



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101688322 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200880023563. 5

(22) 申请日 2008. 07. 25

(30) 优先权数据

60/952, 435 2007. 07. 27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/071179 2008. 07. 25

(87) PCT申请的公布数据

W02009/018145 EN 2009. 02. 05

(73) 专利权人 长青太阳能股份有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 安德鲁·加博尔

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 孙志湧 穆德骏

(51) Int. Cl.

C30B 15/00 (2006. 01)

C30B 29/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1937258 A, 2007. 03. 28,

CN 1933185 A, 2007. 03. 21,

JP 昭 58-88116 A, 1983. 05. 26,

CN 1349569 A, 2002. 05. 15,

US 4661200 A, 1987. 04. 28,

JP 昭 62-123092 A, 1987. 06. 04,

JP 特开 2001-122696 A, 2001. 05. 08,

Hahn, G. etc. 16% efficiency of

encapsulated large area screen printed

string ribbon cell. 《Photovoltaic Energy

Conversion, 2003. Proceedings of 3rd World

Conference》. 2003, 第 2 卷 1289-1292.

Hahn, G. etc. 16% efficiency of

encapsulated large area screen printed

string ribbon cell. 《Photovoltaic Energy

Conversion, 2003. Proceedings of 3rd World

Conference》. 2003, 第 2 卷 1289-1292.

审查员 马泽宇

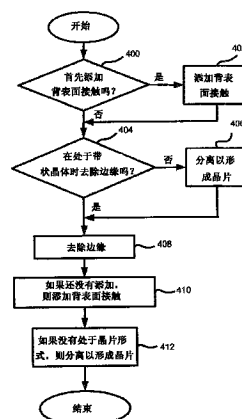
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

晶片 / 带状晶体方法和装置

(57) 摘要

一种加工带状晶体的方法提供了一种线带状晶体, 并且去除了所述线带状晶体的至少一个边缘。



1. 一种加工带状晶体的方法,所述方法包括:
提供线带状晶体;以及
去除所述线带状晶体的至少一个边缘,其中,所述带状晶体包括多个大晶粒、多个小晶粒和多个载流子,所述多个载流子具有扩散长度,所述多个大晶粒具有最小外部尺寸,所述最小外部尺寸大于所述载流子的所述扩散长度的 2 倍,所述去除包括在所述带状晶体中留下所述大晶粒中的大部分并且从所述带状晶体中去除所述小晶粒中的大部分。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个边缘包括线,所述去除包括去除所述一个边缘的所述线的大部分。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述去除包括在所述线带状晶体上形成基本上平的边缘。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述去除包括在所述线带状晶体上形成不平的边缘。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述去除包括去除所述线带状晶体的两个边缘。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,每个边缘包括线,所述去除包括基本上完全去除所述边缘的所述线。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:
在去除所述线带状晶体的至少一个边缘之后,将所述带状晶体分离成多个单个晶片。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:
在去除所述线带状晶体的至少一个边缘之前,在所述线带状晶体上形成背表面接触,在形成所述背表面接触之后,将所述带状晶体分离成多个单个晶片。
9. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:
在所述晶片中的至少一个上形成背表面接触,其中所述去除形成新边缘,所述背表面接触基本上延伸到所述新边缘。
10. 根据权利要求 7 所述的方法,还包括:
在所述晶片中的至少一个上形成背表面接触,其中所述去除形成新边缘,所述背表面接触与所述新边缘分隔。
11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述提供包括从熔融的硅生长所述带状晶体,所述去除包括随着所述带状晶体生长去除所述至少一个边缘。
12. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述提供包括从熔融的硅生长所述带状晶体,所述去除包括在所述带状晶体完成生长之后去除所述至少一个边缘。
13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个边缘包括线,所述去除包括去除所述一个边缘的所述线的基本上全部。
14. 一种线带状晶片,包括:
主体,所述主体包括多个晶粒,所述多个晶粒包括多个大晶粒和多个小晶粒,
所述主体还具有多个载流子,所述多个载流子具有扩散长度,
所述多个大晶粒具有最小外部尺寸,所述最小外部尺寸大于所述载流子的所述扩散长度的 2 倍,
所述多个晶粒中的大部分是大晶粒,
所述主体基本上没有线。

