(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4139020号
(P4139020)
(45)発行日　平成20年8月27日(2008.8.27)　(24)登録日　平成20年6月13日(2008.6.13)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/60 (2006.01)　H01L 21/60　301

請求項の数 1　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平11-286833
(22)出願日　平成11年10月7日(1999.10.7)
(65)公開番号　特開2001-110841(P2001-110841A)
(43)公開日　平成13年4月20日(2001.4.20)
審査請求日　平成15年3月31日(2003.3.31)
審判番号　不服2005-12717(P2005-12717/J1)
審判請求日　平成17年7月5日(2005.7.5)

(73)特許権者　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(72)発明者　岡村　健
京都府相楽郡精華町光台３丁目５番地　京セラ株式会社中央研究所内

合議体
審判長　真々田　忠博
審判官　國方　康伸
審判官　市川　裕司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ワイヤボンディング用キャピラリー

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
１０～４０℃での熱膨張率が２×１０$^{-6}$／℃以下であり、かつ密度が２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上であるＭｇ，Ａｌ，Ｓｉの複合酸化物であって、該複合酸化物のモル比がｘＭｇＯ・ｙＡｌ$_{2}$Ｏ$_{3}$・ｚＳｉＯ$_{2}$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表されるとともに、主結晶相がコーディエライトであり、他の結晶相としてムライト，プロトエンスタタイト，クリノエンスタタイト，フォルステライト，クリストバライト，トリジマイトまたはサファリンが析出している誘電体磁器組成物から成ることを特徴とするワイヤボンディング用キャピラリー。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体素子の電極とパッケージの電極パッド、または半導体素子の電極パッド同士を金等から成るワイヤでボンディングする際に用いるワイヤボンディング用キャピラリーに関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、ＩＣ，ＬＳＩ等の半導体素子をパッケージ内に収容した半導体デバイスにおいて、半導体素子の電極とパッケージ内の電極パッド間、半導体素子の電極間の導通接続は、

ボンディングワイヤにより行なっている。そして、ワイヤボンディングを行なう際に、微細な径の金線等からなるワイヤを引き回して導くために、キャピラリー（細管）を使用している。

【０００３】

このキャピラリーの材質としては、セラミック，金属，プラスチック，ガラス等の種々のものが試作されてきたが、現在は大部分セラミック製となっている。それは、セラミックは加工精度が高いため、キャピラリーの内径および外径の公差を０．１μｍ以下と高精度に加工することができ、またセラミックは摩擦係数が小さいためワイヤのキャピラリー内への挿入、キャピラリーからの送出が容易であり、さらに剛性が高く熱膨張係数が低いことから外部応力や温度変化に対して安定であり、耐蝕性にも優れているといった理由による。

【０００４】

このようなキャピラリー用のセラミックとしては、近年、アルミナ（Al_2O_3）セラミック，ジルコニア（ＺｒＯ）セラミックが用いられている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、セラミックは金属に比べて一般に熱膨張率が小さいとはいえ、アルミナセラミックやジルコニアセラミックの１０～４０℃での熱膨張率はそれぞれ5×10^{-6}／℃，10×10^{-6}／℃であり、近時のサブミクロンオーダーの高い形状精度要求に対しては不十分であった。例えば、雰囲気の気温変化により膨張、収縮を起こして変形し、他の部材との接合不良や接続損失を生じるといった問題があった。

【０００６】

一方、熱膨張率が小さいセラミック材料としては、従来コーディエライト（$2MgO\cdot2Al_2O_3\cdot5SiO_2$）が知られているが、コーディエライトは焼成温度範囲がきわめて狭いことから緻密な焼結体が得難く、よってコーディエライトのような緻密でない材料からなるキャピラリーを用いた場合、強度不足からキャピラリー自体が破損したり、また表面の平滑性に劣るためワイヤを破断するという問題点があった。

