

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6036979号
(P6036979)

(45) 発行日 平成28年11月30日(2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 G	4/12	(2006.01)	HO 1 G	4/12	3 4 9
HO 1 G	4/232	(2006.01)	HO 1 G	4/12	3 5 2
HO 1 G	4/30	(2006.01)	HO 1 G	4/30	3 0 1 E
			HO 1 G	4/30	3 0 1 B
			HO 1 G	4/30	3 0 1 F

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-239968 (P2015-239968)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成27年12月9日(2015.12.9)		株式会社村田製作所
(62) 分割の表示	特願2013-54027 (P2013-54027) の分割		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
原出願日	平成25年3月15日(2013.3.15)	(74) 代理人	110001553
(65) 公開番号	特開2016-54323 (P2016-54323A)		アセンド特許業務法人
(43) 公開日	平成28年4月14日(2016.4.14)	(74) 代理人	110001449
審査請求日	平成27年12月9日(2015.12.9)		特許業務法人プロフィック特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2012-133215 (P2012-133215)	(72) 発明者	藤井 裕雄
(32) 優先日	平成24年6月12日(2012.6.12)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	西岡 良直
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		審査官	小池 秀介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層コンデンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の誘電体層を積層してなる六つの面を有する直方体形状をなし、実装面である第1面、該第1面に対向する第2面、第1面と第2面に直交して互いに対向する第3面と第4面、第1面から第4面に直交して互いに対向する第5面と第6面を有する積層体と、

前記積層体の内部において前記誘電体層を挟んで互いに対向する容量部と、該容量部から前記積層体の少なくとも一つの面に引き出された引出し部とを有する複数のコンデンサ電極と、

前記積層体の少なくとも一つの面に配置され、前記引出し部にそれぞれ接続された第1外部電極及び第2外部電極と、

を備え、

第1面から前記容量部までのギャップ寸法をG1、第2面から前記容量部までのギャップ寸法をG2としたとき、 $G1 > G2$ であり、

前記第1外部電極は第1面から第5面にわたって形成され、前記第2外部電極は第1面から第6面にわたって形成されており、

前記第1外部電極の第5面に沿った高さ寸法及び前記第2外部電極の第6面に沿った高さ寸法は、第1面から前記容量部までのギャップ寸法G1よりも小さく、

前記コンデンサ電極は第1面及び第2面に対して水平に配置されていること、

を特徴とする積層コンデンサ。

【請求項2】

第1面と第2面とを結ぶ方向の寸法をT、第3面と第4面とを結ぶ方向の寸法をW、第5面と第6面とを結ぶ方向の寸法をLとしたとき、 $T > W$ かつ $L > W$ であること、を特徴とする請求項1に記載の積層コンデンサ。

【請求項3】

第3面と第4面とを結ぶ方向の寸法をW、第5面と第6面とを結ぶ方向の寸法をLとしたとき、 $1.0 < L/W < 1.1$ であること、

を特徴とする請求項1又は請求項2のいずれかに記載の積層コンデンサ。

【請求項4】

$G1 - G2$ は少なくとも $10 \mu\text{m}$ 以上であること、を特徴とする請求項1ないし請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の積層コンデンサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層コンデンサ、特に、複数の誘電体層を積層してなる積層体に複数のコンデンサ電極を誘電体層を介して互いに対向して配置し、積層体の表面に各コンデンサ電極と接続した外部電極を設けた積層コンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

誘電体層とコンデンサ電極とが積層されてなる積層コンデンサでは、電圧を印加すると容量部において電歪現象が発生し、積層体が伸縮する。近年、積層コンデンサの小型化・薄層化の進展に伴い、誘電体への印加電界が強くなり、電歪現象が無視できなくなってきた。基板に搭載（はんだ付け）された積層コンデンサにリップルを含む電圧、交流電圧又は交流成分が重畳された直流電圧が印加されると、積層体の伸縮が基板に伝搬されて基板が振動し、その振動数が可聴域である $20 \text{ Hz} \sim 20 \text{ kHz}$ になると人間の耳に認識される。この現象は「鳴き（acoustic noise）」とも言われ、特に、テレビ、ノートパソコン、携帯電話機などで問題となっている。

20

【0003】

このような「鳴き」を防止・低減するために従来様々な提案がなされている。例えば、特許文献1には、回路基板の表面と裏面にそれぞれ同等仕様のセラミックコンデンサを面対称となるように配置することを提案している。この技術では、一方のコンデンサから回路基板に伝達した振動と他方のコンデンサから回路基板に伝達した振動とが打ち消し合い、可聴音の発生を低減する。

30

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の実装形態では、同等仕様の二つのコンデンサを回路基板の表裏面に実装する必要があるため、回路設計の自由度が損なわれるという問題点があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-232030号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、回路設計において高い自由度を得つつ、鳴きを低減することのできる積層コンデンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一形態である積層コンデンサは、

複数の誘電体層を積層してなる六つの面を有する直方体形状をなし、実装面である第1面、該第1面に対向する第2面、第1面と第2面に直交して互いに対向する第3面と第4

50

面、第1面から第4面に直交して互いに対向する第5面と第6面を有する積層体と、
前記積層体の内部において前記誘電体層を挟んで互いに対向する容量部と、該容量部から前記積層体の少なくとも一つの面に引き出された引出し部とを有する複数のコンデンサ電極と、

前記積層体の少なくとも一つの面に配置され、前記引出し部にそれぞれ接続された第1外部電極及び第2外部電極と、

を備え、

第1面から前記容量部までのギャップ寸法をG1、第2面から前記容量部までのギャップ寸法をG2としたとき、 $G1 > G2$ であり、

前記第1外部電極は第1面から第5面にわたって形成され、前記第2外部電極は第1面から第6面にわたって形成されており、

前記第1外部電極の第5面に沿った高さ寸法及び前記第2外部電極の第6面に沿った高さ寸法は、第1面から前記容量部までのギャップ寸法G1よりも小さく、

前記コンデンサ電極は第1面及び第2面に対して水平に配置されていること、

を特徴とする。

【0008】

前記積層コンデンサにおいては、第1面から容量部までのギャップ寸法G1を、第2面から容量部までのギャップ寸法G2よりも大きくしたため、コンデンサ電極が互いに対向する容量部で発生する電歪現象に起因する積層体の伸縮が、積層コンデンサが実装される基板に伝達されにくくなり、鳴きが低減される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、単一の積層コンデンサのみで積層体の伸縮が基板に伝達されるのを抑制でき、回路設計において高い自由度を得つつ、鳴きを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明に係る積層コンデンサにおける積層体を示す斜視図である。

