

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01L 21/02

H01L 21/20 H01L 31/18

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99108640.6

[43]公开日 2000年1月5日

[11]公开号 CN 1240302A

[22]申请日 1999.6.18 [21]申请号 99108640.6

[30]优先权

[32]1998.6.18 [33]JP [31]171403/98

[32]1999.6.7 [33]JP [31]159374/99

[71]申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 水谷匡希 谷川功 中川克己

庄司辰美 浮世典孝

岩崎由希子

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

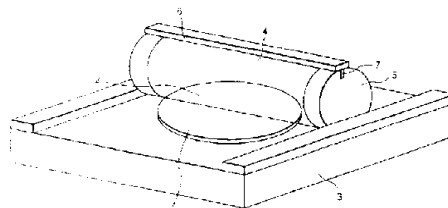
代理人 杜日新

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 生产半导体薄膜的方法和使用该薄膜的太阳能电池的生产方法

[57]摘要

提供一种生产半导体薄膜的方法,其中在具有弯曲表面的支撑件弯曲表面上支撑形成于衬底上的半导体薄膜的同时,还旋转支撑件,从而将半导体薄膜从衬底上剥离下来。此外还提供生产半导体薄膜的方法,该方法包括将形成于衬底上半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤,其中在不用粘接剂将衬底固定于衬底支撑件上之后进行剥离步骤。这样提供将半导体薄膜从衬底上剥离下来而不使其损伤的方法和保持衬底而不使其沾污的方法。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种生产半导体薄膜的方法，包括下列步骤：旋转具有弯曲表面的薄膜支撑件，同时在薄膜支撑件弯曲表面上支撑形成于衬底上的半导体薄膜，从而将半导体薄膜从衬底上剥离下来。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：随剥离的进行，弯曲表面的曲率半径增加。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：将具有柔软性的膜粘接到半导体薄膜上，并旋转薄膜支撑件，同时使该膜保持与薄膜支撑件弯曲表面的接触。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于：该膜是包括膜基底和粘接剂的粘接膜。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于：粘接该膜同时用薄膜支撑件对其加压。

6. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于：对将该膜粘接到半导体薄膜上的粘接剂施加能量以固化粘接剂。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：包括在形成半导体薄膜之前形成用于半导体薄膜的分离层的步骤。

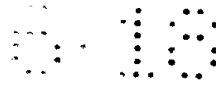
8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：在衬底与半导体薄膜之间施加剥离助力。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：半导体薄膜具有 np 结。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：薄膜支撑件被旋转而不会在支撑衬底的衬底支撑件上滑动。

11. 一种生产半导体薄膜的方法，包括将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤，其中用于剥离半导体薄膜的外力大小随剥离的进行而减小。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于：包括在形成半导体薄膜之前形成用于半导体薄膜的分离层的步骤。



13. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于：在衬底与半导体薄膜之间施加剥离助力。

14. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于：半导体薄膜具有 pn 结。

15. 一种生产半导体薄膜的方法，包括将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤，其中在没有粘接剂的情况下将衬底固定于衬底支撑件上之后，进行剥离步骤。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于：通过选自真空吸附、静电吸附、固定爪等其中之一或其组合来固定衬底。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于：随着距剥离起始点的距离增加，保持衬底的力减小。

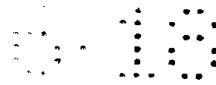
18. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于：在衬底与衬底支撑件之间插入弹性件。

19. 一种生产太阳能电池的方法，包括下列步骤：在衬底上形成分离层，在分离层上形成具有第一导电型的半导体层和第二导电型的半导体层的半导体薄膜；用透光粘接剂将透光膜粘接到半导体薄膜上；对透光膜施加外力并由此将半导体薄膜从衬底上剥离下来；和在被这样剥离的半导体薄膜的背面上形成电极。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于：通过旋转具有弯曲表面的薄膜支撑件，同时在薄膜支撑件弯曲表面上支撑透光膜来进行剥离。

21. 一种生产太阳能电池的方法，包括下列步骤：在衬底上形成分离层，在分离层上形成第一导电型的半导体薄膜；用透光粘接剂将透光膜粘接到第一导电型的半导体薄膜上；对透光膜施加外力并由此将第一导电型的半导体薄膜从衬底上剥离下来；和在被这样剥离的第一半导体薄膜的背面上形成第二导电型的半导体薄膜；和在第二导电型的半导体薄膜上形成电极。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其特征在于：通过旋转具有弯曲表面的薄膜支撑件，同时在薄膜支撑件弯曲表面上支撑透光膜来进行



剥离。

23. 一种生产半导体薄膜的方法，包括将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤，其中半导体薄膜的剥离速率随着剥离的进行而减小。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于：包括在形成半导体薄膜之前形成用于半导体薄膜的分离层的步骤。

25. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于：在衬底与半导体薄膜之间施加剥离助力。

26. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于：半导体薄膜具有 pn 结。

27. 一种生产太阳能电池的方法，包括下列步骤：在衬底上形成分离层，在分离层上形成具有第一导电型的第一半导体层和第二导电型的第二半导体层的半导体薄膜；用导电粘接剂将导电膜粘接到半导体薄膜上；对导电膜施加外力并由此将半导体薄膜从衬底上剥离下来；和在被这样剥离的半导体薄膜的背面上形成电极。

28. 如权利要求 27 所述的方法，其特征在于：通过旋转具有弯曲表面的薄膜支撑件，同时在薄膜支撑件弯曲表面上支撑导电膜来进行剥离。

29. 如权利要求 27 所述的方法，其特征在于：进行剥离同时用电磁铁保持导电膜。

说明书

生产半导体薄膜的方法和使用该薄膜的太阳电池的生产方法

本发明涉及生产半导体薄膜的方法，特别涉及剥离半导体薄膜的方法和使用半导体薄膜的太阳电池的生产方法。

已知在半导体衬底上通过诸如多孔层之类的剥离层形成半导体薄膜，此后将该半导体薄膜从半导体衬底上剥离下来的技术。具体的剥离方法包括腐蚀和应用外力的机械剥离方法。

作为后者的实例，日本专利申请公开 7-302889 (CANON K.K.) 描述了在第一硅晶片表面上形成多孔层，接着在其上形成外延硅层，将第二硅晶片粘接到外延硅层上，再将板分别粘接到各硅晶片上，并在此之后使板相互分离，从而将外延硅层从第一硅晶片上剥离下来的技术。

