



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102762921 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 31

(21) 申请号 201080064650. 2

代理人 姜甜 李浩

(22) 申请日 2010. 12. 20

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F21V 29/02 (2006. 01)

12/711000 2010. 02. 23 US

F21Y 101/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 08. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/061227 2010. 12. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02011/106069 EN 2011. 09. 01

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M. 阿里克 S. 韦弗 T. 施特赫尔

C. 西利 G. 屈恩斯勒 C. 小沃尔夫

Y. 乌特卡 R. 沙马 S. 普拉巴卡兰

T. 伊科斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

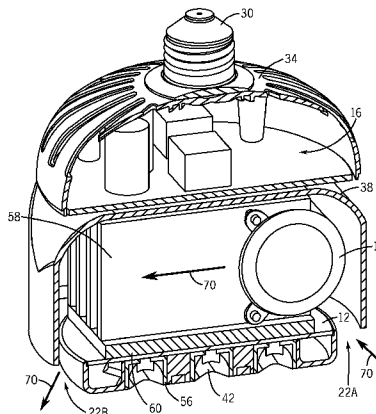
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有热管理系统的照明系统

(57) 摘要

提供具有独特配置的照明系统 (10)。例如, 该照明系统可包括光源 (12)、热管理系统 (14) 和驱动器电子器件 (16), 每个包含在壳体结构 (32) 内。光源配置成提供通过壳体结构中的开口可见的照亮。热管理系统配置成通过壳体结构提供空气流, 例如单向空气流 (70), 以便冷却光源。驱动器电子器件配置成向光源和热管理系统中的每个提供功率。



CN 102762921 A

1. 一种照明系统,包括:
壳体结构;
光源,其配置成提供通过所述壳体结构中的开口可见的照亮;
热管理系统,其配置成通过所述壳体结构提供单向空气流;以及
驱动器电子器件,其配置成提供功率给所述光源和所述热管理系统中的每个。
2. 如权利要求 1 所述的照明系统,其中,所述壳体结构包括:
罩,所述罩在其中具有狭缝并且配置成包含所述驱动器电子器件;
热管理系统壳体,其配置成包含所述热管理系统,并且具有多个气口,其中所述多个气口中的至少一个配置成夹带环境空气,并且所述多个气口中的至少另一个配置成拒绝来自所述照明系统的暖空气进入所述环境空气;以及
面板,其具有通过其形成的所述开口。
3. 如权利要求 1 所述的照明系统,其中,所述光源包括至少一个发光二极管(LED)。
4. 如权利要求 1 所述的照明系统,其中,所述光源包括采用阵列设置的 19 个蓝色发光二极管。
5. 如权利要求 1 所述的照明系统,包括:
散热器;
多个合成喷射装置;以及
管道系统,其包括配置成吸入和排出环境空气的管道。
6. 如权利要求 1 所述的照明系统,其中,所述散热器包括底座部分和从所述底部部分延伸的多个翅片,其中所述多个翅片在其之间提供多个空气间隙。
7. 如权利要求 6 所述的照明系统,其中,所述多个翅片中的至少一个具有耦合到其的所述多个合成喷射装置中的一个。
8. 如权利要求 7 所述的照明系统,其中,当所述合成喷射装置被激活时,沿所述多个空气间隙中的每个提供通过所述多个翅片中的每个的长度的单向空气流路径。
9. 如权利要求 1 所述的照明系统,其中,所述驱动器电子器件包括发光二极管(LED) 功率供应和合成喷射功率供应。
10. 如权利要求 9 所述的照明系统,其中,所述 LED 功率供应和合成喷射功率供应中的每个设置在单个印刷电路板上。
11. 一种照明系统,包括:
发光二极管(LED) 阵列,其设置在照明板的表面上;以及
热管理系统,其设置在所述 LED 阵列的上方,其中所述热管理系统包括多个合成喷射装置,其中所述多个合成喷射装置中的每个配置成在平行于所述照明板的所述表面的方向中产生射流。
12. 如权利要求 11 所述的照明系统,包括设置在所述热管理系统上方的驱动器电子器件,并且所述驱动器电子器件配置成向所述热管理系统和所述发光二极管阵列中的每个提供功率。
13. 如权利要求 12 所述的照明系统,其中,所述驱动器电子器件包含在单个板上。
14. 如权利要求 11 所述的照明系统,其中,所述发光二极管阵列包括小于或等于 19 个发光二极管。

15. 如权利要求 11 所述的照明系统,其中,所述照明系统包括基于螺钉的结构,其配置成使所述照明系统电耦合到标准插座。

16. 如权利要求 11 所述的照明系统,其中,所述照明系统配置成产生至少近似 1500 流明。

17. 如权利要求 11 所述的照明系统,其中,所述热管理系统包括散热器,其具有热传导底座部分和从所述底座部分的所述表面延伸的多个热传导翅片。

18. 如权利要求 11 所述的照明系统,其中,所述多个合成喷射装置中的合成喷射装置耦合到所述多个热传导翅片中的每个。

19. 一种冷却照明系统的方法,包括:

照亮设置在所述照明系统的平坦表面上的多个照明元件;

将来自所述多个照明元件的热传递到散热器;以及

将空气从所述照明系统外部的区域驱动通过所述照明系统并且返回到所述照明系统外部的所述区域。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中,驱动空气包括利用多个合成喷射装置产生多个合成射流。

21. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述散热器包括多个翅片,并且其中驱动空气包括驱动所述多个翅片中的每个之间的空气。

22. 如权利要求 19 所述的方法,其中,照亮包括将多个发光二极管照亮到至少近似 1500 流明。

23. 如权利要求 19 所述的方法,其中,照亮所述多个照明元件并且驱动所述空气由设置在单个板并且由公用事业电网供电的电子器件而得到促进。

24. 一种照明系统,包括:

爱迪生灯座,其配置成电耦合到标准灯插座;

光源;以及

热管理系统,其包括:

被动冷却组件;以及

主动冷却组件。

25. 如权利要求 24 所述的照明系统,其中,所述光源包括多个 LED。

26. 如权利要求 24 所述的照明系统,其中,所述被动冷却组件包括散热器,其包括与所述光源接触设置的底座部分、以及从所述底座部分延伸的多个翅片。

27. 如权利要求 24 所述的照明系统,其中,所述主动冷却组件包括合成喷射装置阵列。

28. 如权利要求 24 所述的照明系统,其中,所述被动冷却组件包括散热器,其包括与所述光源接触设置的底座部分、以及从所述底座部分延伸的多个翅片,并且其中所述主动冷却组件包括合成喷射装置阵列,其中每个合成喷射装置配置成在所述多个翅片的相应翅片对之间产生空气流。

具有热管理系统的照明系统

[0001] 关于联邦资助研究 & 开发的声明

本发明用政府支持、根据由美国能源部授予的合同号 DE-FC26-08NT01579 做出。政府在本发明中具有某些权利。

技术领域

[0002] 本发明大体上涉及照明系统，并且更具体地涉及具有热系统的照明系统。

背景技术

[0003] 持续开发高效照明系统来与例如白炽或荧光照明等传统领域的照明源抗争。尽管传统上已经在标牌应用中实现发光二极管 (LED)，LED 技术的发展已经激起在一般区域照明应用中使用这样的技术的兴趣。LED 和有机 LED 是固态半导体器件，其将电能转化成光。尽管 LED 实现将电能转化成光的无机半导体层，有机 LED (OLED) 实现将电能转化成光的有机半导体层。在提供实现 LED 和 OLED 的一般区域照明中已经取得显著的进展。

[0004] LED 应用的一个潜在缺点是在使用期间 LED 中显著部分的电被转化成热，而不是光。如果热没有有效地从 LED 照明系统中去除，LED 将以高温运行，由此降低效率并且减少了 LED 照明系统的可靠性。为了在需要期望的亮度的一般区域照明应用中利用 LED，可考虑主动冷却 LED 的热管理系统。提供紧凑、轻量、高效和对于一般区域照明应用足够亮的基于 LED 的一般区域照明系统富有挑战性。尽管引入热管理系统来控制由 LED 生成的热可能是有益的，但热管理系统自身也引入了许多额外的设计挑战。

发明内容

[0005] 在一个实施例中，提供了一种照明系统。该照明系统包括壳体结构。该照明系统进一步包括光源，其配置成提供通过壳体结构中的开口可见的照亮 (illumination)。再进一步，该照明系统包括热管理系统，其配置成通过壳体结构提供单向空气流。另外，该照明系统包括驱动器电子器件，其配置成提供功率给光源和热管理系统中的每个。

