



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103677057 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310538727. 0

(22) 申请日 2013. 11. 05

(71) 申请人 苏州贝克微电子有限公司

地址 215011 江苏省苏州市高新区竹园路
209 号 3 号楼 1404 室

(72) 发明人 不公告发明人

(51) Int. Cl.

G05F 1/567(2006. 01)

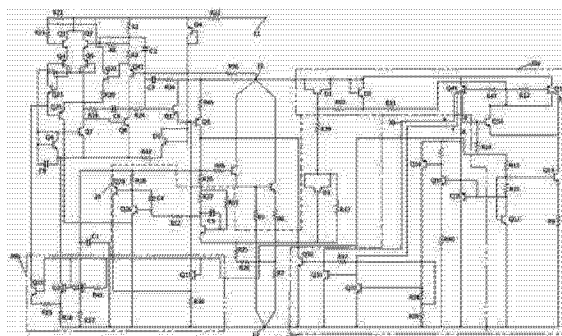
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

一种电压调节器

(57) 摘要

一种电压调节器,其包括一个用于保持电压调节器中预设电流的电流调节器。



1. 一种电压调节器,其特征是:包括:一个提供一个输出电压的输出端;一个调节端;一个连接到输出端和调节端的控制电路,其电平和调节端电压的差值为一个预设的电压;所述控制电路包括:一个耦合到输出端和调节端之间的电阻分压器;一对三极管,它们的集电极共同连接到一起,而它们的基极分别连接电阻分压器,以在两个三极管基极之间提供部分的输出端和调节端的电压差,其中这两个三极管在当输出端和调节端之间的电压差等于预设的电压差时,在不同的电流密度下提供预设的流过三极管电流的比例;一个连接到这一对三极管发射极和输出端的高增益放大器电路,其用于驱使在三极管电流的比例为预设比值并且输出端和调节端电压差值为预设电压时,输出端的电压维持在一固定电压。

2. 根据权利要求1所述的一种电压调节器,其特征是:由于所述的在一对三极管中电流密度的不同,在这一对三极管的基极之间有一个固有的正比于温度的发射极-基极电压 ΔV_{be} ;还包括一个温度系数为负的器件串联到调节端和输出端之间的电阻分压器,其用来平衡这对三极管电压差 ΔV_{be} 的正温度系数;所述的温度系数为负的器件是一个第三三极管,其发射极-基极电压的温度系数为负,所述第三三极管的发射极和基极串联到电阻分压器;由一个集成电路构成的电压调节器,其中所述的一对三极管和一个温度系数为负的器件分布在一个共同的中心。所述的一对三极管是NPN型三极管;高增益放大器电路包括:一对PNP型三极管,其基极共同连接,发射极分别连接到上述一对NPN型三极管的发射极,其中,所述的一对PNP型三极管工作在相同的电流密度下;一个放大器连接到所述一对PNP型三极管的集电极,用于放大流入这对PNP型三极管中的电流的差值来驱动输出端电压为所述保持的电平。

3. 根据权利要求2所述的一种电压调节器,其特征是:所述放大器包括:一个第三NPN型三极管,其集电极连接到PNP型三极管的集电极(该PNP型三极管连接到所述的具有很大的电流密度一对NPN型三极管中的一个NPN三极管),其基极连接到它的集电极;一个第四NPN型三极管,其集电极连接到PNP型三极管的集电极(PNP型三极管连接到所述的具有很低的电流密度的一对NPN型三极管中的一个NPN型三极管),其基极连接到所述第三NPN三极管的集电极;一个第五NPN型三极管,其基极耦合到第四NPN型三极管的集电极,发射极耦合到第四NPN型三极管的发射极;一个第三PNP型三极管,其基极耦合到第五NPN型三极管的集电极,发射极耦合到输出端;一个连接到输出端的电路装置,其根据输出端来偏置第三、第四和第五NPN型三极管的发射极,使流过第三PNP型三极管电流正比于流过所述的一对PNP型三极管电流的差值;一个耦合到电源的输入端;一个输出级,其耦合到输出端和输入端之间以及第三PNP型三极管的集电极,用于放大流过所述第三PNP型三极管的电流以驱动输出端电压为所述保持的电平;一个耦合到第三PNP型三极管的集电极和输入端之间的电容,其用于提供高频稳定度。

4. 根据权利要求1所述的一种电压调节器,其特征是:由于所述的一对NPN型三极管中的电流密度的不同,在这一对三极管的基极之间有一个固有的正比于温度的发射极-基极电压 ΔV_{be} ;还包括一个温度系数为负的器件串联到调节端和输出端之间的电阻分压器,其用来平衡这对三极管电压差 ΔV_{be} 的正温度系数;由一个集成电路构成的电压调节器,其中所述的一对NPN型三极管和一个温度系数为负的器件分布在一个共同的中心,所述的一对PNP型三极管分布在共同的中心,所述的第三和第四NPN型三极管分布在共同的中心;由一个集成电路构成的电压调节器,其中所述的一对NPN型三极管分布在一个共同的中心,

所述的一对 PNP 型三极管分布在一个共同的中心。

5. 根据权利要求 1 所述的一种电压调节器,其特征是:由一个集成电路构成的电压调节器,其中所述的一对三极管分布在一个共同的中心;保持电压调节器的多个预设电流的电流调节器,所述电流调节器包括:连接一个电压源的第一和第二端子;多个相同驱动源的三极管,其基极共同连接,发射极连接到所述第一端子;一个第二三极管对,所述第二对中的第一三极管的发射极连接到第二端子而且基极连接到它的集电极,第二对中的第二三极管的基极连接到所述第一三极管的集电极,其中,第一三极管工作的电流密度比第二三极管大,第二三极管对的发射极之间有一预设的电压差 ΔV_{be} ;一个电流设定电阻,其连接在所述第二三极管的发射极和第二端子之间,用于设定一个预设的电流通过所述第二三极管,该电流正比于电压差 ΔV_{be} ;一个控制三极管,其集电极耦合到相同驱动源的三极管的基极,其发射极连接到所述第二三极管的集电极,其基极由第一端子或第二端子偏置用于控制相同驱动源的三极管的基极电流;其中一个源三极管的集电极耦合到所述第二三极管的集电极,用于保持预设的所述共同驱动的源三极管的集电极电流。

6. 根据权利要求 5 所述的一种电压调节器,其特征是:所述的多个的共同驱动的源三极管是 PNP 型三极管,第二三极管对是一对 NPN 型三极管,控制三极管是一个 NPN 型三极管;一个第二的多个相同驱动的源三极管,其发射极耦合到第二端子,基极耦合到第一个提到的源三极管的集电极,以用于从第二源三极管的集电极提供额外的保持预定的电流;所述第一的多个相同驱动的源三极管是 PNP 型三极管,第二三极管对是 NPN 型三极管,控制三极管是一个 NPN 型三极管,所述第二的多个相同驱动的源三极管是 NPN 型三极管。

7. 根据权利要求 1 所述的一种电压调节器,其特征是:电流调节器用于维持多个预设的电流,包括:跨接在一个电压源两端的第一和第二端子;其发射极耦合到第一端子的多个相同驱动的源三极管;一个三极管对,这对的第一三极管的发射极连接到第二端子,基极连接到它自身的集电极,而这对的第二三极管的基极连接到所述第一三极管的集电极,并且所述第一三极管工作在大于第二三极管的电流密度,在三极管对的发射极之间有一个预设的电压差 ΔV_{be} ;一个电流设定电阻,其连接在所述第二三极管的发射极和第二端子之间,用于设定一个预设的电流通过所述第二三极管,该电流正比于电压差 ΔV_{be} ;一个控制三极管,其集电极耦合到相同驱动的源三极管的基极,其发射极连接到所述第二三极管的集电极,其基极由第一端子或第二端子偏置用于控制相同驱动源的三极管的基极电流;其中一个源三极管的集电极耦合到所述第二三极管的集电极,以用于保持从相同驱动源的三极管的集电极的电流为预设电流。

