

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00820005. X

[51] Int. Cl.

G02B 26/10 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

H04N 3/08 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100381861C

[22] 申请日 2000.11.3 [21] 申请号 00820005. X

[86] 国际申请 PCT/US2000/030410 2000.11.3

[87] 国际公布 WO2002/037163 英 2002.5.10

[85] 进入国家阶段日期 2003.5.6

[73] 专利权人 微视有限公司

地址 美国华盛顿州

[72] 发明人 克拉伦斯 T·特格雷恩

[56] 参考文献

US5867152A 1999.2.2

US6140979A 2000.10.31

CN1158536A 1997.9.3

JP5-188320A 1993.7.30

审查员 孙苏晋

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 张天舒 关兆辉

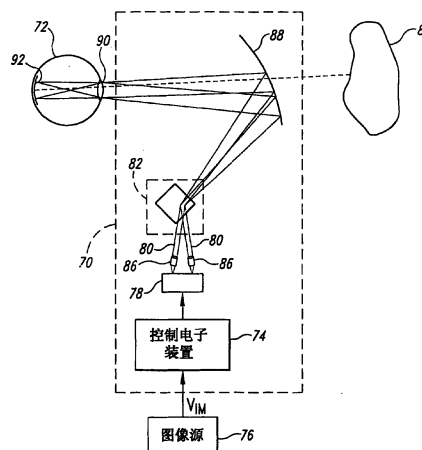
权利要求书 9 页 说明书 39 页 附图 23 页

[54] 发明名称

具有变化补偿扫描的显示器

[57] 摘要

一种显示设备，包括扫描组件，该扫描组件通常在光栅图形中围绕两个或多个轴进行扫描。光源把光发射到扫描组件(82)，使得该扫描组件同时扫描一个以上光束。该光源设置成使其光束照射图像区域的离散区域。图像可以从一组“平铺图像”中形成，其中，扫描组件的单个扫描对多个光束同时进行扫描。本发明对用于控制光强度以补偿光源响应或光学系统响应中的变化，或者以平衡平铺图像系统响应的各种方案作了说明。在这些方案是缓冲器中的数据换算，有源乘法，或者 D/A 转换器的控制。



1. 一种用于响应于图像信号来显示具有第一和第二图像部分的图像的装置，该装置包括：

第一光源，其响应于第一输入信号，用于沿着与第一光源有关的第一光路径发射第一已调制光束；

扫描器，其具有输入，该输入设置成沿着第一光路径，操作该扫描器用于接收第一已调制光束，并用于使第一已调制光束通过所选扫描路径改变方向到图像区域的第一图像区域，在该第一图像区域中，第一已调制光束定义第一图像部分；

第二光源，其响应于第二输入信号，用于沿着与第二光源有关第二光路径发射第二已调制光束，该第二光源定向成使扫描器在第二光路径中，以及其中操作所述扫描器用于使第二已调制光束改变方向到图像区域的第二图像区域，在该第二图像区域中，第二已调制光束定义第二图像部分，并且其中第一和第二光源的方向被选择成使第一和第二区域基本不重叠；以及

电子控制电路，其具有：输入端口，用于接收图像信号；以及第一输出，其与第一光源耦合；该控制电路响应于图像信号，用于生成第一输入信号；该控制电路进一步包括：

误差电路，其响应于在第一已调制光束强度中确定的误差，以生成误差信号；

校正电路，其具有输入，该输入与误差电路耦合，该校正电路响应于误差信号，用于调整第一输入信号，以减少确定的误差。

2. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述误差电路包括包含校正数据在内的缓冲器，并且其中所述校正电路包括电子乘法器。

3. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述第一光源包括：
光发射器；以及
调制器，其位于光发射器的外部。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述第一光源包括直接可调制的光发射器。

5. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述第一光源包括：
光发射器；以及
光纤，其与光发射器光耦合。

6. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述电子控制电路包括时钟电路，该时钟电路响应于图像信号，用于生成非均匀时钟信号，该非均匀时钟信号具有与扫描镜扫描图形的预期的非线性对应的非均匀性。

7. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述扫描器被扭转安装到平台上。

8. 根据权利要求 1 所述的装置，该装置进一步包括：电子可控主体，其由扫描镜承载，该电子可控主体响应于电信号以相对于扫描镜移动。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其中所述扫描器具有共振振荡频率，该装置还包括传感器，操作该传感器以生成表示镜移动的传感器信号，并且其中耦合所述电子控制电路以接收传感器信号并响应于该信号来改变电信号。

10. 根据权利要求 1 所述的装置，该装置进一步包括单个光发射器，该光发射器为第一和第二光源提供光。

11. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，第一和第二光源中的每个均包括单独光发射器。

12. 根据权利要求 11 所述的装置，其中，第一和第二光源中的每个均包括多个光发射器，各光发射器均采用单独波长。

13. 根据权利要求 11 所述的装置，其中，所述每个光发射器均包括 LED。

14. 根据权利要求 11 所述的装置，其中，所述每个光发射器均包括激光二极管。

15. 根据权利要求 11 所述的装置，其中，所述每个光发射器均包括微型激光器。

16. 一种响应于图像信号在图像区域中生成图像的图像显示器，该图像显示器包括：

输入终端，其接收图像信号；

输入电路，其与输入终端耦合，该输入电路响应于图像信号以生成与图像信号对应的驱动信号；

校正电路，其具有：信号输入，其与输入电路耦合；误差信号输入；以及校正电路输出；该校正电路响应于信号输入处的驱动信号和误差信号输入处的误差信号，用于生成校正的驱动信号；

扫描光源，其具有输入端口，该输入端口与校正电路输出耦合，该扫描光源响应于校正的驱动信号以生成第一已调制光束，并通过第一扫描图形来扫描第一已调制光束，该扫描光源具有标称输出响应，该标称输出响应与期望输出响应有偏差；以及

误差信号源，其具有耦合到误差信号输入的误差信号输出，操作该误差信号源用于生成误差信号作为响应于需要的输出的标称输出的偏差的函数。

17. 根据权利要求 16 所述的图像显示器，进一步包括光传感器，

该光传感器设置成用于检测第一光束的一部分，操作该传感器用于生成表示标称输出响应的传感信号，该光传感器进一步与误差信号源耦合以把传感信号提供给误差信号源。

18. 根据权利要求 16 所述的图像显示器，其中，所述第一扫描图形是双轴的。

19. 根据权利要求 16 所述的图像显示器，其中，所述扫描光源包括多个光发射器，各光发射器均在各自波长范围内提供光。

20. 根据权利要求 17 所述的图像显示器，其中，所述扫描光源包括红、绿和蓝光发射器。

21. 一种响应于图像信号在观察位置提供所选图像的装置，该装置包括：

光源，其响应于输入信号以发射根据各自输入信号调制的光束，该光源具有与输入信号响应相比的可变强度；

扫描组件，其设置成接收已调制光束，并通过观察位置的对应区域来操作扫描调制的光束，以生成图像；以及

校正电路，其具有：输入终端，用于接收图像信号；以及输出端口，其与光源耦合；该校正电路响应于图像信号以及改变与输入信号响应相比的强度以生成不是图像信号的恒定函数的输入信号。

22. 根据权利要求 21 所述的装置，其中所述相比于输入信号响应的强度随着所选图像的函数变化而变化，其中所述校正电路包括存储器装置，该存储器装置包含表示这种变化的数据集，并且其中所述校正电路响应于图像信号以检索对应的各自数据集。

23. 根据权利要求 22 所述的装置，其中所述光源具有图形相关强度响应，并且其中所述存储器装置包含与图形相关响应对应的数据。

24. 根据权利要求 21 所述的装置，其进一步包括电子控制器，所述电子控制器包括：

信号解码电路，其响应于图像信号以生成与图像对应的图像数据；

存储器缓冲器，其与解码电路耦合，并构成为存储图像数据；

存储器装置，其包含校正数据；以及

数据组合电路，其与存储缓冲器和存储器装置耦合，操作该数据组合电路用于从存储缓冲器中检索图像数据和从存储器装置中检索校正数据，并用于生成表示不是图像信号的恒定函数的输入信号的校正的数据。

25. 根据权利要求 21 所述的装置，其中所述扫描组件包括双轴扫描器。

26. 根据权利要求 25 所述的装置，其中所述双轴扫描器包括单个镜，该镜围绕两个基本正交的轴旋转。

27. 一种响应于表示期望的图像的图像信号来生成使用具有光发射器的扫描显示器进行观察的图像的方法，该光发射器具有随着图像中的图形函数而变化的响应；该方法包括以下步骤：

识别与期望的图像对应的标称驱动信号；

响应于图像信号，预测光发射器响应中的变化；

生成表示预测的变化的电信号；

响应于所识别的标称驱动信号和表示预测变化的电信号，生成校正的驱动信号；

响应于校正的驱动信号，生成根据校正的驱动信号调制的光束；
以及

通过所选扫描图形来扫描光束，以生成图像。

28. 根据权利要求 27 所述的方法，其中，通过所选的扫描图形来

扫描光束的步骤包括以共振频率沿第一维共振地扫描光束。

29. 根据权利要求 27 所述的方法，其中，预测光发射器响应中的变化步骤包括预测光发射器响应中的图形相关加热变化。

30. 根据权利要求 27 所述的方法，其中所述显示器包括包含校正数据的存储器装置，并且其中生成表示预测变化的电信号的步骤包括从缓冲器中检索校正数据。

31. 一种响应于图像信号来观察图像的显示设备，该设备包括：

扫描系统，其具有光输入和光输出；

已调制的光源，包括：

光发射器，其具有电信号输入，并响应于信号输入处的输入信号生成具有与输入信号对应的强度的已调制光；以及

电子控制器，其具有：用于接收图像信号的图像输入以及与光发射器的信号输入耦合的信号输出，该电子控制器包括：存储缓冲器，用于存储与图像信号对应的数据；加权电路，其与存储缓冲器耦合，并操作于响应存储数据来确定校正系数；以及耦合到存储缓冲器、加权电路和信号输出的乘法器电路，其响应于存储数据和校正系数以在信号输出处生成输入信号。

32. 根据权利要求 31 所述的显示设备，其中所述光发射器是 LED。

33. 根据权利要求 32 所述的显示设备，其中所述输入信号是驱动电流。

34. 根据权利要求 31 所述的显示设备，该设备进一步包括：

光检测器，其与光发射器光耦合，该光检测器进一步包括耦合到加权电路的检测器输出。

35. 根据权利要求 34 所述的显示设备，其中所述加权电路响应于光检测器以调整校正系数。

36. 根据权利要求 34 所述的显示设备，进一步包括同步电路，该同步电路与光检测器耦合，并具有接收图像信号分量的同步输入，该同步电路响应于图像信号分量和光检测器，用于生成用于更新加权电路的信号。

37. 一种在显示器中稳定光强度的方法，包括以下步骤：
响应于输入信号来生成驱动电流；
响应于输入信号来确定期望的光强度；
响应于驱动电流来监测生成的实际光强度；
确定监测的实际光强度和期望的光强度之间的偏差；以及
响应于确定的偏差来依比例确定驱动电流。

38. 根据权利要求 37 所述的方法，其中所述输入信号包括表示期望的强度的数据，并且其中所述响应于确定的偏差来依比例确定驱动电流的步骤包括以数字方式使数据与校正系数相乘。

39. 根据权利要求 37 所述的方法，其中包括表示期望的强度的数据的所述输入信号进一步包括使用 D/A 转换器把数据变换为模拟信号，并且其中所述响应于确定的偏差来依比例确定驱动电流的步骤包括把控制信号提供给 D/A 转换器。

40. 根据权利要求 37 所述的方法，其中所述显示器是一种具有回扫间隔的光栅扫描显示器，并且其中所述监测实际强度的步骤发生在回扫间隔期间。

41. 根据权利要求 40 所述的方法，其中进一步包括在回扫间隔期间提供基准水平信号。

42. 根据权利要求 37 所述的方法, 进一步包括:
监测输入信号, 以确定激活图形; 以及
响应于确定的激活图形来依比例确定驱动信号。

43. 根据权利要求 42 所述的方法, 其中所述输入信号包括表示期望的图像的数据, 其中所述监测输入信号以确定激活图形的步骤包括:
把数据存储在缓冲器内;
检索一部分存储数据; 以及
以数字方式处理所检索的数据。

44. 一种用于在扫描光束显示器中补偿图形相关加热的方法, 该方法包括:

接收表示用于显示的期望的图像的输入信号;
在存储器装置中存储一部分输入信号的数字表示;
从存储器装置中检索第一数据集;
响应于检索的第一数据集来预测热效应;
从存储器装置中检索第二数据集, 检索的数据表示所选的图像部分;
响应于第二数据集来确定驱动信号; 以及
响应于预测的热效应来调整驱动信号。

45. 根据权利要求 44 所述的方法, 进一步包括:
响应于确定的驱动信号来生成实际的驱动信号; 以及
其中调整驱动信号的步骤包括使实际驱动信号与比例乘数相乘。

46. 根据权利要求 44 所述的方法, 其中, 确定驱动信号的步骤包括生成期望的强度的数字表示, 并且其中响应于预测的热效应来调整驱动信号的步骤包括以数字方式处理数字表示, 以生成补偿的数字表示。

47. 根据权利要求 44 所述的方法，其中所述第二数据集表示用于显示的目标像素，并且其中从存储装置中检索第一数据集的步骤包括检索表示在目标像素之前的一个或多个像素的数据。

48. 根据权利要求 44 所述的方法，其中所述显示器包括具有热响应的光发射器，并且其中响应于检索的第一数据集来预测热效应的步骤包括检索表示光发射器热响应的特征数据集。

具有变化补偿扫描的显示器

技术领域

本发明涉及扫描装置，特别涉及用于观察或收集图像的被扫描光束的显示器和成像装置。

背景技术

各种技术可用于把图形或视频图像的可视显示提供给用户。在许多应用中，诸如电视和计算机监视器那样的阴极射线管式显示器(CRT)可生成图像用于观察。这种装置受到若干限制。例如，CRT 体积大、耗电量多，这使其对于便携式或头部安装式应用来说不合乎需要。

诸如液晶显示器和场致发射显示器那样的矩阵可寻址显示器体积不大，耗电量也不多。然而，典型的矩阵可寻址显示器使用直径为数英寸的屏幕。这种屏幕在头部安装式应用中，或者在使显示器仅占用用户视野一小部分的应用中用途有限。这种显示器的尺寸缩短是以难度增加的处理和有限的分辨率或亮度为代价的。而且，提高这种显示器的分辨率通常需要明显地增加复杂性。

一种克服常规显示器许多限制的方案是被扫描光束显示器，例如，在 Furness 等人发表的题目为“虚拟视网膜显示器(VIRTUAL RETINAL DISPLAY)”的第 5,467,104 号美国专利中所述的被扫描光束显示器，该专利在本文中引用以供参考。如图 1 示意性所示，在被扫描光束显示器 40 的一个实施例中，扫描光源 42 输出被扫描光束，该被扫描光束通过光束组合器 46 与观察者眼睛 44 耦合。在某些被扫描显示器中，扫描光源 42 包括诸如扫描镜或声光扫描器那样的扫描器，该扫描器把已调制光束扫描到观察者视网膜上。在其他实施例中，扫描光源可以包括通过角扫描旋转的一个或多个光发射器。

被扫描光通过观察者的瞳孔 48 进入眼睛 44，并通过角膜成像到视网膜 59 上。响应于被扫描的光，观察者感知图像。在另一实施例中，被扫描光源 42 把已调制光束扫描到观察者观察的屏幕上。这种适合于两种中任何一种显示器的扫描器的例子在 Melville 等人发表的题目为“双轴扫描系统的微型光扫描器”的第 5,557,444 号美国专利中作了说明，该专利在本文中引用以供参考。

有时，这种显示器用于部分或增大的观察应用。在这种应用中，如图 2A 所示，显示器的一部分设置在用户视野中并呈示意图像，该图像占用用户视野 45 的区域 43。这样，用户可看见显示的虚拟图像 47 和背景信息 49。如图 2B 所示，如果背景光被遮挡，则观察者仅感知虚拟图像 47。

这种显示器会遇到的一个困难是光栅收缩，现将参照图 3-5 对此进行说明。如图 3 示意性所示，扫描光源 42 包括光源 50，该光源 50 发射已调制光束 52。在本实施例中，光源 50 是由诸如激光二极管(未示出)那样的一个或多个光发射器驱动的光纤。透镜 53 收集射束 52 并使光束 52 聚焦，使得光束 52 射到旋转镜 54 上并指向水平扫描器 56。水平扫描器 56 是一种以正弦方式定期扫描光束 52 的机械共振扫描器。然后，将水平扫描的光束行进到垂直扫描器 58，该垂直扫描器 58 定期扫描，以便对被水平扫描的光束进行垂直扫描。对于来自扫描器 58 的光束 52 的每个角度，出射光瞳扩展器 62 把光束 52 变换为一组光束 63。眼睛耦合光学器件 60 收集光束 63 并形成一组出射光瞳 65。出射光瞳 65 一起用作扩展出射光瞳，用于观察者眼睛 64 进行观察。这样一种扩展器在 Kollin 等人发表的题目为“带有扩展出射光瞳的虚拟视网膜显示器”的第 5,701,132 号美国专利中作了说明，该专利在本文中引用以供参考。本领域技术人员应认识到，对于不同的应用来说，出射光瞳扩展器 62 可以省略，可以由眼睛跟踪系统替代或补充，或者可以具有各种结构，包括衍射或折射设计。例如，出射光瞳扩展器 62 可以是平

面或弯曲结构，并且可以在各种图形中生成任何数量或图形的输出光束。而且，尽管图 3 仅示出了三个出射光瞳，然而光瞳数量可以几乎是任何数量。例如，在某些应用中， 15×15 阵列可以是合适的。

现返回到扫描说明，随着光束扫描通过光束扩展器 62 中的相继位置，采用下述方式对光束颜色和强度进行调制，以形成图像的各自像素。通过对每个像素位置的光束的颜色和强度进行正确控制，显示器 40 可生成期望图像。

图 4A 和图 4B 示出了垂直和水平扫描器的各自波形的简化的类型。在平面 66(图 3)中，光束跟踪图 5 所示的图形 68。尽管图 5 仅示出图像的 11 条线，然而本领域技术人员应认识到，实际显示器中的线数量通常将比 11 大得多。通过把实际扫描图形 68 与期望光栅扫描图形 69 进行比较可以看出，实际被扫描的光束 68 被“收缩”在光束扩展器 62 的外边缘。也就是说，在光束的相继正向和反向扫描中，扫描图形边缘附近的像素彼此不均匀地隔开。该种不均匀的间隔会使像素重叠，或者可在两排邻接像素之间留有间隙。并且，由于图像信息通常作为数据阵列而提供的，因而如果阵列中的各位置均与理想光栅图形 69 中的各自位置对应，则移动的像素位置会造成图像失真。

对于给定刷新率和给定的波长，各线的像素数量是在图 3 的结构中由与旋转轴垂直的镜扫描角 θ 和镜尺寸 D 来确定的。因此，对于高分辨率，具有大扫描角 θ 和大镜是合乎需要的。然而，大镜和扫描角通常与较低共振频率对应。对于给定周期，较低的共振频率提供较少的显示线。因此，大镜和较大的扫描角可以生成不能接受的刷新率。

发明内容

显示器包括主要扫描机构，该扫描机构同时沿着大体连续的扫描路径水平和垂直扫描光束。在优选实施例中，扫描机构包括镜，该镜旋转以便水平扫描光束。在其他实施例中，扫描机构可以是：电光式，

声光式，聚合物式，折射式，或者任何其他公知的扫描技术。

光源的对准是为了从各自输入角向扫描机构提供光束。扫描机构在图像区域的各自不同区域的两端之间扫描光束。如上所述，扫描角 θ 和镜尺寸确定为光束绘制的像素数量。

在一个实施例中，扫描机构使用水平分量和垂直分量在一般光栅图形中进行扫描。机械共振扫描器通过以正弦方式扫描光束来生成水平分量。非共振或半共振扫描器通常使用基本恒定的角速度来垂直扫描光束。

在一个实施例中，扫描机构包括双轴微机电(MEM)扫描器。双轴扫描器使用单个镜来提供各光束的水平运动和垂直运动。在一个实施例中，显示器包括缓冲器，该缓冲器存储数据并把存储的数据输出到光源。校正乘法器提供校正数据，该校正数据响应于存储的数据，对提供给光源的驱动信号进行调整。调整的驱动信号对由图形相关加热或其他效应引起的输出强度中的变化进行补偿。

校正数据可根据经验通过对光源进行表征来确定，可通过对强度与输入信号的关系进行监测来确定，或者可针对给定光源来预测。在一个实施例中，当被扫描光束不在视野中时，通过检测光强度，对照输入信号来监测强度。在另一实施例中，根据输入信号来预测强度，并把预测的强度与实际检测强度进行比较。预测的强度和检测的强度之间的差生成误差信号，该误差信号用于确定校正数据。

在另一实施例中，成像器通过检测器或者光源和检测器对来获取平铺图像中的图像。该成像器的一个实施例包括 LED 或激光器作为光源，其中，各光源均采用各自波长。扫描组件同时把来自各光源的光指向图像区域的各自区域。对于图像区域中的各位置，各检测器均根据各自位置的反射率，采用其对应光源的波长、偏振、或者其他特性

来选择性检测光。检测器把电信号输出到解码电子装置，该解码电子装置存储表示图像区域的数据。

在一个实施例中，成像器在红、绿和蓝波长带中的每个波长带包括多个检测器/光源对。各对均在其带内的各自波长进行操作。例如，红对中的第一个在第一红波长上进行操作，红对中的第二个在与第一个不同的第二红波长进行操作。

在一个实施例中，一对光源从不同角度交替地向单个扫描器供光。在扫描器的正向扫描期间，第一光源发射根据线路一半调制的光。在反向扫描期间，第二光源发射根据线路另一半调制的光。由于第二次扫描与第一次扫描的方向相反，因而与线路另一半对应的数据在施加给第二光源之前被反转，使得来自第二光源的光被调制，以便反转写入线路另一半。