[0006] 在另一个实施例中，提供了一种照明系统，其包括设置在照明板的表面上的发光二极管 (LED) 阵列。该照明系统进一步包括设置在该 LED 阵列上方的热管理系统，其中该热管理系统包括多个合成喷射装置，其中这些多个合成喷射装置中的每个配置成在平行于照明板的表面的方向中产生射流。

[0007] 在另一个实施例中，提供了一种冷却照明系统的方法。该方法包括照亮设置在照明系统的平坦表面上的多个照明元件、将来自这些多个照明元件的热传递到散热器、以及将空气从照明系统外部的区域驱动通过照明系统并且返回到照明系统外部的区域。

[0008] 在另一个实施例中，提供了一种照明系统，其中该照明系统包括爱迪生灯座，其配置成电耦合到标准灯插座、光源和热管理系统。该热管理系统包括被动冷却组件和主动冷却组件。

附图说明

[0009] 当下列详细描述参照附图（其中类似的符号代表整个附图中类似的部件）阅读时，本发明的这些和其他特征、方面和优势变得更好理解，其中：

图 1 是根据本发明的实施例的照明系统的框图；

图 2 图示根据本发明的实施例的照明系统的透视图；

图 3 图示根据本发明的实施例的图 2 的照明系统的分解图；

图 4 图示根据本发明的实施例的图 2 和图 3 的照明系统的热管理系统的空气流；

图 5 图示根据本发明的实施例的图 2 和图 3 的照明系统的光源的透视图；

图 6 图示根据本发明的实施例的图 5 的光源的布图设计；

图 7 图示根据本发明的实施例、配置成提供功率给图 5 的光源的电路的示意图；以及

图 8 图示根据本发明的实施例、配置成提供功率给热管理系统的电路的示意图。

具体实施方式

[0010] 本发明的实施例大体上涉及基于 LED 的区域照明系统。新颖的灯具提供有驱动器电子器件、LED 光源和主动冷却系统，其包括合成喷射。在一个实施例中，照明系统适合标准 6" (15.2 cm) 光晕并且在灯和光晕之间留下近似 0.5" (1.3 cm)。备选地，可不同地缩放照明系统，这取决于应用。目前描述的实施例提供照明源，其利用 90% 驱动器电子器件效率产生近似 1500 流明 (lm)，并且可在区域照明应用中有用。热管理系统包括合成喷射冷却，其在照明系统中和外提供空气流，这允许 LED 结温对于公开的实施例保持在低于 100 °C。为了达到 1500 lm，公开的光源利用蓝色 LED 和磷光体混合物，其引起近似 3000° 开尔文和超过 82 的显色指数 (CRI) 的相关色温 (CCT)。例如，在一个实施例中，光源可利用 19 个 LED。

[0011] 有利地，在一个实施例中，照明系统使用常规的螺旋灯座（即，爱迪生灯座），其连接到电网。电功率由相同的驱动器电子器件单元适当地供应给热管理系统和光源。在一个实施例中，以 500 mA 和 59.5 V 驱动光源的 LED 而用小于 200 Hz 和 64 V (峰到峰) 驱动热管理系统的合成喷射。LED 提供总共超过 1500 稳态面流明 (face lumen)，这对于一般区域照明应用是足够的。在下文描述的图示实施例中，提供五个合成喷射装置来与具有多个翅片、和气口的散热器协同工作，以同时主动和被动冷却 LED。如将描述的，用期望的功率水平激发合成喷射装置以在照亮 LED 期间提供充分的冷却。

[0012] 因此，本发明的实施例提供独特的紧凑型照明系统，其能够有效地为区域照明应用提供期望水平的光、利用减少数量的 LED (与常规的系统相比)。公开的热管理系统提供从壳体结构的外部、通过照明系统、并且回到环境空气中的空气流。在一个实施例中，如将在下文进一步描述的，该空气流是单向的。通过使用合成喷射的主动冷却技术，结合下文描述的被动散热器和气口，本发明的实施例提供能够产生 1500 流明、具有减少数量的 LED 的廉价照明系统。

[0013] 现在参照图 1，图示框图，其图示根据本发明的实施例的照明系统 10。在一个实施例中，该照明系统 10 可以是高效固态下射式灯具。一般，该照明系统 10 包括光源 12、热管理系统 14、和驱动器电子器件 16，其配置成驱动光源 12 和热管理系统 14 中的每个。如在下文进一步论述的，光源 12 包括许多 LED，其设置成提供适合于一般区域照明的下射式照亮。

在一个实施例中,光源 12 可能能够在 100℃ 的 LED 结温以 75 lm/W、CRI>80、CCT=2700K-3200K、50000 小时寿命产生至少大约 1500 面流明。此外,光源 12 可包括颜色感测和反馈,以及角度控制。

[0014] 如还将在下文进一步描述的,热管理系统 14 配置成冷却 LED 使得 LED 结温在正常操作条件下保持在小于 100℃。在一个实施例中,热管理系统 14 包括合成喷射装置 18、散热器 20 和气口 22,其配置成协同工作来为照明系统 10 提供期望的冷却和空气交换。

[0015] 驱动器电子器件 16 包括 LED 功率供应 24 和合成喷射功率供应 26。如将在下文进一步描述的,根据一个实施例,LED 功率供应 24 和合成喷射功率供应 26 每个包括驻留在相同的系统板(例如,印刷电路板(PCB))上的许多芯片和集成电路,其中驱动器电子器件 16 的系统板配置成驱动光源 12、以及热管理系统 14。

[0016] 现在参照图 2,图示照明系统 10 的一个实施例的透视图。在一个实施例中,照明系统 10 包括常规的螺旋灯座(爱迪生灯座)30,其可连接到常规插座(常规插座耦合到电功率网)。系统组件包含在一般称作壳体结构 32 的壳体结构内。如将关于图 3 进一步描述和图示的,壳体结构 32 配置成支撑并且保护光源 12、热管理系统 14、和驱动器电子器件 16 的内部部分。

[0017] 在一个实施例中,壳体结构 32 包括罩 34,其具有通过其位置的空气狭缝 36。罩 34 配置成保护电子器件板,其具有设置在其上的驱动器电子器件 16。壳体结构 32 进一步包括热管理系统壳体 38,用于保护热管理系统 14 的组件。根据一个实施例,如在下文进一步描述的,热管理系统壳体 38 形状适于使得气口 22 允许环境空气流凭借热管理系统 14 中的合成喷射流进并且流出照明系统 10。此外,壳体结构 32 包括面板 40,其配置成支撑并且保护光源 12。如将在图 3 中描述并且图示的,面板 40 包括开口,其大小和形状适于允许光源 12 的 LED 42 的面和/或光学器件暴露在照明系统 10 的下侧处,使得当 LED 42 被照亮时提供一般区域下射式照明。

[0018] 现在转向图 3,图示照明系统 10 的分解图。如前面描述并且图示的,照明系统 10 包括壳体结构 32,其包括罩 34、热管理系统壳体 38、和面板 40。当被组装时,壳体结构 32 由配置成与罩 34、热管理系统壳体 38、和例如多个螺母 46 的夹持机构接合的螺钉 44 紧固。在一个实施例中,面板 40 大小和形状适于与照明系统 10 的灯座摩擦接合,和/或由例如附加螺钉(未示出)的另一个夹紧机构紧固。面板 40 中的开口 48 大小和形状适于使得安置在光源 12 下侧上的 LED 42 可对于开口 48 可见。光源 12 还可包括夹紧组件,例如配置成与热管理系统 14 的下侧接合的销 50。如将意识到的,可包括任何多种夹紧机构来紧固壳体结构 32 内的照明系统 10 的组件,使得照明系统 10 一旦被组装供使用,就是单个单元。

[0019] 如前面描述的,容置在罩 34 内的驱动器电子器件 16 包括许多安装在单个板(例如印刷电路板(PCB)54)上的集成电路组件 52。如将意识到的,具有安装到其的组件的 PCB 54,例如集成电路组件 52,形成印刷电路组装件(PCA)。便利地,PCB 54 大小和尺寸适于装配在保护罩 34 内。此外,PCB 54 包括通孔 56,其配置成收容螺钉 44 使得驱动器电子器件 16、热管理系统壳体 38、和罩 34 机械耦合在一起。根据目前描述的实施例,配置成为光源 12 提供功率的电子器件的全部、以及热管理系统 14 包含在单个 PCB 54 上,该单个 PCB 54 安置在热管理系统 14 和光源 12 上方。从而,根据本设计,光源 12 和热管理系统 14 共享相同的输入功率。

