

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 21/896 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

G01N 21/45 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480007128.5

[43] 公开日 2006 年 4 月 19 日

[11] 公开号 CN 1761870A

[22] 申请日 2004.3.15

[21] 申请号 200480007128.5

[30] 优先权

[32] 2003.3.29 [33] GB [31] 0307345.9

[86] 国际申请 PCT/GB2004/001093 2004.3.15

[87] 国际公布 WO2004/088294 英 2004.10.14

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.16

[71] 申请人 皮尔金顿公共有限公司

地址 英国默西赛德

[72] 发明人 巴里·R·希尔

西蒙·P·阿尔德雷德

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 蒋世迅

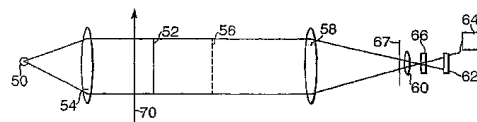
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

玻璃的检查

[57] 摘要

本发明说明一种形成投影像的方法，包括如下步骤：以局域光源(50)照射玻璃(52)，如汽车挡风玻璃，所述光被透镜光学系统(54)，或反射镜光学系统扩展并准直；在虚像平面(56)中形成该玻璃虚的投影像，该虚像平面可以位于玻璃后面或前面；和把该虚像在 CCD 摄像机(62)上成像。玻璃可以相对于光源移动，也可以静止。此外，还说明一种玻璃的检查方法，包括：如上面所述的形成投影像；处理该投影像，把与玻璃阴暗面积对应的测量点，作为无效测量点除去；通过对每一有效测量点确定照度值，获得已处理的像；通过把卷积窗在已处理像上逐点扫描，构造参考像；和比较参考像对应点的照度值。



1. 一种形成物体的投影像的方法，包括在虚像平面上形成该像的虚像。
- 5 2. 按照权利要求1的形成投影像的方法，是以局域光源的准直光束，照射该物体，在虚像平面上产生投影像。
3. 按照权利要求1或权利要求2的方法，其中的虚像平面位于物体后面。
4. 按照权利要求1或2的方法，其中的虚像平面位于物体前面。
- 10 5. 按照权利要求2至4任一项的形成投影图的方法，其中用楔形棱镜使虚像平面倾斜。
6. 按照权利要求2至5任一项的形成投影像的方法，其中的光源是LED。
7. 按照权利要求2至6任一项的方法，其中的光被透镜光学系统准直。
- 15 8. 按照权利要求2至6任一项的方法，其中的光被反射镜光学系统准直。
9. 按照权利要求1至7任一项的方法，其中的物体是玻璃。
10. 一种确定玻璃光学质量的方法，该玻璃包括至少一个已降低光透射率的面积，本方法包括如下步骤：
20 按照权利要求1至9任一项，产生玻璃的投影像；
在遍布玻璃上多个排列成阵列的测量点上，测量玻璃的照度；
确定这些点的照度偏离每一点需要值的任何偏差；
其中，该至少一个已降低光透射率的面积，从测量的点阵列中略
25 去。
11. 一种确定玻璃光学质量的方法，包括如下步骤：
以局域光源照射玻璃，按照权利要求1至9任一项，产生玻璃的投影像；
记录该投影像；

确定投影像的有效测量点,这些有效测量点不包括与玻璃变暗面积对应的那些点;

处理该记录像,确定每一有效测量点的照度值;

通过卷积窗在已处理像上的逐点扫描,构造参考像,并用卷积滤波器,通过对已处理像被卷积窗覆盖的有效测量点的照度值求平均,计算对应于已处理像每一点的参考像各点的参考照度值;