日本专利申请公开 8-213645 (SONY CORP.) 描述了与以上类似的技术：在单晶硅衬底表面上形成多孔层，此后在其上外延生长 pn 结（太阳能电池层），一方面用粘接剂将单晶硅衬底的背面粘接到夹具上，另一方面还将例如金属、石英之类的另一个夹具粘接到将要被剥离的太阳能电池层的侧面上，接着，相互分离两个夹具，由此将太阳能电池层从硅衬底上剥离下来。

在按照常规技术剥离半导体薄膜或太阳能电池层的技术中，由刚性体或由柔软性低的平板支撑将要被剥离的硅衬底侧面和半导体薄膜侧面中的每一个，这样在剥离的时候使被粘接的平板相互分离。因此，剥离需要相当大的力。这会导致期望被使用的半导体薄膜的损坏。此外，上述技术要求涂敷和固化用于将衬底固定到板或夹具上的粘接剂的步骤，这是生产率降低的原因。并且，粘接剂保持在衬底背面上，这样，为了回收留下的衬底，上述技术还需要清除粘接剂的步骤。

本发明的目的在于提供以容易的方式将半导体薄膜从衬底上剥离下来而不使其损坏的剥离方法。



本发明的另一个目的在于提供保持衬底且使其不被沾污的方法。

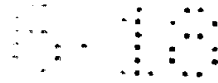
本发明提供生产半导体薄膜的方法，该方法包括下列步骤：旋转具有弯曲表面的薄膜支撑件，同时在薄膜支撑件弯曲表面上支撑形成于衬底上的半导体薄膜，从而将半导体薄膜从衬底上剥离下来。按照该方法，能够以容易的方式地将半导体薄膜从衬底上剥离下来。此时，最好随着剥离的进行，增加弯曲表面的曲率半径。本发明还提供生产半导体薄膜的方法，该方法包括将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤，其中用于剥离半导体薄膜的外力大小随剥离的进行而减小。

并且本发明提供一种生产半导体薄膜的方法，该方法包括将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤，其中在没有粘接剂的情况下将衬底固定于衬底支撑件上之后，进行剥离步骤。按照该方法，衬底可被固定而不会被沾污。最好用真空吸附、静电吸附（粘附）或固定爪保持衬底。

本发明还提供一种生产太阳能电池的方法，该方法包括下列步骤：在衬底上形成分离层，在分离层上形成具有第一导电型的半导体层和第二导电型的半导体层的半导体薄膜；用透光粘接剂将透光膜粘接到半导体薄膜上；对透光膜施加外力并由此将半导体薄膜从衬底上剥离下来；和在被这样剥离的半导体薄膜的背面上形成电极。并且，本发明还提供一种生产太阳能电池的方法，包括下列步骤：在衬底上形成分离层，在分离层上形成第一导电型的半导体膜；用透光粘接剂将透光膜粘接到第一导电型的半导体薄膜上；对透光膜施加外力并由此将第一导电型的半导体薄膜从衬底上剥离下来；和在被这样剥离的第一半导体薄膜的背面上形成第二导电型的半导体薄膜；和在第二导电型的半导体薄膜上形成电极。按照上述方法，用简单的步骤就可生产太阳能电池。

图 1 是展示按照本发明生产半导体薄膜的方法实例的透视图；

图 2A 和 2B 是展示可用于本发明的薄膜支撑件的实例的示意性透视图，其中图 2A 表示其中一部分表面是平坦的的实例，图 2B 表示其



中曲率半径改变的实例；

图 3A 和 3B 是用于说明按照本发明剥离半导体薄膜的实例的剖面图，其中图 3A 表示剥离开始时的状态，图 3B 表示在剥离期间的状态；

图 4 是展示用真空吸附保持衬底的方法实例的示意性剖面图；

图 5 是展示用静电吸附保持衬底的方法实例的示意性剖面图；

图 6 是展示用机械爪保持衬底的方法实例的示意性剖面图；

图 7 是展示用刀形机械爪保持衬底的方法实例的示意性剖面图；

图 8 是用于说明按照本发明生产太阳能电池的方法实例的示意性剖面图；

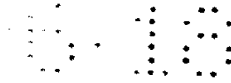
图 9 是用于说明按照本发明生产太阳能电池的方法的另一实例的示意性剖面图；

图 10A、10B、10C、10D、10E、10F 和 10G 是用于说明按照本发明在生产半导体薄膜的方法中的剥离步骤的示意性剖面图。

图 1 是展示按照本发明的生产半导体薄膜的方法实施例的透视图，该图表示剥离的中间状态。下面参照图 1 说明在本实施例中的剥离方法过程。

(1) 首先，在衬底 1 表面上形成分离层，和在分离层上形成半导体薄膜 2。分离层可以通过硅衬底的阳极氧化形成的多孔层或者是通过将 H^+ （氢离子）注入硅衬底表面中并对其退火而形成的剥离层。分离层还可以是形成于玻璃、金属等衬底上的石墨层。在不使用粘接剂的情况下，如图 1 所示，将这样被制备的带有半导体薄膜 2 的衬底向上安装并固定于剥离装置的衬底支撑件 3 上，其中该剥离装置由衬底支撑件 3 和薄膜支撑件 5 构成。可采用的固定方法可以是使用物理力，特别是利用真空吸附、静电吸附、带有固定爪的机械固定等的近（close）粘接方法中的一种或它们的组合。使用这些保持方法的优点是它们不影响衬底的回收利用，因为在半导体薄膜剥离之后留下的衬底没有被沾污。