[0020] 在图示实施例中,热管理系统 14 包括散热器 20,其具有经由螺钉 62 耦合到底座 60 的许多翅片 58。如将意识到的,散热器 20 为由 LED 42 产生的、要耗散的热提供热传导路径。散热器 20 的底座 60 设置成靠在光源 12 的背面上,使得来自 LED 42 的热可传递到散热器 20 的底座 60。翅片 58 从底座 60 垂直延伸,并且设置成互相平行。

[0021] 热管理系统 14 进一步包括许多合成喷射装置 18,其可安装在散热器 20 的翅片 58 上。如将意识到的,每个合成喷射装置 18 配置成提供合成射流来提供 LED 48 的进一步的冷却。每个合成喷射装置 18 包括隔膜 64,其配置成由合成喷射功率供应 26 驱动,以使得隔膜 64 在中空框架 66 内快速地来回移动来形成通过框架 66 中的开口的空气喷射,该空气喷射将被引导通过散热器 20 的翅片 58 之间的间隙。合成喷射装置 18 可包括调整片 (tab)68,其具有通过其中的孔,使得销 69 可用于将每个合成喷射装置 18 紧固到相应的翅片 58。热管理系统 14 和由这些合成喷射装置 18 产生的单向空气流将在下文关于图 4 进一步描述。

[0022] 现在参照图 4,提供照明系统 10 的部分截面视图来图示热管理系统 14 的某些细节。如前面论述的,热管理系统 14 包括合成喷射装置 18、散热器 20、和气口 22。散热器 20 的底座 60 设置成与下层光源 12 接触,使得热可以从 LED 42 被动地传递到散热器 20。合成喷射装置 18 的阵列设置成主动帮助沿散热器 20 的翅片 58 的热传递的线性传递。在图示实施例中,一个合成喷射装置 18 安置在由平行翅片 58 之间的间隙提供的凹陷内。可以对合成喷射装置 18 供电以在翅片 58 之间形成散热器 20 内部的单向空气流,使得来自周围区域的空气通过口 22A 中的一个被夹带 (entrain) 进入管道并且来自散热器 20 的暖空气通过其他口 22B 被射入环境空气中。进入口 22A、通过翅片间隙并且到口 22B 外的单向空气流一般由空气流箭头 70 指示。有利地,单向空气流 70 防止热积聚在照明系统 10 内,这是关注下射式系统的热管理设计的主要原因。在备选实施例中,由合成喷射装置 18 形成的空气流可以例如是辐射式或冲击式的。目前描述的热管理系统 14 能够以近似 30W 热生成提供小于 100°C 的 LED 结温。

[0023] 如将意识到的,合成喷射 (例如,合成喷射装置 18) 是零净质量流量装置,其包括由柔性结构和小的孔口 (空气可以穿过) 包围的空气腔或体积。该结构可被诱发成以通过孔口周期性地引起对应的空气抽吸和排出。合成喷射 18 将净的正向动量赋予其外部流体,在这里是环境空气。在每个循环期间,该动量表现为自对流涡流偶极子,其发射远离喷射孔口。涡流偶极子然后撞击要冷却的表面,在这里是下层光源 12,从而扰乱边界层并且使热远离其源而对流。在稳态条件期间,该碰撞机制在被加热的组件附近发展循环模式并且便于热空气和环境流体之间的混合。

[0024] 根据一个实施例,每个合成喷射装置 18 具有两个压电圆盘,其被异相激发并且由具有孔口的薄的柔顺壁分开。该特定设计在测试该公开的设计期间已经证明冷却大幅提高。注意合成喷射操作条件应该选择成在照明应用内实践,这是重要的。压电组件与压电蜂鸣器元件相似。使合成喷射 18 夹持在灯具中的封装应该使其定向成最大化冷却效果而不机械制约合成喷射的运动。合成喷射装置 18 的冷却性能和操作特性是由于若干物理域之间的相互作用,其包括在用于致动的压电材料中的机电耦合、柔性圆盘对压电致动的机械响应的结构动力学、和对空气流 70 喷射的流体动力学和热传递。精密有限元 (FE) 和计算流体动力学 (CFD) 软件程序通常用于模拟合成喷射设计和优化的耦合物理学。

[0025] 现在参照图 5,图示根据本发明的一个实施例的光源 12。如图示的,该光源 12 包括

设置在板 72 上的许多 LED 42。根据一个实施例,光源 12 可包括十九 (19) 个蓝色 LED 42。例如,每个蓝色 LED 可以是 CREE EZ 1000、470 nm 芯片。每个 LED 42 利用 YAG 磷光体用于暖光转换。每个 LED 42 还可包括中间硅酮模制朗伯透镜。测试目前描述的布局并且导致 1500 lm,其中 25° 全宽度半最大值光学器件利用十九个蓝色 LED 42 而可能处于 55 LPW、3000 K 和 82 的 CRI。如将意识到的,光源 12 通过高度热传导界面而与散热器 20 热连通。

[0026] 如将意识到的,可采用多种类型的 LED 42。此外,利用提高的驱动能力,光源 12 中 LED 42 的数量可减少。一般,利用提供作为裸管芯的 LED 42 提供小的光源 12、减小的光学尺寸、以及容易更换个体 LED 42。图 6 图示光源 12 的一个设计布局,如在图 5 的实施例中利用的。如图示的,每个个体 LED 42 可安置到六角形覆盖区 74 上,并且以蜂巢形模式设置来最小化 LED 阵列的整个覆盖区。根据一个实施例,阵列的周长 (C_A) 近似等于 75 mm。板 72 的周长 (C_P) 可近似是 130 mm。此外,长宽 (W_L) 和短宽 (W_S) 可分别近似等于 57 mm 和 49.5 mm。如将意识到的,可采用各种大小和尺寸的 LED 42 和整个光源 12。

[0027] 如前面描述的,驱动器电子器件 16 包括 LED 功率供应 24 和合成喷射功率供应 26。在一个实施例中,在单个印刷电路板 54(图 3) 上提供驱动器电子器件 16 的每个组件的电子器件。可采用任何数量的驱动器电子器件 16 的设计来实现高效照明系统 10 的期望的结果,该高效照明系统 10 能够使用 LED 42 提供至少近似 1500 lm。如在下文进一步描述的,图 7 图示 LED 功率供应 24 的一个实施例并且图 8 图示合成喷射功率供应 26 的一个实施例,其已经被测试供在本发明的实施例中使用,并且其已经被证明对于驱动光源 12 和热管理系统 14 是可接受的。

[0028] 具体地,图 7 的图示示意图能够驱动光源 12 使得照明系统 10 具有大于 90% 的效率、大于或等于 0.9 的功率因数、输入 AC 电压和输出电压之间的电隔离 (galvanic isolation)、和在 60Hz 的 120V RMS 输入电压。如众所周知的,图示的 LED 功率供应 24 包括逆向变换器拓扑。该逆向拓扑提供隔离并且还通过构成的变压器的匝数比提供电压转换比率的调整。LED 功率供应电路 24 的开关频率可以选择成在低的 100 kHz 以便影响无源组件大小的减小。图 8 的电路被证明在为热管理系统 14 的合成喷射 18 提供足够的驱动条件方面是可接受的。本领域内技术人员将意识到可在照明系统 10 中采用任何数量的电路,以便满足驱动光源 12 和热管理系统 14 中的每个的优选系统要求。

[0029] 测试数据和示例电路设计

在为 LED 功率供应 24 选择可接受的电路设计中,考虑满足下列参数的设计。

[0030] 效率 $\geq 90\%$ 。

[0031] 功率因数对于商业应用 ≥ 0.9 ,对于住宅应用 ≥ 0.7 。

[0032] 在 60Hz 的 120V RMS 输入电压。

[0033] 输入 AC 电压和输出电压之间的电隔离。

[0034] 供应成本近似 \$10。

[0035] 基于期望的参数,为 LED 功率供应 24 选择在图 7 中图示的逆向变换器拓扑。逆向变换器电路 80 是在照明应用中使用的很好理解的拓扑。该电路的可靠性很好理解并且期望作为大规模生产中该电路组件的来源是成本有效的。逆向拓扑提供隔离并且还允许通过构成的变压器的匝数比调整电压转换比率。电路的开关频率可以选择在低的 100s kHz 以便影响无源组件大小的减小。

[0036] 逆向变换器的基本电路 80 在图 7 中示出。该电路 80 包括电磁干扰 (EMI) 滤波器 82、阻尼网络 84、用于对 AC 输入电压整流的整流器 86、和变压器 88。逆向变压器 88 将输入电压 (具有峰值 V_i) 对 LED 42 转化成 DC 电压 V_o 并且对辅助电子器件转化成 V_{cc} ，该辅助电子器件还为家政电路 (未示出) 供电并且也为合成喷射 18 的功率电子器件供电。开关 Q_1 (在这里，是 MOSFET 90，在下文进一步描述) 以感兴趣的开关频率 f_{sw} 操作。逆向变换器的转移函数是：

