



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103715907 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201210380784. 6

(22) 申请日 2012. 10. 09

(73) 专利权人 旭隼科技股份有限公司  
地址 中国台湾台北市

(72) 发明人 周邦华 吴建群 谢卓明

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理  
有限责任公司 11290  
代理人 姚焱 项荣

(51) Int. Cl.  
H02M 3/338(2006. 01)

(56) 对比文件  
TW 201039541 A, 2010. 11. 01,  
TW I347733 , 2011. 08. 21,  
WO 2012055869 A2, 2012. 05. 03,

US 2011317452 A1, 2011. 12. 29,  
CN 101378232 A, 2009. 03. 04,  
TW 201039541 A, 2010. 11. 01,  
TW 200713763 A, 2007. 04. 01,

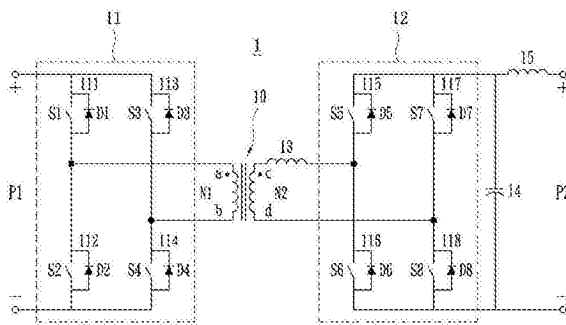
审查员 刘侠

权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称  
双向直流 / 直流转换器

(57) 摘要

一种双向直流 / 直流转换器, 耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间, 包括一变压器、一第一转换电路、一第二转换电路与一谐振电路; 第一转换电路具有多个第一开关元件, 各第一开关元件耦接于变压器的一次侧绕组; 第二转换电路具有多个第二开关元件, 各第二开关元件耦接于变压器的二次侧绕组; 谐振电路具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电感, 第一电感串接变压器的二次侧绕组, 至少一第一电容并接第二转换电路, 第二电感耦接于第二电源侧与第二转换电路之间; 其中电流自第一电源侧传递至第二电源侧, 第一转换电路放电, 第二转换电路充电; 其中电流自第二电源侧传递至第一电源侧, 第一转换电路充电, 第二转换电路放电, 可实现电流的双向流动。



1. 一种双向直流 / 直流转换器, 耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间, 其特征在于, 包括:

一变压器, 具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;

一第一转换电路, 具有多个第一开关元件, 各该第一开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管, 各该第一开关元件耦接于该变压器的一次侧绕组;

一第二转换电路, 具有多个第二开关元件, 各该第二开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管, 各该第二开关元件耦接于该变压器的二次侧绕组; 以及

一谐振电路, 具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电感, 该第一电感串接该变压器的二次侧绕组, 该至少一第一电容并联该第二转换电路, 该第二电感耦接于该第二电源侧与该第二转换电路之间;

其中, 电流自该第一电源侧传递至该第二电源侧, 该多个第一开关元件至少有一个的切换开关导通, 使该第一转换电路放电, 经由该变压器传递, 该多个第二开关元件至少有一个的二极管导通, 使该第二转换电路充电, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期;

其中, 电流自该第二电源侧传递至该第一电源侧, 该多个第一开关元件至少有一个的二极管导通, 使该第一转换电路充电, 经由该变压器传递, 该多个第二开关元件至少有一个的切换开关导通, 使该第二转换电路放电, 该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于该谐振电路的电流谐振达到一零值或一趋近零值的周期;

其中该双向直流 / 直流转换器为根据该第一电源侧和该第二电源侧的电压关系, 以自动实现能量的传递, 当确定能量传递方向时, 选择对该变压器一侧的该多个第一开关组件至少一个的切换开关施加控制, 而另一侧的该多个第二开关组件至少一个的切换开关维持截止状态并存在该多个二极管中的自然导通电流, 或是选择对该变压器一侧的该多个第二开关组件至少一个的切换开关施加控制, 而另一侧的该多个第一开关组件至少一个的切换开关维持截止状态并存在该多个二极管中的自然导通电流。

2. 如权利要求 1 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关被导通时, 该多个第二开关元件中至少一个的切换开关截止; 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关截止且并联二极管导通时, 该多个第二开关元件中至少一个的切换开关被导通。

3. 如权利要求 1 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第一电感为变压器漏感, 而该变压器的一次侧绕组的线圈匝数为  $W_1$ , 该变压器的二次侧绕组的线圈匝数为  $W_2$ , 该第一电源侧的电压为  $V_{dc1}$ , 该第二电源侧的电压为  $V_{dc2}$ , 当  $V_{dc1}/W_1 > V_{dc2}/W_2$  时, 能量从该第一电源侧传递到该第二电源侧, 而当  $V_{dc1}/W_1 < V_{dc2}/W_2$  时, 能量从该第二电源侧传递到该第一电源侧, 以自动实现能量的传递。

4. 如权利要求 1 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期, 电流经该谐振电路的该第一电感限流, 减少功率损耗。

5. 如权利要求 1 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第一转换电路为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

6. 如权利要求 1 或 5 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第二转换电路为全

桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

7. 一种双向直流 / 直流转换器, 耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间, 其特征在于, 包括:

一变压器, 具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;

一第一转换电路, 具有多个第一开关元件, 各该第一开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管, 各该第一开关元件耦接于该变压器的一次侧绕组;

一第二转换电路, 具有多个第二开关元件, 各该第二开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管, 各该第二开关元件耦接于该变压器的二次侧绕组; 以及

一谐振电路, 具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电容, 该第一电感串接该变压器的二次侧绕组, 该至少一第一电容并联该第二转换电路, 该第二电容耦接于该第一电感与该第二转换电路之间;

其中, 电流自该第一电源侧传递至该第二电源侧, 该多个第一开关元件至少有一个的切换开关导通, 使该第一转换电路放电, 经由该变压器传递, 该多个第二开关元件至少有一个的二极管导通, 使该第二转换电路充电, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期;

其中, 电流自该第二电源侧传递至该第一电源侧, 该多个第一开关元件至少有一个的二极管导通, 使该第一转换电路充电, 经由该变压器传递, 该多个第二开关元件至少有一个的切换开关导通, 使该第二转换电路放电, 该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于该谐振电路的电流谐振达到一零值或一趋近零值的周期;

其中该双向直流 / 直流转换器为根据该第一电源侧和该第二电源侧的电压关系, 以自动实现能量的传递, 当确定能量传递方向时, 选择对该变压器一侧的该多个第一开关组件至少一个的切换开关施加控制, 而另一侧的该多个第二开关组件至少一个的切换开关维持截止状态并存在该多个二极管中的自然导通电流, 或是选择对该变压器一侧的该多个第二开关组件至少一个的切换开关施加控制, 而另一侧的该多个第一开关组件至少一个的切换开关维持截止状态并存在该多个二极管中的自然导通电流。

8. 如权利要求 7 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关被导通时, 该多个第二开关元件中至少一个的切换开关截止; 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关截止且并联二极管导通时, 该多个第二开关元件中至少一个的切换开关被导通。

9. 如权利要求 7 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第一电感为变压器漏感, 而该变压器的一次侧绕组的线圈匝数为  $W_1$ , 该变压器的二次侧绕组的线圈匝数为  $W_2$ , 该第一电源侧的电压为  $V_{dc1}$ , 该第二电源侧的电压为  $V_{dc2}$ , 当  $V_{dc1}/W_1 > V_{dc2}/W_2$  时, 能量从该第一电源侧传递到该第二电源侧, 而当  $V_{dc1}/W_1 < V_{dc2}/W_2$  时, 能量从该第二电源侧传递到该第一电源侧, 以自动实现能量的传递。

10. 如权利要求 7 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期, 电流经该谐振电路的该第一电感限流, 减少功率损耗。

11. 如权利要求 7 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第一转换电路为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

12. 如权利要求 7 或 11 所述的双向直流 / 直流转换器, 其特征在于, 该第二转换电路为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

## 双向直流 / 直流转换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种直流 / 直流转换电路,且特别是涉及一种双向直流 / 直流转换器。

### 背景技术

[0002] 在一个电源转换系统中,直流 / 直流转换器是基本的电源转换模块,亦为应用广泛的电源转换模块。而其中隔离型的直流 / 直流转换电路可利用几种基本转换器电路,例如:全桥式转换器电路、半桥式转换器电路、推挽式转换器电路等来实现。此种直流 / 直流隔离型转换电路的基本工作原理为:利用上述基本转换器电路的切换开关导通与截止的周期性工作方式,将能量由第一转换电路的输入端传输至第二转换电路的输出端;同时,经由变压器的线圈匝数比关系,来获得所需的输出电压。

