

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 27/58

G02B 27/42

G02B 27/18 G02B 27/09

G03B 21/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95106882.2

[45] 授权公告日 2001 年 7 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1068681C

[22] 申请日 1995.6.22 [24] 颁证日 2001.4.19

[21] 申请号 95106882.2

[30] 优先权

[32] 1994.6.22 [33] JP [31] 163132/1994

[73] 专利权人 株式会社拓普康

地址 日本东京都

[72] 发明人 大友文夫 菅井博雄

小川洋平 榎本芳幸

审查员 彭 燕

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

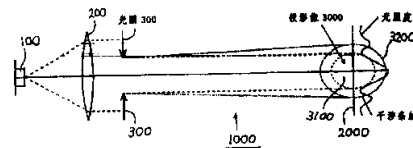
代理人 沈昭坤

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 环状激光光点投影机

[57] 摘要

本发明系采用激光的投影机,包含激光光源;将激光传送到被照射物体,在该物体上形成第 1 投影像用的光传送装置;及位于该光传送装置与该被照射物体间,在被照射物体上形成由衍射条纹构成的环状的第 2 投影像用的光圈部件,光传送装置由平行光管透镜构成,且满足 $D < (f/r) \times \lambda$ 或 $(r/\lambda) < (f/D) = F_{no}$ 的条件, D 为平行光管透镜孔径, f 为其焦距, r 光源大小, λ 为光波长, F_{no} 为光圈数。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种环状激光光点投影机(1000), 包含发射激光的激光光源(100); 将该激光光源发射的激光传送到被照射物体(2000), 在该被照射物体上形成第 1 投影像(3100)用的光传送装置; 以及位于该光传送装置与该被照射物体之间, 在所述被照射物体上形成由衍射条纹构成的环状的第 2 投影像(3200)用的光圈部件(300), 其特征在于,

所述光传送装置由平行光管透镜(200)构成, 且满足下述任一条件:

$$D < (f/r) \times \lambda \quad \text{或} \quad (r/\lambda) < (f/D) = F_{no}$$

其中, D 为平行光管透镜的孔径; f 为平行光管透镜的焦距; r 为激光光源的大小; λ 为激光光源的波长; F_{no} 为光圈数.

2. 根据权利要求 1 所述的环状激光光点投影机, 其特征在于, 以衍射引起的像的扩展为 $2R'$, 由平行光管透镜引起的像的扩展为 $2R$ 时,

$$R < (1.5 \sim 2.0) \times R'$$

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的环状激光光点投影机, 其特征在于, 在光圈部件上添加变迹滤光器(400).



说明书

环状激光光点投影机

本发明是关于使用激光的投影机的发明，特别是在平行光管透镜与被照射物体之间设有光圈、并能投射由衍射条纹形成的环状投影像的环状激光光点投影机的发明。

近年来，在隧道工程、上下水道敷设工程、建筑工程等现场，进行打墨线等工作中使用激光投影机作导向装置。这些投影机中使用的激光，一般说来，多用于投射于标靶等目标上用来确定其中心，因此投影图像多为圆形。如果投影像不圆、甚至因倾斜而呈椭圆形或长方形时，则中心点难以确定。

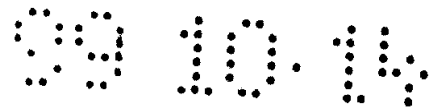
而且，使用激光的投影机，用在具有一定距离的场合用得较少，而在近距离至数百米距离的场合下用得甚多。这就要求有这样的激光光点投影机：它不受距离的影响而且投射的激光光点仍保持同样大小。因此，使用激光投影机中采用用光学系统来放大投射的平行光管光。

用光学系统放大投射激光，能得到与简单光源的激光的断面形状相同的投影像。从而，以激光管为光源的投影机，激光投影像大致成圆形，以半导体激光为光源的投影机，激光投影像大致成长方形。半导体激光为光源的投影机的投影像呈长方形是因为半导体激光的激光射出面呈长方形。

于是，为了使半导体激光的射出光为圆形，提出了使用变形光学系统的方法和使用光圈的方法。

使用变形光学系统把射出光变成圆形的方法着眼于能够得到纵横比一定的圆点状光，借助于使纵横比大致相同，使射出光大致成圆形。

使用光圈将投射光整圆的方法，如图 8 所示，由半导体激光器



1100、聚焦透镜 2000、光圈 3000、平行光管透镜 4000 等构成。来自半导体激光器 1100 的激光首先用聚焦透镜 2000 聚焦，再用光圈 3000 将其整为圆形。这个光圈 3000，通常最好是大小为 $\Phi 2 - 3 \mu m$ ，用光圈 3000 去掉激光中多余的椭圆形部分，可使投影光大致呈圆形。

