



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101124853 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 13

(21) 申请号 200580040560. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2005. 10. 12

H05B 37/02(2006. 01)

H01L 33/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

60/522, 546 2004. 10. 12 US

60/664, 415 2005. 03. 23 US

60/669, 121 2005. 04. 07 US

(56) 对比文件

WO 03/107319 A1, 2003. 12. 24, 全文.

WO 03/037042 A1, 2003. 05. 01, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 05. 25

审查员 刘广达

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CA2005/001546 2005. 10. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02006/039789 EN 2006. 04. 20

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 伊恩·阿什当 沙恩·P·鲁滨逊

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 吴立明 刘静

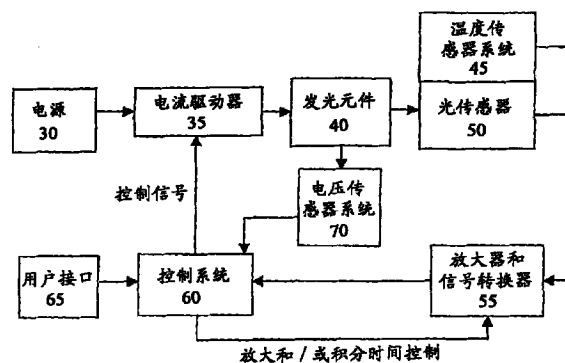
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 15 页

(54) 发明名称

发光装置的反馈和控制方法及系统

(57) 摘要

本发明包括一种控制数字控制的发光装置的色度和光通量输出的方法和系统。该发光装置包括一个或多个发光元件和可以提供光反馈的一个或多个光传感器,其中这种光反馈经过滤波以去除不需要的频率。该方法和系统包括一种控制系统,该控制系统可以根据预定的反馈采样频率方案,对来自光传感器的经滤波的信号进行采样,其中这种方案具体用来提供足够的反馈环迭代,从而在没有可感知的视觉闪烁或瞬时色度偏移的情况下实现发光元件的色度和光通量输出的调节。



1. 一种发光装置的反馈和控制系统,所述发光装置包括一种或多种颜色的一个或多个发光元件,所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件被通以电流以在运行条件下产生所需色度和光通量的光,所述系统包括:

a) 反馈系统,它包括用于探测来自所述一个或多个发光元件的光线并产生光线数值的一个或多个光传感器,所述反馈系统从所述光线数值中产生表示光线光通量和色度的当前值;以及

b) 与所述反馈系统操作性地集成的控制系统,所述控制系统利用所述当前值与所需色度和光通量的相互关系确定调节因数,所述控制系统根据所述调节因数对通给所述一个或多个发光元件的电流进行调节,所述控制系统能够在没有可感知的视觉闪烁或瞬时色度偏移的情况下调节电流。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统还包括放大模块,所述放大模块与所述一个或多个光传感器操作性地连接,所述放大模块包括用于向所述光线数值施加增益的装置。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述用于施加增益的装置是对数放大器。

4. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述用于施加增益的装置向所述光线数值施加可选择的增益,所述可选择的增益取决于光线数值。

5. 如权利要求 4 所述的系统,其中,所述用于施加增益的装置是可编程增益放大器或带有数字电位器的放大器。

6. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器和所述放大模块形成作单个集成电路。

7. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统还包括一个或多个热传感器,所述热传感器用于产生表示所述一个或多个发光元件的温度的信号。

8. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统还包括一个或多个电压传感器,所述电压传感器用于产生表示传输给所述一个或多个发光元件中的一个或多个发光元件的电流的信号。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器与滤波器系统操作性地连接,所述滤波器系统用于从所述光线数值中滤除不需要的频率,所述不需要的频率包括所述控制系统的运行频率。

10. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的一个或多个光传感器是宽带传感器。

11. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的一个或多个光传感器是窄带传感器。

12. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器与滤波器光学连接,所述滤波器限定了与所述一个或多个光传感器相互作用的光线的波长范围。

13. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述控制系统包括利用脉冲宽度调制或脉冲编码调制对通给所述一个或多个发光元件的电流进行调节的装置,所述脉冲宽度调制和脉冲编码调制中的每一种调制都具有脉冲周期。

14. 如权利要求 13 所述的系统,其中,所述控制系统还包括对每个脉冲周期进行脉冲宽度调制的装置,从而增加对所述一个或多个发光元件的控制精度。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其中,所述脉冲宽度调制装置包括与控制器操作性地连接的 N 比特加法器,所述 N 比特加法器为所述控制器提供控制信号以控制通给所述一个或多个发光元件的电流,所述脉冲宽度调制装置还包括与所述 N 比特加法器连接的 M 比特可编程计数器,从而所述脉冲宽度调制装置能够提供 $2^{N \times M}$ 个状态的控制精度。

16. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述脉冲宽度调制装置还包括与所述 M 比特可编程计数器和 N 比特加法器操作性地连接的异常处理电路。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述脉冲宽度调制装置还包括与所述 M 比特可编程计数器操作性地连接的除 N 计数器,所述除 N 计数器用于使所述 M 比特可编程计数器复位。

18. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统以大于或等于 240Hz 的采样频率工作。

19. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述控制系统以大于或等于 20kHz 的控制频率工作。

20. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述放大模块包括用于向特定光线数值施加多重增益从而产生多重放大信号的装置。

21. 如权利要求 20 所述的系统,还包括用于确定所述多重放大信号中的哪一个将被进一步处理的信号处理装置。

22. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的每一个光传感器探测来自所述一个或多个发光元件子集的光。

23. 如权利要求 22 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的每一个光传感器被遮挡。

24. 如权利要求 22 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的每一个光传感器通过锁相的加法或减法探测来探测光。

25. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器被遮挡而不能探测周围环境光。

26. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述控制系统包括微控制器。

27. 如权利要求 8 所述的系统,其中,所述控制系统与具有一定频率的 AC 行操作性地连接,其中使用中心频率为 AC 行频两倍的带通滤波器滤波表示电流的信号。

28. 如权利要求 8 所述的系统,其中,所述控制系统被构造成对表示电流的信号进行采样,以测量残留的纹波电流。

29. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个发光元件是选自发射红色、绿色、蓝色、琥珀色和白色光线的发光元件。

30. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器中的每一个光传感器接收来自所述一个或多个发光元件中每一个发光元件的基本上等量的光。

31. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统包括红光传感器、绿光传感器和蓝光传感器,其中所述控制系统被构造成周期性或间断地对光线数值进行采样。

32. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个发光元件被构造成为光数据传送器。

33. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个光传感器被构造成为光数据接收

器。

34. 如权利要求 2 所述的系统,其中,来自所述放大模块的输出被输入到模拟-数字转换器或模拟多通道转接器。

35. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述放大模块包括单斜率集成电路、双斜率集成电路或具有可变积分时间常数的集成电路。

36. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述反馈系统具有反馈采样频率,并且所述控制系统被构造成改变所述反馈采样频率。

37. 如权利要求 14 所述的系统,其中,每个脉冲周期的脉冲宽度被调制减 1。

38. 如权利要求 14 所述的系统,其中,所述脉冲宽度随机改变。

39. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述控制系统包括均衡控制器元件、积分控制器元件或微分控制器元件。

40. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述控制系统被构造成执行非线性控制算法或模糊逻辑控制算法。

41. 一种控制发光装置的方法,所述发光装置包括一种或多种颜色的一个或多个发光元件,所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件被迫以电流以在运行条件下产生所需色度和光通量的光,所述方法包括以下步骤:

a) 对由发光装置发射的一种或多种颜色中每一种颜色的光的预定部分进行感测,以提供一个或多个感测到的彩色信号

b) 处理一个或多个感测到的彩色信号中的每一个信号,从而定出一个或多个经滤波的彩色信号:

c) 直接将所述一个或多个经滤波的彩色信号变换成为表示所需色度和光通量的控制信号:以及

d) 根据所述控制信号,对通给所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件的电流进行调节,其中在没有可感知的视觉闪烁或瞬时色度偏移的情况下执行所述调节步骤。

42. 如权利要求 41 所述的方法,还包括以下步骤:向所述一个或多个感测到的彩色信号施加固定增益、可变增益或多重增益。

43. 如权利要求 41 所述的方法,还包括以下步骤:对所述一个或多个发光元件的温度进行感测。

44. 如权利要求 41 所述的方法,还包括以下步骤:由一个或多个电压传感器产生表示通给所述一个或多个发光元件的电流的信号。

发光装置的反馈和控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及数字控制的发光装置的反馈和控制方法及系统。

背景技术

[0002] 目前,市售发光二极管(LED)包括固态LED、有机发光二极管(OLED)、聚合物发光二极管(PLED)和电致发光器件,这些发光二极管可以制造用来以高光电转化效率产生不同色度的光。例如,单色和白色发光二极管可以用于其光通量输出和色度可被数字控制的发光装置。

[0003] LED的光通量输出和色度一般取决于LED的结温度、主波长偏移、制造公差(尤其是主波长与发光强度组合(binching))和设备老化。它们在发光装置中的用途使这些相关性进一步复合,而且还必须考虑到周围环境的操作温度和电源的电压波动。

[0004] 如果希望保持恒定的周围光线水平,基于LED的发光装置还可以与其他光源结合使用,这些光源包括白炽灯、荧光灯和高强度放电灯以及直射和散射的日光。还希望使电气照明保持恒定的色度或者随着变化的日光条件而改变色度。

[0005] 可以用许多不同的方式数字控制LED和基于LED的发光装置的光通量输出和色度。但是,通常仍需要使用光反馈以确保来自LED和发光装置的可预见、可重复的光通量输出和色度。

[0006] 数字控制LED的时间平均的光通量输出是众所周知的。例如,美国专利No. 4,090,189和No. 3,787,752公开了对LED驱动电流的PWM控制,其中时间平均的发光强度通常与PWM负载周期(duty cycle)成线性比例关系。目前,PWM是用于LED发光强度控制的优选方法,因为通过限流电阻器、LED阵列中的不均匀发光强度以及在A. Zukauskas、M. S. Schur和R. Caska,2002的Introduction to Solid-State Lighting(对固态光的介绍),New York, N. Y., Wiley-Interscience, p. 136中描述的明显颜色偏移,该方法能够在10的3次方(1000:1)或以上的范围内提供线性控制而没有功率损耗。优选通过微控制器和相关外围硬件设备在硬件设备中产生用于控制LED的PWM信号。

[0007] 数字控制的缺点是人类视觉系统对照明表面的感知亮度上的小而突然的变化特别敏感,这已在例如M. Rea, Ed.,2000, IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, New York, N. Y., Illuminating Engineering Society of North America, p. 3-21中示出。为了避免对这种变化的感知,需要数字控制器至少产生1,000个可感知亮度的均匀间隔的间距。

[0008] Stevens定律描述的感知亮度B与测量的照明度E(与发光装置的光通量输出成正比)之间的关系如下:

$$[0009] \quad B = aE^{0.5} \quad (1)$$

[0010] 其中a是常数。能够使LED或发光装置的光通量输出可感知地平滑调光的LED数字控制器必须具备这种“平方定律”的关系(M. Rea, Ed.,2000, IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, New York, N. Y., Illuminating Engineering Society of North America,

p. 27-4)。这样又需要数字控制器至少产生 4,000 个光通量输出的均匀间隔的间距。假设 PWM 占空因数周期与 LED 光通量输出之间成线性比例关系,这就需要具有至少 12 比特精度(4096 个间距)的脉冲宽度调制器,优选为 14 比特(16,386 水平)的精度。

[0011] 遗憾的是,大多数市售集成有 PWM 模块的微控制器具备最大仅 10 比特的精度。(虽然 Philips LPC2132 等一些微控制器具备达到 16 比特精度的 PWM 模块,但是其 PWM 最大频率大约仅为 900Hz。)市售 PWM 集成电路可达到 12 比特或更高精度,但是与设计成可连接的微控制器相比,它们相对昂贵。

[0012] LED 平均发光强度容易发生变化,这样能够使用光传感器(通常为带有相关滤色镜的硅光电二极管)测定 LED 的相对光通量输出,并经过光反馈环把这种信息反馈到 LED 系统的性能。然后,这些信息可以用来测定 LED 控制信号所需的任何变化,以便当使用多通道传感器和各种彩色 LED 时可以获得所需的光通量输出色度。

[0013] 容易理解的是,数字控制器需要数字化模拟传感器信号以用于反馈环,从而控制 LED 或基于 LED 发光装置的光通量输出。为了保持反馈环的稳定性,有必要使数字化信号的精度等于或超过 LED 数字输出信号的精度。遗憾的是,市售集成有模拟-数字转换(ADC)模块的微控制器最大具备 10 比特精度。虽然市售 ADC 集成电路可达到 12 比特和更高精度,但是与设计成可连接的微控制器相比,它们相对昂贵。

[0014] 另一个约束条件是 PWM 频率必须至少大约 100Hz 以避免使人感知到视觉闪烁(A. Zukauskas、M. S. Schur 和 R. Caska, 2002, Introduction to Solid-State Lighting, New York, N. Y., Wiley-Interscience, p. 136)。由于 PWM 精度为 12 比特,这就要求 PWM 模块的时钟频率大约 400kHz。如 Pacurra, P., 和 R. Borrás, “Microcontroller-based LED Drivers: Topologies and Trade-offs,” LED Magazine, October 2005, pp. 24-26 所描述的那样,这对于“简单的微控制器而言几乎是不可能”实现的。

[0015] 另外,LED 的寿命测试显示了以小于 100% 的占空因数使用低频率的 PWM 连续运行 LED,会在 LED 芯模上产生严重而重复的热应力,通常 LED 芯模的热量时间常数为 10 毫秒。在大约 100Hz 的 PWM 频率下,在仅几千小时的运行后光通量输出就严重下降,并且由于过早的电线脱落而产生设备故障,因此减少了平均无故障时间(MTBF)。然而,在超过大约 5000Hz 的 PWM 频率下,基本上消除了重复热应力。

[0016] 另一个考虑因素是 LED 电源包括变压器和感应线圈等磁性元件,这些磁性元件受到磁致伸缩而产生有声振动。如果电源受到循环负载(比如表现为 PWM 控制的 LED),那么电源可能在 PWM 频率下产生交流声。如果该频率在人类可感知的范围内(大约 20Hz-20kHz),那么可能会使人感到恼人的交流声或刺耳声。如果 PWM 频率在此范围之上,那么将不存在交流声的问题。遗憾的是,大约 25kHz 的 PWM 频率最小值和 12 比特的 PWM 精度要求 PWM 时钟频率大约 100MHz,这对市售微控制器来说几乎不可能达到。

[0017] 基于 LED 发光装置的电源通常还必须将交变电流主能量转换为恒定直流电流。该过程通常会因不完全的滤波而产生残留的纹波电流,并且纹波电流的量取决于 LED 驱动电路提供的电源负载。如果滤波不充分,那么 LED 的光通量输出可能根据 AC 电线频率的两倍变化,并且由此对观测者造成视觉闪烁。

