(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7658432号
(P7658432)

(45)発行日　令和7年4月8日(2025.4.8)

(24)登録日　令和7年3月31日(2025.3.31)

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｈ０１Ｇ　9/055(2006.01)　　Ｈ０１Ｇ　9/055　１０３
Ｈ０１Ｇ　9/028(2006.01)　　Ｈ０１Ｇ　9/028　Ｆ

請求項の数　6　（全24頁）

(21)出願番号　特願2023-529751(P2023-529751)
(86)(22)出願日　令和4年5月30日(2022.5.30)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/021914
(87)国際公開番号　WO2022/264794
(87)国際公開日　令和4年12月22日(2022.12.22)
審査請求日　令和5年11月21日(2023.11.21)
(31)優先権主張番号　特願2021-99701(P2021-99701)
(32)優先日　令和3年6月15日(2021.6.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(74)代理人　110000914
弁理士法人ＷｉｓｅＰｌｕｓ
(72)発明者　玉谷　康浩
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　楠田　和哉
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　後藤　嘉宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　固体電解コンデンサ素子及び固体電解コンデンサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

誘電体層を少なくとも一方の主面に有する弁作用金属基体と、

前記誘電体層上に設けられ、前記弁作用金属基体を陽極部及び陰極部に分離する絶縁マスク層と、

前記陰極部の前記誘電体層上に設けられる固体電解質層と、

前記固体電解質層上に設けられるカーボン層と、

前記カーボン層上に設けられる陰極導体層と、を備え、

前記固体電解質層は、先端が前記絶縁マスク層の外表面の少なくとも一部を覆うように設けられ、

前記陰極部において前記絶縁マスク層に接する領域に設けられる前記固体電解質層の厚みが、前記陰極部の中央領域に設けられる前記固体電解質層の厚みよりも小さく、

前記カーボン層は、先端が前記絶縁マスク層の外表面において前記固体電解質層の先端と同じ位置又は前記固体電解質層の先端よりも陰極部側の位置を覆うように設けられ、

前記陰極導体層は、先端が前記絶縁マスク層の外表面において前記カーボン層の先端よりも陰極部側の位置を覆うように設けられ、

前記陰極部には、前記陰極導体層が前記カーボン層の一部を覆わない陰極導体層非形成領域が存在する、固体電解コンデンサ素子。

【請求項２】

前記弁作用金属基体の主面の法線方向から見たとき、前記陰極導体層は、先端の中央部

が前記絶縁マスク層上に位置し、かつ、先端の両端部が前記陰極部上に位置するように設けられている、請求項１に記載の固体電解コンデンサ素子。
【請求項３】
前記弁作用金属基体の主面の法線方向から見たとき、前記陰極導体層は、先端の両端部から先端の中央部に向かって前記絶縁マスク層に近づくように設けられている、請求項１又は２に記載の固体電解コンデンサ素子。
【請求項４】
前記固体電解質層は、前記誘電体層上に設けられる第１固体電解質層と、前記第１固体電解質層上に設けられる第２固体電解質層と、を含み、
前記第１固体電解質層における導電性高分子の含有量よりも前記第２固体電解質層における導電性高分子の含有量が多い、請求項１又は２に記載の固体電解コンデンサ素子。
【請求項５】
前記陰極導体層は、銀層である、請求項１又は２に記載の固体電解コンデンサ素子。
【請求項６】
請求項１又は２に記載の固体電解コンデンサ素子と、
前記固体電解コンデンサ素子を封止する外装体と、
前記外装体から露出する前記固体電解コンデンサ素子の前記弁作用金属基体と電気的に接続される第１外部電極と、
前記外装体から露出する前記固体電解コンデンサ素子の前記陰極導体層と電気的に接続される第２外部電極と、を備える、固体電解コンデンサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、固体電解コンデンサ素子及び固体電解コンデンサに関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、微細孔を有する弁作用金属表面に形成された誘電体酸化皮膜上に導電性重合体を含む固体電解質層を設けた固体電解コンデンサ素子であって、固体電解質層の表面にカーボンペースト層及び高導電性ペースト層が重ねて形成されたコンデンサ素子の断面において、固体電解質層が陰極と陽極を分離する絶縁物層の陰極側の外表面の一部を覆い、その表面を高導電性ペースト層が当該絶縁物層の陰極部の境界を水平方向に空間的に越えた位置まで形成されている構造を含むことを特徴とする固体電解コンデンサ素子が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１０－２６７８６６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１によれば、（１）固体電解質層を、陽極と陰極を分離する弁作用金属の外表面に形成された絶縁物層の一部を覆う形態とし、かつ（２）高導電性ペーストを、陽極と陰極を分離する弁作用金属の外表面に形成された絶縁物層の陰極部の境界を空間的に越えるように塗布した形態とした構造とすることによって、固体電解コンデンサの漏れ電流不良が増加することなく等価直列抵抗を低下させることが可能であるとされている。
【０００５】
特許文献１の表２には、実施例において、絶縁物層の陰極側の外表面に固体電解質層を形成し、さらに、その上にカーボンペースト層及び高導電性ペースト層を形成することにより等価直列抵抗が低下していることが示されている。しかしながら、特許文献１の表１には、実施例と比較例で漏れ電流に大きな差異がないことが示されている。

【０００６】
本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、等価直列抵抗が低く、かつ、漏れ電流不良の少ない固体電解コンデンサ素子を提供することを目的とする。さらに、本発明は、上記固体電解コンデンサ素子を備える固体電解コンデンサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】
本発明の固体電解コンデンサ素子は、誘電体層を少なくとも一方の主面に有する弁作用金属基体と、上記誘電体層上に設けられ、上記弁作用金属基体を陽極部及び陰極部に分離する絶縁マスク層と、上記陰極部の上記誘電体層上に設けられる固体電解質層と、上記固体電解質層上に設けられるカーボン層と、上記カーボン層上に設けられる陰極導体層と、を備える。上記固体電解質層は、先端が上記絶縁マスク層の外表面の少なくとも一部を覆うように設けられ、上記カーボン層は、先端が上記絶縁マスク層の外表面において上記固体電解質層の先端と同じ位置又は上記固体電解質層の先端よりも陰極部側の位置を覆うように設けられ、上記陰極導体層は、先端が上記絶縁マスク層の外表面において上記カーボン層の先端よりも陰極部側の位置を覆うように設けられる。上記陰極部には、上記陰極導体層が上記カーボン層の一部を覆わない陰極導体層非形成領域が存在する。

【０００８】
本発明の固体電解コンデンサは、本発明の固体電解コンデンサ素子と、上記固体電解コンデンサ素子を封止する外装体と、上記外装体から露出する上記固体電解コンデンサ素子の上記弁作用金属基体と電気的に接続される第１外部電極と、上記外装体から露出する上記固体電解コンデンサ素子の上記陰極導体層と電気的に接続される第２外部電極と、を備える。

【発明の効果】

【０００９】
本発明によれば、等価直列抵抗が低く、かつ、漏れ電流不良の少ない固体電解コンデンサ素子を提供することができる。さらに、本発明によれば、上記固体電解コンデンサ素子を備える固体電解コンデンサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】
【図１】図１は、本発明の第１実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。
【図２】図２は、図１に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。
【図３】図３は、図１に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。
【図４】図４Ａは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図４Ｂは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図４Ｃは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。
【図５】図５は、図２に示す固体電解コンデンサ素子のＶ部を拡大した断面図である。
【図６】図６は、本発明の第２実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。
【図７】図７は、図６に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。
【図８】図８は、図６に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。
【図９】図９Ａは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図９Ｂは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図９Ｃは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。
【図１０】図１０は、本発明の第３実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式