(2) 然后，将具有柔软性的膜 4 粘接到半导体薄膜表面上。被制备的膜 4 是大于衬底 1 的膜，以便膜 4 从衬底 1 向外延伸。当所用的

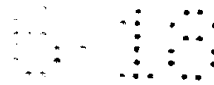


膜 4 是在其膜基底上预置粘接剂的粘接带时，可省略粘接剂的涂敷步骤和固化步骤，这样显著改善了生产率。因此，使用粘接带较好。在另一个可采用的方法中，在粘接剂被放置于半导体薄膜 2 上之后安装和固定膜 4。用于膜 4 的具体材料可以是聚酯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、乙烯-丙烯酸乙酯共聚物、聚乙烯、聚丙烯、乙烯-丙烯共聚物、聚乙烯对苯二酸酯、乙烯-四氟化乙烯共聚物等。还可使用例如铁、铜、铝和不锈钢的金属板。将膜 4 粘接到半导体薄膜 2 上的粘接剂可以是选自丙烯树脂、环氧树脂、硅氧烷树脂、氟树脂等中的一个。

当粘接带被用作膜 4 时，最好使用象粘接带那样的通过施加激活能固化的这种类型的粘接剂，因为这种粘接剂的粘接强度高。用紫外线、红外线、电子束、X 射线或超声波施加激活能。

在将粘接剂放置于半导体薄膜 2 上之后粘贴膜 4 的情况下，薄膜半导体 2 被应用于太阳能电池中时，最好使用有良好透光性能的树脂，例如乙烯-乙酸乙烯酯共聚物 (EVA)、乙烯-丙烯酸乙酯 (EEA) 等。这种热塑或热固性树脂的使用实例是这样的，即在半导体薄膜 2 上装配按薄片形成的粘接树脂，并在其上装配膜 4，对膜 4 加热和加压使其粘接到半导体薄膜 2 上。上述方法过程 (1)、(2) 还可颠倒顺序地进行。即可这样设置方法过程：首先将膜 4 粘接到半导体薄膜 2 上，然后将衬底 1 固定到衬底支撑件 3 上。

(3) 从衬底 1 向外延伸的膜 4 的边缘被固定到带有弯曲表面的薄膜支撑件 5 上。固定方法的实例如下：膜 4 的边缘被粘附在形成于薄膜支撑件 5 表面上的凹槽 7 中，接着用板形膜固定件 6 加压和固定膜 4。薄膜支撑件 5 可以是如图 1 所示的圆柱形，但弯曲表面并不一定是圆形的，如图 2A 所示。由于在半导体薄膜 2 的剥离开始时需要相对大的剥离力，因而最好使用这样的弯曲表面形状以便在剥离开始时与衬底边缘接触的部位处有较小的曲率半径，如图 3A 所示，并且随着剥离的进行逐渐增加曲率半径，如图 3B 所示。这可以这样实现，例如通过限定如图 2B 所示的椭圆形的横截面，圆滚线、垂曲线等。这种弯



曲表面的形状的优点在于：在开始剥离时呈现足够的剥离力，并且因以较大的曲率半径剥离，因而半导体薄膜的中心部分几乎无损伤。获得在开始剥离时所需的较大剥离力的另一个方法是在开始剥离时使用较大的剥离速率并随剥离的进行而减小剥离速率。通过改变薄膜支撑件 5 的旋转速度，可实现这种剥离速率的控制。

(4) 然后旋转薄膜支撑件 5，由此在被粘接到膜 4 的状态下将半导体薄膜 2 剥离下来。在薄膜支撑件 5 旋转期间，支撑件 5 需要光滑地旋转而不在衬底支撑件 3 上滑动。因此，希望在衬底支撑件 3 与薄膜支撑件 5 之间提供带有防滑部件的接触部分。防滑部件可从隆起、齿条和齿轮机构等中选取。如果薄膜支撑件 5 的弯曲表面部分被配以橡胶等弹性件，那么可减小对半导体薄膜 2 的损伤，并可防止薄膜支撑件 5 在半导体薄膜 2 上滑动。在剥离期间，还可在衬底 1 与半导体薄膜 2 之间施加剥离助力。可从下列方法中选取剥离助力的施加方法：机械迫使楔子插在它们之间的方法；施加流体射流的方法；施加电磁波的方法等。按照本发明方法生产的半导体薄膜可用于太阳电池、发光二极管、场效应晶体管等中。

[剥离步骤]

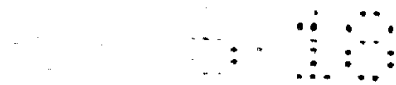
参照图 10A 至 10G 说明上述一连串的生产步骤中的剥离步骤实例。图 10A 至 10G 是说明剥离步骤实例的示意性剖视图。

首先，膜 4 被粘接到具有半导体薄膜 2 的衬底 1 的表面上，在半导体薄膜 2 与衬底 1 之间有分离层（未示出），并且利用真空吸附将该衬底 1 固定于衬底支撑件 3 上（图 10A）。这样粘接膜 4，以便其一端从衬底 1 向外突出。

接着，向上移动衬底支撑件 3，使衬底 1 上的膜 4 与薄膜支撑件 5 接触（图 10B）。

然后，用连在薄膜支撑件 5 上的膜固定件 6 将膜 4 的边缘夹紧并固定（图 10C）。

接着，如图 10D 所示，向左移动衬底支撑件 3 同时还旋转薄膜支撑件 5，于是开始剥离操作。衬底支撑件 3 和薄膜支撑件 5 分别配备



齿条和齿轮。

衬底支撑件 3 继续向左移动，薄膜支撑件 5 则继续旋转以进行剥离（图 10E）。

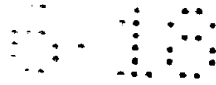
通过旋转薄膜支撑件 5 使整个半导体薄膜 2 被剥离下来之后（图 10F），向下移动衬底支撑件 3（图 10G）。

[保持衬底的方法]

下面将说明通过真空吸附保持（固定）衬底的实例。图 4 是展示用真空吸附将衬底 1 保持在衬底支撑件 3a 上的状态的示意性剖面图。在同一图中，衬底支撑件 3a 有通风孔 10，并通过通风孔 10 抽气产生接近真空状态的真空，从而将衬底 1 保持在衬底支撑件 3a 上。这里应指出：弹性件可以插在衬底 1 与衬底支撑件 3a 之间。这种配置允许即使衬底 1 稍有弯折真空也可被维持，因而增加了真空吸附强度以承受半导体薄膜 2 的剥离力。弹性件可以是带有与通风孔 10 相应的孔的硅氧烷树脂薄片。可控制用于支撑和固定衬底 1 的保持力以便在剥离起始点附近保持力较大，并随距剥离起始点的距离增加该保持力减小。通过例如在剥离起始点附近提供高密度的通风孔，随距剥离起始点的距离增加通风孔的密度减小，可实现这种保持力的控制。

