

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101916962 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 201010270086. 1

(22) 申请日 2010. 09. 02

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 单江东 田小建 汝玉星 吴戈 高博

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 王恩远

(51) Int. Cl.

H01S 5/042 (2006. 01)

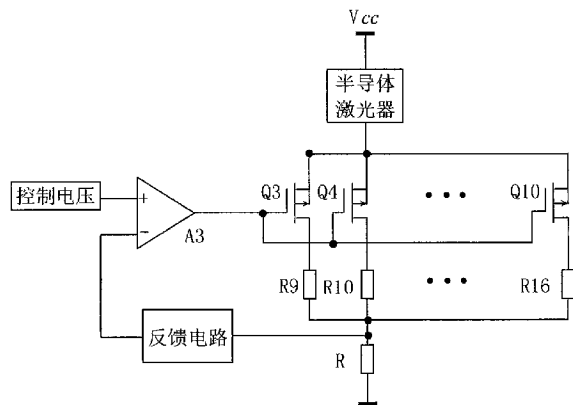
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

均流合成式大功率恒流电源电路

(57) 摘要

本发明涉及均流合成式大功率恒流电源电路,属于电子工业及光通信领域。包括电压基准电路、末级驱动电路、软启动电路、防浪涌电路、调制输入电路、反馈控制电路、电流驱动电路及控制开关;所述的末级驱动电路包括并联的大功率半导体器件、均流电阻,各均流电阻分别对应地与各大功率半导体器件的漏极串接,各大功率半导体器件产生的输出电流合并后流经取样电阻;各大功率半导体器件的漏极分别与半导体激光器的阴极相连接,各大功率半导体器件的源极与取样电阻相连接。优点在于:极大地增强了大功率半导体激光器驱动器输出电流的稳定性;采用均流技术,使流过每个 MOS 管的电流基本相等;极大地提高了电源高负荷工作状态下的可靠性。



1. 一种均流合成式大功率恒流电源电路,包括电压基准电路(1)、末级驱动电路(2)、软启动电路(3)、防浪涌电路(4)、调制输入电路(5)、反馈控制电路(6)、电流驱动电路(7)及控制开关(8);所述的电压基准电路(1)通过电位器(W1)输出控制电压信号到电流驱动电路(7),电流驱动电路(7)将控制电压信号转换为输出电流,并通过末级驱动电路(2)输出,末级驱动电路(2)与外部的激光二极管LD串联;所述的软启动电路(3)与电流驱动电路(7)连接,防浪涌电路(4)与所述外部的激光二极管LD并联,软启动电路(3)和防浪涌电路(4)由控制开关(8)控制启动;所述的调制输入电路(5)与电流驱动电路(7)连接,调制信号由调制输入端口接入,实现外部信号对输出电流的控制;取样电阻(R)将输出电流转换成电压信号,通过所述的反馈控制电路(6)反馈回电流驱动电路(7);其特征在于:所述的末级驱动电路(2)包括并联的大功率半导体器件(Q3)~(Q10)、均流电阻(R9)~(R16),所述各均流电阻(R9)~(R16)分别对应地与各大功率半导体器件(Q3)~(Q10)的漏极串接,各大功率半导体器件(Q3)~(Q10)产生的输出电流合并后流经取样电阻(R);各大功率半导体器件(Q3)~(Q10)的漏极分别与半导体激光器的阴极相连接,各大功率半导体器件(Q3)~(Q10)的源极与取样电阻(R)相连接;半导体激光器的阳极与电源Vcc相连接;由电位器W1输出的控制电压信号连接运算放大器(A3)的同相端,来自取样电阻(R)的电压反馈信号经由反馈控制电路连接到运算放大器(A3)的反相端,所述运算放大器(A3)的输出端分别与各大功率半导体器件(Q3)~(Q10)的栅极相连接。

2. 根据权利要求1所述的均流合成式大功率恒流电源电路,其特征在于:所述的大功率半导体器件(Q3)~(Q10)为大功率场效应晶体管,管子之间采用并联的电路结构。

3. 根据权利要求1所述的均流合成式大功率恒流电源电路,其特征在于:所述的均流电阻(R9)~(R16)的阻值为0.1欧姆~0.5欧姆,每个均流电阻与对应的大功率半导体器件(Q3)~(Q10)的漏极之间采用串联的电路结构。

