

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 3/07 (2006.01)

H02M 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510054888.8

[45] 授权公告日 2009年7月15日

[11] 授权公告号 CN 100514808C

[22] 申请日 2005.3.22

[21] 申请号 200510054888.8

[30] 优先权

[32] 2004.3.30 [33] JP [31] 098303/04

[32] 2005.2.9 [33] JP [31] 32788/05

[73] 专利权人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

[72] 发明人 山本勋 荒木享一郎 影本升

[56] 参考文献

US6388388B1 2002.5.14

US2003/0117088A1 2003.6.26

审查员 王璐

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 黄小临 王志森

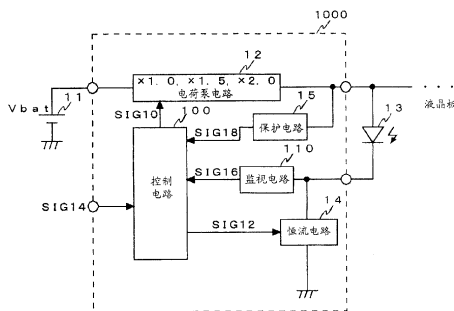
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

[54] 发明名称

具有升压率控制功能的升压控制装置

[57] 摘要

本发明提供一种具有升压率控制功能的升压控制装置。电荷泵电路(12)将电池(11)的电压升压,生成LED(13)的驱动电压。恒流电路(14)生成用于流过LED(13)的恒流。监视电路(110)监视LED(13)的阴极侧的电位,即恒流电路(14)的两端电压。控制电路(100)接受来自监视电路(110)的监视结果,在恒流电路(14)的两端电压低于保证恒流的最低电压的情况下,提高电荷泵电路(12)的升压率。另外,控制电路(100)将由外部指定的恒流值设定给恒流电路(14)。在指定的恒流值从大的值变更为小的值时,电荷泵电路(12)的升压率返回至1.0倍。



1. 一种升压控制装置，其特征在于，包括：

升压电路，将规定的电压升压，生成驱动目标负载的电压；

恒流电路，生成用于流过所述负载的恒流；

监视电路，监视所述恒流电路的两端电压；

被输入指示上述恒流的值的设定信号的端子；以及

控制电路，基于上述设定信号或者来自上述监视电路的表示监视结果的信号，控制所述升压电路的升压率，

当所述监视电路的监视结果为所述恒流电路的两端电压未达到保证上述设定信号所指示的上述恒流的值的最低电压时，所述控制电路提高所述升压电路的升压率。

2. 如权利要求1所述的升压控制装置，其特征在于，所述控制电路被从外部指示所述恒流电路生成的恒流值，将该恒流值设定给所述恒流电路，在指定的恒流值从大的值变更为小的值时，降低所述升压电路的升压率。

3. 如权利要求1或2所述的升压控制装置，其特征在于，所述监视电路在监视所述恒流电路之前，判定所述负载是否被连接，在所述负载未被连接的情况下，不进行与该负载对应的恒流电路的监视。

4. 如权利要求1或2所述的升压控制装置，其特征在于，在所述升压电路起动时的规定期间，在所述恒流电路的两端电压未达到所述最低电压时，所述监视电路停止监视该恒流电路的电压。

5. 如权利要求1或2所述的升压控制装置，其特征在于，该升压控制装置还包括监视所述升压电路的输出电压的保护电路，

在由所述监视电路以及所述控制电路进行升压率控制期间，所述保护电路根据所述输出电压的监视结果，检测包含本装置和所述负载的系统的异常。

6. 如权利要求1所述的升压控制装置，其特征在于还包括电压调节部，该电压调节部调节所述升压电路的输入电压，以便所述升压电路的输出电压接近规定的基准电压。

7. 如权利要求6所述的升压控制装置，其特征在于，所述电压调节部是包括将所述升压电路的输出电压和所述基准电压的误差放大的差动放大器的调节器电路。

8. 一种电子装置，其特征在于，包括：
如权利要求 1 或 2 所述的升压控制装置；以及
由所述升压控制装置驱动的发光元件。

9. 如权利要求 8 所述的电子装置，其特征在于，该电子装置还包括将所述发光元件作为背光来动作的液晶板。

具有升压率控制功能的升压控制装置

技术领域

本发明涉及控制用于将电池电源升压并供给负载的升压电路的升压控制装置，以及包含它的电子装置。

背景技术

在便携电话机和 PDA (Personal Data Assistant) 等的电池驱动型的便携设备中，使用各种 LED (Light-Emitting Diode) 元件。将该 LED 元件例如用作 LCD (Liquid Crystal Display) 的背光等。上述便携设备中装载的电池一般使用锂离子电池。该锂离子电池生成 3.1~4.2V 左右的电池电压。白色 LED 需要 3.3~4.0V 左右的驱动电压。因此，需要将电池电压升压的电荷泵电路。专利文献 1 中公开了关于电荷泵型 DC-DC 变换器的控制方式。

[专利文献 1] (日本) 特开平 10-215564 号公报

上述专利文献 1 的 0029 段公开了通过检测输出电流的大小来自动地控制。但是，在仅监视输出电流而改变升压率的情况下，由于与例如 LED 这样的负载的电压下降量无关地变更升压率，所以电池的损失大。

