

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2016-201192
(P2016-201192A)

(43) 公開日 平成28年12月1日 (2016. 12. 1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 H 85/175 (2006.01)	HO 1 H 85/175	5 G 5 0 2
HO 1 H 85/0445 (2006.01)	HO 1 H 85/0445	
HO 1 H 69/02 (2006.01)	HO 1 H 69/02	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2015-78706 (P2015-78706)	(71) 出願人	000116024
(22) 出願日	平成27年4月7日 (2015. 4. 7)		ローム株式会社
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
		(74) 代理人	100087701
			弁理士 稲岡 耕作
		(74) 代理人	100101328
			弁理士 川崎 実夫
		(74) 代理人	100149766
			弁理士 京村 順二
		(72) 発明者	新納 功一
			京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		Fターム(参考)	5G502 AA01 AA03 AA11 BA08 BB01
			BB05 BB07 BB13 BC08 BC10
			BC11 BD02 BD11 DD01 JJ01

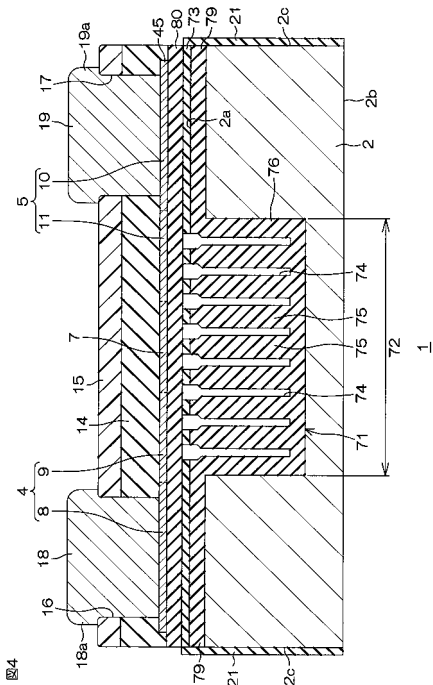
(54) 【発明の名称】 チップヒューズおよびチップヒューズの製造方法

(57) 【要約】

【課題】遮断性能を向上できるチップヒューズおよびチップヒューズの製造方法を提供すること。

【解決手段】チップヒューズ1は、基板2を含む。基板2には、埋め込み絶縁膜71が選択的に埋め込まれている。基板2上には、配線膜45が配置されている。配線膜45は、埋め込み絶縁膜71上に所定の熱量で溶断する可溶体7を含む。配線膜45には、可溶体7を外部接続するための第1外部電極18および第2外部電極19が電気的に接続されている。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板に選択的に埋め込まれた埋め込み絶縁膜と、
前記基板上に配置され、前記埋め込み絶縁膜上に所定の熱量で溶断する可溶体を有する配線膜と、
前記配線膜に電氣的に接続され、前記可溶体を外部接続するための外部電極とを含む、チップヒューズ。

【請求項 2】

前記基板は、複数の凹部および隣り合う凹部間の中間領域を含み、
前記埋め込み絶縁膜は、少なくとも前記凹部の内面を覆うように形成されている、請求項 1 に記載のチップヒューズ。 10

【請求項 3】

前記中間領域は、その全体が絶縁体層として形成されており、
前記埋め込み絶縁膜は、前記絶縁体層を含む、請求項 2 に記載のチップヒューズ。

【請求項 4】

前記凹部は、その内部に空洞を有している、請求項 2 または 3 に記載のチップヒューズ。

【請求項 5】

前記埋め込み絶縁膜と前記配線膜との間に介在する表面絶縁膜をさらに含み、
前記複数の凹部は、前記表面絶縁膜を貫通して形成されている、請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。 20

【請求項 6】

前記凹部は、 $7\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の深さで形成されている、請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 7】

前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の厚さ方向に関して、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $23\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚さを有している、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 8】

前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板の一部の領域に埋め込まれており、
前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に形成されている、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。 30

【請求項 9】

前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に全体が重なるように前記基板上に形成されている、請求項 8 に記載のチップヒューズ。

【請求項 10】

前記配線膜は、互いに対向するように間隔を空けて配置された第 1 配線膜および第 2 配線膜を含み、 40

前記第 1 配線膜または前記第 2 配線膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に形成されている、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 11】

前記配線膜は、互いに対向するように間隔を空けて配置された第 1 配線膜および第 2 配線膜を含み、

前記第 1 配線膜および前記第 2 配線膜は、前記基板上における前記埋め込み絶縁膜外の領域に形成されている、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 12】

前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板 50

の中央部に埋め込まれている、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 13】

前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の全域に埋め込まれている、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のチップヒューズ。

【請求項 14】

基板に複数の凹部を形成する工程と、

各前記凹部の内面を被覆する絶縁膜を形成することにより、前記基板に埋め込まれた埋め込み絶縁膜を形成する工程と、

所定の熱量で溶断する可溶体を前記埋め込み絶縁膜上に有する配線膜を前記基板上に形成する工程とを含む、チップヒューズの製造方法。

10

【請求項 15】

前記埋め込み絶縁膜を形成する工程は、前記基板における隣り合う凹部間の中間領域の全体が絶縁体とされた絶縁体層を形成する工程を含む、請求項 14 に記載のチップヒューズの製造方法。

【請求項 16】

前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板の一部の領域に前記埋め込み絶縁膜が形成され、

前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に前記可溶体が形成される、請求項 14 または 15 に記載のチップヒューズの製造方法。

【請求項 17】

20

前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に全体が重なるように前記基板上に形成される、請求項 16 に記載のチップヒューズの製造方法。

【請求項 18】

前記凹部を形成する工程に先立って、前記基板の表面上に表面絶縁膜を形成する工程をさらに含み、

前記凹部は、前記表面絶縁膜を貫通して前記基板に形成される、請求項 14 ～ 17 のいずれか一項に記載のチップヒューズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、チップヒューズおよびチップヒューズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、絶縁基板と、絶縁基板上に形成された蓄熱層と、蓄熱層から間隔を空けて形成されたヒューズ膜と、ヒューズ膜を被覆する第一の保護層と、第一の保護層を被覆する第二の保護層とを含むチップヒューズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009-43513 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、遮断性能を向上できるチップヒューズおよびチップヒューズの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するための本発明のチップヒューズは、基板と、前記基板に選択的に埋め込まれた埋め込み絶縁膜と、前記基板上に形成され、前記埋め込み絶縁膜上に所定の熱量で溶断する可溶体を有する配線膜と、前記配線膜に電氣的に接続され、前記可溶体を外

50

部接続するための外部電極とを含む。

この構成によれば、配線膜に定格以上の電流が流れると、可溶体がジュール熱によって溶断し、電流経路が開放（遮断）される。本発明では、基板に埋め込まれた埋め込み絶縁膜上に、可溶体が配置されている。したがって、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを埋め込み絶縁膜によって抑制できる。これにより、可溶体で発生したジュール熱が基板から外部に放散することによる可溶体の温度低下を抑制できるので、可溶体での蓄熱性を向上できる。その結果、配線膜に定格以上の電流が流れた際に、速やかに可溶体を溶断に導くことができる。よって、遮断性能を向上できるチップヒューズを提供できる。

【0006】

前記チップヒューズにおいて、前記基板は、複数の凹部および隣り合う凹部間の中間領域を含んでいてもよい。この構成において、前記埋め込み絶縁膜は、少なくとも前記凹部の内面を覆うように形成されていることが好ましい。この構成によれば、凹部の深さに対応した埋め込み絶縁膜を凹部の内面に沿って形成できるので、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを埋め込み絶縁膜によって効果的に抑制できる。

【0007】

前記チップヒューズにおいて、前記中間領域は、その全体が絶縁体層として形成されており、前記埋め込み絶縁膜は、前記絶縁体層を含むことが好ましい。この構成によれば、凹部の深さに対応した厚い絶縁体層を基板に形成できるので、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを埋め込み絶縁膜によってより一層効果的に抑制できる。

前記チップヒューズにおいて、前記凹部は、その内部に空洞を有していてもよい。この構成によれば、比較的低い熱伝導率を有する空気（熱伝導率＝ 0.0241 W/mK ）が凹部の空洞に入り込んでいる。これにより、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを凹部によっても抑制できる。その結果、埋め込み絶縁膜および凹部によって可溶体の温度低下を抑制できるので、可溶体での蓄熱性を効果的に向上できる。

【0008】

前記チップヒューズは、前記埋め込み絶縁膜と前記配線膜との間に介在する表面絶縁膜をさらに含むことが好ましい。この構成において、前記複数の凹部は、前記表面絶縁膜を貫通して形成されていることが好ましい。

この構成によれば、埋め込み絶縁膜と配線膜との間に表面絶縁膜が介在しているので、配線膜と基板との間の絶縁性が向上する結果、可溶体の遮断性を良好に確保できる。また、この構成によれば、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを表面絶縁膜によっても抑制できる。これにより、埋め込み絶縁膜および表面絶縁膜によって可溶体の温度低下を抑制できるので、可溶体での蓄熱性を効果的に向上できる。

【0009】

前記チップヒューズにおいて、前記凹部は、 $7\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の深さで形成されていてもよい。前記チップヒューズにおいて、前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の厚さ方向に関して、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $23\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚さを有していてもよい。

前記チップヒューズにおいて、前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板の一部の領域に埋め込まれていてもよい。この構成において、前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に形成されていてもよい。

【0010】

前記チップヒューズにおいて、前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に全体が重なるように前記基板上に形成されていることが好ましい。この構成によれば、可溶体での蓄熱性を効果的に向上させることができる。

前記チップヒューズにおいて、前記配線膜は、互いに対向するように間隔を空けて配置された第1配線膜および第2配線膜を含んでいてもよい。この構成において、前記第1配線膜または前記第2配線膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に形成されていてもよい。

【0011】

前記チップヒューズにおいて、前記配線膜は、互いに対向するように間隔を空けて配置された第1配線膜および第2配線膜を含んでいてもよい。この構成において、前記第1配線膜および前記第2配線膜は、前記基板上における前記埋め込み絶縁膜外の領域に形成されていてもよい。

前記チップヒューズにおいて、前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板の中央部に埋め込まれていてもよい。前記チップヒューズにおいて、前記埋め込み絶縁膜は、前記基板の全域に埋め込まれていてもよい。

【0012】

本発明のチップヒューズの製造方法は、基板に複数の凹部を形成する工程と、各前記凹部の内面を被覆する絶縁膜を形成することにより、前記基板に埋め込まれた埋め込み絶縁膜を形成する工程と、所定の熱量で溶断する可溶体を前記埋め込み絶縁膜上に有する配線膜を前記基板上に形成する工程とを含む。

たとえば、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長) 法によって厚い絶縁膜を基板の表面上に形成する場合、基板が収容されるチャンバの内壁面にも絶縁膜が付着し成長する。チャンバの内壁面で絶縁膜が成長すると、当該絶縁膜の一部がパーティクルとなって基板に付着する結果、歩留り低下等の不具合を招く恐れがある。このような問題を回避するには、基板の表面上に薄い絶縁膜を形成した後、チャンバの内壁面を掃除するという2つの工程を絶縁膜が所望の厚さになるまで繰り返し行う必要があり、手間と時間がかかる。したがって、製造効率がよいとは言えない。

【0013】

そこで、この方法では、基板に形成された複数の凹部の内面を被覆する絶縁膜を形成することにより、基板に埋め込まれた埋め込み絶縁膜を形成している。つまり、凹部を形成した後、当該凹部の内面に埋め込み絶縁膜を形成するという一連の工程で凹部の深さに対応した厚さの埋め込み絶縁膜を形成できる。これにより、CVD法によるパーティクルの問題に起因する歩留り低下を回避しつつ、チップヒューズの製造効率を高めることができる。

