

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7620821号  
(P7620821)

(45)発行日 令和7年1月24日(2025.1.24)

(24)登録日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 G 9/055(2006.01) H 0 1 G 9/055 1 0 3  
H 0 1 G 9/15 (2006.01) H 0 1 G 9/15

請求項の数 7 (全12頁)

(21)出願番号	特願2022-510026(P2022-510026)	(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3月18日(2021.3.18)	(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/JP2021/010999	(72)発明者	上中 敬太 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	WO2021/193330	(72)発明者	廣田 兄 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3年9月30日(2021.9.30)	(72)発明者	島本 秀樹 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニック株式会社内
審査請求日	令和6年2月29日(2024.2.29)	(72)発明者	松村 菜穂
(31)優先権主張番号	特願2020-55053(P2020-55053)		
(32)優先日	令和2年3月25日(2020.3.25)		
(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コンデンサ素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンデンサ素子を備え、

前記コンデンサ素子は、陽極体と、前記陽極体の表面に形成された誘電体層と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、前記固体電解質層に接触するとともに前記固体電解質層の少なくとも一部を覆う第1層とを備え、

前記第1層は、陰極引出層の少なくとも一部を構成し、

前記固体電解質層の電極電位  $P_s$  は、前記第1層の電極電位  $P_1$  よりも高く、

前記電極電位  $P_s$  は、 $0.5V$ 以下であり、

前記固体電解質層は、導電性高分子を含む、電解コンデンサ。

10

【請求項2】

$P_s$ と $P_1$ との差は、 $0.02V$ 以上である、請求項1に記載の電解コンデンサ。

【請求項3】

$P_s$ は、 $0.2V$ より大きい、請求項1または2に記載の電解コンデンサ。

【請求項4】

前記第1層は、導電性カーボンを含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の電解コンデンサ。

【請求項5】

前記陰極引出層は、前記第1層と、前記第1層の少なくとも一部を覆う第2層と、を備え、

20

前記第 2 層が、金属粉を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサ。

【請求項 6】

2 つ以上の前記コンデンサ素子の積層体を備える、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサ。

【請求項 7】

陽極体と、前記陽極体の表面に形成された誘電体層と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、前記固体電解質層に接触するとともに前記固体電解質層の少なくとも一部を覆う第 1 層とを備え、

前記第 1 層は、陰極引出層の少なくとも一部を構成し、

前記固体電解質層の電極電位  $P_s$  は、前記第 1 層の電極電位  $P_1$  よりも高く、

前記電極電位  $P_s$  は、 $0.5 \text{ V}$  以下であり、

前記固体電解質層は、導電性高分子を含む、コンデンサ素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、導電性高分子を含む固体電解質層を備えるコンデンサ素子およびそれを含む電解コンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

小型かつ大容量で ESR (等価直列抵抗) の低いコンデンサとして、導電性高分子を含む固体電解質層を備えるコンデンサ素子を備える電解コンデンサが有望視されている。コンデンサ素子は、例えば、陽極体と、陽極体の表面の少なくとも一部に形成された誘電体層と、誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、固体電解質層の少なくとも一部を覆う陰極引出層とを備える。固体電解質層を備える電解コンデンサは、固体電解コンデンサとも称される。

20

【0003】

特許文献 1 は、固体電解コンデンサに、イオン性高分子と複合体化した導電性高分子を用いることを提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2005 - 281410 号公報

【発明の概要】

【0005】

本開示の一側面に係る電解コンデンサは、コンデンサ素子を備え、前記コンデンサ素子は、陽極体と、前記陽極体の表面に形成された誘電体層と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、前記固体電解質層に接触するとともに前記固体電解質層の少なくとも一部を覆う第 1 層とを備え、前記第 1 層は、陰極引出層の少なくとも一部を構成し、前記固体電解質層の電極電位  $P_s$  は、前記第 1 層の電極電位  $P_1$  よりも高い。

