

(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
2010年6月3日(03.06.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/061522 A1

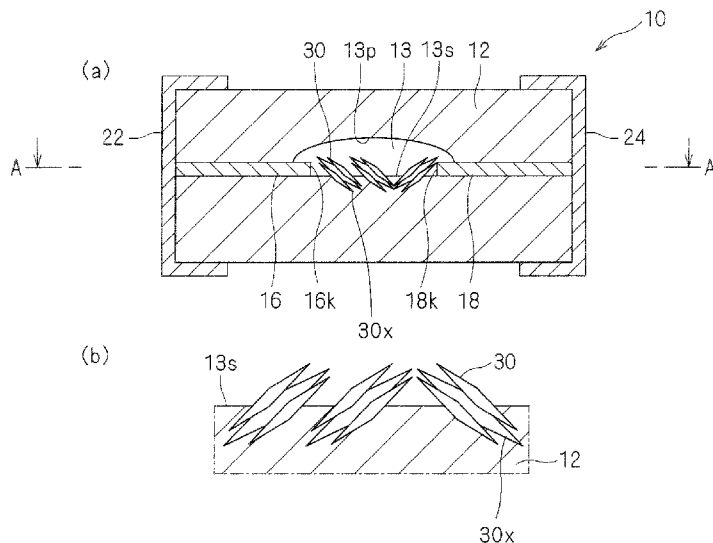
- (51) 国際特許分類:
H01T 4/12 (2006.01) H01T 4/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005563
- (22) 国際出願日: 2009年10月22日(22.10.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-301660 2008年11月26日(26.11.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所 (Murata Manufacturing Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山元一生 (YAMAMOTO, Issei) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (JP). 足立淳 (ADACHI, Jun) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (JP). 鎌田明彦 (KAMADA, Akihiko) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 山本俊則 (YAMAMOTO, Toshinori); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満4丁目4番12号 近藤ビル810 新技術特許事務所 Osaka (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, 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, 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), ヨーロッパ (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, 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: ESD PROTECTION DEVICE

(54) 発明の名称: ESD保護デバイス

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an ESD protection device that facilitates the regulation and stabilization of ESD characteristics, and which can avoid deterioration of discharge characteristics from repetitive electrical discharge. An ESD protection device (10) comprises (a) an insulating substrate (12), (b) a cavity (13) formed on the interior of the insulating substrate (12), (c) at least one pair of discharge electrodes (16, 18), which comprise opposed exposed parts that are exposed to the inside of the cavity (13), and (d) external electrodes (22, 24), which are formed on the surface of the insulating substrate (12) and are connected to the discharge electrodes (16, 18). The ESD protection device (10, e) is equipped with a conductive material (30), which is diffused along at least a portion (12s) of the inner circumferential surface that forms the cavity (12) between the exposed parts of the electrodes (16, 18), and possesses anchors (30x) that break into the insulating substrate (12).

(57) 要約: ESD特性の調整や安定化が容易であり、繰り返し放電による放電特性の劣化を防止することができるESD保護デバイスを提供する。

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ESD保護デバイス10は、(a)絶縁性基板12と、(b)絶縁性基板12の内部に形成された空洞部13と、(c)空洞部13内に露出し対向する露出部分を有する、少なくとも一対の放電電極16、18と、(d)絶縁性基板12の表面に形成され、放電電極16、18と接続された外部電極22、24とを有する。ESD保護デバイス10は、(e)放電電極16、18の露出部分の間の空洞部12を形成する内周面の少なくとも一部12sに沿って分散し、絶縁性基板12に食い込むアンカー部30xを有する導電材料30を備えている。

明 細 書

発明の名称： E S D保護デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、E S D保護デバイスに関し、詳しくは、絶縁性基板の空洞部内に放電電極が対向して配置されたE S D保護デバイスについてE S D特性及び信頼性を向上する技術に関する。

背景技術

[0002] E S D (Electro-Static Discharge ; 静電気放電) とは、帯電した導電性の物体 (人体等) が、他の導電性の物体 (電子機器等) に接触、あるいは充分接近したときに、激しい放電が発生する現象である。E S Dにより電子機器の損傷や誤作動などの問題が発生する。これを防ぐためには、放電時に発生する過大な電圧が電子機器の回路に加わらないようにする必要がある。このような用途に使用されるのがE S D保護デバイスであり、サージ吸収素子やサージアブソーバとも呼ばれている。

[0003] E S D保護デバイスは、例えば回路の信号線路とグランド (接地) との間に配置する。E S D保護デバイスは、一対の放電電極を離間して対向させた構造であるので、通常の使用状態では高い抵抗を持っており、信号がグランド側に流れることはない。これに対し、例えば携帯電話等のアンテナから静電気が加わる場合のように、過大な電圧が加わると、E S D保護デバイスの放電電極間で放電が起こり、静電気をグランド側に導くことができる。これにより、E S Dデバイスよりも後段の回路には、静電気による電圧が印加されず、回路を保護することができる。

[0004] 例えば図 1 1 の分解斜視図及び図 1 2 の断面図に示すE S D保護デバイスは、絶縁性セラミックシート 2 が積層されるセラミック多層基板 7 内に空洞部 5 が形成され、外部電極 1 と導通した放電電極 6 が空洞部 5 内に対向配置され、空洞部 5 に放電ガスが閉じ込められている。放電電極 6 間で絶縁破壊を起こす電圧が印加されると、空洞部 5 内において放電電極 6 間で放電が起

こり、その放電により過剰な電圧をグランドへ導き、後段の回路を保護することができる（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 1－4 3 9 5 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、このような E S D 保護デバイスでは、放電電極間の間隔のばらつきによって、E S D 応答性が変動し易い。また、放電電極が対向する領域の面積によって E S D 応答性を調整する必要があるが、その調整には製品サイズ等による制限のため、所望とする E S D 応答性を実現しにくい場合がある。

[0007] そこで、後述する比較例のように放電電極の間に導電材料が分散した構成により、効率的に放電現象を生じさせることが考えられる。しかし、このような構成では、放電時の衝撃で導電材料が飛散して分布密度が低下するため、放電後に放電電圧が徐々に高くなってしまい、繰り返し放電により放電特性が劣化する。

[0008] 本発明は、かかる実情に鑑み、E S D 特性の調整や安定化が容易であり、繰り返し放電による放電特性の劣化を防止することができる E S D 保護デバイスを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成した E S D 保護デバイスを提供する。

[0010] E S D 保護デバイスは、（a）絶縁性基板と、（b）前記絶縁性基板の内部に形成された空洞部と、（c）前記空洞部内に露出し対向する露出部分を有する、少なくとも一対の放電電極と、（d）前記絶縁性基板の表面に形成され、前記放電電極と接続された外部電極とを有する。E S D 保護デバイス

は、（e）前記放電電極の前記露出部分の間の前記空洞部を形成する内周面の少なくとも一部に沿って分散し、前記絶縁性基板に食い込むアンカー部を有する導電材料を備えている。

[0011] 上記構成において、対向する放電電極の露出部分の間に導電性を有する導電材料が分散しているので、空洞部内において電子の移動が起こりやすく、より効率的に放電現象を生じさせることができる。そのため、放電電極の間隔のばらつきによるESD応答性の変動を小さくすることができる。

[0012] また、空洞部内に分散させる導電材料の量や粒径等を調整することによって、容易に所望とするESD特性（放電開始電圧等）を得ることができる。

[0013] したがって、ESD特性の調整や安定化を図ることができる。

[0014] また、導電材料は、基板本体に食い込むアンカー部によって、絶縁性基板に強固に固着される。そのため、導電材料が絶縁性基板の表面から離脱することが防止され、放電現象が繰り返されることによるESD特性の劣化（放電開始電圧の上昇等）を抑制することができる。

