

限流保护电路和电子设备

技术领域

5 本发明实施例涉及电路领域，尤其涉及一种限流保护电路和电子设备。

背景技术

10 智能手机、平板电脑等移动手持终端携带使用方便，而且，随着移动手持终端向多功能化以及高效率化发展，用户可以随时进行视频观看、网上阅读、网上游戏、即时通信等活动，移动手持终端越来越受到用户的青睐。相比于移动手持终端的使用便利性，其电池续航时间却无法用户的需求，因此也应运而生了带有对外充电功能的电子产品，例如充电宝等。这些电子产品在对外充电时，为了确保设备的安全性，会对充电电流做适当的限流设置。

15 图 1 为现有技术中电流限流方案的结构示意图，如图 1 所示，通过在电源芯片 11 的后级设置一个专用的线性限流芯片 12 实现限流功能，具体原理为：当充电电流大于设定的电流门限时，线性增大线性限流芯片 12 的导通阻抗从而降低充电电流，直至充电电流等于设定的电流门限，从而实现对充电电流的限制。

20 但是，现有技术存在如下缺陷：增大导通阻抗即增加通路损耗，产生热量，在过流状态下容易导致对外充电设备启动热保护而关闭对外充电功能，而且造成了资源浪费、充电效率变低。

发明内容

25 本发明实施例提供一种限流保护电路和电子设备，当充电电流过流时由恒压输出转换为恒流输出，限制了充电电流，节省了资源，提高了充电效率。

第一方面，本发明实施例提供一种限流保护电路，包括：电源芯片和与所述电源芯片电连接的限流电路；

所述电源芯片具有输出管脚和反馈管脚；

30 所述限流电路包括：电流采样电阻、至少一个电压转换电阻、第一运算

放大器、三极管、第一分压电阻、第二分压电阻和一二极管；

所述输出管脚与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的负向输入端与第一电压转换电阻的一端连接，所述第一电压转换电阻的另一端与
5 所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的正向输入端与第二电压转换电阻的一端连接，所述第二电压转换电阻的另一端与
所述电流采样电阻的另一端连接；所述第一运算放大器的输出端与所述三极管的基极连接，所述三极管的发射极与
所述第一运算放大器的负向输入端连接，所述三极管的集电极与第三电压转换电阻的一端连接，所述第三电压转换电阻的
10 另一端接地；

10 所述第一分压电阻与所述第二分压电阻串联，所述第一分压电阻的一端与
所述电流采样电阻的另一端连接，所述第二分压电阻的一端接地；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的
15 负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接；

所述电源芯片具体用于：将输入的第一电压转换为第二电压，并通过所
15 述输出管脚输出所述第二电压至所述限流电路；

所述限流电路具体用于：检测通过所述电流采样电阻的第一电流；通过
所述电压转换电阻、所述第一运算放大器和所述三极管将所述第一电流转换为
20 第三电压；通过所述第一分压电阻和所述第二分压电阻输出第一参考电压；
根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压；

20 所述电源芯片还用于：当所述反馈电压大于第二参考电压时，降低所述
第二电压直至所述第一电流为预设置；其中，所述第二参考电压为所述电源
芯片内部的预设电压。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，所述限流电路
还包括第二运算放大器；

25 所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的
负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接，相应为：

所述第二运算放大器的正向输入端与所述第二分压电阻的另一端连接，
所述第二运算放大器的负向输入端与所述第三电压转换电阻的一端连接，所
30 述第二运算放大器的输出端与所述二极管的正极连接，所述二极管的负极分
别与所述第二运算放大器的负向输入端和所述反馈管脚连接。

结合第一方面，在第一方面的第二种可能的实现方式中，所述根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之和，则所述反馈电压为所述第三电压与所述二极管的正向导通电压的差值；

5 或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之和，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第三种可能的实现方式中，所述根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

10 若所述第三电压大于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第三电压；或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

第二方面，本发明实施例提供一种电子设备，包括：限流保护电路和与所述限流保护电路连接的供电接口；所述供电接口用于连接负载，使所述电
15 子设备向所述负载供电；

所述限流保护电路包括：电源芯片和与所述电源芯片电连接的限流电路；
所述电源芯片具有输出管脚和反馈管脚；

所述限流电路包括：电流采样电阻、至少一个电压转换电阻、第一运算
20 放大器、三极管、第一分压电阻、第二分压电阻和一二极管；

所述输出管脚与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的
负向输入端与第一电压转换电阻的一端连接，所述第一电压转换电阻的另一
25 端与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的正向输入端与第
二电压转换电阻的一端连接，所述第二电压转换电阻的另一端与所述电流采
样电阻的另一端连接；所述第一运算放大器的输出端与所述三极管的基极连
接，所述三极管的发射极与所述第一运算放大器的负向输入端连接，所述三
极管的集电极与第三电压转换电阻的一端连接，所述第三电压转换电阻的另
一端接地；

所述第一分压电阻与所述第二分压电阻串联，所述第一分压电阻的一端
与所述电流采样电阻的另一端连接，所述第二分压电阻的一端接地；

30 所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的

负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接；

所述电源芯片具体用于：将输入的第一电压转换为第二电压，并通过所述输出管脚输出所述第二电压至所述限流电路；

所述限流电路具体用于：检测通过所述电流采样电阻的第一电流；通过
5 所述电压转换电阻、所述第一运算放大器和所述三极管将所述第一电流转换为第三电压；通过所述第一分压电阻和所述第二分压电阻输出第一参考电压；根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压；

