



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102984861 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201210483510. X

CN 202454225 U, 2012. 09. 26, 说明书第 18-54 段和附图 1.

(22) 申请日 2012. 11. 23

US 20050093473 A1, 2005. 05. 05, 说明书第 13-15 段和附图 1-2.

(73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路 10 号
专利权人 北京京东方显示技术有限公司

US 20110148314 A1, 2011. 06. 23, 全文.

审查员 史永良

(72) 发明人 侯帅 张亮 张斌

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 许静 黄灿

(51) Int. Cl.

H05B 37/02(2006. 01)

G02F 1/13357(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2007-158079 A, 2007. 06. 21, 说明书第 7-12 段和附图 1-2.

JP 特开 2007-158079 A, 2007. 06. 21, 说明书第 7-12 段和附图 1-2.

CN 202454225 U, 2012. 09. 26, 说明书第 18-54 段和附图 1.

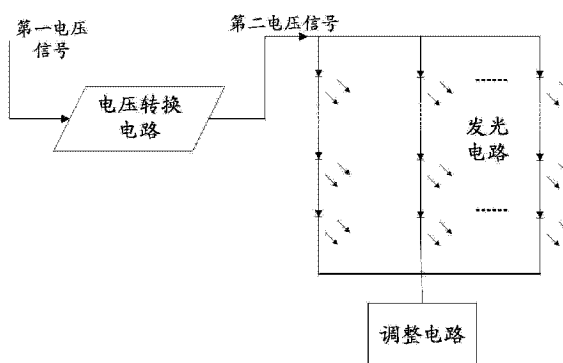
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种背光源和显示装置

(57) 摘要

本发明提供了一种背光源和显示装置, 包括: 发光电路, 包括至少两个并联设置的发光子电路, 每个发光子电路由至少一个发光二极管串联而成; 电压转换电路, 用于将一第一电压信号转换为一第二电压信号, 并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路, 使得流过发光子电路的电流值满足预定要求; 设置有三极管的调整电路, 与所述发光电路连接, 使得流过所述发光子电路的电流之间满足预定比例关系。本发明能够实现每个发光组件亮度达到预定的要求。



1. 一种背光源,其特征在于,包括:

发光电路,包括至少两个并联设置的发光子电路,每个发光子电路包括至少一个发光二极管;

电压转换电路,用于将一第一电压信号转换为一第二电压信号,并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路,使得流过发光子电路的电流值满足预定要求;

设置有三极管的调整电路,与所述发光电路连接,使得流过所述发光子电路的电流之间满足预定比例关系;

所述调整电路包括:

至少两个第四三极管;和

对应于每一个发光子电路设置的第三调整子电路;

其中:

每一个第三调整子电路均包括:第五三极管和一电阻,其中所述第五三极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接,而发射极通过所述电阻接地;

所述至少两个第四三极管级联连接,其中第一个第四三极管的基极与其中一个发光子电路的输出端连接,所有第五三极管的基极均连接到最后一个第四三极管的发射极,相邻的第四三极管中,前一第四三极管的发射极与后一第四三极管的基极电连接,所有第四三极管的集电极均接收一电压驱动信号。

2. 根据权利要求 1 所述的背光源,其特征在于,所述电压转换电路具体包括:

转换单元,用于将所述第一电压信号转换为所述第二电压信号,并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路;

控制单元,用于生成并输出第一控制信号到所述转换单元,以控制所述转换单元输出的第二电压信号的电压值,使得流过发光子电路的电流值满足预定要求。

3. 根据权利要求 2 所述的背光源,其特征在于,所述转换单元具体包括:

一输入节点;

一输出节点;

串联在所述输入节点和输出节点之间的电感和二极管;

第一电容,一端连接到所述输入节点,另一端接地;

第二电容,一端连接到所述输出节点,另一端接地;

场效应管,源极连接于所述电感和二极管之间,漏极接地,栅极与所述控制单元的输出端连接,接收所述第一控制信号。

4. 根据权利要求 3 所述的背光源,其特征在于,所述第一控制信号为一 PWM 信号,所述控制单元包括:

比较器,比较一参考电压和一反馈电压,获取一比较结果;

信号生成单元,用于根据所述比较结果生成所述 PWM 信号,输出到所述场效应管的栅极。

5. 如权利要求 4 所述的背光源,其特征在于,所述比较器具体为比较所述参考电压和所述电阻上的最小压差,获得所述比较结果。

6. 根据权利要求 2 所述的背光源,其特征在于,还包括:

对应于每一个发光子电路设置的,串联在所述发光子电路的电回路中的开关电路;

