

(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
2019年2月21日 (21.02.2019)

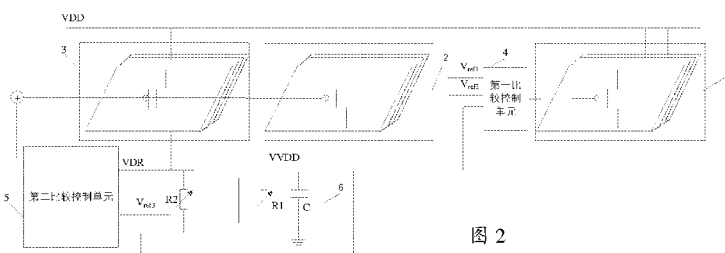


(10) 国际公布号
WO 2019/033304 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02M 3/335 (2006.01) *G05F 1/563* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/097690
- (22) 国际申请日: 2017年8月16日 (16.08.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 唐样洋 (TANG, Yangyang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 姚恩义 (YAO, Enyi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张臣雄 (ZHANG, Chen-Xiong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京三高永信知识产权代理有限责任公司 (BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区学院路蓟门里和景园A座1单元102室, Beijing 100088 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (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, ST, 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,

(54) Title: VOLTAGE REGULATION CIRCUIT

(54) 发明名称: 一种调压电路



4 FIRST COMPARISON CONTROL UNIT
5 SECOND COMPARISON CONTROL UNIT

(57) **Abstract:** Disclosed is a voltage regulation circuit, comprising: a first switch unit (1), a second switch unit (2), a third switch unit (3), a first comparison control unit (4), a second comparison control unit (5) and a load (6), wherein the first switch unit and the second switch unit both receive a voltage input from a power supply (VDD) and are used for providing a first output voltage (VVDD) to the load; the first comparison control unit is connected to the first switch unit and is used for determining, based on the first output voltage, a first reference voltage (V_{ref1}) and a second reference voltage (V_{ref2}), a first bias voltage, so as to use the first bias voltage to control the magnitude of the equivalent resistance of the first switch unit by means of digital control; and the second comparison control unit is respectively connected to the third switch unit and the second switch unit and is used for determining, based on the first output voltage, a second output voltage (VDR) and a third reference voltage (V_{ref3}), a second bias voltage, and using the second bias voltage to control the magnitude of the equivalent resistance of the third switch unit and the second switch unit by means of analog control. The voltage regulation circuit can ensure that a higher power supply rejection ratio is realized across a wide output current range.

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

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种调压电路，包括：第一开关单元(1)、第二开关单元(2)、第三开关单元(3)、第一比较控制单元(4)、第二比较控制单元(5)和负载(6)。第一开关单元和第二开关单元均接收来自电源(VDD)的电压输入，用于将第一输出电压(VVDD)提供给负载；第一比较控制单元与第一开关单元连接，用于基于第一输出电压、第一参考电压(V_{ref1})和第二参考电压(V_{ref2})，确定第一偏置电压，以利用第一偏置电压通过数字控制方式控制第一开关单元的等效电阻的大小；第二比较控制单元分别与第三开关单元和第二开关单元连接，用于基于第一输出电压、第二输出电压(VDR)和第三参考电压(V_{ref3})确定第二偏置电压，并利用第二偏置电压通过模拟控制方式控制第三开关单元和第二开关单元的等效电阻的大小。该调压电路能够保证在宽泛输出电流范围内实现较高的电源抑制比。

一种调压电路

技术领域

5 本申请涉及集成电路技术领域，特别涉及一种调压电路。

背景技术

随着半导体工艺的发展，集成电路得到了广泛的应用。集成电路在工作时通常都带有不同的工作场景及不确定性，不同的工作场景和不确定性一般是由影响集成电路正常工作的各种因素的变化引起的，譬如，温度变化、集成电路内部元件老化等。而且不同的工作场景和该不确定性经常会给集成电路带来诸多弊端，比如，导致集成电路内的工作电压产生波动，从而影响了系统的稳定性。因此，为了保证集成电路能够在不确定性下正常工作，需要通过调压电路对集成电路内的工作电压进行调节。

在相关技术中，可以通过图 1 所示的调压电路对集成电路内的工作电压进行调压，以保证系统的稳定性。如图 1 所示，该调压电路包括第一开关单元 10、第二开关单元 20、比较控制单元 30 和负载 40，该第一开关单元 10 和该第二开关单元 20 均具有变压功能。该第一开关单元 10 与负载 40 连接，用于将第一输出电压 V_{VDD} 提供给负载 40。该第二开关单元 20 为第一开关单元 10 的镜像，也即是，该第二开关单元 20 为第一开关单元 10 的等比例缩小结构，该第二开关单元 20 输出的第二输出电压 V_{DR} 与未受负载的波动影响的第一输出电压 V_{VDD} 大小相等。上述比较控制单元 30 分别与第一开关单元 10 和第二开关单元 20 连接，用于采集第一输出电压 V_{VDD} 和第二输出电压 V_{DR} ，并基于第一输出电压 V_{VDD} 、第二输出电压 V_{DR} 和参考电压 V_{ref} 确定偏置电压 V_1 ，以利用该偏置电压 V_1 控制第一开关单元 10 和第二开关单元 20 的导通状态，从而对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节。其中，由于控制该第一开关单元 10 的偏置电压 V_1 是由两部分电压决定的，该两部分电压包括基于 V_{DR} 与 V_{ref} 输出的电压以及基于 V_{VDD} 和 V_{ref} 输出的电压，且该第二输出电压 V_{DR} 不会受负载影响而产生波动，因此，基于该 V_{DR} 和参考电压输出的电压可以消除由于第一输出电压 V_{VDD} 波动导致偏置电压 V_1 出现的误差，从而保证了系统的稳定性。

在实际实现中，在保证系统稳定的情况下，通常还需要根据实际需求考虑如何实现较为宽泛的输出电流范围，其中，较为宽泛的输出电流范围是指输出电流的跨度较大，例如，输出电流范围可以从几毫安到几安，并且，在实现宽泛输出电流范围内如何保证较高的电源抑制比（Power Supply Rejection Ratio, PSRR）也成为研究的热点。

发明内容

为了解决现有技术中在保证系统稳定性的同时实现宽泛输出电流范围内较高 PSRR 的问题，本申请提供了一种调压电路。所述技术方案如下：

所述调压电路包括第一开关单元、第二开关单元、第三开关单元、第一比较控制单元、第二比较控制单元和负载，且所述第一开关单元和所述第二开关单元均具有变压功能；

所述第一开关单元和所述第二开关单元均接收来自电源的电压输入，且所述第一开关

单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻；

所述第一开关单元和所述第二开关单元还分别与所述负载连接，用于将第一输出电压提供给所述负载，所述第一输出电压为所述第一开关单元和所述第二开关单元输出的电压；

5 所述第一比较控制单元与所述第一开关单元连接，用于采集所述第一输出电压，并基于所述第一输出电压、第一参考电压和第二参考电压，确定第一偏置电压，以利用所述第一偏置电压通过数字控制方式控制所述第一开关单元的等效电阻的大小，所述第一参考电压大于所述第二参考电压；所述第二比较控制单元分别与第三开关单元和所述第二开关单元连接，用于采集所述第一输出电压和第二输出电压，以及基于所述第一输出电压、
10 所述第二输出电压和第三参考电压确定第二偏置电压，并利用所述第二偏置电压通过模拟控制方式控制第三开关单元和所述第二开关单元的等效电阻的大小，所述第三参考电压大于所述第二参考电压且小于所述第一参考电压，所述第三开关单元为所述第二开关单元和所述第一开关单元并联后的单元的镜像，用于输出所述第二输出电压，以消除由于所述负载产生波动给所述第二偏置电压所带来的误差。

在实际工作过程中，该调压电路可以通过该第一开关单元所在支路对第一输出电压进行调节，也可以通过该第二开关单元所在支路对该第一输出电压进行调节。根据上述第一参考电压、第二参考电压和第三参考电压的大小关系可知，当第一输出电压出现较大扰动时，通过该第一开关单元所在支路对该第一输出电压进行调节，当第一输出电压出现较小扰动时，通过该第二开关单元所在支路对第一输出电压进行调节。

