

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616492号
(P7616492)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 G 9/12 (2006.01) H 0 1 G 9/12

請求項の数 25 (全41頁)

(21)出願番号	特願2024-535154(P2024-535154)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和5年7月21日(2023.7.21)	(74)代理人	110000914 弁理士法人W i s e P l u s
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/026760	(72)発明者	高橋 章友 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2024/019144	(72)発明者	古川 剛史 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和6年1月25日(2024.1.25)	(72)発明者	姫田 高志 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
審査請求日	令和6年10月15日(2024.10.15)	審査官	清水 稔
(31)優先権主張番号	特願2022-117376(P2022-117376)		
(32)優先日	令和4年7月22日(2022.7.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンデンサ素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

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、を含むコンデンサ部と、前記誘電体層及び前記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、前記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、前記封止層の表面に設けられた導体配線層と、前記封止層及び前記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、を備え、前記貫通導体は、前記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、前記陽極板に電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含み、前記導体配線層は、前記陰極貫通導体及び前記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されており、前記陰極貫通導体は、第1陰極貫通導体及び第2陰極貫通導体を含み、前記陽極貫通導体は、第1陽極貫通導体を含み、前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陽極貫通導体と前記第1陰極貫通導体との中心間距離は、前記第1陽極貫通導体と前記第2陰極貫通導体との中心間距離と同等であり、前記第1陰極貫通導体、前記第2陰極貫通導体及び前記第1陽極貫通導体は、各々、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

前記陰極貫通導体は、少なくとも1本の第5陰極貫通導体をさらに含み、

前記第5陰極貫通導体は、前記外側絶縁層、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体であり、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第5陰極貫通導体と前記第1陰極貫通導体との中心間距離は、前記第5陰極貫通導体と前記第2陰極貫通導体との中心間距離と同等である、コンデンサ素子。

【請求項2】

前記陰極貫通導体は、少なくとも1本の第3陰極貫通導体をさらに含み、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陰極貫通導体と前記第2陰極貫通導体との中心間距離は、前記第1陰極貫通導体と前記第3陰極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項1に記載のコンデンサ素子。

10

【請求項3】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陰極貫通導体の中心と前記第2陰極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陰極貫通導体の中心を基準にして60度、90度、120度又は180度の角度で回転させた直線上に前記第3陰極貫通導体が存在する、請求項2に記載のコンデンサ素子。

【請求項4】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陰極貫通導体の中心と前記第2陰極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陰極貫通導体の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上に前記第3陰極貫通導体が存在する、請求項2に記載のコンデンサ素子。

20

【請求項5】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陰極貫通導体の中心と前記第2陰極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陰極貫通導体の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上に前記第3陰極貫通導体が存在する、請求項2に記載のコンデンサ素子。

【請求項6】

前記陽極貫通導体は、第2陽極貫通導体をさらに含み、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陰極貫通導体と前記第1陽極貫通導体との中心間距離は、前記第1陰極貫通導体と前記第2陽極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項1～5のいずれか1項に記載のコンデンサ素子。

30

【請求項7】

前記陽極貫通導体は、少なくとも1本の第3陽極貫通導体をさらに含み、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陽極貫通導体と前記第2陽極貫通導体との中心間距離は、前記第1陽極貫通導体と前記第3陽極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項6に記載のコンデンサ素子。

【請求項8】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陽極貫通導体の中心と前記第2陽極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陽極貫通導体の中心を基準にして60度、90度、120度又は180度の角度で回転させた直線上に前記第3陽極貫通導体が存在する、請求項7に記載のコンデンサ素子。

40

【請求項9】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陽極貫通導体の中心と前記第2陽極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陽極貫通導体の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上に前記第3陽極貫通導体が存在する、請求項7に記載のコンデンサ素子。

【請求項10】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第1陽極貫通導体の中心と前記第2陽極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、前記第1陽極貫通導体の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上に前記第3陽極貫通導体が存在する、請求項7に記載の

50

ンデンサ素子。

【請求項 1 1】

前記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 4 陰極貫通導体をさらに含み、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 2 陰極貫通導体と前記第 1 陰極貫通導体との中心間距離は、前記第 2 陰極貫通導体と前記第 4 陰極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ素子。

【請求項 1 2】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 1 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陽極貫通導体の本数と、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 2 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陽極貫通導体の本数とが同数である、請求項 1 1 に記載のコンデンサ素子。

10

【請求項 1 3】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 1 陰極貫通導体の中心を中心とする円と重なる前記陽極貫通導体の合計面積と、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 2 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陽極貫通導体の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内である、請求項 1 2 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 1 4】

前記第 3 陰極貫通導体及び前記第 4 陰極貫通導体が、各々、2 本以上存在する、請求項 1 2 に記載のコンデンサ素子。

20

【請求項 1 5】

前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 4 陽極貫通導体をさらに含み、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 2 陽極貫通導体と前記第 1 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 2 陽極貫通導体と前記第 4 陽極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項 1 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 1 6】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 1 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陰極貫通導体の本数と、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 2 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陰極貫通導体の本数とが同数である、請求項 1 5 に記載のコンデンサ素子。

30

【請求項 1 7】

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 1 陽極貫通導体の中心を中心とする円と重なる前記陰極貫通導体の合計面積と、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、前記第 2 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する前記陰極貫通導体の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内である、請求項 1 6 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 1 8】

前記第 3 陽極貫通導体及び前記第 4 陽極貫通導体が、各々、2 本以上存在する、請求項 1 6 に記載のコンデンサ素子。

40

【請求項 1 9】

前記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 6 陰極貫通導体をさらに含み、

前記第 6 陰極貫通導体は、前記間接貫通導体であり、

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 5 陰極貫通導体との中心間距離は、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 6 陰極貫通導体との中心間距離と同等であり、かつ、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離は、前記第 5 陰極貫通導体と前記第 6 陰極貫通導体との中心間距離と異なる、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ素子。

【請求項 2 0】

50

前記第 2 陽極貫通導体は、前記直接貫通導体であり、
 前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陽極貫通導体をさらに含み、
 前記第 5 陽極貫通導体は、前記間接貫通導体であり、
 前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 1 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離と同等である、請求項 6 に記載のコンデンサ素子。

【請求項 2 1】

前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 6 陽極貫通導体をさらに含み、
 前記第 6 陽極貫通導体は、前記間接貫通導体であり、
 前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 5 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 6 陽極貫通導体との中心間距離と同等であり、かつ、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 6 陽極貫通導体との中心間距離と異なる、請求項 2 0 に記載のコンデンサ素子。

10

【請求項 2 2】

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、を含むコンデンサ部と、
 前記誘電体層及び前記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、
 前記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、
 前記封止層の表面に設けられた導体配線層と、
 前記封止層及び前記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、を備え、
 前記貫通導体は、前記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、前記陽極板に電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含み、
 前記導体配線層は、前記陰極貫通導体及び前記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されており、

20

前記陰極貫通導体は、第 1 陰極貫通導体及び第 2 陰極貫通導体を含み、
 前記陽極貫通導体は、第 1 陽極貫通導体を含み、
 前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 1 陰極貫通導体との中心間距離は、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陰極貫通導体との中心間距離と同等であり、

30

前記陽極貫通導体は、第 2 陽極貫通導体をさらに含み、
 前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 1 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 1 陰極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離と同等であり、

前記第 1 陰極貫通導体、前記第 2 陰極貫通導体、前記第 1 陽極貫通導体及び前記第 2 陽極貫通導体は、各々、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陽極貫通導体をさらに含み、
 前記第 5 陽極貫通導体は、前記外側絶縁層、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体であり、

40

前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 1 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離と同等である、コンデンサ素子。

【請求項 2 3】

前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 6 陽極貫通導体をさらに含み、
 前記第 6 陽極貫通導体は、前記間接貫通導体であり、
 前記陽極板の厚さ方向からの平面視で、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 5 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 6 陽極貫通導体との中心間距離と同等であり、かつ、前記第 1 陽極貫通導体と前記第 2 陽極貫通導体との中心間距離は、前記第 5 陽極貫通導体と前記第 6 陽極貫通導体との中心間距離と異なる、請求項 2 2 に記載の

50

ンデンサ素子。

【請求項 2 4】

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、を含むコンデンサ部と、前記誘電体層及び前記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、

前記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、

前記封止層の表面に設けられた導体配線層と、

前記封止層及び前記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、を備え、

前記貫通導体は、前記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、前記陽極板に電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含み、

10

前記導体配線層は、前記陰極貫通導体及び前記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されており、

前記陰極貫通導体は、第 1 陰極貫通導体を含み、

前記陽極貫通導体は、第 1 陽極貫通導体を含み、

前記第 1 陰極貫通導体及び前記第 1 陽極貫通導体は、各々、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

前記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陰極貫通導体をさらに含み、

前記第 5 陰極貫通導体は、前記外側絶縁層、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体である、コンデンサ素子。

20

【請求項 2 5】

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、を含むコンデンサ部と、前記誘電体層及び前記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、

前記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、

前記封止層の表面に設けられた導体配線層と、

前記封止層及び前記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、を備え、

前記貫通導体は、前記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、前記陽極板に電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含み、

30

前記導体配線層は、前記陰極貫通導体及び前記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されており、

前記陰極貫通導体は、第 1 陰極貫通導体を含み、

前記陽極貫通導体は、第 1 陽極貫通導体を含み、

前記第 1 陰極貫通導体及び前記第 1 陽極貫通導体は、各々、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

前記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陽極貫通導体をさらに含み、

前記第 5 陽極貫通導体は、前記外側絶縁層、前記封止層及び前記コンデンサ部を前記厚さ方向に貫通して前記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体である、コンデンサ素子。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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

50

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がスリット状のシート除去部によって分割されている。

【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】

特許文献1には、第1封止層又は第2封止層を厚み方向に貫通する貫通電極が設けられ、貫通電極を介して陽極板又は陰極層と外部電極とが接続されることが好ましい旨が記載されている。例えば、特許文献1の図22A及び図22Bには、陽極と陰極とが千鳥格子状に配置され、陽極板が陽極貫通電極の壁面で直接接続された構造が記載されている。

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のコンデンサレイでは、コンデンサレイに含まれる個別のコンデンサ素子における等価直列抵抗(ESR)及び等価直列インダクタンス(ESL)を低減する点で改善の余地がある。

【0006】

なお、複数のコンデンサ素子を含むコンデンサレイに限らず、単独のコンデンサ素子においても等価直列抵抗及び等価直列インダクタンスを低減する点で改善の余地がある。

【0007】

本発明は、等価直列抵抗及び等価直列インダクタンスを低減すること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】

【0008】

本発明のコンデンサ素子は、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、を含むコンデンサ部と、上記誘電体層及び上記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、上記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、上記封止層の表面に設けられた導体配線層と、上記封止層及び上記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、を備える。上記貫通導体は、上記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、上記陽極板に電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含む。上記導体配線層は、上記陰極貫通導体及び上記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されている。上記陰極貫通導体は、第1陰極貫通導体及び第2陰極貫通導体を含む。上記陽極貫通導体は、第1陽極貫通導体を含む。上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陽極貫通導体と上記第1陰極貫通導体との中心間距離は、上記第1陽極貫通導体と上記第2陰極貫通導体との中心間距離と同等である。上記第1陰極貫通導体、上記第2陰極貫通導体及び上記第1陽極貫通導体は、各々、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体である。上記陰極貫通導体は、少なくとも1本の第5陰極貫通導体をさらに含む。上記第5陰極貫通導体は、上記外側絶縁層、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体である。上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第5陰極貫通導体と上記第1陰極貫通導体との中心間距離は、上記第5陰極貫通導体と上記第2陰極貫通導体との中心間距離と同等である。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、等価直列抵抗及び等価直列インダクタンスを低減すること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 1 0 】

【 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 A 】 図 2 A は、図 1 の A 線及び A ' 線に沿った平面図である。

【 図 2 B 】 図 2 B は、図 1 の B 線及び B ' 線に沿った平面図である。

【 図 2 C 】 図 2 C は、図 1 の C 線及び C ' 線に沿った平面図である。

【 図 2 D 】 図 2 D は、図 1 の D 線及び D ' 線に沿った平面図である。

【 図 2 E 】 図 2 E は、図 1 の E 線に沿った平面図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 3 に示す配置において、陰極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の別の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 6 】 図 6 は、図 3 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 図 7 】 図 7 は、図 5 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 図 8 】 図 8 は、図 4 に示す配置において、陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する陽極貫通導体を説明するための平面図である。

【 図 9 】 図 9 は、図 6 に示す配置において、陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する陰極貫通導体を説明するための平面図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置のさらに別の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、図 1 0 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 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 1 3 】 図 1 3 は、図 1 2 とは異なる位置での断面図である。