所述控制单元还用于输出一第二控制信号到所述开关电路,通过所述开关电路控制对应的发光子电路的工作。

7. 一种显示装置,其特征在于包括权利要求 1 至 6 中任意一项所述的背光源。

一种背光源和显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示领域,尤其涉及一种背光源和显示装置。

背景技术

[0002] 背光是 LCD 显示器内部的一个光学组件,由光学和必要的光学辅助设备构成。LCD 显示器自身并不发光,为了可以清楚的看到 LCD 显示器的内容,需要一个背光源。传统的背光源采用的是 CCFL(冷阴极荧光灯),但由于 CCFL 驱动电路复杂,功耗大,色彩还原性差,含有对人体有害的汞蒸汽,所以逐渐被 LED 背光源取代。

[0003] LED 背光源具有色彩还原性好,寿命长,不含汞,有利于环境保护,其电路结构简单,功耗低,容易实现超薄设计。通常 LED 背光源是由多颗发光二极管串联,再将多串 LED 灯条进行并联使用,如图 1 所示。由于 LED 灯条两端的电压恒定,当发光二极管的阻值有所区别时,就导致了 LED 灯条的亮度会产生差异。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的是提供一种背光源和显示装置,实现每个发光组件亮度达到预定的要求,提高发光控制的灵活性。

[0005] 为实现上述目的,本发明实施例提供了一种背光源,包括:

[0006] 发光电路,包括至少两个并联设置的发光子电路,每个发光子电路包括至少一个发光二极管;

[0007] 电压转换电路,用于将一第一电压信号转换为一第二电压信号,并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路,使得流过发光子电路的电流值满足预定要求;

[0008] 设置有三极管的调整电路,与所述发光电路连接,使得流过所述发光子电路的电流之间满足预定比例关系。

[0009] 上述的背光源,其中,所述电压转换电路具体包括:

[0010] 转换单元,用于将所述第一电压信号转换为所述第二电压信号,并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路;

[0011] 控制单元,用于生成并输出所述第一控制信号到所述转换单元,以控制所述转换单元输出的第二电压信号的电压值,使得流过发光子电路的电流值满足预定要求。

[0012] 上述的背光源,其中,所述调整电路包括对应于每一个发光子电路设置的第一调整子电路,每一个调整子电路均包括:第一三极管和一电阻,其中所述第一三极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接,而发射极通过所述电阻接地,所有第一三极管的基极均连接到其中一个发光子电路的输出端。

[0013] 上述的背光源,其中,所述调整电路包括:

[0014] 一个第三三极管;和

[0015] 对应于每一个发光子电路设置的第二调整子电路;

[0016] 其中:

[0017] 每一个第二调整子电路均包括：第二三极管和一电阻，其中所述第二三极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接，而发射极通过所述电阻接地；

[0018] 所述第三三极管的基极与其中一个发光子电路的输出端连接，所述第三三极管的发射极与所有第二三极管的基极连接，所述第三三极管的集电极接收一电压驱动信号。

[0019] 上述的背光源，其中，所述调整电路包括：

[0020] 至少两个第四三极管；和

[0021] 对应于每一个发光子电路设置的第三调整子电路；

[0022] 其中：

[0023] 每一个第三调整子电路均包括：第五三极管和一电阻，其中所述第五极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接，而发射极通过所述电阻接地；

[0024] 所述至少两个第四三极管级联连接，其中第一个第四三极管的基极与其中一个发光子电路的输出端连接，所有第五三极管的基极均连接到最后一个第四三极管的发射极，相邻的第四三极管中，前一第四三极管的发射极与后一第四三极管的基极电连接，所有第四三极管的集电极均接收一电压驱动信号。

[0025] 上述的背光源，其中，所述转换单元具体包括：

[0026] 一输入节点；

[0027] 一输出节点；

[0028] 串联在所述输入节点和输出节点之间的电感和二极管；

[0029] 第一电容，一端连接到所述输入节点，另一端接地；

[0030] 第二电容，一端连接到所述输出节点，另一端接地；

[0031] 场效应管，源极连接于所述电感和二极管之间，漏极接地，栅极与所述控制单元的输出端连接，接收所述第一控制信号。

[0032] 上述的背光源，其中，所述第一控制信号为一 PWM 信号，所述控制单元包括：

[0033] 比较器，比较一参考电压和反馈电压，获取一比较结果；

[0034] 信号生成单元，用于根据所述比较结果生成所述 PWM 信号，输出到所述场效应管的栅极。

[0035] 上述的背光源，其中，所述比较器具体为比较所述参考电压和所述电阻上的最小压差，获得所述比较结果。

[0036] 上述的背光源，其中，还包括：

[0037] 对应于每一个发光子电路设置的，串联在所述发光子电路的电回路中的开关电路；

[0038] 所述控制单元还用于输出一第二控制信号到所述开关电路，通过所述开关电路控制对应的发光子电路的工作。

[0039] 为实现上述目的，本发明实施例还提供了一种显示装置，包括上述任意一项所述的背光源。

[0040] 本发明实施例，通过让流过发光子电路的电流之间满足预定比例关系，从而实现了发光组件亮度达到了预定的要求的目的，提高了背光源发光控制的灵活性。

附图说明

- [0041] 图 1 为现有技术中背光源的示意图；
- [0042] 图 2 为本发明实施例提供的一种背光源的示意图；
- [0043] 图 3-5 为本发明实施例提供的背光源中调整电路三种实现方式的示意图；
- [0044] 图 6 为本发明实施例提供的背光源中转换单元的示意图；
- [0045] 图 7 为本发明实施例提供的背光源中一种控制单元的示意图；
- [0046] 图 8 为本发明实施例提供的背光源中另一种控制单元的示意图。