所述电源芯片还用于：当所述反馈电压大于第二参考电压时，降低所述
10 第二电压直至所述第一电流为预设置；其中，所述第二参考电压为所述电源芯片内部的预设电压。

结合第二方面，在第二方面的第一种可能的实现方式中，所述限流电路还包括第二运算放大器；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的
15 负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接，相应为：

所述第二运算放大器的正向输入端与所述第二分压电阻的另一端连接，
所述第二运算放大器的负向输入端与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述
20 第二运算放大器的输出端与所述二极管的正极连接，所述二极管的负极分别与
所述第二运算放大器的负向输入端和所述反馈管脚连接。

结合第二方面，在第二方面的第二种可能的实现方式中，所述根据所述
20 第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之
和，则所述反馈电压为所述第三电压与所述二极管的正向导通电压的差值；
或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通
电压之和，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

结合第二方面的第一种可能的实现方式，在第二方面的第三种可能的实
25 现方式中，所述根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出
所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第三电
压；或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压，则所述反馈电压为
30 所述第一参考电压。

本发明实施例提供一种限流保护电路和电子设备，限流保护电路包括：电源芯片和与电源芯片电连接的限流电路，电源芯片具有输出管脚和反馈管脚，电源芯片将输入的第一电压转换为第二电压，并通过输出管脚输出第二电压至限流电路，限流电路检测通过电流采样电阻的第一电流，向反馈管脚
5 输出反馈电压，电源芯片还用于当反馈电压大于第二参考电压时，降低第二电压直至第一电流为预设置，其中，第二参考电压为电源芯片内部的预设电压。本发明实施例提供的限流保护电路，当充电电流过流时，电源芯片将降低输出电压从而降低充电电流，使得在充电电流过流时由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流目的，没有额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续
10 持续对外充电，节省了资源，提高了充电效率。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面
15 描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为现有技术中电流限流方案的结构示意图；

图 2 为本发明限流保护电路实施例一的结构示意图；

图 3 为本发明限流保护电路实施例二的结构示意图；

20 图 4 为本发明电子设备实施例一的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，
25 显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

图 2 为本发明限流保护电路实施例一的结构示意图，如图 2 所示，该限流保护电路可以包括：电源芯片 21 和与电源芯片 21 电连接的限流电路。

30 其中，电源芯片 21 具有输出管脚 VOUT 和反馈管脚 FB。

其中，限流电路包括：电流采样电阻 R6、至少一个电压转换电阻、第一运算放大器 U2、三极管 T1、第一分压电阻 R7、第二分压电阻 R8 和一二极管 D1。

输出管脚 VOUT 与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2 的负向输入端 2 与第一电压转换电阻 R4 的一端连接，第一电压转换电阻 R4 的另一端与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2 的正向输入端 3 与第二电压转换电阻 R3 的一端连接，第二电压转换电阻 R3 的另一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接。第一运算放大器 U2 的输出端 1 与三极管 T1 的基极连接，三极管 T1 的发射极与第一运算放大器 U2 的负向输入端 2 连接，三极管 T1 的集电极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，第三电压转换电阻 R5 的另一端接地。

第一分压电阻 R7 与第二分压电阻 R8 串联，第一分压电阻 R7 的一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接，第二分压电阻 R8 的一端接地。

二极管 D1 的正极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，二极管 D1 的负极分别与第二分压电阻 R8 的另一端和反馈管脚 FB 连接。

电源芯片 21 具体用于：将输入的第一电压 V_{in} 转换为第二电压 V_{out} ，并通过输出管脚 VOUT 输出第二电压 V_{out} 至限流电路。

限流电路具体用于：检测通过电流采样电阻 R6 的第一电流 I，通过电压转换电阻、第一运算放大器 U2 和三极管 T1 将第一电流 I 转换为第三电压 V_{cov} ，通过第一分压电阻 R7 和第二分压电阻 R8 输出第一参考电压 V_{th} ，根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} 。

电源芯片还用于：当反馈电压 V_{FB} 大于第二参考电压 V_{FB_th} 时，降低第二电压 V_{out} 直至第一电流 I 为预设置。其中，第二参考电压 V_{FB_th} 为电源芯片 21 内部的预设电压。

本实施例提供的限流保护电路，工作原理如下：

电源芯片 21 可以将输入的电压转换为需要的电压恒定输出，即将输入的第一电压 V_{in} 转换为第二电压 V_{out} 通过输出管脚 VOUT 恒定输出。在本实施例中，电源芯片 21 的能量输入源为电池 Vbat，电感 L1 和电容 C1 配合电源芯片 21 实现输入电压到输出电压的转换。需要说明的是，电源芯片 21 的能量输入源可以为电池，也可以是其他能量输入源，本发明对此不加以限制。

电源芯片 21 还可以根据反馈管脚 FB 接收的反馈电压 V_{FB} 以及第二参考电压 V_{FB_th} 来调整输出的第二电压 V_{out} 。其中，第二参考电压 V_{FB_th} 为电源芯片 21 内部的预设电压。具体地，当反馈电压 V_{FB} 小于第二参考电压 V_{FB_th} 时，电源模块 21 将增大输出的第二电压 V_{out} ；当反馈电压 V_{FB} 大于第二参考电压 V_{FB_th} 时，电源模块 21 将降低输出的第二电压 V_{out} ；当反馈电压 V_{FB} 等于第二参考电压 V_{FB_th} 时，电源模块 21 将保持输出第二电压 V_{out} 不做调整。可见，当电源芯片 21 稳定工作时，反馈电压 V_{FB} 将与第二参考电压 V_{FB_th} 相等。