4. 根据权利要求1所述的均流合成式大功率恒流电源电路,其特征在于:所述的取样电阻(R)的阻值为0.01欧姆~0.1欧姆。

## 均流合成式大功率恒流电源电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子工业及光通信领域,特别涉及一种均流合成式大功率恒流电源电路。

### 背景技术

[0002] 大功率半导体激光器是工业生产、军事国防等行业的固体激光器必需的泵浦光源,广泛应用于激光测距、核爆模拟、激光雷达传输、材料加工、微处理、热处理、打标定位等。另外大功率激光器还在手术治疗肿瘤、皮肤治疗、牙科治疗、光镇痛和光针灸、光学层析造影(OCT)等医学领域得到了广泛的应用。

[0003] 驱动大功率半导体激光器工作的是具有特殊功能的专用驱动电源。大功率半导体激光器价格昂贵,是一种高功率密度并具有极高量子效率的器件,对于电冲击的承受能力很差,微小的电流变化将导致光功率输出的极大变化和器件参数(如激射波长,噪声性能,模式跳动)的变化,这些变化直接危及器件的安全使用,因而在实际应用中,对半导体激光器的驱动技术有着极高的要求。稳定性、可靠性及安全性是大功率半导体激光器驱动技术的关键。稳定性决定了激光器输出功率的稳定和光谱的纯度;可靠性决定了激光器长期有效运行;安全性决定了激光器在各种意外情况下不被损坏。

[0004] 现有的大电流输出时功率管并联均流的设计,如果输出部分采用单独的大功率MOS器件,虽然输出电流指标可以满足驱动电路的设计要求,但在大电流工作状态下,功率管产生的热量较大,如果不能及时输运到散热器,就会产生热量的累积,严重时会导致功率管损毁,致使驱动器不能稳定工作。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种均流合成式大功率恒流电源电路,可有效克服多管并联时每个管子输出电流不均衡的弊端,解决了现有技术存在的功率管会产生热量累积,导致功率管损毁从而使驱动器不能稳定工作,以及驱动稳定性、可靠性、安全性较差等问题。其采用负反馈原理稳定输出电流,向激光二极管提供直流驱动电流,确保激光二极管安全、稳定、长期可靠运行。具有驱动大规模激光器阵列的能力,驱动电流可达20A,短期稳定度50ppm,长期稳定度100ppm(短期稳定度定义为在一个小时内,测量值的标准差与平均值的比值。长期稳定度定义为24小时内,测量值的标准差与平均值的比值),并且具有很高的可靠性及安全性,对所驱动的半导体激光器提供限流保护及延时软启动保护,可以精确设定激光二极管的工作电流和限制电流。采用多个功率管并联的工作方式。使每个功率管在较小的电流下工作,同时每个功率管单独散热,这样可保证管子的热量不至于产生累积,能够及时排出,从而极大地增强了大功率半导体激光器驱动器输出电流的稳定性。采用了均流技术,每个MOS管的发射极串接一个均流电阻后,再并联在一起,从而使流过每个MOS管的电流基本相等。采用多管并联的冗余设计方案,极大地提高了电源高负荷工作状态下的可靠性。本发明可广泛用于光通信领域中的科研与产品研发生产。

[0006] 本发明实现上述目的采用的技术方案是:

[0007] 均流合成式大功率恒流电源电路包括电压基准电路 1、末级驱动电路 2、软启动电路 3、防浪涌电路 4、调制输入电路 5、反馈控制电路 6、电流驱动电路 7 及控制开关 8；所述的电压基准电路 1 通过电位器 W1 输出控制电压信号到电流驱动电路 7，电流驱动电路 7 将控制电压信号转换为输出电流，并通过末级驱动电路 2 输出，末级驱动电路 2 与外部的激光二极管 LD 串联；所述的软启动电路 3 与电流驱动电路 7 连接，防浪涌电路 4 与所述外部的激光二极管 LD 并联，软启动电路 3 和防浪涌电路 4 由控制开关 8 控制启动；所述的调制输入电路 5 与电流驱动电路 7 连接，调制信号由调制输入端口接入，实现外部信号对输出电流的控制；取样电阻 R 将输出电流转换成电压信号，通过所述的反馈控制电路 6 反馈回电流驱动电路 7；所述的末级驱动电路 2 包括并联的大功率半导体器件 Q3 ~ Q10、均流电阻 R9 ~ R16，所述各均流电阻 R9 ~ R16 分别对应地与各大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 的漏极串接，各大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 产生的输出电流合并后流经取样电阻 R；各大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 的漏极分别与半导体激光器的阴极相连接，各大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 的源极与取样电阻 R 相连接；半导体激光器的阳极与电源 Vcc 相连接；由电位器 W1 输出的控制电压信号连接运算放大器 A3 的同相端，来自取样电阻 R 的电压反馈信号经由反馈控制电路连接到运算放大器 A3 的反相端，所述运算放大器 A3 的输出端分别与各大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 的栅极相连接。