【0006】

本開示の他の側面に係るコンデンサ素子は、陽極体と、前記陽極体の表面に形成された誘電体層と、前記誘電体層の少なくとも一部を覆う固体電解質層と、前記固体電解質層に接触するとともに前記固体電解質層の少なくとも一部を覆う第 1 層とを備え、前記第 1 層は、陰極引出層の少なくとも一部を構成し、前記固体電解質層の電極電位  $P_s$  は、前記第 1 層の電極電位  $P_1$  よりも高い。

40

【0007】

ESR の増加が抑制された電解コンデンサを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】図 1 は、本開示の一実施形態に係る電解コンデンサの断面模式図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

実施形態の説明に先立って、従来技術における課題について簡単に以下に示す。

## 【0010】

固体電解質層を備える電解コンデンサでは、固体電解質層に含まれる導電性高分子が徐々に酸化劣化して、ESRが増加する。導電性高分子が酸化劣化すると、固体電解質層の抵抗が大きくなり、静電容量が低下する。このようなESRの増加または静電容量の低下が起こると、電解コンデンサの信頼性が低下する。特に、電解コンデンサを、高温環境に長期間晒すと、導電性高分子の酸化劣化が顕著になり、ESRの増加または静電容量の低下が生じやすくなる。

10

## 【0011】

一般に、金属の電極電位が高くなると、低い場合に比べて酸化され難くなる。第1金属を含む部材と、第1金属よりも電極電位が低い第2金属を含む部材とが接触した状態で、水分子などの電子伝達を担う成分が介在すると、第2金属のみが酸化され、局部電池が形成される。

## 【0012】

電解コンデンサの場合、電解コンデンサ内に水分が侵入することで、導電性高分子の酸化劣化が進行することがある。この酸化劣化の要因の1つが、固体電解質層の電極電位が、陰極引出層の固体電解質層と接触する層の電極電位よりも低いことで、導電性高分子の酸化が優先的に進行することにあることが明らかとなった。導電性高分子の酸化劣化は、特に、高温環境下で顕著である。

20

## 【0013】

このような新たな知見に鑑み、本開示の電解コンデンサまたはコンデンサ素子では、固体電解質層の電極電位 $P_s$ を、固体電解質層に接触するとともに固体電解質層の少なくとも一部を覆い、かつ陰極引出層の少なくとも一部を構成する第1層の電極電位 $P_1$ よりも高くする。

## 【0014】

固体電解質層の電極電位 $P_s$ を、第1層の電極電位 $P_1$ よりも高くすることで、固体電解質層に含まれる導電性高分子の酸化が抑制され、固体電解質層の劣化が抑制される。これにより、ESRの増加が抑制される。また、固体電解質層の劣化に伴う抵抗の増加が抑制されることで、静電容量の低下も抑制される。よって、電解コンデンサの信頼性を高めることができる。

30

## 【0015】

固体電解質層の電極電位 $P_s$ は、例えば、導電性高分子の種類、ドーパントの種類、ドーパントの比率、重合により導電性高分子を形成する際に印可する電位（以下、重合電位と称する）および電流を選択または調節することにより調節できる。平坦な面に導電性高分子を生成させて固体電解質層を形成する場合には、固体電解質層の電極電位 $P_s$ と重合電位との間には、ある程度の相関関係が見られる。しかし、実際には、電解コンデンサでは、少なくとも表層が多孔質である陽極体の表面の孔や窪み（ピット）の内壁面に沿って誘電体層が形成され、この誘電体層を覆うように固体電解質層も孔やピットの内壁面に沿って形成される。そのため、電解コンデンサにおける固体電解質層の電極電位 $P_s$ は、重合電位とは一概には相関しない。

40

## 【0016】

なお、電極電位 $P_s$ および $P_1$ は、銀/塩化銀電極（ $Ag/Ag^+$ ）を参照電極として用いて測定される値である。

## 【0017】

以下、必要に応じて図面を参照しながら、本開示の電解コンデンサおよびその製造方法についてより具体的に説明する。

## 【0018】

[電解コンデンサ]

