

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580045006. X

[51] Int. Cl.

H05B 33/00 (2006.01)

H05B 37/02 (2006.01)

H05B 33/12 (2006.01)

F21S 2/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101142856A

[22] 申请日 2005.11.29

[21] 申请号 200580045006. X

[30] 优先权

[32] 2004.11.29 [33] US [31] 60/631,466

[32] 2005.4.5 [33] US [31] 60/668,786

[86] 国际申请 PCT/CA2005/001792 2005.11.29

[87] 国际公布 WO2006/056066 英 2006.6.1

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.27

[71] 申请人 TIR 技术有限公司

地址 加拿大不列颠哥伦比亚

[72] 发明人 伊恩·阿什当 保罗·琼沃思

沙恩·P·鲁滨逊 菲利普·希克

英戈·斯皮尔 艾伦·布伦特·约克

[74] 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理有限公司

代理人 梁兴龙 武玉琴

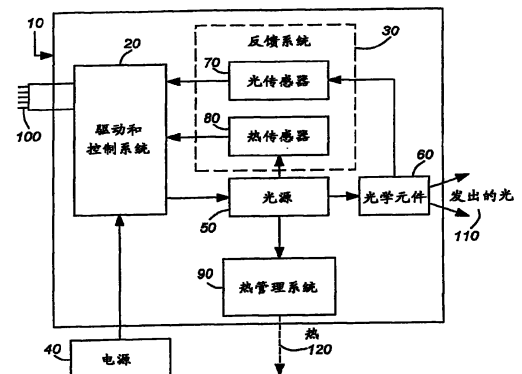
权利要求书 4 页 说明书 31 页 附图 19 页

[54] 发明名称

集成模块化照明单元

[57] 摘要

本发明提供一种集成独立的照明模块，其可以单独使用或与其他模块组合使用，以产生白光或色谱内任何其他颜色的光。每个模块包括一个或多个发光元件、驱动和控制系统、反馈系统、热管理系统、光学系统和任选的能够在各模块和/或其他控制系统之间通讯的通讯系统。取决于结构，该照明模块可以自主操作，或可以基于内部信号或外部接收的信号或这两种信号来决定其功能。



1. 一种集成照明模块，包括：
  - (a) 用于产生照明的一个或多个发光元件；
  - (b) 与所述一个或多个发光元件光学连接并用于处理照明的光学系统；
  - (c) 用于收集代表所述一个或多个发光元件的操作特性的信息的反馈系统，所述反馈系统产生代表所述信息的一个或多个信号；
  - (d) 与所述一个或多个发光元件热接触的热管理系统，所述热管理系统用于从所述一个或多个发光元件将热导出；
  - (e) 用于从所述反馈系统接收所述一个或多个信号的驱动和控制系统，所述驱动和控制系统调节输入电力、产生控制信号并将控制信号发送到所述一个或多个发光元件，所述控制信号基于预定的控制参数和所述一个或多个信号产生。
2. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述热管理系统包括一个或多个热管或热虹吸装置，每个热管或热虹吸装置具有蒸发器端。
3. 如权利要求 2 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个热管或热虹吸装置与所述一个或多个发光元件中的一个或多个物理连接。
4. 如权利要求 2 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个发光元件安装在导热基板上，以及其中所述一个或多个热管或热虹吸装置与所述导热基板直接热接触。
5. 如权利要求 4 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个热管或热虹吸装置的蒸发器端集成进所述导热基板中。
6. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述热管理系统包括选自珀耳帖效应热电冷却装置、热离子装置和流体冷却系统的一个或多个热装置。

7. 如权利要求 2 所述的集成照明模块，其中所述热管理系统还包括与所述一个或多个热管或热虹吸装置热连接的一个或多个散热器，所述一个或多个散热器用于使由所述一个或多个热管或热虹吸装置所传递的热消散。

8. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述反馈系统包括用于产生代表所述一个或多个发光元件产生的照明的信号的一个或多个光传感器，所述信号代表选自照明颜色、照明相关色温和照明强度的任一种或多种特性。

9. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述反馈系统包括用于产生代表所述一个或多个发光元件的操作温度的信号的一个或多个温度传感器。

10. 如权利要求 8 所述的集成照明模块，其中所述反馈系统还包括用于产生代表所述一个或多个光传感器的操作温度的信号的温度传感器。

11. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个光传感器中的一个或多个还用于产生代表周围光条件的信号。

12. 如权利要求 8 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个光传感器包括滤色器，所述滤色器用于限制对预定波长范围的光传感器响应。

13. 如权利要求 8 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个光传感器与用于处理所述一个或多个光传感器产生的信号的电路连接，其中处理所述信号包括信号调节、信号放大、增益控制和积分时间控制中的一种或多种。

14. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个发光

元件被电气连接，用于通过所述驱动和控制系统单独控制。

15. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述一个或多个发光元件发出具有选自白色、红色、绿色、蓝色、青色和琥珀色的颜色的光。

16. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述驱动和控制系统使用脉冲宽度调制或脉冲编码调制数字式地控制所述一个或多个发光元件。

17. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述驱动和控制系统包括与所述一个或多个发光元件中所选发光元件操作性地连接的切换转换器，所述切换转换器提供用于基于施加在所选发光元件上的检测到的压降来调节流向所选发光元件的电流的装置。

18. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述驱动和控制系统和所述一个或多个发光元件安装在共用导热基板上，其中所述热管理系统还提供用于从所述驱动和控制系统将热导出的装置。

19. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述驱动和控制系统与用户接口操作性地连接，从而为用户提供一种改变所述集成照明模块产生的照明的方式。

20. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，其中所述光学系统包括用于处理所述一个或多个发光元件的照明的一个或多个光学元件，其中处理包括光提取、光收集、光准直和光混合中的一种或多种。

21. 如权利要求 8 所述的集成照明模块，其中所述光学系统包括用于捕获部分照明并将其导向所述一个或多个光传感器的光学元件。

22. 如权利要求 1 所述的集成照明模块，还包括与所述驱动和控制系统操作性地连接的通讯系统，所述通讯系统可以向所述照明模块输入

数据或从所述照明模块输出数据或同时进行。

23. 一种网络化的照明系统，包括：

(a) 两个或多个集成照明模块，每个模块包括：

(i) 用于产生照明的一个或多个发光元件；

(ii) 与所述一个或多个发光元件光学连接并用于处理照明的光学系统；

(iii) 用于收集代表所述一个或多个发光元件的操作特性的信息的反馈系统，所述反馈系统产生代表所述信息的一个或多个信号；

(iv) 与所述一个或多个发光元件热接触的热管理系统，所述热管理系统用于从所述一个或多个发光元件将热导出；

(v) 用于从所述反馈系统接收所述一个或多个信号的驱动和控制系统，所述驱动和控制系统调节输入电力、产生控制信号并将控制信号发送到所述一个或多个发光元件，所述控制信号基于预定的控制参数和所述一个或多个信号产生；以及

(vi) 与所述驱动和控制系统操作性地连接的通讯系统，所述通讯系统可以在所述两个或多个集成照明模块之间通讯。

## 集成模块化照明单元

### 技术领域

[0001] 本发明属于照明系统领域，尤其涉及一种集成模块化发光器件照明单元，其中该模块化照明单元能够调光和控制光色及相关色温。

### 背景技术

[0002] 关于一般照明，最初的爱迪生灯座型白炽灯和其所有衍生产品到目前为止相对保持不变。尽管在几十年内许多日益发展的技术已经研究了长寿命、高效率和更相容的光源，但是照明设备结构的基本形式仍保持相对稳定。

[0003] 在照明工业中通常可以看到其他灯型。例如，荧光灯可以提供伸长的圆柱形光源。在高强度放电灯的情况下，其形状经常与具有玻璃泡罩和与各自的电插座匹配的金属螺丝口型灯座的普通白炽灯相似。这些照明设备形式是普遍存在的，遍及代表全球大多数工业的一般照明领域。

[0004] 这些一般灯型非常适于支持在各玻璃泡罩中存在的各种一般发光结构或方法的任务。特别地，这些灯型提供保护性机械环境，防止内部气体逸出和/或外部气体进入，而外部气体进入会污染灯的内部组件，从而破坏其功能。此外，这些形式可以提供稳定的热环境，这种环境含有内部气体并维持温度在有助于光输出的水平。它们也可以提供可靠和标准化的形状因素，用于在灯的基部或端部提供电接触，例如它们可以与工业标准插座形式匹配。爱迪生螺丝口灯座是最常用的接口形式，因为其提供支持整个灯泡的机械连接，同时沿螺丝壳在多点处提供可靠和冗余的金属电接触。此外，这些一般灯型可以提供适于照明设备的反射体形状和光学元件的便利的光发射用光学形状。最古老和最简单的灯型提供从玻璃罩内的灯丝发出的大致球形的光发射图案。随着灯型随时间变化的发展，灯泡形式中出现了反射镜式的灯，其例如含有装在灯泡

内部或外部的反射体以产生光"束"。最后，这些一般灯型可以提供经常适于照明任务的便利的标准光量。十几年内，灯保持相对不变，即使在不同制造商中，某些标准尺寸和瓦特数也经常一致。其例子包括常用 60 瓦白炽 A-型灯、40 瓦 T12 荧光灯和 250 瓦高压钠灯，其中这些设备中的每一种均被发展起来以适于特定类型的照明设备、应用和/或市场。

[0005] 随着在电效率和平均寿命方面超过几乎所有白炽灯性能的竞争性发光二极管(LED)技术的出现，工业预测认为，LED 可能具有 150 流明/瓦、甚至 200 流明/瓦的性能。这些数字轻易地超过目前产生小于 100 流明/瓦的光的常规白光光源。由于任何给定灯的拥有人单独的最大成本是在灯寿命内的电消耗，因而 LED 可以提供较强的经济效果。

[0006] LED 实现广泛市场化的一个关键问题在于，它们的生产明显更易变化，不能表现出有助于一般照明应用的标准化的形状或结构。例如，由相同设备制造、在相同晶片上生长的一组 LED 芯片的初始光输出中，在相同晶片上的光通量输出具有大到约 3: 1 的变化。这一事实导致常用于工业中的分级策略，从而对 LED 单独测试，分成代表约 30%间隔的光通量输出类别。同样，正向电压、主波长和光束扩展可以是在分级过程中被考虑的其他因素。

[0007] 在结构上，根据指示灯市场的需求，LED 经常包装成单片包装。其中许多被设计成焊接到电路板上，并被设计成使用电子制造设备和方法。与这些包装相关的光学元件经常受到损害以提供特定或所需的光束图案，从而光效率小于约 60%。对于热调节，这些 LED 包装中的多种依赖于用作冷却散热器的金属框，但是最近的一些 LED 包装开始使用与基板紧密接触的热接触片，以有效传热。

[0008] 多年来已有多种照明设备被设计成使用发光二极管。特别地，欧洲专利 No. 1,416,219 公开了一种带有连接器和驱动电路的 LED 照明设备。连接器与可插入和除去式卡片型 LED 照明源连接，其包括安装在基板一个表面上的多个 LED。照明驱动电路借助于该连接器与卡片型 LED 照明源电气连接。卡片型 LED 照明源优选包括金属基板，多个 LED 安装在该金属基板的一侧上。金属基板的背面没有安装 LED，并与照明设备的一部分热接触。与该连接器电气连接的馈线终端设在金属基板设

有 LED 的表面上，从而可以电气激励安装在卡片型元件上的 LED。

[0009] 该欧洲专利公开了独立照明设备的几个特征；然而，没有提供能够在 LED 的直线电气驱动之外对照明设备实现颜色控制、强度控制、热控制或任何其他控制的方式。此外，这种独立照明设备不能与其他照明设备相互作用或连通，因此功能自主。

[0010] 美国专利 No. 6,617,795 公开了一种多片发光二极管包装，其具有支撑件、置于该支撑件上的至少两个发光二极管芯片、置于该支撑件上用于向控制器报告关于发光二极管光输出的定量色度信息的至少一个传感器和置于该支撑件上包括用于使由传感器产生的模拟信号输出转换成数字信号输出的模拟数字转换器逻辑电路的信号处理电路。提出了防止 LED 过热的问题，并且提出使用温度传感器可以提供一种监测这种参数的方式。然而，这种设备不包括从器件中除去热的主动装置或在 LED 包装内进行热调节的装置。此外，尽管这种包装允许与某些类型的外部电源连接，但是没有提供对传递到 LED 的功率的控制或限制，因此这种设备的热和控制受到限制。

[0011] 美国专利 No. 6,462,669 公开了一种模块化警告信号光系统。这种警告信号光系统包括至少一个支持件，其具有至少一个模块接收口，用于以可除去方式接收另一个模块的支持配合件。各模块包括至少一个可见侧，该可见侧具有至少一个与其配合的发光二极管光源。发光二极管光源、模块和支持件均独立地与控制器电气连通。控制器被配置成选择性地激活至少一个支持件、至少一个模块、至少一个发光二极管光源和其任何组合，以产生至少一个警告光信号。然而，这种系统不包括用于热管理的任何装置，并且没有提到在操作中的任何数据收集，以控制与光系统的功能性相关的各种性能，因此这种系统的热和控制受到限制。

[0012] 美国专利 No. 6,331,063 公开了一种 LED 照明设备，其形成方式是多个 LED 芯片三维形式地置于矩形板形状的 MID (模制互联器件) 基板上。在 MID 基板一个表面上纵向和横向设置的各凹部底面上设置三个 LED 芯片。LED 芯片选自发光色彼此不同的至少两种类型，还公开了优选的是使用三种类型即红色、蓝色和绿色的 LED。按此方式，可以根据基板和其上的 LED 的结构，得到任选的光分布特性。按此方式，通过



混合各 LED 芯片的发光色可以实现不同的颜色，如白炽灯和荧光灯的白色和日光色。然而，没有提及被设计成与其他模块化照明单元相互作用以产生光的独立模块化照明单元，也没有公开关于照明单元的模块化设计。

