

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7619540号
(P7619540)

(45)発行日 令和7年1月22日(2025.1.22)

(24)登録日 令和7年1月14日(2025.1.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 G 9/048(2006.01) H 0 1 G 9/048

H 0 1 G 9/012(2006.01) H 0 1 G 9/012

H 0 1 G 9/15 (2006.01) H 0 1 G 9/15

請求項の数 7 (全33頁)

(21)出願番号	特願2024-564550(P2024-564550)	(73)特許権者	000006231
(86)(22)出願日	令和6年5月14日(2024.5.14)		株式会社村田製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2024/017758		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
審査請求日	令和6年10月30日(2024.10.30)	(74)代理人	110000914
(31)優先権主張番号	特願2023-99239(P2023-99239)		弁理士法人W i s e P l u s
(32)優先日	令和5年6月16日(2023.6.16)	(72)発明者	中村 和敬
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
早期審査対象出願		審査官	株式会社村田製作所内 小南 奈都子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンデンサ素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

厚さ方向に対向する第1コンデンサ層及び第2コンデンサ層を含むコンデンサ部と、
前記コンデンサ部の少なくとも一方の主面を覆うように設けられた封止層と、を備え、
前記第1コンデンサ層及び前記第2コンデンサ層は、各々、芯部の少なくとも一方の主面に多孔質部を有する陽極板と、前記多孔質部の表面に設けられた誘電体層と、前記誘電体層の表面に設けられた陰極層と、を含み、

前記陰極層は、前記誘電体層の表面に設けられた固体電解質層と、前記固体電解質層の表面に設けられた導電体層と、を含み、

前記第1コンデンサ層中の、前記第2コンデンサ層と対向する前記導電体層は、前記第2コンデンサ層中の、前記第1コンデンサ層と対向する前記誘電体層と同一であり、
前記第1コンデンサ層の前記陰極層及び前記第2コンデンサ層の前記陰極層に電氣的に接続されるように前記封止層の少なくとも一方の主面に設けられた第1外部電極層と、
前記コンデンサ部及び前記封止層を前記厚さ方向に貫通する第1貫通孔の少なくとも内壁面に設けられ、前記第1外部電極層に電氣的に接続される第1スルーホール導体と、をさらに備え、

前記第1スルーホール導体は、前記第1貫通孔の内壁面で、前記導電体層に接続されている、コンデンサ素子。

【請求項2】

前記厚さ方向からの平面視で、前記第1外部電極層は、前記同一の前記導電体層と少なく

10

20

とも一部が重なるように配置されている、請求項 1 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 3】

前記厚さ方向からの平面視で、前記封止層のいずれか一方の主面に設けられている前記第 1 外部電極層の面積のうち、前記同一の前記導電体層と重なる部分の前記第 1 外部電極層の面積は、前記同一の前記導電体層の面積の 50 % 以上である、請求項 2 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 4】

前記第 1 コンデンサ層の前記陽極板及び前記第 2 コンデンサ層の前記陽極板に電氣的に接続されるように前記封止層の少なくとも一方の主面に設けられた第 2 外部電極層をさらに備え、

10

前記厚さ方向からの平面視で、前記第 1 外部電極層及び前記第 2 外部電極層の少なくとも一方は、前記同一の前記導電体層と少なくとも一部が重なるように配置されている、請求項 1 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 5】

前記厚さ方向からの平面視で、前記封止層のいずれか一方の主面に設けられている全ての前記第 1 外部電極層及び前記第 2 外部電極層の合計面積は、前記封止層の外周縁で囲まれる面積の 50 % 以上である、請求項 4 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 6】

前記コンデンサ部及び前記封止層を前記厚さ方向に貫通する第 2 貫通孔の少なくとも内壁面に設けられ、前記第 2 外部電極層に電氣的に接続される第 2 スルーホール導体をさらに備え、

20

前記第 2 スルーホール導体は、前記第 2 貫通孔の内壁面で、前記第 1 コンデンサ層の前記陽極板及び前記第 2 コンデンサ層の前記陽極板に電氣的に接続されている、請求項 4 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 7】

前記第 1 コンデンサ層と前記第 2 コンデンサ層とで容量部の面積が異なる、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、コンデンサ素子に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、1 枚の固体電解コンデンサシートが分割されてなる複数の固体電解コンデンサ素子と、シート状の第 1 封止層と、シート状の第 2 封止層とを備えるコンデンサアレイが開示されている。上記固体電解コンデンサシートは、弁作用金属からなる陽極板と、上記陽極板の少なくとも一方の主面に設けられた多孔質層と、上記多孔質層の表面に設けられた誘電体層と、上記誘電体層の表面に設けられた固体電解質層を含む陰極層とを備え、厚み方向に相対する第 1 主面及び第 2 主面を有する。上記複数の固体電解コンデンサ素子は、それぞれの上記第 1 主面側が上記第 1 封止層上に配置されている。上記第 2 封止層は、上記第 1 封止層上の上記複数の固体電解コンデンサ素子を上記第 2 主面側から覆うように配置されている。上記固体電解コンデンサ素子間にはスリット状のシート除去部によって分割されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2020 - 167361 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

特許文献 1 に記載されているようなコンデンサレイにおいては、従来以上の大容量及び薄型化の両立が求められている。

【 0 0 0 5 】

なお、上記の問題は、面方向に複数個のコンデンサ部が配置されている構造に限らず、面方向に 1 個のコンデンサ部が配置されている構造にも生じる問題である。

【 0 0 0 6 】

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、大容量及び薄型化の両立が可能なコンデンサ素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明のコンデンサ素子は、厚さ方向に対向する第 1 コンデンサ層及び第 2 コンデンサ層を含むコンデンサ部と、上記コンデンサ部の少なくとも一方の主面を覆うように設けられた封止層と、を備える。上記第 1 コンデンサ層及び上記第 2 コンデンサ層は、各々、芯部の少なくとも一方の主面に多孔質部を有する陽極板と、上記多孔質部の表面に設けられた誘電体層と、上記誘電体層の表面に設けられた陰極層と、を含む。上記陰極層は、上記誘電体層の表面に設けられた固体電解質層と、上記固体電解質層の表面に設けられた導電体層と、を含む。上記第 1 コンデンサ層中の、上記第 2 コンデンサ層と対向する上記導電体層は、上記第 2 コンデンサ層中の、上記第 1 コンデンサ層と対向する上記導電体層と同一である。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、大容量及び薄型化の両立が可能なコンデンサ素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子の一例を模式的に示す断面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示すコンデンサ素子の A - A 線に沿った平面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子の一例を模式的に示す断面図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示すコンデンサ素子の A - A 線に沿った平面図である。

【図 5】図 5 は、陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 6】図 6 は、多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 7】図 7 は、貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 8】図 8 は、固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 9】図 9 は、固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 10】図 10 は、導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 11】図 11 は、導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 12】図 12 は、第 1 コンデンサ層及び第 2 コンデンサ層を積層する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 13】図 13 は、第 1 貫通孔及び第 2 貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 14】図 14 は、第 1 スルーホール導体及び第 2 スルーホール導体を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 15】図 15 は、第 1 樹脂充填部及び第 2 樹脂充填部を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 16】図 16 A 及び図 16 B は、第 1 外部電極層及び第 2 外部電極層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 17】図 17 A は、第 1 コンデンサ層において陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 17 B は、第 2 コンデンサ層において陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 18】図 18 A は、第 1 コンデンサ層において多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 18 B は、第 2 コンデンサ層において多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 19】図 19 A は、第 1 コンデンサ層において貫通溝及び貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 19 B は、第 2 コンデンサ層において貫通溝を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 20】図 20 A は、第 1 コンデンサ層において固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 20 B は、第 2 コンデンサ層において固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

10

【図 21】図 21 A は、第 1 コンデンサ層において固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 21 B は、第 2 コンデンサ層において固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 22】図 22 A は、第 1 コンデンサ層において導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 22 B は、第 2 コンデンサ層において導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 23】図 23 A は、第 1 コンデンサ層において導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 23 B は、第 2 コンデンサ層において導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

20

【図 24】図 24 は、第 1 コンデンサ層及び第 2 コンデンサ層を積層する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 25】図 25 は、ビア孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 26】図 26 は、第 1 スルーホール導体、第 2 スルーホール導体及びビア導体を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 27】図 27 は、第 1 樹脂充填部及び第 2 樹脂充填部を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【図 28】図 28 A 及び図 28 B は、第 1 外部電極層及び第 2 外部電極層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明のコンデンサ素子について説明する。なお、本発明は、以下の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更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。

【0011】

以下に示す各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示す構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもない。第 2 実施形態以降では、第 1 実施形態と共通の事項についての記載は省略し、異なる点を主に説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態毎に逐次言及しない。

40

【0012】

以下の説明において、各実施形態を特に区別しない場合、単に「本発明のコンデンサ素子」と言う。

【0013】

本明細書において、要素間の関係性を示す用語（例えば「垂直」、「平行」、「直交」等）及び要素の形状を示す用語は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数％程度の差異をも含むことを意味する表現である。

【0014】

以下に示す図面は模式図であり、その寸法、縦横比の縮尺等は実際の製品と異なる場合

50

がある。図中、同一又は相当部分には同一符号を用いることとする。また、各図において、同一要素には同一符号を付して重複する説明を省略する。

【 0 0 1 5 】

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子の一例を模式的に示す断面図である。図 2 は、図 1 に示すコンデンサ素子の A - A 線に沿った平面図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 及び図 2 に示すコンデンサ素子 1 は、コンデンサ部 1 0 と、コンデンサ部 1 0 の少なくとも一方の主面を覆うように設けられた封止層 2 0 と、を備える。

【 0 0 1 7 】

コンデンサ部 1 0 は、厚さ方向（ Z 方向）に対向する第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を含む。

【 0 0 1 8 】

図 1 及び図 2 に示す例では、封止層 2 0 の内部に 1 個のコンデンサ部 1 0 が配置されている。

【 0 0 1 9 】

封止層 2 0 の内部に配置されるコンデンサ部の数は特に限定されず、 1 個でもよく、複数個でもよい。例えば、封止層 2 0 の内部には、厚さ方向（ Z 方向）に直交する面方向（すなわち、 X 軸及び Y 軸に平行な面方向）に複数個のコンデンサ部が配置されていてもよい。

【 0 0 2 0 】

封止層 2 0 は、図 1 に示すように、コンデンサ部 1 0 の厚さ方向の相対する両方の主面（図 1 では上下面）に設けられていることが好ましい。封止層 2 0 によってコンデンサ部 1 0 が保護される。

【 0 0 2 1 】

封止層 2 0 は、 1 層のみから構成されてもよく、 2 層以上から構成されてもよい。封止層 2 0 が 2 層以上から構成される場合、各層を構成する材料は、それぞれ同じであってもよく、異なってもよい。

【 0 0 2 2 】

封止層 2 0 は、例えば、絶縁性樹脂シートを熱圧着する方法、絶縁性樹脂ペーストを塗工した後で熱硬化させる方法等により、コンデンサ部 1 0 を封止するように形成される。

【 0 0 2 3 】

第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、各々、芯部 1 1 A の少なくとも一方の主面に多孔質部 1 1 B を有する陽極板 1 1 と、多孔質部 1 1 B の表面に設けられた誘電体層 1 3 と、誘電体層 1 3 の表面に設けられた陰極層 1 2 と、を含む。図 1 に示す例では、陽極板 1 1 は、芯部 1 1 A の両方の主面に多孔質部 1 1 B を有するが、芯部 1 1 A のいずれか一方の主面のみに多孔質部 1 1 B を有してもよい。

【 0 0 2 4 】

陰極層 1 2 は、誘電体層 1 3 の表面に設けられた固体電解質層 1 2 A と、固体電解質層 1 2 A の表面に設けられた導電体層 1 2 B と、を含む。陰極層 1 2 が固体電解質層 1 2 A を含むことにより、コンデンサ部 1 0 は、固体電解コンデンサを構成する。