8. 根据权利要求 7 所述的一种电压调节器,其特征是:所述多个的相同驱动的源三极管是 PNP 型三极管,三极管对是 NPN 型三极管,控制三极管是 NPN 型三极管;一个第二多个相同驱动的源三极管,其发射极耦合到第二端子,基极耦合到第一个提到的源三极管的集电极,以用于从第二源三极管的集电极提供额外的保持预定的电流;所述的第一多个相同驱动的源三极管是 PNP 型三极管,第二三极管对是 NPN 型三极管,控制三极管是一个 NPN 型三极管,所述的第二多个相同驱动的源三极管是 NPN 型三极管。

9. 根据权利要求 1 所述的一种电压调节器,其特征是:包括:一个提供一个输出电压的输出端;一个调节端;一个连接到输出端和调节端的控制电路,其电平和调节端电压的差值为一个预设的电压;所述控制电路包括:一个耦合到输出端和调节端之间的电阻分压

器；一对三极管，它们的基极分别连接电阻分压器，以在两个三极管基极之间提供部分的输出端和调节端的电压差，其中这两个三极管在当输出端和调节端之间的电压差等于预设的电压差时，在不同的电流密度下提供预设的流过 NPN 三极管对的电流的比例；一个连接到这一对三极管发射极和输出端的高增益放大器电路，其用于驱使在三极管电流的比例为预设比值并且输出端和调节端电压差值为预设电压时，输出端的电压维持在一个固定电压；由于所述一对三极管的电流密度的不同，在一对三极管的基极之间有一个固有的正比于温度的发射极 - 基极电压差 ΔV_{be} ；其中的 PNP 型三极管的温度系数为负，以用于平衡一对三极管的电压差值 ΔV_{be} 的正温度系数。

一种电压调节器

技术领域

[0001] 本发明所涉及的从属于电压调节器,特别是作为一个负电压调节器的电压调节器的改进方案。本发明需要,提供一个具有良好动态响应和稳定性的负电压调节器,并且从一个低的负输入电压源工作。这是尤其需要的,电压调节器相对于温度的变化保持稳定。

背景技术

[0002] 本发明还涉及使电压调节器保持预定电流的多个电流调节器。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种改进的电压调节器:其包括一个提供一个输出电压的输出端;一个调节端;一个连接到输出端和调节端的控制电路,其电平和调节端电压的差值为一个预设的电压。本发明的电压调节器的控制电路包括:一个耦合到输出端和调节端之间的电阻分压器;一对三极管,它们的集电极共同连接到一起,而它们的基极分别连接电阻分压器,以在两个三极管基极之间提供部分的输出端和调节端的电压差,其中这两个三极管在当输出端和调节端之间的电压差等于预设的电压差时,在不同的电流密度下提供预设的流过三极管电流的比例;一个连接到这一对三极管发射极和输出端的高增益放大器电路,其用于驱使在三极管电流的比例为预设比值并且输出端和调节端电压差值为预设电压时,输出端的电压维持在一固定电压。

[0004] 由于一对三极管的电流密度的不同,在一对三极管的基极之间有一个固有的正比于温度的发射极-基极电压差

ΔV_{be} 。优选的本发明的电压调节器进一步包括一个温度系数为负的装置,其串联连接到调

节端和输出端之间的电阻分压器以平衡这对三极管的电压差值 ΔV_{be} 的正温度系数。

[0005] 本发明的技术解决方案是:

为使电压调节器相对于温度的变化提供额外的稳定性,优选的本发明的电压调节器应该由一个集成电路组成,其中所述的一对三极管和温度系数为负的装置分布在一个共同的中心。

[0006] 本发明的电压调节器的另一个特征是,其包含一个高增益放大器电路,并且所述的一对三极管是 NPN 型三极管。这种高增益放大器电路包括一对 PNP 型三极管,其基极连接到一起,发射极分别连接到 NPN 型三极管对的发射极,其中 PNP 型三极管对工作在相同的电流密度下;一个放大器,其连接到 PNP 型三极管对的集电极,以用于放大流入 PNP 型三极管对的电流的差值,从而驱动输出端电压为保持的电平。

[0007] 本发明的电压调节器还包括用于保持电压调节器的预设电流的电流调节器。电流调节器包括跨接在一个电压源两端的第一端子和第二端子；多个相同驱动的源三极管，其基极连接到一起，发射极耦合到所述第一端子；一个三极管对；一个电流限定电阻；一个控制三极管。所述的三极管对的第一三极管的发射极连接到第二端子，其基极连接到它自身的集电极。所述三极管对的第二三极管的基极连接到所述第一三极管的集电极。第一三极管工作在大于所述第二三极管的电流密度，其中在三极管对的发射极之间有一个预设的电压差 ΔV_{be} 。电流限定电阻连接到在所述第二三极管的发射极和第二端子，以用于设定正比

于预设电压差 ΔV_{be} 的通过所述第二三极管的预设电流。控制三极管的集电极耦合到相同驱动的源三极管的集电极，其发射极连接到所述第二三极管的集电极上，基极由第一或第二端子偏置以控制相同驱动的源三极管的基极电流。源三极管的其中一个的集电极耦合到所述第二三极管的集电极，以使相同驱动的源三极管的集电极电流保持预设值。

[0008] 本发明的其它特征可参考以下实例的描述。

[0009] 对比专利文献：CN202550574U 电压调节器 201220129406.6

附图说明：

图 1 是本发明的电压调节器的第一个优选实例的示意性电路图。

[0010] 图 2 是本发明的电压调节器的第二个优选实例的示意性电路图。

[0011] 图 3 是本发明的电流调节器的第一个优选实例的示意性电路图。

[0012] 图 4 是本发明的电流调节器的第二个优选实例的示意性电路图。

[0013] 图 5 是根据本发明的负电压调节器(该电压调节器包括一个根据本发明的电流调节器)的优选实例的示意性电路图。

[0014] 图 6 示出了图 5 电路在一个集成电路中各个功能的三极管的发射极的物理位置，以提供最佳的散热瞬态和梯度抑制。

[0015] 图 7 是一个示出图 5 的负电压调节器作为一个可调节的电压调节器使用的示意电路图。

[0016] 具体实施方式：

根据本发明的电压调节器的一个优选实例示于图 1 中。在本实例中，电压调节器包括用于提供输出电压的输出端 10，调节端 11，用于连接到电源的输入端 12，以及一个连接到输出端 10 和终端 11 之间的控制电路(用于保持输出端 10 的电压与调节端 11 的电压为一个预设的电压值)。调节端 11 用于连接到电压源，而电压源相对于输出端 10 正向偏置。

[0017] 所述控制电路包括一个电阻分压器(包括电阻 R1 和 R2)耦合到输出端 10 和调节端 11 之间，一对三极管 Q1 和 Q2，一个高增益放大器电路 13。

[0018] 这一对三极管 Q1 和 Q2，它们的集电极共同连接，基极分别连接到电阻分压器的

R1、R2 以在输出端 10 和调节端 11 之间(即它们的基极之间)提供部分电压差。这一对三极管 Q1 和 Q2 工作在不同的电流密度下,用于在输出端 10 和调节端 11 之间的电压差等于预设的电压差时,提供预设的流入三极管 Q1 和 Q2 的电流的比例。

[0019] 高增益放大电路 13 连接到所述的一对三极管 Q1、Q2 的发射极和输出端 10,以用来在流过三极管 Q1、Q2 的电流为预设比例并且输出端 10 和调节端 11 之间的电压差为预设的电压差时,维持输出端电压为一定电平。由于所述的一对三极管 Q1 和 Q2 的电流密度的不同,

在所述的一对三极管 Q1、Q2 的基极之间有一正比于温度的发射极 - 基极电压差 ΔV_{be} 。

[0020] 温度系数为负的三极管 Q3 串联到在调节端 11 和输出端 10 之间的电阻分压器 R1、R2,以用来平衡三极管 Q1、Q2 的电压差 ΔV_{be} 的正温度系数。

