

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102948262 A

(43) 申请公布日 2013.02.27

(21) 申请号 201180029865.5

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22) 申请日 2011.06.15

代理人 李敬文

(30) 优先权数据

61/356,525 2010.06.18 US

13/161,341 2011.06.15 US

(51) Int. Cl.

H05B 37/03(2006.01)

H05B 33/08(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012.12.17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/040584 2011.06.15

(87) PCT申请的公布数据

W02011/159838 EN 2011.12.22

(71) 申请人 吉可多公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 杰勒德·哈伯斯

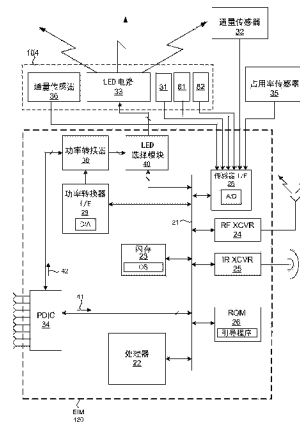
权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 33 页

(54) 发明名称

基于 LED 的照明模块的板上诊断

(57) 摘要

基于发光二极管 (LED) 的照明模块执行板上诊断。例如,诊断可以包括根据测量的通量或温度估计已逝寿命、磷光体的衰退、热故障、LED 故障或者 LED 电流调节。可以通过用根据实际操作条件得出的加速因子对累积已逝操作时间进行缩放来估计已逝寿命,加速因子例如是温度、电流和相对湿度。可以基于测量的磷光体对于来自 LED 的脉冲光的响应来估计磷光体的衰退。可以根据启动条件使用模块的瞬态响应来诊断热故障。可以基于测量的正向电压诊断 LED 故障。可以使用测量的通量值和电流值以及通量值的所需比率来调节 LED 的电流。此外,可以基于测量的温度来缩放 LED 电流。



CN 102948262 A

1. 一种方法,包括:

根据操作条件的标称值和操作条件的实际值,确定针对基于 LED 的照明模块的操作时间段的递增加速因子;

至少部分地根据所述递增加速因子,确定累积加速因子;以及

根据用所述累积加速因子对所述基于 LED 的照明模块的累积已逝操作时间进行缩放,估计所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述操作条件取自包含如下的组:温度、电流和相对湿度。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述递增加速因子是多个递增加速因子之一,并且所述多个递增加速因子的每一个是在所述基于 LED 的照明模块的不同操作时间段上确定的。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中确定所述累积加速因子包括:对所述多个递增加速因子进行平均。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述基于 LED 的照明模块的处理器来执行权利要求 1 所述的估计。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由所述基于 LED 的照明模块来确定所述基于 LED 的照明模块的累积已逝操作时间。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

将所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命与预定阈值进行比较;以及

如果所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命超过所述预定阈值,传送警报。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

将所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命与预定阈值进行比较;以及

如果所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命超过所述预定阈值,关闭所述基于 LED 的照明模块。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

将所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命与预定阈值进行比较;以及

如果所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命超过所述预定阈值,请求代码值。

10. 一种方法,包括:

确定基于 LED 的照明模块的累积已逝寿命;

确定所述累积已逝寿命和第一目标寿命值之差;

确定估计的剩余寿命;

至少部分地基于所述累积已逝寿命和所述第一目标寿命值之差以及估计的剩余寿命,产生延长的寿命供给。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,还包括:

将所述延长的寿命供给传送给实体;以及

从所述实体接收对所述延长的寿命供给的接受。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:

向所述基于 LED 的照明模块传送消息,所述消息授权所述基于 LED 的照明模块在延长的寿命周期上操作。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中授权所述基于 LED 的照明模块在延长的寿命周期上操作的所述消息包括第二目标寿命值。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述确定估计的剩余寿命包含:

根据操作条件的标称值和操作条件的实际值,确定针对所述基于 LED 的照明模块的操作时间段的递增加速因子,

至少部分地根据所述递增加速因子,确定累积加速因子;以及

根据用所述累积加速因子对所述基于 LED 的照明模块的累积已逝操作时间进行缩放,估计所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命。

15. 一种方法,包括:

确定基于 LED 的照明模块的累积已逝寿命;

确定所述基于 LED 的照明模块的估计已逝寿命;以及

至少部分地根据所述基于 LED 的照明模块的所述累积已逝寿命和所述估计已逝寿命,产生延长的寿命供给。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,还包括:

将所述延长的寿命供给传送给实体;以及

从所述实体接收对所述延长的寿命供给的接受。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括:

向所述基于 LED 的照明模块传送消息,所述消息授权所述基于 LED 的照明模块在延长的寿命周期上操作。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中授权所述基于 LED 的照明模块在延长的寿命周期上操作的所述消息包括目标寿命值。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中授权所述基于 LED 的照明模块在延长的寿命周期上操作的所述消息包括解锁代码。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其中确定所述估计已逝寿命包含:

根据操作条件的标称值和操作条件的实际值,确定针对所述基于 LED 的照明模块的操作时间段的递增加速因子,

至少部分地根据所述递增加速因子,确定累积加速因子;以及

根据用所述累积加速因子对所述基于 LED 的照明模块的累积已逝操作时间进行缩放,估计所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命。

基于 LED 的照明模块的板上诊断

[0001] 杰勒德·哈伯斯

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求 2010 年 6 月 18 日递交的临时申请 No. 61/356, 525 和 2011 年 6 月 15 日递交的美国专利申请 No. 13/161, 341 的优先权, 将其全部合并在此作为参考。

技术领域

[0004] 所述实施例涉及包括发光二极管 (LED) 的照明模块。

背景技术

[0005] LED 在普通照明中的使用变得更加需要且更加流行。包括 LED 的照明模块典型地要求大量的热沉和特定的功率要求。甚至相对于热沉的部分故障、功率要求或其他系统故障, 例如磷光体的衰退, 在标称操作条件之外操作、LED 故障等等, 会严重地损害性能。然而, 一旦安装了传统的基于 LED 的照明模块, 就难以接近, 因此通常无法诊断或解决与照明模块相关联的问题, 导致性能劣化和寿命减少。因此需要进行改进。

发明内容

[0006] 基于发光二极管 (LED) 的照明模块能够执行板上诊断。例如, 诊断可以包括基于测量的通量或温度来估计已逝寿命、磷光体涂层的衰退、热故障、LED 故障或者确定 LED 电流调节。

[0007] 在一种实现中, 基于操作条件的标称值和操作条件的实际值来确定针对基于 LED 的照明模块的操作时间段的递增加速因子。至少部分地基于所述递增加速因子来确定累积加速因子。基于用所述累积加速因子对所述基于 LED 的照明模块的累积已逝操作时间进行缩放, 来估计所述基于 LED 的照明模块的已逝寿命。

[0008] 在另一种实现中, 测量基于 LED 的照明模块对于从所述模块的 LED 发射的光脉冲的通量强度响应, 并且基于所述通量强度响应来估计所述模块内的磷光体涂层的衰退。

[0009] 在另一种实现中, 测量基于 LED 的照明模块对从启动条件起照亮所述模块的瞬态响应, 并且在实际热故障发生之前基于所述瞬态响应来估计所述模块的热故障。

[0010] 在另一种实现中, 测量基于 LED 的照明模块的多个串联连接的 LED 的正向电压, 其中由所述基于 LED 的照明模块执行所述测量。基于所述正向电压来估计所述多个串联连接的 LED 中的至少一个的故障, 其中由所述基于 LED 的照明模块来执行所述估计。

[0011] 在另一种实现中, 针对利用第一电流值驱动的第一 LED 照射的基于 LED 的照明模块, 测量第一通量强度值, 其中所述第一 LED 发射具有第一颜色特性的光。针对利用第二电流值驱动的第二 LED 照射的基于 LED 的照明模块, 测量第二通量强度值, 其中所述第二 LED 发射具有第二颜色特性的光。基于所述第一通量强度值和所述第一电流值来确定第三电流值, 并且基于所述第二通量强度值、所述第二电流值、和第一 LED 的通量强度与第二 LED 的通量强度的预定比率, 来确定第四电流值。

[0012] 在又一种实现中,测量基于 LED 的照明模块的温度。基于所述温度确定电流缩放因子,其中所述电流缩放因子将施加至具有第一颜色发射特性的第一 LED 的第一电流值与施加至具有第二颜色发射特性的第二 LED 的第二电流值关联。基于所述电流缩放因子和第一标称电流值来确定第一目标电流值。

附图说明

[0013] 图 1-2 说明了包括照明设备、反射器和灯器具在内的两个示范性照明器。

[0014] 图 3A 示出了说明如图 1 所示的基于 LED 的照明设备的部件的放大图。

[0015] 图 3B 示出了如图 1 所示的基于 LED 的照明设备的透视截面图。

[0016] 图 4 说明了如图 2 所示的照明器的剖面视图,具有耦接在 LED 照明设备和灯器具之间的电接口模块

[0017] 图 5 是示出了电接口模块的示意图。

[0018] 图 6 是电接口模块上的 LED 选择模块的示意性说明。

[0019] 图 7 示出了可以如何接通或关断 LED 以改变由上电的 LED 发射的通量的量。

[0020] 图 8 说明了包括至少一个传感器和至少一个电导体在内的反射器。

[0021] 图 9 示出了可以将颜色、通量和占用率传感器定位于反射器上的位置。

[0022] 图 10 示出了包括已逝时间计数器模块在内的电接口模块的示意图。

[0023] 图 11 说明了照明模块的示范性的随时间变化的操作温度分布的示意图。

[0024] 图 12 说明了照明模块的随时间的示范性操作电流轮廓。

[0025] 图 13 说明了照明模块的随时间的示范性操作相对湿度轮廓。

[0026] 图 14 示出了基于实际操作条件估计基于 LED 的照明模块的寿命的方法。

[0027] 图 15 示出了包括磷光体衰退检测模块在内的电接口模块的示意图。

[0028] 图 16 示出了包括安装到安装板上的蓝光 LED 和通量传感器在内的主混合腔的剖面视图。

[0029] 图 17 示出了通量传感器测量的对从 LED 发射的光脉冲的示范性通量强度响应。

[0030] 图 18 示出了基于模块对从 LED 发射的光脉冲的通量强度响应来估计照明模块的腔体中包括的磷光体的衰退的示范性方法。

[0031] 图 19 示出了包括热故障早期检测模块在内的电接口模块的示意图。

[0032] 图 20 示出了两个示范性的测量温度轮廓。

[0033] 图 21 示出了两个示范性的测量通量轮廓。

[0034] 图 22 示出了启动时根据对温度瞬变的分析在实际故障之前识别照明器故障的潜在可能的方法。

[0035] 图 23 示出了启动时根据对通量瞬变的分析在实际故障之前识别照明器故障的潜在可能的方法。

[0036] 图 24 示出了根据 LED 串的正向电压测量来识别照明模块中的 LED 的故障的方法。

[0037] 图 25 示出了包括颜色调谐模块在内的电接口模块的示意图。

[0038] 图 26A-26B 示出了具有安装的红光 LED 和蓝光 LED 的安装板。

[0039] 图 27 示出了安装板上的多个通量传感器。

[0040] 图 28 示出了光波导,所述光波导将来自安装板表面多个位置处的的光导引至通

量传感器。

[0041] 图 29A-29B 示出了在模块寿命上用于匹配红光和蓝光 LED 之间的强度的方法。

[0042] 图 30 示出了包括温度补偿模块在内的电接口模块的示意图。

[0043] 图 31 示出了在封装温度的范围上红光 LED (AlInGaP) 和蓝光 LED 的相对光通量输出。

[0044] 图 32 示出了包括电流缩放因子的表, 所述电流缩放因子涉及操作温度范围上供应给红光 LED 和蓝光 LED 的电流。

[0045] 图 33 示出了调谐供应给照明模块的不同 LED 串的电流以在模块的操作温度范围上实现一致的颜色特性的方法。

[0046] 图 34 示出了传送基于 LED 的照明模块的累积已逝时间是否已经达到阈值的方法。

[0047] 图 35 示出了传送对基于 LED 的照明模块的估计剩余寿命加以指示的警报的示范性方法。

[0048] 图 36 示出了系统的示范性实施例, 所述系统包括基于 LED 的照明模块、与基于 LED 的照明模块通信耦接的计算机、以及与计算机交互的实体。

具体实施方式

[0049] 现在对背景示例和本发明的一些实施例提供详细参考, 其范例在附图中说明。

[0050] 图 1-2 说明了两个示范性照明器。图 1 所示的照明器包括具有矩形形式因子的照明模块 100。图 2 所示的照明器包括具有圆形形式因子的照明模块 100。这些示例是为了说明性的目的。也可以设想一般多边形和椭圆形形状的照明模块的示例。照明器 150 包括照明模块 100、反射器 140 和电灯器具 130。如所示的, 电灯器具 130 是热沉, 并且因此有时称作热沉 130。然而, 电灯器具 130 可以包括其他结构和装饰元件 (未示出)。将反射器 140 安装到照明模块 100 以对从照明模块 100 发射的光进行准直或偏斜。反射器 140 可以由导热材料制成, 例如包括铝或铜在内的材料, 并且可以与照明模块 100 热耦接。热通过传导经过照明模块 100 和导热的反射器 140 流动。热也经由反射器 140 上的热对流流动。反射器 140 可以是复合抛物面聚光镜, 其中所述聚光镜由高反射材料构成或者涂覆有高反射材料。诸如散射体或反射器 140 之类的光学元件可以可拆卸地耦接至照明模块 100, 例如通过螺纹、夹具、扭锁机构或其他合适的结构。包括照明模块 100 在内的照明器 150 也可以是翻新型灯。

[0051] 照明模块 100 安装到电灯器具 130。如图 1 和图 2 所示, 将照明模块 100 安装到热沉 130。热沉 130 可以由导热材料制成, 例如包括铝和铜并且可以与照明模块 100 热耦接的材料。热通过照明模块 100 和导热的热沉 130 的传导而流动。热也经由热沉 130 上的热对流流动。照明模块 100 可以通过螺纹附着至热沉 130, 以将照明模块 100 夹到热沉 130 上。为了便于照明模块 100 的容易拆卸和更换, 可以将照明模块 100 可拆卸地耦接至热沉 130, 例如通过夹持机构、扭锁机构或者其他合适的结构。照明模块 100 包括至少一个导热表面, 所述导热表面例如直接地或者使用热油脂、热带、热垫盘或热环氧树脂与热沉 130 热耦接。为了 LED 的充分冷却, 对于流入板上的 LED 中的每一瓦特的电能, 应该使用至少 50 平方毫米、优选地 100 平方毫米的热接触面积。例如, 在使用 20 个 LED 的情况下, 应该使用 1000 至 2000 平方毫米的热沉接触面积。使用较大的热沉 130 可以允许按照更高功率驱动

LED 102, 并且也允许不同的热沉设计。例如, 一些设计可以表现出对热沉取向的依赖性较小的冷却能力。此外, 风扇或者用于强制冷却的其他方案可以用于去除来自装置的热。底部热沉可以包括孔洞, 使得可以实现与照明模块 100 的电连接。

[0052] 图 3A 示出了说明如图 1 所示的基于 LED 的照明模块 100 的部件的放大图。应该理解的是如这里所定义的, 基于 LED 的照明模块不是 LED, 而是 LED 光源或器具或其部件。基于 LED 的照明模块 100 包括一个或多个 LED 管芯或者封装的 LED、以及附着了 LED 管芯或者封装的 LED 的安装板。图 3B 说明了如图 1 所示的基于 LED 的照明模块 100 的透视截面图。基于 LED 的照明模块 100 包括安装在安装板 104 上的一个或多个固态发光元件, 例如发光二极管 (LED) 102。通过安装板保持环 103 将安装板 104 附着到安装底座 101 上并且固定到适当位置。组装了 LED102 和安装板保持环 103 的安装板 104 包括光源子组件 115。光源子组件 115 操作为使用 LED 102 将电能转换为光。将从光源子组件 115 发射的光导引至光转换子组件 116, 用于颜色混合和颜色转换。光转换子组件 116 包括腔体 105 和输出窗口 108, 并且可选地包括底部反射器插入物 106 和侧壁插入物 107 中的任一个或者两者。输出窗口 108 固定到腔体 105 的顶部。腔体 105 包括内侧壁, 使得当将腔体 105 安装到光源子组件 115 上时所述内侧壁将来自 LED 102 的光导引至输出窗口 108。底部反射器插入物 106 可以可选地放置于安装板 104 上。底部反射器插入物 106 包括孔, 使得每一个 LED 102 的发光部分不受底部反射器插入物 106 的阻挡。侧壁插入物 107 可以可选地放置于腔体 105 内部, 使得当将腔体 105 安装在光源子组件 115 上时侧壁插入物 107 的内表面将来自 LED102 的光导引至输出窗口。尽管如所示地, 从照明模块 100 顶部观看时腔体 105 的内侧壁的形状是矩形, 但是可以设想其他形状 (例如三叶草形状或者多边形)。此外, 腔体 105 的内侧壁可以从安装板 104 朝着输出窗口向外逐渐变细, 而不是如所示的与输出窗口 108 垂直。

[0053] 在该实施例中, 在安装板 104 上放置的侧壁插入物 107、输出窗口 108 和底部反射器插入物 106 限定了所述基于 LED 的照明模块 100 中的光混合腔体 109, 在光混合腔体 109 中来自 LED 102 的一部分光被反射, 直到光通过输出窗口 108 出射为止。在从输出窗口 108 出射之前在腔体 109 内反射光具有以下效果: 对光进行混合, 并且提供从基于 LED 的照明模块 100 发射的光的更均匀分布。侧壁插入物 107 的一些部分可以涂覆有波长转换材料。另外, 输出窗口 108 的一些部分可以涂覆有相同或不同的波长转换材料。此外, 底部反射器插入物 106 的一些部分可以涂覆有相同或不同的波长转换材料。这些材料的光转换性质与腔体 109 内光的混合相结合, 得到由输出窗口 108 输出的颜色经转换的光。通过调谐波长转换材料的化学性质以及腔体 109 的内表面上涂层的几何性质 (例如层厚度、磷光体颗粒尺寸、磷光体混合物和颗粒密度), 可以指定由输出窗口 108 输出的光的特定颜色性质, 例如色点、色温和颜色呈现指数 (CRI)。

[0054] 出于该专利文件的目的, 波长转换材料是执行颜色转换功能的任意单一化学化合物或者不同化学化合物的混合物, 颜色转换功能例如是吸收一个峰值波长的光并发射另一个峰值波长的光。

[0055] 可以用诸如空气或惰性气体之类的非固体材料填充腔体 109, 使得 LED 102 将光发射到非固体材料中。作为示例, 可以气密地密封腔体, 并且氩气用于填充腔体。替代地, 可以使用氮气。在其他实施例中, 可以用固体密封材料填充腔体 109。作为示例, 硅树脂可以用于填充腔体。

[0056] LED 102 可以发射不同的颜色或者相同的颜色,通过直接发射或者通过磷光体转换,例如在磷光体层涂覆到 LED 上作为 LED 封装的一部分的情况下。因此,照明模块 100 可以使用彩色 LED 102 的任意组合,例如红色、绿色、蓝色、棕黄色或者蓝绿色,或者 LED 102 可以都产生相同颜色的光或者可以都产生白光。例如,LED 102 可以都发射蓝光或者紫外光。当与磷光体(或者其他波长转换手段)组合地使用时(例如,磷光体可以在输出窗口 108 中或者输出窗口 108 上,涂覆到腔体 105 的侧壁,或者涂覆到在腔体内部放置的其他部件(未示出)),可以使得照明模块 100 的输出光具有所需的颜色。

[0057] 安装板 104 向所附着的 LED 102 提供与电源(未示出)的电连接。在一个实施例中,LED 102 是封装 LED,例如由 Philips Lumileds Lighting 制造的 Luxeon Rebel。也可以使用其他类型的封装 LED,例如由 OSRAM(Ostar package)、Luminus Device(USA)、Cree(USA), Nichia(Japan) 或 Tridonic(Austria) 制造的封装 LED。如这里所定义的,封装 LED 是一个或多个 LED 管芯的组装件,包含例如引线接合连接或螺栓型隆起焊盘等电连接,并且可能地包括光学元件、以及热、机械和电接口。LED 102 可以包括 LED 芯片上的透镜。替代地,可以使用无透镜的 LED。无透镜的 LED 可以包括保护层,所述保护层可以包括磷光体。可以将所述磷光体作为粘合剂中的分散体而应用,或者作为分离的层而应用。每一个 LED 102 包括可以安装到子底座上的至少一个 LED 芯片或管芯。LED 芯片典型地具有约 1mm*1mm*0.5mm 的尺寸,但是这些尺寸可以变化。在一些实施例中,LED 102 可以包括多个芯片。多个芯片可以发射类似或不同颜色的光,例如红色、绿色和蓝色。LED 102 可以发射偏振光或者非偏振光,并且基于 LED 的照明模块 100 可以使用偏振 LED 或非偏振光 LED 的任意组合。在一些实施例中,LED 102 发射蓝光或者紫外光,这是由于 LED 在这些波长范围中发射的效率。此外,可以将不同的磷光体层涂覆到相同子底座上的不同芯片上。子底座可以是陶瓷的或者其他合适的材料。子底座典型地包括与安装板 104 上的触点耦接的、底部表面上的电接触焊盘。替代地,电接合引线可以用于将芯片与安装板电连接。与电接触焊盘一起,LED 102 可以包括子底座的底部表面上的热接触区域,可以通过热接触区域提取由 LED 芯片产生的热。热接触区域与安装板 104 上的热扩散层耦接。可以将热扩散层设置在安装板 104 的顶部、底部或者中间层的任一个上。热扩散层可以通过通孔连接,所述通孔连接顶部、底部和中间热扩散层中的任何层。

[0058] 在一些实施例中,安装板 104 将由 LED 102 产生的热传导至板 104 的侧面和板 104 的底部。在一个示例中,安装板 104 的底部可以经由安装底座 101 热耦接至热沉 130(在图 1 和图 2 中示出)。在其他示例中,安装板 104 可以直接耦接至热沉、照明器具和/或其他机构(例如风扇)以散热。在一些实施例中,安装板 104 将热传导至与该板 104 的顶部热耦接的热沉。例如,安装板保持环 103 和腔体 105 可以将热从安装板 104 的顶部表面传导出。安装板 104 可以是在用作热接触区域的顶部和底部表面上的具有相对较厚的铜层(例如,30 μ m 至 100 μ m)的 FR4 板(例如 0.5mm 厚)。在其他示例中,板 104 可以是具有合适电连接的金属内核印刷电路板(PCB)或者陶瓷子底座。可以使用其他类型的板,例如由矾土(陶瓷形式的氧化铝)或者氮化铝(同样是陶瓷形式的)制成的板。

[0059] 安装板 104 包括与 LED 102 上的电焊盘相连的电焊盘。电焊盘通过金属(例如铜)迹线与触点电连接,引线、桥接件或者其他外部电气源与所述触点相连。在一些实施例中,电焊盘可以通过所述板 104 的通孔,并且在所述板的相对侧(例如底部)上实现电连

接。如所示的安装板 104 在维度上是矩形的。安装到安装板 104 上的 LED 102 可以在矩形安装板 104 上布置成不同配置。在一个示例中, LED 102 可以按照沿安装板 104 的长度维度延伸的行和沿安装板 104 的宽度维度延伸的列来对齐。在另一个示例中, LED 102 排列成六边形紧缩结构。在这种结构中, 每一个 LED 与其紧邻邻居的每一个是等距的。这种排列对于提高从光源子组件 115 发射的光的均匀性和效率而言是期望的。

[0060] 图 4 说明了如图 2 所示的照明器 150 的剖面视图。反射器 140 可拆卸地耦接至照明模块 100。反射器 140 通过扭锁机构与照明模块 100 耦接。通过反射器保持环 110 中的开口使得反射器 140 与照明模块 100 接触, 将反射器 140 与照明模块 100 对齐。通过绕光轴 (OA) 将反射器 140 旋转至啮合位置, 将反射器 140 与照明模块 100 耦接。在啮合位置中, 将反射器 140 捕获在安装板保持环 103 和反射器保持环 110 之间。在啮合位置中, 可以在反射器 140 和安装板保持环 103 之间的配套热界面表面 140_{surface} 之间产生界面压力。按照这种方式, 由 LED 102 产生的热可以经由安装板 104、通过安装板保持环 103、通过界面 140_{surface} 传导进入反射器 140。此外, 可以在反射器 140 和保持环 103 之间形成多个电连接。

[0061] 照明模块 100 包括电接口模块 (EIM) 120。如所示地, EIM 120 可以通过固定夹 137 可拆卸地附着至照明模块 100。在其他实施例中, EIM 120 可以通过将 EIM 120 耦接至安装板 104 的电连接器, 可拆卸地附着至照明模块 100。EIM 120 也可以通过其他紧固手段耦接至照明模块 100, 例如螺钉紧固件、铆钉或者搭钩配合连接器。如所示地, EIM 120 定位于照明模块 100 的腔体内。按照这种方式, EIM 120 被包含在照明模块 100 内部, 并且可以从照明模块 100 的底部侧接入。在其他实施例中, EIM 120 可以至少部分地定位于电灯器具 130 内。EIM 120 将电信号从电灯器具 130 传送至照明模块 100。电导体 132 在电连接器 133 处与电灯器具 130 相耦接。作为示例, 电连接器 133 可以是在网络通信应用中常用的注册插座 (RJ) 连接器。在其他示例中, 电导体 132 可以通过螺钉或者夹具耦接至电灯器具 130。在其他示例中, 电导体 132 可以通过可拆卸的滑动配合电连接器耦接至电灯器具 130。连接器 133 耦接至导体 134。导体 134 可拆卸地耦接至安装到 EIM 120 的电连接器 121。类似地, 电连接器 121 可以是 RJ 连接器或者任意合适的可拆卸电连接器。连接器 121 固定地耦接至 EIM 120。电信号通过电连接器 133 在导体 132 上、在导体 134 上、通过电连接器 121 传送至 EIM 120。电信号 135 可以包括功率信号和数据信号。EIM 120 将电信号 135 从电连接器 121 路由至 EIM 120 上的适当的电触点焊盘。例如, EIM 120 内的导体 139 可以将连接器 121 耦接至 EIM 120 的顶部表面上的电触点焊盘 170。替代地, 可以将连接器 121 安装到 EIM 120 的与电触点焊盘 170 同一侧上, 并且因此表面导体可以将连接器 121 耦接至电触点焊盘 170。如所示地, 弹簧销 122 通过安装底座 101 中的孔洞 138 可拆卸地将电触点焊盘 170 耦接至安装板 104。弹簧销将在 EIM 120 的顶部表面上放置的触点焊盘耦接至安装板 104 的触点焊盘。按照这种方式, 将电信号从 EIM 120 传送至安装板 104。安装板 104 包括导体以适当地将 LED 102 耦接至安装板 104 的触点焊盘。按照这种方式, 将电信号从安装板 104 传送至适当的 LED 102 以产生光。EIM 120 可以由印刷电路板 (PCB)、金属内核 PCB、陶瓷衬底或者半导体衬底来构建。可以使用其他类型的板, 例如由氧化铝 (陶瓷形式的氧化铝) 或者氮化铝 (也是陶瓷形式的) 构成的板。EIM 120 可以构造为包括多个插入模制金属导体的塑料部件。

