

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7702643号
(P7702643)

(45)発行日 令和7年7月4日(2025.7.4)

(24)登録日 令和7年6月26日(2025.6.26)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 1 G	9/052(2006.01)	H 0 1 G	9/052	5 0 0	
H 0 1 G	9/07 (2006.01)	H 0 1 G	9/07		
H 0 1 G	9/00 (2006.01)	H 0 1 G	9/00	2 9 0 D	
H 0 1 G	9/15 (2006.01)	H 0 1 G	9/15		

請求項の数 9 (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-551128(P2022-551128)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和3年2月25日(2021.2.25)	(74)代理人	110002745 弁理士法人河崎特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/007188	(72)発明者	大形 徳彦 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックインダストリー株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/064734	(72)発明者	矢野 佑磨 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックインダストリー株式会社内
(87)国際公開日	令和4年3月31日(2022.3.31)	(72)発明者	後藤 和秀 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックインダストリー株式会社内
審査請求日	令和6年2月1日(2024.2.1)	(72)発明者	杉原 之康
(31)優先権主張番号	特願2020-161345(P2020-161345)		
(32)優先日	令和2年9月25日(2020.9.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電解コンデンサおよびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極基体、および、前記陽極基体の表面に形成された誘電体層を含む多孔質の陽極体と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、を含むコンデンサ素子を備える電解コンデンサを製造する方法であって、

金属粉末の結着体を含む陽極基材を準備する工程と、

前記陽極基材を焼結する工程と、

焼結後の前記陽極基材に化成処理を施すことにより、前記陽極基体および前記誘電体層を含む前記陽極体を得る工程と、

前記誘電体層の少なくとも一部を前記固体電解質層で覆う工程と、を含み、

前記陽極基材は、複数の主面を有し、

前記陽極基材の前記複数の主面の少なくとも一つの主面の少なくとも一部の領域の密度を高める緻密化工程をさらに有し、

前記緻密化工程において、前記陽極基材の前記複数の主面の前記少なくとも一つの主面にメディア粒子を衝突させる、電解コンデンサの製造方法。

【請求項2】

前記緻密化工程において、前記陽極基材を、前記メディア粒子とともに振動させる、請求項1に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項3】

前記メディア粒子の平均粒径は、前記陽極体の最大寸法の1/3以下である、請求項1

または2に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項4】

前記メディア粒子は、アルミナ粒子を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項5】

前記メディア粒子は、表面の少なくとも一部が前記金属粉末の構成金属と同じ金属で被覆されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項6】

前記緻密化工程は、焼結前の前記陽極基材に対して行われる、請求項1～5のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項7】

前記緻密化工程は、焼結後で前記化成処理を施す前の前記陽極基材に対して行われる、請求項1～5のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項8】

前記陽極基材は、前記複数の主面のうち2つの主面を連結する辺部分および前記複数の主面のうち3以上の主面を接続する頂点部分を有し、

前記陽極基材は、前記頂点部分とそれぞれが前記辺部分である複数の辺部分とを含む角部分をさらに有し、

前記緻密化工程において、前記角部分が、前記複数の主面の前記少なくとも一つの主面の前記少なくとも一部の領域よりも高密度に形成される、請求項1～7のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項9】

前記化成処理は、第1化成工程と第2化成工程とを含み、

前記第2化成工程で形成される誘電体層の厚さは、前記第1化成工程で形成される誘電体層の厚さよりも大きい、請求項1～8のいずれか1項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電解コンデンサおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電解コンデンサは、等価直列抵抗（ESR）が小さく、周波数特性が優れているため、様々な電子機器に搭載されている。電解コンデンサは、通常、陽極部および陰極部を備えるコンデンサ素子を備える。陽極部は、多孔質の陽極体を含み、陽極体の表面に誘電体層が形成される。誘電体層は、電解質と接触する。電解質として、導電性高分子などの固体電解質を用いた電解コンデンサがある（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2009-182157号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

固体電解質を用いた電解コンデンサの信頼性を高める。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一局面に係る電解コンデンサは、陽極基体、および、前記陽極基体の表面に形成された誘電体層を含む多孔質の陽極体と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、を含むコンデンサ素子を備える。前記陽極体は、複数の主面を有し、前記陽極

10

20

30

40

50

体の前記複数の主面の少なくとも一つの主面の第1表層の少なくとも一部は、前記陽極体の内部よりも緻密である。

【0006】

本開示の他の局面は、陽極基体、および、前記陽極基体の表面に形成された誘電体層を含む多孔質の陽極体と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、を含むコンデンサ素子を備える電解コンデンサを製造する方法である。本開示の方法は、金属粉末の結着体を含む陽極基材を準備する工程と、前記陽極基材を焼結する工程と、焼結後の前記陽極基材に化成処理を施すことにより、前記陽極基体および前記誘電体層を含む前記陽極体を得る工程と、前記誘電体層の少なくとも一部を前記固体電解質層で覆う工程と、を含む。本開示の方法は、前記陽極基材は複数の主面を有し、前記陽極基材の前記複数の主面の少なくとも一つの主面の少なくとも一部の領域の密度を高める緻密化工程をさらに有する。

10

【発明の効果】

【0007】

本開示の電解コンデンサあるいは電解コンデンサの製造方法により、電解コンデンサの信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る電解コンデンサに用いられる陽極体の形状を模式的に示す斜視図である。

20

【図2】本発明の一実施形態に係る電解コンデンサを模式的に示す断面図である。

【図3A】陽極基材の主面を緻密化する前の陽極基材の主面の表面の電子顕微鏡写真である。

【図3B】陽極基材の主面を緻密化した後の陽極基材の主面の表面の電子顕微鏡写真である。

【図4A】陽極基材の主面を緻密化した後の陽極基材の主面の表層の断面の電子顕微鏡写真である。

【図4B】陽極基材の主面を緻密化した後の陽極基材の内部の断面の電子顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

30

【0009】

[電解コンデンサ]

本発明の一実施形態に係る電解コンデンサは、陽極基体、および、前記陽極基体の表面に形成された誘電体層を含多孔質の陽極体と、誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、を含むコンデンサ素子を備える。陽極体は、複数の主面を有し、陽極体の主面の表層Xの少なくとも一部は、陽極体の内部Yよりも緻密である。

【0010】

陽極体は、通常、直方体の形状を有している。この場合、複数の主面とは、直方体の各面を指す。陽極体の表層とは、陽極体の表面からの深さが3 μm以内の領域を指す。陽極体の内部とは、陽極体の各主面の表面からの深さが20 μm以上の領域を指す。