[0013] 此外，美国专利 No. 6,208,073 公开了一种智能型发光二极管光簇和系统。该智能型光簇和系统包括中央处理单元(CPU)和多个 LED 光簇串，每个光簇串包括串联连接的 LED 光簇。每个 LED 光簇包括 LED 驱动电路和多个 LED，其中 CPU 接收外部输入图像信号，然后所需的控制信号和图像数据通过适当处理被送至 LED 光簇串。控制信号用于切换光簇中的 LED，以产生所需的图像和相关颜色变化。随后，控制信号和图像数据通过 LED 驱动电路传递到下一个 LED 光簇。按此方式，控制信号和图像数据逐渐从第一光簇传递到最后光簇，通过系统中的 LED 光簇可以显示具有颜色变化的整个图像。然而，没有提及各 LED 光簇的热调节或操作性反馈，因此这种系统的热和控制受到限制。

[0014] 美国专利 No. 6,441,558 公开了一种照明设备光控制系统，包括与电源平台连接的控制器系统。控制器配置成用于向电源提供控制信号，从而保持 DC 电流信号在所需的水平，以得到所需光输出。还公开了使用温度和光传感器提供关于发光器件的反馈，以使控制器为各 LED 保持所需的光通量输出。公开了一种完备的照明设备系统，然而没有提及集成和形成照明设备系统的模块化单元。此外，尽管这种系统意图形成完备的系统，但是没有公开用于热管理的任何方法或手段，因此这种系统遇到热调节问题。

[0015] 美国专利 No. 5,783,909 公开了一种控制发光二极管的光强度的系统。除了能够向 LED 提供切换的电气供应的电源外，该发明包括用于测量 LED 光强度的传感器。该切换的电源使用脉冲策略，以调制向 LED 的输出，从而维持所需的光强度。然而，这种系统不包括用于从 LED、或用于颜色混合、准直或改向的任何光学器件或任何模块性照明设备散热的装置。因此，除了产生基本上均匀的照明问题之外，这种系统还遇到热问题。

[0016] 美国专利 No. 6,741,351 公开了一种照明设备，具有用于从红

色、绿色和蓝色 LED 阵列维持所需的颜色平衡的装置。光电二极管截取从 LED 发出的光的采样。公开了测试每种不同颜色的光通量输出的方法，使用选择性地打开和关闭 LED 的脉冲方法，从而使光传感器单独地测量每个 LED。然而，没有公开关于较大照明系统中用的任何热管理、热除去或照明单元模块性的任何概念方面的内容。因此这种系统遇到热调节问题。

[0017] 显然，LED 基光源仍没发展成一般照明用的相容性、用户友好的模块化设备。现有技术公开了解决照明应用中使用发光器件相关的一些困难的尝试，如控制强度和色度以及从 LED 除去热。然而，满足一般照明需求同时具有发光器件优点的集成解决方案目前还没有。因此，需要一种新的集成模块化发光器件照明单元，其可以用作单个单元或与其他模块化单元组合，维持给定强度和色度，同时利用发光器件的能效和寿命，从而为设计者提供基于发光器件设计照明设备的灵活性。

[0018] 提供上述背景信息的目的是使申请人认为可能与本发明有关的信息被知晓。并不必然意味着承认，也不应该被解释为，任何前述信息构成本发明的现有技术。

## 发明内容

[0019] 本发明的目的是提供一种集成模块化照明单元。根据本发明的一个方面，提供一种集成照明模块，其包括：用于产生照明的一个或多个发光元件；与所述一个或多个发光元件光学连接并用于处理照明的光学系统；用于收集代表所述一个或多个发光元件的操作特性的信息的反馈系统，所述反馈系统产生代表所述信息的一个或多个信号；与所述一个或多个发光元件热接触的热管理系统，所述热管理系统用于从所述一个或多个发光元件将热导出；用于从所述反馈系统接收所述一个或多个信号的驱动和控制系统，所述驱动和控制系统调节输入电力、产生控制信号并将控制信号发送到所述一个或多个发光元件，所述控制信号基于预定的控制参数和所述一个或多个信号产生。

[0020] 根据本发明的另一个方面，提供一种网络化的照明系统，其包括：两个或多个集成照明模块，每个模块包括：用于产生照明的一个

或多个发光元件；与所述一个或多个发光元件光学连接并用于处理照明的光学系统；用于收集代表所述一个或多个发光元件的操作特性的信息的反馈系统，所述反馈系统产生代表所述信息的一个或多个信号；与所述一个或多个发光元件热接触的热管理系统，所述热管理系统用于从所述一个或多个发光元件将热导出；用于从所述反馈系统接收所述一个或多个信号的驱动和控制系统，所述驱动和控制系统调节输入电力、产生控制信号并将控制信号发送到所述一个或多个发光元件，所述控制信号基于预定的控制参数和所述一个或多个信号产生；以及与所述驱动和控制系统操作性地连接的通讯系统，所述通讯系统可以在所述两个或多个集成照明模块之间通讯。

## 附图说明

[0021] 图 1 是本发明一个实施例的集成照明模块的各部件的图。

[0022] 图 2 是驱动和控制系统的功能块的图，表明本发明一个实施例的集成照明模块的驱动和控制之间的分界。

[0023] 图 3A~图 3G 表明本发明实施例的驱动和控制系统的驱动器子模块的结构。

[0024] 图 4 是本发明一个实施例的光学系统的苜蓿叶形复合抛物面聚光器(CPC)光学元件的剖视图。

[0025] 图 5 是本发明一个实施例的光学系统的抛物面反射体光学元件的剖视图。

[0026] 图 6 是本发明一个实施例的光学系统的分段抛物面反射体光学元件的剖视图。

[0027] 图 7 是本发明一个实施例的光学系统的光学元件的剖视图，包括抛物面镜和长通滤波器结构。

[0028] 图 8 表明本发明一个实施例的照明单元，包括组合有热管的多模块 QFP (四方扁平封装，"Quad Flat Pack")包装。

[0029] 图 9 表明本发明另一个实施例的集成模块化照明单元火炬

灯。

[0030] 图 10 表明本发明另一个实施例的集成模块照明单元照明设备。

[0031] 图 11 表明本发明另一个实施例的照明单元,包括多个发光元件的子模块。

[0032] 图 12 表明本发明另一个实施例的照明单元,具有叠置结构的部件。

[0033] 图 13 表明本发明一个实施例的照明模块。

[0034] 图 14 表明本发明另一个实施例的照明模块。

[0035] 图 15 表明图 14 的照明模块,其中光学系统已与其余照明模块分开。

[0036] 图 16 是本发明一个实施例的集成在壳体内部的照明模块的剖视图。

[0037] 图 17 表明本发明一个实施例的照明模块。

[0038] 图 18 表明本发明一个实施例的照明模块的光学系统。

[0039] 图 19 表明本发明一个实施例的热管理系统。

## 具体实施方式

### 定义

[0040] 术语"发光元件"用于定义例如在其两端施加电势差或者使电流通过其中而激活时,发出任何区域或者电磁波谱区域组合中的射线(例如,可见区域、红外和/或紫外区域)的任何器件。因此,发光元件可以具有单色、准单色、多色或宽带光谱发射特性。发光元件的例子包括半导体、有机或聚合物/聚合物发光二极管、光泵涂磷发光二极管、光泵纳米晶体发光二极管或本领域技术人员容易理解的任何其他相似发光器件。此外,术语发光元件用于定义发出射线的特定器件,例如 LED 芯模,并同样用于定义发出射线的特定器件与壳体或包装的组合,特定器件置于壳体或包装内。

[0041] 本文中使用的术语"约"指与正常值偏差 $\pm 10\%$ 。应当理解，这种偏差始终包含在这里提供的任何给定值中，无论是否具体指出。

[0042] 除非另有定义，这里使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属领域普通技术人员共同理解相同意义。

[0043] 本发明提供一种集成独立的照明模块，其可以单独使用或与其他模块组合使用，以产生白光或发光元件可用色域内的任何其他颜色的光。每个模块包括一个或多个发光元件、驱动和控制系统、反馈系统、热管理系统、光学系统和任选的能够在各模块和/或其他控制系统之间通讯的通讯系统。取决于结构，该照明模块可以自主操作，或可以基于内部信号和外部接收的信号这两种信号、单独的外部接收的信号或单独的内部信号决定其功能。

[0044] 图 1 表明照明模块和其部件的图。照明模块 10 包括光源 50，该光源包括一个或多个用于产生照明的发光元件。外部电源 40 向照明模块 10 提供电力，其中通过驱动和控制系统 20 调节这样提供的电力。这种电力调节例如可以包括将供应的外部电力转换成基于模块内的发光元件的特性决定的所需输入电力水平。此外，为进行电力转换，该驱动和控制系统提供用于控制控制信号传送到发光元件、从而控制其激活的装置。该驱动和控制系统可以从照明模块 10 接收输入数据，例如从反馈系统 30，并可以从其他照明模块或其他控制装置接收外部输入数据。任选的通讯端口 100 可以为驱动和控制系统提供分别向模块输入信号和从模块输出信号的能力。

[0045] 模块 10 内的反馈系统 30 可以包括一种或多种形式的检测器或其他相似装置。例如光传感器 70 和/或热传感器 80 可以集成进反馈系统中。光传感器 70 例如可以检测并向驱动和控制系统提供关于发光元件产生的照明的光通量和色度以及周围日光读数的信息。这种信息形式能够使驱动和控制系统改变模块内的发光元件的激活，以产生所需的照明。热传感器 80 例如可以检测其上安装发光元件的基板的温度、发光元件之一或每一个的温度和照明模块本身内的温度。这种温度信息例如可被传送到驱动和控制系统，从而能够改变发光元件的激活，以降低由于过热造成的发光元件热损坏，从而提高其寿命。

[0046] 热管理系统 90 提供一种用于将光源 50 产生的热传递到散热器或其他散热装置的系统。该热管理系统包括与发光元件紧密热接触，并提供用于使热从发光元件传递出来的预定热通道。任选地，该热管理系统还可以提供一种使热从驱动和控制系统传递出来的装置。

[0047] 光学系统 60 接收光源 50 产生的照明，并提供用于有效地光学控制这种照明的装置。该光学系统例如可以提供用于收集和/或准直光源 50 发出的光通量 110 的装置，并可以提供多个发光元件发射的颜色混合。该光学系统还可以控制从照明模块发出的光的空间分布。此外，该光学系统可以提供用于将部分照明导向光传感器 70 的装置，以产生代表照明模块所产生的照明特性的反馈信号。

[0048] 在一个实施例中，照明模块的驱动和控制系统 20 可以独立于其他外部照明模块和外部控制系统而操作。

[0049] 在另一个实施例中，驱动和控制系统 20 可以通过任选的通讯端口 100 从其他照明模块或外部控制系统接收输入数据，其中这种数据例如可以包括状态信号、照明信号、反馈信息和操作命令。驱动和控制系统 20 同样可以将外部接收的数据或内部收集或产生的数据传递到其他照明模块或外部控制系统。通过与该驱动和控制系统连接的任选的通讯端口 100 能够实现这种信息传输。

## 光源

[0050] 光源包括一个或多个可以被选择以提供预定的光颜色的发光元件。光源内发光元件的数量、类型和颜色可以提供获得高发光效率、高显色指数(CRI)和大色域的方式。此外，发光元件可以相对于光学系统定位，以实现优化的颜色混合和准直效率。可以使用有机材料制造发光元件，例如 OLED 或 PLED，或使用无机材料制造，例如半导体 LED。发光元件可以是发出包括蓝色、绿色、红色或任何其他颜色的主要发光元件。发光元件任选地可以是次要发光元件，其使主要源的发射转换成一个或多个单色波长、多色波长或宽带发射，例如在蓝色或 UV 抽运的涂磷白色 LED、光子再生半导体 LED 或纳米晶体涂布的 LED 的情况下。此外，可以使用主要和/或次要发光元件的组合。如本领域技术人员容易

理解的那样，一个或多个发光元件例如可以安装在 PCB (印刷电路板)、MCPCB (金属芯 PCB)、金属化的陶瓷基板或支撑轨道和连接垫的介电涂布的金属基板上。发光元件可以是未包装形式，如芯模形式，或者可以是包装的零件，如 LED 包装，或者可以与其他部件一起包装，包括驱动电路、反馈电路、光学系统和控制电路。

[0051] 在一个实施例中，例如可以选择光谱输出集中在相应于颜色红色、绿色和蓝色波长周围的发光元件阵列。任选地，其他光谱输出的发光元件还可以引入到该阵列中，例如在红色、绿色、蓝色和琥珀色波长区发射的发光元件可配置成光源，或任选地可以包括一个或多个在青色波长区发射的发光元件。光源的发光元件的选择直接关系到照明模块产生的所需色域和/或所需最大光通量和显色指数。

[0052] 在本发明另一个实施例中，以附加方式组合多个发光元件，单色、多色和/或宽带源的任何组合都是可能的。发光元件的组合包括红色、绿色和蓝色(RGB)发光元件的组合，红色、绿色、蓝色和琥珀色(RGBA)发光元件的组合以及所述 RGB 和 RGBA 与白色发光元件的组合。主要和次要发光元件以附加方式组合是可能的。此外，单色源与多色和宽带源的组合也是可能的，如产生颜色 RGB 和白色、GB (绿色和蓝色)和白色、A (琥珀色)和白色、RA (红色和琥珀色)和白色、RGBA 和白色的光的发光元件。可以根据照明应用和满足所需发光效率和/或 CRI 的照明要求，来选择多个发光元件的数量、类型和颜色。

[0053] 在一个实施例中，还可以基于相似温度相关性选择发光元件，例如基于通用 InGaN 半导体技术的涂磷白色 LED、绿色 LED 和蓝色 LED。这种光源用的发光元件的选择标准可以在这些发光元件的控制中容易地提供温度补偿。

[0054] 在一个实施例中，多个发光元件可以电气连接成多种结构。例如，发光元件可以连接成串联或并联结构或其组合。在本发明的一个实施例中，两个或多个发光元件串联连接成线性串，其中串例如可以包括相同颜色类别的发光元件，或者各种颜色或颜色类别的组合。在本发明的这种实施例中，串中的所有发光元件电气连接，使得它们作为一组由照明模块的驱动和控制系统供电。