15. 根据权利要求 14 所述的线带状晶片,其中,所述多个大晶粒的外部尺寸在所述载流子的所述扩散长度的 2 至 5 倍之间。

16. 根据权利要求 14 所述的线带状晶片,其中,所述主体包括基本上平的边缘。

17. 根据权利要求 14 所述的线带状晶片,其中,所述主体包括具有不规则图案的边缘。

18. 根据权利要求 14 所述的线带状晶片,还包括具有背表面接触的背面。

19. 根据权利要求 18 所述的线带状晶片,其中,所述主体具有至少一个边缘,所述背表面接触延伸到所述边缘。

20. 根据权利要求 18 所述的线带状晶片,其中,所述主体具有至少一个边缘,所述背表面接触与所述边缘分隔。

21. 一种加工带状晶体的方法,所述方法包括:

提供线带状晶体;以及

去除所述线带状晶体的至少一个边缘,其中,所述线带状晶体包括线,所述去除包括去除所述线的基本上全部,

所述带状晶体包括多个大晶粒、多个小晶粒和多个载流子,所述多个载流子具有扩散长度,所述多个大晶粒具有最小外部尺寸,所述最小外部尺寸大于所述载流子的所述扩散长度的 2 倍,所述去除包括在所述带状晶体中留下所述大晶粒中的大部分并且从所述带状晶体中去除所述小晶粒中的大部分。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述去除包括去除所述至少一个边缘的所述线。

23. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述去除包括在所述线带状晶体上形成基本上平的边缘。

24. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述去除包括在所述线带状晶体上形成不平的边缘。

25. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述去除包括去除所述线带状晶体的两个边缘。

26. 根据权利要求 21 所述的方法,还包括:

将所述线带状晶体分离成多个晶片。

27. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括在所述多个晶片中的所述至少一个晶片上形成背表面接触。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其中,所述形成包括在去除所述至少一个边缘之前形成所述背表面接触。

29. 根据权利要求 27 所述的方法,其中,所述形成包括在去除所述至少一个边缘之后形成所述背表面接触。

30. 一种根据权利要求 1 所述的方法形成的产品。

晶片 / 带状晶体方法和装置

[0001] 优先权

[0002] 该专利申请要求 2007 年 7 月 27 日提交的发明者为 Andrew Gabor 的名为“WAFER/RIBBON CRYSTAL METHOD AND APPARATUS(晶片 / 带状晶体方法和装置)”的临时美国专利申请 No. 60/952, 435 的优先权, 其内容通过引用并入这里。

技术领域

[0003] 本发明一般地涉及带状晶体, 更具体来讲, 本发明涉及由带状晶体形成的晶片的晶界。

背景技术

[0004] 诸如在美国专利 No. 4, 689, 109(1987 年出版并且唯一发明者为 Emanuel M. Sachs) 中所讨论的线带状晶体(string ribbon crystal) 可以形成各种电子器件的基础。例如, 马萨诸塞州的马尔堡(Marlborough, Massachusetts) 的 Evergreen Solar 公司利用常规的线带状晶体来形成太阳能电池。

[0005] 如在所述专利中更详细讨论的, 传统工艺通过使两个或更多线穿过熔融的硅来形成线带状晶体。由于工艺的本性, 线带状晶体通常生长有不规则的宽度。因此, 晶体的长边缘通常形成不规则的形状, 而没有形成平滑的大体平的形状。因此, 当被加工成太阳能电池时, 与边缘基本上平滑和平的情况相比, 它们的间距通常与相邻的晶片相距更远, 由此降低了每单位面积内的太阳能电池所产生的总能量。这种结果与使太阳能电池的每单位面积产生的电力最大化的目标相悖。

[0006] 另外, 同样因为这种不均匀生长, 晶体中靠近边缘的部分通常形成高密度的晶粒, 因此形成高密度的晶界。如本领域的技术人员所公知的, 晶界一般通过起到“电子陷阱”的作用降低了晶片的电效率。此外, 本领域的一些技术人员认为小晶粒和不规则边缘从审美观点来看是不合意的。

[0007] 当用于形成太阳能电池时, 晶片通常具有用于发射电子的背面电极。然而, 由于边缘的形状波动并且相对未知, 导致本领域的技术人员通常没有在晶片的大量面积上形成背面电极。相反地, 本领域的技术人员通常在晶片的较小面积内形成背面电极; 即, 与晶片的边缘相隔相对大的距离。因此, 这种实践进一步减小了晶片的整个电效率。

