

(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2019-192917

(P2019-192917A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 21/60 (2006.01) HO 1 L 21/60 3 O 1 G 5 F 0 4 4

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-96893 (P2019-96893) (22) 出願日 令和1年5月23日 (2019.5.23) (62) 分割の表示 特願2016-572147 (P2016-572147) の分割 原出願日 平成28年1月28日 (2016.1.28) (31) 優先権主張番号 特願2015-15481 (P2015-15481) (32) 優先日 平成27年1月29日 (2015.1.29) (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 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 重吉 秀和 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Fターム(参考) 5F044 BB01 FF05 FF06</p>
--	---

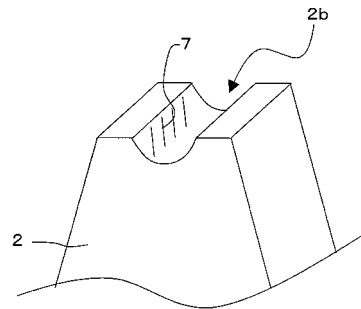
(54) 【発明の名称】 ウエッジボンディング用部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ウエッジボンディング作業にあたり、脱粒の発生がより少なく、かつ耐久性がより高いウエッジボンディング用部品を提供する。

【解決手段】 ボンディングロッド2と、ワイヤフィード機構と、振動伝達機構と、を有するウエッジボンディング装置において、ボンディングロッドは、ワイヤと接触する表面を備え、該表面の少なくとも一部が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる。セラミック焼結体は、ワイヤを押圧する溝2bを有しているとともに、溝の表面に、溝の延伸方向に対して斜め方向に延びる複数の凸条部7を有している。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤと接触する表面を備え、該表面の少なくとも一部が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなり、前記セラミック焼結体は、前記ワイヤを押圧する溝を有しているとともに、前記溝の表面に、前記溝の延伸方向に対して斜め方向に延びる複数の凸条部を有していることを特徴とするウエッジボンディング用部品。

【請求項 2】

前記セラミック焼結体は、炭化チタンを 30 質量%以上 40 質量%以下含有することを特徴とする請求項 1 に記載のウエッジボンディング用部品。

10

【請求項 3】

前記セラミック焼結体は、イッテルビウムを酸化物換算で 0.06 質量%以上かつ 0.2 質量%以下含有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウエッジボンディング用部品。

【請求項 4】

前記セラミック焼結体は、平均結晶粒径が 0.1 μm 以上かつ 0.9 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のウエッジボンディング用部品。

【請求項 5】

前記セラミック焼結体における前記ワイヤとの接触面は、炭化チタンの結晶粒子に比べて、酸化アルミニウムの結晶粒子が突出していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載のウエッジボンディング用部品。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、被接合部材にワイヤを接合するウエッジボンディング装置に用いられるウエッジボンディング用部品に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、被接合部材にワイヤを接続するにあたってウエッジボンディング装置が用いられている。例えば特許文献 1 には、ウエッジボンディング装置に用いられる部品（ウエッジボンディング用部品）の例が開示されている。特許文献 1 に記載の例では、導電ワイヤを押圧するツール先端部が、窒化けい素、ジルコニア、サイアロン、炭化けい素およびアルミナから選択された少なくとも 1 種のセラミックス焼結体からなる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 7-178568 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示のウエッジボンディング用部品は、ワイヤと接触する表面を備え、該表面の少なくとも一部が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる。セラミック焼結体は、ワイヤを押圧する溝を有しているとともに、溝の表面に、溝の延伸方向に対して斜め方向に延びる複数の凸条部を有している。

40

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1】本実施形態のウエッジボンディング用部品を備えたウエッジボンディング装置の概略構成の一例を示す模式図である。

【図 2】図 1 に示すウエッジボンディング用部品の概略構成の要部を示す模式的な側面図である。

【図 3】図 2 に示すウエッジボンディング用部品の斜視図である。

50

【図4】ボンディングロッドの他の例を示す斜視図である。

【図5】ウエッジボンディング用部品の他の例を示す斜視図である。

【図6】ウエッジロッドの先端面の一部の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

今般においては、脱粒の発生がより少なく、かつ耐久性がより高いウエッジボンディング用部品が求められている。

【0007】

本開示のウエッジボンディング用部品は、ワイヤと接触する表面を備え、該表面の少なくとも一部が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる。これにより本開示のウエッジボンディング用部品は耐久性が高い。なお、セラミック焼結体における主成分とは、セラミック焼結体を構成する全成分の合計100質量%のうち、50質量%を超えて含有する成分のことをいう。

