

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B29C 67/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580019045.2

[43] 公开日 2007年7月11日

[11] 公开号 CN 1997509A

[22] 申请日 2005.5.4

[21] 申请号 200580019045.2

[30] 优先权

[32] 2004.5.7 [33] DE [31] 102004022606.7

[32] 2004.5.7 [33] US [31] 60/569,001

[86] 国际申请 PCT/EP2005/004889 2005.5.4

[87] 国际公布 WO2005/110721 德 2005.11.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.11

[71] 申请人 想象科技有限公司

地址 德国格拉德贝克

[72] 发明人 A·施科尔尼克 H·约翰

A·埃尔-西布拉尼

[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 谢志刚

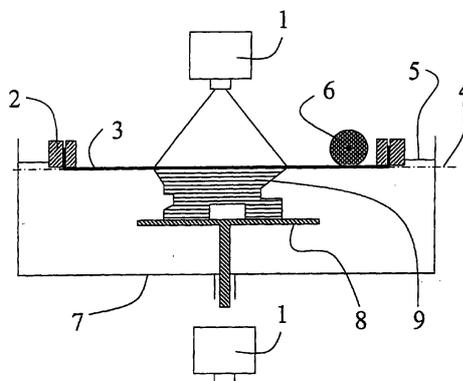
权利要求书5页 说明书8页 附图8页

[54] 发明名称

用于通过固化材料层与构造面的改善的分离
制造三维物体的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种用于通过使可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的方法和装置，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，并且自动地通过使最后固化的层与构造/基准面分离而得到对于随后层的材料涂覆，其中通过弹性膜构成构造/基准面。所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使液体材料的压力补偿膜的悬垂(形成弯月面)并且使膜底面在整个构造期间持久地与材料接触。



1. 一种用于通过使可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的方法，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上逐层地通过电磁辐射来使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化并且自动地通过使最后固化的层与构造/基准面分离而得到对于随后层的材料涂覆，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使液体材料的压力对膜的悬垂（形成负的弯月面）进行补偿，并且使膜底面在整个的构造期间持久地与材料接触。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，通过在膜顶面上以确定的高度水平移动或置入拉具或滑块或板，消除由于从下面顶压的材料引起的膜凸起拱曲（正的弯月面），并重新建立平面的或基本平面的构造/基准面。

3. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述拉具、滑块或板具有多个区段，它们可以向着构造/基准面那边偏转或翻转，其中各个区段最好绕一个公共的转轴或翻转轴且相互间朝向膜的方向平面平行地向基准面偏转，并且其中在各个区段上构成筋或隆起，并且通过顶压元件如辊在其上的滚动或移动，最好从转轴或翻转轴开始，各区段先后把膜顶压到构造/基准面上并由此挤压正的弯月面，并且由此再次建立平面的构造/基准面。

4. 如权利要求3所述的方法，其特征在于，在各区段上这样不同地构成筋或隆起，使得从内向外实现相继的顶压。

5. 如权利要求2至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述拉具、滑块或板，必要时其各区段，具有一种结构化的或打毛的底面，以避免在顶压时与膜粘附并且又保证各区段易于与膜表面分离。

6. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述拉具设计成辊并且以确定的高度在膜顶面上滚动。

7. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，所述框架

通过膜向上封闭所述槽并且液体材料总是浸润膜底面。

8. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，为了使膜与最后固化的层分离，使支承板包括固化的层以超过下一层厚的程度移离构造面，直到膜已完全与最后固化的层分离，并且接着使支承板包括固化的层以下一层厚（在构造/基准面与最后固化的层之间）的程度移回。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，为了使膜与最后固化的层分离，以确定的高度在膜顶面上置入且最好水平移动一具有一个或多个吸入孔的拉具或滑块或板，吸入孔至少沿着其底面设置，其中对吸入孔施加负压，该负压使膜从最后固化的层上拉离。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述拉具设计成辊，它在其圆周上配有吸入孔，并且所述辊以确定的高度在膜顶面上滚动，其中对吸入孔施加负压并且由此使膜沿着辊抬起或者从固化的材料层上拉离。

11. 一种用于通过使可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的方法，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，并且自动地通过使最后固化的层与构造/基准面分离而得到对于随后层的材料涂覆，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使膜底面在整个构造期间持久地与材料接触，以及，为了使膜与最后固化的层分离，以确定的高度在膜顶面上置入且最好水平移动一至少沿着底面具有一个或多个吸入孔的拉具或滑块或板，其中对吸入孔施加负压，该负压使膜从最后固化的层上拉离。

12. 一种用于通过使可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的方法，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，并且自动地通过使最后固化的层与构造/基准面分离而得到对于随后层的材料涂覆，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所

述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使膜底面在整个构造期间持久地与材料接触，以及，为了使膜平面化以便提供构造/基准面，在膜顶面上置入拉具或板，其中拉具或板具有多个区段，这些区段可以向着构造/基准面那边偏转或翻转，其中各个区段最好绕一个公共的转轴或翻转轴且相互间朝向膜的方向平面平行地向基准面偏转，并且其中在各个区段上构成筋或隆起，并且通过顶压元件如辊在其上的滚动或移动，最好从转轴或翻转轴开始，各区段先后，必要时对于确定的区段同时，把膜挤压到构造/基准面中并由此排挤正的弯月面，并且由此建立平面的构造/基准面。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，在各区段上这样不同地构成筋或隆起，使得从内向外实现相继的顶压。

14. 如权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述拉具、滑块或板，必要时其各区段，具有一结构化的或打毛的底面，以避免在顶压时与膜粘附，并且又保证各区段易于与膜表面分离。

15. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，仅仅通过膜而无透明玻璃或塑料板地实现所述构造/基准面的制备。

16. 一种用于通过使槽中可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的装置，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使液体材料的压力可以补偿膜的悬垂（形成弯月面）并且使膜底面在整个构造期间能够持久地与材料接触。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，该装置还具有拉具或滑块或板，它可以暂时地、即不持久地以确定的高度在位于三维物体的构造区之上的那个膜区段的顶面上水平地置入或水平地移动。

18. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述拉具设计成辊，并且能以确定的高度在膜顶面上水平滚动。

19. 如权利要求 16 至 18 中任一项所述的装置，其特征在于，该装置还具有一个抽吸器，通过它可以对负压施加到膜顶面上。

20. 如权利要求 19 结合权利要求 17 或 18 所述的装置，其特征在于，所述抽吸器与拉具、滑块或板底面上的一个或多个吸入孔连接。

21. 如权利要求 16 至 20 中任一项所述的装置，其特征在于，所述框架通过膜向上密封地封闭所述槽。

22. 如权利要求 16 至 21 中任一项所述的装置，其特征在于，所述框架与膜构成一个可更换的单元。

23. 一种用于通过使槽中可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的装置，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使膜底面能够在整个构造期间持久地与材料接触，并且为了使膜与最后固化的层分离，该装置包括下列部分：

