

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G03C 9/08

G03F 7/16

B29C 39/42

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 91101341.5

[45]授权公告日 1999年11月10日

[11]授权公告号 CN 1046355C

[22]申请日 91.3.1 [24]颁证日 99.8.14

[21]申请号 91101341.5

[30]优先权

[32]90.3.1 [33]US[31]488,095

[73]专利权人 帝人制机株式会社

地址 日本大阪府大阪市

[72]发明人 布赖恩·G·查普曼

克里斯蒂安·H·克劳森

丹尼尔·J·米基什

埃夫斯塔西奥斯·瓦西利乌

审查员 张华辰

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

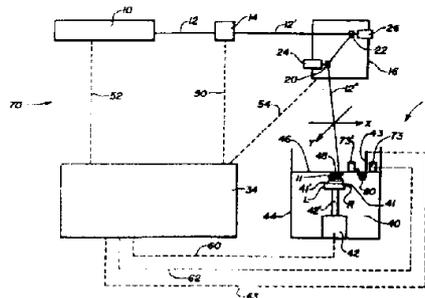
代理人 林长安

权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图页数 7 页

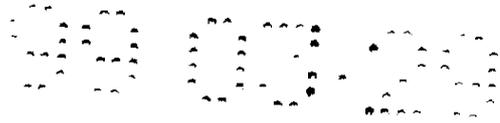
[54]发明名称 具有涂层台的立体成象装置和方法

[57]摘要

一种固体仿形成象和一种采用有选择地一层一层地光化辐射照射液态可光致成形成组合物以从物体的多重横截面制造整体的三维物体的方法。该装置包括盛装组合物的容器,组合物具有自由表面,在离开平台的预定位置降下和升起配置器使部分组合物输送到自由表面上方,刮刀装置与该组合物接触并输送该组合物至平台上方形成大致均匀的一层组合物。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种采用光化辐射有选择地一层一层地辐照液态可光致成形组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)来制造整体的三维物体的装置, 所述装置包括:

一个容器(44;2344), 所述组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)装在容器内, 使之具有一自由表面(46;2346),

一个可移动的平台(41;2341)安置在容器(44;2344)内所述自由表面(46;2346)下方, 其特征在于, 所述装置包括:

一配置器(43;743;1043;1143;1243;1343;1443;1643;1743;1843;1943;2043;2143;2243, 2243';2343), 其宜沉浸于所述自由表面(46;2346)之下, 并直接地将部分所述组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)输送到所述自由表面(46;2346)的上方,

安装到所述配置器(43;743;1043;1143;1243;1343;1443;1643;1743;1843;1943;2043;2143;2243, 2243';2343)上用以将所述配置器降下和升起到所述平台(41;2341)旁边的预定位置的装置, 以及

包括一用以与输送到所述自由表面(46;2346)上方的组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)接触的刮刀(73, 73';773;1073;1173;1273;1373;1573;1673;1773;1873;1973;2073;2173, 2173';2273, 2273';2373, 2373')并使之在所述平台(41;2341)上方移动以形成一层所述组合物层(48)的铺层装置。

2. 如权利要求1所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(43)包括在底部具有一条缝(80)的槽。

3. 如权利要求2所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(43)还包括一个控制通过所述缝(80)的组合物的流动的阀(82)。



4. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(743)包括一铰接到一个铰链(775)上的槽。

5. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(1143)包括若干在其一端连接的平行的板。

6. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器包括由两根销钉(888;888')铰接以形成 V 形口袋的两块板(885;886)。

7. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(1043)由一块单板组成。

8. 权利要求 7 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述板具有沿其一侧安置的若干口袋(1384), 每个口袋的底部都有一个孔(1385)。

9. 如权利要求 7 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(1443)还包括一块用于从所述板上刮掉所述组合物的滑动片(1492;1492')。

10. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置装置(1643)结合成所述刮刀(1673)的一个部分。

11. 如权利要求 10 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器(1643)包括一个连接到所述刮刀(1673)的一侧的槽, 所述槽具有一条设置在其底部的缝, 所述缝与所述刮刀的底部一起形成一个配置尖端。

12. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述配置器包括一块安置在所述组合物内的板(2043), 所述板安装到一个可提供向上的脉动的装置上, 以输送所述刮刀(2073)附近的所述组合物的部分。

13. 如权利要求 1 所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于,



所述铺层装置包括两块刮刀(2173, 2173' ;2273, 2273'), 所述刮刀放置成使所述配置器(2143; 2243, 2243')位于所述刮刀(2173, 2173'; 2273, 2273')之间。

14. 如权利要求1所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 所述用于降低和升起所述配置器(2343)的装置包括一有轨凸轮(2393)。

15. 如权利要求1所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 其还包括用于可控制地改变所述组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)的所述自由表面(46;2346)和所述平台(41;2341)之间的距离的放置装置。

16. 如权利要求15所述的制造整体的三维物体的装置, 其特征在于, 其还包括一个用以以成象方式辐照可光致成形的液态组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)的所述层(48)的成象装置的组合件。

17. 一种采用光化辐射有选择地一层一层地辐照液态可光致成形组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)来制造整体的三维物体的方法, 所述方法包括包括下述步骤:

将所述组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)装在一个容器(44;2344)内, 使所述组合物具有一自由表面(46;2346);

定位一个放置在所述容器内所述自由表面(46;2346)之下的平台(41;2341); 其特征在于, 所述方法还包括下述步骤:

通过在所述平台(41;2341)旁边的预定位置升起和降低一个配置器(43;743;1043;1143;1243;1343;1443;1643;1743;1843;1943;2043;2143;2243, 2243';2343), 将所述组合物(40;840;1540;1940;2140;2240;2340)的一部分输送到所述自由表面(46;2346)上, 所述配置器(43;743;1043;1143;1243;1343;1443;1643;1743;1843;1943;2043;2143;2243, 2243';2343)宜于沉浸在所述自由表面(46;2346)之下;

使铺层装置与输送到所述自由表面上的组合物接触, 所述铺层



装置包括 刮刀 (73, 73' ; 773; 1073; 1173; 1273; 1373; 1573; 1673; 1773; 1873; 1973; 2073; 2173, 2173' ; 2273, 2273' ; 2373; 2373');

通过在所述平台 (41; 2341) 上移动所述铺层装置以平整所述输送的组合物 (40; 840; 1540; 1940; 2140; 2240; 2340), 以形成一层基本均匀的所述组合物 (40; 840; 1540; 1940; 2140; 2240; 2340) 的组合物层。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括在辐照步骤期间, 保持所述配置器至少有部分沉浸在所述组合物 (40; 840; 1540; 1940; 2140; 2240; 2340) 的所述自由表面 (46; 2346) 之下的步骤。

19. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述移动步骤是在所述铺层装置处于所述平台 (41, 2341) 上方离所述组合物 (40; 840; 1540; 1940; 2140; 2240; 2340) 的所述自由表面 (46; 2346) 少于 5 毫米的距离的一个位置上移动而实现的。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述接触和移动的步骤由两个刮刀 (73, 73' ; 2173, 2173' ; 2273, 2273' ; 2373; 2373') 中的任何一个刮刀实现的, 每一个所述刮刀按照所述铺层装置的移动设置在所述配置器 (743; 2143; 2243, 2243' ; 2343) 的两侧。

21. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述输送步骤由对一个设置在所述组合物内的板 (2043) 提供向上脉动来以便输送所述刮刀 (2073) 附近部分的所述组合物而实现的。

22. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述降下和升起所述配置器 (2343) 的步骤是由装到所述配置器上的有轨凸轮 (2394) 实现的。

23. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 还包括在完成所述定位步骤之后, 在所述组合物 (40; 840; 1540; 1940; 2140; 2240; 2340) 中降下所述平台 (41; 2341) 一个组合物层的厚度的步骤



24. 如权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括下述步骤:

在完成所述平整步骤之后, 以成象方式辐照所述均匀液态层的至少一个部分, 以产生物体的相应的横截面部分, 以及

连续不断重复所述降下、配置、平整和辐照步骤, 直到所述三维物体完全制成为止。

说 明 书

具有涂层台的立体成象装置和方法

本发明关于用以从物体的多重截面部分制成一个整体的三维物体的立体成象装置和方法。更具体地说该截面部分与可光致成形组合物的相邻各层的固化部分相对应。该装置和方法在涂层台上采用一个配置器，它将部分可光致成形组合物转移到该组合物的自由表面上，从而使刮刀可以产生均匀的液态层。

现在已有很多用光致成形法产生三维仿形的系统。1987年6月6日由Scitex有限公司提出的欧洲专利申请No. 250121公开了一种用可固化的液体的三维仿形的装置，该文件是本发明密切相关的先有技术文件的最好的总结。1986年3月11日授于C. W. Hull的美国专利No. 4575330描述了一种产生三维物体的系统，该系统在一种液体介质的选定表面上产生一个待形成物体的截面图形，而该液体介质能响应辐照、粒子轰击或化学反应的合适的协同的刺激而改变其物理状态。表示物体的顺次的相邻的横截面相对应的顺次的相邻层自动形成并聚集在一起，以提供所需要的物体的台阶式层状组合结构，从而使成形期间从大致平坦表面的液体介质形成并拉出三维物体。1988年6月21日授与E. V. Fudim的美国专利4752498号描述了形成三维物体的改进的方法，它包括用传输有效量的光聚合物固化辐射穿过辐射传输材料照射未固化的光聚合物，该传输材料与未固化的液态光聚合物接触。这种传输材料是一种能听任受辐照的表面进一步起交联反应的材料，使得当形成下一个涂覆层时，该层可粘接到该受辐射后的表面上。采用此方法可以制造具多层结构的物体。