【0008】

以下、本開示のウエッジボンディング用部品について詳細に説明する。図1は、ウエッジボンディング装置10の概略構成の一例を示す模式図である。図2は、図1に示すウエッジボンディング装置10の一部を拡大した断面図である。図3は、図2に対応する斜視図である。

【0009】

図1に示すウエッジボンディング装置10は、ボンディングロッド2と、ワイヤフィード機構3と、振動伝達機構4と、図示しない加圧機構とを備える。

【0010】

ワイヤフィード機構3は、ワイヤ1をボンディングロッド2に供給する。振動伝達機構4は、ボンディングロッド2に超音波振動を印加する。図示しない加圧機構は、ボンディングロッド2に荷重を加える。

【0011】

ボンディングロッド2は、加圧機構(不図示)から受ける荷重および振動伝達機構4から受ける超音波振動をワイヤ1に与える。この荷重と超音波信号によって、ワイヤ1は回路基板(不図示)上に位置する電極等の被接合部材5に接合される。

【0012】

ワイヤフィード機構3は、ドラム31と、第1ワイヤガイド32と、第2ワイヤガイド33と、支持台34と、ワイヤクランプ35とを備えている。

【0013】

ドラム31は、支持台34に取り付けられており、ワイヤ1が巻き回されている。第1ワイヤガイド32および第2ワイヤガイド33は、ワイヤ1が挿通される貫通孔を備えており、ワイヤ1の経路に沿って配置されている。図1においては、ドラム31とボンディングロッド2の先端部との間に配置されている例を示している。

【0014】

ワイヤ1は、例えば、直径が30 μ m以上3mm以下の銅またはアルミからなる。

【0015】

ウエッジボンディング装置10において、本開示のウエッジボンディング用部品とは、ワイヤ1と接触する表面を有するものであり、図1に示す例によれば、ボンディングロッド2、第1ワイヤガイド32、第2ワイヤガイド33、ワイヤクランプ35である。

【0016】

ボンディングロッド2は、図3および図4に示すように、先端側にワイヤ1を押圧する溝2bを有していてもよい。第1ワイヤガイド32は、図5に示すように、貫通孔32aを備える。また、第2ワイヤガイド33は、図5に示すように、貫通孔33aを備える。ドラム31から供給されるワイヤ1は、貫通孔32aおよび貫通孔33aを通り、ボンディングロッド2の溝2bまで導かれる。ワイヤ1は、貫通孔32aおよび貫通孔33aを通るにあたって、貫通孔32aおよび貫通孔33aの内部の表面に接触する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

振動伝達機構 4 は、超音波発振器 4 1 , ボルト締めランジュバン型振動子 (以下、B L T 振動子という。) 4 2 , コーン 4 3 およびホーン 4 4 を備えている。ボンディングロッド 2 は、ホーン 4 4 に固定されている。超音波発振器 4 1 から発振される電気信号は、B L T 振動子 4 2 によって縦振動の超音波振動に変換される。この超音波振動は、コーン 4 3 およびホーン 4 4 を介して、ボンディングロッド 2 の撓み振動に変換されて、ボンディングロッド 2 の先端部を超音波振動させる。図 1 において、第 1 ワイヤガイド 3 2 は、支持台 3 4 の側方に保持され、第 2 ワイヤガイド 3 3 は、ホーン 4 4 の側方に保持されている。

【 0 0 1 8 】

ワイヤクランプ 3 5 は接合後にワイヤ 1 を切断する際にワイヤ 1 を固定する。ワイヤクランプ 3 5 は、ホーン 4 4 に取付けられている。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、ボンディングロッド 2 の他の実施形態の斜視図である。ボンディングロッド 2 は、図 4 に示すように、ワイヤ 1 を安定させて先端部に供給するための貫通孔 2 a を備えていてもよい。ウエッジボンディング用部品は、ワイヤに摺動する部位に使用するあらゆる部品であり、その種類や形状等は特に限定されない。

【 0 0 2 0 】

本実施形態のウエッジボンディング用部品は、ワイヤと接触する表面を備え、この表面の少なくとも一部が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる。このようなセラミック焼結体は、硬度、剛性および機械的強度 (以下、これらをまとめて機械的特性と記載する場合がある。) がいずれも高い。セラミック焼結体は、例えば、酸化アルミニウムの含有量の含有量が例えば 5 0 質量 % より大きく 8 0 質量 % 以下、炭化チタンの含有量が 2 0 質量 % より大きく 5 0 質量 % 未満となっている。