[0008] 所述的大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 为达林顿晶体管或场效应晶体管，管子之间采用并联的电路结构。

[0009] 所述的均流电阻 R9 ~ R16 的阻值为 0.1 欧姆 ~ 0.5 欧姆，每个均流电阻与对应的大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 的漏极之间采用串联的电路结构。

[0010] 所述的取样电阻 R 的阻值为 0.01 欧姆 ~ 0.1 欧姆。

[0011] 本发明的有益效果在于：

[0012] (1) 采用多个功率管并联的工作方式。使每个功率管在较小的电流下工作，同时每个功率管单独散热，这样可保证管子的热量不至于产生累积，能够及时排出，从而极大地增强了大功率半导体激光器驱动器输出电流的稳定性。

[0013] (2) 采用均流技术。每个 MOS 管的发射极串接一个均流电阻后，再并联在一起，从而使流过每个 MOS 管的电流基本相等。

[0014] (3) 采用冗余设计方案。采用多管并联的冗余设计，极大地提高了电源高负荷工作状态下的可靠性。

[0015] 本发明是一种大功率半导体激光器恒流驱动电源电路，具有驱动大规模激光器阵列的能力，驱动电流可达 20A，短期稳定度 30ppm，长期稳定度 75ppm（短期稳定度定义为在一个小时内，测量值的标准差与平均值的比值。长期稳定度定义为 24 小时内，测量值的标准差与平均值的比值）。对所驱动的半导体激光器提供限流保护。在驱动器开始给负载提供电流时，采用“延时软启动”技术，使驱动电流缓慢增加到设定值。另外，要保证大功率半导体激光器驱动器输出部分的大功率管具有良好的散热性，确保激光器安全可靠稳定地工作。且可广泛用于光通信领域中的科研与产品研发生产。

## 附图说明

[0016] 图 1 是本发明的均流合成式恒流电源电路结构框图。

- [0017] 图 2 是本发明的防浪涌电路结构框图。
- [0018] 图 3 是本发明的软启动电路结构框图。
- [0019] 图 4 是本发明的调制输入电路结构框图。
- [0020] 图 5 是本发明的电流驱动电路和末级驱动电路结构框图。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明的电路结构作进一步的说明。

[0022] 实施例 1 :

[0023] 如图 1 所示,本发明均流合成式大功率恒流电源电路包括电压基准电路 1、末级驱动电路 2、软启动电路 3、防浪涌电路 4、调制输入电路 5、反馈控制电路 6、电流驱动电路 7 及控制开关 8 ;电压基准电路 1 是由一个电压基准 LM336-2.5 和一个 9.1 千欧的电阻构成,为电路提供精确稳定的参考电压,用于控制输出电流和预置限制电流。电位器 W1 用于调节输出电流。末级驱动电路 2 输出设定的电流,采用多个 MOS 管并联的方式,每个 MOS 管的发射极串接一个均流电阻。电流驱动电路 7 将控制电压转换为输出电流。反馈控制电路 6 实现了恒电流反馈。通过取样电阻 R 将输出电流转换成电压信号反馈回电流驱动电路 7。读出显示电路主要由数字显示模块构成,用于显示实际输出电流。调制输入电路 5 用于外部信号对输出电流的控制,实际输出电流可以由外部调制信号单独控制,也可以由内部的电压输出控制,或者由两者共同控制,取决于实际的需要。

