

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G06K 1/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97197736.4

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1157676C

[22] 申请日 1997.8.29 [21] 申请号 97197736.4

[30] 优先权

[32] 1996.9.11 [33] US [31] 60/025,915

[86] 国际申请 PCT/GB1997/002334 1997.8.29

[87] 国际公布 WO1998/011495 英 1998.3.19

[85] 进入国家阶段日期 1999.3.8

[71] 专利权人 多米诺公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 L·V·苏特尔 R·布拉克布恩

审查员 姚梦琦

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

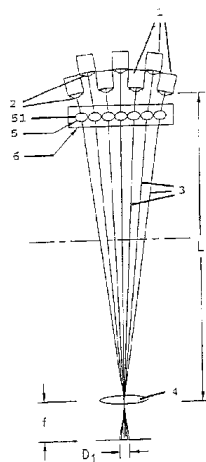
代理人 邹光新 张志醒

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 10 页

[54] 发明名称 激光器装置

[57] 摘要

一种激光打标器装置包括彼此以一定角度安装的多个独立激光器(1)。激光器(1)的输出端(2)相互紧邻地配置在一起,且多个激光光束再定向器(5)配置得截断激光输出端(2)射出的激光光束(3),激光以便使激光光束路径延长,并降低激光光束(3)之间的角度。



ISSN 1008-4274

1. 一种激光器装置, 包括多个独立激光器(1), 每个激光器(1)具有射出激光光束(3)的输出端(2), 激光器(1)彼此以一定角度安装, 5 由此其激光光束(3)相交, 其中:

所述激光输出端(2)相互紧邻地配置在一起; 并且

多个激光光束再定向器(5、6、7、8), 配置得截断激光输出端(2)射出的激光光束(3), 所述激光光束再定向器(5、6、7、8)配置得使激光光束路径长度延长, 并降低激光光束(3)之间的角度, 所述激光光束再定向器(5、6、7、8)位于激光输出端(2)和光束(3)交叉的交叉点之间。 10

2. 权利要求1的激光器装置, 其中激光光束再定向器(5、6、7、8)为转向反射镜, 它们添加到光束路径中以改变激光光束之间的角度, 转向反射镜可由所需的电信号控制。

3. 权利要求1或2的激光器装置, 其中一个或多个另外的激光光束再定向器(5、6、7、8)添加到光束路径中以改变装置的一维或多维尺度。 15

4. 权利要求1的激光器装置, 其中激光光束再定向器(5、6、7、8)是反射镜。

5. 权利要求1的激光器装置, 其中激光光束再定向器(5、6、7、8)是折射光学校镜。 20

6. 权利要求1的激光器装置, 还包括激光光束分束装置(40), 它将激光光束(3)导向多个目标。

7. 权利要求1的激光器装置, 还包括透镜(4), 它将激光光束(3) 25 聚焦到目标表面。

8. 权利要求7的激光器装置, 其中透镜(4)位于激光光束(3)的交叉点和目标表面之间, 距交叉点的距离 f 为透镜(4)的焦距。

9. 权利要求6-8任何之一的激光光束装置, 其中激光光束再定向器(5)和各个透镜(4)之间的激光光束(3)的各条路径长度是相等的。 30

激光器装置

本发明涉及激光器，更具体地讲是涉及在打标和编码应用中使用的
5 激光系统的光学部件。

适用于这种应用的激光器描述于 US - A - 4618961、US - A - 4891819
和 US - A - 5095490。另外，在 US - A - 4652722 中还描述了利用多个相
干激光光束以及固定反射装置、束射管和聚焦透镜在衬底表面形成标识
10 记号或产生永久变化的激光器装置。US - A - 4652722 中权利要求 1 针
对的是使光路径缩短的特征，说明书描述如何利用反射装置缩短光路径。

利用多激光通道制造小型、商业可行的激光打标系统的主要问题中
的一个问题是需要在对产生所需光学打标特性所必需的光学结构进行简
化的同时配置激光通道以便减小通道组件的物理尺寸。通常，各个激光
器的物理尺寸并不能同时保证获得最佳光学特性所需的激光器之间的光
15 学间隔和角度关系。在 US - A - 4652722 中，发明人指出，该问题的一个
可行解决方法是将激光器近平行地放置，然后采用光学方法重新定向
每一束光束，进而缩短了光路径，并在各个激光光束之间设定期望的角
度关系。

然而，上述发明的说明书并没有处理由多个点产生适当小特征尺寸
20 的问题。

US - A - 5168401 和 WO - A - 9604584 描述的光学系统涉及激光二极管
管射出的各条激光光束的准直，但并没有提到本发明涉及的问题。EP -
A - 0538044 公开了一种本质上与 US - A - 4652722 类似的系统，US - A
- 5389771 公开了一种折叠点光源发出的单光束的装置。这些说明书均
25 不能认为与本发明有特定关系。同样，W08912369 公开了一种多光束激
光器系统。

根据本发明，激光器装置包括多个独立激光器，每个激光器具有射
出激光光束的输出端，激光器相对于其它激光器以一定角度放置，由此
激光光束相交，其中激光输出端相互紧邻配置；多个激光光束再定向器
30 配置得截断激光输出端射出的激光光束，激光光束再定向器配置得使激
光光束路径的长度延长，使激光光束之间的角度减小，激光光束再定向
器位于激光输出端和光束交叉点之间。

利用这种装置，得到的光学系统可以产生多个具有适当间隔的标记以便在移动衬底上产生希腊数字、图案和/或机器可读取的标记，同时还可以提供非常小巧的系统，该系统适于安装在通常在生产线上提供的相对较小的空间内。