把已处理投影像每一有效测量点的照度值,与参考像的对应点比较,确定玻璃的光学质量。

12. 按照权利要求 11 的方法,其中的卷积窗在扫描操作中有恒定的面积。

13. 按照权利要求 10 或 11 的方法,包括记录参考像的步骤,以便与已处理像比较。

14. 按照权利要求 11 至 13 任一项的方法,其中的有效测量点,是该点的照度值等于或高于预设阈值的点。

15. 按照权利要求 11 至 14 任一项的方法,其中,当要计算参考照度的卷积窗的点,与已处理像的无效测量点对应时,不计算参考照度。

16. 按照权利要求 11 至 14 任一项的方法,其中,在构造参考像中,不考虑无效测量点。

20 17. 按照权利要求 11 至 16 任一项的方法,其中,在产生投影像及在有关参考像的计算中,使用同一光源。

18. 一种按照本文前面参照附图并如附图演示所描述的、确定玻璃光学质量的方法。

玻璃的检查

5 技术领域

本发明涉及形成投影像的新颖方法，供确定玻璃，特别是车用玻璃的光学质量方法中使用。

背景技术

10 在车用玻璃的生产中，希望检查每一玻璃，确定它的光学质量，以保证把它用作车用玻璃是可接受的。

众所周知，玻璃的光学质量用投影像来评估。把玻璃置于局域光源（高强度点光源）和屏之间，使玻璃的投影像投射在屏上。用 CCD 摄像机记录该投影像，然后借助计算机分析。玻璃的投影像的特征是照度的变化，该照度变化与玻璃的透射畸变有关。玻璃的透射畸变，
15 是由于玻璃厚度的变化引起的。在层压的玻璃的情形，这些变化可以是在玻璃片制造时引入的，或者是在层压成型过程引入的。结果导致所谓“楔”效应。理想的情形是，各玻璃片表面完全平行，在把玻璃片层压成型之后，仍保持相互平行。但是实际上，各个玻璃片的厚度是变化的，且层压本身在玻璃或层压玻璃中产生空的楔状部分，引起光的偏折，导致光学畸变。楔角的变化引起透射光会聚或发散，表现为
20 投影像中照度的变化。玻璃表面上楔角变化得越快，则透射光的会聚或发散变得越利害。

US 5694479 公开一种利用投影图来测量玻璃光学质量的处理过程。玻璃的投影像被投射在屏上，并被记录和处理，使各点的测量由
25 照度构成。然后，用已处理的投影像，构造参考像，并随后在已处理像的各点和参考像的对应点之间进行比较。在构造参考像中，首先必须对记录的投影像的所有测量点，确定一个照度值，所有测量点包括对应于玻璃上打印面积的区域。在这些区域中，照度值的估计，是从附近测量点的已知照度值外推计算的。已经对与玻璃打印面积对应的

投影像上测量点估计照度值之后，通过在整个投影像上执行卷积滤波来构造参考像。这种方式构造参考像是费时的，且执行的计算有许多是不必要的。此外，投影像的形成还要求暗室环境。

发明内容

5 本发明的一个目的，是对前述的处理过程加以改进。

按照本发明一个实施例，是提供一种形成物体的投影像的方法，本方法包括在虚像平面上形成该像的虚像。本方法能用在外界光环境，不要求暗室环境，而用常规投影图方法，投影像形成在屏上，需要暗室环境。

10 投影像是通过以局域光源的准直光束照射物体，在虚像平面上产生投影像形成的。

虚像平面可以位于物体后面或前面。

最好是，用楔形棱镜使虚像平面倾斜。当要求或需要以一定角度测量物体的透射畸变时，例如测量挡风玻璃时，该楔形棱镜特别有用。

15 光源最好是 LED（发光二极管）。LED 是特别适合的，因为它是非常小的点光源，所以它比产生通常的投影图使用的光源（如电弧灯），改善了系统的空间分辨率。此外，LED 是固态部件并有长的寿命。

20 可以用透镜光学系统或反射镜光学系统，使光准直。反射镜系统优于透镜系统，因为它合算也更紧凑，比透镜系统有降低的球面像差。

该物体最好是玻璃。

本发明还提供一种确定玻璃光学质量的方法，该玻璃包括至少一个已降低光透射率的面积，本方法包括如下步骤：

产生玻璃按照权利要求 1 至 9 任一项的投影像；

25 在多个测量点上测量玻璃的照度，这些测量点排列成遍布玻璃上的阵列；

在每一点上，确定这些点的照度与要求值的任何偏差；

其中，在测量的点阵列中，略去该至少一个已降低光透射率的面积。

本发明还提供一种确定玻璃光学质量的方法，包括如下步骤：

用局域光源照射玻璃，产生按照权利要求1至9任一项的投影像；
记录该投影像；

5 确定投影像的有效测量点，从该像中除去那些对应于玻璃已变暗
面积的点；

处理记录的投影像，确定每一有效测量点的照度值；

通过把卷积窗在处理的像上逐点扫描，构造参考像，并用卷积滤波器，通过对已处理像被卷积窗覆盖的有效测量点的照度值求平均，
计算对应于已处理像每一点的参考像各点的参考照度值；

