

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5432002号
(P5432002)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int.Cl.
H01G 4/33 (2006.01)

F I
H01G 4/06 I O 2

請求項の数 6 (全 11 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-41129 (P2010-41129) | (73) 特許権者 | 000204284 |
| (22) 出願日 | 平成22年2月25日 (2010.2.25) | | 太陽誘電株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-176245 (P2011-176245A) | | 東京都台東区上野6丁目16番20号 |
| (43) 公開日 | 平成23年9月8日 (2011.9.8) | (74) 代理人 | 100090413 |
| 審査請求日 | 平成25年1月23日 (2013.1.23) | | 弁理士 梶原 康稔 |
| | | (72) 発明者 | 増田 秀俊 |
| | | | 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内 |
| | | 審査官 | 小林 大介 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属の基材を陽極酸化して得られる多孔質誘電体の孔内に、それぞれ複数の正極及び負極の内部電極が円柱状に略平行に形成された略直方体ないし略立方体形状のコンデンサであって、

前記正極及び負極の内部電極がランダムに配置されており、

前記コンデンサの一つの主面上に形成されており、前記孔内に形成された複数の一方極の内部電極と導通するとともに、複数の他方極の内部電極が絶縁状態で貫通する第1の外部電極層と、

該第1の外部電極層上に形成されており、前記他方極の内部電極が貫通する絶縁層と、

該絶縁層上に前記第1の外部電極層と平行に形成されており、前記他方極の内部電極と導通する第2の外部電極層と、

を備えたことを特徴とするコンデンサ。

【請求項 2】

前記多孔質誘電体の孔が、最密充填六方配列に形成されていることを特徴とする請求項1記載のコンデンサ。

【請求項 3】

金属の基材を陽極酸化して得られる多孔質の酸化物基材を利用したコンデンサの製造方法であって、

前記金属の基材に電圧を印加して陽極酸化し、酸化物基材の一方の主面で開口するとと

10

20

もに、電極材料を充填するための所定の深さを有する略円柱状の第 1 の孔を、前記酸化物基材の厚み方向に複数形成する工程 1 ,

前記金属基材を前記工程 1 よりも大きな印加電圧によって陽極酸化し、前記第 1 の孔よりもピッチが大きく、かつ、一部の前記第 1 の孔の先端と不規則に接続する第 2 の孔を複数形成する工程 2 ,

残存する金属の基材を除去するとともに、前記第 2 の孔の底面を、前記酸化物基材の一方の主面と対向する他方の主面側で開口する工程 3 ,

前記酸化物基材の一方の主面全体に、導電性のシード層を形成する工程 4 ,

前記第 2 の孔に接続された第 1 の孔に電極材料を埋め込み、第 1 の内部電極を形成する工程 5 ,

前記酸化物基材の他方の主面側を、前記第 1 の内部電極の端部を露出させ、かつ、該第 1 の内部電極が形成されていない第 1 の孔の底面を開口させる厚みで切除する工程 6 ,

前記酸化物基材の他方の主面に、前記工程 6 で開口した第 1 の孔に対応する位置に開口部を有し、かつ、前記第 1 の内部電極の露出した端部と導通する第 1 の外部電極層を形成する工程 7 ,

前記第 1 の外部電極層の開口部を、前記開口した第 1 の孔の径よりも大きく、かつ、前記第 1 の外部電極層と導通した第 1 の内部電極に達しない寸法に拡張する工程 8 ,

該工程 8 で開口部が拡張された第 1 の外部電極層上及びその側面に、絶縁層を形成する工程 9 ,

前記開口した第 1 の孔に、前記第 1 の外部電極層を超える深さとなるように電極材料を埋め込み、前記第 1 の孔と略同一の径を有する第 2 の内部電極を形成する工程 10 ,

前記絶縁層を切除し、前記第 2 の内部電極の端部を露出する工程 11 ,

前記シード層を除去するとともに、露出した前記第 2 の内部電極の端部と導通する第 2 の外部電極層を、前記絶縁層上に形成する工程 12 ,
を含むことを特徴とするコンデンサの製造方法。

【請求項 4】

前記工程 12 の後に、前記酸化物基材を除去する工程 13 ,

該工程 13 によって前記第 1 及び第 2 の内部電極間に生じた空隙部に、除去した酸化物基材とは異なる誘電体材料を充填する工程 14 ,

を含むことを特徴とする請求項 3 記載のコンデンサの製造方法。

【請求項 5】

前記誘電体材料が、弁金属の酸化物、複合酸化物、樹脂のいずれかであることを特徴とする請求項 4 記載のコンデンサの製造方法。

【請求項 6】

前記誘電体材料が弁金属の酸化物であるとき、除去した酸化物基材よりも、誘電率が高い酸化物を充填することを特徴とする請求項 5 記載のコンデンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンデンサ及びその製造方法に関し、更に具体的には、容量密度の向上、製造プロセスの簡略化、高周波特性の向上、誘電体材料の汎用性の向上に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在広く用いられているコンデンサとして、A1 電解コンデンサや積層セラミックコンデンサが知られている。A1 電解コンデンサでは、電解液を使うために、液漏れなどの問題がある。また、積層セラミックコンデンサでは焼成が必要であり、電極と誘電体間における熱収縮などの問題がある。これらを改善する技術として、例えば、下記特許文献 1 ~ 3 には、ポーラス A1₂O₃ を応用したコンデンサが提案されている。