- 一个拉具或滑块或辊或板，它沿着底面或者对于辊在其圆周上分布地具有一个或多个吸入孔，其中拉具或滑块或辊或板能够以确定的高度在位于三维物体的构造区上的那个膜区段的顶面上置入或水平地移动，

- 一个抽吸器，通过它可以对吸入孔施加负压。

24. 一种用于通过使槽中可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的装置，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，其中通过弹性膜构成构造/基准面，其特征在于，所述膜固定在一个框架里面，并且在具有液体材料的槽中这样调节该框架与膜的高度位置，使膜底面能够在整个构造期间持久地与材料接触，并且为了使膜在构造/基准面中平面化，该装置包括下列部分：

- 一个顶压元件例如辊或滑块，它能够以可调节的高度在位于三维物体的构造区上的那个膜区段的顶面上置入或最好水平地移动，

- 一个板或拉具，它具有多个区段，这些区段能够向着构造/基准面那边偏转或翻转，其中在各个区段上构成筋或隆起并且通过顶压元件在其上的滚动或滑动，使各区段先后，必要时对于确定的区段同时，顶压到膜上，并且由此可以建立平面的构造/基准面。

25. 如权利要求 24 所述的装置，其特征在于，所述区段能够绕公共的转或翻转轴并且相互间朝向膜的方向平面平行地偏转或翻转。

26. 如权利要求 24 或 25 所述的装置，其特征在于，所述筋或隆起在背离膜和面对顶压元件的侧面上构成，和/或板或拉具的各区段朝向膜具有结构化或打毛的底面。

27. 如权利要求 16 至 26 中任一项所述的装置，其特征在于，所述构造/基准面仅仅通过膜、而没有透明的玻璃板或塑料板和/或没有附加地涂覆到膜上的、可变形的覆层流体地构成。

28. 如权利要求 16 至 27 中任一项所述的装置，其特征在于，所述膜固定在框架里面，使得所述膜基本没有经受或只经受小的预应力。

用于通过固化材料层与构造面的 改善的分离制造三维物体的方法

技术领域

本发明涉及一种用于通过使可光聚合的塑料逐层固化来制造三维物体的方法和装置，借助于一个平面或基本平面的构造/基准面，在该构造/基准面上要逐层地通过电磁辐射使包含在液体材料中的可光聚合的塑料固化，其中通过弹性膜构成构造/基准面。

背景技术

在文献中给出不同的方法用于逐层地由光敏且尤其是光固化的聚合物或塑料构成三维物体，对此参见 Marshall Burns 的“制造业中的自动制作 - 改进生产率” (ISBN 0-13-119462-3)。

所述方法涉及三种变型，其中通过透明的基准面穿过所谓的“Contact Window” (接触窗) 12 有选择地照射要被产生的层并且在这个平面上聚合/固化。三种变型在图 8A-C 中示出。

为了使固化的材料层可以与接触窗/基准面分离，在专利文献 US5,171,490 (Efrem V. Fudim) 和 DE 41 25 534 A1 (EOS GmbH Electro Optical Systems) 中描述了用于借助于由柔性塑料制成的膜分离层的解决方案。

EP 0 484 086 A1 描述了分离膜在构造/基准面中的应用，它半透性地构成，以便相对于可变形的层混合体在一个方向可透过，但是相对于可光聚合的塑料在相反的方向不可透过。通过穿过不透明的层混合体，与固化层相比减小膜的粘附力。可变形的层混合体可以是玻璃、液体或凝胶，也可以是流体。将膜固定在框架里面。框架平移装置在相应层光固化以后实现框架与膜的平移运动。由于可变形的层混合体的固定和附加存在，使对半透明膜的负荷是高的。

在 EP 0 435 564 中以其它方式和在 EP 0 466 422 中，为了分离过

程需要透明板，由此使悬挂在板上方的膜置于拉应力下。

现有技术的缺陷

在通过激光或掩膜以不同变形的表面结构直接在透明基准面的与辐射源对置的侧面上选择地照射时，树脂与这个基准面直接接触聚合。问题是，在其表面结构中不同构成的层这样与透明基准面分离，使得该层保留在事先产生的层上，并且由于分离力，不仅已经存在的层而且已经产生的物体部分不变形甚至完全损坏或者撕裂，并最终使层对层形成的物体通过整个构造处理保持粘附在支承板上。

在使用分离膜时利用所谓的剥离效应，即，使膜通过分离过程完全地从固化的聚合层上剥下来，由此由于力矢量分解而减小在Z向上的分离力。

如果膜作为用于透明基准面、如玻璃或塑料板的分离层，在膜与板局部接触时可能导致形成牛顿环或者夹杂气泡，它们可能对掩膜在构造面中的光学成像产生不利影响和假象。

在上述专利的大多数情况下，为了分离固化层并为了重新材料涂覆，使膜移动、分离或滚动。这要求加大膜的应力并由此降低耐用度。此外使用附加的机械驱动的部件或可变形的覆层流体，这易于出现故障。

如果膜没有实心的基准板作为支承面，在各种情况下尽管高的预应力也使膜悬垂，由此不再保证平面的构造面。当可变形的覆层流体与半透明膜组合时，这种效应更加强化。如果选择没有通过实心基准板支承的基本平面的膜布置并且附加地例如通过覆层流体加载，则膜略微过应力并进一步降低耐用度，尤其是使用薄的膜时。

发明内容

因此本发明的目的是，提供上述形式的方法和装置，其中改善作为构造面或基准面的膜与固化的材料层的分离过程。可以有利的方不不使用实心基准板地实现固化，但是通过膜提供一个平面的或接近平面的构造/基准面。

这个目的通过具有权利要求 1、11 或 12 特征的方法并通过具有权

利要求 16、23 或 24 特征的装置得以实现。按照本发明的方法或按照本发明的装置的优选扩展结构在权利要求中给出。

通过按照本发明的解决方案并通过优选的改进方案消除现有技术的缺陷，并且可以实现下面描述的优点：

a) 对于光学成像不产生或产生最小的干扰，即，减少从一种介质到另一种介质（具有不同厚度）的光学过渡次数。

b) 使对最后固化的层并由此对模型的分离力最小化。

c) 为了涂覆新材料层无需使用附加的装置或附加的方法。

d) 分离方法不受到固化表面尺寸的限制。

e) 可以不使用实心的基准板地在平面的或接近平面的构造/基准面上固化。

f) 机械驱动部件的使用可以降低到最少。

膜形式的分离层同时作为平面或接近平面的基准/构造面。作为分离层的材料使用弹性的、透明/半透明的材料如硅酮或其它橡胶类型。膜最好是既不透明也不半透明，和/或膜不用可变形的覆层流体覆层。

