

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-5003

(P2020-5003A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 G 9/02 (2006.01)	HO 1 G 9/02	
HO 1 G 9/15 (2006.01)	HO 1 G 9/15 1 0 0	
HO 1 G 9/048 (2006.01)	HO 1 G 9/048 F	
HO 1 G 9/028 (2006.01)	HO 1 G 9/048 B	
HO 1 G 9/145 (2006.01)	HO 1 G 9/028 F	

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-186140 (P2019-186140)  
 (22) 出願日 令和1年10月9日 (2019.10.9)  
 (62) 分割の表示 特願2015-535318 (P2015-535318) の分割  
 原出願日 平成26年9月4日 (2014.9.4)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-185877 (P2013-185877)  
 (32) 優先日 平成25年9月9日 (2013.9.9)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)

(71) 出願人 314012076  
 パナソニック I P マネジメント株式会社  
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号  
 (74) 代理人 100106116  
 弁理士 鎌田 健司  
 (74) 代理人 100115554  
 弁理士 野村 幸一  
 (72) 発明者 久保 大輔  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内  
 (72) 発明者 高橋 雅幸  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

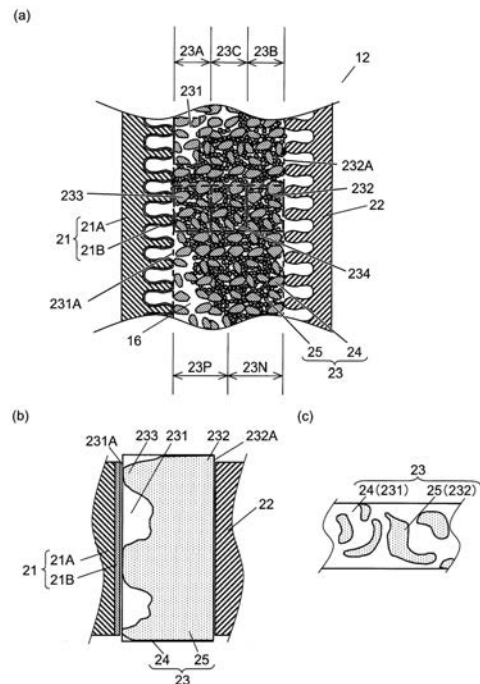
(54) 【発明の名称】 蓄電デバイス

(57) 【要約】

【課題】導電性セパレータを用いてESRを低減するとともに、耐電圧特性を高めた蓄電デバイス及びその製造方法を提供する。

【解決手段】蓄電デバイスは、蓄電素子と電解液とを有する。蓄電素子は陽極体と、この陽極体に対向する陰極体と、陽極体と陰極体との間に介在するセパレータとで構成されている。セパレータは、セパレータ基材と、このセパレータ基材に被着した導電性高分子とを含む。電解液は蓄電素子に含浸している。セパレータは、陽極体に対向する第1面を含む第1表層と、陰極体に対向する第2面を含む第2表層とを有する。そして第1表層は導電性高分子が被着していない第1領域を有し、第2表層は導電性高分子が被着した第2領域を有する。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

陽極体と、前記陽極体に対向する陰極体と、セパレータ基材と前記セパレータ基材に被着した導電性高分子とを含み前記陽極体と前記陰極体との間に介在するセパレータとを有する蓄電素子と、

前記蓄電素子に含浸した電解液と、を備え、

前記セパレータは、前記陽極体に対向する第 1 面を含む第 1 表層と、前記陰極体に対向する第 2 面を含む第 2 表層とを有し、

前記第 1 表層は前記導電性高分子が被着していない第 1 領域を有し、前記第 2 表層は前記導電性高分子が被着した第 2 領域を有する蓄電デバイス。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 表層は、前記導電性高分子が被着した第 3 領域を有し、

前記第 1 表層における前記第 3 領域の、前記陽極体との対向面積は、前記第 2 表層における前記第 2 領域の、前記陰極体との対向面積よりも狭い請求項 1 に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 3】

前記セパレータ基材は、非導電性の繊維を含む紙又は不織布で構成され、前記導電性高分子は、前記非導電性の繊維に被着している請求項 1 または 2 に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 4】

前記第 2 表層は、前記第 1 表層に比べて、前記非導電性の繊維を高い密度で含む請求項 3 に記載の蓄電デバイス。

20

## 【請求項 5】

前記第 1 表層は、前記第 2 表層に比べて、前記非導電性の繊維を高い密度で含む請求項 3 に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 6】

前記第 1 表層は、前記導電性高分子が被着した第 3 領域を有し、

前記セパレータは、前記第 1 表層と前記第 2 表層との間に中間層を有し、

前記中間層は、前記導電性高分子が被着した第 4 領域を有し、

前記第 1 表層の前記第 3 領域に被着した前記導電性高分子と前記第 2 表層の前記第 2 領域に被着した前記導電性高分子とは、前記中間層の前記第 4 領域に被着した前記導電性高分子を介して互いに導通している請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の蓄電デバイス。

30

## 【請求項 7】

前記陽極体は、誘電体皮膜を形成した陽極箔で構成され、前記陰極体は、陰極箔で構成され、

前記蓄電素子は、前記陽極箔と前記陰極箔とを前記セパレータを介して巻回して形成されたコンデンサ素子である請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 8】

前記陽極体は前記陽極箔に接続された陽極リードを有し、

前記第 1 表層の前記第 1 領域は、前記陽極箔と前記陽極リードとの接続箇所に対向する位置に設けられた請求項 7 に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 9】

前記第 1 表層の前記第 1 領域は、前記陽極箔の巻回方向に沿った端縁に対向する位置に設けられた請求項 7 または 8 に記載の蓄電デバイス。

40

## 【請求項 10】

前記第 1 表層の前記第 1 領域は、前記陽極箔の巻き始め端縁に対向する位置と前記陽極箔の巻き終わり端縁に対向する位置との少なくとも何れか一方に設けられた請求項 7 ~ 9 の何れか一項に記載の蓄電デバイス。

## 【請求項 11】

前記陽極体の表面には誘電体皮膜が形成され、

前記蓄電素子は、前記陽極体と前記セパレータと前記陰極体とが積層されて形成されたコンデンサ素子である請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の蓄電デバイス。

50

**【請求項 1 2】**

前記第 1 表層の前記第 1 領域は、前記陽極体の端縁に対向する位置に設けられた請求項 1 に記載の蓄電デバイス。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は各種電子機器、産業機器、自動車用機器等に使用される、導電性のセパレータと電解液を併用した蓄電デバイスおよびその製造方法に関する。

**【背景技術】**

10

**【0002】**

電子機器の高周波化に伴い、蓄電デバイスのひとつである電解コンデンサにおいても高周波領域での等価直列抵抗（以下、ESRという）特性に優れた大容量の電解コンデンサが求められている。最近では、このような高周波領域におけるESRを低減するために、電解質として従来の電解液よりも電気伝導度の高い導電性高分子等の固体電解質を用いた固体電解コンデンサが検討され製品化されている。また、その大容量化の要求に対しては、陽極箔と陰極箔との間にセパレータを介在させて巻回したコンデンサ素子の内部に導電性高分子を充填した構成を有する、巻回形固体電解コンデンサが製品化されてきている。

**【0003】**

しかしながら、上記のような固体電解コンデンサにおいては、電解質として誘電体酸化皮膜の修復性の乏しい固体電解質のみを用いているため、従来の電解液を用いた電解コンデンサに比べて、漏れ電流の増大や誘電体酸化皮膜欠陥の発生に伴うショート故障などが発生しやすい。そのため、耐電圧の高いコンデンサを構成することが困難である。

20

**【0004】**

一方、上記課題を改善する目的で、導電性高分子で形成された固体電解質と電解液の両方を電解質に利用した巻回形の電解コンデンサが提案されている。この電解コンデンサでは、セパレータ基材としてマニラ紙またはクラフト紙等のセパレータ紙、あるいは多孔質フィルムまたは合成繊維不織布などを用いる。このセパレータ基材を、過硫酸塩を酸化剤兼ドーパントとしてモノマーを化学酸化重合した導電性高分子で導電化し、その導電化されたセパレータ（以下、導電性セパレータ）を陽極箔と陰極箔の間に介在させてコンデンサ素子を形成する。このようにして形成したコンデンサ素子に電解液を含浸させて用いている（例えば、特許文献1）。

30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開平7-283086号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、従来の導電性セパレータを用いた電解コンデンサは、耐電圧特性を十分に改善できなかった。

40

**【0007】**

そこで、本発明は、導電性セパレータを用いた蓄電デバイスにおいて、耐電圧特性を高めた蓄電デバイス及びその製造方法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】****【0008】**

上記目的を達成するために、本発明の蓄電デバイスは、蓄電素子と電解液とを有する。蓄電素子は陽極体と、この陽極体に対向する陰極体と、陽極体と陰極体との間に介在するセパレータとで構成されている。セパレータは、セパレータ基材と、このセパレータ基材に被着した導電性高分子とを含む。電解液は蓄電素子に含浸している。セパレータは、陽

50

極体に対向する第 1 面を含む第 1 表層と、陰極体に対向する第 2 面を含む第 2 表層とを有する。そして第 1 表層は導電性高分子が被着していない第 1 領域を有し、第 2 表層は導電性高分子が被着した第 2 領域を有する。

