

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年2月16日(16.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/017756 A1

(51) 国際特許分類:
H01G 4/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/029625

(22) 国際出願日: 2022年8月2日(02.08.2022)

(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 2021-130498 2021年8月10日(10.08.2021) JP

(71) 出願人: ルビコン株式会社 (**RUBYCON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒3994593 長野県伊那市西箕輪 1 9 3 8 番地 1 Nagano (JP).

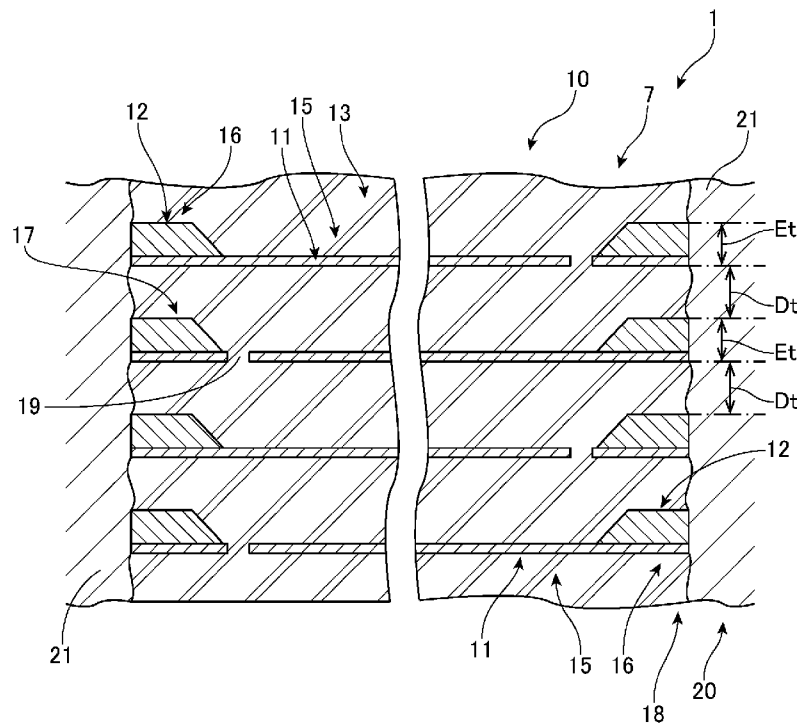
(72) 発明者: 加古 智直(**KAKO Tomonao**); 〒3994593 長野県伊那市西箕輪 1 9 3 8 番地 1 ルビコン株式会社内 Nagano (JP).

(74) 代理人: 今井 彰(**IMAI Akira**); 〒3900811 長野県松本市中央 1 丁目 4 番 2 0 号 日本生命松本駅前ビル 8 階 Nagano (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

(54) Title: CAPACITOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: コンデンサおよびその製造方法



(57) Abstract: A capacitor (1) comprises a body (10) in which dielectric layers (13) and electrode layers (11) are laminated, and an external electrode (20) that is connected via a metal plating to at least a portion of the body. The dielectric layers have a thickness Dt at a connection boundary with the external electrode of the body, the electrode layers have a thickness Et at the connection boundary, and the ratio DE between the thickness Dt and the thickness Et is at least a first value DEmin. The first value DE may satisfy the conditions below with respect to a minimum set value Dt1 of the thickness Dt.

MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

$DE_{min} \geq a \times Dt1 + b$, and $0.1 \mu m \leq Dt1 \leq Dt \leq 1.5 \mu m$, where a and b are coefficients

(57) 要約: コンデンサ (1) は、誘電体層 (13) と電極層 (11) とが積層された本体部 (10) と、本体部の少なくとも一部にメタリコンにより接続された外部電極 (20) とを有する。誘電体層は、本体部の外部電極との接続境界 (18) における厚み Dt を含み、電極層は、接続境界における厚み Et を含み、厚み Dt と厚み Et との比 DE は少なくとも第1の値 DE_{min} である。第1の値 DE は、厚み Dt の最小設定値 $Dt1$ に対し以下の条件を満たしてもよい。 $DE_{min} \geq a \times Dt1 + b$ 。 $0.1 \mu m \leq Dt1 \leq Dt \leq 1.5 \mu m$ ただし、aおよびbは係数である。

明 細 書

発明の名称：コンデンサおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、コンデンサおよびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 日本国特開 2 0 2 1 - 1 9 1 3 3 号公報に記載の薄膜高分子積層コンデンサは、誘電体層と、誘電体層に第 1 金属が蒸着形成された第 1 金属層と前記第 1 金属層に第 2 金属が蒸着形成された第 2 金属層とを含む内部電極層とを交互に積層し接合したチップ状の積層体と、積層体における一端側と他端側とに各々形成された外部電極とを有しており、積層体は、誘電体層に第 1 金属が形成されて交互に積層された第 1 領域と、第 1 金属層のうちの前記一端側に接続される層と前記他端側に接続される層とに第 2 金属層が各々形成されて交互に積層されたエッジ領域とを有し、第 1 領域はコンデンサ機能領域を有しており、且つ、エッジ領域はヘビーエッジが形成されている。

発明の開示

[0003] フィルムコンデンサに対し、薄膜高分子積層コンデンサは誘電体層の厚みを 1.5 μm あるいはそれ以下に薄くすることが可能であり、小型で、高耐電圧、低 ESR のコンデンサを提供できる。さらに、外部電極との良好な接続性と良好な耐電圧特性が得られることは重要である。

[0004] 近年、耐電圧がさらに高く、ESR が低いコンデンサが要望されている。したがって、ヘビーエッジ構造を採用し、耐電圧を高めるためにコンデンサ部分の電極部分（内部電極部分）の表面抵抗率（シート抵抗率）が十分に高くなるように薄膜化するとともに外部電極との接続部分を厚くする構造が採用されている。また、接続部分の接続抵抗をさらに低く、ESR を十分に小さくするために電極の接続部分の厚みはさらに厚くなる傾向にある。

[0005] これに対し、本願の発明者は、エッジ部分をさらに厚膜にした場合、厚くしすぎるとメタリコンにより生成される外部電極との接続が不安定になる場

合があり、性能の安定したコンデンサを低コストで提供することが難しくなることを見出した。すなわち、外部電極との間で接続性能を得ようとする接続部分の電極層は厚い方が好ましいと考えられていたのに対し、本願の発明者は、薄膜タイプの積層コンデンサにおいて、所望の接続性能を得るためには、接続境界における電極層の厚みは、誘電体層の厚みに対して限界があり、また、電極層の厚みに対して所定の厚みの誘電体層を設ける必要があることを見出した。さらに、その指標として、誘電体層の厚み D_t と電極層の厚み E_t との比 DE ($DE = D_t / E_t$)を設定すると、その比 DE は最小値を有し、比 DE は少なくとも所定の値（第1の値、最小値） DE_{min} であることを見出した。このことは、電極層の厚み E_t と誘電体層の厚み D_t との比 ED ($ED = E_t / D_t$)を設定すると、その比 ED は最大値を有し、比 ED は所定の値（最大値） ED_{max} を超えないことを意味する。

[0006] すなわち、本発明の一態様は、誘電体層と電極層とが積層された本体部と、本体部の少なくとも一部にメタリコンにより接続された外部電極（メタリコン層）とを有するコンデンサであって、誘電体層は、本体部の外部電極との接続境界における厚み D_t を含み、電極層は、接続境界における厚み E_t を含み、厚み D_t と厚み E_t との比は少なくとも第1の値 DE_{min} である。

[0007] さらに、本願の発明者は、第1の値 DE_{min} が、誘電体層の接続境界における厚み D_t に最小値 D_{t1} を設定すると、その最小設定値 D_{t1} に対して一次方程式で表すことができる相関があることを見出した。本体部の外部電極との接続境界における誘電体層の厚み D_t と電極層の厚み E_t との比 DE の最小値 DE_{min} は以下の条件（1）および（2）を満たしてもよい。

$$DE_{min} \geq a \times D_{t1} + b \quad \cdots (1)$$

$$0.1 \mu m \leq D_{t1} \leq D_t \leq 1.5 \mu m \quad \cdots (2)$$

ただし、 a および b は係数である。

[0008] このコンデンサにおいては、接続境界における電極層の厚み E_t が以下の条件（7）を満たしてもよい。

$$E_t \leq D_t / D_{Emin} \cdots (7)$$

また、このコンデンサにおいては、接続境界における誘電体層の厚み D_t が、以下の条件 (8) を満たしてもよい。

$$D_t \geq D_{Emin} \times E_t \cdots (8)$$

[0009] 第1の値 D_{Emin} は以下の条件 (3a) を満たしてもよい。

$$D_{Emin} \geq 5.0 D_t + 1.7 \cdots (3a)$$

[0010] 電極層は、アルミニウム、亜鉛、銅、金、銀、またはこれらを含む合金の少なくともいずれかを含むものであってもよい。また、電極層は、外部電極との接続部分が内部電極部分より厚くなったヘビーエッジ部を含んでもよく、ヘビーエッジ部は、アルミニウム、亜鉛またはその合金のいずれかを含んでもよい。電極層は、前記外部電極との接続部分が内部電極部分と分断されたダミーエッジ部を含んでもよい。誘電体層は熱硬化性樹脂を含んでもよい。メタリコンにより生成される外部電極は、アルミニウム、亜鉛、銅またはこれらを含む合金の少なくともいずれかを含んでもよい。

[0011] 本発明の他の態様の1つは、誘電体層と電極層とが積層された本体部と、本体部の少なくとも一部に接続された外部電極とを有するコンデンサの製造方法である。この製造方法は、本体部の外部電極との接続境界における誘電体層の厚み D_t と電極層の接続境界における厚み E_t との比が少なくとも第1の値 D_{Emin} となるように誘電体層と電極層とを積層することを有する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]コンデンサの概要を示す図。

