

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2025年2月6日(06.02.2025)



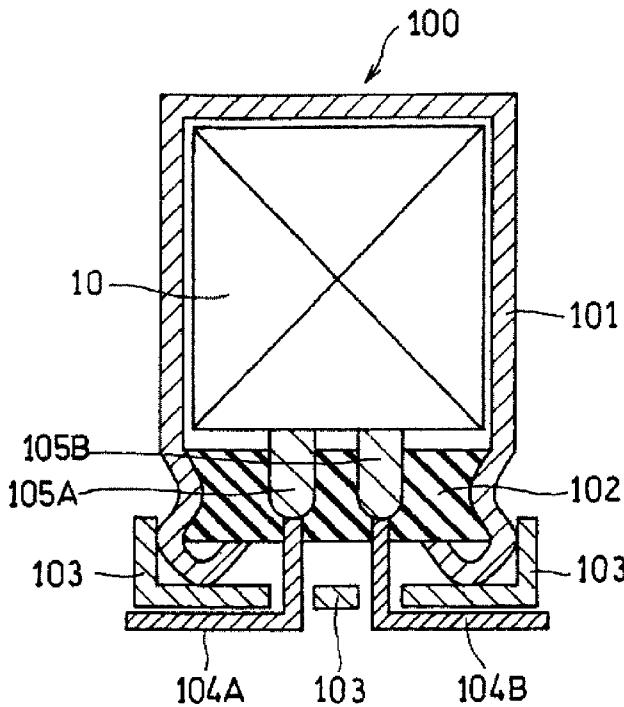
(10) 国際公開番号

WO 2025/028056 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01G 9/028 (2006.01) H01G 9/035 (2006.01)  
H01G 9/00 (2006.01) H01G 9/055 (2006.01)  
H01G 9/15 (2006.01) H01G 9/145 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/022304
- (22) 国際出願日: 2024年6月19日(19.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2023-123452 2023年7月28日(28.07.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 児島 穂南(KOJIMA Honami), 下山 由起也(SHIMOYAMA Yukiya).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: ELECTROLYTIC CAPACITOR AND PRODUCTION METHOD FOR ELECTROLYTIC CAPACITOR

(54) 発明の名称: 電解コンデンサおよび電解コンデンサの製造方法



(57) Abstract: This electrolytic capacitor includes a capacitor element and a liquid component contained in a gap in the capacitor element. The capacitor element has: an anode foil that has a dielectric layer; a cathode foil; a separator that is interposed between the anode foil and the cathode foil; and a conductive polymer layer that is interposed between the anode foil and the cathode foil and is in contact with the separator. The liquid component includes a solvent and a solute. The solute includes a sugar alcohol, and the sugar alcohol is at least one sugar alcohol selected from the group consisting of xylitol and xylitol derivatives. The sugar alcohol content in the liquid component is 4-70 mass%.

(57) 要約: 電解コンデンサは、コンデンサ素子と、コンデンサ素子内の空隙に含まれる液状成分と、を含む。コンデンサ素子は、誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、陽極箔と陰極箔との間に介在するセパレータと、陽極箔と陰極箔との間に介在し、セパレータと接触している導電性高分子層と、を有する。液状成分は、溶媒と、溶質と、を含む。溶質は、糖アルコールを含み、糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種である。液状成分における糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である。



WO 2025/028056 A1

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：電解コンデンサおよび電解コンデンサの製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、電解コンデンサおよび電解コンデンサの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1は、コンデンサ素子と、液状成分とを含み、前記コンデンサ素子は、表面に誘電体層を備える陽極体と、前記誘電体層の一部を覆う導電性高分子と、を含み、前記液状成分は、糖アルコール成分と、ポリアルキレングリコール成分と、を含み、前記糖アルコール成分は、4つ以上のヒドロキシ基を有する糖アルコールおよびその誘導体からなる群より選択される少なくとも一種を含む、電解コンデンサを提案している。

[0003] 特許文献2は、表面に誘電体層を有する陽極体と、陰極体と、前記陽極体と前記陰極体との間に介在する電解液と、を備え、前記電解液は、ホウ酸と糖アルコールとの縮合物である第1エステル化合物と、第2エステル化合物と、を含み、前記第2エステル化合物は、ホウ酸とモノオール化合物との縮合物、およびホウ酸とポリオール化合物（但し、糖アルコールを除く。）との縮合物の少なくとも一方を含み、前記電解液の全体に対する前記ホウ酸および前記糖アルコールを合計した添加割合が2質量%以上、10質量%以下であり、前記電解液の全体に対する前記第2エステル化合物の添加割合が2質量%以上、10質量%以下である、電解コンデンサを提案している。

[0004] 特許文献3は、「セパレータを介して陽極箔と陰極箔とを対向させて成るコンデンサ素子と、導電性ポリマーから成り、前記コンデンサ素子内に形成された固体電解質層と、前記固体電解質層が形成された前記コンデンサ素子内の空隙部に充填され、四価以上の糖アルコール誘導体を含む電解液と、を備え、前記四価以上の糖アルコール誘導体のアルキレンオキシド基は、エチレンオキシド基、プロピレンオキシド基又はこれらの両方であり、前記電解液は、25℃における粘度が209 mPa・s以下であること、を特徴とす

る固体電解コンデンサ」を提案している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2021/149751号

特許文献2：特許7022910号公報

特許文献3：特許7067059号公報

## 発明の概要

[0006] 本開示の第1の側面は、電解コンデンサに関する。前記電解コンデンサは、コンデンサ素子と、前記コンデンサ素子内の空隙に含まれる液状成分と、を含む。前記コンデンサ素子は、誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在するセパレータと、前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在し、前記セパレータと接触している導電性高分子層と、を有する。前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含む。前記溶質は、糖アルコールを含み、前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種である。前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である。

[0007] 本開示の第2の側面は、電解コンデンサの製造方法に関する。前記製造方法は、誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、セパレータとを準備する工程（a）と、前記誘電体層の表面および前記陰極箔の表面から選択される少なくとも1つの表面および前記セパレータの空隙内に、導電性高分子と、ドーパントと、液媒体と、を含む塗液を付与する工程（b）と、前記塗液から前記液媒体の少なくとも一部を除去することによって、前記少なくとも1つの表面および前記セパレータの空隙内に導電性高分子層を形成する工程（c）と、前記陽極箔と前記陰極箔との間に前記セパレータを配置することによって、前記導電性高分子層を含むコンデンサ素子を形成する工程（d）と、前記コンデンサ素子内の空隙に液状成分を含ませる工程（e）と、をこの順に含む。前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含む。前記溶質は、糖アルコールを含み、前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体か

らなる群より選択される少なくとも1種である。前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である。

[0008] 本開示によれば、電解コンデンサの製造プロセスおよび完成した電解コンデンサ内での糖アルコールの析出が抑制され、特性に優れた電解コンデンサが得られる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の実施形態に係る電解コンデンサを模式的に示す側面図である。  
[図2]本開示の実施形態に係るコンデンサ素子を模式的に示す分解斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下に従来技術における問題について、簡単に説明する。

[0011] 糖アルコールは、固体であるため、溶媒に溶解させて溶液として使用される。溶媒の種類にもよるが、糖アルコールは室温で析出しやすく、糖アルコールの使用量が多いほど、その傾向は大きくなる。電解コンデンサの製造プロセスにおいて糖アルコールが析出すると良好な状態の導電性高分子層の形成が困難になる。また、完成した電解コンデンサ内で糖アルコールが析出すると、電解コンデンサの特性が低下し得る。

[0012] 以下では、本発明に係る実施形態について例を挙げて説明するが、本発明は以下で説明する例に限定されない。以下の説明では、具体的な数値や材料を例示する場合があるが、本開示に係る発明を実施できる限り、他の数値や他の材料を適用してもよい。この明細書において、「数値A～数値B」という記載は、数値Aおよび数値Bを含み、「数値A以上で数値B以下」と読み替えることが可能である。以下の説明において、特定の物性や条件などに関する数値の下限と上限とを例示した場合、下限が上限以上とならない限り、例示した下限のいずれかと例示した上限のいずれかを任意に組み合わせることができる。

[0013] [電解コンデンサ]

本開示の第1の側面に係る電解コンデンサは、コンデンサ素子と、コンデ

ンサ素子内の空隙に含まれる液状成分を具備する。

[0014] 液状成分は、コンデンサ素子内の空隙の少なくとも一部に充填されていればよい。すなわち、本開示に係る電解コンデンサは、固液ハイブリッド型の電解コンデンサである。

[0015] コンデンサ素子は、誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、セパレータと、導電性高分子層を具備する。セパレータは、陽極箔と陰極箔との間に介在している。導電性高分子層は、陽極箔と陰極箔との間に介在し、セパレータと接触している。導電性高分子層は、陽極箔、陰極箔およびセパレータのそれぞれと十分に大きい接触面積で接触していることが好ましい。これにより、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層によって十分な導電経路が形成され、電解コンデンサの等価直列抵抗（ESR）が低減されるとともに、信頼性が向上する。

[0016] 液状成分は、溶媒と溶質を含む。溶質は、糖アルコールを含む。ただし、糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種（以下、「キシリトール化合物」と総称する。）である。よって、以下、糖アルコールをキシリトール化合物と言い換えることがある。

[0017] キシリトール誘導体は、キシリトールの水酸基の一部がエステル化された化合物、キシリトールの水酸基の一部がエーテル化された化合物、キシリトールの水酸基の一部がアニオン化して塩を形成している化合物などであり得る。ただし、キシリトール誘導体の化学構造は、これらに限定されない。キシリトール誘導体のモル質量は、キシリトールのモル質量（ $152.15 \text{ g/mol}$ ）の0.9倍～2倍の範囲内であってもよい。キシリトール誘導体の化学式は、キシリトールの化学式（ $\text{C}_5\text{H}_7(\text{OH})_5$ ）をベースとすればよく、例えば $\text{C}_5\text{H}_7(\text{OH})_{5-a}\text{X}_a$ （Xは、OH基以外の原子または基であり、 $1 \leq a \leq 4$ ）であってもよい。Xは、ハロゲン原子、OM基（Mはアルカリ金属原子）、OR（Rは炭素数5以下の炭化水素基であり、その炭化水素基の水素原子の少なくとも1つが水酸基、カルボキシル基などの親水性基、

ハロゲン原子などで置換されていてもよい。) などであり得る。Xは  $1 \leq a \leq 3$  もしくは  $1 \leq a \leq 2$  を満たすことが好ましい。