具体实施方式

[0047] 为使本发明实施例要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0048] 本发明实施例提供了一种背光源，如图 2 所示，包括：

[0049] 发光电路，包括至少两个并联设置的发光子电路，每个发光子电路包括至少一个发光二极管，且两个以上发光二极管串联连接；

[0050] 电压转换电路，用于将一第一电压信号转换为一第二电压信号，并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路，使得流过发光子电路的电流值满足预定要求；

[0051] 设置有三极管的调整电路，与所述发光电路连接，使得流过所述发光子电路的电流之间满足预定比例关系。

[0052] 当然，在本发明的具体实施例中，可以由调整电路输出一反馈电压给电压转换电路，由电压转换电路根据反馈电压进行调整，使得输出的第二电压信号能够使得流过发光子电路的电流值满足预定要求。

[0053] 本发明实施例提供的背光源，包括发光电路，所述发光电路包括至少两个并联设置的发光子电路，每个发光子电路包括至少一个发光二极管；而电压转换电路将一电压驱动信号提供给发光子电路后，使得发光子电路的电流值满足预定要求；而设置有三极管的调整电路能够调整发光子电路的电流之间满足预定比例关系，这里的比例关系可以是相等或根据需要设定的比值；因此，利用本发明实施例的背光源既能够通过电压转换电路调整背光源的亮度，也能够通过调整电路调整子电路之间的电流比例来调整发光子电路的发光亮度比值，提高了发光控制的灵活性。

[0054] 在本发明的具体实施例中，所述电压转换电路可以包括：

[0055] 转换单元，用于将所述第一电压信号转换为所述第二电压信号，并输出所述第二电压信号给每一个发光子电路；

[0056] 控制单元，用于生成并输出所述第一控制信号到所述转换单元，以控制所述转换单元输出的第二电压信号的电压值，使得流过发光子电路的电流值满足预定要求。

[0057] 由该控制单元根据一定的控制策略生成并输出第一控制信号到所述转换单元，在第一控制信号的控制下，转换单元会生成与控制信号对应的第二电压信号，并输出给发光子电路，以改变发光子电路的电流值，实现对发光子电路的发光亮度的调节。

[0058] 在本发明实施例中，对所述背光源中的调整电路提供了以下几种实现方式，详细说明如下。

[0059] < 实现方式一 >

[0060] 所述调整电路包括对应于每一个发光子电路设置的第一调整子电路，每一个调整

子电路均包括：第一三极管和一电阻，其中所述第一三极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接，而发射极通过所述电阻接地，所有第一三极管的基极均连接到其中一个发光子电路的输出端。

[0061] 下面详细说明一下发光子电路的亮度达到预定要求的过程，以发光电路包括 3 个发光子电路为例，对应的第一调整子电路也为 3 个，如图 3 所示。

[0062] 由于所有三极管都是相同的，因此三极管的放大倍数 β 的值也都相同。并且通过电压 VCC 可以使得三极管都工作在放大状态。因为三极管的基极连接在一起，则：

$$[0063] \quad U_{BE1} + I_6 * R_1 = U_{BE2} + I_7 * R_2 = U_{BE3} + I_8 * R_n$$

[0064] 由于三极管都是使用相同的，所以有 $U_{BE1} = U_{BE2} = U_{BE3}$ ；

[0065] 如果电阻选择相同，则有 $I_6 = I_7 = I_8$ ，当三极管工作在放大状态时：

$$[0066] \quad I_6 = (\beta + 1) I_3, I_7 = (\beta + 1) I_4, I_8 = (\beta + 1) I_5,$$

[0067] 所以 $I_3 = I_4 = I_5$ ；

[0068] 因为 $I_1 = I_2 + I_3 + I_4 + I_5$ ，由于三极管工作在放大状态，所以 $I_2 = \beta I_3, I_9 = \beta I_4, I_{10} = \beta I_5$ ，这样可以推导出：

$$[0069] \quad I_9 = I_{10} = I_2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{\beta}} I_1,$$