[図2]アクティブ層（積層体）の概略を示す断面図。

[図3]コンデンサの製造過程の概要を示すフローチャート。

[図4]実施例1の評価結果を示す図。

[図5]評価基準を示す図。

[図6]実施例1の評価結果を纏めて示す図。

[図7]実施例1の評価結果に基づく相関を示す図。

[図8]実施例2の評価結果を示す図。

[図9]実施例2の評価結果を纏めて示す図。

[図10]実施例2の評価結果に基づく相関を示す図。

[図11]実施例3の評価結果を示す図。

[図12]実施例3の評価結果を纏めて示す図。

[図13]実施例3の評価結果に基づく相関を示す図。

発明の実施の形態

[0013] 図1に、本発明に係るコンデンサの一例を示している。誘電体層と電極層とが積層されて一体となった本体（本体部、積層体）10と、本体10に接続された外部電極20とを有するコンデンサ（キャパシタ）1として、薄膜高分子積層コンデンサが知られている。図1（a）に外観を示したコンデンサ1は、薄膜高分子積層コンデンサの一例である。図1（b）に断面図で示すように、本体部10は、厚み方向の中央に設けられた、容量を発現するアクティブ層7と、その上下に配置された容量を発現しないダミー層8と、その上下に配置された保護層9とを含む。アクティブ層7およびダミー層8は、樹脂層（誘電体層）13と電極層11とが積層された構成であり、保護層9は樹脂のみにより構成されている。外部電極20は、アクティブ層7およびダミー層8の電極層11および樹脂層13と接合するようにメタリコンにより形成されており、内部のメタリコン層（例えば、真鍮メタリコン）21と、その周囲を覆う銅メッキ層22と、さらに外側を覆う錫メッキ層23とを含む。

[0014] 図2に、本体部10のアクティブ層7の一部の断面を拡大して示している。本体10のアクティブ層7は、誘電体層13と電極層11とが積層された部分であり、誘電体層13および電極層11の端部側（側面、エッジ部、接続部分、接続領域、接続境界）18が外部電極20のメタリコン層21と接合されている。電極層11は電氣的にもメタリコン層21と接続されている。電極層11は、アクティブ層7の内部で誘電体層13と広く接し、容量を形成する薄膜状の内部電極部分15と、外部電極20（メタリコン層21）

と接続されるエッジ部 16 を含む。エッジ部の一例は、外部電極 20 と接続する接続部分（接続境界） 18 が内部電極部分 15 よりも厚くなったヘビーエッジ部 16 である。本例において電極層 11 の接続境界 18 における電極層厚を形成するヘビーエッジ部 16 は、電極層 11 と、電極層 11 に積層された層 12 とにより構成されている。高耐電圧のコンデンサ 1 を提供する場合、内部電極層（内部電極部分） 15 の厚みは薄いことが望ましい。内部電極層 15 の厚みは、例えば、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ であってもよく、さらに薄く、 $0.005\text{ }\mu\text{m}$ （ 5 nm ）であってもよい。一方、外部電極 20 との接続を考慮すると、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 程度あるいはそれ以上の厚みが必要であると考えられており、薄膜タイプの内部電極部分 15 を備えたコンデンサ 1 においては、ヘビーエッジ部 16 が設けられていてもよい。なお、内部電極部分 15 が十分な厚みを備えている場合は、ヘビーエッジ部 16 が設けられていなくてもよい。

[0015] 誘電体層 13 を構成する樹脂の一例は熱硬化性樹脂であり、アクリル系ポリマーを含む。薄膜高分子積層コンデンサ 1 に採用可能な樹脂の一例は、トリシクロデカンジメタノールジメタクリレートまたはトリシクロデカンジメタノールジアクリレートのいずれか一種以上が重合したものであるが、誘電体層 13 を構成する樹脂はこれに限定されない。小型で薄く、大容量のコンデンサを提供するために、誘電体層 13 が十分に薄く、十分な積層数を備えていてもよい。例えば、誘電体層 13 の厚みは $0.1\sim 1.5\text{ }\mu\text{m}$ であってもよく、 $0.2\sim 1.2\text{ }\mu\text{m}$ であってもよく、積層数は 1000 あるいはそれ以上であってもよい。薄膜の誘電体層 13 は、熱硬化性樹脂を減圧環境下（真空中）でモノマとして蒸着し、電子線等を照射して硬化させることにより、所定の厚みの誘電体層 13 を得ることができる。熱硬化型の樹脂による誘電体層 13 を備えたコンデンサ 1 は、熱可塑性樹脂を備えたものと比較して耐熱温度が高く、リフローにも対応できるので、より表面実装に適した素子として提供できる。

[0016] 電極層 11 は、導電性の金属、例えば、アルミニウム、亜鉛、銅、金、銀

、またはこれらを含む合金の少なくともいずれかにより形成してもよい。高圧用のコンデンサ1としては、コンデンサとして機能する電極、すなわち内部電極部15の厚みを薄くすることで耐電圧を向上できる。例えば、耐電圧は400V以上であってもよく、内部電極部15の厚みは10~160nm程度であってもよく、15~150nm程度であってもよい。薄膜状の電極の厚みの管理として表面抵抗率を用いてもよく、内部電極部15の表面抵抗率は5~80Ω/□(Ω/sq.)であってもよく、15~80Ω/□であってもよく、20~80Ω/□であってもよい。

[0017] コンデンサ1の電極層11は、さらに、内部電極部分15から間隙19により分離されたダミーのヘビーエッジ部(ダミーエッジ部)17を含んでもよい。ダミーエッジ部17は、内部電極部分15から分離されているのでコンデンサ1の容量としては寄与しない。しかしながら、外部電極20のメタリコン層21との機械的な接続強度を得るためには有用であり、内部電極部分15と一体となったヘビーエッジ部16と協働することによりメタリコン層21との接続を維持あるいは強化する。なお、本例では、ヘビーエッジ部16を構成する層12は、電極層11の上側に積層されていてもよく、下側に積層されていてもよく、上下両面に積層されていてもよい。ヘビーエッジ部16は2層構造に限らず、1層構造であってもよく、3層以上の構造であってもよい。

[0018] 電極層11を薄膜にすると耐電圧は高くできるが、損失係数($\tan \delta$)および等価直列抵抗分(ESR)も高くなり、コンデンサとしての性能が低下しやすい。このため、電極層11と外部電極20との接続部分18の構成は重要である。従来、内部電極部分15が薄くても、外部電極20、本例においてはメタリコン層21との接続部分18の厚みを十分に確保することにより、 $\tan \delta$ およびESRが低下し、周波数特性が向上し、高電流に対応可能になると考えられていた。

[0019] フィルムコンデンサや薄膜高分子積層コンデンサなどの積層タイプのコンデンサにおいて、積層体(本体)10と外部電極20とを接続する手法は、

商品化されている範囲ではメタリコンがほとんどである。メタリコン以外の手法だと、コンデンサとして必要な機械的強度を確保することが難しいのが現状である。従来のフィルムコンデンサの場合、誘電体層の厚みが、数 μm 以上であるため、また、フィルムをずらしているためと考えられるが、メタリコン層との接続で電極層（金属層）の厚みに限界があることは示されておらず、フィルムコンデンサにおいても接続部分の電極厚みを確保するためにヘビーエッジ構造を採用することがある。

[0020] これに対し、以下で詳述するように、本願の発明者の研究により、本体10と外部電極20との接続部分（接続境界）18における電極層11の厚み（本例においてはヘビーエッジ部16の厚み） E_t が厚すぎると、メタリコン層21による接続ができなかったり、接続抵抗が高くなったりすることが分かった。特に、以下の実施形態において説明するコンデンサ1のような誘電体樹脂層（誘電体層）13の厚み D_t が $1.5\mu\text{m}$ よりも薄く、さらに、厚み D_t が $1.0\mu\text{m}$ よりも薄い製品においてはその傾向が明瞭に現れることが分かった。

[0021] 電極層11の厚み E_t が厚すぎると、メタリコン層21による接続ができなかったり、接続抵抗が高くなったりする要因の1つは、接続境界18における電極層11の厚み E_t に対し誘電体層13の厚み D_t が十分でないと、電極引出（アッシング）で露出させた電極層11の金属層は間隔が狭く、厚みが大きいために密度が大きくなることであると考えられる。このため、メタリコン層21を作るためにメタリコン装置で撃ち込まれた半熔融状態の金属が誘電体層13に届かず途中で止まってしまい、本体10の積層体7にくい込むことができず接続強度を確保できなくなると考えられる。例えば、接続境界18に露出した電極層11の金属がクッションのような役割をするためと想定できる。また、露出した電極層11の金属部分、例えばヘビーエッジ部16は、厚くなると言っても数 10nm 程度から数 100nm 程度という厚みなので、この程度の厚みでは接続境界18に露出した電極層11のみではメタリコン金属と接続しても強度的に不十分で、例えば、すぐに折れて

しまい、電氣的接続・接続強度を保つことが難しいためであると考えられる。

[0022] したがって、本体 10 と外部電極 20 との良好な電氣的接続・接続強度を得るためには、積層体 7、すなわち、誘電体層 13 も含めた全体にメタリコン層 21 の金属をくい込ませる必要があると考えられる。

