

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7563605号  
(P7563605)

(45)発行日 令和6年10月8日(2024.10.8)

(24)登録日 令和6年9月30日(2024.9.30)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 G 9/012(2006.01)

H 0 1 G 9/048(2006.01)

H 0 1 G 9/012 3 0 3

H 0 1 G 9/012 3 0 1

H 0 1 G 9/048 A

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2023-535175(P2023-535175)	(73)特許権者	000006231
(86)(22)出願日	令和4年6月2日(2022.6.2)		株式会社村田製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/022439		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87)国際公開番号	WO2023/286484	(74)代理人	110000914
(87)国際公開日	令和5年1月19日(2023.1.19)		弁理士法人W i s e P l u s
審査請求日	令和6年1月11日(2024.1.11)	(72)発明者	高 橋 章友
(31)優先権主張番号	特願2021-117803(P2021-117803)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32)優先日	令和3年7月16日(2021.7.16)		株式会社村田製作所内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	審査官	鈴木 駿平
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンデンサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンデンサ部を有するコンデンサ層と、  
前記コンデンサ層の厚み方向に前記コンデンサ部を貫通するように設けられたスルーホール導体と、を備え、  
前記コンデンサ部は、少なくとも一方の主面に多孔質層を有する陽極板と、前記多孔質層の表面上に設けられた誘電体層と、前記誘電体層の表面上に設けられた陰極層と、を有し、  
前記スルーホール導体は、前記コンデンサ部を前記厚み方向に貫通する第1貫通孔の少なくとも内壁面上に設けられた第1スルーホール導体を含み、  
前記第1スルーホール導体は、前記厚み方向に直交する面方向において前記第1貫通孔の前記内壁面に対向する前記陽極板の端面に電氣的に接続され、  
前記多孔質層には、第1孔が存在し、  
前記第1孔の内部には、前記第1スルーホール導体の一部が含まれている、ことを特徴とするコンデンサ。

【請求項2】

前記第1孔は、前記陽極板の前記端面を構成する前記多孔質層の端面に存在している、請求項1に記載のコンデンサ。

【請求項3】

前記多孔質層には、第2孔が更に存在し、

前記第 2 孔の内部には、絶縁材料が含まれており、

前記多孔質層は、前記第 2 孔の内部の前記絶縁材料が存在する絶縁領域を含み、

前記面方向において、前記絶縁領域の前記第 1 スルーホール導体側の外端は、前記多孔質層の前記第 1 スルーホール導体側の外端よりも、前記第 1 スルーホール導体と反対側に位置する、請求項 1 又は 2 に記載のコンデンサ。

【請求項 4】

前記多孔質層において、前記第 1 スルーホール導体側の外端から前記面方向に前記多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 1 領域を定めたとき、前記第 1 領域における空隙の面積割合は、0 面積 % 以上、30 面積 % 以下である、請求項 3 に記載のコンデンサ。

10

【請求項 5】

前記多孔質層において、前記絶縁領域の前記第 1 スルーホール導体と反対側の外端から前記第 1 スルーホール導体に向かって前記面方向に前記多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 2 領域を定めたとき、前記第 2 領域における空隙の面積割合は、前記第 1 領域における空隙の面積割合よりも大きい、請求項 4 に記載のコンデンサ。

【請求項 6】

前記第 1 スルーホール導体は、前記陽極板の前記端面側に位置する陽極接続層を有し、前記陽極接続層は、前記陽極板の前記端面に接している、請求項 1 又は 2 に記載のコンデンサ。

【請求項 7】

20

前記厚み方向から見たとき、前記第 1 スルーホール導体は、前記第 1 貫通孔の全周にわたって前記陽極板の前記端面に電氣的に接続されている、請求項 1 又は 2 に記載のコンデンサ。

【請求項 8】

前記スルーホール導体は、前記第 1 スルーホール導体が設けられた前記コンデンサ部を前記厚み方向に貫通する第 2 貫通孔の少なくとも内壁面上に設けられた第 2 スルーホール導体を更に含み、

前記第 2 スルーホール導体は、前記陰極層に電氣的に接続されている、請求項 1 又は 2 に記載のコンデンサ。

【請求項 9】

30

前記コンデンサ層は、前記コンデンサ部の表面上に設けられた第 1 絶縁部と、前記第 1 絶縁部の表面上に設けられた第 2 絶縁部と、を更に有し、

前記第 2 絶縁部は、前記陽極板と前記第 2 スルーホール導体との間に延在している、請求項 8 に記載のコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 には、アルミ基板を導電路とするプリント配線板であって、貫通したクリアランスホールを有するアルミ基板、アルミ基板の表面を覆う、内層より亜鉛膜、ニッケルメッキ層、及び、第 1 の銅メッキ層からなる接続層、アルミ基板の表面側とクリアランスホール内を覆う接続層の表層にブラックオキサイド処理が施され、このブラックオキサイド処理された接続層を介して、アルミ基板と接続した絶縁層、クリアランスホールが位置する個所の絶縁層に形成された、クリアランスホールより径の小さいスルーホール、絶縁層の外面に形成された銅回路、アルミ基板の裏面側に形成された第 2 の銅メッキ層、及び、銅回路と第 2 の銅メッキ層を連通する導電路をスルーホール内に備えた、ことを特徴とするプリント配線板が開示されている。

【0003】

50

特許文献 2 には、陽極芯部の表面に多孔質層を備える陽極体と、多孔質層の表面に設けられた誘電体層と、誘電体層の表面に設けられた固体電解質層と、固体電解質層の表面に設けられた陰極部と、を備えるコンデンサ素子が積層された積層体と、積層体を覆う外装体と、外装体の第 1 の端面上に設けられ、陽極芯部と電氣的に接続された陽極外部電極と、外装体の第 1 の端面に対向する第 2 の端面上に設けられ、陰極部と電氣的に接続された陰極外部電極とを備えた固体電解コンデンサであって、外装体の第 1 の端面側において、陽極芯部の端面が、多孔質層の端面に対して内側に引き込まれており、陽極芯部の端面と、陽極外部電極の内面の距離が  $0.01\text{ }\mu\text{m}$  以上  $20\text{ }\mu\text{m}$  以下であり、陽極芯部の端面と陽極外部電極の内面との間を引出導体が接続している、ことを特徴とする固体電解コンデンサが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平 8 - 321666 号公報

【文献】特開 2020 - 53588 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載のプリント配線板では、導電路とされるアルミ基板がバルク基板であるため、アルミ基板が、特許文献 2 に記載の固体電解コンデンサのようにアルミ芯部の表面に多孔質層を有する場合と比較して、アルミ基板と接続層との接続抵抗が低減しにくい。そのため、特許文献 1 に記載のプリント配線板の構成をコンデンサに用いても、信頼性が向上しにくい。

20

【0006】

一方、特許文献 2 に記載の固体電解コンデンサでは、陽極芯部の表面に多孔質層を有する陽極体が用いられている。しかしながら、特許文献 2 に記載の固体電解コンデンサでは、引出導体を設ける際に、陽極芯部の端面にジンケート処理をはじめとするめっき処理を行うため、そのめっき処理により多孔質層が浸食されやすい。そのため、特許文献 2 に記載の固体電解コンデンサでは、多孔質層に欠陥が生じやすく、信頼性が向上しにくい。また、特許文献 2 に記載の固体電解コンデンサでは、多孔質層の端面が陽極外部電極の内面と金属結合していないため、多孔質層と陽極外部電極との接続抵抗が低減しにくく、信頼性が向上しにくい。

30

【0007】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、信頼性に優れたコンデンサを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のコンデンサは、コンデンサ部を有するコンデンサ層と、上記コンデンサ層の厚み方向に上記コンデンサ部を貫通するように設けられたスルーホール導体と、を備え、上記コンデンサ部は、少なくとも一方の主面に多孔質層を有する陽極板と、上記多孔質層の表面上に設けられた誘電体層と、上記誘電体層の表面上に設けられた陰極層と、を有し、上記スルーホール導体は、上記コンデンサ部を上記厚み方向に貫通する第 1 貫通孔の少なくとも内壁面上に設けられた第 1 スルーホール導体を含み、上記第 1 スルーホール導体は、上記厚み方向に直交する面方向において上記第 1 貫通孔の上記内壁面に対向する上記陽極板の端面に電氣的に接続され、上記多孔質層には、第 1 孔が存在し、上記第 1 孔の内部には、上記第 1 スルーホール導体の一部が含まれている、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、信頼性に優れたコンデンサを提供できる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明のコンデンサの一例がアレイ状にされたコンデンサアレイを示す斜視模式図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 中の線分 A 1 - A 2 に沿う断面を含むコンデンサアレイの断面の一例を示す断面模式図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 中の領域 Z を拡大した状態を示す断面模式図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 1 中の線分 B 1 - B 2 に沿う断面を含むコンデンサアレイの断面の一例を示す断面模式図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明のコンデンサについて説明する。なお、本発明は、以下の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更されてもよい。また、以下において記載する個々の好ましい構成を複数組み合わせたものもまた本発明である。