【図2】第1実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図、(C)はコンデンサ電極の斜視図である。

【図3】第1実施例である積層コンデンサを回路基板上に実装した状態を示す断面図である。

【図4】第2実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図、(C)はコンデンサ電極の斜視図である。

【図5】第2実施例である積層コンデンサを回路基板上に実装した状態を示す断面図である。

【図6】第3実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(C)のB-B断面図、(C)は(B)のC-C断面図、(D)はコンデンサ電極の斜視図である。

【図7】第4実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図、(C)は(B)のC-C断面図である。

【図8】第5実施例である積層コンデンサの積層体を示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図であって実装状態をも示し、(C)は(B)のC-C断面図である。

【図9】第6実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図であって実装状態をも示し、(C)は(B)のC-C断面図である。

【図10】第7実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図であって実装状態をも示し、(C)は(B)のC-C断面図である。

【図11】第7実施例である積層コンデンサの変形例を示す実装状態での断面図である。

【図12】第8実施例である積層コンデンサを示し、(A)は(B)のA-A断面図、(B)は(A)のB-B断面図であって実装状態をも示し、(C)は(B)のC-C断面図である。

【図13】音圧レベルの測定装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係る積層コンデンサの実施例について添付図面を参照して説明する。なお、各図面においては、同じ部材、部分に関しては共通の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0012】

(積層体の6面の定義、図1参照)

積層コンデンサを構成する積層体10は、図1に示すように、複数の誘電体層を積層してなる六つの面を有する直方体形状をなす。本明細書においては、実装面(下面)を第1面(1)、第1面に対向する上面を第2面(2)、第1面(1)と第2面(2)に直交して互いに対向する正面側を第3面(3)、背面側を第4面(4)、第1面(1)から第4面(4)に直交して互いに対向する左側を第5面(5)、右側を第6面(6)と定義する。

【0013】

また、第1面(1)と第2面(2)とを結ぶ方向の寸法をT、第3面(3)と第4面(4)とを結ぶ方向の寸法をW、第5面(5)と第6面(6)とを結ぶ方向の寸法をLとする。なお、ここでの各種寸法には外部電極の厚みを含む。

【0014】

(第1実施例、図2及び図3参照)

第1実施例である積層コンデンサ1Aは、積層体10の内部に誘電体層を挟んで互いに対向する複数の第1及び第2コンデンサ電極11, 12を配置し、第1及び第2外部電極15, 16を設けたもので、従来から周知の積層工法によって製造される。コンデンサ電極11, 12は第1面及び第2面に対して垂直に配置されている。第1外部電極15は第1面から第5面の一部(下部)にわたって形成され、第2外部電極16は第1面から第6面の一部(下部)にわたって形成されている。第5面及び第6面に形成される第1及び第2外部電極15, 16は、第1面から後述する容量部11a, 12aまでのギャップ寸法G1より小さく形成されるのが好ましい。

【0015】

第1及び第2コンデンサ電極11, 12は、互いに対向する容量部11a, 12aと、該容量部11a, 12aから積層体10の第1面から第5面の下部又は第6面の下部に引き出された引出し部11b, 12bとを有している。第1コンデンサ電極11の引出し部11bが第1外部電極15と接続され、第2コンデンサ電極12の引出し部12bが第2外部電極16と接続されている。そして、容量部11a, 12aが誘電体層を挟んで対向する領域が容量領域Cとして機能する。

【0016】

積層コンデンサ1Aにおいて、第1面から容量部11a, 12aまでのギャップ寸法をG1、第2面から容量部までのギャップ寸法をG2としたとき、 $G1 > G2$ の関係に設定されている。G1 - G2は少なくとも $10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0017】

より詳細には、高さ寸法Tと幅寸法Wとは $T > W$ の関係を満足することが好ましい。また、長さ寸法Lと幅寸法Wとは $L > W$ の関係を満足することが好ましい。積層体10の角部や稜線部には丸みが付けられていることが好ましい。

【0018】

誘電体層としては、 BaTiO_3 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 CaZrO_3 などを主成分とする誘電体セラミックを好適に用いることができる。これらの主成分に、Mn化合物、Mg化合物、Si化合物、Co化合物、Ni化合物、希土類化合物などの副成分を添加

10

20

30

40

50

したものをを用いてもよい。容量領域 C A における誘電体層の厚みは $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0019】

第1及び第2コンデンサ電極11, 12としては、Ni、Cu、Ag、Pd、Ag-Pd合金、Auなどを好適に用いることができ、その厚みは $0.3 \sim 2.0 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0020】

外部電極15, 16は、下地層とその上に形成されるめっき層とで構成されることが好ましい。下地層としては、Cu、Ni、Ag、Pd、Ag-Pd合金、Auなどを好適に用いることができ、導電性ペーストを焼き付けるなどして形成される。さらに、下地層は積層体10の表面にめっきによって直接的に形成されていてもよい。めっき層としては、Cu、Ni、Ag、Pd、Ag-Pd合金、Auなどを好適に用いることができ、複数層により形成されていてもよい。好ましくは、Niめっき及びSnめっきの2層構造である。外部電極15, 16は、導電性樹脂層を含んでいてもよい。

10

【0021】

前記構成からなる積層コンデンサ1Aは、図3に示すように、プリント回路基板50上の実装される。プリント回路基板50はガラスエポキシ基板が好適に用いられ、積層コンデンサ1Aのための図示しない回路が形成されている。

【0022】

積層コンデンサ1Aは、プリント回路基板50上に形成された第1及び第2ランド51, 52にはんだ55を介して実装される。即ち、ランド51, 52上に塗布したはんだペーストをリフロー炉で加熱することにより、はんだペーストが濡れ広がってランド51, 52が外部電極15, 16とそれぞれ接合される。この場合、積層コンデンサ1Aはコンデンサ電極11, 12がプリント回路基板50の表面に対して垂直になる向きに実装される。はんだペーストとしては、Sn-Pb共晶はんだやSn-Ag-Cuなどの鉛フリーはんだを好適に用いることができる。はんだに代えて導電性接着剤などを用いてもよい。