【0009】

また本発明の蓄電デバイスの製造方法は次のステップを有する。(1)第 1 面と第 2 面とを有するセパレータ基材に、導電性高分子を被着させて陽極対向面と陰極対向面とを有するセパレータを形成する。(2)陽極をセパレータの陽極対向面に対向させるとともに、陰極をセパレータの陰極対向面に対向させて、蓄電素子を作製する。(3)蓄電素子に電解液を含浸する。そして、セパレータを形成する際には、セパレータ基材の第 1 面と第 2 面の少なくとも一方に導電性高分子の溶液又は分散液である液剤を塗着する。そして、この液剤をセパレータ基材の内部に浸み込ませた後、液剤に含まれる溶媒又は分散媒を蒸発させる。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る蓄電デバイス及びその製造方法によれば、耐電圧特性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明の実施の形態 1、2、3 における蓄電デバイスの断面図

【図 2】(a)図 1 に示す蓄電デバイスの蓄電素子の斜視図、(b)同蓄電素子における陽極体、陰極体及びセパレータの積層関係を説明するための図

20

【図 3】(a)図 2 に示す蓄電素子の部分断面模式図、(b)同蓄電素子において導電性高分子の被着している領域を示す模式図、(c)同蓄電素子における、巻回する前のセパレータを陽極体側からみた図

【図 4】図 3 に示すセパレータ基材の他の例を示す模式図

【図 5】図 3 に示すセパレータ基材のさらに他の例を示す模式図

【図 6】本発明の実施の形態 2 における蓄電素子の部分断面模式図

【図 7】(a)本発明の実施の形態 3 における蓄電素子の部分断面模式図、(b)同蓄電素子において導電性高分子の被着している領域を示す模式図

【図 8】本発明の実施の形態 3 における他の蓄電素子において導電性高分子の被着している領域を示す模式図

30

【図 9】本発明の実施の形態 3 におけるさらに他の蓄電素子において導電性高分子の被着している領域を示す模式図

【図 10】図 7 に示すセパレータ基材の他の例を示す模式図

【図 11】図 7 に示すセパレータ基材のさらに他の例を示す模式図

【図 12】本発明の実施の形態 3 における蓄電素子において、陽極体である陽極箔とセパレータとの位置関係を示す平面図

【図 13】本発明の実施の形態 3 における蓄電素子において、陽極箔に接続された陽極リードとセパレータとの位置関係を示す平面図

【図 14】本発明の実施の形態 3 における他の蓄電素子において、陽極体とセパレータと陰極体の位置関係を示す分解斜視図

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお図面では理解しやすいように寸法を変えて示している。

【0013】

(実施の形態 1)

図 1 は本発明の実施の形態 1 における蓄電デバイスの一例である電解コンデンサの断面図、図 2 (a) は図 1 に示す蓄電デバイスの蓄電素子であるコンデンサ素子 12 の斜視図である。図 2 (b) は、コンデンサ素子 12 における陽極体 21、陰極体 22 及びセパレータ 23 の積層関係を説明するための図である。図 3 (a) は、図 2 に示すコンデンサ素

50

子 1 2 において、陽極体 2 1 と陰極体 2 2 との間に介在するセパレータ 2 3 及び電解液 1 6 を説明するための部分断面模式図である。

【 0 0 1 4 】

電解コンデンサは、コンデンサ素子 1 2 と外装体 1 5 と電解液 1 6 とを有する。コンデンサ素子 1 2 は、図 2 ( a ) に示すように、陽極体 2 1 である陽極箔と、陰極体 2 2 である陰極箔と、陽極体 2 1 と陰極体 2 2 との間に介在したセパレータ 2 3 とを有する。陽極体 2 1 には陽極リード 1 1 A が接続され、陰極体 2 2 には陰極リード 1 1 B が接続されている。コンデンサ素子 1 2 は、図 2 ( b ) に示すように、陽極体 2 1 とセパレータ 2 3 と陰極体 2 2 とが積層され、積層された状態において一端部から巻回されてコンデンサ素子 1 2 が構成されている。外装体 1 5 は、有底筒状のケース 1 3 と、封口体 1 4 とにより構成され、コンデンサ素子 1 2 と電解液 1 6 とを封じている。

10

【 0 0 1 5 】

図 2、図 3 を参照しながらコンデンサ素子 1 2、陽極リード 1 1 A 及び陰極リード 1 1 B について説明する。

【 0 0 1 6 】

陽極体 2 1 は、アルミニウム等の弁金属からなる金属箔 2 1 A をエッチング処理することにより粗面化した表面を化成処理することにより形成されている。すなわち、陽極体 2 1 は表面に誘電体酸化皮膜 2 1 B を有する。一方、陰極体 2 2 はアルミニウム等の金属で形成されている。また、陰極体 2 2 は、アルミニウム等の金属の表面に、化成皮膜や、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のような非金属などを挙げることができる。

20

【 0 0 1 7 】

陽極リード 1 1 A、陰極リード 1 1 B の少なくとも陽極体 2 1、陰極体 2 2 との接合部分は、陽極体 2 1、陰極体 2 2 と同じ材料で構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

図 2 ( b ) に示すように、帯状の陽極体 2 1、陰極体 2 2 には、一端が扁平に形成された陽極リード 1 1 A、陰極リード 1 1 B がそれぞれ、超音波溶着や針カシメ等により接合されている。陽極リード 1 1 A、陰極リード 1 1 B の他方の端部はコンデンサ素子 1 2 の同一端面より引出されている。

【 0 0 1 9 】

セパレータ 2 3 は、セパレータ基材 2 4 と、セパレータ基材 2 4 に被着した導電性高分子 2 5 とで構成されている。すなわち、セパレータ 2 3 は導電性セパレータの一種である。なお、図 3 ( a ) は、繊維状のセパレータ基材 2 4 の断面を示している。セパレータ基材 2 4 には、セルローズ、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ナイロン、芳香族ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、レーヨン、ガラス質等、非導電性の繊維を含む紙又は不織布を用いることができる。あるいはセパレータ基材 2 4 として織布を用いてもよい。なお、図 3 ( a ) は、密度が均一なセパレータ基材 2 4 を示している。

30

【 0 0 2 0 】

導電性高分子 2 5 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、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン、ポリアセチレン、ポリチオフェンビニレンなどが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2 種以上を組み合わせて用いてもよく、2 種以上のモノマーの共重合体でもよい。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。

40

【 0 0 2 1 】

導電性高分子 2 5 は、ドーパントを含んでいてもよい。ドーパントとしては、例えば、

50

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、ポリメタクリルスルホン酸、ポリ(2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸)、ポリイソプレンスルホン酸、ポリアクリル酸などのアニオンが挙げられる。なかでも、ポリスチレンスルホン酸由来のポリアニオンが好ましい。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、これらは単独モノマーの重合体であってもよく、2種以上のモノマーの共重合体であってもよい。

#### 【0022】

導電性高分子25は電解コンデンサの陰極として機能する。なお、導電性高分子25は、微粒子にしたポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)等を分散媒に分散した分散液やポリアニリン等を溶媒に溶解した溶液などの液剤をセパレータ基材24に含浸させ、その後、乾燥することで、セパレータ基材24に被着される。導電性高分子25は繋がった粒子状あるいは膜状に形成され、セパレータ基材24を構成する繊維に被着している。セパレータ23は内部に空隙を有する多孔質であり、その空隙に電解液16が入り込んでいる。なお、図3は、微粒子状の導電性高分子25をセパレータ基材24に被着させた状態を示している。

10

#### 【0023】

分散液を用いて導電性高分子25をセパレータ基材24に被着させる場合、導電性高分子25の微粒子の大きさは、直径1 $\mu$ m以下であることが好ましい。導電性高分子25の微粒子の大きさが直径1 $\mu$ mよりも大きい場合は、セパレータ基材24の空隙部分に微粒子が充填されにくく、電解コンデンサの低ESR化が困難となる。

20

#### 【0024】

また分散媒としては、水や低級アルコールなどの低粘度の溶剤が好ましい。分散媒として低粘度の溶剤を用いると、導電性高分子25のセパレータ基材24への充填効果が高まる。さらに、分散媒として揮発性が高い溶剤を用いたほうが、コンデンサ素子12に微粒子の液剤を含浸した後、溶剤を除去しやすいため、液剤の乾燥を容易にできる。

#### 【0025】

また、分散液に界面活性剤を添加することにより、セパレータ基材24への導電性高分子25の充填性をより高めることができる。添加する界面活性剤としては、アニオン性の界面活性剤やカチオン性の界面活性剤、ノニオン性の界面活性剤などが挙げられる。

#### 【0026】

なお、セパレータ基材24としてセルローズを用いる場合、セパレータ基材24の密度を0.25g/cm<sup>3</sup>以上、0.95g/cm<sup>3</sup>以下にすることが好ましい。

