



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107510876 B

(45) 授权公告日 2021.02.05

(21) 申请号 201710683301.2

(22) 申请日 2014.04.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107510876 A

(43) 申请公布日 2017.12.26

(30) 优先权数据
61/808,584 2013.04.04 US

(62) 分案原申请数据
201480032189.0 2014.04.03

(73) 专利权人 瑟卡蒂安齐尔克莱特有限公司
地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 马丁·克里斯多弗·穆尔-伊德
丽贝卡·玛丽·查科
安内克·马利斯·海特曼
罗伯特·弗雷德里克·卡斯珀
小罗伯特·弗兰克·卡尔利采克
多罗斯·普拉蒂卡
乌多·特鲁切尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
代理人 梁丽超 刘冀

(51) Int.Cl.

A61M 21/00 (2006.01)
A61N 5/06 (2006.01)
H05B 45/10 (2020.01)
H05B 45/20 (2020.01)
H05B 45/32 (2020.01)
H05B 45/34 (2020.01)
H05B 45/345 (2020.01)
F21K 9/20 (2016.01)
F21V 9/08 (2006.01)
F21V 14/08 (2006.01)
F21Y 101/00 (2016.01)
F21Y 105/00 (2016.01)
F21Y 113/00 (2016.01)
F21Y 115/15 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 101678209 A, 2010.03.24
CN 102986299 A, 2013.03.20
CN 102287632 A, 2011.12.21
CN 101589651 A, 2009.11.25
CN 101970047 A, 2011.02.09

审查员 王俊玲

权利要求书6页 说明书22页 附图24页

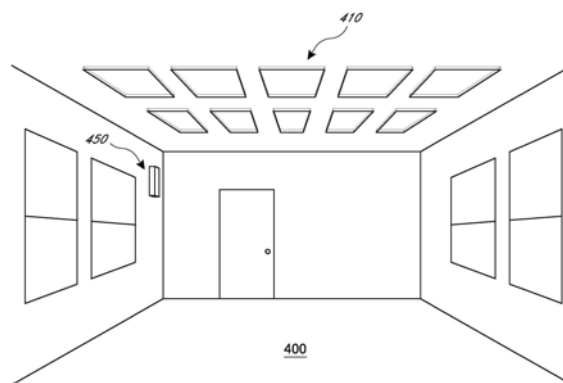
(54) 发明名称

用于提供人工照明的方法和系统

(57) 摘要

描述了用于提供人工照明的方法和系统。所述方法包括：向环境提供人工照明；以及根据昼夜循环改变人工照明的光谱强度分布，其中改变包括：在昼夜循环的第一周期期间，提供在从400nm到700nm的波长范围内具有第一光谱强度分布的白光，波长范围包括从400nm到430nm的第一分量波长范围、从430nm到500nm的第二分量波长范围、以及从500nm到700nm的第三分量波长范围；以及在昼夜循环的第二周期期间，提供在从400nm到700nm的波长范围内具有不同于第一光谱强度分布的第二光谱强度分布的光，其中，相

对于第一光谱强度分布，第二光谱强度分布包括足够少的第二分量波长范围内的辐照度，第二光谱强度分布包括在第一分量波长范围内的足够的辐照度。



1. 一种用于提供用于非治疗目的照明的方法,包括:

向环境提供人工照明;以及

根据昼夜循环改变所述人工照明的光谱强度分布,其中所述改变包括:

在昼夜白天模式期间,提供在从400nm到700nm的波长范围内具有第一光谱强度分布的白光,所述波长范围包括大于400nm且小于430nm的第一分量波长范围、大于430nm且小于500nm的第二分量波长范围、以及大于500nm且小于700nm的第三分量波长范围;以及

在昼夜夜间模式期间,提供在从400nm到700nm的所述波长范围内具有不同于所述第一光谱强度分布的第二光谱强度分布的光,

其中,少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之六的辐照度在所述第二分量波长范围中,以便如测量的那样,通过减少与夜间暴露于具有所述第一光谱强度分布的白光相关的对夜间褪黑素水平的抑制和/或通过减少与夜间暴露于具有所述第一光谱强度分布的白光相关的夜间褪黑素水平的昼夜相位偏移,减少昼夜神经内分泌中断,并且

其中大于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之四的辐照度在所述第一分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中;将所述第一分量波长范围中的所述辐照度限定为与横跨从400nm到700nm的波长范围的光谱功率分布曲线下的总面积成比例的所述第一分量波长范围内的所述光谱功率分布曲线下的总面积。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之四的辐照度在所述第二分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之二的辐照度在所述第二分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中大于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之六的辐照度在所述第一分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中大于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之十的辐照度在所述第一分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中改变所述人工照明的光谱强度分布包括光谱过滤从人工光源发射的光中的至少一些光。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中改变所述人工照明的光谱强度分布包括改变从两个或多个人工光源发射的光的相对强度,其中所述两个或多个人工光源中的每一个人工光源都具有不同的光谱发射分布。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述昼夜白天模式发生在日间时间期间,并且所述昼夜夜间模式发生在夜间时间期间。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中具有所述第二光谱强度分布的所述光具有实用的接近白色的色度。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中具有所述第二光谱强度分布的所述光的色度与具

有所述第一光谱强度分布的所述白光的色度相同。

11. 一种用于向环境提供人工照明的系统,所述系统包括:

照明模块,包括一个或多个个人工光源,所述照明模块被布置以便利用所述人工照明来照明所述环境;以及

控制系统,被编程用于根据昼夜循环改变所述人工照明的光谱强度分布,其中所述改变包括:

在昼夜白天模式期间,向所述环境提供在从400nm到700nm的波长范围内具有第一光谱强度分布的白光,所述波长范围包括大于400nm且小于430nm的第一分量波长范围、大于430nm且小于500nm的第二分量波长范围、以及大于500nm且小于700nm的第三分量波长范围;以及

在昼夜夜间模式期间,向所述环境提供在从400nm到700nm的所述波长范围内具有不同于所述第一光谱强度分布的第二光谱强度分布的光,

其中,少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之六的辐照度在所述第二分量波长范围中,以便如测量的那样,通过减少与夜间暴露于具有所述第一光谱强度分布的白光相关的对夜间褪黑素水平的抑制和/或通过减少与夜间暴露于具有所述第一光谱强度分布的白光相关的夜间褪黑素水平的昼夜相位偏移,减少昼夜神经内分泌中断,并且

其中大于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之四的辐照度在所述第一分量波长范围中,并且多于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的一半的辐照度在所述第三分量波长范围中;将所述第一分量波长范围中的所述辐照度限定为与横跨从400nm到700nm的波长范围的光谱功率分布曲线下的总面积成比例的所述第一分量波长范围内的所述光谱功率分布曲线下的总面积。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一个或多个个人工光源包括至少一个第一发光二极管LED,配置用于发射在所述第一分量波长范围内具有强度峰值的光。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述一个或多个个人工光源还包括配置用于发射在所述第二分量波长范围内具有强度峰值的光的至少一个第二LED,并且所述控制系统被编程用于根据所述昼夜循环改变所述第一发光二极管LED和第二LED的相对强度。

14. 根据权利要求11所述的系统,还包括位于从所述一个或多个个人工光源到达所述环境的所述光的光路中的滤光片,所述滤光片衰减所述第二分量波长范围中的所述光中的至少一些光。

15. 根据权利要求14所述的系统,还包括布置用于根据所述昼夜循环定位所述滤光片在所述光路中的位置的致动器。

16. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一个或多个个人工光源包括一个或多个发光二极管LED。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中所述一个或多个发光二极管LED包括涂覆有一种或多种磷光体的紫色脉冲发光二极管。

18. 根据权利要求16所述的系统,其中所述一个或多个发光二极管LED包括组合在一起配置用于在所述系统的运行期间发射白色的光的紫色LED、绿色LED和红色LED。

19. 根据权利要求16所述的系统,其中所述一个或多个发光二极管LED包括选自以下各项构成的组中的一个或多个LED:氮化镓及铟LED、蓝宝石上氮化镓LED以及碳化硅上氮化镓

LED。

20. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一个或多个个人工光源包括氮化镓上氮化镓LED。

21. 一种人造光源,其中,所述人造光源传递在可见光范围内的光,并且提供昼夜夜间模式,在所述昼夜夜间模式中,在大于430nm且小于500nm的波长范围内传递的光传递小于来自所述可见光范围内的所述人造光源的总可见辐照度的百分之六;

其中,在大于400nm且小于430nm的紫色波段内提供所述昼夜夜间模式的紫光;

所述紫光传递大于来自所述可见光范围内的所述人造光源的所述总可见辐照度的百分之四的辐照度,将所述紫光的所述辐照度限定为与400nm与700nm之间的光谱功率分布曲线下的总面积成比例的所述紫色波段内的所述光谱功率分布曲线下的总面积。

22. 根据权利要求21所述的人造光源,其中,所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述人造光源的所述总可见辐照度的百分之四。

23. 根据权利要求22所述的人造光源,包括:

陷波滤光片,适于耦合至所述人造光源,其中,所述陷波滤光片被配置为对由所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围中的所述人造光源发射的光进行过滤。

24. 根据权利要求23所述的人造光源,其中,所述陷波滤光片相对于被固定的所述人造光源是能够移动的。

25. 根据权利要求23所述的人造光源,其中,所述陷波滤光片是二向色滤光片。

26. 根据权利要求23所述的人造光源,其中,所述陷波滤光片是吸收性滤光片。

27. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,所述人造光源包括涂覆有磷光体的紫色脉冲LED芯片。

28. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,所述人造光源包括LED的阵列,所述LED的阵列包括紫色LED、绿色LED、以及红色LED,所述紫色LED、所述绿色LED以及所述红色LED的组合产生白光。

29. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,所述人造光源包括氮化镓及铟LED、蓝宝石上氮化镓LED、或碳化硅上氮化镓LED。

30. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,所述人造光源包括氮化镓上氮化镓LED。

31. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,通过光发射器及一个或多个磷光体传递由所述人造光源提供的光,所述光发射器及所述一个或多个磷光体被协作地配置为:i限制在生物活性波段内传递的光;并且ii发射所述紫色波段和大于490nm且小于700nm的波段两者中的光。

32. 根据权利要求31所述的人造光源,其中,所述一个或多个磷光体包括具有绿波段中的峰值发射的第一磷光体和具有在黄-红波段中的峰值发射的第二磷光体。

33. 根据权利要求21所述的人造光源,其中,所述紫光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之六的辐照度。

34. 根据权利要求21所述的人造光源,其中,所述紫光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之十的辐照度。

35. 根据权利要求22所述的人造光源,其中,所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述人造光源的所述总可见辐照度的百分之二。

36. 根据权利要求35所述的人造光源,其中,所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述人造光源的所述总可见辐照度的百分之一。

37. 一种照明系统,所述照明系统包括根据权利要求22所述的人造光源,其中,昼夜夜间模式与通过所述人造光源或第二光源提供的昼夜白天模式交替,其中,所述昼夜白天模式的大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:大于来自可见光范围内的所述人造光源或所述第二光源的总可见辐照度的百分之四。

38. 根据权利要求37所述的照明系统,其中,所述照明系统被配置为响应于白天指令的预定昼夜相位或时间在所述昼夜白天模式与所述昼夜夜间模式之间转变,并且其中,昼夜白天的持续时间和时刻以及昼夜夜间的持续时间和时刻能够基于季节性调整的时间或固定的时钟时间、或能够由用户预设。

39. 根据权利要求37所述的照明系统,其中,所述照明系统被配置为在所述昼夜白天模式与所述昼夜夜间模式之间逐渐转变。

40. 根据权利要求37所述的照明系统,其中,所述人造光源仅在所述昼夜夜间模式中传递光并且所述照明系统包括在所述昼夜白天模式中传递光的第二光源。

41. 根据权利要求40所述的照明系统,其中,所述第二光源安装成与所述人造光源平行或是人造照明环境空间内的预存光源。

42. 根据权利要求37所述的照明系统,其中,所述人造光源包括LED。

43. 根据权利要求42所述的照明系统,其中,所述LED包括有机光发射二极管或量子点LED。

44. 根据权利要求37所述的照明系统,其中,所述昼夜白天模式的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:大于来自所述可见光范围内的所述人造光源或所述第二光源的所述总可见辐照度的百分之六。

45. 根据权利要求44所述的照明系统,其中,所述昼夜白天模式的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度:大于来自所述可见光范围内的所述人造光源或所述第二光源的所述总可见辐照度的百分之十。

46. 一种光源,包括:

单独控制的第一LED芯片组和第二LED芯片组,其中,所述第一LED芯片组被配置为在昼夜白天模式开启并且发射在400nm与700nm范围内的可见光谱,并且其中,所述第二LED芯片组包括紫色LED并且其中所述第二LED芯片组被配置为在昼夜夜间模式开启,并且其中,在所述昼夜夜间模式中,所述第二LED芯片组限制生物活性波段内的光,以使得大于430nm且小于500nm的波长范围传递小于来自可见光范围内的所述光源的总可见辐照度的百分之六,并且因此,白天-夜间模式照明适于通过在所述第一LED芯片组和所述第二LED芯片组之间切换来实现;

其中,所述昼夜夜间模式提供大于400nm且小于430nm的波段内的、大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之四的紫光;

将所述波段内的所述辐照度限定为所述波段内的光谱功率分布曲线下的总面积。

47. 根据权利要求46所述的光源,其中,在所述昼夜夜间模式中的所述生物活性波段传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之四。

48. 根据权利要求47所述的光源,其中,所述第一LED芯片组和所述第二LED芯片组中的一个或两个包含单个类型LED。

49. 根据权利要求47所述的光源,其中,所述第一LED芯片组和所述第二LED芯片组中的一个或两个包括紫色LED芯片,并且其中,所述第一LED芯片组和所述第二LED芯片组涂覆有不同的磷光体或磷光体的组合。

50. 根据权利要求49所述的光源,其中,所述紫色LED芯片上使用的涂层材料包括胶量子点。

51. 根据权利要求49所述的光源,其中,所述紫色LED芯片上使用的涂层材料包括烷基纳米晶体。

52. 根据权利要求47所述的光源,其中,所述光源包括氮化镓上氮化镓LED。

53. 根据权利要求47所述的光源,其中,通过光发射器及磷光体或所述磷光体的集合传递所述昼夜夜间模式期间由所述第二LED芯片组提供的光,所述光发射器及所述磷光体或所述磷光体的集合被协作地配置为:i限制在所述生物活性波段内传递的光;并且ii发射所述紫外光的波段和大于490nm且小于700nm的波段内的光。

54. 根据权利要求53所述的光源,其中,所述磷光体或所述磷光体的集合包括具有绿波段中的峰值发射的第一磷光体和具有在黄-红波段中的峰值发射的第二磷光体。

55. 根据权利要求46所述的光源,其中,所述紫外光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之六的辐照度。

56. 根据权利要求46所述的光源,其中,所述紫外光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之十的辐照度。

57. 根据权利要求47所述的光源,其中,在所述昼夜夜间模式中的所述生物活性波段传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之二。

58. 根据权利要求57所述的光源,其中,在所述昼夜夜间模式中的所述生物活性波段传递以下辐照度:小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之一。

59. 一种照明系统,包括:

光源,包括通过第一通道和第二通道发射光的多个LED芯片,其中,所述第一通道涂覆有在昼夜夜间模式期间限制大于430nm且小于500nm的波长范围中的光传输的磷光体或磷光体的集合,使得所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递小于来自可见光范围内的所述光源的总可见辐照度的百分之六,并且其中,所述第二通道被配置为在昼夜白天模式期间开启,其中,在所述昼夜白天模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之六;

其中,所述昼夜夜间模式提供大于400nm且小于430nm的波段内的紫外光;

所述紫外光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之四的所述波段内的辐照度;

将所述波段内的所述辐照度限定为所述波段内的光谱功率分布曲线的总面积。

60. 根据权利要求59所述的照明系统,其中,所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且

小于500nm的波长范围传递以下辐照度：小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之四。

61. 根据权利要求60所述的照明系统，其中，所述光源包括氮化镓上氮化镓LED。

62. 根据权利要求60所述的照明系统，其中，通过光发射器及所述磷光体或所述磷光体的集合传递所述昼夜夜间模式期间由所述光源提供的光，所述光发射器及所述磷光体或所述磷光体的集合被协作地配置为：i限制在所述大于430nm且小于500nm的波长范围内传递的光；并且ii发射所述紫光的波段和大于490nm且小于700nm的波段内的光。

63. 根据权利要求62所述的照明系统，其中，所述磷光体或所述磷光体的集合包括具有在绿波段中的峰值发射的第一磷光体和具有黄-红波段中的峰值发射的第二磷光体。

64. 根据权利要求59所述的照明系统，其中，所述紫光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之六的辐照度。

65. 根据权利要求59所述的照明系统，其中，所述紫光传递大于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之十的辐照度。

66. 根据权利要求60所述的照明系统，其中，所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度：小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之二。

67. 根据权利要求66所述的照明系统，其中，所述昼夜夜间模式中的所述大于430nm且小于500nm的波长范围传递以下辐照度：小于来自所述可见光范围内的所述光源的所述总可见辐照度的百分之一。

用于提供人工照明的方法和系统

[0001] 本发明专利申请是2014年4月3日提出国际申请,2015年12月04日进入中国国家阶段,申请号为2014800321890,发明名称为“保护昼夜神经内分泌功能的照明系统”的发明专利的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及照明系统,并且特别涉及用于特别是在夜间使用期间保护昼夜神经内分泌功能的发光二极管(“LED”)照明系统。

背景技术

[0003] 在北美地区大约有25%的劳动力参与通常白天时间以外的工作。先前的研究已经表明与白班相比,夜班(特别是轮班)无论在短期还是长期都具有不利影响。在短期内,由于减少了警觉性,所以会有增加事故的发生率和不良的工作表现,而长期内,与倒班关联的病症包括心血管疾病、代谢紊乱(诸如肥胖症)、代谢综合征和II型糖尿病;胃肠道疾病和几种不同类型的癌症(包括乳腺癌、前列腺癌和大肠癌),这导致世界卫生组织于2007年宣布轮班列“可能使人致癌”。

[0004] 由于夜间明亮的灯光照射,这些健康的负面影响与昼夜节奏混乱强烈地关联。昼夜节奏是在大范围的生理功能中观察到的大约24小时模式,包括但不限于,睡眠/觉醒周期、神经内分泌节奏、吃饭时间、情绪、警觉、细胞增殖和甚至各种组织类型中的基因表达。这些节奏由内生(内部)昼夜定时系统调节(所述内生昼夜定时系统通过暴露于环境(室外和室内)的明暗的每日循环同步)、由眼睛的视网膜中的视网膜神经节细胞检测并经由视网膜下丘脑神经通路传送到位于下丘脑的视交叉上核(SCN)中的主昼夜起搏器(“生物钟”)。暴露于夜间的强光可使SCN失去同步,所以其相位改变,从而造成睡眠-觉醒模式和多个关键的人体神经内分泌系统的中断,这可能需要几天甚至几周的时间来恢复,从而导致疲劳和不适和不佳的健康。

[0005] 虽然轮班工人所面临的一些问题与睡眠数量和质量的急剧和缓慢减少直接联系,但是由于长期夜间灯光照射而产生的长期昼夜中断似乎是轮班工作的一些医学后果发病的关键因素。啮齿类动物的研究表明,伴随着很少量的累积睡眠损失的长期昼夜中断会产生心血管疾病、代谢紊乱,和癌症的模式加速。最近的人类实验室研究表明,甚至急性生理失调也会产生重大的代谢受阻。此外,在其中这两个因素已经测量的流行病学研究中,轮班工作中的扰乱的睡眠似乎不是心血管疾病危险增加的原因。证据还表明,在生物夜间期间的灯光照射会导致抑制松果体褪黑素分泌,且对多年照射的倒班工人的该抑瘤素的慢性减少可能助长癌症的风险增加,特别是乳腺癌,常见于工作于夜班的妇女。

[0006] 褪黑素(N-乙酰基-5-甲氧基色胺)是由其是由作为SCN同步的昼夜功能的关键调节体的松果体分泌的重要激素。褪黑素介导许多生物功能,特别是由光明和黑暗的持续时间控制的那些生理功能的定时。褪黑素从色氨酸到血清素合成(其是由酶n-乙酰转移酶或NAT来N-乙酰化的),然后由羟基吲-0-甲基转移甲基化。酶NAT是用于褪黑素的合成的限速

酶,并在松果体的交感神经末梢处由去甲肾上腺素增加。去甲肾上腺素在夜间或在黑暗相位从这些神经末梢释放。因此,褪黑素分泌受灯光和黑暗曝光的定时的强烈影响。

[0007] 褪黑素由具有内生的昼夜节奏的松果体分泌,尖峰出现在晚上,但其分泌是高度对光敏感。夜间灯光照射显著抑制褪黑素分泌。由于眼睛的视网膜神经节细胞中的黑素蛋白光感受器的独特光谱灵敏度,光对褪黑素的抑制效果随不同波长而变化。420至520nm之间的相对较短波长(峰灵敏度在440至470nm之间)的光照射具有最明显的抑制效果。褪黑素已经显示出具有多种功能,诸如时间生物调节、免疫调节、抗氧化效果、季节性繁殖的定时的调节和抑瘤效果。褪黑素的抑瘤效果已在体外显示,且在动物研究中显示出恒定照射于光会由于褪黑素被抑制而显著提高致癌性。因此,由夜间亮光抑制褪黑素已经被提议作为轮班工作的不利影响的关键中介物。

