

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B24B 37/04 (2006.01)

B23K 26/06 (2006.01)

H01L 21/304 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02817163.2

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1328010C

[22] 申请日 2002.8.2 [21] 申请号 02817163.2

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 2 [33] KR [31] 2001/46795

[86] 国际申请 PCT/KR2002/001469 2002. 8. 2

[87] 国际公布 WO2003/011522 英 2003. 2. 13

[85] 进入国家阶段日期 2004. 3. 1

[73] 专利权人 株式会社 SKC

地址 韩国京畿道水原市

[72] 发明人 朴仁河 权太庆 金载晰

[56] 参考文献

US, B1, 6238217 2001. 5. 29

JP, A, 2000218512 2000. 8. 8

JP, A, 2001205470 2001. 7. 31

JP, A, 2001071256 2001. 3. 21

JP, A, 62040986 1987. 2. 21

US, A, 5796986 1998. 8. 18

CN, U, 87212702 1988. 5. 11

US, A, 6120366 2000. 9. 19

基于 IPC 和 Windows 的激光加工 CNC 系统  
赵玉刚, 王敏, 机电一体化, 第 5 期 1999

审查员 宋轶群

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 周承泽

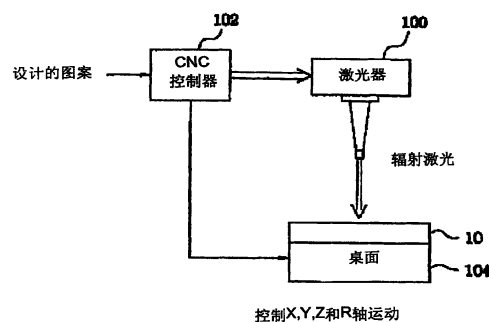
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 15 页

[54] 发明名称

利用激光束和掩模制造抛光垫的方法

[57] 摘要

本发明公开了利用激光束和掩模在抛光垫上形成微孔, 通孔和/或沟槽的方法。该方法包括以下步骤: 确定要在抛光垫上形成的微孔, 沟槽和/或通孔的图案; 将确定的图案输入计算机数字控制器(CNC); 选择具有与输入图案相适应微孔, 沟槽和/或通孔图案的掩模; 和在 CNC 控制器基于输入图案的控制下, 驱动辐射激光束的激光器以及进行三维移动和旋转同时支撑抛光垫的桌面, 从激光器向桌面上的抛光垫辐射激光束, 同时根据输入的图案移动桌面, 在抛光垫上形成对应于确定图案的微孔, 沟槽和/或通孔的图案。



1. 一种制造抛光垫的方法，包括以下步骤：

确定要在抛光垫上形成的微孔和/或沟槽的图案；

将确定的图案输入计算机数字控制器 CNC ；

选择具有与输入图案相适应微孔和/或沟槽图案的掩模；和

在 CNC 控制器基于输入图案的控制下，驱动辐射激光束的激光器以及进行三维移动和旋转同时支撑抛光垫的桌面，从激光器向桌面上的抛光垫辐射激光束，同时根据输入的图案移动桌面，在抛光垫上形成对应于确定图案的微孔和/或沟槽的图案。

2. 如权利要求 1 所述方法，其特征在于通过调节激光束在抛光垫上形成的束点的大小，以调整在抛光垫上形成的微孔或沟槽的直径或宽度。

3. 如权利要求 1 所述方法，其特征在于通过控制激光束的连续和间断辐射时间来调节抛光垫上形成的微孔或沟槽的长度，以及在激光束运动方向上，相邻排列的微孔或沟槽之间的间隔。

4. 如权利要求 1 所述方法，其特征在于通过控制激光束的功率，调节抛光垫上形成的微孔或沟槽的深度。

5. 如权利要求 1 所述方法，其特征在于通过桌面沿 X，Y 和 Z 轴方向的运动，调节抛光垫上形成的微孔或沟槽相对于抛光垫的抛光表面的夹角。

## 利用激光束和掩模制造抛光垫的方法

### 技术领域

本发明涉及用于化学机械抛光过程的抛光垫，更具体地涉及利用激光束和掩模在抛光垫上形成微孔，通孔和/或沟槽的方法。

### 背景技术

一般而言，化学机械抛光(CMP)是用于在半导体器件制造过程中获得整体平整度的一种高精度/镜面抛光方法。根据 CMP，在抛光垫和待抛光晶片之间使用了一种浆料，对晶片表面进行化学蚀刻。利用这种抛光垫对晶片的蚀刻表面进行机械抛光。

参见附图 1，所示标号为 1 的一种典型 CMP 机器的示意图。附图 2 是使用 CMP 机器 1 进行 CMP 方法的示意图。该 CMP 方法包括化学蚀刻反应过程和机械抛光过程，使用 CMP 机器 1 中的抛光垫 10 进行。化学蚀刻反应是由浆料 42 进行的。就是说，浆料 42 用于和待抛光晶片 30 的表面进行化学反应，使化学蚀刻反应后，能很容易地进行机械抛光过程。在机械抛光过程中，旋转固定在平面 20 上的抛光垫 10。由夹持环 32 固定着的晶片 30 一边振动一边旋转。利用浆料供料装置 40 供给抛光垫 10 含有磨粒的浆料。输送的浆料被引入到抛光垫 10 和晶片 30 之间。由于抛光垫 10 和晶片 30 之间旋转速度的相对差别，引入的磨粒与晶片 30 之间产生摩擦接触，而进行机械抛光。浆料 42 是含有粒度为纳米的晶磨粒的胶状液体。抛光过程中，浆料 42 分布在抛光垫 10 上。在抛光过程中，当抛光垫 10 旋转时，产生离心力，使供给抛光垫 10 上的浆料 42 从抛光垫周边向外甩出。为了提高抛光效率，大量磨粒应该在抛光垫 10 的上表面停留所需长度的时间，使其能参与晶片的抛光。也就是说，抛光垫 10 应该使浆料 42 在其表面停留尽可能长的时间。

为了使浆料长时间保留在抛光垫上，可以采用在抛光垫表面形成微米级( $\mu\text{m}$ )球形微孔或形成通孔或沟槽的方法实现。这些微孔，通孔和沟槽能在抛光过程中起到控制连续输送浆料的流动和分布的作用。