再者，为了使半导体激光器的射出光成圆形、也考虑将变形光学系统的方法与使用光圈的方法并用。

但是，使用上述变形光学系统将射出光变为圆形的方法、本来是为了得到规定纵横比的圆点状光的方法，因此为了使纵横比相同，得到圆形点状光、有必要采用充分大的光学系统，再加上同时使用光圈，这种结构有零部件数目增加，价格贵的问题。

又，使用光圈使射出光成圆形的方法，光圈与半导体激光器对位置不容易，而且半导体激光器受温度的影响、发光部有移动的趋势。因此，光圈实际使用的大小必须定为 $\Phi 100 \mu m$ 左右。由于光圈的大小增大，就有混入不是完全环形的衍射光、因此存在着投影像模糊不清、中心难于确定的问题。

而且，仅仅只是同样的圆形投影像的情况下，不能决定中心点，就存在必须用目测在圆形投影像中决定中心点的问题。

从而，人们很希望有结构简单、价格便宜、投影像中心易于确定的激光光点投影机。

本发明的环状激光光点投影机包含发射激光的激光光源 (100)；将该激光光源发射的激光传送到被照射物体，在该被照射物体上形成第 1 投影像用的光传送装置；以及位于该光传送装置与该被照射物体之间，在所述被照射物体上形成由衍射条纹构成的环状的第 2 投影像用的光圈部件，所述光传送装置由平行光管透镜构成，且满足下述任一条件：

$$D < (f/r) \times \lambda \quad \text{或} \quad (r/\lambda) < (f/D) = F_{no}$$

其中， D 为平行光管透镜的孔径； f 为平行光管透镜的焦距； r 为



激光光源的大小; λ 为激光光源的波长; F_{no} 为光圈数.

半导体激光器的发光面呈长方形, 举个例子, 短的一边约 $0.5 \mu m$ 、长的一边约 $2 - 3 \mu m$ 。这里根据具有有限大小的光源的扩展和衍射光束的扩展的式子求其大概, 定出衍射合适、形成环状的值.

如图 2 所示, 将具有有限大小的光源设置于透镜的焦点位置上的照明光学系统中, 通常具有如下式表示的扩展角 θ .

$$\tan \theta = r/f$$

从而距透镜的距离仅为 L 的位置上的像的扩展 $2R$ 为:

$$\begin{aligned} 2R &= 2 \times L \times \tan \theta + D \\ &= L \cdot (2r/f) + D \end{aligned} \quad \dots \dots (1) \text{式}$$

此处 f 为焦距; D 为透镜孔径; r 为光源大小; λ 为光源的波长.

亦即, 在距透镜仅为 L 的观察面上, 通常出现像扩大了的光源形状那样的不均匀的照明范围.

下面从波动光学的立场出发考察衍射引起的光束的扩展角 θ , 如图 3 所示.

$$\sin \theta = \lambda / D$$

若 $\theta \ll D$, 则 $\sin \theta \cong \tan \theta$, 因此, 在距透镜仅为 L 的位置上像的扩展 $2R'$ 为:

$$2R' = 2 \times (\lambda / D) \times L + D \quad \dots \dots (2) \text{式}$$

亦即, 成像变得模糊不清的情况取决于光学系统的孔径 D .

因而, 要消除观察面的照明不均匀性、要使照明成圆形, 就必须满足下述条件:

$$2R < 2R' \quad \dots \dots (3) \text{式}$$

亦即, 只要使衍射引起的像的扩展 $2R'$ 比透镜引起的像的扩展 $2R$ 大就行.

