

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02M 3/10

H02M 7/00 H02J 1/10



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00806169.6

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1147045C

[22] 申请日 2000.3.10 [21] 申请号 00806169.6

[30] 优先权

[32] 1999.3.12 [33] US [31] 09/267,411

[86] 国际申请 PCT/US2000/006305 2000.3.10

[87] 国际公布 WO00/54397 英 2000.9.14

[85] 进入国家阶段日期 2001.10.12

[71] 专利权人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野

[72] 发明人 阿里安·简森

审查员 张洁

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

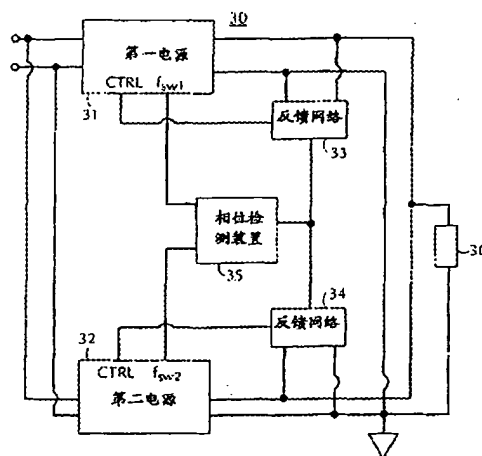
代理人 王以平

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 9 页

[54] 发明名称 使来自两个电源的功率均等的系统
和方法

[57] 摘要

一种系统和方法可以应用可变频率电源给负载提供功率。为自动地使由每个可变频率电源给负载提供的电流基本均等并消除该系统所引起的输入电流的波纹分量,该系统和方法应用相位检测。第一和第二电源给负载提供功率。在他们相应的可变开关频率和输送给负载的功率之间电源具有类似的关系。应用相位检测装置分别彼此锁定第一和第二电源的第一和第二开关频率以使每个电源给负载提供的功率基本均等。有利的是该系统和方法用于提供开关模式的功率源的功率因素校正前端。可以使用在所输送的功率和开关频率之间的关系为非线性和/或反向的电源。在变型的实施例中通过使每个电源输送给负载的电压相等来使来自串联的电源的功率相等。



1. 一种给负载输送功率的系统，所说的系统包括：

给所说的负载输送功率的第一和第二电源，在所说的电源的可变开关频率和通过所说的电源输送到所说的负载的功率之间每个所说的电源具有频率/功率关系；第一和第二电源的频率/功率关系具有相对应的线性和正向/反向比例特性；以及

相位检测装置，该相位检测装置使所说的第一和第二电源的第一和第二开关频率彼此锁定以使由每个电源提供给所说的负载的功率相等。

2. 权利要求 1 所述的系统，其中由所说的相位检测装置所产生的误差信号连接到所说的第一和第二电源之中的一个电源。

3. 权利要求 2 所述的系统，其中相位检测装置将所说的第一和第二电源之中的所说的一个电源的开关频率锁定到所说的第一和第二电源之中的另一个电源的开关频率。

4. 权利要求 2 所述的系统，其中使所说的误差信号反相并连接到所说的第一和第二电源之中的另一电源。

5. 权利要求 1 所述的系统，其中所说的第一和第二电源彼此并联连接。

6. 权利要求 5 所述的系统，其中所说的相位检测装置使所说的第一和第二频率彼此锁定以使由所说的第一和第二电源中的每个电源输送到所说的负载的电流相等。

7. 权利要求 6 所述的系统，其中所说的第一和第二开关频率为 180° 异相。

8. 权利要求 7 所述的系统，其中消除了输送到所说的第一和第二电源的输入电流的波纹电流分量。

9. 权利要求 1 所述的系统，其中所说的第一和第二电源彼此串联。

10. 权利要求 9 所述的系统，其中所说的相位检测装置使所说的第一和第二频率彼此锁定以使由所说的第一和第二电源中的每个电源输送到所说的负载的电压相等。

11. 权利要求 1 所述的系统, 进一步包括:

用于所说的第一和第二电源中每个的反馈环, 该反馈环用于调节由所说的电源所输送的输出电压; 以及

连接到所说的相位检测装置以提供锁相环的压控振荡器, 所说的锁相环的带宽大于或等于所说的反馈环的带宽。

12. 一种给功率源提供功率因素校正的系统, 所说的系统包括:

给所说的功率源输送输入功率的第一和第二电源, 每个所说的电源在电源所输送的功率和所说的电源的开关频率之间具有线性或非线性以及正向或反向的频率/功率关系, 所说的第一和第二电源具有相对应的关系; 以及

相位检测装置, 该相位检测装置使第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率彼此锁定以使通过每个所说的电源给所说的功率源输送的输入功率均等。

13. 权利要求 12 所述的系统, 进一步包括:

用于所说的第一和第二电源中每个的反馈环, 该反馈环用于调节由所说的电源所输送的输出电压; 以及

连接到所说的相位检测装置以提供锁相环的压控振荡器, 所说的锁相环的带宽大于或等于所说的反馈环的带宽。

14. 根据权利要求 13 所述的系统, 其中每个所说的电源在由所说的电源所输送的功率和所说的电源的开关频率之间的关系为非线性。

15. 根据权利要求 14 所述的系统, 其中每个所说的电源在由所说的电源所输送的功率和所说的电源的开关频率之间的关系为反向的。

16. 根据权利要求 15 所述的系统, 其中每个所说的电源包括升压变换器。

17. 一种给负载输送功率的方法, 所说的方法包括如下步骤:

选择第一和第二电源, 在所说的电源的可变开关频率和所说的电源输送给所说的负载的功率之间这些电源中的每个电源具有与线性和正向/反向比例特性相对应的频率/功率关系;

改变所说的第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率之中的至

少一个开关频率；以及

应用相位检测彼此锁定所说的开关频率以使通过所说的每个电源给所说的负载输送的功率均等。

18. 权利要求 17 所述的方法，其中所说的锁定步骤包括如下步骤：
产生误差信号；以及

将所说的误差信号连接到所说的第一和第二电源之中的一个电源。

19. 权利要求 18 所述的方法，进一步包括将所说的第一和第二电源中的所说的一个电源的开关频率锁定到第一和第二电源之中的另一电源的开关频率的步骤。

20. 权利要求 18 所述的方法，其中进一步包括使所说的误差信号反向并连接到所说的第一和第二电源之中的另一电源的步骤。

21. 权利要求 17 所述的方法，进一步包括并联连接所说的第一和第二电源的步骤。

22. 权利要求 21 所述的方法，其中所说的锁定步骤包括彼此锁定所说的第一和第二频率以使由所说的第一和第二电源输送到所说的负载的电流相等。

23. 权利要求 22 所述的方法，进一步包括设定第一和第二开关频率为彼此 180° 异相的步骤。

24. 权利要求 23 所述的方法，进一步包括消除输送到所说的第一和第二电源的输入电流的波纹电流分量的步骤。

25. 权利要求 17 所述的方法，进一步包括使所说的第一和第二电源串联的步骤。

26. 权利要求 25 所述的方法，其中所说的锁定步骤包括彼此锁定所说的第一和第二频率以使由所说的第一和第二电源输送到所说的负载的电压相等。

27. 权利要求 17 所述的方法，进一步包括如下步骤：
产生误差信号；

将所说的误差信号连接到所说的第一和第二电源之中至少一个电源的可变频率控制器以提供锁相环；以及

应用反馈环调节由所说的电源输送的输出电压，该反馈环的带宽小于或等于所说的锁相环的带宽。

28. 一种给功率源提供功率因素校正的方法，所说的方法包括如下步骤：

选择第一和第二电源，使得第一和第二电源在所说的电源的开关频率和通过所说的电源输送给所说的功率源的输入功率之间具有相对应的关系；

设定所说的第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率之中的至少一个频率，其中所说的开关频率和通过它们相应的电源输送的功率的关系为线性或非线性以及正向或反向；以及

