

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/60 (2006.01)

C22C 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680029204.1

[43] 公开日 2008年8月6日

[11] 公开号 CN 101238564A

[22] 申请日 2006.6.8

[21] 申请号 200680029204.1

[30] 优先权

[32] 2005.6.14 [33] JP [31] 173726/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/311525 2006.6.8

[87] 国际公布 WO2006/134825 日 2006.12.21

[85] 进入国家阶段日期 2008.2.5

[71] 申请人 田中电子工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 牧一诚 中田有治

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 孙秀武 李炳爱

权利要求书 2 页 说明书 17 页

[54] 发明名称

具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线

[57] 摘要

本发明提供一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线。该接合引线用金合金线，其成分组成为：含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、Ir: 1 ~ 100ppm、Ca: 大于 30 ~ 100ppm、Eu: 大于 30 ~ 100ppm，并且，根据需要含有 Be: 0.1 ~ 20ppm，再根据需要含有 La、Ba、Sr、Bi 中的 1 种或 2 种以上合计为 30 ~ 100ppm，而且，根据需要含有 Ag: 1 ~ 10ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质。

1. 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其特征在于：

其成分组成为：含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质。

2. 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其特征在于：

其成分组成为：含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm，而且，

含有 Be: 0.1 ~ 20ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质。

3. 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其特征在于：

其成分组成为：含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm 满、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm，而且，

含有 Be: 0.1 ~ 20ppm，而且，

含有 La、Ba、Sr、Bi 中的 1 种或 2 种以上合计为 30 ~ 100ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其特征在于：

还含有 Ag: 1 ~ 10ppm.

5. 根据权利要求 1、2、3、或者 4 所述的具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其特征在于：

若以接合引线用金合金线的 0.2% 耐力 (Pa) 为 $\sigma_{0.2}$ 、杨氏模量 (Pa) 为 E、断裂延伸率为 E_L ，则满足以下条件，

$$E \geq 75\text{GPa},$$

$$(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3},$$

$$2\% \leq E_L \leq 10\%.$$

具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线

技术领域

本发明涉及一种用于连接晶体管、LSI、IC 等半导体元件的芯片电极和外部导线部的具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，尤其是，具有从低温至高温的广大范围的温度（例如，-20~60℃的广泛范围的温度）下可以使用的线径小于 20 μm 的接合引线用金合金线。

背景技术

为了连接 IC 芯片上的电极和外部导线部，通过超声波并用热压接接合引线用金合金线来进行，作为此时所使用的接合引线用金合金线，被熟知的有，成分组成为：含有 Pd、Pt、Rh、Ir、Os、Ru 中的至少 1 种为 3~1000ppm、Eu: 1~30ppm、Be、Ca、Ge、Sr 中的至少 1 种为 1~30ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质的接合引线用金合金线（参照专利文献 1）。

【专利文献 1】：日本专利公开平 8-109425 号公报

发明内容

近年，随着半导体元件的集成化的发展，半导体元件的 Al 垫片面积变小，并使用耐热性低的基板，因此，要求在比以往更低温且更小的接合面积上，得到良好的初始接合性（在 Al 垫片上进行球形接合时的压接球从 Al 垫片的剥落难度）。

而且，在高温严酷的使用环境下需要高度的可靠性的车载用 IC、或动作温度升高的高频用 IC 等，存在由球形接合的接合界面的接合强度的降低或电阻的上升而发生的接合不良的问题。这些接合不良，由于上述的低温接合或接合面积的缩小等的接合条件的恶化，越来越容易发生，从而，需要确保比以往更高的接合可靠性（在某环境下的由球形接合的接合界面的接合强度或电阻的持续性）。

而且，若球形接合中的压接球的真圆性低，则压接球的一部分从

Al 垫片突出，与邻接的压接球接触而发生短路不良。该接触不良，由于 Al 垫片面积的缩小以及接合垫片间距的缩小越来越容易发生，因此要求比以往更高的压接球的真圆性。