【 0 0 1 2 】

本発明のコンデンサは、コンデンサ部を有するコンデンサ層と、コンデンサ層の厚み方向にコンデンサ部を貫通するように設けられたスルーホール導体と、を備える。

【 0 0 1 3 】

以下では、本発明のコンデンサの一例がアレイ状にされたコンデンサアレイを図示しつつ、本発明のコンデンサの一例について説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明のコンデンサの一例がアレイ状にされたコンデンサアレイを示す斜視模式図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すコンデンサアレイ 1 は、コンデンサ層 1 0 と、スルーホール導体 6 0 と、を有している。

【 0 0 1 6 】

コンデンサ層 1 0 は、図 1 に示すように複数のコンデンサ部 3 0 を有していてもよいし、1つのコンデンサ部 3 0 を有していてもよい。

【 0 0 1 7 】

コンデンサ層 1 0 が複数のコンデンサ部 3 0 を有する場合、複数のコンデンサ部 3 0 は、複数の貫通部で区分されて平面配置されていることが好ましい。なお、複数のコンデンサ部 3 0 は、各々、コンデンサを構成する。

【 0 0 1 8 】

コンデンサ層 1 0 が複数のコンデンサ部 3 0 を有する場合、複数のコンデンサ部 3 0 は、直線状に配置されていてもよいし、平面状に配置されていてもよい。また、複数のコンデンサ部 3 0 は、規則的に配置されていてもよいし、不規則に配置されていてもよい。複数のコンデンサ部 3 0 の大きさ及び平面形状等は、全部が同じであってもよいし、一部又は全部が異なってもよい。

【 0 0 1 9 】

コンデンサ層 1 0 には、面積が異なる 2 種以上のコンデンサ部 3 0 が含まれていてもよい。

【 0 0 2 0 】

コンデンサ層 1 0 には、平面形状が矩形ではないコンデンサ部 3 0 が含まれていてもよい。本明細書中、矩形は、正方形又は長方形を意味する。したがって、コンデンサ層 1 0 には、平面形状が、例えば、矩形以外の四角形、三角形、五角形、六角形等の多角形、曲線部を含む形状、円形、楕円形等のコンデンサ部 3 0 が含まれていてもよい。この場合、コンデンサ層 1 0 には、平面形状が異なる 2 種以上のコンデンサ部 3 0 が含まれていてもよい。また、コンデンサ層 1 0 には、平面形状が矩形ではないコンデンサ部 3 0 に加えて、平面形状が矩形であるコンデンサ部 3 0 が含まれていてもよいし、含まれていなくてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

コンデンサ層 1 0 が 1 つのコンデンサ部 3 0 を有する場合、コンデンサレイ 1 は、単体のコンデンサに該当する。

## 【 0 0 2 2 】

スルーホール導体 6 0、より具体的には、第 1 スルーホール導体 6 2 及び第 2 スルーホール導体 6 4 は、各々、コンデンサ層 1 0 の厚み方向 T にコンデンサ部 3 0 を貫通するように設けられている。

## 【 0 0 2 3 】

本発明のコンデンサにおいて、コンデンサ部は、少なくとも一方の主面に多孔質層を有する陽極板と、多孔質層の表面上に設けられた誘電体層と、誘電体層の表面上に設けられた陰極層と、を有する。

10

## 【 0 0 2 4 】

図 2 は、図 1 中の線分 A 1 - A 2 に沿う断面を含むコンデンサレイの断面の一例を示す断面模式図である。なお、図 2 中の線分 A 1 - A 2 は、図 1 中の線分 A 1 - A 2 に対応している。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、コンデンサ部 3 0 は、陽極板 3 1 と、誘電体層 3 5 と、陰極層 3 6 と、を有している。

## 【 0 0 2 6 】

陽極板 3 1 は、芯部 3 2 と、多孔質層 3 4 と、を有している。

20

## 【 0 0 2 7 】

芯部 3 2 は、金属からなることが好ましく、中でも弁作用金属からなることが好ましい。

## 【 0 0 2 8 】

弁作用金属としては、例えば、アルミニウム、タンタル、ニオブ、チタン、ジルコニウム等の金属単体、これらの金属単体の少なくとも 1 種を含有する合金等が挙げられる。中でも、アルミニウム又はアルミニウム合金が好ましい。

## 【 0 0 2 9 】

多孔質層 3 4 は、芯部 3 2 の少なくとも一方の主面に設けられている。つまり、多孔質層 3 4 は、芯部 3 2 の一方の主面のみに設けられていてもよいし、図 2 に示すように芯部 3 2 の両方の主面に設けられていてもよい。このように、陽極板 3 1 は、少なくとも一方の主面に多孔質層 3 4 を有している。

30

## 【 0 0 3 0 】

多孔質層 3 4 は、陽極板 3 1 の表面がエッチング処理されてなるエッチング層であることが好ましい。

## 【 0 0 3 1 】

多孔質層 3 4 の内部構造の詳細については、後述する。

## 【 0 0 3 2 】

陽極板 3 1 の形状は、平板状であることが好ましく、箔状であることがより好ましい。このように、本明細書中では、「板状」に「箔状」も含まれる。

## 【 0 0 3 3 】

誘電体層 3 5 は、多孔質層 3 4 の表面上に設けられている。より具体的には、誘電体層 3 5 は、多孔質層 3 4 に存在する各孔の表面（輪郭）に沿って設けられている。

40

## 【 0 0 3 4 】

誘電体層 3 5 は、上述した弁作用金属の酸化皮膜からなることが好ましい。例えば、陽極板 3 1 がアルミニウム箔である場合、陽極板 3 1 に対して、アジピン酸アンモニウム等を含む水溶液中で陽極酸化処理（化成処理とも呼ばれる）を行うことにより、誘電体層 3 5 となる酸化皮膜が形成される。誘電体層 3 5 は多孔質層 3 4 の表面に沿って形成されるため、誘電体層 3 5 には、細孔（凹部）が設けられることになる。

## 【 0 0 3 5 】

陰極層 3 6 は、誘電体層 3 5 の表面上に設けられている。

50

## 【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、陰極層 3 6 は、誘電体層 3 5 の表面上に設けられた固体電解質層 3 6 A と、固体電解質層 3 6 A の表面上に設けられた導電体層 3 6 B と、を有することが好ましい。

## 【 0 0 3 7 】

固体電解質層 3 6 A の構成材料としては、例えば、ポリピロール類、ポリチオフェン類、ポリアニリン類等の導電性高分子等が挙げられる。中でも、ポリチオフェン類が好ましく、ポリ( 3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン ) ( P E D O T ) が特に好ましい。また、導電性高分子は、ポリスチレンスルホン酸 ( P S S ) 等のドーパントを含んでいてもよい。

10

## 【 0 0 3 8 】

固体電解質層 3 6 A は、誘電体層 3 5 の細孔 ( 凹部 ) に充填される内層と、誘電体層 3 5 の表面を覆う外層と、を含むことが好ましい。

## 【 0 0 3 9 】

導電体層 3 6 B は、導電性樹脂層及び金属層の少なくとも一方を含むことが好ましい。つまり、導電体層 3 6 B は、導電性樹脂層のみを含んでいてもよいし、金属層のみを含んでいてもよいし、導電性樹脂層及び金属層の両方を含んでいてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

導電性樹脂層としては、例えば、銀フィラー、銅フィラー、ニッケルフィラー、及び、カーボンフィラーからなる群より選択される少なくとも 1 種の導電性フィラーを含む導電性接着剤層等が挙げられる。

20

## 【 0 0 4 1 】

金属層としては、例えば、金属めっき膜、金属箔等が挙げられる。金属層は、ニッケル、銅、銀、及び、これらの金属の少なくとも 1 種を主成分とする合金からなる群より選択される少なくとも 1 種の金属からなることが好ましい。

