

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 1 月 5 日 (05.01.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/002083 A1

- (51) 国際特許分類 :
H01G 4/33 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 11/062048
- (22) 国際出願日 : 2011 年 5 月 26 日 (26.05.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2010-150018 2010 年 6 月 30 日 (30.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYO YUDEN CO., LTD.)
[JP/JP]: 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 : および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 増田 秀俊 (MASUDA, Hidetoshi) [JP/JP]: 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP). 太田 謙一 (Ota, Kenichi) [JP/JP]: 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).

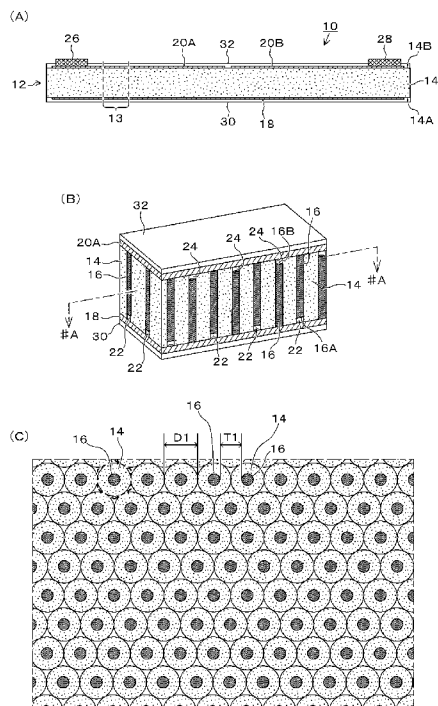
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CAPACITOR AND METHOD OF MANUFACTURING THEREOF

(54) 発明の名称 : コンデンサ及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a capacitor and a method of manufacturing thereof, wherein the capacitance value thereof can be improved without sacrificing the breakdown voltage thereof, or wherein the breakdown voltage thereof can be improved without sacrificing the capacitance value thereof. The capacitor (10) comprises a porous dielectric layer (14) obtained by anodic oxidation of metal; cylindrical electrodes (16) filled into the holes; a first external electrode (18) that is formed on one of the main faces of the dielectric layer (14), and that is made to be conductive to a portion of the cylindrical electrodes (16); and second external electrodes (20A, 20B) that are formed on the other of the main faces of the dielectric layer (14), and that are made to be conductive to cylindrical electrodes (16) that were not made to be conductive to the first external electrode (18). The second external electrodes (20A, 20B) are arranged so as to be electrically segregated from each other.

(57) 要約 : 【課題】絶縁破壊電圧を犠牲にすることなく容量値を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法、又は、容量値を犠牲にすることなく絶縁破壊電圧を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法を提供する。【解決手段】コンデンサ 10 は、金属の陽極酸化により得られる多孔質の誘電体層 14 と、その孔に充填された柱状電極 16 と、誘電体層 14 の主面の一方に形成された柱状電極 16 の一部と導通する第 1 の外部電極 18 と、誘電体層 14 の他方の主面に形成され、第 1 の外部電極 18 と非導通の柱状電極 16 と導通する第 2 の外部電極 20A、20B とを含む。前記第 2 の外部電極 20A、20B は、互いに電氣的に隔離するように配置される。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発 明 の 名 称 ： コンデンサ及びその製造方法

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、具体的には、容量及び破壊電圧耐性が改善されたコンデンサ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] コンデンサの高定格化、高容量化を図る技術として、例えば、特開平 7 _ 2 6 3 2 7 0 号公報（特許文献 1）に記載の積層セラミックコンデンザが知られている。この積層セラミックコンデンサの断面を図 4 に示す。図示の通り、セラミック積層体 9 0 0 は、外部電極 9 2 0 に接続された引出電極 9 1 0 と、引出電極 9 1 0 と同じレイヤーに形成され、外部電極 9 2 0 に接続された引出電極 9 1 2 と、を備える。他のレイヤーにも、引出電極 9 1 0 、 9 1 2 と同様の引出電極が形成されている。

[0003] 引出電極 9 1 0 、 9 1 2 が形成されたレイヤーと、その下方に位置するレイヤーとの間には、浮き電極 9 3 0 が形成されている。この浮き電極 9 3 0 と引出電極 9 1 0 とにより単位コンデンサユニット 9 4 0 が形成されており、浮き電極 9 3 0 と引出電極 9 1 2 により単位コンデンサユニット 9 4 2 が形成されている。このように、外部電極 9 2 0 と外部電極 9 2 2 との間には、単位コンデンサユニット 9 4 0 と単位コンデンサユニット 9 4 2 とが直列に接続されている。他のレイヤー間にも、浮き電極 9 3 0 と同様の浮き電極が形成されている。このように、セラミック積層体 9 0 0 においては、複数の引出電極と複数の浮き電極とによって形成された積層コンデンサ同士が、外部電極間に直列に接続されている。セラミック積層体 9 0 0 は、表面リークの発生を抑制しつつ、耐圧性の向上できるとされる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1 : 特開平 7 _ 2 6 3 2 7 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、特許文献 1 に記載のセラミック積層体 900 においては、電極の積層方向（図 4 の上下方向）に見たとき、積層された電極の数が異なる部分がある。例えば、素子の中央では、5 層の浮き電極 930 のみが存在し、引出電極が存在しない。外部電極 920、922 の近傍では、4 層の引出電極のみが存在する。これら以外の領域では、4 層の引出電極と 5 層の浮き電極 930 がいずれも存在する。このため、セラミック積層体 900 の厚さは部位によって異なり、これにより、セラミック積層体 900 に発生する応力の分布が不均一となる。応力が不均一になると、クラック発生などの恐れがある。
- [0006] A I 電解コンデンサや積層セラミックコンデンサが普及している。A I 電解コンデンサでは、電解液を使うために液漏れの問題がある。積層セラミックコンデンサの製造工程では焼成が必要で、焼成プロセスにおいて電極・誘電体間の熱収縮が発生するという問題がある。近年、これらの問題に対処する技術として、ポーラス A I₂O₃ を応用したコンデンサが提案されている（例えば特開 2009 _ 88034 号公報参照）。本発明者らは、このようなポーラスタイプのコンデンサを利用することによって、上述した積層タイプのコンデンサにおけるクラック発生などの不具合を改善できる可能性があることを見いだした。
- [0007] 本発明の一実施形態によって、絶縁破壊電圧を犠牲にすることなく容量値を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法、並びに、容量値を犠牲にすることなく絶縁破壊電圧を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法が提供される。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の一実施形態に係るコンデンサは、互いに略平行に形成された第 1 の主面及び第 2 の主面を有するとともに、前記第 1 及び第 2 の主面に略直交するように形成された複数の孔を有する誘電体層と、前記複数の孔に導電体