[0023] 図 3 に、コンデンサ 1 の製造方法の一例を示している。この製造方法 40 においては、ステップ 41 において、本体（本体部）10 の母体となる積層体を製造する。積層体を製造する方法の一例は蒸着方式により各層を成膜する方法であり、真空チャンバ内の減圧環境（真空環境）下で回転するドラム上に、蒸着方式により誘電体層 13 と、電極層 11 とを相互に成膜して、本体部 10 の母体となる積層体を製造する装置が知られている。積層体は、塗布あるいは印刷などの他の方式を用いて製造してもよい。誘電体層 13 として蒸着された熱硬化性樹脂は、電子線照射装置などにより硬化され、誘電体層 13 として成膜されてもよい。さらにプラズマ処理装置により誘電体層 13 の表面が次の工程のためにプラズマ処理されてもよい。電極層 11 を成膜する前に、パターニングユニットにより、誘電体層 13 の上に、電極層 11 をパターニングするためにオイルマージンを塗布してインナーマージンを形成してもよい。

[0024] ステップ 41 において電極層 11 を成膜する際に、ヘビーエッジ部 16 およびダミーエッジ部 17 が成膜される。したがって、ステップ 41 において、誘電体層 13 および電極層 11 は、誘電体層 13 の接続境界 18 における膜厚 D_t および電極層 11 の接続境界における膜厚 E_t が所定の値となるように積層され、本体部 10 が製造される。オイルマージンによりインナーマージンを形成する代わりに、マージンをエッジに形成する方式も採用可能である。しかしながら、コンタクト部分（接続境界）がマージンオイルの影響を受けるため、品質が安定しない可能性が高い。また、ダミーエッジ部（ダミーのヘビーエッジ部）17 は、次の工程において条切断される際に、反対側の、必要なヘビーエッジ部 16 と切断される部分であり、条切断により電

極層 11 に接続されたヘビーエッジ部 16 とマージンにより電極層 11 と分離されたダミーエッジ部 17 とが同時に形成される。このため、無駄な部分の発生および余分な切断工程などの発生を防止できる。したがって、本例のようにオイルマージンによりインナーマージンを形成し、ダミーエッジ部 17 を設けることは、性能が安定したコンデンサ 1 を製造するために有効であり、生産効率の向上に寄与する。このため、以下の各実施例において、ダミーエッジ部 17 を含めて検討することは有用である。

[0025] ステップ 42 において、積層体を条切断して条状態（スティック状態）の本体部 10 を形成する。積層体から直に条状態の本体部 10 を形成してもよく、平坦化プレス処理、カード切断処理などの他の処理を挟んで条状態の本体部 10 を製造してもよい。ステップ 43 において、条切断された面を、外部電極 20 との接続部分（接続境界、接続面）18 としてプラズマアッシングを行う。一例としては、酸素と四フッ化炭素との混合ガスによりプラズマアッシングを行ってもよい。

[0026] ステップ 44 において、プラズマアッシングされた接続境界 18 にメタリコン（金属溶射）により外部電極 20 のメタリコン層 21 を形成する。メタリコン層 21 は、例えば、亜鉛、銅、アルミニウムまたはこれらを含む合金、例えば真鍮を含む金属を溶融し、接続境界 18 に対し 50～200 mm の距離（メタリコン距離）から 0.2～0.8 MPa 程度のエア圧でアーク溶射する方法により製造される。

[0027] ステップ 45 において、銅メッキ層 22 および錫メッキ層 23 を順番に電解メッキ法などにより形成する。錫メッキ層 23 は外部電極 20 のはんだ濡れ性を向上させるために有効である。その後、熱処理などの外部電極 20 に対して要求される処理を行う。さらに、ステップ 46 において、外部電極 20 が形成された条状態の本体部 10 を外部電極 20 とともにチップ状にカットすることにより、本体部 10 に外部電極 20 が接続されたコンデンサ 1 が製造される。なお、図 3 に記載の工程は代表的な処理を示すものであり、その他の処理が実施されてもよい。

[0028] 図4に、接続境界18の誘電体層13の厚み D_t と、接続境界18の電極層11の厚み E_t とを変えたコンデンサ1を製造し、その性能を評価した結果の一例を示している。この実験（実施例1）においては、電極層11の内部電極部分15は膜厚5nmのアルミニウム製であり、ヘビーエッジ部16は層12としてアルミニウム製の層を積層（成膜）し、全体で厚み E_t のヘビーエッジ部を図4に示すように変えて成膜した。誘電体層13は樹脂製で、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートを用いた。本体10の厚みは1.4mmであり、外部電極20のメタリコン層21は、亜鉛のメタリコン層である。また、境界部分18においては、メタリコン層21を生成する前に、プラズマ処理により電極層11の端部のヘビーエッジ部16を引き出し、本体部10の外部電極接合面に20～50 μ mの凹凸を形成した。その後、亜鉛をメタリコン距離125mm、エア圧力0.5MPaでアーク溶射することによりメタリコン層21を生成した。

[0029] 図5に特性判定の基準（評価基準）を示している。製造された各コンデンサ1の特性は1kHzの交流を印加したときの容量と、損失係数（ $\tan \delta$ ）とにより判断した。メタリコン層21との接続が悪くなる場合、電気的特性が悪化した後に、物理的な接続強度も悪化する。電気特性の中でも、最初に $\tan \delta$ が悪化し、次に容量出現率が低下する。図4に示したように、所定の誘電体層13の厚み D_t に対し、電極層11の厚み E_t が所定の値を超えるとコンデンサ1としての特性が悪化することがわかる。したがって、電極層11の厚み E_t は誘電体層13の厚み D_t に対して厚すぎると特性が悪化し、電極層11の厚み E_t に上限（最大値）があることがわかる。逆に言うと、電極層11の厚み E_t に対して、誘電体層13の厚み D_t が小さすぎると特性が悪化し、誘電体層13の厚み D_t は電極層11の厚み E_t に対して下限（最小値）があることがわかる。

[0030] 図6に、実施例1の評価結果を纏めて示している。図6は、評価◎、○および△を満足する境界領域18における電極層11の厚み E_t の上限 $E_{tm} \times 1$ と、評価◎および○を満足する境界領域18における電極層11の厚

み E_t の上限 $E_{t\max 2}$ と、評価◎、○および△を満足する境界領域18における電極層11の厚み E_t の下限 $E_{t\min 1}$ と、評価◎および○を満足する境界領域18における電極層11の厚み E_t の下限 $E_{t\min 2}$ とを、誘電体層13の境界領域18における厚み D_t に対して示している。

[0031] この評価結果によると、電極層11の厚み E_t の下限 $E_{t\min 1}$ および $E_{t\min 2}$ はそれぞれ一定であり、誘電体層13の厚みの変化に依存しないことがわかった。一方、電極層11の厚み E_t の上限 $E_{t\max 1}$ および $E_{t\max 2}$ は、それぞれ誘電体層13の厚み D_t が大きくなると、大きくなる。しかしながら、それらの比は一定ではなく、誘電体層13の厚み D_t が厚くなると電極層11の厚み E_t の上限は増加するが比例関係の相関は見られないことが分かった。

[0032] 図6に、さらに、本体部10の外部電極20との接続境界18における誘電体層13の厚み D_t と電極層11の厚み E_t との比 DE ($DE = D_t / E_t$)のうち、評価△までを許容した値 DE_1 ($DE_1 = D_t / E_{t\max 1}$)と、評価○までを許容した値 DE_2 ($DE_2 = D_t / E_{t\max 2}$)とを示している。評価△および評価○は、誘電体層13の厚み D_t の最小値 D_{t1} を示す評価であり、値 DE_1 および DE_2 は、それぞれの評価における最小値 $DE_{\min}$ となる。併せて、それらの逆数である、接続境界18における電極層11の厚み E_t と誘電体層13の厚み D_t との比 ED ($ED = E_t / D_t$)の評価△までを許容した値 ED_1 ($ED_1 = E_{t\max 1} / D_t$)と、評価○までを許容した値 ED_2 ($ED_2 = E_{t\max 2} / D_t$)とを示している。値 ED_1 および ED_2 は、それぞれの評価における最大値 $ED_{\max}$ となる。

[0033] 図7(a)に、値 DE_1 を誘電体層13の厚み D_t の最小値(最小設定値 D_{t1} 、評価△または評価○が得られた厚み)に対して示し、図7(b)に、値 DE_2 を誘電体層13の厚み D_t の最小設定値 D_{t1} に対して示し、図7(c)に値 ED_1 を電極層11の最大値 $E_{t\max 1}$ (最大設定値 E_{t1})に対して示し、図7(d)に値 ED_2 を電極層11の最大値 $E_{t\max 2}$

(最大設定値 E_{t1}) に対して示している。これらの図からわかるように、値 D_{E1} および D_{E2} は誘電体層 13 の厚み D_t の最小設定値 D_{t1} と一次方程式で示される強い相関が見られ、値 E_{D1} および E_{D2} も電極層 11 の厚み E_t の最大値 E_{t1} と一次方程式で示される相関が見られることが分かる。したがって、最小値 D_{t1} を設定する、すなわち最小設定値 D_{t1} を決定することで値 D_{E1} および D_{E2} の最小値を得ることができる。また、最大値 E_{t1} を設定する、すなわち最大設定値 E_{t1} を決定することで値 E_{D1} および E_{D2} の最大値を得ることができる。