[0024] 实施例 2

[0025] 如图 2 所示,防浪涌电路 4 包括一个由电阻 R1 和电容 C1 组成的 RC 充电电路,一个 N 沟道增强型场效应管 Q1,一个常闭的固态继电器。其中场效应管 Q1 的栅极与电阻 R1 和电容 C1 相连,电容 C1 另一端接地,场效应管 Q1 的漏极与继电器相连,场效应管 Q1 的源极接地。场效应管 Q1 的型号可以是 2sk1458。

[0026] 该电路的工作原理是:激光二极管 LD 的阳极和阴极与继电器两常闭端并联在一起,因此激光二极管 LD 的阴极与阳极是短路的,得到保护。当打开驱动器时,若没有打开控制开关,激光二极管 LD 依然短路,只有打开控制开关 8 后,继电器常闭端在延时 2 ~ 3 秒后打开,这样激光二极管 LD 就免受驱动器开关时的浪涌冲击。电路的延时时间由 RC 充电电路的时间常数决定。

[0027] 实施例 3

[0028] 如图 3 所示,软启动电路 3 包括一个 PNP 型的三极管 T,一个由电阻 R3、电容 C2 构成的 RC 放电电路,一个 N 沟道增强型场效应管 Q2。其中场效应管 Q2 的栅极与电阻 R3 和电容 C2 相连,电阻 R3 和电容 C2 另一端接地;场效应管 Q2 的漏极与控制信号相连,场效应管 Q2 的源极接地;三极管 T 的基极经过电阻 R2 与控制开关 8 连接,三极管 T 的发射极连接工作电源  $V_{CC}$ ,三极管 T 的集电极连接 Q2 的栅极。

[0029] 其中,三极管 T 的型号可以选 9012,场效应管 Q2 的型号可以选 2sk1458。

[0030] 软启动电路的功能是:延时后,实际输出电流从零达到预定值时有一个 200 ~ 500ms 的上升沿。电路中的三极管 T 是一个 PNP 型的三极管,在控制信号没有到来时,电阻 R3 上的电压是一个高电平,确保场效应管 Q2 完全导通,这样就将控制信号钳制在零电位上,也就是说若不打开控制开关,电路中将没有电流输出。打开控制开关 8,电容 C3 上的高

电平将通过电阻 R2 放电,场效应管 Q2 的状态由完全导通到逐渐关断,也就慢慢失去了对控制信号的钳制作用,表现为加在电流驱动电路 7 上的控制信号有一个上升沿,因此输出电流也有一个上升沿。上升沿的大小由 RC 放电回路的时间常数决定。这里要注意的是,软启动电路的延时时间要相等或略大于防浪涌电路的延时时间,否则软启动的功能无法实现。

#### [0031] 实施例 4

[0032] 如图 4 所示,调制输入电路 5 由五个电阻 R4 至 R8 分别与两个运算放大器 A1 和 A2 相连接,每个电阻的取值都是 10 千欧姆。电阻 R4 一端与运算放大器 A1 同相端相连,另一端接地。调制信号与运算放大器 A1 同相端相连。电阻 R5 一端与运算放大器 A1 的输出端相连,另一端与运算放大器 A2 的同相端相连。电阻 R6 一端与运算放大器 A2 反相端相连,另一端接地。电阻 R7 接在运算放大器 A2 的反相端和输出端之间。电阻 R8 一端接控制信号,另一端与运算放大器 A2 的同相端相连。本电路实现了调制信号经过隔离级后与控制信号的相加。运算放大器 A1 和 A2 的型号为 TLC2252。

#### [0033] 实施例 5

[0034] 如附图 5 所示,末级驱动电路 2 包括八个并联的大功率半导体器件 Q3 ~ Q10,大功率半导体器件 Q3 ~ Q10 可以选择达林顿晶体管,也可以选择场效应晶体管,本实施例选用 N 沟道增强型场效应管 IRF530。末级驱动电路 2 还包括八个均流电阻 R9 ~ R16,每个均流电阻对应地分别与场效应管 Q3 ~ Q10 的漏极串接,均流电阻 R9 ~ R16 的阻值为 0.5 欧姆。八路并联的场效应管 Q3 ~ Q10 产生的输出电流合并后流经取样电阻 R,取样电阻 R 的阻值为 0.1 欧姆。场效应管 Q3 ~ Q10 的漏极与半导体激光器的阴极相连接,源极与取样电阻 R17 相连接。半导体激光器的阳极与电源 Vcc 相连接。由电位器 W1 输出的控制信号连接运算放大器 A3 的同相端,来自于取样电阻 R 的电压反馈信号经由反馈控制电路 6 连接到运算放大器 A3 的反相端。运算放大器 A3 的输出端与场效应管 Q3 ~ Q10 的栅极相连接。运算放大器 A3 的型号为 TLC2252。