10 把已处理的投影像每一有效测量点的照度值，与参考像的对应点
比较，确定玻璃的光学质量。

由于忽略玻璃已变暗面积（如打印的周边阴暗带，或遮盖被粘合剂粘接的后视镜基座的打印补丁）的光学质量，从而本处理投影像的方法，只进行必要的计算并缩减确定玻璃光学质量需要的时间量。

15 在本发明的一个优选实施例中，卷积窗在扫描操作中有恒定的面积。

本方法最好包括记录参考像的步骤，以便与已处理的像比较。

本方法中，有效测量点最好是该点的照度值等于或高于预设阈值的点。

20 本方法中，最好是，当要计算参考照度的卷积窗的点，与已处理像的无效测量点对应时，不计算参考照度。

在一个优选实施例中，在构造参考像时，不考虑无效测量点。

最好是，在产生投影像及有关参考像的计算中，使用同一光源。

附图说明

25 现在将参照附图，说明本发明的实施例，附图有：

图1是在屏上作为实像产生投影图的设备配置的示意透视图。

图2是在虚平面上作为虚像产生的投影图的设备示意侧视图。

图3是图2的顶视图。

图4是可用于本发明方法的反射镜系统侧视图。

图 5 是图 4 的顶视图。

图 6A-6D 画出当卷积窗在构造参考像的方法中, 扫描玻璃部分时, 卷积窗的不同位置, 该参考像在确定玻璃的光学质量中使用。

图 7A-7C 画出当卷积窗在构造参考像的另一种方法中, 扫描玻璃部分时, 卷积窗的不同位置, 该参考像在确定玻璃的光学质量中使用。

具体实施方式

图 1 画出作为屏上实像的投影像的形成。局域光源 10 照射挡风玻璃 12, 并在屏 16 上产生挡风玻璃的投影像 14。图上画出挡风玻璃上的打印补丁 30, 该打印补丁遮盖被粘合剂粘接在挡风玻璃上的后视镜基座。该补丁把阴影 32 投射在投影像 14 上。光源是提供高强度点光源的 450 W 氙弧灯。光源 10 与挡风玻璃 12 之间的距离是 4 m, 而挡风玻璃 12 与屏 16 之间的距离是 2 m。在挡风玻璃的情形中, 测量最好是按实际条件进行, 所以挡风玻璃是以安装在车中相同的角度观察的, 且光源的轴是水平的并平行于车的轴。图上也画出记录投影像 14 的 CCD 摄像机 18, 例如有线性响应的 10 比特区域扫描 CCD 摄像机, 如 Hitachi 的型号为 KP-F1 的摄像机。虽然图 1 所示的摄像机 18 画在挡风玻璃 12 之下, 但这不是必需的。必需的只是摄像机对屏 16 有不畸变的图像, 以便能记录投影像 14。CCD 摄像机 18 与计算机 20 连接, 用计算机来确定玻璃的光学质量。摄像机 18 记录的投影像 14, 存储在计算机 20 的存储器内, 以帮助构造参考像, 还用于与参考像比较。

图 2 至 5 涉及在虚平面上作为虚像的投影像的形成。图 2 中, 局域光源 50 被透镜 54 扩展并准直, 照射挡风玻璃 52。在挡风玻璃后面空间中的虚像平面 56 上, 建立“虚”的投影像。应当指出, 虽然本例中, 画出的虚像平面 56 位于挡风玻璃 52 后面, 但也可以位于挡风玻璃前面。透镜 58 和 60 既能收集扩展的准直光, 也能把 CCD 摄像机 62 聚焦在该虚像平面。光源 50 与挡风玻璃 52 之间的距离约 2 m, 而挡风玻璃 52 与摄像机之间的距离约 2 m。在本特定例子中, 虚像平面离挡

风玻璃接近 1 m，但该距离是可以改变的。

CCD 摄像机 62 是行扫描摄像机，用于对虚投影像的光强沿行扫描单元方向抽样，抽样结果记录在计算机 64 中。适合本应用的 CCD 摄像机，是 Avita 摄像机（4 K 像素；10 μm 的像素），可从 Atmel Corporation 购到。