[0015] 好ましくは、前記導電材料は、絶縁性材料により被覆されている。

[0016] この場合、導電材料が絶縁性材料により被覆されているので、導電材料間の絶縁性が確保され、放電電極間でのショート発生を防止することができる。

[0017] 好ましくは、前記導電材料は、半導体材料中に分散されている。

[0018] この場合、導電材料の間に、導電材料よりも絶縁物に近い半導体材料が配置されるため、導電材料間の絶縁性が確保され、放電電極間でのショート発生を防止することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、ESDデバイスのESD特性の調整や安定化が容易であり、繰り返し放電による放電特性の劣化を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] ESD保護デバイスの（a）断面図、（b）要部拡大断面図である。（実施例1）

[図2] 図 1 (a) の線 A-A に沿って切断した断面図である。(実施例 1)

[図3] ESD 保護デバイスの放電特性を示すグラフである。(実施例 1、比較例 1)

[図4] ESD 保護デバイスの (a) 断面図、(b) 要部拡大断面図である。(実施例 2)

[図5] ESD 保護デバイスの (a) 断面図、(b) 要部拡大断面図である。(変形例 1)

[図6] ESD 保護デバイスの (a) 断面図、(b) 要部拡大断面図である。(変形例 2)

[図7] ESD 保護デバイスの断面図である。(変形例 4)

[図8] ESD 保護デバイスの (a) 断面図、(b) 要部拡大断面図である。(変形例 5)

[図9] ESD 保護デバイスの断面図である。(比較例 1)

[図10] ESD 保護デバイスの要部拡大断面図である。(比較例 1)

[図11] ESD 保護デバイスの分解斜視図である。(従来例)

[図12] ESD 保護デバイスの断面図である。(従来例)

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施の形態について、図 1～図 8 を参照しながら説明する。

[0022] <実施例 1> 実施例 1 の ESD 保護デバイス 10 について、図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。図 1 (a) は、ESD 保護デバイス 10 の断面図である。図 1 (b) は、ESD 保護デバイス 10 の空洞部 13 の要部拡大断面図である。図 2 は、図 1 (a) の線 A-A に沿って切断した断面図である。

[0023] 図 1 及び図 2 に示すように、ESD 保護デバイス 10 は、セラミック多層基板の基板本体 12 の内部に空洞部 13 が形成されている。空洞部 13 内には、一対の放電電極 16、18 の先端 16k、18k 側が露出するように配置されている。放電電極 16、18 は、空洞部 13 内に露出する先端 16k

、 18k が互いに間隔を設けて対向するように形成されている。放電電極 16, 18 は、基板本体 12 の外周面まで延在し、基板本体 12 の表面に形成された外部電極 22, 24 に接続されている。外部電極 22, 24 は、ESD 保護デバイス 10 を実装するために用いる。

[0024] 図 1 に模式的に示すように、空洞部 13 の内部には、尖った部分、すなわちアンカー部 30x を有する導電材料 30 が分散している。導電材料 30 は、その尖った部分 30x が空洞部 13 を形成する底面 13s から基板本体 12 に食い込み、その一部が基板本体 12 に埋設され、他の部分が空洞部 13 内に露出している。導電材料 30 は粉末であり、分散しているため、導電材料 30 が配置された部分（以下、「補助電極」とも言う。）は、全体として絶縁性が保たれている。

[0025] ESD 保護デバイス 10 は、外部電極 22, 24 間に所定以上の大きさの電圧が印加されると、空洞部 13 内において、対向する放電電極 16, 18 間で放電が発生する。空洞部 13 を形成する底面 13s に沿って導電材料 30 が分散しているので、電子の移動が起こりやすくなり、より効率的に放電現象を生じさせることができる。

[0026] すなわち、放電電極 16, 18 間の放電現象は、空洞部 13 の気相と絶縁物である基板本体 12 との界面（すなわち、空洞部 13 を形成する天面 13p 及び底面 13s を含む内周面）を走る沿面放電が主に生じる。沿面放電とは、物（絶縁物）の表面を伝わって電流が流れる形態の放電現象である。電子が流れるといっても実際には、電子が表面をとび跳ね、気体のイオン化を生じ、移動すると考えられている。そして、絶縁物の表面に導電性粉末が存在すると電子の飛び跳ねる見かけ上の距離を縮め、方向性を持たせ、沿面放電現象をより積極的に生じさせていると推測されている。放電電極 16, 18 間の距離が最短となる空洞部 13 を形成する底面 13s に沿って導電材料 30 が分散しているため、底面 13s で沿面放電が発生しやすい。

[0027] 放電電極 16, 18 間で効率的に放電現象が生じると、放電電極 16, 18 間の間隔を小さくすることができる。また、放電電極 16, 18 間の間隔

のばらつきによるESD応答性の変動が小さくなる。よって、安定したESD応答性を実現することができる。

[0028] 導電材料30は、その尖った部分30xが基板本体12に埋設されるので、後述する比較例1のように球形状の導電材料が埋設される場合と比べると、より強固に基板本体12に固定され、放電時の衝撃で基板本体12から離脱しにくい。そのため、繰り返し放電後にESD放電特性が劣化しにくい。

[0029] 次に、ESD保護デバイス10の製造方法について、説明する。

[0030] (1) 材料の作製

まず、基板本体12、放電電極16、18、補助電極の導電材料30を形成するため材料を作製する。

[0031] 『セラミックグリーンシート』

基板本体12を形成するためのセラミックグリーンシートを次のように作製する。

1. セラミック材料には、Ba、Al、Siを中心とした組成からなる材料（BAS材）を用いる。各素材を所定の組成になるよう調合、混合し、800℃～1000℃で仮焼する。
2. 上記1. で得られた仮焼粉末を、ジルコニアボールミルで12時間粉碎し、セラミック粉末を得る。
3. 上記2. で得られたセラミック粉末に、トルエン・エキネンなどの有機溶媒を加え混合する。さらに、バインダー、可塑剤を加え混合し、スラリーを得る。
4. 得られたスラリーを、ドクターブレード法により成形し、厚さ50μmのセラミックグリーンシートを得る。

[0032] セラミック材料は特に本材料に限定されるものでなく、絶縁性のものであればよいため、フォルステライトにガラスを加えたものやCaZrO₃にガラスを加えたものなど、他のものを用いてもよい。

[0033] 『補助電極形成用荷電性粉末（トナー）』

補助電極の導電材料30を形成するための補助電極形成用荷電性粉末（す

なわち、導電材料 30 を形成するための金属含有荷電粒子) を、次のように作製する。

1. メチルエチルケトン中に非水溶性のアクリル樹脂が溶けた溶液を作製する。
2. 上記 1. で作製した溶液中にフレーク状銅粉 (平均粒径 $10\ \mu\text{m}$) と NaOH と IPA を添加し攪拌する。
3. 上記 2. の溶液中に水を滴下していき転相させる。これにより、アクリル樹脂でコートされたカプセル銅粉ができる。
4. 上記 3. の操作によって得られた溶液を静置し、カプセル銅粉を沈降させる。
5. 上澄みを除去し、水洗により樹脂だけの粉末を除去した後、カプセル銅粉のみを真空乾燥オーブンで乾燥させる。
6. 上記 5. の操作によって得られた複合粉末と外添剤 (シリカ粉末) を混合し、表面処理機を用いて複合粉末表面に外添剤を均一に付着させる。
7. 上記 6. の操作によって得られた複合粉末 (トナー) とキャリアを混合し、現像剤を得る。

[0034] トナーを構成する導電材料としては、 Cu 、 Ni 、 Co 、 Ag 、 Pd 、 Rh 、 Ru 、 Au 、 Pt 、 Ir 等の遷移金属群より選ばれた少なくとも 1 種類の金属とすることが望ましい。また、これら金属を単体で用いてもよいが、合金として用いることも可能である。さらに、これらの金属の酸化物を用いてもよい。

