



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108099629 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 13

(21) 申请号 201710616988.8

(22) 申请日 2017.07.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108099629 A

(43) 申请公布日 2018.06.01

(30) 优先权数据

10-2016-0158214 2016.11.25 KR

(73) 专利权人 现代自动车株式会社

地址 韩国首尔

专利权人 起亚自动车株式会社

高丽大学校产学协力团

(72) 发明人 梁珍荣 河泰宗 金荣珍 金容伸
李相勋

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳

(51) Int. Cl.

B60L 53/20 (2019.01)

B60L 50/52 (2019.01)

B60L 58/20 (2019.01)

B60L 15/20 (2006.01)

H02M 3/335 (2006.01)

H02M 1/34 (2007.01)

(56) 对比文件

CN 105576738 A, 2016.05.11

CN 104242418 A, 2014.12.24

CN 104578741 A, 2015.04.29

CN 1241466 A, 2000.01.19

CN 103051168 A, 2013.04.17

CN 204928183 U, 2015.12.30

审查员 吕合媛

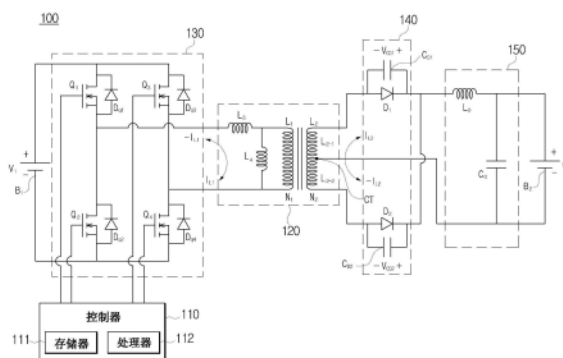
权利要求书3页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

车辆和用于车辆的DC-DC变换器

(57) 摘要

本发明提供一种车辆,包括:第一电池,配置为以第一电压输出电力;第二电池,配置为以第二电压输出电力;以及直流(DC)-DC变换器,配置为将第一电池的第一电压转换为第二电压,并将第二电压的电力供应至第二电池。DC-DC变换器可包括变压器、至少一个开关、至少一个整流二极管和缓冲电路。变压器配置为将第一电压变换为第二电压。至少一个开关配置为控制从第一电池输入至变压器的第一电流。至少一个整流二极管配置为对从变压器输出的交流电(AC)进行整流。缓冲电路配置为防止过电压施加至至少一个整流二极管。



1. 一种车辆,包括:

第一电池,配置为以第一电压输出电力;

第二电池,配置为以第二电压输出电力;以及

DC-DC变换器,配置为将所述第一电池的第一电压转换为所述第二电压,并将所述第二电压的电力供应至所述第二电池,

其中,所述DC-DC变换器包括:

变压器,配置为将所述第一电压变换为所述第二电压;

至少一个开关,配置为控制从所述第一电池输入至所述变压器的第一电流;

至少一个整流二极管,配置为对从所述变压器输出的交流电(AC)进行整流;和

缓冲电路,配置为防止过电压施加至所述至少一个整流二极管,

其中,所述缓冲电路包括:

多个二极管,彼此串联连接;

电感器,串联连接至所述多个二极管;以及

至少一个电容器,与所述多个二极管并联连接,

其中,所述多个二极管包括彼此串联连接的第一二极管、第二二极管和第三二极管,并且

其中,所述至少一个电容器包括第一电容器和第二电容器,所述第一电容器与所述第一二极管和所述第二二极管并联连接,所述第二电容器与所述第二二极管和所述第三二极管并联连接,

所述第一电容器和所述第二电容器经由所述第二二极管串联连接,同时施加至所述至少一个整流二极管的电压正在增加,并且

所述第一电容器和所述第二电容器经由所述第一二极管和所述第三二极管并联连接,同时施加至所述至少一个整流二极管的电压正在减小。

2. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述变压器包括:

初级线圈,配置为接收所述第一电流;和

次级线圈,配置为根据由所述初级线圈产生的磁场感应第二电流,

其中,所述次级线圈被中心抽头划分为第一线圈和第二线圈。

3. 根据权利要求2所述的车辆,其中,所述至少一个整流二极管包括:

第一整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的第一线圈;和

第二整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的第二线圈,并且

其中,所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极彼此连接。

4. 根据权利要求3所述的车辆,其中,所述缓冲电路的一端连接至所述次级线圈的中心抽头,所述缓冲电路的另一端连接至所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极。

5. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述变压器包括:

初级线圈,配置为接收所述第一电流;和

次级线圈,配置为根据由所述初级线圈产生的磁场感应第二电流。

6. 根据权利要求5所述的车辆,其中,所述至少一个整流二极管包括:

第一整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的一端;和

第二整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的另一端,并且

其中,所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极彼此连接。

7. 根据权利要求6所述的车辆,其中,所述缓冲电路的一端连接至所述次级线圈的另一端,并且所述缓冲电路的另一端连接至所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极。

8. 一种用于车辆的DC-DC变换器,用于将由第一电池输出的第一电压转换为由第二电池输出的第二电压,所述DC-DC变换器包括:

变压器,包括初级线圈和次级线圈,所述初级线圈连接至所述第一电池,所述次级线圈连接至所述第二电池,其中,所述变压器配置为将所述第一电压变换为所述第二电压;

至少一个开关,配置为控制从所述第一电池输入至所述变压器的第一电流;

至少一个整流二极管,配置为对从所述变压器输出的交流电(AC)进行整流;以及

缓冲电路,配置为防止过电压施加至所述至少一个整流二极管,

其中,所述缓冲电路包括:

多个二极管,彼此串联连接;

电感器,串联连接至所述多个二极管;以及

至少一个电容器,与所述多个二极管并联连接,

其中,所述多个二极管包括彼此串联连接的第一二极管、第二二极管和第三二极管,并且

其中,所述至少一个电容器包括第一电容器和第二电容器,所述第一电容器与所述第一二极管和所述第二二极管并联连接,所述第二电容器与所述第二二极管和所述第三二极管并联连接,