【 0 0 2 1 】

ワイヤ 1 としては、これまでアルミニウムワイヤや金ワイヤが用いられてきたが、近年、低コストで、導電性に優れ省エネルギー性能が高い銅ワイヤが用いられてきている。銅ワイヤは、アルミニウムワイヤや金ワイヤに比べて、融点や加工硬化指数が高い。このため、窒化珪素、ジルコニア、サイアロン、炭化珪素およびアルミナからなるウエッジボンディング用部品では、ウエッジボンディング作業にあたり、摩耗や脱粒によって発生するパーティクルが増加して、半導体デバイス等の不良が生じるといった問題があった。また、磨耗し易いために交換回数が増えるという問題があった。

【 0 0 2 2 】

これに対し、上記セラミック焼結体は、機械的特性に優れていることから、ワイヤ 1 との接触や摺動によっても、摩耗や脱粒等が少ない。また、ウエッジボンディング時の振動による脱粒や破損等も少ない。そのため、本実施形態のウエッジボンディング用部品は、長期間にわたって繰り返し使用した場合でも交換頻度が少ない。

【 0 0 2 3 】

また、ウエッジボンディング用部品が上記セラミック焼結体である場合、非磁性であることから、磁気を帯びた塵埃を吸着しにくくなる。これにより、この塵埃によるワイヤ 1 への損傷の発生も抑制できる。

【 0 0 2 4 】

また、上記セラミック焼結体は、例えば半導電性を示すことで知られる炭化珪素質焼結体よりも導電性が高い。このため、放電加工によって容易に複雑な形状に加工することができる。近年、ボンディングサイズの微小化にもなって、ウエッジボンディング用部品の小型化と形状の複雑化が進んでいる。一般的にセラミック焼結体は、小型で複雑な形状の加工が比較的困難である。しかし、上記セラミック焼結体は、導電性が高いことから、放電加工によって容易に複雑な形状に加工することができる。ウエッジボンディング用部品を上記セラミック焼結体で構成した場合、比較的複雑な形状を有するウエッジボンディ

10

20

30

40

50

ング用部品を低コストで製造することができる。

【0025】

ボンディングロッド2、第1ワイヤガイド32および第2ワイヤガイド33は、ワイヤ1と接触する表面の少なくとも一部のみならず、全体が、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなるものであってもよい。

【0026】

また、上記セラミック焼結体は、炭化チタンの含有量が30質量%以上40質量%以下であってもよい。炭化チタンの含有量が30質量%以上40質量%以下であるときには、高い導電性により、放電加工がし易いため、複雑な形状に対応できる。また、焼結工程において、セラミック焼結体の内部に微少な気孔（例えば、直径が100nm～500nmの気孔）の発生を抑制されるため、脱粒が少ない。

10

【0027】

また、本実施形態のウエッジボンディング用部品は、イッテルビウムを酸化物換算で0.01質量%以上1質量%以下含んでいてもよい。イッテルビウムの含有量は、酸化物換算で0.06質量%以上0.2質量%以下であることが好適である。イッテルビウムの酸化物は、焼結促進作用が高い。イッテルビウムの含有量が酸化物換算で0.06質量%以上0.2質量%以下であるときには、イッテルビウムの偏析に伴う脱粒を抑制しつつ、機械的強度を高められる。

【0028】

セラミック焼結体に含まれる成分は、X線回折装置を用いて組成を同定することができる。また、セラミック焼結体に含まれる各元素の含有量は、蛍光X線分析装置またはICP（Inductively Coupled Plasma）発光分光分析装置によって求めることができる。具体的には、X線回折装置によって酸化アルミニウムや炭化チタンが同定された場合には、アルミニウムおよびチタンの含有量を測定し、アルミニウムは酸化物（ Al_2O_3 ）に、チタンは炭化物（TiC）にそれぞれ換算すればよい。

20

【0029】

また、本実施形態のウエッジボンディング用部品を構成するセラミック焼結体は、平均結晶粒径が0.1μm以上0.9μm以下であってもよい。平均結晶粒径が0.1μm以上0.9μm以下であるときには、個々の結晶粒子が比較的小さいので、比較的大きな粒子が脱粒し難くできるとともに、粒界相が比較的少なくなるため、熱伝導性を高めることができる。ウエッジボンディング用部品の熱伝導性が比較的高いと、過度な昇温によってもワイヤ1の損傷等を抑制することができる。