[0055] 在本发明的另一个实施例中，发光元件串联组合成线性串对，其中串可以包括相同种颜色例如蓝色的颜色类别组合的发光元件，其中线性串对之一的发光元件主波长等于或大于预定波长，串对另一串的发光元件主波长等于或小于该预定波长。因此，通过调节施加到给定颜色串对每一串的相对驱动电流，可以动态调节照明模块的给定颜色的有效主波长。按此方式，形成照明网络的多个照明模块响应于整个照明网络的命令可以表现出相同色域，并产生相同色度的光。

[0056] 在本发明的另一个实施例中，发光元件电气连接，使得可以通过照明模块的驱动和控制系统单独管理和控制每个发光元件。例如，可以用导线连接一串发光元件，使得一些发光元件可以被部分或完全地绕过，从而可以彼此独立地单独控制每个发光元件。

#### 驱动和控制系统

[0057] 集成的驱动和控制系统可以从外部电源接收电力，调节电力，并将电力分配到发光元件。驱动和控制系统可以响应于从反馈系统接收到的信号例如光和热反馈信号提供电力控制，以维持颜色平衡和预定限制内的光输出。驱动和控制系统性能可以被配置成具有高效率，并平稳响应，以在外部电源上维持稳定的负载，同时能够快速切换发光元件的激活以及电力设置的变化，而不会产生过量电流尖峰或光输出的可见波动。此外，驱动和控制系统很灵活，以适应照明模块中具有不同正向电压和/或电流要求的不同类型的发光元件，而不需要象现有技术中那样进行分类。

[0058] 驱动和控制系统提供一种控制电力供应到多个发光元件的方式。在本发明的一个实施例中，驱动和控制系统使用数字切换以实现这种控制形式。可以使用诸如脉冲宽度调制(PWM)、脉冲编码调制(PCM)或本领域中已知的任何其他相似方法等技术，数字式切换供应到发光元件的电力。按此方式，可以控制每个发光元件或发光元件串产生的照明的控制，从而可以产生所需的照明效果，如调光、闪光或其他可见或不可见效果，例如光通讯信号。

[0059] 在本发明的一个实施例中，通过一个外部电源对串联连接的



发光元件供电，其中可以通过驱动和控制系统将串联的所有发光元件作为单元进行控制。

[0060] 驱动和控制系统可被配置成以预定频率激活发光元件，其中这种预定频率可以是优化频率。在一个实施例中，可以按照满足以下特性中的一个或多个的方式选择切换频率，例如切换频率足够高以使视觉闪烁不被感知，例如大于约 60 Hz，电力部件的可听共振超出人类听力的范围，例如大于约 16 kHz，通过确保选择的切换周期基本上小于例如 LED 芯模的通常 10 毫秒级别的热时间常数，可以使发光元件的热应力最小，这样所需的切换频率大于约 1 kHz。

[0061] 在本发明的另一个实施例中，监测发光元件例如 LED 芯模的结温度，并限制驱动电流变化的最大斜率，以限制结温度随时间的最大变化，从而限制发光元件的热应力，而热应力会导致由于例如导线松解使得出现过早器件故障或由于非放射性位错生长造成的加速器件老化。

[0062] 在本发明的一个实施例中，驱动和控制系统使用微控制器或现场可编程门阵列(FPGA)，微控制器或 FPGA 阵列可以从反馈系统接收关于照明模块的操作条件例如光反馈、温度反馈的信号，还可以接收外部控制信号，以产生将传送到每个发光元件或发光元件串的数字切换信号。按此方式，可以基于接收的信息确定发光元件的强度水平，从而可以产生所需的颜色和照明强度。

[0063] 此外，在一个实施例中，每个发光元件或发光元件串可以与高效切换转换器连接，以从常用供电轨提供恒定电流输出。其可配置成在发光元件将以不同负载周期被数字式切换的情况下提供恒定 DC 电流或恒定峰值电流。按此方式，可以使用相同电压供应适当地驱动在串上施加不同压降的串，因为每个串将仅被以预定的电流水平提供驱动它所需的电压。在本发明的一个实施例中，与特别发光元件或发光元件串相关的降压转换器可被配置成根据施加在发光元件或发光元件串上的压降和由常用供电轨供应的特定电压调节供应的电力。如本领域技术人员容易理解的那样，可以使用任何形式的切换模式 DC-DC 转换器，例如返驰式、降压式、升压式或降压-升压式转换器。

[0064] 在本发明的另一个实施例中，当照明模块被调光时，供应到发光元件的驱动电流减小。例如，在最大光通量输出 50%~100%内，驱动电流可以是最大的 100%，对于小于最大值 50%的光通量输出，驱动电流可以是最大的 50%。这种结构的特定优点在于，针对低光水平，PWM 或 PCM 驱动信号的占空因数增大。这种结构可以缓和定时要求，例如光传感器的光通量输出的采样或电压传感器的正向电压。另一种优点在于，可以降低由于较小占空因数的二进制脉冲波引起的驱动电流谐波，从而减轻电力线谐波和射频发射的潜在问题。

[0065] 在本发明的一个实施例中，驱动和控制系统可以在还包括发光元件的同一印刷电路板(PCB)上与其他电子元件集成，以提供较小形状因素设计，例如如图 8 或图 9 所示。可选择地，驱动和控制系统可以置于与固持其他电子元件和发光元件的 PCB 邻近的单独专用 PCB 上，这些电路板电气和机械地互联，以实现不同的形状因素，例如如图 12 所示。使用这种单独专用 PCB 的特定优点在于，驱动和控制系统可以与发热的发光元件热隔离，从而降低器件温度，并提高系统可靠性和环境操作温度。

[0066] 在一个实施例中，驱动和控制系统可以分离成如图 2 所示的两个单独功能块，其中驱动器模块 1000 从控制模块 1005 和发光元件例如红色 LED 1010、绿色 LED 1015 和蓝色 LED 1020 的接口接收输入，以基于输入维持驱动水平。多种颜色 LED 1010，1015 和 1020、驱动器模块 1005、控制模块 1000 和传感器模块 1025 配置成如图 2 所示。传感器模块形成图 1 所示的反馈系统 30 的一部分。可通过传感器模块 1025 监测 LED 1010，1015，1020 的操作特性，检测它们的光输出、操作温度或其他信息，因此该传感器模块可以包括一个或多个光传感器、一个或多个温度传感器和取决于将收集的所需信息的任何其他所需传感器。

[0067] 在一个实施例中，LED 1010，1015，1020 发出的一些光可以直接发送到传感器模块 1025 中的光传感器上，而没有通过光学元件 1030。在可选实施例中，代表 LED 产生的光的特性的光信号可以在光学元件 1030 内间接测量，因为光首先通过光学元件。因此，在使用多种颜色 LED 例如红色、绿色和蓝色的系统的一个实施例中，光传感器检测到

的信号可以代表从所有 LED 发出的混合光。

[0068] 在图 2 所示的实施例中，控制模块 1000 可以发送一个信号或多个信号至驱动器模块 1005，以驱动红色 LED 1010、绿色 LED 1015 和蓝色 LED 1020 到所需水平，使得从这些 LED 发出的组合输出维持在所需的强度和色度设置点，其中所述一个信号或多个信号可以基于传感器模块 1025 的一个或多个反馈信号，例如，所述设置点可以内部存储在控制模块中，或者例如可以基于通过用户接口的用户输入调节设置点。在一个实施例中，控制模块可以自主起作用以维持从照明模块发出的白光输出，使得这种光输出基本上位于黑体位置上。经使用反馈系统通过主动监测照明模块产生的混合光输出，控制模块可以评价并将控制信号输送到驱动器模块，以维持所需的光输出。

[0069] 在一个实施例中，响应于从用户接口的输入，控制模块可以调节白色输出光的 CCT。在这种情况下，用户没有任何直接控制发光元件的输出，因为控制模块执行适当的计算，以主动调节发光元件驱动电流水平，因此可以维持所需白色点时的颜色平衡。这种过程可以极大地简化由用户来调节 CCT，并允许存在基本用户接口，如壁式调光器。

[0070] 在另一个实施例中，用户可以增大或减小照明模块的总光输出强度，同时允许控制模块维持发光元件的不同颜色之间适合的强度比，因此即使在调光时也维持基本上相同的白色点。在另一个实施例中，控制模块可被配置成维持光源的发光元件色域内的任何点或点组。在另一个实施例中，完善的用户接口可以使用户具有选择色域中任何颜色的能力，其中控制模块可以通过从反馈系统接收的主动数据维持这种选择的颜色。

[0071] 图 3A~图 3G 表明驱动器模块如何调节电力到发光元件例如 LED。已知的是，LED 是恒定电流器件，在图 3A 所示的一个实施例中，驱动器模块 2000，特别是驱动器 2005 或 2010，发送驱动信号到 LED 或 LED 串 2015 或 2020，并接收从其回来的返回信号，从而允许 LED 的闭环电流控制。在一个实施例中，驱动信号和返回信号是供应到 LED 的驱动和返回电流。在驱动器内，可以监测供应到 LED 的电流水平，以确保对于控制模块的给定控制输入而言，维持通过 LED 的固定电流水平，而

与温度、老化或其他 LED 降解作用引起的正向电压变化无关。在一个实施例中，驱动器包括电流感测电阻，以监测驱动电流。在一个实施例中，如图 3A 所示，一个驱动器接收一个控制输入，并驱动一个 LED 或一串 LED，多个驱动器用于多个 LED 或多串 LED。这种驱动模块结构例如可以允许一个驱动器与一种颜色的 LED 连接，从而一个控制输入能够将一种颜色的所有 LED 设置成相同水平，而不会影响任何其他颜色的 LED 或 LED 串。图 3A 所示的驱动器模块结构可以保持基本相同，而与不同 LED 串之间的正向电压要求差异无关。可选择地，如图 3B 所示，具有多个输出的一个驱动器可用于基于多个控制输入驱动多个 LED 或多串 LED。

[0072] 图 3C~图 3G 表明驱动器和其控制的 LED 或 LED 串之间的信息传递的可选结构，其中这些结构能够实现闭环电流控制。在图 3C 中，驱动器可以将驱动信号发送到 LED，并从 LED 接收相关的返回信号，还从 LED 接收感测信号。感测信号可以表明例如串中的一个或多个 LED 的电压，其中感测信号可用于监测电流水平。在图 3D 所示的可选实施例中，通过使 LED 接地可以取消从 LED 到驱动器的返回路径。在图 3E 所示的另一个实施例中，电流感测装置集成在驱动器中时可以取消感测信号。图 3F 表明其中通过使 LED 与输入电源直接连接而可以取消驱动信号的实施例，然而这种结构需要用于驱动器的返回信号，以使用内部电流感测和限制来维持 LED 的电流在所需水平。在图 3G 所示的另一个实施例中，返回信号和感测信号可以输入进驱动器中，例如没有在驱动器内进行电流感测的情况。

[0073] 在一个实施例中，控制模块可以将数字信号发送到驱动器模块，其中驱动器模块用于切换驱动信号，以响应于从控制模块接收的信号打开和关闭发光元件，其中可以使用脉冲宽度调制(PWM)、脉冲编码调制(PCM)或其他数字切换协议进行这种切换，其中发光元件的打开时间可以变化。由于驱动器模块维持发光元件打开时通过它们的恒定电流，所以当通过发光元件的平均电流或平均电力变化时峰值电流保持相同。因此，输出光的强度与切换信号的打开时间或负载周期成正比。这种调光方法可以提供使波长迁移最小的方式。由于发光元件的峰值波长可能

受到结温度的强烈影响，所以与照明模块关联的热管理系统可被配置成防止即使在高于普通电流水平下驱动发光元件的时间内结温度上升过度。峰值电流的大变化，即使对于相同的平均电力或结温度，也会引起显著的波长迁移。因此，通过在改变平均电流的同时维持相同峰值电流可以有助于确保在全部调光范围内峰值波长迁移下降，从而提高驱动和控制系统维持给定色度的能力。

[0074] 在另一个实施例中，控制模块可以将数字信号发送到驱动器模块，其中驱动器模块用于使这些数字信号转换成传送到发光元件的模拟驱动信号，其中可以通过数字模拟转换器进行这种转换。

[0075] 在一个实施例中，传送到发光元件的数字信号以所需的频率被传送，从而消除产生的照明中的可见闪烁，并在低负载周期下确保所需水平的精度，这对于维持输出强度和色度的控制是需要的。在这种系统的另一个实施例中，控制模块可以将一个以上的控制输入传送到每个驱动器模块，其中二次信号可用于调节峰值电流水平，驱动器模块将二次信号发送到发光元件，从而提供一种改进低调光水平下精度的方式。

[0076] 在本发明的一个实施例中，驱动器模块和控制模块的电子部件安装在共用电路板如聚酰亚胺或聚酯叠层上。在另一个实施例中，驱动器模块和控制模块的电子部件安装在通过一个或多个柔性层电气和机械互联的独立的单层或多层电路板上。驱动器模块和控制模块的电子部件用的电路板或这些电路板的这些结构可配置在照明模块内，以提供可能优选的小形状因素和/或便于驱动器模块和控制模块的电子部件产生的热的消散。

[0077] 在本发明的一个实施例中，驱动和控制系统 20 通过通讯端口 100 从外部设备接收输入信号，并对其作出响应，其中这些外部设备例如可以包括占位传感器、定时器、日光传感器、红外通讯传感器、光通讯传感器、无线通讯模块、建筑管理系统、照明网络路由器和网桥、数据通讯网络路由器和网桥、个人电脑和用户接口。对这些接收的输入信号的响应可以包括规定的照明控制序列、开/关和调光和控制和/或颜色变化、占位传感器响应、切负荷、日光采集、应急照明响应、状态和错误报告以及系统和/或部件寿命信息报告。

[0078] 在本发明的另一个实施例中，供应到发光元件的最大驱动电流初始时小于制造商标定的最大电流。然后，随着发光元件寿命(可以是数万小时)变化，最大驱动电流缓慢增大，从而补偿器件老化和因此造成的灯流明下降，直到在发光元件估计的寿命终了时最大驱动电流等于制造商标定的驱动电流。