【 図 1 4 A 】 図 1 4 A は、図 1 2 の A 線及び A ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 B 】 図 1 4 B は、図 1 2 の B 線及び B ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 C 】 図 1 4 C は、図 1 2 の C 線及び C ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 D 】 図 1 4 D は、図 1 2 の D 線及び D ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 E 】 図 1 4 E は、図 1 2 の E 線及び E ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 F 】 図 1 4 F は、図 1 2 の F 線及び F ' 線に沿った平面図である。

【 図 1 4 G 】 図 1 4 G は、図 1 2 の G 線に沿った平面図である。

【 図 1 5 A 】 図 1 5 A は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 1 5 B 】 図 1 5 B は、図 1 5 A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【 図 1 6 A 】 図 1 6 A は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の別の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 1 6 B 】 図 1 6 B は、図 1 6 A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置のさらに別の一例を模式的に示す平面図である。

【 図 1 8 A 】 図 1 8 A は、図 1 5 A に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

10

20

30

40

50

【図 18B】図 18B は、図 18A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【図 19A】図 19A は、図 16A に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【図 19B】図 19B は、図 19A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【図 20】図 20 は、図 17 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【図 21】図 21 は、外側絶縁層の変形例を模式的に示す断面図である。

【図 22】図 22 は、複数のコンデンサ部を備えるコンデンサ素子の位置例を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0011】

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。

【0012】

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した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述は省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態毎には逐次言及しない。

20

【0013】

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」という。

【0014】

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。

【0015】

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がある。

30

【0016】

[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 2A は、図 1 の A 線及び A' 線に沿った平面図である。図 2B は、図 1 の B 線及び B' 線に沿った平面図である。図 2C は、図 1 の C 線及び C' 線に沿った平面図である。図 2D は、図 1 の D 線及び D' 線に沿った平面図である。図 2E は、図 1 の E 線に沿った平面図である。なお、図 1 は、図 2A の I - I 線に沿った断面図である。

【0017】

図 1 に示すコンデンサ素子 1 は、コンデンサ部 10 と、貫通導体 20 と、を備える。図 1 に示す例では、コンデンサ素子 1 は、封止層 30 と、導体配線層 40A 及び 40B と、をさらに備える。

40

【0018】

コンデンサ部 10 は、芯部 11A の少なくとも一方の主面に多孔質部 11B を有する陽極板 11 と、多孔質部 11B 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。これにより、コンデンサ部 10 は、電解コンデンサを構成する。図 1 に示す例では、陽極板 11 は、芯部 11A の両方の主面に多孔質部 11B を有するが、芯部 11A のいずれか一方の主面のみに多孔質部 11B を有してもよい。

【0019】

陰極層 12 は、例えば、誘電体層 13 の表面に設けられた固体電解質層を含む。陰極層 12 は、固体電解質層の表面に設けられた導電体層をさらに含むことが好ましい。陰極層

50

12が固体電解質層を含む場合、コンデンサ部10は、固体電解コンデンサを構成する。

【0020】

貫通導体20は、誘電体層13及び陽極板11を厚さ方向（図1では上下方向）に貫通する。

【0021】

貫通導体20は、陰極層12に電氣的に接続されている陰極貫通導体20Aと、陽極板11に電氣的に接続されている陽極貫通導体20Bと、を含む。

【0022】

図1に示す例では、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通するように複数の陰極貫通導体20Aが設けられている。各々の陰極貫通導体20Aは、封止層30の表面に設けられた導体配線層40Aと端部で接続されている。

10

【0023】

陰極貫通導体20Aは、図2Cに示すように、陽極板11の厚さ方向の平面視で、陰極層12内に存在することが好ましい。

【0024】

陰極貫通導体20Aは、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する貫通孔の少なくとも内壁面に設けられていればよい。すなわち、陰極貫通導体20Aは、上記貫通孔の内壁面のみに設けられていてもよく、上記貫通孔の内部全体に設けられていてもよい。陰極貫通導体20Aが上記貫通孔の内壁面のみに設けられている場合、上記貫通孔内の陰極貫通導体20Aで囲まれた空間は、樹脂を含有する材料で充填されていてもよい。すなわち、陰極貫通導体20Aの内側には、樹脂充填部25Aが設けられていてもよい。

20

【0025】

図1に示すように、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する貫通孔と陰極貫通導体20Aとの間には、封止層30等の絶縁性材料が充填される。

【0026】

図1に示す例では、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通するように複数の陽極貫通導体20Bが設けられている。各々の陽極貫通導体20Bは、封止層30の表面に設けられた導体配線層40Bと端部で接続されている。

【0027】

陽極貫通導体20Bは、図2Cに示すように、陽極板11の厚さ方向の平面視で、陰極層12内に存在することが好ましい。

30

【0028】

陽極貫通導体20Bは、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する貫通孔の少なくとも内壁面に設けられていればよい。すなわち、陽極貫通導体20Bは、上記貫通孔の内壁面のみに設けられていてもよく、上記貫通孔の内部全体に設けられていてもよい。陽極貫通導体20Bが上記貫通孔の内壁面のみに設けられている場合、上記貫通孔内の陽極貫通導体20Bで囲まれた空間は、樹脂を含有する材料で充填されていてもよい。すなわち、陽極貫通導体20Bの内側には、樹脂充填部25Bが設けられていてもよい。

【0029】

本明細書では、貫通導体20のうち、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40A又は40Bと端部で接続されている貫通導体を「直接貫通導体」と呼ぶ。したがって、陰極貫通導体20A及び陽極貫通導体20Bは、各々、直接貫通導体である。

40

【0030】

図1に示すように、陽極貫通導体20Bは、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する貫通孔の内壁面で陽極板11に電氣的に接続されていることが好ましい。より具体的には、陽極貫通導体20Bは、面方向において上記貫通孔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。この場合、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する貫通孔と陽極貫通導体20Bとの間には、封止層30等の絶縁性材料が充填されない。

50

【 0 0 3 1 】

陽極貫通導体 2 0 B に電氣的に接続される陽極板 1 1 の端面には、図 1 に示すように、芯部 1 1 A 及び多孔質部 1 1 B が露出していることが好ましい。この場合、芯部 1 1 A に加えて多孔質部 1 1 B でも、陽極貫通導体 2 0 B との電氣的な接続がなされる。

【 0 0 3 2 】

陽極板 1 1 の厚さ方向から見たとき、陽極貫通導体 2 0 B は、図 2 D 及び図 2 E に示すように、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔の全周にわたって陽極板 1 1 に電氣的に接続されていることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

陽極貫通導体 2 0 B は、陽極接続層を介して電氣的に接続されていてもよく、陽極板 1 1 の端面に直に接続されていてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

封止層 3 0 は、コンデンサ部 1 0 を覆うように設けられている。封止層 3 0 によって、コンデンサ部 1 0 が封止層 3 0 で保護される。

【 0 0 3 5 】

封止層 3 0 は、図 1 に示すように、コンデンサ部 1 0 の厚さ方向に相対する両方の主面に設けられていることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

導体配線層 4 0 A 及び 4 0 B は、封止層 3 0 の表面に設けられ、陰極貫通導体 2 0 A 及び陽極貫通導体 2 0 B のいずれか一方に電氣的に接続されている。

20

【 0 0 3 7 】

導体配線層 4 0 A は、陰極貫通導体 2 0 A に電氣的に接続されている。図 1 に示す例において、導体配線層 4 0 A は、陰極貫通導体 2 0 A の表面に設けられており、コンデンサ素子 1 の接続端子として機能する。

【 0 0 3 8 】

具体的には、図 1 に示す例において、導体配線層 4 0 A は、封止層 3 0 を貫通するビア導体 4 5 を介して陰極層 1 2 に電氣的に接続されており、陰極層 1 2 用の接続端子として機能する。

【 0 0 3 9 】

導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B に電氣的に接続されている。図 1 に示す例において、導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B の表面に設けられており、コンデンサ素子 1 の接続端子として機能する。

30

【 0 0 4 0 】

具体的には、図 1 に示す例において、導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B を介して陽極板 1 1 に電氣的に接続されており、陽極板 1 1 用の接続端子として機能する。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の一例を模式的に示す平面図である。図 3 に示す平面図は、図 2 E に示す平面図と同一である。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示す例では、貫通導体が正方配置されている。正方配置においては、正形状の各頂点に貫通導体が配置されている。図 3 では、上側から下側に向かって陰極貫通導体と陽極貫通導体とが交互に配置されるとともに、左側から右側に向かって陰極貫通導体と陽極貫通導体とが交互に配置されている。

40

【 0 0 4 3 】

図 3 においては、陰極貫通導体は、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 及び第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 を含み、陽極貫通導体は、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 を含む。陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 との中心間距離は、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離と同等である。

【 0 0 4 4 】

50

本発明の第1実施形態に係るコンデンサ素子では、1つの陰極層に複数の陰極貫通導体が電氣的に接続されることで、1つのコンデンサ素子に対して電流経路が並列に形成されるため、等価直列抵抗及び等価直列インダクタンスを低減することができる。さらに、陽極貫通導体と陰極貫通導体との中心間距離が均一化されることで、各電流経路間のインピーダンス差を低減することができる。また、コンデンサ素子の発熱を分散させ、電流量を増加させることもできる。

【0045】

本明細書において、貫通導体の中心とは、陽極板の厚さ方向からの平面視で貫通導体を内包する最小円の中心を意味する。したがって、陽極貫通導体と陰極貫通導体との中心間距離とは、上記の方法により求められる陽極貫通導体の中心と陰極貫通導体の中心とを結ぶ線分の長さを意味する。陰極貫通導体と陰極貫通導体との中心間距離、及び、陽極貫通導体と陽極貫通導体との中心間距離についても同様である。

10

【0046】

また、本明細書において、「中心間距離が同等である」とは、中心間距離が完全に同等である場合のみを意味する表現ではなく、中心間距離が実質的に同等である場合、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。

【0047】

なお、第1陰極貫通導体20A1、第2陰極貫通導体20A2及び第1陽極貫通導体20B1は、各々、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40A又は40Bと端部で接続されている直接貫通導体である。

20

【0048】

図4は、図3に示す配置において、陰極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【0049】

図4に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも1本の第3陰極貫通導体20A3をさらに含むことが好ましい。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1と第2陰極貫通導体20A2との中心間距離は、第1陰極貫通導体20A1と第3陰極貫通導体20A3との中心間距離と同等である。図4に示す例では、3本の第3陰極貫通導体20A3が存在する。

【0050】

陰極貫通導体が第3陰極貫通導体20A3を含む場合、図4に示すように、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第1陰極貫通導体20A1の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上に第3陰極貫通導体20A3が存在することが好ましい。この場合、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第1陰極貫通導体20A1の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第3陰極貫通導体20A3を内包する最小円が存在すればよい。

30

【0051】

なお、第3陰極貫通導体20A3は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと端部で接続されている直接貫通導体である。

40

【0052】

さらに、図4に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも1本の第4陰極貫通導体20A4をさらに含むことが好ましい。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第2陰極貫通導体20A2と第1陰極貫通導体20A1との中心間距離は、第2陰極貫通導体20A2と第4陰極貫通導体20A4との中心間距離と同等である。図4に示す例では、3本の第4陰極貫通導体20A4が存在する。

【0053】

陰極貫通導体が第4陰極貫通導体20A4を含む場合、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第2陰極貫通導体20A2の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転さ

50

せた直線上に第4陰極貫通導体20A4が存在することが好ましい。この場合、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第2陰極貫通導体20A2の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第4陰極貫通導体20A4を内包する最小円が存在すればよい。

【0054】

なお、第4陰極貫通導体20A4は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0055】

図5は、本発明の第1実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の別の一例を模式的に示す平面図である。

10

【0056】

図5に示す例では、貫通導体が六方配置されている。六方配置においては、正六角形状の各頂点及び該正六角形状の中心に貫通導体が配置されている。図5では、上側から下側に向かって陰極貫通導体と陽極貫通導体とが交互に配置されている。

【0057】

図5においても、陰極貫通導体は、第1陰極貫通導体20A1及び第2陰極貫通導体20A2を含み、陽極貫通導体は、第1陽極貫通導体20B1を含む。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1と第1陰極貫通導体20A1との中心間距離は、第1陽極貫通導体20B1と第2陰極貫通導体20A2との中心間距離と同等である。

20

【0058】

図5に示す例では、1本の第3陰極貫通導体20A3が存在する。

【0059】

陰極貫通導体が第3陰極貫通導体20A3を含む場合、図5に示すように、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第1陰極貫通導体20A1の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上に第3陰極貫通導体20A3が存在することが好ましい。この場合、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第1陰極貫通導体20A1の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第3陰極貫通導体20A3を内包する最小円が存在すればよい。

30

【0060】

さらに、図5に示す例では、1本の第4陰極貫通導体20A4が存在する。

【0061】

陰極貫通導体が第4陰極貫通導体20A4を含む場合、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第2陰極貫通導体20A2の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上に第4陰極貫通導体20A4が存在することが好ましい。この場合、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第2陰極貫通導体20A2の中心を基準にして60度又は120度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第4陰極貫通導体20A4を内包する最小円が存在すればよい。

