

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 12 月 4 日 (04.12.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/190670 A1

- (51) 国际专利分类号:
G05F 3/30 (2006.01) G05F 3/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/086515
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 4 日 (04.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310215287.5 2013 年 5 月 31 日 (31.05.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA (SGCC)) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。北京南瑞智芯微电子科技有限公司 (BEIJING NARI SMARTCHIP MICROELECTRONICS COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): 李振国 (LI, Zhenguo) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。赵东艳 (ZHAO,

Dongyan) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。

原义栋 (YUAN, Yidong) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。胡毅 (HU, Yi) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。杨小坤 (YANG, Xiaokun) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西小口路 66 号东升科技园北领地 A-3 座, Beijing 100192 (CN)。

(74) 代理人: 北京中誉威圣知识产权代理有限公司 (GENUINWAYS INC.); 中国北京市东城区东四块玉南街 32 号金泰银丰大厦 3 层, Beijing 100061 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT FOR PROVIDING ZERO-TEMPERATURE COEFFICIENT VOLTAGE AND CURRENT

(54) 发明名称: 一种提供零温度系数电压和电流的方法及电路

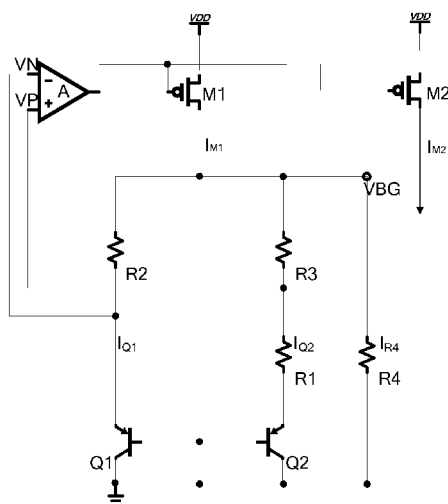


图 1 / Fig.1

(57) Abstract: A method and a circuit for providing a zero-temperature coefficient voltage and current. The circuit comprises a first bipolar transistor (Q1), a second bipolar transistor (Q2), a first field-effect transistor (M1), a second field-effect transistor (M2), an operational amplifier (A), a first resistor (R1), a second resistor (R2), a third resistor (R3), and a fourth resistor (R4). A collector and a base of the first bipolar transistor (Q1) are grounded, and an emitter is connected to one end of the second resistor (R2) and an inverting input end (VN) of the operational amplifier (A). A collector and a base of the second bipolar transistor (Q2) are grounded, an emitter is connected to one end of the first resistor (R1), and the other end of the first resistor (R1) is connected to one end of the third resistor (R3) and a non-inverting input end (VP) of the operational amplifier (A). A drain of the first field-effect transistor (M1) is connected to the other end of the second resistor (R2), the other end of the third resistor (R3) and one end of the fourth resistor (R4), and the other end of the fourth resistor (R4) is grounded. Gates of the two field-effect transistors are simultaneously connected to an output end of the operational amplifier (A), and sources are simultaneously connected to a power supply (VDD). By means of the method and the circuit, the zero-temperature coefficient voltage and current can be simultaneously provided.

or (R4) is grounded. Gates of the two field-effect transistors are simultaneously connected to an output end of the operational amplifier (A), and sources are simultaneously connected to a power supply (VDD). By means of the method and the circuit, the zero-temperature coefficient voltage and current can be simultaneously provided.

(57) 摘要:

[见续页]



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种提供零温度系数电压和电流的方法和电路。所述电路包括第一双极型晶体管(Q1)、第二双极型晶体管(Q2)、第一场效应管(M1)、第二场效应管(M2)、运算放大器(A)、第一电阻(R1)、第二电阻(R2)、第三电阻(R3)、第四电阻(R4); 第一双极型晶体管(Q1)的集电极和基极接地, 发射极连接第二电阻(R2)的一端和运算放大器(A)的反相输入端(VN); 第二双极型晶体管(Q2)的集电极和基极接地, 发射极连接第一电阻(R1)的一端, 第一电阻(R1)的另一端连接第三电阻(R3)的一端和运算放大器(A)的正相输入端(VP); 第一场效应管(M1)的漏极连接第二电阻(R2)的另一端、第三电阻(R3)的另一端和第四电阻(R4)的一端, 第四电阻(R4)的另一端接地; 两个场效应管的栅极同时连接运算放大器(A)的输出端, 源极同时连接电源(VDD)。所述方法和电路能够同时提供零温度系数的电压和电流。