在选择性的供光方案的一个实施例中，单个光发射器向通过光开关与两个单独光纤中的一个选择性耦合的输入光纤供光。在正向扫描期间，光开关使输入光纤与单独光纤中的第一个耦合，使得第一单独光纤形成第一光源。在反向扫描期间，光开关向第二单独光纤供光，使得第二单独光纤形成第二光源。因此，本实施例允许单个光发射器为两个光源供光。

该选择性的供光方案可扩展为写入两个以上的平铺图像。在一种方案中，输入光纤通过一组光开关与四个光纤耦合，其中，各光纤均从各自角度向扫描组件供光。这些开关根据扫描方向和根据用户视力的跟踪位置被激活。例如，当用户查看图像的上半部时，为生成左上平铺图像中的图像而对准的第一光纤在正向扫描期间向扫描器供光。为生成右上平铺图像而对准的第二光纤在反向扫描期间向扫描器供光。当用户查看图像的下半部时，为生成左下平铺图像而对准的第三光纤在正向扫描期间向扫描器供光。为生成右下平铺图像而对准的第四

四光纤在反向扫描期间向扫描器供光。

为了平衡两个平铺图像的强度和颜色，电子装置可依比例确定各光源不同的数据。

在本发明的一个方面，提供一种用于响应于图像信号来显示具有第一和第二图像部分的图像的装置，该装置包括：第一光源，其响应于第一输入信号，用于沿着与第一光源有关的第一光路径发射第一已调制光束；扫描器，其具有输入，该输入设置成沿着第一光路径，操作该扫描器用于接收第一已调制光束，并用于使第一已调制光束通过所选扫描路径改变方向到图像区域的第一图像区域，在该第一图像区域中，第一已调制光束定义第一图像部分；第二光源，其响应于第二输入信号，用于沿着与第二光源有关的第二光路径发射第二已调制光束，该第二光源定向成使扫描器在第二光路径中，以及其中操作所述扫描器用于使第二已调制光束改变方向到图像区域的第二图像区域，在该第二图像区域中，第二已调制光束定义第二图像部分，并且其中第一和第二光源的方向被选择成使第一和第二区域基本不重叠；以及电子控制电路，其具有：输入端口，用于接收图像信号；以及第一输出，其与第一光源耦合；该控制电路响应于图像信号，用于生成第一输入信号；该控制电路进一步包括：误差电路，其响应于在第一已调制光束强度中确定的误差，以生成误差信号；校正电路，其具有输入，该输入与误差电路耦合，该校正电路响应于误差信号，用于调整第一输入信号，以减少确定的误差。

附图说明

图 1 是与观察者眼睛对准的显示器的图示。

图 2A 是用户感知的由来自图像源的光和来自背景的光的组合产生的组合图像。

图 2B 是由用户从背景光被遮挡的图 1 的显示器感知的图像。

图 3 是示出光束的双向扫描和与观察者眼睛耦合的扫描器和用户

眼睛的图示。

图 4A 和图 4B 是图 3 的扫描组件中的扫描图形扫描器的信号定时图。

图 5 是示出与期望的光栅扫描路径相比，由被扫描光束响应于图 4A 和图 4B 的信号而遵循的路径的信号位置图。

图 6 是根据本发明一个实施例的包括双光束在内的显示器的图示。

图 7 是包括系链在内的头部安装式扫描器的等轴测图。

图 8 是包括校正镜在内的图 6 的扫描显示器内的扫描组件的图示。

图 9 是适合于在图 8 的扫描组件中使用的水平扫描器和垂直扫描器的等轴测图。

图 10 是示出略微重叠的平铺图像的使用两个输入光束扫描的图示。

图 11 是示出在空间分离位置的四个馈源(feed)的双轴扫描器的上平面图。

图 12 是由图 11 的四馈源扫描器生成的四个平铺图像的图示。

图 13 是用于驱动图 11 的四个单独馈源，包括四个单独缓冲器在内的系统的示意图。

图 14 是把斜坡信号与用于驱动垂直扫描器的期望信号进行比较的信号定时图。

图 15 是示出垂直扫描位置的定位误差和校正的信号定时图。

图 16 是压电校正扫描器的侧断面图。

图 17A 是微机电(MEM)校正扫描器的上平面图。

图 17B 是示出电容板及其与扫描镜对准的图 17A 的 MEM 校正扫描器的侧断面图。

图 18 示出了使用正弦驱动扫描器通过 90% 的全扫描的校正的扫描位置。

图 19 示出了通过把垂直分量附加给水平镜而实现扫描校正的误差减少的扫描器的替代实施例。

图 20 是示出由图 19 的扫描器偏转的光束的扫描路径的位置图。

图 21 是包括双轴微机电(MEM)扫描器和 MEM 校正扫描器在内的扫描系统的示意图。

图 22 是通过使输入光纤的位置或角度移动而使输入光束移动的校正扫描器的示意图。

图 23 是包括用于响应于电信号使输入光束移动的电光晶体在内的校正扫描器的示意图。

图 24 是用于从目标对象获得外部光的成像器的示意图。

图 25 是用于还使可视图像投影的图 24 的成像器的替代实施例的示意图。

图 26 是示出随时间而变化的正弦扫描位置与线性扫描位置的偏差的信号定时图。

图 27 是示意性示出一组线性计数如何能映射来扫描用于正弦扫描的位置的图。

图 28 是示出对数据进行处理以便把数据存储存储在存储器矩阵内,同时补偿共振镜的非线性扫描速度的系统方框图。

图 29 是用于生成输出时钟以便从存储器矩阵中检索数据,同时补偿共振镜的非线性扫描速度的第一系统的方框图。

图 30 是包括预失真在内的图 29 的设备的替代实施例的方框图。

图 31 是图 29 的方框图的时钟生成部分的详细方框图。

图 32 是示出为补偿垂直光失真而预失真的数据的数据结构的表示。

图 33 是包括用于对每半镜的本体中心进行电子控制的结构在内的 MEM 扫描器的上平面图。

图 34 是示出响应于施加的电压使突起弯曲的图 32 的 MEM 扫描器的上平面图。

图 35 是包括用于使每个半镜的本体中心侧向移动的梳状结构在内的 MEM 扫描器的上平面图。

图 36 是包括电控除气球结节在内的封装式扫描器的侧断面图。

图 37 是包括用于频率调谐的选择性可取下接头片在内的 MEM 镜的上平面图。

图 38 是示出扫描区域与光源重叠的四光源显示器的示意图。

图 39 是带有小型旋转镜和偏置光源的四光源显示器的示意图。

图 40 是示出带有小型旋转镜和公用弯曲镜的光束路径的图 39 的显示器的示意图。

图 41 是包括被切换光纤在内的单个发射器显示器的示意图，其中，各光纤均为单独平铺图像供光。

图 42 是包括四个单独光纤在内的显示器的示意图，其中，该四个单独光纤响应于检测的注视方向通过一组光开关向扫描器供光，以生成四个单独平铺图像。

具体实施方式

如图 6 所示，根据本发明一个实施例的被扫描光束显示器 70 设置成用于由观察者眼睛 72 进行观察。虽然本文提供的显示器 70 把光扫描进眼睛 72，但是本文所述的结构和概念也可适应于其他类型的显示器，例如，包括观察屏在内的投影显示器。

显示器 70 包括四个要部，以下将对各要部进行更详细说明。首先，控制电子装置 74 响应于来自诸如计算机、电视接收器、盒式录像带播放器、DVD 播放器、远程传感器或者类似装置那样的图像源 76 的图像信号 V_{IM} ，提供用于对显示器 70 的操作进行控制的电信号。

显示器 70 的第二部分是光源 78，该光源 78 输出已调制光束 80，各已调制光束 80 均具有与图像信号 V_{IM} 中的信息对应的调制。光源 78 可以使用诸如激光二极管或微型激光器那样的相干光发射器，或者可以使用诸如发光二极管那样的非相关光源。而且，光源 78 可以包括诸如发光二极管(LED)那样的直接已调制光发射器，或者可以包括由诸如声光调制器那样的外部调制器间接调制的连续光发射器。

显示器 70 的第三部分是扫描组件 82，该扫描组件 82 通过诸如光栅图形那样的二维扫描图形来扫描已调制光束 80。扫描组件 82 优选地

包括一个或多个定期扫描镜，以下将参照图 3-4、8、11、19-22，对此进行更详细说明。

设置在扫描组件 82 的对置两侧的透镜 84、86 用作成像光学器件，该成像光学器件形成显示器 70 的第四部分。透镜 86 是圆柱形渐变折射率(GRIN)透镜，该透镜收集来自光源 78 的光并使该光成形。如果光源 78 包括用于向透镜 86 供光的光纤，则透镜 86 可以与该光纤接合或形成整体。或者，诸如双合透镜或三合透镜那样的其他类型的透镜可以形成透镜 86。而且，诸如衍射元件那样的其他类型的光学元件可以用于使光成形和引导光。不管元件类型如何，整个光学系列可以包含：偏振敏感材料，色校正，或者用于对光的形状、相位或其他特性进行控制的任何其他光学技术。

透镜 84 是采用弯曲的、部分透射的镜形成的，该镜使被扫描光束 80 近似地成形和聚焦，用于由眼睛 72 进行观察。在离开透镜 84 之后，被扫描光束 80 通过瞳孔 90 进入眼睛 72，并射到视网膜 92 上。随着各已调制光束射到视网膜 92 上，观察者感知图像的各自部分，以下将对此进行说明。

由于透镜 84 是部分透射透镜，因而透镜 84 把来自扫描组件 82 的光与从背景 89 接收到的光进行组合，以生成到观察者眼睛 72 的组合输入。尽管背景 89 在本文中是作为“现实世界”背景而提供的，然而背景光可以被遮挡，或者可以由相同或不同类型的另一光源生成。本领域技术人员应该认识到，各种其他光学元件可以替代或补充透镜 84、86。例如，诸如菲涅耳(Fresnel)透镜那样的衍射元件可以替代透镜 84、86 中的任何一方或双方。此外，分光器和透镜可以替代透镜 84 的部分透射镜结构。并且，诸如偏振器、滤色器、出射光瞳扩展器、色校正元件、眼睛跟踪元件以及背景掩模那样的各种其他光学元件也可以包含在内用于某些应用。

尽管图 6 的各元件是以示意图方式提供的, 然而本领域技术人员应该认识到, 各部件一般是为所需的应用而具有典型的大小和配置。例如, 如图 7 所示, 如果显示器 70 用作移动个人显示器, 则各部件是为安装到头盔或与头部安装式显示器 70 类似的框架而测定大小和构成的。在本实施例中, 显示器 70 的第一部分 171 安装到头戴式框架 174 上, 并且第二部分 176 则单独承载在例如臀部带内。这些部分 171、176 通过光纤和电子系链 178 链接, 该电子系链 178 把光信号和电子信号从第二部分传送到第一部分。光纤耦合扫描器显示器的例子在 Furness 等人发表的标题为“带有光纤点光源的虚拟视网膜显示器”的第 5,596,339 号美国专利中作了说明, 该专利在本文中引用以供参考。

以下将参照图 8, 对扫描组件 82 的示范性实施例进行说明。扫描组件 82 包括与图 3 的扫描光源 42 对应的若干部件, 其中, 对扫描组件 82 和扫描光源 42 公用的部件采用相同编号。此外, 为了清楚说明, 仅提供中央光线 55 用于光束 52。

在本实施例中, 一对光纤 50 发射来自光源 78(未示出)的光, 并且透镜 84 用公用折射透镜来表示, 而不是用部分透射镜来表示。与图 3 的扫描光源 42 不同, 扫描组件 82 包括有源校正镜 100, 该校正镜 100 可旋转以便沿着垂直轴扫描光束 80。如下所述, 校正镜 100 在水平扫描器 56 的各扫描(正向或反向)期间, 沿着垂直轴产生不同的校正偏移。该校正偏移可抵消由垂直扫描器 58 引起的光束 80 的垂直移动, 以减少扫描图形与图 5 中用虚线所示的期望图形的总偏差。

在对校正镜 100 的效果和各种信号的相对定时进行说明之前, 将参照图 9, 对具有分别适合用作水平扫描器 56 和垂直扫描器 58 的机械共振扫描器 201 和扫描器 220 的扫描组件 200 的示范性实施例进行说明。

水平扫描器 201 的主要扫描部件是移动镜 202, 该移动镜 202 安

装到弹簧板 204 上。移动镜 202 和弹簧板 204 的尺寸以及弹簧板 204 的材料属性具有高 Q(高品质因数), 固有振荡(“共振”)频率约为 1-100kHz, 其中, 所选的共振频率取决于应用。对于刷新率为 60Hz 并且无隔行扫描的视频图形阵列 VGA 品质输出来说, 共振频率优选地约为 15-20kHz。如下所述, 所选共振频率或者可实现的分辨率可以通过使用多个馈电装置来更改。

与镜 202 一起安装的铁磁材料由一对电磁线圈 206、208 来驱动, 以便向镜 202 提供移动力, 从而启动和保持振荡。铁磁材料优选地与弹簧板 204 和镜 202 的本体形成整体。驱动电子装置 218 提供电信号用于激活上述线圈 206、208。响应于电信号, 线圈 206、208 生成周期性电磁场, 该周期性电磁场向铁磁材料施加力, 因而造成镜 202 的振荡。如果电信号的频率和相位与镜 202 的移动正确同步, 则镜 202 采用其共振频率进行振荡, 并且耗电量少。

垂直扫描器 220 的结构非常类似于共振扫描器 201。与共振扫描器 201 相同, 垂直扫描器 220 包括镜 222, 该镜 222 由一对线圈 224、226 响应于来自驱动电子装置 218 的电信号来驱动。然而, 由于对于垂直扫描来说振荡速度低得多, 因而垂直扫描器 220 通常不是共振的。镜 222 接收来自水平扫描器 201 的光, 并在大约 30-100Hz 的频率产生垂直偏转。有利的是, 较低的频率允许镜 222 明显大于镜 202, 因而减少对垂直扫描器 220 的定位的约束。虚拟视网膜显示器和机械共振扫描的详情在 Furness 等人发表的题目为“虚拟视网膜显示器”的第 5,467,104 号美国专利中作了更详细说明, 该专利在本文中引用以供参考。

本领域技术人员应该认识到可以通过一般光栅图形来扫描光束的各种其他结构。例如, 旋转多边形或电流测定扫描器可以在某些应用中形成扫描 56、58 中的任何一方或双方。

在另一实施例中，双轴微机电(MEM)扫描器可以提供主要扫描。这种扫描器在 Neukermanns 等人发表的题目为“微电机扭转式扫描器”的第 5,629,790 号美国专利中作了说明，该专利在本文中引用以供参考。与上述扫描系统相同，MEM 扫描器的水平分量通常由其各自结构的机械共振来定义，以下将参照图 17A-B 和图 21，对此进行更详细说明。与以上参照图 3 和图 8 所述的双扫描器系统相同，这种双轴扫描器会由于在沿着较快扫描轴的扫描期间沿着较慢扫描轴的移动而发生类似的光栅收缩问题。也可以采用其他扫描方案，例如，声光扫描器、电光扫描器、旋转多边形、或者某种可提供扫描功能的扫描方案的组合。这些方案中的某些方案可以无需收缩校正。

返回到图 6、图 8 和图 9，光纤 50 输出根据来自驱动电子装置 218 的图像信号调制的光束 80。同时，驱动电子装置 218 激活线圈 206、208、224、226 以使镜 202、222 振荡。已调制光束照射到(水平扫描器 56 的)水平的振荡镜 202 上，并且水平偏转与镜 202 的瞬时角度对应的角度。然后，偏转的光束照射到(垂直扫描器 58 的)垂直镜 222 上，并且按照与垂直镜 222 的瞬时角度对应的垂直角度进行偏转。在由光束扩展器 62 扩展之后，光束 52 经过透镜 84 到达眼睛。而且正如以下所述，光束调制与水平扫描和垂直扫描同步，使得在镜的每个位置，光束颜色和强度与期望的虚拟图像对应。因此，各光束把一部分虚拟图像直接“绘制”在用户视网膜上。

本领域技术人员应该认识到，为了清楚说明，扫描组件 82 的若干部件已从图 9 中省略。例如，水平和垂直扫描器 201、220 通常安装到框架上。此外，透镜和用于对光束 80 进行收集、成形、旋转、聚焦或准直的其他光学部件已被省略。而且，在扫描器 201、220 之间未示出任何中继光学器件，尽管这些中继光学器件在某些实施例中是合乎需要的。并且，扫描器 201 通常包括一个或多个旋转镜，该旋转镜引导光束使得光束多次照射到各镜上，以增加扫描的角范围。此外，在某些实施例中，扫描器 201、220 被定向成使光束可在没有旋转镜的情况

下多次照射到扫描镜上。

参考图 10 和图 11, 现将对多个光束 80 的作用进行说明。在图 10 中可以看出, 两个光纤 50 发射各自光束 80。GRIN 透镜 86 收集光束 80 并使之聚焦, 使得光束 80 成为照射到公用扫描镜 1090 上的会聚光束 80A、80B。

为了清楚说明, 图 10 的实施例减少了镜 84, 该镜 84 在某些应用中是合乎需要的。而且, 图 10 的实施例包括进行双轴扫描的单个镜 1090, 而不包括图 9 的双镜结构。以下将参照图 11、图 17A-B 和图 21, 对这种双轴结构进行更详细的说明。本领域技术人员应该认识到, 也可使用双镜系统, 尽管这种系统通常将涉及到更复杂的一组光线轨迹以及对不同光路径长度的更复杂的补偿。

而且, 在许多应用中, 尽管图 10 的光纤 50 和透镜 84 显示成与扫描镜 1090 一起设置在公用平面中, 然而在图 11 中可以看出, 把光纤 50 和透镜 84 设置在轴外会是合乎需要的。并且, 与在图 11 一样, 如果使用四光纤/透镜对, 则分光器或其他光学元件可允许把光纤/透镜对设置在使它们不会阻挡来自于其他光纤/透镜对的光束 80A-D 的位置。或者, 诸如小旋转镜那样的其他方案可允许把光纤/透镜对重新设置在非阻挡位置, 而对图像质量几乎没有影响。以下将参照图 11 和图 38-40, 对此类方案进行更详细说明。

在射出透镜 86 之后, 第一光束 80A 照射到扫描镜 1090 上并且反射到图像区域 1094。第二光束 80B 也通过扫描镜 1090 反射到图像区域 1094。如图 10 的光线轨迹所示, 在图像区域 1094 中的光束 80A-B 的水平位置将是水平扫描器 56 的偏转角以及透镜 86 和光纤 50 的位置和方向的函数。

在图像区域 1092, 第一光束 80A 照射图像区域 1094 的第一区域

1092, 并且第二光束 80B 照射第二区域 1096, 该第二区域 1096 与第一区域 1092 基本不重叠。为了在两个区域 1092、1096 之间实现顺利过渡, 该两个区域 1092、1096 在小重叠区域 1098 中略微重叠。因此, 尽管这两个区域基本不同, 然而对应的图像部分可以在边缘略微“混合”, 以下将参照图 12 和图 13 对此进行说明。

虽然在图 10 中仅可看到两个光束 80A-B, 但是可使用两个以上的光纤/透镜对, 并且这些光纤/透镜对无需共面。例如, 在图 11 中可以看出, 四个单独的透镜 86 把四个单独光束 80A-D 从四个空间分离的位置发送到镜 1090。如图 12 所示, 镜 1090 把四个光束 80A-D 中的各光束反射到图像区域 1094 的各自空间不同的区域 1202A-D。

因此, 四个光束 80A-D 各自均照射四个单独的“平铺图像” 1202A-D, 该“平铺图像” 1202A-D 一起形成整个图像。本领域技术人员应该认识到, 四个以上的平铺图像可以形成图像。例如, 添加第三组光纤/透镜对会生成 2×3 的平铺图像或者 3×2 的平铺图像。

为了生成实际图像, 随着镜 1090 通过诸如光栅图形那样的周期性图形进行扫描, 可使用图像信息对光束 80A-D 中的各光束的强度和颜色成分进行调制。图 13 示意性示出了一个实施例, 在该实施例中, 可响应于图像信号 V_{IM} 来调制光束 80A-D, 以生成四个平铺图像 1202A-D。

图像信号 V_{IM} 驱动 A/D 转换器 1302, 该 A/D 转换器 1302 生成对应的数据来驱动解复用器 1304。响应于该数据和来自控制器 74(图 6) 的时钟信号 CK, 解复用器 1304 生成四个输出数据流, 其中, 各数据流均包括与各自平铺图像 1202A-D 对应的数据。例如, 解复用器 1304 把与图像的第一行的上半时对应的数据输出到第一缓冲器 1306A, 并把与第一行的下半时对应的数据输出到第二缓冲器 1306B。然后, 解复用器 1304 把与图像的第二行对应的数据输出到前两个缓冲器 1306A、

B 的第二行。在前两个缓冲器 1306A、B 包含表示图像上半部的数据之后，解复用器 1304 便开始填充第三和第四缓冲器 1306C、D。一旦所有缓冲器 1306A-D 都已满，则输出时钟 CKOUT 就同时从所有缓冲器 1306A-D 到各自 D/A 转换器 1308A-D 对数据进行计时。然后，D/A 转换器 1308A-D 驱动各自光源 78 以生成光，该光被扫描到上述各自区域 2102A-D。像素输出的实际定时由输出时钟 CKOUT 来控制，以下将参照图 28-31 对此进行说明。

本领域技术人员应该认识到，尽管图 13 的系统是针对四个单独区域 1201A-D 而说明的，然而可以使用数量更多或更少的区域。而且，如果期望区域 1202A-D 的某种重叠，则可把公用数据存储在在一个以上的缓冲器 1202A-D 内。由于公用数据集将在重叠区域中复制某些像素，因而可依比例确定该数据，以便把强度限制到期望的水平。