电源芯片 21 将第二电压 V_{out} 输入至限流电路，其中，电流采样电阻 R6 可以检测出通过该电阻的第一电流 I，该第一电流 I 即为充电电流。

10 通过第一电压转换电阻 R4、第二电压转换电阻 R3、第三电压转换电阻 R5、第一运算放大器 U2 和三极管 T1 将第一电流 I 转换为第三电压 V_{cov} ，具体地，第三电压转换电阻 R5 的一端的电压为第三电压 V_{cov} 。根据第一运算放大器 U2 虚短可知：第一电压转换电阻 R4 的一端的电压与第二电压转换电阻 R3 的一端的电压相等。根据第一运算放大器 U2 虚断可知：输入端没有电流，
15 第二电压转换电阻 R3 的一端的电压与电流采样电阻 R6 的另一端的电压相等，即，第一电压转换电阻 R4 的一端的电压与电流采样电阻 R6 的另一端的电压相等，也就是说，第一电压转换电阻 R4 两端的电压差与电流采样电阻 R6 两端的电压差相等，即 $I_{R4} * R4 = I * R6$ 。根据第一运算放大器 U2 虚断可知：输入端没有电流，通过第一电压转换电阻 R4 的电流与通过第三电压转换电阻
20 R5 的电流近似相等，即 $I_{R4} = I_{R5}$ 。所以，通过第三电压转换电阻 R5 的电流为 $I_{R5} = I_{R4} = (I * R6) / R4$ ，第三电压转换电阻 R5 的一端的电压为 $V_{R5} = I_{R5} * R5 = (I * R6 * R5) / R4$ ，即，第三电压为 $V_{cov} = V_{R5} = (I * R6 * R5) / R4$ 。其中，三极管 T1 用于构成运放负反馈，第二电压转换电阻 R3 用于补偿第一运算放大器 U2 输入端的偏置电流。

25 通过第一分压电阻 R7 和第二分压电阻 R8 输出第一参考电压 V_{th} ，具体地，第二分压电阻 R8 的另一端的电压为第一参考电压为 V_{th} ，第一分压电阻 R7 的一端的电压为 V_{out_1} ，第一分压电阻 R7 和第二分压电阻 R8 串联，所以，第二分压电阻 R8 的另一端的电压为 $V_{R8} = I_{R8} * R8 = (V_{out_1} * R8) / (R7 + R8)$ ，即，第一参考电压为 $V_{th} = V_{R8} = (V_{out_1} * R8) / (R7 + R8)$ 。

30 根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} ，

具体地，二极管 D1 负极的电压为第一参考电压 V_{th} ，二极管 D1 正极的电压为第三电压 V_{cov} ，而且，二极管 D1 的负极与反馈管脚 FB 连接，向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} 。当第一电流 I 没有过流时，第三电压 V_{cov} 将小于或等于第一参考电压 V_{th} 与二极管 D1 的正向导通电压 V_{D1} 之和，二极管 D1 截止，

5 反馈电压 V_{FB} 为第一参考电压 V_{th} ，即 $V_{FB}=V_{th}$ ，此时，电源芯片 21 将工作在稳定状态保持恒压输出，反馈电压 V_{FB} 为第一参考电压 V_{th} 且与第二参考电压 V_{FB_th} 相等。当第一电流 I 过流时，第三电压 V_{cov} 将大于第一参考电压 V_{th} 与二极管 D1 的正向导通电压 V_{D1} 之和，二极管 D1 导通，反馈电压 V_{FB} 为第三电压 V_{cov} 与二极管正向导通电压 V_{D1} 的差值，即 $V_{FB}=V_{cov}-V_{D1}$ ，此时，反

10 馈电压 V_{FB} 将大于第二参考电压 V_{FB_th} ，电源芯片 21 将降低第二电压 V_{out} 直至反馈电压 V_{FB} 等于第二参考电压 V_{FB_th} ，即 $V_{FB_th}=V_{FB}=V_{cov}-V_{D1}=(I*R6*R5/R4)-V_{D1}$ ，即 $I=(V_{FB_th}+V_{D1})*R4/(R5*R6)$ ，此时电源芯片 21 输出恒定电流，即当电流过流时，电源芯片 21 由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流的目的。由于电源芯片 21 通过动态调整输出电压进行限流，当充电电

15 流过流时通过降低输出电压从而降低充电电流，不会额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续对外充电，节省了资源，提高了充电效率。

需要说明的是，图 2 所示的电源芯片、电池、电阻、电容、电感的参数只是示例，具体型号和参数可以根据电源芯片和产品需求进行调整。

需要说明的是，本发明实施例提供的限流保护电路，后端可以连接负载，

20 用于向负载供电，负载可以为外部负载，也可以为电子设备内部的负载，本发明对此不加以限制。

本发明实施例提供了一种限流保护电路，包括电源芯片和与电源芯片电连接的限流电路，电源芯片具有输出管脚和反馈管脚，电源芯片将输入的第一电压转换为第二电压，并通过输出管脚输出第二电压至限流电路，限流电

25 路检测通过电流采样电阻的第一电流，向反馈管脚输出反馈电压，电源芯片还用于当反馈电压大于第二参考电压时，降低第二电压直至第一电流为预设置，其中，第二参考电压为电源芯片内部的预设电压。本发明实施例提供的限流保护电路，当充电电流过流时，电源芯片将降低输出电压从而降低充电

30 电流，使得在充电电流过流时由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流目的，没有额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续对外充电，节省了资源，

提高了充电效率。

图 3 为本发明电流保护电路实施例二的结构示意图，本实施例在实施例一的基础上，提供了限流电路的另一种可行结构。如图 3 所示，该限流保护电路可以包括：电源芯片 21 和与电源芯片 21 电连接的限流电路。

