



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103999312 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201280060266.4

(72)发明人 凯萨·拉德朗·德古瓦拉

(22)申请日 2012.10.05

李奥纳多·大卫森

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103999312 A

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(43)申请公布日 2014.08.20

代理人 许静 黄灿

(30)优先权数据

61/626,985 2011.10.06 US

(51)Int.Cl.

61/742,875 2012.08.21 US

H02H 7/28(2006.01)

13/618,067 2012.09.14 US

H02H 9/04(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.06.06

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/058840 2012.10.05

US 2011157929 A1, 2011.06.30,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/052724 EN 2013.04.11

US 2009146498 A1, 2009.06.11,

(73)专利权人 凯萨·拉德朗·德古瓦拉

RU 2402135 C2, 2010.10.20,

地址 美国内华达州

EP 2199809 A1, 2010.06.23,

专利权人 李奥纳多·大卫森

CN 2777839 Y, 2006.05.03,

US 6442213 B1, 2002.08.27,

US 5166858 A, 1992.11.24,

SU 1758762 A1, 1992.08.30,

审查员 李文婷

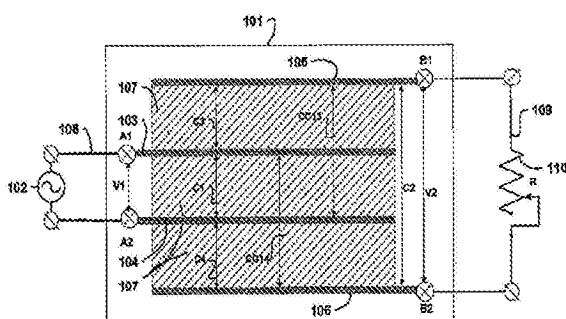
权利要求书4页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

输入/输出功率和信号传递隔离器装置

(57)摘要

一种输入/输出功率和信号传递以及功率和信号隔离器装置(101)，其使用具有电容结构的脉冲的、交替的或高频信号电流，所述电容结构提供功率和信号限制控制、单向功率和信号传递以及输入/输出解耦和收发器-接收器隔离屏障。所述装置(101)包含彼此并联布置的两个解耦输入电极(103、104)，以及彼此并联布置的两个解耦输出电极(105、106)。每个电极(103、104、105、106)连接到至少一个终端(A1、A2、B1、B2)。每个电极(103、104、105、106)具有一个表面，该表面相对另一电极表面而两者其间具有电介质材料。所述输入电极(103、104)通过电介质材料与所述输出电极(105、106)解耦，并且经设置使得两个输出电极(105、106)分别设置在所述两个输入电极(103、104)外部。



1. 一种用于经插入在交流(AC)源(102)和负载(110)之间的交流电路的电容装置(101),其包括:

一组终端(A1、A2、B1、B2),其包括至少第一输入终端和第二输入终端(A1、A2),及不同于所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)的至少第一输出终端和第二输出终端(B1、B2),所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)及所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)在所述电容装置(101)中经过配置,使得当所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)被连接至所述交流源(102)且所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)被连接至所述负载(110)时,来自所述交流源(102)的电能透过所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)已进入所述电容装置(101),并且透过所述电容装置(101)及所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)以被正向移动到所述负载(110);以及

至少一个功率传递和隔离器模块(111),其将功率从所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)传递到所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2),每个所述功率传递和隔离器模块包括:

第一组的两个电极总成(103、104),其包括两个彼此解耦的输入电极(103、104),所述输入电极中的第一输入电极(103)耦接到所述第一输入终端(A1),并且所述输入电极中的第二输入电极(104)耦接到所述第二输入终端(A2);以及

第二组的两个电极总成(105、106),其包括两个彼此解耦的输出电极(105、106),所述输出电极中的第一输出电极(105)耦接到所述第一输出终端(B1),并且所述输出电极中的第二输出电极(106)耦接到所述第二输出终端(B2);

所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)都位于所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)之间,

所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)是彼此隔开的并且是与所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)中邻近的一个隔开的,以在电流流过所述交流电路时确保在所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)的每一个与所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)的每一个之间的电容的发展。

2. 根据权利要求1所述的电容装置(101),其进一步包括在所述第一输入电极(103)、所述第二输入电极(104)、所述第一输出电极(105)和所述第二输出电极(106)四者中的任一邻近电极对之间的至少一层电介质材料(107),用于将所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)连接至所述交流源(102)的输入电路(108),以及用于将所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)连接至所述负载(110)的输出电路(109)。

3. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101),其中所述功率传递和隔离器模块(111)包括布置成平行布线配置的多个功率传递和隔离器模块(111)。

4. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101),其中所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)是与所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)解耦的。

5. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101),其中所述电容装置是高频数字隔离器。

6. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101),其中所述电容装置是用于射频信号的电容屏障。

7. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101),其中所述功率传递和隔离器模块(111)进一步包括:

第三组的两个电极总成，其包括两个彼此解耦的输入电极(402、403)，所述第三组的所述输入电极中的第一输入电极(402)耦接到所述第一输入终端(A1)，并且所述第三组的所述输入电极中的第二输入电极(403)耦接到所述第二输入终端(A2)；

以所述第二组的所述第二输出电极作为参考，所述第三组的所述第一输入电极和所述第二输入电极与所述第一组的所述第一输入电极和所述第二输入电极并未在相同侧上；以及

第四组的两个电极总成，其包括两个解耦的输出电极(404、405)，所述第四组的所述输出电极中的第一输出电极(404)耦接到所述第一输出终端(B1)，并且所述第四组的所述输出电极中的第二输出电极(405)耦接到所述第二输出终端(B2)；

所述第三组的所述第一输入电极和所述第二输入电极(402、403)都位于所述第四组的所述第一输出电极和所述第二输出电极(404、405)之间，

所述第三组的所述第一输入电极和所述第二输入电极(402、403)是彼此隔开的并且是与所述第四组的所述第一输出电极和所述第二输出电极(404、405)中邻近的一个隔开的，以在电流流过所述交流电路时确保在所述第三组的所述第一输入电极和所述第二输入电极(402、403)的每一个与所述第四组的所述第一输出电极和所述第二输出电极(404、405)的每一个之间的电容的发展；

所述第二组的所述第二输出电极是与所述第四组的所述第一输出电极相同的。

8. 根据权利要求1或2所述的电容装置(101)，其进一步包括：

电压监视器(902)，其连接在所述第二输入终端(A2)与所述第二输出终端(B2)之间；

电流监视器(903)，其与所述第一输出终端(B1)和负载(110)串联连接；以及

功率传递和电压控制器(904)，其与所述功率传递和隔离器模块(111)串联连接到所述第一输入终端(A1)和所述第二输入终端(A2)。

9. 根据权利要求8所述的电容装置(101)，其中所述电压监视器(902)包括电压比较器，其比较在所述第二输出终端(B2)处的电压与在所述第二输入终端(A2)处的电压，所述电压比较器耦接到所述功率传递和电压控制器(904)，以确保所述功率传递和电压控制器(904)基于在所述第二输出终端(B2)处的电压与在所述第二输入终端(A2)处的电压的比较来控制所述功率传递和隔离器模块(111)。

10. 根据权利要求8所述的电容装置(101)，其中所述电流监视器(903)包括电流传感器，其感测所述第一输出终端(B1)处的电流，所述电流传感器耦接到所述功率传递和电压控制器(904)，以确保所述功率传递和电压控制器(904)基于在所述第一输出终端(B1)处感测到的电流控制所述功率传递和隔离器模块(111)。

11. 一种使用电容装置以将功率从交流(AC)源(102)透过交流电路而正向移动至负载(110)的方法，所述电容装置包含至少一个功率传递和隔离器模块，所述功率传递和隔离器模块包括彼此解耦的第一输出电极和第二输出电极(105、106)、布置在所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)之间的彼此解耦的第一输入电极和第二输入电极(103、104)，设置在所述第一输入电极(103)、所述第二输入电极(104)、所述第一输出电极(105)和所述第二输出电极(106)四者中的任一邻近电极对之间的电介质材料(107)，第一输入终端和第二输入终端(A1、A2)及不同的第一输出终端和第二输出终端(B1、B2)，所述方法包括：

经由所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)以连接所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)到所述交流源；

经由所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)以连接所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)到所述负载(110)；以及

通过在所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)的每一个与所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)的每一个之间的电容，以在所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)上诱导电势，

由此连接到所述第一输入终端和所述第二输入终端(A1、A2)的输入电路(108)不会受到由于在连接到所述第一输出终端和所述第二输出终端(B1、B2)的输出电路中经历的故障引起的条件损害。

12.根据权利要求11所述的方法，其中所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)是电力的AC-AC和高频信号输入电极，其进一步包括将所述电力的AC-AC和高频信号输入电极(103、104)与所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)解耦和绝缘。

13.根据权利要求12所述的方法，其进一步包括选择所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)、所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)以及所述电介质材料(107)，使得从所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)到所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)的功率传递正比于在所述第一输入电极(103)与所述第一输出电极(105)之间存在的所述电容的值以及在所述第二输入电极(104)到所述第二输出电极(106)之间存在的所述电容的值。

14.根据权利要求12所述的方法，其进一步包括选择所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)、所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)以及所述电介质材料(107)，使得从所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)到所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)的功率传递正比于由在所述第一输入电极(103)与所述第二输出电极(105)以及所述第二输入电极(104)相关于所述第一输出电极(106)之间的电容关系引起的交叉电容。

15.根据权利要求11所述的方法，其进一步包括选择所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)、所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)以及所述电介质材料(107)，使得输入电容的差分电容是输出电容的值的至少两倍。

16.根据权利要求11所述的方法，其进一步包括选择所述第一输入电极和所述第二输入电极(103、104)、所述第一输出电极和所述第二输出电极(105、106)以及所述电介质材料(107)，使得在输入电容与输出电容之间的差分电容提供从所述电容装置的输入侧到所述电容装置的输出侧的单向功率传递。