【0014】

そして、完成後のチップヒューズでは、凹部の深さに対応した厚さの埋め込み絶縁膜が基板内に形成される。したがって、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを埋め込み絶縁膜によって抑制できる。これにより、可溶体で発生したジュール熱が基板から外部に放散することによる可溶体の温度低下を抑制できるので、可溶体での蓄熱性を向上できる。その結果、配線膜に定格以上の電流が流れた際に、速やかに可溶体を溶断に導くことができる。よって、遮断性能を向上できるチップヒューズを提供できる。

【0015】

前記チップヒューズの製造方法において、前記埋め込み絶縁膜を形成する工程は、前記基板における隣り合う凹部間の中間領域の全体が絶縁体とされた絶縁体層を形成する工程を含むことが好ましい。この方法によれば、凹部の深さに対応した厚い絶縁体層を基板に形成できる。これにより、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを埋め込み絶縁膜によってより一層効果的に抑制できるチップヒューズを製造できる。

【0016】

前記チップヒューズの製造方法において、前記基板の表面の法線方向から見た平面視において、前記基板の一部の領域に前記埋め込み絶縁膜が形成されてもよい。この場合、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に少なくとも一部が重なるように前記基板上に前記可溶体が形成されてもよい。

前記チップヒューズの製造方法において、前記可溶体は、前記平面視において、前記埋め込み絶縁膜に全体が重なるように前記基板上に形成されることが好ましい。この方法によれば、可溶体での蓄熱性を効果的に向上させることができるチップヒューズを製造できる。

【0017】

前記チップヒューズの製造方法において、前記凹部を形成する工程に先立って、前記基板の表面上に表面絶縁膜を形成する工程をさらに含むことが好ましい。この場合、前記凹部は、前記表面絶縁膜を貫通して前記基板に形成されることが好ましい。

この方法によれば、埋め込み絶縁膜と配線膜との間に表面絶縁膜が介在するチップヒューズを製造できる。これにより、配線膜と基板との間の絶縁性が向上する結果、可溶体の遮断性を良好に確保できる。また、可溶体で発生したジュール熱が基板へ移動するのを表面絶縁膜によっても抑制できる。これにより、埋め込み絶縁膜および表面絶縁膜によって可溶体の温度低下を抑制できるので、可溶体での蓄熱性を効果的に向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

10

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係るチップヒューズの斜視図である。

【図2】図2は、図1に示すチップヒューズの平面図である。

【図3】図3は、図1に示すチップヒューズの平面図であって、配線膜上の構成を取り除いた図である。

【図4】図4は、図2に示すIV-IV線に沿う断面図である。

【図5】図5は、図4に示す複数の凹部を示す拡大断面図である。

【図6】図6(a)は、図1に示すチップヒューズの平面図であって、第1表面絶縁膜上の構成を取り除いた図であり、図6(b)は、複数の凹部を示す拡大平面図である。

【図7】図7は、図1に示すチップヒューズの電氣的構成を示す回路図である。

【図8】図8は、図1に示すチップヒューズの製造工程の一例を示す工程図である。

20

【図9】図9は、図8の製造工程に適用されるベース基板の模式的な平面図である。

【図10】図10は、図1に示すチップヒューズの一製造工程を示す断面図である。

【図11】図11は、図10の次の工程を示す断面図である。

【図12】図12は、図11の次の工程を示す断面図である。

【図13】図13は、図12の次の工程を示す断面図である。

【図14】図14は、図13の次の工程を示す断面図である。

【図15】図15は、図14の次の工程を示す断面図である。

【図16】図16は、図15の次の工程を示す断面図である。

【図17】図17は、図8に示すステップS2の具体的な工程を示す工程図である。

【図18】図18は、図17に示すチップヒューズの一製造工程を示す断面図である。

30

【図19】図19は、図18の次の工程を示す断面図である。

【図20】図20は、図19の次の工程を示す断面図である。

【図21】図21は、図20の次の工程を示す断面図である。

【図22】図22は、図21の次の工程を示す断面図である。

【図23】図23は、図22の次の工程を示す断面図である。

【図24】図24は、図23の次の工程を示す断面図である。

【図25】図25は、第1変形例に係るチップヒューズを示す平面図である。

【図26】図26は、図4に示す埋め込み絶縁膜の一形態を示す拡大断面図である。

【図27】図27は、図4に示す埋め込み絶縁膜の他の形態を示す拡大断面図である。

【図28】図28は、第2変形例に係るチップヒューズを示す斜視図である。

40

【図29】図29は、図28に示すチップヒューズの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下では、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るチップヒューズ1の斜視図である。図2は、図1に示すチップヒューズ1の平面図である。図3は、図1に示すチップヒューズ1の平面図であって、配線膜45上の構成を取り除いた図である。図4は、図2に示すIV-IV線に沿う断面図である。図5は、図4に示す複数の凹部74を示す拡大断面図である。図6(a)は、図1に示すチップヒューズ1の平面図であって、第1表面絶縁膜73上の構成を取り除いた図である。図6(b)は、複数の凹部74を示す拡大平面図である。

50

【0020】

図1に示すように、チップヒューズ1は、略直方体形状に形成されている。チップヒューズ1の平面形状は略矩形であり、長手方向の長さLが0.3mm~0.6mm、短手方向の長さDが0.15mm~0.3mmであってもよい。また、チップヒューズ1の全体の厚さTは、0.1mm~1.0mm（本実施形態では0.725mm）であってもよい。

【0021】

チップヒューズ1は、略直方体形状の基板2を含む。基板2は、一对の主面2a、2bと、4つの側面2cとを含む。一对の主面2a、2bのうちの一方（図1の上面側の主面2a）が素子形成面とされている。以下、この主面2aを「素子形成面2a」といい、素子形成面2aと反対側の主面を「裏面2b」という。図4および図6に示すように、基板2の素子形成面2aには、埋め込み絶縁膜71が基板2に選択的に埋め込まれた埋め込み絶縁膜形成領域72が設定されている。埋め込み絶縁膜形成領域72の全域を被覆するように、第1表面絶縁膜73が基板2の素子形成面2a上に形成されている。

【0022】

より具体的には、図6に示すように、埋め込み絶縁膜形成領域72は、基板2の素子形成面2aの法線方向から見た平面視（以下、単に「平面視」という。）において、素子形成面2aの中央部に略四角形状に設定されている。埋め込み絶縁膜71は、平面視において埋め込み絶縁膜形成領域72に整合する略四角形状に形成されている。埋め込み絶縁膜71は、基板2の素子形成面2aから露出するように基板2内に形成されている。埋め込み絶縁膜71は、基板2の素子形成面2aから裏面2bに向かう厚さ方向途中部まで形成されている。埋め込み絶縁膜71は、基板2の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_1 を有する絶縁膜を含むことが好ましい。埋め込み絶縁膜71は、たとえばシリコン酸化膜等の絶縁膜であってもよい。

【0023】

さらに具体的には、図4に示すように、基板2は、埋め込み絶縁膜形成領域72において、複数の凹部74および隣り合う凹部74間の中間領域75を含む。複数の凹部は、たとえばトレンチであってもよい。図6に示すように、複数の凹部74は、平面視において、基板2の長手方向に沿う行方向および基板2の短手方向に沿う列方向に沿って、互いに間隔を空けて行列状に形成されている。一方、中間領域75は、直交する2方向に延びる格子状に形成されている。各凹部74は、いずれも平面視略長形状に形成されている。平面視において、各凹部74の長辺の幅 X_1 は、たとえば1.5 μm 以上2.5 μm 以下である。また、平面視において、各凹部74の短辺の幅 X_2 は、たとえば2.0 μm 以上3.0 μm 以下である。また、平面視において、互いに隣り合う凹部74間の幅、つまり、中間領域75の幅 X_3 は、2.0 μm 以下、より具体的には0.5 μm 以上1.5 μm 以下である。

【0024】

図5に示すように、複数の凹部74は、第1表面絶縁膜73を貫通し、基板2の深さ方向途中部に至るように形成されている。複数の凹部74は、基板2に形成された第1凹部分74aと、第1表面絶縁膜73に形成され、第1凹部分74aに連通する第2凹部分74bとを含む。

埋め込み絶縁膜71は、第1凹部分74aの内面に沿って形成されている。本実施形態では、基板2における複数の第1凹部分74aによって挟まれた壁、つまり中間領域75の全体が絶縁体とされた厚い絶縁体層76が形成されており、埋め込み絶縁膜71は、この厚い絶縁体層76を含む。厚い絶縁体層76は、基板2における第1凹部分74aの側部および底部から露出する部分が絶縁体とされることにより形成されている。

【0025】

基板2の一部を挟んで基板2の側面2cと対向する凹部74において、埋め込み絶縁膜71は、基板2の側面2cと第1凹部分74aの側部との間に形成された厚い絶縁体層76の一部を含む。また、各凹部74において、埋め込み絶縁膜71は、第1凹部分74a

の底部と基板 2 の裏面 2 b との間に形成された厚い絶縁体層 7 6 の一部を含む。凹部 7 4 は、たとえば $7\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下（本実施形態では、 $12\text{ }\mu\text{m}$ ）の深さで形成されている。埋め込み絶縁膜 7 1（厚い絶縁体層 7 6）は、基板 2 の厚さ方向に関して、たとえば $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $23\text{ }\mu\text{m}$ 以下（本実施形態では、 $15\text{ }\mu\text{m}$ ）の厚さを有している。

【0026】

図 5 に示すように、各凹部 7 4 は、その内部に空洞 7 4 c を有している。各凹部 7 4 は、空洞 7 4 c において、開口端から底部に向けて異なる開口幅を有している。より具体的には、各凹部 7 4 は、比較的開口幅が広く形成された幅広部 7 7 と、幅広部 7 7 の開口幅よりも小さい開口幅を有する幅狭部 7 8 とを含む。幅広部 7 7 および幅狭部 7 8 は、第 1 凹部分 7 4 a に形成されている。幅広部 7 7 は、第 2 凹部分 7 4 b との連通部を形成して
10

【0027】

図 4 に示すように、埋め込み絶縁膜 7 1 外の領域における基板 2 の表面部には、埋め込み絶縁膜 7 1 の厚さよりも小さい厚さを有する薄い絶縁膜 7 9 が形成されている。薄い絶縁膜 7 9 は、平面視において、埋め込み絶縁膜 7 1 を取り囲むように略四角環状に形成されている。薄い絶縁膜 7 9 は、埋め込み絶縁膜 7 1（厚い絶縁体層 7 6）と同一の材料で一体的に形成されている。つまり、薄い絶縁膜 7 9 は、基板 2 の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_1 を有している。薄い絶縁膜 7 9 の底部は、凹部 7 4 における幅広部 7 7
20

【0028】

第 1 表面絶縁膜 7 3 は、基板 2 の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_2 を有する絶縁膜を含むことが好ましい。第 1 表面絶縁膜 7 3 は、たとえばシリコン窒化膜、シリコン酸化膜、USG 膜（Undoped Silicate Glass 膜）、SOG 膜（Spin-On-Glass 膜）等の絶縁体からなる。本実施形態では、第 1 表面絶縁膜 7 3 は USG 膜である。第 1 表面絶縁膜 7 3 は、たとえば $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 以下（本実施形態では $0.2\text{ }\mu\text{m}$ ）の厚さを有している。第 1 表面絶縁膜 7 3 上には、第 2 表面絶縁膜 8 0 が形成されている。

