

(19)中华人民共和国专利局

[11]公开号 CN 1053843A



(12) 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91100735.0

[51] Int.Cl⁵

G02B 27/22

(43) 公开日 1991年8月14日

[22]申请日 90.12.22

[30]优先权

[32]89.12.22 [33]US [31]55,473

[71]申请人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72]发明人 约翰·A·劳顿

[74]专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 黄家伟

B05D 3/06 G03C 9/08

说明书页数: 28

附图页数: 4

[54]发明名称 固体成像系统

[57]摘要

一种制作整体三维物体的设备和方法,整体三维物体是由光致成型混合物依次形成的许多层并将这些层曝光而成,曝光是通过一个可拆开的柔性透明膜,膜的一面与混合物接触,另一面与刚性透明板接触,该板引导和支撑该膜。

< 37 >

(BJ)第1456号

权 利 要 求 书

1) 一种由依次形成的固化层快速和精确地制作整体三维物体的方法，其中固化层是由易变形和光致成形的混合物构成，该方法包括以下步骤：

(a) 将混合物放入一个容器，该容器包括一个平滑的平台；

(b) 在混合物放入一个张紧的、透明的、柔韧的和非粘附性的膜，该膜有第一和第二表面，第一表面相对并平行于第二表面，第一表面安置成在某种程度上防止该表面被混合物浸湿，第二表面的至少一部分与混合物相接触；

(c) 在膜顶部的第一位置固定一个平滑、刚性且透明的板，该板有一个上平表面和一个下平表面，上表面相对并平行于下表面使板的下平表面平行于并与膜的第一表面相接触，板把膜导向一个原始位置，使膜平行于并置于平滑平台的上面，其距离为膜厚；

(d) 将膜和工作平台之间的可光致成形混合物通过透明板和透明膜成像曝光，以形成固化层，要求辐射足够强，以使在固化层和工作平台之间产生适当的粘附力；

(e) 从工作平台的顶部的第一位置将透明板移到离开工作平台的第二位置；

(f) 把膜从固化层上和未曝光的易变形混合物上拆下；

(g) 使易变形混物流过固化层；

(h) 加大工作平台和膜原始位置之间的距离至一个层厚度；

(i) 依照 (b) 把膜重新放入混合物中；

(j) 重新把板固定在膜顶面第一位置上，使板较低的平表面平行于膜的第一表面，并与之相接触，板把膜导向平行于在先的固化层并使平放在固化层的顶部，其间相距一个层厚；

(k) 通过透明板和透明膜，使膜和在先固化层之间的可光致成形混合物用辐射成像曝光，以形成新的固化层，要求辐射足够高，以使新固化层和在先的固化层之间有足够的粘附性；

(l) 从工作平台顶部的第一位置再次把透明板移到离开平台的第二位置；

(m) 从新固化层和未曝光且易变形的混合物上将膜分离；

(n) 重复步骤(g)到(m)，直到整个三维物体形成。

2) 根据权利要求1所述方法，其特征在于，易变形混合物是液体。

3) 根据权利要求1所述方法，其特征在于易变形混合物为非液体。

4) 根据权利要求1所述方法，其特征在于，当透明板处于第一位置时，工作平台在某种程度上可垂直于透明板移动。

5) 根据权利要求4所述的方法，其特征在于，移开板和拆除膜的步骤可同时进行。

6) 根据权利要求5所述的方法，其特征在于板有一个直线边，移开板的步骤是通过将所述板水平平移进行，而在直线边处拆除膜。

7) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于板和膜的折射率是匹配的。

8) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于板和膜的折射率是匹配的。

9) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于在板和膜之间有一种光耦合流体。

10) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于在板和膜之间有一种光耦合流体。

11) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，至少膜的一部分

是弹性体。

12) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，至少膜的一部分是弹性体。

13) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，辐射的形式是激光束。

14) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于辐射的形式是激光束。

15) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，辐射被一个可变光学密度的光掩膜所调制。

16) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，辐射被一个可变光学密度的光掩膜所调制。

17) 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，光致成形混合物包含增塑溶胶。

18) 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，光致成形混合物包含增塑溶胶。

19) 一种由依次形成的固化层快速和精确地制作整体三维物体的设备，其中固化层是由易变形和光致成形的混合物构成，该设备包括：

使光致成形混合物依次构成的每一层通过辐射成像曝光的成像装置；和

一个覆盖工位，包括，

一个盛装混合物的容器；

一个在容器中的平滑工作台；

一个透明、可弯曲和非粘性膜在工作台上方被张力支撑，膜有

第一和第二表面，第一表面与第二表面相对并平行，膜在混合物中的操作方式应防止第一表面被混合物浸湿，并允许第二表面的至少一部分与混合物相接触；

一个平坦、刚性和透明的板固定在膜顶部第一位置上，板有上平表面和下平表面，上表面与下表面相对且平行，以使板的下平表面平行膜的第一表面并与之相接触，板把膜导向工作平台顶部并与之平行；控制膜的第二表面与工作平台之间距离的位置装置，使光致成形混合物的各层依次成形于第二表面下，并通过成像装置提供的辐射，成像曝光而固化；

将板从第一位置移到第二位置的装置；

使易变形混合物流过固化层的装置；以及拆除膜的装置。

20) 根据权利要求19所述的设备，其特征在于，易变形混合物是一种液体。

21) 根据权利要求19所述的设备，其特征在于易变形混合物是一种非液体。

22) 根据权利要求19所述的设备，其特征在于，成像装置包括：
提供一种具有一定强度的辐射束的辐射装置；
控制辐射束偏转的偏转装置；

在辐射装置和偏转装置之间的调制装置，以调制辐射束强度，以及
存贮与刚性物体形状相对应的图形数据的计算机装置，该计算机装置亦与调制装置、偏转装置和位置装置相耦合，以便依照图形数据控制所述的调制装置、偏转装置和位置装置。

23) 根据权利要求19所述的设备，其特征在于辐射束包括激光束。

24) 根据权利要求19所述的设备, 其特征在于, 位置装置与工作平台相联, 并能使平台在垂直方向移动。

25) 根据权利要求23所述的设备, 其特征在于, 移动板的装置使板作平移运动。

26) 根据权利要求19所述的设备, 其特征在于板和膜的折射率是匹配的。

27) 根据权利要求24所述设备, 其特征在于, 板和膜的折射率是匹配的。

28) 根据权利要求19所述的设备, 其特征在于, 在板和膜之间有一种光学耦合流体。

29) 根据权利要求24所述的设备, 其特征在于, 在板和膜之间有一种光学耦合流体。

30) 根据权利要求19所述的设备, 其特征在于至少膜的一部分是弹性体。

31) 根据权利要求24所述的设备, 其特征在于, 至少膜的一部分是弹性体。

32) 根据权利要求19所述的设备, 其特征在于, 成像装置有一个可变光学密度的光掩膜。

33) 根据权利要求17所述的设备, 其特征在于, 光致成形混合物含有增塑溶胶。

34) 根据权利要求22所述的设备, 其特征在于光致成形混合物含有增塑溶胶。

固体成像系统

本发明涉及通过光致成形制作三维物体的方法和设备，更确切地说，涉及将一种可光致成形成份制作的平面薄层精确而快速地受控敷加到一个平台上，或预先已光致成形的层上，以实现制作上述具有改善的平面性，精度和整体性的三维物体。

已提出许多通过光致成形生产三维塑型的系统。欧洲专利申请NO. 250, 121是Scitex公司在1987. 6. 6申请的，它揭示了一种使用能固化的液体的三维塑型装置，并提供了一个很好的与该技术相应的文件摘要。发表于1986年3月11日的美国专利4, 575, 330 (C. W. Hull)，描述了一种系统，该系统通过在流体介质的一个选择表面产生三维物体，该流体通过强辐射，粒子轰击或化学反应，根据适当的协合激励，能改变其物理状态，表示物体相应的连续相邻横截面的依次相邻薄层就自动形成并构成一个态体，从而提供一种由所需物体构成的阶梯状层状体，借此形成一个三维物体和在形成过程中得到流体介质的实质平坦的表面。发表于1988年6月21日的美国专利4, 752, 498 (E. V. Fudim)，描述了一种改进的三维物体形成方法，该方法包括使光致聚合物固化的有效辐射量穿过一种辐射传播介质，辐照一种未固化的光致聚合物，该介质与未固化液态光致聚合物相接触。传播介质能使被辐照面进一步交联，以便当下一个相继层形成时能够粘附于此。用这种方法能够制成多层物体。

出版物"Automatic Method for fabricating a three-dimen

sional Plastic model with photohardening polymer" Hideo. Kodama 发表于Rev. Sci. Instrum. 52(11), 1770—1773, Nov. 1981, 描述了一种自动加工三维塑性模的方法。通过用紫外线照射液体光致聚合物并将横截面已固化的许多层叠加制成固态模型。出版物"Solid object Generation" Alan J. Herbert, Journal of Applied photographic engineering, 8(4) 185—188, Aug. 1982, 描述了一种装置, 该装置可制作固态或三维物体的复制品, 类似一种可复制二维物体的复印机。该装置可在光致聚合物中根据存贮于计算机中的信息制出一种简单的三维物体。

各种方法的一种好的评论性刊物已于最近出版, 题目是"A Review of 3D solid object Generation" 由A. J. Herbert 著, Journal of Imaging Technology 15: 186—190(1989)。

