

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4909246号
(P4909246)

(45) 発行日 平成24年4月4日 (2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012.1.20)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 G 9/028 (2006.01)

HO 1 G 9/00 (2006.01)

HO 1 G 9/02 3 3 1 H

HO 1 G 9/24 C

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-305932 (P2007-305932)	(73) 特許権者	000004606
(22) 出願日	平成19年11月27日 (2007.11.27)		ニチコン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-130256 (P2009-130256A)		京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿
(43) 公開日	平成21年6月11日 (2009.6.11)		町 5 5 1 番地
審査請求日	平成22年5月20日 (2010.5.20)	(74) 代理人	100089196
			弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	梅原 孝洋
			京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿
			町 5 5 1 番地 ニチコン株式会社内
		(72) 発明者	松田 晃啓
			京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿
			町 5 5 1 番地 ニチコン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体電解コンデンサの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化皮膜が形成された多孔質陽極体を有するコンデンサ素子に、導電性高分子を形成してなる固体電解コンデンサの製造方法であって、

酸化剤と、前記酸化剤を溶解させた溶媒とからなる酸化剤溶液を前記コンデンサ素子に含浸させる酸化剤含浸工程と、

前記酸化剤含浸工程の後、前記コンデンサ素子に含浸された前記溶媒を気化させる乾燥工程と、

前記乾燥工程の後、モノマー溶液を前記コンデンサ素子に含浸させるモノマー含浸工程と、

前記コンデンサ素子に含浸させた前記酸化剤と前記モノマーとを化学重合させることによって、前記酸化皮膜上に導電性高分子からなる固体電解質を形成する固体電解質形成工程とを備え、

前記乾燥工程は、前記溶媒の沸点より低い温度で加熱する第 1 工程と、第 1 工程より高温で加熱する第 2 工程とからなり、

前記第 1 工程の温度は 4 0 ～ 1 0 0 であり、前記第 2 工程の温度は 1 0 0 ～ 2 2 0 であることを特徴とする固体電解コンデンサの製造方法。

【請求項 2】

前記酸化剤は、p - トルエンスルホン酸第二鉄塩、ナフタレンスルホン酸第二鉄塩、トリイソプロピルナフタレンスルホン酸第二鉄塩およびドデシルベンゼンスルホン酸第二鉄

塩のいずれか 1 種以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の固体電解コンデンサの製造方法。

【請求項 3】

前記モノマーは、アニリン、ピロール、チオフェンおよびこれらの誘導体のいずれか 1 種であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体電解コンデンサの製造方法。

【請求項 4】

前記チオフェンの誘導体は、エチレンジオキシチオフェンであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の固体電解コンデンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性高分子を電解質に用いた固体電解コンデンサの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電解コンデンサのコンデンサ素子は、アルミニウム、タンタル、または、ニオブ等の并作用金属からなり、表面に多数のエッチングピットや微細孔が形成された多孔質陽極体（陽極箔または焼結体）を有する。

さらに、陽極体の表面には誘電体となる酸化皮膜が形成されており、酸化皮膜からは電極が引き出されている。酸化皮膜には電解質が接触しており、この電解質が、酸化皮膜からの電極の引き出しを行う真の陰極として機能する。

20

ここで、この真の陰極としての電解質は、電解コンデンサの電気特性に大きな影響を及ぼすことから、従来から、様々な種類の電解質が採用された電解コンデンサが提案されている。

【0003】

その中でも、固体電解コンデンサは、イオン伝導性であるために高周波領域でインピーダンス特性が劣る液体状の電解質の代わりに電子伝導性を有する固体の電解質を用いるものである。

【0004】

固体電解コンデンサの電解質としての導電性高分子層を形成する方法として、モノマーと酸化剤を接触させることにより重合反応させて導電性高分子層を形成する化学重合法がある。

30

化学重合法を用いてコンデンサ素子に導電性高分子層を形成する工程には、あらかじめモノマーと酸化剤との混合液を作製し、この液をコンデンサ素子に含浸させた後、コンデンサ素子を加熱することによって重合反応させる工程、

酸化剤を溶媒に溶解させた溶液をコンデンサ素子に含浸させ、次いでコンデンサ素子を乾燥させ、次いでモノマー溶液にコンデンサ素子を含浸させた後、コンデンサを加熱することによって重合反応させる工程、