所述第一电容器和所述第二电容器经由所述第二二极管串联连接,同时施加至所述至少一个整流二极管的电压正在增加,并且

所述第一电容器和所述第二电容器经由所述第一二极管和所述第三二极管并联连接,同时施加至所述至少一个整流二极管的电压正在减小。

9. 根据权利要求8所述的DC-DC变换器,其中,所述变压器还包括:

初级线圈,配置为接收所述第一电流;和

次级线圈,配置为根据由所述初级线圈产生的磁场感应第二电流,

其中,所述次级线圈被中心抽头划分为第一线圈和第二线圈。

10. 根据权利要求9所述的DC-DC变换器,其中,所述至少一个整流二极管包括:

第一整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的第一线圈;和

第二整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的第二线圈,并且

其中,所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极彼此连接。

11. 根据权利要求10所述的DC-DC变换器,其中,所述缓冲电路的一端连接至所述次级线圈的中心抽头,所述缓冲电路的另一端连接至所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极。

12. 根据权利要求8所述的DC-DC变换器,其中,所述变压器包括:

初级线圈,配置为接收所述第一电流;和

次级线圈,配置为根据由所述初级线圈产生的磁场感应第二电流。

13. 根据权利要求12所述的DC-DC变换器,其中,所述至少一个整流二极管包括:

第一整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的一端;和
第二整流二极管,其阳极连接至所述次级线圈的另一端,并且
其中,所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极彼此连接。

14. 根据权利要求13所述的DC-DC变换器,其中,所述缓冲电路的一端连接至所述次级线圈的另一端,所述缓冲电路的另一端连接至所述第一整流二极管和所述第二整流二极管的阴极。

车辆和用于车辆的DC-DC变换器

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆和用于车辆的DC-DC变换器。

背景技术

[0002] 车辆利用化石燃料、电力等的动力源在道路或轨道上行驶。

[0003] 基于化石燃料的车辆可由于化石燃料的燃烧而发出细粉尘、水蒸气、二氧化碳、一氧化碳、碳氢化合物、氮、氮氧化物和/或硫氧化物。已知水蒸气和二氧化碳导致全球变暖，并且已知细粉尘、一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物和/或硫氧化物是空气污染物，它们都对人体有害。

[0004] 为此，现在正在开发使用清洁能源代替化石燃料的车辆。例如，正在开发使用化石燃料和电力的混合动力车辆(HEV)、仅使用电力的电动车辆(EV)等。

[0005] HEV和EV配备有用于向电动机供电以移动车辆的超高压电池，以及用于向车辆的电气部件供电的低压电池。另外，HEV和EV通常包括用于将高压电池的电压转换为低压电池的电压的变换器，以从高压电池向低压电池供电。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种直流(DC)-DC变换器，用于防止损坏设备和具有DC-DC变换器的车辆。

[0007] 根据本发明的一个方面，车辆可包括：第一电池，配置为以第一电压输出电力；第二电池，配置为以第二电压输出电力；以及直流(DC)-DC变换器，配置为将第一电池的第一电压转换为第二电压，并将第二电压的电力供应至第二电池。DC-DC变换器可包括：变压器，配置为将第一电压变换为第二电压；至少一个开关，配置为控制从第一电池输入至变压器的第一电流；至少一个整流二极管，配置为对从变压器输出的交流电(AC)进行整流；以及缓冲电路，配置为防止过电压施加至至少一个整流二极管。

[0008] 缓冲电路可包括彼此串联连接的多个二极管、串联连接至多个二极管的电感器以及与多个二极管并联连接的至少一个电容器。

[0009] 多个二极管可包括彼此串联连接的第一二极管、第二二极管和第三二极管。至少一个电容器可包括与第一二极管和第二二极管并联连接的第一电容器以及与第二二极管和第三二极管并联连接的第二电容器。

[0010] 第一电容器和第二电容器可经由第二二极管串联连接，同时施加至至少一个整流二极管的电压正在增加。

[0011] 第一电容器和第二电容器经由第一二极管和第三二极管并联连接，同时施加至至少一个整流二极管的电压正在减小。

[0012] 变压器可包括初级线圈和次级线圈。初级线圈配置为接收第一电流。次级线圈配置为根据由初级线圈生成的磁场感应第二电流。次级线圈可被中心抽头划分为第一和第二线圈。

[0013] 至少一个整流二极管可包括：第一整流二极管，具有连接至次级线圈的第一线圈的阳极；和第二整流二极管，具有连接至次级线圈的第二线圈的阳极。第一整流二极管和第二整流二极管的阴极可彼此连接。

[0014] 缓冲电路的一端可连接至次级线圈的中心抽头，另一端连接至第一整流二极管和第二整流二极管的阴极。

[0015] 变压器可包括配置为接收第一电流的初级线圈和配置为根据初级线圈生成的磁场感应第二电流的次级线圈。

[0016] 至少一个整流二极管可包括：第一整流二极管，具有连接至次级线圈的一端的阳极；和第二整流二极管，具有连接至次级线圈的另一端的阳极。第一整流二极管和第二整流二极管的阴极可彼此连接。

[0017] 缓冲电路的一端连接至次级线圈的另一端，并且缓冲电路的另一端连接至第一整流二极管和第二整流二极管的阴极。

[0018] 根据本发明的一个方面，将由第一电池输出的第一电压转换为由第二电池输出的第二电压的直流 (DC) -DC 变换器可包括变压器。变压器包括连接至第一电池的初级线圈和连接至第二电池的次级线圈。变压器配置为将第一电压变换为第二电压。DC-DC 变换器还包括：至少一个开关，配置为控制从第一电池输入至变压器的第一电流；至少一个整流二极管，配置为对从变压器输出的交流电 (AC) 进行整流；以及缓冲电路，配置为防止过电压施加至至少一个整流二极管。

[0019] 缓冲电路可包括彼此串联连接的多个二极管、串联连接至多个二极管的电感器以及与多个二极管并联连接的至少一个电容器。

[0020] 多个二极管可包括彼此串联连接的第一二极管、第二二极管和第三二极管。至少一个电容器可包括与第一二极管和第二二极管并联连接的第一电容器以及与第二二极管和第三二极管并联连接的第二电容器。