下面说明用单电极型静电吸附保持（固定）衬底的实例。图 5 是展示用静电吸附将衬底 1 保持在衬底支撑件 3b 的状态的示意性剖面图。在该图中，衬底支撑件 3b 由诸如铝之类的绝缘体构成并在其内部具有电极 11。例如：衬底 1 接地，并在电极 11 与地之间放置 dc 电源。在这种配置中，利用设置于电极 11 与衬底 1 之间的电位差将衬底 1 保持在衬底支撑件 3b 上。

下面说明利用固定爪机械保持（固定）衬底的实例。图 6 是展示用配置于衬底支撑件 3 上的固定爪 12 固定衬底 1 的状态的示意性剖面图。为了实现这种固定，例如，首先倾斜地对衬底的边缘切口，形成对固定爪的固定，并用固定爪 12 将衬底 1 保持在衬底支撑件 3 上。图 7 是展示用另一种固定爪进行固定的另一实例的示意性剖面图。在该实例中，刀形固定爪 13 被刺入衬底 1 中同时在剥离起始点阻断半导体



薄膜 2。在那个时候，只要衬底被保持使其不会上升，就不必固定另一边缘部分。该方法具有能够呈现半导体薄膜的剥离时刻同时还保持衬底的优点。

[薄膜支撑件]

薄膜支撑件 5 不仅可用作在剥离期间支撑薄膜的部件，而且还可用作在将膜 4 粘接到半导体薄膜 2 上时加压膜 4 的加压部件。在这种情况下，可防止在膜 4 与半导体薄膜 2 之间残留气泡，从而防止粘接强度降低。在膜 4 的粘接剂固化需要加热的情况下，如果加热部件被配置于薄膜支撑件 5 内部，那么在加压膜的同时可进行加热，这样可提高工作效率。薄膜支撑件 5 的主体可以被配以用于保持或固定半导体薄膜 2 的保持/固定部件，代替上述用于剥离半导体薄膜 2 的膜 4。保持/固定部件可以是真空吸附、静电吸附、固定爪等与上述的那些类似的部件中选取的一个。当金属薄片被用作膜 4 时，可用加入薄膜支撑件 5 中的电磁铁保持金属薄片（膜）4。

[太阳能电池的实施例 1]

下面参照图 8 说明按照本发明生产半导体薄膜从而生产太阳能电池的方法实施例。图 8 是说明按照本发明生产太阳能电池的方法的示意性剖面图。

按顺序说明生产方法。首先，通过在氢氟酸溶液中 P^+ 单晶硅衬底 1 的阳极氧化，在 P^+ 单晶硅衬底 1 的表面上形成多孔层 16。该多孔层 16 被用作分离层。使多孔层进行氢中退火来弄平表面，然后在其上外延生长 p 硅层。接着，在该 p 硅层上外延生长 n^+ 硅层或将 n 型掺杂剂注入或扩散进 p 硅层中。这构成具有 pn 结的半导体薄膜 2。然后在该半导体薄膜 2 上印刷导电糊图形，形成电极 15。

然后用透光粘接剂 14 粘接透光膜 4。透光粘接剂 14 可以是按薄片形等形成的 EVA。透光膜可以由亚乙基四氟乙烯共聚物（ETFE）等构成的氟树脂膜。此后，用上述本发明的方法将具有 pn 结的半导体薄膜 2 从衬底 1 上剥离下来。在那个时候，因多孔层 16 的损坏或因多孔层 16 与衬底 1 之间的界面处的分离或多孔层 16 与半导体薄膜 2 之



间界面处的分离而发生剥离。

半导体薄膜 (pn 结) 2 因与透光膜 4 一起被剥离, 因而用导电粘接剂 17 将其粘接到铝板等导电衬底 18 上, 从而完成太阳电池。应该指出: 在粘接之前可除去残留的多孔层 16。在用腐蚀、抛光等清除衬底 1 表面上残留的多孔层 16 之后, 衬底 1 还可以用作另一个半导体薄膜生长的衬底。

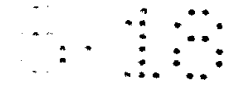
在该实例中, 可如下那样改变该工艺: 在外延生长 p⁻硅层之后, 用本发明的方法剥离该 p⁻硅层, 此后用 p⁻硅层形成 pn 结, 并将其粘接到导电衬底上。分离层可以是例如石墨层等不同的材料层或注入氢离子的变形层。在本实例中, 用于剥离的膜 4 可被用作太阳电池的一个部件而不必被去除, 这可使生产步骤大大简化。

[太阳电池的实施例 2]

下面参照图 9 说明按照本发明生产半导体薄膜从而生产太阳电池的方法的另一个实施例。图 9 是说明用不透明材料作为膜 4 的太阳电池生产实施例的示意性剖面图。在本实施例中, 首先, 阳极氧化 P⁺单晶硅衬底 1 形成多孔层 16 并使其在氢中退火。此后, 在其上外延生长 n⁺硅层和 p⁻硅层。接着, 通过外延生长或从 p⁻硅层表面扩散 p 型掺杂剂来形成 p⁺硅层。然后将至少表面导电的膜即导电膜 4 粘接到表面上。导电膜 4 可以通过在树脂膜上溅射或蒸发诸如铝之类的金属获得的膜或者是诸如铝之类的金属薄膜。将这些膜 4 粘接到半导体薄膜 (pn 结) 2 上的较好方法包括用导电接粘接剂粘接、在加热 (热熔融) 下加压粘接等。

然后在与导电膜 4 一起被剥离的半导体薄膜 (pn 结) 2 的表面上形成电极 15。在形成电极之前可去除残留的多孔层 16, 但也可将残留的多孔层 16 用作太阳电池的结构成分, 因为在本实施例中残留多孔层 16 的一侧是光入射表面。

按照本发明, 在具有将形成于衬底上的半导体薄膜从衬底上剥离下来的步骤的半导体薄膜生产方法中, 可以将半导体薄膜从衬底上剥离下来而不使其损坏。并且, 由于不受沾污地保持衬底, 因而可提高