[0062] 安装底座 101 可更换地耦接至电灯器具 130。在所示例中, 电灯器具 130 用作

热沉。安装底座 101 和电灯器具 130 在热界面 136 处耦接在一起。在热界面 136 处,当照明模块 100 耦接至电灯器具 130 时,安装底座 101 的一部分和电灯器具 130 的一部分接触。按照这种方式,由 LED 102 产生的热可以经由安装板 104、通过安装底座 104、通过接口 136 传导至电灯器具 130 中。

[0063] 为了拆卸和更换照明模块 100,将照明模块 100 与电灯器具 130 分离,并且断开电连接器 121。在一个示例中,导体 134 包括足够的长度以允许照明模块 100 和电灯器具 130 之间足够分离,允许操作者到达器具 130 和照明模块 100 之间以断开连接器 121。在另一个示例中,连接器 121 可以布置为使得将照明模块 100 与电灯器具 130 之间的位移用于断开连接器 121。在另一个示例中,将导体 134 缠绕到弹簧承载卷轴上。按照这种方式,可以通过从卷轴上展开来延长导体 134,以允许连接器 121 的连接或断开,然后通过弹簧承载卷轴的动作将导体 134 缠绕到卷轴上来收回导体 134。

[0064] 图 5 是更加详细的 EIM 120 的示意图说明。在所示实施例中,EIM120 包括总线 21、被供电装置接口控制器 (PDIC) 34、处理器 22、已逝时间计数器模块 (ETCM) 27、非易失性存储器 26 (例如 EPROM)、非易失性存储器 23 (例如闪速存储器)、红外收发机 25、RF 收发机 24、传感器接口 28、功率转换器接口 29、功率转换器 30 和 LED 选择模块 40。LED 安装板 104 耦接至 EIM 120。LED 安装板 104 包括通量传感器 36、包括 LED 102 在内的 LED 电路 33、以及温度传感器 31、电流传感器 81 和湿度传感器 82。EIM 120 也耦接至通量传感器 32 并耦接至安装到电灯器具 130 上的占用率传感器 35。在一些实施例中,通量传感器 32 和占用率传感器 35 可以安装到光学器件上,例如相对于图 8 讨论的反射器 140。在一些实施例中,也可以将占用率传感器安装到安装板 104 上。在一些实施例中,可以将加速度计、压力传感器和湿度传感器中的任一个安装到安装板 104。例如,可以添加加速度计以检测照明模块 100 相对于重力场的取向。在另一个示例中,加速度计可以提供对照明模块 100 的操作环境中存在的振动的量度。在另一个示例中,可以添加湿度传感器以提供对照明模块 100 的操作环境的水分含量的量度。例如,如果对照明模块 100 进行密封以在潮湿条件下可靠地操作,湿度传感器可以用于检测照明模块的密封失灵和污染。在另一个示例中,压力传感器可以用于提供对照明模块 100 的操作环境的压力的量度。例如,如果对照明模块 100 进行密封并且抽真空,或者替代地密封并且加压,压力传感器可以用于检测密封失灵。

[0065] PDIC 34 耦接至连接器 121 并且通过导体 134 接收电信号 135。在一个示例中,PDIC 34 是遵照 IEEE 802.3 协议的装置,用于在多导体缆线 (例如 5e 类缆线) 上传输功率和数据信号。PDIC 34 根据 IEEE 802.3 协议将输入信号分离为传送至总线 21 的数据信号 41 和传送至功率转换器 30 的功率信号 42。在一些实施例中,模块 100 的功率来源可以是针对备用应用的或太阳能应用的电池。功率转换器 30 操作以执行功率转换,来产生电信号以驱动电路系统 33 的一个或多个 LED 电路。在一些实施例中,功率转换器 30 按照电流控制模式操作以在预定的电压范围内向 LED 电路供应受控量的电流。在一些实施例中,功率转换器 30 是直流 - 直流 (DC-DC) 功率转换器。在这些实施例中,功率信号 42 可以具有根据 IEEE 802.3 标准的 48 伏的额定电压。将功率信号 42 通过 DC-DC 功率转换器 30 在电压上降低为满足与 DC-DC 转换器 30 耦接的每一个 LED 电路的电压要求的电压电平。

[0066] 在一些其他实施例中,功率转换器 30 是交流 - 直流 (AC-DC) 功率转换器。在另一些实施例中,功率转换器 30 是交流 - 交流 (AC-AC) 功率转换器。在采用 AC-AC 功率转换器

30 的实施例中,安装到安装板 104 的 LED 102 根据 AC 电信号产生光。功率转换器 30 可以是单通道或者多通道的。功率转换器 30 的每一个通道向串联连接的 LED 中的一个 LED 电路供应电能。在一个实施例中,功率转换器 30 按照恒流模式操作。这在 LED 串联电连接的情况下特别有用。在一些其他实施例中,功率转换器 30 可以作为恒压源操作。这在 LED 并联电连接的情况下特别有用。

[0067] 如所示地,功率转换器 30 耦接至功率转换器接口 29。在该实施例中,功率转换器接口 29 包括数字-模拟 (D/A) 能力。可以通过处理器 22 的操作产生数字命令,并且通过总线 21 将其传送至功率转换器接口 29。功率转换器接口 29 将数字命令信号转换为模拟信号,并且将所得到的模拟信号传送至功率转换器 30。功率转换器 30 响应于接收到的模拟信号来调节传送至耦接的 LED 电路的电流。在一些示例中,功率转换器 30 可以响应于接收到的信号而关闭。在其他示例中,功率转换器 30 可以响应于接收到的模拟信号来脉冲化或者调制传送至耦接的 LED 电路的电流。在一些实施例中,功率转换器 30 操作于直接接收数字命令信号。在这些实施例中,不实施功率转换器接口 29。在一些实施例中,功率转换器 30 操作于发送信号。例如,功率转换器 30 可以通过功率转换器接口 29 向总线 21 发送对功率故障状况或功率不满足调整条件加以指示的信号。

[0068] EIM 120 包括用于从与照明模块 100 通信链接的装置接收数据或者向其发送数据的若干机制。EIM 120 可以通过 PDIC 34、RF 收发机 24 和 IR 收发机 25 接收和发送数据。此外,EIM 120 可以通过控制从照明模块 100 输出的光来广播数据。例如,处理器 22 可以命令由功率转换器 30 供应的电流将 LED 电路 33 的光输出周期性地闪烁 (flash)、或者频率或幅度调制 LED 电路 33 的光输出。脉冲是人类可察觉的,例如按照每分钟 3 个 1 秒脉冲的序列对由照明模块 100 输出的光进行闪烁。脉冲也可以是人类不可察觉、但是通过通量检测器可检测的,例如,按照 1kHz 对照明模块 100 输出的光进行脉冲化。在这些实施例中,可以对照明模块 100 的光输出进行调制以指示代码。通过上述手段的任一个由 EIM 120 发送的信息示例包括照明模块 100 的累积已逝时间、LED 故障、序列号、由占用率传感器 35 感测的占用率、由板上通量传感器 36 感测的通量、由通量传感器 32 感测的通量、由温度传感器 31 感测的温度、模块 100 的估计寿命、寿命警报、磷光体响应测量数据、磷光体衰退警报、照明器 150 的热故障以及功率故障状况。此外,EIM 120 可以通过对向照明模块 100 供电的电信号的调制或周期循环进行感测来接收消息。例如,可以使得功率线路电压在一分钟循环三次以指示要求照明模块 100 传送其序列号的请求。

[0069] 图 6 是更加详细的 LED 选择模块 40 的示意性表示。如所示地,LED 电路 33 包括串联连接并且耦接至 LED 选择模块 140 的 LED 55-59。尽管 LED 电路 33 包括 5 个串联连接的 LED,然而可以设想更多或更少的 LED。此外,LED 板 104 可以包括多于一个的串联连接 LED 电路。如所示的,LED 选择模块 40 包括 5 个串联连接的开关元件 44-48。开关元件的每一个导线耦接至 LED 电路 33 的 LED 的相应导线。例如,开关元件 44 的第一导线在电压节点 49 处耦接至 LED 55 的阳极。此外,开关元件 44 的第二导线在电压节点 50 处耦接至 LED 55 的阴极。按照类似的方式,开关元件 45-48 分别耦接至 LED 55-58。此外,功率转换器 30 的输出通道耦接在电压节点 49 和 54 之间,形成了传导电流 60 的电流回路 61。在一些实施例中,开关元件 44-48 可以是晶体管(例如,双极结型晶体管或者场效应晶体管)。

[0070] LED 选择模块 40 选择性地与功率转换器 30 的通道耦接的 LED 电路 33 的 LED 供

电。例如,在关断位置,开关元件 44 在电压节点 49 和 50 之间实质上不传导电流。按照这种方式,从电压节点 49 流到电压节点 50 的电流 60 通过 LED 55。在这种情况下,LED 55 提供比开关元件 44 实质上更低电阻的传导路径,从而电流通过 LED 55 并且产生光。按照这种方式,开关元件 44 用于“接通”LED 55。作为示例,在接通位置,开关元件 47 实质上是导通的。电流 60 从电压节点 52 通过开关元件 47 流到节点 53。在这种情况下,开关元件 47 提供比 LED 57 实质上更低电阻的传导路径,从而电流 60 通过开关元件 47 而不是 LED 57,并且 LED 57 不产生光。按照这种方式,开关元件 47 用于“关断”LED 58。按照所述的方式,开关元件 44-48 可以选择性地向 LED 55-59 供电。

[0071] 在 LED 选择模块 40 上接收二元控制信号 SEL[5:1]。控制信号 SEL[5:1] 控制开关元件 44-48 的每一个的状态,从而确定将 LED 55-59 的每一个“接通”还是“关断”。在一个实施例中,处理器 22 响应于 EIM120 检测的条件(例如由通量传感器 36 感测的通量减小)来产生控制信号 SEL。在其他实施例中,处理器 22 响应于在 EIM 120 上接收到的命令信号(例如,由 RF 收发机 24、IR 收发机 25 或者 PDIC 34 接收的通信)来产生控制信号 SEL。在另一个实施例中,从基于 LED 的照明模块的板上控制器传送控制信号 SEL。

[0072] 图 7 示出了可以如何接通或者关断 LED 以改变由 LED 电路 33 的被供电 LED 发射的通量的量。相对于 LED 电路 33 的被供电 LED 发射的光通量来绘制电流 60。由于 LED 55-59 的物理限制,将电流 60 限制于最大电流值 I_{\max} ,在最大电流值以上寿命将变得非常有限。在一个示例中, I_{\max} 可以是 0.7 安培。通常,LED 55-59 表现出在光通量和驱动电流之间的线性关系。图 7 说明了四种情况下根据驱动电流而发射的光通量:当“接通”一个 LED 时,当“接通”两个 LED 时,当“接通”三个 LED 时,以及当“接通”四个 LED 时。在一个示例中,可以通过接通三个 LED 并且按照 I_{\max} 驱动它们来实现光通量输出 L_3 。替代地,可以通过接通四个 LED 并且利用较少的电流驱动它们来实现光通量输出 L_3 。当要求在一时间段上减少光量时(例如,饭店照明调暗),光选择模块 40 可以用于选择性地“关断”LED,而不是简单地缩小电流。通过在选定的时段上不操作电灯器具中的 LED,来增加这些“关断”LED 的寿命,这是令人期望的。可以对要选择“关断”的 LED 进行调度,使得将每一个 LED “关断”的时间量与其他 LED 的“关断”的时间量近似相同。按照这种方式,可以通过将每一个 LED 的寿命延长近似相同量的时间来延长照明模块 100 的寿命。

[0073] 可以将 LED 55-59 选择性地接通或关断以对 LED 故障做出响应。在一个实施例中,照明模块 100 包括“关断的”额外 LED。然而,当发生 LED 故障时,将额外 LED 中的一个或多个“接通”以补偿发生故障的 LED。在另一个示例中,可以“接通”额外的 LED 以提供附加的光输出。这对于如下情况是需要的:当在安装之前不知晓所要求的照明模块 100 照明输出时,或者在安装之后照明要求改变时。

[0074] 图 8 示出了反射器 140,包括至少一个传感器和至少一个电导体。图 8 示出了在反射器 140 的内表面上安装的通量传感器 32。传感器 32 被定位使得在传感器 32 的光感测表面和照明模块 100 的输出窗口 108 之间存在直接视线。在一个实施例中,传感器 32 是硅二极管传感器。传感器 32 耦接至电导体 62。导体 62 是模制到反射器 140 中的导电迹线。在其他实施例中,可以将导电迹线印刷到反射器 140 上。当将反射器 140 安装到照明模块 100 时,导体 62 穿过反射器 140 的底座并且耦接至安装板保持环 103 的导电通孔 65。导电通孔 65 耦接至安装板 104 的导体 64。导体 64 经由弹簧销 66 耦接至 EIM 120。按照这种

方式, 通量传感器 32 电耦接至 EIM 120。在其他实施例中, 导体 62 直接耦接至安装板 104 的导体 64。类似地, 占用率检测器 35 可以电耦接至 EIM 120。在一些实施例中, 传感器 32 和 35 可以通过连接器可拆卸地耦接至反射器 140。在其他实施例中, 传感器 32 和 35 可以固定地耦接至反射器 140。

[0075] 图 8 也示出了附着至照明模块 100 的安装板 104 的通量传感器 36 和温度传感器 31。传感器 31 和 36 提供板级别上与照明模块 100 的操作条件有关的信息。传感器 31、32、35、36、81 和 82 中的任一个可以是在安装板 104、反射器 140、电灯器具 130 和照明模块 100 上的多个位置处放置的多个这些传感器之一。此外, 可以采用颜色传感器。图 9 是为了示范性目的可以将颜色、通量和占用率传感器定位于反射器 140 上的位置的表示。在一个示例中, 传感器可以位于位置 A、B 和 C。位置 A-C 面朝外, 使得在位置 A-C 设置的传感器可以感测由照明模块 100 照射的场景的颜色、通量或者占用率。类似地, 位置 F、G 和 H 处的传感器也可以面朝外, 并且可以感测照明模块 100 照射的场景的颜色、通量或者占用率。也可以将传感器设置在位置 D 和 E 处。位置 D 和 E 面朝内, 并且可以检测照明模块 100 的照度的通量或者颜色。传感器位置 D 和 E 在其对于照明模块 100 光输出的角度灵敏度方面存在差异, 并且该差异可以用于对照明模块 100 的光输出的性质加以表征。通过分析在板级别位置和反射器 140 内的位置进行的测量之间的差异, 可以消除反射器性能与板级别性能的相互影响。可以利用外部面对通量传感器来感测环境光, 例如位于位置 A-C 和 F-H 的传感器。可以采用的传感器类型包括环境光传感器、接近传感器、温度传感器、电流传感器、声音传感器、通量传感器、CO₂ 传感器、CO 传感器和微粒传感器。这些传感器也可以经由 EIM 120 与安全系统接口相互作用。对于室外应用, 传感器可以监测交通条件、天气条件和光级别。

[0076] 如图 10 所示, EIM 120 包括已逝时间计数器模块 (ETCM) 27。在照明模块 100 上电时, 将在存储器 23 中存储的累积已逝时间 (AET) 传送至 ETCM 27, 并且 ETCM 27 开始对时间计数并且将已逝时间递增。周期性地, 将已逝时间的副本传送且存储在存储器 23 中, 使得始终将当前 AET 存储在非易失性存储器中。按照这种方式, 当照明模块 100 突然掉电时也不会丢失当前 AET。在一些实施例中, 处理器 22 可以包括片上 ETCM 功能。在一些实施例中, EIM 120 存储目标寿命值 (TLV), 对照明模块 100 的期望寿命进行标识。目标寿命值可以存储在 EIM 120 的非易失性存储器 26 中。在制造期间将与具体照明模块 100 相关联的目标寿命值编程到 EPROM 26 中。在一些示例中, 可以将目标寿命值选择为是在预期照明模块 100 的光通量输出要发生 30% 衰退之前照明模块 100 的预期工作小时数。在一个示例中, 目标寿命值可以是 50,000 小时。

[0077] 图 34 说明了传送基于 LED 的照明模块 100 的 AET 是否达到阈值的方法 270。在步骤 271, 测量基于 LED 的照明模块 100 的 AET。在一些实施例中, ETCM 27 测量所述 AET。在步骤 272, 从所述 TLV 值减去所述 AET 以确定 AET 和 TLV 之间的差是否达到阈值。例如, 可以将 500 小时的阈值保存在存储器 26。如果 AET 和 TLV 值之间的差没有达到阈值, 重复步骤 271 和 272。然而, 如果所述差已经达到阈值, 传送警报 (步骤 273)。例如, 如果利用 500 小时的阈值、并且确定 AET 在与基于 LED 的照明模块 100 相关联的 TLV 的 500 小时内, 传送警报。在一些实施例中, 所述警报表示照明性能的潜在降低 (例如, 模块关闭、小于可接受界限的性能衰退等)。在一些其他实施例中所述警报表示应该采取行动来避免模块的故障或者关闭。例如, 所述警报可以触发向用户的通信以在模块 100 进入故障模式或者关

闭模式之前授予附加的寿命。在一些实施例中,通过 EIM 120 的元件执行方法 270。在其他实施例中,可以通过与基于 LED 的照明模块 100 通信耦合的遥控设备执行方法 270 的一部分。在这些实施例中,将执行每一个步骤所需要的信息从基于 LED 的照明模块 100 传送到所述遥控设备。

[0078] 在一些实施例中,处理器 22 确定所述 AET 已经达到或者超过所述 TLV,并且通过 RF 收发机、IR 收发机 25 或 PDIC 34 传送警报代码。在其他实施例中,EIM 120 可以通过控制从照明模块 100 输出的光来广播所述警报。例如,处理器 22 可以命令由功率转换器 30 供应的电流周期性地脉动以表示警报条件。脉冲是人类可察觉的,例如按照每分钟 3 个 1 秒脉冲的序列对由照明设备 100 输出的光进行闪烁。脉冲也可以是人类不可察觉、但是通过通量检测器可检测的,例如,按照 1kHz 对照明设备 100 输出的光进行脉冲化。在这些实施例中,可以对照明设备 100 的光输出进行调制以指示警报代码。在其他实施例中,当 AET 达到 TLV 时,EIM 120 关闭向 LED 电路 33 的电流供应。在其他实施例中,EIM 120 响应于接收到发射 AET 的请求,传送所述 AET。如图 10 所示,EIM 120 也可以包括寿命估计模块 (LEM)80。在一些实施例中,LEM 80 是包括存储器和处理能力的专用硬件模块。在其他实施例中,处理器 22 可以包括片上 LEM 功能。在其他实施例中,可以通过处理器 22 执行在存储器(例如存储器 23)中存储的软件指令来实现 LEM 80 功能。LEM80 基于所述模块的操作的累积已逝时间(AET)和总累积加速因子(CAF_{overall}),估计照明模块 100 的已逝寿命。可以通过 LEM 80 将 CAF_{overall} 计算为多个操作因素的函数,包括实际操作温度、电流和湿度。作为示例,将 CAF_{overall} 的计算描述为包括温度、电流和湿度因素。然而,在计算中可以包括这些因素的任意子集或者附加的因素。总累积加速因子可以用于对模块 100 的累积已逝时间进行缩放以得出模块 10 的已逝寿命的估计。基于这种结果和目标寿命值,可以计算模块 100 的剩余寿命的估计。

[0079] 图 11 说明了照明模块 100 的随时间的示范性操作温度轮廓 83。同样说明了额定温度值 T_N。在一个示例中,所述额定温度是 90 摄氏度。所述额定温度是对模块的预期寿命加以表征的模块 100 的操作温度值。例如,如果照明模块 100 在 90 摄氏度的恒定操作温度下操作,照明模块 100 的操作寿命预期是 50,000 小时。预期在 90 摄氏度的操作温度下操作 50,000 小时之后,模块 100 的性能衰退到不可接受的水平。如图 11 所示,存在当照明模块 100 在超过 T_N 的温度下操作的时间段,并且存在当照明模块 100 在小于 T_N 的温度下操作的时间段。因为照明模块 100 的寿命依赖于操作温度,预期的是当实际操作温度小于 T_N 时可以延长照明模块 100 的操作寿命。同样地,当实际操作温度大于 T_N 时,会减少操作寿命。

[0080] 可以根据阿列纽斯方程(Arrhenius equation)通过 LEM 80 计算基于实际操作温度的加速因子的估计。

$$[0081] \quad AF_{temp} = e^{\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_N} - \frac{1}{T_A} \right)} \quad (1)$$

[0082] E_a 是针对可应用故障机制的激活能量。K 是等于 8.617e-5eV/K 的波尔兹曼常数。T_N 是以开氏温度为单位的额定温度,其对寿命加以表征。可以将这些常数存储在 EIM 120 的存储器 23 中。T_A 是以开氏温度为单位的实际操作温度。基于所述实际操作温度,可以通过 LEM 80 计算加速因子,所述加速因子可用于对模块的 AET 进行缩放。可以将照明模块 100 的 AET 细分为多个时间片段,每一个具有持续时间 ΔT。时间片段可以是任意合适长度的

时间。在一个示例中,所述时间片段的持续时间可以是 1 小时。对于每一个时间片段,可以计算实际操作温度的代表值。如所示的,可以在所述时间片段 i 上计算操作温度的代表值 T_{Ai} 。在一个示例中,可以将 T_{Ai} 计算为在所述时间片段上的平均温度值。在另一个示例中,可以计算温度中值。在另一个示例中,可以将时间片段上的最小温度值或者替代地最大温度值用作所述时间片段上的操作温度的代表值。在再一个示例中,可以将所述时间片段的开始或者替代地结束时的温度值用作所述代表值。图 11 说明了将所述时间片段结束时的温度值用作代表值。基于代表值,LEM 80 如下计算针对时间片段 i 的递增加速因子:

$$[0083] \quad (AF_{temp})_i = e^{\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_N} - \frac{1}{T_{Ai}} \right)} \quad (2)$$

[0084] 由于时间片段 i 上的温度导致的递增加速因子可用于对时间片段 i 的已逝时间 ΔT 进行缩放以获得对由于时间片段 i 的温度条件导致的模块 100 寿命改变量的估计。

[0085] 为了估计模块 100 的操作寿命如何由于在累积操作寿命期间的温度条件而改变,通过 LEM 80 计算累积加速因子。可以将累积加速因子计算为是在累积的时间片段上计算的加速因子的移动平均。例如,将已经过去时间片段 i 之后的累积加速因子计算为:

$$[0086] \quad (CAF_{temp})_i = \frac{(i-1)(CAF_{temp})_{i-1} + AF_{temp\ i}}{i} \quad (3)$$

[0087] 在时间片段 i 上评估的由于温度导致的累积加速因子可用于估计改变量,该改变量是在时间片段 i 上对寿命期间由于温度条件导致的模块 100 的累积操作寿命已改变的量。

[0088] 图 12 说明了照明模块 100 的随时间变化的示范性操作电流轮廓 84。也说明了额定电流值 I_N 。在一个示例中,所述额定电流是 0.7 安培。所述额定电流是对模块的预期寿命加以表征的操作电流值。例如,如果照明模块 100 在 0.7 安培的恒定电流下操作,照明模块 100 的操作寿命预期是 50,000 小时。预期在 0.7 安培下操作 50,000 小时之后,模块 100 的性能衰退到不可接受的水平。如图 12 所示,存在当照明模块 100 在超过 I_N 的电流下操作的时间段以及存在当照明模块 100 在小于 I_N 的电流下操作的时间段。因为照明模块 100 的寿命依赖于操作电流,预期的是当实际操作电流小于 I_N 时可以延长照明模块 100 的操作寿命。同样地,当实际操作电流大于 I_N 时可以减少所述操作寿命。加速因子可以用于对照明模块的操作寿命进行缩放以得出模块已逝寿命的估计。

[0089] 可以将基于实际操作温度的加速因子的估计计算如下:

$$[0090] \quad AF_{current} = e^{\beta(I_A - I_N)} \quad (4)$$

[0091] β 是实验得出的恒定参数。 I_N 是以安培为单位的额定操作电流,针对所述额定操作电流所述寿命是已知的。可以将这些常数存储在 EIM120 的存储器 23 中。 I_A 是以安培为单位的实际操作电流。基于所述实际操作电流,LEM 80 计算加速因子,所述加速因子可用于对模块 100 的 AET 进行缩放。可以将照明模块 100 的 AET 细分为多个时间片段,每一个具有持续时间 ΔT 。对于每一个时间片段 i ,可以计算针对实际操作电流的代表值。在一个示例中,可以将 I_{Ai} 计算为在时间片段 i 上的平均电流值。在另一个示例中,可以计算电流中值。在另一个示例中,可以将时间片段上的最小电流值或者替代地最大电流值用作所述

