

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7179634号  
(P7179634)

(45)発行日 令和4年11月29日(2022.11.29)

(24)登録日 令和4年11月18日(2022.11.18)

|                        |              |       |
|------------------------|--------------|-------|
| (51)国際特許分類             | F I          |       |
| H 0 1 G 4/33 (2006.01) | H 0 1 G 4/33 | 1 0 2 |
| H 0 1 G 2/06 (2006.01) | H 0 1 G 2/06 | 5 0 0 |
| H 0 1 G 4/30 (2006.01) | H 0 1 G 4/30 | 5 4 1 |
| H 0 1 G 4/38 (2006.01) | H 0 1 G 4/38 | A     |
|                        | H 0 1 G 4/38 | B     |
| 請求項の数 17 (全28頁)        |              |       |

|          |                                  |          |                                        |
|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------------|
| (21)出願番号 | 特願2019-20614(P2019-20614)        | (73)特許権者 | 000003078<br>株式会社東芝<br>東京都港区芝浦一丁目1番1号  |
| (22)出願日  | 平成31年2月7日(2019.2.7)              | (74)代理人  | 100108855<br>弁理士 蔵田 昌俊                 |
| (65)公開番号 | 特開2020-129577(P2020-129577<br>A) | (74)代理人  | 100103034<br>弁理士 野河 信久                 |
| (43)公開日  | 令和2年8月27日(2020.8.27)             | (74)代理人  | 100075672<br>弁理士 峰 隆司                  |
| 審査請求日    | 令和3年3月24日(2021.3.24)             | (74)代理人  | 100153051<br>弁理士 河野 直樹                 |
|          |                                  | (74)代理人  | 100162570<br>弁理士 金子 早苗                 |
|          |                                  | (72)発明者  | 松尾 圭一郎<br>東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会<br>最終頁に続く |

(54)【発明の名称】 コンデンサ及びコンデンサモジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面と、第2主面と、前記第1主面の縁から前記第2主面の縁まで延びた端面とを有し、前記第1主面に1以上の凹部が設けられた導電基板と、  
前記第1主面と前記1以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、  
前記導電基板と前記導電層との間に介在した誘電体層と、  
前記端面と向き合った第1電極部を含み、前記導電層に電氣的に接続された第1外部電極と、  
前記端面と向き合った第2電極部を含み、前記導電基板に電氣的に接続された第2外部電極と  
を備え、

前記1以上の凹部は1以上の第1トレンチであり、  
前記第2主面に1以上の第2トレンチが設けられ、前記導電層は、前記第2主面と前記1以上の第2トレンチの側壁及び底面とを更に覆っており、  
前記1以上の第1トレンチの長さ方向と前記1以上の第2トレンチの長さ方向とは互いに交差し、前記1以上の第1トレンチと前記1以上の第2トレンチとはそれらの交差部で互いに繋がっているコンデンサ。

【請求項2】

前記端面には、前記第1主面の縁から前記第2主面の縁まで各々が延びた第1及び第2溝が設けられ、前記第1及び第2電極部はそれぞれ前記第1及び第2溝内に配置された請

求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 電極部はそれぞれ前記第 1 及び第 2 溝の壁面に沿った形状を有している請求項 2 に記載のコンデンサ。

【請求項 4】

前記第 1 外部電極は、前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 1 及び第 2 ボンディングパッドを更に含み、前記第 2 外部電極は、前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 3 及び第 4 ボンディングパッドを更に含んだ請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 5】

前記第 1 ボンディングパッドは前記第 1 電極部の一端に接続され、前記第 2 ボンディングパッドは前記第 1 電極部の他端に接続され、前記第 3 ボンディングパッドは前記第 2 電極部の一端に接続され、前記第 4 ボンディングパッドは前記第 2 電極部の他端に接続された請求項 4 に記載のコンデンサ。

【請求項 6】

第 1 主面と第 2 主面とを有し、前記第 1 主面に 1 以上の凹部が設けられた導電基板と、前記第 1 主面と前記 1 以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、

前記導電基板と前記導電層との間に介在した誘電体層と、

前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 1 及び第 2 ボンディングパッドを含み、前記導電層に電氣的に接続された第 1 外部電極と、

前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 3 及び第 4 ボンディングパッドを含み、前記導電基板に電氣的に接続された第 2 外部電極とを備え、

前記 1 以上の凹部は 1 以上の第 1 トレンチであり、

前記第 2 主面に 1 以上の第 2 トレンチが設けられ、前記導電層は、前記第 2 主面と前記 1 以上の第 2 トレンチの側壁及び底面とを更に覆っており、

前記 1 以上の第 1 トレンチの長さ方向と前記 1 以上の第 2 トレンチの長さ方向とは互いに交差し、前記 1 以上の第 1 トレンチと前記 1 以上の第 2 トレンチとはそれらの交差部で互いに繋がっているコンデンサ。

【請求項 7】

前記第 1 ボンディングパッドに対する前記第 3 ボンディングパッドの相対的な位置は、前記第 2 ボンディングパッドに対する前記第 4 ボンディングパッドの相対的な位置と等しい請求項 4 乃至 6 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 8】

前記 1 以上の第 1 トレンチの側壁に 1 以上の第 1 孔が設けられ、前記導電層は、前記第 1 トレンチの前記側壁及び底面と前記 1 以上の第 1 孔の側壁とを更に覆った請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 9】

前記 1 以上の第 1 孔の少なくとも 1 つは貫通孔である請求項 8 に記載のコンデンサ。

【請求項 10】

前記 1 以上の第 2 トレンチの前記側壁に 1 以上の第 2 孔が設けられ、前記導電層は、前記 1 以上の第 2 トレンチの前記側壁及び底面と前記 1 以上の第 2 孔の側壁とを更に覆った請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 11】

前記 1 以上の第 2 孔の少なくとも 1 つは貫通孔である請求項 10 に記載のコンデンサ。

【請求項 12】

前記第 1 主面と向き合い、前記導電層を前記第 1 外部電極へ電氣的に接続した第 1 形電極と、

前記第 1 主面と向き合い、前記導電基板を前記第 2 外部電極へ電氣的に接続した第 2 形電極と

10

20

30

40

50

を更に備え、

前記第 1 及び第 2 形電極の各 歯部は、前記 1 以上の第 1 トレンチの前記長さ方向と交差する方向に延びた請求項 1 乃至 1.1 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 1.3】

前記導電基板は、基板と、前記基板上に設けられた導電層とを含んだ請求項 1 乃至 1.2 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

【請求項 1.4】

前記基板はシリコンを含んだ請求項 1.3 に記載のコンデンサ。

【請求項 1.5】

互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は請求項 1 乃至 1.4 の何れか 1 項に係るコンデンサであり、前記複数のコンデンサの隣り合った 2 つは、前記第 1 外部電極が互いに電氣的に接続されるとともに、前記第 2 外部電極が互いに電氣的に接続された積層体と、

10

前記積層体を支持した回路基板とを備えたコンデンサモジュール。

【請求項 1.6】

互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に係るコンデンサである積層体と、

前記積層体を支持した回路基板と、

前記複数のコンデンサの前記第 1 電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材と、

20

前記複数のコンデンサの前記第 2 電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材と

を備えたコンデンサモジュール。

【請求項 1.7】

前記接合材の各々は半田からなる請求項 1.6 に記載のコンデンサモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、コンデンサに関する。

30

【背景技術】

【0002】

通信機器の小型化及び高機能化に伴い、それらに搭載されるコンデンサには、小型化及び薄型化が求められている。容量密度を維持しつつ、小型化及び薄型化を実現する構造として、基板にトレンチを形成して表面積を増大させたトレンチコンデンサがある（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2017/217342 号

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、設置面積当たりの電気容量を容易に大きくし得る技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第 1 側面によれば、第 1 主面と、第 2 主面と、前記第 1 主面の縁から前記第 2 主面の縁まで延びた端面とを有し、前記第 1 主面に 1 以上の凹部が設けられた導電基板と、前記第 1 主面と前記 1 以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、前記導電基板と前記導電

50

層との間に介在した誘電体層と、前記端面と向き合った第1電極部を含み、前記導電層に電氣的に接続された第1外部電極と、前記端面と向き合った第2電極部を含み、前記導電基板に電氣的に接続された第2外部電極とを備え、前記1以上の凹部は1以上の第1トレンチであり、前記第2主面に1以上の第2トレンチが設けられ、前記導電層は、前記第2主面と前記1以上の第2トレンチの側壁及び底面とを更に覆っており、前記1以上の第1トレンチの長さ方向と前記1以上の第2トレンチの長さ方向とは互いに交差し、前記1以上の第1トレンチと前記1以上の第2トレンチとはそれらの交差部で互いに繋がっていたコンデンサが提供される。

【0006】

第2側面によれば、第1主面と第2主面とを有し、前記第1主面に1以上の凹部が設けられた導電基板と、前記第1主面と前記1以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、前記導電基板と前記導電層との間に介在した誘電体層と、前記第1及び第2主面とそれぞれ向き合った第1及び第2ボンディングパッドを含み、前記導電層に電氣的に接続された第1外部電極と、前記第1及び第2主面とそれぞれ向き合った第3及び第4ボンディングパッドを含み、前記導電基板に電氣的に接続された第2外部電極とを備え、前記1以上の凹部は1以上の第1トレンチであり、前記第2主面に1以上の第2トレンチが設けられ、前記導電層は、前記第2主面と前記1以上の第2トレンチの側壁及び底面とを更に覆っており、前記1以上の第1トレンチの長さ方向と前記1以上の第2トレンチの長さ方向とは互いに交差し、前記1以上の第1トレンチと前記1以上の第2トレンチとはそれらの交差部で互いに繋がっているコンデンサが提供される。

【0007】

第3側面によれば、互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は第1又は第2側面に係るコンデンサであり、前記複数のコンデンサの隣り合った2つは、前記第1外部電極が互いに電氣的に接続されるとともに、前記第2外部電極が互いに電氣的に接続された積層体と、前記積層体を支持した回路基板とを備えたコンデンサモジュールが提供される。

【0008】

第4側面によれば、互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は第1側面に係るコンデンサである積層体と、前記積層体を支持した回路基板と、前記複数のコンデンサの前記第1電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材と、前記複数のコンデンサの前記第2電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材とを備えたコンデンサモジュールが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態に係るコンデンサを斜め上方向から見た様子を示す斜視図。

【図2】図1に示すコンデンサを斜め下方向から見た様子を示す斜視図。

【図3】図1及び図2に示すコンデンサの上面図。

【図4】図3に示すコンデンサのI V - I V線に沿った断面図。

【図5】図3に示すコンデンサのV - V線に沿った断面図。

【図6】図3に示すコンデンサのV I - V I線に沿った断面図。

【図7】図3に示すコンデンサのV I I - V I I線に沿った断面図。

【図8】図3に示すコンデンサのV I I I - V I I I線に沿った断面図。

【図9】図1及び図2に示すコンデンサのI X - I X線に沿った断面図。

【図10】図1及び図2に示すコンデンサのX - X線に沿った断面図。

【図11】図1乃至図10に示すコンデンサの製造における一工程を示す断面図。

【図12】図1乃至図10に示すコンデンサの製造における他の工程を示す断面図。

【図13】図1乃至図10に示すコンデンサの製造における更に他の工程を示す断面図。

【図14】図1乃至図10に示すコンデンサの製造における更に他の工程を示す断面図。

【図15】図13及び図14の工程によって得られる構造を示す一断面図。

【図16】図13及び図14の工程によって得られる構造を示す他の断面図。

10

20

30

40

50



【図 17】図 1 乃至図 10 に示すコンデンサの製造における更に他の工程を示す断面図。

【図 18】図 1 乃至図 10 に示すコンデンサを含んだコンデンサモジュールの一例を示す断面図。

【図 19】第 2 実施形態に係るコンデンサの一部を示す斜視図。

【図 20】第 2 実施形態に係るコンデンサの製造における一工程を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、同様又は類似した機能を発揮する構成要素には全ての図面を通じて同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0011】