【０００７】

従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、所定の小さい熱膨張率および高い密度を有する材料からなるキャピラリーとすることで、形状精度に優れ、他の部材との接続不良および接続損失の発生を防止し、またキャピラリー自体の破損やワイヤの破断を防ぐものとすることにある。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明のワイヤボンディング用キャピラリーは、１０～４０℃での熱膨張率が2×10^{-6}／℃以下であり、かつ密度が２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上であるＭｇ，Ａｌ，Ｓｉの複合酸化物であって、該複合酸化物のモル比が$xMgO\cdot yAl_2O_3\cdot zSiO_2$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表されるとともに、主結晶相がコーディエライトであり、他の結晶相としてムライト，プロトエンスタタイト，クリノエンスタタイト，フォルステライト，クリストバライト，トリジマイトまたはサファリンが析出している誘電体磁器組成物から成ることを特徴とする。

【０００９】

本発明は、上記構成により、従来のアルミナセラミック，ジルコニアセラミックよりも小さい熱膨張率を有し、緻密な誘電体磁器組成物からなるものとすることができ、その結果、雰囲気温度による熱変形が小さく緻密な材料からなることで、高精度の接合精度が得られ、接続不良および接続損失の発生が抑制でき、キャピラリー自体の破損およびワイヤの破断を防ぐことができる。

【００１０】

また本発明のワイヤボンディング用キャピラリーにおいて、前記複合酸化物のモル比が

ｘＭｇＯ・ｙＡｌ$_2$Ｏ$_3$・ｚＳｉＯ$_2$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表されるとともに、主結晶相がコーディエライトであり、他の結晶相としてムライト，プロトエンスタタイト，クリノエンスタタイト，フォルステライト，クリストバライト，トリジマイトまたはサファリンが析出している誘電体磁器組成物から成ることを特徴とする。これにより、熱膨張率および緻密性の点でより優れたものとすることが可能となる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

本発明のワイヤボンディング用キャピラリーについて以下に説明する。図１，図２は本発明のワイヤボンディング用キャピラリーを模式的に示した断面図および斜視図であり、これらの図において、１はワイヤボンディング用キャピラリー（以下、キャピラリーという）、１ａはキャピラリー１の中心軸方向に形成された、ワイヤを挿入および送出するための貫通孔、１ｂは貫通孔１ａのワイヤ挿入側の端部に形成された、ワイヤの挿入を容易にするための円錐形部、１ｃはキャピラリー１のワイヤ送出側の外側面に形成された、ワイヤのガイド面であるテーパー部、１ｄはワイヤの送出側に形成された、ボンディングするワイヤの金属の容量と形状を制御する円錐形部、１ｅは円筒状の最大径部である。

【００１２】

本発明のキャピラリー１は、図１に示すように、外形は円筒状の最大径部１ｅと、最大径部１ｅに連続する先端側の円錐状のテーパー部１ｃとから構成されているが、円筒状および円錐形状とする必要はなく、四角柱状および四角錘状等の多角柱状および多角錘状等とすることもできる。また、一般に、キャピラリー１全体の長さは１０ｍｍ程度、最大径部１ｅの外径は０．８～３ｍｍ程度、円錐状のテーパー部１ｃの最大径部１ｅの面に対する傾斜角は３０°程度であり、貫通孔１ａの直径は２５～４０μｍ、円錐形部１ｂおよび円錐形部１ｄの傾斜角は６０°程度、またワイヤの直径は２５～３０μｍ程度である。

【００１３】

本発明のキャピラリー１の材料である誘電体磁器組成物は、ｘＭｇＯ・ｙＡｌ$_2$Ｏ$_3$・ｚＳｉＯ$_2$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表される複合酸化物を主成分とする。

【００１４】

本発明のキャピラリー１用の誘電体磁器組成物の主成分の組成比を前記範囲に限定したのは、以下の理由による。即ち、ＭｇＯのモル％を示すｘを１０～４０モル％としたのは、１０モル％未満では良好な焼結体が得られず密度が低下し、４０モル％を超えると熱膨張率が大きくなる。特には、熱膨張率を１．５×１０$^{-6}$／℃以下にするという点で、ｘは１５～３５モル％が望ましい。

【００１５】

また、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$のモル％を示すｙを１０～４０モル％としたのは、ｙが１０モル％よりも小さい場合には良好な焼結体が得られず密度が低下し、４０モル％を超えると熱膨張率が大きくなるからである。特に、熱膨張率を１．５×１０$^{-6}$／℃以下にするという点で、１７～３５モル％が望ましい。

