

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5477473号
(P5477473)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014.2.21)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 T	4/10	(2006.01)	HO 1 T	4/10	L
HO 1 T	4/12	(2006.01)	HO 1 T	4/10	F
HO 1 T	1/20	(2006.01)	HO 1 T	4/12	F
			HO 1 T	1/20	F

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-533015 (P2012-533015)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成23年9月8日(2011.9.8)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/070428		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02012/033148	(74) 代理人	110000970
(87) 国際公開日	平成24年3月15日(2012.3.15)		特許業務法人 楓国際特許事務所
審査請求日	平成25年2月18日(2013.2.18)	(72) 発明者	山田 浩輔
(31) 優先権主張番号	特願2010-202722 (P2010-202722)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成22年9月10日(2010.9.10)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	野間 隆嗣
			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
		(72) 発明者	足立 淳
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ESD保護構造およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁部と、
前記絶縁部の表面に、互いの間隔を隔てて設けられる放電電極対と、
前記放電電極対の間に配置されている絶縁材料コート金属粒子および/または半導体粒子からなる放電補助電極と、
前記放電補助電極の周囲に、前記放電補助電極を埋設するように形成されたガラス様物質と、
を備え、
前記ガラス様物質に、部分的に前記ガラス様物質が除去されて前記放電補助電極が露出するように、放電痕を形成したことを特徴とするESD保護構造。

10

【請求項2】

前記絶縁部の表面に隣接して設けられた空洞部をさらに備えている請求項1に記載のESD保護構造。

【請求項3】

前記絶縁材料コート金属粒子がアルミナコートされたCu粒子であり、前記半導体粒子が酸化被膜の形成されたSiC粒子である請求項1または2に記載のESD保護構造。

【請求項4】

前記ガラス様物質に、一部の放電補助電極が欠落してなる放電痕が形成されている、請求項1～3のいずれかに記載のESD保護構造。

20

【請求項 5】

前記ガラス様物質に、亀裂が生じてなる放電痕が形成されている、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の E S D 保護構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回路素子等を静電気から保護する E S D 保護構造およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に各種電気機器は、サージ等の静電気放電に対して脆弱なことがあり、その場合、静電気放電から回路素子を保護するために E S D (Electro-Static-Discharge) 保護構造が採用されることがある。E S D 保護構造は、回路素子を静電気から保護するために、放電現象を利用して信号ラインからグラウンドラインに過大な電圧を導く構造である。

【0003】

現在、E S D 保護構造を持つデバイスとして、ガラスセラミック基板の内部に空洞部を設け、空洞部にそれぞれ信号ラインとグラウンドとに接続される放電電極対を対向して設けて、放電電極対の間に粒子状の放電補助電極を分散配置するデバイスの開発が進められている(例えば特許文献 1 参照)。このデバイス構造では、信号ラインに過大な電圧が印加された場合に、放電電極対の間で放電補助電極を介した放電が起こり、静電気がグラウンドに導かれることになる。

【0004】

ここで、このデバイス構成での放電現象の発生機序を、図 1 を参照して説明する。図 1 は E S D 保護構造を備える E S D 保護デバイスの構成例を示す図である。

図 1 (A) に示す E S D 保護デバイス 100A は、空洞部 101 内に一部領域が露出する絶縁基板 102 と、空洞部 101 内に露出する先端部が互いに対向するように絶縁基板 102 に積層配置される放電電極 103A, 103B と、放電電極 103A, 103B 間に分散して配置される複数の放電補助電極 104 とを備える。放電補助電極 104 は絶縁材料コート金属粒子からなる。また、図 1 (B) に示す E S D 保護デバイス 100B は、空洞部 101 が角状ではなく半球状に形成された例である。

【0005】

放電電極 103A, 103B 間に高電圧が印加されると、一方の電極 103A から電子が放出される。その電子は、高電界中での原子との衝突によって二次電子なだれ現象を引き起こし、これにより、原子から多数の電子が放出されて放電電極 103A, 103B 間での放電が起こる。この放電は、空洞部 101 と絶縁基板 102 との間の沿面にて沿面放電として発生する。放電電極 103A, 103B 間には、絶縁材料コート金属粒子からなる放電補助電極 104 が分散配置されており、より多くの沿面が形成されるので E S D 放電応答性は安定したものになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】国際公開第 2010/061550 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