【 0 0 2 5 】

固体電解質層 1 2 A を構成する材料としては、例えば、 P E D O T と呼ばれるポリ（ 3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン）等の導電性高分子等が挙げられる。また、上記導電性高分子は、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。なお、固体電解質層 1 2 A は、誘電体層 1 3 の細孔（凹部）を充填する内層と、誘電体層 1 3 を被覆する外層とを含むことが好ましい。

【 0 0 2 6 】

導電体層 1 2 B は、例えば、固体電解質層 1 2 A の表面に設けられたカーボン層 1 2 B a と、カーボン層 1 2 B a の表面に設けられた銅層 1 2 B b と、を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一である。なお、導電体層 1 2 B が 2 層以上から構成される場合には、少なくとも 1 層が同一であればよい。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の導電体層 1 2 B を共有している、とも言える。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示す例では、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する銅層 1 2 B b は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する銅層 1 2 B b と同一である。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の銅層 1 2 B b を共有している、とも言える。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B が厚さ方向に積層されることにより、コンデンサ部 1 0 の面積当たりの容量を大きくすることができる。さらに、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一であることにより、素子全体の厚さを小さくすることができる。したがって、大容量及び薄型化の両立を実現できる。

【 0 0 3 0 】

また、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一であることにより、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B の間に熱絶縁材料を配置することなく、伝熱性の高い材料で素子を構成することができる。そのため、素子の放熱性を高くすることができる。

20

【 0 0 3 1 】

第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と異なる場合、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を電氣的に接続するための配線が必要となるため、接点抵抗が増加する。これに対し、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一である場合、異種材料との接点が少なくなり、直列抵抗成分が小さくなるため、等価直列抵抗 (E S R) を低くすることができる。

30

【 0 0 3 2 】

また、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と異なる場合には、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を電氣的に接続するための配線が必要となるため、インダクタンス成分も増加する。これに対し、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B が、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一である場合、インダクタンス成分が小さくなるため、ノイズの発生を抑えることができる。

40

【 0 0 3 3 】

図 1 及び図 2 に示すように、コンデンサ素子 1 は、第 1 コンデンサ層 1 0 A の陰極層 1 2 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B の陰極層 1 2 に電氣的に接続される第 1 外部電極層 3 1 をさらに備えてもよい。

【 0 0 3 4 】

第 1 外部電極層 3 1 は、封止層 2 0 の少なくとも一方の主面に設けられている。図 1 に示す例では、第 1 外部電極層 3 1 は、封止層 2 0 の両方の主面 (図 1 では上下面) に設けられているが、封止層 2 0 のいずれか一方の主面 (図 1 では上面又は下面) に設けられていてもよい。

50

【 0 0 3 5 】

1 個のコンデンサ部 1 0 に対して、1 個の第 1 外部電極層 3 1 が設けられていてもよく、複数個の第 1 外部電極層 3 1 が設けられていてもよい。

【 0 0 3 6 】

厚さ方向から見たときの第 1 外部電極層 3 1 の平面形状は特に限定されず、例えば、矩形（正方形又は長方形）、矩形以外の四角形、三角形、五角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、これらを組み合わせた形状等が挙げられる。また、第 1 外部電極層 3 1 の平面形状は、L 字型、C 字型（コの字型）、階段型等であってもよい。

【 0 0 3 7 】

図 1 及び図 2 に示すように、コンデンサ素子 1 は、第 1 コンデンサ層 1 0 A の陽極板 1 1 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B の陽極板 1 1 に電氣的に接続される第 2 外部電極層 3 2 をさらに備えてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

第 2 外部電極層 3 2 は、封止層 2 0 の少なくとも一方の主面に設けられている。図 1 に示す例では、第 2 外部電極層 3 2 は、封止層 2 0 の両方の主面（図 1 では上下面）に設けられているが、封止層 2 0 のいずれか一方の主面（図 1 では上面又は下面）に設けられていてもよい。

【 0 0 3 9 】

1 個のコンデンサ部 1 0 に対して、1 個の第 2 外部電極層 3 2 が設けられていてもよく、複数個の第 2 外部電極層 3 2 が設けられていてもよい。1 個のコンデンサ部 1 0 に対して、第 2 外部電極層 3 2 の数は、第 1 外部電極層 3 1 の数と同じであってもよく、異なってもよい。

20

【 0 0 4 0 】

厚さ方向から見たときの第 2 外部電極層 3 2 の平面形状は特に限定されず、例えば、矩形（正方形又は長方形）、矩形以外の四角形、三角形、五角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、これらを組み合わせた形状等が挙げられる。また、第 2 外部電極層 3 2 の平面形状は、L 字型、C 字型（コの字型）、階段型等であってもよい。厚さ方向から見たときの第 2 外部電極層 3 2 の平面形状は、厚さ方向から見たときの第 1 外部電極層 3 1 の平面形状と同じであってもよく、異なってもよい。

【 0 0 4 1 】

30

厚さ方向からの平面視で、第 1 外部電極層 3 1 は、上記同一の導電体層 1 2 B（図 1 では第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B が共有する同一の銅層 1 2 B b）と少なくとも一部が重なるように配置されていることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

第 1 外部電極層 3 1 の少なくとも一部が上記同一の導電体層 1 2 B と重なるように配置されることにより、素子の内部へ水分が侵入しにくくなる。そのため、急激な水分の蒸発によって発生するデラミネーションと呼ばれる剥離を抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

さらに、第 1 外部電極層 3 1 の少なくとも一部が上記同一の導電体層 1 2 B と重なるように配置されることにより、素子の内部への水分又は酸素等の透過が抑えられるため、固体電解質層 1 2 A に含まれる導電性高分子の劣化を抑制することができる。

40

【 0 0 4 4 】

また、第 1 外部電極層 3 1 の少なくとも一部が上記同一の導電体層 1 2 B と重なるように配置されていると、第 1 外部電極層 3 1 の面積が大きくなり、かつ、素子の内部にも陰極層 1 2 が形成されることにより、ノイズの発生又は放出を低減させることができる。

【 0 0 4 5 】

素子の内部への水分等の侵入を抑制する観点からは、第 1 外部電極層 3 1 が上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の面積が大きいことが好ましい。例えば、厚さ方向からの平面視で、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積は、上記同一

50

の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であることが好ましい。例えば、封止層 2 0 の上面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積が、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であってもよく、あるいは、封止層 2 0 の下面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積が、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であってもよい。一方、厚さ方向からの平面視で、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積は、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 1 0 0 % 以下であれば、上限は特に限定されない。

【 0 0 4 6 】

10

図 1 に示す例のように、封止層 2 0 の両方の主面に第 1 外部電極層 3 1 が設けられている場合、封止層 2 0 の一方の主面側と他方の主面側とで、上述した面積の割合は、同じであってもよく、異なってもよい。そのため、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積が、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であっても、封止層 2 0 の他方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積は、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 未満でもよい。しかしながら、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積が、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であり、かつ、封止層 2 0 の他方の主面に設けられている第 1 外部電極層 3 1 の面積のうち、上記同一の導電体層 1 2 B と重なる部分の第 1 外部電極層 3 1 の面積が、上記同一の導電体層 1 2 B の面積の 5 0 % 以上であることが好ましい。

20

【 0 0 4 7 】

あるいは、厚さ方向からの平面視で、第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の少なくとも一方は、上記同一の導電体層 1 2 B (図 1 では第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B が共有する同一の銅層 1 2 B b) と少なくとも一部が重なるように配置されていてもよい。この場合においても、素子の内部への水分又は酸素等の透過が抑えられる。

【 0 0 4 8 】

30

素子の内部への水分等の侵入を抑制する観点からは、厚さ方向からの平面視で、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている全ての第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の合計面積は、封止層 2 0 の外周縁で囲まれる面積の 5 0 % 以上であることが好ましい。例えば、封止層 2 0 の上面に設けられている全ての第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の合計面積が、封止層 2 0 の外周縁で囲まれる面積の 5 0 % 以上であってもよく、あるいは、封止層 2 0 の下面に設けられている全ての第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の合計面積が、封止層 2 0 の外周縁で囲まれる面積の 5 0 % 以上であってもよい。一方、厚さ方向からの平面視で、封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている全ての第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の合計面積は、例えば、封止層 2 0 の外周縁で囲まれる面積の 8 0 % 以下である。

40

【 0 0 4 9 】

なお、「封止層 2 0 のいずれか一方の主面に設けられている全ての第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の合計面積」には、対象とする主面において、上記同一の導電体層 1 2 B と重なっていない第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 の面積も含まれる。また、「封止層 2 0 の外周縁で囲まれる面積」とは、封止層 2 0 そのものの面積ではなく、封止層 2 0 の外周縁で囲まれる全面積を意味する。

【 0 0 5 0 】

図 1 に示す例のように、封止層 2 0 の両方の主面に第 1 外部電極層 3 1 及び / 又は第 2 外部電極層 3 2 が設けられている場合、封止層 2 0 の一方の主面側と他方の主面側とで、上述した面積の割合は、同じであってもよく、異なってもよい。そのため、封止層 2

50

0のいずれか一方の主面に設けられている全ての第1外部電極層31及び第2外部電極層32の合計面積が、封止層20の外周縁で囲まれる面積の50%以上であっても、封止層20の他方の主面に設けられている全ての第1外部電極層31及び第2外部電極層32の合計面積は、封止層20の外周縁で囲まれる面積の50%未満でもよい。しかしながら、封止層20のいずれか一方の主面に設けられている全ての第1外部電極層31及び第2外部電極層32の合計面積が、封止層20の外周縁で囲まれる面積の50%以上であり、かつ、封止層20の他方の主面に設けられている全ての第1外部電極層31及び第2外部電極層32の合計面積が、封止層20の外周縁で囲まれる面積の50%以上であることが好ましい。

【0051】

10

図1に示すように、コンデンサ素子1は、第1外部電極層31に電氣的に接続される第1スルーホール導体41をさらに備えてもよい。

【0052】

第1スルーホール導体41は、コンデンサ部10及び封止層20を厚さ方向に貫通する第1貫通孔51の少なくとも内壁面に設けられていればよい。第1スルーホール導体41は、第1貫通孔51の内壁面のみに設けられていてもよく、第1貫通孔51の内部全体に設けられていてもよい。

【0053】

厚さ方向からの平面視で、陰極層12の内部には、1個の第1スルーホール導体41が設けられていてもよく、2個以上の第1スルーホール導体41が設けられていてもよい。

20

【0054】

図1に示すように、陽極板11の端面と第1スルーホール導体41との間は、絶縁性材料によって絶縁されていることが好ましい。

【0055】

図1に示すように、第1スルーホール導体41は、第1貫通孔51の内壁面で、第1コンデンサ層10Aの陰極層12及び第2コンデンサ層10Bの陰極層12に電氣的に接続されていることが好ましい。

【0056】

図1に示すように、第1スルーホール導体41が第1貫通孔51の内壁面のみに設けられている場合、第1スルーホール導体41の内側には、樹脂材料が充填されてなる第1樹脂充填部61が設けられていてもよい。その場合、第1樹脂充填部61は、第1貫通孔51内の第1スルーホール導体41で囲まれた空間に設けられる。第1樹脂充填部61が設けられることで第1貫通孔51内の空間が解消されると、第1スルーホール導体41のデラミネーションの発生が抑制される。なお、第1樹脂充填部61は、導体であってもよく、絶縁体であってもよい。

30

【0057】

図1に示すように、コンデンサ素子1は、第2外部電極層32に電氣的に接続される第2スルーホール導体42をさらに備えてもよい。

【0058】

第2スルーホール導体42は、コンデンサ部10及び封止層20を厚さ方向に貫通する第2貫通孔52の少なくとも内壁面に設けられていればよい。第2スルーホール導体42は、第2貫通孔52の内壁面のみに設けられていてもよく、第2貫通孔52の内部全体に設けられていてもよい。