所述膜固定在一个框架里面并且经受可调节的、用于固定膜所必需的预应力下。该膜框架犹如悬浮在光敏聚合物上并因此与光敏聚合物持久接触。在构造处理期间也保持膜底面与含有光敏聚合物的材料持久接触，而与含有光敏聚合物的材料状态无关。尤其在分离过程期间也保持形成接触，由此在分离过程期间可以使新鲜的液体材料从侧面流入。通过使膜处于基本没有或非常微小的预应力下，不考虑膜材料的塑性变形或蠕变，这又显示出高的膜耐用度。通过液体槽中的压力补偿由于基本没有或只微小的与预应力引起的膜悬垂。本发明的上述优点特别有效地实现，通过组合地建立关于 (i) 在固定于框架中的膜预应力和 (ii) 框架和与此相关膜在液体槽中的高度位置的条件，尤其是这样使膜处于基本没有或只微小的预应力下同时使液体槽中的压力负责补偿膜悬垂，即防止形成负的弯月面，无需其它膜支承如板。如果构造/基准面仅仅通过膜而没有通过必要时透明的玻璃或塑料板支承地构成，则是特别有利的。

因为按照本发明可以省去附加透明的玻璃或塑料板形式的基准面，在构造或照射处理期间可以消除由于牛顿环或夹杂的空气泡引起的光学故障，它们可能在膜与基准面之间接触时产生。

所述膜框架这样定位到光敏聚合物槽里面并且以这样的高度调整或下降，使得在静止状态，通过含有可光聚合塑料的液体材料相对于膜的压力来补偿膜“悬垂”(负的弯月面)。顶压可以主要通过液体压力或液体静压力形成。

所述膜可以在分离过程期间弹性变形，由此在固化的层上引起所谓的“剥离”或“分离”过程。通过分离层的弹性变形或者通过剥离过程产生分离力矢量的偏移/矢量分解，它使分离过程显著容易。

可以根据对于分离过程所使用的光敏聚合物选择膜材料或使膜材料最优化。

例如通过使用 FEP 膜、PTFE 膜或 PFA 膜可以实现附加的“抗粘附”效应和易于抑制丙烯酸系时的自由基聚合。

在损伤或用坏时可以毫无问题地更换膜。

附图说明

下面示例地且不受其局限地借助于附图详细描述本发明。附图中：

图 1 简示出按照本发明的优选实施例的方法和装置的基本结构(横截面图)，

图 2 至图 6 简示出按照本发明的优选实施例的用于制造三维物体的方法过程的不同步骤，

图 7 以立体图简示出使膜与最后固化的聚合层分离的优选形式，

图 8 简示出传统的制造三维物体的三种方案，

图 9 至 15 示出按照本发明的另一方面的实施例，其中在前面的层固化后再使构造/基准面抹平。

具体实施方式

在图 1 中的结构以截面图简示出按照本发明的装置的实施例，用于以光固化为基础借助于投射单元 1 通过激光或掩膜照射的快速原型

法 (Prototyping), 其中含有光敏聚合物 (可光聚合的塑料) 的液体材料以表面水平 5 在投射单元下面位于槽 7 里面。液体的或至少可流动的材料可以通过液体光敏聚合物本身、或者通过光敏聚合物与载体材料的混合或溶液构成。一个支承板 8 位于槽中并因此在液体材料内部, 该支承板可以在垂直方向移动。在材料表面高度上安置一个框架 2, 在其中固定膜 3。该膜 3 以一个必需的预应力固定在框架里面并且框架从其高度上可这样定位或下降到材料里面, 使得液体材料的压力可以补偿膜的“悬垂”, 由此产生接近平面的构造面。由此在所述的装置中可以省去用于保证平面构造面 4 (膜的支承面) 的透明玻璃或塑料板形式的透明基准面。因此所述膜与 (根据液体的、在固化的或已固化的) 光敏聚合物状态无关地处于与光敏聚合物持久地接触。

对于第一层, 支承板 8 这样多地移动到材料表面下面, 使得通过照射单元选择性照射光敏聚合物的深度固化来保证第一层在支承板顶面上的可靠粘附。在此, 光能从上面直接通过膜加入到光敏聚合物里面。照射可以借助投射单元, 例如以 DLP[®]/DMD[®]为基础, 选择性地通过激光或通过掩膜照射来实现。

由于电磁辐射透穿膜的辐射, 在层固化以后使该层不仅粘附在支承板上而且粘附在膜底面上。如同在图 2 中借助于具有多层的物体分离所示的那样, 在支承板下降时最下面的固化的层保持粘附在支承板上。通过剥离过程使膜与最后固化的层脱离。也可以选择通过下面的手段或措施 a) 至 c) 支持膜与固化层的完全分离:

a) 所述支承板包括固化的层以超出下面要固化的层的程度移离构造面。在此, 不改变框架与膜的位置。在固化层与膜完全分离以后使支承板与固化的层以下面要固化的层 (在构造面 5 与最后固化的层 9 之间) 的程度移回。

b) 在支承板与固化的层以下一个要被固化的层的程度移离构造面以后, 框架与膜可以平移和/或旋转地在构造面中或从构造面移离固化层, 并再次被置入原始位置。

c) 例如以滑块、拉具 (Streifer) 或辊形式构成的、并且在指向

膜的底面上配有至少一个吸入孔的、产生负压的元件与膜顶面接触。这一点例如通过在图7中简示的“真空辊”实现，它在其圆周上配有吸入孔并且通过导管与用于产生负压的抽吸器连接。所述辊在膜顶面上滚动，其中负压被施加到吸入孔上并且由此使膜沿着辊抬起或与固化的材料层剥离。这种方法的优点是，支承板与已经产生的层只需以下一层厚的程度向下移动。为了使膜变平，以便去除膜的凸起拱曲（正的弯月面），代替辊也可以使用拉具、滑块或板。用于整平的那个装置可以对于整平过程从辐射的工作区以外的一个位置配合于整平时刻加入到被辐射的工作区。也可以选择使那个装置位于辐射的工作区内部的所有时间并且在整平期间与膜接触，其中在这种情况下应该透明地构成用于整平的装置。

因为在固化材料的侧面，膜还与含有光敏聚合物的液体材料接触，因此通过膜与固化层的分离过程自动地使新鲜的液体材料流进最后固化的层与膜之间的中间空间（见图3）。

通过上述分离过程和不同部件如构造板模、膜框架的再定位，对于接着的下一层的固化过程，可能使膜如图4所示通过加入的光敏聚合物向上拱曲（凸起）。为了消除这样产生的正的弯月面并且再次保证接近平面的构造面，通过沿着膜顶面移动的辊使多余材料从最后固化的层与膜之间的缝隙中挤出去（见图5）。如果在装置中使用如图7所示的“真空辊”，它此前支持膜与固化层的分离，则可以在这个挤压多余材料的步骤中按照图5断开负压。