[0035] トナーを構成する導電材料の平均粒子径は、 $0.5\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ の範囲が好ましく、さらに好ましい範囲は、 $1\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ である。 $20\ \mu\text{m}$ 以下になると、放電電極間でのショートが発生しにくい。 $1\ \mu\text{m}$ 以上になると、樹脂被覆時に凝集しにくくなるため、帯電性の良好なトナーを形成できる。

[0036] トナーの平均粒子径は、 $0.5\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ が好ましい。より好ましい平均粒径は、 $1\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ である。 $25\ \mu\text{m}$ 以下になると、放電電極間

でのショートが発生しにくくなる。1 μm 以上になると、外添処理時に凝集しにくくなるため、帯電性の良好なトナーを形成できる。

[0037] 導電材料の含有率は、10 wt %～95 wt %が好ましい。より好ましい含有率は、30 wt %～70 wt %である。含有率が95 wt %以下になると、トナー中の樹脂が少なくなり表面に導電材料が露出し帯電性が悪化することがない。また、10 wt %以上になると、補助電極中の導電材料の密度が高くなり、十分な放電促進効果が得られる。

[0038] トナー被覆樹脂としては非水溶性であり、また焼成中に燃焼、分解、熔融、気化などにより消失し導電性粉末の真表面が露出するものが好ましい。スチレン系樹脂、(メタ)アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエステル樹脂、スチレン(メタ)アクリル樹脂が好適である。

[0039] 導電性粉末の形状としては、尖った部分を有するものであればよく、フレーク状の他、扁平形状や多角形状、金平糖のような形状でもよい。

[0040] 金属表面を Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiO_2 などの無機材料でコートした粉末を、原料にすることもできる。この場合、コートされた無機材料の絶縁性のためにトナーの樹脂被覆が不十分な場合でも、良好な帯電性を保つことができる。また、焼成後も、無機材料でコートされ、金属表面は露出しないため、粉末同士が接続してもショートすることがない。

[0041] トナー作製方法は転相乳化法に限らず、機械式被覆法や混練粉碎法、湿式重合法などの公知の方法を採用することができる。

[0042] 『放電電極形成用スクリーンペースト』

放電電極16, 18をスクリーン印刷により形成する際に用いる電極ペーストを、以下のように作製する。

1. 平均粒径2 μm のCu粉80 wt %とエチルセルロース等からなるバインダー樹脂に溶剤を添加する。

2. 上記1. で得られたサンプルを、ロールで攪拌、混合し、電極ペーストを得る。

[0043] 電極ペーストの導電性材料としては、Cu、Ni、Co、Ag、Pd、Rh、Ru、Au、Pt、Ir等の遷移金属群より選ばれた少なくとも1種類の金属とすることが望ましい。また、これら金属を単体で用いてもよいが、合金として用いることも可能である。さらに、これらの金属の酸化物を用いてもよい。

[0044] 『空洞形成用樹脂ペースト』

空洞部13を形成するための樹脂ペーストを、次のように作製する。

1. 平均粒径 $2\mu\text{m}$ の樹脂粉に溶剤を添加する。
2. 上記1. で得られたサンプルをロールで攪拌、混合して、樹脂ペーストを得る。

[0045] 樹脂材料としては、アクリル系、スチレンアクリル系、ポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリプロピレン系、ブチラール系等の燃焼して消失する樹脂、または高温になるとモノマーに分解する樹脂のうちより選ばれた少なくとも1種類の樹脂とすることが望ましい。また、これら樹脂を単体で用いてもよいが、混合して用いることも可能である。

[0046] (2) 電子写真法による補助電極形成

次いで、電子写真法により、次のようにトナーをセラミックグリーンシートに転写して、補助電極が形成されたセラミックグリーンシートを作製する。

1. 感光体を一様に帯電させる。
2. 帯電した感光体に、LEDにて補助電極のパターン状に光を照射し潜像を形成する。作製例では、補助電極パターンは放電電極間のギャップと同サイズの $30\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ とした。
3. 現像バイアスをかけ感光体上にトナーを現像する。
4. 補助電極パターンが現像された感光体とセラミックグリーンシートとを重ね、トナーをセラミックグリーンシートに転写する。
5. 補助電極パターンが転写されたセラミックグリーンシートをPETフィルムに挟み、プレスする。これによって、トナーがセラミックグリーンシー

トに埋設・定着し、補助電極が形成されたセラミックグリーンシートを得る。作製例のプレス圧は、100トンとした。

[0047] 作製例の補助電極パターンのサイズは、放電電極間のギャップと同サイズに設計したが、印刷ズレを考慮し、 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 大きめに設計してもよい。逆に、放電電極パターンを、補助電極パターンに対して $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 大きくしても構わない。

[0048] プレス圧を変更することで、トナーのグリーンシート中への埋没量を調整することができる。プレス圧が高く埋没量が多い場合、放電時の衝撃により飛散しにくくなる。プレス圧が低く埋没量が少ない場合、露出している導電性粉末表面が増えるために放電特性が向上する。

[0049] 作製例では電子写真法によって補助電極を形成したが、その他、スクリーン印刷、インクジェット印刷、熱転写印刷、グラビア印刷、直接描画印刷、等の公知の方法が利用できる。

[0050] (3) スクリーン印刷による放電電極パターン形成

次いで、補助電極が形成されたセラミックグリーンシートについて、補助電極が形成されている面に、電極ペーストを用い、スクリーン印刷で放電電極パターンを形成する。作製例では、放電電極の幅を $100\mu\text{m}$ 、放電ギャップ（放電電極の対向する先端間の距離）を $30\mu\text{m}$ となるように、放電電極パターンを形成した。

[0051] 作製例ではスクリーン印刷によって放電電極パターンを形成したが、その他、電子写真印刷、インクジェット印刷、熱転写印刷、グラビア印刷、直接描画印刷、等の公知の配線パターン形成法が好適に利用できる。

[0052] (4) スクリーン印刷による空洞パターン形成

次いで、補助電極と放電電極のパターンが形成されたセラミックグリーンシートについて、補助電極と放電電極のパターンが形成されている面に、樹脂ペーストを用い、スクリーン印刷で空洞パターンを形成する。

[0053] 作製例ではスクリーン印刷によって空洞パターンを形成したが、その他、電子写真印刷、インクジェット印刷、熱転写印刷、グラビア印刷、直接描画

印刷、等の公知の配線パターン形成法が好適に利用できる。

[0054] 作製例では空洞を形成するために樹脂ペーストを塗布したが、樹脂でなくともカーボンなど焼成で消失するものならばよい。

[0055] 印刷で形成しなくとも、樹脂フィルムなどを所定の位置のみに貼り付けるようにして配置してもよい。

[0056] (5) シート積層～焼成

次いで、セラミックグリーンシートの積層、焼成等を、次のように行う。

1. 必要な層について電極パターン形成を行う。
2. すべての層を積層し、圧着する。
3. LCフィルタのようなチップタイプの部品と同様に金型を用いてカットして、各チップに分割する。作製例では、1.0mm×0.5mmになるようにカットした。
4. 端面に導電ペーストを塗布して、外部電極を形成する。
5. N₂雰囲気で焼成を行う。焼成の際にESDに対する対応電圧を下げるため空洞部にAr、Neなどの希ガスを導入する場合には、セラミック材料の収縮、焼結が行われる温度領域をAr、Neなどの希ガス雰囲気で焼成すればよい。酸化しない電極材料(Agなど)の場合には大気雰囲気でも構わない。
6. 外部電極上にNi、Snメッキを施し、ESD保護デバイスが完成する。

[0057] 樹脂ペーストが焼成により消失して、チップ内に空洞部が形成される。補助電極中の樹脂も焼成により消失し、空洞部内に残った導電材料によって、補助電極が形成される。導電材料30は、尖った部分30xを有している。この尖った部分30xが、セラミック基板に食い込むアンカー一部となり、導電材料はセラミック基板に強固に固定される。そのために、導電材料30は、放電時の衝撃で簡単に飛散することがない。

