

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02M 7/23

H02J 1/10



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 01116277.5

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1223074C

[22] 申请日 2001.4.9 [21] 申请号 01116277.5

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 10 [33] US [31] 09/546144

[71] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 W·赫梅纳 R·S·马利克

审查员 李 超

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

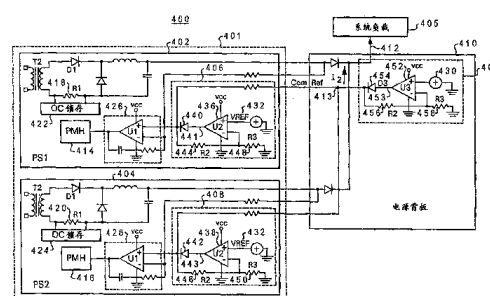
代理人 王 岳 傅 康

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 容错动态电流共享方法及装置

[57] 摘要

一种在并联电源的多个电源模块间保持平衡电流电平的系统和方法。外部电压被加到各并联电源模块中的内基准翻译电路上, 这样在每个电源模块中产生内电流共享电压基准。外基准翻译电路由独立电压电平来偏置, 这样外基准翻译电路产生一个外电流共享电压基准, 使其保持在高于并联电源模块中产生的内电流共享电压基准的较高电压上。外电流共享电压基准是各内电流共享电压基准的主电流共享基准。将内基准与主基准相比较, 独立地控制各模块的输出。



1. 一种用于在并联的多个电源模块的每一个中保持平衡输出电流电平以形成提供单个负载的一个并联电源的电路，所述电路包括：

主基准翻译电路，在公共负载调节基准节点给所述多个并联电源
5 模块提供主基准电压电平；

在所述多个并联电源模块的每个之中的负载调节放大器，其中多个负载调节放大器的每一个将来自其对应电源模块的输出电压与所述主基准电压电平相比较，并响应该比较来调节来自其对应电源模块的输出电流；和

10 在所述多个电源模块的每个之中的从基准翻译电路，所述从基准翻译电路包括：

第一电压源；和

放大器，放大器将所述在所述公共负载调节基准节点的主基准电压电平与来自所述第一电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述
15 公共负载调节基准节点的一个内部基准电压电平，其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

2. 如权利要求 1 的电路，其中所述主基准翻译电路还包括一个独立电压源，所述独立电压源保持比在所述多个电源模块的每一个电源模块中的内部基准电压电平高的电压电平上。

20 3. 如权利要求 1 的电路，其中所述负载调节放大器的每一个进一步包括运算放大器，将运算放大器配置成对来自其对应电源的输出电压与所述主基准电压电平之间的电压差进行检测和放大。

4. 一种并联电源，包括：

多个并联电源模块，其中每个所述多个并联电源模块对公共电负
25 载贡献输出电流电平；

主基准翻译电路，给公共负载调节基准节点的所述多个并联电源模块提供主基准电压电平；

在每个所述多个并联电源模块中的负载调节放大器，其中每个所述多个负载调节放大器将来自其对应的并联电源模块的输出电压与所
30 述主基准电压电平相比较，并响应该比较来调节来自其对应的并联电源模块的输出电流；和

在每个所述多个电源模块之中的从基准翻译电路，所述从基准翻译

电路包括:

第一电压源; 和

5 放大器, 放大器将所述在公共负载调节基准节点的主基准电压电平与来自所述第一电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述公共负载调节基准节点的一个内部基准电压电平, 其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

5. 如权利要求 4 的并联电源, 其中所述主基准翻译电路包括一个独立的电压源, 所述独立电压源用于使所述主基准电压电平高于所述内部基准电压电平。

10 6. 如权利要求 4 的并联电源, 进一步包括耦合在所述公共负载调节基准节点和每一所述从基准翻译电路中的每一放大器的输出端之间的隔离器件, 这样就防止了由于在所述外部电压源中的故障所导致的所述并联电源中的故障。

