



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 108352437 B

(45) 授权公告日 2022.01.11

(21) 申请号 201680067695.2

(22) 申请日 2016.10.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108352437 A

(43) 申请公布日 2018.07.31

(30) 优先权数据
2015-225440 2015.11.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/079522 2016.10.04

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/086043 JA 2017.05.26

(73) 专利权人 日东电工株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 奥村圭佑 本田哲士

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务
所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 李茂家

(51) Int.Cl.
H01L 35/08 (2006.01)
H01L 35/34 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103311423 A, 2013.09.18
JP 2000349350 A, 2000.12.15
CN 102308402 A, 2012.01.04
CN 103928605 A, 2014.07.16
JP 2014236106 A, 2014.12.15
JP H0410674 A, 1992.01.14
US 2012160293 A1, 2012.06.28
CN 102315380 A, 2012.01.11
CN 103311423 A, 2013.09.18

审查员 朱军

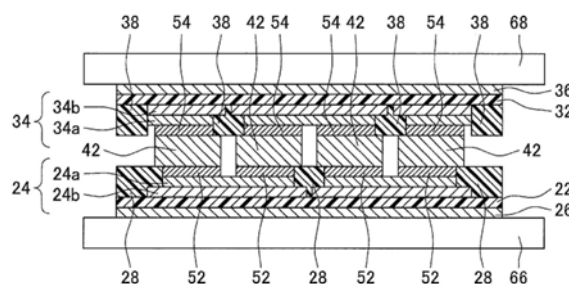
权利要求书1页 说明书16页 附图5页

(54) 发明名称

半导体装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种半导体装置的制造方法,其在将半导体元件以利用两片绝缘基板夹住的方式进行固定时,能够防止半导体元件发生位置偏移、倾斜。一种半导体装置的制造方法,其包括下述工序:工序A,得到在形成于第一绝缘基板的第一电极上借助第一烧结前层预粘接有半导体元件的层叠体;工序B,在工序A之后,借助在第一烧结前层的相反侧设置的第二烧结前层而将半导体元件预粘接在形成于第二绝缘基板的第二电极上,从而得到半导体装置前体;以及工序C,在工序B之后,将第一烧结前层和第二烧结前层同时加热,从而将半导体元件接合于第一电极和第二电极。



1. 一种半导体装置的制造方法,其特征在于,其包括下述工序:

工序A,得到在形成于第一绝缘基板的第一电极上借助第一烧结前层预粘接有半导体元件的层叠体;

工序B,在所述工序A之后,借助在所述第一烧结前层的相反侧设置的第二烧结前层而将所述半导体元件预粘接在形成于第二绝缘基板的第二电极上,从而得到半导体装置前体;以及

工序C,在所述工序B之后,将所述第一烧结前层和所述第二烧结前层同时加热,将所述半导体元件接合于所述第一电极和所述第二电极,

所述工序A包括:

工序A-1,准备具有第一绝缘基板和形成在第一绝缘基板上的第一电极的下侧基板;

工序A-2,准备在一个表面层叠有第一烧结前层、在另一个表面层叠有第二烧结前层的半导体元件;以及

工序A-3,将工序A-2中准备的半导体元件借助第一烧结前层而预粘接于所述第一电极,

所述工序A-2包括:

工序X,在半导体晶圆的一个表面层叠片状的第一烧结前层,在另一个表面层叠片状的第二烧结前层,从而得到在两面形成有烧结前层的半导体晶圆;

工序Y,将通过所述工序X得到的两面形成有烧结前层的半导体晶圆单片化。

2. 根据权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,所述第一烧结前层和所述第二烧结前层包含金属系化合物。

3. 根据权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,所述半导体元件为热电元件。

半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热电转换模块等半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,作为热电转换模块,存在将多个P型热电元件和N型热电元件交替排列,并将它们用两片绝缘基板夹持而固定的结构的热电转换模块(例如参照专利文献1)。绝缘基板在与热电元件对应的位置形成有电极,P型热电元件和N型热电元件依次串联地进行电连接。

[0003] 专利文献1中,作为这样的热电转换模块的制造方法,记载了:对附着于绝缘基板和热电元件的软钎料镀层中的至少任一者涂布高粘合焊剂而将热电元件预固定于绝缘基板,其后进行加热,利用软钎料镀层进行软钎焊。

[0004] 专利文献1中,将热电元件的一个表面预固定于一片绝缘基板的电极后,进行加热来接合。其后,将另一片绝缘基板的电极接合于热电元件的另一个表面。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平04-10674号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,专利文献1的方法在接合中使用了软钎料,因此,如果为了接合另一者而进行加热,则已经接合的那一者也被加热而导致软钎料再次熔融,有发生热电元件的位置偏移、倾斜的担心。

[0010] 本发明是鉴于前述问题点而进行的,其目的在于,提供将半导体元件以利用两片绝缘基板夹住的方式进行固定时能够抑制半导体元件发生位置偏移、倾斜的半导体装置的制造方法。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 本发明人等为了解决前述现有问题点而针对半导体装置的制造方法进行了研究。其结果发现:通过采用下述的构成,能够抑制半导体元件发生位置偏移、倾斜,从而完成了本发明。

[0013] 即,本发明所述的半导体装置的制造方法的特征在于,其包括下述工序:

[0014] 工序A,得到在形成于第一绝缘基板的第一电极上借助第一烧结前层预粘接有半导体元件的层叠体;

[0015] 工序B,在前述工序A之后,借助在前述第一烧结前层的相反侧设置的第二烧结前层而将前述半导体元件预粘接在形成于第二绝缘基板的第二电极上,从而得到半导体装置前体;以及

[0016] 工序C,在前述工序B之后,将前述第一烧结前层和前述第二烧结前层同时加热,将

前述半导体元件接合于前述第一电极和前述第二电极。

[0017] 根据前述构成,半导体元件首先呈现形成于第一绝缘基板的第一电极与形成于第二绝缘基板的第二电极进行了预粘接的状态。其后,第一烧结前层与第二烧结前层被同时加热,前述半导体元件被接合于前述第一电极和前述第二电极。换言之,通过1次加热,半导体元件与第一电极被接合且半导体元件与第二电极被接合。由于通过1次加热而完成半导体元件的双面接合,因此不会发生烧结前层的再熔融。其结果,能够抑制半导体元件发生位置偏移、倾斜。

[0018] 此外,由于预粘接于第一烧结前层和第二烧结前层,因此,无需使用用于防止半导体元件颠倒的模框等。其结果,能够防止由模框摩擦等导致的半导体元件的破损。

[0019] 此外,由于使用作为接合材料的第一烧结前层和第二烧结前层来进行预粘接,因此,不需要其它的临时固定用的胶带、粘接剂。因此,经济性优异。

[0020] 前述构成中优选的是,在所述工序A之后且所述工序B之前的阶段,前述半导体元件在一个表面层叠有第一烧结前层,在另一个表面层叠有第二烧结前层。

[0021] 在所述工序A之后且所述工序B之前的阶段,如果在前述半导体元件的一个表面层叠有第一烧结前层,且在另一个表面层叠有第二烧结前层,则能够在所述工序A之后进行所述工序B,而不进行形成第二烧结前层的工序。

[0022] 前述构成中优选的是,在一个表面层叠有第一烧结前层且在另一个表面层叠有第二烧结前层的前述半导体元件通过下述工序X和工序Y而得到。

[0023] 工序X,在半导体晶圆的一个表面形成第一烧结前层,在另一个表面形成第二烧结前层,从而得到在两面形成有烧结前层的半导体晶圆;

[0024] 工序Y,将通过所述工序X得到的两面形成有烧结前层的半导体晶圆单片化。

[0025] 根据前述构成,由于以在半导体晶圆的两面形成有烧结前层的状态进行单片化,因此,能够有效地获得在两面形成有烧结前层的半导体元件。

[0026] 前述构成中,优选前述第一烧结前层和前述第二烧结前层包含金属系化合物。

[0027] 如果前述第一烧结前层和前述第二烧结前层包含金属系化合物,则在接合后呈现电阻少的良好电连接。

[0028] 前述构成中,优选所述工序X为如下的工序:在半导体晶圆的一个表面层叠片状的第一烧结前层且在另一个表面层叠片状的第二烧结前层,从而得到在两面形成有烧结前层的半导体晶圆。

[0029] 片状的烧结前层的厚度比较均匀。因此,根据前述构成,由于使用片状的烧结前层,因此能够进一步抑制半导体元件的倾斜。

[0030] 前述构成中,优选前述半导体元件为热电元件。

[0031] 如果前述半导体元件为热电元件,则能够制成热电元件的位置偏移、倾斜受到抑制的热电转换模块。

附图说明

[0032] 图1是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。

[0033] 图2是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。

[0034] 图3是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。

- [0035] 图4是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0036] 图5是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0037] 图6是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0038] 图7是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0039] 图8是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0040] 图9是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0041] 图10是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0042] 图11是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。
- [0043] 图12是示出载重-位移曲线的一例的图。
- [0044] 图13是用于说明压头的投影图像的图。