发明内容

本发明是鉴于上述状况的发明，其目的在于，在将电池电压升压并供给负载的装置中，延长电池的寿命。

本发明的一种方式涉及一种升压控制装置。该升压控制装置包括：升压电路，将规定的电压升压，生成驱动目标负载的电压；恒流电路，生成用于流过负载的恒流；监视电路，监视恒流电路的两端电压；被输入指示恒流的值的设定信号的端子；以及控制电路，基于设定信号或者来自监视电路的表示监视结果的信号，控制升压电路的升压率。当监视电路的监视结果为恒流电路的两端电压未达到保证设定信号所指示的恒流的值的最低电压时，控制电路提高升压电路的升压率。

根据该升压控制装置，不是通过监视电池电压或升压电路的输出电压，

而是通过监视恒流电路的两端电压，与LED等负载的电压下降量无关，在不进行负载的恒流驱动的情况下提高升压率。由此，可高效率地使用电池电源，可延长电池寿命。例如，即使在升压电路的输出电压下降的情况下，也可以在负载的电压下降量低时不变更升压率。另外，规定的电压不限于电池电压，包括恒压电路的输出电压。升压电路也包括负的升压电路。

控制电路被从外部指示恒流电路生成的恒流值，将恒流值设定给恒流电路，在指定的恒流值从大的值变更为小的值时，降低所述升压电路的升压率也可以。由外部指定的恒流从大的值变更为小的值时，即负载的驱动电流造成的电压下降量下降的情况下，通过提高升压率，本装置可以比较稳定地动作。

监视电路在监视所述恒流电路之前，判定所述负载是否被连接，在所述负载未被连接的情况下，不进行与该负载对应的恒流电路的监视也可以。在负载未被连接的情况下，监视电路始终检测出异常，可以事先防止升压率上升的事态。通过由监视电路兼用进行该判定，可简化电路。

在升压电路起动时的规定期间，在恒流电路的两端电压未达到最低电压时，监视电路停止监视该恒流电路的电压也可以。

本发明的另一方式也涉及升压控制装置。该升压控制装置包括：升压电路，将规定的电压升压，生成驱动目标负载的电压；恒流电路，生成用于流过负载的恒流；监视电路，监视恒流电路的两端电压；控制电路，控制升压电路的升压率；以及保护电路，监视升压电路的输出电压，在监视电路的监视结果，恒流电路的两端电压未达到最低动作电压时，控制电路提高升压电路的升压率，在由监视电路以及控制电路进行升压率控制期间，保护电路根据升压电路的输出电压的监视结果，检测包含本装置和负载的系统的异常。

由此，在检测出升压电路的输出电压低于规定的电压时，判断为例如负载损坏、升压电路的输出接地等的异常，可将升压率返回至1倍，或使本装置待机。由此，可保护本装置。

升压控制装置还可以包括电压调节部，该电压调节部调节升压电路的输入电压，以便该升压电路的输出电压接近规定的基准电压。

电压调节部也可以是包括将所述升压电路的输出电压和所述基准电压的误差放大的差动放大器的调节器电路。

即，升压电路对输出进行反馈从而固定输出电压就可以。固定输出电压则决定最大电压，可不用超过该电压的高耐压的设计过程，可简化电路。另外，施加在负载上的电压一定，可提高负载的耐久性。

本发明的另一方式涉及电子装置。包括：上述方式的升压控制装置；以及由升压控制装置驱动的发光元件。由此，可高效率地使用电池，点亮发光元件。

再有，以上构成部件的任意组合，本发明表现的方法、装置、系统等之间的变换等，作为本发明的方式也依然有效。

应注意的是，上述构成部件的任意组合或再排列等依然有效并被本实施方式所包含。

另外，本发明概要并不一定描述所有必要技术特征以便本发明还具有这些所述特征的部分组合。

附图说明

图 1 是表示实施方式的升压控制装置的基本结构的方框图。

图 2 是表示集成化的升压控制装置的结构方框图。

图 3 是用于说明电流控制部的处理的表。

图 4 是用于说明升压控制装置的动作的流程图。

图 5 是表示第一变形例的升压控制装置的结构方框图。

图 6 是表示第二变形例的升压控制装置的结构方框图。

具体实施方式

以下根据优选实施例来说明本发明，优选实施例只是例示本发明而不是限定本发明的范围。实施方式中所描述的特征及其组合对于本发明不一定是必须的。

图 1 是表示实施方式的升压控制装置的基本结构的方框图。本升压控制装置 1000 装载在便携电话终端和 PDA 等的电池驱动型电子设备上。升压控制装置是将锂离子电池等的电池电压 V_{bat} 升压后，在提供给 LED13 等的负载时控制其升压率的装置。

升压控制装置 1000 包括：电荷泵电路 12；控制电路 100；监视电路 110；恒流电路 14；以及保护电路 15。

在使用锂离子电池的情况下，电池 11 生成 3.4V~4.2V 的电池电压 Vbat。电荷泵电路 12 包括多个开关元件；升压用电容器以及输出用电容器，将电池电压 Vbat 以规定的升压率升压。在本实施方式中，电荷泵电路 12 具有两个外接的电容器，根据来自控制电路 100 的指示信号 SIG10 以 1.0 倍、1.5 倍、2.0 倍三个模式的其中一个来动作。然后将升压了的电压供给 LED13。

LED13 通过由电荷泵电路 12 供给的电压而发光。该 LED13 被作为未图示的液晶板的背光使用。在白色 LED 的情况下，产生 3.3~4.0V 的电压下降。根据驱动电流和周围温度电压下降量不同。为了防止闪烁，亮度保持恒定，LED 被恒流驱动。因此，通过恒流电路 14 进行恒流控制。这样，恒流控制时，LED13 可长时间发光，寿命也延长。图 1 中只描述了一个 LED，但设置多个 LED 也可以。另外，不限于白色，也可使用各种有色发光 LED。此情况下，电荷泵电路 12 的设定升压率也有所不同。