30

#### 【0027】

なお、コンデンサ素子12は、後述するように、セパレータ23を介して陽極体21、陰極体22を積層して構成してもよい。

#### 【0028】

次に、電解液16について説明する。電解液16は、電解コンデンサの陰極として機能する。電解液16は、セパレータ23内部の空隙や、陽極体21のエッチングビットにより形成された孔に入り込んでいる。陽極体21と陰極体22との間にセパレータ23のみを設ける場合、セパレータ基材24に被着した導電性高分子25と誘電体酸化皮膜21Bとが殆ど接触しないので、陽極体21と陰極体22の間には電解液16が必要となる。また、電解液16によりセパレータ基材24は膨潤するため、陽極体21及び陰極体22と、セパレータ23との密着性を高めることができる。

40

#### 【0029】

電解液16は、溶媒に溶質を溶解して調製されている。溶媒として、アルコール類や、非プロトン性の有機溶媒であるアミド系溶剤、ラクトン類、スルホキシド類等を用いることができる。アルコール類としては、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、シクロブタノール、シクロヘキサノール、エチレングリコール、プロプレングリコール、グリセリン、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、メトキシプロピレングリコール、グリコール類の重縮合物などが挙げられる。アミド系溶剤としては、N-メチルホルム

50

アミド、N, N - ジメチルホルムアミド、N - エチルホルムアミド、N, N - ジエチルホルムアミド、N - メチルアセトアミド、N, N - ジメチルアセトアミドなどが挙げられる。ラクトン類としては、 $\epsilon$ -ブチロラクトン、 $\gamma$ -ブチロラクトン、 $\epsilon$ -バレロラクトン、 $\gamma$ -バレロラクトンなどが挙げられる。スルホキシド類としては、スルホラン、3 - メチルスルホラン、ジメチルスルホキシドなどが挙げられる。なお、中高圧用の電解コンデンサにおいて、溶媒としては、エチレングリコールを用いることが好ましい。

#### 【0030】

また、溶質である電解質成分の塩基成分としては、アルキル置換アミジン基を有する化合物、で、イミダゾール化合物、ベンゾイミダゾール化合物、脂環式アミジン化合物（ピリミジン化合物、イミダゾリン化合物）などが挙げられる。また、電解質成分の塩基成分としては、アルキル置換アミジン基を有する化合物の4級アンモニウムを用いることもでき、アルキル置換アミジン基を有する化合物の4級アンモニウムとしては、炭素数1~11のアルキル基またはアリーラルアルキル基で4級化されたイミダゾール化合物、ベンゾイミダゾール化合物、脂環式アミジン化合物（ピリミジン化合物、イミダゾリン化合物）などが挙げられる。また、塩基成分として、アンモニウム、一級アミン（メチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミンエチレンジアミン、モノエタノールアミン等）、二級アミン（ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジプロピルアミン、エチルメチルアミン、ジフェニルアミン、ジエタノールアミン等）、三級アミン（トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリブチルアミン、1, 8 - ジアザビシクロ(5, 4, 0) - ウンデセン - 7、トリエタノールアミン等）を用いてもよい。なお、中高圧の電解コンデンサにおいて溶質である電解質成分の塩基成分は、アンモニウム、ジエチルアミン、トリエチルアミンを用いることが好ましい。

10

20

#### 【0031】

また電解質成分の酸成分としては、脂肪族カルボン酸である飽和カルボン酸、不飽和カルボン酸、芳香族カルボン酸等を用いることができる。脂肪族飽和カルボン酸としては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバチン酸、1, 6 - デカンジカルボン酸、5, 6 - デカンジカルボン酸、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、イソ酪酸、吉草酸、カプロン酸、エナント酸、カプリル酸、ペラルゴン酸、ラウリル酸、ミリスチン酸、ステアリン酸、ベヘン酸などが挙げられる。脂肪族不飽和カルボン酸としては、マレイン酸、フマル酸、イコタン酸、アクリル酸、メタクリル酸、オレイン酸を含む。芳香族カルボン酸は、フタル酸、サリチル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、トリメリット酸、ピロメリット酸、安息香酸、レゾルシン酸、ケイ皮酸、ナフトエ酸などが挙げられる。また、これらのカルボン酸以外にもカルボン酸のニトロ誘導体やスルホン酸誘導体、無機酸であるリン酸誘導体やホウ酸誘導体などを電解質の酸成分として用いることができる。電解質成分において、酸成分が塩基成分よりもモル比で多く含まれることが好ましい。この場合、電解液16の酸性度が増加し、セバレータ23の脱ドーブ反応の抑制に効果を発揮することができる。なお、中高圧の電解コンデンサにおいて溶質である電解質成分の酸成分として、1, 6 - デカンジカルボン酸、5, 6 - デカンジカルボン酸等のデカンジカルボン酸、1, 7 - オクタンジカルボン酸等のオクタンジカルボン酸、アゼライン酸、セバチン酸等の有機酸、あるいは、硼酸、硼酸と多価アルコールより得られる硼酸の多価アルコール錯化合物を用いることが好ましい。

30

40

#### 【0032】

次に外装体15について説明する。外装体15は、コンデンサ素子12より引き出された陽極リード11A、陰極リード11Bのそれぞれの端部を外部に導出するようにしてコンデンサ素子12を封じている。

#### 【0033】

外装体15は、ケース13と、封口体14とを有する。ケース13はコンデンサ素子12と電解液16とを収納している。封口体14には、陽極リード11A、陰極リード11Bをそれぞれ挿通させる貫通孔14A、14Bが設けられている。封口体14はケース13の開口部に配置され、ケース13の外周面を絞り加工部13Aで絞ることによって圧縮

50

されることで、ケース 13 の開口部を封止している。

【0034】

なお、コンデンサ素子 12 に電解液 16 を含浸した後にコンデンサ素子 12 をケース 13 に収納してもよい。これに限らず、例えば、コンデンサ素子 12 をケース 13 に収納後にケース 13 に電解液 16 を注入し封止してもよいし、ケース 13 に電解液 16 を注入した後にコンデンサ素子 12 をケース 13 に収納し封止してもよい。

【0035】

封口体 14 には、エチレンプロピレンゴムやイソブチルとイソプレンの共重合体であるブチルゴム等のゴム材料のほか、エポキシ樹脂などの樹脂材料などを用いることができる。

10

【0036】

ケース 13 は金属製である。軽量化の観点から、ケース 13 はアルミニウムで形成することが好ましい。

【0037】

次に、図 2 (b)、図 3 (a)、図 3 (b) 及び図 3 (c) を参照しながらセパレータ 23 の構成について詳細に説明する。図 3 (b) は、コンデンサ素子 12 において導電性高分子 25 の被着している領域を示す模式図である。なお、同図において電解液は図示されていない。図 3 (c) は巻回する前のセパレータ 23 を陽極体側からみた図である。

【0038】

図 2 (b) に示すように、セパレータ 23 は紙状の外形を有する。そして、セパレータ 23 は、図 3 (a) 及び図 3 (b) に示すように、陽極体 21 に対向する第 1 面 231A を含む第 1 表層 23A と、陰極体 22 に対向する第 2 面 232A を含む第 2 表層 23B と、第 1 表層 23A と第 2 表層 23B との間の中間層 23C と、を有する。第 1 表層 23A は導電性高分子 25 が被着していない第 1 領域 231 を有し、第 2 表層 23B は導電性高分子 25 が被着した第 2 領域 232 を有する。なお、第 1 面 231A 及び第 2 面 232A は、紙状の形状を有するセパレータ 23 の外形を構成する面の一部である。また、陽極体 21 の金属箔 21A には、前述のとおり、エッチングピットが形成されており、誘電体酸化皮膜 21B はエッチングピットの形状に沿って形成されている。このように、エッチングピットを有する陽極体 21 は、箔状の外形を構成する面の一部がセパレータ 23 と接触する。

20

30

【0039】

セパレータ 23 は以下のようにして形成されている。まずセパレータ基材 24 の第 2 面 232A にのみ、導電性高分子 25 の溶液又は分散液である液剤を塗着して、この液剤をセパレータ基材 24 の内部に浸み込ませる。その後、液剤に含まれる溶媒又は分散媒を蒸発させる。

【0040】

第 2 表層 23B から中間層 23C、第 1 表層 23A へと液剤が浸透するうちに、セパレータ基材 24 に塗着する導電性高分子 25 の量が徐々に減少する。その結果、第 1 表層 23A には第 1 領域 231 が形成され、第 2 表層 23B には第 2 領域 232 が形成されている。このように、陽極体 21 に近いほど、セパレータ 23 において第 1 面 231A に平行でセパレータ 23 の厚み方向に垂直な断面における導電性高分子 25 の被着量が少なくなっている。

40

【0041】

すなわち、耐電圧に影響の大きい陽極体 21 近傍において導電性高分子 25 の被着量が少なくなっている。その結果、誘電体酸化皮膜 21B 近傍において、導電性高分子 25 よりも誘電体酸化皮膜 21B の修復性の高い電解液 16 を配置し易くなる。これにより、誘電体酸化皮膜 21B の修復性が高まるので電解コンデンサの耐電圧特性が向上する。さらに本実施の形態において、第 2 表層 23B には導電性高分子 25 が被着した第 2 領域 232 が存在する。そのため、セパレータ 23 の導電性が高まり、電解コンデンサの ESR が低減される。

50

## 【0042】

上記効果は、電解コンデンサを100V以上の高電圧で使用する場合に顕著となる。これは、電解コンデンサを100V以上の中高電圧で使用する場合は、それより低い低圧領域で使用する場合と比べて、誘電体酸化皮膜の高い修復効果が求められる。そのため、100V以上の中高で使用される電解コンデンサに適用することにより、より効果的である。

