



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104106140 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201380008594. 4

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
责任公司 11287

(22) 申请日 2013. 01. 25

代理人 沈锦华

(30) 优先权数据

61/602, 439 2012. 02. 23 US

13/737, 672 2013. 01. 09 US

(51) Int. Cl.

H01L 29/76 (2006. 01)

H01L 31/062 (2012. 01)

H01L 31/113 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/023279 2013. 01. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/126180 EN 2013. 08. 29

(71) 申请人 尼斯迪格瑞科技环球公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 布拉德利·S·奥拉韦

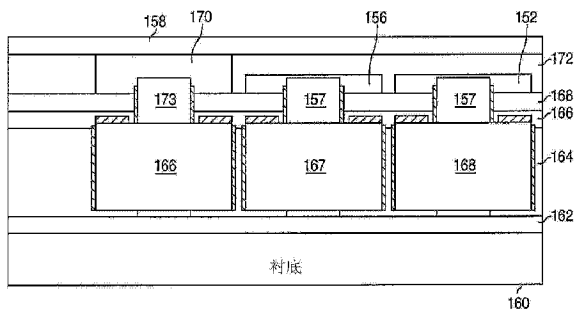
权利要求书4页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

有源发光二极管模块

(57) 摘要

本发明揭示 LED 模块, 其具有与 LED 串联的控制 MOSFET 或其它晶体管。在一个实施例中, MOSFET 晶片接合到 LED 晶片且经单件化以形成具有与单个 LED 相同的占据面积的数千个有源三端子 LED 模块。尽管红光、绿光及蓝光 LED 具有不同的正向电压, RGB 模块可并联连接且其控制电压以 60Hz 或更大 Hz 交错以产生单一感知色彩, 例如白色。所述 RGB 模块可连接于面板中以用于通用照明或彩色显示器。面板中的单个电介质层可囊封所有所述 RGB 模块, 以形成紧凑且价廉的面板。描述用于彩色显示器及照明面板两者的各种寻址技术。描述用于减小所述 LED 对输入电压的变化的敏感度的各种电路。



1. 一种照明装置,其包括:

第一发光二极管 LED,其具有第一顶部 LED 导电表面及第一底部 LED 导电表面,所述第一 LED 为垂直第一 LED ;及

垂直第一晶体管,其与所述第一 LED 串联,

所述第一晶体管具有第一端子、第二端子及第三端子,所述第一端子为所述第一晶体管的底部导电表面,所述第一晶体管的所述底部导电表面电及机械地接合到所述第一顶部 LED 导电表面,

所述第一晶体管具有顶部表面,其中所述第二端子及所述第三端子形成于所述顶部表面上,

所述接合的第一 LED 及垂直第一晶体管一起经单件化,使得所述第一晶体管的大小实质与所述第一 LED 相同,

所述第一 LED 经配置以在第一电压施加到所述第一底部 LED 导电表面、第二电压施加到所述第二端子,及第一控制电压施加到所述第三端子时发射光。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述第一晶体管为 FET。

3. 根据权利要求 2 所述的装置,其中所述第一端子为漏极端子,所述第二端子为栅极端子,且所述第三端子为源极端子。

4. 根据权利要求 2 所述的装置,其中所述第一端子为漏极端子,所述第二端子为源极端子,且所述第三端子为栅极端子。

5. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述第一顶部 LED 导电表面为阳极,且所述第一底部 LED 导电表面为阴极。

6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述第一顶部 LED 导电表面为阴极,且所述第一底部 LED 导电表面为阳极。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述第一 LED 发射第一色彩的光,所述装置进一步包括:

第二 LED,其具有第二顶部 LED 导电表面及第二底部 LED 导电表面,所述第二 LED 为垂直第二 LED,所述第二 LED 发射第二色彩的光 ;及

垂直第二晶体管,其与所述第二 LED 串联,

所述第二晶体管具有第四端子、第五端子及第六端子,所述第四端子为所述第二晶体管的底部导电表面,所述第二晶体管的所述底部导电表面电及机械地接合到所述第二顶部 LED 导电表面,

所述第二晶体管具有顶部表面,其中所述第五端子及所述第六端子形成于所述第二晶体管的所述顶部表面上,

所述接合的第二 LED 及垂直第二晶体管一起经单件化,使得所述第二晶体管的大小实质与所述第二 LED 相同,

所述第二 LED 经配置以在第三电压施加到所述第二底部 LED 导电表面、第四电压施加到所述第五端子及第二控制电压施加到所述第六端子时发射光,

所述第一底部 LED 导电表面及所述第二底部 LED 导电表面连接在一起,

所述第一晶体管的所述第二端子及所述第二晶体管的所述第五端子连接在一起。

8. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述第一控制电压及所述第二控制电压经施加以

分别给所述第一 LED 及所述第二 LED 通电,其中所述第一控制电压及所述第二控制电压经时分多路复用,以不同时接通。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其中所述第一 LED 在接通时具有跨越其的第一电压降,且所述第二 LED 在接通时具有跨越其的与所述第一电压降不同的第二电压降。

10. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述第一 LED 发射红光,且所述第二 LED 发射蓝光或绿光中的一者。

11. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述第一 LED、所述第一晶体管、所述第二 LED 及所述第二晶体管封装在一起以形成多色彩发光装置。

12. 根据权利要求 7 所述的装置,进一步包括:

第三 LED,其具有第三顶部 LED 导电表面及第三底部 LED 导电表面,所述第三 LED 为垂直第三 LED,所述第三 LED 发射第三色彩的光;及

垂直第三晶体管,其与所述第三 LED 串联,

所述第三晶体管具有第七端子、第八端子及第九端子,所述第七端子为所述第三晶体管的底部导电表面,所述第三晶体管的所述底部导电表面电及机械地接合到所述第三顶部 LED 导电表面,

所述第三晶体管具有顶部表面,其中所述第八端子及所述第九端子形成于所述第三晶体管的所述顶部表面上,

所述接合的第三 LED 及垂直第三晶体管一起经单件化,使得所述第三晶体管的大小实质与所述第三 LED 相同,

所述第三 LED 经配置以在第五电压施加到所述第三底部 LED 导电表面、第六电压施加到所述第八端子及第三控制电压施加到所述第九端子时,发射光,

所述第一底部 LED 导电表面、所述第二底部 LED 导电表面及所述第三底部 LED 导电表面连接在一起,

所述第一晶体管的所述第二端子、所述第二晶体管的所述第五端子及所述第三晶体管的所述第八端子连接在一起。

13. 根据权利要求 12 所述的装置,其中所述第一控制电压、所述第二控制电压及所述第三控制电压经施加以分别给所述第一 LED、所述第二 LED 及所述第三 LED 通电,其中所述第一控制电压、所述第二控制电压及所述第三控制电压经时分多路复用,以不同时接通。

14. 根据权利要求 13 所述的装置,其中所述第一 LED 在接通时具有跨越其的第一电压降,所述第二 LED 在接通时具有跨越其的第二电压降,且所述第三 LED 在接通时具有跨越其的与所述第一电压降及所述第二电压降不同的第三电压降。

15. 根据权利要求 12 所述的装置,其中所述第一 LED 发射红光,所述第二 LED 发射绿光,且所述第三 LED 发射蓝光。

16. 根据权利要求 12 所述的装置,其中所述第一 LED、所述第一晶体管、所述第二 LED、所述第二晶体管、所述第三 LED 及所述第三晶体管封装在一起以形成多色彩发光装置。

17. 根据权利要求 16 所述的装置,其中所述多色彩发光装置封装在具有衬底的显示屏幕中,所述衬底具有连接到所述第一底部 LED 导电表面、所述第二底部 LED 导电表面及所述第三底部 LED 导电表面的导体,其中来自所述第一 LED、所述第二 LED 及所述第三 LED 的光发射穿过所述衬底。

18. 根据权利要求 16 所述的装置,其中所述多色彩发光装置封装在具有衬底的发光面板中,所述衬底具有连接到所述第一底部 LED 导电表面、所述第二底部 LED 导电表面及所述第三底部 LED 导电表面的导体,其中来自所述第一 LED、所述第二 LED 及所述第三 LED 的光发射穿过所述衬底。

19. 根据权利要求 12 所述的装置,其中所述第一 LED 结合所述第一晶体管形成第一模块,所述第二 LED 结合所述第二晶体管形成第二模块,且所述第三 LED 结合所述第三晶体管形成第三模块,所述装置进一步包括:

由多个第一模块、多个第二模块及多个第三模块形成的阵列。

20. 根据权利要求 19 所述的装置,其中所述第一模块串联连接在两个电压之间,所述第二模块串联连接在所述两个电压之间,且所述第三模块串联连接在所述两个电压之间,且

其中所述第一控制电压施加到所述第一模块中的每一者中的所述第一晶体管的所述第三端子,所述第二控制电压施加到所述第二模块中的每一者中的所述第二晶体管的所述第六端子,且所述第三控制电压施加到所述第三模块中的每一者中的所述第三晶体管的所述第九端子。

21. 根据权利要求 20 所述的装置,其中至少一个第一电阻器串联连接在所述第一模块的所述第三端子之间,至少一个第二电阻器串联连接在所述第二模块的所述第六端子之间,且至少一个第三电阻器串联连接在所述第三模块的所述第九端子之间,使得由所述阵列中的所述第一 LED 中的每一者发射的光实质上相同,由所述阵列中的所述第二 LED 中的每一者发射的光实质上相同,且由所述阵列中的所述第三 LED 中的每一者发射的光实质上相同。

22. 根据权利要求 19 所述的装置,其中所述第一模块输出红光,所述第二模块输出绿光,且所述第三模块输出蓝光,

其中所述第一模块的所述第三端子连接到红光地址总线,所述第二模块的所述第六端子连接到绿光地址总线,且所述第三模块的所述第九端子连接到蓝光地址总线,其中所述红光地址总线位于所述绿光地址总线及所述蓝光地址总线之上,且与其绝缘。

23. 一种照明装置,其包括:

GaN 晶体管,其外延生长在生长衬底上,其中所述生长衬底已被移除,所述晶体管具有顶部 GaN 表面及底部 GaN 表面,所述晶体管为垂直晶体管;及

基于 GaN 的发光二极管 LED,其外延生长在所述晶体管的所述底部 GaN 表面上,所述 LED 具有底部表面;

所述晶体管在其顶部表面上具有控制端子及第一端子,

所述 LED 具有电连接到其底部表面的第二端子,

所述 LED 经配置以在第一电压施加到所述第二端子、第二电压施加到所述第一端子及控制电压施加到所述控制端子时发射光。

24. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述晶体管为 FET。

25. 根据权利要求 24 所述的装置,其中邻接所述 LED 的所述晶体管的所述底部表面为漏极,且所述晶体管的所述顶部表面包括源极。

26. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述控制端子接触所述晶体管的栅极,且其中

所述第一端子接触所述晶体管的源极。

27. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述 LED 的所述第二端子为阳极端子。

28. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述 LED 的所述第二端子为阴极端子。

29. 一种照明装置,其包括:

基于 GaN 的发光二极管 LED,其外延生长在生长衬底上,所述 LED 具有顶部 GaN 表面及底部 GaN 表面;及

GaN 晶体管,其外延生长在所述 LED 的所述底部 GaN 表面上,所述晶体管具有底部表面,所述晶体管为垂直晶体管;