恒流电路 14 进行控制，以便流过 LED13 的电流成为恒流。恒流电路 14 根据来自控制电路 100 的指示信号来切换恒流值。例如，指示 1mA、10mA、15mA、20mA 这样的恒流值。从外部将指示要求的亮度的电流设定信号 SIG14 输入到控制电路 100，请求变更亮度时，恒流电路 14 变更恒流值。在本实施方式中，恒流电路 14 在被供给 0.3V 以上的电压的情况下正常动作，即，0.3V 是保证恒流的最低电压。在只供给低于 0.3V 的电压的情况下，不能进行恒流控制。该最低电压相当于恒流电路 14 的内部使用的晶体管的不饱和电压。

监视电路 110 监视 LED13 的阴极-GND 间的电压，即恒流电路 14 的两端电压，通过监视信号 SIG16 将监视结果通知控制电路 100。LED13 的阴极侧电压是从电荷泵电路 12 的输出电压减去 LED13 的电压下降部分后的剩余电压。在本实施方式中，监视电路 110 监视该剩余电压是否下降到低于 0.3V。在下降到低于 0.3V 的情况下，向控制电路 100 通知电压不足。在下降到低于 0.3V 时，恒流电路 14 不能正常动作，不能恒流驱动 LED13。即，发生闪烁或亮度不足。

保护电路 15 监视电荷泵电路 12 的输出电压。在由监视电路 110 以及控制电路 100 进行的升压率控制期间，保护电路 15 根据输出电压的监视结果来检测包含升压控制装置 1000 以及作为负载的 LED13 的系统的异常。

在电荷泵电路 12 的输出电压持续 10ms 低于 1.0V 的情况下，保护电路 15 通过异常通知信号 SIG18 向控制电路 100 通知。

在接到来自监视电路 110 的通知时，控制电路 100 基于外部输入的用于亮度调整的电流设定信号来控制电荷泵电路 12 的升压率。首先，将电荷泵电路 12 的升压率设定为 1.0 倍。然后，根据来自监视电路 110 的通知识别出 LED13 的阴极侧电位下降到低于 0.3V 时，将电荷泵电路 12 的升压率变更为 1.5 倍。在电荷泵电路 12 的升压率为 1.5 倍模式的状态，根据来自监视电路 110 的通知，识别出 LED13 的阴极侧的电压仍低于 0.3V 时，将该升压率变更为 2.0。另外在 1.5 倍模式的状态，阴极侧的电位一度返回到 0.3V 以上而再次下降到低于 0.3V 的情况也同样。

另外，控制电路 100 对恒流电路 14 指示变更后的恒流值，变更流过 LED13 的电流。控制电路 100 通过电流设定信号 SIG14 来接受从大电流向小电流的恒流变更指示，并且，在电荷泵电路 12 的升压率为 1.5 倍模式或 2.0 倍模式的情况下，将电荷泵电路 12 的升压率变更为 1.0 倍。这样，通过仅将 LED13 的驱动电流从大电流变为小电流时作为电荷泵电路 12 的升压率返回 1.0 倍的条件，可进行稳定动作。即，假设电荷泵电路 12 的升压率为 1.5 倍或 2.0 倍模式，即使 LED13 的阴极侧的电位在 0.3V 以上并经过一定时间，电荷泵电路 12 的升压率也不立即返回 1.0 倍。这是因为 LED13 的阴极侧电位有不久变成低于 0.3V 的可能性。该可能性低的情况是在 LED13 的驱动电流从大电流变为小电流时。

进而，控制电路 100 在通过异常通知信号 SIG18 从保护电路 15 接受异常状态的通知时，移至后述的短路保护差错模式。

接着，说明由 IC 芯片构成上述的升压控制装置 1000 的例子。图 2 是由 IC 芯片构成升压控制装置 1000 的情况下的方框图。该 IC 芯片是除了图 1 示出的外接电容器以外将电荷泵电路 12、恒流电路 14、控制电路 100 以及监视电路 110 集成化的集成电路。在图 2 中，为了简化，将控制电路 100、监视电路 110、以及保护电路 15 省略。

电压调整电路 12b 包括由差动放大器构成的反转放大器，与未图示的内置的晶体管一同构成调整电路。该电压调整电路 12b 经由 IC 芯片的 VBAT 端子，接受来自电池 11 的电源供给而动作，通过未图示的内置的晶体管，将电池电压 Vbat 降压后输出到电荷泵电路 12a。

电压调整电路 12b 将电荷泵电路 12a 的输出电压进行分压的电压与基准电压 VREF 比较，控制电荷泵电路 12a 的输入电压以便消除两者之差。在本

实施方式中，将基准电压设定为 1.2V。在电压调整电路 12b 和电荷泵电路 12a 之间连接经由 CPIN 端子的相位补偿用电容器 C3。AGND 端子是本 IC 芯片的接地用端子。