## 【0043】

なお、第1表層23Aは、導電性高分子25が被着した第3領域233を有している。この場合でも、第1表層23Aにおける第3領域233の陽極体21との対向面積は、第2表層23Bにおける第2領域232の陰極体22との対向面積よりも狭くなっていることが好ましい。なお、第1表層23Aにおける第3領域233の陽極体21との対向面積を求めるには、図3(c)に示すような第1表層23Aを光学顕微鏡などにより観察して2次元像を取得する。この2次元像において導電性高分子25が形成された部分の面積を求めることにより上記対向面積が得られる。第2表層23Bにおける第2領域232の陰極体22との対向面積についても同様に、第2表層23Bを光学顕微鏡などにより観察して2次元像を取得する。この2次元像において導電性高分子25が形成された部分の面積を求めることにより上記対向面積が得られる。

10

## 【0044】

また、セパレータ23の厚さ方向中央から第1面231Aまでの部分を第1セパレータ半体23Pと定義し、セパレータ23の厚さ方向中央から第2面232Aまでの部分を第2セパレータ半体23Nと定義する。このとき、本実施の形態では、第1セパレータ半体23Pに被着した導電性高分子25の量は、第2セパレータ半体23Nに被着した導電性高分子25の量よりも少ない。

20

## 【0045】

このように陽極体21近傍あるいはセパレータ23における陽極体21に近い側において導電性高分子25の被着量を少なくすることによって、電解液16を効率よく誘電体酸化皮膜21B近傍に配置できるので、誘電体酸化皮膜21Bの修復性が高まりコンデンサ素子12の耐電圧特性がより向上する。

## 【0046】

なお、第1表層23Aは第3領域233を有さず第1領域231のみで形成されていてもよい。この場合、第1面231Aには導電性高分子25は露出していない。このような構成は、さらに耐電圧特性を向上することができ、高耐圧の電解コンデンサに適する。

30

## 【0047】

また第1表層23Aに導電性高分子25が被着した第3領域233が設けられ、セパレータ23が中間層23Cを有する場合、中間層23Cは、導電性高分子25が被着した第4領域234を有することが好ましい。そして、第3領域233に被着した導電性高分子25と第2領域232に被着した導電性高分子25とは、第4領域234に被着した導電性高分子25を介して互いに導通していることが好ましい。導電性高分子25の微粒子や膜は繋がっていることでESR低減の効果を発揮する。そのため、導電性高分子25はセパレータ23内で繋がっていることが好ましい。

40

## 【0048】

次に、セパレータ基材の他の態様を図4、図5を参照しながら説明する。図4、図5はセパレータ基材の他の例であるセパレータ基材24A、24Bを示す模式図である。

## 【0049】

図4に示すセパレータ基材24Aは、第1基材層124Pと第2基材層124Nとを有する。第1基材層124Pは、セパレータ基材24Aの第1面241Aを含み、陽極体21に隣接して配置される。第2基材層124Nはセパレータ基材24Aの第2面242Aを含み、陰極体22側に隣接して配置される。第1基材層124Pは第2基材層124Nに比べて繊維を高い密度で含む。すなわち、第1基材層124Pの気密度は第2基材層124Nの気密度より大きい。尚、第1面241A及び第2面242Aは、セパレータ基材

50

24Aの外形を構成する面である。

【0050】

セパレータ基材24Aの第2面242Aから導電性高分子25の溶液又は分散液である液剤を塗着すると、第1基材層124Pの第1面241Aまで液剤が浸透しにくい。このようなセパレータ基材24Aを用いて導電性セパレータを構成することにより、第1表層は、第2表層に比べて、非導電性の繊維を高い密度で含む。そのため、第1表層を構成する第1基材層124Pにおいて確実に導電性高分子25が被着していない第1領域が形成される。この構成は、セパレータの陰極側において、セパレータ基材24Aに被着する導電性高分子25の量を多くしたい場合に有効である。具体的には、第1基材層124Pは第2基材層124Nに比べて非導電性の繊維を $0.1\text{g/cm}^3$ 以上高い密度で含むことが好ましい。

10

【0051】

また、セパレータ基材24Aの第1基材層124Pの繊維密度を第2基材層124Nの繊維密度よりも高くすることによって、陽極体21近傍あるいはセパレータ23における陽極体21に近い側において、電解液16の存在量が減少し誘電体酸化皮膜21Bの修復性が低下する。しかし、セパレータ基材24Aの第1基材層124Pの繊維密度を第2基材層124Nの繊維密度よりも高くすることによって、セパレータ23の第1表層に被着する導電性高分子25の量が、第2表層に被着する導電性高分子25の量よりも少なくなり、その結果、電解コンデンサの耐電圧に直接的に影響を及ぼす陽極体21近傍における導電性高分子25の量が少なくなり、電解コンデンサの耐電圧特性が向上する。

20

【0052】

この耐電圧特性の向上効果は、セパレータ23の第1表層において、導電性高分子25が被着していない第1領域の有無に関わらず得られるものであるが、第1領域を有すれば耐電圧特性の向上効果はより大きくなる。

【0053】

なお、セパレータ基材の陽極体21側の繊維の密度を、陰極体22側の繊維の密度よりも高いセパレータ基材24Aを用いてセパレータ23とする場合には、上記のようにセパレータ基材24Aの第2面242Aから導電性高分子25の溶液又は分散液である液剤を塗着し、塗着した液剤に含まれる溶媒または分散媒を揮発させて、セパレータ基材24に導電性高分子25が被着したセパレータ23を形成した後に、陽極体21および陰極体22と共に巻回して、導電性高分子25が被着したセパレータ23を有するコンデンサ素子を形成する方法の他に、例えば、下記の方法を適用してもよい。

30

【0054】

詳しく説明すると、まず、素子形成工程として、セパレータ基材24の繊維密度が高い方の第1基材層124Pの第1面241Aに陽極体21を対向させ、セパレータ基材24の繊維密度が低い方の第2基材層124Nの第2面242Aに陰極体22の一方の面を対向させる。さらに陰極体22の他方の面に、上記陰極体22の一方の面に対向させたセパレータ基材24と同じ仕様であるが、別個体となるセパレータ基材24の第2基材層124Nの第2面242Aを対向させて重ねて巻回し、導電性高分子25を含ませる素子を形成する。

40

【0055】

次に、液剤含浸工程として、素子形成工程で形成した素子に導電性高分子25の溶液又は分散液である液剤を含浸し、含浸した液剤に含まれる溶媒或いは分散媒を揮発させて、セパレータ基材24の略全体に導電性高分子25が被着したセパレータ23を形成してコンデンサ素子12を形成する。このようにすることで、セパレータ基材24の第1基材層124Pの繊維密度を第2基材層124Nの繊維密度よりも高くしているので、セパレータ23の第1表層に被着する導電性高分子の量が、第2表層に被着する導電性高分子の量よりも少なくなる。

【0056】

また、図5に示すセパレータ基材24Bを用いてもよい。セパレータ基材24Bは、第

50

1 基材層 1 2 4 A と第 2 基材層 1 2 4 B との間に中間基材層 1 2 4 C を有する。第 1 基材層 1 2 4 A は第 2 基材層 1 2 4 B に比べて繊維を高い密度で含む。この場合もセパレータ 2 4 A と同様に、第 1 表層は第 2 表層と比べて非導電性の繊維を高い密度で含み、第 1 表層を構成する第 1 基材層 1 2 4 A に導電性高分子 2 5 が被着していない第 1 領域が形成される。なお中間基材層 1 2 4 C の繊維密度は第 2 基材層 1 2 4 B と比べて、大きくても小さくてもよい。大きくすれば第 1 基材層 1 2 4 A において導電性高分子 2 5 の被着量をより少なくでき、より耐電圧特性が向上する。中間基材層 1 2 4 C の繊維密度を第 2 基材層 1 2 4 B と比べて、小さくすれば第 2 基材層 1 2 4 B から中間基材層 1 2 4 C に液剤が浸透しやすくなり、中間基材層 1 2 4 C において導電性高分子 2 5 の被着量が多くなり、セパレータの厚み方向に広く導電性高分子 2 5 が分布するため ESR が低減される。したがって必要とされる特性に応じて中間基材層 1 2 4 C の繊維密度を調整すればよい。

10

【0057】

なおセパレータ 2 4 A、2 4 B のように厚み方向で繊維密度を変えるには、抄紙の途中で繊維の分散濃度を変えたり、繊維の密度が異なる複数のセパレータ紙を貼り合わせてセパレータ 2 4 を構成したりする方法を適用すればよい。

【0058】

(実施の形態 2)

図 6 は本発明の実施の形態 2 における蓄電素子の一例であるコンデンサ素子 1 2 の、陽極体 2 1 と陰極体 2 2 との間に介在するセパレータ 2 3 及び電解液 1 6 を説明するための部分断面模式図である。なお、本実施の形態による蓄電デバイスである電解コンデンサおよびコンデンサ素子 1 2 の基本構造は図 1、図 2 を参照して説明した実施の形態 1 と同様であるので、説明を省略する。また同様の構成をなすものには同じ符号を付して説明し、詳細な説明を省略する場合がある。