在本发明实施例中，由于该第一开关单元的等效电阻小于该第二开关单元的等效电阻，
20 且该第一开关单元和该第二开关单元并联连接，因此，流经该第一开关单元所在分支的电流大于流经第二开关单元所在分支的电流。由于数字控制方式下的第一开关单元工作在线性区，如此，可以保证该第一开关单元在单位面积下能够流过较大的电流，实现了宽泛输出电流能力。另外，相比于数字控制方式，由于采用模拟控制方式控制该第二开关单元可以提高第二开关单元输出的等效跨导，而跨导与 PSRR 成正比，因此，通过对第二开关单元所在支路的控制保证了较高的 PSRR。并且，虽然第一开关单元是采用数字控制方式，但当出现较小扰动时，该第一比较控制单元不会控制第一开关单元中的开关管导通，因此，该支路不会对系统的 PSRR 产生影响，即该支路不会降低系统的 PSRR。

其中，当所述第一开关单元包括的开关数量大于所述第二开关单元包括的开关数量时，所述第一开关单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻；或者，当所述第一开关单元和所述第二开关单元均为由金属氧化物半导体 MOS 管构成的开关单元，且所述第一开关单元包括的 MOS 管的宽长比均大于所述第二开关单元包括的 MOS 管的宽长比时，所述
30 第一开关单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻。

也即是，在实际实现过程中，可以通过设置第一开关单元和第二开关单元中的开关数量以实现第一开关单元的等效电阻小于第二开关单元的等效电阻。或者，也可以通过设置
35 第一开关单元和第二开关单元中 MOS 管的宽长比以实现第一开关单元的等效电阻小于第二开关单元的等效电阻，提高了实现的灵活性。

另外，所述第三开关单元包括第一镜像开关单元和第二镜像开关单元，所述第一镜像开关单元包括的开关数量为所述第一开关单元包括的开关数量的 N 分之一，所述第二镜像开关单元包括的开关数量为所述第二开关单元包括的开关数量的 N 分之一，所述 N 为大于

1 的正整数；所述调压电路还包括镜像电阻，所述镜像电阻的大小为所述负载包括的电阻的 N 分之一。

为了便于工艺实现，在具体实现时，可以将该第三开关单元中包括的镜像开关单元按照一定比例进行缩小，即将该第三开关单元包括的开关数量均设置为第一开关单元和第二开关单元的 N 分之一倍。如此，简化了工艺性。

进一步地，当所述第一开关单元和所述第二开关单元均为由金属氧化物半导体 MOS 管构成的开关单元时，所述第一镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为所述第一开关单元包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一，所述第二镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为所述第二开关单元包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一。

10 由于 MOS 管的宽长大小可以影响流经该 MOS 管的电流大小，因此，为了实现第三开关单元，在该种实现方式中，可以将镜像后的第三开关单元中包括的 MOS 管的宽长比均设置为镜像前 MOS 管的 N 分之一。如此，同样达到了简化工艺的效果。

进一步地，在具体实现中，所述调压电路还包括第四开关单元，且所述第四开关单元中包括多个开关，所述第四开关单元串联在所述第二开关单元与所述负载之间，所述第四开关单元用于增加所述第二开关单元所在分支的等效电阻，以减小流经所述第二开关单元的电流；相应地，所述第三开关单元为所述第二开关单元、所述第一开关单元和所述第四开关单元三者之间相互连接后的单元的镜像。

为了保证流经该第二开关单元所在分支的电流较小，可以增加该第二开关单元所在分支的等效电阻。为此，在该第二开关单元与该负载之间串联第四开关单元。具体地，该第四开关单元的输入端与该第二开关单元的输出端连接，该第四开关单元的输出端与该负载连接。如此，可以保证流过该第二开关单元所在分支的电流足够小。

其中，在一种可能的实现方式中，所述第四开关单元与所述第一比较控制单元连接，以通过所述第一比较控制单元确定的第一偏置电压控制所述第四开关单元的等效电阻的大小。

25 或者，在另一种可能的实现方式中，所述第四开关单元与所述第二比较控制单元连接，以通过所述第二比较控制单元确定的第二偏置电压控制所述第四开关单元的等效电阻的大小。

也即是，在实际实现中，可以根据实际需求采用不同的实现方式控制该第四开关单元，如此，可以提高实现的灵活性。

30 在具体实现中，当所述第一比较控制单元包括窗口比较器时，所述窗口比较器用于当所述第一输出电压大于所述第一参考电压时，基于所述第一参考电压和所述第一输出电压确定所述第一偏置电压；当所述第一输出电压小于所述第二参考电压时，基于所述第二参考电压和所述第一输出电压确定所述第一偏置电压。

35 即该第一比较控制单元可以采用窗口比较器来实现，如果该第一输出电压大于该第一参考电压，那么，调压电路通过基于该第一输出电压和该第一参考电压确定的该第一偏置电压来控制该第一开关单元的等效电阻的大小。在实际实现中，如果所确定的该第一偏置电压越大，即该第一输出电压与该第一参考电压这两者的差值越大，则说明需要控制该第一开关单元的等效电阻变得越大，在一种可能的实现方式中，即需要控制该第一开关单元中越多的开关不导通。

如果该第一输出电压小于该第二参考电压，那么，该调压电路通过基于该第一输出电压和该第二参考电压确定的该第一偏置电压来控制该第一开关单元的等效电阻的大小。在实际实现中，如果所确定的该第一偏置电压越小，即该第一输出电压与该第二参考电压这两者的差值越小，则说明需要控制该第一开关单元的等效电阻变得越小，在一种可能的实现方式中，即需要控制该第一开关单元中越多的开关导通。

在本发明实施例中，通过窗口比较器实现了第一比较控制单元对第一开关单元的控制，从而使得当第一输出电压出现较大扰动时，通过第一开关单元所在支路对第一输出电压进行调节。

另外，所述第二比较控制单元包括第一放大模块、第二放大模块和第三放大模块，所述第一放大模块分别与所述第二放大模块和所述第三放大模块连接，所述第二放大模块与
10 所述第三放大模块连接后与所述第二开关单元连接；所述调压电路还包括反馈补偿单元，所述反馈补偿单元与所述第二开关单元、所述第二放大模块和所述第三放大模块分别连接，用于通过所述反馈补偿单元包括的反馈补偿电容对所述第二放大模块所在支路以及所述第三放大模块所在支路进行反馈补偿。

为了实现高带宽高 PRSS 低噪声的性能，在具体实现中，本发明实施例采用图 5 所示的电路来实现第二比较控制单元对第二开关单元的控制。其中，该第一放大模块为包括有晶体管且具有放大功能的模块。由于噪声与晶体管的尺寸成正比，即若该第一放大模块包括的晶体管的尺寸越大，则产生的噪声越小，反之，若该第一放大模块包括的晶体管的尺寸
20 越小，则产生的噪声越大，因此，本发明实施例中，为了实现低噪声，该第一放大模块采用包括较粗晶体管的放大功能模块，即该第一放大模块包括的晶体管的尺寸通常较大。

当第一放大模块包括的晶体管的尺寸较大时，会导致第一放大模块的带宽降低。为了弥补带宽上的缺陷，请参考图 6，该图 6 是根据一示例性实施例示出的一种具体实现电路图，这里将第一放大模块的正输出端与第三放大模块连接，以及将第一放大模块的负输出端与第二放大模块连接，同时，该第二放大模块的输出和该第三放大模块的输出相连，并且，
25 该第二放大模块和该第三放大模块均为缓冲器连接方式，也即是，该第二放大模块的输出端与该第二放大模块的正输入端连接，该第三放大模块的输出端与该第三放大模块的负输入端连接。如此，降低了第二放大模块和第三放大模块的输出端的阻抗，从而提高了带宽。

另外，该调压电路还包括反馈补偿单元，该反馈补偿单元包括电容 C_m 、G4 模块和 G5 模块。该 G4 模块的输出端与第三放大模块连接，该 G4 模块和 C_m 用于对该第三放大模块
30 所在支路进行反馈补偿。该 G5 模块的输出端与第二放大模块连接，该 G5 模块和 C_m 用于对第二放大模块所在支路进行反馈补偿。如此，保证了第二放大模块所在分支环路和第三放大模块所在分支环路的稳定性。

本申请提供的技术方案带来的有益效果是：

35 本申请提供的调压电路，当电源开始供电时，将第一开关单元和第二开关单元输出第一输出电压给负载。为了保证第一输出电压的稳定性，该调压电路可以通过第一比较控制单元控制第一开关单元进行电压调节，或者，通过第二比较控制单元控制第二开关单元进行电压调节。也即是，该调压电路可以通过第一比较控制单元采集该第一输出电压，并基于该第一输出电压、第一参考电压和第二参考电压，通过数字控制方式控制该第一开关单

