

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5423683号
(P5423683)

(45) 発行日 平成26年2月19日 (2014. 2. 19)

(24) 登録日 平成25年12月6日 (2013. 12. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 G 9/055 (2006. 01)

H O 1 G 9/04 3 3 7

H O 1 G 9/04 (2006. 01)

H O 1 G 9/05 L

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-541199 (P2010-541199)
 (86) (22) 出願日 平成21年11月9日 (2009. 11. 9)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/005942
 (87) 国際公開番号 W02010/064359
 (87) 国際公開日 平成22年6月10日 (2010. 6. 10)
 審査請求日 平成24年10月24日 (2012. 10. 24)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-305989 (P2008-305989)
 (32) 優先日 平成20年12月1日 (2008. 12. 1)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (74) 代理人 100137202
 弁理士 寺内 伊久郎
 (72) 発明者 大島 章義
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニックエレクトロニクス株式会社
 社内

審査官 太田 龍一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサ用電極箔とこれを用いた電解コンデンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

面を有する弁作用金属箔からなる基材と、
 弁作用金属よりなる複数の第1の微粒子よりなる、蒸着により前記基材の前記面に設けられたベース層と、
 弁作用金属よりなる複数の第2の微粒子よりなる、蒸着により前記ベース層上に設けられたカバー層と、
 を有する粗面化層と、
 を備え、
 前記複数の第1の微粒子の平均粒子径は前記複数の第2の微粒子の平均粒子径より大きい
 、コンデンサ用電極箔。

【請求項 2】

前記複数の第2の微粒子の平均粒子径は前記基材から前記粗面化層の表面に向かう方向で
 段階的に小さくなる、請求項1に記載のコンデンサ用電極箔。

【請求項 3】

前記カバー層は、前記複数の第2の微粒子が複数の枝に枝分かれしながら前記ベース層から
 連なってそれぞれ構成された複数のツリー構造体を有する、請求項1に記載のコンデン
 サ用電極箔。

【請求項 4】

前記粗面化層は前記基材の前記面から延びる複数のツリー構造体を有し、

10

20

前記複数のツリー構造体のそれぞれは、
前記基材の前記面から延びる根元部と、
前記根元部から延びる先端部と、
を有し、

前記複数の第 1 の微粒子は、前記基材の前記面から連なって前記根元部を構成し、
前記複数の第 2 の微粒子は、前記根元部から複数の枝に枝分かれしながら連なって前記先端部を構成する、請求項 1 に記載のコンデンサ用電極箔。

【請求項 5】

前記金属箔の前記 2 つの面のうちの前記少なくとも一方の面から遠ざかる方向における前記カバー層の厚みは、前記方向における前記ベース層の厚みより大きい、請求項 2 に記載のコンデンサ用電極箔。

10

【請求項 6】

前記金属箔の前記 2 つの面は互いに平行である、請求項 1 に記載のコンデンサ用電極箔。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載のコンデンサ用電極箔と、
前記粗面化層の表面上に設けられた誘電体酸化皮膜層と、
前記誘電体酸化皮膜層上に設けられた導電性高分子からなる固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設けられた陰極層と、
を備えた電解コンデンサ。

【請求項 8】

20

請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のコンデンサ用電極箔と、
前記粗面化層の表面に設けられた誘電体酸化皮膜層と、
前記誘電体酸化皮膜層に対向するセパレータと、
前記セパレータを介して前記誘電体酸化皮膜層と対向する別の電極箔と、
を有するコンデンサ素子と、
前記セパレータに含浸する電解液と、
前記コンデンサ素子と前記電解液とを収容するケースと、
を備えた電解コンデンサ。

【請求項 9】

前記コンデンサ用電極箔は陽極として機能し、
前記別の電極箔は陰極として機能する、請求項 6 に記載の電解コンデンサ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電解コンデンサに用いられるコンデンサ用電極箔に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器の高周波化に伴い、電子部品の一つであるコンデンサにも従来よりも高周波領域でのインピーダンス特性に優れたコンデンサが求められてきており、このような要求に応えるために電気伝導度の高い導電性高分子を固体電解質に用いた固体電解コンデンサが種々検討されている。

40

【0003】

また、近年、パーソナルコンピュータの CPU 周り等に使用される固体電解コンデンサには小型大容量化が強く望まれており、更に、高周波化に対応して低い等価直列抵抗 (ESR) や、ノイズ除去や過渡応答性に優れた低い等価直列インダクタンス (ESL) を有することが要求されている。

【0004】

図 9 は特許文献 1 に記載されている従来の固体電解コンデンサ 501 の斜視図である。
図 10 は固体電解コンデンサ 501 のコンデンサ素子 21 の平面図である。コンデンサ素子 21 は、弁作用金属であるアルミニウム箔からなる陽極体である電極箔と、電極箔の表