应用相位检测将所说的开关频率彼此锁定以使通过每个所说的电源输送到所说的功率源的输入功率相等。

29. 权利要求 28 所述的方法，其中所说的锁定步骤包括如下步骤：
产生误差信号；

将所说的误差信号连接到可变频率控制器以提供锁相环；

应用反馈环调节由所述电源输送的输出电压；以及

将所说的锁相环的带宽设定为大于所述反馈环的带宽。

30. 权利要求 29 所述的方法，其中根据所说的非线性的关系执行所说的设定步骤。

31. 权利要求 30 所述的方法，其中根据所说的反向关系执行所说的设定步骤。

32. 权利要求 31 所述的方法，其中所说的选择步骤选择第一和第二升压变换器。

使来自两个电源的功率均等的系统和方法

发明领域

一般地说本发明涉及给负载输送功率的系统，更具体地说涉及应用许多电源的系统，其中从电源输送的功率均等。

背景描述

人们已经将两个电源连接在一起来给公共的负载供电。附图 1 所示为给负载输送功率的已有的系统 10 的方块图。在附图 1 中所示的系统 1 包括彼此并联在一起的第一和第二电源 11 和 12。电源 11 和 12 应用第一和第二反馈网络 13 和 14 以调节通过电源 11 和 12 输送到负载 16 的电压。每个电源 11 和 12 还包括相应的电流感测装置 17 和 18 以监测通过电源输送到负载 16 的电流。每个电流感测装置 17 和 18 产生表示通过相关的电源 11 和 12 输送到负载 16 的电流的电压。通过放大器 15 比较通过电流感测装置 17 和 18 所产生的电压，该放大器 15 提供表示在通过电源 11 和 12 输送到负载 16 的电流之间的差值的误差电压。将这个误差电压输送到反馈网络 13 和 14 以使通过电源 11 和 12 输送到负载 16 的电流基本均等。因此，两个电源 11 和 12 输出的功率均等。

附图 2 所示为在附图 1 中所示的已有的系统的具体实施例。电源 11 和 12 彼此并联以给负载 16 提供功率。通过放大器 U1 将电源 11 的输出电压与第一参考电压 V_{REF1} 进行比较，将所得的误差电压输送到第一电源 11 的控制端以调节它的输出电压。类似地，通过放大器 U2 将电源 12 的输出电压与第二参考电压 V_{REF2} 进行比较，将所得的误差电压输送到第二电源 12 的控制端以调节它的输出电压。感测电阻 R1 和与它相连的放大器 U3 提供表示通过第一电源 11 输送给负载 16 的电流的第一电流感测电压，感测电阻 R2 和与它相连的放大器 U4 提供表示通过第二电源 12 输送给负载 16 的电流的第二电流感测电压。通过放大器 U5 比较第一和第二电流感测电压，该放大器 U5 提供表示在通过电源 11 和 12 中每个电源

输送到负载 16 的电流之间的差值的误差电压。将来自放大器 U5 的误差电压反馈到反馈网络 13 和 14 以使通过电源 11 和 12 中每个电源输送到负载 16 的电流均等。在反馈到反馈网络 14 之前通过反相器 N1 使放大器 U5 的误差电压反相。

在附图 1 和 2 中所示的已有的系统能够很好地使通过电源 11 和 12 中的每个电源输送到负载 16 的电流（以及功率）均等。然而，应用感测电阻 R1 和 R2 和与他们相连的电路来感测输送到负载 16 的电流不好，因为它增加了部件数量以及系统的尺寸并降低了该系统的效率。

大家所公知的是，为给负载提供功率要消除系统所引起的输入波纹电流。通过将两个电源并联以及给两个电源提供 180° 异相的开关频率来实现消除输入波纹电流是在本领域中所公知的。在附图 3 中所示的已有的系统 20 以这种方式实现了消除输入波纹电流。系统 20 包括第一升压型功率变换器 21（第一电源），该第一升压型功率变换器 21 包括 PWM 控制器 22、FET 功率开关 M1、电感 L1、整流器 D1 和滤波电容器 C1。功率变换器 21 以公知的方式运行，在此不作进一步描述。通过反馈网络 27 和 PWM 控制器 22 调节通过第一功率变换器 21 输送到负载 26 的功率，将 PWM 控制器 22 的输出耦合到 FET 功率开关 M1 的栅电极。通过反馈网络 27 的电阻 R3 和 R4 所形成的分压器对第一功率变换器 21 的输出电压进行分压并在放大器 U6 中将所分的输出电压与参考电压 V_{REF3} 进行比较。然后将来自放大器 U6 的输出电压连接到 PWM 控制器 22 的控制输入以调节功率开关 M1 的接通的时间。

系统 20 进一步还包括第二升压型功率变换器 23（第二电源），该第二升压型功率变换器 23 包括 PWM 控制器 24、FET 功率开关 M2、电感 L2、整流器 D2 和滤波电容器 C2。功率变换器 23 以公知的方式运行，在此不作进一步描述。通过反馈网络 27 和 PWM 控制器 24 调节通过第二功率变换器 23 输送到负载 26 的功率，将 PWM 控制器 24 的输出耦合到 FET 功率开关 M2 的栅电极。还将来自放大器 U6 的输出电压连接到 PWM 控制器 24 的控制输入以调节功率开关 M2 的接通的时间。

正如大家所熟悉，流经分别在功率变换器 21 和 23 中的电感器 L1 和

L2 的电流的波形为三角波形。固定频率的振荡器 25 直接连接到 PWM 控制器 22 的时钟输入端并通过反相器 N2 连接到 PWM 控制器 24 的时钟输入端以给 PWM 控制器 22 和 24 提供 180° 异相的时钟波形。结果, 电感器 L1 和 L2 的三角电流波形 180° 异相。因此, 消除了输入电流的三角形分量, 仅留下输入电流的 DC 分量。附图 3 所示的电路并没有解决到负载 26 的电流或功率的均衡化的问题。

1988 年 10 月 18 日授予给 White 的题为 “SWITH MODE POWER SUPPLY WITH REDUCED NOISE” 的美国专利 US4,779,184 (’ 184 专利) 描述了一种控制给公共负载输送功率的两个开关模式电源的相位和占空比以提供基本没有自由谐波的输出电压的锁相环。锁相环在两个电源的驱动信号之间保持所需的相移。由以固定频率振荡的振荡器提供该电源中的一个电源的驱动信号。通过压控振荡器提供另一电源的驱动信号, 该压控振荡器以该固定振荡器的频率振荡。在’ 184 专利中所描述的电源是固定频率电源。’ 184 专利并不能使电源所输送的负载电流或功率实质均等或消除该系统所产生的输入电流的波纹分量。

1992 年 1 月 7 日授予给 Vinciarelli 的题为 “**ENHANCEMENT-MODE ZERO-CURRENT SWITCHING CONVERTER**” 的美国专利 US5,079,686 (’ 686 专利) 描述了一种具有将其输出连接在一起以给负载输送功率的增强模式功率变换器。每个功率变换器具有相关的调整点电压, 功率变换器同步到具有最高的调整点电压由此具有最高功率输出的功率变换器的工作频率。通过同步总线将同步信息输送到功率变换器。’ 686 专利公开了一种通过总线输送设定点电压的复型系统以实现它的功率变换器的频率同步以及功率均等。但没有公开相位检测。’ 686 专利并没有解决该系统所产生的输入电流的输入波纹分量的消除。然而, 在’ 686 专利中所公开的系统中所使用的功率变换器仅限于在他们的开关频率和他们给负载输送的功率之间具有线性关系的功率变换器。