所述晶体管在其底部表面上具有控制端子及第一端子,

所述 LED 具有电连接到其顶部表面的第二端子,

所述 LED 经配置以在第一电压施加到所述第二端子、第二电压施加到所述第一端子及控制电压施加到所述控制端子时发射光。

30. 根据权利要求 29 所述的装置,其中所述晶体管为 FET。

31. 根据权利要求 30 所述的装置,其中邻接所述 LED 的所述晶体管的顶部表面为漏极,且所述晶体管的所述底部表面包括源极。

32. 根据权利要求 30 所述的装置,其中所述控制端子接触所述晶体管的栅极,且其中所述第一端子接触所述晶体管的源极。

33. 根据权利要求 29 所述的装置,其中所述 LED 的所述第二端子为阳极端子。

34. 根据权利要求 29 所述的装置,其中所述 LED 的所述第二端子为阴极端子。

35. 根据权利要求 29 所述的装置,其中所述生长衬底已被移除。

## 有源发光二极管模块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管 (LED) 且特定来说涉及一种含有与 LED 串联以控制穿过 LED 的电流的有源电路的单裸片。

### 背景技术

[0002] LED 通常形成为具有阳极端子及阴极端子的裸片。LED 裸片通常安装在较大衬底上用于散热及封装。衬底可含有额外电路,例如无源静电放电装置。随后通常对 LED 裸片及任选的衬底进行封装,其中封装具有稳固阳极及阴极引线以焊接到印刷电路板 (PCB)。

[0003] LED 可由电流源控制以实现所要亮度。电流源可为形成在单独裸片中的 MOSFET 或双极晶体管。电流源及 LED 通常由导线或 PCB 连接在一起。

[0004] 提供与 LED 裸片分开的电流源需要额外空间及互连,从而增加成本。存在其它缺点,所述缺点包含与组件不匹配的可能性。需要提供一种具有集成电流源驱动器电路的非常紧凑的 LED 模块。

[0005] 当驱动多色彩 LED 时出现额外问题,例如在彩色显示器中或为了形成白光光源。LED 为具有非线性电压对电流特性的两端子电装置。在特定电压阈值之下,LED 具有高阻抗。在所述阈值之上,LED 的阻抗低得多。此阈值主要取决于半导体 LED 的带隙。带隙是针对特定峰值发射波长而选择。红光 LED 具有 2eV 的量级的带隙,蓝光 LED 具有 3eV 的量级的带隙且绿光 LED 具有介于 2eV 到 3eV 之间的带隙。由于正向电压与带隙能量直接相关,所以红光、绿光及蓝光 LED 无法简单并联连接以输出所要色彩或光;每一色彩的 LED 必须具有其自身的驱动器电路。用于形成不同色彩的 LED 的不同材料(例如,GaAs、GaN 等)也影响正向电压。此外,即使在输出相同波长的 LED 内,其正向电压也归因于工艺变化而变化,因此甚至连并联连接相同色彩的 LED 也存在问题。提供每一 LED 的单独驱动器电路并将其互连到 LED 增加了空间及成本。这在试图使显示器中的 RGB 像素的大小最小化时特别有问题。

[0006] LED 可组织为无源矩阵可寻址阵列。举例来说,一组 LED 可与其连接到行选择驱动器的阴极及其连接到列数据总线的阳极连接。数个这些行可用于形成可通过行及列寻址的较大阵列。通过经寻址行-列提供受控电流将在经寻址位置上给 LED 通电以例如针对显示器中的彩色像素发射所要色彩及强度的光。由于 LED 之间的互连为非零阻抗,所以遍及互连网络的电压降可无意地使未寻址 LED 组正向偏压。此偶然正向偏压将在未寻址段中导致过量光,此减小阵列的亮暗对比度。

[0007] 此问题因面朝下印刷 LED 的放置而恶化,其中面朝下 LED 用于反向偏压瞬时电压抑制。向下 LED 与面朝上 LED 反平行。在简单寻址方案中,仅向上 LED 旨在发射光。当行未被选择时,相关联 LED 以亚阈值电压偏压或可能反向偏压。反平行向下 LED 在未选定行被反向偏压的情况下是有问题的,其使向下 LED 正向偏压,从而导致其发射光而减小阵列的亮-暗对比度。

[0008] 可能需要创建在连接为可寻址阵列时避免上述问题的集成 LED 模块。

[0009] 还可能需要创建集成 LED 模块,其中不同色彩的 LED 可并联连接以形成高密度的

紧凑 RGB 像素。

[0010] 还可能需创建不同色彩的集成 LED 模块,其可在单个面板中廉价地封装在一起以产生用于背光照明、用于通用照明或用于彩色显示器的光。

[0011] 还可能需创建多个 LED 模块的互连及寻址方案以形成紧凑光或显示面板。

### 发明内容

[0012] 与例如彩色显示器中的 LED 的平行及可寻址连接相关的问题可通过使用有源 LED 模块而解决。在一个实施例中,单个垂直 LED 模块包含与垂直驱动晶体管(电压-电流转换器)串联的 LED。在模块上提供三个端子:正电压端子、负电压端子及用于控制穿过 LED 的电流的控制端子。当控制端子被供应最大值控制信号时,施加到正电压端子及负电压端子的电压之间的差必须足以将 LED 通电到其全所要亮度。

[0013] 控制端子可连接到与 LED 串联连接的 MOSFET 的栅极或源极。添加控制端子使得 LED 阻抗的阈值非线性被有源而非无源地控制。对于跨模块的电力端子提供电压的 LED 模块,低阻抗状态(其中 LED 正发射光)由施加到控制端子的控制电压决定。LED 的并联或可寻址网络中的此有源 LED 将总是处于高阻抗状态直到控制信号激活低阻抗状态为止。此有源阻抗控制减小对正向电压及寄生电压降及反向电流路径的敏感度。

[0014] 在一个实例中,红光、绿光及蓝光 LED 模块在多色彩显示器的阵列中并联连接,其中任何组的 RGB LED(形成单个像素)可通过跨三个模块的电压端子施加相同电压而寻址。每一模块的控制端子连接到不同的可变控制电压以实现像素中的红光、绿光及蓝光 LED 的所要亮度。控制电压按 60Hz 或更大依序施加使得 RGB LED 的不同正向电压不再相关。

[0015] 在另一实施例中,模块针对白光光源而串联及并联连接,其中白点通过红光、绿光及蓝光的相对组合而设定。每一色彩的控制电压及每一色彩的工作周期经设定以实现所要白点。

[0016] 在其它实施例中,各种电路与 LED 集成以使 LED 的亮度对输入电压的变化较不敏感。

[0017] 模块可通过将 LED 晶片接合到驱动器晶体管晶片而形成,借此将每一 LED 的端子连接到每一驱动器晶体管的端子以形成串联连接。接合晶片随后被单件化以一次性形成数千个模块。在另一实施例中,LED 及驱动器晶体管在彼此上方生长为外延层,或驱动器晶体管可通过掺杂剂的扩散或植入而形成。模块极为紧凑,这是因为占据面积可大致与单个常规 LED 裸片相同(例如,0.5mm<sup>2</sup> 到 1mm<sup>2</sup>)。

[0018] 在一个实施例中,LED 丝网印刷在晶片上。可印刷 LED 可形成有介于 50um<sup>2</sup> 到 5000um<sup>2</sup> 的顶部表面积范围,从而允许模块具有相同顶部表面积。

[0019] 在使用数百个中等功率 LED 的大型照明系统中,为 LED 中的每一者提供常规驱动电路可能不可行。对于此类白光光源,许多 LED 通常串联连接,且高电压跨串连接。在现有技术中,提供此高电压有时需要升压调节器从而增加系统成本。本发明固有地为每一 LED 提供其自身的驱动器,从而允许甚至不同色彩的许多 LED 并联连接使得其可用低压(例如,5 伏特)驱动。为每一 LED 提供其自身的驱动器还使每一 LED 能被控制以输出所需亮度,而不管工艺变化、亮度随温度的改变及亮度随时间的改变如何。

[0020] 连同适于 LED 显示器或白光光源的 LED 模块的各种可寻址阵列一起描述各种模块实

施例。

[0021] 在一个实施例中,模块的封装通过印刷形成。

#### 附图说明

[0022] 图 1 为根据本发明的一个实施例的单个 LED 模块的示意图。

[0023] 图 2 为接合到驱动器晶体管晶片的 LED 晶片的小部分的截面图。

[0024] 图 3 为单个单件化模块的简化横截面图。

[0025] 图 4 说明取决于 LED 的位置及所使用的驱动器晶体管的类型而将固定电压及可变控制电压施加到 3 中的模块的三个端子的不同方式。

[0026] 图 5 及 6 说明通过生长外延层而形成的 LED 及驱动器晶体管。

[0027] 图 7 说明封装之后,例如面板中的单件化模块裸片。

[0028] 图 8 说明连接到 LED 的阳极的 PMOS 驱动器晶体管。

[0029] 图 9 说明连接到 LED 的阳极的 pnp 双极驱动器晶体管。

[0030] 图 10 说明连接到 LED 的阳极的 NMOS 驱动器晶体管。

[0031] 图 11 说明连接到 LED 的阳极的 npn 双极驱动器晶体管。

[0032] 图 12 说明连接到 LED 的阴极的 PMOS 驱动器晶体管。

[0033] 图 13 说明连接到 LED 的阴极的 pnp 双极驱动器晶体管。

[0034] 图 14 说明连接到 LED 的阴极的 NMOS 驱动器晶体管。

[0035] 图 15 说明连接到 LED 的阴极的 npn 双极驱动器晶体管。

[0036] 图 16 说明用于瞬时电压抑制的 LED 的反平行布置。

[0037] 图 17 说明针对彩色显示器或白光而并联连接的 RGB LED 模块。

[0038] 图 18 说明图 17 中的 RGB LED 可如何使用控制电压排序以形成任何色彩,包含白光。

[0039] 图 19 说明封装在一起,例如在彩色显示器中的单独 RGB LED 模块。

[0040] 图 20 说明使用行及列寻址的 RGB LED 模块的可寻址网络。

[0041] 图 21 说明 RGB LED 模块的阵列的寻址方案。

[0042] 图 22 说明用于图 21 的网络中的 RGB LED 模块的封装配置。

[0043] 图 23 说明针对改善的色彩混合的彩色 LED 模块的 Z 形布置。

[0044] 图 24 到 38 说明各种两端子 LED 模块。

[0045] 图 24 说明与 LED 串联用于设定穿过 LED 的电流的电阻器。

[0046] 图 25 说明与 LED 串联用于调整穿过 LED 的电流的可变电阻器。

[0047] 图 26 说明与 LED 串联的电压钳位器或调节器。

[0048] 图 27 说明与 LED 串联的限流器或调节器。

[0049] 图 28、图 29 及 30 说明跨 LED 的不同电压钳位器。

[0050] 图 31 及 32 说明使用晶体管及电阻器形成的电流调节器及钳位器。

[0051] 图 33 及 34 说明使用晶体管、电阻器及二极管形成的电流调节器及钳位器。

[0052] 图 35 说明使用两个晶体管的电流源。

[0053] 图 36 说明使用两个晶体管的电压源。

[0054] 图 37 说明使用两个晶体管的串联电流源。



[0055] 图 38 说明针对彩色像素（包含白光像素）并联连接的两端子 RGB LED 模块。

[0056] 在图式中相同或类似的元件用相同数字标注。

### 具体实施方式

[0057] 图 1 说明三端子 LED 模块 10 中的电路。模块 10 形成为从晶片单件化的单个裸片。模块 10 含有 LED12 及其源极及漏极与 LED12 串联以控制穿过 LED12 的电流的 PMOS 驱动器晶体管 14。漏极 - 源极阻抗增加 LED12 的阻抗。因此,总串联阻抗可通过调制晶体管 14 的栅极而控制。以此方式,晶体管 14 执行可变电阻或切换行为。因而,正向电流可仅在栅极偏压超过 PMOS 晶体管接通阈值的情况下流动。模块 10 可封装为仅具有三个端子 16、17 及 18。