[0021] 在图 1 的电压调节器中,一对三极管 Q1、Q2 是 NPN 型三极管,高增益放大器电路 13 包括一个运算放大器 14 和一对 PNP 型三极管 Q4、Q5。PNP 型三极管对 Q4、Q5 的基极共同连接,其发射极分别连接到一对 NPN 型三极管 Q1、Q2 的发射极。PNP 型三极管 Q4、Q5 工作在相同的电流密度下。

[0022] 运算放大器 14 连接到一对 PNP 型三极管 Q4、Q5 的集电极,以用来放大流过 PNP 型三极管 Q4、Q5 的电流的差值,从而驱动输出端 10 电压为保持的电平。

[0023] 图 1 的电压调节器还包括一个电流源和电流限定电阻 R3 和 R4。

[0024] 图 2 显示了根据本发明的一个电压调节器的第二个优选实例。图 2 的电压调节器包括一个输出端 10,调节端 11,输入端 12,电阻分压器 R1、R2,一对 NPN 型三极管 Q1、Q2 以及温度系数为负的三极管 Q3。所有这些器件都是相互联系的,并且相同的组件和图 1 的电压调节器提供相同的功能。

[0025] 图 2 的电压调节器不同于图 1 的电压调节器的地方在于高增益放大器电路 15。高增益放大器电路 15 包括一对 PNP 型三极管 Q4、Q5,第三、第四和第五 NPN 型三极管 Q6、Q7 和 Q8,第三 PNP 型三极管 Q9 以及一个输出级(包括 NPN 型三极管 Q10 和 Q11)。

[0026] PNP 型三极管对 Q4、Q5 的基极共同连接,其发射极分别连接到一对 NPN 型三极管 Q1、Q2 的发射极。PNP 型三极管 Q4、Q5 工作在相同的电流密度下。

[0027] 第三 NPN 型三极管 Q6 的连接器连接到 PNP 型三极管 Q4 的一个集电极(连接到 NPN 型三极管对 Q1 和 Q2 中的具有更大的电流密度的 NPN 型三极管 Q1)。第三 NPN 型三极管 Q6 的基极连接到其自身的集电极。

[0028] 第四 NPN 型三极管 Q7 的集电极连接到 PNP 型三极管 Q5 的一个集电极(连接到 NPN 型三极管对 Q1 和 Q2 中具有较低的电流密度的 NPN 型三极管 Q2)。第四 NPN 型三极管 Q7 的基极连接到第三 NPN 型三极管 Q6 的集电极。第二 PNP 型三极管 Q4 和 Q5 的集电极彼此连接,并且连接到三极管 Q4 和 Q5 的基极。

[0029] 第五 NPN 型三极管 Q8 的基极连接到第四 NPN 型三极管 Q7 的集电极,其发射极连

接到第四 NPN 型三极管 Q7 的发射极。

[0030] 第三 PNP 型三极管 Q9 的基极耦合到第五 NPN 型三极管 Q8 的集电极,其发射极耦合到输出端 10。

[0031] 偏置电路 EB 连接到输出端 10,以使第三、第四和第五 NPN 型三极管 Q6、Q7、Q8 的发射极电压共同连接到输出端 10,以使流过第三 NPN 型三极管的电流正比于流过 PNP 型三极管 Q4、Q5 的电流的差值。

[0032] 包括 NPN 型三极管 Q10、Q11 的输出级连接到输出端 10 和输入端 12 之间和第三 PNP 型三极管 Q9 的集电极,以用于放大通过第三 PNP 型三极管 Q9 的电流,从而在流过 NPN 型三极管对 Q1、Q2 的电流为预设的比例并且输出端 10 和调节端 11 之间的电压为预设的电压差时,驱动输出端 10 的电压为保持的电平。

[0033] 图 2 的电压调节器还包括用于提供高率稳定度的连接到第三 PNP 型三极管 Q9 的

集电极和输入端 12 之间的电容 C1,一对电流源 I_{S1} 和 I_{S2} 。

[0034] 图 3 显示了根据本发明的用于保持预设电流的电流调节器的一个优选实例。图 3 的电流调节器包括第一和第二端子 10 和 12,用于连接一个电压源;一对三极管 Q12 和 Q13;一个电流限定电阻 R9;一个控制三极管 Q14 和相同驱动的源三极管 15a、16b、15c 和 15d(它们的发射极耦合到第一端子 10)。

[0035] 第一三极管 Q12 的发射极连接到第二端子 12,其基极连接到它自身的集电极。第二三极管 Q13 的基极连接到第一三极管 Q12 的集电极。第一三极管 Q12 工作在大于第二三

极管 Q13 的电流密度,从而在三极管 Q12、Q13 的发射极之间存在一个预设的电压差 ΔV_{be} 。

[0036] 电流限定电阻 R9 连接到的第二三极管 Q13 的发射极和第二端子 12 之间,用于设

定一个预设的电压差 ΔV_{be} 。

[0037] 控制三极管 Q14 的集电极耦合到相同驱动的源三极管 15a、16b、15c 和 15d 的基极,其发射极连接到所述第二三极管 Q13 的集电极,基极相对于第二端子 12 由偏置电路 ES 偏置,以用于控制相同驱动的源三极管 Q15A、Q16b、Q15c 和 Q15d 的基极电流。

[0038] 源三极管 Q16b 的集电极耦合到第二三极管 Q13 的集电极,以用于保持预设的相同驱动的源三极管 Q15a、Q16b、Q15c 和 Q15d 的集电极电流。

[0039] 图 4 显示了本发明的电流调节器的第二个优选实例。本实例的电流调节器包括多个相同驱动的源三极管 Q15a、Q16b、Q15c 和 Q15d,一对三极管 Q12 和 Q13,一个电流限定电阻器 R9 以及一个控制三极管 Q14。这些组成部分是相互关联的,并且与图 3 的电流调节器相同的组件提供相同的功能。

[0040] 图 4 的电流调节器的多个相同驱动的源三极管由 PNP 型三极管 Q16 和 PNP 型三极

管 Q15 的多个集电极 a、c 和 d 提供。三极管对 Q12 和 Q13 是 NPN 型三极管。控制三极管 Q14 是 NPN 型三极管。控制三极管 Q14 大的基极相对于第二端子 12 由偏置电路(包括电阻 R14 和 R13)进行偏置。

[0041] 控制三极管 Q14 的集电极耦合到相同驱动的源三极管 Q15 和 Q16 的基极,其发射极连接到所述第二三极管 Q13 的集电极,以用于控制相同驱动的源三极管 Q15 和 Q16 的基极电流。源三极管 Q16 的集电极“b”耦合到第二三极管 Q13 的集电极以用于保持各个相同驱动的源三极管的集电极 Q15a、c、d 和 Q15b 的电流为预设的电流。

[0042] 由电阻 R29、R10、R11 和二极管 D1、D2 组成的电路耦合到所述的第一端子 10 和第二端子 12,并且耦合到相同驱动的源三极管 Q15 和 Q16 的基极,以确保当电压施加到端子 10 和 12 时电压调节器开始工作。

[0043] 图 4 的电流调节器还包括第二多个相同驱动的源三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21,其发射极耦合到第二端子 12,基极通过电阻 R14 耦合到源极三极管 Q15 的集电极的“a”,以用于从第二多个源三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21 的集电极提供额外的预设的电流。所述的第二源三极管是 NPN 型三极管。

[0044] 图 5 显示了根据本发明的负电压调节器(该电压调节器包括一个根据本发明的电流调节器)的优选实例。在本实例的描述中,相同的附图标号表示在图 1、2、3 和 4 中的相同组件。

