



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103201825 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201180043392. 4

(22) 申请日 2011. 09. 05

(30) 优先权数据

1057211 2010. 09. 10 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/065259 2011. 09. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02012/031998 EN 2012. 03. 15

(71) 申请人 SOITEC 公司

地址 法国贝尔尼

(72) 发明人 M·布吕尔

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51) Int. Cl.

H01L 21/302 (2006. 01)

H01L 21/78 (2006. 01)

H01L 21/268 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页

(54) 发明名称

应用确定波长的光通量处理衬底的工艺以及相应衬底

(57) 摘要

本发明尤其涉及一种用确定波长的光通量 (IR) 来处理衬底的工艺, 所述衬底包括嵌入层 (3), 所述嵌入层 (3) 具有吸收性, 也即, 所述嵌入层 (3) 独立于温度吸收所述光通量, 所述嵌入层插入于第一层 (2), 所述处理层, 和第二层 (4) 之间, 第一半导体层 (2) 具有光通量的吸收系数, 所述吸收系数在环境温度中较低并且随着温度的升高而增加, 根据所述工艺, 通过所述光通量 (IR) 的至少一个脉冲来照射所述第一层 (2)。该工艺尤其值得注意的是 - 所述光通量 (IR) 被施加到第一层 (2) 的表面的几处地方, 以便加热嵌入层 (3) 的区域, 并且在所述第一层 (2) 中, 通过相对于所述嵌入层 (3) 的被加热区域的热前缘的传播而生成被加热区带, 所述被加热区带形成热支柱 (P), 所述热支柱 (P) 通过嵌入层 (3) 膨胀并且在第二层 (4) 之内生成约束。

1. 一种用确定波长的光通量(IR)来处理衬底(1)的工艺,所述衬底(1)包括嵌入层(3),所述嵌入层(3)具有吸收性,也即,所述嵌入层(3)能独立于温度吸收所述光通量,所述嵌入层插入于第一层(2),所述处理层,和第二层(4)之间,第一半导体层(2)具有光通量的吸收系数,所述吸收系数在环境温度中较低并且随着温度的升高而增加,根据所述工艺,其中在所述嵌入层(3)的方向上,通过所述光通量(IR)的至少一个脉冲来照射所述第一层(2),

其特征在于

- 所述光通量(IR)被施加在所述第一层(2)的表面的几处地方,以便加热所述嵌入层(3)的区域,并且在所述第一层(2)中,通过相对于所述嵌入层(3)的被加热区域的热前缘的传播而生成被加热区带,所述被加热区带形成热支柱(P),所述热支柱(P)通过所述嵌入层(3)膨胀并且在所述第二层(4)之内生成约束,以及在于

- 进行照射以产生足够的约束,以便在所述第二层(4)中,在所述第二层(4)与所述嵌入层(3)的接触面(I)的附近开始初期断裂,至少产生使得该区域脆化的结构性缺陷。

2. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,在所述照射之前,使所述衬底(1)经受对其晶片的化学和/或机械处理,以产生初期断裂。

3. 根据权利要求2所述的工艺,其特征在于,基本上在所述第二层(4)与所述嵌入层(3)的接触面(I)的水平处,通过所述衬底的所述晶片的缺口来施行所述处理。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的工艺,其特征在于,在所述照射之前,在第一层(2)中或在第二层(4)中,在所述第一层(2)与所述嵌入层(3)的接触面(I)附近,或在所述嵌入层本身中,应用所述衬底(1)的脆化处理。

5. 根据权利要求3所述的工艺,其特征在于,所述脆化处理选自以下的技术:注入结合热处理或不结合热处理的原子种类,形成多孔,产生中间层,所述中间层的材料具有与其余所述层(2、4)的网格参数不同的网格参数。