40

【0011】

陽極体が複数の主面を有する場合、複数の主面のうち2つの主面同士を連結する辺部分、および/または、複数の主面のうち3以上の主面同士を接続する頂点部分が形成され得る。辺部分とは、陽極体の2つの主面が交差する辺およびその近傍の領域を指す。頂点部分とは、陽極体の3つの主面が交差する頂点およびその近傍の領域を指す。ここで、辺部分および頂点部分を、「角部分」と総称する。

【0012】

誘電体層は、通常、陽極基材に化成処理を施し、陽極基材の表面を酸化させることにより形成される。したがって、化成により形成される誘電体層の性状は、化成処理前の陽極基材の表面状態の影響を受ける。

50

【 0 0 1 3 】

化成処理前の陽極基材は、例えば、金属粉末を型に入れて押し固め、焼結することにより製造され得る。この場合、陽極基材の主面には金属の微粒子が露出し、微視的に見ると平坦ではなく、表面粗さが大きく、凹凸を有した形状になり易い。特に、陽極基材の2つの主面同士を連結する辺部分、および、3以上の主面同士を連結する頂点部分では、陽極基材の表面は、微視的に見ると平坦ではなく、表面粗さが大きく、凹凸を有した形状になり易い。この状態で化成処理により誘電体層を成長させると、凹凸部分において、誘電体層に欠陥が生じ易い。誘電体層に欠陥が生じると、欠陥部分を介して固体電解質と弁作用金属との間に電流が流れる経路が生じ、漏れ電流が増加する場合がある。

【 0 0 1 4 】

また、化成処理前の陽極基材の外形を反映した外形を有する化成処理後の陽極体は、多孔質であるため脆く、壊れ易い。特に陽極体の角部分は、角部分以外の部分と比べて機械的強度が低く、且つ、熱応力が集中し易い。多孔質部分が損傷することにより、多孔質部分を覆っている誘電体層が損傷する場合がある。誘電体層の損傷により、漏れ電流が増加する場合がある。

【 0 0 1 5 】

本実施形態の電解コンデンサでは、化成処理前の陽極基材の主面の表層が緻密に形成されることで、化成処理により誘電体層を形成する際に生じる誘電体層の化成時の欠陥を低減することができる。結果、漏れ電流を低減できる。また、誘電体層の機械的強度を高めることができる。これにより、化成後の誘電体層の損傷が抑制され得る。結果、漏れ電流の増加が抑制される。

【 0 0 1 6 】

陽極体の主面の表層における緻密度については、陽極体の主面の表層 X における気孔率 P 1 が、陽極体の内部 Y における気孔率 P 2 の 0.02 倍以上 0.7 倍以下であることが好ましい。気孔率 P 1 が気孔率 P 2 の 0.7 倍以下であると、表層 X は内部 Y に対して十分に緻密であり、化成後の誘電体層の損傷が抑制され、漏れ電流の増加が抑制される。気孔率 P 1 は、より好ましくは気孔率 P 2 の 0.5 倍以下であり、さらに好ましくは 0.3 倍以下であってもよい。一方で、気孔率 P 1 が気孔率 P 2 の 0.02 倍以上であると、陽極体の細孔内に、誘電体層を覆う固体電解質層の形成が容易である。気孔率 P 1 は、より好ましくは気孔率 P 2 の 0.05 倍以上であり、さらに好ましくは 0.1 倍以上であってもよい。

【 0 0 1 7 】

電解コンデンサは、誘電体層または陽極体の表層近傍において、製造工程に起因する微量のアルミニウムを含んでいてもよい。なお、「微量」とは、陽極体の表面からの深さが 1 μm 以内の領域において、誘電体層に占めるアルミニウムの含有量が 0.001 重量%以上 10 重量%以下であることを意味する。誘電体層に占めるアルミニウムの含有量は、0.01 重量%以上 10 重量%以下であってもよい。

【 0 0 1 8 】

陽極体の角部分の少なくとも一部は、曲面形状または面取り形状を有していてもよい。角部分の少なくとも一部に曲面を有しているか、もしくは面取りされていることで、角部分における誘電体層の損傷が抑制され、漏れ電流の小さな電解コンデンサを実現できる。よって、電解コンデンサの信頼性を高めることができる。陽極体の主面の表層に加えて、角部分も緻密化されていることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

角部分の少なくとも一部が曲面形状を有するとは、角部分の断面形状が曲線である場合に限られない。例えば、角部分の断面形状は、複数の鈍角を有する折れ線であってもよい。断面形状が凸形状であり、且つ、断面形状において、一方の主面に対応する直線と、隣接する別の主面に対応する直線とが、少なくとも1つの直線および/または曲線を介して連結されている場合には、角部が曲面形状もしくは面取り形状を有しているといえる。換言すると、角部分が曲面形状もしくは面取り形状を有するとは、隣接する2つの主面に垂

10

20

30

40

50

直な断面における角部分の断面形状において、 90° 以下に尖った領域を有さないことも意味する。

【0020】

誘電体層を覆うように、固体電解質層が形成される。陽極体の角部分に曲面を有しない場合、角部分における固体電解質層の厚みが薄く形成され易い。特に、固体電解質層が導電性高分子を含み、導電性高分子を化学重合により形成する場合に、角部分において固体電解質層の厚みが薄くなり易い。しかしながら、角部分の少なくとも一部を曲面に形成しておくことで、角部分における固体電解質層の薄膜化を抑制でき、固体電解質層を均一な厚みで形成できる。これにより、電解コンデンサは、外部からの応力に対して強くなり、漏れ電流の増加およびショート不良の発生を抑えることができる。また、耐電圧が向上する。

10

【0021】

表層Xに隣接する角部分の表層Zは、表層Xおよび内部Yよりも緻密であってもよい。角部分の表層Zが緻密に形成されていることにより、角部分の機械的強度を一層高めることができる。よって、角部分を介した漏れ電流の増加の抑制効果を高めることができる。

【0022】

角部分が曲面を有しておらず、且つ面取りされていない場合であっても、表層Zが緻密に形成されていることにより、十分な機械的強度が得られる。よって、角部分を介した漏れ電流の増加は抑制され得る。しかしながら、表層Zを含む部分の少なくとも一部が曲面形状または面取り形状であると、漏れ電流を一層抑制でき、好ましい。