两个升压用电容器 C1、C2 经由 C1P 端子、C1M 端子、C2P 端子、以及 C2M 端子的四个端子连接到电荷泵电路 12a。在升压用电容器 C1、C2 以及相位补偿用电容器 C3、输出用电容器 C4 之间设置开关元件。电荷泵电路 12a 使用振荡电路 12c 所供给的脉冲来控制各开关元件的导通、截止状态，以规定的形式控制升压用电容器 C1、C2 的充放电状态，将升压率设定成 1.5 倍或 2.0 倍。振荡电路 12c 生成设定的频率的脉冲供给电荷泵电路 12a。在本实施方式中，电荷泵电路 12a 的输出电压固定为 4.5V。该输出电压由于反馈至电压调整电路 12b，所以进行控制以便在超过 4.5V 时降低电压调整电路 12b 的输出电压、低于 4.5V 时升高该输出电压，从而保持恒定。电荷泵电路 12a 的输出经由 CPOUT 端子对输出用电容器 C4 充电，供给 LED13 组。CGND 端子是电荷泵电路 12A 的接地用端子。再有，本发明不限于反馈型的电荷泵，也可用于不反馈的电荷泵。

电荷泵电路 12a 的升压率如以下那样切换。在升压率 1.0 倍时，设置在电荷泵电路 12A 的输入端子和输出端子间的开关元件导通。

在升压率 2 倍时，在第一状态中，将升压用电容器 C1、C2 并联连接，通过电荷泵电路 12a 的输入电压来充电。在第二状态中，在电荷泵电路 12a 的输入输出端子间连接由输入电压充电了的升压用电容器 C1、C2。通过交替重复第一状态、第二状态，对电荷泵电路 12a 的输出端子输出输入电压的 2 倍电压。

在升压率 1.5 倍时，在第一状态，将升压用电容器 C1、C2 串联连接，通过电荷泵电路 12a 的输入电压充电。此时，各电容器 C1、C2 分别被以电荷泵电路 12a 的输入电压的 1/2 倍的电压充电。接着在第二状态，在电荷泵电路 12a 的输入输出端子间并联连接充电了的升压用电容器 C1、C2。通过交互反复第一状态、第二状态，对电荷泵电路 12a 的输出端子输出输入电压的 1.5 倍电压。

LED13 被设置多个。在本实施方式中，设置四个 LED13a~d 作为主 LED、2 个 LED13e~f 作为子 LED。对这些 LED13a~f 的阳极侧供给 4.5V。另外，恒流电路 14 经由各个开关 121 而连接到 LED13a~f。LED13a~f 被恒流驱动，以

一定亮度发光。各 LED13a~f 下降的电压量因驱动电流和周围温度等的影响而不是恒定的。

各 LED13a~f 的端子是用于监视各 LED13a~f 中下降之后的阴极侧的电位的端子。在图 2 中未图示的监视电路 110 监视 LED13a~F 的哪一个端子是否下降到低于 0.3V。恒流电路 14 被设定在每个 LED13a~f 中。通过电流控制部 120 的控制，流过各 LED13a~f 的电流成为规定的恒流。使哪个 LED 发光由开关 121 的导通、截止来控制。主 LED、子 LED 中流过的电流可通过恒流电路 14 设定成 1mA、10mA、15mA、20mA 的其中一个。再有，也可进行比其更细的电流设定，也可进行各通路(channel)的每个 LED 的独立的电流设定。

LED-SEL 端子、CC1 端子、以及 CC2 端子是接受来自外部的电流控制命令的电流控制端子。从这些端子输入数字值，输入到电流控制部 120。根据从这些端子输入的数字值的组合，电流控制部 120 对恒流电路 14 进行控制。生成恒流。

图 3 是表示电流控制部 120 的电流控制的例子。在 LED-SEL 端子、CC1 端子、以及 CC2 端子都为低电平的情况下，所有的 LED13a~f 都为截止而为待机的状态。例如，CC2 端子成为高电平时，作为子 LED 的 LED13e~f 开始流过 1mA 的恒流。这样，通过输入到三个端子的来自外部的数字信号的组合可进行电流控制。

下面说明图 2 示出的升压控制装置 1000 的动作。图 4 是用于说明升压控制装置 1000 的动作的流程图。在 LED-SEL 端子、CC1 端子、以及 CC2 端子三个电流控制端子都为低电平时的状态时，为待机模式(S1)。在三个电流控制端子的一个以上的端子成为高电平时(S2 为“是”)，移至软启动模式(S3)。

软启动模式，为了防止向 CPIN 端子的相位补偿用电容器 C3 的突入电流而等待 2ms。2ms 是预先设定的时间。该模式中的电荷泵电路 12a 的升压率设定为 1.0 倍。在该期间，监视 LEDa~f 端子的电压(S4)。各 LEDa~f 端子中，在检测出有一个以上低于 0.3V 的端子的情况下(S4 为“是”)，该端子判断为不使用通道。在以后的模式切换处理中，不使用通道不作为监视对象(S5)。该端子被锁定在该状态。如果不进行该处理，则在以后的处理中总是自动地将升压率提高。将用户不使用通道的端子处理成接地电位，则在 S5 中该端子被从监视对象中排除。

在经过 2ms 后，自动地从软启动模式移至标准 1.0 倍模式(S6)。该模式

中的电荷泵电路 12a 的升压率设定成 1.0 倍。集成化的升压控制装置 1000 的保护电路 15 监视表示电荷泵电路 12a 的输出电压的 CPOUT 端子的电压(S7)。持续 10ms CPOUT 端子的电压低于 1.0V 的情况下(S7 为“是”),移至短路保护差错模式 SCPERR (S16)。