40

【0059】

厚さ方向からの平面視で、陰極層12の内部には、1個の第2スルーホール導体42が設けられていてもよく、2個以上の第2スルーホール導体42が設けられていてもよい。

【0060】

図1に示すように、陰極層12の端面と第2スルーホール導体42との間は、絶縁性材料によって絶縁されていることが好ましい。

【0061】

50

図 1 に示すように、第 2 スルーホール導体 4 2 は、第 2 貫通孔 5 2 の内壁面で、第 1 コンデンサ層 1 0 A の陽極板 1 1 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B の陽極板 1 1 に電氣的に接続されていることが好ましい。

【 0 0 6 2 】

図 1 に示すように、第 2 スルーホール導体 4 2 が第 2 貫通孔 5 2 の内壁面のみに設けられている場合、第 2 スルーホール導体 4 2 の内側には、樹脂材料が充填されてなる第 2 樹脂充填部 6 2 が設けられていてもよい。その場合、第 2 樹脂充填部 6 2 は、第 2 貫通孔 5 2 内の第 2 スルーホール導体 4 2 で囲まれた空間に設けられる。第 2 樹脂充填部 6 2 が設けられることで第 2 貫通孔 5 2 内の空間が解消されると、第 2 スルーホール導体 4 2 のデラミネーションの発生が抑制される。なお、第 2 樹脂充填部 6 2 は、導体であってもよく、絶縁体であってもよい。

10

【 0 0 6 3 】

図 1 には示されていないが、コンデンサ素子 1 は、陽極板 1 1 及び陰極層 1 2 に電氣的に接続されていない第 3 スルーホール導体をさらに備えてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 1 には示されていないが、コンデンサ素子 1 は、封止層 2 0 を厚さ方向に貫通するように設けられ、一方の端部が封止層 2 0 の表面に引き出されたビア導体をさらに備えてもよい。

【 0 0 6 5 】

例えば、コンデンサ素子 1 には、陽極板 1 1 に電氣的に接続されるビア導体が含まれていてもよい。この場合、陽極板 1 1 が、ビア導体を介して封止層 2 0 の外部に電氣的に導出され、封止層 2 0 の外部に電氣的に接続可能となる。陽極板 1 1 に電氣的に接続されるビア導体は、1 個でもよく、2 個以上でもよい。

20

【 0 0 6 6 】

あるいは、コンデンサ素子 1 には、陰極層 1 2 に電氣的に接続されるビア導体が含まれていてもよい。この場合、陰極層 1 2 が、ビア導体を介して封止層 2 0 の外部に電氣的に導出され、封止層 2 0 の外部に電氣的に接続可能となる。陰極層 1 2 に電氣的に接続されるビア導体は、1 個でもよく、2 個以上でもよい。

【 0 0 6 7 】

封止層 2 0 の内部に第 1 スルーホール導体 4 1 又は第 2 スルーホール導体 4 2 が設けられる場合、コンデンサ部 1 0 は、陽極板 1 1 の少なくとも一方の主面において、第 1 スルーホール導体 4 1 又は第 2 スルーホール導体 4 2 の周囲に設けられた絶縁マスク層をさらに含んでもよい。

30

【 0 0 6 8 】

コンデンサ部 1 0 は、陽極板 1 1 の少なくとも一方の主面において、陰極層 1 2 の周囲を囲むように設けられた絶縁マスク層をさらに含んでもよい。陰極層 1 2 の周囲を絶縁マスク層で囲むことによって、陽極板 1 1 と陰極層 1 2 との間の絶縁性が確保され、両者間の短絡が防止される。絶縁マスク層は、陰極層 1 2 の周囲の一部を囲むように設けられていてもよいが、陰極層 1 2 の周囲の全体を囲むように設けられていることが好ましい。

【 0 0 6 9 】

40

[第 2 実施形態]

本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子においては、第 1 コンデンサ層と第 2 コンデンサ層とで容量部の面積が異なる。なお、面方向に複数個のコンデンサ部が配置されている場合には、少なくとも 1 個のコンデンサ部において、第 1 コンデンサ層と第 2 コンデンサ層とで容量部の面積が異なっていればよい。

【 0 0 7 0 】

図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子の一例を模式的に示す断面図である。図 4 は、図 3 に示すコンデンサ素子の A - A 線に沿った平面図である。

【 0 0 7 1 】

図 3 及び図 4 に示すコンデンサ素子 2 では、封止層 2 0 の内部に 2 個のコンデンサ部 1

50

0 及びコンデンサ部 1 0 ' が配置されている。

【 0 0 7 2 】

封止層 2 0 は、図 3 に示すように、コンデンサ部 1 0 及びコンデンサ部 1 0 ' の厚さ方向の相対する両方の主面（図 3 では上下面）に設けられていることが好ましい。封止層 2 0 によってコンデンサ部 1 0 及びコンデンサ部 1 0 ' が保護される。

【 0 0 7 3 】

コンデンサ部 1 0 は、厚さ方向（Z 方向）に対向する第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を含む。

【 0 0 7 4 】

同様に、コンデンサ部 1 0 ' は、厚さ方向（Z 方向）に対向する第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を含む。

【 0 0 7 5 】

コンデンサ部 1 0 において、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、各々、芯部 1 1 A の少なくとも一方の主面に多孔質部 1 1 B を有する陽極板 1 1 と、多孔質部 1 1 B の表面に設けられた誘電体層 1 3 と、誘電体層 1 3 の表面に設けられた陰極層 1 2 と、を含む。図 1 に示す例では、陽極板 1 1 は、芯部 1 1 A の両方の主面に多孔質部 1 1 B を有するが、芯部 1 1 A のいずれか一方の主面のみに多孔質部 1 1 B を有してもよい。コンデンサ部 1 0 ' においても同様である。

【 0 0 7 6 】

コンデンサ部 1 0 において、陰極層 1 2 は、誘電体層 1 3 の表面に設けられた固体電解質層 1 2 A と、固体電解質層 1 2 A の表面に設けられた導電体層 1 2 B と、を含む。陰極層 1 2 が固体電解質層 1 2 A を含むことにより、コンデンサ部 1 0 は、固体電解コンデンサを構成する。コンデンサ部 1 0 ' においても同様である。

【 0 0 7 7 】

コンデンサ部 1 0 において、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一である。なお、導電体層 1 2 B が 2 層以上から構成される場合には、少なくとも 1 層が同一であればよい。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の導電体層 1 2 B を共有している、とも言える。

【 0 0 7 8 】

図 3 に示す例では、コンデンサ部 1 0 において、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する銅層 1 2 B b は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する銅層 1 2 B b と同一である。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の銅層 1 2 B b を共有している、とも言える。

【 0 0 7 9 】

コンデンサ部 1 0 ' において、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する導電体層 1 2 B は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する導電体層 1 2 B と同一である。なお、導電体層 1 2 B が 2 層以上から構成される場合には、少なくとも 1 層が同一であればよい。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の導電体層 1 2 B を共有している、とも言える。

【 0 0 8 0 】

図 3 に示す例では、コンデンサ部 1 0 ' において、第 1 コンデンサ層 1 0 A 中の、第 2 コンデンサ層 1 0 B と対向する銅層 1 2 B b は、第 2 コンデンサ層 1 0 B 中の、第 1 コンデンサ層 1 0 A と対向する銅層 1 2 B b と同一である。つまり、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B は、両者の間に配置された同一の銅層 1 2 B b を共有している、とも言える。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

コンデンサ部 10' においては、第 1 コンデンサ層 10A と第 2 コンデンサ層 10B とで容量部の面積が異なる。

【0082】

コンデンサ部 10' のように、第 1 コンデンサ層 10A と第 2 コンデンサ層 10B とで容量部の面積を異ならせることにより、コンデンサ容量に対する複雑な要求に対応することができる。そのため、コンデンサ素子の設計自由度が高くなる。

【0083】

コンデンサ部 10 においては、第 1 コンデンサ層 10A と第 2 コンデンサ層 10B とで容量部の面積が同じであってもよく、異なってもよい。

【0084】

封止層 20 の内部に配置されるコンデンサ部の数は特に限定されず、1 個でもよく、複数個でもよい。例えば、封止層 20 の内部には、厚さ方向（Z 方向）に直交する面方向（すなわち、X 軸及び Y 軸に平行な面方向）に複数個のコンデンサ部が配置されていてもよい。

【0085】

面方向に複数個のコンデンサ部が配置されている場合、面方向に隣り合うコンデンサ部同士は、貫通溝 80 により分断されていることが好ましい。この場合、貫通溝 80 には、封止層 20 等の絶縁性材料が充填されていることが好ましい。

【0086】

面方向に隣り合うコンデンサ部同士が貫通溝 80 により分断されている場合、面方向に隣り合うコンデンサ部 10 同士は、貫通溝 80 により物理的に分断されていればよい。したがって、面方向に隣り合うコンデンサ部同士は、電氣的に分断されていてもよく、電氣的に接続されていてもよい。貫通溝 80 の幅、すなわち面方向に隣り合うコンデンサ部同士の間隔は、厚さ方向（Z 方向）に一定でもよく、厚さ方向に小さくなくてもよい。

【0087】

面方向に複数個のコンデンサ部が配置されている場合、コンデンサ部は、規則的に配置されていてもよく、不規則に配置されていてもよい。コンデンサ部の大きさ及び形状等は、それぞれ同じでもよく、一部又は全部が異なってもよい。コンデンサ部の構成は、それぞれ同じであることが好ましいが、構成の異なるコンデンサ部が含まれていてもよい。

【0088】

図 3 に示すように、コンデンサ部 10' の第 1 コンデンサ層 10A には、上記同一の導電体層 12B まで達する第 1 スルーホール導体 41 が設けられていてもよい。

【0089】

コンデンサ部 10' の第 1 スルーホール導体 41 は、第 1 ピア孔 81 の少なくとも内壁面に設けられていればよい。第 1 スルーホール導体 41 は、第 1 ピア孔 81 の内壁面のみに設けられていてもよく、第 1 ピア孔 81 の内部全体に設けられていてもよい。

【0090】

厚さ方向からの平面視で、コンデンサ部 10' の陰極層 12 の内部には、1 個の第 1 スルーホール導体 41 が設けられていてもよく、2 個以上の第 1 スルーホール導体 41 が設けられていてもよい。

【0091】

図 3 に示すように、コンデンサ部 10' の陽極板 11 の端面と第 1 スルーホール導体 41 との間は、絶縁性材料によって絶縁されていることが好ましい。

【0092】

図 3 に示すように、コンデンサ部 10' の第 1 スルーホール導体 41 が第 1 ピア孔 81 の内壁面のみに設けられている場合、第 1 スルーホール導体 41 の内側には、樹脂材料が充填されてなる第 1 樹脂充填部 61 が設けられていてもよい。

【0093】

また、コンデンサ部 10' の第 1 コンデンサ層 10A には、上記同一の導電体層 12B とは反対側の導電体層 12B まで達するビア導体 70 が設けられていてもよい。

10

20

30

40

50

【0094】

厚さ方向からの平面視で、コンデンサ部10'の陰極層12の内部には、1個のビア導体70が設けられていてもよく、2個以上のビア導体70が設けられていてもよい。

【0095】

さらに、コンデンサ部10'の第1コンデンサ層10Aには、陽極板11の芯部11Aまで達する第2スルーホール導体42が設けられていてもよい。

【0096】

コンデンサ部10'の第2スルーホール導体42は、第2ビア孔82の少なくとも内壁面に設けられていればよい。第2スルーホール導体42は、第2ビア孔82の内壁面のみに設けられていてもよく、第2ビア孔82の内部全体に設けられていてもよい。

