



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101925978 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 22

(21) 申请号 200980102881. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 01. 23

H01L 21/18 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 21/762 (2006. 01)

08290150. 5 2008. 02. 15 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 07. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2009/000142 2009. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02009/101495 EN 2009. 08. 20

(71) 申请人 硅绝缘体技术有限公司

地址 法国伯涅尼

(72) 发明人 格维塔兹·戈丹

法布里斯·拉勒门特

西里尔·科纳特 帕斯卡尔·吉尔德

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限

公司 11127

代理人 李辉 王凯

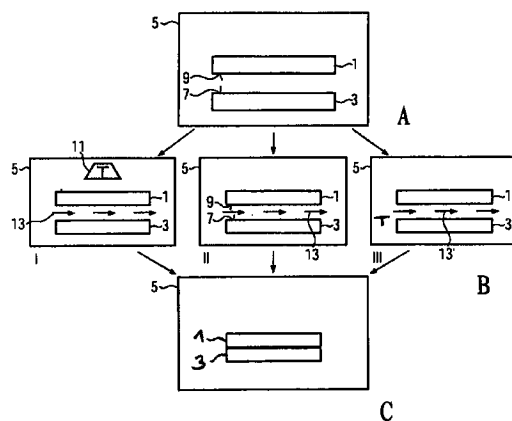
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于键合两个基板的工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种用于键合两个基板的方法，具体为两个半导体基板，为了能提高工艺的可靠性，该方法提供了在基板的键合表面上提供气流的步骤。本发明还涉及相应的键合设备。



1. 一种用于将两个基板进行彼此键合的方法,具体为两个半导体基板,其中在键合之前在基板(1,3)的键合表面(7,9)上提供气流(13),其中在两个基板(1,3)之间提供所述气流(13)直到所述基板发生接触。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述气流(13)是层流。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述气流(13)基本上与所述基板(1,3)的所述表面(7,9)平行。
4. 根据权利要求1至3之一所述的方法,其中所述气流(13,13')具有从室温至100℃的范围内的温度。
5. 根据权利要求1至3之一所述的方法,其中在对所述两个基板(1,3)进行热处理期间提供所述气流(13,13')。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中加热所述气流(13'),使得利用被加热的气流(13')来至少部分地进行所述热处理。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中利用被加热的气流(13')来完全地进行所述热处理。
8. 根据权利要求1至7之一所述的方法,其中所述气流(13)的气体具有 $10 \times 10^{-3} \text{W/m} \cdot \text{K}$ 的热传导率。
9. 根据权利要求1至8之一所述的方法,其中所述气流(13)包括氮气和/或惰性气体,具体为氩气。
10. 根据权利要求1至9之一所述的方法,其中在从数秒开始至几分钟的时段中进行气流处理。
11. 根据权利要求1至10之一所述的方法,其中在氧化气氛中提供所述气流,具体为在空气或含20%的 O_2 的 N_2 和/或具有低湿度的干燥大气中提供所述气流。
12. 一种用于将两个基板(1,3)进行彼此键合的设备,该设备包括用于在两个基板(1,3)之间提供气流(13)的装置(25a,25b),其中用于提供气流的所述装置(25a,25b)被构造为提供层流气流。
13. 根据权利要求12所述的设备,其中用于提供气流的所述装置包括通风系统(25a)和/或吸气系统(25b)和/或一个或更多个进气口。
14. 根据权利要求12至13之一所述的设备,其中用于提供气流的所述装置(25a,25b)被构造为与基板表面(7,9)基本平行地提供所述气流(13)。
15. 根据权利要求12至14之一所述的设备,其中用于提供气流的所述装置(25a,25b)还包括用于将所述气流加热至具体为100℃的装置(27)。

用于键合两个基板的工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及两个基板通过分子粘附而彼此键合的技术领域。

背景技术

[0002] 键合是两个基板彼此贴附的一种方法,能够在例如被称作智能切割 (Smart Cut™) 的绝缘体上硅制造技术中发现其应用。利用分子粘附的键合是使两个基板彼此紧密接触的技术,其中基板的表面特性使得它们彼此粘附,而不需要使用另外的粘合剂。该键合工艺具体地开始于向紧密接触放置的两个基板局部地施加压力,然后键合前沿 (bonding front) 传播至两个基板的整个界面。