与此同时,升压控制装置 1000 的监视电路 110 监视所有 LEDa~f 端子的电压 (S8)。在 LEDa~f 端子之中存在持续 2ms 低于 0.3V 的端子的情况下(S8 为“是”),自动地从标准 1.0 倍模式移至标准 1.5 倍模式(S9)。2ms 期间是施加数字滤波的期间,是用于排除电流在瞬间发生下冲,端子电压低于 0.3V 的情形的期间。由于人眼不能识别下冲造成的 LED13a~f 的瞬时停止,所以没有必要特意拾取该期间。在 CPOUT 端子的电压不低于 1.0V(S7 为“否”)并且所有的 LEDa~f 端子的电压为 0.3V 以上的(S8 为“是”)的情况下,维持标准 1.0 倍模式(S6)。

标准 1.5 倍模式中的电荷泵电路 12a 的升压率被设定为 1.5 倍。升压控制装置 1000 的保护电路 15 监视表示电荷泵电路 12a 的输出电压的 CPOUT 端子的电压(S10)。持续 10ms CPOUT 端子的电压低于 1.0V 的情况下(S10 为“是”),移至短路保护差错模式 (S16)。同时升压控制装置 1000 的控制电路 100 监视电流控制端子(S11)。在从大电流变成小电流的情况下(S11 为“是”),移至标准 1.0 倍模式(S6)。这里,控制电路 100 在 LED - SEL 端子或 CC1 端子从高电平变成低电平时判断为从大电流变成小电流就可以。

与此同时,升压控制装置 1000 的监视电路 110 监视所有 LEDa~f 端子的电压 (S12)。在 LEDa~f 端子之中存在持续 2ms、低于 0.3V 的端子的情况下(S12 为“是”),自动地从标准 1.5 倍模式移至标准 2.0 倍模式(S13)。在 CPOUT 端子的电压不低于 1.0V(S10 为“否”)、未从大电流变成小电流(S11 为“否”)、并且所有的 LEDa~f 端子的电压为 0.3V 以上的(S12 为“是”)的情况下,维持标准 1.5 倍模式(S9)。

标准 2.0 倍模式中的电荷泵电路 12a 的升压率被设定为 2.0 倍。升压控制装置 1000 的保护电路 15 监视表示电荷泵电路 12a 的输出电压的 CPOUT 端子的电压(S14)。在持续 10ms、CPOUT 端子的电压低于 1.0V 的情况下(S14 为“是”),移至短路保护差错模式 (S16)。与此同时,升压控制装置 1000 的控制电路 100 监视电流控制端子(S15)。在从大电流变成小电流的情况下(S15 为“是”),移至标准 1.0 倍模式(S6)。在 CPOUT 端子的电压不低于 1.0V(S14

为“否”)并且未从大电流变成小电流(S15为“否”)的情况下,维持标准2.0倍模式(S13)。

短路保护差错模式是判断发生了例如LED的端子间短路状态等的机械性异常、CPOUT端子接地等的差错时的模式(S16)。在该模式中,停止电荷泵电路12a的动作。由于电荷泵电路12a的电流能力大,所以如果短路,则流过大电流。在软启动模式中,即使CPOUT端子的电压下降也不是异常,所以不监视CPOUT端子的电压,在移至标准1.0倍模式之后,开始监视。从短路保护差错模式经过100ms后,移至待机模式。

以上,基于实施方式说明了本发明。本领域技术人员应理解,实施方式仅是例示,其各构成部件和各处理过程的组合可有各种各样的变形例,而且这些变形例也属于本发明的范围。

图5是表示第一变形例的升压控制装置的结构图。第一变形例是替换恒流电路14和LED13的顺序的例子。监视电路110监视恒流电路14的两端电压,检测该两端电压是否下降到低于保证恒流的最低电压。在其他方面与上述实施方式相同。

图6是表示第二变形例的升压控制装置的结构图。第二变形例不是在电池11和LED13之间设置电荷泵电路12,而是在恒流电路14的后级设置了负升压的电荷泵电路12d。监视电路110监视恒流电路14的两端电压,检测该两端电压是否下降到低于保证恒流的最低电压,在低于最低电压的情况下通知控制电路100。控制电路100对负升压的电荷泵电路12d进行控制,使恒流电路14的输出电压下降。通过这样,将恒流电路14的两端电压控制在保证恒流的电压范围。在其他方面,只是升压率的控制反转,与上述实施方式相同。