[0008] 此外,夜间的光会破坏许多其它内分泌网络,最显著的是糖皮质激素。糖皮质激素是在肾上腺皮质产生的一类固醇激素。皮质醇是最重要的人类糖皮质激素,并与多种心血管、代谢、免疫,和稳态功能相关联。皮质醇水平的升高与压力反应相关联。光经由SCN-交感神经系统诱导肾上腺中的基因表达,且该基因表达与升高血浆和脑糖皮质激素相关联。血清中存在的皮质醇量通常经历白昼变化,其中存在于清晨的水平最高,夜间的水平最低。由光释放的糖皮质激素的幅度的剂量也与光强依赖性相关。光诱导的糖皮质激素的时钟依赖性分泌可用作自适应功能以调整在夜间环境中对光的细胞代谢,而且还示出响应于夜间照明的压力的存在。升高的糖皮质激素造成很多健康风险,包括高血压、精神障碍、胰岛素抵抗和升高的血糖水平,以及免疫系统的抑制。增加的糖皮质激素水平也与各种癌(最值得注意的是乳腺癌)的较快增殖率关联。在怀孕期间升高的皮质醇水平与后代的代谢综合征进一步相关联。对不同人群的流行病学研究已经表明低出生体重和高血压、胰岛素抵抗、2型糖尿病和心血管疾病的后续发展之间的关联。这种关联似乎是独立于常规的成人生活危险因素。在说明中,已经提出了在成长和发展的关键时期的刺激或损伤动作会永久改变组织结构和功能,这种现象称为“胎儿规划”。有趣的是,有证据表明,这一现象不限于第一代后代且程序效果可能会持续在后续世代。人类的流行病学研究表明,出生体重、心血管危险因素和2型糖尿病的代际效应。同样,已经在动物模型上报道了出生体重、葡萄糖耐量、血压和下丘脑-垂体-肾上腺轴的跨代影响。解释胎儿程序的一个主要假说调用胎儿于糖皮质激素中的过度照射。糖皮质激素发挥长期的组织效果并调节器官的发育和成熟。事实上,在治疗上糖皮质激素已被用来在围产期内改变器官(诸如肺)的成熟率。在怀孕期间的糖皮质激素治疗会减少动物和人类的出生体重。此外,当胎儿期生长率延迟或在受先兆子痫(反映胎儿的压力反应的)影响的怀孕期间,人类胎儿的皮质醇水平提高。已显示在怀孕的最后三分之一期间暴露于地塞米松(合成糖皮质激素)的老鼠,会获得低出生重量并在成年期发展出高血压和葡萄糖不耐受。

[0009] 褪黑素的时间生物属性帮助同步了多种身体系统中的昼夜节奏。若缺失褪黑素,可由于一些生理过程的相位或时机未与外部时间暗示对准而造成昼夜节奏的不同步。这样的范例之一是患有睡眠相位后移综合症(DSPS)的患者的睡眠开始和结束时间被显著后移,这并不与习惯的睡眠和活动时间相对应。当这些个体被迫遵守常规的活动时间时表现出贫乏的警觉和精神运动表现。此外,这种潜在的昼夜节奏错乱可经常通过范围包括从亚症候抑郁症至主要抑郁症的明显精神障碍显现自己。

[0010] 之前已报告过DSPS人群中抑郁症的出现。DSPS以睡眠开始时失眠,即患者可在真正入睡前花较长时间为特征。这是由不同步的中央生物钟导致的昼夜节奏睡眠障碍。以报告过DSPS患者表现出如低自尊心、紧张和缺少对感情表现的控制的感情特点。这些特征可恶化社会退缩的情况,导致患者在同步其昼夜节奏时损失社会线索。因此,这种相位偏移变得更深刻,且恶性循环继续发展。

[0011] 除去有昼夜节奏错乱的精神障碍患者外,也在低褪黑素分泌的情况下注意到了抑郁症的出现。近年来进行的一些研究表明,患有单相抑郁症的患者和患有双相有效障碍的患者的褪黑素分泌的幅度和节奏都发生了变化。

[0012] 试图改善与常见日夜循环的中断相关的情况所采取的方法之一包括,使用亮光疗法将昼夜节奏调节至延迟的相位,以提高对夜晚的警觉和在白天时间诱导睡眠。但是,在夜班结束时暴露于自然户外强日光可作为有效的昼夜时间暗示(“授时因子”),其覆盖了亮光干预的潜在有益作用并否定昼夜节奏调节。另外,在夜间管理的亮光通过阻止夜间褪黑素分泌破坏了人体自然的昼夜褪黑素分布。大量研究证据开始表明轮班可能有与危险因素,包括癌症、心血管疾病、肠胃病和情绪障碍以及与它们相关的发病率和死亡率的提高的危险相关的长期后果。近期研究表明褪黑素分泌因这些危险因素中断。

[0013] 现在可用的针对这个问题的工工作远远达不到实际可行、基本适用和有效治疗的目标。例如,虽然对轮班工人的嗜睡和日间睡觉干扰有了可用的药理学疗法,但存在对这些药在广大轮班人群中的广泛长期使用的明显担心。此外,睡眠干扰和嗜睡的药理治疗并未改变内部昼夜时间系统和轮班时间表间的潜在不匹配。近来的动物和人体数据支持了模型,在该模型中行为和内部时间之间的长期错乱至少和调停轮班工人中可见的代谢疾病、心血管疾病和癌症的患病的长期睡眠缺乏一样重要。理论上来说,可通过操作工人的光-黑暗时间表来解决这种缺点。这种操作可在实验室模拟中展示以在工人时间表中产生改善的昼夜对准。但是,增强的工作场所照明并不能广泛适用于全部轮班工作物理环境和轮班工作时间表的部署。更为限制的是,这些操作通常取决于工人遵从时间表和即使在休假期间的光-黑暗暴露限制,作为结果并未被广泛接受。

[0014] 需要一种简单、有效并廉价的系统,以便在不过分增加疲劳或减小警觉的情况下,限制夜间光照射的大量有害健康作用。

[0015] 因此,这里存在一种提高轮班工人警觉同时限制昼夜中断的潜在健康后果的装置的需要,其不仅适用于带有可诊断情况的工人,而且广泛适用于不同轮班设置和可用于许多轮班工人。

发明内容

[0016] 本文中描述的系统、方法和装置具有创新方面,其中没有一个是不可或缺或对希望的属性有单独地责任。在不限权利要求书的范围的情况下,现在将总结一些有优势的特点。

[0017] 研究建议,在轮班时间表的夜间时间期间的光照暴露对轮班工人的健康具有显著的负面影响。光的有害作用可由可见光谱中蓝光部分的一个小分量造成。可通过过滤这种用来照亮轮班工作环境的分量来降低轮班工作的有害作用。蓝光分量的过滤使荷尔蒙分泌的节奏正常,并在夜间工作屋内提高警觉和警惕表现。

[0018] 不同的LED,根据其设计和电源,可在不同波长提供不同程度的照明强度。在一些实施例中,使用在廉价的蓝宝石或碳化硅基板上生长的发出近-单色蓝光(通常在440-470nm的范围)的LED以实现白光。蓝色LED芯片发出一段近单色蓝光的尖峰,然后芯片被涂覆磷光体以产生为提供充足的白光照明所需的更广泛的光波长光谱。许多用于照明系统中的高效LED芯片都作为提高在约440-470处的照明强度的泵工作,因为制造的限制使其它的LED芯片效率低下。试验表明常规LED中440nm左右的强度尖峰对褪黑素有强烈抑制。试验还表明当陷波滤光片被用来衰减受昼夜中断影响的特定波段,常规LED不能提供和非过滤光的白光类似的白光。在一些情况下,带有陷波滤光片的常规LED,例如去除低于500nm的光波长,可产生在某些应用中不能有助于高效工作环境的黄光。

[0019] 根据本申请的一个方面,提供一种方法,包括:向环境提供人工照明;以及根据昼夜循环改变人工照明的光谱强度分布,其中改变包括:在昼夜白天模式期间,提供在从400nm到700nm的波长范围内具有第一光谱强度分布的白光,波长范围包括从400nm到430nm的第一分量波长范围、从430nm到500nm的第二分量波长范围、以及从500nm到700nm的第三分量波长范围;以及在昼夜夜间模式期间,提供在从400nm到700nm的波长范围内具有不同于第一光谱强度分布的第二光谱强度分布的光,其中,少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之六(6%)的辐照度在所述第二分量波长范围中,以便如测量的那样,通过减少与夜间暴露于具有第一光谱强度分布的白光相关的对夜间褪黑素水平的抑制和/或通过减少与夜间暴露于具有第一光谱强度分布的白光相关的夜间褪黑素水平的昼夜相位偏移,减少昼夜神经内分泌中断。

[0020] 根据本申请的另一个方面,提供一种用于向环境提供人工照明的系统,系统包括:照明模块,包括一个或多个个人工光源,照明模块被布置以便利用人工照明来照明环境;以及控制系统,被编程用于根据昼夜循环改变人工照明的光谱强度分布,其中改变包括:在昼夜白天模式期间,向环境提供在从400nm到700nm的波长范围内具有第一光谱强度分布的白光,波长范围包括从400nm到430nm的第一分量波长范围、从430nm到500nm的第二分量波长范围、以及从500nm到700nm的第三分量波长范围;以及在昼夜夜间模式期间,向环境提供在从400nm到700nm的波长范围内具有不同于第一光谱强度分布的第二光谱强度分布的光,其中,少于所述第二光谱强度分布中的总辐照度的百分之六(6%)的辐照度在所述第二分量波长范围中,以便如测量的那样,通过减少与夜间暴露于具有第一光谱强度分布的白光相关的对夜间褪黑素水平的抑制和/或通过减少与夜间暴露于具有第一光谱强度分布的白光相关的夜间褪黑素水平的昼夜相位偏移,减少昼夜神经内分泌中断。

[0021] 本规范中描述的主题的一或多个执行的细节于附图和以下描述中阐明。其它特点、方面和优势将从描述、图和权利要求书中显而易见。注意下列图的相关尺寸可未按比例尺画出。

附图说明

[0022] 在全部图中,参照号码可被重复使用以指示参照元件间的大体对应。提供的图是为了说明本文中描述的范例实施例,且并未打算限制本公开的范围。

[0023] 图1A示出了包括PAR38 LED的照明系统的实施例的主视图。

[0024] 图1B示出了包括MR16 LED的照明系统的实施例的主视图。

- [0025] 图2示出了LED灯的实施例的主视图。
- [0026] 图3示出了陷波滤光片的实施例的顶视图。
- [0027] 图4示出了带多个安装的顶棚镶板的工作场所的范例。
- [0028] 图5A示出了滤光板的实施例的底视图。
- [0029] 图5B示出了带可移动滤光片的LED芯片阵列的实施例的底视图。
- [0030] 图6A示出了在非过滤位置包括MR16 LED的照明系统的实施例的侧视图。
- [0031] 图6B示出了在过滤位置包括MR16 LED的照明系统的实施例的侧视图。
- [0032] 图6C示出了在非过滤位置包括LED阵列的照明系统的实施例的侧视图。
- [0033] 图6D示出了在过滤位置包括LED阵列的照明系统的实施例的侧视图。
- [0034] 图7A示出了包括MR16 LED和控制系统的LED照明系统。
- [0035] 图7B示出了包括LED芯片阵列和控制系统的LED照明系统。
- [0036] 图8示出了由约440nm的脉冲LED产生的跨过可见光谱的过滤的和非过滤的光的强度。
- [0037] 图9示出了由约415nm的脉冲LED的一些色温变化产生的沿着光谱的光的相关强度。
- [0038] 图10示出了由包括430nm至500nm的陷波滤光片的约415nm的脉冲LED的一些变化产生的沿着光谱的光的相关强度。
- [0039] 图11A表示在具有440nm脉冲的LED上的455至490nm陷波滤光片的透光百分比。
- [0040] 图11B表示在具有440nm脉冲的LED上的500nm子带截止滤光片的透光百分比。
- [0041] 图11C表示在带有415nm脉冲的LED上的430至500nm陷波滤光片的透光百分比。
- [0042] 图12A表示用于配有455至490nm陷波滤光片的约440nm脉冲LED的光谱仪测量。
- [0043] 图12B表示用于配有500nm子带截止滤光片的约440nm脉冲LED的光谱仪测量。
- [0044] 图12C表示用于没有滤光片的约415nm脉冲LED的光谱仪测量。
- [0045] 图12D表示用于配有430至500nm陷波滤光片的约415nm脉冲LED的光谱仪测量。
- [0046] 图13A示出了暴露于由约440nm脉冲LED产生的过滤掉455至490nm的过滤光和非过滤光的十二个对象的褪黑素水平。
- [0047] 图13B示出了暴露于由约440nm脉冲LED产生的过滤掉455至490nm的过滤光和非过滤光的九个对象的褪黑素水平。
- [0048] 图14示出了暴露于由大约440nm脉冲LED产生的过滤光和非过滤光的四个对象的褪黑素水平。
- [0049] 图15示出了暴露于由大约440nm脉冲LED产生的过滤光和非过滤光以及由大约415nm脉冲LED产生的过滤光的四个对象的褪黑素水平。
- [0050] 图16示出了非过滤的和过滤的Soraa MR16光源光谱。
- [0051] 图17示出了在进行过滤及未进行过滤的生物活性波段中的总照度与在可见光的波长而不在生物活性波段内的总辐照度的百分比。

具体实施方式

[0052] 在下列具体描述中,参考形成本公开的一部分的附图。在具体描述中,附图和权利要求书中描述的说明性实施例并不是为了限制。可在不违背本文所呈现的主题的精神和

范围的前提下利用其它实施例以及作出其它改变。应了解,本公开的方面(在本文中大体描述的和图中示出的),可在种类繁多的不同配置中被安排、替换、结合和设计,且都被明晰地仔细考虑并形成本公开的部分。例如,可通过使用本文中陈述的任何数量的方面执行系统或装置,实践方法。另外,可通过使用除了本文中所述之外的或者不同于本文中所述的其它结构、功能、或结构和功能,执行该系统或装置,或实践该方法。对于相关领域技术人员以及拥有本公开的技术人员而言会发生的,对本文说明的发明性特点的变更或进一步修改,以及对本文中所述的本公开原理的其他应用,被认为符合本公开范围。

[0053] 本公开的优势将通过多种途径实现。以下为本规范中使用的一些术语提供了定义:

[0054] “昼夜节奏”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指在生命体的生理过程中的约24小时的循环。如上所讨论,哺乳动物的主昼夜起搏器(生物钟)位于视交叉上核(SCN),位于下丘脑中一群细胞。SCN通过眼睛接收关于照明的信息。各眼的视网膜包括特殊光敏视网膜神经节细胞(RGC)和传统的光敏视杆和视锥。这些RGC包括被称为黑视素的感光色素,且落入眼睛中的关于环境光明和黑暗的时间的信息被RGC黑视素感光色素转换并通过被称为视网膜下丘脑束并引导至SCN的神经通路传输。

[0055] 基础和人体昼夜生理学的研究已经描述了这种前往内生的生物钟以及其它大脑区域的独特的非视觉感光通路(NVPP)。一些研究表明了从多色白光中过滤短波长(蓝色)光(<530nm)衰减了夜间由光诱发的褪黑素分泌的抑制。近来的工作表明了将区别地影响该系统的特定的蓝色光谱波段(<480nm)过滤可使暴露于夜间光的实验动物的昼夜中断的标志(包括褪黑素、皮质醇和生物钟基因表达)正常化。对人类对象的类似处理(使用带有短波长<480nm的低通滤光片的护目镜),产生了等量的内分泌和生物钟基因节奏的存量,并在模拟的夜班中对警觉性和感知表现的测量有提高,且这近来在12小时夜班的护士和核电站控制室操作人员的现场试验中被证实。

[0056] 在SCN主生物钟之外的体内细胞中发现昼夜节奏,换句话说,在遍及全身的各种组织中的基因表达也符合昼夜节奏模式。在本公开的语境中,“生物钟基因”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指符合这种表达模式并在具体细胞生理学中负责维护昼夜摆动的基因。据估计约25%的人类基因组表达出了这种周期性。

[0057] 在本公开的语境中,“生物活性段”或“生物活性波段”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指约430至500nm范围内的可见光光谱的波长,或本文中描述的范围的细分,且本公开描述了在该波段中减少辐照度的效果。

[0058] 在本公开的语境中,针对对象进行的“保护昼夜神经内分泌功能”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指维护在生理过程中观察的昼夜摆动的幅度、相位和周期性,其包括但不限于,可呈现于暴露于地球物理光明/黑暗循环的对象中的褪黑素和皮质醇分泌和生物钟基因表达。

[0059] 生物钟基因的表达产物的“正常化水平”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指表达水平的提高或降低,以便与在暴露于规律的地球物理光明/黑暗循环的同一对象中发现的产物水平更紧密地对应。更具体而言,关于褪黑素,它指维护被保持在黑暗中的同一个人的至少50%的水平。

[0060] 在本公开中,褪黑素水平的正常化涉及与在夜间暴露于光的对象中的呈现的水平

相比,提高的褪黑素水平。在皮质醇的背景下,其包括与在夜间暴露于光的对象中的呈现的水平相比,降低的皮质醇水平。

[0061] 参照本公开,“对象”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般是哺乳动物,优选地人类。当对象是女性人类对象时,可实现特殊有益效果,而当对象怀孕时,将实现更多有益效果。

[0062] “约”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般在指 $\pm 5\text{nm}$ 的波长范围的语境中。在本公开的语境中,“滤光片”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般是能基本阻挡一定范围的非透射波长的光的装置。

[0063] “视网膜暴光”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指发生在对象的视网膜上的光冲击。

[0064] “黑夜”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指黑暗的自然时间,更具体而言,指地球物理光明/黑暗循环的黑暗阶段。在夏天,在近赤道纬度,这大约等于约21点(下午9点)至约6点(上午6点),这是褪黑素产生的尖峰时刻。“夜间”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指该阶段期间的任意时间;优选地,本公开的所述方法是全部在夜间实践的。

[0065] “昼夜夜间”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指个人生物钟的夜间阶段和个人是否与光明和黑暗的环境的白天/黑夜循环同步化的昼夜节奏。

[0066] “昼夜日间”是广义术语并在本文中用作其一般含义,且,例如,一般指个人生物钟的白天阶段和个人是否与光明和黑暗的环境的白天/黑夜循环同步的昼夜节奏。

[0067] 在本公开的语境中,照明系统或其它照明设备可被设计为在昼夜日间提供特定特征,而在昼夜夜间提供其它特征,从而考虑生物系统在昼夜日间和昼夜夜间对光的不同敏感度。可替代地,照明系统可在白天提供特定特征,而在黑夜提供其它特征,从而考虑生物系统在白天和黑夜对光的不同敏感度。

[0068] “昼夜日间模式”(或“CDay模式”)是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指照明系统或照明设备,其被配置成提供具有适于昼夜日间的特征属性的照明。

[0069] “昼夜夜间模式”(或“CNight模式”)是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指照明系统或照明设备,其被配置成提供具有适于昼夜夜间的特征属性的照明。

[0070] “脉冲(pump)”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指在光谱的限定范围内产生光的高强度尖峰的LED芯片的品质。

[0071] 研究表明,在轮班时间表的夜间时间期间的光照暴露对轮班工人的健康具有显著的负面影响。光的有害作用可由可见光谱中蓝光部分的一个小的分量造成。可通过过滤这种用来照亮轮班工作环境的分量来降低轮班工作的有害作用。蓝光分量的过滤使荷尔蒙分泌的节奏正常,并在夜间工作屋内提高警觉和警惕表现。Casper等人的美国专利第7,520,607和Casper等人的美国专利第7,748,845号描述了阻止视网膜暴露于特定波长的光的装置和方法通过完全引用而并入于此。Rahman等人描述了光谱调制是如何在夜间衰减非过滤的光照射的负面生理作用,Shadab A.Rahman,ShaiMarcu,Colin M.Shapiro,Theodore J.Brown,Robert F.Casper。光谱调制衰减了由夜间光暴露引起的分子、内分泌和神经行为中断。Am J PhysiolEndocrinal Metab 300:E518-E527,2011通过完全引用而并入于此。另外,随附的材料通过引用而并入于此,且形成本公开的部分。