を充填して形成された複数の柱状電極と、前記誘電体層の前記第 1 の主面に、前記複数の柱状電極の一部の柱状電極と導通するように形成された第 1 の外部電極と、前記誘電体層の前記第 2 の主面に、前記複数の柱状電極のうち、前記第 1 の外部電極と導通していないものと導通するように形成された第 2 の外部電極と、を備え、前記第 1 又は第 2 の外部電極の少なくとも一方が、互いに電氣的に隔離された複数の導電体ユニットからなる。

[0009] 本発明の一実施形態に係るコンデンサの製造方法は、互いに略平行に形成された第 1 の主面及び第 2 の主面を有する弁金属の基材を準備する工程と、前記基材を陽極酸化し、前記第 1 及び第 2 の主面に略直交する複数の孔が形成された誘電体層を形成する工程と、前記誘電体層の前記複数の孔に導電体を充填して複数の柱状電極を形成する工程と、前記第 1 の主面に、前記複数の柱状電極の一部の柱状電極と導通する第 1 の外部電極を形成する工程と、前記第 2 の主面に、前記複数の柱状電極のうち、前記第 1 の外部電極と非導通の柱状電極と導通する第 2 の外部電極を形成する工程と、を含み、前記第 1 又は第 2 の外部電極の少なくとも一方を、互いに電氣的に隔離されるように形成する。

[001 0] 本発明の目的、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

[001 1] 本発明の一実施形態によって、必要な絶縁破壊電圧を維持しつつ容量値を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法、並びに、必要な容量値を維持しつつ絶縁破壊電圧を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[001 2] [図 1] 図 1 は、本発明の一実施形態に係るコンデンサを示し、図 1 (A) は本発明の一実施形態に係るコンデンサの積層構造を示す断面図、図 1 (B) は図 1 (A) の一部を拡大して示す斜視図、図 1 (G) は図 1 (B) を # A _ # A 線に沿って切断した断面を矢印方向から見た模式図である。

[図2] 図2は、本発明の他の実施形態に係るコンデンサを示す。図2(A)はコンデンサの積層構造を示す断面図、図2(B)は図2(A)の一部を拡大して示す斜視図、図2(G)は図2(B)を#B_#B線に沿って切断した断面を矢印方向から見た模式図である。

[図3] 図3は、比較例のコンデンサを示す図である。図3(A)は比較例のコンデンサの積層構造を示す断面図、図3(B)は図3(A)の一部を拡大して示す斜視図、図3(G)は図3(B)を#C_#C線に沿って切断した断面を矢印方向から見た模式図である。

[図4] 背景技術の一例を示す断面図である。

[図5] 本発明の一実施形態に係るコンデンサの製造工程の一例を示す図である。

[図6] 本発明の一実施形態に係るコンデンサの製造工程の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[001 3] 本出願は2010年6月30日に出願された「コンデンサ及びその製造方法」と題する日本国特許出願第2010-150018号の優先権を主張する。特許出願第2010-150018号の内容は、参照により全体として本明細書に組み込まれる。以下、本発明を実施するための形態を説明する。

[001 4] 図1を参照し、本発明の一実施形態に係るコンデンサの構造を説明する。

図1(A)は本発明の一実施形態に係るコンデンサの積層構造を示す断面図、図1(B)は図1(A)の一部分を拡大して示す斜視図、図1(G)は図1(B)を#A_#A線に沿って切断した断面を矢印方向から見た断面を示す模式図である。

本発明の一実施形態に係るコンデンサ10は、図1(A)に示すようにコンデンサ素子12を含む。コンデンサ素子12は、金属の陽極酸化によって多数の孔が略平行に形成された略直方体状又は略シート状の多孔体から成る誘電体層14を含む。誘電体層14は、図1(G)に示すように、弁金属等の基材を陽極酸化することによって形成される多数のセルを有する。各セルは、有底の筒状の形状を有し、基材厚み方向に延伸する孔と、この孔を囲む基材の酸化

物から成る側壁と、同様に基材の酸化物から成る底部（バリア層とも呼ばれる）とを有する。この陽極酸化処理により、基材表面が酸の作用により選択的に溶解され、この孔が印加電圧の作用により基材の厚み方向に向かって成長するとともに、基材表面及び形成された孔の表面及び底部に印加電圧に応じた酸化皮膜が形成される。このようにして、弁金属酸化物から成り、有底筒状の形状を有する複数のセルが基材に形成される。各セルは、平面視略六角形の形状を有するが、図 1 (G) においては、セルの大きさや配置を単純に図示するために、各セルの平面視形状をほぼ円形に示した。誘電体層 14 に形成された多数の孔には、導電体がそれぞれ充填され、この導電体によって多数の柱状電極 16 が形成される。柱状電極 16 は、上述した特開 2009-88034 号公報に示すように、ランダムに正極と負極に振り分けられている。特開 2009-88034 号公報に記載の内容は、参照により全体として本明細書に組み込まれる。

[0015] 柱状電極 16 は、誘電体層 14 の一方の主面 14 A と略直交するように形成されている。この主面 14 A には、第 1 の外部電極 18 が形成される。第 1 の外部電極 18 は、多数の柱状電極 16 のうちの一部の電極と電氣的に接続される。一実施形態においては、第 1 の外部電極 18 と導通する柱状電極 16 が負極の電極として機能する。誘電体層 14 の他方の主面 14 B には、第 2 の外部電極 20 A、20 B が形成される。この第 2 の外部電極 20 A、20 B は、柱状電極 16 のうち第 1 の外部電極 18 と非導通のものと電氣的に接続される。一実施形態においては、第 2 の外部電極 20 A、20 B と導通する柱状電極 16 が正極の電極として機能する。柱状電極 16 の一部（例えば、負極として機能するもの）と前記第 2 の外部電極 20 A、20 B とは、絶縁キャップ 24 によって絶縁され、残りの柱状電極 16（例えば、正極として機能するもの）と第 1 の外部電極 18 とは、絶縁キャップ 22 によって絶縁されている。第 2 の外部電極 20 A、20 B は、誘電体層主面 14 B 上において、互いに電氣的に隔離されるように形成されており、これによって、コンデンサ 10 は、その容量発生部が等価回路的に 2 段に直列接続され

た構造となる。第2の外部電極20A、20Bは、外部端子26、28にそれぞれ接続されている。また、前記第1の外部電極18は保護層30によって覆われ、第2の外部電極20A、20Bは、外部端子26、28が設けられている部分を除いて保護層32により覆われている。