元的等效电阻的大小，以对第一输出电压进行调节。或者，通过第二比较控制单元采集第一输出电压和第二输出电压，以及基于该第一输出电压、第二输出电压和第三参考电压，通过模拟控制方式控制第三开关单元和第二开关单元的等效电阻的大小，以对第一输出电压进行调节。其中，该第一开关单元的等效电阻小于该第二开关单元的等效电阻，即流经该第一开关单元所在支路的电流大于流经第二开关单元所在支路的电流，由于数字控制方式下的第一开关单元工作在线性区，如此，可以保证该第一开单元在单位面积下能够流过较大的电流，实现了宽泛输出电流能力。另外，相比于数字控制方式，由于采用模拟控制方式可以提高第二开关单元输出的等效跨导，而跨导与 PSRR 成正比，因此，通过对第二开关单元所在支路的控制保证了较高的 PSRR。并且，上述第三参考电压大于第二参考电压且小于该第一参考电压，也即是，当第一输出电压出现较大扰动时，通过该第一开关单元所在支路进行电压调节，当第一输出电压出现较小扰动时，通过第二开关单元所在支路进行电压调节，如此，虽然第一开关单元是采用数字控制方式，但当出现较小扰动时，该第一比较控制单元不会控制该第一开关单元中的开关管导通，因此，该支路不会对系统的 PSRR 产生影响，即该支路不会降低系统的 PSRR。

15

附图说明

图 1 是根据一示例性实施例示出的一种调压电路；

图 2 是根据另一示例性实施例示出的一种调压电路；

图 3 是根据一示例性实施例示出的一种第一开关单元与第一比较控制单元的连接示意图；

图 4 是根据另一示例性实施例示出的一种调压电路；

图 5 是根据一示例性实施例示出的一种第二比较控制单元与第二开关单元的连接原理图；

图 6 是根据一示例性实施例示出的一种第二比较控制单元与第二开关单元的连接电路图；

图 7 是根据另一示例性实施例示出的一种调压电路。

附图标记：

1：第一开关单元；2：第二开关单元；3：第三开关单元；4：第一比较控制单元；5：第二比较控制单元；6：负载；7：第四开关单元；8：反馈补偿单元；

41：窗口比较器；

51：第一放大器；52：第二放大器；

G1：第一放大模块；G2：第二放大模块；G3：第三放大模块。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请的实施方式作进一步地详细描述。

在对本发明实施例进行详细地解释说明之前，先对本发明实施例涉及的应用场景予以说明。在调压电路工作的过程中，PSRR 是需要考虑的重要参数之一。该 PSRR 能够体现该

调压电路的抗噪能力，该 PSRR 的值越大，说明该调压电路的抗噪能力越强，抗噪能力越强说明系统越稳定。在本发明实施例中提供了一种调压电路，该调压电路可以保证宽泛输出电流范围内实现较高的 PSRR 性能。

5 图 2 是本发明实施例提供的一种调压电路的结构示意图。参见图 2，该调压电路包括第一开关单元 1、第二开关单元 2、第三开关单元 3、第一比较控制单元 4、第二比较控制单元 5 和负载 6，其中，该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 均具有变压功能。

该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 均接收来自电源 VDD 的电压输入，且该第一开关单元 1 的等效电阻小于该第二开关单元 2 的等效电阻，其中，该第一开关单元 1、第二开关单元 2 中的每个开关管相当于一个电阻。在可选择的实施例中，开关单元通常包括多条
10 路径以及处于所述多条路径上的彼此串联或并联的开关管（比如二极管），这种情况下，开关单元的等效电阻为导通的路径上的开关管的总电阻。进一步地，在比较两个开关单元的等效电阻的大小时，可以通过比较该两个开关单元的总电阻来实现。譬如，若第一开关单元 1 包括多个串联的开关管，该第二开关单元 2 包括一个开关管，则确定该第一开关单元 1
15 中多个串联的开关管的总电阻的大小，之后，将该总电阻与第二开关单元 2 中开关管等效成的电阻进行比较。当然，并联的原理相同。另外，该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 还分别与该负载 6 连接，用于将第一输出电压 VVDD 提供给该负载 6，该第一输出电压 VVDD 为电源 VDD 经该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 输出的电压。

上述第三开关单元 3 接收来自电源 VDD 的电压输入，并输出第二输出电压 VDR，该
20 第三开关单元 3 为上述第一开关单元 1 和第二开关单元 2 并联后的单元的镜像，其输出的第二输出电压 VDR 与未产生波动之前的第一输出电压 VVDD 大小相等，以利用该第二输出电压 VDR 消除由于负载 6 产生波动给第二偏置电压所带来的误差，如此，通过该第三开关单元 3 来保证系统的稳定性。其中，该第二偏置电压用于控制第二开关单元 2，具体如下文所述。

25 在该调压电路中，上述第一比较控制单元 4 与该第一开关单元 1 连接，用于采用数字控制方式控制该第一开关单元 1 的等效电阻的大小。上述第二比较控制单元 5 分别与第三开关单元 3 和第二开关单元 2 连接，该第二比较控制单元 5 用于采用模拟控制方式控制该第二开关单元 2 和第三开关单元 3 的等效电阻的大小。

需要说明的是，在本发明实施例中，当通过数字控制方式控制开关单元的等效电阻的大小时，通常是指控制开关单元包括的多个开关的导通数量；当通过模拟控制方式控制开关单元的等效电阻的大小时，通常是指控制开关单元的栅极电压大小，从而控制流经开关
30 单元的电流量大小。

由上述描述，在本发明实施例提供的调压电路中，若该第一输出电压 VVDD 受负载影响产生波动，则可以通过上述第一开关单元 1 所在支路或上述第二开关单元 2 所在支路对
35 该第一输出电压 VVDD 进行调节。值得一提的是，在上述调压电路中，由于该第一开关单元 1 的等效电阻小于该第二开关单元 2 的等效电阻，且该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 并联连接，因此，流经该第一开关单元 1 所在分支的电流大于流经第二开关单元 2 所在分支的电流。由于在数字控制方式下，控制第一开关单元 1 的栅极的偏置电压为低电压或高电压，譬如，该低电压和高电压分别为“0”和“1”，也即是，当第一开关单元 1 导通

时, 该第一开关单元 1 的栅极的电压为低电压, 当该第一开关单元 1 不导通时, 该第一开关单元 1 的栅极的电压为高电压, 因此, 在数字控制方式下的第一开关单元 1 工作在线性区, 如此, 可以保证该第一开单元 1 在单位面积下能够流过较大的电流, 从而保证该调压电路能够实现宽泛的电流输出范围。其中, 这里所说的单位面积是指第一开关单元 1 中包
5 括的单个开关管。

另外, 相比于数字控制方式, 在相同输出电流的情况下采用模拟控制方式控制该第二开关单元 2 时, 由于需要第二开关单元 2 流过较小的电流, 因此, 需要增加第二开关单元 2 中的晶体管的数量, 晶体管的数量与等效跨导成正比, 也即是, 可以提高第二开关单元 2 输出的等效跨导, 而跨导与 PSRR 成正比, 因此, 通过对第二开关单元 2 所在支路的控制保
10 证了较高的 PSRR。

在实际实现中, 可以基于该第一输出电压 V_{VDD} 的变化范围来选择通过上述哪个支路进行电压调节。请参考图 2, 该调压电路中设置多个参考电压, 包括: 第一参考电压 V_{ref1} 、第二参考电压 V_{ref2} 和第三参考电压 V_{ref3} 。

其中, 该第一参考电压 V_{ref1} 大于该第二参考电压 V_{ref2} , 该第三参考电压 V_{ref3} 大于该第二参考电压 V_{ref2} 且小于该第一参考电压 V_{ref1} 。在实际实现中, 该第三参考电压 V_{ref3} 的值可以设置为该负载的实际需求电压值, 另外, 该第一参考电压 V_{ref1} 可以为第三参考电压 V_{ref3} 加上一个固定值 ΔV , 该第二参考电压 V_{ref2} 可以为该第三参考电压 V_{ref3} 减去一个固定值 ΔV , 即 $V_{ref1}=V_{ref3}+\Delta V$, $V_{ref2}=V_{ref3}-\Delta V$, 其中, 该 ΔV 可以根据实际电路需求预先进行设置。例如, 若负载实际需求的电压为 9V, 则该第三参考电压 V_{ref3} 可以设置为 9V, 该 ΔV 可以
20 设置为 1V, 此时, 该第一参考电压 V_{ref1} 为 10V, 该第二参考电压 V_{ref2} 为 8V。