[0003] 而上述几种基本转换器电路具有不同的电路特性,且于元件使用上亦有不同的成本耗费,因此利用上述几种基本转换器电路来设计不同的直流 / 直流转换器,除了可因应不同的负载功率需求,也可以满足不同的电路设计成本限制。但由于电力经由转换器传输的过程中常会有能量损失,故一般而言会将转换电路的电源转换效率,即输出功率与输入功率的比值,当作一种对于转换电路特性的判断指标,而此电源转换效率,会由于所使用电路工作方式不同而有所差异,因此可利用改变电路设计来改善电源转换效率。

[0004] 现有的直流 / 直流隔离型转换电路,多为单方向能量传输,当既需要能量从第一电源侧传输到第二电源侧,又需要由第二电源侧传输到第一电源侧时,往往需要使用两套电路,从而耗费较高的电路成本。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供一种双向直流 / 直流转换器,通过控制变压器两侧的第一转换电路与第二转换电路的电路设计,以实现电流的双向流动、再利用谐振的方式限制每次能量传输时的电流,因此提升操作双向直流 / 直流转换器的方便性。

[0006] 本发明提出一种双向直流 / 直流转换器,耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间,包括一变压器、一第一转换电路、一第二转换电路与一谐振电路。变压器具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;第一转换电路具有多个第一开关元件,各第一开关元件包括一切换开关与一并联切换开关的二极管,各第一开关元件耦接于变压器的一次侧绕组;第二转换电路具有多个第二开关元件,各第二开关元件包括一切换开关与一并联切换开关的二极管,各第二开关元件耦接于变压器的二次侧绕组;以及谐振电路,具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电感,第一电感串接变压器的二次侧绕组,至少一第一电容并接第二转换电路,第二电感耦接于第二电源侧与第二转换电路之间;其中,电流自第一电源侧传递至第二电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使第一转换电路放电,该多个第二开关元件至少有一个导通,使第二转换电路充电,该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于第一电感与至少一第一电容的谐振周期;其中,电流自第二电源侧传递至第一电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使第一转换电路充电,

该多个第二开关元件至少有一个导通,使第二转换电路放电,该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于谐振电路的电流谐振。

[0007] 换句话说,本发明提供一种双向直流/直流转换器,耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间,包括:一变压器,具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;一第一转换电路,具有多个第一开关元件,各该第一开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管,各该第一开关元件耦接于该变压器的一次侧绕组;一第二转换电路,具有多个第二开关元件,各该第二开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管,各该第二开关元件耦接于该变压器的二次侧绕组;以及一谐振电路,具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电感,该第一电感串接该变压器的二次侧绕组,该至少一第一电容并联该第二转换电路,该第二电感耦接于该第二电源侧与该第二转换电路之间;其中,电流自该第一电源侧传递至该第二电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使该第一转换电路放电,经由该变压器传递,该多个第二开关元件至少有一个导通,使该第二转换电路充电,该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期;其中,电流自该第二电源侧传递至该第一电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使该第一转换电路充电,经由该变压器传递,该多个第二开关元件至少有一个导通,使该第二转换电路放电,该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于该谐振电路的电流谐振。

[0008] 在本发明一实施例中,上述该多个第一开关元件中至少一个的切换开关导通时,该多个第二开关元件的切换开关截止;该多个第一开关元件的切换开关截止时,而该多个第一开关元件中至少一个的二极管导通,该多个第二开关元件中至少一个的切换开关导通。

[0009] 在本发明一实施例中,上述第一电感为电压器漏感。

[0010] 在本发明一实施例中,上述该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于第一电感与至少一第一电容的谐振周期,电流经谐振电路的第一电感限流,减少功率损耗。

[0011] 在本发明一实施例中,上述该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于谐振电路的电流谐振,电流谐振至一零值或一趋近零值,减少功率损耗。

[0012] 在本发明一实施例中,上述第一转换电路为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

[0013] 在本发明一实施例中,上述第二转换电路为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路。

[0014] 本发明还提出一种双向直流/直流转换器,耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间,包括:一变压器、一第一转换电路、一第二转换电路与一谐振电路。变压器具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;第一转换电路具有多个第一开关元件,各第一开关元件包括一切换开关与一并联切换开关的二极管,各第一开关元件耦接于变压器的一次侧绕组;第二转换电路具有多个第二开关元件,各第二开关元件包括一切换开关与一并联切换开关的二极管,各第二开关元件耦接于变压器的二次侧绕组;以及谐振电路具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电容,第一电感串接变压器的二次侧绕组,至少一第一电容并接第二转换电路,第二电容耦接于第一电感与第二转换电路之间;其中,电流自第一电源侧

传递至第二电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使第一转换电路放电,该多个第二开关元件至少有一个导通,使第二转换电路充电,该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于第一电感与至少一第一电容的谐振周期;其中,电流自第二电源侧传递至第一电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使第一转换电路充电,该多个第二开关元件至少有一个导通,使第二转换电路放电,该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于谐振电路的电流谐振。

[0015] 换句话说,本发明还提供一种双向直流/直流转换器,耦接于一第一电源侧与一第二电源侧之间,包括:一变压器,具有对应磁性耦合的一次侧绕组及二次侧绕组;一第一转换电路,具有多个第一开关元件,各该第一开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管,各该第一开关元件耦接于该变压器的一次侧绕组;一第二转换电路,具有多个第二开关元件,各该第二开关元件包括一切换开关与一并联该切换开关的二极管,各该第二开关元件耦接于该变压器的二次侧绕组;以及一谐振电路,具有一第一电感、至少一第一电容与一第二电容,该第一电感串接该变压器的二次侧绕组,该至少一第一电容并联该第二转换电路,该第二电容耦接于该第一电感与该第二转换电路之间;其中,电流自该第一电源侧传递至该第二电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使该第一转换电路放电,经由该变压器传递,该多个第二开关元件至少有一个导通,使该第二转换电路充电,该多个第一开关元件中至少一个的切换开关的导通周期大致相同于该第一电感与该至少一第一电容的谐振周期;其中,电流自该第二电源侧传递至该第一电源侧,该多个第一开关元件至少有一个导通,使该第一转换电路充电,经由该变压器传递,该多个第二开关元件至少有一个导通,使该第二转换电路放电,该多个第一开关元件中至少一个的二极管的导通周期大致相同于该谐振电路的电流谐振。

[0016] 综上所述,本发明的双向直流/直流转换器的基本工作原理为控制变压器两侧的第一转换电路与第二转换电路的电路设计,以实现电流的双向流动、再利用谐振的方式限制每次能量传输时的电流。而当确定能量传递方向时,亦可以选择只给变压器一侧的开关元件施加控制,而另一侧的开关元件维持截止状态,只存在二极管的自然导通电流。

[0017] 为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举本发明的较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本发明实施例一的双向直流/直流转换器的电路图;

[0019] 图 2A 至图 3B 是本发明的双向直流/直流转换器的运作说明的示意图;

[0020] 图 4 是本发明实施例二的双向直流/直流转换器的电路图;

[0021] 图 5 是本发明实施例三的双向直流/直流转换器的电路图;

[0022] 图 6 是本发明实施例四的双向直流/直流转换器的电路图;

[0023] 图 7 是本发明实施例五的双向直流/直流转换器的电路图。

[0024] **【主要元件附图标记说明】**

[0025] 1、2、3、4、5、6、7 :双向直流/直流转换器

[0026] 10、20、30、40、50、60、70 :变压器

[0027] 11、21、31、41、51、61、71 :第一转换电路

- [0028] 12、22、32、42、52、62、72 :第二转换电路
- [0029] 13、23、33、43、53、63、73 :第一电感
- [0030] 15、25、35、55、66 :第二电感
- [0031] 14、24、34、45、54、64、65、75、76 :第一电容
- [0032] 44、74 :第二电容
- [0033] 111、112、113、114、211、212、213、214、311、312、313、314、411、412、413、414、513、514、611、612 :第一开关元件
- [0034] 115、116、117、118、215、216、217、218、315、316、317、318、415、416、417、418、515、516、613、614、711、712、713、714 :第二开关元件
- [0035] 511、512 :电容
- [0036] a、b、c、d、e :端点
- [0037] P1 :第一电源侧
- [0038] P2 :第二电源侧
- [0039] N1 :一次侧绕组
- [0040] N2 :二次侧绕组
- [0041] S 1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8 :切换开关
- [0042] D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8 :二极管

### 具体实施方式

[0043] 为了充分了解本发明,于下文将例举实施例并配合附图作详细说明,但其并非用以限定本发明。

[0044] 本发明所运用的技术内容、发明目的与其达到的效果参照各附图于以下内容进行说明:

[0045] 实施例一

[0046] 图1是本发明实施例一的双向直流/直流转换器的电路图。请参照图1,一种双向直流/直流转换器1,耦接于一第一电源侧P1与一第二电源侧P2之间,包括一变压器10、一第一转换电路11、一第二转换电路12与一谐振电路。本发明的双向直流/直流转换器1可以双向传输电流,例如电流自第一电源侧P1传递至第二电源侧P2,或是电流自第二电源侧P2传递至第一电源侧P1。

[0047] 变压器10具有对应磁性耦合的一次侧绕组N1及二次侧绕组N2。在实际上,变压器10通过磁性耦合的一次侧绕组N1及二次侧绕组N2来传递或转换能量,例如一次侧绕组N1的线圈匝数多于二次侧绕组N2的线圈匝数,借此变压器10调降电压,例如将120伏特的电压调降为12伏特的电压。当然,一次侧绕组N1的线圈匝数可以等于或少于二次侧绕组N2的线圈匝数,借此变压器10传递能量或提升电压,本实施例不限制变压器10的具体结构,其余部分则相同,在此即不予以赘述。

[0048] 第一转换电路11具有多个第一开关元件111、112、113、114,各第一开关元件111、112、113、114分别包括一切换开关S1、S2、S3、S4与一反向并接切换开关S1、S2、S3、S4的二极管D1、D2、D3、D4,各第一开关元件111、112、113、114耦接于变压器10的一次侧绕组N1。在实际上,第一开关元件111、112、113、114用以导通或截止第一转换电路11,借此第



一转换电路 11 可以放电或充电。第一开关元件 111、112、113、114 的切换开关 S1、S2、S3、S4 并联反向的二极管 D1、D2、D3、D4，借此切换开关 S1、S2、S3、S4 截止时，反向并接的二极管 D1、D2、D3、D4 导通，或是切换开关 S1、S2、S3、S4 导通时，而反向并接的二极管 D1、D2、D3、D4 截止。切换开关 S1、S2、S3、S4 用以导通或截止第一开关元件 111、112、113、114 的电路，而切换开关 S1、S2、S3、S4 可以通过功率晶体管或场效晶体管实现，本实施例不限制第一开关元件 111、112、113、114、切换开关 S1、S2、S3、S4 与二极管 D1、D2、D3、D4 的种类。

[0049] 第二转换电路 12 具有多个第二开关元件 115、116、117、118，各第二开关元件 115、116、117、118 包括一切换开关 S5、S6、S7、S8 与一反向并接切换开关 S5、S6、S7、S8 的二极管 D5、D6、D7、D8，各第二开关元件 115、116、117、118 耦接于变压器 10 的二次侧绕组 N2。在实际上，第二开关元件 115、116、117、118 用以导通或截止第二转换电路 12，借此第二转换电路 12 可以放电或充电。第二开关元件 115、116、117、118 的切换开关 S5、S6、S7、S8 并联反向的二极管 D5、D6、D7、D8，借此切换开关 S5、S6、S7、S8 截止时，反向并接的二极管 D5、D6、D7、D8 导通；或是切换开关 S5、S6、S7、S8 导通时，而反向并接的二极管 D5、D6、D7、D8 截止。切换开关 S5、S6、S7、S8 用以导通或截止第二开关元件 115、116、117、118 的电路，而切换开关 S5、S6、S7、S8 可以通过功率晶体管或场效晶体管实现，本实施例不限制第二开关元件 115、116、117、118、切换开关 S5、S6、S7、S8 与二极管 D5、D6、D7、D8 的种类。

[0050] 详细来说，第一转换电路 11 放电时，经由变压器 10 的一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 传递或转换能量，借此第二转换电路 12 充电。相反地，第一转换电路 11 充电时，经由变压器 10 的一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 的传递或转换能量，借此第二转换电路 12 放电。此外，第一转换电路 11 为全桥式电路，而第二转换电路 12 为全桥式电路，借此组成的二全桥式电路的双向直流 / 直流转换器 1。在其他实施例中，第一转换电路 11 为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路，而第二转换电路 12 为全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路，借此组成双向直流 / 直流转换器 1。本实施例不限制图 1 中的第一转换电路 11 与第二转换电路 12 的结构。

[0051] 谐振电路具有一第一电感 13、至少一第一电容 14 与一第二电感 15，第一电感 13 串接变压器 10 的二次侧绕组 N2，至少一第一电容 14 并接第二转换电路 12，第二电感 15 耦接于第二电源侧 P2 与第二转换电路 12 之间。在实际操作上，本实施例的双向直流 / 直流转换器 1 包括有第一电感 13、第一电容 14 与第二电感 15 的 LCL 谐振电路设计。

[0052] 详细来说，第一电感 13 为变压器漏感 (Leakage inductance)，用于限制电流。例如变压器 10 中一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 的耦合系数小于 1，变压器 10 部分绕线不会有变压作用，只有类似抑流电感的作用。变压器 10 的二次侧绕组 N2 与第一电容 14 并联，第一电容 14 例如为谐振电容，借此使变压器 10 的二次侧绕组 N2 的第一电感 13 与第一电容 14 可以进行充放电的往复运作，第一电感 13。当然，第二电感 15 作为第一电感 13 与第一电容 14 的谐振滤波，借此 LCL 谐振电路可以达到限制传递能量的电流。

[0053] 当电流自第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2，该多个第一开关元件 111、112、113、114 至少有一个导通，使第一转换电路 11 放电，经由变压器 10 传递，该多个第二开关元件 115、116、117、118 至少有一个导通，使第二转换电路 12 充电，该多个第一开关元件 111、112、113、114 中至少一个的切换开关 S1、S2、S3、S4 的导通周期大致相同于第一电感 13 与至少一第一电容 14 的谐振周期。该多个第一开关元件 111、112、113、114 至少一者的切换

开关 S1、S2、S3、S4 的导通周期大致相同于第一电感 13 与至少一第一电容 14 的谐振周期，电流经谐振电路的第一电感 13 限流，减少功率损耗。

[0054] 当电流自第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1，该多个第一开关元件 111、112、113、114 至少有一个导通，使第一转换电路 11 充电，经由变压器 10 传递，该多个第二开关元件 115、116、117、118 至少有一个导通，使第二转换电路 12 放电，该多个第一开关元件 111、112、113、114 中至少一个的二极管 D1、D2、D3、D4 的导通周期大致相同于谐振电路的电流谐振。该多个第一开关元件 111、112、113、114 中至少一个的二极管 D1、D2、D3、D4 的导通周期大致相同于谐振电路的电流谐振，电流谐振至一零值或一趋近零值，减少功率损耗。

[0055] 值得一提的是，该多个第一开关元件 111、112、113、114 中至少一个的切换开关 S1、S2、S3、S4 导通时，该多个第二开关元件 115、116、117、118 中至少一个的切换开关 S5、S6、S7、S8 截止；该多个第一开关元件 111、112、113、114 中至少一个的切换开关 S1、S2、S3、S4 截止且反向并接的二极管 D1、D2、D3、D4 导通时，该多个第二开关元件 115、116、117、118 中至少一个的切换开关 S5、S6、S7、S8 导通。在实际上，本发明通过第一及第二开关元件 111、112、113、114、115、116、117、118 的切换开关 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8 的作动来控制电流双向传递，并通过谐振电路来限制每次能量传递时的电流。

[0056] 本发明的双向直流 / 直流转换器 1 的电路运作可分为四个阶段，且电路的电流流向又可区别为两种情况，一种为“自第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2”，另一种为“自第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1”。

[0057] 接下来，进一步说明双向直流 / 直流转换器的电路运作。图 2A 与图 2B 是本发明的双向直流 / 直流转换器的电路操作示意图。请参照图 2A、图 2B。

[0058] 于阶段一，第一及第二开关元件 211、214、215、218 导通，第一及第二开关元件 212、213、216、217 截止。如图 2A 所示，当电流由第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2 时，第一电源侧 P1 放电，电流由第一电源侧 P1 的正极端子流出，流经第一开关元件 211 的切换开关 S1，进入变压器 20 的一次侧绕组 N1 的 a 端点，再从变压器 20 的一次侧绕组 N1 的 b 端点流出，流经第一开关元件 214 的切换开关 S4，流入第一电源侧 P1 的负极端子。而于第二电源侧 P2，电流从变压器 20 的二次侧绕组 N2 的 c 端点流出，依序流经一第一电感 23、第二开关元件 215 的反并二极管 D5、一第一电容 24 与第二开关元件 218 的反并二极管 D8，再流入变压器 20 的二次侧绕组 N2 的 d 端点，此时，第二电源侧 P2 通过一第二电感 25 的滤波，实现充电。