50

面に設けられた誘電体酸化皮膜層とを備える。電極箔のその表面は粗面化されている。誘電体酸化皮膜層上に設けられた絶縁性のレジスト部 2 2 により、電極箔を陽極電極部 2 3 と陰極形成部とに分離する。コンデンサ素子 2 1 は、電極箔の陰極形成部の誘電体酸化皮膜層上に設けられた導電性高分子からなる固体電解質層と、固体電解質層上に設けられた陰極層とをさらに備える。陰極層は、固体電解質層上に設けられたカーボン層と、カーボン層上に設けられた銀ペースト層からなる。固体電解質層と陰極層は陰極電極部 2 4 を構成する。電極箔は長手方向に延びる矩形状を有し、コンデンサ素子 2 1 は平板形状を有する。長手方向にレジスト部 2 2 を介して陽極電極部 2 3 と陰極電極部 2 4 が配列されている。

【0005】

10

陽極コム端子 2 5 はコンデンサ素子 2 1 の陽極電極部 2 3 に接続されている。陽極コム端子 2 5 上に複数のコンデンサ素子 2 1 が積層され、複数のコンデンサ素子 2 1 の陽極電極部 2 3 がレーザー溶接等の接合方法で接合されている。

【0006】

陰極コム端子 2 6 はコンデンサ素子 2 1 の陰極電極部 2 4 に接続されている。折り曲げ部 2 6 A は陰極コム端子 2 6 の素子搭載部分の両側面を上方へ折り曲げて形成されている。陰極コム端子 2 6 の素子搭載部分と複数のコンデンサ素子 2 1 の陰極電極部 2 4 との間、ならびに複数のコンデンサ素子 2 1 の陰極電極部 2 4 間は導電性接着剤で接合されて電氣的に接続されている。折り曲げ部 2 6 A と陰極電極部 2 4 間は導電性接着剤 2 7 で接合されて電氣的に接続されている。

20

【0007】

絶縁性の外装樹脂 2 8 は陽極コム端子 2 5 と陰極コム端子 2 6 の一部が夫々外表面に露呈する状態で複数のコンデンサ素子 2 1 を一体に被覆する。外装樹脂 2 8 から表出した陽極コム端子 2 5 と陰極コム端子 2 6 の一部を外装樹脂 2 8 に沿って底面へと折り曲げることにより、底面部に陽極端子部と陰極端子部を形成した面実装型の固体電解コンデンサ 5 0 1 が構成されている。

【0008】

従来の固体電解コンデンサ 5 0 1 では、単位面積当たりの表面積を拡大して容量拡大を図る目的で、コンデンサ素子 2 1 のアルミニウム箔からなる電極箔の表面をエッチング加工により粗面化している。エッチング技術ならびにアルミニウム箔の機械的強度から、エッチング加工による表面積の更なる拡大には限界があり、この限界以上の容量拡大を図ることは困難である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 4 5 7 5 3 号公報

【発明の概要】

【0010】

コンデンサ用電極箔は、弁作用金属箔からなる基材と、基材上に設けられた粗面化層とを備える。粗面化層は、基材上に設けられたベース層と、ベース層上に設けられたカバー層とを有する。ベース層は弁作用金属よりなる複数の第 1 の微粒子よりなる。カバー層は、弁作用金属よりなる複数の第 2 の微粒子よりなる。複数の第 1 の微粒子の平均粒子径は複数の第 2 の微粒子の平均粒子径より大きい。

40

【0011】

この電極箔は蒸着により安定して製造できる粗面化層を有し、大容量を有する電解コンデンサを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】図 1 は本発明の実施の形態による電解コンデンサの斜視図である。

【図 2 A】図 2 A は実施の形態による電解コンデンサのコンデンサ素子の平面図である。

50

【図 2 B】図 2 B は図 2 A に示すコンデンサ素子の線 2 B - 2 B における断面図である。

【図 3】図 3 は実施の形態によるコンデンサ素子の電極箔の断面図である。

【図 4】図 4 は実施の形態による電極箔の粗面化層の模式図である。

【図 5 A】図 5 A は図 3 に示す電極箔の拡大図である。

【図 5 B】図 5 B は図 5 A に示す電極箔の拡大図である。

【図 6】図 6 は実施の形態による電極箔の粗面化層の空孔径の分布を示す。

【図 7】図 7 は実施の形態による粗面化層の厚みと化成容量指数との関係を示す。

【図 8】図 8 は実施の形態による他の電解コンデンサの一部分斜視図である。

【図 9】図 9 は従来の電解コンデンサの斜視図である。

【図 10】図 10 は従来の電解コンデンサのコンデンサ素子の平面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

(実施の形態)

図 1 は本発明の実施の形態による電解コンデンサ 1001 の斜視図である。電解コンデンサ 1001 は固体電解質を用いた固体電解コンデンサである。電解コンデンサ 1001 は積層された複数のコンデンサ素子 1 を備える。