一种提供零温度系数电压和电流的方法及电路

技术领域

5 本发明涉及集成电路设计领域，尤其涉及一种提供零温度系数电压和电流的方法及电路。

背景技术

带隙基准参考源电路广泛地应用于模拟电路中，带隙基准参考源电路可以提供与工艺、电压和温度无关的电压，该电压可用于温度检测电
10 路、数据转换器、低压差线性稳压器等电路中。

在现有的技术实现中，主要采用具有正温度特性的两个不同电流密度的三极管得到的 VBE 电压差，并将该电压加到一个低温度系数电阻（其温度系数与 VBE 电压差的温度系数相比甚微）上，得到一个与温度成正比的电流，再将该电流送给一个相同类型的低温度系数电阻，得到一个正
15 温度系数的电压，该电压与三极管具有负温度系数的 VBE 电压相加，得到一个零温度系数电压。

在深亚微米工艺下，芯片的集成度越来越高，功耗也越来越大，使得芯片的工作温度变化比较大，使得电路中的工作电流也随温度变化而变化，目前的技术仅能提供零温度系数的电压，无法同时得到零温度系数的
20 电流。

发明内容

为了解决现有技术中无法同时得到零温度系数的电压和电流的缺陷，本发明提出一种提供零温度系数电压和电流的方法及电路，能够同时提供
25 零温度系数电压和零温度系数电流。

本发明的一个方面，提供一种带隙基准参考源电路，其特征在于，包括第一双极型晶体管、第二双极型晶体管、第一场效应管、第二场效应管、运算放大器、第一电阻、第二电阻、第三电阻、第四电阻；其中，

所述第一双极型晶体管的集电极和基极接地，发射极连接所述第二电阻的一端和所述运算放大器的反相输入端；
30

所述第二双极型晶体管的集电极和基极接地，发射极连接所述第一电阻的一端，所述第一电阻的另一端连接所述第三电阻的一端和所述运算放大器的正相输入端；

5 所述第一场效应管的漏极连接所述第二电阻的另一端、所述第三电阻的另一端、所述第四电阻的一端，所述第四电阻的另一端接地；

所述第一场效应管的栅极和所述第二场效应管的栅极连接所述运算放大器的输出端；所述第一场效应管的源极和所述第二场效应管的源极连接电源；所述第二场效应管的漏极为零温度系数电流输出端；

10 所述第一电阻、第二电阻、第三电阻为正温度系数的电阻或负温度系数的电阻，所述第四电阻为正温度系数的电阻，且所述第四电阻的正温度系数分别大于所述第一电阻、第二电阻、第三电阻的温度系数的绝对值。

作为上述技术方案的优选，所述第二电阻与第三电阻的阻值相等。

作为上述技术方案的优选，所述第四电阻由第五电阻和第六电阻串联替代。

15 作为上述技术方案的优选，还包括第七电阻，所述第一场效应管的漏极通过第七电阻与所述第二电阻、第三电阻相连。

作为上述技术方案的优选，所述第一场效应管、第二场效应管为 MOS 场效应管。

20 作为上述技术方案的优选，所述第一双极型晶体管、第二双极型晶体管为 PNP 型双极型晶体管。

为了解决现有技术中无法同时得到零温度系数的电压和电流的缺陷，本发明还提出一种提供零温度系数电压和电流的方法，包括提供前述的带隙基准参考源电路，还包括以下步骤：

设置运算放大器的正相输入端和反相输入端具有相等的电压；

25 调节第一电阻、第二电阻和第三电阻，使第二电阻上的正温度系数的电压与第一双极型晶体管的负温度系数的电压相加，得到零温度系数的第一电压；

30 调节第四电阻，使经过第四电阻的负温度系数的电流与第一双极型晶体管和第二双极型晶体管的正温度系数的电流相加，得到零温度系数的电流。

作为上述技术方案的优选，当所述第四电阻由第五电阻和第六电阻串联替代时，所述方法还包括：

调节所述第五电阻、第六电阻的相对大小，得到范围在 0V 和第一电压之间的零温度系数的第二电压。

- 5 本发明通过采用正温度系数的第四电阻，得到一个负温度系数的电流，该电流与 PTAT 电流相加，得到一个零温度系数电流；利用产生的正温度系数电流，通过适当设置第一电阻、第二电阻和第三电阻的阻值，可以得到零温度系数电压；并且该零温度系数电压不受第四电阻的影响；在实际制备中，会使得器件偏离设计值，可以通过微调第一电阻、第二电阻和第三电阻，得到零温度系数电压；通过微调第四电阻的大小，得到零温度系数电流；利用第五电阻、第六电阻的分压可以得到小于 1V 的带隙基准电压；通过调整第五电阻、第六电阻的比例，可实现多幅值大小的基准电压输出，给系统提供了更好的灵活性。