[0018] 再一个考虑因素是当基于 LED 发光装置的光通量输出变化时,其色度必须保持恒定。因为 LED 的光通量输出和主波长一般取决于 LED 的结温度转而取决于驱动电流,所以

对于具有诸如红色、绿色和蓝色 LED 或者鲜明的白色、绿色和蓝色 LED 等多色 LED 的发光装置来说很难能够达到这种要求。这样就可能在基于 LED 的发光装置调光时在 LED 驱动电流与光通量输出之间产生非线性的并且随时间而定的关系,因此发光装置的色度与随时间变化的 LED 驱动电流和结温度相互关联。

[0019] 还有一个考虑因素是反馈环的稳定性。现有技术系统中的 PWM 控制器通常使用低速 PWM 频率,和采样保持传感器信号采样或者滤波连续传感器信号(调制脉冲宽度的方波)用的较大时间的恒定低通滤波器。其中任何一种方法都导致缓慢的反馈环,通常响应时间小于大约 10Hz。因此,当光通量强度突然改变时,观测者可以注意到视觉闪烁或瞬时色度偏移。这些不期望的视觉影响可能持续几秒,直到反馈环设置到其新的平衡状态。

[0020] 最后,传感器本身可能具有随温度而定的响应性。虽然光反馈环可以用多色 LED 或有色光和白色光 LED 补偿在基于 LED 发光装置的光通量输出和色度偏移上的变化,但是它不能补偿在传感器响应性上的变化。

[0021] 很多美国专利已经解决了 LED 光通量输出控制的问题,例如美国专利 No. 3, 787, 752 描述了对发光二极管显示器的强度控制。该发明描述了如何使用一组功率脉冲对 LED 进行有效控制,这些 LED 在其照明特性上不适用弱电流,而是适用接近其最佳运行条件的电流。然而,此文献没有描述如何重复并离散地设置 LED 电流脉冲的占空因数,该占空因数还仅由所应用的显示器限定。

[0022] 美国专利 No. 4, 090, 189 公开了用于 LED 显示器的另一种光通量输出控制电路。该发明描述了一种在相对较宽范围的亮度水平上控制 LED 的 PWM 方法,该方法还将稳定的运行扩展到低亮度区域。该公开内容同样没有描述如何重复并离散地设置 LED 电流脉冲的占空因数以在所需精度下控制 LED 的亮度。

[0023] 在 S. Gage、M. Hodapp、D. Evans 和 H. Sorensen, 1977 的 *Optoelectronics Application Manual*, New York, N. Y., McGraw-Hill Book Company, p. 5. 10 中,采用了光电导体控制单稳多谐振荡器的负载周期,该单稳多谐振荡器具备点阵 LED 阵列的光通量输出的 PWM 控制。经光电导体入射的周围光线改变了其阻抗,从而为光反馈环提供了信号。然而,它是模拟控制系统,因而既不具备例如平方定律调光等实用方法,也没有考虑多重关联的色彩通道。

[0024] 美国专利 No. 6, 576, 881 公开了一种光线输出控制系统,其中使用了许多带有红色、绿色和蓝色滤色镜的光电二极管传感器以对红色、绿色和蓝色 LED 的相应光通量输出进行采样,从而产生用于控制 LED 的数字控制器的控制信号。然而,它不能解决传感器和数字控制器的精度或 PWM 频率的问题。它同样没有考虑在足够高的速率下对传感器进行采样以达到当其光通量输出突然变化时使发光装置的色度在感知上保持不变的情况,并且它需要复杂的数学计算以将传感器输入转换为 LED 驱动器输出,这在高速数字反馈环中难以实现。

[0025] 美国专利 No. 6, 507, 159 公开了一种控制基于红色、绿色和蓝色 (RGB) LED 的发光装置的方法和系统,这种方法和系统可以追踪反馈信号和基准信号的三色值,由此根据传感的三色值和基准三色值的偏差调整驱动发光装置中的 LED 的 LED 驱动电流,直到偏差不再超过某一预定的最大值。该发明利用带有滤波器的光电二极管,在预定的恒定电流幅度下驱动 LED。然而,它没有考虑在足够高的速率下对传感器进行采样以达到当其光通量输出

突然变化时使发光装置的色度在感知上保持不变的情况,并且它需要复杂的数学计算以将传感器输入转换为 LED 驱动器输出,这在高速数字反馈环中难以实现。

[0026] 美国专利 No. 6, 630, 801 公开了一种控制基于 RGB 的发光装置的方法和系统,这种方法和系统测量经过滤波和未经滤波的光二极管的输出,然后将这些值与发光装置的每个红色、绿色和蓝色 LED 的色度坐标相关联,这与美国专利 No. 6, 507, 159 类似,其中美国专利 No. 6, 630, 801 还利用未经滤波的光二极管作为这种系统的改进。然而,该系统仍然没有解决传感器精度和温度依赖性的问题。它还需要使用加强存储器 (memory-intensive) 的查找表,其数值对于具体的 LED 必须预定,因而不能对主波长或 LED 制造公差的随温度而定的变化做出响应。

[0027] 美国专利申请 No. 2003/0230991 描述了一种相似的系统,该系统使用反馈到照明系统的探测到的光信号对其进行控制,它包括使用具有为热反馈电路提供信号功能的热传感器,其中该热反馈电路对 LED 光通量温度依赖性进行补偿。然而,该发明没有考虑传感器数字化精度的问题。

[0028] 美国专利 No. 6, 833, 691 公开了一种提供数字脉冲宽度调制的系统和方法。该发明描述了用于提供高精度脉冲宽度调制信号的切换电源电路的脉冲宽度调制系统。该系统用来接收包含 $(m+n)$ 比特二进制字的控制信号,并且用来提供带有预定平均负载周期的脉冲宽度调制信号,其中该信号的精度基本上为 $2^{(m+n)}$ 。这种脉冲宽度调制系统包括用于提供 2^n 个计时信号的计时电路、高频振荡电路和信号生成器。经过接收控制信号,该高频振荡电路用来提供更改的控制信号,其中这种更改的控制信号包含一组达到 2^n 个 m 比特的二进制字。该信号生成器用来接收计时信号和更改的控制信号,并且用来提供具有负载周期的脉冲宽度调制信号,其中在平均超过 2^n 个计时周期时该负载周期大约等于预定的平均负载周期。切换电源电路使用脉冲宽度调制信号来控制至少一种电源转换设备。具体地说,该发明使用了具有加法器、延迟器、多路复用器、存储器和寄存器模块的复杂信号生成电路。另外,在其优选实施例中,当假设 $(m+n)$ 比特的字的最大值为 $2^{m+n}-1$ 时,以人工方式将 $(m+n)$ 比特的控制字映射到 m 比特的 PWM 占空因数的时序上。

[0029] 因此,需要一种新的用于数字控制的发光装置的反馈和控制系统以使其能够提供在感知上的视觉平滑调光和色度控制,从而克服现有技术中识别不充分的问题。

[0030] 以上提供的这些背景信息披露了本申请人所认为的可能与本发明具有关联性的信息。既不意图承认也不应当被认为,前述任何信息构成了针对本发明的现有技术。

发明内容

[0031] 本发明的目的是提供一种发光装置的反馈和控制方法和系统。根据本发明的一个方面,它提供了一种发光装置的反馈和控制系统,所述发光装置包括一种或多种颜色的一个或多个发光元件,所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件被通以电流以在运行条件下产生所需色度和光通量的光,所述系统包括:反馈系统,它包括用于探测光线并产生光线数值的一个或多个光传感器,所述反馈系统从所述光线数值中产生表示光线光通量和色度的当前值;以及与所述反馈系统操作性地集成的控制系统,所述控制系统利用所述当前值与所需色度和光通量的相互关系确定调节因数,所述控制系统根据所述调节因数对通给所述一个或多个发光元件的电流进行调节,所述控制系统能够在没有可感知的视觉闪烁或

瞬时色度偏移的情况下调节电流。

[0032] 根据本发明的另一个方面,它提供了一种控制发光装置的方法,所述发光装置包括一种或多种颜色的一个或多个发光元件,所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件被通以电流以在运行条件下产生所需色度和光通量的光,所述方法包括以下步骤:对由发光装置发射的一种或多种颜色中每一种颜色的光的预定部分进行感测,以提供一个或多个感测到的彩色信号;处理一个或多个感测到的彩色信号中的每一个信号,从而定出一个或多个经滤波的彩色信号;直接将所述一个或多个经滤波的彩色信号变换成为表示所需色度和光通量的控制信号;以及根据所述控制信号,对通给所述一个或多个发光元件中的每一个发光元件的电流进行调节,其中在没有可感知的视觉闪烁或瞬时色度偏移下的情况下执行所述调节步骤。

附图说明

[0033] 图 1 显示了本发明一个实施例的发光装置控制系统的结构。

[0034] 图 2 显示了本发明探测元件的一个实施例,其中施加在探测信号上的增益可通过开关来选择。

[0035] 图 3 显示了本发明探测元件的另一个实施例,其中向由光传感器探测到的信号提供可编程的增益。

[0036] 图 4 显示了本发明探测元件的另一个实施例,其中向由光传感器探测到的信号提供对数增益。

[0037] 图 5 显示了本发明探测元件的另一个实施例,其中向由光传感器探测到的信号提供单斜率积分 (single-slope integration)。

[0038] 图 6 显示了本发明探测元件的另一个实施例,其中由微控制器提供对由光传感器所探测到的信号的积分。

[0039] 图 7 显示了本发明探测元件的另一个实施例,其中探测、可变放大、可变积分时间和通信方法均合并到单个的器件中。

[0040] 图 8 显示了本发明一个实施例的用于单通道或多通道照明器具的扩展脉冲宽度调制方法的方块图。

[0041] 图 9 显示了控制元件的一个实施例的示意性电路图。

[0042] 图 10 显示了控制元件另一个实施例的示意性电路图。

[0043] 图 11 显示了控制元件另一个实施例的示意性电路图。

[0044] 图 12 显示了微控制器主程序的流程图。

[0045] 图 13 显示了图 12 所示主程序的一个子程序的流程图。

[0046] 图 14 显示了图 12 所示主程序的另一个子程序的流程图。

[0047] 图 15 显示了另一种微控制器主程序的流程图。

[0048] 图 16 显示了图 15 所示主程序的一个子程序的流程图。

[0049] 图 17 显示了图 15 所示主程序的另一个子程序的流程图。

具体实施方式

[0050] 定义

[0051] 使用术语“发光元件”定义在利用通过设备的电位差或者通过设备的电流激活时，发出相关波长区域（例如，可见、红外或紫外区域）范围内的电磁辐射的任何设备。发光元件的例子包括固态、有机、聚合物、涂磷或高通量的发光二极管（LED），或者容易理解的其他类似设备。

[0052] 根据 Commission Internationale de l'Éclairage 标准，使用术语“色度”定义感知到的光线色彩效果。

[0053] 根据 Commission Internationale de l'Éclairage 标准，使用术语“光通量”定义光源发出的光通量数量。如果相关波长区域包括红外线和 / 或紫外线波长，那么根据 Commission Internationale de l'Éclairage 标准，使用术语“光通量”定义光通量和辐射通量。

[0054] 根据 Commission Internationale de l'Éclairage 标准，使用术语“照明度”定义每单位面积的表面所接收的光通量数量。

[0055] 使用术语“放大电路”定义接收探测信号、处理探测信号并且提供一个或多个输出信号作为处理结果的电路。这种处理可以包括本领域技术人员容易理解的信号转换、信号放大和 / 或任何其他处理。

[0056] 使用术语“相对精度 (resolution)”定义数字化后信号的最小可识别百分比变化。能够进行模拟 - 数字转换的设备通常设计成使用预定的比特数量数字化信号，并且通常能够将最大模拟信号转换成数字信号。最大模拟信号所划分的子片段的数量限定了特定设备的精度。例如，在最大信号为 10V 下使用 10 比特进行转换的设备，其精度为 0.01V。相对精度为设备精度除以被转换的模拟信号数量乘以 100。因此，被转换信号的数量为 10V，其相对精度为 0.1% 或 $(0.01V/10V \times 100)$ 。例如，使用上述设备进行转换的信号的数量为 2V，其相对精度为 0.5% 或 $(0.01V/2V \times 100)$ 。

[0057] 这里使用的术语“大约”是指与正常值偏差 $\pm 10\%$ 。应当理解，这种偏差始终包含在这里提供的任何给定值中，无论是否具体指出。

[0058] 除非另有定义，这里使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属领域普通技术人员共同理解相同意义。

[0059] 本发明包括一种控制数字控制的发光装置的色度和光通量输出的方法和系统。所述发光装置包括一个或多个发光元件以及能够提供光反馈的一个或多个光传感器，其中可以对这种光反馈进行滤波以提高 S/N 比并去除可识别的不需要的频率，比如脉冲宽度调制频率。本方法和系统包括能够按照预定的反馈采样频率方案对来自光传感器的经滤波信号进行采样的控制系统，其中这种方案具体设计成能够提供充分的反馈环迭代以进行发光元件色度和光通量输出的调节，而不会产生可感知的视觉闪烁。因此，这种控制系统能够保持稳定的运行条件，并且能够在预定的响应时间内对系统状态变化事件（例如，运行时的光通量输出调节或色度调节）做出响应，因而限制了发光装置的可感知的视觉闪烁。

[0060] 在一个实施例中，本发明包括一种装置，这种装置探测来自具有可变光通量输出的光源的光，同时经过对光通量探测产生的信号进行模拟 - 数字转换能够获得所需的相对精度。当探测到的光通量在同一水平时，可以在该探测信号上施加特定增益，当光通量在不同水平时，可以在该探测信号上施加不同增益，因而产生可以在进行模拟 - 数字形式转换的同时保持所需相对精度的信号。例如，当探测光的光通量相对较高时可以施加相对较低

的增益,当探测光的光通量相对较低时可以施加较大的增益,因此对于每种情况都能获得所需的转换信号的相对精度。另外,可以在每个探测信号上施加多重增益。本发明还可以为由光源产生的变化水平的光通量提供多重水平的增益。

[0061] 在另一个实施例中,本发明包括对数放大器,这种对数放大器将来自光传感器的探测信号转换成该探测信号的对数。如那些熟悉电话技术领域技术人员所理解的那样,动态范围为 14-16 比特 (16,000 : 1-65,000 : 1) 的音频信号可以被压缩为 8 比特动态范围 (250 : 1),以便利用 A- 定律电话压缩扩展算法进行传输。该算法依赖声音强度感知与声压水平的对数成正比的事实。因此,虽然这种 A- 定律电话压缩扩展算法执行有损压缩,因而当 8 比特的压缩信号随后扩展成原始动态范围时会损失信息,但是扩展信号与原始信号之间的偏差并不明显。而且很显然,A- 定律的压缩扩展增加低电平信号的增益,同时减少高电平信号的增益,因而对音频信号数字转换器精度的要求从 16 比特降低到 8 比特。