【0014】

図 2 A は電解コンデンサ 1001 のコンデンサ素子 1 の平面図である。図 2 B は図 2 A に示すコンデンサ素子 1 の線 2 B - 2 B における断面図である。アルミニウム等の弁作用金属からなる陽極体である電極箔 9 は長手方向 1001A に延びる矩形状を実質的に有し、互いに反対の上面 9A と下面 9B とを有する。電極箔 9 の上面 9A と下面 9B には誘電体酸化皮膜層 101、201 がそれぞれ設けられている。誘電体酸化皮膜層 101 の上面には絶縁性の上レジスト部 102 が設けられている。上レジスト部 102 は誘電体酸化皮膜層 101 の上面を長手方向 1001A に沿って陽極電極部 103 と陰極形成部 133 とに分離する。陰極形成部 133 上には導電性高分子からなる固体電解質層 104 が設けられている。固体電解質層 104 の上面にはカーボン層 105 が設けられている。カーボン層 105 の上面には上銀ペースト層 106 が形成されている。カーボン層 105 と銀ペースト層 106 は、固体電解質層 104 の上面上に設けられた陰極層 107 を構成する。誘電体酸化皮膜層 201 の下面には絶縁性の下レジスト部 202 が設けられている。下レジスト部 202 は誘電体酸化皮膜層 201 の下面を長手方向 1001A に沿って陽極電極部 203 と陰極形成部 233 とに分離する。陰極形成部 233 には導電性高分子からなる固体電解質層 204 が設けられている。固体電解質層 204 の下面にはカーボン層 205 が設けられている。カーボン層 205 の下面には銀ペースト層 206 が形成されている。カーボン層 205 と銀ペースト層 206 は、固体電解質層 204 の下面上に設けられた陰極層 207 を構成する。固体電解質層 104、204 と陰極層 107、207 は陰極電極部 4 を構成する。陽極電極部 103 と陽極電極部 203 は陽極電極部 3 を構成する。上レジスト部 102 と下レジスト部 202 はレジスト部 2 を構成する。コンデンサ素子 1 は平板形状を有し、長手方向 1001A に沿ってレジスト部 2 を介して陽極電極部 3 と陰極電極部 4 が配列されている。陽極電極部 3 と陰極電極部 4 は、コンデンサ素子 1 の長手方向 1001A の互いに反対側の端部 1A と端部 1B にそれぞれ設けられている。

20

30

40

【0015】

陽極コム端子 5 上に複数のコンデンサ素子 1 が積層され、それらの陽極電極部 3 はレーザー溶接等の接合方法で接合されている。具体的には、溶接により陽極電極部 3 の誘電体酸化皮膜層 101、201 の部分が破壊されて、電極箔 9 が陽極コム端子 5 に接合されて電氣的に接続されている。

【0016】

陰極コム端子 6 の素子搭載部分には積層された複数のコンデンサ素子 1 が搭載されている。複数のコンデンサ素子 1 の陰極電極部 4 間と、複数のコンデンサ素子 1 の陰極電極部 4 間は導電性接着剤で接合されて電氣的に接続されている。陰極コム端子 6 は素子搭載部分の両側面を上方へ折り曲げて形成された折り曲げ部 6A を有する。折り曲げ部 6A と陰

50

極電極部 4 間は導電性接着剤 7 によって接合されて電氣的に接続されている。

【 0 0 1 7 】

絶縁性の外装樹脂 8 は陽極コム端子 5 と陰極コム端子 6 の一部が夫々外表面に露呈する状態で複数のコンデンサ素子 1 と陽極コム端子 5、陰極コム端子 6 を一体に被覆する。外装樹脂 8 から表出した陽極コム端子 5 と陰極コム端子 6 の一部は外装樹脂 8 に沿って底面へ折り曲げられて、外装樹脂 8 に沿って延びる。陽極コム端子 5 と陰極コム端子 6 は外装樹脂 8 の底面部に陽極端子部と陰極端子部とをそれぞれ形成し、面実装型の電解コンデンサ 1 0 0 1 が構成されている。

【 0 0 1 8 】

図 3 はコンデンサ素子 1 の電極箔 9 の断面図である。電極箔 9 は、アルミニウム箔からなる基材 3 0 9 と、基材 3 0 9 の上面 3 0 9 A に蒸着によって形成された粗面化層 1 0 9 と、基材 3 0 9 の下面 3 0 9 B に蒸着によって形成された粗面化層 2 0 9 とを備える。電極箔 9 の上面 9 A である粗面化層 1 0 9 の表面には誘電体酸化皮膜層 1 0 1 が設けられている。電極箔 9 の下面 9 B である粗面化層 2 0 9 の下面には誘電体酸化皮膜層 2 0 1 が設けられている。基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B 自体は実質的に空孔を有していない。カバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の厚み t_2 は数十 μm であり、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 の厚み t_1 の数 μm より大きい。