逆に、モノマー溶液をコンデンサ素子に含浸させ、次いでコンデンサ素子を乾燥させ、次いで酸化剤を溶媒に溶解させた溶液にコンデンサ素子を含浸させた後、コンデンサを加熱することによって重合反応させる工程

40

等が知られている（特許文献 1 ～ 3 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開平 10 - 340830 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 272953 号公報

【特許文献 3】特公平 06 - 052696 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記工程のうち、「酸化剤を溶媒に溶解させた溶液をコンデンサ素子に含浸させ、次い

50

でコンデンサ素子を乾燥させ、次いでモノマー溶液にコンデンサ素子を含浸させた後、コンデンサを加熱することによって重合反応させる工程」について検討する中で、本発明の発明者らは、酸化剤溶液にコンデンサ素子を含浸させたコンデンサ素子を乾燥する工程で、コンデンサ素子内に含浸されている溶媒を十分に蒸発させなければならないことを見出した。

【0007】

十分にコンデンサ素子を乾燥させるためには、コンデンサ素子を低温で長時間、加熱するか、または、コンデンサ素子を高温で短時間、加熱するかのいずれかの手法がとられる。工業的には、生産性を上げるため、短時間の高温加熱処理が好ましい。

【0008】

しかしながら、上述コンデンサ素子を高温で短時間、加熱処理を行う場合には、コンデンサの電気特性が低下してしまうという問題がある。この原因を調査した結果、本発明者らは、素子内に存在する溶媒が突沸してしまい、酸化剤溶液が飛散してしまうため、コンデンサ素子内に十分な酸化剤を保持させることが困難になることを見出した。

【0009】

一方、コンデンサ素子を低温で、長時間で加熱するようにすると、低温での加熱により、コンデンサ素子内に存在する溶媒の突沸は抑制することができるが、長時間の加熱が必要になり、生産性が低下するという問題がある。

【0010】

本発明の目的は、生産性を低くすることなく、電気特性が良好である固体電解コンデンサを製造することが可能な製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

第1の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法は、酸化皮膜が形成された多孔質陽極体を有するコンデンサ素子に、導電性高分子を形成してなる固体電解コンデンサの製造方法であって、

酸化剤と、前記酸化剤を溶解させた溶媒とからなる酸化剤溶液を前記コンデンサ素子に含浸させる酸化剤含浸工程と、

前記酸化剤含浸工程の後、前記コンデンサ素子に含浸された前記溶媒を気化させる乾燥工程と、

前記乾燥工程の後、モノマー溶液を前記コンデンサ素子に含浸させるモノマー含浸工程と、

前記コンデンサ素子に含浸させた前記酸化剤と前記モノマーとを化学重合させることによって、前記酸化皮膜上に導電性高分子からなる固体電解質を形成する固体電解質形成工程とを備え、

前記乾燥工程は、前記溶媒の沸点より低い温度で加熱する第1工程と、第1工程より高温で加熱する第2工程とからなり、

前記第1工程の温度は40 ～ 100 であり、前記第2工程の温度は100 ～ 220 であることを特徴とする。

【0015】

第2の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法は、第1の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法において、前記酸化剤は、p - トルエンスルホン酸第二鉄塩、ナフタレンスルホン酸第二鉄塩、トリイソプロピルナフタレンスルホン酸第二鉄塩およびドデシルベンゼンスルホン酸第二鉄塩のいずれか1種以上であってもよい。

【0016】

第3の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法は、第1または第2の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法において、前記モノマーは、アニリン、ピロール、チオフェンおよびこれらの誘導体のいずれか1種であってもよい。

【 0 0 1 7 】

第 4 の発明に係る固体電解コンデンサの製造方法は、第 1 ～ 第 3 のいずれかの発明に係る固体電解コンデンサの製造方法において、前記チオフェンの誘導体は、エチレンジオキシチオフェンであってもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

第 1 の発明によれば、乾燥工程において、コンデンサ素子は溶媒の沸点より低い温度で加熱され、突沸しない溶媒量まで、溶媒が気化する（第 1 工程）。その後、コンデンサ素子は、第 1 工程より高温で加熱されて乾燥する（第 2 工程）。 10