[0072] 如下所述,在一些实施例中,现在可实现更有效的方法。近来研究已经识别出前往内生的生物钟以及其它大脑区域的独特的非视觉感光通路(NVPP)。该系统在解剖学上和功能上与调解有意识的视觉的通路不同。具体而言,涉及的感光细胞的活动光谱与视觉的视杆和视锥不同。将可见光光谱的特定窄波段过滤可使暴露于夜间光的对象中的昼夜中断标志(包括褪黑素、皮质醇和生物钟基因表达)正常化。具有将小于480nm的短波长滤除的低通滤光片的护目镜已经产生了等量内分泌和生物钟基因节奏的存量,并在模拟的夜班中对警觉性和感知表现的测量有提高。这些结果近来在12小时夜班的护士和核电站控制室操作人员的现场试验中被证实。除在警觉性和表现的即刻提高外,正常昼夜组织(包括正常褪黑素分泌)的存量,应转化为与夜班工作中长期昼夜中断相关的健康风险的大幅度减小。

[0073] 本文中描述的实施例一般涉及与照明系统相关的系统、装置和方法。更具体而言,一些实施例与特定光谱的室内LED照明系统相关的,所述照明系统提供不含与昼夜中断相关的光谱分量的可用室内照明。在一些其它实施例中,也可使用LED照明系统以外的照明系统。例如,可在一些实施例中使用可在特定波长范围内提供希望的光强的光源。在一些实施例中,LED照明系统在夜间使用而不产生显著的昼夜中断的情况下,在警觉性和表现方面,以及长期改善夜班工人健康高潜力方面提供即可的提高,并可在需要夜班的广大并发展的现代经济部分具有显著潜在应用。

[0074] 图1A示出了包括PAR38 LED的照明系统100的实施例的主视图。图1B示出了包括MR16 LED的照明系统100的实施例的主视图。图2示出了LED灯110的实施例的主视图。图3示出了陷波滤光片120的实施例的顶视图。在一些实施例中,LED照明系统100可包括LED灯110和陷波滤光片120以移除光谱中的有害部分。在一些实施例中LED灯110可包括PAR38 LED。在一些实施例中,LED灯110可包括MR16 LED。在一些实施例中LED灯110可包括LED阵列。在一些实施例中,LED灯110可包括本领域技术人员已知的其它类型LED。LED灯110可包括灯罩112和多个LED114。灯罩112可将LED114以优选的配置定向,并将LED114连接至电源。在一些实施例中,灯罩112也可将陷波滤光片120连接至LED灯110。在一些实施例中,LED照明系统100可基本阻挡影响昼夜中断的特定波段(可包括,例如,约460至480nm),但仍提供实用的接近白色的照明。LED照明系统100可减小夜班工人中的病理性昼夜中断,无论工作场所环境和工作时间表。本领域技术人员应了解本文描述的实施例可使用其它光源替代LED,这可包括,例如卤素灯或磷光灯。在一些实施例中,如图1A所说明,LED灯110可为Par38 LED。在一些实施例中,如图1B所说明,LED灯110可为MR16 LED。

[0075] 在一些实施例中,LED照明系统100包括光谱陷波滤光片120。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的40%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的40%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的30%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的20%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的10%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的5%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的1%。在一些实施例中,所述陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减至小于总光谱功率的0.1%。在一些实施例中,陷波滤光片120将过滤后的传输范围衰减,所述过滤后的传输范围可包括上述范围的一或

多个的一部分。

[0076] 在一些实施例中,过滤后的传输范围可包括截断低于以下波长的光之一的任何光:420nm,430nm,440nm,450nm,460nm,470nm,480nm,490nm,500nm,510nm和520nm。在一些实施例中,过滤后的传输范围可包括以下任一范围:大约420nm至490nm之间;大约430nm至490nm之间;大约440nm至490nm之间;大约450nm至490nm之间;大约460nm至490nm之间;大约420nm至480nm之间;大约430nm至480nm之间;大约440nm至480nm之间;大约450nm至480nm之间;大约460nm至480nm之间;大约420nm至470nm之间;大约430nm至470nm之间;大约440nm至470nm之间;大约450nm至470nm之间;大约420nm至460nm之间;和大约440nm至460nm之间。在一些实施例中,过滤后的传输范围可在460nm至480nm之间。在一些实施例中,过滤后的传输范围可在430nm至490nm之间。在其他实施例中,过滤后的传输范围可包括基于希望的照明条件的其它范围。在一些实施例中,陷波滤光片120可在吸收陷波的任一边产生急剧转变,并在陷波内产生高光学密度。滤波陷波器120的精度允许LED照明系统100基本阻挡具有不利影响的小光波段,并提供基本与现有的照明系统的照明基本类似的照明。

[0077] 不同的LED,根据其设计和电源,可在不同波长提供不同程度的光强。常规LED包括能在大约440nm至470nm的范围内提高LED光强的脉冲。试验表明常规LED中在440nm左右的强度尖峰对褪黑素有强烈抑制。试验还表明当陷波滤光片被用来衰减影响昼夜中断的特定波段时,常规LED可不能提供和非过滤光的白光类似的白光。在一些情况下,带有陷波滤光片的常规LED可产生在某些应用中不能有助于高效工作环境的黄光。在一些实施例中,LED照明系统包括LED114,该LED包括能提高在大约400-420nm范围的光强,而不是在大约440nm至470nm范围的常规尖峰。在一些实施例中,LED照明系统包括LED114,该LED包括脉冲,能提高在大约380nm至430nm范围的光强,而不是在约440nm至470nm的大致范围的常规尖峰。在一些实施例中,LED照明系统包括LED114,该LED包括能提高约415nm处的光强的脉冲。试验已经表明当陷波滤光片被用来衰减影响昼夜中断的特定波段时,具有415nm脉冲的LED可出乎预料地产生基本上与非过滤光类似的光。这种改善的过滤光既可提供夜班工人中病理性昼夜中断的实质减少,又可提供优质光源使工人们在工作场所中警觉、有生产力且安全。这种改善的过滤光可提供提高的警觉性、提高的警惕、提高的感知表现和减少的事故和受伤。

[0078] LED是特殊类型的,仅单向传输电流的二极管。LED将通过二极管的电流驱散的能量转化为光。发出的光的颜色是由在装置的有源区域使用的半导体材料的类型,和有源区域内各个层的厚度决定的。在一些实施例中,LED使用氮化镓(GaN)以产生白光。正向电压降(以伏特为单位测量)和通过二极管的电流(以安培或毫安为单位测量)测量二极管的瓦数。在一些实施例中,这些通过驱动器(在LED和主电源间维持稳定的电压和电流以防止LED波动或着火的电路)调节。

[0079] 在一个实施例中,高强度白光通过使用发射三原色,即红色、绿色和蓝色(“RGB”)并将它们混合以形成白光的单独LED产生。在其它实施例中,高强度白光通过用磷光体材料涂覆GaN LED,以将通常蓝单色GaN发射的光转化为广谱白光。在一些实施例中,GaN磷光体白色比RGB白色能提供更好的彩色还原,但经常与磷光源持平。GaN磷光体白光也可比RGB白色有效得多。

[0080] 在一些实施例中,通过将氮化镓与铝和/或铟制成合金,GaN LED可设计成在UV-A(380nm)至绿色(550nm)的范围内发射任何颜色。在一些实施例中,“白”LED使用在440nm至

470nm的范围内发射蓝光的GaLED,该LED被黄色磷光体涂层覆盖,所述黄色磷光体涂层在提供白光所需要的广颜色光谱内分配光波长。在一些实施例中,制造GaLED的方法包括在基板材料上生长的Ga晶体层,可包括例如蓝宝石或碳化硅。由于Ga和基板材料之间具有不同的材料属性,Ga晶体在基板上不良地生长,并可造成高缺陷发生率,从而减少了LED的光生成效率。当LED被增加的电流驱动时,这种效率的损失可被称为“下垂”。使用LED产生高效率高强度的常规方法往往关注于在440nm至470nm的范围内发射蓝光尖峰的,基于Ga的LED。

[0081] 在一些实施例中,这些普遍可用的LED的光谱落入可见光光谱范围内,其导致黑视视网膜神经节细胞接收体和控制昼夜定时系统和松果体的非视觉通路的最大刺激。在夜间时间内这些基于LED的照明设备可抑制褪黑素,伴随着有害于神经内分泌和健康的效果。

[0082] 在一些实施例中,LED照明系统可包括排除425至490(或其变化,如要被迭代确定的430-480等)范围内的光波长的光学滤光片,和在400至420nm之间的紫色波长段内发射高强度光尖峰的光源,因为这些波长(400至420加上500至750nm)的组合不会在夜间触发褪黑素系统。

[0083] 在一些实施例中,LED照明系统可包括在400至420nm范围内发射高强度光尖峰以补偿由排出425至490蓝波段内的光的滤光片产生的黄颜色扭曲的光源。在一些实施例中,LED照明系统可包括在380至430nm紫色范围内发射高强度光尖峰以补偿由排除430至490蓝波段内的光的滤光片产生的黄颜色扭曲的光源。在一些实施例中,光源可以LED为基础,因为这是目前最高效且最低成本的解决方案,但是可利用其它提供类似高强度光尖峰的光源。在一些实施例中,光源可包括GaLED。

[0084] 在一些实施例中,LED照明系统可包括在400至420nm范围内具有光强度尖峰的LED,并可与具有磷光体涂层的在405nm发射光的LED芯片结合。在一些实施例中,通过在比(用于常规LED芯片的)蓝水晶基板贵得多的Ga基板上生长芯片,LED照明系统可包括具有在400至420nm范围内有光强度尖峰的高效GaLED的LED,可提供降低的缺陷密度,从而减少下垂并允许高电流密度以实现高强度光输出。通过在Ga基板上生长Ga晶体可使晶体生长得更好,从而容纳更高得多的功率密度并允许LED从相同晶体面积发射更多光。

[0085] 在一些实施例中,LED照明系统100可包括在夜间配置和日间配置间切换的装置。在一些实施例中,LED照明系统100可包括多个包括如图1A和图1B所示的陷波滤光片120的LED灯110,和多个不包括如图2所示的滤光片的LED灯110。在一些实施例中,LED照明系统100可从夜间使用的多个带有陷波滤光片120的LED灯110切换至白天使用的多个不带陷波滤光片的LED灯110。在另一实施例中,LED照明系统可与现有照明系统联合安装,以允许系统在日间使用的现有的非过滤光源和夜间使用的过滤的LED照明系统100之间切换。LED照明系统在过滤光和非过滤光之间来回切换的能力对于具有白班工人和夜班工人的机构最理想,因为它可在日间时间提供完整的光谱光,并在夜间提供过滤的健康光。在一些实施例中,LED照明系统100可包括软件的能力并且控制系统以便为光的昼夜定时提供智能和个性化的动态控制。在一些实施例中,LED照明系统100可包括简单的定时器以在过滤光和非过滤光之间切换。

[0086] 在另一实施例中,LED照明系统可包括用于有选择地将陷波滤光片120应用于多个LED灯110的装置,从而多个LED灯110仅在夜间经受陷波滤光片120。在一些实施例中,陷波

滤光片120的选择性应用可包括将陷波滤光片120移入或移出由LED灯110产生的光束的装置。在另一实施例中,陷波滤光片120的选择性应用可包括用于启动或停用陷波滤光片120的过滤属性的装置,以便在停用状态下陷波滤光片120允许完整光谱的光通过陷波滤光片120,而在启动状态下陷波滤光片120阻止至少大部分预定过滤范围的光穿过陷波滤光片120。在一个实施例中,在启动状态下,陷波滤光片120可允许在预定过滤范围内低于1%的光通过陷波滤光片120。

[0087] 在一些实施例中,LED照明系统100包括顶棚镶板,所述镶板包括多个LED灯110。在一些实施例中,LED照明系统被构造以便安装至工业和商业工作场所中的常规镶板照明的标准照明灯具或现有插口中,以便将转变现有工作场所以及安装LED照明系统100所涉及的费用最小化。图4示出了带有多个安装的顶棚镶板410的工作场所400的示例。在一些实施例中,顶棚镶板410可为约24”长24”宽。在一些实施例中,顶棚镶板410可为约48”长24”宽。在一些实施例中,顶棚镶板410可为48”×12”宽。在一些实施例中,可使用其它尺寸的顶棚镶板410。在一些实施例中,顶棚镶板410可包括4至24个LED灯110。在一些实施例中,顶棚镶板410可包括12个LED灯110。在一些实施例中,LED照明系统100的工作电压可为约90至277伏特交流,且频率为约50/60赫兹。在一些实施例中,顶棚镶板410可以构建为钢或铝。在一些实施例中,LED灯110可包括MR16灯泡,例如可向加利福尼亚州费利蒙市的Soraa有限公司商业购买的。在其它实施例中,LED灯110可包括LED芯片阵列。在其它实施例中,LED灯110可包括LED芯片阵列,该阵列包括GaN上GaN (GaN on GaN) 芯片,例如那些可从加利福尼亚州费利蒙市的Soraa有限公司商业购买的。在一些实施例中,LED照明系统可包括网关450或控制器。

[0088] 图5A示出了滤光板的实施例的底视图。图5B示出了具有可移动滤光片的LED芯片阵列的实施例的底视图。在一些实施例中,LED照明系统100可包括可选择性地过滤由LED照明系统100产生的光的滤光板500。在一些实施例中,滤光板500包括至少一个过滤部分502和至少一个非过滤部分504。在一些实施例中,过滤部分502可包括多个包括滤光片的孔,该滤光片可包括,例如,本文中描述的滤光片中的任一个。在一些实施例中,非过滤部分503可包括不包括滤光片的多个孔。在一些实施例中,滤光板500可包括多个过滤部分502和非过滤部分504。在一些实施例中,过滤部分502和非过滤部分504在滤光板500上被定向,使滤光板的移动改变光通过的滤光板的部分,这可包括由本文所述的LED灯之一产生的光。光可通过滤光板的过滤部分502或滤光板500的非过滤部分504。在一些实施例中,滤光板500被构造为可滑动,以便光可被引导在白天被通过非过滤部分504,并在夜间通过过滤部分502。

[0089] 图6A示出了在非过滤位置包括MR16 LED的LED照明系统的实施例的侧视图。图6B示出了在过滤位置包括MR16 LED的LED照明系统的实施例的侧视图。图6C示出了在非过滤位置包括LED阵列的LED照明系统的实施例的侧视图。图6D示出了在过滤位置包括LED阵列的LED照明系统的实施例的侧视图。在一些实施例中,滤光片可被安置在如上所述的滤光板500中。在一些实施例中,滤光片可单独从一侧移至另一侧或成行地移动。在一些实施例中,如图6A、6C所示,LED照明系统可以是日间配置,其中滤光片不在光的路径中且不能衰减任何光。在一些实施例中,如图6B和6D所说明,LED照明系统可以是夜间配置,其中滤光片在光的路径中且能衰减至少一部分穿过其中的光。在一些实施例中,在夜间配置中,LED照明系统不会允许大量非过滤光进入工作场所400。在一些实施例中,包括过滤部分502和非过滤

部分504的滤光板可以沿着基本与由LED照明系统产生的光垂直的方向横向移动。在另一实施例中,滤光片可在过滤的夜间配置和非过滤的日间配置之间旋转。在一些实施例中,滤光板或滤光片的移动通过伺服系统控制。本领域技术人员应了解除了MR16 LED或LED阵列之外的其他光源可搭配可移动滤光片或滤光板使用。

[0090] 图7A示出了包括MR16 LED和控制系统的LED照明系统。图7B示出了包括LED芯片阵列和控制系统的LED照明系统。在一些实施例中,LED照明系统可包括控制系统。在一些实施例中,LED照明系统可包括端子模块、电源、输入电路、微控制器、环境温度传感器、伺服驱动器、伺服系统和致动器限制开关。在一些实施例中,控制系统可基于任何数量的输入(可包括日间时间),控制LED照明系统为非过滤的日间配置或过滤的夜间配置。在一些实施例中,控制系统可启动伺服系统以将LED照明系统从非过滤的日间配置或过滤的夜间配置改变。在一些实施例中,LED照明系统可包括致动器限制开关,从而控制系统了解何时LED照明系统是否已达到过滤或非过滤状态的合适方向,且可使用该数据以保证LED照明系统在合适配置中。在一些实施例中,电动致动器可被用来定位滤光片。

[0091] 在一些实施例中,LED照明系统可通过电力线通信由如图4所述的室内网关450进行远程控制。在一些实施例中,可使用X-10或Inseton标准控制LED照明系统。在一些实施例中,控制系统既可控制LED照明系统的亮度,又可控制LED照明系统的过滤或非过滤配置。在一些实施例中,控制系统可保证LED照明系统中的所有LED灯都被调至基本和谐且基本同一顺序。

[0092] 试验和验证

[0093] 如上所述,试验表明常规LED中440nm左右的强度尖峰对褪黑素有强烈抑制。试验还表明当陷波滤光片被用来衰减对昼夜中断产生影响的特定波段时,常规LED可能提供不了和非过滤光的白光类似的白光。在试验中使用了两种类型的LED灯,一种包括440nm脉冲,另一种包括415nm脉冲。

[0094] 图8示出了由约440nm的脉冲LED产生的跨过可见光谱的过滤的和非过滤的光的强度。过滤的光谱包括455至490nm之间的过滤范围。试验已表明455至490nm的陷波滤光片和440nm脉冲LED的组合对将褪黑素恢复至希望的水平是无效的。更多的试验表明了440nm脉冲LED上的500nm以下的截止滤光片对将褪黑素恢复至希望的水平是有效的,但是作为结果的过滤光对于一些应用是不可接受的,因为其提供了与希望的白光相对的黄色。在一些其它应用种,如果希望的话,截止滤光片和/或带黄色的光可提供可接受的过滤光环境。

[0095] 图9示出了由约415nm的脉冲LED的一些色温变化产生的沿着光谱的光的相对强度。图10示出了由包括430nm至500nm的陷波滤光片的约415nm的脉冲LED的变化产生的沿着光谱的光的相对强度。试验已表明430至500nm的陷波滤光片和415nm脉冲LED的组合对将褪黑素恢复至希望的水平是有效的,并能创造希望的白光。

[0096] 一些定制滤光片是为试验过程制造的。图11A表示在具有440nm脉冲的LED上的455至490nm陷波滤光片的透光百分比。图11B表示在具有440nm脉冲的LED上的500nm子带截止滤光片的透光百分比。图11C表示在具有415nm脉冲的LED上的430至500nm陷波滤光片的透光百分比。图11A至C的阴影区域表示被设计成透光率低于1%的波长范围,且所有三个滤光片都满足设计的透光率低于1%的要求。

[0097] 一些原型LED照明系统是针对使用了上述定制滤光片的试验过程制造的。图12A表

示用于配有455至490nm陷波滤光片的约440nm脉冲LED的光谱仪测量。图12B表示用于配有500nm子带截止滤光片的约440nm脉冲LED的光谱仪测量。图12C表示用于没有滤光片的约415nm脉冲LED的光谱仪测量。图12D表示用于配有430至500nm陷波滤光片的约415nm脉冲LED的光谱仪测量。

[0098] 十二个健康的个人被招入通宵研究。该组包括五名女性和七名男性。年龄范围是从22至34岁,平均值为26.5岁。排除条件包括近期轮班历史、睡眠障碍、眼睛/视觉障碍、色盲、流行病学研究中心抑郁量表上大于16的得分、抑郁症建议、在服药、吸烟、和睡眠时间和起床时间分别从23点到7点偏离超过2小时的不规则习惯睡眠模式。所有女性参与者都服用了口服避孕药以防止可影响褪黑素分泌的荷尔蒙可变性。作为筛选过程的一部分,对象提供了唾液样本用于褪黑素分析,所述唾液是他们在家中的微暗/黑暗房间内夜间睡眠的中间点收集的。采样时间与通常的褪黑素峰值时间一致,且仅具有中等/高等褪黑素水平的参与者被招入通宵研究(低分泌不符合研究要求,因为不期望能在不同照明条件之间发现褪黑素产量的强烈不同)。在测试夜晚前,对象参加了训练课程以练习表现测试。他们被要求在各测试夜晚的前一周内保持规律的睡眠时间表,睡觉时间和起床时间分别于23点至7点之间偏离不超过1小时(由睡眠日志和活动监测记录验证)。

[0099] 研究设计是组内(within-subject)设计,针对增加的试验性研究(其具有修改的滤光片测试),允许引导个人与参与者组的子集比较。所有十二个对象都完成了来自不具有滤光片的440nm脉冲LED的光和来自具有455至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的光的测试。四个对象的组参与了使用来自具有500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED的光和来自具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED的光的额外试验性测试。

[0100] 通宵试验的规程包括从20点到8点的每小时唾液采样。两份唾液样本被用来分析褪黑素。每隔两个小时进行以下测试:使用视觉模拟量表对情绪做神经精神病学主观测试、使用斯坦福(氏)嗜睡度量表测试嗜睡,使用Samn-Perelli疲劳表测试疲劳,使用多伦多医院警觉性试验测试警觉性和2分钟感知表现测试。每四个小时使用数字警惕性试验客观地测量警惕性。对象在各测试夜的午夜和页晚结尾完成照明评估调查。对象以每四人为一组进行研究,并在测试单元期间玩桌上游戏。不允许睡觉。每四个小时在唾液采样后供应等热量小吃,且对象在吃完后刷牙。在唾液采样前25分钟内不允许吃或喝水。