20

【0023】

表層Zが表層Xおよび内部Yよりも緻密であるとは、表層Zにおける気孔率 P_3 が、表層Xにおける気孔率 P_1 および内部Yにおける気孔率 P_2 よりも小さいことを意味する。表層Zは、気孔率 P_1 に対する気孔率 P_3 の比 P_3/P_1 が、1未満を満たす部分を有していてもよい。 P_3/P_1 は、 0.8 以下もしくは 0.5 以下であってもよい。表層Zの任意の部分において、 P_3/P_1 が1未満を満たしていてもよい。

【0024】

また、角部分の少なくとも一部が曲面を有する場合、曲面における曲率は、例えば、 $0.002(1/\mu\text{m}) \sim 0.05(1/\mu\text{m})$ であり、より好ましくは、 $0.005(1/\mu\text{m}) \sim 0.02(1/\mu\text{m})$ であり得る。

30

【0025】

なお、曲率および気孔率は、所定の領域における陽極体の断面写真を画像解析することにより求められる。断面を走査電子顕微鏡(SEM)で撮影し、例えば $5\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ の視野において、撮影像の二値化などの画像処理を行い、細孔部分とそれ以外の部分とを区別する。気孔率は、細孔部分とそれ以外の部分との合計面積に占める細孔部分の面積割合として求めることができる。撮影像は任意の10箇所測定し、10箇所求められる上記細孔部分の面積割合の平均値として、気孔率を求めることが望ましい。表層X(表層Z)内の領域Aにおける細孔部分の面積割合から、気孔率 P_1 (気孔率 P_3)が求められる。同様に、内部Y内の領域Bにおける細孔部分の面積割合から、気孔率 P_2 が求められる。角部分の曲率についても、陽極体のある主面の側から写真撮影し、得られた角部(頂点)近傍の輪郭形状を画像解析することにより算出される。

40

【0026】

陽極体の表層の緻密化は、例えば、後述するように、焼結前、または、焼結後で誘電体層形成前の陽極基材をメディア粒子などの振動部材とともに容器内に載置し、容器を振動させることにより、行うことができる。振動により陽極基材の主面が振動部材と衝突し、衝突により主面の表層部が圧縮により内部よりも緻密に形成される。ここで、弁作用金属粒子の粉体を、金型による加圧成形機に埋め込んだ状態で直方体状に加圧成形して、誘電体層形成前の陽極基材を得る成形を一次成形、上記緻密化の成形を二次成形と称することとする。

【0027】

50

このとき、振動部材は、陽極基材の主面のほか、角部分にも衝突する。角部分は機械的強度が低いため、衝突により圧縮され易い。よって、衝突により角部分が圧縮されるとともに、角部分が曲面形状に形成され得る。角部分の表層Zにおける緻密度は、主面の表層Xおよび内部Yよりも高く（気孔率が低く）なる。

【0028】

一方で、振動部材を設けず、陽極基材同士を直接衝突させる場合、専ら陽極基材の角部分が別の陽極基材の主面と衝突する。結果、衝撃により割れが発生する場合がある。また、主面の緻密化に長時間が必要であり、この結果として緻密度合いのばらつきが大きくなり、電解コンデンサの特性ばらつきが大きくなる。また、陽極基材の割れも発生し易くなる。これに対し、振動部材を陽極基材と衝突させることで、陽極基材の割れが抑制され、短時間で、陽極基材の主面を均一に緻密化することができる。

10

【0029】

図1は、本実施形態の電解コンデンサに用いられる陽極体（または、陽極基材）の一例を示す模式的な斜視図である。図1に示すように、陽極体1は、略直方体の形状を有し、6つの主面101A～101Fが露出している。なお、101D～101Fは、紙面から隠れた位置にあるため、図示されていない。

【0030】

主面101A～101Fにおいて、隣接する2つの主面同士が交差する辺の近傍には、辺部分の角を取ることににより、接続面が形成されていてもよい。図1の例では、主面101Aと101Bとの間に接続面102Cが介在し、主面101Bと101Cとの間に接続面102Aが介在し、主面101Aと101Cとの間に接続面102Bが介在している。また、3つの主面が交わる頂点の近傍には、頂点部分の角を取ることににより、第2の接続面が形成されている。図1の例では、主面101A～101Cが交わる頂点部分に、第2の接続面103Aを有する。第2の接続面103Aは、接続面102A～102C同士を相互に接続している。接続面102A～102Cおよび第2の接続面103Aは、丸みを帯びた曲面に加工されている。接続面102A～102Cおよび第2の接続面103Aは、曲面であってもよく、一または複数の平面で（例えば、角部分が面取りされて）構成されていてもよい。

20

【0031】

なお、図1は陽極体の形状の一例を示すものであるが、化成処理前の陽極基材についても、同様に略直方体の形状を有し、6つの主面101A～101Fが露出し、主面間を接続する辺部分および頂点部分の角が取られ、丸みを帯びた局面に加工されている。

30

【0032】

主面101A～101Fは、その表層の少なくとも一部が、内部よりも緻密に形成されている。これにより、主面101A～101Fの表面は凹凸が少なく、陽極基材および陽極体の機械的強度が高められている。これにより、陽極体1の表面に欠陥の少ない誘電体層が形成される。結果、漏れ電流を低減できる。また、誘電体層の損傷が抑制され、誘電体層の損傷による漏れ電流の増加が抑制され、漏れ電流を小さく維持できる。

【0033】

また、角部分が面取りまたは曲面加工された外形を陽極基材が有していることにより、角部分にも欠陥の少ない誘電体層を形成することができ、漏れ電流の低減効果を高めることができる。また、脆く壊れ易い陽極体の角部分の機械的強度が高められ、熱応力の集中が緩和されることにより、誘電体層の損傷による漏れ電流の増加を抑制する効果が高まり、漏れ電流を一層小さく維持できる。

40

【0034】

接続面102A～102Cおよび/または第2の接続面103Aの表層は、多孔質である主面101A～101Fの表層よりも緻密に形成されていてもよい。すなわち、接続面102A～102Cおよび/または第2の接続面103Aの表層における気孔率P3は、陽極体1の内部における気孔率P2よりも小さく、且つ、主面101A～101Fの表層における気孔率P1よりも小さくてもよい。

50

【0035】

陽極体1の主面101Bから、陽極ワイヤ2が延出している。陽極体1および陽極ワイヤ2は、陽極部6を構成する。

【0036】

以下、本実施形態に係る電解コンデンサの構成について、適宜図面を参照しながら説明する。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。図2は、本実施形態に係る電解コンデンサの断面模式図である。