[0058] なお、導電材料は上述の金属材料に限られない。導電性の低い抵抗材料や半導体材料を用いることもできる。

[0059] <比較例 1> 比較例 1 の ESD 保護デバイス 10x について、図 9 及び図 10 を参照しながら説明する。

[0060] 図 9、ESD 保護デバイス 10x の断面図である。図 10 は、図 9 において鎖線で示した領域 11 を模式的に示す要部拡大断面図である。

[0061] 図 9 に示すように、ESD 保護デバイス 10x は、実施例 1 と同様に、セラミック多層基板の基板本体 12 の内部に空洞部 13 が形成され、空洞部 13 内に放電電極 16、18 の一部 17、19 が露出するようになっている。放電電極 16、18 は、基板本体 12 の表面に形成された外部電極 22、24 に接続されている。

[0062] ESD 保護デバイス 10x は、実施例 1 と同様に、放電電極 16、18 の間の部分 15 に隣接して、補助電極 14 が形成されている。補助電極 14 は、図 10 に示すように、基板本体 12 を形成する絶縁材料中に導電材料 20 が分散している部分であり、全体として絶縁性を有している。導電材料 20 の一部は、空洞部 13 内に露出している。補助電極 14 は、例えば、セラミック材料と導電材料とを含む補助電極用ペーストをセラミックグリーンシートに塗布することにより形成する。

[0063] ESD 保護デバイス 10x は、放電時の衝撃で補助電極 14 中の導電材料 20 の一部が飛散して、導電材料 20 の分布密度が低下することがある。そのため、繰り返し放電後に放電電圧が徐々に高くなり、ESD 放電特性が劣化することがある。

[0064] <作製例>

導電材料 20 が略球形である比較例 1 の ESD 保護デバイスと、導電材料 30 が尖った部分 30x を有する実施例 1 の ESD 保護デバイスとを作製し、100 個ずつの試料について、8 kV の電圧印加を繰り返した際の放電電圧を計測した。図 3 に計測結果のグラフを示す。

[0065] 図 3 から、実施例 1 のように導電材料 30 が尖った部分 30x を有する構造にすることで、導電材料 20 が略球形である比較例 1 に比べ、繰り返し放電時の ESD 特性の劣化を防止できることが分かる。

[0066] また、実施例 1 は比較例 1 よりも放電電圧が低下しており、実施例 1 は比較例 1 より ESD 放電特性を改善できることが分かる。

[0067] なお、導電材料 30 が配置される領域の幅は、放電電極 16, 18 の幅よりも大きくても、同じでも、小さくてもよい。すなわち、図 2 のように領域 15s の外側まで導電材料 30 が配置されても、前述した作製例のように鎖線で示す放電電極 16, 18 の先端 16k, 18k 同士が対向する領域 15s 全体に導電材料 30 が配置されも、領域 15s 内の一部分にのみ導電材料 30 が配置されてもよい。

[0068] <実施例 2> 実施例 2 の ESD 保護デバイス 10a について、図 4 を参照しながら説明する。

[0069] 実施例 2 の ESD 保護デバイス 10a は、実施例 1 の ESD 保護デバイス 10 と略同様に構成されている。以下では、実施例 1 と同じ構成部分には同じ符号を用い、実施例 1 との相違点を中心に説明する。

[0070] 図 4 (a) は、ESD 保護デバイス 10a の断面図である。図 4 (b) は、空洞部 13a の要部拡大断面図である。図 4 に模式的に示すように、実施例 2 の ESD 保護デバイス 10a は、(a) 基板本体 12a, 12b が樹脂基板である点と、(b) 補助電極を形成する補助電極粒 32 は、導電材料 32a が樹脂材料 32b で被覆されたトナーである点と、(c) 空洞部 13a の天面 13q の高さが放電電極 16, 18 の厚みと同程度である点とが、実施例 1 の ESD 保護デバイス 10 とは異なる。

[0071] 次に、実施例 2 の ESD 保護デバイス 10a の製造方法について説明する。

[0072] (1) 材料の作製

まず、基板本体 12、放電電極 16, 18、補助電極の導電材料 32b を形成するため材料を作製する。

[0073] 『補助電極形成用荷電性粉末 (トナー) 』

補助電極の導電材料 32a を形成するための補助電極形成用荷電性粉末 (すなわち、補助電極粒 32 を形成するための金属含有荷電粒子) を、次のよ

うに作製する。

1. 扁平状銅粉（平均粒径 $2.5 \mu\text{m}$ ）とアクリル樹脂を混合し、表面処理機で銅粉表面に樹脂を被覆する。
2. 上記 1. のサンプルについて、分級機を用いて微粉と粗粉をカットする。
3. 上記 2. の操作によって得られた銅表面にアクリル樹脂が被覆された複合粉末を、分散剤を溶かした水溶液中に分散させ、沈降させた後、上澄みを除去し、真空乾燥オーブンで乾燥させる。
4. 上記 3. の操作によって得られた複合粉末と外添剤（シリカ粉末）を混合し、表面処理機を用いて複合粉末表面に外添剤を均一に付着させる。
5. 上記 4. の操作によって得られた複合粉末とキャリアを混合し、現像剤を得る。

[0074] トナー被覆樹脂としては、アクリル系、スチレンアルリル系、ポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリプロピレン系、ブチラール系等の良好な帯電特性を有し、また焼成中に燃焼、分解、溶融、気化などにより消失し導電性粉末の真表面が露出するものが好ましい。ただし、完全に消失しなくとも、 10 nm 厚程度なら残ってもよい。

[0075] 金属表面を Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiO_2 などの無機材料でコートした粉末を原料にすることもできる。無機材料でコートすれば、絶縁性のためのトナーの樹脂被覆が不十分な場合でも、良好な帯電性を保つことができる。

[0076] トナーには、帯電制御剤を添加してもよい。正の荷電制御物質としては、例えば、ニグロシン塩基類及びその誘導体、四級アンモニウム塩、ナフテン酸又は高級脂肪酸塩類、アルコキシ化アミンアルキルアミド、トリフェニルメタン染料、側鎖にこれら正極性物質を持つオリゴマーあるいはポリマー、四級ピリジニウム、高級脂肪酸の金属塩を用いることができる。負の荷電制御物質としては、例えば、含金属（ Cr 又は Fe ）アゾ錯体染料、サリチル酸又はその誘導体のクロム・亜鉛・アルミニウム・ホウ素錯体を用いることができる。

[0077] (2) 放電電極パターンの形成 (基板A)

プリプレグ上にCu箔をラミネートし、フォトリソ工法にて放電電極16a、18aをパターンニングして、一方の樹脂基板12aとなる基板Aを形成する。作製例では、放電電極の幅を200 μ m、放電ギャップを40 μ mとなるように形成した。

[0078] (3) 電子写真法による補助電極の形成 (基板B)

他方の樹脂基板12bとなる基板Bを、次のように作製する。

1. 感光体を一様に帯電させる。
2. 帯電した感光体に、LEDにて補助電極のパターン状に光を照射し潜像を形成する。作製例では、補助電極パターンは、位置ズレを考慮し放電電極間のギャップより大きい50 μ m $\times$ 220 μ mとした。
3. 現像バイアスをかけ感光体上にトナーを現像する。
4. 補助電極パターンが現像された感光体と、表面粗さ $R_a = 5\mu$ mの中間転写フィルムとを重ね、トナーを中間転写フィルムに転写する。
5. 補助電極パターンが転写された中間転写フィルムとプリプレグを重ね、プレスする。これによって、トナーがプリプレグに埋没・定着し、補助電極のパターンが形成された基板Bを得る。作製例のプレス圧は、30トンとした。

[0079] 中間転写フィルムの表面粗さが小さい場合、扁平状のトナーが寝てしまいプリプレグに突き刺さらない。扁平状トナーが突き刺さる表面粗さ R_a の範囲は、トナー粒子径 (長手方向寸法) の0.5~10倍が好ましい。