在自动地按照所述分离通过在膜与最后固化的层之间建立配合的缝隙来产生材料涂覆以后，接着使下一层固化并且重复与其衔接的分离过程（见图6）。这样长时间地重复整个过程，直到完全逐层地建立三维物体。

在图9至15中示出按照本发明的另一方面的可选择且特别优选的实施例，其中在前面的层固化以后再整平构造/基准面。这个实施例可以代替在图5至7中所示的实施例实施。相同的标记符号表示对应的元件和装置。在图9至15中未示出投射单元1。

图 9 示出在物体 9 的最后照射的层分离以后的初始状态；膜 3 位于任意的或不确定的位置。具有多个区段（见图 14；标记符号 11a，1 至 4 从中间向外）的顶压板或刮除器（Abstreifer）11 位于静止位置，例如向上翻开。

一个筋或一个上升的隆起（在图 14 中以在上部的区段面上的长矩形表示，其中通过黑色表示筋或隆起的最大高度）向着辊 6 那侧位于每个单个区段上，该筋或隆起按每个区段以相对于转轴（在图 15 右侧）的不同的距离安置或者以该隆起开始。

如图 10 所示，通过定位物体（向上移动），为了照射下一层，可以通过包含的容积形成一个凸起的拱曲 10（正的弯月面），因此通过膜不再保证平面的构造/基准面。为了再建立这个构造/基准面，如图 11 所示，使具有 1 至 4 的区段 11、11a 一起向下翻转并且靠放在凸起拱曲的膜 10 上。为了顶压各区段，现在从转轴开始置入顶压辊 6。如果通过每个区段的不同的、在辊的滚动方向上（见箭头）错置的筋或隆起的结构，开始在时间上错开地顶压各区段（图 12），由此把膜压回到构造/基准面中并且逐渐挤出位于膜下面的多余材料。如图 12 所示，当转轴与筋或隆起的距离对于中间区段 11a（第 1）是最小的并且这个距离对于向外的区段（第 2 至第 4）增加时，这个过程最有效，由此通过所述辊 6 的顶压，以中间区段 11a 开始从内向外实现顶压和材料挤出过程。但是也可以实现其它形式的筋或隆起布置，由此实现相应的顶压序列。

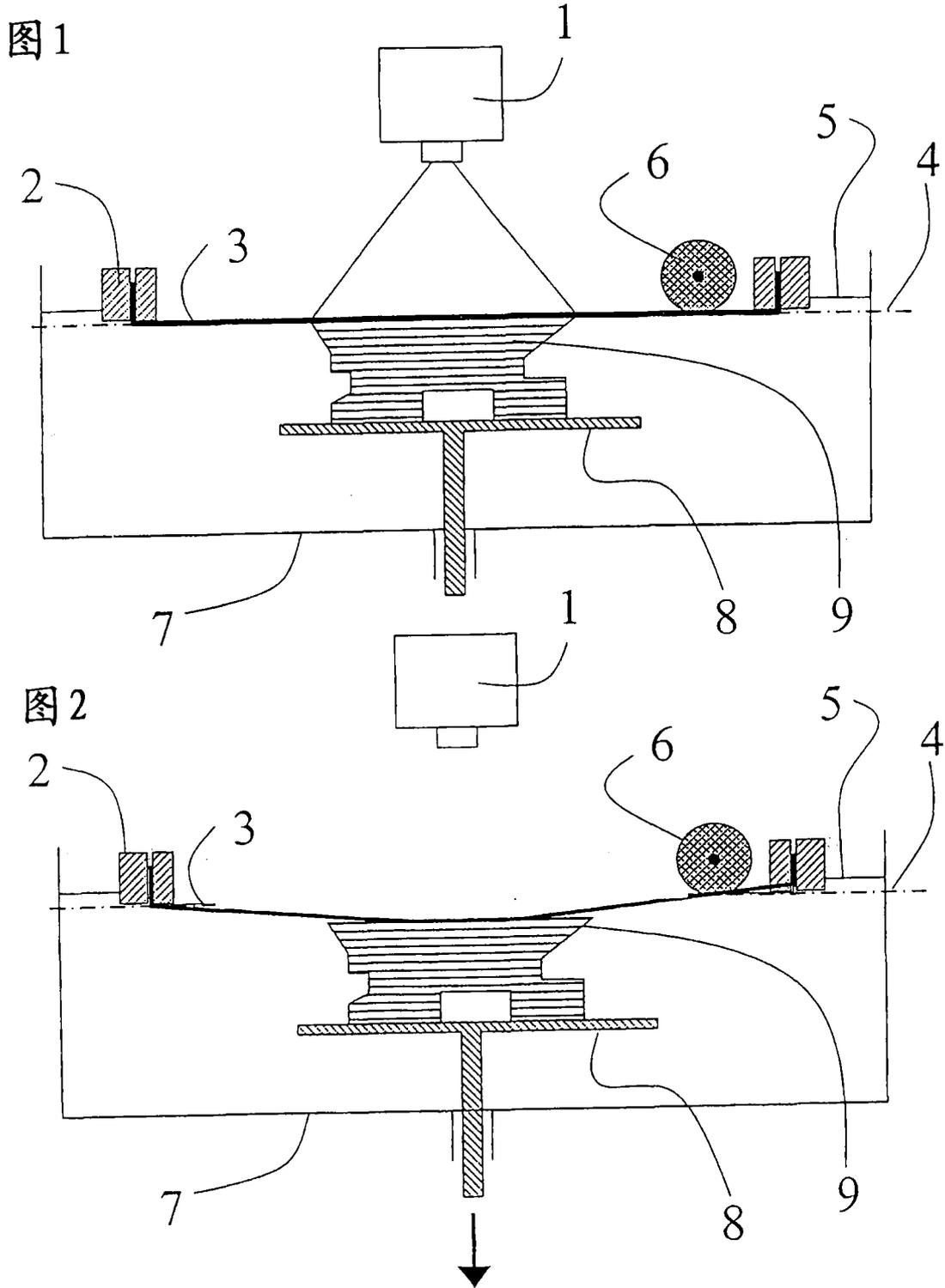
图 13 示出辊 6 的最终位置，在该位置，板的所有区段并由此也使膜位于构造面/或基准面中。