【0003】

特許文献 1 には、上述したポーラス Al_2O_3 を利用し、正負電極がランダムに振り分けられたコンデンサ及びその製造方法が開示されている。当該技術によれば、弁金属の 1 段目の陽極酸化において所望の深さのホールを形成し（同公報の第 2 図(C)）、引き続き、1 段目よりも大きい電圧で陽極酸化を行う（第 2 図(D)）。陽極酸化で発生するホールのピッチは電圧に比例するため、大きい電圧で処理されたホールはピッチが大きくなり、1 段目で形成されたホールの一部と接続される。引き続き、2 段目のホールの底を開口（第 2 図(E)及び(F)）してメッキを埋め込むと、2 段目に接続された 1 段目のホールのみ conductor が埋め込まれ、2 段目に接続されない 1 段目のホールには conductor が埋め込まれない（第 3 図(A)）。次いで、埋め込まれた conductor の先端に、エアギャップ、電着絶縁体、あるいは、陽極酸化などの手法で絶縁キャップを形成する（第 3 図(B)）。引き続き、余剰となる 2 段目の誘電体層（ Al_2O_3 ）を除去して 1 段目のホールを開口し（第 3 図(C)及び(D)）、反対面から同様の埋め込み手法を繰り返す（第 4 図(A)）ことで、表裏面に内部電極が振り分けられたコンデンサ構造が形成される（第 4 図(C)）。

【0004】

次に、特許文献 2 には、ナノスケールリソグラフィの適用により、低 ESL を達成するポーラス Al_2O_3 コンデンサ構造が開示されている。当該技術によれば、陽極酸化に先立ち、 Al の表面に一对の櫛型のラインパターンを形成する（同公報の第 2 図(A)）。この状態で陽極酸化を行うと、孔がラインパターンに沿って形成される（第 2 図(B)）。引き続き、孔内を conductor で埋め込み（第 2 図(C)及び第 3 図(A)）、表面側のラインパターンを conductor で埋め込む（第 3 図(C)）ことで、正負電極が表面のみに引出された構造が得られる。また、特許文献 3 では、前記特許文献 2 と同様の手順で表面側のラインパターンを conductor で埋め込み（同公報の第 10 図(A)～第 11 図(A)）、その後、金属（表面電極及び内部電極）を残したまま Al_2O_3 を除去し（第 11 図(B)）、空隙部に Al_2O_3 以外の誘電体材料を充填する（第 11 図(C)）。これらの構造によれば、隣接する正負の内部電極を流れる電流が互いに逆方向となるため、磁界相殺によってインダクタンスを低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 88034 号公報（第 1 図～第 4 図）

【特許文献 2】特開 2009 - 21553 号公報（第 1 図～第 3 図）

【特許文献 3】特開 2009 - 49212 号公報（第 9 図～第 11 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、以上のような背景技術には、次のような不都合がある。まず、前記特許文献 1 に記載のコンデンサでは、誘電率の小さい誘電体層（ Al_2O_3 などの金属基材の酸化物など）に対し、容量取出し電極の表面積を大きくすることで高容量化が図られている。この容量取出し電極は、金属基材の陽極酸化で得られる高アスペクト比（AR）のナノホールアレイを鋳型として形成される。径が数 10 nm で AR が数 1000 の金属ピラーが数 10 nm ピッチで配列した構造が得られるため、高い表面積が達成される。その一方で、上述したようなサイズスケールを有する電極を用いているため、寄生インダクタンス（ESL）が大きくなってしまい、素子特性を劣化させてしまうという課題があった。前記 ESL を低減する方策としては、前記特許文献 2 及び 3 に示すように、正負電極中の電流方向を反対にすることによる磁界相殺が有効である。しかし、この構造を得るためには、ナノスケールのパターン形成が必要であり、製法が複雑かつ高コストになるという不都合があった。また、上記の低 ESL 構造では、正負それぞれの電極がライン状に整列するため、ライン方向の電極間には容量が発生せず、容量を大きくできないという課題もあった。