具体实施方式

[0045] 以下,针对本实施方式所述的半导体装置的制造方法,一边参照附图一边进行说明,但在该说明之前,针对本实施方式中使用的第一烧结前层和第二烧结前层进行说明。

[0046] (第一烧结前层)

[0047] 本实施方式所述的第一烧结前层52(参照图1、图4)是通过加热而成为烧结层的层。

[0048] 本实施方式中,针对第一烧结前层通过加热而成为烧结层的层为1层的情况进行说明,但本发明不限于该例子。本发明中的通过加热而成为烧结层的层也可以是层叠多个通过加热而成为烧结层的层而成的构成。

[0049] 第一烧结前层52的厚度优选为 $5\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 、更优选为 $10\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ 、进一步优选为 $15\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。通过将加热前的第一烧结前层52的厚度设为上述范围,能够维持片状且确保厚度均匀性。

[0050] 利用平行平板加压机,在 0.5MPa 、10秒、 80°C 的条件下,将第一烧结前层52贴附于测试芯片(半导体芯片、长 $2\text{mm}\times$ 宽 2mm 、厚 3mm)后的室温(24°C)下的剪切强度(设想预粘接时的剪切强度)优选在 $0.01\text{MPa}\sim 1.0\text{MPa}$ 的范围内、更优选在 $0.1\text{MPa}\sim 0.9\text{MPa}$ 的范围内。

[0051] 具体而言,使用Nordson Advanced Technology Japan K.K.(旧称:Daisy Japan Inc.)制造的超细间距接合对应强度测试仪5000系列,按照以下示出的条件测定得到的值。

[0052] <剪切强度测定条件>

[0053] 负荷传感器:BS250

[0054] 测定范围:250g

[0055] 试验种类:破坏试验

[0056] 测试速度: $100\mu\text{m}/\text{s}$

[0057] 下降速度: $100\mu\text{m}/\text{s}$

[0058] 测试高度: $100\mu\text{m}$

[0059] 工具移动量: $2000\mu\text{m}$

[0060] 破坏识别点:高(90%)

[0061] 利用平行平板加压机,在 0.5MPa 、10秒、 80°C 的条件下,将第一烧结前层52贴附于测试芯片(半导体芯片、长 $2\text{mm}\times$ 宽 2mm 、厚 3mm)后,进一步利用平行平板加压机在 1MPa 、90

秒、300℃的条件下加热后的室温(24℃)下的剪切强度(设想加热接合后的剪切强度)优选在2MPa~100MPa的范围内、更优选再10MPa~90MPa的范围内。

[0062] 具体而言,使用Nordson Advanced Technology Japan K.K.(旧称:Daisy Japan Inc.)制造的万能型强度测试仪4000系列,按照以下示出的条件测定得到的值。

[0063] <剪切强度测定条件>

[0064] 负荷传感器:DS100kg

[0065] 测定范围:100kg

[0066] 试验种类:破坏试验

[0067] 测试速度:100μm/s

[0068] 下降速度:100μm/s

[0069] 测试高度:100μm

[0070] 工具移动量:2000μm

[0071] 破坏识别点:高(90%)

[0072] 关于第一烧结前层52的利用下述加热条件A加热后的硬度,在使用了纳米压痕仪的计测中,优选在1.5GPa~10GPa的范围内。前述硬度更优选在2.0GPa~8GPa的范围内、进一步优选在2.5GPa~7GPa的范围内。下述加热条件A是设想第一烧结前层52通过加热成为烧结层的条件而规定的加热条件。使用了纳米压痕仪的硬度的计测方法基于实施例中记载的方法。

[0073] <加热条件A>

[0074] 将第一烧结前层52在10MPa的加压下以1.5℃/秒的升温速度从80℃升温至300℃后,以300℃保持2.5分钟。

[0075] 如果前述硬度为1.5GPa以上,则将第一烧结前层52加热而得到的烧结层变得牢固。此外,如果前述硬度为10GPa以下,则将第一烧结前层52加热而得到的烧结层具有适度的柔软性。

[0076] 前述硬度可通过金属微粒的种类、含量、平均粒径、热分解性粘结剂的种类、含量、低沸点粘结剂的种类、含量、通过加热而形成烧结层时的加热条件(例如温度、时间、升温速度等)、形成烧结层时的气氛(大气气氛、氮气气氛或还原气体气氛等)来控制。

[0077] 关于第一烧结前层52的利用下述加热条件A加热后的弹性模量,在使用了纳米压痕仪的计测中,优选在30GPa~150GPa的范围内。前述弹性模量更优选在35GPa~120GPa的范围内、进一步优选在40GPa~100GPa的范围内。下述加热条件A是设想第一烧结前层52通过加热成为烧结层的条件而规定的加热条件。使用了纳米压痕仪的弹性模量的计测方法基于实施例中记载的方法。

[0078] <加热条件A>

[0079] 将第一烧结前层52在10MPa的加压下以1.5℃/秒的升温速度从80℃升温至300℃后,以300℃保持2.5分钟。

[0080] 如果前述弹性模量为30GPa以上,则将第一烧结前层52加热而得到的烧结层变得牢固。此外,如果前述弹性模量为150GPa以下,则将第一烧结前层52加热而得到的烧结层具有适度的柔软性。

[0081] 前述弹性模量可通过金属微粒的种类、含量、平均粒径、热分解性粘结剂的种类、

含量、低沸点粘结剂的种类、含量、因加热而形成烧结层时的加热条件(例如温度、时间、升温速度等)、形成烧结层时的气氛(大气气氛、氮气气氛或还原气体气氛等)来控制。

[0082] 第一烧结前层52的基于下述变形量计测方法B的变形量优选在1600nm~1900nm的范围内。前述变形量更优选在1620nm~1880nm的范围内、进一步优选在1650nm~1850nm的范围内。

[0083] <变形量计测方法B>

[0084] (1) 将第一烧结前层52在10MPa的加压下以1.5℃/秒的升温速度从80℃升温至300℃后,以300℃保持2.5分钟,从而得到用于计测变形量的层的工序;

[0085] (2) 使用纳米压痕仪,将前述用于计测变形量的层以2μm的压入深度进行按压,计测从按压前至解除按压后的变形量的工序。

[0086] 更详细的前述变形量的计测方法基于实施例中记载的方法。

[0087] 如果前述变形量为1900nm以下,则所得烧结层牢固且可靠性提高。另一方面,如果前述变形量为1600nm以上,则具有弹性变形区域,因此,所得烧结层的可靠性提高。

[0088] 第一烧结前层52在大气气氛下、升温速度为10℃/分钟的条件自23℃起升温至400℃后通过能量色散型X射线分析得到的碳浓度优选为15重量%以下、更优选为12重量%以下、进一步优选为10重量%以下。如果前述碳浓度为15重量%以下,则第一烧结前层52在升温至400℃后几乎不存在有机物。其结果,加热接合工序后的耐热性优异,即使在高温环境中也可获得高的可靠性、热特性。

[0089] 第一烧结前层52在大气气氛下、升温速度为10℃/分钟的条件自23℃起至500℃为止进行差示热分析时的峰优选存在于150~350℃、更优选存在于170~320℃、进一步优选存在于180~310℃。如果前述峰存在于150~350℃,则可以说有机物(例如构成第一烧结前层52的树脂成分)在该温度区域发生了热分解。其结果,加热接合工序后的耐热性更优异。

[0090] 第一烧结前层52优选包含金属系化合物。作为前述金属系化合物,可列举出Au系、Ag系、Cu系的金属微粒等。

[0091] 作为前述金属微粒,可列举出烧结性金属颗粒。

[0092] 作为前述烧结性金属颗粒,可适合地使用金属微粒的聚集体。作为金属微粒,可列举出由金属形成的微粒等。作为前述金属,可列举出金、银、铜、氧化银、氧化铜等。其中,优选为选自由银、铜、氧化银、氧化铜组成的组中的至少1种。如果前述金属微粒为选自由银、铜、氧化银、氧化铜组成的组中的至少1种,则能够更适合地进行加热接合。

[0093] 前述烧结性金属颗粒的平均粒径优选为0.0005μm以上、更优选为0.001μm以上。作为平均粒径的下限,也可例示出0.01μm、0.05μm、0.1μm。另一方面,烧结性金属颗粒的平均粒径优选为30μm以下、更优选为25μm以下。作为平均粒径的上限,也可例示出20μm、15μm、10μm、5μm。

[0094] 前述烧结性金属颗粒的平均粒径利用下述方法进行测定。即,利用SEM(扫描型电子显微镜)观察前述烧结性金属颗粒,并计测平均粒径。需要说明的是,关于SEM观察,优选的是,例如在烧结性金属颗粒为微米尺寸的情况下以5000倍进行观察,在亚微米尺寸的情况下通过50000倍观察进行观察,在纳米尺寸的情况下以300000倍进行观察。