[0059] 如图 2B 所示，当电流自第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1 时，第一开关元件 211、214 的反并二极管 D1、D4 导通，第一电源侧 P1 充电，电流由第一电源侧 P1 的负极端子流出，流经第一开关元件 214 的反并二极管 D4，进入变压器 20 的一次侧绕组 N1 的 b 端点，再从变压器 20 的一次侧绕组 N1 的 a 端点流出，流经第一开关元件 211 的反并二极管 D1，流入第一电源侧 P1 的正极端子；而于第二电源侧 P2，电流从变压器 20 的二次侧绕组 N2 的 c 端点流入，再由变压器 20 的二次侧绕组 N2 的 d 端点流出后，依序流经第二开关元件 218 的切换开关 S8、一第一电容 24、第二开关元件 215 的切换开关 S5 与一第一电感 23，再流入变压器 20 的二次侧绕组 N2 的 c 端点，此时，第二电源侧 P2 通过一第二电感 25 的滤波，实现放电。

[0060] 由于第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 的导通时间和第一电感 23 与第一

电容 24 的谐振周期一样,所以第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 导通时,由于第一电感 23 的限流作用,电流值极小。同样地,由于第一开关元件 211、214 的二极管 D1、D4 的导通时间正好等于谐振周期,在第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 截止且反并二极管 D1、D4 导通时,电流谐振到零值或接近零值的小电流值,使得第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 导通和截止时电路电流值皆小,借此第一开关元件 211、214 的能量损耗亦小。

[0061] 当然,第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 导通时,第二开关元件 215、218 的切换开关 S5、S8 截止,第一转换电路 21 充电,第二转换电路 22 放电。相同地,第一开关元件 211、214 的切换开关 S1、S4 截止时,第二开关元件 215、218 的切换开关 S5、S8 导通,第一转换电路 21 放电,第二转换电路 22 充电。由此可知,本发明通过控制变压器 20 二侧的第一转换电路 21 与第二转换电路 22,来实现双向传递的电流。

[0062] 于阶段二,所有的第一及第二开关元件 211、212、213、214、215、216、217、218 的切换开关 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8 全部关闭。变压器 20 的两侧没有能量传递。如果将变压器 20 视为理想变压器,则变压器 20 两侧无电流流过。

[0063] 图 3A 与图 3B 是本发明的双向直流 / 直流转换器的电路运作示意图。请参照图 3A、图 3B。

[0064] 于阶段三,第一及第二开关元件 312、313、316、317 导通,第一及第二开关元件 311、314、315、318 截止。如图 3A 所示,当电流自第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2 时,第一电源侧 P1 放电,电流由第一电源侧 P1 的正极端子流出,流经第一开关元件 313 的切换开关 S3,进入变压器 30 的一次侧绕组 N1 的 b 端点,再从变压器 30 的一次侧绕组 N1 的 a 端点流出,流经第一开关元件 312 的切换开关 S2,流入第一电源侧 P1 的负极端子;而于第二电源侧 P2,电流从变压器 30 的二次侧绕组 N2 的 d 端点流出,依序流经第二开关元件 317 的反并二极管 D7、一第一电容 34、第二开关元件 316 的反并二极管 D6、一第一电感 33,再流入变压器 30 的二次侧绕组 N2 的 c 端点,此时,第二电源侧 P2 通过一第二电感 35 的滤波,实现充电。

[0065] 如图 3B 所示,当电流流向为由第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1 时,第一电源侧 P1 充电,电流由第一电源侧 P1 的负极端子流出,流经第一开关元件 312 的反并二极管 D2,进入变压器 30 的一次侧绕组 N1 的 a 端点,再从变压器 30 的一次侧绕组 N1 的 b 端点流出,流经第一开关元件 313 的反并二极管 D3,流入第一电源侧 P1 的正极端子;而于第二电源侧 P2,电流从变压器 30 的二次侧绕组 N2 的 d 端点流入,再由变压器 30 的二次侧绕组 N2 的 c 端点流出后,依序流经一第一电感 33、第二开关元件 316 的切换开关 S6、一第一电容 34、第二开关元件 317 的切换开关 S7,再流入变压器 30 的二次侧绕组 N1 的 d 端点,此时,第二电源侧 P2 通过一第二电感 35 的滤波,实现放电。

[0066] 与阶段一同理,由于第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 的导通时间和第一电感 33 与第一电容 34 的谐振周期一样,所以第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 导通时,由于第一电感 33 的限流作用,电流值极小。同样地,由于第一开关元件 313、312 的二极管 D3、D2 的导通时间正好等于谐振周期,在第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 截止且反并二极管 D3、D2 导通时,电流谐振到零值或接近零值的小电流值,使得第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 导通和截止时电路电流值皆小,借此第一开关元件 313、312 的能量损耗亦小。

[0067] 当然,第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 导通时,第二开关元件 316、317 的切换开关 S6、S7 截止,借此第一转换电路 31 充电,第二转换电路 32 放电。相同地,第一开关元件 313、312 的切换开关 S3、S2 截止时,第二开关元件 316、317 的切换开关 S6、S7 导通,借此第一转换电路 31 放电,第二转换电路 32 充电。由此可知,本发明通过控制变压器 30 二侧的第一转换电路 31 与第二转换电路 32,来实现双向传递的电流。

[0068] 阶段四则同于阶段二的电路运作,而于阶段四结束后,电路运作会再循环至阶段一,如此类推地进行循环工作。

[0069] 综上所述并复参照图 1,双向直流/直流转换器 1 为根据第一电源侧 P1 和第二电源侧 P2 的电压关系,自动实现能量的传递。假定变压器 10 的一次侧绕组 N1 的 a 端点至 b 端点的线圈匝数为 W1,二次侧绕组 N2 的 c 端点至 d 端点的线圈匝数为 W2,第一电源侧 P1 的电压为  $V_{dc1}$ ,第二电源侧 P2 的电压为  $V_{dc2}$ ,则当  $V_{dc1}/W1 > V_{dc2}/W2$  时,能量会从第一电源侧 P1 传递到第二电源侧 P2,而当  $V_{dc1}/W1 < V_{dc2}/W2$  时,能量从第二电源侧 P2 传递到第一电源侧 P1。

[0070] 双向直流/直流转换器 1 的基本工作原理为控制变压器 10 两侧的电路设计以实现电流的双向流动、再利用谐振的方式限制每次能量传输时的电流。而当确定能量传递方向时,亦可以选择只给变压器 10 一侧的开关元件施加控制,而另一侧的开关元件维持截止状态,只存在二极管的自然导通电流。例如,若确定能量是从第一电源侧 P1 传递到第二电源侧 P2,则基于上述工作原理,只需对第一开关元件 111、112、113、114 进行控制,而将第二开关元件 115、116、117、118 的切换开关 S5、S6、S7、S8 维持截止状态即可。

[0071] 实施例二

[0072] 图 4 是本发明实施例二的双向直流/直流转换器的电路图。请参照图 4,双向直流/直流转换器 4 为基于一包含有第一电感 43、第二电容 44 与第一电容 45 的 LCC 谐振电路所设计,其中第一电感 43 串接第二电容 44。双向直流/直流转换器 4 另包含有由第一及第二开关元件 411、412、413、414、415、416、417、418 所组成的二全桥式电路与一变压器 40。

[0073] 再参见图 4,双向直流/直流转换器 4 的一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 分别连接一第一转换电路 41 与一第二转换电路 42,其中第一转换电路 41 耦接一第一电源侧 P1 且第二转换电路 42 耦接一第二电源侧 P2。第一电源侧 P1 耦接一由第一开关元件 411、412、413、414 所组成的全桥式电路,而该全桥式电路则耦接于变压器 40 的一次侧绕组 N1;第二电源侧 P2 通过第一电容 45 耦接一由第二开关元件 415、416、417、418 所组成的全桥式电路,而全桥式电路则通过第一电感 43 与第二电容 44 耦接于变压器 40 的二次侧绕组 N2。

[0074] 同上所述,本发明的双向直流/直流转换器的电路工作可分为四个阶段,且电路的电流流向又可区别为两种情况,“自第一电源侧传递至第二电源侧”与“自第二电源侧传递至第一电源侧”。

[0075] 同理于图 1 所示的双向直流/直流转换器 1 的工作原理,于阶段一,第一及第二开关元件 411、414、415、418 导通,第一及第二开关元件 412、413、416、417 截止。当电流流向为由第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2 时,能量会由第一电源侧 P1 传递到第二电源侧 P2,反之,当电流流向为由第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1 时,能量会由第二电源侧 P2 传递到第一电源侧 P1。

[0076] 由于第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 的导通时间和第一电感 43 与第一