发明内容

[0008] 根据本发明的一个实施例, 一种加工带状晶体的方法提供了一种线带状晶体, 并且去除了所述线带状晶体的至少一个边缘。

[0009] 所述方法还可以去除具有边缘的线, 或者去除所述线和所述边缘之间的部分。另外, 去除所述边缘可以在晶体上形成基本上平的边缘或者不平的边缘。所述方法还可以去除线带状晶体的两个或更多边缘。

[0010] 除了去除至少一个边缘之外, 所述方法可以在去除了至少一个边缘之后将带状晶

体分离成多个单个晶片。在形成晶片之后,所述方法可以在至少一个晶片上形成背表面接触。可供选择的,该方法可以首先在去除线带状晶体的至少一个边缘之前在线带状晶体上形成背表面接触,然后将带状晶体分离成多个单个晶片。在任一种情况下,去除初始的边缘形成了新边缘,并且背表面接触可以基本上延伸到新的边缘。然而,在其它实施例中,背表面接触与新边缘分隔开。

[0011] 在其它的方式之中,还可以通过由熔融的硅(例如,多晶硅)生长带状晶体来提供带状晶体。当在生长时提供晶体时,去除边缘可以包括随着带状晶体生长去除至少一个边缘,或者在带状晶体完成生长之后去除边缘。

[0012] 所述方法优选地在改进最终器件性能方面去除带状晶体的边缘。例如,如果带状晶体具有晶界,则所述方法可以去除至少一部分晶界。

[0013] 各种实施例由此形成具有包括较大晶粒的主体的线带状晶片。主体还可以在至少一侧上没有线,并且具有基本上平的边缘,或者在一些实施例中具有不规则的图案并且没有线。

[0014] 根据本发明的另一个实施例,一种加工带状晶体的方法提供了一种线带状晶体,然后将晶体分离成多个晶片。在分离了晶体之后,所述方法去除多个晶片中的至少一个晶片的至少一个边缘。

[0015] 根据本发明的另一个实施例,一种线带状晶片具有主体,所述主体具有包括多个大晶粒和多个小晶粒的多个晶粒。多个大晶粒具有大于晶片内载流子扩散长度的约 2 倍的最小外部尺寸。多个晶粒中的大部分是大晶粒并且主体基本上没有线。

附图说明

[0016] 从下面参照紧随其后总结的附图所讨论的“具体实施方式”中,本领域的技术人员应该更全面地理解本发明的各种实施例的优点。

[0017] 图 1 示意性示出本发明的示例性实施例的实施的可以使用的硅带状晶体生长炉的局部剖视图。

[0018] 图 2 示意性示出边缘没有被去除的线带状晶体的实例。

[0019] 图 3 示意性示出边缘被去除的图 2 中的线带状晶体的实例。

[0020] 图 4 示出根据本发明的示例性实施例的形成晶片的方法。

具体实施方式

[0021] 在示例性实施例中,晶片制造方法去除线带状晶体的边缘,或者去除从线带状晶体切割的晶片的边缘,以基本上减轻上述问题。具体来讲,在其他情况中,该方法还可以通常将晶体/晶片边缘平坦化,并且去除起到电子陷阱作用的较小晶粒中的至少一部分。因此,所得的晶片 1) 具有改进的电子特性,2) 可以更靠近相邻的晶片放置,并且 3) 最大化背表面接触的面积。另外,对于一些观察者来说,去除较小的晶粒应该改进了美学外观。以下讨论示例性实施例的细节。

[0022] 图 1 示意性示出可以实施本发明的示例性实施例的硅带状晶体生长炉 10 的局部剖视图。炉 10 除了其它的之外具有壳体 12,壳体 12 形成基本上无氧(防止燃烧)的密封内部空间。替代氧的是,内部空间具有某一浓度的另外气体,例如氩,或者气体的组合。壳

体内部空间除了其它的之外包括坩埚 14 和用于基本上同时生长四种硅带状晶体 16 的其它组件。带状晶体 16 可以是多种晶体类型中的任意一种,例如多晶、单晶、聚晶、微晶或半晶。壳体 12 中的进料口 18 提供了用于将硅原料导向内部坩埚 14 的装置,而可选的窗 16 允许观察内部组件。

[0023] 应该注意的是,对于硅带状晶体 16 的讨论是示例性的,并不意在限制本发明的所有实施例。例如,晶体 16 可以由除了硅之外的材料形成,或者由硅和某个其它材料的组合形成。