[0035] 采用上述均流电阻的电路结构,可有效克服多管并联时每个管子输出电流不均衡的弊端。同时,采用八个支路并联的工作方式,增加了管子的冗余度,当某一个或两个管子损坏时,可保证电路正常地工作,极大地提高了电路的可靠性。

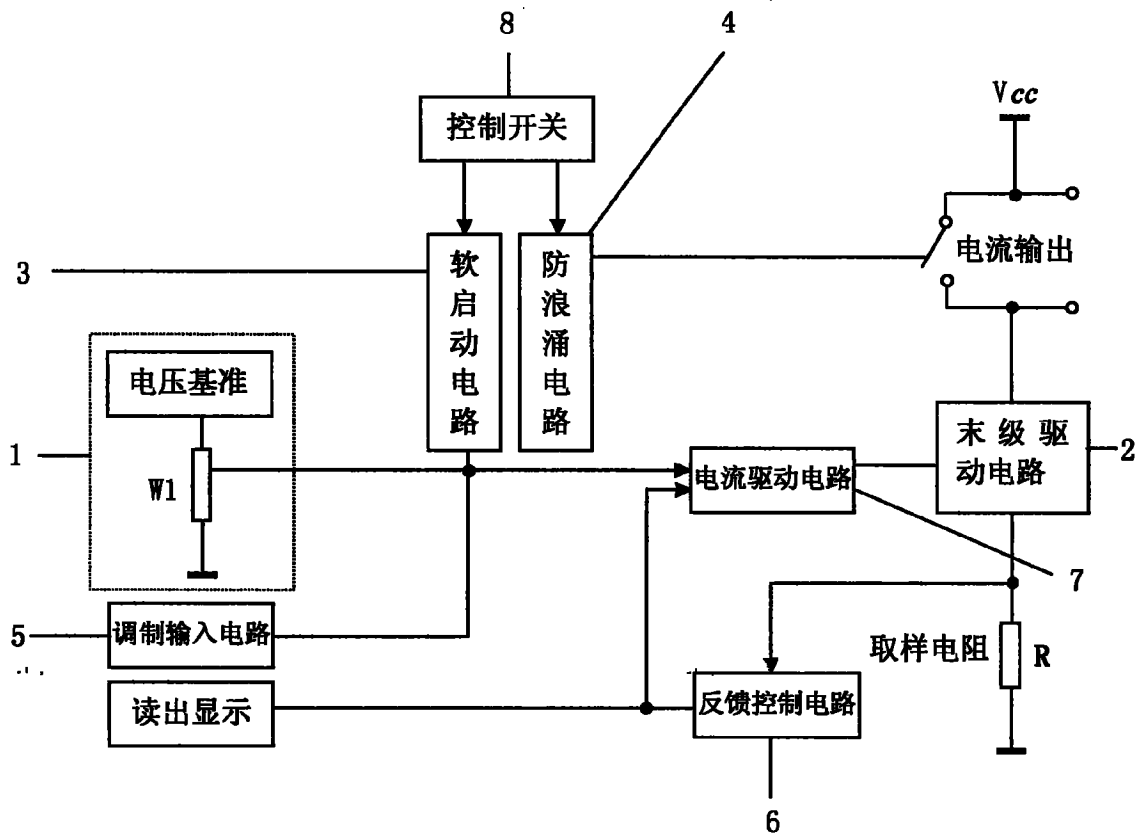


图 1