15 7. 一种电流共享方法, 用于在并联的多个电源模块间保持平衡的电流电平以形成一个并联的电源, 所述并联的电源提供一个单一的负载, 所述电流共享方法包括步骤:

检测每个所述多个电源模块上的输出电压电平;

将每个所述多个输出电压与在公共负载调节基准节点给所述多个并联电源模块提供的主基准电压电平相比较;

20 检测在所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电压与所述主基准电压电平之间的电压差; 以及

根据检测在所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电压电平与所述主基准电压电平之间的电压差, 调节来自所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电流, 这样就可在此所述多个电源模块间实现电流共享; 和

在每一个所述电源模块中:

提供一个交流电压源; 和

30 将所述主基准电压电平与所述交流电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述公共负载调节基准节点的内基准电压电平, 其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

8. 如权利要求 7 的电流共享方法, 还包括将所述主基准电压电平设定和调节为 高于每一个所述多个内基准电压电平的步骤。

容错动态电流共享方法及装置

技术领域

- 5 本发明总地涉及整流电源，特别涉及在并联电源中负载平衡的系统和方法。再具体说，本发明涉及开环系统，其中外电压源提供一个独立的基准，来平衡在并联电源中的电流负载。

背景技术

- 常规电源系统经常采用多个并联电源电路，以改善负载应变能力
10 和可靠性。这种并联电源系统的实例可从 Malik 的美国专利 5319536 和 Gerner 的美国专利 5266838 以及 Linde 的美国专利 5745670 中了解到。

- 现在见图 1、2 和 3，其中示出传统的并联电源系统 101、201 和 301。如图 1，并联电源系统 101 包括两个并联电源模块 PS1 102 和 PS2
15 104，它们独立地向系统负载 106 提供电源。PS1 102 和 PS2 104 分别产生输出电流 I1 108 和 I2 110。电源系统 101 的并联结构与单一电源系统相比优点是降低了电源元件成本、增强了工作柔性以及改进了系统的可靠性。

- 在使装置的压力平均并进而减小装置故障率方面，需要保持由诸
20 如 PS1 102 和 PS2 104 的并联电源提供的平衡的功率输出。图 2 和 3 示出常规的系统，以在改变电负载时获得这种平衡。

- 如图 2，电源系统 201 包括并联电源模块 PS1 202 和 PS2 204，它们工作在“泄”电流共享模式下，将电源加到系统负载 206 上。PS1 202 和 PS2 204 在公共输出节点 215 上保持所要的系统电压电平 V_{out} 。去耦二极管 D1 212 和 D2 214 用作电源侧节点 217、219 和公共输出节点
25 215 之间的去耦隔离件。为了在 PS1 202 和 PS2 204 之间获得所要的操作平衡，经节点 217 的电流 I1 应近似等于流过节点 219 的电流 I2（流过公共输出节点 215 的 I_T 的一半）。

- 再如图 2，电源系统 201 包括在电源模块 202 和 204 中的电路，
30 用于保持由每个电源所产生的相对电流负载的平衡。在电源系统 201 中达到这种电流共享的技术在已有技术中统称为泄电流共享。如图 2 所示，PS1 202 和 PS2 204 的每个都包括一个可变电阻 R1 220 和 R2

222, 它用作在节点 217 和 219 的各输出电压的设定和调节机构。误差放大器 U1 224 和 U2 226 构成负反馈装置, 这样, 随着由系统负载 206 从 PS1 202 和 PS2 204 上泄出的电流的增加, 输出节点 215 的输出电压电平减小。

- 5 由闭环电压“泄放”效果达到的电流平衡取决于各电源模块 PS1 202 和 PS2 204 间的精确对称镜像装置。这种精密相同耗资昂贵且难于达到。在系统负载 206 中的动态变化还会放大电流 I1 和 I2 间的不平衡, 并在电源系统 201 中为电流的不平衡要求较宽的容限。