[0095] 前述烧结性金属颗粒的形状没有特别限定,例如为球状、棒状、鳞片状、无规则形

状。

[0096] 第一烧结前层52优选在相对于第一烧结前层52整体为60~98重量%的范围内包含金属微粒。前述金属微粒的含量更优选在65~97重量%的范围内、进一步优选在70~95重量%的范围内。如果在60~98重量%的范围内包含前述金属微粒,则能够使金属微粒烧结或熔融,从而使两个物体(例如半导体元件与电极)接合。

[0097] 第一烧结前层52优选含有低沸点粘结剂。前述低沸点粘结剂是为了使前述金属微粒容易处理而使用的。此外,前述低沸点粘结剂也可为了调整任意的机械物性而使用。具体而言,可以以使前述金属微粒分散在前述低沸点粘结剂中的含金属微粒的糊剂的形式来使用。

[0098] 前述低沸点粘结剂在23℃下为液态。本说明书中,“液态”包括半液态。具体是指:通过利用动态粘弹性测定装置(流变仪)进行粘度测定而得到的23℃下的粘度为100000Pa·s以下。

[0099] 粘度测定的条件如下所示。

[0100] 流变仪:Thermo SCIENTIFIC公司制造的MER III

[0101] 夹具:平行板20mm ϕ 、间隔为100 μ m、剪切速度为1/秒

[0102] 作为前述低沸点粘结剂的具体例,可列举出例如戊醇、己醇、庚醇、辛醇、1-癸醇、乙二醇、二乙二醇、丙二醇、丁二醇、 α -萜品醇、1,6-己二醇、异冰片基环己醇(MTPH)等一元醇和多元醇类、乙二醇丁基醚、乙二醇苯基醚、二乙二醇甲基醚、二乙二醇乙基醚、二乙二醇丁基醚、二乙二醇异丁基醚、二乙二醇己基醚、三乙二醇甲基醚、二乙二醇二甲基醚、二乙二醇二乙基醚、二乙二醇二丁基醚、二乙二醇丁基甲基醚、二乙二醇异丙基甲基醚、三乙二醇二甲基醚、三乙二醇丁基甲基醚、丙二醇丙基醚、二丙二醇甲基醚、二丙二醇乙基醚、二丙二醇丙基醚、二丙二醇丁基醚、二丙二醇二甲基醚、三丙二醇甲基醚、三丙二醇二甲基醚等醚类、乙二醇乙基醚乙酸酯、乙二醇丁基醚乙酸酯、二乙二醇乙基醚乙酸酯、二乙二醇丁基醚乙酸酯、二丙二醇甲基醚乙酸酯(DPMA)等。它们可以组合使用两种以上。其中,优选将沸点不同的两种组合使用。如果使用沸点不同的两种,则在维持片状的观点来看是优异的。

[0103] 第一烧结前层52优选含有在23℃下为固态的热分解性粘结剂。如果含有前述热分解性粘结剂,则在加热接合工序前容易维持片状。此外,在加热接合工序时容易使其热分解。

[0104] 本说明书中,“固态”具体是指:通过利用前述流变仪进行粘度测定而得到的23℃下的粘度大于100000Pa·s。

[0105] 本说明书中,“热分解性粘结剂”是指在加热接合工序中能够发生热分解的粘结剂。前述热分解性粘结剂优选在加热接合工序后几乎不残留在烧结层(加热后的第一烧结前层52)中。作为前述热分解性粘结剂,可列举出例如即使在第一烧结前层52中含有,其在大气气氛下、升温速度为10℃/分钟的条件自23℃升温至400℃后通过能量色散型X射线分析得到的碳浓度也为15重量%以下那样的材料。例如,作为热分解性粘结剂,如果采用更容易发生热分解的材料,则即使含量较多,也能够加热接合工序后几乎不残留在烧结层(加热后的第一烧结前层52)中。

[0106] 作为前述热分解性粘结剂,可列举出聚碳酸酯、丙烯酸类树脂、乙基纤维素、聚乙烯醇等。这些材料可以单独使用,或者混合使用两种以上。其中,从热分解性高的观点出发,

优选为聚碳酸酯。

[0107] 作为前述聚碳酸酯,只要能够在加热接合工序中发生热分解,就没有特别限定,可列举出在主链的碳酸酯基(-O-CO-O-)之间不含芳香族化合物(例如苯环等)且由脂肪族链形成的脂肪族聚碳酸酯、在主链的碳酸酯基(-O-CO-O-)之间包含芳香族化合物的芳香族聚碳酸酯。其中,优选为脂肪族聚碳酸酯。

[0108] 作为前述脂肪族聚碳酸酯,可列举出聚碳酸亚乙酯、聚碳酸亚丙酯等。其中,从制作用于形成片的清漆时在有机溶剂中的溶解性的观点出发,优选为聚碳酸亚丙酯。

[0109] 作为前述芳香族聚碳酸酯,可列举出主链包含双酚A结构的芳香族聚碳酸酯等。

[0110] 前述聚碳酸酯的重均分子量适合在10000~1000000的范围内。需要说明的是,重均分子量是通过GPC(凝胶渗透色谱法)进行测定并通过聚苯乙烯换算而算出的值。

[0111] 作为前述丙烯酸类树脂,可列举出:在能够于加热接合工序中发生热分解的范围内,以具有碳数30以下、尤其是碳数4~18的直链烷基或支链烷基的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯中的1种或2种以上作为成分的聚合物(丙烯酸类共聚物)等。作为前述烷基,可列举出例如甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、异丁基、戊基、异戊基、己基、庚基、环己基、2-乙基己基、辛基、异辛基、壬基、异壬基、癸基、异癸基、十一烷基、月桂基、十三烷基、十四烷基、硬脂基、十八烷基或十二烷基等。

[0112] 此外,作为形成聚合物(丙烯酸类共聚物)的其它单体,没有特别限定,可列举出例如丙烯酸、甲基丙烯酸、丙烯酸羧基乙酯、丙烯酸羧基戊酯、衣康酸、马来酸、富马酸或巴豆酸等之类的含羧基单体;马来酸酐或衣康酸酐等之类的酸酐单体;(甲基)丙烯酸2-羟基乙酯、(甲基)丙烯酸2-羟基丙酯、(甲基)丙烯酸4-羟基丁酯、(甲基)丙烯酸6-羟基己酯、(甲基)丙烯酸8-羟基辛酯、(甲基)丙烯酸10-羟基癸酯、(甲基)丙烯酸12-羟基月桂酯或丙烯酸(4-羟基甲基环己酯)-甲酯等之类的含羟基单体;苯乙烯磺酸、烯丙基磺酸、2-(甲基)丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸、(甲基)丙烯酰胺丙磺酸、(甲基)丙烯酸磺基丙酯或(甲基)丙烯酰氧基萘磺酸等之类的含磺酸基单体;或者2-羟基乙基丙烯酰基磷酸酯等之类的含磷酸基单体。

[0113] 丙烯酸类树脂之中,更优选重均分子量为1万~100万的丙烯酸类树脂,进一步优选重均分子量为3万~70万的丙烯酸类树脂。这是因为:如果重均分子量在上述数值范围内,则加热接合工序前的粘接性和加热接合工序时的热分解性优异。需要说明的是,重均分子量是通过GPC(凝胶渗透色谱法)进行测定,并通过聚苯乙烯换算而算出的值。

[0114] 此外,丙烯酸类树脂之中,优选在200℃~400℃下发生热分解的丙烯酸类树脂。

[0115] 需要说明的是,第一烧结前层52中,除了前述成分之外,也可以适当含有例如增塑剂等。

[0116] 第一烧结前层52可通过通常的方法进行制造。例如,可以通过制作含有用于形成第一烧结前层52的前述各成分的清漆,将清漆以达到特定厚度的方式涂布在基材隔膜上而形成涂布膜后,使该涂布膜干燥,从而制造第一烧结前层52。

[0117] 作为清漆中使用的溶剂,没有特别限定,优选为能够使前述各成分均匀溶解、混炼或分散的有机溶剂、醇溶剂。作为前述有机溶剂,可列举出例如二甲基甲酰胺、二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮、丙酮、甲乙酮、环己酮等酮系溶剂;甲苯、二甲苯等。此外,作为前述醇溶剂,可列举出乙二醇、二乙二醇、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、1,2-丁二醇、1,3-丁二醇、1,4-丁二醇、2-丁烯-1,4-二醇、1,2,6-己三醇、甘油、辛二醇、2-甲基-2,4-戊二醇、萘品醇。

[0118] 涂布方法没有特别限定。作为溶剂涂布的方法,可列举出例如模涂机、凹版涂布机、辊涂机、逆向涂布机、逗点涂布机、管式刮板涂布机、丝网印刷等。其中,从涂布厚度的均匀性高的观点出发,优选为模涂机。此外,涂布膜的干燥条件没有特别限定,可以在例如干燥温度70~160℃、干燥时间1~5分钟下进行。需要说明的是,即使在使涂布膜干燥后,根据溶剂种类的不同,也存在溶剂未全部气化而残留在涂膜中的情况。