通常，采用物理方法或化学方法在抛光垫上形成微空腔(microcell)的传统方法。在物理方法中，将各自具有空腔的中空微组分加入到聚合物基质中，形成微空腔。在化学方法中，通过化学发泡方法产生气泡，形成微空腔。

将大量各自具有空腔的微组分浸入到聚合物基质中，使其在基质中均匀分布，实现将微组分加入到聚合物基质中，从而形成微空腔。聚合物基质是通过将固化剂和树脂混合制备的，树脂可以是如氨基甲酯，聚酯，氟化烃或它们的混合物。所用微组分主要是无机盐，糖，水溶性树胶，树脂，或它们的一种或多种混合物。这种微组分是由聚乙烯醇，果胶，聚乙烯吡咯烷酮，聚乙二醇，聚氨酯或它们的组合制成的。这些微组分的平均直径约 80 微米。通过高剪切混合过程，微组分均匀分布在聚合物基质中，从而形成均匀的微空腔。参见附图 3，所示为由微组分形成的微空腔。然后，将以上述方式由微空腔形成的抛光垫切割成片，每片都具有抛光垫要求的厚度。在每个切片中，随机分布在抛光垫中的微空腔在切片的切面上敞开，从而在切片的切面上以圆形或椭圆形截面形式露出。在每个抛光垫的抛光表面上露出的微空腔截面的大小和位置是随机的。暴露的微空腔截面的随机大小和位置会有损要求抛光垫的均匀性。

在采用发泡过程形成微空腔的化学方法中，聚合物基质是通过混合固化剂和液相聚氨酯形成物质制备的。发泡剂也可使用具有低沸点和能直接参与化学反应产生气体的水或液化气体，这样能生成气泡，在聚合物基质中形成微空腔。气泡是通过高剪切混合操作引起成核而产生的。还使用表面活性剂来降低表面张力，调节微空腔的大小，从而获得要求的微空腔均匀性。附图 4 是由发泡过程形成的微空腔照片。其中的微空腔是由发泡过程形成的，但是，问题在于微空腔太大，不能被用于 CMP 抛光垫，这些微空腔的分布不均匀，没有方法能调节微空腔的大小和分布。

由各自具有空腔的微组分或发泡过程形成的微空腔具有球形结构，其横截面为环状或椭圆形。正是由于具有这种形状，微空腔在抛光垫厚度方向具有不同的截面。为此，在抛光过程中，随着抛光垫的磨蚀，其抛光表面暴露出的微空腔截面各不相同。换句话说，随着抛光过程的进行，抛光垫的抛光表面露出的圆形或椭圆形微空腔直径逐渐缩小，最后消失。最终，在抛光垫表面下的未露出的微空腔被暴露于抛光垫的抛光面上。

因此，由于抛光过程中，抛光垫厚度发生变化，暴露于其抛光表面的每个微空腔的截面也发生改变。因此，存在的问题是抛光速度不均匀。

为了在抛光垫的抛光表面上形成通孔或沟槽，一直采用使用切割或研磨过程的机械加工方法。

参见附图 5a，所示为一种用来形成沟槽的切割刀具 70。切割刀具 70 被固定在车床上的工具模上，当抛光垫旋转时，对其进行机械加工，在其上表面形成同心圆

形的沟槽，如附图 5b 中所示。附图 5c 是沿附图 5b 中的直线 A-A 的截面图。参见附图 5b 和 5c'所示用切割刀具形成的沟槽例子。在附图 5c 中，沟槽的标号为 75。同心圆形式的沟槽例子公开于美国专利 5984769 中。

参见附图 6a 所示一种卧式研磨机 81，安装有切割锯 82 和隔板 83。切割锯 82 能沿 X 轴方向移动。待加工抛光垫 10 沿 Y 轴方向移动。按照这些移动，在抛光垫 10 的上表面沿第一方向形成沟槽 85。形成沟槽 85 后，抛光垫 10 旋转 90°。当抛光垫 10 沿 Y 轴方向平动时，沿着与第一方向垂直的第二方向形成沟槽。这样，在抛光表面上形成如附图 6b 和 6c 所示的格状沟槽。

参见附图 7a，所示为用于在抛光垫上形成通孔的穿孔销。当在抛光垫沿 Y 轴方向移动时利用穿孔销进行通孔操作时，在抛光垫的抛光表面上形成如附图 7b 所示的通孔。这种进行穿孔的一个例子披露于美国专利 5853317。

在抛光垫上形成沟槽或进行穿孔的传统方法，采用了由车床或研磨机进行的切割过程，沟槽具有如同心圆形或格状的固定图案。为此，很难形成能有效控制浆料流动的沟槽图案。在利用穿孔销形成通孔的方法中，通孔具有固定形状。而且，当穿孔销沿 X 或 Y 轴方向作简单运动时，形成通孔。因此，通孔具有简单和固定的图案。很难获得 CMP 方法要求的有效孔图案。

在用机械方式加工抛光垫形成沟槽或通孔时，加工过程中产生的碎屑会留在沟槽或通孔中。在 CMP 过程中，这些碎屑会在待抛光表面上产生刮痕。

同时，美国专利 5900164 和 5578362 分别公开了通过辐射激光束形成沟槽的方法。在这些方法中，利用粘性掩模消除累积在抛光垫上的蒸气余迹。但是，掩模要粘贴在抛光垫上，因此这种方法很复杂。而且，问题在于不可能使用其上不允许粘贴粘性掩模的抛光垫。同时，由于激光束加工操作时产生的热量，甚至当取下掩模时，其粘合剂可能会残留在抛光垫上。因此，必须通过额外的过程除去残留的粘合剂。当将粘性掩模粘贴到抛光垫上时，在抛光垫和粘性掩模的粘合剂层之间可能形成气泡这时，当激光束辐射到气泡上时，就无法形成与设计尺寸相同大小的沟槽。

#### 本发明内容

因此，本发明试图解决利用各自具有空腔的微组分或发泡过程来形成微空腔，以及利用机械加工方法形成沟槽或通孔时产生的问题。本发明提出的方法能很容易地在抛光垫上形成具有有效和分布图案的微孔，沟槽和/或通孔。

本发明的一个目的是提供一种形成微孔的方法，这些微孔具有和微空腔相同的

功能，同时具有受控的均匀分布和受控的均匀大小，以消除利用各自具有空腔的微组分或发泡过程的传统方法的缺点，即，微空腔尺寸和分布的不均匀导致的抛光过程中抛光速度降低或不均匀。