现将参照图 14 和图 15，对一种用于提高图像质量的方案进行说明，该方案在使图像部分 1202A-D 相互“匹配”方面是有用的。由于光束 80A-D 的角度是由垂直和水平扫描器(用于单轴双扫描器系统)的角度或者单个镜(用于双轴扫描器)的水平和垂直角度来确定的，因而在任何时刻的光束 80A-D 的实际矢量角度便可由矢量加法来确定。在大多数情况下，如图 14 中的虚线所示，扫描图形的期望的垂直部分将是“阶梯”扫描图形。

如果旋转镜 100(图 8)被禁用，则由光线跟踪的图形将与以上参照图 3-5 所述的图形相同。如图 14 中的实线所示，用实线所示的图形的实际垂直扫描部分将是近似斜坡，而不是期望阶梯图形。

一种用于提供阶梯图形的方案将是使用阶梯电压来驱动垂直扫描器 58。然而，由于垂直镜是一种物理系统，并且阶梯涉及到不连续运动，因而垂直镜将不会准确地跟随驱动信号。而是，随着垂直镜试图跟随阶梯图形，垂直镜将会以最大速度移动，而该最大速度在很大程

度上是由垂直镜的大小和重量、镜支撑结构的材料特性、驱动信号的峰值电压或电流，以及驱动电路的电气特性来表示的。对于典型的垂直扫描镜大小、构成、扫描角度和驱动电压来说，垂直扫描器 58 被限制在大约 100-3000Hz 的频率范围内。期望的扫描图形具有远远超过该范围的频率分量。因此，使用阶梯驱动信号来驱动垂直扫描器 58 可生成垂直扫描图形，该垂直扫描图形与期望图形有显著偏差。

为了减少该问题，图 8 的扫描组件 82 把垂直扫描函数分成两部分。总垂直扫描便是在约 60Hz 时的大振幅斜坡函数和两倍水平速度(例如，约 30kHz)时的小振幅校正函数的组合。垂直扫描器 58 可生成大振幅斜坡函数，这是因为 60Hz 频率远远小于典型扫描镜的频率上限。校正镜 100 替代旋转镜 100 并提供小振幅校正。校正镜 100 采用比垂直扫描器高得多的频率操作；然而，校正镜 100 的整个角摆幅非常小。

从图 15 的信号定时图可以看出，校正镜 100 在水平扫描器从视野的一个边缘到对置一边(即：在图 15 中从时间 t_1 到 t_2)进行扫描的时间期间，从近似其最大负角行进到其最大正角。如图 14 和图 15 所示，整个校正角是由垂直扫描镜在单个水平扫描期间的向下行程量来定义的。对于显示器的各种配置来说，校正角将是不同的；然而，校正角可容易计算。

例如，对于各图像区域 1202A-D 具有 1280 根垂直线和 10 度的总机械垂直扫描角的显示器来说，各线的角扫描范围约为 0.008 度 ($10/1280=0.0078125$)。假定垂直扫描器 58 在水平扫描期间行进该全距离，将由校正镜 100 提供的误差校正约为加或减 0.0039 度。因此，角校正近似为 θ/N ，其中， θ 是垂直扫描角， N 是水平线数量。该数量可以在某些实施例中进行修改。例如，如果水平扫描器 56 是共振扫描器，则校正角可以略微不同，这是因为随着扫描到达视野的边缘，水平扫描器 56 将使用一部分扫描时间来停止和开始在反向的行进。也可修改校正角，以便对光学元件中的象差或者光程长度差进行校正。并且，

如果仅在水平扫描器周期的一半中(“单向扫描”)提供数据,则校正扫描器 100 的频率可以减少一半,尽管光栅收缩通常在单向的扫描方案中不成为问题。

从图 14 和图 15 的定时图中可以看出,校正镜 100 将使用水平扫描器 56 的频率两倍的频率把光束垂直平移约一行宽度的一半。对于使用双向扫描(即:在水平扫描器 56 的正向和反向扫描时的数据输出)并按照超级视频图形阵列 SVGA 图像质量的典型显示器来说,水平扫描器 56 将在大约 15kHz 的频率发生共振。这样,对于典型显示器来说,校正扫描器 100 将在大约 30kHz 的频率上旋转约一度的十分之一。本领域技术人员应该认识到,随着显示器分辨率的增加,水平扫描器 56 的扫描速度也增加。校正镜 100 的扫描速度将相应增加;但是旋转角将减少。例如,对于具有 2560 线和 10 度总扫描的显示器来说,校正镜 100 的扫描速度将约为 60kHz,旋转角约为 0.002 度。本领域技术人员应该认识到,为了获得更高分辨率,在光点大小受到衍射限制的场合,最小校正镜大小通常将增加。

图 16 示出了在某些实施例中适合于校正镜 100 的压电扫描器 110。该扫描器 110 是由平台 112 形成的,该平台 112 承载一对彼此隔开的压电激励器 114、116。校正镜 100 是一种金属化大体平面硅衬底,该衬底在激励器 114、116 之间延伸。压电激励器 114、116 的对置两侧包有导电涂层,并与驱动放大器 120 耦合,使得激励器 114、116 两端之间的电压是反向的。正如大家所知,压电材料在有电场的情况下会发生变形。因此,当驱动放大器 120 输出电压时,激励器 114、116 在相反的两个方向把力施加给校正镜 100,从而使校正镜 100 旋转。本领域技术人员应该认识到,尽管压电激励器 114、116 是作为具有单组电极和单层压电材料而提供的,然而激励器 114、116 通常将由多层形成。这种结构在市场上可买到的压电装置中使用,会产生较大变形。

诸如传统的斜坡生成器电路那样的简单信号生成器电路 122 响应

于水平扫描器 56 的检测位置为驱动放大器 120 提供驱动信号。到电路 122 的主要输入是来自与水平扫描器 56 耦合的传感器的传感信号。该传感信号可采用各种方案来获得。例如，正如在 Neukermanns 等人发表的题目为“具有整体扭转式传感器的微机电铰链”的第 5,648,618 号美国专利中所述，MEM 扫描器的扭转运动可生成与扫描镜的位置对应的电输出，该专利在本文中引用以供参考。或者，正如在 Melville 发表的题目为“机械共振扫描器镜的位置检测”的第 5,694,237 号美国专利中所述，镜的位置可以通过把压电传感器安装到扫描器上来获得，该专利在本文中引用以供参考。在其他替代例中，光束的位置可通过对水平或垂直扫描镜的位置进行光监测或电气监测，或者通过对在镜驱动线圈中感应的电流进行监测来确定。

当传感信号表示水平扫描器 56 位于视野的边缘时，电路 122 生成斜坡信号，该斜坡信号在其负最大值开始，并当水平扫描器到达视野中间时到达其零交叉点。然后，当水平扫描到达视野的对置边缘时，斜坡信号达到其最大值。在当水平扫描慢慢停止并开始返回扫描时的间隔期间，斜坡信号返回到其负最大值。由于电路 122 可使用传感信号作为斜坡信号的基本时钟信号，因而斜坡信号的定时与扫描的水平位置自然同步。然而，本领域技术人员应该认识到，对于某些实施例来说，与传感信号有关的斜坡信号的受控相移可以优化性能。如果校正镜 100 被共振扫描，则正如以下参照图 18 所述，斜坡信号可由正弦信号替代，该正弦信号只需通过对传感信号进行倍频、放大和相移就可获得。

由校正镜 100 感应的光束 80A-D 的垂直运动可抵消由垂直扫描器 58 引起的光束 80A-D 的运动，使得光束 80A-D 在水平扫描期间沿着垂直轴保持不动。在水平扫描在视野外的期间中，光束 80A-D 响应于校正镜 100 垂直行进到下一水平扫描的标称位置。

从以上说明可以看出，压电驱动校正镜 100 的增加可利用斜坡式

运动来明显减少光栅收缩。然而，在某些应用中，利用斜坡式运动是不合乎需要的。图 17A 和图 17B 示出了可用于校正镜 100 的扫描器 130 的一个替代实施例。

扫描器 130 是共振微机电(MEM)扫描器，其制造与 Neukermanns 的 790 专利中所述的单轴实施例类似。可选择的，扫描器 130 可以是机械共振扫描器，其与图 9 的水平扫描器 54 非常类似；然而，在这种扫描器中，优选的是，板和镜的尺寸和材料特性是为在约 30kHz 的频率时生成共振而选择的，该频率是水平扫描器 200 的共振频率的两倍。此外，材料和安装优选被选择成使扫描器 130 的 Q 值比水平扫描器 56 的 Q 值低。较低的 Q 值允许扫描器 130 在更广的频率范围内操作，以便使扫描器 130 调谐到水平扫描频率的整倍数。

使用共振扫描器 130 可减少用于驱动扫描器 130 的电子部件的复杂性，且相对于前述方案可提高扫描效率。共振扫描器往往会具有正弦运动，而不是上述的期望的斜坡式运动。然而，如果合适选择正弦运动的频率、相位和振幅，则校正镜 100 可显著减少收缩误差。例如，图 18 示出了使用校正镜的正弦运动对光栅信号进行校正，其中，水平视野包含 90%的总水平扫描角。本领域技术人员应该认识到，如果视野占总水平扫描角的百分率较小，则可进一步减少光束的位置误差。此外，通过在光束路径中加设第二校正镜，可实现扫描误差的进一步减少，尽管与成本对照改进有限，因而这一般是不合乎需要的。另一种减少误差的方案是把一个或多个高次谐波附加给扫描器驱动信号，使得共振校正扫描器 130 的扫描图形从更接近锯齿波的正弦扫描偏移。

图 19 示出了误差减少的扫描器的另一替代实施例，其中，通过把垂直分量附加给水平镜 141 来实现扫描校正。在本实施例中，水平扫描器 140 是 MEM 扫描器，该扫描器具有静电驱动以使扫描镜旋转。水平扫描器 140 包括一排可以形成小主体 (masses) 145 的位置 143。主体 145 可以涂敷金属或者采用诸如光刻技术那样的常规方式形成的其

他材料。将主体 145 中的所选主体移去，以便围绕镜 141 的中心线 147 形成非对称分布。主体 145 通过围绕与一轴的主轴正交的轴旋转来提供一个分量，用于沿着垂直轴扫描校正。在图 20 中可以看出，垂直扫描频率是水平扫描频率的两倍，因而生成图 20 的利萨如(Lissajous)或“蝴蝶结”总扫描图形。主体 145 可以有效地改变(例如，通过激光烧蚀)，以便调谐垂直分量的共振频率。本实施例允许在没有附加镜的情况下进行校正，但通常需要使振动和水平扫描器的共振频率匹配。

为了使水平扫描器 56 和校正扫描器 100 的相对共振频率保持匹配，可以对扫描器 56、100 中的任何一方或双方的共振频率进行有效调谐。以下参照图 33-36，对各种频率控制技术进行说明。如果扫描器 56、100 的 Q 值特别低，或者如果扫描器 56、100 不是共振扫描器，则只需改变驱动频率就可以充分使扫描频率偏移，以保持同步。

如图 21 所示，根据本发明的扫描器 150 的另一实施例采用与校正扫描器 154 一起的作为主要扫描部件的双轴扫描器 152。双轴扫描器 152 是单镜装置，该装置围绕两个正交轴发生振荡。有关这种扫描器的设计、制造和操作的说明，例如参见 Neukermanns 的 790 号专利，Asada 等人在 IEEE 电磁学学报中发表的“硅微型机电二维电光扫描器”，Vol.30, No.6, 4647-4649, 1994 年 11 月，以及 Kiang 等人在 SPIE 的“使用微型光学器件和微型机 II 的小型化系统”学报中发表的“用于光扫描的微型机电微型扫描器”，Vol.3008, 1997 年 2 月，pp.82-90，这些文献均在本文中引用以供参考。正如在 Neukermann 的 618 号专利中所述，双轴扫描器 152 包括整体传感器 156，该整体传感器 156 把镜位置的电反馈提供给终端 158。

校正扫描器 154 优选的是 MEM 扫描器，例如以上参照图 17A-B 所述的 MEM 扫描器，尽管诸如压电扫描器那样的其他类型的扫描器也可以在本发明的范围内。如上所述，校正扫描器 154 可采用正弦方式扫描，以消除扫描误差的显著部分；或者校正镜可在斜坡图形中扫描，

用于进行更精确的误差校正。

如上所述，来自光源 78 的光照射到校正镜 154 上并按照校正角进行偏转。然后，如以上参照图 3-5 所述，该光照射到双轴扫描器 152 上，并进行水平和垂直扫描以近似于光栅图形。

图 22 所示的根据本发明的显示器的另一实施例通过使输入光束侧向相对于光学系统 500 的输入发生物理偏移来消除校正镜 100。在图 22 的实施例中，设置在框架 504 和输入光纤 506 之间的压电驱动器 502 采用水平扫描频率两倍的频率接收驱动电压。响应于驱动电压，压电驱动器 502 发生变形。由于光纤 506 与压电驱动器 502 接合，因而压电驱动器 502 的变形产生由箭头 508 所示的光纤 506 和遮盖光纤 510 的对应偏移。本领域技术人员应该认识到，根据光学系统 500 的特性，压电驱动器 502 可以产生光纤 506 的侧向平移或者光纤 506 输出的角偏移。然后，与在上述实施例中一样，光学系统 500 把光纤输出的运动转换为感知像素位置的运动。虽然图 22 的实施例使光纤平移，但是本发明不限于此。例如，某些应用可以包含诸如 LED 或激光二极管那样的其他光源的平移，可以使透镜 50 的位置平移，或者可以使诸如双轴 MEM 扫描器那样的整个扫描器平移或旋转。

尽管图 22 的实施例通过使输入光纤的位置偏移来使输入光束偏移，然而使输入光束偏移的其他方法可以在本发明的范围内。例如，如图 23 所示，电光晶体 300 响应于电信号使输入光束 83 偏移。在本实施例中，光束 83 进入梯形形状的电光晶体 300 的第一表面 302，其中，折射使传播方向产生偏移。当光束 83 通过第二表面 304 射出时，折射又使传播方向产生偏移。在各表面，传播方向的变化量将取决于空气和晶体 300 之间的折射率差。

大家知道，电光晶体的折射率取决于通过晶体的电场。通过一对电极 306 在晶体 300 的两端之间施加的电压可控制晶体 300 的折射率。

因此，该施加电压可控制晶体 300 的折射率。因此，如虚线 83a 所示，随着光束 83 进入和射出晶体 300，该施加电压可控制光束 83 的角偏移。偏移量将与施加的电压对应。因此，通过对施加给电极 306 的电压进行控制，可控制偏移量。这样，晶体 300 可提供电压控制的光束偏移器，该光束偏移器可抵消光栅收缩。

尽管本文中所述的实施例是显示器，然而其他装置或方法也可在本发明的范围内。例如，如图 24 所示，成像器 600 包括双轴扫描器 602 和校正扫描器 604，这两种扫描器与图 21 的扫描器 152、154 非常类似。成像器 600 是一种图像收集装置，该装置可以是数字照相机、条形码阅读器、二维符号阅读器、文件扫描器、或者其他图像采集装置的输入元件。为了允许成像器 600 有效收集光，成像器 600 包括收集光学器件 606，该收集光学器件 606 把来自成像器 600 外部的目标对象 608 的光收集和发送到校正扫描器 604 上。收集光学器件 606 被构成为具有适合于具体应用的视野深度、焦距、视野和其他光学特性。例如，如果成像器 600 是二维符号阅读器，则收集光学器件 606 可以针对红光或红外光而优化，并且焦距可以约为 10-50cm 的等级。为了以较大距离阅读符号，聚焦光学器件可以具有较长聚焦距离或者可以具有变焦。光学器件可以沿着光学路径设置在其他位置，以便能使用更小、更便宜的部件。

校正扫描器 604 重新引导从以上针对显示器实施例所述的收集光学器件 606 接收到的光，以使得收集的光在到达双轴扫描器 602 之前具有校正分量。双轴扫描器 602 通过一般光栅图形进行扫描，以便从一系列角收集到达收集光学器件 606 的光，并把该光重新引导到一组静止光检测器 610 上，使得它使图像区域的各自“平铺图像”成像，各光检测器 610 均设置在各自位置和方向。

因此，双轴扫描器 602 的运动把目标对象 608 的成像连续点平移到光检测器 610 上。光检测器 610 把来自扫描器 602 的光能变换为由

解码电子装置 612 接收的电信号。如果成像器 600 是符号化的阅读器, 则解码电子装置 612 可以包括符号解码和存储电路以及使来自存储文件的图像汇编的其他电子装置。如果成像器是照相机的一部分, 则解码电子装置 612 可以包括: 数字模拟变换器, 用于存储被扫描平铺图像的数值表示的存储装置和相关电子装置, 以及用于使来自存储文件的图像汇编的其他电子装置。本领域技术人员应该认识到, 尽管校正扫描器 604 设置在双轴扫描器 602 的前面, 然而在某些应用中把校正扫描器 604 设置在双轴扫描器 602 的后面。

图 24 所示的成像器 600 的另一特点是一组照射光源 614, 该组照射光源 614 提供照射目标对象上的各自位置的光。照射光源 614 优选地具有不同波长以便于光束区分, 尽管在某些应用中可以使用公用波长装置。在多波长结构的例子中, 如果成像器 600 是符号阅读器, 则照射光源 614 可以包括红外光或红光发射器, 该发射器把光束发射到分光器 616 内。分光器 616 引导照射光束进入双轴扫描器 602, 其中, 照射光被重新引导到校正扫描器 604。由于照射光束与来自目标对象 608 的光的光路径共线, 因而照射光束照射到在由光检测器 610 成像的相同位置的目标对象 608 上。照射光束由目标对象 608 在与目标对象 608 的各自区域的反射率对应的图形中进行反射。反射的照射光行进到光检测器 610, 以便使只能由光检测器 610 使用的各自区域的光成像, 从而使目标对象 608 的各自区域成像。为了获得较高分辨率, 可以通过各种公知的光学技术, 把由光源 614 照射或由光检测器 610 成像的区域做得较小, 本领域技术人员应该认识到, 尽管图 24 示出了设置在水平扫描器 602 之后的校正扫描器 604, 然而优选的是经常将校正扫描器 604 设置在分光器 616 和水平扫描器 602 之间。这样允许把校正扫描器 604 的镜做得较小。

可选的是, 光检测器 610 可以安装在扫描器 602、604 的外部, 并可以定向成用于直接从它们的各自平铺图像捕获光。由于各光检测器 610 在波长上与其各自光源匹配, 并且由于光检测器 610 与空间不同的

区域对准，因而可对来自各自平铺图像的信号之间的色度亮度干扰进行充分抑制。

在图 24 的成像器 600 的一个应用中，一个或多个照射光源 614 包括可视的直接调制光源，例如，红色激光二极管或者可视波长发光二极管(LED)。如图 25 所示，这样，可视照射光源 614 可为用户生成可视图象。在图 25 的示范性实施例中，成像器可用作为符号扫描器，以识别在目标对象 608 上的符号中包含的信息。一旦解码电子装置 612 识别出要观察的期望图像，例如物品价格和身份，则解码电子装置 612 就调制照射光源 614 的驱动电流，以便根据期望的图像对发射光的强度进行调制。当用户把成像器 600 指向屏幕 619(或者目标对象)时，照射光被扫描到上述屏幕 619 上。由于照射光是根据期望的图像来调制的，因而从屏幕 619 反射的可视光根据期望图像被空间调制。因此，成像器 600 除了采集图像数据以外还用作图像投影器。除了调制二极管以生成图像以外，或者作为其一种替代方法，与目标对象 608 的各区域对应的二极管也可以输出连续或脉冲光束，该光束填充成像器 600 的整个视野。因此，成像器 600 提供一种观察者 (spotter) 框架 618，该观察者框架 618 把视野指示给用户。同样，可修改照射光源 614，以显示视野的轮廓或者生成视野的其他标记，例如交叉影线或基准标记，以协助用户使成像器 600 与目标对象 608 对准。

除了补偿光栅收缩以外，图 28 所示的扫描系统的一个实施例还可处理共振和其他非线性扫描系统的非线性的影响。本领域技术人员应该认识到，如以上图 10 所示，尽管该校正是针对单光源或单检测器系统来说明的，然而本文中所述方案也适用于使用一个以上光源的系统。例如，在一种应用中，以下参照图 28 所述的校正的输出时钟信号驱动所有缓冲器 1306A-D(图 13)，以便并行地从缓冲器 1306A-D 输出数据。

如图 26 中的虚线所示，输入数据的定时是以线性扫描速度为前提的。也就是说，对于一行中的等间隔的后续位置来说，数据按照恒定的

间隔到达。然而，如图 26 中的实线所示，共振扫描器具有以正弦方式变化的扫描速度。对于在时间 t_0 开始的行开始(注意，正如以上参照图 26 所述，用于正弦扫描的实际扫描开始将很有可能略微延迟)，正弦扫描最初滞后于线性扫描。这样，用于位置 P_1 的图像数据在时间 t_{1A} 到达，则正弦扫描将把像素设置在位置 P_2 。

为了正确设置像素，图 28 的系统使图像数据延迟直到时间 t_{1B} ，现将对此进行说明。如图 28 所示，到达图像数据 V_{IM} 由计数器电路 2202 响应于图像数据信号的水平同步分量计时到行或帧缓冲器 2200 内。计数器电路 2202 是一种常规类型电路，并提供具有等间隔脉冲的输入时钟信号，以便计时到缓冲器 2200 内的数据。在图 13 的多光源系统中，四个缓冲器 1306A-D 和解复用器 1304 替代帧缓冲器，并且成像数据通过解复用器 1304 被顺次计时到四个缓冲器 1306A-D 内，而不是计时到单个帧缓冲器或行缓冲器内。

反馈电路 2204 对来自缓冲器 2200(或者图 13 的缓冲器 1306A-D)的输出的定时进行控制。反馈电路 2204 接收来自扫描组件 82 的正弦或其他传感信号，并使用高速秒计数器 2206 来划分传感信号的周期。逻辑电路 2208 响应于计数器输出来生成输出时钟信号。