前記第 1 工程のように、溶媒の沸点より低い温度で加熱することにより、溶媒の突沸を抑制でき、コンデンサ素子内に十分な酸化剤を保持させることができるため、電気特性が良好なコンデンサを製造することができる。

【 0 0 2 1 】

第 2 ～ 第 4 の発明によれば、第 1 および第 2 工程において、生産性を低下させることなく、電気特性が良好なコンデンサを製造することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 2 】

本発明の実施の形態について図面の図 1 ～ 3 を参照して説明する。 20

【 0 0 2 3 】

〔 固体電解コンデンサの構造 〕

まず、本実施形態の製造方法により製造した固体電解コンデンサ 1 の構造について図 1 を用いて説明する。

【 0 0 2 4 】

コンデンサ素子 6 は、陽極箔 2 と陰極箔 3 とセパレータ 4 を備えており、陽極箔 2 と陰極箔 3 とをセパレータ 4 を介して対向させた積層体とし、この積層体を巻回した構造を有する。

【 0 0 2 5 】

陽極箔 2 は、アルミニウム等の弁作用金属で形成されている。図 2 は、陽極箔 2 と陰極箔 3 とセパレータ 4 との断面図である。 30

図 2 に示すように、陽極箔 2 を塩化物水溶液中で直流や交流電流による電気化学的なエッチング処理を行うことにより粗面化（エッチングピット形成）しているため、陽極箔 2 の表面積は拡大されている。また、エッチング処理した陽極箔 2 にアジピン酸アンモニウム等の水溶液中で直流電圧（化成電圧）を印加する陽極酸化処理（化成）を行った陽極酸化皮膜 2 a が形成されている。

【 0 0 2 6 】

また、陰極箔 3 も陽極箔 2 と同様にアルミニウム等の弁作用金属で形成されており、その陰極箔 3 の表面には、粗面化（エッチングピット形成）により自然酸化皮膜 3 a が形成されている。 40

【 0 0 2 7 】

また、セパレータ 4 の両面には導電性高分子からなる固体電解質 7 が保持されている。

陽極箔 2 および陰極箔 3 とセパレータ 4 との間に固体電解質 7 が挟持されている。

固体電解質 7 を構成する導電性高分子としては、ポリアニリン、ポリピロール、または、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）等を使用でき、これら導電性高分子は酸化剤とモノマーとの化学重合により生成される。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、陽極箔 2 と陰極箔 3 からはそれぞれリードタブが接続され、リードタブを介して陽極箔 2 と陰極箔 3 とからリード線 5 がそれぞれ引き出されている。

【 0 0 2 9 】

〔固体電解コンデンサの製造方法〕

次に、固体電解コンデンサ 1 の製造方法について、図 3 を参照して説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、コンデンサ素子形成工程として、電極の実効表面積を大きくするために、エッチング処理を施して陽極箔 2 および陰極箔 3 の表面を粗面化する (A 1) 。

次に、粗面化された陽極箔 2 の表面に化成処理を施して陽極酸化皮膜 2 a を形成し、陰極箔 3 は、耐水性処理および / または熱処理を施して自然酸化皮膜 3 a を形成する (A 2) 。

次に、陽極酸化皮膜 2 a が形成された陽極箔 2 と、自然酸化皮膜 3 a が形成された陰極箔 3 とを所定の寸法に裁断後、それぞれにリードタブを介してリード線 5 a、5 b を接続するとともに、これら陽極箔 2 と陰極箔 3 とをセパレータ 4 を介して巻回させる (A 3) 。

10

次に、アジピン酸アンモニウム水溶液中で、電圧を印加して素子化成 (切り口化成) を行い、その後、セパレータ 4 の炭化処理を行い (A 4)、円筒形のコンデンサ素子 6 を作製する。なお、セパレータ 4 中のセルローズが少ないか、または、セルローズが存在しない場合には、前記炭化処理を省略してもよい。

【 0 0 3 1 】

次に、酸化剤含浸工程として、酸化剤を溶媒に溶解させた酸化剤溶液に作製したコンデンサ素子 6 を浸漬することによって、コンデンサ素子 6 に酸化剤を含浸させる (A 5) 。