[0003] W02007/060145 公开了这样一种通过分子粘附的键合工艺。其中描述的键合方法包括,在键合之前,由对一个基板和 / 或另一个基板的表面态进行修改以能够控制键合前沿的传播速度构成的步骤。通过局部地或均匀地加热要被键合的一个基板和 / 或另一个基板的表面来修改表面态。加热用于在键合之前从基板的表面上消除水,这样可将键合缺陷最小化。键合缺陷例如是所谓的由界面处出现水所导致的边缘空穴缺陷 (edge void defects)。在智能切割 (Smart Cut™) 工艺中,这种缺陷可导致最终产品 (例如 SOI 晶片) 中出现非转移区 (non-transferred zones)。

[0004] 不过,即使使用 W02007/060145 的工艺,注意到,在生产线上,缺陷的数量随着键合工具内被键合的基板的数量而增加。

发明内容

[0005] 因此,本发明的目的是提供一种能降低键合缺陷增加的方法。

[0006] 利用根据权利要求 1 所述的方法来实现该目的。令人惊讶地,在键合之前,通过在基板的键合表面上提供气流,可以停止或者至少减少原来观察到的键合缺陷的增加。

[0007] 根据本发明的优选实施方式,在两个基板之间可提供气流。在这种情况下,可进行表面的冲洗,恰好直到基板发生接触。通过这样做,甚至可以增强气流的有益效果。

[0008] 优选地,该气流可为层流。相信通过提供气流,可以从键合表面移除使键合用工具的大气饱和的水。通过提供层流,可防止由于湍流而造成的可能的水的再进入。

[0009] 有利地,该气流可基本平行于基板的键合表面。由于该特征,将进一步增强移除水的有益效果。

[0010] 根据有利的实施方式,在两个基板的热处理期间可提供气流。通过这样做,改善了水移除效果,也因此改善了键合。

[0011] 优选地,可加热该气流,使得利用被加热的气流来至少部分地进行热处理。因此,除了通过辐射或传导手段加热该基板,也可提供额外的对流加热。

[0012] 根据优选的变型例,利用被加热的气流可完全地进行热处理。在这种情况下,进行该热处理和 / 或键合所需的设备不需要额外的加热装置。

[0013] 根据优选的实施方式,该气流在两个基板接触之前停止。换句话说,只要两个基板

还没有接触就提供该气流,使得恰好直到键合之前能获得有益的效果。一旦基板被键合,该气流就不再是必须的,并且停止该气流以按照经济的方式进行处理。

[0014] 优选地,该气流的气体可以具有优于 $10 \times 10^{-3} \text{W/m.K}$ 的热传导率。热传导率越高,气体越容易被加热,此外,传递到基板的热量进一步改善整个工艺。

[0015] 有利地,该气流可包括氮气和 / 或惰性气体,具体为氩气。具体地,该气流由一个或更多个这些元素的至少 10% 构成。此外,氮气具有 $24 \times 10^{-3} \text{W/m.K}$ 的足够高的热传导率,氩气具有 $T_c(\text{Ar}) = 16 \times 10^{-3} \text{W/m.K}$ 的热传导率。此外,取决于气体混合物,例如 H_2/Ar 、 Cl_2/Ar 或 F_2/Ar ,疏水表面也能以缺陷减少的方式被键合。疏水的 Si 表面应当由 Si 悬挂键和 / 或 Si-H (低极性键) 终止,又例如在 Ar/F_2 (10% F_2) 气体的情况下,由 Si-F 或 $\text{Si}^{\text{H}}_{\text{F}}$ 键的小部分终止。通过 $\text{Si}^{\text{F}}_{\text{H}} \dots \text{F-Si}$, $\text{Si-F} \dots \text{H-Si}$ 或 $\text{Si}^{\text{F}}_{\text{H}} \dots \text{H-F} \dots \text{H-F} \dots \text{H-F} \dots \text{H-Si}$ 桥,这些键尽管有很大极性,但允许不用水来键合。

[0016] 根据优选的变型例,气流处理可在从数秒开始到几分钟的时段中进行。在提供额外的热源的情况下,仅几秒的气流就足以获得期望的结果。因而,该工艺可以按照快速而可靠的方式进行。另一方面,该工艺的优点还可以不用额外的热源而通过应用该工艺达足够长的时间来实现,典型地为分钟级。

[0017] 优选地,气流可具有从室温 (典型地为 $19-24^\circ\text{C}$) 直到 100°C 的范围内的温度。利用在该温度范围内的气流,随着时间可实现最佳结果。

[0018] 有利地,可在氧化气氛中,具体为在空气或含 20% 的 O_2 的 N_2 中,和 / 或具有低湿度的干燥大气中提供该气流。

[0019] 本发明的目的还可利用根据权利要求 14 所述的将两个基板彼此键合的设备来实现。本发明的用于键合两个基板的设备包括用于提供气流的装置,使得可以获得如上述权利要求 1 已经描述的相同优点。

