

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01L 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680024745.5

[43] 公开日 2008 年 7 月 9 日

[11] 公开号 CN 101218030A

[22] 申请日 2006.3.24

[21] 申请号 200680024745.5

[30] 优先权

[32] 2005.7.5 [33] US [31] 11/174,691

[86] 国际申请 PCT/US2006/010819 2006.3.24

[87] 国际公布 WO2007/005077 英 2007.1.11

[85] 进入国家阶段日期 2008.1.7

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 威廉姆·D·拜丁汉姆

彼得·D·陆德外斯

巴里·W·罗博莱

[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 田军锋 郑立

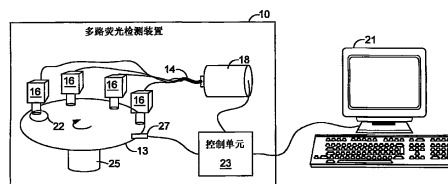
权利要求书 6 页 说明书 47 页 附图 26 页

[54] 发明名称

用于旋转的多路荧光检测装置的加热元件

[57] 摘要

描述了用于实时 PCR(聚合酶链反应)中多目标试样检测的技术。例如,一种系统包括一个数据获取装置和与所述数据获取装置连接的检测装置。所述检测装置包括一个具有多个处理室的旋转盘,这些处理室具有发射多个不同的波长的荧光的试样。所述检测装置还包括多个可拆卸的光学模块,它们的光学结构被构造成激发所述试样并且捕捉由这些试样发射出来的不同波长的荧光。与所述多个可拆卸光学模块连接的光纤束将所述荧光从所述光学模块传送到单个检测器。所述检测装置还包括一个用于加热旋转盘上的一个或多个处理室的加热元件。此外,所述检测装置可以通过利用激光加热分开处理室的阀来定位或选择性地打开这些阀,从而控制旋转盘中的流体的流动。



1. 一种检测装置，包括：

用以旋转具有多个处理室的盘的马达，其中一个或多个处理室包含试样；

被定向到所述盘、发射电磁能量的能量源；和

将电磁能量聚焦到所述盘的某个径向位置、用来加热所述处理室中的一个或多个的反射器。

2. 如权利要求 1 所述的检测装置，其中能量源是伸长的并且垂直于所述盘的径向轴线定向。

3. 如权利要求 2 所述的检测装置，其中电磁能量通过加热与所述盘热耦合的平台而间接地加热所述盘，或者直接地加热所述盘。

4. 如权利要求 3 所述的检测装置，其中反射器包括一个或多个椭圆形反射面，这些反射面将来自能量源的侧面和底面的能量反射到所述盘上。

5. 如权利要求 4 所述的检测装置，其中反射器包括一个或多个球形反射面，这些反射面将来自能量源顶部的能量反射回到将能量反射到所述盘上的所述一个或多个椭圆形反射面。

6. 如权利要求 4 所述的检测装置，其中能量源被放置在所述椭圆形反射面中的一个的一个焦点上。

7. 如权利要求 5 所述的检测装置，其中能量源被放置在每个反射面的焦点上。

8. 如权利要求 1 所述的检测装置，其中电磁能量加热小于 50% 的

所述盘表面面积。

9. 如权利要求 8 所述的检测装置，其中电磁能量加热小于 40% 的所述盘表面面积。

10. 如权利要求 9 所述的检测装置，其中电磁能量加热小于 25% 的所述盘表面面积。

11. 如权利要求 1 所述的检测装置，其中所述盘包括热传导环形圈，所述环形圈与所述一个或多个处理室中的一个或多个接触。

12. 如权利要求 11 所述的检测装置，其中所述盘包括两个或更多个同心热传导环形圈，每个环形圈加热一组单独的一个或多个处理室。

13. 如权利要求 12 所述的检测装置，其中还包括托架，其用来将能量源瞄准所述盘的某个选择的径向位置或者与所述盘连接的平台，以用于选择性地一次加热一个或更多环形圈。

14. 如权利要求 12 所述的检测装置，其中还包括两个或更多的能量源，每个能量源都将电磁能量瞄准所述盘的不同径向位置或者与所述盘连接的平台，所述盘与单独的热传导环形圈相连。

15. 如权利要求 11 所述的检测装置，其中一个或更多的热传导环形圈被加热，同时与另一个热传导环形圈相连的处理室被光学地询问。

16. 如权利要求 1 所述的检测装置，其中还包括通过迫使空气到所述盘的一个小区域来冷却所述盘的风扇。

17. 如权利要求 1 所述的检测装置，其中能量源发射可见光、激光或红外光。

18. 如权利要求 17 所述的检测装置,其中可见光由管状卤灯发射。

19. 如权利要求 1 所述的检测装置,其中反射器涂敷有金。

20. 一种检测系统,包括:

数据获取装置;和

与数据获取装置连接的检测装置,其中所述检测装置包括:

用以旋转具有多个处理室的盘的马达,其中一个或多个处理室包含试样;

被定向到所述盘、发射电磁能量的能量源;和

将电磁能量聚焦到所述盘的某个径向位置来加热一个或多个所述处理室的反射器。

21. 如权利要求 20 所述的检测系统,其中还包括狭缝传感器触发器,用以为所述盘与能量源的同步旋转提供输出信号,用来选择性地加热一个或多个处理室。

22. 如权利要求 20 所述的检测系统,其中还包括一个或多个温度传感器。

23. 如权利要求 22 所述的检测系统,其中一个或多个所述温度传感器与所述盘热耦合。

24. 如权利要求 22 所述的检测系统,其中控制单元使用来自所述一个或多个温度传感器的温度信息来控制被聚焦到所述盘的处理室上的电磁能量的量。

25. 如权利要求 20 所述的检测系统,其中能量源是伸长的并且垂直于所述盘的径向轴线定向。

26. 如权利要求 25 所述的检测系统，其中电磁能量通过加热与所述盘热耦合的平台而间接地加热所述盘，或者直接加热所述盘。

27. 如权利要求 26 所述的检测系统，其中反射器包括一个或多个椭圆形反射面，这些反射面将来自能量源的侧面和底面的能量反射到所述盘上。

28. 如权利要求 27 所述的检测系统，其中反射器包括一个或多个球形反射面，这些反射面将来自能量源的顶部的能量反射回到将能量反射到所述盘上的所述一个或多个椭圆形反射面。

29. 如权利要求 27 所述的检测系统，其中能量源被放置在所述椭圆形反射面中的一个的一个焦点上。

30. 如权利要求 28 所述的检测系统，其中能量源被放置在每个反射面的焦点上。

31. 如权利要求 20 所述的检测系统，其中处理室容纳有试样和多个荧光染料。

32. 如权利要求 20 所述的检测系统，其中还包括多个光学模块，其中每个光学模块都包括光学通道，所述光学通道具有为所述荧光染料中不同的一个选择的光源，并且还包括用以捕获从所述盘发射出的荧光的透镜。

33. 如权利要求 32 所述的检测系统，其中所述盘包括两个或更多的同心热传导环形圈，每个环形圈加热一组单独的一个或多个处理室。

34. 如权利要求 32 所述的检测系统，其中一个或更多的热传导环

形圈被加热，同时与另一个热传导环形圈相连的处理室通过一个或多个所述光学模块而被光学性地询问。

35. 一种方法，包括以下步骤：

旋转具有多个处理室的盘，其中一个或多个处理室包含试样；

从能量源发射电磁能量；

用反射器反射电磁能量；和

将反射的电磁能量聚焦到盘的某个径向位置，用来加热一个或多个所述处理室。

36. 如权利要求 35 所述的方法，其中能量源是伸长的并且垂直于所述盘的径向轴线定向。

37. 如权利要求 36 所述的方法，其中还包括加热与所述盘热耦合的平台，或直接地加热所述盘。

38. 如权利要求 37 所述的方法，其中反射器包括一个或多个椭圆形反射面，这些反射面将从所述盘上发射的电磁能量反射回到所述盘。

39. 如权利要求 35 所述的方法，其中还包括将发射的超过 50% 的电磁能量聚焦到所述盘上。

40. 如权利要求 39 所述的方法，其中还包括将发射的超过 75% 的电磁能量聚焦到所述盘上。

41. 如权利要求 40 所述的方法，其中还包括将发射的超过 90% 的电磁能量聚焦到所述盘上。

42. 如权利要求 35 所述的方法，其中还包括用控制单元来监测所述盘的温度，用来控制所发射的电磁能量的量。

43. 如权利要求 35 所述的方法，其中所述盘包括热传导环形圈，所述环形圈与一个或多个所述一个或多个处理室接触。

44. 如权利要求 43 所述的方法，其中所述盘包括两个同心热传导环形圈，每个环形圈加热一组单独的一个或多个处理室。

45. 如权利要求 44 所述的方法，其中还包括：用托架将能量源移动至所述盘的一个所选择的径向位置或者与所述盘连接的平台，用于选择性地一次加热一个或多个环形圈。

46. 如权利要求 44 所述的方法，其中还包括：加热一个或多个热传导环形圈，同时光学地询问与另一个热传导环形圈相连的处理室。

47. 如权利要求 35 所述的方法，其中还包括：迫使空气到所述盘的一个小区域上，用来冷却所述盘中的一个或多个处理室。

用于旋转的多路荧光检测装置的加热元件

技术领域

本发明涉及化验系统，并且更具体的是，本发明涉及用于加热流体的技术，以用于使用荧光染料检测多目标试样。

背景技术

经常使用光学盘系统来进行各种生物、化学或生物化学的化验。在一个典型的系统中，将一个旋转圆盘作为用于存储或处理流体试样的介质，试样例如血液、血浆、血清、尿液或其它流体。在一些情况下，盘内的流体在处理过程中可能需要从一个位置移动到另一个位置。

一种类型的分析是聚合酶链反应（PCR），其经常用于核酸序列的分析。具体地说，PCR 经常用于 DNA 序列、克隆、基因图谱和其它形式的核酸序列分析。

通常，PCR 依赖于 DNA 复制酶在高温下保持稳定的能力。在 PCR 中有 3 个主要步骤：变性、退火和延伸。在变性过程中，液体试样在大约 94℃ 下被加热。在这个过程中，双链 DNA “解链” 打开，成为单链 DNA。在退火过程中，单链 DNA 被冷却到大约 54℃。在这个温度下，引物被结合或 “退火” 到要进行复制的 DNA 片段的末端。在延伸过程中，试样被加热到 75℃。在这个温度下，添加核苷酸的酶加入目标序列中，并且最终形成了一个 DNA 模板的互补拷贝。新的 DNA 链成为用于下一序列事件或 “循环” 的新目标。

已经设计了许多仪器用来在实时 PCR 中确定试样中的具体 DNA 和 RNA 序列的水平。许多仪器都是基于使用荧光染料。具体地说，许多传统的实时 PCR 仪器都是检测在 PCR 产物扩增过程中的成比例产生

的荧光信号。

传统的实时 PCR 仪器使用不同的方法来检测不同的荧光染料。例如，一些传统的 PCR 仪器结合使用了具有滤光轮的白色光源来对每个染料进行光谱分解。白色光源是卤钨灯泡，其最大寿命是几千小时。滤光轮是典型的复杂而且容易磨损的机电零件。

发明内容

通常，本发明涉及用于在实时 PCR（聚合酶链反应）中检测多目标试样的技术，在此称为多路 PCR。具体地说，介绍了结合使用多个光学模块的多路荧光检测装置。每个光学模块都可以进行最优化，以用来对在离散波段下的各个荧光染料进行检测。换句话说，这些光学模块可以用来询问（interrogate）不同波长下的多路的、并行的反应。反应例如可以发生在旋转盘的单个的处理室（例如，阱）中。此外，每个光学模块都可以是可拆卸的，以迅速改变装置的检测能力。

多个光学模块可以通过一个多路光纤束而与一个单独的检测器相耦合。以这种方式，通过使用多个光学模块和一个单独的检测器，例如光电倍增管，可以实现多路效果。可以选择每个光学模块中的光学元件，从而具有最大敏感度和最小光谱串扰量，即来自另一个光学模块上的一种染料的信号。

这种检测装置还包括一个加热元件，用来加热旋转盘或选择性地加热盘上的一个或多个处理室。加热元件包括一个能量源和一个反射器，反射器用来将所发射的能量中的大部分引导到盘上的一个目标上。反射器的椭圆形或球形表面可以反射来自卤素灯的光，其中该卤素灯位于远离反射器轴线的位置。

在一个实施例中，一种装置包括一个旋转具有多个处理室的盘的马达，其中一个或多个处理室包括一个试样，一个发射电磁能量来加

热一个或多个处理室的能量源，和一个反射器，该反射器包括球形反射面和椭圆形反射面的组合，用来将部分电磁能量反射到盘上。

在另一个实施例中，一种系统包括一个数据获取装置。这种系统还包括一个与数据获取装置连接的检测装置，其中检测装置包括一个用来旋转具有多个处理室的盘的马达，其中一个或多个处理室包括一个试样，一个发射电磁能量来加热多个一个或多个处理室的能量源，和一个反射器，其包括球形反射面和椭圆形反射面的组合，用来将部分电磁能量反射到盘上。

在一个另外实施例中，一种方法包括以下步骤：旋转具有多个处理室的盘，其中一个或多个处理室包括一个试样，发射电磁能量来加热多个处理室，和用球形和椭圆形的反射面的组合来将部分电磁能量反射到盘上。

本发明可以提供一个或更多的优点。例如，反射器可将几乎 100% 的发射能量导向到盘上。将所有的能量导向到盘可以提高加热效率，减少加热时间和总体运行时间。而且，能量源不需要与盘或处理室物理接触，这可以降低装置的复杂性和操作费用。

由于装置可以实施实时 PCR，因此这种装置可以在任何类型的生物反应发生时对其进行分析。这种装置可以独立地或作为一个选择的组来调整每个反应的温度，并且这种装置可以通过在两个或更多处理室之间设置一个阀来支持多阶段的反应。

在一些实施例中，装置可以是便携式而且坚固的，从而允许在边远地区或临时实验室中操作。这种装置可以包括一个数据获取计算机，用来对反应进行实时分析，或者这种装置可以通过有线或无线通信接口而与其它装置进行数据通讯。

本发明一个或更多实施例的细节将结合以下的附图和描述进行介绍。本发明其它特征、目标和优点从以下的描述和附图以及权利要求中将可以清楚地得出。

附图说明

图 1 是多路荧光检测装置的一个示例性实施例的方块图。

图 2 是一个示例性的检测模块的示意图，该检测模块可以对应于图 1 所示的荧光检测装置的多个检测模块中的任何一个。

图 3 是显示在装置内部的一组示例性的可拆卸的光学模块的正视图的透视图。

图 4 是显示在装置壳体内部的一组示例性的可拆卸的光学模块的透视图。

图 5 是显示一组示例性可拆卸光学模块的前侧视图的透视图，其中一个模块被移走，从而露出了模块的连接器的。

图 6 是一个示例性主要的可拆卸光学模块中的元件的透视图。

图 7 是在一个示例性辅助的可拆卸光学模块中的元件的透视图。

图 8 是一组在装置壳体内部的示例性的可拆卸光学模块的侧视图，其具有位于盘上的狭缝上的激光阀控制系统。

图 9A 和 9B 显示了两个示例性盘的处理室和阀，这两个盘可用于将试样容纳在检测装置内部。

图 10 示例性地显示了一个偏离轴线的反射器内的加热元件。

图 11 是一个示例性的由加热元件发射出来的光线的射线图，其反射打开的反射器，以用来加热盘。

图 12 示例性地显示了一个位于轴线上的反射器内的加热元件。

图 13 是一个示例性的由加热元件发射出来的光线的射线图，其反射封闭的反射器，以用来加热盘。

图 14 更加详细地图示了多路荧光检测装置的一个示例性实施例的方块图。

图 15 是与光纤束的四个光纤相耦合的单个检测器的方块图。

图 16 是显示多路荧光检测装置的一个示例性操作过程的流程图。

图 17 是显示用于检测装置的激光阀控制系统的示例性操作过程的流程图。

图 18 是控制一个加热元件的加热电路的方块图，加热元件用来加热盘。

图 19 是显示了用于加热电路的示例性操作过程的流程图，加热电路用于加热盘。

图 20 和 21 显示了通常使用可以用于多路 PCR 的荧光染料的吸收光谱和发射光谱。

图 22A 和 22B 显示了在 PCR 分析中使用单个检测器从两个示例性检测模块中获取到的原始数据。

图 23 显示了对时间偏差进行调整后的数据图。

图 24A 和 24B 显示了从两个示例性检测模块中接收到的数据的检测限（LOD）。

具体实施方式

图 1 的方块显示了一个多路荧光检测装置 10 的示例性实施例。在这个实施例中，装置 10 具有四个光学模块 16，其为四个不同染料的光学检测提供了四个“通道”。具体地说，装置 10 具有四个光学模块 16，其可以在任何给定时间激发旋转盘 13 不同的区域，并且收集从染料发射出来的具有不同波长的荧光能量。结果，模块 16 可以用于询问在试样 22 中发生的多个的、并行的反应。

多个反应例如可以同时发生在一个旋转盘 13 的一个单个腔室中。每个光学模块 16 在旋转盘 13 旋转时询问试样 22 并收集不同波长的荧光能量。例如，在模块 16 中的激发源可以被顺序地激活一段足够长的时间，以用来收集相应波长下的数据。也就是说，光学模块 16A 可以被激活一段时间，以便收集在相应于第一反应的、为第一染料选择的第一范围波长下的数据。然后，可以使这个激发源停止，并且模块 16B 中的一个激发源可以被激活。从而在为相应于第二反应的第二染料所选择的第二范围波长下询问试样 22。这个过程一直持续，直到来自所

有光学模块 16 的数据都被获取到为止。在一个实施例中，在光学模块 16 中的每个激发源都被激活大概 2 秒的一段初始时间，以便达到稳定状态，然后接着是一个询问时间段，持续时间为盘 13 的 10-50 转的时间。在其它实施例中，激发源可以被顺序激活更短（例如 1 或 2 微秒）或更长的一段时间。在一些实施例中，多于一个的光学模块可以同时被激活，以用于同时询问试样 22，而不需要停止盘 13 的旋转。

尽管显示了一个单独的试样 22，但是盘 13 可以包含多个容纳试样的腔室。光学模块 16 可以在不同波长下询问一些或所有的不同的腔室。在一个实施例中，盘 13 包括围绕着盘 13 的周围排布的 96 个腔室。由于具有 96 个腔室的盘和四个光学模块 16，装置 10 可以获取来自 384 个不同的试样的数据。

在一个实施例中，光学模块 16 包括激发源，这些激发源是不太昂贵的高功率发光二极管（LED），这些发光二极管在各种不同的波长下都可以在商业上获得，并且具有较长的使用寿命（例如，100,000 小时或更久）。在另一个实施例中，可以使用传统的卤素灯或汞灯作为激发源。

如图 1 所示，每个光学模块 16 都可以与光纤束 14 的一路相耦合。光纤束 14 提供一种柔性机构，用来从光学模块 16 中收集荧光信号，而不会降低灵敏度。通常，一个光纤束包括多个并排布置并且端部结合在一起的光纤，它们被封装在一个柔性保护套内。或者，光纤束 14 可以包括较小数量的离散的、大直径的多模光纤，它们可以是玻璃的或者塑料的，并且具有共同的端部。例如，对于一个四光学模块的装置，光纤束 16 可以包括四个离散的多模光纤，每个都具有 1mm 的芯直径。这种光纤束的共同端部包括结合在一起的四个光纤。在这个实施例中，检测器 18 的孔径可以为 8mm，其足够将四个光纤连接在一起。

在这个例子中，光纤束 14 与光学模块 16 连接到一个单个的检测

器 18。光纤带着由光学模块 16 收集的荧光并且将捕获的光线有效地送到检测器 18。在一个实施例中，检测器 18 是一个光电倍增管。在其它实施例中，检测器可以包括多个光电倍增元件，在单独的检测器内部，一个光电倍增元件用于一个光纤。在其它实施例中，可以使用一个或更多的固态检测器。

使用单个的检测器 18 将是有利的，其允许使用高灵敏度和可能昂贵的检测器（例如光电倍增器），同时保持最小的成本，这在于它仅仅需要使用一个单个的检测器。在此介绍了一个单个的检测器，然而，也可以包括一个或更多检测器来检测更多数量的染料。例如，四个另外的光学模块 16 和一个第二检测器可以加入这种系统中，从而可以检测从一个盘发射出来的八种不同波长。一个与单个的检测器连接的光纤束、用于与旋转盘 13 一起使用的技术在 2005 年 7 月 5 日提交的美国专利申请号 11/174755，题目为“具有将多个光学模块与一个共同检测器相连接的光纤束的多路荧光检测装置”（“Multiplex Fluorescence Detection Device Having Fiber Bundle Coupling Multiple Optical Modules To A Common Detector”）中进行了介绍。

光学模块 16 可以从装置上拆卸下来，并且很容易地与其它光学模块互换，它们被进行了优化，以便在不同波长下进行询问。例如，光学模块 16 可以物理安装在一个模块壳体的内部。每个光学模块 16 都可以沿着导向装置（例如，凹槽）而被很容易地插入壳体内部的相应一个位置中，导向装置与光学模块的一个或更多个标记（例如导向销）相配合。每个光学模块 16 都可以由一个插销、磁铁、螺钉或其它紧固装置而被固定在支架内。每个光学模块都包括一个光学输出端口（如图 6 和 7 所示），用于与光纤束 14 的一路耦合。光学输出端口可以具有一个螺纹端，以便与这路的螺纹连接器相结合。或者，可以使用一种“快速连接”的形式（例如具有一个 O 形环和一个卡销的滑动连接），使得光纤束 14 可以以可滑动方式与光学输出端口结合或脱离结合。而且，每个光学模块 16 可以具有一个或更多电触片或柔性电路，用于当

其完全插入时与控制单元 23 电连接。与旋转盘 13 一起使用的示例性可拆卸光学模块在 2005 年 7 月 5 日提交的美国专利申请号 11/174754, 题目为“具有可拆卸光学模块的多路荧光检测装置”(“Multiplex Fluorescence Detection Device Having Removable Optical Modules”)中进行了介绍。