[0062] 因此,使用相似的方式并且根据 Stevens 定律,照明表面的感知亮度与照明度的平方根成正比。于是,增加低电平光传感器信号的增益同时减少高电平信号的增益不会造成信号信息的明显损失。尽管如此,对光传感器信号 ADC 精度的要求仍然从 14 比特降低到 10 比特。

[0063] 如反馈系统设计领域技术人员所理解的那样,当将放大器系统应用于反馈时并不需要完美的线性放大器。同样,也不需要完美的平方根放大器来将光传感器信号转换成感知亮度表达。因此,虽然可以从商业上获得昂贵的平方根放大器集成电路(比如 Analog Devices AD532 四象限乘法器),但是,在其反馈环中,基于具有共基极晶体管的运算放大器的便宜的对数放大器也是合适的。例如,在 Terrel, D. L., 1996, Op Amps :Design Application, and Troubleshooting, Second Edition, Boston, MA : Butterworth-Heinemann, p. 410-411 中描述了这种运算放大器,在此并入其内容作为参考。

[0064] 在另一个实施例中,本发明包括一种装置,这种装置提供了在每一脉冲周期能够识别 2^N 个离散脉冲宽度的扩展的标准 N 比特数字脉冲宽度控制方法,其中可以在 2^M 个脉冲周期期间调制脉冲宽度,在该期间内每个脉冲周期都可以具有其自身的脉冲宽度或相应的负载周期。例如,时间平均或有效脉冲宽度因而可由 2^{N+M} 个状态的精度控制,这高于标准方法的 2^N 个状态的精度,因此能够在调光过程中更精确地控制发光装置中的发光元件。本实施例的特别优点在于,具有 N+M 比特精度的脉冲宽度调制必需测定的相同 PWM 频率可以与具有 N 比特精度的“扩展的”PWM 一起使用,同时实现没有视觉闪烁和没有 LED 芯模热应力的相同优点。

[0065] 发光元件中的电-光转换和光传感器(比如光电二极管)中的光-电转换的动态过程通常发生在纳秒数量级的时间尺度下,并且基本上认为是瞬时的。光传感器可以集成到发光装置中,因此每个光传感器都能探测来自发光元件子集的光通量,例如通过色彩滤波、遮挡或者与预定的发光元件集合所发出光通量的探测同步的锁相的加法或减法探测,随后产生探测光的信号表达。因此,每个光传感器在运行条件下产生的信号可以提供一个或多个发光元件的光通量输出的测量值,从该测量值可以探测光线。光传感器的感测信号可以经过具有预定或可调节滤波特性的低通或带通滤波器。该滤波特性可以设置成滤波信号只在探测信号的所需频率域内动态变化;例如,在探测到的 PWM 驱动信号的 PWM 频率下的信号波动可由滤波器消除。

[0066] 图 1 显示了本发明一个实施例的发光装置的反馈和控制系统的结构。该发光装置包括一个或多个产生光线用的发光元件 40, 其中发光元件 40 通过电流驱动器 35 与电源 30 电气连接。电源 30 可以是例如基于 AC/DC 或 DC/DC 的转换器。如果发光元件具有多种颜色, 那么可以为每种颜色提供单独的电流驱动器 35, 因此能够向发光元件 40 的每种颜色供应必需的正向电流。

[0067] 提供一个或多个光传感器 50 用于探测来自发光装置的光通量输出。在一个实施例中, 为发光元件 40 的每种颜色提供单独的光传感器 50。另外, 滤色镜可以与光传感器 50 中的一个或多个相结合。每个光传感器 40 都与放大器和信号转换器 55 电气连接, 该放大器和信号转换器可以将感测信号转换成控制系统 60 能够处理的电信号。在一个实施例中, 控制系统 60 能够控制放大器和信号转换器 55 的放大集成控制信号。应当理解, 每个光传感器 50 可以探测足以提供稳定光电流量的光通量, 该光通量提供具有所需最小信噪比的信号。此外, 虽然在一个实施例中的优点是探测周围环境光线例如日光, 但是可以遮挡光传感器 50, 使得不能探测散射光或周围环境光。

[0068] 控制系统 60 可以连接用户接口 65, 从而提供从用户或其他控制设备 (例如可编程 24 小时计时器或剧场调光台) 获得有关发光装置的所需色温、色度和 / 或所需光通量输出信息的方式。控制系统 60 将该信息转换成适当的电基准信号以供使用。控制系统 60 还接收来自光传感器 50 的有关发光装置光通量输出的反馈数据。因此, 控制系统 60 可以确定发送至电流驱动器 35 的合适控制信号, 以便获得发光装置所产生光线的所需光通量和色度。控制系统 60 可以是本领域技术人员容易理解的微控制器、微处理器或其他数字信号处理系统。

[0069] 在一个实施例中, 如图 1 所示, 控制系统 60 可以任选操作性地连接一个或多个温度传感器元件 45。温度传感器 45 可以提供有关运行条件下的发光元件 40 温度的信息。有关发光元件 40 温度的信息可以用来补偿随温度而定的光通量波动和 LED 主波长偏移。例如, 可以通过测量发光元件组的正向电压、热敏电阻的阻抗或热电偶的电压来测定发光元件 40 的温度。因此, 控制系统 60 可以以前馈的方式控制电流驱动器 35 以使驱动电流适合发光元件 40 组。

[0070] 同样, 一个或多个温度传感器元件 45 可以提供有关运行条件下的光传感器 50 周围温度的信息。该信息可以用来以前馈方式补偿光响应性的随温度而定的变化。

[0071] 在一个实施例中, 因为仅对光传感器 50 做出响应的数字反馈控制系统 60 显现出在保持恒定光通量输出和色度方面缺少长期稳定性, 所以控制系统 60 对来自光传感器 50 和温度传感器 45 的信号都做出响应。

[0072] 在另一个实施例中, 如图 1 所示, 控制系统可以任选包括一个或多个电压传感器元件 70, 这种电压传感器元件与发光元件 40 连接并对其正向电压进行探测。可以使用带通滤波器滤波电压传感器信号, 其中该带通滤波器的中心频率等于 AC 行频的中心频率的两倍。控制系统 60 可以持续地对电压传感器信号进行采样, 以测量由于不完全的电源滤波而残留的纹波电流, 并且调节向电流驱动器 35 传送的 PWM 驱动信号的负载周期, 从而在存在残留电流纹波的情况下保持恒定的发光元件 40 的光通量输出。电压传感器信号的采样频率通常大于大约 300Hz 以使视觉闪烁最小。

[0073] 输入信号精度和输入信号范围

[0074] 发光装置的控制设计包括反馈控制环,这种反馈控制环可以在包括发光装置调光的运行条件下保持发光装置发射光线的所需色度和光通量。这种反馈控制环包括一个或多个光传感器,这种光传感器可以提供光反馈,比如一个或多个发光元件的光通量输出测量值。具有白色或多种颜色(例如红色、绿色、蓝色和琥珀色)中每一种颜色的一个或多个发光元件的数字控制的发光装置的光反馈通常在全部所需光通量级别下需要每种颜色 8 比特精度。另外,能够产生感知上光通量输出平滑变化的可调光发光装置需要基本上在 10% (即发光装置感知亮度的 1%) 与满载的发光装置额定光通量输出率之间的精度。结果,对于总计 14-15 比特精度而言,控制系统需要在额外 6-7 比特下处理光通量信号。因为最普通的便宜的微处理器仅具有 10 比特 ADC,所以,为了在全部调光范围上保持已知色度,可采用可变增益和积分时间电路或固件来保持所需的精度。

[0075] 控制系统可以稳定地充分控制发光装置的光通量和色度,其中该发光装置配置成使得来自发光元件中每一个发光元件的基本上等量光通量入射到光传感器或光传感器集合上。结果,每个光传感器都可产生与发光装置光通量输出的总量成正比的信号。这种控制系统可以包括为发光装置的一个或多个发光元件的每一种颜色配置的一个或多个光传感器。

[0076] 输入信号滤波

[0077] 在一个实施例中,例如,如果探测的光通量用来向可控光源例如基于 LED 的系统提供控制信号,那么探测信号的信号表达可以反馈回照明系统,从而能够使该照明系统补偿从外部产生的光通量,比如从其他发光装置或日光发射的光通量,以及由此被发射的光通量,或者能够使该照明系统保持所需的光通量和色度水平。然后,反馈的表达信号可以用来确定对于实现特别照明条件来说是必需的照明系统的任何变化。例如,如果照明系统的控制信号可以根据反馈信号的需要自动地修改,那么表达信号可以直接利用反馈环反馈。

[0078] 在一个实施例中,光传感器为三个带有红色、绿色和蓝色滤光器的光电二极管,用来测量发光装置在运行条件下发射的光谱光通量。例如,Texas Advanced Optical Instruments TSLx257 是一种集成器件,它提供了可与本发明结合使用的附加的信号预放大。光传感器与低通滤波器系统连接,该低通滤波器系统例如可衰减以 PWM 驱动的发光元件的 PWM 频率。滤波器系统的输出可以与随后的放大器或阻抗调节系统连接,该放大器或阻抗调节系统可以放大彩色信号并且为改进与 ADC 附属系统或集成有 ADC 阶段的处理单元系统的连接提供附加的阻抗变换。ADC 系统将模拟彩色信号转换为数字彩色信号,并且可以根据控制系统的需要以适当的形式提供数字彩色信号。该控制系统可以周期性或间断地对各种彩色信号进行采样,然后进行任何所需的信号处理,从而获得所需的控制信号精度和动态范围。

[0079] 在另一个实施例中,滤波器系统是中心频率等于 PWM 频率的单个或复合的带阻滤波器。带阻滤波器的优点是它们不衰减例如可用于自由空间光通信的高频光信号,其中发光元件用作光数据传送器,光传感器任选用作光数据接收器。

[0080] 在另一个实施例中,滤波器系统是转换频率等于 PWM 频率的单个或复合的转换电容带阻滤波器。这种滤波器的特别优点是它们可以显示出在衰减 PWM 频率及其谐波方面有效的带阻频率。

[0081] 在另一个实施例中,滤波器系统是转换频率等于 PWM 频率的单个或复合的转换电

容带通滤波器。所述滤波器的特定优点是它们的中心频率可以与 PWM 频率同步。通过对每种 LED 颜色的 PWM 频率进行频率调制,可以实现多信道的自由空间光通信系统,其中发光元件用作光数据传送器,光传感器任选用作光数据接收器。

[0082] 本领域技术人员容易理解,光传感器可以是硅光电二极管或任何其他光敏传感器。在一些实施例中,可以使用光传感器阵列来探测光线,其中每个传感器都对被探测光通量的特定波长范围做出响应。在其他实施例中,可以使用一个或多个对被探测光通量的全部频率范围做出响应的传感器。在另一个实施例中,可以组合使用对特定波长范围做出响应的传感器与对被探测波长的全部范围做出响应的传感器。

[0083] 在一个实施例中,控制系统还可以控制放大器系统的增益,从而放大较弱的低通滤波器输出信号,以将它们映射到 A/D 转换系统的全部输入信号范围上。这样可以显著提高反馈控制系统的总体信噪比和稳定性,特别是在发光装置亮度低时,例如,当发光装置调光时。

[0084] 可变增益电路

[0085] 在一个实施例中,本发明包括一种装置,这种装置探测来自具有可变光通量输出的光源的光通量,同时经过对光通量探测产生的信号进行模拟-数字转换能够获得所需的相对精度。当探测到的光通量在同一水平时,可以在该探测信号上施加特定增益,当光线的光通量在不同水平时,可以在该探测信号上施加不同增益,因而产生可以在进行模拟-数字形式转换的同时保持所需相对精度的信号。

[0086] 通过在照明等级条件低时提供相对较大的增益,可以获得更精确的发光装置光通量输出的测量值。例如,当随后对探测信号进行 ADC 时,对于给定的转换精度,较大的模拟信号转换成数字信号比较小的模拟信号转换成数字信号更能够探测到较小的变化。例如,假设使用 10 比特 ADC 将最大 10V 的电压转换成数字信号,那么转换精度大约为 0.01V。因此,当 ADC 接收到 10V 信号时,最小可探测变化将大约为 0.1%,然而当相同的 ADC 接收到 5V 信号时,最小可探测变化将大约为 0.2%。因此,通过向较小的探测信号提供增益,可以以更高的精确度探测信号,并且可以使相对精度基本上与探测信号数量无关。

[0087] 在一个实施例中,可以通过切换装置选择施加在探测信号上的特定增益。这种切换装置可以使用以前探测信号的反馈信号表示自动启动,或者使用预编程的指令启动。本领域技术人员容易理解,切换装置可以包括任何切换器,例如,FET 切换器、BJT 切换器或任何其他切换器。

[0088] 在另一个实施例中,可以将两种不同的增益单独地施加在探测信号上,其中,例如,可以使用下游信号处理装置确定这两个放大信号中的哪一个是适当的放大信号,该信号将被进一步处理或反馈到发光装置以对其进行控制。

[0089] 在另一个实施例中,可以通过并入其反馈环的可编程增益放大器或带有数字电位器的放大器的方式选择施加在探测信号上的特定增益。

[0090] 在另一个实施例中,通过并入其反馈环的优选由具有共基极晶体管的运算放大器实现的具有对数转换函数的运算放大器,提供施加在探测信号上的特定增益。

[0091] 在图 2 所示的一个实施例中,使用两级放大电路 551 将光传感器 71(例如,光电二极管)探测的电流信号转换成电压信号,并且向该探测的电流信号提供增益。在第一级中,电荷放大器 74 将探测信号从电流信号转换成电压信号,并且可以向该探测信号提供特定

增益,其中电荷放大器的操作参数可以通过改变电容器 72 和 / 或电阻器 73 的特性修改。第二级向第一级接收的信号提供增益。第二级包括两个运算放大器,放大器 13 和放大器 16。放大器 13 提供的增益可以通过电阻器 14 和电阻器 15 的数值测定,放大器 16 提供的增益可以通过电阻器 17 和电阻器 18 的数值测定。因此,可以选择电阻器 14 和电阻器 15 的数值以向第一级接收的信号提供特定增益,例如可以为低强度光的探测提供高增益;并且可以选择电阻器 16 和电阻器 17 以提供不同的增益,例如可以为高强度光的探测提供低增益。分别从放大器 13 和放大器 16 输出的信号 102 和 103 输入到控制系统 60,该控制系统可以是本领域技术人员容易理解的微控制器或其他信号处理装置。例如,在本发明一个实施例中,来自放大电路的信号可以直接输入到与微控制器集成的 ADC。在其他实施例中,在输入到信号处理装置之前,在沿着从放大电路 551 输出的信号 102 和 103 的路径上可以存在附加电路。例如,在本发明一个实施例中,从放大电路 551 输出的信号 102 和 103 输入到模拟多通道转接器,然后输入到比如微控制器或 ADC 等信号处理装置。