5 激光光束再定向器优选地是反射镜或折射光学棱镜。

转向反射镜可以添加到光束路径中以改变激光光束之间的角度，转向反射镜的转动由所需的电信号控制。

透镜将激光光束聚焦到目标上，透镜优选地位于激光光束交叉点和目标表面之间，距交叉点的距离为透镜的焦距 f 。

10 根据本发明，还提供了一种激光光束分束装置，用于将激光光束导向多个目标，优选地安装在每个目标上方的激光光束再定向器和各个透镜之间的各条激光光束的光路长度优选地相等。

现在参照附图描述根据本发明的装置实例，其中：

图 1 用平面视图示例了装置的第一实例；

15 图 2 用侧视图示例了同一装置；

图 3 示例了不带本发明激光光束再定向器的激光打标系统，用作对比；

图 4A-F 示例了图 1 系统中使用的反射镜的细节；

图 5、6 和 7 示例了本发明装置的第二、第三和第四备择实施方案；

20 图 8 和 9 是示例本发明基本原理的光束图；

图 10 示例了聚焦激光光束的透镜结构；

图 11 和 12 示例了本发明另一实施方案的实例；

图 13 示例了为激光打标提供两组或多组激光光束的本发明实施方案的实例。

25 为了产生小型激光打标或编码设备，独立激光器 1 紧密地配置，它们各自的输出端 2 相互紧邻地配置，呈交错、叠盖关系，如图 1 和 3 所示。如图 3 所示，只要激光光束通过普通的聚焦透镜 4，得到的各条激光光束 3 之间的角度将使光束在距透镜 4 为 f 的适当距离上、在总宽度为 D 的范围内彼此间隔开。这一宽度对于许多打标应用来说太大了。

30 图 1 和 2，与图 3 相比，示出多反射镜组件 5、6 是如何将激光光束 3 的总路径由 L 延长到 L_1 的，同时减小了各条激光光束 3 之间的角度，

由此产生一组总间隔宽度为 D_1 的光束，该间隔远小于图 3 所示装置的总间隔 D 。第一再定向反射镜组件 5 具有多反射镜 51，它具有不同的适

当反射角度以便使光束 3 再定向到第二再定向反射镜组件 6 的各个区域上, 组件 6 具有一个单 45° 角反射镜 61, 它将光束 3 反射到聚焦透镜 4.

5 该结构的几何形状和透镜 4 的焦距决定了在目标衬底上产生的标记的点间隔和点尺寸 (如下面参照图 8 和 9 描述的), 和标记点间隔, 通过改变聚焦透镜 4 上的激光光束 3 之间的角度可以分别或总体地对其进行调节.

激光器 1 射出的激光光束 3 的间隔角度一开始是 4.33° , 利用图 4A - F 详细示出的反射镜组件 5 中的各个反射镜 51 可以将其调节到 0.2° 和 1.0° 之间 (图 4A - F 所示的结构是 0.8°). 图 4A - D 分别在图 4E 的截面 A - A、B - B、C - C 和 D - D 处的两个相互正交的独立剖面中示出构成独立反射镜 51 的反射镜表面, 以及反射镜间隔和相对角度. 这些截面的位置示于图 4E, 图 4E 和 4F 示出反射镜组件 5 和 6, 图 4F 是与图 4E 成 90° 的剖面视图, 其中只示出反射镜表面 51 中的一个表面.

15 图 5、6 和 7 用侧视图示出各择实施方案. 在图 5 中, 附加可调节反射镜组件 7 和 8 独立于反射镜组件 5 和 6 产生的光束角度调节, 对光束长度进行调节. 图 6 的实施方案示出附加反射镜组件 9, 它将光束 3 横向地再定向到它们的初始方向平面, 图 7 实施方案结合了图 5 和图 6 实例的特点.

20 图 4A - C 还示例了反射镜组件 5 和 6 的细节.

构成本发明概念基础的理论如下, 将参照图 8 和 9 进行描述.

图 8 示例了多个按一定角度配置的激光器的几何结构, 激光器距焦距为 f 的透镜的距离是 $D1$, 在距聚焦透镜为 $D2$ 的近平面表面上形成一系列聚焦激光光点. 图 9 示出图 8 中两个相邻激光束的光学结构, 其中包含了衍射效应. 在图 9 中, 相邻激光束相互成 ϕ 角, 在中心的最近邻点间隔为 Y . 离开内径为 $W1$ 的激光器孔径的每束激光光束在射出孔径的远场扩展为 θ 角, 并由焦距为 f 的透镜聚焦为直径为 $W2$ 的光点, 与相邻激光光点的距离为 S .

30 根据最低阶高斯激光光束的标准光学理论, 利用一阶薄透镜近似, 可以进行如下计算.

首先, 由基本激光理论可知, 对于高斯束腰为 $W1$ 的离开激光器孔径的激光光束, 激光光束离散可以由下述给出:

$$g \approx (4\lambda)/(\pi W_1) \quad (1)$$

其中 λ 是离开波导的光波长, π 是近似值为 3.14159 的物理常数。

对于通过透镜聚焦的高斯激光光束, 可以很容易地导出下式, 该等式可以在绝大多数关于该主题的标准教科书中找到。

$$5 \quad W_2 = \left[\left(\frac{1}{W_1} \right)^2 \left(1 - (D_1/f)^2 + (1/fg)^2 \right) \right]^2 \quad (2)$$

$$\text{和} \quad W_2 = f + \left[(D_1 - f)f^2 \sqrt{ \left[(D_1 - f)^2 + \left((\pi W_1)^2 / (4\lambda) \right)^2 \right] } \right] \quad (3)$$

其中 D_2 是透镜到最小聚焦光点尺寸 W_2 的距离 (主焦距)。

最后, 对于激光通道间的角度很小的正常条件, $\tan(\phi)$ 的值近似为 ϕ , 这样利用简单的几何关系可以得到:

$$10 \quad S \approx \phi D_2 \quad (4)$$

由此, 根据这组等式, 可以导出聚焦光点尺寸 W_2 , 对于确定的聚焦光点尺寸 W_2 可以导出光点间隔 S , 对于确定的几何参数 (W_1 、 D_1 和 ϕ) 和光学参数 (f 和 λ), 可以导出主焦距 D_2 和光点间隔 S 。