[0058] 如下文所述,单个晶体管、有源 LED 的其它配置是可能的。LED 及晶体管的特定配置及晶体管的特定类型的选择取决于应用的控制要求或限制。

[0059] 图 2 说明模块 10 的结构的一个实施例。图 2 说明两个晶片 20 及 21 的小部分,其可使用不同材料及技术来形成。

[0060] 晶片 20 为含有数千垂直 LED 的 LED 晶片。对于蓝光,材料系统可为 AlInGaN,其中化学计量决定峰值发射波长。形成此类 LED 是众所周知的。蓝光 LED 最终可被磷光体覆盖以产生任何色彩。LED 晶片 20 可替代地使用其它材料系统以实现从绿光到红光的范围宽广的峰值波长。如众所周知的,LED 可包含多阱有源层。晶片 20 非常简化地展示,这是因为形成 LED 是常规的。基本上,n 型外延层 23 及 p 型外延层 24 生长在生长衬底（例如,蓝宝石、SiC 或 GaAs）上方。光在 pn 界面上产生。有源层可形成在所述界面处。生长衬底应在高电阻或光吸收的情况下移除。n 型外延层 23 还可薄化。

[0061] 在一个实施例中,LED 晶片 20 的底部表面涂布有透明导体层,例如薄金层,以形成与层 23 的欧姆接触并散布电流。每一 LED 部分具有形成端子 T1 的至少一个金属电极。金属电极可形成为薄指状物、星形或以其它方式占据小面积,以不阻挡向下方向上的大量光。在另一实施例中,LED 晶片 20 的底部表面涂布有反射体层,使得光仅从每一单件化 LED 的侧面或顶部发射。

[0062] 图 2 中的底层 26 代表任何形式的底部导体,包含上述导体。在实例中,底部导体为阴极导体,但是在一些实施例中,底部导体为阳极导体。

[0063] LED 晶片 20 的顶部表面准备用于接合到晶片 21 的底部表面,以形成实质欧姆接触。在一个实施例中,晶片 20 的顶部表面为通过压力及加热接合到晶片 21 上类似金属层 30 的非常平坦的反射金属层 28。在另一实施例中,晶片 20 及 21 的接合表面可通过 Ziptronix 公司的专有工艺执行,例如第 7,842,540 号美国专利所述,其以引用的方式并入本文中。LED 晶片 20 可具有任何直径,例如 3 到 8 英寸。施加于 LED 晶片 20 的顶部表面与底部表面之间的适当电压将导致 LED 发射光。

[0064] 顶部晶片 21 形成与 LED 晶片 20 中的每一 LED 部分相关联的垂直 p 沟道 MOSFET。通常将存在形成在晶片中的数千 LED 及 MOSFET。晶片 21 可使用 p 型硅衬底,其中通过常规光刻技术形成 p 型漏极阱 32、n 型栅极 34 及 p 型源极 36。每一漏极阱 32 可具有与模块的单件化边缘相符的正方形形状。

[0065] 晶片 21 上方的各种电介质层及金属电极可通过印刷或通过使用常规真空腔技术

而形成。如果使用印刷,例如丝网印刷,那么电介质层 38 形成为在栅极 34 及源极 36 上方具有开口。随后使用用于掩蔽的丝网在开口中印刷第一金属层 40 以接触栅极 34 及源极 36。第一金属层 40 可为含墨金属(例如, Ni、Ti、Al 等)粒子及溶剂。当墨固化时,溶剂蒸发且金属粒子烧结在一起。另一电介质层 42 被印刷为在源极 36 金属与栅极 34 金属上方具有开口。额外金属层 44(例如铝)被印刷在源极 36 金属上方,随后为厚源极电极层 46。金属层可包含势垒层。图 2 中的端子 T2 及 T3 被设计用于下文描述的特定类型的封装及模块阵列。端子 T2 及 T3 可取决于应用及封装而不同地设计。

[0066] 晶片 21 上方的各种电介质层及金属层可在将晶片 20 及 21 欧姆性接合在一起后形成以避免对导体造成损坏。

[0067] 可印刷的 LED 可形成为具有介于  $50\mu\text{m}^2$  到  $5000\mu\text{m}^2$  的顶部表面积范围,从而允许模块具有相同顶部表面积。对于非常小的 LED 大小,蚀刻为优选单件化方法。

[0068] 随后使用常规技术,例如蚀刻、锯割、划线及断裂、激光等将经接合晶片 20 及 21 单件化。

[0069] 图 3 说明简化的经单件化 LED 模块 10。在一个实施例中,模块 10 的大小(占据面积)为大约  $0.1\text{mm}^2$  到  $1\text{mm}^2$ 。端子 T1 展示为占据模块 10 的底部表面的小部分以允许光从底部表面逸出。

[0070] 为了控制图 3 的模块 10 以发射光,假设图 1 的配置,正电压施加到源极端子 T3、负电压施加到阴极端子 T1,且超过 MOSFET 阈值的栅极-源极电压 ( $V_{gs}$ ) 施加到栅极端子 T2。在一个实施例中,为了使 LED 正向偏压,跨端子 T3 及 T1 的电压差大于 2 伏特。对于蓝光 LED,所需的电压差可能大于 4 伏特。

[0071] 图 4 识别取决于 LED 的位置及所使用的 MOSFET 的类型控制 LED 模块的各种方式。举例来说,代替通过控制其栅极电压而控制 MOSFET,栅极电压可能固定(正)且源极电压可经控制以实现所要  $V_{gs}$ 。LED 及电流/电压控制晶体管的其它配置展示在下文所述的图 8 到 15 中。

[0072] 使用晶片接合以将 LED 部分接合到晶体管部分的优点在于可使用用于两个晶片的不同材料(例如, Si 及 GaN)。如果 LED 及晶体管可基于相同材料(例如, GaN 或 GaAs),那么 LED 层及晶体管层可外延生长在相同生长衬底上方。在一个实施例中,众所周知的类型的基于 GaAs 或 GaN 的晶体管(被称作高电子迁移率晶体管 (HEMT)、异构 FET (HFET)、金属半导体 FET (MESFET) 或调制掺杂 FET (MODFET)) 在 AlInGaP 或 AlInGaN LED 之前或之后生长在生长衬底(例如, GaAs、GaN、SiC、蓝宝石等)上方,从而生成蓝光到红光。生长衬底可在高电阻或吸收光的情况下移除。

[0073] 图 5 说明其中在生长衬底 50 上方生长 LED 层 52,之后为晶体管层 54 的实例。LED 模块 56 的顶部表面上方的电介质层及金属层可类似于图 2 中的那些层。如果衬底 50 是导电的(例如 SiC),那么其可保留在模块上。光可取决于材料及应用而离开顶部表面、底部表面或侧表面。

[0074] 图 6 说明其中在生长衬底上方生长 LED 层 52 及晶体管层 54 的实例。生长衬底随后被移除且金属电极(未展示)形成在 LED 层 52 的暴露表面上方。晶体管上方的电介质层及金属层可类似于图 2 中的所述层。光随后可从与晶体管表面相对的 LED 层 52 的底部表面离开。

[0075] 图 6 还可说明其中晶体管层 54 生长在衬底晶片上且 LED 层 52 随后生长在晶体管层 54 上方的实例。晶体管层 54 因此充当 LED 层 52 的生长衬底。在一个实施例中,生长衬底可为用于生长 GaN 层的常规衬底,例如蓝宝石、SiC、GaN、硅等。如上所述,晶体管层 54 针对 FET 可为一或多个 GaN 层。LED 层 52 随后生长以形成发射蓝光的常规基于 GaN 的异质结 LED。生长衬底随后例如通过使用激光剥离或研磨而移除以暴露晶体管层 54。晶体管层 54 随后可薄化。在一个实施例中,晶体管层 54 为 n 型 GaN 层且在衬底移除后,晶体管层 54 的 n 型表面随后经历常规光刻掩蔽及掺杂工艺(例如,通过扩散或植入)以形成图 2 所示的 p 型栅极区域及 n 型源极区域。图 2 所示的电介质层及金属层随后可印刷以形成图 2 所示的晶体管结构。

[0076] 在图 6 所代表的另一实施例中,晶体管为异质结型且层 54 可生长为 n 型源极层、p 型栅极层及 n 型漏极层。可使用相反导电性。LED 层 52 随后生长在晶体管层 54 的顶层上方。在生长衬底移除后,可蚀刻半导体层且金属层可沉积以电接触晶体管中的各种层。图 2 所示的电介质层及金属层随后可印刷以完成 FET 结构。其它类型的晶体管可与 LED 层 52 一体形成。形成基于 GaN 的晶体管是常规的。

[0077] 所得晶片随后被单件化以用低成本形成数千个个别 LED 模块 10。

[0078] 通过生长 LED 层 52 及晶体管层 54 以形成一体结构,跨接合势垒(如图 2 中)的任何电压降得以避免且效率提高。制造成本与图 2 的接合结构相比也小得多。

[0079] 图 7 说明经封装以囊封其且提供用于施加电力及控制信号到模块 10 的导体的模块 10。经囊封模块 10 可形成其中许多模块囊封在同一面板中的显示面板的部分。在图 7 中,提供衬底 62,例如透明塑料或玻璃面板,具有用于直接接合到 LED 模块 10 的端子 T1 的金属导体 64。在面板中,可能存在连接到阵列中的各种 LED 模块的许多导体 64,或单个导体板可并联连接 LED 模块。金属导体 64 最终连接到电力端子。来自 LED 的光可向下发射穿过衬底 62。金属导体 64 可具有用于接合到端子 T1 的金属垫。金属导体 64 还可包含透明导体部分。电介质层 66 随后丝网印刷在衬底 62 上方以囊封模块 10 的侧面。电介质层 66 还可囊封衬底 62 所支撑的其它模块。

[0080] 模块 10 可具有在囊封之前形成在其侧面上以防止侧向光发射的反射膜 68,或电介质层 66 可为反射的,例如白色。如果需要,膜 68 还可代表电介质涂层。或者,来自 LED 的侧光被电介质层 66 向上及向下反射,例如其中电介质层 66 含有白色二氧化钛粒子。在此情况中,衬底 62 可为反射性的,因此所有光最终穿过面板的顶部表面离开。

[0081] 第二金属导体 70 形成在 MOSFET 及电介质 66 上方以接触栅极端子 T2。电介质层 72 形成在金属导体 70 上方,且第三金属导体 74 形成在电介质层 72 上方以接触源极端子 T3。在一个实施例中,金属导体 64、70 及 72 为可寻址 LED 面板(例如彩色显示器或白光源)的窄列及行线。

[0082] 在多数情况中,电介质层 66 将比电介质层 72 厚得多。薄电介质层 72 适于在导体 70 及 74 传导 PMOS 晶体管的正电压及控制电压的情况下将导体 70 与 74 分开,因为这两个导体之间的泄漏不成问题。因此,端子 T1 应为负电压端子。端子 T2 或 T3 的哪个应为正电压端子及哪个应为控制端子的选择取决于应用。通常,顶部导体 74 的电阻率将低于中间导体 70。因而,端子 T3 的良好选择将为较高电流正电压端子。

[0083] 面板可包含各种色彩的数千个 LED 模块 10,例如原色红色、绿色及蓝色或其它色

彩,例如黄色及白色。所有 LED 可为蓝光 LED,而红色及绿色由红光及绿光磷光体形成。如面板为待用于通用照明或用作 LCD 的背光的白光面板,那么每一 LED 可为涂布有增加绿光及红光分量以形成白光的磷光体的蓝光 LED。面板的厚度可为 2mm 的量级且可为任何大小。各种 LED 可连接为任何配置,例如串联、并联或组合以实现所要电压降及电流。