[0070] 这里可以选择三极管的类型是 β 远大于 3 的，一般都是几百，因此可以推导出 $I_9 = I_{10} \approx I_1$ 。

[0071] 上述过程使得发光子电路的亮度基本相等，如果要求每个发光子电路的亮度值成比例改变，可以通过改变所述电阻阻值的比例来实现。仍以上例为例说明如下。

[0072] 发光电路包括 3 个发光子电路为例，对应的第一调整子电路也为 3 个，三极管均相同，要实现 3 个发光子电路的亮度值比例为 $1 : \alpha : \gamma$ ，那么选择的第一调整子电路的电阻阻值的比例应为 $R_1 = \alpha R_2 = \gamma R_3$ 。

[0073] 当 $U_{BE1} + I_6 * R_1 = U_{BE2} + I_7 * R_2 = U_{BE3} + I_8 * R_n$ 时，

[0074] 由于三极管都是使用相同的，所以有 $U_{BE1} = U_{BE2} = U_{BE3}$ ；

[0075] 所以， $I_6 * R_1 = I_7 * R_2 = I_8 * R_3$ ；

[0076] 由于选择的电阻为 $R_1 = \alpha R_2 = \gamma R_3$ ，所以 $I_7 = \alpha I_6, I_8 = \gamma I_6$ ；

[0077] 当三极管工作在放大状态时：

[0078] $I_6 = (\beta + 1) I_3, I_7 = (\beta + 1) I_4, I_8 = (\beta + 1) I_5$ ，所以

[0079] $(\beta + 1) I_4 = \alpha (\beta + 1) I_3, (\beta + 1) I_5 = \gamma (\beta + 1) I_3$ ，由此得到 $I_4 = \alpha I_3, I_5 = \gamma I_3$ ；

[0080] 因为 $I_1 = I_2 + I_3 + I_4 + I_5$ ，由于三极管工作在放大状态，所以

[0081] $I_2 = \beta I_3, I_9 = \beta I_4, I_{10} = \beta I_5$ ，这样可以推导出：

$$[0082] \quad I_9 = \frac{\alpha \beta}{\alpha + \beta + \gamma + 1} I_1, I_{10} = \frac{\beta \gamma}{\alpha + \beta + \gamma + 1} I_1,$$

[0083] 因此， $I_9 : I_{10} = \alpha : \gamma$ ，

[0084] 当 β 取值较大时， I_1, I_9, I_{10} 之间的比值接近 $1 : \alpha : \gamma$ 。

[0085] 上述过程通过改变所述电阻阻值的比例来实现每个发光子电路的亮度值成比例改变，同样达到了本发明的目的。

[0086] 上述过程提供了调整电路的其中一种实现方式，这种方式适用于所选的三极管 β 值较大、并联的发光子电路的个数不多的情况，当并联的发光子电路较多，在电阻均相等，

即要求满足亮度相同的情况下,电流的情况为:

$$[0087] \quad I_9 = I_{10} = I_2 = \dots = I_n = \frac{1}{1+\frac{n}{\beta}} I_1,$$

[0088] 当n的值达到甚至超过了 β 的数量级时,各并联的发光子电路之间亮度值就产生了较大不同。为解决这一问题,本发明实施例提供了另一种调整电路的实现方式,说明如下。

[0089] <实现方式二>

[0090] 所述调整电路包括:

[0091] 一个第三三极管;和

[0092] 对应于每一个发光子电路设置的第二调整子电路;

[0093] 其中:

[0094] 每一个第二调整子电路均包括:第二三极管和一电阻,其中所述第二三极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接,而发射极通过所述电阻接地;

[0095] 所述第三三极管的基极与其中一个发光子电路的输出端连接,所述第三三极管的发射极与所有第二三极管的基极连接,所述第三三极管的集电极接收一电压驱动信号。

[0096] 仍以发光电路包括3个发光子电路为例,对应的第二调整子电路也为3个,如图4所示。

[0097] 根据之前同样的推导过程,可以得出,

$$[0098] \quad I_9 = I_{10} = I_2 = \frac{1}{1+\frac{3}{\beta(\beta+1)}} I_1, \text{改进后的电路 } I_1 \text{ 与 } I_9, I_{10} \text{ 之间的误差更小。}$$

[0099] 当电路中有n串灯串时,灯串之间的电流关系式为:

$$[0100] \quad I_9 = I_{10} = I_2 = \frac{1}{1+\frac{n}{\beta(\beta+1)}} I_1,$$

[0101] 即使在n取值达到甚至超过 β 的数量级时,仍能得到 $I_9 = I_{10} \approx I_1$,比实现方式一更为精确。

[0102] <实现方式三>

[0103] 当然,从以上的例子可以发现,通过该第三三极管的引入,实现了放大倍数的二次方放大,使得 $n/[\beta(\beta+1)]$ 更加接近于0,也就使得3个发光子电路的电流更加接近。

[0104] 基于以上考虑,则可以通过三极管的级联来提高精度,这种方式下,所述调整电路包括:

[0105] 至少两个第四三极管;和

[0106] 对应于每一个发光子电路设置的第三调整子电路;

[0107] 其中:

[0108] 每一个第三调整子电路均包括:第五三极管和一电阻,其中所述第五极管的集电极与对应的发光子电路的输出端连接,而发射极通过所述电阻接地;

[0109] 所述至少两个第四三极管级联连接,其中第一个第四三极管的基极与其中一个发光子电路的输出端连接,所有第五三极管的基极均连接到最后一个第四三极管的发射极,相邻的第四三极管中,前一第四三极管的发射极与后一第四三极管的基极电连接,所有第四三极管的集电极均接收一电压驱动信号。

[0110] 上述的方式中,级联的三极管越多,则 I_1 越趋近于 I_9 和 I_{10} 。

[0111] 调整电路的实现方式还有很多,在此不一一列举。

[0112] 同时,为了更灵活的控制发光组件的发光方式,本发明实施例中,还可以对应于每一个发光子电路设置一串联在所述发光子电路的电回路中的开关电路;

[0113] 所述控制单元还用于输出一第二控制信号到所述开关电路,通过所述开关电路控制对应的发光子电路的工作。

[0114] 此时,由控制单元可以输出一信号到开关电路,控制开关电路的导通或关闭,则可以控制对应的发光子电路的工作与否,实现更加灵活的发光控制。

[0115] 当该信号为 PWM 信号时,则可以通过 PWM 信号的占空比控制发光子电路的工作时间比例,当 PWM 信号周期非常短时,由于视觉暂留,用户无法发现发光子电路的发光状态的变化,但实际上通过对工作时间的控制,实现了发光强度的控制。

[0116] 如图 5 所示,该开关电路可以采用各种类型的晶体管来实现,通过该晶体管可以控制灯串上电流的开与关以及开关的时间比例,进而控制灯串的发光强度,由于晶体管本身有内阻,因此晶体管不仅可以控制灯串的发光强度也可以通过选择不同的晶体管调节发光子电路间的电流比例。

[0117] 当任意一个调整子电路的电阻上对应的电压没有达到预设的要求时,由于电阻的阻值是固定的,就说明对应的发光子电路上的电流没达到预设要求,就应由控制单元输出所述第一控制信号到所述转换单元,以控制所述转换单元输出的第二电压信号的电压值,使得流过发光子电路的电流值满足预定要求。

[0118] 本发明实施例中,同时提供了转换单元的优选实现方式,如图 6 所示,具体包括:

[0119] 输入节点 A1;

[0120] 输出节点 A2;

[0121] 串联在所述输入节点和输出节点之间的电感 L1 和二极管 D1;

[0122] 第一电容 C1,一端连接到所述输入节点,另一端接地;

[0123] 第二电容 C2,一端连接到所述输出节点,另一端接地;

[0124] 场效应管 Q1,源极连接于所述电感和二极管之间,漏极接地,栅极与所述控制单元的输出端连接,接收所述第一控制信号。

[0125] 其中,场效应管 Q1 根据输入到基极的 PWM 信号的占空比来决定输出电压值,对此简要说明如下。

[0126] 如图 3 所示,根据第一控制信号, Q1 分为两种状态,当第一控制信号处于高电平时, Q1 导通,此时第一电压信号为电感充电,而当第一控制信号处于低电平时, Q1 断开,此时电感存储的能量和第一电压信号叠加后通过二极管 D1 和电容 C2 滤波后输出,此时输出的电压是由电感存储的能量和第一电压信号叠加的,所以必然大于第一电压信号的电压,实现升压。

[0127] 而根据 PWM 信号的占空比,则可以决定电感存储的能量多少,进而改变第二电压信号的电压。

[0128] 由此实现了通过转换单元将第一电压信号转换为第二电压信号,同时根据控制单元输出的第一控制信号来控制所述转换单元输出的第二电压信号的电压值,使得流过发光子电路的电流满足预定要求。

[0129] 当第一控制信号为 PWM 信号时,控制单元优选的实现方式为,如图 7 所示,包括:

[0130] 比较器,比较一参考电压和一反馈电压,获取一比较结果;

[0131] PWM 生成器,用于根据所述比较结果生成所述 PWM 信号,输出到所述场效应管的栅极。

[0132] 在本发明的具体实施例中,如图 3 所示,反馈电压可以是 R1、R2 或者 R3 上的采样电压,但也可以是所述电阻上的最小压差,同时反馈电压可以通过调整电路得到的采样电压也可以是通过发光电路得到的采样电压。

[0133] 当反馈电压是所述电阻上的最小压差时,则该控制单元如图 8 所示,包括:

[0134] 选择器,从所有电阻上的压差中选择最小电压;

[0135] 比较器,比较一参考电压和最小电压,获取一比较结果;

[0136] PWM 生成器,用于根据所述比较结果生成所述 PWM 信号,输出到所述场效应管的栅极。

[0137] 通过采集反馈端的电压值来判断发光灯条上的电流是否达到预设值,如果没有达到,则通过比较器来产生误差放大信号,进而控制 PWM 生成的 PWM 信号的占空比来控制输出电压值。