如果该第一输出电压 V_{VDD} 大于上述第一参考电压 V_{ref1} 或小于上述第二参考电压 V_{ref2} , 则可以认为该第一输出电压 V_{VDD} 出现较大的波动, 如果该第一输出电压 V_{VDD} 与上述第三参考电压 V_{ref3} 比较出现偏差, 即该第一输出电压 V_{VDD} 处于第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} 之间, 则可以认为该第一输出电压 V_{VDD} 出现较小的波动。也即是, 根据第一参考电压 V_{ref1} 、第二参考电压 V_{ref2} 和第三参考电压 V_{ref3} 的大小关系可知, 当第一输出
25 电压 V_{VDD} 出现较大扰动时, 通过该第一开关单元 1 所在支路对该第一输出电压 V_{VDD} 进行调节, 当第一输出电压 V_{VDD} 出现较小扰动时, 通过该第二开关单元 2 所在支路对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节。

接下来, 将对通过该第一开关单元 1 所在支路对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节, 以及对通过该第二开关单元 2 所在支路对该第一输出电压 V_{VDD} 进行调节的具体实现分别进行介绍, 具体如下:

首先, 对通过第一开关单元 1 的支路对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节的实现进行详细介绍, 其实现过程具体包括: 该第一比较控制单元 4 与该第一开关单元 1 连接, 用于采集上述第一输出电压 V_{VDD} , 并基于该第一输出电压 V_{VDD} 、第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} , 确定第一偏置电压, 以利用该第一偏置电压通过数字控制方式控制该第一开关
35 单元 1 的等效电阻的大小。

当电源 V_{DD} 开始供电时, 将该第一开关单元 1 和第二开关单元 2 输出的第一输出电压 V_{VDD} 提供给负载 6, 即为负载 6 提供负载输入电压。在此过程中, 如果该第一输出电压 V_{VDD} 大于该第一参考电压 V_{ref1} 或者小于该第二参考电压 V_{ref2} , 则说明该第一输出电压

VVDD 出现了较大的波动, 此时, 该调压电路通过第一比较控制单元 4 采集该第一输出电压 VVDD, 并基于该第一输出电压 VVDD、第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} , 确定第一偏置电压。之后, 利用该第一偏置电压通过数字控制方式控制该第一开关单元 1 的等效电阻的大小。

5 在具体实现中, 该第一比较控制单元 4 可以包括窗口比较器 41。请参考图 3, 这里以第一开关单元的开关管为 P 型晶体管为例进行说明。当该第一输出电压 VVDD 大于该第一参考电压 V_{ref1} 时, 基于该第一参考电压 V_{ref1} 和该第一输出电压 VVDD 确定该第一偏置电压; 当该第一输出电压 VVDD 小于该第二参考电压 V_{ref2} 时, 基于该第二参考电压 V_{ref2} 和该第一输出电压 VVDD 确定该第一偏置电压。

10 也即是, 如果该第一输出电压 VVDD 大于该第一参考电压 V_{ref1} , 那么, 调压电路通过基于该第一输出电压 VVDD 和该第一参考电压 V_{ref1} 确定的该第一偏置电压来控制该第一开关单元 1 的等效电阻的大小。在实际实现中, 如果所确定的该第一偏置电压越大, 即该第一输出电压 VVDD 与该第一参考电压 V_{ref1} 这两者的差值越大, 则说明需要控制该第一开关单元 1 的等效电阻变得越大, 在一种可能的实现方式中, 即需要控制该第一开关单元 1 中
15 越多的开关不导通。

进一步地, 基于该第一参考电压 V_{ref1} 和该第一输出电压 VVDD 确定该第一偏置电压的具体实现包括: 该窗口比较器 41 将该第一参考电压 V_{ref1} 和该第一输出电压 VVDD 进行比较, 以确定该第一参考电压 V_{ref1} 和该第一输出电压 VVDD 之间的差值, 之后, 该窗口比较器 41 将该差值确定该第一偏置电压。

20 如果该第一输出电压 VVDD 小于该第二参考电压 V_{ref2} , 那么, 该调压电路通过基于该第一输出电压 VVDD 和该第二参考电压 V_{ref2} 确定的该第一偏置电压来控制该第一开关单元 1 的等效电阻的大小。在实际实现中, 如果所确定的该第一偏置电压越小, 即该第一输出电压 VVDD 与该第二参考电压 V_{ref2} 这两者的差值越小, 则说明需要控制该第一开关单元 1 的等效电阻变得越小, 在一种可能的实现方式中, 即需要控制该第一开关单元 1 中越多的开
25 关导通。

进一步地, 基于该第二参考电压 V_{ref2} 和该第一输出电压 VVDD 确定该第一偏置电压的具体实现包括: 该窗口比较器 41 将该第一输出电压 VVDD 和该第二参考电压 V_{ref2} 进行比较, 以确定该第一输出电压 VVDD 和该第二参考电压 V_{ref2} 之间的差值, 之后, 该窗口比较器 41 将该差值确定该第一偏置电压。

30 另外, 需要说明的是, 如果该第一输出电压 VVDD 处于该第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} 之间, 则保持该第一开关单元 1 的等效电阻的大小不变, 在一种可能的实现方式中, 即保证该第一开关单元 1 包括的多个开关当前的导通数量不发生变化。也即是, 如果该第一输出电压 VVDD 处于该第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} 之间, 说明第一输出电压 VVDD 出现较小扰动, 当该第一输出电压 VVDD 出现较小扰动时, 该第一开关单元
35 1 的等效电阻的大小不发生变化, 如此, 保证了该第一开关单元 1 不会影响系统的 PSRR。也即是, 虽然该第一开关单元 1 采用数字控制方式, 但是, 当系统达到稳定状态时, 该第一开关单元 1 也不会降低系统的 PSRR。

进一步地, 上述利用第一偏置电压通过数字控制方式控制第一开关单元 1 的等效电阻的大小的具体实现包括: 通过该第一比较控制单元 4 确定第一偏置电压, 并从存储的偏置

电压范围和数字控制信息间的对应关系中，获取该第一偏置电压所处的偏置电压范围对应的数字控制信息。之后，利用所获取的数字控制信息控制该第一开关单元 1 的等效电阻的大小，也即是，控制第一开关单元 1 中的开关导通和不导通，从而实现对第一开关单元 1 的等效电阻的大小进行控制。其中，该数字控制信息可以由二进制“0”和“1”组成，其中，对于 P 型晶体管，“0”代表对开关导通，“1”代表对开关不导通。

需要说明的是，虽然第一开关单元 1 是采用数字控制方式，但当第一输出电压 V_{VDD} 出现较小扰动时，该第一比较控制单元 4 不会控制该第一开关单元 1 中的开关管导通，因此，该支路不会对系统的 PSRR 产生影响，即该支路不会降低系统的 PSRR。

值得一提的是，由于数字控制方式下的开关管工作在线性区，因此，单位面积下数字控制方式的开关管流过的电流较多，即采用数字控制的方式控制第一开关单元 1 可以提高对较大电流的响应速度，实现了较高的瞬态响应能力。

接下来，对通过第二开关单元 2 的支路对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节的实现进行详细介绍，其实现过程具体包括：该第二比较控制单元 5 与第二开关单元 2 连接，用于采集该第一输出电压 V_{VDD} 和第二输出电压 V_{DR} ，以及基于该第一输出电压 V_{VDD} 、该第二输出电压 V_{DR} 和第三参考电压 V_{ref3} 确定第二偏置电压，并利用该第二偏置电压通过模拟控制方式控制该第二开关单元 2 的等效电阻的大小。

当电源 V_{DD} 开始供电时，将该第一开关单元 1 和第二开关单元 2 输出的第一输出电压 V_{VDD} 提供给负载 6，即为负载 6 提供负载输入电压。在此过程中，如果该第一输出电压 V_{VDD} 处于第一参考电压 V_{ref1} 和第二参考电压 V_{ref2} 之间，则说明该第一输出电压 V_{VDD} 出现较小的波动，此时，该调压电路通过第二比较控制单元 5 采集该第一输出电压 V_{VDD} 和第三开关单元 3 输出的第二输出电压 V_{DR} ，并基于该第一输出电压 V_{VDD} 、该第二输出电压 V_{DR} 和第三参考电压 V_{ref3} 确定该第二偏置电压。之后，利用该第二偏置电压来控制该第三开关单元 3 和该第二开关单元 2 的等效电阻的大小，从而实现对该第一输出电压 V_{VDD} 进行调节。