17.根据权利要求11到16中任一权利要求所述的方法，其进一步包括：

感测在所述电容装置的输入侧与所述电容装置的输出侧之间的电压；

感测所述输出侧当连接到所述负载(110)时的电流；并且

基于感测到的所述电压和感测到的所述电流控制所述功率传递和隔离器模块(111)，以提供可调节的设置点和操作范围或者维持输出电压于预定范围内。

18.根据权利要求11到16中任一权利要求所述的方法，其中所述功率传递和隔离器模块(111)包括多个功率传递和隔离器模块(111)，所述方法进一步包括按平行布线配置来配

置所述多个功率传递和隔离器模块(111)以增大功率传递容量。

19. 根据权利要求18所述的方法,其进一步包括:

感测在所述电容装置的输入侧与所述电容装置的输出侧之间的电压;

感测所述输出侧当连接到所述负载(110)时的电流;并且

基于感测到的所述电压和感测到的所述电流控制所述功率传递和隔离器模块(111),以提供可调节的设置点和操作范围或者维持输出电压于预定范围内。

20. 根据权利要求18所述的方法,其进一步包括:

感测在所述电容装置的输入侧与所述电容装置的输出侧之间的电压;

感测所述输出侧当连接到所述负载(110)时的电流;并且

控制所述功率传递和隔离器模块(111)以进行下述至少一者:

基于感测到的所述电压中的改变而依次地并且单独地啮合所述功率传递和隔离器模块(111)的功能性,以遵循在所述负载(110)中的功率增量,其透过所述电容装置提供功率,并且

基于感测到的所述电流中的改变而依次地并且单独地解开所述功率传递和隔离器模块(111)的功能性,以遵循在所述负载(110)中的功率缩减。

输入/输出功率和信号传递隔离器装置

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及利用电容方法和结构的输入/输出功率和信号传递隔离器装置和方法,以从输入侧传递交流电(AC)、脉冲功率或高频信号到输出侧。更确切地说,本发明涉及AC或脉冲解耦结构,所述结构电力地和电子地从输出连接中隔离输入,又允许静电电荷迁移到输出终端,由此发生功率和信号传递。

[0002] 本发明通常还涉及数字隔离器或电容屏障,所述数字隔离器或电容屏障允许信号隔离和从连接到输入侧的电路或发射器输送到连接到输出侧的电路或接收器的单向信号传递。

背景技术

[0003] 最接近本发明的先前技术是PCT检索报告中D1(WO2199809A1)的独立权利要求1、11,其中描述到电容装置和使用电容装置正向移动功率的方法。在保护器中使用的电容装置包括第一和第二装置,所述第一和第二装置的一个通过第一电极和通用电极来产生,而第二装置则通过第二电极和上述的通用电极来产生,所述电极用电介层来隔开彼此。

发明内容

[0004] 根据本发明的装置提供了用于将至少两个电路彼此隔离的方法,其中一个电路在装置的初级或输入侧上,而另一个电路在装置的二级或输出侧上。连接到装置的初级侧的电源电路提供静电电荷到输入电极。输入电极上的这些静电电荷迁移到输出电极,因此在装置的输出侧上由来自输入侧的传递功率和电压产生单向的功率和电压。

[0005] 本发明提供了优于所属领域的技术人员已知的正向功率转换器方法、设备技术和发明的许多优势。本发明的这些优势包括(但不限于):(1)提供用于解耦在两个电路之间传递的功率和电压的构件;(2)提供用于在供给共用电路的两个AC电源之间电解耦的构件;(3)提供用于在解耦电路内降低瞬时短路和瞬态电流的构件;(4)提供从输入侧电路到输出侧电路的受控制功率量的解耦传递的构件;(5)提供用于在过载条件下减小从输入侧到输出侧传递的功率量的构件;以及(6)提供用于从输入侧向输出侧传递如同指称存在于输入侧上的等效电压值的构件。

[0006] 通过本发明实践的输入/输出功率和信号传递隔离技术具有利用其组件的独特的办法,即,多个输入电极,其中至少一个电介质层位于每一对邻近的输入电极之间,以及多个输出电极,其中至少一个电介质层位于共用结构中的每一对邻近的输入和输出电极之间,由此每一对输入电极是彼此邻近的并且设置在一对外部输出电极内。

[0007] 根据本发明的输入/输出功率和信号传递隔离装置进一步在成对的邻近电极之间包括作为电极材料和电介质材料的金属膜。所述输入侧具有用于给输入电极提供来自包含在输入侧电路内的AC电源的电压的构件,并且输出电极具有用于给连接到装置的输出侧的电路提供输入侧电路的输入参考电压的构件。

[0008] 所述输入/输出功率和信号传递隔离装置利用电容方法将AC、脉冲功率或高频信

号从输入侧传递到输出侧，并且输出侧上的AC、脉冲功率或高频信号是由规定的特征选项控制和限制的。

附图说明

[0009] 为了更完全地理解本发明，参考结合附图一起考虑的本发明的以下详细描述，其中：

- [0010] 图1是根据本发明的输入/输出功率和信号传递隔离装置的图；
- [0011] 图2是图1中所示的输入/输出功率和信号传递隔离装置的等效电路图；
- [0012] 图3是包含根据本发明的多个输入/输出功率和信号传递隔离装置的集成系统的图；
- [0013] 图4是作为单个装置的包含根据本发明的多个输入/输出功率和信号传递隔离装置的系统的图；
- [0014] 图5是包含图4中所示的多个输入/输出功率和信号传递隔离装置的系统的等效电路图；
- [0015] 图6是本发明的一个实施例的功率传递的曲线图；
- [0016] 图7是本发明的一个实施例的输入/输出电压比较的曲线图，其中表明了短路事件；
- [0017] 图8是功率传递和电压监测与控制示意图；
- [0018] 图9是功率传递和电压监测与控制示意图，其中根据本发明的两个模块是并联连接的；
- [0019] 图10A是现有技术的光耦合器的图；
- [0020] 图10B是现有技术的ISOPro射频隔离器的图；以及
- [0021] 图10C是根据本发明的输入/输出功率和信号传递隔离器的图。

具体实施方式

[0022] 在以下具体描述中，参考构成其一部分的附图，并且在附图中借助于本发明的原理的说明示出了可以最佳地实践本发明的方法的具体实施例。在附图中，相同的标号在实施例的各个视图中描述了大体上类似的组件。这些实施例是通过足够的细节描述的以使得所属领域的技术人员能够实践本发明。可以使用本发明的原理的其他实施例，并且可以在不脱离本发明的范围和原理的前提下对本文中所公开的实施例作出各种结构和材料的改变。

[0023] 首先参看图1和图2，在输入/输出功率和信号传递隔离器装置101的一个实施例中，实现了在(例如)110到125VAC102下的AC-AC功率从输入或初级侧(V1-隔离器装置101的左侧)传递到输出或次级侧(V2-隔离器装置101的右侧)，同时保持与在初级侧上可用的相同或大体上相同的电压范围。

[0024] 图1示出了隔离器装置101的内部构造的侧视图，其中薄膜电容结构的使用是明显的。所述结构包含两个输入电极103、104和两个输出电极105、106，其中每一对邻近的电极103、104、105、106由电介质膜107的一个或多个层分离。如图所示，电介质膜107的一个层存在于输入电极103与104之间，电介质膜107的另一层存在于输入电极103与输出电极105之

间，并且电介质膜107的又一层存在于输入电极104与输出电极106之间。输入电极103和输出电极105是解耦的，并且输入电极104和输出电极106是解耦的。

[0025] 输入电极103、104由导线连接器分别连接到终端A1、A2，并且输出电极105、106由导线连接器分别连接到终端B1、B2。用于输入电极103、104的导线连接器是解耦的，而用于输出电极105、106的导线连接器也是解耦的。启用了到装置101的外部接入，其来自连接到终端A1、A2的通常表示为108的输入电路，以及连接到终端B1、B2的通常表示为109的输出电路。

[0026] 上述描述以及图1的截面图中的说明使得所属领域的技术人员能够制造隔离器装置101，例如，提供壳体和适当的电气连接和隔离。当制造时，电容式隔离器装置101将具有类似于现有的电容器设计的外观和尺寸，如同由电容器制造商归类的并且如同所属领域的技术人员所识别的。

[0027] 隔离器装置101的独特性在于两个解耦输入导线和两个解耦输出导线的存在，其中它们在隔离器装置101上的定位是由客户和制造设计标准指定的。

[0028] 可以用于构造图1中所示的装置101的组件的那些材料的选择是变化的并且可以由所属领域的技术人员轻易地获得。隔离器装置101的一个示例性非限制性优选实施例利用电极和电介质材料，其在位置C1处提供5uf的等效电容值并且在位置C3和C4地点中的每个处提供227uf的解耦电容值(参见图2)。随着如同先前所述在位置C1和C3以及C4地点处的值下获得等效电容，所得到的本发明的特征是在地点CC13和CC14处衍生等效交叉电容值的交叉电容效应。这些由地点CC13和CC14表示的交叉电容值是从它们与C3和C4地点的关系中导出的，并且它们的值可以表示为：

[0029] $1/CC13 = 1/C1 + 1/C3$, 因此

[0030] $CC13 = (C1 \times C3) / (C1 + C3)$, 并且

[0031] $1/CC14 = 1/C1 + 1/C4$, 因此

[0032] $CC14 = (C1 \times C4) / (C1 + C4)$, 并且

[0033] 等效输出电容值表示为：

[0034] $1/C2 = 1/C1 + 1/C3 + 1/C4$, 因此

[0035] $C2 = (C1 \times C3 \times C4) / ((C3 \times C4) + (C1 \times C4) + (C3 \times C1))$

[0036] 因此, $CC13 = CC14 = 4.89\text{uf}$, 并且 $C2 = 4.78\text{uf}$ 。

[0037] 此优选实施例配置被设计为要获得的最大功率传递是大约550VA并且表示为：

[0038] Xc -等效 = 5.8 欧姆 $\angle -90^\circ$ 。

[0039] 考虑到在最大功率传递下的最大电流I1是6.25安培 $\angle 75^\circ$ ，并且就电流而言的输入电压120VAC在角度上增大到 90° ，等效电路允许执行以下计算：

