

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H01J 31/12

H01J 31/22

H01J 29/18 H01J 29/46

H04N 5/68 H04N 3/16

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93117664.6

[45]授权公告日 2000年12月13日

[11]授权公告号 CN 1059512C

[22]申请日 1993.9.10 [24]颁证日 2000.9.9

[21]申请号 93117664.6

[30]优先权

[32]1992.9.10 [33]NZ [31]244290

[32]1993.8.9 [33]NZ [31]248352

[73]专利权人 巴里·乔治·勃伦·黛尔

地址 新西兰克赖斯特彻奇

[72]发明人 巴里·乔治·勃伦·黛尔

[56]参考文献

JP 昭 63-254647A 1988.10.20 H01J31/22

US2,967,9057A 1961.1.10 H01J31/22

审查员 汤志明

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

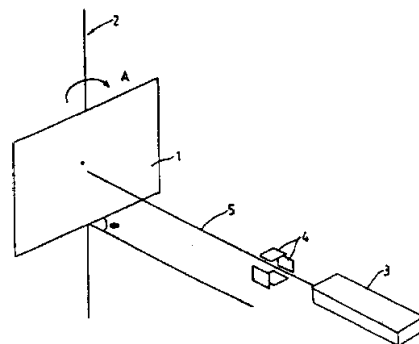
代理人 竹民

权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 三维显示系统

[57]摘要

一种三维象素装置,包括一个抽成真空的容器、一个涂有荧光物质的屏幕、旋转屏幕的装置、一支或更多支电子枪和驱动电子枪的控制装置。对于许多图象扇形区,由电子枪将连续的图象帧写在旋转的屏幕上。只要屏幕转动得足够迅速,并且荧光涂层具有所需的停留时间,则人眼会在由屏幕扫出的显示体积中看到三维象素。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种显示系统，包括：

抽成真空的容器，至少其部分是透明的；

在所述容器内的涂有荧光物质的屏幕；

用于转动在所述容器内的屏幕的装置，从而所述屏幕扫描出显示体积；

置于所述容器内的一支或多支电子枪，从而当所述屏幕扫描出所述显示体积时，所述电子枪可将图象写至所述屏幕上；

根据提供至所述一支或多支电子枪的图象信息，向所述一支或多支电子枪提供驱动信号的控制装置，

其特征在于，将所述屏幕的每一侧相对于屏幕的旋转轴分成两半，并且在这四个屏幕半部上面涂以不同的荧光物质，当由电子束激励这些荧光物质时，它们产生不同颜色的光。

2. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，所述屏幕一般呈平面状。

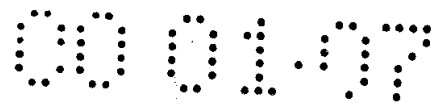
3. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，在所述屏幕的旋转轴周围，沿圆周分开设置三支所述电子枪。

4. 如权利要求 3 所述的显示系统，其特征在于，在所述显示体积之下面，对于所述屏幕的旋转轴，沿圆周等间隔地设置所述电子枪。

5. 如权利要求 4 所述的显示系统，其特征在于，每支所述电子枪的轴线与所述屏幕的旋转轴的夹角介于  $30^\circ$  与  $65^\circ$  之间。

6. 如权利要求 5 所述的显示系统，其特征在于，每支所述电子枪的轴线与所述屏幕的旋转轴的夹角介于  $40^\circ$  与  $60^\circ$  之间。

7. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，在所述屏幕的第一侧的部分表面上施加大体上透光的荧光物质薄膜，而在另一侧表面上与前述部分表面互补的部分上施加大体上透光的荧



光物质薄膜。

8. 如权利要求 7 所述的显示系统, 其特征在于, 在两个所述屏幕侧的互补的屏幕半部上以荧光物质涂敷。

9. 如权利要求 1 所述的显示系统, 其特征在于, 所述屏幕呈螺旋体形状, 并且围绕所述螺旋体的轴线旋转, 所述一支或多支电子枪只是一支电子枪, 所述电子枪的轴线基本上与所述螺旋体的轴线成一直线, 沿所述螺旋体的轴线设置一个导体, 它在所述螺旋体的与所述电子枪相邻的一端附近终止, 提供一条从所述导体至所述容器的外部的电气路径, 以允许对所述导体施加一个偏置电压, 以吸引电子束朝向所述螺旋体的中央。

10. 如权利要求 9 所述的显示系统, 其特征在于, 对所述导体施加一个偏置电压, 以推斥所述电子束离开所述螺旋体的中央。

11. 如权利要求 9 所述的显示系统, 其特征在于, 把所述螺旋体支撑在透明的柱体内。

12. 如权利要求 9 所述的显示系统, 其特征在于, 对于每个扇形区, 对所述导体施加阶梯状电压, 以产生一系列同心圆形状的光栅扫描。

13. 如权利要求 9 所述的显示系统, 其特征在于, 对于每个所述扇形区, 对所述导体施加斜坡电压, 以产生螺旋线形状的光栅扫描。

14. 如权利要求 1 所述的显示系统, 其特征在于, 所述控制装置包括两个存储器组, 它们交替地向所述显示系统提供当前图象的图象信息, 并且存储下一个图象的图象信息。

15. 如权利要求 1 所述的显示系统, 其特征在于, 从包括荧光剂 P31、P5、P20 和 P45 的组中选择荧光物质涂层。

16. 如权利要求 2 所述的显示系统, 其特征在于, 所述屏幕用从包括玻璃和导线网格的组中选出的材料制成。

17. 如权利要求 1 所述的显示系统, 其特征在于, 所述旋转装



置包括在所述容器之外的电动机，它转动第一磁性材料耦合件，并且转动在所述容器内连接所述屏幕并且与所述第一磁性材料耦合件相对的第二磁性材料耦合件。

18. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，所述旋转装置以大约 15 赫兹或大于 15 赫兹的速度转动所述屏幕。

19. 如权利要求 16 所述的显示系统，其特征在于，所述屏幕的厚度在 0.2 毫米至 2 毫米之间。

20. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，所述屏幕的荧光物质涂层是透明的。

21. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，所述颜色是红、绿、蓝和白。

22. 如权利要求 1 所述的显示系统，其特征在于，所述显示系统还包括沿所述屏幕的边缘设置的导体，从所述导体至所述容器外的检测器之间提供一条电气通路，当电子束击中所述导体时，它向所述控制装置提供调准信号。

23. 如权利要求 22 所述的显示系统，其特征在于，所述导体形成围绕所述屏幕边缘的矩形路径。

24. 如权利要求 22 所述的显示系统，其特征在于，为了校准所述屏幕相对于所述电子枪轴线的垂直度，所述控制装置驱动所述一支或多支所述电子枪，以在所述屏幕旋转时，迅速地用电子束横向扫过所述屏幕，并且所述控制装置包括这样的装置，它对每次扫描计算所述调准信号之间的时间，以确定所述屏幕与所述电子枪垂直的角度。

25. 如权利要求 22 所述的显示系统，其特征在于，为了校准写于所述屏幕上的图象的旋转和转换，所述控制装置驱动所述一支或多支电子枪在某一特定旋转角度下进行一系列沿所述屏幕的垂直扫描和横过所述屏幕的水平扫描，所述控制装置根据所述调准信号计算所述旋转和转换，并且改变给一支或多支所述电子枪的驱动

信号，以补偿所述旋转和/或转换。

# 说明书

---

## 三维显示系统

本发明涉及一种用于显示三维图象的系统，尤其涉及一种由涂有荧光物质的旋转屏幕和在该屏幕上写出图象的一支或多支电子枪组成的系统。屏幕扫描出一个显示体积，一支或多支电子枪对该屏幕发射电子，激发荧光物质涂层，在三维空间中所要求的点上产生三维象素。

迄今为止，人们提出了许多产生三维显示的方法。某些系统要求用户戴上色彩不同或偏振不同的眼镜。每只眼睛得到的不同信息产生假象的景深。这种系统不是立体显示的，要求用户使用特殊的眼镜，并且只能在有限的角度范围内观看。

另一种提议依赖射线束的交叉，而在三维空间中产生三维象素。一种方法是在一团氮气中由两电子束相交而产生三维象素。在这种方法下，每个电子束的能量恰巧低于氮气发光跃迁所需的能量密度阈值。只有在电子束交叉之处，能量密度才足以产生一个发光的三维象素。但是，利用这种提议的可工作的装置似乎从未实现过。

另一种建议是将激光束射在半透明的旋转屏幕上。这种装置价格昂贵，并且激光束难以精确地定向。

本发明的目的在于提供一种三维显示系统，它产生真空的三维图象，并能以较为低廉的成本进行商品化生产，或者至少向公众提供一种有用的选择。

根据本发明的一个方面，所提供的显示系统包括：

- 一个抽成真空的容器，该容器至少有一部分是透明的；
- 处在该容器内的涂有荧光物质的屏幕；

旋转容器内的所述屏幕使得该屏幕扫描出一个显示体积的装置；

置于容器内的一支或多支电子枪，当屏幕扫描出显示体积时可以在该屏幕上写出图象；

根据所提供的图像信息向该一支或多支电子枪提供驱动信号的控制装置。

屏幕通常可做成平面状或螺旋状。所述一支或更多支电子枪位于显示体积之上或之下。在平面状屏幕实施例中，屏幕最好围绕一垂直旋转轴线转动，在显示体积之下设置三支或更多沿圆周间隔开的电子枪；角度朝上，对准显示体积的中心。在屏幕边缘最好配置一个导体，在被电子束击中时向控制装置提供一个调准信号。控制装置可利用该电子枪调准信号补偿电子枪的失调。