放電補助電極は配置間隔のばらつきを抑えることができず、E S D 放電応答性は完全には安定化できず製品毎のばらつきが生じる。具体的には、隣接する放電補助電極の粒子間隔が狭い箇所や粒子同士が接触した箇所では低電圧で放電が発生し易くなり、これが E S D 放電応答性において放電開始電圧を引き下げる要因となる。

【0008】

10

20

30

40

50

また E S D 放電応答性のばらつきは、製造時に放電補助電極の周囲がガラス様物質で覆われることによって生じる。具体的には、空洞部周辺の各種構成材料が製造時（焼成時等）の酸化反応によって絶縁性のガラス様物質に変質し、このガラス様物質によって覆われることで放電補助電極を介した放電が妨げられる。このことが前述の配置間隔のばらつきとは逆に、E S D 放電応答性において放電開始電圧を引き上げる要因となる。

【0009】

さらには、上述した各要因により、E S D 放電応答性には製品ばらつきだけでなく、繰り返し放電による変動も発生する。具体的には、放電現象が集中する箇所では放電により気化等の反応が生じることで微細構造の変化が生じ、これが E S D 放電応答性の繰り返し放電による変動を引き起こす。

【0010】

そこで本発明の目的は、E S D 放電応答性についての製品毎のばらつきや、繰り返し放電による E S D 放電応答性の変動を抑制できる構成の E S D 保護構造、および、E S D 保護構造の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

絶縁部と、前記絶縁部の表面に、互いの間隔を隔てて設けられる放電電極対と、放電電極対の間に分散されている放電補助電極とを備える E S D 保護構造の製造方法において、前記絶縁部に対して前記放電電極対となる電極層と、前記放電補助電極となる絶縁材料コート金属粒子および/または半導体粒子と、を設け、焼成により前記 E S D 保護構造を形成する焼成工程と、前記焼成工程の後に、前記放電電極対の間に放電電圧を超える電圧を印加する試行放電工程と、を実施してもよい。

【0012】

このようにすれば、焼成工程では絶縁材料コート金属粒子だけでなく半導体粒子によっても放電経路が形成される。これにより、絶縁材料コート金属粒子だけで放電経路を形成する場合よりも、E S D 放電応答性が安定化する。また、焼成工程では、放電補助電極の周辺の各種構成材料に起因して放電補助電極の周囲を覆うガラス様物質が形成される。そして、試行放電工程では、放電補助電極を覆うガラス様物質が部分的に除去されて放電補助電極が露出し、これによりガラス様物質によって放電経路の形成が阻害されていた状態が解消される。すると、沿面放電の実質的な経路長が短縮されて放電開始電圧が低減される。放電補助電極が全体的にガラス様物質で覆われていれば放電開始電圧が増大傾向のばらつきを持つが、ガラス様物質を除去して放電経路の経路長を短縮することで、放電開始電圧の増大傾向のばらつきを抑制することができる。また試行放電工程では、一部の放電補助電極の粒子欠落やガラス様物質における亀裂の成長が起こる。これらの現象が、放電補助電極の粒子間隔が狭い箇所や粒子同士が接触していた箇所では発生することにより、沿面放電の実質的な経路長を伸長して放電開始電圧を増加させられる。これにより、放電補助電極の粒子間隔が狭い状態や粒子同士が接触している状態で放電開始電圧が持つ減少傾向のばらつきを抑制することができる。また試行放電工程では、放電補助電極の構成材料から半導体化合物の付着物が生成されることがあり、これが、放電経路の一部を構成することで放電経路の経路長が短縮される。このことによっても放電開始電圧の増大傾向のばらつきを抑制することができる。

これらのことから、E S D 保護構造を持つデバイスにおいて製品毎の E S D 放電応答性のばらつきを低減することができ、繰り返し放電を行うことで次第に放電経路が固定されていくため、一度でも試行放電を行っておけば、その後の放電時の E S D 放電応答性の変動を低減することができる。

【0013】

また、前記 E S D 保護構造が前記絶縁部の表面に隣接して設けられた空洞部をさらに備えており、前記焼成工程の前に、前記絶縁部に対して前記空洞部となる犠牲層を設ける工程をさらに含んでもよい。これにより、空洞部を備えない場合に比べて放電特性をより安定化することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