30

【0030】

セラミック焼結体の平均結晶粒径は、以下のように求めればよい。まず、セラミック焼結体の任意の面をダイヤモンド砥粒を用いて研磨加工して鏡面とする。この鏡面をリン酸により数10秒程度エッチング処理する。次に、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて、エッチング処理した面を撮影する。この撮影では、エッチング処理した面の任意の場所を選び、倍率を10000～13000倍程度として、5μm×8μmの範囲を撮影する。以下、撮影で得られた画像をSEM画像という。このSEM画像を、例えば「Image-Pro Plus」という画像解析ソフト（Media Cybernetics社（株）製）を用いて解析することにより、セラミック焼結体の平均結晶粒径を求めることができる。

40

【0031】

また、セラミック焼結体におけるワイヤ1との接触面は、炭化チタンの結晶粒子に比べて、酸化アルミニウムの結晶粒子が突出していてもよい。接触面がこのような構成を満たしているときには、酸化アルミニウムの結晶粒子は、炭化チタンの結晶粒子よりも硬度が低いため、ワイヤ1に損傷を与え難い。また、ワイヤ1が結晶粒子に係合し易いため、ワイヤ1の位置ずれ等を抑制し易い。酸化アルミニウムの結晶粒子の平均結晶粒径は、例えば、炭化チタンの結晶粒子の平均結晶粒径の1.1倍以上2倍以下である。

【0032】

炭化チタンの結晶粒子や酸化アルミニウムの結晶粒子の状態は、例えば走査型電子顕微

50

鏡 (SEM) およびエネルギー分散型分析装置 (EDS) を用いて確認すればよい。例えば、SEM を用いて、接触面となる表面を 1000 ~ 2000 倍の倍率で突出の状態を観察し、突出している結晶粒子の構成元素を EDS で同定すればよい。酸化アルミニウムであれば、酸素とアルミニウムが検出され、炭化チタンであれば、炭素とチタンが検出される。

【0033】

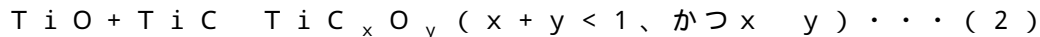
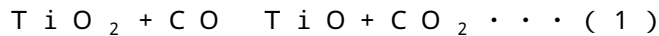
次に、本実施形態のウエッジボンディング用部品の製造方法の一例について説明する。まず、酸化アルミニウム、二酸化チタンおよび炭化チタンの各粉末を準備する。これらの粉末の合計 100 質量%における各粉末の比率は、酸化アルミニウムを 55 質量%以上 75 質量%以下、二酸化チタンを 0.2 質量%以上 10 質量%以下として、残部を炭化チタンとする。例えば、酸化アルミニウムを 60 質量%以上 70 質量%以下、二酸化チタンを 0.2 質量%以上 10 質量%以下として、残部を炭化チタンとした場合など、炭化チタンの含有量が 30 質量%以上 40 質量%以下であるセラミック焼結体を得ることができる。

10

【0034】

二酸化チタン (TiO_2) は焼結助剤として機能する。この際、反応式 (1) に示すように、二酸化チタンは一酸化炭素によって一酸化チタン (TiO) に還元される。一酸化チタンは、焼成工程におけるアルゴン、ヘリウム、ネオン、窒素あるいは真空等の焼成雰囲気中に微量に含まれている。そして一酸化チタン (TiO) は、反応式 (2) に示すように炭化チタン (TiC) に固溶して、新たに TiC_xO_y ($x+y < 1$ 、かつ $x > y$) を生成する。なお、 $x = 0.85 \sim 0.9$ 、 $y = 0.1 \sim 0.15$ である。

20



【0035】

生成した TiC_xO_y は、酸化チタンの固溶量 y に応じて密度が異なる。固溶量 y を 0.15 にすると、セラミック焼結体の密度が最も大きくなる。

【0036】

焼結助剤として添加した二酸化チタンは、そのほとんどが TiC_xO_y に変化する。 $x = 0.85 \sim 0.9$ 、 $y = 0.1 \sim 0.15$ の範囲とすると、セラミック焼結体における気孔の平均気孔径を 200 nm 未満とし、セラミック焼結体における気孔の面積占有率が 0.03% 未満とすることができる。これは、炭化チタンへの酸化チタンの固溶により内部に発生する微小な気孔の発生を低減するからである。 x と y とを上記範囲にすると、例えば、直径が 100 ~ 500 nm である気孔の発生を低減することができ、これらの気孔の凝集も抑制することができる。