需要说明的是，在本发明实施例中，在实际实现时，该第二比较控制单元 5 一直处于工作状态。其中，当出现较小的波动时，由于第一比较控制单元 4 不会控制该第一开关单元 1 中的开关管导通，因此，此时通过第二开关单元 2 所在支路对第一输出电压 V_{VDD} 进行调节。当然，当出现较大的波动时，该第二比较控制单元 5 也处于工作状态，但是，由于第一开关单元 1 的等效电阻小于第二开关单元 2 的等效电阻，所以，在单位时间内流经第一开关单元 1 所在支路的电流较多，也即是，该第一开关单元 1 处于主导作用，因此，当出现较大的波动时，实际上是通过第一开关单元 1 所在支路对该第一输出电压 V_{VDD} 进行调节。

另外，还需要说明的是，本发明实施例仅是以第二比较控制单元 5 一直处于工作状态为例进行说明，在实际实现中，当出现较大的波动时，还可以控制该第二比较控制单元 5 不工作，譬如，第一比较控制单元 4 可以向第二比较控制单元 5 输出控制信号，以通过该控制信号控制该第二比较控制单元 5 不工作，本发明实施例对此不做限定。

在具体实现中，请参考图 4，该第二比较控制单元 5 中可以包括第一放大器 51 和第二放大器 52，该第一放大器 51 的第一输入端与该第三开关单元 3 的输出端连接，以采集该第二输出电压，该第一放大器 51 的第二输入端与第三参考电压 V_{ref3} 连接，以采集该第三参考

电压 V_{ref3} ，该第一放大器 51 基于所采集的该第二输出电压 VDR 和该第三参考电压 V_{ref3} ，确定并输出一个电压。

另外，该第二放大器 52 的第一输入端与该第一开关单元 1 或第二开关单元 2 的输出端连接，用于采集该第一开关单元 1 或第二开关单元 2 输出的第一输出电压 VVDD，该第二放大器 52 的第二输入端也与该第三参考电压 V_{ref3} 连接，以采集该第三参考电压 V_{ref3} ，该第二放大器 52 基于所采集的该第一输出电压 VVDD 和该第三参考电压 V_{ref3} ，确定并输出另一个电压。

进一步地，该第一放大器 51 的输出端与该第二放大器 52 的输出端连接在一起，也即是，该第二偏置电压实际上包括两部分电压，该两部分电压分别为上述第一放大器 51 输出的电压和上述第二放大器 52 输出的电压，其中，该第一放大器 51 输出的电压和该第二放大器 52 输出的电压相同。该第二偏置电压用于控制该第二开关单元 2 和该第三开关单元 3 的栅极电压，以基于该第二偏置电压通过模拟控制方式控制该第二开关单元 2 和第三开关单元 3 的等效电阻的大小，从而对该第一输出电压 VVDD 进行调节。

基于上述描述，如果该第一输出电压 VVDD 与第三参考电压 V_{ref3} 比较存在偏差，则可以认为该第一输出电压 VVDD 出现较小的波动，此时，可以通过该第二开关单元 2 所在支路对第一输出电压 VVDD 进行电压调节。

进一步地，请参考图 5，该第二比较控制单元 5 包括第一放大模块 G1、第二放大模块 G2 和第三放大模块 G3，该第一放大模块 1 分别与该第二放大模块 G2 和该第三放大模块 G3 连接，该第二放大模块 G2 与该第三放大模块 G3 连接后与该第二开关单元 2 连接。该调压电路还包括反馈补偿单元 8，该反馈补偿单元 8 与该第二开关单元 2、该第二放大模块 G2 和该第三放大模块 G3 分别连接，用于通过该反馈补偿单元 8 包括的反馈补偿电容 C_m 对该第二放大模块 G2 所在支路以及该第三放大模块 G3 所在支路进行反馈补偿。

在实际实现中，为了实现高带宽高 PRSS 低噪声的性能，在具体实现中，本发明实施例采用图 5 所示的电路来实现第二比较控制单元 5 对第二开关单元 2 的控制。其中，该第一放大模块 G1 为包括有晶体管且具有放大功能的模块。由于噪声与晶体管的尺寸成正比，即若该第一放大模块 G1 包括的晶体管的尺寸越大，则产生的噪声越小，反之，若该第一放大模块 G1 包括的晶体管的尺寸越小，则产生的噪声越大，因此，本发明实施例中，为了实现低噪声，该第一放大模块 G1 采用包括较粗晶体管的放大功能模块，即该第一放大模块 G1 包括的晶体管的尺寸通常较大。

当第一放大模块 G1 包括的晶体管的尺寸较大时，会导致第一放大模块 G1 的带宽降低。为了弥补带宽上的缺陷，请参考图 6，该图 6 是根据一示例性实施例示出的一种具体实现电路图，这里将第一放大模块 G1 的正输出端与第三放大模块 G3 连接，以及将第一放大模块 G1 的负输出端与第二放大模块 G2 连接，同时，该第二放大模块 G2 的输出和该第三放大模块 G3 的输出相连，并且，该第二放大模块 G2 和该第三放大模块 G3 均为缓冲器连接方式，也即是，该第二放大模块 G2 的输出端与该第二放大模块 G2 的正输入端连接，该第三放大模块 G3 的输出端与该第三放大模块 G3 的负输入端连接。如此，降低了第二放大模块 G2 和第三放大模块 G3 的输出端的阻抗，从而提高了带宽。

另外，为了保证第二放大模块 G2 所在分支环路和第三放大模块 G3 所在分支环路的稳定性，该调压电路还包括反馈补偿单元 8。如图 5 所示，在具体实现中，该反馈补偿单元 8

包括电容 C_m 、G4 模块和 G5 模块。该 G4 模块的输出端与第三放大模块 G3 连接，该 G4 模块和 C_m 用于对该第三放大模块 G3 所在支路进行反馈补偿。该 G5 模块的输出端与第二放大模块 G2 连接，该 G5 模块和 C_m 用于对第二放大模块 G2 所在支路进行反馈补偿。

需要说明的是，该 G4 模块和 G5 模块可以为电流源或者其他放大单元，本发明实施例
5 对此不做限定。例如，请参考图 6，该图 6 中示出了该 G4 模块和 G5 模块在实际电路中的具体实现。

还需要说明的是，这里仅是以该第二比较控制单元 6 对第二开关单元 2 进行控制的具体实现为例进行说明，在实际实现中，上述图 5 或图 6 所示实施例可以适用于任一结构形式的比较控制单元对开关单元进行控制的具体实现。

需要说明的是，上述第三开关单元 3 为该第二开关单元 2 和该第一开关单元 1 并联后的
10 镜像。在具体实现中，存在如下两种情况：

第一种情况：该第三开关单元 3 包括第一镜像开关单元和第二镜像开关单元，该第一
镜像开关单元包括的开关数量为该第一开关单元 1 包括的开关数量的 N 分之一，该第二镜
像开关单元包括的开关数量为该第二开关单元 2 包括的开关数量的 N 分之一。进一步地，
15 该调压电路还包括镜像电阻，该镜像电阻 R_2 的大小为该负载包括的电阻 R_1 的 N 分之一，
该 N 为大于 1 的正整数。

也即是，为了便于工艺实现，在具体实现时，可以将该第三开关单元 3 中包括的镜像
开关单元按照一定比例进行缩小，即将该第三开关单元 3 包括的开关数量均设置为第一开
关单元 1 和第二开关单元 2 的 N 分之一倍。

第二种情况：当该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 均为由金属氧化物半导体 (Metal
20 Oxide Semiconductor, MOS) 构成的开关单元时，该第一镜像开关单元包括的 MOS 管的宽
长比均为该第一开关单元 1 包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一，该第二镜像开关单元包括
的 MOS 管的宽长比均为该第二开关单元 2 包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一。

其中，MOS 管的宽长大小可以影响流经该 MOS 管的电流大小。为了实现第三开关单
25 元 3，在该种实现方式中，可以将镜像后的第三开关单元 3 中包括的 MOS 管的宽长比均设
置为镜像前 MOS 管的 N 分之一。

当然，需要说明的是，这里仅是以该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 均为由 MOS
管构成的开关单元为例进行说明，在另一实施例中，该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2
还可以由其它开关构成，例如，还可以由三极管构成，本发明实施例对此不做限定。

另外，如前文所述，该第一开关单元 1 的等效电阻小于该第二开关单元 2 的等效电阻。
30 在具体实现中，当该第一开关单元 1 包括的开关数量大于该第二开关单元 2 包括的开关数
量时，该第一开关单元 1 的等效电阻小于该第二开关单元 2 的等效电阻。