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{N_s}{N_p} \frac{D}{1-D} \quad (1)$$

其中 N_p 和 N_s 代表逆向变压器 88 的一次和二次匝数并且 D 是操作开关 Q_1 的占空比。在设计该变换器 80 中的一个重要的考虑是在操作期间维持高的功率因数的能力。采用间断操作模式操作的逆向变换器实现自然功率因数为 1。例如，以占空比 D_1 和时间期间 T 操作的逆向变换器 80 的简单情况可是说明性的。如果逆向变换器 80 采用间断操作模式操作，磁化电感 L 中的电流将在开关 Q_1 接通的时间期间线性斜升到峰值 i_{pk} 并且然后在开关 Q_1 断开时线性斜降到零。如果电感器大小适当，电感器电流将在开始下一个循环之前达到零。在期间 $D_1 T$ 末端，存储在电感器中的能量可以表示如下：

$$E = \frac{1}{2} L i_{pk}^2 \quad (2)$$

值 i_{pk} 可以表示为

$$i_{pk} = V_i \frac{D_1 T}{L} \quad (3)$$

通过将方程 (3) 代入方程 (2)

$$E = \frac{1}{2} L \frac{V_i^2 D_1^2 T^2}{L^2} = \frac{V_i^2 D_1^2}{2L f_{sw}^2} = \frac{V_i^2}{2L f_{sw}^2 D_1^2} \quad (4)$$

输送给负荷的功率的量由此可以推导为：

$$P_{load} = E \times f_{sw} = \frac{V_i^2 D_1^2}{2L f_{sw}^2} \times f_{sw} = \frac{V_i^2}{2L f_{sw}} = \frac{V_i^2}{R_{typ}} \quad (5)$$

对于具有 RMS 值 V_{in-rms} 的交流输入电压的功率供应，该功率供应需要的输入功率是

$$P_{in} = \frac{V_{in-rms}^2 D_1^2}{2L f_{sw}^2} \quad (6)$$

方程 (6) 用于对逆向变压器 88 计算磁化电感 L 的值。为了这样做，固定两个设计参数 D_1 和 f_{sw} 。 D_1 设置成值为 0.5。 f_{sw} 的值选为低传导发射。例如 CISPR、IEC、FCC 等若干标准典型地用于限制最大传导辐射。这些应用的大部分对 150kHz 和 30MHz 之间的传导电磁干扰 (EMI) 施加约束。为了对传导辐射实现高阻抗，选择如接近 150kHz 的开关频率。

[0037] 例如，在 140kHz，将预期对称三角开关谐波电流来以 f_{sw} 的奇次谐波传导电流。预期第一奇次谐波是 420 kHz。在该频率，磁化电感 L 的阻抗预期成足够高来限制传导的谐波

电流。假设效率 (η) - 规定的目标效率为 90%。基于这些参数, L 的值计算如下:

$$L = \frac{V_{in-rms}^2 D_1^2 \eta}{2 f_{sw} P_o} = \frac{120^2 \times 0.5^2 \times 90\%}{2 \times 140 \times 10^3 \times 32.41} = 360 \mu\text{H} \quad (7)$$

表 1

逆向功率供应的设计参数

开关频率(f_{sw})	140kHz
Q_1 的占空比	0.5
RMS 输入电压(V_{in-rms})	120V
LED 功率级的 DC 输出电压(V_o)	$\approx 58\text{V}$
需要的输出功率(P_o)	32.41
目标效率(η)	90%
需要的磁化电感(L)	360 μH
匝数比($N_p : N_s$)	> 2.9
导体的操作温度	100 C

基于间断操作模式的需要计算变压器 88 的匝数比。间断传导模式的设计准则从图 7 是

$$D_1 T > D_2 T \quad (8)$$

跨磁化电感的伏秒平衡的方法将需要

$$\frac{N_p}{N_s} > \frac{V_{in-rms} \times \sqrt{(2)}}{V_o} > \frac{120 \times \sqrt{(2)}}{58} > 2.9 \quad (9)$$

匝数比设计成满足方程 (9)。然后完成逆向变压器的芯和绕组的设计。铜的透入深度在 100 C 是 216 μm 。在高频设计中, 接近度和涡流损耗可能是显著的并且可能降级效率。因此, 选择绞合线以便减小绕组损耗的影响。基于提出的分析, 具有 AWG 44 (51 μm 直径股) 股的绞合线确定为可行设计。典型地, 小于铜的透入深度的 3x 至 4x 的股直径有助于使高频的电阻维持接近 DC 电阻。基于从 LTSPICE [3] 中的电路模拟抽取的 RMS 电流以及商业可用性选择一次和二次束配置。

[0038] 高压绕组 (HV) 和低压绕组 (LV) 都保持在 60Hz 的低频单极电流、和在 140kHz 的叠加三角电流。股尺寸的选择也由绕组可用的面积的量引导。逆向变压器 88 的最大允许尺寸对于该应用规定为 2.54 cm。E 芯几何结构 (E25/10/6) 选为最大芯, 其将符合约束。具有圆形股的绞合线绕组的填充因子 F_p 估计如下:

$$F_p = \frac{A_{circle}}{A_{square}} \times 0.5 = \frac{\frac{\pi a^2}{4}}{a^2} \times 0.3 = 0.23 \quad (10)$$

其中 A_{circle} 代表由方形截面侧 a 中的直径 a 的圆形股占据的面积。施加 0.5 的因子来包括绞线束的绝缘和弯曲半径的影响。选择的 $51 \mu\text{m}$ 的股直径连同区域缠绕窗口 (area winding window) 实现如下：

$$A_T = \frac{A_w}{2} \times F_p \times \frac{1}{N} \quad (11)$$

其中 A_w 是绕线筒中的可用缠绕面积并且 A_T 是具有 N_{HV} 匝的绕组的单匝可用的面积。因子 2 适用于对该应用中的 2 绕组设计中的 HV 和 LV 绕组设置相等面积。利用固定的股直径 (d_s), 适合缠绕窗口所需要的股的数量计算如下：

$$N_s = \frac{A_T}{\frac{\pi}{4} d_s^2} = \frac{A_w}{2} \times F_p \times \frac{1}{N_{\text{HV}}} \times \frac{4}{\pi d_s^2} \quad (12)$$

计算需要的 HV 匝的数量。对于采用间断传导模式操作的逆向变压器, 应用下列方程：

$$\int_0^{D_s T} V_{\text{in}}(t) = N_{\text{HV}} \times A_{\text{core}} \times B_{\text{sat}} \quad (13)$$

其中 $V_{\text{in}}(t)$ 代表时间变化的单极输入电压, 其在具有截面面积 A_{core} 的磁芯中施加单极磁通。材料的饱和通量密度表示为 B_{sat} 。在输入电压的峰值处, 方程 (13) 可以计算为：

$$0.5 \times V_{\text{in-rms}} \times \sqrt{2} \times T = \frac{0.5 \times V_{\text{in-rms}} \times \sqrt{2}}{f_{\text{sw}} \times N_{\text{HV}} \times A_{\text{core}} \times B_{\text{sat}}} \quad (14)$$

芯材料基于对 140 kHz 操作的数据表建议并且还基于在设计的时候的商业可用性而选为 3C90 铁氧体。芯的性质在表 II 中示出, 在下面：

表 II

E25/10/6、3C90 芯的参数

开关频率(f_{sw})	140kHz
芯的假设操作温度	100C
饱和磁通密度(B_{sat})	0.38T
芯截面面积(A_{core})	$39.5 \times 10^{-6} \text{m}^2$
芯体积	$1930 \times 10^{-9} \text{m}^3$

使用表 II 中的参数从方程 (14) 计算 HV 匝的数量如下：

$$N_{\text{HV}} = \frac{0.5 \times V_{\text{in-rms}} \times \sqrt{2}}{f_{\text{sw}} \times A_{\text{core}} \times B_{\text{sat}}} = 41 \quad (15)$$

HV 绕组的最大允许股使用方程 12 计算如下：

$$N_{s-\text{HV}} \leq \frac{A_w \times F_p}{2} \times \frac{f_{\text{sw}} \times A_{\text{core}} \times B_{\text{sat}}}{0.5 \times V_{\text{in-rms}} \times \sqrt{2}} \times \frac{4}{\pi d_s^2} \leq 78 \quad (16)$$