[0021] 第一电容器和第二电容器可经由第二二极管串联连接，同时施加至至少一个整流二极管的电压正在增加。

[0022] 第一电容器和第二电容器可经由第一二极管和第三二极管并联连接，同时施加至至少一个整流二极管的电压正在减小。

[0023] 变压器可包括配置为接收第一电流的初级线圈和配置为根据初级线圈生成的磁场感应第二电流的次级线圈。次级线圈可被中心抽头划分为第一和第二线圈。

[0024] 至少一个整流二极管可包括：第一整流二极管，具有连接至次级线圈的第一线圈的阳极；和第二整流二极管，具有连接至次级线圈的第二线圈的阳极。第一整流二极管和第二整流二极管的阴极可彼此连接。

[0025] 缓冲电路的一端可连接至次级线圈的中心抽头，另一端连接至第一整流二极管和第二整流二极管的阴极。

[0026] 变压器可包括配置为接收第一电流的初级线圈和配置为根据初级线圈生成的磁场感应第二电流的次级线圈。

[0027] 至少一个整流二极管可包括：第一整流二极管，具有连接至次级线圈的一端的阳极；和第二整流二极管，具有连接至次级线圈的另一端的阳极。第一整流二极管和第二整流二极管的阴极可彼此连接。

[0028] 缓冲电路的一端可连接至次级线圈的另一端,另一端连接至第一和第二整流二极管的阴极。

附图说明

[0029] 通过参考附图详细描述本发明的示例性实施例,本发明的上述和其它目的、特征和优点将对于本领域的普通技术人员变得更加明显,其中:

[0030] 图1示出根据本发明的实施例的车体的示例;

[0031] 图2示出根据本发明的实施例的车辆的车底的示例;

[0032] 图3示出根据本发明的实施例的车辆的电气部件的示例;

[0033] 图4示出根据本发明的实施例的车辆的动力系统的示例;

[0034] 图5是根据本发明的实施例的DC-DC变换器的示例;

[0035] 图6示出根据本发明的实施例的DC-DC变换器中包括的控制器的驱动信号的示例;

[0036] 图7和图8示出图5所示的DC-DC变换器的操作的示例;

[0037] 图9示出施加至图5所示的DC-DC变换器的整流电路的电压和从其输出的电压的示例;

[0038] 图10示出根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例;

[0039] 图11和图12示出图10所示的DC-DC变换器的操作;

[0040] 图13示出施加至图10所示的DC-DC变换器的整流电路的电压和从其输出的电压;

[0041] 图14示出根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例;以及

[0042] 图15示出根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例。

具体实施方式

[0043] 提供以下详细描述以帮助读者获得对于本文所描述的方法、装置和/或系统的全面理解。因此,本领域普通技术人员将意识到本文描述的方法、装置和/或系统的各种改变、变型和等同物。所描述的处理操作的进展为示例;然而,操作的顺序不限于本文所阐述的,并且可如本领域已知的那样进行改变,除了必须以特定顺序发生的操作之外。另外,为了增加清晰度和简洁性,可省略对于公知功能和结构的相应描述。

[0044] 附加地,现在将参考附图在下文中更全面地描述实施例。然而,所公开的实施例实现为许多不同的形式,并且不应被解释为限于本文所阐述的实施例。提供这些实施例使得本发明将是彻底且完整的,并且将完全将所公开的实施例传达给本领域普通技术人员。相同的数字始终表示相同的元件。

[0045] 应当理解,尽管这里可使用术语第一、第二等来描述各种元件,但这些元件不应受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个元件与另一元件区分开。如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关所列项目的任何和所有组合。

[0046] 当元件被称为“连接”或“耦合”至另一元件时,元件可直接连接或耦合至另一元件,或者可存在中间元件。相反,当元件被称为“直接连接”或“直接耦合”至另一元件时,不存在中间元件。

[0047] 本文使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,而不旨在限制。如本文所使用的,单数形式“一个”、“一种”和“所述”也旨在包括复数形式,除非上下文另有明确指出。

[0048] 现在将详细参考本发明的实施例,其示例在附图中示出。相同的附图标记始终表示相同的元件。

[0049] 车辆1是用于基于内燃机的旋转力和/或电动机的转向力来承载人和/或货物的机械/电动机器。

[0050] 具有内燃机的车辆1可爆炸性地燃烧例如汽油、柴油、可燃气等的化石燃料,将在化石燃料燃烧期间生成的平动动力转换为旋转动力,并且通过转换的旋转动力进行移动。

[0051] 使用电动机的车辆1被称为电动车辆(EV),并且可利用旋转动力进行移动,旋转动力是从存储在电池中的电能转换的旋转动能。

[0052] 使用内燃机和电动机两者的车辆1称为混合电动车辆(HEV),并且不仅可使用内燃机,而且可使用电动机来移动。HEV可分为用于从外部仅接收化石燃料并使用内燃机和电动机(发电机)生成电能的常规HEV,以及用于从外部接收化石燃料和电能两者的插电式HEV(PHEV)。

[0053] EV和HEV通常包括用于向电驱动电动机供应电能的电池和用于向车辆1的电气部件供应电能的电池。例如,用于向电驱动电动机供应电能的电池可具有约几百伏(V)的输出电压,并且用于向电气部件供应电能的电池可具有约几十伏的输出电压。

[0054] EV从外部电源对用于电驱动电动机的电池充电,并通过转换用于电驱动电动机的电池的电压来对用于电气部件的电池充电。HEV还使用内燃机来对用于电驱动电动机的电池充电,并且通过转换用于电驱动电动机的电池的电压来对用于电气部件的电池充电。

[0055] 因此,EV和HEV可包括直流(DC)-DC变换器,用于将用于对电驱动电动机用电池充电的几百伏电压转换为用于对电气部件用电池充电的几十伏电压。

[0056] 现在将详细描述车辆1和车辆1中包括的DC-DC变换器。

[0057] 图1示出根据本发明的实施例的车体。图2示出根据本发明的实施例的车辆的车盘。图3示出根据本发明的实施例的车辆的电气部件。图4示出根据本发明的实施例的车辆的动力系统。

[0058] 参考图1至图4,车辆1可包括形成车辆1的外部并容纳驾驶员和/或行李的车体10。车辆1还包括除了车体10之外的包括动力生成器、动力输送器、制动系统、转向系统、车轮等的底盘20以及用于保护驾驶员并且给予驾驶员方便的电气部件30。