[0080] (4) 基板A、B合体

基板A (完全硬化体) と基板B (半硬化体) を積み重ね、基板Bの完全硬化によって基板Aと接着する。基板AのCu箔の厚み分によって、放電電極16aの先端16tと放電電極18aの先端18tとの間に空洞部13aが形成される。導電材料32aを含有し樹脂材料32bで被覆された補助電極粒32は、空洞部13a内に配置される。

[0081] なお、基板Bを完全硬化させた後、接着剤で基板Aと基板Bを重ね合わせ

、接着してもよい。

[0082] (5) 外部電極塗布

接着した基板の端面に焼き付け電極又は導電性樹脂電極を形成し、メッキ処理を施し外部電極とする。

[0083] 以上により、実施例2のESD保護デバイス10aが完成する。

[0084] 実施例2のESD保護デバイス10aは、樹脂32bで被覆された扁平状導電性粉末の導電材料32aの尖った部分32xが樹脂基板12bに食い込み、樹脂基板12bに埋設されるため、実施例1と同様に、導電材料32aは、放電時の衝撃で簡単に飛散することがない。

[0085] 次に、本発明の変形例1～4について、図5～8を参照しながら説明する。

[0086] <変形例1> 図5(a)の断面図及び図5(b)の要部拡大断面図に示す変形例1のESD保護デバイス10bは、放電電極16, 18間に分散した導電材料34が、金平糖状の形状である。導電材料34には、略球形の本体の外周面から多数の角状の尖った部分34xが突設されている。この尖った部分34xは、図5(b)に示すように、アンカー部として基板本体に食い込むことができる。

[0087] <変形例2> 図6(a)の断面図及び図(b)の要部拡大断面図に示す変形例2のESD保護デバイス10cは、放電電極16, 18間に分散した導電材料36の断面が多角形であり、表面に角36xが形成されている。図6(b)に示すように、この角36xの部分は、アンカー部として基板本体に食い込むことができる。

[0088] <変形例3> 図7の断面図に示す変形例3のESD保護デバイス10dは、大きさが異なる複数種類の導電材料34, 35が放電電極16, 18間に分散している。

[0089] <変形例4> 図8(a)の断面図及び図(b)の要部拡大断面図に示す変形例4のESD保護デバイス10eは、樹脂基板12a, 12bを用いて形成された空洞部13a内にシリコーン液40が充填されている。シリコーン

ン液 40 中には、扁平な導電材料 38 が分散している。導電材料 38 の尖った部分 38 x は、樹脂基板 12 b に食い込むことができる。

[0090] <まとめ> 以上に説明したように、放電電極間に分散する導電材料によって、ESD 特性の調整や安定化が容易である。導電材料がアンカー一部を有し、このアンカー一部が基板本体に食い込むように構成すると、導電材料は、放電の衝撃で簡単には基板本体から離脱しないため、繰り返し放電による放電特性の劣化を防止することができる。

[0091] なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変更を加えて実施することが可能である。

符号の説明

[0092] 10, 10 a, 10 b, 10 c, 10 e, 10 x ESD 保護デバイス
12 基板本体（絶縁性基板）
12 a, 12 b 樹脂基板（絶縁性基板）
13, 13 a 空洞部
13 p, 13 q 天面
13 s 底面
16, 16 a 放電電極
18, 18 a 放電電極
20 導電材料
22, 24 外部電極
30, 32 a 導電材料

請求の範囲

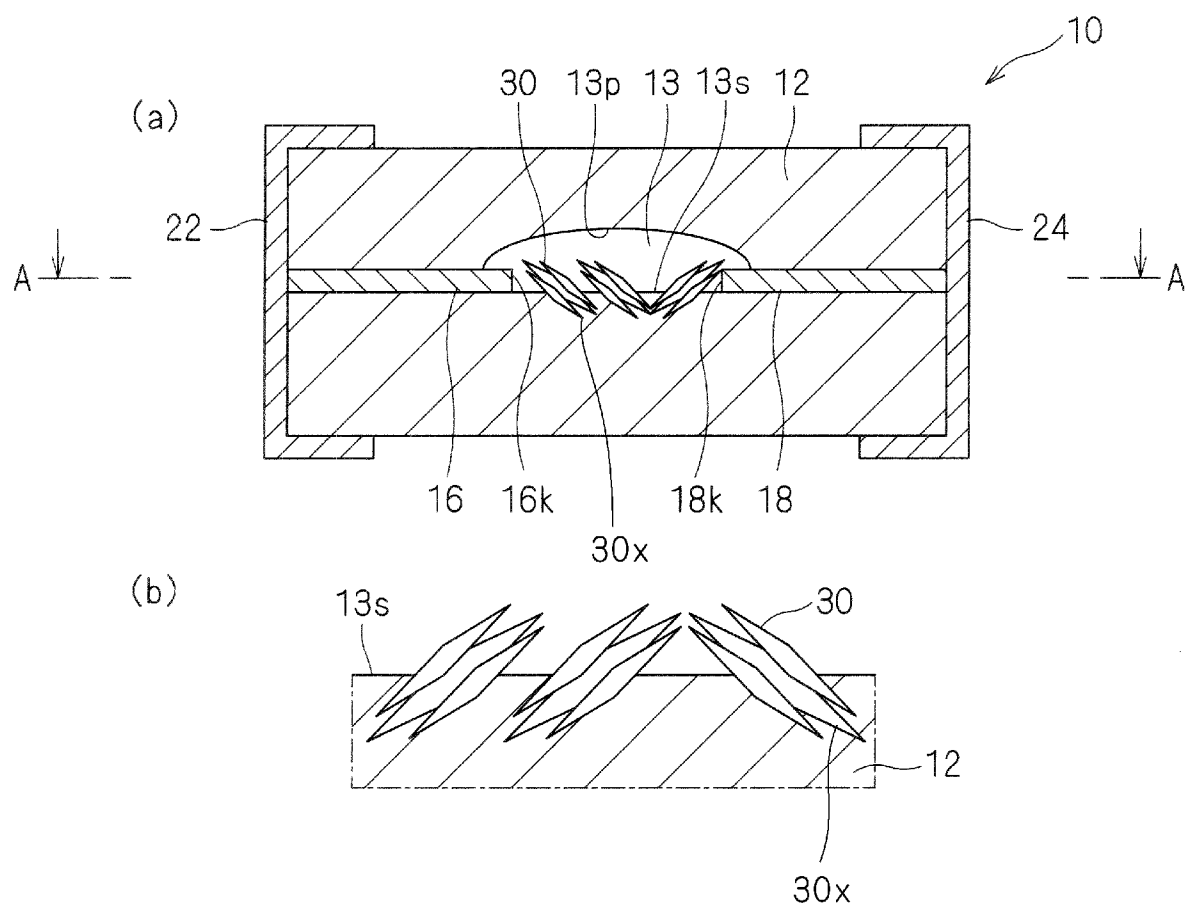
[請求項1]

絶縁性基板と、
前記絶縁性基板の内部に形成された空洞部と、
前記空洞部内に露出し対向する露出部分を有する、少なくとも一対の放電電極と、
前記絶縁性基板の表面に形成され、前記放電電極と接続された外部電極と、
を有するESD保護デバイスであって、
前記放電電極の前記露出部分の間の前記空洞部を形成する内周面の少なくとも一部に沿って分散し、前記絶縁性基板に食い込むアンカー部を有する導電材料を備えていることを特徴とするESD保護デバイス。