装置 10 的模块化结构使得装置能够很容易适应在给定分析环境中的所有使用的荧光染料, 例如多路 PCR 中的荧光燃料。其它在装置 10 中使用的化学性质包括: Invader (Third Wave, Madison, 美国威斯康星州), 转录介质倍增 (Transcribed-Mediated Amplification) (Genprobe, San Diego, 美国加州), 荧光标记的酶联接免疫吸附剂测定 (ELISA) 或者荧光原位杂交 (FISH)。装置 10 的模块化结构可以提供另一个优点, 即为了在多路反应中选择性地激发和检测相应的染料, 通过为一个小的具体目标范围内的波长选择相应的激发源 (未示出) 和激发和检测滤光器, 每个光学模块 16 的灵敏度都可以被最优化。

为了举例说明, 装置 10 被显示为 4 色的多路布置, 但是更过或更少的通道可以与合适的光纤束 14 一起使用。这种模块化设计使得用户可以通过简单地为装置 10 增加另一个光学模块 16 和将光纤束的一路插入这个新的光学模块中而很容易地在领域中升级装置 10。光学模块 16 可以具有集成的电子设备, 这些电子设备用来识别光学模块并且下载标定数据到一个内部控制模块或装置 10 的其它内部电子设备中 (例如控制单元 23)。

在图 1 的例子中, 试样 22 被容纳在盘 13 的腔室中, 盘 13 在控制单元 23 的控制下被安装在旋转平台 25 上。一个狭缝传感器触发器 27 为在盘旋转过程中使数据获取装置 21 与腔室的位置同步化而提供一个由控制单元 23 使用的输出信号。狭缝传感器触发器 27 可以是机械式的、电的、磁的或光学的传感器。例如, 如以下更加详细的介绍的, 狭缝传感器触发器 27 可以包括一个光源, 其发射一束光, 穿过形成通

过盘 13 的狭缝，这束光在盘的每次旋转中都被检测。作为另一个例子，为了使盘 13 的旋转和数据获取同步，狭缝传感器触发器可以通过模块 16 和检测器 18 而检测反射的光。在另一个实施例中，除了狭缝或者代替狭缝，盘 13 可以包括一个接头、突起或反射面。狭缝传感器触发器 27 可以使用任何物理结构和机构，用以在盘 13 旋转时定位盘 13 的径向位置。光学模块 16 可以物理安装在旋转平台 25 的上方。结果，在任何一次上，光学模块 16 与不同的腔室交叠在一起。旋转平台、基底板、热结构和其它结构可以与本发明结合使用，这些已在 2005 年 7 月 5 日提交的美国专利申请号 11/174757，题目为“试样处理装置压缩系统和方法”（Sample Processing Device Compression Systems and Methods）中进行了介绍。

检测装置 10 还包括一个加热元件（未示出）用于调节盘 13 上的试样 22 的温度。加热元件可以包括一个容纳在一个反射罩中的圆柱形卤素灯。反射室的形状设置成使得可以将来自卤素灯的辐射集中到盘 13 的某个径向区域。通常，当盘 13 旋转时，盘 13 的加热区域可以包括一个环形圈。在此实施例中，反射罩的形状可以是椭圆形和球形几何形状的组合，以便能够精确聚焦。在其它实施例中，反射罩可以是不同的形状，或者灯泡可以广泛地照射一个较大的区域面积。在其它实施例中，反射罩的形状可以设置成将来自灯泡的辐射聚焦到盘 13 的一个单个区域，例如包含试样 22 的一个单个的处理室。

在一些实施例中，加热元件可以加热空气，并使得热空气到达一个或更多试样的上方，以用来调节温度。此外，试样可以直接由盘加热。在这种情况下，加热元件可以被定位在平台 25 上并与盘 13 热耦合。加热元件内部的电阻可以加热盘的某个选择的区域，其由控制单元 23 所控制。例如，区域可以包含一个或更多的腔室，也可以是整个盘。

或者，或者另外地，装置 10 还可以包括一个冷却元件（未示出）。

装置 10 中可以包括一个风扇，用来为盘 13 提供冷却空气，即室温空气。在实验完成之后，为了适当调节试样温度并储存试样，需要进行冷却。在其它实施例中，冷却元件可以包括在平台 25 和盘 13 之间的热耦合，在需要时，平台 25 可以降低自己的温度。例如，一些生物试样可以在 4 摄氏度被储存起来，用来降低酶的活性或蛋白质变性。

检测装置 10 还可以控制容纳在一个处理室中的反应试样。例如，有利的是，可以将一些试样装载到一个处理室中来产生一个反应，并且在第一个反应结束后，增加另一些试样到上述试样中。可以使用一个阀控制系统来控制阀的位置，阀位置将一个内部容纳腔室与处理室分开，从而控制在盘 13 旋转时将试样添加到腔室中。阀控制系统可以定位在或安装到其中一个光学模块 16 中，或者与光学模块分离开。在盘 13 下部，就在激光器之下的可以是一个用于确定激光器相对于盘 13 的位置的激光传感器。

在一个实施例中，阀控制系统包括一个近红外（NIR）激光器，这种激光器可以与一个传感器结合在两个或更多能量级下被驱动。在一个低功率设置中，激光器可以用来定位盘 13 并瞄准所选择的阀，例如通过传感器检测由激光器通过盘 13 中的狭缝发射出的 NIR 光。一旦目标阀转到位，则控制单元 23 引导激光器输出一个高能短脉冲来加热阀，并打开这个目标阀。能量脉冲在阀中形成了一个空隙，例如通过刺穿、熔融或融化，使得阀打开并允许流体通过通道从一个内部容纳室流入一个外部处理室。在一些实施例中，盘 13 可以包括多个不同尺寸和材料制成的阀，以用来顺序地发生多个反应。当使用具有多个处理室阀的盘时，可以使用多于一组的阀控制系统。一个示例性的与盘一起使用的激光自导引阀控制系统已经在 2005 年 7 月 5 日提交的美国专利申请号 11/174957，题目为“用于一个旋转多路荧光检测装置的阀控制系统”（Valve Control System For A Rotating Multiplex Fluorescence Detection Device）的专利申请中进行了介绍。

数据获取装置 21 可以从装置 10 中顺序地或并行地为每个染料收集数据。在一个实施例中，数据获取系统 21 顺序地从光学模块 16 中收集数据，并且为每个光学模块修正通过一个由输出信号测量得到的触发器延迟的空间重叠，输出信号是从狭缝传感器触发器接收到的。

装置 10 的一个应用是实时 PCR，但是在此描述的技术可以扩展到其它利用多路波长下的荧光检测的平台。装置 10 可以结合快速的热循环，利用加热元件，和用于隔离、倍增和检测核酸的离心驱动微流控。通过使用多路荧光检测，多目标试样可以被并行检测并分析。

对于实时 PCR，在三个常用技术中的一个中使用荧光来测量扩增量。第一个技术是使用染料，例如 Sybr Green（分子探针公司，Eugene，美国俄勒冈州），其荧光在与双链 DNA 结合时增长。第二个技术使用荧光标记探针，当其与扩增的目标序列结合时，其荧光发生改变（杂交探针，发针探针，等）。这种技术与使用双链 DNA 结合染料是类似的，但是由于探针将仅仅与目标序列的某一部分相结合，因此这种技术更为特殊。第三个技术是使用水解探针（TaqmanTM，Applied BioSystems，Foster City，美国加州），其中聚合酶的核酸外切酶的活性在 PCR 延伸过程中从探针中劈开抑制分子，从而使其具有荧光激活性。

在每种方法中，荧光与扩增的目标浓度成线性比例。数据获取系统 21 在 PCR 反应中测量来自检测器 18 的输出信号（或者选择性地进行抽样并通过控制单元 23 进行通信），以用来观察接近实时 PCR 中的扩增情况。在多路 PCR 中，多个目标以不同的独立测量的染料进行标记。一般来说，每个染料都具有不同的吸收光谱和发射光谱。由于这个原因，光学模块 16 具有激发源、透镜和有关的滤光器，可以任选地选择它们来对不同波长下的试样 22 进行询问。

一些合适的构造技术或材料的例子可以与本发明结合使用，这已在以下文献中公开，例如共同转让的美国专利 6734401，题目为“增强

的试样处理装置系统和方法” (Enhanced Sample Processing Devices Systems and Methods) (Bedingham 等人) 和美国专利申请公开号 US2002/0064885, 题目为“试样处理装置” (Sample Processing Devices) 的专利文献。其它可用的装置结构可在以下文献中找到, 例如于 2000 年 6 月 28 日提交的美国临时专利申请 60/214508, 题目为“热处理装置和方法” (Thermal Processing Devices and Methods); 于 2000 年 6 月 28 日提交的美国临时专利申请 60/214642, 题目为“试样处理装置、系统和方法” (Sample Processing Devices, Systems and Methods); 于 2000 年 10 月 2 日提交的美国临时专利申请 60/237072, 题目为“试样处理装置、系统和方法” (Sample Processing Devices, Systems and Methods); 于 2001 年 1 月 6 日的美国临时专利申请 60/260063, 题目为“试样处理装置、系统和方法” (Sample Processing Devices, Systems and Methods); 于 2001 年 4 月 18 日提交的美国临时专利申请 60/284637, 题目为“增强的试样处理装置、系统和方法” (Enhanced Sample Processing Devices, Systems and Methods); 和美国专利申请公开号 2002/0048533, 题目为“试样处理装置和载体” (Sample Processing Devices and Carriers)。其它可能专利装置结构可以在以下文献中找到, 例如美国专利 6627159, 题目为“试样处理装置的离心装填” (Centrifugal Filling of Sample Processing Devices) (Bedingham 等人)。

图 2 是一个示例性光学模块 16A 的示意图, 它可以对应于图 1 中的任何光学模块 16。在这个例子中, 光学模块 16A 包括一个高功率激发源 LED 30, 准直透镜 32, 激发滤光器 34, 二向色滤光器 36, 聚焦透镜 38, 检测滤光器 40, 和一个透镜 42, 用于将荧光聚焦到光纤束 14 的一路上。

因此, 来自 LED 30 的激发光由准直透镜 32 校准, 由激发滤光器 34 过滤, 通过二向色滤光器 36 传输, 并通过聚焦透镜 38 而被聚焦到试样 22 上。最终的由试样发射出来的荧光由同一聚焦透镜 38 收集,

反射离开二向色滤光器 36, 在聚焦到光纤束 14 的一路之前由检测滤光器 40 过滤。然后, 光纤束 14 将光线传送到检测器 18。

LED 30, 准直透镜 32, 激发滤光器 34, 二向色滤光器 36, 聚焦透镜 38, 检测滤光器 40 和透镜 42 是根据多个染料的具体的吸收谱带和发射谱带进行选择, 其将要与光学模块 16A 一起使用。以这种方式, 多个光学模块 16 可以构造并装载于装置 10 的内部, 以用来瞄准不同的染料。

表 1 列出的是可以在 4 通道多路荧光检测装置 10 中使用的用于各种荧光染料的示例性的成分。FAM、HEX、JOE、VIC、TET、ROX 都是 Applera 公司, Norwalk, 美国加州的商标。Tamra 是 AnaSpec 公司, San Jose, 美国加州的商标。Texas Red 是 Molecular Probes 公司的商标。Cy5 是 Amersham 公司, Buckinghamshire, 英国的商标。

表 1

光学模块	LED	激发滤光器	检测滤光器	染料
1	蓝	475nm	520nm	FAM,Sybr,Green
2	绿	530nm	555nm	HEX,JOE,VIC,TET
3	橙	580nm	610nm	TAMRA,ROX,Texas Red
4	红	630nm	670nm	Cy5

在此所述的模块化、多路检测结构的一个优点是: 对多种染料的最优化检测方面的灵活性。可以想到的是, 用户可以具有一组不同的光学模块, 它们可以根据需要而插入装置 10 中, 可以在任意一次中使用 N 个, 其中 N 是装置所支持的通道的最大数量。因此, 装置 10 和光学模块 16 可以与任何荧光染料和 PCR 检测方法一起使用。较大的光纤束可以用来支持大量的检测通道。而且, 多个光纤束可以与多个检测器一起使用。例如, 两个 4 路光纤束可以与 8 个光学模块 16 和两个检测器 18 一起使用。

图 3 是显示了装置壳体内部的一组示例性的可拆卸光学模块的前视图的透视图。在图 3 所示的例子中，装置 10 包括基臂 44 和模块壳体 46。主要光学模块 48，辅助光学模块 52 和辅助光学模块 56 都容纳在模块壳体 46 中。光学模块 48、52 和 56 分别产生输出光束 43、49、53 和 57，它们顺序激发盘 13 的不同的处理室。换句话说，输出光束 43、49、53 和 57 顺着盘 13 的曲率，每束激发包含处理室的盘相同的径向位置。光学模块 48 包括两个光学通道，每个光学通道都输出不同的光束 43 和 49。狭缝传感器触发器 27 包括红外光源 31，其产生被检测器 33 检测的光线 35。

每个光学模块 48、52、56 分别包括各自的释放杆 50、54 或 58，用于与模块壳体 46 结合。每个释放杆都可以提供一个向上的偏压作用，用来与形成在模块壳体 46 内部的一个相应的插销结合。为了解开插销并从模块壳体 46 上卸下光学模块 48、52 或 56，技术人员或其它用户分别压下释放杆 50、54 或 58。条形码读取器 29 包括用于识别盘 13 的激光器 62。

基臂 44 从检测装置 10 延伸出来并为模块壳体 46 和光学模块 48、52 和 56 提供支撑作用。模块壳体 46 可被牢牢地安装在基臂 44 的顶部。模块壳体 46 可以包括一个用于接纳相应的光学模块 48、52 和 56 的位置。尽管举例描述了模块壳体 46，但是检测装置 10 的模块壳体 46 可以具有多个用于接纳光学模块 48、52 和 56 的位置。换句话说，对于光学模块 48、52 和 56 并不需要使用单独的壳体。

模块壳体 46 的每个位置可以包含一个或更多轨道或导引件，当技术人员或其它用户插入光学模块时，其有助于将相关的光学模块正确定位在每个位置中。这些导引件可以沿着每个位置的顶部、底部和侧部进行设置。每个光学模块 48、52 和 56 可以包括与模块壳体 46 的位置的导引件或轨道相配合的导引件或轨道。例如，模块壳体 46 可以具

有凸出的导引件，其与光学模块 48、52 和 56 中的凹入的导引件配合。

在一些实施例中，模块壳体 46 可以不完全封闭每个光学模块 48、52 和 56。例如，模块壳体 46 可以提供安装点，用来将每个光学模块 48、52 和 56 固定在基臂 44 上，但是每个光学模块的部分或全部可以暴露出来。在其它实施例中，模块壳体 46 可以完全封闭每个光学模块 48、52 和 56。例如，模块壳体 46 可以包括单个门，这个门将光学模块 48、52 和 56 封闭起来，或者对于每个光学模块都包括一个各自的门。这个实施例适合于光学模块很少卸下或检测装置 10 处于极端的外部环境下的情况。

技术人员可以很容易地卸下任何光学模块 48、52 或 56，并且这可以仅仅用一只手来完成。例如，技术人员可以将他或她的食指放在位于光学模块 52 的释放杆 54 的下方的一個模制的凸缘之下。然后，技术人员的拇指可以压下释放杆 54，将光学模块 52 从模块壳体 46 上释放出来。当将光学模块 52 抓在拇指和食指之间时，技术人员可向后拉光学模块出来，以便从检测装置 10 上卸下光学模块。也可以使用其它方法来卸下任何光学模块 48、52 或 56，包括利用两只手来卸下的方法。可以用一只手或两只手，使用相反的方式来插入任何光学模块 48、52 或 56。

在图 3 所示的例子中，两个光学模块的元件被结合在一起，形成主要光学模块 48。主要光学模块 48 可以包括产生两个不同波长的光的光源和用于从盘 13 中的试样中检测每个不同波长荧光的检测器。因此，主要光学模块 48 可以连接光纤束 14 中的两路。以这种方式，主要光学模块 48 可以被视为一个具有两个独立的光学激发和收集通道的双通道光学模块。在一些实施例中，主要光学模块 48 可以包含用于两个以上光学模块的光学元件。在其它情况下，模块壳体 46 包含多个（例如两个或更多）单通道光学模块，例如辅助光学模块 52 和 56。

如图 3 所示, 主要光学模块 48 还可以包括用于激光阀控制系统 51 (位于光学模块 48 内) 的元件。激光阀控制系统 51 通过一个小的位于盘 13 外边缘附近的狭缝来检测盘 13 的位置。一个检测器 (未示出) 检测低功率激光 55, 以用来绘制盘 13 相对于旋转盘的马达的位置图。控制单元 23 使用这个图而将阀 (在图 3 中未示出) 定位在盘 13 上, 并且通过激光阀控制系统 51 而将目标阀旋转至适当的位置, 以用于打开。

一旦目标阀位于合适的位置, 则激光阀控制系统 51 使用一个或多个高能短脉冲, 将激光 55 聚焦在目标阀上。短脉冲在目标阀中形成了一个空隙, 例如通过刺穿、熔融或融化阀, 使得盘 13 旋转时, 内部容纳室中的内容物流入外部处理室。检测装置 10 然后可以监控处理室中随后的反应。腔室中的内容物可以包括呈液态或固态的物质。

在一些实施例中, 激光阀控制系统 51 可以被容纳在一个单通道光学模块中, 例如辅助光学模块 54 或辅助光学模块 56。在其它实施例中, 激光阀控制系统 51 可以被安装在检测装置 10 上, 与任何一个光学模块 48、52 或 56 相分离。在这种情况下, 激光阀控制系统 51 可以是可拆卸的并且适合于接合模块壳体 46 内的某个位置, 或接合检测装置 10 的一个不同壳体。

在图 3 的例子中, 狭缝传感器触发器 27 位于可拆卸模块的附近, 位于盘 13 的任一侧上。在一个实施例中, 狭缝传感器触发器 27 包括一个用以发射红外 (IR) 光 35 的光源 31。当盘 13 中的狭缝使得光线穿过盘到达检测器 33 时, 检测器 33 检测 IR 光 35。控制单元 23 使用一个由检测器 33 产生的输出信号来从光学模块 48、54 和 56 中获取的数据与盘 13 的旋转同步。在一些实施例中, 狭缝传感器触发器 27 可以在装置 10 的工作过程中从基臂 44 延伸出来, 到达盘 13 的外边缘。在其它实施例中, 可以使用一个机械式检测器来检测盘 13 的位置。

条形码读取器 29 使用激光器 62 来读取位于盘 13 侧边缘的条形码。条形码识别盘 13 的类型，从而使装置 10 进行正确的操作。在一些实施例中，条形码可以从多个盘 13 中识别出真实的盘，以用来帮助技术人员追踪数据到具体试样。

光学模块 48、52 和 56 的所有的表面元件都可以由聚合物、复合物或金属合金构造。例如，高分子量聚亚氨脂可以用于形成表面元件。在其他情况下，也可以产生出铝合金或碳纤维结构。在任何情况下，材料都可以耐热、抗疲劳、抗应力和耐腐蚀。当检测装置 10 可以与生物材料接触时，当腔室内的内容物从盘 13 中泄漏出来时，结构可以是杀菌的。

图 4 显示了位于检测装置 10 的模块壳体 46 内部的一组可拆卸光学模块 48、52 和 56 的透视图。在图 4 的例子中，基臂 44 支撑着条形码读取器 29 和连接在模块壳体 46 内部的可拆卸光学模块 48、52 和 56。盘 13 位于光学模块 48、52 和 56 的下方，并且试样 22 在不同时刻及时位于每个模块的各自的光学路径的下方。

在模块壳体 46 中，可以看见辅助光学模块 56 和主要光学模块 48 的前面。辅助光学模块 56 包括模制凸缘 59 和释放杆 58。如前所述，模制凸缘 59 可以用于当卸下模块或将模块插入模块壳体 46 时抓握模块。所有的光学模块 48、52 和 56 都可以有各自的模制凸缘和释放杆，或者可以使用一个单个的释放杆来卸下所有的光学模块。在一些实施例中，光学模块 48、52 和 56 可以包括一个不同的元件来抓握模块。例如，每个光学模块 48、52 和 56 可以包括一个手柄，用于沿着竖直或水平方向从模块壳体 46 中卸下的各自的模块。

为了在任何具体时刻及时独立地激发盘 13 中的不同试样，模块壳体 46 中的光学模块 48、52 和 56 的位置可以被固定。例如，主要光学模块 48 的位置可以比辅助光学模块 52 和 56 的位置距离基臂 44 稍远，

这两个辅助光学模块被偏移 to 主要光学模块任一侧的某个位置。而且，光学模块 48、52 和 56 可以在水平方向（如图 4 中的箭头所示，其中 X 是外侧光束从内侧光束偏移的距离）上被偏移，从而使得由模块产生的激发光束沿着盘 13 的曲率前进。在这种布置中，当盘 13 旋转时，由光学模块 48、52 和 56 产生的光束穿过相同的路径，从而激发并收集来自沿着这个路径被定位的处理室的光。在其它实施例中，光学模块 48、52 和 56 的排列使得激发光束沿着环绕盘 13 的不同路径行进。

在这个实施例中，基臂 44 包括延伸到模块壳体 46 中的电触板 66。在模块壳体 46 内部，电触板 66 可以包括用于每个光学模块 48、52 和 56 的电触点。电触板 66 可以与控制单元 23 电连接起来。在一些实施例中，每个光学模块 48、52 和 56 都可以有单独的与控制单元 23 相连的电触板。

光纤耦合器 68 将光纤束 14 的一路与光学模块 56 的一个光学输出端口相连接。尽管没有显示出来，但是每个光学模块 48、52 和 56 都包括一个光学输出端口，其适合于与一个安装到模块壳体 46 上的一个相应的光纤耦合器配合。光纤耦合器 68 和光纤束的这路之间的连接可以是螺钉锁定、卡扣固定或者摩擦配合。