[0045] 图 5 的负电压调节器包括一个负输出电压端 ($-V_{OUT}$) 10, 调节端 11, 负输入电压

端 ($-V_{IN}$) 12, 以及控制电路。经稳压的负输出电压 $-V_{OUT}$ 在端子 10 提供。调节端 11 用

于连接到一个电压源,电压源用来相对于负输出电压端 10 进行正向偏置。负电压输入端 12 用于连接到电源。

[0046] 所述控制电路连接到输出端 10 和调节端 11,用于保持输出端电压与调节端 11 电压的差值为一个预设的电压差。

[0047] 所述控制电路包括一个耦合到输出端 10 和调节端 11 之间的电阻分压器(其包括电阻 R1 和 R2),一对 NPN 型三极管 Q1、Q2,以及一个高增益放大器电路 16。

[0048] 所述的一对 NPN 型三极管 Q1 和 Q2,其集电极共同连接,基极分别连接到电阻分压器 R1、R2,以用于在输出端 10 和调节端 11 之间即三极管的基极之间提供部分电压差。这两个 NPN 型三极管 Q1 和 Q2 工作在不同的电流密度,用来在当输出端 10 和调节端 11 之间的电压差为预设的电压差时,提供预设的流过 NPN 型三极管对的电流的比例。

[0049] 由于所述的一对 NPN 型三极管 Q1 和 Q2 的电流密度的不同,在 NPN 型三极管 Q1 和

Q2 的基极之间有一个固有的与温度成正比的发射极 - 基极电压差 ΔV_{be} 。

[0050] 一个温度系数为负的 PNP 型三极管 Q41 串联到在调节端 11 和输出端 10 之间的电阻分压器 R1、R2, 以平衡用于 NPN 型三极管 Q1、Q2 电压差 ΔV_{be} 的正温度系数。

[0051] PNP 型三极管 Q4、Q5 的基极共同连接, 其发射极分别连接到一对 NPN 型三极管 Q1、Q2 的发射极。PNP 型三极管 Q4、Q5 工作在相同的电流密度下。

[0052] 第三 NPN 型三极管 Q6 的集电极连接到 PNP 型三极管 Q4 的一个集电极(其连接到 NPN 型三极管对 Q1、Q2 中的具有更大的电流密度的 NPN 型三极管 Q1)。第三 NPN 型三极管 Q6 的基极与自身的集电极连接。

[0053] 第四 NPN 型三极管 Q7 的集电极连接到 PNP 型三极管 Q5 的集电极(连接到 NPN 型三极管对 Q1、Q2 中的具有较低的电流密度的 NPN 型三极管 Q2)。第四 NPN 型三极管 Q7 的基极连接到第三 NPN 型三极管 Q6 的集电极。第二 PNP 型三极管 Q4 和 Q5 的集电极彼此连接, 并且连接到三极管 Q4 和 Q5 的基极。

[0054] 第五 NPN 型三极管 Q8 的基极连接到第四 NPN 型三极管 Q7 的集电极, 其发射极连接到第四 NPN 型三极管 Q7 的发射极。

[0055] 第六 NPN 型三极管 Q17 的基极通过电阻 R24 耦合到第五 NPN 型三极管 Q8 的集电极, 其集电极连接到输出端 10。

[0056] 第三 PNP 型三极管 Q9 的基极连接到第六 NPN 型三极管 Q17 的发射极, 其发射极通过电阻 R45 耦合到输出端 10。

[0057] 包括二极管 D5 和电阻 R42 的偏置电路连接到输出端 10, 以根据输出端 10 偏置第三、第四和第五 NPN 型三极管 Q6、Q7、Q8 的发射极, 从而使流过 PNP 型三极管 Q9 的电流正比于流过 PNP 型三极管 Q4、Q5 电流的差值。

[0058] 包括 NPN 型达林顿三极管(即复合三极管) Q10 和 Q11 的输出级连接到输出端 10 和输入端 12 之间和第三 PNP 型三极管 Q9 的集电极, 以用于在流过 NPN 型三极管 Q1、Q2 的电流为预设比例并且输出端 10 和调节端 11 之间的电压差为预设的电压差时, 放大通过第三 PNP 型三极管 Q9 的电流, 从而驱动输出端 10 的电压为保持的电平。

[0059] NPN 型三极管 Q10 的基极通过电阻 R46 耦合到第三 PNP 型三极管 Q9 的集电极, 并且 NPN 型三极管 Q11 的基极连接到 NPN 型三极管 Q10 的发射极。NPN 型三极管 Q10 的发射极通过电阻 R5 耦合到输入端 12, 三极管 Q11 的发射极通过电阻 R6 和 R7 的输入端 12。三极管 Q10 和 Q11 的集电极连接到输出端 10。

[0060] 三极管 Q2 的发射极大于三极管 Q1 的发射极, 其值为一个在 4 和 10 之间的参数, 这样当在端子 10 和 11 之间的电压差等于预设的电压时, 例如 1.25 伏, 将平衡流过三极管 Q1 和 Q2 的电流。当在端子 10 和 11 之间的电压差跟随预设的电压差变化时, 流入三极管 Q1 和 Q2 发射极的电流将不相等, 从而在三极管 Q1 和 Q2 的发射极端子之间提供一个误差信号, 以指示端子 10 和 11 之间的电压差跟随预设的电压差而变化。

[0061] 为说明高增益放大器电路 16 的工作情况, 可以考虑这种情况: 由于连接到端子 10 的负载(图中未示出)增大, 所述的在端子 10 的经稳压的负输出电压相对于端子 11 的电位减小。当端子 10 和 11 之间的电压差减小时, 三极管 Q2 的基极电压上升, 从而导致从三极

管 Q1、Q2 的发射极分别流入三极管 Q4、Q5 的发射极的电流不平衡。从三极管 Q1 的发射极和从三极管 Q1 的发射极的流出的电流下降,从而含有三极管 Q1、Q2、Q4 和 Q5 的环路不平衡。流过三极管 Q7 的电流跟随流过三极管 Q4 的电流。因此,当流过三极管 Q4 的电流减小时,流过三极管 Q7 的电流也减小,从而导致流过三极管 Q8 的电流增加。这样就减少了流过三极管 Q17 的电流,在三极管 Q17 发射极的经放大的误差信号也随之减少(即,相对于端子 10 的电位在负方向上变得更大)。

[0062] 当经放大的从三极管 Q17 的发射极到 PNP 型三极管 Q9 的基极的误差信号减小时,流过 PNP 型三极管 Q9 的电流增加,从而导致从端子 10 到端子 12 流过输出级三极管 Q10 和 Q11 的电流增加。输出级三极管 Q10 和 Q11 使由三极管 17 发射极的误差变化引起的流过 PNP 型三极管 Q9 的电流变化放大。

[0063] 流过输出级三极管 Q10 和 Q11 的增加的电流将导致负电压输出端 10 的电压相对于调节端 11 的电压在负方向上变得更大,从而使端子 10 和 11 之间的电压差与所述预设的电压差相等。当在端子 10 和 11 之间的电压差保持为预设的电压差时,在三极管 Q17 发射极的经放大的误差信号将没有变化,并且流过端子 10 和 12 之间的电流保持恒定。

[0064] 根据本发明的负电压调节器的优选实例包括几个用于保证良好的动态响应和稳定性的组件。

[0065] 在高增益放大器电路 16 中,一个前馈电容器 C2 连接到三极管 Q2 的基极和三极管 Q17 的基极之间,以用于提高速度和稳定性。一个电容器 C1 连接到第三 PNP 型三极管 Q9 的集电极和输入端 12 之间,以用于提供高频率稳定度。

[0066] 一个电流调节器电路 20a、20b 连接到端子 10 和 12,来为电压调节器提供保持的预设的工作电流。电流调节器电路 20a、20b 包括:一对三极管 Q12 和 Q13;电流限定电阻 R9;控制三极管 Q14;第一源三极管 Q15,其含有多个相同驱动的集电极 a、e、c 和 d;一个相同驱动的二极管 Q16,其含有一个集电极 b;多个相同驱动的第二源三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21。三极管 Q12、Q13、Q14、Q18、Q19、Q20 和 Q21 是 NPN 型三极管,而三极管 Q15 和 Q16 是 PNP 型三极管。