【００１６】

ＳｉＯ$_2$のモル％を２０～８０モル％としたのは、ｚが２０モル％未満の場合には熱膨張率が大きくなり、８０モル％を超えると良好な焼結体が得られず密度が低下する傾向にあるからである。特に、熱膨張率を１．５×１０$^{-6}$／℃以下にするという点で、３０～６５モル％が望ましい。

【００１７】

これらＭｇＯ，Ａｌ$_2$Ｏ$_3$，ＳｉＯ$_2$のモル％を各々示すｘ，ｙ，ｚは、ＥＰＭＡ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｐｒｏｂｅ Ｍｉｃｒｏ Ａｎａｌｙｓｉｓ）法、ＸＲＤ（Ｘ－ｒａｙ Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ：Ｘ線回折）法等の分析方法で特定できる。

【００１８】

本発明において、１０～４０℃での熱膨張率を２×１０$^{-6}$／℃以下としたのは、２×

10^{-6}／℃を超えると、サブミクロンオーダーの高精度の接合精度が得られず、接続損失や接続不良を生じ易いからである。この熱膨張率は小さい法が望ましいが、特に10～40℃での熱膨張率が1.5×10^{-6}／℃以下であることが望ましい。

【0019】

また、本発明のキャピラリー1用の誘電体磁器組成物は、主結晶相がコーディエライト（$3MgO\cdot2Al_2O_3\cdot5SiO_2$）であり、他の結晶相としてムライト（$3Al_2O_3\cdot2SiO_2$），プロトエンスタタイト｛メタ珪酸マグネシウム（$MgO\cdot SiO_2$）を主成分とするステアタイトの一種｝，クリノエンスタタイト｛メタ珪酸マグネシウム（$MgO\cdot SiO_2$）を主成分とするステアタイトの一種｝，フォルステタイト（$2MgO\cdot SiO_2$），クリストバライト｛珪酸（SiO_2）の一種｝，トリジマイト｛珪酸（SiO_2）の一種｝，サファリン（Mg，Alの珪酸塩の一種）等が析出しているが、組成によってその析出相が異なる。

【0020】

本発明のキャピラリー1用の誘電体磁器は、以下のようにして製造する。原料粉末として、例えば、$MgCO_3$粉末，Al_2O_3粉末，SiO_2粉末を用い、所定割合で秤量し、湿式混合した後乾燥し、この混合物を大気中において1100～1300℃で仮焼した後、粉砕する。得られた粉末に適量のバインダを加えて成形し、この成形体を大気中1300～1450℃で焼成することにより得られる。

【0021】

なお、本発明のキャピラリー1用の誘電体磁器組成物の主成分は、金属元素として、Mg，Al，Siからなり、10～40℃での熱膨張率2×10^{-6}／℃以下の特性を満足することを条件に、上記元素以外に粉砕ボールや原料粉末の不純物混入、焼結温度範囲の制御、機械的強度の向上を目的に、他の成分を含有してもよい。例えば、希土類元素化合物，Ba，Sr，Ca，Ni，Co，In，Ga，Zr，Ti，Nb，Ta，Cr，Mo，W，Mn，Cu，Zn，B，Ge，Sn等の酸化物、または窒化珪素等の窒化物，炭化珪素等の炭化物などの非酸化物である。また、これらは単独または複数種含有されていてもよい。

【0022】

かくして、本発明は、従来のアルミナセラミック，ジルコニアセラミックよりも小さい熱膨張率を有し、緻密な誘電体磁器組成物からなるものとすることができ、その結果、雰囲気温度による熱変形が小さく緻密な材料からなることで、高精度の接合精度が得られ、接続不良および接続損失の発生が抑制でき、さらにキャピラリー1自体の破損およびワイヤの破断を防ぐことができるという作用効果を有する。

【0023】

本発明のキャピラリー1は、上述した如く鋭利な先端部を有した中空状の形状であるので、緻密で熱膨張率の小さい特性が求められるものであれば、他の用途にも応用できる。例えば、ピペットの先端部品，シリンジ，真空ピンセットの先端部品等の種々の用途に応用できる。