【 0 0 1 9 】

粗面化層 1 0 9 は、基材 3 0 9 の上面 3 0 9 A に設けられたベース層 1 1 0 9 と、ベース層 1 1 0 9 の上面に設けられたカバー層 2 1 0 9 とを有する。なお、粗面化層 1 0 9 はカバー層 2 1 0 9 上に設けられた微粒子からなる層をさらに有してもよい。図 3 に示す粗面化層 1 0 9 では、カバー層 2 1 0 9 が電極箔 9 の最表層であるので、カバー層 2 1 0 9 の上面は電極箔 9 の上面 9 A である。粗面化層 2 0 9 は、基材 3 0 9 の下面 3 0 9 B に設けられたベース層 1 2 0 9 と、ベース層 1 2 0 9 の下面に設けられたカバー層 2 2 0 9 を有する。なお、粗面化層 2 0 9 はカバー層 2 2 0 9 上に設けられた微粒子からなる層をさらに有してもよい。図 3 に示す粗面化層 2 0 9 では、カバー層 2 2 0 9 が電極箔 9 の最表層であるので、カバー層 2 2 0 9 の下面は電極箔 9 の下面 9 B である。

【 0 0 2 0 】

図 4 は粗面化層 1 0 9、2 0 9 の断面模式図である。図 5 A と図 5 B は粗面化層 1 0 9、2 0 9 の拡大図であり、走査電子顕微鏡 (SEM) でそれぞれ 5 千倍、3 万倍に拡大した写真である。粗面化層 1 0 9、2 0 9 は、図 4、図 5 A、図 5 B に示すように、基材 3 0 9 の上面 3 0 9 A と下面 3 0 9 B から上面 9 A と下面 9 B までそれぞれ延びる複数のツリー構造体 4 0 9 よりなる。ツリー構造体 4 0 9 は連なっているアルミニウム等の弁作用金属の複数の微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C よりなり、粗面化層 1 0 9 (2 0 9) のツリー構造体 4 0 9 は、基材 3 0 9 の上面 3 0 9 A (下面 3 0 9 B) から複数の枝 4 0 9 B に分かれながら上面 9 A (下面 9 B) まで延びる。

【 0 0 2 1 】

ツリー構造体 4 0 9 すなわち粗面化層 1 0 9 (2 0 9) のうちのベース層 1 1 0 9 (1 2 0 9) は微粒子 4 0 9 A で構成され、カバー層 2 1 0 9 (2 2 0 9) は微粒子 4 0 9 A より小さい微粒子 4 0 9 C で構成される。このように、基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B からより大きい微粒子 4 0 9 A が連なってベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を構成している。また、より小さい微粒子 4 0 9 C が微粒子 4 0 9 A から複数の枝 4 0 9 B を形成しながらさらに連なってカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 を構成している。

【 0 0 2 2 】

すなわち、粗面化層 1 0 9、2 0 9 は基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B から延びる複数のツリー構造体 4 0 9 を有する。ツリー構造体 4 0 9 は、基材 3 0 9 の面 3 0 9 A (3 0 9 B) から延びる根元部 4 0 9 D と、根元部 4 0 9 D から延びる先端部 4 0 9 E とを有する、複数の微粒子 4 0 9 A は基材 3 0 9 の面 3 0 9 A (3 0 9 B) から連なって根元部 4 0 9 D を構成する。複数の微粒子 4 0 9 C は、根元部 4 0 9 D から複数の枝 4 0 9 B に枝分かれしながら連なって先端部 4 0 9 E を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

電極箔 9 の製造方法を以下に説明する。

【 0 0 2 4 】

弁作用金属箔の基材 3 0 9 を 0 . 0 1 P a ~ 0 . 0 0 1 P a の真空に保たれた蒸着槽内に配置する。次に、基材 3 0 9 の周辺に 1 体積部の酸素ガスよりなる活性ガスと 4 体積部 ~ 6 体積部のアルゴンガスよりなる不活性ガスとよりなる雰囲気ガスを流入して、基材 3 0 9 の周辺での圧力を 1 0 P a ~ 2 0 P a に保ち、基材 3 0 9 の温度を 1 5 0 ~ 2 0 0 の範囲に保つ。その状態で、蒸着槽内に蒸着源としてアルミニウム材を配設し、アルミニウムを基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B に真空蒸着させて、アルミニウムの微粒子 4 0 9 A よりなる粗面化層 1 0 9、2 0 9 のベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成する。

10

【 0 0 2 5 】

次に、基材 3 0 9 の周辺に 1 体積部の酸素ガスよりなる活性ガスと 2 体積部 ~ 4 体積部のアルゴンガスよりなる不活性ガスとよりなる雰囲気ガスを流入して、基材 3 0 9 の周辺での圧力を 2 0 P a ~ 3 0 P a に保ち、基材 3 0 9 の温度を 1 5 0 ~ 2 0 0 の範囲に保つ。その状態で、蒸着槽内に蒸着源としてアルミニウム材を配設し、アルミニウムをベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 にそれぞれ真空蒸着させて、アルミニウムの微粒子 4 0 9 C よりなるカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 を形成する。