【 0 0 3 2 】

20

次に、乾燥工程として、所定の温度でコンデンサ素子 6 を所定時間加熱し、コンデンサ素子内の溶媒を乾燥させる (A 6) 。

【 0 0 3 3 】

次に、モノマー含浸工程として、コンデンサ素子 6 を、モノマー溶液に浸漬することによって、コンデンサ素子 6 にモノマー溶液 (モノマー) を含浸させる (A 7) 。

【 0 0 3 4 】

次に、固体電解質形成工程として、重合槽内で所定の温度で一定時間加熱することで、含浸した酸化剤とモノマーとを化学重合させて、陽極箔 2 とセパレータ 4 との間および陰極箔 3 とセパレータ 4 との間に、導電性高分子からなる固体電解質 7 を形成する (A 8) 。

30

【 0 0 3 5 】

次に、固体電解コンデンサ 1 の組立を行う。すなわち、上記工程により得られた円筒形のコンデンサ素子 6 を有底筒状の外装ケースに収納し、開口部を封口ゴム等により密封する (A 9) 。

【 0 0 3 6 】

次に、エージングを行い (A 1 0)、例えば、定格 1 6 V - 3 9 μ F の固体電解コンデンサを作製する。

【 0 0 3 7 】

次に、本発明の製造方法の具体的な実施例を比較例と合わせて説明する。なお、以下に説明する実施例 1 ~ 1 0 および比較例では、固体電解コンデンサの製造方法において、酸化剤を含浸させたコンデンサ素子 6 を加熱し乾燥する工程 (乾燥工程) が異なっているものの、その他の工程は全て同じである。

40

【 0 0 3 8 】

〔実施例 1 〕

実施例 1 においては、酸化剤含浸工程として、コンデンサ素子 6 に、p - トルエンスルホン酸第二鉄塩を 1 - ブタノールで溶解させた溶液を含浸させた。

次に、乾燥工程として、コンデンサ素子 6 の温度を 8 0 (第 1 工程) にし 5 分間加熱した後、2 0 0 (第 2 工程) で 1 0 分間加熱して乾燥させた。

次に、エチレンジオキシチオフエンをモノマーに用い、モノマー含浸工程として、コンデンサ素子 6 にモノマー溶液を含浸させた。

50

次に、固体電解質形成工程として、コンデンサ素子 6 を 100 で 60 分間加熱し、化学重合により導電性高分子であるポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT) を形成し、固体電解質 7 を形成した。

【0039】

(比較例 1)

比較例 1 においては、乾燥工程として実施例のように第 1 工程、第 2 工程と分けず、連続して 200 で 15 分間加熱する乾燥を行った以外は実施例 1 と同様にして、PEDOT を形成し、固体電解質 7 を形成した。

【0040】

以上の実施例 1 および比較例の製造方法によってそれぞれ得られた固体電解コンデンサの電気特性 (静電容量、等価直列抵抗および漏れ電流) を測定した。その結果を表 1 に示す。

【0041】

【表 1】

	乾燥温度[°C]		静電容量 [μF]	ESR [mΩ]	漏れ電流 [μA]
	第1工程	第2工程			
実施例 1	80	200	40.5	22.8	25.7
比較例 1	200(連続)		38.4	28.6	49.7

【0042】

表 1 に示すように、実施例 1 の製造方法による固体電解コンデンサの等価直列抵抗は 22.8 mΩ であり、比較例 1 の場合は 28.6 mΩ である。実施例 1 の等価直列抵抗は、比較例 1 の等価直列抵抗より小さい値となっており、良好である。

【0043】

この結果は、1-ブタノールの沸点 (117.3) 以下で第 1 工程の加熱を行うことで、第 2 工程の加熱を行った際に酸化剤溶液が突沸しない溶媒の量まで溶媒が気化し、酸化剤溶液の突沸を防ぐことができ、コンデンサ素子内に十分な酸化剤を保持させることが可能となるためと考えられる。

【0044】

このように、乾燥工程においては、溶媒の沸点より低い温度で加熱し、その後、溶媒の沸点以上の温度 (200) で加熱することで、等価直列抵抗を小さくすることができることが確認できた。

【0045】

[比較例 2]