而且，另一方面，接合半导体元件的芯片电极和外部导线部的引线的环路部的长度（以下称环路长度）变长，同时与平行接合的邻接的环路的间隔变窄。为了应对这种现状，要求作为接合引线所使用的金合金线的线径越来越细。但是，若线径变细，将卷绕的金合金线从卷线轴取出时，金合金线容易发生卷曲或蜿蜒（曲折或弯曲），若使用存在该卷曲或蜿蜒（曲折或弯曲）的金合金线进行接合，因与邻接的接合引线接触而发生短路，所以半导体芯片会出现次品，而成品率降低。尤其是如果由金合金构成的接合引线线径小于 $20\mu\text{m}$ ，则刚从卷线轴抽出的引线容易发生卷曲或蜿蜒（曲折或弯曲）。刚从卷线轴抽出的引线不发生卷曲或蜿蜒（曲折或弯曲）且接合形成的环路不与邻接的环路接触的性质就是所谓接合引线的直进性，但是，如果该直进性不足，则与邻接的环路接触，会发生短路，所以半导体装置出现次品而成品率降低。

而且，接合引线形成环路后，以树脂成型，但此时接合引线被树脂冲走，与邻接的环路接触发生短路，所以半导体装置出现次品而成品率降低。关于该树脂流动，以往的接合引线用金合金线的线径为 $25\mu\text{m}$ 或 $30\mu\text{m}$ 时很少发生问题，但是随着半导体元件的高集成化的发展，半导体元件的芯片电极的间隔变窄，为了应对这些现状，将引线的线径缩小而进行接合，但是，若线径小于 $20\mu\text{m}$ ，树脂成型时环路则容易被冲走。因此，即使线径细的引线也需要具备难以发生树脂流动的特性（以下，将该特性称为耐树脂流动性）。

尽管能得到改善这种严酷的条件接合引线用金合金线，但从发热或高频驱动的观点来看，金合金线本身的电阻越低越好。尤其是，如上所述，随着半导体元件的集成化的发展，由于金合金线的线径变细，环路变长，因此金合金线的电阻变高。所以，需要满足上述特性，及低电阻率的接合引线用金合金线。

发明内容

对于近年的这种严格要求，专利文献 1 所述的接合引线用金合金线有无空气球的加工硬化性低，初始接合性低的缺点，从而不能得到应对

近年的严格要求的接合引线用金合金线。本发明的目的在于，提供一种具有这种高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的更加出色的接合引线用金合金线。

本发明人员，为了开发具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，进行研究的结果如下：

(1) 纯度：在 99.999 质量%的高纯度金中，具有含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、Ir: 1 ~ 100ppm，还含有 Ca 及 Eu 比以往的接合引线用金合金线更多的 Ca: 大于 30 ~ 100ppm、Eu: 大于 30 ~ 100ppm 的组成的金合金线，具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率。

(2) 在具有上述 (1) 所述的组成的金合金线中，进一步含有 Be: 0.1 ~ 20ppm 的金合金线，具有 Be 给 Au 的晶格带来应变，提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，而且降低重结晶温度的效果，从而，可以提升环路的高度，而可以实现适当的环路高度，因此根据需要可以进行添加。

(3) 在具有上述 (2) 所述的组成的金合金线中，进一步含有 La、Ba、Sr、Bi 中的 1 种或 2 种以上合计为 30 ~ 100ppm 的金合金线，不但提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，同时提升重结晶温度，而可以降低金合金线的环路的高度。

(4) 具有上述高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的 (1) ~ (3) 所述的金合金线中，即使进一步含有 Ag: 1 ~ 10ppm，也对其特性几乎没有影响。