【 0 0 2 6 】

実施の形態においては、基材 3 0 9 は厚み 5 0 μ m の高純度アルミニウム箔である。雰囲気ガスを流入する前の真空の圧力は 0 . 0 0 4 P a に調整する。ベース層を形成する際の雰囲気ガスは、1 体積部の酸素ガスと 4 体積部のアルゴンガスよりなる。この雰囲気ガスを流入させた後の基材 3 0 9 の周辺の圧力が 2 0 P a になるように雰囲気ガスの流量を調整する。基材 3 0 9 の温度を 3 0 0 に設定する。また、カバー層を形成する際の雰囲気ガスは、1 体積部の酸素ガスと 4 体積部のアルゴンガスよりなる。この雰囲気ガスを流入させた後の基材 3 0 9 の周辺の圧力が 2 0 P a になるように雰囲気ガスの流量を調整する。基材 3 0 9 の温度を 2 0 0 に設定する。

20

【 0 0 2 7 】

粗面化層 1 0 9、2 0 9 を形成するアルミニウム等の弁作用金属よりなる微粒子を高密度に分布させるために微粒子の径を小さくする。微粒子の径が面 3 0 9 A、3 0 9 B から面 9 A、9 B まで同じである場合には、基材 3 0 9 と複数のツリー構造体の根元の部分とが接触する接触面積が小さく、基材 3 0 9 とツリー構造体すなわち粗面化層を強固には密着することが困難である。

30

【 0 0 2 8 】

粗面化層 1 0 9、2 0 9 のベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 の微粒子 4 0 9 A の平均粒子径は 0 . 2 μ m とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の微粒子 4 0 9 C の平均粒子径 0 . 0 3 μ m より大きい。より大きな微粒子 4 0 9 A は蒸着の際に大きい運動エネルギーを有するので、基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B を溶かしながら堆積してベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成する。これにより、基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B と複数のツリー構造体 4 0 9 の根元とが接触する接触面積が大きくなり、大きい機械的強度でツリー構造体 4 0 9 が基材の面 3 0 9 A、3 0 9 B に接合し、基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B に粗面化層 1 0 9、2 0 9 のベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 すなわち粗面化層 1 0 9、2 0 9 が強固に密着する。なお、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 の微粒子 4 0 9 A の平均粒子径が 0 . 1 μ m 以上であれば上記の効果が得られる。また、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成する前に基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B を O₂ アッシング処理などの表面処理により清浄化し、その後、微粒子 4 0 9 A を蒸着させることで、基材 3 0 9 と粗面化層 1 0 9、2 0 9 をより強固に密着させることができる。カバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の厚み t 2 は数十 μ m であり、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 の厚み t 1 の数 μ m より大きい。電極箔 9 の面 9 A、9 B に露出するカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 はコンデンサ素子 1 の容量に大きく寄与するので、厚い方が好ましい。電極箔 9 の面 9 A、9 B に露出しないベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 はコンデンサ素子 1 の容量に寄与しにくいので、薄い方が好ましい。図 5 A に示

40

50

すように、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 は共に同じ金属よりなる微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C により同一蒸着槽で連続的に形成されるので、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の境界は明確に現れない。

【 0 0 2 9 】

図 6 は上記の方法で作製された粗面化層 1 0 9、2 0 9 のカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の空孔径の分布を示す。図 6 はアルミニウム箔よりなる基材にエッチングで形成された比較例の粗面化層の空孔径の分布を併せて示す。図 6 において、横軸は空孔径を示し、縦軸は空孔径の頻度を示す。実施の形態による粗面化層 1 0 9、2 0 9 のカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 の空孔径の最頻値は約 0 . 0 3 μm と極めて微細であり、比較例の粗面化層の空孔径の最頻値の 0 . 1 5 μm と比較して極めて微細である。粗面化層 1 0 9、2 0 9 のカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 により電極箔 9 の表面積は極めて大きい。

10

【 0 0 3 0 】

また、本実施の形態では、カバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 を形成する工程では、酸素ガスとアルゴンガスの比、周辺の圧力、基材 3 0 9 の温度を、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成する工程とは変えている。これにより、微粒子 4 0 9 C の運動エネルギーおよび表面の活性度が微粒子 4 0 9 A より小さくすることができ、微粒子 4 0 9 C は微粒子 4 0 9 A より成長しにくく、したがって、微粒子 4 0 9 C を微粒子 4 0 9 A よりも小さくすることができる。

【 0 0 3 1 】

なお、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 では複数の微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C が互いに結合している。したがって、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 が積層している積層方向の断面には、複数の微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C 間に微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C が結合している多くのネッキング部分が存在し、微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C の個々の粒子径を測定しにくい場合がある。その場合は、積層方向に直角の微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C の断面の SEM 写真を画像処理することで、微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C の平均粒子径を容易に測定することができる。