比較例 2 においては、乾燥工程として、200 (第 1 工程) で 5 分間加熱した後、80 (第 2 工程) で 10 分間乾燥させた以外は実施例 1 と同様にして、PEDOT を形成し、固体電解質 7 を形成した。

【0046】

以上の実施例 1 および比較例 2 の製造方法によってそれぞれ得られた固体電解コンデンサの電気特性 (静電容量、等価直列抵抗および漏れ電流) を測定した。その結果を表 2 に示す。

【0047】

10

20

30

40

【表 2】

	乾燥温度[°C]		静電容量 [μ F]	ESR [m Ω]	漏れ電流 [μ A]
	第1工程	第2工程			
実施例 1	80	200	40.5	22.8	25.7
比較例 2	200	80	38.6	30.2	38.1

【0048】

10

表 2 に示すように、実施例 1 の製造方法による固体電解コンデンサの等価直列抵抗は 22.8 m Ω であり、第 2 工程の温度が酸化剤の溶媒温度より高い比較例 2 の場合は 30.2 m Ω である。実施例 1 の等価直列抵抗は、比較例 2 の等価直列抵抗より小さい値となっており、良好である。

【0049】

この結果は、初めに溶媒の沸点より高い温度で乾燥を行うと、コンデンサ素子内に存在する溶媒の突沸が抑制できず、コンデンサ素子内に十分な酸化剤を保持させることができなくなるためと考えられる。

【0050】

このように、乾燥工程においては、初めにコンデンサ素子を乾燥させる乾燥温度で加熱するより、初めに沸点より低い温度で加熱する方が好ましいことが確認された。

20

【0051】

[実施例 2 ~ 4、比較例 3]

実施例 2 ~ 4 においては、乾燥工程として、第 1 の加熱温度を 30 ~ 100 として 5 分間加熱した後、200 (第 2 の加熱温度) で 10 分間加熱して乾燥させた。また、比較例 3 として、第 1 の加熱温度を溶媒の沸点より高い 120 としたものについても検討した。この乾燥工程以外の工程は実施例 1 と同様にして固体電解コンデンサを作製した。

【0052】

上記の実施例 1、および 2 ~ 4 の製造方法によってそれぞれ得られた固体電解コンデンサの電気特性 (静電容量、等価直列抵抗および漏れ電流) を測定した。その結果を表 3 に示す。

30

【0053】

【表 3】

	乾燥温度[°C]		静電容量 [μ F]	ESR [m Ω]	漏れ電流 [μ A]
	第1工程	第2工程			
実施例 2	30	200	35.6	29.8	47.1
実施例 3	40		39.8	22.7	26.3
実施例 1	80		40.5	22.8	25.7
実施例 4	100		38.7	23.0	28.4
比較例 3	120		37.1	28.8	25.9

40

【0054】

表 3 に示すように、実施例 1、3 および 4 の製造方法によって製造された固体電解コンデンサの等価直列抵抗は、順に 22.8 m Ω 、22.7 m Ω 、23.0 m Ω であり、実施例 2 および比較例 3 の製造方法によって製造された固体電解コンデンサの等価直列抵抗は

50

、順に $29.8 \text{ m}\Omega$ 、 $28.8 \text{ m}\Omega$ である。

実施例 1、3 および 4 の等価直列抵抗は、実施例 2 および比較例 3 の等価直列抵抗より小さい値になっており、良好である。

【0055】

この結果は、第 1 工程の加熱温度が 30°C と低い場合は、酸化剤の溶媒である 1 - ブタノールが十分に気化せず、第 2 の加熱温度（乾燥温度）で加熱した際に突沸する分の溶媒の量がコンデンサ素子に残存するためと考えられる。一方、第 1 工程の加熱温度が 120°C

と溶媒の沸点よりも高い場合は、酸化剤を溶解した溶媒である 1 - ブタノールが突沸してしまうため、等価直列抵抗が増大すると考えられる。

【0056】

このように、溶媒の沸点より低い温度（第 1 工程）は、 $40^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ が好ましいことが確認された。また、溶媒の沸点より低い温度で加熱する際には、第 2 工程で加熱した際に溶媒が突沸しない溶媒の量まで、溶媒を気化した方が好ましいことが確認された。