在较佳实施例中，把通常为平面状的屏幕的每一侧相对于转轴平分为二，四块屏幕分区中的每一块以保证荧光粉透明度的方式涂上色彩不同的荧光物质。在平面状屏幕实施例中，加在每支电子枪X偏转极板上的X偏转电压最好用正弦函数来调节，以根据暴露于电子枪下的屏幕目标区域调节X偏转电压。转动屏幕的装置最好包括一部位于容器之外的电动机，藉助于穿过容器的磁耦合件来转动屏幕。屏幕以高于或等于15Hz的速度旋转为佳。容器最好由两半形成，以简化结构。

下面参照附图说明本发明，其中：

图1示意性地示出显示系统的主要部件，以表示该显示操作。

图2a至2f示出图1所示显示系统的操作。

图3示出第一实施例的三维显示系统的平面图，其中采用两支电子枪和一个平面状屏幕。

图4示出图1所示的显示系统的侧视图。

图5示出第二实施例的显示系统的侧视图。

图 6 示出图 5 所示显示系统的平面图。

图 7 示出用于图 5、6 的显示系统中的涂有荧光物质的另一种屏幕。

图 8 示出用于彩色系统中的涂有荧光物质的另一种屏幕。

图 9 示出第三实施例的螺旋状显示系统的侧视图。

图 10 示出图 9 所示实施例的螺旋状屏幕的平面图

图 11 示出投射在图 10 的螺旋状屏幕上的同心圆的光栅扫描。

图 12 示出投影在图 10 的螺旋状屏幕上的螺旋状光栅扫描。

图 13 示出螺旋状显示屏幕的另一种结构。

图 14 示出用于驱动显示系统的每支电子枪的第一显示控制电路。

图 15 示出用于驱动显示系统的电子枪的第二显示电路。

图 16 概略地示出将显示系统的电子枪对准屏幕的装置。

图 17 示出屏幕旋转时暴露于电子枪下的目标区域的减少。

图 18 示出图象变换方程中用到的参数。

图 19 示出彩色显示实施例中屏幕的轴向剖视图。

图 20 示出一种较佳的容器结构。

图 21 示出图 20 的容器两半的连接。

现在参见图 1 和图 2a 至 2f, 说明本发明的显示工作的基本原理。当屏幕 1 围绕轴线 2 旋转(如箭头 A 所示)时, 屏幕 1 扫描出一个柱体。虽然图中示出旋转围绕着垂直轴线, 但屏幕也可以绕着具有任一所需倾斜度的轴线旋转。电子枪 3 配备有 X 和 Y 偏转极板 4, 使电子束 5 可以在任何相对于电子枪 3 的选定角度下射向屏幕 1 上的任何一点。若屏幕 1 上有荧光物质涂层, 则电子束 5 在屏幕 1 涂有荧光物质的表面的轰击点处的荧光物质会发射光线。在屏幕 1 相对于电子枪 3 的轴线成一给定角度的情况下使电子枪 3 对准屏幕 1 上特定的一点发射电子, 则圆柱显示体中几乎任何点都可能发

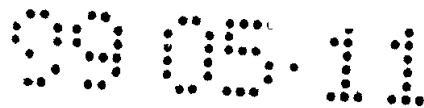


光。每一个这样的点称为一个“三维象素”。一个三维象素是三维空间中形成三维图象的一部分的一个点，对应于二维电视系统中的一个象素。在给定角度 $\theta$ 下，使电子枪对准屏幕1上的很多点发射，将会产生一片三维图象。现在参见图2a至2f，以简要的例子说明本发明的方法。图2a是图1所示装置沿轴线2朝下看的平面图（仅示出半个屏幕）。该例中，通过在屏幕相对电子枪3轴线的不同角度下生成一连串帧图象，形成一个简单的球体。本例中，对于屏幕相对电子枪3轴线的各种角度得出球体6的轮廓。对于图2b至2f所示屏幕的各个角度，圆点表示屏幕的荧光涂层被电子束激励的点。这些不同的屏幕位置分别称为7、8、9、10、11。这些连续的帧称为“扇形区”。如果显示体积分成256个扇形区，则会产生256个等间隔的帧。

当显示屏幕处在数字7所指示的位置时，产生图2b所示的圆。这个圆是通过将电子枪3的电子束射到限定该圆的显示点上而产生的。这样，荧光涂层受到激励，以被电子枪所激发的各个点的图案产生可见光。

在屏幕旋转一圈过程中，在屏幕1的下一位置8，产生图2c所示的帧。这是一个略大些的圆周，表示球体6的下一片。屏幕1的荧光涂层最好具有极短的保留时间，使得各个帧在屏幕旋转时不产生余辉。当然，屏幕从位置7移动到位置8后，帧7中产生的图象不再留存。对图2d至2f也是类似的。这些帧将在屏幕1分别处于位置9、10和11时产生。

在屏幕1的每次旋转中，同样的帧2b至2f会重写在屏幕11的同一角度位置上，直到所显示图象变更为止。若屏幕1以足够高的速度旋转，闪烁最小，人眼会同时地看到帧2b至2f限定的所有点，各个帧2b至2f会持续至可被人眼观察到。在有数目足够大的三维象素产生的情况下，就会看到一个三维固体物体。当然，在本例中



分辨率较低。

每一扇形区中三维象素的最大数目取决于系统的带宽和扇形区的数目  $N_s$ 。系统的带宽  $B$  是每秒可输出至显示体积的三维象素的最大数量。这样，每个扇形区三维象素的最大数量  $V_s$  由下式给出：

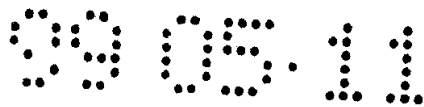
$$V_s = \frac{B}{N_s} \times \frac{1}{f}$$

其中  $f$  是屏幕的旋转频率。

现在参见图 3 和 4, 其中示出第一个实用装置。涂有荧光物质的屏幕 31 支撑在驱动轴 32 上, 驱动轴 32 由电动机 33 通过磁耦合转动。电动机旋转容器 34 之外的一块磁体, 该磁体与容器内连接轴 32 的一块磁性材料作磁耦合。轴 32 和屏幕 31 装在抽成真空的玻璃容器 34 中。容器 34 至少有一部分是透明的, 以便观看所产生的图象。电动机 33 与轴 32 作磁耦合, 以避免伴随驱动结构而产生的密封问题。

电子枪 35 和 36 设置在顶点上, 对准屏幕 31 的中心轴线。电子枪可以是阴极涂有氧化物、利用静电偏转的 3K5U 电子枪, 当然也可采用利用磁性偏转的电子枪。每支电子枪 35、36 在屏幕相对于电子枪轴线的一定角度范围内将图象写至显示屏上。利用这种方法, 在涂有荧光物质的屏幕 31 的一次完整转动中, 可以写出三维图象的所有点。

若仅设置一支电子枪, 则对于部分图象存在一个“死区”。当屏幕与电子枪成一直线时, 不能在屏幕 31 上写图象。当单个电子枪的电子束相对于屏幕的表面形成锐角时, 三维象素过分狭长, 不能产生清晰的图象。也难以按需要的精度产生 X 偏转电压。因此, 要在整个扫描体积中产生清晰的三维象素, 设置了两支电子枪。它们最好间隔  $120^\circ$ 。已经发现, 要避免闪烁, 涂有荧光物质的屏幕 31 应以不低于 15Hz 的速度旋转。涂有荧光物质的屏幕 31 最好以大约 15Hz



的频率旋转，以使用于产生三维象素的带宽最大。

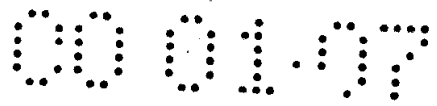
涂有荧光物质的屏幕 31 可以只在一面涂覆荧光物质。在本实施例中，电子枪 35 在屏幕 31 的第一旋转角度范围内对准屏幕 31 发射，而电子枪 36 在屏幕 31 的第二旋转角度范围内对屏幕写图象。每一电子枪向屏幕 31 写图象的角度范围确定成避免任一电子枪在倾斜的角度下对屏幕写图象。

现在参见图 5 和 6，其中示出一个较佳的实施例。在本例中，三支电子枪 41、42 和 43 位于容器 45 底部，其轴线以一定的角度对准涂有荧光物质的屏幕 44。电子枪的轴线最好对准屏幕 44 的中心，与轴 40 的轴线的夹角处在  $30^\circ$  至  $65^\circ$  之间。该角度以  $40^\circ$  至  $60^\circ$  为较佳。这种结构的优点在于电子枪头部不会阻碍对图象的观看。应该认识到，在另一实施例中，电子枪可以设置在容器顶部，角度朝下，向内对准屏幕。但是，电子枪仍以设在底部为好，这样它们不会阻碍从上方观看。在另一实施例中，在屏幕周围可设置四支或更多电子枪。电子枪最好置于显示屏幕之下。电子枪数目的增多会增加三维象素的数量，但也会增加成本和复杂性。