这些方法的大部分涉及用依次辐照试图固化的面积或体积的方法, 逐步形成三维物体的固体部分。描述了多种蒙罩技术以及激光直接书写, 亦即依照所需要的图形用激光来对可光致成形混合物进行辐照, 构成一个层层相连的三维模型。除各种各样的辐照技术之外, 还描述了产生薄液体膜的几种方法, 这些方法既允许起初覆盖一个平台, 也允许覆盖预先辐照和固化的各连续层。

目前覆盖方法有不足之处, 它们不能够保证层厚平展均匀, 或不能快速生产均匀层厚的膜, 或者它们不能有效地防止损坏或在随后覆盖过程中相对于预先生成层的变形, 它们仅涉及对较低粘性液体成份的覆盖。更进一步, 它们忘记考虑覆盖过程中的重要参数, 诸如在薄液层形成过程中固液区域效应, 液体流动和流变学特性效应, 覆盖过程中, 薄光致成形层由于液体流动容易变形的趋势, 和

弱力效应，如氢键，强力效应，如机械联接和在薄层上或在将形成部分上的真空或压差力。

如Hull专利。描述了浸蘸过程，这里工作平台或降低一个层厚，或在一个容器内低于一层之距浸蘸，然后在光致成形液体表面不超出一层厚度时停止。Hull更进一步提出低粘性液体很合适，但由于其他实际原因，光致成形液体最终将展平，特别是，如果在大的平面内成像和液体层厚度很薄时，高粘性液体和甚至低粘性液体都需要花费大量的时间整平到可接受的程度。由固态壁环绕液体构成的在先形成的层进一步使薄液体层覆盖膜的整平过程复杂化。此外，工作平台和有悬臂或横梁的部件的运动(在Z方向无支持的区域)，在液体中产生层的偏斜，成为在最终产品中超出容许权限原因之一。

Munz 专利，(美国，2,775,758 发表于1956)和Scitex的申请，描述了几种方法，用这些方法光致成形液体用泵和类似的装置引入容器中，以使新液体层表面以一层厚度成形于先辐照过的层上。这些方法都有Hull方法中的问题，只是覆盖过程中层的倾斜有所减小。

Fudim 专利描述了一种透射介质的使用，这种介质通常是刚性并有涂层的，或不大可能粘附于固化的光致聚合物的，用这种透射介质使光致聚合物液体的表面凝固成所需的形状，例如为平面形，透过该平面，所需厚度的光致聚合物达到固化。Fudim所描述的方法不解决将这种透射材料从与其表面紧密接触的形成的光致聚合物上分离的问题。而化学键的作用可能由于合适的涂层或固有合适的膜被大大地降低，机械联接以及氢键、真空力及类似的其他力都仍然存在，而且在某些情况下，当将光致聚合物从透射介质表面移去

时，这些力足以对光致聚合物产生损害或使之变形。而且，申请人所做的评价表明，反抗分离的力或从因照射而固化的层表面滑落的力可以损坏与不粘附的透射材料紧密接触的固化层，特别是当固化层由光致成形液体所包围，甚至当固化层很薄时。在Fudim专利中没有描述消除这些问题的方法。

本发明的一个目的就是提供一种方法和设备以快速生产由可变形和可光致成形材料制成的层，它们应是平滑的，并由此使以前曝光和固化的层在加工的过程中有改善的平度、精度和整体性。依照本发明，固化层最好有小于0.030''的厚度和0.001''/每英寸的平面度。可变形混合物是指只在压力下或在压力和温度下具有其所在模子的形状，或者具有压在其上的表面形状的那些混合物。该层在凝固时，或聚合时，或受辐射交键时固化，或甚至当受辐射粘性增大时，为使其再变形需要更高的压力和/或温度。液体是理想的可变形混合物，它可以由于自身重量的压力而变形。

发明涉及一种一层接一层地直接生产三维物体的方法和设备，每层都用辐射装置辐照，每一层的覆盖膜使之薄、平、快速敷加且不损坏在先敷加和辐照的层。尤其，本发明是关于由连续固化层快速而精确地制造一个整体的三维物体的方法。该固化层最好是由可变形，可光致成形的液态混合物制成。该方法包括以下步骤：

(a) 把混合物放入一个容器，该容器包括一个平滑的平台，

(b) 在混合物中放入一个张紧的透明的、可弯曲的和非粘附性的膜，该膜有第一和第二表面，第一表面相对并平行于第二表面，第一表面安置成在某种程度上防止该表面被混合物浸湿，第二表面的至少一部分与混合物相接触；

(c) 在膜顶部的第一位置固定一个平滑、刚性且透明的板，该板有一个上平表面和一个下平表面，上表面相对并平行于下表面，使下表面平行于并与膜的第一表面相接触，板把膜导向一个原始位置，使膜平行于并置于平滑平台的上面，其距离为膜厚；

(d) 将膜和工作平台之间的可光致成形混合物通过透明板和透明膜成像曝光，以形成固化层，要求辐射足够强，以使在固化层和工作平台之间产生适当的粘附力；

(e) 从工作台顶部的第一位置将透明板移到离开工作平台的第二位置；

(f) 把膜从固化层上和未曝光的易变形混合物上拆下；

(g) 使易变形混物流过固化层；

(h) 加大工作平台和膜原始位置之间的距离至一个层厚度；

(i) 依 (b) 把膜重新放入混合物中；

(j) 重新把板固定在膜顶面第一位置上，使板较低的水平表面平行于膜的第一表面，并与之相接触，板把膜导向平行于在光的固化层并使平放在固化层的顶部，其间相距一个层厚；

(k) 通过透明板和膜，使膜和在先固化层之间的可光致成形混合物被辐射成像曝光，以形成新的固化层，要求辐射足够高，以使新固化层和在先的固化层之间有足够的粘附性；

(l) 从工作平台顶部第一位置再次把透明板移到离开平台的第二位置；

(m) 从新固化层和未曝光且易变形混合物上分离膜；

(n) 重复步骤 (g) 到 (m) 直到整个三维物体形成。

本发明也涉及用依次固化层快速而精确地制作整体三维物体的

设备，固化层是由可变形和可光致成形的混合物构成。该设备包括：
使光致成形混合物依次构成的每一层通过辐射成像曝光的成像装置；和

一个覆盖工位、包括

一个盛装混合物的容器；

一个在容器中的平滑工作台；

一个透明、可弯曲和非粘性膜在工作台上方被张力支撑，膜有第一和第二表面，第一表面与第二表面相对并平行，膜在混合物中的操作方式应防止第一表面被混合物浸湿，并允许第二表面的至少一部分与混合物相接触；

一个平坦、刚性和透明的板固定在膜顶部第一位置上，板有上平表面和下平表面，上表面与下表面平行且相对，以使板的下平表面平行膜的第一表面并与之相接触，板把膜导向工作平台顶部并与工作平台平行；

控制膜的第二表面与工作平台之间距离的位置装置，使光致成形混合物的各层依次成形于第二表面下，并通过成像装置提供的辐射，成像曝光而固化；

将板从第一位置移到第二位置的装置；

使易变形混合物流过固化层的装置；以及拆除膜的装置。

混合物最好为液态，成像装置包括：

提供一种具有一定强度的辐射束的辐射装置；

控制辐射束偏转的偏转装置；

在辐射装置和偏转装置之间的调制装置，

以调制辐射束强度；以及

存贮与刚性物体形状相对应的图形数据的计算机装置，该计算机装置亦与调制装置、偏转装置和位置装置相连接，以使依照图形数据控制所述的调整装置、偏转装置和位置装置。

读者对本发明的理解将由以下的实施例结合附图的仔细描述而得到提高。

图1示出了用于本发明实施例装置的示意图。

图2表示了依照本发明在制备和曝光过程中覆盖工位各部分位置的示意图。

图3示出了在将膜从固化层拆离和工作台向下移动一个层厚之后，覆盖工位各组成部分的位置。

图4为图2的横截面视图，详细示出了支撑易弯曲膜边缘部分的一种比较好的方式。

本发明涉及通过依次固化可变形和光致成形混合物的各层来制作三维物体的方法和设备，更确切地说是涉及快速提供平滑的光致成形混合物薄层的可控方法，能避免已曝光的光致成形和固化的混合物层变形和损坏的方法，依次覆盖这些可变形混合物层的方法，这些方法能防止气泡进入并能减少在先曝光和固化层的变形，以及改善平面度、精度和整体性。

本发明的一个最佳实施例示于图1，这里提供了一个成像工位或装置，该装置包括一个辐射源10，一个调制器14，一个计算机34和一个扫描器16。亦提供了覆盖工位46。辐射装置10最好是激光器，产生激光束12。为高速制作固态物体，本发明的设备最好采用较高能量的辐射装置10，如高能激光器，其谱带范围主要在可见光、红

外或紫外光区，高能可认为是大于20毫瓦，根据辐射束12的强度测量时最好大于100毫瓦，这与目前光致成形混合物的感光度有关。然而，当可以获得更快速感光的混合物时，20毫瓦和100毫瓦的射束强度可相应变低，因为混合物的感光度与射束强度成反比，以达到同样的效果。某种型号激光器的选择应与光致成形混合物的选择相一致，以使混合物的感光度与激光辐射的波长一致，也可应用其他辐射装置如电子束，X-射线等，只要其能量与混合物的感光度相匹配。根据所制定的方法可以看到，提供了一个光束，为进行操作提供了合适的条件，这在已有技术中是熟知的。虽然可提供的装置能调整光束截面成任何所需的形状，但通常是圆形，光束强度的分布为高斯形，在圆形中心具有最大强度。