电容 44 的谐振周期一样,所以第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 导通时,由于第一电感 43 的限流作用,电流值极小。同样地,由于第一开关元件 411、414 的二极管 D1、D4 的导通时间正好等于谐振周期,在第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 截止且反并二极管 D1、D4 导通时,电流谐振到零值或接近零值的小电流值,使得第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 导通和截止时电路电流值皆小,借此第一开关元件 411、414 的能量损耗亦小。

[0077] 当然,第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 导通时,第二开关元件 415、418 的切换开关 S5、S8 截止,借此第一转换电路 41 充电,第二转换电路 42 放电。相同地,第一开关元件 411、414 的切换开关 S1、S4 截止时,第二开关元件 415、418 的切换开关 S5、S8 导通,借此第一转换电路 41 放电,第二转换电路 42 充电。由此可知,本发明通过控制变压器 40 二侧的第一转换电路 41 与第二转换电路 42,来实现双向传递的电流。

[0078] 于阶段二,所有的第一及第二开关元件 411、412、413、414、415、416、417、418 截止。变压器 40 的两侧没有能量传递。如果将变压器 40 视为理想变压器,则变压器 40 两侧无电流流过。

[0079] 于阶段三,第一及第二开关元件 412、413、416、417 导通,第一及第二开关元件 411、414、415、418 截止。当电流流向为由第一电源侧 P1 传递至第二电源侧 P2 时,能量会由第一电源侧 P1 传递到第二电源侧 P2,反之,当电流流向为由第二电源侧 P2 传递至第一电源侧 P1 时,能量会由第二电源侧 P2 传递到第一电源侧 P1。

[0080] 与阶段一同理,由于第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 的导通时间和第一电感 43 与第一电容 44 的谐振周期一样,所以第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 导通时,由于第一电感 43 的限流作用,电流值极小。同样地,由于第一开关元件 413、412 的二极管 D3、D2 的导通时间正好等于谐振周期,在第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 截止且反并二极管 D3、D2 导通时,电流谐振到零值或接近零值的小电流值,使得第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 导通和截止时电路电流值皆小,借此第一开关元件 413、412 的能量损耗亦小。

[0081] 当然,第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 导通时,第二开关元件 416、417 的切换开关 S6、S7 截止,第一转换电路 41 充电,第二转换电路 42 放电。相同地,第一开关元件 413、412 的切换开关 S3、S2 截止时,第二开关元件 416、417 的切换开关 S6、S7 导通,第一转换电路 41 放电,第二转换电路 42 充电。由此可知,本发明通过控制变压器 40 二侧的第一转换电路 41 与第二转换电路 42,来实现双向传递的电流。

[0082] 阶段四则同于阶段二的电路工作,而于阶段四结束后,电路工作会再循环至阶段一,如此类推地进行循环工作。

[0083] 综上所述并再参照图 4,双向直流 / 直流转换器 4 为根据第一电源侧 P1 和第二电源侧 P2 的电压关系,以自动实现能量的传递。假定变压器 40 的 a 端点至 b 端点的线圈匝数为 W1, c 端点至 d 端点的线圈匝数为 W2,第一电源侧 P1 电压为  $V_{dc1}$ ,第二电源侧 P2 电压为  $V_{dc2}$ ,则当  $V_{dc1}/W1 > V_{dc2}/W2$  时,能量会从第一电源侧 P1 传递到第二电源侧 P2,而当  $V_{dc1}/W1 < V_{dc2}/W2$  时,能量从第二电源侧 P2 传递到第一电源侧 P1。

[0084] 双向直流 / 直流转换器 4 的基本工作原理系控制变压器 40 两侧的电路设计以实现电流的双向流动、再利用谐振的方式限制每次能量传输时的电流。而当确定能量传递方向时,亦可以选择只给变压器 40 一侧的开关元件施加控制,而另一侧的开关元件维持截止

状态,只存在二极管的自然导通电流。例如,若确定能量是从第二电源侧 P2 传递到第一电源侧 P1,则基于上述工作原理,只需对第二开关元件 415、416、417、418 进行控制,而将第一开关元件 411、412、413、414 的切换开关 S1、S2、S3、S4 维持截止状态即可。

[0085] 综上所述,本发明的双向直流 / 直流转换器系基于 LCL 谐振电路或 LCC 谐振电路所设计,通过控制变压器两侧的电路设计以实现能量双向传递的电路。

#### [0086] 实施例三

[0087] 图 5 是本发明实施例三的双向直流 / 直流转换器的电路图。请参照图 5,双向直流 / 直流转换器 5 为基于一包含有第一电感 53、第二电感 55 与第一电容 54 的 LCL 谐振电路设计。双向直流 / 直流转换器 5 另包含有由第一开关元件 513、514 及电容 511、512 所组成的半桥式电路和由第二开关元件 515、516 所组成的推挽式电路与一变压器 50。

[0088] 再参见图 5,双向直流 / 直流转换器 5 的一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 分别连接一第一转换电路 51 与一第二转换电路 52,其中第一转换电路 51 耦接一第一电源侧 P1 且第二转换电路 52 耦接一第二电源侧 P2。第一转换电路 51 由第一开关元件 513、514 及电容 511、512 所组成的半桥式电路,而所述半桥式电路则耦接于变压器 50 的一次侧绕组 N1 ;第二电源侧 P2 通过第一电感 53、第二电感 55 与第一电容 54 耦接一由第二开关元件 515、516 所组成的推挽式电路,而该推挽式电路则耦接于变压器 50 的另一侧。

[0089] 详细来说,第一电感 53 耦接变压器 50 的二次侧绕组 N2 的 e 端点与第二电感 55 之间,第二开关元件 515 耦接变压器 50 的二次侧绕组 N2 的 c 端点与第一电容 54 之间,第二开关元件 516 耦接变压器 50 的二次侧绕组 N2 的 d 端点与第一电容 54 之间。于双向直流 / 直流转换器 5 工作的阶段一,电容 512 与第一开关元件 513 为导通状态,而电容 511 第一开关元件 514 为截止状态,而于阶段三,电容 511 与第一开关元件 514 为导通状态,而电容 512 与第一开关元件 513 为截止状态,其余部分则相同,在此即不予以赘述。

#### [0090] 实施例四

[0091] 图 6 是本发明实施例四的双向直流 / 直流转换器的电路图。请参照图 6,双向直流 / 直流转换器 6 为基于一包含有第一电感 63、第二电容 64、65 与第二电感 66 的 LCL 谐振电路设计。双向直流 / 直流转换器 6 另包含有由第一开关元件 611、612 所组成的推挽式电路和由第二开关元件 613、614 所组成的半桥式电路与一变压器 60。

[0092] 再参见图 6,双向直流 / 直流转换器 6 的一次侧绕组 N1 与二次侧绕组 N2 分别连接第一转换电路 61 与第二转换电路 62,其中第一转换电路 61 耦接一第一电源侧 P1,且第二转换电路 62 耦接一第二电源侧 P2。第一电源侧 P1 的正极端子耦接变压器 60 的一次侧绕组 N1 的 e 端点,第一开关元件 611 耦接变压器 60 的一次侧绕组 N1 的 c 端点与第一电源侧 P1 的负极端子之间,而第一开关元件 612 耦接变压器 60 的一次侧绕组 N1 的 d 端点与第一电源侧 P1 的负极端子之间,组成推挽式电路;第二电源侧 P2 的正极端子通过第二电感 66 耦接第二转换电路 62,第二开关元件 613、614 和电容 64、65 所组成的半桥式电路,而所述半桥式电路则通过第一电感 63 耦接于变压器 60 的二次侧绕组 N2。于双向直流 / 直流转换器 6 工作的阶段一,第一及第二开关元件 611、614 为导通状态、第一及第二开关元件 612、613 为截止状态,而于阶段三,第一及第二开关元件 612、613 为导通状态、第一及第二开关元件 611、614 为截止状态,其余部分则相同,在此即不予以赘述。

#### [0093] 实施例五

[0094] 图7是本发明实施例五的双向直流/直流转换器的电路图。请参照图7,双向直流/直流转换器7为基于一包含有第一电感73、第一电容75、76与第二电容74的LCC谐振电路所设计。双向直流/直流转换器7另包含有由第一开关元件711、712所组成的推挽式电路和由第二开关元件713、714和电容75、76所组成的半桥式电路与一变压器70。