40

【0062】

図4又は図5に示すように、陰極貫通導体が第3陰極貫通導体20A3を含む場合、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第1陰極貫通導体20A1の中心を基準にして60度、90度、120度又は180度の角度で回転させた直線上に第3陰極貫通導体20A3が存在することが好ましい。

【0063】

50

また、陰極貫通導体が第4陰極貫通導体20A4を含む場合、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1の中心と第2陰極貫通導体20A2の中心とを結ぶ線分を、第2陰極貫通導体20A2の中心を基準にして60度、90度、120度又は180度の角度で回転させた直線上に第4陰極貫通導体20A4が存在することが好ましい。

【0064】

図6は、図3に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【0065】

図6に示すように、陽極貫通導体は、第2陽極貫通導体20B2をさらに含むことが好ましい。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1と第1陽極貫通導体20B1との中心間距離は、第1陰極貫通導体20A1と第2陽極貫通導体20B2との中心間距離と同等である。

10

【0066】

なお、第2陽極貫通導体20B2は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Bと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0067】

図6に示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第3陽極貫通導体20B3をさらに含むことが好ましい。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1と第2陽極貫通導体20B2との中心間距離は、第1陽極貫通導体20B1と第3陽極貫通導体20B3との中心間距離と同等である。図6に示す例では、3本の第3陽極貫通導体20B3が存在する。

20

【0068】

陽極貫通導体が第3陽極貫通導体20B3を含む場合、図6に示すように、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1の中心と第2陽極貫通導体20B2の中心とを結ぶ線分を、第1陽極貫通導体20B1の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上に第3陽極貫通導体20B3が存在することが好ましい。この場合、第1陽極貫通導体20B1の中心と第2陽極貫通導体20B2の中心とを結ぶ線分を、第1陽極貫通導体20B1の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第3陽極貫通導体20B3を内包する最小円が存在すればよい。

30

【0069】

なお、第3陽極貫通導体20B3は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Bと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0070】

さらに、図6に示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第4陽極貫通導体20B4をさらに含むことが好ましい。陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第2陽極貫通導体20B2と第1陽極貫通導体20B1との中心間距離は、第2陽極貫通導体20B2と第4陽極貫通導体20B4との中心間距離と同等である。図6に示す例では、3本の第4陽極貫通導体20B4が存在する。

【0071】

陽極貫通導体が第4陽極貫通導体20B4を含む場合、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1の中心と第2陽極貫通導体20B2の中心とを結ぶ線分を、第2陽極貫通導体20B2の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上に第4陽極貫通導体20B4が存在することが好ましい。この場合、第1陽極貫通導体20B1の中心と第2陽極貫通導体20B2の中心とを結ぶ線分を、第2陽極貫通導体20B2の中心を基準にして90度又は180度の角度で回転させた直線上には、陽極板11の厚さ方向からの平面視で第4陽極貫通導体20B4を内包する最小円が存在すればよい。

40

【0072】

なお、第4陽極貫通導体20B4は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫

50

通して導体配線層 4 0 B と端部で接続されている直接貫通導体である。

【 0 0 7 3 】

図 7 は、図 5 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 0 0 7 4 】

図 7 においても、陽極貫通導体は、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 をさらに含むことが好ましい。

【 0 0 7 5 】

図 7 に示す例では、1 本の第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 が存在する。

【 0 0 7 6 】

陽極貫通導体が第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 を含む場合、図 7 に示すように、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心を基準にして 6 0 度又は 1 2 0 度の角度で回転させた直線上に第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 が存在することが好ましい。この場合、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心を基準にして 6 0 度又は 1 2 0 度の角度で回転させた直線上には、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 を内包する最小円が存在すればよい。

【 0 0 7 7 】

さらに、図 7 に示す例では、1 本の第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 が存在する。

【 0 0 7 8 】

陽極貫通導体が第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 を含む場合、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心を基準にして 6 0 度又は 1 2 0 度の角度で回転させた直線上に第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 が存在することが好ましい。この場合、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心を基準にして 6 0 度又は 1 2 0 度の角度で回転させた直線上には、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 を内包する最小円が存在すればよい。

【 0 0 7 9 】

図 6 又は図 7 に示すように、陽極貫通導体が第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 を含む場合、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心を基準にして 6 0 度、9 0 度、1 2 0 度又は 1 8 0 度の角度で回転させた直線上に第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 が存在することが好ましい。

【 0 0 8 0 】

また、陽極貫通導体が第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 を含む場合、陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心とを結ぶ線分を、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心を基準にして 6 0 度、9 0 度、1 2 0 度又は 1 8 0 度の角度で回転させた直線上に第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 が存在することが好ましい。

【 0 0 8 1 】

図 8 は、図 4 に示す配置において、陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する陽極貫通導体を説明するための平面図である。

【 0 0 8 2 】

図 8 に示すように、陽極板の厚さ方向からの平面視で、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離を半径とし、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 の中心を中心とする円の内部に存在する陽極貫通導体 2 0 B の本数と、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離を半径とし、第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 の中心を中心とする円の内部に存在する陽極貫通導体 2 0 B の本数とが同数であることが好ましい。図 8 に示す例では、各円の内部に 4 本の陽極貫通導体 2 0 B が存在する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

図 8 に示すように、均等に配置された電流経路に、均等かつ並列にコンデンサを配置することで、ノイズ除去効果を高めることができる。

【 0 0 8 4 】

特に、陽極板の厚さ方向からの平面視で、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離を半径とし、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 の中心を中心とする円と重なる陽極貫通導体 2 0 B の合計面積と、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離を半径とし、第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 の中心を中心とする円の内部に存在する陽極貫通導体 2 0 B の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内であることが好ましい。

10

【 0 0 8 5 】

図 9 は、図 6 に示す配置において、陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する陰極貫通導体を説明するための平面図である。

【 0 0 8 6 】

図 9 に示すように、陽極板の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 との中心間距離を半径とし、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心を中心とする円の内部に存在する陰極貫通導体 2 0 A の本数と、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 との中心間距離を半径とし、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心を中心とする円の内部に存在する陰極貫通導体 2 0 A の本数とが同数であることが好ましい。図 9 に示す例では、各円の内部に 4 本の陰極貫通導体 2 0 A が存在する。

20

【 0 0 8 7 】

特に、陽極板の厚さ方向からの平面視で、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 との中心間距離を半径とし、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 の中心を中心とする円と重なる陰極貫通導体 2 0 A の合計面積と、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 と第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 との中心間距離を半径とし、第 2 陽極貫通導体 2 0 B 2 の中心を中心とする円の内部に存在する陰極貫通導体 2 0 A の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内であることが好ましい。

【 0 0 8 8 】

図 1 0 は、本発明の第 1 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置のさらに別の一例を模式的に示す平面図である。

30

【 0 0 8 9 】

図 1 0 に示す例では、貫通導体が六方配置されている。図 1 0 では、上側から下側に向かって陰極貫通導体と陽極貫通導体とが 2 本ずつ交互に配置されている。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 に示す例では、図 5 に示す例と異なり、2 本の第 3 陰極貫通導体 2 0 A 3 及び 2 本の第 4 陰極貫通導体 2 0 A 4 が存在する。

【 0 0 9 1 】

図 4 又は図 1 0 に示すように、陰極貫通導体が第 3 陰極貫通導体 2 0 A 3 及び第 4 陰極貫通導体 2 0 A 4 を含む場合、第 3 陰極貫通導体 2 0 A 3 及び第 4 陰極貫通導体 2 0 A 4 が、各々、2 本以上存在することが好ましい。この場合、等価直列抵抗及び等価直列インダクタンスを低減する効果、及び、各電流経路間のインピーダンス差を低減する効果を高めることができる。また、コンデンサ素子の発熱を分散させ、電流容量を増加させる効果を高めることもできる。

40

【 0 0 9 2 】

図 1 1 は、図 1 0 に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 に示す例では、図 7 に示す例と異なり、2 本の第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 及び 2 本の第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 が存在する。

【 0 0 9 4 】

50

図 6 又は図 1 1 に示すように、陽極貫通導体が第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 及び第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 を含む場合、第 3 陽極貫通導体 2 0 B 3 及び第 4 陽極貫通導体 2 0 B 4 が、各々、2 本以上存在することが好ましい。

【 0 0 9 5 】

以下では、コンデンサ素子 1 の詳細な構成について説明する。

【 0 0 9 6 】

厚さ方向から見たときのコンデンサ素子 1 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、コンデンサ素子 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 9 7 】

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 0 9 8 】

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 0 9 9 】

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 を有していてもよく、芯部 1 1 A の両方の主面に多孔質部 1 1 B を有していてもよい。多孔質部 1 1 B は、芯部 1 1 A 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。

【 0 1 0 0 】

エッチング処理前の陽極板 1 1 の厚さは、60 μm 以上、200 μm 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 1 1 A の厚さは、15 μm 以上、70 μm 以下であることが好ましい。多孔質部 1 1 B 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 1 1 A の両側の多孔質部 1 1 B を合わせて 10 μm 以上、180 μm 以下であることが好ましい。

【 0 1 0 1 】

多孔質部 1 1 B の孔径は、10 nm 以上、600 nm 以下であることが好ましい。なお、多孔質部 1 1 B 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 1 1 B 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。

【 0 1 0 2 】

多孔質部 1 1 B の表面に設けられる誘電体層 1 3 は、多孔質部 1 1 B 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 1 3 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 1 1 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 1 3 を形成することができる。

【 0 1 0 3 】

誘電体層 1 3 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、10 nm 以上、100 nm 以下であることが好ましい。

【 0 1 0 4 】

陰極層 1 2 が固体電解質層を含む場合、固体電解質層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

10

20

30

40

50

ンスルホン酸（PSS）等のドーパントを含んでいてもよい。なお、固体電解質層は、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。

【0105】

多孔質部11Bの表面からの固体電解質層の厚さは、2 μ m以上、20 μ m以下であることが好ましい。

【0106】

固体電解質層は、例えば、3,4-エチレンジオキシチオフエ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エン)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エン)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。

10

【0107】

固体電解質層は、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。

【0108】

陰極層12が導電体層を含む場合、導電体層は、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。導電体層は、固体電解質層の全面を被覆することが好ましい。

【0109】

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

【0110】

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。

【0111】

導電体層は、例えば、固体電解質層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。

30

【0112】

カーボン層は、固体電解質層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。なお、カーボン層は、乾燥前の粘性のある状態で、次工程の銅層を積層することが好ましい。カーボン層の厚さは、2 μ m以上、20 μ m以下であることが好ましい。

【0113】

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、2 μ m以上、20 μ m以下であることが好ましい。

40

【0114】

貫通導体20のうち、直接貫通導体である陰極貫通導体20Aは、例えば、以下のようにして形成される。まず、ドリル加工、レーザー加工等の加工を行うことにより、コンデンサ部10を厚さ方向に貫通する第1貫通孔を形成する。次に、封止層30等の絶縁性材料を第1貫通孔に充填する。絶縁性材料が充填された部分に対して、ドリル加工、レーザー加工等の加工を行うことにより、第2貫通孔を形成する。この際、絶縁性材料を充填した第1貫通孔の直径よりも第2貫通孔の直径を小さくすることにより、面方向において、

50

第1貫通孔の内壁面と第2貫通孔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2貫通孔の内壁面を、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、直接貫通導体である陰極貫通導体20Aを形成する。陰極貫通導体20Aを形成する際、例えば、第2貫通孔の内壁面を、無電解銅めっき処理、電解銅めっき処理等の処理でメタライズすることにより、加工が容易になる。なお、陰極貫通導体20Aを形成する方法については、第2貫通孔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貫通孔に充填する方法であってもよい。

【0115】

貫通導体20のうち、直接貫通導体である陽極貫通導体20Bは、例えば、以下のようにして形成される。まず、ドリル加工、レーザー加工等の加工を行うことにより、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する第3貫通孔を形成する。そして、第3貫通孔の内壁面を、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、直接貫通導体である陽極貫通導体20Bを形成する。陽極貫通導体20Bを形成する際、例えば、第3貫通孔の内壁面を、無電解銅めっき処理、電解銅めっき処理等の処理でメタライズすることにより、加工が容易になる。なお、陽極貫通導体20Bを形成する方法については、第3貫通孔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3貫通孔に充填する方法であってもよい。

10

【0116】

陰極貫通導体20Aの内側に樹脂充填部25Aが設けられる場合、樹脂充填部25Aを構成する材料は、陰極貫通導体20Aを構成する材料（例えば銅）よりも熱膨張率が大きくてもよく、小さくてもよく、同じでもよい。