发明概述

本发明涉及应用许多电源给负载供电的系统和方法, 其中来自许多

电源的功率均等。可以并联连接电源并使来自各电源的电流均等或可以串联电源使各电源的电压均等。

本发明可以应用可变频率电源并可以应用在通过每个电源所输送的功率和该电源的开关频率之间的关系是线性或非线性和正向或反向的电源。

本发明试图应用相位检测来锁定电源的开关频率以避免使用笨重且效率低的部件比如在电流检测中所使用的感测电阻。

在某些应用中，例如在开关模式功率源的功率因素校正前端中，需要提供一种具有如下特征的给负载供电的系统：在输入电压波形的整个范围上以较好的电流分配的电源的可变频率操作，以及较好地消除输入电流波纹。

理想的是具有给应用可变频率电源的负载输送功率的系统，该可变频率电源在开关频率的范围上提供功率。为了形成一种最简单且成本最低的这种系统，理想的这种系统应用相位检测以将可变频率电源的开关频率锁定在一起以自动地使由该电源提供给负载的电流（以及功率）基本均等，并消除该系统所引起的输入电流的波纹分量。

本发明涉及应用可变频率电源给负载提供功率的系统和方法。为自动地使由每个可变频率电源输送给负载的电流基本均等并消除该系统所引起的输入电流的波纹分量，该系统和方法应用相位检测。

根据本发明的一方面，提供一种给负载输送功率的系统，所说的系统包括：给所说的负载输送功率的第一和第二电源，在所说的电源的可变开关频率和通过所说的电源输送到所说的负载的功率之间每个所说的电源具有频率/功率关系；第一和第二电源的频率/功率关系具有相对应的线性和正向/反向比例特性；以及相位检测装置，该相位检测装置使所说的第一和第二电源的第一和第二开关频率彼此锁定以使由每个电源提供给所说的负载的功率相等。

根据本发明的另一方面，提供一种给功率源提供功率因素校正的系统，所说的系统包括：给所说的功率源输送输入功率的第一和第二电源，每个所说的电源在电源所输送的功率和所说的电源的开关频率之间具有

线性或非线性以及正向或反向的频率/功率关系，所说的第一和第二电源具有相对应的关系；以及相位检测装置，该相位检测装置使第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率彼此锁定以使通过每个所说的电源给所说的功率源输送的输入功率均等。

根据本发明的再一方面，提供一种给负载输送功率的方法，所说的方法包括如下步骤：选择第一和第二电源，在所说的电源的可变开关频率和所说的电源输送给所说的负载的功率之间这些电源中的每个电源具有与线性和正向/反向比例特性相对应的频率/功率关系；改变所说的第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率之中的至少一个开关频率；以及应用相位检测彼此锁定所说的开关频率以使通过所说的每个电源给所说的负载输送的功率均等。

根据本发明的又一方面，提供一种给功率源提供功率因素校正的方法，所说的方法包括如下步骤：选择第一和第二电源，使得第一和第二电源在所说的电源的开关频率和通过所说的电源输送给所说的功率源的输入功率之间具有相对应的关系；设定所说的第一和第二电源的相应的第一和第二开关频率之中的至少一个频率，其中所说的开关频率和通过它们相应的电源输送的功率的关系为线性或非线性以及正向或反向；以及应用相位检测将所说的开关频率彼此锁定以使通过每个所说的电源输送到所说的功率源的输入功率相等。

结合附图通过下文的详细描述本发明的上述和其它特征、方面和优点将会清楚，在附图中类似的标号表示相同的部件。

附图概述

附图 1 所示为给负载输送功率的已有的系统的方块图。

附图 2 所示为在附图 1 中所示的已有系统的示意图。

附图 3 所示为给负载提供功率的另一已有系统的方块图。

附图 4 和 5 所示为根据本发明的特征给负载提供功率的系统的方块图。

附图 6 和 7 所示在附图 4 中所示的本发明的系统的示意图。

附图 8 是示出在此所描述的本发明的系统的一个特征的方块示意图。

附图 9 所示为在此所描述的本发明的系统的优选实施例的方块示意图。

优选实施例的详细描述

附图 4 所示为根据本发明给负载 36 提供功率的系统 30 的方块图。系统 30 包括第一和第二电源 31 和 32，第一和第二电源 31 和 32 在其输入端连接在一起并给相同的负载 36 提供电源。电源 31 和 32 中的每个电源是可变频率电源，该可变频率电源在其开关频率和输送到负载的功率之间具有一定的关系。例如，每个电源 31 和 32 在其开关频率和输送到负载的功率之间的关系可以是线性或非线性。同时，每个电源在其开关频率和输送到负载的功率之间的关系也可以是正向的以使功率和开关频率同向增加或减小或反向的以使功率和开关频率反向改变。系统 30 的电源 31 和 32 在其开关频率和他们输送到负载 36 的功率之间具有类似的关系。第一和第二电源 31 和 32 可以彼此并联连接（如附图 4 所示）或彼此串联连接（如附图 5 所示）。为简洁起见，本发明的描述将主要参考在附图 4 中所示的并联实施例进行描述。

参考附图 4，该系统进一步包括分别与第一和第二电源 31 和 32 相连接的反馈网络 33 和 34。第一反馈网络 33 将第一电源 31 的输出电压的一部分连接到第一电源 31 的控制端 CTRL 以改变第一电源 31 的第一开关频率 f_{sw1} ，由此调节通过第一电源 31 输送给负载 36 的功率。类似地，第二反馈网络 34 将第二电源 32 的输出电压的一部分连接到第二电源 32 的控制端 CTRL 以改变第二电源 32 的第二开关频率 f_{sw2} ，由此调节通过第二电源 32 输送给负载 36 的功率。

根据本发明的一个特征，相位检测装置 35 可以是任何常规的相位检测器，它提供表示在第一电源 31 的第一开关频率 f_{sw1} 和第二电源 32 的第二开关频率 f_{sw2} 之差的误差信号。第一开关频率 f_{sw1} 从第一电源 31 的一个端子连接并施加到相位检测装置 35 的一个输入端。类似地，第二开关频率 f_{sw2} 从第二电源 32 的一个端子连接并施加到相位检测装置 35 的另一输入端。由相位检测装置 35 所提供的误差信号耦合到反馈网络 33 和 34。结果第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} 彼此锁定。

此外, 因为第一和第二电源 31 和 32 在它们的开关频率和它们输送给负载的功率之间的类似的关系, 由第一电源 31 输送给负载 36 的功率基本等于由第二电源 32 输送给负载 36 的功率。在附图 4 中所示的本发明的实施例中, 通过第一和第二电源 31 和 32 输送给负载 36 的功率基本均等意味着通过电源 31 和 32 中的每个电源输送给负载 36 的电流基本相等, 因为电源 31 和 32 彼此并联, 因此, 将相同的电压施加给负载 36。在附图 5 所示的本发明的实施例中, 通过第一和第二电源 31 和 32 施加给负载 36 的功率的基本均等意味着通过电源 31 和 32 中的每个电源施加到负载 36 的电压基本相等, 因为电源 31 和 32 彼此串联, 由此将相同的电流输送给负载 36。

附图 6 所示为附图 4 的本发明的系统 30 的示意图, 其中该电源为功率变换器。系统 30 包括第一和第二可变频率功率变换器 37 和 38、放大器 U7 和 U8、相位检测器 35 和变换器 N3。功率变换器 37 和 38 彼此并联以给负载 36 提供 DC 功率。放大器 U7 提供表示在由第一功率变换器 37 所提供的输出电压和参考电压 V_{REF4} 之间的差值的反馈电压以调节通过第一功率变换器 37 施加给负载的电压。在第一功率变换器 37 的 VCO-IN 端上将由放大器 U7 所提供的反馈电压施加到压控振荡器以控制第一功率变换器 37 的开关频率以及所施加的功率。相位检测器 35 和第一功率变换器 37 的压控振荡器一起包括锁相环。这个锁相环的带宽大于或等于由放大器 U7 从第一功率变换器 37 的输出提供到 VCO-IN 端的反馈环的带宽。