## 【 0 0 4 2 】

本明細書中、主成分は、重量割合が最も大きい元素成分を意味する。

## 【 0 0 4 3 】

導電体層 3 6 B は、例えば、固体電解質層 3 6 A の表面上に設けられたカーボン層と、カーボン層の表面上に設けられた銅層と、を含んでいてもよい。

30

## 【 0 0 4 4 】

カーボン層は、例えば、カーボンペーストを、スポンジ転写法、スクリーン印刷法、ディスペンサ塗布法、インクジェット印刷法等で固体電解質層 3 6 A の表面に塗工することにより、所定の領域に形成される。

## 【 0 0 4 5 】

銅層は、例えば、銅ペーストを、スポンジ転写法、スクリーン印刷法、スプレー塗布法、ディスペンサ塗布法、インクジェット印刷法等でカーボン層の表面に塗工することにより、所定の領域に形成される。

## 【 0 0 4 6 】

以上のように、図 2 に示すコンデンサ部 3 0 は、少なくとも一方の主面に多孔質層 3 4 を有する陽極板 3 1 と、多孔質層 3 4 の表面上に設けられた誘電体層 3 5 と、誘電体層 3 5 の表面上に設けられた陰極層 3 6 と、を有している。これにより、コンデンサ部 3 0 は、電解コンデンサを構成している。なお、陰極層 3 6 が固体電解質層 3 6 A を有する場合、コンデンサ部 3 0 は、固体電解コンデンサを構成することになる。

40

## 【 0 0 4 7 】

本発明のコンデンサにおいて、スルーホール導体は、コンデンサ部を厚み方向に貫通する第 1 貫通孔の少なくとも内壁面上に設けられた第 1 スルーホール導体を含み、第 1 スルーホール導体は、厚み方向に直交する面方向において第 1 貫通孔の内壁面に対向する陽極板の端面に電氣的に接続される。

## 【 0 0 4 8 】

50

図 2 に示すように、第 1 スルーホール導体 6 2 は、コンデンサ層 1 0 の厚み方向 T にコンデンサ部 3 0 を貫通するように設けられている。より具体的には、第 1 スルーホール導体 6 2 は、コンデンサ部 3 0 を厚み方向 T に貫通する第 1 貫通孔 6 3 の少なくとも内壁面上に設けられている。

【 0 0 4 9 】

第 1 スルーホール導体 6 2 は、厚み方向 T に直交する面方向 U において第 1 貫通孔 6 3 の内壁面に対向する陽極板 3 1 の端面に電氣的に接続されている。図 2 に示す例では、第 1 スルーホール導体 6 2 が、陽極板 3 1 の端面に接続されている。

【 0 0 5 0 】

なお、面方向 U は複数存在するが、図 1、図 2 等ではそのうちの 1 方向を代表的に示している。

10

【 0 0 5 1 】

第 1 スルーホール導体 6 2 に電氣的に接続する陽極板 3 1 の端面には、芯部 3 2 及び多孔質層 3 4 が露出している。そのため、芯部 3 2 に加えて多孔質層 3 4 でも、第 1 スルーホール導体 6 2 との電氣的な接続がなされる。

【 0 0 5 2 】

第 1 スルーホール導体 6 2 は、例えば、以下のようにして形成される。まず、第 1 スルーホール導体 6 2 を形成しようとする部分に対して、ドリル加工、レーザー加工等を行うことにより、第 1 貫通孔 6 3 を形成する。そして、第 1 貫通孔 6 3 の内壁面を、銅、金、銀等の低抵抗の金属でメタライズすることにより、第 1 スルーホール導体 6 2 を形成する。第 1 スルーホール導体 6 2 を形成する際、例えば、第 1 貫通孔 6 3 の内壁面を、無電解銅めっき処理、電解銅めっき処理等でメタライズすることにより、加工が容易になる。なお、第 1 スルーホール導体 6 2 を形成する方法については、第 1 貫通孔 6 3 の内壁面をメタライズする方法以外に、金属、金属と樹脂との複合材料等を第 1 貫通孔 6 3 に充填する方法であってもよい。

20

【 0 0 5 3 】

本発明のコンデンサにおいて、第 1 スルーホール導体は、陽極板の端面側に位置する陽極接続層を有し、陽極接続層は、陽極板の端面に接していることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

図 2 に示すように、第 1 スルーホール導体 6 2 は、陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有していることが好ましい。また、図 2 に示すように、陽極接続層 6 8 は、陽極板 3 1 の端面に接していることが好ましい。

30

【 0 0 5 5 】

第 1 スルーホール導体 6 2 が陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有することにより、陽極接続層 6 8 が、陽極板 3 1 に対するバリア層、より具体的には、芯部 3 2 及び多孔質層 3 4 に対するバリア層として機能する。このような陽極接続層 6 8 を利用することにより、後述する導電部 2 0 等を形成するための薬液処理時に生じる陽極板 3 1 の溶解が抑制され、ひいては、コンデンサ部 3 0 への薬液の浸入が抑制される。そのため、コンデンサアレイ 1 の信頼性が向上しやすくなり、ひいては、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性が向上しやすくなる。

40

【 0 0 5 6 】

図 2 に示すように、陽極接続層 6 8 は、陽極板 3 1 の端面側から順に、第 1 陽極接続層 6 8 A と、第 2 陽極接続層 6 8 B と、を含んでいてもよい。

【 0 0 5 7 】

陽極接続層 6 8 において、例えば、第 1 陽極接続層 6 8 A は亜鉛を主成分とする層であってもよく、第 2 陽極接続層 6 8 B はニッケル又は銅を主成分とする層であってもよい。この場合、第 1 陽極接続層 6 8 A は、例えば、ジンケート処理で亜鉛を置換析出させることにより陽極板 3 1 の端面上に形成され、その後、第 2 陽極接続層 6 8 B は、例えば、無電解ニッケルめっき処理又は無電解銅めっき処理により第 1 陽極接続層 6 8 A の表面上に形成される。なお、第 2 陽極接続層 6 8 B の形成時に第 1 陽極接続層 6 8 A が消失する場

50

合があり、この場合は、陽極接続層 6 8 が第 2 陽極接続層 6 8 B のみからなってもよい。

【0058】

陽極接続層 6 8 は、ニッケルを主成分とする層を含むことが好ましい。この場合、陽極板 3 1 を構成する金属（例えば、アルミニウム）等へのダメージが低減されるため、陽極板 3 1 に対する陽極接続層 6 8 のバリア性が向上しやすくなる。

【0059】

図 2 に示すように、厚み方向 T において、陽極接続層 6 8 の寸法は、陽極板 3 1 の寸法よりも大きいことが好ましい。この場合、陽極板 3 1 の端面全体が陽極接続層 6 8 で覆われるため、陽極板 3 1 に対する陽極接続層 6 8 のバリア性が向上しやすくなる。

【0060】

厚み方向 T において、陽極接続層 6 8 の寸法は、好ましくは陽極板 3 1 の寸法の 100 % よりも大きく、200 % 以下である。

【0061】

厚み方向 T において、陽極接続層 6 8 の寸法は、陽極板 3 1 の寸法と同じであってもよいし、陽極板 3 1 の寸法よりも小さくてもよい。

【0062】

なお、第 1 スルーホール導体 6 2 は、陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有していなくてもよい。

【0063】

本発明のコンデンサにおいて、厚み方向から見たとき、第 1 スルーホール導体は、第 1 貫通孔の全周にわたって陽極板の端面に電氣的に接続されていることが好ましい。

【0064】

図 1 及び図 2 に示すように、厚み方向 T から見たとき、第 1 スルーホール導体 6 2 は、第 1 貫通孔 6 3 の全周にわたって陽極板 3 1 の端面に電氣的に接続されていることが好ましい。図 2 に示すように、第 1 スルーホール導体 6 2 が陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有している場合、厚み方向 T から見たとき、第 1 スルーホール導体 6 2 における陽極接続層 6 8 以外の部分は、第 1 貫通孔 6 3 の全周にわたって陽極接続層 6 8 に接続されていることが好ましい。この場合、第 1 スルーホール導体 6 2 において、陽極接続層 6 8 と陽極接続層 6 8 以外の部分との接触面積が大きくなるため、陽極接続層 6 8 と陽極接続層 6 8 以外の部分との接続抵抗が低減しやすくなる。その結果、第 1 スルーホール導体 6 2 と陽極板 3 1 との接続抵抗が低減しやすくなるため、コンデンサ部 3 0 の等価直列抵抗（ESR）が低減しやすくなる。更に、第 1 スルーホール導体 6 2 において、陽極接続層 6 8 と陽極接続層 6 8 以外の部分との間の密着性が向上しやすくなるため、熱応力による陽極接続層 6 8 と陽極接続層 6 8 以外の部分との間の剥離等の不具合が生じにくくなる。