[0067] 所述的一对三极管中的第一三极管 Q12 的发射极连接到输入端 12,其基极连接到它自身的集电极。这对三极管的第二三极管 Q13 的基极连接到第一三极管 Q12 的集电极。第一三极管 Q12 工作在比第二三极管 Q13 大的电流密度下,从而在三极管 Q12、Q13 的发射

极之间存在一个预设的电压差的 ΔV_{be} 。

[0068] 电流限定电阻 R9 连接到第二三极管 Q13 的发射极和输入端 12 之间,以用于设定

流过第二三极管 Q13 的正比于预设的电压差 ΔV_{be} 的电流。

[0069] 控制三极管 Q14 的集电极耦合到源三极管 Q15 和 Q16 的基极,其发射极连接到所述第二三极管 Q13 的集电极,其基极根据输入端 12 进行偏置,以用于控制源三极管 Q15 和

Q16 的基极电流。Q15 和 Q16 的基极也耦合到由电阻 R7、R26、R25、R33、R29、R10、R11 和二极管 D1、D2 组成的启动电路。

[0070] 源三极管 Q16 的集电极“b”耦合到所述第二三极管 Q13 的集电极，以用于保持所有从源三极管 Q15 和 Q16 的集电极 a、b、c、d 和 e 流出的电流为预设的值。

[0071] 第二多个相同驱动源的三极管 Q18、Q19、Q20、Q21 的发射极耦合到输入端 12，其基极通过电阻 R14 耦合到源三极管的基极“a”，以用于提供额外的预设的从第二源三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21 流出的电流。

[0072] 三极管 Q13 的发射极比三极管 Q12 的发射极大几倍，并且通过三极管 Q15 集电极

“b”的电流 I_1 与通过三极管 Q13 的电流 I_2 匹配。电流 I_1 和电流 I_2 相对于在端子 I_2 提供的负输

入电压是稳定的，并且与绝对温度成比例。因此，可以从第一源三极管 Q15 保留的集电极或

从所述第二源三极管 Q18、Q19、Q20、Q21，来提供不同大小的大于或小于 I_1 的正负电流源。这

种电流源不随在端子 10 和 11 的电压 $-V_{OUT}$ 和 $-V_{IN}$ 的变化而改变。

[0073] 三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21 的基极通过电阻 R 14 耦合到源三极管 Q15 的集电极“b”。三极管 Q18、Q19、Q20 和 Q21 的发射极分别通过电阻 R17、R30、R18 和 R19 耦合到端子 12。在高增益放大器电路 16 中，三极管 Q18 的集电极给三极管 Q9 的集电极提供了一个稳定的电流源。在高增益放大器电路 16 中，三极管 Q19 的集电极给三极管 Q17 的发射极提供了一个稳定的电流源。在高增益放大器电路 16 中，三极管 Q20 的集电极给三极管 Q6、Q7、Q8 的发射极提供了一个稳定的电流源。

[0074] 三极管 Q41 的集电极连接到三极管 Q8 的集电极，以用于给高增益放大器电路 16 提供一个电压高于在端子 10 的负输出电压的电流源。

[0075] 本发明的负电压调节器的优选实例相对于温度变化是稳定的。三极管 Q41 的温度补偿功能在上述已经过讨论。此外，存在一个温度曲率补偿电路，其包括 PNP 型三极管 Q25，NPN 型三极管 Q22 和 Q23，电阻 R20，并且耦合到调节端 11 和高增益放大器电路 16，以用于保持调节端 11 的电流关于温度相对恒定。

[0076] 在电流调节器 20a、20b 中，三极管 Q23 的发射极和三极管 Q25 的基极连接到在三极管 Q21 集电极上的一个稳定的电流源。在高增益放大器电路 16 中，三极管 Q23 的基极和集电极共同连接到三极管 Q4 的基极。三极管 Q25 的集电极连接到端子 12。三极管 Q25 的发射极通过电阻器 R20 连接到三极管 Q22 的发射极。三极管 Q22 的集电极通过电阻 R21 和 R22 连接到参考电压端 11。三极管 Q22 的集电极也通过电阻 R23 连接到三极管 Q1 的基极。三极管 Q22 的基极连接到三极管 Q41 的发射极。

[0077] 三极管 Q1、Q4、Q22、Q23、Q25 和 Q41 的基极到发射极的结电压 ΔV_{be} 随温度的增加

而减少,随温度的减少而增加。

[0078] 温度曲率补偿电路的工作例子如下。考虑到温度降低的情况,三极管 Q1 发射极的

电压下降 $2\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$;三极管 Q4 的基极电压下降 $4\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$;三极管 Q25 的发射极电压下降

$4\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 。三极管 Q41 的基极连接到负输出电压端 10,其随温度的变化保持恒定。然而,

三极管 Q41 的发射极和三极管 Q22 的基极电压都上升 $2\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 。因此,在电阻 R20 的上端

处的三极管 Q22 发射极电压保持恒定。由于当温度下降时,在电阻 R20 下侧的三极管 Q25

发射极电压下降 $4\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$,随着温度的降低,更多的电流流过电阻 R20 和三极管 Q22 到调

节端 11,以保持端子 11 的电流相对于温度恒定。

[0079] 本发明的负电压调节器的优选实例还包括一个电路 24,其连接到高增益放大器电路 16 和端子 10 和 12,以用于感测从端子 10 流到端子 12 的电流,并且用于限制随着

$V_{OUT} - V_{IN}$ 增加电流的减量。该电路 24 包括 NPN 型三极管 Q19、Q26、Q27, PNP 型三极管

Q28,电阻 R7、R25、R26、R27、R28、R29 和 R30,电阻 R31、R32 和 R33,齐纳二极管 D3,电容器 C4 和 C5。

[0080] 电流源三极管 Q19 的发射极通过电阻 R30 耦合到端子 12,源三极管 Q19 的集电极连接到三极管 Q9 的基极。三极管 Q26 的发射极连接到输入端 12,三极管 Q26 的集电极连接到三极管 Q28 的基极,并且又反过来通过电阻 R28 耦合到三极管 Q28 的发射极。三极管 Q28 的发射极连接到三极管 Q9 的集电极和电流源三极管 Q18 的集电极。三极管 Q27 的集电极通过电阻 R32 耦合到三极管 Q26 的基极,并且通过电阻 R27 和 R35 连接到三极管 Q9 的集电极。三极管 Q27 的基极通过电阻 R31 和电阻 R27 连接到它自身的集电极。一个单独的三极管 Q27 的第一发射极通过电阻 R26 从在电阻 R6 结点处的输出级三极管 Q11 和感应电

阻 R7 连接到输出线 22。三极管 Q27 包括额外的发射极 e_{10} 通过并联的齐纳二极管 D3 和电

阻 R33, 还通过电阻 R29 和齐纳二极管 D1 耦合到端子 10。这个发射极 e_{10} 还通过串联的电

阻 R25 与电阻 R26 耦合到的线 22。

[0081] 感应电阻 R27 大约为 0.4 欧姆。从端子 10 到端子 12 的电流通过感测通过在感应电阻 R7 两端的电压来得到。当该电流增加时, 感应电阻 R7 两端的电压增加, 并且三极管 Q27 的发射极和集电极的电压增加。这反过来又增加了流过三极管 Q26 的电流, 并且导致电流开始流过三极管 Q28。当电流流过三极管 Q28 时, 流过三极管 Q19 的电流截止。当三极管 Q19 截止时, 流过三极管 Q9 的电流的增加以及由此得到的通过输出级三极管 Q10 和 Q11 的电流增加将被限制。

[0082] 当增加时, 流过电阻 R29 和电阻 R25 的电流增加, 从而导致流过三极管 Q27 的发射极 e_{10} 的电流截止。这还导致流过三极管 Q9 的电流减小, 因此在 $V_{OUT} - V_{IN}$ 的数量较小时,