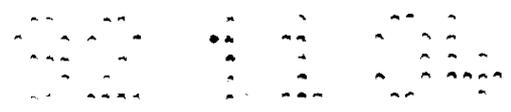
一种名称为“用光致硬化的聚合物来制造三维塑料模型的自动方

法”的出版物、作者是Hideo Kodama、科学仪器评论1981年11月,1770-1773, 52(11), 描述了一种自动制造三维塑料模型的方法。这种立体模型是用紫外线照射液态光致成形的聚合物, 并将截面固化层堆积制造而成的。题目为“立体物体的产生”的出版物, 作者Alan J. Herbert, 实用照相工程杂志1982年8月, 8(4), 185-188, 描述了一种装置, 它能生产一种立体或三维物体的复制品, 很象一个能为二维物体进行同样的工作的复印机。该装置可根据计算机中储存的信息在光聚合物中产生简单的三维物体。在最近出版的仿形技术期刊15:186-190(1989)、作者A. J. Herbert 名称为“三维立体物体产生的研究”的出版物中对各种不同的方法进行了很好的评述。

上述大多数方法都与通过顺次地辐照想要固化的区域或体积来按步骤地形成三维物体的立体区段有关。对各种掩模技术及采用直接激光书写进行描述, 所谓激光书写即按所要求的图案用激光束照射可光致成形组合物而一层一层地制成三维模型。除了各种照射技术外, 还描述了若干产生薄的液态层的方法, 这些方法既可在开始时涂覆平台, 又可涂覆先前已照射过并已固化的各层。

然而, 上述各种涂覆方法都不能确保平坦、均匀的涂层厚度, 或不能快速地产生产该种涂层、或不能有效地防止在后一个涂层过程中发生先前形成的涂层的损坏或畸变, 并且它们涉及仅涂覆最好为低粘度的液态组份。另外, 它们未考虑到在涂覆过程中的重要参数, 例如在形成薄的液态层的过程中存在固体和液体区域的各种效应、液体的流体流动及流变特性的各种效应、在涂覆过程中由于流体的流动使薄的光致成形层易于畸变的倾向、如氢键合那样的弱力和如机械接合那样的强力的各种效应、以及真空和施加在薄层上和待形成的部分上的压力差的各种效应等。

例如, Hull 的专利描述了一种沉浸过程, 其中先将平台浸在一个

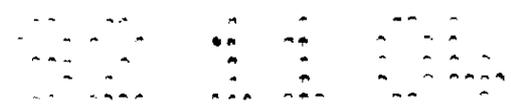


容器中一个涂覆层的距离之下，然后再升到可光致成形液体表面的一涂覆层厚度之内。Hull 还进一步建议最好采用低粘度液体，然而，由于其它的实际原因，可光致成形的液体通常是高粘度的液体。具有在液体内伸出悬臂或梁区域(在Z方向上未由先前涂覆层部分支撑)的平台和部件，在其移动中会在覆盖层上产生偏差，使最终部件精度差。另外，这种加工方法也相当慢。

1956年12月25日授与O. J. Munz的美国专利No. 2775758号及Scitex的申请中描述了多种方法，在该方法中，可光致成形的液体通过一个泵或类似的装置引入一个槽中，使新的液体表面在先前辐照后的层上形成一涂覆层的厚度，此些方法除减小了涂覆期间涂覆层的偏差外，同样具有Hull方法的缺点。

授与Fudim的专利描述了使用透光材料将光聚合物液体固定成所需要的形状，假设为平坦的形状，以此将所需的厚度的光聚合物固化。透光材料是刚性的，它或复盖或固有地不附着到固化的光聚合物上。Fudim描述的方法并未解决从与透光材料表面密切接触而形成的光聚合物上分开该透光材料的固有的问题。采用合适的复盖或固有地合适的膜，尽管可以大大减小化学键合的效应，而机械粘接与氢键一起、真空吸力等仍然存在，且在某些情况下在从透明材料表面除去时，它们会大到足以损毁光聚合物或使之畸变。

在日本专利公开号为61-114817、61-114818和61-116322中已推荐采用刮刀和/或材料供给机构的方法。然而这些方法要求在每次要形成一个涂覆层时需将材料或可光致成形组合物以非常准确的量加入到容器中。另外它们还要求刮刀或平整刀片的宽度与容器的宽度相等以进行正确的操作。鉴于这些原因，在这些专利中描述的系统均具有在所有时间上必须限制刮刀和容器部件之间的光敏材料的限制性要求。因此，在刮刀一次连续通过而在其行程的终点不以材料过量或缺乏为结果从而形



成均匀的覆盖层是很困难的。换言之，经由刮刀刮过后的涂覆层可能具有过量的材料或缺一部分，由于其设计所限，想获得合适的厚度和均匀性而进行再重新分配将是很困难的。

因此，本发明的目的在于提供一种装置和方法，该装置和方法用于快速而均匀地从一个物体的多个横截面部分制成该整体三维物体，该横截面部分与可光致成形的液态组合物相邻各层的固化部分相对应。本发明的另一目的在于提供一种在可光致成形组合物表面的上方并在刮刀的前方提升所述组合物部分的平稳的方法。再循环具有用于立体成象或立体刻蚀特性中的液体的泵没有提出一种可行的技术解决方案，这是因为这类组合物的粘度及主要的其敏感度会引起通路堵塞及泵操作卡住现象的发生率达到高得不可接受的程度。在泵的较高的剪切部件内过早地聚合反应仿佛最有可能引起这个问题。

本发明包括一种立体成象装置和一种制造整体的三维物体的方法，该方法用光化辐照有选择地一层一层地照射液态可光致成形组合物。该装置包括一个装有组合物的容器，使得该组合物具有一个自由表面，一个置于自由表面的下方的可移动的平台。通过降低和升起一个离开平台的预先确定位置上的配置器使部分组合物传送到自由表面的上方。一刮刀与传送到自由表面上方的组合物接触，然后在平台的上方移动，从而形成一层大致均匀的组合物层。

图1 是为本发明优选实施例的概略视图；

图2 为包括使用在本发明内的配置器的涂层台一部分的纵向剖面图；

图3 表示配置液态组合物的涂布器的纵向剖面图；

图4a 和4b 为图3 所示实施例的透视图；

图5 为本发明另一实施例的纵向剖面图；

图6 为图5 实施例的透视图；



图7 为另一配置器的纵向剖视图，其中，采用枢轴机构来配置液体；

图8a 到8c 表示本发明另一实施例的剖视图；

图9a 到9b 为本发明另一实施例的透视图；

图10 是本发明不同实施例的纵向剖面图，其中配置器是单板形式。

图11 为另一实施例的纵向剖视图，其中，配置器为平行的刮刀形式；

图12 为平板式配置器的纵向剖面图，该平板侧面装有很多毛，所以具有毛刷的构形；

图13a 为本发明又一实施例的纵向剖面图，其中的配置器是一块每侧具有若干口袋的平板；

图13b 是图13a 实施例的透视图；

图14a 是纵向剖面图，表示采用滑动片来控制来自平板状配置器的可光致成形组合物的配置率；

图14b 是图14a 实施例的透视图；

图15a 和15b 表示本发明的另一实施例的纵向剖面图，其中刮刀本身用作配置器；

图16a 、16b 、17a 、17b 和18 为本发明另一实施例的纵向剖视图，其中配置器装到刮刀的前部；

图19 为本发明又一不同实施例的纵向剖视图，其中配置器和刮刀已合成一个设备；

图20 为另一实施例的纵向剖视图，其中配置器总是安置在液体中并不断脉动以在刮刀的前方形成一个波纹；

图21 是又一优选实施例纵向剖面图，其中采用两个刮刀，配置器位于两个刮刀之间；

图22 为再一实施例的纵向剖面图，其中也采用了两个刮刀，配置器

位于两刮刀之间。

本发明关于立体成象的方法和装置，该方法和装置用以由物体的具有多重截面部分制造该整体三维物体。更具体地说，横剖面部分与可致成形的组合物的邻接层的固化部分相对应。该方法和装置在涂层台上采用一个配置器，该配置器将部分可光致成形组合物传送到组合物的自由表面上，使得刮刀可产生一层均匀的液体层。