使用行扫描摄像机是因为挡风玻璃（从而虚像平面）沿图 3 所示箭头 70 的方向移动，沿该方向的移动，能使行扫描摄像机通过多行扫描，扫描整个虚的投影像。每一行扫描被记录在计算机 64 中，并按一定方式（由一系列单行的像素行建立）组合，使计算机保持整个挡风玻璃的虚投影像。

应当指出，摄像机的适当定位是有利的。光源 50 的光被引向摄像机 62，同时把挡风玻璃及虚像平面定位在光源与摄像机之间。借助这一配置，几乎所有透过挡风玻璃的光都被摄像机感测。这就意味着该系统能在外界光环境中使用，不要求暗室环境，而用常规投影图方法，投影像形成在屏上，需要暗室环境。还有，可以使用比常规投影图系统必需的功率更低的光功率。发光二极管（LED）特别适用，因为它是非常小的点光源，因而它比通常的投影图产生中使用的光源（如电弧灯），改善了系统的空间分辨率。此外，LED 是固态部件并有长的寿命。可以有利地使用约 10 mm 宽的缝 67，来降低到达摄像机感测单元的外界光，从而增加系统的灵敏度。

有利的做法是，在透镜 60 与 CCD 摄像机 62 之间提供楔形棱镜 66，使虚像平面倾斜。当要求或需要以一定角度测量物体的透射畸变时，例如测量挡风玻璃时，该楔形棱镜特别有用，因为挡风玻璃最好在真实环境下测量，所以应按安装在车中相同的角度观察，且光源的轴是水平的并平行于车的轴。

作为一种变化，可以使用反射镜光学系统代替透镜光学系统，把通过挡风玻璃 52 的光源 50 发射的光，聚焦在虚像平面 56。这种反射镜光学系统示于图 4 和 5，来自光源 50 的光，从平面反射镜 72 和凹面反射镜 74 向虚像平面 56 反射。类似地，可以用反射镜系统收集准

直光。使用反射镜系统的优点是，合算和更紧凑，比透镜系统有降低的球面像差。

计算机 64 记录的虚的投影像，按我们共同待决的 UK 申请号 0306259.3 对实的投影像相同方式，由计算机处理。计算机 64 检测有效的和无效的测量点，这里要指出，有效测量点对应于玻璃的非变暗部分，而无效测量点对应于玻璃的变暗部分（如打印的周边阴暗带，或遮盖被粘合剂粘接的后视镜基座的打印补丁）。点的照度值等于或高于预设阈值的有效测量点，由计算机检测，而点的照度值低于预设阈值的无效测量点，也要检测。然后，通过对每一有效测量点的照度值进行量化，处理投影像，之后，把已量化的照度值存储在计算机的存储器中。对每一无效测量点，不进行照度值的量化，而是简单地赋予零值，把零值存储在计算机的存储器中。

因此，已处理的像，除那些与玻璃变暗或打印面积对应的点外，由记录的投影像所有测量点照度值已量化的点测量构成（即，已处理的像包括：有效测量点照度值已量化的点的测量）。正是用该已处理的像来构造参考像。这一步是通过卷积滤波，使处理的像“平滑化”完成的——使卷积窗在处理的像上逐点扫描，并对已处理像每一有效测量点，通过对已处理像被卷积窗覆盖的有效测量点的照度值求平均，计算对应的参考照度值。

在卷积窗只覆盖已处理像有效测量点的玻璃的面积中，通过卷积滤波来构造参考像，是直截了当的。但是，对卷积窗覆盖至少一个无效测量点的情形，必须作一些调整。

最好使用大小为 31×31 测量点的卷积窗，但为说明的目的并参考图 6，图中使用的是 3×3 测量点的卷积窗。不按比例的图 6 画出已处理像的一部分，包括有效和无效测量点，以栅格表示，每一测量点表示成一方块。卷积窗用边界标记 28 内的方块表示（ 3×3 个方块）。无效测量点画成实心的块 32，且在本特定例子中，对应于玻璃上打印的补丁 30，该打印的补丁遮盖被粘合剂粘接在挡风玻璃上的后视镜基座。图上画出卷积窗 28 在已处理像上扫描时的四个相继位置，图 6A