【0024】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更を行うことは何ら差し支えない。

【0025】

【実施例】

本発明の実施例について以下に説明する。

【0026】

（実施例）

図1，図2のキャピラリー1を以下のように構成した。原料粉末として、純度99重量%の$MgCO_3$，純度99.7重量%のAl_2O_3，純度99.4重量%のSiO_2粉末を用い、これらを焼結体と成した場合に表1の組成比となるように秤量し、15時間湿式混合した後、乾燥し、この混合物を大気中において1200℃，2時間仮焼した後粉砕し

た。なお、表１において、ＭｇＣＯ$_3$はＭｇＯ換算したものであり、表１中の熱膨張率は１０～４０℃でのものである。

【００２７】

得られた粉末に適量の樹脂バインダを加えて造粒し、これを成形して最終製品としての焼結体が、全体の長さが１０ｍｍ，円筒状の最大径部１ｅの外径が０．８ｍｍ，貫通孔１ａの直径が３０μｍ，円錐形部１ｂの傾斜角が６０°，円錐形部１ｄの傾斜角が６０°となるようにした。この成形体を１３００～１４５０℃で２時間焼結してキャピラリー１を作製した。

【００２８】

【表１】

	組成 (mol%)			添加物	(wt%)	熱膨張率 $\times 10^{-6}$/℃	密度 (g/cm^3)
	MgO	Al2O3	SiO2				
*1	5	55	40	–	–	3.0	3.1
2	10	10	80	–	–	2.0	2.3
3	10	30	60	–	–	1.6	2.6
4	10	40	50	–	–	2.0	2.9
5	15	35	50	–	–	1.5	2.8
6	17.5	17.5	65	–	–	0.8	2.5
7	20	40	40	–	–	2.0	2.7
8	22.2	22.2	55.6	–	–	0.1	2.4
9	25	17	58	–	–	0.5	2.5
10	25	27	48	–	–	0.4	2.6
11	25.5	30	44.5	–	–	0.9	2.7
12	30	10	60	–	–	2.0	2.5
13	30	30	40	–	–	1.2	2.8
14	35	20	45	–	–	1.1	2.8
15	35	35	30	–	–	1.5	2.9
16	40	10	50	–	–	2.0	2.7
17	40	20	40	–	–	1.0	2.9
18	40	40	20	–	–	2.0	3.0
*19	40	50	10	–	–	3.0	3.4
*20	58	10	32	–	–	4.0	3.2
21	22.2	22.2	55.6	Yb2O3	0.1	0.1	2.4
22	22.2	22.2	55.6	Yb2O3	1	0.1	2.4
23	22.2	22.2	55.6	Yb2O3	5	0.2	2.5
24	22.2	22.2	55.6	Yb2O3	10	0.3	2.6
25	22.2	22.2	55.6	Yb2O3	15	0.5	2.7
26	22.2	22.2	55.6	Y2O3	10	0.3	2.6
27	22.2	22.2	55.6	La2O3	10	0.3	2.6
28	22.2	22.2	55.6	Nd2O3	10	0.3	2.6
29	22.2	22.2	55.6	Er2O3	10	0.3	2.6
30	22.2	22.2	55.6	Lu2O3	10	0.3	2.6
31	22.2	22.2	55.6	Sc2O3	10	0.3	2.6
32	22.2	22.2	55.6	BaO	10	0.3	2.6
33	22.2	22.2	55.6	SrO	10	0.3	2.6
34	22.2	22.2	55.6	CaO	10	0.3	2.6
35	22.2	22.2	55.6	NiO	10	0.3	2.6
36	22.2	22.2	55.6	CoO	10	0.3	2.6
37	22.2	22.2	55.6	In2O3	10	0.3	2.6
38	22.2	22.2	55.6	GaO2	10	0.3	2.6
39	22.2	22.2	55.6	ZrO2	10	0.3	2.6
40	22.2	22.2	55.6	TiO2	10	0.3	2.6
12	22.2	22.2	55.6	Nb2O3	10	0.3	2.6
13	22.2	22.2	55.6	Ta2O3	10	0.3	2.6
14	22.2	22.2	55.6	Cr2O3	10	0.3	2.6
50	22.2	22.2	55.6	Mo2O3	10	0.3	2.6
51	22.2	22.2	55.6	WO3	10	0.3	2.6
52	22.2	22.2	55.6	Mn2O3	10	0.3	2.6
55	22.2	22.2	55.6	CuO	10	0.3	2.6
56	22.2	22.2	55.6	ZnO	10	0.3	2.6
57	22.2	22.2	55.6	B2O3	10	0.3	2.6
58	22.2	22.2	55.6	GeO2	10	0.3	2.6
59	22.2	22.2	55.6	SnO2	10	0.3	2.6
60	22.2	22.2	55.6	Si3N4	10	0.3	2.6