另外,在对LED13进行PWM(Pulse Width Modulation)控制的情况下,监视电路110仅监视导通期间。

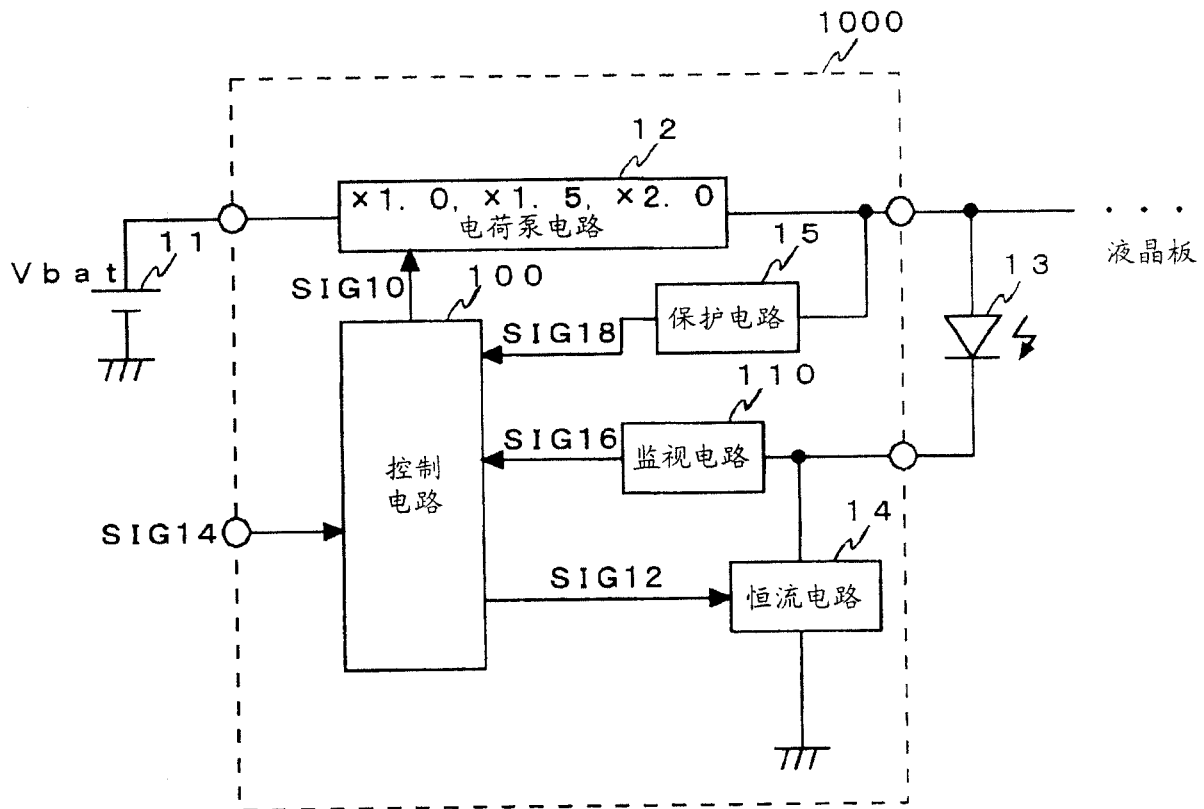


图 1

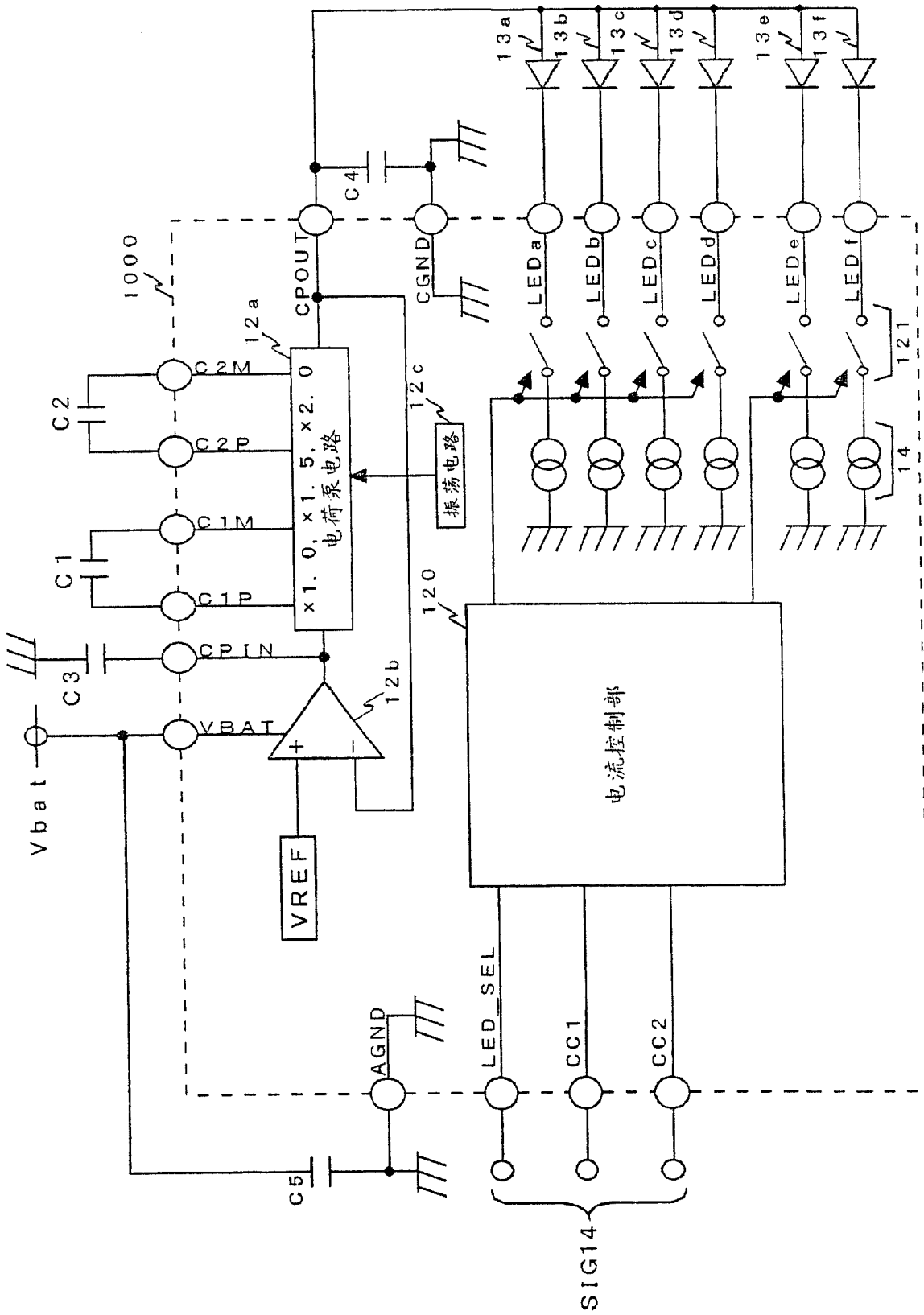


图 2

电流控制				
LED SEL	CC1	CC2	LED a~d	LED e~f
0	0	0	OFF	OFF
0	0	1	OFF	1mA
0	1	0	OFF	10mA
0	1	1	OFF	20mA
1	0	0	15mA	15mA
1	0	1	1mA	OFF
1	1	0	10mA	OFF
1	1	1	20mA	OFF