图1表示一个成象台或装置70，它包括一个辐射源10，调制器14，计算机34和最好为扫描器式的偏转装置16。还有一个涂层台71。辐射源10最好是激光器，产生辐射束12。为了高速生产立体物体，成象台70最好采用较高功率的辐射源10，诸如采用主要具有可见光、红外光或紫外光波段的高功率激光器，对现有的可光致成形组合物的光致成形速率(photospeeds)而言，高功率被认为是功率大于20 mW，最好是当辐射光束12的光强测量时为100 mW以上。然而，由于越来越能够获得光致成形较快的组合物，则20 mW和100 mW光强值又相应变得较低了，因为组合物的光致成形速率和辐射束的光强在获得同样结果方面具有反比关系。选择某种类型的激光器应与选择可光致成形组合物协调一致，使可光致成形组合物的敏感度很合理地适合于激光器辐射光的波长。其它类型的辐射装置亦可采用，如电子束、x射线等，只要它们的能量类型与可光致成形组合物的敏感度相匹配就行，提供光束及其合适的处理条件，遵循按已知技术确定的方法即可。虽然可以采用一个装置来将光束的截面形状修改成任何需要的形状，但通常其形状是圆形的，则该光束强度的轮廓线呈高斯分布，其最大值在圆形的中心。

辐射光束12穿过最好为声光调制器的调制器14，调制后的辐射光束12'再穿过偏转装置16或扫描器，该偏转装置由两块镜片20和22组成，每块镜片具有允许光束在x y方向上反射到自由表面46上的轴线(图中未示)，x y方向相互垂直，并平行于自由表面46。镜片20和22分别由

马达24和26带动绕相应轴线转动，以便在x y方向上以矢量扫描模式将光束可控地偏转向涂层台71的容器44内充装的可光致成形组合物40的预定位置。当光束由偏转装置16偏转时，该偏转装置采取一个从0到最大的加速度，速度从0到一个最大的恒定的速度值。该速度和光束强度保持相互成比例，这样辐照量基本保持为一常数。光束12'照射到组合物预先选好部分至基本恒定深度上，这一点下面将要描述。

就本发明的目的而言，辐射光束12'不仅可以是来自激光器的聚焦的光束，而且还可以是以不同方式修正的任何其它光源。例如，它可以通过任何一种如液晶显示器、卤化银薄膜、电沉积掩膜等的可变的光密度的光掩模传输或可由各种如反射性液晶电池的可变的光密装置反射开去。另外，偏转装置亦可为任何其它类型的扫描器，如光栅扫描器。

涂层台71包括一个容纳液态可光致成形组合物40的容器44。一个基本为平坦的平台41安置在容器44内，平台41宜位于组合物40的自由表面46之下。平台41有侧边，例如左侧L和右侧R。放置装置42通过一根支撑臂42'可控地改变组合物40的自由表面46和平台41之间的距离。虽然在图1中放置装置42完全沉浸在组合物40内，应该看到，它最好放置在容器外，支撑臂42'或通过一个装在容器44底的密封件后连接到平台41上，或者用一根绕过容器并穿过自由表面46的弯曲的支撑臂连接到支撑平台41。本发明的重要部件是位于平台41一侧的特殊的配置器43，它位于任何类型的铺层装置的前面，最好位于两块刮刀73和73'之间。该配置器43可沉浸在组合物40的自由表面46之下，并直接传送部分的组合物40到该自由表面上方。传送的部分的组合物由刮刀73和73'在平台41的顶上或先前的光致成形涂覆层的顶上产生液层48。正如图1所示，与计算机34连接的连线52、50、54、60、62和63，该连线便于以计算机分别控制辐射源10、调制器14、偏转装置16、放置装置42、刮刀73和73'以及配置器43。



在本发明的优选实施例进行工作时，辐射源10提供具有如前所述强度的辐射束12。该辐射束12穿过调制器14，在其中辐射束的强度可从0强度级调制到最大的强度级，当然最大的强度级的值由于能量损失而小于未调制时辐射束的强度值。这个由于能量损失而强度略低的调制后的辐射束12'通过具有两块镜片组20和22的偏转装置16，每块镜片分别由不同的马达24和26单独驱动。镜片20在x方向偏转辐射束，而镜片22在y方向偏转辐射束，x方向与y方向相互垂直。有关镜片20和22作相对移动的电反馈信号由偏转装置通过导线54反馈到计算机34，这个反馈信号与在薄液层48预定部分上的辐射束的速度和平均滞留时间有关，经过计算机34的处理，作为一个指令通过线50送入调制装置14，以便调制辐射束12的强度，使层48预定位置的每个地方上的辐射束12'的强度和平均滞留时间的积乘基本保持为一常数。因此，由上述两个参数的乘积确定的辐照量级基本保持为常数。由于在每个邻接薄层预定部分上保持了辐照量为常数，那末，各层的厚度则基本保持为常数。这个修正和补偿是非常重要的，尤其在薄层的未支撑部分上，由于在边缘上矢量扫描的初始速度较低，过度辐照会导致出现鼓起的边缘。辐射束12'的强度越大或光致成形组合物的敏感度越高，在没有保持辐射强度级为常数的装置下，这个问题就越严重。在光栅扫描中或在结合超扫描矢量方案的系统中，这种辐照控制也是必须的。差别为由于没有来自邻近的非辐照区的辐照分布，象的边缘可能辐照不足，在这些情况下，要采用调制装置使象的边缘区域接受到如非边缘区基本同样的辐照量。在任何情况下，辐射束12'都是可控地导向可光致成形组合物40上。

具有大致平坦的上表面41'的平台41起初以这样的方式放置在容器44内，使得平坦的上表面41'包含在组合物40的自由表面46内，接着，平台41在组合物40内下降液层48的厚度。配置器43，当它不移动时，最好保持部分地沉浸在可光致成形组合物40的自由表面46之下，然后升起

并开始于刮刀73和73'之间配置液态组合物。于是刮刀73则在平台41的大致平坦的表面41'的顶部产生液层48。在图1中，配置器43在靠近平台41右侧R部分地沉浸在组合物中。当刮刀73和73'及配置器43到达平台41的左侧L后便停止下来，配置器43最好至少有部分沉浸在组合物40的自由表面46的下方。在此阶段，配置器43最好完全沉浸。如果需要亦可允许停止一个短的时间，使自由表面46达到平衡并呈现所需要的均匀度。至少部分液层48由光化辐射以成象的方式辐照，这里的光化辐射最好为激光束12'的形式。

在此第一成象步骤之后，平台41再一次下降液层48的厚度。在平台41左侧L保持部分地沉浸在可光致成形组合物40的自由表面46下方的配置器43升起，并开始于刮刀73和73'之间配置液态组合物40。于是，在刮刀73和73'以及配置器43作为一个组件移向平台41的右侧R时，刮刀73'在平台41的顶上和先前光致成形层上产生均匀的液层48。当该组件到达平台右侧R时，它们再一次停止，配置器43沉浸在组合物40的自由表面46的下方。如果需要，再停止一个短的时间，使自由表面46达到平衡并呈现所需要的均匀度。现在在先前以成象方式辐照的层的顶部上的至少部分液层48以成象方式辐照于激光束12'下。重复上述步骤，直到所有邻接的各层均已产生并完成一个三维的物体。所有上述步骤均以一般方式由计算机34来协调。

图2表示配置器43的使用情况。当平台41降下层48的厚度时，组合物40没有在先前固化的层11顶上形成一个完整的一层。因此，除非三维物体的尺寸非常小，仅有很少一部分最新固化层的表面由液层48覆盖外，该表面的其余部分则未覆盖上。任何通用的方法可用于在预定时间内降低和升起处于预定位置的配置器43。这些装置包括但不仅限于与马达联合的有轨凸轮、电磁铁及类似构件，图23就概略地示出了其中的一个例子。在图23的实施例中，有轨凸轮2393被用于降低和升起配置器23

43到可光致成形组合物2340的自由表面2346的下方和上方。在图23中用虚线表示的配置器2343，位在靠近平台2341的右侧R'处，由于有轨凸轮2393的形状，轮式随动件2394按此形状的路线行驶，配置器降低。应该看到，该配置器在左侧L'附近处也会降低，而在实线所示的中间位置则升高。

在工作时，再参见图1和2，配置器先沉浸在可光致成形组合物40内，然后再升到组合物40的自由表面46的上方。一旦升到组合物40自由表面46的上方，来自配置器47的组合物40开始在刮刀73前方进行配置，配置工作最好靠重力来进行。重要的是在刮刀73的前方具有足够的组合物40的富集区74，从而可以形成一层完全的层48。为了避免在刮刀73前方组合物40富集区74内捕获呈气泡形式的空气，将配置器43仅稍微升离组合物40自由表面46上方是很重要的。另外还发现，如果配置器43和自由表面46之间的距离较大，由配置器43配置的屏板或挤压板那样的连续的液体将会有断裂。当然，这取决于可光致成形组合物40的流变特性、配置器性能及其它因素。因此，通常配置器43在组合物40的自由表面上方升离距离少于5毫米，少于2毫米较好，最好在0.5到1毫米之间。应该注意，在配置期间，配置器43和组合物40自由表面46之间的间隙应等于或大于同样的自由表面46和相应的刮刀73之间的间隙。