[0079] 在本发明的一个实施例中，由于照明模块包括热管理系统，所以驱动和控制系统可被配置成在超出制造商标定的最大电流下操作发光元件，例如在需要时发光元件可被过驱动，以增大照明模块的光通量输出。热管理系统提供了一种从发光元件有效地传出热的方式，从而提供使发光元件被过驱动的方式，而没有由于热原因降低发光元件的寿命或操作特性。

#### 反馈系统

[0080] 照明模块还包括用于收集照明模块的操作特性并发送到驱动和控制系统的反馈系统，从而能够改变操作特性以符合预定的标准。操作特性可以包括照明或发光特性、热特性和/或所需的其他特性。照明模块内的反馈系统可以包括一种或多种形式的检测器或其他反馈型装置。例如，光传感器和/或热传感器可以集成进反馈系统中。光传感器例如可以检测并向驱动和控制系统提供除了周围日光读数之外的关于发光元件的辐射通量和色度的信息。这种信息形成能够使驱动和控制系统改变照明模块内的发光元件的激活，以产生所需的照明。例如，这种形式的反馈可以使照明模块维持所需的照明水平和颜色，并还可以补偿周围光条件。反馈系统可被配置成使驱动和控制系统具有足够的反应速度和稳定性，从而观察者目视不能检测到光水平或颜色变化。在一个实施例中，反馈系统可以在大于或等于约 250 Hz 的采样频率下操作。

[0081] 反馈也可由热传感器提供，热传感器例如检测其上安装发光元件的基板或电路板的温度、一个或多个发光元件的温度和照明模块本身内的温度。这种信息例如可被传送到驱动和控制系统，从而能够改变发光元件的激活，以防止由于过热使发光元件热损坏，从而提高其寿命。此外，通过监测温度，可以对照明模块的操作进行控制，实现温度不敏感性操作，使得所需的照明水平和颜色维持在预定限制内，而与温度无

关，其中所述温度可以是周围温度或在照明模块内测得的温度。

[0082] 在本发明的一个实施例中，热传感器被配置成监测一个或多个光传感器的温度。按此方式，可以通过驱动和控制系统补偿由于温度变化造成的一个或多个光传感器的光检测特性的变化。这种光传感器温度相关性补偿可以提供一种使照明模块以有效和高效的方式产生和维持所需的照明特性的方式。

[0083] 反馈系统可以包括具有所需电路的一个或多个传感器，其中收集的信息随后被传送到驱动和控制系统。在一个实施例中，以几何形状布置一个或多个光传感器，以对于光传感器的适合操作优化充分照明的接收。此外，在需要时，一个或多个光传感器可以与适合电路连接，以调节和/或放大光传感器产生的信号。与一个或多个光传感器连接的电路还可以提供一种用于提供信号增益控制和积分时间常数变化中的一种或两种的方式。

[0084] 在一个实施例中，并且特别是关于对光源产生的光的光学特性收集，形成光源的发光元件组合成一个或多个发光元件的两个或多个光簇，其中配置光簇使得每个光簇发出的部分光直接入射到中心轴上，其中沿中心轴上的每个点距离每个光簇等距。每个光簇内的发光元件相对于每个光簇之间的距离通常彼此接近放置。因此，对于所有发光元件，每个发光元件入射到沿中心轴每个点上的光程长大约相等。配置也具有与其相关的中心轴的一个或多个光传感器，使得光簇的中心轴与光传感器的中心轴重合。按此方式，从每个光簇到光传感器提供基本上相等光程长，并确保基本上从每个光簇发出光的相同部分入射到光传感器上。

[0085] 在本发明的一个实施例中，反馈系统包括多个具有相关的滤色器的过滤光传感器，例如具有染色塑料滤波器的硅光电二极管，以测量照明模块产生的照明的色度和强度。可以使用基于巨型光学系统(GBO)的薄膜干涉滤波器和聚合物光干涉滤波器，例如在 R. Strharsky 和 J. Wheatley, "Polymer Optical Interference Filters", Optics & Photonics New, 2002 年 11 月, 页 34-40 中记载的, 还可以使用平面介电波导光栅, 例如在 R. Magnusson 和 S. Wang, 1992, "New Principles for Filters" Applied

Physics Letters 61(9): 1002-1024 以及 S. Peng 和 G. M. Morris, 1996, "Experimental Demonstration of Resonant Anomalies in Diffraction from Two-Dimensional Gratings", Optics Letters 21(8): 549-551 中记载的。每个滤色器例如可以表现出光谱带通特性, 限制光传感器对预定可见光波长范围的响应, 例如红色、绿色和蓝色。在另一个实施例中, 监测过滤光传感器的温度, 使得可以估计滤光器光谱吸收特性中可能的温度相关性变化(如已知的是在薄膜干涉滤波器中)。对光传感器的这种热监测可以补偿温度相关性。在需要时, 适合的电路也可以并入光传感器中, 以滤除任何不希望的噪声, 此外还提供对光传感器信号的放大。

[0086] 在本发明的一个实施例中, 一个光传感器用于监测每个发光元件单独对照明模块总光输出的贡献。在这种实施例中, 可以使用查询顺序, 通过例如相继单独激活每个发光元件, 以收集每个发光元件单独的照明贡献。

[0087] 在本发明的另一个实施例中, 多个光传感器用于监测一个发光元件或发光元件组。

[0088] 在本发明的一个实施例中, 当处于失活状态时, 发光元件可用于测量入射到其上的光的强度和色度, 从而提供另一种用于照明检测的方式。

[0089] 在另一个实施例中, 光传感器可以包括用作分光辐射度的光检测器的线性阵列, 从而能够更完全地表述照明。这种光传感器可以提供一种使驱动和控制系统更精确地控制发光元件的方式, 因为它提供了强度和色度信息。

[0090] 在一个实施例中, 温度传感器是具有已知的温度相关性曲线的热敏电阻、热电偶、半导体二极管或晶体管, 从而能够收集温度反馈信号。此外, 关于照明模块操作的温度反馈可以得自于一个或多个发光元件的正向电压或随温度而变化的其他已知参数, 例如发光元件的峰值波长。

[0091] 在本发明的一个实施例中, 反馈系统包括比例-积分-微分(PID)控制器, 用于接收传感器输入和向驱动和控制系统提供反馈信号,



其方式使得可以维持恒定光通量输出和色度，并最小化光通量输出和色度响应于反馈信号变化的目视可感知的下冲或过冲。

[0092] 在本发明的另一个实施例中，反馈系统包括可训练的神经网络，如在美国专利申请公开 No. 2005/0062446, "Control System for an Illumination Device Incorporating Discrete Light Sources"中所公开的，以将反馈传感器信号输入到 PID 控制器中之前使其线性化。在这种实施例中，反馈系统包括用于从一个或多个传感器接收信息并基于具有定义代表恒定光强度和色度的超平面解法的多变量函数确定控制参数的计算装置。在这些条件下，计算装置可以使一个或多个传感器的信息基本上线性化，从而从传送到驱动和控制系统的输入信息确定多个控制参数。随后，驱动和控制系统可以确定将被发送到发光元件的控制信号，以控制由此产生的照明。

#### 热管理系统

[0093] 照明模块还包括用于除去发光元件产生的热的热管理系统。该热管理系统包括与发光元件紧密热接触，并提供用于使热从发光元件传递出来的预定热通道。该热通道沿着传递通道具有低热阻并在这些通道和发光元件之间接触。

#### 被动冷却

[0094] 在本发明的一个实施例中，热管理系统包括一个或多个热管。热管具有冷凝器端和蒸发器端，其中冷凝器端可以与散热器或其他除去或散热装置连接，从而能够将热传递到照明模块的外部介质。蒸发器端与发光元件热接触。发光元件可以与热管的蒸发器端直接物理接触，或任选地安装在导热基板上，例如金属芯印刷电路板(MCPCB)或其上应用有传导金属轨道的导热基板，其中基板与热管的蒸发器端直接接触。与热管相关的工作流体(其中工作流体将热从热管的蒸发器端传递到冷凝器端)可以选自各种流体，包括水和例如容易理解的其他适合液体。此外，可以针对所需的照明模块应用将一个或多个热管设计成具有特定形状、长度和工作流体。

[0095] 在一个实施例中，一个或多个散热器沿其长度与一个或多个

热管热连接。

[0096] 图 19 表明热管理系统的一个实施例，其中热管 1028 与散热器 1029 热连接，该散热器包括相对于热管长度呈角度取向的多个翅片。翅片和热管之间的连接角度可以提供一种相对垂直于热管纵向安装的翅片使通过散热器的空气运动得以改进的方式。

[0097] 在一个实施例中，可以使用导热材料如热脂、焊料或导热环氧化物使热管蒸发器端和基板之间的接触位置的热阻最小。此外，热管的蒸发器端可以被成型、抛光或加工，以增大热管和基板之间的接触面积，从而增大其间的热导率。此外，其上安装发光元件的基板可以由薄的、高导热材料构成，例如化学气相沉积(CVD)金刚石、氮化铝陶瓷、氧化铍陶瓷、氧化铝陶瓷、铜和聚酰亚胺、硅或碳化硅。发光元件与基板的连接使得其间的热导率基本上最大。在这种实施例中，热管的蒸发器可以集成进其上安装有发光元件的基板、封装或包装中。

[0098] 在本发明的另一个实施例中，热管理系统包括热虹吸装置。热虹吸装置使用与上述热管相似的蒸发器/冷凝器将热从发光元件传递出来，但是其中蒸发器和冷凝器通过流体和蒸汽流用的连续环连接。在这种实施例中，热虹吸装置的蒸发器可以集成进其上安装有发光元件的基板中。

#### 主动冷却

[0099] 在本发明的一个实施例中，热管理系统包括例如美国专利 No. 6,876,123 所述的 Peltier (珀耳帖)效应热电冷却装置或热隧道冷却装置，其可连接到或集成进其上安装有发光元件的基板中。热电装置是固态装置，例如经施加电偏压，其能够将热从发光元件传递到可由热管或热虹吸装置限定的热通道中。在这种实施例中，热管或热虹吸装置可以与热电装置或热隧道装置的热侧热连接。

[00100] 在另一个实施例中，热管理系统包括例如在 A. Shakouri 和 J. E. Bowers, 1997, "Heterostructure Integrated Thermionic Coolers", Applied Physics Letters 71(9): 1234-1236 中所述的热离子装置，其可连接到或集成进其上安装有发光元件的基板中。在热离子装置中，施加电偏

压可以提供一种使热从一个表面例如基板流出的方式。

[00101] 在另一个实施例中，热管理系统包括流体冷却系统，例如水或冷却油，其通过可连接到或集成进其上安装有发光元件的基板中的热交换器抽运。流体可以用作热通道，将热传递到另一个热交换器，然后传递到外部介质，例如周围空气。可选择地，可以使用机械泵或微流体泵在发光元件的任何表面或所有表面上抽运流体。

[00102] 在本发明的一个实施例中，通过热管理系统将热传递到其上的外部介质是照明模块易于使用的流体。例如，在一些结构中，空调系统或水系统可以靠近照明模块，因此热管理系统可被配置成使热传递到外部系统，作为对周围空气的选择。

[00103] 在另一个实施例中，热管理系统包括风扇或其他机械装置，用于使空气流动，以增强热传递和消散。

#### 光学系统

[00104] 光学系统提供对光源的发射进行有效的光提取和有效的光处理的装置。光学系统例如可以提供一种提取和收集射线、准直发射和混合来自于多个发光元件的发射的光谱含量的装置。光学系统还可以控制从照明模块发出的光的空间分布。此外，光学系统可以提供将部分发射导向光传感器的装置，还可以使周围光与光传感器阻断，以产生关于照明模块的输出照明特性的反馈。

[00105] 光学系统可以被设计成提供以下特性中的任一种或多种，包括光源发出的照明的优化收集效率、光学系统的最小损失、具有小残余发散或接近匹配的朗伯(Lambertian)光束形状的光束准直、短光程长内的优化颜色混合以及没有不需要的空间光强度或色度变化的几何形状可控制的发光分布。

[00106] 光学系统可以使用各种光学元件以产生所需的光强度和色度分布。光学元件可以包括一个或多个折射元件，例如玻璃或塑料透镜，复合抛物面聚光器(CPC)或其高级改进形式，如调整的介电全内反射光学系统、菲涅耳(Fresnel)透镜、GRIN透镜和微透镜阵列。光学元件还可以包括反射和衍射元件，包括全息扩散体和 GBO 基面镜。

[00107] 在一个实施例中，照明模块可以包括一组子模块。在这种结构中，光学系统可以分成收集和处子模块的发光元件发射的主要光学系统和处理每个子模块的输出、从而进一步使照明模块的输出定形的次要光学系统。任选地，如果主要光学系统提供对发出的光通量的所需处理，那么可能不需要次要光学系统。提供主要和次要光学元件能够对照明模块的发光元件产生的照明进行多次处理阶段，从而能够产生所需的照明图案。在一个实施例中，主要光学系统被配置成执行光提取和准直，次要光学系统被配置成执行光混合。容易理解，主要和次要光学系统可以对光源产生的光执行任何所需的处理。

[00108] 在一个实施例中，RGB 或 RGBA 或白色的发光元件或白色和彩色发光元件的组合紧密包装，并封装在增强光提取的封装材料中。增强光提取的光学元件如圆顶透镜可以邻近发光元件放置。反射光学元件如锥形中空光管可以准直并混合光发射。应该理解，光学元件可以采用不同的截面形状，如抛物线形或调整的多段直线的集合。任选地，最后的光学元件如玻璃凸透镜、Fresnel 透镜或更复杂的透镜可以有助于使子模块的光束输出定形。次要光学元件如全息扩散体可以置于子模块上方，以改变单个子模块或多个子模块组合的发光分布。