20

【0117】

陽極貫通導体20Bの内側に樹脂充填部25Bが設けられる場合、樹脂充填部25Bを構成する材料は、陽極貫通導体20Bを構成する材料（例えば銅）よりも熱膨張率が大きくてもよく、小さくてもよく、同じでもよい。

【0118】

封止層30は、絶縁性材料から構成される。この場合、封止層30は、絶縁性樹脂から構成されることが好ましい。

【0119】

封止層30を構成す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。

30

【0120】

封止層30は、フィラーをさらに含むことが好ましい。

【0121】

封止層30に含まれるフィラーとしては、例えば、シリカ粒子、アルミナ粒子等の無機フィラーが挙げられる。

【0122】

封止層30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30が2層以上から構成される場合、各層を構成する材料は、それぞれ同じでもよく、異なってもよい。

40

【0123】

封止層30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10を封止するように形成される。

【0124】

コンデンサ部10と封止層30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。

【0125】

導体配線層40A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、導体配線層40Aは、例えば、陰極貫通導体20Aの表面にめっき処理を行うことにより形成される。

50

【 0 1 2 6 】

導体配線層 4 0 A と他の部材との間の密着性、ここでは、導体配線層 4 0 A と陰極貫通導体 2 0 A との間の密着性を向上させるために、導体配線層 4 0 A 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。

【 0 1 2 7 】

導体配線層 4 0 B 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、導体配線層 4 0 B は、例えば、陽極貫通導体 2 0 B 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 8 】

導体配線層 4 0 B と他の部材との間の密着性、ここでは、導体配線層 4 0 B と陽極貫通導体 2 0 B との間の密着性を向上させるために、導体配線層 4 0 B 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。

【 0 1 2 9 】

導体配線層 4 0 A 及び 4 0 B 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。

【 0 1 3 0 】

ビア導体 4 5 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。

【 0 1 3 1 】

ビア導体 4 5 は、例えば、封止層 3 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔に対して、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。

【 0 1 3 2 】

図 1 には示されていないが、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、貫通導体 2 0 の周囲に設けられた絶縁層をさらに含んでもよい。

【 0 1 3 3 】

また、図 1 には示されていないが、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層をさらに含んでもよい。陰極層 1 2 の周囲を絶縁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。

【 0 1 3 4 】

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

【 0 1 3 5 】

絶縁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。

【 0 1 3 6 】

絶縁層は、封止層 3 0 と同じ樹脂で構成されていてもよい。封止層 3 0 と異なり、絶縁層に無機フィラーが含有されるとコンデンサ部 1 0 の容量有効部に悪影響を及ぼすおそれがあるため、絶縁層は樹脂単独の系からなることが好ましい。

【 0 1 3 7 】

絶縁層は、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 1 1 B 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。

【 0 1 3 8 】

10

20

30

40

50

絶縁層は、多孔質部 1 1 B に対して、誘電体層 1 3 よりも前のタイミングで形成されてもよいし、誘電体層 1 3 よりも後のタイミングで形成されてもよい。

【 0 1 3 9 】

[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では、貫通導体は、間接貫通導体をさらに含む。

【 0 1 4 0 】

図 1 2 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 1 3 は、図 1 2 とは異なる位置での断面図である。図 1 4 A は、図 1 2 の A 線及び A ' 線に沿った平面図である。図 1 4 B は、図 1 2 の B 線及び B ' 線に沿った平面図である。図 1 4 C は、図 1 2 の C 線及び C ' 線に沿った平面図である。図 1 4 D は、図 1 2 の D 線及び D ' 線に沿った平面図である。図 1 4 E は、図 1 2 の E 線及び E ' 線に沿った平面図である。図 1 4 F は、図 1 2 の F 線及び F ' 線に沿った平面図である。図 1 4 G は、図 1 2 の G 線に沿った平面図である。なお、図 1 2 は、図 1 4 A の I - I 線に沿った断面図であり、図 1 3 は、図 1 4 A の II - II 線に沿った断面図である。

10

【 0 1 4 1 】

図 1 2 及び図 1 3 に示すコンデンサ素子 2 は、コンデンサ部 1 0 と、貫通導体 2 0 と、封止層 3 0 と、導体配線層 4 0 A 及び 4 0 B と、外側絶縁層 5 0 と、を備える。図 1 2 及び図 1 3 に示す例では、コンデンサ素子 2 は、導体配線層 4 0 C 及び 4 0 D をさらに備える。

20

【 0 1 4 2 】

コンデンサ部 1 0 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。これにより、コンデンサ部 1 0 は、電解コンデンサを構成する。図 1 2 及び図 1 3 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 1 4 3 】

陰極層 1 2 は、例えば、誘電体層 1 3 の表面に設けられた固体電解質層を含む。陰極層 1 2 は、固体電解質層の表面に設けられた導電体層をさらに含むことが好ましい。陰極層 1 2 が固体電解質層を含む場合、コンデンサ部 1 0 は、固体電解コンデンサを構成する。

30

【 0 1 4 4 】

貫通導体 2 0 は、誘電体層 1 3 及び陽極板 1 1 を厚さ方向（図 1 2 及び図 1 3 では上下方向）に貫通する。

【 0 1 4 5 】

貫通導体 2 0 は、陰極層 1 2 に電氣的に接続されている陰極貫通導体 2 0 A 及び 2 0 C と、陽極板 1 1 に電氣的に接続されている陽極貫通導体 2 0 B 及び 2 0 D と、を含む。

【 0 1 4 6 】

図 1 3 に示す例では、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通するように複数の陰極貫通導体 2 0 A が設けられている。各々の陰極貫通導体 2 0 A は、封止層 3 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 A と端部で接続されている。

40

【 0 1 4 7 】

陰極貫通導体 2 0 A は、図 1 4 E に示すように、陽極板 1 1 の厚さ方向の平面視で、陰極層 1 2 内に存在することが好ましい。

【 0 1 4 8 】

図 1 2 に示す例では、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通するように複数の陽極貫通導体 2 0 B が設けられている。各々の陽極貫通導体 2 0 B は、封止層 3 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 B と端部で接続されている。

【 0 1 4 9 】

陽極貫通導体 2 0 B は、図 1 4 E に示すように、陽極板 1 1 の厚さ方向の平面視で、陰

50

極層 1 2 内に存在することが好ましい。

【 0 1 5 0 】

第 1 実施形態と同様、陰極貫通導体 2 0 A 及び陽極貫通導体 2 0 B は、各々、直接貫通導体である。

【 0 1 5 1 】

図 1 3 に示す例では、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通するように複数の陰極貫通導体 2 0 C が設けられている。各々の陰極貫通導体 2 0 C は、封止層 3 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 A と側面で接続されている。さらに、各々の陰極貫通導体 2 0 C は、外側絶縁層 5 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 C と端部で接続されている。

10

【 0 1 5 2 】

陰極貫通導体 2 0 C は、図 1 4 E に示すように、陽極板 1 1 の厚さ方向の平面視で、陰極層 1 2 内に存在することが好ましい。

【 0 1 5 3 】

陰極貫通導体 2 0 C は、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔の少なくとも内壁面に設けられていればよい。すなわち、陰極貫通導体 2 0 C は、上記貫通孔の内壁面のみに設けられていてもよく、上記貫通孔の内部全体に設けられていてもよい。陰極貫通導体 2 0 C が上記貫通孔の内壁面のみに設けられている場合、上記貫通孔内の陰極貫通導体 2 0 C で囲まれた空間は、樹脂を含有する材料で充填されていてもよい。すなわち、陰極貫通導体 2 0 C の内側には、樹脂充填部 2 5 C が設けられていてもよい。

20

【 0 1 5 4 】

図 1 3 に示すように、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔と陰極貫通導体 2 0 C との間には、封止層 3 0 等の絶縁性材料が充填される。

【 0 1 5 5 】

図 1 2 に示す例では、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通するように複数の陽極貫通導体 2 0 D が設けられている。各々の陽極貫通導体 2 0 D は、封止層 3 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 B と側面で接続されている。さらに、各々の陽極貫通導体 2 0 D は、外側絶縁層 5 0 の表面に設けられた導体配線層 4 0 D と端部で接続されている。

30

【 0 1 5 6 】

陽極貫通導体 2 0 D は、図 1 4 E に示すように、陽極板 1 1 の厚さ方向の平面視で、陰極層 1 2 内に存在することが好ましい。

【 0 1 5 7 】

陽極貫通導体 2 0 D は、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔の少なくとも内壁面に設けられていればよい。すなわち、陽極貫通導体 2 0 D は、上記貫通孔の内壁面のみに設けられていてもよく、上記貫通孔の内部全体に設けられていてもよい。陽極貫通導体 2 0 D が上記貫通孔の内壁面のみに設けられている場合、上記貫通孔内の陽極貫通導体 2 0 D で囲まれた空間は、樹脂を含有する材料で充填されていてもよい。すなわち、陽極貫通導体 2 0 D の内側には、樹脂充填部 2 5 D が設けられていてもよい。

40

【 0 1 5 8 】

図 1 2 に示すように、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔と陽極貫通導体 2 0 D との間には、封止層 3 0 等の絶縁性材料が充填されることが好ましい。

【 0 1 5 9 】

本明細書では、貫通導体 2 0 のうち、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A 又は 4 0 B と側面で接続されている貫通導体を「間接貫通導体」と呼ぶ。したがって、陰極貫通導体 2 0 C 及び陽極貫通導体 2 0 D は、各々、間接貫通導体である。また、ここで間接貫通導体は、陽極板 1 1 とは直接接続されていない。

50

【 0 1 6 0 】

封止層 3 0 は、コンデンサ部 1 0 を覆うように設けられている。封止層 3 0 によって、コンデンサ部 1 0 が封止層 3 0 で保護される。

【 0 1 6 1 】

封止層 3 0 は、コンデンサ部 1 0 の厚さ方向に相対する両方の主面に設けられていることが好ましい。

【 0 1 6 2 】

導体配線層 4 0 A 及び 4 0 B は、封止層 3 0 の表面に設けられ、陰極貫通導体 2 0 A 及び陽極貫通導体 2 0 B のいずれか一方に電氣的に接続されている。

【 0 1 6 3 】

導体配線層 4 0 A は、陰極貫通導体 2 0 A に電氣的に接続されている。図 1 3 に示す例において、導体配線層 4 0 A は、陰極貫通導体 2 0 A の表面に設けられている。

10

【 0 1 6 4 】

具体的には、図 1 3 に示す例において、導体配線層 4 0 A は、封止層 3 0 を貫通するビア導体 4 5 を介して陰極層 1 2 に電氣的に接続されている。

【 0 1 6 5 】

導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B に電氣的に接続されている。図 1 2 に示す例において、導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B の表面に設けられている。

【 0 1 6 6 】

具体的には、図 1 2 に示す例において、導体配線層 4 0 B は、陽極貫通導体 2 0 B を介して陽極板 1 1 に電氣的に接続されている。

20

【 0 1 6 7 】

導体配線層 4 0 C 及び 4 0 D は、外側絶縁層 5 0 の表面に設けられ、陰極貫通導体 2 0 C 及び陽極貫通導体 2 0 D のいずれか一方に電氣的に接続されている。

【 0 1 6 8 】

導体配線層 4 0 C は、陰極貫通導体 2 0 C に電氣的に接続されている。図 1 3 に示す例において、導体配線層 4 0 C は、陰極貫通導体 2 0 C の表面に設けられている。

【 0 1 6 9 】

具体的には、図 1 3 に示す例において、導体配線層 4 0 C は、陰極貫通導体 2 0 C 、導体配線層 4 0 A 及びビア導体 4 5 を介して陰極層 1 2 に電氣的に接続されている。

30

【 0 1 7 0 】

導体配線層 4 0 D は、陽極貫通導体 2 0 D に電氣的に接続されている。図 1 2 に示す例において、導体配線層 4 0 D は、陽極貫通導体 2 0 D の表面に設けられている。

【 0 1 7 1 】

具体的には、図 1 2 に示す例において、導体配線層 4 0 D は、陽極貫通導体 2 0 D 、導体配線層 4 0 B 及び陽極貫通導体 2 0 B を介して陽極板 1 1 に電氣的に接続されている。

【 0 1 7 2 】

図 1 5 A は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の一例を模式的に示す平面図である。図 1 5 B は、図 1 5 A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

40

【 0 1 7 3 】

図 1 5 A に示す例では、貫通導体が正方配置されている。図 1 5 B に示すように、直接貫通導体である陰極貫通導体と直接貫通導体である陽極貫通導体とが上側から下側に向かって交互に配置されている。その上で、図 1 5 A では、左側から右側に向かって直接貫通導体と間接貫通導体とが交互に配置され、かつ、陰極貫通導体と陽極貫通導体とが交互に配置されているとともに、間接貫通導体である陰極貫通導体と間接貫通導体である陽極貫通導体とが上側から下側に向かって交互に配置されている。