< 第 1 実施形態 >

図 1 乃至図 10 に、第 1 実施形態に係るコンデンサを示す。

図 1 乃至図 10 に示すコンデンサ 1 は、図 4 乃至図 10 に示すように、導電基板 CS と、導電層 20b と、誘電体層 50 とを含んでいる。

【0012】

なお、各図において、X 方向は導電基板 CS の主面に平行な方向であり、Y 方向は導電基板 CS の主面に平行であり且つ X 方向に垂直な方向である。また、Z 方向は、導電基板 CS の厚さ方向、即ち、X 方向及び Y 方向に垂直な方向である。

【0013】

導電基板 CS は、少なくとも表面が導電性を有している基板である。導電基板 CS は、第 1 主面 S1 と、第 2 主面 S2 と、第 1 主面 S1 の縁から第 2 主面 S2 の縁まで延びた端面 S3 とを有している。ここでは、導電基板 CS は、扁平な略直方体形状を有している。導電基板 CS は、他の形状を有していてもよい。

【0014】

第 1 主面 S1 には、図 3、図 4、及び図 6 乃至図 8 に示す第 1 凹部 R1 が設けられている。ここでは、これら第 1 凹部 R1 は、第 1 方向である X 方向に各々が延びた形状を有している第 1 トレンチである。第 1 凹部 R1 は、図 3、図 4 及び図 6 に示すように、第 2 方向である Y 方向に配列している。第 1 主面 S1 には、複数の第 1 凹部 R1 を設けてもよく、第 1 凹部 R1 を 1 つのみ設けてもよい。

【0015】

第 2 主面 S2 には、図 3、図 5、及び図 6 乃至図 8 に示す第 2 凹部 R2 が設けられている。ここでは、これら第 2 凹部 R2 は、第 2 方向である Y 方向に各々が延びた形状を有している第 2 トレンチである。第 2 凹部 R2 は、図 3、図 5 及び図 7 に示すように、第 1 方向である X 方向に配列している。第 2 主面 S2 には、複数の第 2 凹部 R2 を設けてもよく、第 2 凹部 R2 を 1 つのみ設けてもよい。

【0016】

第 1 凹部 R1 の長さ方向と第 2 凹部 R2 の長さ方向とは、互いに交差している。ここでは、第 1 凹部 R1 の長さ方向と第 2 凹部 R2 の長さ方向とは直交している。第 1 凹部 R1 の長さ方向と第 2 凹部 R2 の長さ方向とは、斜めに交差していてもよい。

【0017】

なお、第 1 又は第 2 凹部の「長さ方向」は、導電基板 CS の厚さ方向に垂直な平面への第 1 又は第 2 凹部の正射影の長さ方向である。従って、第 1 凹部 R1 の長さ方向と第 2 凹部 R2 の長さ方向とが交差していることは、導電基板 CS の厚さ方向に垂直な平面への第 1 凹部の正射影の長さ方向と、この平面への第 2 凹部の正射影の長さ方向とが交差していることを意味している。

【0018】

第 1 凹部 R1 の深さ D1 と第 2 凹部 R2 の深さ D2 との和  $D1 + D2$  は、導電基板 CS の厚さ T 以上である。この構成を採用すると、第 1 凹部 R1 と第 2 凹部 R2 とは、それらが交差した位置で互いに繋がり、図 8 に示す貫通孔 TH を形成する。

## 【 0 0 1 9 】

和  $D_1 + D_2$  と厚さ  $T$  との比  $(D_1 + D_2) / T$  は、1 乃至 1.4 の範囲内にあることが好ましく、1.1 乃至 1.3 の範囲内にあることがより好ましい。電気容量を大きくする観点では、比  $(D_1 + D_2) / T$  は大きいことが好ましい。また、導電層 20b のうち、第 1 凹部 R1 の側壁及び底面上に位置した部分と第 2 凹部 R2 の側壁及び底面上に位置した部分との電氣的接続を良好にする観点でも、比  $(D_1 + D_2) / T$  は大きいことが好ましい。但し、深さ  $D_1$  及び  $D_2$  を大きくすると、コンデンサ 1 の機械的強度が低下する。

## 【 0 0 2 0 】

なお、比  $(D_1 + D_2) / T$  は 1 未満であってもよい。この場合、第 1 凹部 R1 と第 2 凹部 R2 とは、それらが交差した位置で、図 8 に示す貫通孔 TH を形成することはない。従って、この場合、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 を設けるのに加え、基板 10 の何れかの位置に貫通孔を設ける。この場合、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の一方又は双方は省略することができる。

10

## 【 0 0 2 1 】

第 1 凹部 R1 の深さ  $D_1$  及び第 2 凹部 R2 の深さ  $D_2$  は、導電基板 CS の厚さ  $T$  にもよるが、一例によれば  $0.1 \mu\text{m}$  乃至  $500 \mu\text{m}$  の範囲内にあり、他の例によれば  $1 \mu\text{m}$  乃至  $400 \mu\text{m}$  の範囲内にある。

## 【 0 0 2 2 】

第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の開口部の寸法は、 $0.3 \mu\text{m}$  以上であることが好ましい。なお、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の開口部の寸法は、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の開口部の径又は幅である。ここでは、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の開口部の寸法は、それらの長さ方向に対して垂直な方向における寸法である。これら寸法を小さくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、これら寸法を小さくすると、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 内に、誘電体層 50 と導電層 20b とを含んだ積層構造を形成することが難しくなる。

20

## 【 0 0 2 3 】

隣り合った第 1 凹部 R1 間の距離及び隣り合った第 2 凹部 R2 間の距離は、 $0.1 \mu\text{m}$  以上であることが好ましい。これら距離を小さくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、これら距離を小さくすると、導電基板 CS のうち、第 1 凹部 R1 間に挟まれた部分及び第 2 凹部 R2 間に挟まれた部分の破損を生じ易くなる。

30

## 【 0 0 2 4 】

第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 は、様々な形状を有し得る。例えば、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 は、Z 方向に垂直な平面への正射影が、互いに交差していれば、湾曲又は屈曲した形状を有していてもよく、円形又は正方形であってもよい。

## 【 0 0 2 5 】

また、ここでは、第 1 凹部 R1 及び第 2 凹部 R2 の深さ方向に平行な断面は矩形状である。これら断面は矩形状でなくてもよい。例えば、これら断面は、先細りした形状を有していてもよい。

## 【 0 0 2 6 】

貫通孔 TH は、第 1 凹部 R1 と第 2 凹部 R2 との交差部に対応して配列している。貫通孔 TH の各々は、第 1 凹部 R1 の一部と第 2 凹部 R2 の一部とで構成されている。貫通孔 TH の各々は、第 1 主面 S1 から第 2 主面 S2 まで延びている。即ち、貫通孔 TH の各々は、導電基板 CS の厚さ方向である Y 方向に延びている。

40

## 【 0 0 2 7 】

導電基板 CS の端面 S3 には、図 1 乃至図 3 に示す第 1 溝 G1 及び第 2 溝 G2 が設けられている。第 1 溝 G1 及び第 2 溝 G2 の各々は、第 1 主面 S1 の縁から第 2 主面 S2 の縁まで延びている。

## 【 0 0 2 8 】

導電基板 CS は、図 4 乃至図 10 に示すように、基板 10 と導電層 20a とを含んでいる。

50

## 【 0 0 2 9 】

基板 1 0 は、導電基板 C S と同様の形状を有している。基板 1 0 は、例えば、絶縁性基板、半導体基板、又は導電性基板である。基板 1 0 は、半導体基板であることが好ましい。また、基板 1 0 は、シリコン基板などのシリコンを含んだ基板であることが好ましい。そのような基板は、半導体プロセスを利用した加工が可能である。

## 【 0 0 3 0 】

導電層 2 0 a は、基板 1 0 上に設けられている。例えば、導電層 2 0 a は、導電性を高めるために不純物がドーピングされたポリシリコン、又は、モリブデン、アルミニウム、金、タングステン、白金、ニッケル及び銅などの金属若しくは合金からなる。導電層 2 0 a は、単層構造を有していてもよく、多層構造を有していてもよい。

10

## 【 0 0 3 1 】

導電層 2 0 a の厚さは、 $0.05 \mu\text{m}$  乃至  $1 \mu\text{m}$  の範囲内にあることが好ましく、 $0.1 \mu\text{m}$  乃至  $0.3 \mu\text{m}$  の範囲内にあることがより好ましい。導電層 2 0 a が薄いと、導電層 2 0 a に不連続部を生じるか、又は、導電層 2 0 a のシート抵抗が過剰に大きくなる可能性がある。導電層 2 0 a を厚くすると、製造コストが増加する。

## 【 0 0 3 2 】

導電層 2 0 a は、図 4 乃至図 6 及び図 8 に示す第 1 部分 P 1 と、図 4、図 5、図 7 及び図 8 に示す第 2 部分 P 2 と、図 4 及び図 6 乃至図 8 に示す第 3 部分 P 3 と、図 5 乃至図 8 に示す第 4 部分 P 4 とを含んでいる。第 1 部分 P 1 は、導電層 2 0 a のうち、第 1 主面 S 1 に対応した部分である。第 2 部分 P 2 は、導電層 2 0 a のうち、第 2 主面 S 2 に対応した部分である。第 3 部分 P 3 は、導電層 2 0 a のうち、第 1 凹部 R 1 に隣接した部分である。第 4 部分 P 4 は、導電層 2 0 a のうち、第 2 凹部 R 2 に隣接した部分である。

20

## 【 0 0 3 3 】

第 1 部分 P 1 及び第 3 部分 P 3 は、図 4、図 6 及び図 8 から分かるように、互いに電氣的に接続されている。また、第 2 部分 P 2 及び第 4 部分 P 4 も、図 5、図 7 及び図 8 から分かるように、互いに電氣的に接続されている。そして、第 3 部分 P 3 及び第 4 部分 P 4 は、図 8 に示す貫通孔 T H の位置で互いに電氣的に接続されている。

## 【 0 0 3 4 】

なお、基板 1 0 がシリコン基板などの半導体基板である場合、導電層 2 0 a は、半導体基板の表面領域に不純物を高濃度にドーピングした高濃度ドーピング層であってもよい。

30

## 【 0 0 3 5 】

また、基板 1 0 の導電率が高い場合には、導電層 2 0 a を省略し、基板 1 0 を導電基板 C S として用いてもよい。例えば、基板 1 0 が、P 型又は N 型の不純物がドーピングされた半導体からなる半導体基板又は金属基板である場合、導電層 2 0 a は省略することができる。この場合、基板 1 0 の少なくとも表面領域、例えば、基板 1 0 の全体が導電層 2 0 a の役割を果たす。

## 【 0 0 3 6 】

導電層 2 0 b は、第 1 主面 S 1 と、第 2 主面 S 2 と、端面 S 3 と、第 1 凹部 R 1 の側壁及び底面と、第 2 凹部 R 2 の側壁及び底面とを覆っている。導電層 2 0 b のうち、端面 S 3 を覆っている部分は、省略してもよい。

40

## 【 0 0 3 7 】

導電層 2 0 b は、例えば、導電性を高めるために不純物がドーピングされたポリシリコン、又は、モリブデン、アルミニウム、金、タングステン、白金、ニッケル及び銅などの金属若しくは合金からなる。導電層 2 0 b は、単層構造を有していてもよく、多層構造を有していてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