本发明的另一个目的是提供一种能形成具有各种形状，尺寸和图案的沟槽或通孔的方法，从而有效控制抛光过程中浆料的流动，消除传统加工方法的缺点，即，由于沟槽或通孔的固定形状或图案，而无法充分控制浆料的流动。

本发明的另一个目的是提供一种形成沟槽的方法，不仅能避免使用粘性掩模，从而消除同时使用激光束和粘性掩模时出现的问题，即解决了过程复杂性和需要除去粘合剂额外过程的问题，还能提高使用各种抛光垫形成沟槽的准确性。

为了达到这些目的，本发明提供了一种利用激光加工原理和掩模在抛光垫上形成各种用户需要的图案的微孔，沟槽和/或通孔的方法。

在本发明的一个实施方案中，提出了一种制造抛光垫的方法，包括以下步骤：确定要在抛光垫上形成的微孔，沟槽和/或通孔的图案；将确定的图案输入计算机数字控制器(CNC)中；根据输入的图案选择具有相应微孔，沟槽和/或通孔图案的掩模；在 CNC 控制器基于输入图案的控制下，驱动辐射激光束的激光器，以及进行三维移动和旋转并支撑抛光垫的桌面，从激光器向桌面上的抛光垫辐射激光束，在抛光垫上形成与确定图案相应的微孔，沟槽和/或通孔图案。

#### 附图说明

附图 1 是一种典型 CMP 机器构型和利用其进行抛光方法的示意图；

附图 2 是说明 CMP 方法原理示意图；

附图 3 是利用各自具有空腔的微组分按传统方法形成的微空腔照片；

附图 4 是利用传统发泡方法形成的微空腔照片；

附图 5a 是利用传统切割刀具形成沟槽的示意图；

附图 5b 是利用传统切割刀具形成的具有同心圆形沟槽的抛光垫的示意图。

附图 5c 是沿附图 5b 中直线 A-A 的截面图；

附图 6a 是利用安装有传统切割锯和隔板的传统卧式研磨机形成的具有格状图案沟槽的抛光垫的示意图；

附图 6b 是利用附图 6a 的传统卧式研磨机形成的具有格状沟槽的抛光垫的示意图；

附图 6c 是利用传统卧式研磨机形成的一个格状沟槽的截面图；

附图 7a 是用来在抛光垫上形成通孔的传统穿孔销的透视图；

附图 7b 是利用附图 7a 的传统穿孔销形成的具有通孔的抛光垫的平面图；

附图 7c 是利用传统穿孔销形成的具有通孔的抛光垫的截面图；

附图 8a 是用于本发明机械加工方法中的激光系统的示意图；

附图 8b 是激光束辐射到本发明机械加工方法中所用掩模的情景示意图；

附图 9a 是仅使用激光束时所形成微孔的平面结构照片；

附图 9b 是具有微孔的抛光垫的平面结构照片，这些微孔是将激光束辐射通过掩模形成的，具有本发明实施方案所述多个圆形图案；

附图 9c 是具有微孔的抛光垫的平面结构照片，这些微孔是将激光束辐射通过掩模形成的，具有本发明实施方案所述五边形图案；

附图 10 是如本发明实施方案所述，利用激光形成的具有微孔的抛光垫示意图；

附图 11 是如本发明另一个实施方案所述，利用激光形成的具有通孔的抛光垫示意图；和

附图 12 是如本发明另一个实施方案所述，利用激光形成的具有沟槽的抛光垫示意图。

### 实施本发明的最佳方式

以下参考附图，详细说明本发明的具体组成和功能。

本发明采用激光机械加工原理，在抛光垫上形成微孔，沟槽和/或通孔。激光加工方法的特点是能减小经受热形变的层的面积。而且，激光加工方法是按非接触方式进行的，因此不会对工具造成磨损。激光加工方法还能对具有复杂形状的物体进行精确加工，消除了噪声和振动的产生，并保持清洁的工作环境。当激光束辐射到抛光垫的抛光表面上时，迅速升高其表面温度。结果，在辐射了激光束的抛光垫表面的材料熔化并挥发。当激光辐射区的抛光垫材料以上述方式被除去后，完成了微孔、沟槽和/或通孔的加工。

参见附图 8a 所示一种用于本发明激光加工方法的激光加工系统。如附图 8a 所示，激光加工系统包括用来辐射出激光束的激光器 100，掩模 101，进行旋转和三维移动的桌面 104 和用来操纵激光器 100 和桌面 104 的计算机数字控制器(CNC)102。待抛光的抛光垫 10 被固定在桌面 104 上。

操作者可以自由地确定要在抛光垫上形成的微孔，沟槽和/或通孔的图案，即，那些微孔，沟槽或通孔的大小，深度和间隔。

以下说明内容仅参照形成微孔为例。当然，形成沟槽或通孔的方式与形成微孔的方式相似。

操作者可以从各种不同形状中选择要求的微孔形状，比如环形，椭圆形，三角形和矩形或方形。而且，操作者可以自由确定微孔的直径，宽度或深度。操作者还可以确定微孔相对于抛光表面的倾斜度和微孔的排列。

将操作者确定的微孔图案输入 CNC 控制器 102 中。输入图案可以通过扫描方法，CAD 或其他方式完成。CNC 控制器 102 能识别输入的图案，并操纵激光器 100 和桌面 104。直接在遮蔽材料上设计由操作者确定的微孔图案。比如，要求的图案可以采用光刻技术形成在由玻璃基片和镀覆在玻璃基片上的铬层组成的掩模上。或者，根据切割工艺，在激光屏蔽材料膜上形成图案。将具有图案的薄膜固定在激光器上。按照这样的构型，能有选择性地使激光束透射，如附图 8b 所示。因此，激光束辐射到抛光垫的选定部分上，形成要求的图案。使用这种掩模时，能够形成采用 CNC 法难以形成的微图案。所以，组合使用 CNC 和掩模，能够形成传统加工过程难以形成的图案。比如，虽然传统的采用激光加工过程只限于用来形成圆形点或连续线条，但在本发明中，能够形成矩形或五边形点。

上述设计的掩模固定在激光器 100 的下端，使其恰在抛光垫 10 之上平行排列。

当 CNC 控制器 102 控制下，驱动激光器 100 和桌面 104 时，激光束透过掩模 101 辐射到固定在桌面 104 上的抛光垫 10 上，从而在抛光垫上形成具有与输入到 CNC 控制器 102 中图案相对应的微孔图案。