因而, 将(1)式与(2)式代入(3)式, 得出:

$$(2r/f) \times L + D < (2 \lambda / D) \times L + D$$



从而得出 $(r/f) < (\lambda/D)$ 的条件。

结果是，为了消除观察面上的照明不均匀，并使照明成圆形，必须是：

$$D < (f/r) \times \lambda \text{ 或 } (r/\lambda) < (f/D) = F_{no} \dots \dots (4) \text{式}$$

其中 F_{no} 为光圈数。

又考虑到透镜的像差等问题和衍射很好地形成环状的条件以及光源的变形率等，要使其能在实用上看作圆形、要求：

$$R < (1.5 \sim 2.0) \times R'$$

再确定透镜的孔径 D ，并据此来决定距透镜为 L 的位置上的照明光的大小。

例如： $L = 100\text{m}$ ， $\lambda = 600\text{nm}$ 时，如果将这些值代入第 2 式，则得到：

$$\begin{aligned} 2R' &= 2 \times (\lambda/D) \times L + D \\ &= 2 \times (600\text{nm}/D) \times 100\text{m} + D \end{aligned}$$

然后，考察 $2R'$ 为最小值的情况，即计算出孔径 D 约为 11mm ， $R' = 21.9\text{mm}$ 。

根据这一结果，即使用目视也能达到 $2 - 3\text{mm}$ 的精度。

再者，如果设 $2r = 3 \mu\text{m}$ ，则得出

$$(r/\lambda) = (1.5 \mu\text{m} / 600\text{nm}) = 2.5$$

根据(4)式， $F_{no} \geq 5$ 即可。又为了提高聚光效率， F_{no} 必须做得小，因此，假如选择 $F_{no} = 5$ ，则得出：

$$f = F_{no} \times D = 5 \times 11 = 55\text{mm}.$$

另外，因为衍射产生了衍射条纹，这一点也应予顾及。

第 1 条明线出现于

$$\sin \theta = (3/2) \times (\lambda/D)$$

的地方，因而，在距透镜为 L 的位置上，可得到：

$$2R_1' = 2 \times (3/2) \times (\lambda/D) \times L + D$$

即在衍射 0 次成像的 1.5 倍的位置上出现光环。



从而，可以使照明光成环状。

图 1 是本发明的实施例的结构示意图。

图 2 是本发明的原理图。

图 3 是本发明的原理图。

图 4 是说明在本实施例附加变迹滤光器 400 的结构图。

图 5 说明本实施例的应用例。

图 6 说明本实施例的应用例。

图 7 说明本实施例的应用例。

图 8 说明已有的技术。

实施例

下面根据附图对本发明的实施例加以说明。

图 1 是表示本实施例的环状激光光点投影机 1000 的结构示意图、由发光元件 100、平行光管透镜 200、光圈 300 构成。

发光元件 100 是相当于激光光源的元件，用来发射激光。发光元件 100 配置于平行光管透镜 200 的焦点位置上。发光元件 100 只要是能发出激光的元件，用半导体激光器、激光管等哪一种都可以。

平行光管透镜是传送光的装置，用来将从发光元件 100 发射出的激光转换成平行光送向被照射物体 2000。送光装置不限于平行光管透镜，只要是能使从发光元件 100 射出的激光变成平行光的元件就够了。

光圈 300 插入于平行光管透镜 200 与被照射物体 2000 之间是用来使投影在被照射物体 2000 上的投影像 3000 产生衍射条纹，使投影像 3000 形成环状投影部 3200 的装置。

如上所述构成的本实施例，一旦发光元件 100 被驱动，从发光元件 100 发出激光，由平行光管透镜 200 向被照射物 2000 传送。然后，从平行光管透镜 200 送出的激光经光圈 3000 收缩、成圆形投影于被照物体 2000 上，形成相当于第 1 投影像的圆形投影部分



3100。

再者，由于光具有波动性，所以它也具有衍射到遮蔽物的阴影部分的性质，由于这种衍射性质而形成衍射条纹。这种衍射条纹在半径 R_1' 的位置上形成环状，因此，在半径 R_1 的位置上形成相当于第 2 投影像的环状投影部分 3200。

于是，投影于被照射物体 2000 上的投影像 3000 由圆形投影部分 3100 与出现在半径 R_1 位置上的环状投影部分 3200 组合而成。亦即，如按图 1 所示的光强度所理解的那样，在中心部有一相当于圆形投影部 3100 的圆形的明亮部分，在其周围有比较暗的圆环包围着，它的外面，存在着相当于环状投影部 3200 的明亮部分。

还有，为了防止圆形投影部分 3100 照明不均匀，必须使衍射引起的像的扩展 $2R'$ 比透镜引起的像的扩展 $2R$ 大。

为了满足这一条件 $R < R'$ ，如(4)式所示，必须满足：

$D < (f/r) \times \lambda$ 或 $(r/\lambda) < (f/D) = F_{no}$ 。从而，为了使圆形投影部 3100 成为完全圆形，要求 $R < (1.5 \sim 2.0) \times R'$