【0029】

第 2 表面絶縁膜 8 0 は、基板 2 の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_3 を有する絶縁膜を含むことが好ましい。第 2 表面絶縁膜 8 0 は、たとえばシリコン窒化膜、シリコン酸化膜、USG 膜、SOG 膜等の絶縁体からなる。本実施形態では、第 2 表面絶縁膜 8 0 は USG 膜である。第 2 表面絶縁膜 8 0 は、第 1 表面絶縁膜 7 3 の全域を被覆するように当該第 1 表面絶縁膜 7 3 上に形成されており、基板 2 の表面に沿う平坦な表面を有している。第 2 表面絶縁膜 8 0 は、第 1 表面絶縁膜 7 3 の厚さよりも大きい厚さで形成されている。第 2 表面絶縁膜 8 0 は、たとえば $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下（本実施形態では $2.4\text{ }\mu\text{m}$ ）の厚さを有している。
30

【0030】

図 3 および図 4 に示すように、第 2 表面絶縁膜 8 0 上には、配線膜 4 5 が形成されている。配線膜 4 5 は、たとえば Al（アルミニウム）、Cu（銅）、AlSiCu（アルミニウム－ケイ素－銅）合金および AuSi（金－ケイ素）合金を含む群から選択される 1 つまたは複数の金属材料を含む。配線膜 4 5 は、所定の熱量によって溶断する可溶体（fuse element）7 を含む。配線膜 4 5 はさらに、可溶体 7 を挟み込み、互いに対向するように間隔を空けて配置された第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 を含む。第 1 配線膜 4 は、基板 2 の一端部側に配置されており、第 2 配線膜 5 は、基板 2 の他端部側に配置されている。第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 は、可溶体 7 に電氣的に接続されている。
40

【0031】

可溶体 7 は、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の対向方向中間部に配置されている。より具体的には、可溶体 7 は、平面視において、素子形成面 2 a の略中央部に配置されてい
50

る。図6に示すように、可溶体7は、平面視において、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部（本実施形態では全部）が重なるように第2表面絶縁膜80上に形成されている。可溶体7は、平面視において、第1配線膜4および第2配線膜5の対向方向に直交する方向の最大幅 W_1 、 W_2 よりも狭い幅 W_3 で、当該対向方向に延びるように略長方形に形成されている。可溶体7の短手方向の幅 W_3 は、たとえば0.02mm~0.3mmである。可溶体7の長手方向の幅 W_4 は、たとえば0.1mm~0.6mmである。

【0032】

第1配線膜4は、より具体的には、第1パッド部8と、第1パッド部8と可溶体7とを接続する第1接続部9とを一体的に有している。第1配線膜4の第1パッド部8は、基板2の一端部側に配置されており、基板2の短手方向に沿って平面視略矩形状に形成されている。第1配線膜4の第1接続部9は、基板2の短手方向に沿う幅が徐々に狭まるように第1パッド部8から第2配線膜5に向けて引き出されている。より具体的には、第1接続部9は、第1パッド部8に接続された一端部9aと、第1パッド部8側に位置する可溶体7の一端部7aを接続する他端部9bとを有している。第1接続部9は、一端部9aから他端部9bに向けて徐々に幅が狭まるように形成されている。

10

【0033】

図4および図6に示すように、本実施形態では、第1配線膜4は、平面視において、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部が重なるように第2表面絶縁膜80上に形成されている。より具体的には、平面視において、第1パッド部8は、第2表面絶縁膜80上における埋め込み絶縁膜71外の領域に形成されており、第1接続部9は、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部が重なるように第2表面絶縁膜80上に形成されている。つまり、第1配線膜4のうち、徐々に幅が狭まる部分の一部が埋め込み絶縁膜71に重なっている。

20

【0034】

同様に、第2配線膜5は、第2パッド部10と、第2パッド部10と可溶体7とを接続する第2接続部11とを一体的に有している。第2配線膜5の第2パッド部10は、基板2の他端部側に配置されており、基板2の短手方向に沿って平面視略矩形状に形成されている。第2配線膜5の第2接続部11は、基板2の短手方向に沿う幅が徐々に狭まるように第2パッド部10から第1配線膜4に向けて引き出されている。より具体的には、第2接続部11は、第2パッド部10に接続された一端部11aと、第2パッド部10側に位置する可溶体7の他端部7bを接続する他端部11bとを有している。第2接続部11は、一端部11aから他端部11bに向けて徐々に幅が狭まるように形成されている。

30

【0035】

図4および図6に示すように、本実施形態では、第2配線膜5は、平面視において、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部が重なるように第2表面絶縁膜80上に形成されている。より具体的には、平面視において、第2パッド部10は、第2表面絶縁膜80上における埋め込み絶縁膜71外の領域に形成されており、第2接続部11は、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部が重なるように第2表面絶縁膜80上に形成されている。つまり、第2接続部11のうち、徐々に幅が狭まる部分の一部が埋め込み絶縁膜71に重なっている。

40

【0036】

第2表面絶縁膜80上には、第1配線膜4、第2配線膜5および可溶体7を被覆するように第1パッシベーション膜14が形成されている。第1パッシベーション膜14は、基板2の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_{p1} を有する絶縁膜を含むことが好ましい。第1パッシベーション膜14は、たとえばシリコン窒化膜やシリコン酸化膜等の絶縁膜である。シリコン酸化膜は、たとえばUSG膜またはSOG膜であってもよい。第1パッシベーション膜14上には、さらに樹脂膜15が形成されている。樹脂膜15は、たとえばポリイミド等の樹脂膜である。

【0037】

第1パッシベーション膜14および樹脂膜15には、少なくとも第1パッド部8の可溶体7側の縁部を除く領域を露出させる第1パッド開口16が形成されている。また、第1

50

パッシベーション膜 14 および樹脂膜 15 には、少なくとも第 2 パッド部 10 の可溶体 7 側の縁部を除く領域を露出させる第 2 パッド開口 17 が形成されている。第 1 パッド開口 16 を埋めるように第 1 外部電極 18 が形成され、第 2 パッド開口 17 を埋めるように第 2 外部電極 19 が形成されている。

【0038】

第 1 外部電極 18 は、基板 2 の一端部に平面視略矩形状に形成されている。第 1 外部電極 18 は、第 1 パッド開口 16 において、第 1 パッド部 8 (第 1 配線膜 4) に電氣的に接続されている。第 1 外部電極 18 は、樹脂膜 15 から突出するように形成されており、樹脂膜 15 の一部を被覆するように樹脂膜 15 上に引き出された被覆部 18a を有している。第 2 外部電極 19 は、基板 2 の他端部に平面視略矩形状に形成されている。第 2 外部電極 19 は、第 2 パッド開口 17 において、第 2 パッド部 10 (第 2 配線膜 5) に電氣的に接続されている。第 2 外部電極 19 は、樹脂膜 15 から突出するように形成されており、樹脂膜 15 の一部を被覆するように樹脂膜 15 上に引き出された被覆部 19a を有している。

【0039】

つまり、第 1 外部電極 18 および第 2 外部電極 19 は、可溶体 7 を挟み込むように対向して配置されている。そして、可溶体 7 は、第 1 外部電極 18 および第 2 外部電極 19 の対向方向に延びるように形成されている。可溶体 7 の短手方向に関して、可溶体 7 の幅 W_3 は、第 1 外部電極 18 の幅および第 2 外部電極 19 の幅よりも小さく形成されている。第 1 外部電極 18 および第 2 外部電極 19 は、たとえば、Ni 膜と、Ni 膜上に形成された Pd 膜と、Pd 膜上に形成された Au 膜とを有する Ni/Pd/Au 積層膜であってもよい。

【0040】

図 4 に示すように、基板 2 の側面 2c には、当該側面 2c を被覆するように第 2 パッシベーション膜 21 が形成されている (図 1 では図示せず)。第 2 パッシベーション膜 21 は、基板 2 の熱伝導率 k_{sub} よりも低い熱伝導率 k_{p2} を有する絶縁膜を含むことが好ましい。第 2 パッシベーション膜 21 は、たとえば、シリコン窒化膜であってもよい。

図 7 は、図 1 に示すチップヒューズ 1 の電氣的構成を示す回路図である。図 6 に示すように、可溶体 7 の一端部 7a は第 1 配線膜 4 を介して第 1 外部電極 18 に接続され、可溶体 7 の他端部 7b は第 2 配線膜 5 を介して第 2 外部電極 19 に接続されている。これにより、1 つのヒューズが形成されている。

【0041】

図 8 は、図 1 に示すチップヒューズ 1 の製造工程の一例を示す工程図である。図 9 は、図 8 の製造工程に適用されるベース基板 31 の模式的な平面図である。図 10 ~ 図 16 は、図 1 に示すチップヒューズ 1 の一製造工程を示す断面図である。なお、図 10 ~ 図 16 は、図 9 に示す B-B 線に沿う断面図に対応している。

まず、図 9 に示すように、基板 2 の元基板としてのベース基板 31 が用意される (ステップ S1)。ベース基板 31 の表面 31a は、基板 2 の素子形成面 2a に対応しており、ベース基板 31 の裏面 31b は、基板 2 の裏面 2b に対応している。ベース基板 31 の表面 31a には、チップヒューズ 1 が形成されるチップ領域 32 が、行列状に複数設定されている。互いに隣り合うチップ領域 32 の間には、境界領域 33 が設定されている。境界領域 33 は、略一定の幅を有する帯状の領域であり、直交する 2 方向に延びて格子状に形成されている。

【0042】

このベース基板 31 に対して、後述の方法 (図 17 ~ 図 24 参照) により埋め込み絶縁膜 71、薄い絶縁膜 79、第 1 表面絶縁膜 73 および第 2 表面絶縁膜 80 が形成される (ステップ S2)。埋め込み絶縁膜 71、薄い絶縁膜 79、第 1 表面絶縁膜 73 および第 2 表面絶縁膜 80 が形成された状態では、図 10 に示すように、ベース基板 31 の裏面 31b 側に第 1 被覆膜 81 および第 2 被覆膜 82 がこの順で形成されている。

【0043】

次に、図 1 1 に示すように、たとえばスパッタ法により、配線膜 4 5（第 1 配線膜 4、第 2 配線膜 5 および可溶体 7）を形成するための金属膜 3 4 が第 2 表面絶縁膜 8 0 の全体を被覆するように形成される（ステップ S 3）。金属膜 3 4 の金属材料は、たとえばアルミニウムであってもよい。次に、フォトリソグラフィおよびエッチングにより、金属膜 3 4 がパターンニングされる（ステップ S 4）。これにより、配線膜 4 5 が形成される。

【0044】

次に、図 1 2 に示すように、たとえば C V D（Chemical Vapor Deposition：化学気相成長）法により、シリコン窒化膜または U S G 膜からなる絶縁膜 3 5 が第 2 表面絶縁膜 8 0 の全体を被覆するように形成される（ステップ S 5）。絶縁膜 3 5 として U S G 膜が形成される場合、成膜後、たとえば C M P（Chemical Mechanical Polishing：化学的機械的研磨）法により、U S G 膜の表面が平坦化される。これにより、絶縁膜 3 5 が第 1 パッシベーション膜 1 4 として形成される。

10

【0045】

次に、図 1 3 に示すように、第 1 パッシベーション膜 1 4 上に、樹脂膜 1 5 となる感光性ポリイミド 3 6 が塗布される（ステップ S 6）。次に、第 1 パッド開口 1 6、第 2 パッド開口 1 7 に対応するパターンで感光性ポリイミド 3 6 が露光された後、現像される（ステップ S 7）。これにより、第 1 パッド開口 1 6 および第 2 パッド開口 1 7 を形成するための開口 1 6 a、1 7 a を有する樹脂膜 1 5 が形成される。その後、必要に応じて、樹脂膜 1 5 をキュアするための熱処理を実行してもよい。