10 图 3 示出另一种已有技术中称为“动态电流共享”的闭环电流共享技术。如图 3 所示, 电源系统 301 包括一对并联电源模块 PS1 302 和 PS2 304, 每个都具有一个电流传感电阻 R1 306 和 R2 308。在电流共享反馈节点 310 处的动态电流共享用通过采用在电阻 R1 306 和 R2 308 上产生的电压基准来达到的。例如, 如果电源侧节点 314 上的 PS2 304 的输出电压高于 PS1 302 中电源侧节点 312 的电压, 则代表 PS2 304 的电流传感电阻 R1 306 和 R2 308 上的电压差将大部分电流加给系统负载 306。

20 不平衡会使电流传感电阻 308 上的电压降高于电流传感电阻 306 上的电压降。R2 308 上较高的电压降导致电流共享节点 310 处电压的升高。节点 310 处电压的升高将使驱动电压或放大器 316 和 317 上的电压升高, 并使较大的电流流过电阻 320 和晶体管 318。电阻 320 上升高的压降将使节点 312 处的电压升高。此过程不断进行直到电源 PS1 302 和 PS2 304 开始共享电流。按此方式, 不管是 PS1 302 或 PS2 304, 谁有较高的电压, 谁就成为主装置, 而另一个就成为从装置。

25 在电源系统 301 中的负载平衡随后取决于在电流共享反馈节点 310 处 PS1 302 和 PS2 304 之间所提供的闭环反馈。经启动工作的三极管 318 或 319 的变化电流在电阻 320 或 321 上产生偏置电压, 它使 PS1 302 或 PS2 304 的输出电压增加, 直到 PS1 302 和 PS2 304 具有相等的输出电压, 并向系统负载 306 提供相等的电流。

30 通过在构成系统的电源模块间提供反馈, 使图 3 的动态电流共享系统比图 2 的泄电流共享系统在各电源模块之间具有更精确的平衡电流负载。但是此动态共享方法需要诸如非常精密和低阻的电流传感电阻 R1 306 和 R2 308 和在每个电源模块中的低偏置放大器 U1 322 和

U2 324 的昂贵元器件。此闭环反馈方案依赖于并联电源间的相互依赖性，以确保精确的负载平衡。用诸如具有很低偏置的放大器的低容限装置就可达到可靠的相互依赖性。

发明内容

- 5 因此，需要提供一种系统和方法，以保持并联电源的精确负载平衡，而不依赖于各电源模块间的相互依赖的工作参数。

根据本发明的第一方面，提供了一种用于在并联的多个电源模块的每一个中保持平衡输出电流电平以形成提供单个负载的一个并联电源的电路，所述电路包括：

- 10 主基准翻译电路，在公共负载调节基准节点给所述多个并联电源模块提供主基准电压电平；

- 在所述多个并联电源模块的每个之中的负载调节放大器，其中多个负载调节放大器的每一个将来自其对应电源模块的输出电压与所述主基准电压电平相比较，并响应该比较来调节来自其对应电源模块的
15 输出电流；和

 在所述多个电源模块的每个之中的从基准翻译电路，所述从基准翻译电路包括：

 第一电压源；和

- 放大器，放大器将所述在所述公共负载调节基准节点的主基准电
20 压电平与来自所述第一电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述公共负载调节基准节点的一个内部基准电压电平，其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

根据本发明的第二方面，提供了一种并联电源，包括：

- 多个并联电源模块，其中每个所述多个并联电源模块对公共电负
25 载贡献输出电流电平；

 主基准翻译电路，给公共负载调节基准节点的所述多个并联电源模块提供主基准电压电平；

- 在每个所述多个并联电源模块中的负载调节放大器，其中每个所述多个负载调节放大器将来自其对应的并联电源模块的输出电压与所述主基准电压电平相比较，并响应该比较来调节来自其对应的并联电
30 源模块的输出电流；和

 在每个所述多个电源模块之中的从基准翻译电路，所述从基准翻译

电路包括:

第一电压源; 和

5 放大器, 放大器将所述在公共负载调节基准节点的主基准电压电平与来自所述第一电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述公共负载调节基准节点的一个内部基准电压电平, 其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