[00109] 在本发明的一个实施例中，介电全内反射聚光器(DTIRC)如 CPC 光学元件可用于收集多个发光元件的发射。作为例子，四个发光元件的方形阵列可以形成照明模块或子模块用的光源，并且光学系统可以是配置成苜蓿叶形图案的分段 CPC，以获得所需的收集效率。图 4 表明两个发光元件 142 附近的分段的 CPC 光学元件 140 的截面。容易理解，聚光器的截面形状不限于抛物线，而且可以呈例如双曲线形、椭圆形、喇叭形或多条线段的连接形，其中每一段被设计成满足所需的光学目的。

[00110] 在本发明的一组实施例中，光学系统包括具有用于改向、颜色混合和需要时准直多个发光元件的发射的多个部分反射的表面的结构，例如发光元件的 RGBA 结构。图 5 表明发光元件二维排列的截面图，其中抛物面反射体 150 接近发光元件 152 放置。图 6 表明包括接近发光元件 152 放置的三段 154，156 和 158 的分段的抛物面反射体，也是二维排列的截面图。图 7 表明微透镜阵列 162 和二色反射体/滤波器组件 160，

其可以准直发光元件 164 的发射。图 7 所示的反射表面是平坦的，然而它们可以是任何所需形状，例如反射表面可以任选是抛物线或椭圆形的。这些反射表面可以是选择性地透射的，例如它们对于进入反射体后面的照明可以是透射性，但对于所面对的发光元件发出的照明是反射性的。

[00111] 在一个实施例中，光学系统的光学元件例如可以呈杯状或半杯状。可以通过绕平行并接近发光元件位置的轴旋转图 5、图 6 或图 7 所示的二维截面图想象到这种形式的结构。例如，对于杯形光学元件，绕定义的轴旋转  $360^\circ$ ，对于半杯形光学元件，旋转  $180^\circ$ 。在可选实施例中，光学元件可以呈通过绕平行并与远离发光元件的轴使图 5、图 6 或图 7 所示的二维截面图分别旋转  $360^\circ$  和  $180^\circ$  得到的圆锥形状或半圆锥形状。在另一个实施例中，光学元件可以呈线性光学元件形状，其剖视图如图 5、图 6 和图 7 所示。本领域技术人员容易理解其他形式的光学元件。

[00112] 在另一个实施例中，光学系统包括被设计成使发光元件的发射或其一部分改向到共同点或任选地产生准直的照明输出的多个微透镜或微透镜阵列。

[00113] 在另一个实施例中，光学系统包括用作主要光学元件以从发光元件产生所需的光强度分布的衍射光学元件(DOE)。DOE 利用衍射改变入射到其上的光的光路，并可以与其他光学系统组合以处理照明模块产生的发光分布。

[00114] 在另一个实施例中，光学系统包括例如在 S. Fan, P. R. Villeneuve, J. D. Joannopoulos 和 E. F. Schubert, 1997, "Photonic Crystal Light Emitting Diodes", SPIE Vol. 3002, 页 67-73 中记载的光子晶体结构，当直接放置或沉积在发光元件上时，其可以被设计成通过降低发光元件内的全内反射水平来增强发光元件的发射，并且其可以进一步处理发光元件的光强度分布。

[00115] 在本发明的另一个实施例中，光学系统可以包括次要光学系统，其中次要光学系统可以是用于进一步改变光强度分布的 DOE。此外，次要光学系统可以任选是在很宽的视角内表现出彩虹色的随机取向的衍射多光栅结构，例如在 T.-H. Wong, M. C. Gupta, B. Robins 和 T. L,

Levendusky, 2003, "Colour Generation in Butterfly Wings and Fabrication of Such Structures", *Optics Letters* 28 (23): 2342-2344 中所述的。

[00116] 在另一个实施例中，光学系统包括次要光学系统，其包括一个、多个或反射光学元件和/或折射光学元件和/或衍射光学元件的组合。例如，反射光学元件可以包括抛物面反射体或椭圆反射体。例如，折射光学元件可以包括 Fresnel 透镜、普通平-凸、双凸、凹-凸透镜，衍射光学元件可以包括全息和开诺全息(kinoform)扩散体。

[00117] 在本发明的另一个实施例中，光学系统的光学元件可以被设计成使得照明模块的几何发光分布被驱动和控制系统或外部操作员动态控制。光学系统的光学性能可以多种方式进行改变。发光元件可以与例如 US 专利 2,062,468 中公开的特征在于静电可调焦能力的流体透镜组合，或与液晶透镜组合。在流体透镜上施加电场使透镜曲率变化，然后改变焦距。经在液晶材料上施加不均匀电场，可以产生梯度折射率分布，从而可以改变可控制的光学系统的焦距。任选地，光学系统可以包括用于机械地调节其中的一个或多个光学元件的装置，从而提供一种动态改变光学系统进行的照明的处理水平的方式。

[00118] 在本发明的一个实施例中，光学系统的功能是将发光元件产生的照明采样到光传感器或其阵列，以将发射特性反馈回驱动和控制系统。在一个实施例中，光学系统包括将发光元件发出的一部分照明在光传感器或光传感器阵列上反射或透射的光学元件。这种光学元件可以任选地与能够将照明导向光传感器的光导形式连接。

[00119] 在一个实施例中，棒状结构安装在一个传感器或多个传感器上部，提供照明的光强度和光谱分布的光反馈。棒的表面可被图案化，以优选接收近处发光元件的照明并吸收，或反射其他方向的照明。棒状结构内部接收的照明可以优选被导向光传感器或多个传感器。在另一个实施例中，棒状结构可以与最后的光学元件或与光学系统相关的窗口连接，或者是其一部分。在这种结构中，这种棒提供一种借助于全内反射或 Fresnel 反射使光学元件中捕集的一些发射集中到光传感器或传感器阵列的方式。在另一个实施例中，一个或多个光学元件可以被设计成从一个或多个预定位置漏出发光元件的所需量的发射。可以选择预定位置以

使漏出的发射直接入射到光传感器或传感器阵列上，或者进行选择使得每个子模块漏出的发射通过空心或实心光导被导到光传感器或传感器阵列上。这种光导可以包括用于混合所有子模块贡献的混合室。

[00120] 在本发明的一个实施例中，设计光学系统使其扩散发光元件的直视，从而使其亮度在对眼睛安全所建立的工业-标准阈值内。

### 通讯系统

[00121] 在本发明的一个实施例中，照明模块包括通讯模块，其提供一种用于使驱动和控制系统与其他所述照明模块的网络和照明模块外部的其他控制装置连通的装置。通讯系统可以使照明模块与网络连接，并可以使用本领域技术人员已知的现有技术数据传输介质和数据传输协议范围实现数据传输。所述数据传输介质例如可以是以太网、光纤、无线或红外通讯系统。取决于通讯需要，适合的协议例子包括模拟 0-10 VDC，数字可寻址照明接口(DALI)，ESTA 协议(包括 DMX512A、RDM 和 CAN)，IEEE 802.11 无线协议(包括蓝牙和 Zigbee)，红外协议(包括 I:DA 和超远红外(UFIR))，或容易理解的任何其他协议。

[00122] 通讯系统可以提供在其他所述照明模块阵列中以集成方式操作照明模块的方式。每个照明模块可以具有通讯系统和相关的数据传输能力，并可能进一步集成进连接照明模块阵列的通讯网络中。例如，数据传输涉及到发光元件的辐射通量、日光和/或周围色温、照明模块和板温，从而能够使照明模块阵列以统一方式操作。

[00123] 在本发明的一个实施例中，通讯系统可以使驱动和控制系统通过一种或多种物理通讯形式(包括硬件串行或并行总线、光纤接收器或收发器、无线接收器或收发器、红外接收器或发射器或可见光接收器)发射或接收数据。网络布局例如可以选自总线、星形线、令牌环、网格或无线。本领域技术人员容易理解可选的网络布局。

[00124] 在本发明的一个实施例中，通讯系统可以实现选自例如包括硬线、光纤、无线、红外或可见光那些的网络物理层。在另一个实施例中，通讯系统可以实现包括可见光发射器和接收器的网络，其中发射器是发光元件，并且其中发光元件的光通量输出用串行数据调制。

[00125] 在本发明的一个实施例中，照明模块外部的其他控制装置可以包括占位传感器、日光传感器、定时器、其他照明网络和建筑管理系统。

[00126] 下面，将结合具体实施例描述本发明。应该理解，以下实施例的目的是用来描述本发明的实施方案，而不是意图以任何方式来限制本发明。

### 实施例

#### 实施例 1:

[00127] 图 8 表明集成进多照明模块四方扁平封装(QFP)包装中的本发明第一实施例。照明单元包括多个发光元件 300，其还包括接近的光学元件。反射体光学元件 310 处理所需方向的发光元件的发射，随后如果设有次要光学元件，那么就与次要光学元件 320 相互作用。在一个实施例中，这种次要光学元件可以是嵌入型光学元件，从而能够容易地取出或装入这种光学元件。发光元件可以通过使用导热粘合剂安装在 CVD 金刚石基板 370 上，从而使其中具有热导性。热管 360 与 CVD 金刚石基板直接热接触，该热壳可以通过壳体 350 固持在所需位置。该热管可以将发光元件产生的热从其传递出去。此外，照明单元包括例如可以从 FR4 (纺织玻璃增强的环氧树脂)制造的基板 340 或需要时的任选 MCPCB。电子部件 330 安装在基板 340 上，其包括控制器、反馈系统和其他所需的电子器件。基板 340 上的轨道例如可以提供一种在发光元件和控制器或需要时的其他电气装置之间互连的方式。在这种实施例中，形成反馈系统一部分的传感器可以接近发光元件安装，例如接近每个反射体光学元件内的一个或多个发光元件。任选地，传感器可以设置在基板 340 上，其中光学系统可以提供一种用于使发光元件的部分发射导向的装置。

#### 实施例 2:

[00128] 图 9 表明形成作模块化照明单元火炬灯的本发明第二实施例。发光元件 210 安装在与热管 220 热粘合的导热基板 290 上，从而将热从发光元件传递到热管，随后消散。热管的端部与壳体 250 接触，该壳体可以包括裂缝 280，能够使空气在壳体内流动，从而提供额外的散热



方式。在发光元件下方并与其操作接触的 PC 板 240 包括安装在其上的驱动和控制系统,其中这种 PC 板例如可以与电源 260 操作性地连接。此外,可以通过光扩散体 230 处理发光元件的发射。

#### 实施例 3:

[00129] 图 10 表明形成作模块化照明单元照明设备的本发明第三实施例,其中发光元件 420 安装在基板或热管 410 上,或任选地发光元件可以直接安装在热管的侧壁上。控制板 430 在热管下方并与发光元件操作性地连接。设置扩散体/反射体 400 以处理发光元件的发射。

#### 实施例 4:

[00130] 图 11 表明包括互联在一起的多个子模块的照明单元。每个子模块包括发光元件 520、光学元件 540 和与发光元件紧密热接触的热管 530。子模块可以通过 PC 板连接在一起,PC 板上可以安装其他电子部件 500 和 510,电子部件可以包括用于对一个或多个子模块提供驱动、控制和反馈的电子器件。例如,每个子模块可以包括一个或多个能够产生白光的发光元件。发光元件可以包括单色、多色或宽带波长发射发光元件或其组合。此外,发光元件可以包括主要或次要发光元件,其中次要发光元件可以是涂磷 LED 或量子点 LED。

#### 实施例 5:

[00131] 图 12 表明其中照明和电子部件以叠置形式设计的照明单元的截面。在照明单元的壳体 630 内,以叠置结构在 PC 板 640, 650 和 660 上设置电源、驱动、反馈、控制和其他需要的电子元件。取决于需要的电子元件,可以任选有几个或多个 PC 板。这些 PC 板例如可以与一个或多个热管 670 热接触,热管可以提供一种将热从 PC 板传递到散热器 680 或其他散热系统的方式。按此方式,由于热管或其他热管理系统提供的热调节,可以更密集地设置 PC 板,从而可以制造更小的照明单元。此外,热管与一个或多个发光元件 620 紧密热接触,从而能够除去产生的热。此外,通过接近发光元件设置的光学元件 600 可以处理发光元件的发射。光和/或热传感器 610 可以接近发光元件设置,从而可以收集除了发光元件结温度之外的关于发射色度的信息。发光元件和一个或多个传感器例

如可以安装在 FR4 板或 MCPCB 上。PC 板、发光元件和一个或多个传感器操作性地彼此连接，从而使这些元件的每一个提供各自所需的功能。

#### 实施例 6:

[00132] 图 13 是本发明一个实施例的照明模块的图。发光元件和光学系统形成为光簇 730，其中这些光簇与一个或多个热管 700 热连接。使用形成作翅片式散热器以增强散热的多个散热器 710 来使热管传递的热消散。光反馈系统 740 相对于多个光簇配置，使得可以提供多个发光元件产生的照明的光学特性。操作光模块所需的电子部件安装在多个 PCB 板 720 上。这些需要的电子部件包括驱动和控制系统。

#### 实施例 7:

[00133] 图 14 是本发明另一个实施例的照明模块。本实施例的照明模块与图 13 所示的相似，其中发光元件和光学系统 850 形成为光簇，其中这些发光元件的这些光簇与多个热管 800 热连接。热管通过 PCB 板，从而与发光元件的光簇热接触。使用设计成套管形式的多个散热器 810 使热管传递的热消散。散热套管包围热管周围，其中可以使用热脂或其他材料增强其间的热接触。散热套管沿其长度可以具有翅片，以增强散热。光反馈系统 840 相对于发光元件的多个光簇配置，使得可以提供多个发光元件产生的照明的光学特性。操作光模块所需的电子部件安装在 PCB 板 825 上，发光元件以及传感器系统一起安装在 PCB 板 820 上。在一个实施例中，其中形成控制模块和驱动模块用的驱动和控制系统，驱动模块和控制器模块可以安装在不同的 PCB 上。例如，控制模块可以安装在 PCB 板 820 上，驱动器模块可以安装在 PCB 板 825 上。

[00134] 图 15 表明图 14 的实施例，其中光学系统 850 已与发光模块分开，从而露出安装在 PCB 板 820 上的发光元件 860 的组。

[00135] 尽管描述了本发明的实施例，但显然本发明可以有多种形式的变化。这些变化不应被认为脱离了本发明的精神和范围，并且对于本领域技术人员显而易见的所有修改也意图包括在所附权利要求书的范围内。