【0037】

電解コンデンサ20は、陽極部6および陰極部7を有するコンデンサ素子10と、コンデンサ素子10を封止する外装体11と、陽極部6と電氣的に接続し、かつ、外装体11から一部が露出する陽極リード端子13と、陰極部7と電氣的に接続し、かつ、外装体11から一部が露出する陰極リード端子14と、を備えている。陽極部6は、陽極体1と陽極ワイヤ2とを有する。陽極体1は、その表面に形成された誘電体層3を含む。陰極部7は、誘電体層3の少なくとも一部を覆う固体電解質層4と、固体電解質層4の表面を覆う陰極層5とを有する。

10

【0038】

<コンデンサ素子>

以下、コンデンサ素子10について、電解質として固体電解質層を備える場合を例に挙げて、詳細に説明する。

【0039】

陽極部6は、陽極体1と、陽極体1の一面から延出して陽極リード端子13と電氣的に接続する陽極ワイヤ2と、を有する。

20

【0040】

陽極体1は、例えば、金属粒子を焼結して得られる直方体の多孔質焼結体である。上記金属粒子として、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)などの弁作用金属の粒子が用いられる。陽極体1には、1種または2種以上の金属粒子が用いられる。金属粒子は、2種以上の金属からなる合金であってもよい。例えば、弁作用金属と、ケイ素、バナジウム、ホウ素等を含む合金を用いることができる。また、弁作用金属と窒素等の典型元素とを含む化合物を用いてもよい。弁作用金属の合金は、弁作用金属を主成分とし、例えば、弁作用金属を50原子%以上含む。

30

【0041】

陽極ワイヤ2は、導電性材料から構成されている。陽極ワイヤ2の材料は特に限定されず、例えば、上記弁作用金属の他、銅、アルミニウム、アルミニウム合金等が挙げられる。陽極体1および陽極ワイヤ2を構成する材料は、同種であってもよいし、異種であってもよい。陽極ワイヤ2は、陽極体1の一面から陽極体1の内部へ埋設された第一部分2aと、陽極体1の上記一面から延出した第二部分2bと、を有する。陽極ワイヤ2の断面形状は特に限定されず、円形、トラック形(互いに平行な直線とこれら直線の端部同士を繋ぐ2本の曲線とからなる形状)、楕円形、矩形、多角形等が挙げられる。

【0042】

陽極部6は、例えば、第一部分2aを上記金属粒子の粉体中に埋め込んだ状態で直方体状に加圧成形し、焼結することにより作製される。これにより、陽極体1の一面から、陽極ワイヤ2の第二部分2bが植立するように引き出される。第二部分2bは、溶接等により、陽極リード端子13と接合されて、陽極ワイヤ2と陽極リード端子13とが電氣的に接続する。溶接の方法は特に限定されず、抵抗溶接、レーザー溶接等が挙げられる。その後、直方体の角部分に曲面を形成する加工が施され得る。

40

【0043】

陽極体1の表面には、誘電体層3が形成されている。誘電体層3は、例えば、金属酸化物から構成されている。陽極体1の表面に金属酸化物を含む層を形成する方法として、例えば、化成液中に陽極体1を浸漬して陽極体1の表面を陽極酸化する方法や、陽極体1を、酸素を含む雰囲気下で加熱する方法が挙げられる。誘電体層3は、上記金属酸化物を含

50

む層に限定されず、絶縁性を有していればよい。

【0044】

(陰極部)

陰極部7は、固体電解質層4と、固体電解質層4を覆う陰極層5とを有している。固体電解質層4は、誘電体層3の少なくとも一部を覆うように形成されている。

【0045】

固体電解質層4には、例えば、マンガン化合物や導電性高分子が用いられる。導電性高分子としては、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリアニリン、ポリアセチレン、などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、複数種を組み合わせ用いてもよい。また、導電性高分子は、2種以上のモノマーの共重合体でもよい。導電性に優れる点で、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリピロールであってもよい。特に、撥水性に優れる点で、ポリピロールであってもよい。

10

【0046】

上記導電性高分子を含む固体電解質層4は、例えば、原料モノマーを誘電体層3上で重合することにより、形成される。あるいは、上記導電性高分子を含んだ液を誘電体層3に塗布することにより形成される。固体電解質層4は、1層または2層以上の固体電解質層から構成されている。固体電解質層4が2層以上から構成されている場合、各層に用いられる導電性高分子の組成や形成方法(重合方法)等は異なってもよい。

【0047】

なお、本明細書では、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリアニリンなどは、それぞれ、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリアニリンなどを基本骨格とする高分子を意味する。したがって、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリアニリンなどには、それぞれの誘導体も含まれ得る。例えば、ポリチオフェンには、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)などが含まれる。

20

【0048】

導電性高分子を形成するための重合液、導電性高分子の溶液または分散液には、導電性高分子の導電性を向上させるために、様々なドーパントを添加してもよい。ドーパントは、特に限定されないが、例えば、ナフタレンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸などが挙げられる。

【0049】

導電性高分子が、粒子の状態で分散媒に分散している場合、その粒子の平均粒径D50は、例えば0.01μm以上、0.5μm以下である。粒子の平均粒径D50がこの範囲であれば、陽極体1の内部にまで粒子が侵入し易くなる。

30

【0050】

陰極層5は、例えば、固体電解質層4を覆うように形成されたカーボン層5aと、カーボン層5aの表面に形成された金属ペースト層5bと、を有している。カーボン層5aは、黒鉛等の導電性炭素材料と樹脂を含む。金属ペースト層5bは、例えば、金属粒子(例えば、銀)と樹脂とを含む。なお、陰極層5の構成は、この構成に限定されない。陰極層5の構成は、集電機能を有する構成であればよい。

【0051】

<陽極リード端子>

陽極リード端子13は、陽極ワイヤ2の第二部分2bを介して、陽極体1と電氣的に接続している。陽極リード端子13の材質は、電気化学的および化学的に安定であり、導電性を有するものであれば特に限定されない。陽極リード端子13は、例えば銅等の金属であってもよいし、非金属であってもよい。その形状は平板状であれば、特に限定されない。陽極リード端子13の厚み(陽極リード端子13の主面間の距離)は、低背化の観点から、25μm以上、200μm以下であってもよく、25μm以上、100μm以下であってもよい。