根据本发明第三方面, 提供了一种电流共享方法, 用于在并联的多个电源模块间保持平衡的电流电平以形成一个并联的电源, 所述并联的电源提供一个单一的负载, 所述电流共享方法包括步骤:

10 检测每个所述多个电源模块上的输出电压电平;

将每个所述多个输出电压与在公共负载调节基准节点给所述多个并联电源模块提供的主基准电压电平相比较;

检测在所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电压与所述主基准电压电平之间的电压差; 以及

15 根据检测在所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电压电平与所述主基准电压电平之间的电压差, 调节来自所述多个电源模块的给定一个电源模块的输出电流, 这样就可在此所述多个电源模块间实现电流共享; 和

在每一个所述电源模块中:

20 提供一个交流电压源; 和

将所述主基准电压电平与所述交流电压源的电压电平进行比较以产生可用于所述公共负载调节基准节点的内基准电压电平, 其中保持所述内部基准电压电平比所述主基准电压电平低。

公开了在并联电源中的多个电源模块间保持平衡电流的系统和方
25 法。外部电压加到每个并联电源模块中的内部基准翻译电路上, 这样在每个电源模块中产生内部电流共享电压基准。外部基准翻译电路由独立电压来偏置, 这样, 外部基准翻译电路产生一个外部电流共享电压基准以将其保持在高于在并联电源模块中产生的内部电流共享电压基准。外电流共享电压基准作为内电流共享电压基准与之相参考的主
30 电流共享基准。在每个电源模块中的电流调节电路将内部电流共享电压基准与主电流共享基准相比较并根据在主电流共享基准与内部电流共享电压基准间测到的电压差产生电流调节信号, 这样, 就在并联电

源模块间产生了负载共享。

图 1 为负载共享并联电源系统的方框图；

图 2 为示意图，示出传统的泄负载共享并联电源；

图 3 为示意图，示出传统的动态负载共享并联电源；以及

5 图 4 为示意图，示出根据本发明优选实施例的动态负载共享并联电源。

此处公开了一种电流共享控制系统，用于在负载共享并联电源中保持平衡的电流负载。如参考附图详细描述，负载共享电源包括多个电源模块，每个都为总的负载电流有贡献。外电压加到各电源模块
10 上以产生一个内电压基准电平，为了在并联电源模块中达到负载平衡使较高电压的主基准与此内电压基准电平相比。

见图 4，示出根据本发明优选实施例的电源系统 400。如图 4，系统 400 包括负载共享并联电源 401、主基准翻译电路 407 以及系统负载 405。电源模块 PS1 402 和 PS2 404 也包括在并联电源 401 中。系
15 统负载总线 412 将总负载电流从 PS1 402 和 PS2 404 加到系统负载 405 上。

如图 4，PS1 402 和 PS2 404 分别包括从基准翻译电路 406 和 408。根据图 1 的实施例，电路 406 和 408 分别在 PS1 402 和 PS2 404 中节点 441 和 443 上产生内电压基准。如图 4，电路 406 和 408 包括放大
20 器 436 和 438、去耦二极管 440 和 442、代表基准网络 444、448、446、

452, 以及公共电压源 V_{REF} 432。

在由于共同故障公共节点基准 413 不存在时, 电路 406 和 408 被用于产生 PS1 402 和 PS2 404 的基准输出。主基准翻译电路 407 控制公共节点 413 处的动态电压基准。在所述实施例中, 电路 407 位于电源背面 410 中, 并在机械以及电气上与电源 401 中所有的并联电源模块独立开来。

在所示的实施例中, 电路 407 其基本结构与电路 406 和 408 相似。主电压基准 430 与动放 452 的非反相端相连, 而反相端接一负反馈网络 R2 456 和 R3 458, 以产生与电源的输出电压相等的主基准。电路 407 将来自外部电源 430 的外电压译成主电压基准 453。