的に示す平面図である。
【図１１】図１１は、図１０に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。
【図１２】図１２は、図１０に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。
【図１３】図１３Ａは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図１３Ｂは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図１３Ｃは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。
【図１４】図１４は、絶縁マスク層が形成された弁作用金属基体を準備する工程の一例を示す模式図である。
【図１５】図１５は、固体電解質層を形成する工程の一例を示す模式図である。
【図１６】図１６は、固体電解質層を形成した後の素子部の一例を模式的に示す平面図である。
【図１７】図１７は、図１６に示す素子部のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。
【図１８】図１８は、本発明の固体電解コンデンサの一例を模式的に示す斜視図である。
【図１９】図１９は、図１８に示す固体電解コンデンサのＺ－Ｚ線に沿った断面図である。
【図２０】図２０は、比較例に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。
【図２１】図２１は、図２０に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。
【図２２】図２２Ａは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図２２Ｂは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図２２Ｃは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明の固体電解コンデンサ素子及び固体電解コンデンサについて説明する。
しかしながら、本発明は、以下の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において適宜変更して適用することができる。なお、以下において記載する個々の望ましい構成を２つ以上組み合わせたものもまた本発明である。
【００１２】
［固体電解コンデンサ素子］
本発明の固体電解コンデンサ素子は、誘電体層を少なくとも一方の主面に有する弁作用金属基体と、誘電体層上に設けられ、弁作用金属基体を陽極部及び陰極部に分離する絶縁マスク層と、陰極部の誘電体層上に設けられる固体電解質層と、固体電解質層上に設けられるカーボン層と、カーボン層上に設けられる陰極導体層と、を備える。
【００１３】
本発明の固体電解コンデンサ素子では、固体電解質層は、先端が絶縁マスク層の外表面の少なくとも一部を覆うように設けられ、カーボン層は、先端が絶縁マスク層の外表面において固体電解質層の先端と同じ位置又は固体電解質層の先端よりも陰極部側（図１、図６及び図１０の矢印Ａ側）の位置を覆うように設けられ、陰極導体層は、先端が絶縁マスク層の外表面においてカーボン層の先端よりも陰極部側の位置を覆うように設けられる。これにより、等価直列抵抗を低くすることができる。
【００１４】
さらに、本発明の固体電解コンデンサ素子では、陰極部には、陰極導体層がカーボン層の一部を覆わない陰極導体層非形成領域が存在する。これにより、漏れ電流不良を低減することができる。

【００１５】
例えば、浸漬法（ディップ法）により固体電解質層を形成する場合、自重により固体電解質層が絶縁マスク層の近傍から下方に垂れ下がることにより、陰極部における絶縁マスク層の近傍の固体電解質層の厚みが陰極部の中央領域における固体電解質層の厚みよりも小さくなる。本発明者らが検討した結果、固体電解質層の薄い箇所に銀層などの陰極導体層が形成されると、陰極導体層が固体電解質層を通過して誘電体層に接触し、トンネル電流により導通してショートする、あるいは漏れ電流が大きくなるおそれがあることが判明した。そこで、本発明者らは、固体電解質層の薄い箇所に陰極導体層が形成されなければ、等価直列抵抗を低くできるとともに、漏れ電流不良を低減できると考えた。
【００１６】
上述のとおり、本発明の固体電解コンデンサ素子では、固体電解質層は、陰極部を覆うとともに絶縁マスク層の外表面の少なくとも一部を覆うように設けられ、カーボン層は、陰極部を覆うとともに絶縁マスク層の外表面において固体電解質層の少なくとも一部を覆うように設けられ、陰極導体層は、陰極部を覆うとともに絶縁マスク層の外表面においてカーボン層の少なくとも一部を覆うように設けられ、かつ、陰極導体層がカーボン層の一部を覆わない陰極導体層非形成領域が陰極部に存在することにより、等価直列抵抗を低く、かつ、漏れ電流不良を少なくすることができる。
【００１７】
以下に示す各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもない。第２実施形態以降では、第１実施形態と共通の事項についての記述は省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態毎には逐次言及しない。
【００１８】
（第１実施形態）
本発明の第１実施形態に係る固体電解コンデンサ素子では、カーボン層の弧状の先端が固体電解質層の弧状の先端よりも陰極部側の位置にあり、かつ、陰極導体層の弧状の先端がカーボン層の弧状の先端よりも陰極部側の位置にある。以下、特に断りのない限り、固体電解質層、カーボン層及び陰極導体層の弧状の先端を、単に先端と記述する。
【００１９】
図１は、本発明の第１実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。図２は、図１に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。図３は、図１に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。
【００２０】
図１、図２及び図３に示す固体電解コンデンサ素子１は、誘電体層２０を表面に有する弁作用金属基体１０と、誘電体層２０上に設けられる絶縁マスク層３０と、誘電体層２０上に設けられる固体電解質層４０と、固体電解質層４０上に設けられるカーボン層５０と、カーボン層５０上に設けられる陰極導体層６０と、を備える。
【００２１】
図４Ａは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図４Ｂは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図４Ｃは、図１に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。
【００２２】
図１、図２、図３及び図４Ａに示すように、誘電体層２０上には、所定幅の絶縁マスク層３０が周設されている。絶縁マスク層３０は、弁作用金属基体１０の短辺に沿うように、弁作用金属基体１０の両主面及び両側面に設けられている。絶縁マスク層３０によって、弁作用金属基体１０が陽極部３１及び陰極部３２に分離されている。
【００２３】
図１、図２、図３及び図４Ｂに示すように、固体電解質層４０は、陰極部３２の誘電体

層２０上に設けられている。固体電解質層４０は、先端４０ａが絶縁マスク層３０の外表面を覆うように設けられている。固体電解質層４０は、絶縁マスク層３０の外表面の一部を覆うように設けられていてもよく、絶縁マスク層３０の外表面の全体を覆うように設けられていてもよい。

【００２４】

図１、図２、図３及び図４Ｃに示すように、カーボン層５０は、先端５０ａが絶縁マスク層３０の外表面において固体電解質層４０の先端４０ａよりも陰極部３２側の位置を覆うように設けられている。

【００２５】

図１及び図２に示すように、陰極導体層６０は、先端６０ａが絶縁マスク層３０の外表面においてカーボン層５０の先端５０ａよりも陰極部３２側の位置を覆うように設けられている。

【００２６】

その一方で、図１及び図３に示すように、陰極部３２には、陰極導体層６０がカーボン層５０の一部を覆わない陰極導体層非形成領域Ａ１及びＡ２が存在する。

【００２７】

図１に示すように、弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの中央部が絶縁マスク層３０上に位置し、かつ、先端６０ａの両端部が陰極部３２上に位置するように設けられていることが好ましい。また、弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの両端部から先端６０ａの中央部に向かって絶縁マスク層３０に近づくように設けられていることが好ましい。

【００２８】

弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見た弁作用金属基体１０の形状、すなわち、弁作用金属基体１０を厚み方向から平面視した形状は四角形状であり、好ましくは、長辺及び短辺を有する矩形状である。

【００２９】

図５は、図２に示す固体電解コンデンサ素子のＶ部を拡大した断面図である。

【００３０】

弁作用金属基体１０の主面には、図５に示すように、複数の凹部が設けられている。そのため、弁作用金属基体１０の主面は、多孔質状になっている。弁作用金属基体１０の主面が多孔質状になっていることにより、弁作用金属基体１０の表面積が大きくなっている。なお、弁作用金属基体１０の表面及び裏面の両方が多孔質状である場合に限られず、弁作用金属基体１０の表面及び裏面の一方のみが多孔質状であってもよい。

【００３１】

弁作用金属基体１０は、例えば、アルミニウム、タンタル、ニオブ、チタン、ジルコニウム等の金属単体、又は、これらの金属の少なくとも一種を含む合金等の弁作用金属によって構成されている。弁作用金属の表面には、酸化被膜を形成することができる。

【００３２】

なお、弁作用金属基体１０は、芯部と当該芯部の少なくとも一方の主面に設けられた多孔質部とによって構成されていればよく、金属箔の表面をエッチングしたもの、金属箔の表面に多孔質状の微粉焼結体を形成したもの等を適宜採用することができる。

【００３３】

誘電体層２０は、弁作用金属基体１０の少なくとも一方の主面に設けられている。誘電体層２０は、上記弁作用金属の表面に設けられた酸化被膜によって構成されていることが好ましい。例えば、誘電体層２０は、アルミニウムの酸化物で構成されている。アルミニウムの酸化物は、後述するように、弁作用金属基体１０の表面が陽極酸化処理されることにより形成される。

【００３４】

絶縁マスク層３０は、誘電体層２０上に設けられている。図５に示すように、絶縁マスク層３０は、弁作用金属基体１０の複数の細孔（凹部）を充填するように設けられている

ことが好ましい。ただし、絶縁マスク層３０によって誘電体層２０の外表面の一部が覆われていればよく、絶縁マスク層３０によって充填されていない弁作用金属基体１０の細孔（凹部）が存在していてもよい。