类似地, 放大器 U8 提供表示在由第二功率变换器 38 所提供的输出电压和参考电压 V_{REF5} 之差的反馈电压以调节通过第二功率变换器 38 施加给负载的电压。在第二功率变换器 38 的 VCO-IN 端上将由放大器 U8 所提供的反馈电压施加到压控振荡器以控制第二功率变换器 38 的开关频率以及所施加的功率。相位检测器 35 和第二功率变换器 38 的压控振荡器一起包括锁相环。这个锁相环的带宽大于或等于由放大器 U8 从第二功率变换器 38 的输出提供到 VCO-IN 端的反馈环的带宽。

在相应的功率变换器 37 和 38 的 VCO-OUT 端上可得到第一和第二

功率变换器 37 和 38 的相应的第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} ，并作为输入耦合到相位检测装置 35。在通过功率变换器 36 和 37 输送到负载的输出功率中的任何差值都将导致在第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} 中产生差值，这差值在相位检测装置 35 的输入上使在第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} 之间的相位连续变化。相位检测装置 35 提供误差电压，该误差电压是在它的输入上的信号的相位差值的函数。因此，相位检测装置 35 检测在它的输入端上的第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} 之间的差值，并提供该误差电压以与第一和第二功率变换器 37 和 38 的第一和第二开关频率 f_{sw1} 和 f_{sw2} 锁定在一起，该误差电压是由放大器 U7 和 U8 所提供的电压之和，由此通过功率变换器 37 和 38 中的每个功率变换器提供给负载的功率基本相等。在将来自相位检测装置 35 的误差电压与放大器 U8 的输出电压进行求和之前通过反相器 N3 对来自相位检测装置 35 的误差电压进行反相。此外，因为功率变换器 37 和 38 都并联在一起，并在它们相应的开关频率和它们所提供负载 36 的功率之间具有类似的关系，通过相位检测装置 35 的操作使由功率变换器 37 和 38 中每个功率变换器提供给负载 36 的电流基本相等。

在此描述本发明的系统 30 的变型实施例，如附图 7 所示，将由相位检测装置 35 所产生的误差信号仅施加到第一功率变换器 37。通过电阻 R5 将来自相位检测装置 35 的误差电压连接到放大器 U9 的非倒相输入端。结果，第一功率变换器 37 的第一开关频率 f_{sw1} 锁定到第二功率变换器 38 的第二开关频率 f_{sw2} 。因此相对于“主”第二功率变换器 38，第一功率变换器 37 处于“从”的关系。很显然，对于本领域的普通技术人员来说，可替换的是可以将第二功率变换器 38 的第二开关频率 f_{sw2} 锁定到第一功率变换器 37 的第一开关频率 f_{sw1} ，以使相对于“主”第一功率变换器 37 第二功率变换器 38 处于“从”的关系。

附图 8 所示为在此要描述的本发明的系统的进一步的特征的方块示意图。给负载 46 输送功率的系统 40 包括第一电源 41，该第一电源 41 包括可变频率控制器 42 和与它相连的第一功率级 48。通过反馈网络 47 和第一可变频率控制器 42 调节由第一电源 41 提供给负载 46 的功率。系

统 40 进一步包括第二电源 43, 该第二电源 43 包括可变频率控制器 44 和与它相连的第二功率级 49。第二电源 43 和第一电源 41 并联连接。通过反馈网络 47 和第二可变频率控制器 44 调节由第二电源 43 提供给负载 46 的功率。

每个电源 41 和 43 都是在其开关频率和它输送到负载的功率之间具有一定关系的可变频率电源。例如, 每个电源 41 和 43 在它的开关频率和它输送到负载的功率之间的关系为线性或非线性。同时, 每个电源的在其开关频率和它输送到负载的功率之间的关系还可以是正向的以使功率和开关频率在相同的方向增加或降低或反向的以使功率和开关频率在相反的方向上变化。系统 40 的电源 41 和 43 在它们的相应的开关频率和它们输送给负载 46 的功率之间具有类似的关系。

根据本发明的一个特征, 由在第一电源 41 中的第一可变频率控制器 42 所提供的驱动波形还输送给相位检测装置 45 的一个输入端。在输送给相位检测装置 45 的另一输入端之前通过反相器 N4 使在第二电源 43 中通过第二可变频率控制器 44 所提供的驱动波形反相。由相位检测装置 45 所提供的误差信号表示在第一可变频率控制器 42 的驱动波形和第二可变频率控制器 44 的反相驱动波形之间的相位差, 并将它与由反馈网络 47 所提供的反馈电压 V_f 进行求和以与由可变频率控制器 42 和 44 所提供的驱动波形的频率 f_1 和 f_2 锁定的在一起, 同时保持这两个驱动波形彼此基本 180° 异相。

一旦将两个驱动波形中的频率 f_1 和 f_2 锁定在一起, 由电源 41 和 43 中的每个电源提供给负载 46 的功率基本相同, 因为电源 41 和 43 在它们相应的开关频率和它们输送给负载 46 的功率之间具有类似的关系。通过电源 41 和 43 输送到负载 46 的电流将基本相同, 因为电源 41 和 43 并联连接在一起。由于在两个驱动波形之间的相位差, 消除了由系统所引出的输入电流的三角形分量, 仅剩下输入电流的 DC 分量。

在本优选的实施例中, 附图 8 中的系统 40 优选用于开关模式功率源的功率因素校正 (PFC) 前端。附图 9 所示为用于功率因素校正的附图 8 的系统的实施例。功率因素校正前端的目的是实现与 AC 输入电压 V_{MAINS}

成比例的开关模式功率源的输入电流。例如，如果 AC 输入电压 V_{MAINS} 具有正弦波形，则功率因素校正前端产生也具有正弦波的波形的输入电流。

在附图 9 所示的优选实施例中，负载 56 代表开关模式功率源。通过桥式整流器 VR1 对 AC 输入电压 V_{MAINS} 进行整流以给第一和第二功率变换器 51 和 53 提供 DC 输入电压。在系统 50 中，如在所有的功率因素校正前端一样，AC 输入电压 V_{MAINS} 的频率低于第一和第二功率变换器 51 和 53 的开关频率。第一和第二功率变换器 51 和 53 每个都应用升压型 DC-DC 功率变换器，这种升压型 DC-DC 功率变换器在其开关频率和它输送到负载的功率之间的关系是非线性且反向的。第一功率变换器 51 包括可变频率 PFC 控制器 52、电感器 L3、FET 功率开关 M3、整流器 D3 和滤波电容器 C3。第二功率变换器 53 包括可变频率 PFC 控制器 54、电感器 L4、FET 功率开关 M4、整流器 D4 和滤波电容器 C4。在本优选实施例中，升压型功率变换器 51 和 53 在传输连续模式和非连续模式的边缘上运行，这需要功率变换器 51 和 53 都是可变频率型。对于本领域的人员来说升压型功率变换器 51 和 53 的运行是熟知的，因此在此不进一步描述。

分别给第一和第二功率变换器 51 和 53 提供频率为 f_1 和 f_2 的驱动波形的可变频率 PFC 控制器 52 和 54 按瞬时输入电压 V_{MAINS} 的函数改变它们相应的驱动波形的频率 f_1 和 f_2 以保持到开关模式功率源的输入电流与 AC 输入电压 V_{MAINS} 成比例，通过第一和第二功率变换器 51 和 53 将 AC 输入电压 V_{MAINS} 连接到负载 56。通过电阻 R9 和 R10 所形成的分压器对功率变换器 51 和 53 的 DC 输出电压进行分压，并通过放大器 U12 将所分压的电压与参考电压 V_{REF9} 进行比较以提供连接到第一和第二可变频率 PFC 控制器 52 和 54 的反馈电压。

可变频率 PFC 控制器 52 和 54 的频率为 f_1 和 f_2 的驱动波形还输送到相位检测装置 55 的输入端。相位检测装置 55 提供表示在频率为 f_1 和 f_2 的驱动波形之间的频率和相位差的误差信号。环路滤波器 58 对反馈网络 58 的频率响应进行整形以提供反馈网络 58 的所需的频率响应。误差