[0119] 第一烧结前层52含有前述低沸点粘结剂的情况下,根据前述干燥条件,前述低沸点粘结剂的一部分有时会挥发。因此,根据前述干燥条件,构成第一烧结前层52的各成分的比率会发生变化。例如,即使是由相同的清漆形成的第一烧结前层52,干燥温度越高或干燥时间越长,则金属微粒在第一烧结前层52整体中所占的含量、热分解性粘结剂的含量变得越多。因此,优选以第一烧结前层52中的金属微粒、热分解性粘结剂的含量达到期望量的方式设定前述干燥条件。

[0120] 作为基材隔膜,可以使用聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚乙烯、聚丙烯;用氟系剥离剂、丙烯酸长链烷基酯系剥离剂等剥离剂进行了表面涂覆的塑料薄膜、纸等。

[0121] 作为第一烧结前层52的制造方法,例如用混合器将前述各成分进行混合,并对所得混合物进行加压成形而制造第一烧结前层52的方法等也是适合的。作为混合器,可列举出行星混合器等。

[0122] 第一烧结前层52优选制成被两片隔膜夹持的两面附带隔膜的第一烧结前层52。即,优选制成隔膜52a、第一烧结前层52和隔膜52b依次层叠而成的两面附带隔膜的第一烧结前层52(参照图4)。作为隔膜52a和隔膜52b,可以使用与前述基材隔膜相同的隔膜。

[0123] (第二烧结前层)

[0124] 第二烧结前层54可以采用与第一烧结前层52相同的构成。第二烧结前层54可以是与第一烧结前层52完全相同的构成,也可以是在上述第一烧结前层52一项中说明的范围内与第一烧结前层52不同的构成。

[0125] 以上,针对第一烧结前层52和第二烧结前层54进行了说明。

[0126] 接着,针对本实施方式所述的半导体装置的制造方法,一边参照附图一边进行说明。

[0127] 图1~图11是用于说明本实施方式的半导体装置的制造方法的截面示意图。

[0128] (半导体装置的制造方法)

[0129] 本实施方式所述的半导体装置的制造方法至少包括下述工序:

[0130] 工序A,得到在形成于第一绝缘基板的第一电极上借助第一烧结前层预粘接有半导体元件的层叠体;

[0131] 工序B,在前述工序A之后,借助在所述第一烧结前层的相反侧设置的第二烧结前层而将前述半导体元件预粘接在形成于第二绝缘基板的第二电极上,从而得到半导体装置前体;以及

[0132] 工序C,在所述工序B之后,将所述第一烧结前层和所述第二烧结前层同时加热,将前述半导体元件接合于所述第一电极和所述第二电极。

[0133] [工序A]

[0134] 本实施方式所述的半导体装置的制造方法中,首先得到图1所示的层叠体10。层叠体10具有在形成于第一绝缘基板22的第一电极24上借助第一烧结前层52预粘接有半导体

元件42的构成。

[0135] 此外,层叠体10在第一绝缘基板22的背面(第一电极24形成面的相反侧的表面)具有支承层26。此外,为了防止多个第一电极24彼此导通,在各个第一电极24的外周部分设置有覆盖层28。覆盖层28设置在未设置第一电极24的第一绝缘基板22上。需要说明的是,如本实施方式那样,覆盖层28也可以在第一电极24的外周部分以覆盖在一部分第一电极24上的方式来形成。

[0136] 以下,针对获得层叠体10的具体方法进行说明。

[0137] 层叠体10可以通过下述工序来获得。

[0138] 工序A-1,准备具有第一绝缘基板22和形成在第一绝缘基板22上的第一电极24的下侧基板20;

[0139] 工序A-2,准备在一个表面层叠有第一烧结前层52、在另一个表面层叠有第二烧结前层54的半导体元件42;以及

[0140] 工序A-3,将工序A-2中准备的半导体元件42借助第一烧结前层52而预粘接于前述第一电极24。

[0141] [工序A-1]

[0142] 工序A-1中,准备下侧基板20。

[0143] 如图2所示,下侧基板20具有:第一绝缘基板22、在第一绝缘基板22的部分上表面形成的第一电极24、在第一绝缘基板22的背面层叠的支承层26、以及覆盖层28。如上所述,覆盖层28形成在未设置第一电极24的第一绝缘基板22上,且以一部分覆盖在第一电极24上的方式形成。

[0144] 作为第一绝缘基板22的材质,只要具有电绝缘性就没有特别限定,可列举出例如聚酯系树脂、环氧系树脂、氨基甲酸酯系树脂、聚苯乙烯系树脂、聚乙烯系树脂、聚酰胺系树脂、聚酰亚胺系树脂、ABS树脂、聚碳酸酯树脂、有机硅树脂等树脂;陶瓷等。其中,从耐热性的观点出发,优选为聚酰亚胺系树脂、陶瓷。

[0145] 使用聚酰亚胺系树脂等树脂时,可以使第一绝缘基板22具备挠性。此外,使用陶瓷时,可以将第一绝缘基板22制成无法弯折的牢固基板。

[0146] 作为第一电极24的材质,可列举出例如金、银、铜、镍、钴等各种金属、或者以它们作为主要成分的各种合金。本实施方式中,第一电极24是将金电极24a与铜电极24b层叠而成的包括两层的电极。然而,本发明中,第一电极不限于该例子,可以是1层,也可以是3层以上。

[0147] 在第一绝缘基板、第一电极具备挠性的情况下,支承层26是用于使下侧基板20具备弹性或刚性的层。作为支承层26,可列举出例如具有刚性的板(例如铜板、SUS板、铝板、钛板等)、具有弹性的片(铜箔、SUS箔、铝箔、聚酰亚胺薄膜、液晶聚合物薄膜、PET薄膜等)。

[0148] 作为覆盖层28的材质,只要具有电绝缘性就没有特别限定,可列举出例如聚酯系树脂、环氧系树脂、氨基甲酸酯系树脂、聚苯乙烯系树脂、聚乙烯系树脂、聚酰胺系树脂、聚酰亚胺系树脂、ABS树脂、聚碳酸酯树脂、有机硅树脂等树脂;丙烯酸系树脂(阻焊剂)等。其中,从耐热性的观点出发,优选为聚酰亚胺系树脂。

[0149] 本实施方式中,针对下侧基板20具有第一绝缘基板22、第一电极24、支承层26和覆盖层28的情况进行说明。然而,本发明中,下侧基板只要具有第一绝缘基板和第一电极就不

限定于该例子。可以没有支承层26。此外,也可以没有覆盖层28。

[0150] [工序A-2]

[0151] 工序A-2中,准备在一个表面层叠有第一烧结前层52,且在另一个表面层叠有第二烧结前层54的半导体元件42。

[0152] 在一个表面层叠有第一烧结前层52,且在另一个表面层叠有第二烧结前层54的半导体元件42可通过下述工序X和工序Y来获得。

[0153] 工序X,在半导体晶圆的一个表面形成第一烧结前层,在另一个表面形成第二烧结前层,从而得到两面形成有烧结前层的半导体晶圆;

[0154] 工序Y,将通过前述工序X得到的两面形成有烧结前层的半导体晶圆单片化。

[0155] [工序X]

[0156] 工序X中,如图3所示,在半导体晶圆40的一个表面形成第一烧结前层52,在另一个表面形成第二烧结前层54,从而得到两面形成有烧结前层的半导体晶圆。

[0157] 工序X可以是在半导体晶圆40的一个表面层叠片状的第一烧结前层52且在另一个表面层叠片状的第二烧结前层54,从而得到两面形成有烧结前层的半导体晶圆的工序。换言之,工序X可以是第一烧结前层和第二烧结前层为片状,且将片状的第一烧结前层52和片状的第二烧结前层54贴附于半导体晶圆40的工序。

[0158] 此时,片状的烧结前层的厚度比较均匀。因此,此时能够进一步抑制半导体元件的倾斜。

[0159] 片状的烧结前层通常以两面贴附有隔膜的状态准备。图4示出在片状的第一烧结前层52的两面贴附有隔膜52a、隔膜52b的状态。此外,示出在片状的第二烧结前层54的两面贴附有隔膜54a、隔膜54b的状态。

[0160] 使片状的烧结前层贴附于半导体晶圆40时,剥离一个隔膜后进行贴附。

[0161] 更具体而言,如图5所示,首先在剥离了一个隔膜52a的第一烧结前层52上载置半导体晶圆40,并在其上载置剥离了一个隔膜54a的第二烧结前层54。其后,进行加压来贴附。如图6所示,贴附例如可以通过载置在下侧加热板60与上侧加热板62之间并利用平板压机来进行。作为贴附压力,优选在0.01~10MPa的范围内。此外,贴附时的贴附温度没有特别限定,例如优选在23~90℃的范围内。