【 0 1 7 4 】

図 1 5 B においては、陰極貫通導体は、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 及び第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 を含み、陽極貫通導体は、第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 を含む。第 1 陰極貫通導

50

体 2 0 A 1、第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 及び第 1 陽極貫通導体 2 0 B 1 は、各々、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A 又は 4 0 B と端部で接続されている直接貫通導体である。

【 0 1 7 5 】

図 1 5 B に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 3 陰極貫通導体 2 0 A 3 をさらに含んでもよい。第 3 陰極貫通導体 2 0 A 3 は、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A と端部で接続されている直接貫通導体である。

【 0 1 7 6 】

さらに、図 1 5 B に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 4 陰極貫通導体 2 0 A 4 をさらに含んでもよい。第 4 陰極貫通導体 2 0 A 4 は、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A と端部で接続されている直接貫通導体である。

10

【 0 1 7 7 】

図 1 5 A に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 をさらに含む。第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 は、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A と側面で接続されている間接貫通導体である。

【 0 1 7 8 】

陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 と第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 との中心間距離は、第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離と同等である。

20

【 0 1 7 9 】

本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子では、間接貫通導体によって電流経路が増えることで、本発明の第 1 実施形態で説明した効果をさらに高めることができる。また、陽極板の金属材料と導体配線層の金属材料が異なる場合には、陽極板及び導体配線層の双方にめっき処理を施すことが難しく、貫通導体を形成することが困難な場合がある。一方、陽極板とは直接接続されない間接貫通導体については、陽極板に対してめっき処理を施さなくても形成できるため、このような形成方法の制約を受けにくい。したがって、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子のように、間接貫通導体を含めた構成とすることで、導体接続の信頼性向上及び設計自由度の向上を図ることができる。

30

【 0 1 8 0 】

図 1 5 A に示すように、陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 6 陰極貫通導体 2 0 C 6 をさらに含むことが好ましい。第 6 陰極貫通導体 2 0 C 6 は、外側絶縁層 5 0、封止層 3 0 及びコンデンサ部 1 0 を厚さ方向に貫通して導体配線層 4 0 A と側面で接続されている間接貫通導体である。

【 0 1 8 1 】

陽極板 1 1 の厚さ方向からの平面視で、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 との中心間距離は、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 6 陰極貫通導体 2 0 C 6 との中心間距離と同等である。なお、図 1 5 A に示す例では、第 1 陰極貫通導体 2 0 A 1 と第 2 陰極貫通導体 2 0 A 2 との中心間距離は、第 5 陰極貫通導体 2 0 C 5 と第 6 陰極貫通導体 2 0 C 6 との中心間距離と同等である。

40

【 0 1 8 2 】

図 1 6 A は、本発明の第 2 実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置の別の一例を模式的に示す平面図である。図 1 6 B は、図 1 6 A から間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【 0 1 8 3 】

図 1 6 A に示す例では、貫通導体が六方配置されている。図 1 6 B に示すように、直接貫通導体である陰極貫通導体が左側から右側に向かって並ぶ列と、直接貫通導体である陽極貫通導体が左側から右側に向かって並ぶ列とが、上側から下側に向かって交互に配置されている。その上で、図 1 6 A では、直接貫通導体である陰極貫通導体の上側に間接貫通

50

導体である陰極貫通導体が、下側に間接貫通導体である陽極貫通導体が配置されているとともに、直接貫通導体である陽極貫通導体の上側に間接貫通導体である陰極貫通導体が、下側に間接貫通導体である陽極貫通導体が配置されている。

【0184】

図16A及び図16Bに示す例では、貫通導体の配置が異なるものの、図15A及び図15Bと同様の効果が得られる。

【0185】

図17は、本発明の第2実施形態に係るコンデンサ素子を構成する貫通導体の配置のさらに別の一例を模式的に示す平面図である。

【0186】

図17に示す例では、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陰極貫通導体20A1と第5陰極貫通導体20C5との中心間距離は、第1陰極貫通導体20A1と第6陰極貫通導体20C6との中心間距離と同等であり、かつ、第1陰極貫通導体20A1と第2陰極貫通導体20A2との中心間距離は、第5陰極貫通導体20C5と第6陰極貫通導体20C6との中心間距離と異なる。

【0187】

図18Aは、図15Aに示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。図18Bは、図18Aから間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【0188】

図18Bにおいては、陰極貫通導体は、第1陰極貫通導体20A1及び第2陰極貫通導体20A2を含み、陽極貫通導体は、第1陽極貫通導体20B1及び第2陽極貫通導体20B2を含む。第1陰極貫通導体20A1、第2陰極貫通導体20A2、第1陽極貫通導体20B1及び第2陽極貫通導体20B2は、各々、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40A又は40Bと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0189】

図18Bに示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第3陽極貫通導体20B3をさらに含んでもよい。第3陽極貫通導体20B3は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0190】

さらに、図18Bに示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第4陽極貫通導体20B4をさらに含んでもよい。第4陽極貫通導体20B4は、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと端部で接続されている直接貫通導体である。

【0191】

図18Aに示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第5陽極貫通導体20D5をさらに含む。第5陽極貫通導体20D5は、外側絶縁層50、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと側面で接続されている間接貫通導体である。

【0192】

陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第5陽極貫通導体20D5と第1陽極貫通導体20B1との中心間距離は、第5陽極貫通導体20D5と第2陽極貫通導体20B2との中心間距離と同等である。

【0193】

図18Aに示すように、陽極貫通導体は、少なくとも1本の第6陽極貫通導体20D6をさらに含むことが好ましい。第6陽極貫通導体20D6は、外側絶縁層50、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通して導体配線層40Aと側面で接続されている間接貫通導体である。

【0194】

陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1と第5陽極貫通導体

10

20

30

40

50

20D5との中心間距離は、第1陽極貫通導体20B1と第6陽極貫通導体20D6との中心間距離と同等である。図18Aに示す例では、第1陽極貫通導体20B1と第2陽極貫通導体20B2との中心間距離は、第5陽極貫通導体20D5と第6陽極貫通導体20D6との中心間距離と同等である。

【0195】

図19Aは、図16Aに示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。図19Bは、図19Aから間接貫通導体を除いた状態を示す平面図である。

【0196】

図19A及び図19Bに示す例では、貫通導体の配置が異なるものの、図18A及び図18Bと同様の効果が得られる。

10

【0197】

図20は、図17に示す配置において、陽極貫通導体の配置を説明するための平面図である。

【0198】

図20に示す例では、陽極板11の厚さ方向からの平面視で、第1陽極貫通導体20B1と第5陽極貫通導体20D5との中心間距離は、第1陽極貫通導体20B1と第6陽極貫通導体20D6との中心間距離と同等であり、かつ、第1陽極貫通導体20B1と第2陽極貫通導体20B2との中心間距離は、第5陽極貫通導体20D5と第6陽極貫通導体20D6との中心間距離と異なる。

【0199】

以下では、コンデンサ素子2の詳細な構成について説明する。なお、コンデンサ素子1と共通する構成についての説明は省略する。

20

【0200】

貫通導体20のうち、間接貫通導体である陰極貫通導体20C及び陽極貫通導体20Dは、例えば、以下のようにして形成される。まず、ドリル加工、レーザー加工等の加工を行うことにより、外側絶縁層50、封止層30及びコンデンサ部10を厚さ方向に貫通する第4貫通孔を形成する。そして、第4貫通孔の内壁面を、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、間接貫通導体である陰極貫通導体20C及び陽極貫通導体20Dを形成する。陰極貫通導体20C及び陽極貫通導体20Dを形成する際、例えば、第4貫通孔の内壁面を、無電解銅めっき処理、電解銅めっき処理等の処理でメタライズすることにより、加工が容易になる。なお、陰極貫通導体20C及び陽極貫通導体20Dを形成する方法については、第4貫通孔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4貫通孔に充填する方法であってもよい。

30

【0201】

陰極貫通導体20Cの内側に樹脂充填部25Cが設けられる場合、樹脂充填部25Cを構成する材料は、陰極貫通導体20Cを構成する材料(例えば銅)よりも熱膨張率が大きくてもよく、小さくてもよく、同じでもよい。

【0202】

陽極貫通導体20Dの内側に樹脂充填部25Dが設けられる場合、樹脂充填部25Dを構成する材料は、陽極貫通導体20Dを構成する材料(例えば銅)よりも熱膨張率が大きくてもよく、小さくてもよく、同じでもよい。

40

【0203】

導体配線層40C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、導体配線層40Cは、例えば、陰極貫通導体20Cの表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【0204】

導体配線層40Cと他の部材との間の密着性、ここでは、導体配線層40Cと陰極貫通導体20Cとの間の密着性を向上させるために、導体配線層40C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

50

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。

【0205】

導体配線層40D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、導体配線層40Dは、例えば、陽極貫通導体20Dの表面にめっき処理を行うことにより形成される。

【0206】

導体配線層40Dと他の部材との間の密着性、ここでは、導体配線層40Dと陽極貫通導体20Dとの間の密着性を向上させるために、導体配線層40D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

【0207】

導体配線層40C及び40D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。

【0208】

外側絶縁層50は、絶縁性材料から構成される。

【0209】

外側絶縁層50は、例えば、基板に予め設けられたキャビティ部に、図1に示すコンデンサ素子1を配置し、絶縁性樹脂で埋め込むことにより形成される。

【0210】

あるいは、外側絶縁層50は、例えば、図1に示すコンデンサ素子1に対して、接着層を介して硬化済みのプリプレグを貼り付けることにより形成されてもよい。

20

【0211】

外側絶縁層50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。外側絶縁層50が2層以上から構成される場合、各層を構成する材料は、それぞれ同じでもよく、異なってもよい。

【0212】

外側絶縁層50は、厚さ方向の片面にのみ設けられていてもよく、両面に設けられていてもよい。

【0213】

図21は、外側絶縁層の変形例を模式的に示す断面図である。

30

【0214】

図21に示すコンデンサ素子3のように、外側絶縁層50が厚さ方向の両面に設けられる場合、それぞれの面に設けられる外側絶縁層50の厚さが異なってもよい。

【0215】

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、コンデンサ素子の製造条件等に関し、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。

【0216】

例えば、本発明のコンデンサ素子は、複数のコンデンサ部を備えてもよい。

【0217】

図22は、複数のコンデンサ部を備えるコンデンサ素子の位置例を模式的に示す断面図である。

40

【0218】

図22に示すコンデンサ素子4のように、複数のコンデンサ部10が外側絶縁層50を介して厚さ方向に積層されていてもよい。

【0219】

本発明のコンデンサ素子が複数のコンデンサ部を備える場合、複数のコンデンサ部は、厚さ方向に積層するように配置されていてもよく、平面上に並ぶように配置されていてもよく、両者を組み合わせて配置されていてもよい。

【0220】

50

本発明のコンデンサ素子が複数のコンデンサ部を備える場合、コンデンサ部の個数は、2個以上であれば特に限定されない。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。

【0221】

本発明のコンデンサ素子が複数のコンデンサ部を備える場合、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。

【0222】

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外側に設けられ、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（例えば、導体配線層）と、上記外部電極に接続された電子部品とを備える。

10

【0223】

複合電子部品において、外部電極に接続される電子部品としては、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に接続されてもよい。

【0224】

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。

20

【0225】

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。

【0226】

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。

30

【0227】

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。

【0228】

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。

40

【0229】

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。

【0230】

本明細書には、以下の内容が開示されている。

【0231】

< 1 >

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

50

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、を含むコンデンサ部と、
 上記誘電体層及び上記陽極板を厚さ方向に貫通する貫通導体と、を備え、
 上記貫通導体は、上記陰極層に電氣的に接続されている陰極貫通導体と、上記陽極板に
 電氣的に接続されている陽極貫通導体と、を含み、
 上記陰極貫通導体は、第1陰極貫通導体及び第2陰極貫通導体を含み、
 上記陽極貫通導体は、第1陽極貫通導体を含み、
 上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陽極貫通導体と上記第1陰極貫通導体
 との中心間距離は、上記第1陽極貫通導体と上記第2陰極貫通導体との中心間距離と同等
 である、コンデンサ素子。

【0232】

< 2 >

上記陰極貫通導体は、少なくとも1本の第3陰極貫通導体をさらに含み、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陰極貫通導体と上記第2陰極貫通導体
 との中心間距離は、上記第1陰極貫通導体と上記第3陰極貫通導体との中心間距離と同等
 である、< 1 >に記載のコンデンサ素子。

【0233】

< 3 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陰極貫通導体の中心と上記第2陰極貫
 通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第1陰極貫通導体の中心を基準にして60度、90度
 、120度又は180度の角度で回転させた直線上に上記第3陰極貫通導体が存在する、
 < 2 >に記載のコンデンサ素子。