辐射束12通过调制器14，调制器最好是声光调制品。经过调制的辐射束12'依次通过偏转装置16，偏转装置包括两个反射镜20和22，每一反射镜有一个轴(未示出)，使射束在x和y方向上偏转至表面53，x、y方向互相垂直，并平行于表面53。反射镜20和22用电机24和26绕对应轴运动，以矢量扫描模式分别控制射束的偏转，在x和y方向偏转向光致成形混合物40的预定位置，该混合物盛装在覆盖工位46的容器44中。合适的光致成形混合物的例子在本说明书的下一节给出。当辐射束被偏转装置16偏转时，假定加速度是从零到最大加速和速度是从零到最大匀速。速度和射束强度保持互相成比例，使得曝光保持常量。辐射束将混合物的预选部分成像曝光至如下所述的固定深度。

为实现本发明目的，辐射束12''不仅是来自激光器的聚焦光束，而且可以是其他光源或由不同方式调制的光，例如，可以是透过任

何可变光强的光罩如液晶显示，卤化银膜，电沉积掩膜等，或者是反射任何可变光强的装置，如反射式液晶盒。

图2进一步详细描述了本发明最佳实施例的覆盖工位46，有容器44盛装光致成形混合物40。还有平滑的工作平台41置于容器44中和混合物40里。在容器44上方有张紧装置49，其一端联接于一个固定点，另一端连接一个透明柔性膜45。膜45由张紧装置49张紧，这样，在刚性透明板47之下膜45被牢固地拉着。膜45的另一端或刚性地或用其他方法固定，如用一个附加张紧装置或类似的东西。膜45应该是透明的，柔性的和对混合物40至少在受光化辐照使混合物固化之后为非附着性的，在辐照前就是非附着性的则更好。刚性板47，引导膜45在工作平台之上并在某种程度上平行于工作平台。

膜45有第一表面45'和第二表面45''，两个表面在膜的相对侧面，互相平行。膜45能在混合物40中操作，在某种程度上浸蘸于混合物40中，使第一表面45'远离混合物，防止被混合物40浸湿，另一方面，第二表面45''的至少一部分与混合物40相接触。

板47，大体平滑，刚性和对光化辐射透明，有上平表面47'和下平表面47''，两个表面在板47的相对两侧，并大体上互相平行，板47用传统方式(图中未示出)固定于膜45之上，如图2中所示的第一位置"A"，在某种程度上，板47较低的表面47''与张紧膜45的第一表面45'相接触。在这些条件下，板47把膜45导向原始位置"C"，以使膜45在平台41上面并平行于平台41。如图2所示，板47可以第一位置"A"用传统方式移至第二位置"B"，如图3所示。将板47从第一位置移到第二位置最好以平移方式进行，水平平移的方式则更好，以使得板47的第一位置"A"和第二位置"B"在同一平面，该平面平行

于平台41。图3示出了图2的各组成部分在物体形成过程的另一阶段的情况,其中所有组成部分都是相同的,只是透明板47用移动装置(未示出)作了水平移动。然而,透明板的移动不一定必须是平移,任何传统机械的或机电装置都可用来移动板47。传统的带有导向装置的马达/螺旋或马达/链条机构能够控制板47的运动,是这种机构的一个例子。为简单起见,又由于显而易见,这个传统机构在图中未表示出来。

应该提起注意的是,膜45也可以是连续的带子,或在一侧卷成辊状,这个辊在加工过程中打开,最好在板47回到其原始位置时打开,而在另一侧卷起。

还有位置装置42,它可控地改变平台41至膜45的第二表面45''之间的距离,使得依次由光致成形混合物构成的各层11在膜45的第二表面45''下形成,并且由成像装置发出的辐射成像曝光而固化。由混合物40构成的层48夹在膜45的第二表面45''和在先固化的层11之间,或在没有其他固化层时夹在第二表面45''和平台41之间,这个层48开始时是变形的,最好在曝光前是液体,但在光化辐照之后变为固体。位置装置42最好由计算机34控制,使工作平台41沿垂直于透明板47下平表面的方向移动。

由于依照本发明,层48的厚度是由工作平台41与膜45的第二表面45''之间的距离确定,因此,移动工作平台或移动膜/板系统都可增大距离,以依次形成各层。这样,膜的位置(如原始位置)和板的位置(如第一位置)有膜/板组件作为参改点,而不是工作平台或容器。

从成像曝光的固化层上拆除膜最好用剥离的方法,本发明也提

供了这种装置(为简单起见未示出),这可以是一种完全独立的普通机构,它按照指令将膜从层上拉开。拉紧膜45的张紧元件49,可选为有足够的强度或也可用任何其它合适的方式,使得当板47移去时,张紧元件49从固化层上移开和拆下膜,因此这也是一种拆除装置。拆除装置必须置于一个合适的位置,以使板47在其第二位置时,板应当在一旁不妨碍拆除膜。从固化层拆除膜最好从一边的前端开始而不是任意地,最好是,一边的前端是由板的直线70在膜上产生尖锐弯曲而确定的。拆除可以与板的移开同时进行,或者在板移去之后进行,前一种情况更佳。

如图1所示,计算机34配有通讯线路52、50、54和60,用以分别控制辐射源10、调制器14、偏转装置16和位置装置42。板47的移去装置及膜的拆除装置亦可由计算机34控制。防止光致成形混合物40在柔性透明膜45顶部流动并污染膜45的第一表面45',或者板47的第二表面47''的比较好的方法可以从图4中看到,该图表示图2中所示结构的横截面,膜45的侧边是倾斜的,向上支撑以防所述表面被污染和潮湿。这种支撑可以使用任何传统的支撑装置3和3'。使用一种附于膜45的弹性膜并向上拉紧是这种装置的一个例子。

许多变化和材料的选择对图2—4中所示的方法是有用的。张紧元件49可以是一个弹簧、弹簧系列、弹性带、有滑轮的重物、离合器、张紧杆、螺线管中的杆等。不管这元件是什么,重要的一点是它只提供柔性透明膜45以足够的张力,以确保膜45是平的和在用光化辐射如射束12''成像曝光过程中与透明板47下表面相接触,它确保从固化混合物表面较好地拆除膜;或者在柔性透明膜亦为高弹性体,并在上述使用情况下足够张紧时,所述张紧元件49就没有必

要。实际上，只需膜的一部分为高弹性体就可以达到上述和其他目的。柔性透明膜45可以是对辐射束12''透明和防止射束12''散射的高光学质量的任何材料，它厚度均匀，有足够柔韧性，在拆下和剥离时和被支撑装置3和3'弯折时能经得住反复弯折，有合适的弹力，能给张紧元件必须的张力，和/或由垂直支撑装置3和3'表示的必须的垂直边的支撑；它不渗入光致成形混合物40；它光滑；不粘附于光致成形混合物40的易变形层48或混合物40的固化部分。

合适的柔性透明膜45的例子有PFA，PTFE，FEP膜，聚丙烯膜，聚乙烯膜，硅化聚脂膜，对苯二酸乙二醇酯膜，它具有敷在其上的能分离的聚二甲基硅氧烷膜层。合适的高弹性柔性透明膜45的例子是改进的卡莱兹氟碳高弹性膜，该膜由Wilmington DE的E. I. du Pont de Nemours公司生产。

透明板47可以由任何一种材料制成，它应具有均匀的厚度和平度，具有足够的刚性，当用辐射束12''完成曝光时能保持所需的平度，具有足够的透射率和光学透明度以允许所述辐射束12''透过所述透明板47在所述透明柔性膜45下使一层厚度的光致成形混合物48有效地光硬化或固化。用作透明板47的合适材料的例子有平玻璃或硅片以及类似透明丙烯酸板或聚碳酸脂板。唯一严格要求的是透明和平滑。如早先提到的，支撑装置3和3'可以是一种元件，它使柔性透明膜45的边缘保持在光致成形混合物2的表面上方。另外的支撑装置3和3'例子如由Wilmington Delaware的E. I. du Pont de Nemours公司制造的LycraR的可拉伸的弹性材料和在混合物液面上方熔合或粘合到所述柔性透明膜45长边的橡皮。另外的例子可包括将幕环或线连到所述边缘上，并将边缘保持在混合物液面的上方。

如已所述，移去或最好平移透明板47可用任何传统的移动或平移装置操作，该装置允许从固化层11表面拆除所述透明膜45，与板的移动可以分开进行也可同时进行。

申请人已经揭示，被辐射装置曝光的光致成形混合物在与相对刚性表面紧密接触时，形成强键，它不易被从两个表面直接拉开，或使一个表面相对另一个滑动，尽管表面附有抗粘性材料。与固化混合物无化学反应或极小反应的聚四氟乙烯，PFA，聚丙烯，聚乙烯膜，应与这些材料无粘附性，不能直接从固化表面直接移去或不能如图1-4中所示在曝光之后滑脱所述表面，不同的是，没有柔性膜，尽管没有刚性板。然而，申请人发现，用本发明的以下步骤无需太大的力就可将膜从表面拆下。在这一点应注意的是，光致硬化、硬化、固化等词在本文中指的是用辐射方法使易变形材料转化成固体。该三词可互相转用。而且，只要材料在自身重量下不流动，就可视为非液体。