6. 根据权利要求1到4中的任一项所述的工艺,其特征在于,所述嵌入层(3)是没有连续性解决方案的连续层。

7. 根据权利要求1到4中的任一项所述的工艺,其特征在于,所述嵌入层(3)是不连续的层,也即,由不连续区域(31)的组合构成。

8. 根据前述权利要求中的任一项所述的工艺,其特征在于应用了衬底(1),其中具有吸收性的嵌入层(3)是掺杂层,例如由硅制成。

9. 根据前述权利要求中的任一项所述的工艺,其特征在于,所述第二层(4)的厚度小于所述第一层(2)的厚度,所述第二层(4)与所述第一层(2)的厚度比在1/2与1/100之间。

10. 根据前述权利要求中的任一项所述的工艺,其特征在于,所述光通量(IR)是激光辐射,例如红外线,优选地具有约为10.6微米的波长。

11. 根据权利要求9所述的工艺,其特征在于应用了通量(IR),所述通量以圆柱形或圆锥形形状的辐射中的至少一种的形式实现。

12. 根据权利要求9所述的工艺,其特征在于,应用了通量(IR),所述通量沿着所述第一层(2)的表面逐渐移动,以片状照射形式实现。

13. 根据前述权利要求中的任一项所述的工艺,其特征在于,除了具有吸收性,所述嵌

入层(3)具有的热膨胀系数大于其他层(2;4)的材料或多种材料的热膨胀系数。

14. 根据前述权利要求中的任一项所述的工艺,其特征在于,所述第一层(2)和所述第二层(4)中的至少一个由硅制成。

15. 一种包括嵌入层(3)的衬底(1),所述嵌入层(3)具有吸收性,也即,所述嵌入层(3)能独立于温度吸收确定波长的光通量(IR),所述嵌入层插入于第一层(2)和第二层(4)之间,所述第一层(2)具有所述光通量的吸收系数,所述吸收系数在环境温度中较低并且随着温度的升高而增加,其特征在于,所述第二层(4)的厚度小于所述第一层(2)的厚度,所述第二层(4)与所述第一层(2)的厚度比在 $1/2$ 与 $1/100$ 之间。

应用确定波长的光通量处理衬底的工艺以及相应衬底

技术领域

[0001] 本发明涉及应用确定波长的光通量处理衬底的工艺以及相应衬底。

背景技术

[0002] 在注册商标 Smart Cut 下的公知的工艺是广泛应用的转移技术,该技术通常包括:在施主衬底中注入一定剂量的原子或离子种类以便在施主衬底中确定的深度处产生脆化区带,限定待转移的薄层,在支持衬底或受主衬底上粘结施主衬底,以及促使施主衬底在脆化区带的水平处断裂,导致粘结到受主衬底上的薄层的分离。

[0003] 该工艺通常是令人满意的,但该工艺确实需要高剂量的原子种类,并且不可避免地影响了执行的总体成本。

[0004] 因此,仍然需要采用另一种工艺来处理片(piece)或衬底,该工艺最终高效、清洁并且应用易于执行的工艺来分离衬底的薄层或厚层。

[0005] 另外,Michel BRUEL 先生 2009 年发表文章“Laser heating of thick layers through the backwards, self-sustained propagation of a steep and steady state thermal front”,该文章也为法国专利申请 No. 0757986,描述了板(plate)的至少局部加热的工艺,其包括至少一个待加热层和子层。

[0006] 在这些文献中,子层具有能吸收相对于预定波长的光通量的特定特性,该吸收的发生与温度条件无关。

[0007] 此外,待加热层具有光通量的吸收系数的特定特性,该吸收系数在环境温度下较小并且随着该温度的上升而增加。

[0008] 如果利用所述光辐射来照射该待加热层,那么可以通过穿过该待加热层来加热吸收性子层,该待加热层在某种程度上对于光束是可穿透的。

[0009] 通过该方式,分隔该待加热层和子层的接触面被加热,然后该接触面加热与其邻近的层,这将依次使得层有吸收性,使得与吸收性的层距离最远的层将逐渐变得越来越有吸收性。

[0010] 这产生了快速、非常均匀且基本上绝热地生长的“热前缘(thermal front)”。

[0011] 因此,该技术迅速加热衬底的局部区域到相当大的深度,只有在唯一的介入机构是热扩散,并且在特别长的加热时间的最后时热处理开始进行的情况下,该局部区域才将被不适当地加热。