图 3

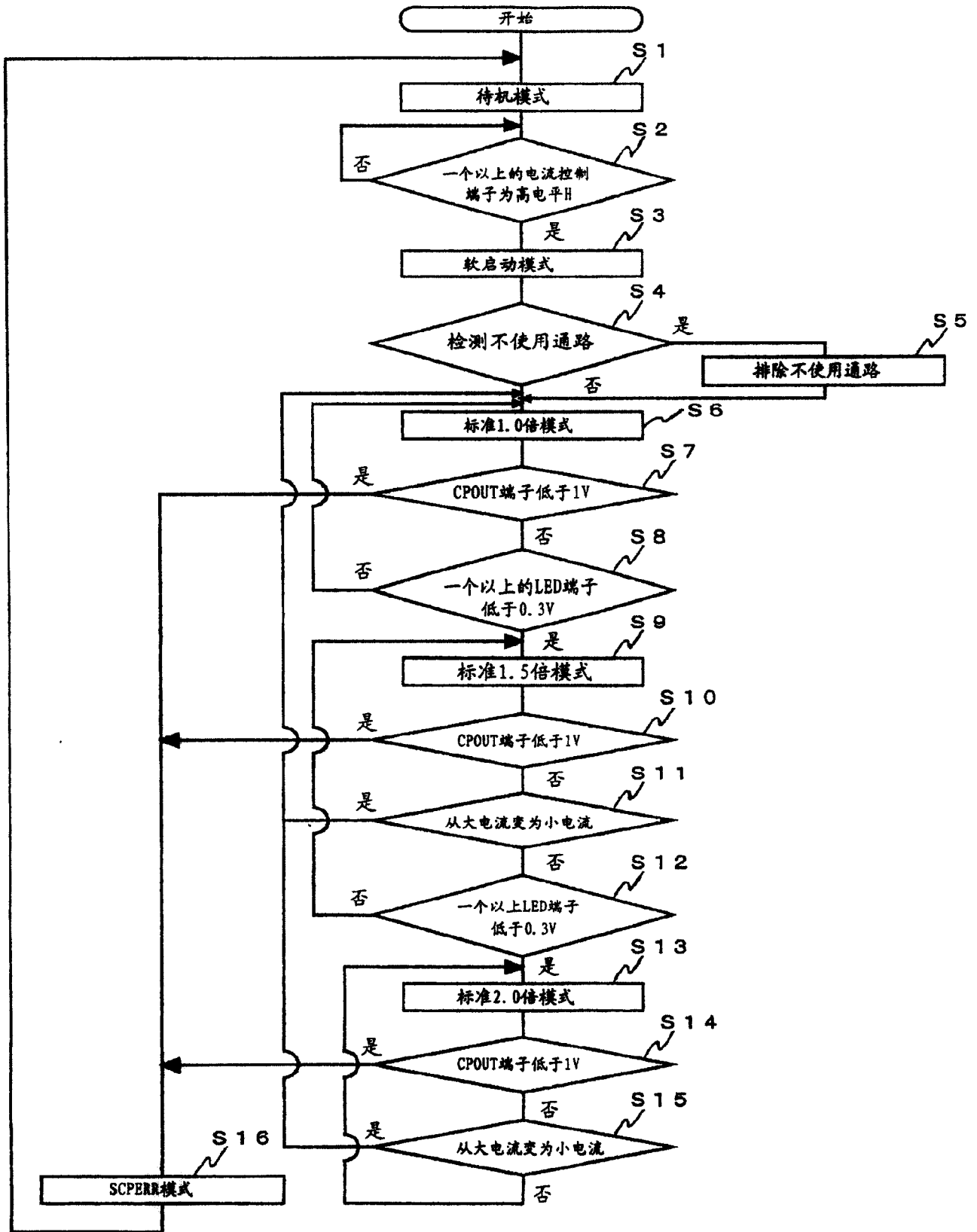


图 4

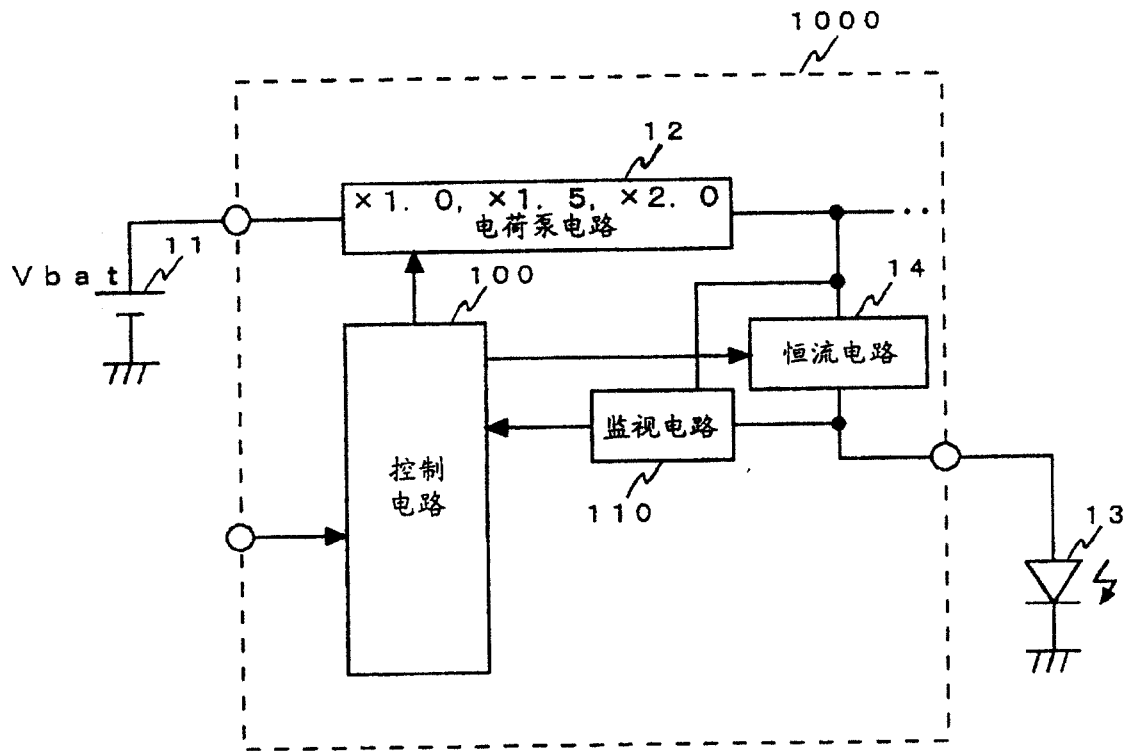