用上面这样构成的环状激光光点投影机 1000 形成的投影像 3000，在圆形投影部分 3100 的周围形成环状投影部分 3200，因而，具有便于确定投影像 3000 的中心点的优点。

而为了提高环状激光光点 1000 的聚光效率，只要减小衍射条纹的强度、或减小光源的变形率即可。

为了减小衍射条纹的强度，只要在光圈 300 上附加一个变迹滤光器即可。这种变迹滤光器 400 是外周部分浓度深，靠中心部分浓度慢慢降低的滤光器。通常，衍射条纹不是一条，而是产生数条，越离中心光强度越弱。

如图 4 所示，一旦在本实施例的环状激光光点 1000 上附加变迹滤光器 400，可以做到近中心部分留有衍射条纹，而周边的衍射条纹的强度减小，因而有提高集光效率的效果。

于是，为了减小光源的变形率，提高集光效率，只要添加变形



光学系统即可。而且，如果与变迹滤光器 400 组合则更加有效。

从而，在本实施例中，如果添加变形光学系统及变迹滤光器 400，有能更加提高集光效率的效果。

下面对本实施例的应用例加以说明。根据图 5 ~ 图 7 对将本实施例应用于激光瞄准装置的例子加以说明。

激光瞄准装置，如图 5 及图 6 所示，由机架 1、以设于该机架 1 的前端近傍的水平俯仰轴 2 为中心的可旋转自如的俯仰架 3、在该俯仰架 3 的垂直方向上安装的以摆动轴 4 为中心能摆动自如的激光振荡装置 5 构成。

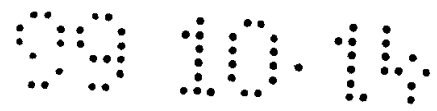
在俯仰架 3 的下边，设有向后方的水平辅助架 6、在该水平辅助架 6 上设有水平轴 7。该轴通过弹簧与机架 1 连结，由于弹簧 8 的弹力的作用，在图 5 中俯仰架 3 有一个向顺时针方向运动的蓄势。

使俯仰螺杆 10 竖立在与轴 7 大致正交的方向上，使拧在俯仰螺杆 10 上的螺母 11 与突出设置于该螺母 11 上的固定销 12 配合。然后，俯仰螺杆 10 连结于装在机架 1 上的俯仰电动机 9 的输出轴上，借助于俯仰电动机 9 的驱动力，可以改变俯仰架 3 的倾斜度。

如图 7 所示，在俯仰架 3 的侧边上，设有垂直辅助架 13。摆动电动机 15 通过齿轮箱 14 安装于该垂直辅助架 13 上。从该齿轮箱 14 上向水平方向延伸设置导轴 16 及摆动螺杆 17，摆动螺杆 17 连结于摆动电动机 15 的输出轴上。于是，拧在摆动螺杆 17 上的带螺母牵引块 18 嵌合于导轴 16 上并可自由滑动。

在激光振荡器 5 的后端部，在水平方向上安装着水平伸出臂杆 19，该水平伸出杆 19 与带螺母牵引块 18 上的配合销 20 配合。于是，在水平伸出杆 19 与垂直辅助架 13 之间，放入弹簧 21，由于该弹簧的弹性恢复力的作用，激光振荡装置 5 有向水平方向、即图 7 中的右方运动的蓄势。

如上构成的激光瞄准装置，由于俯仰电动机 9 与摆动电动机 15



的驱动作用，可以向互相垂直的两个方向转动。

激光振荡装置 5，与上述实施例中的环状激光光点投影机 1000 配套组装。

上述结构的本项发明，激光光源发出激光、光传送装置将激光向被照射物体传送，在被照射物体上形成第 1 投影像、位于该光传送装置与被照射物体之间的光圈部件对激光的形状加以整形，同时，在被照射物体上形成由衍射条纹组成的环状的第 2 投影像，因而有根据环状的第 2 投影像很容易确定投影像的中心点的效果。