即，CNC 控制器 102 控制下，激光器 100 在抛光垫 10 上形成微孔，这些微孔具有与已输入 CNC 控制器 102 分别对应的形状，大小和间隔。微孔的形状，比如圆形，椭圆形，三角形，矩形，方形或五边形，可以通过调节聚焦在抛光垫 10 上的激光点形状而确定。而且，通过调节激光点的大小，能够控制在抛光垫 10 上形成的每个微孔的直径或宽度。比如，当将激光点的大小调节成 10 到 150 微米时，可以形成直径为 10 到 150 微米的微孔。而且，当将激光点的大小调节成 1 到 100 微米时，可以形成直径为 1 到 100 微米的微孔。通过控制激光束的连续/间断辐射时间，还能够调节每个微孔的长度和沿激光束运动方向排列的相邻微孔间的间距。控制激光束功率能调节每个微孔的深度。

同时，固定抛光垫 10 的桌面 104 能沿 X，Y 和 Z 轴方向作三维运动，同时沿 R 轴旋转。在 CNC 控制器 102 基于输入微孔图案的控制下，桌面 104 沿 X，Y 和 Z 轴方向的三维平动和旋转，通过向抛光垫 10 辐射激光束，形成要求的微孔图案。微孔



可以与抛光表面呈要求的夹角。通过控制桌面 104 的移动和旋转速度，还能够调节微孔的密度和排列。

因此，通过综合控制激光器 100，掩模 101 和桌面 104，能够在抛光垫上形成由不同图案中选出的微孔图案。采用如形成微孔相同的方法，能够形成沟槽和通孔。在抛光垫 10 上，能够选择性地形成这些微孔，沟槽和通孔。或者也可以按组合的图案形成。在后一种情况下，微孔，沟槽和通孔可以在后续步骤中形成，或同时形成。

掩模 101 的典型制造方法是：在透明玻璃基片上形成一层铬，采用光刻技术在铬层上形成图案。掩模 101 可以由塑料，金属，聚合物或纸构成。

附图 9b 和 9c 分别是本发明形成的微孔照片。

波长为 197 到 248 纳米的激光束以 5 到 10 瓦的功率振荡，并选择性地辐射振荡的激光束，同时使激光束透过掩模的图案，形成附图 9c 的微孔。这时，将激光束的辐射时间控制在 0.1 到 10ms，并在同一位置重复辐射激光束，从而控制微孔深度。即，不仅通过辐射时间，还通过辐射次数，控制激光束的辐射量。

如附图 9a, 9b 和 9c 所示，本发明形成的微孔具有均匀的直径，其分布均匀和有光滑的表面。还可以形成具有精确和不同图案的微孔。但是，仅采用激光束辐射形成的传统微孔 9a 表面粗糙，因为激光束辐射产生的热量使形成微孔 9a 附近的区域熔化。而且，利用各自具有空腔的微组分或发泡过程等传统方法制成的附图 3 和附图 4 的微空腔，分布不均匀且大小不一致的。因此，随抛光过程的进行而露出的微空腔具有不均匀的横面。本发明的微孔具有与传统微空腔相同的功能，它们能提供磨粒，同时收集抛光过程中产生的碎屑，并在重新装配抛光垫时除去收集的碎屑。另外，本发明的微孔分布均匀且大小一致。因此，本发明的微孔相比传统微孔，具有相当优越的效果。本发明能按要求自由控制微孔的分布，密度和大小。在本发明中，掩模被简单固定在激光器的下端，而不是固定在抛光垫上。因此，整个过程很简单。也不需要任何额外的过程，比如除去粘合剂过程。此外，本发明方法的优点是也适用于不能使用粘性掩模的场合中。

附图 3 所示照片右下方的对角斜区域代表了采用传统穿孔销在抛光垫上形成的通孔。如附图 3 中所示，通孔具有粗糙表面，使碎屑残留在通孔中。这些碎屑会在 CMP 过程中在待抛光表面上形成刮痕。但是，采用本发明方法形成的通孔或沟槽不会引起这种问题，因为激光加工过程能形成具有平整表面的通孔或沟槽。在本发明中，能按要求自由形成各种图案的通孔或沟槽。

附图 10, 11 和 12 分别是本发明形成的微孔，通孔和沟槽例子的示意图。

附图 10 是排列有本发明形成的微孔的抛光垫的示意图。附图 10 所示抛光垫在不同径向区域具有不同密度的微孔。在每个径向区域中，微孔具有均匀的密度和均匀的大小。

附图 11 是排列有本发明形成的通孔的抛光垫的示意图。附图 12 是排列有本发明形成的沟槽的抛光垫的示意图。如附图 11 或 12 所示，机械加工过程是通过使桌面沿 X 和 Y 轴方向运动，并同时旋转而进行的。虽然传统机械加工方法仅形成如附图 5b, 6b 或 7b 所示固定的沟槽或通孔图案，但在本发明中，利用 CNC 控制器，激光束和掩模能自由形成不固定的，各种图案的微孔，沟槽或通孔。

在本发明中，抛光垫可以具有各种图案的微孔，通孔或沟槽，并不限于附图 10, 11 和 12 中所示的图案。而且，抛光垫可以具有微孔，通孔和沟槽的组合图案。比如，抛光垫可以具有微孔和通孔，微孔和沟槽，通孔和沟槽，或微孔，通孔和沟槽的组合图案。

### 工业应用

本发明提供了一种利用激光束和掩模，方便地形成具有各种图案的微孔，沟槽和/或通孔的方法，通过以上说明，这一点是显而易见的。在本发明中，利用激光束在抛光垫上形成均匀分布和均匀大小的微孔，从而，与具有不均匀微孔的传统抛光垫相比，尽可能提高抛光垫的抛光效率。本发明还提高了机械加工效率，并降低了制造成本。本发明能形成具有精确和不同图案的通孔和沟槽。因此能有效控制抛光垫上浆料的流动。

本发明在给定抛光条件下，利用短时间的激光束和掩模，在抛光垫上精确和高效地形成具有各种形状，大小和深度图案的微孔，通孔和沟槽，以及它们的组合。因此，本发明提高了制造效率和降低了制造成本。