[0020] 优选地,用于提供气流的装置可包括通风系统和 / 或吸气 (aspiration) 系统和 / 或一个或更多个进气口。利用这样的系统,能以简单可靠的方式来提供必要的气流。

[0021] 优选地,用于提供气流的装置可被构造为提供层流气流。通过这样做,如上述提及的,能防止最终导致不必要的水分子再进入基板键合表面的区域中的湍流。

[0022] 根据有利的实施方式,用于提供气流的装置可被构造为与基板表面基本平行地提供气流。在这种结构中,可获得优化结果。

[0023] 优选地,用于提供气流的装置还包括加热气流的装置,具体为加热到 100°C 的温度的装置。通过这样做,甚至可从键合表面移除更多的水。

附图说明

[0024] 现在参照如下附图详细描述本发明的有利实施方式。

[0025] 图 1A-1C 示出了根据本发明的第一实施方式的工艺步骤,

[0026] 图 2 是示出了本发明的原理的 3D 示意图,以及

[0027] 图 3 示出了根据本发明的键合设备。

具体实施方式

[0028] 图 1A-1C 示出了本发明的用于键合两个基板的工艺的三个实施方式。图 1A 示出

的第一步骤包括在键合室 5 中提供两个基板 1 和 3。在本实施方式中,基板 1 和 3 是半导体晶片,具体为其上设有其它层或没有其它层的硅晶片。它们具有半导体表面或绝缘表面,如原生氧化物 (native oxide)。

[0029] 在进入键合室 5 之前对两个基板 1 和 3 进行处理,以使其具有能够进行键合的必要表面特性。在室 5 中,两个基板 1 和 3 利用它们各自的键合表面 7 和 9 彼此相对。它们相互平行地保持一定距离。为了能将它们键合,键合室 5 包括用于彼此相对地移动两个基板 1 和 3 的装置 (未示出),使得它们能彼此发生接触。

[0030] 图 1B 示出本发明的方法的下一个步骤。图 1B 的部分 I 示出第一实施方式,图 1B 的部分 II 示出第二实施方式,图 1B 的部分 III 示出第三实施方式。

[0031] 根据第一实施方式,在提供两个基板的步骤之后 (图 1A),例如使用灯 11 或任何其它适合的加热装置 (例如提供在基板保持台 (未示出) 内部的装置) 来加热该基板。根据本发明的该实施方式,在两个基板 1、3 之间提供由箭头表示的气流 13,并且该气流 13 扫过各表面 7 和 9。图 2 以三维的方式示意性地示出了这种情形。图 2 示出了两个基板 1 和 3 以键合表面 7 和 9 彼此相对。在中间,提供气流 13 使得在两个基板之间产生未封闭大气 (non confined atmosphere)。

[0032] 提供未封闭大气具有这样的优点,从表面 7 和 9 释放的水 (desorbed water) 被气流 13 捕集,并从基板传送走。这防止了由于从晶片到晶片积聚水分子而产生的键合室 5 内大气的饱和。因此,当从晶片到晶片可实现从表面 7 和 9 对水分子的必需移除时,键合质量能保持恒定。一般地,提供几秒钟的气流可获得期望的效果。

[0033] 在本实施方式中,气流是层流,其可防止能使已经被运走的水再进入的湍流 (turbulence)。为了进一步优化本发明的工艺,如图 2 所示,与基板 1 和 3 的表面 7 和 9 平行地提供该气流。根据实施方式的该气流由氩气、氮气和 / 或任何其它惰性气体或其混合物构成。在本实施方式中,气流的温度约为室温,一般在 19℃ -24℃ 的范围内。

[0034] 为了提供疏水键合,在压力和温度受控的室内可使用 H_2/Ar 、 Cl_2/Ar 或 F_2/Ar 混合物。

[0035] 图 1B 的部分 II 示出本发明的第二实施方式。具有与部分 I 中相同标号的部件不再具体描述,在此以引证的方式并入它们的描述。

[0036] 第一和第二实施方式之间的区别在于:在第二实施方式中,键合室 5 不再包括加热装置 11。在这种情况下,仍在室温下的施加气流 13 达较长时间,具体为几分钟,从而能从晶片 1 和 3 的表面 7 和 9 消除大约与第一实施方式相同的水量。因而在本实施方式中,可使用不需要额外的加热装置的简化键合室 5。

