の H A L T 結果は比較サンプル 3 の H A L T 結果の約 1.5 倍であり、実施サンプル 6 の H A L T 結果は比較サンプル 3 の H A L T 結果の約 1.4 倍であることが確認できる。

[0045] 《確認結果に基づく効果の立証》

次に、前記構造及び特性の確認結果に基づき発明の効果について立証する。

[0046] 実施サンプル 1～6 は、積層方向に並ぶ計 99 の単位コンデンサ UC 1～UC 99 それぞれの静電容量が、積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布、詳しくは積層方向両側の単位コンデンサ UC 1 及び UC 99 から積層方向中央の単位コンデンサ UC 50 に向かって徐々に低減する分布を有するが、比較サンプル 1～3 はこのような分布を有しない (図 2 を参照)。加えて、実施サンプル 1 及び 2 それぞれの H A L T 結果は比較サンプル 1 の H A L T 結果よりも優れており、実施サンプル 3 及び 4 それぞれの H A L T 結果は比較サンプル 2 の H A L T 結果よりも優れており、実施サンプル 5 及び 6 それぞれの H A L T 結果は比較サンプル 3 の H A L T 結果よりも優れている (図 3 を参照)。

[0047] つまり、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布、詳しくは積層方向両側の単位コンデンサから積層方向中央の単位コンデンサに向かって徐々に低減する分布を有する積層セラミックコンデンサは、このような分布を有しない積層セラミックコンデンサに比べて、絶縁抵抗値の劣化が生じ難いと言える。

[0048] また、誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  の実施サンプル 1 及び 2 それぞれの HALT 結果は比較例 1 の HALT 結果の約 2.4 倍であり、誘電体層の厚さが  $0.8 \mu\text{m}$  の実施サンプル 3 及び 4 それぞれの HALT 結果は比較例 2 の HALT 結果の約 29.4 倍と約 28.5 倍であり、誘電体層の厚さが  $3.0 \mu\text{m}$  の実施サンプル 5 及び 6 それぞれの HALT 結果は比較サンプル 3 の HALT 結果の約 1.5 倍と約 1.4 倍である (図 3 を参照)。

[0049] つまり、誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  以下の積層セラミックコンデンサは、誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  よりも厚い積層セラミックコンデンサに比べて、絶縁抵抗値の劣化抑制が効果的に発揮できると言える。勿論、誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  よりも厚い積層セラミックコンデンサであっても、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が前記分布を有していれば、絶縁抵抗値の劣化抑制は十分に為し得ると言える。

[0050] 《積層セラミックコンデンサの製造方法の変形例》

前記第 1 及び第 2 の製造方法では、焼成工程の焼成処理における昇温に急速昇温を採用することによって、単位コンデンサを構成する誘電体層の厚さ及び組成が略同じ場合において前記分布を有する積層セラミックコンデンサを得る方法を例示したが、急速昇温を採用しない他の製造方法によって前記分布を有する積層セラミックコンデンサを得ることも可能である。

[0051] 例えば、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなるように、各単位コンデンサを構成する誘電体層の厚さが積層方向外側よりも積層方向中央の方が厚くなるように誘電体層用シートの厚さを変化させたり、或いは、各単位コンデンサを構成する誘電体層の誘電率が積層方向外側よりも積層方向中央の方が低くなるように誘電体層用シートの組成を変化させても、前記分布を有する積層セラミックコンデンサを得ることができる。