【0007】

本発明は、以上のような点に着目したもので、ナノスケールのパターン形成を必要とせずに、容量密度の向上，製造プロセスの簡略化，高周波特性の向上を図ることができるコンデンサ及びその製造方法を提供することを、その目的とする。他の目的は、前記コンデンサにおける誘電体材料の汎用性の向上を図ることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、金属の基材を陽極酸化して得られる多孔質誘電体の孔内に、それぞれ複数の正極及び負極の内部電極が円柱状に略平行に形成された略直方体ないし略立方体形状のコンデンサであって、前記正極及び負極の内部電極がランダムに配置されており、前記コンデンサの一つの主面上に形成されており、前記孔内に形成された複数の一方極の内部電極と導通するとともに、複数の他方極の内部電極が絶縁状態で貫通する第1の外部電極層と、該第1の外部電極層上に形成されており、前記他方極の内部電極が貫通する絶縁層と、該絶縁層上に前記第1の外部電極層と平行に形成されており、前記他方極の内部電極と導通する第2の外部電極層と、を備えたことを特徴とする。主要な形態の一つは、前記多孔質誘電体の孔が、最密充填六方配列に形成されていることを特徴とする。

10

【0009】

他の発明は、金属の基材を陽極酸化して得られる多孔質の酸化物基材を利用したコンデンサの製造方法であって、前記金属の基材に電圧を印加して陽極酸化し、酸化物基材の一方の主面で開口するとともに、電極材料を充填するための所定の深さを有する略円柱状の第1の孔を、前記酸化物基材の厚み方向に複数形成する工程1，前記金属基材を前記工程1よりも大きな印加電圧によって陽極酸化し、前記第1の孔よりもピッチが大きく、かつ、一部の前記第1の孔の先端と不規則に接続する第2の孔を複数形成する工程2，残存する金属の基材を除去するとともに、前記第2の孔の底面を、前記酸化物基材の一方の主面と対向する他方の主面側で開口する工程3，前記酸化物基材の一方の主面全体に、導電性のシード層を形成する工程4，前記第2の孔に接続された第1の孔に電極材料を埋め込み、第1の内部電極を形成する工程5，前記酸化物基材の他方の主面側を、前記第1の内部電極の端部を露出させ、かつ、該第1の内部電極が形成されていない第1の孔の底面を開口させる厚みで切除する工程6，前記酸化物基材の他方の主面に、前記工程6で開口した第1の孔に対応する位置に開口部を有し、かつ、前記第1の内部電極の露出した端部と導通する第1の外部電極層を形成する工程7，前記第1の外部電極層の開口部を、前記開口した第1の孔の径よりも大きく、かつ、前記第1の外部電極層と導通した第1の内部電極に達しない寸法に拡張する工程8，該工程8で開口部が拡張された第1の外部電極層上及びその側面に、絶縁層を形成する工程9，前記開口した第1の孔に、前記第1の外部電極層を超える深さとなるように電極材料を埋め込み、前記第1の孔と略同一の径を有する第2の内部電極を形成する工程10，前記絶縁層を切除し、前記第2の内部電極の端部を露出する工程11，前記シード層を除去するとともに、露出した前記第2の内部電極の端部と導通する第2の外部電極層を、前記絶縁層上に形成する工程12，を含むことを特徴とする。

20

30

【0010】

主要な形態の一つは、前記工程12の後に、前記酸化物基材を除去する工程13，該工程13によって前記第1及び第2の内部電極間に生じた空隙部に、除去した酸化物基材とは異なる誘電体材料を充填する工程14，を含むことを特徴とする。他の形態は、前記誘電体材料が、弁金属の酸化物，複合酸化物，樹脂のいずれかであることを特徴とする。更に他の形態は、前記誘電体材料が弁金属の酸化物であるとき、除去した酸化物基材よりも、誘電率が高い酸化物を充填することを特徴とする。

40

【0011】

本発明の前記及び他の目的，特徴，利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になるう。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、多孔質誘電体を利用し、その孔内に円柱状に複数形成された正極及び負極の内部電極をそれぞれ取出す外部電極層を、前記多孔質誘電体の同一主面側に平行に形成する構成としたので、ナノスケールのパターン形成を必要とせずに、容量密度の向上、製造プロセスの簡略化、高周波特性の向上（ESLの低減）を図ることができる。また、前記多孔質誘電体を除去し、他の誘電体材料を充填することによって、誘電体材料の選択肢が増すという効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の実施例 1 を示す図であり、(A)は本実施例のコンデンサの断面図、(B)はコンデンサ素子の容量発生部を一部破断して示す外観斜視図である。

10

【図 2】前記実施例 1 の製造工程の一例を示す図である。

【図 3】前記実施例 1 の製造工程の一例を示す図である。

【図 4】前記実施例 1 の製造工程の一例を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 2 の製造工程の一例を示す外観斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、実施例に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