[0084] 光可以多种方式从经封装模块 10 发射。如果晶体管晶片 21 对可见光透明,导体 70 及 74 是透明的或较窄且晶片 20 与 21 之间的接合界面透明,那么 LED 光可发射穿过图 7 的定向的顶部表面。透明晶片 21 可为 SiC 或 GaN,且晶体管可为众所周知的 GaN HEMT、MOSFET 或 MESFET。底部导体 64 及衬底 62 可为反射性的。

[0085] 或者,光可发射穿过封装的底部,其中导体 64 较薄或透明且衬底 62 透明。晶片接合界面可为反射性金属。

[0086] 或者,所有 LED 光可透射穿过 LED 的侧壁,随后向上或向下反射穿过封装的顶部或底部表面。晶片接合界面可为反射性金属。电介质层 66 可为漫射反射的以向上及向下反射光。如果光将发射穿过顶部表面,那么导体 70 和 74 可为窄或透明的。导体 64 及衬底 62 随后可为反射的。针对底部表面透射,导体 70 及 74 可为反射的,导体 64 为窄或透明的且衬底 62 为透明的。

[0087] 在模块(例如图 3 的单裸片模块)中,控制晶体管可连接为高压侧晶体管或低压侧晶体管,且晶体管可为 MOSFET、双极晶体管或本文所述的任何其它类型的晶体管。所有晶体管类型形成成为垂直晶体管。图 8 到 15 说明一些可能的配置。形成所有垂直晶体管类型是众所周知的。

[0088] 图 8 与图 1 相同。

[0089] 图 9 使用高压侧 pnp 双极晶体管作为控制晶体管。

[0090] 图 10 使用高压侧 n 沟道 MOSFET 作为控制晶体管。

[0091] 图 11 使用高压侧 npn 双极晶体管作为控制晶体管。

[0092] 图 12 使用低压侧 p 沟道 MOSFET 作为控制晶体管。

[0093] 图 13 使用低压侧 pnp 双极晶体管作为控制晶体管。

[0094] 图 14 使用低压侧 n 沟道 MOSFET 作为控制晶体管。

[0095] 图 15 使用低压侧 npn 双极晶体管作为控制晶体管。

[0096] 形成在每一单件化 LED 模块的晶片 21(图 2)中的电路可包含以任何方式互连的多个晶体管及其它组件,例如电阻器。每一 LED 模块还可包含与形成在晶片 21 中的组件互连的多个 LED。接合 LED 晶片及“电子器件”晶片的界面可包含形成 LED 与电子器件晶片中的组件之间的多个导电路径的电极图案。举例来说,形成在 LED 晶片顶部上的电极图案可对应于形成在电子器件晶片底部上用于形成机械接合及提供特定电子互连的电极图案。粘着剂也可用于额外机械接合晶片。

[0097] 涉及采用薄电介质层及薄导体的 LED 模块的高密度布置的问题可能是复杂的。举例来说,印刷导电层之间的泄漏会形成可能增强可控制性或使可控制性降级的寄生电流路径。归因于泄漏的可能寄生电阻在图 16 的电路中说明为 R1k1、R1k2 及 R1k3。图 16 的电路 80 可为显示面板的小部分,其中反平行连接的模块紧密封装在一起以形成单色彩的像素。

[0098] “面朝上”LED82 旨在经控制以发射显示面板的光且“面朝下”LED83 旨在通过在反向瞬态电压的情况下使端子 86 及 94 短路而提供 LED82 的反向电压瞬态保护。在简单寻

址方案中,仅 LED82 旨在被点亮。当一行未被选定时,相关联 LED(例如,LED82)以亚阈值偏压或可能反向偏压。反平行 LED(例如,LED83)在未选定行被反向偏压的情况下存在问题,此使那些 LED 正向偏压,从而导致其发射光并减小阵列的亮-暗对比度。

[0099] 在图 16 中,LED82 在栅极控制端子 84 为低于施加到端子 86 的正电压的阈值电压时发射光,使得 MOSFET88 接通。此时,MOSFET90 及 LED83 断开。电阻 R1k1 代表端子 84 与正电压端子 86 之间的泄漏。此泄漏有利,这是因为其提供 p 沟道 MOSFET88 及 90 两者的弱上拉,从而断开 MOSFET88 及 90(且断开 LED82 及 83)作为默认、非受控状态。正电压端子 86 与负电压端子 94 之间的泄漏(表示为 R1k2)导致功率损耗且因此降低功率效率;但是,R1k2 为高电阻。控制端子 84 与负电压端子 94 之间的泄漏(表示为 R1k3)为 MOSFET88 的弱栅极下拉且因此使 LED82 的可控制性降级。但是,R1k3 导致 MOSFET90 的栅极与源极之间的一些追踪,因此有利于断开 LED83。

[0100] 如所见,寄生电阻问题应在高密度应用中予以考虑。寄生电容也可予以考虑。

[0101] 图 17 说明含有至少三个 LED 模块的单个封装中的电路。封装可为含有可寻址 LED 的阵列的显示面板。一个模块包含发射红光的 LED98,一个模块包含发射绿光的 LED99 且一个模块包含发射蓝光的 LED100。LED98 及 99 可为磷光体涂布的蓝光 LED。类似于图 1 及 2,模块包含 p 沟道 MOSFET101、102 及 103。封装包含将源极电连接在一起的导体 106(例如,X 地址线)及将 LED 的阴极连接在一起的导体 108(X 地址线)使得模块并联连接。每一 LED 被由导体 110 到 112(例如,Y 地址线)施加到其相应 MOSFET 的栅极的单独控制电压控制。以此方式,任何色彩的光(包含白光)可由封装产生。三个模块可形成显示器中的单色像素或可为白光面板的部分。

[0102] 集成模块在控制并联连接的不同色彩的 LED 时的优点在于模块可具有连接到正电压及负电压的两个共同端子,第三端子每次选择单个 LED。通过每次仅接通一个色彩的 LED,其正向电压不影响跨越其它 LED 的电压。举例来说,如果控制电压皆同时被拉低,那么红光 LED98 的低正向电压可防止绿光及蓝光 LED 接通。只要每次仅一个 LED 色彩活动,则不同正向电压之间不存在冲突。不同 LED 色彩的接通持续时间可在时间上分割(时分多路复用),且控制电压电平可针对有源 LED 正向电压而调整。在一个实施例中,施加到 MOSFET101 到 103 的栅极的控制电压按高于大约 60Hz 的频率依序提供,其中控制电压的相对工作周期控制所感知的光的色彩。

[0103] 图 18 为单个循环中用于控制来自三个模块的光发射的红光、绿光及蓝光 LED98 到 100 的相对接通时间的实例。控制电压可针对每一色彩的 LED 而不同以导致相应 LED 发射特定预定通量级(例如,标称最大亮度),借此任何总体亮度级及色彩(包含白光或中性光)可通过控制每个循环的绝对接通时间(针对亮度)及相对接通时间(针对色彩)而实现。

[0104] 图 19 说明含有三个 LED 模块 109、110 及 111 的封装 108。封装可为可寻址 LED 的整个面板,且图 19 可仅说明面板的一小部分。模块 109 含有红光 LED,模块 110 含有绿光 LED 且模块 111 含有蓝光 LED。在图 19 的实例中,LED 的阴极端子 T1 由导体 114 连接在一起、由衬底 116 支撑。来自封装 108 的光发射的方向可为参考图 7 所述的那些方向中的任何者。模块 109 到 111 中的晶体管为 p 沟道 MOSFET,其中充分低于源极电压的栅极电压接通晶体管及 LED。晶体管的栅极由导体 118 共同连接且晶体管的源极分别被导体 120、121 及 122 接触,延伸到附图页面中且延伸出附图页面。跨导体 114 及 118 的电压高于 LED 中

的任何者的正向电压。通过以时分方式个别控制源极电压,可分别控制相应晶体管以传导任何电流以控制 RGB 色彩的混合。

[0105] 电介质层 66 及 72 可与图 7 中相同。

[0106] 或者,图 19 中的晶体管的源极可由取代导体 120 到 122 的导体连接在一起,且栅极被取代共同导体 118 的导体分别接触以允许经由栅极电压个别控制晶体管。

[0107] 在一个实施例中,图 19 的结构代表具有五个端子的单个三模块封装。在另一实施例中,图 19 的结构仅为具有单个衬底 116 的大得多的面板的一部分,其中每一彩色像素位置含有三个 RGB 模块。电介质 66 可为囊封面板上的所有模块的单个电介质层。行中的像素可通过跨行 (X) 导体 114 及 118 施加电压而寻址,且经寻址的行中的任何像素位置上的个别 LED 可通过施加适当控制电压到列 (Y) 导体 120 到 122 而接通。列中的许多模块可接收相同控制电压,但未寻址行中的 LED 将不会接通。

[0108] 在许多 LED 可同时接通的高功率 ( $> 0.1\text{W}/\text{in}^2$ ) 照明应用 (包含背光照明 LCD) 中,对于给定功率增大操作电压及减小电流是有利的。印刷互连件中的功率损耗与电流的平方成比例;因此,效率可通过串联连接多个 LED 段而增大,其加总为较大电压但较低电流。图 20 说明具有多段串联连接 (列) 的并联 RGB LED (行) 的照明面板。面板可能大得多。LED124 及 p 沟道 MOSFET125 的每一组合为以上述任何方式形成的单个模块。

[0109] 在使用图 20 的面板的一个实例中,白光形成如下。正电压 (例如,15 伏特) 施加到导体 130 且负电压 (例如,接地) 施加到导体 132。由于 LED 中的任一者的最大正向电压假设为 4 伏特且存在串联的三个 LED,所以 15 伏特足以驱动每一串。在图 20 的实例中,红光 LED 在最左一列中,绿光 LED 在中央一列中,且蓝光 LED 在最右一列中。列中的所有红光 LED 由施加到导体 136 的相同红光控制电压控制,列中的所有绿光 LED 由施加到导体 138 的相同绿光控制电压控制且列中的所有蓝光 LED 由施加到导体 140 的相同蓝光控制电压控制。控制电压量级可不同以实现穿过每一列 LED 的所要电流。控制电压按例如如图 18 所示的次序及工作周期施加,以实现所要总体色彩输出。沿着导体 136、138 及 140 的电阻分压器导致列中的每一 MOSFET 具有相同  $V_{gs}$ 。导体 132 与 130 之间由高值电阻器形成的另一电阻分压器确保每一行的模块在 LED 断开时具有跨越其的相同电压,因此列中的所有 MOSFET 将同时接通。

[0110] 来自 RGB LED 的光将在距离面板的表面仅几毫米处混合及 / 或漫射面板可用于提高光的均匀度。

[0111] 代替使用导体 130 与 132 之间的电阻分压器,单独电压可施加到 X 导体 130、134、142 及 144 中的每一者以跨每一行施加 5 伏特。

[0112] 许多小面板可连接在一起以形成单个大面板。小面板可取决于所要电压及电流连接为串联及并联的任何组合,或每一面板可由其自身的电力供应器分别驱动。在一个实施例中,面板形成用于通用照明的 2x4 英尺天花板面板 (灯)。

[0113] 在另一实施例中,图 20 的面板可为彩色显示器。对于彩色显示器,导体 130 与 132 之间的电阻分压器被免除,且每次通过跨行提供例如 5 伏特的电压而对单行模块寻址。随后,控制电压依序施加到导体 136、138 及 140 以产生单色像素的 RGB 色彩。显示器可为任何大小。

[0114] 如果图 20 的面板将用于通用照明,那么无需行寻址,且串联红光、绿光及蓝光 LED

的列仅通过施加控制电压到导体 136、138 及 140 以接通各种 MOSFET 而以快速时分重复模式寻址。对于人眼,色彩混合在一起而无闪烁。每一色彩的接通时间(串联的 LED 的特定数量)或每一色彩的控制电压可经选择以产生所要的感知色彩(例如,白点)。所发射的色彩可经控制以可供用户选择。