15 计算实例:

作为范例, 给出下列参数:

$$\lambda = 10.6 \times 10^{-4} \text{cm} \quad (\text{二氧化碳激光器波长})$$

$$f = 5.0 \text{cm}$$

$$W_1 = 0.40 \text{cm}$$

$$20 \quad D_1 = 130 \text{cm}$$

$$\phi = 0.01 \text{ 弧度}$$

然后, 根据这些值可以导出以下参数:

$$\theta = 0.0337 \text{ 弧度} \quad (\text{根据等式 1})$$

$$W_2 = 0.0116 \text{cm} \quad (\text{根据等式 2})$$

$$25 \quad D_2 = 5.1 \text{cm} \quad (\text{根据等式 3})$$

$$S = 0.051 \text{cm} \quad (\text{根据等式 4})$$

上述值对于稍稍高于 3.0mm 的七点字符高度是典型的, 其中字符高度 H 等于:

$$H = (N-1)S + W_2 \quad (5)$$

其中 N 是激光通道数, S 是在最小光点尺寸平面上的光点间距 (主焦面, 不必是焦平面), W_2 是在该平面上的聚焦光束直径。现在将等式 4 代入上式, 得到:

$$H = (N-1) \phi D_2 + W_2 \quad (6)$$

5 其中 ϕ 是进入聚焦透镜的激光通道间的角度, D_2 是透镜到激光光束主焦点的距离。在透镜的焦平面上, 其中透镜距该平面的距离为 f , 并且在该平面上测量光点间隔, 可以得到简化式 $D_2 = f$, 这样上式可以简化为:

$$H = (N-1) \phi f + W_2 \quad (7)$$

10 该等式确定了字符高度与激光光束角度和透镜焦平面上的透镜焦距之间的关系。为了将光束路径延长到商业可行的长度, 同时调节光束间隔角度以获得等式 3 给出的所需字符高度, 反射镜系统需要调节的正是相邻激光光束间的角度 ϕ 。

上述考虑还清楚地表明期望将待打标的衬底放置在焦平面 21 内, 15 因为在此激光光束 3 聚焦最好, 光点宽度 W_2 最小。然而, 为了获得透镜 4 相对于反射镜 6 和衬底的最佳位置, 还要考虑其它条件。

参照图 10, 可知:

$$\psi = (N_{\max} - 1) \phi \quad (8)$$

20 其中 N_{\max} 是激光光束总数, ϕ 是外围激光光束 23 和 24 之间的角度。

因此, 可以从等式 7 和 8 得到, 如果忽略光点宽度 W_2 :

$$H = \psi f \quad (9)$$

因此, 由于 ψ 和 f 与透镜 4 和光束交叉点 之间的距离 C 无关, 所以焦平面 21 上的字符高度 H 也与距离 C 无关。

25 比较相似三角形, 可以得到:

$$Y/(L-X) = a/L \quad (10)$$

其中 L 是透镜 4 和激光光束汇聚点 22 之间的距离, a 是最外围激光光束 23 在透镜 4 上的入射位置到透镜 4 的光轴的径向距离, Y 是最外围激光光束 23 在沿着透镜 4 的光轴、指向点 22 的方向距透镜 4 的距离为 30 X 的点上到透镜 4 的光轴的径向距离。

根据薄透镜公式, 可知:

$$L = Cf/(C-f) \quad (11)$$

其中 C 是交叉点 到透镜 4 的距离。

对于小角度可以得到：

$$a \approx C \frac{\psi}{2} \quad (12)$$

5 根据等式 10，可以求得 Y 对 X 的导数。结合等式 11 和 12，结果可以表示为：

$$\frac{dY}{dX} = (f - C)\psi \quad (13)$$

所以，当 $f=c$ 时：

$$\frac{dY}{dX} = 0 \quad (14)$$

10 这一结果表明，当透镜 4 放置在距光束交叉点 的距离为 f （即透镜的焦距）的位置上时，字符高度 H 在焦平面附近是固定的。换句话说，保持距离 C 和 f 相等可以使焦平面 21 前后的字符高度变化为零。

这意味着，装置可以在弯曲或粗糙表面上打标，而不会显著地改变字符高度，这具有显著的商业价值。

15 具有这些特征的装置实施方案的又一实例示于图 11 和 12，它包括光束延伸壳体 30、透镜组件 31 和空气喷嘴组件 32。激光光束 3 通过光束光阑组件 33 引入，激光输出由光束护罩 34 屏蔽，该护罩用于防止设备使用人员意外地受到激光辐射。光束护罩 34 还将激光打标区包围起来，使得激光打标过程产生的碎屑能够通过真空清除装置（未示出）通过出口 36 吸走。