在配置器升起后，朝前移动配置器43和刮刀73，配置器在前，刮刀随后。先前的固化层11和刮刀73之间的距离，在刮刀73通过固化层11时保持为恒定，并大约与层48的厚度相当。完全通过之后，可稍等一会，使组合物40的表面46稳定下来，然后再进行以成象方式的辐照操作步骤。为了避免捕获空气而产生气泡，配置器43和刮刀73构成的组件的移动速度应低于某一限度。该限度取决于可光致固化组合物40的流变特性和起泡特性。对本申请人所采用的可光致固化的组合物来说，上述速度小于每秒钟一英寸，最好约每秒0.5英寸，这样仅捕获极少的空气。



配置器43可以做成如图3, 4a和4b所示的槽式结构。在其底部有一条缝80, 使液体可自由流出。为了将合适量的组合物40输送到刮刀73的前方, 缝80可按组合物40的粘度加宽或收窄, 亦可采用相互靠近的多个切缝的形式。在沉浸过程中, 配置器43最好不要完全沉浸在组合物40的自由表面46下方, 这样组合物40通过缝80或开在底部取任何可能形状的缝而不是在其顶部进入配置器43中, 以此来避免捕获空气, 尤其是高粘度的组合物更应如此。为避免捕获空气, 沉浸及升起的速度也很重要应根据粘度、表面张力、通常还有组合物的起泡特性来进行调整。正如图5和6所示, 在配置器43的设计中可以装入一个阀82, 以此按所需要的输送组合物40的速度来控制缝80。在图5和6所示的特例中, 该阀82仅由一根杆组成, 杆可移近或移离缝80, 从而允许或多或少的材料在符合要求的速度上通过。

本发明的另一个实施例如图7所示, 配置器743通过一个铰链775连接, 这样当沉浸配置器743时, 它处于直立的位置, 以在其腔内接受液态可光致成形组合物, 当升起时和准备输送液态组合物时, 绕铰链775转成如图7所示的状态。

图10表示本发明的另一实施例, 其位于刮刀1073前方的配置器1043就是一块单板。这种设计当组合物的粘度高到足以使合适的材料附着到配置器1043上时尤其有用。这些材料然后再在重力作用下输送到刮刀1073的前方。

图11表示又一实施例, 其中配置器1143由若干在顶部连接的平行的板构成。这样设计的配置器1143在其浸入组合物中时允许空气离开该系统, 当组合物除去时允许空气从连接起来的平行板的顶部的开孔1183进入。

在图12中示出一种不同的配置器1243, 它具有刷子的形状, 从而可接纳较多的液体。



图13示出了又一种形式的配置器1343。此种形式的配置器具有一块板，板上带有若干口袋1384，在每个口袋的底部最好具有孔1385。

图8a到8c也示出本发明的又一实施例。在该实施例中有两块板885和886，起初它们相互基本平行。正如图8a所示，板885和886起初放置于液体外部，然后板885和886沉浸入液体内(图8b)，此时它们仍保持基本相互平行。做成相互平行的构形的理由是避免配置器沉浸时的扰动和将空气捕获在组合物840内。在板885和886已沉浸入组合物840(图8c)内以后，它们再转成V形，使它们的底部接触而顶部仍然敞开。图8d示出板885和886构成V形并位于液态组合物440外部的情况。然后稍微打开板的底部以形成一条窄缝，并允许组合物通过缝流出(图8e)。这种两块板885和886的构形亦在图9a和9b中清楚示出，板885在其顶部有两个铰接销888和888'，板886有两个侧壁887和887'，在侧壁的上部角上有孔889和889'，这两个孔宜于接纳销888和888'。因此，两块板885和886可以通过将板885配各以销888和888'，而后将销888和888'插入孔889和889'组装成一个配置器。板885通过它与壁887和887'的密切接触密封该配置器。在这种构形中，如果需要，在板的底部亦可开一条缝，或者将板设计成基本相互平行，或者在板的底部相互接触时整个装置可处于关闭状态，不允许液体通过。通过板886的壁和板885的侧边的少量液体泄漏在大多数情况下是无关紧要的。若需要有较好的密封，可以在板885的底部和侧边和/或板886的壁上和底部加上密封材料。壁889和889'可用柔性或弹性材料来代替，以液密方式来连接两块板的侧边。可用任何通用的机构来打开和关闭这些板，这些机构可以包括但不仅限于连接到板885上的杆，缆绳和类似构件，用这类构件来可控地改变一块板相对于另一块板的位置。

图14a和14b示出本发明的又一实施例，其中配置器1443也是板式的。滑动片1492和1492'通过将组合物向下刮掉的方法来可控地配置拾



取的组合物。因此当板1443沉浸并在刮刀(为清楚起见此图未示刮刀)前方升起时,滑动片1492和1492'开始以所要求的速度向下移动,该移动速度最好由计算机控制。通过将滑动片1492和1492'保持在离组合物40的自由表面的恒定的距离上,以所要求的速度升起板1443可得到类似的结果。当然,这个速度可以改变,从而更好地满足特殊情况下的配置要求。图14b是一个透视图,它示出了只装有一块滑动片1492'的板式配置器1443。

正如图15a和15b所示,刮刀1573本身亦可用作为配置器。刮刀沉浸到组合物40内,然后升起到可光致成形组合物的自由表面上方的初始位置,如图15a所示。由于该刮刀通过沿箭头A方向的移动将形成复盖层,所以要求有一个滑动片1592向下移动,刮掉附着在刮刀1573背面的多余的组合物,这样做可以避免对刮刀后方的任何材料进行拖曳,并可避免损害产生的层的均匀性。图15a示出滑动片1592除去多余的组合物的情形。图15b表示同样的刮刀1573开始刮平可光致成形组合物1540的层1548时的情况,此时滑动片1592已下降并位于可光致成形的组合物1540的自由表面附近。减少组合物在刮刀1573背面聚集的另一个方法是当刮刀移动时沉浸它,最好在一个小于90度的角度移动,增加移动时间,在该刮刀移动到光电成形层的顶上之前,刮刀的最终角度基本呈90度。上述角度指的是基本包含刮刀前侧的平面和基本包含图1所示可光致成形组合物的自由表面的平面之间构成的角。

图16a和16b所示的配置器1643可以是刮刀1673的一部分,它位于刮刀1673的前部。滑动片1692执行如上面的实施例进行的同样的任务。图16b示出刮刀从其初始位置移动后的情况,同时也示出了滑动片1692处于其下方位置的情况。

在图17a和17b中,刮刀1773的前面可以具有用作配置器1743的口袋,这些口袋类似于图13a和13b所示。按照本实施例,刮刀1773沉浸



入组合物内，然后再升起，滑动片1792则静止在可光致成形组合物的自由表面附近，这样在刮刀升起时立即刮掉刮刀1773背面的多余的材料。应该理解，上面所述的各实施例或下面将叙述的各实施例可以部分或整个地配合起来。例如，在这些实施例中，滑动片可以是静止的，亦可是移动的。

图18所示的另一实施例中，配置器1843是刮刀1873的一部分并位于它的前面，而滑动片1892是静止的，并且当刮刀1873处于其初始位置时，滑动片位于刮刀1873的底部。

而在图19所示的另一个实施例中，配置器1943和刮刀1973可以结合成一个装置，其通用的配置尖部1995位于该结合的装置的底部。在图19中，该结合的装置正在提供一层材料，滑动片1992已刮过装置背面并处于其降下的位置。

图20表示又一实施例，其中的配置器2043是一块总是沉浸在组合物2040内的板，该配置器2043具有一个铰链2075，板可以绕此铰链作向上的脉动。正当刮刀2073开始移动以产生一层之前，配置器2043提供一个向上的脉动，在刮刀2073的前方以波浪的形式产生材料的富集2074。经常地，这些材料就适于形成完整的一层。当平台和需要形成的三维物体不太大时，本实施例工作得最好。

还可以在配置器的两侧每侧采用一个刮刀2173和2173'，如图21所示，这样不管刮刀和配置器组件在那个方向移动均可产生新层。当组件按箭头A方向移动时，材料的富集区主要聚集在刮刀2173的前方，在刮刀2173的后面产生新层。同样，当组件按与箭头A方向相反的方向移动时，材料的富集区主要聚集在刮刀2173'的前方，在刮刀2173'后面则产生新层。这里重要的是当组件停止在平台的任何一侧时，配置器则沉浸在液态组合物2140中，装上在相反方向的下一次循环时所用的新的可光致成形组合物2140。



图22所示的实施例也包括一对刮刀(2273 和2273'), 这些刮刀类似于图21所示, 配置器2243' 则不同。在本实施例中, 配置器总是安置在液态可光致成形组合物中, 平台的一侧有一个配置器2243', 另一侧则具有另一个配置器2243(图中未示)。它们都安装在组合物2240内, 位于平台每侧刮刀的“停止”位置的下方。恰在刮刀开始它们的行程之前, 相应的配置器迅速朝上移动, 迫使液体的富集区聚集在两块刮刀之间, 余下的工序基本与其它实施例相同。