[0024] 壳体 20 内的内部平台 20 支撑坩埚 14。坩埚 14 的该实施例具有伸长的形状,并且具有用于沿着其长度方向以并排布置的方式生长硅带状晶体 16 的区域。在示例性实施例中,坩埚 14 由石墨形成,并且被以电阻方式加热至某一温度,从而能够使硅保持在其熔点之上。为了改进结果,坩埚 14 的长度比其宽度大得多。例如,坩埚 14 的长度可以是其宽度的三倍或四倍。当然,在一些实施例中,坩埚 14 没有采用这种方式伸长。例如,坩埚 14 可以具有略方的形状或者异形的形状。穿过坩埚 14 的线孔(未示出)使得这些线能够通过熔融的硅,由此形成晶体 16。

[0025] 图 2 示意性示出由图 1 中所示的炉 10 生成的线带状晶体 16 的实例。该带状晶体 16 仍然具有其初始的边缘 24,随着晶体 16 在坩埚 14 中从熔融的硅缓慢拉出而形成该边缘 24。如图所示,未按比例绘制的带状晶体 16 的边缘 24 的形状不规则。然而,在一些实施例中,初始的边缘 24 的形状不是不规则的。相反地,在这类实施例中,边缘 24 大体是平的并且大体与带状晶体 16 的线 26(其后讨论)平行。

[0026] 图 2 还示出了一对线 26,该对线 26 通常被硅包封。虽然附图示出了线 26 和它们各自边缘 24 之间存在大的区域,但是预期的是,线 26 将非常接近它们各自的边缘 24,因此有效地形成了边缘 24。图 2 还示出了标识最终要产生的晶片 28 的边界的虚线。常规方法是沿着虚线进行切割,以形成每个晶片 28。每个晶片 28 还具有背表面接触 30。如其命名所暗示的,背表面接触 30 形成在带状晶体 16 的一侧上,而这一侧最终将成为晶片 28 的背表面(即,如果用作太阳能电池的话)。

[0027] 发明人发现,现有技术的带状晶体的边缘 24 减少了最终由带状晶体 16 形成的晶片 28 内的载流子的迁移率。结果,当用于需要载流子迁移率的各种应用,例如,太阳能电池时,与不具有这类边缘 24 的情况相比,现有技术的带状晶体的电效率将会更低。为了克服这个问题和其它问题,发明人采取的方法是与被认为与传统思维相反的方法,他们去除边缘 24 中的至少一部分。因此,发明人去除产生高浓度晶界的较小晶粒中的一些。在随后的测试中,发明人发现去除边缘 24 提高了太阳能电池的电效率(例如,载流子迁移率),这对于光伏的可行性是至关重要的。

[0028] 本领域的技术人员认识到与去除边缘相关的显著不利因素。除了其它的之外,去除任一个边缘 24 去除了大量的多晶硅,而多晶硅目前的供应量低并且具有相应的高成本。但是,发明人惊奇地发现:所实现的效率的提高远远超过抵销与去除边缘造成的材料损失相关的成本。

[0029] 另外,去除任一个边缘 24 需要额外的工艺步骤或者多个额外的步骤,这进一步增加了生产成本。事实上,执行该工艺所要求的额外的步骤/切割增加了晶体破裂的可能性,由此降低了生产率。此外,发明人相信,减小带状晶体 16 的宽度和/或去除线 26 可以导致

另外的破裂 / 生产率问题。尽管存在与它们的解决方案相悖的这些和其它阻碍教导,但是发明者去除边缘 24,从而发现了该改进的益处。

[0030] 在去除了边缘 24(和线 26,在一些情况下)之后,剩下的带状晶体 16 留有大部分为大晶粒的晶粒。具体来讲,当晶粒具有大于晶体 16 内的载流子(例如,空穴和电子)的扩散长度约 2 倍的最小外部尺寸时,晶粒被认为是“大”的。例如,最小外部尺寸是载流子扩散长度的约 2 至 5 倍的晶粒应该足够的。最小外部尺寸大于约 3 倍的晶粒应该提供更好的结果。事实上,预料到的是,较大的晶粒尺寸,即甚至载流子扩散长度的五倍或更多倍,应该提供更好的结果。

[0031] 因此,在示例性实施例中,保留在晶体 16 中的所有晶粒中的绝大部分是大晶粒,只留下痕量(trace amount)的小晶粒。然而,其它实施例可以具有不止痕量的小晶粒。在任一种情况下,去除步骤优选地去除了绝大多数的小晶粒,这些小晶粒通常聚集在线 26 周围。