20

【 0 0 3 2 】

本実施の形態による電極箔 9 の粗面化層 1 0 9、2 0 9 では、各ツリー構造体 4 0 9 が基材 3 0 9 の面 3 0 9 A、3 0 9 B から複数の枝 4 0 9 B に枝分かれしながら面 9 A、9 B まで延びている。さらに、小さい微粒子 4 0 9 C よりなる多くの細い枝 4 0 9 B が面 9 A、9 B に露出してカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 を構成しているので、より多くのポリマー液等の液体を粗面化層 1 0 9、2 0 9 に含浸させることができる。

30

【 0 0 3 3 】

さらに、粗面化層 1 0 9、2 0 9 の複数のツリー構造体 4 0 9 では、個々の微粒子 4 0 9 A、4 0 9 C が互いに強固に結合しているので、ツリー構造体 4 0 9 の基材 3 0 9 に結合しているネッキング部の破壊を抑制することができる。これにより、誘電体酸化皮膜層 1 0 1、2 0 1 を形成する化成時にネッキング部が破壊されることがなくなり、電極箔 9 の機械的強度を大きくできるのみならず、完成品の電解コンデンサ 1 0 0 1 の容量低下を抑制することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成する際には、酸素ガスおよびアルゴンガスを蒸着槽内に流入させずに、微粒子 4 0 9 A を蒸着させてもよい。

40

【 0 0 3 5 】

ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 を形成した後で、雰囲気ガス中のアルゴンガスと酸素ガスの比率や雰囲気ガスの圧力、基材 3 0 9 の温度を切替えて微粒子 4 0 9 C を堆積させてカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 を形成する。実施の形態による粗面化層 1 0 9、2 0 9 では、ベース層 1 1 0 9、1 2 0 9 とカバー層 2 1 0 9、2 2 0 9 で微粒子の径が 2 段階ではなく、2 より大きいさらに多くの段階で徐々に小さくなっていてもよい。雰囲気ガス中で 1 体積部の酸素ガスに対してアルゴンガスの量を 2 体積部 ~ 4 体積部の範囲で基材 3 0 9 周辺の圧力を 2 0 P a ~ 3 0 P a の範囲で設定し、基材 3 0 9 の温度を 1 5 0 ~ 2 0 0 の

50

範囲に段階的に徐々に変化させてもよい。これにより、粗面化層 109、209 の微粒子の径（平均粒子径）を面 309 A、309 B から面 9 A、9 B にかけて段階的に徐々に小さくさせることができる。すなわち、複数の微粒子 409 C の平均粒子径は基材 309 から粗面化層 109、209 の表面に向かう方向で三段階以上で段階的に徐々に小さくなる。

【0036】

次に、電極箔 9 の特性について以下に詳細に説明する。

【0037】

空孔径の様々な最頻値を有する粗面化層 109、209 を備えた電極箔 9 を作製した。エッチングで形成された粗面化層を有する比較例の電極箔を作製した。これらの電極箔を 70 の 7% アジピン酸アンモニウム水溶液に入れ、化成電圧 5 V、化成電流 0.05 A / cm² で保持時間 20 分だけ保持して化成し、微粒子 409 A、409 C の表面に誘電体酸化皮膜層 101、201 を形成した。誘電体酸化皮膜層 101、201 が形成された電極箔 9 から面積 10 cm² の試料片を 30 の 8% ホウ酸アンモニウム水溶液に入れて、測定周波数 120 Hz においてインピーダンスアナライザーで容量を化成容量として測定した。

10

【0038】

図 7 は電極箔 9 の粗面化層 109 の厚みと粗面化層 209 の厚みの合計と化成容量との関係を示す。図 7 において、電極箔 9 の化成容量は、両面の粗面化層の厚みの合計が 80 μm である比較例の電極箔の化成容量に対する比をパーセントの単位で示す。

20

【0039】

基材 309 と粗面化層 109、209 とを強固に密着させるために、ベース層 1109、1209 を構成する微粒子 409 A は大きな粒子径を有し、ベース層 1109、1209 の厚が極めて薄いので、コンデンサ素子 1 の容量にはほとんど寄与しない。また、実施の形態 2 では、空孔径が小さいほど、カバー層 2109、2209 の微粒子 409 C の平均粒子径が小さいことを示す。

【0040】

図 7 に示すように、空孔径の最頻値が小さくなるに従い、すなわちカバー層 2109、2209 の微粒子 409 C の平均粒子径が小さくなるに従い、粗面化層の厚みに比例して化成容量はより一層大きくなる。実施の形態による電極箔 9 は比較例の電極箔よりも粗面化層の同じ厚みにおいて化成容量が大きい。この結果は、電極箔 9 の空孔径が比較例の電極箔より小さいことによって、電極箔の大きさに対する表面積の比が大きいことに起因する。したがって、実施の形態による電極箔 9 により、比較例の電極箔に比べて大きい容量を有してかつより薄い電解コンデンサ 1001 を得ることができる。さらに、実施の形態による電極箔 9 では、ベース層 1109、1209 により、基材 309 と粗面化層 109、209 が強固に密着している。したがって、電極箔 9 が薄く、小型で大容量を有しかつ高信頼性を同時に有する電解コンデンサ 1001 が得られる。