而本发明以平行光管透镜为光传送装置，如果满足下述任一条件，就可防止投影像照明的不均匀。

$$D < (f/r) \times \lambda \text{ 或 } (r/\lambda) < (f/D) = F_{no}$$

而且本发明如果以衍射引起的像的扩展为 $2R'$ 、用平行光管透镜引起的像的扩展为 $2R$ ，也可以定为如下条件：

$$R \leq (1.5 \sim 2.0) \times R'$$

再者，本发明也可以将光圈部件与变迹滤光器加以组合。

说明书附图

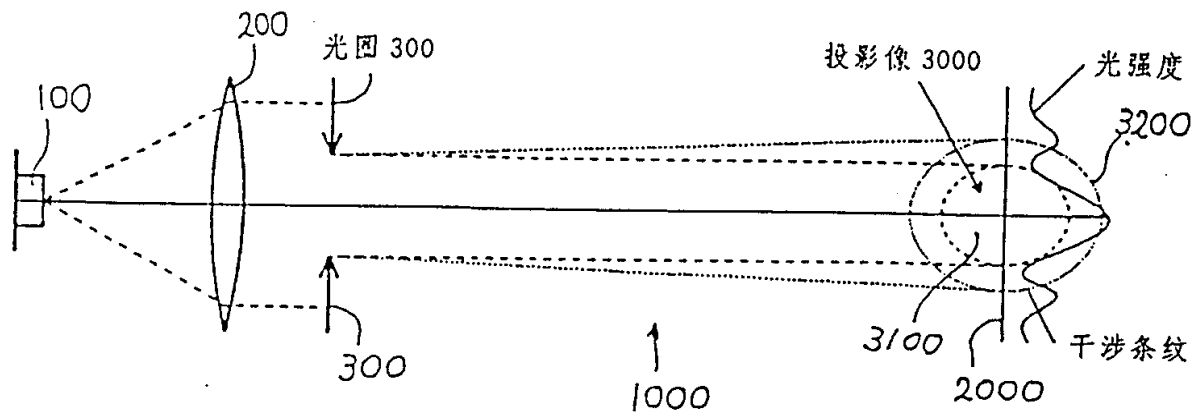


图 1

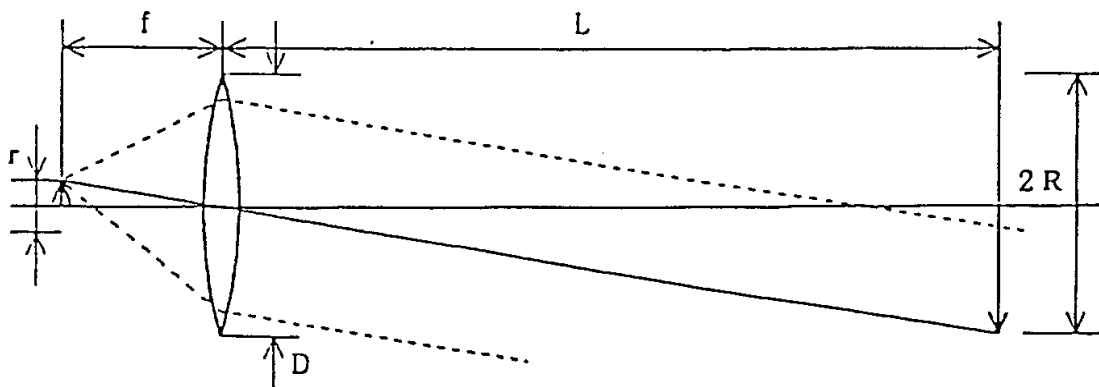


图 2

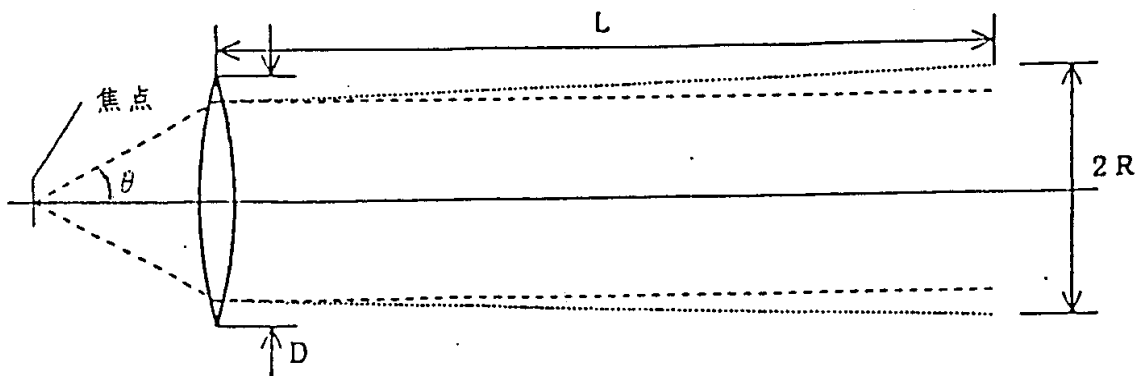


图 3

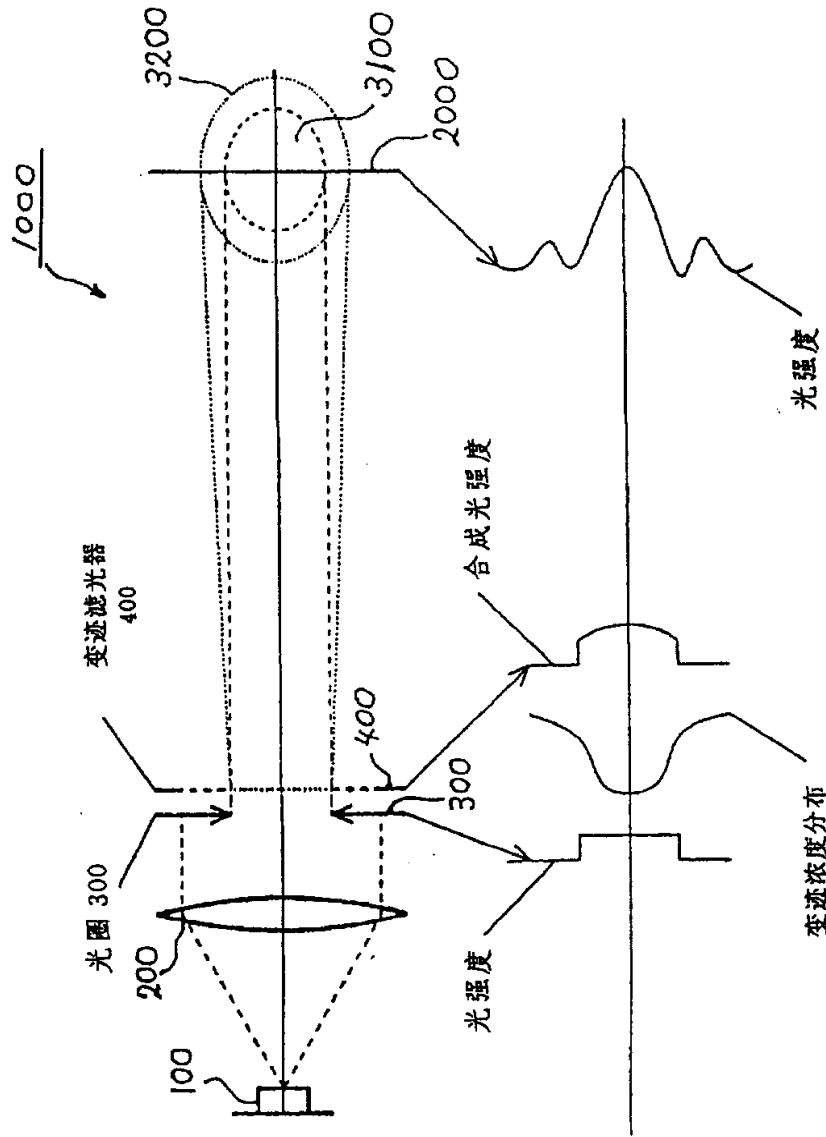