【0065】

図 2 に示すように、コンデンサアレイ 1、より具体的には、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサは、第 1 スルーホール導体 6 2 に電氣的に接続された導電部 20 を更に有していることが好ましい。図 2 に示す例では、導電部 20 が、第 1 スルーホール導体 6 2 の表面上に設けられている。導電部 20 は、コンデンサアレイ 1、より具体的には、コンデンサ部 3 0 の接続端子として機能できる。

【0066】

導電部 20 の構成材料としては、例えば、銀、金、銅等の低抵抗の金属が挙げられる。この場合、導電部 20 は、例えば、第 1 スルーホール導体 6 2 の表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【0067】

導電部 20 と他の部材との間の密着性、ここでは、導電部 20 と第 1 スルーホール導体 6 2 との間の密着性を向上させるために、導電部 20 の構成材料として、銀フィラー、銅フィラー、ニッケルフィラー、及び、カーボンフィラーからなる群より選択される少なくとも 1 種の導電性フィラーと樹脂との混合材料が用いられてもよい。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 8 】

図 1 及び図 2 に示すように、コンデンサレイ 1、より具体的には、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサは、第 1 貫通孔 6 3 に樹脂材料が充填されてなる第 1 樹脂充填部 2 9 A を更に有していることが好ましい。図 1 及び図 2 に示す例では、第 1 樹脂充填部 2 9 A が、第 1 貫通孔 6 3 の内壁面上の第 1 スルーホール導体 6 2 で囲まれた空間に設けられている。第 1 樹脂充填部 2 9 A が設けられることで第 1 貫通孔 6 3 内の空間が解消されると、第 1 スルーホール導体 6 2 のデラミネーションの発生が抑制される。

## 【 0 0 6 9 】

第 1 樹脂充填部 2 9 A の熱膨張率は、第 1 スルーホール導体 6 2 の熱膨張率よりも大きいことが好ましい。より具体的には、第 1 貫通孔 6 3 に充填された樹脂材料の熱膨張率は、第 1 スルーホール導体 6 2 の構成材料（例えば、銅）の熱膨張率よりも大きいことが好ましい。この場合、第 1 樹脂充填部 2 9 A、より具体的には、第 1 貫通孔 6 3 に充填された樹脂材料が高温環境下で膨張することにより、第 1 スルーホール導体 6 2 が第 1 貫通孔 6 3 の内側から外側に向かって第 1 貫通孔 6 3 の内壁面に押さえつけられるため、第 1 スルーホール導体 6 2 のデラミネーションの発生が十分に抑制される。

## 【 0 0 7 0 】

第 1 樹脂充填部 2 9 A の熱膨張率は、第 1 スルーホール導体 6 2 の熱膨張率と同じであってもよいし、第 1 スルーホール導体 6 2 の熱膨張率よりも小さくてもよい。より具体的には、第 1 貫通孔 6 3 に充填された樹脂材料の熱膨張率は、第 1 スルーホール導体 6 2 の構成材料の熱膨張率と同じであってもよいし、第 1 スルーホール導体 6 2 の構成材料の熱膨張率よりも小さくてもよい。

## 【 0 0 7 1 】

コンデンサレイ 1、より具体的には、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサは、第 1 樹脂充填部 2 9 A を有していなくてもよい。この場合、第 1 スルーホール導体 6 2 は、第 1 貫通孔 6 3 の内壁面上だけではなく、第 1 貫通孔 6 3 の内部全体に設けられていることが好ましい。

## 【 0 0 7 2 】

図 2 に示すように、コンデンサ層 1 0 は、コンデンサ部 3 0 の表面上に設けられた絶縁部 2 5 を更に有していることが好ましい。

## 【 0 0 7 3 】

図 2 に示すように、絶縁部 2 5 は、コンデンサ部 3 0 の表面上に設けられた第 1 絶縁部 2 5 A と、第 1 絶縁部 2 5 A の表面上に設けられた第 2 絶縁部 2 5 B と、を含むことが好ましい。

## 【 0 0 7 4 】

第 1 絶縁部 2 5 A 及び第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料としては、例えば、エポキシ、フェノール、ポリイミド等の樹脂材料、あるいは、エポキシ、フェノール、ポリイミド等の樹脂材料と、シリカ、アルミナ等の無機フィラーとの混合材料等が挙げられる。

## 【 0 0 7 5 】

第 1 絶縁部 2 5 A の構成材料と第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料とは、互いに同じであってもよいし、互いに異なってもよい。

## 【 0 0 7 6 】

以下では、多孔質層の内部構造について説明する。

## 【 0 0 7 7 】

本発明のコンデンサにおいて、多孔質層には、第 1 孔が存在し、第 1 孔の内部には、第 1 スルーホール導体の一部が含まれている。

## 【 0 0 7 8 】

図 3 は、図 2 中の領域 Z を拡大した状態を示す断面模式図である。

## 【 0 0 7 9 】

なお、図 3 には示していないが、誘電体層 3 5 は、多孔質層 3 4 の表面上、より具体的には、多孔質層 3 4 に存在する各孔の表面（輪郭）に沿って設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 0 】

図 3 に示すように、多孔質層 3 4 には、第 1 孔 3 4 A が存在している。

## 【 0 0 8 1 】

第 1 孔 3 4 A の内部には、第 1 スルーホール導体 6 2 の一部が含まれている。図 3 に示す例では、第 1 孔 3 4 A の内部には、陽極接続層 6 8 の一部、より具体的には、第 1 陽極接続層 6 8 A の一部が含まれている。これにより、多孔質層 3 4 と第 1 スルーホール導体 6 2 との間の密着性、より具体的には、多孔質層 3 4 と陽極接続層 6 8 との間の密着性が向上しやすくなる。その結果、多孔質層 3 4 と第 1 スルーホール導体 6 2 との間の剥離、より具体的には、多孔質層 3 4 と陽極接続層 6 8 との間の剥離等の不具合が生じにくくなるため、コンデンサレイ 1 の信頼性が向上し、ひいては、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性が向上する。

10

## 【 0 0 8 2 】

多孔質層に、第 1 スルーホール導体の一部が内部に含まれる第 1 孔が存在することについては、例えば、以下のようにして確認される。まず、コンデンサ、ここでは、コンデンサレイを切断することにより、図 2 に示すような、厚み方向から見たときの第 1 貫通孔の中心を通り、かつ、多孔質層及び第 1 スルーホール導体を含んだ厚み方向に沿うコンデンサの断面を露出させる。次に、走査型電子顕微鏡 ( S E M ) を用いて、コンデンサの露出断面、ここでは、コンデンサレイの露出断面における、図 3 に示すような多孔質層の拡大画像を撮像する。そして、得られた拡大画像に対して、波長分散型 X 線分光法 ( W D X ) 、エネルギー分散型 X 線分光法 ( E D X ) 等で元素マッピングを行うことにより、多孔質層内で、第 1 スルーホール導体の一部が内部に含まれる第 1 孔を確認する。

20

## 【 0 0 8 3 】

本発明のコンデンサにおいて、第 1 孔は、陽極板の端面を構成する多孔質層の端面に存在していることが好ましい。

## 【 0 0 8 4 】

図 3 に示すように、第 1 孔 3 4 A は、陽極板 3 1 の端面を構成する多孔質層 3 4 の端面に存在していることが好ましい。この場合、多孔質層 3 4 の端面に第 1 孔 3 4 A が露出する構造になるため、第 1 孔 3 4 A の内部に第 1 スルーホール導体 6 2 の一部が含まれる前の状態では、多孔質層 3 4 の端面が微細な凹凸状になっている、と言える。

## 【 0 0 8 5 】

30

多孔質層 3 4 の端面が微細な凹凸状になっていると、多孔質層 3 4 の端面に接続される第 1 スルーホール導体 6 2 が、多孔質層 3 4 の端面の凹部、より具体的には、第 1 孔 3 4 A に入り込む。例えば、図 3 に示すように、第 1 スルーホール導体 6 2 が陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有している場合、多孔質層 3 4 の端面が微細な凹凸状になっていると、陽極接続層 6 8 、より具体的には、第 1 陽極接続層 6 8 A が、多孔質層 3 4 の端面の凹部、より具体的には、第 1 孔 3 4 A に入り込む。そのため、多孔質層 3 4 と陽極接続層 6 8 との間の密着性がより向上しやすくなる。その結果、多孔質層 3 4 と陽極接続層 6 8 との間の剥離等の不具合がより生じにくくなるため、コンデンサレイ 1 の信頼性がより向上し、ひいては、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性がより向上する。