【0046】

次に、図 1 4 に示すように、樹脂膜 1 5 をマスクとするドライエッチングにより、第 1 パッシベーション膜 1 4 の不要な部分が除去される（ステップ S 8）。これにより、第 1 パッド開口 1 6 および第 2 パッド開口 1 7 が形成される。

20

次に、図 1 5 に示すように、たとえば無電界めっきによって、第 1 パッド開口 1 6 および第 2 パッド開口 1 7 に、N i、P d および A u が順にめっき成長される（ステップ S 9）。これにより、第 1 外部電極 1 8 および第 2 外部電極 1 9 が形成される。

【0047】

次に、境界領域 3 3（図 9 参照）に整合する格子状の開口を有するレジストマスク（図示せず）が樹脂膜 1 5 上に形成される（ステップ S 1 0）。このレジストマスクを介してプラズマエッチングが行われ、樹脂膜 1 5、第 1 パッシベーション膜 1 4、第 2 表面絶縁膜 8 0、第 1 表面絶縁膜 7 3 およびベース基板 3 1 が所定の深さまで除去される。これにより、境界領域 3 3 に沿って、切断用の溝 3 8（スクライブ溝）が形成される。溝 3 8 が形成された後、レジストマスクが除去される。

30

【0048】

次に、図 1 6 に示すように、たとえば C V D 法によって、溝 3 8 の内面（側部および底部）を含むベース基板 3 1 の全域に、シリコン窒化膜 3 9 が形成される（ステップ S 1 1）。次に、基板 2 の側面に対応する部分がシリコン窒化膜 3 9 に覆われるように、シリコン窒化膜 3 9 が選択的にエッチングされる。これにより、シリコン窒化膜 3 9 が基板 2 の側面 2 c を被覆する第 2 パッシベーション膜 2 1 として形成される。

【0049】

次に、ベース基板 3 1 が裏面 3 1 b 側から、研磨される（ステップ S 1 2）。この工程では、第 2 被覆膜 8 2、第 1 被覆膜 8 1 およびベース基板 3 1 の一部が、溝 3 8 の底部に到達するまで研削される。これにより、複数のチップ領域 3 2 が、個々のチップヒューズ 1 となる。このようにして、ベース基板 3 1 から複数のチップヒューズ 1 の個片が切り出される。

40

【0050】

以下、図 1 7～図 2 4 を参照して、図 8 に示すステップ S 2 の具体的な工程について説明する。図 1 7 は、図 8 に示すステップ S 2 の具体的な工程を示す工程図である。図 1 8～図 2 4 は、図 1 7 に示すチップヒューズ 1 の一製造工程を示す断面図である。

ベース基板 3 1 に埋め込み絶縁膜 7 1、薄い絶縁膜 7 9、第 1 表面絶縁膜 7 3 および第

50

2 表面絶縁膜 80 を形成するには、まず、図 18 に示すように、ベース基板 31 の表面 31 a の全域に表面絶縁膜 83 が形成され、ベース基板 31 の裏面 31 b の全域に第 1 被覆膜 81 が形成される（ステップ S 21）。表面絶縁膜 83 は、たとえば熱酸化法により形成された酸化膜である。第 1 被覆膜 81 は、熱酸化法により表面絶縁膜 83 と同時に形成された酸化膜であってもよい。表面絶縁膜 83 および第 1 被覆膜 81 の厚さは、たとえば 0.1 μm 程度であってもよい。

【0051】

次に、表面絶縁膜 83 を被覆するマスク 84 が形成され、第 1 被覆膜 81 を被覆する第 2 被覆膜 82 が形成される（ステップ S 22）。マスク 84 は、たとえば LPCVD（Low Pressure CVD：減圧化学気相成長）法により形成されたシリコン窒化膜である。第 2 被覆膜 82 は、LPCVD 法によりマスク 84 と同時に形成されたシリコン窒化膜であってもよい。マスク 84 および第 2 被覆膜 82 の厚さは、たとえば 0.15 μm 程度であってもよい。なお、前述の図 10～図 16 では、マスク 84 の図示を省略して示している。

【0052】

次に、図 19 に示すように、フォトリソグラフィおよびエッチングにより、少なくとも埋め込み絶縁膜 71（埋め込み絶縁膜形成領域 72）を形成すべき領域を選択的に露出させる開口 84 a がマスク 84 に形成される（ステップ S 23）。本実施形態では、埋め込み絶縁膜 71 および薄い絶縁膜 79 を形成すべき領域を選択的に露出させるように開口 84 a がチップ領域 32（図 9 参照）に沿って形成される。この開口 84 a からは、表面絶縁膜 83 が露出している。なお、本実施形態では、マスク 84 は、境界領域 33（図 9 参照）を被覆するようにベース基板 31 上に形成されており、前述のステップ S 11 の溝 38 を形成する工程において除去される（図 15 も併せて参照）。

【0053】

次に、図 20 に示すように、第 1 表面絶縁膜 73 を形成するための USG 膜 85 が開口 84 a を埋めてマスク 84 を被覆するように形成される（ステップ S 24）。USG 膜 85 は、一方表面（ベース基板 31 側の表面）およびその反対側の他方表面が表面絶縁膜 83 およびマスク 84 に沿うように形成される。USG 膜 85 の厚さは、たとえば 0.2 μm 程度であってもよい。

【0054】

次に、図 21 に示すように、USG 膜 85 の全域を被覆するように、複数の凹部 74 を形成すべき領域を選択的に露出させる開口 86 a を有するレジストマスク 86 が形成される（ステップ S 25）。次に、レジストマスク 86 を介するエッチングにより、USG 膜 85 および表面絶縁膜 83 の不要な部分が除去される（ステップ S 26）。これにより、USG 膜 85 および表面絶縁膜 83 に連通し、凹部 74 を形成すべき領域を選択的に露出させる開口 87 が形成される。

【0055】

次に、図 22 に示すように、レジストマスク 86、USG 膜 85 および表面絶縁膜 83 をマスクとするドライエッチングにより、ベース基板 31 が所定の深さまで除去される（ステップ S 27）。これにより、所定幅 X_3 の中間領域 75 を挟んで複数の凹部 74 が形成される（図 6 も併せて参照）。凹部 74 は、ベース基板 31 に第 1 凹部分 74 a を有し、USG 膜 85（第 1 表面絶縁膜 73）に第 1 凹部分 74 a に連通する第 2 凹部分 74 b を有している。複数の凹部 74 は、USG 膜 85 の他方側の表面からベース基板 31 の裏面 31 b 側に向けて、たとえば 12 μm 程度の深さで形成される。その後、レジストマスク 86 が除去される。

【0056】

次に、図 23 に示すように、たとえば熱酸化法により、各凹部 74 の内面に埋め込み絶縁膜 71 が形成される（ステップ S 28）。本実施形態では、ベース基板 31 における複数の凹部 74 間の中間領域 75 の全体が絶縁体となるまで、熱酸化法が実行される。より具体的には、熱酸化法により凹部 74 の内面に成長される絶縁膜の厚さは、たとえば 1.0 μm 以上 3.0 μm 以下である。複数の凹部 74 間の幅、つまり中間領域 75 の幅 X_3

10

20

30

40

50

は、 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下（本実施形態では $1.0\ \mu\text{m}$ ）である。これにより、中間領域75の全体が酸化されて絶縁体（酸化膜）となる。これにより、厚い絶縁体層76を含む埋め込み絶縁膜71が形成される。

【0057】

この工程において、凹部74（第1凹部分74a）から表面絶縁膜83が露出する部分の開口幅は、熱酸化前の状態（図22の状態）から殆ど変化しない。一方、凹部74（第1凹部分74a）におけるベース基板31が露出する部分では、熱酸化により、凹部74（第1凹部分74a）の内側にも埋め込み絶縁膜71が成長する結果、開口幅が狭まる。これにより、第2凹部分74bと連通する広い開口幅の幅広部77と、幅広部77の開口幅よりも狭い開口幅の幅狭部78とを含む第1凹部分74aが形成される。また、この工程において、ベース基板31の表面部におけるマスク84外の部分に形成された表面絶縁膜83は、 $1.0\ \mu\text{m}\sim 3.0\ \mu\text{m}$ 程度厚化される。これにより、薄い絶縁膜79がベース基板31の表面部に形成される。一方、ベース基板31の表面部におけるマスク84直下の部分では、当該マスク84によって熱酸化の影響が低減されるので、表面絶縁膜83は殆ど厚化しない。

【0058】

次に、図24に示すように、USG膜85の全域を被覆するように、たとえばCVD法により、第2表面絶縁膜80を形成するための厚いUSG膜88が形成される（ステップS29）。厚いUSG膜88の成膜後、たとえばCMP法により厚いUSG膜88の表面が平坦化される。平坦化後の厚いUSG膜88の厚さは、たとえば $2.4\ \mu\text{m}$ 程度であってもよい。このようにして、ベース基板31に埋め込み絶縁膜71、薄い絶縁膜79、第1表面絶縁膜73および第2表面絶縁膜80が形成される。

【0059】

以上、本実施形態によれば、配線膜45に定格以上の電流が流れると、可溶体7がジュール熱によって溶断し、電流経路が開放（遮断）される。本実施形態では、複数の凹部74によって挟まれた中間領域75の全体が絶縁体層76として形成されており、埋め込み絶縁膜71は、絶縁体層76を含む。さらに、平面視において、埋め込み絶縁膜71に重なるように可溶体7が基板2上に配置されている。したがって、可溶体7で発生したジュール熱が基板2へ移動するのを埋め込み絶縁膜71によって効果的に抑制できる。これにより、可溶体7で発生したジュール熱が基板2から外部に放散することによる可溶体7の温度低下を抑制できるので、可溶体7での蓄熱性を向上できる。その結果、配線膜45に定格以上の電流が流れた際に、速やかに可溶体7を溶断に導くことができる。よって、遮断性能を向上できるチップヒューズ1を提供できる。

【0060】

また、本実施形態によれば、第1表面絶縁膜73と、第2表面絶縁膜80とが基板2と可溶体7との間に介在している。さらに、埋め込み絶縁膜71外の基板2の表面部には、基板2と可溶体7（配線膜45）との間に薄い絶縁膜79が介在している。したがって、可溶体7で発生したジュール熱が基板2へ移動するのを、第1表面絶縁膜73、薄い絶縁膜79および第2表面絶縁膜80によっても抑制できる。これにより、埋め込み絶縁膜71、第1表面絶縁膜73、第2表面絶縁膜80および薄い絶縁膜79によって可溶体7の温度低下を抑制できるので、可溶体7での蓄熱性を効果的に向上できる。さらに、この構成によれば、埋め込み絶縁膜71と配線膜45との間に第1表面絶縁膜73、薄い絶縁膜79および第2表面絶縁膜80が介在しているので、配線膜45と基板2との間の絶縁性が向上する結果、可溶体7の遮断性を良好に確保できる。

【0061】

さらに、本実施形態によれば、複数の凹部74は、その内部に空洞74cを有している。この構成によれば、比較的低い熱伝導率の空気（熱伝導率 $=0.0241\ \text{W/mK}$ ）が凹部74の空洞74cに入り込んでいる。これにより、可溶体7で発生したジュール熱が基板2へ移動するのを凹部74によっても抑制できる。その結果、可溶体7での蓄熱性を効果的に向上できる。