图 4

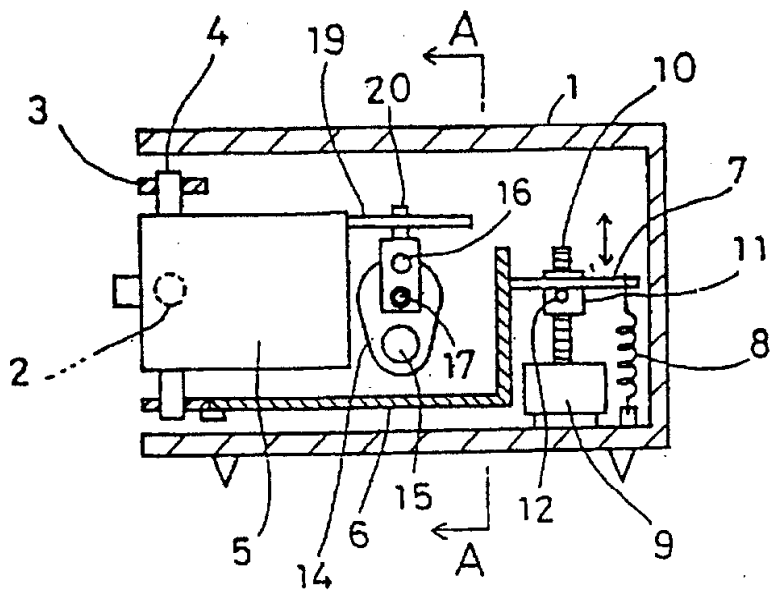


图 5

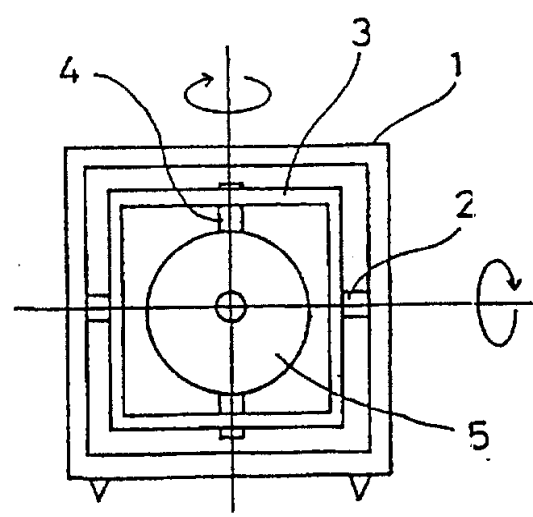


图 6

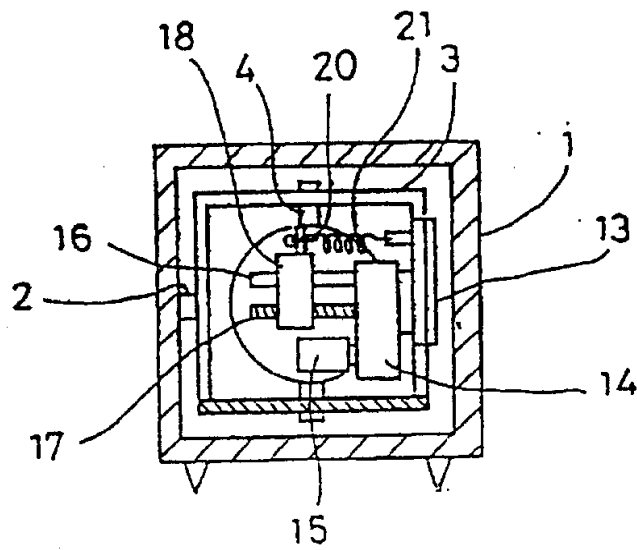


图 7

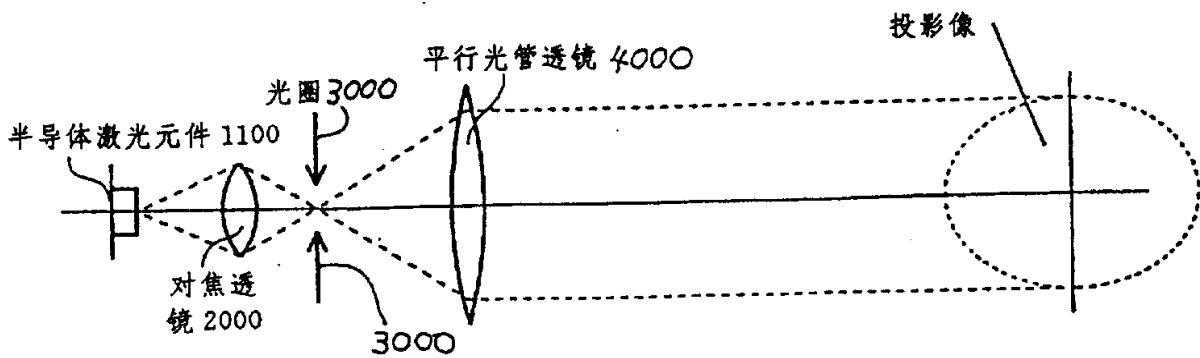


图 8