LV 绕组的匝 N_{LV} 的数量选为 15 以便满足方程 (11) 中的等式。LV 绕组的最大允许股使用方程 (12) 计算如下：

$$N_s \leq \frac{A_w}{2} \times F_p \times \frac{1}{N_{LV}} \times \frac{4}{\pi d_s^2} \leq 214 \quad (17)$$

分别为 HV 和 LV 绕组选择具有 66 股 AWG 44 和 150 股 AWG 44 的绞合线。这些是在设计的时候在商业上可用的最合适的设计。这完成了高频变压器 88 的设计。

[0039] 如将意识到的, 变压器 88 的漏电感极大地影响功率供应的效率。变压器 88 交错以便减少存储在缠绕窗口中的漏能。实现缠绕构建使得 LV 绕组缠绕在 HV 绕组的任一侧上的两个层中。首先, 8 匝的 150/44 绞合线 (150 股的 AWG 44 绞合构造) 缠绕在 CPH-E25/10/6-1S-10P-Z 绕线筒上。接着, 缠绕 41 匝的 66/44 绞合线 (66 股的 AWG 44 绞合构造), 之后缠绕 7 匝的 150/44 绞合线。认为绞合线束上的绝缘对于电压隔离是足够的 (预想最大 $2 \times 170\text{V}$ 峰值输入电压)。在不具有交错的设计中, 由于变压器的漏能而引起的损耗预期是 0.5W (大约总损耗的 2%)。通过使变压器交错, 损耗降低了 $4x$ 到 120mW (大约总损耗的 0.4%)。预期变压器耗散近似总损耗的 5%。

[0040] 仍参照图 7, 如上文描述的, 开关 Q_1 在电路 80 中是 MOSFET 90。研究若干商业上可用的 MOSFET。基于从电路模拟获得的电压和电流应力对每个零件估计损耗。研究由 Fairchild Semiconductor Inc. 制造的若干 MOSFET 的开关损耗和传导损耗。研究 Fairchild Semiconductor 零件是因为它们已经在其他 GE 照明产品 (例如, PAR38 LED 灯) 中使用。然而, 来自其他供应商的零件可也是适合的。

[0041] 采用间断传导模式操作逆向变压器 80 的策略导致高的峰值电流, 特别是在高频纹波中。因此最小化通道电阻是关键。而且, 开关损耗在 140kHz 可能是高的。与传导损耗和开关损耗关联的权衡在下面的表 III 中示出:

表 III

MOSFET 损耗计算

模型	V_{total} (V)	I_{total} (A)	$2xR_{\text{ds(on)}}$ m Ω	Cross-ctf (pF)	Ciss (pF)	$P_{\text{ds-coss}}$ (mW)	$P_{\text{ds-R}}$ dsLF (mW)	$P_{\text{ds-Rd}}$ sHF (mW)	$P_{\text{gs-ci}}$ ss (mW)	P_{total} (W)	%Loss %	S_{unit} ($\$/unit$)
FCP16N60	600	16	0.44	110	1730	400	46.8	79.1	24.2	0.55	1.84%	1.28
FCP11N60	600	11	0.64	95	1148	350	68.0	115.1	16.1	0.55	1.82%	1.00
FCP4N60ND	600	7	1.06	60	710	220	112.7	190.6	9.9	0.53	1.78%	0.73
FCP4N60ND	600	4	2	32	415	120	212.6	359.6	5.8	0.70	2.32%	0.54
FQP8N60C	600	7.5	2.4	105	965	380	255.1	431.5	13.5	1.08	3.62%	0.42
FQP6N60C	600	5.5	4	65	620	240	425.1	719.1	8.7	1.39	4.64%	0.38

基于上文提到的分析, MOSFET FCP4N60ND 展现最低估计损耗。然而, MOSFET、FCP11N60 和 FCP16N60 在性能上也是可比的。基于可用性选择 MOSFET、FCP11N60。该设计预期在变换器中耗散大约总功率的 2%。

[0042] 现在参照图 8, 提供公开的照明系统 10 的适合的电路 92 的示例, 该电路 92 被设计并且测试用于用作合成喷射功率供应 26。如前面描述的, 五个合成喷射装置 (18) 的阵列包括在前面描述的实施例。图 8 的一个示范性电路 92 设计成包括在表 IV 中描述的下列特性和参数, 在下面:

表 IV
合成喷射的功率电路的参数

参数	值
喷射的激发频率	175Hz 正弦曲线
DC 隔直电容器(C ₁)	44pF 钽电容器
谐振电感器(L)	在 400Hz 是 0.1mH, 硅钢芯
L 的 ESR(R)	在 DC 是 6.5Ω
调谐电容器(C ₂)	0.33 μF 陶瓷电容器
每 SJ 的 ESR(R _{Sj})	200Ω
并联的 5 个合成喷射的电容(C _{Sj})	≈ 500nF
合成喷射电路的预期功耗	0.5W

电路 92 提供实现需要的驱动条件的方式。电路 92 背后的原理是驱动用合成喷射装置 18 形成的谐振电路。通过框 94 调制合成喷射 18, 该框 94 包括具有代表在物理致动合成喷射 18 中损失的能量的串联电阻 (R_{Sj}) 的电容器 (C_{Sj})。谐振频率设置成合成喷射 18 进行操作时的频率。这通过使用具有串联电阻 (R_L) 的电感器 (L) 和电容器 (C₂) 实现。电容器 C₁ 是用于阻隔 DC 分量的电容器。在输出处呈现的残余 DC 通过电阻器 R_D 衰减。凭借谐振电路的 Q, 由驱动器产生的方波电压的峰值电压被放大以在输出处提供需要的电压。

[0043] 电路 92 包括定时器电路 96, 其可以使用商用芯片而组装来提供方波电压波形。驱动器 98 实现成在抽提的输出电流超出定时器电路 96 的能力的情况下使定时器 96 从负载 94 缓冲。可以用磁芯和线缠绕组件 L。

[0044] 单个调制合成喷射 94 通过在操作频率 (175Hz) 处应用正弦电压而在实验上被表征。阻抗的相位和幅值计算为跨调制喷射 94 的测量电压和通过调制喷射 94 的测量电流的比率。对该实验用放大器驱动调制喷射 94。该值代表值 R_{Sj}。

[0045] 原型的预期性能在表 V 中示出。

[0046] 表 V

LED 功率供应的损耗估计

变压器中的估计损耗	0.5-0.75W
MOSFET 中的估计损耗	0.55
辅助电路中的估计损耗	1.5W
合成喷射电路中的估计损耗	0.5W
百分比损耗 w.r.t 输出功率	≈ 10%

如将意识到的, 可提供多种电路作为驱动器电子器件 16 的一部分, 这取决于需要。电路 80 和 92 提供实现前面提到的目标的适合的电路的一个示例。

[0047] 本书面描述使用示例来公开包括最佳模式的本发明, 并且还使本领域技术人员能实

践本发明,包括制作和使用任何装置或系统及执行任何结合的方法。本发明可取得专利的范围由权利要求定义,且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果此类其它示例具有与权利要求字面语言无不同的结构要素,或者如果它们包括与权利要求字面语言无实质不同的等效结构要素,则它们规定为在权利要求的范围之内。