【００３５】

絶縁マスク層３０は、例えば、絶縁性樹脂を含む組成物などのマスク材を塗布して形成される。絶縁性樹脂としては、例えば、ポリフェニルスルホン（ＰＰＳ）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、シアン酸エステル樹脂、フッ素樹脂（テトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体など）、可溶性ポリイミドシロキサンとエポキシ樹脂からなる組成物、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、及び、それらの誘導体又は前駆体等が挙げられる。

【００３６】

マスク材の塗布は、例えば、スクリーン印刷、ローラー転写、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法により行うことができる。

【００３７】

固体電解質層４０は、誘電体層２０上に設けられている。図５に示すように、固体電解質層４０は、弁作用金属基体１０の複数の細孔（凹部）を充填するように設けられていることが好ましい。ただし、固体電解質層４０によって誘電体層２０の外表面の一部が覆われていればよく、固体電解質層４０によって充填されていない弁作用金属基体１０の細孔（凹部）が存在していてもよい。

【００３８】

固体電解質層４０を構成する材料としては、例えば、ポリピロール類、ポリチオフェン類、ポリアニリン類等の導電性高分子等が用いられる。これらの中では、ポリチオフェン類が好ましく、ＰＥＤＯＴと呼ばれるポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）が特に好ましい。また、上記導電性高分子は、ポリスチレンスルホン酸（ＰＳＳ）等のドーパントを含んでいてもよい。

【００３９】

固体電解質層４０は、例えば、３，４－エチレンジオキシチオフェン等の重合性モノマーの含有液を用いて、誘電体層２０の表面にポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）等の導電性高分子の重合膜を形成する方法や、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）等の導電性高分子の分散液を誘電体層２０の表面に塗布して乾燥させる方法等によって形成される。

【００４０】

なお、弁作用金属基体１０の細孔（凹部）を充填する内層を形成した後、誘電体層２０全体を被覆する外層を形成することが好ましい。内層の形成は、例えば、浸漬法、スポンジ転写、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法により行うことができる。同様に、外層の形成は、例えば、浸漬法、スポンジ転写、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法により行うことができる。

【００４１】

カーボン層５０は、固体電解質層４０上に設けられている。カーボン層５０は、例えば、カーボンペーストを固体電解質層４０の表面に塗布して乾燥させる方法等によって形成される。

【００４２】

カーボンペーストの塗布は、例えば、浸漬法、スポンジ転写、スクリーン印刷、スプレー塗布、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法により行うことができる。

【００４３】

陰極導体層６０は、カーボン層５０上に設けられている。陰極導体層６０は、例えば、金、銀、銅、白金等の金属を含む導電性ペーストをカーボン層５０の表面に塗布して乾燥させる方法等によって形成される。陰極導体層６０は、銀層であることが好ましい。

【００４４】

導電性ペーストの塗布は、例えば、浸漬法、スポンジ転写、スクリーン印刷、スプレー

塗布、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法により行うことができる。

【００４５】

（第２実施形態）

本発明の第２実施形態に係る固体電解コンデンサ素子では、カーボン層の先端が固体電解質層の先端と同じ位置にあり、かつ、陰極導体層の先端がカーボン層の先端よりも陰極部側の位置にある。ただし、陰極導体層の弧状の先端の頂部は、カーボン層の弧状の先端の頂部と同じ位置にある。

【００４６】

図６は、本発明の第２実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。図７は、図６に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。図８は、図６に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。

【００４７】

図６、図７及び図８に示す固体電解コンデンサ素子２は、誘電体層２０を表面に有する弁作用金属基体１０と、誘電体層２０上に設けられる絶縁マスク層３０と、誘電体層２０上に設けられる固体電解質層４０と、固体電解質層４０上に設けられるカーボン層５０と、カーボン層５０上に設けられる陰極導体層６０と、を備える。

【００４８】

図９Ａは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図９Ｂは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図９Ｃは、図６に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。

【００４９】

図６、図７、図８及び図９Ａに示すように、誘電体層２０上には、所定幅の絶縁マスク層３０が周設されている。絶縁マスク層３０は、弁作用金属基体１０の短辺に沿うように、弁作用金属基体１０の両主面及び両側面に設けられている。絶縁マスク層３０によって、弁作用金属基体１０が陽極部３１及び陰極部３２に分離されている。

【００５０】

図６、図７、図８及び図９Ｂに示すように、固体電解質層４０は、陰極部３２の誘電体層２０上に設けられている。固体電解質層４０は、先端４０ａが絶縁マスク層３０の外表面を覆うように設けられている。固体電解質層４０は、絶縁マスク層３０の外表面の一部を覆うように設けられていてもよく、絶縁マスク層３０の外表面の全体を覆うように設けられていてもよい。

【００５１】

図６、図７、図８及び図９Ｃに示すように、カーボン層５０は、先端５０ａが絶縁マスク層３０の外表面において固体電解質層４０の先端４０ａと同じ位置を覆うように設けられている。

【００５２】

図６及び図７に示すように、陰極導体層６０は、先端６０ａが絶縁マスク層３０の外表面においてカーボン層５０の先端５０ａよりも陰極部３２側の位置を覆うように設けられている。ただし、陰極導体層６０の先端６０ａの頂部は、カーボン層５０の先端５０ａの頂部と同じ位置にある。

【００５３】

その一方で、図６及び図８に示すように、陰極部３２には、陰極導体層６０がカーボン層５０の一部を覆わない陰極導体層非形成領域Ａ１及びＡ２が存在する。

【００５４】

図６に示すように、弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの中央部が絶縁マスク層３０上に位置し、かつ、先端６０ａの両端部が陰極部３２上に位置するように設けられていることが好ましい。また、弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの両端部から先端６０

ａの中央部に向かって絶縁マスク層３０に近づくように設けられていることが好ましい。

【００５５】

（第３実施形態）

本発明の第３実施形態に係る固体電解コンデンサ素子では、カーボン層の先端が固体電解質層の先端よりも陰極部側の位置にあり、かつ、陰極導体層の先端がカーボン層の先端よりも陰極部側の位置にある。ただし、陰極導体層の弧状の先端の頂部は、カーボン層の弧状の先端の頂部と同じ位置にある。

【００５６】

図１０は、本発明の第３実施形態に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。図１１は、図１０に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。図１２は、図１０に示す固体電解コンデンサ素子のＹ－Ｙ線に沿った断面図である。

【００５７】

図１０、図１１及び図１２に示す固体電解コンデンサ素子３は、誘電体層２０を表面に有する弁作用金属基体１０と、誘電体層２０上に設けられる絶縁マスク層３０と、誘電体層２０上に設けられる固体電解質層４０と、固体電解質層４０上に設けられるカーボン層５０と、カーボン層５０上に設けられる陰極導体層６０と、を備える。

【００５８】

図１３Ａは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図１３Ｂは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図１３Ｃは、図１０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。

【００５９】

図１０、図１１、図１２及び図１３Ａに示すように、誘電体層２０上には、所定幅の絶縁マスク層３０が周設されている。絶縁マスク層３０は、弁作用金属基体１０の短辺に沿うように、弁作用金属基体１０の両主面及び両側面に設けられている。絶縁マスク層３０によって、弁作用金属基体１０が陽極部３１及び陰極部３２に分離されている。

【００６０】

図１０、図１１、図１２及び図１３Ｂに示すように、固体電解質層４０は、陰極部３２の誘電体層２０上に設けられている。固体電解質層４０は、先端４０ａが絶縁マスク層３０の外表面を覆うように設けられている。固体電解質層４０は、絶縁マスク層３０の外表面の一部を覆うように設けられていてもよく、絶縁マスク層３０の外表面の全体を覆うように設けられていてもよい。

【００６１】

図１０、図１１、図１２及び図１３Ｃに示すように、カーボン層５０は、先端５０ａが絶縁マスク層３０の外表面において固体電解質層４０の先端４０ａよりも陰極部３２側の位置を覆うように設けられている。

【００６２】

図１０及び図１１に示すように、陰極導体層６０は、先端６０ａが絶縁マスク層３０の外表面においてカーボン層５０の先端５０ａよりも陰極部３２側の位置を覆うように設けられている。ただし、陰極導体層６０の先端６０ａの頂部は、カーボン層５０の先端５０ａの頂部と同じ位置にある。