时间片段上的操作电流的代表值。在再一个示例中,可以将时间片段的开始或者替代地结束时的电流值用作所述代表值。图 12 说明了将所述时间片段结束时的电流值用作所述代表值。基于所述代表值,LEM 80 如下计算针对所述时间片段 i 的递增加速因子:

$$[0092] \quad (AF_{current})_i = e^{\beta(I_{A_i} - I_N)} \quad (5)$$

[0093] 由于所述时间片段 i 上的电流导致的递增加速因子可用于对时间片段 i 的已逝时间 ΔT 进行缩放以获得对由于时间片段 i 的电流条件导致的模块 100 的寿命改变量的估计。

[0094] 为了估计模块 100 的操作寿命如何由于在累积操作寿命上的实际操作电流而改变,LEM 80 计算累积加速因子。可以将累积加速因子计算为是在累积时间片段上计算的加速因子的移动平均。例如,将已经过去时间片段 i 之后的累积加速因子计算为:

$$[0095] \quad (CAF_{current})_i = \frac{(i-1)(CAF_{current})_{i-1} + (AF_{current})_i}{i} \quad (6)$$

[0096] 在时间片段 i 上评估的由于电流导致的累积加速因子可用于估计改变量,该改变量是在时间片段 i 上对在寿命期间由于电流条件导致的模块 100 的累积操作寿命已改变的量。

[0097] 图 13 说明了照明模块 100 的随时间的示范性操作相对湿度轮廓 85。也说明了额定相对湿度值 RH_N 。在一个示例中,所述额定相对湿度是 0.5。所述额定相对湿度是对模块的预期寿命加以表征的操作相对湿度值。例如,如果照明模块 100 在 0.5 的恒定相对湿度下操作,照明模块 100 的操作寿命预期是 50,000 小时。预期在 0.5 的相对湿度指数下操作 50,000 小时之后,模块 100 的性能衰退到不可接受的水平。如图 13 所示,存在当照明模块 100 在超过 RH_N 的相对湿度下操作的时间段以及存在当照明模块 100 在小于 RH_N 的相对湿度下操作的时间段。因为照明模块 100 的寿命依赖于操作相对湿度,预期的是当实际相对湿度小于 RH_N 时可以延长照明模块 100 的操作寿命。同样地,当实际相对湿度大于 RH_N 时可以减少所述操作寿命。加速因子可以用于对照明模块的操作寿命进行缩放以得出模块已逝寿命的估计。

[0098] 可以将基于实际相对湿度的加速因子的估计计算如下:

$$[0099] \quad AF_{humidity} = \left(\frac{RH_A}{RH_N} \right)^3 \quad (7)$$

[0100] RH_A 是实际相对湿度。 RH_N 是额定相对湿度,针对所述额定相对湿度所述寿命是已知的。可以将 RH_N 存储在 EIM 120 的存储器 23 中。基于实际相对湿度,LEM 80 计算针对相对湿度的加速因子。按照与相对于温度和电流如上所述的类似方式,LEM 80 使用实际的相对湿度来计算针对时间片段 i 的加速因子:

$$[0101] \quad (AF_{humidity})_i = \left(\frac{RH_{A_i}}{RH_N} \right)^3 \quad (8)$$

[0102] 类似地如上所述,LEM 80 可以将累积加速因子计算为:

$$[0103] \quad (CAF_{humidity})_i = \frac{(i-1)(CAF_{humidity})_{i-1} + (AF_{humidity})_i}{i} \quad (9)$$

[0104] 在时间片段 i 上评估的由于相对湿度导致的累积加速因子可用于估计改变量, 该改变量是在时间段 i 上对在寿命期间由于相对湿度条件导致的模块 100 的累积操作寿命已改变的量。

[0105] 可以将总加速因子计算为与每一个操作变量相关联的已计算的加速因子的乘积。例如, 将时间增量 ΔT_i 上考虑到实际操作温度、电流和相对湿度的总加速因子表达为:

$$[0106] \quad (AF_{overall})_i = (AF_{temp})_i * (AF_{current})_i * (AF_{humidity})_i \quad (10)$$

[0107] 类似地, LEM 80 可以将时间增量 ΔT_i 上的总累积加速因子计算为

$$[0108] \quad (CAF_{overall})_i = (CAF_{temp})_i * (CAF_{current})_i * (CAF_{humidity})_i \quad (11)$$

[0109] 可以通过将总累积加速因子与所述模块的累积已逝时间相乘来估计照明模块的已逝寿命。

$$[0110] \quad L_E = (CAF_{overall})_i * AET \quad (12)$$

[0111] 因此, 如果加速因子小于单位 1, 将模块的累积已逝时间缩小。如果加速因子大于单位 1, 将所述模块的累积已逝时间放大。如果加速因子是单位 1, 估计的已逝寿命与所述模块的累积已逝时间相同。

[0112] 可以采用所述模块的目标寿命值 (TLV) 和估计的已逝寿命之间的差来计算模块 100 的剩余寿命的估计。

$$[0113] \quad L_R = TLV - L_E \quad (13)$$

[0114] 将 LEM 80 计算的累积已逝时间和剩余寿命存储在 EIM 120 的存储器 23 中。在一个实施例中, 可以响应于 EIM 120 接收的请求将所述值传送至与 EIM 120 通信链接的设备。在另一个实施例中, 如果所述剩余寿命估计落到阈值以下, EIM 120 传送警报。

[0115] 图 14 是基于实际操作条件来估计基于 LED 的照明模块的寿命的方法 70 的说明。在第一步骤 (步骤 71) 中, 在时间增量上测量一个或多个操作条件 (例如, 温度、电流和相对湿度)。在第二步骤 (步骤 72) 中, 基于测量的操作条件, 计算与每一个操作条件相关联的递增加速因子。在第三步骤 (步骤 73) 中, 基于所述递增加速因子, 计算与每一个条件相关联的累积加速因子。在第四步骤 (步骤 74) 中, 基于所述累积加速因子估计模块 100 的已逝寿命。在第五步骤 (步骤 75) 中, 将模块 100 的估计剩余寿命和与模块 100 相关联的阈值进行比较。如果估计的剩余寿命落到阈值以下, 从模块 100 传送警报 (步骤 76)。

[0116] 图 35 是传送警报的示范性方法 280 的说明, 所述警报指示了基于 LED 的照明设备 100 的估计剩余寿命。根据所述方法 280, 确定基于 LED 的照明模块 100 的 AET (步骤 271), 并且从 TLV 值减去 AET 以确定 AET 和 TLV 之间的差是否已经达到阈值。并行地, 确定估计的剩余寿命是否已经落到阈值以下, 如相对于方法 70 讨论的 (步骤 71-75)。如果 AET 和 TLV 之间的差已经达到阈值或者估计的剩余寿命已经达到阈值, 可以从模块 100 传送警报和估计的剩余寿命两者 (步骤 281)。按照这种方式, 接收这种信息的实体知晓为了解决基于 LED 的照明模块 100 的未来照明性能而需要采取动作, 并且也知晓对从模块 100 可获得多少附加的寿命的估计。

[0117] 如图 15 所示, EIM 120 也可以包括磷光体衰退检测模块 (PDDM) 90。在一些实施例

中,PDDM 90 是包括存储器和处理能力在内的专用硬件模块。在一些其他实施例中,处理器 22 可以包括片上 PDDM 功能。在其他实施例中,可以通过处理器 22 执行在存储器(例如存储器 23)中存储的软件指令来实现 PDDM 功能。PDDM 90 根据模块 100 对于从 LED 102 发射的光脉冲的流量强度响应,估计在照明模块 100 的腔体 109 中包括的磷光体的衰退。

[0118] 图 16 说明了包括安装到安装板 104 的蓝光 LED 102B 和流量传感器 36 的主混合腔 109 的剖面图。在一个实施例中,流量传感器 36 是硅二极管。在其他实施例中,可以将流量传感器 36 安装到适用于捕获从腔体 109 发射的光的任意位置(例如,在腔体 109 的壁上、在输出窗口 108 上以及在输出窗口 108 上方)。LED 102B 可以是随着时间段脉动的。例如,可以实现 50 毫秒的脉冲。

[0119] 图 17 说明了流量传感器 36 测量的对于从 LED 102B 发射的光脉冲的示范性流量强度响应。说明了三个时间段。第一时间段是从 LED 102B 发射的光脉冲的持续时间。在这一时间段期间,当所述腔体充满光时,所述流量强度达到峰值。PDDM 90 操作于捕获第一时间段期间的流量强度的峰值。所捕获的值是在操作期间 LED 102 的流量强度的量度,并且对于诊断 LED 102 的条件有用。例如,如果捕获的值小于目标值,可以检测到 LED 102 的劣化。

[0120] 在来自 LED 102B 的光脉冲完成之后,第二时间段开始。所述第二时间段是对黄色和红色磷光体响应于 LED 102B 之前发射的光而发射经转换的光时的响应时间段的近似。通常,磷光体对于输入光的响应不是瞬时的。因此,在移除了入射光之后的时间段上,磷光体材料继续发射经转换的光。不同磷光体材料在移除入射光源之后继续发荧光的程度随着材料而变化。PDDM 90 使用这种特性来分离地诊断腔体 109 内部的不同磷光体。在所示示例中,从 LED 102B 发射的光脉冲之后的时间段包括腔体 109 的黄色和红色磷光体两者均进行发射的时间段。因此在移除来自 LED 102B 的激励之后,PDDM 90 测量红色和黄色磷光体材料两者的残余发射的流量强度。因为移除了激励源,这一时间段期间发射的流量强度水平稳定地下降。直到第二时间段结束时,来自黄色磷光体的发射已经衰退到可忽略的水平,并且所测量的流量强度主要是由于来自红色磷光体材料的发射。在这一时刻,PDDM 90 测量来自红色磷光体材料的残余发射的流量强度。在第二时间段之后,经过第三时间段。第三时间段是对红色磷光体响应于 LED 102B 先前发射的光而发射经转换的光时的响应时间段的近似。作为示例,第二时间段小于 10 毫秒。

[0121] 图 17 说明了当 PDDM 90 测量峰值流量强度以对 LED 102B 加以表征时的时间点、通过黄色和红色磷光体两者的发射而产生的流量强度以及主要通过红色磷光体的发射而产生的流量强度。例如,在 T_{measB} 处进行 LED 102B 的流量强度测量。 T_{measB} 的定时可以相对于 LED 102 的脉冲而固定。例如,可以在 LED 102 的脉冲开始之后的 25 毫秒时测量 T_{measB} 。在另一个示例中,可以在脉冲持续时间的中间处测量 T_{measB} 。LED102 的脉冲期间的任意时间点可以适于 LED 102 的流量强度的测量。在另一个示例中,可以选择 T_{measB} 与当流量响应达到激励时间段期间的峰值时的时间相对应。在该示例中,PDDM 90 在激励时间段期间执行峰值检测算法,并且标识激励时间段期间的流量强度的峰值。在 T_{measYR} 处,进行黄色和红色磷光体的响应的流量强度测量。 T_{measYR} 的定时可以相对于 LED 102 的脉冲是固定的。例如,PDDM 90 可以在 LED 102B 的脉冲结束之后的 1 微秒时测量黄色和红色磷光体的响应的流量强度。这可以是合适值,允许流量传感器 36 有时间响应于 LED 102B 激励的突然消除,但是

不是长到丢失黄色和红色磷光体发射的实质性部分的那么长的时间段。

[0122] 在 T_{measR} 处,进行红色磷光体响应的通量强度测量。 T_{measR} 的定时可以是相对于 LED 102 的脉冲而固定的。例如, PDDM 90 可以在 LED 102B 的脉冲结束之后的 10 微秒处测量红色磷光体 10 的响应的通量强度。这可以是合适值,允许黄色磷光体发射的实质性部分有时间发生,但是不是长到丢失红色磷光体发射的实质性部分的那么长的时间段。可以在 T_{measB} 、 T_{measYR} 和 T_{measR} 处 PDDM 90 测量的通量强度值存储在 EIM 120 的存储器 23。在一个实施例中,可以响应于由 EIM 120 接收的请求将所述值传送至与 EIM 120 通信链接的设备。在另一个实施例中,如果测量值的任一个下降到相应的阈值以下, EIM 120 传送警报。此外,可以随时间重复地测量通量强度值,并且将结果存储在存储器 23 中。所得到的值可以用于作为在模块的寿命期间判断模块 100 的性能的基准,并且建立可用于估计模块 100 的剩余寿命的趋势。

[0123] 图 18 说明了基于模块 100 对于从 LED 102 发射的光脉冲的通量强度响应对照明模块 100 的腔体 109 中包括的磷光体的衰退进行估计的示范性方法 160。在第一步骤(步骤 161)中,对模块 100 的蓝光 LED 进行脉冲驱动一个时间段。在第二步骤(步骤 162)中,在蓝光 LED 脉冲期间检测和测量峰值通量强度。在第三步骤(步骤 165),在蓝光 LED 脉冲完成之后的第一时间点测量峰值通量强度。在第四步骤(步骤 168),在蓝光脉冲完成之后的第二时间点测量峰值通量强度。对于第二步骤(步骤 162)、第三步骤(步骤 165)和第四步骤(步骤 168)的每一个,将测量的峰值通量值与目标值进行比较(分别是步骤 163、166 和 169)。如果在任一种情况下测量的峰值下降到目标值以下(分别是步骤 164、167 和 170),模块 100 传送警报(步骤 171)。

[0124] 如图 19 所示, EIM 120 也可以包括热故障早期检测模块 (TFED) 172。在一些实施例中, TFED 172 是包括存储器和处理能力在内的专用硬件。在一些其他实施例中,处理器 22 可以包括片上 TFED 功能。在其他实施例中,可以通过处理器 22 执行在存储器(例如存储器 23)中存储的软件指令来实现 TFED 功能。在一个实施例中, TFED 172 基于模块在模块 100 的启动期间测量的温度瞬变来估计照明器 150 的热故障的潜在可能。基于所测量的瞬变, TFED 172 估计模块 100 是否将达到超过额定操作温度的稳态操作温度。在所述模块实际达到过温条件之前进行所述估计,从而减小了对于模块的永久损坏的风险。在另一个实施例中, TFED 172 基于在模块 100 的启动期间测量的通量瞬变来估计照明器 150 的热故障的潜在可能。基于测量的瞬变, TFED 172 估计模块 100 是否将达到超过额定操作温度的稳态操作温度。在所述模块实际达到过温条件之前进行所述估计,从而减小对于模块的永久损坏的风险。

[0125] 图 20 说明了两个测量的温度轮廓。温度轮廓 174 是在安装底座 101 处对模块 100 的温度的测量,针对利用导热膏将模块 100 紧密地耦合至热沉 130 的情况。模块 100 在室温下开始启动,并且温度上升至近似 70 摄氏度。这小于模块 100 的额定温度界限 90 摄氏度。温度轮廓 173 是在安装底座 101 处对模块 100 的温度测量,针对没有利用导热膏而将模块 100 松散地耦合至热沉 130 的情况。模块 100 开始在室温下启动,并且温度迅速地上升至近似 120 摄氏度。这远远超过了模块 100 的额定温度界限。此外,模块 100 在大于 90 摄氏度下的操作导致对模块永久损坏的风险。TFED 172 操作用于在不需要模块 100 超过所述界限而实际操作的情况下,估计模块 100 是否将达到超过所述额定界限的稳态温度。

[0126] 如图 20 所示,作为示例,TFED 172 测量模块 100 在室温条件下启动时以及在启动之后 200 秒之后的温度。尽管将 200 秒作为温度评估的时间点,但是可以考虑其他时间段。例如,可以在模块 100 发光的 10 秒之内评估温度。这种时间段可以适用于工厂环境,其中最小化测试时间是需要的,并且需要在将产品装运给消费者之前识别器具故障。在另一个示例中,可以在安装照明器 150 以测试照明器在安装环境中的性能时进行测量。在第一种情况下,TFED 172 计算模块 100 在启动时的温度和模块 100 在经历 200 秒之后的温度之间的温度差 ΔTEMP_N 。这种温度差是近似 21 摄氏度。TFED 172 计算所述温度差 ΔTEMP_N 是否小于预定阈值 ΔT_{THRS} 。例如, ΔT_{THRS} 可以是 25 摄氏度。在这种情况下, ΔTEMP_N 没有超过 ΔT_{THRS} ,并且 TFED 172 断定模块 100 在这种情况的条件下没有热故障风险。在第二种情况下,TFED 172 计算模块 100 在启动时的温度和已经经历 200 秒之后模块 10 的温度之间的温度差 ΔTEMP_F 。这种温度差是近似 55 摄氏度。TFED 172 计算所述温度差 ΔTEMP_F 是否小于预定阈值 ΔT_{THRS} 。在这种情况下, ΔTEMP_F 超过了 ΔT_{THRS} ,并且 TFED 172 断定模块 100 在这种情况的条件下存在热故障的风险。可以将 TFED 172 测量的值(例如 ΔTEMP)存储在 EIM 120 的存储器 23 中。在一个实施例中,可以响应于 EIM 120 接收的请求将所述值传送至与 EIM 120 通信耦合的设备。在另一个实施例中,如果任意测量值超过所述预定阈值,EIM 120 传送警报。

[0127] 因为模块 100 的温度也影响模块 100 的通量输出,TFED 172 也可以基于在启动期间测量的通量瞬变的量度,估计模块 100 是否将达到超过额定界限的稳态操作温度。

[0128] 图 21 说明了两个测量的通量轮廓。通量轮廓 176 是在安装底座 101 处对模块 100 的通量的测量,针对利用导热膏将模块 100 紧密地耦合至热沉 130 的情况。模块 100 在室温下按照归一化的通量水平 1 开始启动,并且在 200 秒时通量衰退到近似 0.93 的归一化通量。通量轮廓 175 是在安装底座 101 处对模块 100 的通量测量,针对没有利用导热膏而将模块 100 松散地耦合至热沉 130 的情况。模块 100 在室温下按照归一化的通量水平 1 开始启动,并且在 200 秒时通量迅速地下降至 0.88 的归一化通量。TFED 172 操作用于在不需要模块 100 超过所述额定温度界限而实际操作的情况下,使用通量瞬变作为指示来估计模块 100 是否将在超过所述额定温度界限下稳态操作。

[0129] 如图 21 所示,作为示例,TFED 172 测量模块 100 在室温条件下启动时以及在从室温条件启动之后 200 秒之后的通量。在第一种情况下,TFED172 计算模块 100 在启动时的通量和模块 100 在经历 200 秒之后的通量之间的通量差 ΔFLUX_N 。这种通量差是近似 0.07。TFED 172 计算所述通量差 ΔFLUX_N 是否小于预定阈值 ΔF_{THRS} 。例如, ΔF_{THRS} 可以 0.09。在这种情况下, ΔFLUX_N 没有超过 ΔF_{THRS} ,并且 TFED 172 断定模块 100 在这种情况的条件下没有热故障风险。在第二种情况下,TFED 172 计算模块 100 在启动时的通量和已经经历 200 秒之后模块 10 的通量之间的通量差 ΔFLUX_F 。这种通量差是近似 0.12。TFED 172 计算所述通量差 ΔFLUX_F 是否小于预定阈值 ΔF_{THRS} 。在这种情况下, ΔFLUX_F 超过了 ΔF_{THRS} ,并且 TFED 172 断定模块 100 在这种情况的条件下存在热故障的风险。可以将 TFED 172 测量的值(例如 ΔFLUX)存储在 EIM 120 的存储器 23 中。在一个实施例中,可以响应于 EIM 120 接收的请求将所述值传送至与 EIM 120 通信耦合的设备。在另一个实施例中,如果任意测量值超过所述预定阈值,EIM120 传送警报。

[0130] 图 22 说明了基于启动时对温度瞬变的分析,在实际故障之前识别照明器 150 故障

的潜在可能的方法 180。在第一步骤（步骤 181）中，使基于 LED 的模块发光。在第二步骤（步骤 182）中，测量发光时的模块温度。在第三步骤（步骤 183）中，从模块 100 发光的时间点开始过去第一时间段之后，测量模块的温度。在第四步骤（步骤 184）中，采用步骤 182 和 183 测量的温度之间的差来计算模块 100 的温度变化。在第五步骤（步骤 185）中，将步骤 184 中计算的温度变化与阈值进行比较。如果所述温度变化超过阈值，模块 10 传送警报（步骤 186）。

[0131] 图 23 说明了基于启动时对通量瞬变的分析，在实际故障之前识别照明器 150 故障的潜在可能的方法 190。在第一步骤（步骤 191）中，使基于 LED 的照明模块发光。在第二步骤（步骤 192）中，测量发光时的模块通量输出。在第三步骤（步骤 193）中，从模块 100 发光的时间点开始过去第一时间段之后，测量模块的通量输出。在第四步骤（步骤 194）中，采用步骤 192 和 193 测量的通量之间的差来计算模块 100 的通量变化。在第五步骤（步骤 195）中，将步骤 194 中计算的通量变化与阈值进行比较。如果所述通量变化超过阈值，模块 10 传送警报（步骤 196）。

[0132] 图 24 说明了基于 LED 102 串的正向电压测量来识别模块 100 的 LED 102 故障的方法。在第一步骤（步骤 201）中，接收对正向电压的指示。在一个实施例中，可以从功率转换器 30 接收所述指示。在另一个实施例中，可以经由传感器接口 28 从安装板 104 的电压传感器（未示出）接收所述指示。在第二步骤（步骤 202）中，将正向电压的指示与阈值进行比较。在第三步骤（步骤 203）中，将正向电压与阈值进行比较。如果所述正向电压超过阈值，模块 100 传送警报（步骤 204）。

[0133] 如图 25 所示，EIM 120 可以包括颜色调谐模块 (CTM) 220。在一些实施例中，CTM 220 是包括存储器和处理能力在内的专用硬件模块。在一些其他实施例中，处理器 22 可以包括片上 CTM 功能。在其他实施例中，可以通过处理器 22 执行在存储器（例如存储器 23）中存储的软件指令来实现 CTM 功能。CTM 220 调谐供应给不同 LED 串的电流量以在模块 100 的寿命期间实现一致的颜色特性。

[0134] 图 26A-26B 说明了具有安装的红光 LED 102R 和蓝光 LED 102B 的安装板 104，所述 LED 统称为 LED 102。LED 102 把光发射到腔体 109 中。在说明的实施例中，通量传感器 36 也安装到安装板 104 中。在其他实施例中，可以将通量传感器 36 安装到腔体 109 内、腔体 109 的壁上或者输出窗口 108 上。在另外的其他实施例中，可以如相对于图 9 所讨论的，将通量传感器 36 安装到反射器 140 上。

[0135] 图 27 是采用多个通量传感器（例如通量传感器 36A-36D）的实施例的说明。可以对通量传感器 36A-36D 的输出进行平均以获得腔体 109 中通量强度的平均值。在其他实施例中，可以单独地考虑每一个传感器 36A-36D 的输出以获得与区域中由每一个单独传感器捕获的通量强度有关的局部信息。这种局部信息可用于评估腔体 109 内的通量均匀性。因为每一个传感器 36A-36D 对于最靠近每一个传感器的 LED 最灵敏，局部信息可用于对单独的 LED 102 加以表征。

[0136] 图 28 是其中光波导 37 将在安装板 104 表面多个位置处的光导引至通量传感器 36 的实施例的说明。在该实施例中，光波导 37 用于收集来自安装板 104 上的多个位置的光以用于通量测量。按照这种方式，可以通过光波导 37 聚集来自安装板 104 上的多个位置的通量强度值，并且通过通量传感器 36 进行测量。在一个示例中，可以将光波导 37 制造为注模

部件。在另一个实施例中,光波导 37 可以是光纤。

[0137] 图 29A-29B 说明了由 CTM 220 执行的方法,用于在模块 100 的寿命期间对红光和蓝光 LED 之间的强度进行匹配。在第一步骤(步骤 231)中,用通过红光 LED 102R 的测试电流 i_{test_red} 使模块 100 的红光 LED 102R 发光。在一个示例中, i_{test_red} 可以是和 0.700 安培。对于测试时间段,模块 100 的蓝光 LED 102B 保持关断。在第二步骤(步骤 232)中,通量传感器 36 测量从红光 LED 102R 发射的光的通量强度,以产生测试的红光强度值 I_{test_red} 。在第三步骤(步骤 233)中,基于在步骤 232 中测量的红光强度的结果来计算新的红光电流值。在一个示例中,假设在小的强度值范围上,红光 LED 102R 的发光输出与驱动电流线性相关。基于这种假设,CTM 200 计算新的红光电流值以将红光 LED 102R 驱动至目标通量强度值 I_{target_red} 。

$$[0138] \quad i_{target_red} = \frac{I_{target_red}}{I_{test_red}} i_{test_red} \quad (14)$$

[0139] 在第四步骤(步骤 234)中,确定新的电流值 i_{target_red} 是否超过与红光 LED 102R 相关联的最大允许驱动电流。如果新电流值没有超过最大允许驱动电流,实施所述新电流值(步骤 235)。然而,如果新电流值超过了最大允许驱动电流,则实施最大允许驱动电流(步骤 236)。因为在这种情况下不会实施新电流值,所以将目标通量强度值重置为较低的值(步骤 237)。

$$[0140] \quad I_{target_red} = \frac{I_{test_red}}{i_{test_red}} \cdot i_{max_red} \quad (15)$$

[0141] 此外,因为将针对红光的目标通量强度值向下修改,所以将针对蓝光的目标通量强度值也向下修改(步骤 238)。计算修改的目标通量强度值,使得从红光 LED 102R 和蓝光 LED 102B 发射的通量强度之比在模块 100 的寿命上保持恒定。

$$[0142] \quad I_{target_blue} = \left(\frac{I_B}{I_R} \right)_{Lifetime} \cdot I_{target_red} \quad (16)$$