抽成真空的容器 45 的外壁以圆柱形或球形为佳。这使其便于防止爆炸。在玻璃容器 45 之外最好设置有机玻璃圆柱。

屏幕最好呈平面状，有矩形外形，当然其它形状也可采用。采用多边形屏幕（八角形或圆形）可增大显示器体积与可用体积之比。对于本发明的一个方面来说屏幕 44 可以只在一面涂覆荧光物质。各电子枪 41、42、43 当屏幕 44 处于其  $120^\circ$  扇形区（亦即，在屏幕垂直于电子枪轴线的两侧各  $60^\circ$  范围内）时，对屏幕 44 写图象。

根据本发明的另一个方面，如图 7 所示，屏幕 44 的上半部 46 在一侧涂有荧光物质，而下半部 47 在另一侧涂有荧光物质。这样，一支电子枪或另一支电子枪可在整个  $360^\circ$  旋转范围内对屏幕写图象，而当屏幕仅在一面涂有荧光物质时，只能在大约  $180^\circ$  范围内写



图象。这样能提供更多三维象素。

根据本发明的再一方面，如图8所示，可以产生彩色图象。在交替的竖条48、49、50上涂以被激发后能产生不同颜色的荧光物质。自然，在实际装置中，荧光涂层的线条会靠得非常紧。激发某条特定的荧光带，就会产生所需的颜色。作为另一种做法，屏幕上可形成横条。该方法不利之处在于，电子束必须非常精确地对准，以便击中合适的横条。

图19中示出彩色显示系统的较佳屏幕结构。该实施例中，屏幕128每一侧的一半涂覆不同色彩的荧光物质129、130、131和132（亦即，被电子束激发时产生不同色彩的荧光物质）。每一侧沿屏幕128的旋转轴线133垂直地分两半。每一侧的两半涂以不同色彩的荧光物质。所用荧光物质的四种色彩最好为红、蓝、绿和白。不同色彩三维象素的叠加可产生全部可见色彩。荧光色彩中引入白色使得纯白色三维象素能容易地产生。为了实现高清晰图象，重要的一点是确保屏幕上的荧光层透明，从而减少三维象素的模糊程度。应认识到图19只是示意性的，屏幕上的荧光层是非常薄的。对于本实施例，最好设置三或四支电子枪，围绕屏幕平均地间隔开，使得在显示体积的所有点上可产生所有色彩，屏幕不会有死区。为了避免图象受阻挡，三支电子枪置于等分面之下（见图5和6）。

对本申请中用到的荧光物质有种种要求。它必须具有极短的保留时间，因而不会产生余辉，并且，荧光物质牢固地附着于旋转屏幕上，而不会从屏幕上脱落。用于单色显示的荧光物质以P31、P5、P20或P45为佳。荧光物质最好涂在玻璃屏上，屏厚在0.2至2mm间较佳，以减少死区，并将内部折射降至最少。荧光物质焙烧在玻璃上，因而牢固地附于其上。荧光物质最好加热至稍低于其临界温度，这样可以实现荧光物质与玻璃的最佳附着，而不损坏荧光物质。荧光物质P31由于其高转换效率和短的保留时间而较为理

想。最好采用透明的荧光物质，这样所产生的图象不会被屏幕阻挡和散焦。屏幕表面的荧光物质最好加以腐蚀至其透明为止。图象的强度随荧光物质种类、三维象素停留时间和电子束加速电压而变。利用配有后偏转加速网板的电子枪可以增加图象强度。

在单枪和多枪系统中，重要之处在于保证电子枪正确地对准屏幕，以将图象畸变减至最小。在多枪系统中，精确地调准电子枪以确保由不同电子枪写出的图象部分平滑地过渡，这一点更为重要。在生产过程中以所需精度调准电子枪会是困难的，并且成本高。此外，这种方法在电子枪失调或放大器特性变动时需要重新调校系统。

现在参见图 16，其中示出一种进行电子枪调准的较佳办法。显示装置中涂有荧光物质的屏幕 110 类似于图 5 和 6 所示的显示装置的屏幕 44。沿着屏幕 110 的边缘固定一根细导体 112，本例中为一根导线。导线 112 边缘的形状可用于校准，最好与屏幕 110 的边缘平行。转轴 111 转动屏幕 110。连杆 113 提供导线 112 和金属转轴 111 之间的电气连接。电刷 114 形成转轴 111 和导线 115 之间的电气连接。另一种方法是通过转轴 114 轴承实现导电。导线 115 连到放大器 116 的输入，放大器 116 在导线 117 上产生输出信号，传送给控制计算机（见图 15）。

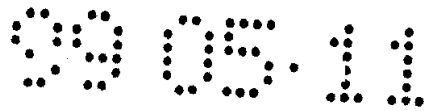
当电子束射至导线 112 上时会产生一股电流，它流经连杆 113、转轴 111 和导线 115，流至放大器 116。放大器 116 产生输出信号，通过导线 117 传送给控制计算机。利用这个信号可以进行多种测量。首先，可以确定屏幕垂直于电子枪的电子束的位置。为了进行这种测试，电子束在恒定的 Y 板偏转电压下从左至右扫描屏幕（最好扫描屏幕的中央部位）。一旦电子束射至导线 112 上，即有一个信号经导线 117 传至控制计算机。在屏幕 10 处于某一角位置，在此位置时，水平扫描信号之间的时间最长，则控制计算机得知该屏幕垂直

于某支特定的电子枪。其次，电子束在不同的 Y 板偏转电压和不同的 X 板偏转电压下，多次水平和垂直地扫描屏幕，藉此，计算机可计算出电子枪的失调，并采取适当步骤进行补偿。计算机经过对电子枪偏转电压和导线 117 上的信号的处理，可以确定电子束对准边缘导线 112 时的偏转电压。例如，电子枪可能未对准屏幕的旋转轴线，和/或存在旋转失调。计算机如上所述测出这类失调，并进行补偿。由特定电子枪写出的图象可以偏移和/或旋转，从而写至屏幕 110 上正确的位置上。若导线 112 置于屏幕的边缘，则计算机可得知必须在其中写出图象的 X 和 Y 板偏转电压值。

这类校准定标测试通常在开始显示时进行。然而，也可以以固定的间隔时间自动进行电子枪失调测试，以补偿工作过程中由偏转板放大器漂移等原因产生的任何变动。

现在参见图 20，说明较佳的容器构造。较佳的容器由两半部分 134 和 135 组成。容器的这种形式使得磁耦合件 141 和屏幕 140 可以在顶半部 134 固定在底半部 135 上之前定位并固定在底半部 135 中。顶半部 134 是透明的，最好由玻璃做成。底半部 135 最好也用玻璃做成。这种结构形式使屏幕 140 能最大限度地利用有效的显示体积。当内部部件定位并且固定在其工作位置上之后，容器的顶半部 134 就固定在底半部 135 上。然后可将电动机和磁耦合件 139 固定在容器的底部。

图 21 是容器顶半部和底半部之间连接处 142 的一种可能的放大剖视图。顶半部 134 和底半部 135 由能够牢固粘接玻璃并保持真空的粘胶 143(如 AREMCO 503 CERAMA 粘接剂)粘接在一起。然后容器经过烘焙，通过管子 144 抽真空，并密封。然后，在容器顶、底两半接合处涂上一圈粘胶 145，以确保这两半容器机械上牢固地粘在一起。容器的顶半部 134 可再用一个塑料罩围住，在发生爆炸情况时提供保护。



现在参见图 9,其中示出第三实施例。本例中,涂有荧光物质的屏幕形式为螺旋体 51,由转轴 53 支撑。电子枪 52 与转轴 53 的轴线对准,可置于螺旋体之上或之下。螺旋体 51 可以是涂有荧光物质的玻璃,或者是涂有荧光物质的导线网。这种构造具有的优点是,写出显示体积内所有三维象素只需一支电子枪,并且螺旋体的采用使得光栅扫描方法可以应用。

沿着转轴 53 的轴线观察,看到螺旋体为平面上的一个圆,如图 10 所示,若电子枪 52 的偏转极板上加上偏转电压,扫出一系列同心圆,则电子枪只有当其偏转电压使得电子束指向屏幕 51 上所需点时才需发射。这样,对于每个扇形区(即屏幕的每个旋转角度),同心圆的光栅扫描可形成于屏幕 51 的平面图上,如图 10 所示,与电视机中产生光栅扫描的方法类似。这样,不必为了在每个需要位置上将电子束定位而对电子枪施加偏转电压,而在前面实施例的点图象方法中这是需要的。所要做的只是当偏转电压对应于需要三维象素的光栅扫描位置时使电子枪发射出电子束。

这样,偏转板放大器可以简化,用调谐放大器代替目前采用的 DC 至高频放大器。此外,目前采用的静电偏转可以由磁偏转替代。这进而使得电子束加速电压可以增大,导致更高强度的图象。

在一对偏转板上施加函数  $A \sin wt$ ,而在另一对偏转板上施加函数  $A \cos wt$ ,就能容易地实现同心圆的光栅扫描。改变振幅函数  $A$ ,可以产生同心圆。