[0092] 对于入射光通量经过光传感器 71 产生的每个信号而言,输出信号 102 和 103 都随后输入到信号处理装置和可能存在的任何附加中间电路。信号处理装置可以从其接收的信号中测定并选择合适的信号以进一步处理。例如,在本发明一个实施例中,当信号处理装置接收的特定信号低于或高于某一阈值时,根据信号是否低于或高于特定阈值,该信号处理装置可以进一步处理该信号或者忽略该信号。因此,例如,可以选择合适的信号以向照明系统提供反馈。

[0093] 在其他实施例中,在放大电路 551 中可以存在附加的放大级。在每一放大级中还可以存在附加的放大器以提供特定级可实现增益的附加电平。例如,第二级可以包括三个放大器,其中一个放大器提供较低增益,另一个放大器提供较高增益,第三个放大器提供中间增益。

[0094] 在图 3 所示的另一个实施例中,使用两级放大电路 552 将光传感器 71 探测的电流信号转换成电压信号,并且向该探测的电流信号提供增益。在第一级中,电荷放大器 74 将探测信号从电流信号转换成电压信号,并且可以向该探测信号提供特定增益。第二级包括可编程增益放大器 300,其中控制系统 60 动态控制该放大器的增益以对放大电路 552 接收的信号 410 的电平做出响应。

[0095] 在图 4 所示的另一个实施例中,使用两级放大电路 553 将光传感器 71 探测的电流信号转换成电压信号,并且向该探测的电流信号提供增益。在第一级中,电荷放大器 74 将探测信号从电流信号转换成电压信号,并且可以向该探测信号提供特定增益。第二级向第一级接收的信号提供对数增益,其中第二级包括两个并入其反馈环的具有共基极 NPN 晶体管 561 和 568 的运算放大器 560 和 567,所述运算放大器产生对数的而不是线性的输入-输出转换函数。第一运算放大器 560 向第一级的电压信号提供对数增益,第二运算放大器 567 向基准电压提供对数增益。两个对数放大器的增益都取决于随温度而定的基于发射极的 NPN 晶体管 561 和 568 的二极管饱和电流,所以第三线性运算放大器 564 起到减法器作用以消除对数放大器的温度依赖性,并且其函数如下:

$$[0096] \quad \log(a/b) = \log(a) - \log(b) \quad (2)$$

[0097] 在图 5 所示的另一个实施例中,使用两级放大电路 554 将光传感器 71 探测的电流信号转换成电压信号,并且向该探测的电流信号提供增益。在第一级中,电荷放大器 74 将

探测信号从电流信号转换成电压信号,并且可以向该探测信号提供特定增益。第二级包括单斜率积分器、MOSFET 晶体管 94 和比较器 90,其中单斜率积分器包括运算放大器 92、电容器 93 和电阻器 91。当比较器 90 的输出低电平时,允许积分器以线性方式对电容器 93 进行充电。对电容器 93 进行充电使其达到与 DC 基准信号 414 电压相同所花费的时间取决于基准电压 414、电荷放大器 74 输出端的电压电平以及电阻器 91 和电容器 93 的数值。

[0098] 当电容器 93 的并联电压等于基准电压 414 时,比较器 90 输出高电平,电容器 93 通过 MOSFET 晶体管 94 放电。当积分器输出电压 421 降低到 0 时,比较器 90 的输出切换回到低电平状态,使积分器能够再次升高电压。

[0099] 电荷放大器 74 输出端的平均电压可以由积分器充电和放电所花费的时间量测定,并且可以由控制系统 60 计数。

[0100] 对本领域技术人员来说,很显然可以使用双斜率集成电路代替上述单斜率集成电路。

[0101] 在另一个实施例中,如图 5 所示的集成电路可以由具有可变积分时间常数的集成电路代替。集成电路产生的转换信号可以传送到信号处理装置,例如微控制器或 ADC。微控制器可以控制与这种集成电路关联的可变积分时间常数,从而通过积分获得所需的相对精度。容易理解,本实施例比图 5 所示的实施例更复杂,因为这种集成电路通常包括本领域技术人员容易理解的运算放大器、用于使积分器归 0 的装置和用于控制积分时间常数的装置。本发明的这个实施例可以更动态地控制转换信号的精度。

[0102] 在图 6 所示的另一个实施例中,使用两级放大电路 555 将光传感器 71 探测的电流信号转换成电压信号,并且向该探测的电流信号提供增益。在第一级中,电荷放大器 74 将探测信号从电流信号转换成电压信号,并且可以向该探测信号提供特定增益。第二级包括单极低通滤波器和后面的电压放大器 77,其中该滤波器包括电阻器 75 和电容器 76。放大电路 555 的输出 422 与控制系统 60 连接,该控制系统优选是集成有 ADC 的微控制器。微控制器执行固件中的具有可变积分时间常数的集成电路的功能。

[0103] 在另一个实施例中,可在图 3、图 4、图 5 和图 6 所示的第二增益级的输出之间设置电压-频率电路。电压-频率电路产生的数字信号可以与控制系统 60 直接连接,例如可以是微控制器的数字输入端口。这样就不需要 ADC,因为控制系统可以在预定时间间隔内对数字信号转换进行计数以测定第二增益级的输出信号的电平。

[0104] 可选择的是,可以在第二增益级的下游设置如前所述的集成电路,从而对将探测信号转换成向信号处理装置传送的转换信号提供附加控制。

[0105] 在图 7 所示的再一个实施例中,一个或多个光传感器、固定增益电路以及任选包括的可变增益电路、具有可变积分时间常数的集成电路、ADC 以及与控制系统 60 通信的设备可以集成到单个的集成电路 556 上。在本实施例中,控制系统可以传送使用可变增益电路获得的所需增益电平和用于集成电路 556 的所需积分时间常数,从而能够使该集成电路获得转换信号的所需相对精度。

[0106] 反馈环特性

[0107] 在一个实施例中,本发明所用的控制系统在基本上四个反馈采样周期内可以使发光装置输出光线的光通量和色度稳定,而与光通量或色度的所需或随机的瞬时变化量无关。例如,由于发光装置切换 ON 或 OFF、电源状况波动、发光元件故障或调光过程中的系统

状态变化可以发生上述这些变化。因为观测人员的闪烁敏感特征大约为 60Hz, 所以反馈采样频率应当至少为几百 Hz, 比如 $60\text{Hz} \times 4$ 个周期 = 240Hz, 这样要求使得进行四次反馈环数据传输而没有可感知的闪烁。

[0108] 可以相对于 PWM 频率独立地设置反馈采样频率。当选择的 PWM 频率非常高时, 可以减小由热循环引起的发光元件中的热感应机械应力。通常, 发光元件中热过程的热量时间常数为几毫秒。因此, 大于大约 1kHz 的驱动频率 (例如, PWM 频率) 足以保持基本上恒定的设备温度。另外, 电子驱动信号的驱动频率可以设置为超过人耳的听觉频率范围。根据不同的年龄组, 几乎所有的人都不能听到频率超过大约 16-20kHz 的声音。如果需要, 驱动频率还可以设置在更高频率, 例如, 超过某种动物的听觉范围。然而, 较高驱动频率的缺点是由于电子设备和电子电路的寄生效应而产生的更高电损耗。

[0109] 在一个实施例中, 为了有效滤波由脉冲宽度调制产生的光通量输出变化, 可将低通滤波器设计成使得截止频率小于 PWM 频率。因此, 反馈采样频率可以设置成大于反馈采样频率的最小值并且小于低通滤波器的截止频率。应当理解, 控制系统可以用来改变反馈采样频率以适应一般亮度条件。例如, 当减小发光装置的光通量输出时, 控制系统可以减小反馈采样频率, 从而在较低的发光装置光通量输出下提供更稳定的反馈环动态。

[0110] 在一个实施例中, 可以在可变的反馈采样频率下运行控制系统。这种控制系统可以根据所需的用户接口读数或者根据运行条件下发光装置的状态调节采样频率。例如, 该控制系统可以在系统状态之间的转换过程中提高反馈采样频率, 例如在发光装置调光之后。瞬变期间提高的反馈采样频率可以提供动态上更稳定的控制环。

[0111] 在一个实施例中, 例如, 在大约 300Hz 的反馈采样频率和大约 30kHz 的 PWM 驱动频率下运行控制系统。这种配置可以在使人眼无法察觉的所需光线调节并且驱动频率超过人耳听觉范围的速率下提供反馈。控制系统可以具有 11 比特 PWM 精度, 并且通过附加的 3 比特电流幅度控制或者适当的时间平均的周期性 PWM 调制可以获得 14 比特精度。反馈环的低通滤波器系统可以被设计并形成所需尺寸, 以通过光传感器信号的方波调制来滤除大约 30kHz 的 PWM 驱动频率。

[0112] 在一个实施例中, 处理器 (例如市售的、能在大约 60MHz 的时钟频率下运行的信号处理器) 可以为控制系统提供所需的计算能力。可选择的是, 通过附加的 3 比特精度可以控制驱动电流峰值强度以提供 14 比特动态范围的亮度控制精度。

[0113] 驱动信号调制与驱动信号精度

[0114] 在一个实施例中, 控制系统可以包括均衡、积分和微分控制器元件的任意组合, 例如, 数字或模拟的 PI、PD 或 PID 反馈信号处理。还应当理解, 控制系统可以执行任何形式的非线性或模糊控制算法。应当理解, 可以选择特定控制系统的设计和相应处理或运算参数的大小以获得所需水平的发光装置的动态控制。在一个实施例中, 控制系统可以包括具有足够大小的数字或模拟均衡积分反馈元件, 该元件可以控制色度或光通量输出的任何所需转换而没有振动。

[0115] 价格经济的 PWM 微控制器可以在大约 30kHz 的频率下或者以小于 8 比特至 10 比特的精度产生驱动信号。本发明一个实施例的控制系统动态范围要求较高的精度, 这种较高的精度例如可以通过在预定的所需比特精度下数字控制 PWM 驱动电流的幅度实现。因此, 通过将驱动电流精度映射到 PWM 占空因数精度上, 可以增强调光控制信号的有效亮度

精度。另外,通过在每个 PWM 周期时序中周期性调制 PWM 占空因数,可以获得发光装置的时间平均的有效亮度精度。

[0116] 扩展的 PWM/PCM 控制

[0117] 在一个实施例中,控制系统使用了一种方法和设备,这种方法和设备可以在 2^M 个脉冲周期上调制 2^N 个离散脉冲宽度,其中每个脉冲周期可以具有其自身的脉冲宽度或相应的负载周期。因而,可以以 2^{N+M} 个状态的精度控制由此产生的时间平均或有效的脉冲宽度,从而提供控制发光元件的较高电平。

[0118] 例如, N 比特脉冲宽度控制器需要 N 比特控制字,该控制字为所需脉冲宽度或相应负载周期提供测量值。脉冲宽度通常线性地编译成控制字,这样当编译成控制字的数字增加 1 时,脉冲宽度基本上扩大时间常量,而与控制字的绝对值无关。因而可以以 N 比特精度控制 N 比特脉冲宽度控制器在每一脉冲周期中的即时脉冲宽度。例如,具有 $(N+M)$ 比特控制字的控制信号可以用来控制如何调制脉冲周期时序中的脉冲宽度。这种调制可以通过多种不同的方式实现,例如,可以利用 N 比特的二进制字 n 和 M 比特的二进制字 m 产生 m 个脉冲宽度 $n+1$ 的脉冲周期和 (2^M-m) 个脉冲宽度 n 的脉冲周期。然而,在本实施例中,处理 $n = 2^N-1$ 可以是本程序的例外,因为 $n = 2^N-1$ 增加 1 不再由标准二进制编码方案的 N 比特的二进制数表示。例如,只有 $n = 2^N-1$ 可以产生常数 n 的 2^M 个 N 比特的二进制字的流 (stream)。否则,就要求在没有例外 $n = 2^N-1$ 的情况下,在脉冲周期时序期间调制脉冲宽度可以产生 m 个具有最小占空因数的脉冲周期以及之后的 (2^M-m) 个具有最大占空因数的脉冲周期,其结果是,有效的时间平均的脉冲宽度可以在由数字 m 决定的最大值与最小值之间很大程度地变化。

[0119] 此外,每 2^M 个上述脉冲周期期间的平均脉冲宽度等于有效的时间平均的脉冲宽度,即 $n+m/2^M$ 。因而这种方法可以以 $(N+M)$ 比特的精度来控制有效脉冲宽度。

[0120] 在一个替换实施例中,例如,控制有效脉冲宽度可以包括:首先为 (2^M-m) 个脉冲提供 n ,随后为 m 个脉冲提供 $n+1$,或者任选调制每个脉冲周期的脉冲宽度减 1。然而在这些情况中, $n = 0$ 是正常程序的例外。此外,控制有效脉冲宽度可以包括使每个脉冲周期的脉冲宽度的变化大于 1,或者控制有效脉冲宽度可以包括随机改变连续脉冲周期中的脉冲宽度。

[0121] 本发明可以选择脉冲周期频率 (pulse cycle frequency) 作为独立参数,同时调制上述脉冲宽度。可以选择脉冲周期频率,使得连接的发光元件 (例如 LED) 可以在不计热应力条件下有效运行。此外,可以选择足够高的调制频率,从而有助于减少可感知的发光闪烁。

[0122] 图 8 显示了本发明一个实施例的方块图,该实施例用于单通道或多通道照明器具。接口控制器 370 提供了用于转发信号的功能,所转发的信号包含具有数字 n 和数字 m 的 $(N+M)$ 比特的二进制信号,其中数字 n 由最高有效的 N 比特表示,数字 m 由该 $(N+M)$ 比特二进制信号的最低有效的 M 比特表示。接口控制器 370 控制扩展脉冲宽度调制器 372,其中这种扩展脉冲宽度调制器产生包含 N 比特脉冲宽度调制信号的信号,并且将其转发到 N 比特单通道或多通道脉冲宽度调制控制器 30。时钟 373 将具有预定频率的同步信号提供给扩展脉冲宽度调制器 372,其中时钟 373 可以是扩展脉冲宽度调制器 372 的独立部分或集成部分。在这种方式中,脉冲宽度调制器可以为单通道或多通道脉冲宽度调制控制器 374 处理或生成附属的或多种独立的信号,其中这种单通道或多通道脉冲宽度调制控制器可以以