[0143] 在步骤 239 中,用通过蓝光 LED 102B 的测试电流 i_{test_blue} 使模块 100 的蓝光 LED 102B 发光。在一个示例中, i_{test_blue} 可以是 0.700 安培。对于测试时间段,模块 100 的红光 LED 102R 保持关断。在下一个步骤(步骤 240)中,通量传感器 36 测量从蓝光 LED 102B 发射的光的通量强度,以产生测试的蓝光强度值 I_{test_blue} 。在步骤 241 中,基于在步骤 240 中测量的蓝光强度的结果来计算新的蓝光电流值。在一个示例中,假设在小的强度值范围内,蓝光 LED 102B 的发光输出与驱动电流线性相关。基于这种假设,计算新的蓝光电流值以将蓝光 LED 102B 驱动至目标通量值 I_{target_blue} 。

$$[0144] \quad i_{target_blue} = \frac{I_{target_blue}}{I_{test_blue}} i_{test_blue} \quad (17)$$

[0145] 在下一步骤(步骤 242)中,确定新的电流值 i_{target_blue} 是否超过与蓝光 LED 102B 相关联的最大允许驱动电流。如果新电流值没有超过最大允许驱动电流,实施所述新电流值(步骤 243)。然而,如果新电流值超过了最大允许驱动电流,则实施最大允许驱动电流

(步骤 244)。因为在这种情况下不会实施新电流值,所以对目标通量强度值进行重置(步骤 245)。

$$[0146] \quad I_{target_blue} = \frac{I_{test_blue}}{i_{test_blue}} \cdot i_{max_blue} \quad (18)$$

[0147] 此外,因为将针对蓝光的目标通量强度值向下修改,将针对红光的目标通量强度值也向下修改(步骤 246)。计算修改的目标通量强度值,使得从红光 LED 102R 和蓝光 LED 102B 发射的通量强度之比在模块 100 的寿命上保持恒定。

$$[0148] \quad I_{target_red} = \left(\frac{I_B}{I_R} \right)_{Lifetime} \cdot I_{target_blue} \quad (19)$$

[0149] 基于针对红光 LED 102R 的修改的目标通量强度值,计算新的红光电流值(步骤 247)并且实施。

$$[0150] \quad i_{target_red} = \frac{I_{target_red}}{I_{test_red}} i_{test_red} \quad (20)$$

[0151] 如图 30 所示, EIM 120 也可以包括温度补偿模块 (TCM) 250。TCM250 调谐供应给照明模块 100 的不同 LED 串的电流,以在模块 100 的操作温度范围上实现一致的温度特性。在一个示例中,模块 100 可以包括红光 LED 串和蓝光 LED 串。随着操作温度变化,红光 LED 的通量输出变化与蓝光 LED 的通量输出变化不同。

[0152] 图 31 说明了由 LumiLED 公司 (San Jose, CA) 提供的红光 LED (AlInGaP) 和蓝光 LED 在封装温度范围上的相对光通量输出。蓝光 LED251 的光通量输出中的衰退和红光 LED 252 的光通量输出中的衰退都是可见的。从图 31 中清楚的是,当温度增加时蓝光 LED 和红光 LED 的光通量输出的衰退可以是非常不同的。图 32 说明了包括电流缩放因子的表,所述电流缩放因子涉及在操作温度范围上供应给红光 LED 和蓝光 LED 的电流。假设电流和通量之间的关系在给定温度和正常操作电流范围上是线性的,可以根据图 31 对于多个温度,估计电流缩放因子。电流缩放因子 (i_{red}/i_{blue}) 可以用于对红光 LED 驱动电流或蓝光 LED 驱动电流进行缩放,以在操作温度范围上保持红光 LED 和蓝光 LED 的光通量输出之间的固定关系。

[0153] 图 33 说明了对供应给照明模块 100 的不同 LED 串的电流进行调谐,以在模块 100 的寿命期间实现一致的颜色特性的方法。在第一步骤(步骤 253)中,测量模块 100 的温度。在第二步骤(步骤 254)中,基于测量的温度确定电流缩放因子。可以从 EIM 120 的非易失性存储器 23 中存储的查找表中读取电流缩放因子。在一个示例中,可以从所述查找表中直接读取所述电流缩放因子。在另一个示例中,所述电流缩放因子可以从对查找表中存储的值进行插值来产生。在另一个示例中,可以基于在 EIM 120 的非易失性存储器 23 中存储的函数来计算所述电流缩放因子。在第三步骤(步骤 255)中,可以基于电流缩放因子和在 EIM 120 的非易失性存储器 23 中存储的标称电流来计算新的红光电流值。

$$[0154] \quad i_{target_red} = \frac{i_{red_T}}{i_{blue_T}} i_{nom_red} \quad (21)$$

[0155] 在第四步骤中,评估新的红光电流值是否超过针对红光 LED 102R 的最大允许电流。如果没有超过,实施所述红光电流值(步骤 257)。如果超过,则计算和实施新的蓝光电流值(步骤 258)。可以将新的蓝光电流值计算如下:

$$[0156] \quad i_{target_blue} = \frac{i_{blue_T}}{i_{red_T}} i_{nom_blue} \quad (22)$$

[0157] 可以计算在执行方法 230 之后涉及红光和蓝光电流值的电流比。这种电流比可以与执行所述方法期间模块 100 的温度相关联。因为方法 230 导致对电流值进行调谐以实现红光和蓝光 LED 之间的目标强度比,所以在该温度下不需要电流的进一步缩放。因此在方法变体 260 中,可以在执行方法 260 期间,在使用依赖于温度的电流缩放因子之前相对于方法 230 执行的温度来归一化电流缩放因子。

[0158] 在一些实施例中,可以通过 EIM 120 的元件部分地或者完全地执行上述方法。然而在一些其他实施例中,可以通过与基于 LED 的照明模块 100 通信耦合的远程设备部分地或者完全地执行上述方法。在这些实施例中,可以从基于 LED 的照明模块 100 解除与执行上述方法相关联的计算负荷的一些或者全部。此外,希望使用远程设备(例如移动计算机、个人计算机、专用手持设备等)将基于 LED 的照明模块 100 性能的各个方面传送至实体(例如消费者、维护人员、用户等等)。另外,希望接收来自所述实体的信息以确定对于基于 LED 的照明模块 100 的未来操作命令。

[0159] 图 36 说明了系统 300 的示范性实施例,所述系统包括基于 LED 的照明模块 100、与基于 LED 的照明模块 100 通信耦合的计算机 291、以及与计算机 291 交互作用的实体 293。在一些实施例中,计算机 291 可以通过因特网 292 与基于 LED 的照明模块 100 通信耦合。然而在一些其他实施例中,计算机 291 可以通过其他通信手段(例如 LAN、RF、IR 等)与基于 LED 的照明模块 100 通信耦合。这是希望的,以避免在每一个基于 LED 的照明模块 100 中结合因特网连接性的代价。在另一个示例中,计算机 291 可以与基于 LED 的照明模块间接通信。例如,计算机(未示出)可以与基于 LED 的照明模块 100 处于本地并通信地耦合。该计算机也可以配置为通过因特网 292 与计算机 291 通信。按照这种方式,本地计算机位于计算机 291 和 LED 照明模块 100 之间。例如,计算机可以是本地的集中式照明管理服务器。计算机 291 可以通过因特网 292 与实体 293 交互作用(例如实体 293 使用基于 web 的接口通过因特网与计算机 291 交互作用)。在一些其他实施例中,计算机 291 可以与实体 293 在本地进行交互(例如通过本地应用程序接口)。

[0160] 计算机 291 可以由例如照明管理服务组织操作的专用计算机。在这些实施例中,计算机 291 通过因特网与基于 LED 的照明模块 100 直接或者间接地通信,并且通过因特网与消费者通信。在一些实施例中,计算机 291 从许多基于 LED 的照明模块 100 收集数据,并且执行在该专利文献文档中描述的方法。例如,计算机 291 可以随时间收集与每一个模块的 AET、操作电流水平、操作温度水平和流明衰退数据有关的数据。基于这种聚集的数据,计算机 291 可以确定基于 LED 的照明模块 100 的更精确的寿命估计。

[0161] 在图 36 说明的实施例中,计算机 291 执行“延长寿命供给”(ELO)工具 290。如图 36 所示,ELO 工具 290 是便于实体 293 与基于 LED 的照明模块 100 交互作用的应用。在一个示例中,基于 LED 的照明模块 100 向计算机 291 传送消息,所述消息指示了基于 LED 的照

明模块的 AET 和 TLV 之差以及基于 LED 的照明模块 100 的估计剩余寿命。基于接收的消息 294, ELO 工具 290 产生延长寿命供给 295。在基于 LED 的照明模块 100 的估计剩余寿命超过模块的 AET 和 TLV 之差的情况下, 预期可以将基于 LED 的照明模块的可用操作寿命延长超过初始 TLV。在一个示例中, 可以产生供给 295 以将基于 LED 的照明模块 100 的操作寿命延长一时间量, 以换取付款, 所述时间量是估计剩余寿命超过模块的 AET 和 TLV 之差的量。

[0162] 在另一个示例中, 基于 LED 的照明模块 100 传送消息 294, 所述消息指示了基于 LED 的照明模块 100 的 AET 和估计已逝寿命。基于接收的消息 294, ELO 工具 290 产生延长寿命供给 295。在 AET 超过基于 LED 的照明模块的估计已逝寿命的情况下, 预期可以将基于 LED 的照明模块的有用操作寿命延长超过初始 TLV。在一个示例中, 可以产生供给 295 以将基于 LED 的照明模块 100 的操作寿命延长一时间量, 以换取付款, 所述时间量是 AET 超过基于 LED 的照明模块的估计已逝寿命的量。

[0163] 计算机 291 向实体 293 传送消息 296, 所述消息 296 包括延长寿命供给 295。实体 293 可以选择接受所述供给, 并且向计算机 291 发送答复消息 294, 表示接受了延长寿命供给 295。作为响应, 计算机 291 向基于 LED 的照明模块 100 传送消息 298, 指示授权所述基于 LED 的照明模块 100 操作延长的寿命周期。例如, 消息 298 可以包括更新的 TLV 值, 所述更新的 TLV 值超过了初始编程的 TLV 值。在另一个示例中, 消息 298 可以包括解锁代码, 所述解锁代码使得能够利用超过初始 TLV 值的不同 TLV 值。

[0164] 如上所述, ELO 工具 290 根据与特定的基于 LED 的照明模块 100 相关联的延长寿命估计, 产生延长寿命供给 295。然而, ELO 工具 290 也可以与许多基于 LED 的照明模块通信耦合 (例如, 成千上万的模块)。在一些示例中, ELO 工具 290 可以基于从许多模块收集的操作信息来产生延长寿命供给。例如, 基于从许多模块收集的操作信息, 可以确定特定产品代码或家族的模块的寿命预期可以具有比最初预期更长的可用寿命。在一些其他示例中, 可以将从许多模块收集的操作信息与基于 LED 的照明模块 100 的特定信息的组合用作产生延长寿命供给 295 的基础。

[0165] 尽管为了说明性的目的描述了特定实施例, 该专利文档的教导具有普遍适用性, 并且不局限于这里描述的特定实施例。在一个示例中, 将 EIM 120 描述为包括总线 21、被供电装置接口控制器 (PDIC) 34、处理器 22、已逝时间计数器模块 (ETCM) 27、非易失性存储器 26 (例如 EPROM)、非易失性存储器 23 (例如闪速存储器)、红外收发机 25、RF 收发机 24、传感器接口 28、功率转换器接口 29、功率转换器 30 和 LED 选择模块 40。然而在其他实施例中, 可以排除这些元件的任一个, 如果不需要其功能。在另一个示例中, 将 PDIC 34 描述为符合 IEEE 802.3 通信标准。然而, 可以采用用于数据和功率接收和发射目的的任意方式的不同功率和数据信号。在另一个示例中, 已经作为对于各种条件的响应讨论了对警报的传送。然而, 可以预期其他的响应, 包括关闭模块 100、请求继续操作的代码, 或者接通附加的 LED (例如命令 LED 选择模块 40 接通附加的 LED)。在另一个示例中, 上述方法可以参考单独的 LED 或 LED 组。在另一个示例中, 已经描述了参考特定颜色的 LED (例如红光 LED 和蓝光 LED) 或者特定颜色的磷光体发射 (例如红光磷光体和黄光磷光体) 的方法。然而, 上述方法可以应用于任意颜色的 LED 或者任意颜色的磷光体发射。在另一个示例中, 已经描述了具有在可见光范围上的测量能力的检测器。然而, 可以采用对于特定波长范围灵敏的检测器。在另一个示例中, 已经讨论了当 LED 劣化时缩小输出强度目标的方法。然而, 可以包

括附加的未使用 LED 作为模块 100 的一部分,并且使用 LED 选择模块 40 选择性地接通所述附加的未使用 LED 来替换故障 LED、或者增加模块 100 的输出强度能力。