- 15 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

20 附图说明

附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

- 图 1 是本发明实施例提出的带隙基准参考源电路的结构图；
25 图 2 是本发明实施例提出的另一种带隙基准参考源电路的结构图；
图 3 是本发明实施例提出的又一种带隙基准参考源电路的结构图；
图 4 是本发明实施例中提供零温度系数电压和电流的方法的流程图。

具体实施方式

- 30 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描

述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

如图 1 所示为本发明实施例提出的带隙基准参考源电路，包括：

第一双极型晶体管 Q1、第二双极型晶体管 Q2、第一场效应管 M1、第二场效应管 M2、运算放大器 A、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第四电阻 R4；其中：

第一双极型晶体管 Q1 的集电极和基极接地，发射极连接第二电阻 R2 的一端和运算放大器 A 的反相输入端 VN；

第二双极型晶体管 Q2 的集电极和基极接地，发射极连接第一电阻 R1 的一端，第一电阻 R1 的另一端连接第三电阻 R3 的一端和运算放大器 A 的正相输入端 VP；

第一场效应管 M1 的漏极连接第二电阻 R2 的另一端、第三电阻 R3 的另一端、第四电阻 R4 的一端，第四电阻 R4 的另一端接地；

第一场效应管 M1 的栅极和第二场效应管 M2 的栅极连接运算放大器 A 的输出端；第一场效应管 M1 的源极和第二场效应管 M2 的源极连接电源 VDD；第二场效应管 M2 的漏极为零温度系数电流输出端；

其中，第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3 为正温度系数的电阻或负温度系数的电阻，第四电阻 R4 为正温度系数的电阻，且第四电阻 R4 的正温度系数分别大于第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3 的温度系数的绝对值。

以下，详细说明本发明实施例提出的带隙基准参考源电路的原理：

首先做出如下假设：

1、运算放大器 A 的增益足够大，并且输入阻抗无穷大，使得 VP、VN 点的电压相等；

2、忽略电路中的失配，如电阻间的失配、晶体管间的失配，双极型晶体管间的失配。

双极型晶体管的集电极电流与其发射极-基极电压之间的关系为：

$$I_C = I_s \cdot e^{V_{EB}/V_T} \quad (1)$$

其中， I_s 为双极型晶体管的饱和电流， V_T 为热电压， $V_T = KT/q$ ； K 为波尔兹曼常数， T 为绝对温度， q 为电子电荷， V_{EB} 为双极型晶体管的发射极-基极电压。

双极型晶体管中的电流为:

$$I_Q = I_E = I_B + I_C = (1 + 1/\beta_F) I_S \cdot e^{V_{EB}/V_T} \quad (2)$$

其中, $I_C = I_B \times \beta_F$, I_B 为双极型晶体管的基极电流, β_F 为直流放大系数。

5 所以, 双极型晶体管的发射极-基极电压为:

$$V_{EB} = V_T \cdot \ln \left(\frac{I_Q}{(1 + 1/\beta_F) \times I_S} \right) \quad (3)$$

在图 1 中, 电阻 R2、R3 大小相等, 运算放大器 A 的正负输入端电压也相等, 所以电阻 R2、R3 中的电流相等; 因此第一双极型晶体管 Q1、第二双极型 Q2 中的电流 I_{Q1} 、 I_{Q2} 相等, 二者的发射极-基极电压之差为

$$10 \quad \Delta V_{EB} = V_{EB1} - V_{EB2} = V_T \cdot \ln \frac{I_{Q1}}{I_{S1}} - V_T \cdot \ln \frac{I_{Q2}}{I_{S2}} = V_T \cdot \ln \frac{I_{S2}}{I_{S1}} \quad (4)$$