衬底再利用上的生产率。并且，当本发明的半导体薄膜生产方法被用于生产太阳能电池时，用简单的步骤就可生产具有柔软性的太阳能电池。

图 1

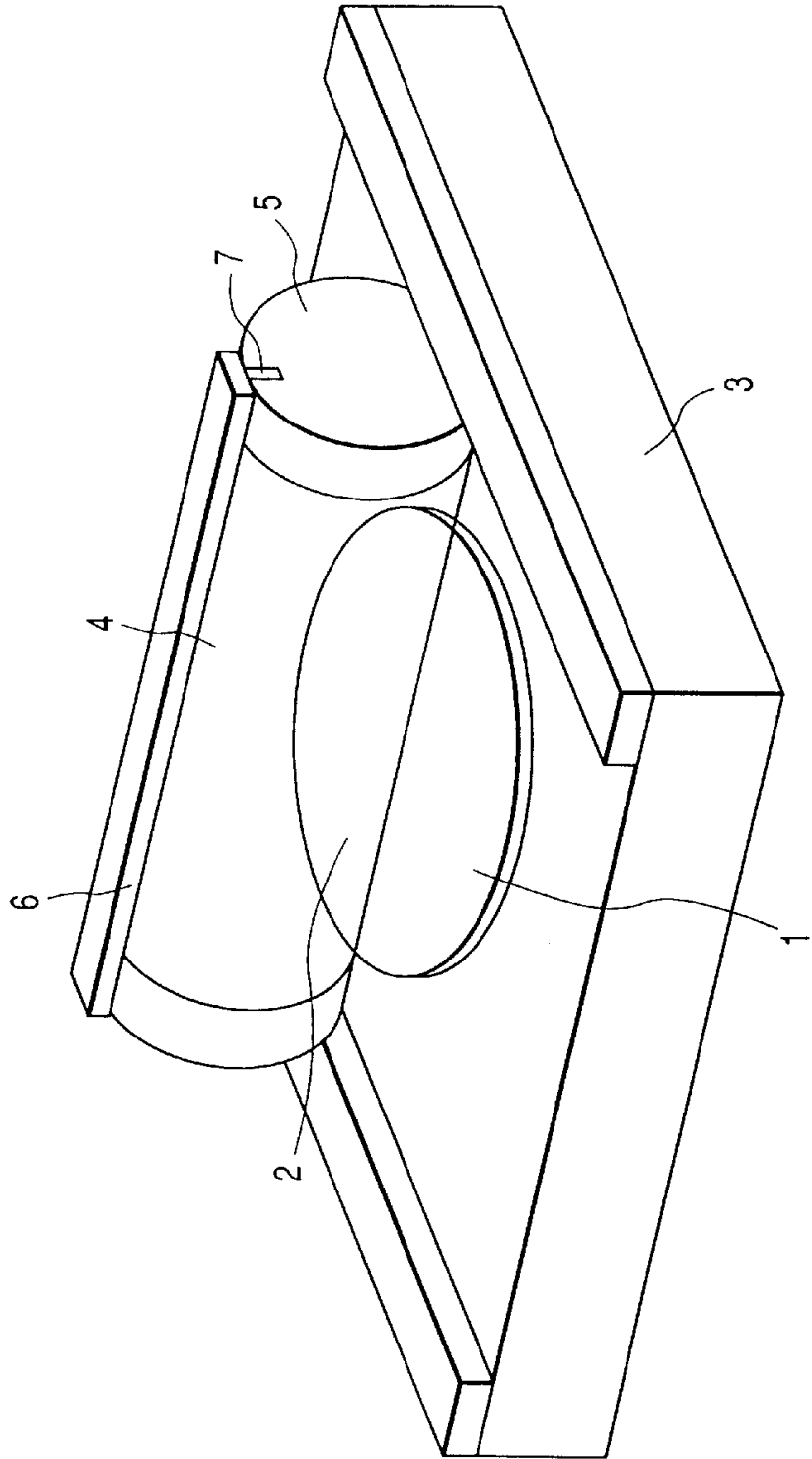


图 2A

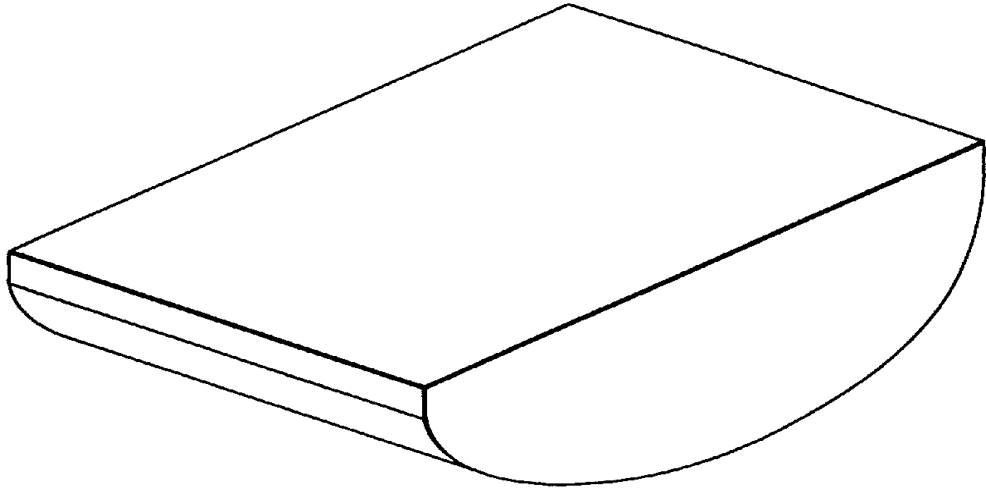


图 2B

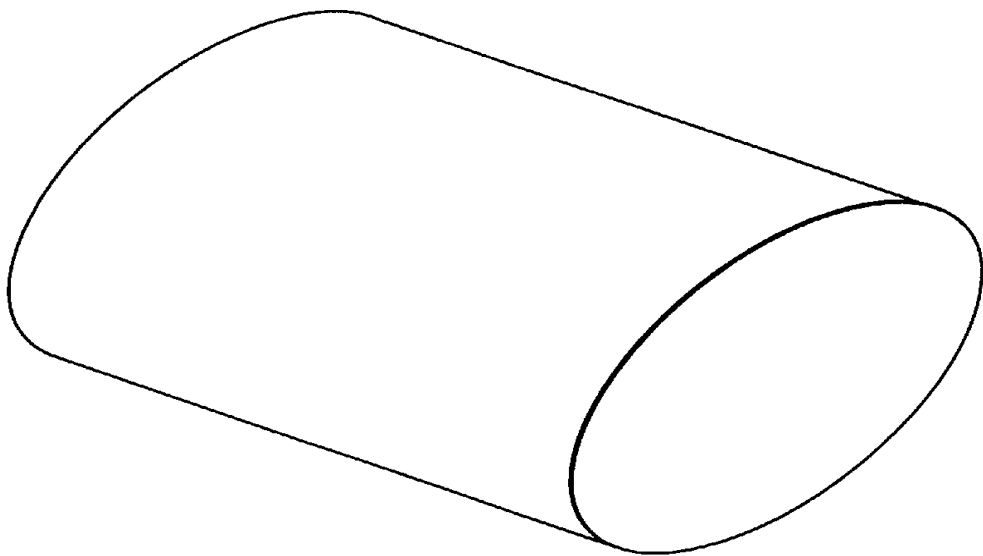


图 3A