条形码读取器 29 生成激光 64，用来读取盘 13 的条形码。当激光 64 与盘 13 的外边缘相互作用时，激光 64 沿着引导路径前进。光线 64 可以传播开，从而一次覆盖一个大面积区域的盘 13。当盘低速旋转时，条形码读取器 29 读取盘 13 上的条形码。在其它实施例中，为了确认装置 10 中没有放入新的盘，在操作中，条形码读取器 29 可以定期性地读取条形码。在其它实施例中，条形码读取器 29 可以检测盘 13 上一个以上的条形码。

在一些实施例中，基臂 44 可以相对于圆盘 13 移动。在这种情况下，基臂 44 的构造使其可以检测不同尺寸的盘上的试样或位于盘 13

内部的试样。例如，通过移动基臂 44 进一步远离盘 13 的中心，可以使用一个包含更多处理室或更大处理室的较大的盘。模块壳体 46 还可以对每个光学模块 48、52 或 56 都具有一个结构位置，从而使得每个模块都可以移动到一个或更多的环绕盘 13 的处理室的圆形路径。

图 5 是显示一组示例性可拆卸光学模块的前侧视图的透视图，其中一个模块被卸下，从而露出了一个模块连接器。具体地说，模块壳体 46 在图 5 中未示出，并且光学模块 56 已被卸下，从而暴露出了光学模块 52 和 48，连同用于卸下的模块 56 的连接器。

光学模块 56 的释放杆 58（图 3）牢牢连接在安装在基臂 44 上的连接柱 69 上。在这个例子中，连接柱 69 延伸到光学模块 56 的内部并与释放杆 58 连接。在其它实施例中，可以使用其它连接机构来将光学模块 56 固定到基臂 44 上，例如螺钉或卡扣固定装置。

一旦光学模块 56 插入后，则基臂 44 在模块壳体 46 内部提供两个不同的可操作连接，以用来接纳和配合光学模块 56。具体地说，基臂 44 提供电触板 66，其包括电接头 70 用来与容纳在光学模块 56 内部的电触片（未示出）连接。电接头 70 允许控制单元 23 与光学模块 56 内的电子元件进行通信。例如，模块 56 可以包括电路、硬件、固件或者它们的任意组合。在一个实施例中，内部电子元件可以储存和输出唯一的识别信息到控制单元 23 中，例如序列号。替代性地，或者另外地，电子元件可以提供用来描述可拆卸模块 56 内部的光学元件的特定特征的信息。例如，电子元件可以包括可编程的只读存储器（PROM）、闪存或其它内部的或可移动的存储介质。其它实施例可以包括一组电阻器、一个电路或一个嵌入式处理器，用于将光学模块 48、52 或 56 的唯一的信号输出到控制单元 23。在另一个实施例中，光学模块可以包括一个激光源和形成部分激光阀控制系统的其它元件，例如激光阀控制系统 51。

电触板 66 可以被卸下或者被与不同的可拆卸光学模块相关的另外型式来替换。这种选择可以支持装置性能上的升级。在其它实施例中，电接头 70 可以包括更多或更少的连接针脚。

此外，基臂 44 和模块壳体 46 提供了在用于接收光学模块 56 的位置内的光学通道 72。光学通道 72 与光纤耦合器 68（图 4）连接，光纤耦合器 68 与光纤束 14 的一路连接。光学通道 72 插入光学模块 56 内的某个位置。由光学模块 56 捕获的光可以被引导穿过光学通道 72、光纤耦合 68 和光纤束 15，到达检测器。这些连接器之间的配合可以是紧密的，从而保证光线不会离开或进入光学路径。

在一些实施例中，连接到光学模块 56 的连接器可以以不同的构造来布置。例如，连接器为了从另一方向接收光学模块 56 而可以被布置在另一位置。在其它实施例中，电连接器可以设置在光学模块 56 的一侧，而同时一个光学连接器可以设置在光学模块 56 的第二表面上。在任何情况下，位于模块壳体 46 内的电和光学连接器可以容纳一个可拆卸的光学模块，即本例中的光学模块 56。

图 5 中描述的光学模块 56 的光学和电子连接器可以与任何模块一起使用，包括光学模块 48 和 52。此外，用于每个光学模块的连接器可以不是相同的。因为为了与所需的可拆卸光学模块连接，连接器可以被修改，因此任何具体的插入模块壳体 46 一个具体位置的光学模块所使用的连接器可以在任何时候改变。

图 6 显示了一个示例性的主要可拆卸光学模块 48 中的元件的透视图。在图 6 的例子中，主要光学模块 48 包括释放杆 50、枢转销 51 和插销 74。内壳体 78 将模块 48 的每侧分隔开，并且包含与带子 81 连接的电触片 80。光学元件包括 LED 82，准直透镜 84，激发滤光器 86，二向色滤光器 88，聚焦透镜 90，检测滤光器 92 和透镜 94。光学输出端口 17 与光纤束 14 的一路连接。一组单独的用于第二光学通道（未

示出)的光学元件被设置在内壳体 78 的另一侧。此外,主要模块 48 包括作为激光阀控制系统 51 一部分的连接器 96,激光二极管 98 和聚焦透镜 100,它们由控制单元 23 控制。

释放杆 50 通过枢转销 61 与光学模块 48 连接。枢转销 61 使得释放杆 50 能够绕销轴线旋转。当释放杆 50 被压下时,臂 63 逆时针旋转,从而抬起插销 74。一旦插销 74 被抬起,则光学模块 48 可以自由从模块壳体 46 上卸下。可以具有一个弹簧或其它机构,用来保持一个抵靠于释放杆 50 的偏置力,以用来将插销 74 保持在一个向下的位置。在一些实施例中,围绕枢转销 61 可以包括一个弹簧,以用来提供一个力矩臂,将插销 74 保持在向下或被拴住的位置。在其它实施例中,可以加入或使用其它安装机构来代替所述的释放杆。例如,光学模块 48 可以使用一个或更多的螺钉或销而连接到模块壳体 46 上。

安装板 76 可以安装在光学模块 48 的内部,用来连接通信带 81 和 LED 82。通信带 81 与电触片 80 连接,并在电触片和光学模块 48 内的电子元件之间提供连接作用。电触片 80 和通信带 81 可以载有主要光学模块 48 两侧所需的信息,包括激光阀控制系统 51 和任何内部存储器和其它存储介质。通信带 81 可以是柔性的,以便在光学模块 48 内穿行。通信带 81 可以包括多个导电线,用于在电子元件和控制单元 23 之间传送信号,并且/或者将能量传送到电子元件中。在一些实施例中,每个电子元件都具有一个独立的电缆来连接电子元件和控制单元 23。当从模块壳体中卸下光学模块 48 时,技术人员需要从模块壳体 46 中断开电缆或柔性电路。

在一些实施例中,光学模块 48 可以包含一个用来检测来自盘 13 的光线的检测器,还包括用来处理和存储数据的电子设备。电子设备包括一个遥测电路,用于将表示所检测到的光线的数据无线传输到控制单元 23。无线传输可以通过红外光、射频、蓝牙或其它遥测技术来实现。光学模块 48 还可以包括一个为电子设备供电的电池,其可以通

过控制单元 23 进行充电。

LED 82 被固定在安装板 76 上,并且与通信带 81 电连接。LED 82 产生具有预定波长的激发光 49,以用来激发试样 22。激发光 43 由第二光学通道(未示出)来产生。在光线 49 离开 LED 82 之后,光线 49 在进入激发滤光器 86 之前由准直透镜 84 进行扩散。一个波段的光线 49 经过二向色滤光器 88,并且通过聚焦透镜 90 而被聚焦到一个试样上。光线 49 激发试样,并且由聚焦透镜 90 收集荧光,并将荧光由二向色滤光器 88 传送到检测滤光器 92 中。最终波段的光线由透镜 94 收集起来并且传送到光学输出端口 17,在此处收集的荧光进入光纤束的一路,以便运送到检测器 18。

内壳体 78 可以支撑所有的、在试样激发和由所选择波长的试样发射的荧光检测中包括的元件。在内壳体 78 的另一侧,可以包括一个相似的构造的光学元件,以用来产生不同波长的光,并检测相应的不同的荧光波长。将各侧分离开可以消除从一侧进入另一侧的光学通道造成的光污染。

部分被容纳在模块 48 每侧之间的可以是激光阀控制系统 51 的元件,包括连接器 96,激光二极管 98 和聚焦透镜 100。内壳体 78 可以为这些元件提供物理支持作用。通信带 81 与连接器 96 连接,从而将驱动信号和能量传输至激光源。激光二极管 98 与连接器 96 连接并产生用于打开盘 13 上的阀的激光能量 55。激光二极管传送近红外(NIR)光至聚焦透镜 100,用来将激光能量 55 引导至盘 13 上的特定的阀上。一个 NIR 传感器可以被设置在盘 13 的下方,以用来定位特定的需要打开的阀。在其它实施例中,这些元件可以与光学模块分离地容纳。

在一些实施例中,激光阀控制系统的发射透镜 98 和聚焦透镜 100 可以容纳在一个单通道光学模块中,例如辅助光学模块 52 和 56(图 3)。

图 7 显示了一个示例性辅助光学模块中的元件的透视图，其可以容易地从检测装置 10 中卸下或插入检测装置 10 中。在图 7 的例子中，光学模块 56 包括释放杆 58、枢转销 59 和插销 102，与主要光学模块 48 相类似。光学模块 56 还包括与通信带 107 连接的电触片 106。通信带 107 还可以与安装板 104 连接。与主要光学模块 48 类似，这些光学元件包括 LED 108，准直透镜 110，激发滤光器 112，二向色滤光器 114，聚焦透镜 116，检测滤光器 118 和透镜 120。光学输出端口 19 与光纤束 14 的一路连接。

释放杆 58 通过枢转销 65 而与光学模块 56 连接。枢转销 65 使得释放杆能够绕销轴线旋转。当释放杆 58 被压下时，臂 67 逆时针旋转，从而抬起插销 102。一旦插销 102 被抬起，则光学模块 56 可以自由从模块壳体 46 上卸下。可以具有一个弹簧或其它机构来保持一个抵靠于释放杆 58 的偏置力，以用来将插销 102 保持在一个向下的位置。或者，可以将一个弹簧设置在插销 102 的上方。在一些实施例中，围绕枢转销 65 可以包括一个弹簧，用来提供一个力矩臂，将插销 102 保持在向下或被拴住的位置。在其它实施例中，可以加入或使用其它安装机构，以来代替所述的释放杆。例如，光学模块 56 可以使用一个或更多的螺钉或销而连接到模块壳体 46 上。

安装板 104 可以安装在光学模块 56 的内部，用来连接通信带 107 和 LED 108。通信带 107 与电触片 106 连接，并在电触片和光学模块 56 内的电子元件之间提供连接作用。电触片 106 和通信带 107 可以携带用于操作光学元件所需的信息。通信带 107 可以是柔性的，以便在光学模块 56 内穿行。通信带 107 可以包括多个导电线，用以在电子元件和控制单元 23 之间传送信号并且/或者将能量传送到电子元件中。在一些实施例中，每个电子元件都具有一个独立的电缆来连接电子元件和控制单元 23。当从模块壳体中卸下光学模块 56 时，技术人员需要从模块壳体 46 中断开电缆或柔性电路。

在一些实施例中，光学模块 56 可以包含一个用来检测来自盘 13 的光线的检测器，以及用来处理和存储数据的电子设备。电子设备包括一个遥测电路，用于将表示所检测的光线的数据无线传输到控制单元 23。无线传输可以通过红外光、射频、蓝牙或其它遥测技术来实现。光学模块 56 还可以包括一个为电子设备供电的电池，其可以通过控制单元 23 进行充电。

LED 108 被固定在安装板 104 上并且与通信带 107 电连接。LED 108 产生具有预定波长的激发光 101 来激发试样 22。在光线 101 离开 LED 108 之后，在进入激发滤光器 112 之前由准直透镜 110 进行扩散。一个波段的光线 101 经过二向色滤光器 114，通过聚焦透镜 116 而被聚焦到一个试样上。光线 101 激发试样并且由聚焦透镜 116 收集荧光并将荧光由二向色滤光器 114 传送到检测滤光器 118 中。最终波段的光线由透镜 120 收集起来并且传送到光学输出端口 19，在此处收集的荧光进入光纤束的一路，以便运送到检测器 18。

辅助光学模块 56 还可以包括激光阀控制系统 51 的元件。激光阀控制系统可以是在装置 10 中使用的唯一的系统或者是多个激光阀控制系统中的一个系统。用于此系统的元件可以与图 6 的光学模块 48 中描述的元件类似。

辅助光学模块 56 的元件可以与任何辅助光学模块或任何用于发射和检测一个波段的光线的光学模块相似。在一些实施例中，这些元件可以在构造上进行改变，从而适合不同的试验应用。例如，任何光学模块都可以被修改，从而可以从不同方向插入，或被放置在装置内相对于盘 13 的不同位置上。在任何情况下，光学模块都可被卸下，从而使装置 10 的修改具有灵活性。

图 8 显示了一组在装置壳体内部的示例性的可拆卸光学模块的侧视图，其中激光阀控制系统位于盘狭缝的上方。图 8 的例子与图 4 的

例子相类似。然而，激光阀控制系统 51 已经被定位，以便使来自能量源，即激光器的激光 71 瞄准通过盘 13 上的狭缝 75。当光线通过狭缝 75 时，传感器 73 检测激光 71。

一个托架（未示出）移动模块壳体 46 并在相对于盘 13 的中心的水平方向上（如图 8 的箭头所示）移动所容纳的光学模块 48、52 和 56。激光器可以以一个减小的电流来发射激光 71，从而产生低功率近红外（NIR）光，以用来定位盘 13 上的狭缝 75。在一些实施例中，托架可以在水平方向上平移模块壳体 46，同时激光阀控制系统 51 输出激光 71，用来定位狭缝 75。

一旦激光穿过狭缝 75，则传感器 73 可以检测到激光 71，使得传感器 73 输出一个代表检测到的 NIR 激光 71 的电信号到控制单元 23 中。从传感器 73 接收到电信号后，控制单元 23 将检测到的盘位置映射到旋转平台 35 的一个已知位置，并且构造出一个位置图来，这个位置图识别相对于旋转平台 25 的已知位置的盘 13 上的每个阀的位置。随后，控制单元 23 可以使用构造出来的位置图将激光阀控制系统 51 移动到盘 13 的目标阀的位置。在其它实施例中，传感器 73 可以设置在盘 13 上与激光阀控制系统 51 相同的一侧上，以用来检测来自盘 13 上的反射部分或部分的激光 71。

将激光阀控制系统 51 设置在一个选择的阀上之后，控制单元 23 引导激光阀控制系统传送高能短脉冲来打开所选择的阀。阀可以由聚合物或相似的材料来制造，其可以吸收发射的电磁能量，即激光 71，导致聚合物破裂，因此打开了内部容纳室和外部处理室之间的通道。可以使用其它能量源（例如射频能量源），并且可以选择吸收所产生的能量并且因此破裂（例如打开）的材料。一旦阀被打开，则盘 13 的旋转将各个内部容纳室中的内容物引导到相应的外部处理室中。

在一些实施例中，激光阀控制系统 51 和狭缝传感器触发器 27 可

以进行通信，以用来有效定位。例如，狭缝传感器触发器 27 通常可以定位盘 13 的径向位置，从而使得激光阀控制系统 51 可以特别地定位狭缝 75 的边缘。

另外，一些实施例可以不包括用于水平移动元件的托架，这些元件用于将光学路径与盘 13 上的结构对准。例如，激光阀控制系统 51 和光学模块 48、52 和 56 可以固定在距离盘 13 的中心一定合适的径向距离的位置。作为另一个实施例，激光阀控制系统 51 和/或光学模块 48、52 和 56 可以在控制单元 23 的引导下枢转，从而将激光瞄准在盘 13 的不同径向位置处。

附图 9A 和 9B 分别显示了示例性的盘 13A 和 13B 的部分。在图 9A 的例子中，盘 13 包括一个中心孔 121，用于将盘连接到装置 10 的旋转平台上。一组内部容纳室和一组外部处理室距离中心孔 121 径向地同心地设置。在这个例子中，每个腔室都被显示为具有相同的容积和间距，然而盘 13 的其它实施例可以包括具有不同容积和间距的腔室。

在这个例子中，每个容纳室通过一条通道而与相应的处理室连接，每条通道都包含相应的阀，以用来控制通过通道的流动。例如，阀 127 将容纳室 125 与处理室 129 隔离开。

试样的一些试剂可以被直接放置在处理室 129 中，同时容纳室 125 中的内容物可以首先被装填在装填室 123 中。一旦盘 13A 旋转，则装填室 123 中的内容物将被强迫到容纳室 125 中。在一些实施例中，容纳室 125 可以用来容纳用于第二反应的试剂，或者用于停止处理室 129 中的反应的试剂。阀 127 位于容纳室 125 和处理室 129 之间。

在图 9A 的例子中，狭缝 131 设置在盘 13A 的外侧，并且激光阀控制系统 51 使用此狭缝来追踪盘的位置。在一个实施例中，狭缝 131 的宽度为 1mm，长度为 2mm。激光 71（图 8）可以聚焦在盘 13A 的已

知的半径处，对应于狭缝 131 的一个已知的半径位置。当盘 13A 旋转时，除了狭缝 131 的位置处，激光 71 都被圆盘 13A 阻断，激光从狭缝 131 处穿过盘 13A 并被传感器 72 检测到（图 8）。如上所述，控制单元 23 利用从传感器 73 处接收到的输出信号（例如触发信号）来绘制盘 13 相对于旋转平台的旋转的位置图。

基于位置图，对于阀，例如阀 127，控制单元 23 将激光阀控制系统 51 重新定位在距离中心孔 121 一个已知径向距离的位置。例如，对于这些阀，与模块壳体 46 连接的托架可以将模块壳体 46 和所包括的光学模块移动到距离盘 13A 的中心的已知径向距离处。控制单元 23 然后利用位置图来控制旋转平台和盘 13 的旋转，从而在激光阀控制系统 51 的作用下直接旋转阀 127。一旦处于适当的位置，则控制单元 23 引导激光阀控制系统 51 输出一个高能电流脉冲来加热阀 127。结果，热量在阀 127 上形成了一个空隙（例如使阀破裂），从而打开容纳室 125 和处理室 129 之间的流体连通。在其它实施例中，来自激光 71 的热量可以改变阀 127 的结构，从而打开流体连通。

图 9B 显示了另一个示例性盘 13B 的一部分，其与图 9A 中的盘 13A 类似。在图 9B 的例子中，盘 13B 包括一个中心孔 133，其用于将盘连接到固定在旋转平台 25 上的基底板上。同样，显示的每一组的腔室都有相同的容积，然而，盘 13B 的其它实施例可以包括具有不同容积和间距的腔室。

盘 13B 与盘 13A 的不同之处仅仅在于：用于追踪盘位置的狭缝 143 在盘上的位置。具体地说，狭缝 143 距离盘 13B 的中心孔 133 的位置的半径比狭缝 131 距离盘 13A 的中心孔 121 的位置的半径稍小。在这个例子中，控制单元 23 可以执行追踪功能和阀打开功能，而不需要径向重新定位激光阀控制系统 51。例如，当输出光 71 生成盘 13 的位置图时，控制单元 23 可以将激光阀控制系统 51 置于一个低功率模式，使用降低的或最小的电流。降低的电流不足以产生足够的能量来打开

盘 12B 上的任何阀，但是足以由狭缝传感器 73 来进行检测。控制单元 23 可以随后将激光阀控制系统 51 置于高功率模式，使用较高的电流来产生高强度激光，足以在产生盘 13B 的位置图并定位激光阀控制系统之后打开选择的阀，例如阀 137。

通常，狭缝 131（或者图 9A 中的狭缝 143）可以位于盘 13B（或 13A）的任何位置。在一些实施例中，狭缝 143 可以位于盘 13B 的最外侧边缘或最外侧边缘附近。或者，狭缝 143 可以比狭缝 131 更加接近中心。另外，狭缝 143 的形状不必是矩形的。它的形状可以是任意多边形、圆形、正方形、三角形、月牙形或任何不规则形状。另外，盘 13B 可以包含一个以上的狭缝 143，用来确定盘位置，并且多个狭缝的位置距离中心孔 133 的径向距离、尺寸或者形状可以是彼此不同的。

通常，形成在盘 13 中的腔室和通道可以被覆盖或不被覆盖。在一些实施例中，在盘 13 中可以包括多个腔室和阀。连接腔室的通道可以是曲线形的或者在某些腔室或交点处与其它通道汇合。由于盘 13 是三维的，因此腔室可以位于不同的平面，而通道可以具有变化的深度。

盘 13 可以由适合于高速旋转的生物相容材料制造。例如，盘 13 可以由聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯、聚亚氨酯或其它可模制聚合物制造。盘 13 可有通过模制、分层、蚀刻或其它技术来制造。当盘 13 的直径约为 120mm 时，盘也可以具有多种尺寸来适应多种应用。在插入检测装置 10 后，盘 13 的尺寸可以被检测，通过条形码读取器 29 读取固定盘 13 上的条形码，或者技术人员可以进入在应用中正使用的这种类型的盘 13 中。在一些实施例中，盘 13 可以被消毒，而其它实施例可以使用一次性使用的可消耗盘。

在盘 13A 或 13B 中，在盘的处理室之下可以包括一个热传导环形圈。在一些实施例中，电磁能量可以被引导到与该环形圈热耦合的旋转平台 25 上。旋转平台 25 可以包含一个热结构，它用来吸收电磁能

量。旋转平台 25 的热结构可以具有一个面对电磁能量源的黑体表面 (black surface)，从而增加能量吸收的效率。热结构可以包含一个传热表面，它用于将热能传递到盘 13 的环形圈上。传热表面可以是略微凸面的或是其它外形，并且盘的环形圈可以是顺应性的，从而在传热表面和环形圈之间提供均匀的热接触。在其它实施例中，盘 13A 或 13B 可以包括两个或更多环形圈，每个处理室都位于盘上与环形圈相同的径向位置。控制单元 23 可以选择性地加热每个环形圈来不同地加热每个径向位置。

图 10 示例性地显示了一个位于偏离轴线反射器内的加热元件。在图 10 的例子中，加热元件 145 包括灯泡 147，灯丝 149 位于灯泡内部。反射器壳体 151 包括反射面 153 和散热片 155。灯泡连接器 157 物理支持灯泡 147 并且将灯泡 147 与装置 10 电连接起来。