10

20

30

40

50

【0062】

ここで、熱酸化法により基板2の素子形成面2a上に厚い絶縁体層を形成する例について考える。この場合、2 μ mの熱酸化膜（シリコン酸化膜）を成長させるのに約24時間程度かかる。仮に15 μ m以上の酸化膜を素子形成面2a上に成長させる場合、7日以上要するので製造効率がよいとは言えない。

次に、CVD法によって素子形成面2a上に厚い絶縁体層を形成する例について考える。この場合、比較的早く厚い絶縁体層を素子形成面2a上に形成できるが、基板2が収容されるチャンバの内面にも絶縁膜が付着し成長する。チャンバの内面で絶縁膜が成長すると、当該絶縁膜の一部がパーティクルとなって基板2、第1配線膜4、第2配線膜5等に付着する結果、歩留り低下等の不具合を招く恐れがある。このような問題を回避するには、素子形成面2a上に薄い絶縁体層を形成した後、チャンバの内壁面を掃除するという2つの工程を絶縁体層が所望の厚さになるまで繰り返し行う必要があり、手間と時間がかかる。したがって、このような場合も製造効率がよいとは言えない。

【0063】

そこで、本実施形態では、複数の凹部74間の幅、つまり中間領域75の幅 X_3 （本実施形態では1 μ m程度）を、熱酸化により形成される絶縁膜の厚さ（本実施形態では2 μ m程度）よりも小さく形成している。したがって、熱酸化法を実行することにより、中間領域75の全体が絶縁体となるので、ベース基板31の厚さ方向に比較的厚い絶縁体層76（本実施形態では15 μ m）を含む埋め込み絶縁膜71を容易に形成できる。つまり、凹部74を利用することにより、比較的厚い埋め込み絶縁膜71を24時間程度の熱酸化工程によって形成できる。これにより、本来7日以上かかる熱酸化工程を7分の1程度に短縮できる。さらに、凹部74を形成した後、熱酸化工程を行うという一連の工程で、埋め込み絶縁膜71（厚い絶縁体層76）を形成できる。

【0064】

このように、本実施形態では、CVD法によらずに熱酸化法により厚い絶縁体層76を形成できるので、チャンバの内壁面に絶縁膜が成長するのを回避できる。よって、本実施形態によれば、パーティクルに起因する歩留り低下を回避しつつ、チップヒューズ1の製造効率を効果的に高めることができる。

また、本実施形態によれば、基板2の一部の領域（本実施形態では略中央部）に埋め込み絶縁膜形成領域72が設定されている。この場合、ステップS2（図17参照）において、各チップ領域32（図9参照）の一部の領域に埋め込み絶縁膜71が形成されるので、ベース基板31の全域に埋め込み絶縁膜71（厚い絶縁体層76）が形成されない。これにより、埋め込み絶縁膜71（厚い絶縁体層76）で生じる熱応力を低減できるので、ベース基板31の反りを低減できる。その結果、チップヒューズ1を良好に形成できる。

【0065】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はさらに他の形態で実施することもできる。

たとえば、前述の実施形態では、1つの可溶体7が基板2上に形成される例について説明したが、複数の可溶体7が基板2上に形成されてもよい。また、前述の実施形態では、1つの埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）が基板2に形成された例について説明したが、複数の埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）が形成されていてもよい。

【0066】

また、前述の実施形態では、第1配線膜4および第2配線膜5が、平面視において埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）に少なくとも一部が重なるように形成された例について説明した。しかし、第1配線膜4および第2配線膜5は、基板2上における埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）外の領域に形成されていてもよい。この場合、図25に示す構成を採用してもよい。図25は、第1変形例に係るチップヒューズ91を示す平面図である。図25は、前述の図6に対応する平面図である。図25において、図6に示された各部と対応する部分には同一の参照符号を付して、説明を省略

する。

【0067】

図25に示すように、埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）は、平面視において、基板2の素子形成面2aの中央部に形成されている。より具体的には、埋め込み絶縁膜71（埋め込み絶縁膜形成領域72）は、平面視において、第1配線膜4の第1接続部9および第2配線膜5の第2接続部11の間の領域に形成されている。第1配線膜4および第2配線膜5は、基板2（第2表面絶縁膜80）上における埋め込み絶縁膜71外の領域に形成されている。つまり、この場合、第1配線膜4および第2配線膜5は、第1表面絶縁膜73および第2表面絶縁膜80を挟んで、基板2（薄い絶縁膜79）と対向している（図4も併せて参照）。 10

【0068】

可溶体7は、平面視において、埋め込み絶縁膜71に少なくとも一部が重なるように基板2（第2表面絶縁膜80）上に形成されている。このような構成によっても、前述の実施形態と同様の効果を奏することができる。なお、可溶体7での蓄熱性の観点からすると、前述の実施形態の構成の方が好ましいといえる。むしろ、平面視において、可溶体7に整合する形状の埋め込み絶縁膜71が形成されてもよい。

【0069】

また、前述の実施形態では、埋め込み絶縁膜71が基板2の素子形成面2aの略中央部に形成された例について説明したが、埋め込み絶縁膜71は、基板2の全域に形成されていてもよい。なお、この構成の場合、比較的に大きな平面面積を有する埋め込み絶縁膜71が形成されるので、それに伴って製造時における埋め込み絶縁膜71で生じる熱応力が増加する。そのため、前述の実施形態の構成の方が好ましいといえる。 20

【0070】

また、前述の実施形態では、複数の凹部74が行列状に形成された例について説明した。しかし、複数の凹部74は、行列状に形成されていなくてもよい。たとえば、複数の凹部74は、互いに直交する行方向および列方向において1列おきに行方向の位置をずらして千鳥状に配列されていてもよい。また、平面視において、第1配線膜4（第1外部電極18）および第2配線膜5（第2外部電極19）の対向方向に延びるストライプ状の凹部74が中間領域75を挟んで複数形成されていてもよい。また、平面視において、第1配線膜4（第1外部電極18）および第2配線膜5（第2外部電極19）の対向方向に交 30
わる方向に延びるストライプ状の凹部74が中間領域75を挟んで複数形成されていてもよい。さらに、凹部74は、第1配線膜4（第1外部電極18）および第2配線膜5（第2外部電極19）の対向方向および当該対向方向に交わる方向の2方向に延びる格子状に形成されていてもよい。

【0071】

また、前述の実施形態では、平面視略四角形状の凹部74が複数形成された例について説明したが、平面視多角形状、平面視略円形状、平面視略楕円形状等の凹部74が複数形成されていてもよい。また、凹部74は、基板2の素子形成面2aから裏面2b側に向かって開口幅が徐々に狭まる断面視テーパ状に形成されていてもよい。

また、前述の実施形態において、複数の凹部74のうちのいずれかは、図26に示すような構成を有していてもよい。図26は、図4に示す凹部74の一形態を示す拡大断面図である。図26は、前述の図5に対応する平面図である。図26において、図5に示された各部と対応する部分には同一の参照符号を付して、説明を省略する。 40

【0072】

図26に示すように、複数の凹部74のうちのいずれか（図26では、破線で示した凹部94）は、第1凹部分74aが埋め込み絶縁膜71（厚い絶縁体層76）によりその全体が閉鎖されていてもよい。凹部94の第2凹部分74bに第2表面絶縁膜80の一部が入り込むことにより、当該第2凹部分74bにおいて、第2表面絶縁膜80が埋め込み絶縁膜71（厚い絶縁体層76）に接していてもよい。この場合、凹部94において、埋め込み絶縁膜71同士が接することにより形成された境界部（結晶界面）94Aと、第2表 50

面絶縁膜 80 と埋め込み絶縁膜 71 とが接することにより形成された境界部（結晶界面）94B とが形成される。これら境界部 94A、94B に間隙（空隙）が介在していてもよい。

【0073】

また、図 26 に示すように、複数の凹部 74 のうちのいずれか（図 26 では、破線で示した凹部 95）は、第 1 凹部分 74a が埋め込み絶縁膜 71（厚い絶縁体層 76）によりその一部が閉鎖されていてもよい。この場合、図 26 に示すように、凹部 95 において、埋め込み絶縁膜 71（厚い絶縁体層 76）と第 2 凹部分 74b との間に空洞 96 が形成されていてもよい。第 1 凹部分 74a の内方部では、断面視において、埋め込み絶縁膜 71 同士が接することにより形成された境界部（結晶界面）95A が形成される。この空洞 96 に第 2 表面絶縁膜 80 の一部が入り込んでいてもよい。

10

【0074】

さらに、図 26 に示すように、複数の凹部 74 のうちのいずれか（図 26 では、凹部 97）の第 2 凹部分 74b に、第 2 表面絶縁膜 80 の一部が入り込んでいてもよい。第 2 表面絶縁膜 80 は、さらに第 1 凹部分 74a に入り込んでいてもよい。

また、前述の実施形態では、基板 2 における複数の第 1 凹部分 74a によって挟まれた壁の全体が絶縁体とされ、厚い絶縁体層 76 が形成された例について説明した。しかし、図 27 に示すように、基板 2 における複数の第 1 凹部分 74a によって挟まれた壁（中間領域 75）の一部および底部に沿う部分のみに埋め込み絶縁膜 71 が形成されてもよい。この場合、複数の凹部 74 は、埋め込み絶縁膜 71 および基板 2 の一部を挟んで互いに隣り合っている。このような構成によっても、埋め込み絶縁膜 71 を形成できる。また、凹部 74 の空洞 74c には、比較的熱伝導率の低い空気が入り込む。したがって、このような構成によっても、可溶体 7 での蓄熱性を向上できる。

20

【0075】

また、前述の実施形態では、境界領域 33（図 9 参照）を被覆するようにマスク 84 がパターニングされ（ステップ S23）、溝 38 を形成する工程（ステップ S11）において、当該マスク 84 が除去される例について説明した（図 15 および図 19 も併せて参照）。しかし、マスク 84 は、チップ領域 32（図 9 参照）の一部を被覆することにより、第 1 表面絶縁膜 73 の一部として形成されてもよい。つまり、この場合、第 1 表面絶縁膜 73 は、マスク 84 としてのシリコン窒化膜をその一部に含んでいてもよい。

30

【0076】

また、前述の実施形態の構成に、図 28 および図 29 に示す構成を適用してもよい。

図 28 は、第 2 変形例に係るチップヒューズ 98 を示す斜視図である。図 29 は、図 28 に示すチップヒューズ 98 の平面図である。図 28 は、前述の図 1 に対応する平面図である。図 29 は、前述の図 3 に対応する平面図である。図 28 および図 29 において、図 1 および図 3 等 に示された各部と対応する部分には同一の参照符号を付して、説明を省略する。

【0077】

図 28 および図 29 に示すように、樹脂膜 15 は、第 1 配線膜 4（第 1 外部電極 18）および第 2 配線膜 5（第 2 外部電極 19）の対向方向中間部に、可溶体用開口 20 を有している。可溶体用開口 20 は、少なくとも可溶体 7 の上方に形成されている。より具体的には、可溶体用開口 20 は、第 1 パッシベーション膜 14 における少なくとも可溶体 7 上の部分を露出させるように形成されている。可溶体用開口 20 は、平面視略長形状に形成されており、可溶体 7 の平面面積よりも大きい平面面積を有している。可溶体用開口 20 は、平面視において、可溶体 7 の周縁を取り囲んでいる。可溶体用開口 20 の短手方向の幅 W_5 は、たとえば 0.06 mm ~ 0.4 mm である。可溶体用開口 20 の長手方向の幅 W_6 は、たとえば 0.14 mm ~ 0.7 mm である。