10

【0097】

厚さ方向からの平面視で、コンデンサ部10'の陰極層12の内部には、1個の第2スルーホール導体42が設けられていてもよく、2個以上の第2スルーホール導体42が設けられていてもよい。

【0098】

図3に示すように、コンデンサ部10'の陰極層12の端面と第2スルーホール導体42との間は、絶縁性材料によって絶縁されていることが好ましい。

【0099】

図3に示すように、コンデンサ部10'の第2スルーホール導体42が第2ビア孔82の内壁面のみに設けられている場合、第2スルーホール導体42の内側には、樹脂材料が充填されてなる第2樹脂充填部62が設けられていてもよい。

20

【0100】

以下、本発明のコンデンサ素子の製造方法について説明する。

【0101】

まず、本発明の第1実施形態に係るコンデンサ素子の製造方法の一例として、図1に示すコンデンサ素子1の製造方法の一例について説明する。

【0102】

図5は、陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0103】

図5に示す工程では、弁作用金属からなる陽極板11を準備する。

30

【0104】

例えば、芯部11Aの両方の主面に多孔質部11Bが設けられた陽極板11に対して陽極酸化処理を行うことにより、多孔質部11Bの表面に誘電体層（図示せず）を形成する。

【0105】

あるいは、多孔質部11Bの表面に誘電体層（図示せず）が設けられた陽極板11として、化成箔を準備してもよい。

【0106】

図6は、多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0107】

図6に示す工程では、多孔質部11Bの上面から所定の位置にポリイミド樹脂等の絶縁性樹脂を塗布し、多孔質部11Bの内部に絶縁性樹脂を浸透させる。

40

【0108】

図7は、貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0109】

図7に示す工程では、レーザー等により、第1スルーホール導体が形成される部分に貫通孔50Aを形成するとともに、第2スルーホール導体が形成される部分に貫通孔50Bを形成する。図7に示すように、貫通孔50Aの直径は、貫通孔50Bの直径よりも大きいことが好ましい。

【0110】

50

図 8 は、固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 1 1 】

図 8 に示す工程では、絶縁性樹脂に囲まれた多孔質部 1 1 B に、導電性高分子の一例である P E D O T / P S S の分散液を塗布して浸透させた後、乾燥固化させる。これを繰り返し行い、多孔質部 1 1 B が P E D O T / P S S で充填されるようにする。これにより、固体電解質層の内層 1 2 A a が形成される。

【 0 1 1 2 】

図 9 は、固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 1 3 】

図 9 に示す工程では、粘度の高い P E D O T / P S S 分散液を塗布し、乾燥固化させる。これにより、固体電解質層の外層 1 2 A b が形成される。内層 1 2 A a 及び外層 1 2 A b により、固体電解質層 1 2 A が形成される。

【 0 1 1 4 】

さらに、図 9 に示すように、多孔質部 1 1 B に浸透させた絶縁性樹脂の表面、貫通孔 5 0 A の内部及び貫通孔 5 0 B の内部に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。

【 0 1 1 5 】

図 1 0 は、導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 1 6 】

図 1 0 に示す工程では、カーボンフィラーを含有する導電性樹脂を固体電解質層 1 2 A の表面に塗布し、固化させる。これにより、カーボン層 1 2 B a が形成される。

【 0 1 1 7 】

さらに、図 1 0 に示すように、カーボン層 1 2 B a の周囲に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。

【 0 1 1 8 】

図 1 1 は、導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 1 9 】

図 1 1 に示す工程では、銅フィラーを含有する導電性樹脂をカーボン層 1 2 B a の表面に塗布し、固化させる。これにより、銅層 1 2 B b が形成される。カーボン層 1 2 B a 及び銅層 1 2 B b により、導電体層 1 2 B が形成される。

【 0 1 2 0 】

さらに、図 1 1 に示すように、銅層 1 2 B b の周囲に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。この際、銅層 1 2 B b と絶縁性樹脂とが可能な限り平面となるように高さを調節することが好ましい。

【 0 1 2 1 】

図 1 1 に示す構成を有する基板を 2 枚用意する。一方の基板が第 1 コンデンサ層を構成し、他方の基板が第 2 コンデンサ層を構成する。

【 0 1 2 2 】

図 1 2 は、第 1 コンデンサ層及び第 2 コンデンサ層を積層する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 2 3 】

図 1 2 に示す工程では、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を、表裏の導電体層 1 2 B に合わせて積層する。

【 0 1 2 4 】

さらに、図 1 2 に示すように、味の素ビルドアップフィルム (A B F) 等の絶縁性樹脂シートを積層体の表層に積層する。積層後、金型に入れて真空脱気した後、熱圧着し、硬化させる。以上により、封止層 2 0 が形成される。

【 0 1 2 5 】

図 1 3 は、第 1 貫通孔及び第 2 貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

図 1 3 に示す工程では、絶縁性樹脂が形成された所定の位置に、UV レーザー等のレーザーにて直径 1 0 0 μ m 程度の第 1 貫通孔 5 1 を形成する。第 1 貫通孔 5 1 の側面には銅層 1 2 B b が表出している。

【 0 1 2 7 】

別途、絶縁性樹脂が形成された所定の位置に、UV レーザー等のレーザーにて直径 1 0 0 μ m 程度の第 2 貫通孔 5 2 を形成する。第 2 貫通孔 5 2 の側面には陽極板 1 1 が表出している。

【 0 1 2 8 】

図 1 4 は、第 1 スルーホール導体及び第 2 スルーホール導体を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 2 9 】

図 1 4 に示す工程では、第 1 貫通孔 5 1 の内周面に、例えば無電解銅めっき処理を施す。その後、電解銅めっき処理を施す。これにより、第 1 スルーホール導体 4 1 が形成される。

【 0 1 3 0 】

一方、第 2 貫通孔 5 2 に対しては、例えば、ジンケート処理を施した後、ニッケルめっき処理、無電解銅めっき処理を施す。その後、電解銅めっき処理を施す。これにより、第 2 スルーホール導体 4 2 が形成される。

【 0 1 3 1 】

図 1 5 は、第 1 樹脂充填部及び第 2 樹脂充填部を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 3 2 】

図 1 5 に示す工程では、第 1 スルーホール導体 4 1 が形成された第 1 貫通孔 5 1 に絶縁性樹脂を埋め込むことにより第 1 樹脂充填部 6 1 を形成するとともに、第 2 スルーホール導体 4 2 が形成された第 2 貫通孔 5 2 に絶縁性樹脂を埋め込むことにより第 2 樹脂充填部 6 2 を形成する。

【 0 1 3 3 】

図 1 6 A 及び図 1 6 B は、第 1 外部電極層及び第 2 外部電極層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 3 4 】

図 1 6 A に示す工程では、封止層 2 0 の表面に対して、例えば、電解銅めっき処理を施すことにより、めっき層 3 0 を形成する。その後、図 1 6 B に示す工程において、陰極部及び陽極部を分断するようにめっき層 3 0 をエッチングすることにより、第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 を形成する。

【 0 1 3 5 】

以上の工程を経て、図 1 に示すコンデンサ素子 1 が得られる。

【 0 1 3 6 】

なお、レーザー等によって陽極板 1 1 に予め貫通孔を空けており、絶縁性樹脂を貫通孔に充填しておけば、銅層 1 2 B b は、第 2 貫通孔 5 2 が形成される部分等を除いた全面に形成されてもよい。この場合、1 本のスルーホール導体で外周及び内部の導電体層 1 2 B を接続することができる。

【 0 1 3 7 】

次に、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子の製造方法の一例として、図 3 に示すコンデンサ素子 2 の製造方法の一例について説明する。

【 0 1 3 8 】

以下においては、コンデンサ素子 2 のうち、コンデンサ部 1 0 ' を形成する方法の一例について説明し、コンデンサ部 1 0 を形成する方法については説明を省略する。

【 0 1 3 9 】

なお、コンデンサ部 1 0 ' の第 2 コンデンサ層 1 0 B は、図 3 では機能していないようにも見えるが、第 1 コンデンサ層 1 0 A と同様のピア導体又はスルーホール導体等を形成す

10

20

30

40

50

ることにより、第1コンデンサ層10Aとは異なった大きさのコンデンサを形成したり、第1コンデンサ層10Aから独立した第2コンデンサ層10Bを形成したりすることが可能である。

【0140】

図17Aは、第1コンデンサ層において陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。図17Bは、第2コンデンサ層において陽極板を用意する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0141】

図17A及び図17Bに示す工程では、図5に示す工程と同様に、弁作用金属からなる陽極板11を準備する。

【0142】

図18Aは、第1コンデンサ層において多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。図18Bは、第2コンデンサ層において多孔質部の内部に絶縁性樹脂を充填する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0143】

図18A及び図18Bに示す工程では、図6に示す工程と同様に、多孔質部11Bの上面から所定の位置にポリイミド樹脂等の絶縁性樹脂を塗布し、多孔質部11Bの内部に絶縁性樹脂を浸透させる。

【0144】

図19Aは、第1コンデンサ層において貫通溝及び貫通孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図19Bは、第2コンデンサ層において貫通溝を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0145】

図19A及び図19Bに示す工程では、レーザー等により、コンデンサ部10及びコンデンサ部10'を分断するための貫通溝80を形成する。

【0146】

さらに、図19Aに示す工程では、レーザー等により、第1スルーホール導体が形成される部分に貫通孔50Aを形成するとともに、第2スルーホール導体が形成される部分に貫通孔50Bを形成する。図19に示すように、貫通孔50Aの直径は、貫通孔50Bの直径よりも大きいことが好ましい。なお、図19等に示す貫通孔50Bは陽極板11を貫通していないが、便宜上「貫通孔」と呼ぶ。

【0147】

図20Aは、第1コンデンサ層において固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図20Bは、第2コンデンサ層において固体電解質層の内層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0148】

図20A及び図20Bに示す工程では、図8に示す工程と同様に、固体電解質層の内層12Aaを形成する。

【0149】

図21Aは、第1コンデンサ層において固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図21Bは、第2コンデンサ層において固体電解質層の外層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【0150】

図21A及び図21Bに示す工程では、図9に示す工程と同様に、固体電解質層の外層12Abを形成する。内層12Aa及び外層12Abにより、固体電解質層12Aが形成される。

【0151】

さらに、図21A及び図21Bに示すように、多孔質部11Bに浸透させた絶縁性樹脂の表面、貫通溝80の内部、貫通孔50Aの内部及び貫通孔50Bの内部に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 2 】

図 2 2 A は、第 1 コンデンサ層において導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 2 2 B は、第 2 コンデンサ層において導電体層のカーボン層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 5 3 】

図 2 2 A 及び図 2 2 B に示す工程では、図 1 0 に示す工程と同様に、カーボン層 1 2 B a を形成する。

【 0 1 5 4 】

さらに、図 2 2 A 及び図 2 2 B に示すように、カーボン層 1 2 B a の周囲に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。

10

【 0 1 5 5 】

図 2 3 A は、第 1 コンデンサ層において導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。図 2 3 B は、第 2 コンデンサ層において導電体層の銅層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 5 6 】

図 2 3 A 及び図 2 3 B に示す工程では、図 1 1 に示す工程と同様に、銅層 1 2 B b を形成する。カーボン層 1 2 B a 及び銅層 1 2 B b により、導電体層 1 2 B が形成される。

【 0 1 5 7 】

さらに、図 2 3 A 及び図 2 3 B に示すように、銅層 1 2 B b の周囲に絶縁性樹脂を塗布し、固化させる。この際、銅層 1 2 B b と絶縁性樹脂とが可能な限り平面となるように高さを調節することが好ましい。

20

【 0 1 5 8 】

図 2 3 A に示す構成を有する基板が第 1 コンデンサ層 1 0 A を構成し、図 2 3 B に示す構成を有する基板が第 2 コンデンサ層 1 0 B を構成する。