[0018] キシリトール化合物は、糖アルコールの中でも融点が低く、溶媒に対する溶解性に優れている。キシリトール化合物を用いることにより、多量のキシリトール化合物を用いる場合でも、製造プロセスおよび完成した電解コンデンサ内でのキシリトール化合物の析出が十分に抑制される。

[0019] ここで、多量のキシリトール化合物を用いる場合とは、液状成分におけるキシリトール化合物の含有率が、4質量%以上70質量%以下の場合である。このような条件が満足される場合、導電性高分子層にキシリトール化合物が作用し、導電性高分子層と、陽極箔、陰極箔およびセパレータとの接触面積が増大し、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による十分な導電経路が形成される。

[0020] 液状成分におけるキシリトール化合物の質量含有率が大きいほど、多量のキシリトール化合物が導電性高分子層に作用し得る。そして、液状成分におけるキシリトール化合物の質量含有率が過度に多い場合を除き、キシリトール化合物の質量含有率が大きいほど、導電性高分子層と、陽極箔、陰極箔およびセパレータとの接触面積が増大し、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による十分な導電経路が形成される。

[0021] 陽極箔と陰極箔の間に、導電性高分子層による更に良好な導電経路を形成するには、液状成分におけるキシリトール化合物の質量含有率を、5質量%以上とすることが好ましく、7.5質量%以上とすることがより好ましく、10質量%以上としてもよく、15質量%以上としてもよい。

[0022] 一方、キシリトール化合物の析出をより確実に抑制するには、液状成分におけるキシリトール化合物の質量含有率を、50質量%以下とすることが好ましく、30質量%以下とすることがより好ましく、15質量%以下とすることが更に好ましい。

[0023] 溶質は、酸、塩基および電解質塩からなる群より選択される少なくとも1種を更に含んでもよい。この場合、キシリトール化合物の析出をより確実に

抑制するには、液状成分における全ての溶質の合計の質量含有率が、70質量%以下であることが好ましく、50質量%以下とすることがより好ましい。

[0024] 溶媒は、第1溶媒を含むことが好ましい。第1溶媒は、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、分子量250以下のエチレングリコール縮合物、グリセリン、 $\gamma$ -ブチロラクトンおよびスルホランからなる群より選択される少なくとも1種である。

[0025] 液状成分に含まれる各成分の質量含有率（よって、キシリトール化合物の質量含有率）は、ガスクロマトグラフィ（GC）、ガスクロマトグラフィ質量分析（GC-MS）など、様々な分析方法で測定することができる。

[0026] 次に、導電性高分子層は、導電性高分子とドーパントを含む。導電性高分子層は、キシリトール化合物を含んでもよい。導電性高分子層において、導電性高分子とドーパントとの合計質量 $M_p$ に対する、糖アルコールの質量 $M_s$ の比（ $M_s/M_p$ ）は、例えば1以上40以下であり、2以上とすることが好ましく、5以上20以下とすることがより好ましい。このような条件が満足される場合、導電性高分子層と、陽極箔、陰極箔およびセパレータとの接触面積が増大しやすく、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による十分な導電経路が形成されやすい。

[0027] 導電性高分子層におけるキシリトール化合物の質量含有率は、導電性高分子層における他の全ての成分のそれぞれの質量含有率よりも大きくてもよい。この場合、比（ $M_s/M_p$ ）は、1以上であり、5以上、もしくは7以上、もしくは10以上であってもよい。導電性高分子層におけるキシリトール化合物の質量含有率が、このように大きい場合、導電性高分子層と、陽極箔、陰極箔およびセパレータとの接触面積が顕著に増大し得る。

[0028] 導電性高分子層におけるキシリトール化合物の質量含有率は、50質量%以上98質量%以下でもよく、60質量%以上93質量%以下でもよく、80質量%以上93質量%以下でもよい。

[0029] 導電性高分子層は、誘電体層の表面および陰極箔の表面から選択される少

なくとも1つの表面に形成されていることが好ましく、セパレータの空隙内（すなわちセパレータの空隙を囲うセパレータの構成材料の内壁）にも形成され得る。これにより、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による、より強固な導電経路が形成され得る。導電性高分子層は、少なくとも陽極箔の誘電体層の表面に形成されていることが好ましく、誘電体層の表面と陰極箔の表面の両方に形成され、更に、セパレータの空隙内に形成されていることが好ましい。

[0030] <比 ( $M_s/M_p$ ) の求め方>

導電性高分子とドーパントとの合計質量  $M_p$  に対する、糖アルコール（キシリトール化合物）の質量  $M_s$  の比 ( $M_s/M_p$ ) は、例えば、以下の方法で求めることができる。

[0031] （電解コンデンサが液状成分を含まない場合）

まず、コンデンサ素子から陰極箔を分離する。陰極箔には、導電性高分子層が付着している。次に、導電性高分子層が付着している陰極箔から水溶性成分を除去する。水溶性成分には、キシリトール化合物が含まれる。導電性高分子およびドーパントは、他の水溶性成分とは水への溶解性が異なるため、水を用いて導電性高分子およびドーパントを他の成分から分離することができる。

[0032] 例えば、陰極箔を、過剰のイオン交換水に浸漬し、十分に水溶性成分を除去した後、乾燥させたとき、乾燥後の陰極箔には、水溶性成分（キシリトール化合物を含む）は含まれていない。よって、水溶性成分を除去する前の陰極箔の乾燥質量と、水溶性成分を除去後の陰極箔の乾燥質量から、水溶性成分の質量を測定することができる。

[0033] また、水溶性成分に含まれる各成分の質量含有率（よって、キシリトール化合物の質量含有率）は、ガスクロマトグラフィ（GC）、ガスクロマトグラフィ質量分析（GC-MS）など、様々な分析方法で測定することができる。

[0034] 更に、水溶性成分を除去後の陰極箔を、例えば、示差走査熱量計で熱分析

することにより、その試料に含まれる導電性高分子層の質量含有率を測定することができる。

[0035] 以上の測定結果を用いて、液状成分を含まない電解コンデンサの導電性高分子層における比 ( $M_s / M_p$ ) を求めることができる。

[0036] (電解コンデンサが液状成分を含む場合)

まず、コンデンサ素子から陰極箔を分離し、陰極箔から液状成分を分離する。例えば、陰極箔を、液状成分との親和性を有する過剰の溶媒（イオン交換水でもよい）に浸漬し、十分に溶媒を除去した後、乾燥させたとき、乾燥後の陰極箔には、液状成分は含まれていない。よって、液状成分を含まない導電性高分子層が付着している陰極箔を得ることができる。

[0037] その後、電解コンデンサが液状成分を含まない場合と同様に、導電性高分子層が付着している陰極箔から水溶性成分を除去後、乾燥させ、例えば、示差走査熱量計で熱分析することにより、その試料に含まれる導電性高分子層の質量含有率を測定することができる。

[0038] 一方、分離された液状成分および水溶性成分に含まれる各成分の質量含有率（よって、キシリトール化合物の質量含有率）は、ガスクロマトグラフィ（GC）、ガスクロマトグラフィ質量分析（GC-MS）など、様々な分析方法で測定することができる。

[0039] また、別に液状成分のみを分離し、分析することで、液状成分に含まれる各成分の質量含有率を求めることができる。

[0040] また、コンデンサ素子から陰極箔を分離した後、洗浄せずに乾燥させることで、陰極箔における液状成分に含まれていた溶媒の質量含有率を求めることができる。その溶媒の質量含有率と、別に求めた液状成分に含まれる各成分の質量含有率から、陰極箔における液状成分に含まれていた溶質の質量含有率を求めることができる。

[0041] 以上の測定結果を用いて、液状成分を含む電解コンデンサの導電性高分子層における比 ( $M_s / M_p$ ) を求めることができる。

[0042] 次に、本開示に係る電解コンデンサの構成要素の例について更に説明する

。ただし、電解コンデンサの構成要素は、以下の例に限定されない。

[0043] (陽極箔)

陽極箔の例には、チタン、タンタル、アルミニウムおよびニオブ等の弁作用金属の少なくとも1種を含む金属箔が含まれる。陽極箔は、弁作用金属の金属箔（例えばアルミニウム箔）であってもよい。陽極箔は、弁作用金属を含む合金または弁作用金属を含む化合物等の形態で弁作用金属を含んでいてもよい。陽極箔の厚さは、15  $\mu\text{m}$ 以上、300  $\mu\text{m}$ 以下であってもよい。陽極箔の表面は、エッチング等によって粗面化されていてもよい。

[0044] 陽極箔の表面には、誘電体層が形成されている。誘電体層は、陽極箔を化成処理することによって形成してもよい。この場合、誘電体層は、弁作用金属の酸化物（例えば酸化アルミニウム）を含み得る。なお、誘電体層は、誘電体として機能するものであればよく、弁作用金属の酸化物以外の誘電体で形成されてもよい。

[0045] 電解コンデンサにおいて、陽極箔の端面には、導電性高分子層が形成されていなくてもよい。一方、陽極箔の端面には、誘電体層が形成されていることが望ましい。

[0046] (陰極箔)

陰極箔は、陰極としての機能を有していればよく、特に限定されない。陰極箔の例には、金属箔（例えばアルミニウム箔）が含まれる。金属の種類は特に限定されず、弁作用金属または弁作用金属を含む合金であってもよい。陰極箔の厚さは、15  $\mu\text{m}$ 以上、300  $\mu\text{m}$ 以下であってもよい。陰極箔の表面は、必要に応じて、粗面化されていてもよいし、化成処理されていてもよい。

[0047] 陰極箔は、導電性の被覆層を含んでもよい。金属箔が弁作用金属を含む場合、被覆層は、カーボンおよび弁作用金属よりもイオン化傾向の低い少なくとも1種の金属を含んでもよい。これにより、金属箔の耐酸性が向上し易くなる。金属箔がアルミニウムを含む場合、被覆層は、カーボン、ニッケル、チタン、タンタルおよびジルコニウムからなる群より選択される少なくとも

1種を含んでもよい。なかでも、コストおよび抵抗が低い点で、被覆層は、ニッケルおよび／またはチタンを含んでもよい。

[0048] 被覆層の厚さは、5 nm以上または10 nm以上であってもよく、200 nm以下でもよい。被覆層は、金属箔に、上記金属を蒸着またはスパッタリングすることによって形成してもよい。あるいは、被覆層は、金属箔に、導電性炭素材料を蒸着したり、導電性炭素材料を含むカーボンペーストを塗布したりすることによって形成してもよい。導電性炭素材料の例には、黒鉛、ハードカーボン、ソフトカーボン、カーボンブラックなどが含まれる。