20

【0059】

図 2 (b)、図 6 に示すように、セパレータ 2 3 は陽極体 2 1 に対向する第 1 面 2 3 1 A と、陰極体 2 2 に対向する第 2 面 2 3 2 A とを有するセパレータ 2 4 と、このセパレータ 2 4 の第 1 面 2 3 1 A およびその近傍と、第 2 面 2 3 2 A およびその近傍とに被着した導電性高分子 2 5 とを備える。第 1 表層 2 3 A は導電性高分子 2 5 が被着していない第 1 領域 2 3 1 を有し、第 2 表層 2 3 B は導電性高分子 2 5 が被着した第 2 領域 2 3 2 を有する。

30

【0060】

なお、第 1 面 2 3 1 A 及び第 2 面 2 3 2 A は、セパレータ 2 3 の外形を構成する面の一部である。また、陽極体 2 1 の金属箔 2 1 A には、前述のとおり、エッチングビットが形成されており、誘電体酸化皮膜 2 1 B はエッチングビットの形状に沿って形成されている。このように、エッチングビットを有する陽極体 2 1 は、陽極体 2 1 を構成する面の一部がセパレータ 2 3 と接触する。

【0061】

セパレータ 2 4 の第 1 面 2 3 1 A 上に被着する導電性高分子 2 5 のセパレータ 2 4 の単位面積当たりの被着量は、セパレータ 2 4 の第 2 面 2 3 2 A 上に被着する導電性高分子 2 5 のセパレータ 2 4 の単位面積当たりの被着量よりも少なくなっている。

40

【0062】

実施の形態 2 におけるセパレータ 2 3 の形成方法について説明する。

【0063】

セパレータ 2 4 の一方の面である第 2 面 2 3 2 A に導電性高分子 2 5 の溶液又は分散液である液剤を塗着して、この液剤をセパレータ 2 4 の第 2 面 2 3 2 A からセパレータ 2 4 の内部へ浸み込ませる。その後、液剤に含まれる溶媒又は分散媒を蒸発させる。

【0064】

セパレータ 2 4 に塗着された液剤中の溶媒又は分散媒が蒸発した後に、セパレータ

50

基材 2 4 に、導電性高分子 2 5 が被着する。

【 0 0 6 5 】

このとき、セパレータ基材 2 4 の第 1 面 2 3 1 A 上に被着する導電性高分子 2 5 の、セパレータ基材 2 4 の単位面積当たりの被着量を、セパレータ基材 2 4 の第 2 面 2 3 2 A 上に被着する導電性高分子 2 5 の、セパレータ基材 2 4 の単位面積当たりの被着量よりも少なくするために、例えば、セパレータ基材 2 4 の第 2 面 2 3 2 A に塗着する液剤の量、導電性高分子の濃度、塗着回数、セパレータ基材 2 4 の密度などを制御する。

【 0 0 6 6 】

なお、導電性高分子 2 5 をセパレータ基材 2 4 に被着させる方法として、セパレータ基材 2 4 の第 1 面 2 3 1 A と第 2 面 2 3 2 A との両方の面から液剤を塗着する方法も適用できる。この場合、セパレータ基材 2 4 の第 1 面 2 3 1 A と第 2 面 2 3 2 A とから塗着する液剤の量や濃度を制御すればよい。

10

【 0 0 6 7 】

このように、セパレータ基材 2 4 に導電性高分子 2 5 を被着させることによって、セパレータ 2 3 に導電性が付与され、電解コンデンサの ESR を下げることが出来る。そして、セパレータ基材 2 4 の第 1 面 2 3 1 A 上に被着する導電性高分子 2 5 の、セパレータ基材 2 4 の単位面積当たりの被着量を、セパレータ基材 2 4 の第 2 面 2 3 2 A 上に被着する導電性高分子 2 5 の、セパレータ基材 2 4 の単位面積当たりの被着量よりも少なくすることで、電解コンデンサの陽極体 2 1 近傍に存在する導電性高分子 2 5 の量、或いは陽極体 2 1 に接触する導電性高分子 2 5 の量が少なくなり、電解コンデンサの耐電圧の向上が図れる。

20

【 0 0 6 8 】

なお、セパレータ基材 2 4 の第 1 面 2 3 1 A 上または第 2 面 2 3 2 A 上に被着する導電性高分子 2 5 のセパレータ基材 2 4 の単位面積当たりの被着量は、EDAX (エネルギー分散型 X 線分析装置) によって、セパレータ基材 2 4 表面に存在する特定元素 (使用する導電性高分子の構成元素により決められる) の分布状態を分析することによって求められる。

【 0 0 6 9 】

(実施の形態 3)

図 7 ( a ) は本発明の実施の形態 3 における蓄電素子の一例であるコンデンサ素子 1 2 A の陽極体 2 1 と陰極体 2 2 との間に介在するセパレータ 2 3 及び電解液 1 6 を説明するための部分断面模式図である。図 7 ( b ) はコンデンサ素子 1 2 A において導電性高分子 2 5 の被着している領域を示す模式図である。なお、本実施の形態による蓄電デバイスである電解コンデンサおよびコンデンサ素子 1 2 A の基本構造は図 1、図 2 を参照して説明した実施の形態 1 と同様であるので、説明を省略する。また同様の構成をなすものには同じ符号を付して説明し、詳細な説明を省略する場合がある。

30

【 0 0 7 0 】

コンデンサ素子 1 2 A においては、セパレータ 2 3 の第 1 表層 2 3 A の、陽極体 2 1 の端縁 2 1 E に対向する位置に、導電性高分子 2 5 が被着していない第 1 領域 2 3 1 が設けられている。

40

【 0 0 7 1 】

図 7 は図 1 に示すコンデンサ素子 1 2 A の縦断面においてセパレータ 2 3 が陽極体 2 1 と陰極体 2 2 とに挟まれた部分を模式的に示している。第 1 領域 2 3 1 は、図 2 ( b ) に示す巻回方向に沿った陽極体 2 1 の端縁 2 1 E に対向する位置に設けられている。

【 0 0 7 2 】

陽極体 2 1 を構成する金属箔 2 1 A は、表面に誘電体酸化皮膜 2 1 B を有する。陽極体 2 1 は、誘電体酸化皮膜 2 1 B が表面に形成された幅広で帯状の金属箔 2 1 A を電解コンデンサの容量に適したサイズに切断して形成されている。そのため、切断後の陽極体 2 1 の切り口部には誘電体酸化皮膜 2 1 B が形成されておらず、金属箔 2 1 A が露出している。そこで、切り口部に誘電体酸化皮膜 2 1 B を形成する工程を別途行ったり、電解液 1 6

50

による修復効果により切り口部に誘電体酸化皮膜 2 1 B を形成したりして、切り口部において露出した金属箔 2 1 A に誘電体酸化皮膜 2 1 B を形成する。しかし、このような方法により形成した切り口部の誘電体酸化皮膜 2 1 B は、膜質が悪く、クラックなどの欠陥が生じやすく、電解コンデンサの耐電圧特性に影響する。

【 0 0 7 3 】

本実施の形態のセパレータ 2 3 には、金属箔 2 1 A の切り口部に対応する端縁 2 1 E に対向する位置に第 1 領域 2 3 1 が設けられている。このように、セパレータ 2 3 には誘電体酸化皮膜 2 1 B に欠陥が生じやすい端縁 2 1 E に対向する位置に第 1 領域 2 3 1 が形成されているので、電解コンデンサの耐電圧特性が向上する。なお、E S R を低減するためには、セパレータ基材 2 4 のできるだけ広範囲に導電性高分子 2 5 が被着していることが好ましい。そのため、第 1 表層 2 3 A には、導電性高分子 2 5 が被着した第 3 領域 2 3 3 を設けることが好ましい。

10

【 0 0 7 4 】

このように、セパレータ 2 3 において、端縁 2 1 E に対向する位置に第 1 領域 2 3 1 を形成し第 1 表層 2 3 A におけるそれ以外の部分に第 3 領域 2 3 3 を形成するには、セパレータ基材 2 4 の陽極体 2 1 に対向する第 1 面と陰極体 2 2 に対向する第 2 面の両方に導電性高分子 2 5 の溶液又は分散液である液剤を塗着する。そして、液剤をセパレータ基材 2 4 の内部に浸み込ませた後、液剤に含まれる溶媒又は分散媒を蒸発させる。その際、液剤をインクジェット法などの印刷によって塗着することで、第 1 表層 2 3 A の所定の位置に第 1 領域 2 3 1 を形成することができる。またセパレータ基材 2 4 の第 2 面にも液剤を塗着することで第 2 表層 2 3 B に第 2 領域 2 3 2 を広く形成することができる。すなわち、セパレータ 2 3 を形成する際、セパレータ基材 2 4 の第 1 面に液剤を塗着しない非塗着部分を残すと共に、セパレータ基材 2 4 の第 2 面に液剤を塗着する塗着部分を設ける。そしてセパレータ基材 2 4 の第 1 面に液剤を印刷により塗着することで容易に液剤を塗布する領域を制御することができ、非塗着部分を形成することができる。

20

【 0 0 7 5 】

なお、印刷方法としては、例えばインクジェット法、グラビアコーター法、スクリーン印刷法などの適宜の方法を採用することができる。その中でもインクジェット法は、液剤を被着させる領域を容易に制御性でき、更に液剤の塗布量の制御性にも優れるため、より好ましい。