或者，当该第一开关单元 1 和该第二开关单元 2 均为由 MOS 管构成的开关单元，且该
第一开关单元 1 包括的 MOS 管的宽长比均大于该第二开关单元 2 包括的 MOS 管的宽长比
35 时，该第一开关单元 1 的等效电阻小于该第二开关单元 2 的等效电阻。

进一步地，该调压电路还可以包括第四开关单元 7，该第四开关单元 7 中包括多个开关，
该第四开关单元 7 串联在该第二开关单元 2 与该负载 6 之间，该第四开关单元 7 用于增加
该第二开关单元 2 所在分支的等效电阻，以减小流经该第二开关单元 2 的电流。

请参考图 7，为了保证流经该第二开关单元 2 所在分支的电流较小，可以增加该第二开

关单元 2 所在分支的等效电阻。为此，在该第二开关单元 2 与该负载 6 之间串联第四开关单元 7。具体地，该第四开关单元 7 的输入端与该第二开关单元 2 的输出端连接，该第四开关单元 7 的输出端与该负载 6 连接。

在具体实现中，可以通过多种方式来控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小，具体可以包括如下几种可能的实现方式：

第一种情况：该第四开关单元 7 与该第一比较控制单元 4 连接，以通过该第一比较控制单元 4 确定的第一偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小。

在具体实现中，该第四开关单元 7 的栅极与该第一比较控制单元 4 的输出端连接，从而通过该第一比较控制单元 4 确定并输出的第一偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小。

第二种情况：该第四开关单元 7 与该第二比较控制单元 5 连接，以通过该第二比较控制单元 5 确定第二偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小。

在具体实现中，该第四开关单元 7 的栅极与该第二比较控制单元 5 的输出端连接，以通过该第二比较控制单元 5 确定并输出的第二偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小。

需要说明的是，上述仅是以通过第一比较控制单元 4 确定的第一偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小，或通过第二比较控制单元 5 确定的第二偏置电压控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小为例进行说明。在另一种可能的实现方式中，该调压电路还可以包括第三比较控制单元，该第三比较控制单元与该第四开关单元 7 连接，该种情况下，该调压电路可以通过该第三比较控制单元来控制该第四开关单元 7 的等效电阻的大小，本发明实施例对此不做限定。

另外，还需要说明的是，当该调压电路包括第四开关单元 7 时，该第三开关单元 3 为该第二开关单元 2、第一开关单元 1 和该第四开关单元 7 三者之间相互连接后的单元的镜像。

在该种情况下，该第三开关单元 3 中包括第一镜像开关单元、第二镜像开关单元和第四镜像开关单元，该第一镜像开关单元包括的开关数量为该第一开关单元 1 包括的开关数量的 N 分之一，该第二镜像开关单元包括的开关数量为该第二开关单元 2 包括的开关数量的 N 分之一，该第四镜像开关单元包括的开关数量为该第四开关单元 7 包括的开关数量的 N 分之一。

或者，当该第一开关单元 1、该第二开关单元 2 和该第四开关单元 7 均为由金属氧化物半导体 MOS 管构成的开关单元时，该第一镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为该第一开关单元 1 包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一，该第二镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为该第二开关单元 2 包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一，以及该第四镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为第四开关单元 7 包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一。

本申请提供的调压电路，当电源开始供电时，将第一开关单元和第二开关单元输出第一输出电压给负载。为了保证第一输出电压的稳定性，该调压电路可以通过第一比较控制单元控制第一开关单元进行电压调节，或者，通过第二比较控制单元控制第二开关单元进行电压调节。也即是，该调压电路可以通过第一比较控制单元采集该第一输出电压，并基于该第一输出电压、第一参考电压和第二参考电压，通过数字控制方式控制该第一开关单元的等效电阻的大小，以对第一输出电压进行调节。或者，通过第二比较控制单元采集第

一输出电压和第二输出电压，以及基于该第一输出电压、第二输出电压和第三参考电压，通过模拟控制方式控制第三开关单元和第二开关单元的等效电阻的大小，以对第一输出电压进行调节。其中，该第一开关单元的等效电阻小于该第二开关单元的等效电阻，即流经该第一开关单元所在支路的电流大于流经第二开关单元所在支路的电流，由于数字控制方式下的第一开关单元工作在线性区，如此，可以保证该第一开单元在单位面积下能够流过较大的电流，实现了宽泛输出电流能力。另外，相比于数字控制方式，由于采用模拟控制方式可以提高第二开关单元输出的等效跨导，而跨导与 PSRR 成正比，因此，通过对第二开关单元所在支路的控制保证了较高的 PSRR。并且，上述第三参考电压大于第二参考电压且小于该第一参考电压，也即是，当第一输出电压出现较大扰动时，通过该第一开关单元所在支路进行电压调节，当第一输出电压出现较小扰动时，通过第二开关单元所在支路进行电压调节，如此，虽然第一开关单元是采用数字控制方式，但当出现较小扰动时，该第一比较控制单元不会控制该第一开关单元中的开关管导通，因此，该支路不会对系统的 PSRR 产生影响，即该支路不会降低系统的 PSRR。

15 以上所述为本申请提供的实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种调压电路，其特征在于，所述调压电路包括第一开关单元、第二开关单元、第三开关单元、第一比较控制单元、第二比较控制单元和负载，且所述第一开关单元和所述第二开关单元均具有变压功能；

所述第一开关单元和所述第二开关单元均接收来自电源的电压输入，且所述第一开关单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻；

所述第一开关单元和所述第二开关单元还分别与所述负载连接，用于将第一输出电压提供给所述负载，所述第一输出电压为所述第一开关单元和所述第二开关单元输出的电压；

所述第一比较控制单元与所述第一开关单元连接，用于采集所述第一输出电压，并基于所述第一输出电压、第一参考电压和第二参考电压，确定第一偏置电压，以利用所述第一偏置电压通过数字控制方式控制所述第一开关单元的等效电阻的大小，所述第一参考电压大于所述第二参考电压；

所述第二比较控制单元分别与所述第三开关单元和所述第二开关单元连接，用于采集所述第一输出电压和第二输出电压，以及基于所述第一输出电压、所述第二输出电压和第三参考电压确定第二偏置电压，并利用所述第二偏置电压通过模拟控制方式控制所述第三开关单元和所述第二开关单元的等效电阻的大小，所述第三参考电压大于所述第二参考电压且小于所述第一参考电压，所述第三开关单元为所述第二开关单元和所述第一开关单元并联后的单元的镜像，用于输出所述第二输出电压，以消除由于所述负载产生波动给所述第二偏置电压所带来的误差。

2、如权利要求1所述的电路，其特征在于，当所述第一开关单元包括的开关数量大于所述第二开关单元包括的开关数量时，所述第一开关单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻；或者，

当所述第一开关单元和所述第二开关单元均为由金属氧化物半导体 MOS 管构成的开关单元，且所述第一开关单元包括的 MOS 管的宽长比均大于所述第二开关单元包括的 MOS 管的宽长比时，所述第一开关单元的等效电阻小于所述第二开关单元的等效电阻。

3、如权利要求1所述的调压电路，其特征在于，所述第三开关单元包括第一镜像开关单元和第二镜像开关单元，所述第一镜像开关单元包括的开关数量为所述第一开关单元包括的开关数量的 N 分之一，所述第二镜像开关单元包括的开关数量为所述第二开关单元包括的开关数量的 N 分之一，所述 N 为大于1的正整数；

所述调压电路还包括镜像电阻，所述镜像电阻的大小为所述负载包括的电阻的 N 分之一。

4、如权利要求1所述的调压电路，其特征在于，当所述第一开关单元和所述第二开关单元均为由金属氧化物半导体 MOS 管构成的开关单元时，所述第一镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为所述第一开关单元包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一，所述第二镜像开关单元包括的 MOS 管的宽长比均为所述第二开关单元包括的 MOS 管的宽长比的 N 分之一。

5、如权利要求 1 所述的调压电路，其特征在于，所述调压电路还包括第四开关单元，且所述第四开关单元中包括多个开关，所述第四开关单元串联在所述第二开关单元与所述负载之间，所述第四开关单元用于增加所述第二开关单元所在分支的等效电阻，以减小流经所述第二开关单元的电流；

5 相应地，所述第三开关单元为所述第二开关单元、所述第一开关单元和所述第四开关单元三者之间相互连接后的单元的镜像。

6、如权利要求 5 所述的调压电路，其特征在于，所述第四开关单元与所述第一比较控制单元连接，以通过所述第一比较控制单元确定的第一偏置电压控制所述第四开关单元的等效电阻的大小。
10