20

【0023】

積層コンデンサ1Aにおいては、第1面から容量部11a, 12aまでのギャップ寸法G1を、第2面から容量部11a, 12aまでのギャップ寸法G2よりも大きくしたため、コンデンサ電極11, 12が互いに対向する容量部11a, 12aで発生する電歪現象に起因する積層体10の伸縮が、プリント回路基板50に伝達されにくくなり、鳴きが低減される。以下、このような効果を確認するために行われた実験について説明する。

30

【0024】

表1に示すサイズ設計からなる試料1~12を作製した。

【0025】

【表 1】

試料	寸法L (mm)	寸法W (mm)	寸法T (mm)	フレット高さ X(mm)	ギャップ寸法 G1(μm)	ギャップ寸法 G2(μm)	音圧 (dB)
試料1	1.65	0.87	0.92	0.1	84	84	80.6
試料2	1.65	0.87	1.12	0.1	284	84	72.3
試料3	1.65	0.87	1.42	0.1	584	84	39.1
試料4	1.65	0.87	0.92	0.15	84	84	81.0
試料5	1.65	0.87	1.12	0.15	284	84	73.2
試料6	1.65	0.87	1.42	0.15	584	84	48.6
試料7	1.65	0.87	0.92	0.25	84	84	81.6
試料8	1.65	0.87	1.12	0.25	284	84	74.5
試料9	1.65	0.87	1.42	0.25	584	84	56.1
試料10	1.65	0.87	0.92	0.55	84	84	81.9
試料11	1.65	0.87	1.12	0.55	284	84	75.9
試料12	1.65	0.87	1.42	0.55	584	84	61.3

(表1)

【0026】

各試料のサイズは以下のとおりである。

積層体の外形寸法：表1のとおり

容量：22 μF

誘電体材料：BaTiO₃を主成分とするセラミック

容量部の誘電体層厚み：0.94 μm

コンデンサ電極材料：Ni

コンデンサ電極厚み：0.58 μm

コンデンサ電極枚数：498

外部電極材料：Cu/Ni/Sn(めっきにより形成)

外部電極厚み：13 μm

回路基板の表面から外部電極までのギャップ寸法：50 μm

外部電極の高さ：フレット高さX - 50 μm(フレット高さXには前記ギャップ寸法50 μmを含む)

フレット高さX：表1のとおり

ギャップ寸法G1：表1のとおり

ギャップ寸法G2：表1のとおり

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

作製した試料の各寸法は以下のように測定した。長さ寸法Lは、第5面及び第6面のそれぞれの中央部の間隔を測定した20個の平均値である。幅寸法Wは、第3面及び第4面のそれぞれの中央部の間隔を測定した20個の平均値である。高さ寸法Tは、外部電極形成領域において第1面及び第2面の間隔を測定した20個の平均値である。これらの寸法は、後述する音圧レベルを測定する試料と同じ製造ロットの試料をマイクロメータで測定した。

【 0 0 2 8 】

フィレット高さXについては、第1及び第2外部電極15, 16のそれぞれにおけるプリント回路基板50の表面からそれぞれのフィレットの頂点までの間隔を測定してその平均値をもとめ、さらに、3個分の平均値とした。フィレット高さの測定は、後述する音圧レベルを測定した後の試料の第3面から研磨して露出した幅方向中央部の断面を、金属顕微鏡で観察することにより行った。

【 0 0 2 9 】

次に、後述する音圧レベルを測定する試料と同じ製造ロットの別の3個の各試料について第5面から研磨し、長さ方向中央部分の断面を露出させた。

【 0 0 3 0 】

ギャップ寸法G1については、第1コンデンサ電極11の容量部11aから第1面までのギャップ寸法G1a、第2コンデンサ電極12の容量部12aから第1面までのギャップ寸法G1bをそれぞれ測定し、そのうちの大きい値をG1とした。ギャップ寸法G2については、第1コンデンサ電極11の容量部11aから第2面までのギャップ寸法G2a、第2コンデンサ電極12の容量部12aから第2面までのギャップ寸法G2bをそれぞれ測定し、そのうちの大きい値をG2とした。

【 0 0 3 1 】

ギャップ寸法G1a, G1b, G2a, G2bを測定する際には、幅方向の最左層、中央層、最右層の3点において、第1及び第2コンデンサ電極11, 12から第1面及び第2面までのギャップ寸法を測定し、その平均値とした。このように1個の試料ごとに求めたG1, G2について3個分の平均値を求めて各試料のギャップ寸法G1, G2とした。なお、第1及び第2コンデンサ電極11, 12が偶数個ある場合は、中央に最も近い層を中央層とした。

【 0 0 3 2 】

試料1~12ごとに3個のコンデンサについて音圧レベルを測定し、その平均値を音圧とした。図13に音圧レベルの測定装置71を示す。試料1~12のそれぞれを無響箱73内に設置し、試料(コンデンサ1)に対して、2.9kHzの周波数及び1Vppの電圧を有する交流電圧を印加した。そして、その際に発生する鳴きを集音マイク74で集音し、集音計76及びFFTアナライザ78(株式会社小野測器製 CF-5220)で集音された音の音圧レベルを測定した。集音マイク74は、プリント回路基板50から3mmだけ離して設置した。プリント回路基板50は、100mm×40mm、厚み1.6mmのサイズで、2.9kHzで共振する。

【 0 0 3 3 】

実験結果を表1に音圧(dB)として示す。G1=G2に設定された試料1, 4, 7, 10に比べて、ギャップ寸法G1を大きく設定するほど、鳴きが低減することが確認された。G1-G2は少なくとも10µm以上であることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

また、第1及び第2外部電極15, 16の高さ寸法は、第1面から前記容量部11a, 12aまでのギャップ寸法G1よりも小さいことが好ましい。この場合、第5面又は第6面から見て、伸縮が大きい領域である容量領域CAにフィレットが形成されていないので、振動の伝達が低減される。その結果、鳴きが低減される。

【 0 0 3 5 】

なお、本明細書において、音圧抑制効果の実験は第1実施例及び以下に説明する第8実

10

20

30

40

50

施例に関してのみ説明しているが、他の実施例においても同様の実験を追試することは当業者にとって容易である。

【0036】

(第2実施例、図4及び図5参照)