導電層 2 0 b の厚さは、 $0.05 \mu\text{m}$  乃至  $1 \mu\text{m}$  の範囲内にあることが好ましく、 $0.1 \mu\text{m}$  乃至  $0.3 \mu\text{m}$  の範囲内にあることがより好ましい。導電層 2 0 b が薄いと、導電層 2 0 b に不連続部を生じるか、又は、導電層 2 0 b のシート抵抗が過剰に大きくなる可能性がある。導電層 2 0 b が厚いと、導電層 2 0 a 及び誘電体層 5 0 を十分な厚さに形成

50

することが難しい場合がある。

【0039】

導電層20bは、図4乃至図6及び図8に示す第5部分P5と、図4、図5、図7及び図8に示す第6部分P6と、図4及び図6乃至図8に示す第7部分P7と、図5乃至図8に示す第8部分P8とを含んでいる。第5部分P5は、導電層20bのうち、第1部分P1と向き合った部分である。第6部分P6は、導電層20bのうち、第2部分P2と向き合った部分である。第7部分P7は、導電層20bのうち、第3部分P3と向き合った部分である。第8部分P8は、導電層20bのうち、第4部分P4と向き合った部分である。

【0040】

第5部分P5及び第7部分P7は、図4、図6及び図8から分かるように、互いに電氣的に接続されている。第6部分P6及び第8部分P8も、図5、図7及び図8から分かるように、互いに電氣的に接続されている。そして、第7部分P7及び第8部分P8は、図8に示す貫通孔THの位置で互いに電氣的に接続されている。

10

【0041】

なお、図4乃至図10では、導電層20bは、第1凹部R1及び第2凹部R2が、導電層20bと誘電体層50とによって完全に埋め込まれるように設けられている。導電層20bは、導電基板CSの表面に対してコンフォーマルな層であってもよい。即ち、導電層20bは、略均一な厚さを有する層であってもよい。この場合、第1凹部R1及び第2凹部R2は、導電層20bと誘電体層50とによって完全には埋め込まれない。

【0042】

導電層20bには、複数の貫通孔が設けられている。ここでは、これら貫通孔は、導電層20bのうち、誘電体層50を間に挟んで第1主面S1と向き合った部分であって、第1凹部R1間の領域と第2凹部R2との交差部に対応した位置に、Y方向へ1つおきに配列するように設けられている。導電層20bには、他の位置に貫通孔を設けてもよい。また、導電層20bには、貫通孔を1つのみ設けてもよい。

20

【0043】

誘電体層50は、導電基板CSと導電層20bとの間に介在している。誘電体層50は、導電基板CSの表面に対してコンフォーマルな層である。誘電体層50は、導電基板CSと導電層20bとを互いから電氣的に絶縁している。

【0044】

誘電体層50は、例えば、有機誘電体又は無機誘電体からなる。有機誘電体としては、例えば、ポリイミドを使用することができる。無機誘電体としては、強誘電体も用いることができるが、例えば、シリコン窒化物、シリコン酸化物、シリコン酸窒化物、チタン酸化物、及びタンタル酸化物などの常誘電体が好ましい。これらの常誘電体は、温度による誘電率の変化が小さい。そのため、常誘電体を誘電体層50に使用すると、コンデンサ1の耐熱性を高めることができる。

30

【0045】

誘電体層50の厚さは、0.005 $\mu$ m乃至0.5 $\mu$ mの範囲内にあることが好ましく、0.01 $\mu$ m乃至0.1 $\mu$ mの範囲内にあることがより好ましい。誘電体層50が薄いと、誘電体層50に不連続部を生じ、導電基板CSと導電層20bとが短絡する可能性がある。また、誘電体層50を薄くすると、例え短絡していなくても耐圧が低くなり、電圧を印加した際に短絡する可能性が高まる。誘電体層50を厚くすると、耐圧は高くなるが電気容量が小さくなる。

40

【0046】

誘電体層50には、複数の貫通孔が設けられている。誘電体層50の貫通孔は、導電層20bの貫通孔と繋がっている。

【0047】

このコンデンサ1は、図4乃至図10に示す絶縁層60aと、図3乃至図6及び図8乃至図10に示す第1形電極70a及び第2形電極70bと、図4乃至図10に示す絶縁層60bと、図1乃至図3、図9及び図10に示す第1外部電極70c及び第2外部電

50

極 70d とを更に含んでいる。

【0048】

絶縁層 60a は、導電層 20b の一部と誘電体層 50 の一部とを間に挟んで第 1 主面 S1 と向き合っている。具体的には、絶縁層 60a は、導電層 20b の第 5 部分 P5 及び第 7 部分 P7 を覆っている。

【0049】

絶縁層 60a は、第 1 絶縁層 60a1 と第 2 絶縁層 60a2 とを含んでいる。

第 1 絶縁層 60a1 は、導電層 20b の第 5 部分 P5 及び第 7 部分 P7 を覆っている。第 1 絶縁層 60a1 は、導電層 20b に設けられた貫通孔の側壁と、誘電体層 50 に設けられた貫通孔の側壁とを更に覆っている。第 1 絶縁層 60a1 は、例えば、シリコン窒化物及びシリコン酸化物などの無機絶縁体からなる。

10

【0050】

第 2 絶縁層 60a2 は、第 1 絶縁層 60a1 を覆っている。第 2 絶縁層 60a2 は、例えば、ポリイミド及びノボラック樹脂などの有機絶縁体からなる。

絶縁層 60a は、多層構造を有していてもよく、単層構造を有していてもよい。

【0051】

絶縁層 60a には、複数の貫通孔が設けられている。これら貫通孔の一部は、導電層 20b に設けられた貫通孔を介して誘電体層 50 に設けられた貫通孔と繋がっており、それらとともに第 2 コンタクトホールを形成している。絶縁層 60a に設けられた貫通孔の残りは、Y 方向に隣り合った第 2 コンタクトホールの中間位置に設けられており、第 1 コンタクトホールを形成している。

20

【0052】

第 1 形電極 70a は、絶縁層 60a 上に設けられている。第 1 形電極 70a は、内部電極である。第 1 形電極 70a は、X 方向に各々が延び、Y 方向に配列した歯部を有している。第 1 形電極 70a は、第 1 コンタクトホールを埋め込んでいる。第 1 形電極 70a は、導電層 20b へ電氣的に接続されている。

【0053】

第 2 形電極 70b は、絶縁層 60a 上に設けられている。第 2 形電極 70b は、内部電極である。第 2 形電極 70b は、X 方向に各々が延び、Y 方向に配列した歯部を有している。第 2 形電極 70b の歯部と第 1 形電極 70a の歯部とは、Y 方向に交互に配列している。第 2 形電極 70b は、第 2 コンタクトホールを埋め込んでいる。第 2 形電極 70b は、導電層 20a へ電氣的に接続されている。

30

【0054】

第 1 形電極 70a 及び第 2 形電極 70b は、単層構造を有していてもよく、多層構造を有していてもよい。第 1 形電極 70a 及び第 2 形電極 70b を構成している各層は、例えば、銅、チタン、ニッケル、及びニッケル合金などの金属からなる。

【0055】

絶縁層 60b は、導電層 20b の一部と誘電体層 50 の一部と第 1 形電極 70a と第 2 形電極 70b とを間に挟んで、第 1 主面 S1 と向き合っている。更に、絶縁層 60b は、導電層 20b の他の一部と誘電体層 50 の他の一部とを間に挟んで、第 2 主面 S2 及び端面 S3 と向き合っている。

40

【0056】

絶縁層 60b は、単層構造を有していてもよく、多層構造を有していてもよい。絶縁層 60b を構成する層は、例えば、シリコン窒化物などの無機絶縁体、又は、ポリイミドなどの有機絶縁体からなる。

【0057】

絶縁層 60b には、第 1 形電極 70a 及び第 2 形電極 70b の位置に、複数の貫通孔が設けられている。これら貫通孔のうち、第 1 形電極 70a の位置に設けられたものは第 3 コンタクトホールである。他方、これら貫通孔のうち、第 2 形電極 70b の位置に設けられたものは第 4 コンタクトホールである。

50

## 【 0 0 5 8 】

第 1 外部電極 7 0 c は、絶縁層 6 0 b 上に設けられている。第 1 外部電極 7 0 c は、第 1 形電極 7 0 a を介して導電層 2 0 b へ電氣的に接続されている。

## 【 0 0 5 9 】

第 1 外部電極 7 0 c は、第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 と、第 2 ボンディングパッド 7 0 c 2 と、第 1 電極部 7 0 c 3 とを含んでいる。

## 【 0 0 6 0 】

第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 は、誘電体層 5 0 の一部と導電層 2 0 b の一部と絶縁層 6 0 a の一部と第 1 形電極 7 0 a の一部と絶縁層 6 0 b の一部とを間に挟んで、第 1 主面 S 1 と向き合っている。第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 は、第 1 溝 G 1 の一端と隣接している。

10

## 【 0 0 6 1 】

第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 は、第 3 コンタクトホールを埋め込んでいる。第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 は、第 1 形電極 7 0 a へ電氣的に接続されている。また、第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 は、第 1 電極部 7 0 c 3 の一端に接続されている。

## 【 0 0 6 2 】

第 2 ボンディングパッド 7 0 c 2 は、誘電体層 5 0 の他の一部と導電層 2 0 b の他の一部と絶縁層 6 0 a の他の一部と絶縁層 6 0 b の他の一部とを間に挟んで、第 2 主面 S 2 と向き合っている。第 2 ボンディングパッド 7 0 c 2 は、第 1 溝 G 1 の他端と隣接している。第 2 ボンディングパッド 7 0 c 2 は、第 1 電極部 7 0 c 3 の他端に接続されている。

20

## 【 0 0 6 3 】

第 1 電極部 7 0 c 3 は、誘電体層 5 0 の更に他の一部と導電層 2 0 b の更に他の一部と絶縁層 6 0 b の更に他の一部とを間に挟んで、端面 S 3 と向き合っている。第 1 電極部 7 0 c 3 は、第 1 溝 G 1 の壁面に沿った形状を有している。

## 【 0 0 6 4 】

第 2 外部電極 7 0 d は、絶縁層 6 0 b 上に設けられている。第 2 外部電極 7 0 d は、第 2 形電極 7 0 b を介して導電基板 C S へ電氣的に接続されている。

## 【 0 0 6 5 】

第 2 外部電極 7 0 d は、第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 と、第 4 ボンディングパッド 7 0 d 2 と、第 2 電極部 7 0 d 3 とを含んでいる。

30

## 【 0 0 6 6 】

第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 は、誘電体層 5 0 の一部と導電層 2 0 b の一部と絶縁層 6 0 a の一部と第 2 形電極 7 0 b の一部と絶縁層 6 0 b の一部とを間に挟んで、第 1 主面 S 1 と向き合っている。第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 は、第 2 溝 G 2 の一端と隣接している。

## 【 0 0 6 7 】

第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 は、第 4 コンタクトホールを埋め込んでいる。第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 は、第 2 形電極 7 0 b へ電氣的に接続されている。また、第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 は、第 2 電極部 7 0 d 3 の一端に接続されている。

## 【 0 0 6 8 】

第 4 ボンディングパッド 7 0 d 2 は、誘電体層 5 0 の他の一部と導電層 2 0 b の他の一部と絶縁層 6 0 a の他の一部と絶縁層 6 0 b の他の一部とを間に挟んで、第 2 主面 S 2 と向き合っている。第 4 ボンディングパッド 7 0 d 2 は、第 2 溝 G 2 の他端と隣接している。第 4 ボンディングパッド 7 0 d 2 は、第 2 電極部 7 0 d 3 の他端に接続されている。