40

## 【 0 0 8 6 】

本発明のコンデンサにおいて、多孔質層には、第 2 孔が更に存在し、第 2 孔の内部には、絶縁材料が含まれており、多孔質層は、第 2 孔の内部の絶縁材料が存在する絶縁領域を含み、面方向において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体側の外端は、多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端よりも、第 1 スルーホール導体と反対側に位置する、ことが好ましい。

## 【 0 0 8 7 】

図 3 に示すように、多孔質層 3 4 には、第 2 孔 3 4 B が更に存在している。

## 【 0 0 8 8 】

第 2 孔 3 4 B の内部には、絶縁材料 3 4 C が含まれている。これにより、多孔質層 3 4

50

は、第 2 孔 3 4 B の内部の絶縁材料 3 4 C が存在する絶縁領域を含むことになる。多孔質層 3 4 が絶縁領域を含むことにより、陽極板 3 1 と陰極層 3 6 との間の絶縁性が確保され、両者間の短絡が防止される。

【 0 0 8 9 】

図 3 では、多孔質層 3 4 において、絶縁材料 3 4 C のハッチングが施された領域が絶縁領域に該当する。このように、絶縁領域は、多孔質層 3 4 内に連続して存在する領域ではなく、不連続に存在する領域である。

【 0 0 9 0 】

図 1 及び図 2 に示すように、絶縁材料 3 4 C が存在する絶縁領域は、第 1 スルーホール導体 6 2 の周囲に設けられていることが好ましい。この場合、陽極板 3 1 と陰極層 3 6 との間の絶縁性が十分に確保され、両者間の短絡が十分に防止される。

【 0 0 9 1 】

絶縁材料 3 4 C としては、例えば、エポキシ、フェノール、ポリイミド等の樹脂材料、あるいは、エポキシ、フェノール、ポリイミド等の樹脂材料と、シリカ、アルミナ等の無機フィラーとの混合材料等が挙げられる。

【 0 0 9 2 】

図 3 に示すように、面方向 U において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体 6 2 側の外端 E 1 は、多孔質層 3 4 の第 1 スルーホール導体 6 2 側の外端 E 2 よりも、第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側（ここでは、左側）に位置している。これにより、陽極板 3 1 の端面を構成する多孔質層 3 4 の端面で、絶縁材料 3 4 C 以外の材料（例えば、アルミニウム）で構成される部分の表面積が大きくなる。

【 0 0 9 3 】

多孔質層 3 4 の端面で、絶縁材料 3 4 C 以外の材料で構成される部分の表面積が大きくなると、多孔質層 3 4 の端面に接続される第 1 スルーホール導体 6 2 の被覆性が向上する。例えば、図 3 に示すように、第 1 スルーホール導体 6 2 が陽極板 3 1 の端面側に位置する陽極接続層 6 8 を有している場合、多孔質層 3 4 の端面で、絶縁材料 3 4 C 以外の材料で構成される部分の表面積が大きくなると、陽極接続層 6 8、より具体的には、第 1 陽極接続層 6 8 A の被覆性が向上する。多孔質層 3 4 の端面に対する陽極接続層 6 8 の被覆性が向上すると、多孔質層 3 4 に対する陽極接続層 6 8 のバリア性が向上し、ひいては、陽極板 3 1 に対する陽極接続層 6 8 のバリア性が向上する。その結果、導電部 2 0 等を形成するための薬液処理時に生じる陽極板 3 1 の溶解が抑制され、ひいては、コンデンサ部 3 0 への薬液の浸入が抑制される。そのため、コンデンサアレイ 1 の信頼性がより向上し、ひいては、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性がより向上する。

【 0 0 9 4 】

多孔質層 3 4 の端面で、絶縁材料 3 4 C 以外の材料で構成される部分の表面積が大きくなると、芯部 3 2 に加えて多孔質層 3 4 でも、第 1 スルーホール導体 6 2 との電気的な接続がなされやすくなるため、第 1 スルーホール導体 6 2 と陽極板 3 1 との接続抵抗が低減する。その結果、コンデンサ部 3 0 の等価直列抵抗が低減するため、コンデンサアレイ 1 の信頼性がより向上し、ひいては、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性がより向上する。

【 0 0 9 5 】

絶縁領域の第 1 スルーホール導体側の外端は、図 2 に示すような、厚み方向から見たときの第 1 貫通孔の中心を通り、かつ、多孔質層及び第 1 スルーホール導体を含んだ厚み方向に沿うコンデンサの断面に対して、例えば、以下のようにして定められる。まず、コンデンサ、ここでは、コンデンサアレイを切断することにより、図 2 に示すような上記断面を露出させる。次に、走査型電子顕微鏡を用いて、コンデンサの露出断面、ここでは、コンデンサアレイの露出断面における、図 3 に示すような多孔質層の拡大画像を撮像する。そして、得られた拡大画像に対して、波長分散型 X 線分光法で元素マッピングを行うことにより、多孔質層内で、絶縁材料が存在する絶縁領域を確認する。その上で、面方向において、絶縁領域の最も第 1 スルーホール導体側に位置する端部を、絶縁領域の第 1 スルー

10

20

30

40

50

ホール導体側の外端と定める。

【 0 0 9 6 】

多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端は、例えば、以下のようにして定められる。まず、上述した方法で得られた拡大画像に対して、波長分散型 X 線分光法で元素マッピングを行うことにより、絶縁領域を含む多孔質層の範囲全体を確認する。その上で、面方向において、多孔質層の最も第 1 スルーホール導体側に位置する端部を、多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端と定める。

【 0 0 9 7 】

本発明のコンデンサでは、面方向において、上述した方法で定められた絶縁領域の第 1 スルーホール導体側の外端が、上述した方法で定められた多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端よりも、第 1 スルーホール導体と反対側に位置していればよい。

10

【 0 0 9 8 】

本発明のコンデンサでは、例えば、コンデンサの製造時、ここでは、コンデンサアレイの製造時に、絶縁材料を、多孔質層の内部の空孔に充填した後、プラズマ処理等で多孔質層の端面近傍に存在する絶縁材料を選択的に除去することにより、面方向において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体側の外端が、多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端よりも、第 1 スルーホール導体と反対側に位置するように調整される。

【 0 0 9 9 】

面方向 U において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体 6 2 側の外端 E 1 と、多孔質層 3 4 の第 1 スルーホール導体 6 2 側の外端 E 2 との間の距離は、好ましくは  $0\ \mu\text{m}$  よりも大きく、 $20\ \mu\text{m}$  よりも小さい。

20

【 0 1 0 0 】

本発明のコンデンサでは、多孔質層において、第 1 スルーホール導体側の外端から面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 1 領域を定めたとき、第 1 領域における空隙の面積割合は、好ましくは 0 面積 % 以上、30 面積 % 以下である。

【 0 1 0 1 】

図 3 に示すように、多孔質層 3 4 において、第 1 スルーホール導体 6 2 側の外端 E 2 から面方向 U に多孔質層 3 4 の厚み分だけ離れた位置 P 1 までの範囲にわたる第 1 領域 R 1 を定めたとき、第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合は、好ましくは 0 面積 % 以上、30 面積 % 以下である。つまり、多孔質層 3 4 の端面近傍の第 1 領域 R 1 において、第 1 スルーホール導体 6 2 及び絶縁材料 3 4 C を含むあらゆる材料が内部に含まれていない空隙の面積割合は、0 面積 % 以上、30 面積 % 以下と低くなっていることが好ましい。そのため、多孔質層 3 4 の端面に接続される第 1 スルーホール導体 6 2、より具体的には、陽極接続層 6 8 を、ジンケート処理をはじめとするめっき処理で形成する際に、空隙を通じて多孔質層 3 4 の端面近傍が過剰にエッチングされることが抑制される。その結果、多孔質層 3 4 の内部に残留した塩素、水等による腐食が抑制されるため、コンデンサアレイ 1 の信頼性がより向上し、ひいては、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性がより向上する。

30

【 0 1 0 2 】

第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合が 30 面積 % よりも大きい場合、多孔質層 3 4 の端面に接続される第 1 スルーホール導体 6 2、より具体的には、陽極接続層 6 8 を、ジンケート処理をはじめとするめっき処理で形成する際に、空隙を通じて多孔質層 3 4 の端面近傍が過剰にエッチングされることにより、多孔質層 3 4 の内部に更に大きな空間が生じてしまう。その結果、多孔質層 3 4 の内部に残留した塩素、水等による腐食が生じるため、コンデンサアレイ 1 の信頼性が低下し、ひいては、コンデンサアレイ 1 を構成するコンデンサの信頼性が低下してしまう。