本发明是，基于这种研究结果所进行的，其特征在于：

(1) 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其成分组成为：

含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm，剩余为 Au 及不可避免的杂质。

(2) 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、

高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其成分组成为：

含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm, 而且,

含有 Be: 0.1 ~ 20ppm, 剩余为 Au 及不可避免的杂质。

(3) 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其成分组成为：

含有 Pt 及 Pd 中的 1 种或 2 种合计为 500 ~ 小于 1000ppm、

Ir: 1 ~ 100ppm、

Ca: 大于 30 ~ 100ppm、

Eu: 大于 30 ~ 100ppm, 而且,

含有 Be: 0.1 ~ 20ppm, 而且,

含有 La、Ba、Sr、Bi 中的 1 种或 2 种以上合计为 30 ~ 100ppm, 剩余为 Au 及不可避免的杂质。

(4) 一种具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线，其成分为：

在上述 (1)、(2) 或 (3) 所述的接合引线用金合金线中，还含有 Ag: 1 ~ 10ppm。

将具有上述 (1) ~ (4) 所述的成分组成的金合金线原材料拉丝加工至成为规定径为止，将得到的金合金线原材料退火的接合引线用金合金线的制造工序中，通过在比以往的退火温度低的 550℃ 以下的温度下进行退火，若以 0.2% 耐力 (Pa) 为 $\sigma_{0.2}$ 、杨氏模量 (Pa) 为 E、断裂延伸率为 E_L ，则可以制造出满足 $E \geq 75\text{GPa}$ 、 $(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3}$ 、 $2\% \leq E_L \leq 10\%$ 条件的接合引线用金合金线。更优选上述金合金线原材料的拉丝加工时的单管芯的断面收缩率低于以往的断面收缩率 5% 以下。满足这种条件的接合引线用金合金线，则会具有更高的直进性以及更高的耐树脂流动性。

因此，本发明的特征在于，

(5) 上述(1)、(2)、(3)或(4)所述的具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线,若以接合引线用金合金线的0.2%耐力(Pa)为 $\sigma_{0.2}$ 、杨氏模量(Pa)为E、断裂延伸率为 E_L ,则满足以下条件,

$$E \geq 75\text{GPa},$$

$$(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3},$$

$$2\% \leq E_L \leq 10\%.$$

接着,在本发明的具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率的接合引线用金合金线,以下说明将成分组成及机械特性限定为如上述的理由。

[I]成分组成

(a) Pt、Pd:

Pt及Pd是皆与Au完全固溶的元素,具有可抑制压接球和Al垫片的接合强度的劣化这一提高接合可靠性的效果。在接合界面附近包含Pt或Pd的相以层状生成,由于该相作为降低Au的扩散速度的层(所谓对Au扩散的阻挡层)而起作用,因此抑制随着Au的扩散在接合部发生的空隙的生成速度,其结果,可认为抑制压接球和Al垫片的接合强度的劣化而提高接合可靠性。Pt或Pd的量越多该接合强度的劣化的抑制(提高接合可靠性)效果就越高。但是,Pt及Pd中的1种或2种的合计小于500ppm,则得不到接合强度劣化的抑制效果,因此不优选,另一方面,若含有Pt及Pd中的1种或2种的合计为1000ppm以上,则金合金线的电阻上升,因此不优选。所以,将Pt及Pd中的1种或2种的合计规定为500ppm~小于1000ppm。

(b) Ir:

Ir具有抑制高温下的金合金的粒成长(结晶粒的粗大化)的作用,因此,形成无空气球时,由于来自球部的热的影响,具有下述效果:防止球正上方的引线部(热影响部)的结晶粒粗大化,同时凝固的无空气球部由大量微细的结晶粒形成,在接合时压接球以辐射状均等地扩散,压接球的真圆性提高;但是,Ir的含量小于1ppm得不到规定的效果,另一方面,含有Pt及Pd中的1种或2种合计为500~1000ppm的接合引线用金合金线,即使Ir超过100ppm,上述效果也饱和,不但得不到由添加引起的效果的明确地提高,而且,发生IC芯片的破坏或损伤,

因此不优选。所以，将 Ir 的含量规定为 1 ~ 100ppm。

(c) Ca:

碱土类金属 Ca 的金属结合半径比 Au 的金属结合半径大，给 Au 的晶格带来应变，提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，进而具有提升重结晶温度、降低金合金线的环路高度的效果，但是，Ca 的含量为 30ppm 以下，由于无空气球的加工硬化性低，初始接合性低，且，强度低，因此难以满足 $E \geq 75\text{GPa}$ 、 $(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3}$ 、 $2\% \leq E_L \leq 10\%$ 的条件而直进性和耐树脂流动性变低，所以不优选。另一方面，Ca 的含量超过 100ppm，在进行球形接合时形成的无空气球的表面上生成大量的氧化物，而且在无空气球的底部中央形成不能有助于接合的大缩孔，所以球形接合的初始接合性降低，而不优选。因此，将 Ca 的含量规定为大于 30 ~ 100ppm。

(d) Eu:

稀土类元素 Eu 的金属结合半径比 Au 的金属结合半径大，给 Au 的晶格带来应变，提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，同时具有提升重结晶温度、降低金合金线的环路高度的效果，而且 Eu 的金属结合半径与其他的稀土类元素相比特别大，所以对细线径（尤其线径小于 20 μm ）的接合引线用金合金线上述效果非常高，但是，Eu 的含量为 30ppm 以下时，由于无空气球的加工硬化性低，初始接合性低，且强度低，因此难以满足 $E \geq 75\text{GPa}$ 、 $(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3}$ 、 $2\% \leq E_L \leq 10\%$ 的条件而直进性和耐树脂流动性变低，所以不优选。另一方面，如果 Eu 的含量超过 100ppm，则在进行球形接合时形成的无空气球的表面上生成大量的氧化物，而且，在无空气球的底部中央形成不能有助于接合的大缩孔，所以球形接合的初始接合性降低，而不优选。因此，将 Eu 的含量规定为大于 30 ~ 100ppm。

(e) Be:

Be 的金属结合半径比 Au 的金属结合半径小，也给 Au 的晶格带来应变，提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，含有上述 Ca 及 Eu 的同时含有 Be 时，具有降低重结晶温度的效果，从而，可以提升环路高度，由此可以实现适当的环路高度，所以根据需要添加 Be，但是即使添加 Be 小于 0.1ppm 也得不到规定的效果，另一方面，含有 Be 超过 20ppm，则在无空气球的表面上生成大量的氧化物，

而且，在无空气球的底部中央形成不能有助于接合的大缩孔，因此，球形接合的初始接合性降低，而且，产生球的正上部及球部的结晶粒径的增大而降低压接球部的真圆性，因此不优选。因此，将 Be 的含量规定为 0.1 ~ 20ppm。

(f) La、Ba、Sr、Bi:

稀土类元素 La、碱土类金属 Ba 及 Sr、周期律表 5B 族的 Bi，也提高接合引线用金合金线的机械强度及无空气球的加工硬化性，同时具有提升重结晶温度、降低金合金线的环路高度的效果，所以根据需要添加，但是即使含有 La、Ba、Sr、Bi 中的至少 1 种小于 30ppm 也得不到规定的效果，另一方面，含有 La、Ba、Sr、Bi 中的至少 1 种超过 100ppm，在进行球形接合时形成的无空气球的表面上生成大量的氧化物，而且，在无空气球的底部中央形成不能有助于接合的大缩孔，所以球形接合的初始接合性降低，而不优选。因此，将 La、Ba、Sr、Bi 的至少 1 种的含量规定为 30 ~ 100ppm。

(g) Ag:

即使含有 1 ~ 10ppm 的 Ag，也对上述特性几乎没有影响，所以根据需要添加，但是超过 10ppm，则初始接合性降低，所以不优选。

[II]机械特性

具有上述成分组成的接合引线用金合金线皆具有高初始接合性、高接合可靠性、压接球的高真圆性、高直进性、高耐树脂流动性及低电阻率，但是通过制造成以金合金线的 0.2% 耐力 (Pa) 为 $\sigma_{0.2}$ 、杨氏模量 (Pa) 为 E、断裂延伸率为 E_L ，且满足 $E \geq 75\text{GPa}$ 、 $(\sigma_{0.2}/E) \geq 2.2 \times 10^{-3}$ 、 $2\% \leq E_L \leq 10\%$ 的条件的接合引线用金合金线，从而会具有更高的直进性及更高的耐树脂流动性。