[0162] 需要说明的是,也可以在下侧加热板60上载置剥离了一个隔膜的第一烧结前层52,接着,在其上载置半导体晶圆40,接着,载置剥离了一个隔膜的第二烧结前层54,最后用下侧加热板60和上侧加热板62进行加压来贴附。

[0163] [工序Y]

[0164] 工序Y中,如图7所示,将通过前述工序X得到的两面形成有烧结前层的半导体晶圆40单片化。

[0165] 具体而言,从第一烧结前层52剥离隔膜52b并贴附在切割带(未图示)上。接着,从第二烧结前层54剥离隔膜54b。其后,进行切割从而单片化。

[0166] 需要说明的是,作为切割带,可以采用现有公知的切割带,因此省略此处的说明。此外,作为切割方法,也可以使用现有公知的切割装置,并采用现有公知的方法,因此省略此处的说明。可列举出例如使用了切割刀片的方法、激光照射后进行割断的方法等。

[0167] 综上所述,能够得到在一个表面层叠有第一烧结前层52,且在另一个表面层叠有

第二烧结前层54的半导体元件42。

[0168] 需要说明的是,上述实施方式中,针对在切割前剥离隔膜52b和隔膜54b的情况进行说明。然而,剥离隔膜52b和隔膜54b的时机不限于该例子。例如,也可以在切割后剥离隔膜52b和隔膜54b。其中,在切割前剥离隔膜52b和隔膜54b时,从进行单片化之前能够一并剥离隔膜52a和隔膜52a的观点出发是优异的。此外,在切割后剥离隔膜52b和隔膜54b时,从能够保护烧结前层直至即将进行预粘接之前的观点出发是优异的。

[0169] 上述例子中,针对使用片状的第一烧结前层和片状的第二烧结前层的情况进行了说明。然而,本发明不限于该例子,也可以使用用于形成第一烧结前层的液状组合物和用于形成第二烧结前层的液状组合物。

[0170] 即,工序X可以是在半导体晶圆40的一个表面涂布用于形成第一烧结前层的液状组合物而形成第一烧结前层52,并在另一个表面涂布用于形成第二烧结前层的液状组合物而形成第二烧结前层54,从而得到两面形成有烧结前层的半导体晶圆的工序。

[0171] 需要说明的是,也可以在半导体晶圆40的一个表面涂布用于形成烧结前层的液状组合物,并在另一个表面贴附片状的烧结前层。

[0172] [工序A-3]

[0173] 工序A-3中,借助第一烧结前层52而将通过工序A-2准备的半导体元件42预粘接于下侧基板20的第一电极24(参照图1)。该工序中,使用芯片贴片机等将多个半导体元件42分别预粘接于各个第一电极24。作为预粘接条件,优选以0.01MPa~5MPa的压力进行预粘接。此外,预粘接时的温度没有特别限定,例如优选在23~150℃的范围内。此外,加压时间优选为0.01~5秒。

[0174] 以上,针对获得层叠体10的方法(工序A)进行了说明。

[0175] [工序B]

[0176] 在工序A之后,借助在第一烧结前层52的相反侧设置的第二烧结前层54而将半导体元件42预粘接在形成于第二绝缘基板32的第二电极34上,从而得到半导体装置前体70(参照图9)。

[0177] 以下,针对得到半导体装置前体70的具体方法进行说明。

[0178] 半导体装置前体70通过下述工序来获得。

[0179] 工序B-1,准备具有第二绝缘基板32和形成在第二绝缘基板32上的第二电极34的上侧基板30;

[0180] 工序B-2,借助第二烧结前层54将通过工序A得到的层叠体10的半导体元件42与上侧基板30的第二电极34进行预粘接。

[0181] [工序B-1]

[0182] 工序B-1中,准备上侧基板30。

[0183] 如图8所示,上侧基板30具有:第二绝缘基板32、在第二绝缘基板32的部分上表面形成的第二电极34、在第二绝缘基板32的背面层叠的支承层36、以及覆盖层38。覆盖层38形成在未设置第二电极34的第二绝缘基板32上,且以一部分覆盖在第二电极34上的方式形成。

[0184] 上侧基板30的第二电极34与下侧基板20的第一电极24在制造半导体装置80(参照图11)时以呈现相向的位置关系的方式进行配置,并且,在其间夹持多个半导体元件42时,

这些多个半导体元件42以电串联连接的方式进行配置。

[0185] 作为第二绝缘基板32的材质,可以使用与第一绝缘基板22相同的材质。

[0186] 作为第二电极34的材质,可以使用与第二电极34的材质相同的材质。

[0187] 作为支承层36,可以采用与支承层26相同的构成。

[0188] 作为覆盖层38,可以采用与覆盖层28相同的构成。

[0189] [工序B-2]

[0190] 工序B-2中,如图9所示,借助第二烧结前层54将通过工序A得到的层叠体10的半导体元件42与上侧基板30的第二电极34进行预粘接。

[0191] 该工序中,在层叠体10上载置上侧基板30,其后利用上侧加热板64进行加热,从而进行预粘接。预粘接时的温度没有特别限定,例如优选在23~150℃的范围内。此外,加热时间优选为1~100秒。此外,可以进行加压,例如优选以0.01MPa~5MPa的压力进行预粘接。

[0192] 以上,针对得到半导体装置前体70的方法(工序B)进行了说明。

[0193] [工序C]

[0194] 在前述工序B之后,将第一烧结前层52和第二烧结前层54同时加热,将半导体元件54接合于第一电极24和第二电极34。

[0195] 该接合工序C(加热接合工序)中,通过加热,在使第一烧结前层52和第二烧结前层54中的金属微粒烧结的同时,根据需要使热分解性粘结剂发生热分解。此外,使通过干燥工序而未完全挥发的残留低沸点粘结剂挥发。关于加热温度,可以在优选为180~400℃、更优选为190~370℃、进一步优选为200~350℃的条件下进行。此外,关于加热时间,可以在优选为0.3~300分钟、更优选为0.5~240分钟、进一步优选为1~180分钟的条件下进行。此外,加热接合可以在加压条件下进行。作为加压条件,优选在1~500kg/cm²的范围内、更优选在5~400kg/cm²的范围内。加压下的加热接合可以利用例如倒装芯片贴片机之类的能够同时进行加热和加压的装置来实施。此外,如图10所示,也可以是具备下侧加热板66和上侧加热板68的平行平板加压机。由以上所述能够得到半导体装置80(参照图11)。

[0196] 以上,针对本实施方式所述的半导体装置的制造方法进行说明。

[0197] 半导体元件42优选为热电元件。如果半导体元件42为热电元件,则能够制成抑制了热电元件的位置偏移、倾斜的热电转换模块。

[0198] 需要说明的是,半导体元件42为热电元件时,多个半导体元件42分别为P型热电元件或N型热电元件,它们交替地以电串联的方式进行连接。

[0199] 实施例

[0200] 以下,关于本发明,使用实施例进行详细说明,但本发明在不超过其主旨的范围内不限于下述实施例。

[0201] 针对实施例中使用的成分进行说明。

[0202] 含有金属微粒的糊剂A:对应用纳米颗粒研究所制造的ANP-1(纳米尺寸的银微粒分散在低沸点粘结剂中而得到的糊剂)中包含的低沸点粘结剂的量进行适当调整而得到的产物。

[0203] 热分解性粘结剂A(聚碳酸亚丙酯树脂):Empower公司制造的QPAC40、在23℃下为固态

[0204] 热分解性粘结剂B(丙烯酸类树脂):藤仓化成株式会社制造的MM-2002-1、在23℃

下为固态

[0205] 有机溶剂A: 甲乙酮 (MEK)

[0206] [烧结前层的制作]

[0207] 按照表1中记载的配混比, 将表1中记载的各成分和溶剂投入至混合搅拌器 (基恩士株式会社制、HM-500) 的搅拌釜中, 在搅拌模式下搅拌/混合3分钟。

[0208] 将所得清漆涂布于脱模处理薄膜 (三菱树脂株式会社制造的MRA50) 并使其干燥。干燥条件如表1记载所示。

[0209] [半导体装置的制作和评价]

[0210] 作为下侧基板, 准备了柔性印刷基板 (FPC)。该柔性印刷基板是在由聚酰亚胺薄膜形成的第一绝缘基板上形成金/(无电解) 镍/铜的三层结构的第一电极而得到的。1个第一电极的形状是长3mm、宽7mm, 1个第一电极在中央隔着1mm的间隔搭载有两个长2mm、宽2mm的芯片。在第一绝缘基板上隔着1mm的间隔排列有长10个×宽6个第一电极。

[0211] 此外, 作为上侧基板, 准备与前述下侧基板相同的基板。

[0212] 另一方面, 准备厚2 μ m的半导体晶圆, 在所述半导体晶圆的两面贴附实施例的烧结前层。贴附条件设为: 利用平行平板加压机, 80℃、0.5MPa、10秒。需要说明的是, 两面均贴附有相同的烧结前层。