7、如权利要求 5 所述的调压电路，其特征在于，所述第四开关单元与所述第二比较控制单元连接，以通过所述第二比较控制单元确定的第二偏置电压控制所述第四开关单元的等效电阻的大小。
15

8、如权利要求 1 所述的调压电路，其特征在于，当所述第一比较控制单元包括窗口比较器时，所述窗口比较器用于：

当所述第一输出电压大于所述第一参考电压时，基于所述第一参考电压和所述第一输出电压确定所述第一偏置电压；当所述第一输出电压小于所述第二参考电压时，基于所述第二参考电压和所述第一输出电压确定所述第一偏置电压。
20

9、如权利要求 1 所述的调压电路，其特征在于，所述第二比较控制单元包括第一放大模块、第二放大模块和第三放大模块，所述第一放大模块分别与所述第二放大模块和所述第三放大模块连接，所述第二放大模块与所述第三放大模块连接后与所述第二开关单元连接；

25 所述调压电路还包括反馈补偿单元，所述反馈补偿单元与所述第二开关单元、所述第二放大模块和所述第三放大模块分别连接，用于通过所述反馈补偿单元包括的反馈补偿电容对所述第二放大模块所在支路以及所述第三放大模块所在支路进行反馈补偿。

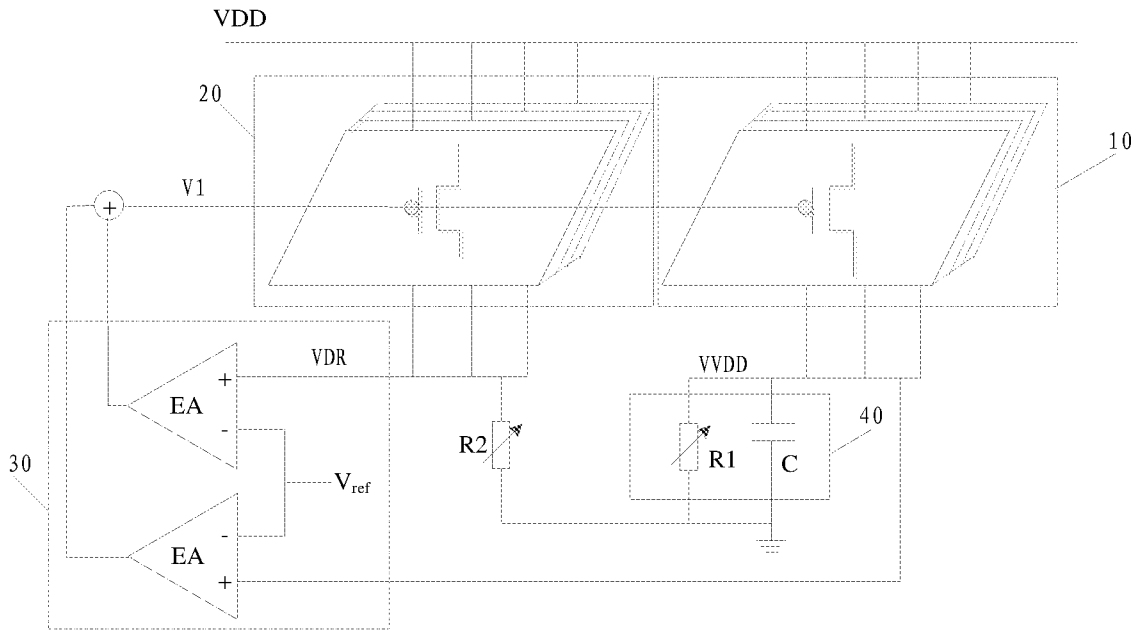


图 1

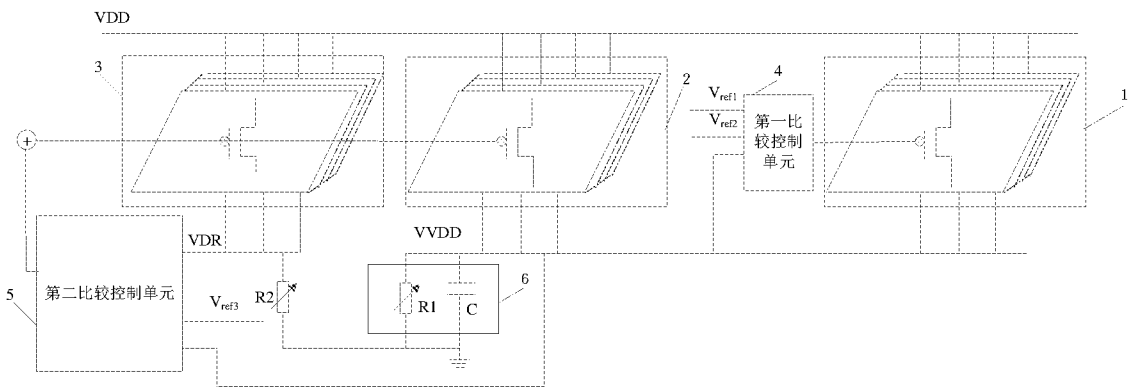


图 2

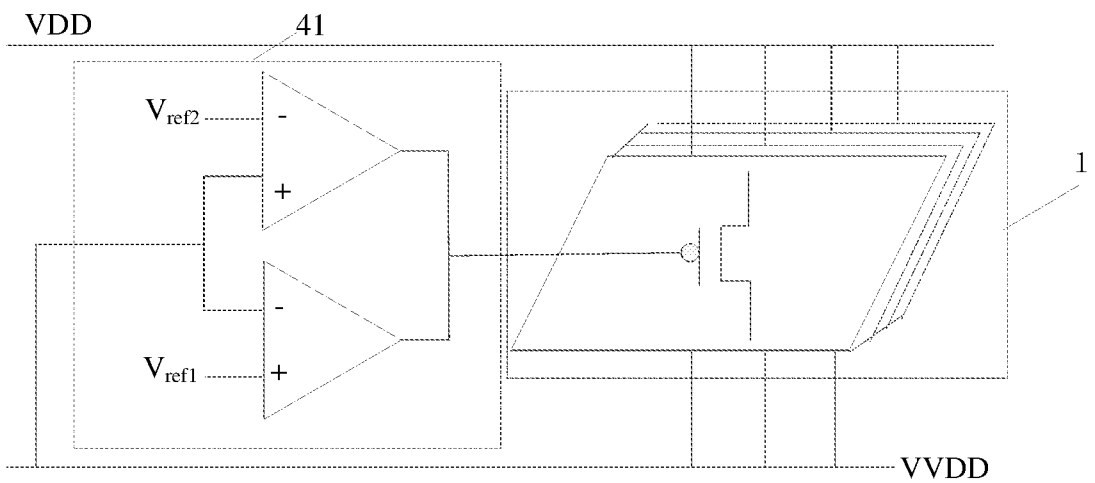


图 3

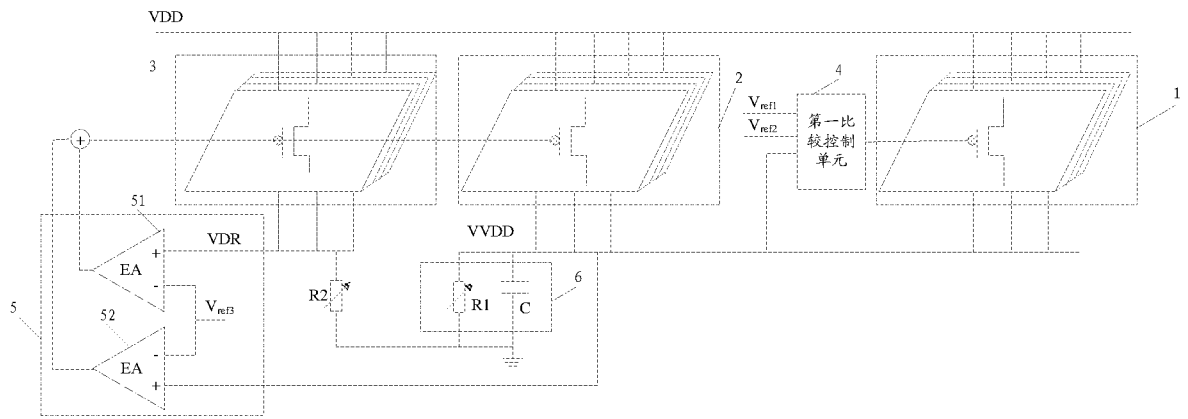


图 4

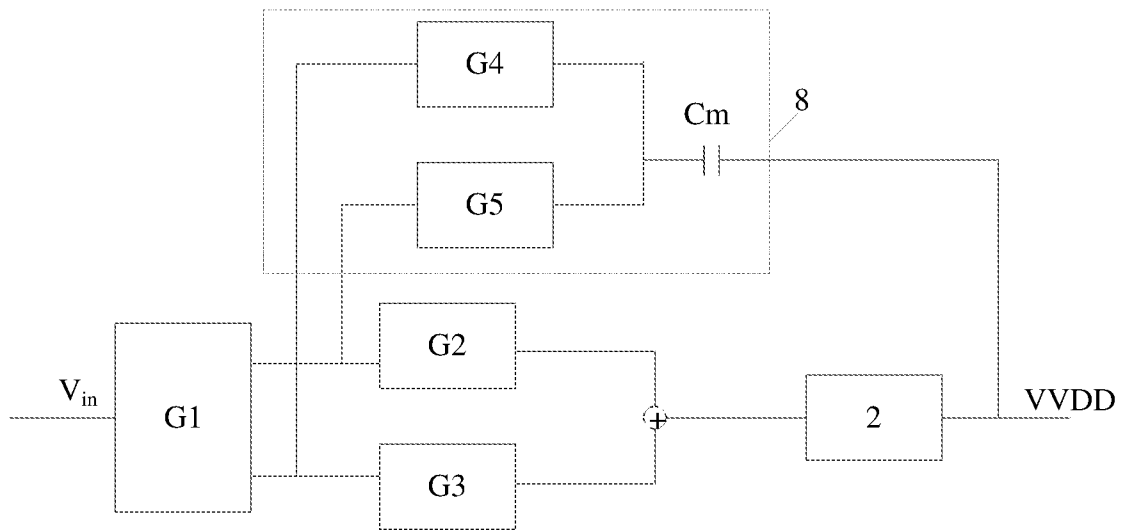


图 5

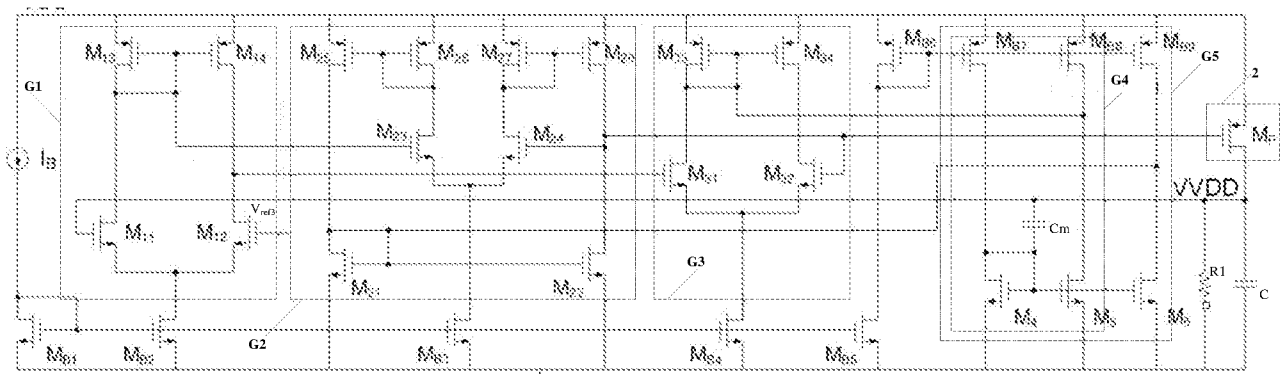


图 6

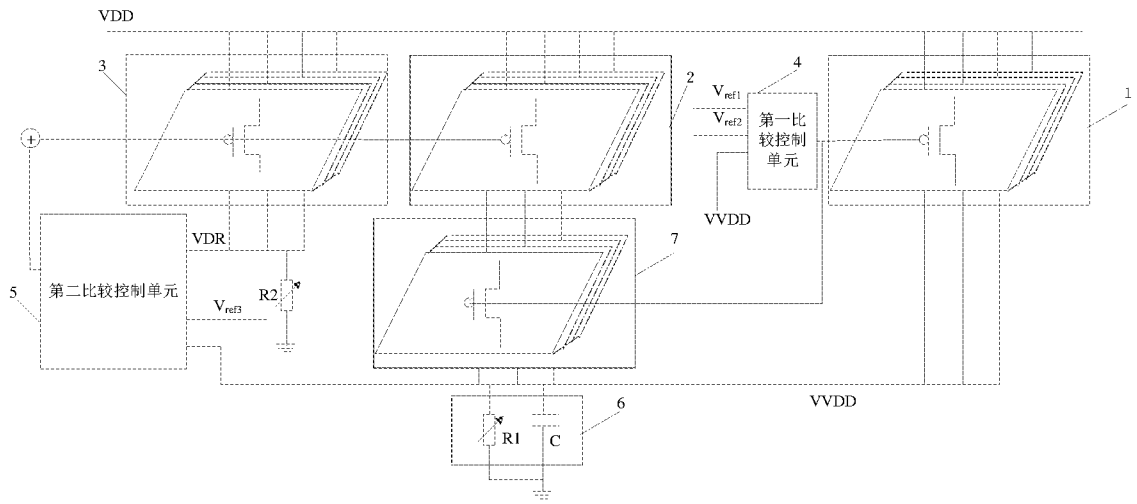


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/097690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/335 (2006.01) i; G05F 1/563 (2006.01) i

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)

H02M; G05F; G06F

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)

CNXTX; CNABS; DWPI; SIPOABS; CNKI: 电压, 调, 调压, 稳压, 比较, 基准, 参考, 阈值, 开关, 晶体管, 场效应管, 三极管, 并联, 电阻, 数字, 模拟, 饱和, 线性, 放大区, 电源抑制比, voltage, compare, reference, threshold, switch, transistor, mos, fet, parallel, resistance, digital, analog, saturate, amplify, psrr

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104850210 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 19 August 2015 (19.08.2015), description, paragraphs 0066-0090 and 0127-0130, and figures 2-3	1-9
A	CN 106774587 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 31 May 2017 (31.05.2017), entire document	1-9
A	CN 104079177 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 01 October 2014 (01.10.2014), entire document	1-9
A	US 2009184697 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC.), 23 July 2009 (23.07.2009), entire document	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
03 May 2018

Date of mailing of the international search report
22 May 2018

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
SONG, Xuemei
Telephone No. 86-(10)-62411797

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/097690

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104850210 A	19 August 2015	WO 2016173478 A1	03 November 2016
		CN 104850210 B	01 December 2017
CN 106774587 A	31 May 2017	None	
CN 104079177 A	01 October 2014	CN 104079177 B	20 June 2017
		WO 2015196858 A1	30 December 2015
US 2009184697 A1	23 July 2009	US 7880531 B2	01 February 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/097690