【 0 0 1 5 】

20

最初に、図 1 ～ 図 4 を参照しながら本発明の実施例 1 を説明する。図(A)は本実施例のコンデンサの断面図、図 1 (B)はコンデンサ素子の容量発生部を一部破断して示す外観斜視図である。図 2 ～ 図 4 は、本実施例の製造工程の一例を示す図である。本実施例のコンデンサ 1 0 は、図 1 (A)に示すように、コンデンサ素子 1 2 を中心に構成されている。コンデンサ素子 1 2 は、容量発生部（ないし内部電極充填領域）1 4 と、その両側に形成された捨て部（ないし内部電極非充填領域）1 6 A 及び 1 6 B からなり、前記容量発生部 1 4 は、図 1 (B)に示すように、誘電体層 1 8 と、該誘電体層 1 8 中に略円柱状に形成された複数の第 1 の内部電極 2 0 及び第 2 の内部電極 2 2 を含んでいる。また、前記コンデンサ素子 1 2 は、一方の主面側に形成された前記第 1 の内部電極 2 0 と導通する第 1 の外部電極 2 4、該第 1 の外部電極 2 4 上に形成された絶縁層 2 8、該絶縁層 2 8 上に形成されており前記第 2 の内部電極 2 2 と導通する第 2 の外部電極 3 2 を備えている。前記第 1 の外部電極 2 4 と第 2 の内部電極 2 2 の間には、前記絶縁層 2 8 が入り込んでおり、該絶縁層 2 8 によって第 1 の外部電極 2 4 と第 2 の内部電極 2 2 の絶縁が図られている。

30

【 0 0 1 6 】

このようなコンデンサ素子 1 2 の外側には、保護層 3 4 が設けられている。該保護層 3 4 には、前記第 1 の外部電極 2 4 の一部が露出する露出部 3 6 と、第 2 の外部電極 3 2 の一部が露出する露出部 3 8 が形成されている。そして、前記露出部 3 6 及び 3 8 に導通するように、端子電極 4 0、4 2 がコンデンサ素子 1 2 の両側面に形成されている。前記第 1 の内部電極 2 0 及び第 2 の内部電極 2 2 は、縦横比が大きく（すなわち、アスペクト比（AR）が高く）なっており、図 1 (B)に示すように、ランダム配置となっている。本実施例では、前記第 1 の内部電極 2 0 を正極、第 2 の内部電極 2 2 を負極に振り分けているが、逆であってもよい。

40

【 0 0 1 7 】

前記誘電体層 1 8 を形成する材料としては、弁金属（Al、Ta、Nb、Ti、Zr、Hf、Zn、W、Sb など）の酸化物が用いられる。また、第 1 の内部電極 2 0、第 2 の内部電極 2 2 としては、メッキ可能な金属全般（Cu、Ni、Co、Cr、Ag、Au、Pd、Fe、Sn、Pb、Pt など）やこれらの合金などが用いられる。前記第 1 の外部電極 2 4 及び第 2 の外部電極 3 2 としては、金属全般（Cu、Ni、Cr、Ag、Au、Pd、Fe、Sn、Pb、Pt、Ir、Rh、Ru、Al など）が用いられる。また、前記保護層 3 4 としては、例えば、SiO₂、SiN、樹脂、金属酸化物などの絶縁体を用

50

いられる。前記端子電極 40, 42 としては、例えば、Cu, Ni, Au, 半田などや、これらを積層したものなどが用いられる。

【0018】

また、前記容量発生部 14 の各部の寸法の一例を示すと、第 1 の外部電極 24 及び第 2 の外部電極 32 の厚さが数 10 nm ~ 数 μ m, 第 1 の内部電極 20 及び第 2 の内部電極 22 の径が数 10 nm ~ 数 100 nm, これら内部電極 20 及び 22 の長さが数 100 nm ~ 数 100 μ m である。また、隣接する内部電極間の間隔は、数 10 nm ~ 数 100 nm, 内部電極と外部電極間の間隔 (すなわち絶縁層 28 の厚み) が数 10 nm ~ 数 10 μ m, 誘電体層 18 の厚さが数 100 nm ~ 数 100 μ m である。また、保護層 34 は、数 10 nm ~ 数 10 μ m 程度の厚さに形成されている。