[0059] 如图1所示,底盘20形成驾驶员可停留的内部空间、用于容纳内燃机的内燃机室和用于容纳行李的行李箱。

[0060] 车体20可包括发动机罩11、前翼子板12、顶板13、车门14、行李箱盖15、后翼子板16等。为了帮助驾驶员看到视野,可在车体10的前侧安装前窗17,在车体10的侧部安装侧窗18并且在车体10的后侧安装后窗19。

[0061] 如图2所示,底盘20可包括动力生成器21、动力输送器22、转向系统23、制动系统24、车轮25等,以在驾驶员和/或自动驾驶系统的控制下驾驶车辆1。底盘20还可包括用于固定动力生成器21、动力输送器22、转向系统23、制动系统24和车轮25的框架26。

[0062] 动力生成器21可生成驱动车辆1的旋转动力,并且包括内燃机21a、燃料供应系统、排气系统、电动机21b、第一电池B1等。

[0063] 动力输送器22可将由动力生成器21生成的旋转动力输送至车轮25,并且包括离合器/变速器22a、变速杆、差动齿轮、驱动轴22b等。

[0064] 转向系统23可控制车辆1的行驶方向,并且包括方向盘23a、转向装置23b、转向连杆23c等。

[0065] 制动系统24可停止车轮25的旋转,并且可包括制动踏板、主缸、制动盘24a、制动垫24b等。

[0066] 车轮25可通过借助动力输送器22从动力生成器21接收旋转动力来移动车辆1。车轮25可包括在车辆1的前方配备的前轮,和在车辆1的后方配备的后轮。

[0067] 车辆1可包括用于控制车辆1并给予驾驶员和乘客安全性和舒适性以及前述机械部件的各种电气部件30。

[0068] 如图3所示,车辆1可包括发动机管理系统31、电动机控制单元32、变速器控制单元33、电动助力转向系统34、电子制动系统35、导航系统36、音频系统37和加热/通风/空调(HVAC)系统38。

[0069] 电气部件30可通过车辆通信网络(NT)彼此通信。例如,电气部件30可通过以太网、面向媒体的系统传输(MOST)、Flexray、控制器局域网(CAN)、本地互连网络(LIN)等交换数据。

[0070] 电气部件30也可从第二电池B2接收电力。

[0071] 第二电池B2可与第一电池B1分开布置,如图2所示。

[0072] 例如,如图4所示,第一电池B1可向电动机21b供电以驱动车辆1,并且可输出数百伏(V)(例如,从约200V至约800V)的电压以向电动机21b供电。第二电池B2可向电气部件30供电,并且可输出几十伏(V)(例如,从约12V至约24V)的电压以向电气部件30供电。换句话说,第一电池B1和第二电池B2可分别布置为分别向在不同电压下工作的电动机21b和电气部件30供电。

[0073] 第一电池B1可不仅向电动机21b供电,而且还可由电动机21b充电。

[0074] 例如,当车辆1沿着斜坡向下移动时,车辆1可由重力和/或惯性驱动,并且车轮25的旋转动力可以通过动力输送器22被输送至电动机21b。电动机21b可根据从车轮25输送的旋转动力生成电能,并且由电动机21b生成的电能可存储在第一电池B1中。

[0075] 在另一示例中,如果驾驶员停止车辆1或降低车辆1的速度,则电动机21b可产生再生制动力以减慢车辆1并通过再生制动生成电能。由电动机21b生成的电能可存储在第一电池B1中。

[0076] 以这种方式,第一电池B1可从电动机21b接收电能。第二电池B2可通过DC-DC变换器100从第一电池B1接收电能。

[0077] 如上所述,第二电池B2的输出电压不同于第一电池B1的输出电压。因此,可存在用于将第一电池B1的输出电压转换为第二电池B2的输出电压的DC-DC变换器100,以对第二电池B2充电。

[0078] DC-DC变换器100可将由第一电池B1输出的第一电压转换为由第二电池B2输出的第二电压。由DC-DC变换器100转换的第二电压的电能可存储在第二电池B2中。

[0079] 现在将描述DC-DC变换器100的配置和操作。

[0080] 图5是根据本发明的实施例的DC-DC变换器的示例。

[0081] 如图5所示,DC-DC变换器100可布置在用于输出第一电压V1的第一电池B1与用于输出第二电压V2的第二电池B2之间,以用于接收第一电压V1并输出第二电压V2。

[0082] DC-DC变换器100可包括变压器120、驱动电路130、整流电路140、输出电路150和控制器110。

[0083] 变压器120可使用电磁感应来改变交流(AC)电压的值和/或AC电流的值。

[0084] 变压器120可包括输入侧的初级线圈L1、输出侧的次级线圈L2、布置在次级线圈L2中心的中心抽头(CT)和用于将磁场从初级线圈L1传递至次级线圈L2的铁芯。可根据输入至初级线圈L1的AC电压和AC电流在铁芯周围产生时变磁场,并且可根据铁芯周围的磁场在次级线圈L2中产生AC电压和AC电流。

[0085] 次级线圈L2可被中心抽头CT划分为第一线圈L2-1和第二线圈L2-2。中心抽头CT可位于次级线圈L2的中心,并且第一线圈L2-1的匝数可与第二线圈L2-2的匝数相同。这种类型的变压器称为中心抽头变压器。以这种方式,包括中心抽头CT的变压器120可利用整流电路120对从次级线圈L2输出的AC电压和AC电流进行全波整流,如下所述。将在下面更详细地描述第一线圈L2-1和第二线圈L2-2的全波整流。

[0086] 可在下面的公式1中计算由次级线圈L2输出的输出电压:

$$[0087] \quad V_{out} = \frac{N_2/2}{N_1} V_{in} \quad (1)$$

[0088] 这里,Vout表示次级线圈的输出电压,Vin表示初级线圈的输入电压,N2表示次级线圈的匝数,N1表示初级线圈的匝数。

[0089] 根据公式1,次级线圈L2的输出电压Vout可与初级线圈L1的输入电压Vin成比例,次级线圈L2的匝数N2的比可与初级线圈L1的匝数N1成比例。

[0090] 虽然认为理想的变压器具有与输出功率相等的输入功率(例如,电压和电流),但实际变压器具有与输入功率不同的输出功率,这是因为例如铁芯中的损耗。实际变压器的这种损耗可利用漏电感来表示。为了更正确的建模,变压器120还可包括漏电感器L3以表示漏电感。