是在位置 1，图 6B 是在位置 2，图 6C 是在位置 3，和图 6D 是在位置 4。当卷积窗在已处理像上扫描时，在每一位置上，对有效测量点的照度值求算术平均值。图 6 中，卷积窗的大小是 3×3，且要计算的参考照度，是窗的几何中心点（以方块 5 表示）。

- 5 在如图 6A 所示的位置 1，因为卷积窗只覆盖有效测量点，所以卷积滤波是直截了当的。对与处理像被卷积窗方块 5 覆盖的点对应的参考像的点，要获得参考照度值，需进行如下的计算：

$$I_5 = [\sum_9^1 I] / 9$$

- 10 即，对卷积窗方块 1 到 9 中实际的照度值求平均，其中，各方块与被处理像各有效测量点对应。

在如图 6B 所示的位置 2，卷积窗覆盖已处理像的一个无效测量点（对应于被卷积窗方块 9 覆盖的点）。在对参考像与卷积窗方块 5 覆盖的点对应的点，计算参考照度值时，该点被忽略不计，于是，需进行如下的计算，以获得该点的参考照度值：

15
$$I_5 = [\sum_8^1 I] / 8$$

即，对卷积窗方块 1 到 8 中实际的照度值求平均，这 8 个方块与被处理像的有效测量点对应。

- 20 在如图 6C 所示的位置 3，卷积窗覆盖已处理像的两个无效测量点（对应于被卷积窗方块 8 和 9 覆盖的点），并在对参考像与卷积窗方块 5 覆盖的点对应的点，计算参考照度值时，这些点被忽略不计，于是，需进行如下的计算，以获得该点的参考照度值：

$$I_5 = [\sum_7^1 I] / 7$$

即，对卷积窗方块 1 到 7 中实际的照度值求平均，这 7 个方块与被处理像的有效测量点对应。

- 25 在卷积窗方块 5 覆盖已处理像的无效测量点的情形，如图 6D 所示的位置，没有参考照度值需要计算，而参考像对应点的照度值被赋值零。

如上所述，通过在整个已处理像表面进行卷积滤波，构造参考像，

该参考像由每一对对应于处理像有效测量点的参考照度值构成。

现在，把参考像与处理像比较，确定玻璃的光学质量。这一比较是通过比较对应点的照度值，并计算处理像各点照度值与参考像那些点的照度值的比值。这样，能够确定玻璃的缺陷，把确定的缺陷与通常由车辆制造商提供的规格比较，确定该玻璃是否满足要求的规格。

在上述参照图 6 说明的方法中，在计算参考照度值过程中，当卷积窗在处理像至少一个无效测量点上扫描时，卷积窗的大小显著缩小。例如，在图 6A 中，面积是 9 个方块，在 2B 中是 8 个方块，而在图 6C，有效的是 7 个方块。这是因为，当窗覆盖的方块对应于处理像的无效测量点时，这些方块在计算参考照度值不予考虑。在一种另外的方法中，在参考像整个构造过程的扫描操作中，就是说，当窗只在处理像的有效测量点上扫描时，并且也当窗在处理像的无效测量点上扫描时，卷积窗可以有恒定的面积。这是通过改变卷积窗的形状实现的，使当窗确实覆盖处理像的无效测量点时，忽略该无效测量点，并用卷积窗邻近的有效测量点代替。在该方法中，卷积窗中要计算参考照度的点，可以不总是在窗的几何中心，而是在卷积窗预定的点。该方法示于图 7，并在该特定例子中，方块 5 仍被选为卷积窗中要计算参考照度的点，虽然可以选择不同的方块。在图 7A-C 所示的每一位置中，对参考像与处理像被方块 5 覆盖的点对应的点，本方法计算的参考照度是：

$$I_5 = [\sum_9^1 I] / 9$$

在图 7 所示每一例子中，卷积窗的面积是 9 个方块，但在各情形中，该窗不是 3×3 个方块的正方形。

如同前面参照图 6 说明的方法，通过在处理像的整个表面进行卷积滤波，构造参考像，故参考像由每一对对应于处理像有效测量点的参考照度值构成。现在，如同前面参照图 6 说明的方法，使参考像与处理像进行比较，通过比较对应点的照度值，并计算处理像各点照度值与参考像那些点的照度值的比值，确定玻璃的光学质量。这样，能够确定玻璃的缺陷，把确定的缺陷与通常由车辆制造商提供的规格比较，