灯泡 147 可以是一个具有一个长轴线的透明玻璃圆柱体，灯泡内部可以容纳惰性气体或真空以及灯丝。灯丝 149 可以由钨、石英或其它高电阻材料制造。一个管状钨丝 149 可以提供 2000 小时的工作寿命，而较短的灯丝可能仅仅具有 30 小时的寿命。2000 小时的管状灯泡 147 可以符合美国国家标准协会 (ANSI) 标准 EYX。此外，灯泡可以很容易地从反射器壳体 151 中卸下。电流在灯丝 149 中传导，从而在各个方向上产生光和热。呈光和热的形式的电磁能量被引导到位于元件 145 之上的旋转盘 13 上。通常，能量将撞击与盘 13 连接的旋转平台 25 下侧的一个径向区域，以用来加热热传导环形圈。环形圈沿着灯泡 147 的长轴线扫过。该环形圈在盘 13 旋转时将加热试样 22。在一些实施例中，来自加热元件 145 的能量可以直接被导向盘 13 的环形圈，而不是首先接触旋转平台 25。在其它实施例中，当旋转盘静止时，能量可以被导向盘 13 上的处理室或某些区域。随后，盘 13 顺序前进以加热所需的处理室。

反射器壳体 151 包围了灯泡 147 的一部分。反射器壳体 151 可以

由铝或其它金属或金属合金制造。当由灯丝 149 产生的部分能量直接向盘 13 发射时, 剩余能量可以反射回到盘上。反射面 153 可以包括一些成型面的组合, 以用来将能量反射到某个点。反射面 153 可以包括一个或更多的球形面或一个或更多的椭圆形面。反射面 153 可以涂敷金属, 即金, 以便于促进反射可见光和红外光。灯泡 147 可以设置在远离反射面 153 的轴或者焦点的位置。这种偏离轴线安装位置可以使能量聚焦远离灯泡 147 并且聚焦到盘 13 上。最终到达盘 13 的能量可以是来自加热元件 145 的一个线形或者一个狭窄矩形区域的光和热。盘 13 的热传导环形槽沿着来自加热元件 145 的上述线形或矩形区域的长轴扫过。换句话说, 加热元件 145 垂直于盘 13 的径向轴线定向。

当能量被反射离开反射面 153 时, 反射面的温度将升高。为了保持反射面冷却, 反射面与围绕反射壳体 151 四个侧面定位的散热片 155 热耦合。散热片 155 被动地将热量驱散离开反射面 153。在一些实施例中, 散热片 155 可以位于反射器壳体 151 的更少或更多的侧面上。在其它实施例中, 散热片 155 可以通过结合一个风扇、流动流体或其它冷却装置而成为主动的。

在一些实施例中, 灯泡 147 可以是球形的而不是圆柱形的, 其具有相应较短的灯丝 149。如果灯泡 147 是球形的, 则相应的反射器 153 在形状上可以是球形的, 以用来将能量聚焦到盘 13 的一个点上。在其它实施例中, 灯泡 147 可以用一个产生热而不产生光的加热元件来代替。最终的红外能量可以被反射用来加热盘 13 的处理室。

灯泡连接器 157 将灯泡 147 物理容纳在反射器壳体 151 中一个适当的位置。灯泡 147 包括一个金属螺旋状配件, 以旋入到灯泡连接器 157 中的另一个金属配件中。这两个金属配件将灯泡 147 与灯泡连接器 157 电连接起来。在装置 10 中与加热元件 145 相连的电路与灯泡连接器 157 连, 用来控制传送到灯泡 147 中的灯丝 149 的电流大小。灯泡 147 可以从灯丝 149 产生 500 瓦的功率。在其它实施例中, 较低的

功率水平，例如 100 瓦，也足以快速加热盘 13。

在替代性实施例中，当盘 13 旋转时，加热元件 145 可以快速循环地开关，以用来加热盘 13 的某些部分。其它实施例可以恒定地为灯丝 149 提供电流，并且包括一个快门来快速打开和关闭灯泡 147。当盘 13 旋转时，快门可使盘 13 上的特定区域被加热。

加热元件 145 的一些实施例可以包括其它的电磁能量源。例如，一个激光器可以将红外能量引导至盘 13，或当由 RF 能供给能量进行加热时，射频（RF）能量源可以将能量引导至盘 13 的材料上。装置 10 还可以包括多个加热元件 145，用于同时加热盘 13 的多个部分。

图 11 是一个示例性的由加热元件发射出来的光线的射线图，其中光线反射离开反射器来加热盘。在图 10 所示的例子中，由灯丝 149 发射出来的光和热离开灯丝沿着各个方向发射。反射器壳体 151 包括反射面 153，用来反射大多数的光和热反射，以便加热盘 13 上的目标 165。反射面 153 被分成椭圆形部分 153A 和球形部分 153B。机罩 161 引导部分能量返回到反射腔中，如反射线 169B。加热目标 165 的能量可以是直接射线 167 的形式或者是来自椭圆形部分 153A 的反射射线 169A 的形式。反射器壳体 151 可以装配有螺钉孔 163。

从灯泡 147 内的灯丝 149 发射出来的光射线以直线形式离开灯丝。当部分所发射的光直接传播到目标 165 时，如直接射线 167，多数能量被反射面 153 的椭圆形部分 153A 反射到加热目标 165 上，如反射射线 169A。部分能量反射离开椭圆形面 153A 并直接传播到目标 165。另一部分能量通常被损失掉了，而没有进一步反射。然而，机罩 161 可以包括球形部分 153B 以用来恢复这部分发射的能量，如反射射线 169B。灯泡 147 位于球形部分 153B 的焦点处，从而使得能量直接返回到灯泡，其中能量在灯泡处被散射出去，从而进一步反射到加热目标 165。在此实施例中，接近 90% 或更多的反射能量可以被引导至目标 165 上。

加热目标 165 是盘 13 的一个热传导区域。这个区域与一个或更多处理室热耦合，用来快速加热每个相关的腔室中的试样 22。目标 165 还可以立刻间接地加热整个盘 13。热传导区域可以具有相关的温度传感器来监测试样 22 或圆盘 13 的温度。温度传感器可以是热电偶或光学热传感器。

在其它实施例中，加热目标 165 可以是一个处理室。在这种情况下，能量可以直接加热每个试样 22。特别地，加热一个腔室可能需要盘 13 在加热过程中停止旋转，或者需要具有快速开关加热元件的能力。如果每个腔室都可以被类似地加热，则加热元件 145 可以被通电并在盘 13 旋转时加热每个腔室。一个温度传感器例如热电偶可以与每个腔室连接。或者，一个光学温度传感装置可以分别读取每个腔室的温度。

图 12 显示了一个位于轴线反射器中的加热元件的例子。在图 12 的例子中，加热元件 240 包括一个灯泡和位于反射器壳体 242 内部的灯丝（未示出）。反射器壳体 242 包括反射面 244 和散热片 246。灯泡连接器 248 物理支持灯泡并将灯泡与装置 10 电连接起来。

灯泡与灯丝和图 10 中的灯泡 147 与灯丝 149 是相同的。此外，灯泡可以很容易地从反射器壳体 242 中卸下。来自灯泡的以光和热形式的电磁能量被引导至位于加热元件 240 上方的旋转盘 13 上。通常，能量将撞击与盘 13 连接的旋转平台 25 下侧的一个径向区域，用来加热一个热传导环形圈。盘 13 的这个环形圈与每个处理室热接触。环形圈沿着灯泡 147 的长轴扫过。加热元件 240 提供了一个与盘 13 的热传导圈对准的加热区域，环形圈将在盘 13 旋转时均匀地加热试样 22。在一些实施例中，来自加热元件 145 的能量可以直接被导向盘 13 的环形圈而不是首先接触旋转平台 25。在其它实施例中，当盘静止时，能量可以被导向盘 13 上的处理室或特定区域。随后，圆盘 13 顺序地加热所需的处理室。

反射器壳体 242 包围着灯泡。反射器壳体 242 可以由铝或其它金属或金属合金制造。当部分由灯泡产生的能量直接发射到盘 13 时, 剩余能量可以反射回到盘上。反射面 244 包括一些成型面的组合, 以用来将能量反射到某个点。反射面 244 包括两个或更多的球形面和一个或更多的椭圆形面。反射面 244 可以涂敷金属, 即金, 便于促进反射可见光和红外光。在一些实施例中, 通过下面电镀可以提供涂层附着的表面。灯泡设置在反射面 153 的轴上或焦点上。这种位于轴线安装位置可以使能量聚焦到灯泡之外并且聚焦到盘 13 上的椭圆形面的第二焦点。最终到达盘 13 的能量可以是来自加热元件 240 的一个线形或者一个狭窄矩形区域的光和热。盘 13 的热传导环形圈沿着来自加热元件 240 的上述线形或矩形区域的长轴扫过。换句话说, 加热元件 240 垂直于盘 13 的径向轴线定向。

当能量被反射离开反射面 244 时, 反射面的温度将升高。为了保持反射面 244 冷却, 反射面与围绕反射壳体 242 四个侧面的散热片 246 热耦合。散热片 246 被动地将热量驱散离开反射面 244。在一些实施例中, 散热片 246 可以位于反射器壳体 242 的更少或更多的侧面。在其它实施例中, 散热片 246 可以通过结合一个风扇、流动流体或其它冷却装置而成为主动的。

在一些实施例中, 灯泡可以是球形的而不是圆柱形的, 其具有相应较短的灯丝。如果灯泡是球形的, 则相应的反射器 244 在形状上可以是球形的, 以用来将能量聚焦到盘 13 的一个点上。在其它实施例中, 灯泡 147 可以用一个产生热而不产生光的加热元件来代替。最终的红外能量可以被反射用来加热盘 13 的处理室。

灯泡连接器 248 将灯泡物理容纳在反射器壳体 242 中一个适当的位置。灯泡包括一个金属螺旋状配件, 旋入到灯泡连接器 248 中的另一个金属配件中。这两个金属配件将灯泡与灯泡连接器 248 电连接起

来。在装置 10 中与加热元件 240 相关联的电路与灯泡连接器 248 连接，用来控制传送到灯泡中的灯丝的电流大小。灯泡可以由灯丝产生 500 瓦的功率。在其它实施例中，较低的功率水平，例如 100 瓦，也足以快速加热盘 13。

在替代性实施例中，当盘 13 旋转时，加热元件 240 可以快速循环地开关来加热盘 13 的某些部分。其它实施例可以恒定地为灯丝提供电流，并且包括一个用以快速开启或关闭灯泡的快门。当盘 13 旋转时，快门可以使得盘 13 上的特定区域被加热。

加热元件 240 的一些实施例可以包括其它的电磁能量源。例如，一个激光器可以将能量引导至盘 13，或当由 RF 能量供给能量进行加热时，射频（RF）能量源可以将能量引导至盘 13 的材料上。装置 10 还可以包括多个加热元件 240，以用于同时加热盘 13 的多个部分。

或者，多个加热元件 240 可以用来加热盘 13 上的多个热传导环形圈。两个或多个热传导环形圈可以是同心的并且加热盘 13 上不同组的处理室。也可以存在与每个热传导环形圈对准的加热元件 240。在其它实施例中，一个加热元件 240 可以枢转，从而将光线引导至各热传导环形圈上。一些实施例可以移动盘 13 和旋转平台 25，从而将合适的环形圈定位到加热元件 240 的上方。

图 13 是一个示例性的由加热元件发射出来的光线的射线图，其中光线反射离开封闭反射器，用来加热盘。灯泡 250（显示为一个点光源）位于反射面 244 的焦点处。反射面 244 被分成位于灯泡 250 下方的椭圆形部分 244A 和位于灯泡 250 上方的球形部分 244B。机罩 252 包括用于将能量返回到灯泡 250 的球形部分 244B，如反射射线 254B，和将反射射线 254A 引导到目标 165 的椭圆形部分 244A。直接射线 256 也到达目标 165。

由灯泡 250 发射出来的光射线以直线形式离开灯丝。当部分所发射的光直接传播到目标 165 时,如直接射线 256,多数能量被反射面 244 的椭圆形部分 244A 反射到加热目标 165 上,如反射射线 254A。部分能量反射离开椭圆形部分 244A 并直接传播到目标 165,如反射射线 254A。另一部分能量通常将被损失掉了,而没有进一步反射。然而,机罩 252 覆盖了灯泡 250 的两侧并包括球形部分 244,从而恢复这部分发射的能量,如反射射线 254B。灯泡 250 位于反射面 244 的球形部分 244B 的焦点处,从而使得能量直接反射返回到灯泡,进一步反射到目标 165。目标 165 位于反射面 244 的椭圆形部分 244A 的第二焦点处。在此实施例中,接近 100% 的发射的能量可以被引导至目标 165 上。

加热目标 165 是盘 13 的一个热传导区域。热传导区域是一个热传导环形圈,其与一个或更多处理室热接触,以用来快速加热位于相关的腔室中的试样 22。在一些实施例中,盘 13 可以包括两个或更多热传导环形圈,每个环形圈加热一组处理室。在这种情况下,加热元件 240 是可移动的,以用来加热另一个环形圈,或者装置 10 可以为每个环形圈使用一个加热元件 240。目标 165 还可以立刻间接地加热整个盘 13。热传导区域可以具有一个或多个相关联的温度传感器来监测试样 22 或盘 13 的温度。温度传感器可以是热电偶或光学热传感器。

在其它实施例中,加热目标 165 可以是一个处理室。在这种情况下,能量可以直接加热每个试样 22。特别地,加热一个室可能需要盘 13 在加热过程中停止旋转,或者具有快速开关加热元件 240 的能力。如果每个室都可以被类似地加热,则加热元件 240 可以被通电并在盘 13 旋转时加热每个室。一个温度传感器例如热电偶可以与每个室连接。或者,一个光学温度传感装置可以分别读取每个室的温度。

附图 14 是多路荧光检测装置 10 的功能方块图。具体地说,图 14 表示出了装置元件和通过这些元件的总的光路之间的电连接。在图 14 的例子中,装置 10 包括至少一个处理器 122 或其它控制逻辑器、存储

器 124、盘马达 126、光源 30、激发滤光器 34、透镜 38、检测滤光器 40、聚光透镜 42、检测器 18、狭缝传感器触发器 27、通信接口 130、加热电路 134、激光器 136 和能量源 132。如图 14 所示，透镜 38 和聚光透镜 42 不需要与另一个元件电连接。另外，光源 30、滤光器 34 和 40、透镜 38 和聚光透镜 42 代表了一个光学模块 16。尽管在图 14 中没有示出，但是装置 10 可以包含另外的光学模块 16，如前所述。在此情况下，每个另外的光学模块可以包括与图 14 中所示的布置基本相似的元件。

在图 14 中，光线沿着一定的路径通过多个元件。一旦光线由光源 30 发出，则它进入激发滤光器并作为具有离散波长的光线离开。然后，它穿过透镜 38，在那里它离开检测装置 10 和位于处理室（未示出）内的激发试样 22。试样 22 以不同波长的荧光作为响应，在那时，光线进入透镜 38 并由检测滤光器 40 进行滤光。滤光器 40 从试样 22 中去除所需荧光之外的波长的背景光。保留下来的光线被发送通过聚光透镜 42 并在被检测器 18 检测之前进入光纤束 14 的一路。检测器 18 随后将接收到的光信号进行放大。

处理器 122、存储器 124 和通信接口 130 可以是控制单元 23 的一部分。处理器 122 控制盘马达 126，以便在需要时旋转或自转盘 13，用来收集荧光信息，或者移动流体通过盘 13。处理器 122 可以使用从狭缝传感器触发器 27 中接收的盘的位置信息来识别旋转过程中盘 13 上的腔室的位置，并且同步获取从盘上接收到的荧光数据。

处理器 122 还可以控制光学模块 16 中的光源 30 什么时候打开和关闭。在一些实施例中，处理器 122 控制激发滤光器 34 和检测滤光器 40。根据被照射的试样，处理器 122 可以改变滤光器，来使一个不同波长的激发光到达试样，或者一个不同波长的荧光到达聚光透镜 42。在一些实施例中，可以为具体光学模块 16 的光源 30，对一个或两个滤光器进行优化，并且滤光器不会由处理器 122 改变。

聚光透镜 42 与光纤束 14 的一路连接，这为来自聚光透镜的光线提供一条去往检测器 18 的光学路径。处理器 122 可以控制检测器 18 的操作。当检测器 18 可以不断地被检测所有光线时，一些实施例可以使用其它的获取模式。处理器 122 可以确定什么时候检测器 18 收集数据，并且可以程序化地设置检测器 18 的其它结构参数。在一个实施例中，检测器 18 是一个光电倍增管，它用于捕获来自聚光透镜 42 提供的光线的荧光信息。相应地，检测器 18 产生代表接收光线的输出信号 128（例如模拟输出信号）。尽管在图 14 中没有示出，但是检测器 18 可以同时接收来自装置 10 的其它光学模块 16 的光线。在此情况下，输出信号 128 在电学上表示由检测器 18 接收到的来自各个光学模块 16 的光学输入的组合。

处理器 122 还可以控制来自装置 10 的数据流。数据，例如来自检测器的试样的荧光、来自加热电路 134 和相关传感器的室样的温度、和盘的旋转信息都可以被存储在存储器 124 中，用于分析。处理器 122 可以包括一个或多个微处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）、或其它数字逻辑电路。而且，处理器 122 为固件、软件或其组合提供一个操作环境，其被存储在计算机可读介质中，例如存储器 124 中。

存储器 124 可以包括一个或更多的存储器，用来存储各种信息。例如，一个存储器可以包含特定结构参数、可执行指令，而一个存储器可以包含收集的数据。因此，处理器 122 可以使用存储在存储器 124 中的数据，用来控制装置的操作和标定。存储器 124 可以包括一个或更多随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、电可擦除只读存储器（EEPROM）、闪存或类似的装置。

此外，处理器 122 还可以控制加热元件 134。基于包含在存储器 124 中的指令，可以根据所需的加热图来选择性地驱动加热元件 134，

以用来控制一个或更多处理室的温度。通常，当盘旋转时，加热元件加热盘 13 的一个径向区域。加热电路 134 可以包括一个卤素灯和反射器，用来将加热能量聚焦到盘 13 的一个特定区域。热电偶和热敏电阻也可以结合加热电路 134，用来反馈盘 13 的温度。在其它实施例中，加热元件 134 可以顺序地加热一个或更多处理室。这个实施例中，当一个室被加热时，需要盘 13 静止。在任何实施例中，加热元件 134 都可以根据需要而极快地打开和关闭。

激光器 136 用于控制阀的开启，使得容纳室中的内容物流入盘 13 上的另一个室中，例如处理室。处理器 122 和支持硬件驱动激光器 136 来选择性地打开容纳在盘 13 中的特定的阀。处理器 122 可以与位于盘 13 之下的激光传感器交互作用，用来确定激光器相对于所述的阀的位置。当位于合适的位置时，处理器 122 输出信号，指令激光器 136 来产生瞄准阀的能量脉冲。在一些情况下，脉冲可以持续大约 0.5 秒，而其它实施例可以包括较短的或者较长的开启持续时间。一个激光能量和脉冲持续时间可以通过处理器 122 与激光器 136 通信来控制。

处理器 122 使用通信接口 130 来与数据获取系统 21 通信。通信接口 130 可以使用单个方法或几种方法的组合来传递数据。一些方法可以包括用于在高数据传输速率下的硬件连接的通用串行总线 (USB) 端口或 IEEE 1394 端口。在一些实施例中，一个存储装置可以直接与这些端口中的一个连接，用来数据存储，以用于后面的处理。数据可以由处理器 122 预先处理并可以准备浏览，或者原始数据可能需要在可以开始分析之前被完全处理。

与检测装置 10 的通信也可以由射频 (RF) 通信或局域网 (LAN) 连接来完成。而且，连接可以通过直接连接或通过网络接入点来实现，例如网络集线器或路由器，可以支持有线通信或无线通信。例如检测装置 10 可以在某个射频频率上传输数据，用于通过目标数据获取装置 21 接收。数据获取装置 21 可以是一个通用计算机、笔记本计算机、手

持式计算装置或者一个特殊用途装置。另外，多个数据获取装置可以同时接收数据。在其它实施例中，数据获取装置 21 可以被包括在检测装置 10 中，作为一个集成的检测和获取系统。

此外，检测装置 10 可以通过网络（例如因特网）而从远程设备下载升级软件、固件和标定数据。通信接口 130 还可以使处理器 122 监测报告任何故障的清单。如果发生操作问题，则处理器 122 可以输出错误信息，以便通过提供操作数据来帮助用户解决问题。例如，处理器 122 可以提供信息来帮助用户诊断失效的加热单元或者同步问题。

能量源 132 将运行功率送到装置 10 的元件。能量源 132 可以利用来自标准 115 伏特电力插座的电流，或者可以包括一个电池和一个发电电路来产生运行功率。在一些实施例中，电池是可充电的，从而允许延伸操作。例如，在紧急状况下，例如在灾区，装置 10 可以是便携式的，以用来进行生物试样的检测。充电可以通过 115 伏的电力插座来完成。在其它实施例中，可以使用传统电池。

图 15 是与光纤束的四个光纤相连接的单个检测器 18 的功能方块图。在此实施例中，检测器 18 是一个光电倍增管。光纤束的每路，光纤 14A、光纤 14B、光纤 14C、光纤 14D，与检测器 18 的一个光学输入接口 138 连接。以这种方式，由任何光纤 14 携带的光线都被提供给检测器 18 的一个单个的光学输入接口 138。光学输入接口 138 将聚合光（aggregate light）提供给电子倍增器 140。阳极 142 收集电子并产生相应的模拟信号，作为输出信号。

换句话说，如图所示，光纤 14 配合在检测器 18 的输入光学孔径内。因此，检测器 18 可同时用来检测来自光纤束 14 的每一路的光线。光学输入接口 138 为电子倍增器 140 提供光线。对于光电倍增管，来自光纤的光子首先撞击光电发射阴极，撞击又释放出光电子。然后，通过撞击一系列倍增器电极，光电子泻落下来，与每个倍增器电极接