また、前記試行放電工程を複数回実施してもよい。これにより、より確実に放電開始電圧の変動を低減することができる。

【 0 0 1 5 】

また、前記絶縁材料コート金属粒子がアルミナコートされたCu粒子であり、前記半導体粒子が酸化被膜の形成されたSiC粒子であってもよい。これにより、放電電極対の間にアルミナコートされたCu粒子と酸化被膜の形成されたSiC粒子とによる放電経路が形成されるとともに、半導体化合物が生成され、ESD放電応答性が安定化および均一化する。

【 0 0 1 6 】

この発明のESD保護構造は、絶縁部と、前記絶縁部の表面に、互いの間隔を隔てて設けられる放電電極対と、放電電極対の間に配置されている絶縁材料コート金属粒子および/または半導体粒子からなる放電補助電極と、前記放電補助電極の周囲に、前記放電補助電極を埋設するように形成されたガラス様物質と、を備え、前記ガラス様物質に、部分的に前記ガラス様物質が除去されて前記放電補助電極が露出するように、放電痕を形成したことを特徴とする。

ESD保護構造の製造工程で試行放電工程を実施すると、部分的にガラス様物質が除去されて放電補助電極が露出する放電痕が形成されることがある。これにより、ガラス様物質の表面における、沿面放電の実質的な経路長を短縮して放電開始電圧の増大傾向のばらつきを抑制することができる。

なお、ガラス様物質に、一部の放電補助電極が欠落してなる放電痕が形成されていてもよい。ESD保護構造の製造工程で試行放電工程を実施すると、ガラス様物質に埋設された放電補助電極の一部が欠落して放電痕が形成されることがある。これにより、放電補助電極の粒子間隔を確保することができ、沿面放電の実質的な経路長を伸長して放電開始電圧の低減傾向のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 1 7 】

また、ガラス様物質に亀裂が生じてなる放電痕が形成されていてもよい。ESD保護構造の製造工程で試行放電工程を実施すると、ガラス様物質に亀裂が生じてなる放電痕が形成されることがある。これにより、ガラス様物質の表面における、沿面放電の実質的な経路長を伸長して放電開始電圧の低減傾向のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記ESD保護デバイスは前記絶縁部の表面に隣接して設けられた空洞部をさらに備えると好適である。

【 0 0 2 1 】

また、この発明のESD保護構造は、前記絶縁材料コート金属粒子がアルミナコートされたCu粒子であり、前記半導体粒子が酸化被膜の形成されたSiC粒子であると好適である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

この発明によれば、絶縁材料コート金属粒子だけでなく半導体粒子を含む放電補助電極によって放電経路を形成することにより、絶縁材料コート金属粒子だけで放電経路を形成する場合よりもESD放電応答性を安定化できる。また、試行放電による高電圧の印加により、放電補助電極の周囲を覆って形成されるガラス様物質に、部分的にあるいは全体的に埋設される放電補助電極の粒子欠落や、ガラス様物質における亀裂の成長、ガラス様物質の部分的な除去、半導体付着物の生成等が起こり、これにより放電補助電極の実質的な粒子間隔を均一化することが可能になり、このことによっても放電開始電圧を安定化させて、ESD保護構造を持つデバイスにおける製品毎のESD放電応答性のばらつきを低減でき、また、繰り返し放電時のESD放電応答性の変動を低減できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【図1】従来のESD保護デバイスの構成例を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係るESD保護デバイスの構成例を説明する断面図である。

【図3】第1の実施形態に係るESD保護デバイスの製造方法を示すチャートである。

【図4】図2に示すESD保護デバイスの試行放電による微細構造の変化を説明する断面図である。

【図5】図3に示す製造方法で製造されるESD保護デバイスの製品毎のESD放電応答性のばらつきを説明する図である。

【図6】第2の実施形態に係るESD保護デバイスの構成例を説明する断面図である。

【図7】スイッチとコンデンサとで構成される充放電回路の構成例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0024】

以下、本発明の第1の実施形態に係るESD保護構造およびその製造方法を図2～5を参照して説明する。なお、以下の説明では、説明の簡易化のためにESD保護機能のみをもったデバイスであるESD保護デバイスを基に本発明を説明するが、本発明は、その他のデバイス、例えばIC等を備える積層デバイスに対してESD保護構造を設けた構成も対象に含むものである。