本发明的一个重要特征是, 主电压基准 453 保持在与节点 441 和 443 的内部基准电压相比稍高的水平上(十分之几优), 这样, 主电压基准 453(去耦二极管上所加的)控制公共节点 413 的电压电平。主电压基准 453 因此可使主电压翻译电路 407 独立运作并控制并联电源模块 PS1 402 和 PS2 404 的基准。

实施例的另一重要特征是并联电源 400 中的电流共享控制器包括内部电压基准节点 441 和 443(分别在从基准翻译器电路 406 和 408 中), 它们并联地连接到在公共节点 413 处由主基准翻译电路 407 设定的独立电压基准上。电路 406 和 408 可根据在节点 441 和 443 处内电压基准与在公共节点 413 处独立电压基准的独立的比较, 单独地产生输出电压。

放大器 436 和 438 的偏置容限并非为并联电源 400 负载共享能力的临界标志。电源系统的输出电压等于节点电压 413, 它是通过将主电压基准 430、偏置放大器 452 的偏置电压以及 R2 456 和 R3 458 的比值的组合而产生的。由于公共基准 413 用作所有并联电源的主基准, 所有并联源的输出电压等于此主电压。误差放大器 452 以及电阻 R2 456 和 R3 458 的误差比的偏置可适用于所有的并联源上。

如图 4 所示, PS1 402 和 PS2 404 还包括误差放大器 426 和 428, 它根据公共节点 413 上的电压电平来调整脉宽调制器(PWM) 414 和 416。以此方式, 加在系统负载总线 412 上的输出电压电平在负载状态变化时保持相对恒定。

类似于图 3 的动态负载共享电路结构, 并联电源模块 PS1 402 和

PS2 404 包括传感电阻 R1 418 和 R1 420。但应注意，其精细的容限需求和 R1 306 R1 308 的线性特性与 R1 418 和 R1 420 的临界不同，它只用在图 3 的过流保护中而不是负载共享中。

- 5 尽管本发明已参考了优选实施例进行了描述，但应理解在不背离本发明的精神和范围内，本领域的普通技术人员可对其进行各种改变。因此在不背离由所附权项所限定的本发明的精神或范围内可进行这种修改。