N+M 比特的有效精度控制多通道发光元件, 比如 LED。

[0123] 单通道或多通道脉冲宽度调制控制器 374 可以连接至单色或多色发光元件发光装置 376, 其中, 多色发光装置例如可以包括发射一种或多种选自红色、绿色、蓝色、琥珀色和白色范围的光线的发光元件。与发光装置关联的发光元件可以根据其进入多色通道的所需色彩效果进行分类, 其中每一色彩通道可以具有其自身的单通道脉冲宽度调制控制器, 或者可以操作性地连接至多通道脉冲宽度调制控制器中的一条预定通道。单通道或多通道脉冲宽度调制控制器可以连接至单色或多色通道发光装置, 例如, 该发光装置可以具有红色、绿色、蓝色、琥珀色或任何其他颜色的或以其他方式分类的发光元件的组合。

[0124] 图 9 示意性显示了扩展脉冲宽度调制方法用的电子电路 301 的一个实施例。所述电路包括用于接收 11 比特并行输入控制信号的 11 线输入总线 310、sync(同步)信号输入线路 313、init(初始化)信号输入线路 315 和用于向可兼容的 8 比特 PWM 控制器(图中未示)提供并行输出控制信号的 8 比特输出总线 319。这种电路包括异常处理子电路(exception handling sub-circuit), 该子电路包括 8 线输入 NAND(与非)门 320 和 2 线输入 AND(与)门 325。由此, 用于运载最高有效的 8 比特输入控制信号的 11 线输入总线中的 8 条线路连接至 8 比特加法器 330 的第一端口 331。运载最低有效比特的 8 比特加法器的第二端口的输入线路 333 连接至 2 线输入 AND(与)门 322 的输出 325, 其中 2 线输入 AND(与)门 322 的输出 325 还构成了异常处理子电路的输出。没有显示第二端口的其余 7 条线路, 并且将其设为算数 0。根据加法器, 这种操作可以通过将这些线路连接到算数高电压或算数低电压完成。用于运载最低有效的 3 比特输入控制信号的 11 线输入总线中的 3 条线路连接至 3 比特可编程计数器 340 的 3 条控制信号输入线路 341。3 比特可编程计数器还具有连接至图 9 所示电路的相应线路的 clk(时钟)信号输入 343 和 reset(复位)信号输入 345, 用于在运行条件下接收相应信号。在接收到 clk 输入 351 处的 sync 信号的预定变化之后, 除 8 计数器 350 增加其计数。在接收到 init 信号或增加计数超过 7 时, 计数器复位到 0。除 8 计数器的 out(输出)信号输出 353 连接至 3 比特可编程计数器的 reset 信号输入 345。当除 8 计数器 350 复位到 0 时, 在其 out 信号线路上的输出信号输出通过其复位信号输入使 3 比特可编程计数器 340 复位。在探测 sync 信号的预定状态变化之后, 3 比特可编程计数器 340 增加其计数, 然后将该计数值与编译成 3 比特输入控制信号的数字比较。当计数值超过编译数字时, 其输出 347 从逻辑 1 变为逻辑 0, 然后所连接的 2 线输入 AND(与)门 322 的输出将为 0。

[0125] 对于图 9 所示的实施例, 在运行条件下, 异常处理子电路防止了扩展脉冲宽度调制电路增加编译成最高有效的 8 比特输入控制信号的已有最大的二进制数。通过将第二端口的加法器输入信号的最低有效比特设为 0 来实现这一点, 即, 当最高有效的 8 比特表示数字 2^8-1 (一般为 2^N-1) 时, 将 8 线输入 NAND(与非)门的输出与 3 比特可编程计数器的输出进行 AND(与)合并。

[0126] 本领域技术人员容易理解, 输入控制信号的比特总数、最高有效的比特数和最低有效的比特数可以不同于以上指出的那些。例如, 上述电路可与一个 10 比特的 PWM 控制器连接, 该 PWM 控制器使用了具有最高有效的 10 比特的输入控制信号以及实现所需有效 PWM 精度所必需的最低有效预定比特数。

[0127] 此外, 对本领域技术人员来说, 很显然扩展脉冲宽度调制电路还可以包括输入或

输出信号缓冲元件,比如锁存器、寄存器和多路复用器。为了在除了并行总线系统以外的其他系统上接收输入信号或提供输出信号,还可以修改所述电路。

[0128] 在一个实施例中,可以使用增量器 (incrementer) 代替上述电路中的 8 比特加法器。增量器可以具有一个控制信号输入端口 (例如单个 8 比特输入端口),并且经过探测在运行条件下应用在触发信号端口上的触发信号发生的预定状态变化之后,将应用在控制信号输入端口上的信号所表示的数字增加 1。

[0129] 图 10 示意性显示了扩展脉冲宽度调制方法用的电子电路 300 的另一个实施例,其中去除了图 9 所示的除 8 计数器。本实施例使用了较少的元件,并且,例如如果当 3 比特计数器复位为 0 时始终同步发生输入控制信号的状态突然变化,或者如果异步发生输入控制信号的状态变化,并且不需要 3 比特可编程计数器 390 瞬时复位的操作,那么可以使用本实施例。考虑到用于普通照明用途的优选脉冲周期持续时间或频率,因为输入控制信号的状态变化通常发生在 8 (一般为 2^m) 个脉冲周期的倍数而不是分数的时间尺度上,所以一般不需要对异步状态变化进行任何异常处理。由于 8 (一般为 2^m) 个脉冲周期开始以外的输入控制信号的状态变化,所以电路 300 可以产生平均脉冲宽度占空因数,其中所述平均脉冲宽度占空因数与编译成 11 (一般为 $N+M$) 比特输入控制信号的指定占空因数之间的偏差不超过输入控制信号的单个最低有效比特变化的当量。

[0130] 图 11 示意性显示了扩展脉冲宽度调制方法用的电子电路 400 的另一个实施例,其中完全去除了上述异常处理子电路。在本实施例中,当最高有效的 8 (一般为 N) 比特全部设为逻辑高电平时,8 比特加法器或增量器“溢出”,即,将其输出信号复位为 0。根据编译成最低有效的 3 (一般为 M) 比特输入控制信号的数字 m ,所述电路在 m 个同步信号 (脉冲周期) 的预定变化期间将所有输出信号设为逻辑 0,并且在随后的 $8-m$ (一般为 2^m-m) 个脉冲周期期间将输出信号设为逻辑 1,假设在全部 8 (一般为 2^m) 个脉冲周期期间所述输入控制信号不变。例如,当不需要消除这种溢出情况时,或者当最高有效的 8 (一般为 N) 比特输入控制信号从未同时表现为其逻辑高电平 (算数 1) 值时,可以使用如图 11 所示的电路。

[0131] 在另一个实施例中,可以在如图 12- 图 14 所示的固件中执行这种扩展 PWM 控制器,例如用于 Philips LPC2132 微控制器。

[0132] 图 12 显示了一个微控制器的 main_PWM 程序 500。该函数指定函数 PWM_TimerISR 为 PWM 周期性计时器中断服务程序,初始化静态变量 offset 为 0,分配两块命名为 DataBank0 和 DataBank1 的随机存取存储器,其中每一块都包括 M 比特的 N 个字,并且将 DataBank0 标记为激活状态。然后,该函数进入连续循环,其中查询外部设备 (比如远程接口) 以获得 PWM 数据。可选择的是,数据也可以在 main_PWM 程序 500 中生成。当获得包含 $N+M$ 比特字的 PWM 数据时,main_PWM 程序调用 UpdatePWMDData 函数。

[0133] 图 13 显示了 UpdatePWMDData 函数 600,其中该函数首先确定哪个数据库是激活的 (active),然后选择非激活的 (inactive) 数据库并向其写入任何随后的数据。在进行 N 次循环之前,将循环计数器 i 设为 0,再将 msb 设为 $N+M$ 信号的最高有效的 N 比特,将 lsb 设为 $N+M$ 信号的最低有效的 M 比特,其中在每一循环中,如果 i 小于 lsb,则将被选数据库的第 i 个存储器单元设为 $msb+1$,否则将第 i 个存储器单元设为 msb。完成之后,在返回调用函数 main_PWM 之前,将激活的数据库标记为非激活,而将非激活的数据库标记为激活。

[0134] 图 14 显示了 PWM 周期性计时器中断服务程序 PWM_TimerISR 700,其中该程序首先

确定哪个数据库是激活的,然后选择该激活的数据库并从中读取数据。然后读取激活数据库的第 offset 个码元,将 PWM 周期计时器硬件寄存器设为该值,并且增加静态变量 offset。如果 offset 等于 N,则将其复位为 0。然后清除计时器中断标签,并退出中断函数 PWM_TimerISR。

[0135] 在一个实施例中,本发明可以应用于脉冲编码调制 (PCM),而不是仅仅应用于 PWM。具体参见图 8, PWM 控制器 374 可以被 PCM 控制器取代。可以利用固件控制的通用微控制器(例如,Philips LPC2132 微控制器)来执行基于 PCM 的实施例。图 15- 图 17 举例显示了这种执行方法。

[0136] 图 15 显示了微控制器的 main_PCM 程序 800。该程序指定函数 PCM_TimerISR 为周期性计时器中断服务程序,初始化静态变量 Count 和 Offset 为 0, Mask 为 1 以及计时器 Delay(延时)为 T(其中 T 通常为 1 微秒),分配两块命名为 DataBank0 和 DataBank1 的随机存取存储器,其中每一块都包括 M 比特的 N 个字,并且将 DataBank0 标记为激活状态。然后,该函数进入连续循环,其中查询外部设备(比如远程接口)以获得 PCM 数据。可选择的是,数据也可以在 main_1 函数(图中未示)中生成。当获得包含 N+M 比特字的 PCM 数据时,main_1 函数调用 UpdatePCMDData 函数。

[0137] 图 16 显示了 UpdatePCMDData 路由函数 900,其中该路由函数首先确定哪个数据库是激活的,然后选择非激活的数据库并向其写入任何随后的数据。在进行 N 次循环之前,将循环计数器 i 设为 0,再将 msb 设为 N+M 信号的最高有效的 N 比特,将 lsb 设为 N+M 信号的最低有效的 M 比特,其中在每一循环中,如果 i 小于 lsb,则将被选数据库的第 i 个存储器单元设为 msb+1,否则将第 i 个存储器单元设为 msb。完成之后,在返回调用函数 main_1 之前,将激活的数据库标记为非激活,而将非激活的数据库标记为激活。

[0138] 图 17 显示了周期性计时器中断服务程序 PCM_TimerISR 1000,其中该程序首先确定哪个数据库是激活的,然后选择该激活的数据库并从中读取数据。然后读取激活数据库的第 offset 个码元,并与静态 mask 变量进行逻辑 AND(与)运算以确定码元的第 count 比特。如果该比特为 0,则 LED 通道停用;否则,LED 通道启动。如果 count 小于 M,则增加静态变量 count,静态变量 mask 乘以 2 以实现二进制比特的逻辑左移,然后表示计时器延迟的静态变量 delay 乘以 2。否则,count 复位为 0,mask 复位为 1,delay 复位为 T,并且增加静态变量 offset。当 offset 等于 N 时,将其复位为 0。最后,清除计时器中断标签,并退出中断函数 PCM_TimerISR。

[0139] 在本发明一个实施例中,脉冲宽度可以按照控制坐标 (n, m, N, M) 来定义。显然,仅通过运用简单的坐标变换,所有这些脉冲宽度都可以变换成时间域。例如,由指定 PWM 控制数字 n 规定其持续时间的脉冲宽度 pw 的持续时间可以为例如 $pw = (2^N - 1)^{-1} \times n \times PW$,其中 PW 为脉冲周期的周期。可选择的是,这种变换也可以由 $2^{-N} \times (n \times PW)$ 定义;具体的选择仅是为 n 选择 0 原点的问题。

[0140] 在本发明一个实施例中,可以在具有一个或多个输出通道的设备或系统中执行这种控制方法,从而同时或者以时间分隔多通道传输的方式共同地或分别地控制每一通道。例如,每一通道可以用于驱动发光二极管的某种颜色。

[0141] 应当理解,用户接口和系统参数可以以观测者所需的任何标准进行校对,例如, CIE 1931 系统。

[0142] 现在,将结合具体实施例描述本发明。应当理解,以下实施例的目的是用来描述本发明的实施例,而不是意图以任何方式来限制本发明。

[0143] 实施例

[0144] 实施例 1 固态照明发光装置

[0145] 根据本发明一个实施例,固态照明发光装置可以按照图 1 配置,其中利用图 15- 图 17 所示的扩展脉冲编码调制方法在控制系统 60 中执行上述扩展脉冲宽度调制。可以在商品化微控制器的固件中执行这种扩展脉冲编码调制方法,其中所述微控制器可以形成部分控制系统 60。光传感器 50 是宽带传感器并且与指定滤波器关联,以使得传感器能够探测一种预定波长区域中的光线,例如红色、绿色和蓝色区域。这种形式的光传感器与图 6 所示的相关放大级集成在一起。还可以执行附加功能,例如通过控制系统监视电压传感器 70 和温度传感器 45。控制系统使用这种信息以进行反馈和前馈控制,其中在控制系统 60 的相关固件中执行该反馈和前馈控制。

[0146] 实施例 2 :固态照明发光装置

[0147] 根据本发明一个实施例,固态照明发光装置可以按照图 1 配置,其中利用图 12- 图 14 所示的扩展脉冲宽度调制方法在控制系统 60 中执行上述扩展脉冲宽度调制。可以在商品化微控制器的固件中执行这种扩展脉冲宽度调制方法,其中所述微控制器可以形成部分控制系统 60。光传感器 50 是宽带传感器并且与指定滤波器关联,以使得传感器能够探测一种预定波长区域中的光线,例如红色、绿色和蓝色区域。这种形式的光传感器与图 6 所示的相关放大级集成在一起。还可以执行附加功能,例如通过控制系统监视电压传感器 70 和温度传感器 45。控制系统使用这种信息以进行反馈和前馈控制,其中在控制系统 60 的相关固件中执行该反馈和前馈控制。

[0148] 实施例 3 :固态照明发光装置

[0149] 根据本发明一个实施例,固态照明发光装置可以按照图 1 配置,其中利用图 15- 图 17 所示的扩展脉冲编码调制方法在控制系统 60 中执行上述扩展脉冲宽度调制。可以在商品化微控制器的固件中执行这种扩展脉冲编码调制方法,其中所述微控制器可以形成部分控制系统 60。光传感器 50 是窄带传感器,并且探测一种预定波长区域中的光线,例如红色、绿色和蓝色区域。这些光传感器与图 2 所示的相关放大级集成在一起。还可以执行附加功能,例如通过控制系统监视电压传感器 70 和温度传感器 45。控制系统使用这种信息以进行反馈和前馈控制,其中在控制系统 60 的相关固件中执行该反馈和前馈控制。