【 0 1 5 9 】

図 2 4 は、第 1 コンデンサ層及び第 2 コンデンサ層を積層する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 6 0 】

図 2 4 に示す工程では、第 1 コンデンサ層 1 0 A 及び第 2 コンデンサ層 1 0 B を、表裏の導電体層 1 2 B に合わせて積層する。

30

【 0 1 6 1 】

さらに、図 2 4 に示すように、味の素ビルドアップフィルム (A B F) 等の絶縁性樹脂シートを積層体の表層に積層する。積層後、金型に入れて真空脱気した後、熱圧着し、硬化させる。以上により、封止層 2 0 が形成される。

【 0 1 6 2 】

図 2 5 は、ビア孔を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 6 3 】

図 2 5 に示す工程では、絶縁性樹脂が形成された所定の位置に、レーザー出力を調整して、基板の中心部までの導電体層 1 2 B が露出する部分まで第 1 ビア孔 8 1 を形成する。

【 0 1 6 4 】

別途、絶縁性樹脂が形成された所定の位置に、レーザー出力を調整して、陽極板 1 1 の芯部 1 1 A が露出する部分まで第 2 ビア孔 8 2 を形成する。

40

【 0 1 6 5 】

また、必要に応じて、基板の表面側の導電体層 1 2 B を貫通しない第 3 ビア孔 8 3 を形成する。

【 0 1 6 6 】

図 2 6 は、第 1 スルーホール導体、第 2 スルーホール導体及びビア導体を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 6 7 】

図 2 6 に示す工程では、第 1 ビア孔 8 1 の内周面に、例えば無電解銅めっき処理を施す

50

。その後、電解銅めっき処理を施す。これにより、第 1 スルーホール導体 4 1 が形成される。

【 0 1 6 8 】

一方、第 2 ピア孔 8 2 に対しては、例えば、ジンケート処理を施した後、ニッケルめっき処理、無電解銅めっき処理を施す。その後、電解銅めっき処理を施す。これにより、第 2 スルーホール導体 4 2 が形成される。

【 0 1 6 9 】

さらに、第 3 ピア孔 8 3 に対しては、例えば無電解銅めっき処理を施した後、電解銅めっき処理を施す。これにより、ビア導体 7 0 が形成される。

【 0 1 7 0 】

図 2 7 は、第 1 樹脂充填部及び第 2 樹脂充填部を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 7 1 】

図 2 7 に示す工程では、第 1 スルーホール導体 4 1 が形成された第 1 ピア孔 8 1 に絶縁性樹脂を埋め込むことにより第 1 樹脂充填部 6 1 を形成するとともに、第 2 スルーホール導体 4 2 が形成された第 2 ピア孔 8 2 に絶縁性樹脂を埋め込むことにより第 2 樹脂充填部 6 2 を形成する。

【 0 1 7 2 】

図 2 8 A 及び図 2 8 B は、第 1 外部電極層及び第 2 外部電極層を形成する工程の一例を模式的に示す断面図である。

【 0 1 7 3 】

図 2 8 A に示す工程では、封止層 2 0 の表面に対して、例えば、電解銅めっき処理を施すことにより、めっき層 3 0 を形成する。その後、図 2 8 B に示す工程において、陰極部及び陽極部を分断するようにめっき層 3 0 をエッチングすることにより、第 1 外部電極層 3 1 及び第 2 外部電極層 3 2 を形成する。

【 0 1 7 4 】

以上の工程を経て、図 3 に示すコンデンサ素子 2 が得られる。

【 0 1 7 5 】

なお、コンデンサ部を分断する部分については、例えば、X 方向に切断して樹脂埋めを行った後、Y 方向に切断して樹脂埋めを行う等、完全に分断されないように加工することが好ましい。

【 0 1 7 6 】

以下では、コンデンサ素子 1 及び 2 の詳細な構成について説明する。

【 0 1 7 7 】

厚さ方向から見たときのコンデンサ部 1 0 の平面形状としては、例えば、矩形（正方形又は長方形）、矩形以外の四角形、三角形、五角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、これらを組み合わせた形状等が挙げられる。また、コンデンサ部 1 0 の平面形状は、L 字型、C 字型（コの字型）、階段型等であってもよい。以下、コンデンサ部 1 0 ' についても同様である。

【 0 1 7 8 】

陽極板 1 1 は、いわゆる弁作用を示す弁作用金属からなることが好ましい。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、又は、これらの金属を少なくとも 1 種含む合金等が挙げられる。これらの中では、アルミニウム又はアルミニウム合金が好ましい。

【 0 1 7 9 】

陽極板 1 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 1 8 0 】

陽極板 1 1 は、芯部 1 1 A の少なくとも一方の主面に多孔質部 1 1 B を有していればよい。つまり、陽極板 1 1 は、芯部 1 1 A の一方の主面のみに多孔質部 1 1 B を有して

10

20

30

40

50

もよく、芯部 11A の両方の主面に多孔質部 11B を有していてもよい。多孔質部 11B は、芯部 11A の表面に形成された多孔質層であることが好ましく、エッチング層であることがより好ましい。

【0181】

エッチング処理前の陽極板 11 の厚さは、 $60\mu\text{m}$ 以上、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。エッチング処理後にエッチングされていない芯部 11A の厚さは、 $15\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。多孔質部 11B の厚さは要求される耐電圧、静電容量に合わせて設計されるが、芯部 11A の両側の多孔質部 11B を合わせて $10\mu\text{m}$ 以上、 $180\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0182】

多孔質部 11B の孔径は、 10nm 以上、 600nm 以下であることが好ましい。なお、多孔質部 11B の孔径とは、水銀ポロシメータにより測定されるメジアン径 $D50$ を意味する。多孔質部 11B の孔径は、例えばエッチングにおける各種条件を調整することにより制御することができる。

【0183】

多孔質部 11B の表面に設けられる誘電体層 13 は、多孔質部 11B の表面状態を反映して多孔質になっており、微細な凹凸状の表面形状を有している。誘電体層 13 は、上記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 11 としてアルミニウム箔が用いられる場合、アジピン酸アンモニウム等を含む水溶液中でアルミニウム箔の表面に対して陽極酸化処理（化成処理ともいう）を行うことにより、酸化皮膜からなる誘電体層 13 を形成することができる。

【0184】

誘電体層 13 の厚さは要求される耐電圧、静電容量に合わせて設計されるが、 10nm 以上、 100nm 以下であることが好ましい。

【0185】

陰極層 12 に含まれる固体電解質層 12A を構成する材料としては、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。これらの中では、ポリチオフェン類が好ましく、PEDOT と呼ばれるポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）が特に好ましい。また、上記導電性高分子は、ポリスチレンスルホン酸（PSS）等のドーパントを含んでもよい。なお、固体電解質層 12A は、誘電体層 13 の細孔（凹部）を充填する内層と、誘電体層 13 を被覆する外層とを含むことが好ましい。

【0186】

多孔質部 11B の表面からの固体電解質層 12A の厚さは、 $2\mu\text{m}$ 以上、 $20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0187】

固体電解質層 12A は、例えば、3，4-エチレンジオキシチオフェン等のモノマーを含む処理液を用いて、誘電体層 13 の表面にポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）等の重合膜を形成する方法や、ポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）等のポリマーの分散液を誘電体層 13 の表面に塗布して乾燥させる方法等によって形成される。

【0188】

固体電解質層 12A は、上記の処理液又は分散液を、スポンジ転写、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法によって誘電体層 13 の表面に塗布することにより、所定の領域に形成することができる。

【0189】

陰極層 12 が導電体層 12B を含む場合、導電体層 12B は、導電性樹脂層及び金属層のうち、少なくとも 1 層を含む。導電体層 12B は、導電性樹脂層のみでもよく、金属層のみでもよい。導電体層 12B は、固体電解質層 12A の全面を被覆することが好ましい。

【0190】

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

10

20

30

40

50

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。

【０１９１】

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一種の金属からなることが好ましい。なお、「主成分」とは、重量割合が最も大きい元素成分をいう。

【０１９２】

導電体層１２Ｂは、例えば、固体電解質層１２Ａの表面に設けられたカーボン層と、カーボン層の表面に設けられた銅層と、を含む。

10

【０１９３】

カーボン層は、固体電解質層１２Ａと銅層とを電氣的に及び機械的に接続させるために設けられている。カーボン層は、カーボンペーストをスポンジ転写、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法によって固体電解質層１２Ａの表面に塗布することにより、所定の領域に形成することができる。カーボン層の厚さは、２μm以上、２０μm以下であることが好ましい。

【０１９４】

銅層は、銅ペーストをスポンジ転写、スクリーン印刷、スプレー塗布、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法によってカーボン層の表面に塗布することにより、所定の領域に形成することができる。銅層の厚さは、２μm以上、２０μm以下であることが好ましい。

20

【０１９５】

封止層２０は、絶縁性樹脂を含有することが好ましい。

【０１９６】

封止層２０に含有される絶縁性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。

【０１９７】

封止層２０は、無機フィラーをさらに含有することが好ましい。

【０１９８】

封止層２０に含有される無機フィラーとしては、例えば、シリカ粒子、アルミナ粒子等が挙げられる。

30

【０１９９】

コンデンサ部１０と封止層２０の間には、例えば、応力緩和層、防湿膜等の層が設けられていてもよい。

【０２００】

陽極板１１の少なくとも一方の主面において、第１スルーホール導体４１又は第２スルーホール導体４２の周囲には、絶縁マスク層が設けられていてもよい。また、陽極板１１の少なくとも一方の主面において、陰極層１２の周囲を囲むように絶縁マスク層が設けられていてもよい。

【０２０１】

絶縁マスク層は、絶縁性材料から構成される。この場合、絶縁マスク層は、絶縁性樹脂から構成されることが好ましい。

40

【０２０２】

絶縁マスク層を構成する絶縁性樹脂としては、例えば、ポリフェニルスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、シアン酸エステル樹脂、フッ素樹脂（テトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体等）、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、エポキシ樹脂、及び、それらの誘導体又は前駆体等が挙げられる。

【０２０３】

絶縁マスク層は、封止層２０と同じ樹脂で構成されていてもよい。封止層２０と異なり

50

、絶縁マスク層に無機フィラーが含有されるとコンデンサ部 10 の容量有効部に悪影響を及ぼすおそれがあるため、絶縁マスク層は樹脂単独の系からなることが好ましい。

【0204】

絶縁マスク層は、例えば、絶縁性樹脂を含む組成物等のマスク材を、スポンジ転写、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布、インクジェット印刷等の方法によって多孔質部 11B の表面に塗布することにより、所定の領域に形成することができる。

【0205】

絶縁マスク層は、多孔質部 11B に対して、誘電体層 13 よりも前のタイミングで形成されてもよいし、誘電体層 13 よりも後のタイミングで形成されてもよい。

【0206】

第 1 外部電極層 31 は、陰極層 12 と電氣的に接続されている。図 1 に示す例において、第 1 外部電極層 31 は、第 1 スルーホール導体 41 の表面に設けられており、コンデンサ部 10 の接続端子として機能する。

【0207】

第 1 外部電極層 31 の構成材料としては、例えば、銀、金、銅等の低抵抗の金属を含有する金属材料等が挙げられる。この場合、第 1 外部電極層 31 は、例えば、第 1 スルーホール導体 41 の表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【0208】

第 1 外部電極層 31 と他の部材との間の密着性、ここでは、第 1 外部電極層 31 と第 1 スルーホール導体 41 との間の密着性を向上させるために、第 1 外部電極層 31 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。

【0209】

第 2 外部電極層 32 は、陽極板 11 と電氣的に接続されている。図 1 に示す例において、第 2 外部電極層 32 は、第 2 スルーホール導体 42 の表面に設けられており、コンデンサ部 10 の接続端子として機能する。図 1 に示す例において、第 2 外部電極層 32 は、第 2 スルーホール導体 42 を介して陽極板 11 に電氣的に接続されており、陽極板 11 用の接続端子として機能する。