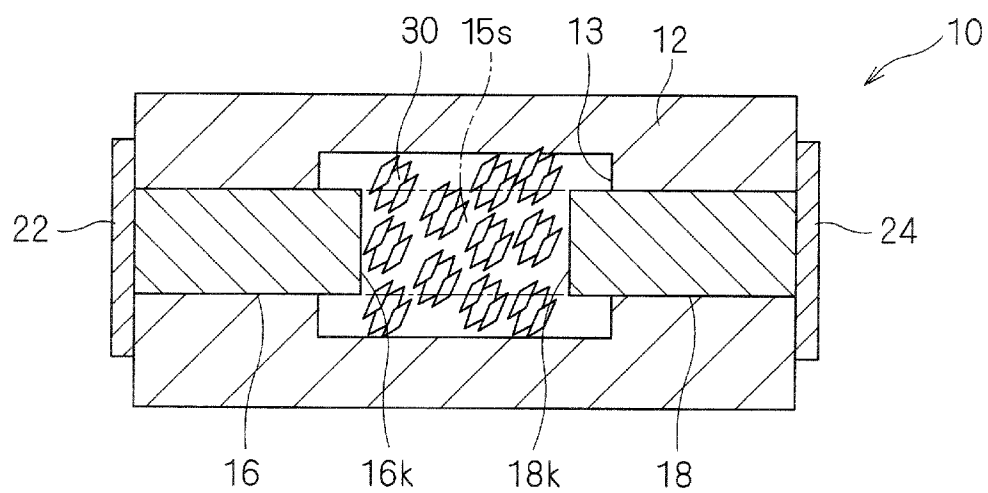
[請求項2]

前記導電材料は、絶縁性材料により被覆されていることを特徴とする、請求項1に記載のESD保護デバイス。

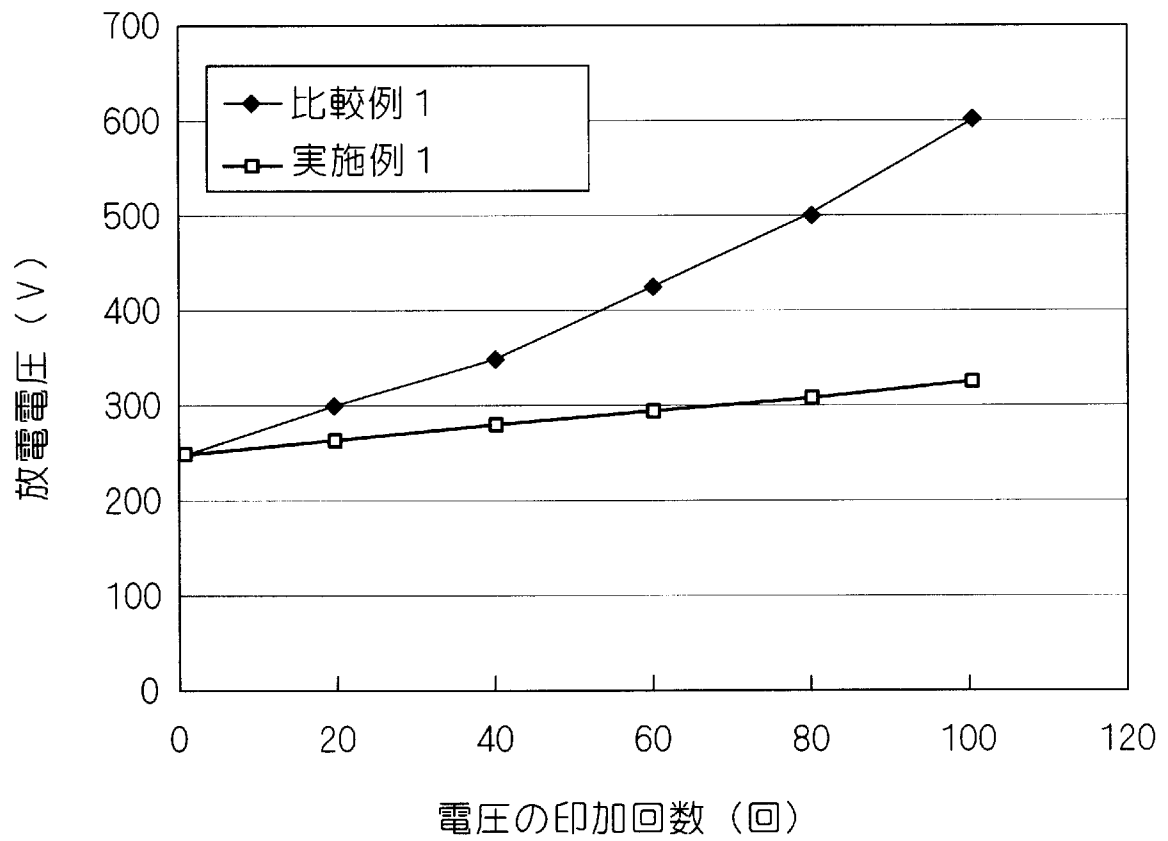
[図1]



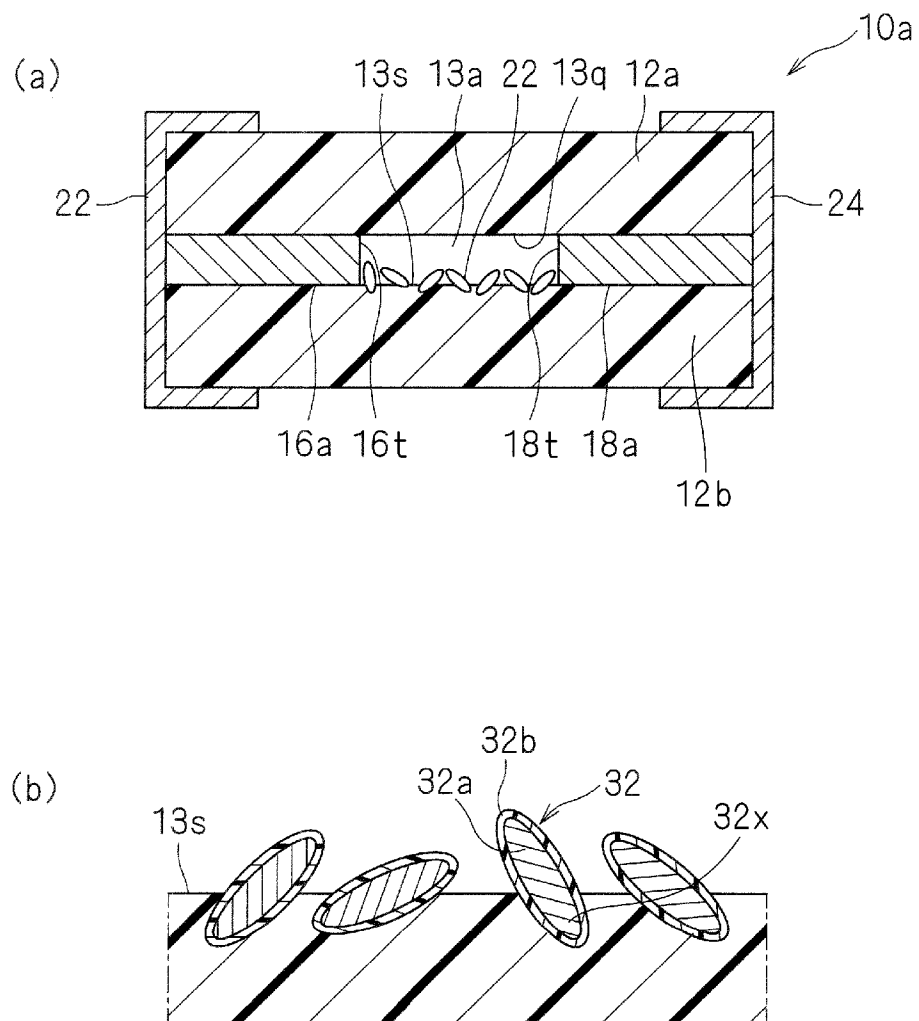
[図2]