发明内容

[0012] 本申请人意识到可以应用该技术来处理该衬底,以使其脆化。

[0013] 在某些情况下,该脆化可以导致感兴趣的层的分离。

[0014] 通过根据相关申请的非限制性实例的方式,该层的厚度通常可以在 0.5-50 微米的范围内。

[0015] 因此,本发明的第一方面涉及一种用确定波长的光通量来处理衬底的工艺,所述

衬底包括嵌入层,所述嵌入层具有吸收性,也即,所述嵌入层能独立于温度吸收所述光通量,所述嵌入层插入于第一层,所述处理层,和第二层之间,第一半导体层具有光通量的吸收系数,所述吸收系数在环境温度中较低并且随着温度的升高而增加,根据所述工艺,其中在所述嵌入层的方向上,通过所述光通量的至少一个脉冲来照射所述第一层,

[0016] 其特征在于

[0017] - 所述光通量被施加在第一层的表面的几处地方,以便加热嵌入层的区域,并且在所述第一层中,通过相对于所述嵌入层的被加热区域的热前缘的传播而生成被加热区带,所述被加热区带形成热支柱,所述热支柱通过所述嵌入层膨胀并且在所述第二层之内生成约束,以及在于

[0018] - 应用照射以产生足够的约束,以便在所述第二层中,在所述第二层与所述嵌入层的接触面附近,开始初期断裂,至少产生使得该区域脆化的结构性缺陷。

[0019] 根据其他有利的和非限制性特征:

[0020] - 在所述照射之前,使所述衬底经受对其晶片的化学和 / 或机械处理,以产生初期断裂;

[0021] - 基本上在所述第二层与所述嵌入层的接触面的水平处,通过衬底的晶片的缺口来施行所述处理;

[0022] - 在所述照射之前,在第一层中或在第二层中,在所述第一层与所述嵌入层的接触面附近,或在所述嵌入层本身中,进行所述衬底的脆化处理;

[0023] - 所述脆化处理选自以下的技术:注入结合热处理或不结合热处理的原子种类,形成多孔(porosification),产生中间层,所述中间层的材料具有与其余所述层的网格参数不同的网格参数;

[0024] - 所述嵌入层是连续层,没有连续性解决方案(continuity solution);

[0025] - 所述嵌入层是不连续的层,也即,由不连续区域的组合构成;

[0026] - 应用衬底,其中具有吸收性的嵌入层是掺杂层,例如由硅制成;

[0027] - 所述第二层的厚度优选地小于所述第一层的厚度,所述第二层与所述第一层的厚度比在 $1/2$ 与 $1/100$ 之间;

[0028] - 所述光通量是激光辐射,例如红外线,优选地具有约为 10.6 微米的波长;

[0029] - 应用了通量,所述通量以圆柱形或圆锥形形状的辐射的至少一种的形式实现;

[0030] - 应用了通量,所述通量沿着所述第一层的表面逐渐移动,以片状照射形式实现;

[0031] - 除了具有吸收性,所述嵌入层也可以具有大于其他层的材料或多种材料的热膨胀系数的热膨胀系数;

[0032] - 所述第一层和所述第二层中的至少一层是硅。

[0033] 本发明的另一个方面涉及一种包括嵌入层的衬底,所述嵌入层具有吸收性,也即,所述嵌入层能独立于温度吸收确定波长的光通量,所述嵌入层插入于第一层和第二层之间,第一层具有所述光通量的吸收系数,所述吸收系数在环境温度中较低并且随着温度的升高而增加,其特征在于,所述第二层的厚度小于所述第一层的厚度,所述第二层与所述第一层的厚度比在 $1/2$ 与 $1/100$ 之间。