限制从端子 10 到端子 12 流过输出级三极管 Q10 和 Q11 的电流为一个较低的值。

[0083] 本发明的负电压调节器的优选实例还包括一个电路 26, 其用于检测电压调节器电路的高温, 并且当感测到一个预设的温度时, 关断负输出电压端子 10 的电源。

[0084] 电路 26 包括 NPN 型三极管 Q30、Q31、Q32 和 Q33, PNP 型三极管 Q34 和 Q35 以及电阻 R37、R38、R39、R40 和 R41。三极管 Q30 的集电极连接到三极管 Q9 的集电极, 其发射极连接到输入端子 12。三极管 Q30 的基极通过线 30 连接到三极管 Q15 的集电极“e”和三极管 Q31 的集电极。三极管 Q31 的发射极连接到输入端 12, 其基极通过线 31 连接到三极管 Q15 的集电极“c”和三极管 Q32 的集电极。三极管 Q32 的发射极连接到输入端 12, 其基极通过电阻 R37 和 R38 连接到 Q30 的基极。三极管 Q32 的基极通过电阻 R38 和 R39 耦合到端子 12。三极管 Q32 的基极还连接到的集电极, 而三极管 Q34 的发射极通过线 32 耦合到三极管 Q15 的集电极“d”。三极管 Q34 的基极连接到三极管 Q33 的集电极。三极管 Q33 的发射极通过电阻 R40 耦合到输入端 12, 其集电极通过电阻 R41 和线 32 耦合到三极管 Q15 的集电极“d”。同三极管 Q35 的基极一样, 三极管 Q33 的基极连接到三极管 Q12 的集电极。三极管 Q35 的集电极连接到端子 12, 其发射极通过线 32 连接到三极管 Q15 的集电极“d”。三极管 Q35 的发射极为三极管 Q34 的发射极提供一个偏置电压。

[0085] 当三极管 Q33 的温度上升到一个预设的温度时, 通过三极管 Q33 的电流增加到一个值使得三极管 Q34 导通, 从而导通三极管 Q32。这将截止三极管 Q31, 从而导致三极管 Q30 导通。当三极管 Q30 导通时, 从三极管 Q9 的集电极电流直接流入输入端子 12, 从而关断输出三极管 Q10 和 Q11 并且关断输出端子 10 的输出功率。

[0086] 图 5 电路中的电阻和电容的值如下:

电阻（欧姆）	
R1	2K
R2	20K
R5	250
R6	0.15
R8	0.04
R9	500
R10	600
R11	100K
R12	60K
R13	750
R14	1K
R15	4K
R16	270
R17	5K
R18	2.4K
R19	500
R20	6K
R21	15K
R22	110
R23	60

二极管 D2、D4 和 D5 是 NPN 型晶体管，其基极和集电极以与三极管 Q6 同样的方式连接。
齐纳二极管 D1 和 D3 是 NPN 型晶体管，其集电极和发射极连接到一起。

[0087] 在本发明的负电压调节器的一个集成电路实例中,热渐变和瞬态通过放置特定功能的三极管的发射极在相同的中心来体现。

[0088] 转到图 6,与其它三极管在功能上复合的三极管的发射极被分为两个独立的区域,每个相同三极管的发射极由相同的参考符号表示,例如 Q2。特定三极管组合的发射极被放置在相同的分布中心。例如,在三极管 Q1、Q2 和 Q41 的组合中,这三个三极管以三极管 Q41 的发射极为中心。三极管 Q4 和 Q5 的发射极通过四交叉耦合的方式具有相同的分布中心。四交叉耦合是指一种结构,其中四个晶体管以四边形放置,并且对角的晶体管并联在一起,因此网络效应与两个晶体管相同。设置三极管 Q6 和 Q7 的发射极以使三极管 Q7 的发射极和三极管 Q6 的发射极有相同的配电中心。

[0089] 如图 7 所示,本发明的负电压调节器用作一个可调的负电压调节器。图 5 的电路

是包含在一个封装集成电路 50。负电压输入端子 12 连接到一个负电压源 $-V_{IN}$ 。负电压输

出端子 10 连接到端子 $-V_{OUT}$ 以用于提供稳压的负输出电压。一个输入电容 C21 连接在端

子 12 和电路的接地端之间,一个输出电容 C22 连接在端子 10 和电路的接地端之间。一个包括电阻 R51 和可变电阻器 R52 的电阻分压器连接在端子 10 和电路的接地端之间。