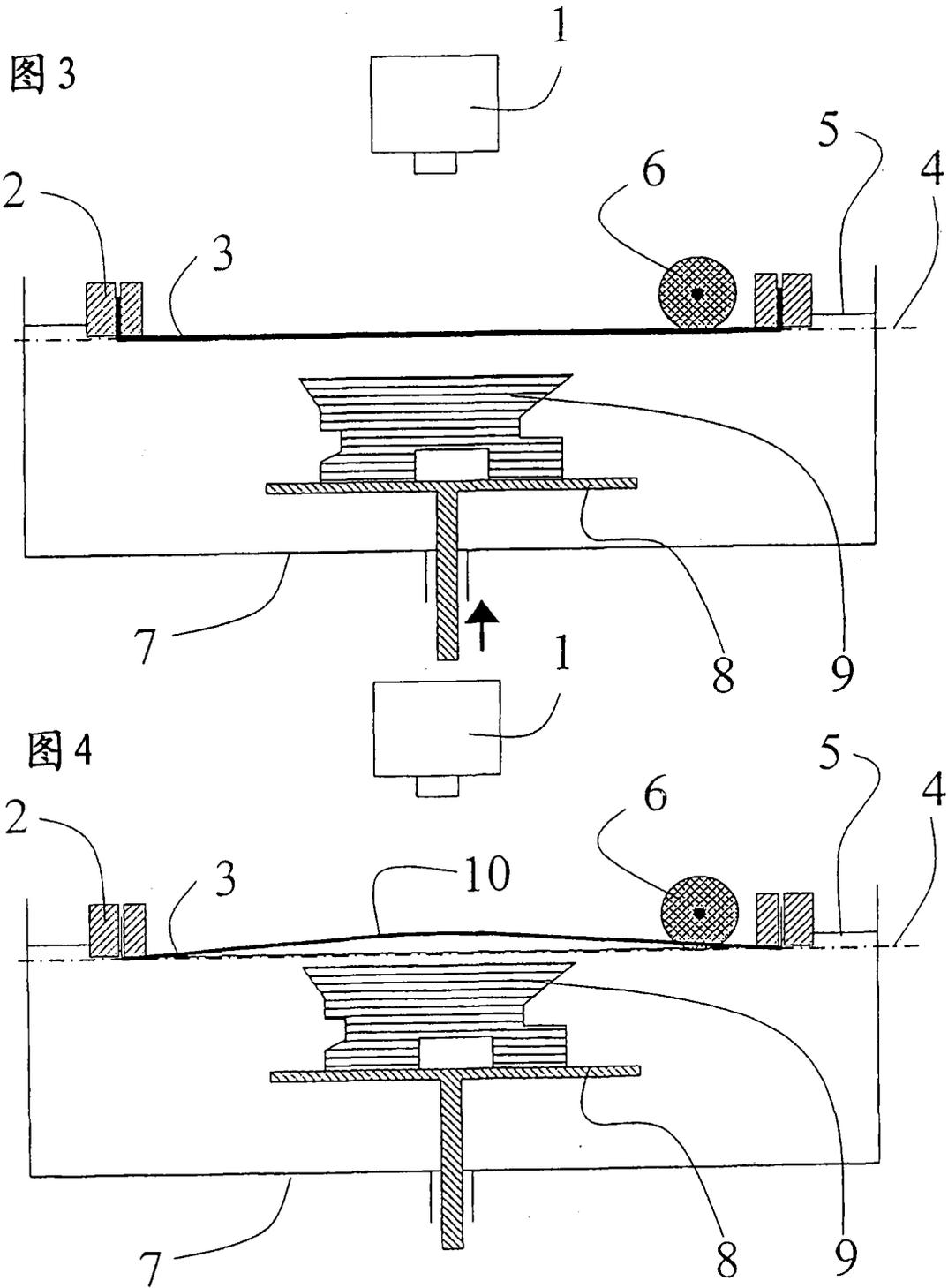
图 14 以俯视图示出各区段与其筋的可能的实施例。

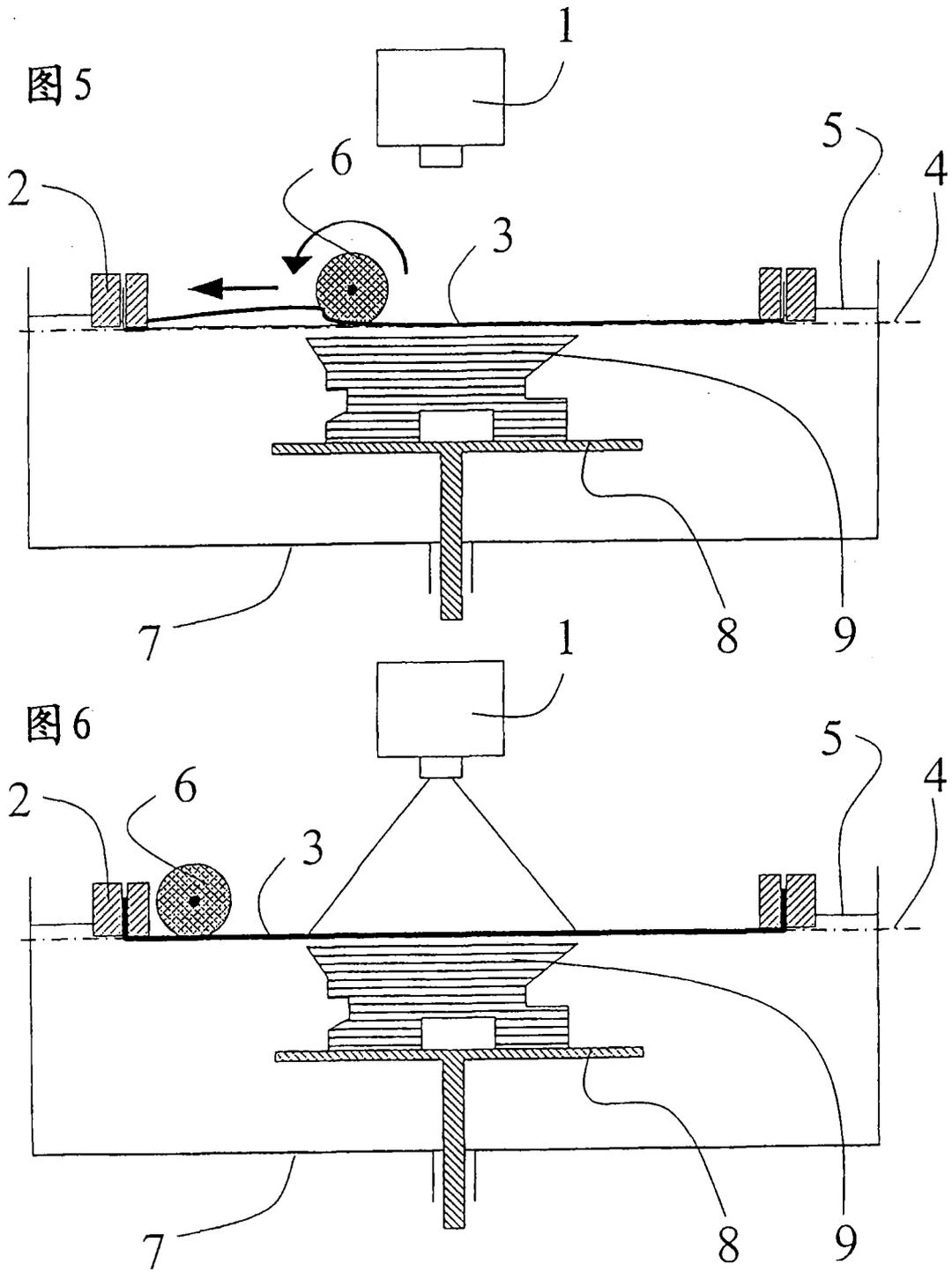
为了避免板区段 11、11a，第 1 至第 4，粘附在膜 3 上，并且能够更容易地使各区段 11、11a，第 1 至第 4，与膜 3 分离（即，各区段向上偏转到静止位置），而不改变膜的平面化的位置，板区段的底面最好打毛或结构化（形成构造），如图 15 以标记符号 12 所示的那样。在图 9 - 14 中筋或隆起在纵向轮廓上均匀地升高或（如图 14 以黑色表示的