10

【0019】

次に、図 2 ~ 図 4 も参照して、本実施例の製造方法を説明する。なお、図 2 ~ 図 4 には、コンデンサ素子 12 の容量発生部 14 に相当する部分のみが図示されているが、実際には、その両側に前記捨て部 16A, 16B に相当する部分が形成されるものとする。まず、図 2 (A) に示すように、上述した弁金属からなる金属基材 50 を用意する。そして、必要に応じて、該金属基材 50 の表面 50A に、陽極酸化の基点となるピット (図示せず) を、最密充填六方配列で形成する。次に、電圧を印加して陽極酸化処理を施すことにより、図 2 (B) に示すように、一方の主面 52A 側で開口した所望の深さ (ないし長さ) の第 1 の孔 54 を、酸化物基材 52 の厚み方向に形成する。引き続き、前記第 1 の孔 54 を形成したときよりも大きな印加電圧で陽極酸化を施し、図 2 (C) に示すように、酸化物基材 52 に第 2 の孔 56 を形成する。陽極酸化で発生する孔のピッチ (孔同士の間隔) は電圧に比例するため、大きい電圧で処理された第 2 の孔 56 はピッチが大きくなり、前の工程で形成された第 1 の孔 54 の一部とランダムに接続される。本実施例では、前記酸化物基材 52 が誘電体層 18 として用いられる。

20

【0020】

前記陽極酸化処理の条件は、図 2 (B) に示す 1 段階目の陽極酸化の印加電圧を数 V ~ 数 100 V, 処理時間を数分 ~ 数日とする。図 2 (C) に示す 2 段階目の陽極酸化では、電圧値を 1 段階目の数倍とし、処理時間を数分 ~ 数十分とする。例えば、1 段階目の印加電圧を 40 V とすることによりピッチが約 100 nm の第 1 の孔 54 が得られ、2 段階目の印加電圧を 80 V とすることによりピッチが約 200 nm の第 2 の孔 56 が得られる。2 段階目の電圧値を上述した範囲内とすることにより、第 2 の孔 56 に接続された第 1 の孔 54 と、接続されていない第 1 の孔 54 の数を概ね同等とすることができる。これにより、前記第 2 の孔 56 に接続された第 1 の孔 54 の内側に形成される第 1 の内部電極 20 と、第 2 の孔 56 に接続されていない第 1 の孔 54 の内側に形成される第 2 の内部電極 22 の割合が同等となるため、効率的に容量を取り出すことが可能となる。また、前記 2 段階目の処理時間を上述の範囲内とすることで、孔のピッチ変換が十分に完了しつつ、2 段階目で形成される酸化物基材の厚さを小さくすることができる。該 2 段階目で形成される酸化物基材は、後の工程で除去されるため、できるだけ薄いことが好ましいため都合がよい。

30

【0021】

次に、前記図 2 (C) に示す状態から、同図に点線で示す位置で金属基材 50 の地金部分を除去するとともに、図 3 (A) に点線で示すように、前記第 2 の孔 56 の底面を、前記酸化物基材 52 の他方の主面 52B において開口する (図 3 (B))。同工程の開口は、例えば、燐酸を用いたウェットエッチングや塩素系ガスを用いたドライエッチングなどの手法により行われる。そして、図 3 (C) に示すように、酸化物基材 52 の主面 52A に、PVD などの適宜手法により、導電体からなるシード層 58 を形成する。次に、図 3 (D) に示すように、前記シード層 58 をシードとして前記第 2 の孔 56 と接続された第 1 の孔 54 の内側に電極材料であるメッキ導体を埋め込み、第 1 の内部電極 20 を形成する。このとき、前記第 2 の孔 56 に接続されていない第 1 の孔 54 の底部は開口していないため、前記メッキ導体が埋め込まれることがない。なお、前記メッキ導体は、前記第 1 の孔 54 の端部近傍まで埋め込まれる。

40

50

【 0 0 2 2 】

次に、図 3 (D) に点線で示す位置で酸化物基材 5 2 を切除し、図 3 (E) に示すように、前記第 1 の内部電極 2 0 の端部 2 0 A を露出させるとともに、前記第 1 の内部電極 2 0 が形成されていない第 1 の孔 5 4 の底部を開口させる。ここでは、CMP スラリー砥粒の孔内への侵入を回避するため、固定砥粒 CMP 工法が好ましい。そして、図 3 (F) に示すように、前記酸化物基材 5 2 の主面 5 2 B に、第 1 の外部電極 2 4 を形成する。該第 1 の外部電極 2 4 は、前記図 3 (E) で開口した第 1 の孔 5 4 に対応する位置に開口部 2 6 を有するとともに、前記第 1 の内部電極 2 0 の露出した端部 2 0 A と導通する。前記第 1 の外部電極 2 4 は、開口した第 1 の孔 5 4 を塞がずに酸化物基材主面 5 2 B のみに成膜することが必要であるため、PVD (蒸着やスパッタなど) による異方的な膜成長方法により、膜厚を薄く形成することが好ましい。次に、図 4 (A) に示すように、前記開口部 2 6 を、前記図 3 (E) で開口した第 1 の孔 5 4 の径よりも大きく、かつ、前記第 1 の内部電極 2 0 に達しないように拡張する。これは、後述する工程で形成する第 2 の内部電極 2 2 と前記第 1 の外部電極 2 4 の絶縁を図るためである。該工程においては、隣接する第 1 の内部電極 2 0 上の第 1 の外部電極 2 4 を残す必要があるため、等方的でマイルドなウェットエッチング処理が好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