确定该玻璃是否满足要求的规格。

在上面的方法中，在产生投影像及有关参考像的计算中，使用同一光源。这样可以降低使用不同光源时可能产生的误差。

显然，每一测量点的大小，要小于玻璃上已经降低光透射率的面积，如打印的补丁 30 或周边的阴暗带。在前面的实施例中，每一测量点的大小是投影像的像素，与 CCD 摄像机的单个感测单元对应。

现在参考按照图 2 至 5 说明的例子，应当指出，挡风玻璃 52 (从而虚像平面) 相对摄像机 62 移动的优点是，系统能够在生产线上工作。但是，也可以使受测试的玻璃 (从而虚像平面) 保持静止，在这种情形中，可以使用区域扫描摄像机来记录投影图。

还应指出，除玻璃外，本系统可以用于测量物体的透射畸变和/或表面不均匀性，诸如软焦点透镜组、接触透镜组、或反射镜组。只要待测试物体与摄像机之间有相对运动，可以用行扫描摄像机，如果不存在这种相对运动，则可以用区域扫描摄像机。

图 1

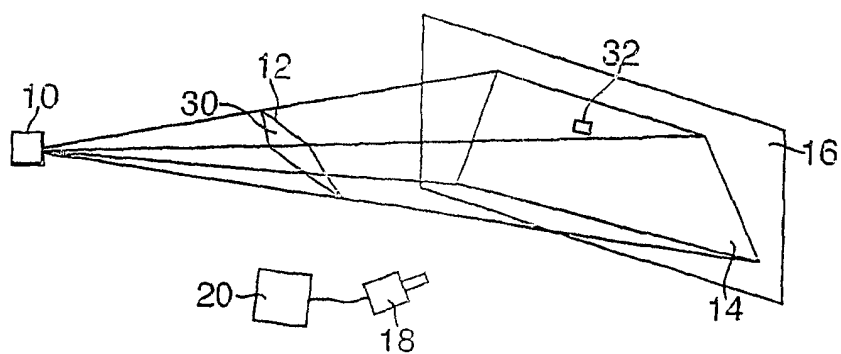


图 6A