[0115] 对于照明面板(相对于具有可寻址像素的彩色显示器),个别 RGB 元素的会聚对于减小未混合色彩的视觉公害很重要。因此,必须使个别 LED 色彩图案化为常规图案,其将会聚为特定漫射长度内的所要色彩。其次,对于暖白色,需要比绿光及蓝光大得多的红光功率。具有常规图案及两倍于绿光及蓝光 LED 的红光 LED 的两级 RGB 阵列展示于图 21 中。图 21 说明用于通用照明的灯中的 RGB LED 的寻址方案。两级互连将红光控制导体与绿光及蓝光导体分开。蓝光及绿光 LED 的行交替,而红光 LED 在每一行中介于蓝光 LED 与绿光 LED 之间。

[0116] 在图 21 中,面板中的所有 LED 的阴极连接到共同接地导体且所有晶体管(例如,p 沟道 MOSFET)的栅极连接到共同正电压导体。因此,将控制源极电压以控制穿过 LED 的电流。蓝光通道地址总线 150 将蓝光 X 导体 152 耦合到蓝光 LED 的晶体管的源极。绿光通道地址总线 154 将绿光 X 导体 156 耦合到绿光 LED 的晶体管的源极。如果蓝光及绿光 LED 使用大致相同的正向电压,那么地址总线 150 及 154 可连接在一起。红光通道地址总线 158 较宽且耦合到红光 LED 的晶体管的源极。因此,由面板输出的总体色彩由施加到三个地址总线 150、154 及 158 的电压及控制电压的工作周期控制。连接到导体及总线的红光、绿光及蓝光 LED 模块的阵列 159 布满面板。红光、绿光及蓝光 LED 的数量及类型可经选择以实现面板的最佳效率。

[0117] 图 22 展示图 21 的两级 RGB 阵列面板的小部分的沿着图 21 中的线 22-22 的锯齿状横截面图,其展示一组 RGB LED 封装模块。所有电介质层及导体层可通过印刷形成。

[0118] 在图 22 中,衬底 160 可为透明板。支撑在衬底 160 上的接地(或负电压)导体 162 连接到红光模块 166、绿光模块 167 及蓝光模块 168 的阴极端子。导体 162 可为透明或薄的以允许光发射穿过衬底 160。电介质层 164 囊封模块 166 到 168 的侧面。栅极导体 166 连接到模块 166 到 168 中的 MOSFET 的栅极。固定正电压(相对于导体 162 电压)施加到栅极导体 166。电介质层 168 形成在导体 166 上方。单独导体 152 及 156(延伸到附图中且延伸出附图)连接到蓝光模块 168 及绿光模块 167 的相应源极电极 157 以分别控制到蓝光及绿光 LED 的电流。每一红光 LED 模块具在导体 152 及 156 上方延伸的凸起源极接触件 170。电介质层 172 形成在导体 152 及 156 上方及电介质层 168 上方。红光通道地址总线 158 随后形成在电介质层 172 上方以接触红光 LED 模块 166 的所有源极 173。总线 158 覆盖 RGB LED 模块的整个阵列且还充当反射体。如所见,所得面板具有两级控制导体以分别控制到红光、绿光及蓝光 LED 的电流。如上所述,图 21 的阵列中的 LED 并联连接且 LED 的不同色彩以依序方式控制。多个阵列可串联及并联连接在一起而以最佳电压及电流实现具有任何总体亮度的任何大小面板。

[0119] 在一个实施例中,导体 152 及 156 的宽度为大约 1mm 或更小。LED 可产生  $50\mu\text{m}^2$  到  $1\text{mm}^2$  的像素大小。对于需要跨面板的均匀光的白光源,RGB 色彩仅在面板上方大约 1mm 到 2mm 的高度上混合。还可使用漫射板。红光、绿光及蓝光 LED 可按 60Hz 或更大频率依序通电以避免闪烁。相应工作周期决定面板所发射的总体色彩。

[0120] 或者,图 22 可表示形成彩色显示器或任何其它应用的单个可控像素的单个、封装 RGB 灯。

[0121] 图 23 说明针对改善的色彩混合的红光、绿光及蓝光 LED 模块的 Z 形布置。在图 23 中,红光 LED 模块 180 的短对角线布置为 Z 形列。类似地,绿光 LED 模块 182 的短对角线布置为 Z 形列且蓝光 LED 模块 184 的短对角线布置为 Z 形列。额外红光 LED 模块列可插入绿光列与蓝光列之间以增加更大暖度到所得白光。RGB 光的 Z 形针对跨面板的更均匀白光而更好地混合光。到 RGB LED 模块的连接可与参考图 21 及 22 所述相同,因此为简洁起见不展示。

[0122] 在一些应用中,将相同色彩的 LED 模块并联连接有好处。可能存在任何数量的并联连接的足部。LED 模块串可形成并联电路的每一足部且每一足部可包含不同数量的串联 LED 模块。单个足部中的 LED 一起通电且各足部被独立控制。此技术可用于调整从并联电路发射的总体亮度(通量),同时允许 LED 以最大效率操作,其通常在相对较低电流下获得。因此,为了实现更高亮度,代替增大穿过 LED 模块串的电流量(其导致较低效率),具有较少 LED 的一串 LED 模块可在最佳电流下通电。时分多路复用可用于高效获得任何亮度级。

[0123] 图 24 到 38 说明可形成为晶片接合模块的两端子 LED 模块或其中无源或有源电路外延生长在与 LED 的相同晶片上或其中无源或有源电路通过使掺杂物扩散或植入 LED 晶片而形成的各种配置。模块可具有顶部电极及底部电极,其中底部电极为 LED 的阴极且顶部电极为无源或有源电路的电极。设想 LED 的其它定向。图 24 到 38 的电路控制穿过 LED 的电流及/或通过减小对输入电压变化的敏感度而提供 LED 的实质上均匀照度。

[0124] 图 24 说明在单个模块裸片 194 中与 LED 192 串联的用于调整穿过 LED 的电流的电阻器 190。如图 24,最简单的 V-I 转换器用串联电阻实现。电阻缓冲 LED 电压的变化。对于 LED 的大输入电压及相对较小正向电压,电流大致等于输入电压除以串联电阻。如果输入电压比正向 LED 电压大得多,那么如图 24 中,固定电阻可足以减小 LED 性质的不确定性。对于并联连接的 RGB LED 模块,每一模块中的串联电阻可经选择使得每一 LED 同时被照亮。这防止具有低正向电压的 LED(例如红光 LED)将跨绿光及蓝光 LED 的电压钳位为低于绿光及蓝光 LED 的正向电压的电压。串联电阻下降足够电压以防止此钳位。

[0125] 对于接近正向 LED 电压的输入电压,可变电阻 196(例如图 25 所示)用在两端子模块中以调整穿过 LED192 的电流。使用可变电阻,这是因为 LED 的正向电压在 LED 之间稍微变化且电阻值的精确度对于实现所需电流很重要。可变电阻可为有源装置,包含晶体管。

[0126] 图 26 说明与单个模块中的 LED192 串联或跨单个模块中的 LED192 的电压钳位器或调节器 198。串联电阻器实现不减小对输入电压变化的照度敏感度。为了缓冲电压源不确定性,可使用图 27 所示的电压钳位器或调节器 198 或电流调节器或限流器 200。对于足够大的输入电压,照度因此独立于输入电压。

[0127] 图 28、29 及 30 说明跨 LED 的不同电压钳位器 202、206 及 210。电压钳位器可由单个二极管(图 28)、串联的数个二极管(图 29)或齐纳二极管(图 30)实现。二极管钳位器限制施加到 LED 的电压且串联电阻限制到 LED 的电流。

[0128] 电压钳位及二极管限制的更稳健方法可使用晶体管实现。图 31 说明跨 LED 的钳位器 212 且图 32 说明使用晶体管及电阻器形成的限流器 214。晶体管提供有源构件以改变串联电阻及因此减小对输入电压的敏感度。图 9 的模块可用于通过在连接在晶体管的基极



与负端子之间的半导体材料中形成电阻器而形成图 31 的电路。类似地,图 11 的模块可用于通过在连接在晶体管的基极与正端子之间的半导体材料中形成电阻器而形成图 32 的电路。

[0129] 图 24 到 38 的电路中的不同另一者可使用图 9 及 11 的模块通过在半导体材料中形成额外电路元件及在元件之间形成连接而形成。

[0130] 图 33 说明钳位器 218 且图 34 说明使用晶体管、电阻器及二极管形成的电流调节器 222 及钳位器。

[0131] 图 35 说明使用两个晶体管的电流源 226。如果使用更多晶体管,那么可实现更好调节。

[0132] 图 36 说明使用两个晶体管的电压源 230。

[0133] 图 37 说明使用两个晶体管的串联电流源 234。

[0134] 图 38 说明并联连接的图 24 到 37 的两端子模块中的任何者,其中三个模块 240、242、244 含有红光、绿光及蓝光 LED 以在照明面板中形成单个照明元件,例如用于通用照明或背光照明。电路 246 针对每一色彩的 LED 设定以发射所要亮度(通过设定穿过 LED 的特定电流)同时还设定跨模块的所要电压降以允许 RGB LED 中的每一者接通。集成 LED 模块可并联以在无其它外部组件的情况下实现均匀照度。在另一实施例中,所有 LED 为相同色彩,包含具有磷光体涂布以产生白光的蓝光 LED。

[0135] 图 24 到 38 的模块中的任何者还可包含与 LED 串联以形成三端子模块的图 1 到 23 的晶体管控制器。

[0136] 本文所述的所提出的解决方案将 V-I 驱动器与 LED 集成在单个裸片中。驱动器及 LED 形成集成电路,其制造于两个晶片接合衬底或同一衬底上。此集成减小 LED 及到全局系统的互连的固有及寄生不确定性。集成与使用非集成 V-I 驱动器相比还极大地减小电路的大小及成本。这允许每一 LED 具有其自身的专用驱动器。

[0137] 此外,为每一 LED 提供其自身的可控驱动器使每一 LED 能被控制以输出所要亮度,而不管工艺变化、亮度随温度的改变及亮度随时间的改变如何。

[0138] 上述实例已使用 MOSFET 及双极晶体管;但是本发明的范围不受晶体管技术的限制。实现可使用 CMOS、BiCMOS、BCD 或其它集成电路工艺形成。还可使用未展示的额外晶体管技术,例如 JFET、IGBT、闸流晶体管(SCR)、三端双向可控硅元件及其它。

[0139] 虽然已展示及描述本发明的特定实施例,但是所属领域的技术人员应了解可进行改变及修改而不脱离本发明的较宽泛方面,且因此所附权利要求书将在其范围内涵盖落在本发明的真实精神及范围内的所有此类改变及修改。