[0049] (セパレータ)

セパレータには、多孔質のシートを用いることができる。多孔質のシートの例には、織布、不織布、および微多孔膜が含まれる。セパレータの厚さは特に限定されず、10  $\mu\text{m}$ ～300  $\mu\text{m}$ の範囲にあってもよい。セパレータの材料の例には、セルロース、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、ビニロン、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、およびガラスなどが含まれる。

[0050] (外装体)

外装体は、ケースおよび／または封止樹脂を含む。それらに限定はなく、公知のケースおよび封止樹脂を用いてもよい。封止樹脂は、熱硬化性樹脂を含んでもよい。熱硬化性樹脂の例には、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などが含まれる。封止樹脂は、フィラー、硬化剤、重合開始剤、および／または触媒などを含んでもよい。

[0051] 以下では、本開示に係る電解コンデンサの一例について、図面を参照して具体的に説明する。以下で説明する一例の構成要素には、上述した構成要素を適用できる。また、以下で説明する一例の構成要素は、上述した記載に基づいて変更できる。また、以下で説明する事項を、上記の実施形態に適用してもよい。また、以下で説明する一例において、本開示の電解コンデンサに

必須ではない構成要素は省略してもよい。

[0052] 図1は、本実施形態に係る一例の電解コンデンサ100を模式的に示す断面図である。図2は、電解コンデンサ100に含まれるコンデンサ素子10の一部を展開した概略図である。

[0053] 電解コンデンサ100は、コンデンサ素子10と、コンデンサ素子10を収容する有底ケース101と、有底ケース101の開口を塞ぐ封止部材102と、封止部材102を覆う座板103と、封止部材102から導出され、座板103を貫通するリード線104A、104Bと、リード線とコンデンサ素子10の電極とを接続するリードタブ105A、105Bとを備える。有底ケース101の開口端近傍は、内側に絞り加工されており、開口端は封止部材102にかしめるようにカール加工されている。

[0054] コンデンサ素子10は、例えば、図1に示すような巻回体である。巻回体は、リードタブ105Aと接続された陽極箔11と、リードタブ105Bと接続された陰極箔12と、セパレータ13とを備える。コンデンサ素子10（巻回体）は、導電性高分子層（図示せず）を含む。

[0055] 陽極箔11および陰極箔12は、セパレータ13を介して巻回されている。巻回体の最外周は、巻止めテープ14により固定される。なお、図1は、巻回体の最外周を止める前の、一部が展開された状態を示している。

[0056] 電解コンデンサは、少なくとも1つのコンデンサ素子を有していればよく、複数のコンデンサ素子を有していてもよい。電解コンデンサに含まれるコンデンサ素子の数は、用途に応じて決定すればよい。

[0057] 本開示に係る電解コンデンサは、以下で説明する本開示の第2の側面に係る製造方法(I)で製造することが可能である。ただし、電解コンデンサは、製造方法(I)以外の方法で製造してもよい。

[0058] [電解コンデンサの製造方法]

本開示の第2の側面は、電解コンデンサの製造方法(I)に関する。その製造方法(I)は、誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、セパレータとを準備する工程(a)と、誘電体層の表面および陰極箔の表面から選択される少な

くとも1つの表面およびセパレータの空隙内に、導電性高分子と、ドーパントと、液媒体と、を含む塗液を付与する工程（b）と、塗液から液媒体の少なくとも一部を除去することによって、少なくとも1つの表面およびセパレータの空隙内に導電性高分子層を形成する工程（c）と、陽極箔と陰極箔との間にセパレータを配置することによって、導電性高分子層を含むコンデンサ素子を形成する工程（d）と、コンデンサ素子内の空隙に液状成分を含ませる工程（e）と、をこの順に含む。

[0059] <工程（a）>

誘電体層を有する陽極箔と陰極箔とセパレータを準備する工程は、特に限定されない。陽極箔と陰極箔とセパレータの材質も特に限定されない。陽極箔と陰極箔とセパレータとして、既述の材料を用いてもよい。

[0060] <工程（b）>

工程（b）で用いる塗液は、糖アルコールを含んでもよく、その糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種（キシリトール化合物）であってもよい。

[0061] 工程（b）では、誘電体層の表面とセパレータに塗液を塗布してもよいし、陰極箔の表面とセパレータに塗液を塗布してもよい。あるいは、誘電体層の表面、陰極箔の表面、およびセパレータに塗液を塗布してもよい。必要に応じて、陽極箔の両面に形成された誘電体層上に塗液が塗布され、陰極箔の両面に塗液が塗布される。塗液を塗布した箇所に、導電性高分子層が形成される。

[0062] 塗液の塗布方法に限定はなく、公知の方法で塗布してもよい。例えば、コーターを用いた方法であってもよいし、塗液をスプレーしてもよいし、塗液中に被塗布物を浸漬してもよい。コーターを用いる方法の例には、グラビアコーティング法やダイコーティング法などが含まれる。グラビアコーティング法では、塗液をグラビアロール等の転移用部材に付着させ、余分な塗液を転移用部材から除去した後、転移用部材に付着した塗液を陽極箔、陰極箔、セパレータのそれぞれに転移させることにより、均一な厚さの塗液の層を陽

極箔、陰極箔、セパレータのそれぞれに付着させることができる。なお、塗液をセパレータに塗布する方法には、塗液をセパレータに含浸させる方法が含まれる。セパレータに塗布された塗液はセパレータ内部に浸透し、セパレータの厚さ方向の全体に導電性高分子層が形成され得る。塗液の粘度は、例えば、 $10\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上（もしくは $100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上）、 $200\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であってもよい。この場合、塗液を陽極箔、陰極箔、セパレータに塗布し易く、セパレータに含浸させ易い。なお、塗液の粘度は、室温（ $20^{\circ}\text{C}$ ）で振動式粘度計（例えば、（株）セコニック製、VM-100A）を用いて求められる。

[0063] ドーパントは導電性高分子にドーピングされていてもよい。ドーパントは負の電荷を有するアニオンでもよく、導電性高分子は正の電荷を有するカチオンでもよい。イオン化したドーパントと導電性高分子は、クーロン力により相互作用し得る。ドーパントがドーピングされた導電性高分子は、粒子の状態で塗液中に分散されていてもよい。

[0064] 液媒体は、水を含むことが好ましい。液媒体は、1気圧において $100^{\circ}\text{C}$ で沸騰しない有機化合物（以下、「有機化合物（C）」とも称する。）を含んでもよい。有機化合物（C）として、1種の化合物を用いてもよく、複数種の化合物を用いてもよい。有機化合物（C）を「少なくとも1種の有機化合物」と読み替えることが可能である。

[0065] この明細書において、特別な説明がない限り、沸点は、1気圧における沸点を意味する。有機化合物（C）の例には、沸点が $100^{\circ}\text{C}$ よりも高い有機化合物が含まれる。有機化合物（C）が沸点を有する場合、当該沸点は、 $110^{\circ}\text{C}$ 以上、 $150^{\circ}\text{C}$ 以上、または $200^{\circ}\text{C}$ 以上であってもよく、 $400^{\circ}\text{C}$ 以下、 $300^{\circ}\text{C}$ 以下、 $250^{\circ}\text{C}$ 以下、または $200^{\circ}\text{C}$ 以下であってもよい。当該沸点は、 $110^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ の範囲（例えば $150^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ の範囲）にあってもよい。

[0066] 製造方法（I）の好ましい一例では、塗液における水の含有率が40質量%以上（例えば50質量%以上）であることが好ましく、導電性高分子層を形

成した後、キシリトール化合物を含む溶液や、液状成分（例えば電解液）が、導電性高分子層の中に浸透しやすくなる。有機化合物（C）を用いる場合、塗液における有機化合物（C）の含有率は0質量%以上10質量%以下であってもよい。

[0067] 水は、1気圧において約100℃で沸騰して蒸発する。一方、有機化合物（C）は、1気圧において100℃で沸騰しない化合物である。そのため、有機化合物（C）が沸騰および分解しない温度で且つ100℃以上の温度で塗液を加熱することによって、塗液から水が除去される一方で有機化合物（C）を残存させることができる。その結果、形成される導電性高分子層には有機化合物（C）が残存する。その場合、その後、キシリトール化合物を含む溶液や液状成分（例えば電解液）が、導電性高分子層に浸透しやすくなる。

[0068] <工程（c）>

工程（c）において、塗液から液媒体の少なくとも一部を除去する方法に限定はない。液媒体の除去は、加熱および／または減圧で行ってもよく、少なくとも加熱を行うことが好ましい。

[0069] 加熱を行う場合、100℃以上の温度で加熱を行うことによって液媒体の一部を除去することが好ましい。100℃以上の温度で加熱を行うことによって、液媒体中の水を速やかに除去できる。加熱温度は、有機化合物（C）が沸騰および分解しない温度であることが好ましい。有機化合物（C）が明確な沸点を有さない化合物である場合、有機化合物（C）の蒸発が少なく且つ有機化合物（C）が分解しない温度で加熱することが好ましい。加熱温度は、100℃以上、120℃以上、または140℃以上であってもよく、200℃以下、または160℃以下であってもよい。加熱温度は100℃～200℃の範囲にあってもよい。加熱時間に特に限定はなく、液媒体の少なくとも一部を適切に除去できる時間であればよい。一例の加熱時間は、5～60分間の範囲にある。

[0070] 1つの部材に導電性高分子層を形成する際に、所定の範囲温度（例えば1

00℃～200℃の範囲の温度)で2回以上加熱を行ってもよい。例えば、陽極箔の両面に形成された誘電体層上に導電性高分子層を形成する場合、一方の片面に塗液を塗布した後に加熱を行い、更に、他方の片面に塗液を塗布した後に加熱を行ってもよい。陰極箔の両面に導電性高分子層を形成する場合も、同様の方法を適用できる。

[0071] 一般的な電解コンデンサの一例は、陽極箔とセパレータと陰極箔との巻回体を含む。そのような電解コンデンサは、巻回体中に配置された導電性高分子層を含む。導電性高分子層は、導電性高分子を含む分散液を巻回体に含浸させることによって形成されている。