触时，更多的光电子被发射出来。最终产生的电子团使得最初由光纤 14 发射出来的较小的光信号大致倍增。数量增加的电子最终由阳极 142 收集起来。来自阳极 142 的这个电流通过一个电流到电压的放大器 144 被传送，作为模拟输出信号，其代表了由多个光学模块 16 提供的来自试样的光学荧光信号。

控制单元 23 包括一个模拟/数字（A/D）转换器 146，将模拟信号转换到采样数字数据流，即数字信号。处理器 122 接收数字信号并将采样数据存储在存储器 124 中，以便与数据获取装置 21 进行通信，如上所述。在一些实施例中，A/D 转换器 146 可以容纳在检测器 18 中而不是控制单元 23 中。

如此，可以利用一个单个的检测器 18 来收集来自光纤束 14 的所有的光线并且产生一个代表所有光学的信号。一旦信号被放大器 144 放大并被转换为数字信号，则它能被数字化地分成与每个单独的光学模块 16 收集的光线相对应的数据。完整的（例如集合的）信号可以通过频率范围分成代表每个荧光的各个检测信号。这些频率可以由数字滤波器来分离，数字滤波器由数据获取装置 21 提供或位于装置 10 的内部。

在其它实施例中，放大的信号可以使用模拟滤波器通过来分离，并输送到位于 A/D 转换器 146 之前的分离通道中。然后，每个通道都可以被单独数字化并输送到数据获取装置。在任一种情况下，单个检测器都可以捕获来自每个光学模块 16 的所有荧光信息。然后，数据获取装置 21 可以实时绘出并分析来自盘 13 的每个室中获取到的信号，而不需要使用多个检测器。

在一些实施例中，检测器 18 可以不是光电倍增管。通常，检测器 18 可以是任何类型的模拟或数字检测装置，其可以捕获来自光学传送机构（即光纤束 14）的多路的光线，并且能够产生一个所捕获的光线

的可传送的代表信号。

图 16 是显示多路荧光检测装置 10 的操作的流程图。开始，用户在数据获取装置 21 上或通过与控制单元 23 接口来确定程序参数（148）。例如，这些参数可以包括用于旋转盘 13 的速度和时间周期、为反应限定的温度图和盘 13 上的试样位置。

接着，用户将盘 13 装载在检测装置 10 中（150）。在固定装置 10 之后，用户启动程序（152），使得控制单元 23 开始以特定的速率旋转盘（154）。在盘已经开始旋转之后，可以进行两个并行进程。

首先，检测装置 10 开始检测来自一个或更多试样中的一个或更多的反应产生的激发光的荧光（156）。检测器 18 放大来自每个试样的荧光信号，其使每个相应的试样和荧光发射的时间同步（158）。在此过程中，处理器 122 将捕获的数据保存在存储器 124 中并可以将这些数据与数据获取装置 10 实时进行通信，来监测运行过程并且用于进行另外的处理（160）。或者，处理器 122 可以将数据保存在装置 10 中，直到程序完成。处理器 122 持续检测试样荧光并保存数据，直到程序完成（162）。一旦运行完成，则控制单元 23 停止盘的旋转（164）。

在上述过程中，控制单元 23 监测盘温度（166）并调节盘的或每个试样的温度，来达到那时的目标温度（168）。控制单元 23 持续监测并控制温度，直到程序完成（170）。一旦运行完成，则控制单元 23 保持试样温度为目标存储温度，通常为 4 摄氏度（172）。

装置 10 的操作可以与图 16 的例子不同。例如，盘每分钟的转数可以通过程序来改变，并且激光器 136 可以用来打开盘上的各室之间阀，使得能够发生多重反应。这些步骤可以在操作中以任何顺序发生，这取决于用户限定的程序。

图 17 是显示检测装置 10 的激光阀控制系统 51 的示例性操作的流程图。为了进行举例，图 17 将参考图 9A 中的盘 13A 进行描述。

开始，控制单元 23 将激光阀控制系统 51 放置于利用减小的电流的低功率模式（也称为“瞄准模式”）（171）。接着，控制单元 23 开始盘 13A 的旋转（173）。当盘 13A 旋转时，NIR 传感器 73 输出一个触发信号到位于检测狭缝 131 之上的控制单元 23，使得控制单元将盘 13A 的方位和盘上的阀的位置映射到装置 10 的旋转平台 25 的已知位置（175）。

使用映射，控制单元 23 使托架移动激光阀控制系统 51 到阀 127 的相对于中心孔 121 的已知位置（177）。然后，控制单元 23 旋转盘 13A 到达第一次选择的待打开的阀 127（179）。接着，控制单元 23 将激光阀控制系统 51 置于高功率模式，并引导系统来产生高能激光脉冲 71 来打开阀（181）。如果另外的阀也需要打开（183），则控制单元 23 旋转盘 13A 到达下一个阀（179）并打开这个阀（181）。如果所有的阀都已经被打开了，则控制单元 23 旋转盘 13A 来移动流体，例如从容纳室 125，通过打开阀 127，而进入处理室 129（185）。在其它实施例中，当引导激光阀控制系统 51 到打开阀时，控制单元 23 可以连续地旋转盘 13A。

最后，控制单元 23 使托架移动光学模块到位于处理室之上的径向位置并开始检测来自在处理室中的反应的荧光（187）。在一些实施例中，容纳室 125 中的内容物可以起到使在处理室 129 中的产物失去活性或稳定的作用。在这种情况下，检测装置 10 可以不需要监测新的试样。

图 18 是控制加热元件的加热电路的方块图，加热元件是用来加热盘的。在图 18 的例子中，主处理器 189 接收来自热电偶电路 193、195 和 197 和热敏电阻电路 199 的温度信号。加热电路 134 的其它元件包

括模拟-数字转换器 191、AC 零交点检测器 201、加热处理器 203、三端双向可控硅电路 205 和冷却处理器 207。能量源 209 将能量从检测装置 10 的电源传送到加热电路 134。当检测装置 10 闭合时,可以仅开始盘 13 的温度控制。在图 18 中使用了加热元件 145,但是加热元件 240 或者任何其它加热元件也可以代替加热元件 145 使用。

三个热电偶 211、213 和 215 与盘 13 中的环形圈耦合,并且有一个热敏电阻 217 位于装置 10 中,以用来确定盘 13 的温度。热电偶 211 与第一热电偶电路 193 耦合,热电偶 213 与第二热电偶电路 195 耦合,热电偶 215 与第三热电偶电路 197 耦合。热敏电阻 217 与热敏电阻电路 199 耦合。每个电路 193、195、197、199 都放大并偏移每个相关的温度信号。一个精密参考电压用来偏移每个信号。模拟-数字转换器 191 在信号被主处理器 189 处理之前,将每个模拟信号转换为数字信号。

主处理器 189 使用温度信号来确定盘 13 的实际温度。主处理器 189 还可以对每个温度进行取样并对测量值取平均值。装置 10 的热敏电阻测量值代表了装置 10 的绝对温度,然后这个值被加到每个热电偶测量值上,从而等于盘 13 的实际温度。热电偶检测温差,因此测量值加入热敏电阻测量值,以便得到处理室准确的绝对温度。主处理器 189 将真实温度与理想设定温度和信号进行比较,从而根据结果加热或冷却盘 13。

AC 零交点检测器从主处理器 189 中提取一个加热信号。然后,一个信号被送到加热处理器 203,来处理信号并且确定将盘 13 的温度升高到设定温度所需要的热量。三端双向可控硅开关电路 205 与加热元件 145 耦合。三端双向可控硅开关电路 205 接收信号来加热盘 13,并将电流传送到灯丝 149 一段特定的时间。

在一些实施例中,主处理器 189 可以直接向加热处理器 203 发信号或向三端双向可控硅开关电路 205 发信号,而无需另一个处理器来

传送信息。在任何情况下，温度信息都可以与理想的温度比较，以用来将加热元件 145 开启或关闭。

主处理器 189 还将冷却信号传送给冷却处理器 207 来降低盘 13 的温度。冷却处理器 207 与调节盘 13 温度的冷却系统通信。当冷却系统需要与加热元件 145 连接时，当盘 13 必需要保持低温时（例如包括反应后的情况），冷却系统可以起作用。在一些情况下，盘 13 可以在 4 摄氏度下保存，直到盘 13 从检测装置 10 上移走。冷却系统包括一个用于轻微冷却的风扇，或可以包括一个用于快速冷却和存储盘 13 的制冷系统。

在一些实施例中，可以使用不同数量的热电偶和热敏电阻来检测盘 13 的温度。例如，每个处理室都可以包含一个热电偶。在这种情况下，可以在检测装置 10 中采用 96 个热电偶。在其它实施例中，可以使用一个热电偶来检测盘 13 的总的温度。在盘 13 包含多个同心热传导环形圈的情况下，每个环形圈可以与一个或多个热电偶耦合。在替代性实施例中，可以使用一个光学温度检测系统来精确地检测盘 13 的每个处理室或热独立部分的温度。装置 10 的其他实施例可以使用处理器 122 来控制检测装置 10 中的所有元件。

图 19 是显示用于加热或冷却盘的加热电路的示例性操作的流程图。主处理器 189 等待旋转盘 13 的伺服电动机中断能量（210）。这种中断使得来自每个热电偶和热敏电阻的小温度信号受到的马达噪音的影响最小化。主处理器 189 然后从盘 13 中获取温度信号并取其平均值（212）。接着，主处理器 189 通过将测量的信号加到来自装置 10 中其它处的绝对温度测量值来计算来自每个热电偶的真实温度（214）。

主处理器将真实温度与设定温度比较（216），设定温度是为试验由设置的协议所要求的。如果真实温度等于设定温度，则不需要加热，

而处理过程可以再次开始。如果真实温度不等于设定温度，则主处理器 189 检查真实温度是否小于设定温度（218）。如果真实温度不低于设定温度，那么真实温度就是太高了，并且盘 13 必须被冷却。主处理器 189 确定冷却控制信号，以送往冷却处理器 207（220）。冷却处理器 207 然后使用冷却系统来将盘 13 冷却到设定温度（220）。如果真实温度低于设定温度，那么温度就是太低了，而盘 13 必须被加热。主处理器 189 确定加热控制信号，以送往加热处理器 203（224）。加热处理器 203 然后将加热命令送往三端双向可控硅开关电路，利用加热元件 145 来加热盘 13（226）。

在其它实施例中，如果一些试样 22 需要不同的反应温度，那么盘 13 的加热和冷却可以在盘 13 的不同区域同时进行。或者，加热和冷却系统可以一起工作来校正温度误差。包括在盘的加热过程中的一些处理过程可以以与装置 10 的操作不同的顺序来进行。在一些实施例中，主处理器 189 可以不需要等待伺服电机中断来获取温度信号。

例子

图 20 和 21 显示了可以和用于多路 PCR 的装置 10 一起使用的通常使用的荧光染料的吸收光谱和发射光谱。在这些例子中，染料的吸收最大值在 480-620nm 之间变化，产生的发射最大值在 520-670nm 之间变化。在图 20 中每个染料的信号被标为 FAM174、Sybr176、JOE178、TET180、HEX182、ROX184、Tx Red186 和 Cy5 188。图 21 中的信号为 FAM190、Sybr192、TET194、JOE196、HEX198、ROX200、Tx Red202 和 Cy5 204。FAM、Sybr、TET、JOE、HEX、ROX 是 Applera 公司，Norwalk，美国加州的商标。Tamra 是 AnaSpec 公司，San Jose，美国加州的商标。Texas Red 是 Molecular Probes 公司的商标。Cy5 是 Amersham 公司，Buckinghamshire，英国的商标。

在一个例子中，一个 96 室的盘被填充不同浓度的、在标准 PCR 反应缓冲器中稀释的 FAM 和 ROX 染料。每个染料的四份复制品被加

入一个 2x 稀释序列中，从 200nM FAM 和 2000nM ROX 开始。每个试样容积为 10 μ L。室 82 具有 5 Ml 的 200NM FAM 和 5 μ L 的 2000nM ROX 的混合物。装置 10 被构造为一个 2 通道多路 PCR 检测装置，其具有两个光学模块 16 来进行染料检测。

第一光学模块（FAM 模块）包括一个蓝色 LED，475nm 的激发滤光器和一个 520nm 检测滤光器。第二光学模块（ROX 模块）包括一个具有 560nm 激发滤光器的绿色 LED 和一个 610nm 检测滤光器。另一个选择是结合一个橙色 LED 和一个 580nm 的激发滤光器，用来对 ROX 检测进行优化。

进行 PCR 分析，来自试样的荧光信号被多路传输到一个分支的光纤束中。光纤束与一个单个的检测器连接，具体地说是一个光电倍增管（PMT）。通过一个与在通用计算机上执行的 Visui al Basic 数据获取程序连接的 National Instrument 数据获取（DAQ）板来收集数据。当盘以每分钟 1000 转的速度（标称）旋转时，数据被获取。FAM 模块和 ROX 模块顺序地用来询问试样。每次扫描都包括平均 50 转。来自两个光学模块的原始数据被显示在图 22A 和 22B 中。

图 22A 中的图是通过对 FAM 模块中的 LED 通电来获得的，图 22B 中的图是通过对 ROX 模块中 LED 通电来获得的。

在分析过程中，收集的数据清楚地显示出：在任何一个时刻都存在一个与光学模块相联系的时间偏移，其中光学模块被物理放置在不同室的上方。对一个具体的室，即室 82，偏移值通过确定光学模块 1 和 2 之间的时间偏移来计算。换句话说，时间偏移指的是对于同一个的室，在由 FAM 模块捕获的数据和由 ROX 模块捕获的数据之间的时间延迟的量。

图 23 是对每个室减去偏移后（offset-subtracted）的积分数据的图。

FAM 是虚线柱表示的，ROX 是由实线柱表示的，并且 ROX 数据位于 FAM 数据之上。数据显示出：光学模块 1 上没有信号来自 ROX 染料，光学模块 2 上没有信号来自 FAM 染料。在光学模块 1 上存在较高的背景，其可以使用一组优化的滤波器来检波。分析这些数据来确定检测限（LOD），检测限被描述为与基线噪声水平等同的信号。基线噪声水平被定义为十次扫描空白室的平均值加上 3 倍的标准偏差。

通过图示的将积分信号对 FAM 和 ROX 标准的浓度进行一个线性最小平方拟和，来确定 LOD。FAM 和 ROX 模块的 LOD 被计算出为 1 nM 和 4nM，如图 24A 和 24B 所示。