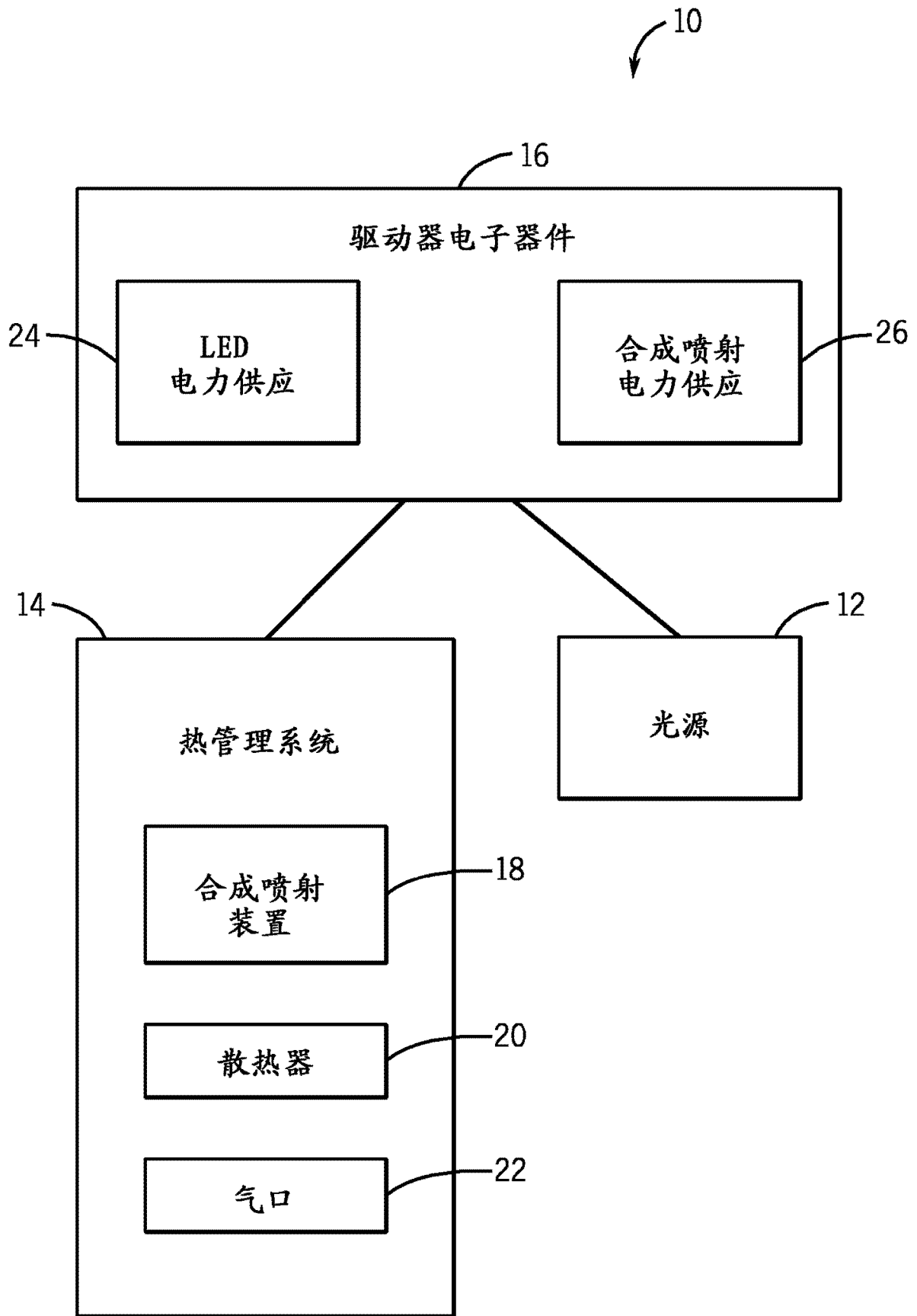


图 1

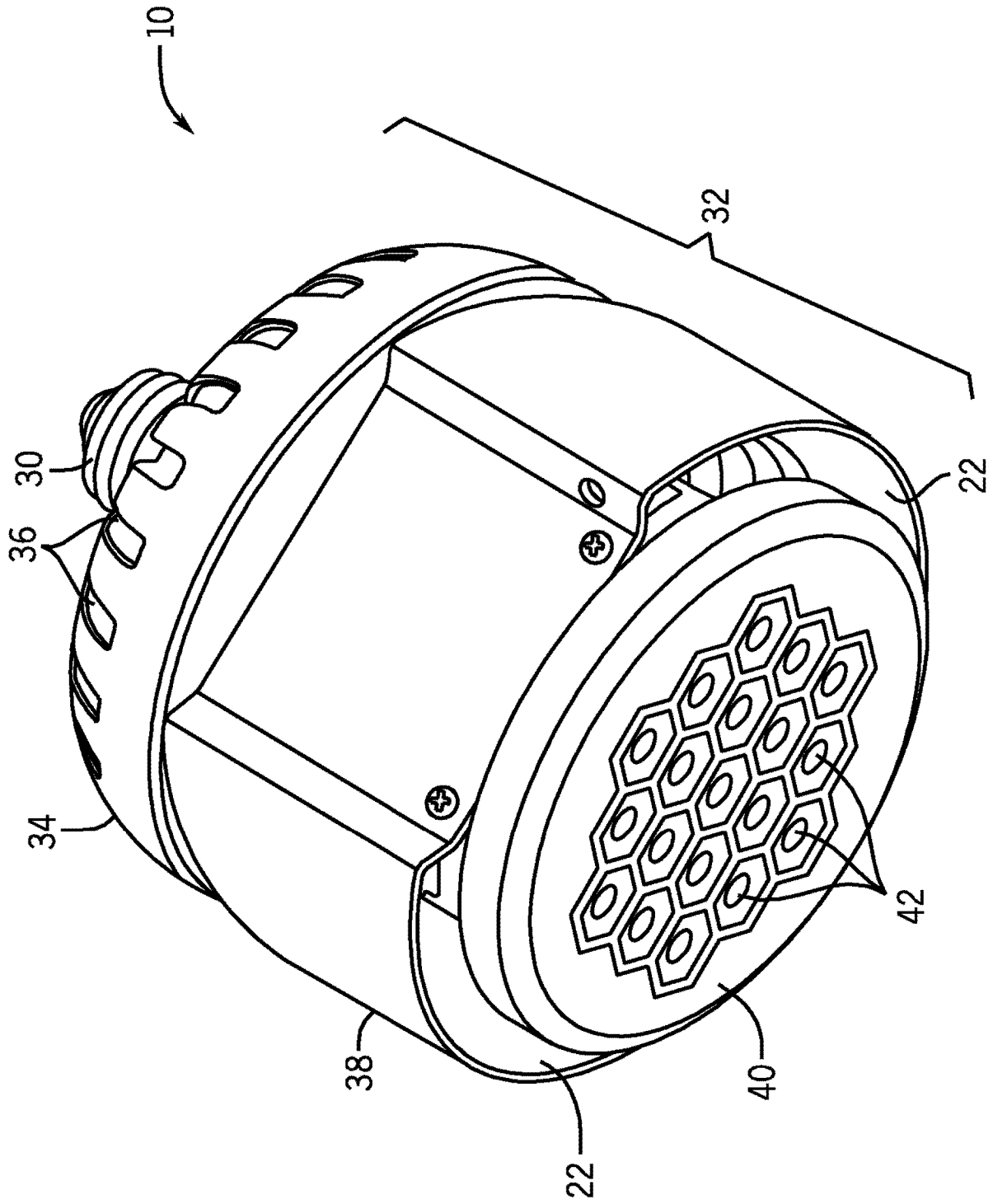


图 2

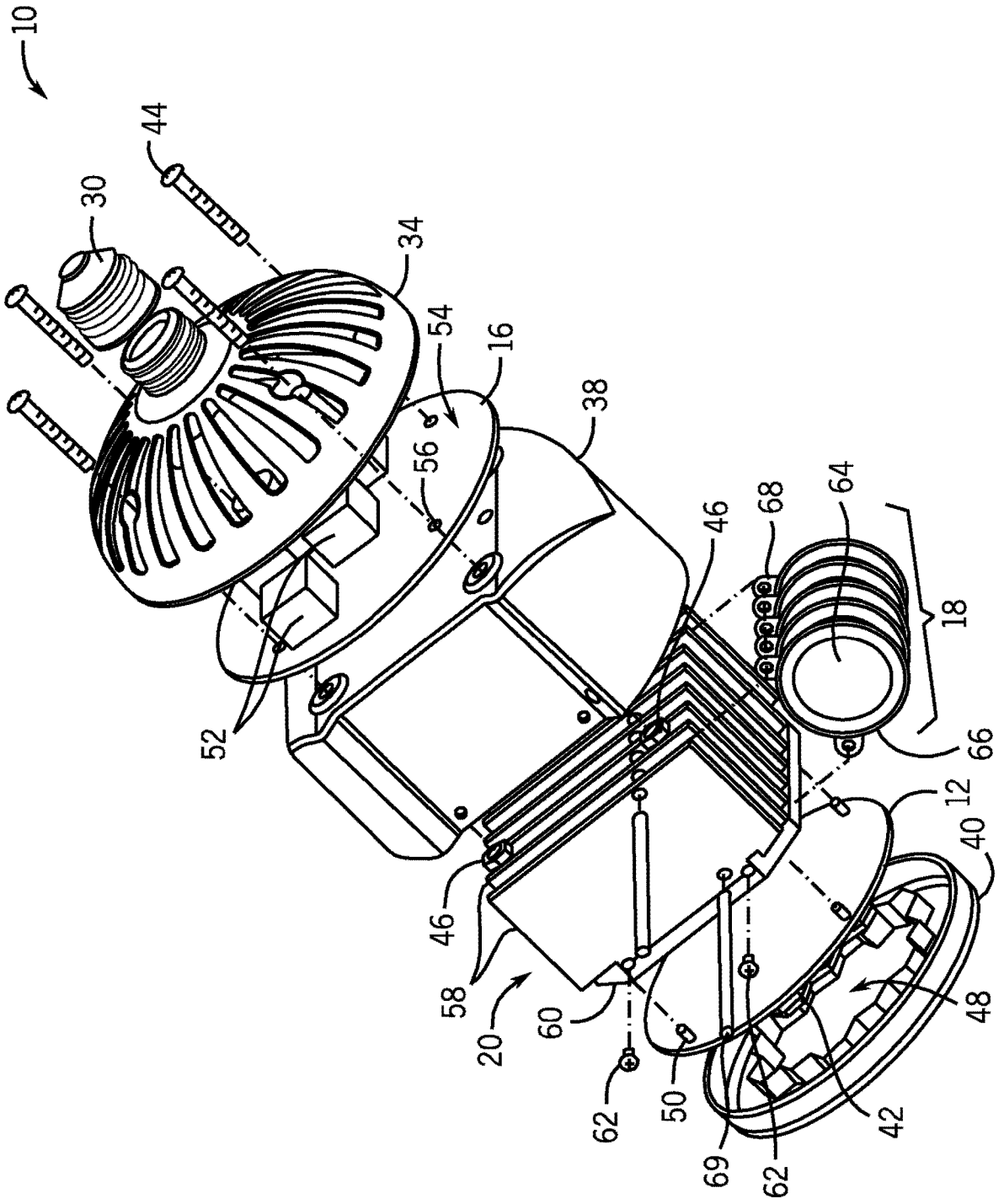