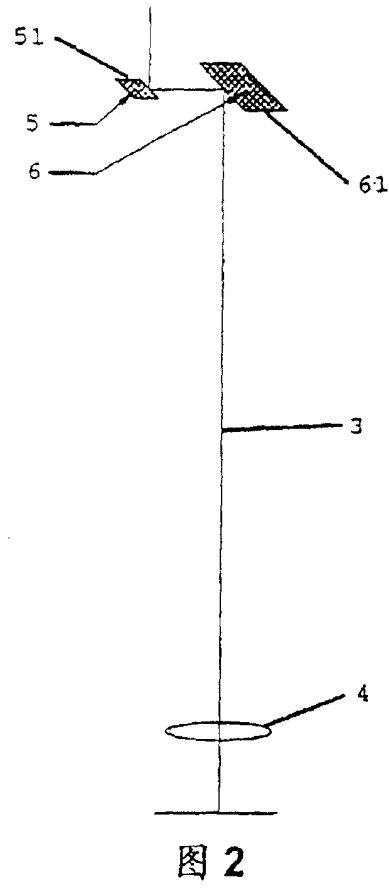
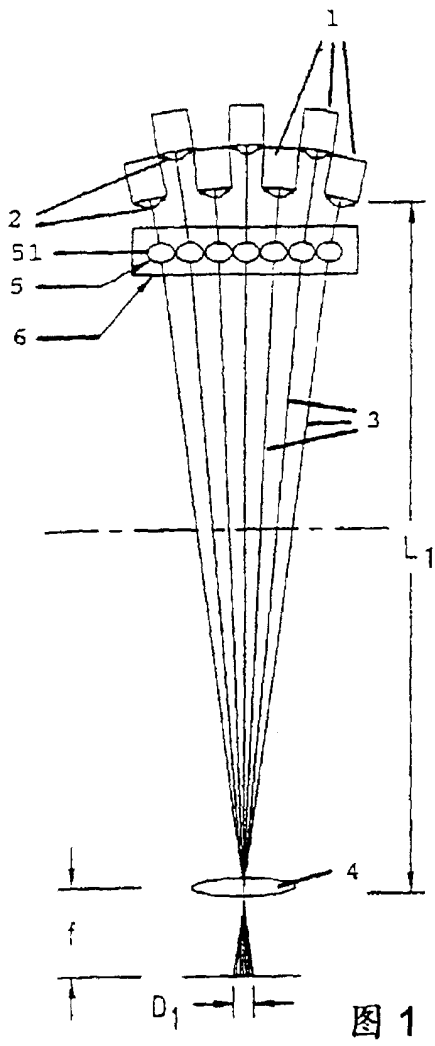
20 光束延伸壳体 30 是密封的，以确保反射镜 5、6、7、8 保持清洁，免受环境灰尘和激光打标过程中激光器产生的碎屑的污染。清洁的过滤空气通过空气喷嘴组件 32 循环，以防止激光打标过程产生的碎屑和残渣污染透镜组件 31 中的聚焦透镜 4。通过利用透镜焦点调节螺母 35 调节透镜组件 31 可以细微调节透镜 4。

25 现参照图 13，本发明实施方案还可以包含光束分束设备 40，它可以使一组激光光束 3 在多个位置上产生激光标记。图 13 所示的多线装置安装了两组透镜组件 31，第三透镜组件位置安装了一个孔塞 41。如果利用透镜组件 31 替换孔塞 41，光束分束设备还可以将激光光束 3 进一步分开，以便在三个位置上产生激光标记。

5 在工作中，激光光束 3 通过反射镜组件 5 和 6 进入多线光束延伸壳体 42，如上所述，该组件延长了光束路径的总长。然后，光束入射到光束分束设备 40 上，该设备包括一台安装在转动电流计上的反射镜。当然，反射镜可以安装在任何可以产生往复转动运动的设备上，例如压电或磁感应设备。

光束分束设备 40 按照需要将激光光束 3 再定向到另一个再定向反射镜 43 上。再定向反射镜 43 将激光光束 3 指向安装在透镜组件 31 内部的聚焦透镜 4，再定向反射镜配置得使反射镜组件 6 和聚焦透镜 4 之间的光束 3 的总体路径长度相等。

10 这样，不论光束从哪个聚焦透镜发出，激光光束 3 的光学特性都是相同的，上述的有益特性可以通过小型装置提供给多个目标。



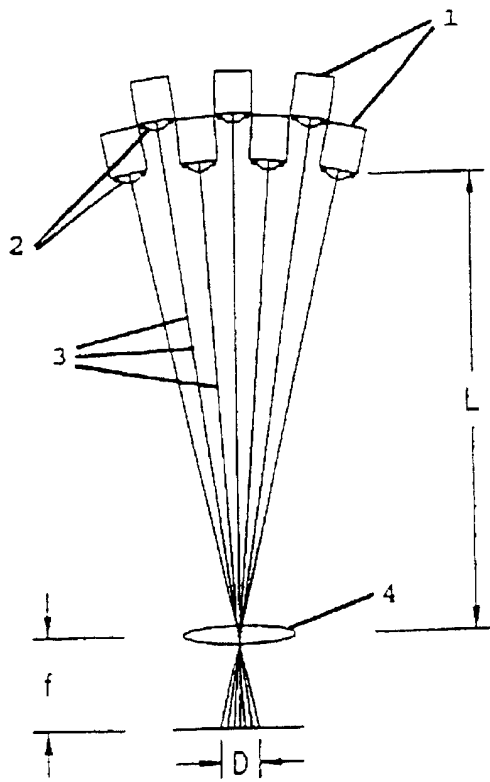
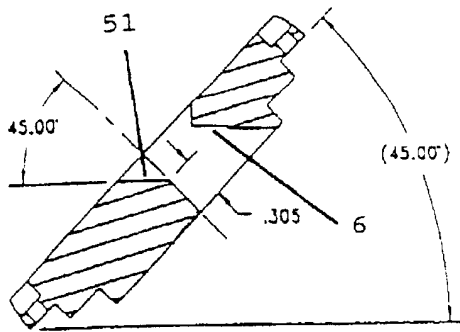
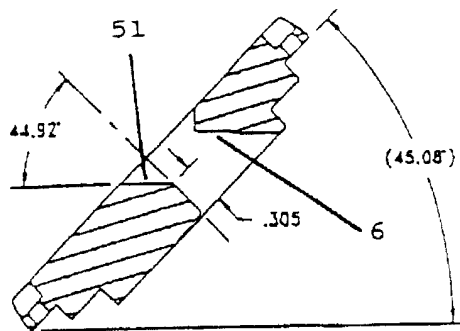
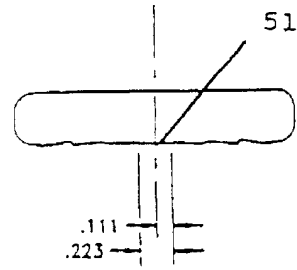