40

【0052】

陽極リード端子13の一端は、導電性接着材やはんだにより、陽極ワイヤ2に接合され

50

てもよいし、抵抗溶接やレーザー溶接により、陽極ワイヤ2に接合されてもよい。陽極リード端子13の他方の端部は、外装体11の外部へと導出されて、外装体11から露出している。導電性接着材は、例えば後述する熱硬化性樹脂と炭素粒子や金属粒子との混合物である。

【0053】

<陰極リード端子>

陰極リード端子14は、接合部14aにおいて陰極部7と電氣的に接続している。接合部14aは、陰極層5と陰極層5に接合された陰極リード端子14とを、陰極層5の法線方向からみたとき、陰極リード端子14の陰極層5に重複する部分である。

【0054】

陰極リード端子14は、例えば、導電性接着材8を介して、陰極層5に接合される。陰極リード端子14の一方の端部は、例えば接合部14aの一部を構成しており、外装体11の内部に配置される。陰極リード端子14の他方の端部は、外部へと導出されている。そのため、陰極リード端子14の他方の端部を含む一部は、外装体11から露出している。

【0055】

陰極リード端子14の材質も、電気化学的および化学的に安定であり、導電性を有するものであれば、特に限定されない。陰極リード端子14は、例えば銅等の金属であってもよいし、非金属であってもよい。その形状も特に限定されず、例えば、長尺かつ平板状である。陰極リード端子14の厚みは、低背化の観点から、25 μ m以上200 μ m以下であってもよく、25 μ m以上100 μ m以下であってもよい。

【0056】

<外装体>

外装体11は、陽極リード端子13と陰極リード端子14とを電氣的に絶縁するために設けられており、絶縁性の材料(外装体材料)から構成されている。外装体材料は、例えば、熱硬化性樹脂を含む。熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、アルキド樹脂、ポリウレタン、ポリイミド、不飽和ポリエステル等が挙げられる。

電解コンデンサの製造方法

以下に、本実施形態に係る電解コンデンサの製造方法の一例を説明する。

【0057】

電解コンデンサの製造方法は、陽極基体、および、前記陽極基体の表面に形成された誘電体層を含む多孔質の陽極体と、誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、を含むコンデンサ素子を備える固体電解コンデンサを製造する方法であって、金属粉末の結着体を含む陽極基材を準備する工程と、陽極基材を焼結する工程と、焼結後の陽極基材に化成処理を施すことにより、陽極基体および誘電体層を含む陽極体を得る工程と、誘電体層の少なくとも一部を固体電解質層で覆う工程と、を含む。陽極基材は、複数の主面を有する。製造方法は、陽極基材の複数の主面の少なくとも一つの少なくとも一部の領域の密度を高める緻密化工程をさらに有する。

【0058】

(1)陽極基材の準備工程

まず、陽極体1を製造するための基材となる陽極基材を準備する。陽極基材としては、多孔質体を用いることができる。その場合、弁作用金属粒子と陽極ワイヤ2とを、第一部分2aが弁作用金属粒子に埋め込まれるように型に入れ、加圧成形して、弁作用金属粒子の結着体を含む陽極基材を得る。加圧成形の際の圧力は特に限定されない。弁作用金属粒子には、必要に応じて、ポリアクリルカーボネート等のバインダを混合してもよい。

【0059】

弁作用金属粒子は、通常、直方体の内部空間を有する型を用いて加圧成形され、焼結される(二次成形)。この場合、焼結前の陽極基材は直方体に対応する複数の主面を有する。また、焼結後の陽極基材の形状も直方体であり、複数の主面を有している。この場合、複数の主面同士が直接連結して、辺および頂点が形成されており、通常、複数の主面同士

10

20

30

40

50

を連結する辺部分および／または頂点部分である角部分は、先端部が尖った状態であり、曲面を有しない形状である。

【 0 0 6 0 】

加圧成形後の陽極基材に対して、陽極基材の主面の緻密化（高密度化）が行われ得る。緻密化工程では、例えば、陽極基材の主面にメディア粒子を衝突させることによって、主面の緻密化（高密度化）が行われる。好ましくは、緻密化は、陽極基材をメディア粒子とともに振動させることで行ってもよい。より具体的には、陽極基材をメディア粒子とともに容器または台座の上に載せ、容器または台座を上下方向および／または左右方向に振動させることで、緻密化が行われ得る。容器または台座の振動に伴い、陽極基材およびメディア粒子が振動し、陽極基材とメディア粒子との衝突が促される。メディア粒子が陽極基材の主面に衝突することにより、陽極基材の主面の表層が圧縮され、高密度に形成される。

10

【 0 0 6 1 】

メディア粒子は、陽極基材の主面と衝突するほか、陽極基材の主面同士を連結する角部分（辺部分および頂点部分）にも衝突し得る。この結果、陽極基材の主面に加えて、角部分が圧縮されることにより曲面が形成されるとともに、角部分の少なくとも一部が主面の緻密化された領域よりも高密度に形成され得る。

【 0 0 6 2 】

台座（または、容器の底部）は、篩（ふるい）であってもよい。静摩擦係数が適度に小さく、メディア粒子の運動およびメディア粒子の陽極基材との衝突を誘起させ易い。メディア粒子との衝突により、陽極基材の表層の大半は圧縮された状態となる。台座が篩であると、陽極ワイヤが直接台座に衝突することが少なるため陽極ワイヤが折れ曲がるリスクを低減することができる。篩の目開きは、陽極基材が篩の開口を通過して落下しないように陽極基材の外形寸法の最小値未満であればよい。篩の目開きは、1 mm以上であってもよく、2 mm以上3.4 mm以下であってもよい。目開きが1 mm以上であると、角部分における曲率のばらつきを一定値以下に低減し易い。

20

【 0 0 6 3 】

陽極基材をメディア粒子の上に置いた状態で、メディア粒子に外力を作用させることで陽極体をメディア粒子とともに振動させてもよい。より具体的には、例えば、陽極基材をメディア粒子と混合し、陽極基材をメディア粒子とともに振とう機に投入し、振とう機を稼働させてもよい。振とう機は、水平方向のほか、垂直方向の振動を加えることができるものが好ましい。これに対し、陽極基材およびメディア粒子を回転式のバレルに投入しても、陽極基材およびメディア粒子に振動を加えるものではないため、陽極基材の主面を緻密化する効果は得られ難い。陽極基材およびメディア粒子の回転により、メディア粒子の陽極基材との衝突が誘起され得るものの、主面の緻密化には長時間を有し、主面を均一に緻密化することは困難である。また、陽極基材やメディア粒子がバレルの回転とともに上方向に押し上げられるため、それらが落下した時の衝撃が大きく、陽極基材の割れや欠けが発生しやすくなる。