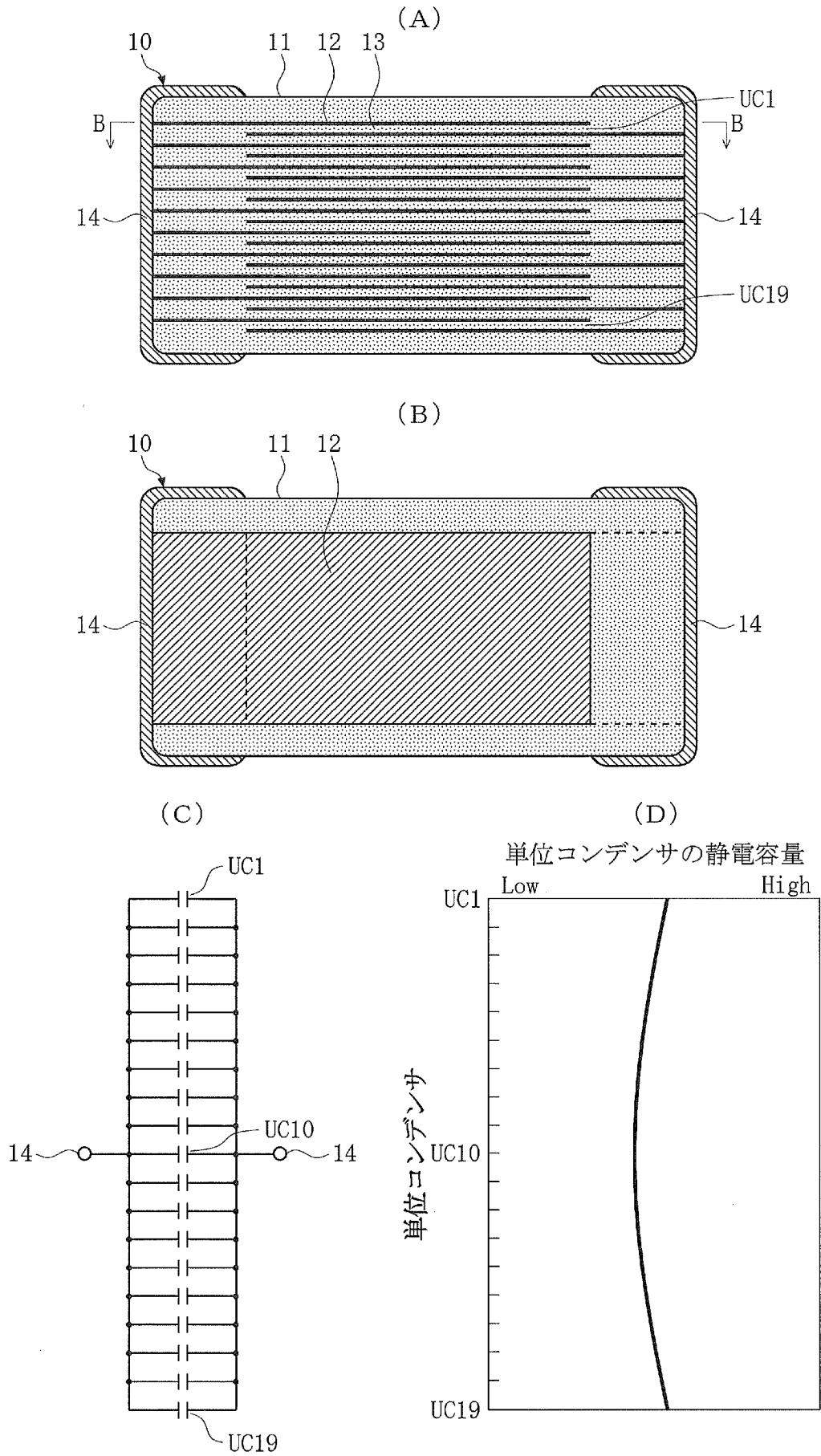
## 符号の説明

[0052] 10…積層セラミックコンデンサ、11…コンデンサ本体、12…内部電極層、13…誘電体層、14…外部電極、UC…単位コンデンサ。

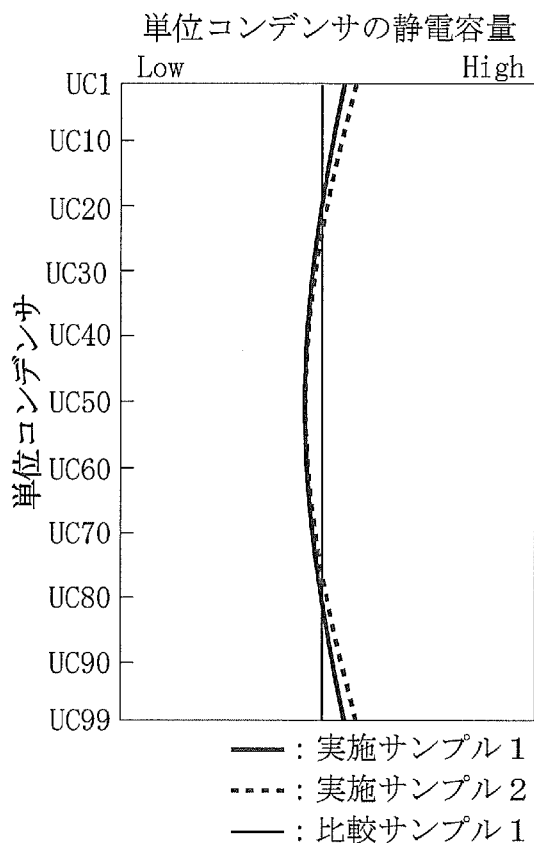
## 請求の範囲

- [請求項 1] 複数の内部電極層が誘電体層を介して積層された構造を有するコンデンサ本体を備えた積層セラミックコンデンサにおいて、
- 積層方向で隣接する 2 つの内部電極層と該 2 つの内部電極層の間に介在する 1 つの誘電体層によって構成される部分を単位コンデンサとして捕らえたとき、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側よりも積層方向中央の方が小さくなる分布を有する、
- ことを特徴とする積層セラミックコンデンサ。
- [請求項 2] 前記分布は、積層方向に並ぶ複数の単位コンデンサそれぞれの静電容量が積層方向両側の単位コンデンサから積層方向中央の単位コンデンサに向かって徐々に低減する分布である、
- 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] 前記誘電体層の厚さが  $1.0 \mu\text{m}$  以下である、
- ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の積層セラミックコンデンサ
- [請求項 4] 前記内部電極層の数が 100 以上である、
- ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の積層セラミックコンデンサ。

[図1]



[図2]



[図3]

	誘電体層厚さ ( $\mu\text{m}$ )	静電容量 (nF)	HALT結果 (sec)
実施サンプル1	1.0	6424	5462
実施サンプル2	1.0	6590	5600
比較サンプル1	1.0	6433	2309
実施サンプル3	0.8	8030	3529
実施サンプル4	0.8	8136	3421
比較サンプル2	0.8	8042	120
実施サンプル5	3.0	2008	12050
実施サンプル6	3.0	2066	11983
比較サンプル3	3.0	2004	8305



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 2 / 0 7 7 4 5 8

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 G4/ 12 (2006.01) i , H01 G4/ 30 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01G4/12, H01G4/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2012
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2012	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-179643 A (Mat sushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraph [0027] (Family: none)	1
X	JP 2012-060030 A (Sony Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0075] to [0077]; fig. 11 & CN 102436932 A & KR 10-2012-0027091 A	1
X Y	WO 2010/146967 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 December 2010 (23.12.2010), paragraphs [0042] to [0044], [0052] to [0054], [0094], [0098] to [0099], [0104] & US 2011/0110014 A1 & CN 102099880 A & KR 10-2011-0018936 A	1, 2, 4 3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 November, 2012 (15.11.12)Date of mailing of the international search report  
27 November, 2012 (27.11.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 077458