続いて、図 4 (B) に示すように、前記第 1 の外部電極 2 4 上に絶縁層 2 8 を形成する。該絶縁層 2 8 は、前記第 1 の外部電極 2 4 上及びその側面に、前記第 1 の外部電極 2 4 の成膜方法と同様の手法により形成される。次に、前記図 3 (E) で開口した第 1 の孔 5 4 に、前記第 1 の外部電極 2 4 を超える深さ (長さ) となるように、電極材料であるメッキ導体を埋め込み、第 2 の内部電極 2 2 を形成する。

20

【 0 0 2 4 】

そして、図 4 (C) に点線で示す位置で、前記絶縁層 2 8 を切除し、図 4 (D) に示すように前記第 2 の内部電極 2 2 の端部 2 2 A を露出させる。次に、図 4 (E) に示すように前記シード層 5 8 を除去する。そして、図 4 (F) に示すように、前記図 4 (D) で露出させた第 2 の内部電極 2 2 の端部 2 2 A と導通する第 2 の外部電極 3 2 を、前記絶縁層 2 8 上の全面に形成することにより、コンデンサ素子 1 2 が得られる。その後、前記保護層 3 4 や、端子電極 4 0 及び 4 2 を適宜手法で設けると、図 1 (A) に示すコンデンサ 1 0 が得られる。このようにして得られたコンデンサ 1 0 では、正負それぞれの内部電極 2 0 , 2 2 を流れる電流の方向が反対となり、磁界相殺効果によって ESL が低減される。

30

【 0 0 2 5 】

このように、実施例 1 によれば、弁金属を陽極酸化して得られた多孔質の酸化物基材 5 2 を誘電体層 1 8 として利用し、その孔内に円柱状に形成された複数の第 1 の内部電極 2 0 及び第 2 の内部電極 2 2 をそれぞれ取出す外部電極 2 4 , 3 2 を、前記誘電体層 1 8 の同一主面側に平行に形成する構成としたので、次のような効果がある。

(1) 第 1 の内部電極 2 0 及び第 2 の内部電極 2 2 を流れる電流の方向が反対となるため、磁界相殺効果によって ESL が低減され、高周波特性の向上を図ることができる。

(2) 第 1 の内部電極 2 0 及び第 2 の内部電極 2 2 を略円柱状とし、導電体の対向面積を大きくすることとしたので、高容量化を図ることができる。

40

(3) ナノスケールパターン形成が不要であり、製造プロセスの簡略及び低コスト化を図ることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 6 】

次に、図 5 を参照しながら本発明の実施例 2 を説明する。なお、上述した実施例 1 と同一ないし対応する構成要素には同一の符号を用いることとする。図 5 は、本実施例のコンデンサ素子 6 0 の製造工程の一例を示す斜視図である。前記実施例 1 のコンデンサ素子 1 2 では、誘電体層 1 8 として弁金属の酸化物のみが適用可能であるが、本実施例は、誘電体層の材料の選択性の幅の向上を図るためのものである。本実施例のコンデンサ素子 6 0 は、図 5 (C) に示すように、誘電体層 6 2 中に、前記実施例 1 と同様に複数の円柱状の第

50

1の内部電極20及び第2の内部電極22が形成されており、それぞれ、誘電体層62の一方の主面側に形成された第1の外部電極24及び第2の外部電極32に接続されている。コンデンサ素子60を構成する各部の寸法は、実施例1と同様である。また、内部電極20及び22、外部電極24及び32、絶縁層28、保護層34、端子電極40及び42の材料は、上述した実施例1と同様のものが用いられる。一方、本実施例では、前記誘電体層62を形成する材料としては、上述した実施例1で用いた弁金属(Al, Ta, Nb, Ti, Zr, Hf, Zn, W, Sbなど)の酸化物のほか、複合酸化物(BaTiO₃, SrTiO₃などのペロブスカイト酸化物など)や樹脂が利用可能である。