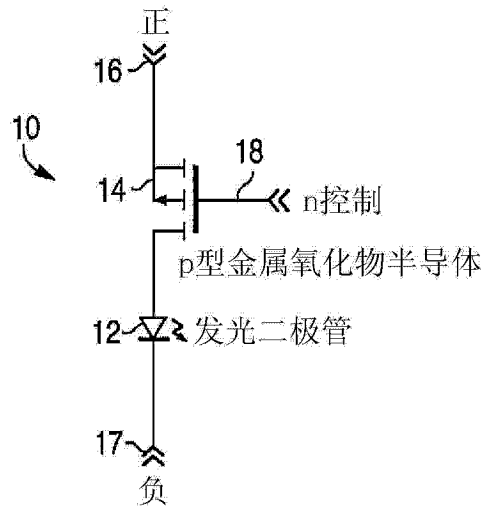


图 1

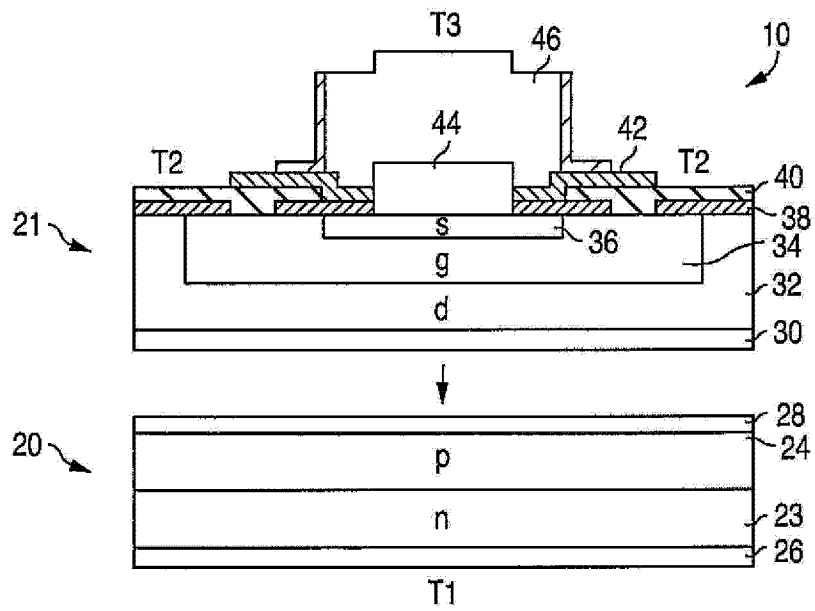


图 2

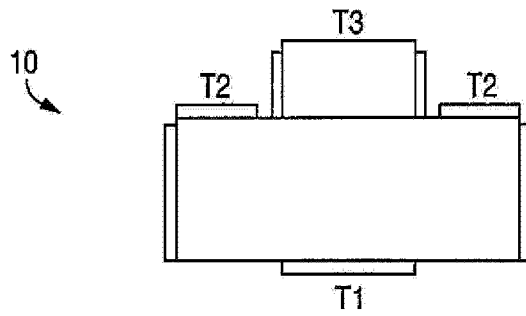


图 3

T1	T2	T3
负	正	控制
负	控制	正
正	负	控制
正	控制	负
控制	正	负
控制	负	正

图 4

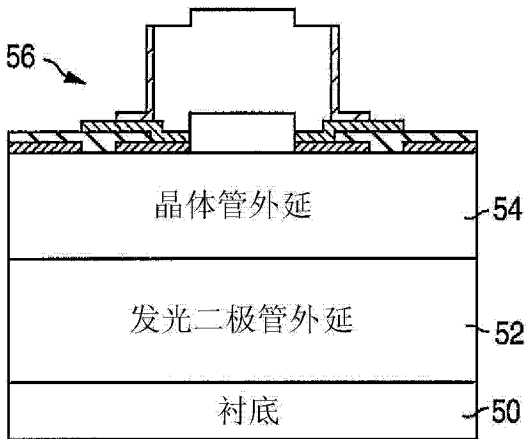


图 5

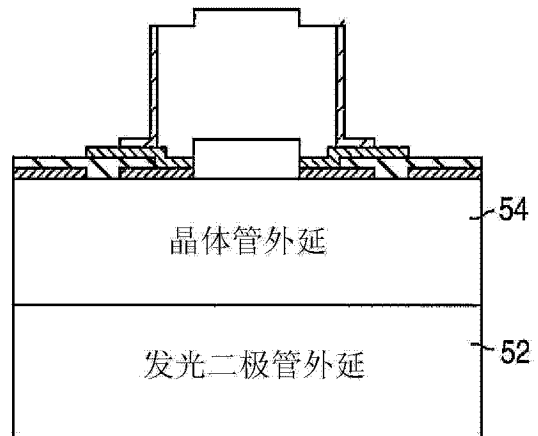


图 6

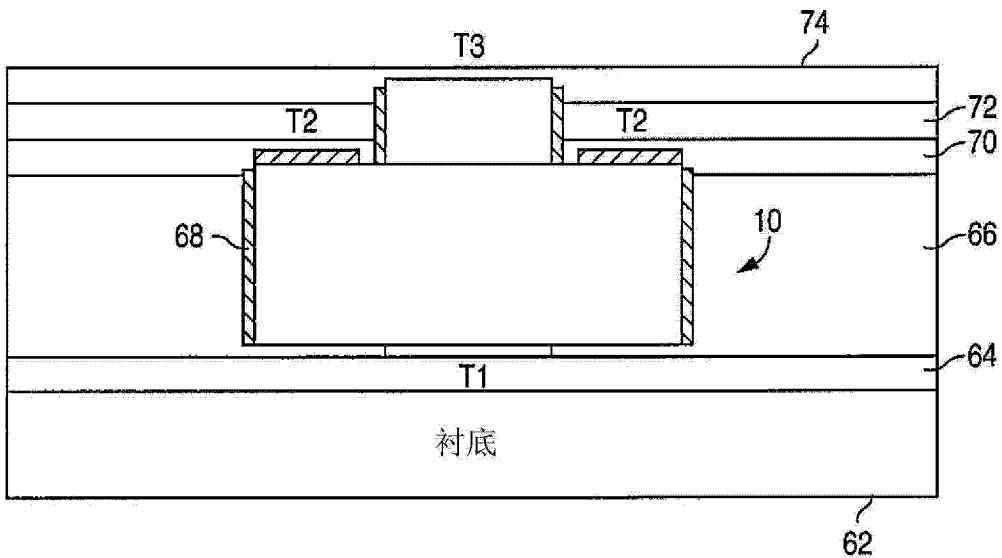


图 7



图 8

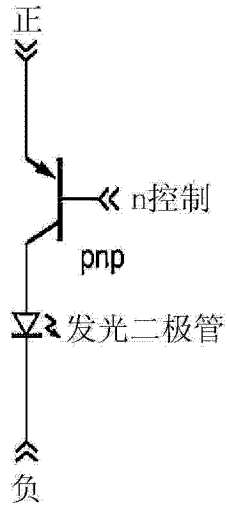


图 9

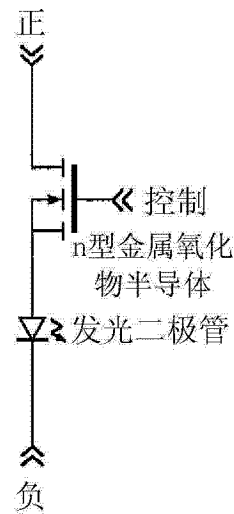


图 10

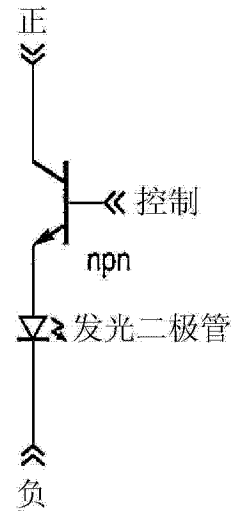


图 11

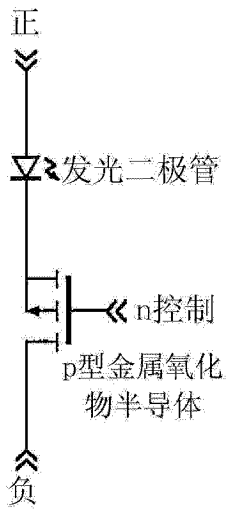


图 12

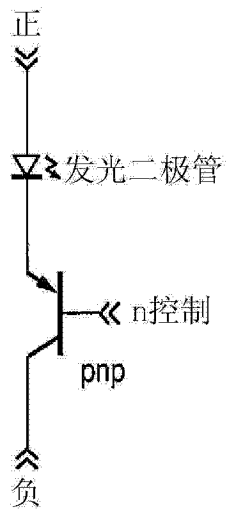


图 13