【００６３】

その一方で、図１０及び図１２に示すように、陰極部３２には、陰極導体層６０がカーボン層５０の一部を覆わない陰極導体層非形成領域Ａ１及びＡ２が存在する。

【００６４】

図１０に示すように、弁作用金属基体１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの中央部が絶縁マスク層３０上に位置し、かつ、先端６０ａの両端部が陰極部３２上に位置するように設けられていることが好ましい。また、弁作用金属基体

１０の主面の法線方向から見たとき、陰極導体層６０は、先端６０ａの両端部から先端６０ａの中央部に向かって絶縁マスク層３０に近づくように設けられていることが好ましい。

【００６５】

第１実施形態～第３実施形態のように、カーボン層の弧状の先端が固体電解質層の弧状の先端よりも陰極部側の位置にあり、かつ、陰極導体層の弧状の先端がカーボン層の弧状の先端よりも陰極部側の位置にあってもよく、あるいは、カーボン層の弧状の先端が固体電解質層の弧状の先端と同じ位置にあり、かつ、陰極導体層の弧状の先端がカーボン層の弧状の先端よりも陰極部側の位置にあってもよい。

【００６６】

本発明の固体電解コンデンサ素子は、例えば、以下の方法により製造される。以下の例では、大判の弁作用金属基体を用いて、複数の固体電解コンデンサ素子を同時に製造する方法について説明する。

【００６７】

図１４は、絶縁マスク層が形成された弁作用金属基体を準備する工程の一例を示す模式図である。

【００６８】

図１４に示すように、誘電体層２０を表面に有する弁作用金属基体１０Ａを準備する。弁作用金属基体１０Ａは、複数の素子部１１と支持部１２とを含む。各々の素子部１１は短冊状であり、支持部１２から突出している。また、各々の素子部１１の誘電体層２０上には絶縁マスク層３０が形成されている。

【００６９】

まず、表面に多孔質部を有する弁作用金属基体１０Ａをレーザー加工又は打ち抜き加工などで切断することにより、複数の素子部１１と支持部１２とを含む形状に加工する。

【００７０】

次に、各々の素子部１１の短辺に沿うように、素子部１１の両主面及び両側面に絶縁マスク層３０を形成する。

【００７１】

その後、弁作用金属基体１０Ａに陽極酸化処理を行うことにより、弁作用金属基体１０Ａの表面に誘電体層２０となる酸化被膜を形成する。この際、レーザー加工又は打ち抜き加工などで切断された素子部１１の側面にも酸化被膜が形成される。なお、すでにアルミニウムの酸化物が形成されている化成箔を弁作用金属基体１０Ａとして用いてもよい。この場合も、切断後の弁作用金属基体１０Ａに陽極酸化処理を行うことにより、切断された素子部１１の側面に酸化被膜を形成する。

【００７２】

図１５は、固体電解質層を形成する工程の一例を示す模式図である。

【００７３】

素子部１１の誘電体層２０上に固体電解質層４０（図４Ｂ等参照）を形成する。図１５に示すように、固体電解質を含有する処理液を浸漬法によって弁作用金属基体１０Ａに塗布することが好ましい。図１５には、固体電解質を含有する処理液７０が処理槽７５に供給されている状態が示されている。

【００７４】

固体電解質を含有する処理液７０として、例えば、導電性高分子の分散液が用いられる。導電性高分子の分散液を誘電体層２０の外表面に付着し乾燥させることで、導電性高分子膜を形成することができる。あるいは、固体電解質を含有する処理液７０として、重合性モノマー、例えば３，４－エチレンジオキシチオフェンと酸化剤との含有液が用いられてもよい。重合性モノマーの含有液を誘電体層２０の外表面に付着させて、化学重合により導電性高分子膜を形成することができる。この導電性高分子膜が、固体電解質層４０となる。

【００７５】

図１５に示すように、弁作用金属基体１０Ａを処理液７０に浸漬することにより、処理

液７０が弁作用金属基体１０Ａの多孔質部に含浸される。所定時間の浸漬後、弁作用金属基体１０Ａを処理液７０から引き上げ、所定温度及び所定時間で乾燥させる。処理液７０への浸漬、引き上げ及び乾燥を所定回数繰り返すことにより、固体電解質層４０が形成される。

【００７６】

例えば、導電性高分子を含む第１の分散液に弁作用金属基体１０Ａを浸漬、引き上げ及び乾燥することにより、第１固体電解質層を形成する。第１の分散液への浸漬、引き上げ及び乾燥は複数回行う。

【００７７】

第１固体電解質層を形成した後、プライマー化合物を含む溶液に弁作用金属基体１０Ａを浸漬、引き上げ及び乾燥することにより、プライマー層を形成してもよい。

【００７８】

その後、導電性高分子を含む第２の分散液に弁作用金属基体１０Ａを浸漬、引き上げ及び乾燥することにより、第２固体電解質層を形成する。この際、第２の分散液における導電性高分子の濃度は、第１の分散液における導電性高分子の濃度よりも高いことが好ましい。

【００７９】

上記の方法により形成される固体電解質層は、誘電体層上に設けられる第１固体電解質層と、上記第１固体電解質層上に設けられる第２固体電解質層と、を含み、上記第１固体電解質層における導電性高分子の含有量よりも上記第２固体電解質層における導電性高分子の含有量が多くなる。

【００８０】

弁作用金属基体１０Ａを純水で洗浄し、余剰のプライマー化合物を除去する。洗浄後、乾燥処理を行う。以上により、固体電解質層４０を所定の領域に形成する。

【００８１】

図１６は、固体電解質層を形成した後の素子部の一例を模式的に示す平面図である。図１７は、図１６に示す素子部のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。

【００８２】

図１６及び図１７に示すように、陰極部３２の中央領域に設けられる固体電解質層４０ｂの厚みよりも、陰極部３２において絶縁マスク層３０に接する領域に設けられる固体電解質層４０ｃの厚みが大きいことが好ましい。

【００８３】

上述のとおり、陰極部３２における絶縁マスク層３０の近傍の固体電解質層４０ｃの厚みが陰極部３２の中央領域における固体電解質層４０ｂの厚みよりも小さいと、トンネル電流により導通してショートする、あるいは漏れ電流が大きくなるおそれがある。これに対し、図１６及び図１７に示すように、陰極部３２における絶縁マスク層３０の近傍の固体電解質層４０ｃの厚みを陰極部３２の中央領域における固体電解質層４０ｂの厚みよりも大きくすることで、ショートが発生しにくくなるとともに、漏れ電流不良を低減することができる。

【００８４】

固体電解質層４０を形成した後、カーボンペーストに弁作用金属基体１０Ａを浸漬、引き上げ及び乾燥することにより、カーボン層５０（図４Ｃ等参照）を所定の領域に形成する。

【００８５】

カーボン層５０を形成した後、銀ペースト等の導電性ペーストに弁作用金属基体１０Ａを浸漬、引き上げ及び乾燥することにより、陰極導体層６０（図１等参照）を所定の領域に形成する。

【００８６】

弁作用金属基体１０Ａを切断して、素子部１１を分離する。

【００８７】

以上の工程を経て、固体電解コンデンサ素子が得られる。

【００８８】

［固体電解コンデンサ］

以下、本発明の固体電解コンデンサ素子を含む固体電解コンデンサの一例について説明する。なお、本発明の固体電解コンデンサ素子は、他の構成を有する固体電解コンデンサに含まれてもよい。例えば、リードフレームが外部電極として用いられてもよい。また、本発明の固体電解コンデンサには、本発明の固体電解コンデンサ素子以外の固体電解コンデンサ素子が含まれてもよい。

【００８９】

図１８は、本発明の固体電解コンデンサの一例を模式的に示す斜視図である。図１９は、図１８に示す固体電解コンデンサのＺ－Ｚ線に沿った断面図である。

【００９０】

図１８及び図１９においては、固体電解コンデンサ１００及び外装体１１０の長さ方向をＬ、幅方向をＷ、高さ方向をＴで示している。ここで、長さ方向Ｌと幅方向Ｗと高さ方向Ｔとは互いに直交している。

【００９１】

図１８及び図１９に示すように、固体電解コンデンサ１００は、略直方体状の外形を有している。固体電解コンデンサ１００は、外装体１１０と、第１外部電極１２０と、第２外部電極１３０と、複数の固体電解コンデンサ素子１と、を備える。固体電解コンデンサ素子１は、本発明の固体電解コンデンサ素子の一例である。