在式 (4) 中, 假定第一双极型晶体管 Q1、第二双极型晶体管 Q2 的发射极面积之比为 1: N, 因此二者的饱和电流之比:

$$I_{S1} : I_{S2} = 1 : N \quad (5)$$

15 因此, 第一双极型晶体管 Q1、第二双极型晶体管 Q2 的发射极-基极电压之差为:

$$\Delta V_{EB} = V_T \cdot \ln N \quad (6)$$

从图 1 中看到, 第一双极型晶体管 Q1、第二双极型晶体管 Q2 中的电流等于电阻 R1 中电流:

$$I_{Q1} = I_{Q2} = \frac{\Delta V_{EB}}{R1} = \frac{V_T \cdot \ln N}{R1} \quad (7)$$

20 由此可见, 第一双极型晶体管 Q1 电流 I_{Q1} 、第二双极型晶体管 Q2 电流 I_{Q2} 为正温度系数的电流。

输出电压 VBG 为:

$$\text{VBG} = V_{EB1} + I_{Q1} \cdot R2 = V_{EB1} + \frac{V_T \cdot \ln N}{R1} \times R2 \quad (8)$$

其中, V_{EB1} 为第一双极型晶体管 Q1 的负温度系数的电压, $\frac{V_T \cdot \ln N}{R1} \times R2$

25 产生正比于温度的正温度系数的电压, 通过适当设置电阻 R1、R2、R3 的阻值, 可以得到零温度系数电压 VBG, 并且 VBG 不受电阻 R4 的影响。

因第一场效应管 M1 与第二场效应管 M2 尺寸相等, 二者电流也相等,

大小为第一双极型晶体管 Q1 电流 I_{Q1} 、第二双极型晶体管 Q2 电流 I_{Q2} 和电阻 R4 中电流 I_{R4} 之和:

$$I_{M1} = I_{M2} = I_{Q1} + I_{Q2} + I_{R4} \quad (9)$$

其中,第一双极型晶体管 Q1 电流 I_{Q1} 、第二双极型晶体管 Q2 电流 I_{Q2} 为正温度系数的电流,电阻 R4 中电流 I_{R4} 为负温度系数的电流,通过适当选择 R4 的大小,可以得到零温度系数电流,将第一场效应管 M1 中的电流镜像给第二场效应管 M2,因此,可采用第二场效应管 M2 向外提供零温度系数的电流,同时不影响零温度系数电压 VBG。

需要说明的是,第一场效应管 M1 与第二场效应管 M2 组成电流镜,其电流镜功能也可以利用 PNP 型双极型晶体管或结型场效应管来完成;由于电流镜的电路结构及原理为现有技术,此处不做详述。

如图 2 所示的实施例中,将上述第四电阻 R4 替换为两个串联的电阻 R4A 和 R4B,由此,可以获取电阻 R4B 上的电压 VBGLV:

$$VBGLV = VBG * \frac{R4B}{R4A + R4B} \quad (10)$$

电压 VBGLV 也是一个零温度系数的电压,通过调整 R4A、R4B 的相对大小,可以调整 VBGLV 的大小,使其在 0V 和 VBG 之间变化。

如图 3 所示的实施例中,对带隙基准参考源电路进行了进一步的改进,具体地,该带隙基准参考源电路包括:

第一双极型晶体管 Q1、第二双极型晶体管 Q2、第一场效应管 M1、第二场效应管 M2、运算放大器 A、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第五电阻 R4A、第六电阻 R4B、第七电阻 R23; 其中:

第一双极型晶体管 Q1 的集电极和基极接地,发射极连接第二电阻 R2 的一端和运算放大器 A 的反相输入端 VN; 第二电阻 R2 的另一端连接第七电阻 R23 的一端;

第二双极型晶体管 Q2 的集电极和基极接地,发射极连接第一电阻 R1 的一端,第一电阻 R1 的另一端连接第三电阻 R3 的一端和运算放大器 A 的正相输入端 VP; 第三电阻 R3 的另一端连接第七电阻 R23 的一端;

第一场效应管 M1 的漏极连接第七电阻 R23 的另一端、第五电阻 R4A 的一端,第五电阻 R4A 的另一端连接第六电阻 R4B 的一端,第六电阻 R4B 的另一端接地;

第一场效应管 M1 的栅极和第一场效应管 M2 的栅极连接运算放大器 A 的输出端；第一场效应管 M1 的源极和第一场效应管 M2 的源极连接电源 VDD；第一场效应管 M2 的漏极为零温度系数电流输出端；

其中，第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3 为正温度系数的电阻或负温度系数的电阻，第四电阻 R4 为正温度系数的电阻，且第四电阻 R4 的正温度系数分别大于第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3 的温度系数的绝对值。