[0090] 调节端 11 连接到电阻 R51 和 R52 的结点。图 7 的电路中,

$$-V_{OUT} = V_{ref}(1 + R52/R51)^\circ$$

[0091] 图 7 的电路使用的元件的数值 7 如下：

C21	1 法
C22	1 法
R51	120 欧姆
R52	5 欧姆
$-V_{ref}$	-1.25 伏特
$-V_{IN}$ 额定电压一般为	-40 伏特

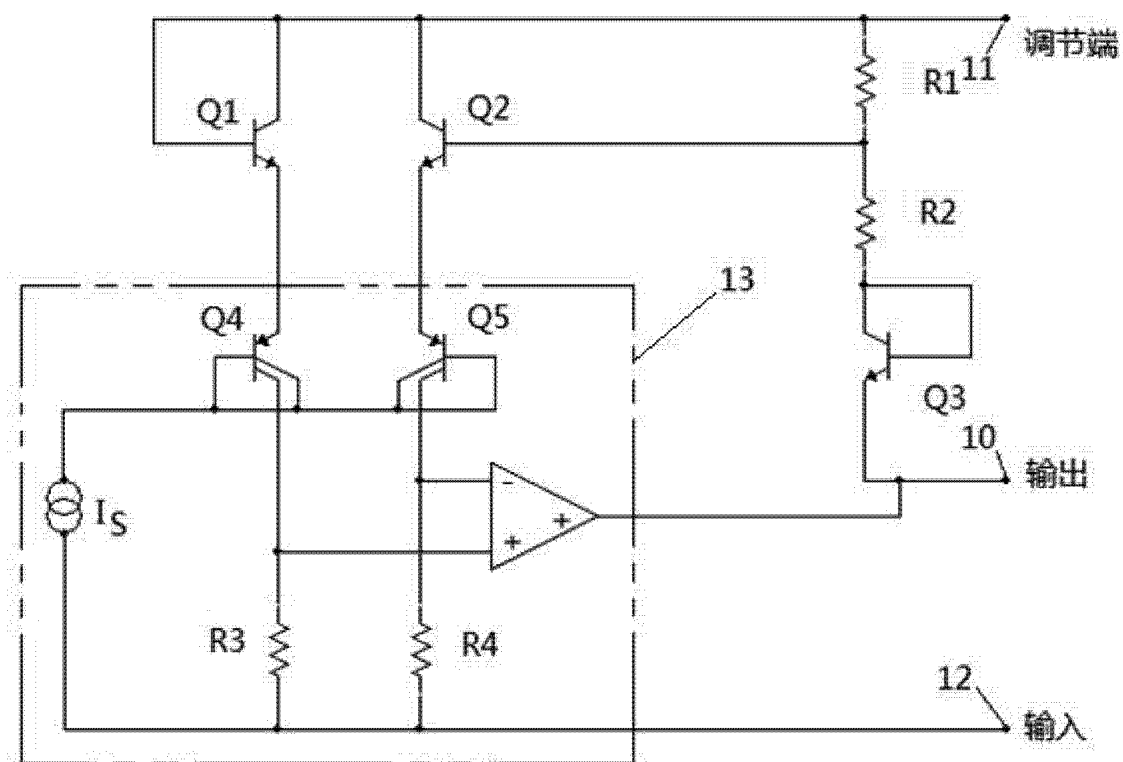


图 1