【００９２】

外装体１１０は、複数の固体電解コンデンサ素子１を封止している。すなわち、外装体１１０には、複数の固体電解コンデンサ素子１が埋設されている。なお、外装体１１０は、１つの固体電解コンデンサ素子１を封止していてもよい。すなわち、外装体１１０の内部には、１つの固体電解コンデンサ素子１が埋設されていてもよい。

【００９３】

外装体１１０は、略直方体状の外形を有している。外装体１１０は、高さ方向Ｔにおいて相対する第１主面１１０ａ及び第２主面１１０ｂ、幅方向Ｗにおいて相対する第１側面１１０ｃ及び第２側面１１０ｄ、並びに、長さ方向Ｌにおいて相対する第１端面１１０ｅ及び第２端面１１０ｆを有している。

【００９４】

上記のように外装体１１０は、略直方体状の外形を有しているが、角部及び稜線部に丸みが付けられていることが好ましい。角部は、外装体１１０の３面が交わる部分であり、稜線部は、外装体１１０の２面が交わる部分である。

【００９５】

外装体１１０は、例えば、封止樹脂から構成される。

【００９６】

封止樹脂は、少なくとも樹脂を含み、樹脂及びフィラーを含むことが好ましい。

【００９７】

樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミド樹脂、液晶ポリマー等が好ましく用いられる。

【００９８】

フィラーとしては、シリカ粒子、アルミナ粒子、金属粒子等が好ましく用いられる。

【００９９】

封止樹脂としては、固形エポキシ樹脂とフェノール樹脂とシリカ粒子とを含む材料が好ましく用いられる。

【０１００】

固形の封止樹脂を用いる場合、コンプレッションモールド、トランスファーモールド等の樹脂モールドが好ましく用いられ、コンプレッションモールドがより好ましく用いられる。また、液状の封止樹脂を用いる場合、ディスペンス法、印刷法等の成形方法が好まし

く用いられる。中でも、コンプレッションモールドにより固体電解コンデンサ素子１の周囲を封止樹脂で封止して、外装体１１０を形成することが好ましい。

【０１０１】

外装体１１０は、基板と、基板上に設けられた封止樹脂とから構成されてもよい。基板は、例えば、ガラスエポキシ基板等の絶縁性樹脂基板である。この場合、基板の底面が、外装体１１０の第２主面１１０ｂを構成する。基板の厚さは、例えば、１００μｍである。

【０１０２】

複数の固体電解コンデンサ素子１は、高さ方向Ｔに積層されている。複数の固体電解コンデンサ素子１の各々の延在方向は、外装体１１０の第１主面１１０ａ及び第２主面１１０ｂと略平行となっている。固体電解コンデンサ素子１同士は、導電性接着剤を介して互いに接合されていてもよい。

【０１０３】

第１外部電極１２０は、外装体１１０の第１端面１１０ｅに設けられている。図１８では、第１外部電極１２０は、外装体１１０の第１端面１１０ｅから、第１主面１１０ａ、第２主面１１０ｂ、第１側面１１０ｃ及び第２側面１１０ｄの各々に亘って設けられている。第１外部電極１２０は、外装体１１０から露出する固体電解コンデンサ素子１の弁作用金属基体１０と電気的に接続されている。第１外部電極１２０は、外装体１１０の第１端面１１０ｅにおいて弁作用金属基体１０と直接的に接続されてもよく、間接的に接続されてもよい。

【０１０４】

第２外部電極１３０は、外装体１１０の第２端面１１０ｆに設けられている。図１８では、第２外部電極１３０は、外装体１１０の第２端面１１０ｆから、第１主面１１０ａ、第２主面１１０ｂ、第１側面１１０ｃ及び第２側面１１０ｄの各々に亘って設けられている。第２外部電極１３０は、外装体１１０から露出する固体電解コンデンサ素子１の陰極導体層６０と電気的に接続されている。第２外部電極１３０は、外装体１１０の第２端面１１０ｆにおいて陰極導体層６０と直接的に接続されてもよく、間接的に接続されてもよい。

【０１０５】

第１外部電極１２０及び第２外部電極１３０は、各々、浸漬塗布法、スクリーン印刷法、転写法、インクジェット印刷法、ディスペンス法、スプレーコート法、刷毛塗り法、ドロップキャスト法、静電塗装法、めっき法、及び、スパッタ法からなる群より選択される少なくとも１種の方法により形成されることが好ましい。

【０１０６】

第１外部電極１２０は、導電成分と樹脂成分とを含む樹脂電極層を有することが好ましい。第１外部電極１２０が樹脂成分を含むことにより、第１外部電極１２０と外装体１１０の封止樹脂との密着性が高まるため、信頼性が向上する。

【０１０７】

第２外部電極１３０は、導電成分と樹脂成分とを含む樹脂電極層を有することが好ましい。第２外部電極１３０が樹脂成分を含むことにより、第２外部電極１３０と外装体１１０の封止樹脂との密着性が高まるため、信頼性が向上する。

【０１０８】

導電成分は、銀、銅、ニッケル、錫等の金属単体、又は、これらの金属の少なくとも１種を含有する合金等を主成分として含むことが好ましい。

【０１０９】

樹脂成分は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等を主成分として含むことが好ましい。

【０１１０】

樹脂電極層は、例えば、浸漬塗布法、スクリーン印刷法、転写法、インクジェット印刷法、ディスペンス法、スプレーコート法、刷毛塗り法、ドロップキャスト法、静電塗装法等の方法により形成される。中でも、樹脂電極層は、スクリーン印刷法で導電性ペーストを塗工することにより形成された印刷樹脂電極層であることが好ましい。樹脂電極層が、

スクリーン印刷法で導電性ペーストを塗工することにより形成される場合、浸漬塗布法で導電性ペーストを塗工することにより形成される場合と比較して、第１外部電極１２０及び第２外部電極１３０が平坦になりやすい。すなわち、第１外部電極１２０及び第２外部電極１３０の厚みが均一になりやすい。

【０１１１】

第２外部電極１３０が樹脂電極層を有する場合、第２外部電極１３０、カーボン層５０及び陰極導体層６０が樹脂成分を含むことにより、第２外部電極１３０とカーボン層５０との密着性及び第２外部電極１３０と陰極導体層６０との密着性が高まるため、信頼性が向上する。

【０１１２】

第１外部電極１２０及び第２外部電極１３０の少なくとも一方は、めっき法により形成される、いわゆるめっき層を有していてもよい。めっき層としては、例えば、亜鉛・銀・ニッケル層、銀・ニッケル層、ニッケル層、亜鉛・ニッケル・金層、ニッケル・金層、亜鉛・ニッケル・銅層、ニッケル・銅層等が挙げられる。これらのめっき層上には、例えば、銅めっき層と、ニッケルめっき層と、錫めっき層とが順に（あるいは、一部のめっき層を除いて）設けられることが好ましい。

【０１１３】

第１外部電極１２０及び第２外部電極１３０の少なくとも一方は、樹脂電極層及びめっき層をともに有していてもよい。例えば、第１外部電極１２０は、弁作用金属基体１０に接続された樹脂電極層と、樹脂電極層の表面上に設けられた外層めっき層と、を有していてもよい。また、第１外部電極１２０は、弁作用金属基体１０に接続された内層めっき層と、内層めっき層を覆うように設けられた樹脂電極層と、樹脂電極層の表面上に設けられた外層めっき層と、を有していてもよい。

【実施例】

【０１１４】

以下、本発明の固体電解コンデンサ素子をより具体的に開示した実施例を示す。なお、本発明は、これらの実施例のみに限定されるものではない。

【０１１５】

［固体電解コンデンサ素子の作製］

（実施例）

実施例１～１０として、図１、図２及び図３に示す固体電解コンデンサ素子１を合計１０個作製した。作製方法を以下に示す。

【０１１６】

（１）図１４に示すように、複数の素子部１１を有する短冊状の弁作用金属基体１０Ａをレーザー加工又は打ち抜き加工で形成する。弁作用金属基体１０Ａは塩酸等によりエッチング処理された多孔質部を有する。