[0034] 図 7 (a) に示される値 D_{E1} と誘電体層 13 の厚みの最小設定値 D_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex 1 a) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9994 である。

$$D_{E1} = 5.0602 D_{t1} + 1.732 \dots \text{(ex 1 a)}$$

図 7 (b) に示される値 D_{E2} と誘電体層 13 の厚みの最小設定値 D_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex 1 b) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9967 である。

$$D_{E2} = 5.0985 D_{t1} + 2.2198 \dots \text{(ex 1 b)}$$

図 7 (c) に示される値 E_{D1} と電極層 11 の厚みの最大設定値 E_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex 1 c) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9935 である。

$$E_{D1} = -2.9512 E_{t1} + 0.581 \dots \text{(ex 1 c)}$$

図 7 (d) に示される値 E_{D2} と電極層 11 の厚みの最大設定値 E_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex 1 d) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9783 である。

$$E_{D2} = -2.2667 E_{t1} + 0.4479 \dots \text{(ex 1 d)}$$

[0035] 図 8 に、異なる例として、境界領域 18 の誘電体層 13 の厚み D_t と、境界領域 18 の電極層 11 の厚み E_t とを変えたコンデンサ 1 を製造し、その性能を評価した結果を示している。本例 (実施例 2) においては、電極層 11 の内部電極部分 15 は膜厚 5 nm のアルミニウム製であり、ヘビーエッジ

部 1 6 を構成するために亜鉛製の層 1 2 を成膜し、全体で厚み E_t のヘビーエッジ部 1 6 を図 8 に示すように変えて成膜した。その他の条件は、実施例 1 と同様であり、メタリコン層 2 1 も同様の条件で生成した。本例においても、図 5 に示した特性判定の基準に基づき評価◎、○、△および×で各々のコンデンサ 1 の特性を評価した。

[0036] 図 9 に評価した結果を纏めて示している。本例においても、電極層 1 1 の厚み E_t の下限 $E_{t\min 1}$ および $E_{t\min 2}$ はそれぞれ一定であり、誘電体層 1 3 の厚みの変化に依存しないことがわかった。一方、電極層 1 1 の厚み E_t の上限 $E_{t\max 1}$ および $E_{t\max 2}$ は、それぞれ誘電体層 1 3 の厚み D_t が大きくなると、大きくなる。しかしながら、本例においても、それらの比は一定ではなく、誘電体層 1 3 の厚み D_t が厚くなると電極層 1 1 の厚み E_t の上限は増加するが比例関係の相関は見られない。このため、図 9 に、上記の実施例 1 と同様に、値 DE_1 と、値 DE_2 、値 ED_1 、値 ED_2 とを示し、図 10 (a) ~ (d) に、それらの相関関係を示している。

[0037] 図 10 (a) ~ (d) からわかるように、本例においても、値 DE_1 および DE_2 は誘電体層 1 3 の厚み D_t の最小値 D_{t1} と一次方程式で示される強い相関が見られ、値 ED_1 および ED_2 も電極層 1 1 の厚み E_t の最大値 E_{t1} と一次方程式で示される相関が見られる。すなわち、図 10 (a) に示される値 DE_1 と誘電体層 1 3 の厚みの最小設定値 D_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex2a) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9981 である。

$$DE_1 = 4.9501 D_{t1} + 1.8391 \cdots \quad (ex2a)$$

図 10 (b) に示される値 DE_2 と誘電体層 1 3 の厚みの最小設定値 D_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex2b) の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9995 である。

$$DE_2 = 5.1084 D_{t1} + 2.376 \cdots \quad (ex2b)$$

図 10 (c) に示される値 ED_1 と電極層 1 1 の厚みの最大設定値 E_{t1} (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex2c) の通りであり、その相関係

数 R_2 は 0.9802 である。

$$ED1 = -2.4654 Et1 + 0.5173 \cdots (ex2c)$$

図 10 (d) に示される値 ED_2 と電極層 11 の厚みの最大設定値 $Et1$ (μm) との間の相関関数は以下の式 (ex2d) の通りであり、その相関係数 R_2 は 0.9962 である。

$$ED2 = -2.1761 Et1 + 0.4237 \cdots (ex2d)$$

[0038] 図 11 に、さらに異なる例として、実施例 2 と同じ条件の境界領域 18 を備えた本体 10 にアルミニウム製のメタリコン層 21 を生成したコンデンサ 1 を製造し、その性能を評価した結果を示している。本例（実施例 3）においては、アルミニウムをメタリコン距離 125 mm、エア圧力 0.5 MPa でアーク溶射することによりメタリコン層 21 を生成した。本例においても、図 5 に示した特性判定の基準に基づき評価◎、○、△および×で各々のコンデンサ 1 の特性を評価した。

[0039] 図 12 に評価した結果を纏めて示している。本例においても、電極層 11 の厚み Et の下限 Et_{min1} および Et_{min2} はそれぞれ一定であり、誘電体層 13 の厚みの変化に依存しないことがわかった。一方、電極層 11 の厚み Et の上限 Et_{max1} および Et_{max2} は、それぞれ誘電体層 13 の厚み Dt が大きくなると、大きくなる。しかしながら、本例においても、それらの比は一定ではなく、誘電体層 13 の厚み Dt が厚くなると電極層 11 の厚み Et の上限は増加するが比例関係の相関は見られない。このため、図 12 に、上記の実施例 1 と同様に、値 $DE1$ と、値 $DE2$ 、値 $ED1$ 、値 $ED2$ とを示し、図 13 (a) ~ (d) に、それらの相関関係を示している。

[0040] 図 13 (a) ~ (d) からわかるように、本例においても、値 $DE1$ および $DE2$ は誘電体層 13 の厚み Dt の最小値 $Dt1$ と一次方程式で示される強い相関が見られ、値 $ED1$ および $ED2$ も電極層 11 の厚み Et の最大値 $Et1$ と一次方程式で示される相関が見られる。すなわち、図 13 (a) に示される値 $DE1$ と誘電体層 13 の厚みの最小設定値 $Dt1$ (μm) との間

の相関関数は以下の式（e x 3 a）の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9963 である。

$$DE1 = 5.2073Dt1 + 1.7485 \cdots (e x 3 a)$$

図 13（b）に示される値 $DE2$ と誘電体層 13 の厚みの最小設定値 $Dt1$ （ μm ）との間の相関関数は以下の式（e x 3 b）の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9988 である。

$$DE2 = 5.194Dt1 + 2.2313 \cdots (e x 3 b)$$

図 13（c）に示される値 $ED1$ と電極層 11 の厚みの最大設定値 $Et1$ （ μm ）との間の相関関数は以下の式（e x 3 c）の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.9609 である。

$$ED1 = -2.5799Et1 + 0.5261 \cdots (e x 3 c)$$

図 13（d）に示される値 $ED2$ と電極層 11 の厚みの最大設定値 $Et1$ （ μm ）との間の相関関数は以下の式（e x 3 d）の通りであり、その相関係数 R^2 は 0.991 である。

$$ED2 = -2.2163Et1 + 0.4365 \cdots (e x 3 d)$$

[0041] これらの実施例から、良好な接続特性が得られる条件として、接続境界 18 における誘電体層 13 の厚み Dt と電極層 11 の厚み Et との比 DE には下限があることが見出された。また、良好な接続特性が得られる条件として、接続境界 18 における電極層 11 の厚み Et と誘電体層 13 の厚み Dt と比 ED には上限があることが見出された。また、比 DE の最小値 $DEmin$ は誘電体層 13 の厚みの最小値 $Dt1$ に対し一次方程式で表される相関が認められ、比 ED の最大値 $EDmax$ は電極層 11 の厚みの最大値 $Et1$ に対し一次方程式で表される相関が認められることが見出された。

[0042] 特に、以下の条件（2）の範囲では電極層 11 の構造、メタリコンの構成に関わらず、それぞれの評価に対し得られた相関は極めて類似しており、相関を示す一次方程式の係数を以下のように求めることができることが分かった。したがって、以下の条件を満足するようにコンデンサを製造することにより、良好な接続特性を備えたコンデンサを提供することが可能となる。な

お、誘電体層 13 の厚み D_t がこれらの実施例でカバーできた以下の条件 (2) の範囲では、接続境界 18 における接続特性が良好な電極層 11 の厚み E_t には上限と下限とがあることが見出された。さらに、電極層 11 の厚み E_t の下限 $E_{t \min}$ は誘電体層 13 の厚み D_t に対して一定であると考えられ、以下の条件 (4) を満足することが望ましい。条件 (4) の下限は、 $0.015 \mu\text{m}$ であってもよく、さらに安定した接続特性が得られる。また、この関係を、電極層 11 の接続部分の厚み E_t に対する誘電体層 13 の厚み D_t の上限 $D_{t \max}$ として採用してもよい。すなわち、上限 $D_{t \max}$ は以下の条件 (4') であってもよい。

$$0.1 \mu\text{m} \leq D_{t1} \leq D_t \leq 1.5 \mu\text{m} \cdots (2)$$

$$E_{t \min} \geq 0.010 \mu\text{m} \cdots (4)$$

$$D_{t \max} \leq 1.5 \mu\text{m} \cdots (4')$$

[0043] 誘電体層 13 の厚み D_t が $0.1 \mu\text{m}$ よりも薄くなると、コンデンサを製造するためのマージン形成が困難となり、また、積層体自体が硬く脆くなる。このため、良好な特性のコンデンサを安定して製造することが困難となる。一方、誘電体層 13 の厚み D_t が $1.5 \mu\text{m}$ よりも厚くなると、電子線照射によってモノマを均一に硬化するが困難となり、硬化させるのに時間が掛かってしまう。したがって、条件 (2) の範囲を超えると、薄膜高分子積層コンデンサ 1 においては、安定した品質と現実的な量産性を満たすことが難しくなる。