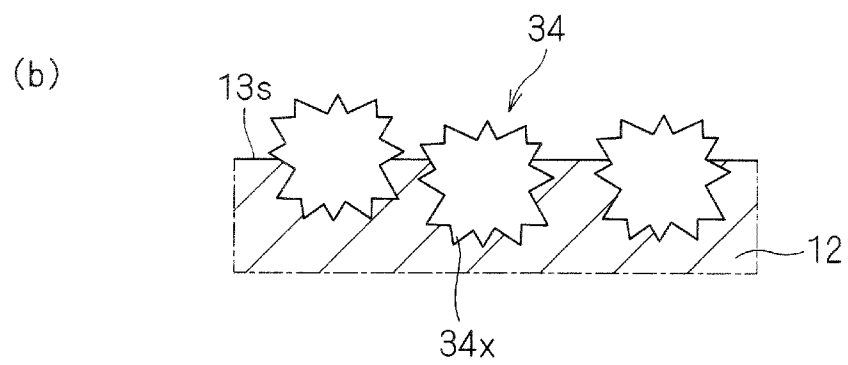
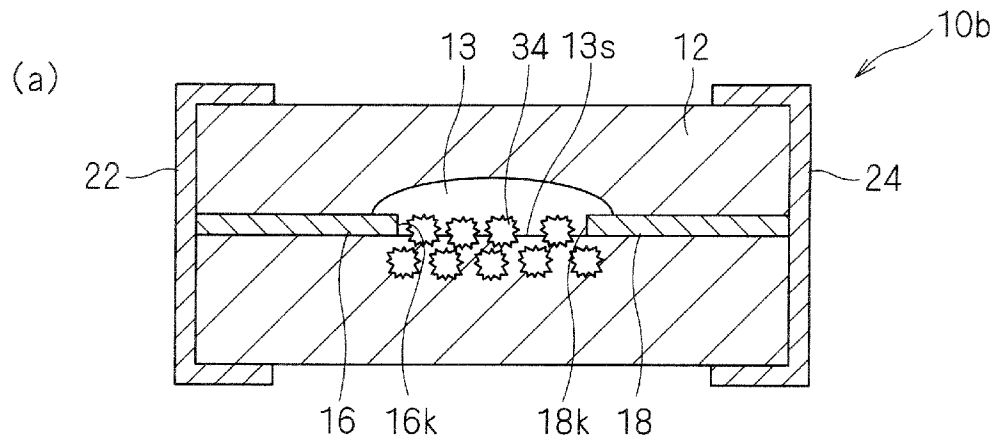
[図3]



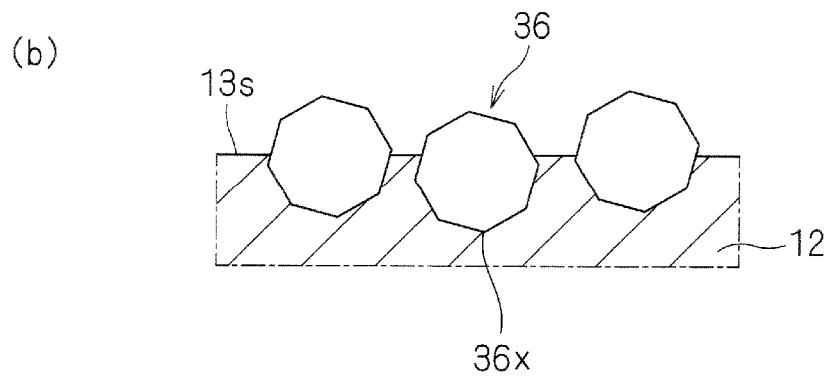
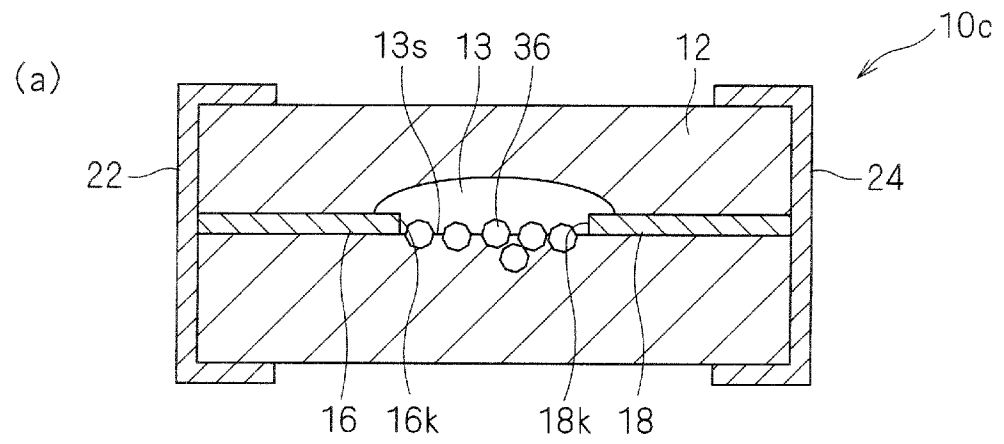
[図4]



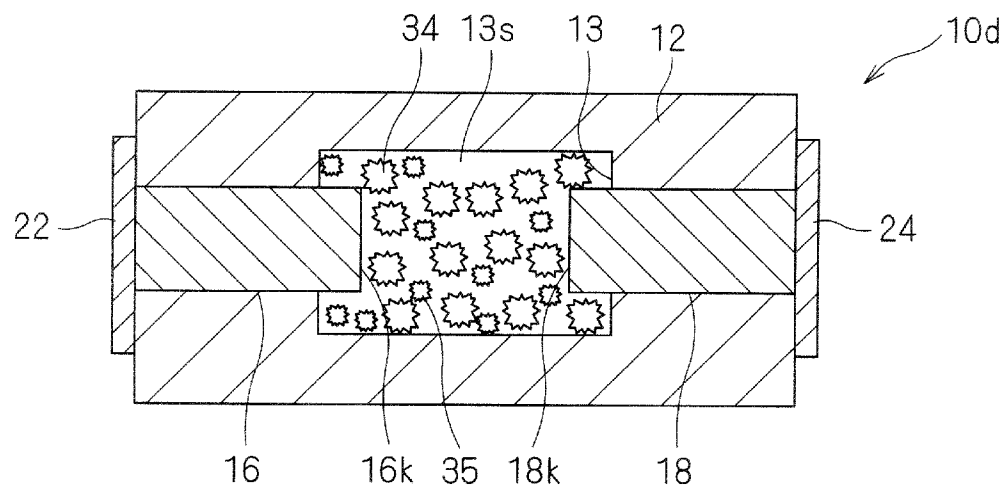
[図5]