30

【0037】

また、セラミック焼結体をより緻密にするために、酸化イットルビウム、酸化イットリウムおよび酸化マグネシウムの少なくともいずれかの粉末を、0.06 質量%以上 0.2 質量%以下加えたものを用いてもよい。これらの粉末は、パレルミル、回転ミル、振動ミル、コロイドミル、ビーズミル、アトライターまたは高速ミキサー等を用いて湿式混合し、粉碎してスラリーとすればよい。イットルビウムを含み、その含有量が酸化物換算で 0.06 質量%以上 0.2 質量%以下であるセラミック焼結体を得るには、酸化イットルビウムの粉末を 0.06 質量%以上 0.2 質量%以下にすればよい。粉末の湿式混合および粉碎は、たとえば、直径が 2 mm 以下の粉碎用ビーズをビーズミルに投入して行なうのが好適である。

40

【0038】

ここで、セラミック焼結体の平均結晶粒径が 0.1 μm 以上 0.9 μm 以下であるウエッジボンディング用部品を得るには、比較的小さな原料粉末を用いればよい。例えば、平均粒径が 0.08 μm 以上 0.59 μm 以下の原料粉末を用いればよい。このように比較的小さな原料粉末を得るには、直径が 0.4 mm 以上 1.5 mm 以下の粉碎用ビーズを用いればよい。また、酸化アルミニウムの結晶粒子が炭化チタンの結晶粒子よりも突出している表面を有するウエッジボンディング用部品を得るには、直径が 0.5 mm 以下の粉碎

50

用ビーズを用いればよい。粉碎後の粉末の平均結晶粒径は、いわゆるレーザー回折散乱法によって求めればよい。

【0039】

そして、粉碎した粉末に、結合剤、分散剤等の成形助剤を添加して混合する。混合した後に、たとえば、転動造粒機、噴霧乾燥機または圧縮造粒機を用いて造粒して、顆粒を得る。

【0040】

次に、得られた顆粒を加圧焼結して、柱状体または板状体のセラミック焼結体を得ることができる。この加圧焼結は、顆粒を成形型に充填した後、アルゴン、ヘリウム、ネオン、窒素あるいは真空等の雰囲気中で、温度を1400～1700とし、加圧力を30MPa以上として行う。ここで、温度を1400～1700とすれば、焼結が不十分となることもなく、炭化チタンの結晶粒子を適切に分散させつつ炭化チタンの結晶粒子の異常な粒成長を抑制することができる。また、加圧焼結における加圧力を30MPa以上とすれば、セラミック焼結体の緻密化を促進し、比較的高い機械的強度を得ることができる。

10

【0041】

また、加圧焼結の際、炭素質材料を含む遮蔽材を、成形体の周囲に配置して加圧焼結することが好ましい。こうすると炭化チタンの酸化を抑制することができ、機械的強度の優れたセラミック焼結体とすることができる。

【0042】

加圧焼結後には、必要に応じて熱間等方加圧焼結(HIP)を行なってもよい。熱間等方加圧焼結(HIP)を行なうことで、機械的強度をより高くできる。例えば、3点曲げ強度が800MPa以上のウエッジボンディング用部品を得ることもできる。

20

【0043】

そして、ワイヤ放電加工、片彫り放電加工等の放電加工を用いて、セラミック焼結体を所望の形状に加工する。なお、放電加工の後に仕上げ加工として機械加工を行ってもよい。最後に表面をダイヤモンドパウダー等でパフ研磨してもよい。

【0044】

例えばボンディングロッド2の先端側の溝2bは、例えば平面研削盤を用いて機械加工することで作製してもよい。図6は、ボンディングロッド2の一部の拡大斜視図である。平面研削盤等を用いた機械加工によって溝2bを形成した場合、溝2bの表面には、複数の凸条部7が形成され易い。凸条部7は、機械加工による研削痕である。このような凸条部7は、溝2bの長さ方向(すなわちワイヤ1の摺動方向)に対して斜め方向に形成されることが好ましい。例えば、溝2bと凸条部7とのなす角度は、10°以上かつ80°以下の範囲であることが好ましい。なす角度を10°以上とした場合は、ワイヤ1が凸条部7から滑り難い。また凸条部7を80°以下とした場合は、ワイヤ1の損傷を抑制することができる。

30

【0045】

以下、ウエッジボンディング用部品の例を具体的に説明するが、ウエッジボンディング用部品はこれらの実施例により限定されるものではない。

【実施例1】

40

【0046】

まず、酸化アルミニウム、二酸化チタン、炭化チタンおよび酸化イットルビウムの各粉末を準備し、セラミック焼結体における各成分の含有量が表1に示す値になるように各粉末を調合した。これらの粉末を、直径が1.5mmの粉碎用ビーズを用いて、ビーズミルで湿式混合し、粉碎してスラリーとした。