[0044] 上記の実施例においては、境界領域 18 における電極層 11 の厚み E_t の上限 $E_{t \max}$ (E_{t1}) は誘電体層 13 の厚み D_t に対して、厚み D_t が大きくなると、上限 $E_{t \max}$ も大きくなることが分かった。さらに、厚み D_t の最小値 (最小設定値) D_{t1} に対する上限 $E_{t \max}$ の比である値 D_{E1} および D_{E2} 、すなわち値 D_E の最小値 $D_{E \min}$ に着目すると、誘電体層 13 の厚みの最小値設定値 D_{t1} に対して一次関数で示される相関があることが見出された。したがって、接続特性が良好なコンデンサ 1 を提供するためには以下の条件 (5) の範囲であることが望ましい。なお、 $D_{E \min}$

n は条件（１）で示され、 DE_{max} は、 E_{tmin} が一定なので、条件（６）で示される。

$$DE_{min} \leq D_{t1} / E_t \leq DE_{max} \cdots (5)$$

$$DE_{min} \geq a \times D_{t1} + b \cdots (1)$$

$$DE_{max} \leq c \times D_{t1} \cdots (6)$$

なお、 a 、 b および c は係数であり、係数 a および c の単位は μm^{-1} である。

[0045] 条件（２）の範囲においては、上記の実施例１から３の結果より、条件（１）および（６）の係数を以下のように求めることができる。すなわち、条件（１）は以下の条件（３a）を満たしてもよく、条件（３b）を満たしてもよい。

$$DE_{min} \geq 5.0 D_{t1} + 1.7 \cdots (3a)$$

$$DE_{min} \geq 5.1 D_{t1} + 2.2 \cdots (3b)$$

また、条件（６）は以下の条件（６a）であってもよく、条件（６b）であってもよい。

$$DE_{max} \leq 100 D_{t1} \cdots (6a)$$

$$DE_{max} \leq 66.7 D_{t1} \cdots (6b)$$

[0046] また、係数 a 、 b および c の範囲は以下の条件（１２）であってもよい。

$$4.9 < a < 5.2$$

$$1.7 < b < 2.4$$

$$60 < c < 110 \cdots (12)$$

[0047] したがって、図３に示した製造方法４０のステップ４１において誘電体層１３と電極層１１とを積層して本体部１０を製造する際に、接続境界１８における誘電体層１３の厚み D_t および電極層１１の厚み E_t を、それらの比 DE が少なくとも最小値（第１の値） DE_{min} となるように設定することが望ましい。第１の値 DE_{min} は、上述したように厚み D_t の最小設定値 D_{t1} から導くことができる。

[0048] また、コンデンサ１において、接続境界１８における電極層１１の厚み E

t は、上記条件より、誘電体層 13 の厚み D_t に対し、以下の条件 (7) を満たすことが望ましい。

$$E_t \leq D_t / D_{Emin} \cdots (7)$$

[0049] 一方、接続境界 18 における誘電体層 13 の厚み D_t に着目すると、電極層 11 の厚み E_t に対し、以下の条件 (8) を満たすことが望ましい。

$$D_t \geq D_{Emin} \times E_t \cdots (8)$$

[0050] また、上記の実施例より、電極層 11 は、アルミニウム以外に、亜鉛、銅、金、銀、またはこれらを含む合金の少なくともいずれかを含むものであっても、上記条件で接続特性が良好なコンデンサ 1 を提供できると考えられる。また、電極層 11 は、本例のように外部電極 20 との接続境界 18 が内部電極部分 15 より厚くなったヘビーエッジ部 16 およびダミーエッジ部 17 を含んでもよく、また、これらを含まなくてもよい。また、ヘビーエッジ部 16 およびダミーエッジ部 17 は、アルミニウム、亜鉛またはその合金のいずれかを含むものであってもよい。さらに、誘電体層 13 は熱硬化性樹脂を含むものであってもよく、含まないものであってもよい。また、メタリコン層 21 は、亜鉛、アルミニウムに限らず、銅または、亜鉛、アルミニウムを含む合金であってもよく、例えば真鍮であってもよい。

[0051] さらに、電極層 11 の厚みの上限 E_{tmax} に対する誘電体層 13 の厚み D_t の比である値 ED ($ED = E_{tmax} / D_t$) は比 ED の最大値 ED_{max} であり、それに着目すると、電極層 11 の厚み E_t の最大値 (最大設定値) E_{tmax} (E_{t1}) に対して一次関数で示される相関があることが見出された。この値 ED に着目すると、上記 (2) の範囲では、接続特性が良好な範囲は以下の条件 (9) で示することができる。なお、 ED_{max} は条件 (10) で示され、 ED_{min} は、 E_{tmin} が一定なので、条件 (11) を満たすことが望ましい。

$$ED_{min} \leq E_t / D_t \leq ED_{max} \cdots (9)$$

$$ED_{max} \leq d \times E_{t1} + e \cdots (10)$$

$$ED_{min} \geq f \times E_{t1} \cdots (11)$$

なお、 d 、 e および f は係数であり、係数 d および f の単位は μm^{-1} である。

[0052] 図7(c)および(d)に示した実施例1の結果、図10(c)および(d)に示した実施例2の結果、さらに図13(c)および(d)に示した実施例3の結果より、条件(10)は以下の条件(10a)であってもよく、条件(10b)であってもよい。

$$ED_{\max} \leq -3.0Et_1 + 0.6 \cdots (10a)$$

$$ED_{\max} \leq -2.3Et_1 + 0.5 \cdots (10b)$$

また、条件(11)は以下の条件(11a)であってもよく、条件(11b)であってもよい。

$$ED_{\min} \geq 0.007Et_1 \cdots (11a)$$

$$ED_{\min} \geq 0.01Et_1 \cdots (11b)$$

[0053] また、係数 d 、 e および f の範囲は以下の条件(13)であってもよい。

$$-3.0 < d < -2.2$$

$$0.4 < e < 0.6$$

$$0.006 < f < 0.02 \cdots (13)$$

[0054] したがって、図3に示した製造方法40のステップ41において誘電体層13と電極層11とを積層して本体部10を製造する際に、接続境界18における電極層11の厚み E_t および誘電体層13の厚み D_t を、それらの比 ED が最大値 $ED_{\max}$ を超えないように設定してもよい。

[0055] フィルムコンデンサ、薄膜高分子積層コンデンサなどの積層タイプのコンデンサにおいて、本体部10の積層体7と外部電極20とを接続する手法はメタリコンしか確立されておらず、商品化されていない。現状では、メタリコン以外の手法だと、コンデンサとして必要な機械的強度が確保できないからである。フィルムコンデンサでは耐電圧向上と、積層体と外部電極メタリコンの接続抵抗値を下げるために、ヘビーエッジ技術を採用する場合がある。従来のフィルムコンデンサの場合、誘電体樹脂層厚が $1.5\mu\text{m}$ よりも厚く、またフィルムをずらしているためヘビーエッジ部の金属層の厚みが厚く

てもメタリコンでの接続が容易であったと考えられる。一方、薄膜型の誘電体層 13 を含む薄膜高分子積層タイプのコンデンサ 1 においては誘電体樹脂層 13 の厚みが $1.5\ \mu\text{m}$ よりも薄くほとんどの製品が $1.0\ \mu\text{m}$ よりも薄い。このため、今回、いくつかの実施例において接続特性を確認したところ、ヘビーエッジ部 16（接続境界 18 の電極層 11）の金属層の厚みが厚過ぎると、外部電極 20 のメタリコン層 21 との接続ができなかったり、接続抵抗が高くなったりすることが分かった。また、薄膜高分子積層タイプのコンデンサ 1 のように、母素子（本体部）10 が一体化された積層体であると、従来のフィルムコンデンサのように接続部分の層をずらすことができないため、そのような方法で接続特性を改善することは難しい。

[0056] これに対し、本発明においては、上述したように、接続境界 18 の電極層 11 の厚み E_t を、誘電体層 13 の厚み D_t に対して適切に制御することにより、誘電体層 13 の厚みが $1.5\ \mu\text{m}$ よりも薄い、薄膜高分子積層コンデンサにおいてもメタリコン層 21 との接続が電氣的にも機械的にも良好なコンデンサ 1 を提供できることを見出した。

[0057] なお、上記においては、本発明の特定の実施形態を説明したが、様々な他の実施形態および変形例は本発明の範囲および精神から逸脱することなく当業者が想到し得ることであり、そのような他の実施形態および変形は以下の特許請求の範囲の対象となり、本発明は以下の特許請求の範囲により規定されるものである。