30

【 0 0 6 4 】

メディア粒子の密度は、陽極基材の密度（真密度）の0.15～0.4倍であってもよい。メディア粒子の密度が上記範囲である場合、メディア粒子の衝突によるエネルギーが効率的に陽極基材の圧縮変形に利用され得る。

40

【 0 0 6 5 】

メディア粒子は、アルミナ粒子、ジルコニア粒子などを用いることができる。メディア粒子の粒径（平均粒径）は、陽極体の最大寸法の1/3以下であってもよく、1/5以下であってもよい。この場合、メディア粒子は陽極基材の角部分よりも主面と衝突し易く、衝突により陽極基材の主面が均一に圧縮され易い。なお、陽極体の最大寸法とは、陽極ワイヤを除いた陽極体の最大フェレ径を指し、陽極体が直方体である場合、最も長い辺の長さを指す。メディア粒子の粒径（平均粒径）は、例えば、0.1 mm～3 mmであり、0.5 mm～2 mmであってもよい。

【 0 0 6 6 】

50

メディア粒子としてアルミナ粒子を用いる場合に、陽極基材がアルミニウム以外の弁作用金属（例えば、タンタル）で構成されていると、メディア粒子が陽極基材と衝突することにより、メディア粒子に由来するアルミナが微量に陽極基材に付着することがある。アルミナが付着した陽極基材を化成処理することによって、陽極体は、酸化アルミニウムを含む誘電体層を含み得る。誘電体層に含まれる酸化アルミニウムは、微量であれば、誘電体層の絶縁性が向上し、耐圧を向上させるとともに、漏れ電流を低減させる作用を有する。しかしながら、誘電体層に含まれる酸化アルミニウム量が過大であると、誘電率の異なる複数の材料が誘電体層に含まれることにより、容量の低下を招く場合がある。陽極基材に付着するアルミナの量は、振動の周波数、メディア粒子の粒径、容器に投入する陽極基材とメディア粒子との混合割合、メディア粒子を衝突させる時間等により、適量に制御され得る。

10

【0067】

メディア粒子は、表面の少なくとも一部を、予め陽極基材の金属粉末の構成金属と同じ金属で被覆しておいてもよい。ここで、構成金属とは陽極基材に含まれる不純物ではなく、主要な成分を意味する。これにより、メディア粒子が陽極基材と衝突する際に、陽極体を構成する弁作用金属以外の金属（もしくは金属化合物）が陽極基材に付着することが抑制される。例えば、メディア粒子としてアルミナ粒子を用いる場合、アルミナの陽極基材表面への付着が抑制される。メディア粒子の表面の被覆は、公知の方法で行うことができる。しかしながら、メディア粒子（例えば、アルミナ粒子）と陽極基材とが衝突すると、メディア粒子に由来するアルミナが陽極基材に付着する一方で、陽極基材の構成金属がメディア粒子の表面に付着する。結果、メディア粒子の表面が、陽極基材の構成金属と同じ金属で被覆され得る。このようにして、陽極基材の構成金属と同じ金属で表面が被覆されたメディア粒子を用いてもよい。

20

【0068】

このように、陽極基材をメディア粒子とともに振動させ、陽極基材をメディア粒子に衝突させる方法では、陽極基材の主面の表層を効率的に圧縮し、主面を緻密化することが可能となる。

【0069】

これに対し、メディア粒子を介さず、陽極基材同士を直接衝突させる場合、専ら陽極基材の角部分が別の陽極基材の主面と衝突する。結果、衝撃により割れが発生し易い。特に、容器の底に位置する陽極基材には他の陽極基材の重量が加わるため、割れまたは欠けが発生し易い。また、陽極基材に設けられた陽極ワイヤが別の陽極基材と衝突し、陽極ワイヤに折れ曲がりが発生する場合もある。また、主面の緻密化に長時間が必要であることから、主面内における緻密度のばらつきも大きくなり、陽極基材の主面を均一な密度で圧縮することは困難である。以上より、メディア粒子を用いない場合には、陽極体の生産性が低下し易い。

30

【0070】

しかしながら、メディア粒子を陽極基材と衝突させることによって、メディア粒子を介して陽極基材の主面の表層を圧縮し、緻密に形成することが容易に実現でき、短時間で陽極体の主面を均一な密度で緻密化することが可能である。また、陽極ワイヤの折れ曲がりの発生も抑制される。

40

【0071】**(2) 焼結工程**

その後、陽極基材を焼結する。焼結は、減圧下で行なうことが好ましい。陽極ワイヤの第一部分2aは、多孔質焼結体の一面からその内部に埋設されている。

【0072】

焼結後の多孔質焼結体に対し、緻密化を行ってもよい。しかしながら、金属粒子間の結合が強固ではなく、圧縮され易いことから、緻密化工程は、焼結前の加圧成形した陽極基材に対して行うことが好ましい。焼結後の多孔質焼結体である陽極基材に対して緻密化を行う場合、緻密化は、焼結前の陽極基材の緻密化と同様にして行うことができる。

50

【 0 0 7 3 】

金属粉末を加圧成型して陽極基材を得る場合、焼結の前であるか後であるかに拘らず、陽極基材の主面には金属の微粒子が付着しており、微視的に見ると平坦ではなく、凹凸を有した形状になっていることが多い。しかしながら、主面に付着した金属微粒子は、誘電体層の形成の際、微粒子の表面全面を覆うように誘電体層が形成されることから、容量に寄与しない。緻密化工程において、陽極基材の表層を金属微粒子とともに圧縮することで、微粒子表面に形成された誘電体層も容量に寄与でき、容量が向上する。

【 0 0 7 4 】

(3) 陽極体を得る工程 (化成処理工程)

次に、焼結後の陽極基材に化成処理を施して、陽極基体、および、陽極基体の表面に形成された誘電体層を含む多孔質の陽極体 1 を得る。具体的には、電解水溶液 (例えば、リン酸水溶液) が満たされた化成槽に、陽極基材を浸漬し、陽極ワイヤ 2 の第二部分 2 b を化成槽の陽極体に接続して、陽極酸化を行うことにより、多孔質部分の表面に弁作用金属の酸化被膜からなる誘電体層 3 を形成することができる。電解水溶液としては、リン酸水溶液に限らず、硝酸、酢酸、硫酸などを用いることができる。陽極体 1 の陽極酸化されない芯部分は、陽極基体を構成する。