30

【 0 0 7 6 】

このように本実施の形態においても第 1 表層 2 3 A は導電性高分子 2 5 が被着していない第 1 領域 2 3 1 を有し、第 2 表層 2 3 B は導電性高分子 2 5 が被着した第 2 領域 2 3 2 を有する。

【 0 0 7 7 】

また第 1 表層 2 3 A は、導電性高分子 2 5 が被着した第 3 領域 2 3 3 を有する。そして、第 1 表層 2 3 A における第 3 領域 2 3 3 の陽極体 2 1 との対向面積は、第 2 表層 2 3 B における第 2 領域 2 3 2 の陰極体 2 2 との対向面積よりも狭い。これは、セパレータ 2 3 において端縁 2 1 E に対向する位置に第 1 領域 2 3 1 が形成されているためである。第 1 面 2 3 1 A における液剤の塗着領域の面積を、第 2 面 2 3 2 A における液剤の塗着領域の面積よりも小さくすることにより、上述の構成を形成することができる。

40

【 0 0 7 8 】

さらに、中間層 2 3 C は、導電性高分子 2 5 が被着した第 4 領域 2 3 4 を有し、第 3 領域 2 3 3 に被着した導電性高分子 2 5 と第 2 領域 2 3 2 に被着した導電性高分子 2 5 とは、第 4 領域 2 3 4 に被着した導電性高分子 2 5 を介して互いに導通している。この効果は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 7 9 】

次に、図 8、図 9 を参照しながら本実施の形態による他の構成について説明する。図 8、図 9 は本発明の実施の形態 3 における他のコンデンサ素子 1 2 B、1 2 C において導電性高分子 2 5 の被着している領域を示す模式図である。

50

## 【0080】

図8に示すコンデンサ素子12Bでは、図7に示す構成と同様に、セパレータ23において第1領域231が端縁21Eに対向する位置に設けられている。そして第2表層23Bの第1領域231に対応する位置に導電性高分子25が被着していない第5領域235が設けられている。このように、第2表層23Bにおける端縁21Eに対向する位置に第5領域235を設けるには、第5領域235となる位置に導電性高分子25を含む液剤を塗着しない。この構成では、液剤が第1表層23Aにおける端縁21Eに対向する位置に浸透することがより抑制される。したがって、第1表層23Aにおける端縁21Eに第1領域231を形成することができ、耐電圧特性が向上する。

## 【0081】

一方、図9に示すコンデンサ素子12Cではセパレータ23において端縁21Eに対向する位置に第1領域231が設けられているものの、セパレータ基材24のさらに端縁側にも導電性高分子25が被着している。すなわち、第1領域231を挟むように第3領域233が形成されている。セパレータ23の幅が陽極体21の幅より大きい場合、このようにセパレータ23の陽極体21の端部からはみ出た箇所も導電化することにより、電解コンデンサのESRをさらに低減することができる。なおこの構成も第1面231Aに導電性高分子25を含む液剤を印刷により塗着することで形成できる。

## 【0082】

なお、図8、図9では中間層23Cを図示していないが、このように中間層23Cがなく、直接に第1表層23Aと第2表層23Bとが繋がっていてもよい。また図7(b)に示すように中間層23Cを設ける場合、その領域の幅(すなわち厚さ)は特に限定されない。なお、ESRをより低減するためには、導電性高分子25が第1表層23Aに多く存在することが好ましい。そのような構成を形成するための構造の一例について図10、図11を参照しながら説明する。図10、図11は、図7に示すセパレータ基材の他の例を示す模式図である。

## 【0083】

図10に示すセパレータ基材24Cは、第1基材層224Pと第2基材層224Nとを有する。第1基材層224Pは、セパレータ基材24Cの第1面241Aを含み、陽極体21に隣接して配置される。第2基材層224Nはセパレータ基材24Cの第2面242Aを含み、陰極体22側に隣接して配置される。第2基材層224Nは第1基材層224Pに比べて非導電性の繊維を高い密度で含む。すなわち、第1基材層224Pの気密度は第2基材層224Nの気密度より小さい。

## 【0084】

そのため、第2基材層224Nに比べて第1基材層224Pは、導電性高分子25を含む液剤が浸透する間隙を多く含む。したがって、第2表層を構成する第2基材層224Nに比べて第1表層を構成する第1基材層224Pに導電性高分子25を多く含ませることができる。その結果、導電性高分子25が被着していない第1領域により耐電圧を維持しつつ、ESRをより低減することができる。この場合、第1面241Aに塗着する液剤の量を、第2面242Aに塗着する液剤の量よりも多くする。具体的には、第2基材層224Nは第1基材層224Pに比べて非導電性の繊維を $0.1 \text{ g/cm}^3$ 以上高い密度で含むことが好ましい。

## 【0085】

あるいは、図11に示すセパレータ基材24Dを用いてもよい。セパレータ基材24Dは、第1基材層224Aと第2基材層224Bとの間に中間基材層224Cを有する。第2基材層224Bは第1基材層224Aに比べて非導電性の繊維を高い密度で含む。この場合もセパレータ基材24Cと同様に第2表層を構成する第2基材層224Bに比べて導電性高分子25を第1表層を構成する第1基材層224Aに多く含ませることができる。

## 【0086】

なお中間基材層224Cの繊維密度は第2基材層224Bと比べて、大きくても小さくてもよい。大きくすれば中間層を構成する中間基材層224Cにおける被着量が多くなり

10

20

30

40

50

、セパレータの厚み方向に広く導電性高分子 25 が分布するため ESR が低減される。小さくすれば中間層における被着量が少なくなり、より耐電圧特性が向上する。したがって必要とされる特性に応じて中間基材層 224C の繊維密度を調整すればよい。

【0087】

なおセパレータ基材 24C、24D のようにセパレータ基材の厚み方向で繊維密度を変えるには、実施の形態 1 のセパレータ基材 24A、24B と同様に、抄紙の途中で繊維の分散濃度を変えるなどの方法を適用すればよい。

【0088】

なお、ここでは第 1 表層 23A となる層と第 2 表層 23B となる層とで密度の異なるセパレータ基材 24C、24D を用いて、第 1 面 231A からセパレータ基材の内部に浸み込ませる液剤の量を、第 2 面 232A からセパレータ基材の内部に浸み込ませる液剤の量よりも多くしている。しかしながら、セパレータ基材へ浸み込む液剤の量はセパレータ基材の密度だけで決まるものではない。液剤に含まれる導電性高分子 25 の濃度や溶媒または分散媒とセパレータ基材の材質との親和性によっても変化する。これらの条件を整えて第 1 面 241A からセパレータ基材の内部に浸み込ませる液剤の量を、第 2 面 242A からセパレータ基材の内部に浸み込ませる液剤の量よりも多くすることが好ましい。これにより ESR を低減することができる。

10

【0089】

なお、実施の形態 1 で説明したセパレータ基材 24A やセパレータ基材 24B を用いて、第 1 面 241A に導電性高分子 25 を含む液剤を印刷により塗着し、第 2 面 242A にもこの液剤を塗着してもよい。この場合、第 1 基材層 124P、124A において非導電性繊維の密度が大きいいため、第 1 面 241A の面方向に液剤が広がりにくい。その結果、第 1 領域 231 を確実に形成することができ、耐電圧特性が向上する。

20

【0090】

次に、第 1 領域 231 を設ける位置のその他の形態について、図 12 ~ 図 14 を参照しながら説明する。図 11 に示す構成では、第 1 領域 231 は、陽極体 21 の巻き終わりの端縁 21F に対向する位置に設けられている。あるいは第 1 領域 231 は、陽極体 21 の巻き始めの端縁 21G に対向する位置に設けられていてもよく、その両方に設けられていてもよい。巻き始めの端縁 21F、巻き終わりの端縁 21G においても、図 7 に示した巻回方向に沿った端縁 21E と同様に誘電体酸化皮膜に欠陥が生じやすい。そのため、巻き始めの端縁 21F、巻き終わりの端縁 21G に第 1 領域 231 を形成することで耐電圧特性を向上することができる。なお、セパレータ 23 において、巻回方向に沿った端縁 21E の長さは巻き始めの端縁 21F、巻き終わりの端縁 21G の長さよりも長い。したがって、巻回方向に沿った端縁 21E に対向する位置に第 1 領域 231 を設けることが好ましく、耐電圧特性を向上させる効果を高めることができる。

30

【0091】

図 13 に示す構成では、第 1 領域 231 は、陽極体 21 と陽極リード 11A との接続箇所に対向する位置に設けられている。陽極リード 11A は、陽極体 21 の長手方向の中央部近傍など所定の位置に接続されている。陽極リード 11A と陽極体 21 とが接続される箇所は、陽極リード 11A の厚みに起因する段差が生じ、機械的な応力の影響を受けやすく、陽極体 21 と陽極リード 11A との接続箇所近傍の誘電体酸化皮膜にはクラック等の欠陥が生じやすい。また、陽極リード 11A と陽極体 21 とを接続した後、接続箇所近傍において修復された誘電体酸化皮膜は、クラック等の欠陥が生じやすい。したがってこの箇所に対向する位置に第 1 領域 231 を形成することは、耐電圧特性の向上に大きく寄与する。なお、陽極リード 11A の取り付け箇所はこれに限らず、例えば陽極体 21 の巻き始めや巻き終わりの端縁付近で接続されていてもよい。この場合も、陽極リード 11A の取り付け箇所に対向する位置に第 1 領域 231 を設けることで同様の効果を得ることができる。