#### 实施例 8:

[00136] 图 16 表明本发明一个实施例的照明模块，其可被安装在成型壳体 1001 内。光学系统包括四级光学元件 1002、用于准直光的三级光学元件 1003、用于混合光并构造成锥形管状的次要光学元件 1004，其中主要光学元件接近发光元件配置，主要光学元件被配置成增强发光元件的光提取。

[00137] 其上安装有发光元件的基板被设计成高度导热，并被配置成与热管 1008 连接，以提供一种将热从发光元件有效传递出来的方式。热管与散热器 1009 热连接，从而提供一种将热散发到环境例如周围空气中的方式。

[00138] LED PCB 1006 其上安装有控制模块、一个或多个传感器和通讯系统，它们均被配置成与发光元件通讯。此外，驱动器 PCB 1007 其上安装有与控制模块操作通讯的驱动模块。

#### 实施例 9:

[00139] 图 17 表明本发明一个实施例的照明模块。光学系统包括用于准直光的三级光学元件 1013、用于混合光并构造成六边锥形管状的次要光学元件 1014，其中主要光学元件接近发光元件配置，主要光学元件被配置成增强发光元件的光提取。

[00140] 其上安装有发光元件的基板被设计成高度导热，并被配置成与热管 1018 连接，以提供一种将热从发光元件有效传递出来的方式。热管与散热器 1019 热连接，从而提供一种将热散发到环境例如周围空气中的方式。

[00141] LED PCB 1016 其上安装有控制模块、一个或多个传感器和通讯系统，它们均被配置成与发光元件通讯。其上安装有发光元件的基板安装在 LED PCB 下方，其中在发光元件的位置处有孔。此外，驱动器 PCB 1017 其上安装有与控制模块操作通讯的驱动模块。

[00142] 安装销 1010 可以与照明模块机械连接，并可以提供一种在照明模块和壳体之间机械连接的方式。

#### 实施例 10:

[00143] 图 18 表明本发明一个实施例的光学系统。光学系统包括用于混合光并构造成锥形管状的次要光学元件 1030，其中主要光学元件 1021 接近发光元件配置，主要光学元件被配置成增强发光元件的光提取。

[00144] 其上安装有发光元件的基板被设计成高度导热，并被配置成与热管连接，以提供一种将热从发光元件有效传递出来的方式。

[00145] LED PCB 1023 其上安装有控制模块、一个或多个传感器和通讯系统，它们均被配置成与发光元件通讯。其上安装有发光元件的基板 1005 安装在 LED PCB 下方，其中在发光元件的位置处有孔。

[00146] 本发明书中参考的所有专利、出版物、包括出版的专利申请以及数据库条目均以其全部内容具体并入参考，其程度就象各专利、出版物以及数据库条目具体和单独地并入参考。