[0101] 不同的照明条件以屋顶照明的形式被提供。在凝视角度的光强在大约300至400lux。在于18:15到达实验室后,对象暴露于标准磷光办公室屋顶照明,直到他们已经在大约20点完成第一次测试单元。

[0102] 图13至15示出了当处于多种LED和滤光片组合时,对象中的平均褪黑素随时间推移的水平。图13A示出了暴露于由约440nm脉冲LED产生的过滤掉455至490nm的过滤光和非过滤光的十二个对象的褪黑素水平。A线表示当暴露于来自不具有滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。B线表示当暴露于来自具有455至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。于清晨时间在两种照明条件之间发现了数据上显著的差异,但是褪黑素差异的大小相对较小。当在夜间暴露于非过滤光时,通常期望低褪黑素水平,这在大多数对象中都发现了。在非过滤光条件下有提高的基线褪黑素水平(可能是由于对于LED照明的特定频谱组合的对象各自特定的不同反应所引起)的对象,唾液产生能力较差(由于获得需要的唾液量所需的极长取样时间引起极高褪黑

素基线水平)的对象,被从如图13B所示出的后续褪黑素分析中排除。图13B示出了暴露于由约440nm脉冲LED产生的过滤掉455至490nm的过滤光和非过滤光的九个对象的褪黑素水平。图13B排除了如上所述图13A的异常值。在图13A中,A线表示当暴露于来自不具有滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。B线表示当暴露于来自具有455至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。

[0103] 如图14所示,四个剩下的对象参与了额外试验性测试,其中包括具有500nm子带截止滤光片的额外440nmLED光源,且四人中的三人可参加如图15所示的第四通宵研究,其中包括具有430至500nm陷波滤光片的415nmLED灯。图14示出了暴露于由大约440nm脉冲LED产生的过滤光和非过滤光的四个对象的褪黑素水平。A线表示当暴露于来自不具有滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。B线表示当暴露于来自具有55至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。C线表示当暴露于来自具有500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。

[0104] 图15示出了暴露于由大约440nm脉冲LED产生的过滤光和非过滤光以及由大约415nm脉冲LED产生的过滤光的四个对象的褪黑素水平。A线表示当暴露于来自不具有滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。B线表示当暴露于来自具有455至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。C线表示当暴露于来自具有500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。D线表示当暴露于来自具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED的光时,通宵的对象中的平均褪黑素水平。数据示出了具有455-490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED的褪黑素水平(线B)与非过滤的440nm脉冲LED的褪黑素水平(线D)很类似,和常规工作场所中完整光谱光的控制值(其表示控制完整光谱光)。这表示具有455至490nm陷波滤光片且在约440nm具有增加的强度的常规LED对在夜间时间的照射期间维持对象的适当褪黑素水平是无效的。另一方面,表示具有500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED的线C,和表示具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED的线D,在夜间时间的照射期间维持了希望的褪黑素水平。试验性测试明显地证明了可通过光谱特定过滤LED照明(具体通过由具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED产生的照明)限制夜间光引起的褪黑素抑制。

[0105] 测试还包括各光源的主观评估以确认要采用的潜在障碍。对象在各夜晚的中间和结尾完成照明评估调查。视觉模拟量表被用来评估:总体照度、室内亮度和光分布、光的颜色、刺眼的光、对象清楚地看清细节的能力、对象清楚地感知对比度和颜色的能力、光的愉悦度、照明灯具的外貌和对眼睛而言照明的舒适程度。由具有455至490nm陷波滤光片的440nm脉冲LED灯产生的过滤光的对象评估在平均值上与非过滤光的评估很类似。对过滤和非过滤光之间的总体偏好因人而异,且在参与比较的12个研究对象中未发现一致趋向。

[0106] 对由具有500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED光的440nm脉冲LED光产生的过滤照明的评估是,就如所期望的那样,与非过滤照明或带窄陷波滤光片的照明相比,差异很大且总体上被判定为不太友好(如退步的色彩感知)。这并不令人惊奇,因为使用了截止滤光片,被阻挡的波长范围是非常大的。这种照明对于一些工作场所照明环境可能并不是一个可行的选择,且其测试主要被进行以为在有广泛过滤的照明条件下的褪黑素保存建立参考。

[0107] 如图12B所说明,包括500nm子带截止滤光片的440nm脉冲LED将光谱底端的光截止,并产生可在许多工作环境下不合需要的非白光。另一方面,如图12D所说明,具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED除了如上所示以及如图15所示的那样维持对象中的希望的褪黑素水平之外,并不为工作环境创造合适的白光。具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED光的最终灯光条件比具有截止滤光片的照明评级要高。具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED的照明的愉悦性和舒适性被评为与非过滤照明和具有窄陷波滤光片的照明相当。用具有430至500nm陷波滤光片的415nm脉冲LED灯测试的四个对象中的三个都陈述,假设该照明对健康和幸福有积极作用,他们会选择这种照明,而不是常规工作场所屋顶照明。

[0108] 试验确认了光谱-特定的LED照明解决方案可防止与夜间暴露于传统照明相关的昼夜中断。另外,结果表明过滤的光源可对人类夜间醒着时保持正常的夜间褪黑素模式很有效。具体而言,试验表明了由具有430-500nm的陷波滤光片的415nm的脉冲LED产生的照明特别适合夜班的照明,因为它能最小化将暴露于导致中断夜间褪黑素模式的光谱范围的情况最小化,并为工作条件提供合适的光。也预期更窄或不同范围的阻挡波长,如那些本文中被讨论的,可进一步增强光产生的光谱并维持希望的褪黑素效果和针对特定环境维持希望的条件。

[0109] 图16示出了以根据本公开中的一些系统和方法的针对Sora MR16光源的,在距地面约4英尺的高度针对在生物活性波段中的过滤的和非过滤的波长所测量的辐照度。图17示出了将在下文详细讨论的,根据本公开的一些方面,在进行过滤及未进行过滤的生物活性波段中的总照度与在可见光的波长而不在生物活性波段内的总辐照度的百分比。

[0110] 额外范例和实施例

[0111] 此处进一步描述了一些有优势的系统和方法的示范性特点和方面。例如,描述了提供高级照明系统解决方案的系统和方法。也描述了提供高效昼夜-调制的光谱分布模式的系统和方法。根据一些实施例,系统根据本公开的一定特点、方面和优势被安排和配置。所述系统与本文中描述的其它系统在一些方面类似。所述系统如此处进一步描述的那样,在一些方面很独特。系统和方法可包括一或多个以下特点和组合。

[0112] 根据一些有优势的方面,用于照亮一片区域的系统和方法可包括提供特定高效昼夜-调制的光谱分布模式,如本文中描述的一或多个模式。例如,在一些实施例中,系统和方法可包括夜间光谱分布模式,该夜间光谱分布模式具有高紫色尖峰(如约400至430nm),并且消除或以极低水平发射生物活性蓝光(如约430nm至490nm和/或本文中描述的其它选择),并发射正常水平的约490nm至700nm可见光波长。例如,在一些实施例中,系统和方法可包括日间光谱分布模式,其具有包含正常或升高水平的生物活性蓝光(如约430至490nm)的完整的400nm至700nm光谱。

[0113] 当用于本文中时,术语“夜间”和“日间”和/或“白天/夜晚”是广义术语并在本文中用作其一般含义,并且例如,一般指昼夜(约24小时)日的不同特定昼夜阶段,这些阶段是由个人的昼夜(生物)钟决定的。它们并不一定涉及日落和日升,或日升和日落之间的间隔。根据一些实施例,当光波长光谱分布的白天和夜晚模式被打开或和关闭时,夜间和日间条件的用24小时表示的精确时间,以及用于在不同条件间转变的波形(如突然开-关或像黎明和黄昏的逐渐变化),可被系统的用户或制造商选择和/或控制,并可由系统预判定或自动判

定。

[0114] 在一些实施例中,系统包括发射特定昼夜-调制的光波长分布的光源。在一些实施例中,所述光源是照明灯具。在一些实施例中,所述光源是灯泡。优选地,系统提供由光源产生的限定的昼夜白天/夜晚定时波长分布。

[0115] 在一些实施例中,系统包括机械式移动滤光片。例如,在一些实施例中,系统使用能产生完整的可见光光谱的单独类型的紫色LED+磷光体芯片阵列(如在GaN芯片阵列上的Soraa GaN)。在夜间情况,系统被配置成相对芯片阵列机械地定位光波长滤光片,以在夜间消除或极大地减少蓝光(约430至490nm)。在夜间条件后,系统被配置成移除滤光片以允许在日间发射包括生物活性蓝光波长的广谱光。在一些实施例中,优选紫色尖峰LED以在即使特定蓝色波段在夜间被过滤的情况下也能获取质量良好的光。可使用多种类型的光滤光片。滤光片优选地阻挡或通过定义量充分地减少特定范围的波长的蓝光。可按希望使用本文中描述的一或多个滤光片范围。例如,在一些实施例中,滤光片可为二向色性的(如“反射的”或“薄膜”或“干涉”滤光片)。在一些实施例中,滤光片可为吸收型滤光片。根据一些实施例,芯片阵列可为可移动部件以实现非过滤和过滤光之间的白天/黑夜限时交替。根据一些实施例,光学滤光片可为可移动部件以实现非过滤和过滤光之间的白天/黑夜限时交替。在一些实施例中,芯片阵列和光学滤光片两者均可移动以实现非过滤和过滤光之间的白天/黑夜限时交替。

[0116] 在一些实施例中,系统被安排和配置成在过滤和非过滤的LED+磷光体芯片之间转换。例如,在一些实施例中,系统使用发射完整的光谱的两组单独类型的紫色LED磷光体-涂覆芯片或芯片阵列(如GaN上Soraa GaN芯片阵列)。一组被优选地配备固定的光波长滤光片而另一组优选地非过滤,以便根据一些实施例,通过在夜间关闭非过滤芯片阵列,并仅仅保留从过滤光芯片阵列发射的光来获得希望的白天/黑夜模式。例如在日间,芯片或芯片阵列中过滤的组将被关闭,而非过滤的组将被打开。使用的LED+磷光体优选地在紫色波长(约400至430nm)具有强烈尖峰以在配备了光波长滤光片的组中维持色彩质量。

[0117] 在一些实施例中,系统被安排并配置有通过两个通道发射光的LED芯片。例如,一个通道优选地被涂覆能消除或最小化蓝光(如约430至490nm)但发射覆盖其它波长(如约400至430nm和约490至700nm)的光的磷光体或一组磷光体,而另一通道优选地具有很少或无磷光体涂层并发射蓝色波长(如约430至490nm)。根据一些实施例,系统可被配置成使用常规蓝色-尖峰LED芯片。例如,在日间两个通道都可被打开。在夜间,优选地仅具有磷光体的通道被打开。

[0118] 在一些实施例中,系统被安排并配置有多个磷光体。例如,在一些实施例中,系统优选地使用在非生物活性(如约400至430nm)范围内发射的两组单独类型的紫色LED芯片。一个LED芯片组优选地被涂覆吸收紫光并发射完整的可见光光谱的磷光体。另一LED芯片组优选地被涂覆有在定义的蓝光范围(如约430至490nm,约425至480nm等)不发射光(或极大地减少光)但在约490至750nm的范围内发射光的不同磷光体或磷光体组合。根据一些实施例,可通过从一组覆有磷光体的LED转换至另一组实现白天/夜晚模式照明。在一些实施例中,用于紫色LED芯片的替代涂覆材料不是常规稀土磷光体,但具有相同或类似的吸收和发射特性。例如,胶量子点,或烷基纳米晶体可取代常规磷光体(如那些直接放在芯片上的)。胶量子点磷光体是纳米晶体发射器且不含稀土元素。

[0119] 在一些实施例中,系统被安排并配置有RGB型照明解决方案。例如,在一些实施例中,系统可使用多个发射离散波长(单色或近单色)的LED芯片共同构成完整的可见光光谱(如紫色、蓝色、绿色、黄色和红色),且在夜间关闭蓝色LED芯片,而在日间再将其打开。在一些实施例中,这些以多个LED为基础的系统可有少至三个离散LED或多至实际需要的数量。例如,在一些实施例中系统可包括多至4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16或更多颜色系统。系统可包括多个离散色彩通道。在一些优选地系统中,在蓝色范围(如约430至490nm)内发射的LED可在照明系统的夜间状态中被关闭。在一些实施例中,法布里-珀罗干涉仪可被用来减少在生物活性范围(如约430至490nm)附近的单色LED的发射的光谱范围的外边缘处的发射,以在单色LED芯片之间产生在目标蓝色波长(如约430至490nm)内很少或无发射的波长区域。

[0120] 根据一些用于光谱的白天/夜晚控制的系统或方法,基于OLED(有机发光二极管)的系统可被用作与LED相对的,在希望的波长中发射光的光源,其中一组OLED提供完整光谱的光,而另一组OLED发射排除了生物活性蓝色波长的光。例如,在本文中描述的一些实施例中,OLED系统可取代LED。在一些实施例中,可使用OLED和LED的组合。

[0121] 根据一些用于光谱的白天/夜晚控制的系统和方法,基于明亮(如“阳光下可读”)等离子体或液晶计算机显示器屏幕的系统可被用作在希望的波长内发射光的光源,其中计算机屏幕被编程以在日间提供完整光谱的光,而在夜间提供排除生物活性蓝色波长的光。其它显示器、屏幕和/或显示设备也可被适应和/或配置成在希望的波长内发射光的光源,其中显示器、屏幕和/或显示设备被编程以在日间提供完整光谱的光,而在夜间提供排除生物活性蓝色波长的光。根据一些实施例,本文中描述的具有优势的显示器、屏幕和/或显示设备的装置包括个人电脑、笔记本电脑、平板电脑、手机、电话亭、电视,且可包括大体上固定装置和便携装置。

[0122] 在一些实施例中,系统包括可穿戴滤光片。例如,在一些实施例中,系统使用能产生完整的可见光光谱的单独类型的紫色LED+磷光体芯片阵列(如在GaN芯片阵列上的Soraa GaN)。在夜间情况期间,系统的用户被提供以可穿戴滤光片系统,例如,眼镜、护目镜、屏障和/或其它可穿戴滤光片配置,其可被个人使用通过在芯片阵列的环境中定位用户身上的光波长滤光片以屏蔽用户,从而在夜间消除或极大地减少蓝光(约430至490nm)。在夜间情况后,用户可移除滤光片以允许在日间发射包括生物活性蓝光波长的广谱光。在一些实施例中,优选紫色尖峰LED以在即使特定蓝色波段在夜间被过滤的情况下也能获取质量良好的光。可使用多种类型的可穿戴和/或个人光学滤光片。滤光片优选地阻挡或通过定义量充分地减少特定范围的波长的蓝光。可按希望使用本文中描述的一或多个滤光片特征和/或范围。

[0123] 在一些实施例中,使用过滤的夜间光源为户外照明应用安排和配置系统。例如,在一些实施例中,系统使用光源和滤光片。系统使用发射完整的光谱的紫色LED磷光体-涂覆芯片或芯片阵列(如在GaN芯片阵列上的Soraa GaN)。也可使用本文中描述的其它光源和安排。根据一些实施例,所述光源优选地配有固定光波长滤光片。在其它实施例中,可通过本文中描述的任何方式实现希望的发射光的光谱。例如,在日间,过滤的芯片组或芯片阵列通常被关闭。使用的光源优选地在紫色波长(约400至430nm)具有强烈尖峰以在配备了光波长滤光片(用以限制蓝色波长(如约430至490nm)的夜间发射)的组中维持色彩质量。根据一

些实施例,具有如本文中所描述的有优势的过滤光源的户外照明装置包括路灯、体育场灯、球场灯、汽车头灯、庭院灯、天井灯、公园灯、游乐园灯、停车场和/或建筑物灯、泛光灯、建筑灯、包括在夜间照亮建筑结构的重点照明和其它适用于主要夜间照明用途的照明系统。

[0124] 根据一些用于光谱的白天/夜晚控制的系统和方法,可使用其它类型的波长管理装置。例如,在一些实施例中,可使用吸收器系统。吸收器可不同于干涉滤光片,因为在一些实施例中它的吸收可不取决于光入射角。吸收器可为磷光体(类似于那些在本文中讨论的)或仅产生热量的吸收器。在一些实施例中,波长管理装置可包括电致变色材料和/或结构以在禁止范围内吸收或发射光。在一些实施例中,波长管理装置可包括光子晶体滤光片元件。光子晶体优选地被设计具有光学带隙以限制和/或阻止光在禁止范围内的传播。在一些实施例中,光子晶体是2D光子晶体元件。在一些实施例中,光子晶体是3D光子晶体元件。在一些实施例中,波长管理装置可包括设计成在禁止范围内吸收光的表面等离子体光子学结构。在一些实施例中,波长管理装置可包括任何适用和/或有效的波长管理装置和/或干涉滤光片的组合。

[0125] 根据一些系统和方法,设计可包括在LED半导体元件内或其上、在LED封装、模块、初级光学系统、二级光学系统和/或三级光学系统内的波长管理装置的使用,用于制造固定装置。根据一些系统和方法,设计可包括直接在固定装置中的名义反射表面上使用波长管理系统(如,吸收器、表面等离子体光子学),所述固定装置来自LED和/或LED磷光体组合(例如,其中OLED作为特定类型LED而被包括)的辐射接触。根据一些系统和方法,设计可包括在波导结构(如平坦的、弯曲的或以光纤为基础)上和/或其内的波长管理装置的使用,所述波导结构可被用于设计和操作照明系统和/或照明设备。

[0126] 根据一些系统和方法,动态光谱管理的特征可包括在需要对光源的光谱密度进行动态控制时,对从多组LED发射的光的数字和/或模拟控制,所述LED具有或不具有磷光体。根据一些系统和方法,动态光谱管理的特征可包括对电致变色吸收器的数字和/或模拟控制,所述电致变色吸收器可被用来管理禁止范围内光的传输或吸收。根据一些系统和方法,动态光谱管理的特征可包括机械结构,其中吸收器和/或滤光片的组合可被用来在禁止范围内动态地阻挡和/或透射光。例如,结构可为初级、二级和/或三级光学系统中的任一个部分或全部部分(如在多种物理配置中)。

[0127] 根据一些系统和方法,本公开的一个方面是实现,当设计照明系统以向人工照明环境(如工作场所、住所或公共空间)的占据者传递一定强度和光谱波长组合时,不仅考虑和/或定义照明系统和/或照明设备,还考虑和/或定义环境的特征是有利的。

[0128] 到达一个人的眼睛的光的质量和强度不仅取决于光的光谱构成,也取决于环境表面的材料属性,包括颜色、反射比和材质。在一些应用中,光源发射的数量测量可能不会完全考虑到环境中的表面的反射属性,包括磷光颜料和材料的效果。

[0129] 当设计并安装光源以最优化人的视觉、感知、表现和健康时,有一些情况可被考虑。当光照射表面时,它被反射、吸收或透射,或者二或三种效果的组合可发生。深色(像平面黑涂料)反射很少的光并吸收基本上所有入射光线,而亮表面(如白色涂料)反射大部分入射光。当光照射不透射光的不透明表面时,一些光被吸收,而另一些光被反射。类似地,光滑表面反射光但若表面不是优良的发射器(如镜子),则部分光将被吸收并转化为热量。此外,不同表面以不同方式反射光。例如,当反射的光平均地在所有方向分散在地毯上时,地

毯展现出哑光或漫射反射,从而从所有方向看起来都一样亮。

[0130] 相应地,在一些应用中,测量和评估环境的主要表面的反射比因此是有益处的,因为表面属性可反射光,并提高或降低空间内的光照度。

[0131] 根据一些系统和方法,人工照明环境系统被适用于允许一个人或多个人位于其中。提供了限定的环境空间。人工光源被适用于在限定的环境空间内发射光。所述人工光源被配置,使得在考虑到表现为在所述人工照明环境的所述限定的环境空间内发光的任何自然光源之后,以及在考虑到存在于所述人工照明环境的所述限定的环境空间内任何环境组成的特征(诸如光学、表面的光谱反射率,和/或发荧光的所述限定的环境空间内的材料的特性)之后,与任何起作用的自然光源和/或环境组成相结合的人工光源在所述限定的环境空间的地面水平之上约二(2)英尺至约七(7)英尺处发射可见光范围内(约400nm至约700nm)的大约五十(50)至大约二千(2,000)勒克斯之间的光。昼夜夜间模式(CNight模式),其中在选择生物活性波段范围内发射的光在任何方向上测量时都不超过约 $1\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 的平均辐照度,其中所述选择的生物活性波段范围覆盖至少大约10nm,且其中所述选择的生物活性波段范围落在大约430nm和大约500nm的一般波段范围内。