图 3



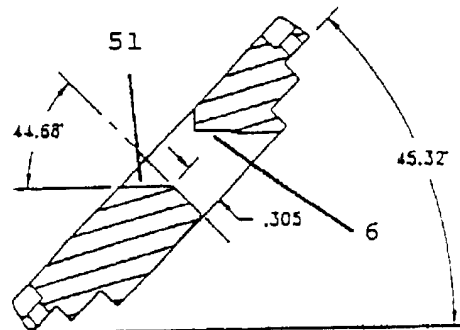
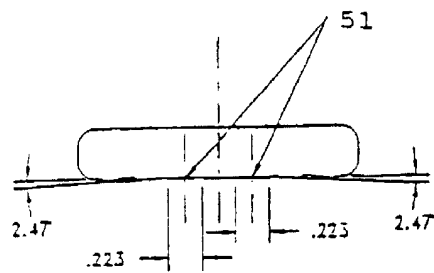
A-A剖面
转动 45°

图 4A



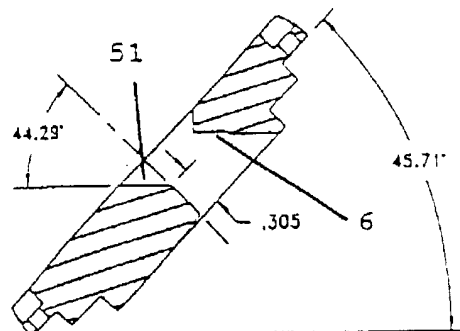
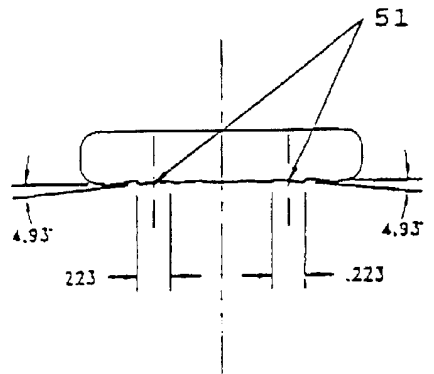
B-B剖面
转动 45.08°