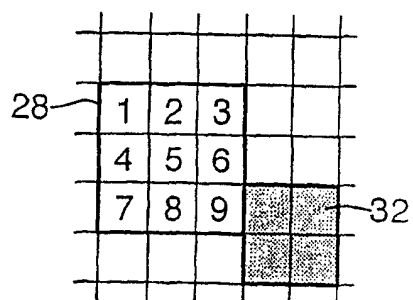


图 6B

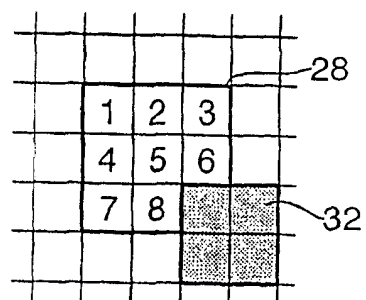


图 6C

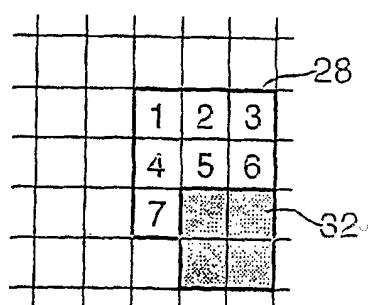


图 6D

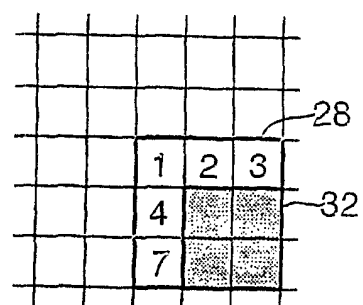


图 2

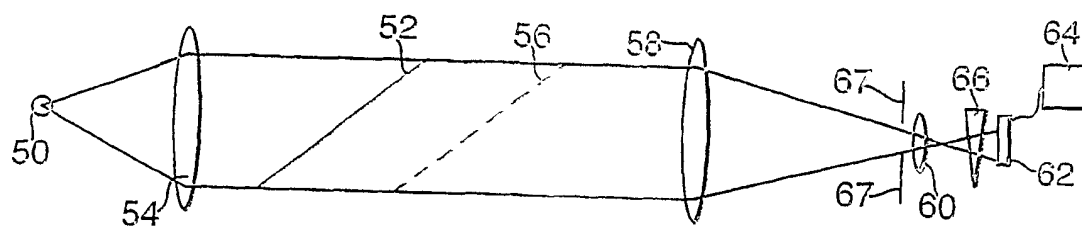


图 3

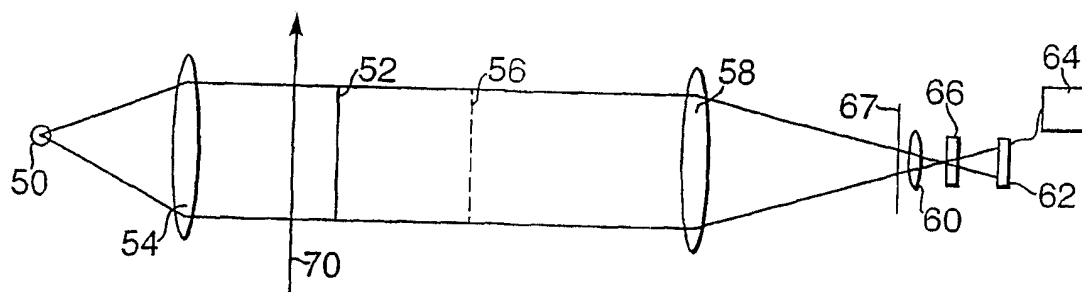


图 4

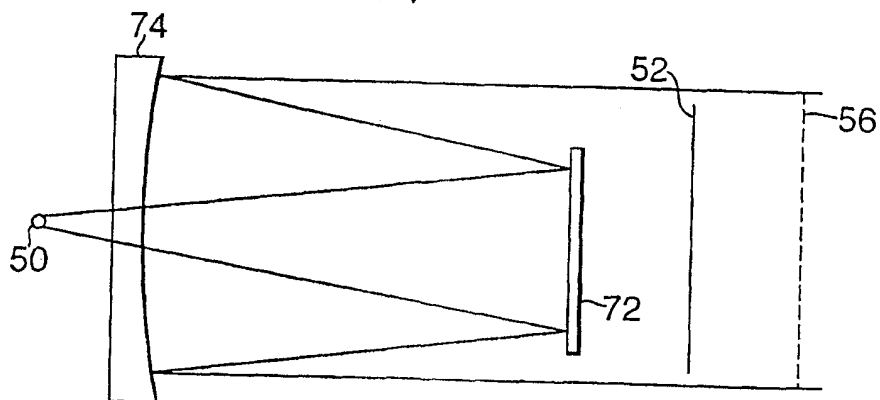


图 5

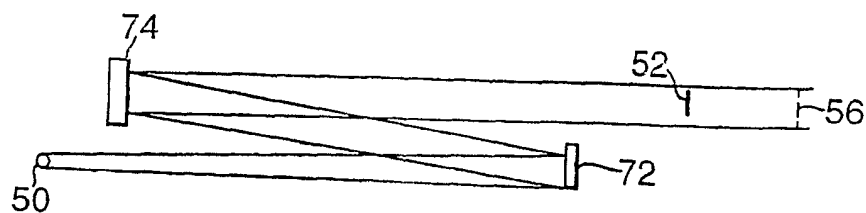


图 7A

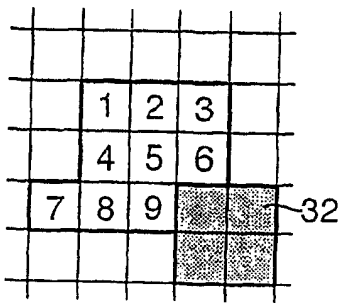


图 7B

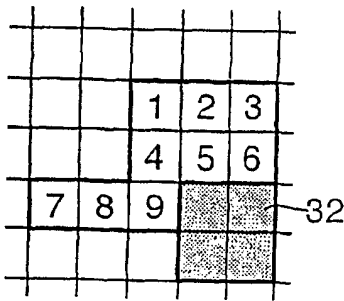


图 7C