[0072] しかし、導電性高分子を含む分散液は粘度が高いため、分散液を巻回体に含浸させても、巻回体の内部に十分な導電性高分子層を形成できない場合がある。導電性高分子層の不十分な形成は、初期容量の低下、等価直列抵抗 (ESR) の増大、信頼性の低下などの原因となり得る。しかも糖アルコールは、固体であるため、糖アルコールを溶媒に溶解させた溶液は粘度が高くなる。導電性高分子を含む分散液に糖アルコールを含ませると、巻回体の内部に十分な導電性高分子層を形成することは更に困難になる。

[0073] 一方、電解コンデンサの製造方法 (I) は、工程 (b) および (c) を含むので、陽極箔が具備する誘電体層の表面および陰極箔の表面から選択される少なくとも1つの表面に塗液が付与され、セパレータの空隙内にも塗液が付与される。塗液は、導電性高分子とドーパントを含むため高粘度になり得る。しかし、誘電体層の表面もしくは陰極箔の表面に、例えば塗液を塗布装置 (コーター) で塗布する場合、コンデンサ素子内に十分な量の導電性高分子層を形成できる。同様に、電解コンデンサの製造方法 (I) は、セパレータの表面に、例えば塗液を塗布装置 (コーター) で塗布する場合、セパレータの空隙内 (正確には空隙を囲うようにセパレータ材料で形成された内壁) に十分な量の導電性高分子層を形成できる。

[0074] <工程 (d) >

工程 (d) では、陽極箔および陰極箔の少なくとも一方と、セパレータに

導電性高分子層を形成した後、陽極箔および陰極箔との間にセパレータを配置することによって、導電性高分子層を含むコンデンサ素子が形成される。本工程では、陽極箔と陰極箔とがセパレータを介して積層される工程でもある。よって、コンデンサ素子は、「積層体」と称してもよい。

[0075] コンデンサ素子（積層体）の形成方法に限定はなく、公知の方法でコンデンサ素子を形成してもよい。コンデンサ素子は、巻回体であってもよい。その場合、陽極箔と陰極箔とセパレータとを、陽極箔と陰極箔との間にセパレータが配置されるように巻回することによって巻回体が形成される。巻回体において、陽極箔と陰極箔とセパレータとは、巻回体の径方向に積層されている。

[0076] コンデンサ素子は、平らな陽極箔と平らな陰極箔と平らなセパレータとを一方向に積層することによって形成されてもよい。例えば、複数の陽極箔と複数の陰極箔と複数のセパレータとを一方向に積層して積層体のコンデンサ素子を形成してもよい。積層体の典型的な例では、陽極箔と陰極箔とは交互に配置され、セパレータは陽極箔と陰極箔との間に配置される。

[0077] 工程（d）の後、工程（e）の前に、コンデンサ素子に、糖アルコール（キシリトール化合物）を含む溶液（以下、「キシリトール溶液」とも称する。）を含浸させることによって、導電性高分子層にキシリトール化合物を含ませてもよい。これにより、導電性高分子層にキシリトール化合物を含ませることができる。キシリトール溶液の溶媒は、少なくとも水を含むことが好ましい。キシリトール溶液の溶媒の80質量%以上、更には90質量%以上（好ましくは100%）が水でもよい。また、キシリトール溶液の溶媒は、有機溶媒を含んでもよい。有機溶媒としては、エチレングリコール、スルホラン、γ-ブチロラクトンを用いることができる。キシリトール溶液におけるキシリトール化合物の質量含有率は、10質量%~70質量%が好ましく、15質量%~60質量%でもよい。

[0078] コンデンサ素子にキシリトール溶液を含浸させる方法に限定はない。例えば、コンデンサ素子の少なくとも一部をキシリトール溶液に浸漬することに

よって、コンデンサ素子にキシリトール化合物を含ませてもよい。コンデンサ素子の少なくとも一部をキシリトール溶液に浸漬する工程と、溶媒の少なくとも一部を除去する工程とを複数回行ってよい。キシリトール溶液を40℃～90℃に加熱してもよい。

[0079] 導電性高分子層における、導電性高分子とドーパントとの合計質量 $M_p$ およびキシリトール化合物の質量 $M_s$ は、塗液における導電性高分子とドーパントの濃度や、キシリトール溶液におけるキシリトール化合物の濃度を制御することで制御できる。

[0080] <工程 (e)>

コンデンサ素子内の空隙に液状成分を含浸させる方法に限定はない。例えば、コンデンサ素子の少なくとも一部を液状成分に浸漬することによって、コンデンサ素子に液状成分を含浸させてもよい。

[0081] 工程 (e) で用いる液状成分は、既述の液状成分であり、溶媒と溶質を含み、溶質は、糖アルコールを含み、糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種（キシリトール化合物）である。そして、液状成分におけるキシリトール化合物の質量含有率は、4質量%以上70質量%以下である。これにより、固液ハイブリッド型の電解コンデンサを得ることができる。液状成分は、キシリトール化合物に加えて電解質塩を含む電解液でもよい。

[0082] 工程 (e) で用いられるキシリトール化合物は、糖アルコールの中でも融点が低く、導電性高分子層に対する親和性に優れているため、コンデンサ素子内の空隙に十分な量の糖アルコールもしくはキシリトール化合物を含ませることができる。キシリトール化合物は、各部材に形成された導電性高分子層同士の接着力を高めるため、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による強固な導電経路が形成され得る。

[0083] 上記の工程によって、導電性高分子層と液状成分とを含むコンデンサ素子が形成される。その後は、必要に応じてコンデンサ素子を外装体に封入する。このようにして、電解コンデンサが製造される。なお、製造方法 (I) は、

必要に応じて、上記の工程以外の工程を含んでもよい。

[0084] 既述のように、製造方法 (I) においては、陽極箔が具備する誘電体層の表面および／または陰極箔の表面に形成された第 1 の導電性高分子層と、セパレータの空隙内に形成された第 2 の導電性高分子層との組み合わせとして、導電性高分子層が形成され得る。製造方法 (I) によれば、第 1 の導電性高分子層と第 2 の導電性高分子層との境界には、第 1 の導電性高分子層の一部と第 2 の導電性高分子層の一部とが混在している混在領域が形成され得る。換言すれば、第 1 の導電性高分子層と第 2 の導電性高分子層は互いに接着され得る。よって、陽極箔と陰極箔の間に導電性高分子層による強固な導電経路が形成され、電解コンデンサの ESR が低減されるとともに、信頼性が大きく向上する。

[0085] 第 1 の導電性高分子層と第 2 の導電性高分子層とは、同じ導電性高分子で構成されてもよいし、異なる導電性高分子を含んでもよい。第 1 の導電性高分子層と第 2 の導電性高分子層とは、同じドーパントを含んでもよいし、異なるドーパントを含んでもよい。陽極箔上 (誘電体層上) に形成された第 1 の導電性高分子層、陰極箔上に形成された第 1 の導電性高分子層、および第 2 の導電性高分子層は、同じ導電性高分子で構成されてもよいし、異なる導電性高分子を含んでもよい。陽極箔上 (誘電体層上) に形成された第 1 の導電性高分子層、陰極箔上に形成された第 1 の導電性高分子層、および第 2 の導電性高分子層は、同じドーパントを含んでもよいし、異なるドーパントを含んでもよい。

[0086] 陽極箔 (または陰極箔) の表面に第 1 の導電性高分子層を形成する場合、第 1 の導電性高分子層が形成される表面の面積の 80% 以上 (例えば 90% 以上) に第 1 の導電性高分子層を形成することが好ましい。第 1 の導電性高分子層は、電極箔 (陽極箔、陰極箔) の表面のうち、コンデンサ素子の静電容量に寄与する表面の全体に形成されることが好ましい。第 2 の導電性高分子層がセパレータに形成される面積は、セパレータの面積の 80% 以上 (例えば 90% 以上) であることが好ましく、セパレータの全体に形成されても

よい。ここで、電極箔（陽極箔、陰極箔）の表面の面積とは、表面の凹凸を考慮しない面積であり、電極箔の外形から算出できる。第1の導電性高分子が電極箔の両面に形成される場合、第1の導電性高分子が形成される表面の面積は、両面の面積の合計である。

[0087] 単位面積当たりの第1の導電性高分子層の質量は、 $0.01 \text{ mg/cm}^2$ 以上、または $0.02 \text{ mg/cm}^2$ 以上であってもよく、 $0.5 \text{ mg/cm}^2$ 以下、または $0.3 \text{ mg/cm}^2$ 以下であってもよい。当該質量を $0.1 \text{ mg/cm}^2$ 以上とすることによって、導電性高分子層をより均一に形成することができる。なお、電極箔の両面に第1の導電性高分子層を形成する場合、上記の単位面積当たりの質量は、電極箔の片面に形成された層の質量である。

[0088] 単位面積当たりの第2の導電性高分子層の質量は、 $0.02 \text{ mg/cm}^2$ 以上、または $0.05 \text{ mg/cm}^2$ 以上であってもよく、 $2.0 \text{ mg/cm}^2$ 以下、または $1.0 \text{ mg/cm}^2$ 以下であってもよい。当該質量を $0.3 \text{ mg/cm}^2$ 以上とすることによって、導電性高分子層をより均一に形成することができる。

[0089] 単位面積当たりの導電性高分子層の質量は、以下の方法で求めることができる。まず、導電性高分子層を形成する前の部材（電極箔またはセパレータ）を所定の面積で切り出したサンプルを5つ作製し、その5つのサンプルの質量を測定する。また、導電性高分子層が形成された部材（電極箔またはセパレータ）を上記所定の面積で切り出したサンプルを5つ作製し、そのサンプルの質量を測定する。導電性高分子層形成後の5つのサンプルの質量の合計と導電性高分子層形成前の5つのサンプルの質量の合計との差と、上記所定の面積とを用いて、単位面積当たりの導電性高分子層の質量が求められる。

[0090] （塗液）

次に、塗液について更に詳細に説明する。塗液は、導電性高分子とドーパントと液媒体を含み、キシリトール化合物を含んでもよい。液媒体は、水を含むことが好ましく、更に有機化合物（C）を含むことが好ましい。必要に

応じて、塗液は他の成分を含んでもよい。有機化合物（C）としては、水に溶解しやすい有機化合物を好ましく用いることができる。有機化合物（C）は、水との混和性を有する化合物であってもよい。

[0091] 塗液は、キシリトール化合物以外の糖アルコールを含み得る。ただし、塗液に含まれる糖アルコールの大部分がキシリトール化合物であることが好ましい。塗液に含まれる糖アルコールの80質量%以上（更には90質量%以上）がキシリトール化合物であることが好ましい。キシリトール化合物以外の糖アルコールの例には、マンニトール、ソルビトール、エリトリトールおよびペンタエリトリトールなどが挙げられる。