可用于本发明中的光致成形混合物是在曝光情况下能固化的任何混合物。这些混合物包括但不一定必须包括光敏材料和光致引发剂。"光"一词在此不只表示光，也表示任何其他能转化易变形混合物的光化辐射，最好是用辐射使一种液体变成一种固体。阴离子或阳离子聚合，以及缩合和自由基聚合，和它们的结合是这些现象的例子。最好是阳离子聚合，自由基聚合则更好。包含热聚合材料的光致成形混合物甚更佳。

一种液态可热聚合的光致成形混合物在光化辐射下固化，而不必达到其最终物理性质，特别是粘附性和内聚性。然而，这形成了适于控制的整体性，直至提供进一步的处理。当混合物包含处于离

散状态的粒子物质时，被认为是可聚合的，这种粒子物质在一定条件下如升高温度时进行聚合。聚合是离散相向内聚连续固相的转换。

光致成形混合物最好包括一种可热致聚合的内聚性材料。一种光致成形单体和光致引发剂。光致成形材料最好包括乙烯非饱和单体，在光化辐射照射下，光致成形混合物的曝光面积在移去非曝光面积之后应该保持可热致聚合性。这对改善层与层之间连接表面的粘附性和整个多层三维物体层内的内聚性是十分重要的。实际上，通过对最终三维物体的结构提供优良特性的材料，在联接表面上形成内聚键，这对避免下一个表面的生成过度也是很重要的。下面还要讨论。

虽然在不是以聚合材料为基的光致成形混合物的情况下，不需要曝光之后的处理，但在聚合材料为成型的主要组成部分的情况下，对物体需要进一步的热处理，以使其获得最终强度。在这些条件下，当三维物体的所有层通过上述方法形成时，未曝光部分的混合物应采用任何传统的方式移去，如使物体振动、向物体吹气等等。进一步的拆除应用稀的，非聚合溶剂冲洗物体，水、酒精和一般极性溶剂对于非极性混合物都是稀释剂，只要所考虑的溶剂从曝光面积不分离出过量的材料或在冲洗物体时不过分使被冲洗的物体膨胀，就认为是稀的、非聚合溶剂。然后将物体热致聚合使产生高粘附性和粘附强度。这一步骤可在炉中进行，如对流、IR、微波等。最适宜的温度和时间取决于每一种混合物。典型温度范围为 100°C — 250°C ，时间范围为5—30分钟。然而，这些区域之外的温度和时间亦可应用。

很重要的一组热致聚合材料是增塑溶胶，增塑溶胶为流体混合

物，粘性范围从可浇注的液体到稠糊状，可把细粒聚合物树脂散入非挥发性液态热致增塑剂中获得，即与聚合物或树脂相容且增大柔性和可加工性材料，但对树脂或聚合物在普通柔度条件下无特别的溶解能力，而且在普通存贮条件下(如室温)没有明显的溶解能力的材料。当增塑溶胶形成所需形状时、如通过模塑或涂敷，可加热以使聚合树脂颗粒和非挥发性液体成分聚合，而形成均匀的固体物质，挥发性稀释剂可加在增塑溶胶分散物中以改变其粘性达到所需加工特征。包含不超过10%挥发性稀释剂的分散物可视为一种增塑溶胶，因为用于增塑溶胶的增塑剂只在比贮存温度更高温度下溶解聚合物，所以亦可称为热致增塑剂。

应用最广泛的是增塑剂中以聚氯乙烯均聚合物为基的增塑溶胶，经常用离散树脂(颗粒尺寸0.1到2微米)，它们用聚合物类型(均聚合物或与醋酸乙烯共聚物或包含羧基功能团的聚氯乙烯)分子量和尺寸，形状及粒子分布情况来表征。给定分子量的树脂常依照成品的物理要求来选择。高分子量的树脂有较高的物理强度。当需要较低熔融温度时，常用共聚物。颗粒尺寸、形状和分布对增塑溶胶流变学有重要影响。混合树脂(颗粒尺寸在10—150微米)可与弥散树脂配合使用。它们通常有较低的吸油性，这降低了增塑溶胶在给定增塑剂等级的粘性。

聚氯乙烯作为形成增塑溶胶的初始聚合物已经在文献中得到描述。聚氯乙烯增塑溶胶在美国专利3,795,649中得到描述，其中聚乙烯是与其他单体共聚而成，包括丙烯酸单体，它包含少量(35%)聚合物组分。在美国专利2,618,621中揭示了聚氯乙烯增塑溶胶，其中增塑剂含量的一部分由丙烯酸单体置换，然后，在聚合聚氯乙烯

树脂时的温度下，以传统方式热致聚合。

用掺入光敏单体或光致引发剂，聚氯乙烯增塑溶胶分散体可制成光活性的，如美国专利4, 634, 562中所描述，或将可光致聚合或光致交链聚合物连接到聚氯乙烯主链，使在光化辐射辐照下，改良的聚氯乙烯聚合物聚合或交联。用这些混合物最好作为全部聚合材料的一部分，或非饱和单体的全部或一部分。光致引发剂亦可构成聚合物的一部分，如美国专利4, 251, 618和4, 276, 366中所述，并被本发明所应用，最好是用作全部可聚合材料的一部分。

通常，聚卤化乙烯、聚偏卤化乙烯、聚卤化乙酸乙烯酯、聚偏卤化乙酸乙烯酯、聚苯撑氧和聚乙烯醇缩乙醛及由此产生的混合物可有效地用来作热致聚合物。卤化物最好是氯化物或氟化物，聚氯乙烯混合物经常含有热稳定剂，这在已有技术中是熟知的。稳定剂有接收氯化氢的能力，氯化氢从聚合物中释放出，是热分解的产物它们也能防止褪色，作为稳定剂常用的材料为钡—镉—锌类型。它们常通过添加环氧化油和磷酸盐(螯化物)而得到改善。

聚合电解质混合物，如美国专利4, 176, 028中所描述的，以及丙烯酸增塑溶胶和甲基丙烯酸增塑溶胶，如美国专利4, 421, 619, 4309, 331、4, 465, 572、4, 125, 700和比利时专利865, 180中所描述的亦可使用。其他热致聚结混合物，如美国专利4, 523, 983、4, 568, 405和4, 623, 558中所描述的那些亦是混合物的例子，它们可在本发明中应用。

用在增塑溶胶中的增塑剂一般按照功能或结构分类。在结构上，它们可划分为单体的或聚合体的，在功能上，分一级的和次级的。有良好的稳定性，相容性和增塑效率的增塑剂被视为一级的，相容

性稍差的为二级的。对聚氯乙烯树脂典型非可聚合的增塑剂包括但并不限于：酞酸二异癸酯，酞酸二异壬酸，酞酸二异辛酯，二(2-乙基己基)酞酸酯，二(2-乙基己基)壬二酸酯，己二酸二异癸酯，辛基癸基己二酸酯，己二酸二异壬酯，二(2-乙基己基)己二酸酯，碳七碳九己二酸酯，(正)碳六-碳八-碳十己二酸酯，辛基癸基酞酸酯，二(十三烷基)酞酸酯，三(2-乙基己基)偏苯三酸酯，偏苯三酸三异壬酯，辛基癸基偏苯三酸酯，聚酯(ParaplexG-54, Rohm和Haas公司, Plastolein9750, Emery工业公司)丁基苄基酞酸酯，酞酸二己酯，丁基辛基酞酸酯，磷酸三甲苯酯，甲苯基二苯基磷酸酯，2-乙基己基二苯基磷酸酯，癸基二苯基磷酸酯，邻苯二甲酸二辛酯，二(2-乙基己基)间苯二甲酸酯，含有增塑剂的环氧化物如环氧化豆油，环氧树脂酸辛酯及环氧树脂酸异辛酯，碳氢化合物，氯化烃及其他。

可聚合增塑剂可与非可聚合增塑剂一起使用。它们包括但并不限于：

1、3-丁二醇二甲基丙烯酸酯，三羟甲基丙烷双异丁烯酸酯，三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯。

增塑剂对增塑溶胶的各个方面都有深刻的影响，包括粘性、流变特性、存贮能力、熔化温度、应用方法、最终物理特性(如抗拉强度，伸长百分比、火焰迟滞、热致聚合后的稳定性)。对上述特定的聚合物弥散树酯的增塑剂的选择应认真对待。经常用两个或多个增塑剂添加在环氧化物增塑剂中，因为环氧化物与钡镉锌稳定剂一起使聚氯乙烯弥散树酯的热稳定性进一步改善。通过聚合物弥散树酯和增塑剂、稳定剂、填充剂、粘性调制剂等的适当结合，可达到

热致聚合的许多特性。如，当用高分子量聚合物树脂，低量增塑剂、足够长的处理时间和完全溶解的温度能得到最终抗拉强度和抗扯强度。为使伸长量增大，可用较大量的增塑剂和共聚树脂（即氯乙烯与7%的乙酸乙烯酯共聚物），增塑剂赋予光致成形成分所需和重要特性是在光致成形和熔化（热致聚合）过程中不收缩。