[0138] 本发明实施例还提供了一种显示装置,包括上述任意一项所述的背光源。

[0139] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

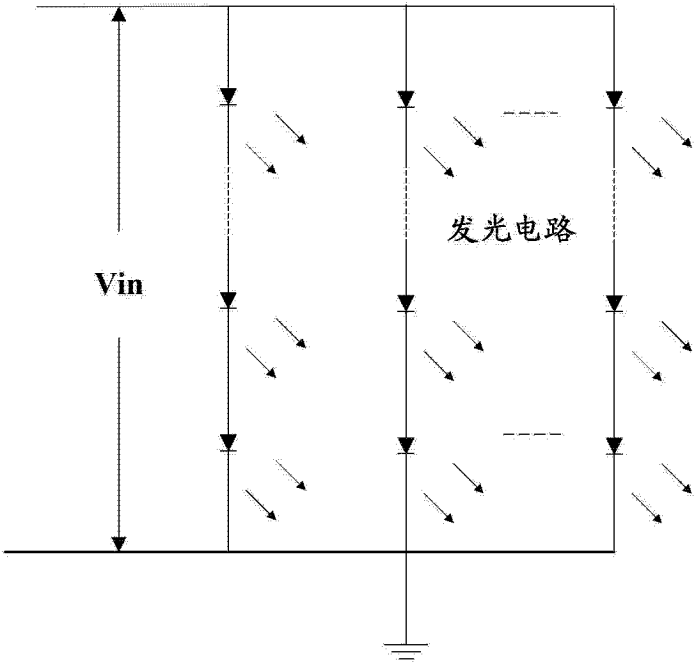


图 1