第2実施例である積層コンデンサ1Bは、図4に示すように、第1及び第2コンデンサ電極11, 12の引出し部11b, 12bを積層体10の第1面にのみ引き出したものであり、第1及び第2外部電極15, 16は第1面にのみ形成されている。この積層コンデンサ1Bの実装状態は図5に示すとおりであり、第1及び第2外部電極15, 16が第1及び第2ランド51, 52にはんだ55を介して接続される。このとき、第1及び第2外部電極15, 16が第1面にのみ形成されているため、はんだ55は、第5面及び第6面にはほとんど塗れ上がらない(フィレットレス)。このような第2実施例の積層コンデンサ1Bによれば、積層体10の振動が回路基板50に伝わりにくくなり、前記第1実施例の積層コンデンサ1Aに比べて鳴きを低減できる。

10

【0037】

本積層コンデンサ1Bにおいても、ギャップ寸法G1はギャップ寸法G2よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第1実施例で説明したのと同様である。

【0038】

(第3実施例、図6参照)

第3実施例である積層コンデンサ1Cは、図6に示すように、第1コンデンサ電極11の容量部11aにおける高さ寸法は、第2コンデンサ電極12の容量部12aにおける高さ寸法に比べて大きく、かつ、容量部11a, 12aが互いに引出し部11b, 12bに重ならないように短くした。また、引出し部11b, 12bが積層体10の第1面にのみ引き出され、第1及び第2外部電極15, 16が積層体10の第1面にのみ形成されている点、及び、回路基板50への実装形態は前記第2実施例と同様である。

20

【0039】

本積層コンデンサ1Cにおいても、ギャップ寸法G1はギャップ寸法G2よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第1実施例で説明したのと同様である。特に、本第3実施例では、容量部11a, 12aの高さ寸法に差を設けることで、例えば、積層体10の製造時に第1コンデンサ電極11又は第2コンデンサ電極12に積みずれを生じたとしても、容量部11a, 12aの対向面積(容量値)が変化することはない。

30

【0040】

第3面から見て、第1コンデンサ電極11の容量部11aが第2コンデンサ電極12の容量部12aと重ならない領域は、少なくとも、第1面側(実装面側)に設けられていることが好ましい。第1及び第2コンデンサ電極11, 12が重なった領域と第1及び第2コンデンサ電極11, 12が存在しない領域との厚みの差により、積層体10の素体形状において急激な段差が生じ、実装時において積層コンデンサの姿勢が不安定になりやすい。特に、高さ寸法Tと幅寸法Wとの関係が $T > W$ の場合、実装時の積層コンデンサの姿勢の不安定性が増す。しかし、実装面側に積層方向において第1コンデンサ電極11が第2コンデンサ電極12と重ならない領域を設けることで、前記段差が緩和され、 $T > W$ の場合であっても、実装時の姿勢が安定しやすくなる。

40

【0041】

さらに、第1コンデンサ電極11が実装面側で積層方向に第2コンデンサ電極12と重ならない領域を設け、かつ、実装面と反対側(第2面側)で、第1及び第2コンデンサ電極11, 12の縁部を高さ方向に実質的に揃えることが、容量増加の観点から好ましい。

【0042】

(第4実施例、図7参照)

第4実施例である積層コンデンサ1Dは、図7に示すように、第1及び第2コンデンサ電極11, 12を積層体10の第1面及び第2面に対して水平に配置したものである。第1コンデンサ電極11は、ビアホール導体13を介して互いに接続され、かつ、ビアホール導体13が引出し部として第1外部電極15に接続されている。第2コンデンサ電極1

50

2は、ビアホール導体14を介して互いに接続され、かつ、ビアホール導体14が引出し部として第2外部電極16に接続されている。第1及び第2外部電極15, 16が積層体10の第1面にのみ形成されている点、及び、回路基板50への実装形態は前記第2実施例と同様である。

【0043】

本積層コンデンサ1Dにおいても、ギャップ寸法G1はギャップ寸法G2よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第1実施例で説明したのと同様である。第1及び第2コンデンサ電極11, 12が積層体10の第1面及び第2面に対して垂直に配置された場合に比べて、本第4実施例のごとく水平に配置された場合は、積層体10の第1面の変形が小さいため、鳴きを低減できる。

10

【0044】

なお、本積層コンデンサ1Dにあっても、前記第1実施例のように、第1外部電極15は第1面から第5面の一部(下部)にわたって形成され、第2コンデンサ電極16は第1面から第6面の一部(下部)にわたって形成されていてもよい。この場合、第5面及び第6面に形成される第1及び第2外部電極15, 16は、第1面から第1面に最も近いコンデンサ電極11又は12までのギャップ寸法G1より小さく形成されることが好ましい。

【0045】

(第5実施例、図8参照)

第5実施例である積層コンデンサ1Eは、図8に示すように、第1コンデンサ電極11を積層体10の第5面に引き出して第1外部電極15に接続し、第2コンデンサ電極12を第6面に引き出して第2外部電極16に接続したものである。第1外部電極15は第5面から第1面及び第2面にわたって形成され、第2外部電極16は第6面から第1面及び第2面にわたって形成されている。実装形態は、図8(B)に示すように、プリント回路基板50上のランド51, 52に対して第1面側でのみはんだ55を介して接続されるフィレットレスである。なお、第5面及び第6面にはんだフィレットを形成するように接続してもよい。

20

【0046】

本積層コンデンサ1Eにおいても、ギャップ寸法G1はギャップ寸法G2よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第1実施例で説明したのと同様である。

【0047】

(第6実施例、図9参照)

第6実施例である積層コンデンサ1Fは、図9に示すように、第1コンデンサ電極11を積層体10の第5面に引き出して第1外部電極15に接続し、第2コンデンサ電極12を第6面に引き出して第2外部電極16に接続したものである。第1外部電極15は第5面から第1面及び第2面にわたって形成され、第2外部電極16は第6面から第1面及び第2面にわたって形成されている。また、第1及び第2外部電極15, 16の表面にはめっき層17, 18が設けられている。実装形態は、図9(B)に示すように、プリント回路基板50上のランド51, 52に対して第5面及び第6面にはんだフィレットを形成するように接続している。なお、第1面側でのみはんだ55を介して接続されるフィレットレスでもよい。

40

【0048】

本積層コンデンサ1Fにおいても、ギャップ寸法G1はギャップ寸法G2よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第1実施例で説明したのと同様である。特に、本第6実施例では、さらに、第1コンデンサ電極11の容量部11aにおける高さ方向の寸法は、第2コンデンサ電極12の容量部12aにおける高さ方向の寸法に比べて大きく設定されている。これにて、積層体10の製造時に第1コンデンサ電極11又は第2コンデンサ電極12に積みずれを生じたとしても、容量部11a, 12aの対向面積(容量値)が変化することはない。