[0132] 在CNight模式下的所述选择的生物活性波段范围选自由以下生物活性波段范围组成的组:约430nm至约500nm、约430nm至约490nm、约430nm至约480nm、约430nm至约470nm、约430nm至约460nm、约435nm至约500nm、约435nm至约490nm、约435nm至约480nm、约435nm至约470nm、约435nm至约460nm、约440nm至约500nm、约440nm至约490nm、约440nm至约480nm、约440nm至约470nm、约440nm至约460nm、约450nm至约500nm、约450nm至约490nm、约450nm至约480nm、约450nm至约470nm、约450nm至约460nm、约460nm至约500nm、约460nm至约490nm、约460nm至约480nm,和约460nm至约470nm。

[0133] 优选地,所述CNight模式下的所述选择的生物活性波段范围在地平面上约二(2)英尺至约七(7)英尺之间以任何方向测量时都不超过选自由以下组成的组的平均辐照度:约 $0.7\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 、约 $0.5\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 、约 $0.2\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$,和约 $0.1\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 。

[0134] 所述CNight模式紫色光在从由以下组成的组选择的波段中提供:约400至约440nm之间、约400至约430nm之间、约400至约425nm之间,和约400至约415nm之间,并且在地平面上约二(2)英尺至约七(7)英尺之间以任何方向测量时具有从由以下组成的组中选择的平均辐照度:大于约 $0.5\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 、大于约 $1.0\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 、大于约 $1.5\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 和大于约 $2.0\mu\text{Watts}/\text{cm}^2$ 。

[0135] 所述CNight模式可与昼夜日间模式(CDay模式)交替,在任何方向上测量时,所述CDay模式在所述限定的环境空间的地面水平之上约二(2)英尺至约七(7)英尺处,以所述选择的生物活性波段范围内的辐照度,发射大约五十(50)至大约二千(2,000)勒克斯之间的光,其中所述选择的生物活性波段范围内的辐照度具有类似于其它可见光波长的辐照度的水平。

[0136] 系统可被配置为响应预定昼夜阶段或白天时间指示在所述CDay模式和所述CNight模式之间自动转变,且其中CDay的持续时间和时刻以及CNight的持续时间和时刻可由用户预先设置。所述预定昼夜阶段或白天时间指示可选自由以下组成的组:包括季节性调整的时间的指示、包括固定的时钟时间的指示,和包括用户选择的时间的指示。环境可基于从由所述人工照明环境系统照亮的个体获得的昼夜阶段数据或信息而配置。在一些实施

例中,系统被配置为在所述CDay模式和所述CNight模式之间快速转变。在一些实施例中,系统被配置为在所述CDay模式和所述CNight模式之间逐渐转变。

[0137] 根据一些系统和方法,照明系统包括人工光源。人工光源在可见光范围(约400nm至约700nm)内发射光,并且包括昼夜夜间模式(CNight模式),在所述昼夜夜间模式中,在选择生物活性波段范围内发射的光发射的辐照度小于来自所述人工光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之六(6%)。选择的生物活性波段范围发射从由以下组成的组选择的辐照度:小于来自所述人工光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之四(4%)、小于百分之二(2%),和小于百分之一(1%)。所述CNight模式紫色光在从由以下组成的组选择的波段中提供:约400至约440nm之间、约400至约435nm之间、约400至约430nm之间、约400至约425nm之间,和约400至约415nm之间,并且具有从由以下组成的组选择的平均辐照度:大于来自所述人工光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的约百分之四(4%)、大于约百分之六(6%),和大于约百分之十(10%)。优选地,述CNight模式与昼夜日间模式(CDay模式)交替,其中所述CDay模式的所述选择的生物活性波段范围发射从由以下组成的组选择的辐照度:大于来自所述光源的,所述可见光范围内的总辐照度的约百分之四(4%)、大于约百分之六(6%),和大于约百分之十(10%)。系统可配置为响应于预定的昼夜阶段或白天时间指示,在所述CDay模式和所述CNight模式之间自动转换。CDay的持续时间和时刻和CNight的持续时间能够由用户预先设置。所述预定昼夜阶段或白天时间指示可从由以下组成的组选择:包括季节性调整的时间的指示、包括固定的时钟时间的指示,和包括用户选择的时间的指示。

[0138] 在一些情况下,所述人工光源仅在所述CNight模式下发射光。例如,第二光源可在昼夜日间模式(CDay模式)下发射光。第二光源可包括常规光源。第二光源可包括先前存在的照明灯具和/或与所述人工光源平行安装。人工光源选自由以下组成的组:天花板灯、壁灯、台/桌灯、便携灯、车辆用灯、室外灯、电子装置的屏幕/显示器。人工光源可包括以LED或非LED为基础的光源。

[0139] 根据一些系统和方法,照明系统包括光源。优选地,光源被配置为发射具有光谱分布模式的光,所述光谱分布模式具有位于约400nm至约430nm之间的紫色尖峰。适于连接至所述光源的陷波滤光片。所述陷波滤光片可被配置为过滤由所述光源发射的光,使得生物活性波段发射的辐照度小于来自所述光源的,对应于CNight光谱分布模式的第一滤波配置中的可见光范围内的总辐照度的约百分之六(6%)。第二非滤波配置对应于CDay光谱分布模式。所述生物活性波段发射的辐照度大于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之四(4%)。

[0140] 在CNight光谱分布模式下的所述选择的生物活性波段范围选自由以下生物活性波段范围组成的组:约430nm至约500nm、约430nm至约490nm、约430nm至约480nm、约430nm至约470nm、约430nm至约460nm、约435nm至约500nm、约435nm至约490nm、约435nm至约480nm、约435nm至约470nm、约435nm至约460nm、约440nm至约500nm、约440nm至约490nm、约440nm至约480nm、约440nm至约470nm、约440nm至约460nm、约450nm至约500nm、约450nm至约490nm、约450nm至约480nm、约450nm至约470nm、约450nm至约460nm、约460nm至约500nm、约460nm至约490nm、约460nm至约480nm,和约460nm至约470nm。

[0141] 所述紫色尖峰在从由以下组成的组中选择的波段中提供:约400至约425nm之间、

约400至约415nm之间,和约410至约420nm之间,并且具有从由以下组成的组中选择的平均辐照度:大于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的约百分之四(4%)、大于约百分之六(6%)和大于约百分之十(10%)。所述CNight光谱分布模式中的所述生物活性波段发射选自由以下组成的组中的辐照度:小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之四(4%)、小于百分之二(2%)和小于百分之一(1%)。所述CDay光谱分布模式中的所述生物活性波段发射选自由以下组成的组中的辐照度:大于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之六(6%),和大于百分之十(10%)。

[0142] 在一些实施例中,陷波滤光片可相对于大体固定的光源移动。在一些实施例中,光源可相对大体固定的陷波滤光片而移动。在一些实施例中,光源和陷波滤光片可独立移动。光源可包括紫色脉冲LED+磷光体芯片阵列。光源可包括在GaN上GaN LED+磷光体芯片阵列。光源可包括OLED。陷波滤光片可为二向色性的滤光片。在一些实施例中陷波滤光片可为吸收滤光片。

[0143] 根据一些系统和方法,光源包括多个离散波长发光LED芯片。在CDay模式中,所述多个LED芯片一起构成完整的可见光光谱。一个或多个所述离散波长发光LED芯片被配置为在CNight模式下选择性地关闭,使得生物活性波段发射的辐照度小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之一(1%)。在一些实施例中,生物活性波段范围可发射选自由以下组成的组的辐照度:小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之六(6%)、百分之四(4%)、百分之二(2%),和百分之一(1%)。LED芯片中的一或多个可为单色。在一些实施例中,LED芯片中的一或多个为近单色。在一些实施例中,完整的可见光光谱优选地包括用于紫色、蓝色、绿色、黄色和红色波长的离散波长芯片。优选地,蓝色LED芯片被配置为在所述CNight模式下选择地关闭。

[0144] 根据一些系统和方法,光源包括第一和第二单独控制的紫色LED芯片组。所述第一紫色LED芯片组被配置为在CDay模式下打开并涂覆有吸收紫色光并发射覆盖400-700nm范围的可见光光谱的磷光体。所述第二LED芯片组被配置为在CNight模式下打开并涂覆有不同磷光体或磷光体的组合,所述不同磷光体或磷光体的组合限制生物活性波段内的光,使得所述生物活性波段发射的辐照度小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之一(1%)。在一些实施例中,生物活性波段范围可发射选自由以下组成的组的辐照度:小于来自所述光源的,在所述可见光范围内总辐照度的百分之六(6%)、百分之四(4%)、百分之二(2%),和百分之一(1%)。通过在所述第一组和第二组涂覆磷光体的LED之间切换来实现日间-夜间模式照明。在一些实施例中,所述紫色LED芯片上所使用的涂覆材料不是常规稀土磷光体,但具有类似的吸收和发射特性。所述紫色LED芯片上所使用的涂覆材料可包括胶体量子点和/或烷基纳米晶体。

[0145] 根据一些系统和方法,照明系统包括光源,该光源包括通过第一和第二通道发射光的多个LED芯片。所述第一通道涂覆有磷光体或磷光体组,在所述CNight模式期间限制在生物活性波段中的光传输,使得所述生物活性波段发射的辐照度小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之一(1%)。在一些实施例中,在生物活性波段范围可发射选自由以下组成的组的辐照度:小于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之六(6%)、百分之四(4%)、百分之二(2%),和百分之一(1%)。所述第二通道被配置为在述CDay模式期间打开且不具有磷光体涂层。所述CDay模式中的所述生物活性波段

发射的辐照度大于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之四(4%)。所述CDay模式中的所述生物活性波段发射选自以下组成的组中的辐照度:大于来自所述光源的,在所述可见光范围内的总辐照度的百分之六(6%)和大于百分之十(10%)。

[0146] 应了解对本文中描述的当前优选地实施例的多种改变和修改将对本领域技术人员显而易见。可在不违背本公开精神和范围,且不减少其附加优势的情况下做出这种改变和修改。例如,可按希望重新定位多种组件。因此预期这种改变和修改被包括进本公开的范围。此外,并非所有特点、方面和优势对于本公开的实践都是必须的。相应地,本公开的范围被预期仅被权利要求书定义。