40

【0078】

この構成において、可溶体用開口 20 は、第 1 配線膜 4 の少なくとも一部および第 2 配線膜 5 の少なくとも一部の上方に形成されている。つまり、可溶体用開口 20 は、第 1 パ

50

ッシベーション膜 14 における第 1 配線膜 4 の少なくとも一部および第 2 配線膜 5 の少なくとも一部を露出させている。より具体的には、可溶体用開口 20 は、第 1 パッシベーション膜 14 における第 1 接続部 9 の他端部 9b 上の一部および第 2 接続部 11 の他端部 11b 上の一部を露出させている。なお、この例では、平面視略長方形形状の可溶体用開口 20 が形成された例を示しているが、可溶体用開口 20 は、平面視円形状、平面視多角形状等であってもよい。

【0079】

図 29 に示すように、配線膜 45 はさらに、チップヒューズ 98 に関する種々の情報を表示する標印膜 13 を含む。標印膜 13 は、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の間において、第 1 配線膜 4、第 2 配線膜 5 および可溶体 7 から間隔を空けて形成されている。標印膜 13 は、標印膜 13 の少なくとも一部（この例では全部）が、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の間に位置するように配置されている。より具体的には、標印膜 13 は、少なくとも一部（この例では全部）が、可溶体 7、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 により区画される領域内に位置するように配置されている。さらに具体的には、標印膜 13 は、可溶体 7、第 1 接続部 9 および第 2 接続部 11 により区画される領域内に配置されている。この構成において、標印膜 13 は、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の対向方向に直交する方向に可溶体 7 と対向している。つまり、標印膜 13 は、前記直交する方向に可溶体 7 と並んで配置されている。

【0080】

この例では、標印膜 13 が「4. 0」の文字に形成されることによって、可溶体 7 の定格電流、すなわちチップヒューズ 98 の定格電流が示されている。つまり、標印膜 13 は、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 間に 4. 0 A 以上の電流が流れると、可溶体 7 がジュール熱により溶断することを表している。標印膜 13 は、定格電流の他、たとえば「F」の文字に形成されることにより、当該チップヒューズ 98 が可溶体 7（ヒューズ）を含むことを表示してもよい。

【0081】

このような構成によれば、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 に定格以上の電流（この例では、4. 0 A 以上の電流）が流れると、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の間に配置された可溶体 7 がジュール熱によって溶断し、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 間の電流経路が開放（遮断）される。この例によれば、樹脂膜 15 に可溶体 7 の平面面積よりも大きい平面面積の可溶体用開口 20 が形成されているので、可溶体 7 が溶断した部分に樹脂膜 15 が入り込んで、第 1 配線膜 4 および第 2 配線膜 5 の間に電流経路が再度形成されるのを効果的に抑制できる。その結果、遮断性能を効果的に向上できるチップヒューズ 98 を提供できる。

【0082】

ここで、樹脂膜 15 の表面上に標印を形成するための領域を設定する場合について考える。この場合、たとえば標印を形成する部分を平坦に形成しなければならない等、樹脂膜 15 の構成の自由度が制限される。この例によれば、基板 2 と第 1 パッシベーション膜 14 との間に標印膜 13 を形成しているので、標印膜 13 に起因する樹脂膜 15 の構成の制限をなくすることができる。これにより、樹脂膜 15 に可溶体用開口 20 を良好に形成できる。

【0083】

しかも、この例によれば、配線膜 45 を利用して標印膜 13 を形成できるので、標印膜 13 を形成する装置と、配線膜 45 を形成する装置とを共通化できる。これにより、標印形成専用の装置、たとえばレーザ印刷の標印形成装置やオフセット印刷の標印形成装置等が不要となる。その結果、標印形成専用の装置のための設備投資が不要になるので、チップヒューズ 98 の製造コストを効果的に低減できる。とりわけ、レーザ印刷ではレーザ加工に伴う樹脂膜 15 のダメージや発塵等によるチップヒューズの歩留り低下が懸念されるが、この例によれば、これらの問題を回避できるので、チップヒューズ 98 の信頼性を向上できる。

10

20

30

40

50

【0084】

また、この例によれば、基板2と第1パッシベーション膜14との間に標印膜13を形成できる。これにより、樹脂膜15の構成の制限受けずに標印膜13を良好に形成できる。また、第1パッシベーション膜14によって標印膜13を保護できるので、標印膜13の一部が剥がれたり、擦れたりすることによって発生する標印膜13のダメージを効果的に抑制できる。その結果、第1パッシベーション膜14を介して標印膜13を良好に確認できる。

【0085】

また、この例によれば、第1配線膜4および第2配線膜5に対して比較的幅狭の可溶体7が形成されるので、第1配線膜4および第2配線膜5の間に可溶体7が配置されない領域、より具体的には、可溶体7、第1配線膜4および第2配線膜5により区画される領域が形成される。この可溶体7が配置されない領域に標印膜13を配置することにより基板2上のスペースを有効活用できるので、チップヒューズ98の大型化を効果的に抑制または防止できる。

【0086】

図28および図29では、1つの情報を有する1つの標印膜13が基板2上に設定される例について説明したが、互いに異なる情報を有する複数の標印膜13が基板2上に配置されてもよい。また、図28および図29では、配線膜45が標印膜13を含む例について説明したが、標印膜13は、配線膜45とは別体、つまり配線膜45とは異なる材料で第2表面絶縁膜80（基板2）上に形成された金属膜または絶縁膜であってもよい。さらに、標印膜13が配線膜45とは別体の場合、レーザ印刷により形成された標印またはオフセット印刷により形成された標印を第2表面絶縁膜80上に形成してもよい。この構成によれば、透明の第1パッシベーション膜14により標印を保護でき、かつ、標印を良好に確認できる。

【0087】

むろん、チップヒューズ98において、樹脂膜15は、少なくとも標印膜13の上方に標印膜用開口を有していてもよい。つまり、樹脂膜15は、第1パッシベーション膜14における少なくとも標印膜13が形成された領域上の部分を露出させる標印膜用開口を有していてもよい。このような標印膜用開口は、可溶体用開口20と一体的に連なるように形成されていてもよい。

【0088】

前述のチップヒューズ1, 91, 98は、たとえば、電源回路用、高周波回路用、デジタル回路用等の素子として、電子機器等に組み込むことができる。この場合、電子機器は、チップヒューズ1, 91, 98が実装された回路アセンブリを収容した筐体を含む。

前述の実施形態において、基板2は、シリコン基板であってもよい。セラミック基板は比較的硬い材質のため、加工（とりわけ凹部形成加工やダイシング加工等）が非常に困難であるが、シリコン基板であれば、これらの加工を比較的容易に行い得る。

【0089】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。たとえば、図28および図29に示す構成から以下の特徴を有するチップヒューズが抽出されてもよい。

項1. 基板と、前記基板に選択的に埋め込まれた埋め込み絶縁膜と、前記基板上に配置され、前記埋め込み絶縁膜上に所定の熱量で溶断する可溶体を有する配線膜と、前記配線膜に電氣的に接続され、前記可溶体を外部接続するための外部電極と、前記配線膜を被覆するように前記基板上に形成され、少なくとも前記可溶体の上方に開口を有する樹脂膜とを含む、チップヒューズ。

【0090】

項2. 前記配線膜は、前記可溶体から間隔を空けて配置された標印膜をさらに含む、項1に記載のチップヒューズ。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

- 1 チップヒューズ
- 2 基板
- 2 a 素子形成面（主面）
- 4 第 1 配線膜
- 5 第 2 配線膜
- 7 可溶体
- 1 8 第 1 外部電極
- 1 9 第 2 外部電極
- 3 1 ベース基板
- 3 1 a ベース基板の表面
- 4 5 配線膜
- 7 1 埋め込み絶縁膜
- 7 3 第 1 表面絶縁膜（表面絶縁膜）
- 7 4 凹部
- 7 4 c 空洞
- 7 6 絶縁体層
- 8 5 U S G 膜（表面絶縁膜）
- 9 1 チップヒューズ
- 9 8 チップヒューズ

10

20

【 図 1 】

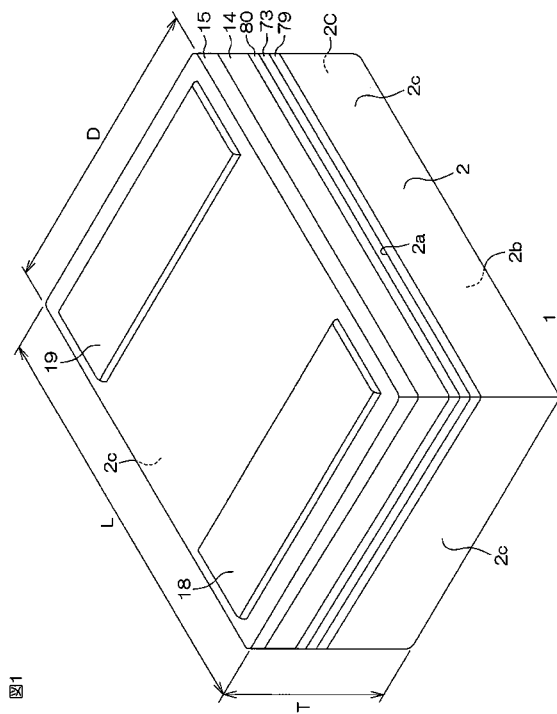


図1

【 図 2 】

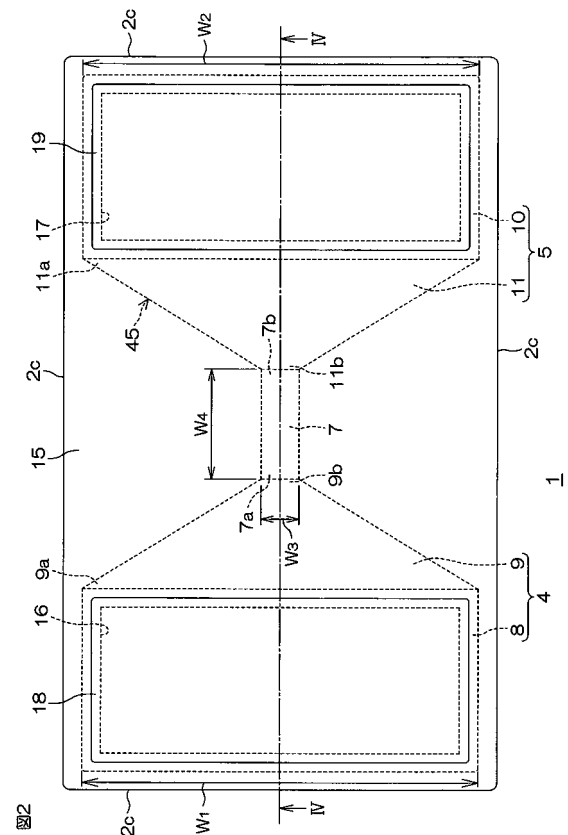
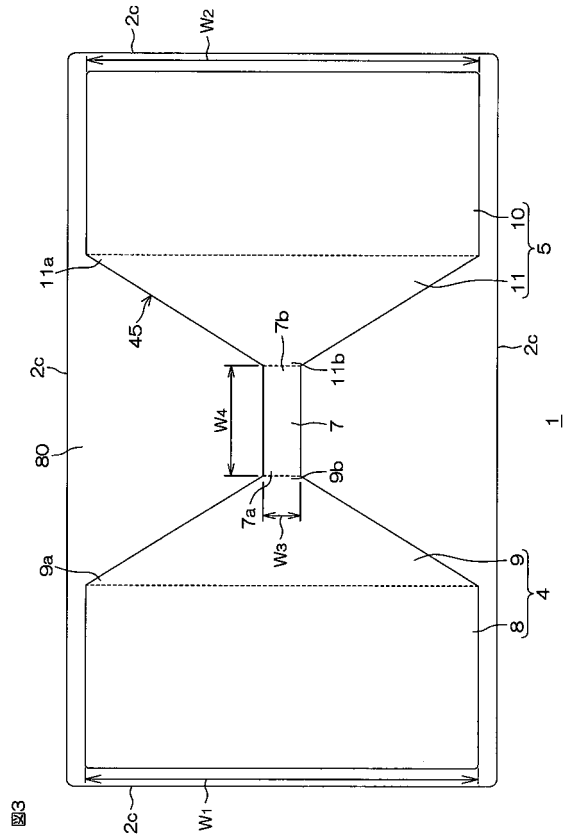
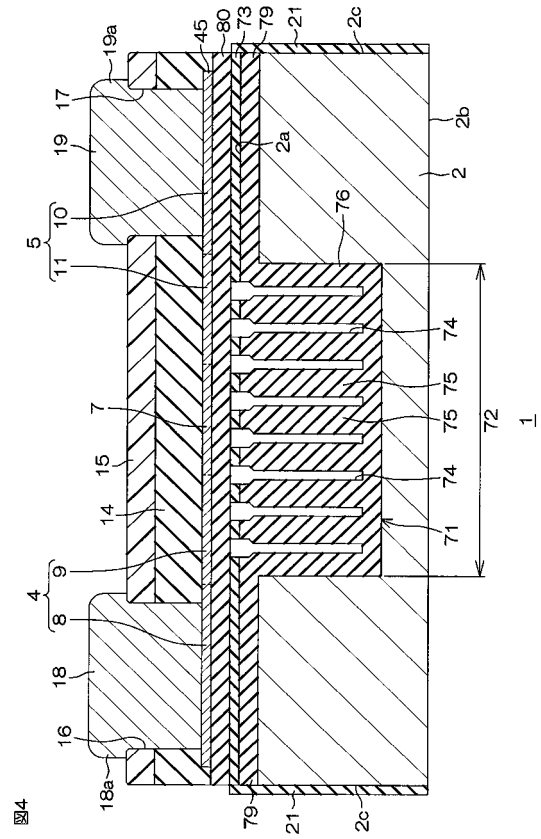