根据另一实施例,振幅函数保持不变,从而限定了一个与平面图(见图 10)中螺旋体的圆周边缘同心的圆。在导体 54 上施加一个电压向内吸引电子束或将其向外推斥,电子束就可以偏向或偏离螺旋体的中心。导体 54 可以从螺旋体中央的玻璃绝缘管中穿过。若导体 54 上电压是阶梯状的,则光栅扫描将由许多同心圆构成。根据另一个实施例,导体 54 上可施加一斜坡电压。这会产生图 12 所示的

螺旋状光栅扫描。

现在参见图 13, 其中示出螺旋屏幕的较佳结构。螺旋屏幕 61 由围绕其外周的一个透明圆柱 62 支撑。这样, 其中央没有支撑轴遮挡所产生的图象。

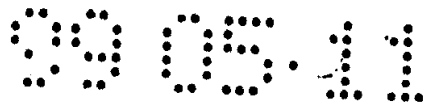
现在参见图 18, 就设于平面状屏幕的等分面之下的电子枪, 考虑其计算 X 和 Y 偏转坐标所需的方程。所显示的对象最初以 3 维物体坐标  $(x, y, z)$  的形式存储。这些坐标必须转换成电子束偏转坐标 X、Y, 以便将图象写到旋转屏幕上。物体笛卡儿坐标  $(x, y, z)$  首先转换成柱体极坐标  $(\gamma, Z, \theta)$ 。对于等分面之下角度 P 处的电子枪, 其参数如图 18 中所示。等分面 123 是由在中心 126 处垂直于旋转屏幕 124 的一根直线旋转形成的平面。D<sub>y</sub> 是 Y 偏转板 125 与屏幕中心 126 之间的距离。D<sub>x</sub> 是 X 偏转板 127 至屏幕中心 126 的距离。角度  $\theta$  (未示出) 是在等分面中电子枪轴线与垂直于屏幕 124 穿过其中心 126 的轴线的夹角。电子枪的偏转坐标  $(x, y)$  由下列式子给出:

$$X = \frac{D_x \gamma \cos P \cos \theta}{D_x \cos P + \gamma \sin \theta}$$
$$Y = \frac{D_y z \cos P - D_y \gamma \sin P \sin \theta}{D_y + \gamma \cos P \sin P + z \sin P}$$

要显示的对象最好以点, 线和椭圆圆弧的集合形式存储。利用这些对象原始数据, 在转换 (例如旋转) 对象时只需较少的计算。

所能显示的三维象素的数量取决于所选定的移动时间和驻留时间。移动时间是电子束从一个三维象素位置移至另一个所需的时间。驻留时间是电子束在每个三维象素位置上必须停留的时间。对于每一对三维象素, 利用电子束偏转信号构成固定的移动和驻留时间比采用不同的移动时间更理想。驻留时间由电子束和荧光物质特性所控制。如果移动时间小于电子束移动至下一位置所需的时间, 画出的三维象素则会位置不正确。为了避免这种情况, 引入了空白三维





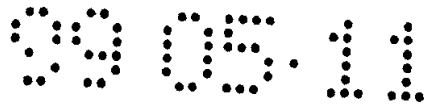
象素，在此种象素中电子束强度为零。另一种情况是，当到达下一个三维象素位置所需的时间小于移动时间时，会浪费一些标绘时间。因而，使短移动时间与长移动时间交替出现，前者增长每一扇形区中的三维象素的可能数量，并使无用的电子束等待时间减至最短，后者则降低所需空白三维象素的数量。迄今采用的原型装置的较佳驻留时间约为  $0.3 \mu\text{s}$ ，移动时间约为  $0.2 \mu\text{s}$ ，（约为电子束全范围偏转所需时间的五分之一）。

对于图 1 和 2 所示的例子，采用简单的点描绘法。因为各三维象素发生时间的间隙取决于改变偏转电压所需的时间，照明三维象素的方式以使电子束移动时间最小为佳。

因此，最好进行一些数据处理，以确定随后应使哪一个三维象素被照明。理想的情况下，应采用旅行推销员方案来解决各三维象素间的最短路径问题。但是，因为所需运算的次数随着要连接的三维象素的数量呈指数式增加，所需的处理时间不能限于合理范围内。因而，处理数据较佳的方式是将三维象素等分成两组，进而将每一组再等分成两组，如此继续，直至每一组包含有可容易地处理的三维象素为止。然后可对每一组内取得最大效率。这是一种折衷，避免对数据处理提出过分的要求。

若在显示体积内采用恒定数目的扇形区，则可以认识到，柱形显示体积外缘的三维象素相隔得要比中心处的象素相隔得更远。为了对此作出补偿，对于显示体积的外缘，设置更多的扇形区。例如，图象的内部柱形体积可以显示出 256 个扇形区，而对于外部的图象体积则显示出 512 个扇形区。在更复杂的系统中，确定大量的圆柱体积，扇形区的数量随圆柱体积的半径而增大。最终，扇形区的数量正比于其至显示中心轴线的距离连续变化。

现在参见图 14，其中示出本发明第一或第二实施例的用于驱动显示系统电子枪的电路。产生图象的数据从计算机 70 经由并行总线



71 卸载至 RAM72。RAM 地址的一部分对应于数据所涉及的扇形区。例如，对于各有 512 个三维象素的 256 个扇形区，A9—A16 是扇形区，A0—A8 是该扇形区内的三维象素。一个扇形区可能有的三维象素数量取决于系统的带宽和所用扇形区的数量（如前所述）。在每个这类地址中，存贮 12 个与电子枪 X 偏转有关的数据位，10 个与 Y 偏转有关的数据位，和 2 个空白数据位。因为有了 12 个 X 偏转数据位，因而当屏幕与电子枪形成倾斜的角度时可以作出补偿：亦即，当屏幕相对电子枪形成倾斜的角度时，电子束必须限制在比最大的 X 尺度窄些的宽度内。为保持分辨率，相同的数据必须压缩进可用的电子束宽度内。将数据压缩进目标电子束区域内的工作可由软件进行。

锁相环 74 得到一个标引信号 73。当检测到激光束进入支撑涂有荧光物质的屏幕的转轴上的一个孔时，产生该标引信号。该孔在一个与转轴轴线成略小于  $90^\circ$  的角度上钻出，使得每次旋转只产生一个脉冲。标引脉冲 73 提供给锁相环 74，以保证锁相环与屏幕的旋转同步。在屏幕每一次旋转中，锁相环 74 在导线 75 上产生多次输出脉冲，与系统所有的扇形区数量对应。例如，对于 256 个扇形区，屏幕每转动一圈，锁相环 74 产生 256 个等间隔的脉冲。通过导线 75 传送给计数器 76 的输出信号使计数器相应于地址的扇形区部分增量。

时钟信号 77 提供给定时和控制电路 78。时钟信号 77 的频率两倍于写三维象素的频率。导线 78a 上的输出信号使计数器 76 中的三维象素数量增加。

因此，对于第一个扇形区，可以向计数器 76 提供一个脉冲，将地址的扇形区部分复位为 0。地址的三维象素部分从 0 起始。这样，初始地址为 0。定时和控制电路 78 输出脉冲至计数器 76，将计数器的三维象素部分增量至 511。这样，最终产生的地址为 511。然后，扇

形区计数器增量，而三维象素计数器对于下一个扇形区重新置位，亦即，地址 512。

地址接连地传至 RAM72, RAM72 输出对应于各个地址的数据。12 个 X 数据位提供给 X 偏转放大器 79, 10 个 Y 数据位提供给 Y 偏转放大器 80, 而空白数据位供给空白电路 81。2 个空白数据位最好使电子枪打出一个点，或者打出一条直线，或者根本不启动。

这一电路具有的不利之处是，所有三维象素值，包括零值在内，都必须存储在 RAM 中。这是非常低效的。此外，对扇形区数目的动态控制不能进行。然而，最主要的不利之处在于它不能显示活动的图象。

图 15 示出一个改进的电路，基本克服了这些问题。该电路可以是卡状的，可插入 486 个人计算机的插槽中。在此电路中设置两个组 RAM85 和 86。这样允许在对一个 RAM 组写入图象时从另一个 RAM 组中取出图象数据，从而可进行实时动画制作。RAM 组的选择由计算机 88 在控制线 87 上的一个信号进行。计算机 88 经由地址总线 89 和数据总线 90 对 RAM 组 85 和 86 进行写入。振荡器 91 提供时钟信号给定时器 92。定时器 92 在导线 93 上给出一个三维象素时钟信号给计数器 94。计算机 88 可以和计数器 94 通信，以直接从计算机装入新的数值。

在此电路中，只有要显示的三维象素被存在 RAM 中。电路的动作由计算机 88 控制。计算机通过总线 95 与定时器 92 交换控制和数据信息。导线 95 向定时器 92 提供有关下一扇形区中三维象素数量的数据。定时器 92 在导线 93 上产生该扇形区中所需的三维象素时钟脉冲的数量。扇形区数值由计算机 88 通过总线 100 装入计数器 94 中。

例如，对于扇形区 0, 计数器 94 中可装入地址 0。如果扇形区 0 中要写入 23 个三维象素，则计算机通过总线 95 将此通知定时器

92。从而产生 23 个三维像素时钟脉冲。定时器 92 在导线 93 上产生 23 个三维像素时钟脉冲。计数器连续地输出地址 0 至 22。每个地址的数据顺序地从选中的 RAM 组 85、86 取得。该数据供给数模转换器(DAC)102 和 103 及空白电路 98。