10

【 0 0 7 5 】

さらに、本化成処理において、第 1 化成工程と第 2 化成工程とを含んでいることが好ましい。第 1 化成工程は、多孔質の陽極基体の表層部及び内部に均一に誘電体層を形成する。第 2 化成工程は、多孔質の陽極体の表層部および表層近傍に、第 1 化成工程で形成した誘電体層よりも厚い誘電体層を形成する。第 2 化成工程は、第 1 化成工程の後に実施することが好ましい。なお、第 1 化成工程および第 2 化成工程を含む一連の化成処理を、二重化成を称する。

20

【 0 0 7 6 】

第 1 化成工程では、例えば、電解水溶液 (例えば、リン酸水溶液) に陽極基材を浸漬し、陽極酸化を行うことにより、多孔質部分の表面に弁作用金属の酸化被膜からなる誘電体層 3 を形成することができる。

【 0 0 7 7 】

第 2 化成工程では、例えば、電解水溶液 (例えば、四ホウ酸ナトリウム) に陽極基材を浸漬し、陽極酸化を行うことにより、多孔質部分の表面に弁作用金属の酸化被膜からなる誘電体層 3 を形成することができる。第 2 化成工程における陽極酸化の印加電圧は、第 1 化成工程における陽極酸化の印加電圧よりも高いことが好ましい。第 2 化成工程における陽極酸化の時間は、第 1 化成工程における陽極酸化の時間よりも短いことが好ましい。

30

【 0 0 7 8 】

また、第 2 化成工程によって、誘電体層 3 が厚く形成された陽極体 1 の表層部および表層部近傍の領域の厚さは、二次成形によって緻密化された領域の厚さよりも厚いことが、電解コンデンサ 2 0 の漏れ電流の低減、ショート不良の発生抑制、耐電圧特性の向上の観点で好ましい。

【 0 0 7 9 】

上記第 1 化成工程と第 2 化成工程とを実行することにより、陽極体 1 の表層部および表層部近傍の密度や機械的強度を高めることができ、外部からの応力に対して強くなり、その結果、電解コンデンサ 2 0 の漏れ電流の増大およびショート不良の発生を抑制し、耐電圧特性が向上する。

40

【 0 0 8 0 】

陽極体 1 の表層における密度や機械的強度は、例えば、ビッカース硬度の比較により評価することができる。表 1 は、陽極体 1 のビッカース硬度を二次成形および二重化成の実施の有無で比較した表である。ビッカース硬度は、陽極体 1 の主面における任意の 8 カ所の測定結果の平均値である。その結果、二次成形および二重化成を実施した陽極体 1 においてビッカース硬度が最も大きくなった。つまり、二次成形および二重化成を実施することで、電解コンデンサ 2 0 は、外部からの応力に対して強くなり、漏れ電流の増加および

50

ショート不良の発生を抑えることができ、耐電圧が向上する。

【表 1】

ビッカース硬度 [HV]	35.2	41.2	44.4	51.2
二次成形	実施せず	実施せず	実施	実施
二重化成	実施せず	実施	実施せず	実施

【 0 0 8 1 】

(4) 固体電解質層の形成工程

続いて、誘電体層 3 の少なくとも一部を固体電解質層 4 で覆う。これにより、コンデンサ素子 1 0 を得る。

【 0 0 8 2 】

導電性高分子を含む固体電解質層 4 は、例えば、誘電体層 3 が形成された陽極体 1 に、モノマーやオリゴマーを含浸させ、その後、化学重合や電解重合によりモノマーやオリゴマーを重合させる方法、あるいは、誘電体層 3 が形成された陽極体 1 に、導電性高分子の溶液または分散液を含浸し、乾燥させることにより、誘電体層 3 の少なくとも一部に形成される。

【 0 0 8 3 】

固体電解質層 4 は、例えば、誘電体層 3 が形成された陽極体 1 を、導電性高分子とバインダと分散媒とを含む分散液に含浸し、取り出して、乾燥させることにより形成され得る。分散液には、バインダ、および/または導電性の無機粒子（例えば、カーボンブラックなどの導電性炭素材料）が含まれていてもよい。また、導電性高分子には、ドーパントが含まれていてもよい。導電性高分子およびドーパントとしては、それぞれ、固体電解質層 4 について例示したものから選択すればよい。バインダは、公知のものを利用できる。分散液は、固体電解質層を形成する際に使用される公知の添加剤を含んでもよい。

【 0 0 8 4 】

続いて、固体電解質層 4 の表面に、カーボンペーストおよび金属ペーストを順次、塗布することにより、カーボン層 5 a と金属ペースト層 5 b とで構成される陰極層 5 を形成する。陰極層 5 の構成は、これに限られず、集電機能を有する構成であればよい。

【 0 0 8 5 】

次に、陽極リード端子 1 3 と陰極リード端子 1 4 とを準備する。陽極体 1 から植立する陽極ワイヤ 2 の第二部分 2 b を、レーザー溶接や抵抗溶接などにより、陽極リード端子 1 3 と接合する。また、陰極層 5 に導電性接着材 8 を塗布した後、陰極リード端子 1 4 を、導電性接着材 8 を介して陰極部 7 に接合する。

【 0 0 8 6 】

続いて、コンデンサ素子 1 0 および外装体 1 1 の材料（例えば、未硬化の熱硬化性樹脂およびフィラー）を金型に收容し、トランスファー成型法、圧縮成型法等により、コンデンサ素子 1 0 を封止する。このとき、陽極リード端子 1 3 および陰極リード端子 1 4 の一部を金型から露出させる。成型の条件は特に限定されず、使用される熱硬化性樹脂の硬化温度等を考慮して、適宜、時間および温度条件を設定すればよい。

【 0 0 8 7 】

最後に、陽極リード端子 1 3 および陰極リード端子 1 4 の露出部分を、外装体 1 1 に沿って折り曲げ、屈曲部を形成する。これにより、陽極リード端子 1 3 および陰極リード端子 1 4 の一部が外装体 1 1 の搭載面に配置される。

【 0 0 8 8 】

以上の方法により、電解コンデンサ 2 0 が製造される。

【 0 0 8 9 】

図 3 A および図 3 B に、本実施形態の製造方法における陽極基材の主面の表面の電子顕微鏡写真を示す。白色の部分に弁作用金属（T a）が存在し、黒色部分は空隙（細孔）で