[0091] 虽然认为理想变压器将初级线圈L1产生的磁场完全传递至次级线圈L2,但是实际变压器具有由初级线圈L1产生的保留在初级线圈L1中的一些磁场。剩余在初级线圈L1中的分量可表示为磁化电感。为了更正确的建模,变压器120还可包括磁化电感器L4,以表示磁化电感。

[0092] 驱动电路130可连接到变压器120的初级线圈L1。

[0093] 第一电池B1可输出DC电压和DC电流,并且变压器120可转换AC电压和AC电流。因此,驱动电路130可通过或切断从第一电池B1输出的DC电流,以将AC电流输入至变压器120,并且可向变压器120的初级线圈L1供应时变AC电流。

[0094] 驱动电路130可包括多个驱动开关Q1、Q2、Q3和Q4。

[0095] 例如,驱动电路130可包括第一驱动开关Q1、第二驱动开关Q2、第三驱动开关Q3和第四驱动开关Q4(例如,第一至第四驱动开关Q1至Q4),并且第一至第四驱动开关Q1至Q4可布置为全桥形式。

[0096] 第一驱动开关Q1和第二驱动开关Q2可串联连接在第一电池B1的正极与负极之间,并且第三驱动开关Q3和第四驱动开关Q4可串联连接在第一电池B1的正极和负极之间。一对第一驱动开关Q1和第二驱动开关Q2与一对第三驱动开关Q3和第四驱动开关Q4可彼此并联

连接。

[0097] 连接第一驱动开关Q1与第二驱动开关Q2的节点可连接至变压器120的初级线圈L1的一端,并且连接第三驱动开关Q3与第四驱动开关Q4的节点可连接至初级线圈L1的另一端。

[0098] 第一至第四驱动开关Q1至Q4可分别包括第一至第四续流二极管Dq1至Dq4,用于保护第一至第四驱动开关Q1至Q4免于由于初级线圈L1的电感引起的反向电压。第一至第四续流二极管Dq1至Dq4可分别与第一至第四驱动开关Q1至Q4并联连接。

[0099] 第一至第四驱动开关Q1至Q4可根据控制器110的驱动信号单独地打开/闭合,并且时变电流可根据第一至第四驱动开关Q1至Q4的打开/闭合操作而施加至变压器120的初级线圈L1。例如,如果第一和第四驱动开关Q1和Q4导通,则可向初级线圈L1施加正向电流IL1,并且如果第二驱动开关Q2和第三驱动开关Q3导通,则反向电流-IL1可施加至初级线圈L1。

[0100] 第一至第四驱动开关Q1至Q4中的每一个都可具有各种结构和材料。例如,第一至第四驱动开关Q1至Q4均可采用双极结型晶体管BJT、金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极晶体管(IGBT)等。第一至第四驱动开关Q1至Q4均可由例如硅Si、碳化硅SiC或砷化镓GaAs的半导体材料形成。

[0101] 整流电路140可将从变压器120输出的AC电流转换为DC电流。

[0102] 如上所述,变压器120可改变AC电压和/或AC电流的值,接收AC电压和AC电流,以及输出具有改变的大小的AC电压和AC电流。整流电路140可将从变压器120输出的AC电压和AC电流转换为DC电压和DC电流。

[0103] 整流电路140可包括用于对变压器120的次级线圈L2的第一线圈L2-1的输出电流进行整流的第一整流二极管D1和用于对第二线圈L2-2的输出电流进行整流的第二整流二极管D2。

[0104] 从变压器120的次级线圈L2输出的电流可根据输入至初级线圈L1的电流的方向而改变。例如,如果正向电流IL1输入至初级线圈L1,则正向电流IL2可在次级线圈L2中流动,并且如果反向电流-IL1输入至初级线圈L1,则反向电流-IL2可在次级线圈L2中流动。

[0105] 第一整流二极管D1可使正向电流IL2通过,但阻断从次级线圈L2输出的反向电流-IL2。第二整流二极管D2可阻断正向电流IL2,但是使从次级线圈L2输出的反向电流-IL2。

[0106] 换句话说,如果通过初级线圈L1的电流在第一线圈L2-1和第二线圈L2-2中产生正向电流IL2,则第一整流二极管D1可允许第一线圈L2-1的正向电流IL2,并且第二整流二极管D2可阻断第二线圈L2-2的正向电流IL2。如果在第一线圈L2-1和第二线圈L2-2中产生反向电流-IL2,则第一整流二极管D1可阻断第一线圈L2-1的反向电流-IL2,并且第二整流二极管D2可允许第二线圈L2-2的反向电流-IL2。

[0107] 结果,第一整流二极管D1和第二整流二极管D2可对从变压器120的次级线圈L2输出的AC电流进行整流,以将DC电流输出至第二电池B2。

[0108] 由于结构特征,第一整流二极管D1和第二整流二极管D2可分别包括第一寄生电容器Cd1和第二寄生电容器Cd2。二极管由p型半导体和n型半导体的结制成,这导致寄生电容。这种寄生电容可利用第一寄生电容器Cd1和/或第二寄生电容器Cd2来建模。

[0109] 第一寄生电容器Cd1和第二寄生电容器Cd2可分别与第一整流二极管D1和第二整流二极管D2并联连接。

[0110] 输出电路150可滤除由整流电路140整流的DC电流和DC电压的纹波。

[0111] 输出电路150可具有包括输出电感器 L_o 和输出电容器 C_o 的低通滤波器的形式。输出电感器 L_o 可滤除从整流电路140输出的DC电流的纹波,并且输出电容器 C_o 可滤除从整流电路140输出的DC电压的纹波。

[0112] 控制器110可控制DC-DC变换器100的操作,并且可包括存储器111和处理器112。

[0113] 存储器111可存储用于控制DC-DC变换器100的操作的控制程序和控制数据。例如,存储器111可包括例如静态随机存取存储器(SRAM)、动态RAM(DRAM)等的易失性存储器,其可临时存储数据。存储器111还可包括非易失性存储器,例如只读存储器(ROM)、可擦除可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪速存储器等,其可永久存储控制程序和/或控制数据。