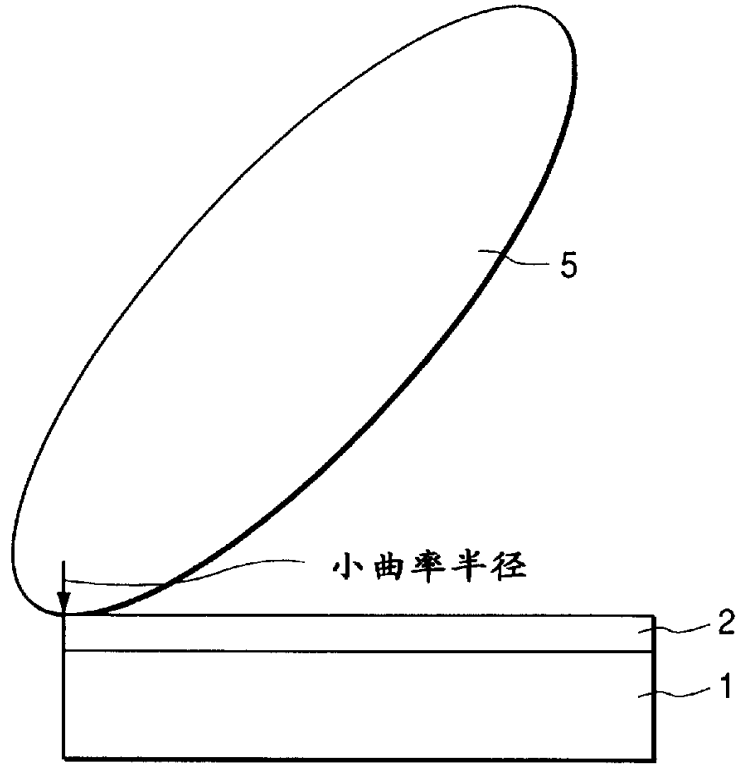


图 3B

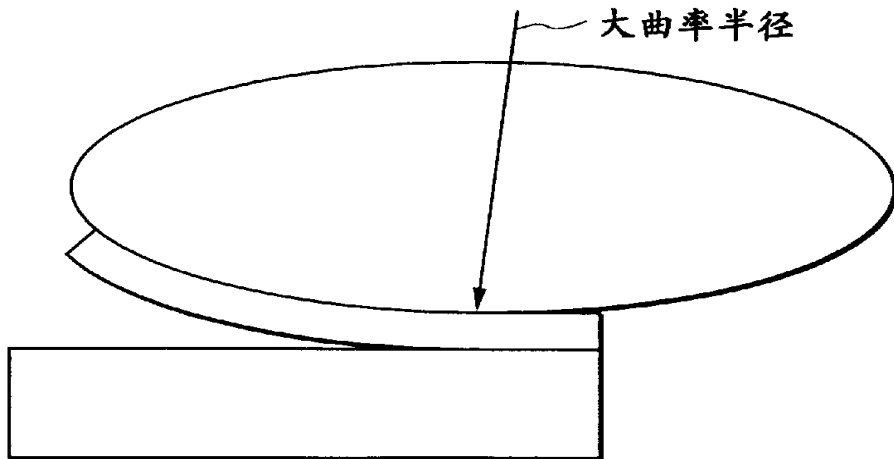


图 4

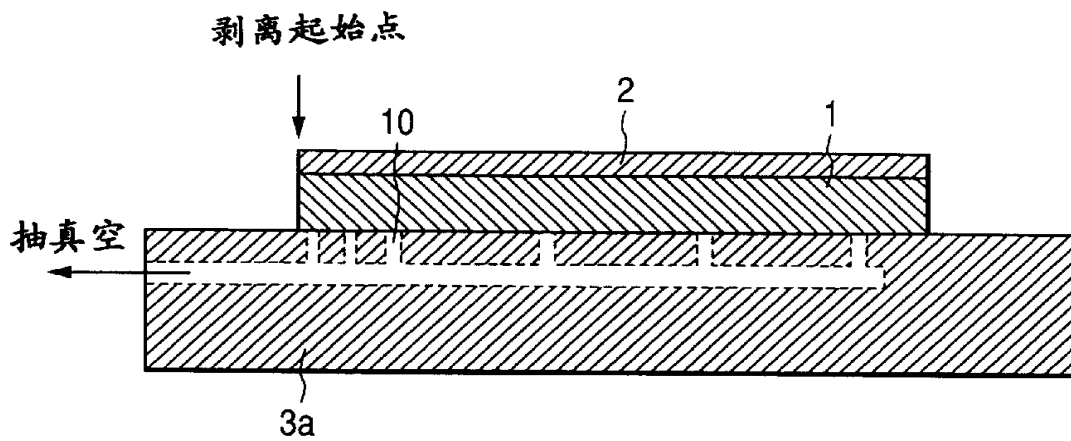


图 5

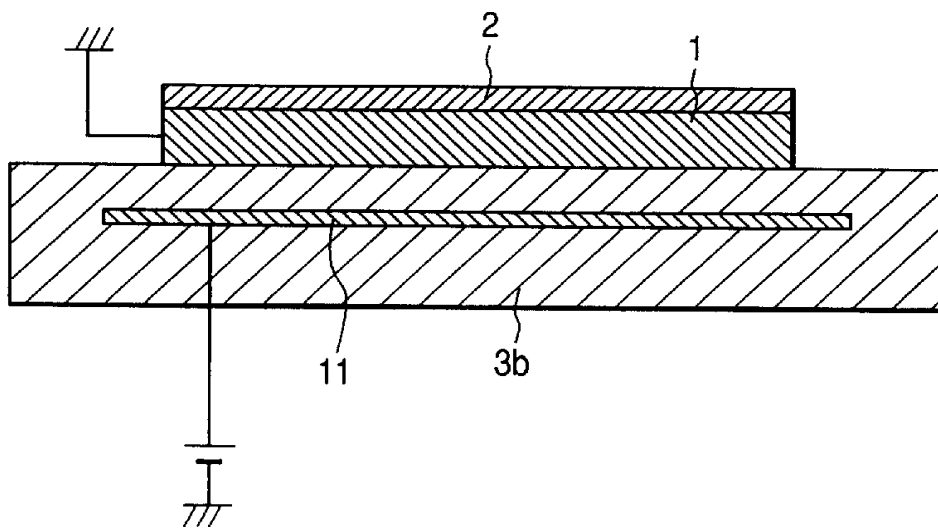


图 6

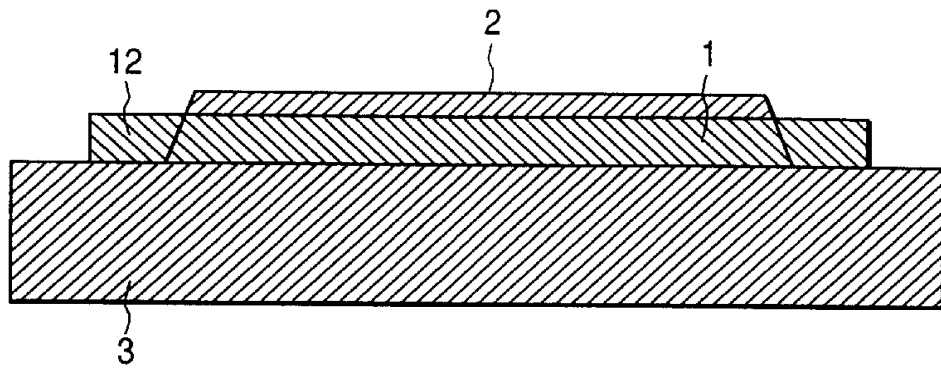