【０１１７】

（２）素子部１１の短辺に沿うように、素子部１１の両主面及び両側面に絶縁マスク層３０を形成する。１つの素子部１１における容量部の寸法が、長さ方向Ｌの寸法：４．５ｍｍ以上７．０ｍｍ以下、幅方向Ｗの寸法：３．０ｍｍ以上４．０ｍｍの間で所定の寸法になるように絶縁マスク層３０を形成する。絶縁マスク層３０の寸法は容量部の長さ方向Ｌに沿った長さが０．５ｍｍ以上２ｍｍ以下となるように形成する。

【０１１８】

（３）弁作用金属基体１０に陽極酸化処理を行い、誘電体層２０となる酸化被膜を素子部１１に形成する。レーザー加工又は打ち抜き加工された素子部１１の側面にも酸化被膜が形成される。弁作用金属基体１０Ａに対して、ホウ酸、リン酸、アジピン酸、又は、これらのナトリウム塩、アンモニウム塩等を含む水溶液中で陽極酸化処理を行うことにより、酸化被膜が形成される。

【０１１９】

（４）第１固体電解質層を構成する導電性高分子を含む分散液に弁作用金属基体１０Ａ

を浸漬することにより、上記分散液を含浸させて第１固体電解質層を図４Ｂに示す領域に形成する。浸漬後に乾燥処理を行う。（４）の作業を複数回行う。なお、浸漬条件において、引き下げ速度（浸漬速度）を最適化することにより、分散液の多孔質部への含浸性が向上し、その結果、後述する静電容量が向上する。

【０１２０】

（５）プライマー化合物を含む溶液（特許第６４４９９１４号公報参照。少なくとも１種のアミン基と、少なくとも１種のカルボン酸基又はスルホン酸基とを含む二官能性又は多官能性モノマー化合物）に弁作用金属基体１０Ａを浸漬することにより、プライマー層を図４Ｂに示す領域に形成する。浸漬後に乾燥処理を行う。

【０１２１】

乾燥処理において、乾燥中に短冊状の弁作用金属基体１０Ａを１８０度反転させた状態で乾燥させると、絶縁マスク層３０の近傍にプライマー化合物を含む溶液が溜まりやすくなるため、プライマー化合物の乾燥後の付着量が多くなる。

【０１２２】

また、プライマー化合物を含む溶液への浸漬条件において、引き下げ速度（浸漬速度）を最適化することにより、具体的にはプライマー化合物を含む溶液が多孔質部を有する弁作用金属基体１０Ａを染み上がる速度よりも引き下げ速度を遅くすることにより、多孔質部への含浸性が向上するため、プライマー化合物の乾燥後の付着量が多くなる。

【０１２３】

（６）第２固体電解質層を構成する導電性高分子を含む分散液に弁作用金属基体１０Ａを浸漬することにより、上記分散液を含浸して第２固体電解質層を図４Ｂに示す領域に形成する。浸漬後に乾燥処理を行う。

【０１２４】

乾燥処理において、乾燥中に短冊状の弁作用金属基体１０Ａを１８０度反転させた状態で乾燥させると、絶縁マスク層３０の近傍に固体電解質を含む溶液が溜まりやすくなるため、プライマー化合物との架橋反応により、乾燥後の第２固体電解質層の厚みが大きくなる。（５）の乾燥処理での１８０度反転を行うと、より一層プライマー化合物との架橋反応が促進されるため、乾燥後の第２固体電解質層の厚みが大きくなるが、浸漬条件の最適化のみでも効果がある。これらにより、後述する等価直列抵抗（ＥＳＲ）が向上する。

【０１２５】

なお、第２固体電解質層は、第１固体電解質層よりも導電性高分子の濃度が高い分散液を含浸させて形成される。

【０１２６】

上記（５）又は（６）により、固体電解質層４０は、陰極部３２における絶縁マスク層３０の近傍の厚みが、陰極部３２の中央領域の厚みよりも大きくなる。

【０１２７】

（７）短冊状の弁作用金属基体１０Ａを純水で洗浄し、余剰のプライマー化合物を除去する。洗浄後、乾燥処理を行う。

【０１２８】

（８）カーボンペーストに弁作用金属基体１０Ａを浸漬することにより、図４Ｃに示す領域にカーボン層５０を形成する。浸漬後に乾燥処理を行う。

【０１２９】

（９）銀ペーストに弁作用金属基体１０Ａを浸漬することにより、図１に示す領域に陰極導体層６０を形成する。浸漬後に乾燥処理を行う。

【０１３０】

（比較例）

比較例１～１０として、図２０及び図２１に示す固体電解コンデンサ素子１Ａを合計１０個作製した。作製方法は実施例と同様である。

【０１３１】

図２０は、比較例に係る固体電解コンデンサ素子の一例を模式的に示す平面図である。

図２１は、図２０に示す固体電解コンデンサ素子のＸ－Ｘ線に沿った断面図である。

【０１３２】

図２０及び図２１に示す固体電解コンデンサ素子１Ａは、誘電体層２０を表面に有する弁作用金属基体１０と、誘電体層２０上に設けられる絶縁マスク層３０と、誘電体層２０上に設けられる固体電解質層４０と、固体電解質層４０上に設けられるカーボン層５０と、カーボン層５０上に設けられる陰極導体層６０と、を備える。

【０１３３】

図２２Ａは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層及び絶縁マスク層の一例を模式的に示す平面図である。図２２Ｂは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層及び固体電解質層の一例を模式的に示す平面図である。図２２Ｃは、図２０に示す固体電解コンデンサ素子を構成する誘電体層、絶縁マスク層、固体電解質層及びカーボン層の一例を模式的に示す平面図である。

【０１３４】

図２０、図２１及び図２２Ａに示すように、誘電体層２０上には、所定幅の絶縁マスク層３０が周設されている。絶縁マスク層３０は、弁作用金属基体１０の短辺に沿うように、弁作用金属基体１０の両主面及び両側面に設けられている。絶縁マスク層３０によって、弁作用金属基体１０が陽極部３１及び陰極部３２に分離されている。

【０１３５】

図２０、図２１及び図２２Ｂに示すように、固体電解質層４０は、陰極部３２の誘電体層２０上に設けられている。固体電解質層４０は、先端が絶縁マスク層３０の外表面を覆うように設けられている。固体電解質層４０は、絶縁マスク層３０の外表面の一部を覆うように設けられていてもよく、絶縁マスク層３０の外表面の全体を覆うように設けられていてもよい。

【０１３６】

図２０、図２１及び図２２Ｃに示すように、カーボン層５０は、先端５０ａが絶縁マスク層３０の外表面を覆うように設けられるとともに、先端５０ａが絶縁マスク層３０の外表面において固体電解質層４０の先端４０ａと同じ位置を覆うように設けられている。

【０１３７】

図２０及び図２１に示すように、陰極導体層６０は、先端６０ａが絶縁マスク層３０の外表面においてカーボン層５０の先端５０ａと同じ位置を覆うように設けられている。

【０１３８】

図２０及び図２１に示すように、陰極部３２には、陰極導体層６０がカーボン層５０の一部を覆わない陰極導体層非形成領域が存在しない。

【０１３９】

［固体電解コンデンサ素子の評価］

実施例１～１０及び比較例１～１０の固体電解コンデンサ素子について、初期特性として１２０Ｈｚにおける静電容量、１００ｋＨｚにおける等価直列抵抗（ＥＳＲ）及び漏れ電流（ＬＣ）を測定した。なお、漏れ電流は１６Ｖの定格電圧を印加して２分後に測定した。静電容量及びＥＳＲに関しては、平均値（Ａｖｇ）及び標準偏差（σ）を算出した。ＬＣに関しては、５μＡ未満のものを○（良）、５μＡ以上２００μＡ未満のものを△（可）、２００μＡ以上でショートしたものを×（不可）と判定した。結果を表１に示す。

【０１４０】

【表１】

	静電容量 [μF]	静電容量 Avg	静電容量 σ	ESR [mΩ]	ESR Avg	ESR σ	LC [μA]	LC判定
実施例1	17.8	18.1	0.3	32.5	29.8	3.3	0.2	○
実施例2	18.1			34.1			0.1	○
実施例3	18.4			31.7			1.1	○
実施例4	17.6			28.7			0.9	○
実施例5	17.9			26.4			0.8	○
実施例6	18.1			34.8			5.9	△
実施例7	18.6			27.2			0.8	○
実施例8	17.9			25.8			0.5	○
実施例9	17.9			29.6			14.6	△
実施例10	18.2			27.3			0.1	○
比較例1	17.1	17.5	0.3	39.4	37.9	3.5	45.9	△
比較例2	17.3			31.3			0.1	○
比較例3	17.8			38.7			15872	×
比較例4	17.5			40.3			1.6	○
比較例5	17.1			35.9			14668	×
比較例6	17.9			42.2			78.1	△
比較例7	17.7			39.4			155	△
比較例8	17.4			41.7			14461	×
比較例9	17.8			33.4			25.9	△
比較例10	17.6			36.6			15378	×