[0092] 有機化合物（C）の例には、有機溶媒として用いられる化合物が含まれる。有機化合物（C）の例には、2つ以上の水酸基を有する多価アルコール（糖アルコールを除く。）が含まれる。有機化合物（C）が溶解した水は、導電性高分子の分散媒として用いることができる。1つの観点では、塗液は、ドーパントがドーパされた導電性高分子の粒子が分散している分散液であり、その分散媒は、有機化合物（C）および／またはキシリトール化合物が溶解している水であり得る。

[0093] 有機化合物（C）の例には、多価アルコール（糖アルコールを除く。）、スルホラン、 $\gamma$ -ブチロラクトン、およびホウ酸エステルなどが含まれる。有機化合物（C）は、多価アルコール、スルホラン、 $\gamma$ -ブチロラクトン、およびホウ酸エステルからなる群より選択される少なくとも1種を含んでもよく、当該少なくとも1種であってもよい。

[0094] 多価アルコールの例には、グリコール類、グリセリン類などが含まれる。グリコール類の例には、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、ポリアルキレングリコール（例えばポリエチレングリコール）、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレングリコール（エチレンオキサイド・プロピレンオキサイド共重合体）などが含まれる。グリセリン類の例には、グリセリンおよびポリグリセリンなどが含まれる。

[0095] 導電性高分子の例には、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、およびそれらの誘導体などが含まれる。当該誘導体には、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフラン、ポリアニリン、およびポリアセチレンを基本骨格とするポリマーが含まれる。例えば、ポリチオフェンの誘導体には、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)などが含まれる。これらの導電性高分子は、単独で用いてもよく、複数種を組み合わせて用いてもよい。また、導電性高分子は、2種以上のモノマーの共重合体であってもよい。導電性高分子の重量平均分子量は特に限定されず、例えば1000~100000の範囲にあってもよい。導電性高分子の好ましい一例は、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT)である。

[0096] 導電性高分子にはドーパントがドーピングされている。導電性高分子からの脱ドーピングを抑制する観点から、ドーパントとして、高分子ドーパントを用いることが好ましい。高分子ドーパントの例には、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、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が含まれる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。これらの少なくとも一部は、塩の形態で添加されてもよい。ドーパントの好ましい一例は、ポリスチレンスルホン酸(PSS)である。

[0097] 本開示の電解コンデンサにおいて、ドーパントは、酸性基を含有するドーパントであってもよく、酸性基を含有する高分子ドーパントであってもよい。酸性基の例には、スルホン酸基、カルボキシル基などが含まれる。酸性基を含有する高分子ドーパントは、少なくとも一部の構成単位が酸性基を含有する高分子(ポリマー)である。そのような高分子ドーパントの例には、上述した高分子ドーパントが含まれる。

[0098] ドーパントの重量平均分子量は特に限定されない。均質な導電性高分子層の形成を容易にする観点から、ドーパントの重量平均分子量を1000~100000の範囲としてもよい。

- [0099] ドーパントは、ポリスチレンスルホン酸であってもよく、導電性高分子はポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)であってもよい。すなわち、ドーパントがドーピングされた導電性高分子は、ポリスチレンスルホン酸がドーピングされたポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)であってもよい。
- [0100] ドーパントがドーピングされた導電性高分子を用いる場合、ドーパントの脱ドーピングを抑制するために、塗液のpHは7.0未満であることが好ましく、6.0以下または5.0以下であってもよい。塗液のpHは、1.0以上、または2.0以上であってもよい。
- [0101] ドーパントがドーピングされた導電性高分子は、粒子の状態で塗液中に存在してもよい。ドーパントがドーピングされた導電性高分子の粒子の体積基準の粒度分布において、粒径の最頻値は10nm以上、または20nm以上であってもよく、1000nm以下、500nm以下、200nm以下、または100nm以下であってもよい。体積基準の粒度分布は、レーザ回折／散乱式粒度分布測定装置を用いて求めることができる。
- [0102] ドーパントがドーピングされた導電性高分子の粒子の粒径の上記最頻値は、20nm～200nmの範囲（例えば20nm～100nmの範囲）にあってもよい。また、体積基準の粒度分布において、粒径が20nm～100nmの範囲にある粒子の体積基準の割合は、全体の90%以上であってもよい。これらの範囲によれば、部材（電極箔およびセパレータ）の細孔内に、ドーパントがドーピングされた導電性高分子を含む導電性高分子層を形成しやすくなる。
- [0103] 塗液における水の含有率は、40質量%以上、50質量%以上、70質量%以上、73質量%以上、78質量%以上、80質量%以上、88質量%以上、90質量%以上、または95質量%以上であってもよい。当該含有率は、98質量%以下、95質量%以下、90質量%以下、または80質量%以下であってもよい。当該含有率は、40～98質量%以上、50～98質量%の範囲、80～98質量%の範囲、または70～98質量%の範囲にあってもよい。これらの範囲のいずれかにおいて、上限を95質量%、90質量%

％、または80質量％に置き換えてもよい。

[0104] 塗液におけるキシリトール化合物と有機化合物（C）の含有率は、0質量％以上、1.0質量％以上、3.0質量％以上、5.0質量％以上、または10質量％以上であってもよい。当該含有率は、59.5質量％以下、45質量％以下、30質量％以下、25質量％以下、20質量％以下、15質量％以下、または10質量％以下であってもよい。当該含有率は、1～59.5質量％の範囲、3～59.5質量％の範囲、または5～59.5質量％の範囲にあってもよい。これらの範囲のいずれかにおいて、上限を、45質量％、30質量％、25質量％、20質量％、15質量％、または10質量％に置き換えてもよい。

[0105] 塗液における導電性高分子とドーパントの合計の質量含有率は、0.5質量％以上、または1.0質量％以上であってもよく、4.0質量％以下、3.0質量％以下、または2.0質量％以下であってもよい。当該含有率は、0.5～4.0質量％の範囲、1.0～4.0質量％の範囲であってもよい。これらの範囲のいずれかにおいて、上限を3.0質量％または2.0質量％としてもよい。塗液の物性とその経時的安定性が優れている点や、電解コンデンサのESRとコスト面とのバランスが良い点で、当該含有率は1.0～3.0％の範囲にあることが好ましい。

[0106] 塗液に含まれるドーパントの質量に特に限定はなく、塗液に含まれる導電性高分子の質量の0.1～5倍の範囲（例えば0.5～3倍の範囲）にあってもよい。

[0107] 塗液におけるキシリトール化合物の質量含有率は、塗液における導電性高分子とドーパントの合計の質量含有率の1倍～1.2倍、更には7倍～1.2倍が好ましい。また、塗液の物性とその経時的安定性が優れている点や、電解コンデンサのESRとコスト面とのバランスが良い点で、当該含有率は1.0～3.0％の範囲にあることが好ましい。

[0108] 塗液において、水の含有率：キシリトール化合物と有機化合物（C）の合計含有率：導電性高分子とドーパントの合計含有率＝（40～98）：（1

. 0～59.5) : (0.5～4.0) であってもよく、(69.5～98) : (1.0～30) : (0.5～4.0) であってもよい。

[0109] 上記の水の含有率、キシリトール化合物と有機化合物(C)の合計含有率、および導電性高分子とドーパントの合計含有率は、矛盾が生じない限り、任意に組み合わせることができる。塗液の一例は、以下の条件(1)～(5)から任意に選択される1つ、2つ、3つ、または4つの条件を満たしてもよいし、すべての条件を満たしてもよい。

[0110] (1) 水の含有率が50～98質量%の範囲(例えば73～95質量%の範囲)、キシリトール化合物と有機化合物(C)の合計含有率が3～30質量%の範囲(例えば5～25質量%の範囲)、導電性高分子とドーパントの合計含有率が0.5～4.0質量%の範囲(例えば1.0～3.0質量%の範囲)にある。

(2) 塗液におけるキシリトール化合物の質量含有率は、塗液における導電性高分子とドーパントの合計の質量含有率の1倍～45倍、更には7倍～20倍である。

(3) 有機化合物(C)がグリコール類(例えばエチレングリコール)である。

(4) 導電性高分子成分は、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)とポリスチレンスルホン酸とを含む。例えば、導電性高分子成分は、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)とポリスチレンスルホン酸とで構成されてもよい。

(5) 塗液のpHは1.0～6.0の範囲(例えば2.0～5.0の範囲)にある。

(6) ドーパントがドーブされた導電性高分子は、粒子の状態で塗液中に存在し、その粒子の体積基準の粒度分布において、粒径の最頻値が20nm～1000nmの範囲(例えば、20nm～200nmの範囲や、20nm～100nmの範囲)にある。体積基準の粒度分布において、粒径が20nm～1000nmの範囲(例えば、20nm～200nmの範囲や、20nm

～100nmの範囲)にある粒子が粒子全体に占める割合(体積基準)は、90%以上であってもよい。

[0111] (液状成分)

液状成分には、溶質を溶解させた溶媒を用いることができる。溶質は、少なくともキシリトール化合物を含む。なお、この明細書において、液状成分は、室温(25℃)において液体状である成分であってもよいし、電解コンデンサの使用時の温度において液体状である成分であってもよい。

[0112] 液状成分に用いられる溶媒は、有機溶媒であってもよいし、イオン性液体であってもよいし、プロトン性溶媒であってもよい。有機溶媒の例には、エチレングリコール、プロピレングリコールなどの多価アルコール類、スルホラン(SL)などの環状スルホン類、 $\gamma$ -ブチロラクトン( $\gamma$ BL)などのラクトン類、N-メチルアセトアミド、N,N-ジメチルホルムアミド、N-メチル-2-ピロリドンなどのアミド類、酢酸メチルなどのエステル類、炭酸プロピレンなどのカーボネート化合物、1,4-ジオキサンなどのエーテル類、メチルエチルケトンなどのケトン類、ホルムアルデヒドなどが含まれる。

[0113] 溶媒として、高分子系溶媒を用いてもよい。高分子系溶媒の例には、ポリアルキレングリコール、ポリアルキレングリコールの誘導体、多価アルコール中の水酸基の少なくとも1つがポリアルキレングリコール(誘導体を含む)に置換された化合物などが含まれる。具体的には、高分子系溶媒の例には、ポリエチレングリコール(PEG)、ポリエチレングリコールグリセリルエーテル、ポリエチレングリコールジグリセリルエーテル、ポリエチレングリコールソルビトールエーテル、ポリプロピレングリコール、ポリプロピレングリコールグリセリルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリセリルエーテル、ポリプロピレングリコールソルビトールエーテル、ポリブチレングリコールなどが含まれる。高分子系溶媒の例には、さらに、エチレングリコール-プロピレングリコールの共重合体、エチレングリコール-ブチレングリコールの共重合体、プロピレングリコール-ブチレングリコールの共重