[0095] 再参见图7,双向直流/直流转换器7的一次侧绕组N1与二次侧绕组N2分别连接一第一转换电路71与一第二转换电路72,其中第一转换电路71耦接一第一电源侧P1,且第二转换电路72耦接一第二电源侧P2。第一电源侧P1的正极端子耦接变压器70的一次侧绕组N1的e端点,第一开关元件711耦接变压器70的一次侧绕组N1的c端点与第一电源侧P1的负极端子之间,而第一开关元件712耦接变压器70的一次侧绕组N1的d端点与第一电源侧P1的负极端子之间,组成推挽式电路;第二电源侧P2的正极端子通过电感75、76耦接第二转换电路72,第二开关元件713、714和电容75、76所组成的半桥式电路,而所述半桥式电路则通过第一电感73与第二电容74耦接于变压器70的二次侧绕组N2。于双向直流/直流转换器7工作的阶段一,第一及第二开关元件711、714为导通状态、第一及第二开关元件712、713为截止状态,而于阶段三,第一及第二开关元件712、713为导通状态、第一及第二开关元件711、714为截止状态。

[0096] 如上所述,本发明的双向直流/直流转换器中变压器两侧电路可应用全桥式电路、半桥式电路或推挽式电路,其可应用的组合如下表所示:

谐振方式	第一电源侧拓扑	第二电源侧拓扑
[0097] LCL	全桥	全桥
		半桥
		推挽
	半桥	全桥
		半桥
		推挽
	推挽	全桥
		半桥
		推挽
LCC	全桥	全桥
		半桥
	半桥	全桥
		半桥
	推挽	全桥
		半桥

[0098] 由此可知,本发明的双向直流/直流转换器为根据电路两端所连接的电源的电压

关系,以自动实现能量的传递。假定变压器一侧的线圈匝数为 $W_1$ ,且该侧连接的电源电压为 $V_{dc1}$ ,另一侧的线圈匝数为 $W_2$ ,且该侧连接的电源电压为 $V_{dc2}$ ,则当 $V_{dc1}/W_1 > V_{dc2}/W_2$ 时,能量会从电源电压为 $V_{dc1}$ 的电源侧传递到电源电压为 $V_{dc2}$ 的电源侧,而当 $V_{dc1}/W_1 < V_{dc2}/W_2$ 时,能量从电源电压为 $V_{dc2}$ 的电源侧传递到电源电压为 $V_{dc1}$ 的电源侧。

[0099] 综上所述,本发明基于LCL谐振电路或LCC谐振电路作设计,借助于控制变压器两侧的第一及第二转换电路,来实现能量的双向传输,同时通过使第一及第二转换电路中各开关元件的切换开关的导通时间和谐振电路中的第一电感与第一电容的谐振周期一致,使得于切换开关被导通时,由于谐振电路中第一电感的限流作用,电流值极小,同样地,在切换开关截止时,电流谐振到零值或接近零值的小电流值,如此一来,切换开关导通和截止时电路电流值皆小,切换开关的能量损耗亦小,便可提高电路效率。

[0100] 另外,虽然本发明的双向直流/直流转换器的基本工作原理为控制变压器两侧的电路设计以实现电流的双向流动、再利用谐振的方式限制每次能量传输时的电流,但当确定能量传递方向时,亦可以选择只给变压器一侧的开关元件施加控制,而另一侧的开关元件维持截止状态,只存在二极管的自然导通电流。