[0034] 本发明的其他的特性和优点将从对一些优选的实施方案的随后的详细说明来呈现。

附图说明

- [0035] 将参考所附附图来给出这些说明,其中;
- [0036] 图 1 是包括嵌入层的衬底的示意性的剖视图,该衬底适用于经受根据本发明的处理工艺;
- [0037] 图 2 是类似于先前视图的视图,其显示了所述工艺的执行;
- [0038] 图 3 是图 2 中所示的结构细节的放大图;
- [0039] 图 4 是衬底的变形的实施方案的简化的剖视图;
- [0040] 图 5 和图 6 是本发明的工艺的两个不同的实施方案的简化视图;
- [0041] 图 7 是该工艺的另一个变形的视图。

具体实施方式

- [0042] 图 1 所示的衬底适用于根据本发明的工艺进行处理。
- [0043] 该衬底 1 包括嵌入层 3,嵌入层 3 插入在第一层 2 和第二层 4 之间。
- [0044] 第一层 2,所述“处理”层(例如为硅),其具有特定特性,该特性为具有预定波长的光通量的吸收系数,该吸收系数在环境温度下较小并且随着该温度的上升而增加。
- [0045] 因此,当该层由轻掺杂硅(例如,在大约几个 10^{15} 原子每立方厘米(atoms/cm³)的水平)组成时,那么该材料对于在远红外区发射的激光类型的辐射(例如,约为 10.6 微米的波长)是可穿透的。
- [0046] 例如,上面的嵌入层 3 是在层 2 上外延的层。该层具有大量吸收上面的光通量并且基本上与温度无关的特定特性。
- [0047] 当该层是一种半导体时,使该层具有吸收性的一种方式例如是用另一种原子使其掺杂。
- [0048] 因此,例如该嵌入层可以是掺杂水平约为 $1 \cdot 10^{20}$ atoms/cm³ 的一微米厚度的硅层,例如,应用硼、磷或砷原子进行掺杂。
- [0049] 第二层 4 是这样一层,该层在先前的一层上外延,例如,该层也由硅制成。
- [0050] 在该图中的标记 5 是层 4 的可选区带,非常接近其与嵌入层 3 的接触面 I,该嵌入层 3 具有被脆化的特征。
- [0051] 该局部脆化处理可以经其背面 40 通过公知的脆化处理在层 4 中进行,比如结合热处理或不结合热处理的原子种类的注入,或在该区带 5 中产生空隙(形成多孔处理)。
- [0052] 处理的另一个实例是中间层的产生,该中间层的材料具有与其余的层的网格参数不同的网格参数。
- [0053] 因此,层 4 可以以如下方式产生,例如:在硅上产生硅锗厚度为 $2 \mu\text{m}$ 的外延层,其中锗的百分比表现为超过 20%,且在该层上,例如另一个 $20 \mu\text{m}$ 的硅层已通过外延得以生长。
- [0054] 有利地,第二层 4 的厚度小于第一层 2 的厚度,第二层 4 与第一层 2 的厚度比优选地且通常地在 $1/2$ 与 $1/100$ 之间,以这样一种方式,形成本发明主题的工艺的应用也不是在层 2 内的脆化的结果。在图 2 中,层 2 和层 4 的相应的厚度已标记为 eB 和 eC。
- [0055] 如图 2 所示,根据本发明的工艺包括,用已确定波长的光通量通过第一层 2 的前面

20 照射第一层 2, 以使该通量被嵌入层 3 所吸收, 同时至少在第一实例中, 其对层 2 是可穿透的。

[0056] 在上面的衬底是基于硅的情况下, 光通量优选地为在红外区域中的激光辐射。

[0057] 在图 2 中通过黑色箭头来表示该光通量, 标记为 IR。

[0058] 在本工艺的第一阶段, 红外辐射穿过整个层 2 并且被层 3 所吸收, 层 3 局部地加热。

[0059] 该加热扩散到层 2, 在层 2 与层 3 的接触面 I' 的水平处, 并且由于其吸收系数不断提高使得层 2 的区域变得越来越不易穿透。

[0060] 在图 2 的实施方案中, 其中光通量 IR 在圆柱形或圆锥形形状的辐射效果的形式下实现, 在层 2 之内生成由标记 P 所表示的一系列热“支柱(pillars)”。