50

電解コンデンサは、1つまたは2つ以上のコンデンサ素子を備える。電解コンデンサに含まれるコンデンサ素子の少なくとも1つにおいて、 $P_s > P_1$ であればよい。電解コンデンサに2つ以上のコンデンサ素子が含まれる場合には、50%以上のコンデンサ素子において $P_s > P_1$ であることが好ましく、75%以上のコンデンサ素子において $P_s > P_1$ であることがより好ましく、全てのコンデンサ素子において $P_s > P_1$ であることがさらに好ましい。

【0019】

(コンデンサ素子)

(陽極体)

陽極体は、弁作用金属、弁作用金属を含む合金、および弁作用金属を含む化合物などを含むことができる。これらの材料は一種を単独でまたは二種以上を組み合わせで使用できる。弁作用金属としては、例えば、アルミニウム、タンタル、ニオブ、チタンが好ましく使用される。表面が多孔質である陽極体は、例えば、弁作用金属を含む基材（箔状または板状の基材など）の表面を粗面化することで得られる。粗面化は、例えば、エッチング処理などにより行うことができる。また、陽極体は、弁作用金属を含む粒子の成形体またはその焼結体でもよい。なお、焼結体は、多孔質構造を有する。

10

【0020】

(誘電体層)

誘電体層は、陽極体の少なくとも一部の表面を覆うように形成された誘電体として機能する絶縁性の層である。誘電体層は、陽極体の表面の弁作用金属を、化成処理などにより陽極酸化することで形成される。誘電体層は、陽極体の少なくとも一部を覆うように形成されていけばよい。誘電体層は、通常、陽極体の表面に形成される。誘電体層は、陽極体の多孔質の表面に形成されるため、陽極体の表面の孔やピットの内壁面に沿って形成される。

20

【0021】

誘電体層は弁作用金属の酸化物を含む。例えば、弁作用金属としてタンタルを用いた場合の誘電体層は $Ta_2O_5$ を含み、弁作用金属としてアルミニウムを用いた場合の誘電体層は $Al_2O_3$ を含む。尚、誘電体層はこれに限らず、誘電体として機能するものであればよい。

【0022】

(固体電解質層)

固体電解質層は、陽極体の表面に、誘電体層を介して、誘電体層を覆うように形成される。固体電解質層は、必ずしも誘電体層の全体（表面全体）を覆う必要はなく、誘電体層の少なくとも一部を覆うように形成されていけばよい。固体電解質層は、電解コンデンサにおける陰極体の少なくとも一部を構成する。陰極体は、通常、固体電解質層と陰極引出層とを含む。

30

【0023】

本開示の電解コンデンサまたはコンデンサ素子では、固体電解質層の電極電位 $P_s$ を、陰極引出層に含まれる第1層の電極電位 $P_1$ よりも高くする。 $P_s$ と $P_1$ との差は、例えば、0.02V以上であり、0.05V以上が好ましく、0.1V以上がより好ましい。 $P_s$ と $P_1$ との差がこのような範囲である場合、固体電解質層の酸化劣化をさらに抑制することができる。

40

【0024】

固体電解質層の電極電位 $P_s$ は、例えば、0.2Vより大きく、0.22V以上であってもよく、0.25V以上であってもよい。第1層の電極電位 $P_1$ にもよるが、 $P_s$ をこのような範囲とすることで、固体電解質層の酸化劣化をさらに抑制し易くなる。 $P_s$ の上限は特に制限されないが、例えば、0.5V以下であってもよい。

【0025】

固体電解質層の電極電位 $P_s$ は、1.5重量%のp-トルエンスルホン酸水溶液中に固体電解質層が露出した状態のサンプルを浸漬した状態で、銀( $Ag/Ag^+$ )を参照電極