【0027】

本実施例のコンデンサ素子60の製造方法は、金属基材の陽極酸化処理を2段階で行ってから第2の外部電極32を形成するまでの工程は、上述した実施例1と同様である。図5(A)に示すように、第2の外部電極32を形成したのち、図5(B)に示すように酸化物基材52からなる誘電体層18を選択的に溶解除去して第1の内部電極20及び第2の内部電極22を露出させる。例えば、電極材料がNiであり、酸化物基材52がAl₂O₃の場合は、NaOHが選択除去に有効である。そして、空隙部64に他の誘電体材料を充填して、図5(C)に示す誘電体層62を形成する。内部電極20及び22のアスペクト比が大きい場合、埋め込み性やデポレートを検討すると、前記他の誘電体材料の充填手法は、塗布やディッピング等のウェット手法が好ましい。前記他の誘電体材料は、コンデンサ素子60の用途に応じて選択が可能であるが、弁金属の酸化物を利用する場合には、除去した酸化物基材52よりも誘電率が高い酸化物を充填すると、より大きな容量値を得ることができ、素子の信頼性の向上を図ることができる。このように、実施例2によれば、上述した実施例1の効果に加え、誘電体層62を形成する材料の選択性が向上するという効果が得られる。

【0028】

なお、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることができる。例えば、以下のものも含まれる。

(1)前記実施例で示した形状、寸法は一例であり、必要に応じて適宜変更してよい。

(2)材料についても同様に、公知の各種の材料を利用してよい。例えば、前記実施例1では、誘電体層18を形成するための金属基材の具体例としてアルミニウムを挙げたが、陽極酸化が可能な金属であれば、公知の各種の金属が適用可能である。

(3)前記実施例1で示した電極引出構造も一例であり、同様の効果を奏するように適宜設計変更可能である。実施例2についても同様である。

【産業上の利用可能性】

【0029】

本発明によれば、金属の陽極酸化により得られた多孔質誘電体を利用し、その孔内に円柱状に複数形成された正極及び負極の内部電極をそれぞれ取出す外部電極を、前記多孔質誘電体の同一主面側に平行に形成する構成とし、必要に応じて、前記多孔質誘電体を除去し、他の誘電体材料を充填する。これによって、ナノスケールのパターン形成を必要とせずに、容量密度の向上、製造プロセスの簡略化、高周波特性の向上(ESLの低減)、誘電体材料の選択性の向上を図ることとしたので、コンデンサの用途に適用できる。特に、高周波向けコンデンサの用途に好適である。

【符号の説明】

【0030】

- 10：コンデンサ
- 12：コンデンサ素子
- 14：容量発生部(内部電極充填領域)
- 16A, 16B：捨て部(内部電極非充填領域)
- 18：誘電体層
- 20：第1の内部電極(正極)
- 20A：端部

10

20

30

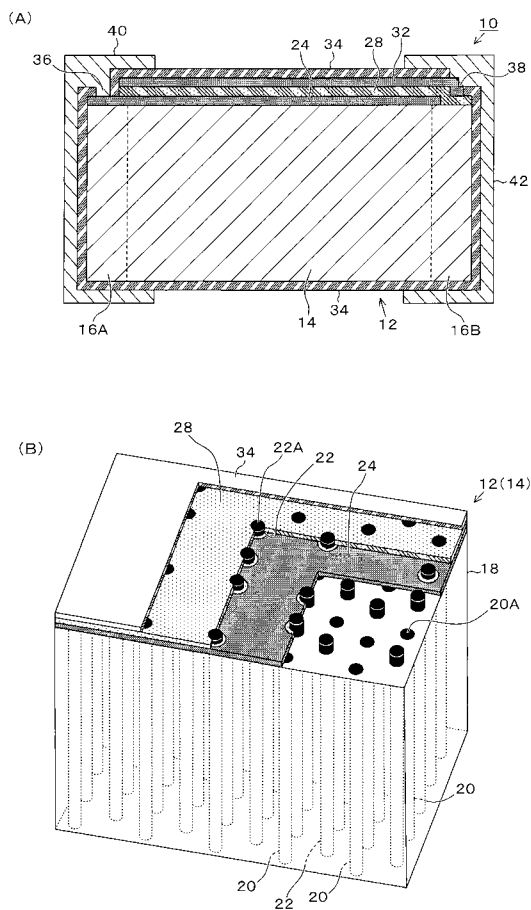
40

50

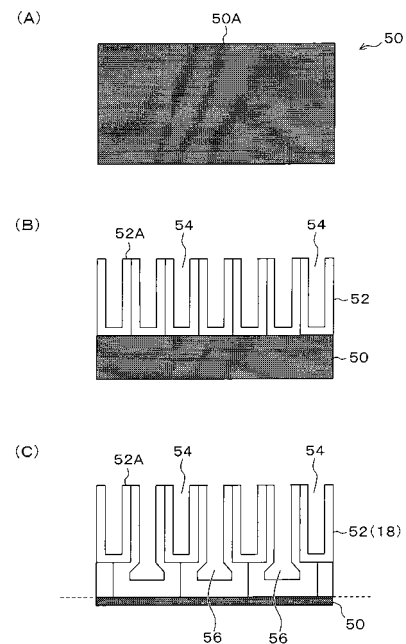
- 2 2 : 第 2 の内部電極 (負極)
- 2 2 A : 端部
- 2 4 : 第 1 の外部電極
- 2 6 : 開口部
- 2 8 : 絶縁層
- 3 2 : 第 2 の外部電極
- 3 4 : 保護層
- 3 6 , 3 8 : 露出部
- 4 0 , 4 2 : 端子電極
- 5 0 : 金属基材
- 5 0 A : 表面
- 5 2 : 酸化物基材
- 5 2 A , 5 2 B : 主面
- 5 4 : 第 1 の孔
- 5 6 : 第 2 の孔
- 5 8 : シード層
- 6 0 : コンデンサ素子
- 6 2 : 誘電体層
- 6 4 : 空隙部