一旦产生 23 个脉冲,定时器 92 即在导线 99 上产生一个扇形区中断信号,给计算机 88。然后,计算机将下一扇形区信息输出给计数器 94 和定时器 92。此电路使显示装置的控制更加灵活。例如,在软件中可以设定扇形区的数量。

如果软件中对 X 偏转数值作了调节,则 X-DAC 的输出可以直接供给放大器 96。然而,这要用到一个价格昂贵的高精度的模数转换器。根据图 15 所示的较佳实施例,X 偏转信号如下述那样乘以一个正弦函数。

现在参见图 17,在位置 A 和 B 处示出屏幕 120。在位置 A,屏幕垂直于电子枪 121 的电子束。在该位置,屏幕 120 提供最大的目标区域,X 偏转角度的范围给定为角度“a”。在位置 B,屏幕 120 与电子枪 121 形成很尖锐的角度,提供了较小的目标区域,X 偏转角的范围给定为角度“b”。当屏幕 120 与电子枪 121 的轴线形成锐角时,X 电子束偏转的微小变动会导致屏幕上三维像素位置的巨大变化。

目标区域的宽度 122 随屏幕相对电子枪 121 轴线的角度的正弦值成正比变化。根据本发明,将 X 偏转板的数模转换器的输出乘以一个正弦函数即可解决上述问题。

再次参见图 15,X-DAC 102 的输出加到乘法器 104。发生器 105 产生一个正弦函数,经由导线 106 输出给乘法器 104 的另一输入端。屏幕位置信号 101 使发生器 105 的输出与屏幕的实际位置同步。传给放大器 96 的乘法器 104 的输出是经正弦函数调节后的原始 X 偏转数值,因而,最大偏转数值与屏幕的目标宽度相适应。这样,可以采用较为便宜的 8 位 DAC 替代高精度 DAC。放大器 96 和 97

的输出分别加至 X 和 Y 偏转板。

在前面的说明中，所涉及到的整数或组成部分具有已知的等同物，则这些等同物在此被并入，如同将其单独举出一样。虽然本发明是通过举例的方式说明的，但应该认识到，对其可作出改进和/或变化，而不致脱离权利要求书中限定的本发明的范围。

本发明的显示系统可用于空港雷达系统、医学成象、计算机辅助设计、计算机显示、教学和军事目的。然而，要认识到本发明并不限于这些用途，在其它许多领域中也可找到其用途。

# 说明书附图

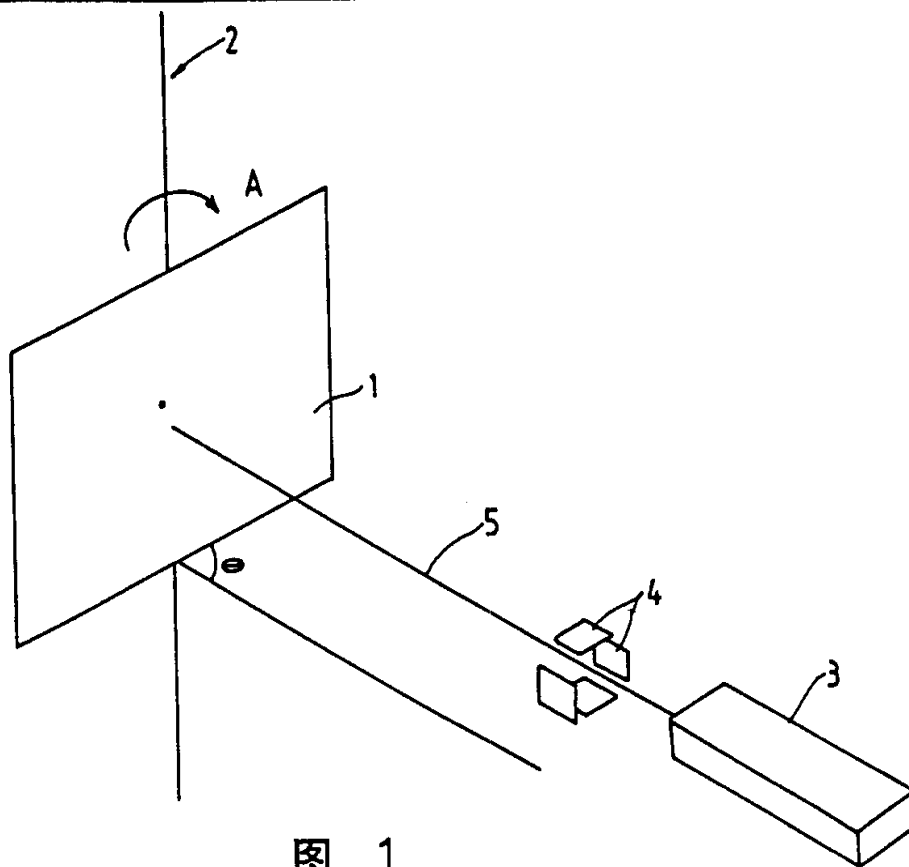


图 1

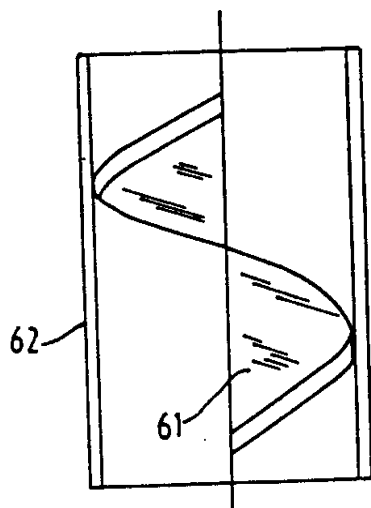
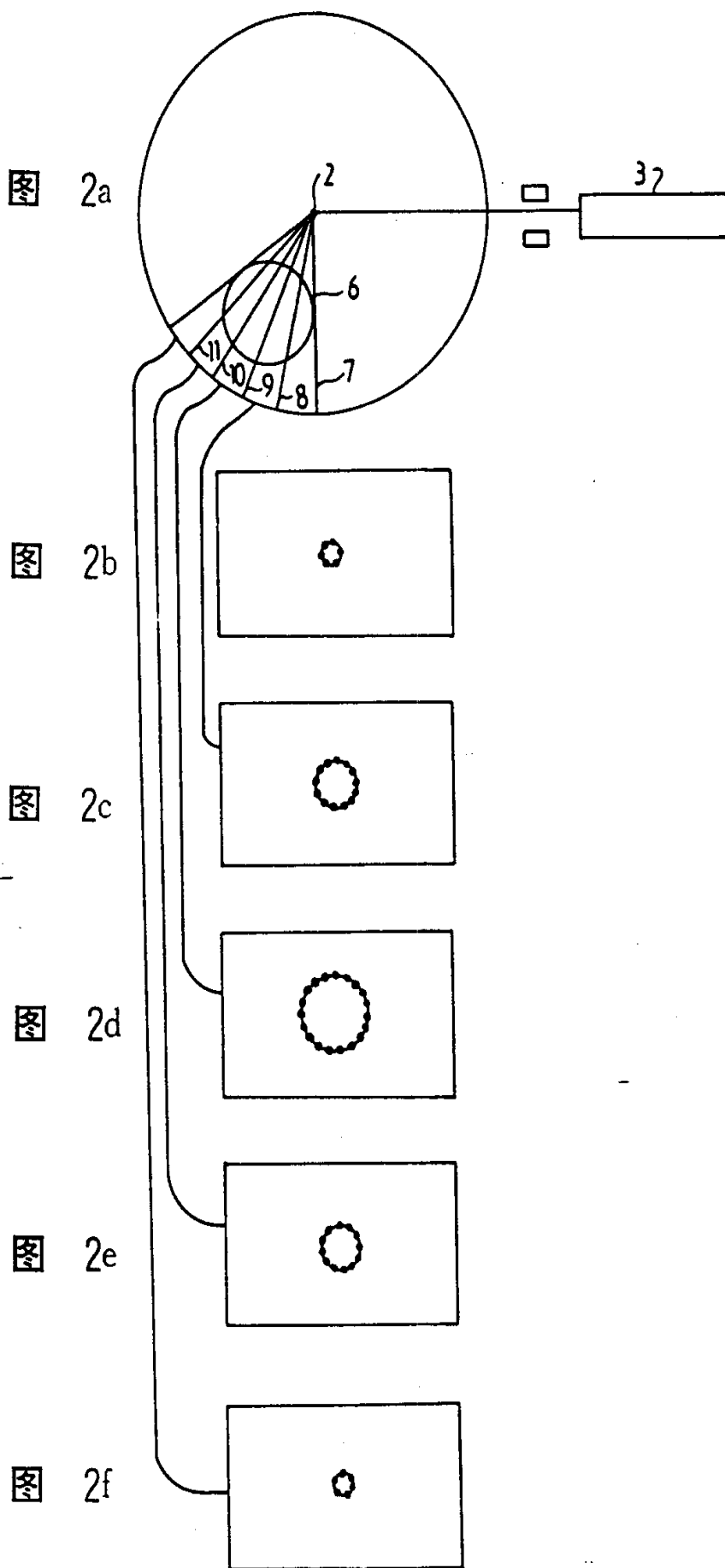