50

として用いて測定できる。サンプルは、コンデンサ素子を、マイクロトームなどで固体電解質層が露出するまで切削することにより作製できる。第1層の電極電位 $P_1$ も、固体電解質層の電極電位 $P_5$ の場合に準じて、第1層が露出した状態のサンプルを用いて測定できる。サンプルは、コンデンサ素子を、必要に応じて、マイクロトームなどで第1層が露出するまで切削することにより作製できる。

【0026】

固体電解質層は、導電性高分子を含む。固体電解質層は、必要に応じて、さらに、ドーパントおよび添加剤の少なくとも一方を含んでもよい。

【0027】

導電性高分子としては、電解コンデンサに使用される公知のもの、例えば、共役系導電性高分子などが使用できる。導電性高分子としては、例えば、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフラン、ポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン、ポリアセン、およびポリチオフェンビニレンを基本骨格とする高分子が挙げられる。これらのうち、ポリピロール、ポリチオフェン、またはポリアニリンを基本骨格とする高分子が好ましい。上記の高分子には、単独重合体、二種以上のモノマーの共重合体、およびこれらの誘導体（置換基を有する置換体など）も含まれる。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。

10

【0028】

導電性高分子は、一種を単独で用いてもよく、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

【0029】

導電性高分子の重量平均分子量(Mw)は、特に限定されないが、例えば1,000以上1,000,000以下である。

20

【0030】

なお、本明細書中、重量平均分子量(Mw)は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)で測定されるポリスチレン換算の値である。なお、GPCは、通常は、ポリスチレンゲルカラムと、移動相としての水/メタノール(体積比8/2)とを用いて測定される。

【0031】

固体電解質層は、さらにドーパントを含むことができる。ドーパントとしては、例えば、アニオンおよびポリアニオンからなる群より選択される少なくとも一種が使用される。

30

【0032】

アニオンとしては、例えば、硫酸イオン、硝酸イオン、燐酸イオン、硼酸イオン、有機スルホン酸イオン、カルボン酸イオンなどが挙げられるが、特に制限されない。スルホン酸イオンを生成するドーパントとしては、例えば、p-トルエンスルホン酸、およびナフタレンスルホン酸などが挙げられる。

【0033】

ポリアニオンとしては、例えば、高分子タイプのポリスルホン酸および高分子タイプのポリカルボン酸などが挙げられる。高分子タイプのポリスルホン酸としては、ポリビニルスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸、ポリアリルスルホン酸、ポリアクリルスルホン酸、およびポリメタクリルスルホン酸などが挙げられる。高分子タイプのポリカルボン酸としては、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸などが挙げられる。ポリアニオンには、ポリエステルスルホン酸、およびフェノールスルホン酸ノボラック樹脂なども含まれる。しかし、ポリアニオンは、これらに制限されるものではない。

40

【0034】

アニオンおよびポリアニオンは、それぞれ、塩の形態で固体電解質層に含まれていてもよい。固体電解質層において、アニオンおよびポリアニオンのそれぞれは、導電性高分子とともに、導電性高分子複合体を形成していてもよい。

【0035】

固体電解質層に含まれるドーパントの量は、導電性高分子100質量部に対して、例えば、10~1000質量部であり、20~500質量部または50~200質量部であっ

50

てもよい。

【0036】

固体電解質層は、単層であってもよく、複数の層で構成してもよい。固体電解質層が複数層で構成される場合、各層に含まれる導電性高分子は同じであってもよく、異なってもよい。また、各層に含まれるドーパントは同じであってもよく、異なってもよい。

【0037】

固体電解質層は、必要に応じて、さらに、公知の添加剤、および導電性高分子以外の公知の導電性材料を含んでもよい。このような導電性材料としては、例えば、二酸化マンガンなどの導電性無機材料、およびTCNQ錯塩からなる群より選択される少なくとも一種が挙げられる。