[0213] 接着, 将两面贴附有烧结前层的半导体晶圆贴附于切割带 (日东电工株式会社制: NBD-5172K)。

[0214] 接着, 使用切割装置 (DISCO Corporation制、装置名: DFD-6361) 进行切割。由此将半导体晶圆和两面的烧结前层单片化。切割条件设为: 切割环: 2-8-1 (DISCO Corporation制)、切割速度: 30mm/sec、切割刀片: B1A8015DC320N50M51 (DISCO Corporation制)、切割刀片转速: 30000rpm、刀片高度: 自夹具基座面起为50 μ m、切割方式: A模式/单式切割、晶圆芯片尺寸: 2mm见方。

[0215] 接着, 将经单片化的半导体晶圆 (以下也称为芯片) 预粘接在下侧基板的电极上。预粘接条件设为: 利用芯片贴片机, 80℃、0.5MPa、0.5秒。

[0216] 接着, 将上侧基板载置在芯片上, 然后进行预粘接。预粘接条件设为: 利用平行平板加压机, 80℃、0.5MPa、10秒。

[0217] 接着, 利用平行平板加压机, 在温度300℃、90秒、1MPa的条件下进行加热。由此, 使芯片与电极进行接合。

[0218] 针对如上制作的样品, 芯片与电极能够接合时评价为○, 无法接合时评价为×。将结果示于表1。

[0219] [预粘接剪切强度的测定]

[0220] 利用平行平板加压机, 在0.5MPa、10秒、80℃的条件下, 将实施例中制作的烧结前层贴附于测试芯片 (半导体芯片、长2mm×宽2mm、厚3mm)。接着, 测定室温 (24℃) 下的剪切强度 (设想了预粘接时的剪切强度)。

[0221] 具体而言, 使用Nordson Advanced Technology Japan K.K. (旧称: Daisy Japan Inc.) 制造的超细间距接合对应强度测试仪5000系列, 利用以下所示的条件进行测定。将结果示于表1。

[0222] 需要说明的是, 本测定中, 在发生剥离之前测试芯片已经破坏。因此, 表中记载了

破坏时的值。因此,实际的剪切强度高于该值。此外,表中还示出了破坏时的界面是哪一部分。

[0223] <剪切强度测定条件>

[0224] 负荷传感器:BS250

[0225] 测定范围:250g

[0226] 试验种类:破坏试验

[0227] 测试速度:100 μ m/s

[0228] 下降速度:100 μ m/s

[0229] 测试高度:100 μ m

[0230] 工具移动量:2000 μ m

[0231] 破坏识别点:高(90%)

[0232] [烧结后剪切强度的测定]

[0233] 利用平行平板加压机,在0.5MPa、10秒、80℃的条件下,将实施例制作的烧结前层贴附于测试芯片(半导体芯片、长2mm×宽2mm、厚3mm)。接着,利用平行平板加压机,在1MPa、90秒、300℃的条件下进行加热。由此,将烧结前层制成烧结层。其后,测定室温(24℃)下的剪切强度(设想了加热接合后的剪切强度)。

[0234] 具体而言,使用Nordson Advanced Technology Japan K.K.(旧称:Daisy Japan Inc.)制造的万能型强度测试仪4000系列,利用以下示出的条件进行测定。

[0235] 需要说明的是,本测定中,在发生剥离之前测试芯片已经破坏。因此,表中记载了破坏时的值。因此,实际的剪切强度高于该值。此外,表中还示出了破坏时的界面为哪一部分。

[0236] <剪切强度测定条件>

[0237] 负荷传感器:DS100kg

[0238] 测定范围:100kg

[0239] 试验种类:破坏试验

[0240] 测试速度:100 μ m/s

[0241] 下降速度:100 μ m/s

[0242] 测试高度:100 μ m

[0243] 工具移动量:2000 μ m

[0244] 破坏识别点:高(90%)

[0245] [使用了纳米压痕仪的计测]

[0246] 准备在背面依次形成有Ni层(厚度为2~5 μ m(平均:约3.5 μ m))和Au层(厚度为50nm)的半导体芯片(铋-碲合金(BiTe)芯片)。半导体芯片的厚度为500 μ m、长5mm、宽5mm。在所准备的半导体芯片的Au层面分别贴合有实施例的烧结前层。

[0247] 贴合条件设为:利用平行平板加压机,0.5MPa、10秒、80℃。

[0248] 准备整体被Ag层(厚度为5 μ m)覆盖的铜板(铜板厚度为3mm)。在下述条件下使附带半导体芯片的烧结前层接合在所准备的铜板上。由此得到评价用样品。接合使用了烧结装置(伯东株式会社制、HTM-3000)。

[0249] <接合条件>

[0250] 在10MPa的加压(平板加压机)下,以1.5℃/秒的升温速度从80℃升温至300℃后,以300℃保持2.5分钟。其后,空冷至170℃,然后水冷至80℃。需要说明的是,水冷利用加压机内附设的水冷式冷却板进行。

[0251] 其后,将样品包埋在环氧树脂(SCANDIA公司的固化树脂(双组分型、SCANDIPLEX A、SCANDIPLEX B))中。

[0252] <包埋条件>

[0253] SCANDIPLEX A:SCANDIPLEX B=9:4(体积比)

[0254] 在45℃下放置1~2小时。

[0255] 包埋后,利用机械研磨法使半导体芯片的对角线上的截面露出。机械研磨中,先进行粗研磨,然后再进行精密研磨。粗研磨的研磨装置使用了Struers公司制造的RotoPol-31。此外,精密研磨的研磨装置使用了ALLIED公司制造的精密研磨装置MultiPrep。粗研磨条件和精密研磨条件如下所示。

[0256] <粗研磨条件>

[0257] 耐水研磨纸:Struers公司、SiC Foil#220

[0258] 圆盘转速:150rpm

[0259] <精密研磨条件>

[0260] 耐水研磨纸:Struers公司、SiC Foil#220、#1000

[0261] 圆盘转速:100rpm

[0262] 载重:200~500g

[0263] 其后,对露出面的中央附近进行离子抛光。装置使用JEOL公司制造的Cross Section Polisher SM-09010,离子抛光的条件如下所示。

[0264] <离子抛光条件>

[0265] 加速电压:5~6kV

[0266] 加工时间:8~10小时

[0267] 自挡板飞出的量:25~50μm

[0268] 针对所露出的烧结层的截面中央以及距离中央的左右20μm的共计3点,使用纳米压痕仪(Hysitron Inc制、Triboindeter),在下述压入条件下进行按压。由此得到载重-位移曲线。此外,得到压头的投影图像(因压头的按压而形成的痕迹的图像)。

[0269] <压入条件>

[0270] 使用压头:Berkovich[三棱锥型])

[0271] 测定方法:单一按压测定模式

[0272] 测定温度:25℃(室温)

[0273] 按压深度设定:2μm

[0274] 根据载重-位移曲线和压头的投影面积,通过计算得到硬度、弹性模量、变形量的值。硬度和弹性模量的详细计算利用装置来进行。详细的计算方法具体在例如Handbook of Micro/nano Tribology(Second Edition)Edited by Bharat Bhushan,CRC Press(ISBN 0-8493-8402-8)中进行了说明,因此省略此处的说明。将结果示于表1。

[0275] 此处,针对载重-位移曲线进行说明。图12是示出载重-位移曲线的一例的图。横轴为位移量(压入量),纵轴为载重。进行按压时,在按压的同时施加载重,因此,自位移量为0

且载重为0的位置起,标绘点逐渐向右上方移动。其后,在位移量变为2 μm 的时刻解除按压时,已变形的接合层会部分恢复。此时,读取载重变为0时的位移,作为变形量。

[0276] 接着,针对压头的投影图像进行说明。图13是用于说明压头的投影图像的图。图13中,下层为铜板,正中间的层为烧结层,上层为半导体芯片。烧结层上存在的黑色三角形是按压压头后的痕迹(投影图像)。压头的投影面积由该图像的面积求出。需要说明的是,图13是用于说明使用了纳米压痕仪的压头的投影图像的图,并非实施例、比较例的图。

[0277] [表1]

			实施例1	实施例2
配 方	含有金属微粒的糊剂A(重量份)	ANP-1	100	100
	热分解性粘结剂A(重量份)	QPAC40	1	—
	热分解性粘结剂B(重量份)	MM-2002-1	—	1
	有机溶剂A(重量份)	甲乙酮	35	35
干燥条件		温度 [°C]	150	150
		时间 [sec]	5	5
[0278] 评 价	烧结前层的厚度[μm]		45	45
	接合性评价		○	○
	接合(烧结)后硬度[GPa]		4.3	2.1
	接合(烧结)后弹性模量[GPa]		125	81
	接合(烧结)后变形量[nm]		1700	1800
	预粘接剪切强度 [MPa]		0.15	0.39
	预粘接剪切强度试验的破坏(剥离)界面		电极/接合材料	电极/接合材料
	烧结后剪切强度 [MPa]		22.2	17.4
	烧结后剪切强度试验的破坏界面		半导体元件内部	半导体元件内部