在配置器和刮刀为彼此分开的装置的情况下, 常常要求以特殊的方式来沉浸配置器。例如如图2 所示, 常常最好在P2位置沉浸配置器43, 而刮刀73的初始位置则在平台另一侧的P1位置。按照这种方案, 配置器43再移过到P2位置, 在此位置, 将之沉浸以接受适量的组合物, 然后再升起, 并返回到刮刀73的前方的P1位置。在移动中, 配置器43可以连续地将材料输送到平台区域的上方。在材料输送可以被控制的情况下, 如图5、6、7 或8 所示的实施例中, 要求仅当配置器位于P1位置的刮刀, 该刮刀73的前方并在形成组合物层的同时, 该配置器才开始配置组合物。这种操作形式在需要较高的精度和速度时是希望有的, 这是由于配置器43在P2位置接受的材料将由刮刀73移回。

在大多数情况下, 最好在辐照材料层时配置器处于沉浸位置, 这样仍由配置器携带的材料将在容器内, 并且将不改变组合物和材料层的自由表面。正如前面所述, 为了避免溅泄和捕获呈气泡形式的空气, 配置的液体须紧靠组合物的自由表面是很重要的。当然若装置在真空下工作, 配置器的工作高度就不成问题了。

由于这些装置可由计算机控制, 为了获得最佳效率和均匀性, 人们可以控制这些装置的投放周期及操作速度。按照液态可光致成形组合物的粘度及其特性, 为取得最佳结果, 需要附加上一些不同的条件。超声、红外线那样的传感器可用于给计算机反馈刮刀前方的材料聚集情

况，以此来调节通过上述机构的投放量。

本发明的实施中可用于任何经可光化辐射辐照而固化的任何可光致成形组合物。这类材料通常包括但不一定是光敏材料和光引发材料 (photoinitiator)。这里的“光”(photo) 不仅指可见光，还可以是任何其它类型的最好为可将液态的可变形组合物通过其辐照而转换成固态的光化辐射。阳离子和阴离子催化聚合、凝聚以及游离基聚合及其组合都是这种性能的例子。其中阳离子聚合较好，游离基聚合更好一些。含有热聚性材料的可光致成形组合物具有更高的性能。

液态的热聚性可光致成形组合物是这样一种组合物，它在受光化辐射辐照后固化而不必达到其最终物理特性、尤其是它们的粘合和粘结特性。然而，当对它进行进一步处理，直至这样的时间便可以达到待处置的较为完善的程度。这类组合物被认为是可热聚性组合物，它包括分散形式的颗粒物质，这些物质在某些条件、例如温度升高的特殊条件下进行聚结，聚结是由分散态到粘结连续固态的变化过程。

较好的可光致成形组合物包括热聚性聚合粘结材料、可光致成形单体及光引发材料。较好的可光致成形材料包括烯类不饱和单体。在光化辐射辐照后，可光致成形组合物的辐照区域在除去未辐照区后必须保持热聚性。这对改进多层间交接面的粘结和多层整体三维物体的各层内的粘合是很重要的。实际上，在交接面上的粘合性连接是由热聚性材料形成，从而为最终的三维物体的结构提供了极佳的性能。另外，防止在下层表面的显著地过度生长也是很重要的，这一点下面将进行讨论。

在可光致成形组合物不是基于聚结性材料的情况下，辐照步骤后的后处理就不必要了。若聚结性材料是配方中的基本组分，为了使物体获得最终强度，则需进行进一步的热处理。在这些情况下，当三维物体的所有各层均用上面描述的方法形成后，未受辐射的组合物部分可用采用诸如抖动物体或给物体吹气等通常使用的方法来除去。进一步的清除工

作可用不良的非聚结性溶剂进行，水、酒精和一般说来是极性溶剂的溶剂都是非极性组合物的不良溶剂，反之亦然。只要所要用的溶剂不会从辐照区分离出过量的材料或使被清洗的物体在清洗时间内膨胀，这种材料就可被看作是不好的、非聚结性溶剂。为了获得高的粘合和粘结强度则须再将物体进行热聚结。这个步骤可在对流热烘箱、红外或微波炉中进行。最佳的温度和时间取决于各别的组合物。典型的温度范围是100℃-250℃，时间范围是5-30秒。当然，亦可使用超出上述范围外的温度和时间。

很重要的一组热聚性材料是增塑溶胶(plastisol)。增塑溶胶是流体组合物，其粘度范围从可浇注的液体到粘稠的糊状，它由将微粒状聚合树脂分散在不挥发的液体热增塑剂亦即与该聚合物或树脂相容的材料中，这些材料可增加聚合物或树脂的可加工性和柔性，但在正常的储藏条件下(例如室温条件下)对之不具有很大的溶剂活性。当增塑溶胶采用如模制或涂覆等方法制成所需要的形状后，可进行加热以使聚合树脂颗粒和不挥发的液态组分聚结，从而形成均匀的固体块。挥发性的稀释剂可加入增塑溶胶的分散体中，以修正它们的粘度，从而在涂复或其它加工中获得符合要求的加工特性。包含不超过10%的挥发性稀释剂的分散体乃被视为增塑溶胶。由于在增塑溶胶中使用的增塑剂仅在高于储藏温度时起到溶解聚合物的增塑剂作用，因此，它也可被叫作热增塑剂。最广泛使用的基于在增塑溶胶是增塑剂中的聚氯乙烯均聚物。

下面的可光致硬化的组合物是由完全混合下列组分而制备的：

- | | | |
|----------------------------|-------|---|
| 1. 三羟甲基丙烷乙氧基化物三丙烯酸酯 | 75.0 | 克 |
| 2. 丙烯酸聚氨酯树脂(Sarlomer 9610) | 75.0 | 克 |
| 3. 2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮 | 6.0 | 克 |
| 4. 纯的Chem-o-sol R7557 | 225.0 | 克 |

(由怀特克尔公司，普罗维登斯化学部)

东普罗维登斯, 罗得艾斯制造)

采用上述发明的方法和装置, 已生产出了使用此光致成形组合物的性能极佳的汽车配油器盖。生产中采用了图21中所示带有配置器的双刮刀装置。当配置器停止在平台的任意一侧时, 完全沉浸在可光致硬化的组合物的自由表面之下。在配置期间的升起位置上, 配置器位于组合物自由表面之上方1毫米处。缝宽0.190英寸, 移动速度0.5英寸/秒。在组合物的自由表面上仅观察到少量的气泡。无论在配置的液体上还是在0.015英寸厚的涂覆层上均未产生断裂现象。在该配油器顶部进行光致成形以后, 在空气对流的烘箱中以165 °F 的温度进行热处理15分钟, 使该零件取得最终强度。应该注意, 当配置器升到离组合物自由表面之上方超过5毫米时, 帘板式配置液沿其宽度出现断裂现象, 导致不能恰当地复盖先前的已光致成形的涂覆层。