合体などが含まれる。非水溶媒は、一種を単独で用いてもよいし、2種以上を混合して用いてもよい。

- [0114] 液状成分は、溶質として、塩基成分（塩基）および／または酸成分（酸）を含んでもよい。
- [0115] 酸成分としては、ポリカルボン酸およびモノカルボン酸を用いることができる。上記ポリカルボン酸の例としては、脂肪族ポリカルボン酸（〔飽和ポリカルボン酸、例えばシュウ酸、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〕；〔不飽和ポリカルボン酸、例えばマレイン酸、フマル酸、イコタン酸〕）、芳香族ポリカルボン酸（例えばフタル酸、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）、脂環式ポリカルボン酸（例えばシクロヘキサン-1, 2-ジカルボン酸、シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸等）が挙げられる。
- [0116] 上記モノカルボン酸の例としては、脂肪族モノカルボン酸（炭素数1～30）（〔飽和モノカルボン酸、例えばギ酸、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〕；〔不飽和モノカルボン酸、例えばアクリル酸、メタクリル酸、オレイン酸〕）、芳香族モノカルボン酸（例えば安息香酸、ケイ皮酸、ナフトエ酸）、オキシカルボン酸（例えばサリチル酸、マンデル酸、レゾルシン酸）が挙げられる。
- [0117] これらのなかでも、マレイン酸、フタル酸、安息香酸、ピロメリット酸、レゾルシン酸は、熱的に安定であり、好ましく用いられる。
- [0118] 酸成分として無機酸を用いてもよい。代表的な無機酸の例としては、リン酸、亜リン酸、次亜リン酸、アルキル燐酸エステル、ホウ酸、ホウフッ酸、4フッ化ホウ酸、6フッ化リン酸、ベンゼンスルホン酸、ナフタレンスルホン酸などが挙げられる。また、酸成分として有機酸と無機酸との複合化合物を用いてもよい。そのような複合化合物の例としては、ボロジグリコール酸、ボロジ蔞酸、ボロジサリチル酸などが挙げられる。

[0119] 塩基成分は、アルキル置換アミジン基を有する化合物であってもよく、例えば、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）などであってもよい。具体的には、1, 8-ジアザビシクロ [5, 4, 0] ウンデセン-7、1, 5-ジアザビシクロ [4, 3, 0] ノネン-5、1, 2-ジメチルイミダゾリニウム、1, 2, 4-トリメチルイミダゾリン、1-メチル-2-エチルイミダゾリン、1, 4-ジメチル-2-エチルイミダゾリン、1-メチル-2-ヘプチルイミダゾリン、1-メチル-2-(3'ヘプチル)イミダゾリン、1-メチル-2-ドデシルイミダゾリン、1, 2-ジメチル-1, 4, 5, 6-テトラヒドロピリミジン、1-メチルイミダゾール、1-メチルベンゾイミダゾールが好ましい。これらを用いることによって、インピーダンス性能の優れたコンデンサが得られる。

[0120] 塩基成分として、アルキル置換アミジン基を有する化合物の4級塩を用いてもよい。そのような塩基成分の例としては、炭素数1~11のアルキル基またはアリールアルキル基で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）が挙げられる。具体的には、1-メチル-1, 8-ジアザビシクロ [5, 4, 0] ウンデセン-7、1-メチル-1, 5-ジアザビシクロ [4, 3, 0] ノネン-5、1, 2, 3-トリメチルイミダゾリニウム、1, 2, 3, 4-テトラメチルイミダゾリニウム、1, 2-ジメチル-3-エチルイミダゾリニウム、1, 3, 4-トリメチル-2-エチルイミダゾリニウム、1, 3-ジメチル-2-ヘプチルイミダゾリニウム、1, 3-ジメチル-2-(3'ヘプチル)イミダゾリニウム、1, 3-ジメチル-2-ドデシルイミダゾリニウム、1, 2, 3-トリメチル-1, 4, 5, 6-テトラヒドロピリミジウム、1, 3-ジメチルイミダゾリウム、1-メチル-3-エチルイミダゾリウム、1, 3-ジメチルベンゾイミダゾリウムが好ましい。これらを用いることによって、インピーダンス性能の優れたコンデンサが得られる。

- [0121] 塩基成分として三級アミンを用いてもよい。三級アミンの例としては、トリアルキルアミン類（トリメチルアミン、ジメチルエチルアミン、メチルジエチルアミン、トリエチルアミン、ジメチル-*n*-プロピルアミン、ジメチルイソプロピルアミン、メチルエチル-*n*-プロピルアミン、メチルエチルイソプロピルアミン、ジエチル-*n*-プロピルアミン、ジエチルイソプロピルアミン、トリー-*n*-プロピルアミン、トリーイソプロピルアミン、トリー-*n*-ブチルアミン、トリー-*tert*-ブチルアミンなど）、フェニル基含有アミン（ジメチルフェニルアミン、メチルエチルフェニルアミン、ジエチルフェニルアミンなど）が挙げられる。なかでも、導電性が高くなる点で、トリアルキルアミン類が好ましく、トリメチルアミン、ジメチルエチルアミン、メチルジエチルアミン、トリエチルアミンからなる群より選択される少なくとも1種を含むことがより好ましい。また、塩基成分として、ジアルキルアミン類などの二級アミン、モノアルキルアミンなどの一級アミン、アンモニアを用いてもよい。
- [0122] 液状成分は、酸成分と塩基成分との塩を含有してもよい。塩は、無機塩および／または有機塩であってもよい。有機塩とは、アニオンおよびカチオンの少なくとも一方が有機物を含む塩である。有機塩としては、例えば、マレイン酸トリメチルアミン、ボロジサリチル酸トリエチルアミン、フタル酸エチルジメチルアミン、フタル酸モノ1, 2, 3, 4-テトラメチルイミダゾリニウム、フタル酸モノ1, 3-ジメチル-2-エチルイミダゾリニウムなどを用いてもよい。
- [0123] ドーパントの脱ドーブを抑制するために、液状成分(L)のpHを、7.0未満または5.0以下としてもよく、1.0以上、または2.0以上としてもよい。当該pHは、1.0以上で7.0未満（例えば2.0~5.0の範囲）としてもよい。
- [0124] 液状成分は、プロトン性溶媒を含むことが好ましい。プロトン性溶媒を用いることによって、導電性高分子層を特に膨潤させることが可能である。液状成分は、プロトン性溶媒に加えて、プロトン性溶媒以外の溶媒を含んでも

よい。

[0125] プロトン性溶媒は、グリコール類、グリセリン、ポリグリセリン、および糖アルコールからなる群より選択される少なくとも1種を含んでもよく、当該少なくとも1種であってもよい。プロトン性溶媒は、1種の化合物のみで構成されてもよいし、複数種の化合物を含んでもよい。

[0126] 《付記》

以上の実施形態の記載により、下記の技術が開示される。

[0127] (技術1)

コンデンサ素子と、前記コンデンサ素子内の空隙に含まれる液状成分と、を含む電解コンデンサであって、

前記コンデンサ素子は、

誘電体層を有する陽極箔と、

陰極箔と、

前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在するセパレータと、

前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在し、前記セパレータと接触している導電性高分子層と、を有し、

前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含み、

前記溶質は、糖アルコールを含み、

前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種であり、

前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である、電解コンデンサ。

[0128] (技術2)

前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、50質量%以下である、技術1に記載の電解コンデンサ。

[0129] (技術3)

前記溶質は、酸、塩基および電解質塩からなる群より選択される少なくとも1種を更に含み、

前記液状成分における前記溶質の含有率が、70質量%以下である、技術1または2に記載の電解コンデンサ。

[0130] (技術4)

前記導電性高分子層が、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種の糖アルコールを更に含む、技術1～3のいずれか1つに記載の電解コンデンサ。

[0131] (技術5)

前記導電性高分子層における前記糖アルコールの質量含有率が、30質量%以上98質量%以下である、技術1～4のいずれか1つに記載の電解コンデンサ。

[0132] (技術6)

前記導電性高分子層は、前記誘電体層の表面および前記陰極箔の表面から選択される少なくとも1つの表面に形成されているとともに、前記セパレータの空隙内に形成されている、技術1～5のいずれか1つに記載の電解コンデンサ。

[0133] (技術7)

前記溶媒は、第1溶媒を含み、

前記第1溶媒は、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、分子量250以下のエチレングリコール縮合物、グリセリン、γ-ブチロラクトンおよびスルホランからなる群より選択される少なくとも1種である、技術1～6のいずれか1つに記載の電解コンデンサ。

[0134] (技術8)

前記溶媒における前記第1溶媒の割合が、20質量%以上である、技術1～7のいずれか1つに記載の電解コンデンサ。

[0135] (技術9)

誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、セパレータとを準備する工程(a)と、

前記誘電体層の表面および前記陰極箔の表面から選択される少なくとも1

つの表面および前記セパレータの空隙内に、導電性高分子と、ドーパントと、液媒体と、を含む塗液を付与する工程（b）と、

前記塗液から前記液媒体の少なくとも一部を除去することによって、前記少なくとも1つの表面および前記セパレータの空隙内に導電性高分子層を形成する工程（c）と、

前記陽極箔と前記陰極箔との間に前記セパレータを配置することによって、前記導電性高分子層を含むコンデンサ素子を形成する工程（d）と、

前記コンデンサ素子内の空隙に液状成分を含ませる工程（e）と、  
をこの順に含み、

前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含み、

前記溶質は、糖アルコールを含み、

前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種であり、

前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である、電解コンデンサの製造方法。

[0136] （技術10）

前記塗液が、前記糖アルコールを含む、技術9に記載の電解コンデンサの製造方法。

[0137] （技術11）

前記工程（d）の後、前記工程（e）の前に、前記コンデンサ素子に、前記糖アルコールを含む溶液を含浸させることによって、前記導電性高分子層に前記糖アルコールを含ませる工程を更に有する、技術9または10に記載の電解コンデンサの製造方法。