[0166] 因此,可以在不脱离权利要求中阐述的本发明范围的情况下,实现所述实施例的各种特征的各种改进、适应和组合。

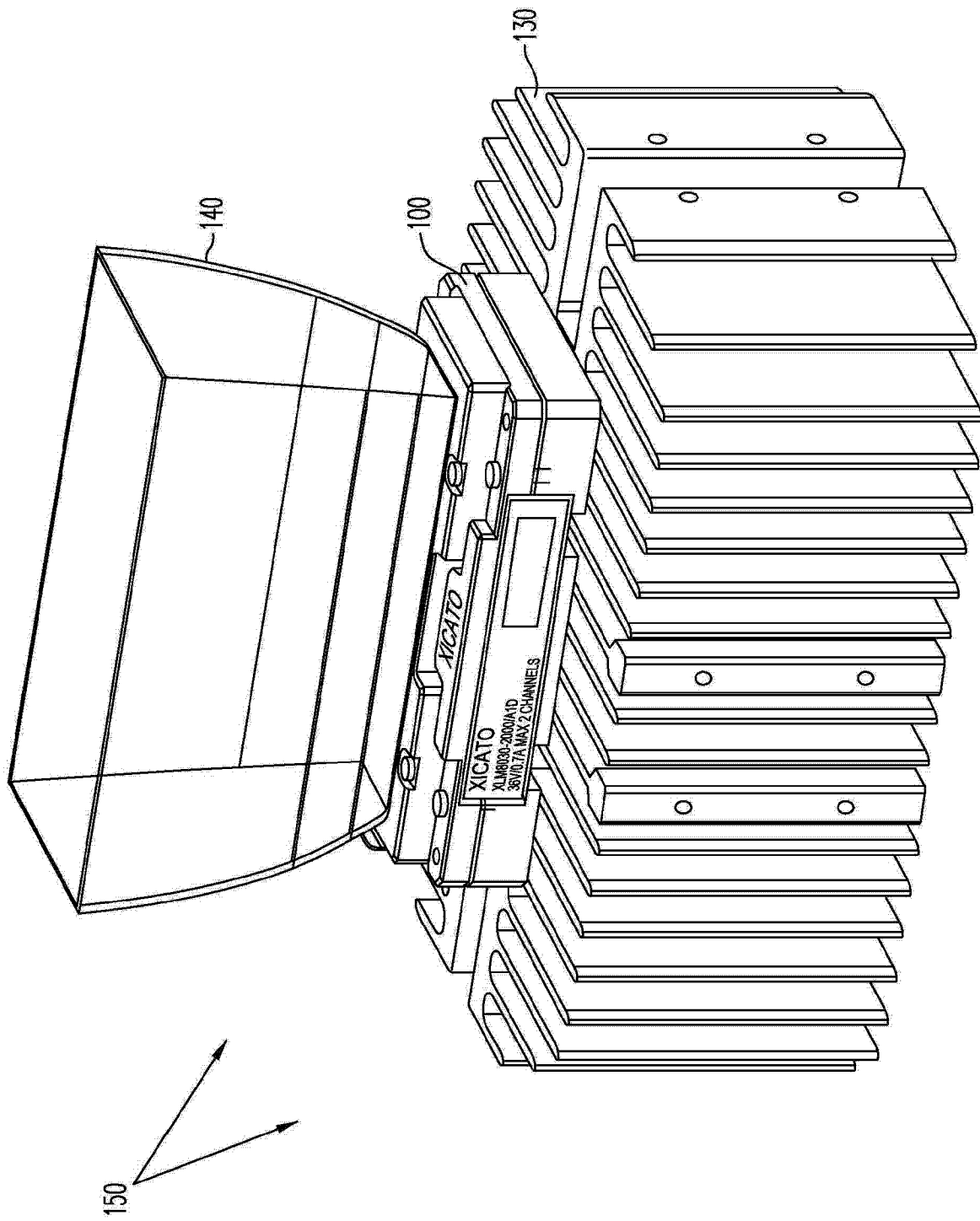


图 1

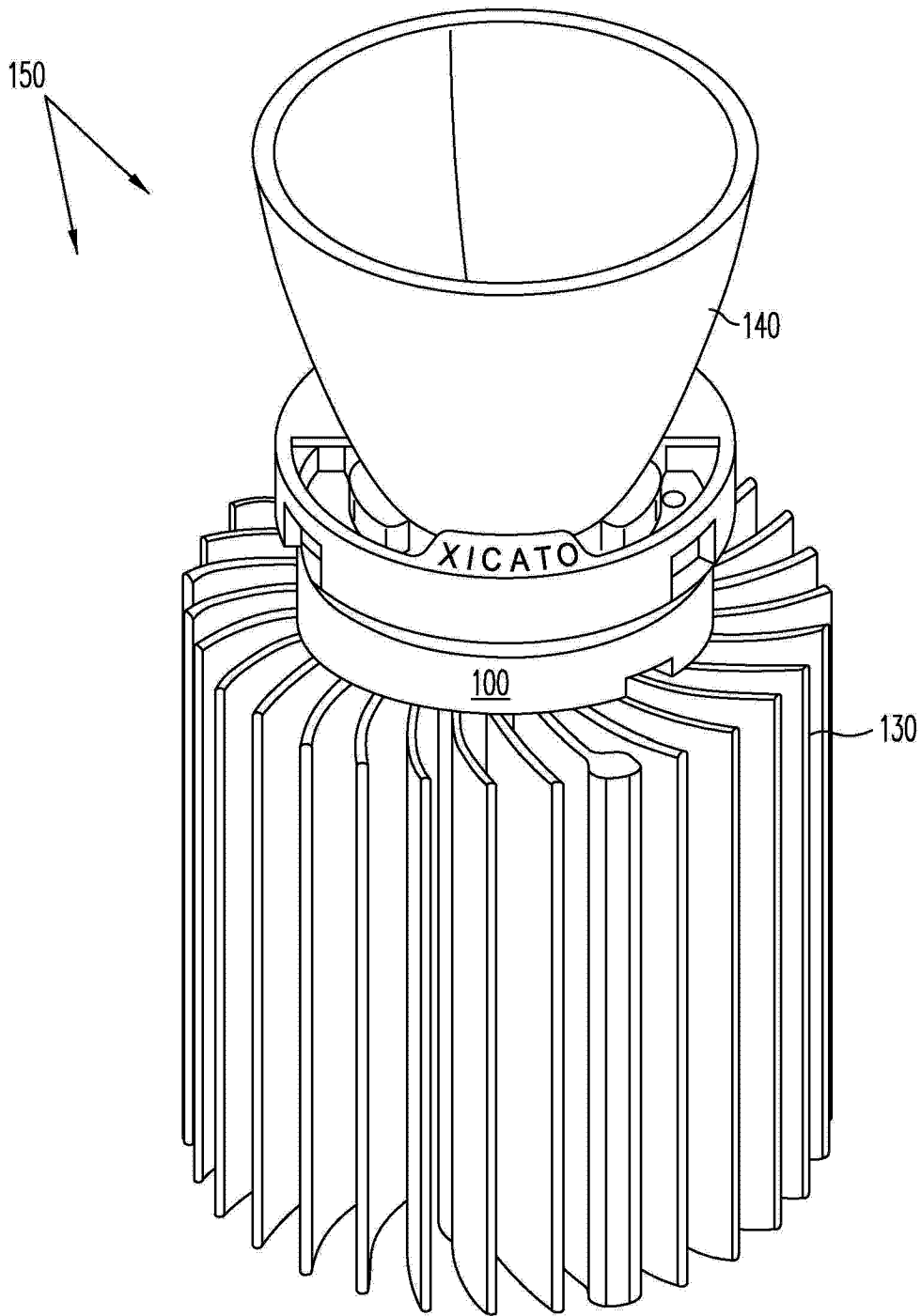


图 2

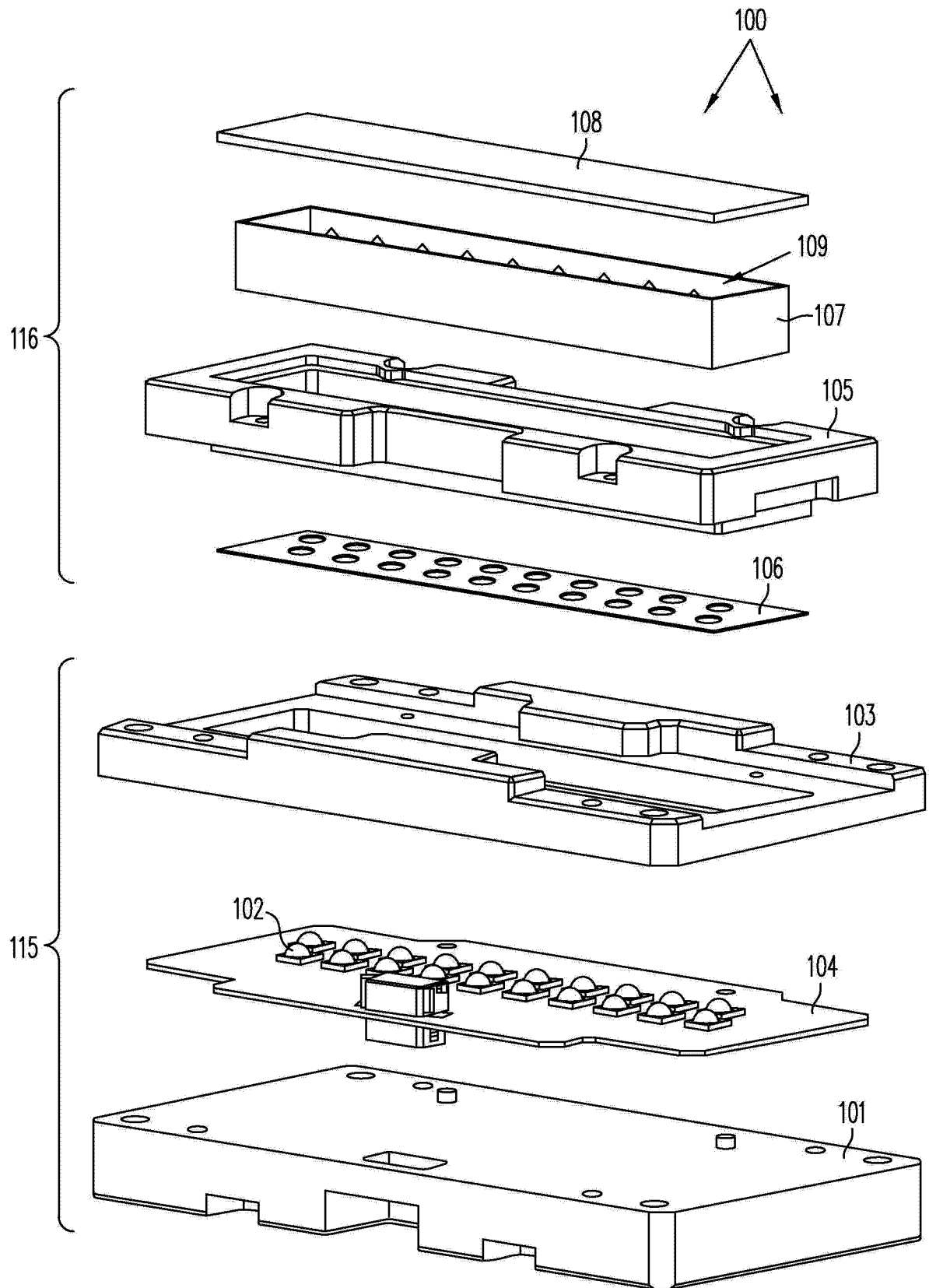


图 3A

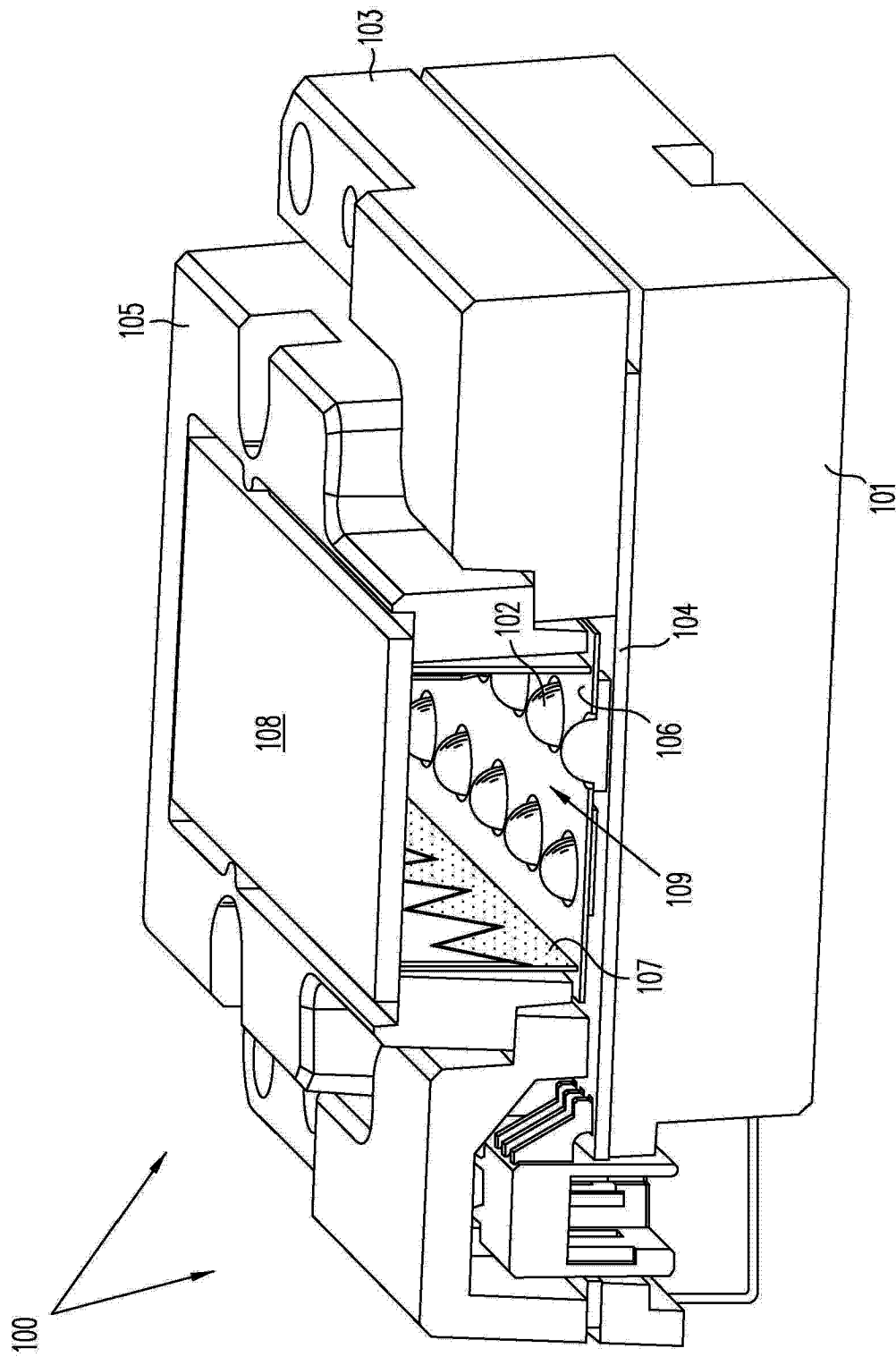


图 3B

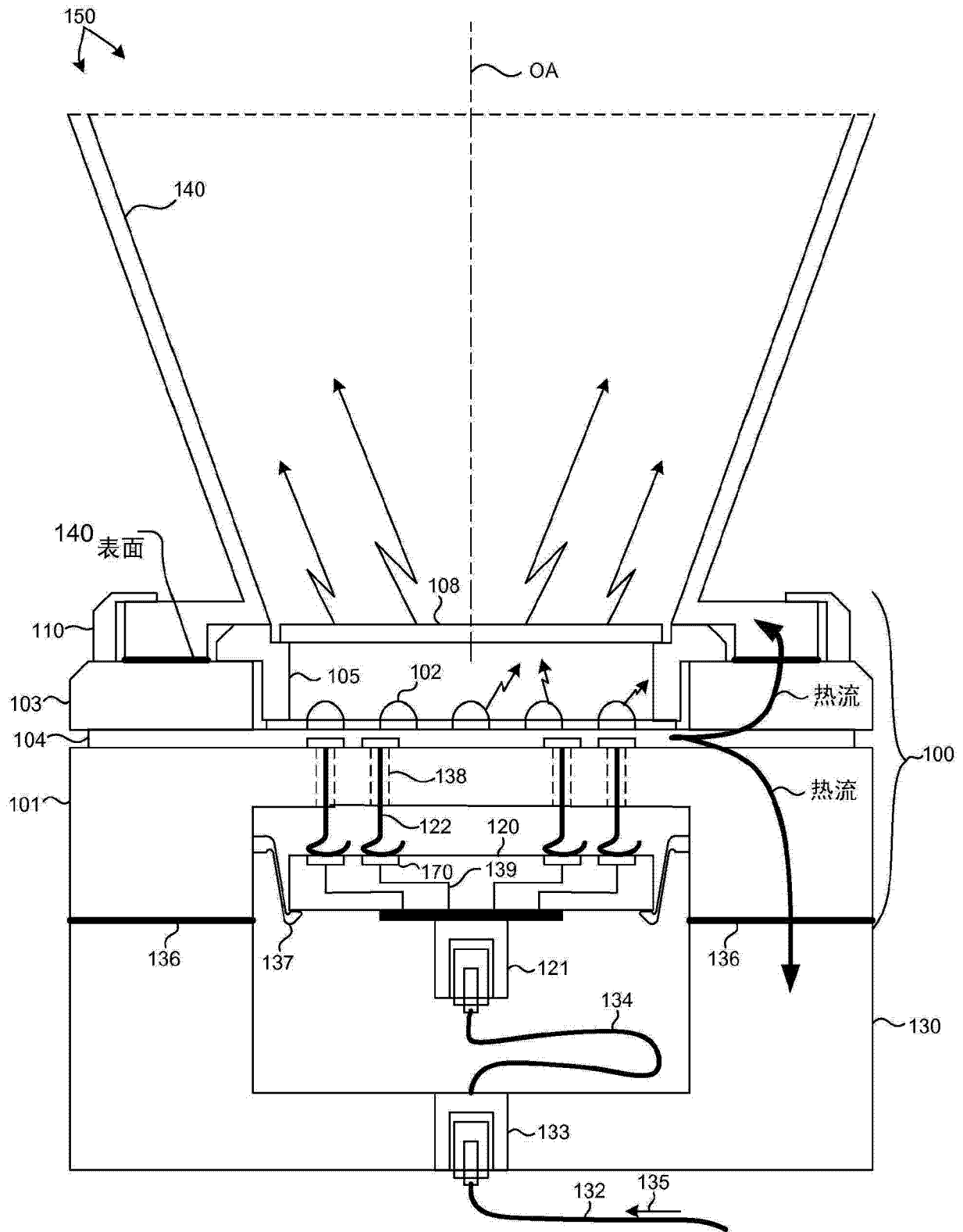


图 4

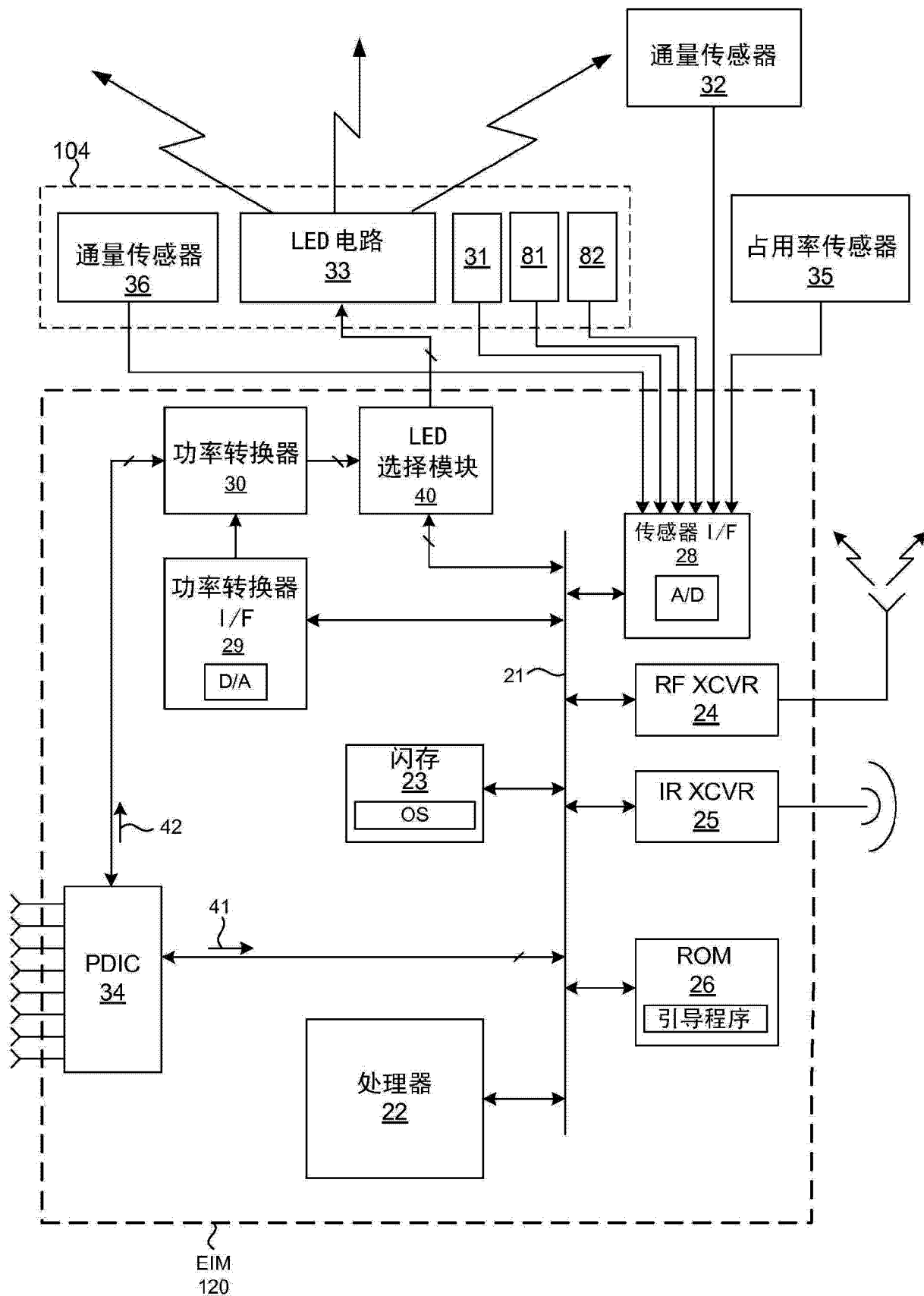


图 5

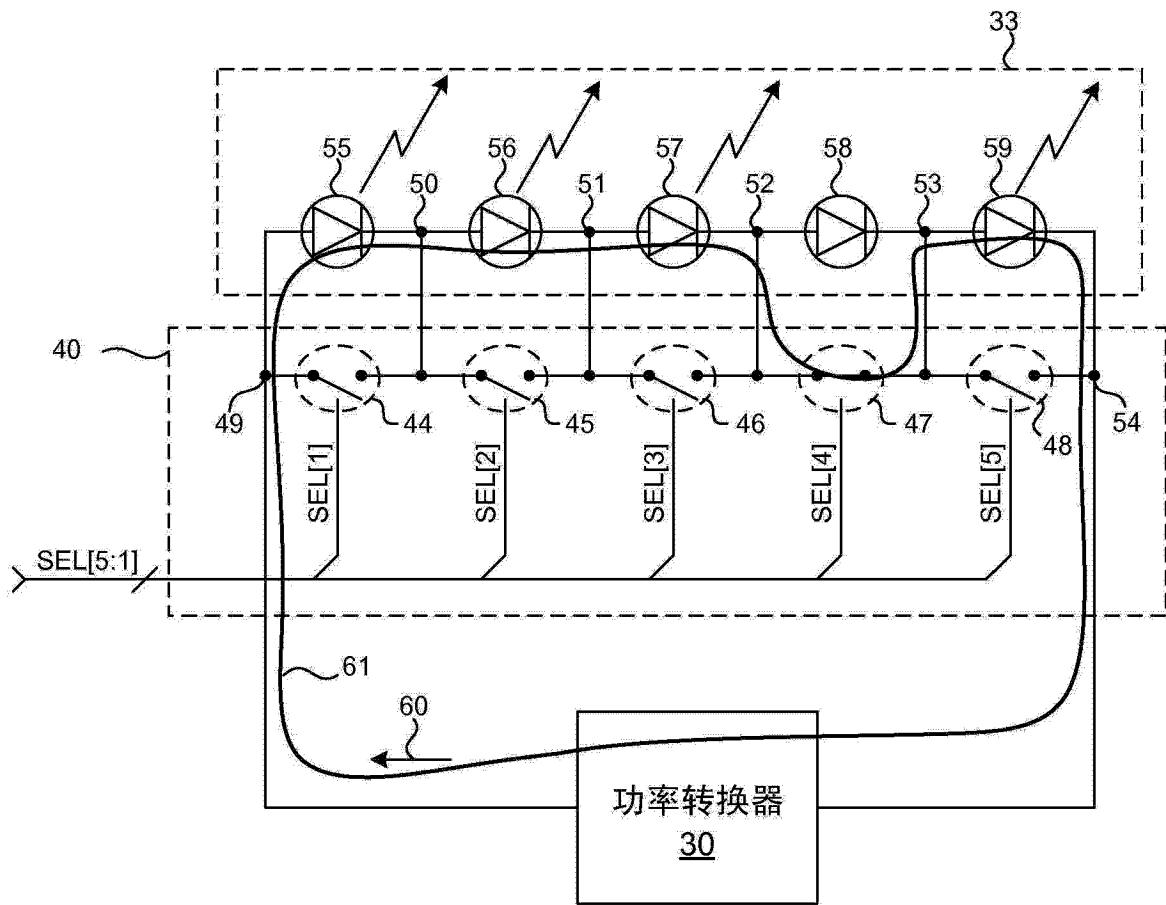


图 6

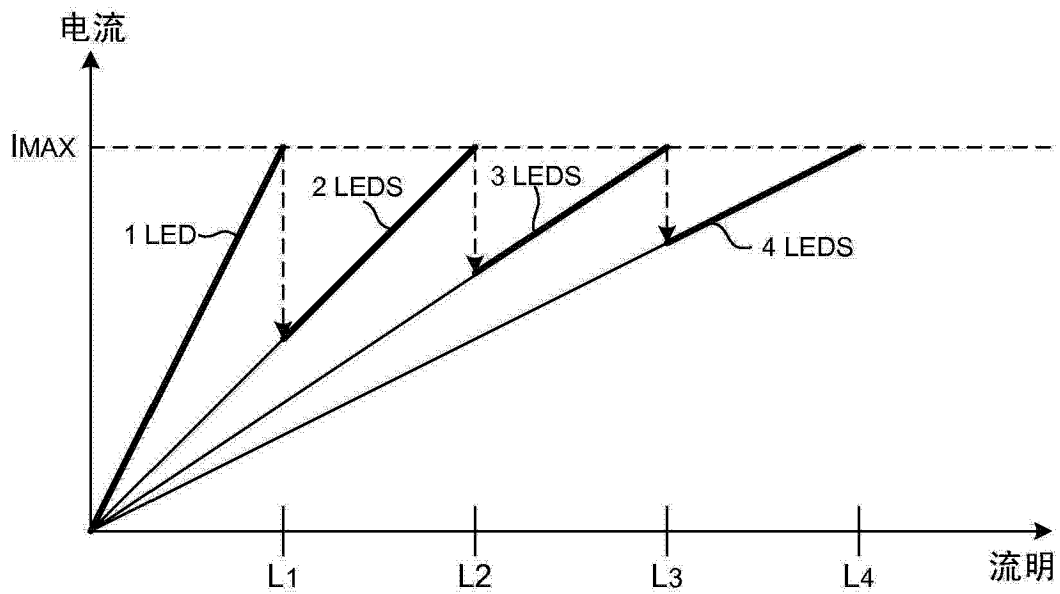


图 7

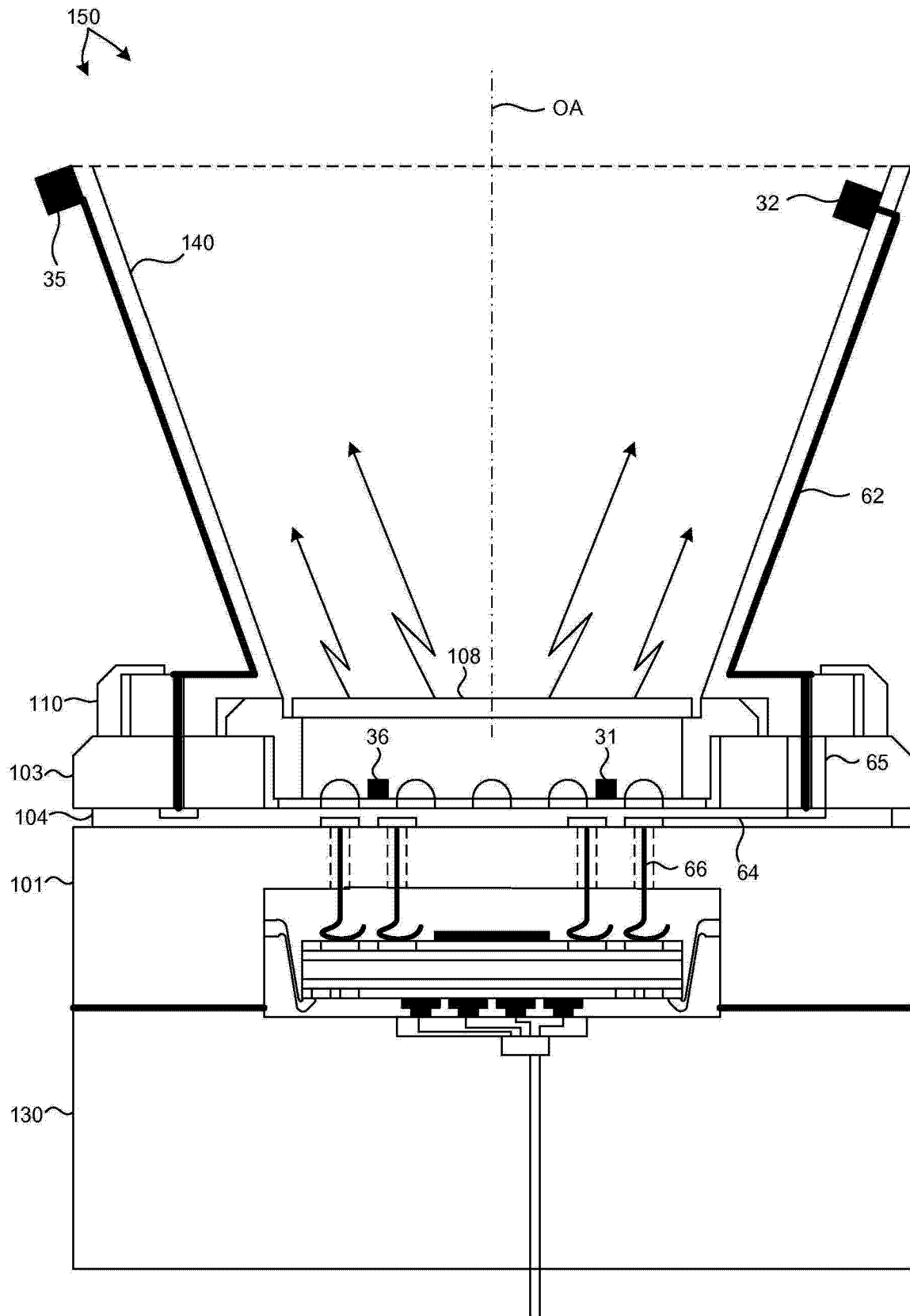


图 8