40

【 0 1 0 3 】

第 1 領域における空隙の面積割合は、図 2 に示すような、厚み方向から見たときの第 1 貫通孔の中心を通り、かつ、多孔質層及び第 1 スルーホール導体を含んだ厚み方向に沿うコンデンサの断面に対して、例えば、以下のようにして定められる。まず、コンデンサ、

50

ここでは、コンデンサアレイを切断することにより、図 2 に示すような上記断面を露出させる。次に、走査型電子顕微鏡を用いて、コンデンサの露出断面、ここでは、コンデンサアレイの露出断面における、図 3 に示すような多孔質層の拡大画像を撮像する。そして、得られた拡大画像に対して、波長分散型 X 線分光法で元素マッピングを行うことにより、多孔質層内で、空隙の存在領域を確認する。この際、多孔質層の端面に露出した空隙も、上述した空隙の存在領域に含める。一方、上述した方法により、多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端を定めておき、多孔質層において、第 1 スルーホール導体側の外端から面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 1 領域を確認する。その上で、画像解析ソフトにより、第 1 領域における空隙の存在領域の面積割合を測定する。そして、測定された面積割合を、第 1 領域における空隙の面積割合と定める。

10

#### 【 0 1 0 4 】

なお、上述した方法では、コンデンサの露出断面に対して、走査型電子顕微鏡及び波長分散型 X 線分光法を組み合わせた元素マッピングを行うことにより、空隙の存在領域を確認しているが、走査型電子顕微鏡及びエネルギー分散型 X 線分光法を組み合わせた元素マッピング等の別の解析方法で空隙の存在領域を確認してもよい。

#### 【 0 1 0 5 】

図 3 では、空隙として、第 1 スルーホール導体 6 2 及び絶縁材料 3 4 C を含むあらゆる材料が含まれていない空孔 3 4 V を示しているが、空隙には、空孔 3 4 V の他に、第 1 孔 3 4 A、第 2 孔 3 4 B 等のように何かしらの材料が含まれている孔の内部であって、材料が完全に充填されていない空の部分も包含される。

20

#### 【 0 1 0 6 】

本発明のコンデンサでは、例えば、コンデンサの製造時、ここでは、コンデンサアレイの製造時に、絶縁材料を、多孔質層の内部の空孔に充填した後、プラズマ処理等で多孔質層の端面近傍に存在する絶縁材料を選択的に除去することにより、第 1 領域における空隙の面積割合が、0 面積 % 以上、30 面積 % 以下に調整されることが好ましい。

#### 【 0 1 0 7 】

本発明のコンデンサでは、多孔質層において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体と反対側の外端から第 1 スルーホール導体に向かって面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 2 領域を定めたとき、第 2 領域における空隙の面積割合は、第 1 領域における空隙の面積割合よりも大きいことが好ましい。

30

#### 【 0 1 0 8 】

図 3 に示すように、多孔質層 3 4 において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側の外端 E 3 から第 1 スルーホール導体 6 2 に向かって面方向 U に多孔質層 3 4 の厚み分だけ離れた位置 P 2 までの範囲にわたる第 2 領域 R 2 を定めたとき、第 2 領域 R 2 における空隙の面積割合は、第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合よりも大きいことが好ましい。この場合、図 3 に示すように、第 2 領域 R 2 には絶縁領域が存在しているにもかかわらず、第 2 領域 R 2 における空隙の面積割合は、第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合よりも大きくなる。つまり、第 2 領域 R 2 には絶縁領域が存在するものの、第 2 領域 R 2 における絶縁領域の範囲は、第 1 領域 R 1 における絶縁領域の範囲よりも小さい、と言える。

#### 【 0 1 0 9 】

40

ここで、絶縁材料 3 4 C を第 2 孔 3 4 B に充填する際、例えば、絶縁材料 3 4 C を多孔質層 3 4 (誘電体層 3 5) の表面上に設けることにより、絶縁材料 3 4 C を、多孔質層 3 4 の表面から厚み方向 T に沿って、より具体的には、多孔質層 3 4 の表面から芯部 3 2 に向かって浸透させる。

#### 【 0 1 1 0 】

この際、多孔質層 3 4 の表面上に設けられた絶縁材料 3 4 C のうちで、第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側に位置する部分は、多孔質層 3 4 の表面上において、第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側に向かって面方向 U に広がる。

#### 【 0 1 1 1 】

更に、多孔質層 3 4 の表面上に設けられた絶縁材料 3 4 C のうちで、第 1 スルーホール

50

導体 6 2 と反対側に位置する部分は、多孔質層 3 4 の内部において、厚み方向 T に浸透しつつ、第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側に向かって面方向 U に染み出す。このように絶縁材料 3 4 C が面方向 U に染み出す際、その染み出し幅は、多孔質層 3 4 の表面から芯部 3 2 に向かって小さくなる。以上により、多孔質層 3 4 内の絶縁領域のうちで第 1 スルーホール導体 6 2 と反対側の外端 E 3 近傍の領域として、絶縁材料 3 4 C の染み出し領域が形成される。

【 0 1 1 2 】

上述したように、第 2 領域 R 2 には絶縁領域が存在するものの、第 2 領域 R 2 に存在する絶縁領域は、絶縁材料 3 4 C の染み出し領域を含む。よって、第 2 領域 R 2 における絶縁領域の範囲は、第 1 領域 R 1 における絶縁領域の範囲よりも小さくなる。つまり、第 2 領域 R 2 における空隙の面積割合は、第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合よりも大きくなる。

10

【 0 1 1 3 】

以上のことから、第 2 領域 R 2 における空隙の面積割合が、第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合よりも大きい場合、第 2 領域 R 2 には、上述した方法で形成された絶縁材料 3 4 C の染み出し領域が存在している、と言える。

【 0 1 1 4 】

第 2 領域における空隙の面積割合は、図 2 に示すような、厚み方向から見たときの第 1 貫通孔の中心を通り、かつ、多孔質層及び第 1 スルーホール導体を含んだ厚み方向に沿うコンデンサの断面に対して、例えば、以下のようにして定められる。まず、上述した方法により、多孔質層内で空隙の存在領域を確認する。一方、上述した方法により、多孔質層内で絶縁領域を確認しておき、面方向において、絶縁領域の最も第 1 スルーホール導体と反対側に位置する端部を、絶縁領域の第 1 スルーホール導体と反対側の外端と定める。そして、多孔質層において、絶縁領域の第 1 スルーホール導体と反対側の外端から第 1 スルーホール導体に向かって面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置までの範囲にわたる第 2 領域を確認する。その上で、画像解析ソフトにより、第 2 領域における空隙の存在領域の面積割合を測定する。そして、測定された面積割合を、第 2 領域における空隙の面積割合と定める。

20

【 0 1 1 5 】

第 1 領域 R 1 における空隙の面積割合は、第 2 領域 R 2 における空隙の面積割合に対して、好ましくは 0 % よりも大きく、8 0 % よりも小さい。

30

【 0 1 1 6 】

図 3 には示していないが、多孔質層 3 4 には、第 1 孔 3 4 A、第 2 孔 3 4 B、及び、空孔 3 4 V の他に、第 1 スルーホール導体 6 2 及び絶縁材料 3 4 C 以外の材料、例えば、固体電解質層 3 6 A が内部に含まれる孔が存在していてもよい。

【 0 1 1 7 】

本発明のコンデンサにおいて、スルーホール導体は、第 1 スルーホール導体が設けられたコンデンサ部を厚み方向に貫通する第 2 貫通孔の少なくとも内壁面上に設けられた第 2 スルーホール導体を更に含み、第 2 スルーホール導体は、陰極層に電氣的に接続されている、ことが好ましい。

40

【 0 1 1 8 】

図 4 は、図 1 中の線分 B 1 - B 2 に沿う断面を含むコンデンサレイの断面の一例を示す断面模式図である。なお、図 4 中の線分 B 1 - B 2 は、図 1 中の線分 B 1 - B 2 に対応している。

【 0 1 1 9 】

図 4 に示すように、コンデンサレイ 1、より具体的には、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサは、第 2 スルーホール導体 6 4 を更に有していることが好ましい。

【 0 1 2 0 】

図 4 に示すように、第 2 スルーホール導体 6 4 は、コンデンサ層 1 0 の厚み方向 T にコンデンサ部 3 0 を貫通するように設けられている。より具体的には、第 2 スルーホール導

50

体 6 4 は、図 2 等に示す第 1 スルーホール導体 6 2 が設けられたコンデンサ部 3 0 を厚み方向 T に貫通する第 2 貫通孔 6 5 の少なくとも内壁面上に設けられていることが好ましい。