30

【0041】

なお、電極箔 9 では、基材 309 の面 309 A、309 B にそれぞれ設けられた粗面化層 109、209 を有する、実施の形態による電極箔は、基材 309 の面 309 A、309 B のうちの面 309 A のみに粗面化層 109 を形成し、面 309 B には粗面化層 209 を有する必要はない。この場合でも、粗面化層 109 において電極箔 9 と上記と同様の効果を有する。

40

【0042】

図 8 は実施の形態における他の電解コンデンサ 1002 の一部分斜視図である。電解コンデンサ 2001 は電解液を用いた電解コンデンサである。

【0043】

電解コンデンサ 2001 はコンデンサ素子 91 と、電解液 92 と、コンデンサ素子 91 と電解液 92 を収容するケース 93 とを備える。コンデンサ素子 91 は、電極箔 9 と、電極箔 9 の粗面化層 109、209 の表面に設けられた誘電体酸化皮膜層 101、201 と

50

、誘電体酸化皮膜層 101 と対向するセパレータ 94 と、誘電体酸化皮膜層 201 と対向するセパレータ 95 と、セパレータ 94、95 を介して誘電体酸化皮膜層 101、201 とそれぞれ対向する別の電極箔 96 とを有する。電極箔 9、96 とセパレータ 94、95 は巻回されている。電解液 92 はセパレータ 94、95 に含浸し、誘電体酸化皮膜層 101、201 に接触する。電極箔 9 はコンデンサ 2001 の陽極として機能し、電極箔 96 は陰極として機能する。セパレータ 94、95 は絶縁性を有する多孔質材料よりなる。ケース 93 は、封口ゴム 99 で封止された開口部 93A を有する。端子 97、98 は電極箔 9、96 にそれぞれ接続され、封口ゴム 99 を通してケース 93 の内部から外部に連通する。すなわち、陽極として機能する電極箔 9 に接続された端子 97 は電解コンデンサ 2001 の陽極端子として機能する。同様に、陰極として機能する電極箔 96 に接続された端子 98 は電解コンデンサ 2001 の陰極端子として機能する。

10

【0044】

電解コンデンサ 2001 においても、粒径の大きい微粒子 409A からなるベース層 1109、1209 と、微粒子 409A より粒径の小さい微粒子 409C からなるカバー層 2109、2209 とからなる粗面化層 109、209 を有する電極箔 9 を陽極に用いることで、蒸着により安定して粗面化層 109、209 を製造でき、大容量を有する電解コンデンサ 2001 を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明による電極箔は薄く、小型で大容量を有しかつ高信頼性を同時に有するので、あらゆる分野の電解コンデンサに有用である。

20

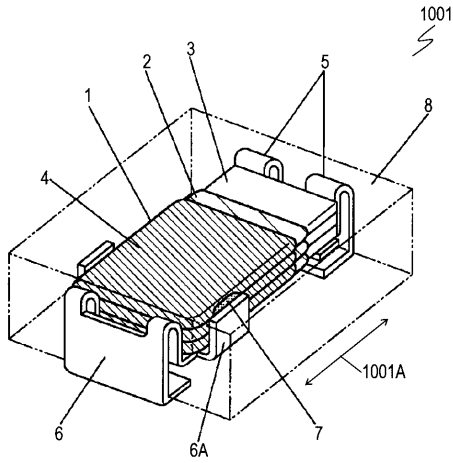
【符号の説明】

【0046】

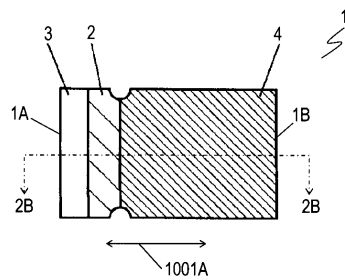
- 109 粗面化層
- 309 基材
- 409 ツリー構造体
- 409A 微粒子（第1の微粒子）
- 409C 微粒子（第2の微粒子）
- 409D 根元部
- 409E 先端部
- 1109 ベース層
- 2109 カバー層