【0047】

そして、粉碎した粉末に、結合剤、分散剤等の成形助剤を添加して混合した。混合した後に、噴霧乾燥機を用いて造粒して顆粒を得た。

【0048】

次に、得られた顆粒を成形型に充填した後、加圧焼結した。加圧焼結は、真空雰囲気中

50

で、温度を1600℃、加圧力を40MPa、昇温速度を10℃/分、保持時間を1時間として行った。これらの工程を経て、幅、厚さおよび高さがそれぞれ4mm、3mm、40mmの角柱状のセラミック焼結体と、直径および厚みがそれぞれ152.4mm、3mmの円板状のセラミック焼結体とを得た。

【0049】

また、比較例として、主成分がそれぞれ窒化珪素、ジルコニア、サイアロン、炭化珪素および酸化アルミニウムである上記形状および寸法のセラミック焼結体を作製した。

【0050】

各試料を構成する成分の組成は、X線回折装置を用いて同定した。また、各試料の元素の量は、ICP(Inductively Coupled Plasma)発光分光分析装置によって求めた。各成分の組成およびその量を表(表1または表2)に示した。

【0051】

各試料のビッカース硬度、静的弾性率、3点曲げ強度および体積固有抵抗をそれぞれJIS R 1610:2003(ISO14705:2000(MOD))、JIS R 1602:1995、JIS R 1601:2008(ISO14704:2000(MOD))、JIS C 2141:1992に準拠して測定した。これらの測定値を表に示した。

【0052】

また、試料のNo.1~11については、以下の評価を行った。まず、各試料の円板状のセラミック焼結体の中心部から、長さが70mm、幅が3mm、厚みが2mmの短冊状の試料10本を切り出した。切り出しには、ダイヤモンドブレードを備えたスライディングマシンを用いた。切り出した各試料について、切断面に発生するチップングの長さを測定し、その最大値を表に示している。この観察は、光学顕微鏡を用いて倍率400倍で行った。なお、ダイヤモンドブレードにはSD1200を用い、このダイヤモンドブレードの回転数を10000rpm、送り速度を100mm/分とし、1回の切り込み量を2mmとして切り出した。以下、チップングの最大値が比較的小さいことを欠損性が高いともいう。また、チップングの最大値が比較的大きいことを欠損性が低いともいう。

【0053】

【表1】

試料No.	主成分		主成分以外の成分					
	成分	含有量(質量%)	成分	含有量(質量%)	成分	含有量(質量%)	成分	含有量(質量%)
1	酸化アルミニウム	74.9	炭化チタン	25	酸化イットルビウム	0.1	—	—
2	酸化アルミニウム	69.9	炭化チタン	30	酸化イットルビウム	0.1	—	—
3	酸化アルミニウム	63.95	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.05	—	—
4	酸化アルミニウム	63.94	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.06	—	—
5	酸化アルミニウム	63.9	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.1	—	—
6	酸化アルミニウム	63.87	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.13	—	—
7	酸化アルミニウム	63.83	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.17	—	—
8	酸化アルミニウム	63.8	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.2	—	—
9	酸化アルミニウム	63.7	炭化チタン	36	酸化イットルビウム	0.3	—	—
10	酸化アルミニウム	59.9	炭化チタン	40	酸化イットルビウム	0.1	—	—
11	酸化アルミニウム	54.9	炭化チタン	45	酸化イットルビウム	0.1	—	—
12	窒化珪素	82	酸化イットリウム	15	酸化マグネシウム	1.1	珪化鉄	1.9
13	酸化ジルコニウム	90	酸化鉄	5	酸化イットリウム	5	—	—
14	サイアロン	80.6	酸化アルミニウム	3.7	酸化イットリウム	13.8	珪化鉄	1.9
15	炭化珪素	99.91	酸化鉄	0.05	二酸化チタン	0.04	—	—
16	酸化アルミニウム	99	酸化カルシウム	0.5	酸化珪素	0.3	酸化マグネシウム	0.2