【0025】

図2(A)は、本実施形態に係るESD保護デバイスの構成例を説明する図であり、図2(B)は同デバイスにおける要部(ESD保護構造)の拡大図である。

図2(A)に示すように、ESD保護デバイス1は、アルミナ積層基板2、空洞部3、放電電極対4、外部電極対5、放電補助電極6A、6B、および、ガラス様物質7を備える。

20

【0026】

アルミナ積層基板2は、請求項に記載の絶縁部であり、アルミナ基板の積層体である。空洞部3は、アルミナ積層基板2の内部に形成されている。放電電極対4は放電電極4Aと放電電極4Bとからなり、放電電極4Aの先端部と放電電極4Bの先端部とが、それぞれ空洞部3内部に露出するとともに互いが間隔を隔てて対向するように、アルミナ積層基板2における内部界面に設けている。外部電極対5は、それぞれ放電電極対4の一方に導通させて、アルミナ積層基板2の外面に設けている。放電補助電極6A、6Bは、アルミナ積層基板2における空洞部3近傍に設けている。ガラス様物質7は、放電補助電極6A、6Bを囲むように、空洞部3内部に形成されている。

30

【0027】

図2(B)に詳細を示すESD保護構造では、放電補助電極6Aは放電補助電極6Bよりも粒径が大きく、空洞部3とアルミナ積層基板2との界面、および界面近傍のアルミナ積層基板2内部に不均一な間隔で分散配置している。なお、放電補助電極6A、6Bは空洞部3内部に充填される構造であっても良い。また、放電補助電極6A、6Bの粒径に関しては上記した例に限らず、それぞれの粒径が同じであっても良く、放電補助電極6Aの粒径が放電補助電極6Bの粒径よりも小さくても良い。

放電補助電極6Aは、粒子状の金属材料6A1と、金属材料6A1の表面に設けられる絶縁性被膜6A2とを備える。また、放電補助電極6Bは、粒子状の半導体材料6B1と、半導体材料6B1の表面に設けられる絶縁性被膜6B2とを備える。ここでは、金属材料6A1をCu粒子とし、半導体材料6B1をSiC粒子とする。また、絶縁性被膜6A2をアルミナ被膜とし、絶縁性被膜6B2を半導体材料6B1が酸化されてなるSiO₂被膜とする。

40

【0028】

また、このESD保護構造において、空洞部3の内部にはガラス様物質7が、放電補助電極6A、6Bを囲むように形成されている。ガラス様物質7は作為的に形成したものではなく、空洞部3を形成するために用いる犠牲層の周辺部材由来の構成材料などの酸化等の反応によって不作為に形成されるものである。

【0029】

50

このESD保護デバイス1において、放電開始電圧は放電補助電極6A, 6Bの配置間隔や、ガラス様物質7の厚み等に依拠し、放電補助電極6A, 6Bの配置間隔やガラス様物質7の厚みが不均一であるために、本質的に、放電開始電圧には製品毎のばらつきと繰り返し放電に伴う変動とが存在する。そこで本発明では、ESD保護デバイス1の製造時に、後述する試行放電工程を実施し、これにより、製品出荷前にESD保護構造で沿面放電を発生させ、ESD保護構造の微細構造を変化させて放電開始電圧の安定化と均一化とを進展させている。

【0030】

図3は、本実施形態のESD保護デバイス1の製造方法の一例について説明するフローチャートである。

10

【0031】

まず、基材となるセラミックグリーンシートを用意し、その上面に、放電補助電極6A, 6Bとバインダーとを含有させたペーストを印刷する(S1)。また、この工程では、ペーストとセラミックグリーンシートとの間に圧力を加え、放電補助電極6A, 6Bを部分的にセラミックグリーンシートに埋め込むようにする。

【0032】

次に、放電補助電極6A, 6Bを印刷したセラミックグリーンシートの上面に、放電電極対4となる電極層を形成する(S2)。この工程は電極ペーストの印刷により実施する。

【0033】

20

次に、上記したセラミックグリーンシートおける、後に空洞部3となる位置に犠牲層を形成する(S3)。この犠牲層は、後のセラミックグリーンシートの焼成工程で焼失する有機物材料等で形成すると好適である。