10

【0038】

なお、誘電体層と固体電解質層との間には、密着性を高める層などを介在させてもよい。

【0039】

固体電解質層は、例えば、導電性高分子の前駆体を含む処理液を用いて、前駆体を誘電体層上で重合させることにより形成される。重合は、化学重合、および電解重合の少なくともいずれかにより行うことができる。導電性高分子の前駆体としては、モノマー、オリゴマーまたはプレポリマーなどが挙げられる。固体電解質層は、誘電体層に、導電性高分子を含む処理液（例えば、分散液または溶液）を付着させた後、乾燥させることにより形成してもよい。分散媒（または溶媒）としては、例えば、水、有機溶媒、またはこれらの混合物が挙げられる。処理液は、さらにドーパントなどの他の成分を含んでもよい。

20

【0040】

導電性高分子の前駆体を含む処理液を用いる場合、前駆体を重合させるために酸化剤が使用される。酸化剤は、添加剤として処理液に含まれていてもよい。また、酸化剤は、誘電体層が形成された陽極体に処理液を接触させる前または後に、陽極体に塗布してもよい。このような酸化剤としては、硫酸塩、スルホン酸またはその塩が例示できる。酸化剤は、一種を単独でまたは二種以上を組み合わせて用いることができる。硫酸塩としては、例えば、硫酸第二鉄、過硫酸ナトリウムなどの硫酸や過硫酸などの硫酸類と金属との塩が挙げられる。塩を構成する金属としては、例えば、アルカリ金属（ナトリウム、カリウムなど）、鉄、銅、クロム、亜鉛などが挙げられる。スルホン酸またはその塩は、酸化剤としての機能に加え、ドーパントとしての機能も有する。スルホン酸またはその塩としては、ドーパントについて例示した低分子のスルホン酸またはその塩などが使用される。

30

【0041】

処理液への浸漬と重合（または乾燥）とにより固体電解質層を形成する工程は、1回行なってもよいが、複数回繰り返してもよい。各回において、処理液の組成および粘度などの条件を同じにしてもよく、少なくとも1つの条件を変化させてもよい。

【0042】

固体電解質層の電極電位 $P_s$ は、化学重合または導電性高分子を含む処理液を用いて固体電解質層を形成する場合には、導電性高分子の種類およびドーパントの種類を選択したり、ドーパントの量または濃度を調節したりすることにより調節できる。電解重合により固体電解質層を形成する場合には、導電性高分子の種類およびドーパントの種類を選択したり、ドーパントの量または濃度を調節したり、重合電位を調節したりすることにより電極電位 $P_s$ を調節することができる。

40

【0043】

（陰極引出層）

陰極引出層は、固体電解質層と接触するとともに固体電解質層の少なくとも一部を覆う第1層を少なくとも備えていればよく、第1層と、第1層を覆う第2層とを備えていてもよい。第1層としては、例えば、導電性粒子を含む層、金属箔などが挙げられる。導電性粒子としては、例えば、導電性カーボンおよび金属粉から選択される少なくとも一種が挙げられる。例えば、第1層としての導電性カーボンを含む層と、第2層としての金属粉を含む層または金属箔とで陰極引出層を構成してもよい。第1層として金属箔を用いる場合

50

には、この金属箔で陰極引出層を構成してもよい。

【0044】

導電性カーボンを含む第1層は、例えば、導電性カーボンを含む分散液中に固体電解質層が形成された誘電体層を有する陽極体を浸漬したり、または導電性カーボンを含むペーストを固体電解質層の表面に塗布したりすることにより形成することができる。導電性カーボンとしては、例えば、人造黒鉛、天然黒鉛などの黒鉛類やカーボンブラックが使用される。分散液およびペーストとしては、例えば、導電性カーボンを水系の液体媒体に分散させたものが用いられる。

【0045】

第2層としての金属粉を含む層は、例えば、金属粉を含む組成物を第1層の表面に積層することにより形成できる。このような第2層としては、例えば、銀粒子などの金属粉と樹脂（バインダ樹脂）とを含む組成物を用いて形成される金属ペースト層などが利用できる。樹脂としては、熱可塑性樹脂を用いることもできるが、イミド系樹脂、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。