30

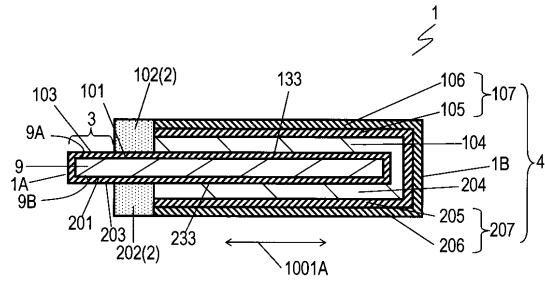
【図 1】



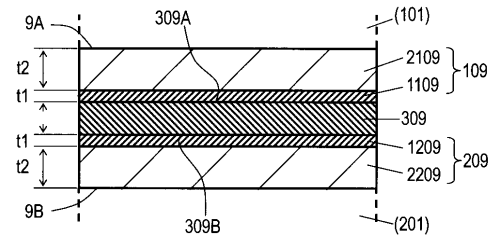
【図 2 A】



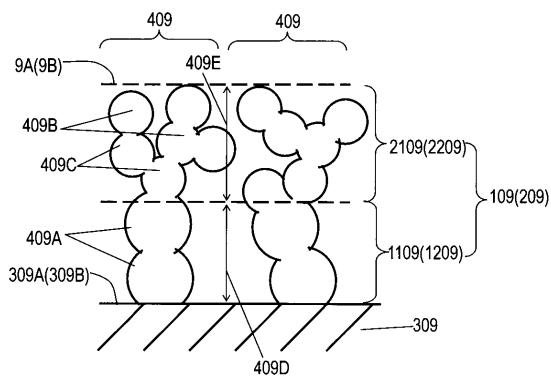
【図 2 B】



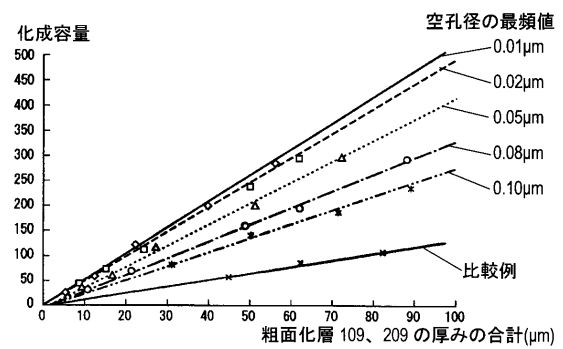
【図 3】



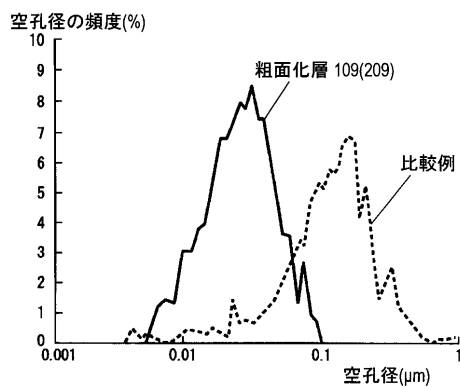
【図 4】



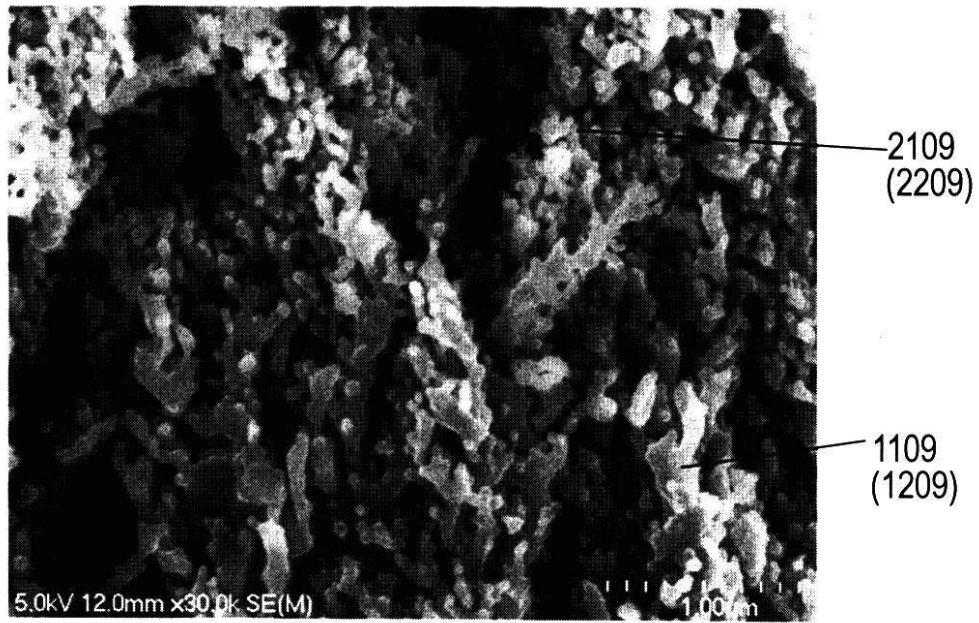
【図 7】



【図 6】



【図 5 B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-288295(JP,A)
特開2008-010490(JP,A)
特開平06-267803(JP,A)
特開2008-288296(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G	9/055
H01G	9/04
H01G	9/028