[0016] 誘電体層14の材料として、例えば、弁金属 (Al、Ta、Nb、Ti、Zr、Hf、Zn、W、Sbなど) の酸化物が用いられる。外部電極18、20A、20B、外部端子26、28は、例えば、Cu、Ni、Cr、Ag、Au、Pd、Fe、Sn、Pb、Pt、Ir、Rh、Ru、Al等の金属、半田、及び／又はこれらの金属や半田を積層したものから成る。柱状電極16の材料として、例えば、Cu、Ni、Co、Cr、Ag、Au、Pd、Fe、Sn、Pb、Pt等のメッキ可能な金属、及び／又は、これらの合金が用いられる。絶縁キャップ22、24は、例えば、Al、Ta、Nb、Ti、Zr、Hf、Zn、W、Sb等の弁金属の酸化物、エアギャップ、ポリイミド、エポキシ、アクリル等の電着樹脂、電着 TiO_2 、又は電着 SiO_2 から成る。保護層30、32は、例えば、 SiO_2 、 SiN 、樹脂、又は金属酸化物から成る。

[0017] 第1の外部電極18と第2の外部電極20A、20Bとの間隔 (誘電体層14の厚さ) は、例えば、数100nm〜数100 μm 、第1の外部電極18及び第2の外部電極20A、20Bの厚さは、例えば、数10nm〜数 μm である。柱状電極16は、その径が例えば数10nm〜数100nm、その長さが例えば数100nm〜数100 μm 、隣接する柱状電極16の間隔が例えば数10 μm 〜数100nm程度となるように形成される。絶縁キャップ22、24は、その厚さが例えば数10nm〜数10 μm となるように形成され、保護層30、32は、その厚さが例えば数10nm〜数10 μm となるように形成される。

[0018] 次に、図5及び図6を参照して、本発明の一実施形態に係るコンデンサ10の製造方法の一例を説明する。まず、図5(A)に示すように、Al、Ta、Nb、Ti、Zr、Hf、Zn、W、Sb等の弁金属からなる基材50を用

意する。この金属基材 50 に所定の電圧を印加して陽極酸化処理を施すことにより、図 5 (B) に示すように、所望の深さ (長さ) の第 1 の孔 52 が金属基材 50 の厚み方向に複数形成される。この陽極酸化処理により、基材 50 の表面が酸化され、その結果、孔 52 の側壁及び底面は略等厚の弁金属の酸化物から成る。次に、第 1 の孔 52 を形成したときよりも大きな印加電圧を用いて、基材 50 に陽極酸化処理を施すことにより、図 5 (G) に示すように、第 1 の孔 52 の一部の底面に第 2 の孔 56 が形成され、基材 50 は、下面付近の一部の領域を除いて酸化される。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、第 2 の孔 56 は、第 1 の孔 52 の全てではなくその一部において形成される。第 1 段階目と第 2 段階目の陽極酸化処理により得られた弁金属の酸化物によって誘電体層 14 が構成される。

[0019] 図 5 (B) に示す第 1 段階目の陽極酸化処理は、一実施形態において、印加電圧が数 V ～数 100 V、処理時間が数分～数日という条件で行われる。図 5 (G) に示す第 2 段階目の陽極酸化処理は、電圧値が第 1 段階目の数倍、処理時間が数分～数十分という条件で行われる。例えば、第 1 段階目の印加電圧を 20 V とすると、第 1 の孔 52 のピッチは約 50 nm となり、第 2 段階目の印加電圧を 40 V とすると、第 2 の孔 56 のピッチは 100 nm となる。第 2 段階目の電圧値を第 1 段階目の約 2 倍とすることにより、第 2 の孔 56 が形成された第 1 の孔 52 と、形成されていない第 1 の孔 52 の数を概ね同数とすることができる。また、第 2 段階目の陽極酸化の処理時間は、数分～数十分間程度であるため、第 2 段階目で形成される酸化物基材 54 の厚さを薄くすることができる。第 2 段階目で形成される酸化物基材 54 は、後述する後工程で除去されるため、極力薄いことが望ましい。

[0020] 次に、図 5 (D) に示すように、金属基材 50 の地金部分 (陽極酸化処理により酸化されなかった部分) を除去し、続いて酸化物基材 54 (誘電体層 14) の第 2 の孔 56 の下側の部分を切除することにより、図 5 (E) に示すように、誘電体層 14 の一方の主面 14 A から第 2 の孔 56 を開口させる。次に、図 5 (F) に示すように、誘電体層 14 の他方の主面 14 B に、PVD 法等によ

り、導電体からなるシード層 58 を形成する。次に、図 6 (A) に示すように、シード層 58 をシードとして第 2 の孔 56 と接続された第 1 の孔 52 の内側にメッキ導体を埋め込み、柱状電極 16 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 52 は、その端部が閉口しているため、孔内にメッキ導体が埋め込まれない。なお、このメッキ導体は、柱状電極 16 の端部 16 A が前記第 2 の孔 56 に達しないように埋め込まれる。これにより、柱状電極 16 の端部 16 A と第 2 の孔 56 の上端との間に隙間が形成される。一実施形態においては、この隙間（エアギャップ）が絶縁キャップ 22 として利用される。他の実施形態においては、図 6 (A) に示す工程後、柱状電極 16 の端部 16 A と前記第 2 の孔 56 の上端との間に、陽極酸化、酸化物電着、樹脂電着などの方法により、空気以外の材料から成る絶縁キャップを形成するようにしてもよい。

[0021] 次に、図 6 (B) に示すように、シード層 58 を除去し、点線の位置（第 2 の孔 56 の上端付近）で誘電体層 14 を切除することによって、図 6 (G) に示すように、第 1 の孔 52 のうち柱状電極 16 が形成されていないものの端部を開口させる。次に、図 6 (D) に示すように、誘電体層主面 14 B にリソ法等によって第 1 の外部電極 18 を形成する。そして、図 6 (E) に示すように、この第 1 の外部電極 18 をシードとして、第 1 の孔 52 のうち柱状電極 16 が形成されていないものの内側にメッキ導体を埋め込み、残りの柱状電極 16 を形成する。このとき、メッキ導体の埋め込みは、柱状電極の端部 16 B が、誘電体主面 14 B に達しないように行われ、これにより、柱状電極 16 の端部 16 B と第 1 の孔 52 の開口端部との間に隙間が形成される。この隙間（エアギャップ）は、以下で詳述する第 2 の外部電極 20 A と柱状電極端部 16 B とを絶縁するための絶縁キャップ 24 として利用される。一実施形態においては、柱状電極 16 の端部 16 B と第 1 の孔 52 の開口端部との間に、陽極酸化、酸化物電着、樹脂電着などの方法により、空気以外の材料から成る絶縁キャップを形成するようにしてもよい。

[0022] 次に、図 6 (F) に示すように、誘電体層主面 14 B に、第 2 の外部電極 20

A を形成することにより、多数の柱状電極 16 のうちの一部が第 1 の外部電極 18 と導通し、他の柱状電極 16 が第 2 の外部電極 20A と導通するコンデンサ素子 12 が得られる。図 5 及び図 6 においては省略されているが、第 2 の外部電極 20A と同時に、第 2 の外部電極 20A から電氣的に隔離された第 2 の外部電極 20B が、誘電体主面 14B 上に形成される。次に、第 2 の外部電極 20A、20B のそれぞれに図 1(A) に示す外部端子 26、28 を形成し、コンデンサ素子 12 の外部端子 26、28 以外の部分を保護層 30、32 で覆うことにより、容量発生部が 2 段直列に接続されたコンデンサ 10 が得られる。