【0034】

次に、放電電極対4となる電極層および犠牲層を形成したセラミックグリーンシートの上面に、電極層および犠牲層を覆うセラミックグリーンシートを積層する(S4)。

【0035】

次に、セラミックグリーンシートの積層体を加圧して仮圧着させる(S5)。

【0036】

次に、セラミックグリーンシートの積層体を分割して、複数のESD保護デバイスの素体を形成する(S6)。

30

【0037】

そしてセラミックグリーンシートの積層体を加熱し、焼成によって上述したESD保護デバイス1の基本構成を形成する焼成工程を実施する(S7)。この際、上述の犠牲層は焼失して空洞部3が形成される。また、犠牲層の周辺の各種構成材料が酸化する等の反応によって空洞部3の内部に絶縁性のガラス様物質7が形成される。

【0038】

次に、ESD保護デバイス1の外面に、外部電極対5となる電極ペーストを形成する(S8)。

【0039】

40

その後、ESD保護デバイス1における外部電極対5の一方をグランドに接続するとともに、外部電極対5の他方を、スイッチとコンデンサとで構成する充放電回路や、ESDガンに接続し、外部電極対5にESDパルスを印加する試行放電工程を実施する(S9)。上記したESDパルスの電圧値は、沿面放電を発生させるために必要な放電電圧よりも十分に大きな電圧値とする。これにより、放電電極対4の間に、放電補助電極6A, 6Bを介した沿面放電を発生させる。この試行放電工程は少なくとも二回以上実施すると好適である。

【0040】

これにより、このESD保護デバイス1において、ESD保護構造で沿面放電が複数回発生し、これによりESD保護構造における微細構造の変化が生じ、ESD放電応答性の

50

製品毎のばらつきや、繰り返し放電に対するESD放電応答性の変動が小さくなる。

【0041】

図7は、スイッチとコンデンサとで構成する充放電回路の構成例を説明する図である。充放電回路11(放電特性テスト装置とも呼ぶ。)は、充電電圧源12と、コンデンサC1と、充放電スイッチ13と、抵抗回路14と、デバイス接続部15と、オシロスコープ16とを備える。充放電スイッチ13はコンデンサC1への充電電圧の印加とコンデンサC1からの放電パルスの出力とを切り替えることにより、コンデンサC1に充電された電荷を、抵抗回路14とESD保護デバイス1へ印加して放電させる。抵抗回路14はコンデンサC1とともに、放電パルスの最大パルス幅を定める。デバイス接続部15に接続されるESD保護デバイス1において放電が生じると、放電パルスのパルス幅は小さくなる。そのため、オシロスコープ16は、ESD保護デバイス1の両端電圧Vを測定し、ESD保護デバイス1の放電の有無で放電波形が異なることを用いて、ESD保護デバイス1の良否を判定する。

10

【0042】

上記のコンデンサC1と、充放電スイッチ13と、抵抗回路14とを用いた放電特性テスト装置11により放電特性の選別を行うことで、従来から放電特性の選別に用いられているESDガンよりも装置単価を抑えることができる。また、1回のテスト当たりによする充電時間をESDガンよりも抑えることができる。ESDガンを用いて多数の製品(全製品)を対象とする製品検査を実施するには、多数のESDガン(放電特性テスト装置)を要していたが、ESDガンに替えて上記構成の放電特性テスト装置11を用いることにより、設備コスト面での負担を大幅に抑えることができる。

20

【0043】

なお、放電特性テスト装置は上記の構成に限定されず、コンデンサにチャージされた電荷をESD保護デバイスへ印加し、放電させたときのコンデンサ両端電圧を測定し、放電特性が正常な場合と不良な場合とで、コンデンサ両端電圧の波形が異なることを用いて選別する機能を有しておればよい。例えば、放電パルスのパルス幅と閾時間との比較に応じて出力が変化する比較信号を、ESD保護デバイスの良否判定信号として出力する放電判定部を備えた放電特性テスト装置であってもよい。

【0044】

図4(A)は、沿面放電の発生によって生じる、ESD保護構造での微細構造の変化の一例を説明する図である。

30

【0045】

図示するESD保護構造は、沿面放電の発生により、ガラス様物質7と電子との衝突が集中して起こる部分でガラス様物質7が除去され、ガラス様物質7により覆われていた放電補助電極6Aが露出する放電痕7Aが形成された例である。このような微細構造の変化は、放電痕7Aの周囲に黒変等の痕跡が存在するため、試行放電工程の後から確認することが可能である。このように放電痕7Aから放電補助電極6Aが露出するようになると、該当箇所ではガラス様物質7により放電経路の形成が阻害されていた状態を解消でき、放電開始電圧の増大傾向のばらつきを抑制することができる。