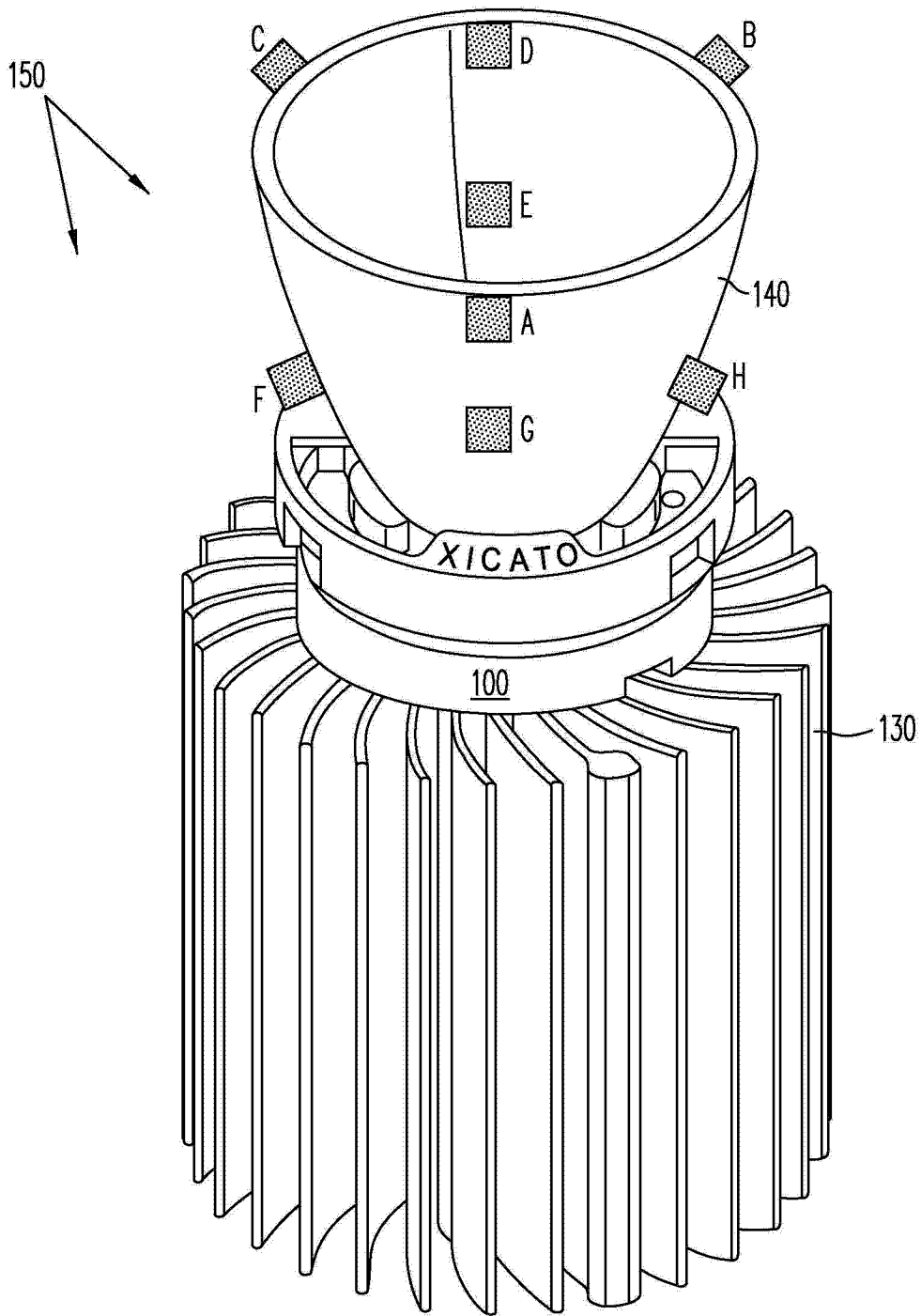


图 9

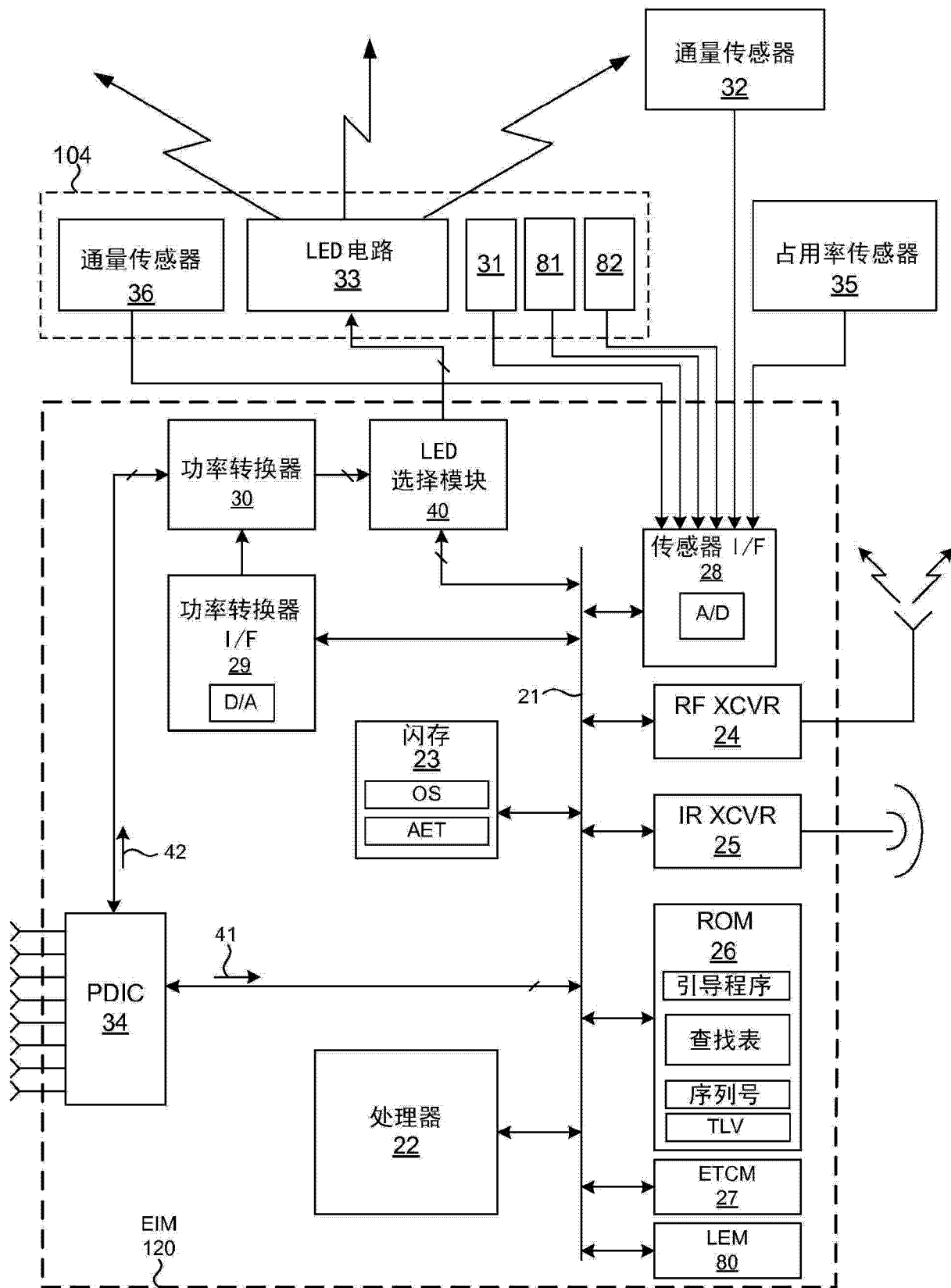


图 10

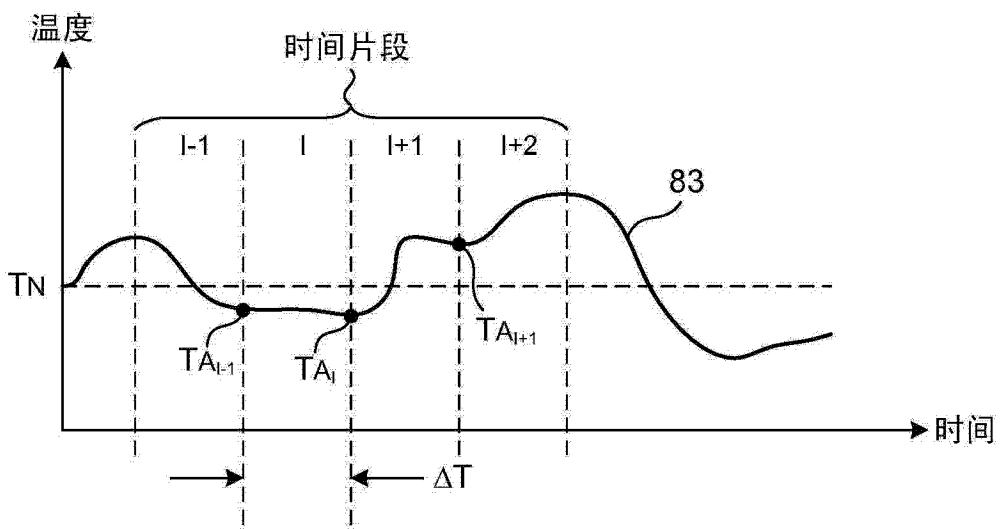


图 11

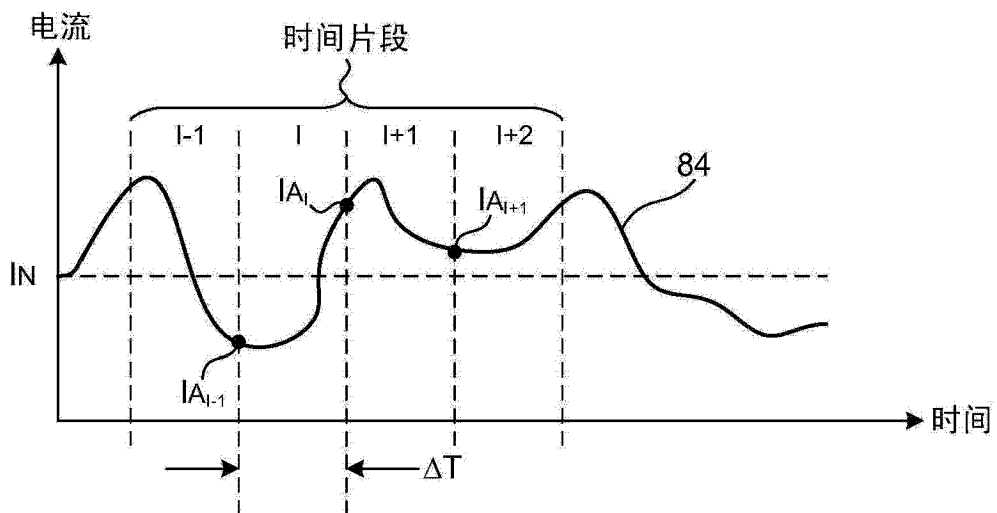


图 12

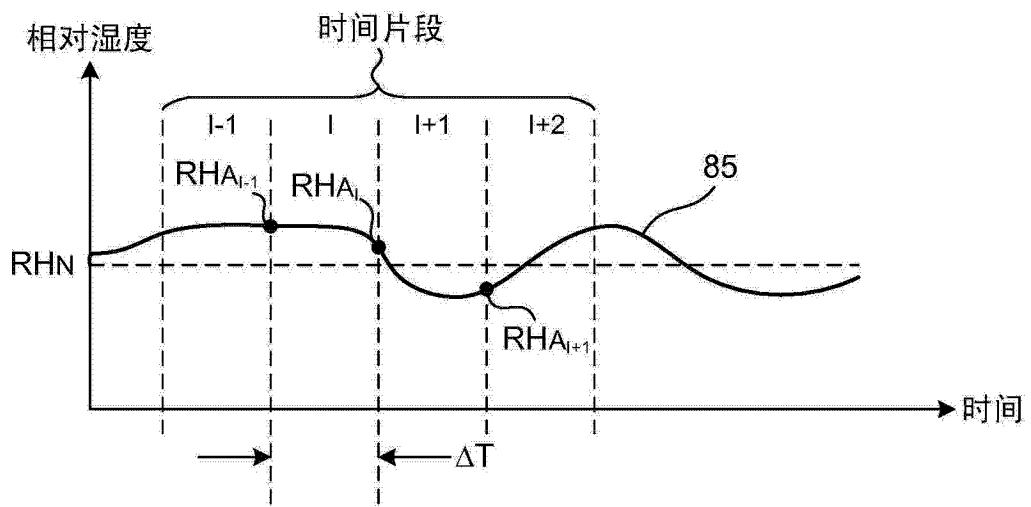


图 13

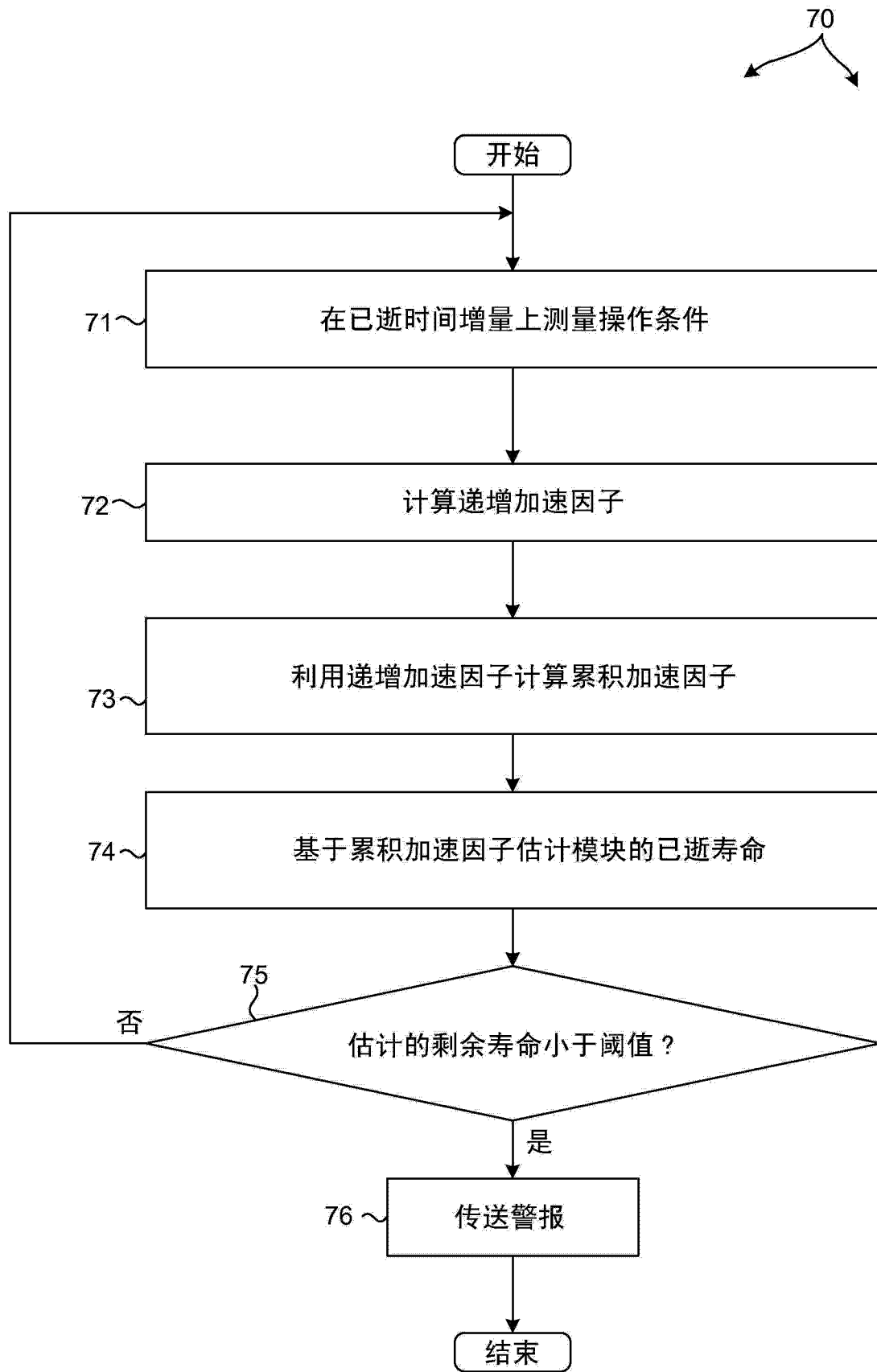


图 14

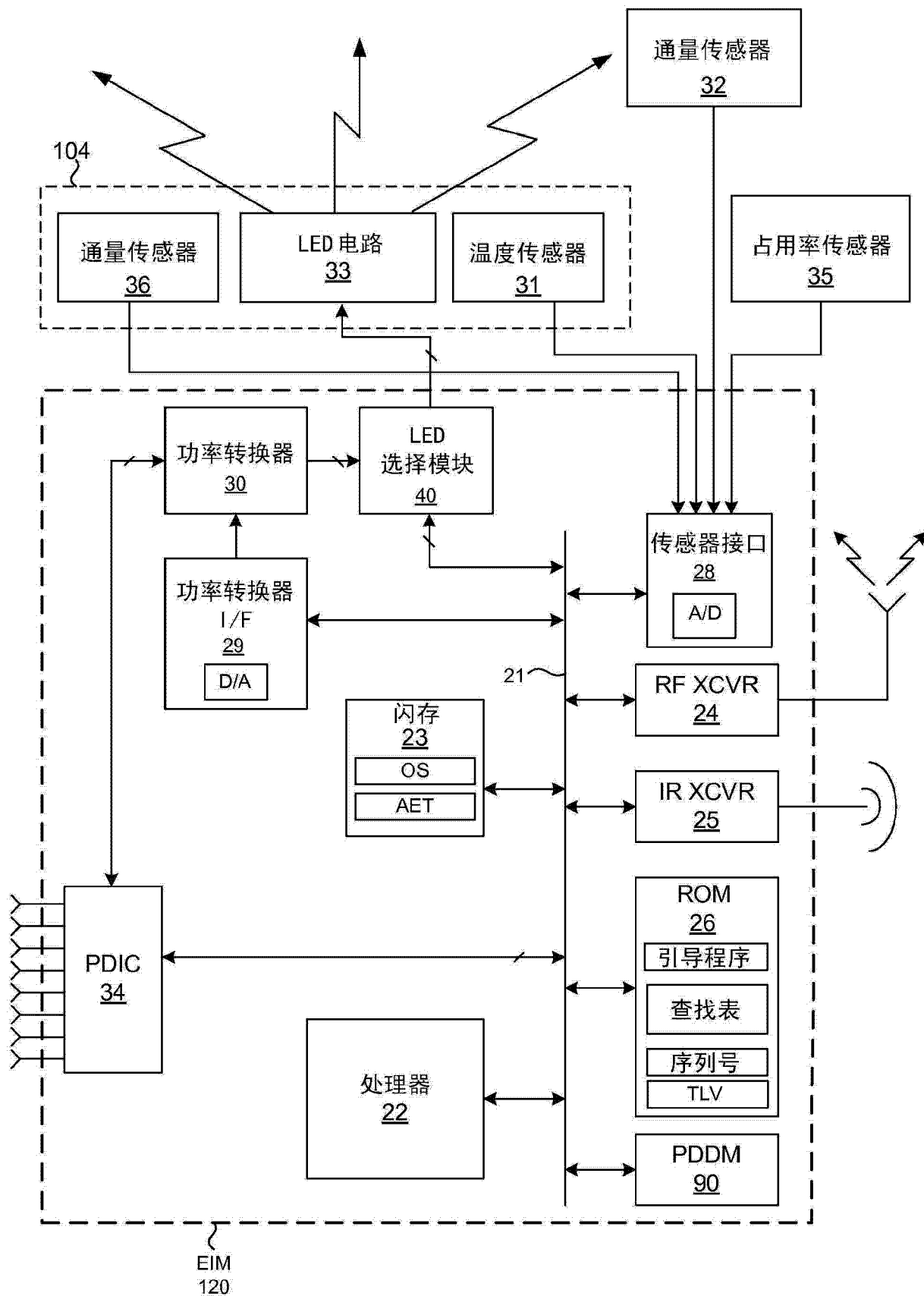


图 15

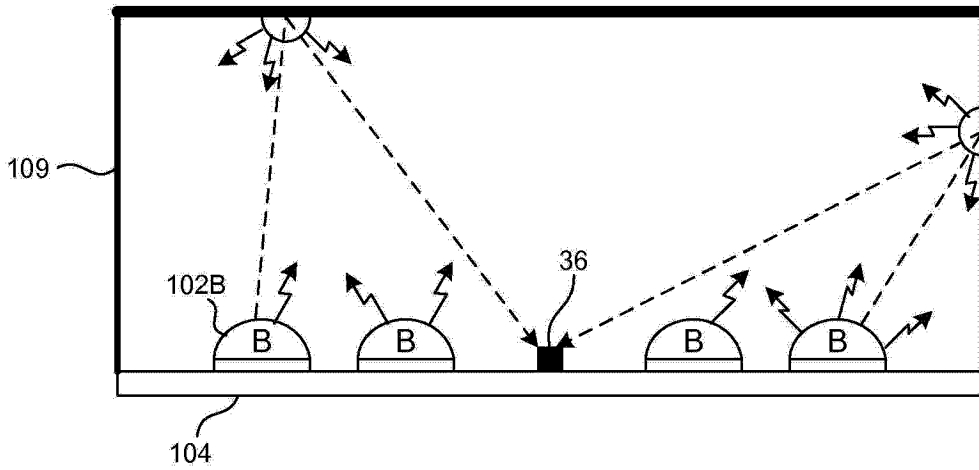


图 16

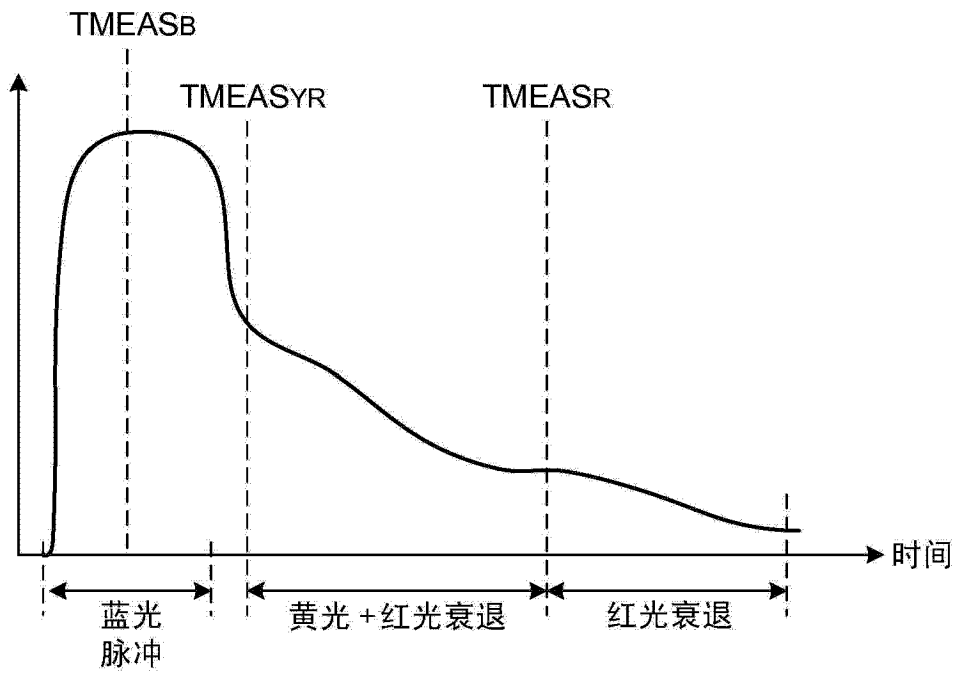


图 17

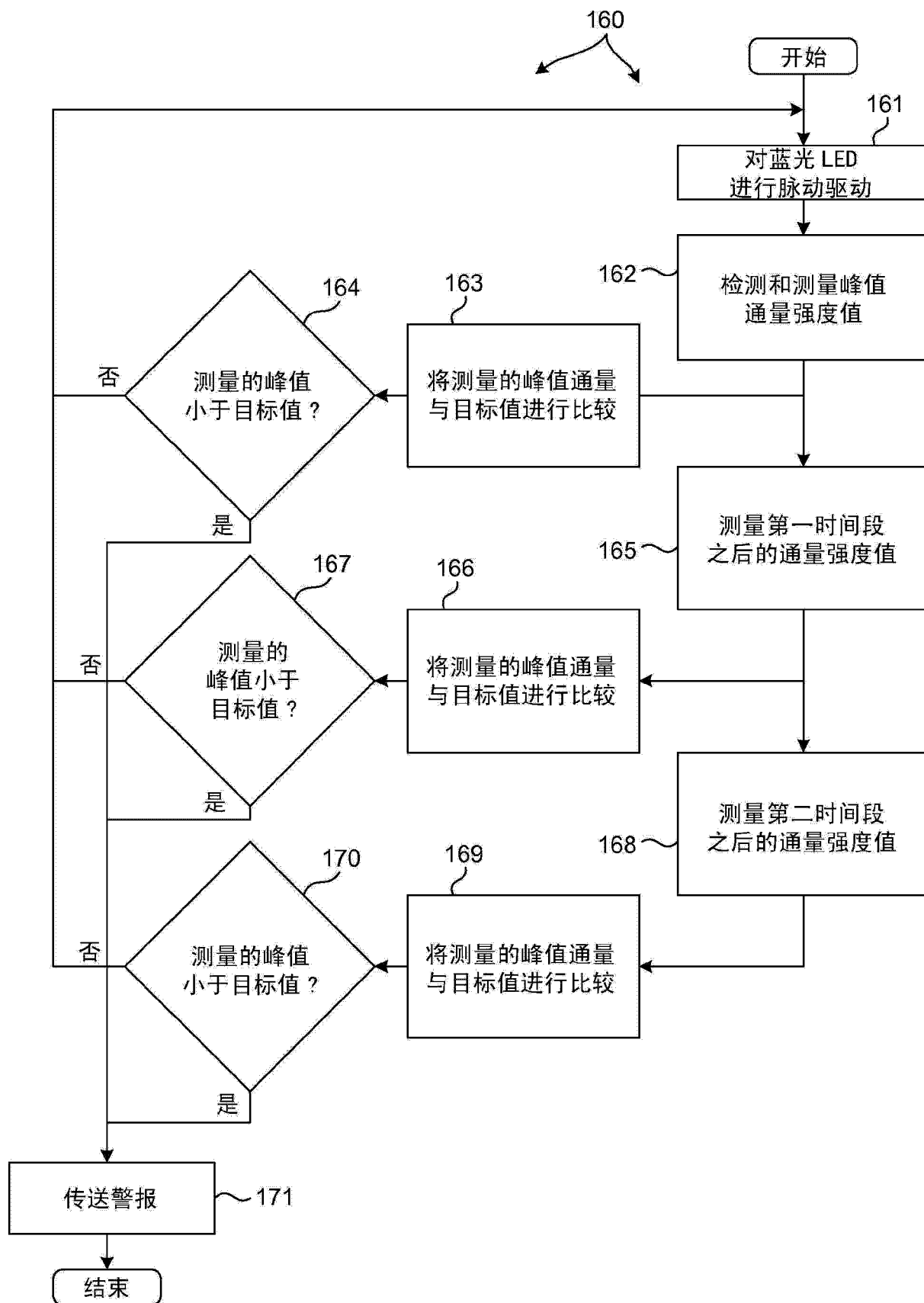


图 18

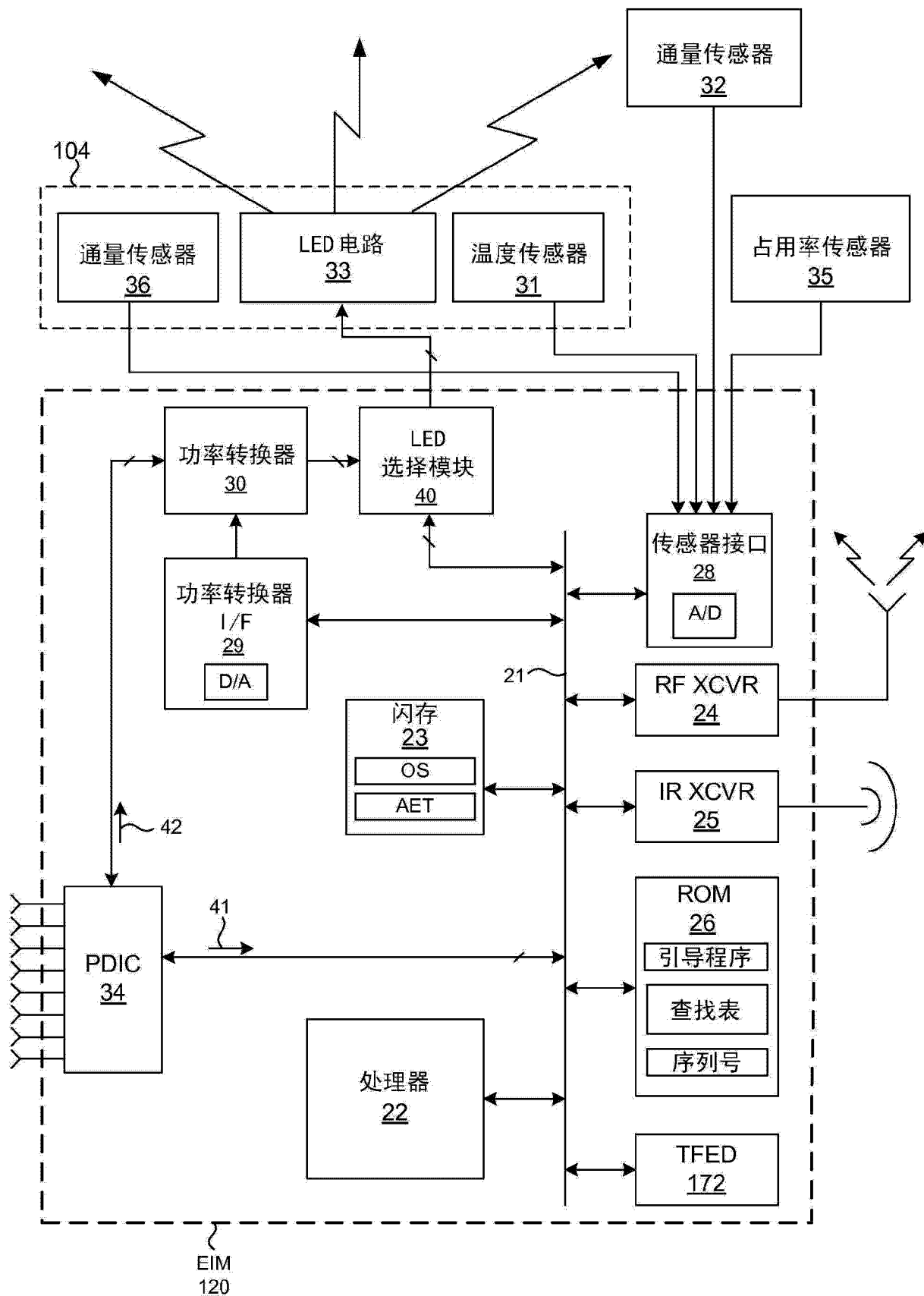