請求の範囲

- [請求項1] 誘電体層と電極層とが積層された本体部と、前記本体部の少なくとも一部にメタリコンにより接続された外部電極とを有するコンデンサであって、
- 前記誘電体層は、前記本体部の前記外部電極との接続境界における厚み D_t を含み、
- 前記電極層は、前記接続境界における厚み E_t を含み、前記厚み D_t と前記厚み E_t との比は少なくとも第1の値 DE_{min} である、コンデンサ。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記第1の値 DE_{min} は、前記厚み D_t の最小設定値 D_{t1} に対し以下の条件を満たす、コンデンサ。
- $$DE_{min} \geq a \times D_{t1} + b$$
- $$0.1 \mu m \leq D_{t1} \leq D_t \leq 1.5 \mu m$$
- ただし、 a および b は係数である。
- [請求項3] 請求項1または2において、
- 前記接続境界における前記電極層の厚み E_t は、以下の条件を満たす、コンデンサ。
- $$E_t \leq D_t / DE_{min}$$
- [請求項4] 請求項1または2において、
- 前記接続境界における前記誘電体層の厚み D_t は、以下の条件を満たす、コンデンサ。
- $$D_t \geq DE_{min} \times E_t$$
- [請求項5] 請求項2において、
- 前記第1の値 DE_{min} が以下の条件を満たす、コンデンサ。
- $$DE_{min} \geq 5.0 D_{t1} + 1.7$$
- [請求項6] 請求項2において、
- 前記第1の値 DE_{min} が以下の条件を満たす、コンデンサ。

$$D E m i n \geq 5 \cdot 1 D t 1 + 2 \cdot 2$$

- [請求項7] 請求項1ないし6のいずれかにおいて、
前記電極層は、アルミニウム、亜鉛、銅、金、銀、またはこれらを含む合金の少なくともいずれかを含む、コンデンサ。
- [請求項8] 請求項1ないし7のいずれかにおいて、
前記電極層は、前記外部電極との接続部分が内部電極部分より厚くなったヘビーエッジ部を含む、コンデンサ。
- [請求項9] 請求項8において、
前記ヘビーエッジ部は、アルミニウム、亜鉛またはその合金のいずれかを含む、コンデンサ。
- [請求項10] 請求項1ないし9のいずれかにおいて、
前記電極層は、前記外部電極との接続部分が前記内部電極部分と分断されたダミーエッジ部を含む、コンデンサ。
- [請求項11] 請求項1ないし10のいずれかにおいて、
前記誘電体層は熱硬化性樹脂を含む、コンデンサ。
- [請求項12] 請求項1ないし11のいずれかにおいて、
前記外部電極は、アルミニウム、亜鉛、銅またはこれらを含む合金の少なくともいずれかを含む、コンデンサ。
- [請求項13] 誘電体層と電極層とが積層された本体部と、前記本体部の少なくとも一部に接続された外部電極とを有するコンデンサの製造方法であって、
前記本体部の前記外部電極との接続境界における前記誘電体層の厚み $D t$ と前記接続境界における前記電極層の厚み $E t$ との比が少なくとも第1値 $D E m i n$ となるように前記誘電体層と前記電極層とを積層することを有する、コンデンサの製造方法。
- [請求項14] 請求項13において、
前記第1の値 $D E m i n$ は、前記厚み $D t$ の最小設定値 $D t 1$ に対し以下の条件を満たす、コンデンサの製造方法。

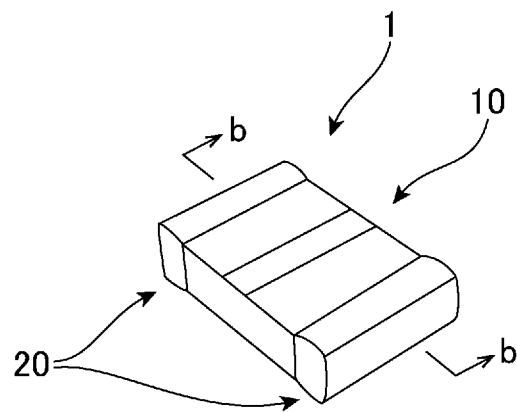
$$D_{Emin} \geq a \times D_{t1} + b$$

$$0.1 \mu m \leq D_{t1} \leq D_t \leq 1.5 \mu m$$

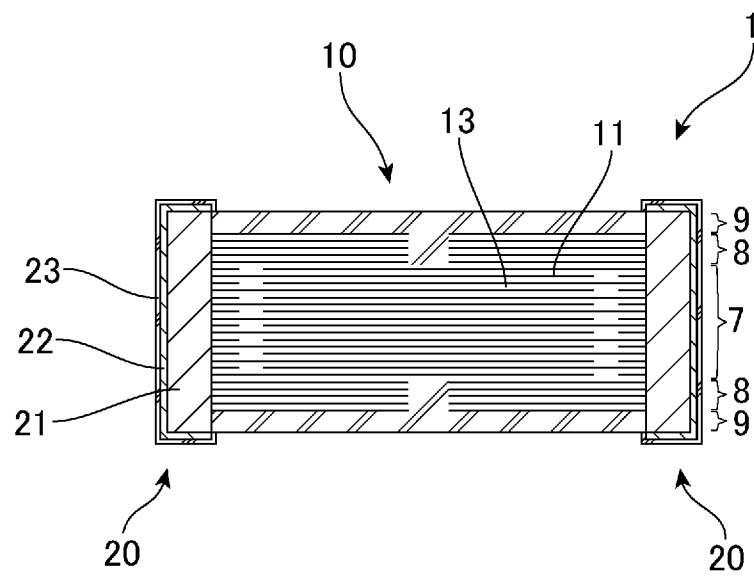
ただし、aおよびbは係数である。

[図1]

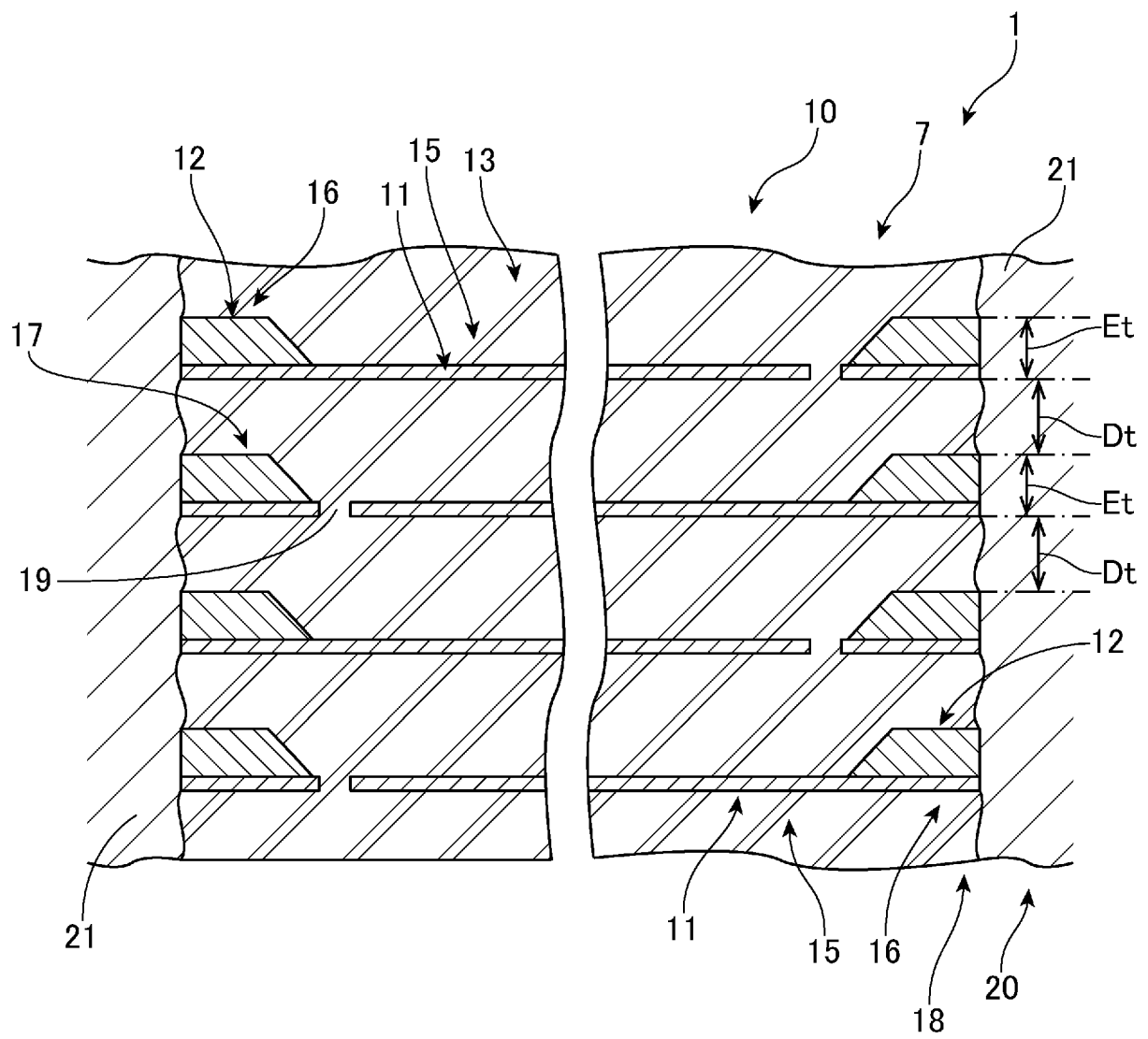
(a)



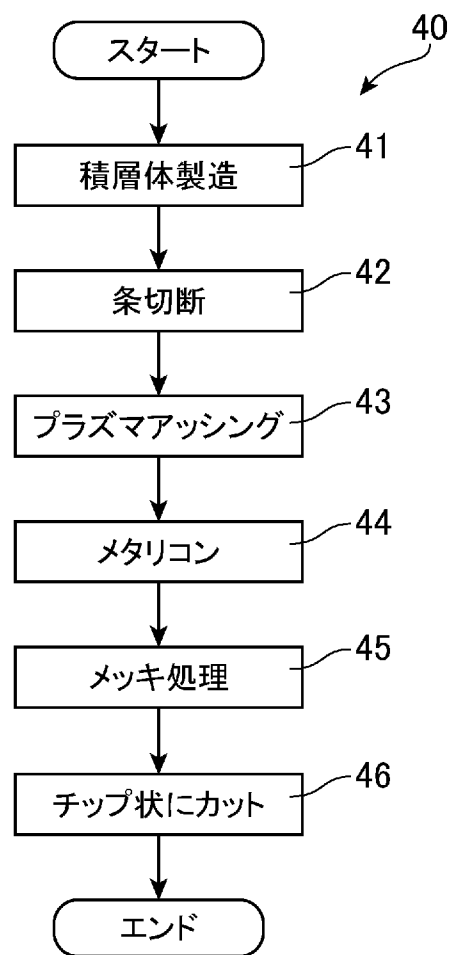
(b)