図2

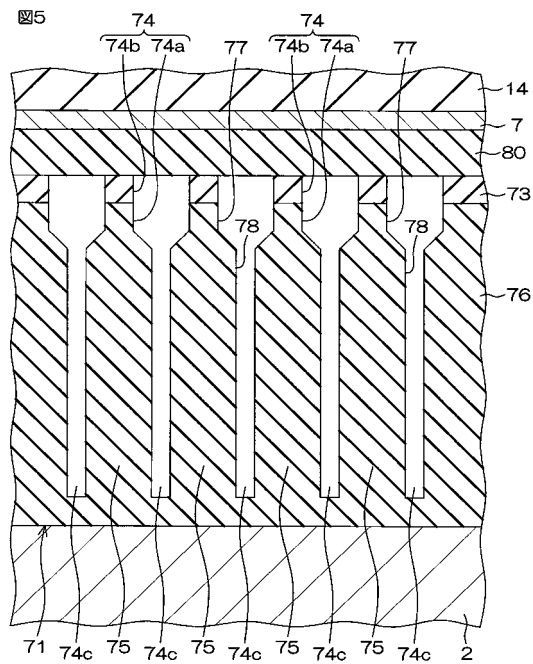
【図 3】



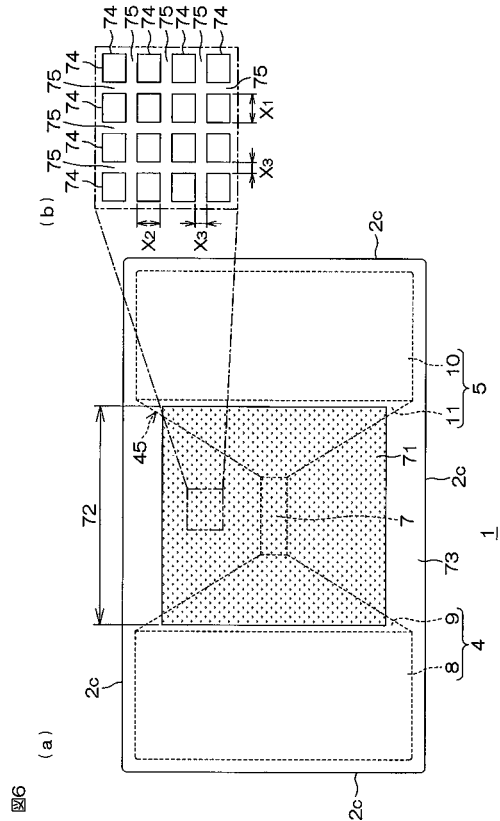
【図 4】



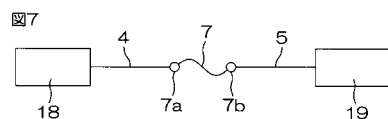
【図 5】



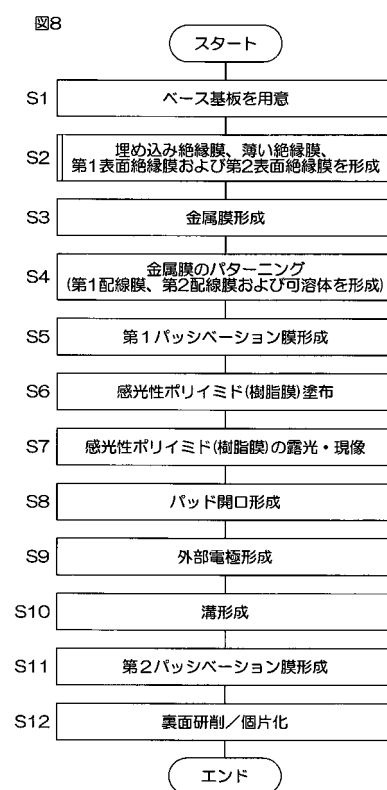
【図 6】



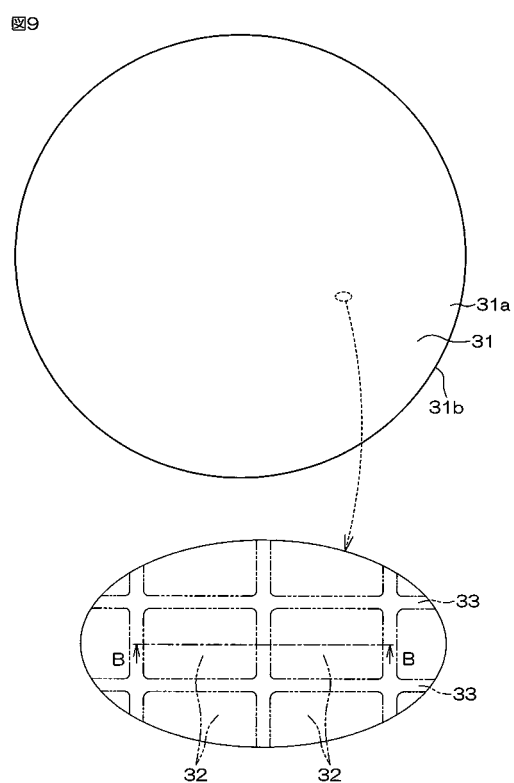
【図 7】



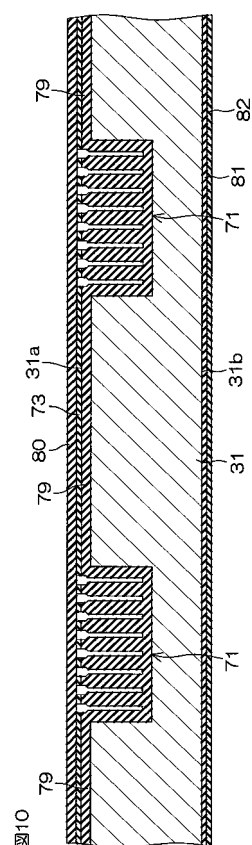
【图 8】



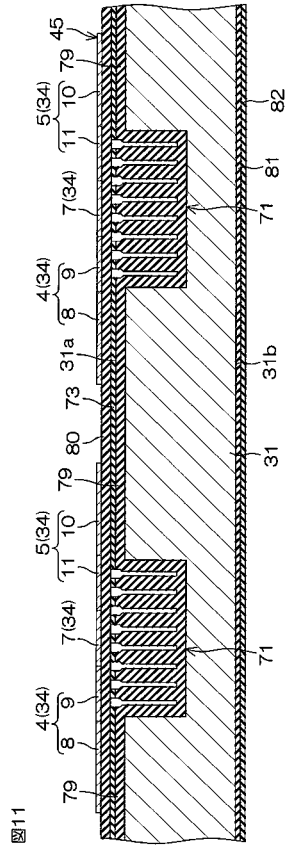
【图 9】



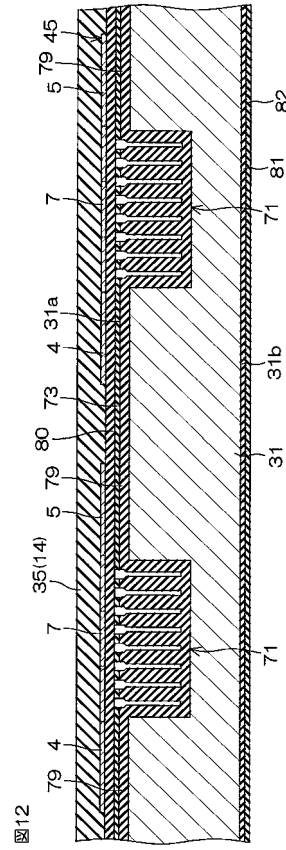
【図 10】



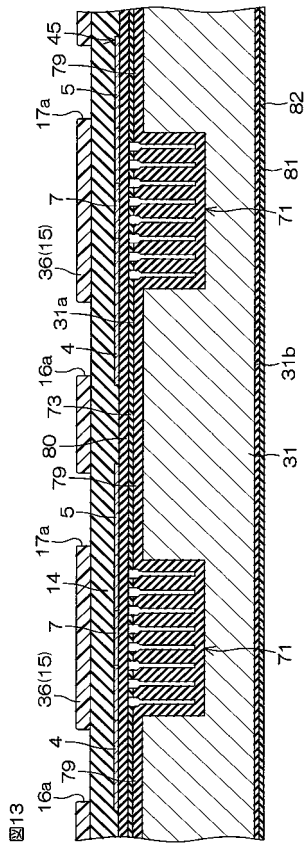
【図 1 1】



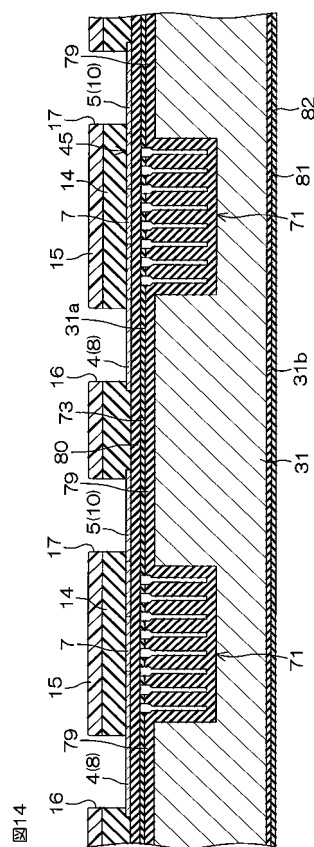
【図 1 2】



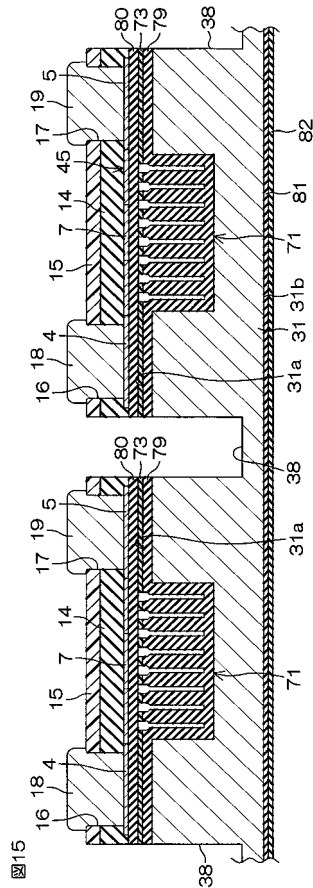
【図 1 3】



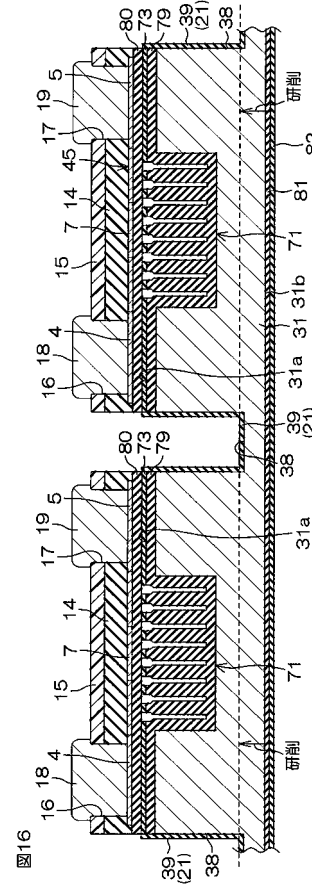
【図 1 4】



【図15】