[0023] 金属基材 50 として Al を用いた場合には、Al が陽極酸化処理されてポーラス Al_2O_3 から成る多孔質の誘電体層 14 が得られる。この多孔質の誘電体層 14 は、断面視略六角形の多数のセル (図 1(G) においては、図示の都合上円形のセルが点線で示される。) を含む。このセルのサイズは、陽極酸化電圧に比例することが知られており、その直径は約 2.5 nm/V となる。つまり、陽極酸化処理に用いる電圧を 1V にすると、セルの直径が約 2.5 nm となる。一実施形態において、図 1(G) に示すように、コンデンサ構造における容量発生部の誘電体厚さ T_1 (隣接する柱状電極 16 の表面間の距離) は、セルサイズ D_1 のおよそ $2/3$ となる。例えば、20V での陽極酸化処理を行うと、セルサイズ D_1 は約 50 nm 、誘電体厚さ T_1 は約 33 nm になる。

[0024] 次に、図 3(A) ~ (G) を参照して比較例を説明する。図 3(A) は比較例のコンデンサ 100 の積層構造を示す断面図、図 3(B) は図 3(A) の一部を拡大して示す斜視図、図 3(G) は図 3(B) を #C_#C 線に沿って切断し、矢印方向から見た模式的な断面図である。コンデンサ 100 は、第 2 の外部電極 20 が単一の導電体から構成されており、外部電極 28 が第 1 の外部電極 18 と接続されている点以外は、コンデンサ 10 と同様の構造を有し、コンデンサ 10 と同様の工程により形成される。コンデンサ 100 の製造工程において、例えば、第 1 段階目の陽極酸化電圧は、40V に設定される。これにより、

セルサイズ D 3 は 100 nm、誘電体厚さ T 3 は約 66 nm となる。第 2 段階目の陽極酸化処理は、第 1 段階目の陽極酸化処理で用いられた電圧よりも大きい電圧を用いて行われる。第 1 の外部電極 18 は、誘電体層 14 を貫通する接続導体 106 によって誘電体層主面 14 B 上に形成された接続ランド 104 に接続されており、接続ランド 104 に設けられた外部端子 28 によって、第 2 の外部電極 20 と同一表面から引き出される。

[0025] 次に、本発明の一実施形態に係るコンデンサの容量及び絶縁破壊電圧について説明する。上述したように、本発明の一実施形態に係るコンデンサにおいては、第 1 段階目の陽極酸化処理に用いられる陽極酸化電圧に応じて、当該コンデンサを構成する単位コンデンサ（柱状電極－誘電体層－柱状電極で構成される）の誘電体層の厚さが変わるため、コンデンサの容量及び絶縁破壊電圧は、第 1 段階目の陽極酸化処理に用いられる陽極酸化電圧に依存することになる。例えば、比較例のコンデンサ 100 の製造に用いた陽極酸化電圧の 1/2 倍の陽極酸化電圧を用いて第 1 段階目の陽極酸化処理を行って製造したコンデンサの誘電体厚さ（柱状電極 16 間に存在する誘電体層 14 の厚さ）は、比較例のコンデンサ 100 の誘電体厚さの 1/2 倍となるため、当該コンデンサの容量は 2 倍になり、絶縁破壊電圧は 1/2 倍になる。また、陽極酸化電圧に応じてセルサイズ（セルの平面視の大きさのことを示し、図 1 の D 1 がその一例である。）が変わるため、単位面積当たりのセルの数も陽極酸化電圧に応じて変化する。この結果、素子の厚さ（第 1 の外部電極 18 と第 2 の外部電極 20 との間の距離に相当）が一定の場合でも、単位面積当たりの容量を変えることができる。例えば、陽極酸化電圧を比較例のコンデンサ 100 の製造に用いた電圧の 1/2 倍にして製造されたコンデンサは、比較例のコンデンサ 100 と比べてセルサイズが 1/2 倍、単位面積当たりのセルの数が 4 倍となり、その結果、単位面積当たりの容量は比較例のコンデンサ 100 と比べて 4 倍となる。このように、陽極酸化電圧によって、コンデンサの誘電体厚さ、及び、単位面積当たりのセル数を調整することができる。例えば、比較例のコンデンサ 100 と比べて陽極酸化電圧を 1/

2 倍にすることで、素子の厚さを一定に規定した場合において、単位面積当たりの容量が 8 倍、絶縁破壊電圧が $1/2$ 倍のコンデンサが得られる。

[0026] 比較例のコンデンサ 100 の製造に用いられた陽極酸化電圧の $1/2$ 倍の陽極酸化電圧を用いて製造したコンデンサ（本明細書において、「要素コンデンサ」と称することがある。）を、2 段、直列に接続することにより、その直列に接続されたコンデンサの合成容量は比較例のコンデンサ 100 の 4 倍（8 倍 $\times 1/2$ ）となり、その合計の体積は比較例のコンデンサ 100 の 2 倍となる。直列接続による体積の増大を防ぐには、接続される要素コンデンサの体積を比較例のコンデンサ 100 の $1/2$ 倍にすればよい。要素コンデンサの容量は体積に比例するため、比較例のコンデンサ 100 の $1/2$ の体積を有する要素コンデンサを、2 段、直列に接続して得られるコンデンサの容量は、比較例のコンデンサ 100 の 2 倍となる（4 倍 $\times 1/2$ ）。このように、比較例のコンデンサ 100 の製造に用いられる陽極酸化電圧の $1/2$ 倍の陽極酸化電圧を用いて製造された要素コンデンサを、2 段、直列に接続することにより、比較例のコンデンサ 100 と同体積で、2 倍の容量を有するコンデンサを得ることができる。また、直列接続されたコンデンサの各要素コンデンサに印加される電圧は、全電圧の $1/2$ となるため、要素コンデンサを直列接続したコンデンサは、比較例のコンデンサ 100 と同じ絶縁破壊耐性を有する。このように、比較例のコンデンサ 100 の製造に用いられる陽極酸化電圧の $1/2$ 倍の陽極酸化電圧を用いて製造した要素コンデンサを、2 段、直列に接続することにより、比較例のコンデンサ 100 と同体積を維持しつつ、比較例のコンデンサ 100 と同じ絶縁破壊耐性、及び、2 倍の容量を有するコンデンサを得ることができる。

[0027] 図 2 は、本発明の他の実施形態に係るコンデンサ 10A を示す。コンデンサ 10A は、コンデンサ 10 と同じ体積（素子体積）を有する。図 2 (A) は、本発明の他の実施形態に係るコンデンサ 10A の積層構造を示す断面図、図 2 (B) は図 2 (A) の一部を拡大して示す斜視図、図 2 (G) は図 2 (B) を # B - # B 線に沿って切断した断面を矢印方向から見た模式的な断面図である。コン