一个或多个单体可用于混合物中。单体可以是单官能，双官能三官能或多官能的丙烯酸酯，异丁烯酸酯、乙烯，烯丙基化合物等，如果它们能够使单体可光致成形就由它们自身构成其他官能团和/或光敏基，如环氧化物、乙烯树脂，异氰酸盐、尿烷等，或加入丙烯酸酯或异丁烯酸酯。

适用的乙烯非饱和单体，仅能单独使用或与其他单体组合使用的包括下列，但不限于此：叔丁基丙烯酸酯和叔丁基异丁烯酸酯，1,5-戊二醇二丙烯酸酯和1,5-戊二醇二异丁烯酸酯，N、N-二乙基氨基乙基丙烯酸酯和N、N-二乙基氨基乙基异丁烯酸酯，乙二醇二丙烯酸酯和乙二醇二异丁烯酸酯，1,4-丁二醇二丙烯酸酯和1,4-丁二醇二异丁烯酸酯，二乙二醇二丙烯酸酯和二乙二醇二异丁烯酸酯，1,6-亚己二醇二丙烯酸酯和1,6-亚己二醇二异丁烯酸酯，1,3-丙二醇二丙烯酸酯和1,3-丙二醇二异丁烯酸酯，1,10-癸二醇二丙烯酸酯和1,10-癸二醇二异丁烯酸酯，1,4-环己二醇二丙烯酸酯和1,4-环己二醇二异丁烯酸酯，2,2-二羟甲基丙烷二丙烯酸酯和2,2-二羟甲基丙烷二异丁烯酸酯，甘油二丙烯酸酯和甘油二异丁烯酸酯，三聚丙二醇二丙烯酸酯和三聚丙二醇二异丁烯酸酯，甘油三丙烯酸酯和甘油三异丁烯酸酯，三羟甲基丙烷，三丙烯酸酯和三羟甲基丙烷三异丁烯酸酯，季戊四醇三丙烯酸酯和季戊四

醇三异丁烯酸酯，聚氧乙烯化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和聚氧乙烯化三羟甲基丙烷三异丁烯酸酯及美国专利3, 380, 831号指出的类似的化合物, 2, 2-二(对-羟苯基)-丙烷二丙烯酸酯, 季戊四醇四丙烯酸酯和季戊四醇四异丁烯酸酯, 2, 2-二-(对-羟苯基)-丙烷二异丁烯酸酯, 三聚乙二醇二丙烯酸酯, 聚氧乙基-2, 2-二(对-羟苯基)-丙烷二异丁烯酸酯, 二-(3-异丁烯酰氧基-2-羟丙基)双酚A醚, 二-(2-异丁烯酰氧乙基)双酚A醚, 二-(3-丙烯酰氧基-2-羟丙基)双酚A醚, 二-(2-丙烯酰氧乙基)双酚A醚, 二-(3-异丁烯酰氧基-2-羟丙基)-1, 4-丁二醇醚, 三乙二醇二异丁烯酸酯, 聚氧丙基三羟甲基丙烷三丙烯酸酯, 丁二醇二丙烯酸酯和丁二醇二异丁烯酸酯, 1, 2, 4-丁三醇三丙烯酸酯和1, 2, 4-丁三醇三异丁烯酸酯, 2, 2, 4-三甲基-1, 3-戊二醇二丙烯酸酯和2, 2, 4-三甲基-1, 3-戊二醇二异丁烯酸酯, 1-苯亚乙基-1, 2-二异丁烯酸酯, 二烯丙基反丁烯二酸酯, 苯乙烯, 1, 4-苯二酚二异丁烯酸酯, 1, 4-二异丙烯基苯及1, 3, 5-三异丙烯基苯。只有分子量大于300的乙烯未饱和化合物是有用的, 如亚烷基或-聚亚烷基二醇二丙烯酸酯, 由二到十五碳的亚烷基二醇或1-10醚键的聚亚烷基醚二醇, 和美国专利2, 927, 002所述的, 它们具有多个附加可聚合的乙烯键, 特别是当它们作为终端键时, 还含有所有的异丁烯酸酯, 四氢化糠基异丁烯酸酯, 环己基异丁烯酸酯, 二烯丙基反丁烯二酸酯, (正)丙烯酸苄酯, 聚乙二醇550丙烯酸酯, 2-乙氧基乙醇丙烯酸酯, 二环戊烯基丙烯酸酯, 丙烯酸异癸酯, 2-(2-乙氧基乙氧基)乙基丙烯酸酯, 聚丁二烯二丙烯酸酯, 三(2-羟乙基)异氰酸三丙烯酸酯, 环氧二丙烯酸四溴双酚A二丙烯酸酯。

具有乙烯基团的单体如乙烯基吡咯，N-乙烯基吡烷酮和乙烯醚是可用的。单一或多官能族的低聚体如碱的移动性的碳基团，和具有丙烯酸酯和异氰酸酯端基的也是有用的。

特别推荐的单体为聚氧乙基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯，乙基化季戊四醇三丙烯酸酯，二季戊四醇单羟五丙烯酸酯和1、10-癸二醇二异丁烯酸酯，其他的是己内酯丙烯酸酯和己内酯甲基丙烯酸酯，丙氧基化新戊二酯二丙烯酸和甲基丙烯酸酯。

双(3-丙烯酰-2-羟丙基)双酚A的醚和双(3-甲基丙烯氧-2-羟丙基)双酚A低聚体的醚，通常为未饱和双酚A低聚体，有特殊的意义，因为它们能提供更高的感光度；具有脂肪或芳香主键的尿烷二丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯；称为未饱和氨基甲酸乙酯(尿烷)低聚体也有重量要的意义，因为它们既提供较高的感光度又提供较高的柔韧性。

在聚合时能扩张的单体，可部分地与标准单体一起使用，以使在曝光时获得没有收缩或翘曲的混合物。这些单体基于多核环的裂开机理。螺旋正碳酸酯，螺旋正酯和双核正酯属于这一分类中已知的。

典型的单体为降冰片烯螺旋正碳酸酯，双亚甲基螺旋正碳酸酯经受阳离子聚合的单体在本发明中亦很有用。单体有代表性的分类有环己醚环缩甲醛和乙缩醛、内酯、乙烯单体，包含单体的硫，有机硅氧烷单体、单官能环氧体，双官能环氧体、环氧预聚合物和更高的低聚体和环氧盖硅氧烷树脂。它们可以公开的文献中找到，一个参考文献为"Photoinitiated cationic Polymerization" James v. Grivello "U V Curing: Science and Technology"上发表，该刊

物由S. P. Pappas编著, 由Technology Marketing Corp. 于1978出版。另外的开环单体在"Ring Opening Polymerization"上发表, 由K. J. Ivin和T. Saegusa主编, Elsevier Applied Science Publishers 伦敦和纽约, 1984出版。

在本发明中单独使用或结合使用的光致引发剂的例子在美国专利2, 760, 863中可找到, 包括连醇缩酮, 类似安息香, 新戊偶姻, 偶姻醚, 例如: 苯偶姻甲基和乙基醚, 双甲偶苯醌酮; 2-炔代芳香偶姻; 包括2-甲基二苯乙醇酮; α -烯丙苯偶姻和 α -苯二苯乙醇酮, 其它的为1-环苯羟酚酮, 二乙氧酚乙酰苯, 2-甲基-1-4-(甲硫基)苯J, 2-吗啉代丙烷-1, 二苯酮, Michler酮, 用链转移剂茨佛醌等取代的三苯基咪唑基二聚物。光致还原染料和还原剂揭示在美国专利2, 850, 445; 2875, 047; 3, 097, 096; 3, 074, 974; 3, 097, 097和3, 145, 104中, 还有吩嗪、恶嗪、苯醌族染料, Michler酮, 二苯酮, 丙烯酰氧基二苯酮, 含有氢供体的2、4、5-三苯咪唑二聚体, 它含有在美国专利3, 427, 161; 3, 479, 185和3, 549, 367中描述的无色染料和它们混合物, 可用作引发剂。美国专利4, 162, 162中描述的增感剂亦可用于光致引发剂和光抑制剂。光致引发剂或光致引发剂系统占光致成形混合物总重量的0.05-10%。其它合适的光致引发剂系统是热钝性的, 但用光化曝光, 温度在185°C或低于185°C时产生自由基, 它们包括替换的和未替换的多核醌, 在共轭的碳核环系中, 它具有二环内碳原子, 如9、10-蒽醌, 2-甲基蒽醌, 2-乙基蒽醌, 2-叔-丁基蒽醌, 八甲基蒽醌, 1、4-萘并醌, 9、10-菲醌, 苯并蒽-7, 12-二酮, 2、3-并四苯-5, 12-二酮, 2-甲基-1, 4-萘并醌, 1、4

—双甲基—蒽醌，2、3—双甲基蒽醌，2—苯蒽醌，2、3—双苯蒽醌，蒽烯苯醌，7、8、9、10—四氢化并四苯—5、12—二酮，和1、2、3、4—四氢化苯并蒽—7、12—二酮。而且 α —氨基芳香酮，卤代化合物如三氯甲基代环己二烯酮和三嗪或氯代苯乙酮衍生物，噻吨酮或叔胺噻吨酮和二茂钛。