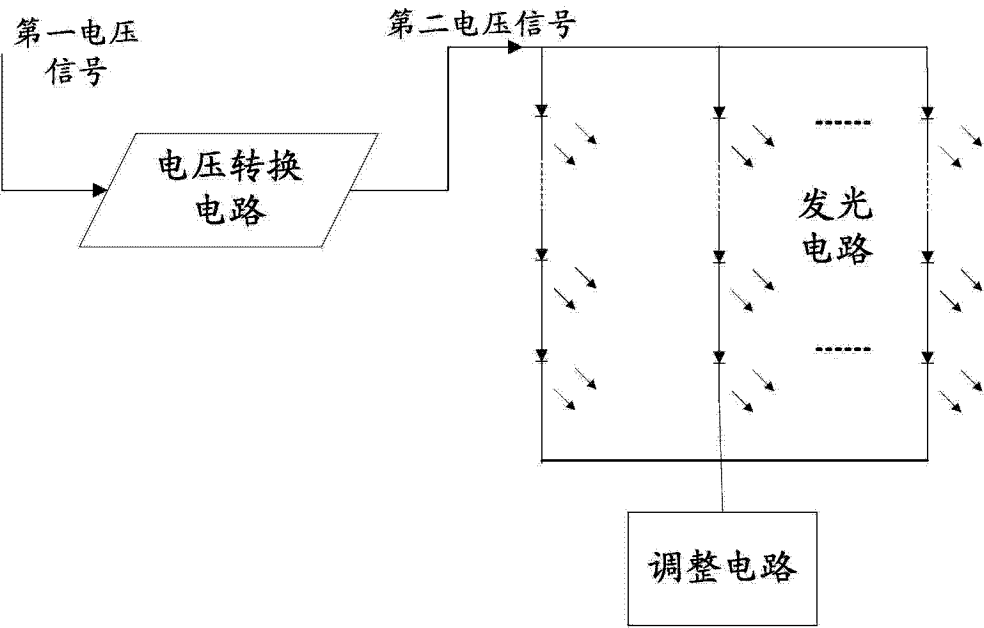


图 2

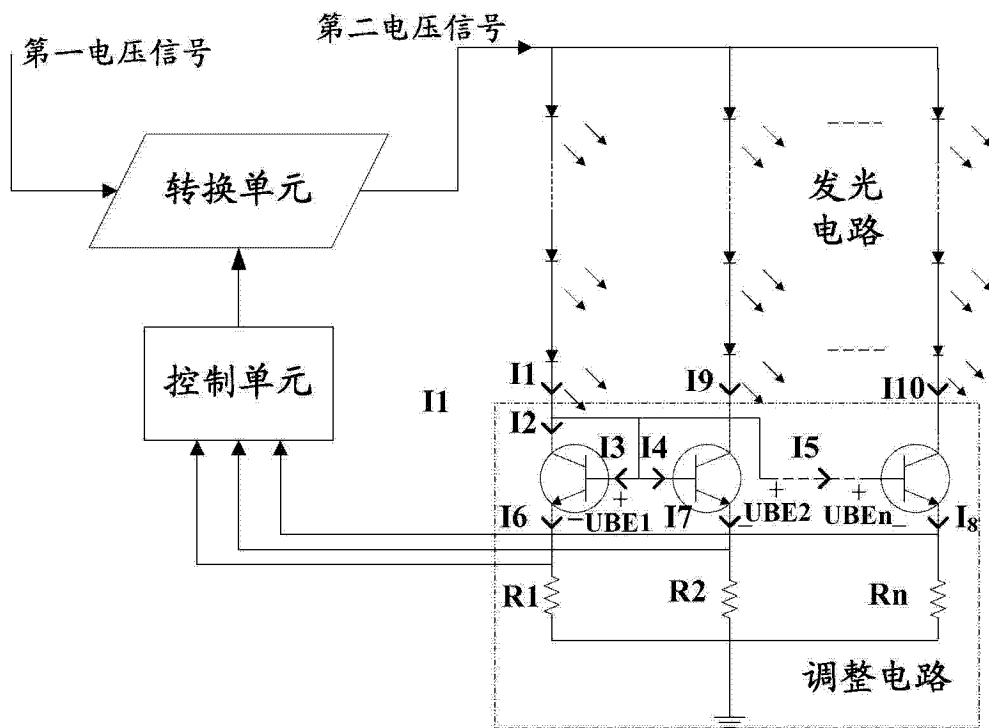


图 3

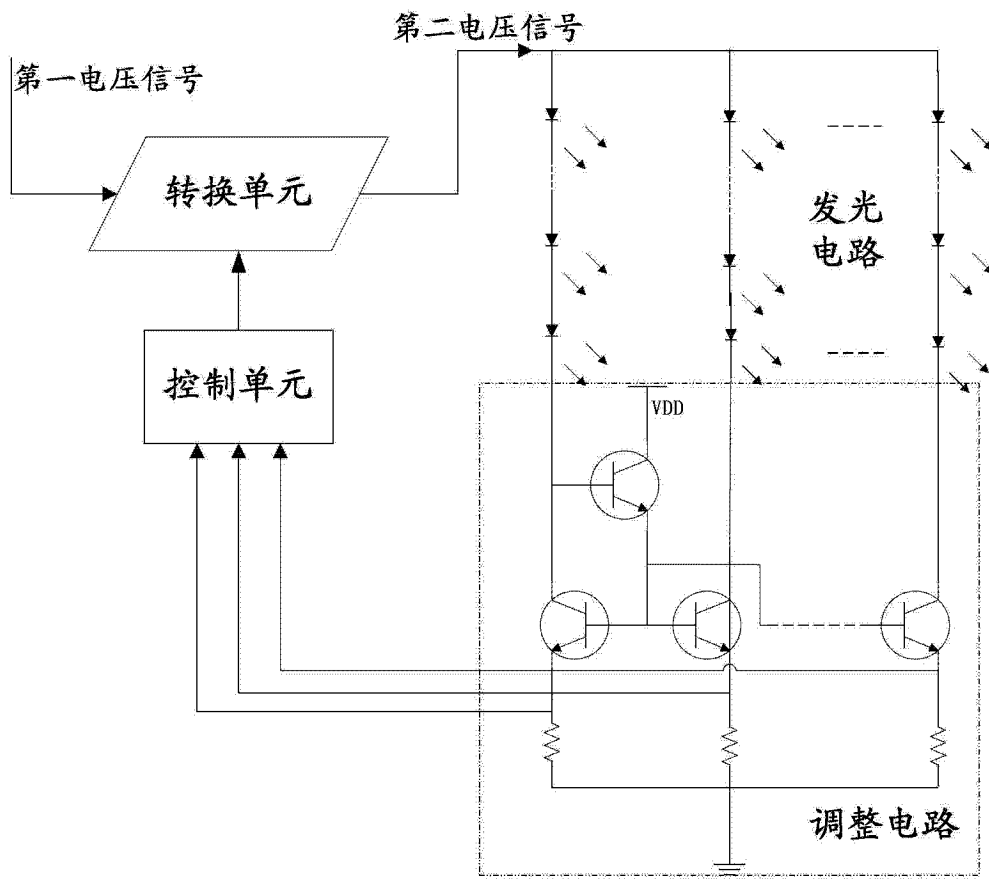


图 4

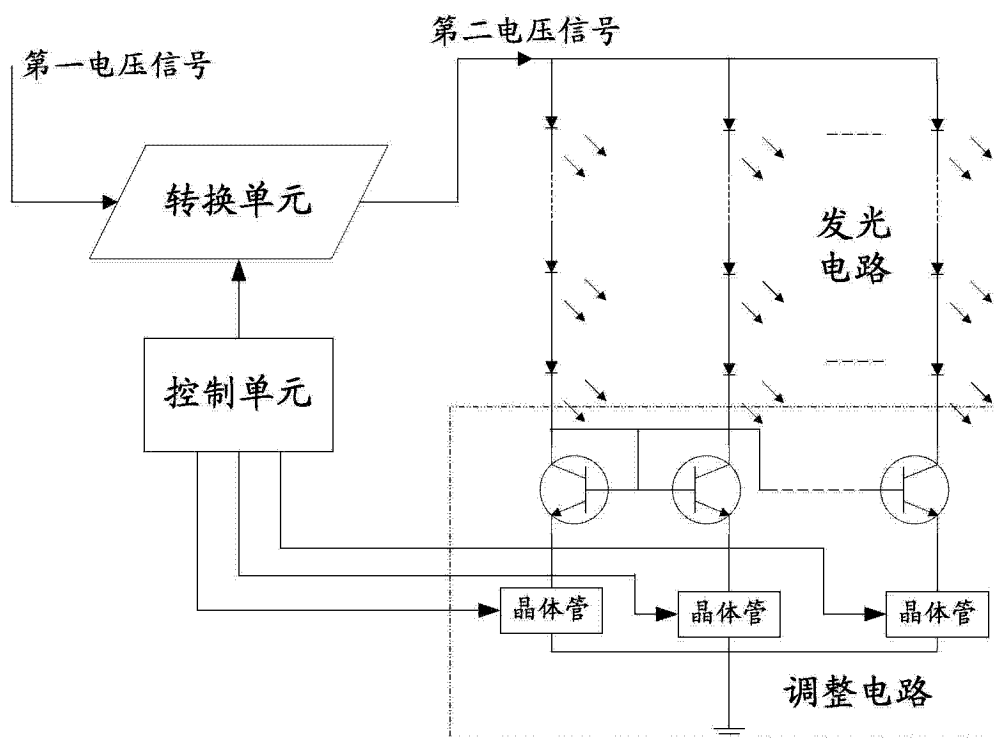