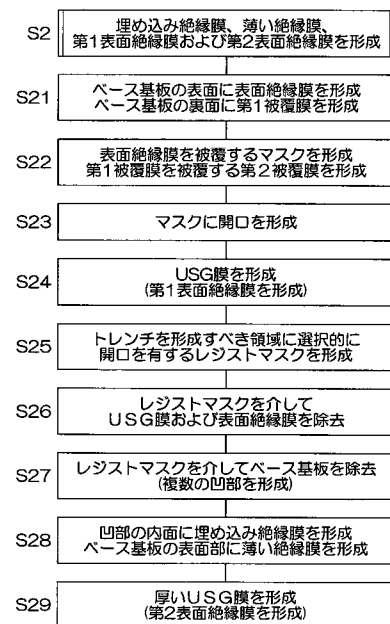


【図16】



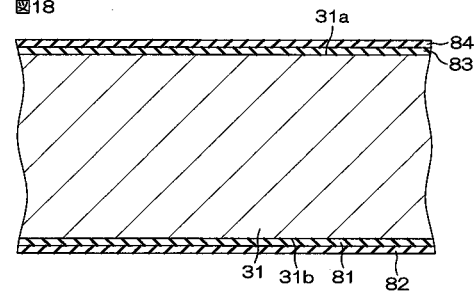
【図17】

図17



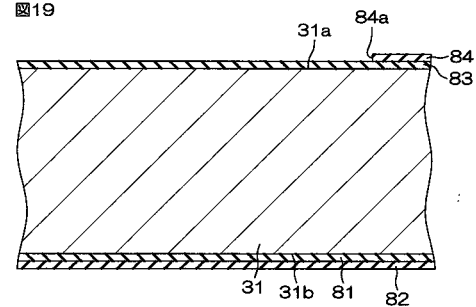
【図18】

図18

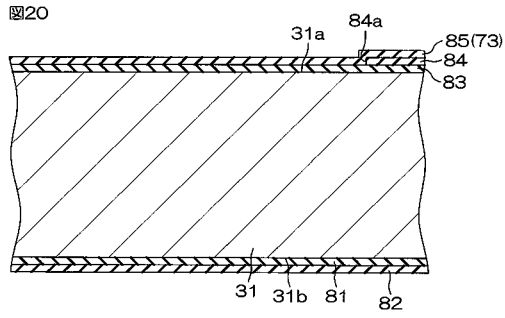


【図19】

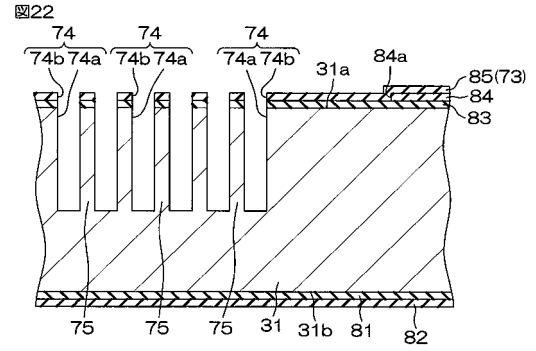
図19



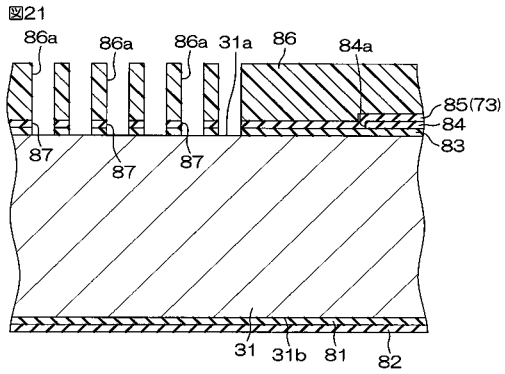
【図 20】



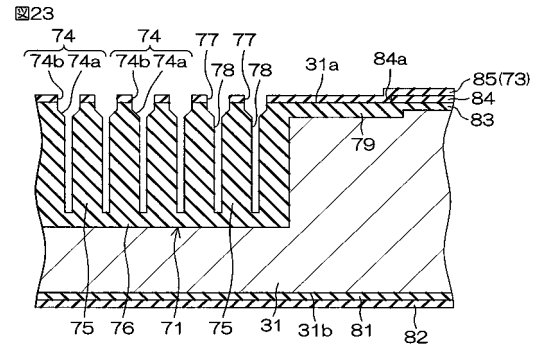
【図 22】



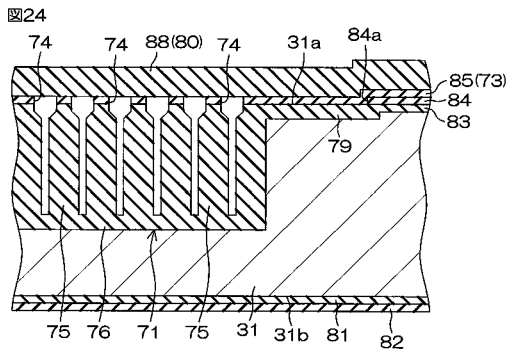
【図 21】



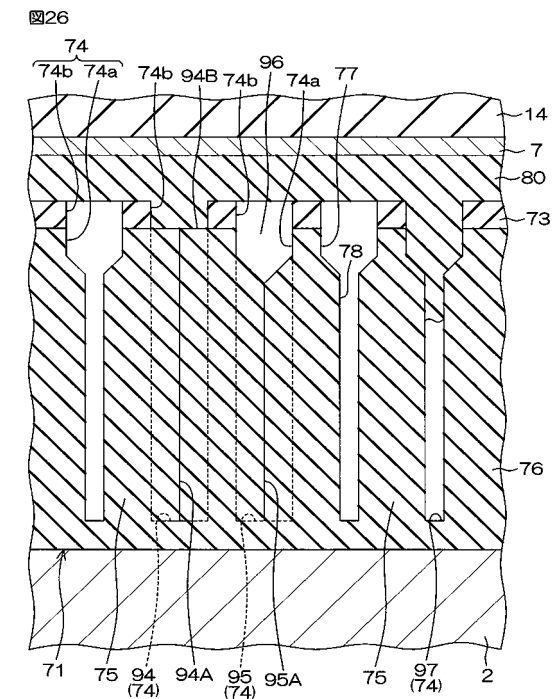
【図 23】



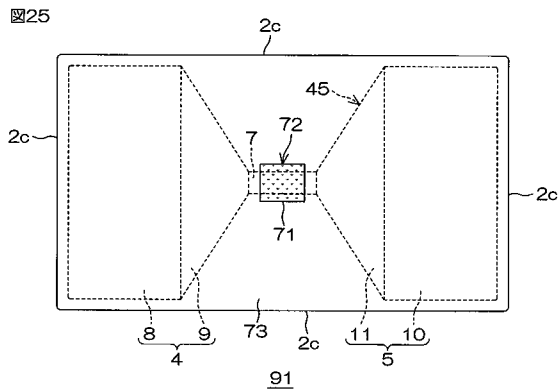
【図 24】



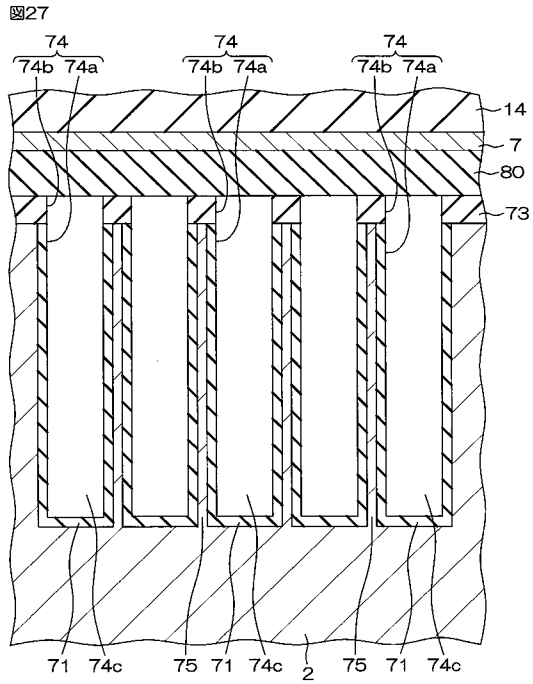
【図 26】



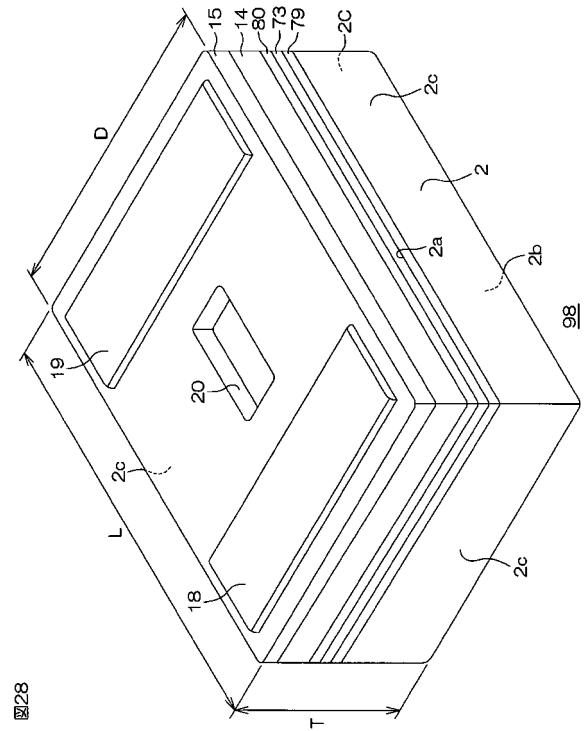
【図 25】



【図 27】



【図 28】



【図 29】