40

## 【 0 0 6 9 】

第 2 電極部 7 0 d 3 は、誘電体層 5 0 の更に他の一部と導電層 2 0 b の更に他の一部と絶縁層 6 0 b の更に他の一部とを間に挟んで、端面 S 3 と向き合っている。第 2 電極部 7 0 d 3 は、第 2 溝 G 2 の壁面に沿った形状を有している。

## 【 0 0 7 0 】

第 1 ボンディングパッド 7 0 c 1 に対する第 3 ボンディングパッド 7 0 d 1 の相対的な

50

位置は、第2ボンディングパッド70c2に対する第4ボンディングパッド70d2の相対的な位置と等しい。ここでは、一例として、Z方向に垂直な平面への第2ボンディングパッド70c2の正射影は、この平面への第1ボンディングパッド70c1の正射影と重なり合っており、先の平面への第4ボンディングパッド70d2の正射影は、この平面への第3ボンディングパッド70d1の正射影と重なり合っているとす。

【0071】

第1外部電極70c及び第2外部電極70dは、単層構造を有していてもよく、多層構造を有していてもよい。第1外部電極70c及び第2外部電極70dを構成している各層は、例えば、モリブデン、アルミニウム、金、タングステン、白金、銅、ニッケル、及びそれらの1以上を含んだ合金などの金属からなる。

10

【0072】

第1外部電極70c及び第2外部電極70dの厚さは、0.1µm乃至1000µmの範囲内にあることが好ましく、1µm乃至500µmの範囲内にあることがより好ましい。

【0073】

このコンデンサ1は、例えば、以下の方法により製造する。以下、図11乃至図17を参照しながら、コンデンサ1の製造方法の一例を説明する。

【0074】

この方法では、先ず、図11に示す基板10を準備する。ここでは、一例として、基板10は単結晶シリコンウェハであるとする。単結晶シリコンウェハの面方位は特に問われないが、本例では、一主面が(100)面であるシリコンウェハを用いる。基板10としては、一主面が(110)面であるシリコンウェハを用いることもできる。

20

【0075】

次に、MacEtch(Metal-Assisted Chemical Etching)により、基板10に貫通孔を形成する。

即ち、先ず、図11及び図12に示すように、基板10上に、第1貴金属を各々が含んだ第1触媒層80a及び第2触媒層80bを形成する。第1触媒層80a及び第2触媒層80bは、それぞれ、基板10の一方の主面(以下、第1面という)及び他方の主面(以下、第2面という)を部分的に覆うように形成する。

【0076】

具体的には、先ず、基板10の第1面上に、第1マスク層90aを形成する。

30

第1マスク層90aは、第1凹部R1に対応した位置で開口している。第1マスク層90aは、第1面のうち第1マスク層90aによって覆われた部分が、後述する貴金属と接触するのを防止する。

【0077】

第1マスク層90aの材料としては、例えば、ポリイミド、フッ素樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、及びノボラック樹脂などの有機材料や、酸化シリコン及び窒化シリコンなどの無機材料が挙げられる。

【0078】

第1マスク層90aは、例えば、既存の半導体プロセスによって形成することができる。有機材料からなる第1マスク層90aは、例えば、フォトリソグラフィによって形成することができる。無機材料からなる第1マスク層90aは、例えば、気相堆積法による無機材料層の成膜と、フォトリソグラフィによるマスクの形成と、エッチングによる無機材料層のパターニングとによって成形することができる。或いは、無機材料からなる第1マスク層90aは、基板10の表面領域の酸化又は窒化と、フォトリソグラフィによるマスク形成と、エッチングによる酸化物又は窒化物層のパターニングとによって形成することができる。第1マスク層90aは、省略可能である。

40

【0079】

次に、第1面のうち第1マスク層90aによって覆われていない領域上に、第1触媒層80aを形成する。第1触媒層80aは、例えば、貴金属を含んだ不連続層である。ここでは、一例として、第1触媒層80aは、貴金属を含んだ第1触媒粒子81aからなる粒

50

状層であるとする。

【0080】

貴金属は、例えば、金、銀、白金、ロジウム、パラジウム、及びルテニウムの1以上である。第1触媒層80a及び第1触媒粒子81aは、チタンなどの貴金属以外の金属を更

【0081】

第1触媒層80aは、例えば、電解めっき、還元めっき、又は置換めっきによって形成することができる。第1触媒層80aは、貴金属粒子を含む分散液の塗布、又は、蒸着及びスパッタリング等の気相堆積法を用いて形成してもよい。これら手法の中でも、置換め

10

【0082】

次に、図12に示すように、第2面上に、第2マスク層90bを形成する。

第2マスク層90bは、第2凹部R2に対応した位置で開口している。第2マスク層90bは、第2面のうち第2マスク層90bによって覆われた部分が、貴金属と接触するのを防止する。

【0083】

第2マスク層90bの材料としては、例えば、第1マスク層90aについて例示したものを

20

【0084】

次に、第2面のうち第2マスク層90bによって覆われていない領域上に、第2触媒層80bを形成する。第2触媒層80bは、例えば、貴金属を含んだ不連続層である。ここでは、一例として、第2触媒層80bは、貴金属を含んだ第2触媒粒子81bからなる粒

【0085】

第2触媒層80b及び第2触媒粒子81bの材料には、例えば、第1触媒層80a及び第1触媒粒子81aについて例示したものを

【0086】

なお、第1面上に第1マスク層90aを形成した後、第2面上に第2マスク層90bを形成し、続いて、第1触媒層80aを形成し、その後、第2触媒層80bを形成してもよい。或いは、第1面上に第1マスク層90aを形成した後、第2面上に第2マスク層90bを形成し、その後、基板をめっき液に浸漬させて、第1触媒層80aと第2触媒層80bとを同時に形成してもよい。

30

【0087】

次に、貴金属の触媒としての作用のもとで基板10をエッチングして、図8に示す貫通孔に相当する孔を基板10に形成する。

【0088】

具体的には、図13及び図14に示すように、基板10をエッチング剤100でエッチングする。例えば、基板10を液状のエッチング剤100に浸漬させて、エッチング剤100を基板10と接触させる。

40

【0089】

エッチング剤100は、酸化剤と弗化水素とを含んでいる。

エッチング剤100における弗化水素の濃度は、 $1\text{ mol/L}$ 乃至 $20\text{ mol/L}$ の範囲内にあることが好ましく、 $5\text{ mol/L}$ 乃至 $10\text{ mol/L}$ の範囲内にあることがより好ましく、 $3\text{ mol/L}$ 乃至 $7\text{ mol/L}$ の範囲内にあることが更に好ましい。弗化水素濃度が低い場合、高いエッチングレートを達成することが難しい。弗化水素濃度が高い場合、過剰なサイドエッチングを生じる可能性がある。

【0090】

50



酸化剤は、例えば、過酸化水素、硝酸、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{KAuCl}_4$ 、 $\text{HAuCl}_4$ 、 $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ 、 $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{KMnO}_4$ 及び $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ から選択することができる。有害な副生成物が発生せず、半導体素子の汚染も生じないことから、酸化剤としては過酸化水素が好ましい。

【0091】

エッチング剤100における酸化剤の濃度は、 $0.2\text{mol/L}$ 乃至 $8\text{mol/L}$ の範囲内にあることが好ましく、 $2\text{mol/L}$ 乃至 $4\text{mol/L}$ の範囲内にあることがより好ましく、 $3\text{mol/L}$ 乃至 $4\text{mol/L}$ の範囲内にあることが更に好ましい。

【0092】

エッチング剤100は、緩衝剤を更に含んでいてもよい。緩衝剤は、例えば、弗化アンモニウム及びアンモニアの少なくとも一方を含んでいる。一例によれば、緩衝剤は、弗化アンモニウムである。他の例によれば、緩衝剤は、弗化アンモニウムとアンモニアとの混合物である。

エッチング剤100は、水などの他の成分を更に含んでいてもよい。

【0093】

このようなエッチング剤100を使用した場合、基板10のうち第1触媒粒子81a又は第2触媒粒子81bと近接している領域においてのみ、基板10の材料、ここではシリコンが酸化される。そして、これによって生じた酸化物は、フッ化水素酸により溶解除去される。そのため、第1触媒粒子81a又は第2触媒粒子81bと近接している部分のみが選択的にエッチングされる。

【0094】

第1触媒粒子81aは、エッチングの進行とともに第2面へ向けて移動し、そこで上記と同様のエッチングが行われる。その結果、図13に示すように、第1触媒層80aの位置では、第1面から第2面へ向けて、第1面に対して垂直な方向にエッチングが進む。

【0095】

他方、第2触媒粒子81bは、エッチングの進行とともに第1面へ向けて移動し、そこで上記と同様のエッチングが行われる。その結果、図14に示すように、第2触媒層80bの位置では、第2面から第1面へ向けて、第2面に対して垂直な方向にエッチングが進む。

【0096】

このようにして、図15及び図16に示すように、第1凹部R1に相当する凹部を第1面に形成するとともに、第2凹部R2に相当する凹部を第2面に形成する。これら凹部の深さの和が基板10の厚さ以上であると、これら凹部は、それらが交差した位置で互いに繋がる。このようにして、上記の交差部に貫通孔を形成する。

【0097】

また、これら凹部を形成するのと同時に、第1溝G1及び第2溝G2に対応した位置にも、第1面及び第2面に凹部を形成する。これにより、基板10の第1溝G1及び第2溝G2に対応した位置に、貫通孔を形成する。

【0098】

ここでは、これら貫通孔の各々は、その長さ方向に垂直な断面の形状が円形である。この断面形状は、矩形などの他の形状であってもよい。

【0099】

その後、第1マスク層90a及び第2マスク層90b並びに第1触媒層80a及び第2触媒層80bを基板10から除去する。第1マスク層90a及び第2マスク層90b並びに第1触媒層80a及び第2触媒層80bの1以上は、基板10から除去しなくてもよい。

【0100】

次に、基板10上に、図3乃至図10に示す導電層20aを形成して、導電基板CSを得る。ポリシリコンからなる導電層20aは、例えば、LPCVD (low pressure chemical vapor deposition) によって形成することができる。金属からなる導電層20a

10

20

30

40

50

は、例えば、電解めっき、還元めっき、又は置換めっきによって形成することができる。

【0101】

めっき液は、被めっき金属の塩を含んだ液体である。めっき液としては、硫酸銅五水和物と硫酸とを含んだ硫酸銅めっき液、ピロリン酸銅とピロリン酸カリウムとを含んだピロリン酸銅めっき液、及び、スルファミン酸ニッケルと硼素とを含んだスルファミン酸ニッケルめっき液などの一般的なめっき液を使用することができる。

【0102】

導電層20aは、被めっき金属の塩と界面活性剤と超臨界又は亜臨界状態の二酸化炭素とを含んだめっき液を用いためっき法により形成することが好ましい。このめっき法では、界面活性剤は、超臨界二酸化炭素からなる粒子と、被めっき金属の塩を含んだ溶液からなる連続相との間に介在させる。即ち、めっき液中で、界面活性剤にミセルを形成させ、超臨界二酸化炭素はこれらミセルに取り込ませる。