【0049】

第3面から見て、第1コンデンサ電極11の容量部11aが第2コンデンサ電極12の

50

容量部 1 2 a と重ならない領域は、少なくとも、第 1 面側（実装面側）に設けられていることが好ましい。第 1 及び第 2 コンデンサ電極 1 1 , 1 2 が重なった領域と第 1 及び第 2 コンデンサ電極 1 1 , 1 2 が存在しない領域との厚みの差により、積層体 1 0 の素体形状において急激な段差が生じ、実装時において積層コンデンサの姿勢が不安定になりやすい。特に、高さ寸法 T と幅寸法 W との関係が $T > W$ の場合、実装時の積層コンデンサの姿勢の不安定性が増す。しかし、実装面側に積層方向において第 1 コンデンサ電極 1 1 が第 2 コンデンサ電極 1 2 と重ならない領域を設けることで、前記段差が緩和され、 $T > W$ の場合であっても、実装時の姿勢が安定しやすくなる。

【 0 0 5 0 】

さらに、第 1 コンデンサ電極 1 1 が実装面側で積層方向に第 2 コンデンサ電極 1 2 と重ならない領域を設け、かつ、実装面と反対側（第 2 面側）で、第 1 及び第 2 コンデンサ電極 1 1 , 1 2 の縁部を高さ方向に実質的に揃えることが、容量増加の観点から好ましい。

【 0 0 5 1 】

（第 7 実施例、図 1 0 参照）

第 7 実施例である積層コンデンサ 1 G は、図 1 0 に示すように、第 1 コンデンサ電極 1 1 を積層体 1 0 の第 5 面に引き出して第 1 外部電極 1 5 に接続し、第 2 コンデンサ電極 1 2 を第 6 面に引き出して第 2 外部電極 1 6 に接続したものである。第 1 外部電極 1 5 は第 5 面から第 1 面及び第 2 面にわたって形成され、第 2 外部電極 1 6 は第 6 面から第 1 面及び第 2 面にわたって形成されている。また、第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の表面にはめっき層 1 7 , 1 8 が設けられている。実装形態は、図 1 0 (B) に示すように、プリント回路基板 5 0 上のランド 5 1 , 5 2 に対して第 5 面及び第 6 面にはんだフィレットを形成するように接続している。なお、第 1 面側でのみはんだ 5 5 を介して接続されるフィレットレスでもよい。

【 0 0 5 2 】

本第 7 実施例においては、さらに、第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の表面にめっき層 1 7 , 1 8 を介してはんだ 5 5 の濡れ上がりを規制するための第 1 及び第 2 保護膜 2 1 , 2 2 がそれぞれ設けられている。第 1 及び第 2 保護膜 2 1 , 2 2 は、少なくとも第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の表面中央部に設けられており、第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の第 1 面側（実装面側）及び第 2 面側には設けられていない。このように、第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の一部が第 1 面上で外部に露出していることで、ランド 5 1 , 5 2 とのはんだ接続を阻害することはない。

【 0 0 5 3 】

前記保護膜 2 1 , 2 2 は樹脂レジスト膜を好適に用いることができる。樹脂レジスト膜であれば、塗布や貼り付けにて容易に設けることができる。保護膜 2 1 , 2 2 としては、樹脂レジスト膜に代えて、酸化金属膜やガラス膜なども用いることが可能である。酸化金属膜を用いる場合は、金属膜にレーザーを照射するなどによって形成することができる。ガラス膜を用いる場合は、厚膜上のめっき層 1 7 , 1 8 を部分的に剥がし、厚膜を露出させればよい。ここで、厚膜とはガラス成分を含む導電性ペーストを焼き付けることにより形成された膜を意味し、ガラス成分を含む導電性ペーストを焼き付けると、厚膜の外表面にガラス膜が形成される。なお、めっき層 1 7 , 1 8 は、保護膜 2 1 , 2 2 を設けた後に、第 1 及び第 2 外部電極 1 5 , 1 6 の露出面に設けてもよい。

【 0 0 5 4 】

本積層コンデンサ 1 G においても、ギャップ寸法 G 1 はギャップ寸法 G 2 よりも大きく設定されており、その作用効果は前記第 1 実施例で説明したのと同様である。特に、本第 7 実施例では、さらに、はんだ 5 5 の濡れ上がりが保護膜 2 1 , 2 2 によって記載されるため、フィレットの形成が低く抑えられ、回路基板 5 0 の鳴きをより低減できる。

【 0 0 5 5 】

さらに、第 1 外部電極 1 5 が保護膜 2 1 から露出する領域の第 5 面に沿った高さ方向の寸法、及び、第 2 外部電極 1 6 が保護膜 2 2 から露出する領域の第 6 面に沿った高さ方向の寸法は、第 1 面から前記容量部 1 1 a , 1 2 a までのギャップ寸法 G 1 よりも小さいこ

10

20

30

40

50

とが好ましい。この場合、第5面及び第6面から見て、電圧印加時の伸縮が大きい領域である容量領域CAにまでフィレットが濡れ上がることがないので、回路基板50への振動の伝達がより抑制される。その結果、回路基板50の鳴きがより低減される。

【0056】

さらに、保護膜21, 22は、積層体10の第3面または第4面に形成された第1及び第2外部電極15, 16の表面に設けられていてもよい。例えば、保護膜21は第3面から第5面を経て第4面にわたり、第1面に沿って帯状に形成され、保護膜22は第3面から第6面を経て第4面にわたり、第1面に沿って帯状に形成されてもよい。この場合、第3面と第4面に形成された第1及び第2外部電極15, 16にはんだ55が濡れ上がるのを抑制し、鳴きがより低減される。

10

【0057】

また、さらに、保護膜21, 22は、積層体10の第3面から第5面、第4面、第6面にわたって、積層コンデンサを囲うように帯状に周回して形成されていてもよい。即ち、保護膜21, 22は、第2外部電極15, 16の表面のみならず、第3面と第4面で露出する積層体10の表面にも形成されている。この場合、保護膜21, 22が積層コンデンサを囲うように第3面と第4面に形成されているため、保護膜21, 22が剥がれるのを抑制し、鳴きをより確実に低減させることができる。

【0058】

(第7実施例の変形例、図11参照)