【0046】

40

図4(B)は、沿面放電の発生によって生じる、ESD保護構造での微細構造の変化の一例を説明する図である。

【0047】

図示するESD保護構造は、沿面放電の発生により、放電補助電極6Aと電子との衝突が集中して起こる部分で放電補助電極6Aの一部が除去され、ガラス様物質7において放電補助電極6Aが除去された放電痕7Bが形成された例である。このような微細構造の変化は、放電補助電極6A同士が近接して電子と原子との衝突が集中する箇所や、放電補助電極6A同士が接触して電子と原子との衝突が集中する箇所が発生しやすい。そして、この微細構造の変化は、放電痕7Bに放電補助電極6Aもガラス様物質も存在せず、周囲に黒変等の痕跡が存在するため、試行放電工程の後から確認することが可能である。このよ

50

うに放電痕 7 B が生じて放電補助電極 6 A が除去されると、放電補助電極 6 A 同士が近接する状態や、放電補助電極 6 A 同士が接触する状態を解消でき、放電開始電圧の低下傾向のばらつきを抑制することができる。なお、放電補助電極（アルミナコート Cu 粉、SiC 粉）のうち SiC 粉は一部分解されガラス化する。そのため、SiC 粉はガラス様物質に強固に密着した状態になっており、密着力のより低いアルミナコート Cu 粉の方が除去されやすい。

【0048】

図 4 (C) は、沿面放電の発生によって生じる、ESD 保護構造での微細構造の変化の一例を説明する図である。

【0049】

図示する ESD 保護構造は、沿面放電の発生により、ガラス様物質 7 と電子との衝突が集中して起こる部分や、熱衝撃に弱い部分において亀裂が発生し、放電痕 7 C が形成された例である。このような微細構造の変化は、放電痕 7 C の周囲に黒変等の痕跡が存在したり、亀裂として視認できるため、試行放電工程の後から確認することが可能である。このように亀裂による放電痕 7 C が生じることで、沿面放電の実質的な経路長が伸長することになり、放電開始電圧の低減傾向のばらつきを抑制することができる。

【0050】

図 4 (D) は、沿面放電の発生によって生じる、ESD 保護構造での微細構造の変化の一例を説明する図である。

【0051】

図示する ESD 保護構造は、沿面放電の発生により、放電補助電極 6 A、6 B の構成材料が変質して、半導体からなる付着物質 7 D がガラス様物質 7 の表面に形成された例である。第 1 の実施形態では放電補助電極 6 A の金属材料 6 A 1 が Cu 粒子であることから、半導体の付着物質 7 D として Cu_2O が生成される。このような微細構造の変化によっても、ガラス様物質 7 により放電経路の形成が阻害されていた状態を解消でき、放電開始電圧の増大傾向のばらつきを抑制することができる。

【0052】

以上の各微細構造の変化は、各々単独にも起こりえるし、複合しても起こりえる。また、1 度の試行放電工程の実施によっては、主にガラス様物質 7 の除去による放電痕 7 A の形成しか起こらず、最初の試行放電工程の実施によってガラス様物質 7 から露出した放電補助電極 6 A、6 B が、2 回目以降の試行放電工程の実施によって反応して、放電痕 7 B や放電痕 7 C、付着物質 7 D の形成が起こる場合もある。そのため、複数回の試行放電工程の実施により、より確実に ESD 放電応答性の製品ばらつきと繰り返し放電に対する変動とを小さくすることができる。

【0053】

次に、本実施形態に係る ESD 保護デバイス 1 の、試行放電工程の実施回数と放電開始電圧のばらつきとの関係を実験により確認した一例について説明する。

【0054】

図 5 は、試行放電工程の実施回数と放電開始電圧の電圧値およびばらつきとの関係を示すグラフである。試行放電工程の実施回数がゼロの場合、即ち、試行放電工程を実施しない場合、放電開始電圧の電圧値は最も大きく、そのばらつき幅も大きいものであった。