添加第七电阻 R23 后，可以减小总的电阻大小，降低芯片面积，因为在实现同样压降时，R23 中流过的电流为电阻 R2、R3 中电流之和，所以，这样可以使电阻的总阻值减小。

如图 4 所示，本发明实施例提出的提供零温度系数电压和电流的方法，包括提供上述带隙基准参考源电路，还包括以下步骤：

设置运算放大器的正相输入端和反相输入端具有相等的电压；

调节第一电阻、第二电阻和第三电阻，使第二电阻上的正温度系数的电压与第一双极型晶体管的负温度系数的电压相加，得到零温度系数的第一电压；

调节第四电阻，使经过第四电阻的负温度系数的电流与第一双极型晶体管和第二双极型晶体管的正温度系数的电流相加，得到零温度系数的电流。

优选的，当第四电阻由第五电阻和第六电阻串联替代时，方法还包括：

调节第五电阻、第六电阻的相对大小，得到范围在 0V 和第一电压之间的零温度系数的第二电压。

本发明通过采用正温度系数电阻 R4，得到一个负温度系数的电流，该电流与 PTAT 电流相加，得到一个零温度系数电流；利用产生的正温度系数电流，通过适当设置电阻 R1、R2、R3 的阻值，可以得到零温度系数电压 VBG；并且 VBG 不受电阻 R4 的影响；在实际制备中，会使得器件偏离设计值，可以通过微调 R1、R2、R3，得到零温度系数电压；通过微调 R4 的大小，得到零温度系数电流；利用电阻 R4A、R4B 的分压可以得到小于 1V 的带隙基准电压；通过调整 R4A、R4B 的比例，可实现多幅值大小的基准电压输出，给系统提供了更好的灵活性。

本领域内的技术人员应明白，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求书

- 5 1、一种带隙基准参考源电路，其特征在于，包括第一双极型晶体管、第二双极型晶体管、第一场效应管、第二场效应管、运算放大器、第一电阻、第二电阻、第三电阻、第四电阻；其中，
- 所述第一双极型晶体管的集电极和基极接地，发射极连接所述第二电阻的一端和所述运算放大器的反相输入端；
- 10 所述第二双极型晶体管的集电极和基极接地，发射极连接所述第一电阻的一端，所述第一电阻的另一端连接所述第三电阻的一端和所述运算放大器的正相输入端；
- 所述第一场效应管的漏极连接所述第二电阻的另一端、所述第三电阻的另一端、所述第四电阻的一端，所述第四电阻的另一端接地；
- 15 所述第一场效应管的栅极和所述第二场效应管的栅极连接所述运算放大器的输出端；所述第一场效应管的源极和所述第二场效应管的源极连接电源；所述第二场效应管的漏极为零温度系数电流输出端；
- 其中，所述第一电阻、第二电阻、第三电阻为正温度系数的电阻或负温度系数的电阻，所述第四电阻为正温度系数的电阻，且所述第四电阻的正温度系数分别大于所述第一电阻、第二电阻、第三电阻的温度系数的绝对值。
- 20 2、根据权利要求 1 所述的电路，其特征在于，所述第二电阻与第三电阻的阻值相等。
- 3、根据权利要求 1 所述的电路，其特征在于，所述第四电阻由第五电阻和第六电阻串联替代。
- 25 4、根据权利要求 1 所述的电路，其特征在于，还包括第七电阻，所述第一场效应管的漏极通过第七电阻与所述第二电阻、第三电阻相连。
- 5、根据权利要求 3 所述的电路，其特征在于，还包括第七电阻，所述第一场效应管的漏极通过第七电阻与所述第二电阻、第三电阻相连。
- 30 6、根据权利要求 1-5 任一所述的电路，其特征在于，所述第一场效应管、第二场效应管为 MOS 场效应管。
- 7、根据权利要求 1-5 任一所述的电路，其特征在于，所述第一双极型晶体管、第二双极型晶体管为 PNP 型双极型晶体管。

8、一种提供零温度系数电压和电流的方法，其特征在于，包括提供如权利要求 1 所述的带隙基准参考源电路，还包括以下步骤：

设置运算放大器的正相输入端和反相输入端具有相等的电压；

5 调节第一电阻、第二电阻和第三电阻，使第二电阻上的正温度系数的电压与第一双极型晶体管的负温度系数的电压相加，得到零温度系数的第一电压；

调节第四电阻，使经过第四电阻的负温度系数的电流与第一双极型晶体管和第二双极型晶体管的正温度系数的电流相加，得到零温度系数的电流。

10 9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，当所述第四电阻由第五电阻和第六电阻串联替代时，所述方法还包括：