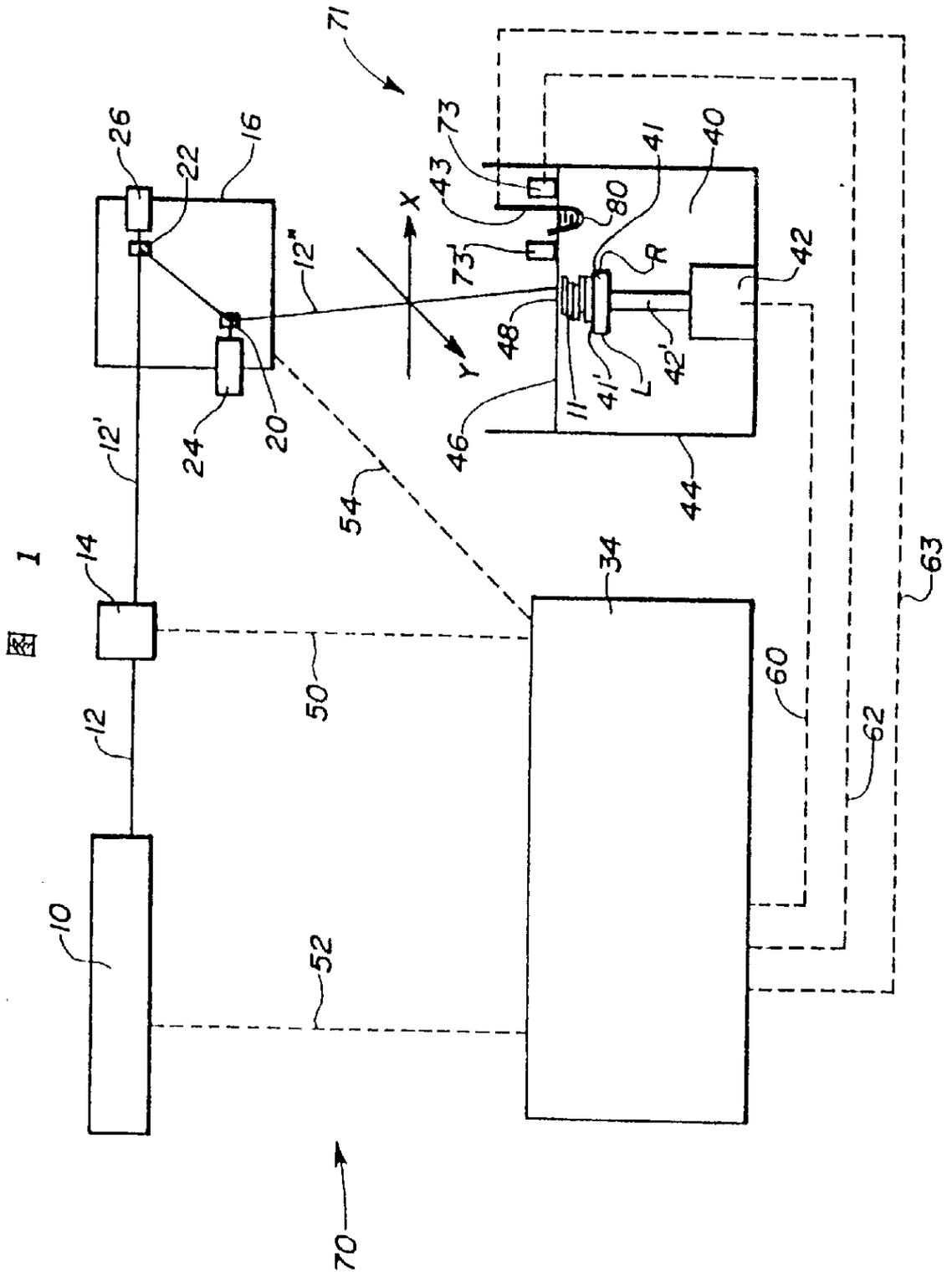
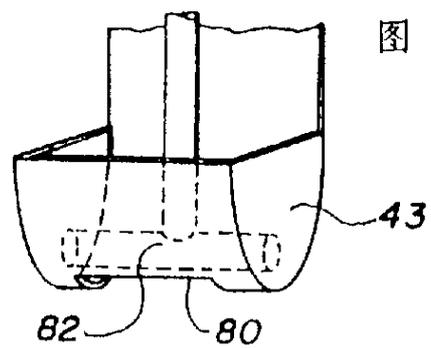
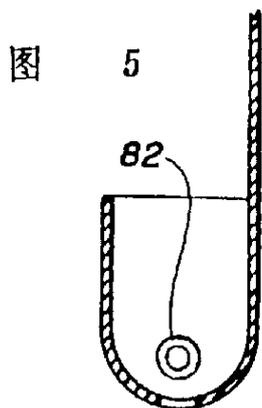
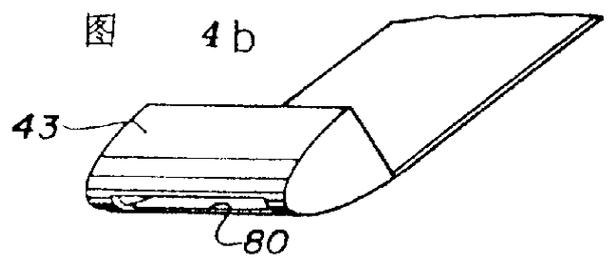
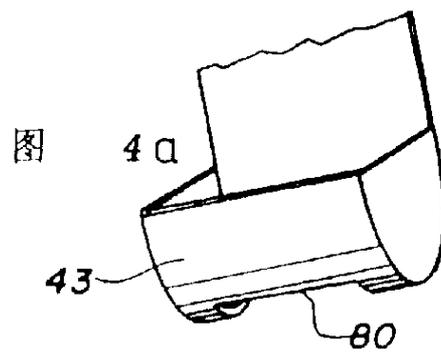
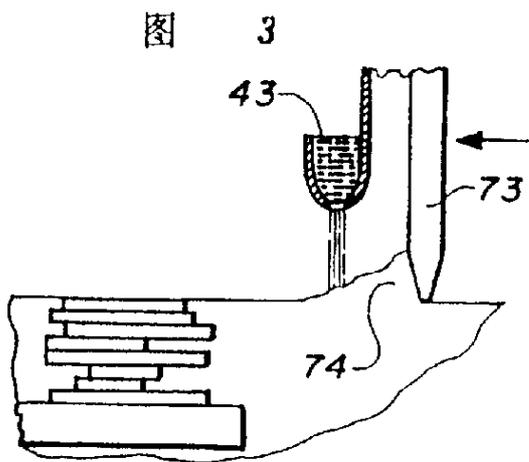
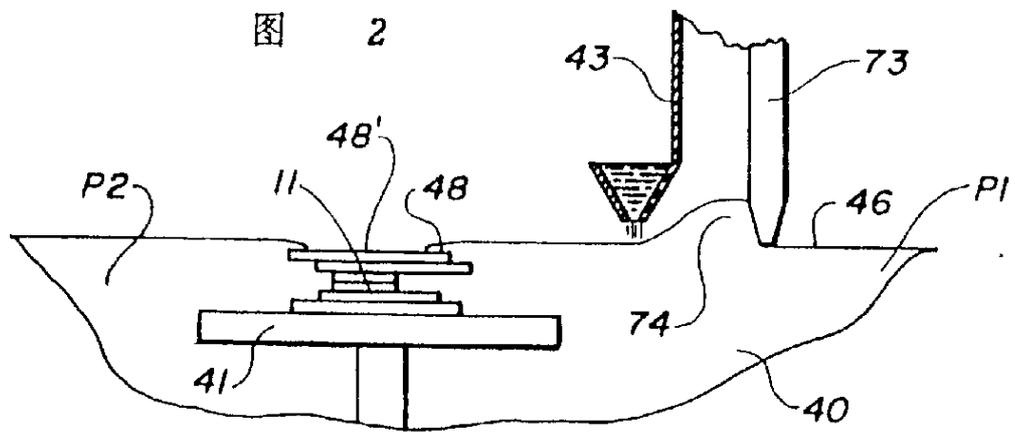


图 1



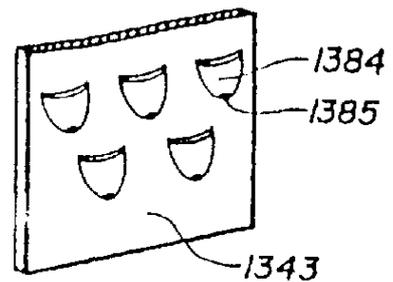
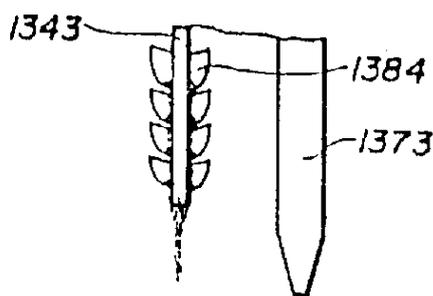
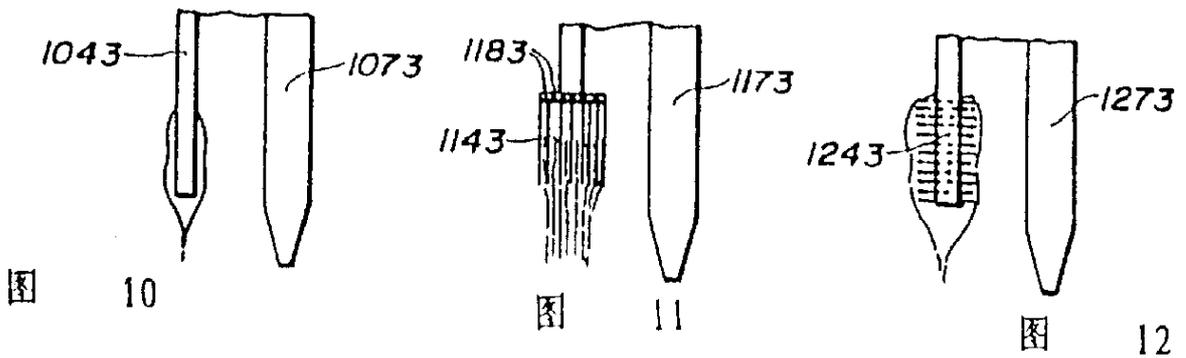
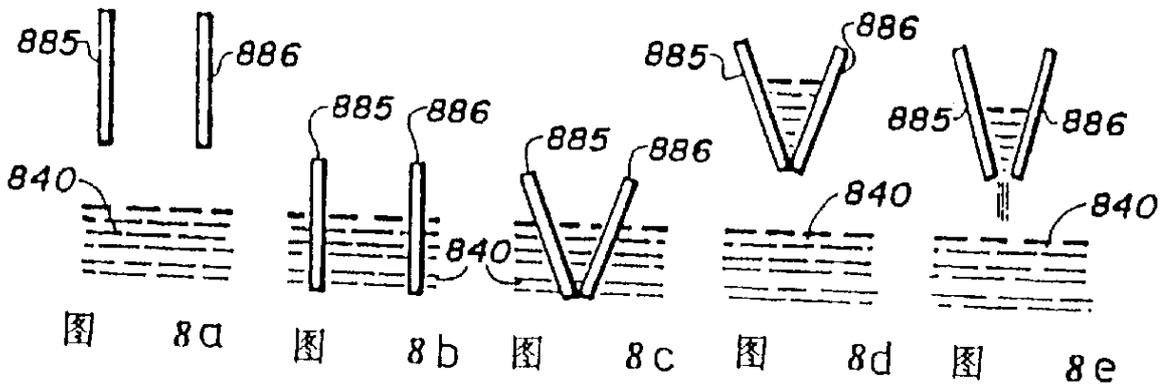
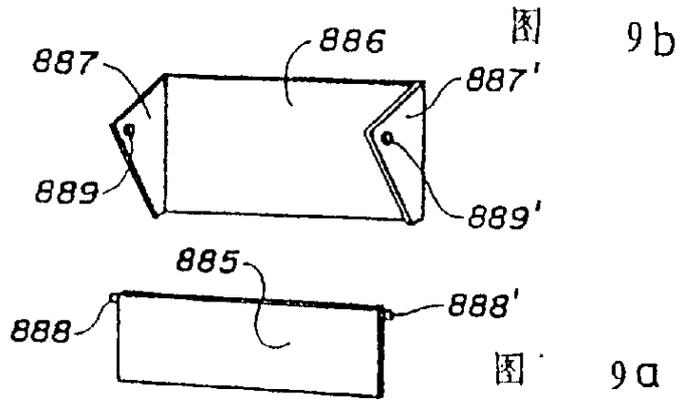
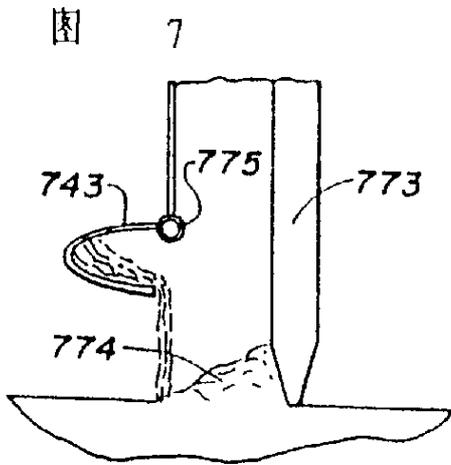