5 其中，电源芯片 21 具有输出管脚 VOUT 和反馈管脚 FB。

其中，限流电路包括：电流采样电阻 R6、至少一个电压转换电阻、第一运算放大器 U2、三极管 T1、第一分压电阻 R7、第二分压电阻 R8 和一二极管 D1。

输出管脚 VOUT 与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2
10 的负向输入端 2 与第一电压转换电阻 R4 的一端连接，第一电压转换电阻 R4 的另一端与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2 的正向输入端 3 与第二电压转换电阻 R3 的一端连接，第二电压转换电阻 R3 的另一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接。第一运算放大器 U2 的输出端 1 与三极管 T1 的基极连接，三极管 T1 的发射极与第一运算放大器 U2 的负向输入端 2 连接，
15 三极管 T1 的集电极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，第三电压转换电阻 R5 的另一端接地。

第一分压电阻 R7 与第二分压电阻 R8 串联，第一分压电阻 R7 的一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接，第二分压电阻 R8 的一端接地。

第二运算放大器 U3 的正向输入端 3 与第二分压电阻 R8 的另一端连接，
20 第二运算放大器 U3 的负向输入端 2 与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，第二运算放大器 U3 的输出端 1 与二极管 D1 的正极连接，二极管 D1 的负极分别与第二运算放大器 U3 的负向输入端 3 和反馈管脚 FB 连接。

本实施例中的电源芯片 21 以及相应元件的功能与实施例一类似，此处不再赘述。

25 在本实施例中，限流电路还包括第二运算放大器 U3。根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} ，具体地，第二运算放大器 U3 的正向输入端的电压为第一参考电压 V_{th} ，第二运算放大器 U3 的负向输入端 2 的电压为第三电压 V_{cov} ，而且，二极管 D1 的负极与反馈管脚 FB 连接，向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} 。当第一电流 I 没有过流时，第三电
30 压 V_{cov} 将小于或等于第一参考电压 V_{th} ，即，第二运算放大器 U3 的负向输入

端 2 的电压小于或等于第二运算放大器 U3 的正向输入端 3 的电压，二极管 D1 负极的电压 V_{FB} 将跟随等于第二运算放大器 U3 的正向输入端 3 的电压，即 $V_{FB}=V_{th}$ ，此时，电源芯片 21 将工作在稳定状态保持恒压输出，反馈电压 V_{FB} 为第一参考电压 V_{th} 且与第二参考电压 V_{FB_th} 相等。

5 当第一电流 I 过流时，第三电压 V_{cov} 将大于第一参考电压 V_{th} ，即，第二运算放大器 U3 的负向输入端 2 的电压大于第二运算放大器 U3 的正向输入端 3 的电压，二极管 D1 负极的电压 V_{FB} 将跟随等于第二运算放大器 U3 的负向输入端 2 的电压，即 $V_{FB}=V_{cov}$ ，此时，反馈电压 V_{FB} 将大于第二参考电压 V_{FB_th} ，电源芯片 21 将降低第二电压 V_{out} 直至反馈电压 V_{FB} 等于第二参考电压 V_{FB_th} ，
10 即 $V_{FB_th}=V_{FB}=V_{cov}=(I*R6*R5)/R4$ ，即 $I=(V_{FB_th}*R4)/(R5*R6)$ ，此时电源芯片 21 输出恒定电流，即当电流过流时，电源芯片 21 由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流的目的。由于电源芯片 21 通过动态调整输出电压进行限流，当充电电流过流时通过降低输出电压从而降低充电电流，不会额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续对外充电，节省了资源，提高了充电效率。

15 本发明实施例提供了一种限流保护电路，包括电源芯片和与电源芯片电连接的限流电路，电源芯片具有输出管脚和反馈管脚，电源芯片将输入的第一电压转换为第二电压，并通过输出管脚输出第二电压至限流电路，限流电路检测通过电流采样电阻的第一电流，向反馈管脚输出反馈电压，电源芯片还用于当反馈电压大于第二参考电压时，降低第二电压直至第一电流为预设置，其中，第二参考电压为电源芯片内部的预设电压。本发明实施例提供的
20 限流保护电路，当充电电流过流时，电源芯片将降低输出电压从而降低充电电流，使得在充电电流过流时由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流目的，没有额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续对外充电，节省了资源，提高了充电效率。

25 图 4 为本发明电子设备实施例一的结构示意图。请同时参照图 2 至图 4，该电子设备 100 可以包括限流保护电路 101 和与限流保护电路 101 连接的供电接口 102，供电接口 102 用于连接负载 200，使电子设备 100 向负载 200 供电。

其中，限流保护电路 101 可以是图 2 所示的限流保护电路，该限流保护
30 电路 101 包括：电源芯片 21 和与电源芯片 21 电连接的限流电路。

其中，电源芯片 21 具有输出管脚 VOUT 和反馈管脚 FB。

其中，限流电路包括：电流采样电阻 R6、至少一个电压转换电阻、第一运算放大器 U2、三极管 T1、第一分压电阻 R7、第二分压电阻 R8 和一二极管 D1。

5 输出管脚 VOUT 与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2 的负向输入端 2 与第一电压转换电阻 R4 的一端连接，第一电压转换电阻 R4 的另一端与电流采样电阻 R6 的一端连接。第一运算放大器 U2 的正向输入端 3 与第二电压转换电阻 R3 的一端连接，第二电压转换电阻 R3 的另一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接。第一运算放大器 U2 的输出端 1 与三极管 T1
10 的基极连接，三极管 T1 的发射极与第一运算放大器 U2 的负向输入端 2 连接，三极管 T1 的集电极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，第三电压转换电阻 R5 的另一端接地。