【0054】

【表 2】

試料No.	ビッカース 硬度 (GPa)	静的 弾性率 (GPa)	3点曲げ 強度 (MPa)	体積固有 抵抗 ($\Omega \cdot m$)	チップング の最大値 (μm)
1	19.3	410	980	8×10	3
2	19.3	410	980	4×10^{-1}	3
3	19.3	410	960	1×10^{-1}	3
4	19.3	410	980	1×10^{-1}	3
5	19.3	410	980	1×10^{-1}	4
6	19.3	410	990	1×10^{-1}	4
7	19.3	410	990	1×10^{-1}	5
8	19.3	410	1000	1×10^{-1}	5
9	19.3	410	1000	1×10^{-1}	7
10	19.3	410	980	7×10^{-2}	10
11	19.3	410	980	4×10^{-2}	12
12	13.8	290	790	$>1 \times 10^{12}$	—
13	12.3	210	980	1×10^{11}	—
14	14	300	1020	$>1 \times 10^{12}$	—
15	21.6	430	540	1×10^3	—
16	15.2	360	270	$>1 \times 10^{12}$	—

10

20

30

【0055】

表に示すように、酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる試料No. 1～11は、他の試料に比べて、硬度、剛性、機械的強度がいずれも高い。酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなるウエッジボンディング用部品は、耐久性が高く、交換頻度も少なくすることができる。また、試料No. 1～11は、導電性がいずれも高いことから、放電加工によって比較的複雑な形状に加工することができる。

【0056】

また、試料No. 2～10は、セラミック焼結体における炭化チタンの含有量が30質量%以上40質量%以下である。このため、炭化チタンの含有量が30質量%未満である試料No. 1よりも導電性が高く、また、炭化チタンの含有量が40質量%を超える試料No. 11よりも耐欠損性が高い。このことから、試料No. 2～10は、高い導電性および高い耐欠損性を兼ね備えていると言える。

40

【0057】

また、炭化チタンの含有量が同じである試料No. 3～9を比べると、試料No. 4～8は、イッテルビウムの含有量が酸化物換算で0.06質量%以上0.2質量%以下である。試料No. 4～8は、イッテルビウムの含有量が酸化物換算で0.06質量%未満である試料No. 3よりも機械的強度が高く、イッテルビウムの含有量が酸化物換算で0.2質量%を超える試料No. 9よりも耐欠損性が高い。このことから、試料No. 4～8は、高い機械的強度および高い耐欠損性を兼ね備えていると言える。

50

【実施例 2】

【0058】

まず、酸化アルミニウム、二酸化チタン、炭化チタンおよび酸化イットルビウムの各粉末を準備した。各粉末を、セラミック焼結体における酸化アルミニウム、炭化チタンおよび酸化イットルビウムの各含有量が63.9質量%、36質量%、0.1質量%となるように調合した。この調合粉末を、直径が表3に示す値の粉碎用ビーズを用いて、ビーズミルで湿式混合し、粉碎してスラリーとした。

【0059】

そして、実施例1で示した方法と同じ方法により、円板状のセラミック焼結体である試料を得た。ここで、試料No.23は、実施例1の試料No.5と同一である。

10

【0060】

また、実施例1で示した方法と同じ方法を用いて、チップングの長さを測定し、その最大値を表3に示した。なお、このときのダイヤモンドブレードにはSD1200を用い、このダイヤモンドブレードの回転数を10000rpm、送り速度を120mm/分とし、1回の切り込み量を2mmとして切り出した。

【0061】

また、各試料の熱伝導性については、JIS R 1611:2010 (ISO 18575:2005 (MOD)) に準拠して測定し、その測定値を表3に示した。

【0062】

また、各試料の任意の面をダイヤモンド砥粒を用いて研磨加工して鏡面とした。この鏡面を燐酸により数10秒程度エッチング処理した。次に、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、エッチング処理した面のうちで任意の場所を選び撮影した。撮影は、5 μ m \times 8 μ mの範囲について、倍率を10000倍として撮影した。そして、撮影で得たSEM画像を「Image-Pro Plus」という画像解析ソフト(Media Cybernetics社(株)製)を用いて解析し、セラミック焼結体の平均結晶粒径を求め、その値を表3に示した。

20

【0063】

【表3】

試料No.	ビーズの平均粒径 (mm)	平均結晶粒径 (μ m)	熱伝導率 (W/(m \cdot K))	チップングの最大値 (μ m)
17	0.3	0.08	20	2
18	0.4	0.1	21	2
19	0.5	0.3	21	2
20	0.8	0.5	22	3
21	1	0.7	22	3
22	1.5	0.9	23	3
23	2	1	23	4

30

【0064】

表3に示すように、試料No.18~22は、平均結晶粒径が0.1 μ m以上0.9 μ m以下である。試料No.18~22は、平均結晶粒径が0.1 μ m未満である試料No.17よりも熱伝導性が高く、平均結晶粒径が0.9 μ mを超える試料No.23よりも耐欠損性が高い。このことから、試料No.18~22は、高い熱伝導性および高い耐欠損性を兼ね備えているといえる。