[0150] 实施例 4 :固态照明发光装置

[0151] 根据本发明一个实施例,固态照明发光装置可以按照图 1 配置,其中利用图 15- 图 17 所示的扩展脉冲编码调制方法在控制系统 60 中执行上述扩展脉冲宽度调制。可以在商品化微控制器的固件中执行这种扩展脉冲编码调制方法,其中所述微控制器可以形成部分控制系统 60。光传感器 50 是宽带传感器并且与指定滤波器关联,以使得传感器能够探测一种预定波长区域中的光线,例如红色、绿色和蓝色区域。这种形式的光传感器与图 3 所示的相关放大级集成在一起。为了控制固态照明发光装置,控制系统使用这种传感器信息以在控制系统 60 的相关固件中执行反馈控制。

[0152] 实施例 5 :反馈和控制系统的應用

[0153] 白炽灯模拟

[0154] 众所周知,当白炽灯泡调光时,其相关色温 (CCT) 变化,其中当电压减小时,色温变低,色貌变“暖”,并且流明输出下降。本发明的反馈和控制系统可以根据前述公式模拟这种工作状态。例如,这种特征对于在饭店或居所中设置某种状态是理想的。

[0155] 能效的衰减

[0156] 众所周知,目前红色和琥珀色 LED 比绿色或蓝色 LED 更高效。例如, Lumileds' 1-watt Luxeon 蓝色和绿色 LED 的发光效能分别为 10 和 30 流明 / 瓦,而红色和琥珀色 LED 的发光效能分别为 44 和 36 流明 / 瓦。对于使用包括本发明反馈和控制系统的发光装置所照明的房间,如果房间安装有占位传感器,那么当房间没有被占用时,发光装置可以将照明颜色设为以红色和琥珀色为主,从而利用对于给定的发光强度这种白光颜色具有更好能效的事实。

[0157] 日光跟踪

[0158] 众所周知,从日出到日落,由直射太阳光线和散射天空光线引起的光线颜色变化贯穿整个白天。具有本发明反馈和控制系统的发光装置可以这样设计:进入房间的日光的 CCT 和强度可以由房间发光装置测量和模拟,以便在整个房间内提供恒定的颜色平衡。另外,对于患有季节性适应障碍 (Seasonal Adjustment Disorder, SAD) 的人群,这种发光装置可以在阴暗的冬季期间模拟夏季日光颜色。此外,发光装置可以为没有窗户的内部空间或夜班工人模拟变化的日光强度和颜色。

[0159] 火焰模拟

[0160] 在一个实施例中,包括本发明反馈和控制系统的发光装置可以配置成能够提供“情调型发光 (mood lighting)”,这种灯例如可精确地模拟蜡烛火焰或壁炉火焰。

[0161] 动态水族馆照明

[0162] 众所周知,为了最理想的珊瑚生长和健康并抑制藻类生长,海水水族馆需要以蓝色光线为主。然而,人们更喜欢看到他们的鱼在“自然的”白色光线下。具有本发明反馈和控制系统的发光装置可以由房间占位传感器控制,这种传感器可以根据人们是否在房间中而改变水族馆的光线强度和颜色平衡。

[0163] 园艺照明

[0164] 同样众所周知的是,为了最理想的生长,某些种类的植物需要特殊和较窄谱带的光线。另外,这些植物最理想的光谱功率分布可能随着植物的生理节奏而变化。包括本发明反馈和控制系统的发光装置可以使用具有不同中心波长的 LED,其中这种 LED 对特殊植物种类生长最理想,并且随着植物的生理节奏和季节性生长模式而改变其相对强度。这种发光装置还可以与监视和控制温度、空气流动、营养供给和其他环境因素的环境系统互连接。在这种方式中,发光装置可以确保光谱功率分布,并维持平均强度。

[0165] 安全照明

[0166] 众所周知,没有 IR 截止滤波器的摄像机传感器的红色光线敏感性得到了优化。因此,与这种形式的安全系统结合使用的包括本发明反馈和控制系统的发光装置可以这样运行:对于能效监视照明所使用的红色 LED 是标准的,并且,例如当保安人员在场时或者当发生紧急情况时,这种照明可以切换成低水平的白光。

[0167] 显然,本发明前述实施例是示例性的并且可以按照许多方式变化。这些现在或将来的变化将不被认为是脱离了本发明的精神和范围,并且所有这些对本领域技术人员来说