图 19

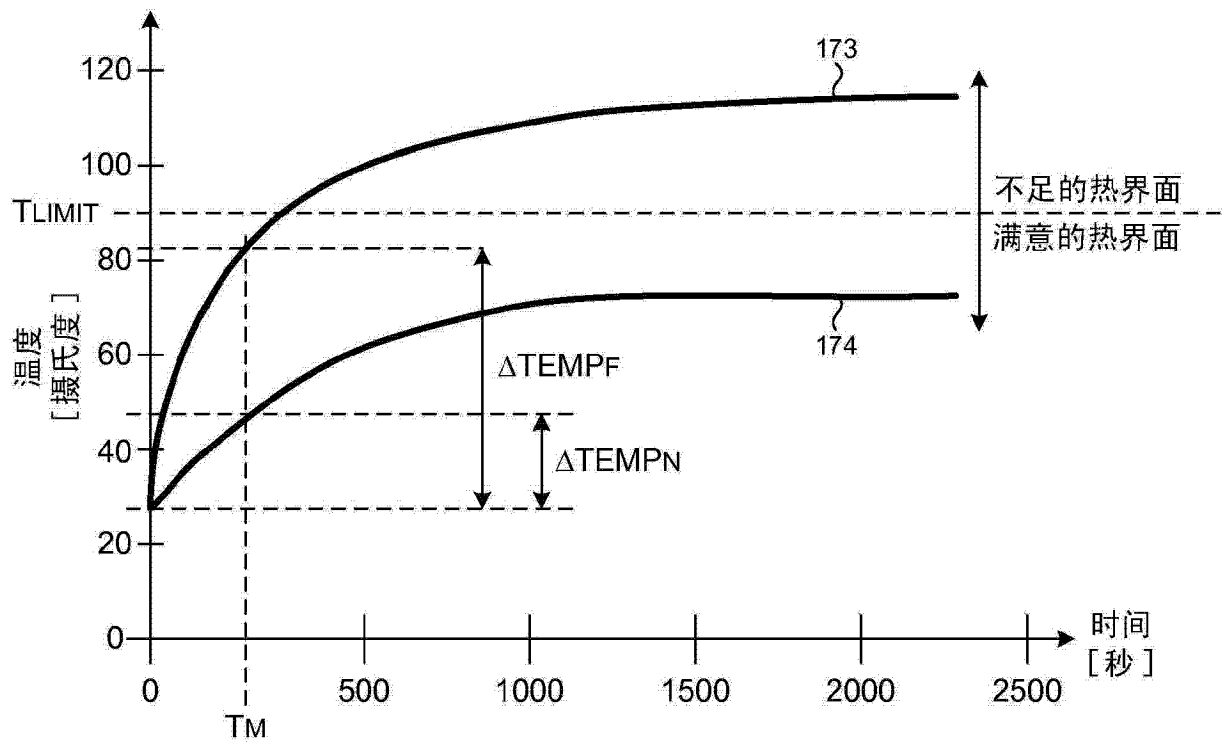


图 20

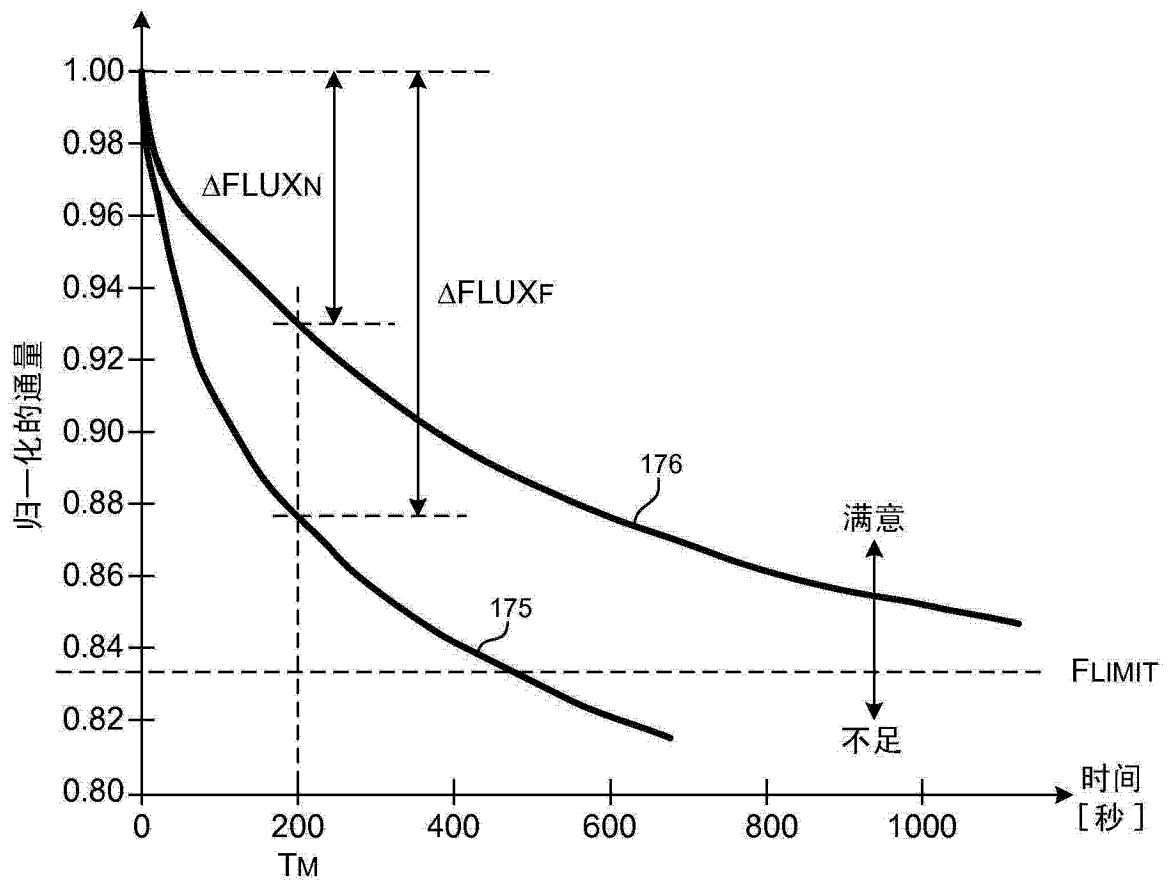


图 21

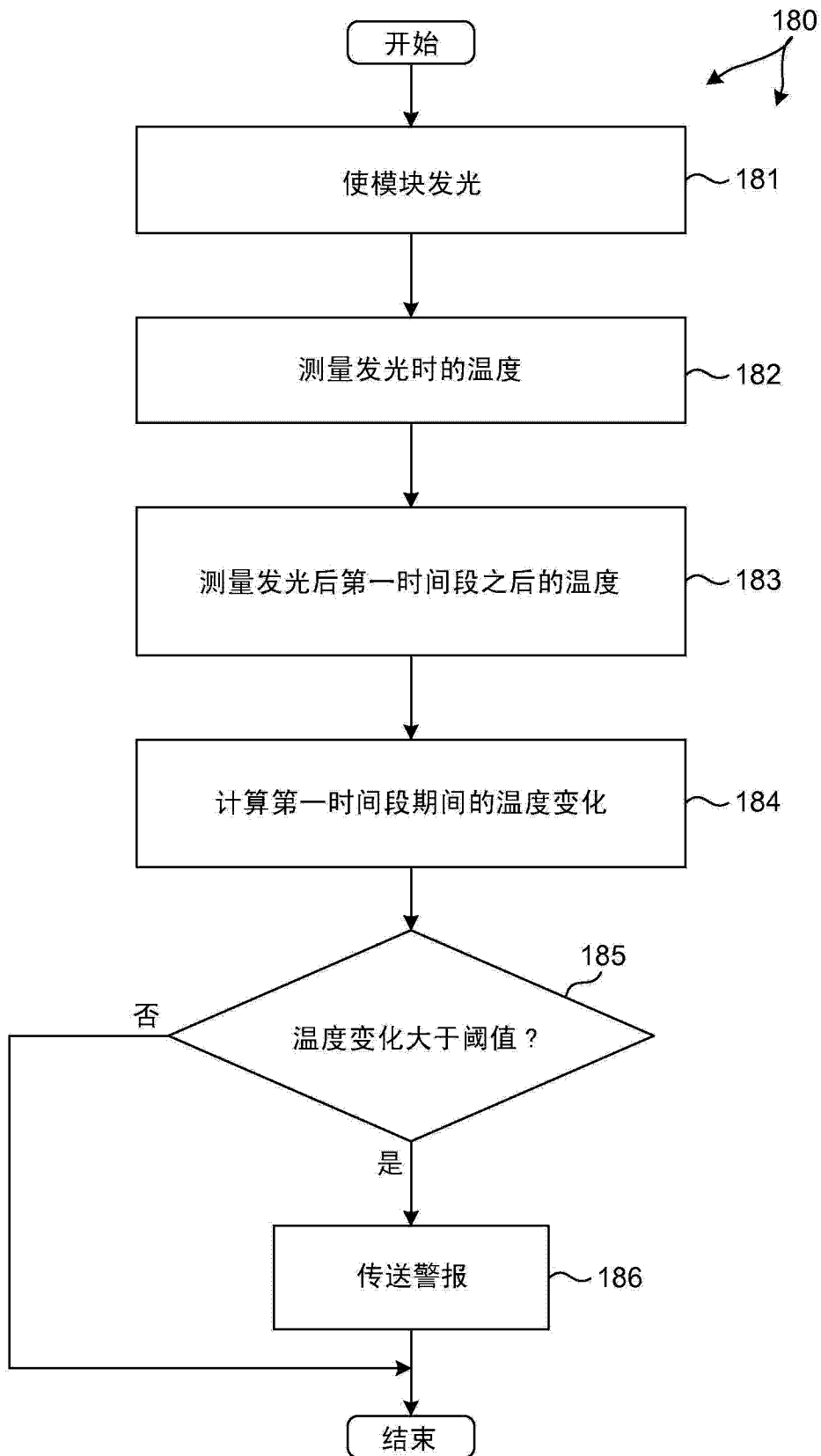


图 22

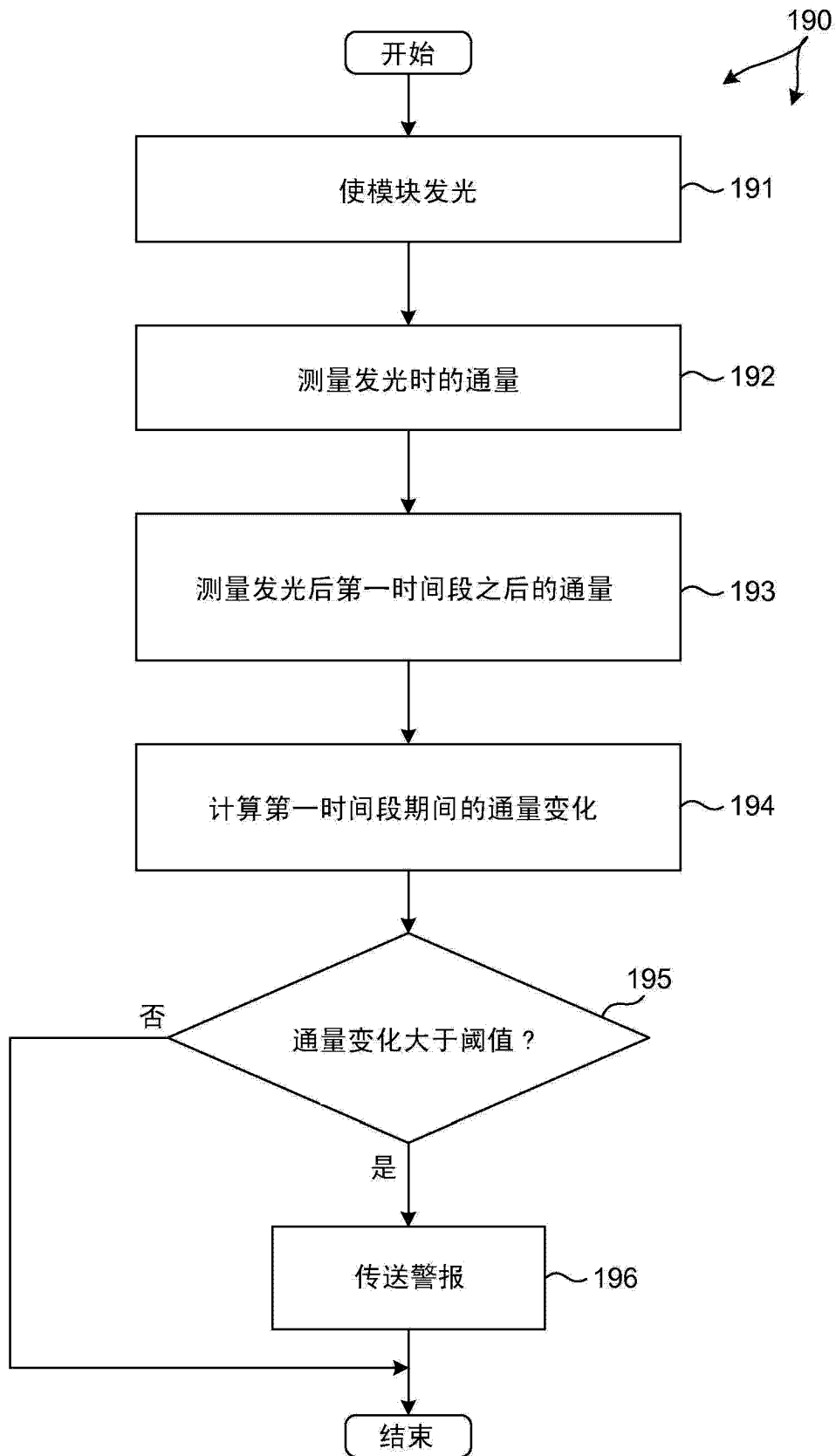


图 23

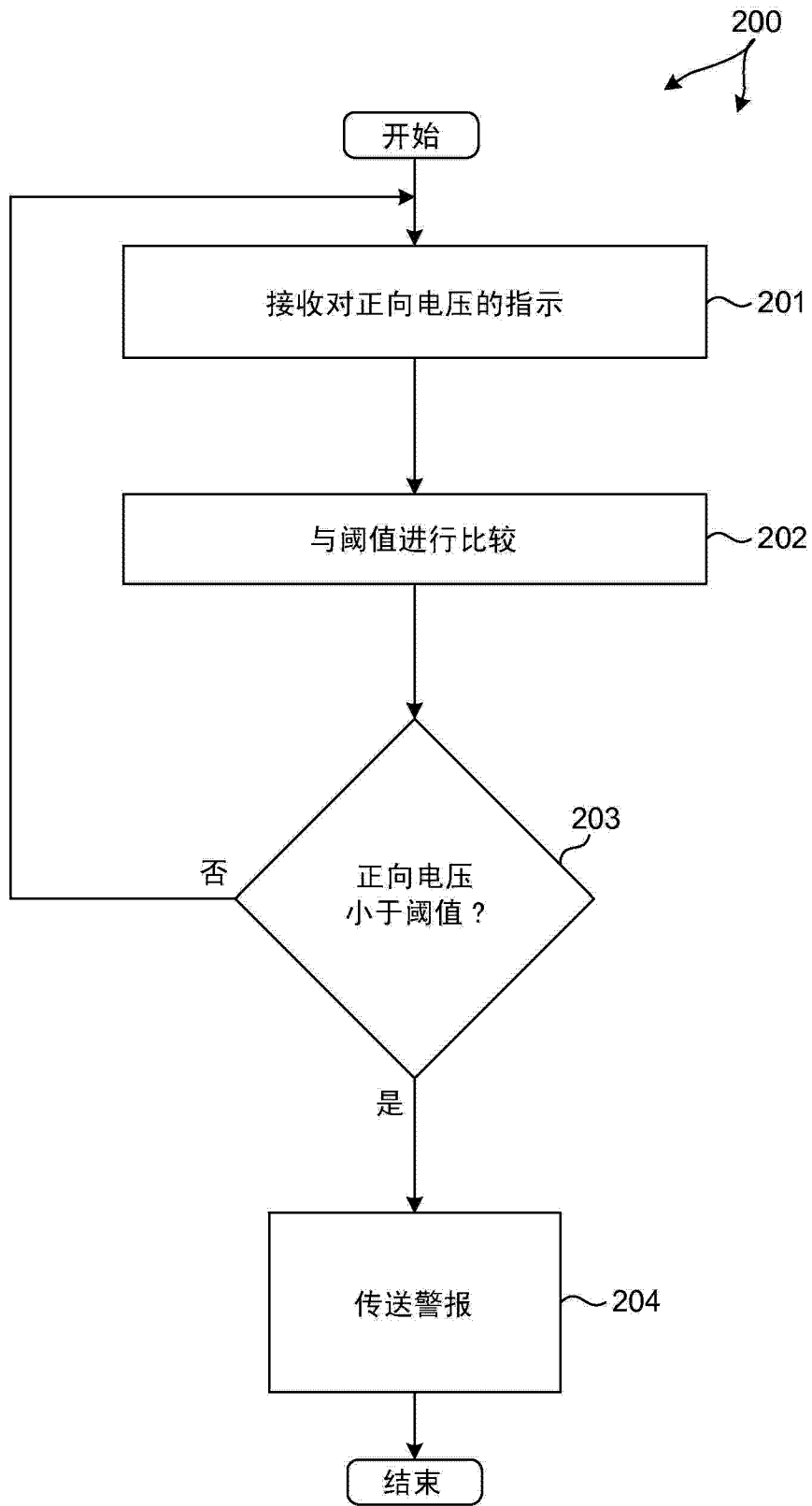


图 24

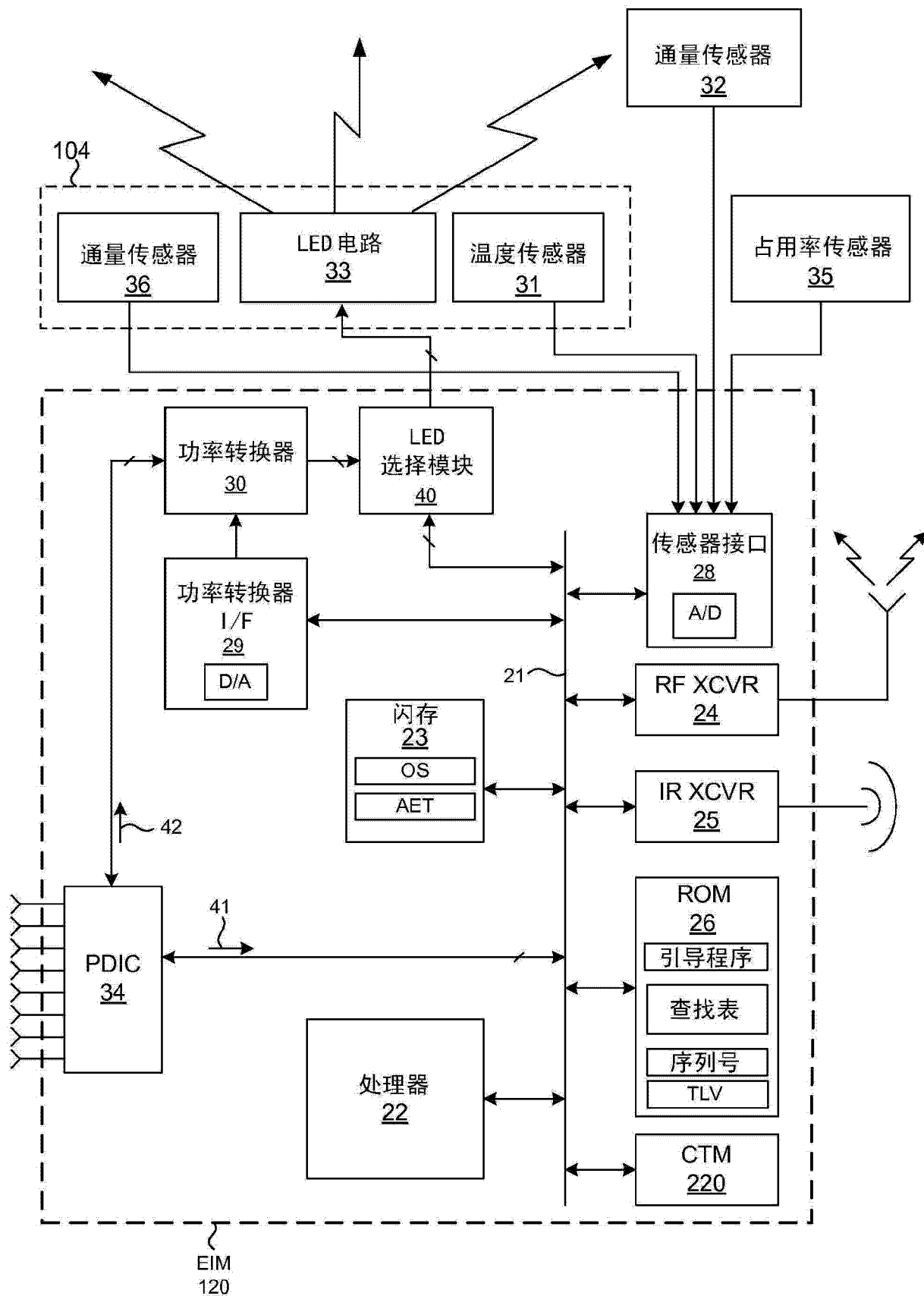


图 25

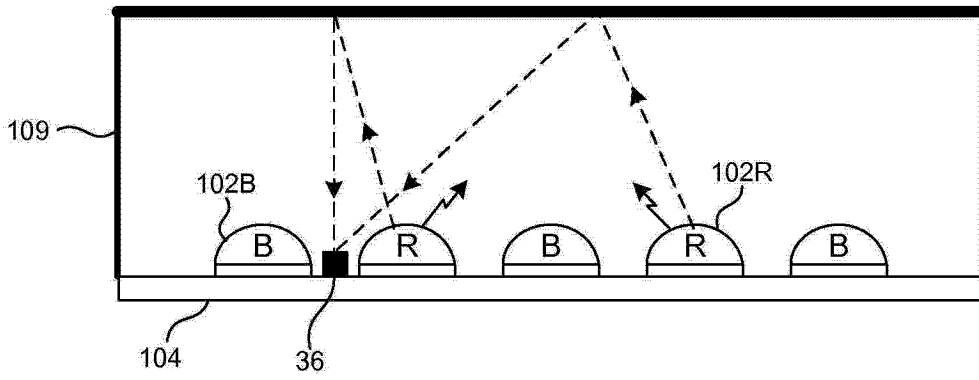


图 26A

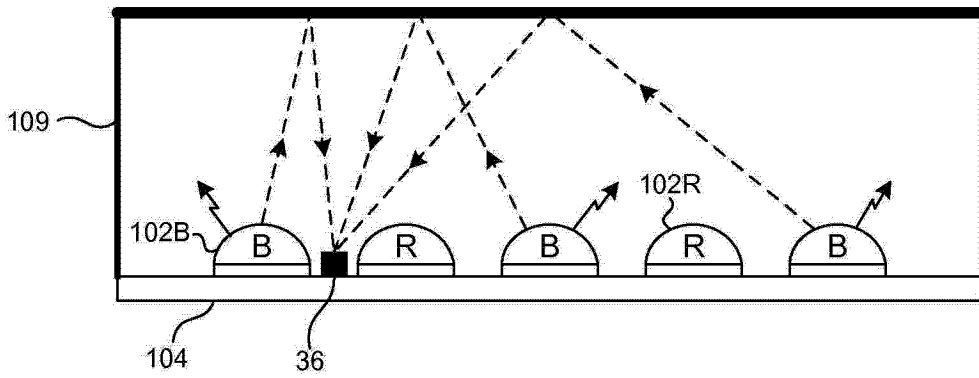


图 26B

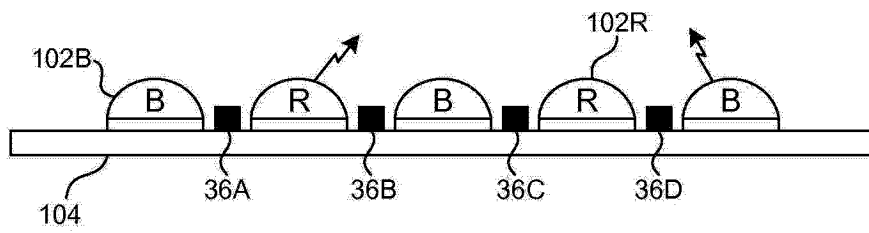


图 27

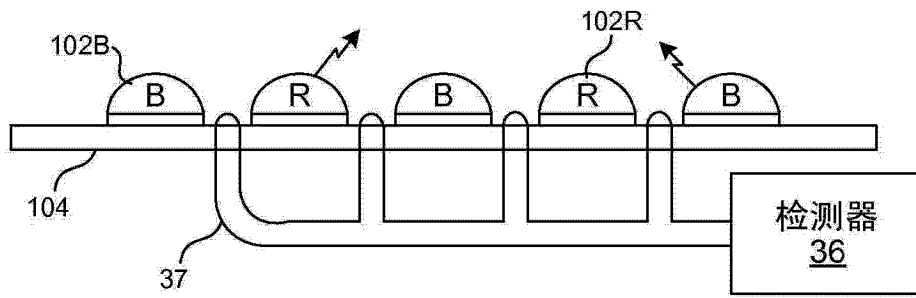


图 28