图 7

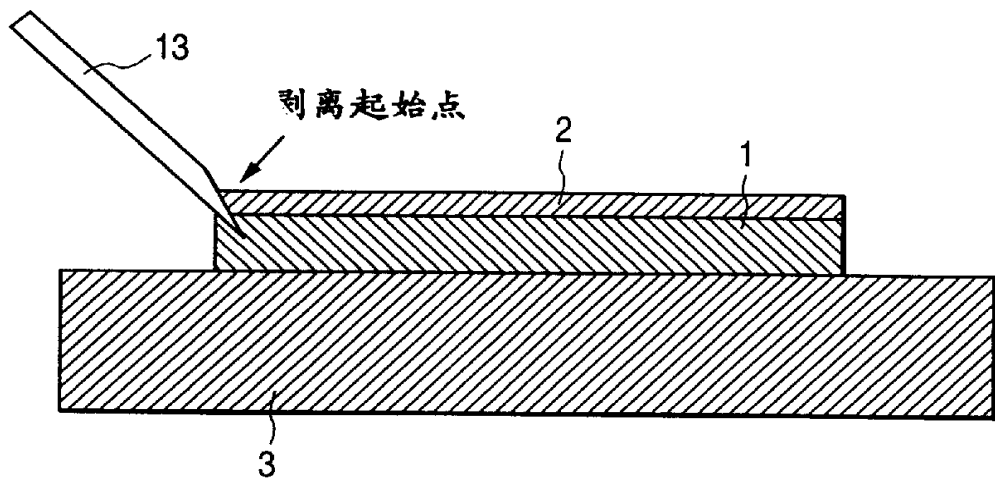


图 8

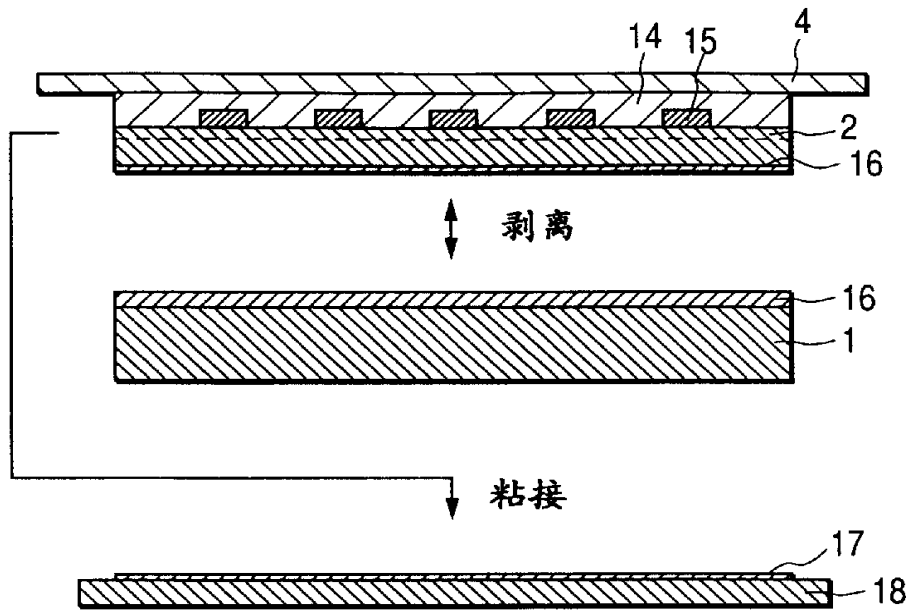


图 9

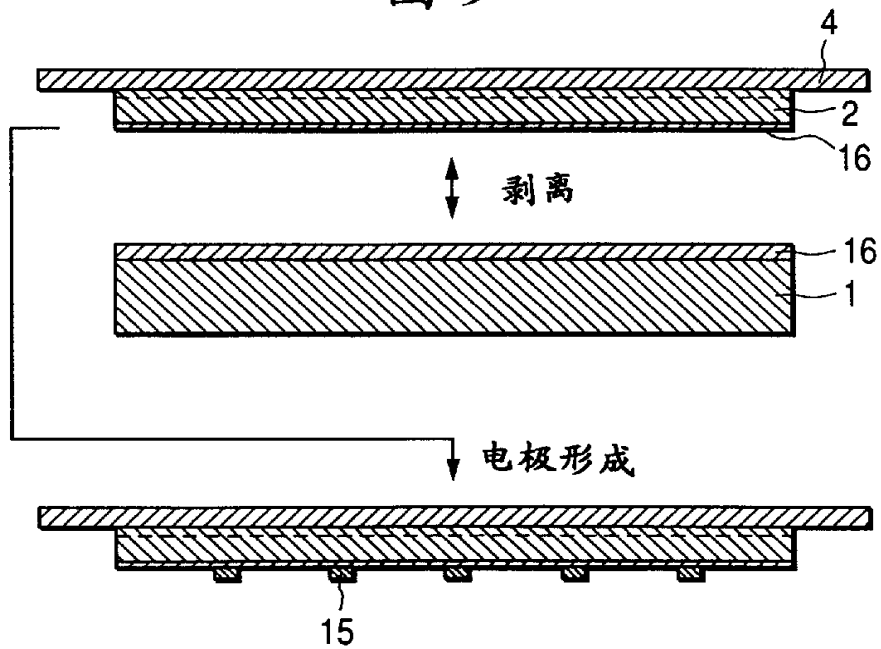


图 10A

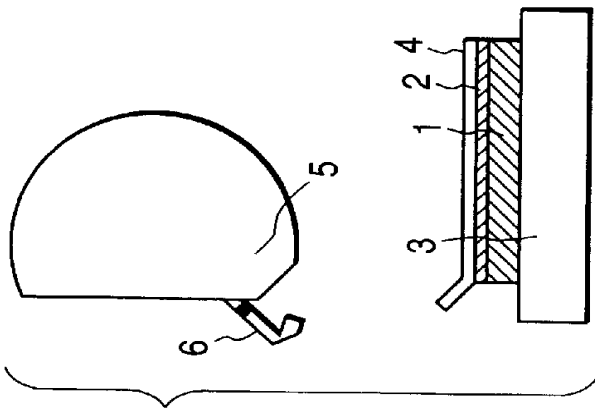


图 10B

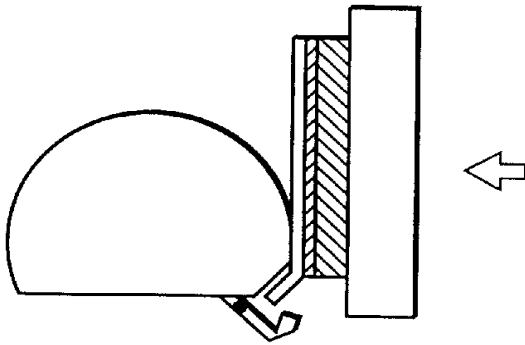