显而易见的修改都将包括在所附权利要求书的范围内。

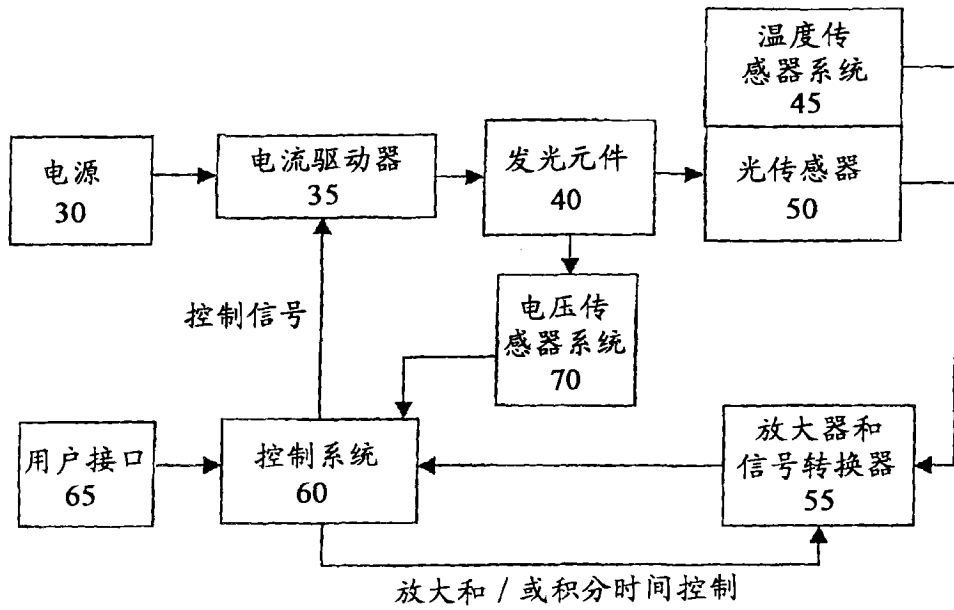


图 1

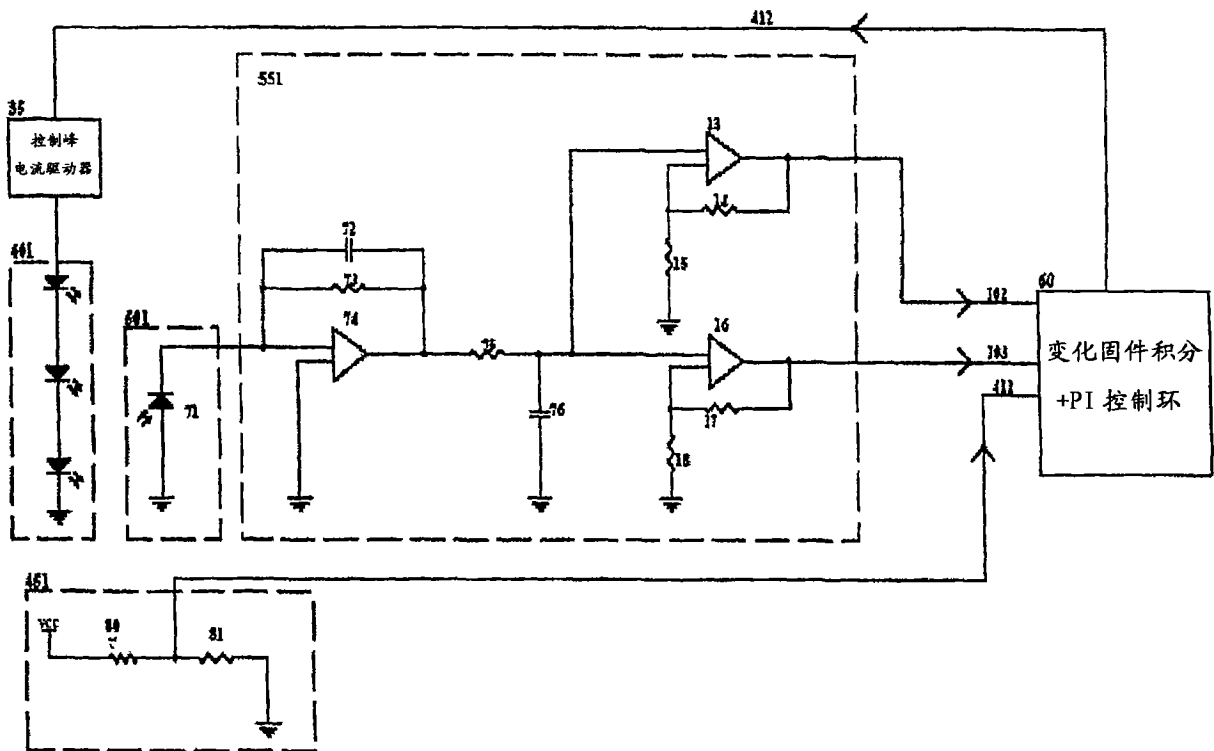


图 2

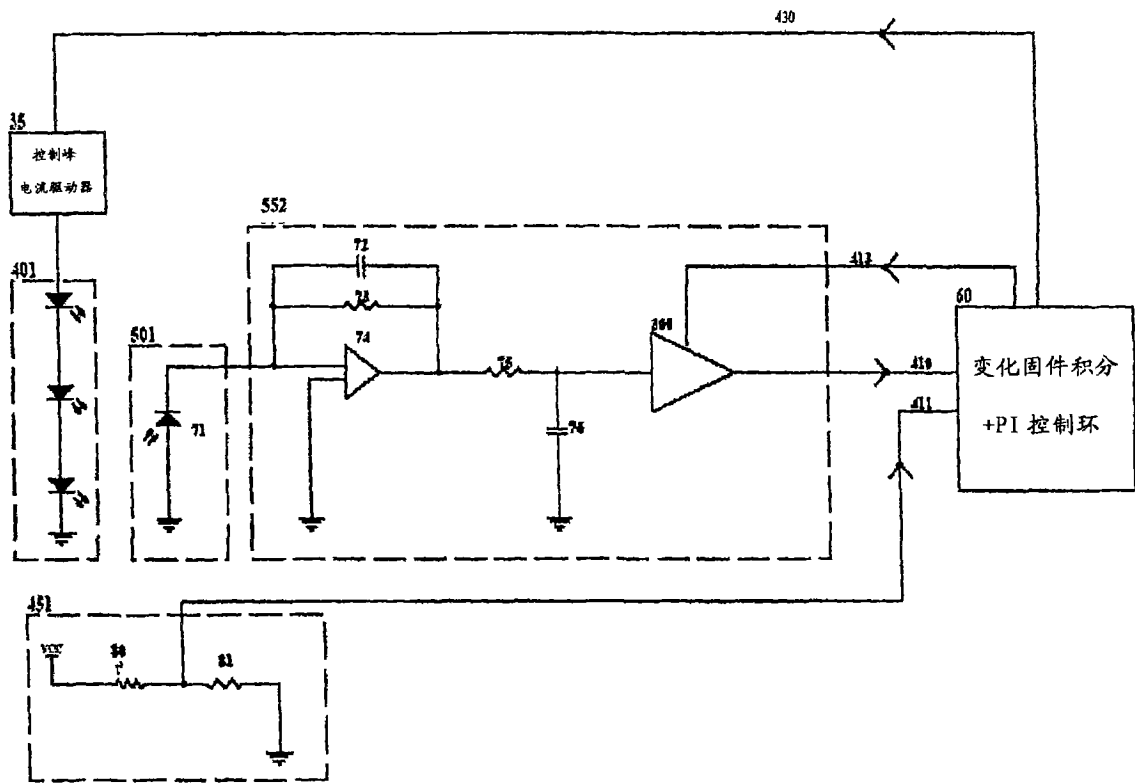


图 3

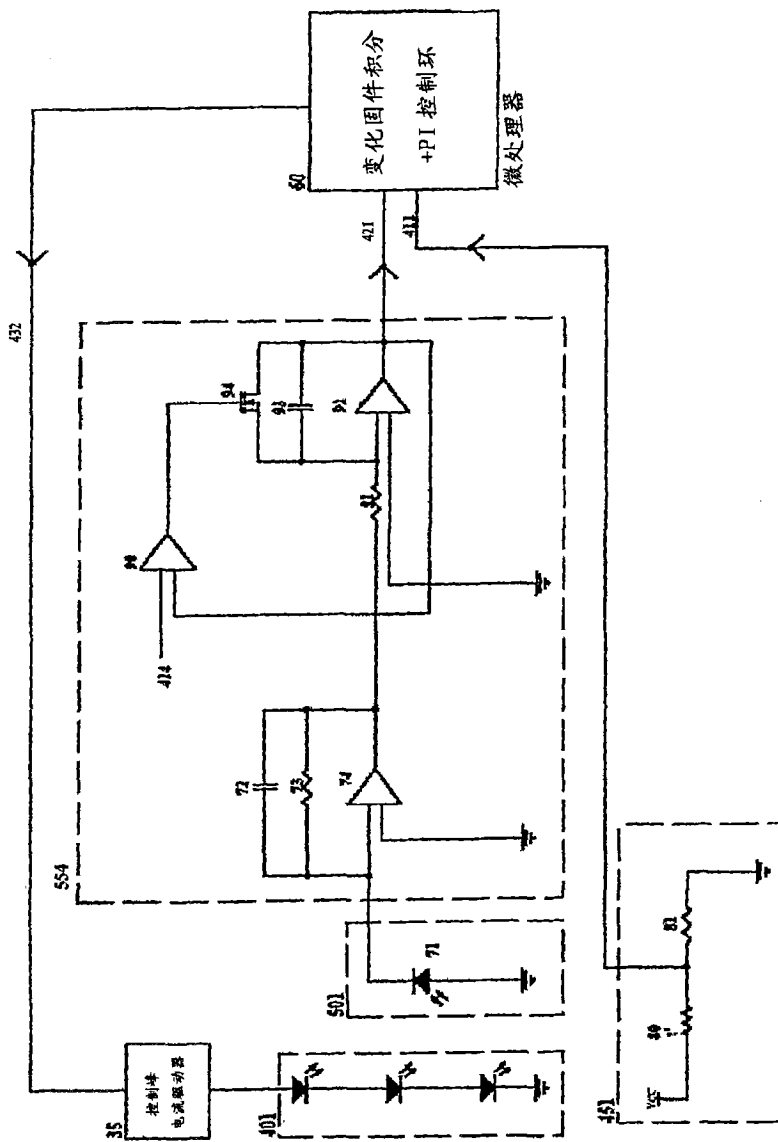


图5

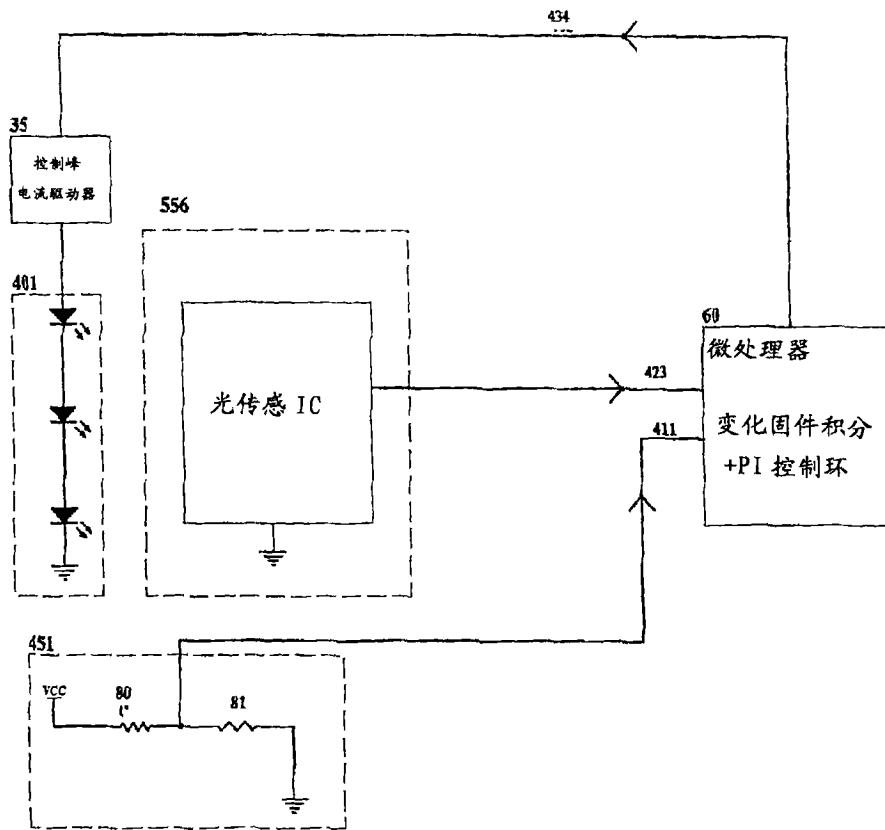


图7

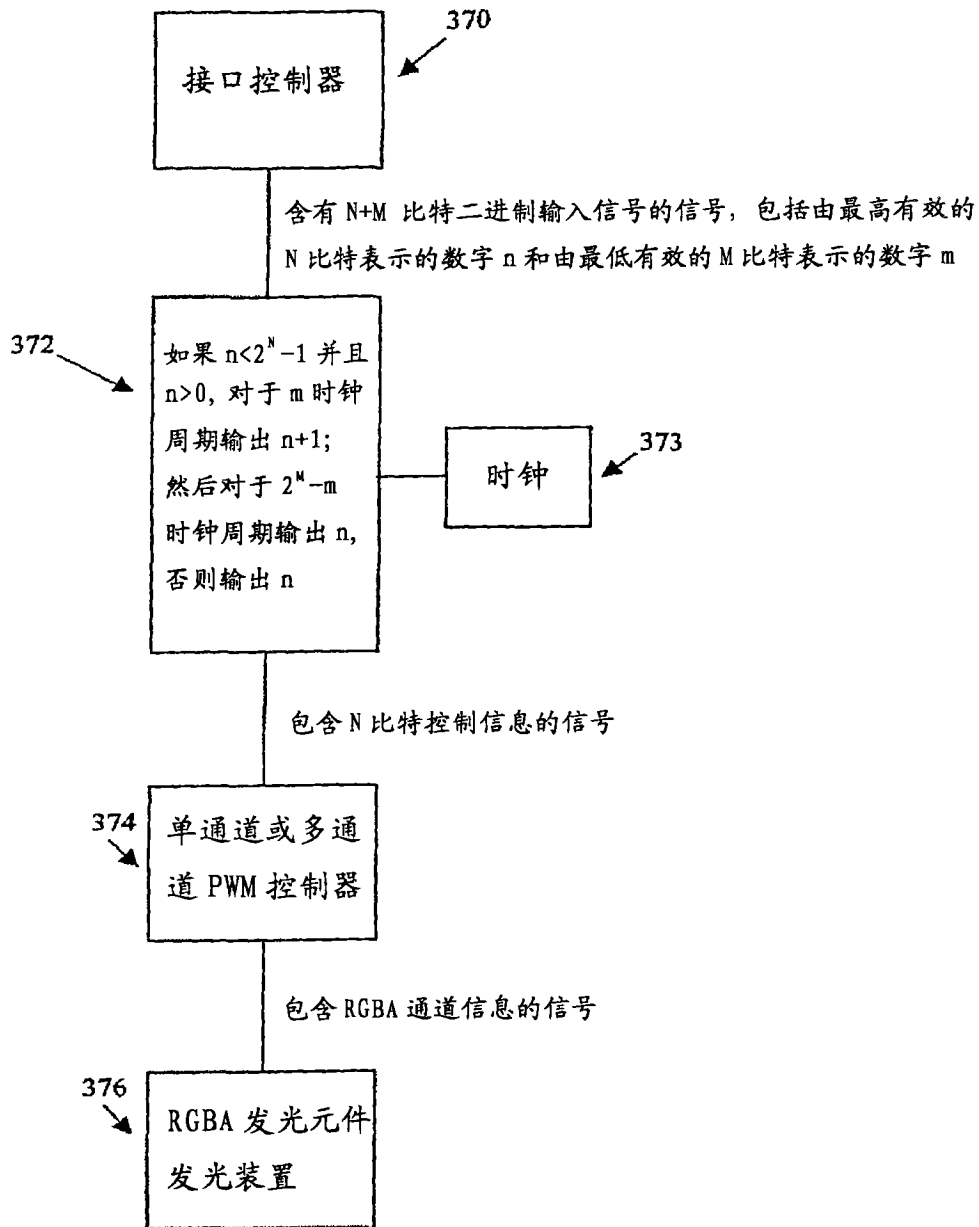


图 8

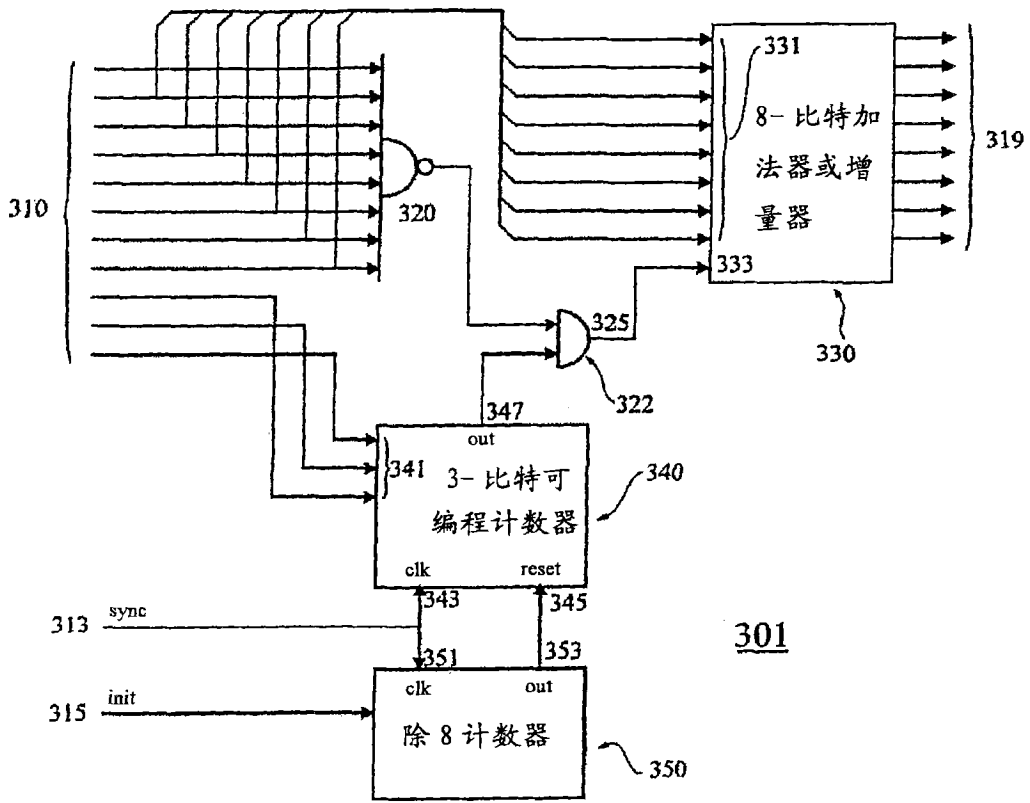


图 9