[0279] 附图标记说明

- [0280] 10 层叠体
- [0281] 20 下侧基板
- [0282] 22 第一绝缘基板
- [0283] 24 第一电极
- [0284] 26 支承层
- [0285] 28 覆盖层
- [0286] 30 上侧基板
- [0287] 32 第二绝缘基板
- [0288] 34 第二电极
- [0289] 36 支承层
- [0290] 38 覆盖层
- [0291] 40 半导体晶圆
- [0292] 42 半导体元件
- [0293] 52 第一烧结前层
- [0294] 52a、52b 隔膜
- [0295] 54 第二烧结前层
- [0296] 54a、54b 隔膜
- [0297] 70 半导体装置前体
- [0298] 80 半导体装置

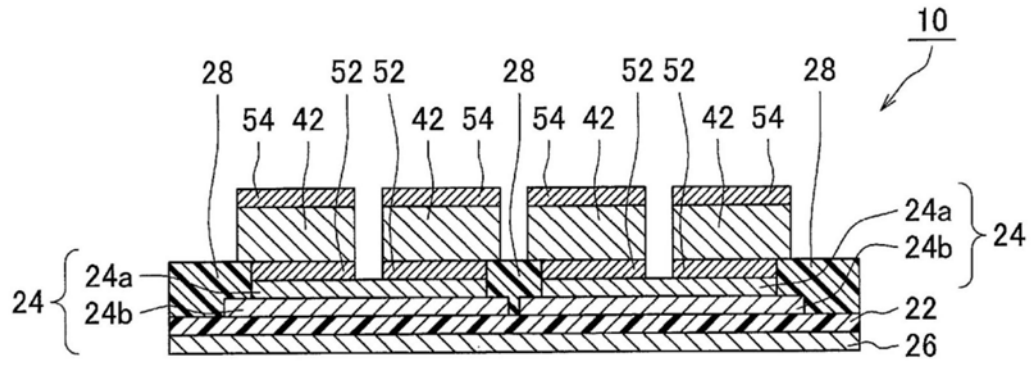


图1

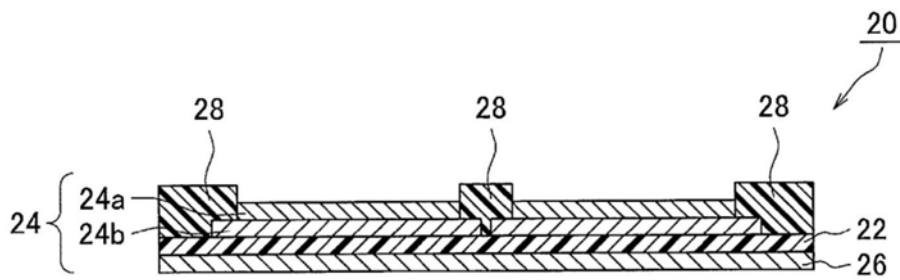


图2

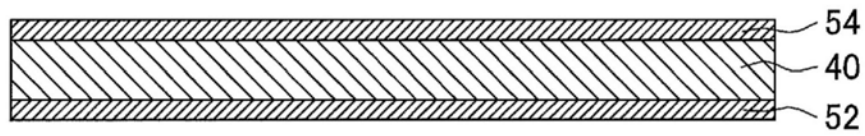