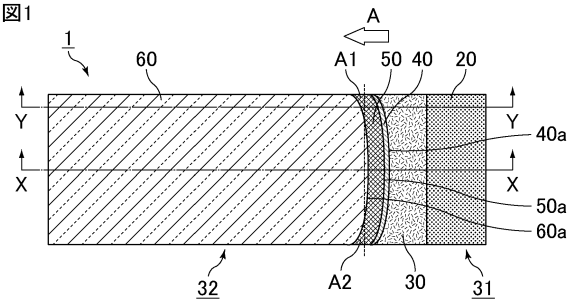
【０１４１】
表１より、実施例に係る固体電解コンデンサ素子では、比較例に係る固体電解コンデンサ素子と比べて、等価直列抵抗が低く、かつ、漏れ電流不良が少ないことが分かる。
【符号の説明】
【０１４２】
１、１Ａ、２、３　固体電解コンデンサ素子
１０、１０Ａ　弁作用金属基体
１１　素子部
１２　支持部
２０　誘電体層
３０　絶縁マスク層
３１　陽極部
３２　陰極部
４０　固体電解質層
４０ａ　固体電解質層の先端
４０ｂ　陰極部の中央領域に設けられる固体電解質層
４０ｃ　陰極部において絶縁マスク層に接する領域に設けられる固体電解質層
５０　カーボン層
５０ａ　カーボン層の先端
６０　陰極導体層
６０ａ　陰極導体層の先端
７０　処理液
７５　処理槽
１００　固体電解コンデンサ
１１０　外装体

１１０ａ　第１主面
１１０ｂ　第２主面
１１０ｃ　第１側面
１１０ｄ　第２側面
１１０ｅ　第１端面
１１０ｆ　第２端面
１２０　第１外部電極
１３０　第２外部電極
Ａ１、Ａ２　陰極導体層非形成領域