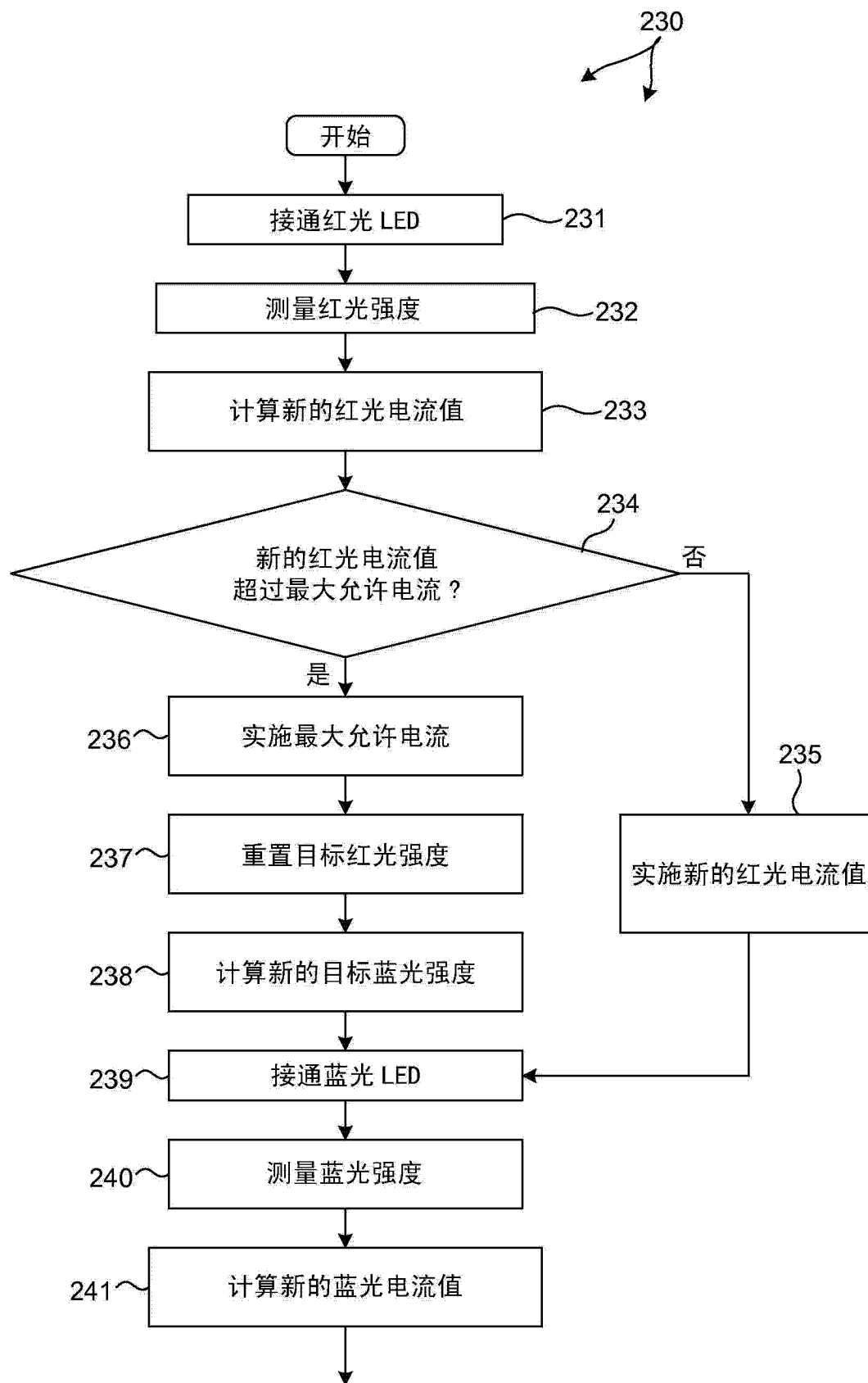


图 29A

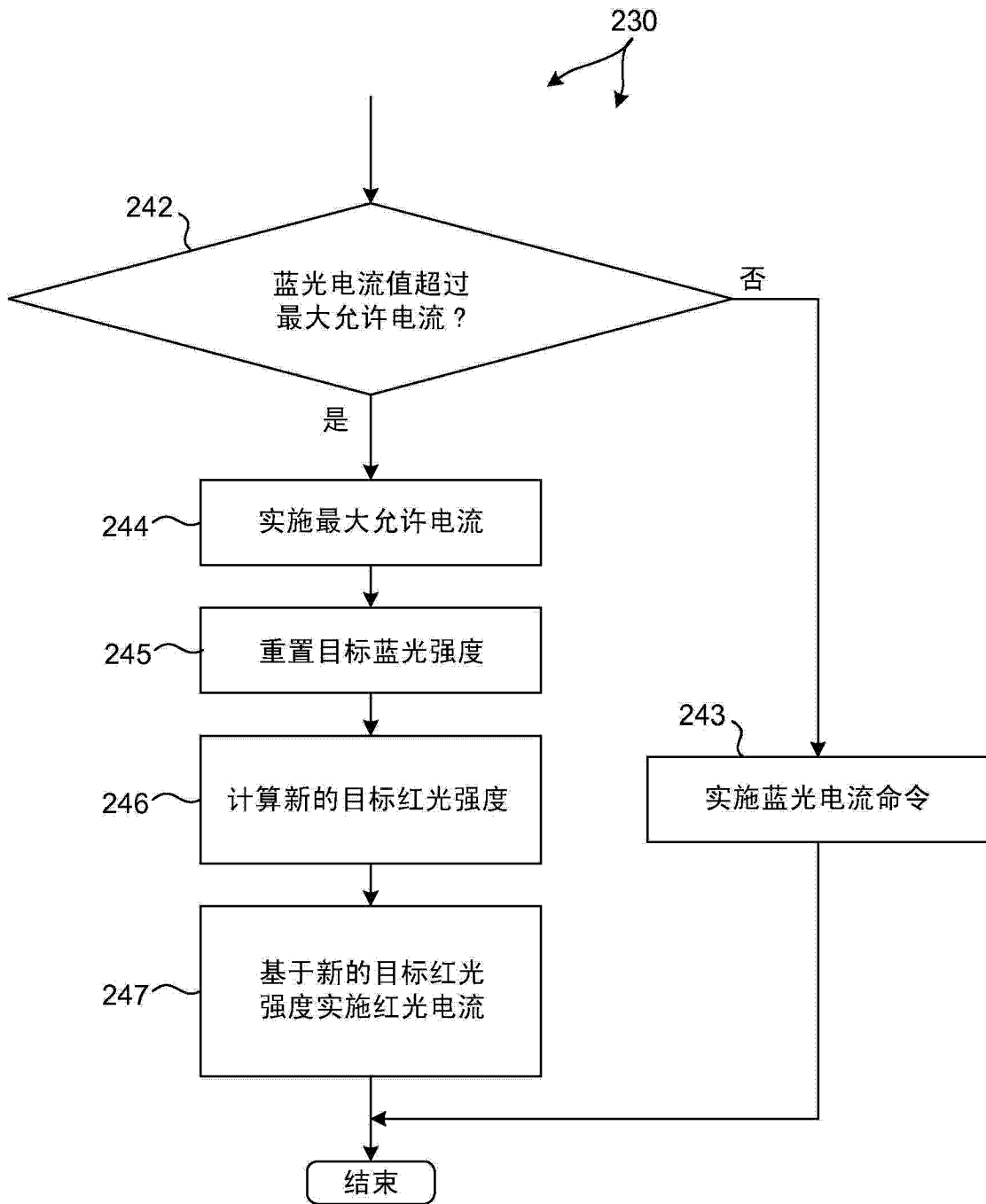


图 29B

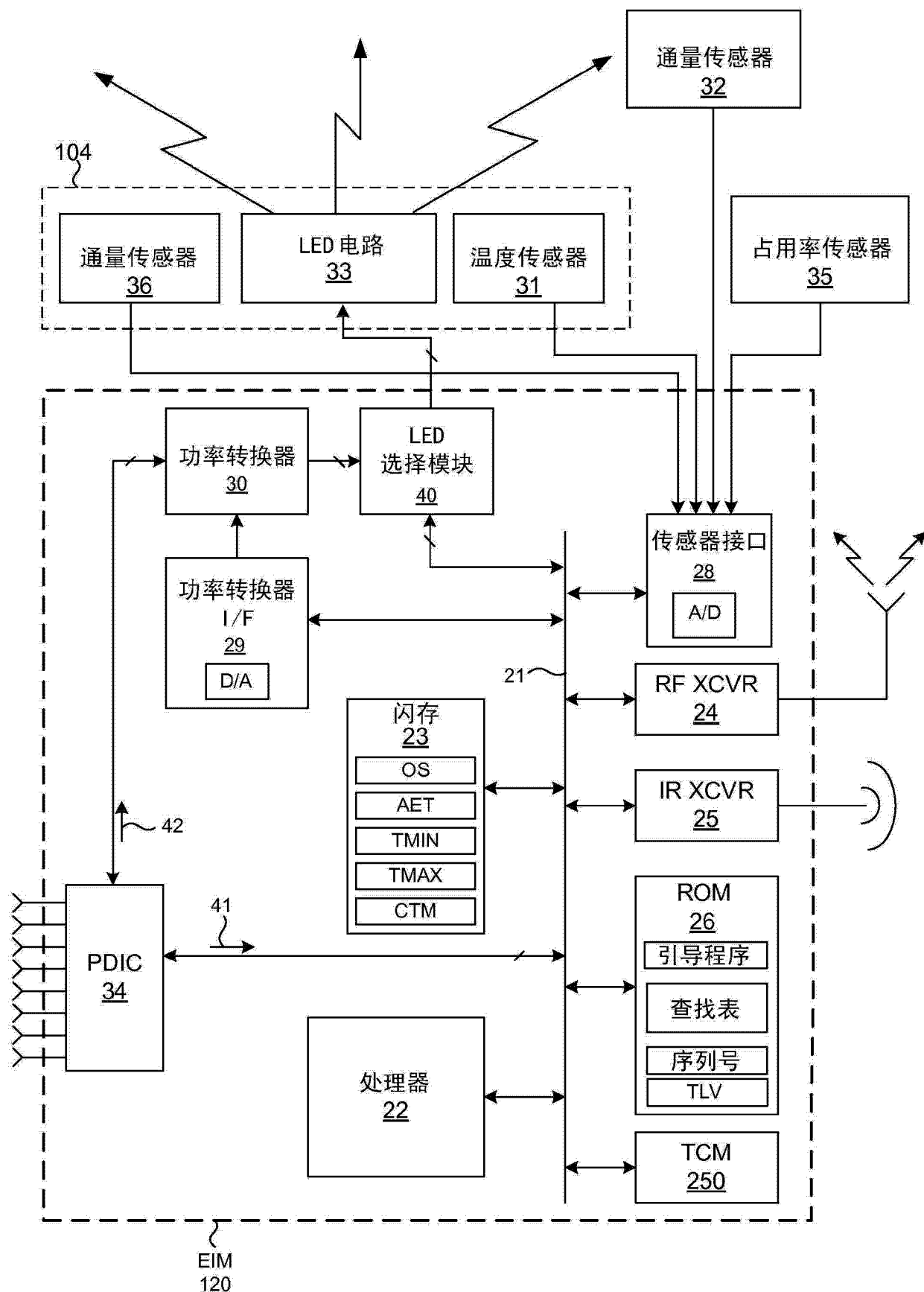


图 30

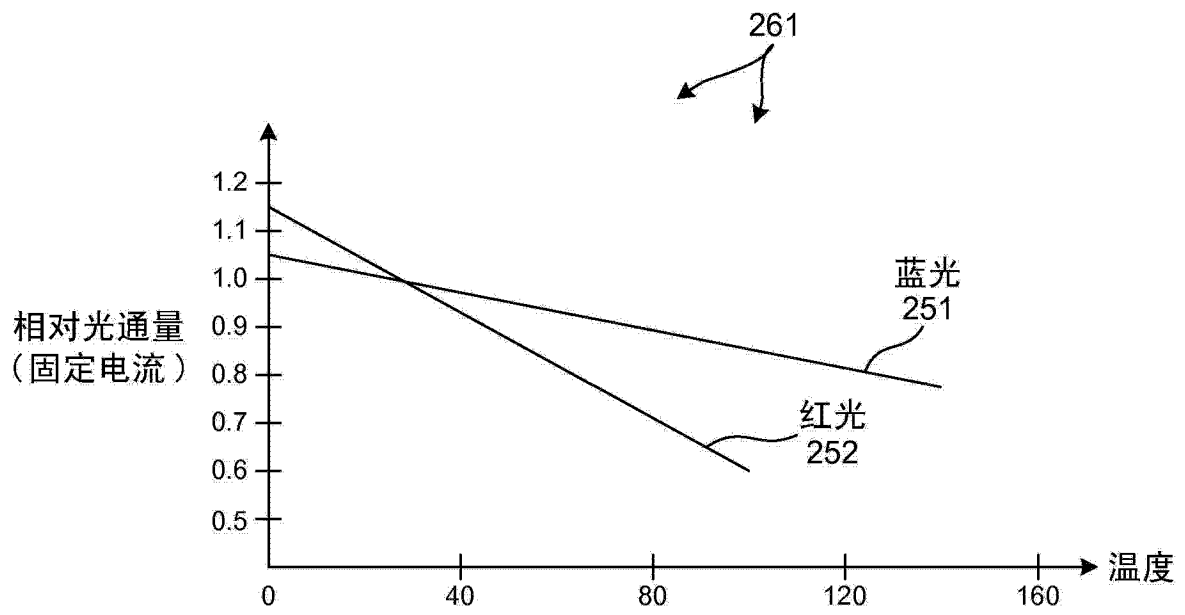


图 31

温度 (摄氏度)	电流缩放因子 (IR/IB)
20°C	1.0
30°C	1.03
40°C	1.067
50°C	1.05
60°C	1.16
70°C	1.21
80°C	1.27
90°C	1.35
100°C	1.43

图 32

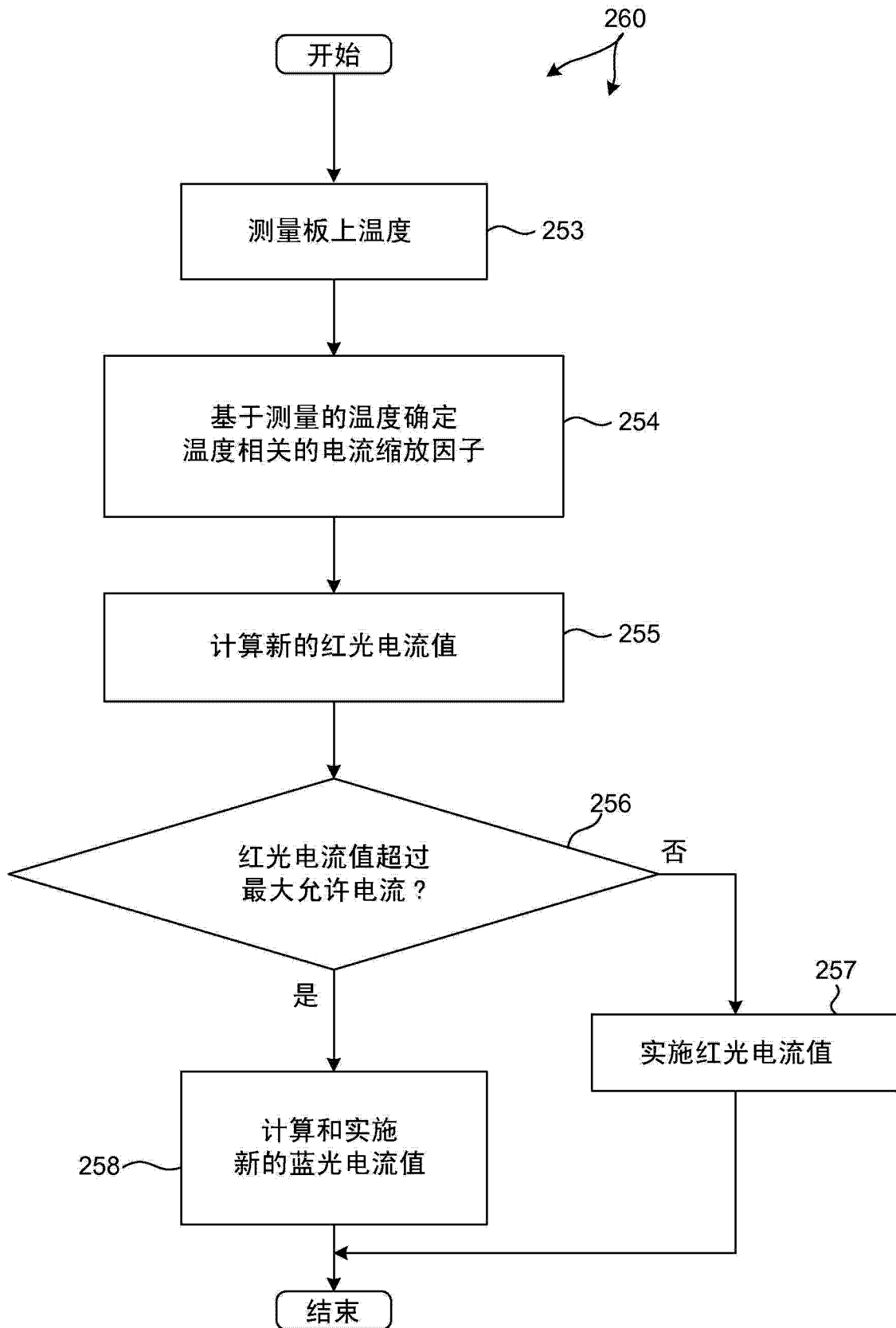


图 33

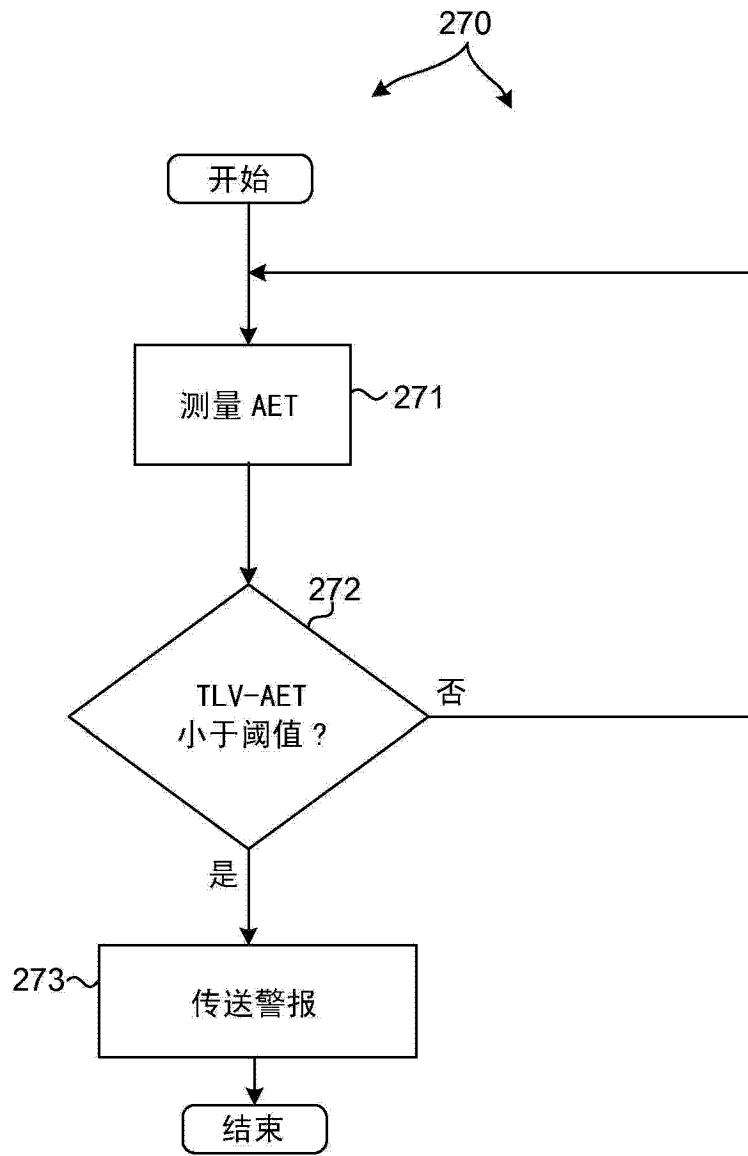


图 34

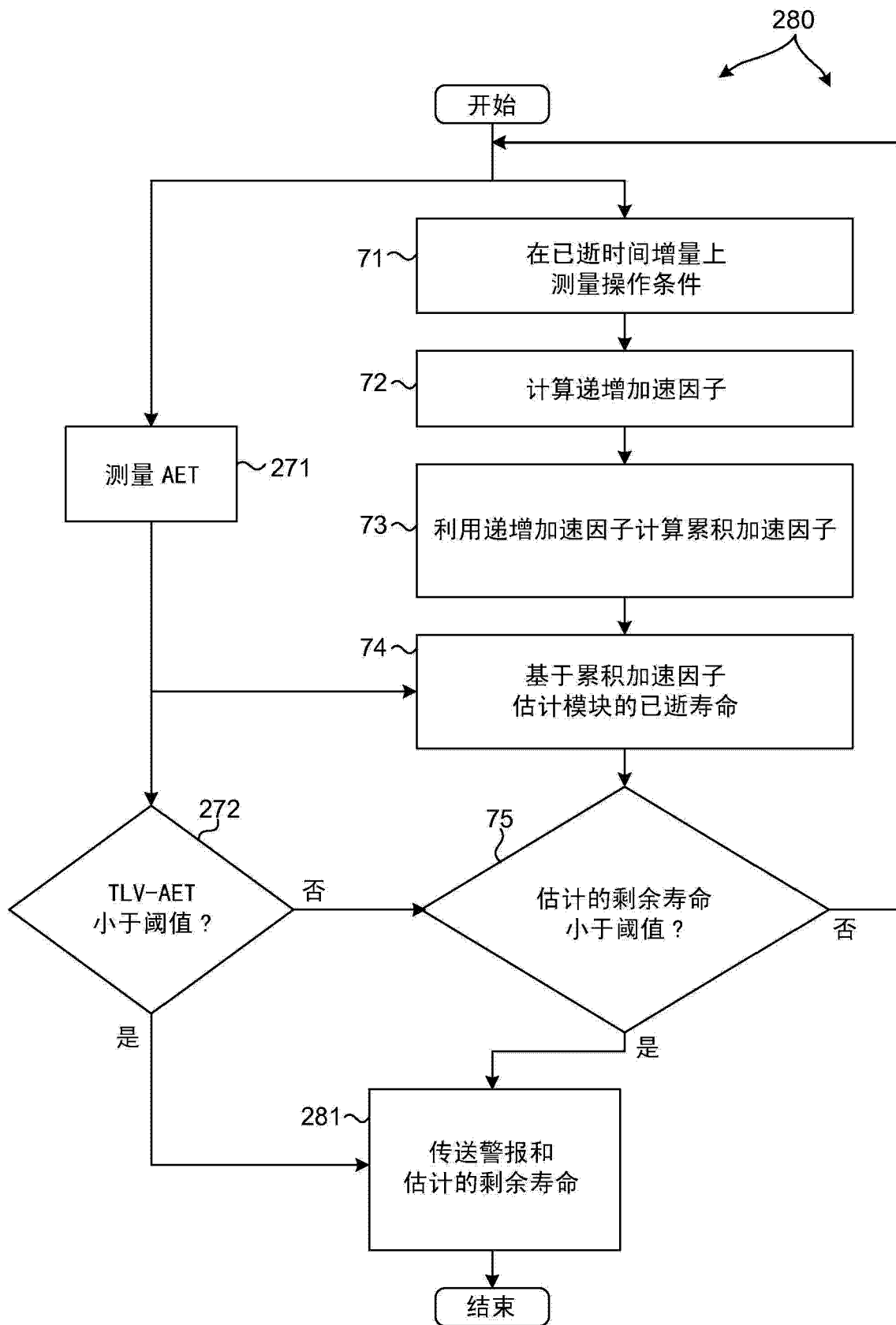


图 35

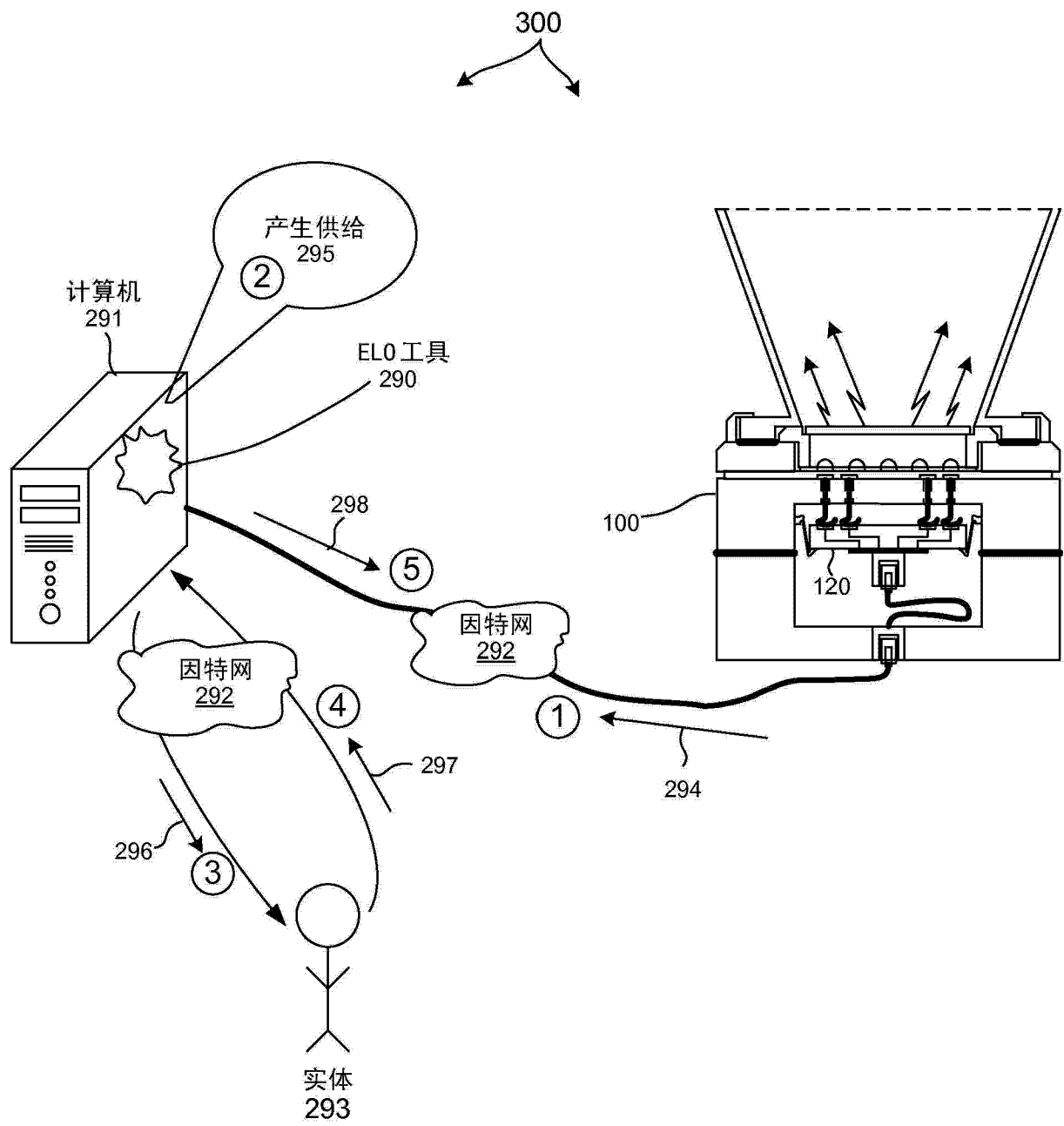


图 36