图 5

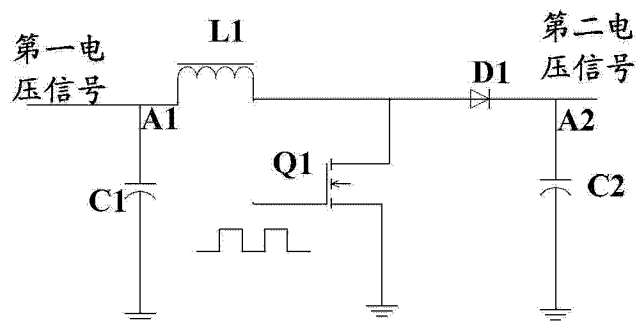


图 6

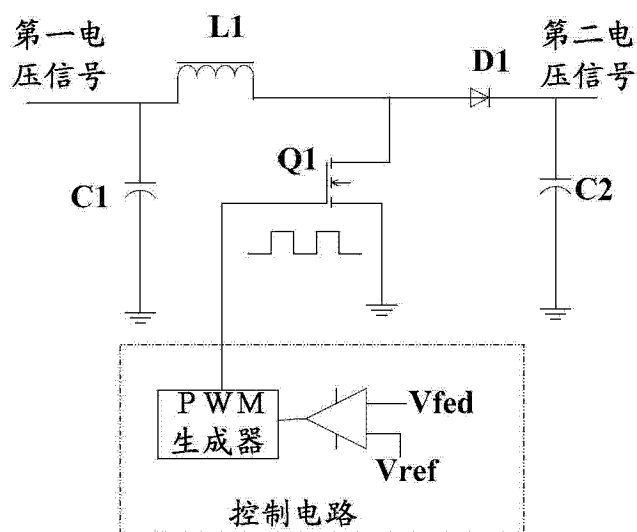


图 7

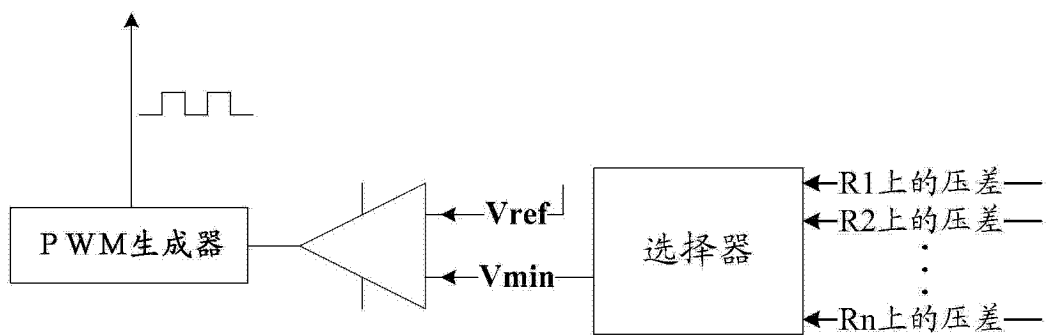


图 8