图 13a

图 13b

图 14a

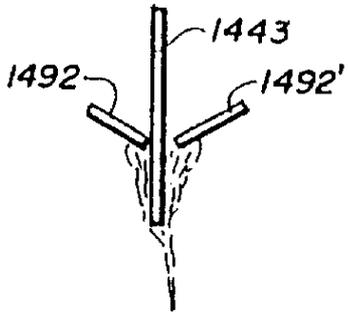


图 14b

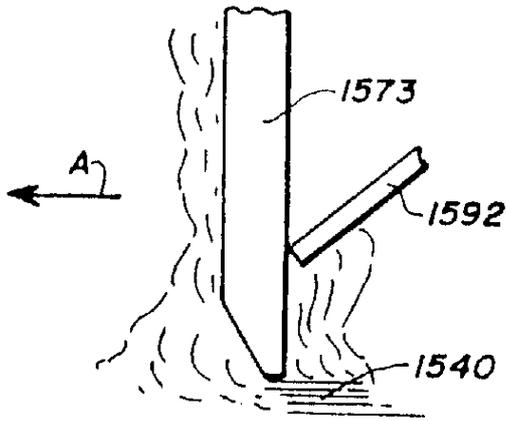
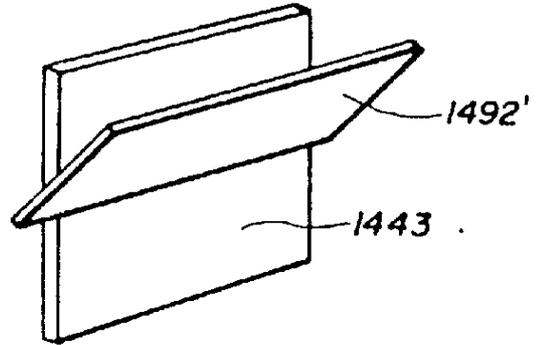