【0057】

[実施例 5 ～ 8]

実施例 5 ～ 8 においては、乾燥工程として、第 1 工程の加熱温度を 80°C として 5 分間加熱した後、第 2 工程の加熱温度を $90^\circ\text{C} \sim 240^\circ\text{C}$ で 10 分間加熱して乾燥させた。この乾燥工程以外の工程は実施例 1 と同様にして固体電解コンデンサを作製した。

【0058】

以上の実施例 1、および 5 ～ 8 の製造方法によってそれぞれ得られた固体電解コンデンサの電気特性（静電容量、等価直列抵抗および漏れ電流）を測定した。その結果を表 4 に示す。

【0059】

【表 4】

	乾燥温度[$^\circ\text{C}$]		静電容量 [μF]	ESR [$\text{m}\Omega$]	漏れ電流 [μA]
	第 1 工程	第 2 工程			
実施例 5	80	90	36.2	29.0	40.5
実施例 6		100	39.3	23.1	25.9
実施例 1		200	40.5	22.8	25.7
実施例 7		220	39.7	24.2	27.3
実施例 8		240	31.2	32.4	28.2

【0060】

表 4 に示すように、実施例 1、6 および 7 の製造方法によって製造された固体電解コンデンサの等価直列抵抗は、順に $22.8 \text{ m}\Omega$ 、 $23.1 \text{ m}\Omega$ 、 $24.2 \text{ m}\Omega$ であり、実施例 5 および 8 の製造方法によって製造された固体電解コンデンサの等価直列抵抗は、順に $29.0 \text{ m}\Omega$ 、 $32.4 \text{ m}\Omega$ である。実施例 1、6 および 7 の等価直列抵抗は、実施例 5 および 8 の等価直列抵抗より小さい値となっており、良好である。

【0061】

この結果は、第 2 工程の加熱温度が 90°C と低い場合は、酸化剤の溶媒である 1 - ブタノールが十分に揮発しないため、等価直列抵抗が増大する。一方、第 2 の加熱温度が 240°C と高い場合は、酸化剤溶液中の p - トルエンスルホン酸第二鉄塩が分解してしまうため、等価直列抵抗が増大する。

【0062】

このように、第 2 の加熱温度においては、 $100^\circ\text{C} \sim 220^\circ\text{C}$ が好ましいことが確認され

た。また、第2の加熱温度（乾燥温度）は、酸化溶媒中の酸化剤（p - トルエンスルホン酸第二鉄塩）の熱分解温度（約300）より低い温度が好ましいことが確認された。

【0063】

なお、本実施の形態において、乾燥工程は、二つの異なる温度で加熱したが、本発明において、これに特に限定されることはない。例えば、3以上の異なる温度で加熱することも本発明の効果が得られるため、これに含まれる。

本実施の形態において、3つの異なる温度で加熱を行う場合は、第1工程の加熱温度は酸化剤溶液の溶媒の沸点未満で、第3工程の加熱温度は酸化剤の分解温度未満で、第2工程の加熱温度は、第1工程の加熱温度より高く、第3工程の加熱温度より低くなるように設定する。

10

例えば、第1工程の加熱温度は40～100、第2工程の加熱温度は60～120、第3工程の加熱温度は100～200で、第1工程<第2工程<第3工程であることが好ましい。

【0064】

また、本実施の形態において、酸化剤溶液の溶媒として、1 - ブタノールを使用した。本発明において、本発明の温度範囲内で最適化を行えば、これに特に限定されるものではない。例えば、メタノール（沸点64.7）、エタノール（沸点78.3）、1 - プロパノール（沸点97.2）、またはこれらの混合溶媒も含まれる。

なお、最適化とは、溶媒種や溶質濃度や素子内の溶媒減少量を収集したデータ等から検討し、最適値を決定することをいう。

20

【0065】

また、本実施の形態において、酸化剤として、p - トルエンスルホン酸第二鉄の溶液を用いたが、本発明において、これに特に限定されるものではない。例えば、ナフタレンスルホン酸第二鉄塩（分解点約400）、トリイソプロピルナフタレンスルホン酸第二鉄塩（分解点約400）、およびドデシルベンゼンスルホン酸第二鉄塩（分解点約415）等のスルホン酸系金属塩もこれに含まれる。また、これらの2種以上の混合物も含まれる。