[0040] $V_{\text{输出}} = V_{\text{输入}} - I * X_c$

[0041] $V_{\text{输出}} = 125 \text{ 伏} \angle 0^\circ - (6.25 \text{ 安培} \angle 75^\circ) * 5.8 \text{ 欧姆} \angle -90^\circ$

[0042] $V_{\text{输出}} = 125 \text{ 伏} \angle 0^\circ - 36.25 \text{ 伏} \angle -25^\circ$

[0043] $V_{\text{输出}} = 88.75 \text{ 伏} \angle -25^\circ$

[0044] (在附图中 V_{out} 表示 V_{output} (V输出) 并且 V_{in} 表示 V_{input} (V输入)。)

[0045] 如图7中所示，在此优选实施例中相对于输入电压701而言，电压输出将具有大约 -25° 的滞后时间。在图7中，纵轴是单位为伏特的电势，而横轴是单位为秒的时间。将输入电

压表示为虚线、120VAC，其中功率消耗等于780VA-AC。将输出电压表示为实线、80VAC，其中功率消耗等于520VA-AC。

[0046] 因此，最大功率传递如下计算：

[0047] 功率传递 = $I \times V$

[0048] 功率传递 = $6.25 \text{ 安培} \angle 75^\circ \times 88.75 \text{ 伏特} \angle -25^\circ$ 。

[0049] 功率传递 = 554.68VA

[0050] 554.68VA的功率传递经由等效输出电容发生。

[0051] 在此实施例中，可以提供15欧姆的变阻器电阻负载。因此，总阻抗结果为：

[0052] $X_{\text{总}} = 15 \text{ 欧姆} \angle 0^\circ + 5.8 \text{ 欧姆} \angle -90^\circ$

[0053] $X_{\text{总}} = 16.08 \text{ 欧姆} \angle -21.12^\circ$

[0054] 循环到输出侧的次级电流T2在大约93.85伏特下是大约是5.86安培，而将功率传递限制为大约550VA。

[0055] 图6描绘了上述优选实施例的设计条件下的功率传递曲线（实线），其中纵轴是单位为伏特的以电势表示的功率传递（VA），而横轴是单位为安培的输出电流。此优选实施例设计的功率传递容量在过载条件下快速地降低，由实线部分805表示。因此，对于大约550VA以上的功率要求，优选实施例提供了较低的功率传递，因此限制了过载条件下的功率传递。因此，次级侧上的电压大幅度下降；参见过载功率传递区域803中的虚线部分806。在过载条件期间，初级侧维持相同的输入功率到输入/输出电源和信号传递隔离器装置101。

[0056] 此优选实施例设计进一步包括110-125VAC102的输入电源和由可变电阻负载110组成的输出电路109。连接到输出侧电路109的可变电阻负载110表示在输出侧上的负载条件的动态改变。

[0057] 如图6中的曲线所示，在次级侧上的增量负载条件或输出电路109连接到输出终端B1、B2期间，次级侧上的电压持续地减小，而功率消耗增大，虚线部分801，因此具有范围在0VA到550VA的功率传递输送，参见实线部分802。随着本发明的优选实施例感测大于大约550VA的较高的负载增加，本发明进入过载功率传递区域803中的过载条件，由此电流循环的值并不遵循负载增量并且不再传递负载需求所要求的功率。

[0058] 因此，在过载条件下本发明限制功率传递，如线804所表示。在过载功率传递区域803中的过载条件下，连接到输入终端A1、A2的初级电路并不经历在循环电流中增量的功率需求增大，所述循环电流是高于装置设计允许输送到输出终端B1、B2并且输送到连接到其上的次级、输出电路109的循环电流值的任一个。

[0059] 如图7中所示，在短路状态702下，经历在输入终端与输出终端之间的0欧姆范围内的稳定断开。在短路状态702下的电流等于输入侧处存在的电压除以短路电路状态下的等效阻抗。然而，由于等效解耦电容值将输入电路与输出电路隔离，因此等效短路电流等于输入电压除以等效输出阻抗。在连接到次级侧的输出终端的电路中的短路之后或瞬时条件703下，电压降到接近大约0.2伏特的范围并且电流达到大约11安培，因此限制输送到输出终端和次级侧上的电路的瞬态电流。在大约120伏特下输送到输入终端的初级侧电流是11安培，因此限制初级侧电路上的瞬态电流效应。

[0060] 在此优选实施例中描述的本发明可以作为对电源的功率限制和保护装置来使用，在电源中过载条件短路条件通常会损害其变压器和电子零件，并且损害电源传送所述传递

功率的电子电路。然而,本发明防止了此类损害。

[0061] 本发明的特征的利用的其他实例包含作为用于服务于配送、工业、商业和住宅负载的系统的功率限制传递装置和过电流保护装置的应用,因此减少电流暂态状态并且因此减少电路中的那些保护元件(例如,保险丝和断路器)的尺寸选择。

[0062] 如图3中所示,本发明的另一替代实施例是多个功率传递隔离器装置101的配置,所述每个装置容纳在单独的输入/输出功率传递隔离器模块1、2...、N中或者被视作这些模块。所述模块111是并联布线的,从而根据控制方案,例如如下所述的一个控制方案提供可以固定增量增大或减小的功率可用性。

[0063] 图3示出了在共用总成或壳体301中并联连接的多个功率传递隔离器模块111的配置,从而提供较高容量并且因此增大功率可用性。在图3中表示的模块111可以利用图1中所示的功率传递隔离器装置101配置来构造或利用图4中所示的构造为单个装置的多个装置101来构造,如下文所述。图3还表示本发明的配置,由此单独的模块111可以利用外部连接的单独模块互连,或者多个隔离器装置101集成到单个单元中。因此,设想一个模块111可以具有图1中所示的单个隔离器装置101,而另一模块111可以具有作为图4中所示的单个装置所构造的多个装置101。

[0064] 第1、2...、n个模块111中的每一个的功率是P1、P2...、Pn,因此总功率P总等于P1+P2+...+Pn。每个模块111的输出电压是相同的,即,V1+V2=...=Vn。类似地,每个模块111的输出电压是相同的,即,I1+I2=...=In。

[0065] 图1中所示的本发明的替代实施例示于图4中,并且其等效电路示于图5中。在此实施例中,通过利用共享电极对多个功率传递隔离器装置进行分层,如同在类似的电极和它们的终端连接在分层格式中紧邻彼此时可用的情况。所得的功率传递隔离器总成由参考标号413表示。此构造配置减少终端产品尺寸和材料使用并且因此降低成本。

[0066] 具体而言,图4示出了包含多个分层功率传递隔离器模块401的总成413,并且每个模块401包含两个输入电极402、403以及两个输出电极404、405,其中每一对邻近电极由一层或多层电介质膜406分离。如同当多个模块在分层格式中紧邻彼此放置时可用的情况,可以采用类似的电极放置作为到每个邻近分层模块401的共享电极。因此,输入终端A1连接到输入电极407,所述输入电极407连接到三个电极402。类似地,输入终端A2连接到输入电极408,所述输入电极408连接到三个输入电极403。输出终端B1连接到输出电极409,所述输出电极409连接到两个输出电极404、405,并且输出终端B2连接到输出电极410,所述输出电极410连接到两个输出电极404、405。

[0067] 输入终端A1、A2和输出终端B1、B2分别(示意性表示)提供从外部输入电路411和输出电路412接入总成413。在此布置中,输入终端A1、A2与输出终端B1、B2解耦。此构造配置减小终端产品尺寸和材料使用并且因此降低成本。图4中所示的装置的等效电路在图5中示出。通过图4的上述描述容易理解图5中所示的等效电路。

[0068] 在图8和图9中例示的本发明的另一替代实施例中,一个或多个功率传递隔离器模块的监测和控制是通过感测输入终端A1、A2和输出终端B1、B2上的电压和/或通过感测和监测在输出负载侧上的电流利用。感测数据被输送到控制电路,所述控制电路含有指令并且加以利用以控制本发明的操作方面。

[0069] 在此实施例中,多个模块111和它们的电路,例如,作为总成413,或单个装置101形

成组合的集成电路装置,所述装置提供自动化调节的可变功率和信号传递方法,并且还额外提供了如上文所述的独特的功能。

[0070] 更确切地说,图8说明了一个实施例,其中多个隔离器模块111是与控制电路相关联的,以便动态扩展隔离器模块111的容量和功能性。元件901表示多个隔离器模块111并且将出于描述图8的目的而被称作隔离器总成。通过并入用于自动感测隔离器总成901的第二输入终端A2和第二输出终端B2上的电压(V_{ref} 是电压参考(Voltage reference)的缩写)和隔离器总成901的第一输出终端B1上的电流的构件,并且将该数据与可接受的预置电压范围进行比较并且比较可接受的预设电流范围的数据,并且以预先布置的方式响应于不可接受的感测电压和电流数据,控制器通过优化隔离器总成901的利用进行响应。优化隔离器总成901的利用的一种方式是将一个或多个隔离器模块111并入或不并入电路。

[0071] 如图8中所示,隔离器总成901的监测和控制是通过借助于电压比较器902在可变负载条件或动态负载条件下感测在输入终端A2和输出终端B2上的电压 V_{ref} 。输入终端A2与输出终端B2之间的电压 V_{ref} 表示功率和信号传递期间的电压降百分比。此数据在输入侧发送到功率传递和电压控制器904。当功率传递和电压控制器904感测到超过最大指示的电压降的电压值时,功率传递和电压控制器904在隔离器总成901中啮合至少一个额外的功率传递隔离器模块111,因此引起功率和信号传递可用性的增大并且具有减小终端A2与B2之间的电压降的能力。

[0072] 所表示的最大电压降是通过(例如)隔离器总成901的最大功率传递来确定的。当达到隔离器总成901的最大功率传递时,达到最大电压降。最大电压降将遵循图6的曲线特征,其中的虚线。然而,可以通过控制器或电压调节器来设置最大可允许的电压降,并且因此可以将最大电压降设置为触发控制特征,例如,警报、断开和/或其他特征,如同可以包含到控制器的序列中,在达到最大功率传递之前或之后。隔离器总成901的最大功率传递和最大电压降还取决于其他因素,例如(但不限于),用于构造功率传递隔离器的电介质的类型、层和组装特征。考虑到促进包含特定使用者的应用的设计和制造规范,这些变量是优选的。这些应用变化可能在商业使用中表示为在50–60Hz频率下,其中可接受的电压降不高于大约5%,并且在电子应用中,具体而言在信号传递隔离中,其中可接受的电压降可以在大约5%到大约50%之间的任何位置。