第一分压电阻 R7 与第二分压电阻 R8 串联，第一分压电阻 R7 的一端与电流采样电阻 R6 的另一端连接，第二分压电阻 R8 的一端接地。

15 二极管 D1 的正极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，二极管 D1 的负极分别与第二分压电阻 R8 的另一端和反馈管脚 FB 连接。

电源芯片 21 具体用于：将输入的第一电压 V_{in} 转换为第二电压 V_{out} ，并通过输出管脚 VOUT 输出第二电压 V_{out} 至限流电路。

限流电路具体用于：检测通过电流采样电阻 R6 的第一电流 I，通过电压
20 转换电阻、第一运算放大器 U2 和三极管 T1 将第一电流 I 转换为第三电压 V_{cov} ，通过第一分压电阻 R7 和第二分压电阻 R8 输出第一参考电压 V_{th} ，根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} 。

电源芯片还用于：当反馈电压 V_{FB} 大于第二参考电压 V_{FB_th} 时，降低第二
25 电压 V_{out} 直至第一电流 I 为预设置。其中，第二参考电压 V_{FB_th} 为电源芯片 21 内部的预设电压。

可选的，根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚 FB 输出反馈电压 V_{FB} ，可以包括：

若第三电压 V_{cov} 大于第一参考电压 V_{th} 与二极管 D1 的正向导通电压 V_{D1}
30 之和，则反馈电压为第三电压 V_{cov} 与二极管 D1 的正向导通电压 V_{D1} 的差值；或者，若第三电压 V_{cov} 小于等于第一参考电压 V_{th} 与二极管 D1 的正向导通电

压 V_{D1} 之和，则反馈电压为第一参考电压 V_{th} 。

可选的，限流保护电路 101 还可以是图 3 所示的限流保护电路，该限流保护电路 101 还可以包括第二运算放大器 U2。

5 二极管 D1 的正极与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，二极管 D1 的负极分别与第二分压电阻 R8 的另一端和反馈管脚 FB 连接，相应为：

第二运算放大器 U3 的正向输入端 3 与第二分压电阻 R8 的另一端连接，第二运算放大器 U3 的负向输入端 2 与第三电压转换电阻 R5 的一端连接，第二运算放大器 U3 的输出端 1 与二极管 D1 的正极连接，二极管 D1 的负极分别与第二运算放大器 U3 的负向输入端 3 和反馈管脚 FB 连接。

10 可选的，根据第三电压 V_{cov} 与第一参考电压 V_{th} 向反馈管脚输出反馈电压，可以包括：

若第三电压 V_{cov} 大于第一参考电压 V_{th} ，则反馈电压为第三电压 V_{cov} ；或者，若第三电压 V_{cov} 小于等于第一参考电压 V_{th} ，则反馈电压为第一参考电压 V_{th} 。

15 其中，限流保护电路 101 的具体工作原理和技术效果与前述实施例类似，此处不再赘述。

本发明实施例提供了一种电子设备，包括限流保护电路和与限流保护电路连接的供电接口，供电接口用于负载，使电子设备向负载供电，其中，限流保护电路包括电源芯片和与电源芯片电连接的限流电路，电源芯片具有输出管脚和反馈管脚，电源芯片将输入的第一电压转换为第二电压，并通过输出管脚输出第二电压至限流电路，限流电路检测通过电流采样电阻的第一电
20 流，向反馈管脚输出反馈电压，电源芯片还用于当反馈电压大于第二参考电压时，降低第二电压直至第一电流为预设置，其中，第二参考电压为电源芯片内部的预设电压。本发明实施例提供的电子设备，当充电电流过流时，电
25 源芯片将降低输出电压从而降低充电电流，使得在充电电流过流时由恒压输出转换为恒流输出，从而达到限流目的，没有额外增加通路损耗产生额外热量，可以持续对外充电，节省了资源，提高了充电效率。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通
30 技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，

或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权利要求书

1、一种限流保护电路，其特征在于，包括：电源芯片和与所述电源芯片电连接的限流电路；所述电源芯片具有输出管脚和反馈管脚；

所述限流电路包括：电流采样电阻、至少一个电压转换电阻、第一运算放大器、三极管、第一分压电阻、第二分压电阻和一二极管；

所述输出管脚与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的负向输入端与第一电压转换电阻的一端连接，所述第一电压转换电阻的另一端与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的正向输入端与第二电压转换电阻的一端连接，所述第二电压转换电阻的另一端与所述电流采样电阻的另一端连接；所述第一运算放大器的输出端与所述三极管的基极连接，所述三极管的发射极与所述第一运算放大器的负向输入端连接，所述三极管的集电极与第三电压转换电阻的一端连接，所述第三电压转换电阻的另一端接地；

所述第一分压电阻与所述第二分压电阻串联，所述第一分压电阻的一端与所述电流采样电阻的另一端连接，所述第二分压电阻的一端接地；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接；

所述电源芯片具体用于：将输入的第一电压转换为第二电压，并通过所述输出管脚输出所述第二电压至所述限流电路；

所述限流电路具体用于：检测通过所述电流采样电阻的第一电流；通过所述电压转换电阻、所述第一运算放大器和所述三极管将所述第一电流转换为第三电压；通过所述第一分压电阻和所述第二分压电阻输出第一参考电压；根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压；

所述电源芯片还用于：当所述反馈电压大于第二参考电压时，降低所述第二电压直至所述第一电流为预设置；其中，所述第二参考电压为所述电源芯片内部的预设电压。

2、根据权利要求1所述的限流保护电路，其特征在于，所述限流电路还包括第二运算放大器；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接，相应为：