信号与通过反馈网络 57 所提供的反馈电压进行求和并被连接到第一和第二可变频率 PFC 控制器 52 和 54。由此相位检测装置 55 应用每个可变频率 PFC 控制器 52 和 54 形成独立的锁相环。这些锁相环的带宽远大于 AC 输入电压 V_{MAINS} 的带宽。

通过相位检测装置 55 的操作将可变频率 PFC 控制器 52 和 54 的驱动波形锁定到相同的频率。结果，通过每个升压型功率变换器 51 和 53 输送到开关模式功率源的功率基本相等，因为两个的功率变换器 51 和 53 在它们相应的开关频率和它们输送到负载 56 的功率之间具有类似的关系。通过功率变换器 51 和 53 输送的电流基本相等，因为功率变换器并联在一起。因为相位检测装置 55 调节通过可变频率控制器 52 和 54 所提供的驱动波形以使其基本 180° 异相，所以基本消除了由该系统所引起的输入电流 I 的波纹分量。

参考附图已经描述本发明优选实施例，应该理解的是本发明并不限于这些精选的实施例，在不脱离如附加权利要求所限定的本发明的精神范围的前提下本领域的熟练人员能够作出各种改进和变型。

图 1
现有技术

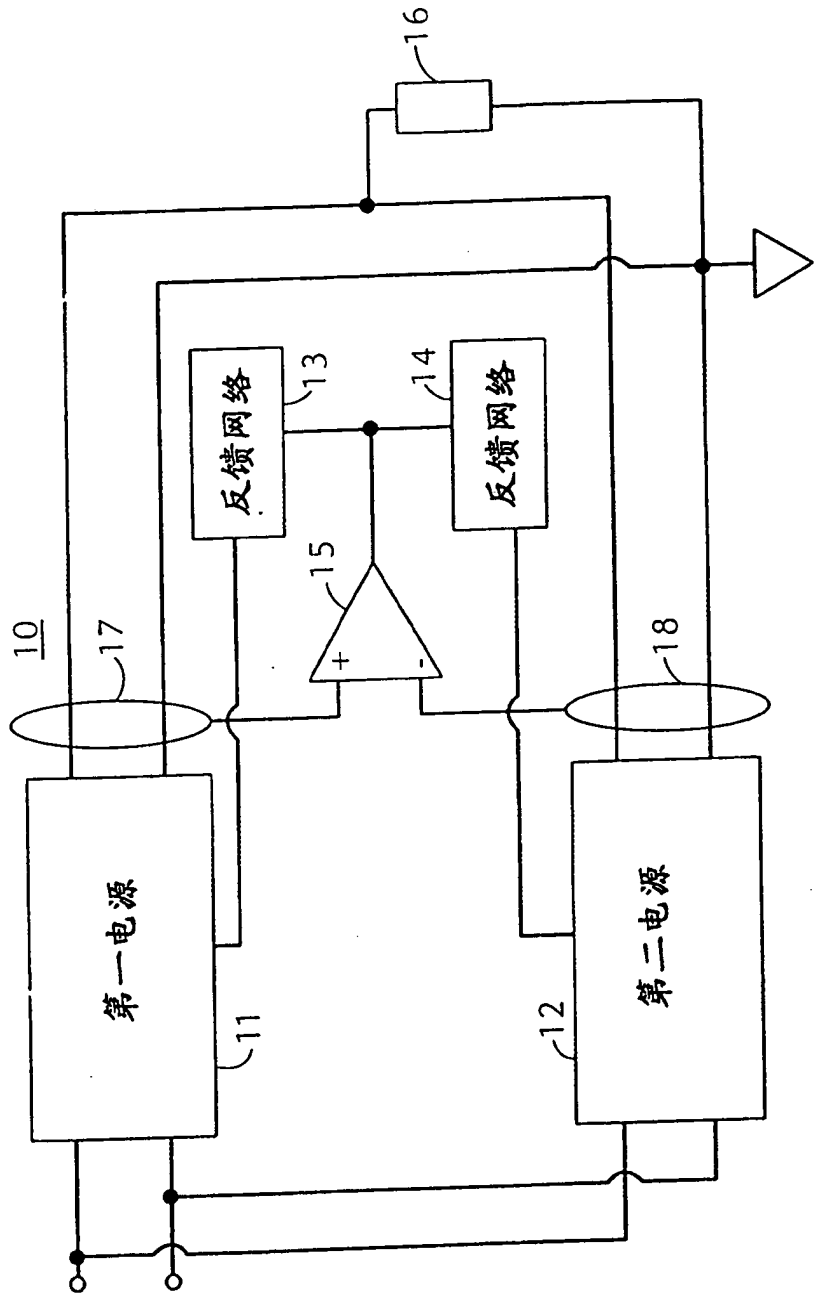


图 2
现有技术

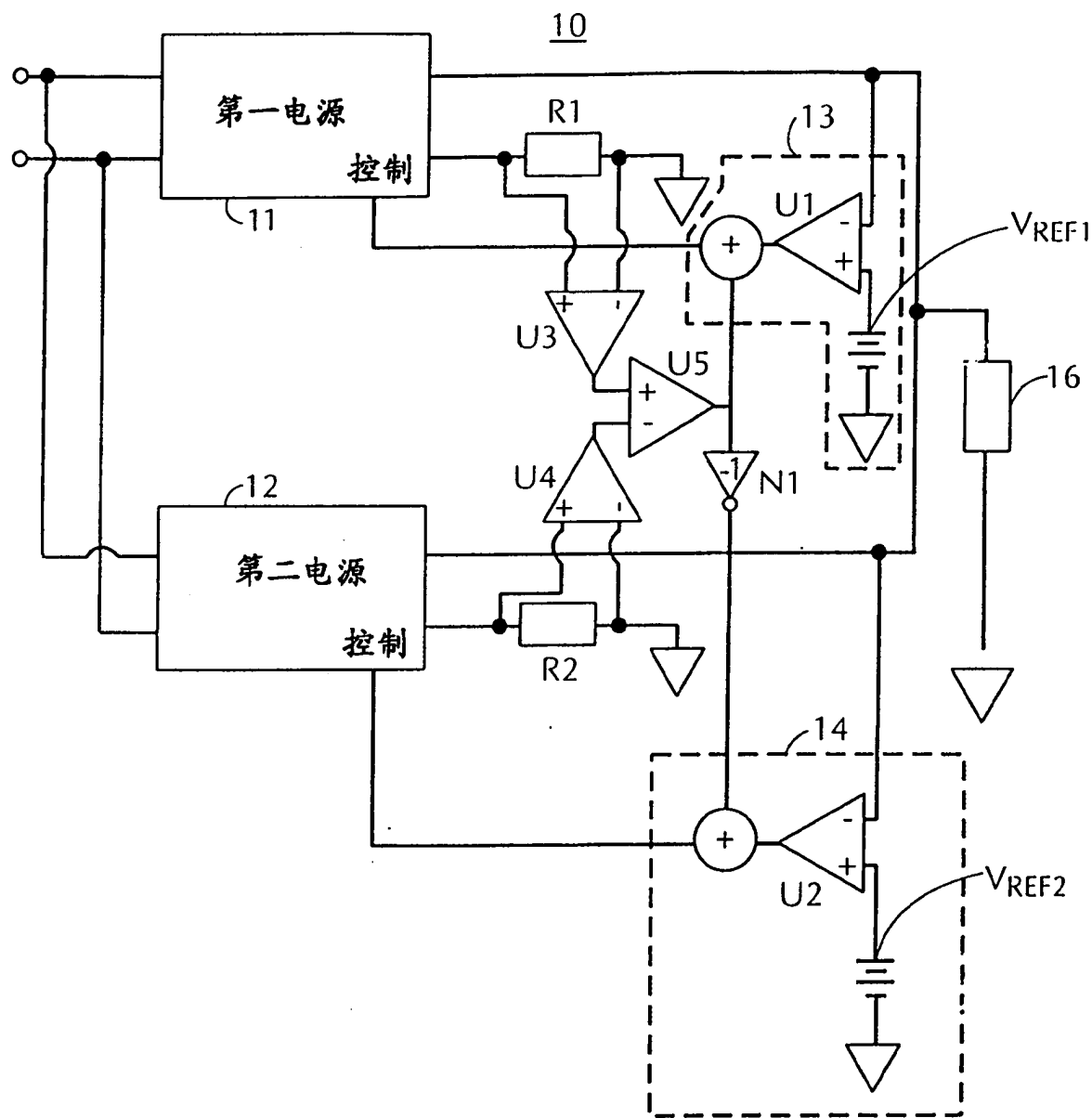
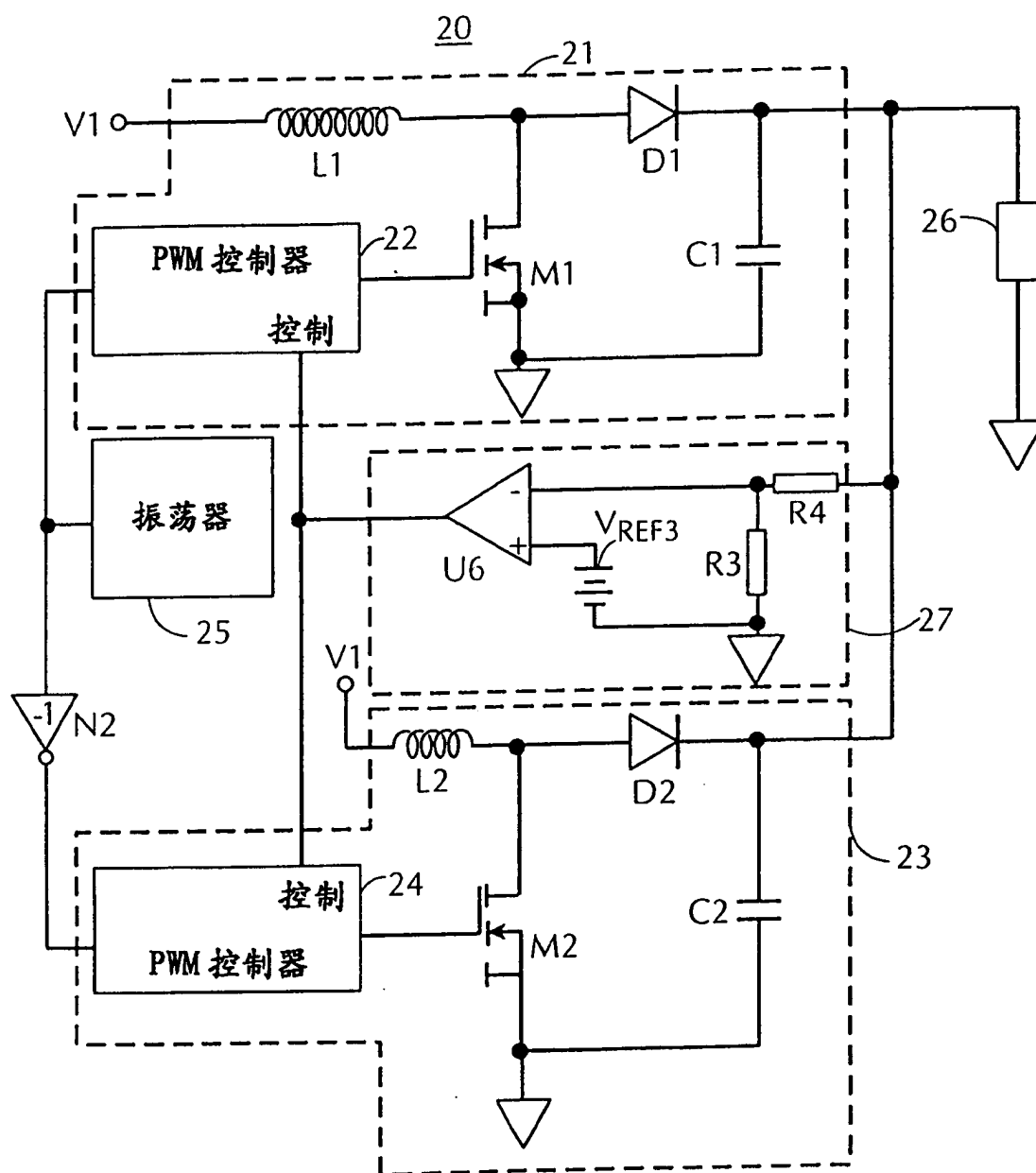