[0073] 如果存在降低的负载需求,那么电流传感器903检测终端B1上的降低电流,如同控制器904所感测的。控制器904通过在隔离器总成901中脱啮至少一个隔离器模块111进行响应。

[0074] 在短路或瞬态条件期间,电流传感器903、电压比较器902以及功率传递和电压控制装置或控制器904是隔离开来以免受损害的,因为隔离器总成901限制短路和瞬态条件,因此允许功率传递和电压控制器904通过中断功率和信号传递做出响应,而未有对负载侧电路和控制电路造成损害的事件。

[0075] 图9说明了一个实施例,其中控制电路与多个功率传递隔离器总成901A、901B组合以动态扩展隔离器总成901A、901B的容量和功能性。通过并入用于自动感测隔离器总成901A、901B的输入终端A2和输出终端B1、B2上的电压(V_{ref})并且用于感测上述隔离器总成的相对输出终端上的电流的构件,并且将该数据与可接受的预置电压范围进行比较并且比较可接受的预设电流范围的数据,并且以预先布置的方式响应于不可接受的感测电压和电

流数据,控制器通过在隔离器总成901中并入或不并入一个或多个隔离器模块111的利用进行响应。

[0076] 以与图8中所示的实施例类似的方式,在图9中所示的实施例中,隔离器总成901A、901B的监测和控制是通过在可变负载或动态负载条件下借助电压比较器902在一个隔离器总成901A的输入终端A2和输出终端B2上以及另一隔离器总成901B的输出终端B1上感测电压Vref。A2与B1、B2之间的电压Vref表示功率和信号传递期间的电压降百分比。此数据被发送到功率传递和电压控制器904A、904B。

[0077] 当功率传递和电压控制器904A感测到超过最大指示的电压降的电压值时,功率传递和电压控制器904A在隔离器总成901A中啮合至少一个额外的功率传递隔离器模块,因此引起功率和信号传递可用性的增大并且具有减小终端A2与B1、B2之间的电压降的能力。

[0078] 当功率传递和电压控制器904B感测到超过最大指示的电压降的电压值时,功率传递和电压控制器904B在隔离器总成901B中啮合至少一个额外的功率传递隔离器模块,因此引起功率和信号传递可用性的增大并且具有减小终端A2与B1、B2之间的电压降的能力。

[0079] 如果存在降低的负载需求,那么电流传感器903检测终端B1和B2上的降低电流,如同控制器904A所感测的。控制器904A通过脱啮至少一个隔离器总成901B进行响应。

[0080] 在短路或瞬态条件期间,电流传感器903、电压比较器902以及功率传递和电压控制装置或控制器904A、904B是隔离开来免受损害的,因为隔离器总成901A、901B限制短路和瞬态条件,因此允许功率传递和电压控制器904A、904B通过中断功率和信号传递做出响应,而未有引起对负载侧电路和控制电路的损害的事件。

[0081] 在本发明的另一替代实施例中,多个功率传递隔离器模块分层布置并且连接到选择开关装置,由此使用者可在实时工作环境中选择输入功率和输出功率的规定设计范围。

[0082] 在装置的输出侧处的电压降的增加优选地与功率传递的增加成比例,直到达到最大功率传递点为止,由此电压降近似为应用于装置的输入电压的10%到25%。

[0083] 通过如同在本发明的替代实施例中的控制电路的附加益处,并且如图8中所描绘,可以通过控制电路感测装置的输入侧与输出侧之间的电压差,由此控制电路可以啮合经并联布线的其他可用模块,如图9中所描绘,以补偿最多达到设计限制的电压降并且遵循输出侧的功率消耗变化同时将电压降保持在一定的预定范围内。

[0084] 连接在输入侧和输出侧之间的控制电路,例如,功率传递和电压控制901,还可在过载条件、电压瞬变或短路条件下在本发明的输出侧处暂时或永久地中断功率传递。

[0085] 此控制电路,例如,功率传递和电压控制901,可经配置以感测等效于电压降百分比的直流电压,并且将信号与正常操作下可允许的电压降预设范围进行比较,并且与电压降的预设设置点或过载条件的阈值进行比较。由于功率传递是连续地发生的,因此电压控制电路连续地控制输出侧的电压。

[0086] 在高频应用中,或者作为数字隔离器,或者作为电容屏障,根据本发明的装置提供用于将至少两个电路彼此隔离所需或至少优选的构件,允许从发射器到接收器电路的单向信号传递,或更通常从输入侧到输出侧的单向信号传递。这可基于输入电容与输出电容之间的等效差分电容获得。输入电容的等效差分电容可至少是输出电容的值的两倍。

[0087] 在高频应用中,根据本发明的装置可用作数字隔离器或电容屏障,其中信号是跨越电容屏障单方向传递的。本发明优于先前设计的优点在于电容器屏障结构,例如,由电介

质膜隔开的电极(参见图1和图4),提供单向功率和信号传递及受到控制的功率和信号传递,因此消除在现今使用的电流隔离收发器-接收器电路技术中所需的许多组件。

[0088] 本发明的一个或多个特征可在以下应用中采用:

[0089] -在以下项中的数字隔离器,例如,(a)混合动力和电动车辆,(b)替代光耦合器,(c)CMOS驱动器,(d)等离子显示器驱动器,(e)工业现场总线:例如,Modbus'、Profibus'、DeviceNetTM数据总线、智慧分布式系统(SDSTM),(f)计算机外围接口,(g)伺服控制接口,以及(h)数据获取电路。

[0090] -在以下项中的电容式功率传递电路,例如,(a)太阳能发电厂,(b)多来源功率控制器,和(c)蜂窝式的和利用射频低功率充电器装置的其他装置。

[0091] 本质上,可以将本发明视为高级数字隔离器和电容式绝缘屏障。此类装置的其他形式是目前采用的并且在所属领域中是众所周知的,并且在许多应用中执行,上文描述了所述应用中的一些。

[0092] 以下是本发明可以在商业上采用的领域和方式的特定实例。

[0093] 作为在正向功率转换器中使用的实例,参考授予Jacques等人的第7,830,130号美国专利申请案,其描述了用于控制共振不连续正向转换器(RDFC)的方法和设备。所述设备包含变压器、为变压器的初级绕组供电的周期性开关DC、耦接到二级变压器的DC的转换器以及基于初级绕组电流用阈值控制开关响应的控制电路。所述方法和电路据说能够保护变压器免受过载条件的影响并且具有控制的输出电压,其中的优选实施方案被配置成用于AC-DC电源转化。此正向转换器的主要缺点在于它并不具有固有的良好功率和电流限制,造成中断条件下的高电流,从而损害控制器和暴露于瞬态电流的其它相关联组件。

[0094] 相比之下,根据本发明不需要正向功率的控制器,因为等效交叉电容和解耦等效电容可确定可以传递的功率的最大量。具有负载增量的电压-电流曲线实际上是平坦的,具有在大约2.5%的范围内的电压变化,直到达到本发明的特定设计的最大负载为止。当出现过载条件时,电压随着电流的增加而降低,直到达到根据本发明提供的受到限制的电流为止。在中断(短路)和瞬态条件下,根据本发明的装置固有地限制瞬态电流并且因此装置的初级侧不会受到中断和瞬态条件的影响。无论如何,所述装置同时具有对功率和电流限制的极好响应。

[0095] 另外参考授予Eckroad的第7,518,266号美国专利,其描述用于隔离局部AC传输网络与周围的AC系统的电功率传输系统的方法和设备。局部AC负载中心具有多个局部AC负载和为所述多个局部AC负载服务的配送馈线,以及至少一个远程发电站或用于将AC功率供应到局部AC负载中心的其他电源。完全或局部DC传输环插入在局部AC负载中心与远程发电站之间,以用于通过将AC功率转化为DC功率来隔离从远程发电站接收到的AC功率与局部AC负载中心。DC功率是基于负载要求重新转化为AC功率的。配送馈线供应AC功率,而所有的局部AC负载与远程发电站隔离。

[0096] 虽然此系统通过具有AC-DC-AC功率输送网络提供隔离方法以实施此系统,但是它需要构造和安装DC环以形成子配送间相。所有这些很可能是极其昂贵的。此外,DC环和功率转换器AC-DC-AC中心,以及现有的AC传输和配送系统容易发生短路和系统故障。因此,DC子分配系统将很可能失去Eckroad所公开的技术中探求的隔离原理。

[0097] Eckroad的发明的另一缺点在于以下事实:为将DC转换为AC,需要至少一个转化基

底中心经构造和操作,而显著增加该系统的操作成本。

[0098] 相比之下,通过将根据本发明的装置安装在现有的变电所、传输和配送站以及子配送站中以及插入在传输线和变压器之间的中心以及在二级变压器侧,根据本发明提供的显著隔离特征不仅隔离传输、配送和负载中心的两侧,而且还限制短路剧增的电流,通过所述电流过载和短路保护可用于下限的计算。这节省传输、配送和负载中心的设计、构造和操作的总成本。本发明的另一重要特征在于当它用于传输、配送和负载中心时,网络的功率因数将得到显著的改进。

[0099] 最后,参考标题为“当使用数字隔离器对光耦合器时开发可靠的隔离电路”的文章,硅实验室公司,奥斯丁,美国得克萨斯州。虽然光耦合器(在图10A中示出示意图)已经作为主要信号隔离装置而被采用许多年,但图10B中所示的ISOpro射频隔离器的到来为设计者提供较小、更加集成、更快和较低的功率利用替代物,而不具有光耦合器的不稳定性和有限的预期寿命机制。ISOpro隔离器的当前技术是同类中最佳的射频隔离器,并使设计者能够在容易用作CMOS逻辑门的单个封装中存取世界级的隔离器技术。

[0100] 根据本发明的装置和ISOpro隔离器的共同的益处包含:

- [0101] -更高的集成:多通道版本上的每个通道的较小的尺寸和较低的成本。
- [0102] -更高的性能:更快、更紧密的计时和大体上较低的功率利用。
- [0103] -更长的使用寿命:不具有像在光耦合器中那样的磨损机制。
- [0104] -更高的可靠性:操作参数随着VDD、温度和装置使用年限保持稳定。
- [0105] -高CMTI:全差分隔离信号路径和针对CMTI的大于25kV/ μ s的高接收器选择性。
- [0106] -低EMI:满足FCC级别B部分15。
- [0107] -高电场抗扰性:>20V/m,由独立实验室测量的。
- [0108] -业内领先的ESD公差:在所有装置上都是4kV HBM。
- [0109] -较低的外部材料成本:如在ISOpro中仅需要两个便宜的VDD旁路电容器,在本发明中不需要任何所述电容器。

[0110] -易于使用:单个芯片的完全隔离方案。

[0111] 然而,本发明提供了在ISOpro上的改进技术。本发明优于ISOpro技术的益处包含:

[0112] -ISOpro需要收发器-接收器电路以获得单向功率传递穿过电容器屏障;而根据本发明的装置无需一定要XMTR-RCVR电路和VDD旁路电容器就可实现单向功率传递。

[0113] -较低的外部材料成本。

[0114] -受到控制的功率传递。

[0115] 半导体工业的历史是随每种工艺的生成不断提高装置性能和成本效益的历史。单片装置始终能够取代它们的杂合对应物,并且射频隔离相较于杂化光耦合器也是如此。

[0116] 如图10C中所示,根据本发明的装置可以作为附加到并且集成到射频电源和数字隔离器中的功率限制和保护装置来采用。插入在射频电路32与射频-直流转换单元34之间的装置30将保护电源对抗可能损害其变压器和电子零件的过载条件和短路条件,并且保护对抗给电源输送传递功率的电子电路造成的损害。

[0117] 存在RF隔离器和具有信号隔离器的电源的其他有效实例,例如,由MAXIM制造的MAX256。MAX256是用于隔离的供电电路的集成的初级侧控制器和H桥驱动器。MAXIM装置含有机载振荡器、保护电路和内部FET驱动器以向变压器的初级绕组提供最大大约3W的功率。

MAX256可使用内部可编程的振荡器来操作或者可由外部时钟来驱动以改进EMI性能。无论使用的时钟源如何，内部触发器的级确保固定50%的工作周期以防止变压器中的DC电流流动。根据本文所述任何实施例的功率和信号传递及功率和信号隔离器装置可替代MAX256的变压器和电阻器而放置，如同存在于隔离电路中并且具体在MAX256的输出侧上。通过使本发明处于该位置，集成的初级侧控制器和H桥驱动器以及隔离电源是对抗短路条件、瞬变、DC电流流动得到保护的，并且还能够确保单向功率传递以供应集成的初级侧控制器和H桥驱动器可传递的3瓦的功率。

[0118] 在上述任何实施例中本发明提供了大量的优势。举例来说，本发明的一个或多个实施例提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置，所述装置利用电容方法将AC、脉冲功率或高频信号从输入侧传递到输出侧，并且AC、脉冲功率或高频信号传递到输出侧是由多种规定的设计特征选项进行控制和限制。

[0119] 另外，本发明的一个或多个实施例提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中电容布置的输入侧是与输出侧电力地隔离的，并且反之亦然。

[0120] 本发明的一个或多个实施例提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中起始于输出侧上的瞬态、短路和过载条件是与输入侧隔离的并且在影响输入侧的量值上是有限的，并且在输入侧上发生的由类似事件条件提供的相同隔离特征也是如此，并且对装置和电路不具有从输出侧继续下去的灾难性影响。

[0121] 本发明的一个或多个实施例的另一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中来自电容布置的输入侧的AC、脉冲功率或高频信号传递是单向到输出侧的，并且其中输入等效电容值与输出等效电容值相比是至少三倍的等效电容值，因此形成能量从输出侧行进到输入侧的潜在屏障。

[0122] 本发明的一个或多个实施例的又一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中电容布置的输出侧中的AC、脉冲电压或高频信号是与电容布置的输入电压或高频信号参考成比例的。

[0123] 本发明的一个或多个实施例的再一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中参看输出侧中的AC、脉冲电流或高频电流信号，输出侧中的AC、脉冲电压或高频电压信号是双相负90度的。

[0124] 本发明的一个或多个实施例的另一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其中AC、脉冲功率或高频信号是从输入侧传播的，其中输入电极在朝向电极的输出侧的相对方向上传播AC、脉冲或高频信号穿过电介质。

[0125] 本发明的一个或多个实施例的进一步优势包含：提供一种装置，其既提供性能特征，而在结构上与起到等效作用的所属领域技术人员目前采用的结构相比又是紧凑并且不太复杂；提供用以传递多种功能性的单个装置；提供，可以作为单元化的嵌入产品以及模块化的组装产品构造的装置设计选项；并且提供可以通过将所选择的电容器集成到复制电容关联的电容电路中来构造的装置设计选项。

[0126] 本发明的一个或多个实施例的另一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法，其能够确保功率传递控制、电压控制和监测它们的方法，这些是通过感测在输入侧与输出侧之间存在的电压，通过感测在输出侧当连接到负载时存在的电流，或者在于具有可调节的设置点和操作范围。

[0127] 本发明的一个或多个实施例的又一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法,其能够确保功率传递控制、电压控制和监测它们的方法,并且通过感测输入/输出功率和信号传递隔离器装置的输出侧处的功率传递限制和电压降限制来检测过载条件。

[0128] 本发明的一个或多个实施例的又一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法,其中监测电压和监测电流提供信号输入到控制电路,以控制到负载的功率传递并且将输出电压维持在预定范围内。

[0129] 本发明的一个或多个实施例的又一优点在提供了输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法,其中多个所述装置中可以并联连接,并且功率传递控制、电压控制和每个装置的监测作为控制方法依次啮合。举例来说,多个模块的利用是连续地遵循负载的功率需求的增加,其通过将感测电压的增量作为监测方法。也就是说,可使来自多个可用功率传递和隔离器模块的一个额外的功率传递和隔离器模块联机或者针对每个功率增量将其功能性并入到所述装置中,其中增量的评估和伴随额外的功率传递和隔离器模块的需求是基于感测电压的。多个模块的利用是额外地或替代地连续地遵循负载中的功率的缩减或减小,其通过(例如)感测输出电流的改变并且依次脱啮多个隔离器模块,所述隔离器模块的功能性是先前并入到装置中的。也就是说,功率传递和隔离器模块的功能性是针对每个功率缩减而从装置中移除的,其中缩减的评估和伴随用于功率传递和隔离器模块的移除的需求是基于感测电流的。

[0130] 本发明的一个或多个实施例的另一优点在于提供输入/输出功率和信号传递隔离器装置以及方法,其中多个装置和功率传递控制、电压控制和监测选项是作为单元化的嵌入装置以及组装的单独模块所构造的。

[0131] 关于本发明的领域的额外的背景信息由Frank Forster在2010年10月6日发表在automotive-eetimes.com网站上的标题为“混合动力和电动汽车中的数字隔离”的文章以及美国得克萨斯州的奥斯丁市的硅实验室公司的标题为“当使用数字隔离器对光耦合器时开发可靠的隔离电路”的出版物提供,这两者以引用方式并入本文中。

[0132] 鉴于本文中揭示的内容,所属领域的技术人员也可以构想出本发明的许多其他有效的替代方案。将理解本发明并不局限于所描述的实施例并且涵盖对所属领域的技术人员而言是显而易见的存在于所附的权利要求的精神和范畴内的此类替代方案和修改。