其理由为， $E < 75\text{GPa}$ 时，即引线的杨氏模量低时，引线接合后的成型之际，接合的金合金线被树脂大大地冲走（即、树脂流动大），其结果，邻接的金合金线相接触，而短路的频度增高，半导体芯片的成品率降低，如果 $\sigma_{0.2}/E$ 达到 2.2×10^{-3} 以上，则直进性急剧提高，而且，断裂延伸率小于 2% 时，因为拉丝后金合金线具有的残留应变在退火后也残存，故直进性降低，另一方面，断裂延伸率高于 10% 时，成为 $E < 75\text{GPa}$ 、 $(\sigma_{0.2}/E) < 2.2 \times 10^{-3}$ 的情况多，而直进性降低、或树脂流动增大。

在本发明中，接合引线用金合金线的断裂延伸率 E_L (%)、0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (Pa) 及杨氏模量 E (Pa) 的测定由以下进行：在室温下，将接合引线用金合金线在标距：100mm、拉伸速度：10mm/分的条件下由拉伸试验机拉伸到断裂为止。

在此，将应变和拉伸应力定义为如下。

应变=接合引线用金合金线的延伸 (mm) /100mm、

拉伸应力 (Pa) = 拉伸负荷 (N) / 接合引线用金合金线的初始截面积 (m^2)

将断裂延伸率 E_L (%)、0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (Pa) 及杨氏模量 E (Pa) 定义为如下。

断裂延伸率 E_L (%) = 断裂时的应变 $\times 100 = [\text{断裂时的延伸 (mm)} / 100 \text{ (mm)}] \times 100$

0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (Pa)：给接合引线用金合金线带来 0.2% 的永久应变时的拉伸应力 (Pa)

杨氏模量 E (Pa)：在拉伸应力和应变成正比例的范围，拉伸应力和应变的比、即拉伸应力 (Pa) / 应变

如上述，本发明的接合引线用金合金线的初始接合性、接合可靠性、压接球的真圆性、直进性、耐树脂流动性出色且低电阻率，因此使用该金合金线进行接合，可以提高半导体装置的成品率等，在产业上带来出色的效果。

具体实施方式

将具有线径 $50\mu\text{m}$ 、及表 1~3 所示的成分组成的金合金线原材料，以单管芯的断面收缩率 4.8% 进行拉丝加工，制作线径 $19\mu\text{m}$ 的金合金线，通过将该金合金线在表 4~6 所示的温度进行退火，制造本发明接合引线用金合金线（以下、称本发明引线）1~34、比较接合引线用金合金线（以下、称比较引线）1~20、及以往接合引线用金合金线（以下，称以往引线）1，并卷绕在半径 50mm 的中间卷线轴上。在此，在退火及卷绕工程中，为了改变引线的走向而使用的滑轮（滑车）皆为半径 9mm。将卷绕在中间卷线轴的引线在半径 25mm 的卷线轴卷绕 2000m，除掉引线的前端 15m，测定引线的断裂延伸率 E_L 、杨氏模量 (Pa) E 、0.2%耐力 (Pa) $\sigma_{0.2}$ ，并且，算出 $\sigma_{0.2}/E$ ，将其结果表示在表 4~6。进一

步测定这些引线的电阻率，将其结果表示在表 4~6。在这些各测定中，将样品数设定为 5 个，求出了其平均值。上述引线的电阻率在室温、标距 500mm 的条件下用数字万用表测定电阻 (Ω)，以电阻率 ($\mu\Omega\text{cm}$) = 电阻 (Ω) \times 接合引线用金合金线的截面面积 (cm^2) / 50 (cm) $\times 10^6$ 求出。

将具有这些表 1~3 所示的成分组成及表 4~6 所示的机械特性的本发明的引线 1~34、比较引线 1~20 及以往引线 1，安装在 Kulicke & Soffa 制的引线接合器 (Maxum Plus) 上，在搭载有半导体 IC 芯片的基板上，以