40

【0092】

なお当然ながら、巻回方向、巻き始め、巻き終わりにそれぞれ対応する端縁 21E、2

50

1 F、2 1 Gおよび陽極リード1 1 Aの接続箇所に対向する箇所の中の2箇所以上に第1領域2 3 1を形成することが好ましく、全ての箇所に形成することがより好ましい。

【0093】

次に、図14に示す構成について説明する。この構成では陽極体2 1とセパレータ2 3と陰極体2 2とが積層されてコンデンサ素子が形成されている。この場合も、第1領域2 3 1が陽極体2 1の端縁2 1 Hに対向する位置に設けられていることで、巻回型のコンデンサ素子1 2 Aと同様の効果を奏する。なお、積層型のコンデンサ素子においても陽極リードを接続する箇所に対向する位置に第1領域2 3 1を形成してもよい。

【0094】

なお、実施の形態1において、第1表層2 3 Aに第3領域2 3 3がなく、第1領域2 3 1のみで第1表層2 3 Aが形成されている場合も、端縁2 1 Eに対向する位置に第1領域2 3 1が形成されていることになる。そのため、端縁2 1 Eによる耐電圧特性が向上される。

【0095】

なお、以上の説明では蓄電デバイスとして電解コンデンサを例に説明したが、本発明は電解コンデンサに限定されることはない。例えば電解液と固体電解質である導電性高分子とを併用する他のデバイスなどに適用することができる。

【実施例】

【0096】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

【0097】

(実施例1)

まず、セパレータ基材として天然繊維紙を準備した。ポリエチレンジオキシチオフェンポリスチレンスルホン酸の微粒子が分散媒に分散する分散液を、セパレータ基材の陰極体と対向する側の面となるセパレータ基材の第2面から塗着し、分散媒を揮発させることにより、第2表層の全域に導電性高分子が被着した領域を有するセパレータを形成した。第1表層には、導電性高分子が被着した第3領域が形成されないように分散液の塗布量を調整した。

【0098】

次に、エッチング処理により表面を粗面化した後に陽極酸化処理により誘電体酸化皮膜を形成したアルミニウム箔を陽極体として準備した。また、アルミニウム箔をエッチング処理した陰極体を準備した。

【0099】

そして、上述のセパレータを2枚準備し、セパレータの導電性高分子が被着したセパレータの第1面と陰極体とが対向し、セパレータの導電性高分子が被着していないセパレータの第2面と陽極体とが対向するように、陰極体と陽極体と2枚のセパレータと配置した。そして、陰極体と陽極体と2枚のセパレータとを巻回することによりコンデンサ素子を作製した。

【0100】

続いて、エチレングリコールに1,6-デカンジカルボン酸アンモニウムを溶解して電解液を調製した。そして電解液にコンデンサ素子を減圧条件下で浸漬し、コンデンサ素子の空隙部に電解液を含浸した。

【0101】

この状態のコンデンサ素子を樹脂加硫ブチルゴムの成形体である封口体と共に有底筒状のアルミニウム製のケースに挿入した後、ケースの開口部をカーリング処理により封止した。

【0102】

これにより、定格電圧450V、静電容量10 $\mu$ Fの電解コンデンサを作製した。この電解コンデンサの直径は10mm、高さは20mmである。

【0103】

10

20

30

40

50

## (実施例 2)

次に、実施例 2 について以下に説明する。なお、実施例 1 と同様の部分については説明を省略する。

## 【0104】

実施例 2 においては、分散液の塗布量を実施例 1 より多くすることにより、図 3 に示すように、導電性高分子が被着した第 2 領域を第 2 表層の全域に形成すると共に、第 1 表層において導電性高分子が被着しない第 1 領域と導電性高分子が被着した第 3 領域とを形成した。このようなセパレータを用いて実施例 1 と同様に電解コンデンサを作製した。

## 【0105】

## (比較例 1)

次に、比較例 1 について以下に説明する。なお、実施例 1 と同様の部分については説明を省略する。

## 【0106】

比較例 1 において、導電性高分子が被着した第 2 領域を第 2 表層の全域に形成した。さらに、分散液をセパレータ基材の陰極体と対向する側の面からも塗着し、導電性高分子が被着した第 3 領域を第 1 面の全域に形成した。このようなセパレータを用いて実施例 1 と同様に電解コンデンサを作製した。

## 【0107】

## (比較例 2)

次に、比較例 2 について以下に説明する。なお、実施例 1 と同様の部分については説明を省略する。

## 【0108】

比較例 2 において、セパレータ基材に導電性高分子の分散液を塗着せず、第 1 表層及び第 2 表層には、導電性高分子が被着した領域を形成していない。このようなセパレータを用いて実施例 1 と同様に電解コンデンサを作製した。

## 【0109】

## (評価)

実施例 1、2 及び比較例 1、2 の電解コンデンサをそれぞれ 20 個作製し、10 個を耐電圧測定に、10 個を ESR 測定に供した。耐電圧は、105 の雰囲気において 5 mA の定電流を電解コンデンサに流して、絶縁破壊の起きる電圧を測定し、この電圧を耐電圧として評価した。ESR は、電解コンデンサにエージング処理を行った後、20 の環境で、100 kHz において測定した。これらの結果を表 1 に示す。なお、表 1 に記載の耐電圧及び ESR の値は、比較例 1 を 1 とした場合の相対値である。

## 【0110】

## 【表 1】

	耐電圧相対値	ESR 相対値
実施例 1	1.077	1.375
実施例 2	1.062	1.213
比較例 1	1.000	1.000
比較例 2	1.073	1.757

## 【0111】

実施例 1 及び実施例 2 では、従来の導電性セパレータを用いた比較例 1 よりも耐電圧特性を高めることができた。

## 【0112】

実施例 2 では、実施例 1 と比較し、第 1 表層における第 1 領域が減少したため耐電圧特性は僅かに低下したが、第 1 表層に第 3 領域を形成することにより E S R が低減した。

【 0 1 1 3 】

また、電解コンデンサに電解液のみを用いた比較例 2 と比較し、実施例 1 及び 2 では、耐電圧特性を維持しつつ、E S R を低減できた。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 4 】

本発明の蓄電デバイスは耐電圧が高い。そのため、電解コンデンサなど、電解液と固体電解質である導電性高分子とを併用するデバイスに適用できる。

【 符号の説明 】

10

【 0 1 1 5 】

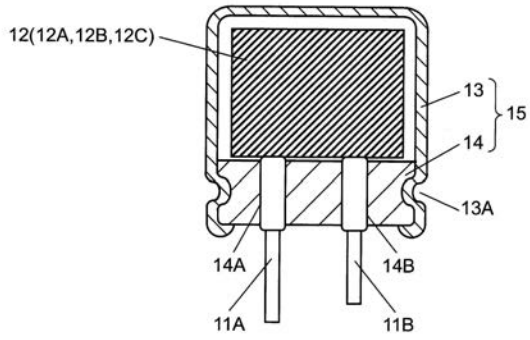
- 1 1 A 陽極リード
- 1 1 B 陰極リード
- 1 2 , 1 2 A , 1 2 B , 1 2 C コンデンサ素子
- 1 3 ケース
- 1 3 A 絞り加工部
- 1 4 封口体
- 1 4 A , 1 4 B 貫通孔
- 1 5 外装体
- 1 6 電解液
- 2 1 陽極体 ( 陽極箔 )
- 2 1 A 金属箔
- 2 1 B 誘電体酸化皮膜
- 2 1 E , 2 1 F , 2 1 G , 2 1 H 端縁
- 2 2 陰極体 ( 陰極箔 )
- 2 3 セパレータ
- 2 3 A 第 1 表層
- 2 3 B 第 2 表層
- 2 3 C 中間層
- 2 3 P 第 1 セパレータ半体
- 2 3 N 第 2 セパレータ半体
- 2 4 , 2 4 A , 2 4 B , 2 4 C , 2 4 D セパレータ基材
- 2 5 導電性高分子
- 1 2 4 A , 2 2 4 A , 1 2 4 P , 2 2 4 P 第 1 基材層
- 1 2 4 B , 2 2 4 B , 1 2 4 N , 2 2 4 N 第 2 基材層
- 1 2 4 C , 2 2 4 C 中間基材層
- 2 3 1 第 1 領域
- 2 3 1 A , 2 4 1 A 第 1 面
- 2 3 2 第 2 領域
- 2 3 2 A , 2 4 2 A 第 2 面
- 2 3 3 第 3 領域
- 2 3 4 第 4 領域
- 2 3 5 第 5 領域