用于阳离子聚合的引发剂的典型族为芳香重氮盐，双芳香碘盐，包含非亲核抗衡离子，如 SbF_6^- ， BF_4^- ， PF_6^- ， $\text{C}_{10}\text{F}_7^-$ ， CF_3SO_3^- ， AsF_6^- ，三酰香铈盐，三芳香硒盐或铁芳烃络合物。这样的例子包括但不限于2、5—二乙氧—4—(P—甲苯基巯基)苯重氮 PF_6^- ，4—双甲基胺—萘重氮 PF_6^- ，双苯碘六氟代砷酸盐，二—叔—丁基双苯碘六氟代磷酸 $\text{Fx}-512$ 铈盐(由3M公司制)，三乙基铈碘化物，CG—24—61(由ciba Geigy 制)。好的参考文献是以前提到的Cationic Polymerization 中的光致引发剂。

对自由基聚合的光致引发剂有用的增感剂包括但并不限于亚甲基蓝和那些美国专利3, 554, 735; 3, 563, 750; 3, 563, 751; 3, 647, 467; 3, 652, 275; 4, 162, 162; 4, 268, 667; 4, 351, 893; 4, 454, 218; 4, 535, 052; 和4, 565, 769中揭示的。最佳的增感剂包括双(P—二烷基氨基亚苄)酮由Baum等人的美国专利3, 652, 275中描述，和亚芳基芳香酮在Dueber的美国专利4, 162, 162以及美国专利4, 268, 667和4, 351, 893中描述。有用的增感剂亦列在Dueber, 美国专利4, 162, 162第6栏1—65行。特别推荐的增感剂包括DBC即环戊酮; 2、5—双—[4—二乙基氨基—2—甲基苯]亚甲基—; DEAW, 即环戊酮, 2、5—双—[4—二乙基氨基苯]亚甲基—; 二甲氧—JDJ, 即1H—茚—1—酮, 2、3—二氢—5、6—二甲氧—2—

[(2, 3, 6, 7-四氢-1-氢, 5-氢-苯并 [i, j] 喹嗪-9-基) 亚甲基] -, 和 JAW, 即, 环戊酮, 2, 5-双 [(2, 3, 6, 7-四氢-1-氢, 5-氢-苯并 [i, j] 喹嗪-1-基) 亚甲基] -. 环戊酮, 2, 5-双 [2-(1, 3-二氢-1, 3, 3-三甲基-2-氢-吡啶-2-亚基) 亚乙基], CAS. 27713-85-5; 和环戊酮, 2, 5-双-[2-乙基苯并 [1; 2-d] 噻唑-2(1-氢)-亚基) 亚乙基], CAS27714-25-6。

用于阳离子聚合的增感剂包括但不限于苝、吡啶橙、吡啶黄、磷杂环戊二烯R、苯并黄素和Setoflavin T。

在光致聚合物中用作为链转移剂的氢供体化合物包括: 2-巯基苯并噻唑, 2-巯基苯并噻唑, 4-甲基-... (c) 酒精, (d) 包含烯丙基或苄基氢异丙基苯的化合物 (e) 缩醛类 (f) 醛类 (g) 氨化物, 如MacLachlan的美国专利3, 390, 996第12栏18行到58行所示。

在光致成形混合物中亦可有其它成分, 例如, 染料、颜料、补充剂、有机或无机填料、有机或无机增强纤维、聚合抑制剂, 热稳定剂、粘性调节剂、层间和通常是两表面之间粘附性助催化剂, 如有机硅耦合剂、覆盖助剂等, 只要光致成形混合物保持其主要性能不变。

在本发明的一个最佳实施例的操作中, 图1中所示辐射装置10, 提供了辐射束12, 该辐射束12如前所述, 具有一定强度。辐射束12穿过调制器14, 这里射束强度可被调制从零强度级到小于未调制射束强度值的最大射束强度, 这是由于能量的损失造成的。被调制的辐射束12', 由于损耗, 有略小的强度, 依次穿过有二反射镜20和22组件的偏转装置16, 每个镜分别由不同马达24和26单独控制。镜20由马达24控制, 使射束在x方向偏转, 而镜22使射束在y方向偏转,

xy互相垂直。有关镜20和22相对运动的电反馈由偏转装置通过线54到计算机34。该反馈在薄层48的预定部位与射束的速度和平均滞留时间有关，被计算机装置34处理，并通过线50，作为控制指令传输到调制装置14，以调制辐射束的强度，以便在薄层48的预定部分每一位置的射束强度和平均滞留时间的乘积为常量，这样，由该二参数的乘积确定的曝光基本上保持常量，通过保持每一连续薄层的预定部位上曝光量为常量，层的厚度亦保持为常量。这个修正或补充十分重要，特别是在薄层无支撑部分，这里，由于矢量扫描中边缘起始速度低而造成曝光过量，会导致边缘膨胀。辐射束12''的强度或光致成形混合物的照相感光度愈高，当没有措施控制曝光量为常量时，该问题就变得愈严重。而且，混合物40的感光度愈大，没有某种曝光控制的措施问题会变得愈严重。在光栅扫描或在含有过扫描矢量电路的系统中，这类曝光控制非常必要，不同的是，像的边缘由于邻接非曝光区域而可能曝光不足。在这些情况下，使用调制装置以确保像边缘与非边缘区域接收相同的曝光量。

在任何情况下，控制辐射束12''直接射向装容在容器44中的光致成形混合物40。

起初，板47在位置A，如图2所示，把膜45导向与工作台41成相当于一个所需层厚的预定距离并与工作台41平行，使光致成形混合物40在工作台41和柔性膜45第二表面45''之间有一个层48。然后，层48由光化辐射束12''成像曝光。当层48成像固化时，用传统移动方式将板47慢慢地平移至位置B，如图3所示。在板47的平移过程中，起初作为膜的张紧装置的张紧元件49，亦使膜渐渐地从一边的前端前线处经过板47的直线边70从固化层上剥离，使得张紧机构49亦成

了一个剥离装置。在这点上，位置装置42在垂直于膜表面限定的平面的方向将板41移至原始位置C，以使工作台与膜的原始位置C之间增加相当于一个层厚的距离。然后将板47重新固定在其原始位置A。

如此循环，直到全部三维物体完成。如果光致成形混合物包含增塑溶胶或其他热致聚合材料，如前所述，在大部分情况下需要进一步热处理。在没有热致聚合材料的情况下，事后处理在许多情况下没有特别的好处。

控制反馈线分别由54和50示出。在生产过程中，与固态物体形状相应的图形数据亦存贮于计算机装置34中。存贮于计算机装置34中的图形数据，经处理后，启动马达24和26并使镜20和22相应运动，使辐射束偏向薄层48上的预定位置。最好，通过向计算机输入适当数据用计算机34控制组成部件的其余部分，以使这些部件用已有技术中常用的方法及时和准确地运行。

虽然这种覆盖方法不限制层厚，但是生产的层厚最好为30密耳或更少。

申请人提议用下述机理来解释依照本发明获得的结果，然而，该提议仅只是一个建议而已，这须由读者来领会。无论如何，决不能把申请人的建议看作对本发明广度和范围的某种限制。

看来，以一定角度剥离膜，而不是拉一个刚性透明板，从分布在整个板上粘附力的总和中，将拆除力转换成在拆除或剥离膜的弯头，在任意时刻沿一条线分布的粘附力的总和。这种拆除力分布面积的变化大大地减小了拆除膜的总有效力。其次，卷起膜时，当在剥离过程中，膜的外围直径受到轻微的扩张，而内直径则受到压缩。由于外直径在剥离过程中是与固化层紧密接触的表面，而该外直径

是扩张的，所以膜与固化层之间的力学键断裂。即使是光滑膜有某种波纹度或微观水平上的表面不平度，当材料在与微观不平整表面紧密接触中硬化或固化时，它们配合而形成力学键。第三，剥离过程可以视为开口过程，其它材料如气体或液体或易变形材料可以流入。当这开口很小时，气体或液体或其它材料流入空隙，充满空腔的流动阻力将增大。在刚性板或膜的表面和与这些表面紧密接触的材料之间，当试图分离两者时，就会有有一个小的开口。因此空气和本发明中的通常是粘稠的材料的光致成形和易变形混合物，应能流过这个小的开口，以充满由分离两表面而形成的空隙。流过该小开口的高阻尼会大大减慢流动速度，使分离两表面或很费时或很费力。如果剥离时把口开得较大，就会大大降低气体或液体或其它易变形材料在注入形成在分离线的空隙时所受的阻力，用较小的力就能很快地将膜从光致硬化或光致固化的混合物表面剥离。

在柔性膜顶部有刚性透明板的优点是，该板：为新覆盖的易变形层提供了平坦表面和平坦的曝光表面。

防止在曝光过程中氧气进入系统，从而改善了感光度。

使透明柔性膜牢固地置于光致成形混合液内。

当光致硬化或固化混合物的层很薄，有时不是被悬臂和横梁支撑时，本申请发明的优点会更好地得到理解。这些薄层不能承受大载荷。从层表面剥离膜的过程中所需的力比移去膜时层上受的力要小得多，对这种物质或采用刚性比较大的板，或用其它方法。

此外，申请人建议，水平滑动刚性透明板和从刚性透明板边缘上拆除膜将进一步减小薄层表面上的应力。悬臂部分和横梁部分有韧性，它以非支撑伸出长度立方的函数而减小。刚性透明板使拆除