加热温度：150℃、
 环路长度：5mm、
 环路高度：220 μm 、
 压接球径：34 μm 、
 压接球高度：8 μm 、

的条件下进行接合，通过进行下述的测定，进行有关直进性、初始接合性、压接球的真圆性的评价。

直进性评价：

以垫片间距 45 μm 的间隔对每个样品制作 10000 个环路，测定邻接的环路彼此的接触处的数量 (接触数)，将其结果表示在表 4~6 而评价直进性。

初始接合性评价：

对每个样品制作 10000 个环路，测定在球形接合时压接球没有接触于 Al 垫片的次数 (球上升 (Ball Lift) 数)，将其结果表示在表 4~6 而评价初始接合性。

压接球的真圆性评价：

对每个样品观察 100 个压接球，以全部良好时为 O、若有 1 个或 1 个以上的不良时为 X，将其结果表示在表 4~6 而评价球的真圆性。

接合可靠性评价：

将接合的样品，在 150℃ 的空气中保管 1000 小时之后，在压接球正上方的环路的弯曲 (扭折) 挂上工具而进行了拉力试验 (每个样品 100 个)。拉力试验中的断裂，或者在颈部断裂，或者在压接球和 Al 垫片的接合界面断裂 (球上升)。观察压接球，全部在颈部断裂时评价为 O，

若有 1 个或 1 个以上的球上升时评价为 ×。并且，关于具有表 1~3 所示的成分组成及表 4~6 所示的机械特性的本发明引线 1~34、比较引线 1~20 及以往引线 1，对环路高度、耐树脂流动性进行评价。

环路高度：

将具有表 1~3 所示的成分组成及表 4~6 所示的机械特性的本发明引线 1~34、比较引线 1~20 及以往引线 1 安装在 Kulicke & Soffa 制的引线接合器 (Maxum Plus)，不进行倒转、在压接球径 34 μ m、压接球高度 8 μ m、环路长度 1mm 的条件下进行成圈，用光学显微镜，测定环路最高部和 Al 垫片面的高度，将其差作为环路高度而求出，通过其结果表示在表 4~6 而评价环路高度。

耐树脂流动性：

将搭载以环路长度 3.5mm 的条件下接合的半导体 IC 芯片的基板，用成型装置以环氧树脂密封后，用软 X 射线非破坏检查装置对树脂密封的半导体芯片内部进行 X 射线投影，测定 20 根引线流动最大的部分的流量，将其平均值除以环路长度的值 (%) 定义为树脂流动，测定该树脂流动，通过将其结果表示在表 4~6 而评价耐树脂流动性。

【表1】

引线	合金线的成分组成 (质量 ppm)													
	Pt	Pd	Ir	Ca	Be	Eu	La	Ba	Sr	Bi	Ag	Au		
1	500	-	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
2	800	-	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
3	980	-	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
4	-	500	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
5	-	800	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
6	-	980	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
7	250	250	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
8	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
9	490	490	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
10	400	400	1	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
11	400	400	100	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
12	400	400	50	32	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
13	400	400	50	100	10	60	-	-	-	-	-	剩余		
14	400	400	50	70	-	60	-	-	-	-	-	剩余		
15	400	400	50	70	20	60	-	-	-	-	-	剩余		
16	400	400	50	70	10	32	-	-	-	-	-	剩余		
17	400	400	50	70	10	100	-	-	-	-	-	剩余		
18	400	400	50	70	10	60	30	-	-	-	-	剩余		
19	400	400	50	70	10	60	60	-	-	-	-	剩余		
20	400	400	50	70	10	60	100	-	-	-	-	剩余		