图 3

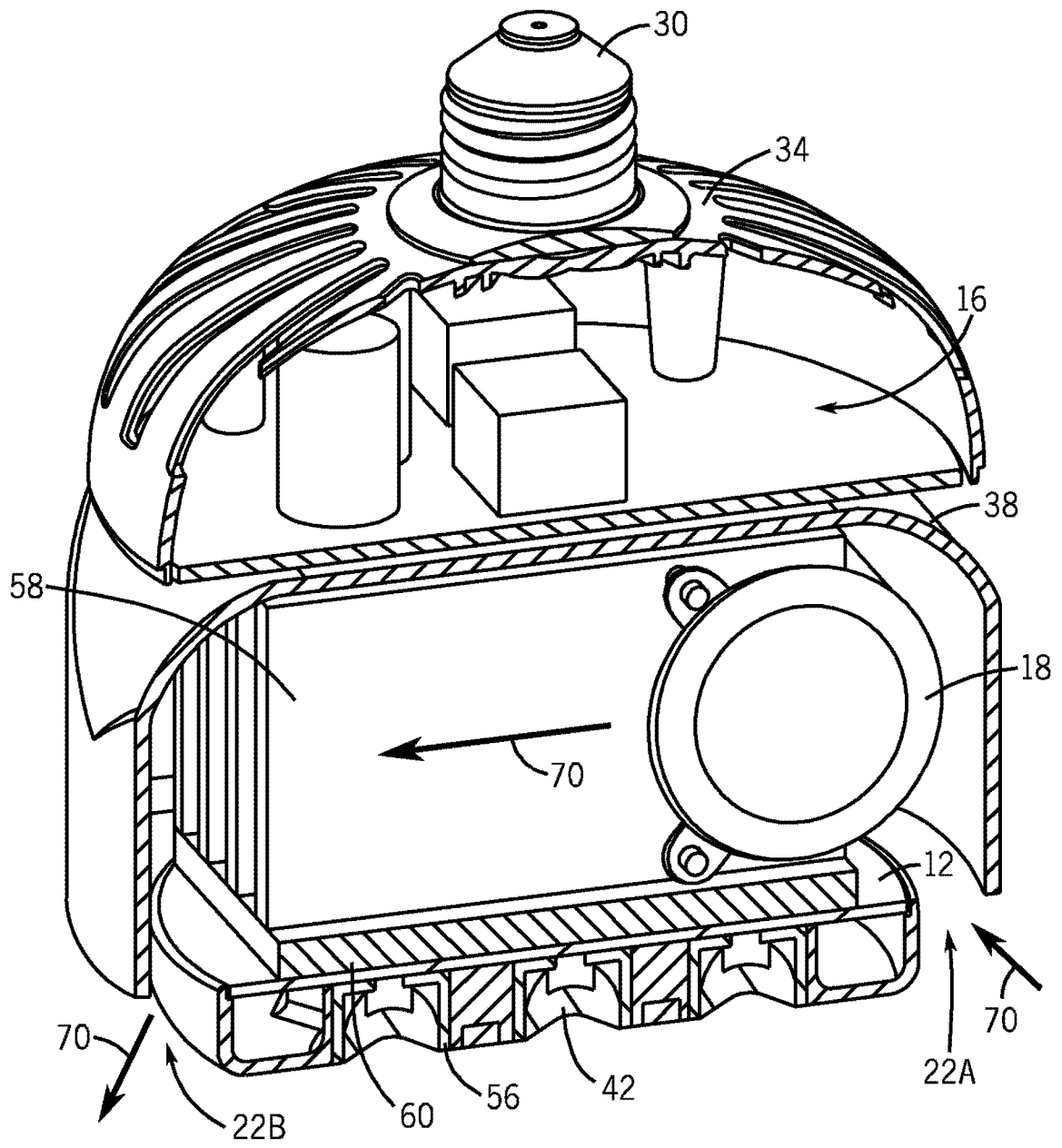


图 4

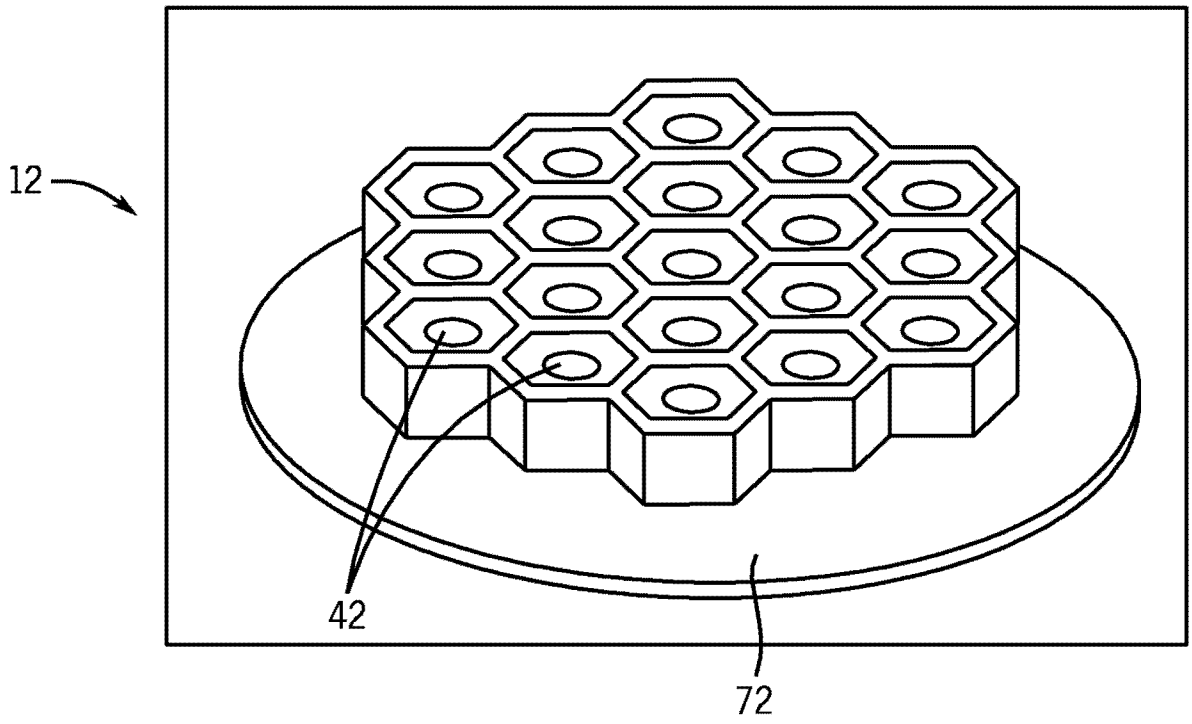


图 5