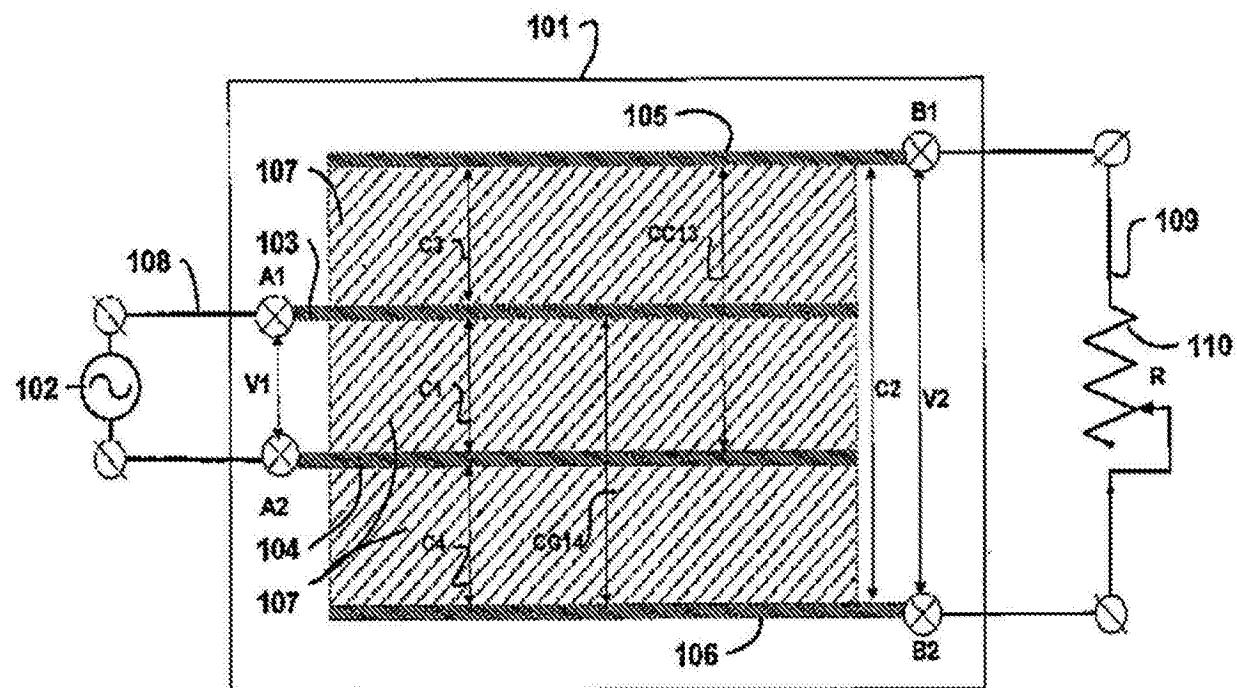


图1

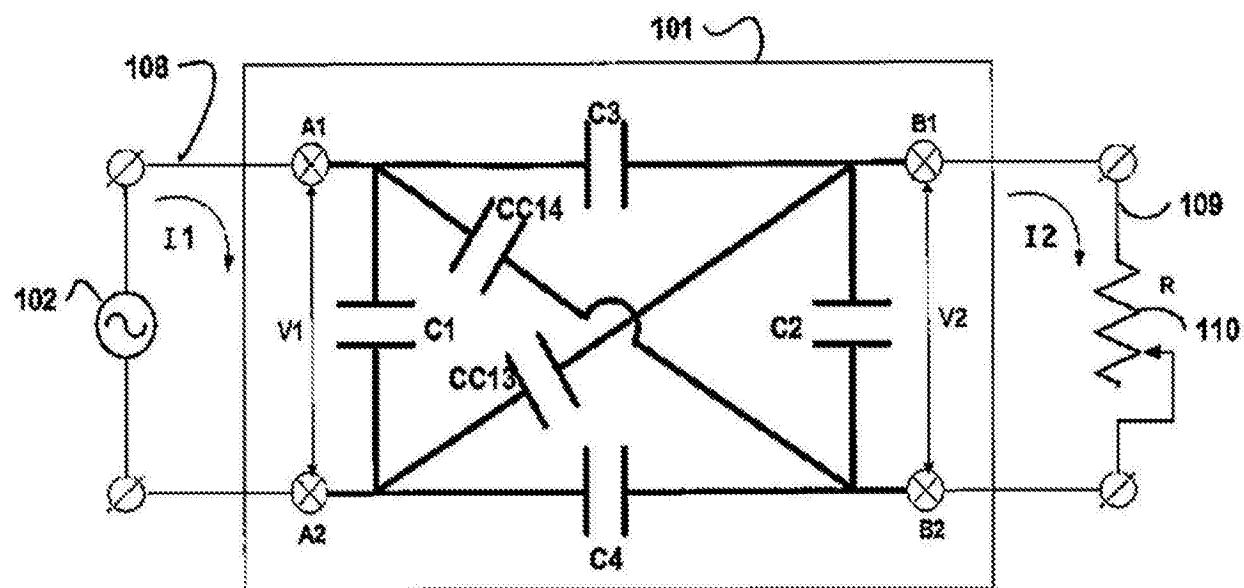
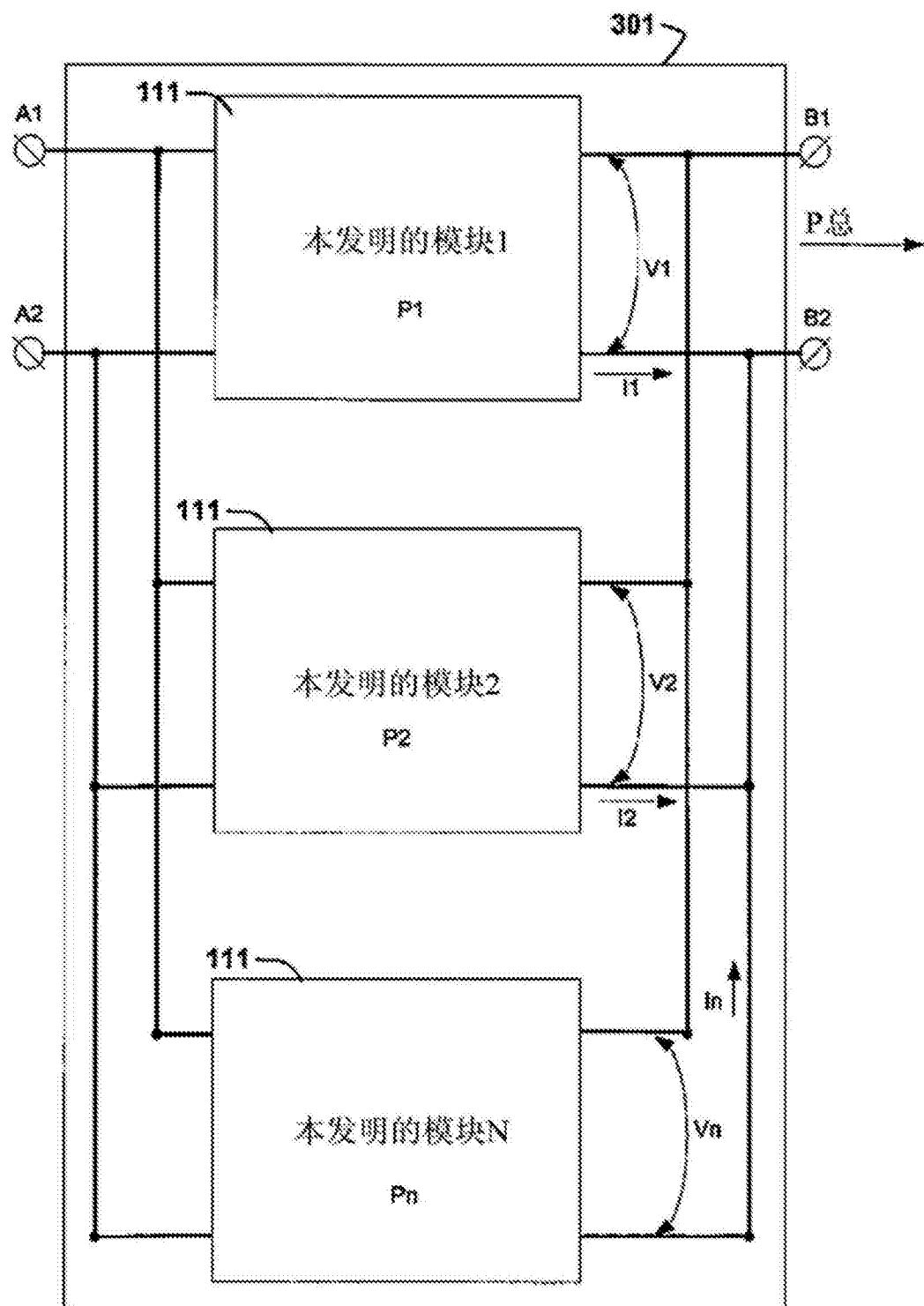