前記第7実施例において、保護膜21, 22は外部電極15, 16の第5面側及び第6面側の全面、あるいは、第2面側の全面に設けられていてもよい。このような変形例を図11に示す。ここでは、保護膜23を積層体10の第5面側及び第6面側から第2面の全面にわたって一体的に設けている。

20

【0059】

(第8実施例、図12参照)

第8実施例である積層コンデンサ1Hは、図12に示すように、第1及び第2コンデンサ電極11, 12を積層体10の第1面及び第2面に対して水平に配置したものである。第1コンデンサ電極11は積層体10の第5面に引き出して第1外部電極15に接続され、第2コンデンサ電極12は第6面に引き出して第2外部電極16に接続されている。第1外部電極15は第5面から第1面及び第2面にわたって形成され、第2外部電極16は第6面から第1面及び第2面にわたって形成されている。第1及び第2外部電極15, 16の表面には、めっき層17, 18が設けられている。

30

【0060】

このような構造の積層コンデンサ1Hを、以下の表2に示すサイズにて28種類(試料13~40)作製した。そして、試料13~40のそれぞれを無響箱73(図13参照)内に設置し、試料(積層コンデンサ1H)に対して、0.5、2.9、4.8kHzの3水準の交流電圧を印加した。そして、その際に発生する鳴きを集音マイク74で集音し、集音計76及びFFTアナライザ78(株式会社小野測器製 CF-5220)で集音された音の音圧レベルを測定した。その結果を表2に示す。

【0061】

40

【表 2】

	寸法L (mm)	寸法W (mm)	寸法T (mm)	L/W	フィレット高さ X(mm)	ギャップ寸法 G1(μm)	ギャップ寸法 G2(μm)	音圧(交流電 圧0.5kHz時) (dB)	音圧(交流電 圧2.9kHz時) (dB)	音圧(交流電 圧4.8kHz) (dB)
(表2)										
試料13				1.8	0.135	56	56	38.8	70.5	62.5
試料14				1.8	0.135	150	56	32.4	62.6	56.3
試料15				1.8	0.135	200	56	27.2	55.5	61.9
試料16	1.7	0.95	0.9	1.8	0.135	250	56	18.8	33.9	63.8
試料17				1.8	0.135	300	56	7.0	51.2	64.7
試料18				1.8	0.135	350	56	21.0	56.7	65.2
試料19				1.8	0.135	400	56	24.8	58.8	65.0
試料20				1.10	0.135	56	56	44.3	76.8	80.7
試料21				1.10	0.135	150	56	37.5	69.5	73.2
試料22				1.10	0.135	200	56	32.4	63.9	66.7
試料23	1.7	1.55	0.9	1.10	0.135	250	56	22.9	52.8	49.5
試料24				1.10	0.135	300	56	17.1	52.6	61.1
試料25				1.10	0.135	350	56	27.0	60.2	67.0
試料26				1.10	0.135	400	56	30.3	63.4	69.4
試料27				1.06	0.135	56	56	44.7	77.2	81.2
試料28				1.06	0.135	150	56	37.7	69.9	73.8
試料29				1.06	0.135	200	56	32.2	64.0	67.5
試料30	1.7	1.6	0.9	1.06	0.135	250	56	22.6	53.0	53.8
試料31				1.06	0.135	300	56	15.3	51.2	59.9
試料32				1.06	0.135	350	56	27.4	60.5	66.6
試料33				1.06	0.135	400	56	30.6	63.4	69.7
試料34				1	0.135	56	56	45.3	77.9	82.8
試料35				1	0.135	150	56	38.2	70.6	76.1
試料36				1	0.135	200	56	33.1	65.4	71.6
試料37	1.7	1.7	0.9	1	0.135	250	56	23.2	55.2	64.2
試料38				1	0.135	300	56	16.2	49.0	44.3
試料39				1	0.135	350	56	26.7	59.0	63.2
試料40				1	0.135	400	56	31.2	63.2	67.9

【0062】

第1実施例で示したときと同様、試料13～40においてもギャップ寸法G1をギャップ寸法G2より大きくした場合、鳴きを低減できた。しかし、長さ寸法Lと幅寸法Wの比L/Wが1.8である試料13～19の場合、音圧レベルを最小にできるギャップ寸法G1が、交流電圧の周波数によって異なる。一方、比L/Wが1.10、1.06である試料20～33では、音圧レベルを最小にできるギャップ寸法G1と最小から2番目にでき

10

20

30

40

50

るギャップ寸法 G 1 との範囲が交流電圧の周波数に依存することなく同一である。さらに、比 L / W が 1 . 0 である試料 3 4 ~ 4 0 では、音圧レベルを最小にできるギャップ寸法 G 1 が交流電圧の周波数に依存することなく同一である。

【 0 0 6 3 】

つまり、長さ寸法 L と幅寸法 W の比 L / W が 1 . 1 より大きい場合は、印加する交流電圧の周波数ごとにギャップ寸法 G 1 の設計を変更する必要があることがある。しかし、比 L / W が 1 . 1 以下の場合は、印加する交流電圧の周波数に応じてギャップ寸法 G 1 の設計を変更する必要がなくなる。即ち、寸法 L と寸法 W の比 L / W が 1 . 1 以下の場合は、ギャップ寸法 G 1 の設計を簡略化できる。また、寸法 L と寸法 W の比 L / W が 1 . 0 に近づくほど、交流電圧の周波数によらず同じギャップ寸法 G 1 で最小の音圧レベルに近づけられる。

10

【 0 0 6 4 】

また、寸法の対称性により、L / W が 1 . 0 以下の場合も同様に、寸法 L と寸法 W の比 L / W が 0 . 9 以上の場合は、ギャップ寸法 G 1 の設計を簡略化でき、寸法 L と寸法 W の比 L / W が 1 . 0 に近づくほど、交流電圧の周波数によらず同じギャップ寸法 G 1 で最小の音圧レベルに近づけられる。

【 0 0 6 5 】

(他の実施形態)

なお、本発明に係る積層コンデンサは、前記実施例に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

20

【 0 0 6 6 】

特に、積層体やコンデンサ電極の細部の形状は任意である。コンデンサの容量も任意であるが、通常は 1 μ F 以上の容量のコンデンサが鳴くことが知られている。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 7 】