然而，与输入时钟信号不同，输出时钟信号的脉冲不是等间隔的。而是，通过把图 26 的线性信号的定时与正弦信号进行比较来分析确定脉冲定时。例如，对于要设置在位置 P_1 的像素来说，逻辑电路 2208 在时间 t_{1B} 而不是在时间 t_{1A} 提供输出脉冲，这和线性的扫描速度的情况一样。

逻辑电路 2208 通过访问存储器 2210 中的查阅表来识别与像素位置对应的计数。通过把扫描系统周期划分为多个计数并识别与合适的像素位置对应的计数来定义查阅表 2210 中的数据。图 27 以图形方式示出针对 35 个像素行的该评估。本领域技术人员应该认识到，该例是

为了清楚说明而简化的。一个典型行可以包括数百或者甚至数千像素。可以看出，这些像素在视野边缘将不合乎需要的间隔靠近，并且在视野中心的远离间隔也不合乎需要。因此，图像将在视野边缘附近被压缩，并且在中间附近被扩展，因而形成失真图像。

如上行所示，对于在时间方面等间隔的像素计数来说，像素位置以非线性方式变化。因此，由上行所示的各像素的期望位置实际上与非线性间隔的计数对应。例如，上行和下行中的第一像素在零计数时到达，并且应设置在零计数位置。第二像素在 100 计数时到达，但是应设置在 540 计数位置。同样，第三像素在计数 200 时到达并在计数 720 时被输出。本领域技术人员应该认识到，该数字仅表示实际计算和定时。例如，某些输出计数将比其对应的输入计数高，并且某些计数将较低。当然，实际上，像素在它的对应数据到达之前将不会被输出。为了满足该条件，图 28 的系统实际上采用与同步存储器装置类似的方式向数据输出施加等待时间。对于图 27 的例子来说，单行等待时间(3400 计数等待时间)将是充分的。使用这种等待时间，第一输出像素将在计数 3400 时出现，并且第二输出像素将在计数 3940 时出现。

图 29 示出了一种用于把像素设置在期望的位置的替代方案。本实施例从图形生成器而不是计数器中生成校正时钟，以便对输出数据的计时进行控制。同步信号剥离器 2500 把水平同步信号与到达图像信号 V_{IM} 剥离。响应于同步信号，锁相环 2502 生成被锁定到同步信号上的一系列时钟脉冲。由时钟脉冲驱动的 A/D 变换器 2504 对图像信号的视频部分进行抽样，以生成抽样的输入数据。抽样速度将取决于系统的所需分辨率。在优选实施例中，抽样速度近似为 40MHz。可编程门阵列 2506 对来自 A/D 变换器 2504 的数据进行调节，以生成一组图像数据，该组图像数据被存储在缓冲器 2508 内。本领域技术人员应该认识到，对于各水平同步信号来说，缓冲器将接收一行图像数据。对于 1480×1024 像素显示器来说，该系统将在视频信号的单个周期期间，对 1480 组图像数据进行抽样并存储该 1480 组图像数据。

一旦各行数据被存储在缓冲器 2508 内，该缓冲器就被计时，以便把数据输出到随机存储存储器-数字模拟转换器 RAMDAC 2509，该 RAMDAC 2509 包括伽马校正存储器 2510，该伽马校正存储器 2510 包含校正数据。使用缓冲器数据来生成寻址数据，以便从伽马校正存储器 2510 中检索校正的数据，而不是使用缓冲器数据作为提供给伽马校正存储器 2510 的数据输入。例如，一组与所选图像强度 I1 对应的图像数据对伽马校正存储器 2510 中的对应位置进行识别。伽马校正存储器 2510 输出一组将在用户眼睛处生成合适光强度的校正数据，而不是输出实际图像数据。该校正数据是根据经验，通过对整个扫描系统进行表征而分析确定的，其包括：各种部件的发送率，强度与光源的当前响应的关系曲线，部件的衍射和孔径效应以及各种其他系统特性。

在根据本发明的图 30 所示的一个实施例中，还可以针对光源的温度与强度的关系或寿命与强度的关系变化，对数据进行校正。当垂直和水平位置在用户视野以外时，基准数据驱动光源。例如，在水平扫描的边缘，按照预定光强度来设定基准数据。检测器 2519 对光源 2516 和温度补偿电路 2521 外面的功率进行监测。如果强度高于预定光强度，则增益电路 2523 按照小于 1 的校正系数对来自 RAMDAC 2506 的信号进行改变。如果强度高于预定光强度，则校正系数大于 1。虽然本文中所述的实施例去除一部分未调制光束或者在扫描周期的非显示部分期间对光束进行抽样，但是本发明不限于此。例如，可在扫描周期的显示部分期间或者连续地去除一部分已调制光束。然后，对该去除部分的已调制光束的强度进行换算，并把该强度与输入视频信号进行比较，以确定显示光的相对强度与显示光的期望水平的偏移，从而监测变化。

除了监测强度以外，该系统还可通过相同校正数据或者通过乘以第二校正系数来补偿图形相关加热。例如，如果显示的图形包括具有高光强度的大区域，则光源温度将会由于高水平激活的扩展周期而增加。由于与图像信号对应的数据被存储在缓冲器内，因而在实际激活光源 2516 之前，该数据可用。因此，该系统可“超前”预测由图形产

生的加热量。例如，如果将针对目标像素前面的 50 个像素使光源高度激活，则该系统可预测近似的图形相关热效应。然后，可根据预测的图形相关加热来计算校正系数。尽管校正在本文中通常是针对强度而进行说明的，然而在许多实施例中的校正可针对红、绿和蓝波长而独立实施，以补偿发射器的不同响应和图形颜色的变化。独立补偿各波长可有助于对由于光发射器的信号与强度响应的不同变化引起的色不平衡进行限制。

返回到图 29，来自伽马校正存储器 2510 的校正的数据输出(可以针对强度变化进行修改)驱动信号成形电路 2514，该信号成形电路 2514 对校正的模拟信号进行放大和处理，以便生成到光源 2516 的输入信号。作为响应，光源 2516 输出根据来自伽马校正存储器 2510 的校正数据调制的光。该调制光进入扫描器 2518，以生成扫描的调制的用于观察的光。

用于驱动缓冲器 2508、校正存储器 2510 和 D/A 变换器 2512 的时钟信号来自校正时钟电路 2520，该校正时钟电路 2520 包括：时钟生成器 2522，图形存储器 2524 以及上升沿检测器 2526。时钟生成器 2522 包括锁相环(PLL)，该锁相环被锁定到来自扫描器 2518 的传感信号上。该 PLL 在约 80MHz 的频率上生成高频时钟信号，该时钟信号被锁定到传感信号上。高频时钟信号根据图形存储器 2524 中的地址顺次地对数据进行计时。

上升沿检测器 2526 响应于从图形存储器 2524 中检索的数据的每个 0-1 转换来输出脉冲。然后，该脉冲形成时钟信号 CKOUT，该时钟信号 CKOUT 驱动缓冲器输出、伽马校正存储器 2510 和 D/A 变换器 2512。

本领域技术人员应该认识到，来自边沿检测器 2526 的脉冲输出的定时将取决于在图形存储器 2524 内存储的数据以及扫描器 2518 的扫

描频率 f_{SCAN} 。图 31 示出了该概念的简化例。本领域技术人员应该认识到，在图 31 中，为了清楚说明，简化了数据结构，并且还省略了寻址和其他电路。

在图 31 的例子中，如果扫描频率 f_{SCAN} 是 20kHz，并且时钟生成器 2522 以扫描频率 f_{SCAN} 4000 倍的频率输出时钟信号，则图形存储器 2524 以 80MHz 的频率被计时。如果寻址存储器单元 2524A 中的所有位都是 0，则对于生成器时钟的 16 次转换，不会发生输出时钟的转换。对单元 2524B 的数据结构来说，对于生成器时钟的 16 次转换，出现输出时钟的一次转换。同样，单元 2524C 在扫描信号的一个周期中提供生成器时钟的两个脉冲，并且单元 2524E 在一个周期中提供生成器时钟的 8 个脉冲。

因此，脉冲的数量和相对定时由在图形存储器 2524 内存储的数据来控制。另一方面，生成器时钟的频率取决于扫描器频率。随着扫描器频率改变，脉冲的定时也将改变，而这将取决于图形存储器中的存储的数据。

图 29 和图 30 的方案不限于正弦速度变化校正。可对时钟图形存储器 2524 进行编程，以处理许多其他种类的非线性影响，例如，光失真，二次谐波，以及电子装置和光源的响应时间特性。

并且，如图 30 所示，通过把位计数器 2530、查阅表 2532 和垂直增量电路 2534 插入在缓冲器 2508 的前面，可容易对图 29 的基本结构进行修改以适应垂直扫描误差或光失真。计数器 2530 响应每个输入时钟脉冲寻址查阅表 2532，以便检索存储的数据的两位。该检索的数据表示是否垂直寻址应该被增加、减少或者不受影响。查询表 2532 中的数据是通过测量扫描系统或者光学器件的光学失真来经验地确定的，或者通过模拟来分析地确定。如果该寻址将被增加或者减少，则增加电路增加或者减少在缓冲器 2508 中的地址，以便将要存储在标称存储

器位置中的数据被实际存储在高于或者低于标称位置的交替的位置中。

在图 32 的简化例中示出了这样一种数据结构的图示。在该例中，第一行数据(0 行)的前三组数据位 3202 被存储在第一排存储器内，第一行的随后三组数据位 3204 被存储在第二排存储器内，以及最后三组数据位被存储在第三排存储器内。本领域技术人员应该认识到，为清楚说明，对该例作了大幅简化。实际实施将包括更多的数据集，并可以利用排的数量递增和递减。

该结果是一行的一部分数据移到新的一行。因此，从图 32 可以看出，在缓冲器 2508 中的所生成的数据映像失真。然而，可选择数据映像的失真以抵消由扫描和光失真引起的图像的垂直失真。结果是总的系统失真得到减少。尽管图 30 的实施例示出了通过对缓冲器 2508 内存储的数据位置进行调整来校正垂直失真，然而也可实施其他进行该校正的方案。例如，可对用于从缓冲器 2508 到 RAMDAC 2509 检索数据的地址进行修改，而不是对存储单元的地址进行调整。

如上所述，在许多应用中，对一个或多个扫描器的扫描频率进行控制是合乎需要的。在非共振或低 Q 值的应用中，只需改变驱动信号的频率就可改变扫描频率。然而，在高 Q 值共振应用中，如果驱动信号不同于扫描器的共振频率，则扫描器的振幅响应会显著减弱。改变驱动信号的振幅会多少有些补偿，但是驱动信号的振幅在许多情况下会高得无法接受。因此，在许多应用中，仅通过对驱动信号频率和/或振幅进行控制来试图控制扫描器频率 f_{SCAN} 是不合乎需要的。

图 33 和图 34 针对 MEM 扫描器 3300 示出了一种用于控制频率 f_{SCAN} 的方案。扫描器 3300 包括四个调谐接头片 3302A-D，其设置在镜本体 3304 的各个角。调谐接头片 3302A-D 是挠性突起，它们与镜本体 3304 形成整体。固定的刚性突起 3305 从与调谐接头片 3302A-D 邻接

的镜本体 3304 突出，从而在两者之间留出小间隙。

调谐接头片 3302A-D 中的每个均承载接地电极 3306，该接地电极 3306 通过导线 3310 与外部电极 3312 耦合，以形成与各自接头片 3302A-D 邻接的电基准平面。刚性突起 3306A-D 中的每个均承载各自热电极 3308，该每个热电极 3308 由各自的外部电极 3316A-D 来控制，这允许对各调谐接头片 3302A-D 及其对应的刚性突起 3306A-D 之间的电压差进行控制。

如图 34 所示，各挠性接头片 3302A-D 的尺寸被确定成使其响应于在接头片 3302A-D 和邻接刚性突起 3306 之间的施加电压差来弯曲。弯曲量将取决于施加的电压，因而允许对调谐接头片的弯曲进行电控制。

本领域技术人员应该认识到，扫描器 3300 的共振频率将随着镜 3304 的质量、用于支撑镜 3304 的扭转臂 3317 的尺寸和机械特性、以及镜 3304(包括其接头片 3302A-D 和刚性突起 3306)各半质量的中心相对于镜 3304 的旋转轴的位置 3318 而变化。使挠性接头片弯曲会使质量中心略微向内从原始位置 3318 转移到新位置 3320。由于质量中心设置成更接近旋转轴，因而扫描频率略微增加。因此增加固定突起 3306 上的电压会增加扫描器 3300 的共振频率。

使用电子控制元件来控制扫描器中的共振不限于控制水平扫描频率。例如，在图 35 的实施例 3500 中，镜本体 3500 具有交叉的梳状驱动器 3502，该驱动器 3502 从本体边缘延伸。梳状驱动致动器是公知结构，有关该结构的说明例如参见 Tang 等人在变换器'89 的第五届固态传感器和致动器以及欧洲传感器 III 国际会议论文中发表的“横向多晶硅共振器的静电梳状驱动器”，Vol.2, pp.328-331, 1990 年 6 月，该文献在本文中引用以供参考。

各自导线 3504 从每个梳状驱动器 3502 延伸，以允许调谐电压 V_{tune1} 、 V_{tune2} 来控制梳状驱动器 3502。众所周知，施加的电压在梳状驱动器 3502 中产生横向力 F_1 、 F_2 。在梳状驱动器 3502 远端的挠性臂 3506 响应于力 F_1 、 F_2 进行弯曲，因而使挠性臂 3506 的质量相对于镜本体的各自半部的质量中心 3508 发生偏移。由于位置偏移与镜本体 3500 的旋转轴平行，因而水平共振频率不会显著偏移。然而，如果电压被设定成使挠性臂受到不同位置偏移，则可使镜本体 3500 略微不平衡。然后，镜本体 3500 将开始近似于图 20 的利萨如(Lissajous)图形。对调谐电压 V_{tune1} 、 V_{tune2} 进行调整可在扫描图形中产生对应调整。如果对挠性部分 3506 的质量以及电压 V_{tune1} 、 V_{tune2} 进行合适选择，则来自不平衡镜本体的振动的共振频率将是水平扫描频率的整倍数，并且利萨如图形将稳定。通过对扫描图形进行监测并对调谐电压 V_{tune1} 、 V_{tune2} 进行相应调整，可使利萨如图形保持稳定。这样，电子控制结构可有助于收缩校正。

图 36 示出了一种用于控制扫描器 3600 的共振频率的替代方案。在本实施例中，扫描器 3600 被包容在具有透明盖 3606 的密封包装 3604 中的平台 3602 上。包装 3604 还包含处于低压力状态的气体，例如氦气和氩气混合气体。扫描器 3600 的共振频率将部分地取决于包装 3602 内的压力和气体的特性，有关该说明参见 Baltes 等人在 IEEE 光谱学报上发表的“小人国中的电子鼻”(The Electronic Nose in Lilliput)，1998 年 9 月，pp.35-39，该文章在本文中引用以供参考。与常规密封包装不同，外壳 3602 包括一对除气球结节 3610，该球结节 3610 隐藏在平台 3602 的下面。

球结节 3610 是由诸如聚合物中的异丙醇那样的除气材料形成的，位于电阻加热器 3611 的顶部。电流使加热器 3611 产生电阻加热，而这又使球结节 3610 除气。电子频率控制器 3614 通过设置在各球结节 3610 的对置两侧的成对电极 3612 施加受控电流来控制除气量。气体浓度的增加会减少扫描器 3600 的共振频率。对于更大的频率变化来说，吸收

性聚合物部分 3618 覆盖扫描器的扭转臂 3620，以“放大”对共振频率的吸收效应。

通常地，上述可变或“有效”的调谐方案对于产生小频率变化是最合乎需要的。例如，这种小频率调整可补偿由于环境影响、老化或者内部热聚集引起的共振频率漂移。为了减少有效调谐方案的难度或者为了整个消除有效调谐，在许多应用中，合乎需要的是对扫描器的共振频率进行“调谐”，以便把扫描器的未补偿共振频率和期望扫描频率之差降至最少。这种频率差会由处理变化、材料特性变化或者若干其他影响来产生。

图 37 示出了一种用于对扫描器的未补偿共振频率进行调谐的方案，其中，扫描器 3700 使用整体调谐接头片 3702A-B、3704A-B、3706A-B、3708A-B、3710 和 3712 来制造的。最初，对扫描器的镜本体 3714 和扭转臂 3716 进行尺寸确定，以生成略微小于期望共振频率的共振频率(装设所有调谐接头片 3702A-B、3704A-B、3706A-B、3708A-B、3710 和 3712)。一旦扫描器 3700 被组装，就可采用各种方式来测定共振频率。例如，可采用上述一种技术来驱动扫描器 3700，并可对镜响应进行光学监测。或者，阻抗与频率的测定也可较快速地提供共振频率。

然后，把确定共振频率与期望共振频率进行比较，以识别期望的频率补偿。根据识别的频率补偿，可例如依靠激光微调或机械力来去除调谐接头片 3702A-B、3704A-B、3706A-B、3708A-B、3710 和 3712 中的某些接头片，以减少镜本体 3714 的质量。众所周知，减少镜本体 3714 的质量(在没有其他变化的情况下)将会增加共振频率。将为识别的频率补偿而去除的接头片的数量和位置可通过建模或经验数据来确定。优选的是，去除的调谐接头片相对于镜本体的各自半部的质量中心并相对于镜本体 3714 的旋转轴而对称设置。为了更容易实现该对称性，把调谐接头片 3702A-B、3704A-B、3706A-B、3708A-B、3710 和

3712 设置在围绕镜本体 3714 的对称位置。例如，调谐接头片 3702A-B 和 3704A-B 形成一组四个接头片，该一组四个接头片通常将作为一组去除。同样，调谐接头片 3710 和 3712 形成一对接头片，该一对接头片通常将作为一对去除。

虽然为了便于说明而把图 37 中的调谐接头片 3702A-B、3704A-B、3706A-B、3708A-B、3710 和 3712 显示成大小相等，但是使这些接头片大小相同并不总是有必要或甚至合乎需要的。在某些应用中，这些接头片可以改变大小，以实现更大的调谐灵活性。

正如以上参照图 12 所述，二维平铺可允许使用一种对扫描器的需求不大且分辨率高的大型显示器。图 38 示出了当四个单独光源 3800、3802、3804、3806 向公用扫描器 3808 供光时会遇到的一个困难。从左下部扫描器 3800 的光线轨踪可以看出，右上部光源 3804 设置在左下部光源 3800 的期望扫描区域 3810 内。在不再进行调整时，右上部光源 3804 将预计遮挡图像的一部分与左下部光源 3800 接触，从而在对应平铺图像中产生未照射区域。

图 39 示出了一种可用于减少光源和光束重叠影响的方案。在本实施例中，光通过单独光纤 3900、3902、3904、3906 到达，并由各自 GRIN 透镜 3908、3910、3912、3914 收集和聚焦到各自旋转镜 3916、3918、3920、3922 上。从图 40 中的两个镜 3916、3922 可以看出，旋转镜 3916、3922 是非常小的镜，这些镜把来自其各自 GRIN 透镜 3908、3914 的光重新指向弯曲的部分反射镜 3924。如上所述，该镜 3924 把入射光返回到中心设置并定期扫描的扫描器 3926。被扫描光通过部分透射镜 3924 行进到可观察图像的图像区域 3928。

在图 40 中可以看出，GRIN 透镜 3908、3914 从各自光纤 3900、3906 收集发散光，并在各自旋转镜 3916、3922 把光束宽度减少到其最小直径。然后，光束 3930 在行进到弯曲镜 3924 时进行扩展。弯曲镜

3924 把扩展光束 3930 变换为基本准直或略微会聚的光束 3932, 该光束 3932 的直径比扫描器 3926 的镜宽度 W 略小。

在图 40 中可以看出, 旋转镜 3916、3918、3920、3922 将在其一部分扫描期间阻挡光与其他旋转镜接触。然而, 由于旋转镜仅阻挡光束的一小部分, 并且由于光束在图像区域 3924 会聚, 因而结果将是对应像素发生略微模糊。在未补偿时, 这会产生与期望像素强度的略微偏离。然而, 以上参照图 29 所述的可编程门阵列 2506 可对强度进行预加权, 以抵消旋转镜 3916、3918、3920、3922 的模糊影响。

为了进一步提高效率, 图 39 和图 40 的显示器还可利用偏振光的特性。在某些应用中, 光纤 3900、3902、3904、3906(或其他光源, 例如激光二极管)发射偏振光。偏振相关反射器 3934, 例如 3M 的双亮度增强薄膜(Dual Brightness Film)覆盖镜的内表面并反射偏振入射光束 3930。随着反射光束 3932 行进到扫描器 3926, 光束 3932 通过四分之一波长片, 该四分之一波长片使偏振光旋转 45 度。然后, 光束 3932 由扫描器 3926 反射, 并再次通过四分之一波长片, 使得偏振光旋转共 90 度并与原始光束 3930 正交。正交的偏振光束有效通过偏振相关反射器 3934, 并行进到图像区域 3928。

图 41 示出了平铺方案的使用如何可在没有校正扫描器的情况下减少光栅收缩。在本实施例中, 来自输入光纤 4102 的已调制光进入由光开关 4108 要求的一对传输光纤 4104、4106 中的一个或另一个。光射出传输光纤 4104、4106, 并照射到公用扫描器 4110 上, 该公用扫描器 4110 把来自第一光纤 4104 的光扫描到图像区域 4114 的第一区域 4112 上, 并把来自第二光纤 4106 的光扫描到图像区域 4114 的第二区域 4116 上。光纤 4104、4106 被定向成使第一和第二区域 4112、4116 在重叠区 4118 中非常略微地重叠。