10

20

30

40

50

ある。図 3 A は緻密化工程前の写真であり、図 3 B は緻密化工程後の写真である。なお、図 3 A および図 3 B は同じ倍率での電子顕微鏡写真である。図 3 B は、緻密化工程において、陽極ワイヤが埋め込まれ、略直方体の外形を有する焼結前の陽極基材 (0 . 8 m m × 3 . 7 m m × 5 . 2 m m) を平均粒径 1 m m のアルミナ粒子とともに振とう機に投入し、振とう機を稼働した場合の結果である。全ての陽極基材において、割れまたは欠けは見られず、陽極ワイヤの曲がりも見られなかった。

【 0 0 9 0 】

図 4 A および図 4 B に、緻密化工程後の陽極基材の断面の電子顕微鏡写真を示す。図 4 A は陽極基材の主面の表層 X における断面写真であり、図 4 B は陽極基材の内部 Y における断面写真である。なお、図 4 A および図 4 B は同じ倍率での電子顕微鏡写真である。図 4 A に示すように、表層 X は、内部 Y よりも空隙部分が少なく、緻密化されている。図 4 A において、表層 X における気孔率 P 1 は 0 . 0 1 6 と算出され、図 4 B において、内部 Y における気孔率 P 2 は 0 . 0 5 7 と算出された。

10

【 0 0 9 1 】

これに対し、 5 5 m m × 5 5 m m のステンレス製容器に、焼結前の陽極基材を投入し、ボールミル回転台にて 1 5 0 r p m で 5 分間の回転処理を行った。この場合、表層 X は緻密化されず、陽極基材の全体の 2 0 % に割れまたは欠けが見られ、陽極基材の全体の 0 . 7 % において、陽極ワイヤの顕著な曲がり確認された。なお、回転数が 1 5 0 r p m 未満では、陽極基材が容器壁面を滑り、均一な処理ができていなかった。

【 0 0 9 2 】

20

また、 5 5 m m × 5 5 m m のステンレス製容器に、焼結前の陽極基材と、 1 m m のアルミナ粒子を投入し、ボールミル回転台にて 8 0 r p m で 5 分間の回転処理を行った。この場合、陽極基材の全体の 5 % に割れまたは欠けが見られた。

【 0 0 9 3 】

上記のように、焼結前素子を容器内で回転処理した場合、陽極基材の角部と容器壁面等との間で局所的に大きな力が加えられ、割れまたは欠け、あるいは陽極ワイヤの曲がりの原因となったものと考えられる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 4 】

本発明は、電解コンデンサに利用可能であり、好適には、多孔体を陽極体に用いる電解コンデンサに利用することができる。

30

【符号の説明】

【 0 0 9 5 】

2 0 : 電解コンデンサ

1 0 : コンデンサ素子

1 : 陽極体

2 : 陽極ワイヤ

2 a : 第一部分

2 b : 第二部分

3 : 誘電体層

4 : 固体電解質層

5 : 陰極層

5 a : カーボン層

5 b : 金属ペースト層

6 : 陽極部

7 : 陰極部

8 : 導電性接着材

1 1 : 外装体

1 3 : 陽極リード端子

1 4 : 陰極リード端子

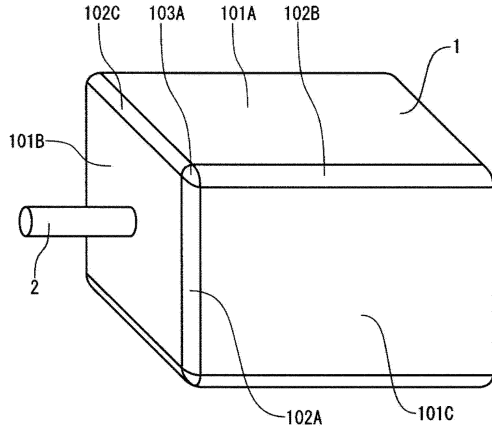
40

50

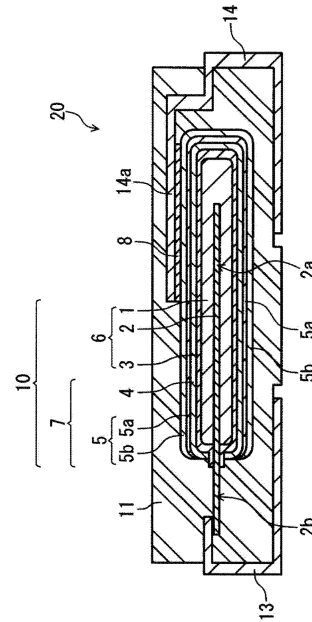
- 14a : 接合部
- 101A ~ 101C : 陽極体の主面
- 102A ~ 102C : 接続面
- 103A : 第2の接続面

【図面】

【図1】



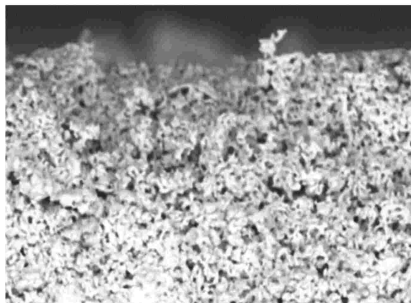
【図2】



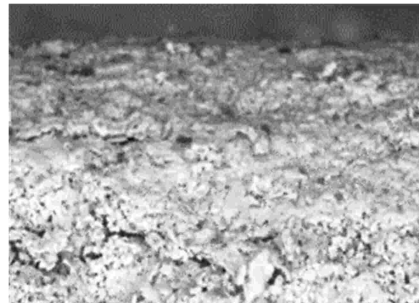
10

20

【図3A】




【図3B】

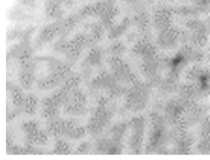



30

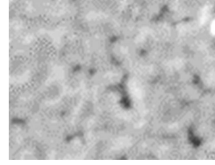
40

50

【 4 A】



【 4 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックインダストリー株式会社内
- (72)発明者 鳳桐 将之
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックインダストリー株式会社内
- 審査官 小林 大介
- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 8 0 2 6 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 0 2 6 2 9 5 (W O , A 1)
実開平 0 1 - 1 1 3 3 2 8 (J P , U)
特開 2 0 0 4 - 3 4 9 6 5 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 2 9 9 3 3 5 (U S , A 1)
特開 2 0 1 4 - 1 6 7 9 8 5 (J P , A)
特開昭 5 1 - 1 3 8 8 5 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 G 9 / 0 0
H 0 1 G 9 / 0 5 2
H 0 1 G 9 / 0 7
H 0 1 G 9 / 1 5