40

【実施例 3】

【0065】

試料No.20を用いて、図に示すボンディングロッド2を作製した。作製したボンディングロッド2を図1に示すウエッジボンディング装置10に装着して、ボンディング耐久試験を行った。比較例として、タングステンカーバイトを主成分とするいわゆる超硬製

50

のボンディングロッドを用いて、同様の耐久試験を行った。試料No. 20を用いた実施例のボンディングロッドの場合、30万回のボンディングを繰り返した後も摩耗量は30 μm以下であった。一方、比較例のボンディングロッドでは、10万回のボンディングを繰り返した段階で、摩耗量は100 μmを超えていた。酸化アルミニウムを主成分とし、副成分として炭化チタンを含むセラミック焼結体からなる試料No. 20を用いた場合、比較例とくらべて耐久性が著しく高くなっていた。また、10万回のボンディングを終了した後にボンディングロッドの先端面の状態を、顕微鏡で観察した。比較例の先端面には、摩耗によって生じたパーティクルが複数付着していたが、試料No. 20の実施例の方はパーティクルは確認することができなかった。

10

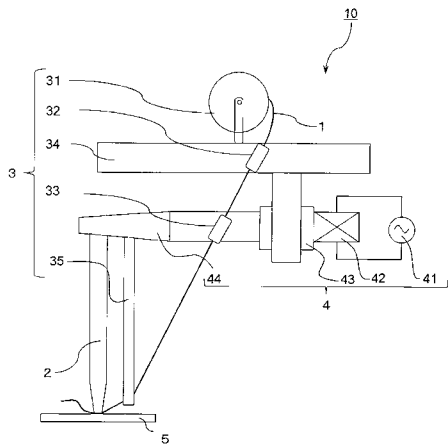
【符号の説明】

【0066】

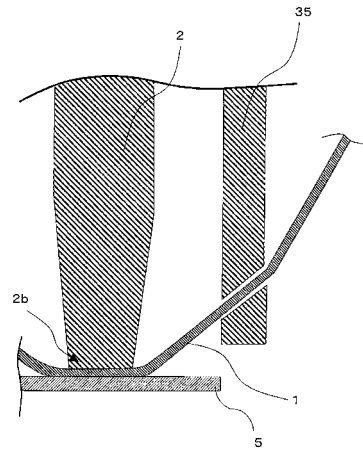
- 1：ワイヤ
- 2：ボンディングツール
- 3：ワイヤフィード機構
- 4：振動伝達機構
- 5：被接合部材
- 31：ドラム
- 32：第1ワイヤガイド
- 33：第2ワイヤガイド
- 34：支持台
- 35：ワイヤクランプ
- 41：超音波発振器
- 42：ボルト締めランジュバン型振動子
- 43：コーン
- 44：ホーン

20

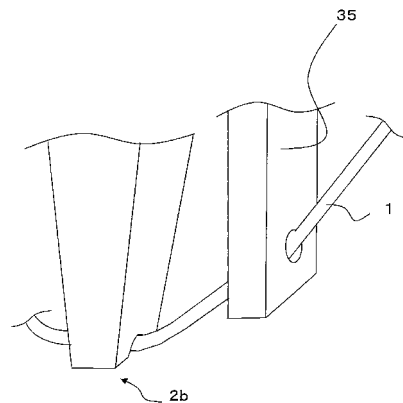
【図1】



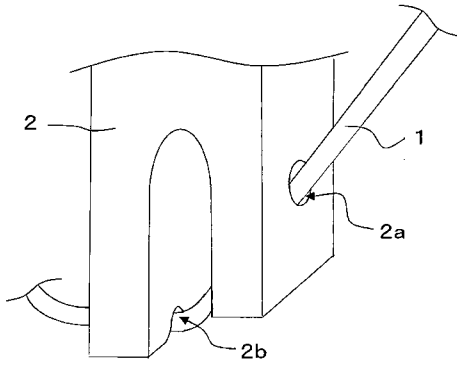
【図2】



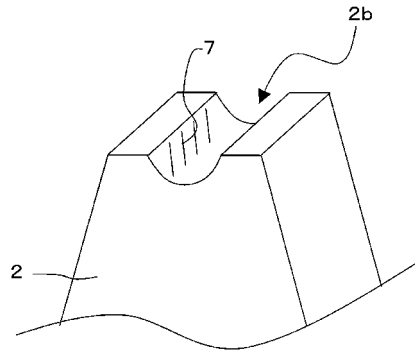
【図3】



【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】