图2



$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$V = V_1 = V_2 = V_n$$

$$I = I_1 = I_2 = I_n$$

$$P_{\text{总}} = \text{模块的数目} \times P$$

图3

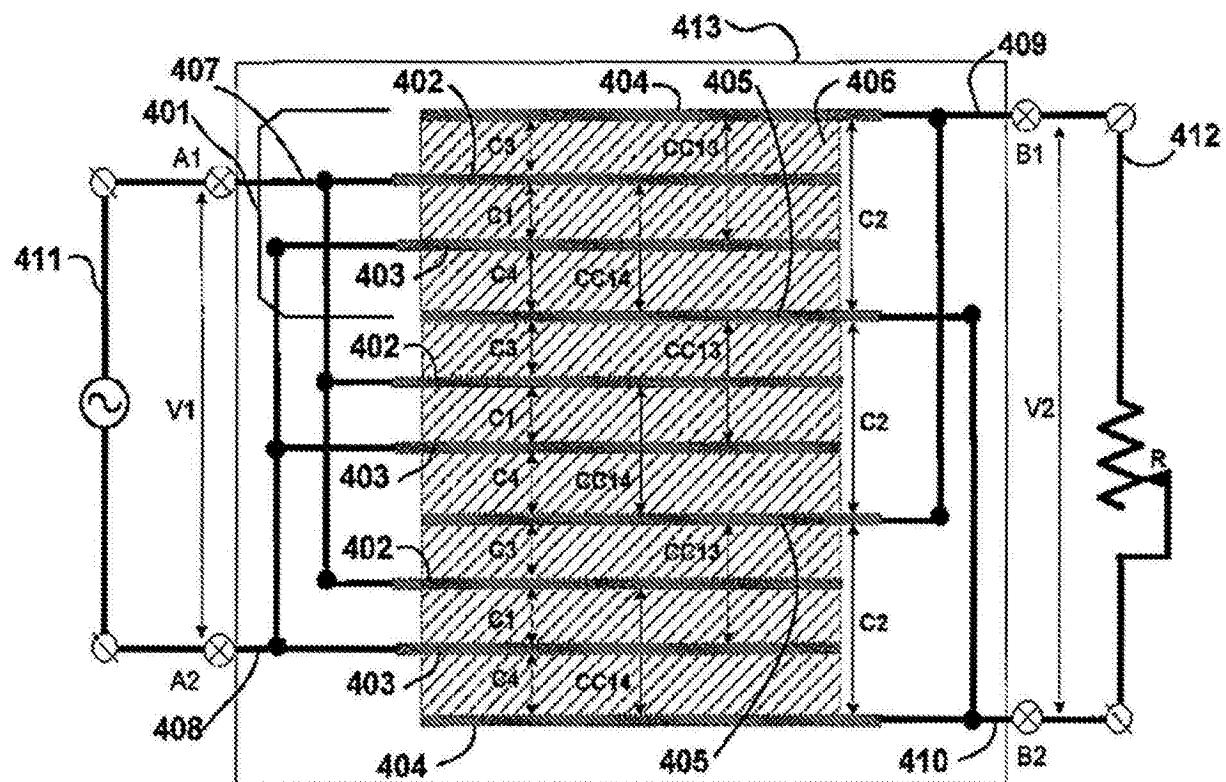


图4

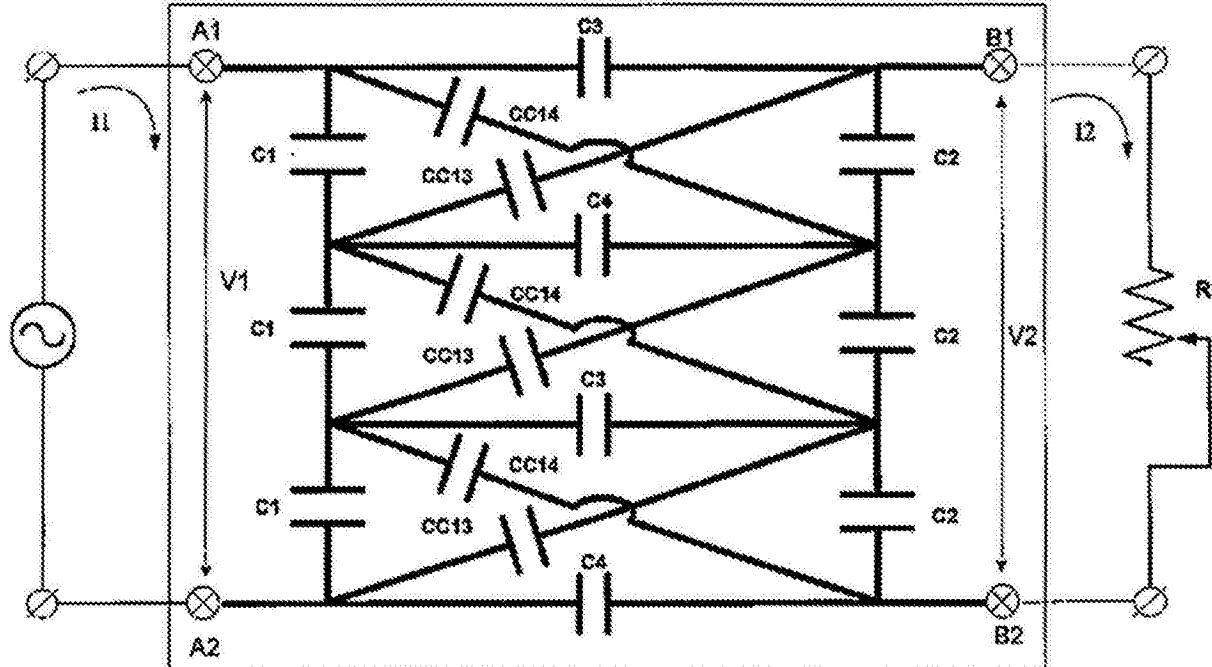


图5

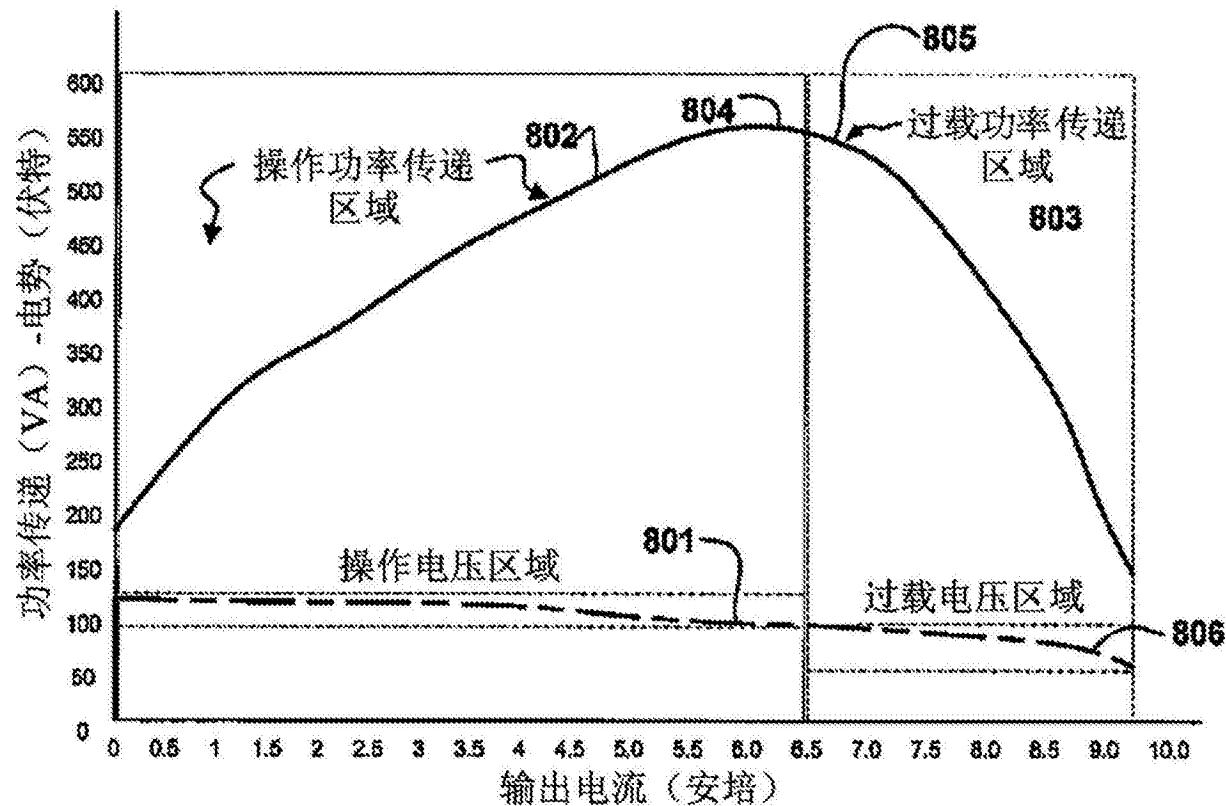