所述第二运算放大器的正向输入端与所述第二分压电阻的另一端连接，所述第二运算放大器的负向输入端与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述第二运算放大器的输出端与所述二极管的正极连接，所述二极管的负极分别与所述第二运算放大器的负向输入端和所述反馈管脚连接。

5 3、根据权利要求1所述的限流保护电路，其特征在于，所述根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之和，则所述反馈电压为所述第三电压与所述二极管的正向导通电压的差值；或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之和，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

4、根据权利要求2所述的限流保护电路，其特征在于，所述根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第三电压；或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

5、一种电子设备，其特征在于，包括：限流保护电路和与所述限流保护电路连接的供电接口；所述供电接口用于连接负载，使所述电子设备向所述负载供电；

所述限流保护电路包括：电源芯片和与所述电源芯片电连接的限流电路；所述电源芯片具有输出管脚和反馈管脚；

所述限流电路包括：电流采样电阻、至少一个电压转换电阻、第一运算放大器、三极管、第一分压电阻、第二分压电阻和一二极管；

所述输出管脚与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的负向输入端与第一电压转换电阻的一端连接，所述第一电压转换电阻的另一端与所述电流采样电阻的一端连接；所述第一运算放大器的正向输入端与第二电压转换电阻的一端连接，所述第二电压转换电阻的另一端与所述电流采样电阻的另一端连接；所述第一运算放大器的输出端与所述三极管的基极连接，所述三极管的发射极与所述第一运算放大器的负向输入端连接，所述三极管的集电极与第三电压转换电阻的一端连接，所述第三电压转换电阻的另一端接地；

所述第一分压电阻与所述第二分压电阻串联，所述第一分压电阻的一端与
所述电流采样电阻的另一端连接，所述第二分压电阻的一端接地；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的
负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接；

5 所述电源芯片具体用于：将输入的第一电压转换为第二电压，并通过所
述输出管脚输出所述第二电压至所述限流电路；

所述限流电路具体用于：检测通过所述电流采样电阻的第一电流；通过
所述电压转换电阻、所述第一运算放大器和所述三极管将所述第一电流转换
为第三电压；通过所述第一分压电阻和所述第二分压电阻输出第一参考电压；
10 根据所述第三电压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压；

所述电源芯片还用于：当所述反馈电压大于第二参考电压时，降低所述
第二电压直至所述第一电流为预设置；其中，所述第二参考电压为所述电源
芯片内部的预设电压。

6、根据权利要求 5 所述的电子设备，其特征在于，所述限流电路还包括
15 第二运算放大器；

所述二极管的正极与所述第三电压转换电阻的一端连接，所述二极管的
负极分别与所述第二分压电阻的另一端和所述反馈管脚连接，相应为：

所述第二运算放大器的正向输入端与所述第二分压电阻的另一端连接，
所述第二运算放大器的负向输入端与所述第三电压转换电阻的一端连接，所
20 述第二运算放大器的输出端与所述二极管的正极连接，所述二极管的负极分
别与所述第二运算放大器的负向输入端和所述反馈管脚连接。

7、根据权利要求 5 所述的电子设备，其特征在于，所述根据所述第三电
压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

若所述第三电压大于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通电压之
25 和，则所述反馈电压为所述第三电压与所述二极管的正向导通电压的差值；
或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压与所述二极管的正向导通
电压之和，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