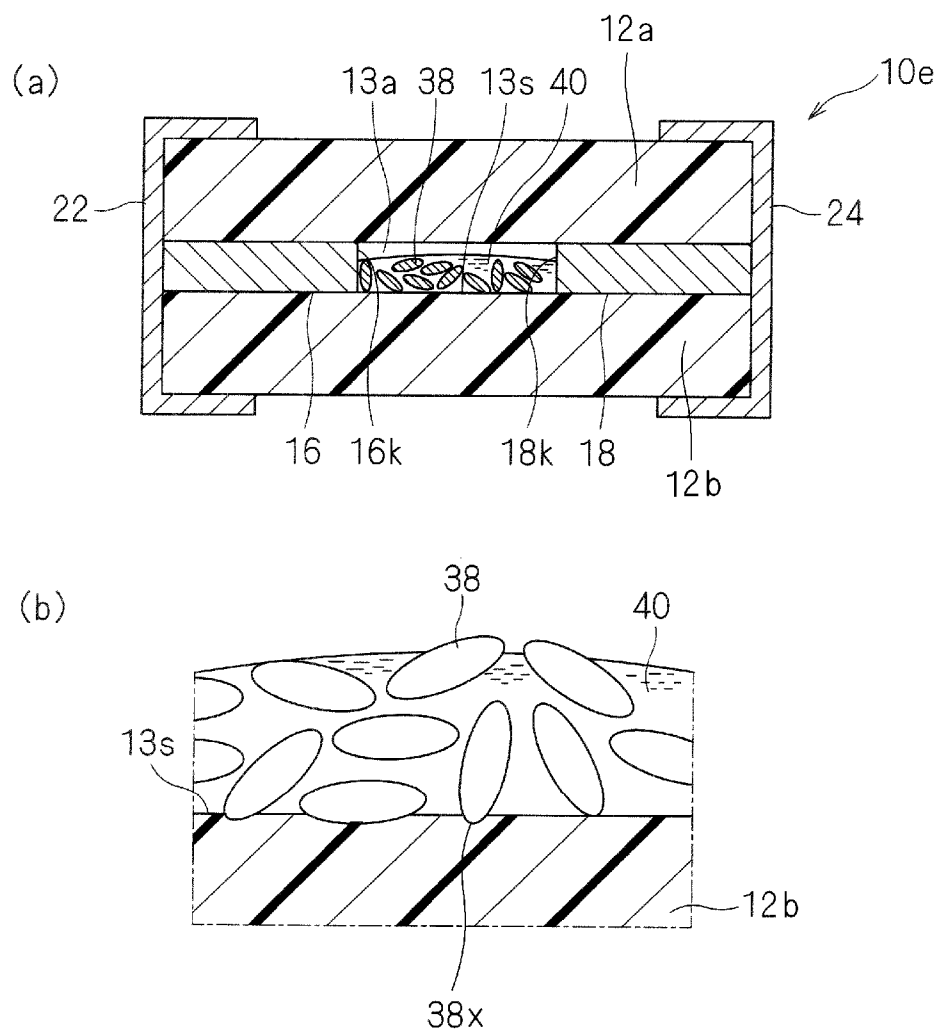
[図6]



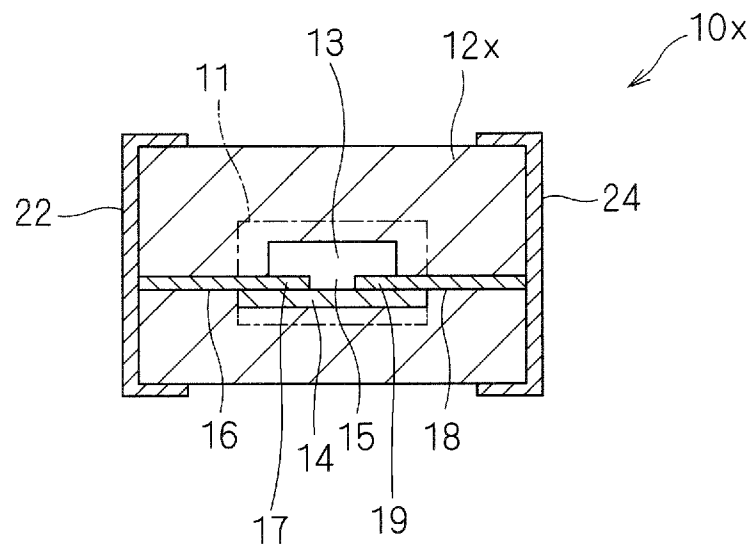
[図7]



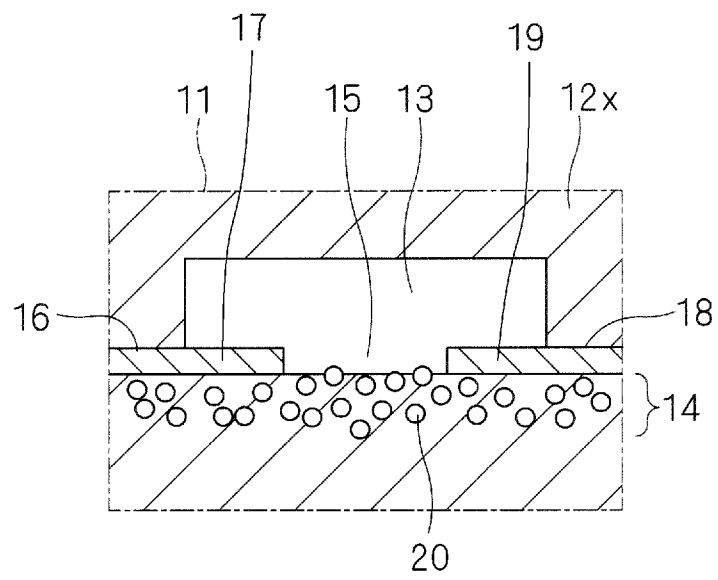
[図8]



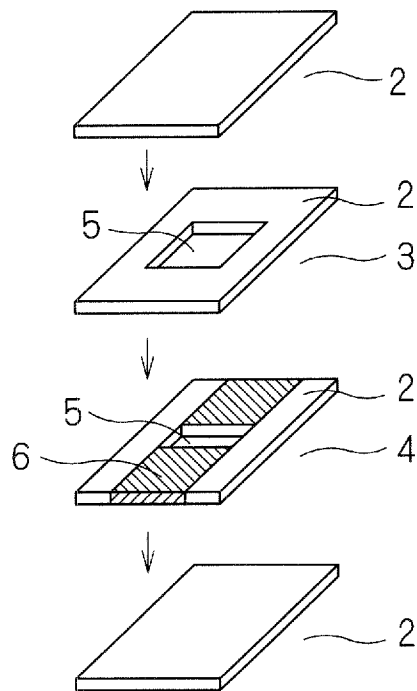
[図9]



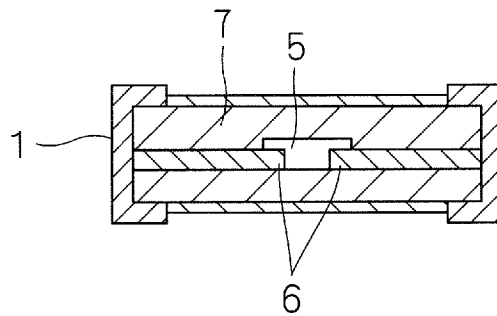
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01T4/12(2006.01) i, H01T4/10(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)

H01T4/12, H01T4/10

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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 A	JP 2000-277229 A (Tokin Corp.), 06 October 2000 (06.10.2000), paragraphs [0001] to [0010]; fig. 1 (Family: none)	1 2
Y A	JP 2005-276666 A (Mitsubishi Materials Corp.), 06 October 2005 (06.10.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1 2
Y A	JP 8-17550 A (Okaya Electric Industries Co., Ltd.), 19 January 1996 (19.01.1996), paragraphs [0023], [0028]; fig. 3 & US 5694284 A & DE 19523338 A & CN 1118944 A	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

"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
04 January, 2010 (04.01.10)Date of mailing of the international search report
12 January, 2010 (12.01.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005563

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-138828 A (Okaya Electric Industries Co., Ltd.), 31 May 1996 (31.05.1996), paragraphs [0005], [0007], [0019]; fig. 2, 4 & US 5694284 A & DE 19523338 A & DE 19523338 A1 & CN 1118944 A	1 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01T4/12(2006.01)i, H01T4/10(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. H01T4/12, H01T4/10

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y A	JP 2000-277229 A（株式会社トーキン）2000.10.06, 【0001】 －【0010】、【図1】（ファミリーなし）	1 2
Y A	JP 2005-276666 A（三菱マテリアル株式会社）2005.10.06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 2
Y A	JP 8-17550 A（岡谷電機産業株式会社）1996.01.19, 【0023】, 【0028】、【図3】 & US 5694284 A & DE 19523338 A & CN 1118944 A	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

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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

「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

0 4 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 1 . 2 0 1 0

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100-8915

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）

高橋 学

3 X

9 1 4 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 2

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
Y A	JP 8-138828 A (岡谷電機産業株式会社) 1996.05.31, 【0005】, 【0007】, 【0019】, 【図2】, 【図4】 & US 5694284 A & DE 19523338 A & DE 19523338 A1 & CN 1118944 A	1 2