动作比较剧烈，并靠近刚性透明板的边缘，刚性透明板就成为未拆除那部分层的支撑，就成了悬臂或横梁部分，因此减小了这些部分的未支撑长度，增加了其韧性。拆除动作是在刚性透明板边缘或类似表面进行，而刚性透明板水平平移，或沿平行于工作台平面方向移动，这大大改善了所形成固化层的平面精度整体性。

在拆除过程中水平移去刚性透明板的另一优点是，每一已拆除层的表面立即由光致成形混合物覆盖，如果是液体，在固化层表面上的液面快速流入由于刚性板和膜的移动而产生的空隙。这防止了气泡进入光致成形混合物并减小氧气抑制作用的有害影响，这可能引起层间粘附性的降低和感光度的降低。在使用非液态混合物情况下，可用如医生手术刀，挤压机，热棒等使混合物到位。此外，位于光致成形混合物液面之下的刚性透明板水平移动和通过使在刚性透明板边缘滑动而覆盖一层膜对产生下一层合适厚度的光致成形混合物是一种和缓的方法，因为混合物因受力而运动，大部分是沿在先形成层的表面水平方向移动，而不是垂直方向，后者可能损坏形成层。

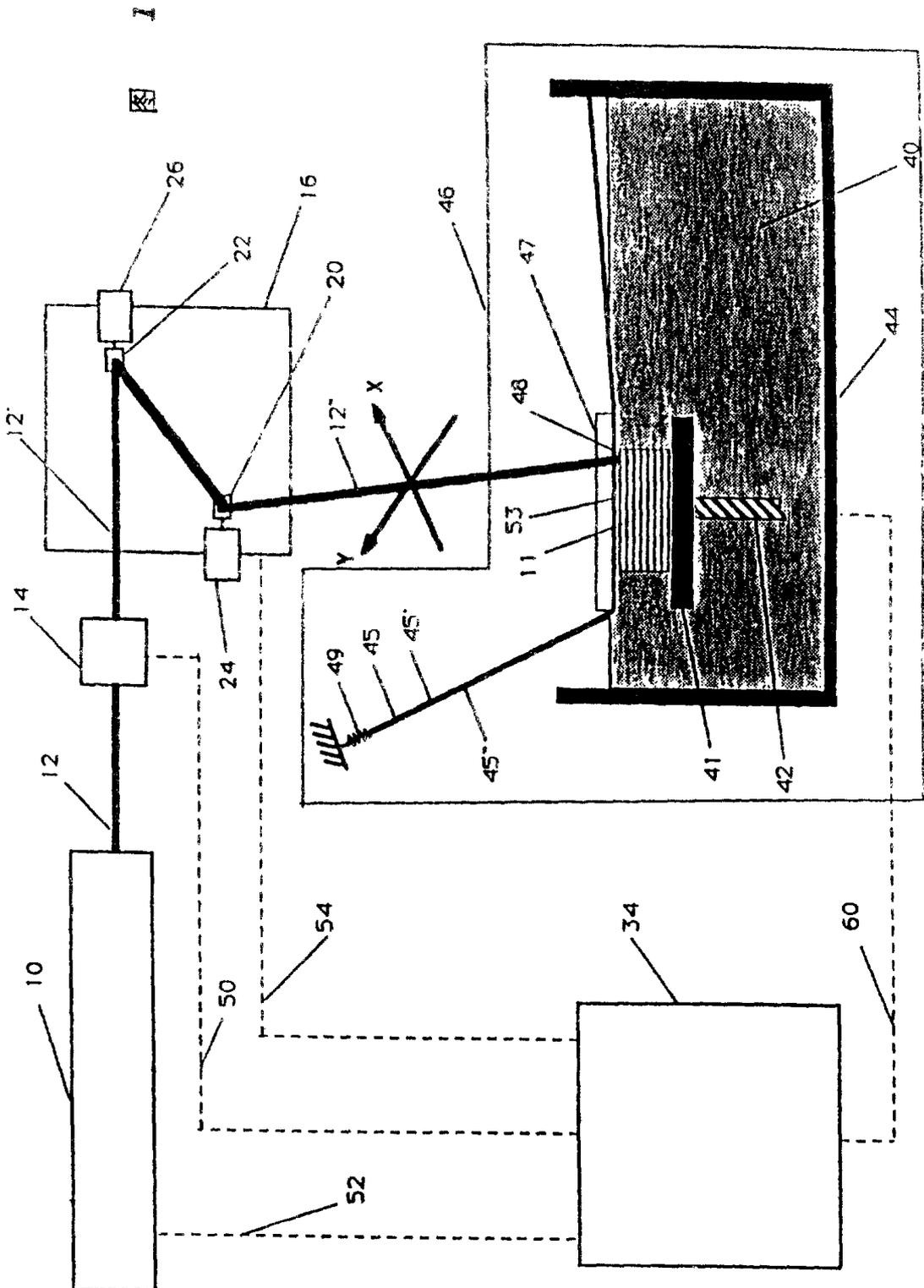
膜浸没在刚性透明板之下也保证了液体的压力能保持或至少有助于保持膜平坦地粘在板的底部。为保证在刚性透明板、膜和光致成形混合物之间有良好的光学偶合，最好使材料折射率尽可能一致和/或在膜和板之间最好用有相同折射率的耦合液体填充任何气体空隙。该耦合液体亦可作为在拆除和重新覆盖过程中膜与板之间的润滑剂。这些耦合液体的例子有激光液体TM，由Cadare Grove, NJ的R. P. Cargille实验室制造。刚性透明板与空气接触的那一面最好用适当的光学介电膜覆盖，以使最佳辐射束耦合入所述透明板。

用这种覆盖或涂层方法，可使工作台的额外移动得以避免。这对于在每一成像步骤将工作台移开离张紧膜45仅一个层厚是十分必要的。这能提高生产速度，而且对于将形成的层损坏或扭曲较小，因为运动很小，而且液体流动产生的力大部分被工作台下表面所吸收，与其它方法相比较，这与那些基于把工作台浸入液体并离开液体表面相当大的距离，然后缩回以达到所需的液层厚度的方法不同。清楚的是，根据本发明，在每一成像步骤中，平台41和张紧膜45之间的距离决定了每一层的深度或厚度，而每一层的厚度是由柔性透明膜的下表面和工作平台的上表面之间的距离确定或由初始层上的曝光量确定，并且对于下一层是由柔性透明膜的下表面和在先形成层的顶面之间的距离或下一层上的曝光量确定。

尽管申请人揭示了本发明的最佳实施例，本发明的总范围仅由附加的权利要求及其等效物限定。

勘 误 表

文件名称	页	行	补 正 前	补 正 后
说 明 书	23	10	(c)酒精	4H-1,2,4-三唑-3-硫醇等和各种类型的化合物，如(a)醚类,(b)酯类,(c)醇类
	25	8-9	控制……装置34中。	由计算机装置34分别通过控制/反馈线54和50控制连接到马达24和26的二个镜子20和22的偏转。在生产中，与固态物体形状相应的图形数据亦存贮于计算机装置34中。