图 13



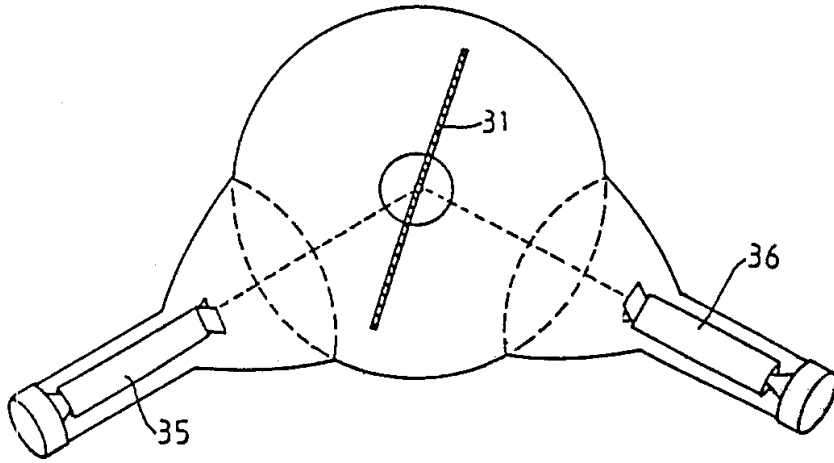


图 3

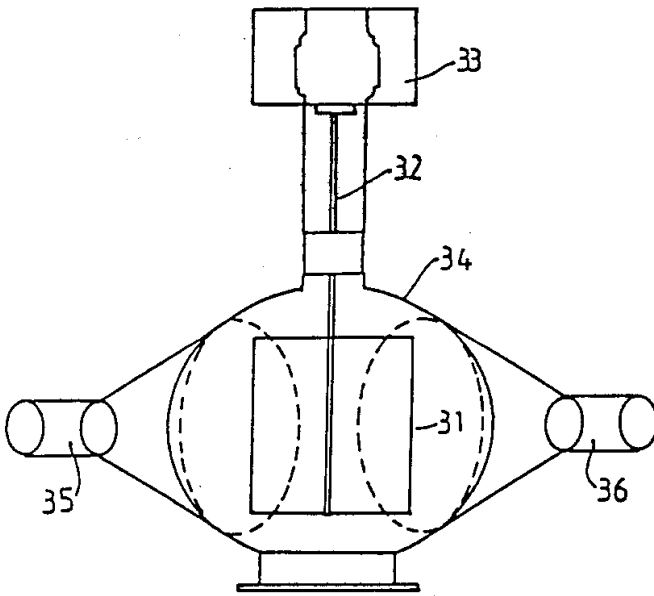


图 4



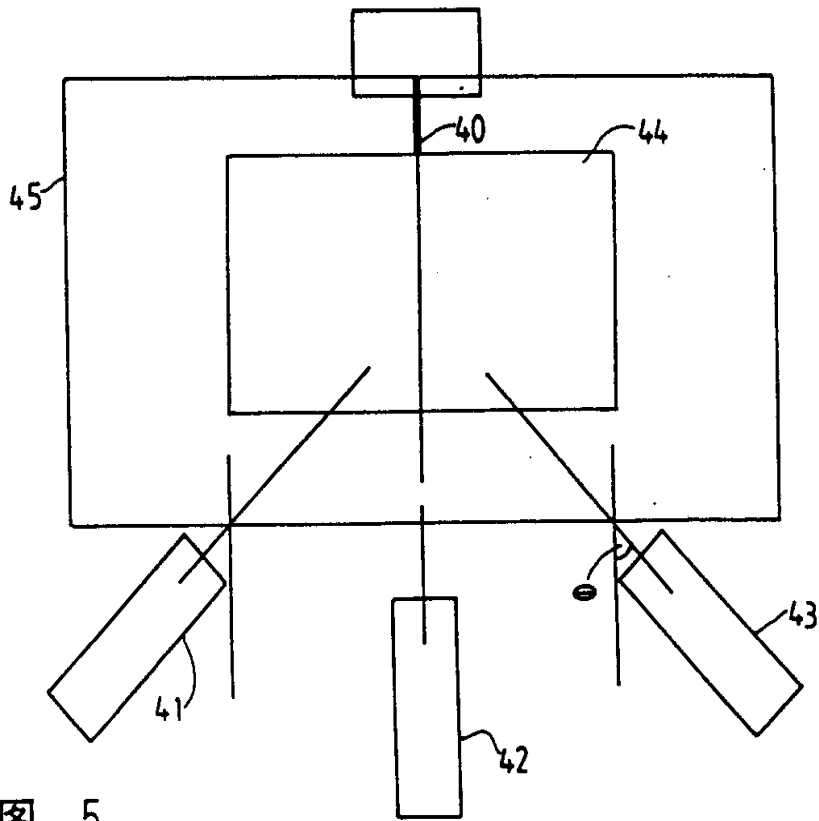


图 5

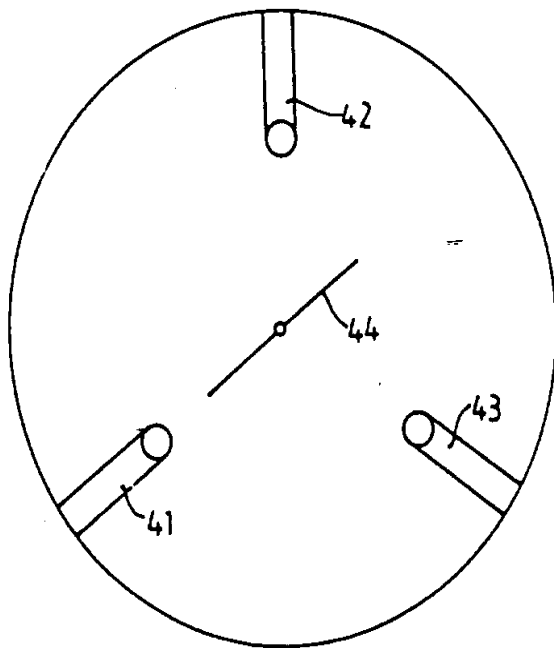


图 6

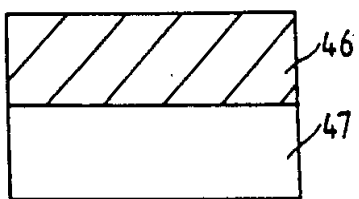


图 7

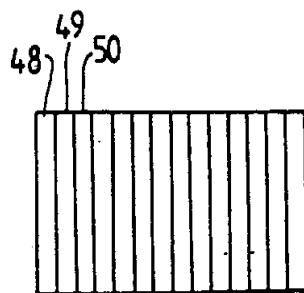


图 8