[0114] 处理器112可包括在从存储器112提供的程序下处理数据并根据处理结果生成控制信号的各种逻辑电路和操作电路。例如,处理器112可基于第一电池B1的第一电压 V_1 和第二电池B2的第二电压 V_2 生成驱动信号,以单独地打开/闭合驱动电路130的第一至第四驱动开关 Q_1 至 Q_4 。

[0115] 存储器111和处理器112可实施在单独的集成电路(IC)中或者集成地实施在单个IC中。

[0116] 因此,控制器110可基于第一和第二电压 V_1 和 V_2 的值来控制驱动电路130的操作。

[0117] 下面将描述控制器110的详细操作以及DC-DC变换器100的操作。

[0118] 图6示出根据本发明的实施例的DC-DC变换器中包括的驱动信号的示例。图7和图8示出图5所示的DC-DC变换器的操作的示例。图9示出施加至图5所示的DC-DC变换器的整流电路的电压和从其输出的电压的示例。

[0119] 如上所述,控制器110可基于第一和第二电压 V_1 和 V_2 的值生成用于控制驱动电路130的操作的驱动信号,并将驱动信号分别输出至驱动电路130的第一至第四驱动开关 Q_1 至 Q_4 。

[0120] 例如,控制器110可输出驱动信号,如图6所示。第一至第四驱动开关 Q_1 至 Q_4 可单独地打开/闭合(例如,导通/截止;在来自控制器110的驱动信号下循环)。例如,第一至第四驱动开关 Q_1 至 Q_4 均可以200千赫(kHz)的速率导通/截止。

[0121] 第一驱动开关 Q_1 可在时间 T_0 处导通,然后在时间 T_2 处截止,并在时间 T_4 处再次导通。与第一驱动开关 Q_1 相反,第二驱动开关 Q_2 可在 T_0 处截止,然后在 T_2 处导通,并且在 T_4 处再次截止。以这种方式,交替地导通/截止第一驱动开关 Q_1 和第二驱动开关 Q_2 可防止驱动电流同时通过第一驱动开关 Q_1 和第二驱动开关 Q_2 。

[0122] 第三驱动开关 Q_3 可在时间 T_1 处导通,然后在时间 T_3 处截止,并且在时间 T_5 处再次导通。与第三驱动开关 Q_3 相反,第四驱动开关 Q_4 可在 T_1 处截止,然后在 T_3 处导通,并且在 T_5 处再次截止。以这种方式,交替地导通/截止第三驱动开关 Q_3 和第四驱动开关 Q_4 可防止驱动电流同时通过第三驱动开关 Q_3 和第四驱动开关 Q_4 。

[0123] 在第一驱动开关 Q_1 和第四驱动开关 Q_4 都导通的时间段期间,正向电流 I_{L1} 可施加至变压器120的初级线圈 L_1 ,如图7所示。正向电流 I_{L1} 通过第一驱动开关 Q_1 、初级线圈 L_1 和第四驱动开关 Q_4 从第一电池B1的正极流至第二电池B2的负极。

[0124] 初级线圈 L_1 的正向电流 I_{L1} 可感应次级线圈 L_2 中的正向电流 I_{L2} ,其可通过整流电

路140的第一整流二极管D1和输出电路150施加至第二电池B2。

[0125] 根据图6所示,在第一驱动开关Q1导通时和第四驱动开关Q4导通时之间存在少量时间差。由于第一驱动开关Q1和第四驱动开关Q4之间的导通时间差,所以可调整通过变压器120从第一电池B1供应至第二电池B2的电流。

[0126] 换句话说,基于第一驱动开关Q1和第四驱动开关Q4同时导通的时间与第一驱动开关Q1和第四驱动开关Q4的打开/闭合时间段的比率,可控制从第一电池B1供应至第二电池B2的电流,并且还可控制第二电池B2的电压。

[0127] 在第二驱动开关Q2和第三驱动开关Q3都导通时的时间段期间,反向电流-IL1可施加至变压器120的初级线圈L1,如图8所示,并且反向电流-IL1通过第三驱动开关Q3、初级线圈L1和第二驱动开关Q2从第一电池B1的正极流至第二电池B2的负极。

[0128] 初级线圈L1的反向电流-IL1可感应次级线圈L2中的反向电流-IL2,其可通过整流电路140的第二整流二极管D2和输出电路150施加至第二电池B2。

[0129] 第二驱动开关Q2导通时的时间和第三驱动开关Q3导通时的时间不同,并且由于第二驱动开关Q2与第三驱动开关Q3之间的导通时间差,所以可控制通过变压器120从第一电池B1供应至第二电池B2的电流。

[0130] 换句话说,基于第一驱动开关Q1和第四驱动开关Q4同时导通的时间与第一驱动开关Q1和第四驱动开关Q4的打开/闭合时间段的比率,可控制从第一电池B1供应至第二电池B2的电流,并且还可控制第二电池B2的电压。

[0131] 基于第二驱动开关Q2和第三驱动开关Q3同时导通的时间与第二驱动开关Q2和第三驱动开关Q3的打开/闭合时间段的比率,可控制从第一电池B1供应至第二电池B2的电流,并且还可控制第二电池B2的电压。

[0132] 通过驱动开关Q1、Q2、Q3、Q4供应的正向电流IL1或反向电流-IL1的时间与驱动开关Q1、Q2、Q3、Q4的打开/闭合时间段的比率被称为占空比,可基于该占空比来控制第二电池B2的电压。

[0133] 如上所述,由于第一至第四驱动开关Q1至Q4以全桥形式布置,并且使用打开/闭合第一至第四驱动开关Q1至Q4的相位差来控制输出电压,所以DC-DC变换器100被称为相移全桥(PSFB)变换器。