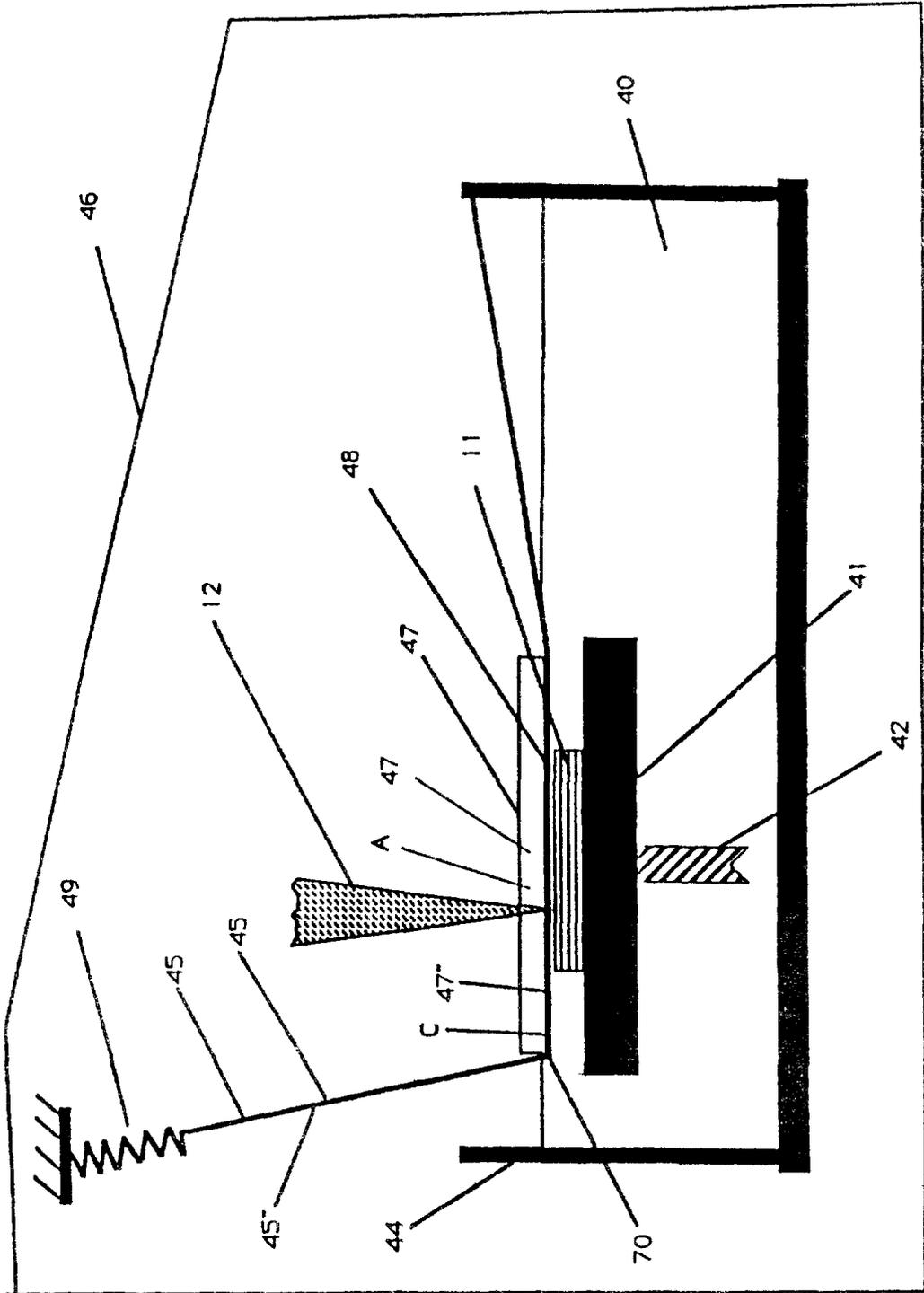


图 2

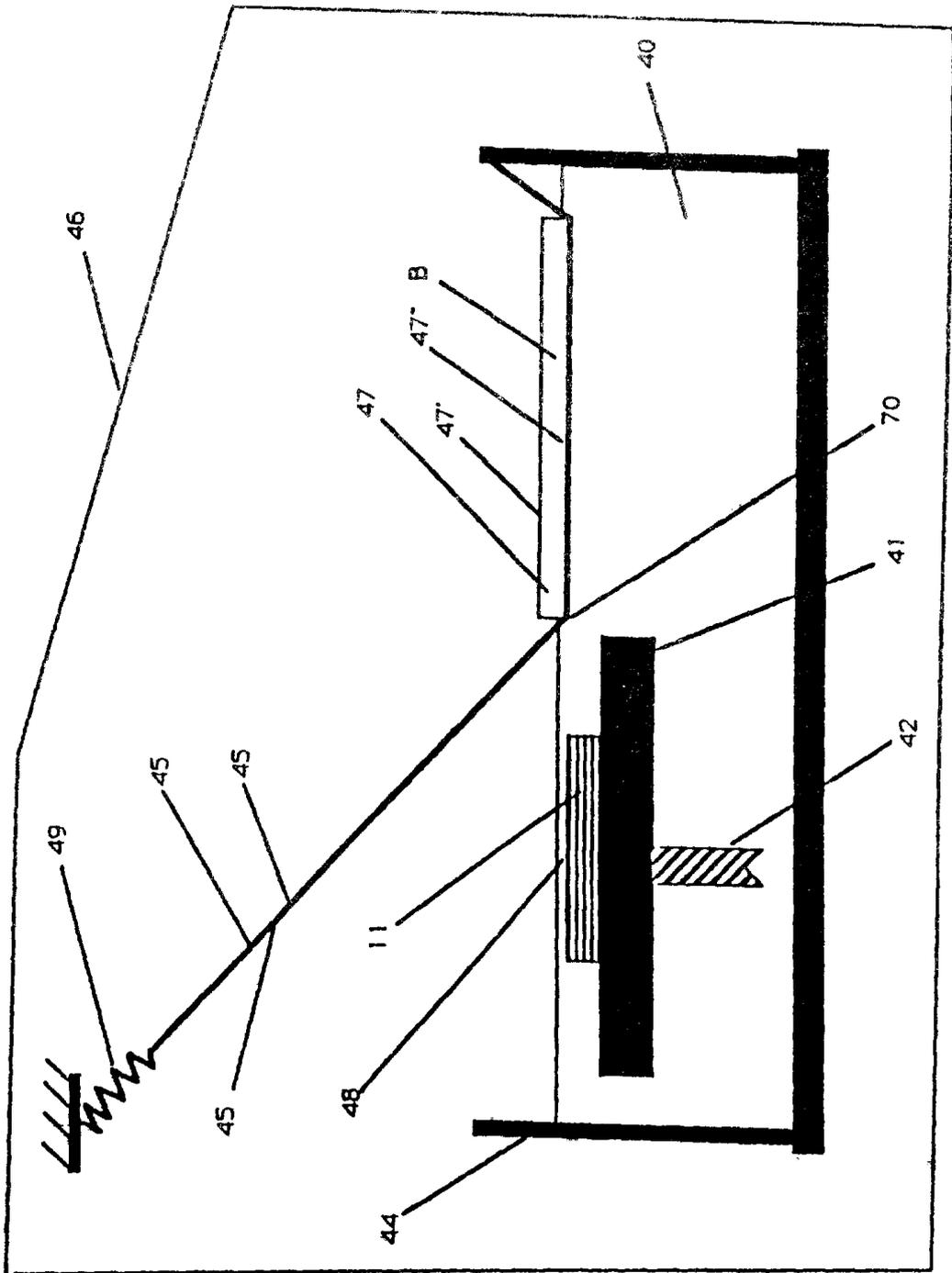


图 3

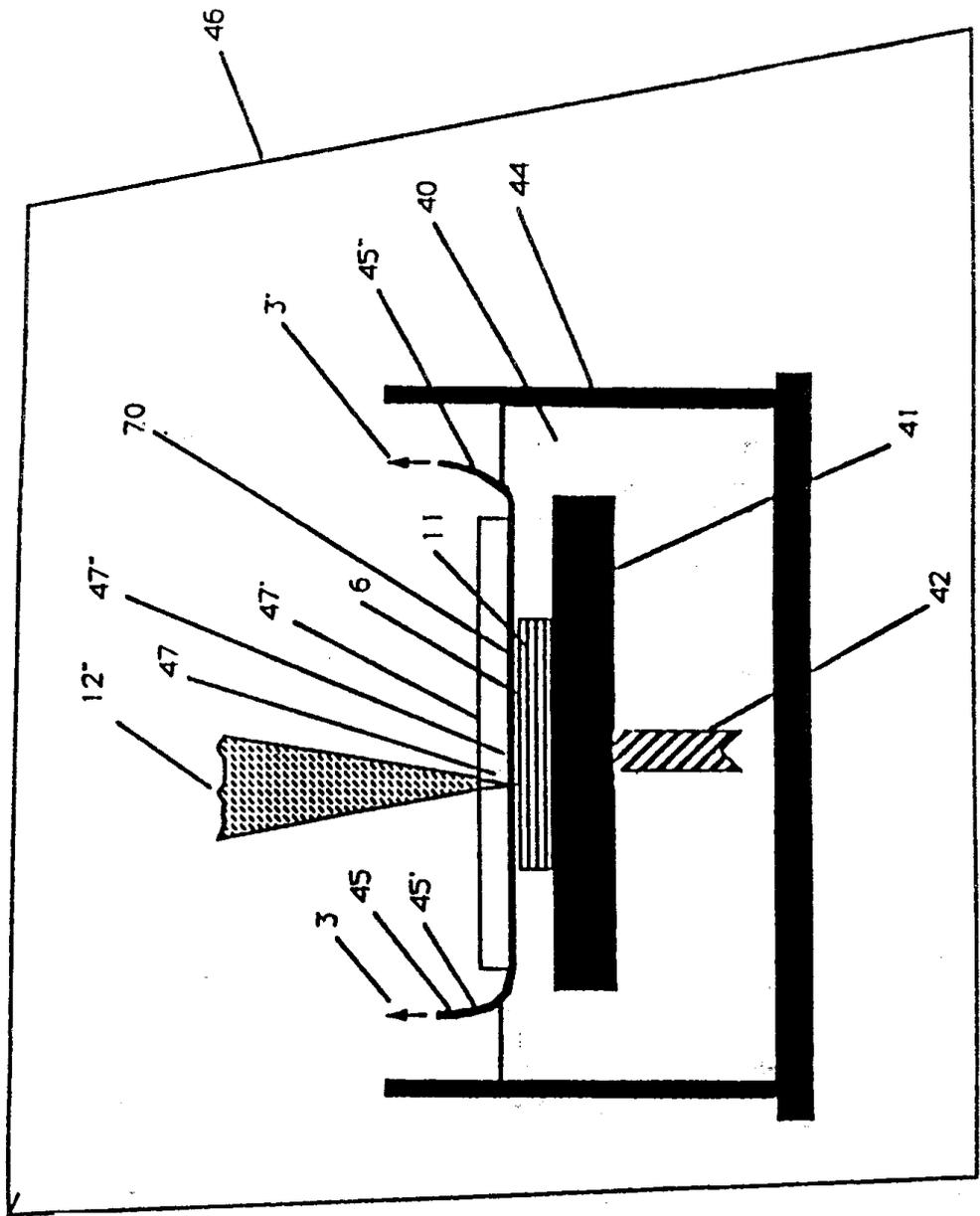


图 4