【0055】

それに対して、試行放電工程を 1 回以上実施した場合、放電開始電圧の電圧値は大幅に低下したものになった。このことは 1 回の試行放電工程の実施により、ガラス様物質 7 の部分除去が進展したものと考えられる。そして試行放電工程を 2 回以上実施した場合、放電開始電圧の電圧値自体に大幅な変化はみられなかったが、試行放電工程の実施回数が増加するにつれて放電開始電圧のばらつきは小さくなった。

【0056】

このように実験からも、本発明の効果、即ち試行放電工程の実施によるガラス様物質 7 の部分除去や、ガラス様物質 7 の亀裂生成、放電補助電極の一部除去、付着物質の生成に

10

20

30

40

50

基づく、ESD放電応答性の製品ばらつきと繰り返し放電による変動との抑制を確認することができた。

【0057】

次に、ESD保護デバイスの第2の実施形態について説明する。図6は第2の実施形態に係るESD保護デバイス1Aの構成例を示す断面図である。このESD保護デバイス1Aは、前述のESD保護デバイス1と形状が相違する空洞部3Aを備え、その他の構成はESD保護デバイス1と同様である。空洞部3Aは概略半球状の形状になっており、このような空洞部3Aは、焼成工程においてセラミックグリーンシートが変形し、これにより犠牲層とセラミックグリーンシートの成す角部が鈍ることなどによって形成される。ESD保護デバイスはこのような構成であっても良い。

10

【0058】

上述の各実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の各実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

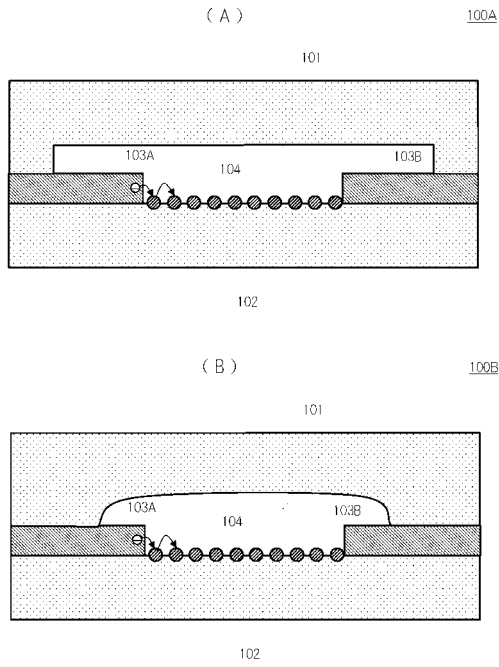
【0059】

- 1 ... ESD保護デバイス
- 2 ... アルミナ積層基板
- 3 ... 空洞部
- 4 ... 放電電極対
- 4 A , 4 B ... 放電電極
- 5 ... 外部電極対
- 6 A , 6 B ... 放電補助電極
- 6 A 1 ... 金属材料
- 6 A 2 ... 絶縁性被膜
- 6 B 1 ... 半導体材料
- 6 B 2 ... 絶縁性被膜
- 7 ... ガラス様物質
- 7 A ~ 7 C ... 放電痕
- 7 D ... 付着物質