[0037] 图 1B 的部分 III 示出本发明的方法的第三实施方式。再次,之前使用的具有相同标号的特征不再详细解释,但是在此以引证的方式并入它们的描述。

[0038] 与第二实施方式相比第三实施方式的区别在于:代替在室温下使用气流 13,本实施方式的气流 13' 具有比室温更高的温度,具体为高至 100℃。通过这样做,再次可以从基板 1 和 3 的表面 7 和 9 移除水,同时相比于第二实施方式施加气流 13' 的时间更短,并且同时,不需要类似于第一实施方式中的额外的加热装置。

[0039] 为了最佳的结果,气流由具有高热传导率的惰性气体或其混合物组成 (至少 10% 的百分比),使得可以优化从气体到基板 1、3 的必要热传递。除此之外,气流 13' 的特征与

气流 13 的特征相对应,具体来讲,气流是与表面 7 和 9 平行的层流。

[0040] 当然,可自由组合实施方式 1-3,例如,具有比室温更高的温度的气流 13' 可与另外的加热装置 11 结合使用,使得通过气流在键合之前提供部分的加热处理,并且通过加热装置 11 提供剩余部分的加热处理。

[0041] 图 1C 示出了本发明的方法的第三步骤,其包括将两个基板 1 和 3 彼此紧密接触以由此开始键合。一般地,通过局部施加轻压力来开始键合,然后键合前沿传播至整个界面。

[0042] 就在基板 1、3 彼此接触的情形之前,可以停止基板 1、3 之间的气流。

[0043] 本发明的方法具有如下优点:允许将在基板表面上吸收的水移除,并与现有技术相比以可靠和可重复的方式进行键合。由于在键合界面上减少的水量,键合缺陷出现的越少,这样转而致使键合基板的质量越好。本发明的工艺特别关注于所谓的智能切割型工艺,该工艺用于例如形成电子工业的绝缘体上硅基板,并且由从施主基板向操作基板转移层的步骤组成,其中施主基板和操作基板之间的贴附可通过键合来实现。

[0044] 在上面描述的实施方式 1-3 中,在键合室 5 的内部在彼此相对的两个基板 1 和 3 之间提供气流 13、13'。根据本发明的变型例(未示出),利用气流冲洗键合表面 7、9 也可在将基板 1 和 3 送进室 5 之前在键合室 5 的外部进行。在这种构造中,也可以按照单独的、平行的或一个接一个的方式扫过表面 7、9。此外,也可通过在惰性气体中移动两个基板来实现未封闭大气。

[0045] 图 3 示出本发明的用于键合两个基板的设备的一个实施方式。所例示的键合设备 21 可用作如以上参照实施方式 1-3 而描述的键合室 5。

[0046] 键合设备 21 包括室 23。在该室内,提供基板保持台 25 来保持基板 1 和 3,使得键合表面 7 和 9 彼此相对。

[0047] 根据本发明,键合设备 21 包括装置 25a 和 25b 来在两个基板 1 和 3 之间提供气流。在本实施方式中,提供气流的装置包括通风系统 25a,其提供气流 13,然后通过吸气系统 25b 吸入该气流 13,以移除包含从基板 1 和 3 的表面释放的水分子的气流。

[0048] 另选地,代替使用通风系统 25a,还可提供一个或多个进气口,其与对应的气体供应连接。需要重点提及的是提供气流的装置被优选地布置并构造,使得气流 13 是层流,其优点已在上面描述。此外,提供气流的装置被优选地构造,使得该气流 13 与基板表面平行。根据变型例,通风系统 25a 还可被设计为具有来自几个方向的两个或多个气流。

[0049] 根据所执行的工艺(参见图 1B 的部分 I),键合设备还可包括加热装置 27(例如灯),其可位于晶片的中心或边缘上方,以局部地或整体地对要被键合的晶片的表面进行加热。