图 15a

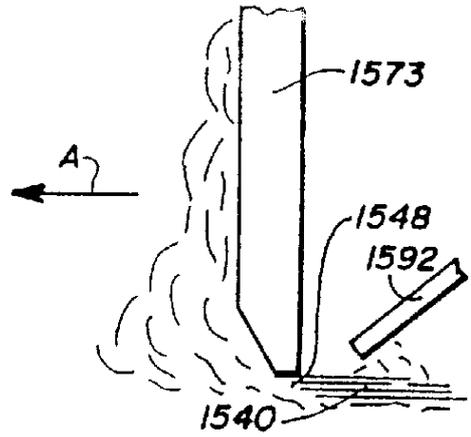


图 15b

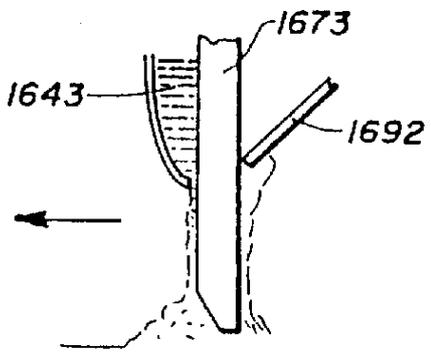


图 16a

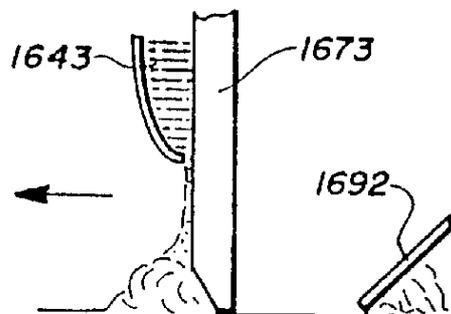


图 16b

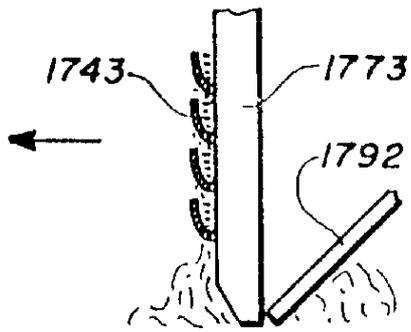


图 17a

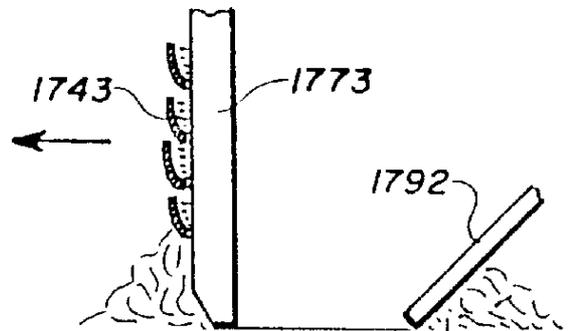


图 17b

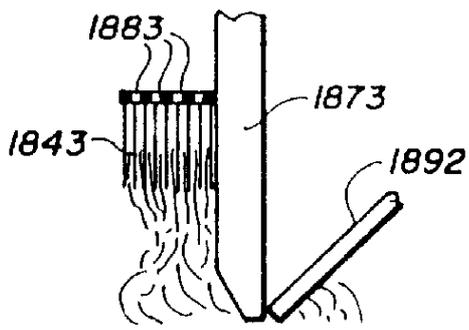


图 18

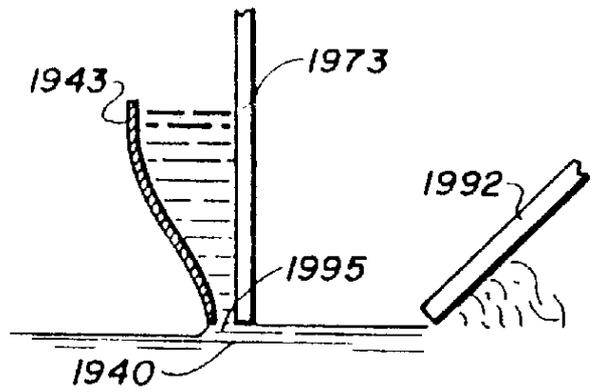


图 19

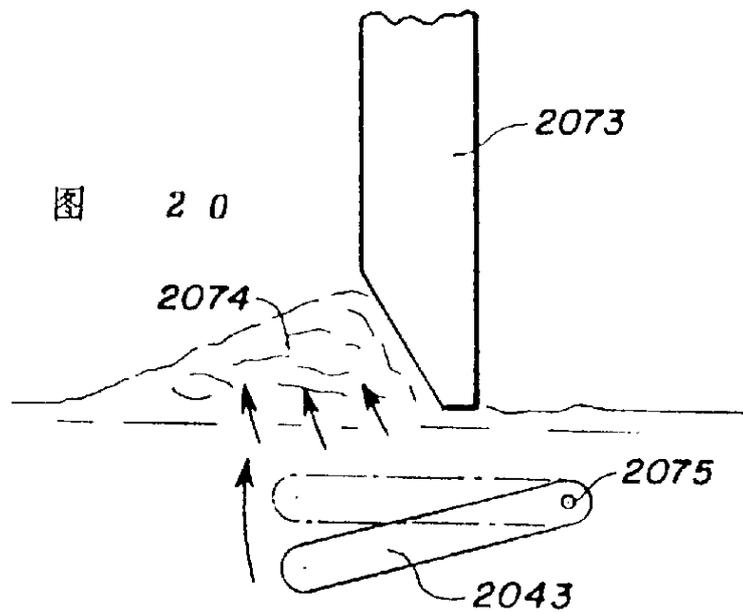


图 20

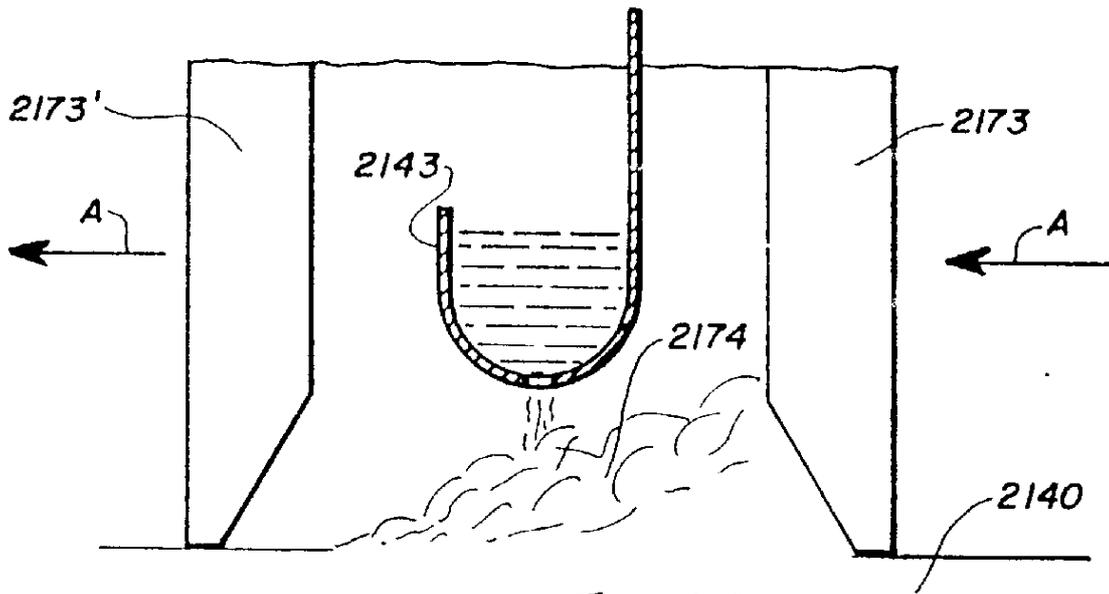


图 2 1

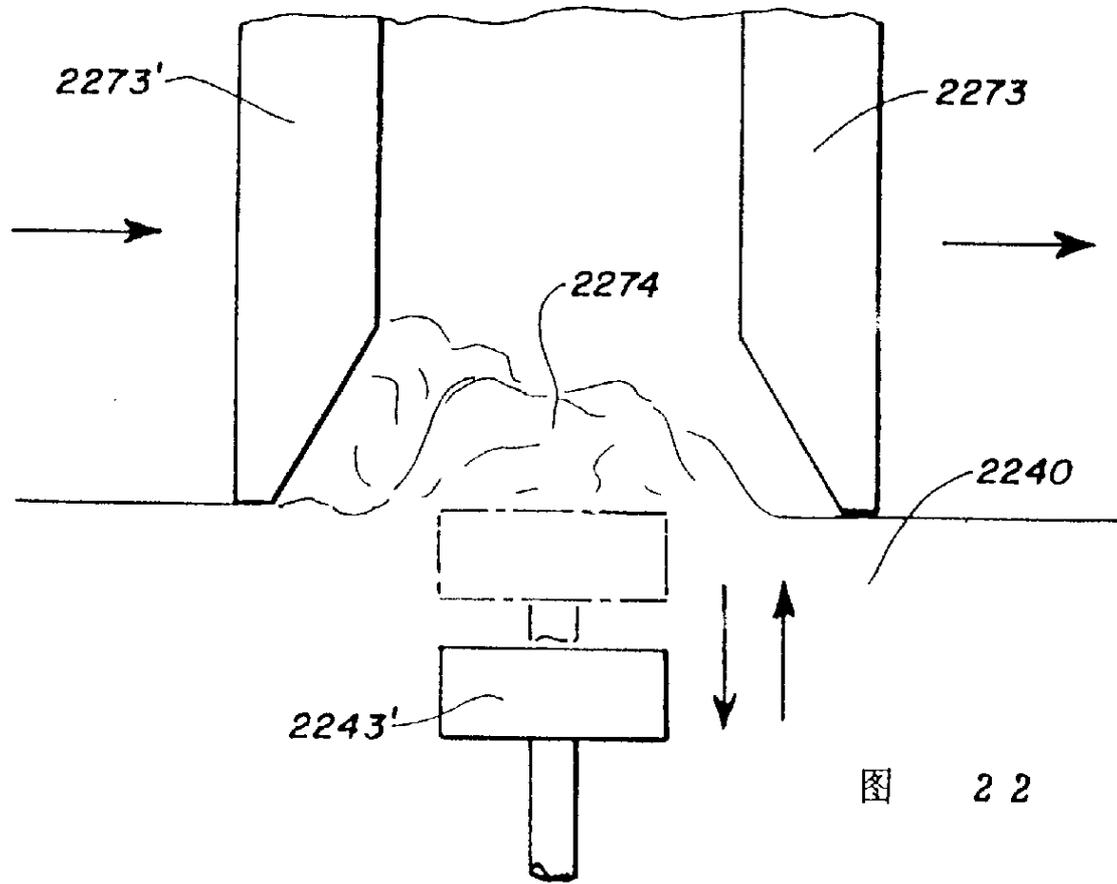


图 2 2

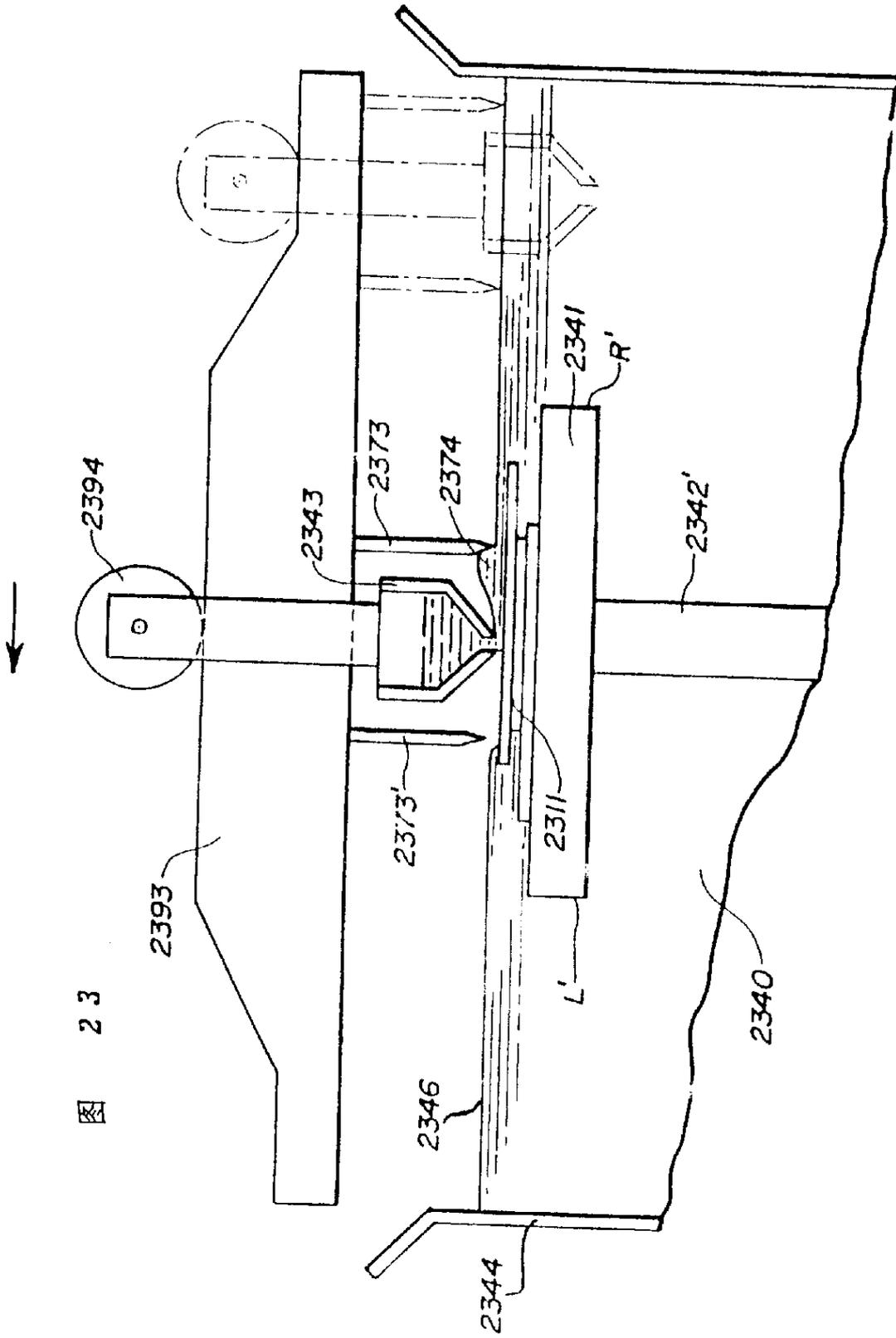


图 23