8、根据权利要求 6 所述的电子设备，其特征在于，所述根据所述第三电
压与所述第一参考电压向所述反馈管脚输出所述反馈电压，包括：

30 若所述第三电压大于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第三电

压；或者，若所述第三电压小于等于所述第一参考电压，则所述反馈电压为所述第一参考电压。

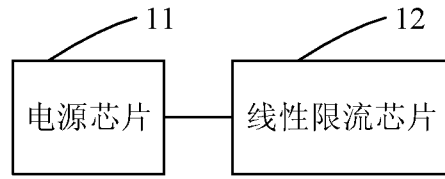


图 1

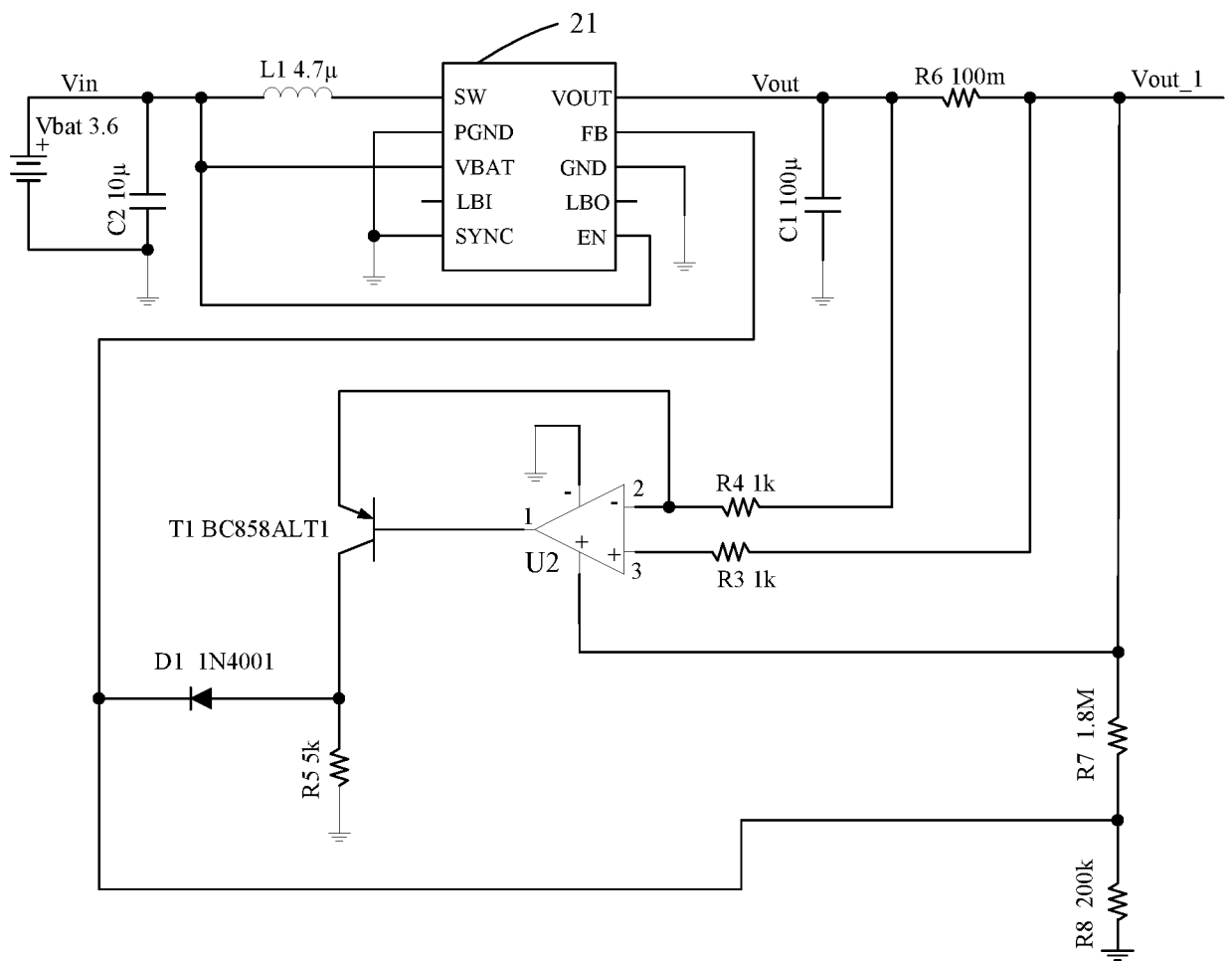


图 2

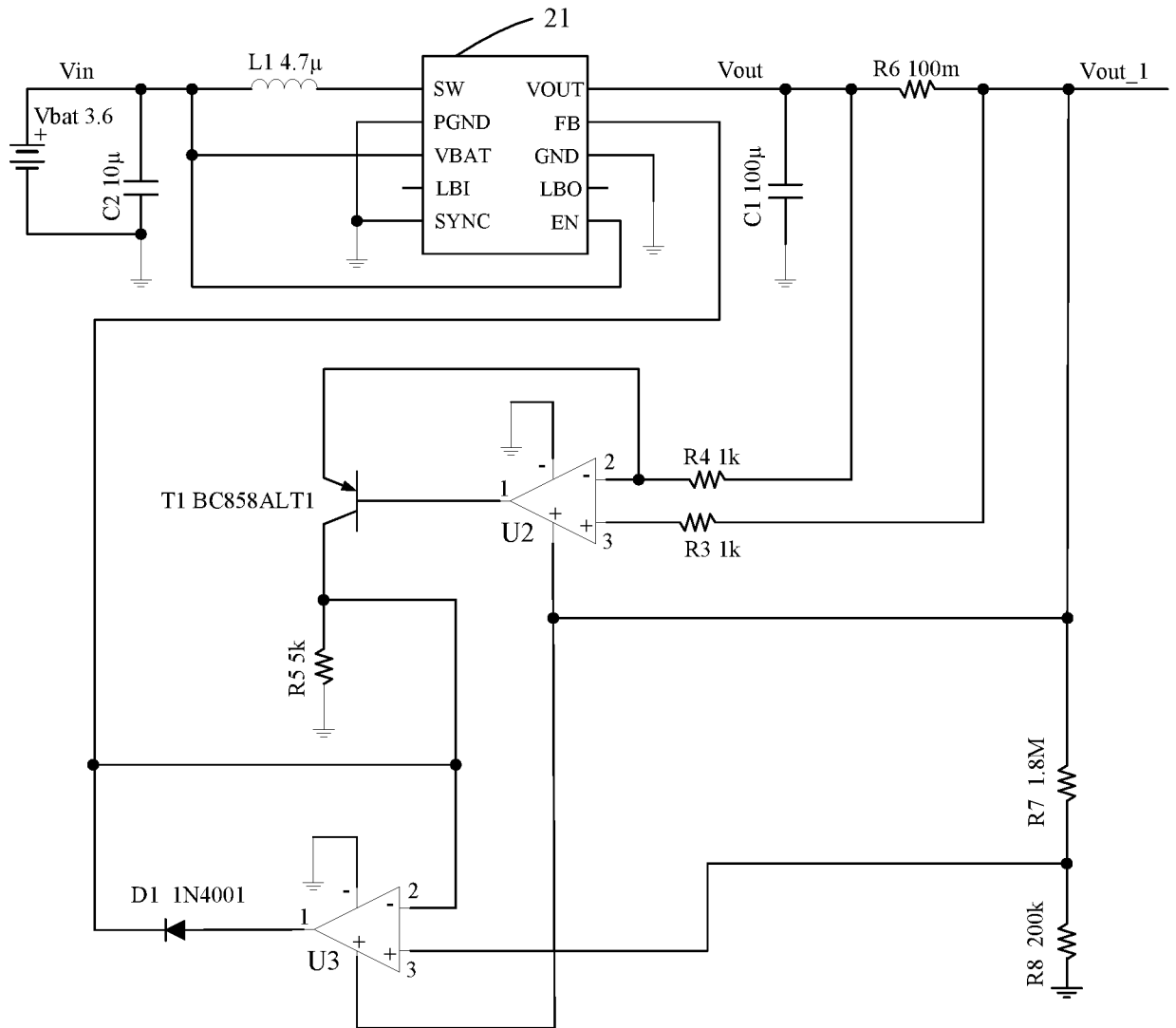


图 3

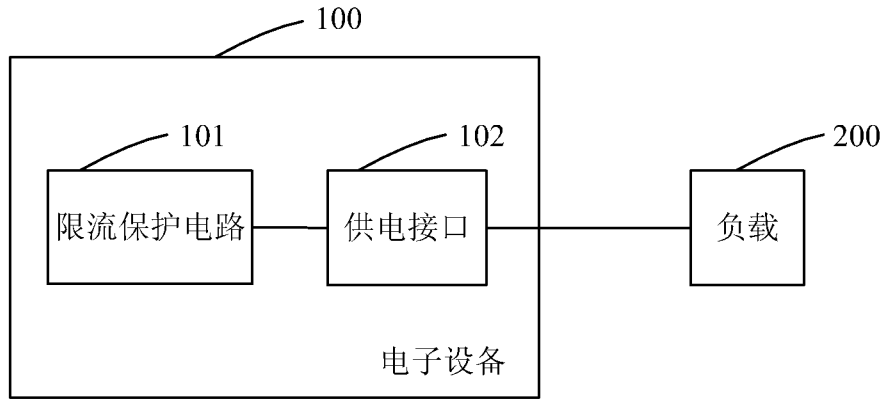


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/071296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 3/08 (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)

H02H; H02H 3

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; DWPI: current limiting, constant current, operational amplifier, resistance, triode, overcurrent, current, limit+, constant, amplifier?, chip, integration, difference, resistor, switch+, mosfet, fet, transistor, sampl+, detect+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005128657 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. et al.), 16 June 2005 (16.06.2005), description, paragraphs 0017-0028, and figures 1-2	1-8
A	CN 1717644 A (SIERRA WIRELESS, INC.), 04 January 2006 (04.01.2006), the whole document	1-8
A	CN 201536253 U (SHENZHEN COSHIP ELECTRONICS CO., LTD.), 28 July 2010 (28.07.2010), the whole document	1-8

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
10 September 2015 (10.09.2015)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.2015)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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
LI, Lu
Telephone No.: (86-10) **62089116**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/071296

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2005128657 A1	16 June 2005	US 7342761 B2	11 March 2008
CN 1717644 A	04 January 2006	EP 1567930 A1	31 August 2005
		CA 2505818 A1	10 June 2004
		US 7586724 B2	08 September 2009
		AU 2003286041 A1	18 June 2004
		CN 100388160 C	14 May 2008
		US 7106569 B2	12 September 2006
		US 2004100748 A1	27 May 2004
		US 2007035895 A1	15 February 2007
		WO 2004049145 A1	10 June 2004
		IN 200501415 P4	22 June 2007
		IN 225880 B	09 January 2009