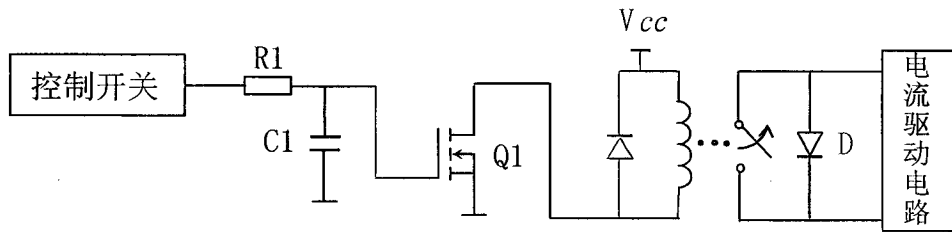


图 2

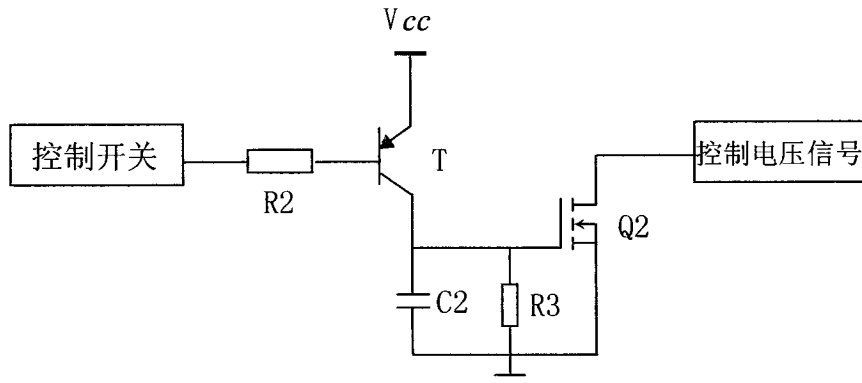


图 3

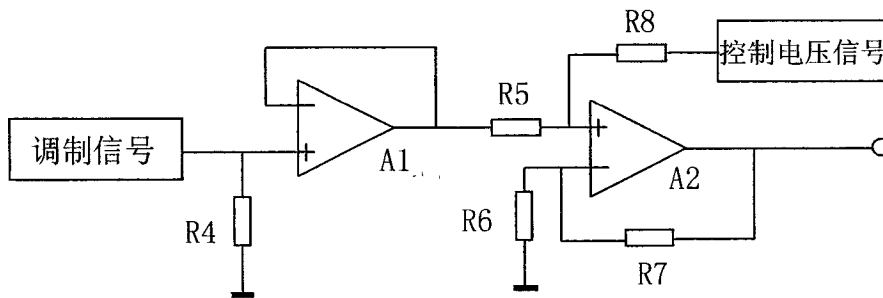


图 4

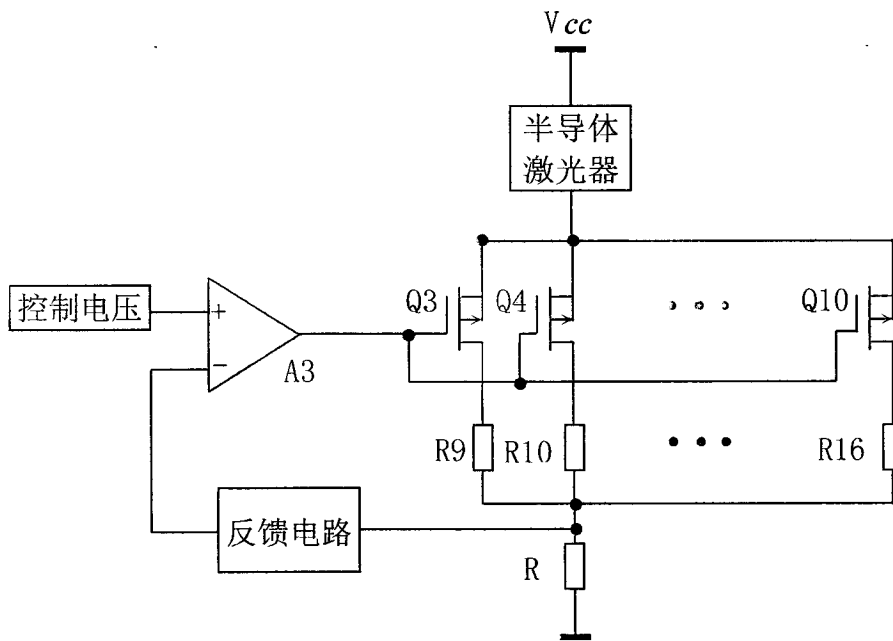


图 5