那样)以相同的高度构成。但是它们也可以被中断或者以波浪形或以其它适合的形状构成,以改边对在膜的顶压作用。

优选实施例的上述描述仅仅示例性地用于解释;在本发明的范围内可以实现上述特征和优点的任意变型和组合。







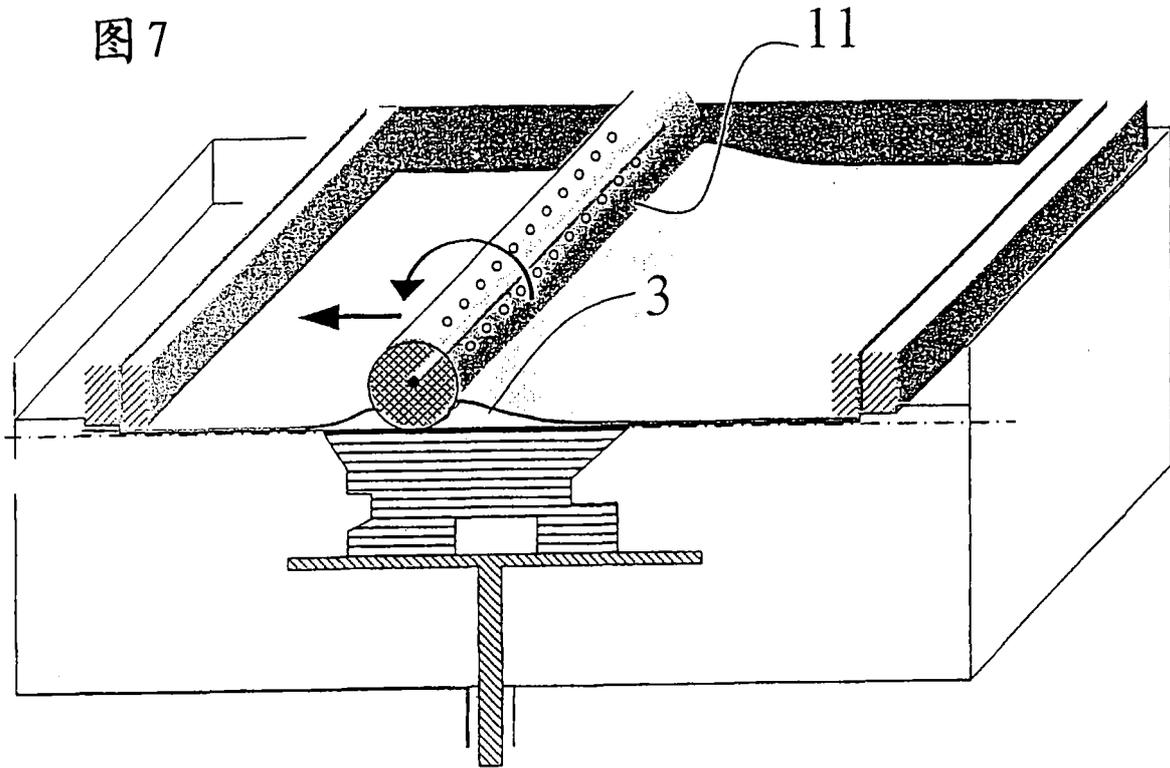
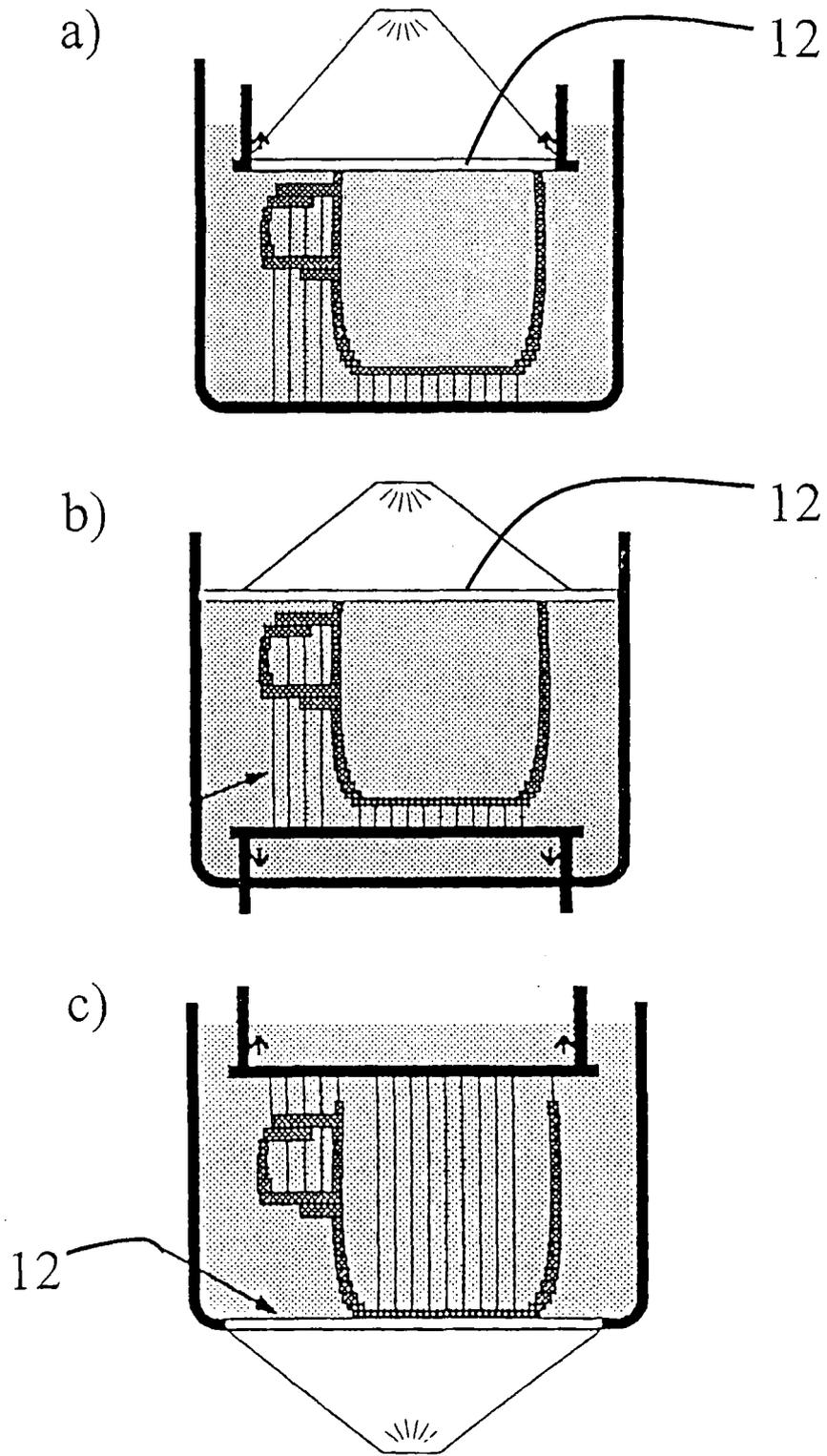