[0032] 至此,图 3 示意性示出两个边缘 24 都被去除的图 2 中的带状晶体 16。如图所示,带状晶体 16 的(新)边缘(由附图标记 32 标识)基本上是平的。然而,在可选实施例中,新边缘 32 可以是不平的形状或者不规则的形状。在任一种情况下,当与边缘 24 被去除之前的带状晶体 16 比较时,图 3 中的带状晶体 16 基本上不具有小晶粒或者具有极少的小晶粒。另外,背表面接触 30 均延伸到带状晶体 16 的新边缘 32。

[0033] 图 2 和图 3 中的带状晶体 16 只是多个不同实施例中的一个示例。例如,可以在将带状晶体分离 / 切割成单个晶片 28 之后添加背表面接触 30,和 / 或背表面接触 30 可以不延伸到新边缘 32。作为另一个实例,可以只去除一个边缘 24,和 / 或可以在将带状晶体 16 分离 / 切割成单个晶片 28 之后去除边缘 24。本领域的技术人员可以基于最终的加工和应用需要和优选项来选择合适的特征组合。

[0034] 图 4 示出根据本发明的示例性实施例的形成晶片 28 的方法。应该注意的是,该方法是形成晶片 28 的整体工艺的简化总结,因此不包括可以包括的多个其它步骤,例如晶片测试和某些设备和硅的准备。此外,可以以不同的次序来执行一些步骤,或者在一些情况下可以省略一些步骤。

[0035] 为了简便起见,该说明书省略了包括由熔融的材料生长晶体的细节的多个步骤。然而,本领域的技术人员可以参照传统的线带状技术作为图 4 中所讨论的技术的附属。除了其它的之外,本领域的技术人员可以参照共同待审的美国专利申请 No. 11/741,372(美国专利公布 No. 2008/0134964)和共同待审的美国专利申请 No. 11/925,169(美国专利公布 No. 2008/0102605)作为附加信息。这些公布的申请都全部以引用的方式并入这里。本领域的技术人员还可以参照 MA 的 Marlboro 的 Evergreen Solar 公司使用的各种工艺,以进一步实施各种实施例。图 4 中的步骤可以与并入的专利申请所讨论的工艺或者其它常规的线带状晶体形成工艺结合。

[0036] 还应该注意的是,对于图 4 中该方法的讨论不意在被理解为是形成晶片 28 以使其具有所需特性的唯一方法。本领域的技术人员因此可以根据需要修改该工艺。

[0037] 当带状晶体生长炉 10 从熔化材料拉出带状晶体 16 时,该方法开始。具体来讲,在步骤 400 中,该方法确定在去除一个或两个边缘 24 之前还是之后向带状晶体 16 添加背表面接触 30(为了简便起见,该方法用单数形式将一个或两个边缘 24 称为“边缘 24”)。在一

些情况下,如果在去除了边缘 24 之后形成背表面接触 30,则背表面接触 30 会在新边缘 32 周围延伸,这会造成短路,这是不希望发生的。因此,应该在进行该确定时考虑这种可能性。

[0038] 如果步骤 400 确定了首先要形成背表面接触 30,则该方法继续前进到步骤 402,在步骤 402 中向带状晶体 16 添加背表面接触 30。除了其它方式之外,常规工艺还可以将背表面接触 30 丝网印刷到带状晶体 16 的一侧上。例如,可以将背表面接触 30 丝网印刷到带状晶体 16 上,形成为如图 2 和图 3 所示的多个分离的块,或者形成为跨越超过一个晶片 28 的实心块。

[0039] 在完成了步骤 402 之后,或者,如果在步骤 400 中在去除边缘 24 之前没有在带状晶体 16 上形成背表面接触 30,则该方法在步骤 404 中确定是否处于带状晶体的形式中时去除边缘 24。换言之,该方法可以在带状晶体 16 分离成单个晶片 28 之前或者之后去除边缘 24。

[0040] 如果在处于带状晶体状态 / 形式时不去除边缘 24,则该方法沿着图 2 中的虚线分离带状晶体 16,从而形成单个晶片 28 (步骤 406)。至此,常规的切割或切片工艺可以沿着图 2 和图 3 中所示的虚线切割带状晶体。例如,激光可以沿着虚线进行切割,如以上并入的专利申请中所讨论的。