[0138] （技術12）

前記導電性高分子層は、前記少なくとも1つの表面に形成された第1の導電性高分子層と、前記セパレータの空隙内に形成された第2の導電性高分子層とを含み、

前記第1の導電性高分子層と前記第2の導電性高分子層との境界に、前記

第1の導電性高分子層の一部と前記第2の導電性高分子層の一部とが混在している混在領域が存在している、技術9～11のいずれか1つに記載の電解コンデンサの製造方法。

[0139] [実施例]

以下、実施例に基づいて、本開示をより詳細に説明するが、本開示は実施例に限定されない。この実施例では、以下の方法で複数の電解コンデンサを作製して評価した。

[0140] <コンデンサB1>

電解コンデンサを以下の方法で作製した。

[0141] (a) 構成部材の準備

アルミニウム箔（厚さ100 $\mu\text{m}$ ）にエッチング処理を行い、アルミニウム箔の表面を粗面化した。粗面化されたアルミニウム箔の表面を化成処理して誘電体層を形成した。このようにして、両面に誘電体層が形成された陽極箔を得た。

[0142] また、アルミニウム箔（厚さ50 $\mu\text{m}$ ）にエッチング処理を行い、アルミニウム箔の表面を粗面化し、陰極箔を得た。

[0143] セパレータとして、不織布（厚さ50 $\mu\text{m}$ ）を準備した。不織布は、合成繊維50質量%（ポリエステル繊維25質量%、アラミド繊維25質量%）とセルロース50質量%とから構成されており、紙力増強剤としてポリアクリルアミドを含む。不織布の密度は0.35 $\text{g}/\text{cm}^3$ であった。

[0144] (b) 塗液の調製

ポリスチレンスルホン酸（PSS）がドーパされたポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）の粒子が水に分散された分散液（市販品）を塗液として準備した。

[0145] (c) 導電性高分子層の形成

グラビアコーターを用いて、陽極箔の一方の片面（誘電体層の表面）に塗液を塗布した。その後、乾燥処理を行って、陽極箔の一方の片面（誘電体層の表面）に導電性高分子層を形成した。乾燥処理は、塗液が塗布された陽極

箔を、125℃で5分間加熱することによって行った。次に、陽極箔の他方の片面（誘電体層の表面）にも、同様の方法で導電性高分子層を形成した。

[0146] 陽極箔の両面に形成した方法と同様の方法で、陰極箔の両面にも導電性高分子層を形成した。また、陽極箔の両面に形成した方法と同様の方法で、セパレータに塗液を塗布した後に乾燥処理を行うことによって、セパレータに導電性高分子層を形成した。

[0147] (d) コンデンサ素子の作製

陽極箔、陰極箔、およびセパレータをそれぞれ所定の大きさに切断した。陽極箔および陰極箔に、陽極リードタブおよび陰極リードタブを接続した。次に、陽極箔と陰極箔とをセパレータを介して巻回した。その際、巻回体の外側表面の端部を巻止めテープで固定した。巻回体から突出する各リードタブの端部に、陽極リード線および陰極リード線をそれぞれ接続した。得られた巻回体に再度化成処理を行い、陽極箔の端面に誘電体層を形成した。このようにして、コンデンサ素子を得た。

[0148] (e) 液状成分の含浸

溶媒に、*o*-フタル酸、トリエチルアミン（塩基成分）を合計で25質量%の濃度で溶解させて電解液（液状成分）を調製した。減圧雰囲気（40kPa）中で、電解液にコンデンサ素子を5分間浸漬した。これによって、コンデンサ素子に電解液を含浸させた。溶媒には、エチレングリコール（EG）とスルホラン（SL）の体積比50：50の混合溶媒を用いた。

[0149] (f) コンデンサ素子の封止

電解液を含浸させたコンデンサ素子を封止して、図1に示すような電解コンデンサを作製した。その後、電圧を印加しながら、95℃で90分のエージングを行った。このようにして、電解コンデンサ（コンデンサB1）を得た。

[0150] <コンデンサA1、A2>

液状成分の含浸工程（e）において、液状成分に表1に示す質量含有率（CX）でキシリトールを溶解させたことを除いて、コンデンサB1と同様の

方法で電解コンデンサ（コンデンサ A 1、A 2 を作製した。また、液状成分における  $\alpha$ -フタル酸およびトリエチルアミン（塩基成分）の合計の質量含有率を 25 質量%とした。

[0151] （初期 ESR の測定）

上記エージング後の初期の電解コンデンサについて、LCRメータを用いて周波数 100 kHz における ESR (mΩ) を測定した。測定温度は 20 °C とした。

[0152] [表1]

コンデンサ	溶媒	糖アルコール	CX	ESR
B1	EG/SL	なし	-	22.30
A1	EG/SL	XYT	4.2%	15.57
A2	EG/SL	XYT	8.4%	14.62

XYT:キシリトール

EG:エチレングリコール

SL:スルホラン

[0153] 表 1 の結果は、液状成分に質量含有率が 4 質量%以上となるようにキシリトール化合物を含ませることで、初期 ESR が顕著に低減することを示している。

[0154] （コンデンサ A 3 ~ A 12、コンデンサ B 2 ~ B 9）

表 2 に示す液状成分の溶媒に表 2 に示す質量含有率 (CX) でキシリトールを溶解させたことを除いて、コンデンサ A 1 と同様に、固液ハイブリッド型のコンデンサ A 3 ~ A 12 および B 2 ~ B 9 を作製した。減圧雰囲気 (40 kPa) 中で、液状成分にコンデンサ素子を 5 分間浸漬した。これによって、コンデンサ素子に液状成分を含浸させた。上記以外は、コンデンサ A 1 と同様の方法で電解コンデンサ（コンデンサ A 3 ~ A 12、コンデンサ B 2 ~ B 9）を作製した。

[0155] （信頼性試験後の ESR の測定）

上記 (f) のコンデンサ素子の封止工程後（エージング後）の電解コンデンサに対して、145 °C の恒温槽に 1000 時間保管する信頼性試験を行っ

た。信頼性試験後の電解コンデンサに対して、信頼性試験後のESRを測定した。測定温度は20℃とした。測定結果を表2に示す。なお、表2では、コンデンサA3～A12およびコンデンサB2～B9での信頼性試験後のESRの値を、コンデンサA3での信頼性試験後のESRに対する比率で表しています。

[0156] [表2]

コンデンサ	溶媒	糖アルコール	CX	信頼性試験後ESR
A3	EG	XYT	10%	1.00
A4	EG	XYT	30%	1.02
A5	EG	XYT	50%	1.01
A6	EG	XYT	70%	1.17
B2	EG	SOR	10%	1.08
B3	EG	SOR	30%	1.09
B4	EG	SOR	50%	1.13
B5	EG	SOR	70%	1.37
B6	EG	MT	10%	1.14
B7	EG	MT	30%	1.26
B8	EG	PNT	10%	1.09
B9	EG	PNT	30%	1.16
A7	DEG	XYT	10%	1.07
A8	TEG	XYT	10%	1.18
A9	PEG	XYT	10%	1.60
A10	GLC	XYT	10%	1.02
A11	SL	XYT	10%	1.40
A12	GBL	XYT	10%	1.64

EG: エチレングリコール  
 DEG: ジエチレングリコール  
 TEG: トリエチレングリコール  
 PEG: ポリエチレングリコール  
 GLC: グリセリン  
 SL: スルホラン  
 GBL:  $\gamma$ -ブチロラクトン  
 XYT: キシリトール  
 SOR: ソルビトール  
 MT: マンニトール  
 PNT: ペンタエリスリトール

[0157] 表2の結果は、液状成分が糖アルコールの中でも特にキシリトール化合物を含むことで、信頼性試験後のESRが小さい固液ハイブリッド電解コンデンサが得られることを示している。

[0158] 以上の結果は、製造プロセスおよび完成した電解コンデンサ内での糖アルコールの析出が抑制されていることが貢献していると考えられる。

### 産業上の利用可能性

[0159] 本開示は、固液ハイブリッド型の電解コンデンサに利用できる。

### 符号の説明

- [0160] 10 : コンデンサ素子  
11 : 陽極箔  
12 : 陰極箔  
13 : セパレータ  
14 : 巻止めテープ  
100 : 電解コンデンサ  
101 : 有底ケース  
102 : 封止部材  
103 : 座板  
104 A、104 B : リード線  
105 A、105 B : リードタブ

## 請求の範囲

- [請求項1] コンデンサ素子と、前記コンデンサ素子内の空隙に含まれる液状成分と、を含む電解コンデンサであって、  
前記コンデンサ素子は、  
誘電体層を有する陽極箔と、  
陰極箔と、  
前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在するセパレータと、  
前記陽極箔と前記陰極箔との間に介在し、前記セパレータと接触している導電性高分子層と、を有し、  
前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含み、  
前記溶質は、糖アルコールを含み、  
前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種であり、  
前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である、電解コンデンサ。
- [請求項2] 前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、50質量%以下である、請求項1に記載の電解コンデンサ。
- [請求項3] 前記溶質は、酸、塩基および電解質塩からなる群より選択される少なくとも1種を更に含み、  
前記液状成分における前記溶質の含有率が、70質量%以下である、請求項1に記載の電解コンデンサ。
- [請求項4] 前記導電性高分子層が、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種の糖アルコールを更に含む、請求項1に記載の電解コンデンサ。
- [請求項5] 前記導電性高分子層における前記糖アルコールの質量含有率が、30質量%以上98質量%以下である、請求項1に記載の電解コンデンサ。
- [請求項6] 前記導電性高分子層は、前記誘電体層の表面および前記陰極箔の表

面から選択される少なくとも1つの表面に形成されているとともに、前記セパレータの空隙内に形成されている、請求項1に記載の電解コンデンサ。

[請求項7] 前記溶媒は、第1溶媒を含み、

前記第1溶媒は、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、分子量250以下のエチレングリコール縮合物、グリセリン、γ-ブチロラクトンおよびスルホランからなる群より選択される少なくとも1種である、請求項1に記載の電解コンデンサ。

[請求項8] 前記溶媒における前記第1溶媒の割合が、20質量%以上である、請求項1に記載の電解コンデンサ。

[請求項9] 誘電体層を有する陽極箔と、陰極箔と、セパレータとを準備する工程(a)と、

前記誘電体層の表面および前記陰極箔の表面から選択される少なくとも1つの表面および前記セパレータの空隙内に、導電性高分子と、ドーパントと、液媒体と、を含む塗液を付与する工程(b)と、