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-226941 A (Mat sushi ta Electric Industrial Co., Ltd.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraph [0024] (Family : none)	3
A	JP 3-246915 A (Tai yo Yuden Co., Ltd.), 05 November 1991 (05.11.1991), page 3, upper right column, line 20 to lower right column, line 13; page 4, table 1 (Family : none)	1- 4
A	JP 9-097733 A (Tai yo Yuden Co., Ltd.), 08 April 1997 (08.04.1997), paragraphs [0048] to [0049] (Family : none)	1- 4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01G4/12 (2006. 01) i , H01G4/30 (2006. 01) i

B. 一 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01G4/12, H01G4/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2006-179643 A (松下電器産業株式会社) 2006. 07. 06 , 段落 【0027】 (ファミリーなし)	1
X	JP 2012-060030 A (ソニー株式会社) 2012. 03. 22, 段落 【0075】 - 【0077】、図 11 & CN 102436932 A & KR 10-2012-0027091 A	1
X Y	wo 2010/146967 AI (株式会社村田製作所) 2010. 12. 23 , 段落 【0042】 - 【0044】、【0052】 - 【0054】、【0094】、【0098】 - 【0099】、【0104】 & US 2011/0110014 AI & CN 102099880 A & KR 10-2011-0018936 A	1、2、4 3

c 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの」  
 IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」  
 I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」  
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」  
 IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献」  
 T 「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」  
 X 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」  
 IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」  
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日  
 15. 11. 2012

国際調査報告の発送日  
 27. 11. 2012

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA / JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 小林 大介  
 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C ( 続 き ) . 関 連 す る と 認 め ら れ る 文 献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-226941 A (松下電器産業株式会社) 2008. 09. 25 , 段落 【0024】 (ファミリーなし)	3
A	JP 3-246915 A (太陽誘電株式会社) 1991. 11. 05 , 第 3 ページ右上欄 第 20 行 - 右下欄第 13 行、第 4 ページ第 1 表 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 9-097733 A (太陽誘電株式会社) 1997. 04. 08 , 段落 【0048】 - 【0049】 (ファミリーなし)	1 - 4