[0134] 整流电路140的第一整流二极管D1可阻断第一线圈L2-1的反向电流-IL2,并且第二整流二极管D2可阻断第二线圈L2-2的正向电流IL2。

[0135] 当第一整流二极管D1正在阻断第一线圈L2-1的反向电流-IL2时,第二电池B2的第二电压V2可施加至第一整流二极管D1。因此,为了安全操作,可选择能够承受第二电压V2两倍的电压的二极管作为第一整流二极管D1。例如,如果第二电压为约12V,则第一整流二极管D1的承受电压可为约25V。

[0136] 在这种情况下,由于振铃效应,可对第一整流二极管D1施加过电压。振铃效应为如下现象,其中施加至开关的电压在开关的开关操作(例如,打开/闭合操作)期间振荡超过电源电压,并且已知是由开关的寄生电感与寄生电容之间的谐振引起的。

[0137] 具体地,在第一至第四开关Q1至Q4的打开/闭合操作期间,在变压器120的漏电感器L3与第一整流二极管D1的第一寄生电容器Cd1之间发生谐振,并且由于漏电感器L3与第一寄生电容器Cd1之间的谐振,所以施加至第一整流二极管D1的电压可如图9中的(a)所示

振荡,并且电压的振荡可导致施加至第一整流二极管D1的过电压。过电压可能损坏第一整流二极管D1。

[0138] 由于漏电感器L3与第二寄生电容器Cd2之间的谐振,所以施加至第二整流二极管D2的电压可如图9中的(b)所示振荡,并且由于振荡,过电压可施加至第一整流二极管D1。过电压可能损坏第二整流二极管D2。

[0139] 由于第一整流二极管D1和第二整流二极管D2中的振铃效应,所以从DC-DC变换器100输出的输出电压Vout可具有纹波,如图9中的(c)所示。

[0140] 现在将描述能够最小化第一整流二极管D1和第二整流二极管D2中的振铃效应的DC-DC变换器。

[0141] 图10是根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例。参考图10,DC-DC变换器200可包括变压器220、驱动电路230、整流电路240、输出电路250、电感/电容缓冲电路260和控制器210。

[0142] 变压器220、驱动电路230、整流电路240、输出电路250和控制器210可与变压器120、驱动电路130、整流电路140、输出电路150和控制器110相同。

[0143] 缓冲电路260可与第一整流二极管D1和第二整流二极管D2并联连接。具体地,缓冲电路260的一端可连接至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的阴极,并且缓冲电路260的另一端可连接至变压器220的中心抽头CT。

[0144] 缓冲电路260可包括第一缓冲二极管Dsn1、第二缓冲二极管Dsn2和第三缓冲二极管Dsn3(例如,第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3)、第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2以及缓冲电感器Lsn。

[0145] 第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3可串联连接在第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的阴极与变压器220的中心抽头CT之间。具体地,第三缓冲二极管Dsn3的阴极可连接至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的阴极。第二缓冲二极管Dsn2的阴极可连接至第三缓冲二极管Dsn3的阳极。第一缓冲二极管Dsn1的阴极可连接至第二缓冲二极管Dsn2的阳极。

[0146] 缓冲电感器Lsn可与第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3串联连接。缓冲电感器Lsn的一端可连接至第一缓冲二极管Dsn1的阳极,并且缓冲电感器Lsn的另一端可连接至变压器220的中心抽头CT。

[0147] 第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可各自与第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3中的一些并联连接。

[0148] 第一缓冲电容器Csn1可与第一缓冲二极管Dsn1和第二缓冲二极管Dsn2并联连接。具体地,第一缓冲电容器Csn1的一端可连接至第一缓冲二极管Dsn1的阳极,并且第一缓冲电容器Csn1的另一端可连接至第二缓冲二极管Dsn2的阴极。

[0149] 第二缓冲电容器Csn2可与第二缓冲二极管Dsn2和第三缓冲二极管Dsn3并联连接。具体地,第二缓冲电容器Csn2的一端可连接至第二缓冲二极管Dsn2的阳极,并且第二缓冲电容器Csn2的另一端可连接至第三缓冲二极管Dsn3的阴极。

[0150] 缓冲电路260可防止要施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的电压的快速变化和/或要供应至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的寄生电容器Cd1和Cd2的电流的快速变化。

[0151] 第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可防止要施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的电压的快速变化。

[0152] 第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的布线形式可根据施加至缓冲电路260的电压而改变,这是因为第一缓冲二极管Dsn1、第二缓冲二极管Dsn2和第三缓冲二极管Dsn3。例如,如果将正电压施加至缓冲电路260,则第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可彼此串联连接,并且如果将负电压施加至缓冲电路260,则第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可彼此并联连接。

[0153] 缓冲电感器Lsn还可防止在第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中流动的电流的快速变化。通过防止在第一缓冲电容器和第二缓冲电容器Csn2中流动的电流的快速变化,缓冲电感器Lsn也可防止施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的电压的快速变化。

[0154] 由于缓冲电感器Lsn与第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2串联连接,所以与在第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中流动的电流相同的电流可在缓冲电感器Lsn中流动。因为由于电感而防止缓冲电感器Lsn的电流的快速变化,所以缓冲电感器Lsn可防止在第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中流动的电流的快速变化。

[0155] 因此,通过防止要施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的电压的快速变化,缓冲电路260可防止过电流施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2。

[0156] 缓冲电路260可包括无耗元件,例如电感器、电容器、二极管等,并且可不包括例如电阻器的有耗元件。结果,缓冲电路260可在操作时几乎不消耗功率。

[0157] 现在将描述通过缓冲电路260防止振铃。

[0158] 图11和图12示出图10所示的DC-DC变换器的操作的示例。图13示出施加至图10所示的DC-DC变换器的整流电路的电压和从其输出的电压。

[0159] 如上结合图7和图8所示,取决于驱动电路230的操作,变压器220的次级线圈L2可感应正向电流IL2或反向电流-IL2。

[0160] 正向电流IL2和反向电流-IL2可被整流电路240整流。具体地,整流电路240的第一整流二极管D1可阻断次级线圈L2的反向电流-IL2,第二整流二极管D2可阻断次级线圈L2的正向电流IL2。

[0161] 当第一整流二极管D1正在阻断反向电流-IL2时,来自输出电路250的输出电压Vo可施加至第一整流二极管D1,并且当第二整流二极管D2正在阻断正向电流IL2时,来自输出电路250的输出电压Vo可施加至第二整流二极管D2。