图 4B



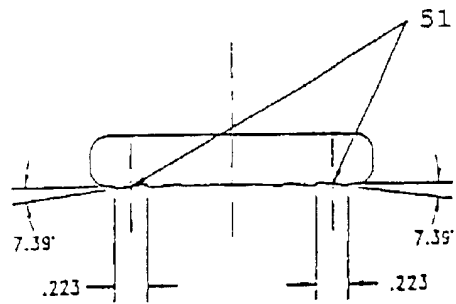
C-C剖面
转动 45.32°

图 4C



D-D剖面
转动 45.71°

图 4D



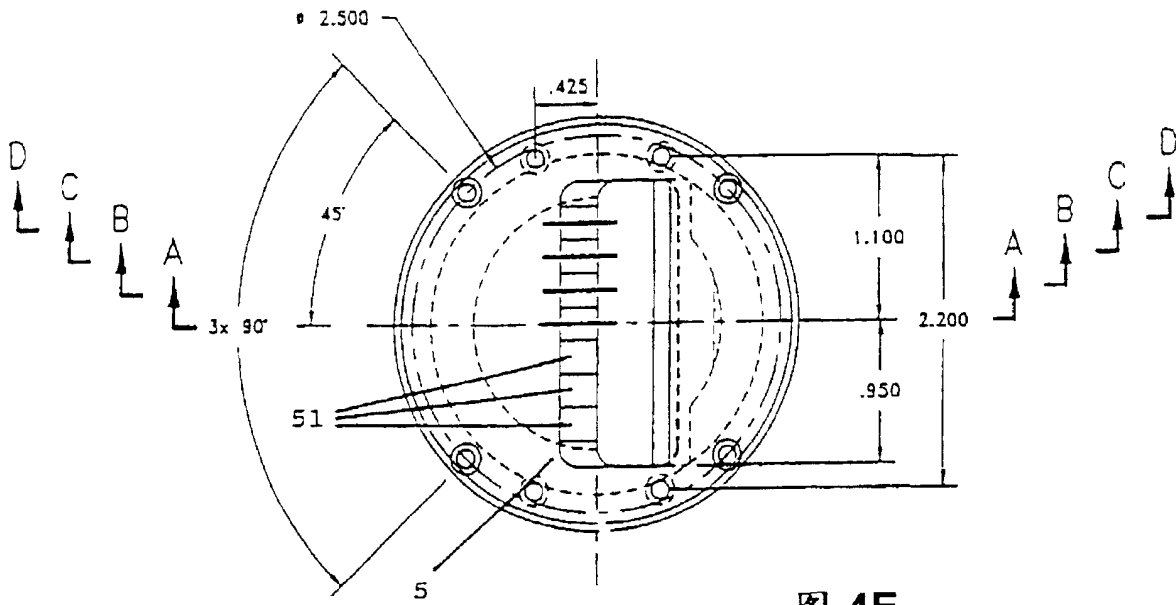


图 4E

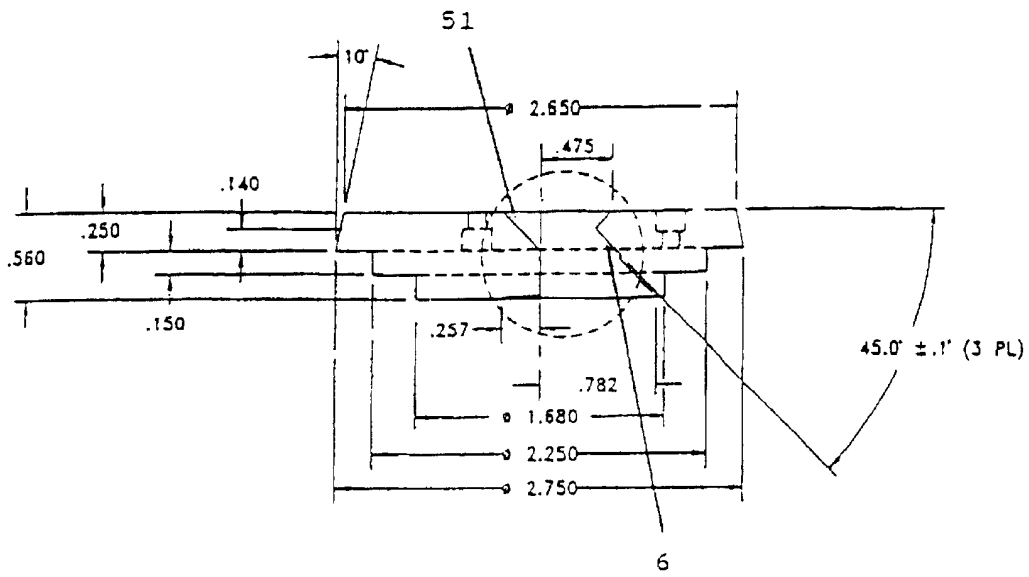


图 4F