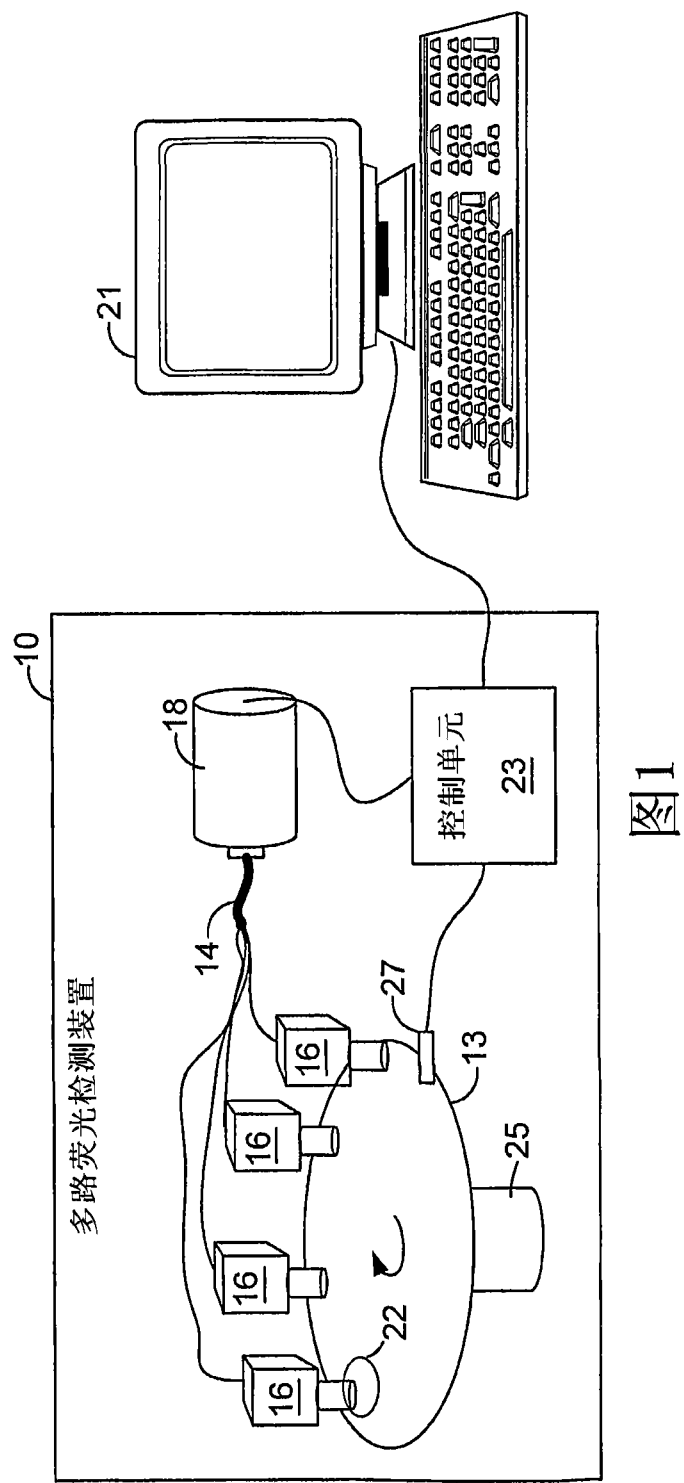


图1

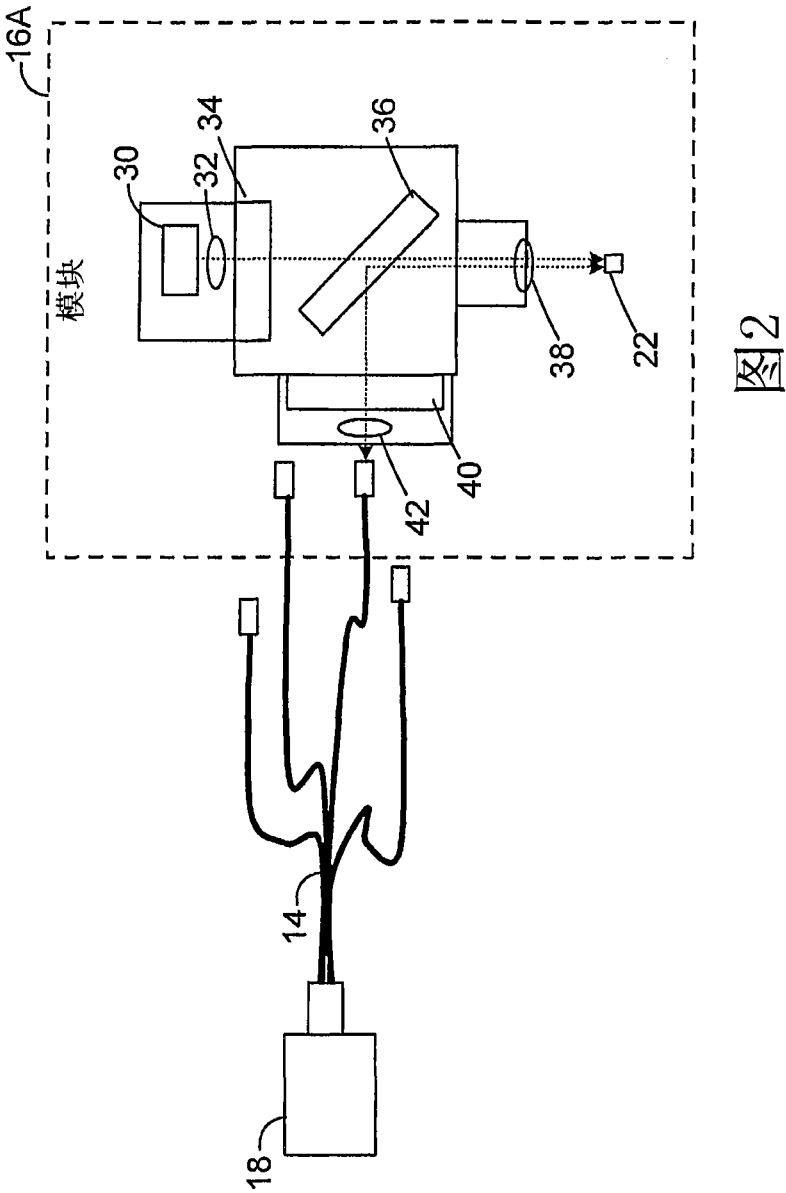


图2

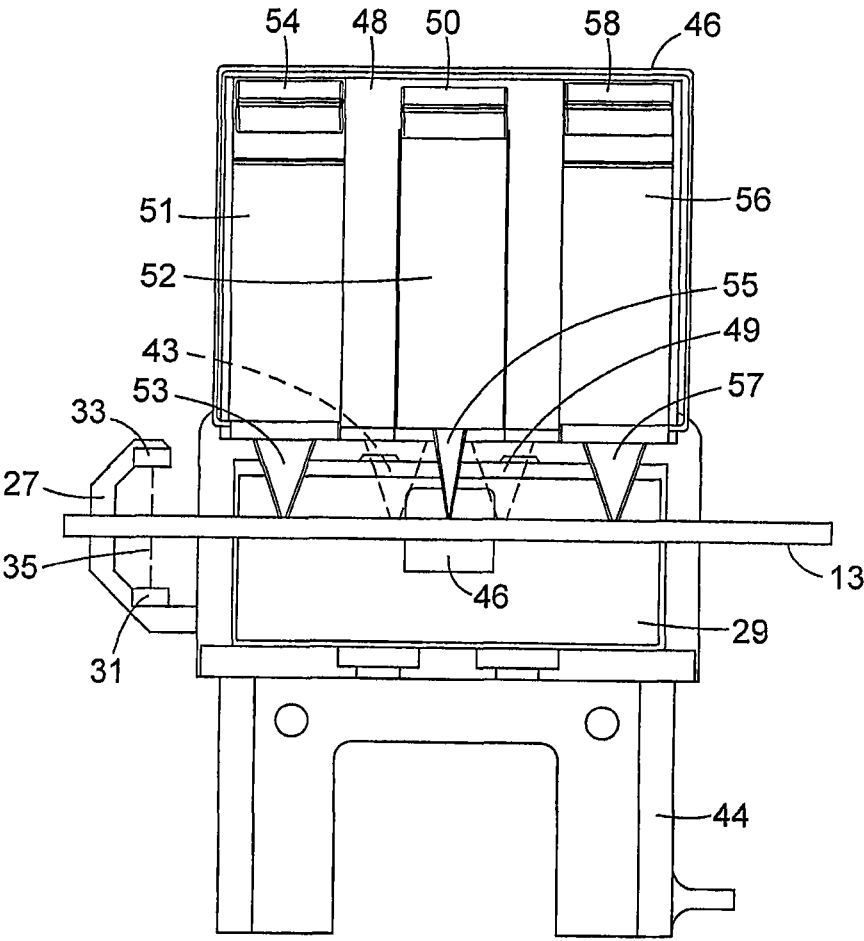


图3

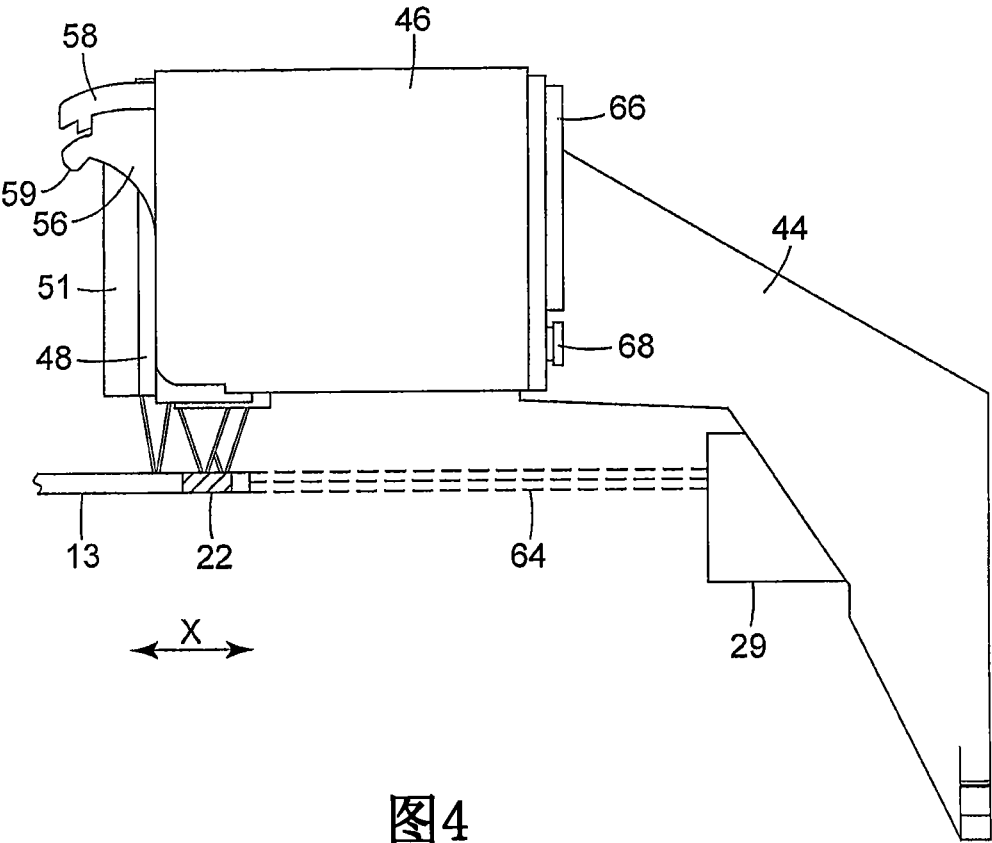


图4

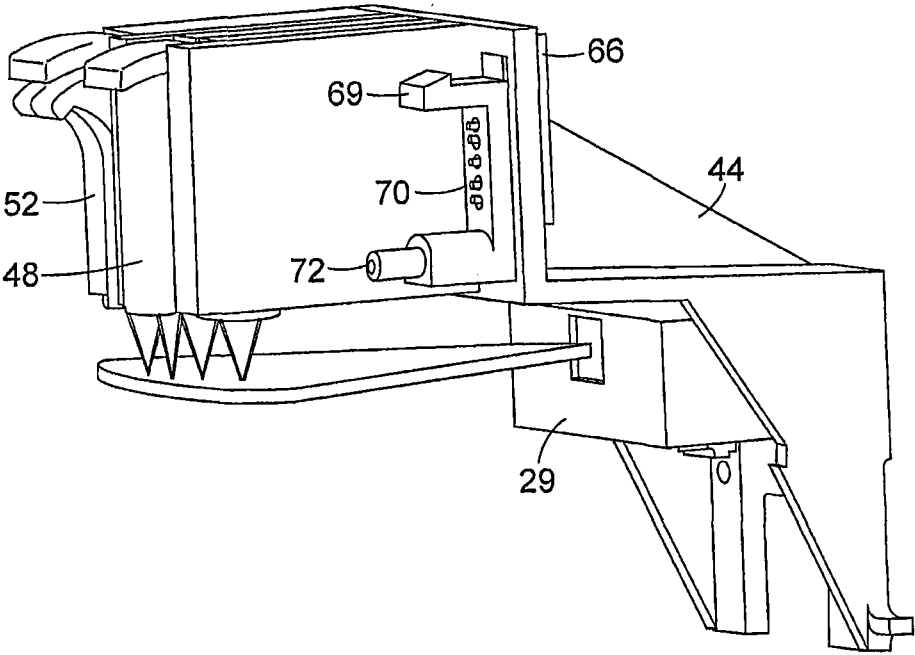


图5

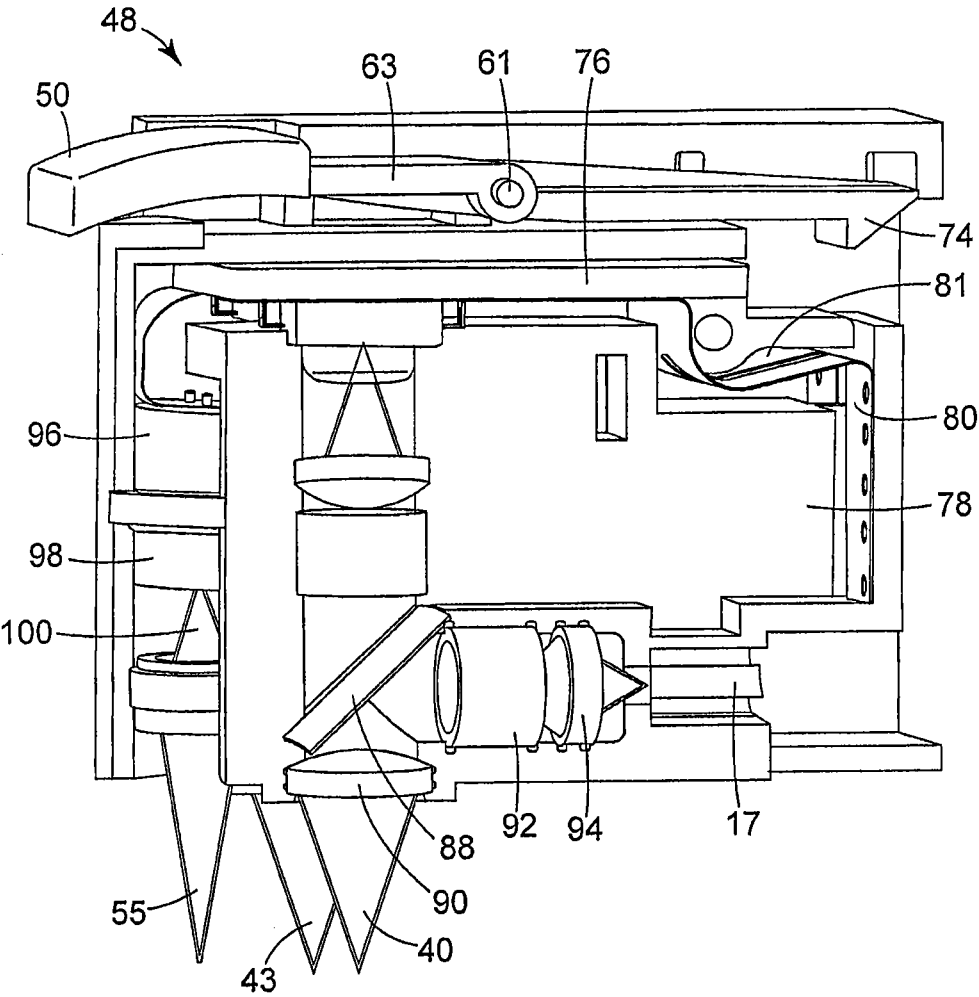


图6

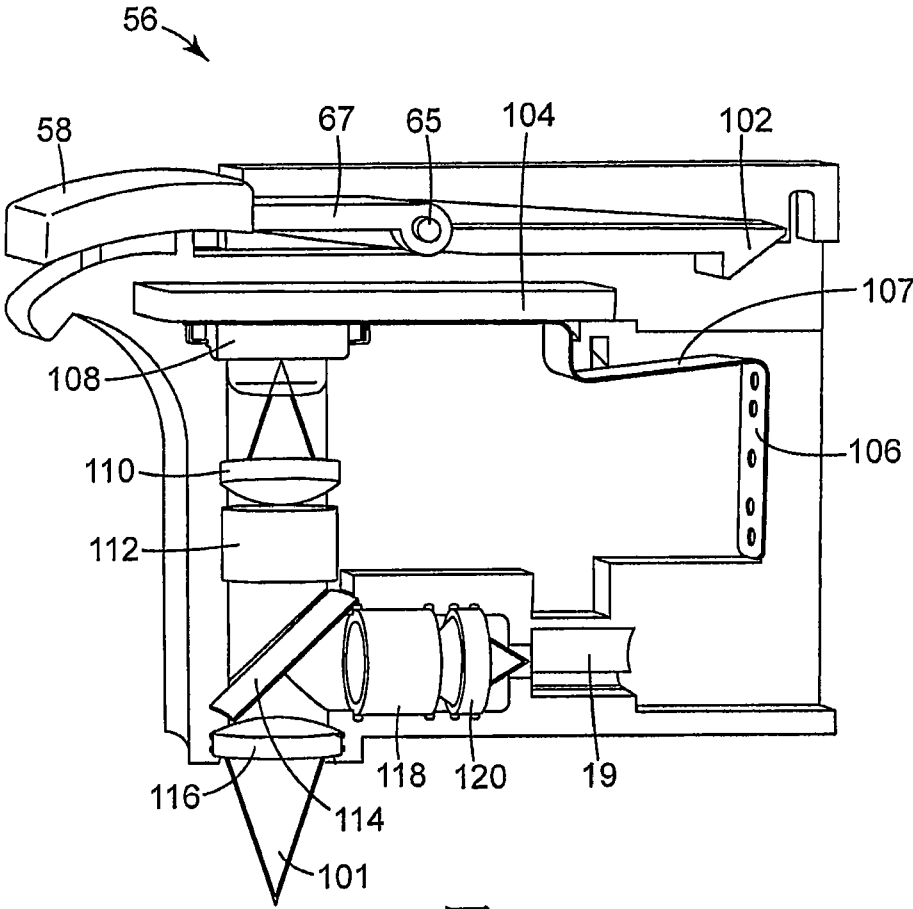


图7

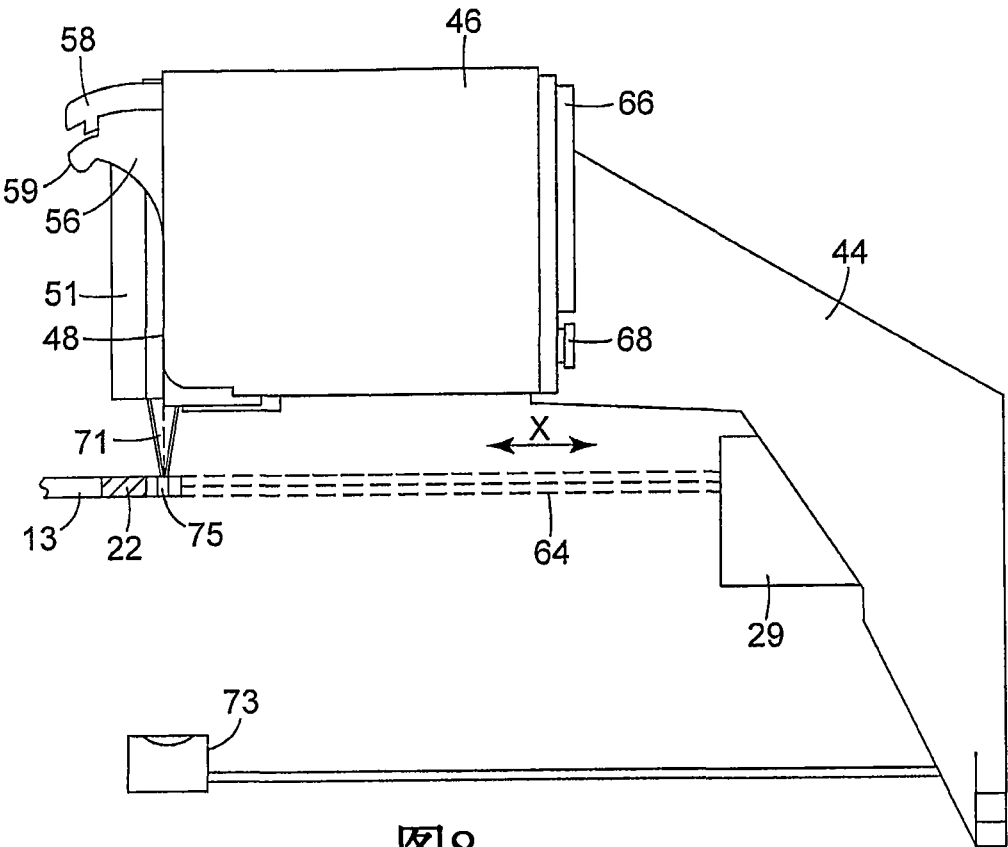


图8

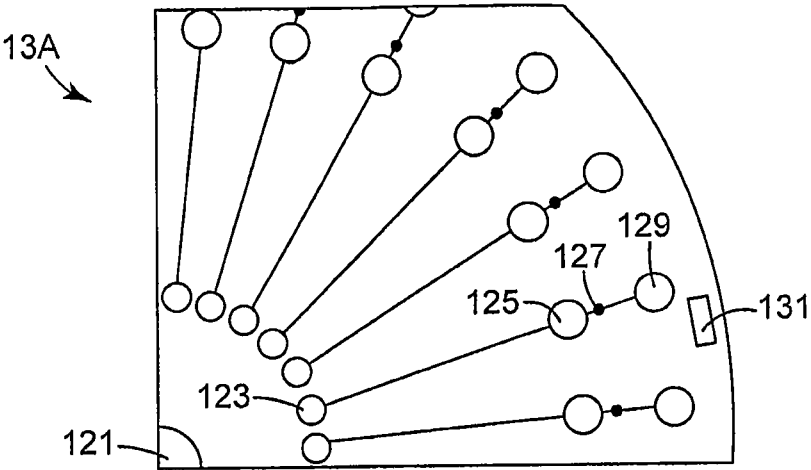