デンサ 10A は、素子の一方の主面 14A に形成され、互いに電氣的に隔離された第 1 の外部電極 18A ～ 18D と、他方の主面 14B に形成され、互いに電氣的に隔離された第 2 の外部電極 20A ～ 20E とを含んで構成されており、8 段の直列構造を有する。つまり、第 1 の外部電極 18A と第 2 の外部電極 20A の間の領域に存在する柱状電極 16 及び誘電体層 14 によって第 1 の要素コンデンサが構成され、第 2 の外部電極 20A と第 1 の外部電極 18B との間の領域に存在する柱状電極 16 及び誘電体層 14 によって第 2 の要素コンデンサが構成される。同様に、第 1 の外部電極 18A ～ 18D と第 2 の外部電極 20A ～ 20E との間にそれぞれ存在する柱状電極 16 及び誘電体層 14 によって、第 1 ～ 第 8 の要素コンデンサが構成される。外部端子 26、28 は、第 2 の外部電極 20A、20E にそれぞれ接続されているので、第 1 ～ 第 8 の要素コンデンサが、外部端子 26 と外部端子 28 との間に直接に接続されることになる。コンデンサ 10A は、陽極酸化処理に用いる電圧の値以外は、概ねコンデンサ 10 と同様の工程により製造される。コンデンサ 10A の製造工程においては、例えば、10V の電圧（コンデンサ 100 の製造工程における電圧の $1/4$ に相当）を用いて第 1 段階目の陽極酸化処理が行われる。このように、コンデンサ 100 の製造工程で用いられる陽極酸化電圧の $1/4$ 倍の電圧で陽極酸化処理を行い、直列の段数を 8 段とすることにより、素子の体積がもとの状態のまま、容量を維持しつつ（ 64 倍 $\pm 1/64$ 倍）、絶縁破壊電圧を 2 倍（ $1/4$ 倍 $\times 8$ 倍）にすることが可能となる。

[0028] 比較例のコンデンサ 100 を基準として、本発明の効果を検証した。比較例のコンデンサ 100 は、第 1 段階目の陽極酸化処理に用いられる陽極酸化電圧を 40V とし、サイズが $1\text{ mm} \times 0.5\text{ mm} \times 0.1\text{ mm}$ となるように形成した。このコンデンサ 100 の容量値は 0.5 pF、絶縁破壊電圧は 10V であった。これに対し、第 1 段階目の陽極酸化電圧を 20V として形成された要素コンデンサを、2 段、直列に接続して構成した本発明の一実施形態に係るコンデンサ 10 においては、容量値が 1 fF、絶縁破壊電圧が 10

V となった。このように、本発明の一実施形態に係るコンデンサ 10 は、比較例のコンデンサ 100 に対し、同じ体積と同じ絶縁破壊耐性を維持しつつ、2 倍の容量を有することが確認された。

[0029] 第 1 段階目の陽極酸化電圧を 10 V として形成された要素コンデンサを、8 段、直列に接続して構成した本発明の他の実施形態に係るコンデンサ 10 A においては、容量値が 0.5 pF、絶縁破壊電圧が 20 V となった。このように、本発明の他の実施形態に係るコンデンサ 10 A は、比較例のコンデンサ 100 に対し、同じ体積と同じ容量を維持しつつ、2 倍の絶縁破壊電圧を有することが確認された。

[0030] コンデンサ 10、10 A のように、偶数段数の直列接続とすることで、同一面上に 2 極の外部端子 26、28 を形成することができる。また、図示していないが、奇数段数の直列構造とすることで、表裏面にそれぞれ 1 極ずつの外部端子 26、28 を有する素子構造とするのも容易である。このように、素子の表面又は裏面に外部端子を設けることができるので、その側面に外部端子を設けることが必要な積層セラミックコンデンサと比較して、実装面積を小さくすることができる。

[0031] このように、本発明の様々な実施形態に係るコンデンサによれば、絶縁破壊耐性を犠牲にすることなくコンデンサの容量値を向上させること、又は、容量値を犠牲にすることなく絶縁破壊耐性を向上させることが可能となる。本発明の様々な実施形態に係るコンデンサにおいては、陽極酸化電圧及び／又は直列接続の段数を調整することにより、容量値及び定格電圧の調整を容易に行うことができる。例えば、陽極酸化電圧及び／又は直列接続の段数の調整を通じて、本発明の様々な実施形態に係るコンデンサにおいて、容量値を大きくして定格電圧を小さくすること、又は、容量値を小さくして定格電圧を大きくすることができる。本発明の様々な実施形態に係るコンデンサにおいては、その実装形態に応じて、2 つの外部端子をいずれも表面に設けることができるし、表面と裏面に 1 つずつ設けることもできる。本発明の様々な実施形態に係るコンデンサにおいては、弁金属の陽極酸化により得られた

柱状電極構造により、従来の積層セラミックコンデンサのような面状電極構造と比較して、クラックの発生を抑制することができ、製造も容易である。

[0032] 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ることができる。例えば、本明細書で示した形状、寸法は一例であり、必要に応じて適宜変更可能である。本明細書で示した材料も同様に例示であり、公知の各種の材料を使用できる。例えば、誘電体層 14 を形成するための金属基材 50 として、A1 以外にも、陽極酸化が可能な公知の各種の金属を用いることができる。本明細書で示した陽極酸化電圧や直列に接続される要素コンデンサの個数（段数）は例示であり、容量・定格電圧の要求を満たすように、陽極酸化電圧や段数を調整することが可能である。本明細書で示した電極引出構造も一例であり、適宜設計変更可能である。本明細書で示した製造工程も一例であり、適宜変更することができる。例えば、第 1 の外部電極 18 と、第 2 の外部電極 20A、20B とはいずれを先に形成してもよい。

産業上の利用可能性

[0033] 本発明の様々な実施形態に係るコンデンサによって、絶縁破壊電圧を犠牲にすることなく容量値を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法、又は、容量値を犠牲にすることなく絶縁破壊電圧を向上させることが可能なコンデンサ及びその製造方法が提供される。