10

【0103】

通常めっき法では、凹部の底部近傍への被めっき金属の供給が不十分となることがある。これは、凹部の深さDと幅又は径Wとの比D/Wが大きい場合に、特に顕著である。

【0104】

超臨界二酸化炭素を取り込んだミセルは、狭い隙間にも容易に入り込むことができる。そして、これらミセルの移動に伴い、被めっき金属の塩を含んだ溶液も移動する。それ故、被めっき金属の塩と界面活性剤と超臨界又は亜臨界状態の二酸化炭素とを含んだめっき液を用いためっき法によれば、厚さが均一な導電層20aを容易に形成することができる。

20

【0105】

次に、導電層20a上に、誘電体層50を形成する。誘電体層50は、例えば、CVD (chemical vapor deposition) によって形成することができる。或いは、誘電体層50は、導電層20aの表面を、酸化、窒化、又は酸窒化することにより形成することができる。

【0106】

次いで、誘電体層50上に、導電層20bを形成する。導電層20bは、例えば、導電層20aについて上述したと同様の方法により形成することができる。導電層20bも、被めっき金属の塩と界面活性剤と超臨界又は亜臨界状態の二酸化炭素とを含んだめっき液を用いためっき法により形成することが好ましい。

30

【0107】

次に、導電層20bと誘電体層50とからなる積層体に、複数の貫通孔を形成する。ここでは、これら貫通孔は、上記積層体のうち、第1主面S1上の部分であって、第1凹部R1間の領域と第2凹部R2との交差部に対応した位置に、Y方向へ1つおきに配列するように形成する。これら貫通孔は、例えば、フォトリソグラフィによるマスクの形成と、エッチングによるパターンニングとによって成形することができる。

【0108】

次いで、導電層20bの第5部分P5及び第7部分P7上に、第1絶縁層60a1を形成する。第1絶縁層60a1は、例えば、CVDにより形成することができる。

【0109】

その後、第1絶縁層60a1上に、第2絶縁層60a2を形成する。第2絶縁層60a2には、上記積層体に設けた貫通孔の位置に貫通孔を設ける。第2絶縁層60a2の材料として感光性樹脂を使用した場合、フォトリソグラフィを利用して、貫通孔を有する第2絶縁層60a2を得ることができる。

40

【0110】

次に、第2絶縁層60a2をエッチングマスクとして用いて、第1絶縁層60a1をエッチングする。これにより、第1絶縁層60a1のうち、導電層20aを被覆している部分を除去する。

【0111】

次いで、第1金属層71及び第2金属層72をこの順に積層し、これらをパターンニング

50

して、第1形電極70a及び第2形電極70bを得る。第1形電極70a及び第2形電極70bは、例えば、スパッタリングやめっきによる成膜と、フォトリソグラフィとの組み合わせにより形成することができる。

【0112】

その後、導電層20b、絶縁層60a及び第2金属層72上に、絶縁層60bを形成する。絶縁層60bには、第1形電極70a及び第2形電極70bに対応した位置に貫通孔を設ける。絶縁層60bは、例えば、絶縁層60aについて上述した方法により形成することができる。

【0113】

次に、絶縁層上に、第1外部電極70c及び第2外部電極70dを形成する。第1外部電極70c及び第2外部電極70dは、例えば、第1形電極70a及び第2形電極70bについて上述した方法により形成することができる。以上のようにして、図17に示す構造を得る。

【0114】

その後、この構造をA-A線に沿ってダイシングする。即ち、ダイシングラインが、第1溝G1及び第2溝G2に対応して設けられた貫通孔のX方向の配列及びY方向の配列に沿うように、ダイシングを行う。

【0115】

このダイシングを行う前の構造では、第1外部電極70c及び第2外部電極70dは、A-A線の位置で繋がっていないか、A-A線の位置で繋がっているものの、その位置では他の位置よりも薄いことが好ましい。こうすると、ダイシングに伴って、第1外部電極70c及び第2外部電極70dに不所望な破損を生じるのを防止できる。

以上のようにして、図1乃至図10に示すコンデンサ1を得る。

【0116】

このコンデンサ1では、誘電体層50と導電層20bとを含んだ積層構造は、第1主面S1上だけでなく、第2主面S2上及び貫通孔TH内にも設けられている。それ故、このコンデンサ1は、大きな電気容量を達成し得る。

【0117】

また、このコンデンサ1では、第1凹部R1及び第2凹部R2はトレンチである。上記の積層構造は、トレンチの側壁及び底面上にも設けられている。それ故、このコンデンサ1は、特に大きな電気容量を達成し得る。

【0118】

また、このコンデンサ1では、第1凹部R1及び第2凹部R2は互いに交差しており、それらの深さの和は導電基板CSの厚さ以上である。それ故、第1凹部R1及び第2凹部R2を形成すると、それらが交差している位置に、貫通孔THが生じる。従って、第1凹部R1及び第2凹部R2を形成する工程の他に、貫通孔THを別途形成する工程を行う必要がない。

【0119】

そして、このコンデンサ1では、上記積層構造のうち、第1主面S1上に位置した部分と第2主面S2上に位置した部分との電氣的接続を、貫通孔THを利用して行っている。それ故、第1形電極70a及び第2形電極70bの双方を、コンデンサ1の片側に配置することができる。そのような構成を採用したコンデンサ1は、比較的少ない工程数で製造することが可能である。

【0120】

更に、このコンデンサ1は、以下に説明する通り、設置面積当たりの電気容量を容易に大きくすることを可能とする。

【0121】

図18は、上記のコンデンサ1を含んだコンデンサモジュールの一例を示す断面図である。

図18に示すコンデンサモジュール150は、回路基板110と、複数のコンデンサ1

とを含んでいる。

【0122】

回路基板110は、絶縁基板111と導体パターン112とを含んでいる。回路基板110は、ここでは、導体パターン112をその最表面にのみ有している。回路基板110は、多層基板であってもよい。

【0123】

複数のコンデンサ1の各々は、図1乃至図10を参照しながら説明した構造を有している。それらコンデンサ1は互いに積層されており、それらの隣り合った2つは、第1外部電極70cが互いに電氣的に接続されるとともに、第2外部電極70dが互いに電氣的に接続されている。ここでは、2つのコンデンサ1が、一方の第1ボンディングパッド70c1及び第3ボンディングパッド70d1がそれぞれ他方の第2ボンディングパッド70c2及び第4ボンディングパッド70d2と向き合うように積層されている。また、この積層体では、コンデンサ1は、第1溝G1がそれらの長さ方向に並んで1つの溝を形成し、第2溝G2がそれらの長さ方向に並んで1つの溝を形成するように積層されている。これらコンデンサ1は、それらの間に介在した接着剤層130bによって互いに対して固定されている。

10

【0124】

この積層体は、一方のコンデンサ1の第2ボンディングパッド70c2及び第4ボンディングパッド70d2がそれぞれ2つの導体パターン112と向き合うように、回路基板110上に載置されている。この積層体は、回路基板110によって支持されている。ここでは、この積層体は、これと絶縁基板111との間に介在した接着剤層130aによって、回路基板110に固定されている。

20

【0125】

このコンデンサモジュール150は、複数の接合材120を更に含んでいる。これら接合材120は、例えば、半田などの導電材料からなる。

【0126】

接合材120の1つは、2つのコンデンサ1の第1電極部70c3及び導体パターン112と接するように設けられている。この接合材120は、複数のコンデンサ1の第1溝G1を連ねてなる1つの溝の略全長に亘って延びている。また、この接合材120は、隣り合ったコンデンサ1の第1ボンディングパッド70c1及び第2ボンディングパッド70c2間の隙間や、導体パターン112と第2ボンディングパッド70c2との間の隙間に介在した部分を含んでいる。一例によれば、この接合材120は、フィレットを形成している。この接合材120は、積層されたコンデンサ1の第1外部電極70c間での電氣的接続及びこれら第1外部電極70cと導体パターン112との電氣的接続を確実にする。

30

【0127】

接合材120の他の1つは、2つのコンデンサ1の第2電極部70d3及び他の導体パターン112と接するように設けられている。この接合材120は、複数のコンデンサ1の第2溝G2を連ねてなる1つの溝の略全長に亘って延びている。また、この接合材120は、隣り合ったコンデンサ1の第3ボンディングパッド70d1及び第4ボンディングパッド70d2間の隙間や、導体パターン112と第4ボンディングパッド70d2との間の隙間に介在した部分を含んでいる。一例によれば、この接合材120は、フィレットを形成している。この接合材120は、積層されたコンデンサ1の第2外部電極70d間での電氣的接続及びこれら第2外部電極70dと他の導体パターン112との電氣的接続を確実にする。

40

【0128】

このコンデンサモジュール150では、コンデンサ1は、それらの厚さ方向に積層されている。従って、この構造を採用した場合、設置面積当たりの電氣容量を大きくすることが容易である。

【0129】

また、このコンデンサモジュール150が含んでいるコンデンサ1では、第1外部電極

50

70c及び第2外部電極70dは、それぞれ、端面S3と向き合った第1電極部70c3及び第2電極部70d3を含んでいる。それ故、例えば、第1外部電極70c同士の電氣的接続、第2外部電極70d同士の電氣的接続、第1外部電極70cと導体パターン112との電氣的接続、及び、第2外部電極70dと導体パターン112との電氣的接続を、接合材120を形成することによって同時に実現可能である。従って、この点でも、上記の構造を採用すると、設置面積当たりの電気容量を大きくすることが容易である。

【0130】

更に、このコンデンサモジュール150では、コンデンサ1は、第1溝G1がそれらの長さ方向に並んで1つの溝を形成し、第2溝G2がそれらの長さ方向に並んで1つの溝を形成するように積層されている。それ故、接合材120の材料として半田を使用した場合には、加熱によって溶融させた半田を、毛管現象によって、上記溝のほぼ全長に広げることができる。従って、この点でも、上記の構造を採用すると、設置面積当たりの電気容量を大きくすることが容易である。

10

【0131】

<第2実施形態>

図19に、第2実施形態に係るコンデンサの一部を示す。

第2実施形態に係るコンデンサは、以下の構成を採用したこと以外は、第1実施形態に係るコンデンサ1と同様である。また、第2実施形態に係るコンデンサモジュールは、コンデンサに以下の構成を採用したこと以外は、第1実施形態に係るコンデンサモジュール150と同様である。

20

【0132】

即ち、第2実施形態に係るコンデンサでは、第1凹部R1の側壁に1以上の第1孔H1が設けられ、第2凹部R2の側壁に1以上の第2孔H2が設けられている。

【0133】

第1孔H1の各々は、2以上の第1凹部R1の隣り合った2つの一方から延び、他方まで到達しない止り孔であってもよい。或いは、第1孔H1の各々は、2以上の第1凹部R1の隣り合った2つの一方と他方とを繋いだ貫通孔であってもよい。或いは、第1孔H1の1以上は止り孔であり、第1孔H1の残りは貫通孔であってもよい。

【0134】

第2孔H2の各々は、2以上の第2凹部R2の隣り合った2つの一方から延び、他方まで到達しない止り孔であってもよい。或いは、第2孔H2の各々は、2以上の第2凹部R2の隣り合った2つの一方と他方とを繋いだ貫通孔であってもよい。或いは、第2孔H2の1以上は止り孔であり、第2孔H2の残りは貫通孔であってもよい。

30

【0135】

また、このコンデンサでは、誘電体層50と導電層20bとを含んだ積層構造は、第1主面S1及び第2主面S2並びに第1凹部R1及び第2凹部R2の側壁及び底面上だけでなく、第1孔H1の側壁及び第2孔H2の側壁にも設けられている。即ち、導電層20bは、誘電体層50を間に挟んで、第1主面S1及び第2主面S2並びに第1凹部R1及び第2凹部R2の側壁及び底面に向き合っているのに加え、第1孔H1の側壁及び第2孔H2の側壁に更に向き合っている。