前記塗液から前記液媒体の少なくとも一部を除去することによって、前記少なくとも1つの表面および前記セパレータの空隙内に導電性高分子層を形成する工程(c)と、

前記陽極箔と前記陰極箔との間に前記セパレータを配置することによって、前記導電性高分子層を含むコンデンサ素子を形成する工程(d)と、

前記コンデンサ素子内の空隙に液状成分を含ませる工程(e)と、をこの順に含み、

前記液状成分は、溶媒と、溶質と、を含み、

前記溶質は、糖アルコールを含み、

前記糖アルコールは、キシリトールおよびキシリトール誘導体からなる群より選択される少なくとも1種であり、

前記液状成分における前記糖アルコールの含有率が、4質量%以上70質量%以下である、電解コンデンサの製造方法。

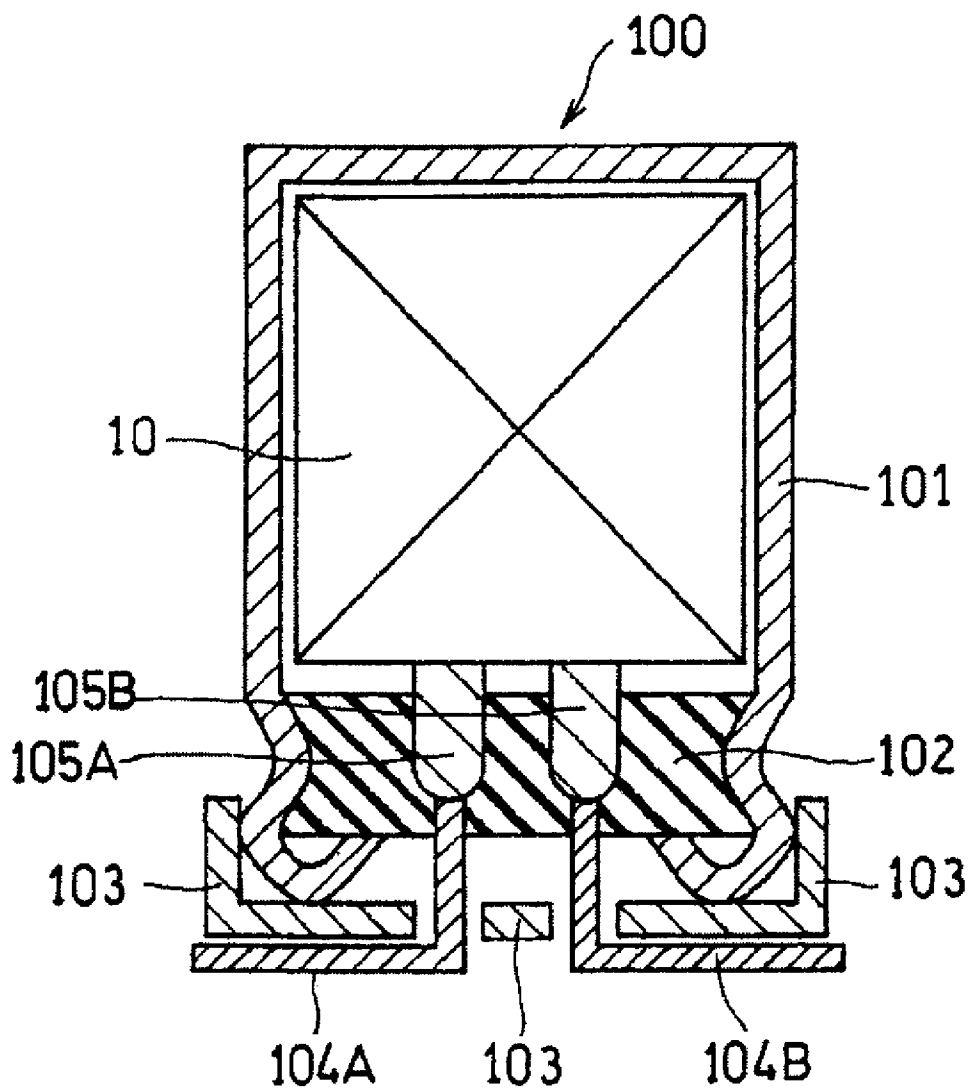
[請求項10] 前記塗液が、前記糖アルコールを含む、請求項9に記載の電解コンデンサの製造方法。

[請求項11] 前記工程(d)の後、前記工程(e)の前に、前記コンデンサ素子に、前記糖アルコールを含む溶液を含浸させることによって、前記導電性高分子層に前記糖アルコールを含ませる工程を更に有する、請求項9に記載の電解コンデンサの製造方法。

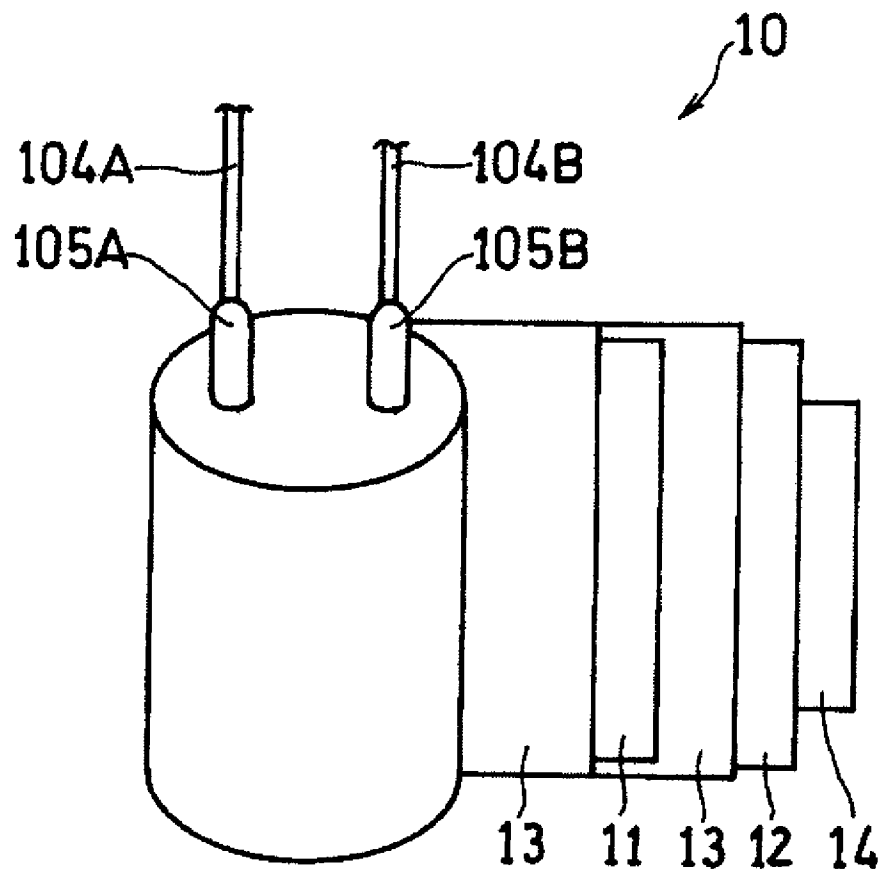
[請求項12] 前記導電性高分子層は、前記少なくとも1つの表面に形成された第1の導電性高分子層と、前記セパレータの空隙内に形成された第2の導電性高分子層とを含み、

前記第1の導電性高分子層と前記第2の導電性高分子層との境界に、前記第1の導電性高分子層の一部と前記第2の導電性高分子層の一部とが混在している混在領域が存在している、請求項9に記載の電解コンデンサの製造方法。

[図1]



[図2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/022304

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01G 9/028</i> (2006.01)i; <i>H01G 9/00</i> (2006.01)i; <i>H01G 9/15</i> (2006.01)i; <i>H01G 9/035</i> (2006.01)i; <i>H01G 9/055</i> (2006.01)i; <i>H01G 9/145</i> (2006.01)i FI: H01G9/028 G; H01G9/00 290H; H01G9/028 E; H01G9/035; H01G9/055 105; H01G9/145; H01G9/15		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01G9/028; H01G9/00; H01G9/15; H01G9/035; H01G9/055; H01G9/145		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/158783 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 06 August 2020 (2020-08-06) claims, paragraphs [0038]-[0097]	1-12
Y	JP 01-220426 A (HITACHI CONDENSER CO., LTD.) 04 September 1989 (1989-09-04) p. 2, upper right column, line 8 to lower left column, line 17	1-12
Y	WO 2021/153750 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 05 August 2021 (2021-08-05) paragraphs [0012]-[0092]	4, 5, 10-12
A	JP 05-090078 A (NICHICON CORPORATION) 09 April 1993 (1993-04-09) entire text, all drawings	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>30 August 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>10 September 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2024/022304</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/158783 A1	06 August 2020	US 2022/0162404 A1 claims, paragraphs [0050]- [0116]	
		US 2024/0191046 A1	
JP 01-220426 A	04 September 1989	(Family: none)	
WO 2021/153750 A1	05 August 2021	US 2022/0351912 A1 paragraphs [0014]-[0096]	
JP 05-090078 A	09 April 1993	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01G 9/028(2006.01)i; H01G 9/00(2006.01)i; H01G 9/15(2006.01)i; H01G 9/035(2006.01)i; H01G 9/055(2006.01)i; H01G 9/145(2006.01)i FI: H01G9/028 G; H01G9/00 290H; H01G9/028 E; H01G9/035; H01G9/055 105; H01G9/145; H01G9/15		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01G9/028; H01G9/00; H01G9/15; H01G9/035; H01G9/055; H01G9/145 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2020/158783 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 06.08.2020 (2020-08-06) 特許請求の範囲,段落[0038]-[0097]	1-12
Y	JP 01-220426 A (日立コンデンサ株式会社) 04.09.1989 (1989-09-04) 第2頁右上欄第8行-左下欄第17行	1-12
Y	WO 2021/153750 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 05.08.2021 (2021-08-05) 段落[0012]-[0092]	4,5,10-12
A	JP 05-090078 A (ニチコン株式会社) 09.04.1993 (1993-04-09) 全文,全図	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	30.08.2024	国際調査報告の発送日
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  田中 晃洋 5D 3800  電話番号 03-3581-1101 内線 3549

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/022304

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/158783	A1	06.08.2020	US	2022/0162404	A1	
				特許請求の範囲,段落 [0050]-[0116]			
				US	2024/0191046	A1	
-----							
JP	01-220426	A	04.09.1989	(ファミリーなし)			
-----							
WO	2021/153750	A1	05.08.2021	US	2022/0351912	A1	
				段落[0014]-[0096]			
-----							
JP	05-090078	A	09.04.1993	(ファミリーなし)			
-----							