【図面】

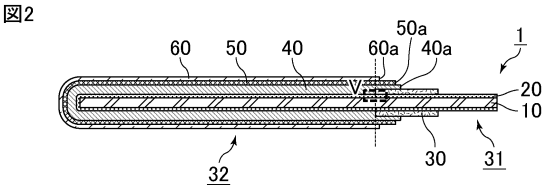
【図１】

図1



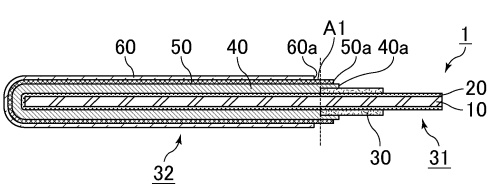
【図２】

図2



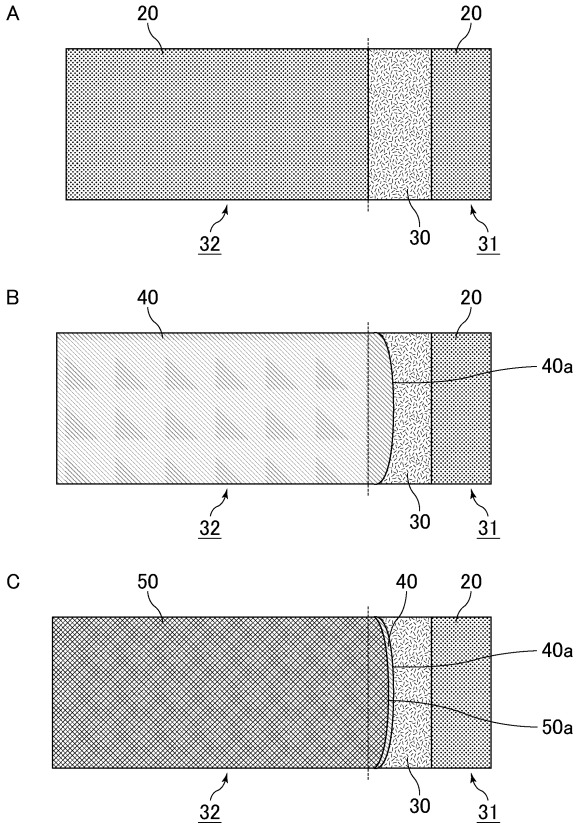
【図３】

図3



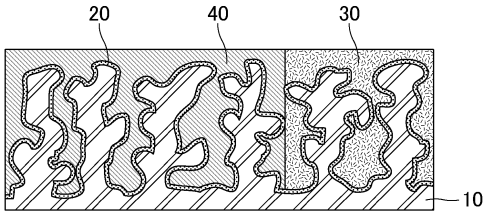
【図４】

図4



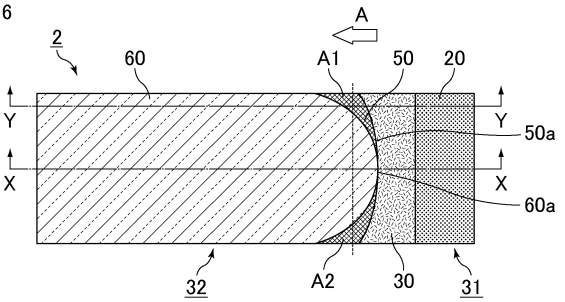
【図５】

図5



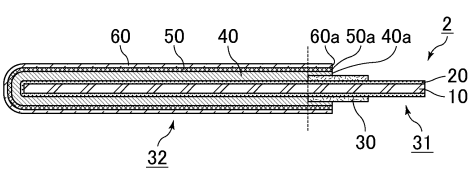
【図６】

図6



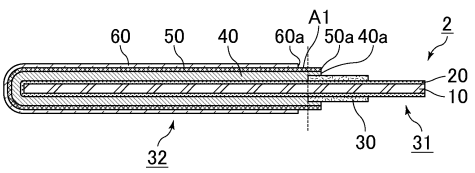
【図７】

図7



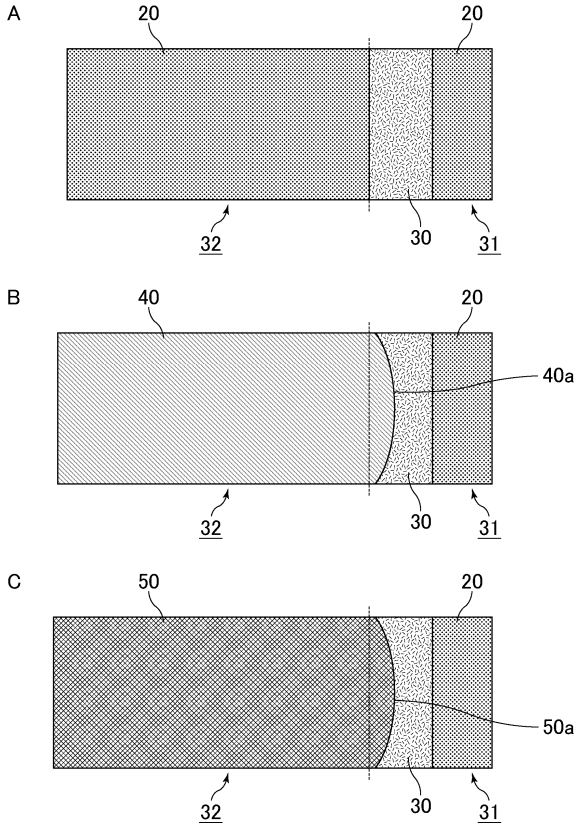
【図８】

図8



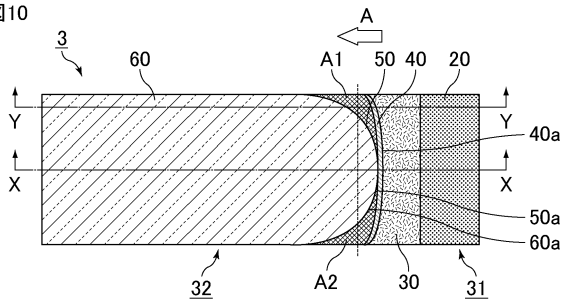
【図９】

図9



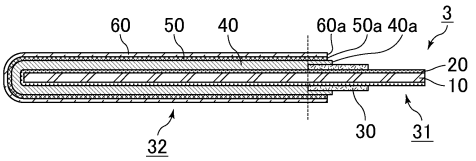
【図１０】

図10



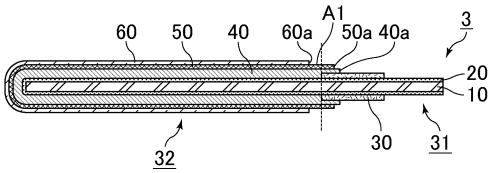
【図１１】

図11



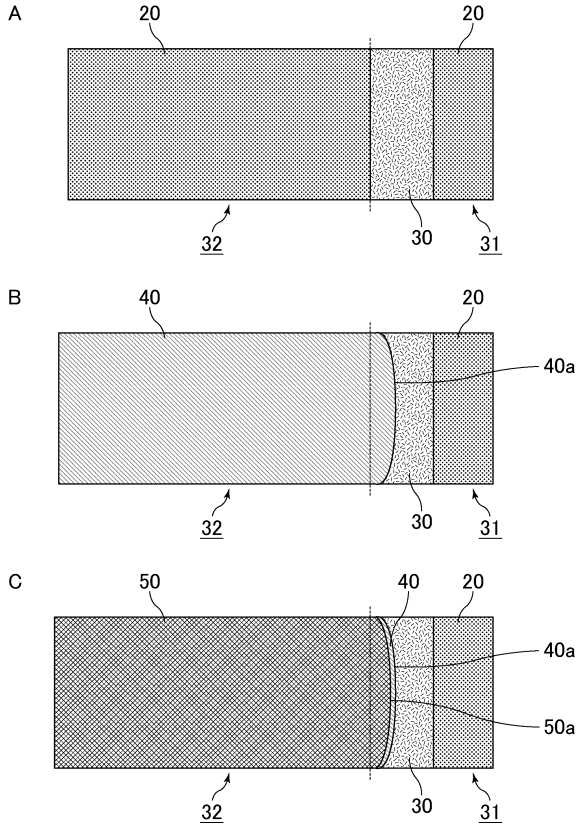
【図１２】

図12



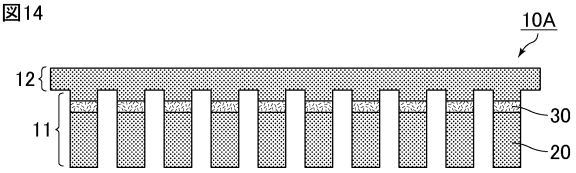
【図１３】

図13



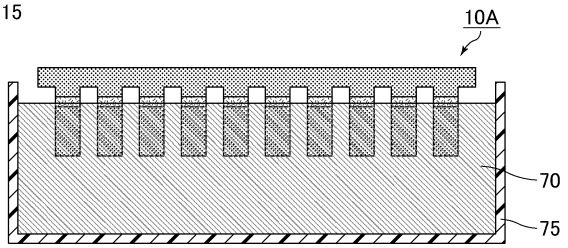
【図１４】

図14



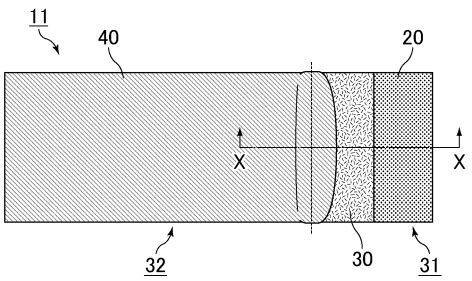
【図１５】

図15



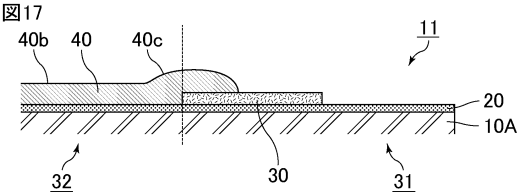
【図１６】

図16



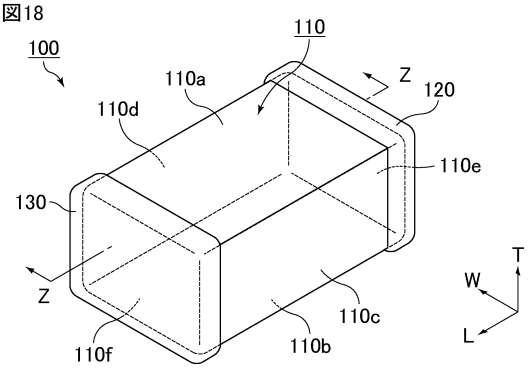
【図１７】

図17



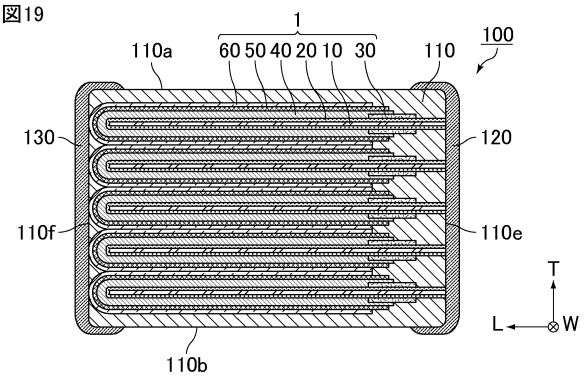
【図１８】

図18



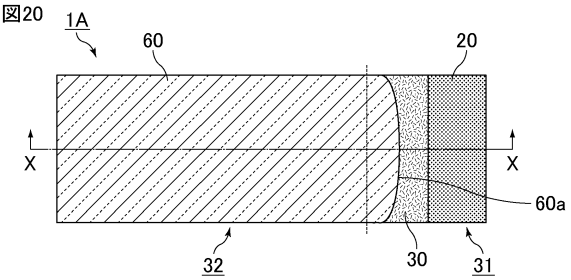
【図１９】

図19



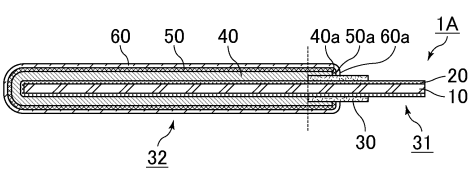
【図２０】

図20



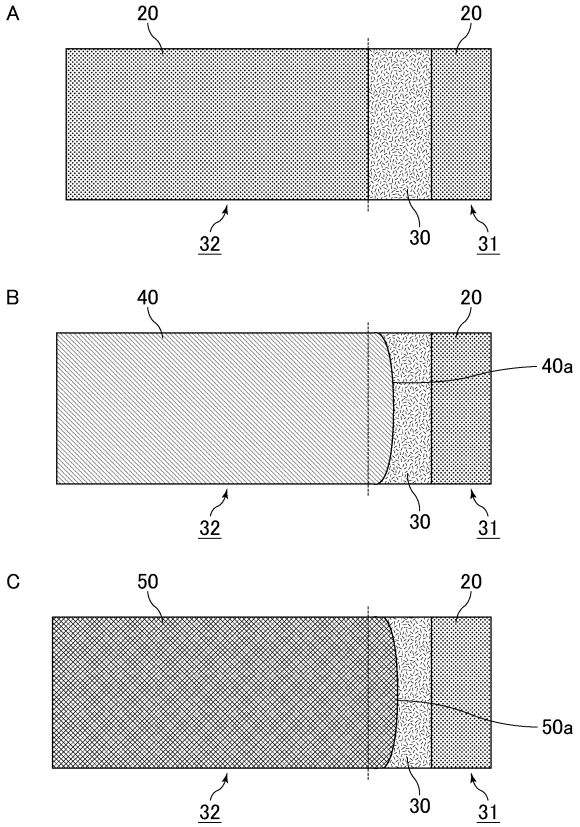
【図２１】

図21



【図２２】

図22



フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００７－２６７１０７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２６７８６６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１６８０３４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１８／２２１０９６（ＷＯ，Ａ１）
特開２００５－０４５００７（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２１６９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１５５２３６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０３２７６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０２５８６３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１７７４６７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０４１９３３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｇ　９／０５５
Ｈ０１Ｇ　９／０２８