[0041] 然后,该方法继续前进到步骤 408,在步骤 408 中,去除带状晶体 16 (如果从步骤 404 开始) 或晶片 28 (如果从步骤 406 开始) 的一个或两个边缘 24。至此,当去除给定边缘 24 时,常规的切割 / 切片工艺可以去除整个线 26 和线内侧的许多其它较小的晶粒 (如果有的话)。实验工艺可以确定去除线 26 内侧多远的边缘 24。

[0042] 然而,预料到的是,在一些情况下,去除装置 (例如,激光器或锯) 可以沿着直线进行切割,而线 26 可以不是从晶体 16 的顶部到底部非常笔直地放置。以对应的方式,线可以比切口更直。因此,去除步骤会在晶体 16 中留下线 26 的一部分。为了避免出现这种情况,根据需要,本领域的技术人员可以选择切割线内侧合适的距离的带状晶体 16 (或者晶片 28,视情况而定)。

[0043] 可供选择地,在各种实施例中,本领域的技术人员可以设置晶体 16 的宽度,并且从晶体 16 的大体纵向部分外侧进行测量。例如,为了生产出宽度为约 100 毫米的晶体 16,本领域的技术人员可以从晶体 16 的大体纵向部分开始沿着大体平行的线切割约 50 毫米。

[0044] 如果带状晶体 16 生长成在线 26 外侧具有大量的面积,则一些实施例可以去除线 26 外侧的晶体 16 的部分,由此保持晶体 16 中的线 26。但是,预料到的是,去除这种晶体 16 中的线 26 将生产出更有效的晶片。应该注意的是,采用所讨论的技术和所描述的方式产生的晶片被认为是线带状晶片,即使线 26 被局部或全部去除。

[0045] 该方法可以采用多种不同的方式来执行步骤 408。具体来讲,如果在处于带状晶体形式时去除边缘 24,则当带状晶体 16 生长时该方法可以自动进行处理。例如,炉 10 可以被改进以包括锯或激光器 (未示出),以实时地从正在生长的带状晶体 16 中去除边缘 24。可供选择的,可以首先将带状晶体 16 手动划线,以将其从炉 10 去除,然后手动或自动地将其移动到以预定方式切割边缘 24 的另一个机器中。当然,通过操作者对带状晶体 16 的边缘 24 进行手动划线来去除边缘 24。以类似的方式,如果已经处于晶片形式,则该方法可以使用自动装置和手动装置中的任一者来去除边缘 24。

[0046] 因此,去除一个或两个边缘 24 的步骤去除了较小的晶粒 (即,具有高晶粒密度的

区域)。这样在所得的晶片 28 中应该留下了相对较大的晶粒,由此提高了电效率。

[0047] 该方法的结尾是:如果还没有添加背表面接触特征,则根据其形式向带状晶体 16 或晶片 28 添加背表面接触 30(步骤 410);如果没有还处于晶片形式,则将带状晶体 16 分离成晶片 28(步骤 412)。

[0048] 应该注意的是,在太阳能电池的整个制造过程中,可以在多个不同的点形成背表面接触 30。例如,该方法可以在执行任何制造步骤之前添加背表面接触 30,或者在执行多个太阳能电池制造步骤(未讨论)之后添加背表面接触 30。

[0049] 因此,示例性实施例生成了具有基本上平的边缘 32 的晶片 28,所述晶片 28 具有极少的晶界区或者没有晶界区。这些平边缘 32 可以与它们相邻的侧形成大致 90 度的角度(即,最终晶片 28 的顶部边缘和新的侧边缘 32 的交叉)。可供选择地,或者除此之外,这些平边缘 32 可以与它们相邻的侧边形成锐角和 / 或钝角。此外,这类实施例可以形成具有多种形状(例如,不规则形状)的新边缘 32。

[0050] 结果,如上所述,除了对于一些观察者来说提高美学外观之外,许多这类晶片 28 应该 1) 由于去除了靠近晶粒边缘的高晶粒密度中的许多而具有改进的电特性,2) 可以更靠近相邻的晶片放置,并且 3) 最大化背表面接触 30 的面积。

[0051] 虽然以上讨论公开了本发明的各种示例性实施例,但是应该清楚的是,本领域的技术人员可以在不脱离本发明的真实范围的情况下进行各种修改,这些修改将实现本发明的一些优点。