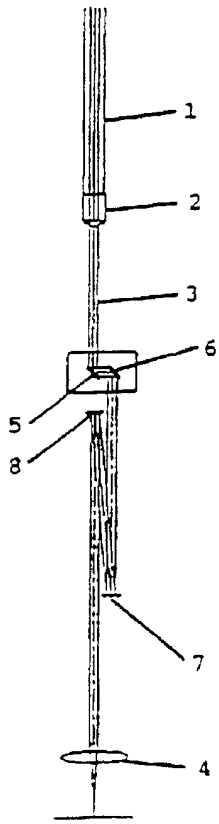


图 5

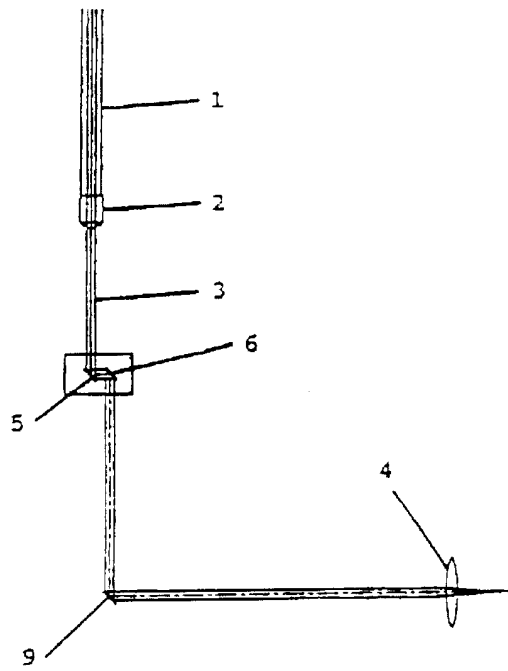


图 6

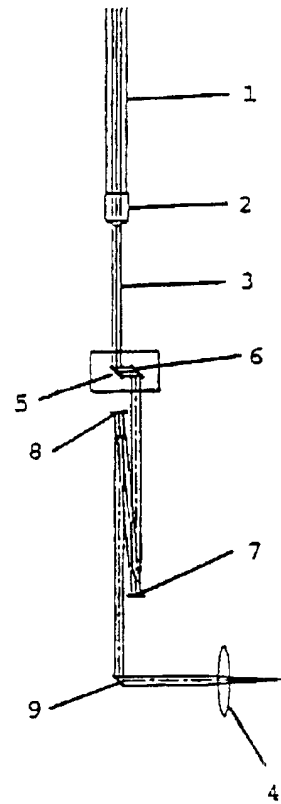


图 7

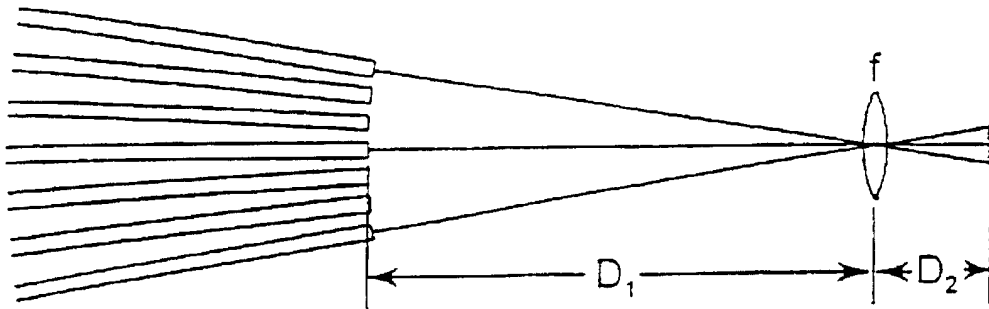


图 8

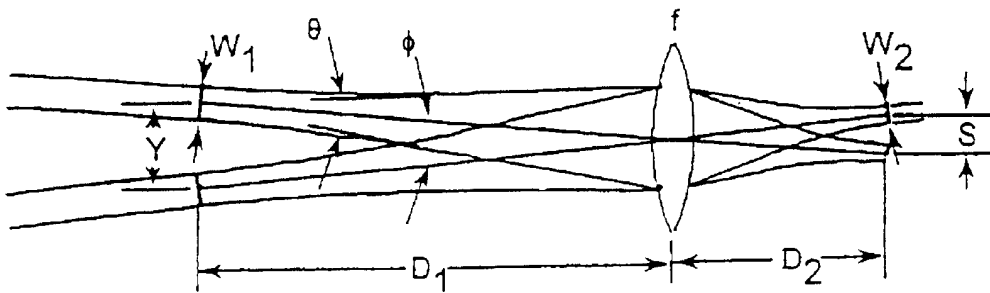