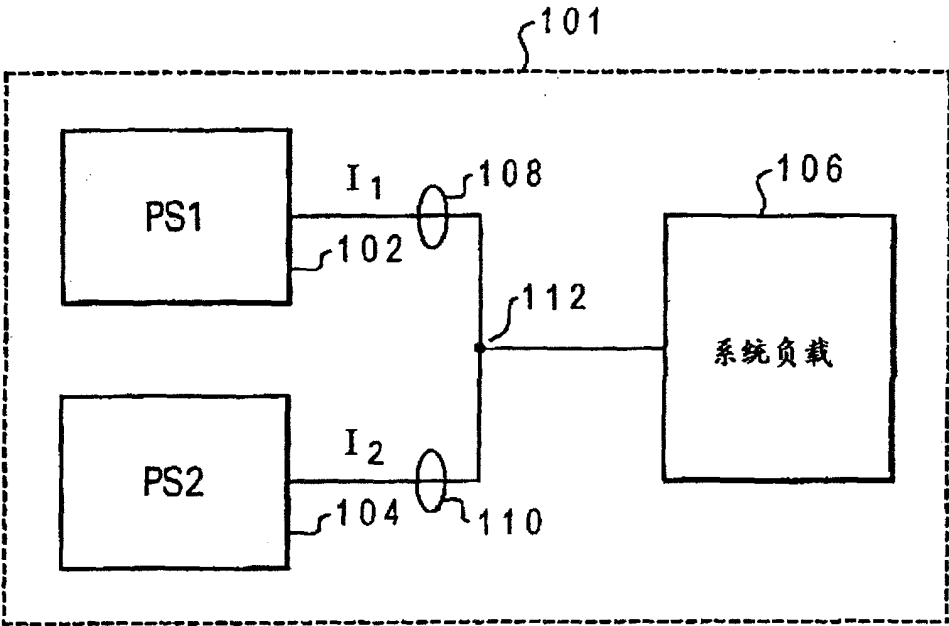


图 1
现有技术