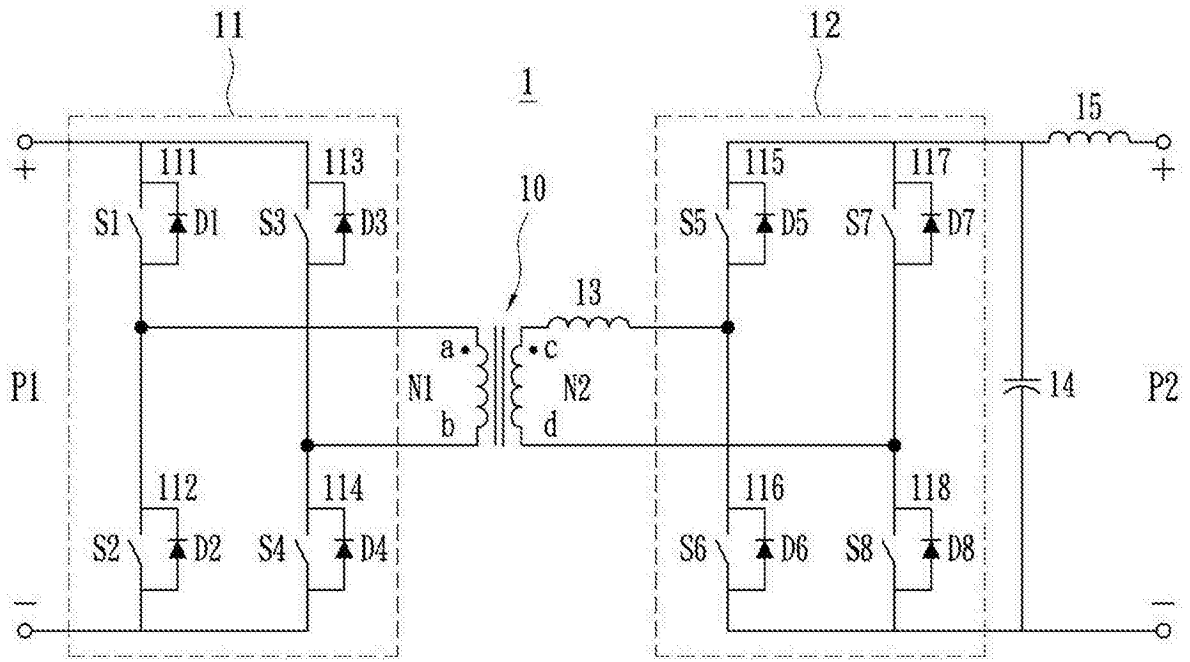


图 1

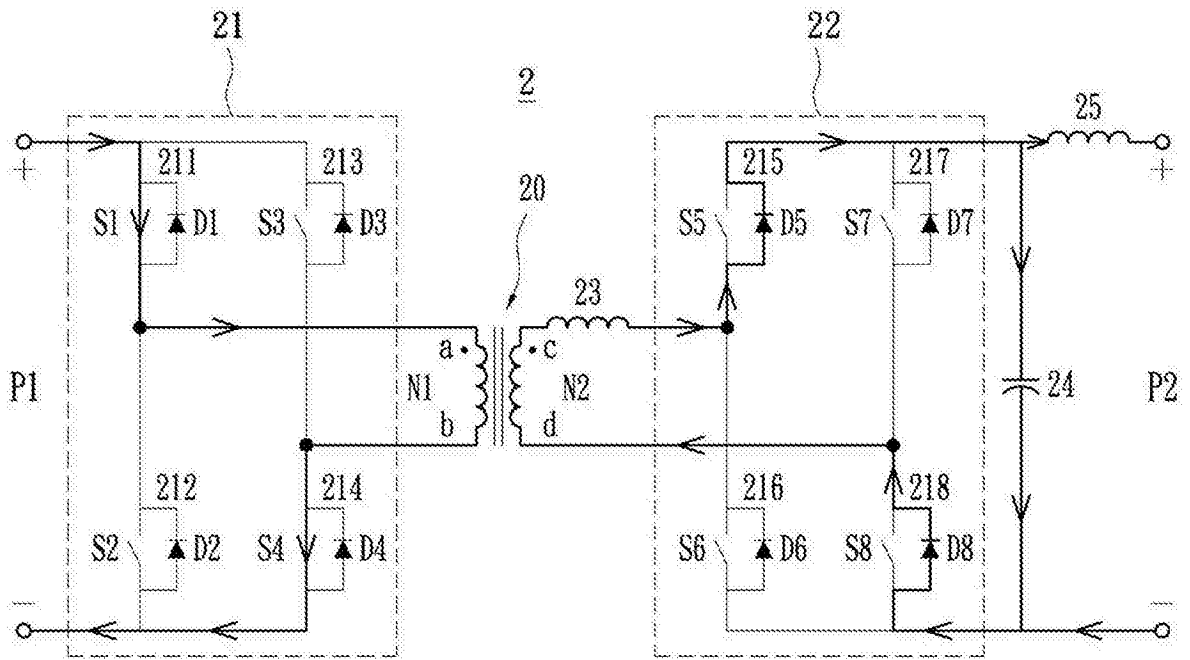


图 2A

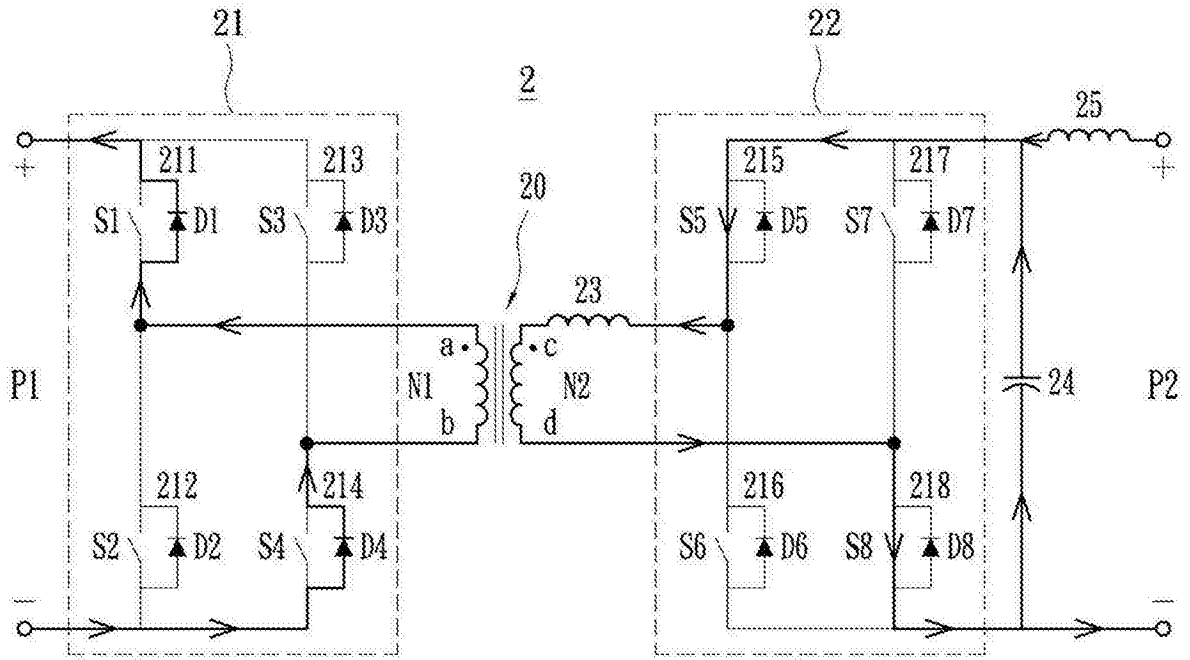


图 2B

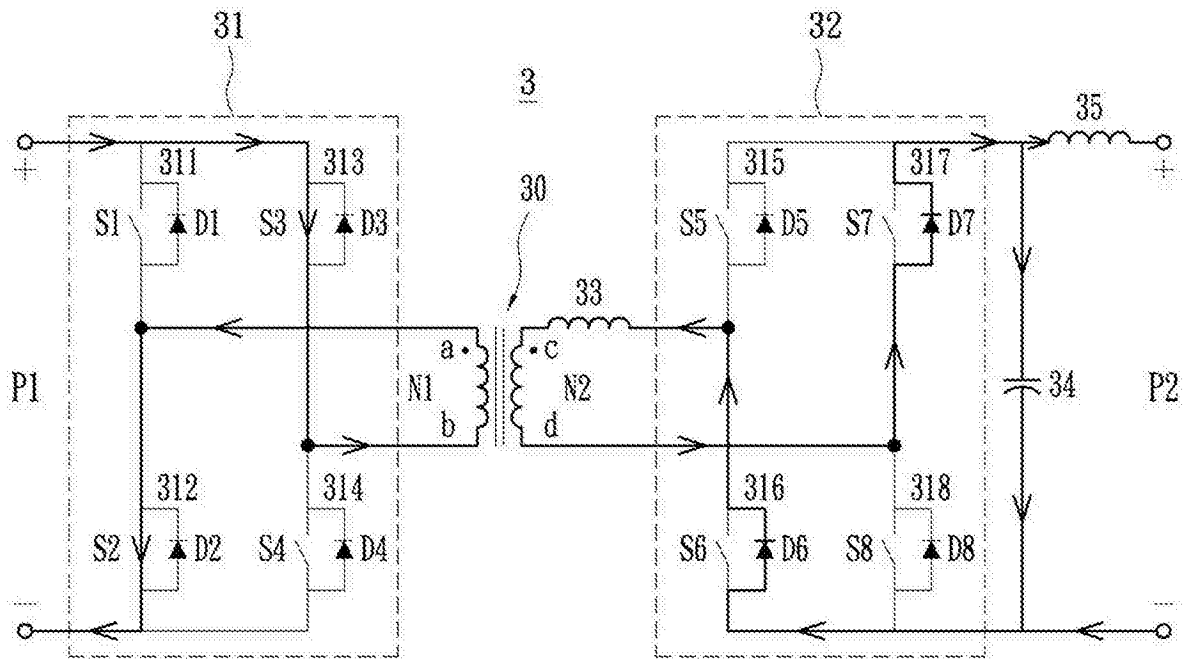


图 3A

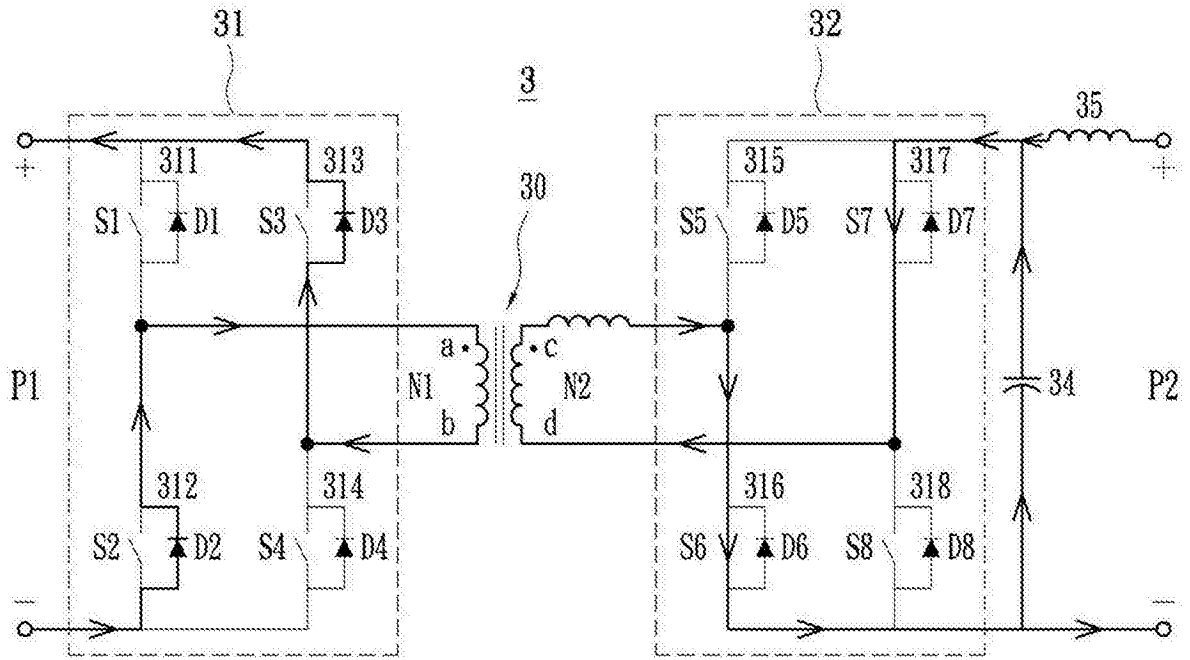