为了进行说明，公开了本发明的优选实施例和利用激光加工过程和掩模，在抛光垫上形成微孔，通孔和/或沟槽的方法，本领域技术人员能够作出不超越本发明权利要求规定的范围和原理的修改，增加和代替。

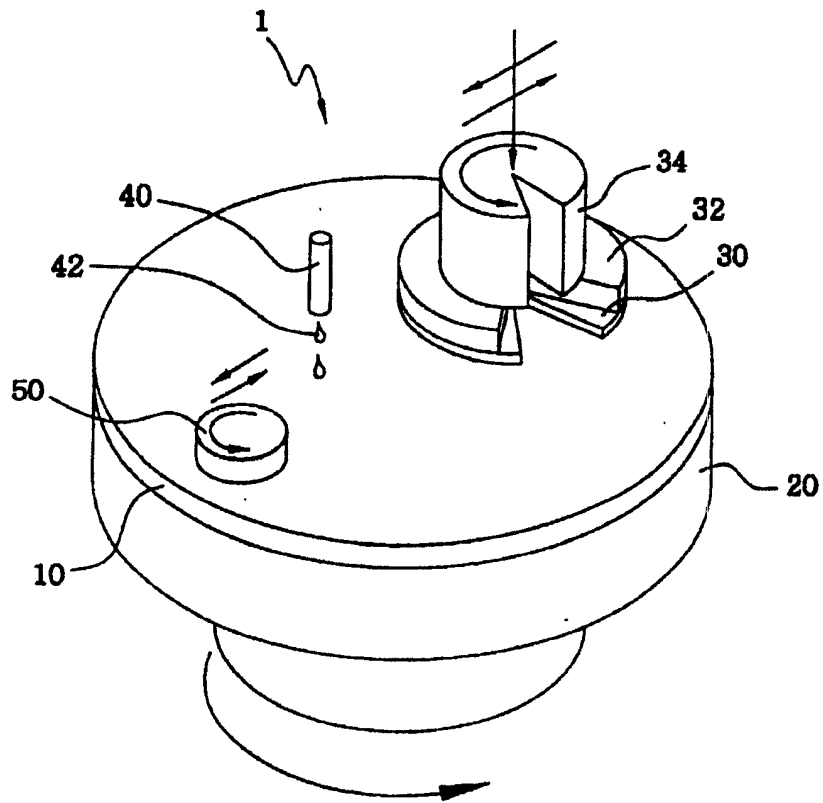


图 1

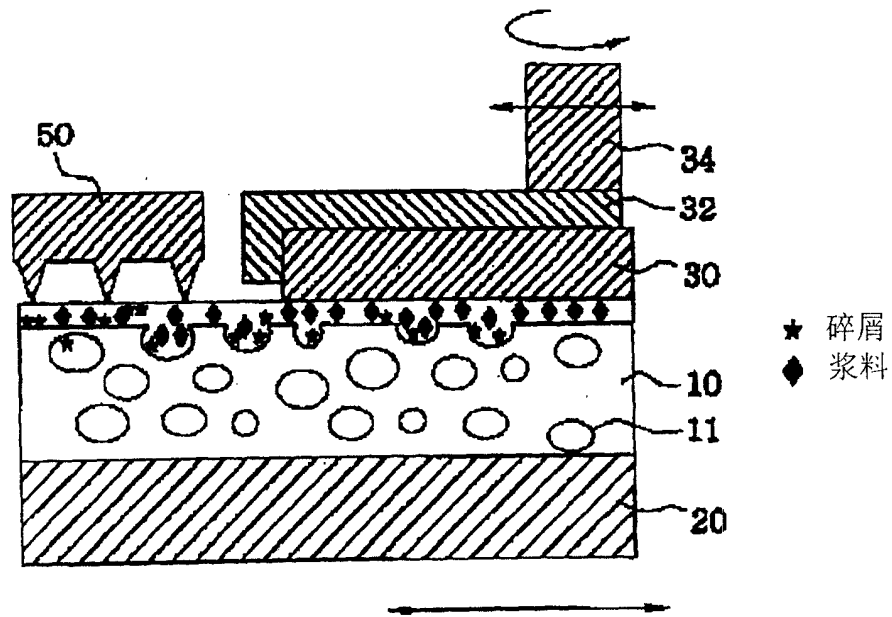


图 2

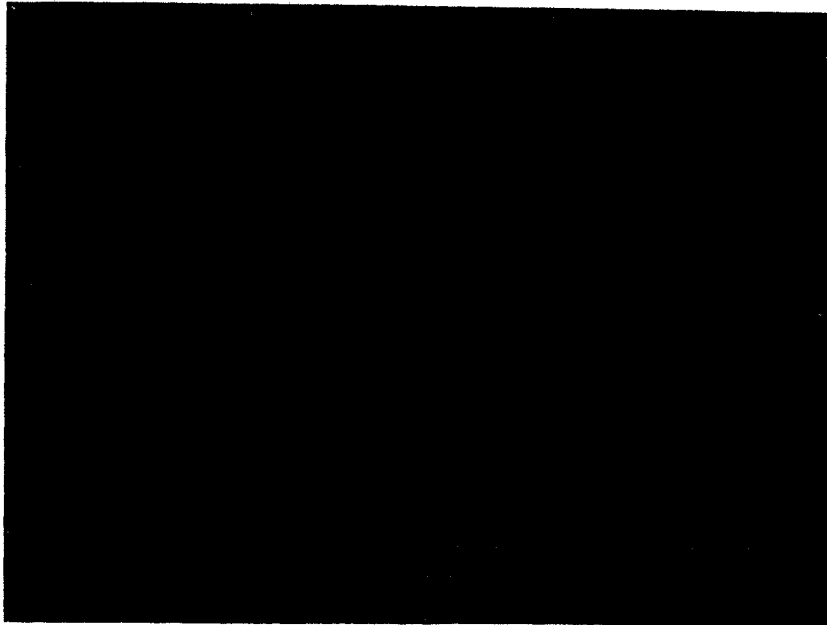


图 3

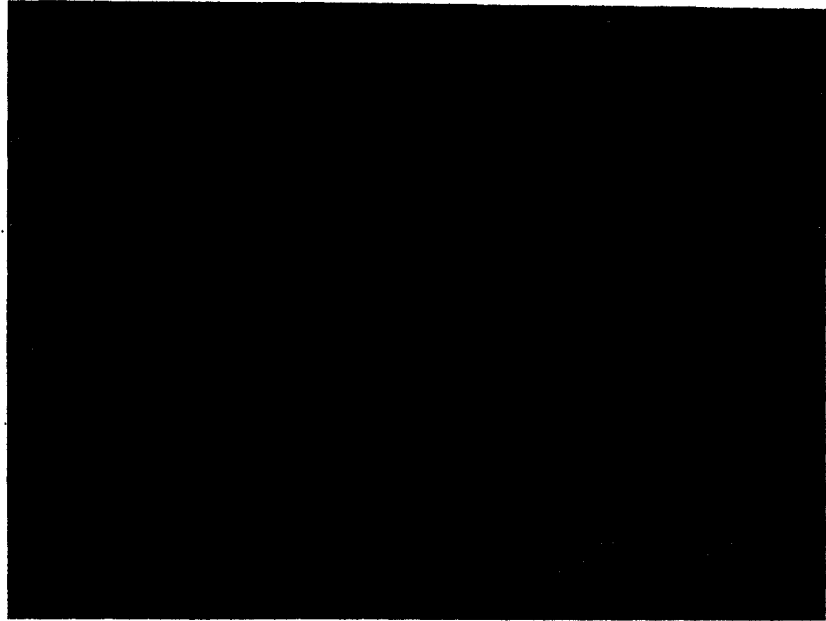