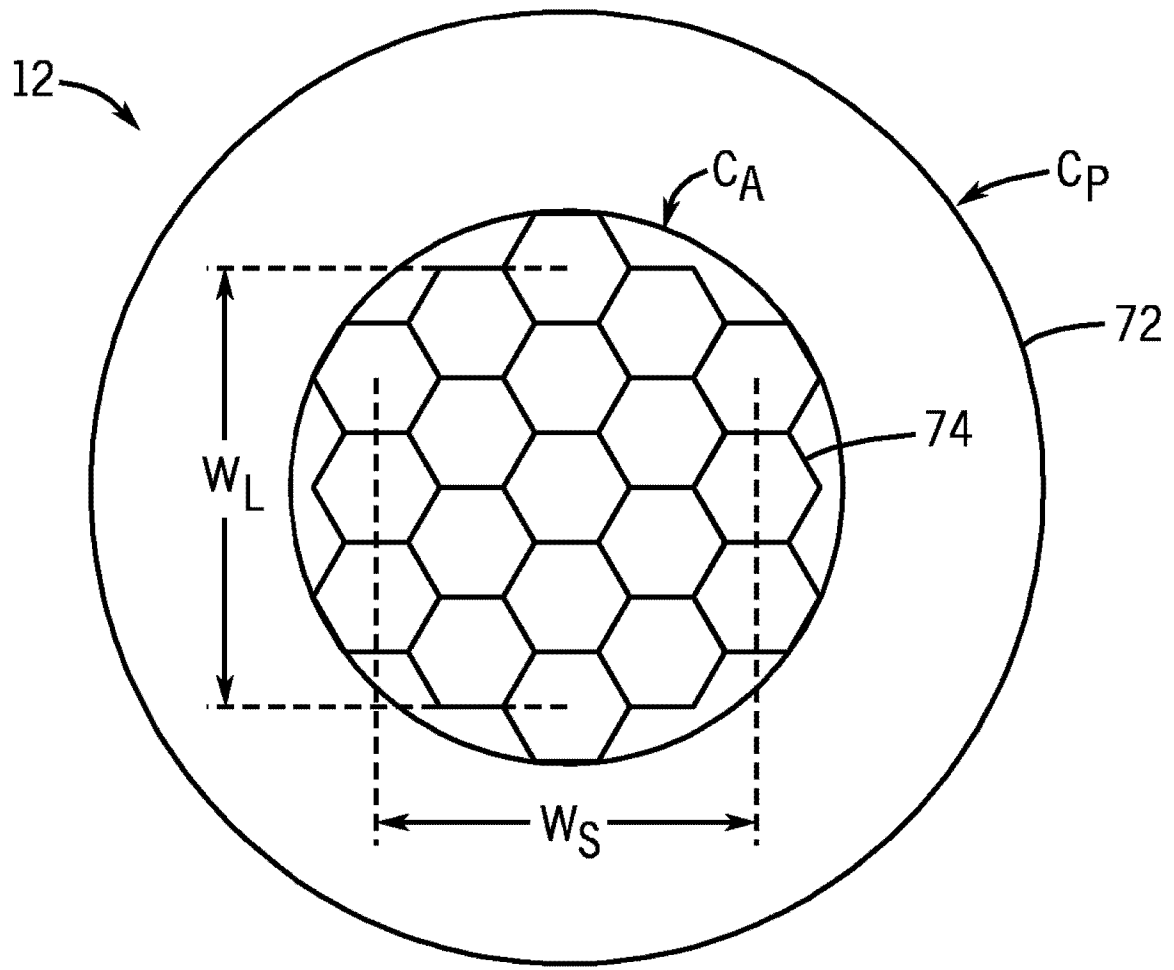


图 6

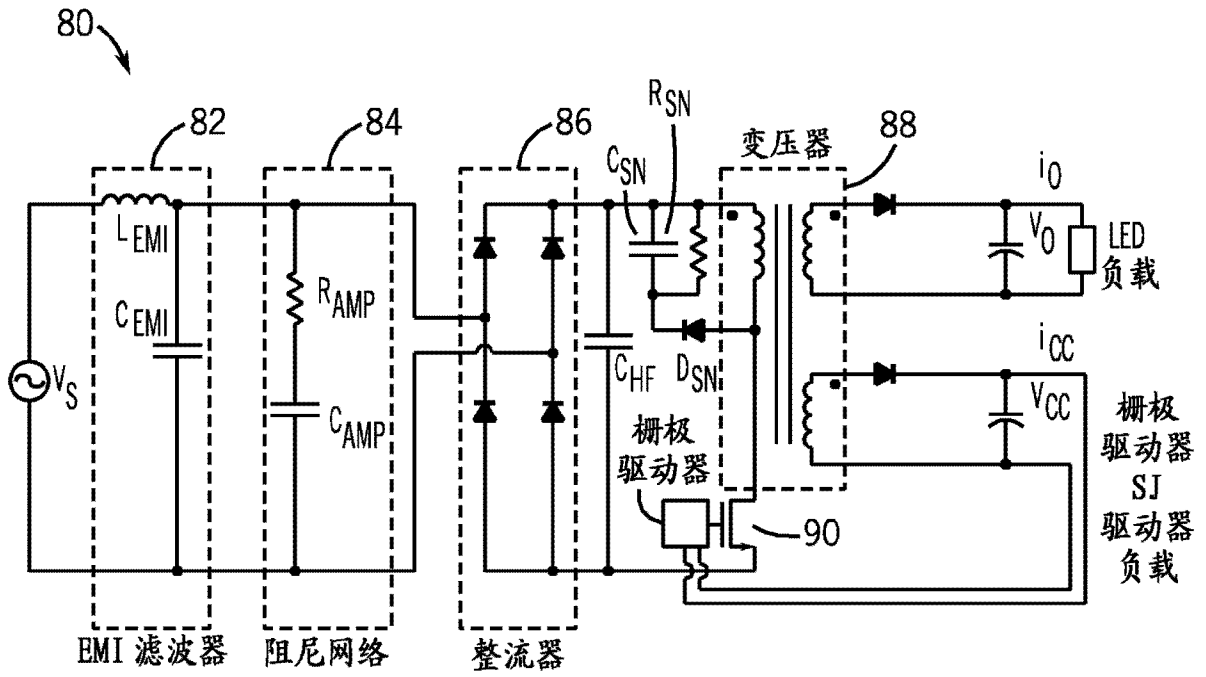


图 7

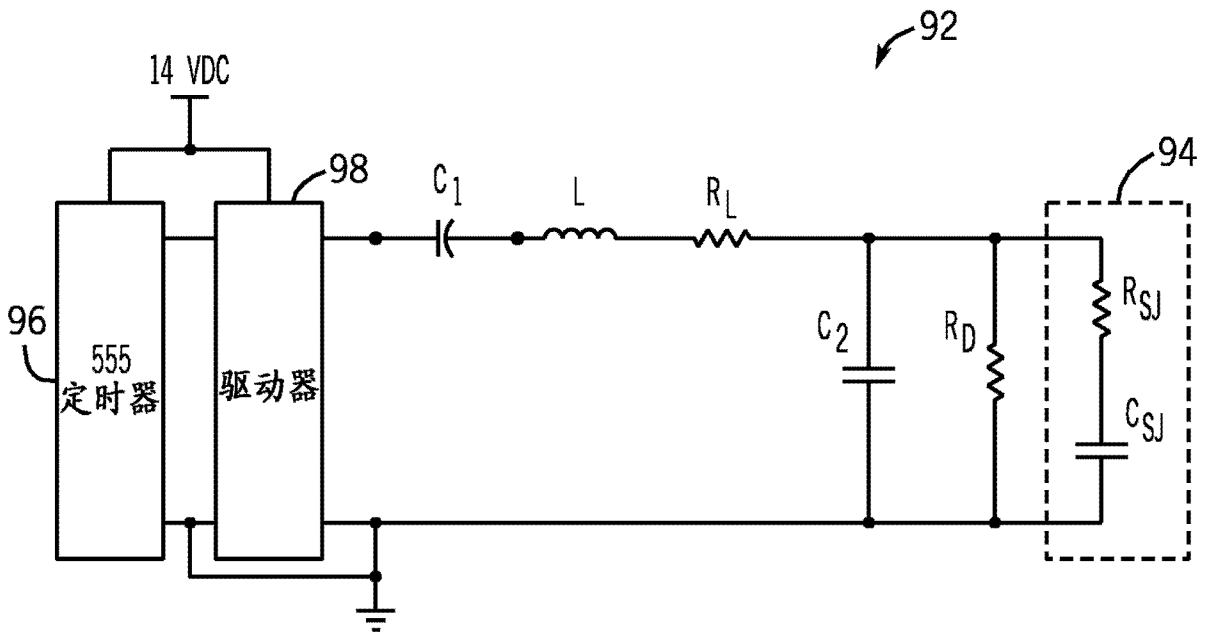


图 8