40

【0136】

第2実施形態に係るコンデンサは、例えば、第1実施形態に係るコンデンサ1の製造において、第1孔H1及び第2孔H2を形成するための工程を行うことにより得ることができる。第1孔H1及び第2孔H2は、例えば、以下の方法により形成することができる。

【0137】

即ち、先ず、図15及び図16を参照しながら説明した構造を準備する。次に、図20に示すように、基板10上に、第2貴金属を含んだ第2触媒層を、第1凹部R1の側壁と第2凹部R2の側壁とを部分的に覆うように形成する。

【0138】

なお、図20において、参照符号82a及び82bは、触媒粒子を表している。触媒粒

50

子 8 2 a 及び 8 2 b の材料としては、例えば、第 1 触媒粒子 8 1 a 及び第 2 触媒粒子 8 1 b について例示したものを使用することができる。

【 0 1 3 9 】

次いで、M a c E t c h により、第 1 孔 H 1 及び第 2 孔 H 2 に相当する孔を形成する。即ち、貴金属の触媒としての作用のもとで基板 1 0 をエッチングして、第 1 孔 H 1 及び第 2 孔 H 2 に相当する孔を形成する。

【 0 1 4 0 】

その後、第 1 実施形態において説明したのと同様の方法により、導電層 2 0 a、誘電体層 5 0、導電層 2 0 b などを形成する。このようにして、第 2 実施形態に係るコンデンサを得る。

【 0 1 4 1 】

このコンデンサでは、第 1 凹部 R 1 の側壁に第 1 孔 H 1 が設けられ、第 2 凹部 R 2 の側壁に第 2 孔 H 2 が設けられている。従って、このコンデンサの導電基板 C S は、第 1 凹部 R 1 及び第 2 凹部 R 2 の側壁に孔が設けられていない基板よりも大きな表面積を有している。

【 0 1 4 2 】

そして、このコンデンサでは、誘電体層 5 0 と導電層 2 0 b との積層構造は、第 1 主面 S 1 及び第 2 主面 S 2 並びに第 1 凹部 R 1 及び第 2 凹部 R 2 の側壁及び底面上だけでなく、第 1 孔 H 1 及び第 2 孔 H 2 の側壁上にも設けられている。従って、このコンデンサは、第 1 凹部 R 1 及び第 2 凹部 R 2 の側壁に孔が設けられていないコンデンサ 1 よりも大きな電気容量を達成し得る。

【 0 1 4 3 】

第 2 実施形態に係るコンデンサ及びコンデンサモジュールは、それぞれ、第 1 実施形態に係るコンデンサ 1 及びコンデンサモジュール 1 5 0 と同様の効果を奏する。そして、第 2 実施形態に係るコンデンサ及びコンデンサモジュールは、第 1 実施形態に係るコンデンサ 1 及びコンデンサモジュール 1 5 0 と比較して、より大きな電気容量を達成し得る。

【 0 1 4 4 】

第 1 孔 H 1 の平均径は、0 . 3  $\mu$  m 以上であることが好ましい。第 1 孔 H 1 の径を小さくすると、より多くの第 1 孔 H 1 を配置することができ、それ故、より大きな電気容量を達成することができる。但し、第 1 孔 H 1 の径を小さくし過ぎると、第 1 孔 H 1 内に、誘電体層 5 0 と導電層 2 0 b との積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

【 0 1 4 5 】

第 1 凹部 R 1 の側壁の面積に占める第 1 孔 H 1 の開口部の合計面積の割合（以下、開口率という）は、3 0 % 乃至 9 0 % の範囲内にあることが好ましく、5 0 % 乃至 9 0 % の範囲内にあることが好ましい。また、第 1 凹部 R 1 の側壁に設けられた第 1 孔 H 1 の数と、その側壁の面積との比（以下、孔密度という）は、0 . 4 個 /  $\mu$  m<sup>2</sup> 乃至 2 0 個 /  $\mu$  m<sup>2</sup> の範囲内にあることが好ましく、2 個 /  $\mu$  m<sup>2</sup> 乃至 8 個 /  $\mu$  m<sup>2</sup> の範囲内にあることがより好ましい。

【 0 1 4 6 】

開口率及び孔密度を大きくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、開口率及び孔密度を過剰に大きくすると、第 1 孔 H 1 内に、誘電体層 5 0 と導電層 2 0 b との積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

【 0 1 4 7 】

隣り合った第 1 凹部 R 1 間の距離は、0 . 1  $\mu$  m 以上であることが好ましく、2  $\mu$  m 以上であることがより好ましい。この距離を大きくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、この距離に対する電気容量の増加率は、距離の増大に伴って次第に小さくなるため、上記の距離を過度に大きくすることは効果的ではない。また、この距離を大きくした場合、第 1 孔 H 1 内に、誘電体層 5 0 と導電層 2 0 b との積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

【 0 1 4 8 】

10

20

30

40

50

第2孔H2の平均径は、0.3 μm以上であることが好ましい。第2孔H2の径を小さくすると、より多くの第2孔H2を配置することができ、それ故、より大きな電気容量を達成することができる。但し、第2孔H2の径を小さくし過ぎると、第2孔H2内に、誘電体層50と導電層20bとの積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

【0149】

第2凹部R2の側壁の面積に占める第2孔H2の開口部の合計面積の割合（以下、開口率という）は、30%乃至90%の範囲内にあることが好ましく、50%乃至90%の範囲内にあることが好ましい。また、第2凹部R2の側壁に設けられた第2孔H2の数と、その側壁の面積との比（以下、孔密度という）は、0.4個/μm<sup>2</sup>乃至20個/μm<sup>2</sup>の範囲内にあることが好ましく、2個/μm<sup>2</sup>乃至8個/μm<sup>2</sup>の範囲内にあることがより好ましい。

10

【0150】

開口率及び孔密度を大きくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、開口率及び孔密度を過剰に大きくすると、第2孔H2内に、誘電体層50と導電層20bとの積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

【0151】

隣り合った第2凹部R2間の距離は、0.1 μm以上であることが好ましく、2 μm以上であることがより好ましい。この距離を大きくすると、より大きな電気容量を達成できる。但し、この距離に対する電気容量の増加率は、距離の増大に伴って次第に小さくなるため、上記の距離を過度に大きくすることは効果的ではない。また、この距離を大きくした場合、第2孔H2内に、誘電体層50と導電層20bとの積層構造を形成することが難しくなる可能性がある。

20

【0152】

なお、本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具現化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0153】

例えば、上記の実施形態では、第1形電極70a及び第2形電極70bを、導電基板CSの一方の面と向き合うように配置しているが、第1形電極70a及び第2形電極70bは、導電基板CSを間に挟んで向き合うように配置してもよい。

30

【0154】

上記の実施形態では、内部電極として第1形電極70a及び第2形電極70bを設けているが、内部電極は他の形状を有していてもよい。また、第1形電極70a及び第2形電極70bを省略し、第1外部電極70c及び第2外部電極70dをそれぞれ導電層20b及び導電基板CSへ接続してもよい。

【0155】

第1ボンディングパッド70c1、第2ボンディングパッド70c2、第3ボンディングパッド70d1、及び第4ボンディングパッド70d2は、省略してもよい。或いは、第1電極部70c3及び第2電極部70d3は省略してもよい。

40

【0156】

第1凹部R1及び第2凹部R2は、貫通孔THが形成されない深さに形成してもよい。また、第1凹部R1及び第2凹部R2の一方を省略してもよい。

【0157】

また、上記の実施形態では、Matchを利用して第1凹部R1及び第2凹部R2を形成しているが、第1凹部R1及び第2凹部R2は、反応性イオンエッチング（RIE）を利用して形成してもよい。

以下に、当初の特許請求の範囲に記載していた発明を付記する。

[ 1 ]

50

第 1 主面と、第 2 主面と、前記第 1 主面の縁から前記第 2 主面の縁まで延びた端面とを有し、前記第 1 主面に 1 以上の凹部が設けられた導電基板と、  
前記第 1 主面と前記 1 以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、  
前記導電基板と前記導電層との間に介在した誘電体層と、  
前記端面と向き合った第 1 電極部を含み、前記導電層に電氣的に接続された第 1 外部電極と、  
前記端面と向き合った第 2 電極部を含み、前記導電基板に電氣的に接続された第 2 外部電極と  
を備えたコンデンサ。

[ 2 ]

前記端面には、前記第 1 主面の縁から前記第 2 主面の縁まで各々が延びた第 1 及び第 2 溝が設けられ、前記第 1 及び第 2 電極部はそれぞれ前記第 1 及び第 2 溝内に配置された項 1 に記載のコンデンサ。

[ 3 ]

前記第 1 及び第 2 電極部はそれぞれ前記第 1 及び第 2 溝の壁面に沿った形状を有している項 2 に記載のコンデンサ。

[ 4 ]

前記第 1 外部電極は、前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 1 及び第 2 ボンディングパッドを更に含み、前記第 2 外部電極は、前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 3 及び第 4 ボンディングパッドを更に含んだ項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

[ 5 ]

前記第 1 ボンディングパッドは前記第 1 電極部の一端に接続され、前記第 2 ボンディングパッドは前記第 1 電極部の他端に接続され、前記第 3 ボンディングパッドは前記第 2 電極部の一端に接続され、前記第 4 ボンディングパッドは前記第 2 電極部の他端に接続された項 3 又は 4 に記載のコンデンサ。

[ 6 ]

第 1 主面と第 2 主面とを有し、前記第 1 主面に 1 以上の凹部が設けられた導電基板と、  
前記第 1 主面と前記 1 以上の凹部の側壁及び底面とを覆った導電層と、  
前記導電基板と前記導電層との間に介在した誘電体層と、  
前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 1 及び第 2 ボンディングパッドを含み、  
前記導電層に電氣的に接続された第 1 外部電極と、  
前記第 1 及び第 2 主面とそれぞれ向き合った第 3 及び第 4 ボンディングパッドを含み、  
前記導電基板に電氣的に接続された第 2 外部電極と  
を備えたコンデンサ。

[ 7 ]

前記第 1 ボンディングパッドに対する前記第 3 ボンディングパッドの相対的な位置は、  
前記第 2 ボンディングパッドに対する前記第 4 ボンディングパッドの相対的な位置と等しい項 3 乃至 6 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

[ 8 ]

前記 1 以上の凹部は 1 以上の第 1 トレンチである項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のコンデンサ。

[ 9 ]

前記 1 以上の第 1 トレンチの側壁に 1 以上の第 1 孔が設けられ、前記導電層は、前記第 1 トレンチの前記側壁及び底面と前記 1 以上の第 1 孔の側壁とを更に覆った項 8 に記載のコンデンサ。

[ 10 ]

前記 1 以上の第 1 孔の少なくとも 1 つは貫通孔である項 9 に記載のコンデンサ。

[ 11 ]

前記第 2 主面に 1 以上の第 2 トレンチが設けられ、前記導電層は、前記第 2 主面と前記

10

20

30

40

50



1以上の第2トレンチの側壁及び底面とを更に覆った項8乃至10の何れか1項に記載のコンデンサ。

[ 1 2 ]

前記1以上の第2トレンチの前記側壁に1以上の第2孔が設けられ、前記導電層は、前記1以上の第2トレンチの前記側壁及び底面と前記1以上の第2孔の側壁とを更に覆った項11に記載のコンデンサ。

[ 1 3 ]

前記1以上の第2孔の少なくとも1つは貫通孔である項12に記載のコンデンサ。

[ 1 4 ]