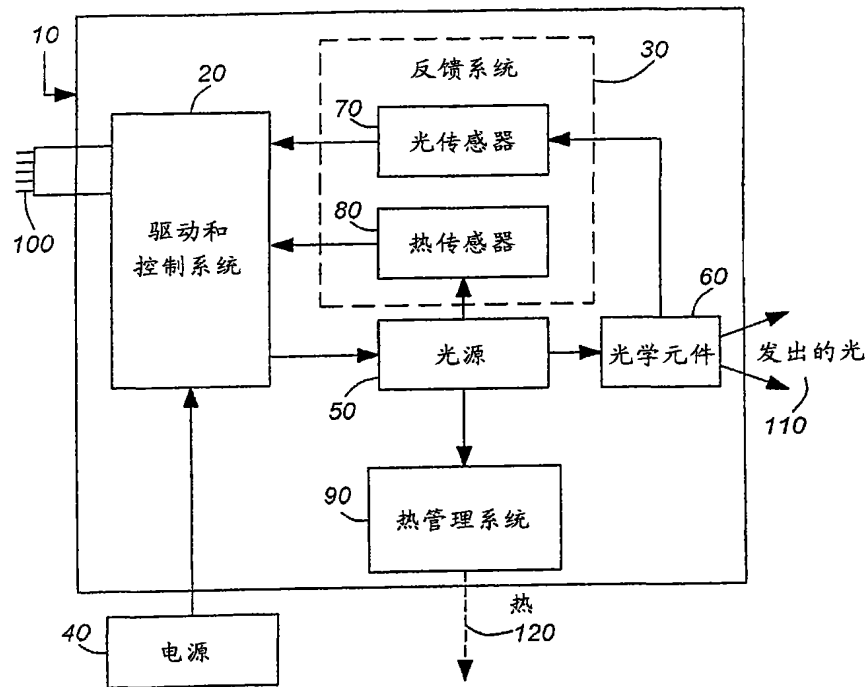


图 1

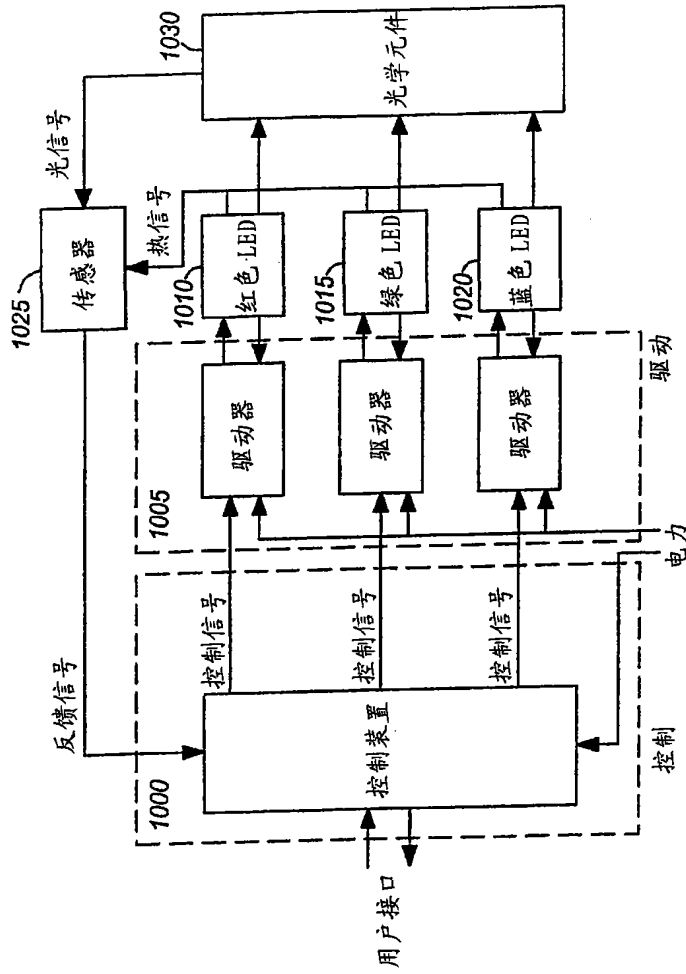


图 2

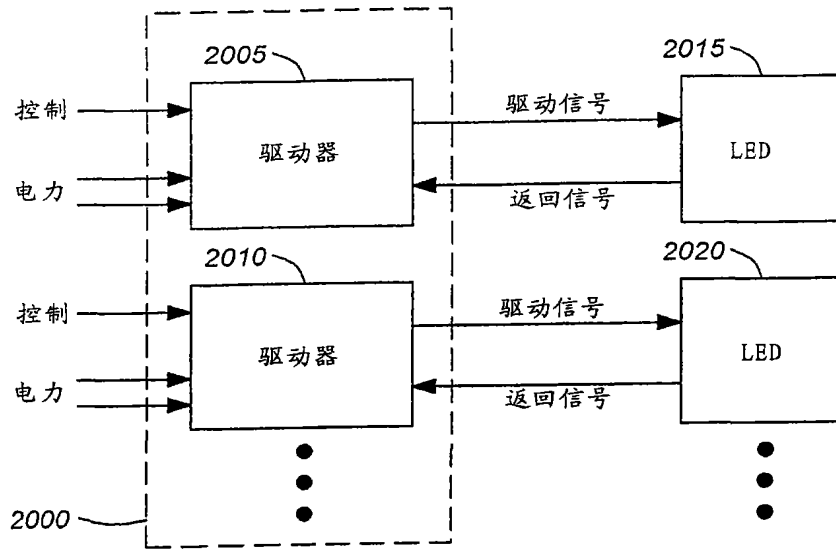


图 3A

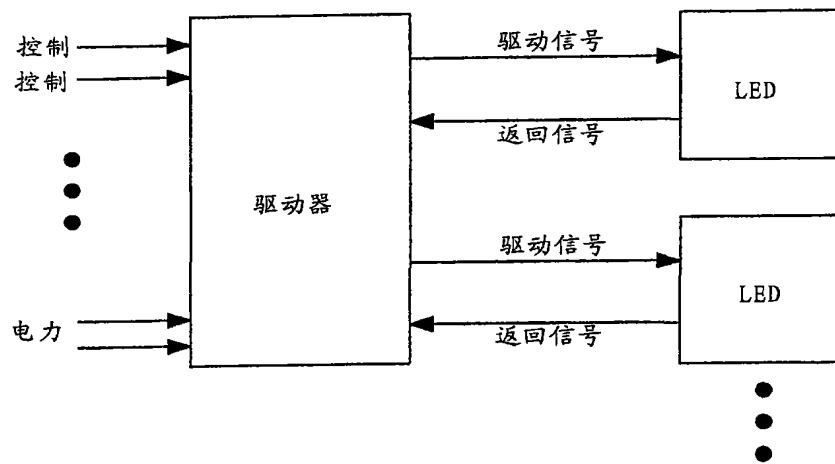


图 3B

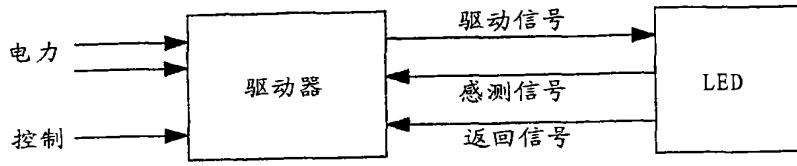


图 3C

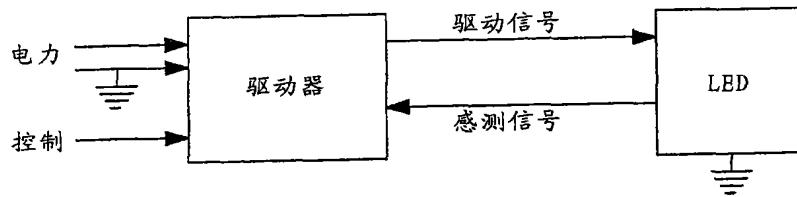


图 3D

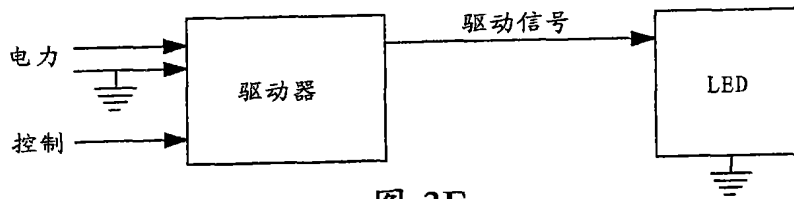


图 3E

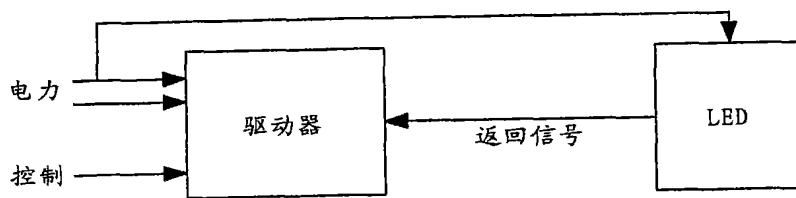


图 3F

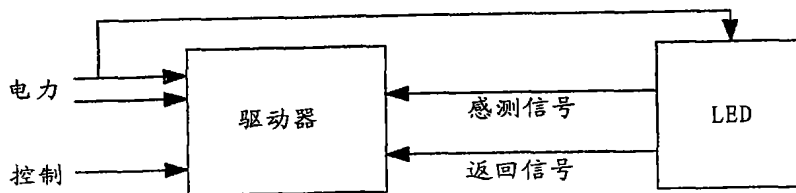


图 3G



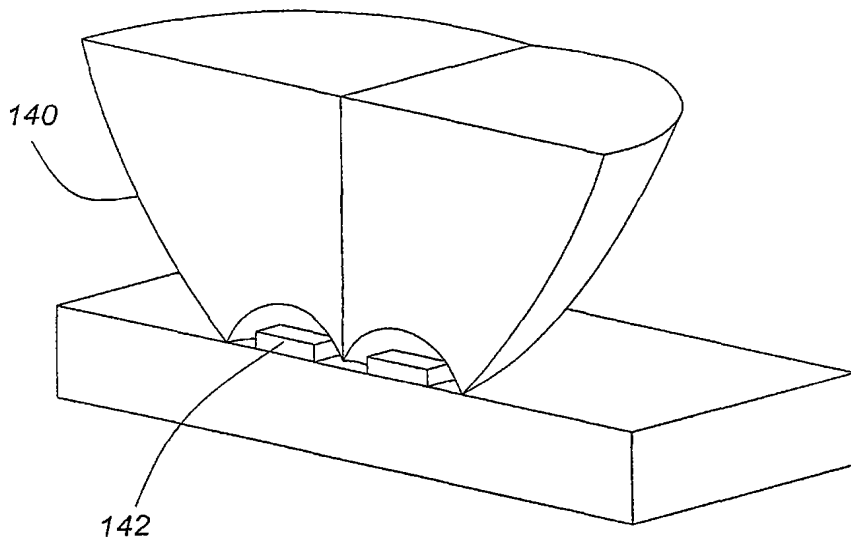


图 4

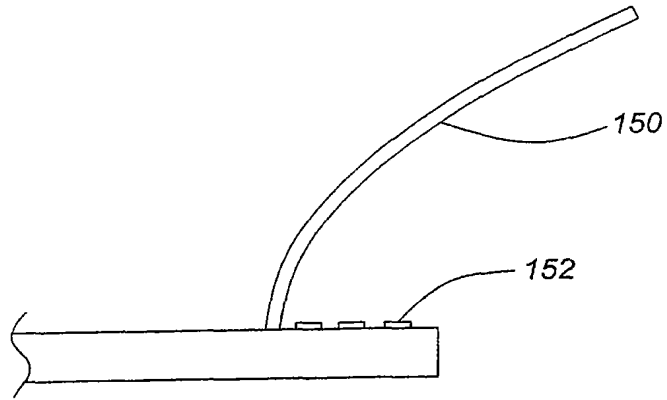


图 5

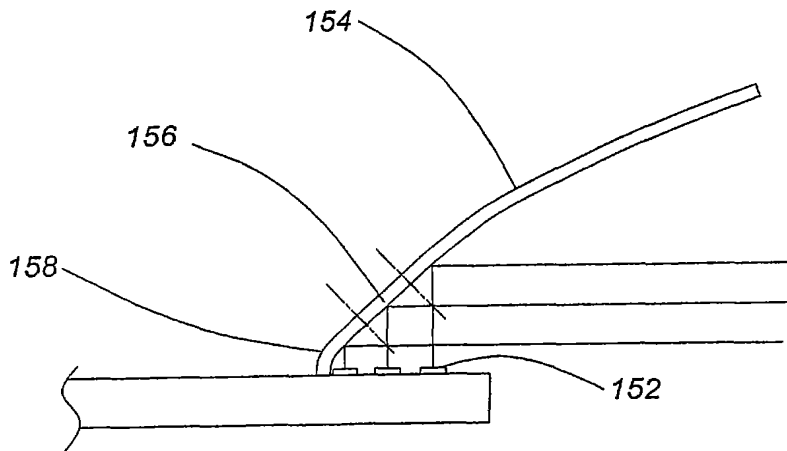


图 6

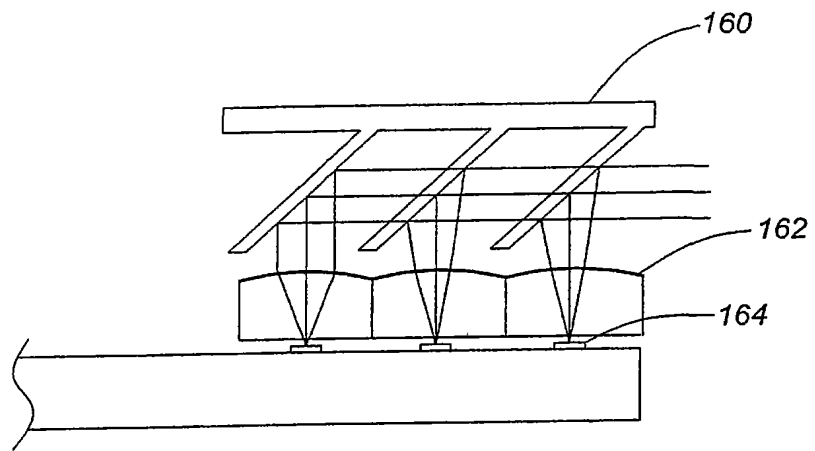