【0234】

< 4 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陰極貫通導体の中心と上記第2陰極貫
 通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第1陰極貫通導体の中心を基準にして90度又は18
 0度の角度で回転させた直線上に上記第3陰極貫通導体が存在する、< 2 >に記載のコン
 デンサ素子。

【0235】

< 5 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陰極貫通導体の中心と上記第2陰極貫
 通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第1陰極貫通導体の中心を基準にして60度又は12
 0度の角度で回転させた直線上に上記第3陰極貫通導体が存在する、< 2 >に記載のコン
 デンサ素子。

【0236】

< 6 >

上記陽極貫通導体は、第2陽極貫通導体をさらに含み、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陰極貫通導体と上記第1陽極貫通導体
 との中心間距離は、上記第1陰極貫通導体と上記第2陽極貫通導体との中心間距離と同等
 である、< 1 > ~ < 5 >のいずれか1つに記載のコンデンサ素子。

【0237】

< 7 >

上記陽極貫通導体は、少なくとも1本の第3陽極貫通導体をさらに含み、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陽極貫通導体と上記第2陽極貫通導体
 との中心間距離は、上記第1陽極貫通導体と上記第3陽極貫通導体との中心間距離と同等
 である、< 6 >に記載のコンデンサ素子。

【0238】

< 8 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陽極貫通導体の中心と上記第2陽極貫
 通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第1陽極貫通導体の中心を基準にして60度、90度
 、120度又は180度の角度で回転させた直線上に上記第3陽極貫通導体が存在する、

10

20

30

40

50

< 7 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 3 9 】

< 9 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陽極貫通導体の中心と上記第 2 陽極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第 1 陽極貫通導体の中心を基準にして 90 度又は 180 度の角度で回転させた直線上に上記第 3 陽極貫通導体が存在する、< 7 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 0 】

< 1 0 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陽極貫通導体の中心と上記第 2 陽極貫通導体の中心とを結ぶ線分を、上記第 1 陽極貫通導体の中心を基準にして 60 度又は 120 度の角度で回転させた直線上に上記第 3 陽極貫通導体が存在する、< 7 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 1 】

< 1 1 >

上記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 4 陰極貫通導体をさらに含み、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 2 陰極貫通導体と上記第 1 陰極貫通導体との中心間距離は、上記第 2 陰極貫通導体と上記第 4 陰極貫通導体との中心間距離と同等である、< 2 > ~ < 5 > のいずれか 1 つに記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 2 】

< 1 2 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 1 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陽極貫通導体の本数と、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 2 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陽極貫通導体の本数とが同数である、< 1 1 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 3 】

< 1 3 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 1 陰極貫通導体の中心を中心とする円と重なる上記陽極貫通導体の合計面積と、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 2 陰極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陽極貫通導体の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内である、< 1 2 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 4 】

< 1 4 >

上記第 3 陰極貫通導体及び上記第 4 陰極貫通導体が、各々、2 本以上存在する、< 1 2 > 又は < 1 3 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 5 】

< 1 5 >

上記陽極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 4 陽極貫通導体をさらに含み、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 2 陽極貫通導体と上記第 1 陽極貫通導体との中心間距離は、上記第 2 陽極貫通導体と上記第 4 陽極貫通導体との中心間距離と同等である、< 7 > ~ < 1 0 > のいずれか 1 つに記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 6 】

< 1 6 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陽極貫通導体と上記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 1 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陰極貫通導体の本数と、上記第 1 陽極貫通導体と上記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 2 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陰極貫通導体の本数とが同数である、< 1 5 > に記載のコンデンサ素子。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 7 】

< 1 7 >

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陽極貫通導体と上記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 1 陽極貫通導体の中心を中心とする円と重なる上記陰極貫通導体の合計面積と、上記第 1 陽極貫通導体と上記第 2 陽極貫通導体との中心間距離を半径とし、上記第 2 陽極貫通導体の中心を中心とする円の内部に存在する上記陰極貫通導体の合計面積との差が $\pm 5\%$ 以内である、< 1 6 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 4 8 】

< 1 8 >

上記第 3 陽極貫通導体及び上記第 4 陽極貫通導体が、各々、2 本以上存在する、< 1 6 > 又は < 1 7 > に記載のコンデンサ素子。

10

【 0 2 4 9 】

< 1 9 >

上記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、

上記封止層の表面に設けられ、上記陰極貫通導体及び上記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されている導体配線層と、をさらに備え、

上記第 1 陰極貫通導体、上記第 2 陰極貫通導体及び上記第 1 陽極貫通導体は、各々、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体である、< 1 > ~ < 1 8 > のいずれか 1 つに記載のコンデンサ素子。

【 0 2 5 0 】

< 2 0 >

上記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、

上記封止層の表面に設けられ、上記陰極貫通導体及び上記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されている導体配線層と、

上記封止層及び上記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、をさらに備え、

上記第 1 陰極貫通導体、上記第 2 陰極貫通導体及び上記第 1 陽極貫通導体は、各々、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

上記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 5 陰極貫通導体をさらに含み、

上記第 5 陰極貫通導体は、上記外側絶縁層、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体であり、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 5 陰極貫通導体と上記第 1 陰極貫通導体との中心間距離は、上記第 5 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離と同等である、< 1 > ~ < 1 8 > のいずれか 1 つに記載のコンデンサ素子。

【 0 2 5 1 】

< 2 1 >

上記陰極貫通導体は、少なくとも 1 本の第 6 陰極貫通導体をさらに含み、

上記第 6 陰極貫通導体は、上記間接貫通導体であり、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 5 陰極貫通導体との中心間距離は、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 6 陰極貫通導体との中心間距離と同等であり、かつ、上記第 1 陰極貫通導体と上記第 2 陰極貫通導体との中心間距離は、上記第 5 陰極貫通導体と上記第 6 陰極貫通導体との中心間距離と異なる、< 2 0 > に記載のコンデンサ素子。

【 0 2 5 2 】

< 2 2 >

上記コンデンサ部を覆うように設けられた封止層と、

上記封止層の表面に設けられ、上記陰極貫通導体及び上記陽極貫通導体のいずれか一方に電氣的に接続されている導体配線層と、

上記封止層及び上記導体配線層を覆うように設けられた外側絶縁層と、をさらに備え、

上記第 1 陰極貫通導体、上記第 2 陰極貫通導体、上記第 1 陽極貫通導体及び上記第 2 陽

50

極貫通導体は、各々、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と端部で接続されている直接貫通導体であり、

上記陽極貫通導体は、少なくとも1本の第5陽極貫通導体をさらに含み、

上記第5陽極貫通導体は、上記外側絶縁層、上記封止層及び上記コンデンサ部を上記厚さ方向に貫通して上記導体配線層と側面で接続されている間接貫通導体であり、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第5陽極貫通導体と上記第1陽極貫通導体との中心間距離は、上記第5陽極貫通導体と上記第2陽極貫通導体との中心間距離と同等である、< 6 > ~ < 10 > 及び < 15 > ~ < 18 > のいずれか1つに記載のコンデンサ素子。

【0253】

10

< 23 >

上記陽極貫通導体は、少なくとも1本の第6陽極貫通導体をさらに含み、

上記第6陽極貫通導体は、上記間接貫通導体であり、

上記陽極板の厚さ方向からの平面視で、上記第1陽極貫通導体と上記第5陽極貫通導体との中心間距離は、上記第1陽極貫通導体と上記第6陽極貫通導体との中心間距離と同等であり、かつ、上記第1陽極貫通導体と上記第2陽極貫通導体との中心間距離は、上記第5陽極貫通導体と上記第6陽極貫通導体との中心間距離と異なる、< 22 > に記載のコンデンサ素子。

【符号の説明】

【0254】

20

1、2、3、4 コンデンサ素子

10 コンデンサ部

11 陽極板

11A 芯部

11B 多孔質部

12 陰極層

13 誘電体層

20 貫通導体

20A、20C 陰極貫通導体

20A1 第1陰極貫通導体

30

20A2 第2陰極貫通導体

20A3 第3陰極貫通導体

20A4 第4陰極貫通導体

20C5 第5陰極貫通導体

20C6 第6陰極貫通導体

20B、20D 陽極貫通導体

20B1 第1陽極貫通導体

20B2 第2陽極貫通導体

20B3 第3陽極貫通導体

20B4 第4陽極貫通導体

40

20D5 第5陽極貫通導体

20D6 第6陽極貫通導体

25A、25B、25C、25D 樹脂充填部

30 封止層

40A、40B、40C、40D 導体配線層

45 ピア導体

50 外側絶縁層

50

【図面】

【図 1】

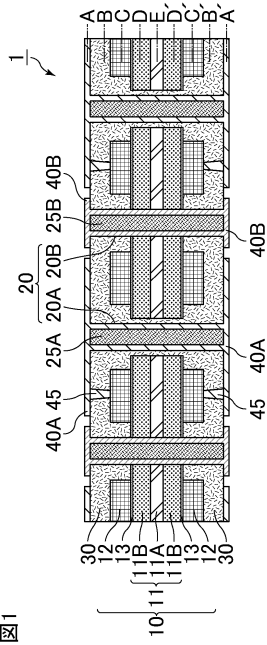
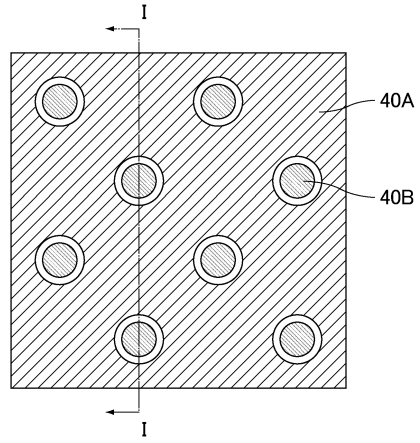