图8



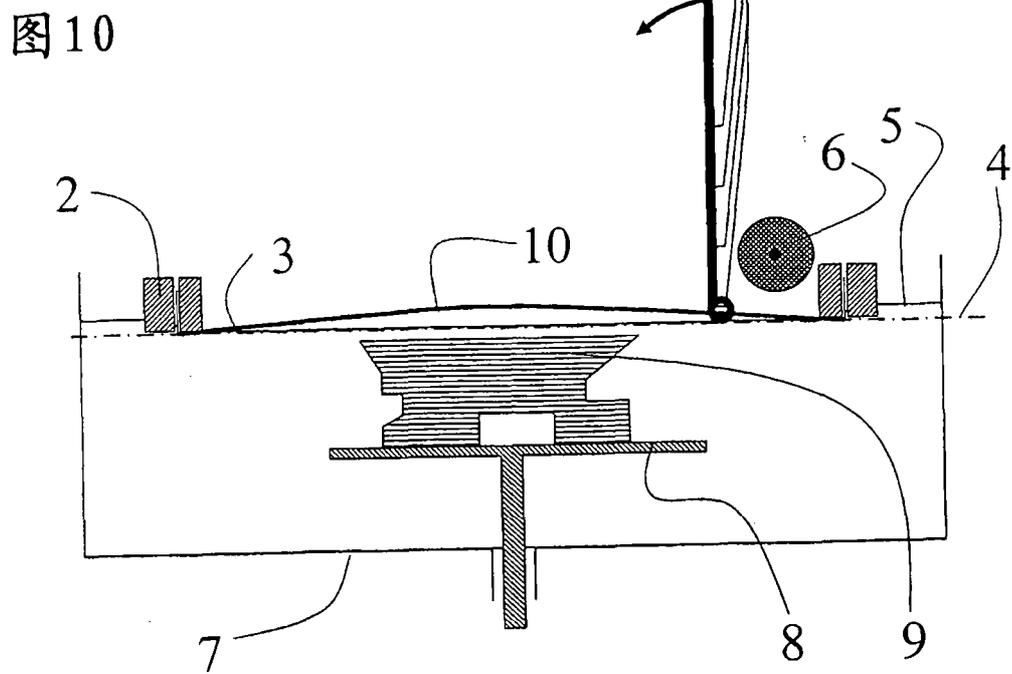
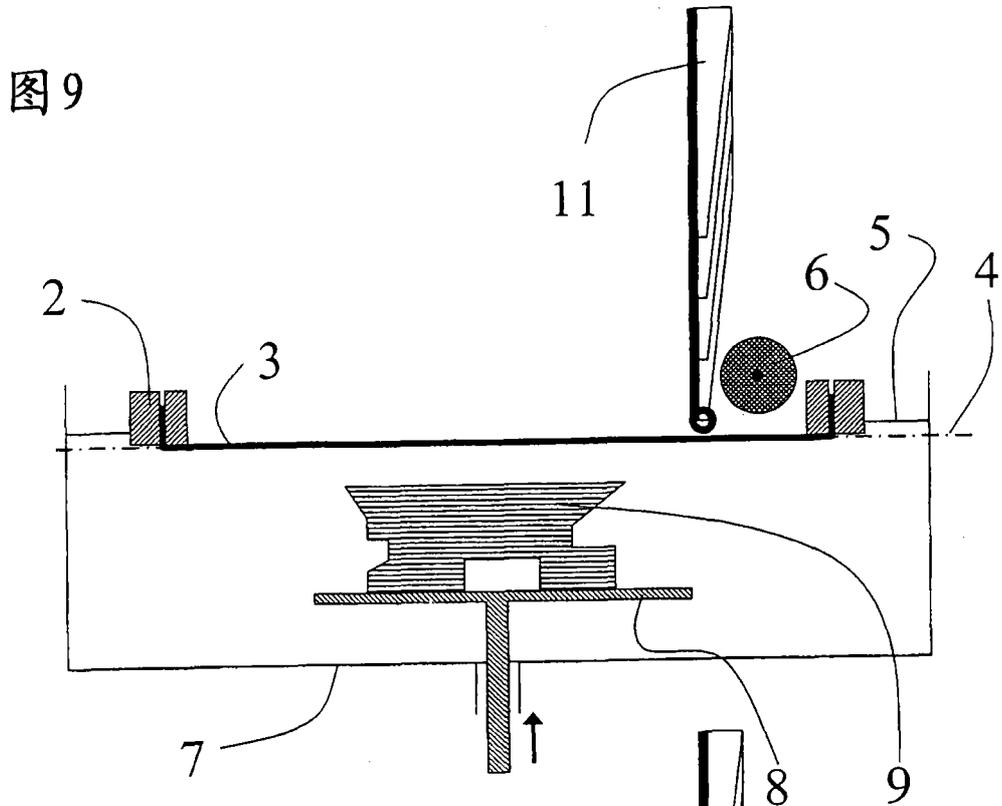