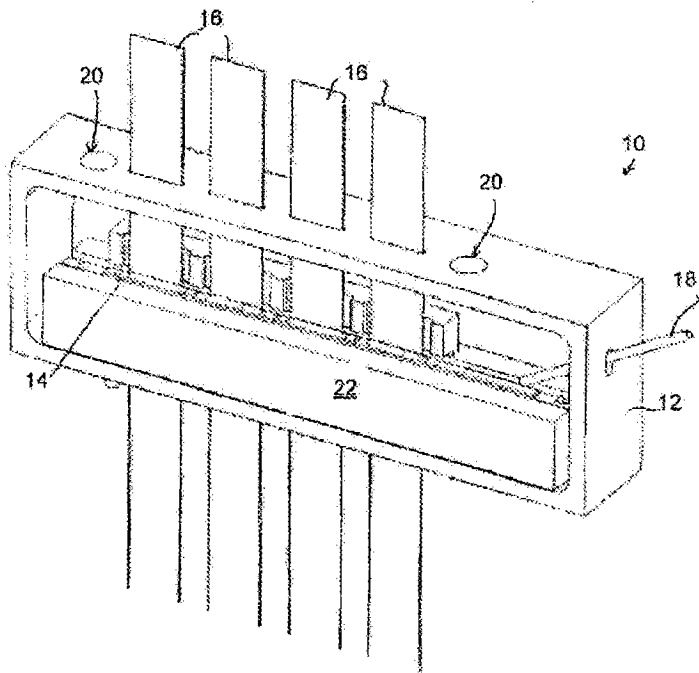


图 1

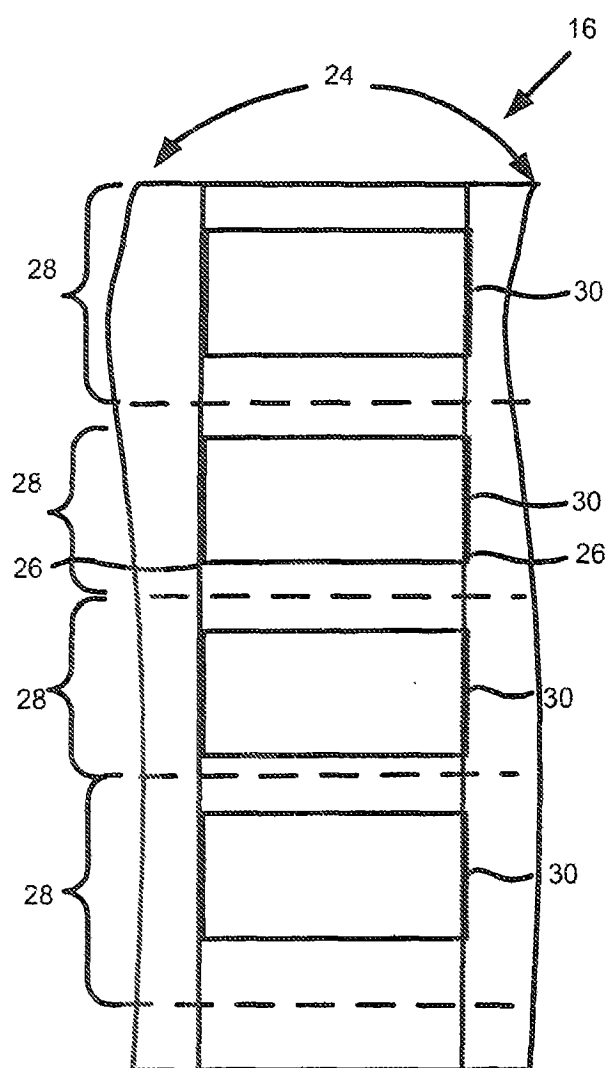


图 2