図1

【図 2 A】

図2A

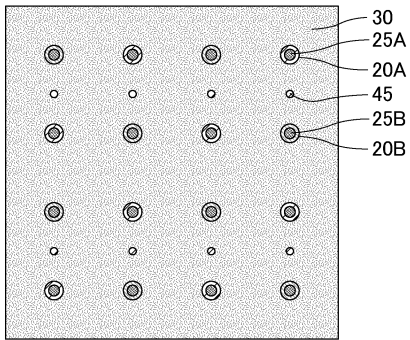


10

20

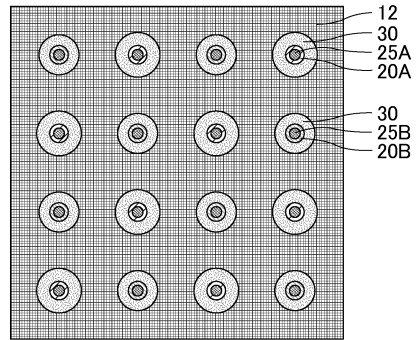
【図 2 B】

図2B



【図 2 C】

図2C



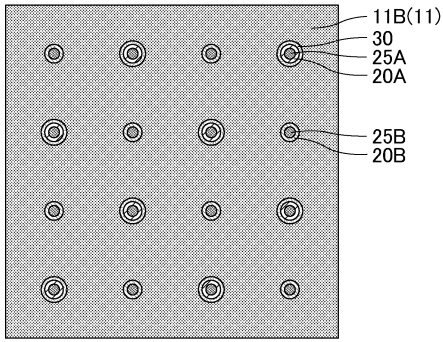
30

40

50

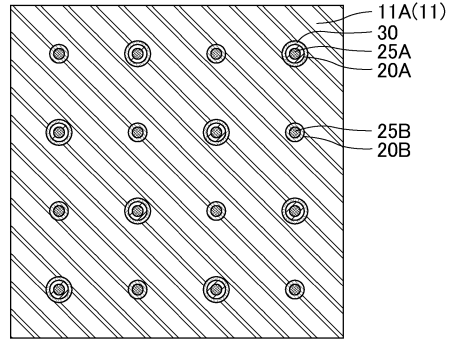
【図 2 D】

図2D



【図 2 E】

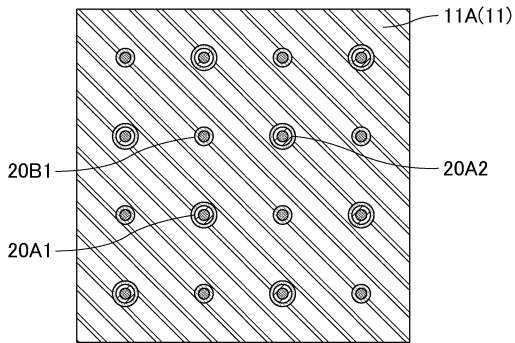
図2E



10

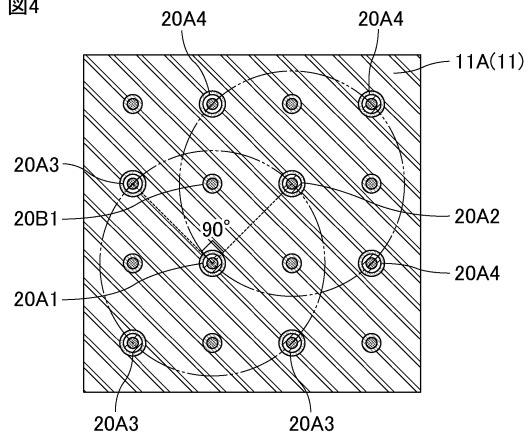
【図 3】

図3



【図 4】

図4



20

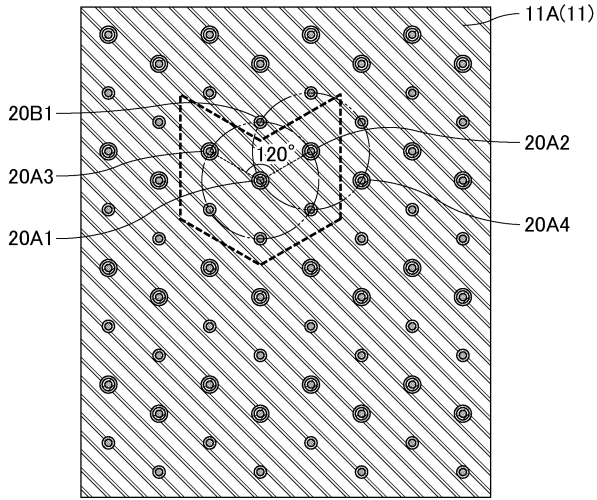
30

40

50

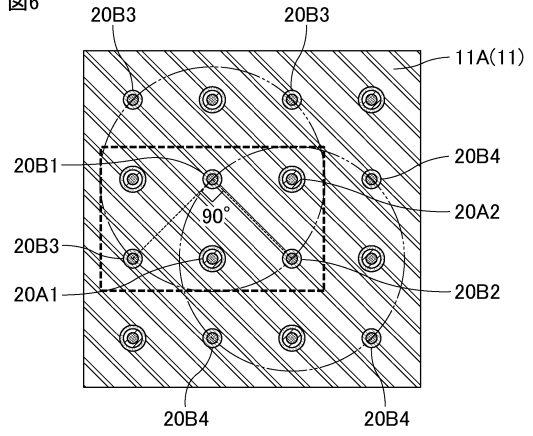
【図5】

図5



【図6】

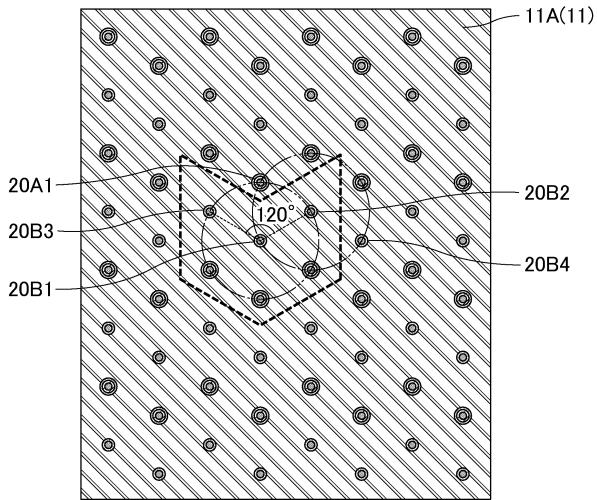
図6



10

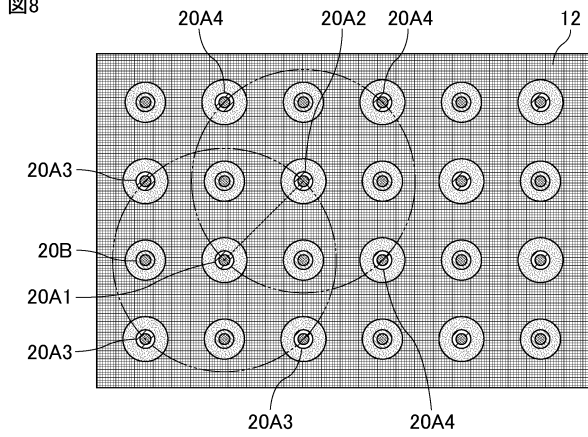
【図7】

図7



【図8】

図8



20

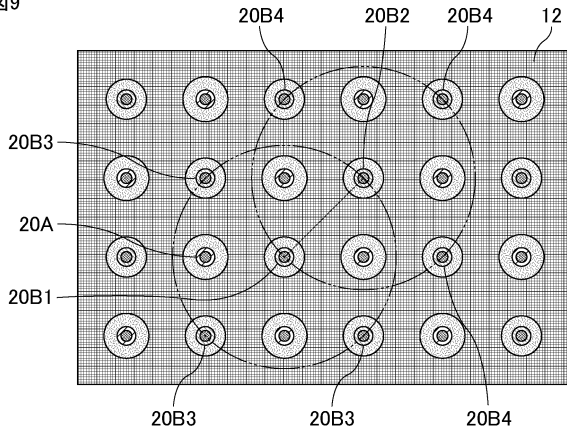
30

40

50

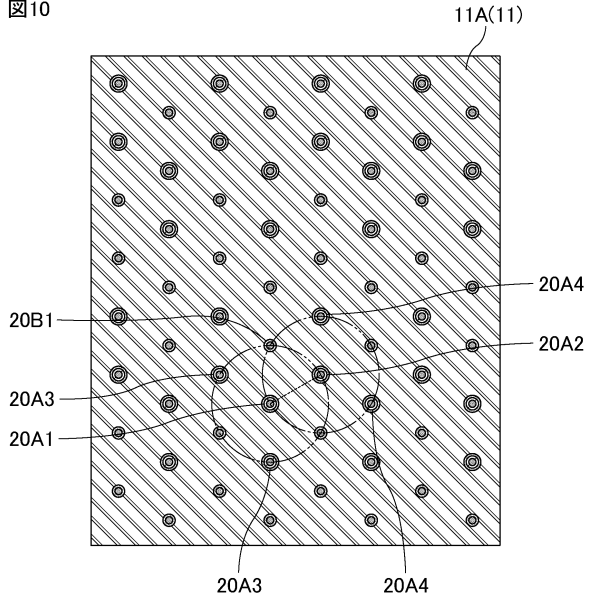
【図9】

図9



【図10】

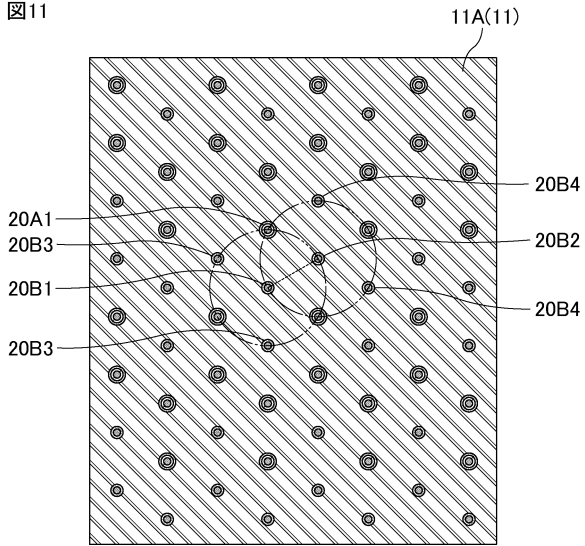
図10



10

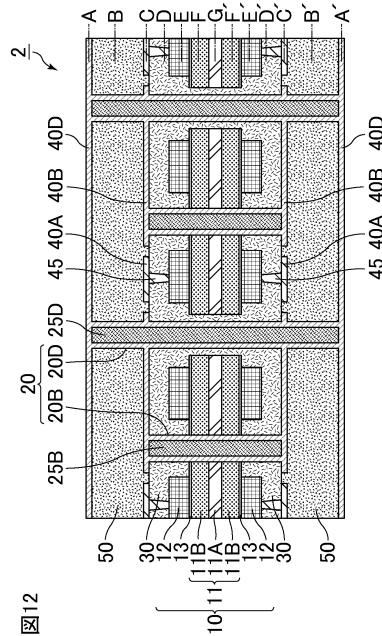
【図11】

図11



【図12】

図12



20

30

40

50

【図 13】

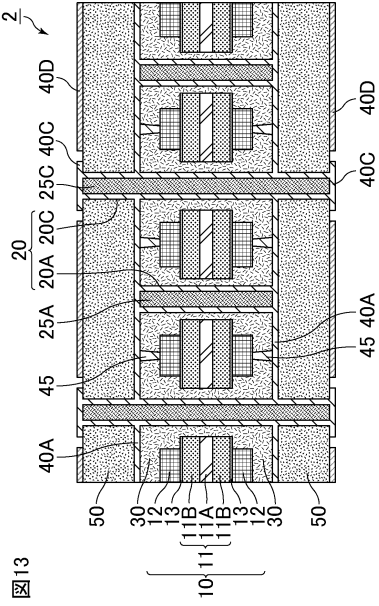


図13

【図 14 A】

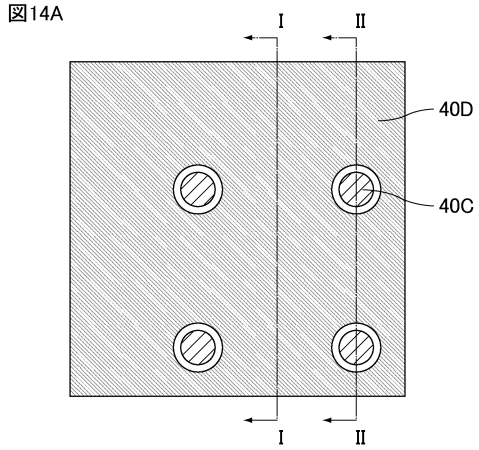
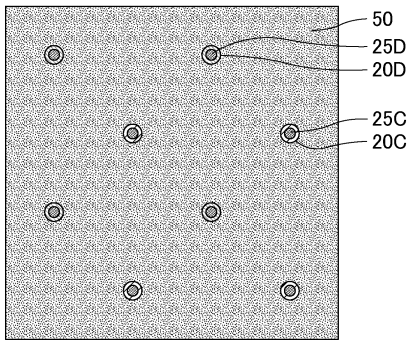