图9A

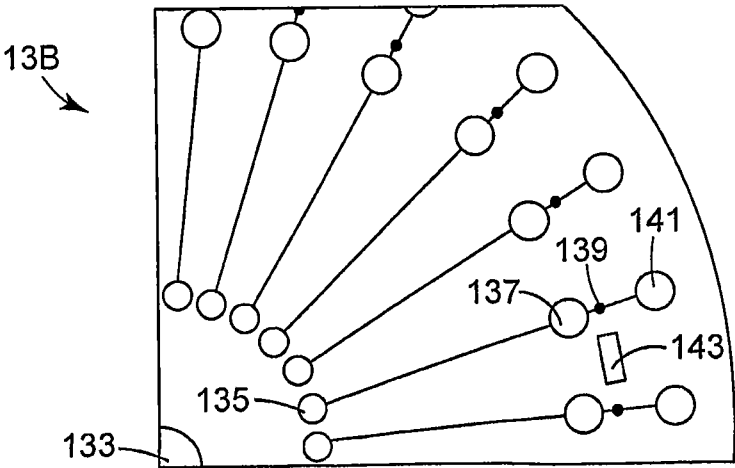


图9B

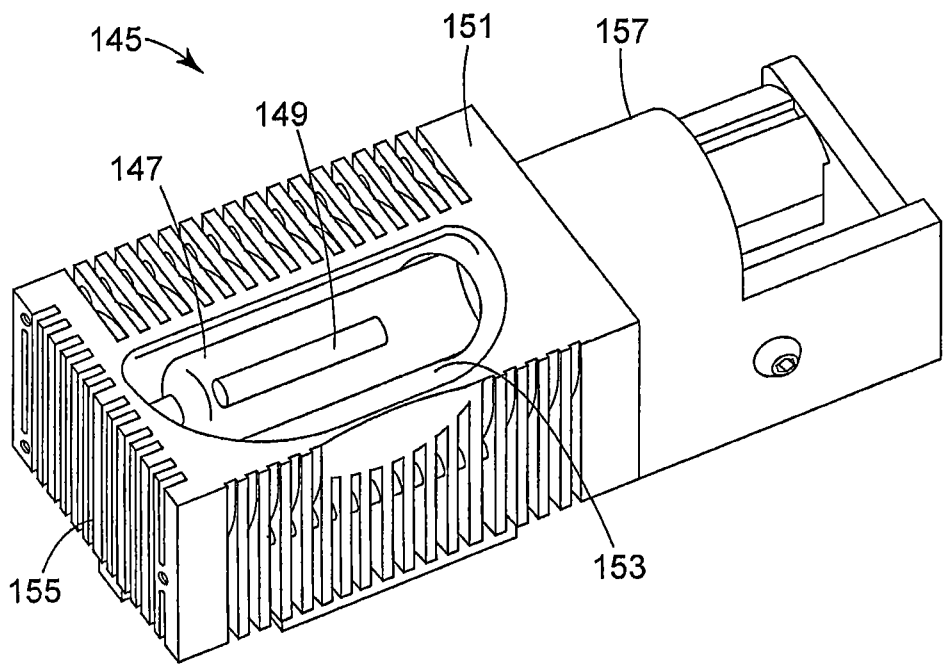


图10

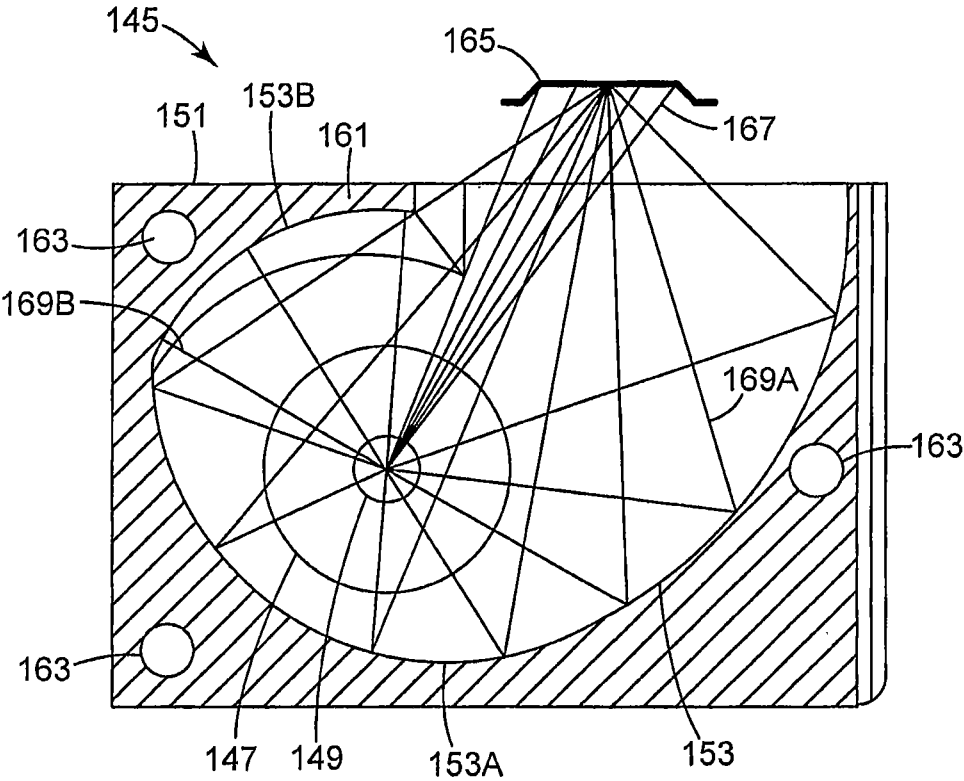


图11

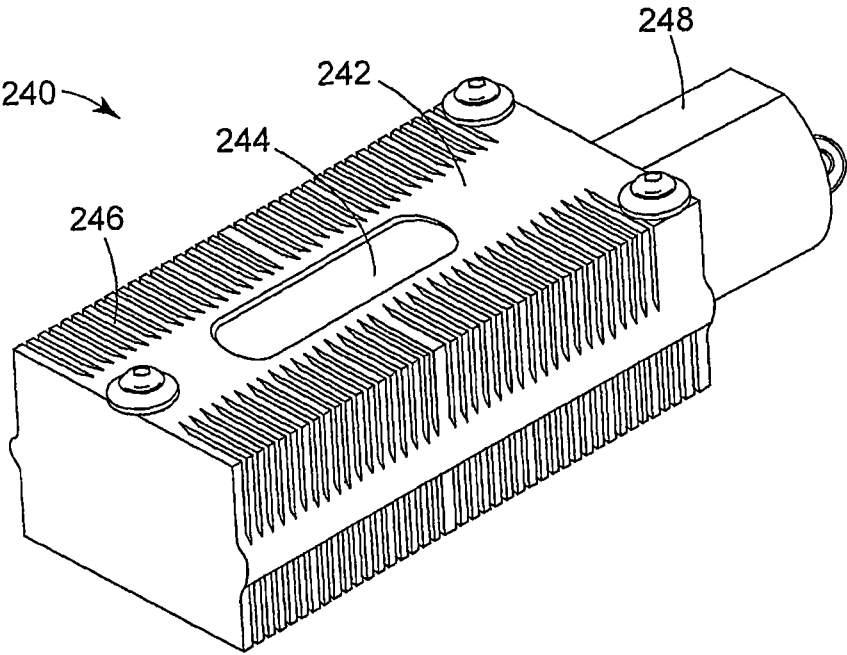


图12

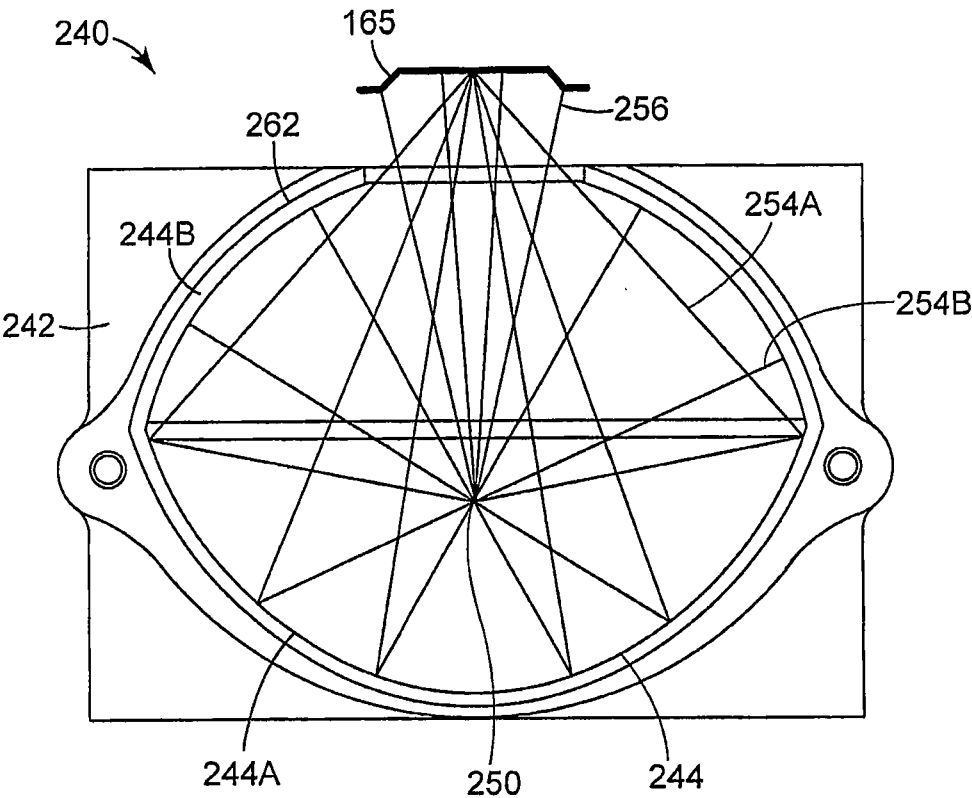


图13

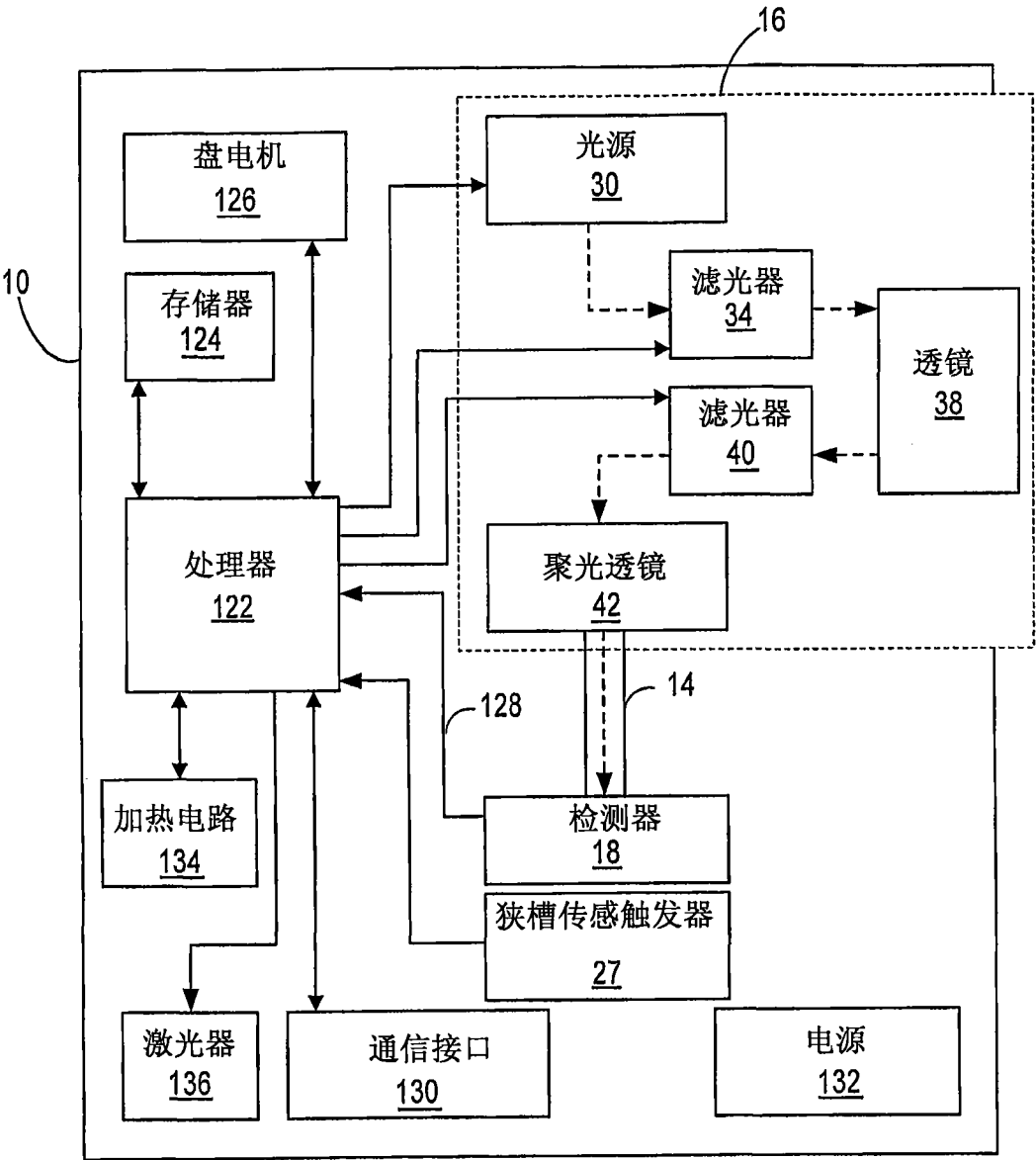


图14

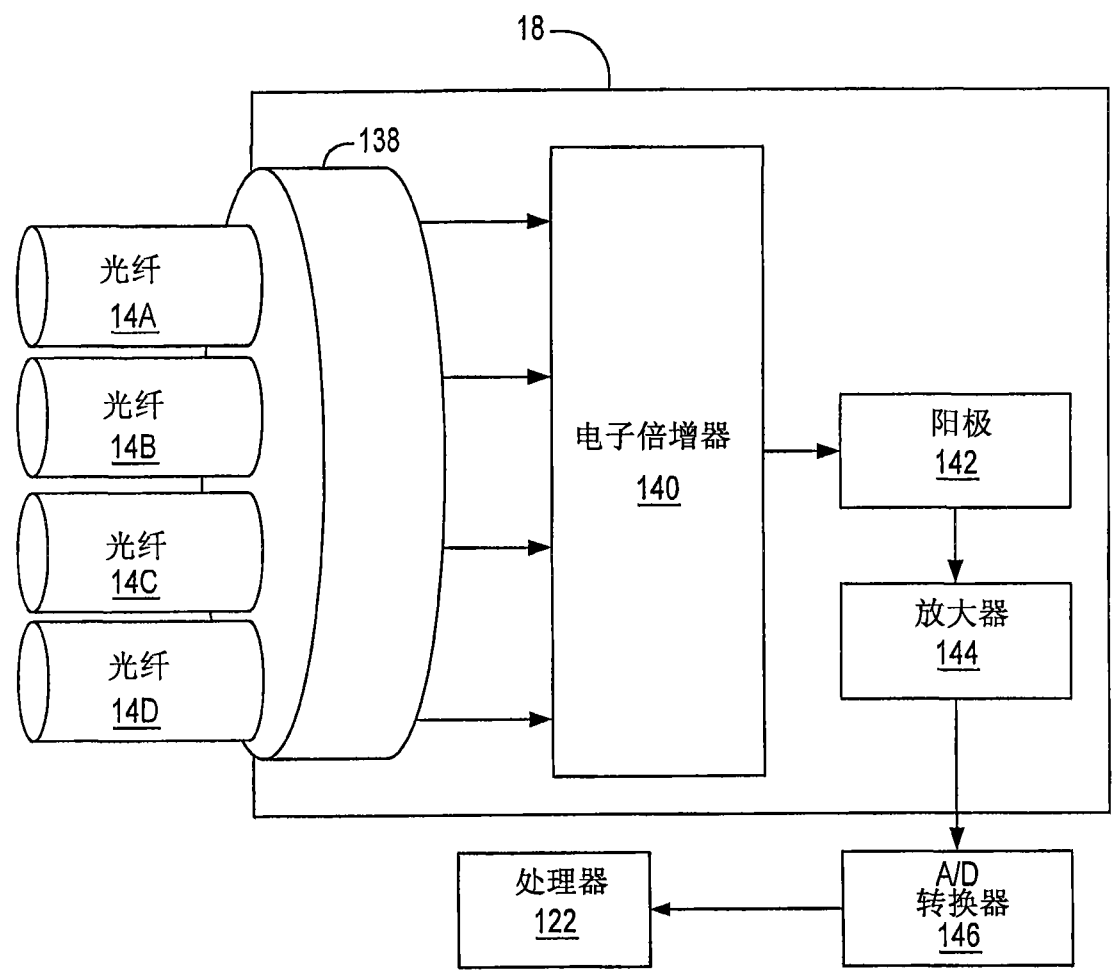


图15

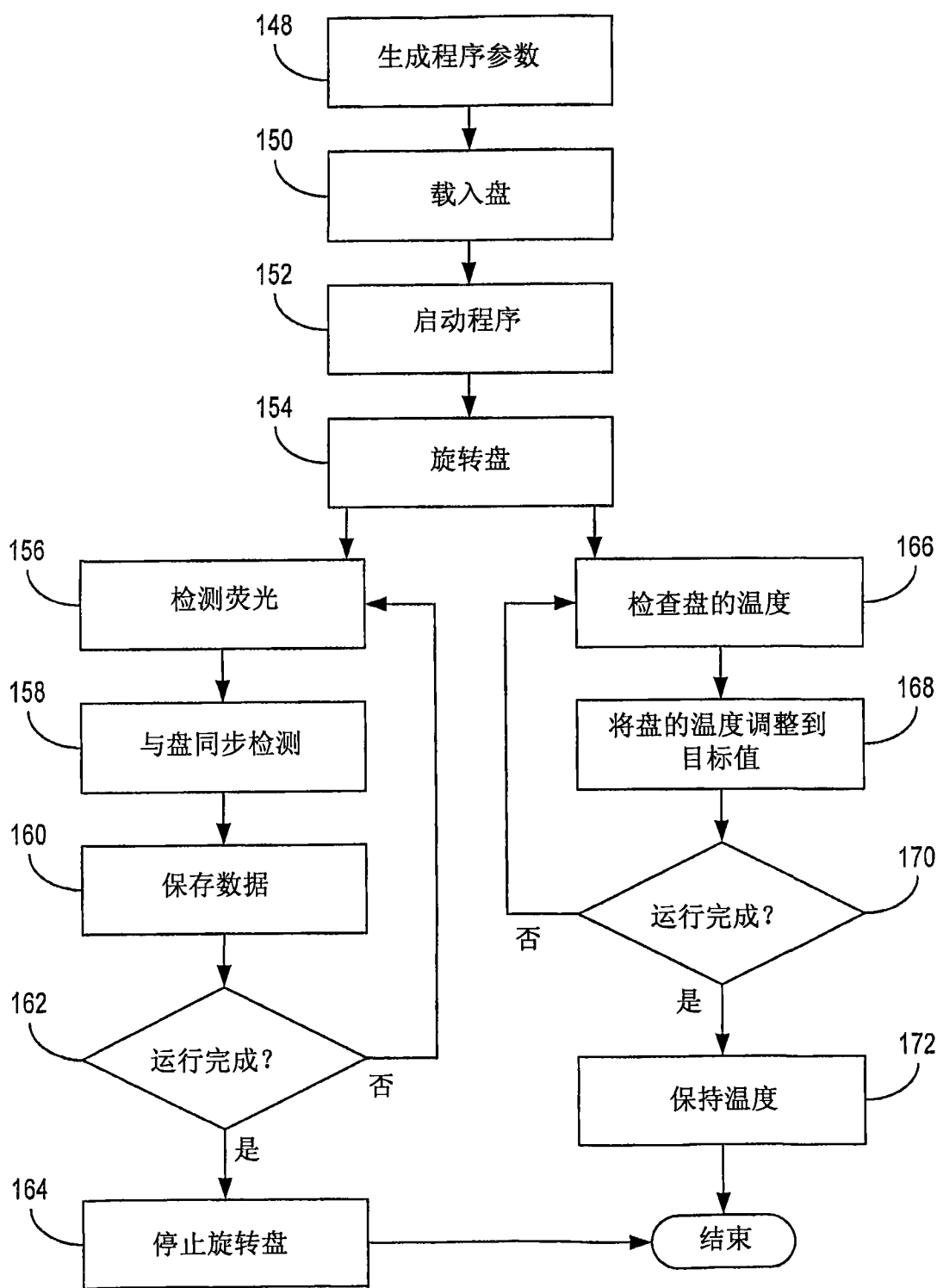


图16