本 发 明

【表 2】

引线	金合金线的成分组成 (质量 ppm)												
	Pt	Pd	Ir	Ca	Be	Eu	La	Ba	Sr	Bi	Ag	Au	
21	400	400	50	70	10	60	-	30	-	-	-	剩余	
22	400	400	50	70	10	60	-	60	-	-	-	剩余	
23	400	400	50	70	10	60	-	100	-	-	-	剩余	
24	400	400	50	70	10	60	-	-	30	-	-	剩余	
25	400	400	50	70	10	60	-	-	60	-	-	剩余	
26	400	400	50	70	10	60	-	-	100	-	-	剩余	
27	400	400	50	70	10	60	-	-	-	30	-	剩余	
28	400	400	50	70	10	60	-	-	-	60	-	剩余	
29	400	400	50	70	10	60	-	-	-	100	-	剩余	
30	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	1	剩余	
31	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	5	剩余	
32	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	10	剩余	
33	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
34	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
1	300*	-	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
2	1500*	-	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
3	-	300*	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
4	-	1500*	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
5	150*	150*	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
6	750*	750*	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	

本 发 明

比 较

*表示脱离本发明明范围的值。

【表 3】

引线	金合金线的成分组成 (质量 ppm)												
	Pt	Pd	Ir	Ca	Be	Eu	La	Ba	Sr	Bi	Ag	Au	
7	400	400	*	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
8	400	400	150*	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
9	400	400	50	20*	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
10	400	400	50	120*	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
11	400	400	50	70	30*	60	-	-	-	-	-	剩余	
12	400	400	50	70	10	20*	-	-	-	-	-	剩余	
13	400	400	50	70	10	120*	-	-	-	-	-	剩余	
14	400	400	50	70	10	60	120*	-	-	-	-	剩余	
15	400	400	50	70	10	60	-	120*	-	-	-	剩余	
16	400	400	50	70	10	60	-	-	120*	-	-	剩余	
17	400	400	50	70	10	60	-	-	-	120*	-	剩余	
18	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	20*	剩余	
19	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
20	400	400	50	70	10	60	-	-	-	-	-	剩余	
以往 1	400	400	50	20*	5	20*	-	-	-	-	-	残	

比较

*表示脱离本发明范围的值。

【表 4】

引线	退火温度 (°C)	机械特性				接触个数 (个)	球上升数 (个)	压接球的真圆性	接合可靠性	树脂流动 (%)	环路高度 (μm)	电阻率 (μΩcm)
		断裂延伸率 E_L (%)	杨氏模量 E (GPa)	$\sigma_{0.2}/E \times 10^{-3}$	$\sigma_{0.2}$ (MPa)							
1	525	4.1	89	2.4	217	19	0	○	○	2.7	73	2.4
2	526	4.1	89	2.5	226	18	0	○	○	2.4	71	2.4
3	524	4.2	89	2.5	226	19	0	○	○	2.6	75	2.4
4	524	4.2	89	2.5	219	21	0	○	○	2.5	75	2.4
5	526	4.2	88	2.6	225	23	0	○	○	2.7	73	2.4
6	525	4.1	88	2.4	211	18	0	○	○	2.7	71	2.4
7	527	4.1	87	2.5	222	22	0	○	○	2.5	74	2.4
8	527	4.3	90	2.5	225	24	0	○	○	2.7	74	2.4
9	526	4.1	90	2.5	224	20	0	○	○	2.6	75	2.4
10	527	4.3	86	2.5	218	23	0	○	○	2.4	80	2.4
11	525	4.2	88	2.6	228	23	0	○	○	2.4	75	2.4
12	513	4.1	80	2.3	184	30	0	○	○	3.1	77	2.4
13	536	4.0	93	2.7	253	6	0	○	○	2.2	69	2.4
14	536	4.2	89	2.5	222	21	0	○	○	2.4	65	2.4
15	517	4.1	94	2.8	263	11	0	○	○	2.1	85	2.4
16	514	4.2	81	2.4	197	24	0	○	○	2.6	79	2.4
17	534	4.3	93	2.8	262	7	0	○	○	2.0	69	2.4
18	527	4.1	88	2.4	215	20	0	○	○	2.4	72	2.4