在扫描器 4110 的前向扫描期间, 电子控制器 4120 激活开关 4108,

使得光通过第二光纤 4106。因此，扫描器 4110 沿着第二区域 4116 中的第一扫描行 4122 重新引导光。在前向扫描结束时，控制器 4120 激活开关 4108，使得光通过第一光纤 4104 并沿着第一区域 4112 中的第一扫描行 4124 被扫描。对于扫描器 4110 的每个随后的扫描来说，控制器 4120 激活该开关，以便在各区域 4112、4116 中生成多组行。如图 41 所示，由于垂直扫描在前向扫描期间继续，因而这些行可以略微倾斜。虽然该倾斜通常不会观察者观察到，但是如果期望，定制光学器件可产生“反”倾斜，该“反”倾斜可抵消扫描倾斜。或者，图像数据可以由以上参照图 29 所述的可编程门阵列 2506 来预失真，以进行补偿。

该结构不限于两个水平平铺图像或单个光发射器。例如，如图 42 所示，来自两个光纤的光被转换到四个光纤内，以生成一个 2×2 平铺图像。

在该方案中，输入光纤 4200 通过一组光开关 4210、4212、4214 与四个光纤 4202、4204、4206、4208 耦合，其中，各光纤均从各自角度向扫描组件 4216 供光。开关控制器 4220 根据扫描方向并根据由注视跟踪器(未示出)提供的用户注视的跟踪位置来激活开关 4210、4212、4214。该注视跟踪器可以是用于确定注视方向的任何公知设备。

例如，当用户查看图像的上半部时，为生成左上平铺图像 4222 中的图像而对准的第一光纤 4206 在正向扫描期间向扫描组件 4216 供光。为生成右上平铺图像 4224 而对准的第二光纤 4208 在反向扫描期间向扫描组件 4216 供光。当用户查看图像的下半部时，为生成左下平铺图像 4226 而对准的第三光纤 4204 在正向扫描期间向扫描组件 4216 供光。为生成右下平铺图像 4228 而对准的第四光纤 4202 在反向扫描期间向扫描组件 4216 供光。虽然光纤 4200、4206、4208、4204 中的每个均用单个光纤来表示，但是在某些应用中，实际上，各光纤 4200、4206、4208、4204 均可以包括多个光纤 4200、4206、4208、4204。在这些应

用中，各光纤 4200、4206、4208、4204 均由多个输入光纤 4200 和对应的多个开关组来供光。这种实施例的有利方面是允许同时写入多行。同时写入多行可针对上述单行写入方案减少水平扫描器的频率，因而减少扫描困难。而且，同时从多个光发射器供光可减少各光源针对给定显示亮度所需的光能量，并可减少光束的调制频率。这可减少光源的性能要求，从而降低整个显示器的成本和复杂性。

虽然图 41 和图 42 的实施例在本文中是使用光纤和光开关进行说明的，但是在某些应用中，诸如激光二极管、LED、微型激光器、或者气体激光器那样的分立光源可以替代各光纤。在这些应用中，电开关(例如，晶体管)可对到每个光源的驱动电流进行选择控制，或者对与各自光源对准的外部调制器进行控制，以便对在镜的正向和反向扫描期间的供光进行控制。

尽管本发明在本文中是通过示范性实施例进行说明的，然而可以在不背离本发明的精神和范围的情况下对本文中所述的结构和方法进行改变。例如，也可以改变各种部件的定位。在重新定位的例子中，校正扫描器可设置在其他扫描器前或后的光路径中。而且，在许多应用中可以附加或省略出射光瞳扩展器。在这些实施例中，可以附加常规眼睛跟踪，以便于使被扫描光束与眼睛容易耦合。并且，除了被扫描视网膜显示器以外，扫描系统还可用于投影显示器、光存储器和各种其他被扫描光束应用。并且，诸如可编程延迟装置那样的各种其他定时控制机构可以用于补偿扫描器的可变速度，取代以上参照图 24-31 所述的方案。此外，在某些应用中，为便于定位或由于其他原因而使用多个扫描器可以是合乎需要的，其中，各扫描器均可以由一个或多个光束供光。在这种结构中，各扫描器及其对应光源可生成各自平铺图像集。然后，通过把来自各扫描器的平铺图像集进行组合，要么采用邻接定位，要么采用重叠来形成整个图像。尽管重叠一般只有在各扫描器用于各自波长时才是优选的，然而在某些应用中，重叠可以用于隔行扫描或者其他图像组合方案。

在另一种用于定时和失真校正的替代方案中，存储器映像可以是未失真的，并且可以按照恒定速度来寻址。为了补偿扫描器的非线性，各单元的数据是从检索的图像数据中获得的，并且以固定增量被输出。参照图 27，例如，数据将在时间 1500 被输出，尽管该时间不直接与像素时间对应。为了进行补偿，缓冲器 2508 在该行的第 10 和第 11 单元被寻址。然后，输出数据是来自第 10 和第 11 单元的数据的加权平均。因此，以恒定速度对缓冲器 2508 进行计时，并且以恒定速度来输出像素。此外，通过认真控制寻址电路并进行加权求平均，可对输出数据以正弦方式进行校正。而且，尽管本文中所述的光发射器和光源利用带有或不带光纤的激光二极管或 LED，然而，诸如微型激光器、气体激光器、或者其他光发射装置那样的各种其他光发射器在某些应用中也是可以合乎需要的。并且，尽管本文中所述的示范性扫描组件利用扭转安装式镜，然而诸如旋转多面体、梳状驱动镜、声光扫描器和其他扫描结构那样的其他扫描组件结构可以在本发明的范围内。而且，虽然光束被显示为在单个扫描器上会聚，但是在某些应用中，针对各光束使用单独扫描器或者使用各自均反射多个光束的多个扫描器可以是合乎需要的。因此，本发明除了受所附权利要求限制以外，不受其他限制。

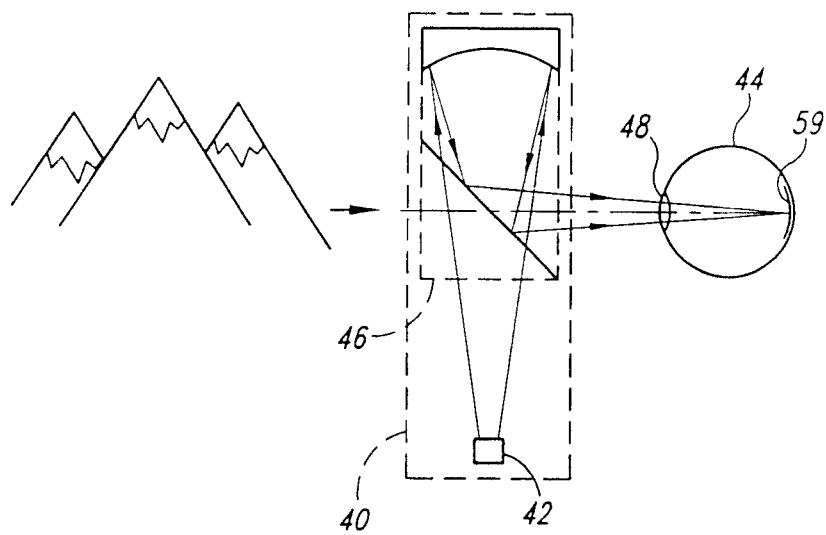


图1

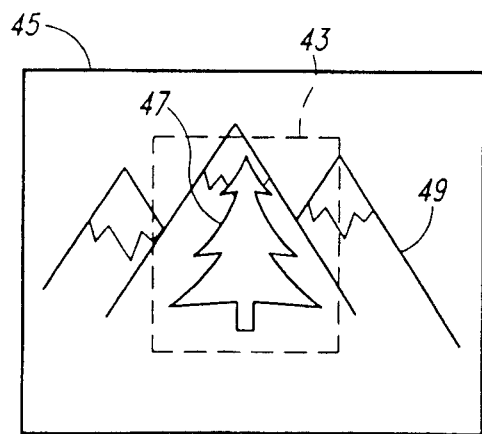


图2A

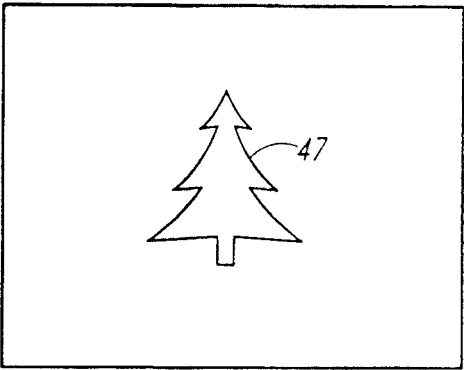


图2B

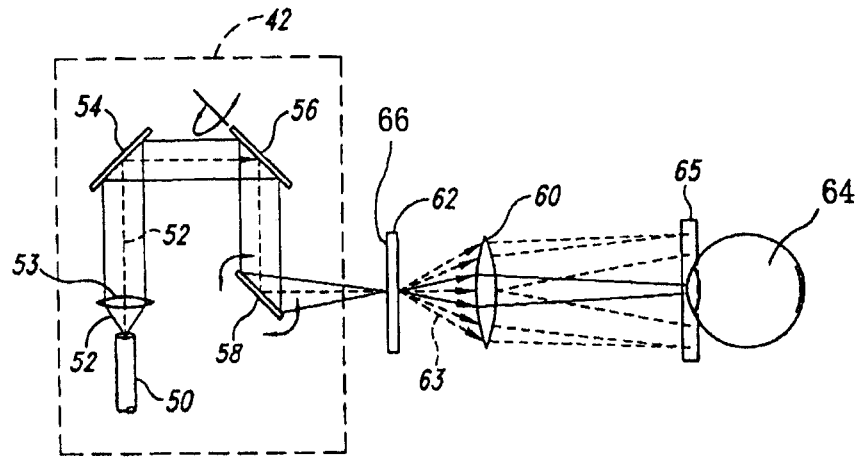


图3

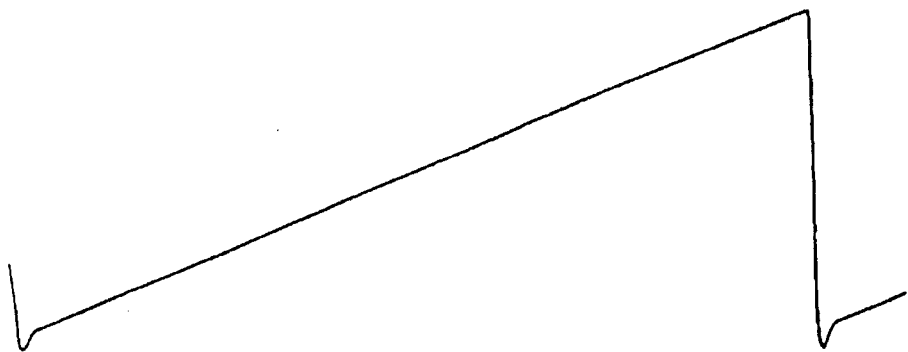


图4A

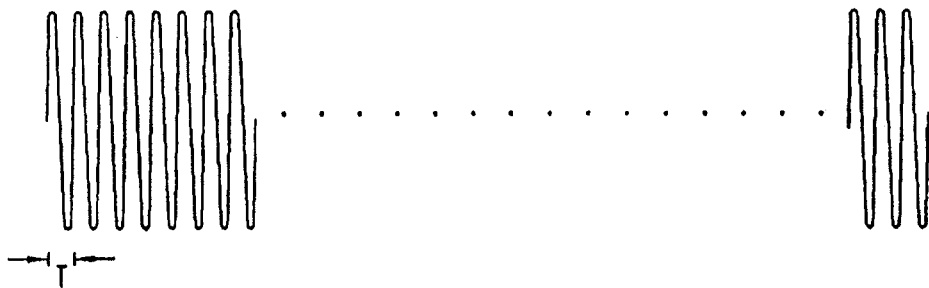


图4B

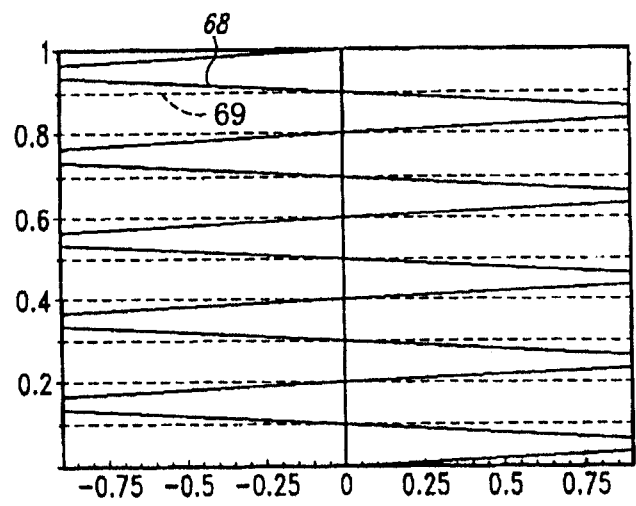


图5

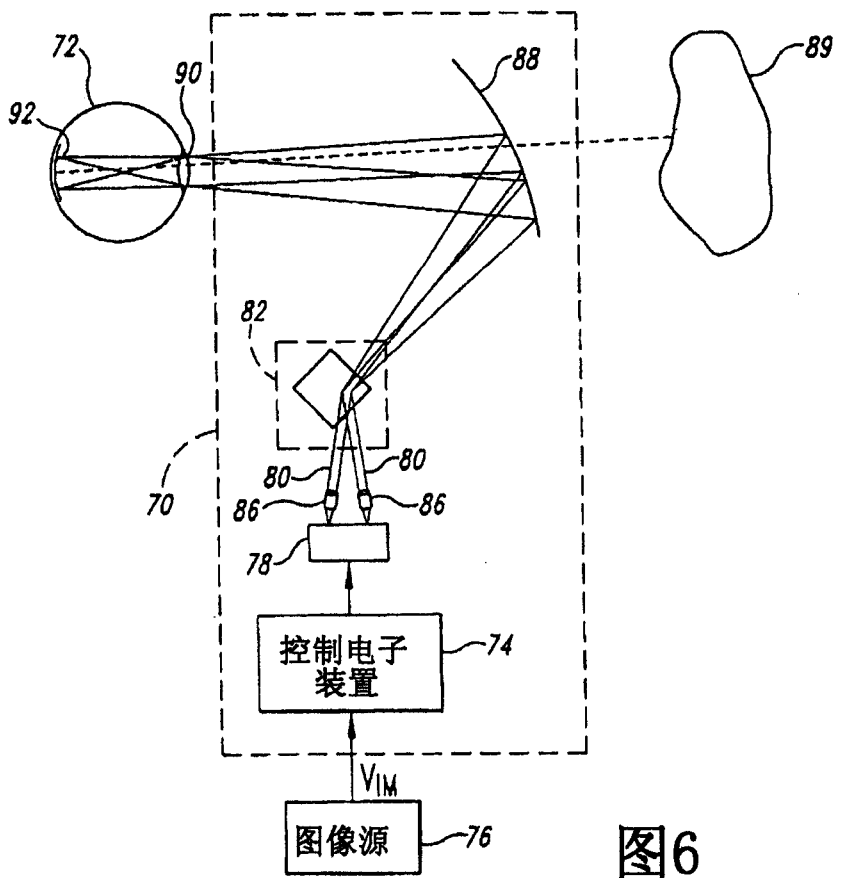
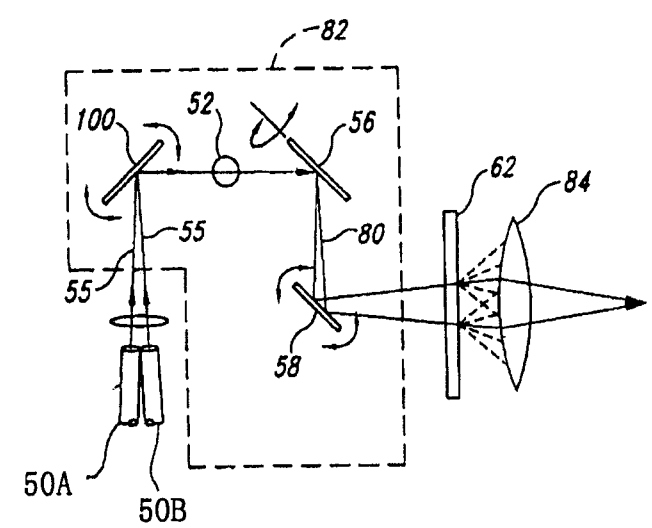
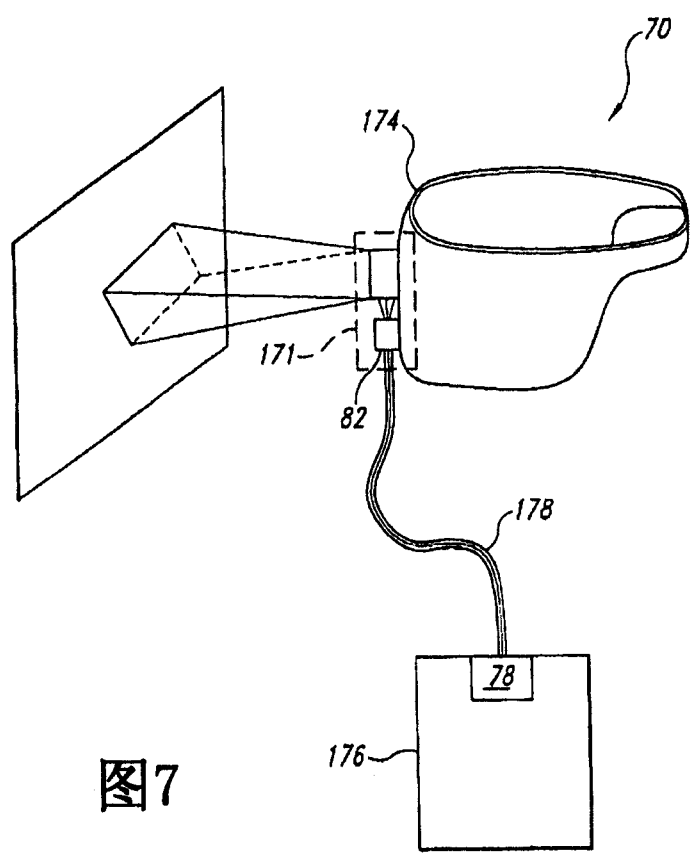