10

【0046】

第1層として金属箔を用いる場合、金属の種類は特に限定されないが、アルミニウム、タンタル、ニオブなどの弁作用金属または弁作用金属を含む合金を用いることが好ましい。必要に応じて、エッチング処理などにより金属箔の表面を粗面化してもよい。金属箔の表面には、化成皮膜が設けられていてもよく、金属箔を構成する金属とは異なる金属（異種金属）や非金属の被膜が設けられていてもよい。異種金属や非金属としては、例えば、チタンのような金属やカーボン（導電性カーボンなど）のような非金属などを挙げることができる。

20

【0047】

上記の異種金属または非金属（例えば、導電性カーボン）の被膜を第1層として、上記の金属箔を第2層としてもよい。

【0048】

第1層の電極電位  $P_1$  は、第1層の材料および形態などを選択することにより調節することができる。

【0049】

第1層の厚みは、例えば、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

30

【0050】

第2層の厚みは、例えば、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0051】

（セパレータ）

金属箔を陰極引出層に用いる場合、金属箔と陽極体との間にはセパレータを配置してもよい。セパレータとしては、特に制限されず、例えば、セルローズ、ポリエチレンテレフタレート、ビニロン、ポリアミド（例えば、脂肪族ポリアミド、アラミドなどの芳香族ポリアミド）の繊維を含む不織布などを用いてもよい。

40

【0052】

（その他）

電解コンデンサは、巻回型であってもよく、チップ型または積層型のいずれであってもよい。例えば、電解コンデンサは、2つ以上のコンデンサ素子の積層体を備えていてもよい。コンデンサ素子の構成は、電解コンデンサのタイプに応じて、選択すればよい。

【0053】

コンデンサ素子において、陰極引出層には、陰極端子の一端部が電氣的に接続される。陰極端子は、例えば、陰極体に導電性接着剤を塗布し、この導電性接着剤を介して陰極体に接合される。陽極体には、陽極端子の一端部が電氣的に接続される。陽極端子の他端部および陰極端子の他端部は、それぞれ樹脂外装体から引き出される。樹脂外装体から露出

50

した陽極端子の他端部および陰極端子の他端部のそれぞれは、電解コンデンサを搭載すべき基板（図示せず）との半田接続などに用いられる。

【0054】

コンデンサ素子は、樹脂外装体またはケースを用いて封止される。例えば、コンデンサ素子および外装体の材料樹脂（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、コンデンサ素子を樹脂外装体で封止してもよい。このとき、コンデンサ素子から引き出された陽極リードに接続された陽極端子および陰極端子の他端部側の部分を、それぞれ金型から露出させる。また、コンデンサ素子を、陽極端子および陰極端子の他端部側の部分が有底ケースの開口側に位置するように有底ケースに収納し、封止体で有底ケースの開口を封口することにより電解コンデンサを形成してもよい。

10

【0055】

図1は、本発明の一実施形態に係る電解コンデンサの構造を概略的に示す断面図である。図1に示すように、電解コンデンサ1は、コンデンサ素子2と、コンデンサ素子2を封止する樹脂外装体3と、樹脂外装体3の外部にそれぞれ少なくともその一部が露出する陽極端子4および陰極端子5と、を備えている。陽極端子4および陰極端子5は、例えば銅または銅合金などの金属で構成することができる。樹脂外装体3は、ほぼ直方体の外形を有しており、電解コンデンサ1もほぼ直方体の外形を有している。

【0056】

コンデンサ素子2は、陽極体6と、陽極体6を覆う誘電体層7と、誘電体層7を覆う陰極体8とを備える。陰極体8は、誘電体層7を覆う固体電解質層9と、固体電解質層9を覆う陰極引出層10とを備える。図示例において、陰極引出層10は、第1層としてのカーボン層11および第2層としての金属ペースト層12を有する。固体電解質層9の電極電位 $P_5$ は、固体電解質層9と接触しているカーボン層11の電極電位 $P_1$ よりも高い。これにより、固体電解質層9に含まれる導電性高分子の酸化劣化が抑制されることで、ESRの増加が抑制される。また、静電容量の低下が抑制される。よって、電解コンデンサの信頼性を高めることができる。