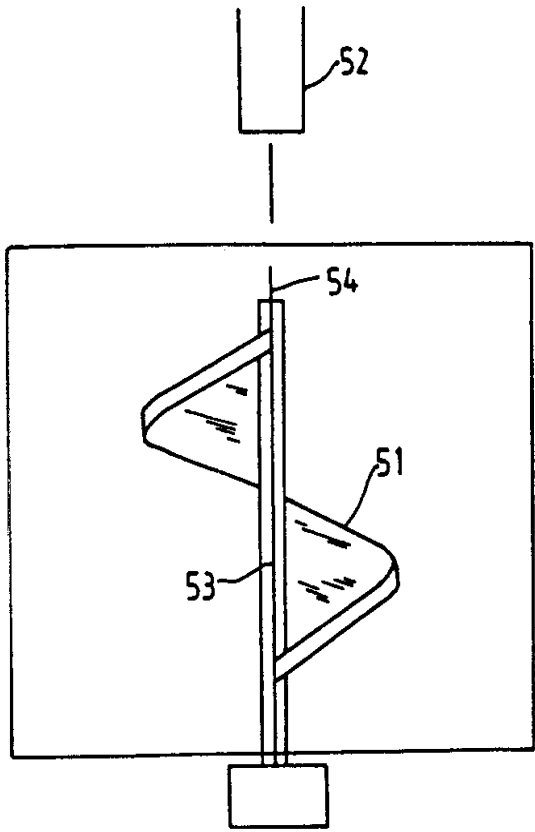


图 9

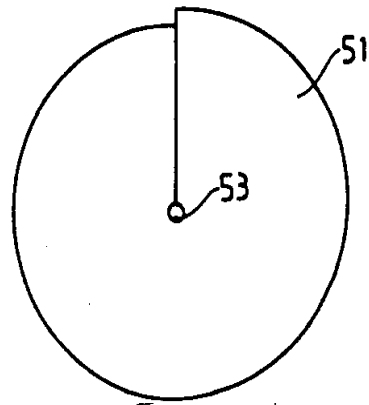


图 10

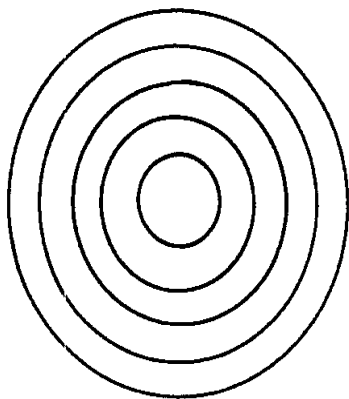


图 11

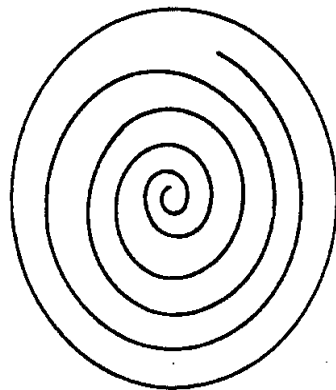


图 12

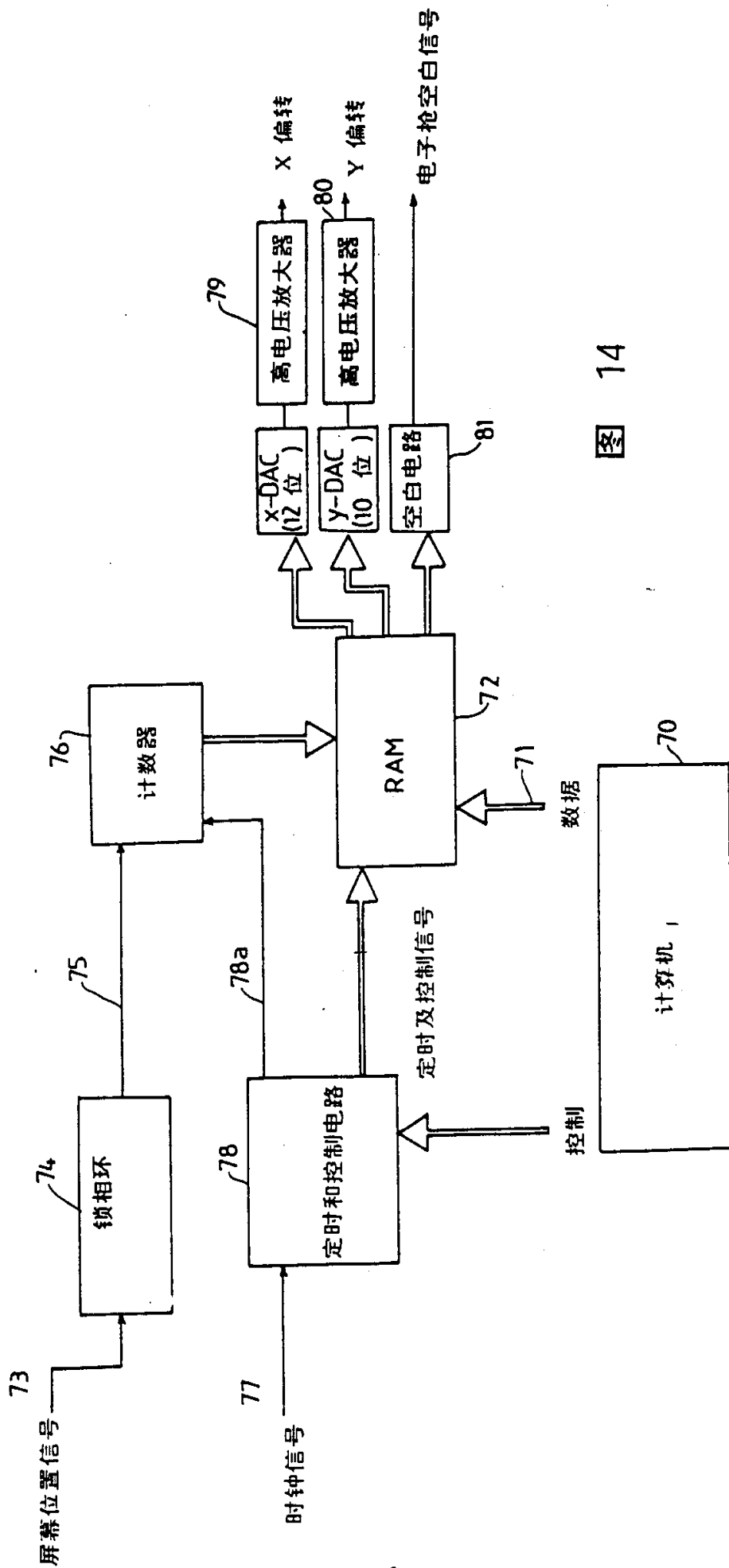


图 14

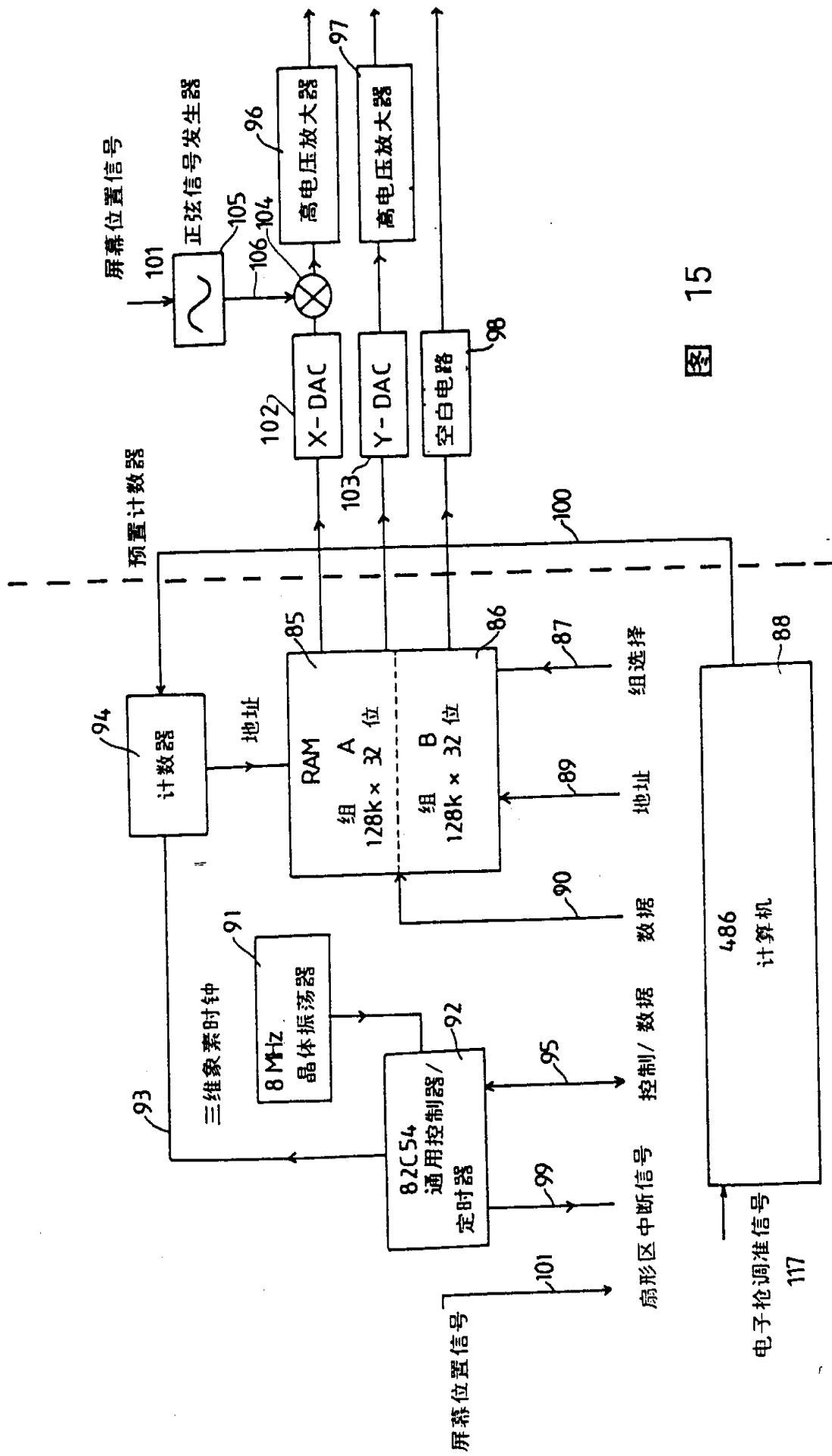


图 15