图 3B

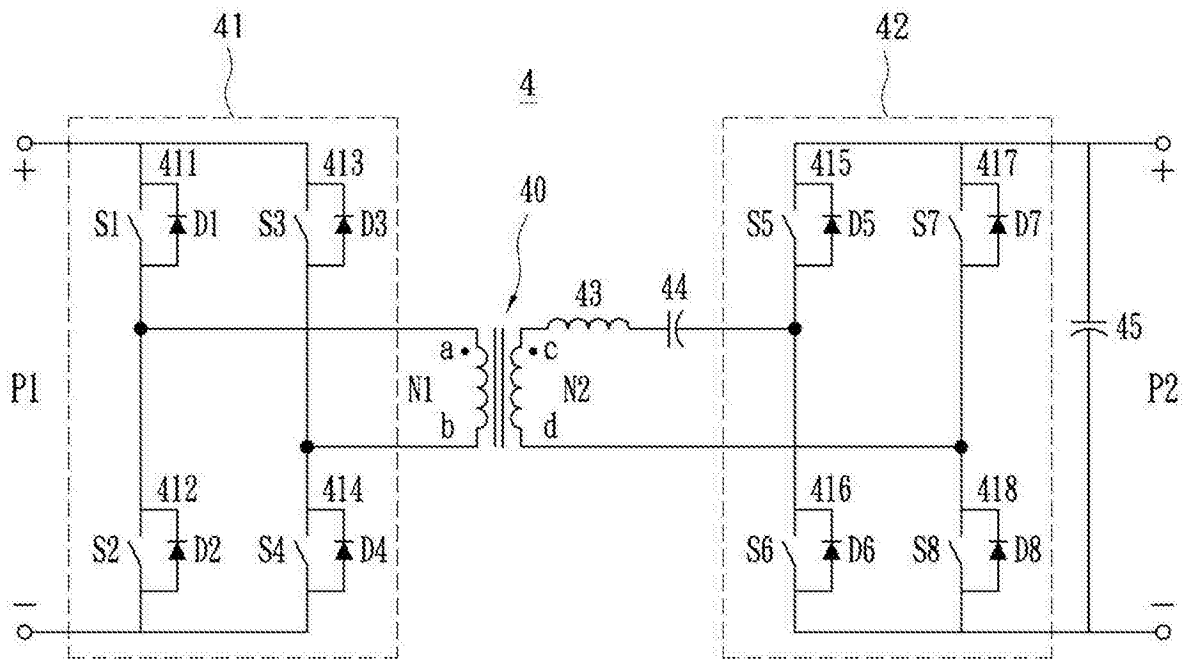


图 4

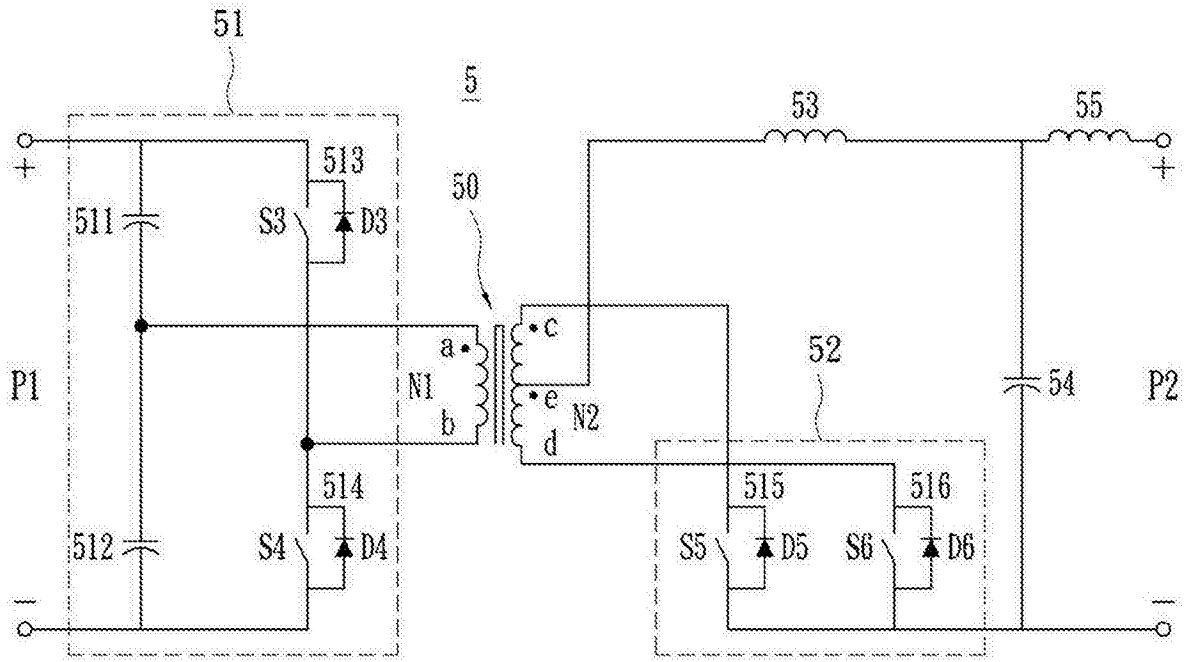


图 5

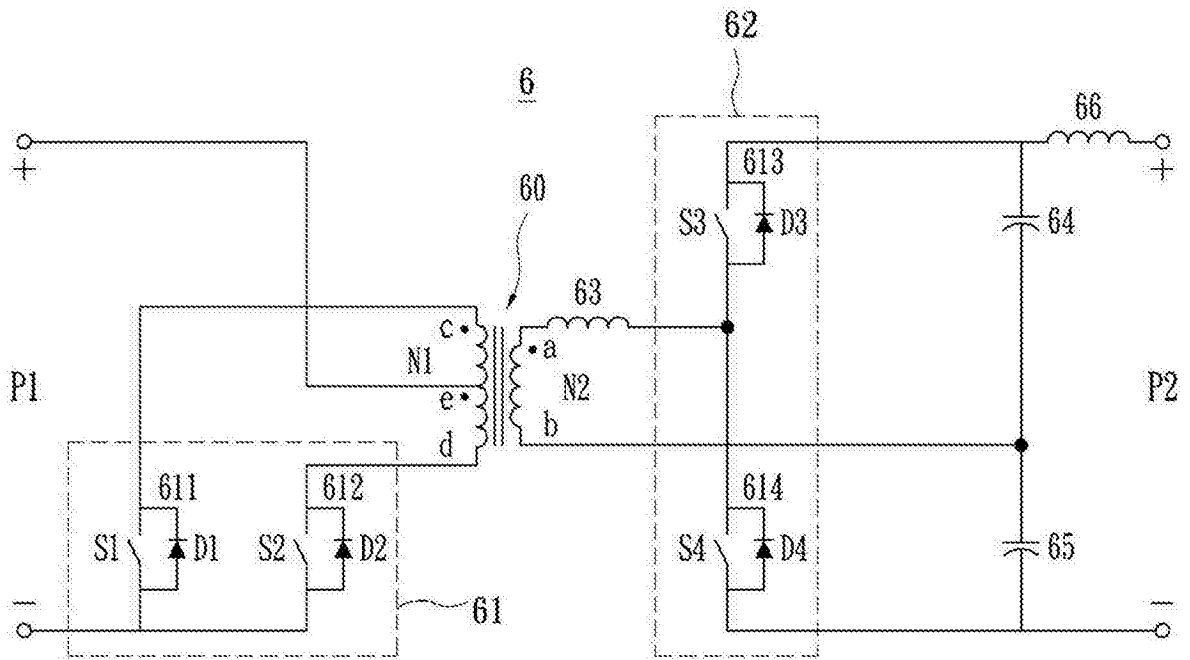


图 6

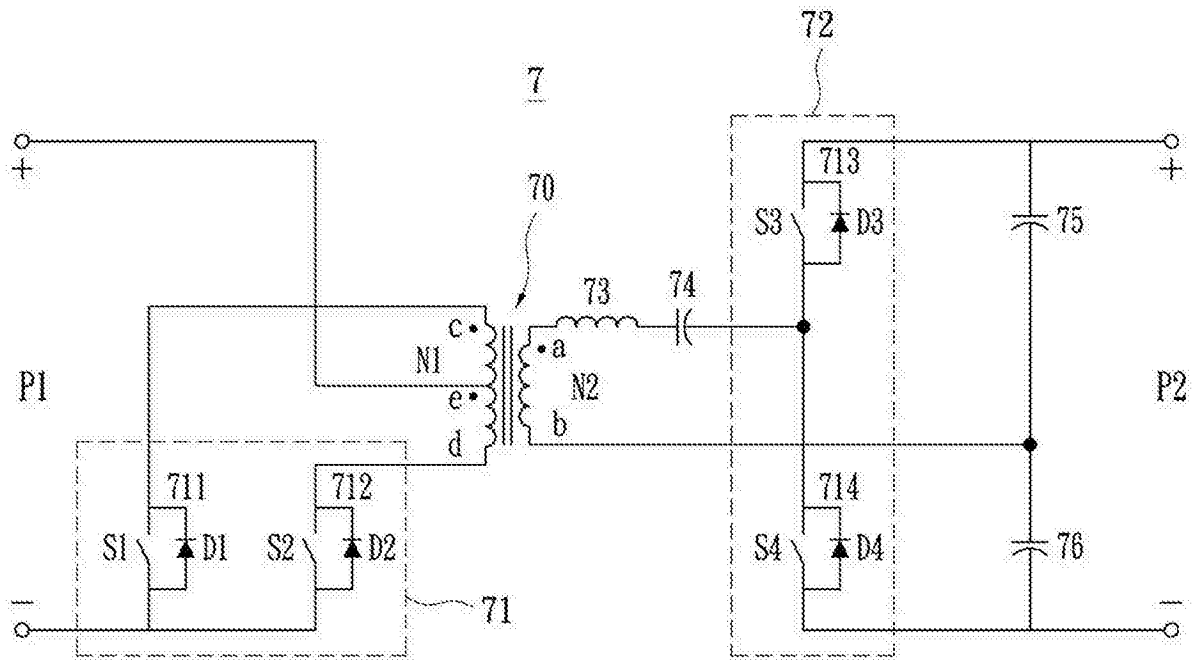


图 7