10

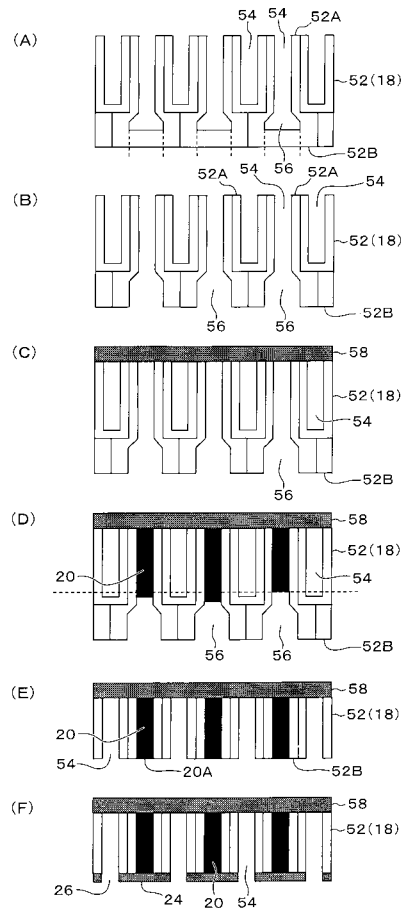
【図 1】



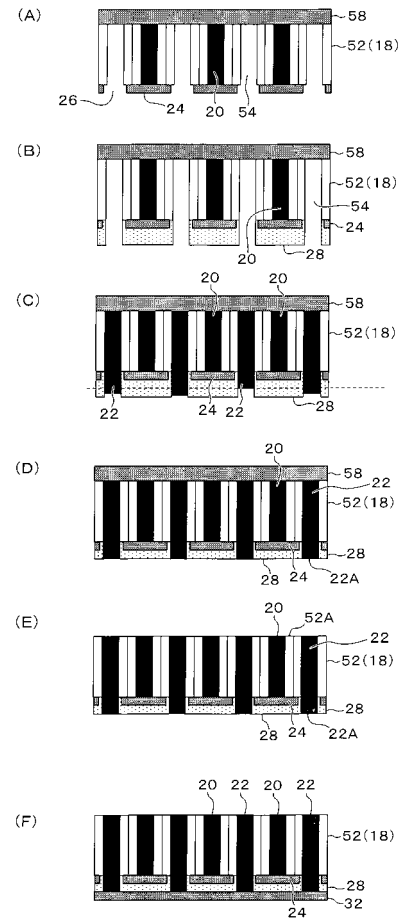
【図 2】



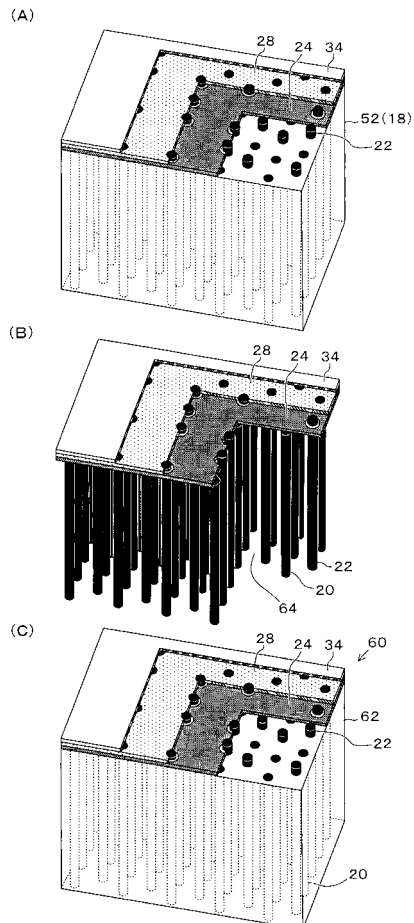
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-059990(JP,A)
特開2009-088034(JP,A)
特開2009-049212(JP,A)
特開2003-249417(JP,A)
特開昭55-077127(JP,A)
特開2010-033939(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01G 4/33