本 发 明

【表 5】

引线	退火温度 (°C)	机械特性				接触个数 (个)	球上升数 (个)	压接球的真圆性	接合可靠性	树脂流动 (%)	环路高度 (μm)	电阻率 (μΩ cm)
		断裂延伸率 E _L (%)	杨氏模量 E (GPa)	σ _{0.2} /E × 10 ⁻³	σ _{0.2} (MPa)							
19	530	4.1	93	2.7	248	10	0	○	2.4	71	2.4	
20	534	4.1	99	2.7	270	14	0	○	2.2	66	2.4	
21	527	4.2	86	2.5	213	16	0	○	2.3	71	2.4	
22	531	4.1	92	2.7	248	19	0	○	2.3	72	2.4	
23	534	4.1	98	2.8	271	6	0	○	2.0	68	2.4	
24	527	4.1	89	2.5	224	19	0	○	2.4	71	2.4	
25	531	4.4	93	2.6	245	12	0	○	2.4	69	2.4	
26	534	4.3	97	2.8	276	7	0	○	1.9	68	2.4	
27	527	4.2	89	2.6	227	18	0	○	2.4	75	2.4	
28	532	4.4	92	2.6	239	11	0	○	2.1	70	2.4	
29	535	4.3	96	2.8	269	10	0	○	1.9	68	2.4	
30	524	4.3	90	2.5	224	22	0	○	2.4	74	2.4	
31	525	4.3	89	2.5	224	20	0	○	2.6	75	2.4	
32	525	4.2	89	2.6	232	16	0	○	2.5	74	2.4	
33	485	2.0	99	3.0	296	31	0	○	2.1	74	2.4	
34	542	10.0	80	2.2	176	22	0	○	3.2	72	2.4	
1	526	4.2	88	2.5	220	18	0	○	2.4	75	2.3	
2	526	4.1	87	2.5	218	24	0	○	2.7	71	2.5	

本 发 明

比 较

【表 6】

引线	退火温度 (°C)	机械特性			接触个数 (个)	球上升数 (个)	压接球的真圓性	接合可靠性	树脂流动 (%)	环路高度 (μm)	电阻率 (μΩcm)	
		断裂延伸率 E_L (%)	杨氏模量 E (GPa)	$\sigma_{0.2}/E \times 10^{-3}$								$\sigma_{0.2}$ (MPa)
3	525	4.4	86	2.6	20	0	○	×	2.5	74	2.3	
4	526	4.3	89	2.6	15	0	○	○	2.6	75	2.5	
5	526	4.3	86	2.5	17	0	○	×	2.5	75	2.3	
6	525	4.1	87	2.5	22	0	○	○	2.3	71	2.5	
7	524	4.2	87	2.5	19	0	×	○	2.4	82	2.4	
8	526	4.2	87	2.5	Al 垫片的一部分损伤							2.4
9	516	4.4	78	2.1*	156	18	○	○	4.3	83	2.4	
10	535	4.3	94	2.7	7	5	○	○	2.1	61	2.4	
11	514	4.3	93	2.8	12	3	×	○	2.6	83	2.4	
12	514	4.3	80	2.1*	121	15	○	○	3.5	84	2.4	
13	534	4.1	95	2.9	8	4	○	○	2.1	61	2.4	
14	535	4.0	99	2.8	12	3	○	○	2.3	68	2.4	
15	535	4.1	97	2.8	8	4	○	○	2.0	70	2.4	
16	534	4.1	98	2.8	11	3	○	○	1.9	67	2.4	
17	536	4.0	98	2.7	7	3	○	○	2.1	68	2.4	
18	526	4.1	89	2.6	16	2	○	○	2.5	73	2.4	
19	305	1.5*	105	3.3	258	0	○	○	1.9	71	2.4	
20	548	12.0*	74*	2.1*	171	0	○	○	4.2	71	2.4	
以往 1	515	4.3	74*	2.1*	382	45	○	○	4.5	87	2.4	

*表示脱离本发明范围的值。

从表 1~6 所示的结果可知, 本发明引线 1~34 电阻率小, 直进性、初始接合性、压接球的真圆性、接合可靠性及耐树脂流动性良好, 尤其是直进性、初始接合性、接合可靠性、压接球的真圆性及耐树脂流动性良好, 相反, 比较引线 1~20 及以往引线 1 在这些特性中的至少任何 1 个为不良。