8/10

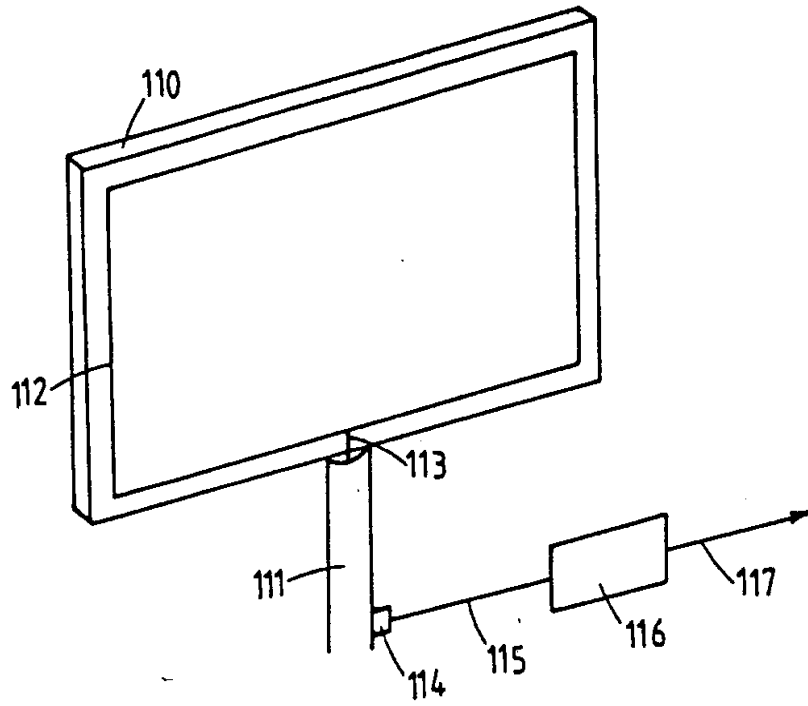


图 16

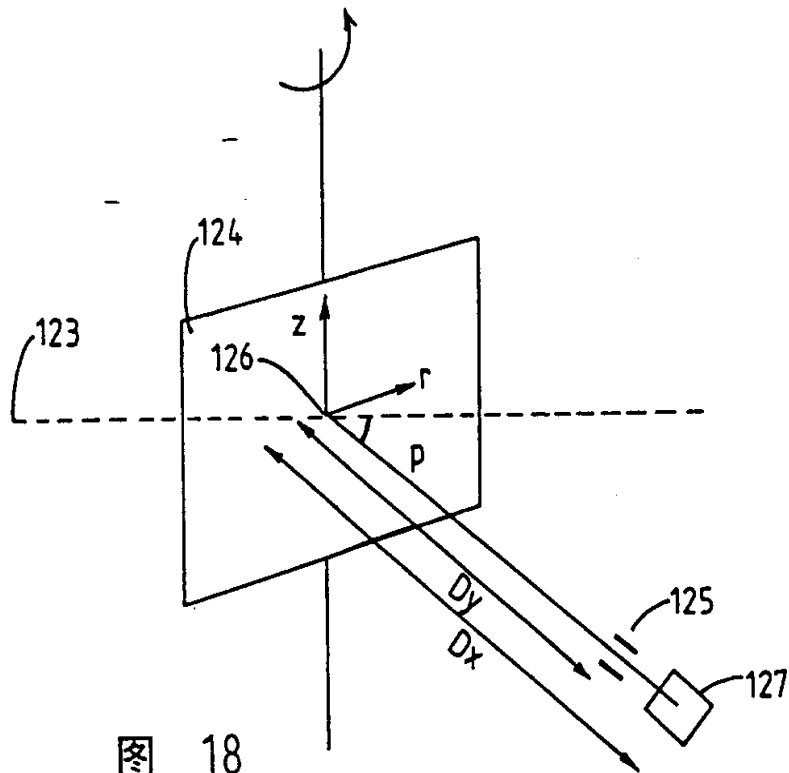


图 18

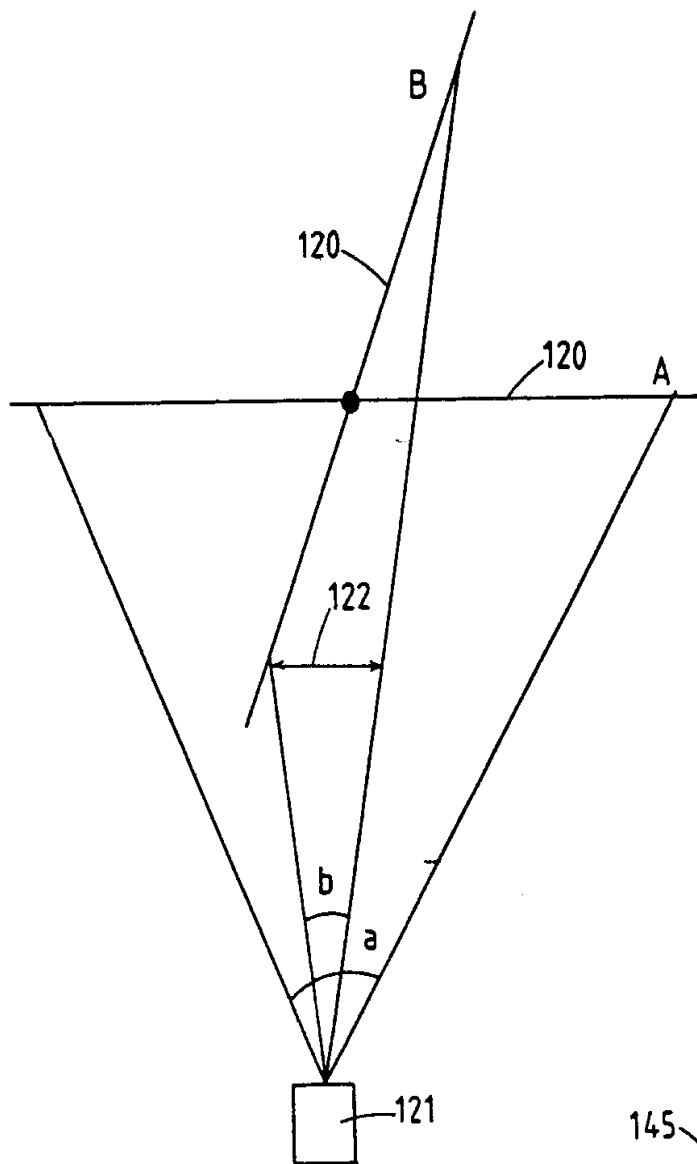


图 17

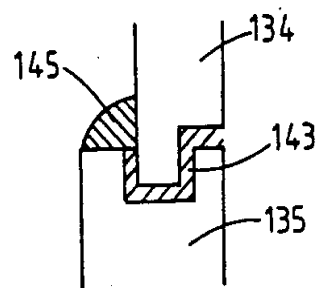


图 21

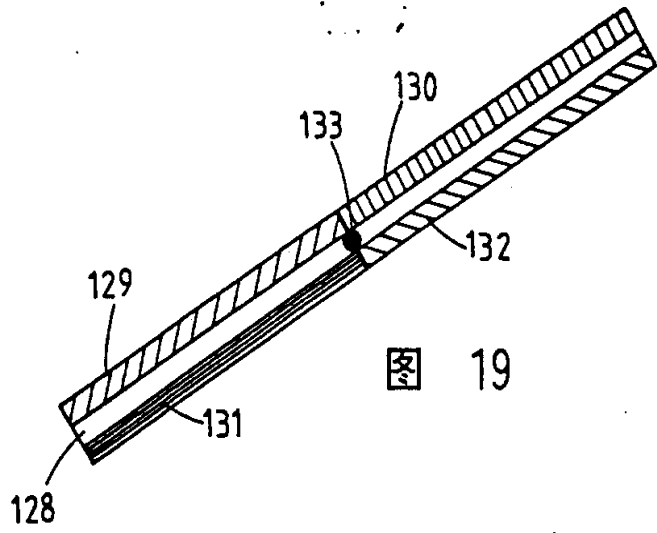


图 19

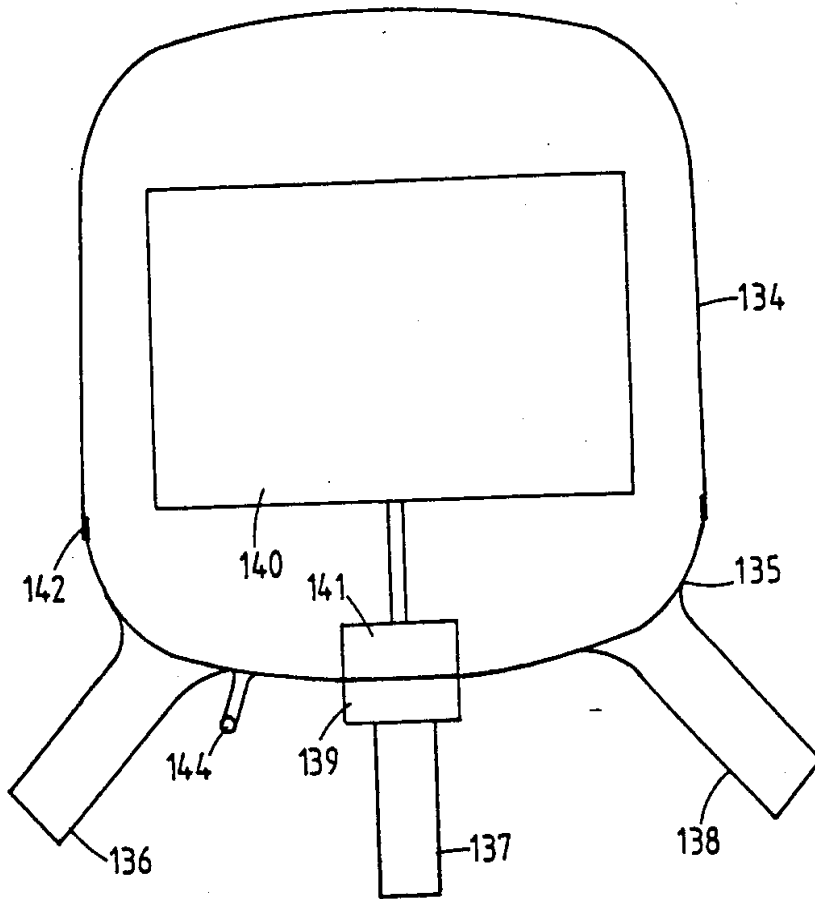


图 20