图 5

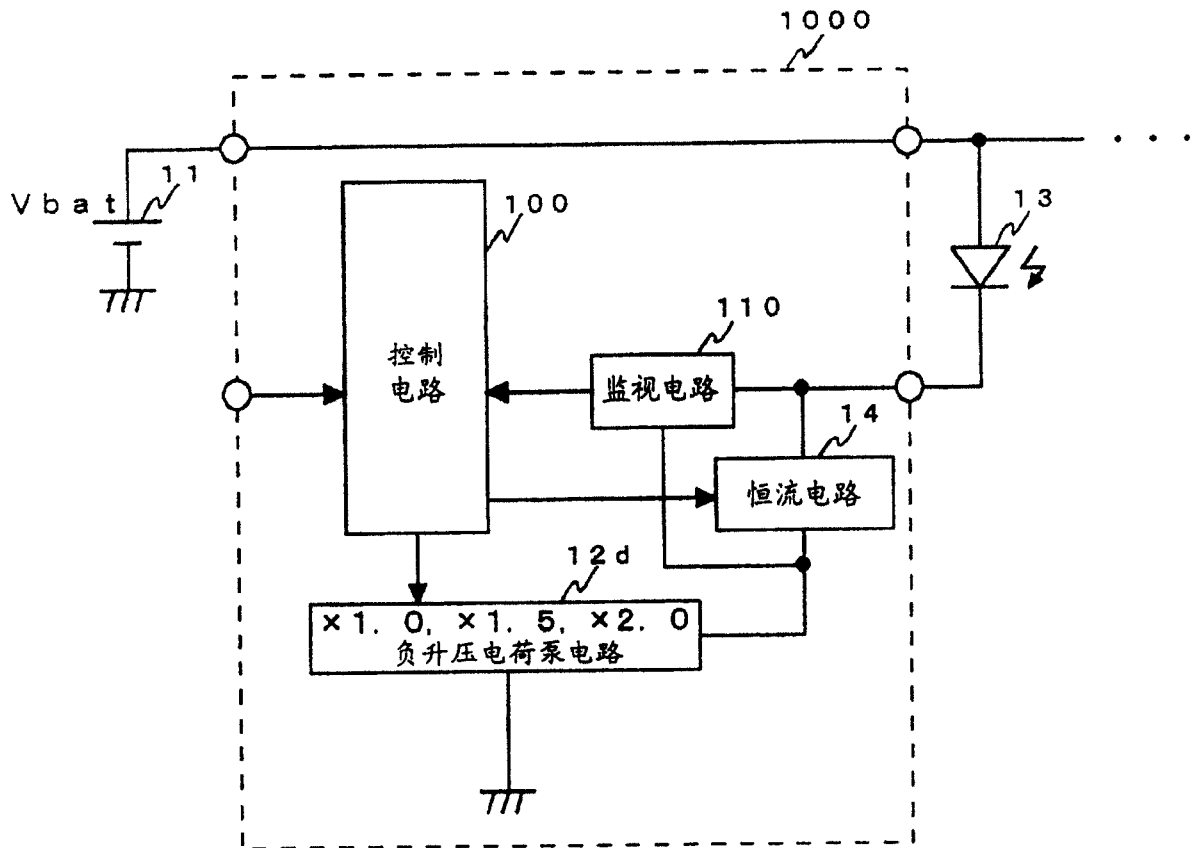


图 6