[図2]



[図3]



[illegible]

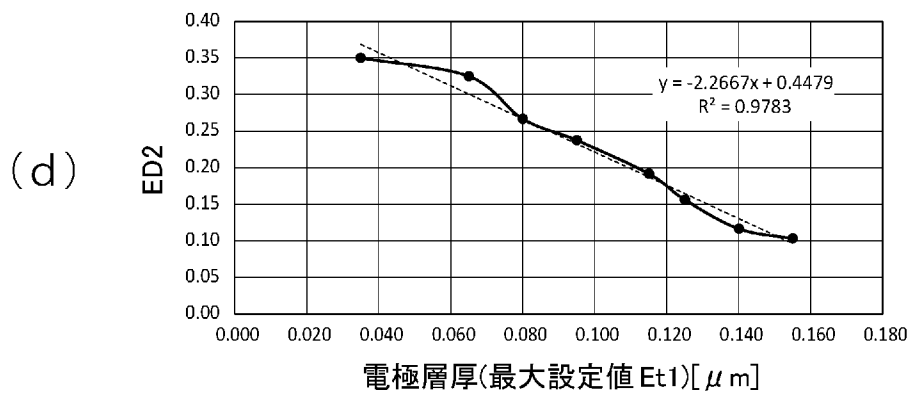
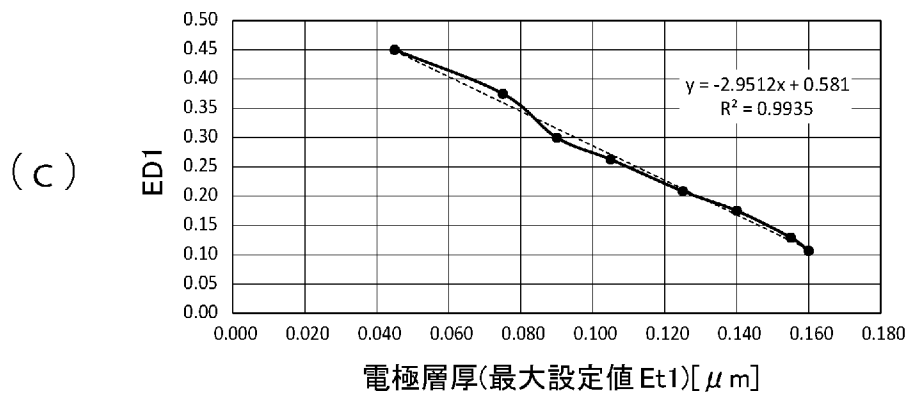
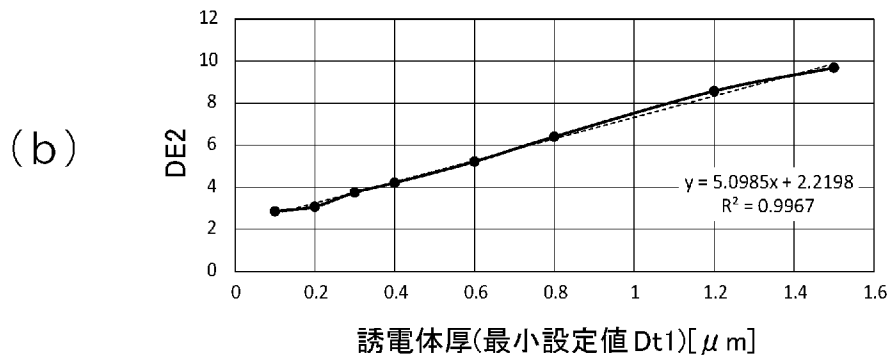
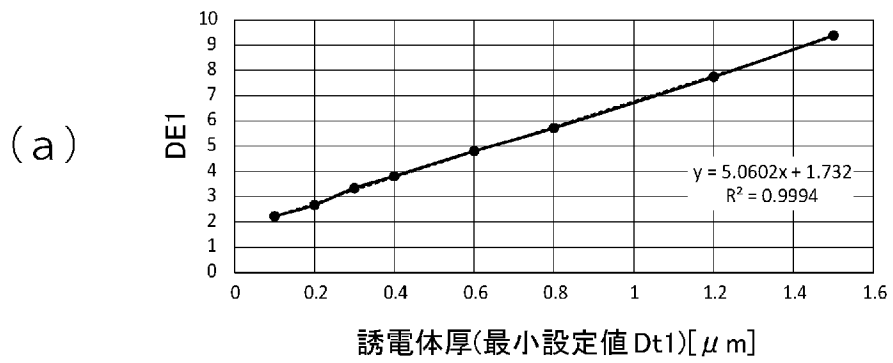
[図5]

	◎	○	△	×
容量(設計値100%)	≧95%	≧95%	≧90%	<90%
$\tan \delta$ (1kHz)	≦0.9%	≦0.95%	≦1.0%	>1.0%

[図6]

誘電体厚 Dt	電極層厚上限 E _{tmax1} (◎○△) [μm]	電極層厚上限 E _{tmax2} (◎○) [μm]	電極層厚下限 E _{tmin1} (◎○△) [μm]	電極層厚下限 E _{tmin2} (◎○) [μm]	DE1 (Dt/E _{tmax1})	DE2 (Dt/E _{tmax2})	ED1 (E _{tmax1} /Dt)	ED2 (E _{tmax2} /Dt)
[μm]								
1.5	0.160	0.155	0.010	0.015	9.4	9.7	0.11	0.10
1.2	0.155	0.140	0.010	0.015	7.7	8.6	0.13	0.12
0.8	0.140	0.125	0.010	0.015	5.7	6.4	0.18	0.16
0.6	0.125	0.115	0.010	0.015	4.8	5.2	0.21	0.19
0.4	0.105	0.095	0.010	0.015	3.8	4.2	0.26	0.24
0.3	0.090	0.080	0.010	0.015	3.3	3.8	0.30	0.27
0.2	0.075	0.065	0.010	0.015	2.7	3.1	0.38	0.33
0.1	0.045	0.035	0.010	0.015	2.2	2.9	0.45	0.35

[図7]

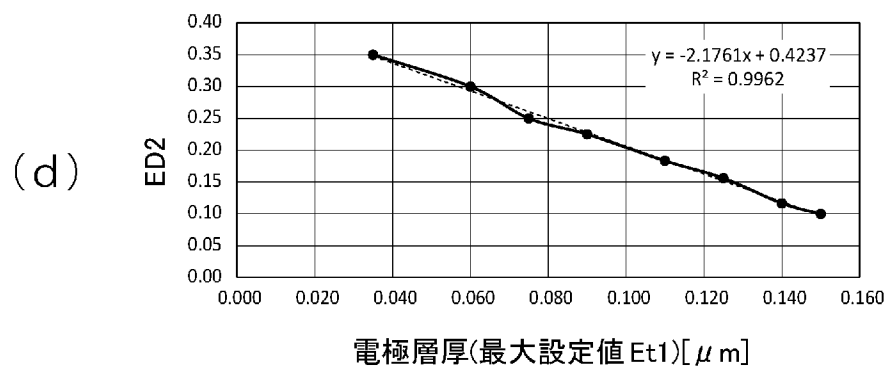
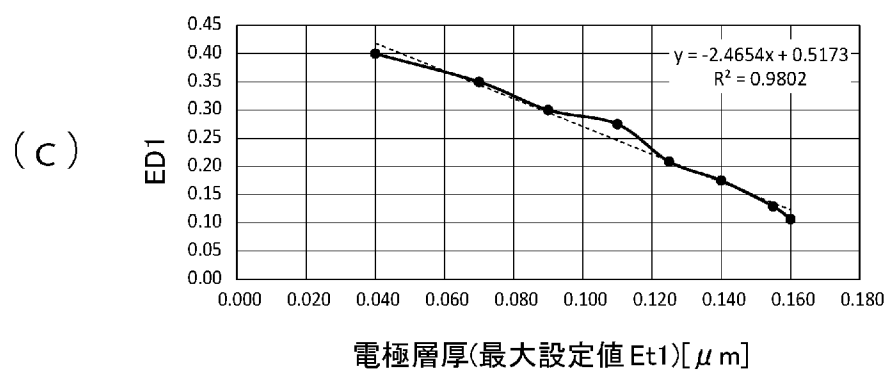
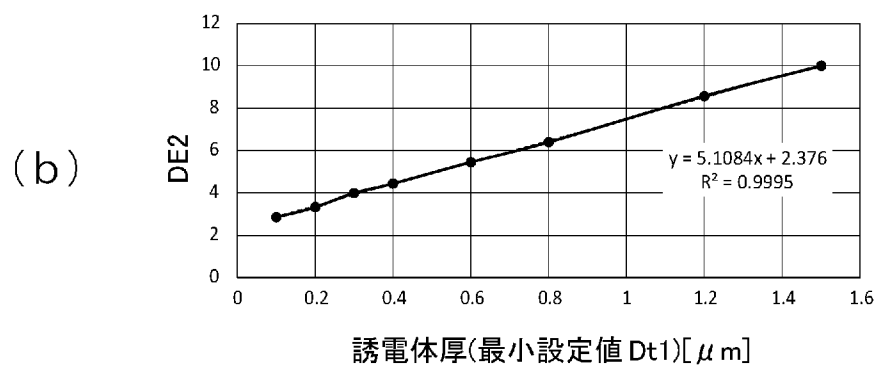
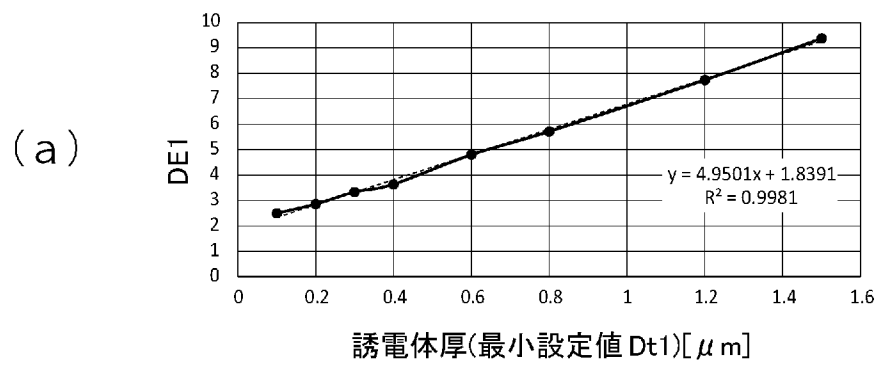