20

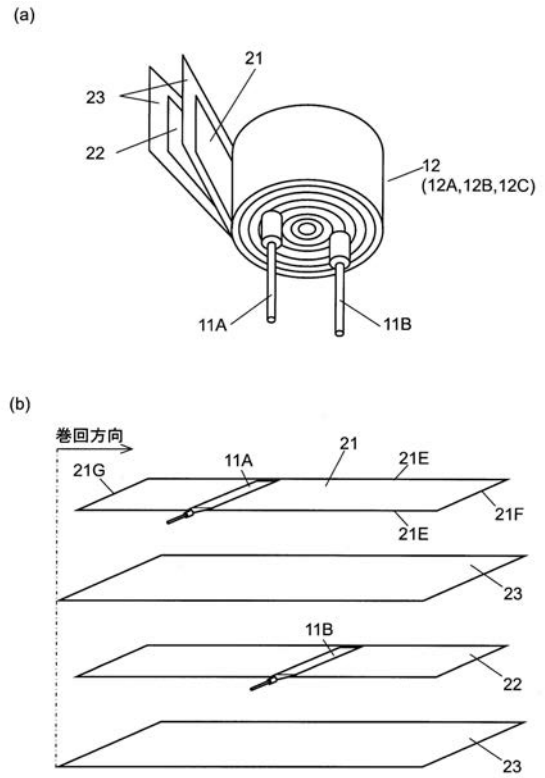
30

40

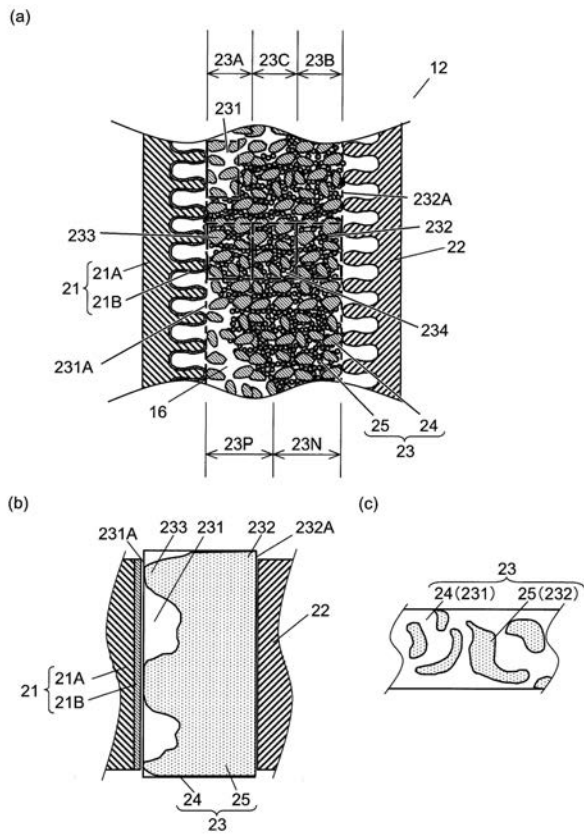
【 図 1 】



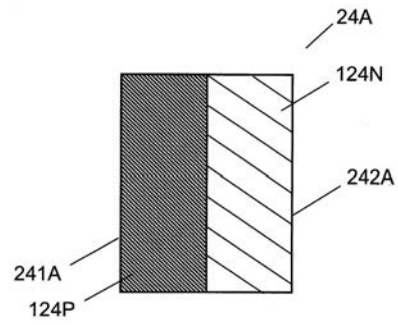
【 図 2 】



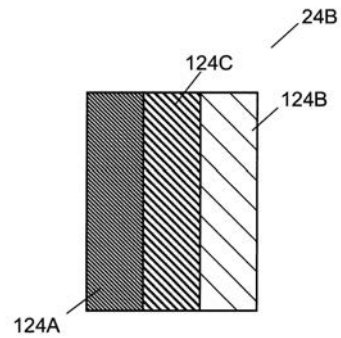
【 図 3 】



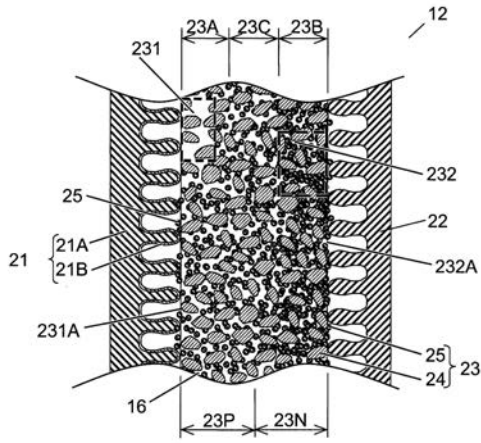
【 図 4 】



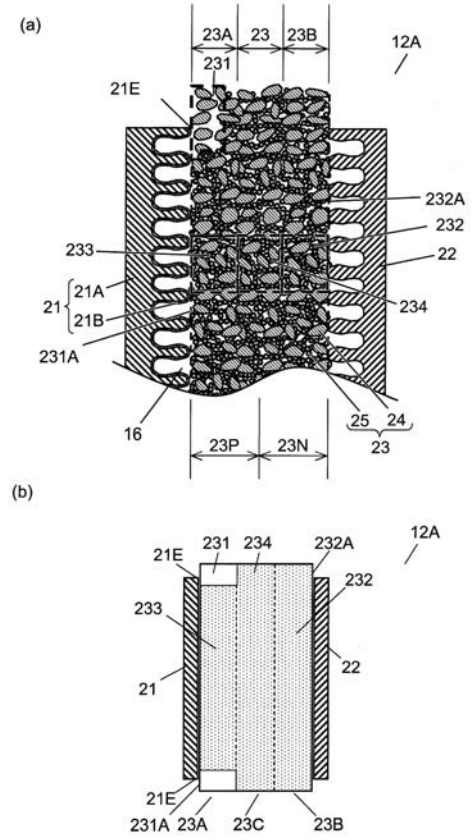
【 図 5 】



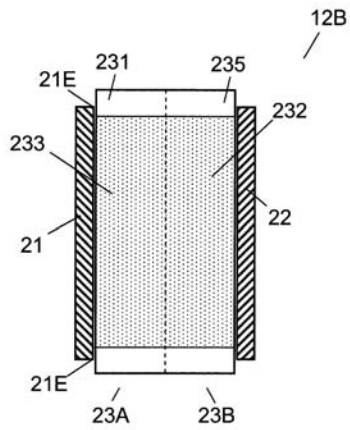
【 図 6 】



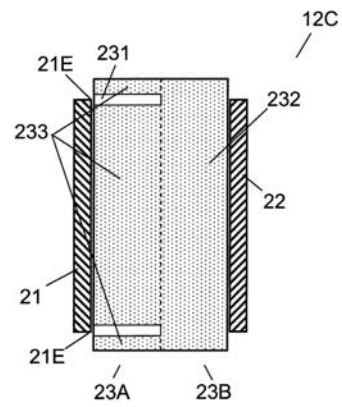
【 図 7 】



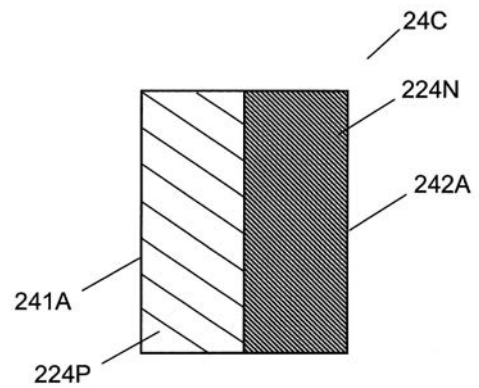
【 図 8 】



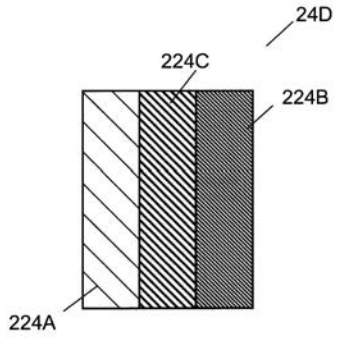
【 図 9 】



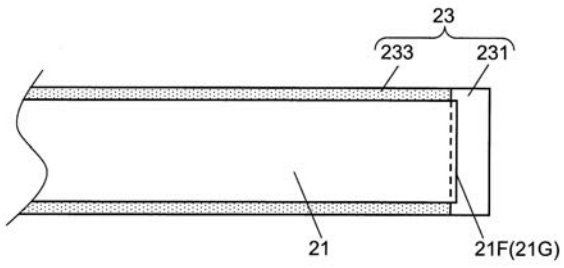
【 図 10 】



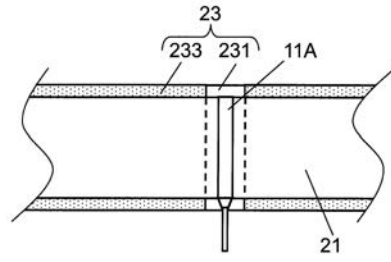
【 図 1 1 】



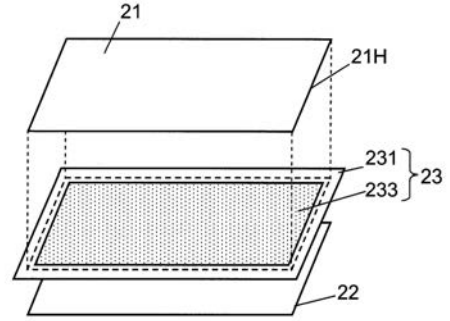
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



## フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 1 G 9/145
- (72)発明者 島崎 幸博  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 田代 智之  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 青山 達治  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内