<p>A. 主题的分类 H02M 3/335(2006.01)i; G05F 1/563(2006.01)i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H02M; G05F; G06F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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)) CNTXT;CNABS;DWPI;SIPOABS;CNKI:电压, 调, 调压, 稳压, 比较, 基准, 参考, 阈值, 开关, 晶体管, 场效应管, 三极管, 并联, 电阻, 数字, 模拟, 饱和, 线性, 放大区, 电源抑制比, voltage, compare, reference, threshold, switch, transistor, mos, fet, parallel, resistance, digital, analog, saturate, amplify, psrr</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 104850210 A (华为技术有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第0066-0090、0127-0130段, 图2-3</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106774587 A (清华大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104079177 A (华为技术有限公司) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009184697 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 104850210 A (华为技术有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第0066-0090、0127-0130段, 图2-3	1-9	A	CN 106774587 A (清华大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-9	A	CN 104079177 A (华为技术有限公司) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 全文	1-9	A	US 2009184697 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23) 全文	1-9
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 104850210 A (华为技术有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第0066-0090、0127-0130段, 图2-3	1-9															
A	CN 106774587 A (清华大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-9															
A	CN 104079177 A (华为技术有限公司) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 全文	1-9															
A	US 2009184697 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23) 全文	1-9															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 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</p> <p>“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</p>																	
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																
2018年 5月 3日	2018年 5月 22日																
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	宋雪梅																
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-62411797																

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/097690

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104850210	A	2015年 8月 19日	WO	2016173478	A1	2016年 11月 3日
				CN	104850210	B	2017年 12月 1日
CN	106774587	A	2017年 5月 31日	无			
CN	104079177	A	2014年 10月 1日	CN	104079177	B	2017年 6月 20日
				WO	2015196858	A1	2015年 12月 30日
US	2009184697	A1	2009年 7月 23日	US	7880531	B2	2011年 2月 1日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)