【 0 1 2 1 】

図 4 に示すように、第 2 スルーホール導体 6 4 は、陰極層 3 6 に電氣的に接続されていることが好ましい。ここで、図 4 に示す例では、導電部 4 0 が、第 2 スルーホール導体 6 4 の表面上に設けられており、コンデンサレイ 1、より具体的には、コンデンサ部 3 0 の接続端子として機能できる。また、図 4 に示す例では、ビア導体 4 2 が、絶縁部 2 5 を厚み方向 T に貫通して導電部 4 0 と陰極層 3 6 とに接続されるように設けられている。よって、図 4 に示す例では、第 2 スルーホール導体 6 4 が、導電部 4 0 及びビア導体 4 2 を介して陰極層 3 6 に電氣的に接続されている。この場合、コンデンサレイ 1 の小型化が可能となり、ひいては、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサの小型化が可能となる。

10

【 0 1 2 2 】

第 2 スルーホール導体 6 4 は、例えば、以下のようにして形成される。まず、第 2 スルーホール導体 6 4 を形成しようとする部分に対して、ドリル加工、レーザー加工等を行うことにより、貫通孔を形成する。次に、形成された貫通孔に、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料（例えば、樹脂材料）を充填することにより、絶縁層を形成する。そして、形成された絶縁層に対して、ドリル加工、レーザー加工等を行うことにより、第 2 貫通孔 6 5 を形成する。この際、第 2 貫通孔 6 5 の直径を絶縁層の直径よりも小さくすることにより、先に形成された貫通孔と第 2 貫通孔 6 5 との間に、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料が存在する状態にする。その後、第 2 貫通孔 6 5 の内壁面を、銅、金、銀等の低抵抗の金属でメタライズすることにより、第 2 スルーホール導体 6 4 を形成する。第 2 スルーホール導体 6 4 を形成する際、例えば、第 2 貫通孔 6 5 の内壁面を、無電解銅めっき処理、電解銅めっき処理等でメタライズすることにより、加工が容易になる。なお、第 2 スルーホール導体 6 4 を形成する方法については、第 2 貫通孔 6 5 の内壁面をメタライズする方法以外に、金属、金属と樹脂との複合材料等を第 2 貫通孔 6 5 に充填する方法であってもよい。

20

【 0 1 2 3 】

導電部 4 0 の構成材料としては、例えば、銀、金、銅等の低抵抗の金属が挙げられる。この場合、導電部 4 0 は、例えば、第 2 スルーホール導体 6 4 の表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【 0 1 2 4 】

導電部 4 0 と他の部材との間の密着性、ここでは、導電部 4 0 と第 2 スルーホール導体 6 4 との間の密着性を向上させるために、導電部 4 0 の構成材料として、銀フィラー、銅フィラー、ニッケルフィラー、及び、カーボンフィラーからなる群より選択される少なくとも 1 種の導電性フィラーと樹脂との混合材料が用いられてもよい。

30

【 0 1 2 5 】

ビア導体 4 2 の構成材料としては、例えば、導電部 4 0 の構成材料と同様のものが挙げられる。

【 0 1 2 6 】

ビア導体 4 2 は、例えば、絶縁部 2 5 を厚み方向 T に貫通するように設けられた貫通孔に対して、内壁面にめっき処理を行ったり、導電性ペーストを充填した後に熱処理を行ったりすることにより形成される。

40

【 0 1 2 7 】

コンデンサレイ 1、より具体的には、コンデンサレイ 1 を構成するコンデンサは、図 1 及び図 4 に示すように、第 2 貫通孔 6 5 に樹脂材料が充填されてなる第 2 樹脂充填部 2 9 B を更に有していることが好ましい。図 1 及び図 4 に示す例では、第 2 樹脂充填部 2 9 B が、第 2 貫通孔 6 5 の内壁面上の第 2 スルーホール導体 6 4 で囲まれた空間に設けられている。第 2 樹脂充填部 2 9 B が設けられることで第 2 貫通孔 6 5 内の空間が解消されると、第 2 スルーホール導体 6 4 のデラミネーションの発生が抑制される。

【 0 1 2 8 】

第 2 樹脂充填部 2 9 B の熱膨張率は、第 2 スルーホール導体 6 4 の熱膨張率よりも大き

50

いことが好ましい。より具体的には、第2貫通孔65に充填された樹脂材料の熱膨張率は、第2スルーホール導体64の構成材料（例えば、銅）の熱膨張率よりも大きいことが好ましい。この場合、第2樹脂充填部29B、より具体的には、第2貫通孔65に充填された樹脂材料が高温環境下で膨張することにより、第2スルーホール導体64が第2貫通孔65の内側から外側に向かって第2貫通孔65の内壁面に押さえつけられるため、第2スルーホール導体64のデラミネーションの発生が十分に抑制される。

【0129】

第2樹脂充填部29Bの熱膨張率は、第2スルーホール導体64の熱膨張率と同じであってもよいし、第2スルーホール導体64の熱膨張率よりも小さくてもよい。より具体的には、第2貫通孔65に充填された樹脂材料の熱膨張率は、第2スルーホール導体64の構成材料の熱膨張率と同じであってもよいし、第2スルーホール導体64の構成材料の熱膨張率よりも小さくてもよい。

10

【0130】

コンデンサレイ1、より具体的には、コンデンサレイ1を構成するコンデンサは、第2樹脂充填部29Bを有していなくてもよい。この場合、第2スルーホール導体64は、第2貫通孔65の内壁面上だけではなく、第2貫通孔65の内部全体に設けられていることが好ましい。

【0131】

本発明のコンデンサにおいて、コンデンサ層は、コンデンサ部の表面上に設けられた第1絶縁部と、第1絶縁部の表面上に設けられた第2絶縁部と、を更に有し、第2絶縁部は、陽極板と第2スルーホール導体との間に延在している、ことが好ましい。

20

【0132】

図2と同様に、図4でも示すように、コンデンサ層10は、コンデンサ部30の表面上に設けられた絶縁部25を更に有していることが好ましい。

【0133】

図2と同様に、図4でも示すように、絶縁部25は、コンデンサ部30の表面上に設けられた第1絶縁部25Aと、第1絶縁部25Aの表面上に設けられた第2絶縁部25Bと、を含むことが好ましい。

【0134】

つまり、コンデンサ層10は、コンデンサ部30の表面上に設けられた第1絶縁部25Aと、第1絶縁部25Aの表面上に設けられた第2絶縁部25Bと、を更に有していることが好ましい。

30

【0135】

コンデンサ層10が第1絶縁部25A及び第2絶縁部25Bを有する場合、図4に示すように、第2絶縁部25Bは、陽極板31と第2スルーホール導体64との間に延在していることが好ましい。図4に示す例では、第2絶縁部25Bが、陽極板31と第2スルーホール導体64との両方に接している。第2絶縁部25Bが陽極板31と第2スルーホール導体64との間に延在していることにより、陽極板31と第2スルーホール導体64との間の絶縁性、ひいては、陽極板31と陰極層36との間の絶縁性が確保され、両者間の短絡が防止される。

40

【0136】

第2絶縁部25Bが陽極板31と第2スルーホール導体64との間に延在している場合、図4に示すように、第2絶縁部25Bに接する陽極板31の端面には、芯部32及び多孔質層34が露出していることが好ましい。この場合、第2絶縁部25Bと多孔質層34との接触面積が大きくなることで両者間の密着性が向上するため、第2絶縁部25Bと多孔質層34との間の剥離等の不具合が生じにくくなる。

【0137】

第2絶縁部25Bに接する陽極板31の端面に、芯部32及び多孔質層34が露出している場合、多孔質層34の空孔に絶縁材料34Cが充填されることにより、図4に示すように、絶縁材料34Cが存在する絶縁領域が、第2スルーホール導体64の周囲に設けら

50



れていることが好ましい。この場合、陽極板 3 1 と第 2 スルーホール導体 6 4 との間の絶縁性、ひいては、陽極板 3 1 と陰極層 3 6 との間の絶縁性が十分に確保され、両者間の短絡が十分に防止される。

【 0 1 3 8 】

第 2 絶縁部 2 5 B に接する陽極板 3 1 の端面に、芯部 3 2 及び多孔質層 3 4 が露出している場合、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料は、多孔質層 3 4 の空孔に入り込んでいることが好ましい。この場合、多孔質層 3 4 の機械的強度が向上しつつ、多孔質層 3 4 の空孔に起因するデラミネーションの発生が抑制される。