图 3
现有技术



4/9

图 4

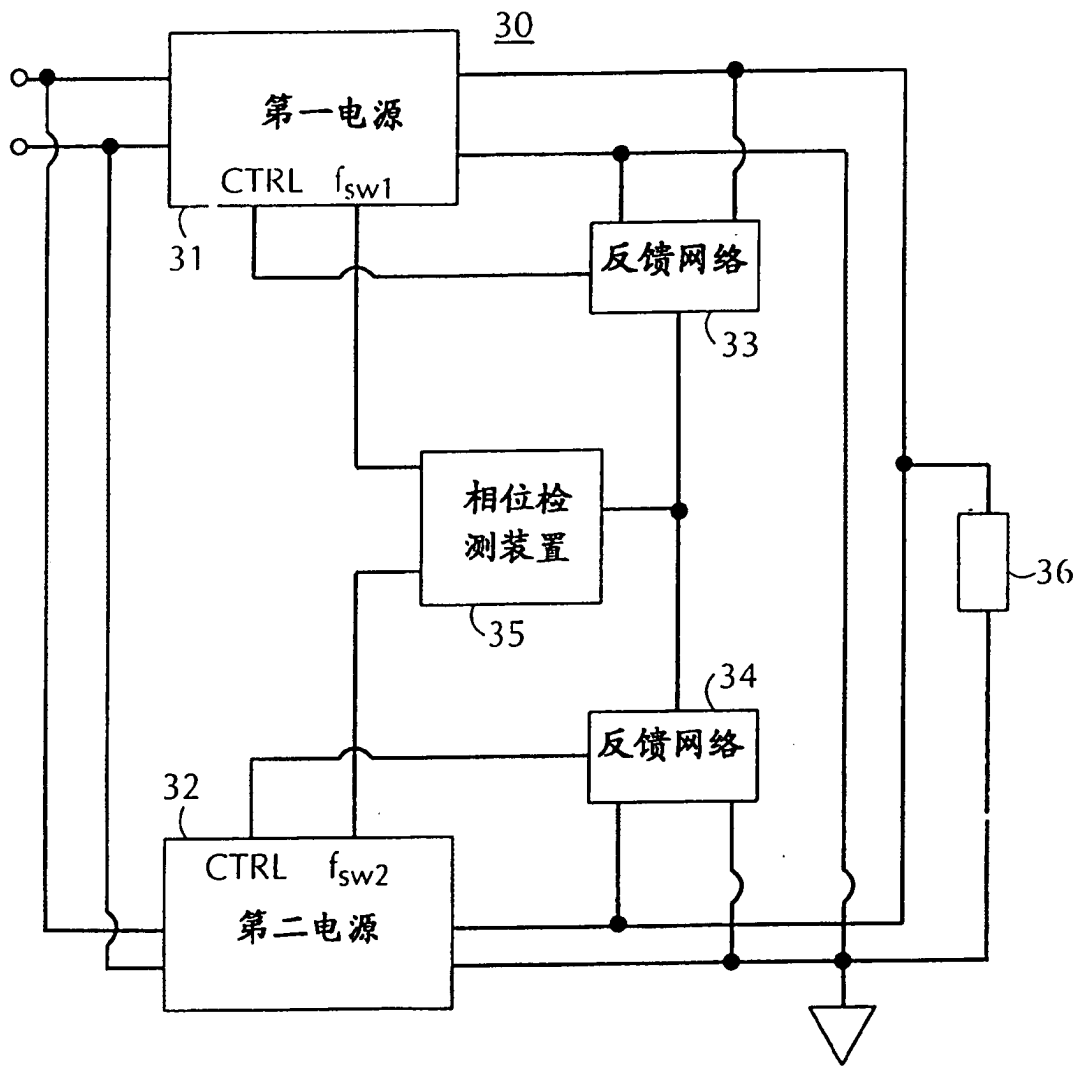


图 5

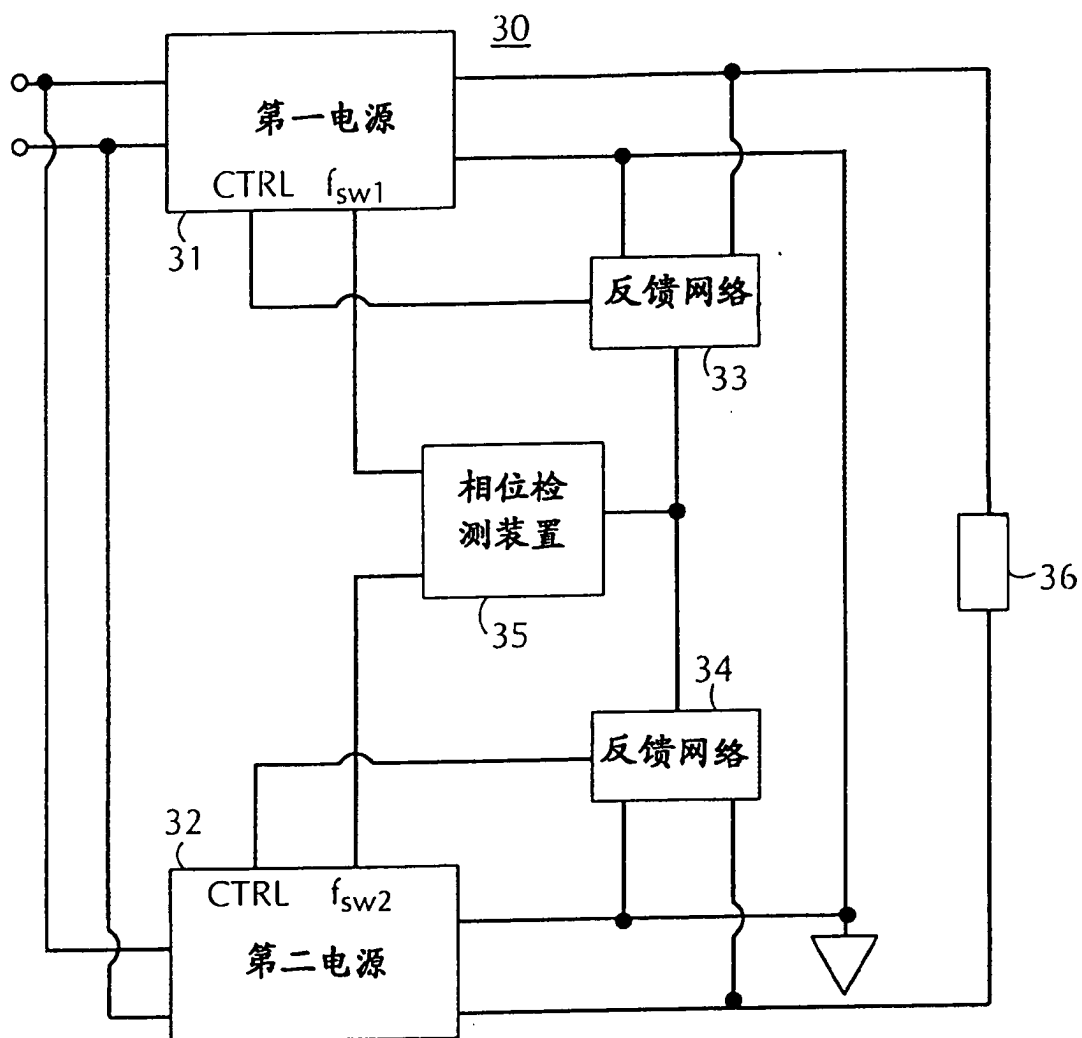


图 6