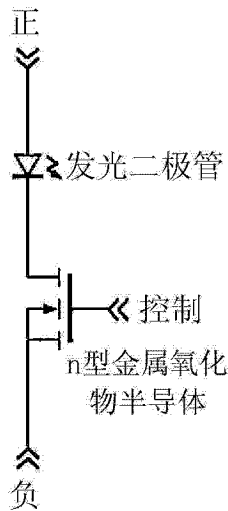


图 14

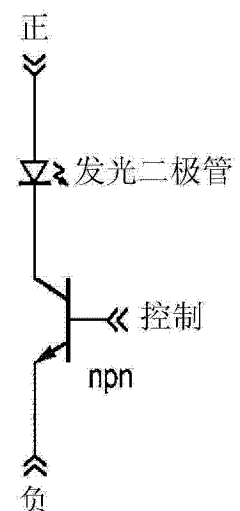


图 15

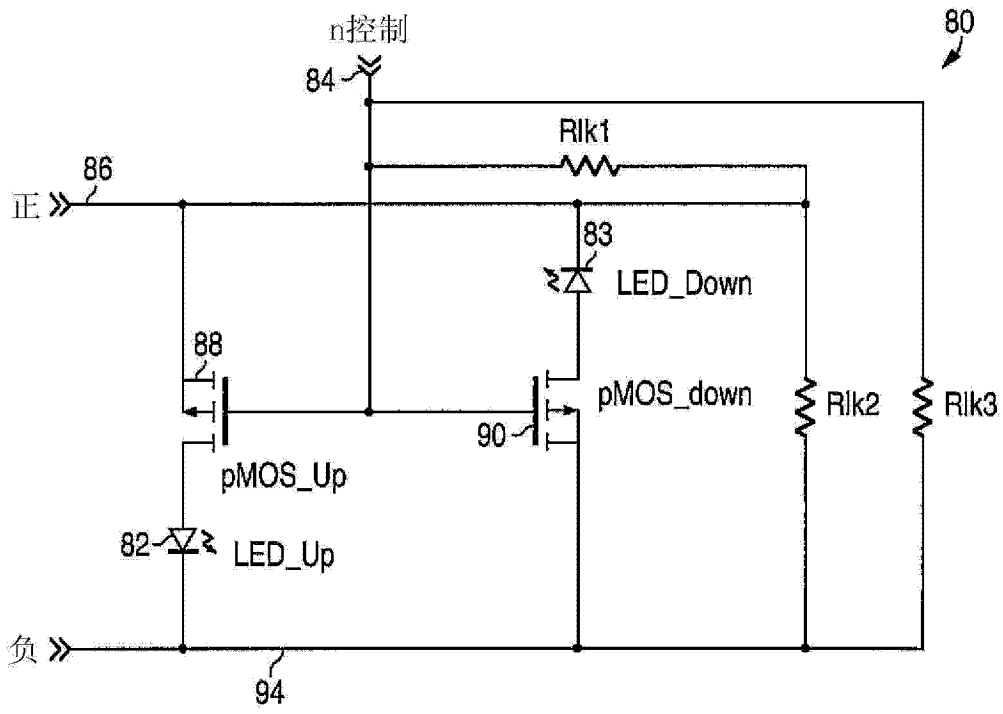


图 16

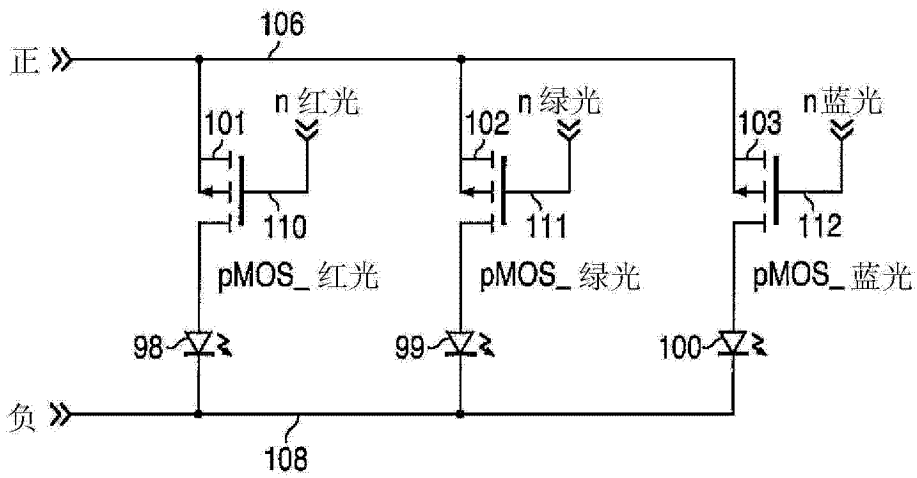


图 17

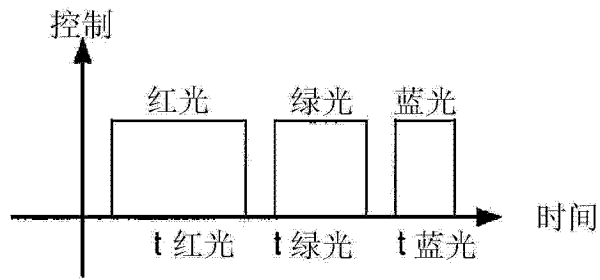


图 18

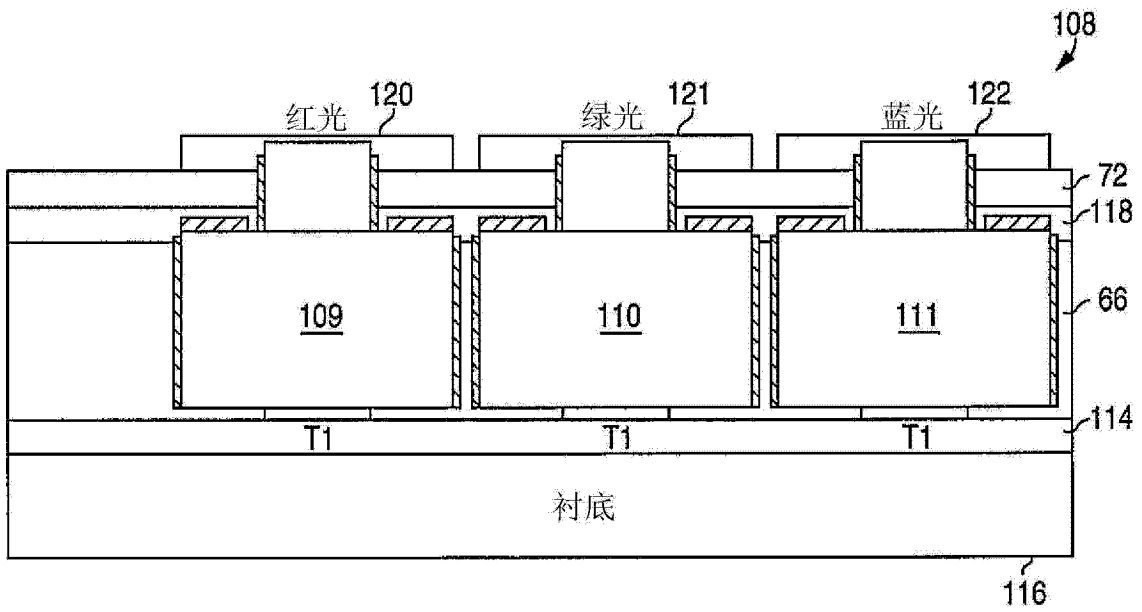


图 19

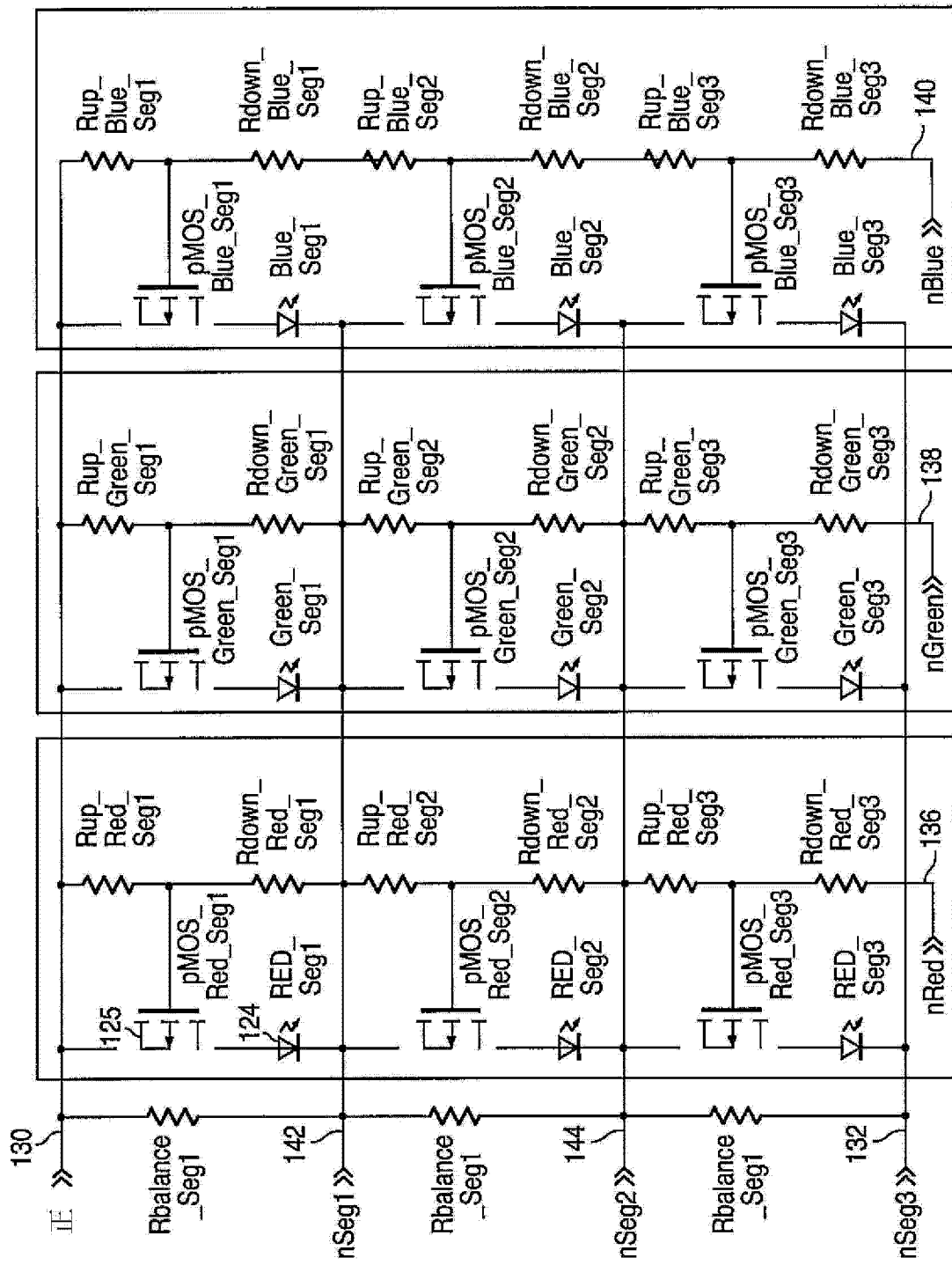


图 20

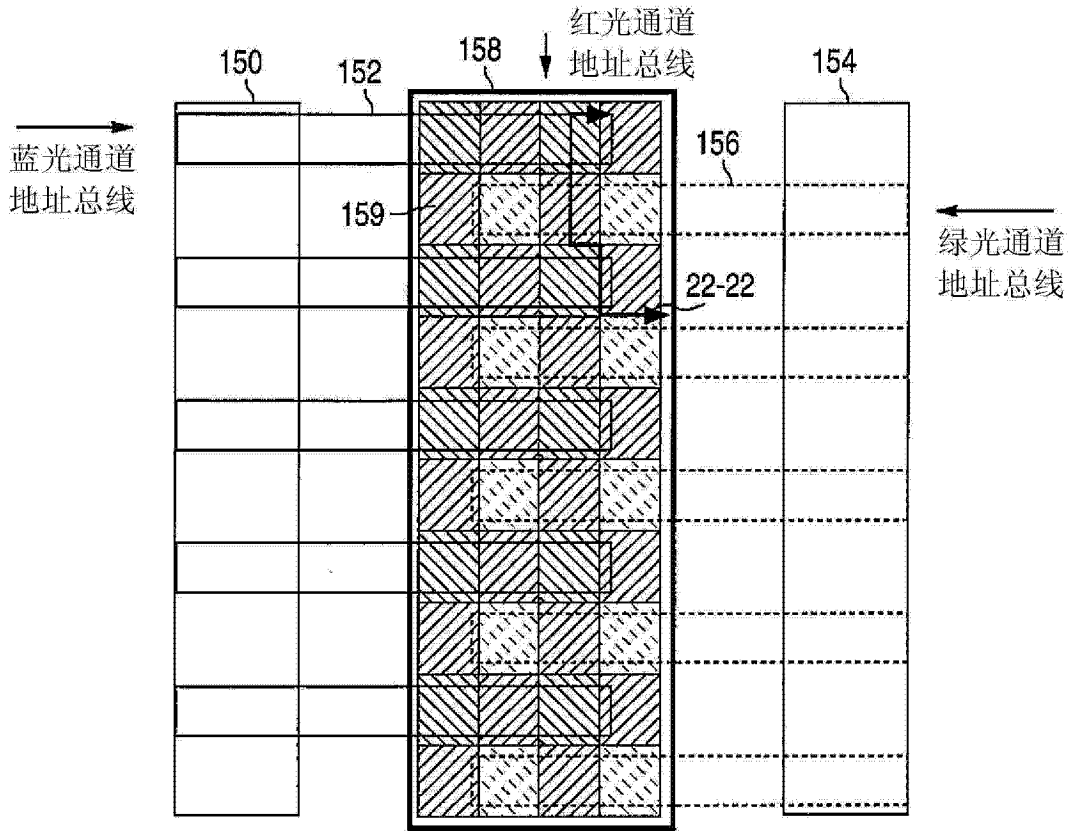


图 21

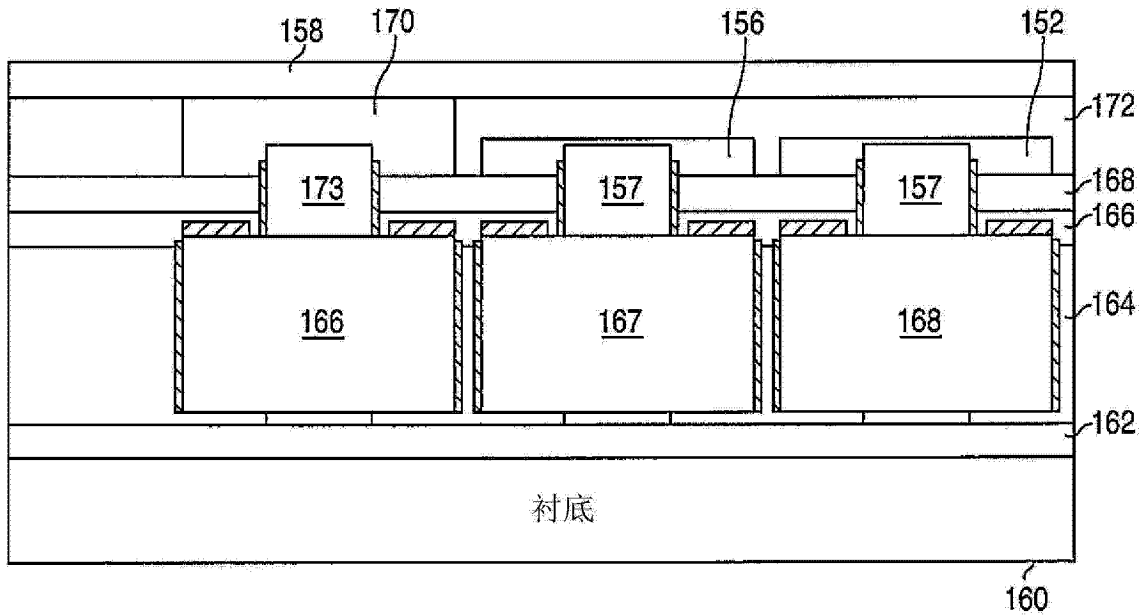


图 22



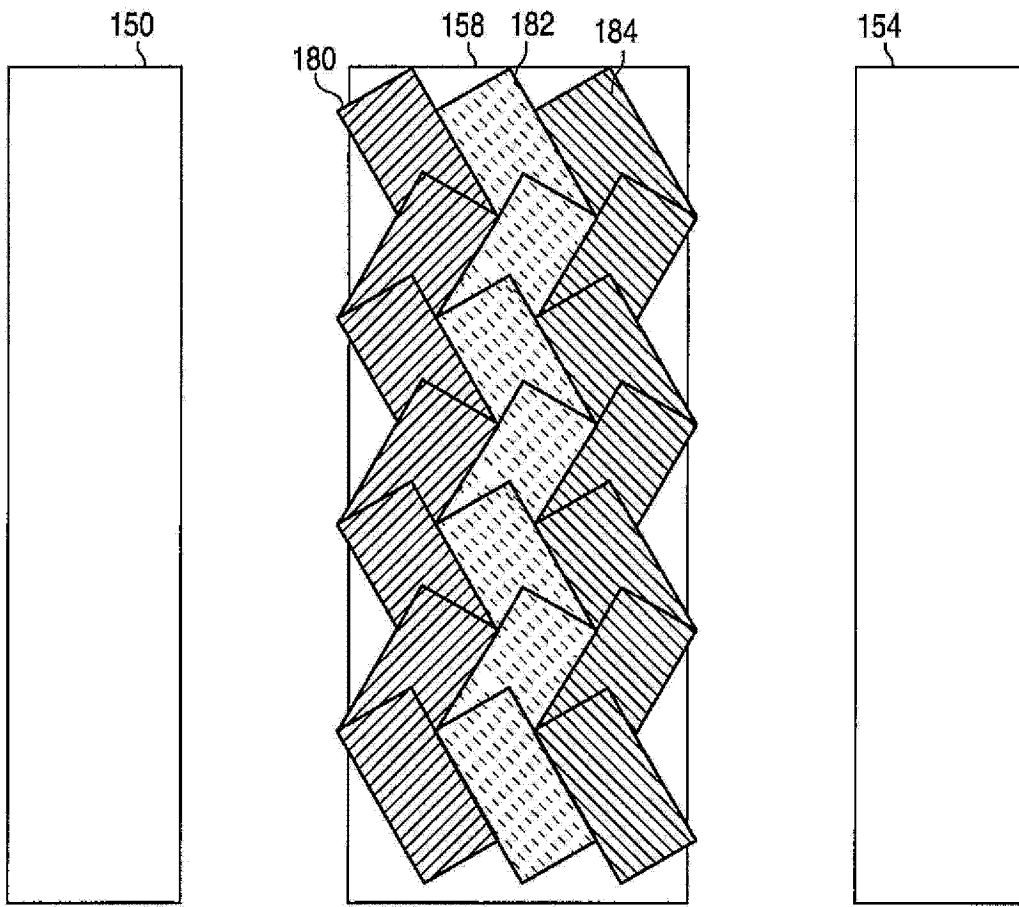


图 23

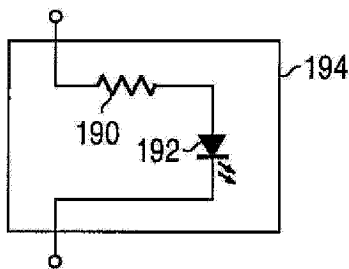


图 24

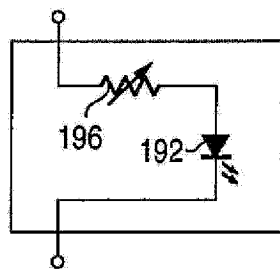


图 25

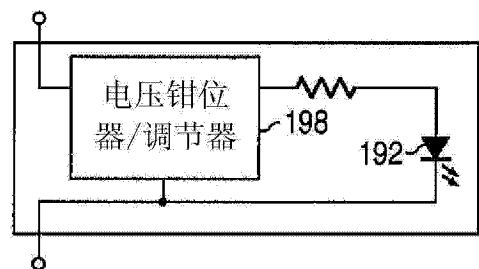