图6



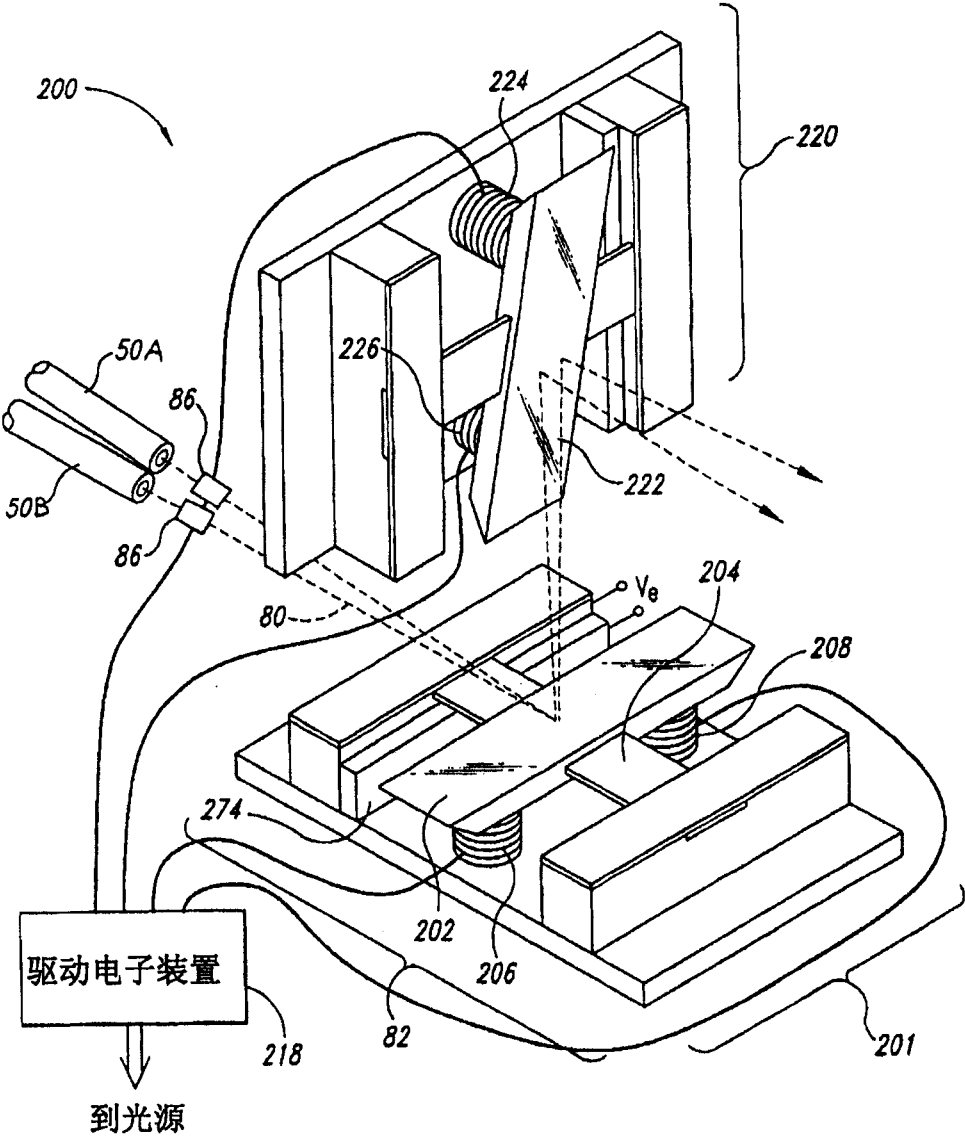


图9

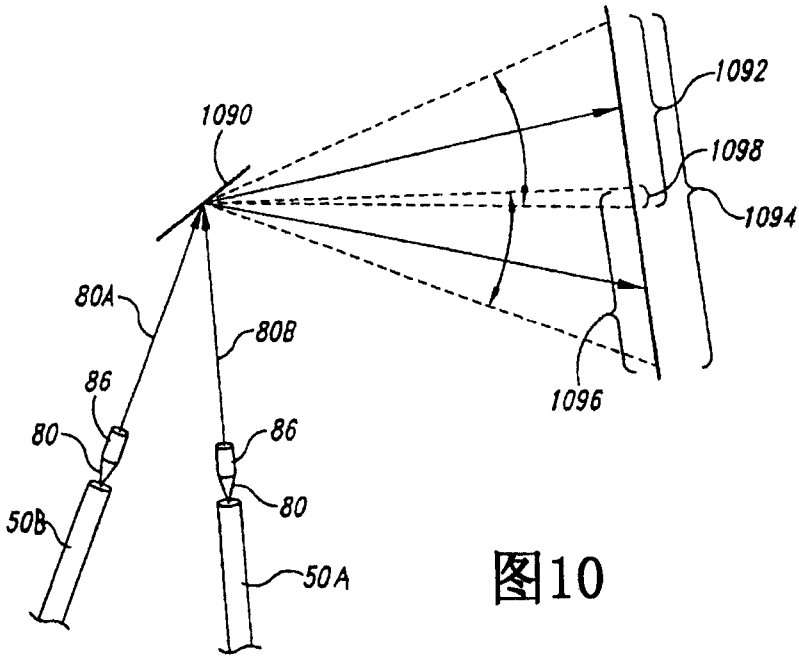


图10

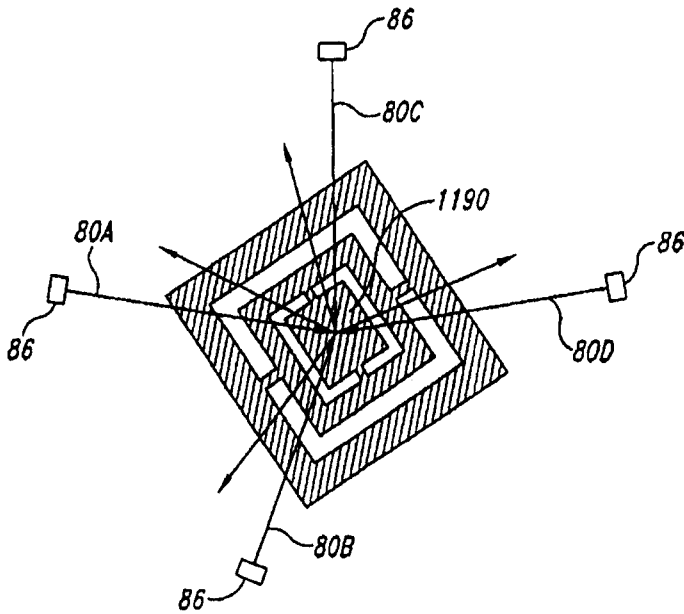


图11

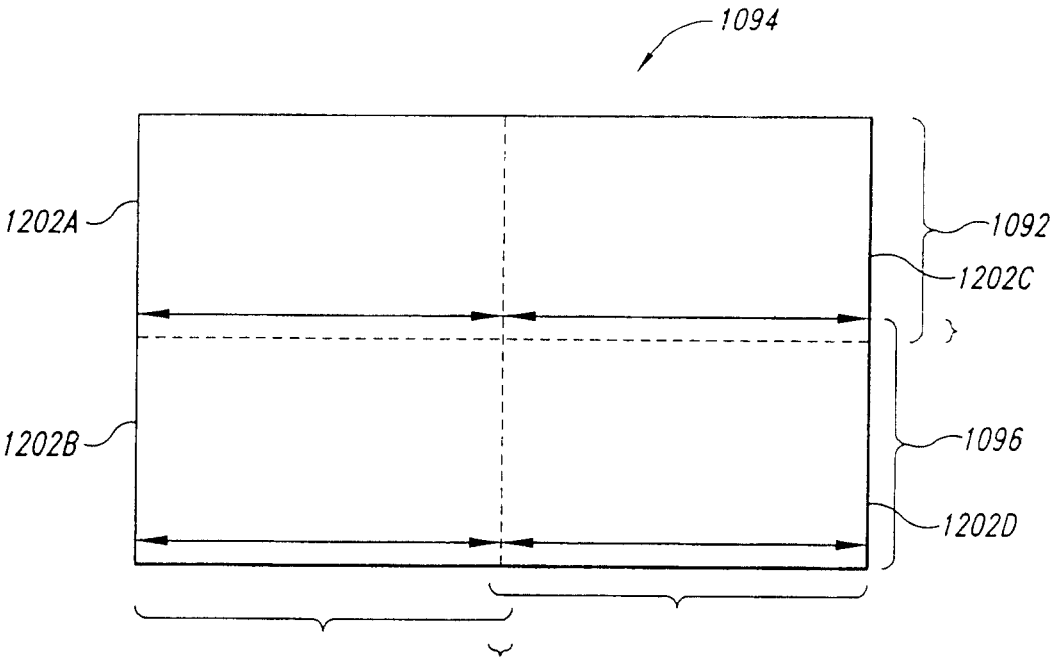


图12

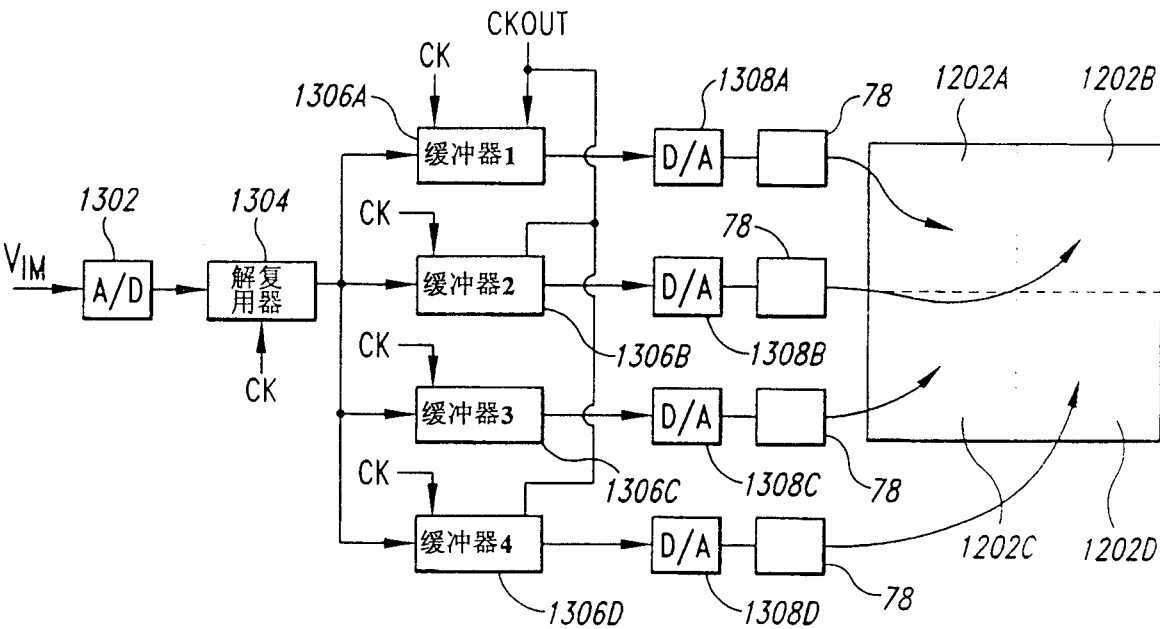


图13

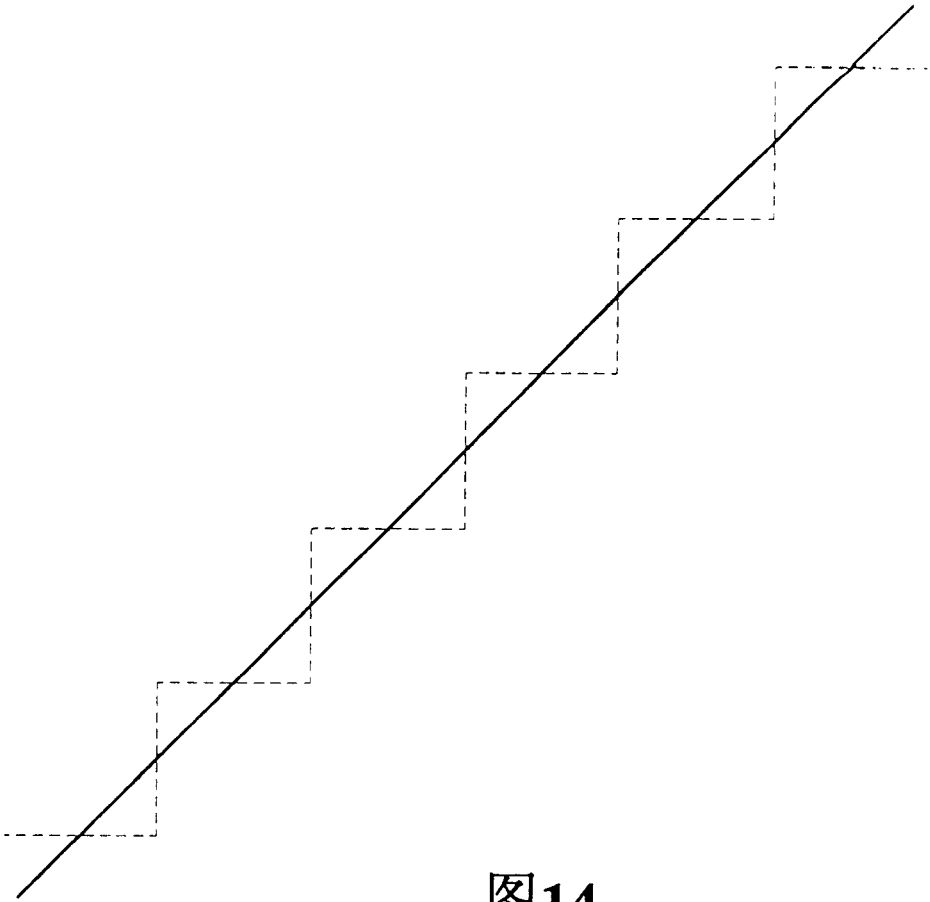


图14

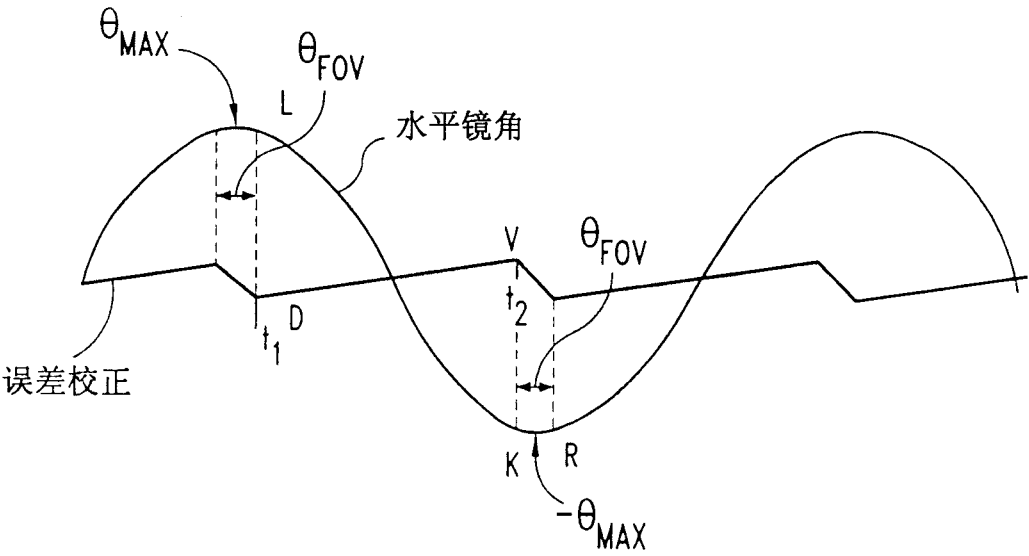


图15

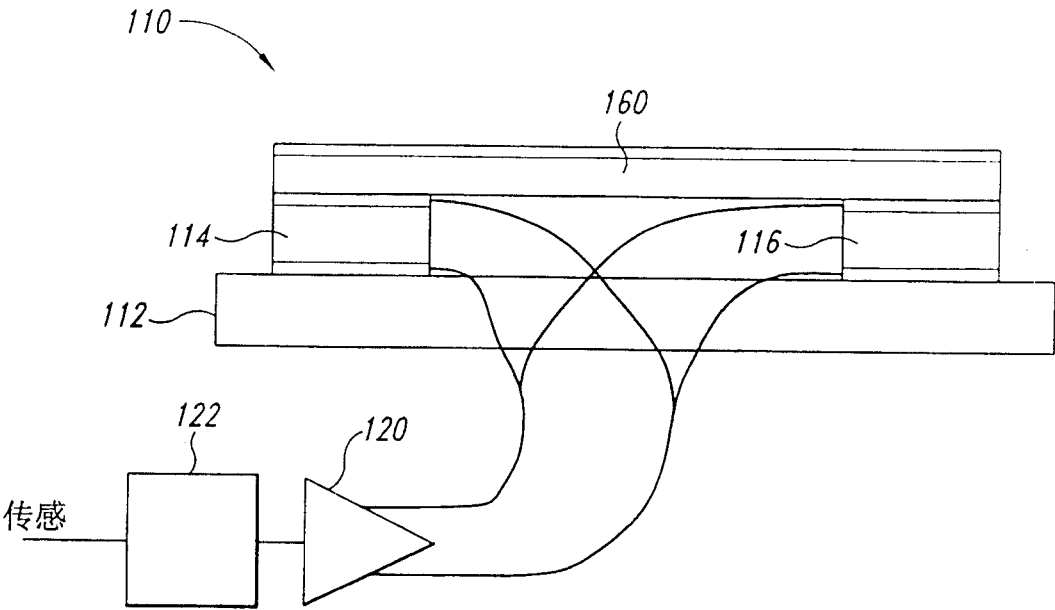


图16

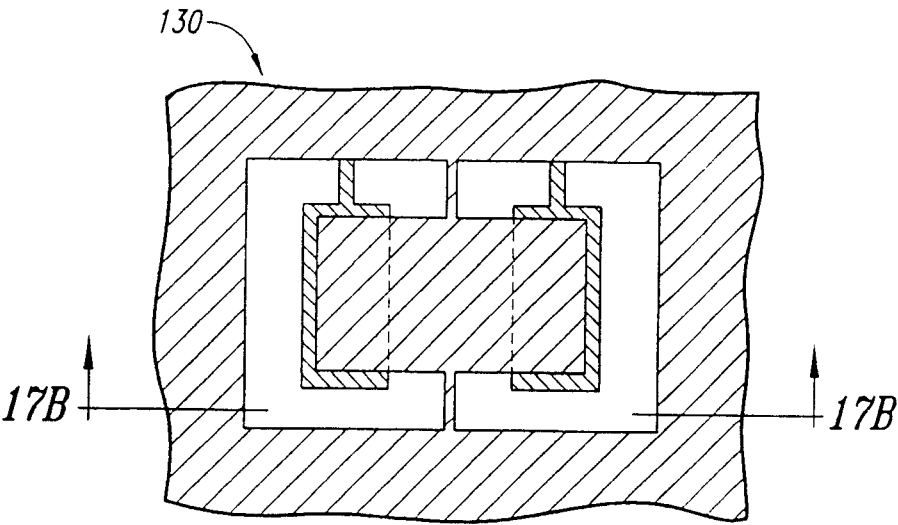


图17A

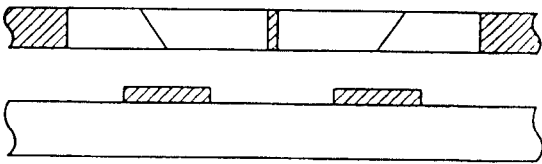


图17B

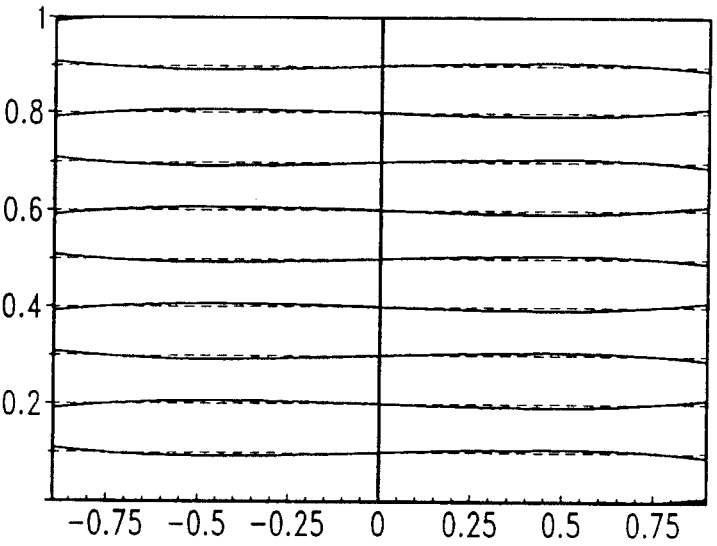


图18

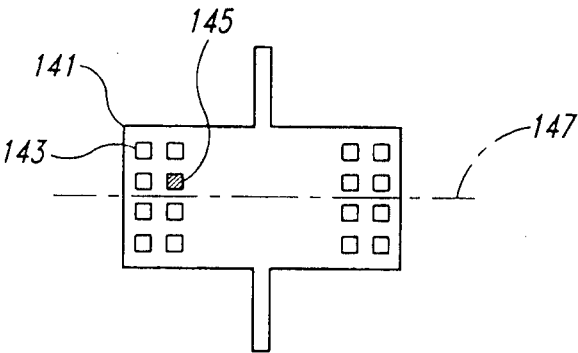


图19

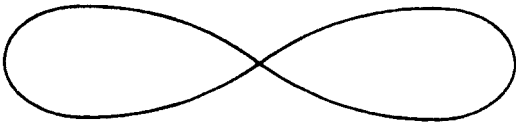
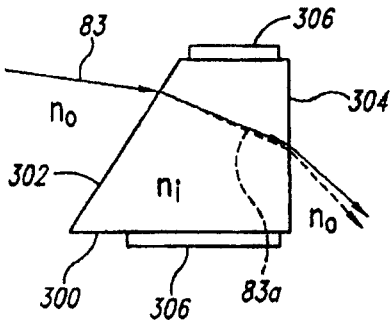
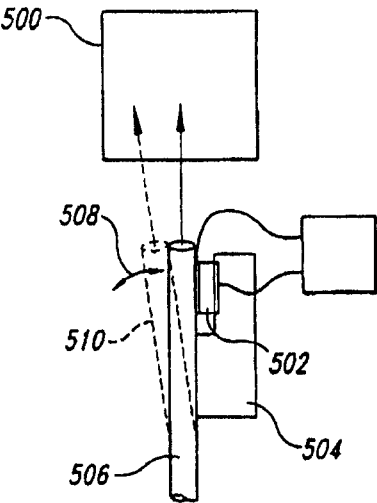
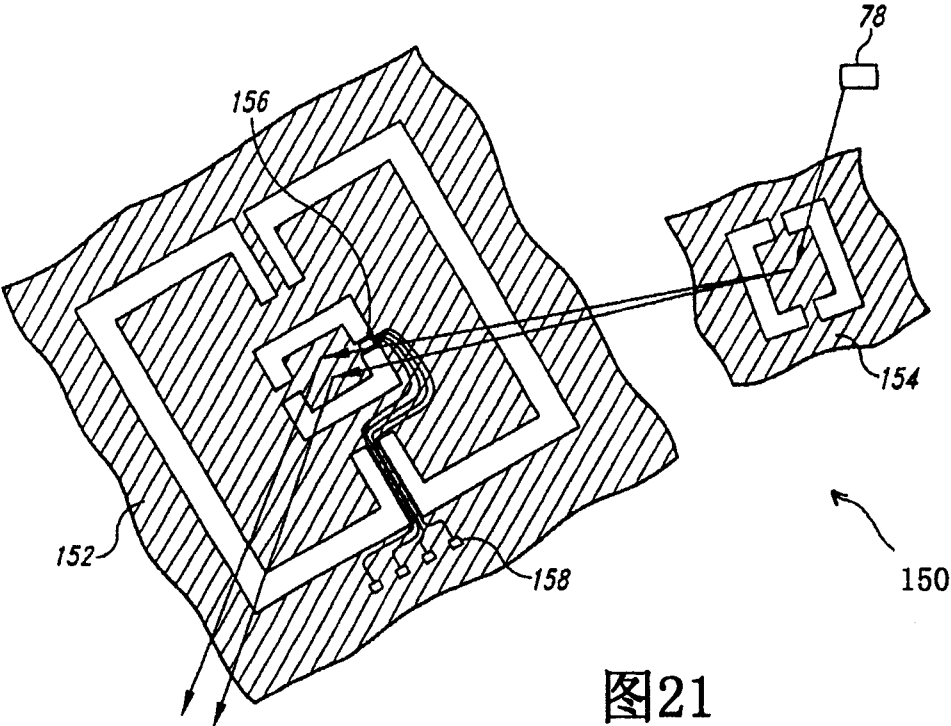