[illegible]

[図9]

誘電体厚 Dt	電極層厚上限 E _{tmax1} (◎○△)	電極層厚上限 E _{tmax2} (◎○)	電極層厚下限 E _{tmin1} (◎○△)	電極層厚下限 E _{tmin2} (◎○)	DE1 (Dt/E _{tmax1})	DE2 (Dt/E _{tmax2})	ED1 (E _{tmax1} /Dt)	ED2 (E _{tmax2} /Dt)
[μm]	[μm]	[μm]	[μm]	[μm]				
1.5	0.160	0.150	0.010	0.015	9.4	10.0	0.12	0.10
1.2	0.155	0.140	0.010	0.015	7.7	8.6	0.13	0.12
0.8	0.140	0.125	0.010	0.015	5.7	6.4	0.18	0.16
0.6	0.125	0.110	0.010	0.015	4.8	5.5	0.21	0.18
0.4	0.110	0.090	0.010	0.015	3.6	4.4	0.28	0.23
0.3	0.090	0.075	0.010	0.015	3.3	4.0	0.30	0.25
0.2	0.070	0.060	0.010	0.015	2.9	3.3	0.35	0.30
0.1	0.040	0.035	0.010	0.015	2.5	2.9	0.40	0.35

[図10]



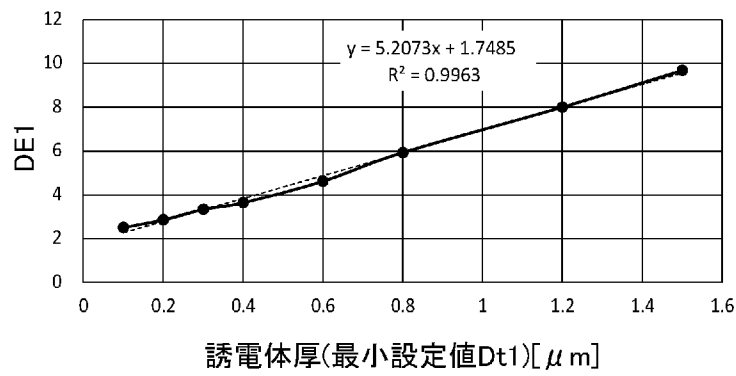
[illegible]

[図12]

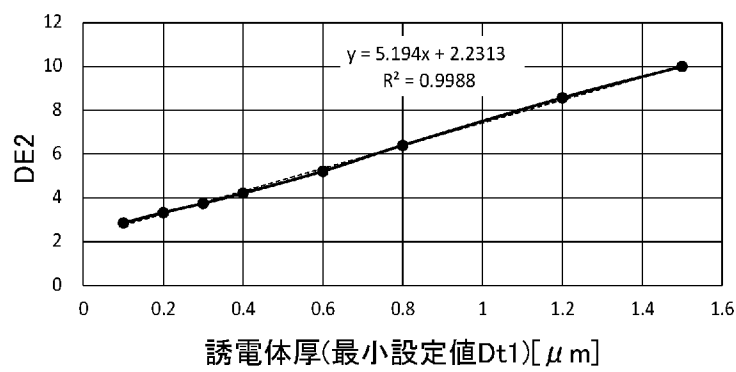
誘電体厚 Dt	電極層厚上限 Etmax1 (◎○△) [μm]	電極層厚上限 Etmax2 (◎○) [μm]	電極層厚下限 Etmin1 (◎○△) [μm]	電極層厚下限 Etmin2 (◎○) [μm]	DE1 (Dt/Etmax1)	DE2 (Dt/Etmax2)	ED1 (Etmax1/Dt)	ED2 (Etmax2/Dt)
[μm]								
1.5	0.150	0.155	0.015	0.010	9.7	10.0	0.10	0.10
1.2	0.140	0.150	0.015	0.010	8.0	8.6	0.13	0.12
0.8	0.125	0.135	0.015	0.010	5.9	6.4	0.17	0.16
0.6	0.115	0.130	0.015	0.010	4.6	5.2	0.22	0.19
0.4	0.095	0.110	0.015	0.010	3.6	4.2	0.28	0.24
0.3	0.080	0.090	0.015	0.010	3.3	3.8	0.30	0.27
0.2	0.060	0.070	0.015	0.010	2.9	3.3	0.35	0.30
0.1	0.035	0.040	0.015	0.010	2.5	2.9	0.40	0.35

[図13]

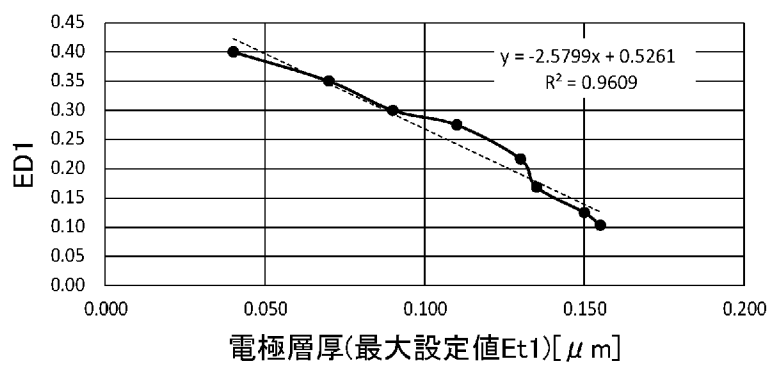
(a)



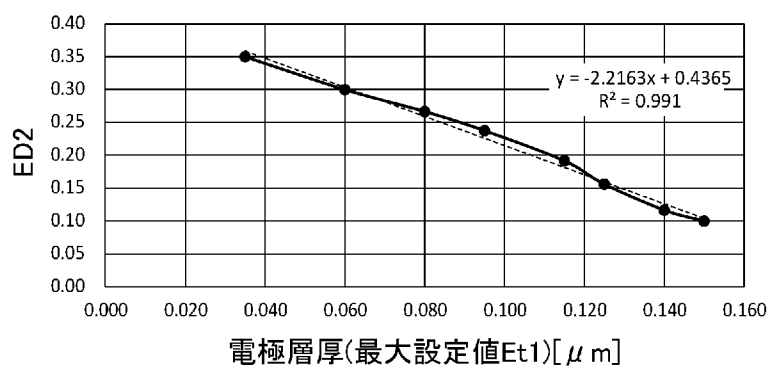
(b)



(c)



(d)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/029625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01G 4/32**(2006.01)i

FI: H01G4/32 511A; H01G4/32 511G; H01G4/32 511D; H01G4/32 511L

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)

H01G4/32

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 2021-019133 A (RUBYCON DENSHI KK) 15 February 2021 (2021-02-15) claims, paragraphs [0006], [0026], [0031], [0032], fig. 1, 3	1-14
A	JP 2020-519003 A (SIGMA TECHNOLOGIES INT'L, LLC) 25 June 2020 (2020-06-25) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2011-086802 A (RUBYCON CORP) 28 April 2011 (2011-04-28) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2003-257783 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 12 September 2003 (2003-09-12) entire text, all drawings	1-14



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

“T” 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

17 October 2022

Date of mailing of the international search report

01 November 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/029625

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-019133	A	15 February 2021	(Family: none)	
JP	2020-519003	A	25 June 2020	US 2016/0284472	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2018/231846	A1
JP	2011-086802	A	28 April 2011	US 2013/0050895	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2011/046132	A1
				EP 2490233	A1
JP	2003-257783	A	12 September 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01G 4/32(2006.01)i FI: H01G4/32 511A; H01G4/32 511G; H01G4/32 511D; H01G4/32 511L		
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（IPC）） H01G4/32 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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*	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
X	JP 2021-019133 A (ルビコン電子株式会社) 15.02.2021 (2021 - 02 - 15) 特許請求の範囲, 段落[0006], [0026], [0031], [0032], 図1, 図3	1-14
A	JP 2020-519003 A (シグマ テクノロジーズ インターナショナル, エルエルシー) 25.06.2020 (2020 - 06 - 25) 全文, 全図	1-14
A	JP 2011-086802 A (ルビコン株式会社) 28.04.2011 (2011 - 04 - 28) 全文, 全図	1-14
A	JP 2003-257783 A (松下電器産業株式会社) 12.09.2003 (2003 - 09 - 12) 全文, 全図	1-14
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 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 “L” 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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 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 “T” 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 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 “Y” 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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.10.2022		国際調査報告の発送日 01.11.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 田中 晃洋 5D 3800 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/029625

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-019133	A	15.02.2021	(ファミリーなし)	
JP	2020-519003	A	25.06.2020	US 2016/0284472	A1
				全文, 全図	
				WO 2018/231846	A1
JP	2011-086802	A	28.04.2011	US 2013/0050895	A1
				全文, 全図	
				WO 2011/046132	A1
				EP 2490233	A1
JP	2003-257783	A	12.09.2003	(ファミリーなし)	