符号の説明

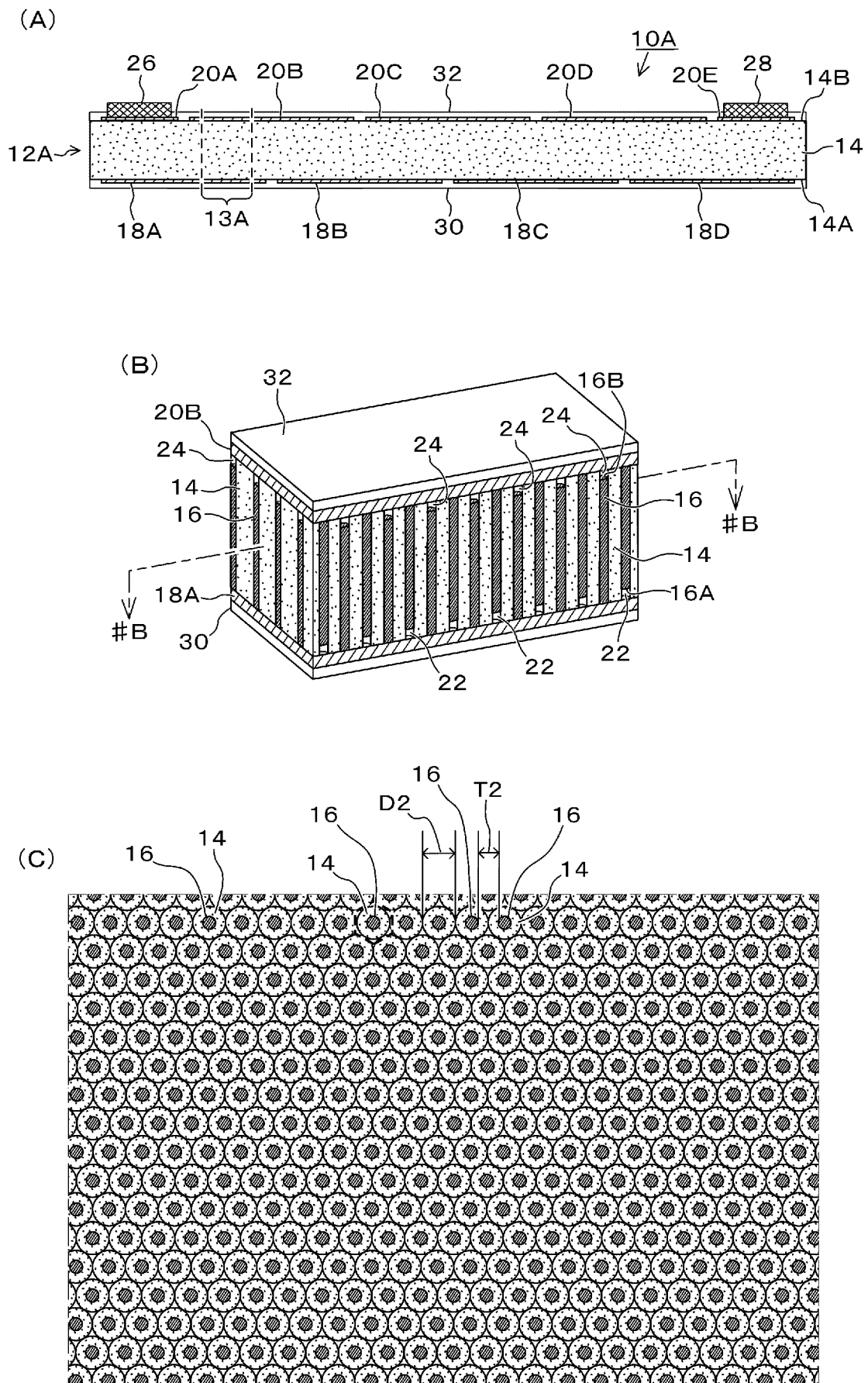
[0034] 10、10A :コンデンサ
12、12A :コンデンサ素子
14 :誘電体層
14A、14B :主面
16 :柱状電極
16A、16B :端部
18、18A～18D :第 1 の外部電極
20、20A～20E :第 2 の外部電極

- 2 2、2 4 :絶縁キャップ
- 2 6、2 8 :外部端子
- 3 0、3 2 :保護層
- 5 0 :金属基材
- 5 2 :第 1 の孔
- 5 4 :酸化物基材
- 5 6 :第 2 の孔
- 5 8 :シード層
- 1 0 0 :コンデンサ
- 1 0 2 :コンデンサ素子
- 1 0 4 :接続ランド
- 1 0 6 :接続導体
- 9 0 0 :セラミック積層体
- 9 1 0、9 1 2 :引出電極
- 9 2 0、9 2 2 :外部電極
- 9 3 0 :浮き電極
- 9 4 0、9 4 2 :単位コンデンサユニット