图20



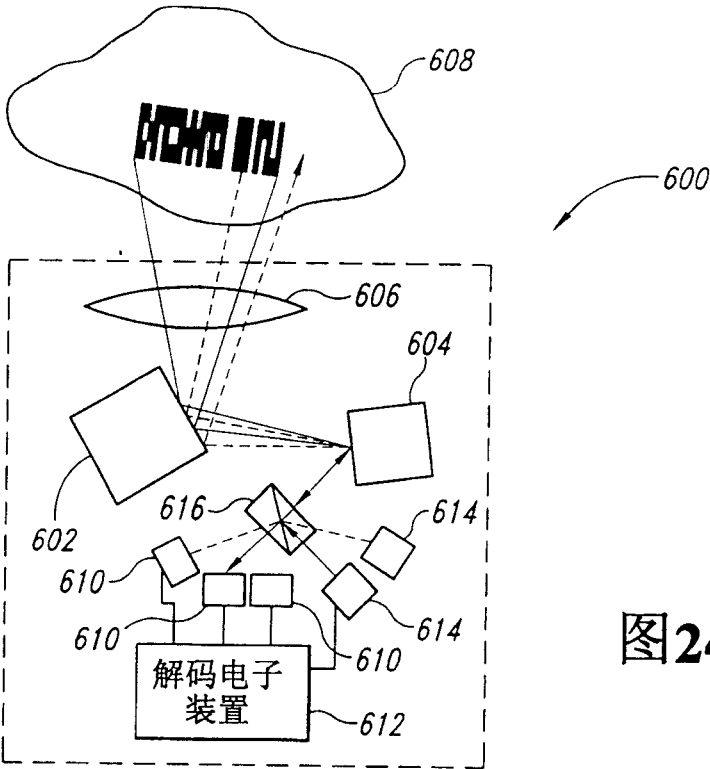


图24

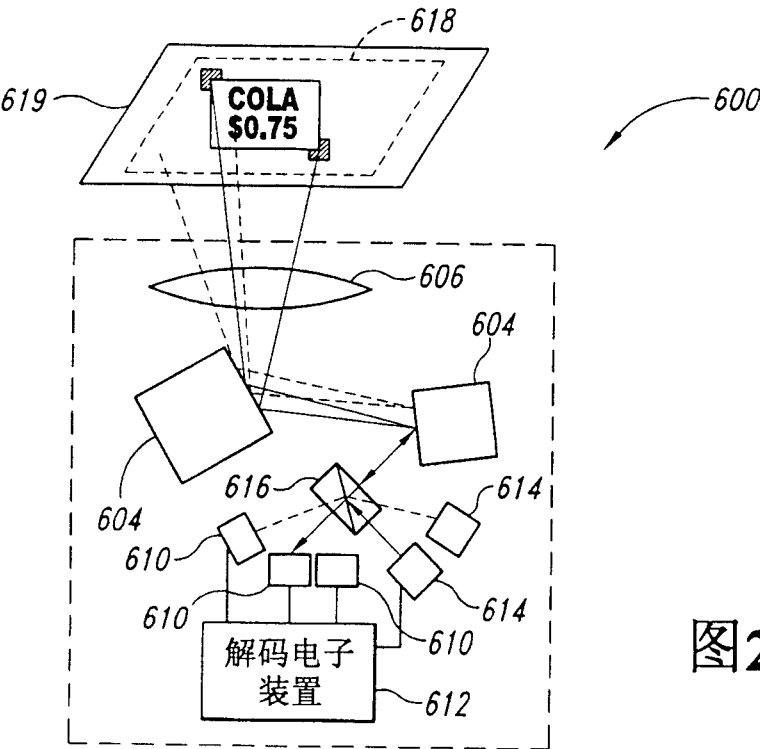


图25

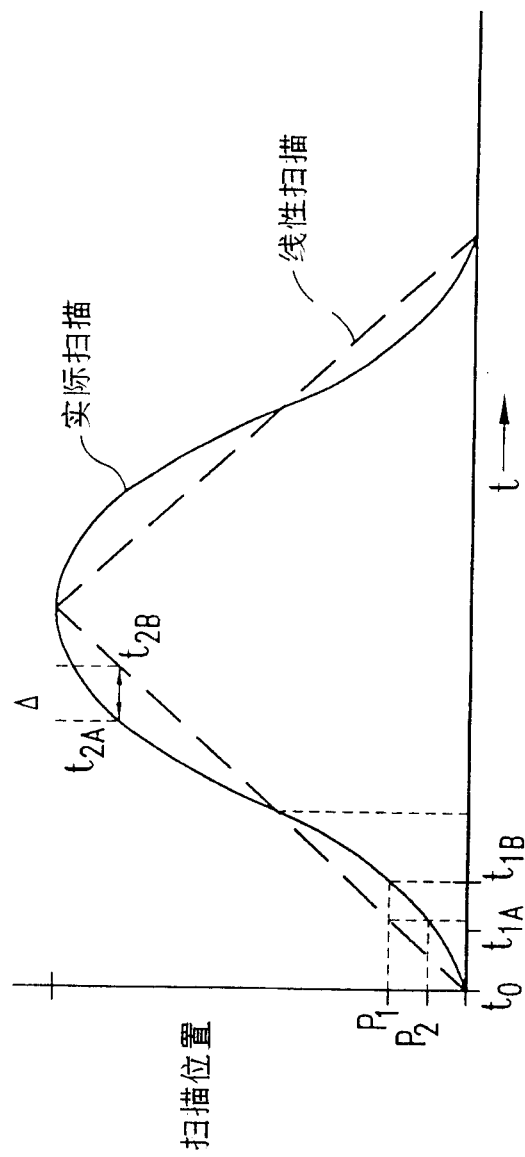


图26

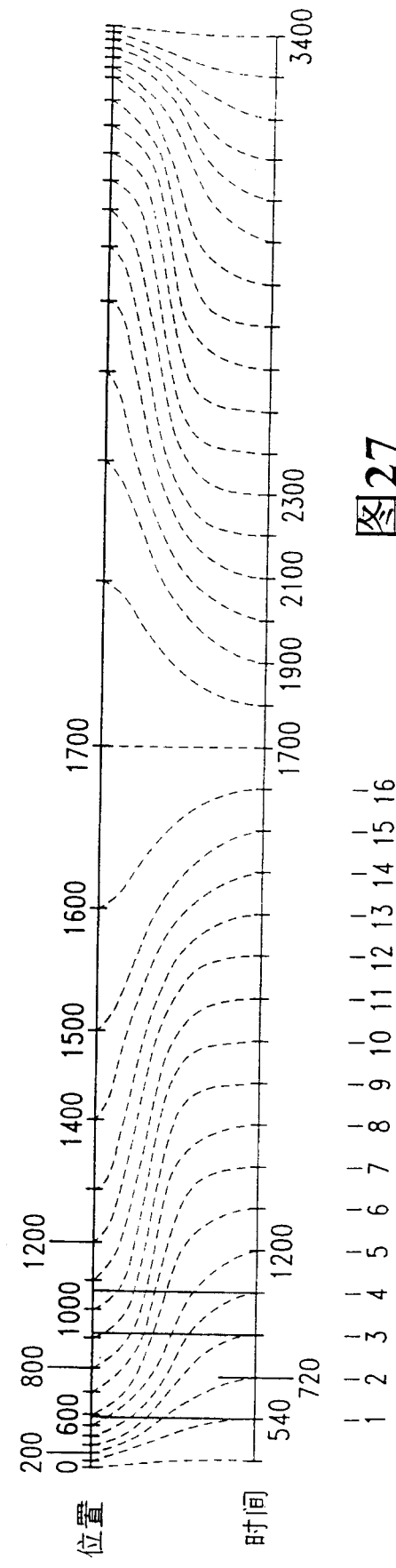


图27

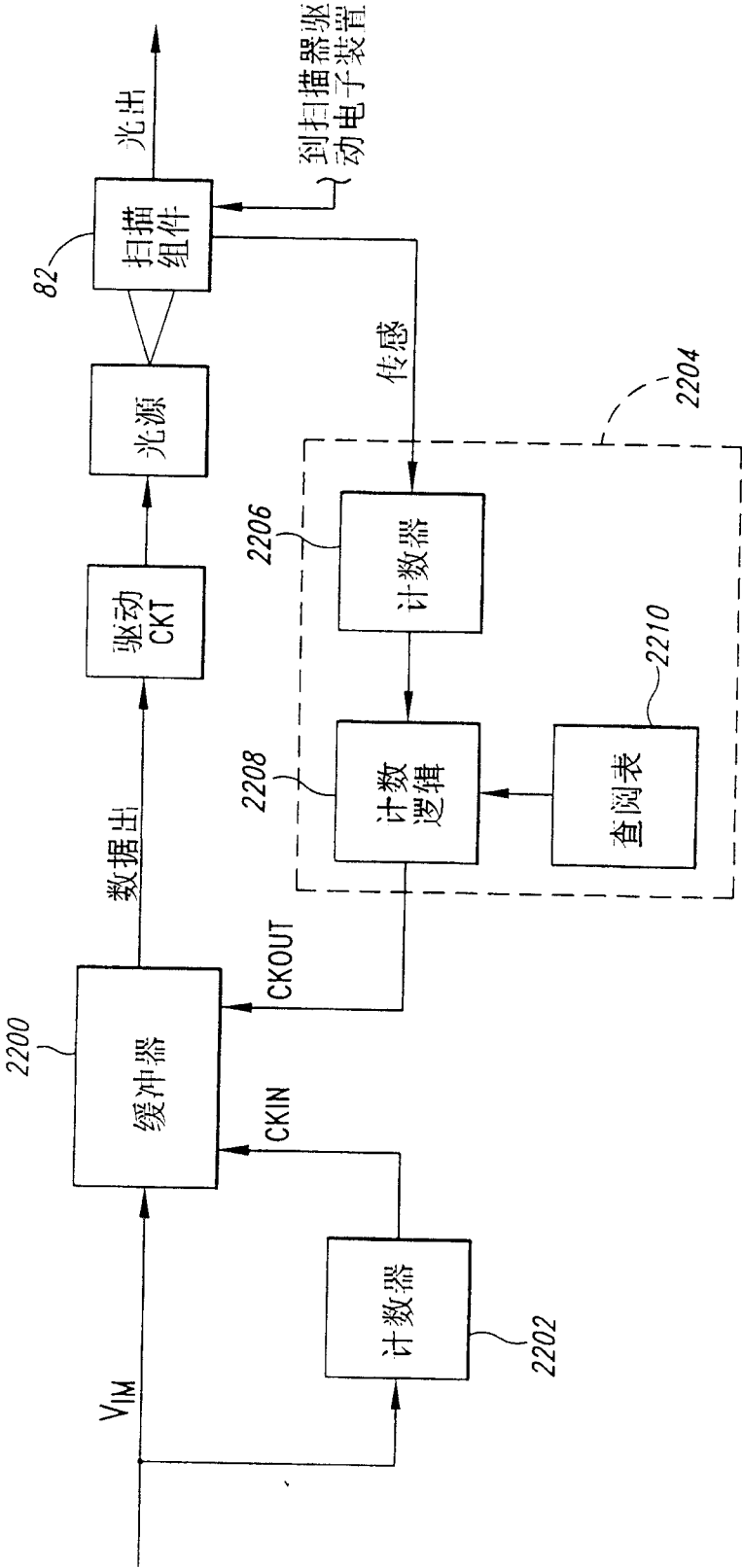


图28

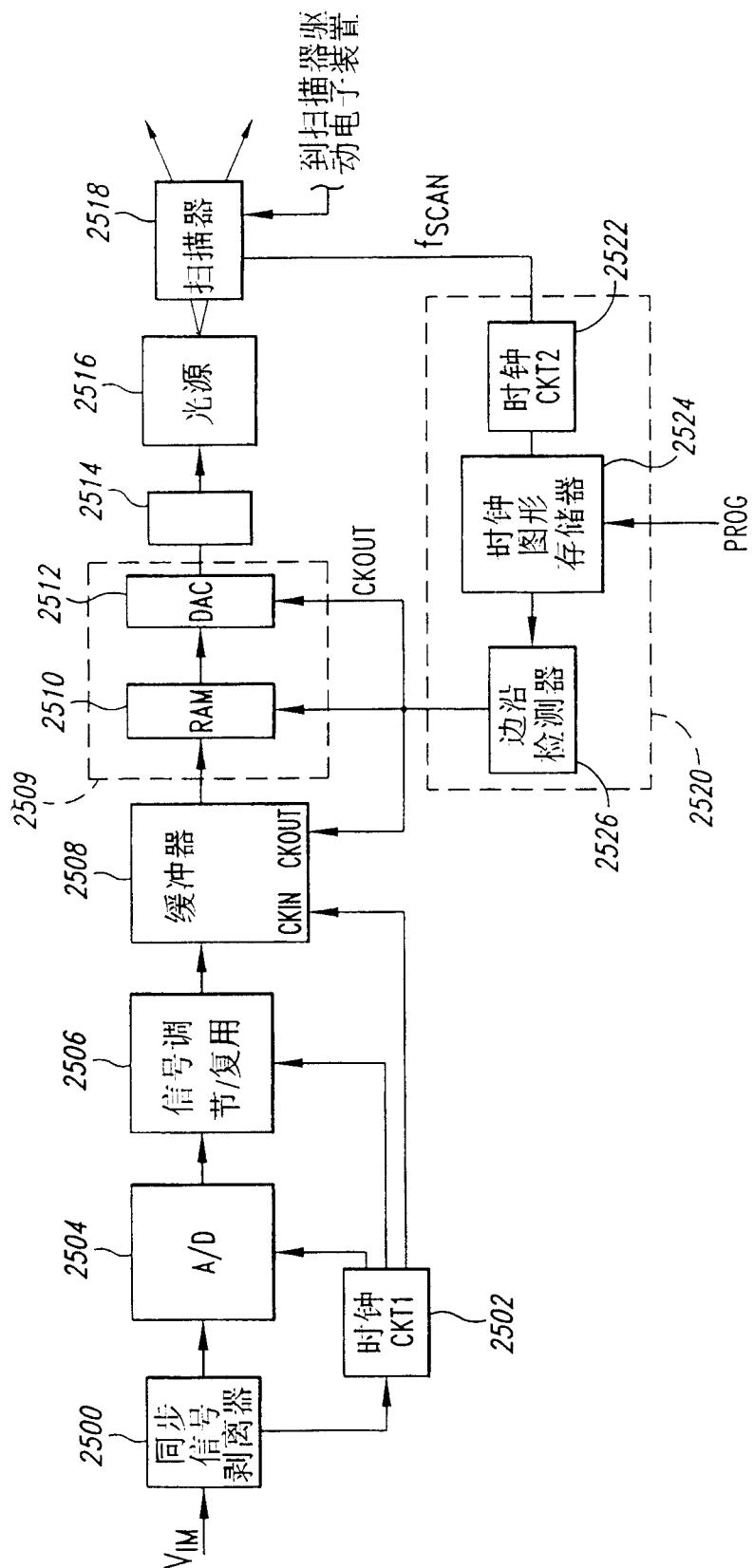


图 29

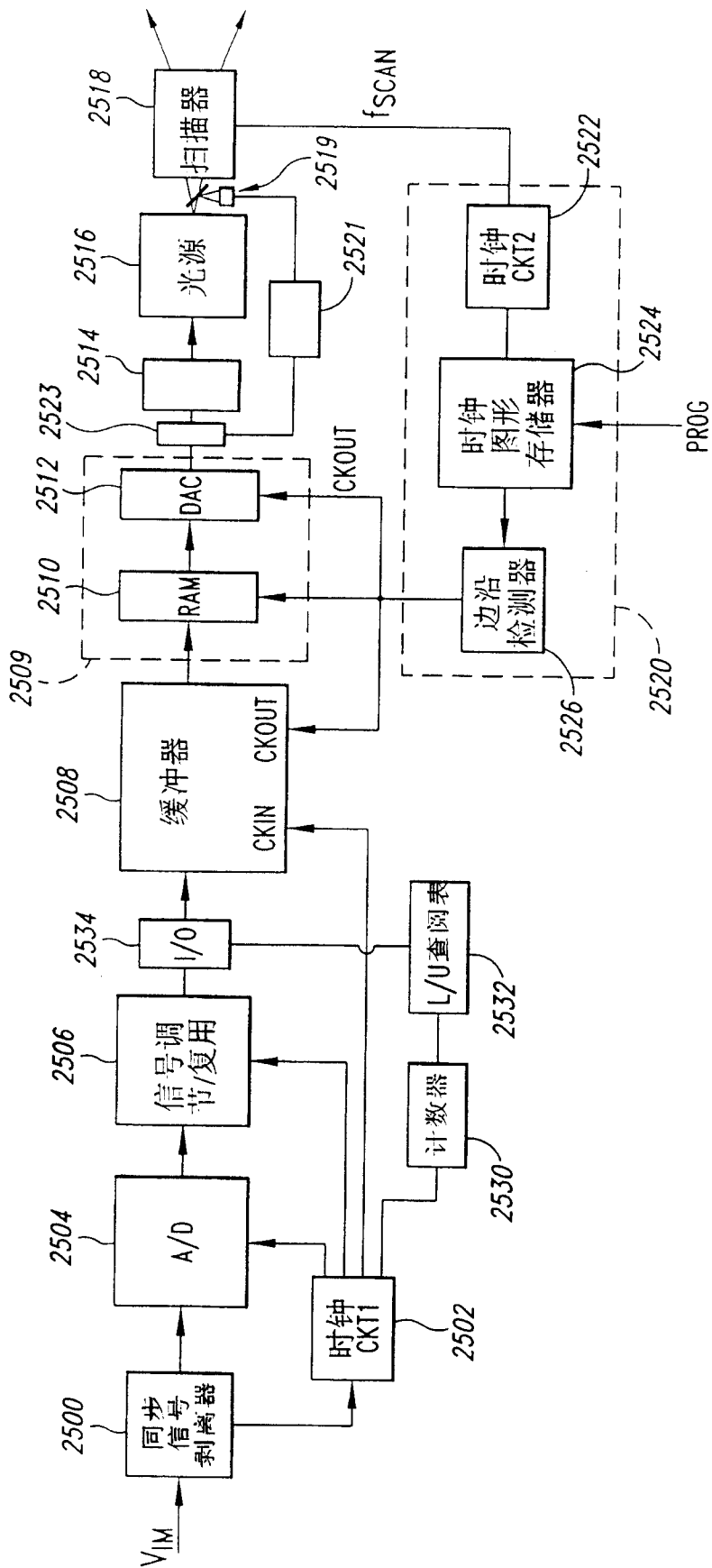
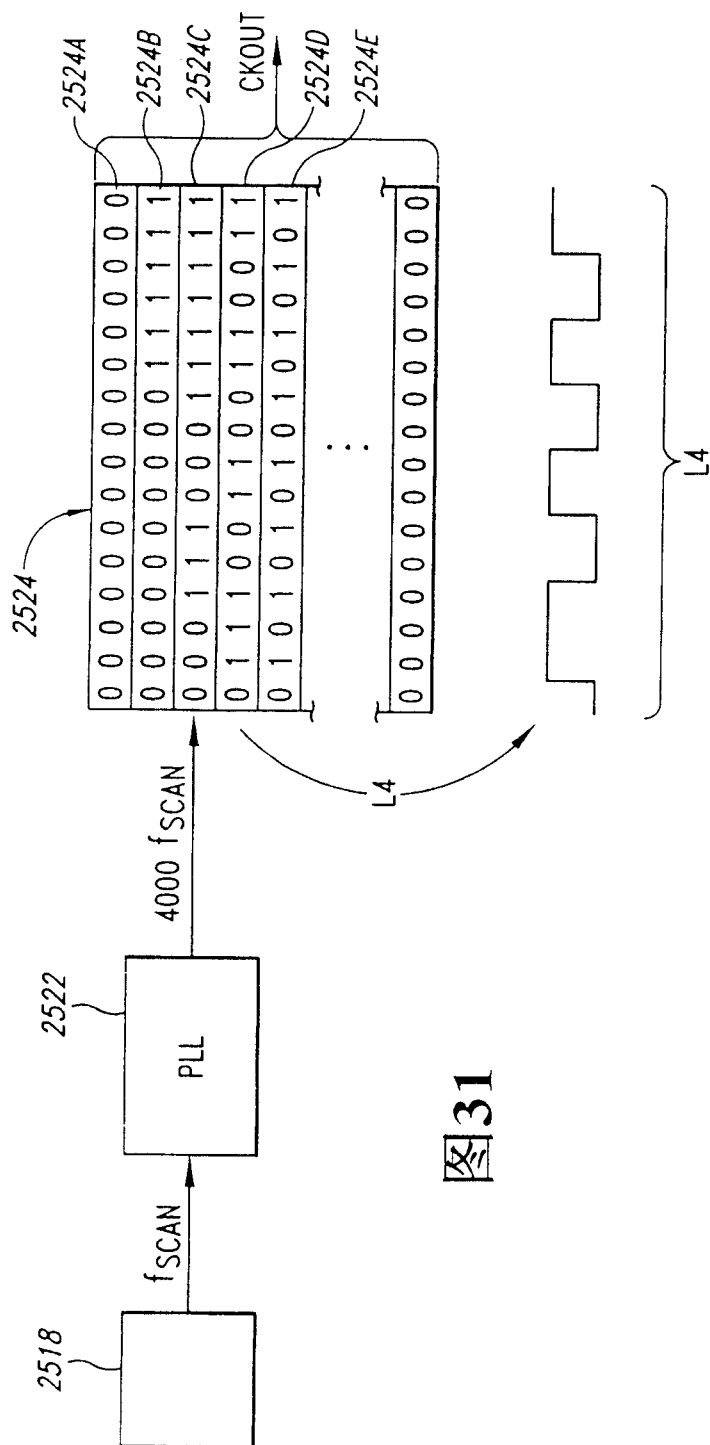


图 30



$B_{0,0}$	$B_{0,1}$	$B_{0,2}$	0	0	0	0	0	0	0
$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	$B_{0,3}$	$B_{0,4}$	$B_{0,5}$	$B_{0,6}$	$B_{0,7}$	0	0
$B_{2,1}$	$B_{2,3}$	$B_{2,2}$	$B_{1,3}$	$B_{1,4}$	$B_{1,5}$	$B_{1,6}$	$B_{1,7}$	$B_{0,8}$	$B_{0,9}$ $B_{0,10}$