图 7

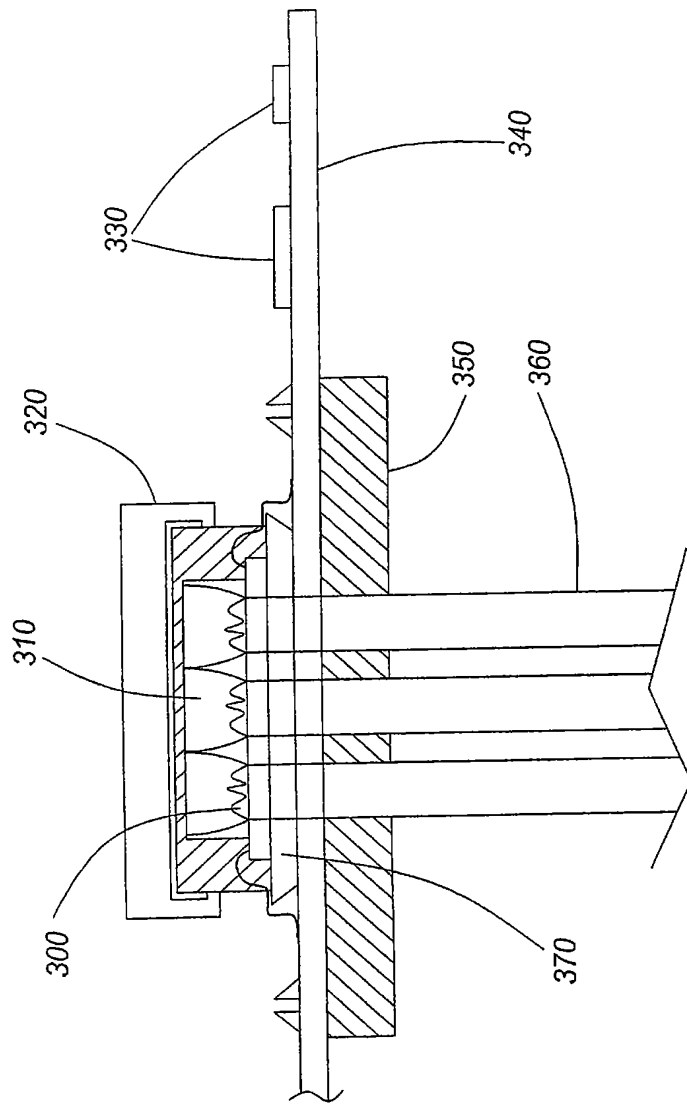


图 8

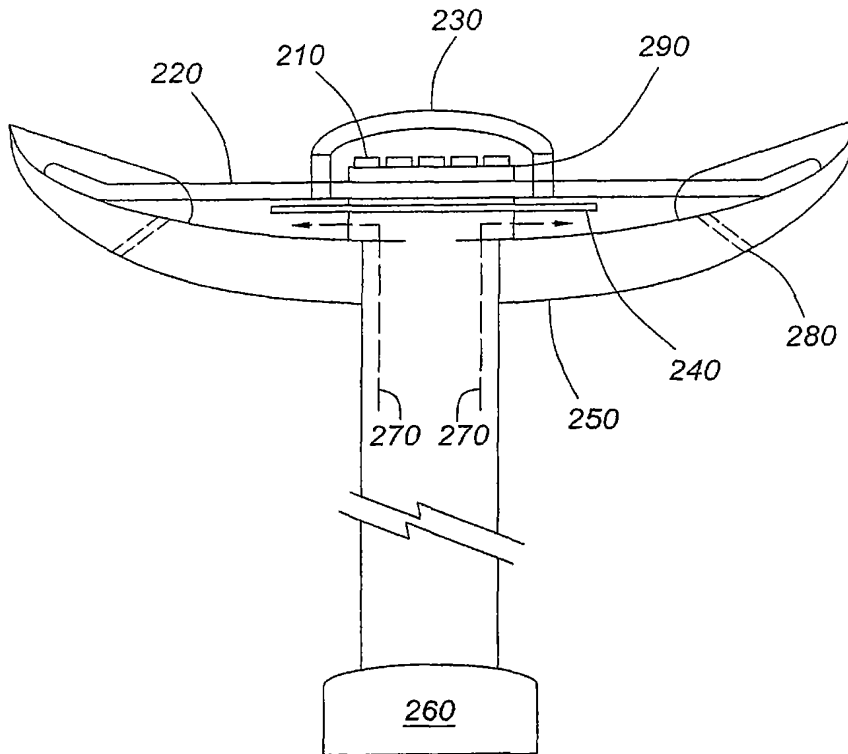


图 9

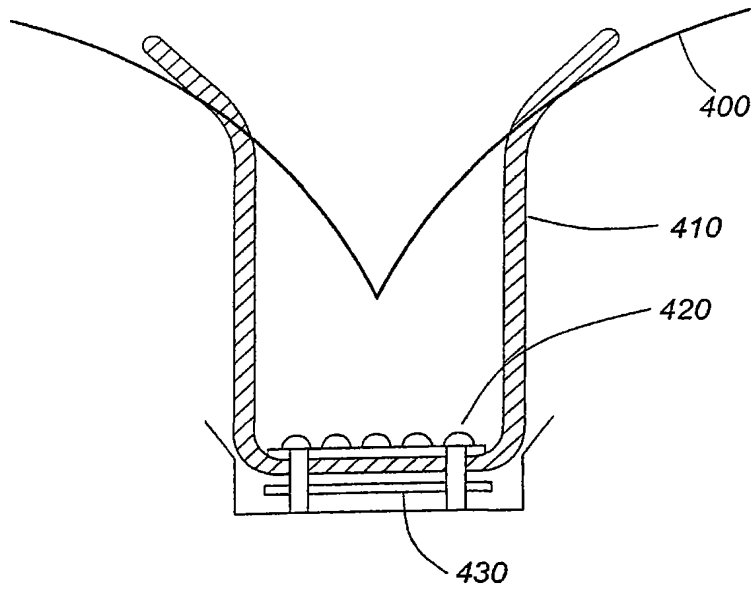


图 10

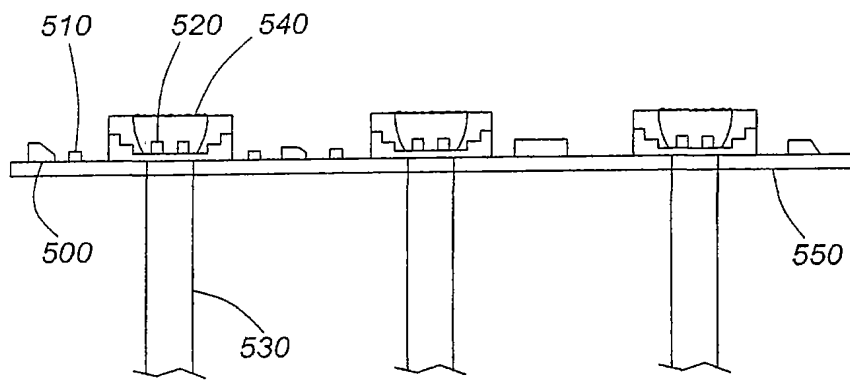


图 11

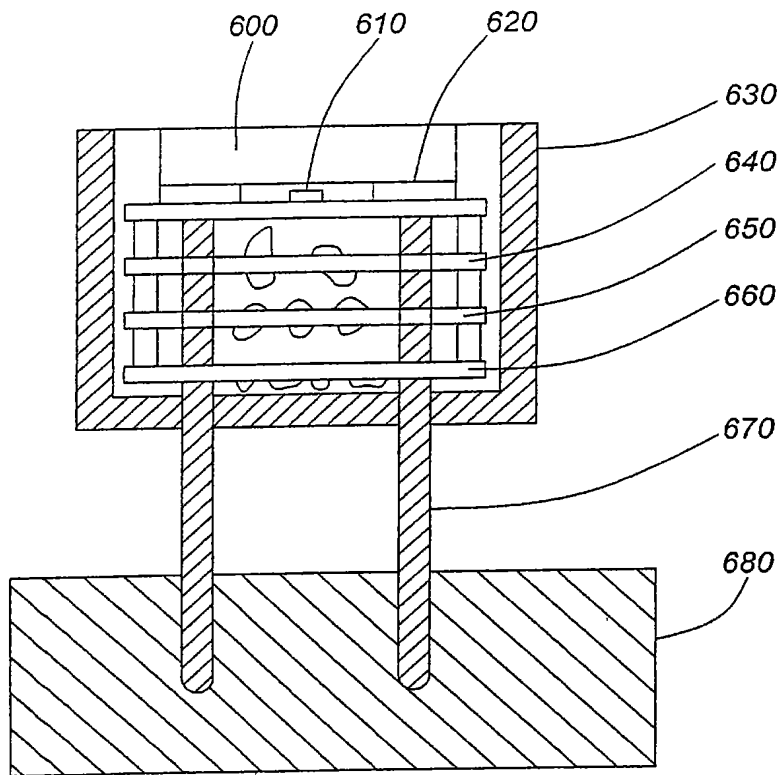


图 12



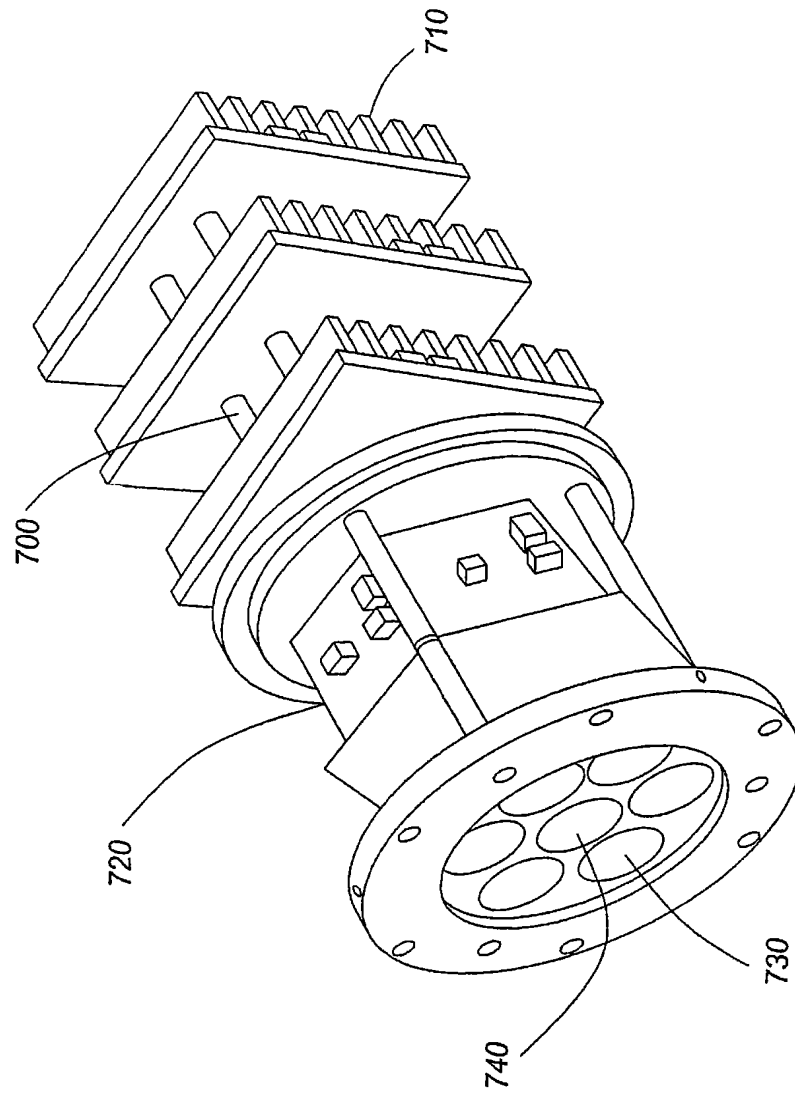


图 13

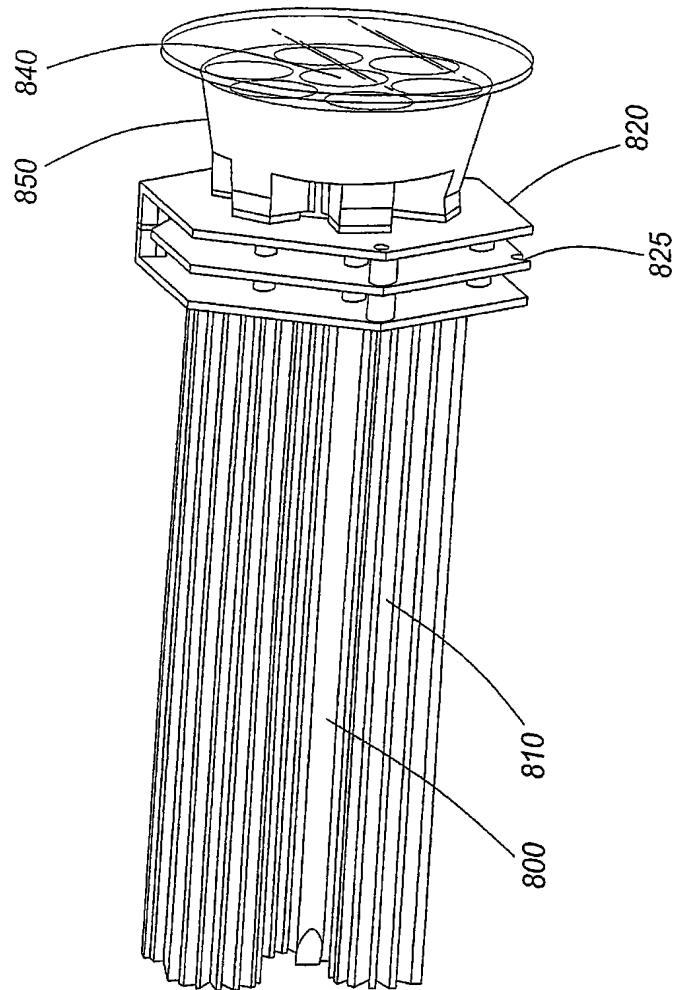


图 14

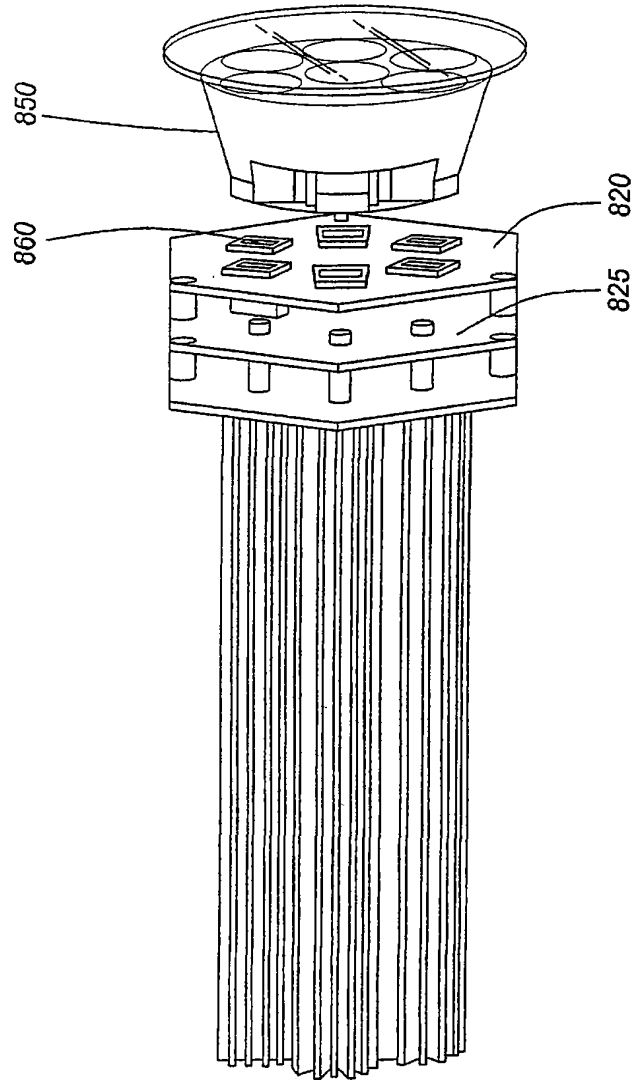


图 15

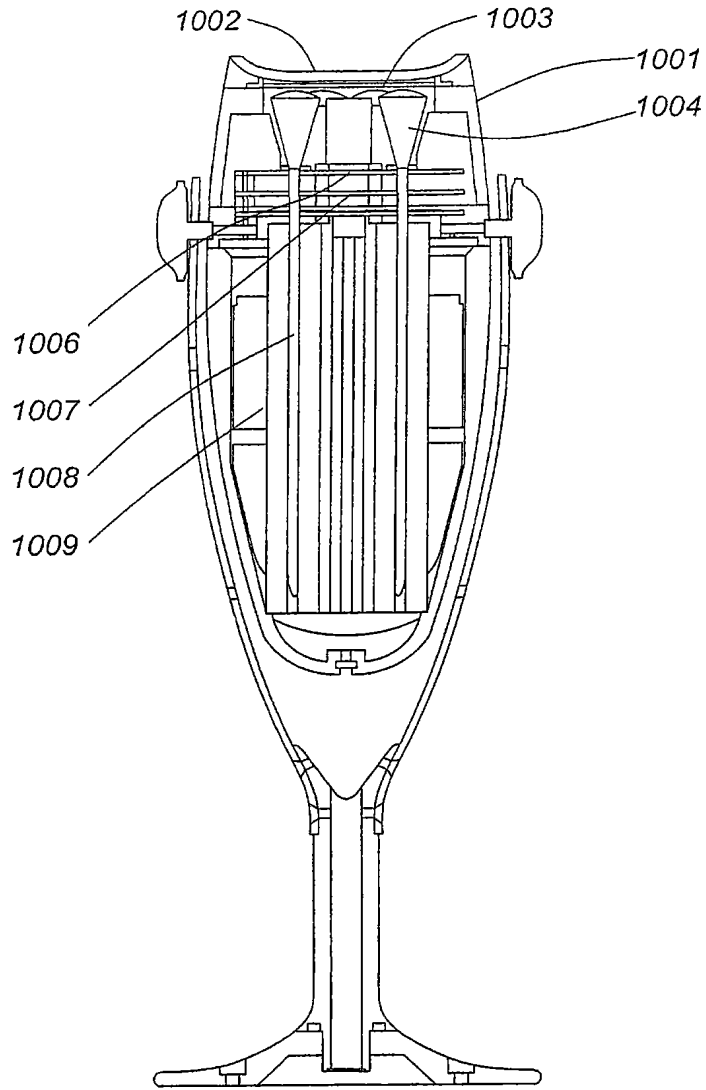


图 16

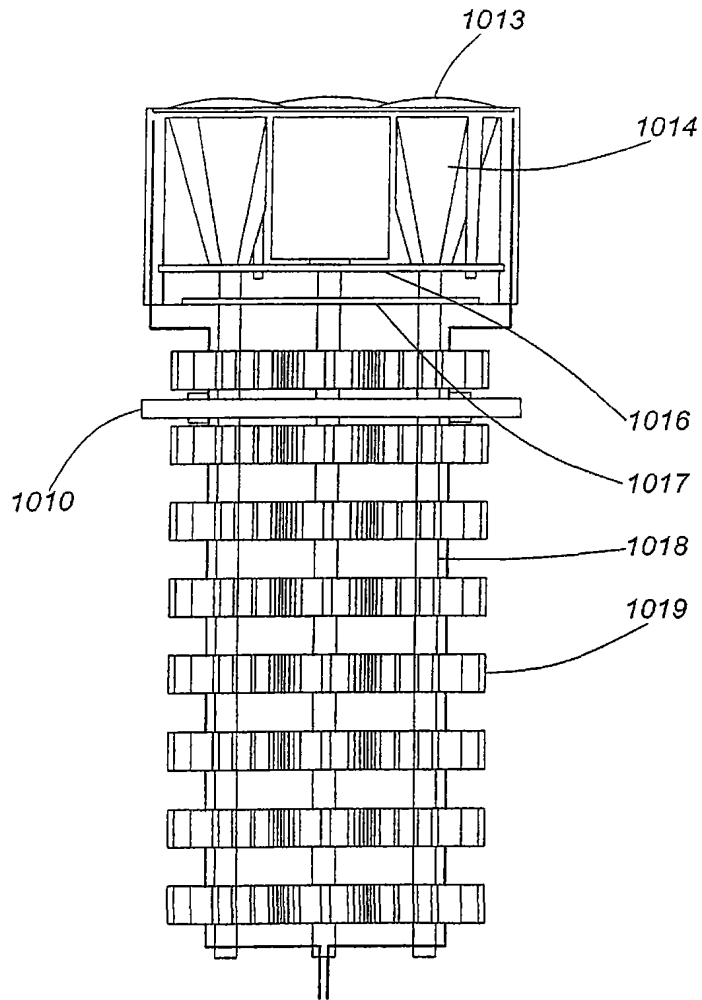


图 17

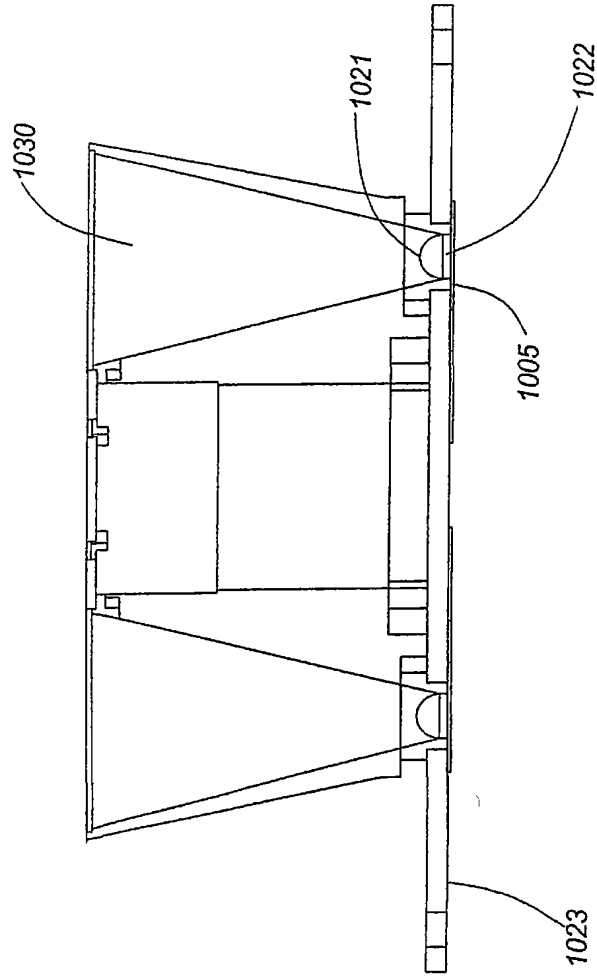


图 18

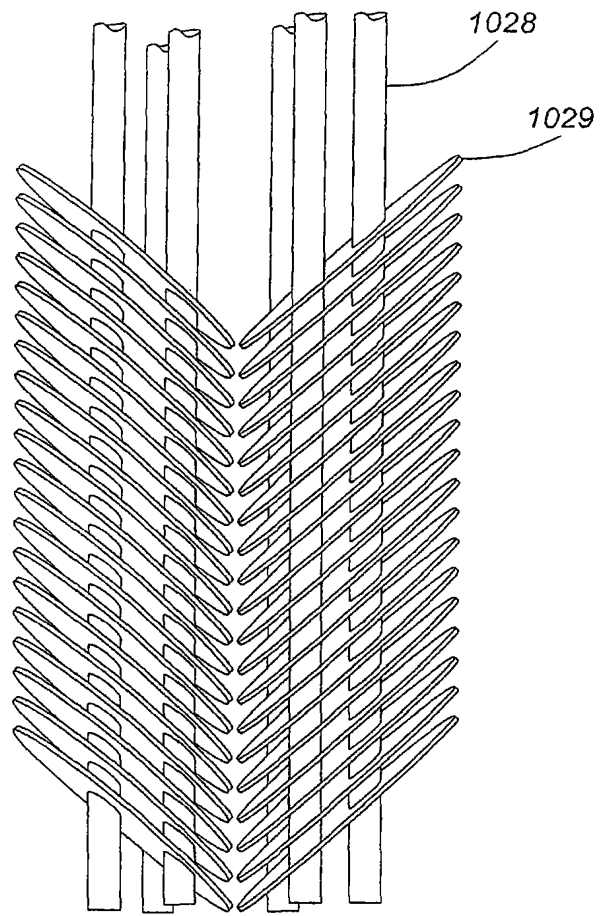


图 19