调节所述第五电阻、第六电阻的相对大小，得到范围在 0V 和第一电压之间的零温度系数的第二电压。

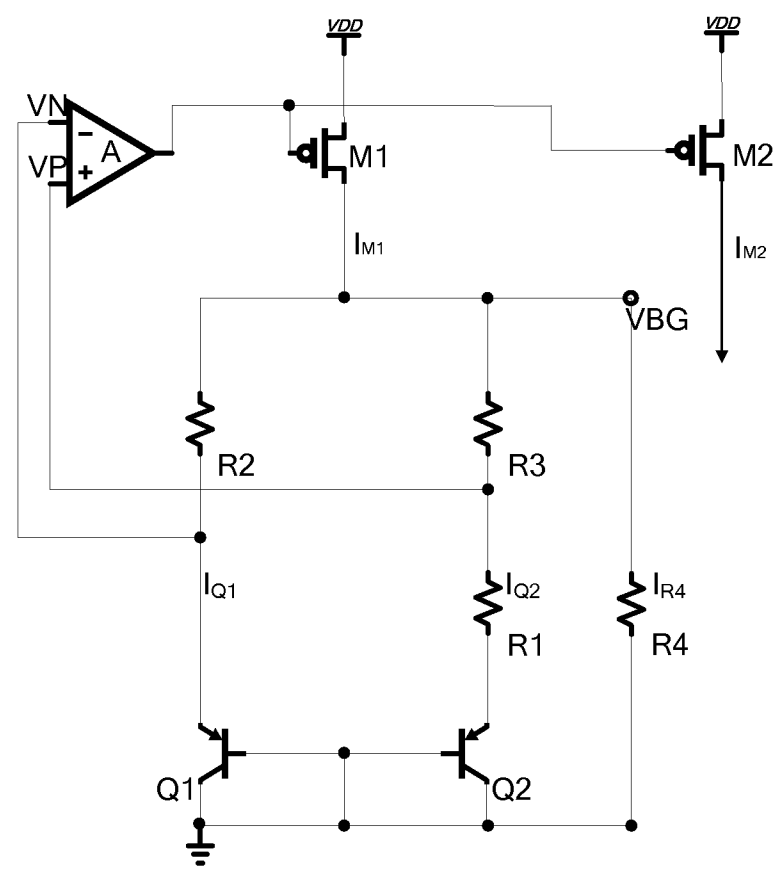


图 1

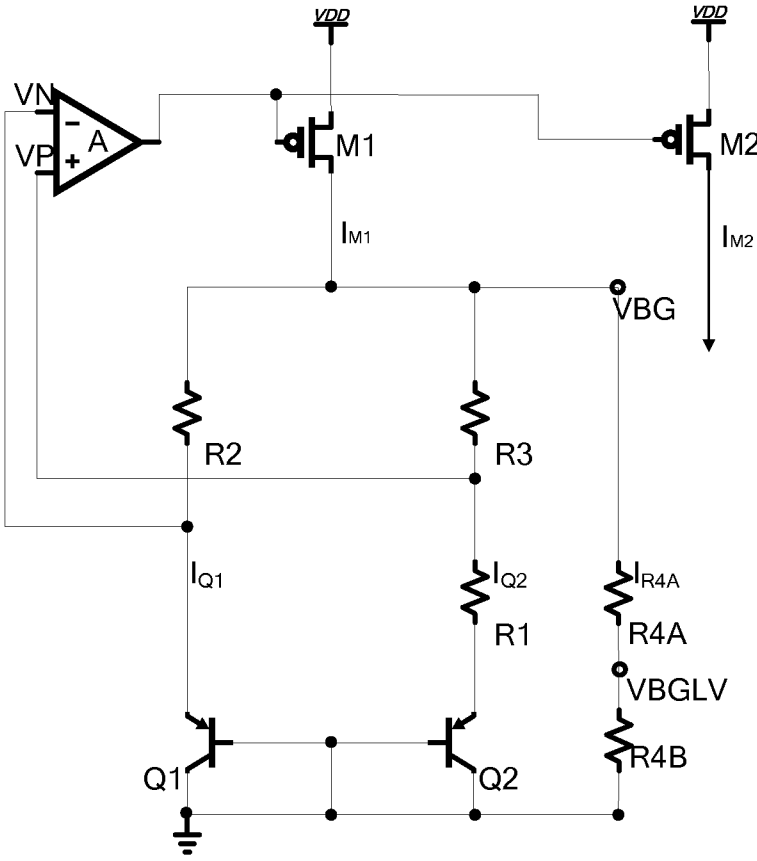


图 2

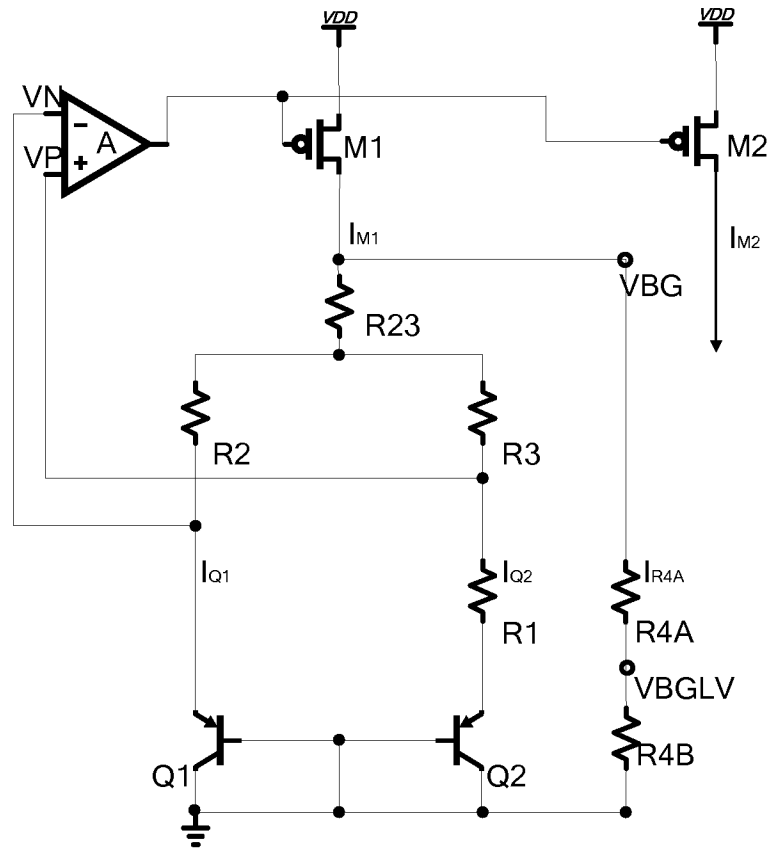


图 3

设置运算放大器的正向输入端和反相
输入端具有相等的电压

S401

调节第一电阻、第二电阻和第三电阻
，使第二电阻上的正温度系数的
电压与第一双极型晶体管的负温度系
数的电压相加，得到零温度系数的第
一电压

S402

调节第四电阻，使经过第四电阻的负
温度系数的电流与第一双极型晶体管
和第二双极型晶体管的正温度系数的
电流相加，得到零温度系数的电流

S403

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/086515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G05F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN: reference, zero, operational amplifier, amplify, bandgap, temp+, ??tat, level, potential, voltage, current, ??depend+, resist+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101540586 A (MEDIATEK INC.) 23 September 2009 (23.09.2009) description, pages 9-13 and figures 8 and 9	1-3, 6-9
Y	US 2005276140 A1 (RYU, OGIWARA et al.) 15 December 2005 (15.12.2005) description, paragraphs [0146]-[0162] and figures 24 and 25	1-3, 6-9
Y	US 2005237045 A1 (LEE, Chao-chi et al.) 27 October 2005 (27.10.2005) description, paragraphs [0003]-[0006] and figure 1	4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 February 2014 (25.02.2014)	Date of mailing of the international search report 06 March 2014 (06.03.2014)
--	--

Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer JIANG, Yingting Telephone No. (86-10) 62085786
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2013/086515

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101211193 A (MEDIATEK INC.) 02 July 2008 (02.07.2008) description, pages 4-8 and figures 5-7	1-3, 6-9
Y	CN 102419609 A (NOVATEK MICROELECTRONICS CORP) 18 April 2012 (18.04.2012) description, paragraphs [0017]-[0053] and figures 1 and 2	1-3, 6-9
Y	JP 2006031246 A (SEIKO EPSON CORP.) 02 February 2006 (02.02.2006) description, paragraphs [0013]-[0034] and figure 1	1-3, 6-9
Y	CN 102141818 A (UNIV ELECTRONIC SCI & TECHNOLOGY) 03 August 2011 description, paragraphs [0002]-[0030] and figures 1-3	4, 5
A	CN 101042591 A (FARADAY TECHNOLOGY CORP.) 26 September 2007 (26.09.2007) the whole document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/086515