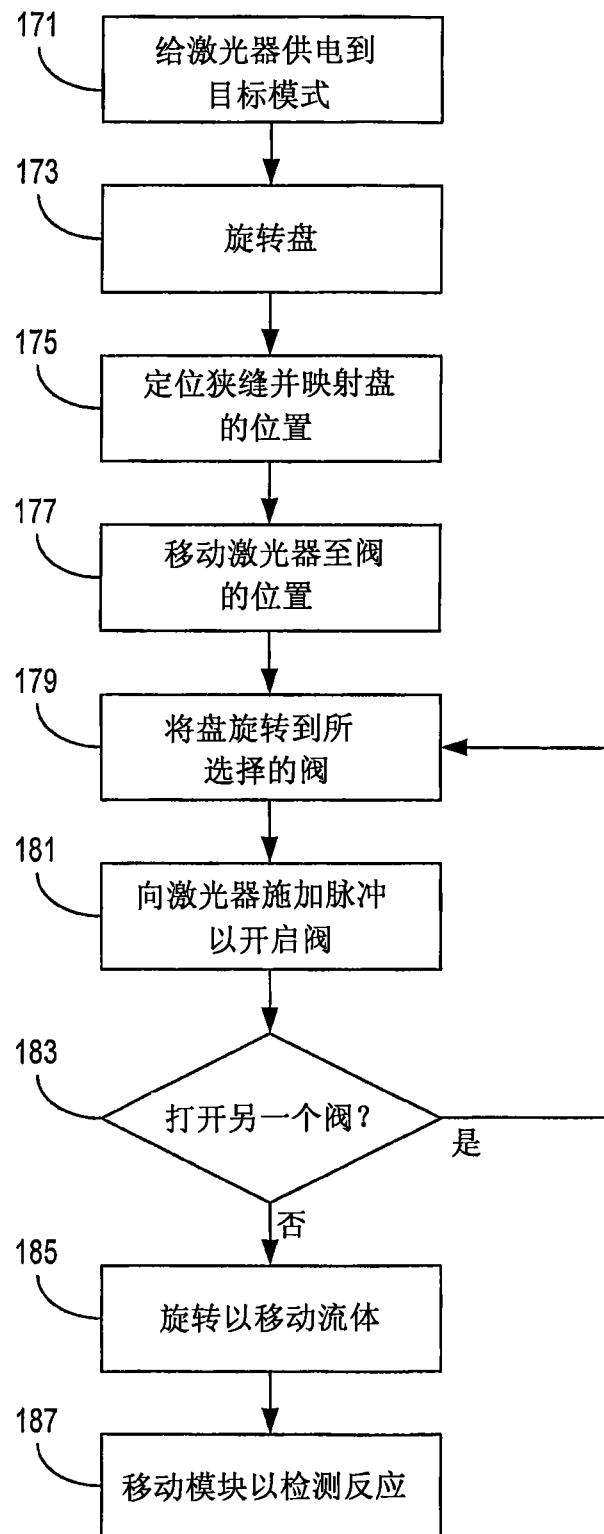


图17

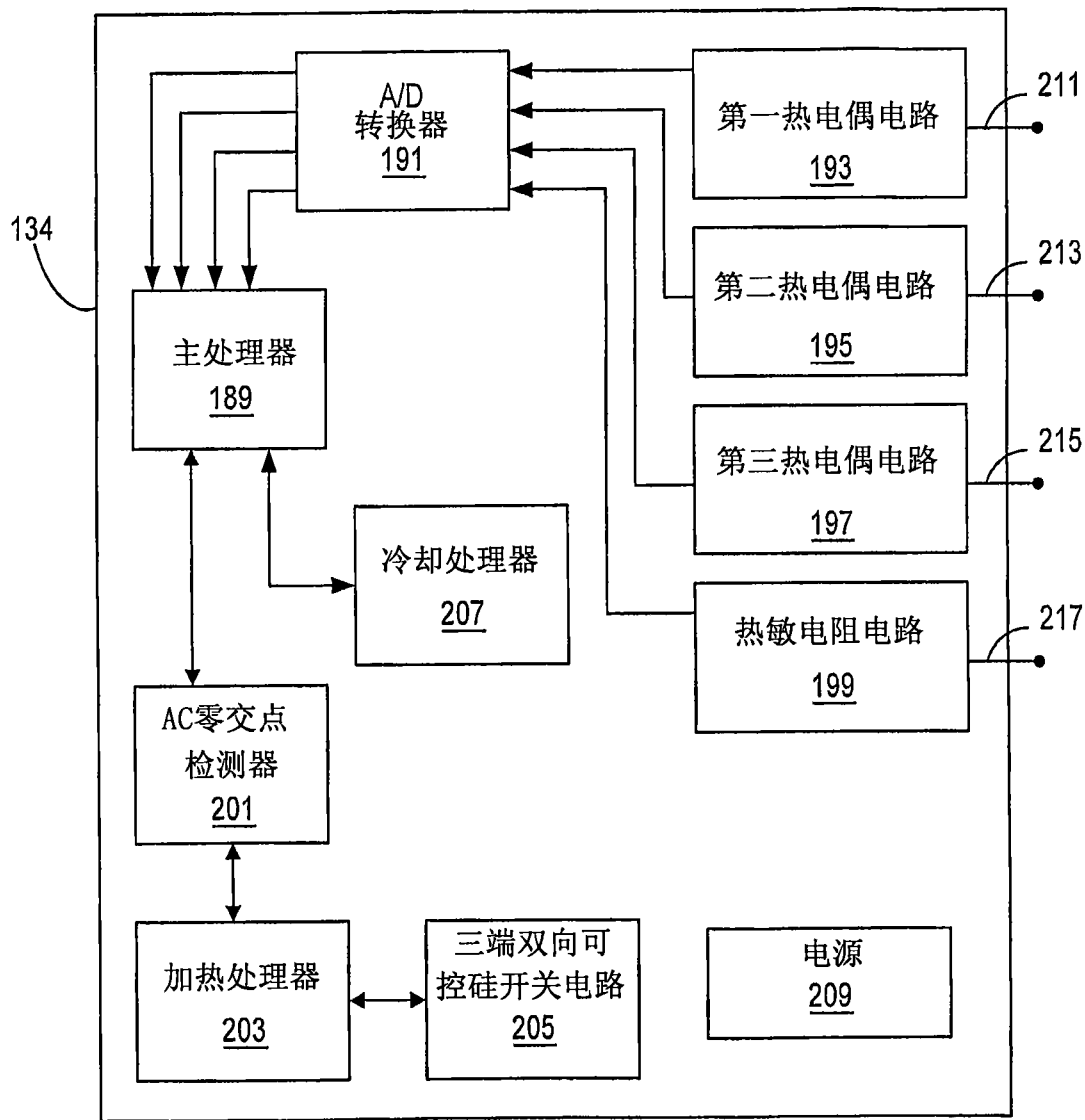


图18

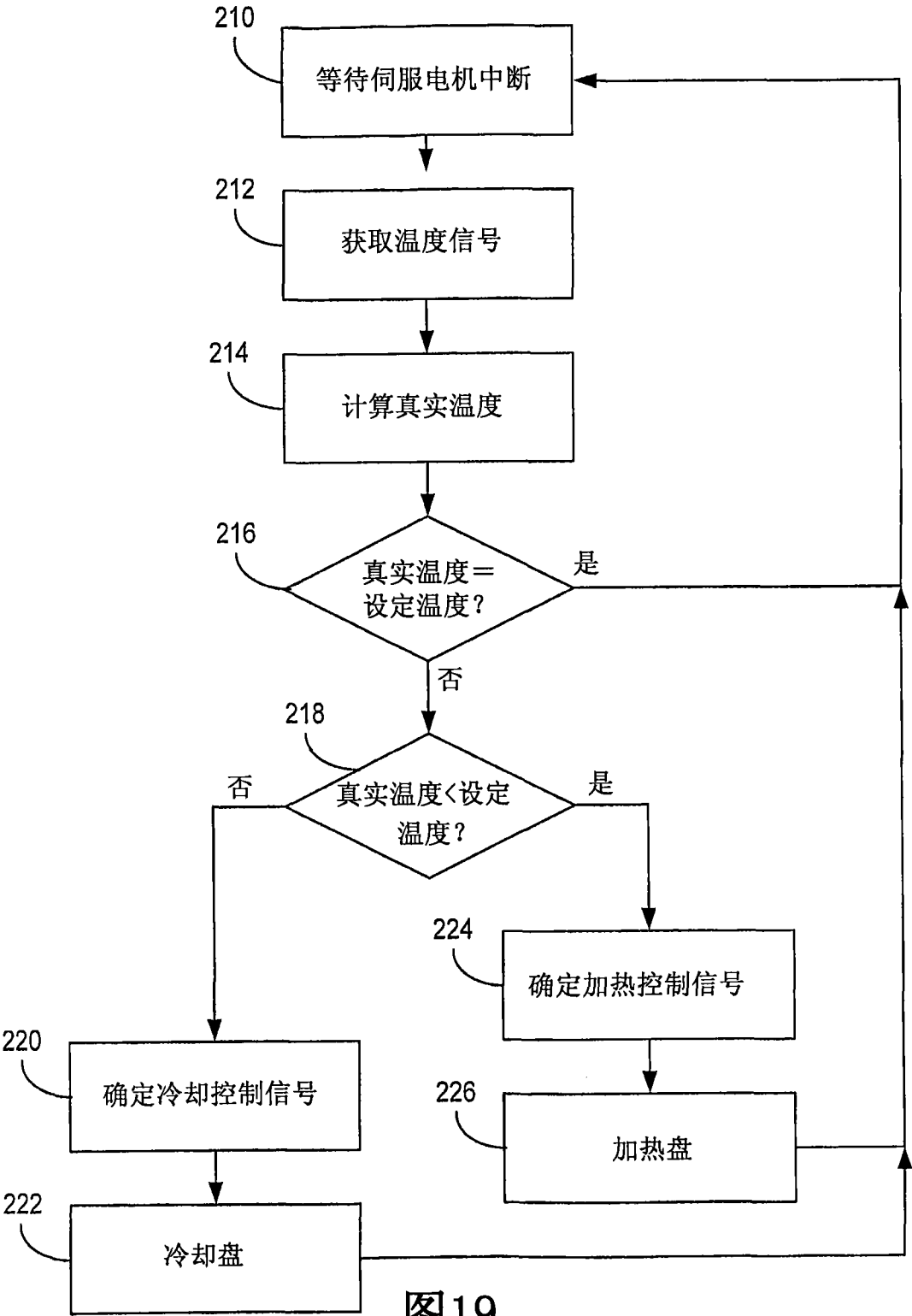


图19

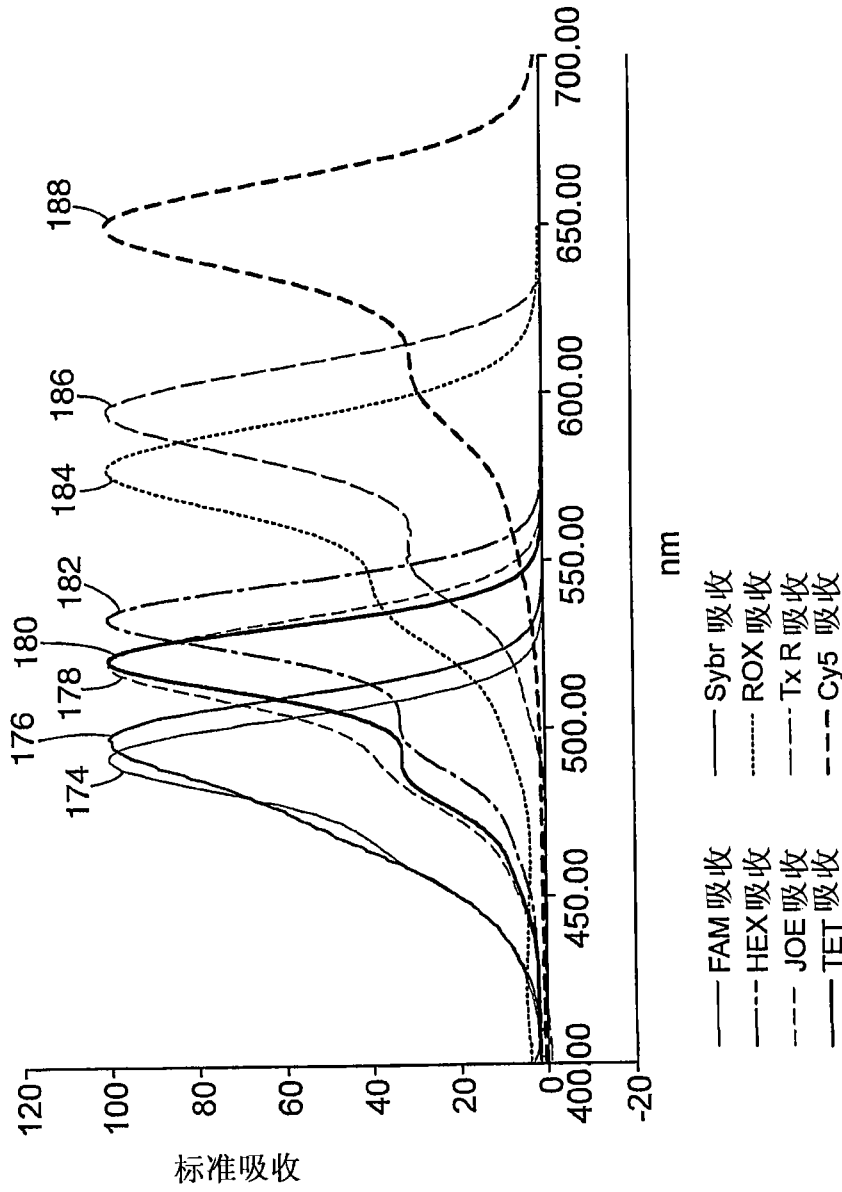


图20

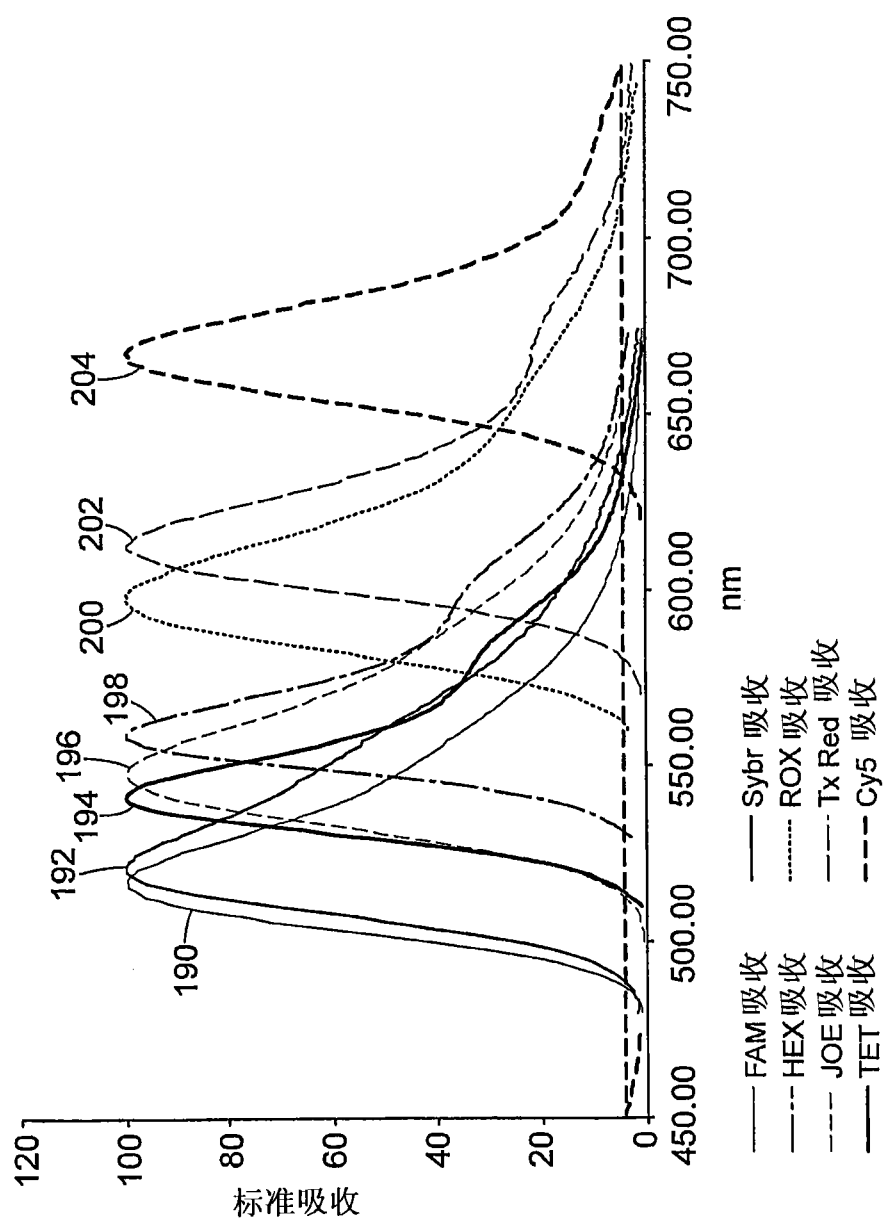


图21

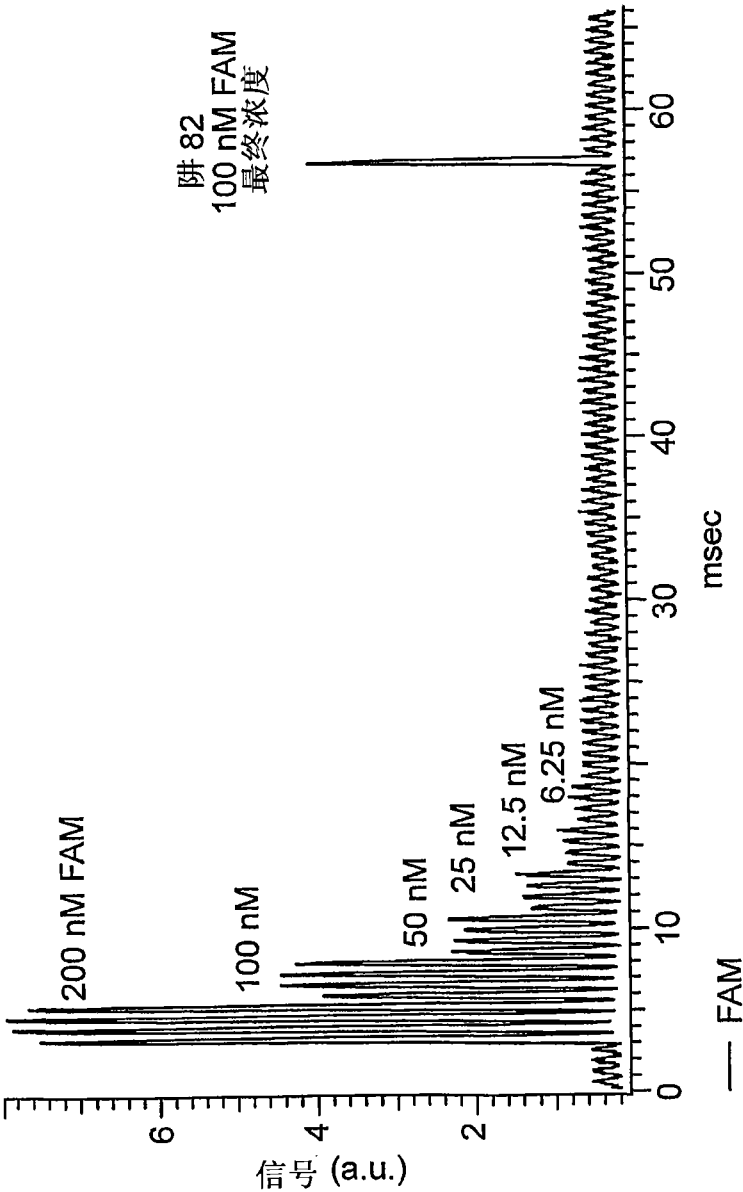


图22A

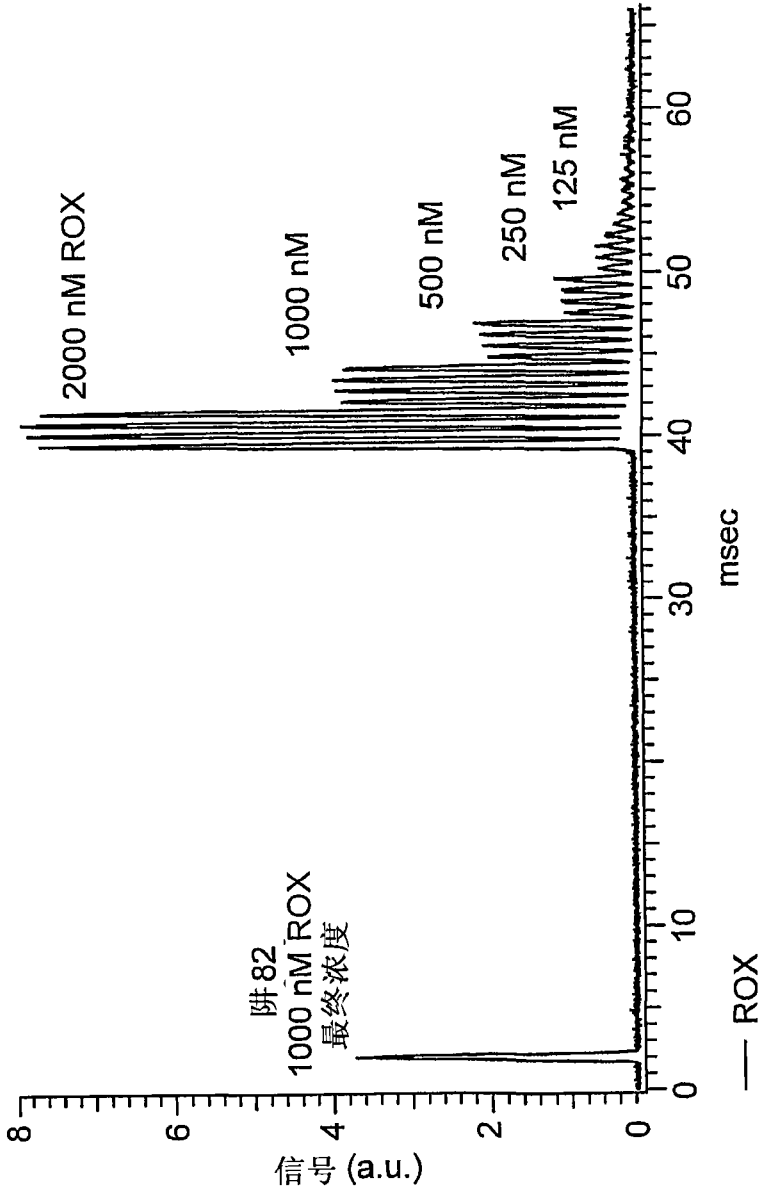


图22B

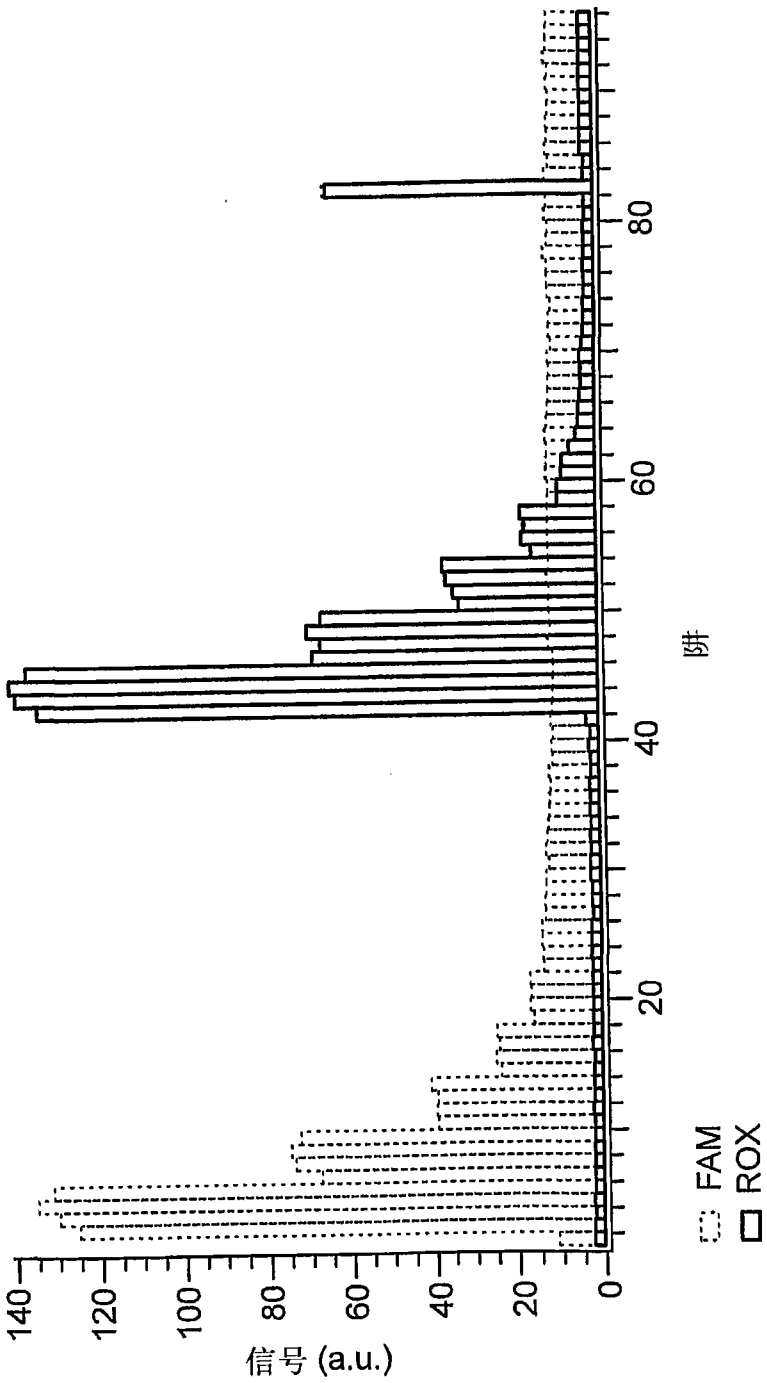


图23

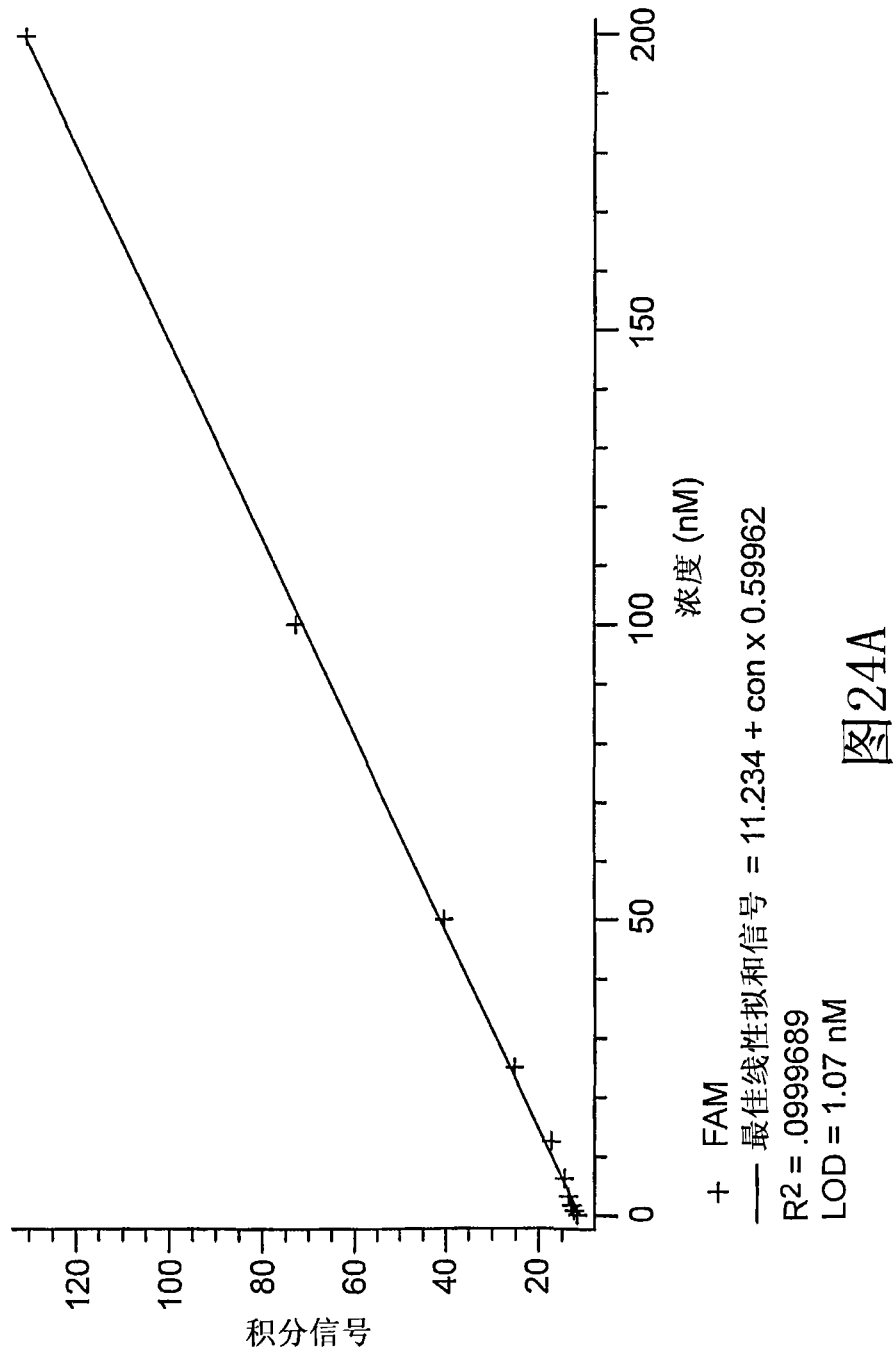


图24A