前記1以上の第1トレンチの長さ方向と前記1以上の第2トレンチの長さ方向とは互いに交差し、前記1以上の第1トレンチと前記1以上の第2トレンチとはそれらの交差部で互いに繋がっている項11乃至13の何れか1項に記載のコンデンサ。

10

[ 1 5 ]

前記第1主面と向き合い、前記導電層を前記第1外部電極へ電氣的に接続した第1形電極と、

前記第1主面と向き合い、前記導電基板を前記第2外部電極へ電氣的に接続した第2形電極と

を更に備え、

前記第1及び第2形電極の各歯部は、前記1以上の第1トレンチの前記長さ方向と交差する方向に延びた項14に記載のコンデンサ。

20

[ 1 6 ]

前記導電基板は、基板と、前記基板上に設けられた導電層とを含んだ項1乃至15の何れか1項に記載のコンデンサ。

[ 1 7 ]

前記基板はシリコンを含んだ項16に記載のコンデンサ。

[ 1 8 ]

互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は項1乃至17の何れか1項に係るコンデンサであり、前記複数のコンデンサの隣り合った2つは、前記第1外部電極が互いに電氣的に接続されるとともに、前記第2外部電極が互いに電氣的に接続された積層体と、

30

前記積層体を支持した回路基板と

を備えたコンデンサモジュール。

[ 1 9 ]

互いに積層された複数のコンデンサを含み、前記複数のコンデンサの各々は項1乃至5の何れか1項に係るコンデンサである積層体と、

前記積層体を支持した回路基板と、

前記複数のコンデンサの前記第1電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材と、

前記複数のコンデンサの前記第2電極部と接するように設けられ、それらを電氣的に接続した接合材と

40

を備えたコンデンサモジュール。

[ 2 0 ]

前記接合材の各々は半田からなる項19に記載のコンデンサモジュール。

【符号の説明】

【 0 1 5 8 】

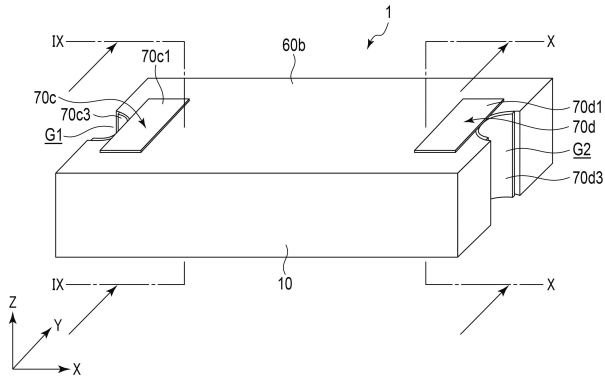
1...コンデンサ、10...基板、20a...導電層、20b...導電層、50...誘電体層、60a...絶縁層、60a1...第1絶縁層、60a2...第2絶縁層、60b...絶縁層、70a...第1形電極、70b...第2形電極、70c...第1外部電極、70c1...第1ボンディングパッド、70c2...第2ボンディングパッド、70c3...第1電極部、70d...第2外部電極、70d1...第3ボンディングパッド、70d2...第4ボンディングパッド、

50

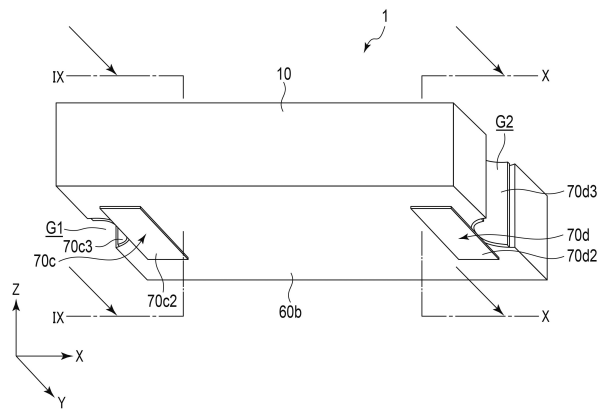
70d3 ... 第2電極部、71 ... 第1金属層、72 ... 第2金属層、80a ... 第1触媒層、80b ... 第2触媒層、81a ... 第1触媒粒子、81b ... 第2触媒粒子、82a ... 触媒粒子、82b ... 触媒粒子、90a ... 第1マスク層、90b ... 第2マスク層、100 ... エッチング剤、110 ... 回路基板、111 ... 絶縁基板、112 ... 导体パターン、120 ... 接合材、130a ... 接着剤層、130b ... 接着剤層、150 ... コンデンサモジュール、CS ... 導電基板、G1 ... 第1溝、G2 ... 第2溝、H1 ... 第1孔、H2 ... 第2孔、P1 ... 第1部分、P2 ... 第2部分、P3 ... 第3部分、P4 ... 第4部分、P5 ... 第5部分、P6 ... 第6部分、P7 ... 第7部分、P8 ... 第8部分、R1 ... 第1凹部、R2 ... 第2凹部、S1 ... 第1主面、S2 ... 第2主面、S3 ... 端面、TH ... 貫通孔。