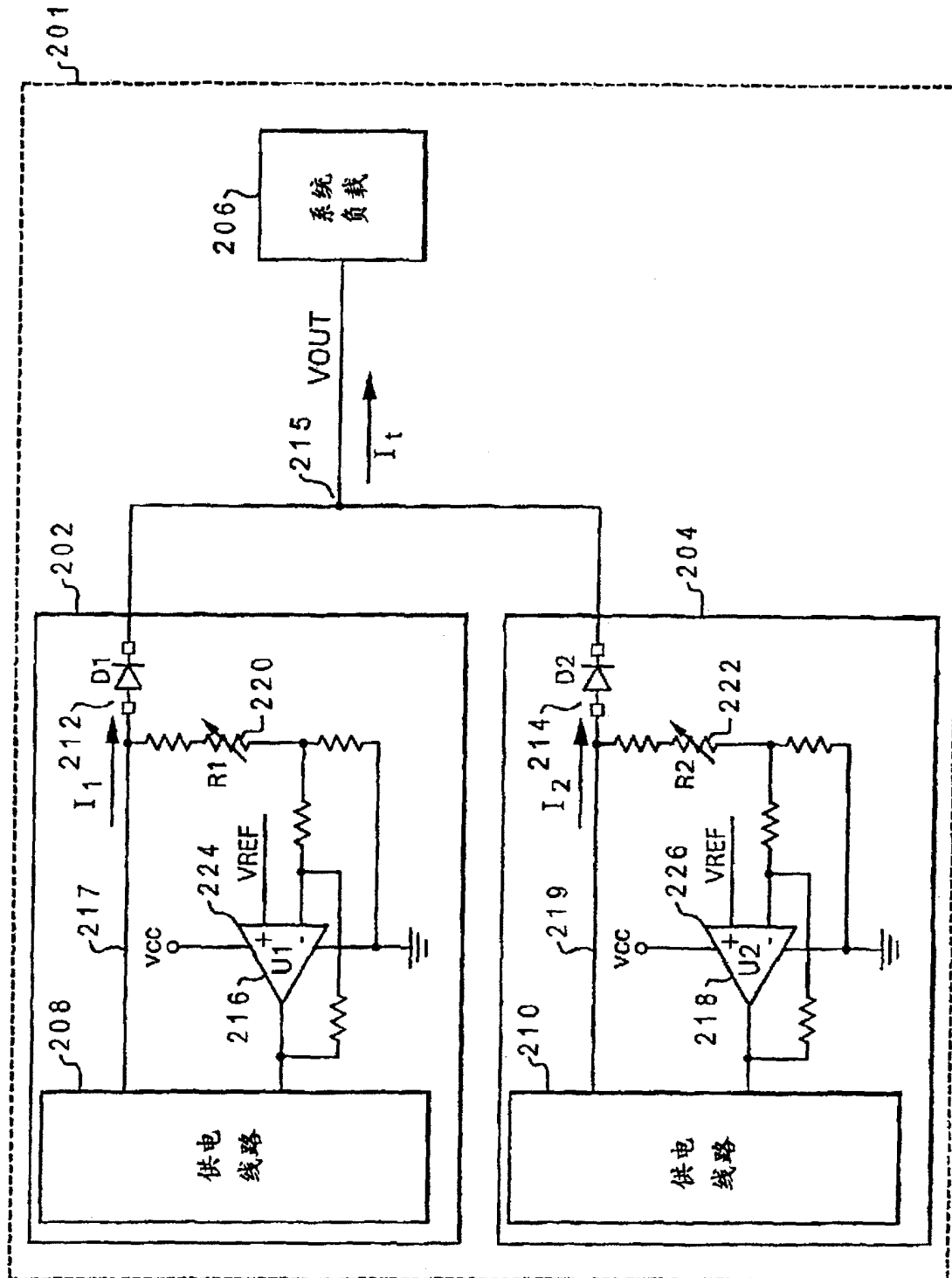


图 2 现有技术

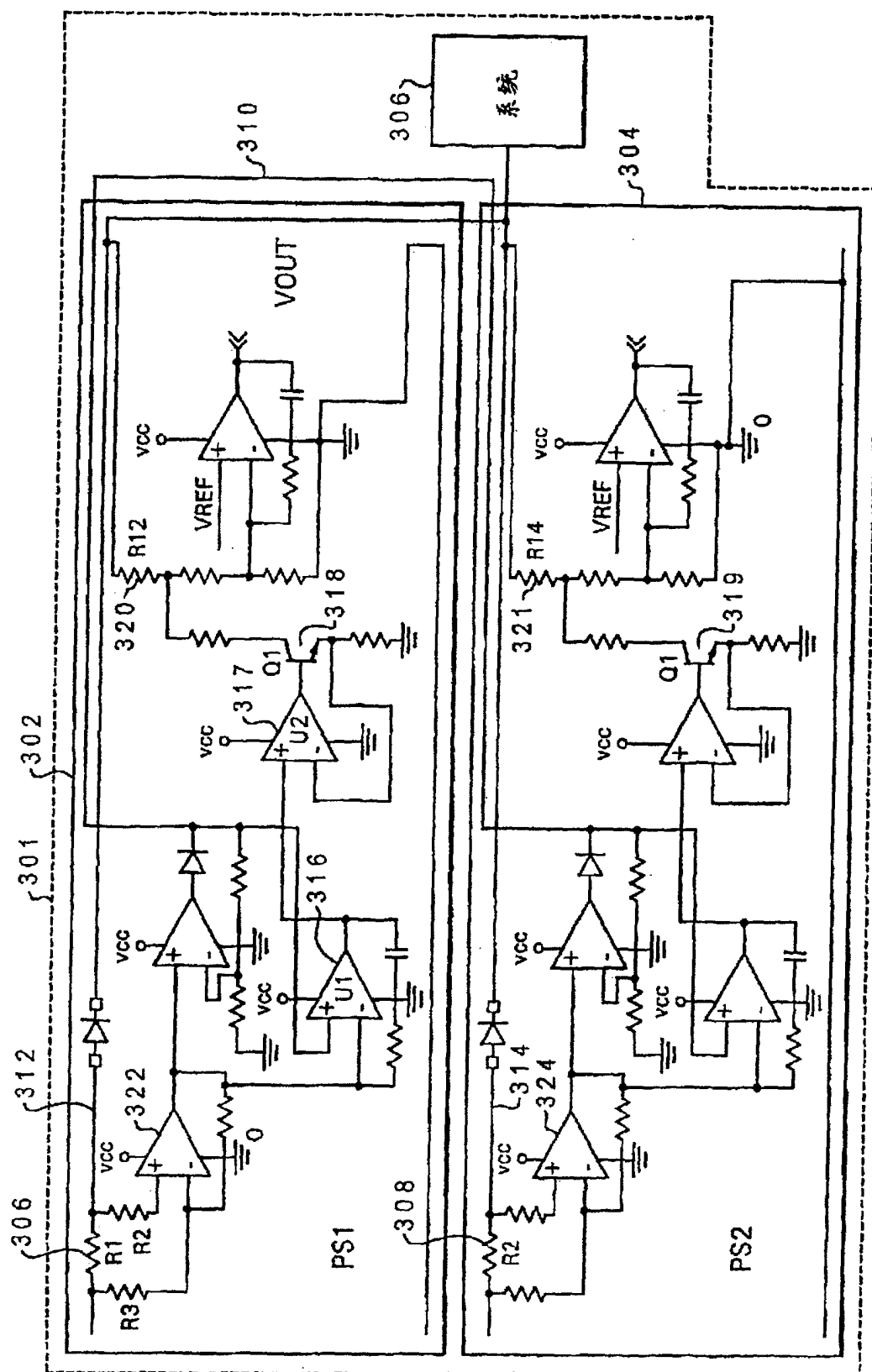