＊印は本発明の範囲外の試料を示す。

【００２９】

表１によれば、本発明のキャピラリー１用の誘電体磁器組成物は、１０～４０℃での熱膨張率が２×１０$^{-6}$／℃以下と小さく、また密度は２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上と大きいものであり、他の部材との接続不良および接続損失の発生が抑制でき、キャピラリー１自体の破損およびワイヤの破断の発生が著しく減少した。

【００３０】

【発明の効果】

本発明のワイヤボンディング用キャピラリーは、１０～４０℃での熱膨張率が２×１０$^{-6}$／℃以下であり、かつ密度が２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上であるＭｇ，Ａｌ，Ｓｉの複合酸化物であって、該複合酸化物のモル比がｘＭｇＯ・ｙＡｌ$_{2}$Ｏ$_{3}$・ｚＳｉＯ$_{2}$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表されるとともに、主結晶相がコーディエライトであり、他の結晶相としてムライト，プロトエンスタタイト，クリノエンスタタイト，フォルステライト，クリストバライト，トリジマイトまたはサファリンが析出している誘電体磁器組成物から成ることにより、従来のアルミナセラミック，ジルコニアセラミックよりも小さい熱膨張率を有し、緻密な誘電体磁器組成物からなり、その結果、雰囲気温度による熱変形が小さく、高精度の接合精度が得られ、接続不良および接続損失の発生が抑制でき、キャピラリー自体の破損およびワイヤの破断を防ぐことができるという作用効果を有する。

【００３１】

また、本発明のワイヤボンディング用キャピラリーは、複合酸化物のモル比がｘＭｇＯ・ｙＡｌ$_{2}$Ｏ$_{3}$・ｚＳｉＯ$_{2}$（但し、ｘ＝１０～４０モル％、ｙ＝１０～４０モル％、ｚ＝２０～８０モル％、ｘ＋ｙ＋ｚ＝１００モル％を満足する）で表されるとともに、主結晶相がコーディエライトであり、他の結晶相としてムライト，プロトエンスタタイト，クリノエンスタタイト，フォルステライト，クリストバライト，トリジマイトまたはサファリンが析出している誘電体磁器組成物から成ることにより、熱膨張率および緻密性の点でより優れたものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明のキャピラリーの断面図である。

【図２】　本発明のキャピラリーの斜視図である。

【符号の説明】

１：キャピラリー

１ａ：貫通孔

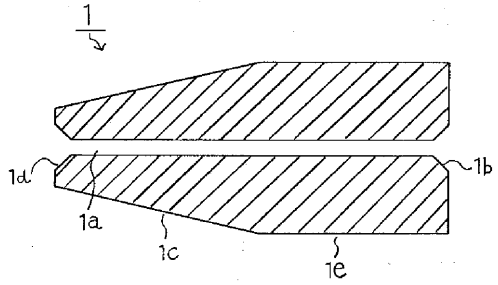
１ｂ：円錐形部

１ｃ：テーパー部

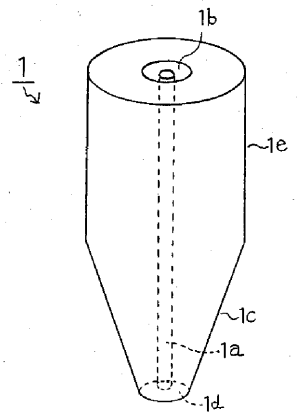
１ｄ：円錐形部

１ｅ：最大径部

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１１－２５５５５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１４９０６５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１６２２２３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１３０５２１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１３９５３３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/60,301
C04B35/16