图 26

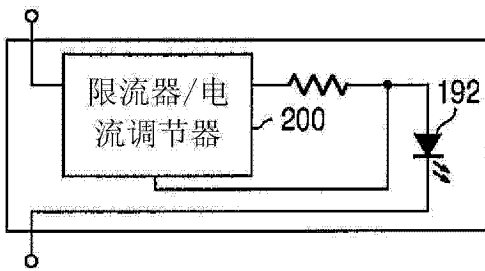


图 27

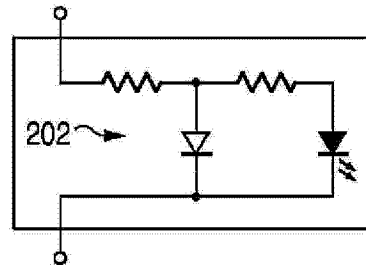


图 28

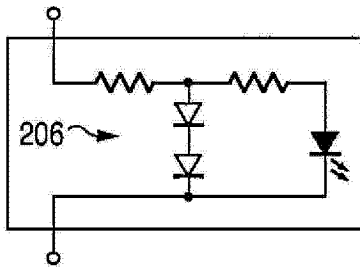


图 29

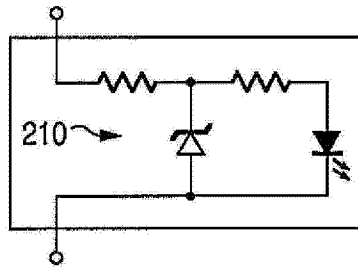


图 30

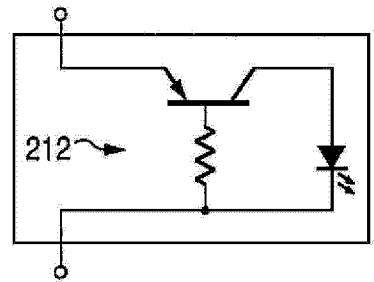


图 31

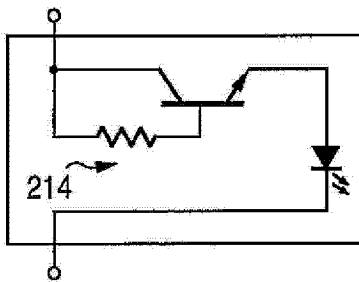


图 32

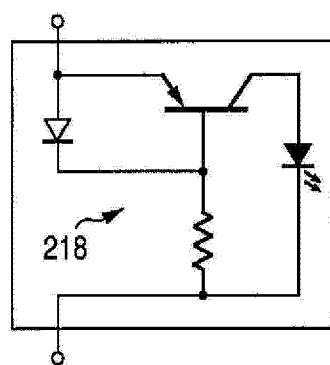


图 33

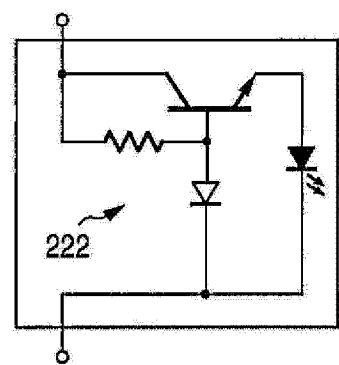


图 34

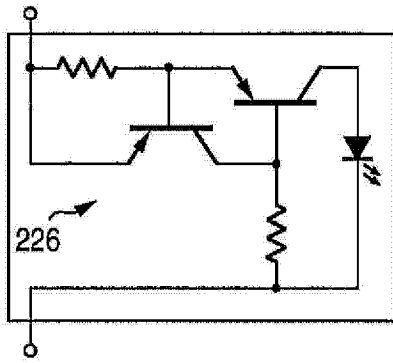


图 35

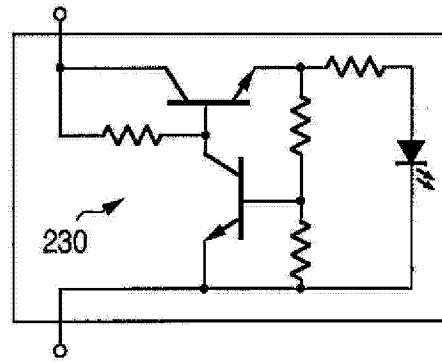


图 36

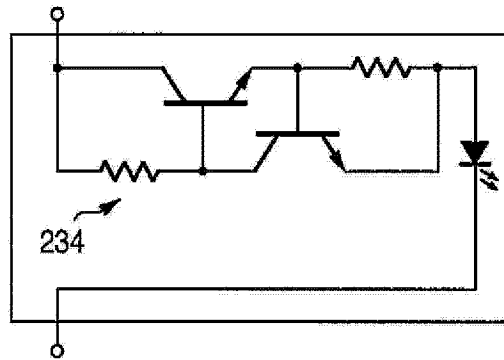


图 37

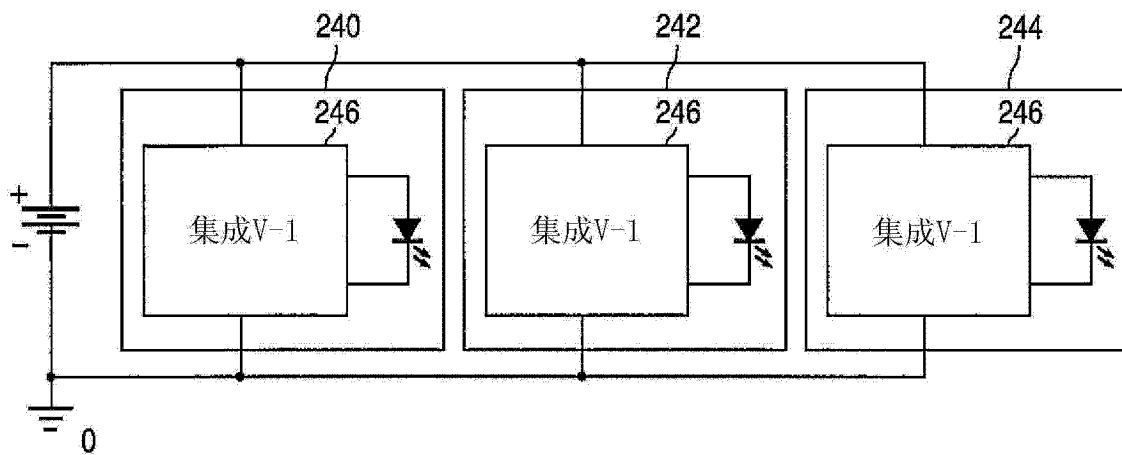


图 38