20

【0057】

陽極体6は、陰極体8と対向する領域と、対向しない領域とを含む。陽極体6の陰極体8と対向しない領域のうち、陰極体8に隣接する部分には、陽極体6の表面を帯状に覆うように絶縁性の分離層13が形成され、陰極体8と陽極体6との接触が規制されている。陽極体6の陰極体8と対向しない領域のうち、陰極体8に隣接する部分以外の他の一部は、陽極端子4と、溶接により電氣的に接続されている。陰極端子5は、導電性接着剤により形成される接着層14を介して、陰極体8と電氣的に接続している。

30

【0058】

[実施例]

以下、本発明を実施例および比較例に基づいて具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0059】

《実施例1》

下記の要領で、図1に示す電解コンデンサ1（電解コンデンサA1）を作製し、その特性を評価した。

40

【0060】

(1) 陽極体6の準備

基材としてのアルミニウム箔（厚み：100 $\mu$ m）の両方の表面をエッチングにより粗面化することで、陽極体6を作製した。

【0061】

(2) 誘電体層7の形成

陽極体6の他端部側の部分を、化成液に浸漬し、70Vの直流電圧を、20分間印加して、酸化アルミニウムを含む誘電体層7を形成した。

50

## 【 0 0 6 2 】

## ( 3 ) 固体電解質層 9 の形成

ピロールモノマーと p - トルエンスルホン酸とを含む水溶液を調製した。この水溶液中のモノマー濃度は、0 . 5 m o l / L であり、p - トルエンスルホン酸の濃度は 0 . 3 m o l / L とした。

## 【 0 0 6 3 】

得られた水溶液に、上記 ( 2 ) で誘電体層 7 が形成された陽極体 6 と、対電極とを浸漬し、25 で、重合電圧 3 V ( 銀参照電極に対する重合電位 ) で電解重合を行うことにより、固体電解質層 9 を形成した。

## 【 0 0 6 4 】

## ( 4 ) 陰極体 8 の形成

上記 ( 3 ) で得られた固体電解質層 9 が形成された陽極体 6 を、黒鉛粒子を水に分散した分散液に浸漬し、分散液から取り出し後、乾燥することにより、少なくとも固体電解質層 9 の表面にカーボン層 1 1 を形成した。乾燥は、130 ~ 180 で 10 ~ 30 分間行った。

## 【 0 0 6 5 】

次いで、カーボン層 1 1 の表面に、銀粒子とバインダ樹脂 ( エポキシ樹脂 ) とを含む銀ペーストを塗布し、150 ~ 200 で 10 ~ 60 分間加熱することでバインダ樹脂を硬化させ、金属ペースト層 1 2 を形成した。こうして、カーボン層 1 1 と金属ペースト層 1 2 とで構成される陰極体 8 を形成した。

## 【 0 0 6 6 】

上記のようにして、コンデンサ素子 2 を作製した。

## 【 0 0 6 7 】

## ( 5 ) 電解コンデンサ 1 の組み立て

上記 ( 4 ) で得られたコンデンサ素子 2 の陰極体 8 と、陰極端子 5 の一端部とを導電性接着剤の接着層 1 4 で接合した。コンデンサ素子 2 から突出した陽極体 6 の一端部と、陽極端子 4 の一端部とをレーザ溶接により接合した。

## 【 0 0 6 8 】

次いで、モールド成形により、コンデンサ素子 2 の周囲に、絶縁性樹脂で形成された樹脂外装体 3 を形成した。このとき、陽極端子 4 の他端部と、陰極端子 5 の他端部とは、樹脂外装体 3 から引き出した状態とした。