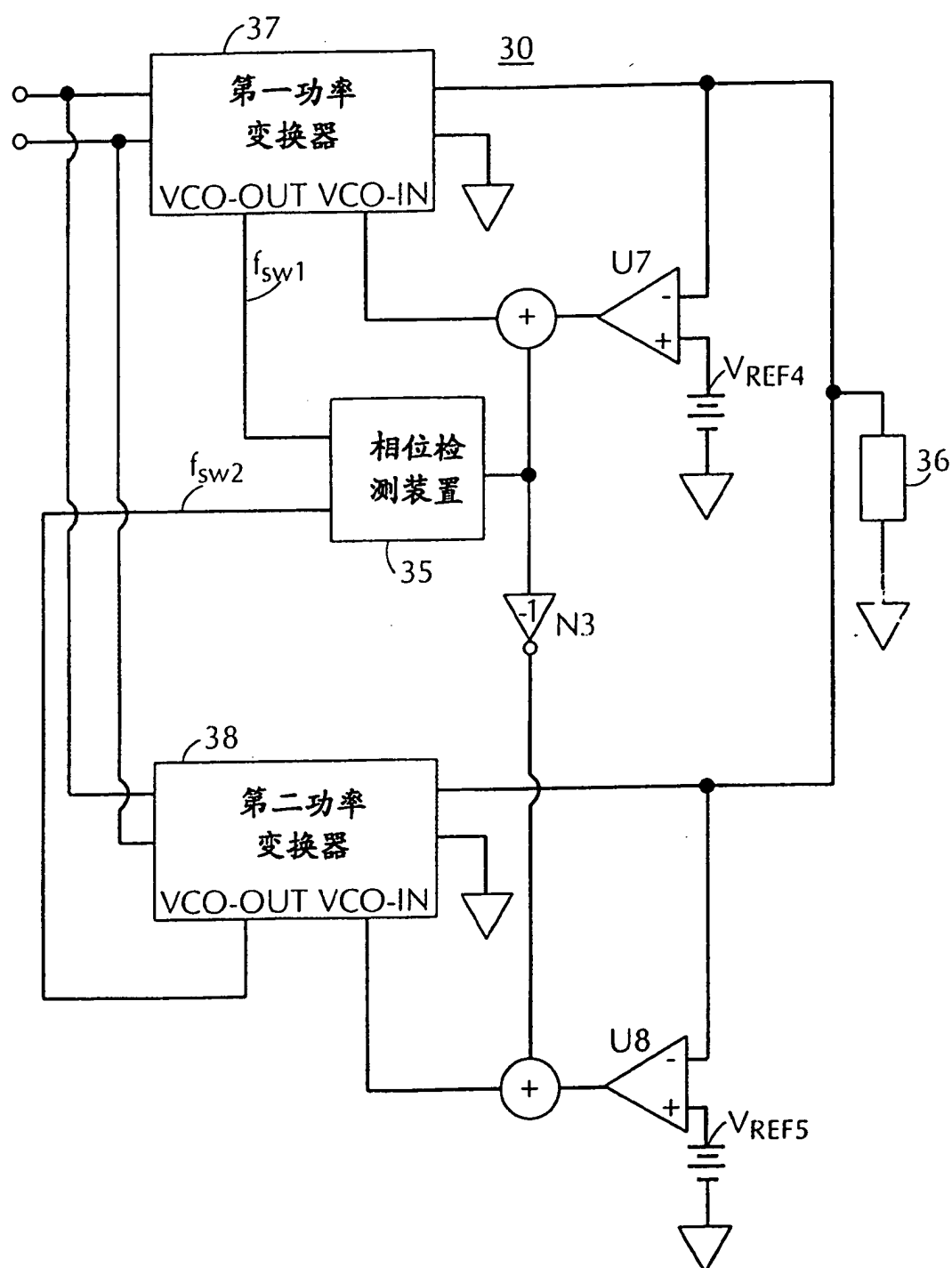


图 7

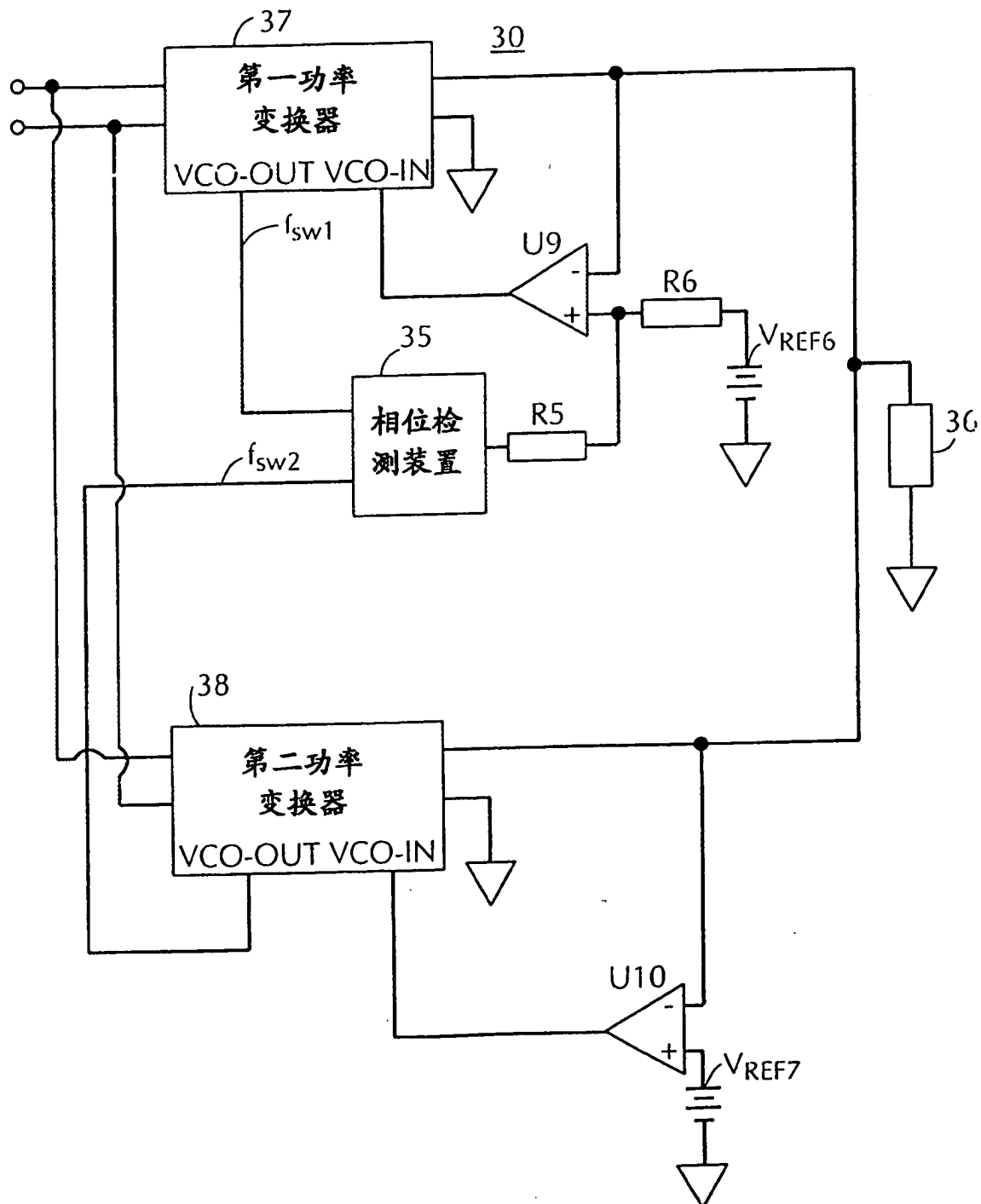


图 8

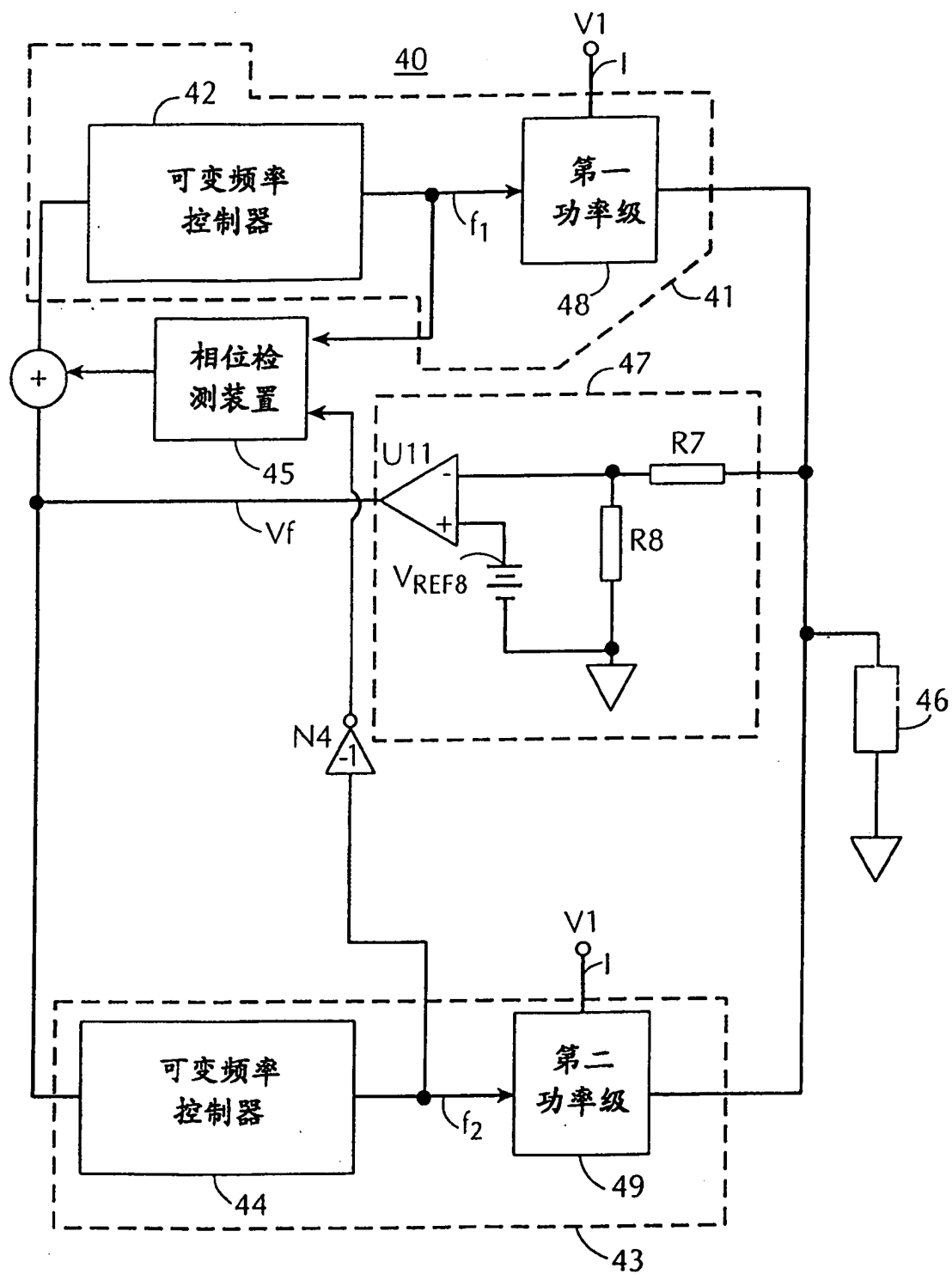


图 9