【図面】

【図1】



【図2】



10

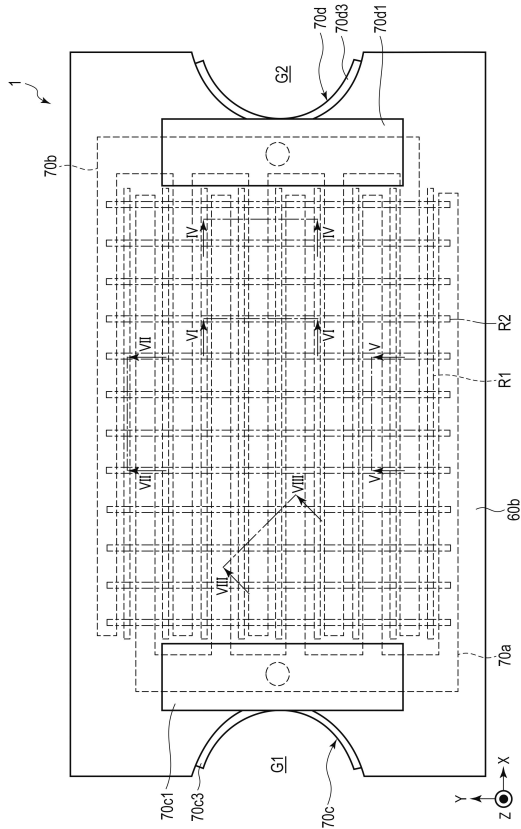
20

30

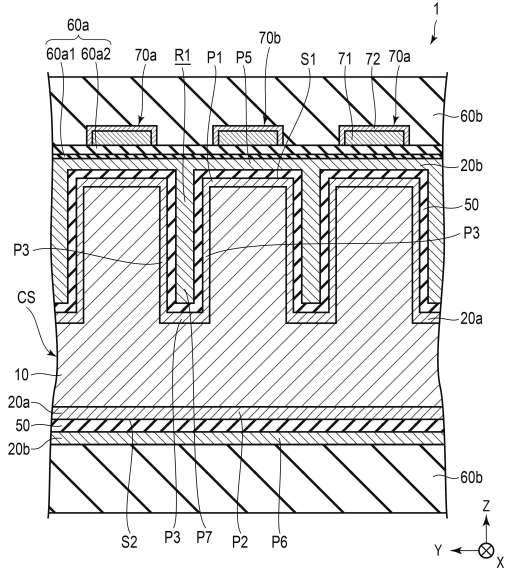
40

50

【図3】



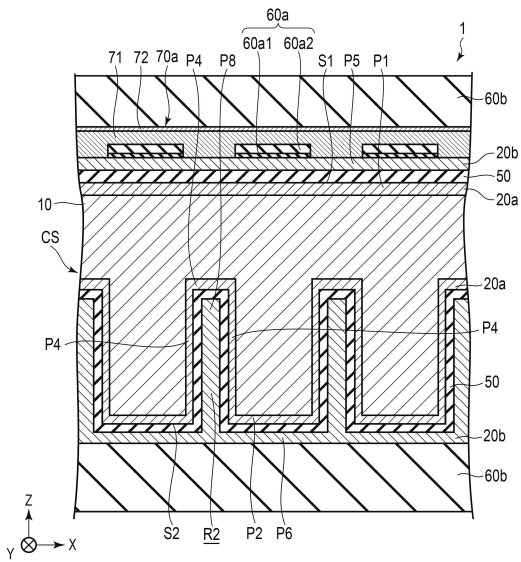
【図4】



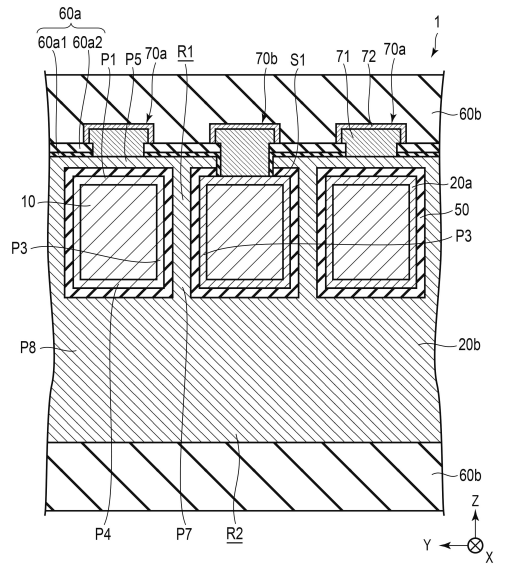
10

20

【図5】



【図6】

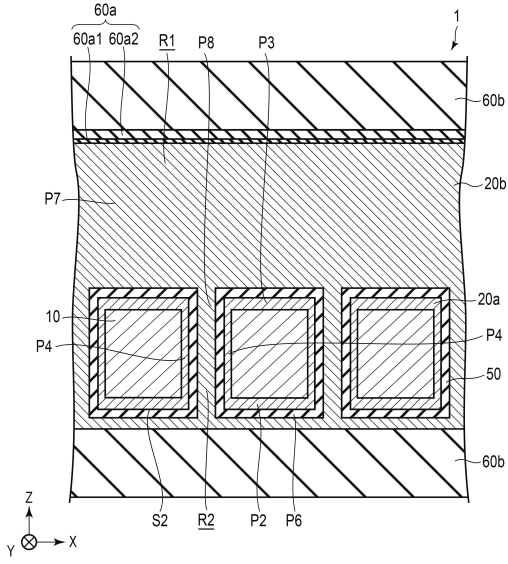


30

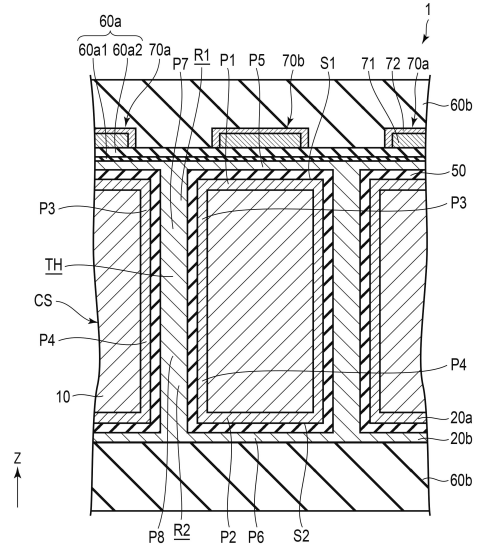
40

50

【図 7】



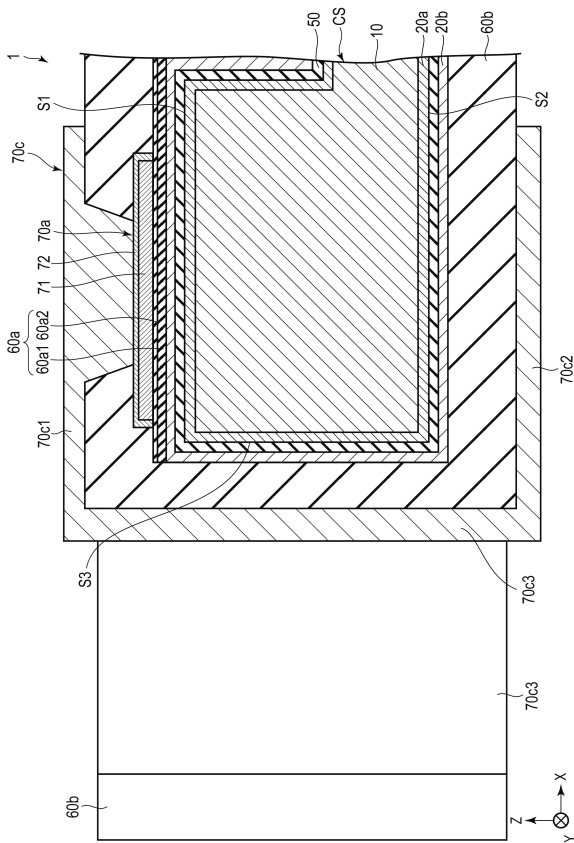
【図 8】



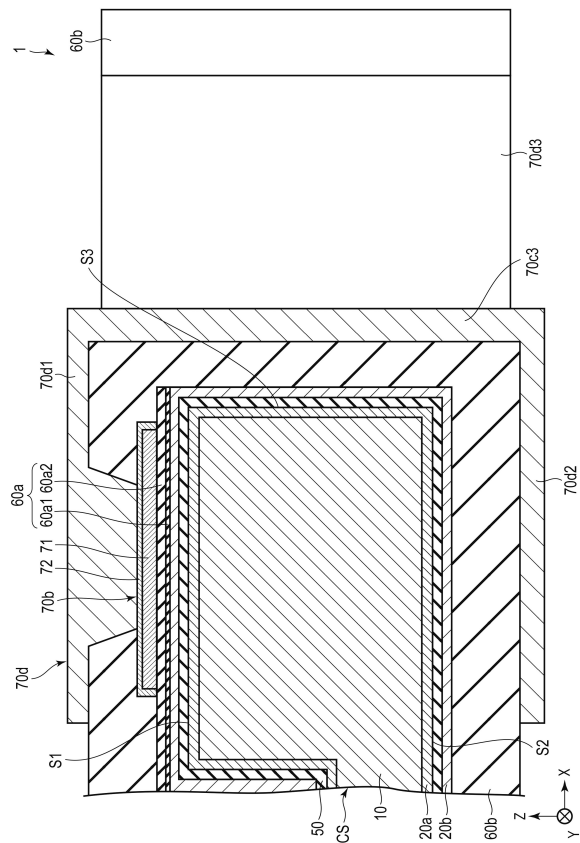
10

20

【図 9】



【図 10】

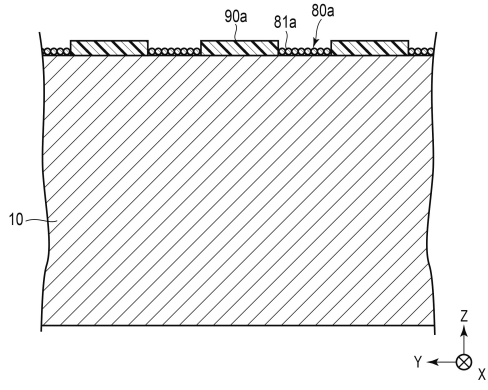


30

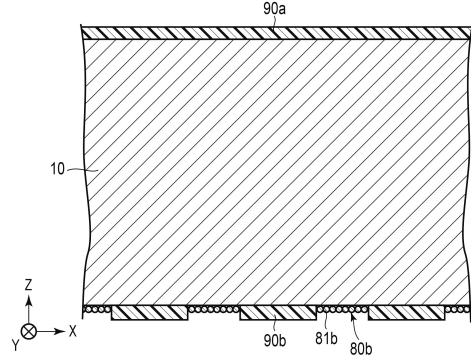
40

50

【図 1 1】

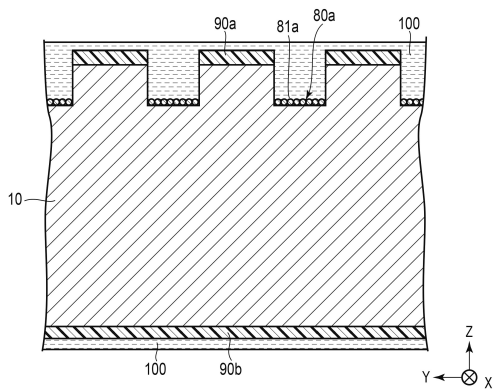


【図 1 2】

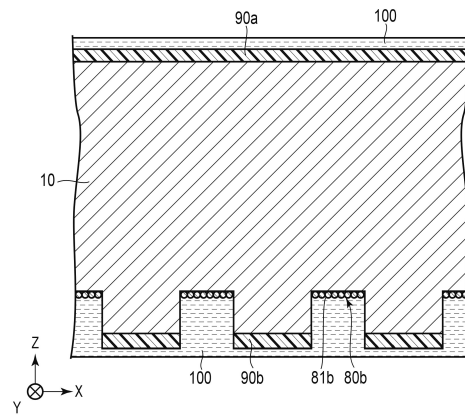


10

【図 1 3】



【図 1 4】



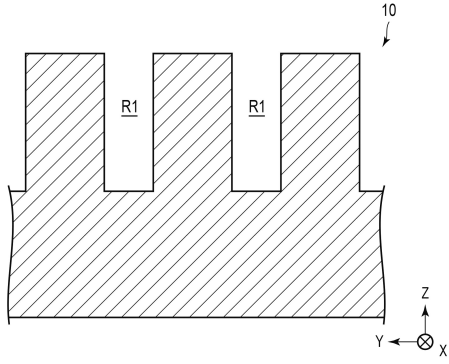
20

30

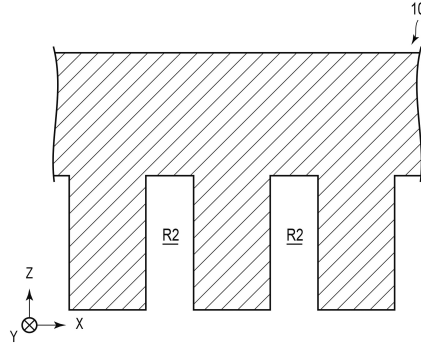
40

50

【図 15】



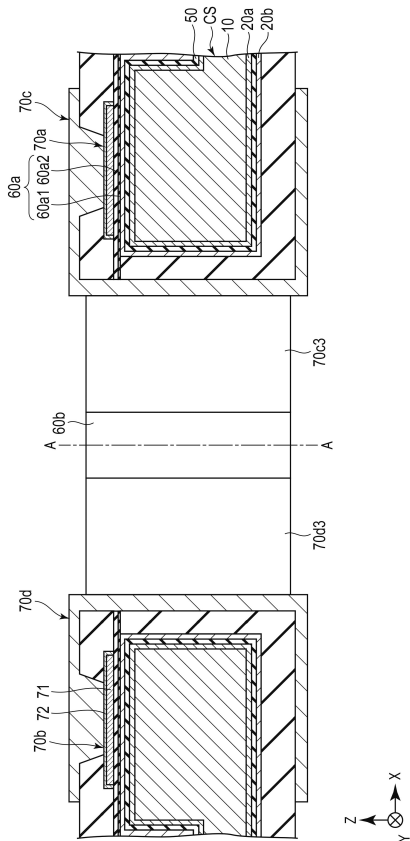
【図 16】



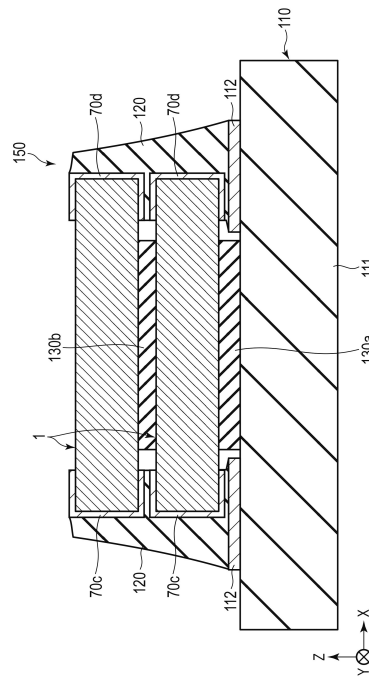
10

20

【図 17】



【図 18】

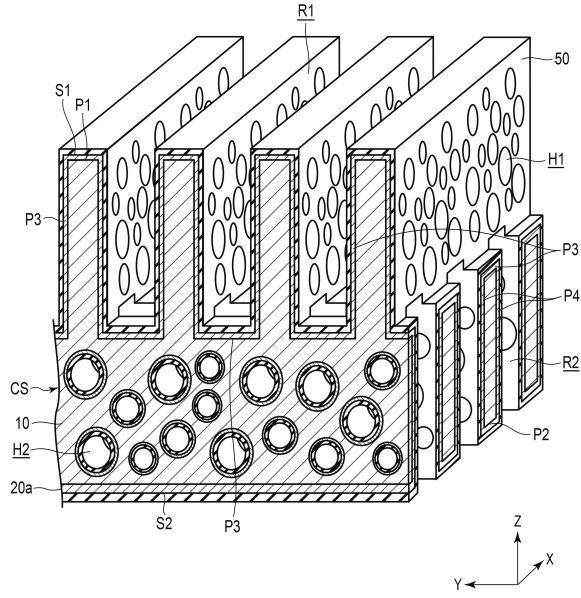


30

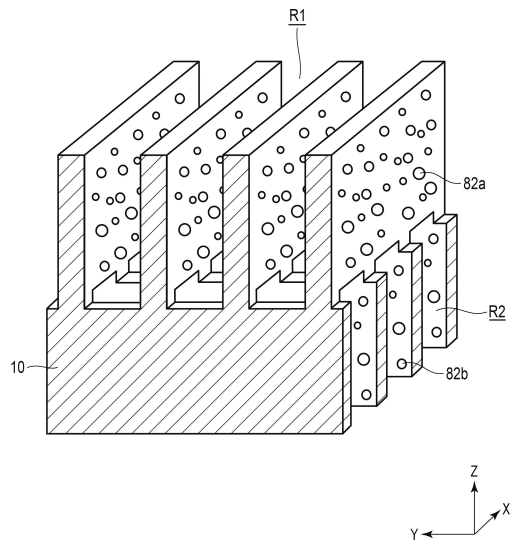
40

50

【 図 19 】



【 図 20 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 社東芝内  
(72)発明者 小幡 進  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐野 光雄  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 樋口 和人  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 下川 一生  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- 審査官 鈴木 駿平
- (56)参考文献 国際公開第2014/069363(WO, A1)  
特開平11-121251(JP, A)  
特開2002-198463(JP, A)  
特開平11-204519(JP, A)  
特開平08-102530(JP, A)  
国際公開第2017/217342(WO, A1)  
特開2018-022787(JP, A)  
特開平07-106732(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |               |
|------|---------------|
| H01G | 2/06          |
| H01G | 4/00 - 4/10   |
| H01G | 4/14 - 4/22   |
| H01G | 4/255 - 4/40  |
| H01G | 13/00 - 13/06 |
| H01L | 21/822        |
| H01L | 23/12         |
| H01L | 27/04         |
| H05K | 1/18          |