图 3 现有技术

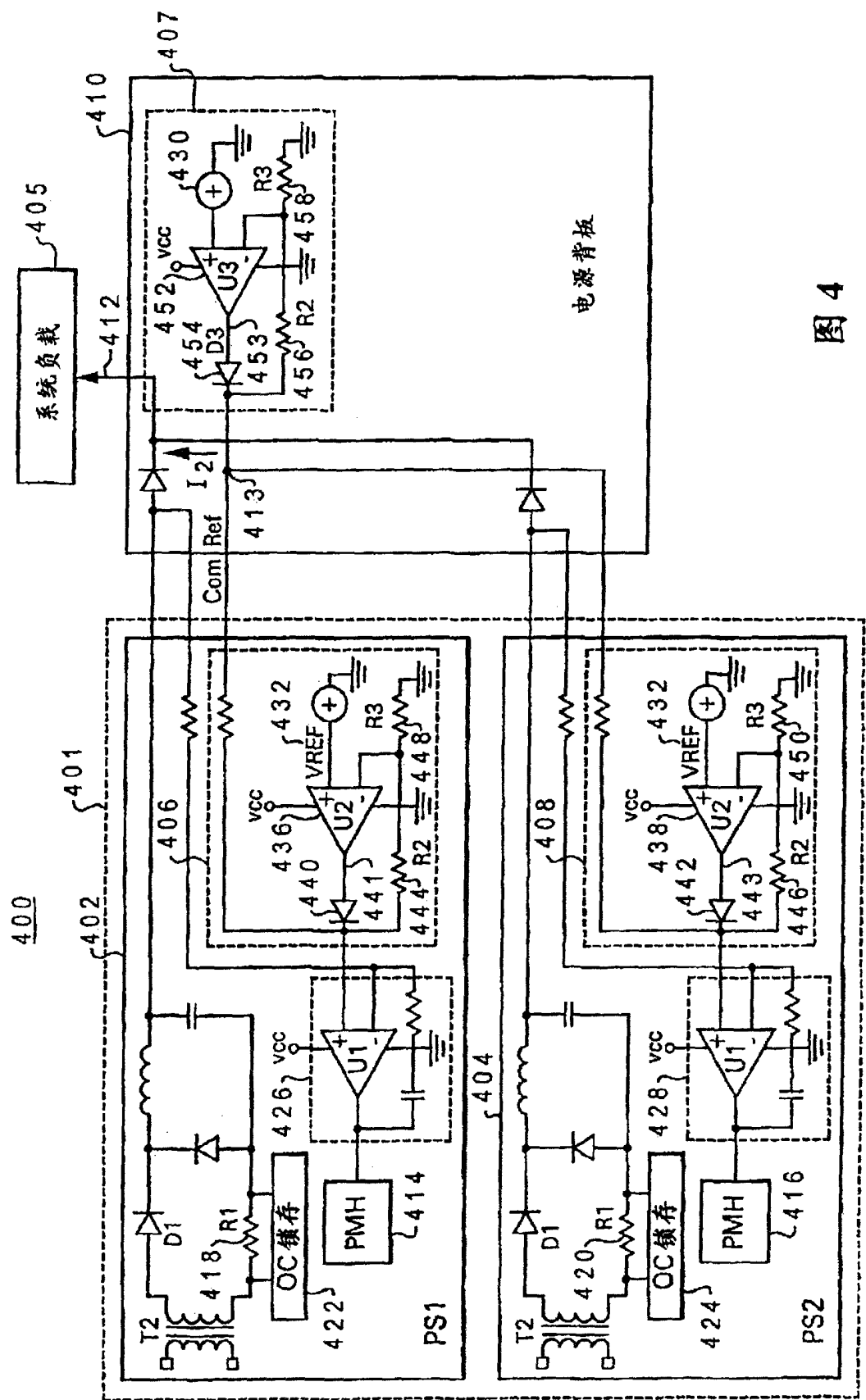


图 4