以上のように、本発明は、積層コンデンサに有用であり、特に、回路設計において高い自由度を得つつ、鳴きを低減することができる点で優れている。

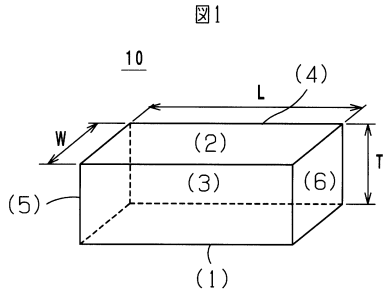
【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

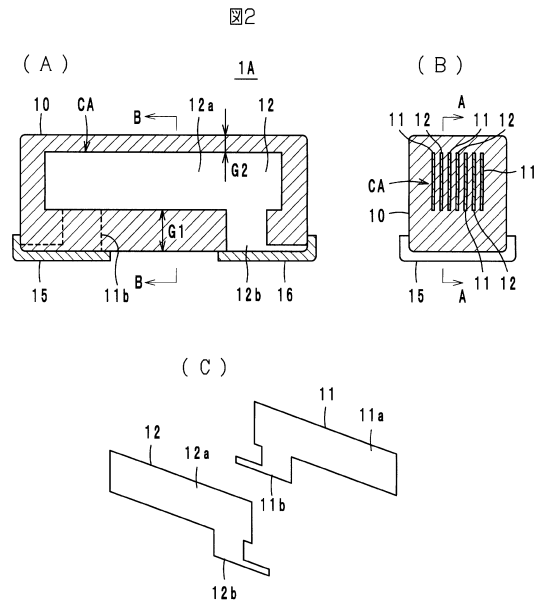
- 1 A ~ 1 H ... 積層コンデンサ
- 1 0 ... 積層体
- 1 1 , 1 2 ... コンデンサ電極
- 1 1 a , 1 2 a ... 容量部
- 1 1 b , 1 2 b ... 引出し部
- 1 5 , 1 6 ... 外部電極
- 2 1 , 2 2 , 2 3 ... 保護膜
- 5 0 ... プリント回路基板
- G 1 , G 2 ... ギャップ寸法