图 10C

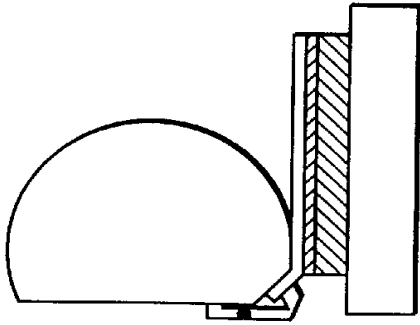


图 10D

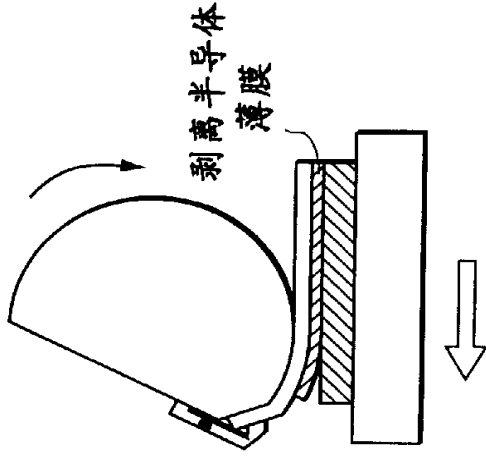


图 10E

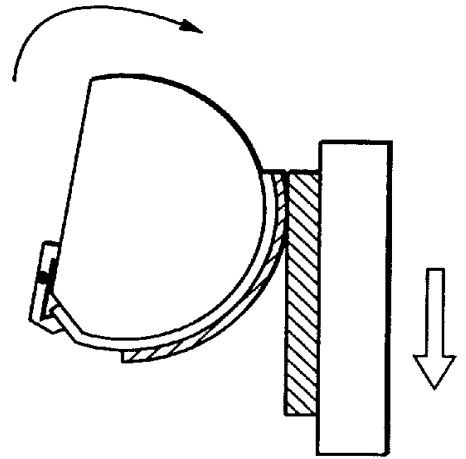


图 10F

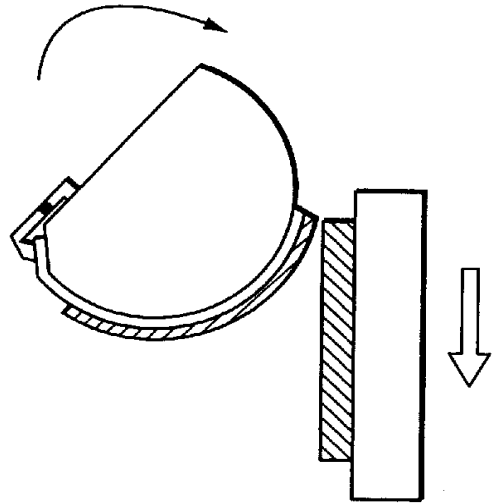


图 10G