[0061] 因此, 这些“支柱”为层 2 的被加热区域, 其位置为相对于作为辐射目标的层 3 的区带。

[0062] “支柱”具有高度 eA, 高度 eA 为光辐射所输出的能量的函数, 也为光辐射的应用持续时间的函数。

[0063] 本申请人已经公开了这样的事实, 如图 3 所示, 由于层 2 的局部温度的升高, 这些热支柱膨胀并生成了约束(constraint) C, 尤其是剪切约束(shearing constraint), 其使得嵌入层 3 局部变形并且在接触面附近被传递到第二层 4。

[0064] 因此, 本工艺包括, 在第二层 4 中, 在第二层 4 与嵌入层 3 的接触面 I 附近, 应用对于开始初期断裂足够的约束水平的照射。至少, 该工艺在层 4 中生成结构性缺陷, 该结构性缺陷使得层 4 在局部上脆弱。

[0065] 应用以下简单的规则以便确定用于获取相对于约束水平的条件的参数值:

[0066] 在自由空间(也即, 采取隔离, 仿佛在结构中未发现)中的垂直方向(也即, 垂直)上, 选择每个热支柱的温度和高度以使该热支柱的理论膨胀将至少等于其直径的 4/1000。

[0067] 例如, 具有以直径 50 μm 的圆柱形式实现的激光通量, 产生直径基本上等于 50 μm 热支柱。每个支柱的温度达到 1273° K 或与环境温度的增量(delta) T 为 1000° K 的温度。在该温度范围内的膨胀的平均系数是 2.5×10^{-6} 。

[0068] 满足上面所引用的标准的支柱的高度 eA 计算为:

[0069] $eA * 2.5 * 10^{-6} * 1000 = (4/1000) * 50$,

[0070] 或者 $eA = 80 \mu\text{m}$ 。

[0071] 当然, 可以通过应用商用的仿真软件可选地选择最佳参数。

[0072] 正如前面指出的, 如果在区带 5 中已进行了该初期断裂和/或层 4 的衬底脆化, 该初期断裂总是易于应用。

[0073] 初期断裂包括, 使衬底经受对其晶片的预先化学和/或机械处理, 例如在其中形成缺口(indentation)。

[0074] 在该情况下, 在第一实例中, 将优选地在缺口附近应用辐射, 然后越来越接近以传播内在于该缺口的初期断裂。

[0075] 另外, 由于厚度 eC 相对于 eB 十分微小, 因此层 4 变形并且产生初期断裂的容量是相当大的, 该初始传播越来越接近以使层 4 的一部分从其余的衬底中分开, 并且必须产生附加的机械约束。

[0076] 参考图 4, 其涉及与之前的结构相同类型的结构 1, 但结构 1 的吸收层 3 是不连续的。

[0077] 相比之下, 图 4 显示了一个连续性解决方案, 以使其构成群体, 也即不连续区域 31 的集体, 形成如此多的吸收材料的“块(blocks)”。

[0078] 例如, 该“层”是通过在结构的整个表面上进行外延, 然后通过掩膜来进行局部蚀刻而制成的。在移除掩膜之后, 然后依次外延第二层 4。

[0079] 例如, 一种可替代性方案是继续注入, 例如按照约为 10^{16} atoms/cm² 的剂量通过掩膜来注入砷, 然后在 1050°C 进行 3 小时的退火。

[0080] 因此, 如图 5 和图 6 所示, 由于层 2 和层 4 中的一层在环境温度下具有较低的光通量吸收系数并且随着温度的升高而增加, 所以可以从下面或从上面对该结构进行辐射。

[0081] 根据图 7 的方案, 除了被吸收, 层 3 具有的热膨胀系数大于周围的材料(也即, 层 2 和层 4 的材料)的热膨胀系数。该情况可以提高在结构之内形成初期断裂的能力。