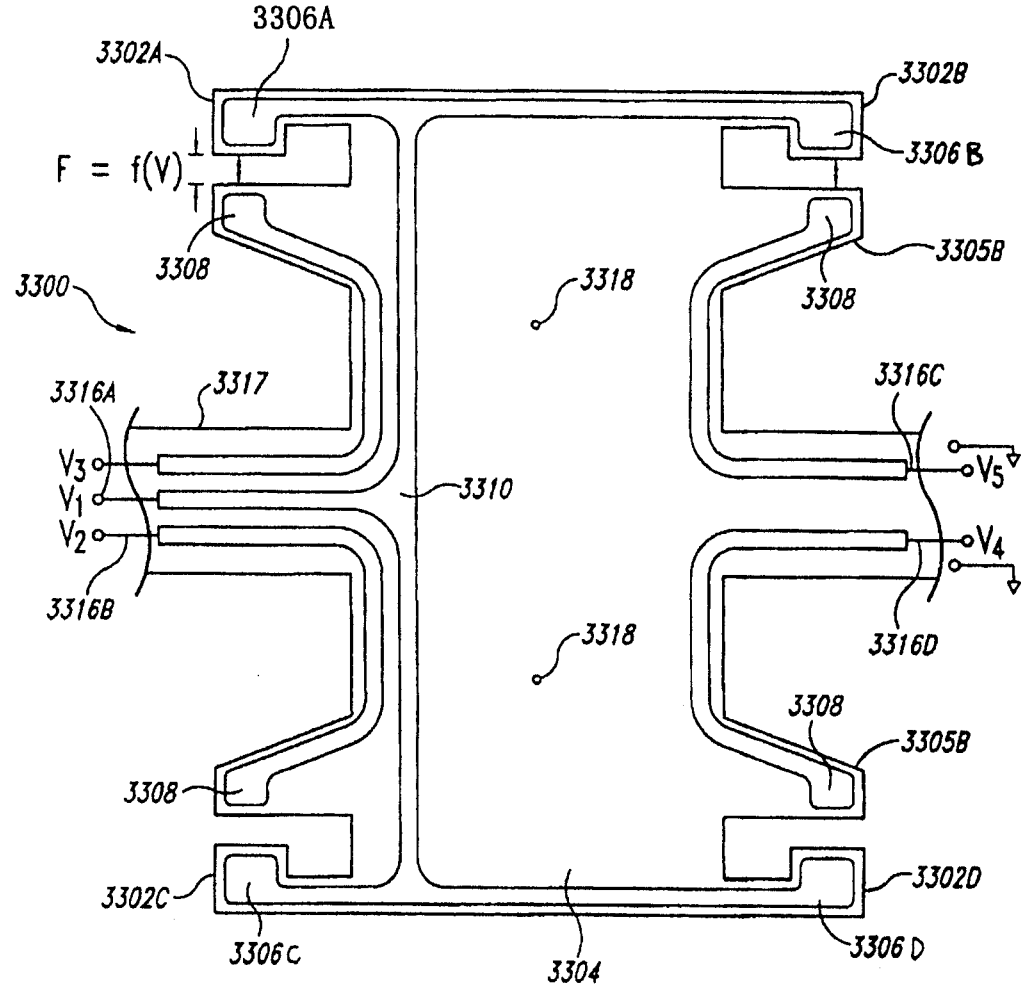


图33

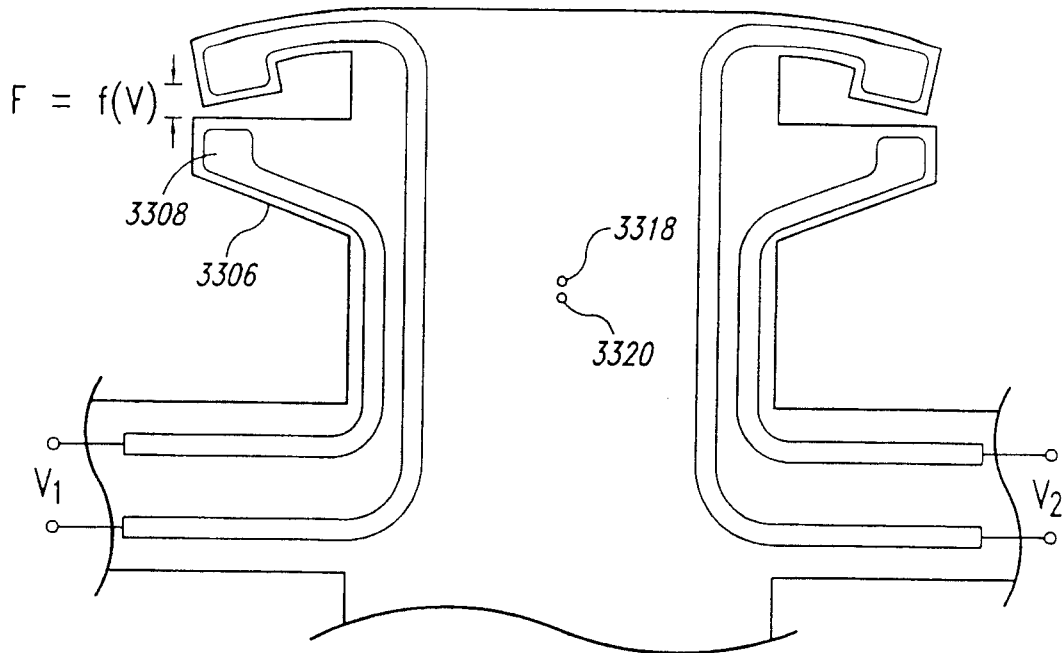


图34

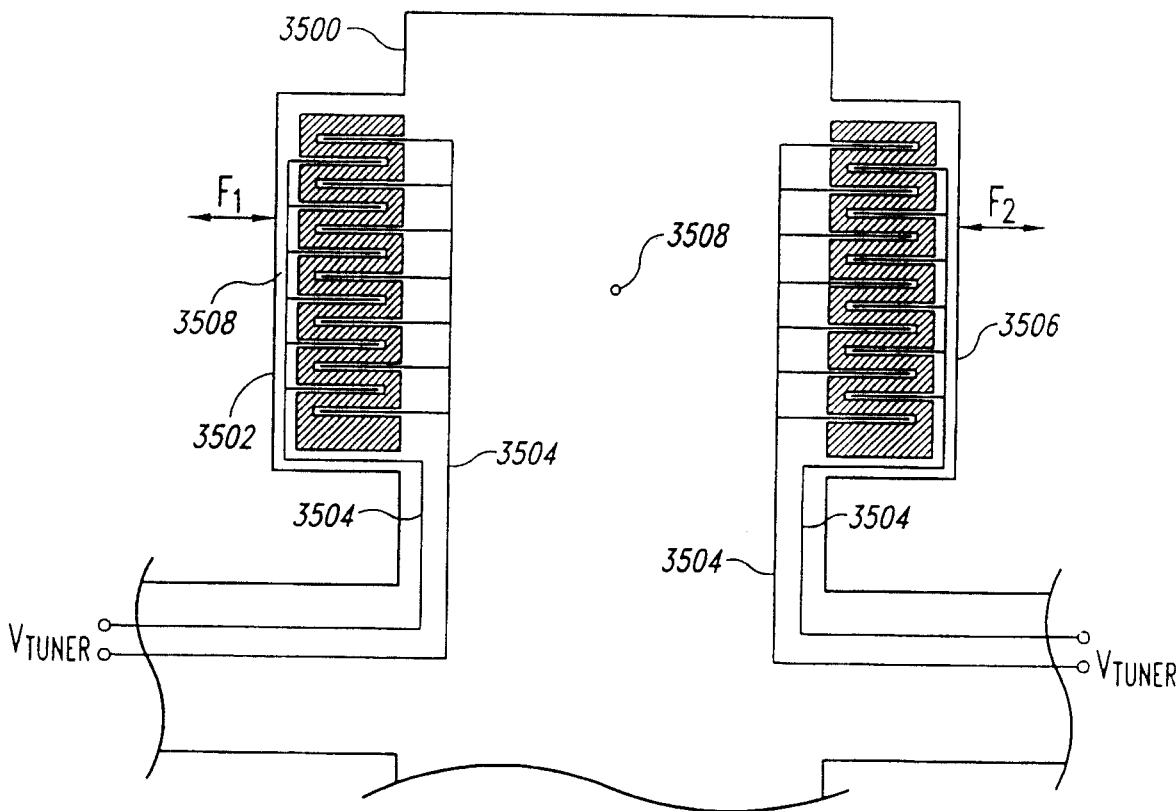


图35

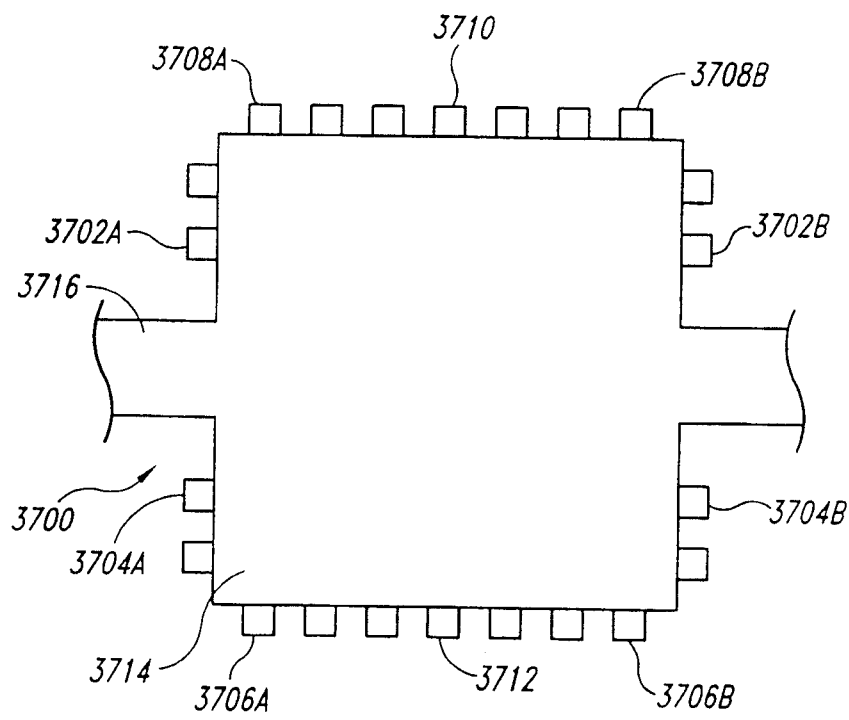
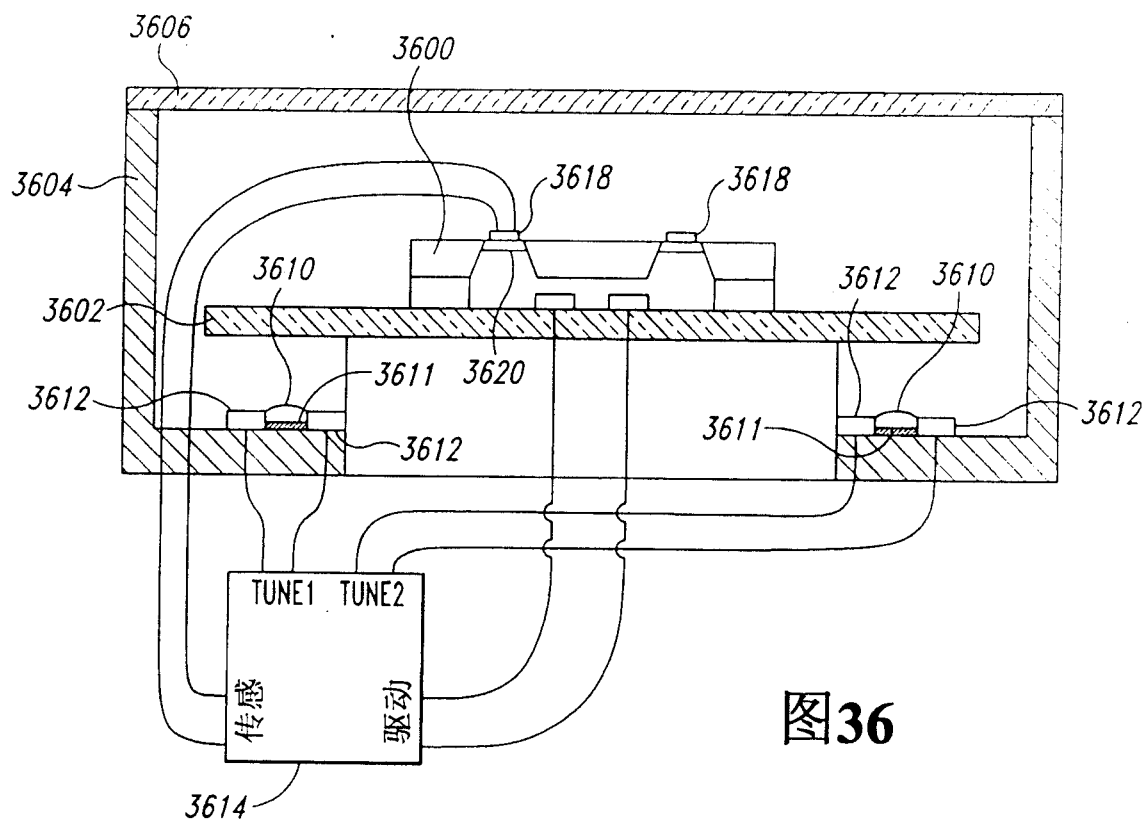


图37

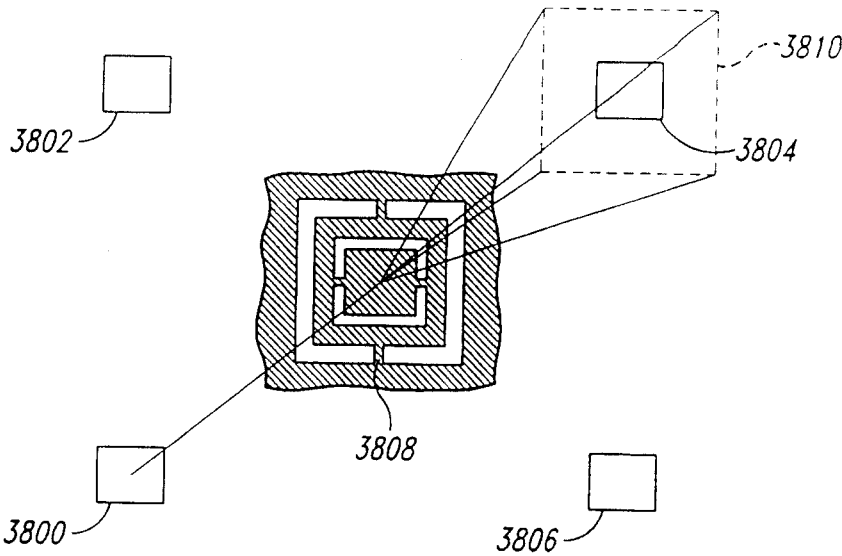


图38

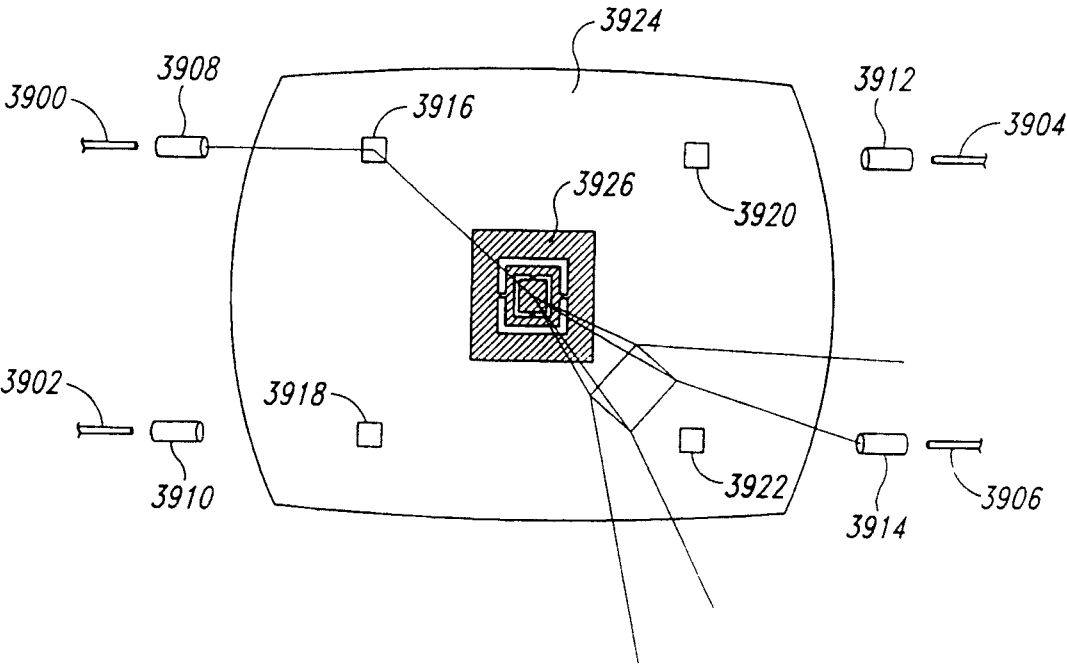


图39

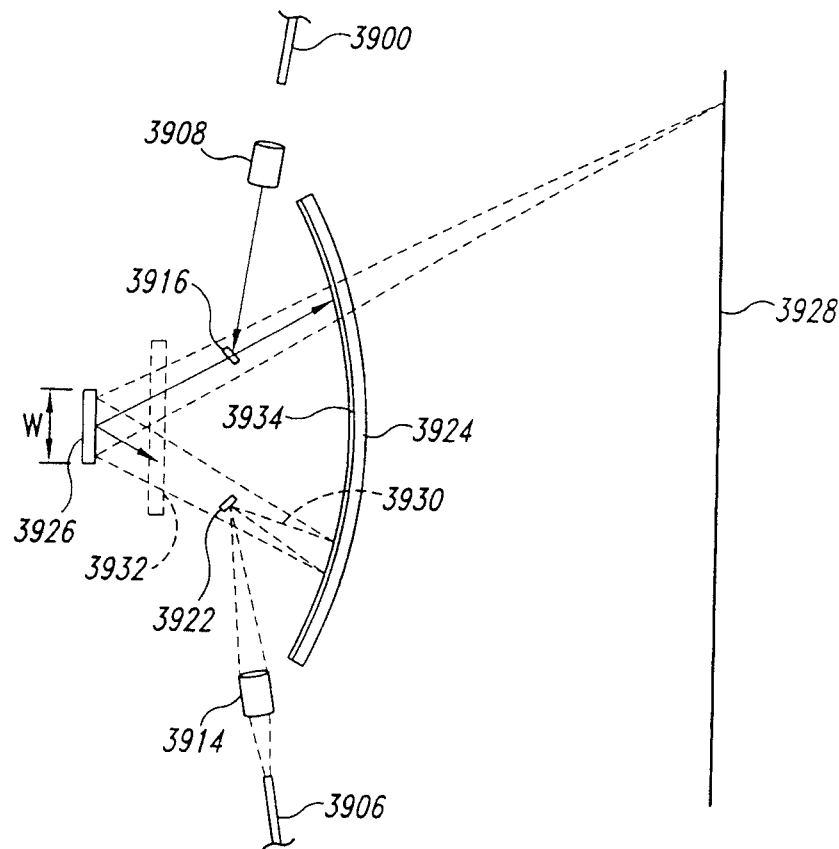


图40

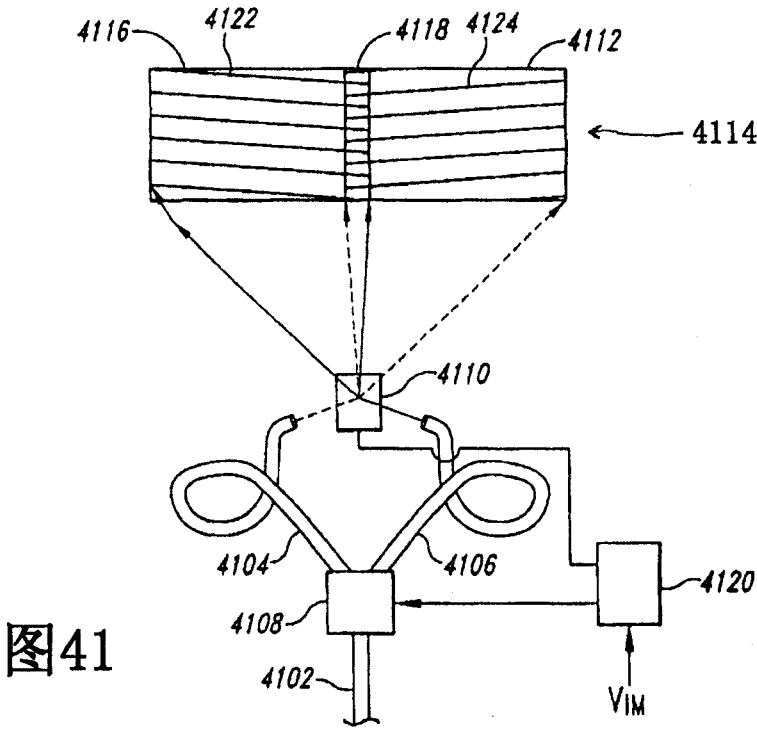


图41

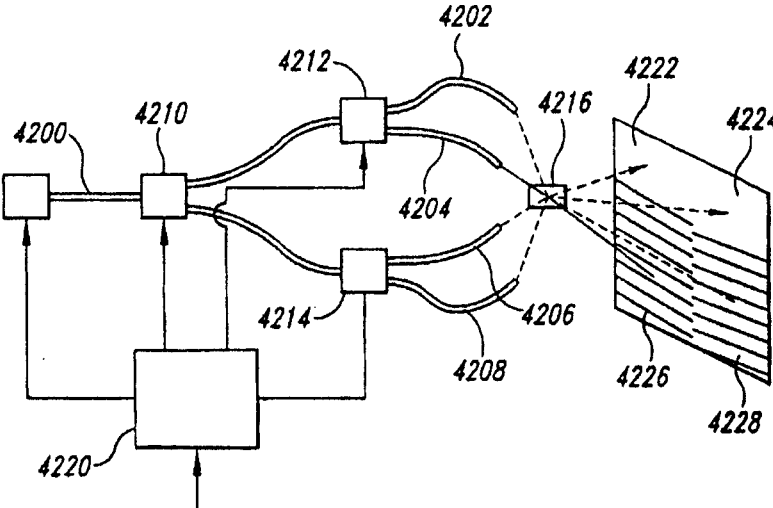


图42