図14A

10

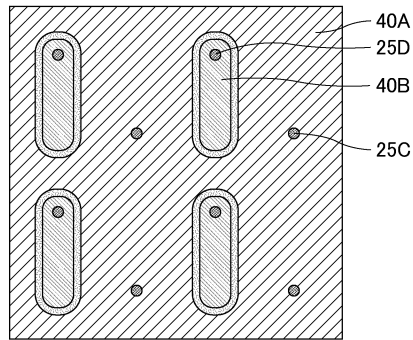
【図 14 B】

図14B



【図 14 C】

図14C



20

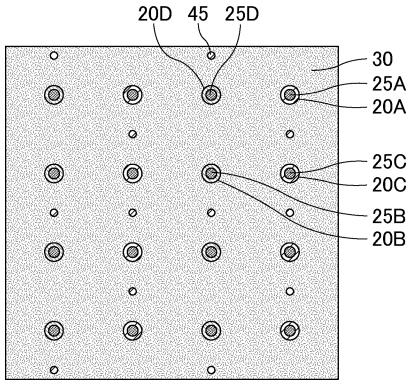
30

40

50

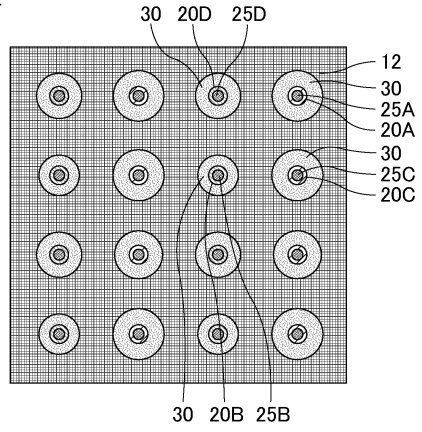
【 14 D 】

14D



【 14 E 】

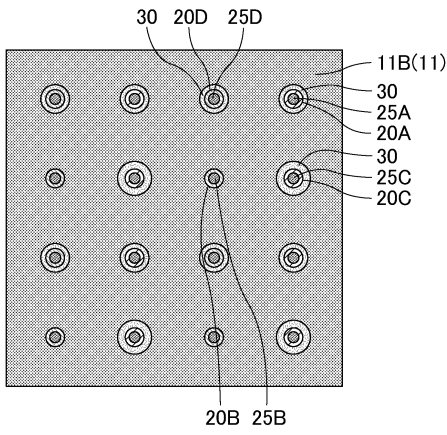
14E



10

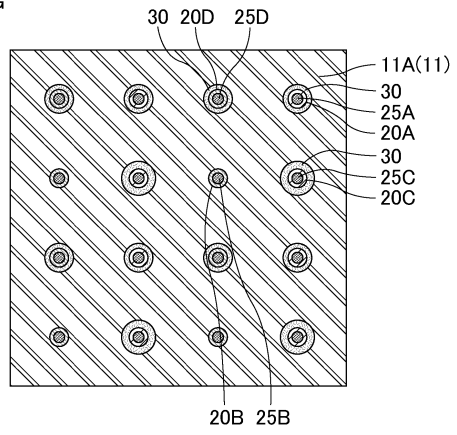
【 14 F 】

14F



【 14 G 】

14G




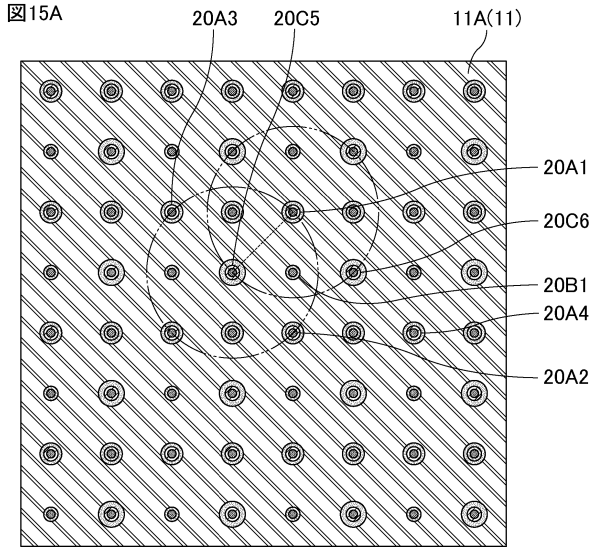
20


30

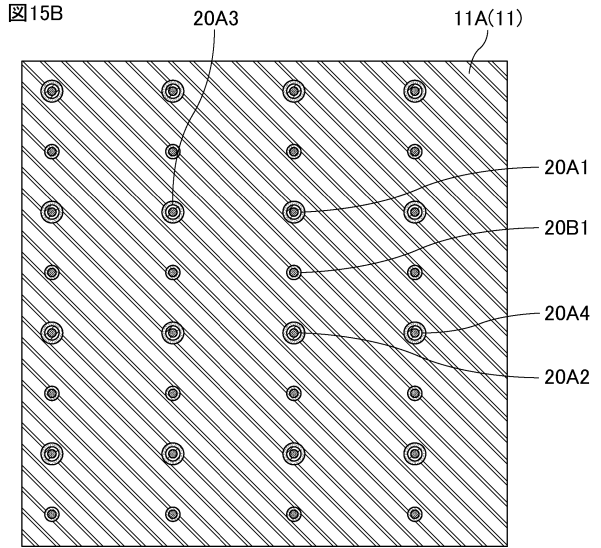
40

50


【 1 5 A】

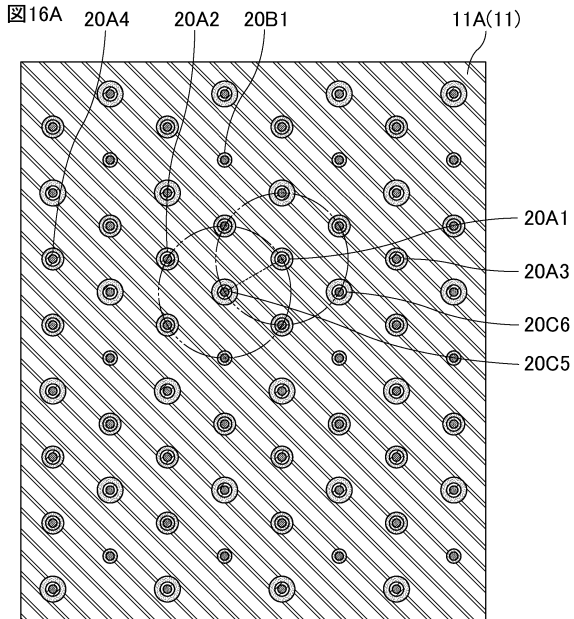



【 1 5 B】

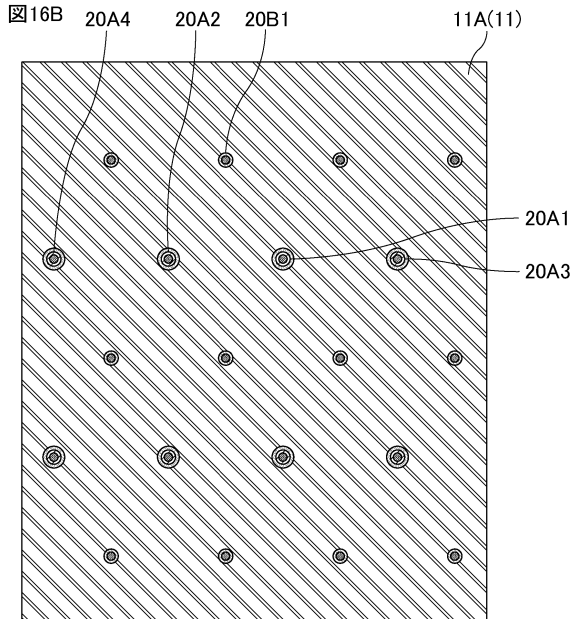


10

【 1 6 A】



【 1 6 B】



20

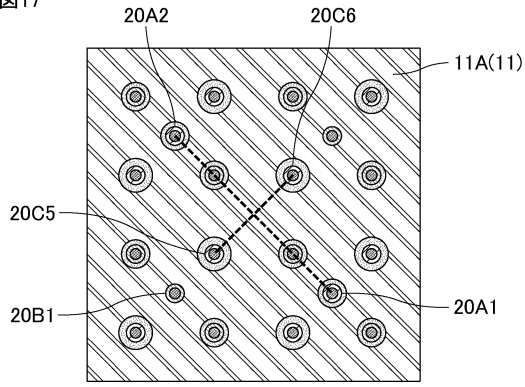
30

40

50

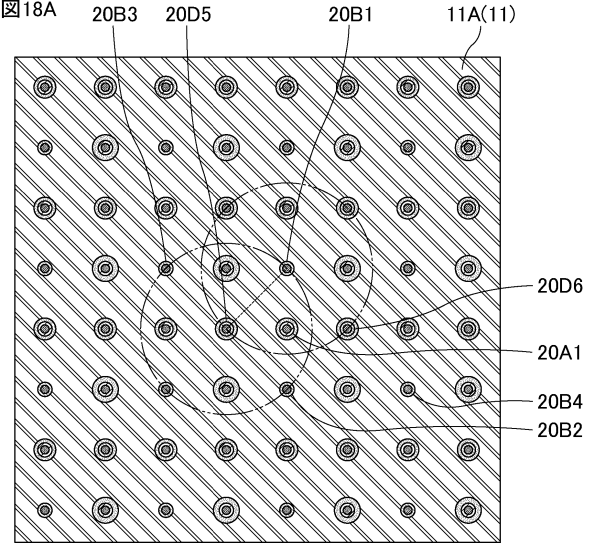
【図17】

図17



【図18A】

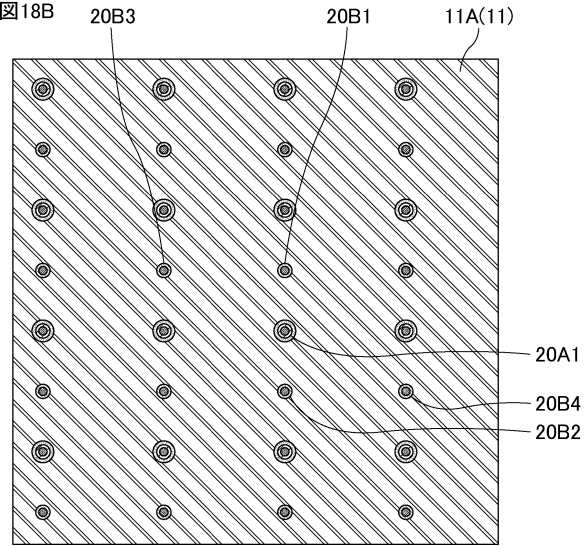
図18A



10

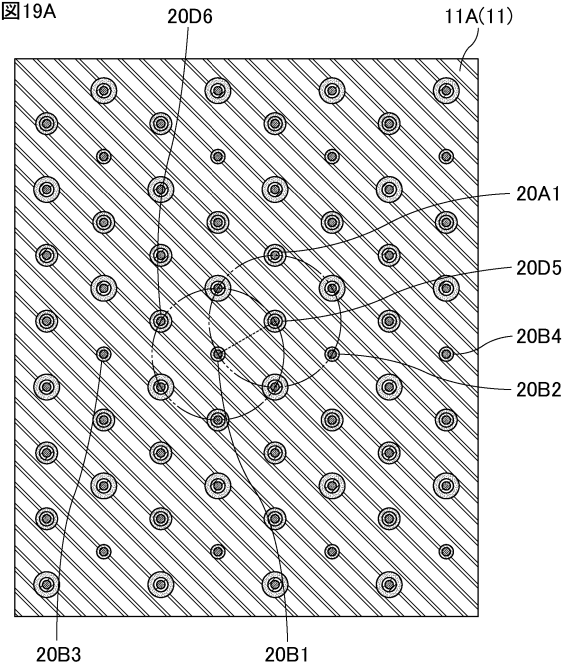
【図18B】

図18B



【図19A】

図19A



20

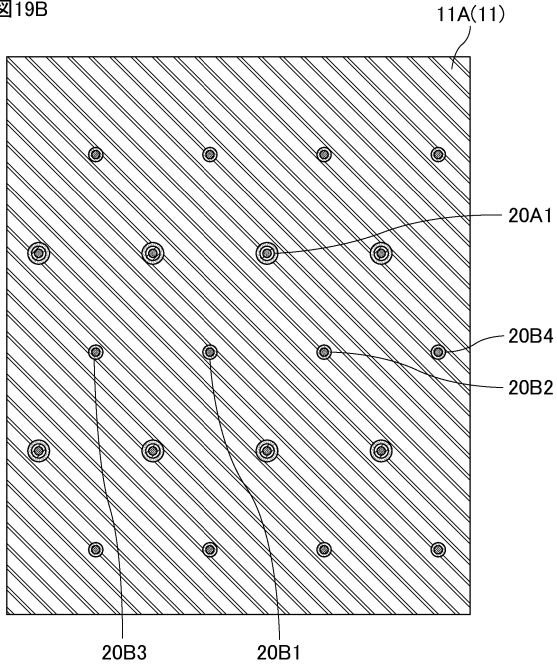
30

40

50

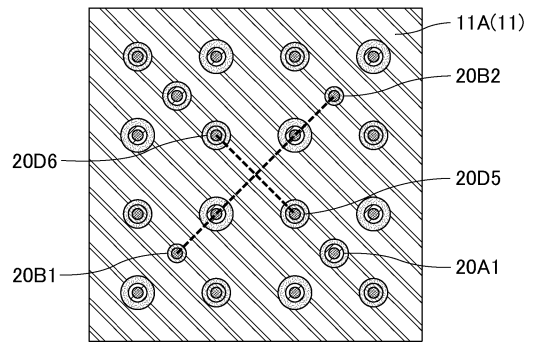
【図 19 B】

図19B



【図 20】

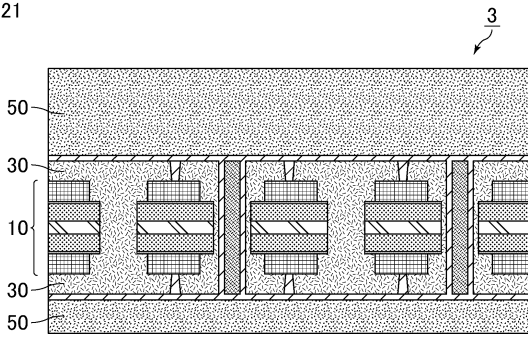
図20



10

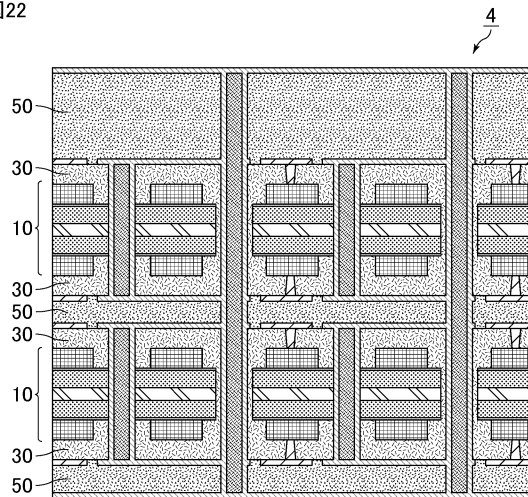
【図 21】

図21



【図 22】

図22



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-165152(JP,A)
特開2008-098487(JP,A)
特開2020-167361(JP,A)
特開2004-055794(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01G9/12, H01G9/14