30

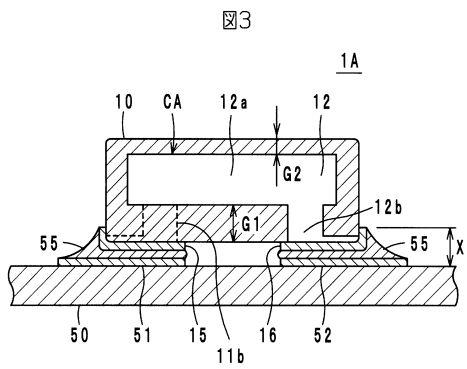
【図1】



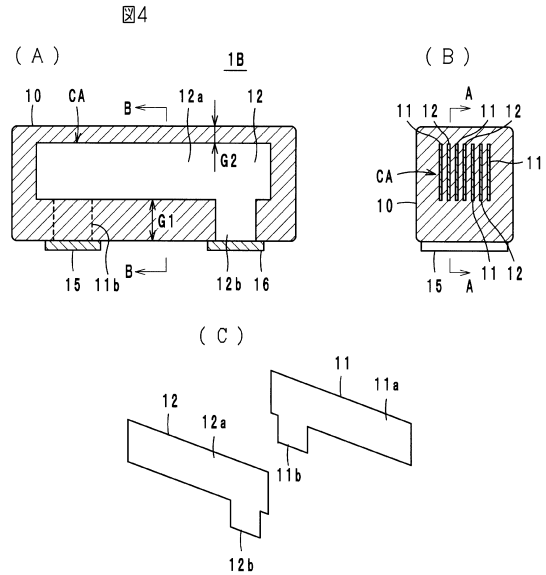
【図2】



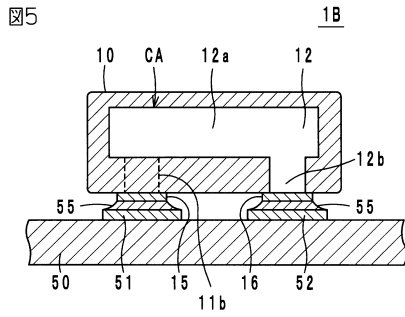
【図3】



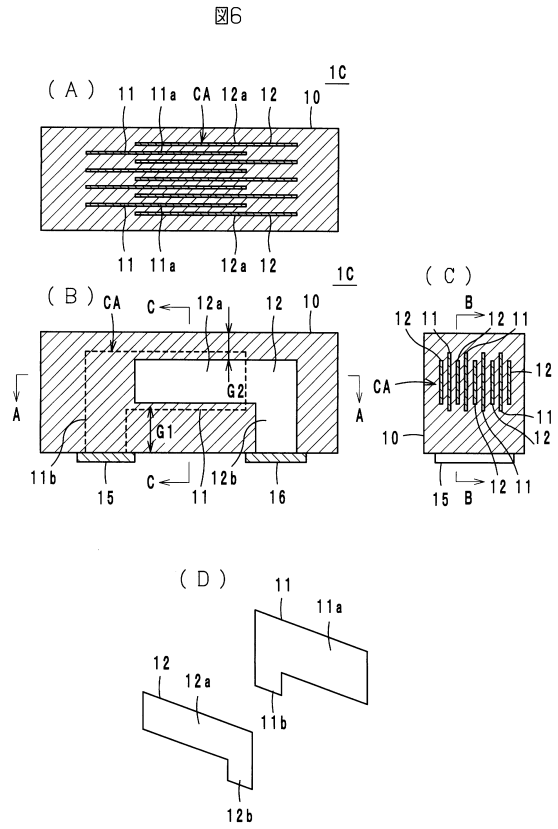
【図4】



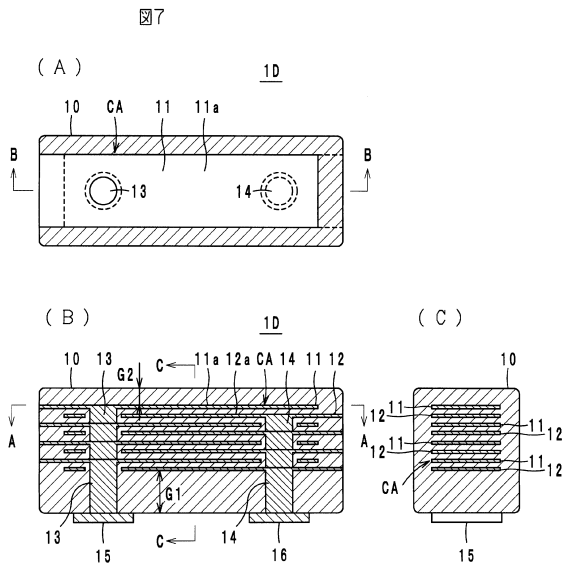
【 図 5 】



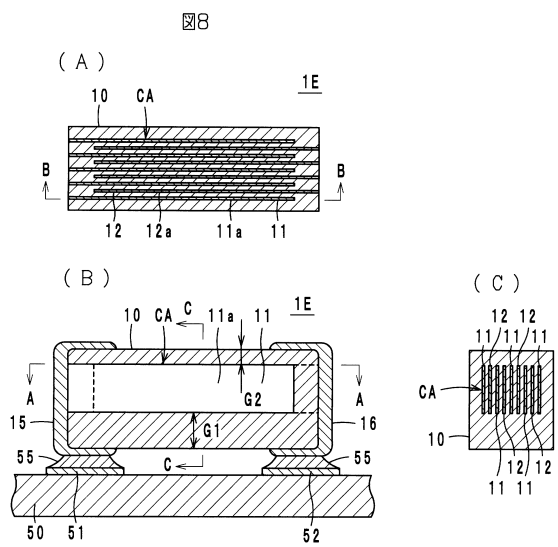
【 図 6 】



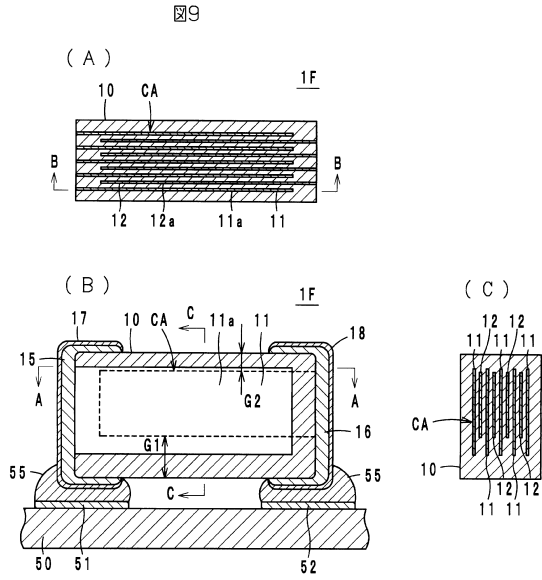
【 図 7 】



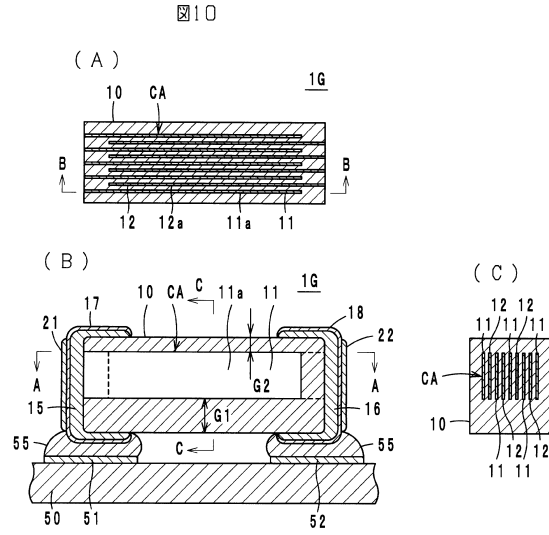
【 図 8 】



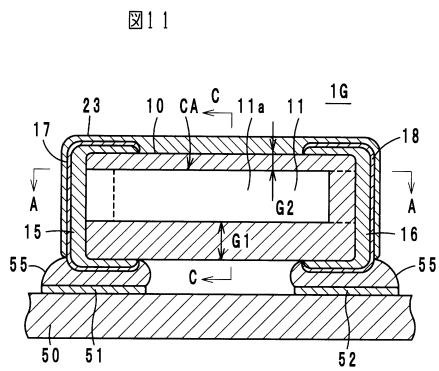
【 図 9 】



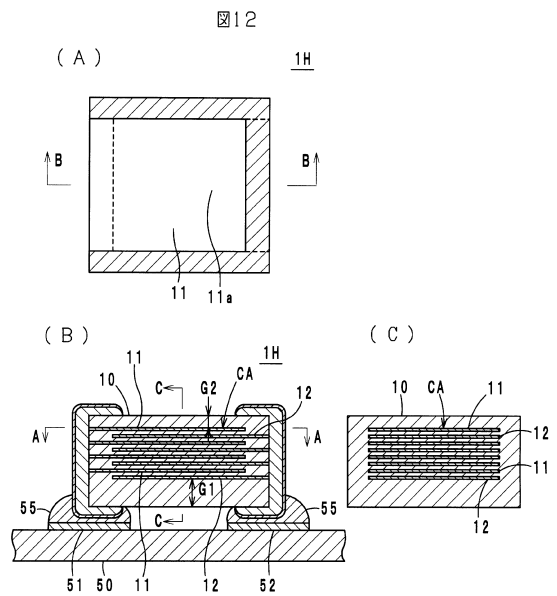
【 図 10 】



【 図 11 】

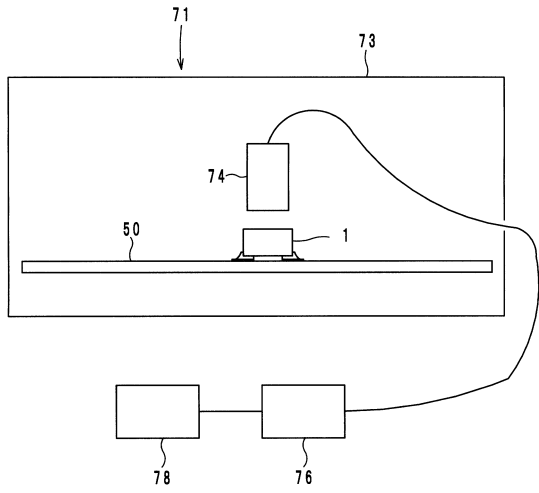


【 図 12 】



【 図 13 】

図13



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2010-510644(JP,A)
特開2013-038332(JP,A)
特開2010-041266(JP,A)
米国特許第4661884(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G4/00 - 4/015
4/02 - 4/224
4/232
4/255 - 4/40
13/00 - 17/00