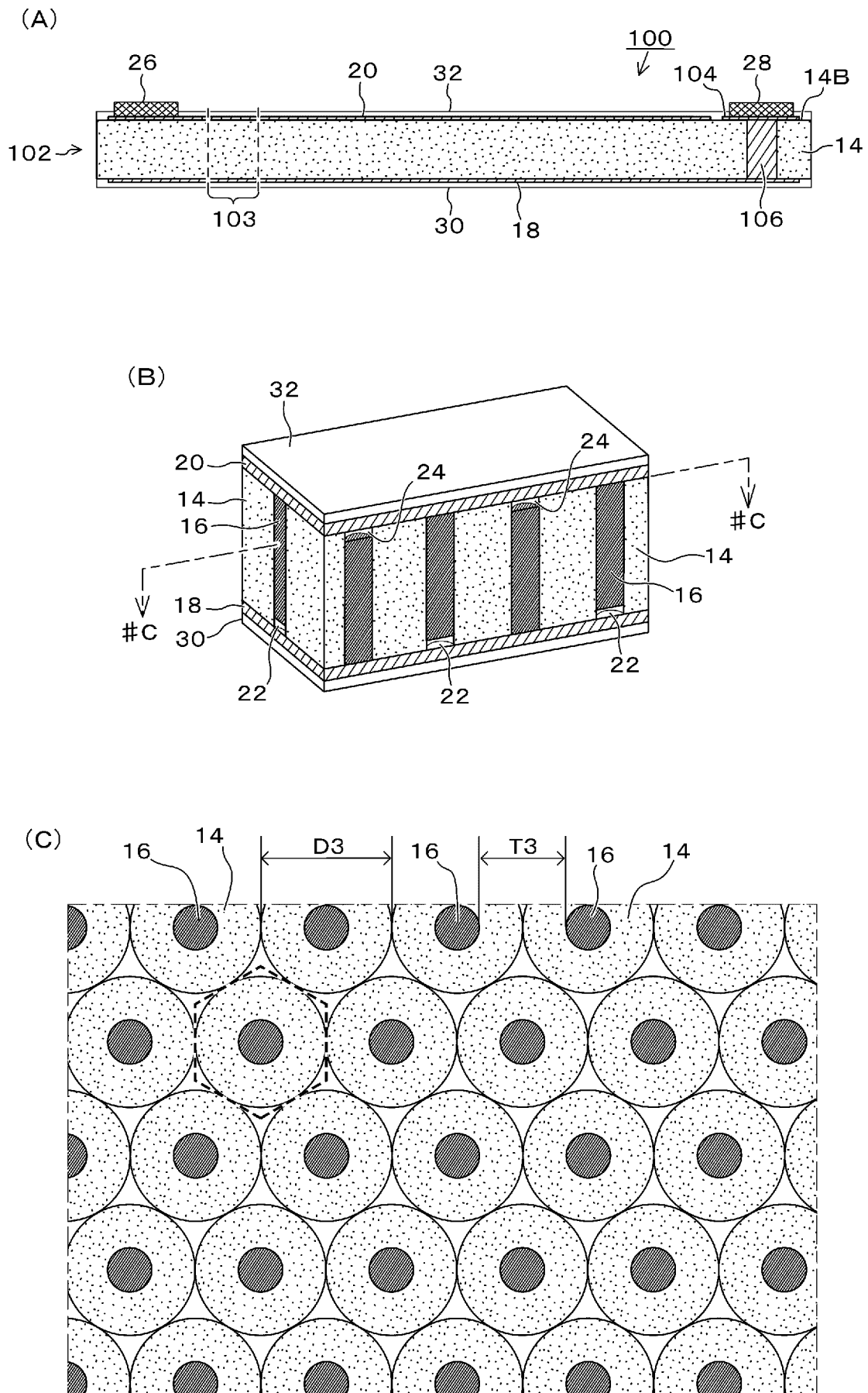
請求の範囲

- [請求項 1] 互いに略平行に形成された第 1 の主面及び第 2 の主面を有するとともに、前記第 1 及び第 2 の主面に略直交するように形成された複数の孔を有する誘電体層と、
- 前記複数の孔に導電体を充填して形成された複数の柱状電極と、
- 前記誘電体層の前記第 1 の主面に、前記複数の柱状電極の一部の柱状電極と導通するように形成された第 1 の外部電極と、
- 前記誘電体層の前記第 2 の主面に、前記複数の柱状電極のうち、前記第 1 の外部電極と導通していないものと導通するように形成された第 2 の外部電極と、を備え、
- 前記第 1 又は第 2 の外部電極の少なくとも一方が、互いに電氣的に隔離された複数の導電体ユニットからなるコンデンサ。
- [請求項 2] 互いに略平行に形成された第 1 の主面及び第 2 の主面を有する弁金属の基材を準備する工程と、
- 前記基材を陽極酸化し、前記第 1 及び第 2 の主面に略直交する複数の孔が形成された誘電体層を形成する工程と、
- 前記誘電体層の前記複数の孔に導電体を充填して複数の柱状電極を形成する工程と、
- 前記第 1 の主面に、前記複数の柱状電極の一部の柱状電極と導通する第 1 の外部電極を形成する工程と、
- 前記第 2 の主面に、前記複数の柱状電極のうち、前記第 1 の外部電極と非導通の柱状電極と導通する第 2 の外部電極を形成する工程と、を含み、
- 前記第 1 又は第 2 の外部電極の少なくとも一方を、互いに電氣的に隔離されるように形成するコンデンサの製造方法。

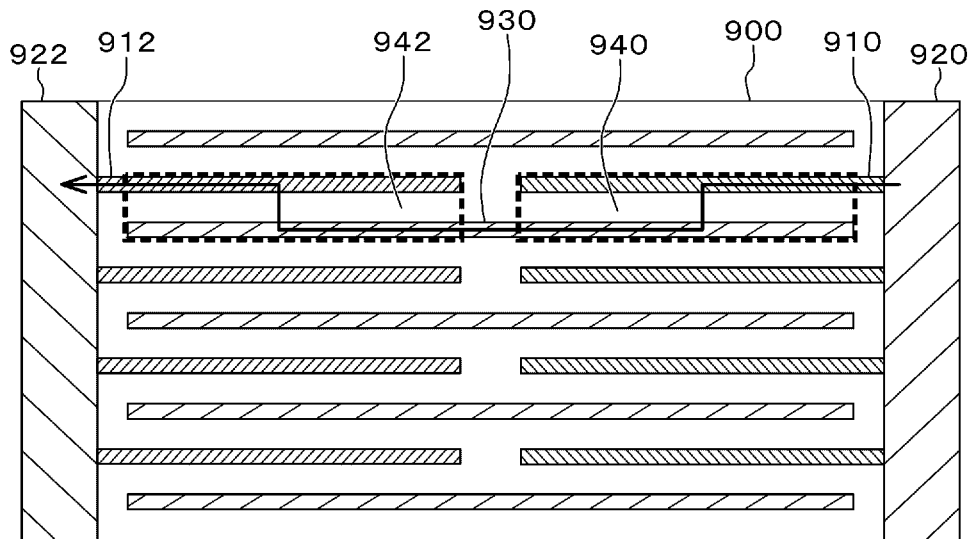
[図2]



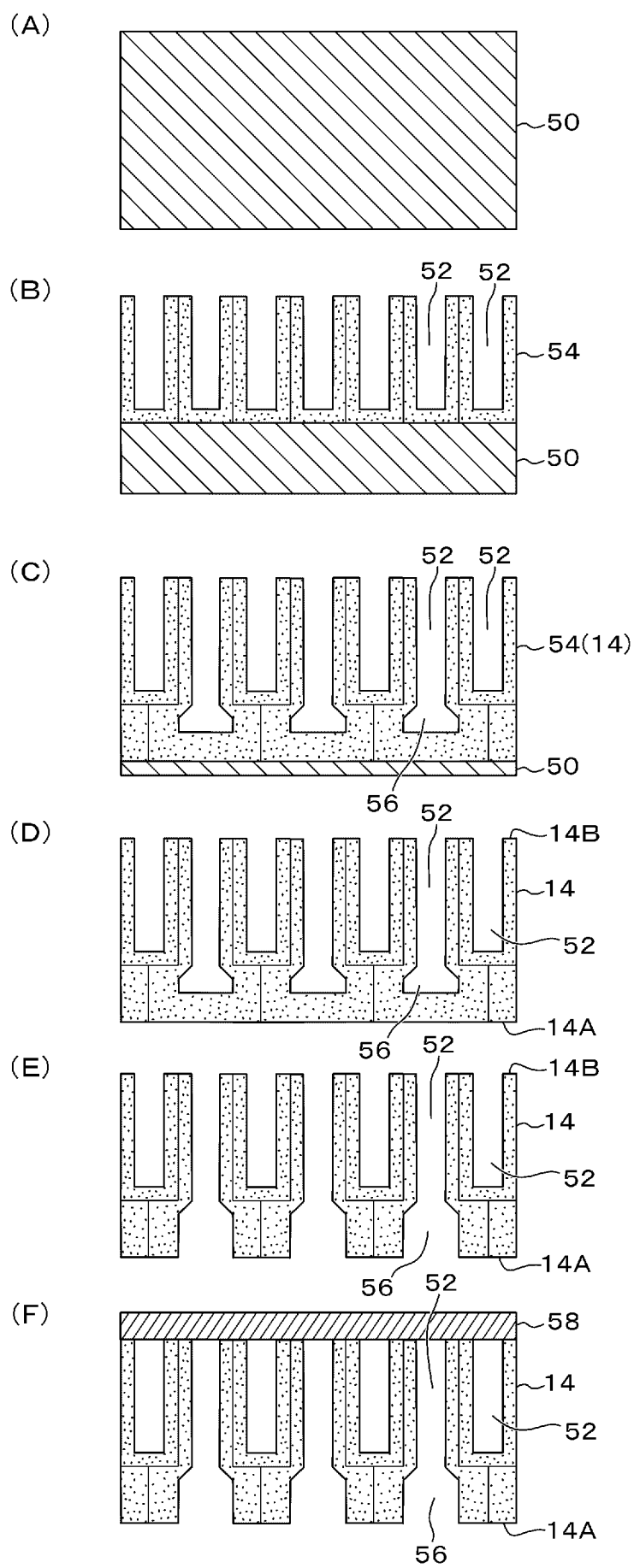
[図3]