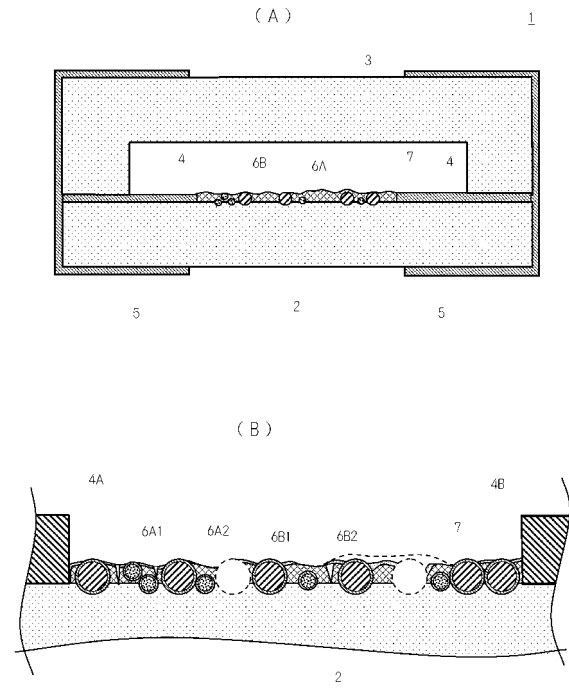
20

30

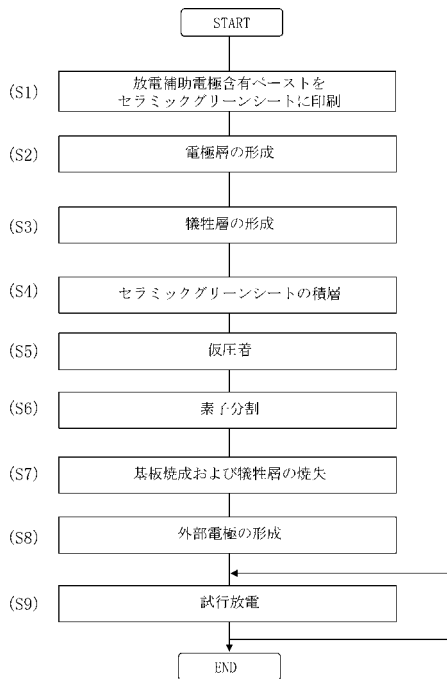
【図1】



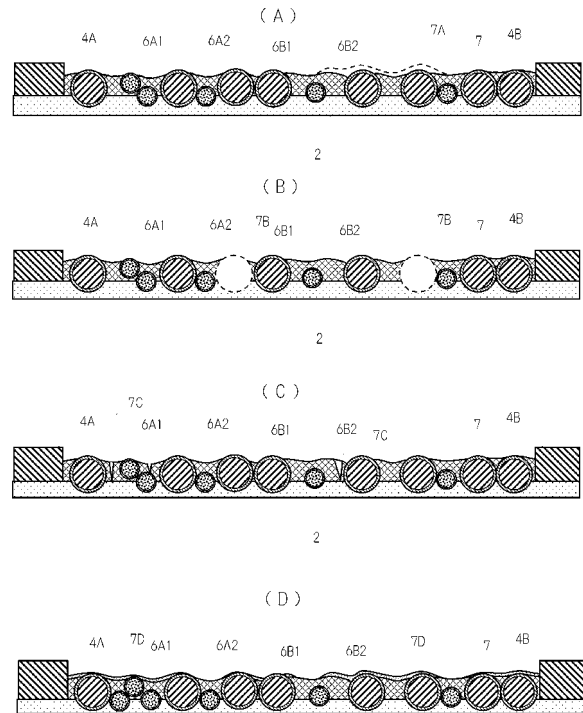
【図2】



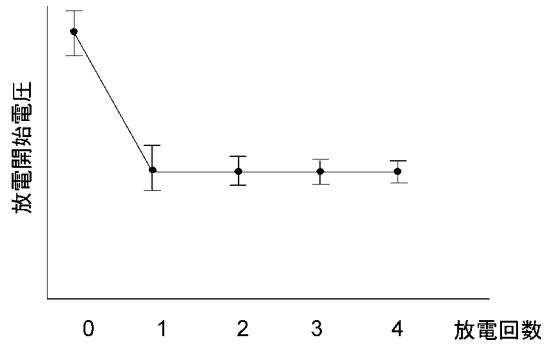
【図3】



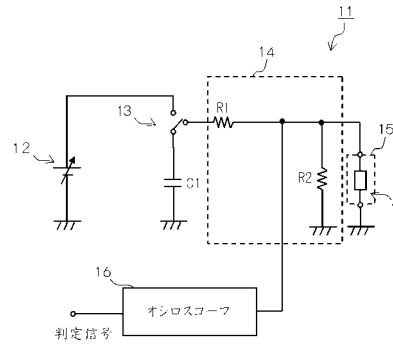
【図4】



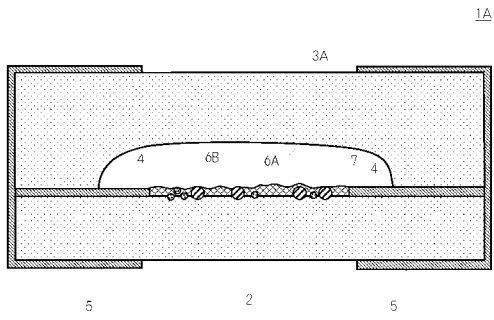
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

審査官 高橋 学

(56)参考文献 国際公開第2010/061550(WO, A1)
特開2010-28026(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01T 1/20

H01T 4/10

H01T 4/12