【 0 1 3 9 】

第 2 絶縁部 2 5 B の熱膨張率は、第 2 スルーホール導体 6 4 の熱膨張率よりも大きいことが好ましい。より具体的には、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料の熱膨張率は、第 2 スルーホール導体 6 4 の構成材料（例えば、銅）の熱膨張率よりも大きいことが好ましい。この場合、第 2 絶縁部 2 5 B、より具体的には、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料が高温環境下で膨張することにより、多孔質層 3 4 及び第 2 スルーホール導体 6 4 が押さえつけられるため、デラミネーションの発生が十分に抑制される。

【 0 1 4 0 】

第 2 絶縁部 2 5 B の熱膨張率は、第 2 スルーホール導体 6 4 の熱膨張率と同じであってもよいし、第 2 スルーホール導体 6 4 の熱膨張率よりも小さくてもよい。より具体的には、第 2 絶縁部 2 5 B の構成材料の熱膨張率は、第 2 スルーホール導体 6 4 の構成材料の熱膨張率と同じであってもよいし、第 2 スルーホール導体 6 4 の構成材料の熱膨張率よりも小さくてもよい。

【 0 1 4 1 】

本発明のコンデンサは、例えば、複合電子部品に用いられる。このような複合電子部品は、例えば、本発明のコンデンサと、本発明のコンデンサの外側に設けられ、かつ、陽極板及び陰極層の各々に電気的に接続された外部電極と、外部電極に電気的に接続された電子部品と、を有する。

【 0 1 4 2 】

複合電子部品において、外部電極に電気的に接続される電子部品は、受動素子であってもよいし、能動素子であってもよいし、受動素子及び能動素子の両方であってもよいし、受動素子及び能動素子の複合体であってもよい。

【 0 1 4 3 】

受動素子としては、例えば、インダクタ等が挙げられる。

【 0 1 4 4 】

能動素子としては、メモリ、GPU ( Graphical Processing Unit )、CPU ( Central Processing Unit )、MPU ( Micro Processing Unit )、PMIC ( Power Management IC ) 等が挙げられる。

【 0 1 4 5 】

本発明のコンデンサが複合電子部品に用いられる場合、本発明のコンデンサは、例えば、上述したように、電子部品を実装するための基板として扱われる。そのため、本発明のコンデンサを全体としてシート状にし、更に、本発明のコンデンサに実装される電子部品をシート状にすることにより、電子部品を厚み方向に貫通するスルーホール導体を介して、本発明のコンデンサと電子部品とを厚み方向に電気的に接続することが可能となる。その結果、電子部品としての受動素子及び能動素子を一括のモジュールのように構成することが可能となる。

【 0 1 4 6 】

例えば、半導体アクティブ素子を含むボルテージレギュレータと、変換された直流電圧が供給される負荷との間に本発明のコンデンサを電気的に接続することにより、スイッチングレギュレータを形成することができる。

【 0 1 4 7 】

10

20

30

40

50

複合電子部品においては、本発明のコンデンサが複数個レイアウトされたコンデンサマトリクスシートの一方向の主面上に回路層を形成した上で、その回路層を、電子部品としての受動素子又は能動素子に電氣的に接続してもよい。

【 0 1 4 8 】

また、基板に予め設けられたキャビティ部に本発明のコンデンサを配置し、樹脂で埋め込んだ後、その樹脂上に回路層を形成してもよい。同基板の別のキャビティ部には、別の電子部品としての受動素子又は能動素子が搭載されていてもよい。

【 0 1 4 9 】

あるいは、本発明のコンデンサをウエハ、ガラス等の平滑なキャリアに実装し、樹脂による外層部を形成した後、回路層を形成した上で、その回路層を、電子部品としての受動素子又は能動素子に電氣的に接続してもよい。

10

【符号の説明】

【 0 1 5 0 】

1 コンデンサレイ

1 0 コンデンサ層

2 0、4 0 導電部

2 5 絶縁部

2 5 A 第 1 絶縁部

2 5 B 第 2 絶縁部

2 9 A 第 1 樹脂充填部

20

2 9 B 第 2 樹脂充填部

3 0 コンデンサ部

3 1 陽極板

3 2 芯部

3 4 多孔質層

3 4 A 第 1 孔

3 4 B 第 2 孔

3 4 C 絶縁材料

3 4 V 空孔

3 5 誘電体層

30

3 6 陰極層

3 6 A 固体電解質層

3 6 B 導電体層

4 2 ビア導体

6 0 スルーホール導体

6 2 第 1 スルーホール導体

6 3 第 1 貫通孔

6 4 第 2 スルーホール導体

6 5 第 2 貫通孔

6 8 陽極接続層

40

6 8 A 第 1 陽極接続層

6 8 B 第 2 陽極接続層

E 1 絶縁領域の第 1 スルーホール導体側の外端

E 2 多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端

E 3 絶縁領域の第 1 スルーホール導体と反対側の外端

P 1 多孔質層の第 1 スルーホール導体側の外端から面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置

P 2 絶縁領域の第 1 スルーホール導体と反対側の外端から第 1 スルーホール導体に向かって面方向に多孔質層の厚み分だけ離れた位置

R 1 第 1 領域

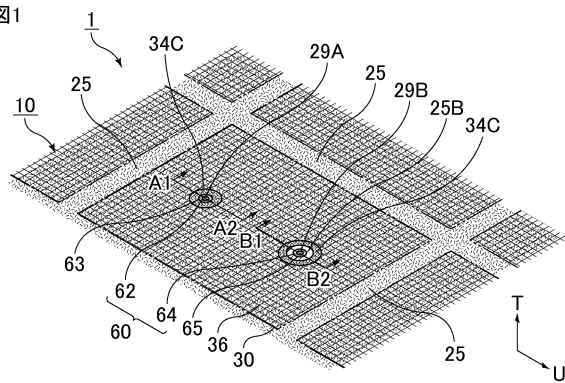
50

R 2 第 2 領域  
T 厚み方向  
U 面方向

【図面】

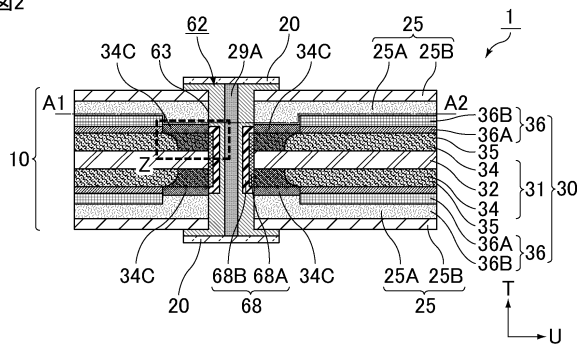
【図 1】

図1



【図 2】

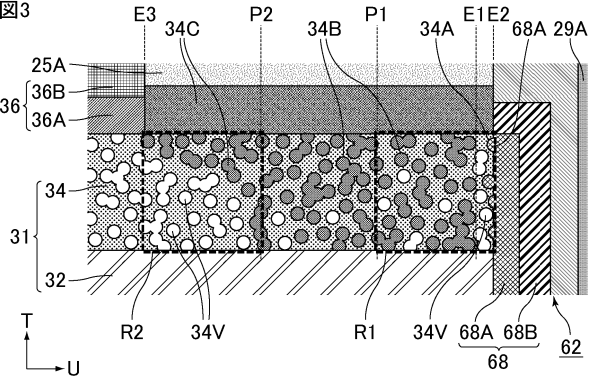
図2



10

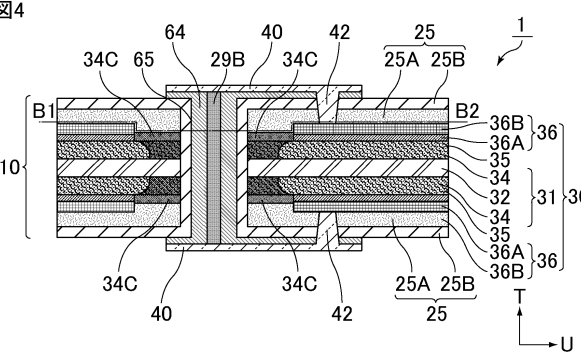
【図 3】

図3



【図 4】

図4



20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献      特開 2 0 0 7 - 2 5 1 1 0 1 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 2 - 1 2 4 2 8 1 ( J P , A )  
                    特開 2 0 0 8 - 0 7 8 3 0 1 ( J P , A )  
                    特開 2 0 0 8 - 1 3 0 7 2 2 ( J P , A )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
                    H 0 1 G      9 / 0 0 - 9 / 2 8  
                    H 0 1 L      2 3 / 1 2  
                    H 0 5 K      3 / 4 6