【0066】

また、本実施の形態において、モノマーとして、エチレンジオキシチオフェンを用いたが、本発明において、これに特に限定されるものではない。例えば、アニリンやピロール、チオフェンおよびこれらの誘導体等の溶液もこれに含まれる。

30

【0067】

また、本実施の形態において、巻回型のコンデンサ素子を有する固体電解コンデンサについて説明したが、本発明において、これに特に限定されるものではない。例えば、アルミニウム箔の積層型のコンデンサ素子、タンタルやニオブの焼結体を有する固体電解コンデンサについても適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明により製造されるコンデンサ素子の分解斜視図である。

【図2】本発明により製造される固体電解コンデンサの積層構造を概略的に示す断面図である。

40

【図3】本発明の固体電解コンデンサの製造工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

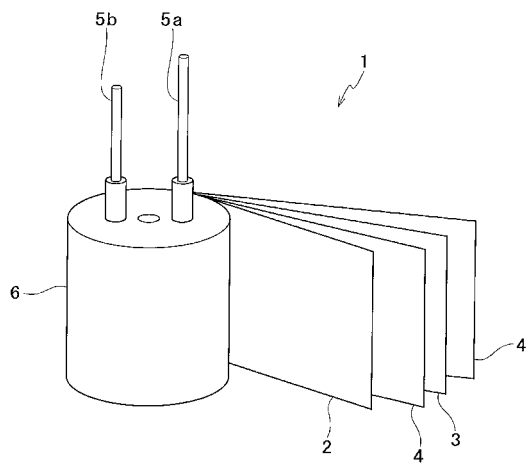
【0069】

- 1 固体電解コンデンサ
- 2 陽極箔
- 2 a 陽極酸化皮膜
- 3 陰極箔
- 3 a 自然酸化皮膜
- 4 セバレータ

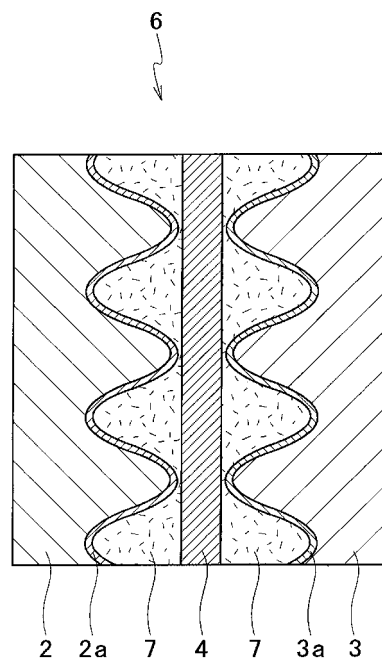
50

- 5 a リード線（陽極）
- 5 b リード線（陰極）
- 6 コンデンサ素子
- 7 固体電解質

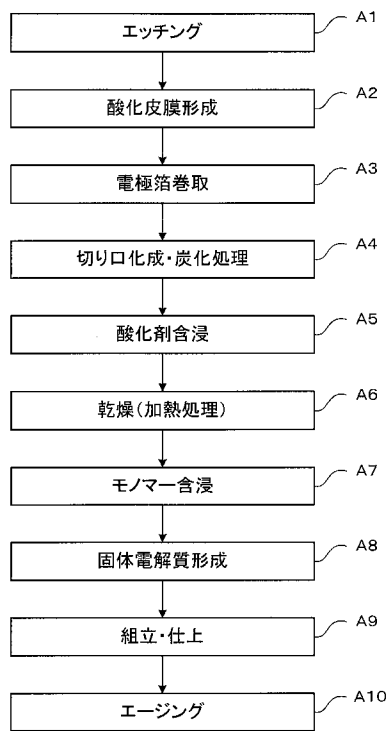
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 國米 亮

京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿町5 5 1 番地 ニチコン株式会社内

審査官 田中 晃洋

(56)参考文献 特開平10 - 298427 (JP, A)
特開平10 - 340831 (JP, A)
特開2000 - 021689 (JP, A)
特開2001 - 052964 (JP, A)
特開2001 - 237145 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 9/028
H01G 9/00