图 4

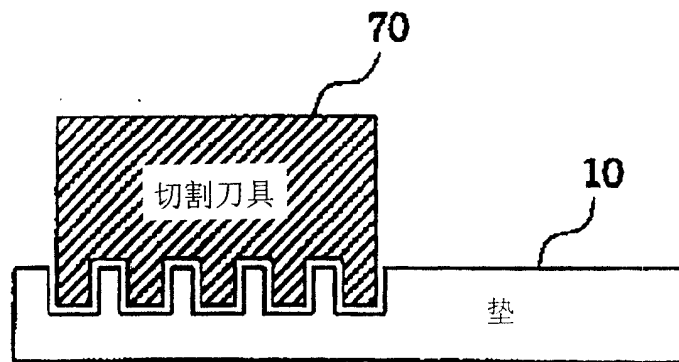


图 5a

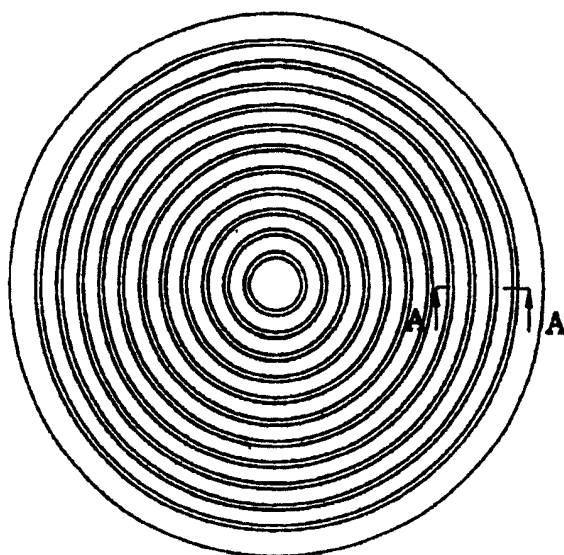


图 5b

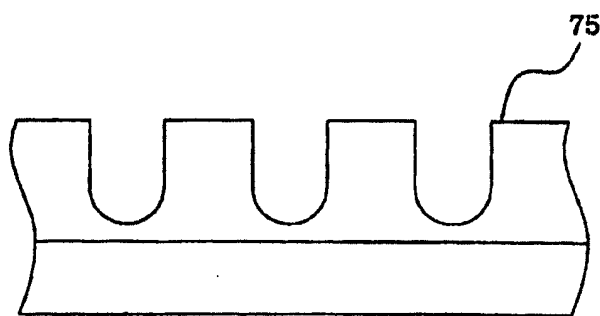


图 5c

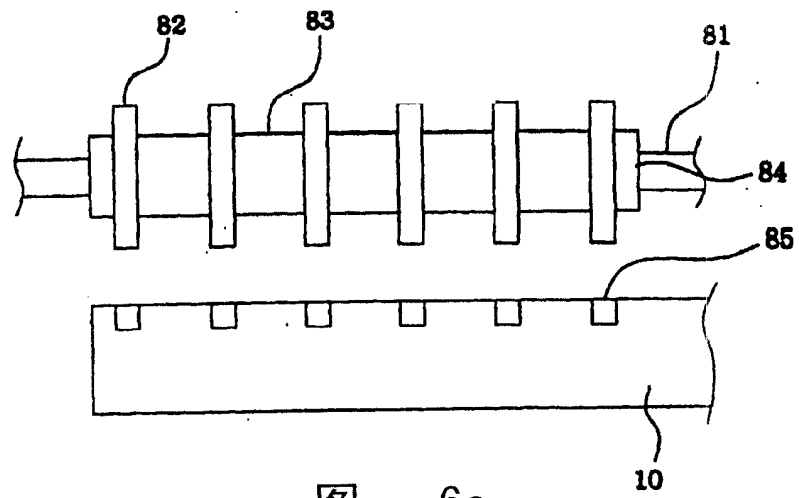


图 6a

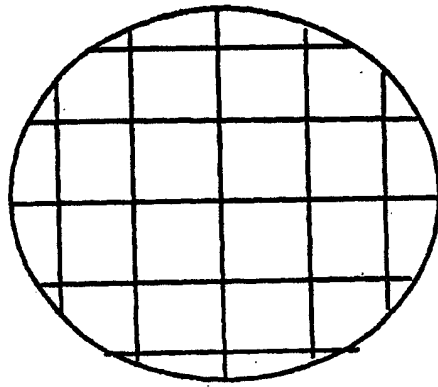


图 6b