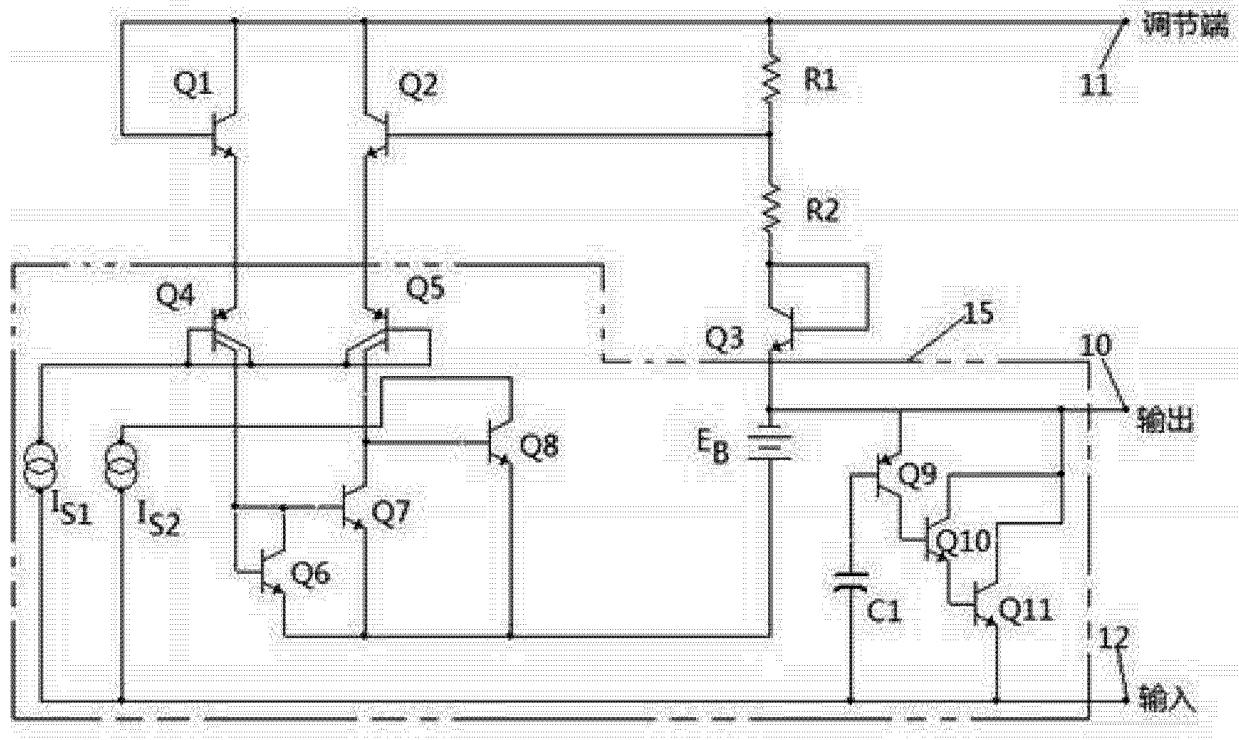


图 2

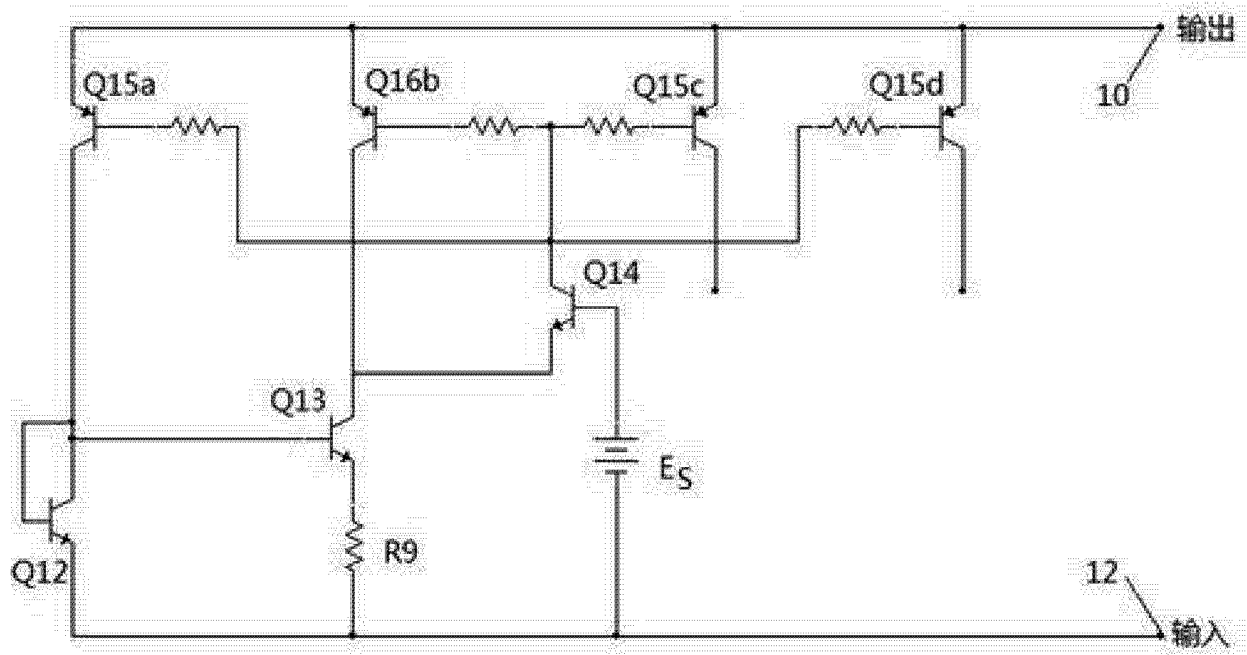


图 3

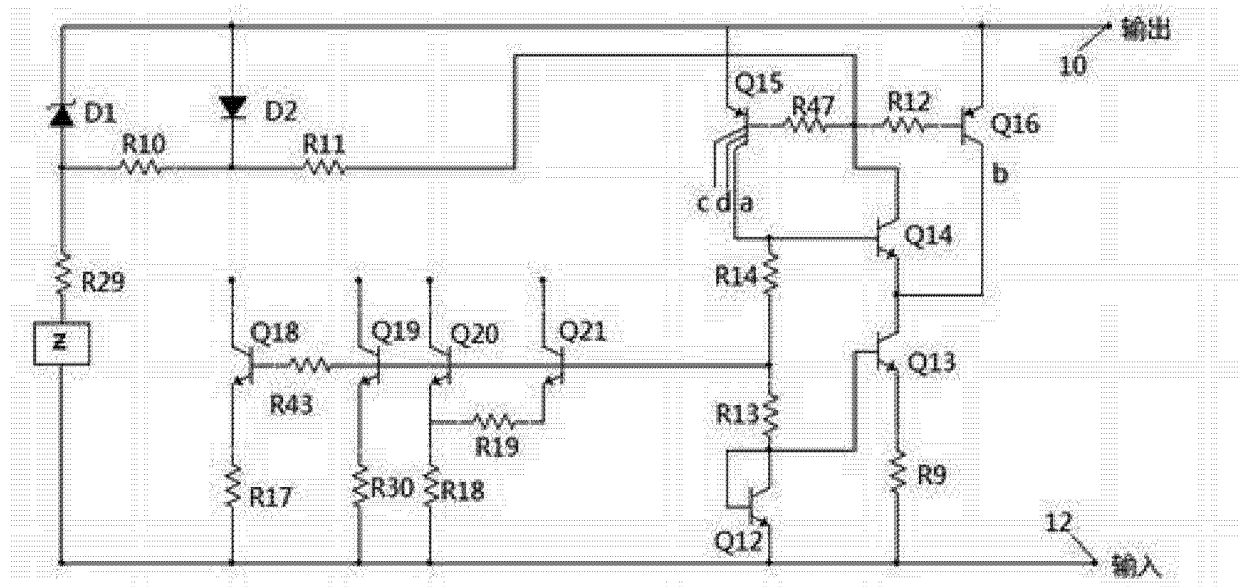


图 4

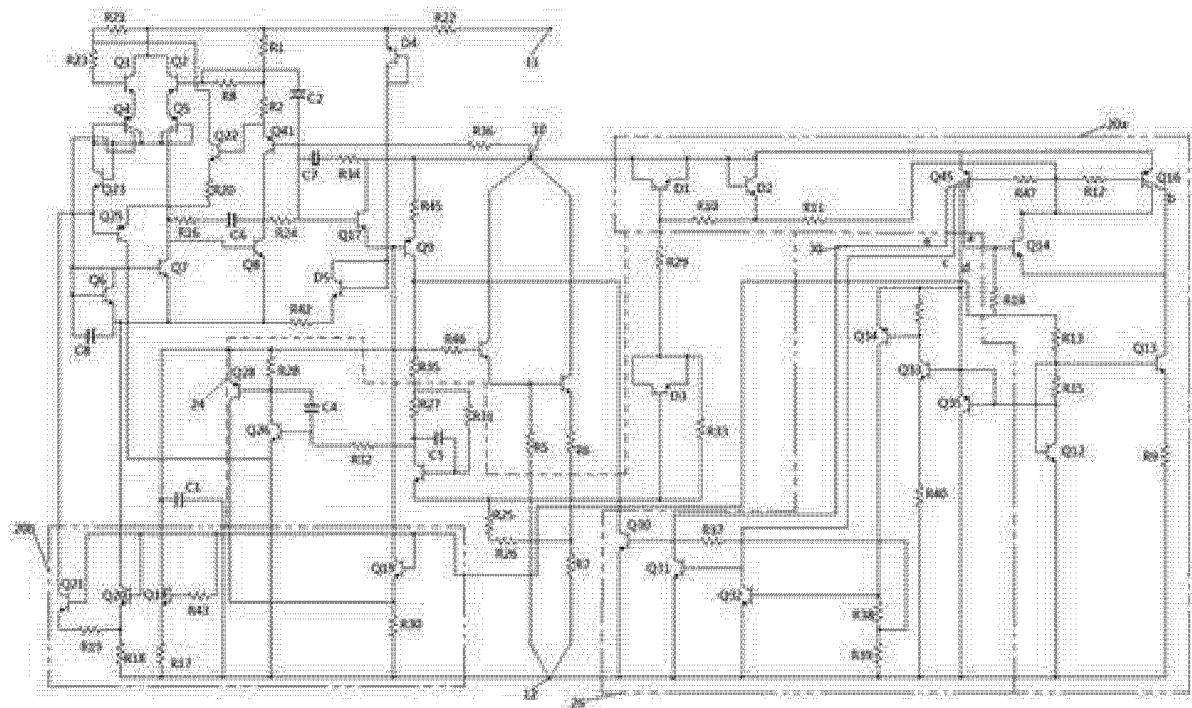


图 5

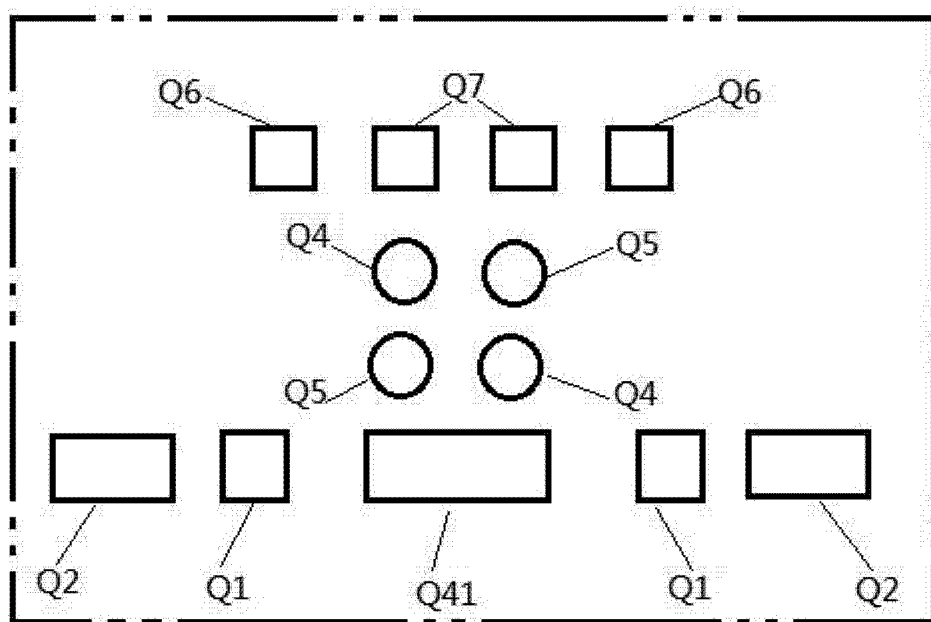


图 6

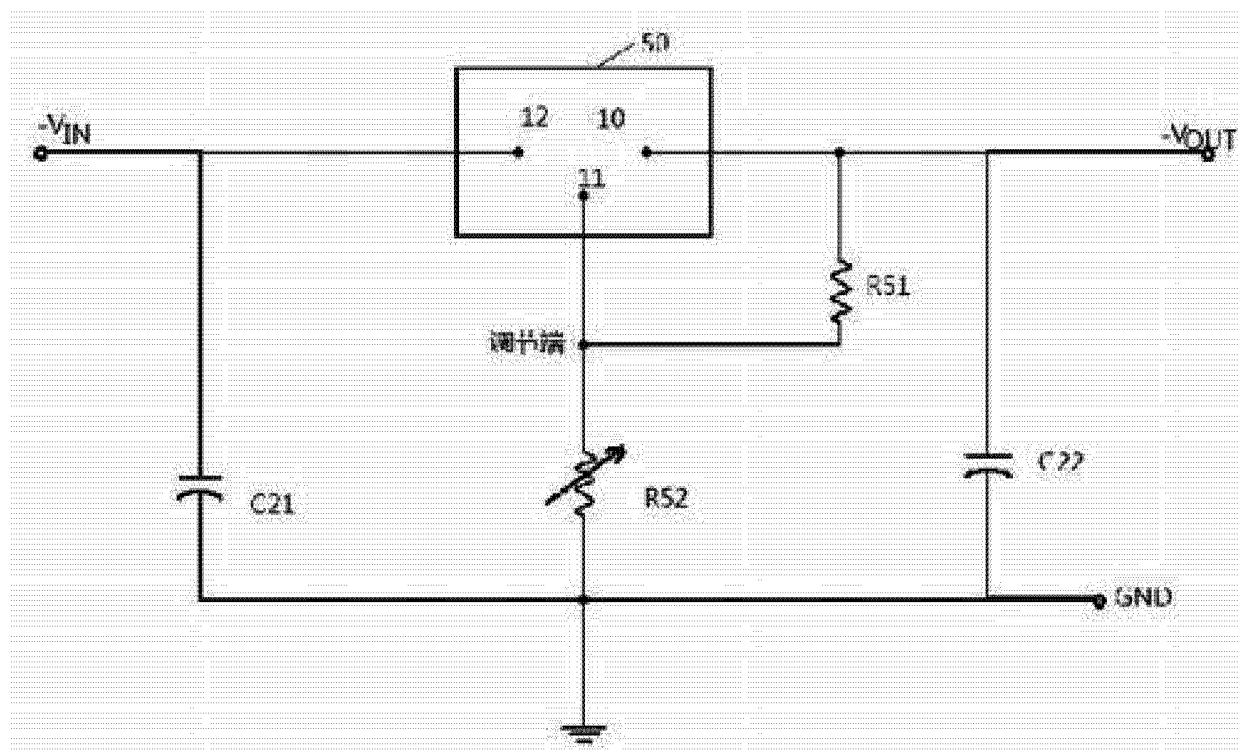


图 7