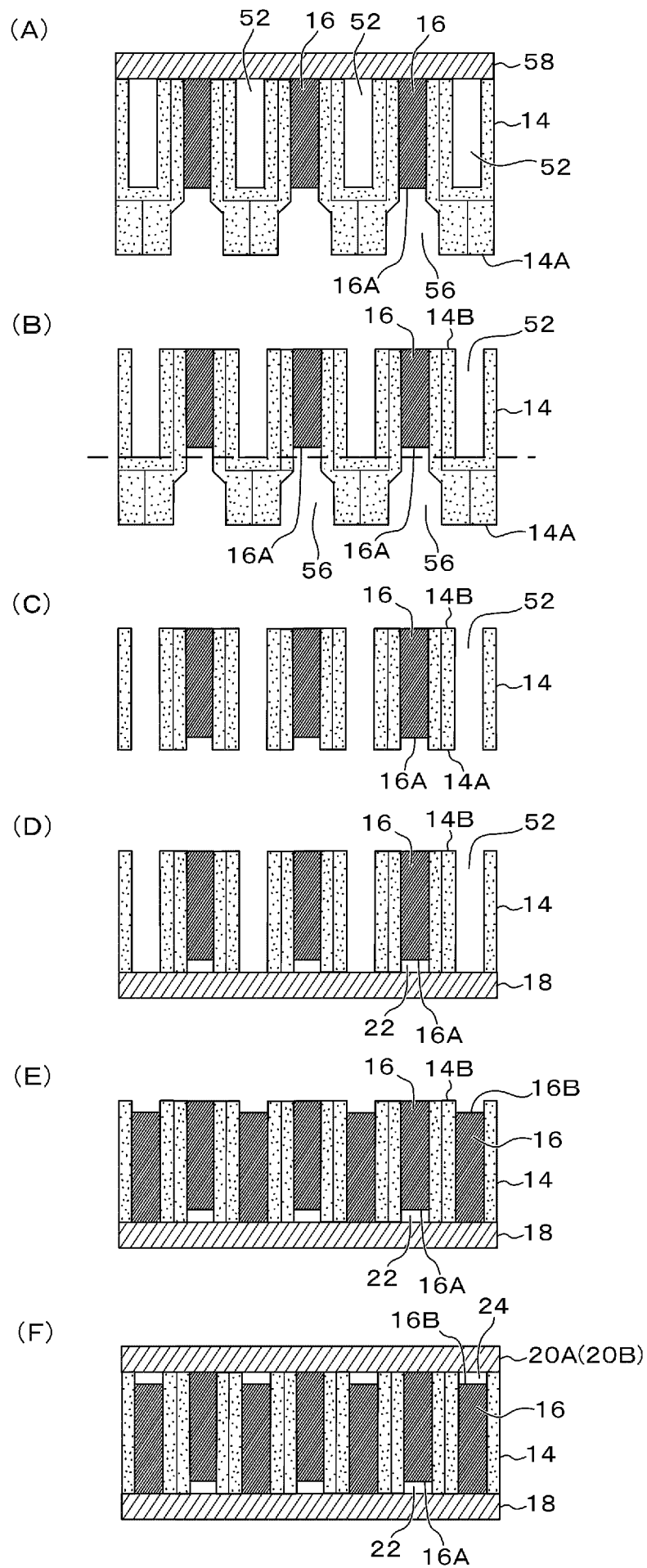
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 062048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 G 4 / 33 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H 0 1 G 4 / 3 3

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	J P 2 0 0 9 - 4 9 2 1 2 A (Tai y o Yuden Co . , Ltd .) , 0 5 March 2 0 0 9 (0 5 . 0 3 . 2 0 0 9) , paragraph s [0 0 3 7] t o [0 0 4 4] ; fig . 5 t o 8 6 U S 2 0 0 9 / 0 0 5 2 1 1 0 A I	1 - 2
Y	W O 2 0 0 9 / 5 1 1 3 3 A I (Sh o Wa Denko Kabushi k i Kai sha) , 2 3 Apri l 2 0 0 9 (2 3 . 0 4 . 2 0 0 9) , paragraph [0 0 4 4] ; fig . 3 & U S 2 0 1 0 / 0 1 9 5 2 9 3 A I & E P 2 2 0 2 7 6 6 A I	1 - 2
P , X	J P 2 0 1 1 - 2 3 4 3 9 A (Shi nko Ele ct ric l ndu stries Co . , Ltd .) , 0 3 February 2 0 1 1 (0 3 . 0 2 . 2 0 1 1) , paragraph s [0 0 3 4] t o [0 0 4 6] , [0 0 5 2] t o [0 0 5 8] ; fig . 4 t o 5 & U S 2 0 1 1 / 0 0 1 3 3 4 0 A I	1 - 2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

0 3 Augu st , 2 0 1 1 (0 3 . 0 8 . 1 1)

Date of mailing of the international search report

1 6 Augu st , 2 0 1 1 (1 6 . 0 8 . 1 1)

Name and mailing address of the ISA/

Japane se Patent Off ice

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01G4/33 (2006. 01) i

B . 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01G4/33

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 — 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 — 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 — 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 — 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー水	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-49212 A (太陽誘電株式会社) 2009. 03. 05, 段落 【0037】 — 【0044】, 図 5-8 & US 2009/0052110 A1	1-2
Y	W0 2009/51133 A1 (昭和電工株式会社) 2009. 04. 23, 段落 [0044], 図 3 & US 2010/0195293 A1 & EP 2202766 A1	1-2

☒ c 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの」

IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」

IL 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」

IO 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」

IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

IR 「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」

IX 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」

IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」

IZ 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 3 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

羽鳥 友哉

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

5 R

4 0 6 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X	JP 2011-23439 A (新光電気工業株式会社) 2011. 02. 03, 段落 【034】 - 【046】 , 【052】 - 【058】 , 図 4-5 & US 2011/0013340 A1	1-2