图 11

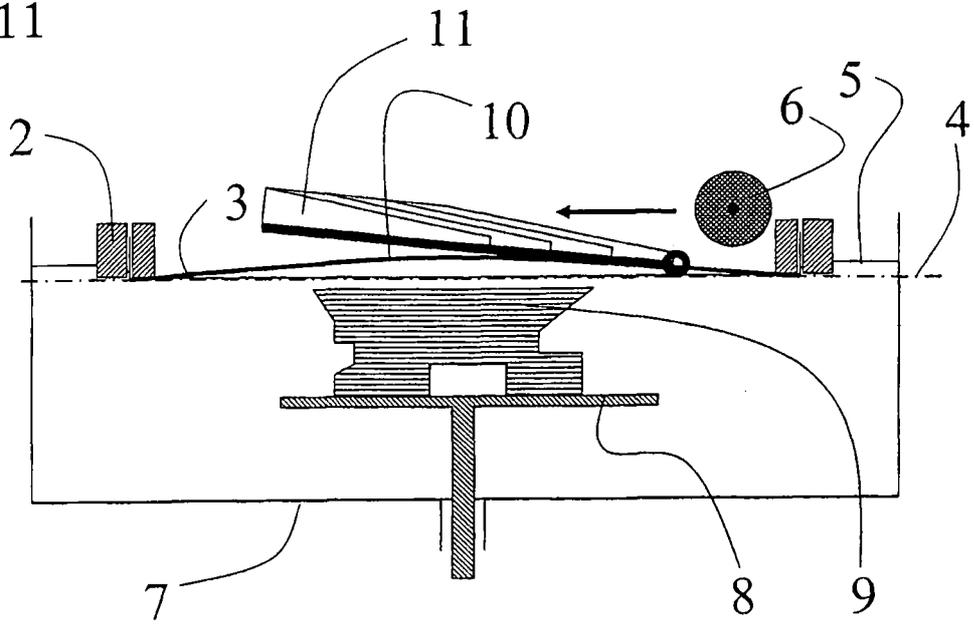


图 12

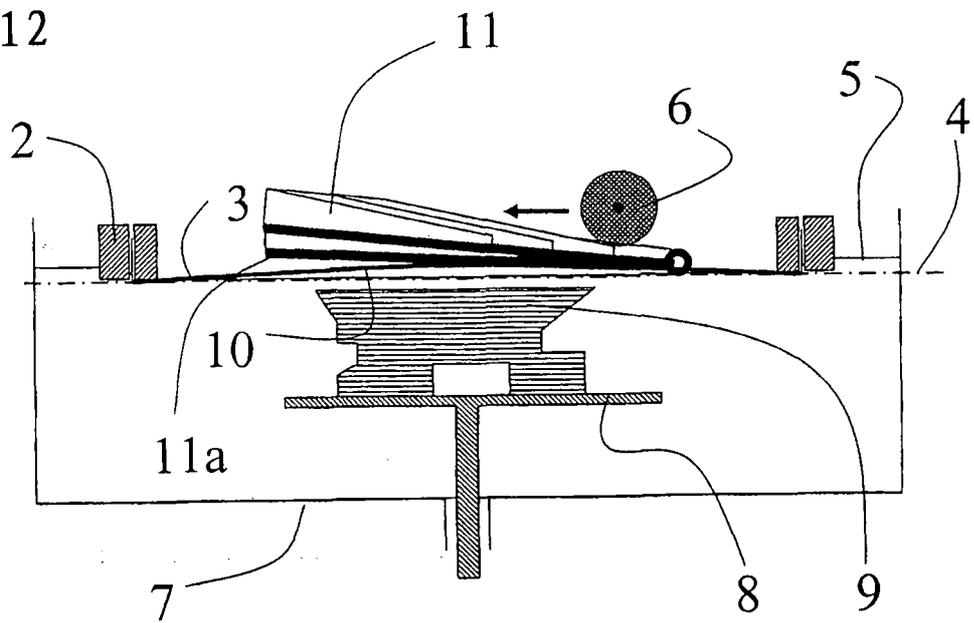


图13

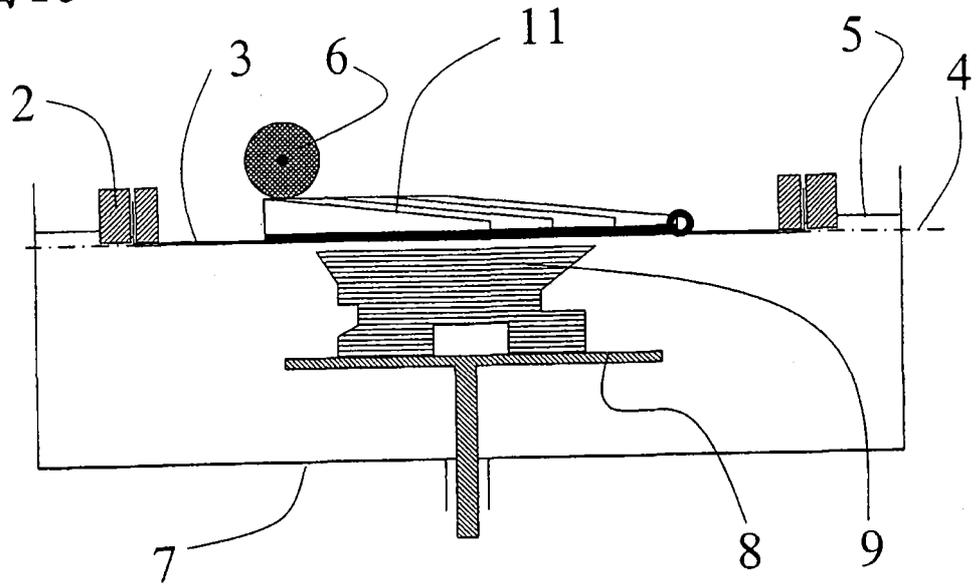


图14

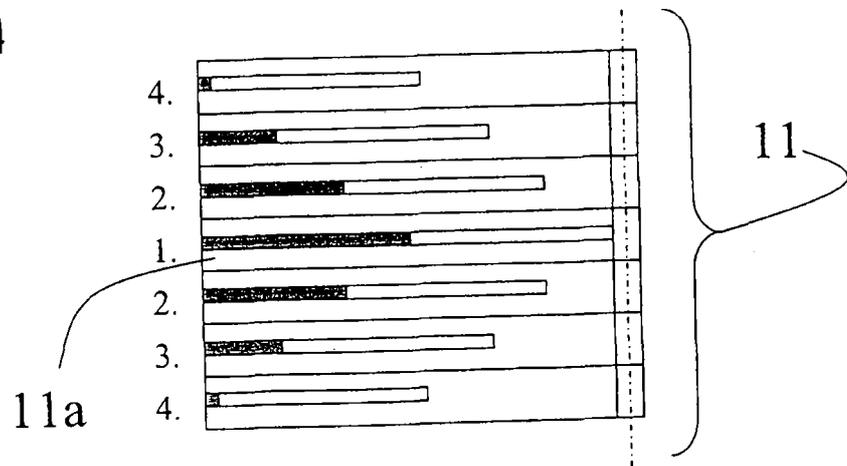


图15