CN 201536253 U	28 July 2010	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02H 3/08 (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</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H02H; H02H3</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))</p> <p>CNABS; DWPI: 过流, 过电流, 限流, 限制电流, 恒流, 恒定电流, 运放, 运算放大器, 芯片, 集成, 电阻, 采样, 开关, 晶体管, 三极管, 差分, overcurrent, current, limit+, constant, amplifier?, chip, integration, difference, resistor, switch+, mosfet, fet, transistor, sampl+, detect+</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>US 2005128657 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES INC ETC) 2005年 6月 16日 (2005 - 06 - 16) 说明书第0017—0028段, 附图1-2</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1717644 A (施克莱无线公司) 2006年 1月 4日 (2006 - 01 - 04) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201536253 U (深圳市同洲电子股份有限公司) 2010年 7月 28日 (2010 - 07 - 28) 全文</td> <td>1-8</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	US 2005128657 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES INC ETC) 2005年 6月 16日 (2005 - 06 - 16) 说明书第0017—0028段, 附图1-2	1-8	A	CN 1717644 A (施克莱无线公司) 2006年 1月 4日 (2006 - 01 - 04) 全文	1-8	A	CN 201536253 U (深圳市同洲电子股份有限公司) 2010年 7月 28日 (2010 - 07 - 28) 全文	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
A	US 2005128657 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES INC ETC) 2005年 6月 16日 (2005 - 06 - 16) 说明书第0017—0028段, 附图1-2	1-8												
A	CN 1717644 A (施克莱无线公司) 2006年 1月 4日 (2006 - 01 - 04) 全文	1-8												
A	CN 201536253 U (深圳市同洲电子股份有限公司) 2010年 7月 28日 (2010 - 07 - 28) 全文	1-8												
<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:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>														
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 9月 10日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 9月 29日</p>												
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>李路</p> <p>电话号码 (86-10)62089116</p>												

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/071296

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)
US	2005128657	A1	2005年 6月 16日	US	7342761	B2	2008年 3月 11日
CN	1717644	A	2006年 1月 4日	EP	1567930	A1	2005年 8月 31日
				CA	2505818	A1	2004年 6月 10日
				US	7586724	B2	2009年 9月 8日
				AU	2003286041	A1	2004年 6月 18日
				CN	100388160	C	2008年 5月 14日
				US	7106569	B2	2006年 9月 12日
				US	2004100748	A1	2004年 5月 27日
				US	2007035895	A1	2007年 2月 15日
				WO	2004049145	A1	2004年 6月 10日
				IN	200501415	P4	2007年 6月 22日
				IN	225880	B	2009年 1月 9日
CN	201536253	U	2010年 7月 28日	无			