【0210】

第 2 外部電極層 32 の構成材料としては、例えば、銀、金、銅等の低抵抗の金属を含有する金属材料等が挙げられる。この場合、第 2 外部電極層 32 は、例えば、第 2 スルーホール導体 42 の表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【0211】

第 2 外部電極層 32 と他の部材との間の密着性、ここでは、第 2 外部電極層 32 と第 2 スルーホール導体 42 との間の密着性を向上させるために、第 2 外部電極層 32 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。

【0212】

第 1 外部電極層 31 及び第 2 外部電極層 32 の構成材料は、少なくとも種類の点で、互いに同じであることが好ましいが、互いに異なってもよい。

【0213】

面方向に複数のコンデンサ部が配置されている場合、コンデンサ部の各々において、陰極層 12 に電氣的に接続される第 1 外部電極層 31 と、陽極板 11 に電氣的に接続される第 2 外部電極層 32 とが設けられていてもよく、複数のコンデンサ部で第 1 外部電極層 31 及び第 2 外部電極層 32 の少なくとも一方が共通するように設けられていてもよい。

【0214】

第 1 外部電極層 31 は、封止層 20 の両方の主面に設けられていてもよく、封止層 20 の一方の主面のみに設けられていてもよい。同様に、第 2 外部電極層 32 は、封止層 20

10

20

30

40

50

の両方の主面に設けられていてもよく、封止層 20 の一方の主面のみに設けられていてもよい。第 1 外部電極層 31 及び第 2 外部電極層 32 は、封止層 20 の同じ主面に設けられていてもよく、異なる主面に設けられていてもよい。例えば、第 1 外部電極層 31 及び第 2 外部電極層 32 のうちの一方が封止層 20 の両方の主面に設けられ、他方が封止層 20 の一方の主面のみに設けられていてもよい。

【0215】

第 1 スルーホール導体 41 が第 1 貫通孔 51 の内壁面で陰極層 12 に電氣的に接続されている場合、第 1 スルーホール導体 41 は、面方向において第 1 貫通孔 51 の内壁面に対向する導電体層 12B の端面に電氣的に接続されていることが好ましい。これにより、陰極層 12 は、第 1 スルーホール導体 41 を介して外部に電氣的に導出される。

10

【0216】

厚さ方向から見たとき、第 1 スルーホール導体 41 は、第 1 貫通孔 51 の全周にわたって導電体層 12B に電氣的に接続されていることが好ましい。この場合、導電体層 12B と第 1 スルーホール導体 41 との接続抵抗が低下しやすくなるため、等価直列抵抗 (ESR) が低下しやすくなる。

【0217】

第 2 スルーホール導体 42 が第 2 貫通孔 52 の内壁面で陽極板 11 に電氣的に接続されている場合、第 2 スルーホール導体 42 は、面方向において第 2 貫通孔 52 の内壁面に対向する陽極板 11 の端面に電氣的に接続されていることが好ましい。これにより、陽極板 11 は、第 2 スルーホール導体 42 を介して外部に電氣的に導出される。

20

【0218】

第 2 スルーホール導体 42 に電氣的に接続される陽極板 11 の端面には、芯部 11A 及び多孔質部 11B が露出していることが好ましい。この場合、芯部 11A に加えて多孔質部 11B でも、第 2 スルーホール導体 42 との電氣的な接続がなされる。

【0219】

厚さ方向から見たとき、第 2 スルーホール導体 42 は、第 2 貫通孔 52 の全周にわたって陽極板 11 に電氣的に接続されていることが好ましい。この場合、陽極板 11 と第 2 スルーホール導体 42 との接続抵抗が低下しやすくなるため、等価直列抵抗 (ESR) が低下しやすくなる。

【0220】

30

第 1 スルーホール導体 41 は、例えば、以下のようにして形成される。まず、ドリル加工、レーザー加工等を行うことにより、コンデンサ部 10 を厚さ方向に貫通する貫通孔を形成する。次に、上述した貫通孔に絶縁性材料を充填する。絶縁性材料が充填された部分に対して、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 51 を形成する。この際、絶縁性材料を充填した貫通孔の直径よりも第 1 貫通孔 51 の直径を小さくすることにより、面方向において、先に形成された貫通孔の内壁面と第 1 貫通孔 51 の内壁面との間に絶縁性材料が存在する状態にする。その後、第 1 貫通孔 51 の内壁面を、銅、金、銀等の低抵抗の金属を含有する金属材料でメタライズすることにより、第 1 スルーホール導体 41 を形成する。第 1 スルーホール導体 41 を形成する際、例えば、第 1 貫通孔 51 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 41 を形成する方法については、第 1 貫通孔 51 の内壁面をメタライズする方法以外に、金属材料、金属と樹脂との複合材料等を第 1 貫通孔 51 に充填する方法であってもよい。

40

【0221】

第 2 スルーホール導体 42 は、例えば、以下のようにして形成される。まず、ドリル加工、レーザー加工等を行うことにより、コンデンサ部 10 及び封止層 20 を厚さ方向に貫通する第 2 貫通孔 52 を形成する。そして、第 2 貫通孔 52 の内壁面を、銅、金、銀等の低抵抗の金属を含有する金属材料でメタライズすることにより、第 2 スルーホール導体 42 を形成する。第 2 スルーホール導体 42 を形成する際、例えば、第 2 貫通孔 52 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

50

易になる。なお、第2スルーホール導体42を形成する方法については、第2貫通孔52の内壁面をメタライズする方法以外に、金属材料、金属と樹脂との複合材料等を第2貫通孔52に充填する方法であってもよい。

【0222】

面方向において陽極板11と第2スルーホール導体42との間には、陽極接続層が設けられていてもよい。すなわち、陽極板11と第2スルーホール導体42とは、陽極接続層を介して電氣的に接続されていてもよい。

【0223】

陽極接続層が面方向において陽極板11と第2スルーホール導体42との間に設けられることにより、陽極接続層が、陽極板11に対するバリア層、より具体的には、芯部11A及び多孔質部11Bに対するバリア層として機能する。陽極接続層が陽極板11に対するバリア層として機能すると、第2外部電極層32等の外部電極層を形成するための薬液処理時に生じる陽極板11の溶解が抑制され、ひいては、コンデンサ部10への薬液の浸入が抑制されるため、信頼性が向上しやすくなる。

10

【0224】

陽極接続層は、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11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11に対する陽極接続層のバリア性が向上しやすくなる。

【0225】

なお、面方向において、陽極板11と第2スルーホール導体42との間には、陽極接続層が設けられていなくてもよい。この場合、第2スルーホール導体42は、陽極板11の端面に直に接続されていてもよい。

20

【0226】

ビア導体70の構成材料としては、例えば、銀、金、銅等の低抵抗の金属を含有する金属材料等が挙げられる。

【0227】

ビア導体70は、例えば、封止層20を厚さ方向に貫通するビア孔に対して、上述した金属材料で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。

【0228】

本発明のコンデンサ素子は、上記実施形態に限定されるものではなく、コンデンサ素子の構成、製造条件等に関し、本発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

30

【0229】

本発明のコンデンサ素子において、面方向に複数のコンデンサ部が配置されている場合、少なくとも1個のコンデンサ部において、第1コンデンサ層中の、第2コンデンサ層と対向する導電体層が、第2コンデンサ層中の、第1コンデンサ層と対向する導電体層と同一であればよい。

【0230】

本発明のコンデンサ素子において、コンデンサ部に含まれるコンデンサ層は、3層以上であってもよい。例えば、コンデンサ部は、第1コンデンサ層及び第2コンデンサ層に加えて、第2コンデンサ層とは反対側で第1コンデンサ層と厚さ方向に対向する第3コンデンサ層をさらに含んでもよい。その場合、第1コンデンサ層中の、第3コンデンサ層と対向する導電体層は、第3コンデンサ層中の、第1コンデンサ層と対向する導電体層と同一であることが好ましい。同様に、コンデンサ部は、第1コンデンサ層及び第2コンデンサ層に加えて、第1コンデンサ層とは反対側で第2コンデンサ層と厚さ方向に対向する第4コンデンサ層をさらに含んでもよい。その場合、第2コンデンサ層中の、第4コンデンサ層と対向する導電体層は、第4コンデンサ層中の、第2コンデンサ層と対向する導電体層と同一であることが好ましい。

40

【0231】

50

本発明のコンデンサ素子において、面方向に複数のコンデンサ部が配置されている場合、第1コンデンサ層及び第2コンデンサ層の一方のみを含むコンデンサ部が含まれていてもよい。

【0232】

本発明のコンデンサ素子は、複合電子部品の構成材料として好適に使用することができる。このような複合電子部品は、例えば、本発明のコンデンサ素子と、上記コンデンサ素子の封止層の表面に設けられ、上記コンデンサ素子の陽極板及び陰極層のそれぞれに電気的に接続された外部電極層と、上記外部電極層に接続された電子部品と、を備える。

【0233】

複合電子部品において、外部電極層に接続される電子部品は、受動素子でもよく、能動素子でもよい。受動素子及び能動素子の両方が外部電極層に接続されてもよく、受動素子及び能動素子のいずれか一方が外部電極層に接続されてもよい。また、受動素子及び能動素子の複合体が外部電極層に接続されてもよい。

10

【0234】

受動素子としては、例えば、インダクタ等が挙げられる。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。

【0235】

本発明のコンデンサ素子は、全体としてシート状の形状を有している。したがって、複合電子部品においては、コンデンサ素子を実装基板のように扱うことができ、コンデンサ素子上に電子部品を実装することができる。さらに、コンデンサ素子に実装する電子部品の形状をシート状にすることにより、各電子部品を厚さ方向に貫通するスルーホール導体を介して、コンデンサ素子と電子部品とを厚さ方向に接続することも可能である。その結果、能動素子及び受動素子を一括のモジュールのように構成することができる。

20

【0236】

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素子を電気的に接続し、スイッチングレギュレータを形成することができる。

【0237】

複合電子部品においては、本発明のコンデンサ素子がさらに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上のいずれかの一方の面に回路層を形成した上で、受動素子又は能動素子に接続されていてもよい。

30

【0238】

また、予め基板に設けたキャビティ部に本発明のコンデンサ素子を配置し、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(受動素子又は能動素子)が搭載されていてもよい。

【0239】

あるいは、本発明のコンデンサ素子をウエハ又はガラス等の平滑なキャリアの上に実装し、樹脂による外層部を形成した後、回路層を形成した上で、受動素子又は能動素子に接続されていてもよい。

40

【0240】

本明細書には、以下の内容が開示されている。

【0241】

<1>

厚さ方向に対向する第1コンデンサ層及び第2コンデンサ層を含むコンデンサ部と、
上記コンデンサ部の少なくとも一方の主面を覆うように設けられた封止層と、を備え、
上記第1コンデンサ層及び上記第2コンデンサ層は、各々、芯部の少なくとも一方の主面に多孔質部を有する陽極板と、上記多孔質部の表面に設けられた誘電体層と、上記誘電体層の表面に設けられた陰極層と、を含み、

50

上記陰極層は、上記誘電体層の表面に設けられた固体電解質層と、上記固体電解質層の表面に設けられた導電体層と、を含み、

上記第1コンデンサ層中の、上記第2コンデンサ層と対向する上記導電体層は、上記第2コンデンサ層中の、上記第1コンデンサ層と対向する上記導電体層と同一である、コンデンサ素子。

【0242】

< 2 >

上記第1コンデンサ層の上記陰極層及び上記第2コンデンサ層の上記陰極層に電氣的に接続されるように上記封止層の少なくとも一方の主面に設けられた第1外部電極層をさらに備え、