## 【 0 0 6 9 】

このようにして、電解コンデンサ A 1 を完成させた。上記と同様にして、電解コンデンサ A 1 を合計 20 個作製した。

## 【 0 0 7 0 】

## ( 6 ) 評価

電解コンデンサまたはコンデンサ素子を用いて、下記の評価を行った。

## 【 0 0 7 1 】

( a ) 電極電位  $P_s$  および  $P_1$ 

コンデンサ素子 2 を用いて、既述の手順で、固体電解質層 9 の電極電位  $P_s$  および第 1 層としてのカーボン層 1 1 の電極電位  $P_1$  を測定した。

## 【 0 0 7 2 】

## ( b ) ESR の変化率および静電容量の変化率

20 の環境下で、4 端子測定用の LCR メータを用いて、各電解コンデンサの周波数 120 kHz における初期の静電容量 (  $\mu F$  ) を測定するとともに、周波数 100 kHz における初期の ESR ( m ) をそれぞれ測定した。そして、20 個の電解コンデンサにおける平均値を求めた。

## 【 0 0 7 3 】

次いで、145 および 0 . 4 % RH の環境下で、電解コンデンサに定格電圧を 500 時間印加することにより加速試験を行った。その後、初期の静電容量および ESR の場合

10

20

30

40

50

と同様の手順で、20℃環境下で静電容量およびESRを測定し、20個の電解コンデンサの平均値を求めた。初期の静電容量の平均値に対する加速試験後の静電容量の平均値の比率(%)を静電容量の変化率(Cap)として算出した。初期のESRの平均値に対する加速試験後のESRの平均値の比率(%)をESRの変化率(ESR)として算出した。

【0074】

《実施例2～3および比較例1～3》

実施例1の(3)において、水溶液のp-トルエンスルホン酸の濃度を変更するとともに、重合電圧を変更して電解重合を行った。これら以外は、実施例1と同様にして、コンデンサ素子および電解コンデンサを作製し、評価を行った。

10

【0075】

評価結果を表1に示す。表1において、電解コンデンサA1～A3は、それぞれ実施例1～3であり、電解コンデンサB1～B3は、それぞれ比較例1～3である。

【0076】

【表1】

コンデンサNo.	$P_s$ (V)	$P_1$ (V)	$P_s - P_1$ (V)	$\Delta ESR$ (%)	$\Delta Cap$ (%)
A1	0.2314	0.2	0.0314	-4.9	-4.6
A2	0.2512	0.2	0.0512	-16.6	-4.03
A3	0.2944	0.2	0.0944	-18.6	-3.78
B1	0.1098	0.2	-0.0902	291.1	-73.7
B2	0.1250	0.2	-0.0750	230.8	-57.3
B3	0.1845	0.2	-0.0155	89.0	-42.6

20

【産業上の利用可能性】

【0077】

本開示によれば、ESRの増加または静電容量の低下が抑制され、信頼性に優れた電解コンデンサが提供される。このような電解コンデンサは、高い信頼性が求められる様々な用途に用いることができる。

30

【符号の説明】

【0078】

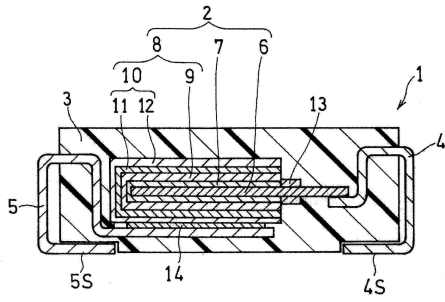
1：電解コンデンサ、2：コンデンサ素子、3：樹脂外装体、4：陽極端子、4S：陽極端子の主面、5：陰極端子、5S：陰極端子の主面、6：陽極体、7：誘電体層、8：陰極体、9：固体電解質層、10：陰極引出層、11：カーボン層、12：金属ペースト層、13：分離層、14：接着層

40

50

【図面】

【図 1】



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1006番地 パナソニックインダストリー株式会社内

審査官 花田 尚樹

(56)参考文献 特開2005-286072(JP,A)

特開2008-112851(JP,A)

特開2000-188239(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01G 9/055

H01G 9/15