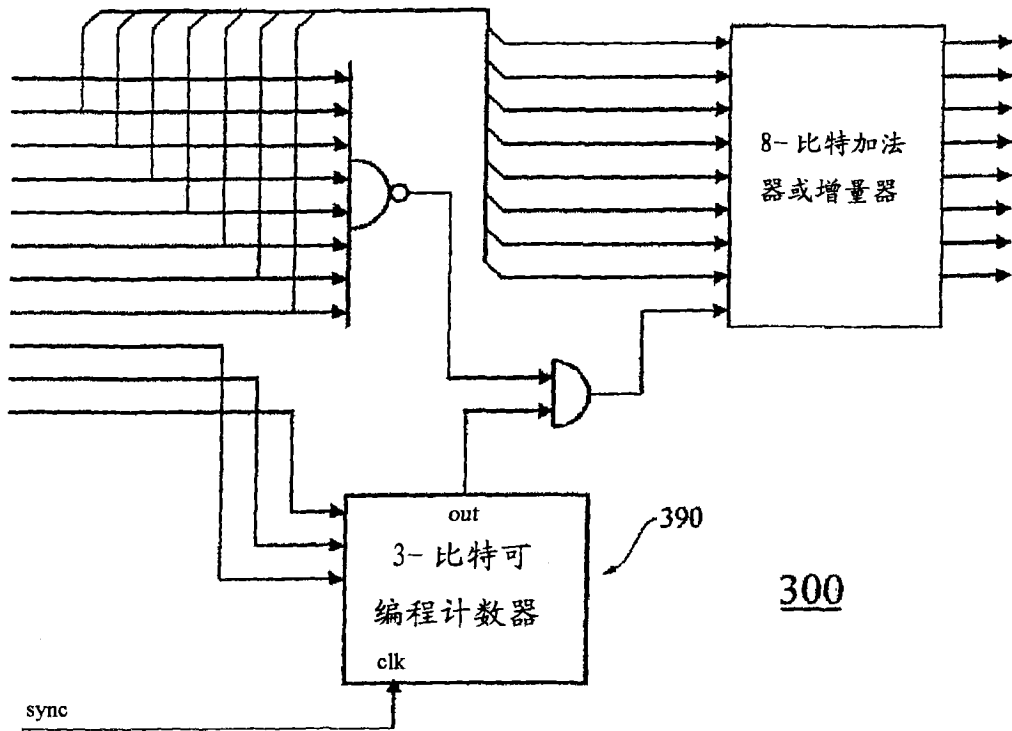


图 10

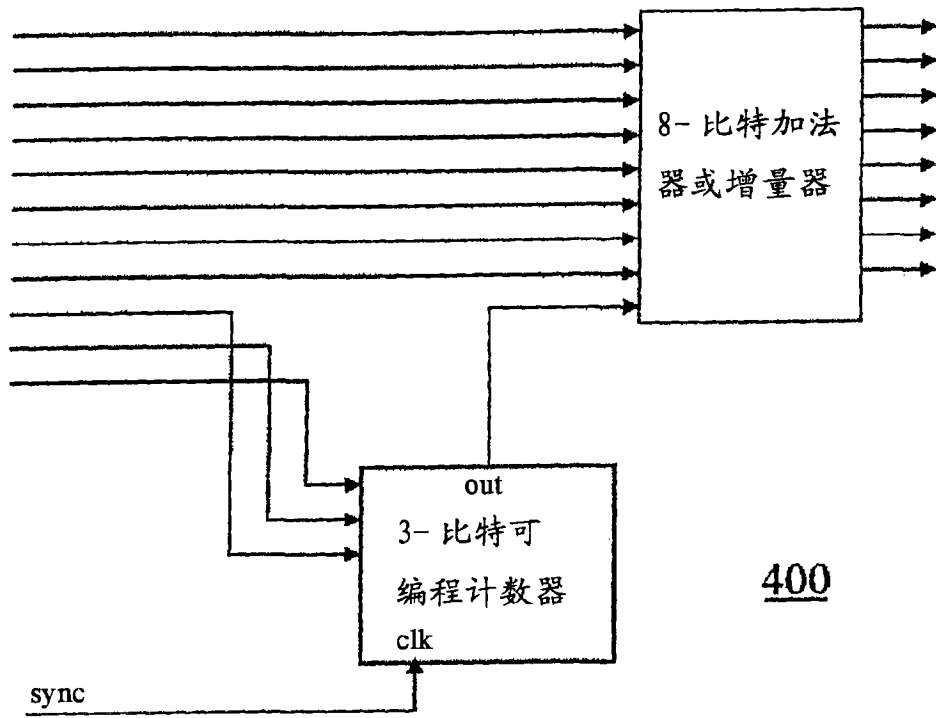


图 11

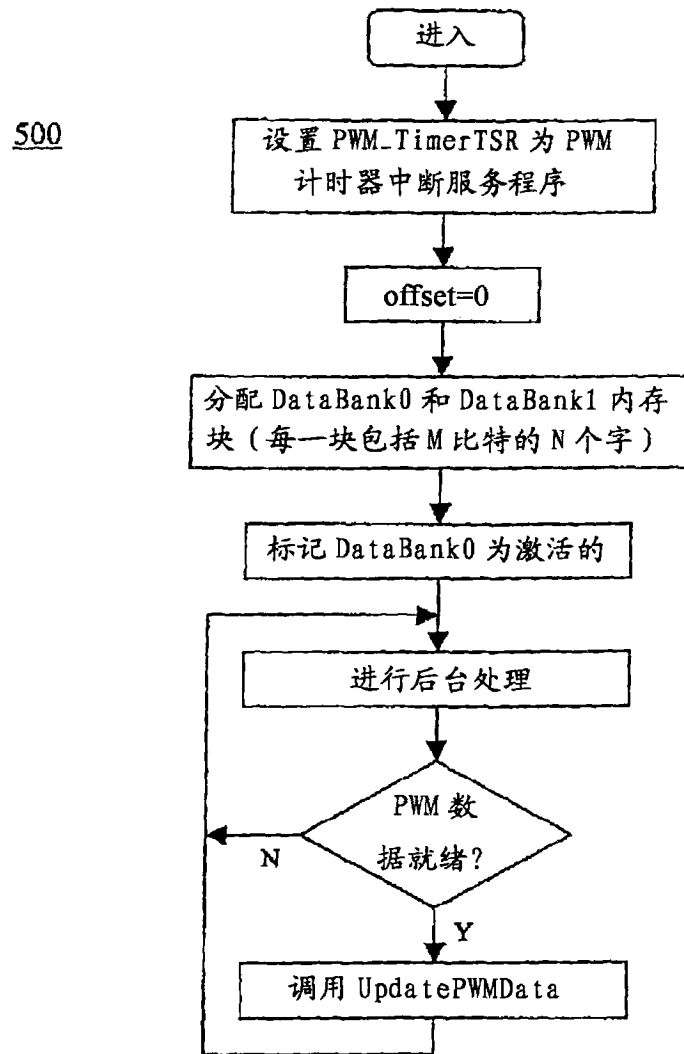


图 12

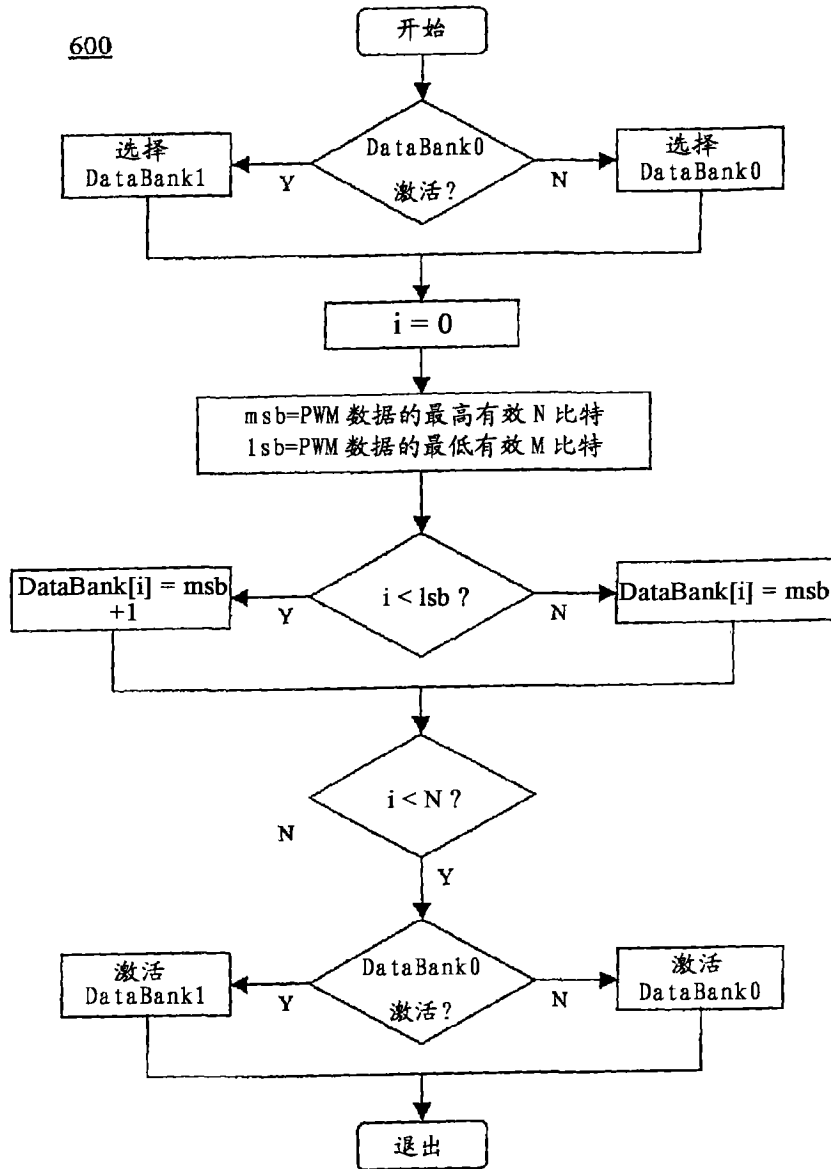


图 13

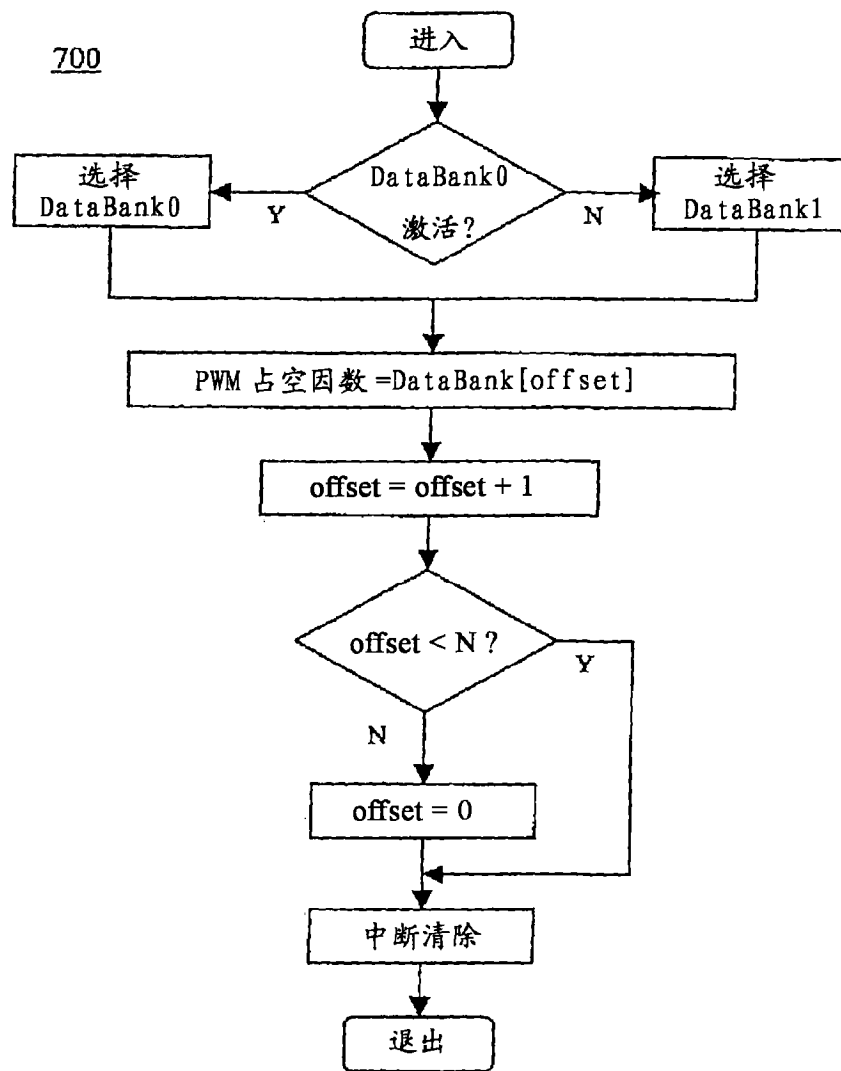


图 14

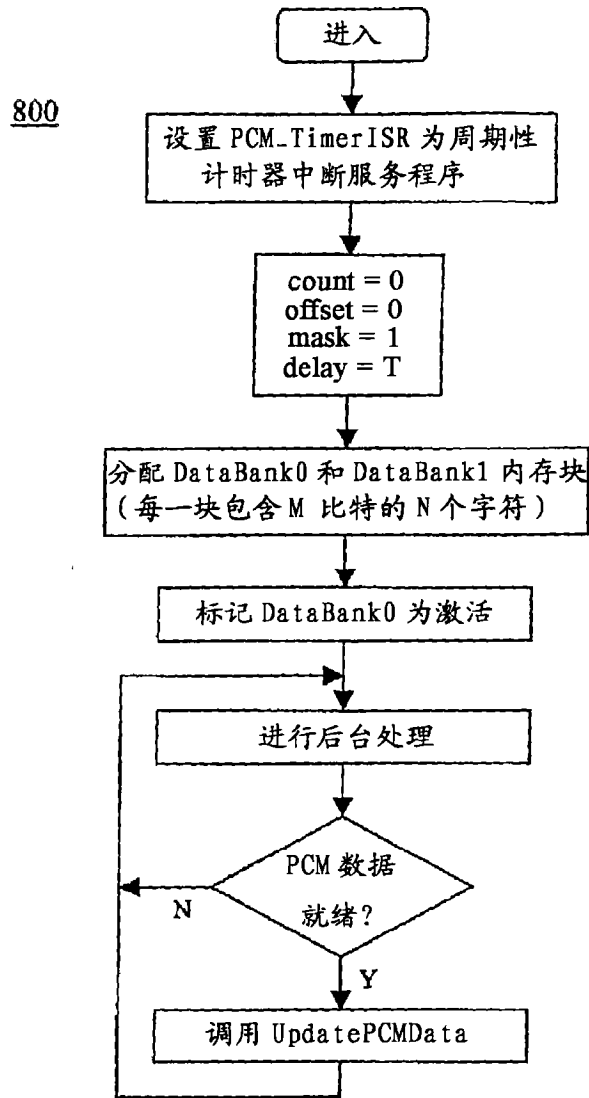


图 15

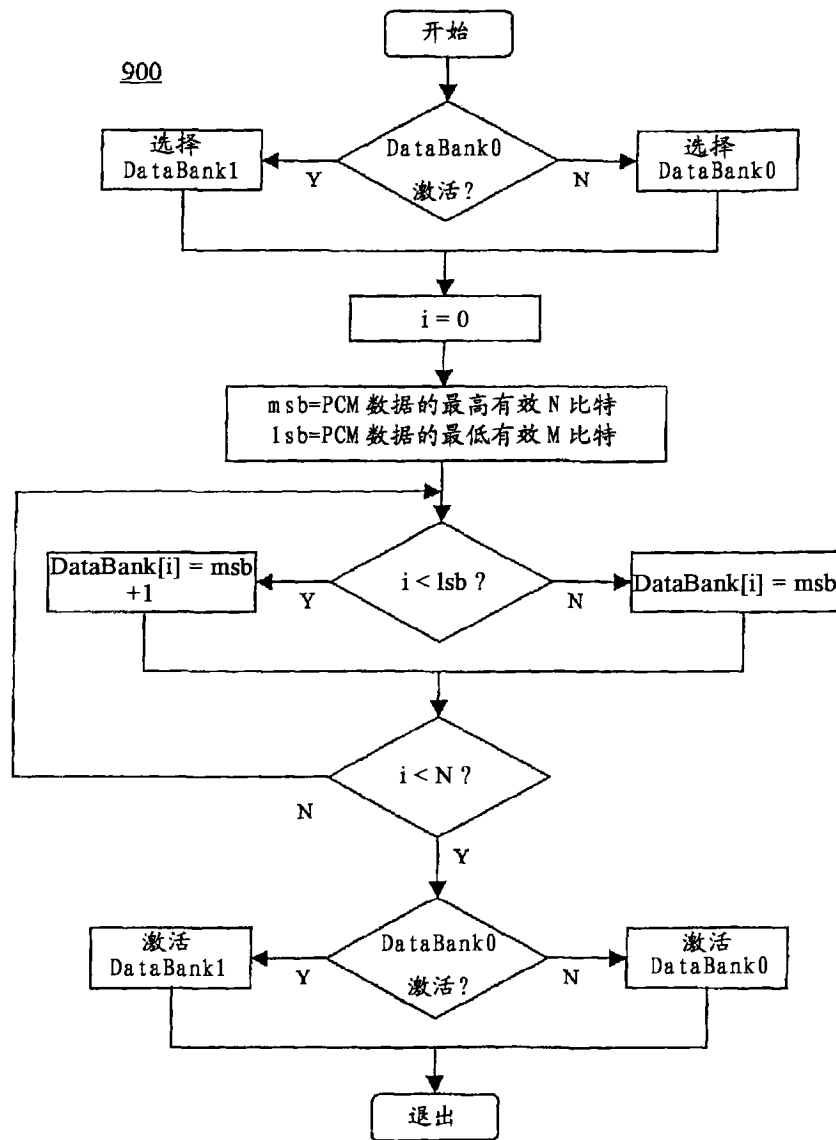


图 16

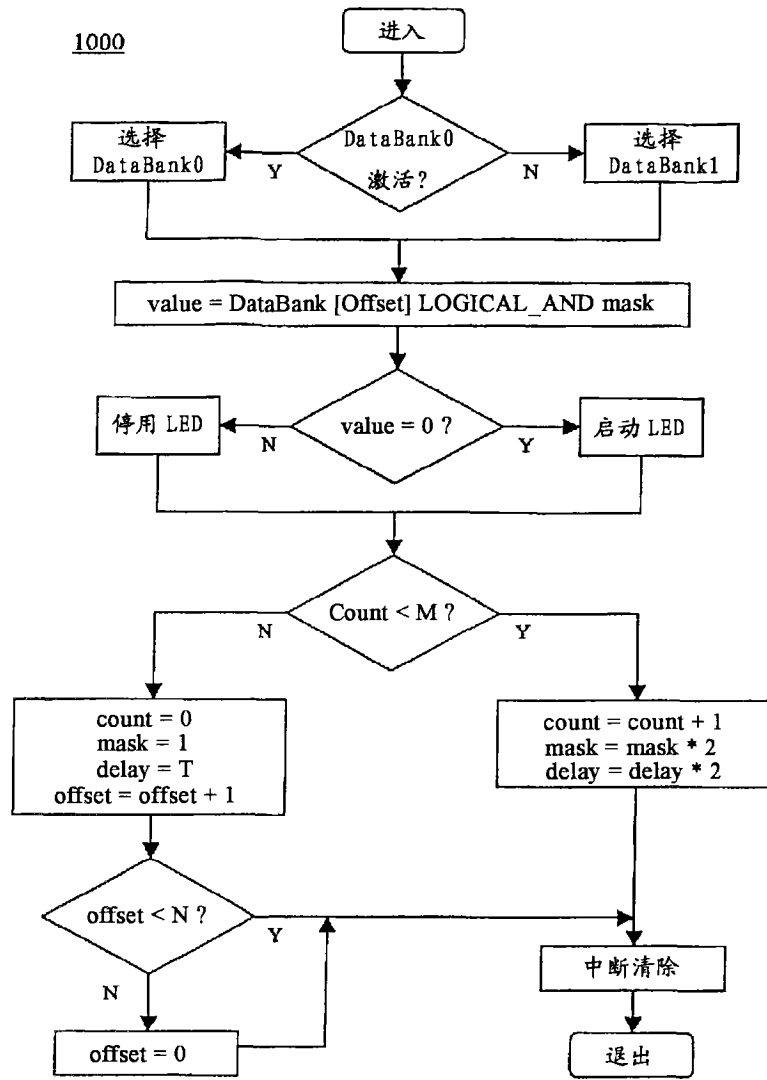


图 17