上記厚さ方向からの平面視で、上記第1外部電極層は、上記同一の上記導電体層と少なくとも一部が重なるように配置されている、< 1 >に記載のコンデンサ素子。

【0243】

< 3 >

上記厚さ方向からの平面視で、上記封止層のいずれか一方の主面に設けられている上記第1外部電極層の面積のうち、上記同一の上記導電体層と重なる部分の上記第1外部電極層の面積は、上記同一の上記導電体層の面積の50%以上である、< 2 >に記載のコンデンサ素子。

【0244】

< 4 >

上記コンデンサ部及び上記封止層を上記厚さ方向に貫通する第1貫通孔の少なくとも内壁面に設けられ、上記第1外部電極層に電氣的に接続される第1スルーホール導体をさらに備え、

上記第1スルーホール導体は、上記第1貫通孔の内壁面で、上記第1コンデンサ層の上記陰極層及び上記第2コンデンサ層の上記陰極層に電氣的に接続されている、< 2 >又は< 3 >に記載のコンデンサ素子。

【0245】

< 5 >

上記第1コンデンサ層の上記陰極層及び上記第2コンデンサ層の上記陰極層に電氣的に接続されるように上記封止層の少なくとも一方の主面に設けられた第1外部電極層と、

上記第1コンデンサ層の上記陽極板及び上記第2コンデンサ層の上記陽極板に電氣的に接続されるように上記封止層の少なくとも一方の主面に設けられた第2外部電極層と、をさらに備え、

上記厚さ方向からの平面視で、上記第1外部電極層及び上記第2外部電極層の少なくとも一方は、上記同一の上記導電体層と少なくとも一部が重なるように配置されている、< 1 >に記載のコンデンサ素子。

【0246】

< 6 >

上記厚さ方向からの平面視で、上記封止層のいずれか一方の主面に設けられている全ての上記第1外部電極層及び上記第2外部電極層の合計面積は、上記封止層の外周縁で囲まれる面積の50%以上である、< 5 >に記載のコンデンサ素子。

【0247】

< 7 >

上記コンデンサ部及び上記封止層を上記厚さ方向に貫通する第1貫通孔の少なくとも内壁面に設けられ、上記第1外部電極層に電氣的に接続される第1スルーホール導体と、

上記コンデンサ部及び上記封止層を上記厚さ方向に貫通する第2貫通孔の少なくとも内壁面に設けられ、上記第2外部電極層に電氣的に接続される第2スルーホール導体と、をさらに備え、

上記第1スルーホール導体は、上記第1貫通孔の内壁面で、上記第1コンデンサ層の上記陰極層及び上記第2コンデンサ層の上記陰極層に電氣的に接続されており、

10

20

30

40

50

上記第 2 スルーホール導体は、上記第 2 貫通孔の内壁面で、上記第 1 コンデンサ層の上記陽極板及び上記第 2 コンデンサ層の上記陽極板に電氣的に接続されている、＜ 5 ＞又は＜ 6 ＞に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 8 】

＜ 8 ＞

上記第 1 コンデンサ層と上記第 2 コンデンサ層とで容量部の面積が異なる、＜ 1 ＞～＜ 7 ＞のいずれか 1 つに記載のコンデンサ素子。

【符号の説明】

【 0 2 4 9 】

1、2	コンデンサ素子	10
10、10'	コンデンサ部	
10A	第 1 コンデンサ層	
10B	第 2 コンデンサ層	
11	陽極板	
11A	芯部	
11B	多孔質部	
12	陰極層	
12A	固体電解質層	
12Aa	固体電解質層の内層	
12Ab	固体電解質層の外層	20
12B	導電体層	
12Ba	カーボン層	
12Bb	銅層	
13	誘電体層	
20	封止層	
30	めっき層	
31	第 1 外部電極層	
32	第 2 外部電極層	
41	第 1 スルーホール導体	
42	第 2 スルーホール導体	30
50A、50B	貫通孔	
51	第 1 貫通孔	
52	第 2 貫通孔	
61	第 1 樹脂充填部	
62	第 2 樹脂充填部	
70	ビア導体	
80	貫通溝	
81	第 1 ビア孔	
82	第 2 ビア孔	
83	第 3 ビア孔	40

【要約】

コンデンサ素子 1 は、厚さ方向に対向する第 1 コンデンサ層 10 A 及び第 2 コンデンサ層 10 B を含むコンデンサ部 10 と、コンデンサ部 10 の少なくとも一方の主面を覆うように設けられた封止層 20 と、を備える。第 1 コンデンサ層 10 A 及び第 2 コンデンサ層 10 B は、各々、芯部 11 A の少なくとも一方の主面に多孔質部 11 B を有する陽極板 11 と、多孔質部 11 B の表面に設けられた誘電体層 13 と、誘電体層 13 の表面に設けられた陰極層 12 と、を含む。陰極層 12 は、誘電体層 13 の表面に設けられた固体電解質層 12 A と、固体電解質層 12 A の表面に設けられた導電体層 12 B と、を含む。第 1 コンデンサ層 10 A 中の、第 2 コンデンサ層 10 B と対向する導電体層 12 B は、第 2 コンデンサ層 10 B 中の、第 1 コンデンサ層 10 A と対向する導電体層 12 B と同一である。