图6

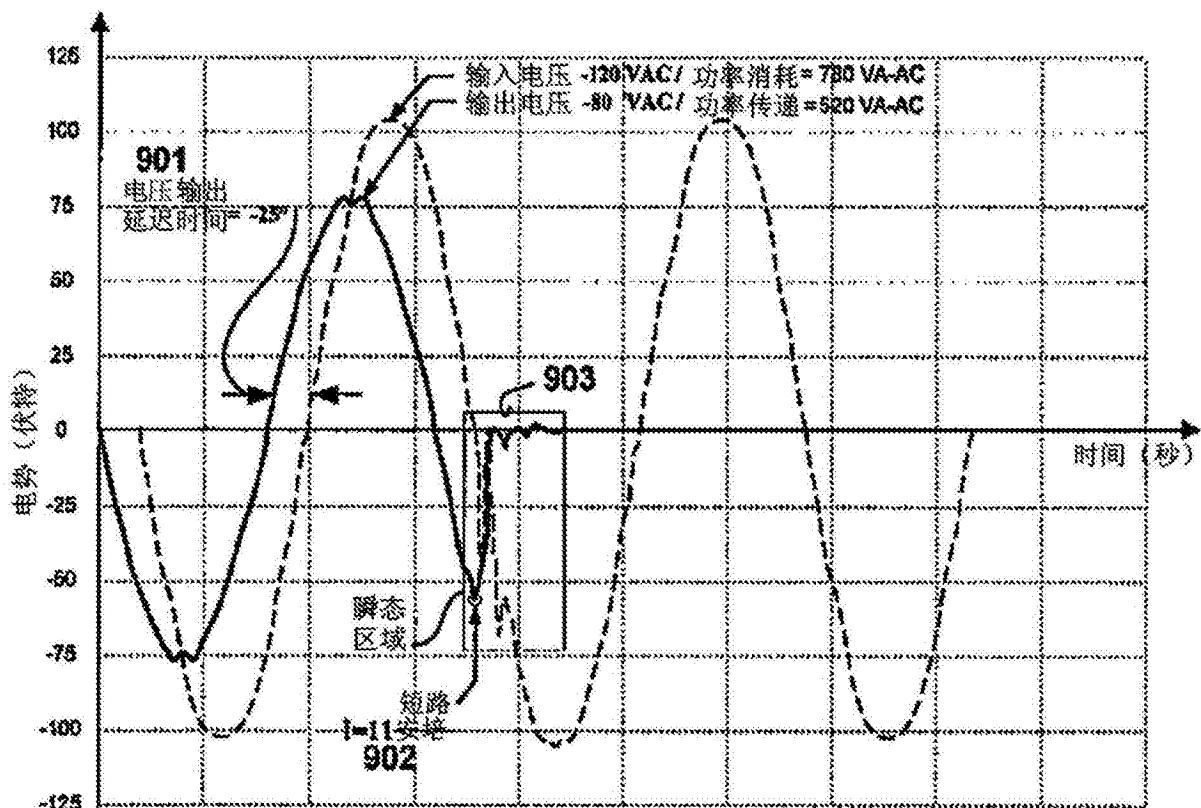


图7

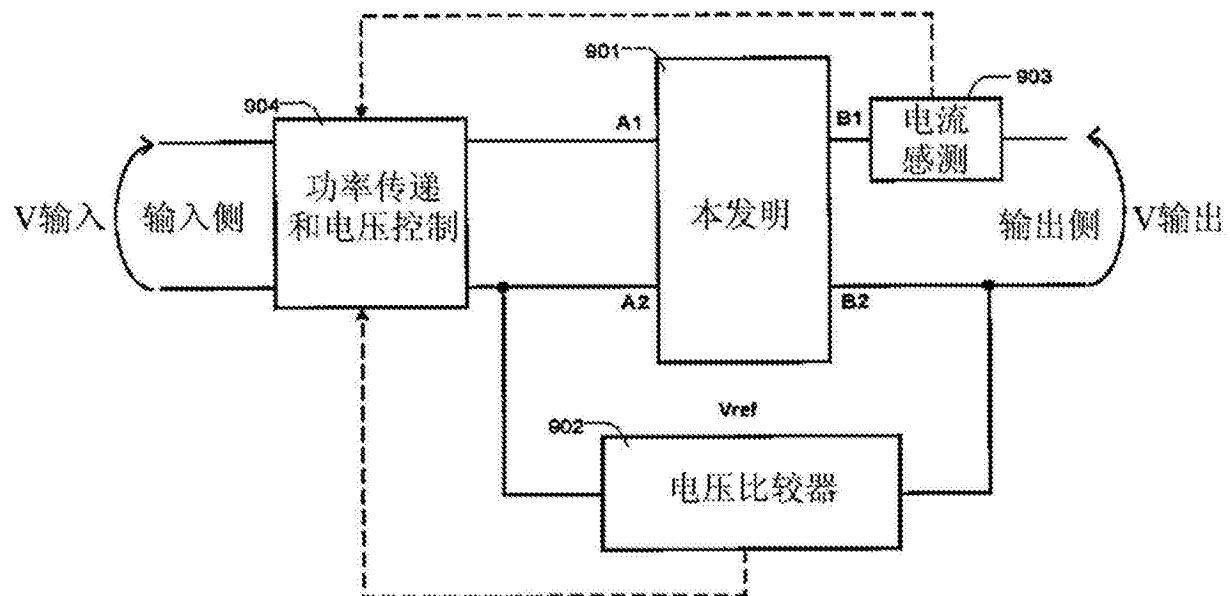


图8

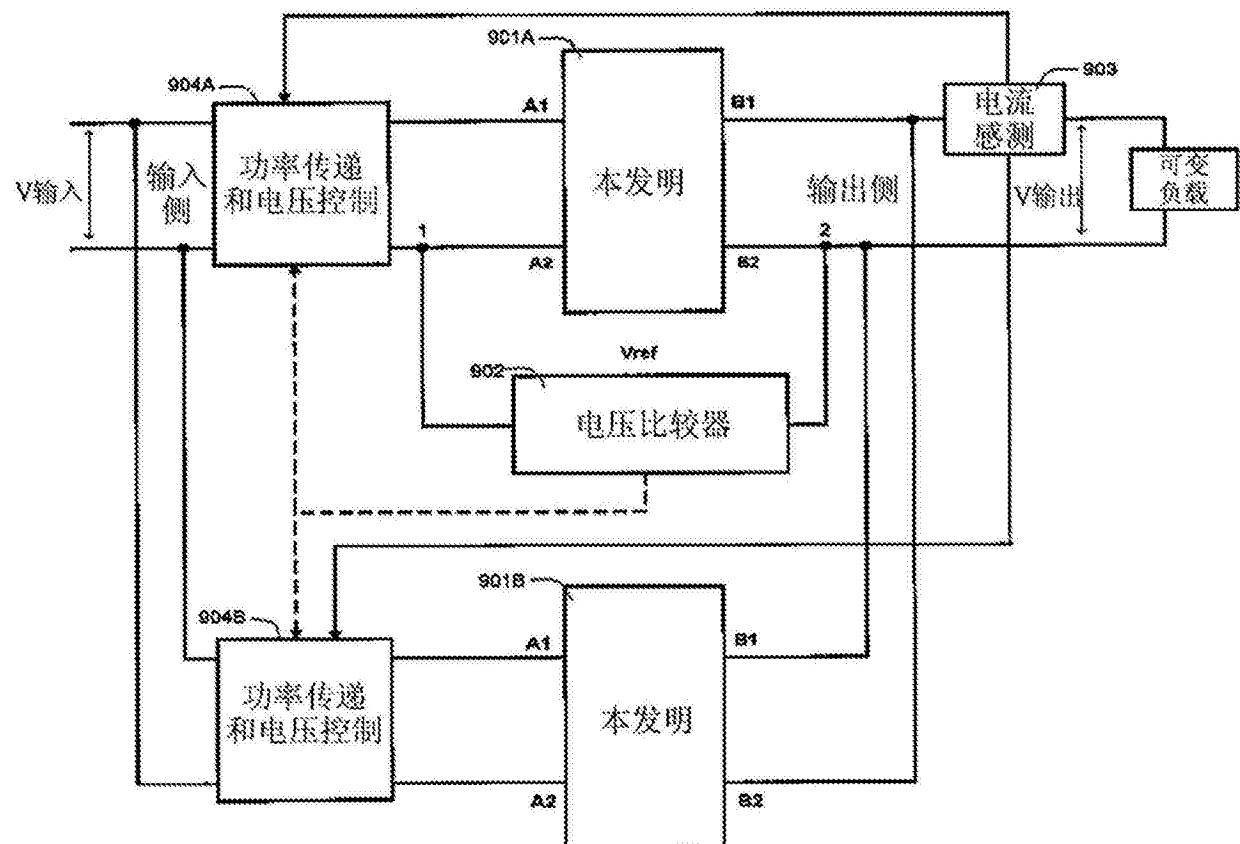


图9

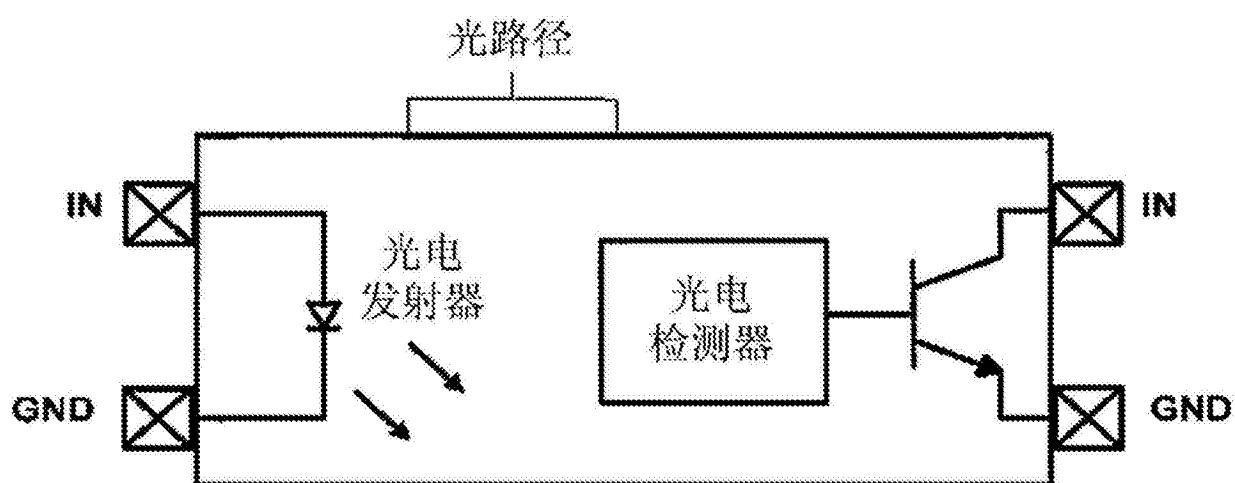


图10A

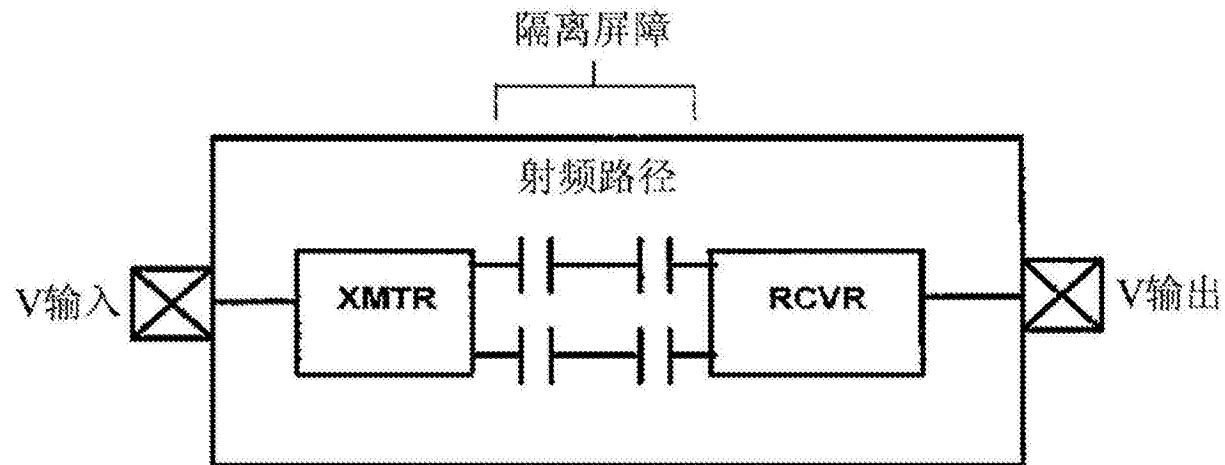


图10B

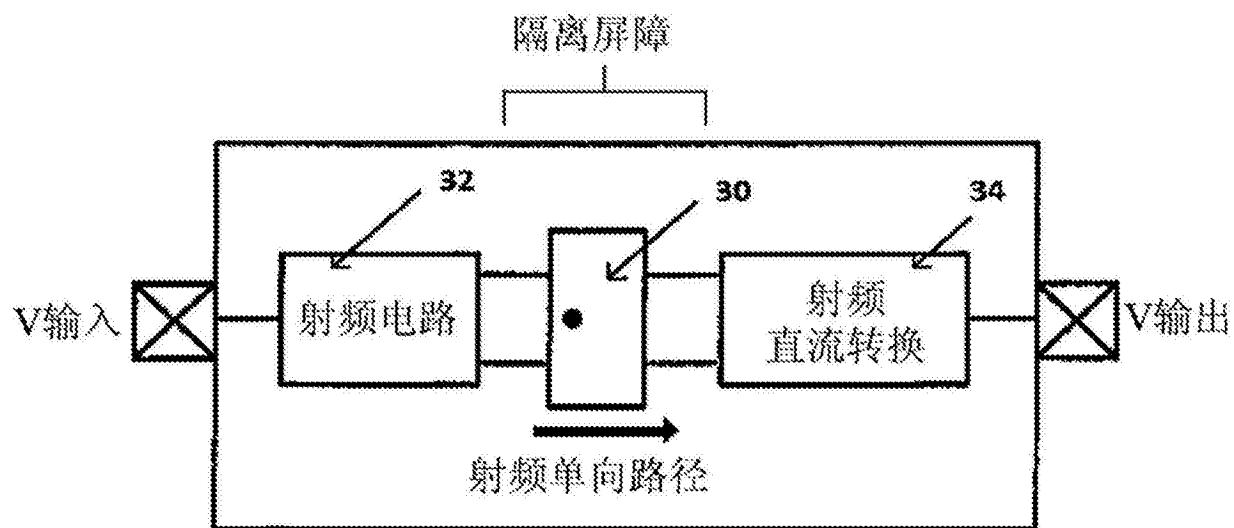


图10C