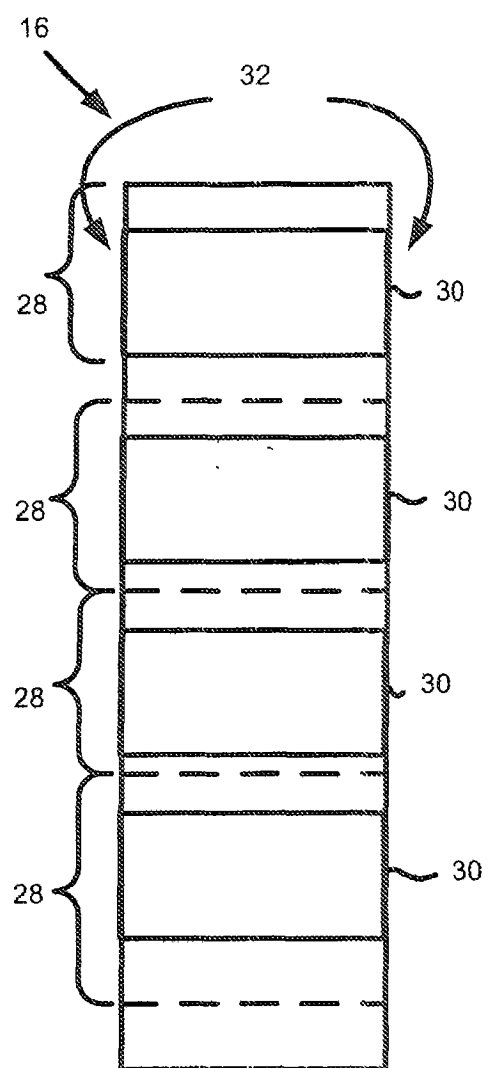


图 3

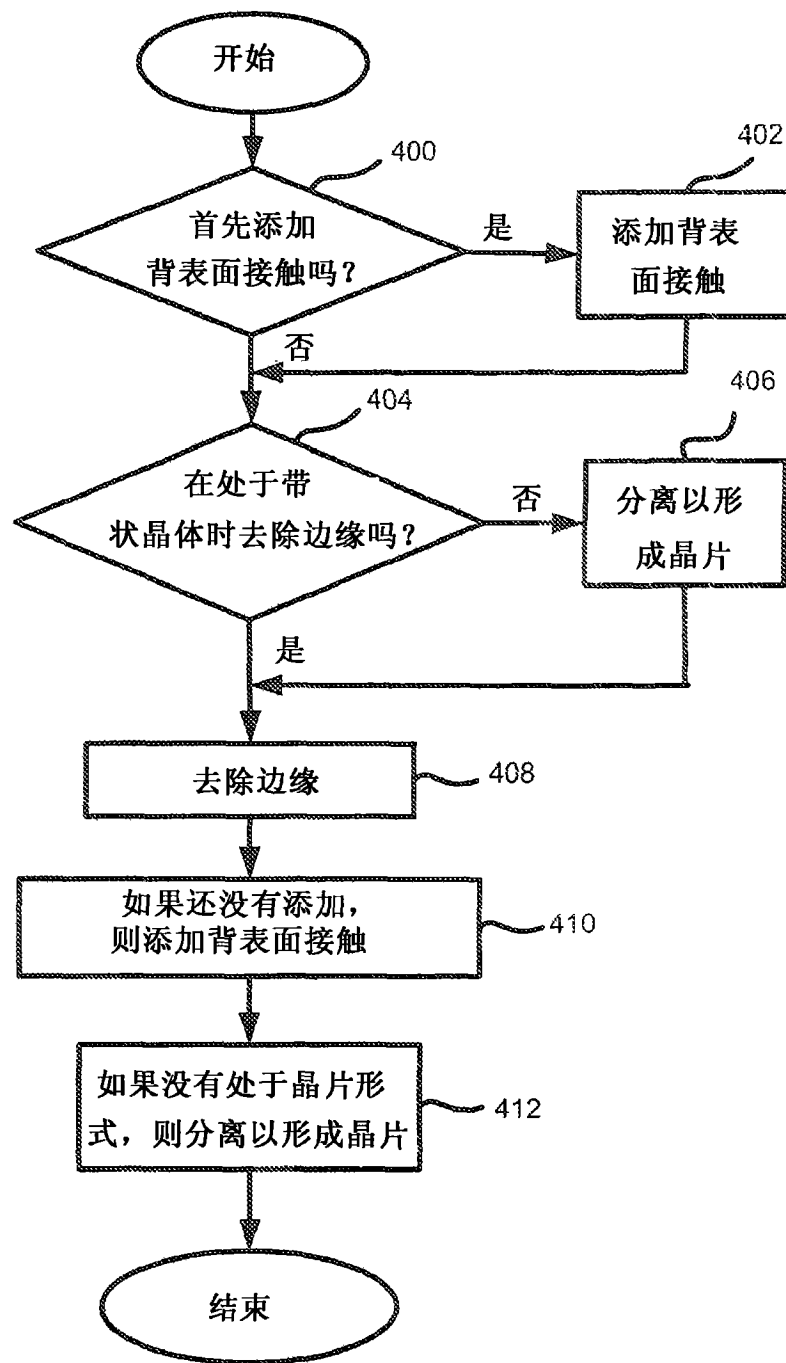


图 4