图 9

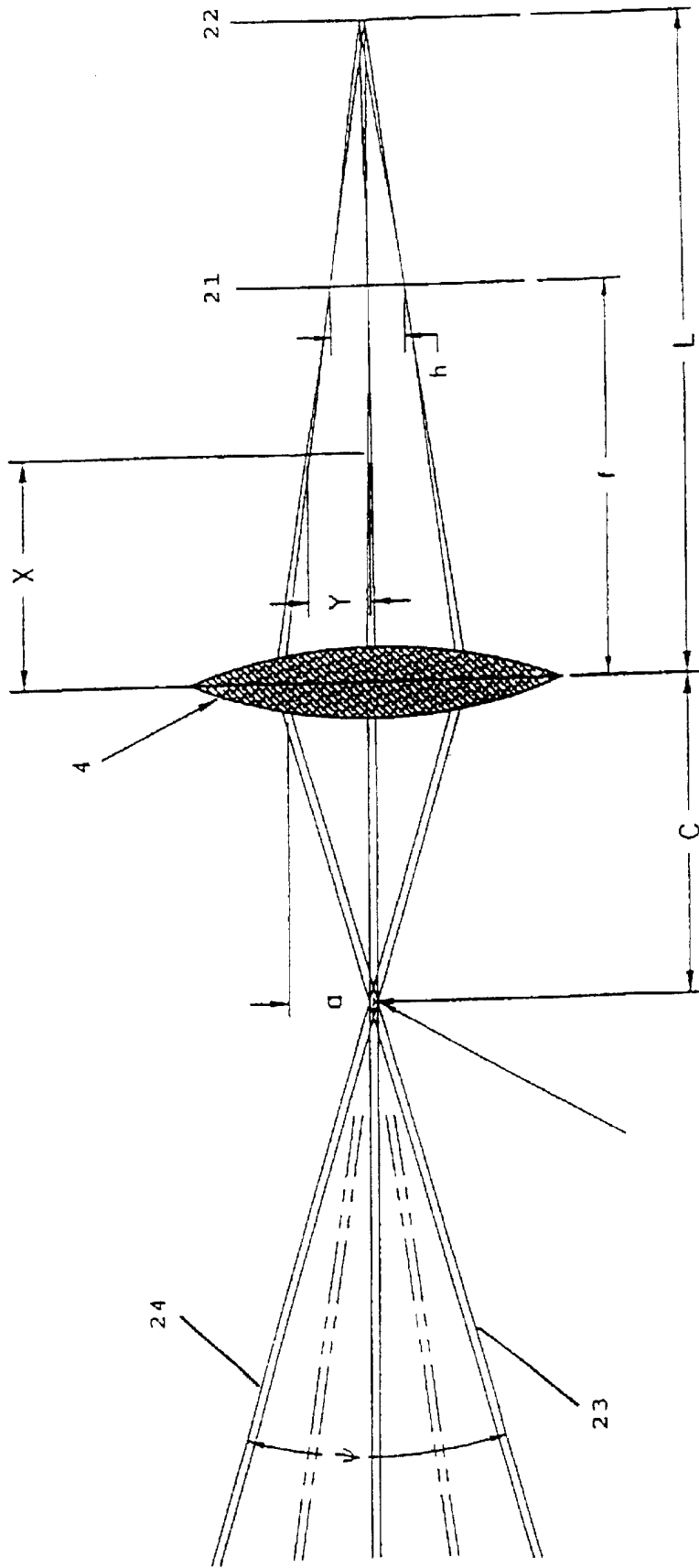


图 10

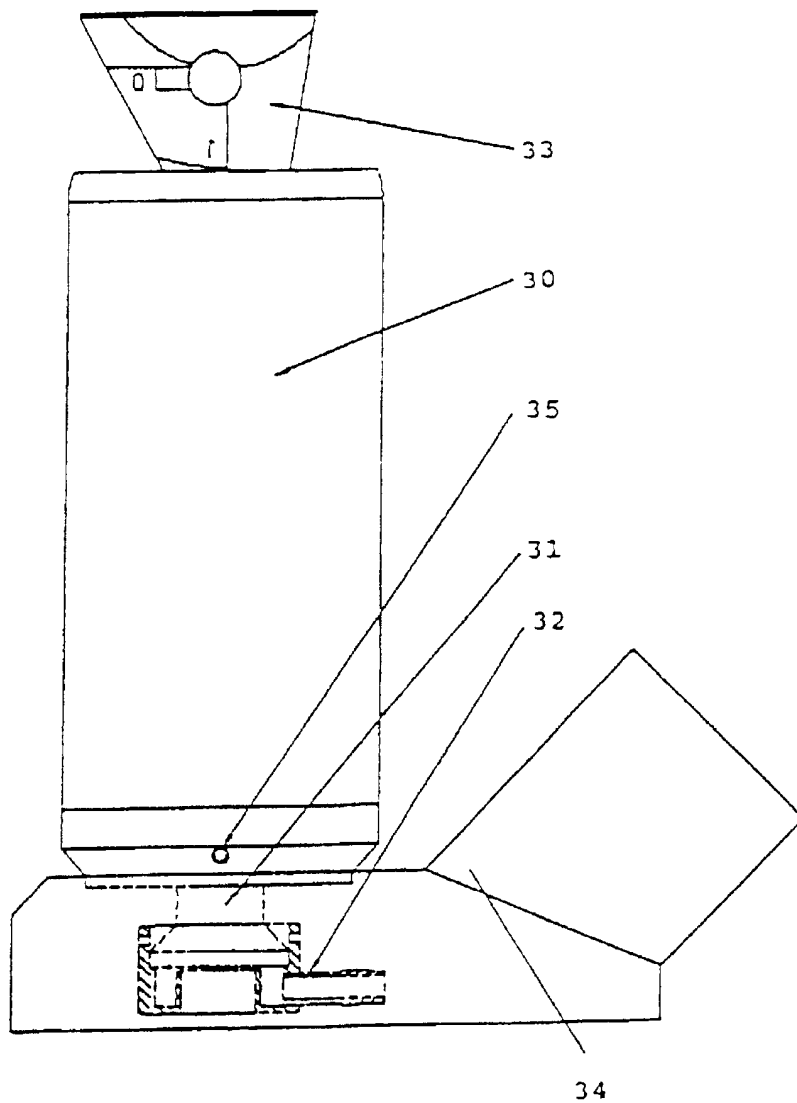


图 11

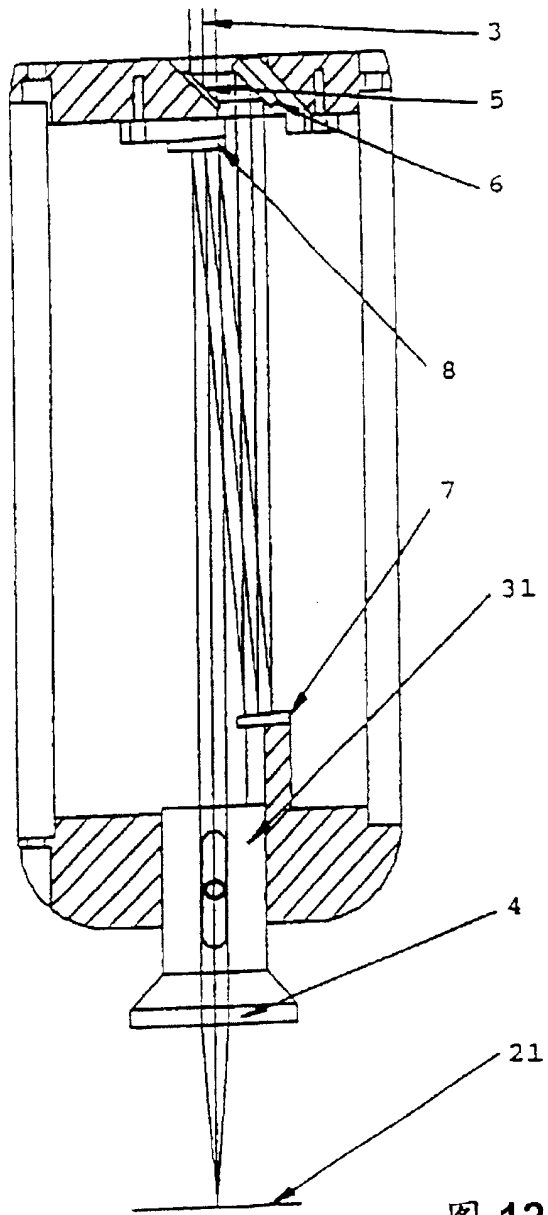


图 12

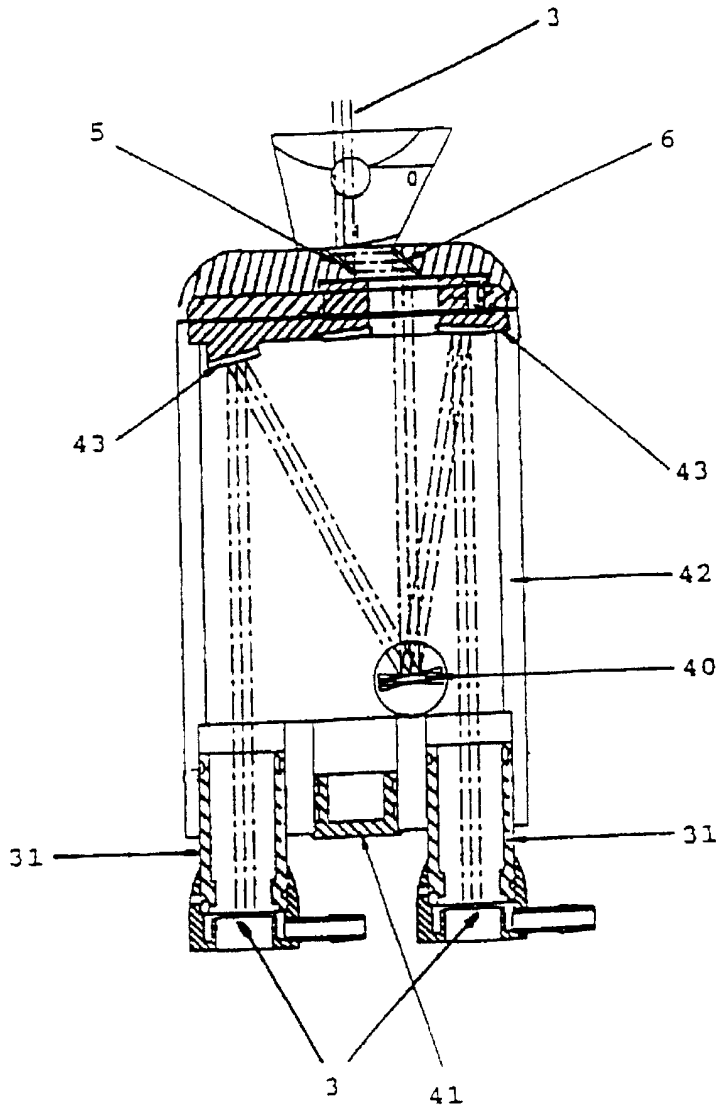


图 13