10

【図面】

【図 1】

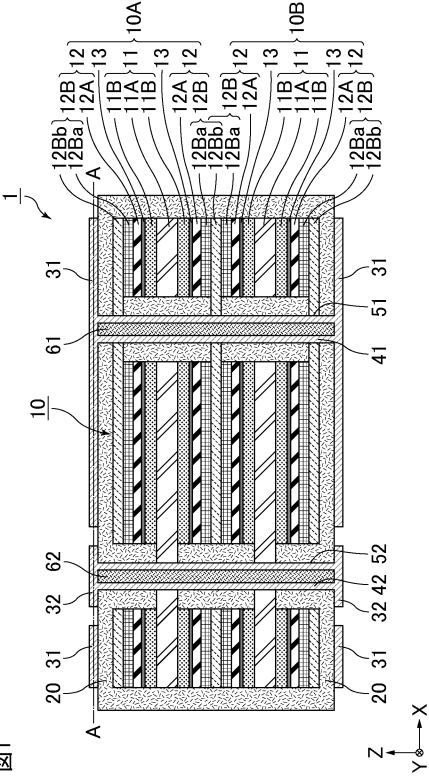


図1

【図 2】

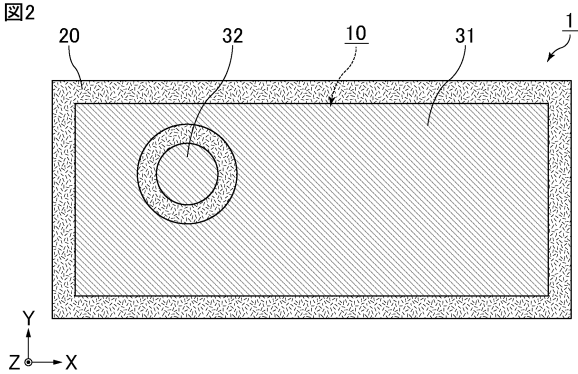


図2

20

30

40

50

【図 3】

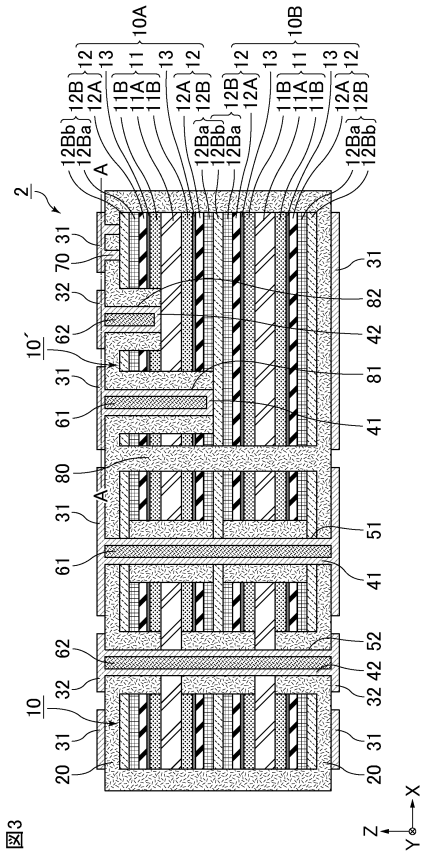


図3

【図 5】

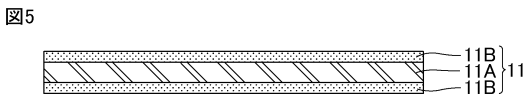


図5

【図 4】

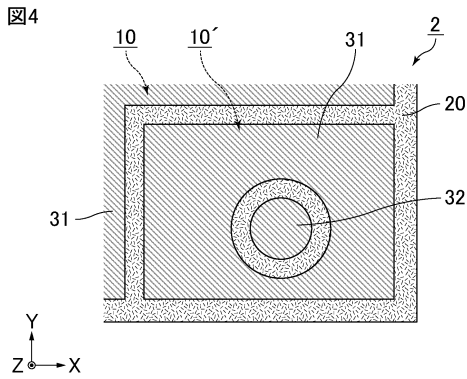


図4

【図 6】

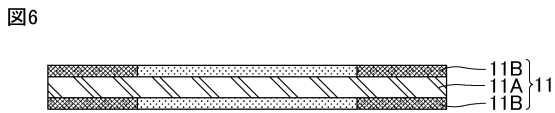


図6

10

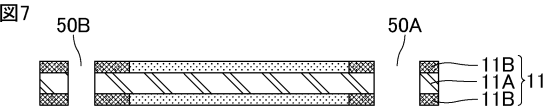
20

30

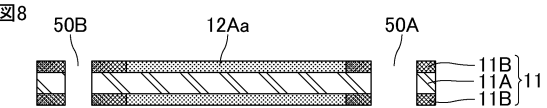
40

50

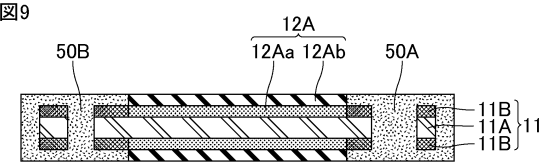
【図 7】



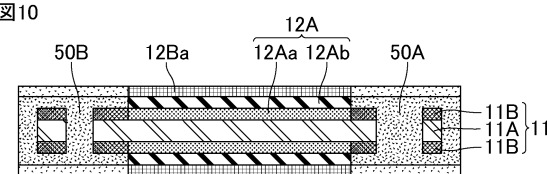
【図 8】



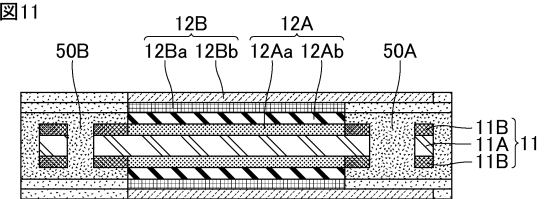
【図 9】



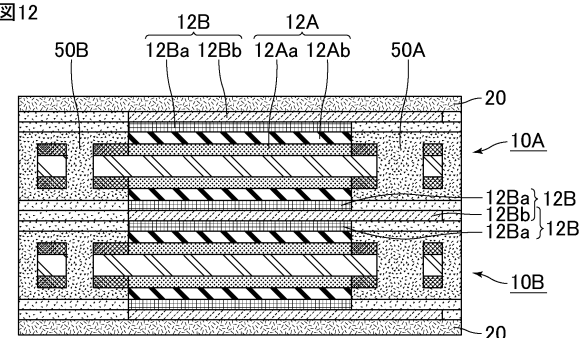
【図 10】



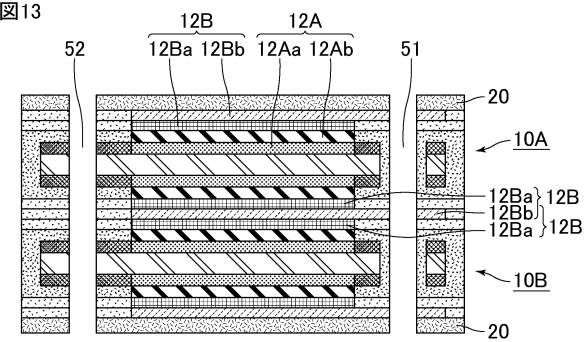
【図 11】



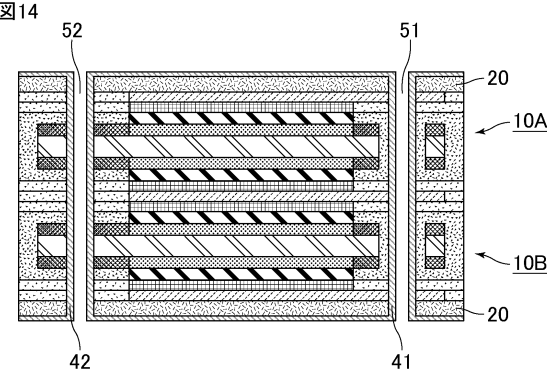
【図 12】



【図 13】



【図 14】



10

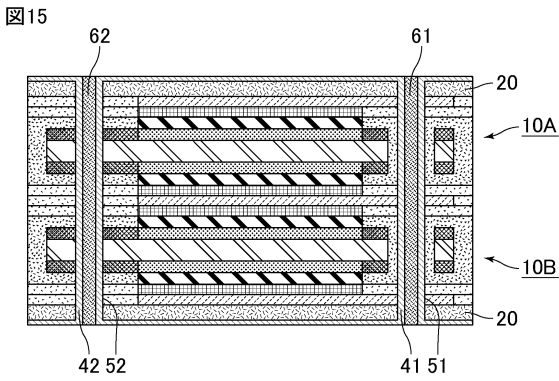
20

30

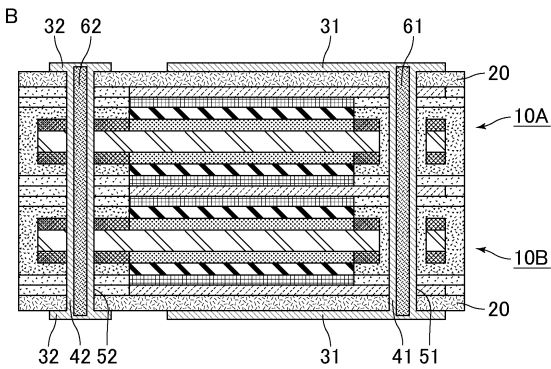
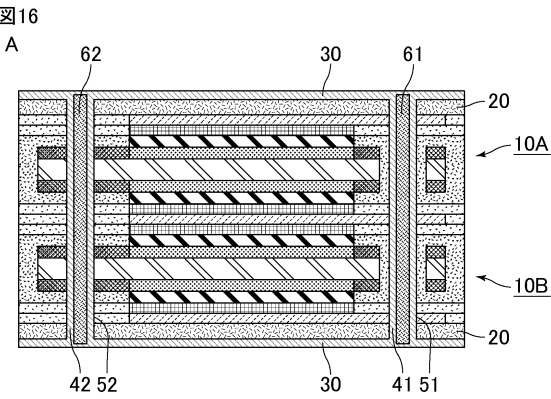
40

50

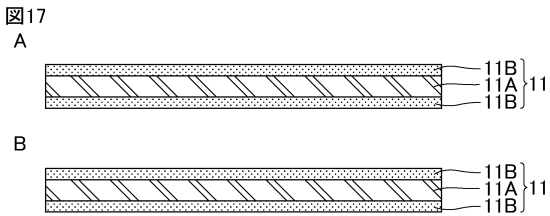
【図 15】



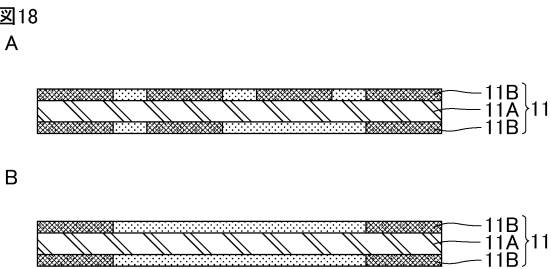
【図 16】



【図 17】



【図 18】



10

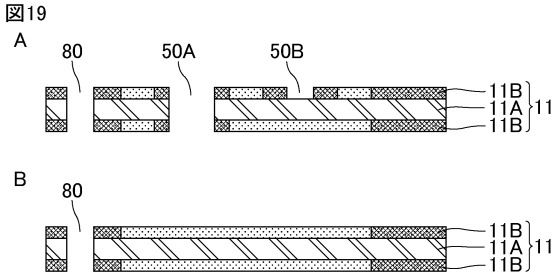
20

30

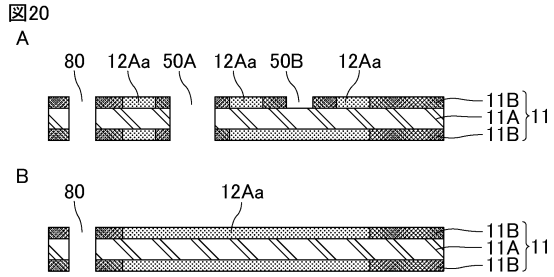
40

50

【図 19】

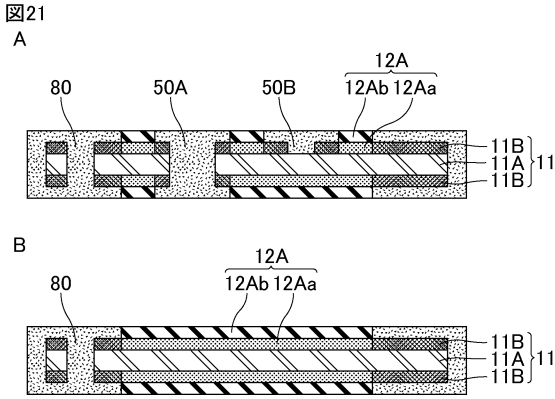


【図 20】

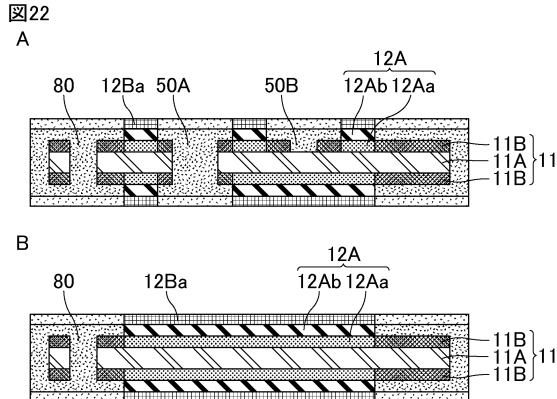


10

【図 21】

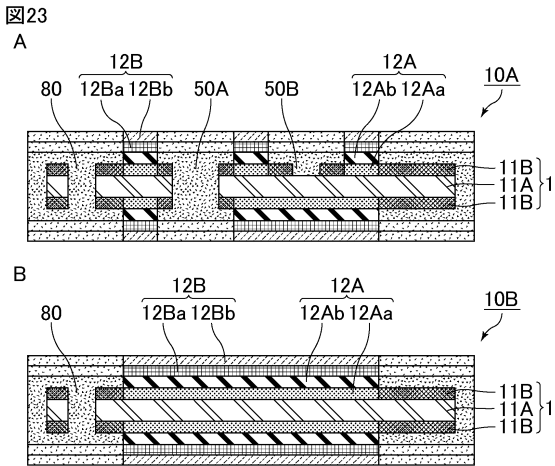


【図 22】

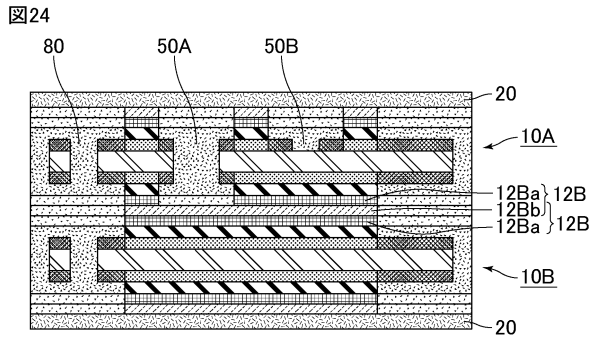


20

【図 23】



【図 24】



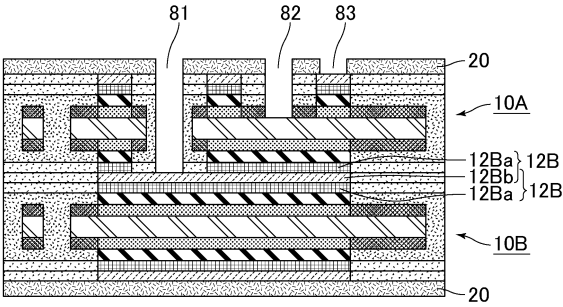
30

40

50

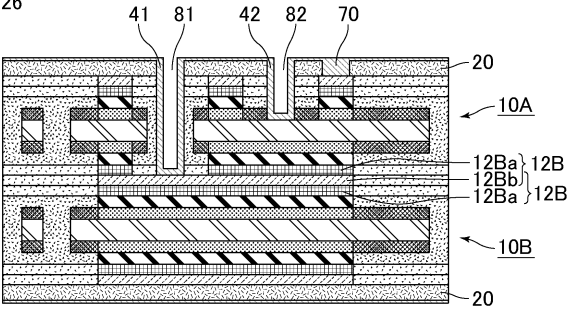
【図 2 5】

図25



【図 2 6】

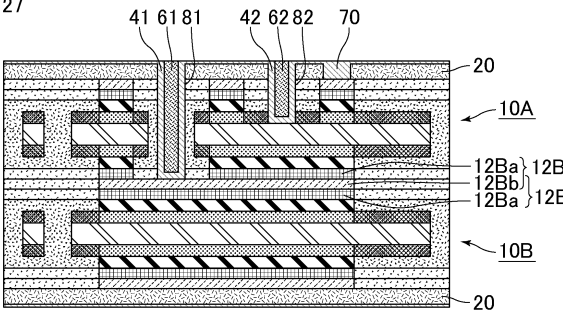
図26



10

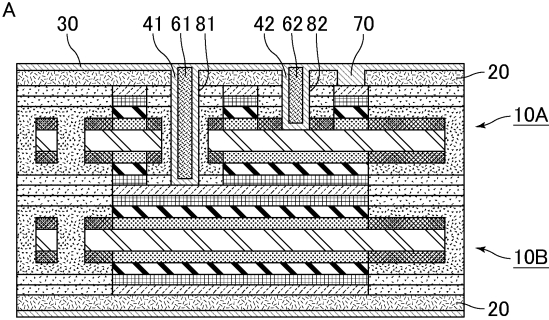
【図 2 7】

図27



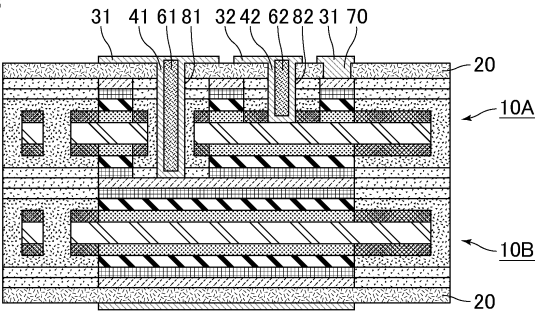
【図 2 8】

図28



20

B



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 4 3 3 5 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 4 2 9 5 0 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 1 G | 9 / 0 4 8 |
| H 0 1 G | 9 / 0 1 2 |
| H 0 1 G | 9 / 1 5 |