图3

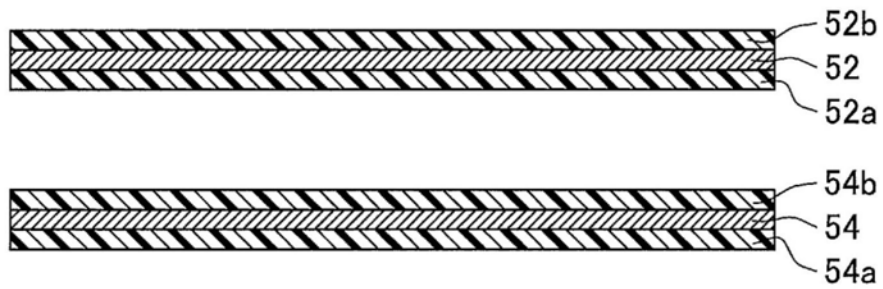


图4

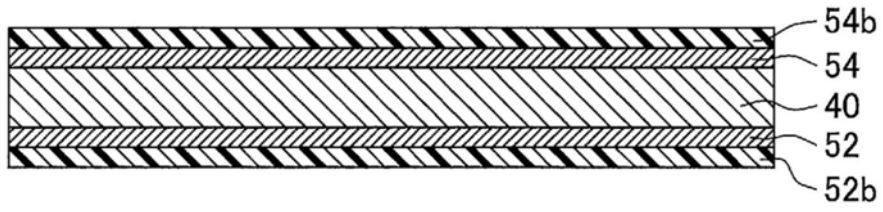


图5

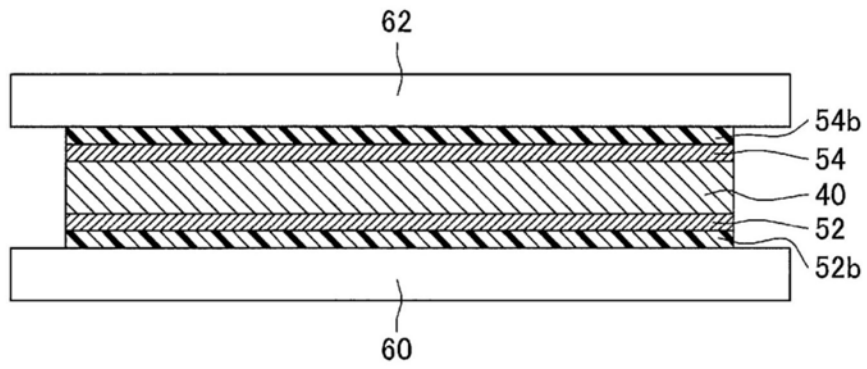


图6

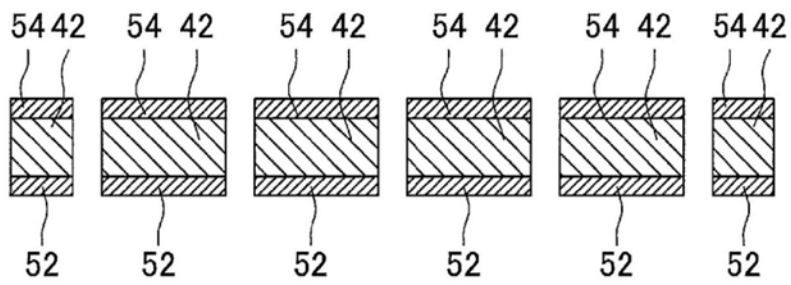


图7

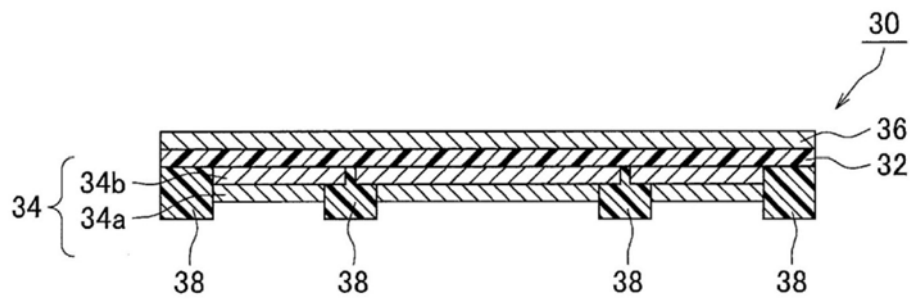


图8

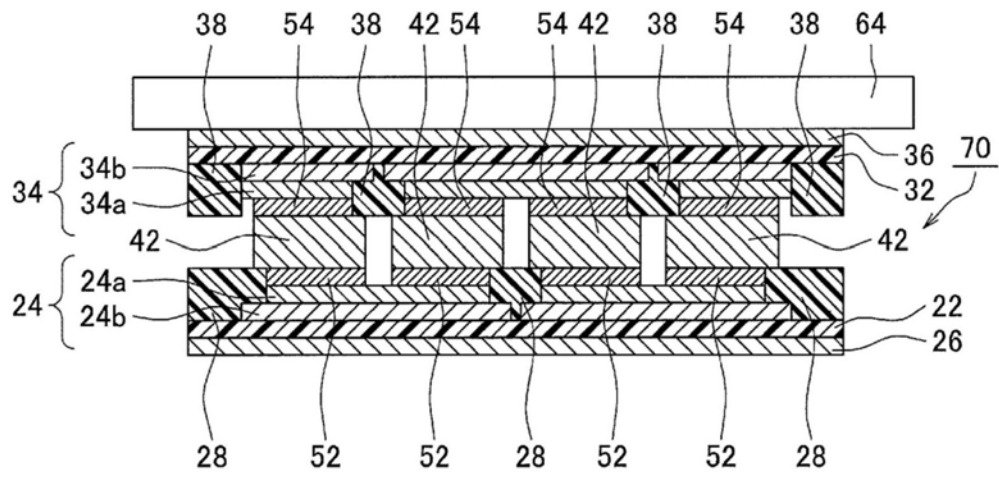


图9

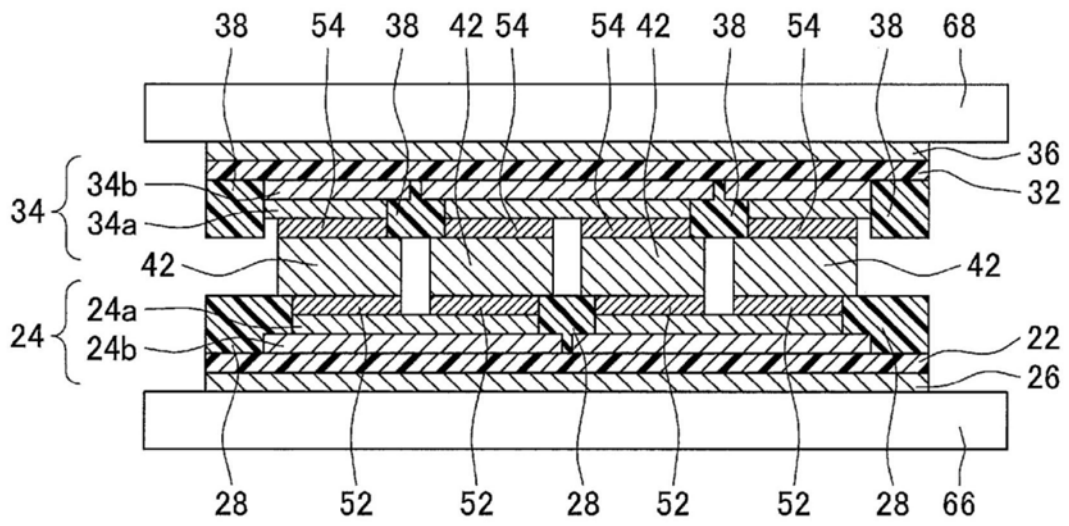


图10

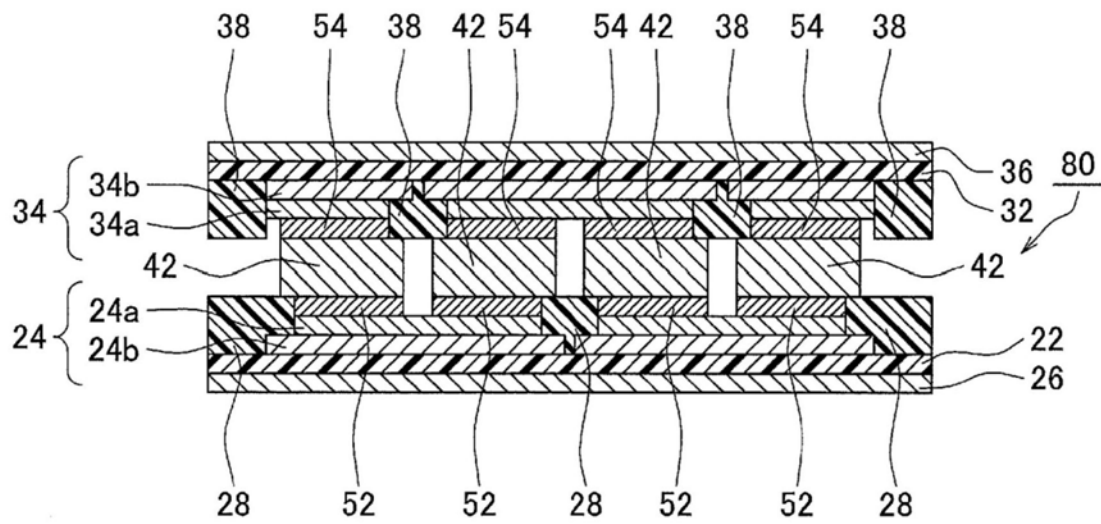


图11

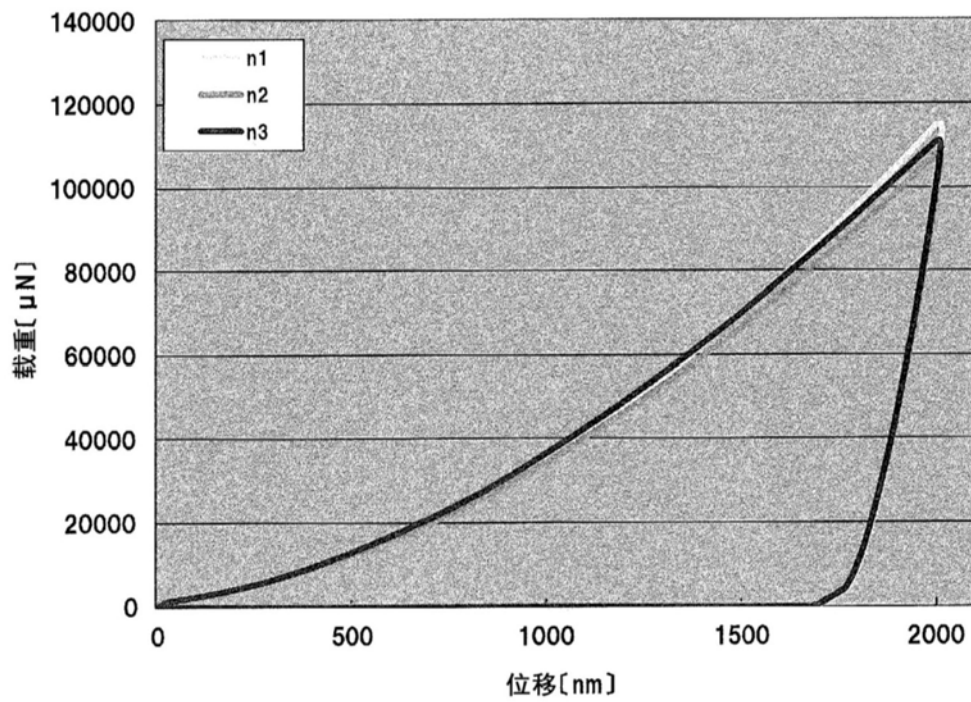


图12

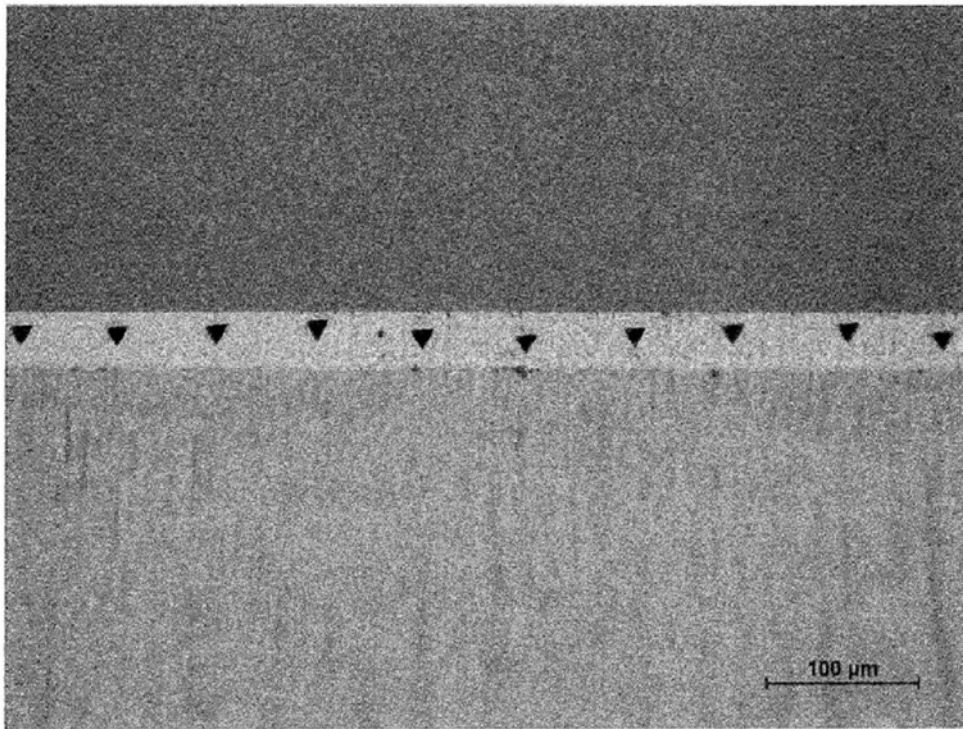


图13