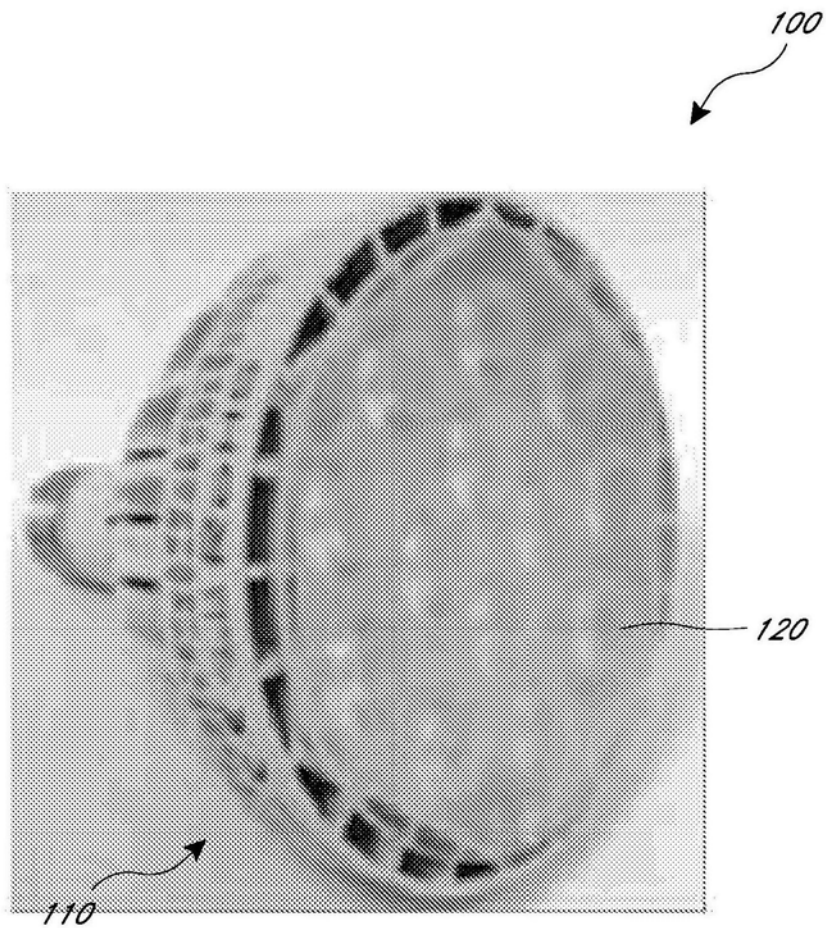


图1A

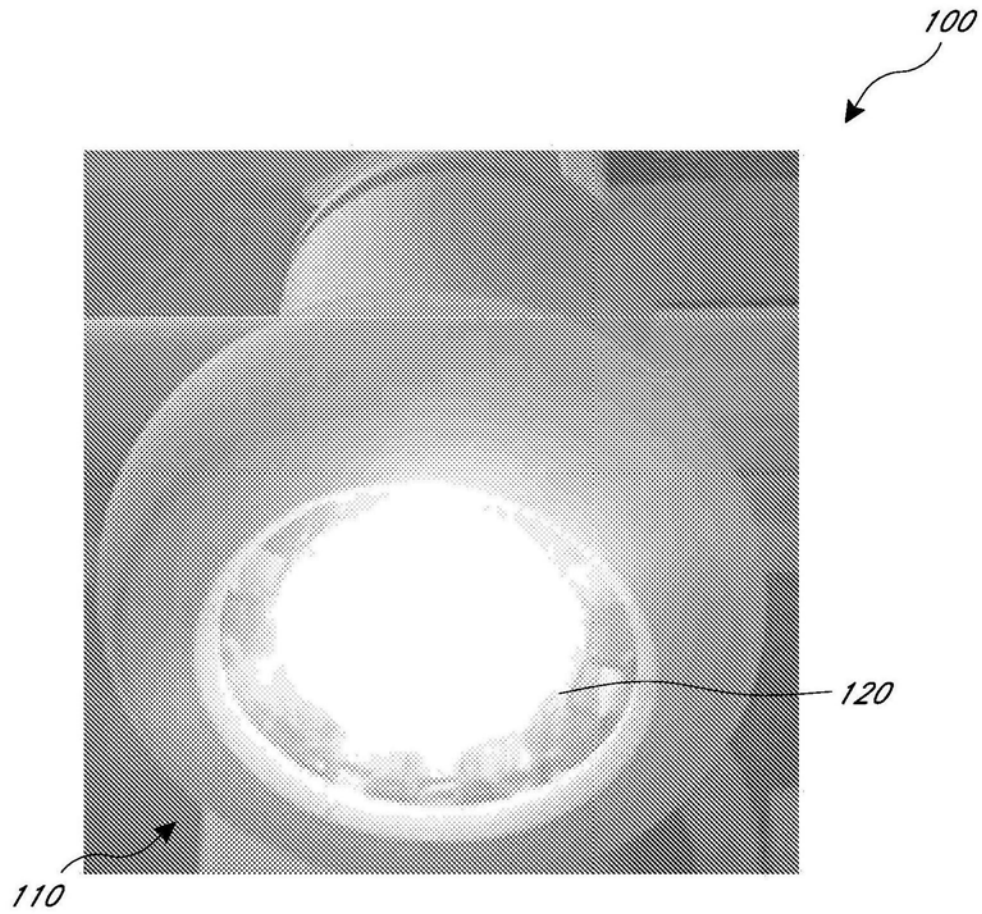


图1B

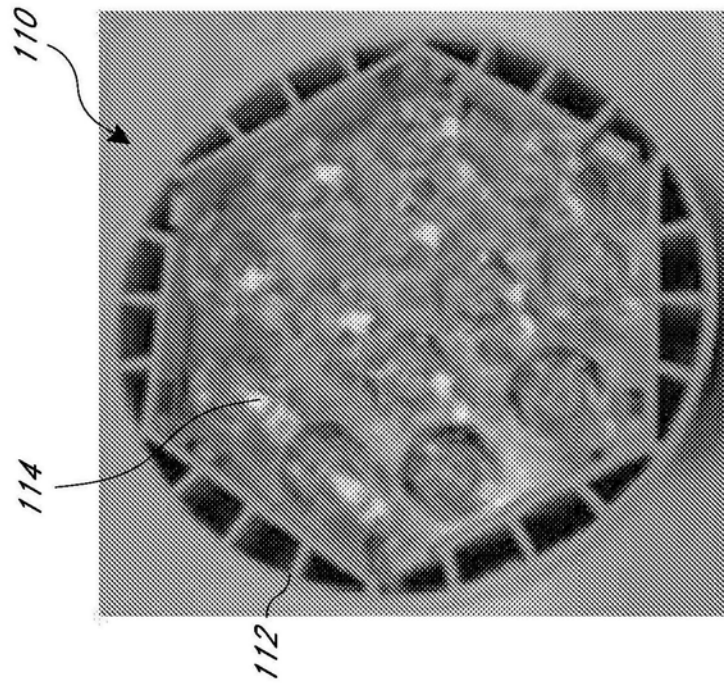


图2

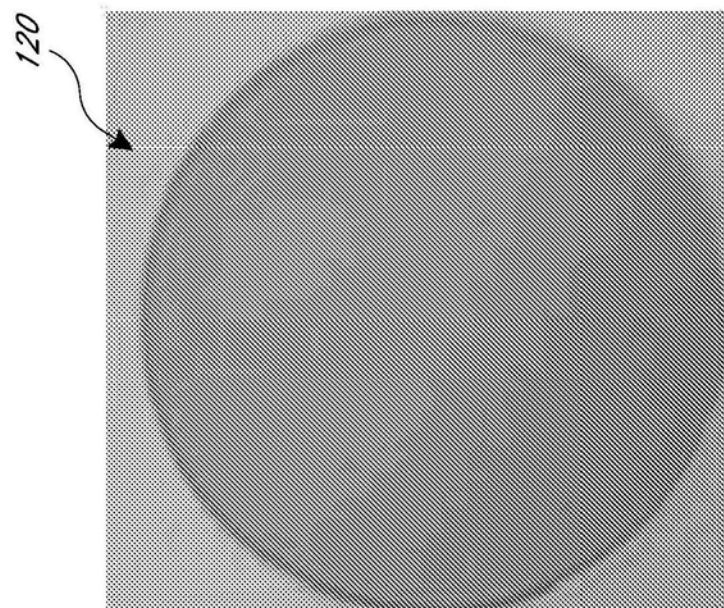


图3

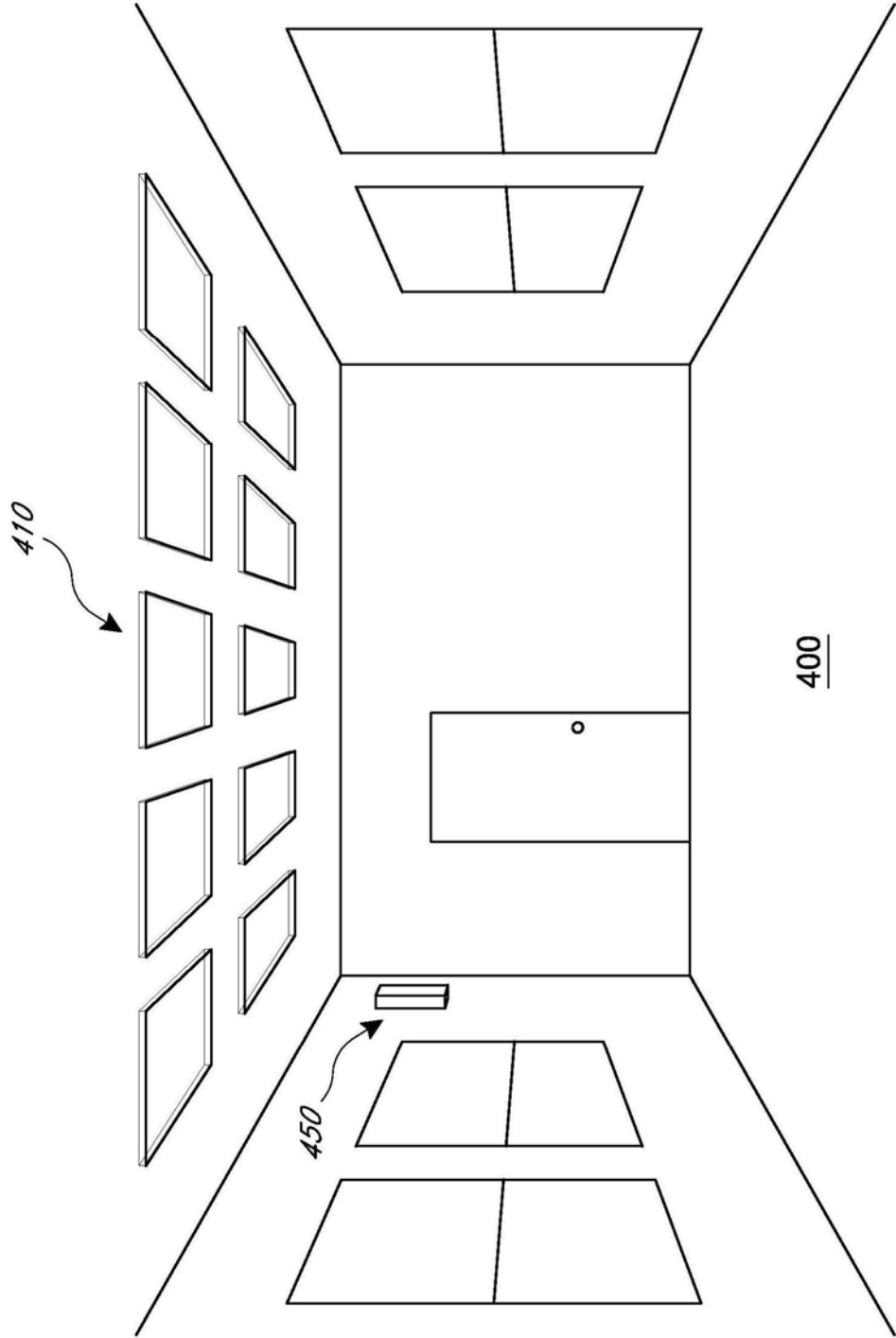


图4

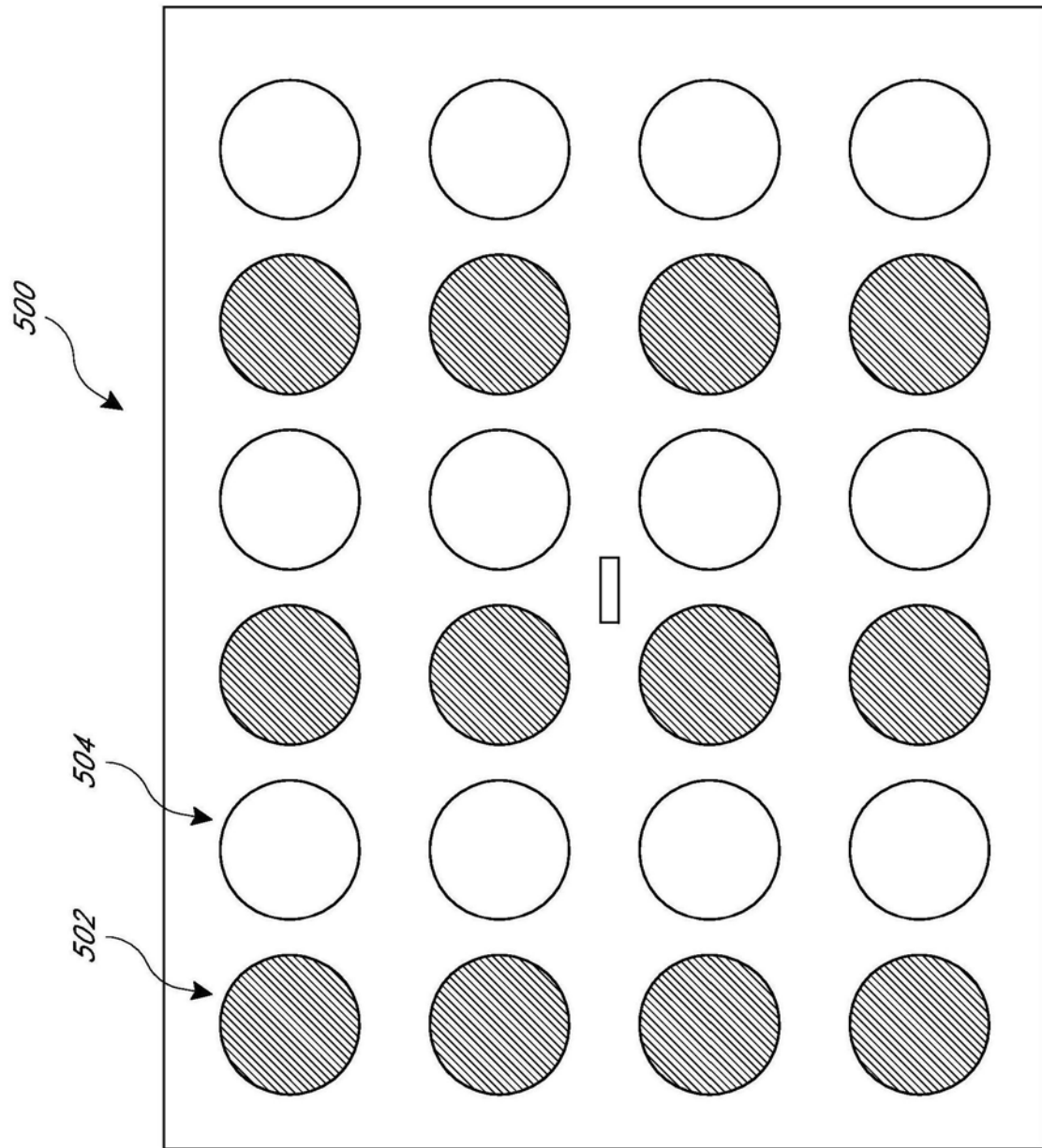


图5A

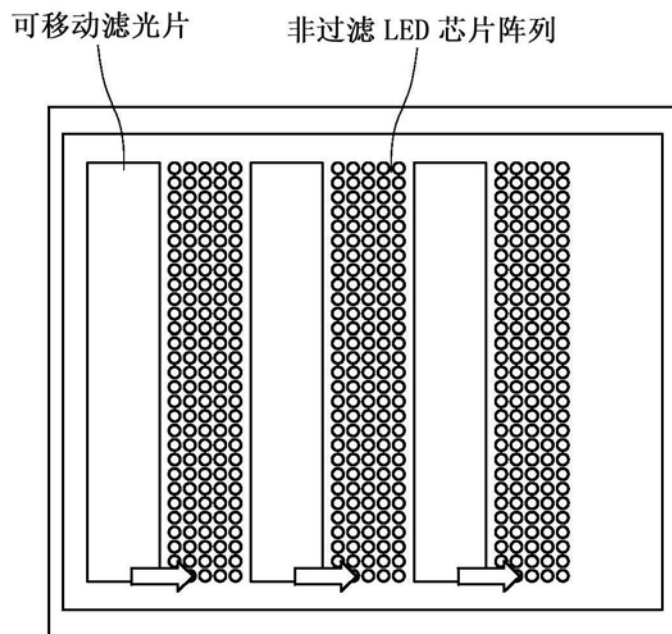


图5B

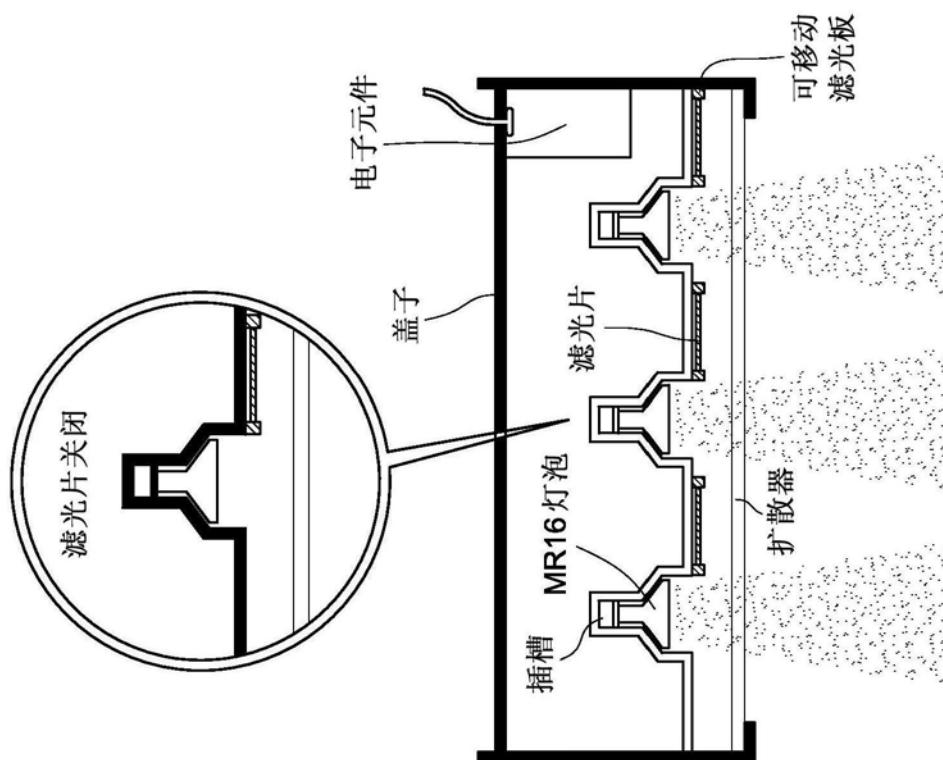


图6A

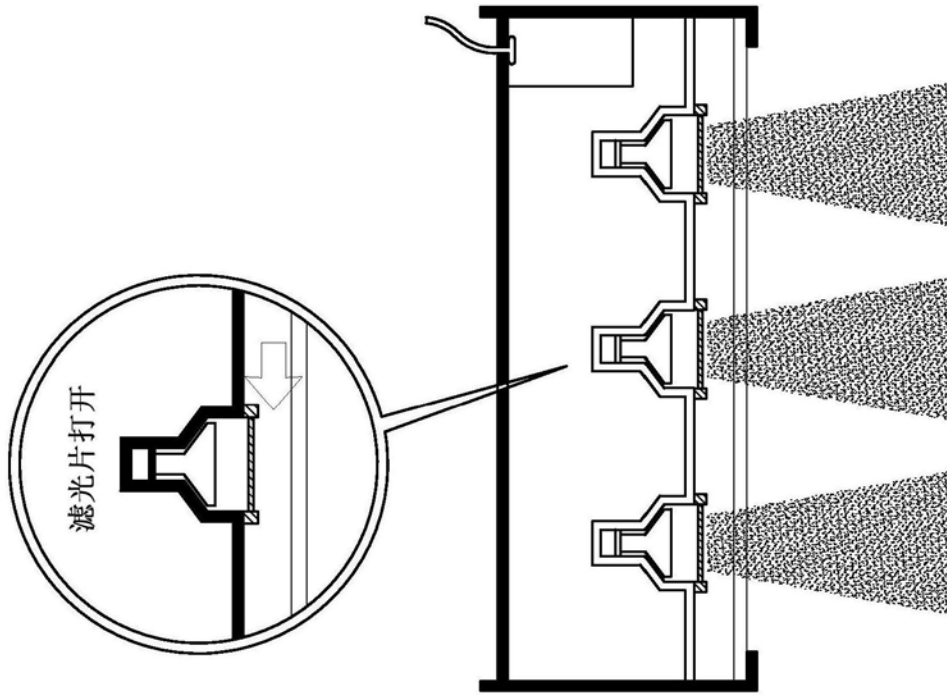
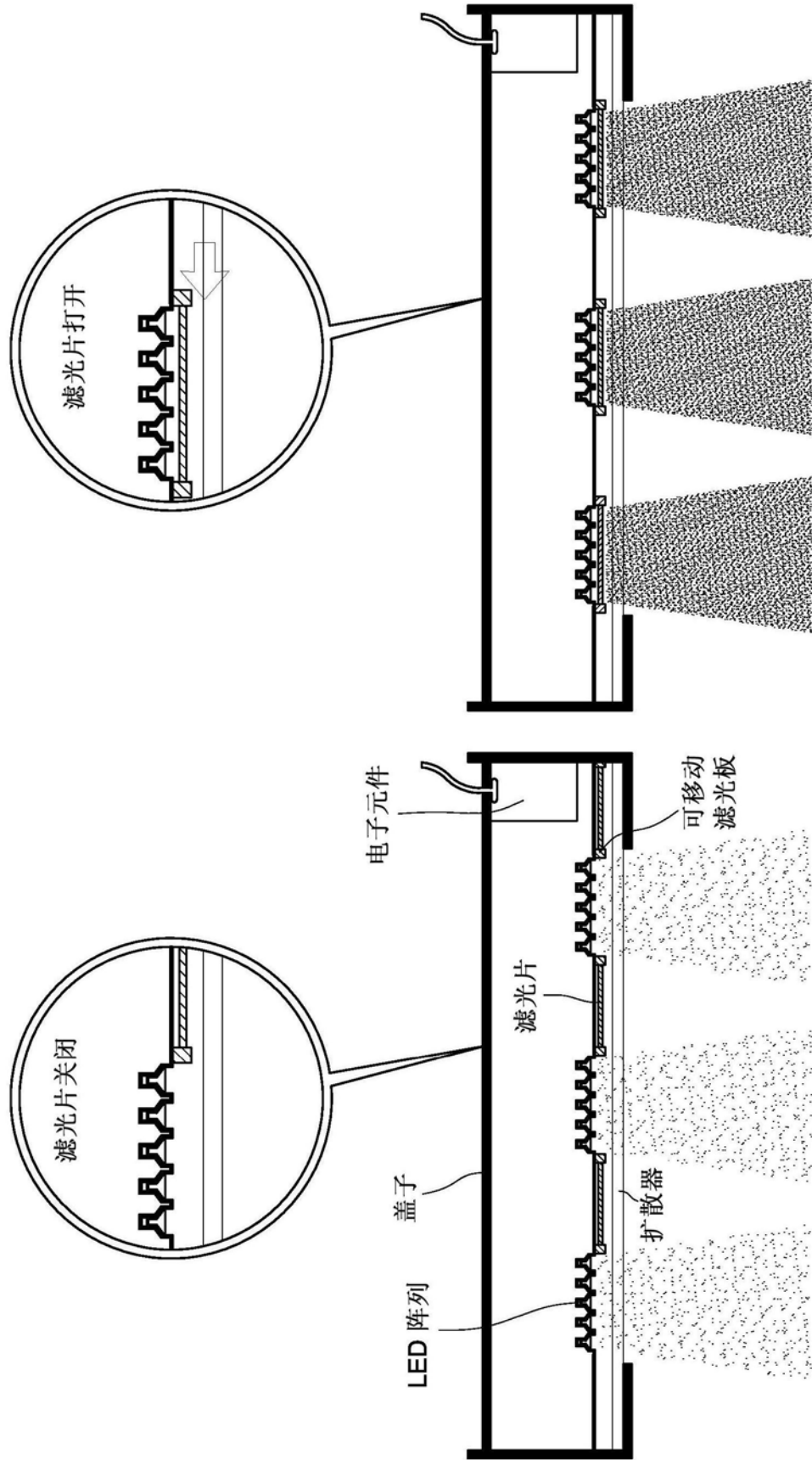