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101540586 A	23.09.2009	US 8149047 B2	03.04.2012
		TWI 386773 B	21.02.2013
		US 2009237150 A1	24.09.2009
		TW 200941184 A	01.10.2009
US 2005276140 A1	15.12.2005	US 7092304 B2	15.08.2006
		JP 4469657 B2	26.05.2010
		JP 2005339724 A	08.12.2005
US 2005237045 A1	27.10.2005	TWI 228347 B	21.02.2005
		TW 200536259 A	01.11.2005
		US 7166994 B2	23.01.2007
CN 101211193 A	02.07.2008	US 2008157746 A1	03.07.2008
		TWI 356984 BB	21.01.2012
		CN 101211193 B	02.06.2010
		TW 200827978 A	01.07.2008
CN 102419609 A	18.04.2012	None	
JP 2006031246 A	02.02.2006	None	
CN 102141818 A	03.08.2011	CN 102141818 B	14.08.2013
		US 20130314068 A1	28.11.2013
		WO 2012109805 A1	23.08.2012
CN 101042591 A	26.09.2007	CN 100489726 C	20.05.2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/086515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G05F 3/30 (2006.01) i

G05F 3/26 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/086515

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G05F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS,CNXTX,VEN: 带隙,能带,能隙,基准,参考,温度,零,无,不,电阻,阻抗,运放,放大, bandgap, temp+,??tat, level,potential,voltage, current, ??depend+,resist+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN101540586A (联发科技股份有限公司) 23.9 月 2009 (23.09.2009) 见说明书第 9-13 页、图 8-9	1-3,6-9
Y	US2005276140A1 (Ryu Ogiwara 等) 15.12 月 2005 (15.12.2005) 见说明书第[0146]-[0162]段、图 24-25	1-3,6-9
Y	US2005237045A1 (Chao-Chi Lee 等) 27.10 月 2005 (27.10.2005) 见说明书第[0003]-[0006]段、图 1	4-5
Y	CN101211193A (联发科技股份有限公司) 02.7 月 2008 (02.07.2008) 见说明书第 4-8 页、图 5-7	1-3,6-9
Y	CN102419609A (联咏科技股份有限公司) 18.4 月 2012 (18.04.2012)	1-3,6-9

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

25.2 月 2014 (25.02.2014)

国际检索报告邮寄日期

06.3 月 2014 (06.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

姜颖婷

电话号码: (86-10) 62085786

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	见说明书第[0017]-[0053]段、图 1-2 JP2006031246A (SEIKO EPSON CORP) 02.2 月 2006 (02.02.2006)	1-3,6-9
Y	见说明书第[0013]-[0034]段、图 1 CN102141818A (电子科技大学) 03.8 月 2011 (03.08.2011)	4-5
A	见说明书第[0002]-[0030]段、图 1-3 CN101042591A (智原科技股份有限公司) 26.9 月 2007 (26.09.2007) 全文	1-9

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/086515

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101540586 A	23.09.2009	US8149047B2	03.04.2012
		TWI386773B	21.02.2013
		US2009237150A1	24.09.2009
		TW200941184A	01.10.2009
US2005276140A1	15.12.2005	US7092304B2	15.08.2006
		JP4469657B2	26.05.2010
		JP2005339724A	08.12.2005
US2005237045A1	27.10.2005	TWI228347B	21.02.2005
		TW200536259A	01.11.2005
		US7166994B2	23.01.2007
CN101211193A	02.07.2008	US2008157746A1	03.07.2008
		TWI356984BB	21.01.2012
		CN101211193B	02.06.2010
		TW200827978A	01.07.2008
CN102419609A	18.04.2012	无	
JP2006031246A	02.02.2006	无	
CN102141818A	03.08.2011	CN102141818B	14.08.2013
		US20130314068A1	28.11.2013
		WO2012109805A1	23.08.2012
CN101042591A	26.09.2007	CN100489726C	20.05.2009

A. 主题的分类

G05F3/30(2006.01)i

G05F3/26(2006.01)i