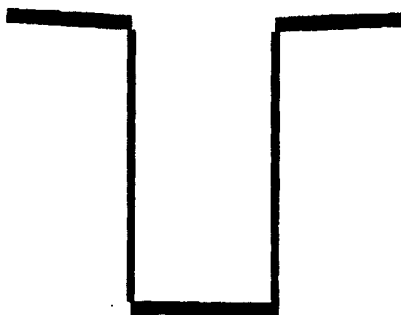


图 6c

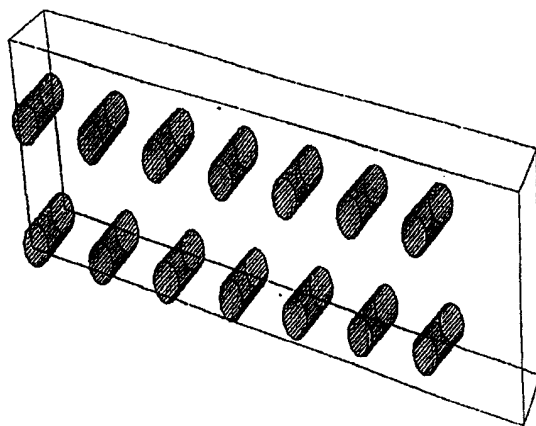


图 7a

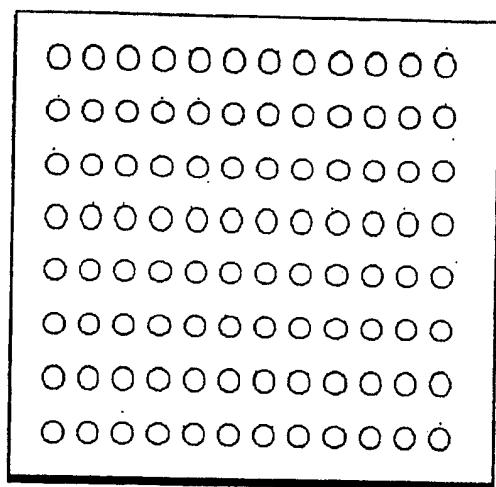


图 7b

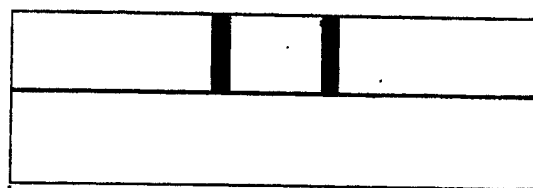


图 7c

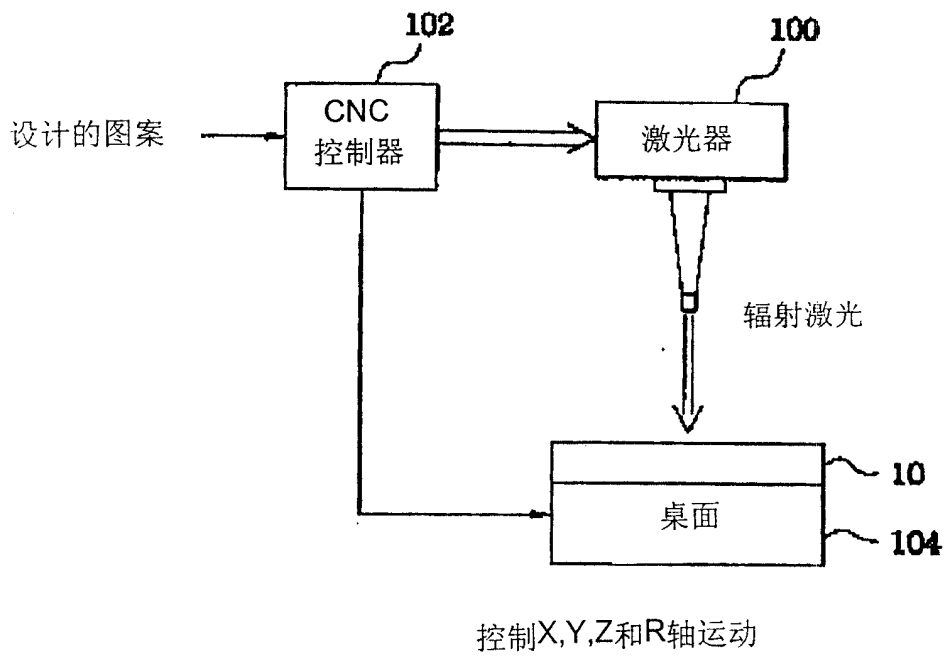


图 8a

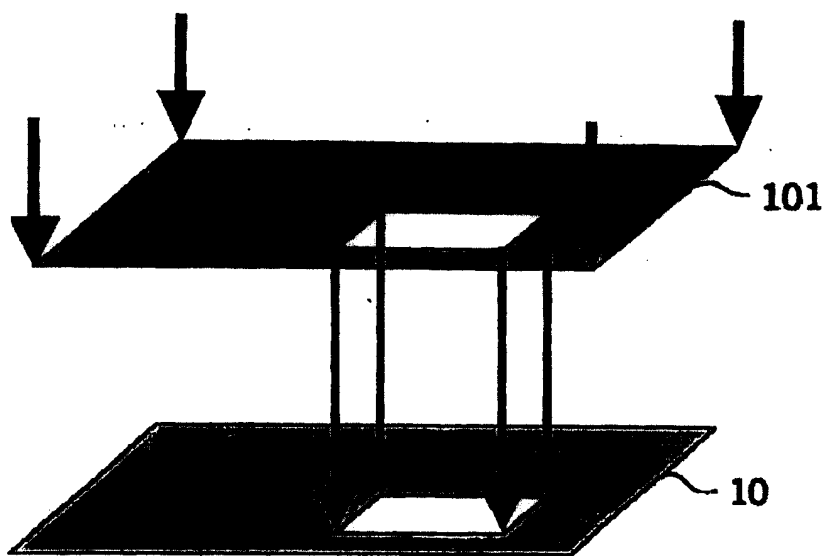