[0082] 根据本发明的工艺的一些实施方案如下所述。

[0083] 实例 1

[0084] 通过 CVD 类型的外延技术, 使得以 (10^{20} atoms/cm³) 的硼浓度重掺杂硼原子的 2.5 微米的硅层形成在具有约 200 微米的厚度, n 型轻掺杂 (10^{15} atoms/cm³) 的硅衬底上。

[0085] 通过 CVD 类型的外延, 在该层之上培养厚度 20 微米的 n 型轻掺杂(几个 10^{15} atoms/cm³) 的硅层。

[0086] 然后, 使所产生的结构在乙二胺邻苯二酚的水溶液中浸泡几分钟, 对于本领域技术人员所公知的, 优选地腐蚀 p 掺杂的硅。因此, 在外围化学地腐蚀 p 掺杂层。

[0087] 在衬底(晶片)的外围部分上, 制成大约 2.5 微米的高度和大约十微米的深度的缺口, 从而基本上在掺杂层的水平或接近掺杂层处生成初始点, 该初始点可以作为断裂传播的起点。

[0088] 然后, 以持续 600 纳秒的脉冲和 20 J/cm² 的能量的直径 50 微米的圆柱形通量的形式使激光通量 CO₂ 施加到该结构。

[0089] 基本上 50 微米的横截面并且从 p 掺杂层延伸超过大约 60 微米的高度的热支柱在每个脉冲处得以产生。基本上平均超过支柱的整个高度, 达到的温度是大约 1400°C。

[0090] 优选地, 且独立于上文中所述的实例, 使得第一热支柱靠近(距离小于或等于一百微米)缺口, 以便传播内在于该缺口的初期断裂。

[0091] 然后, 衬底的整个表面经受热支柱的产生。在与前面的支柱所生成的点足够接近(例如, 小于 100 微米)的距离处建立每个新的热支柱, 因此可以越来越接近地传播断裂。支柱的生成可以连续进行, 然后, 在某种意义上, 连续地发出激光束并且使激光束以一定速度移动, 以使激光通量在每个点仅等待 600 纳秒。

[0092] 实例 2

[0093] 通过 CVD 类型的外延技术, 使得以 10^{20} atoms/cm³ 的浓度, 通过硼来 p 重掺杂条件 (If) 的 2.5 微米的层形成在约 200 微米的厚度条件 (If) 的衬底上。

[0094] 通过 CVD 类型的外延在该层之上产生 2 微米厚度的硅锗层, 其中, 由于在该层正在生成时, 在外延机中气体通量的动态调节, 因此锗浓度从层底部的 5% 逐渐变化, 在层厚度的中间达到 25%, 在层的上部再次减少到约 5%。通过外延在该层 Si-Ge 之上生成厚度 20 微

米的 n 型轻掺杂(几个 10^{15} atoms/cm³) 的层。

[0095] 然后,用与已经描述的内容同样的方法来处理该结构。

[0096] 吸收的嵌入层不必须是掺杂的硅制成的层。其可以包括任何半导体层,该半导体层具有带隙小于光子(光通量的组分)的能量。其也可以简单地是氧化物层。

[0097] 实例 3

[0098] 在该情况下,第一层是由大约 20 微米的厚度的“本征(intrinsic)”硅(也即,未掺杂)制成,在第一层上相继培养本征锗(非掺杂)的 10 微米的吸收层和 50 微米的硅锗(0.8/0.2)层(第二层)。通过波长等于 1.08 微米的激光生成光通量。

[0099] 实例 4

[0100] 此处,第一层是 500 微米厚度的硅衬底,电路已(通过粘附且减薄由在其表面的电路组成的板)被转移到该衬底上。20 微米厚度的电路层构成第二层。在电路的表面已形成平坦的(planarised)氧化层,以使该转移阶段能够进行。第一层也已经被氧化。在组合和减薄之后,氧化层或多个氧化层形成吸收性的层。

[0101] 可以在转移到第一层之后完成电路的构造,例如通过形成互连、接触等。

[0102] 然后,用最终支承件来组成该电路层(第二层)的暴露面,并根据本发明,将波长为 10.6 微米的激光施加到第一层的暴露面,从而转移第一层到最终支承件。