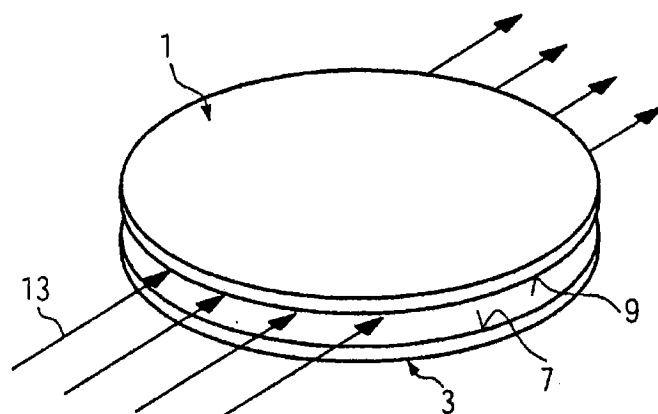
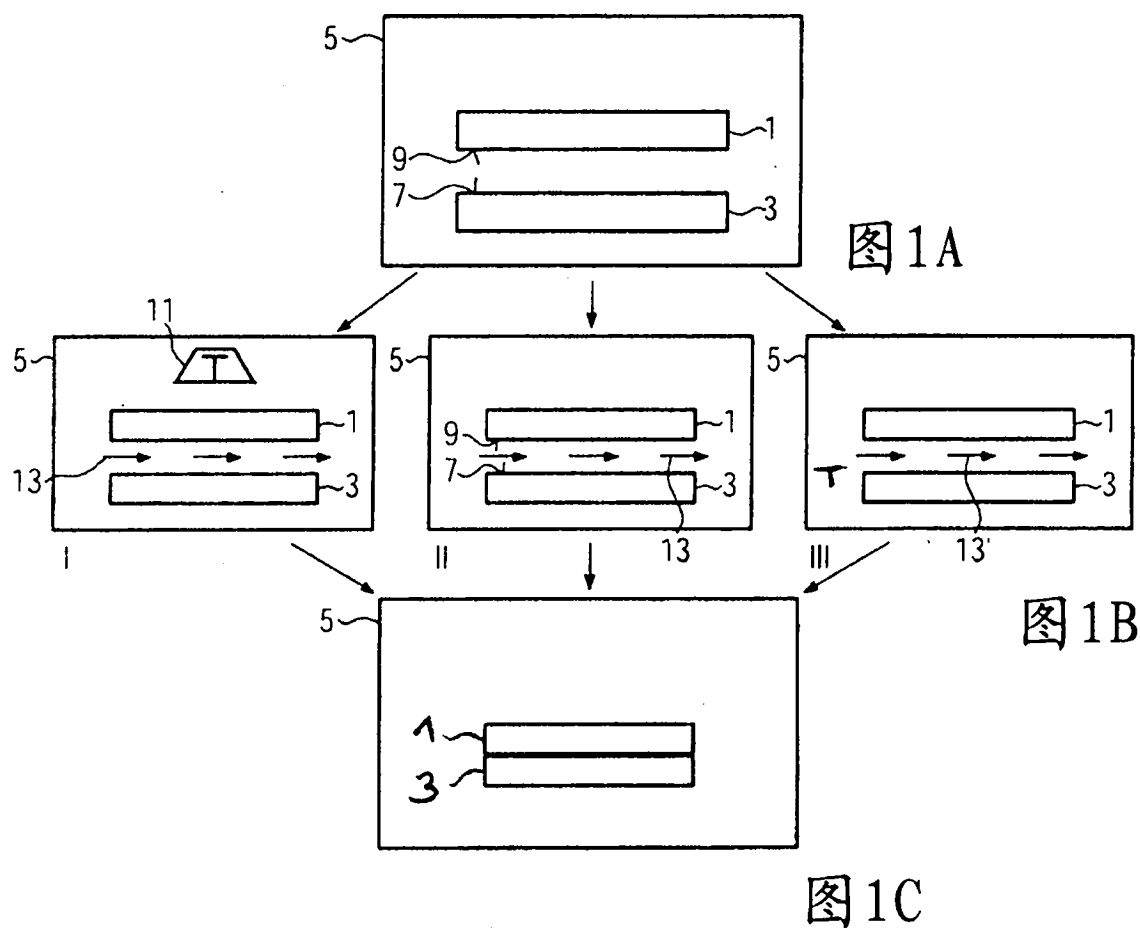


图 2

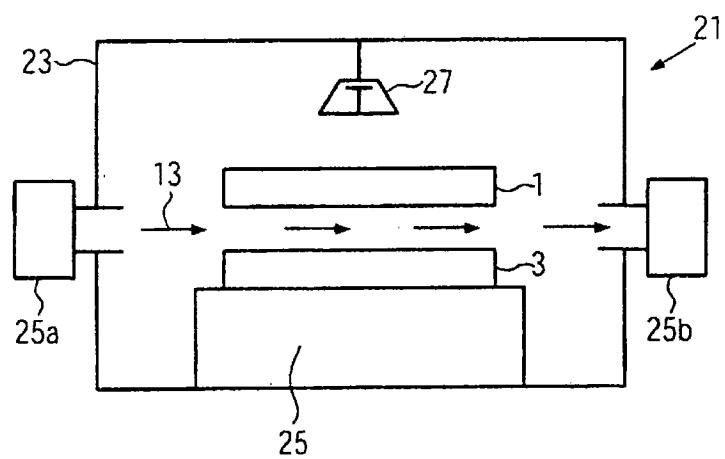


图 3