图 8b

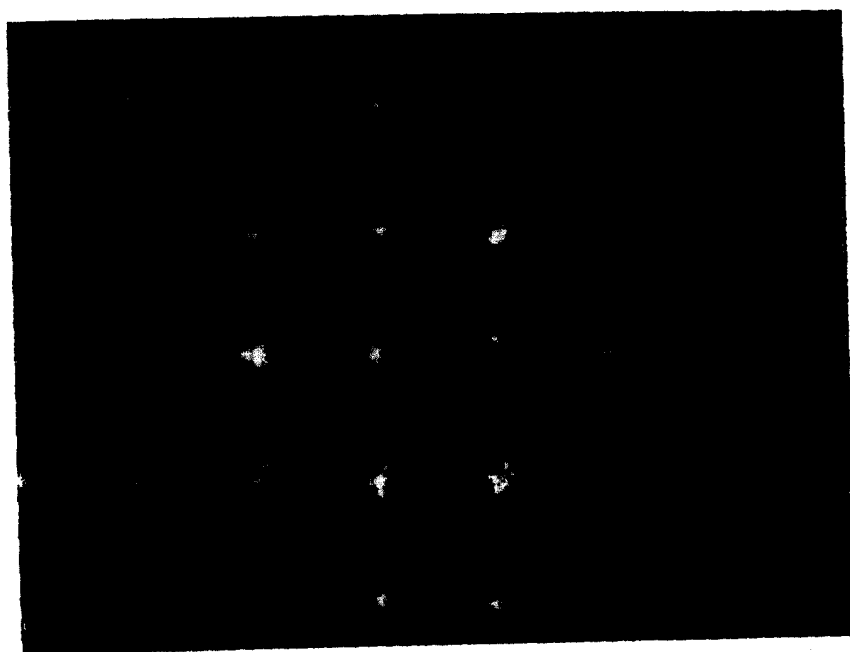


图 9a



图 9b

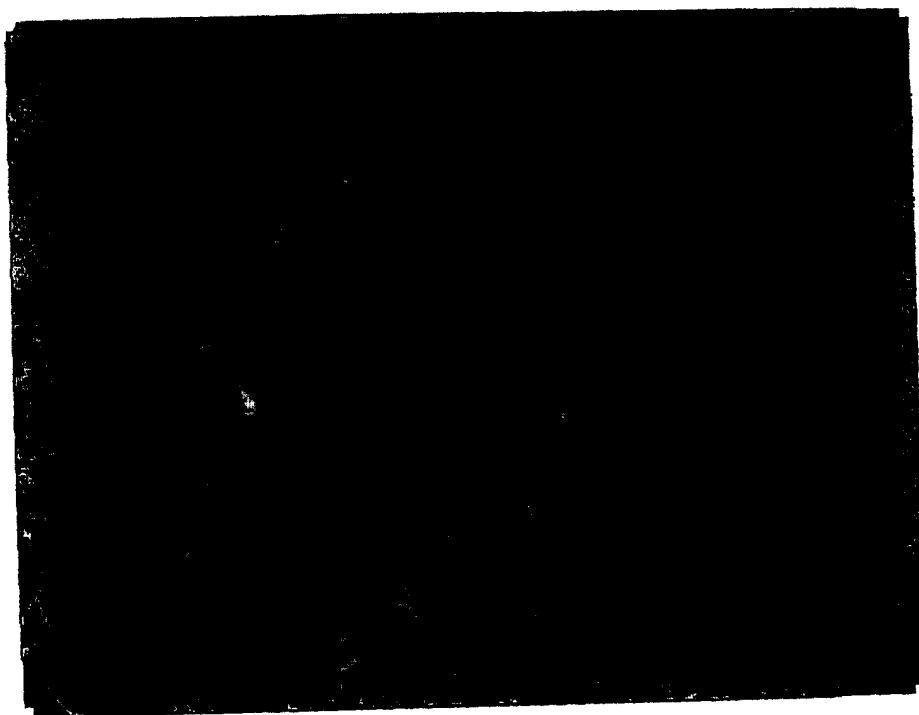


图 9c

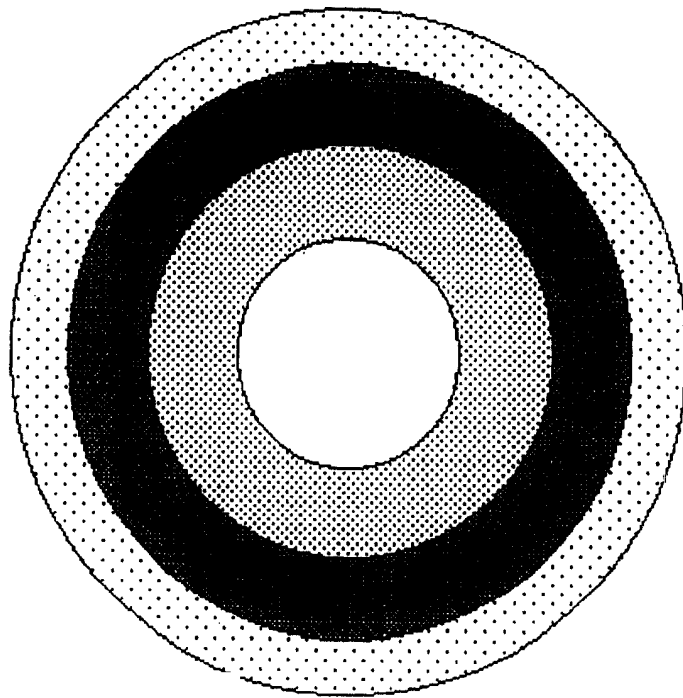


图 10



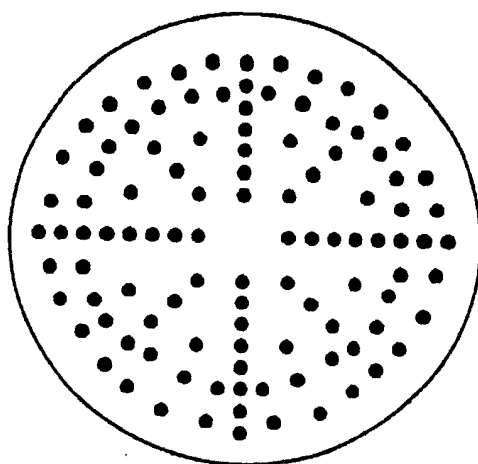


图 11

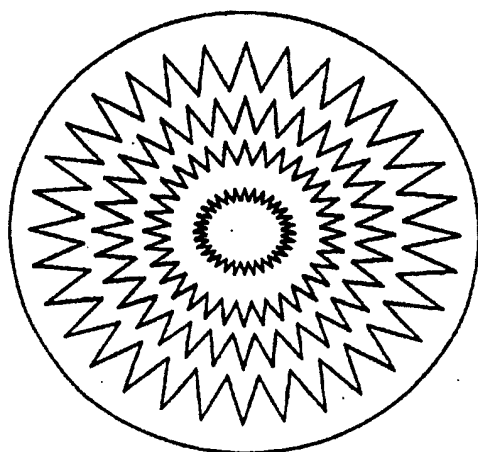


图 12