图6B



2'x2' LED 面板的横截面

图 6D

图 6C

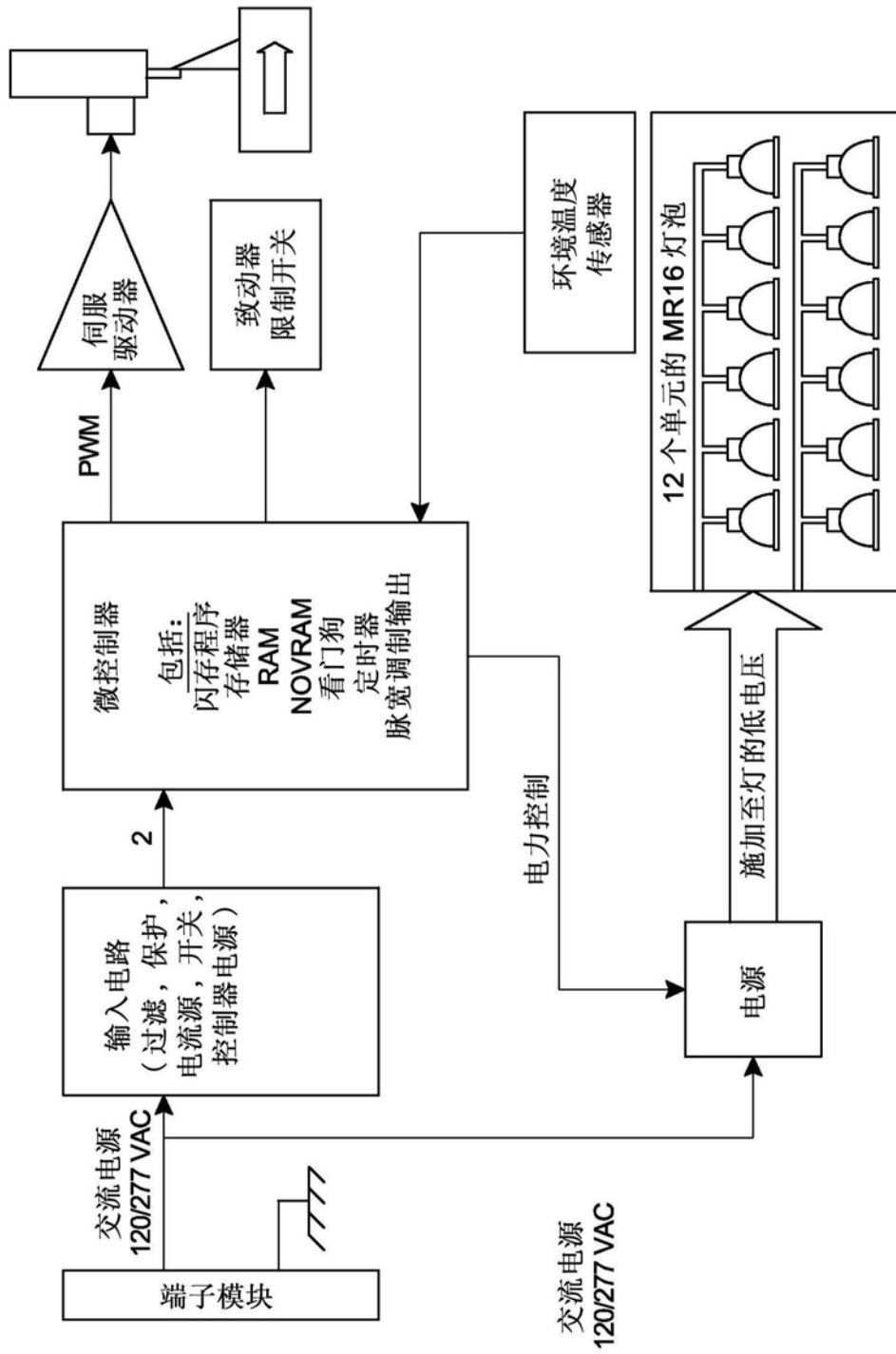


图7A

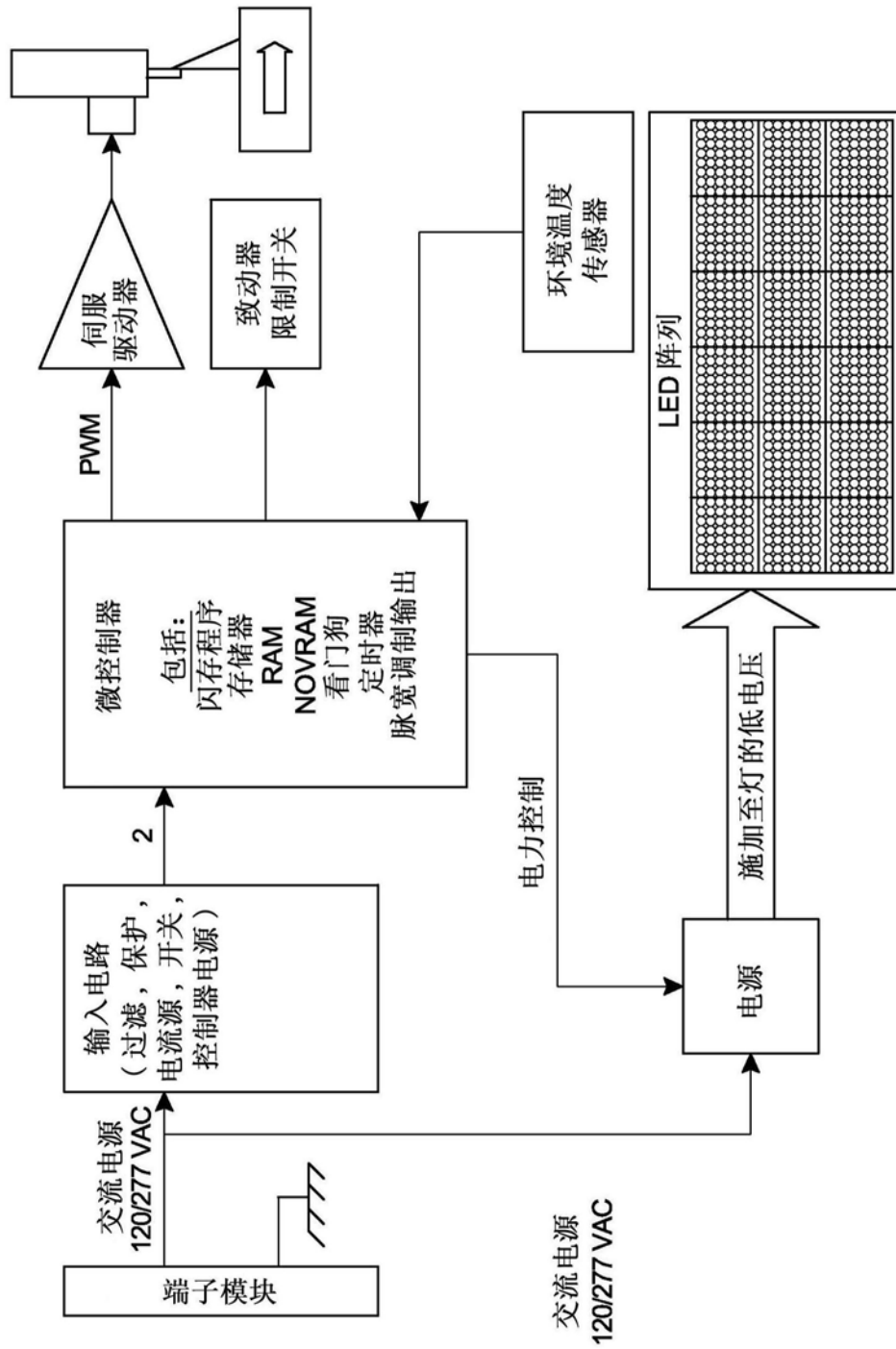


图7B

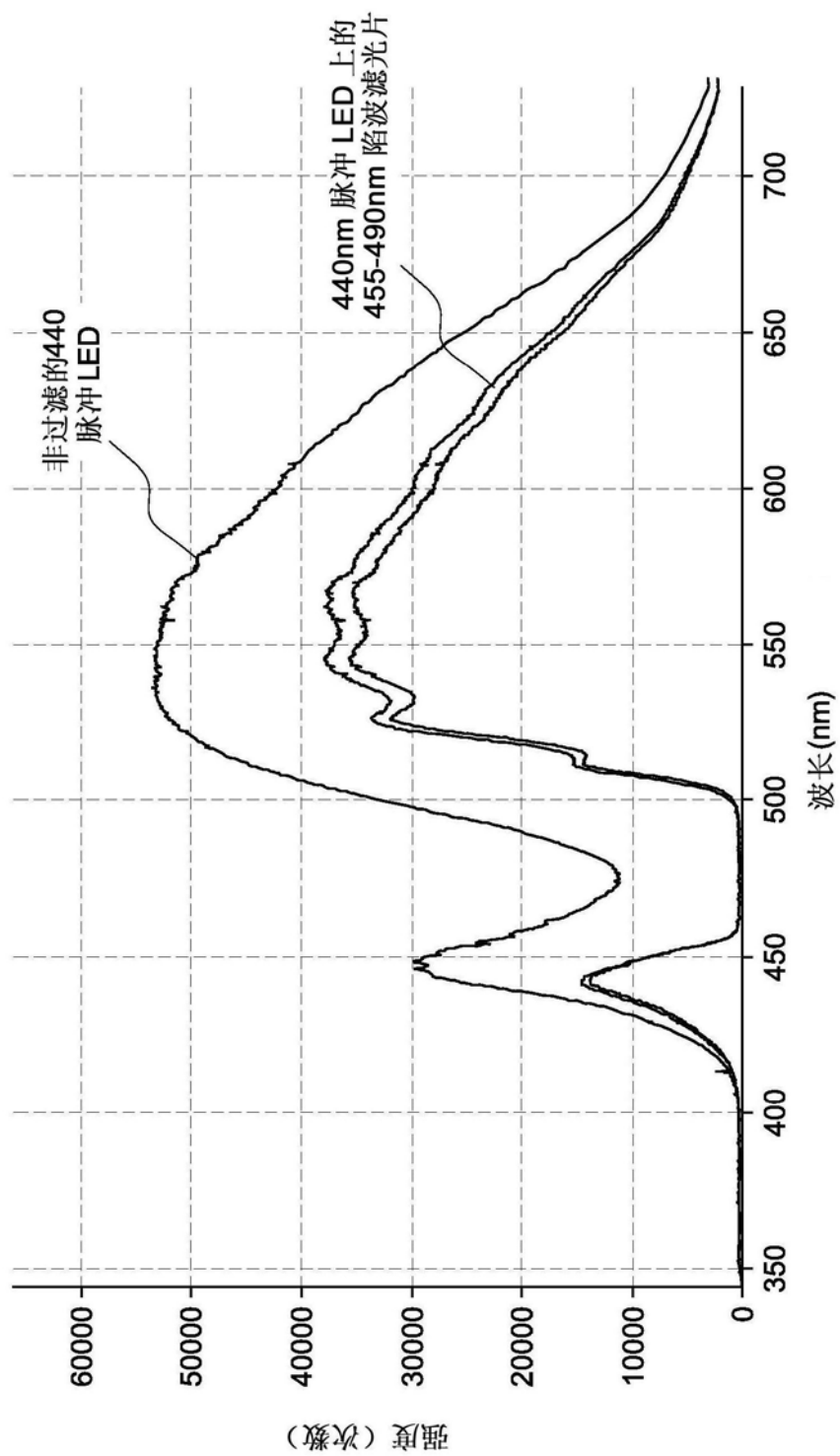


图8

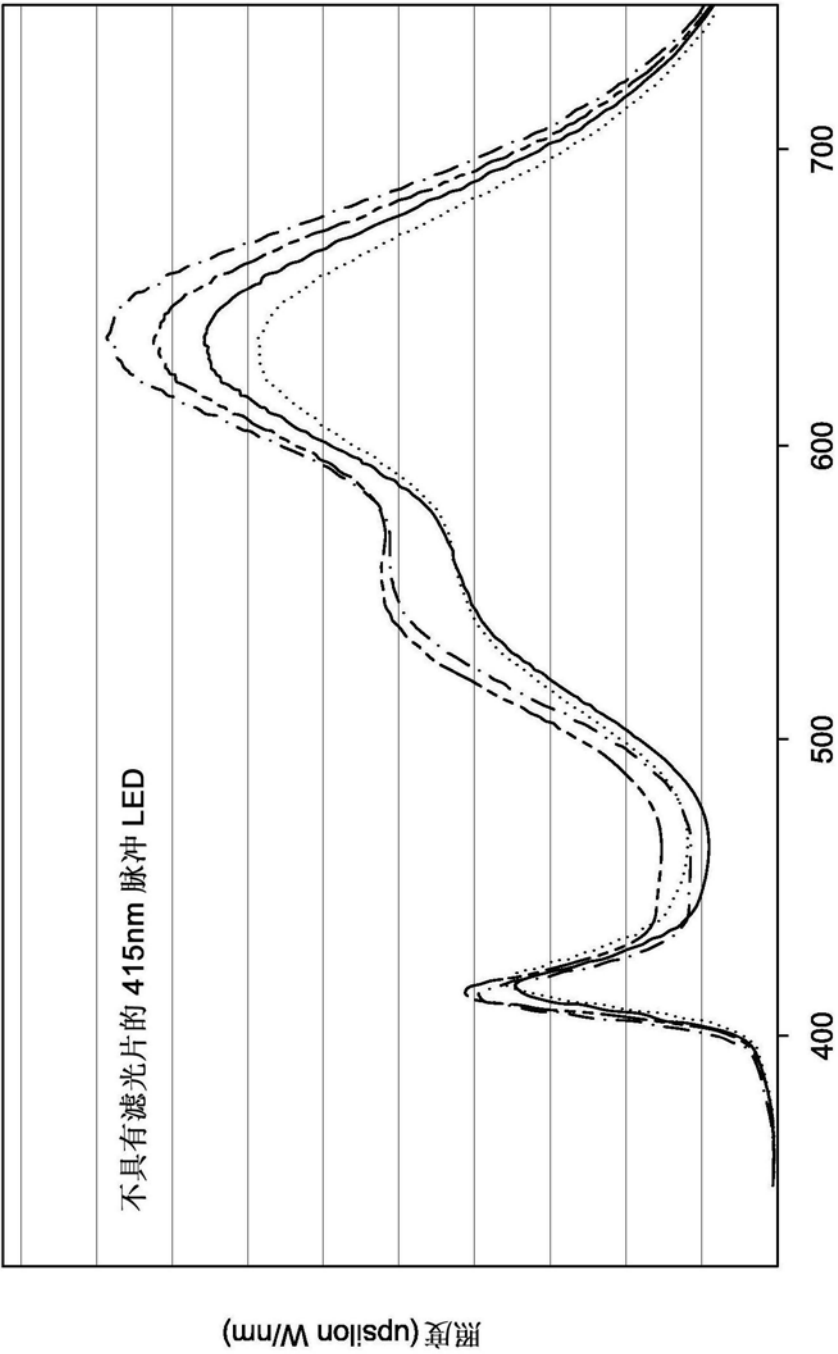


图9

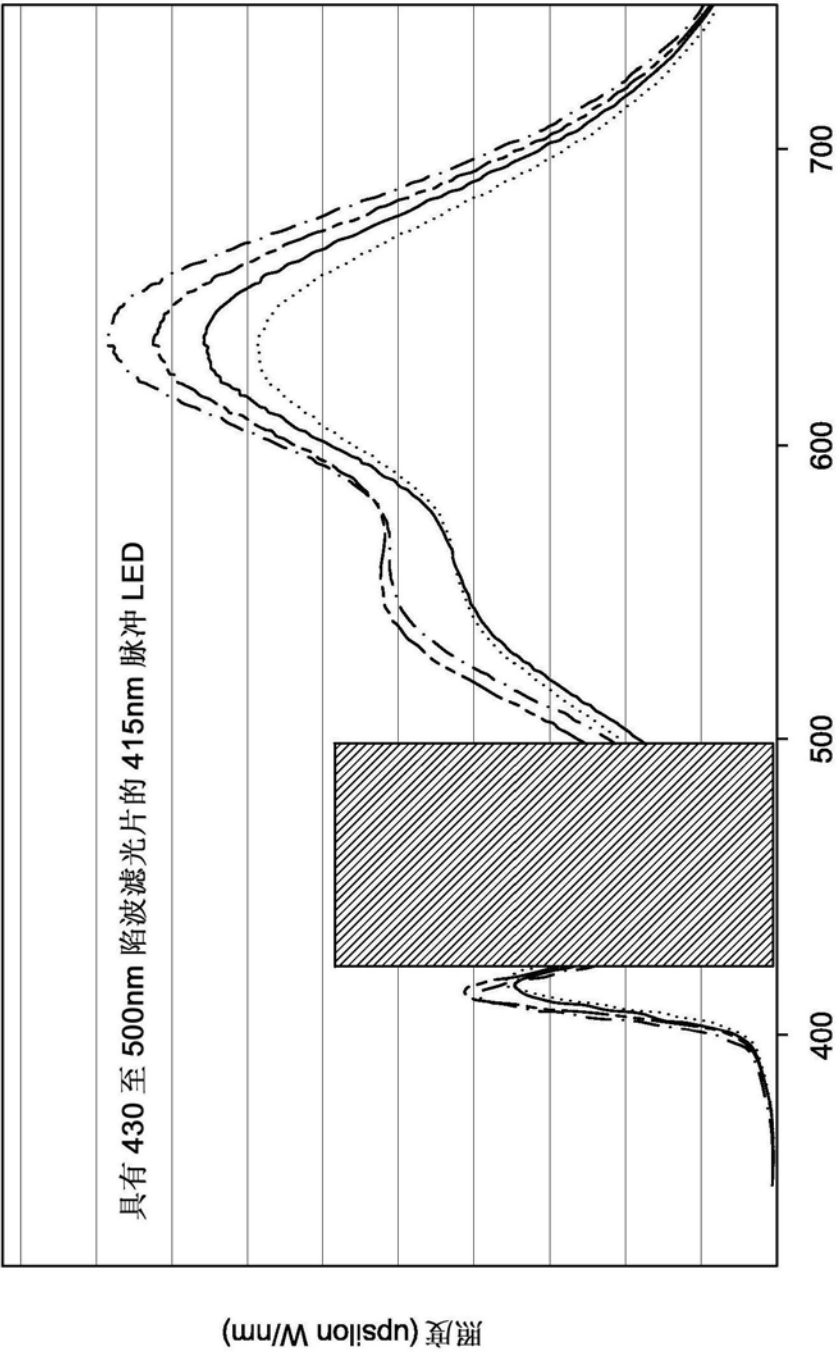


图10

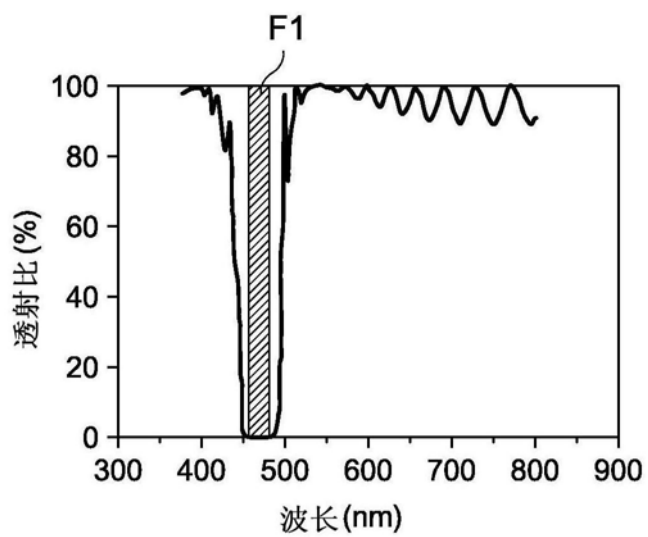


图11A

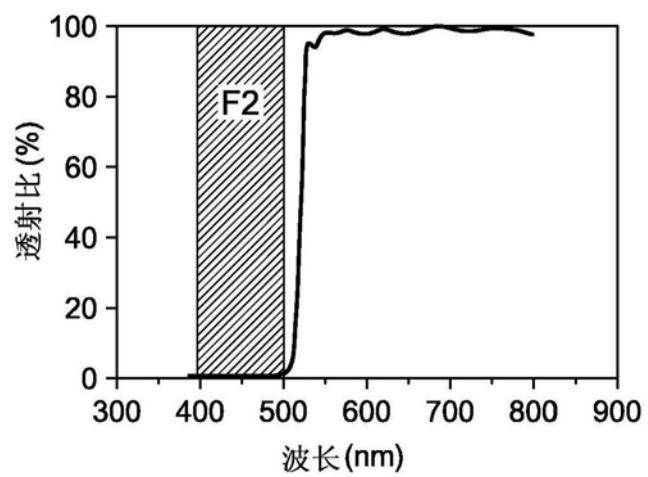


图11B

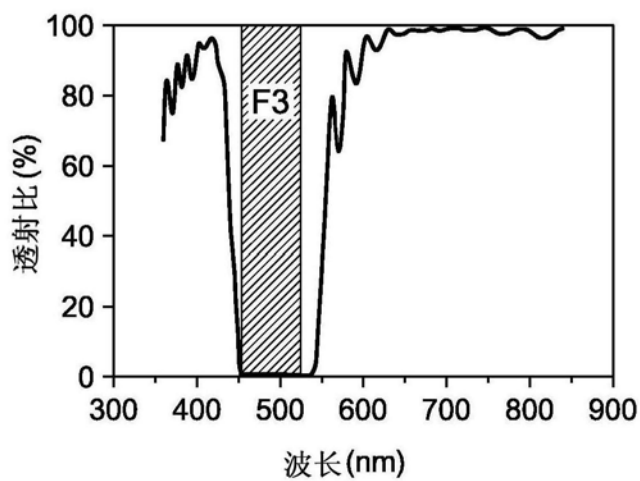


图11C

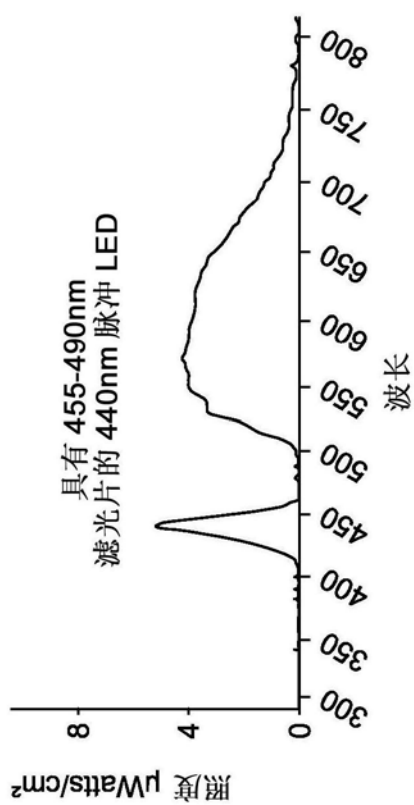


图12A

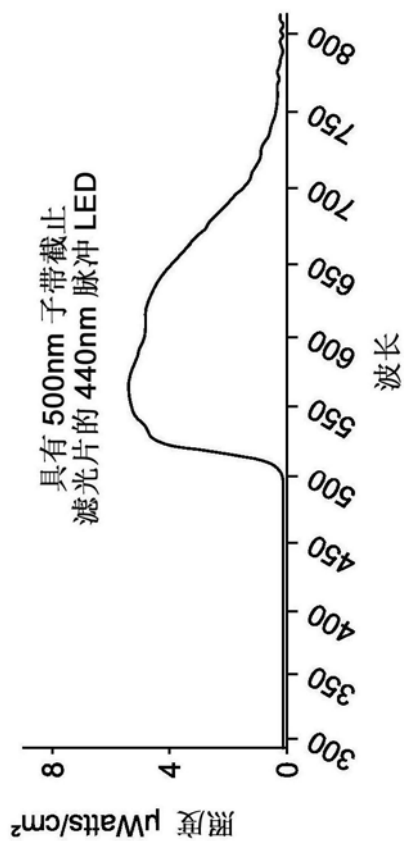


图12B

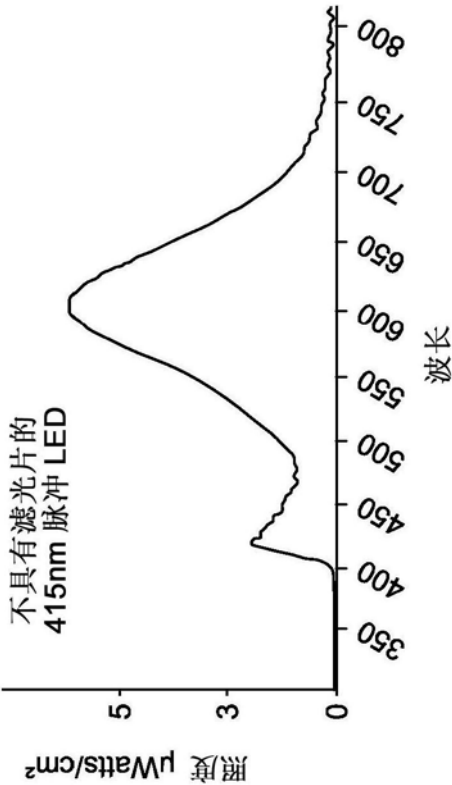


图12C

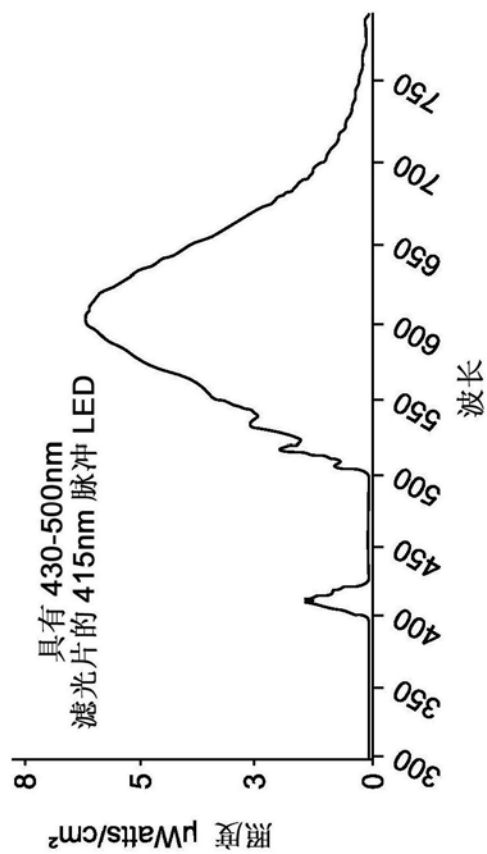


图12D

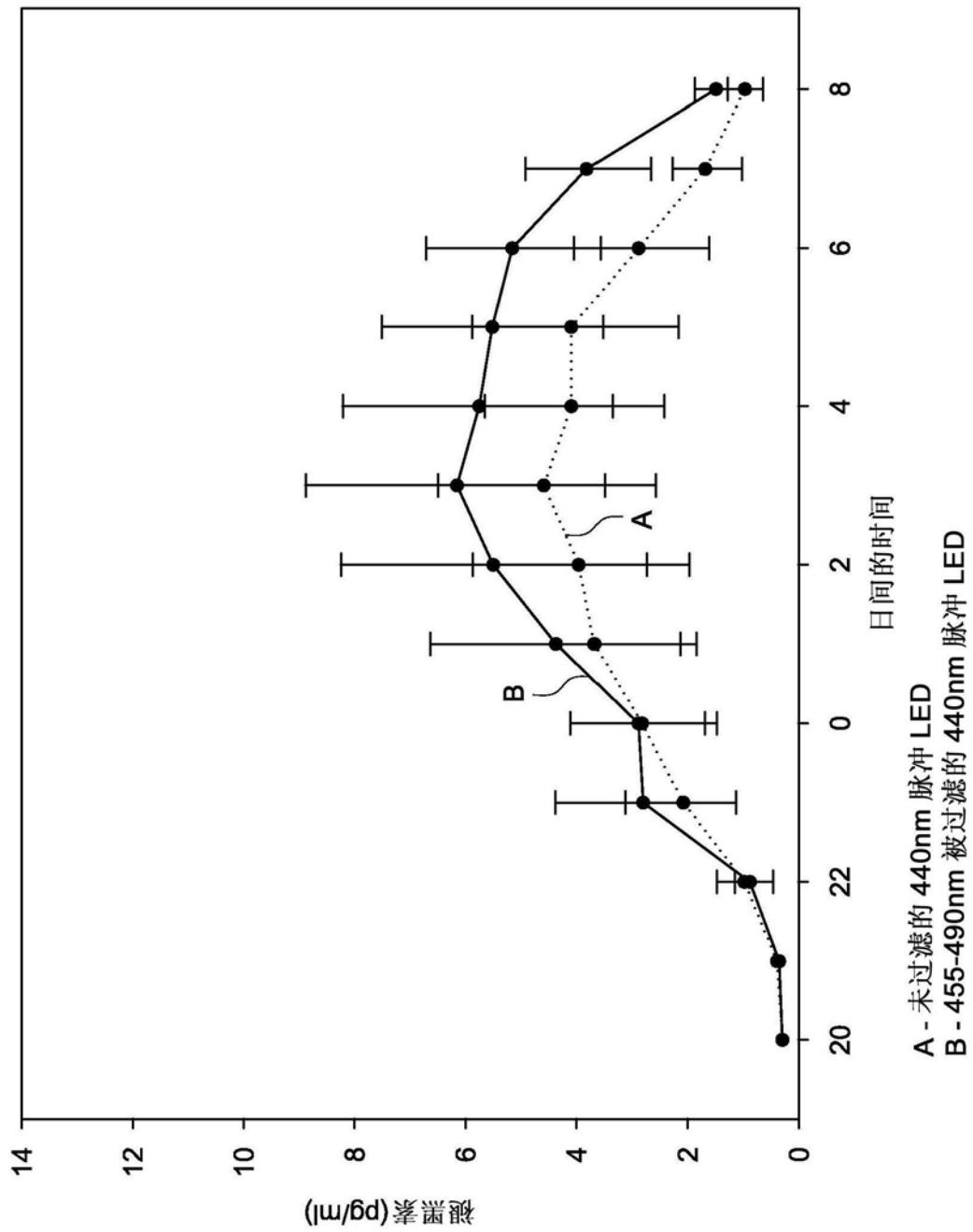


图13A

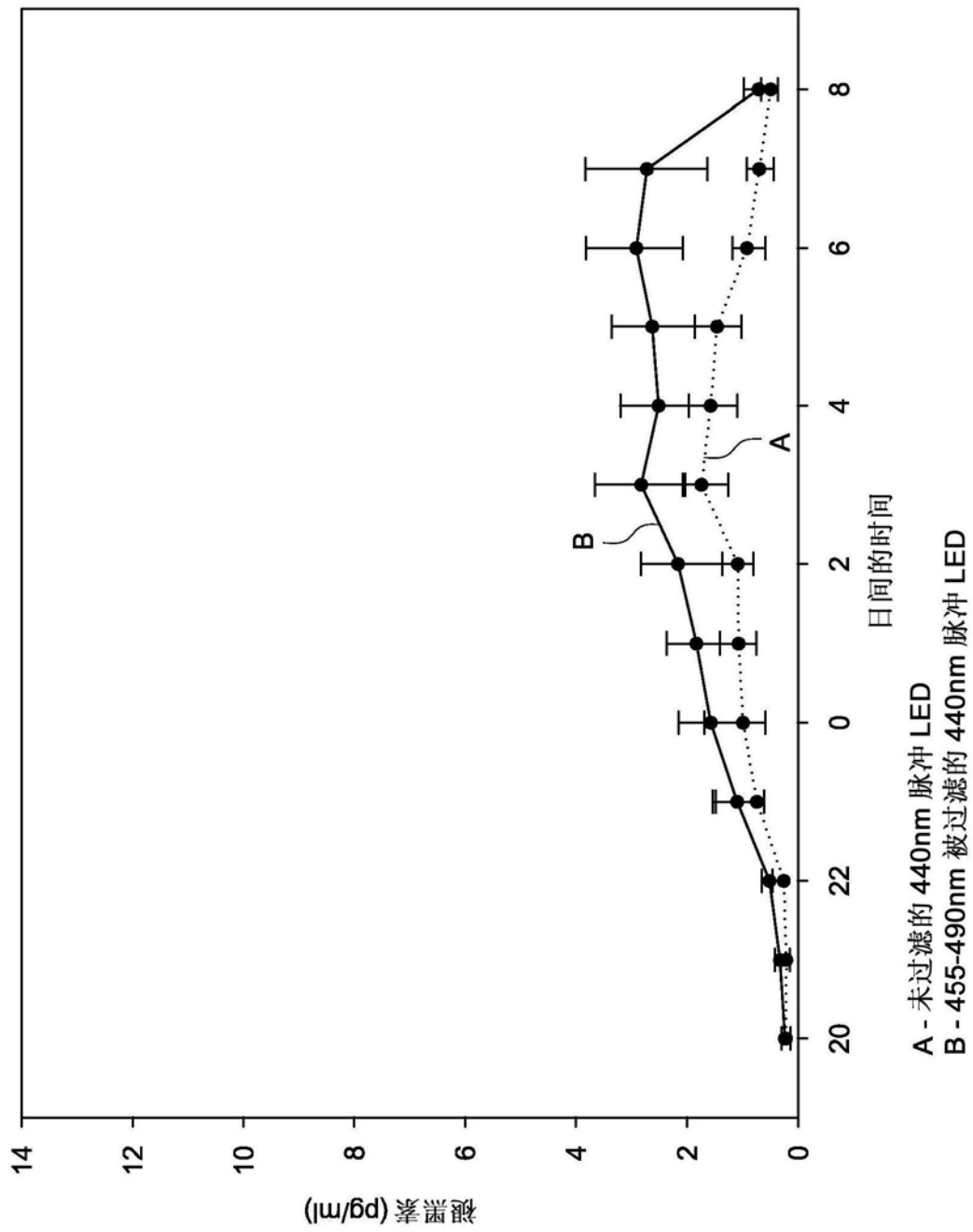
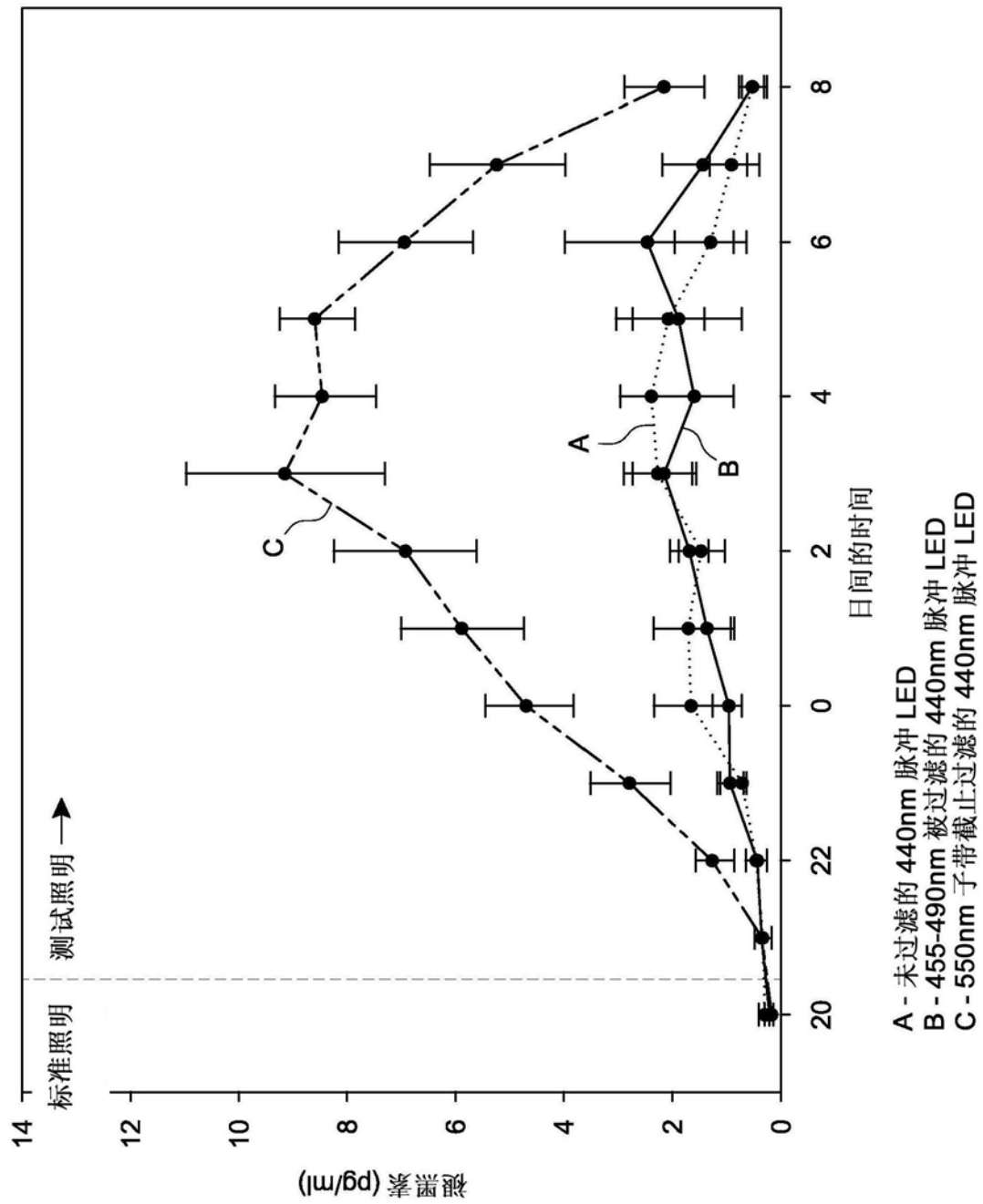


图13B



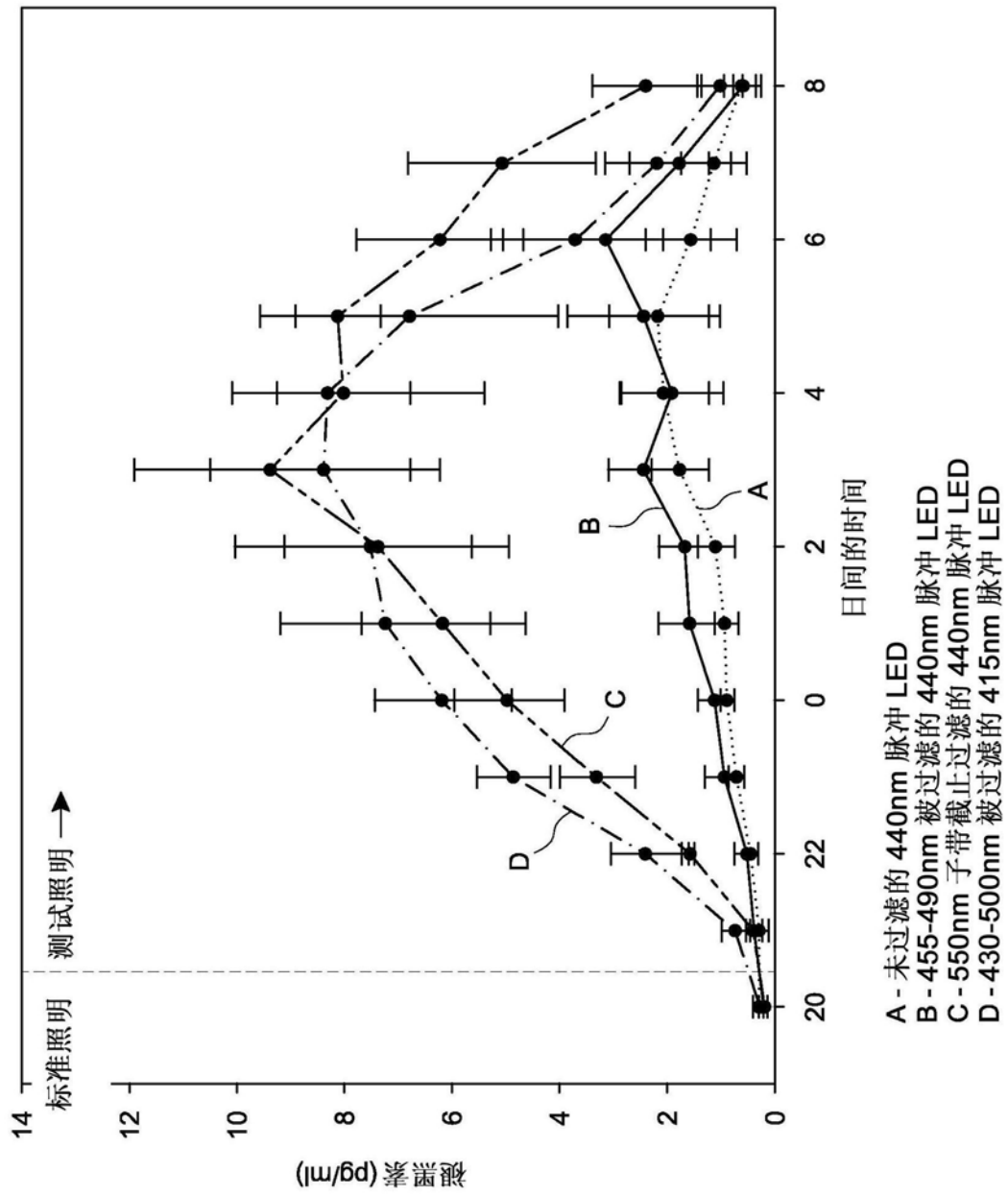


图15

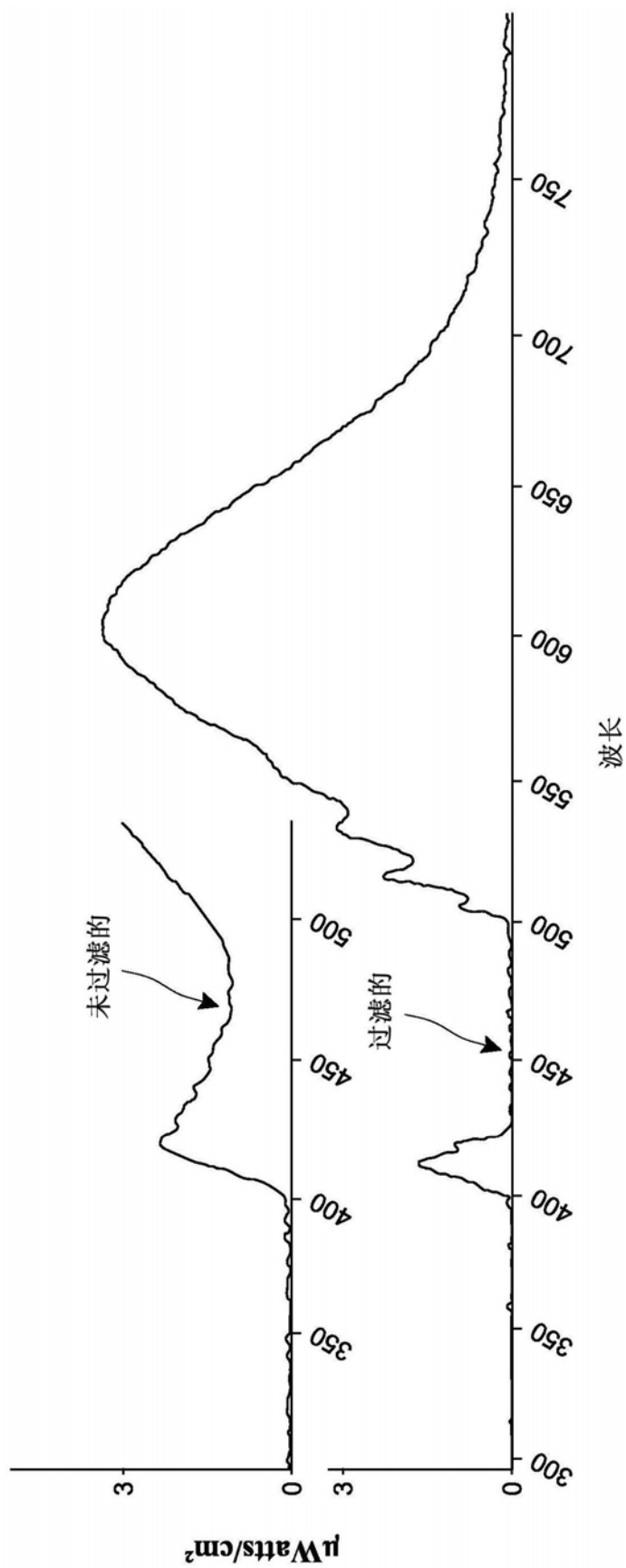


图16

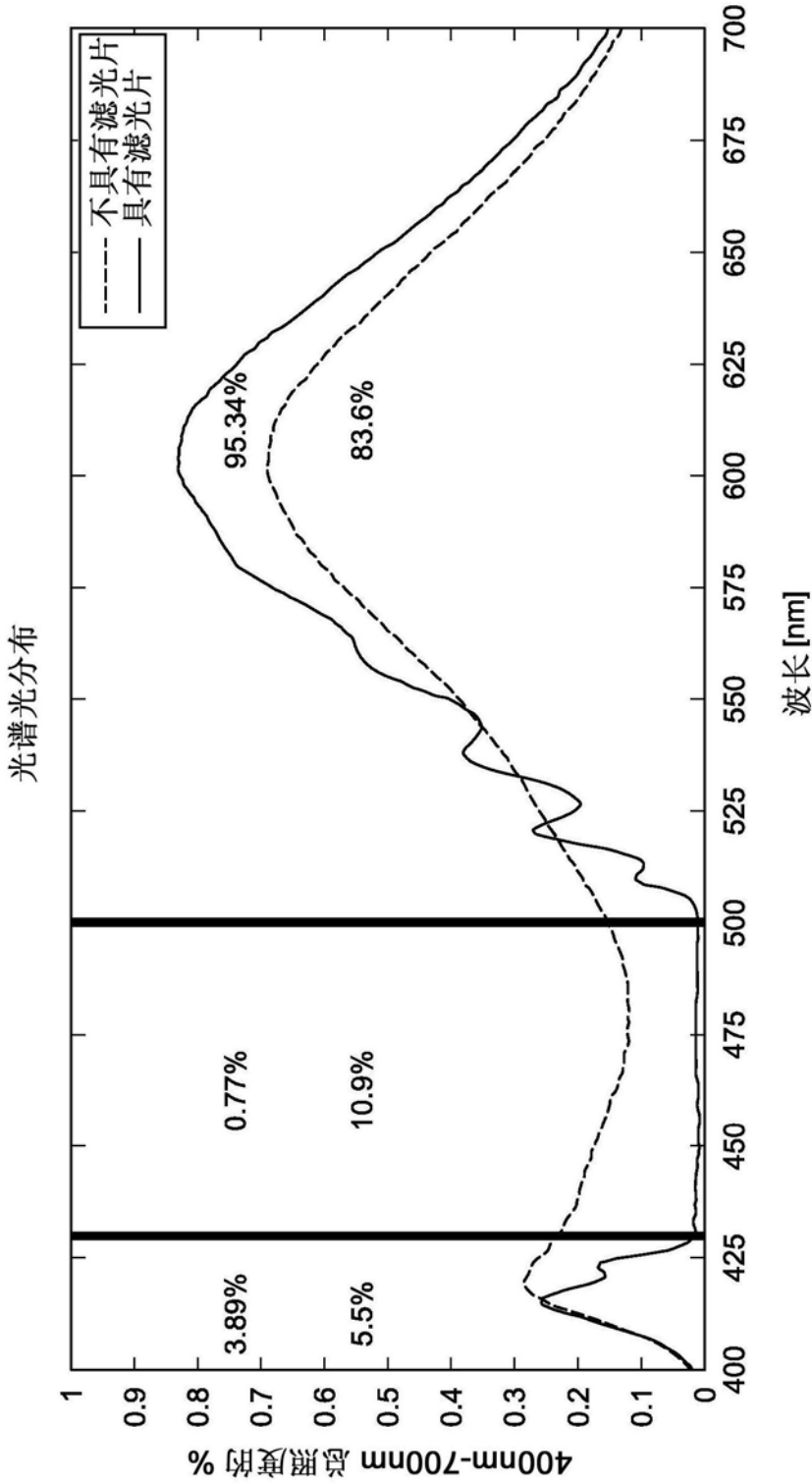


图17