[0162] 不仅来自输出电路250的输出电压Vo,而且由于变压器220的漏电感器L3与第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的第一寄生电容器Cd1和第二寄生电容器Cd2之间的谐振引起的过电压都可施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2。

[0163] 缓冲电路260可减轻由于谐振引起的过电压。

[0164] 例如,如图11所示,当第二整流二极管D2阻断次级线圈L2的正向电流IL2时,正向谐振电流IR可施加至第二整流二极管D2的第二寄生电容器Cd2。由于正向谐振电流IR,所以可增加第二寄生电容器Cd2的电压。

[0165] 在这种情况下,正向谐振电流IR不仅可供应至第二寄生电容器Cd2,而且可供应至缓冲电路260。在施加正向谐振电流IR的同时,第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2

可通过第二缓冲二极管Dsn2串联连接。通过第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的串联连接,正向谐振电流IR可流经第二缓冲电容器Csn2和第一缓冲电容器Csn1两者。可利用正向谐振电流IR对第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2充电,并且可增加电压。

[0166] 正向谐振电流IR可流经缓冲电感器Lsn。缓冲电感器Lsn的电感分量可防止正向谐振电流IR的快速变化。换句话说,缓冲电感器Lsn可防止正向谐振电流IR的快速增加。

[0167] 利用防止正向谐振电流IR的快速增加的缓冲电感器Lsn,可防止在第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中流动的正向谐振电流IR的快速增加,并且可防止第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的电压的快速增加。

[0168] 由于第二缓冲电容器Csn2的一端连接至第二整流二极管D2的第二寄生电容器Cd2,所以也可防止第二寄生电容器Cd2的电压的快速增加。

[0169] 如图12所示,当第二整流二极管D2正在阻断次级线圈L2的正向电流IL2时,可从第二整流二极管D2的第二寄生电容器Cd2输出反向谐振电流-IR。由于反向谐振电流-IR,所以可减小第二寄生电容器Cd2的电压。

[0170] 在这种情况下,反向谐振电流-IR不仅可从第二寄生电容器Cd2输出,而且可从缓冲电路260输出。当正在输出反向谐振电流-IR时,第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可通过第一缓冲二极管Dsn1和第三缓冲二极管Dsn3并联连接。通过第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的并联连接,可从第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中的每一个输出反向谐振电流-IR。可通过反向谐振电流-IR使第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2放电,并且可减小电压。

[0171] 反向谐振电流-IR可流经缓冲电感器Lsn。缓冲电感器Lsn的电感分量可防止反向谐振电流-IR的快速变化。换句话说,缓冲电感器Lsn可防止反向谐振电流-IR快速增加。

[0172] 利用防止反向谐振电流-IR的快速增加的缓冲电感器Lsn,可防止在第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2中流动的反向谐振电流的快速增加,并且可防止第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的电压的快速减小。

[0173] 由于第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2的端部连接至第二整流二极管D2的第二寄生电容器Cd2,所以也可防止第二寄生电容器Cd2的电压的快速减小。

[0174] 因此,利用缓冲电路260,可抑制第二寄生电容器Cd2的电压的快速增加和减小,并且可减少要施加至第二整流二极管D2的电压的变化。

[0175] 换句话说,施加至第二整流二极管D2的谐振电压的大小可减小,并且施加至第二整流二极管D2的电压的振铃大小可减小。此外,可防止过电压施加至第二整流二极管D2。

[0176] 缓冲电路260可减小不仅施加至第二整流二极管D2,而且施加至第一整流二极管D1的谐振电压的大小,并且可减小施加至第一整流二极管D1的电压的振铃大小。此外,可防止过电压施加至第一整流二极管D1。

[0177] 如图13中的(a)所示,由于漏电感器L3与第一寄生电容器Cd1之间的谐振,所以施加至第一整流二极管D1的电压可振荡。然而,缓冲电路260可帮助第一整流二极管D1的电压的振荡幅度的显著减小,并且谐振电压的振荡可防止过电压施加至第一整流二极管D1。

[0178] 如图13中的(b)所示,由于漏电感器L3与第一寄生电容器Cd1之间的谐振,所以施加至第二整流二极管D2的电压可振荡,并且缓冲电路260可帮助第二整流二极管D2的电压的振荡幅度的显著减小。结果,谐振电压的振荡可防止过电压施加至第二整流二极管D2。

[0179] 此外,由于第一整流二极管D1和第二整流二极管D2中的振铃效应减小,所以从DC-DC变换器100输出的输出电压 V_{out} 也可具有减小的纹波,如图13中的(c)所示。

[0180] 到此为止已经描述了PSFB变换器。

[0181] 然而,DC-DC变换器不限于相移全桥变换器,而可包括各种类型的DC-DC变换器。

[0182] 图14是根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例。

[0183] 如图14所示,DC-DC变换器300可包括变压器320、驱动电路330、整流电路340、输出电路350、电感/电容缓冲电路360和控制器310。

[0184] 变压器320可包括输入侧的初级线圈L1、输出侧的次级线圈L2和用于将磁场从初级线圈L1传递至次级线圈L2的铁芯。与图5所示的变压器120相反,变压器320不包括中心抽头CT。

[0185] 次级线圈L2可输出与初级线圈L1的输入电压成比例的电压。具体地,次级线圈L2的输出电压与初级线圈L1的输入电压的比率可与次级线圈L2的匝数 N_2 与初级线圈L1的匝数 N_1 的比率成比例。换句话说,可通过初级线圈L1的输入电压和匝数比 N_2/N_1 的乘积来计算次级线圈L2的输出电压。

[0186] 变压器320还可包括漏电感器L3和磁化电感器L4。

[0187] 驱动电路330可包括驱动开关Q1、复位电容器 C_r 和复位开关Q2。

[0188] 驱动开关Q1可与变压器320的初级线圈L1串联连接,并且可进行电流控制,使得AC电流输入至初级线圈L1。具体地,驱动开关Q1可通过或阻断从第一电池B1输出的DC电流,使得AC电流输入至变压器320。换句话说,驱动开关Q1可以高速度重复通过和阻断从第一电池B1至变压器320的电流。

[0189] 驱动开关Q1可包括用于保护驱动开关Q1免于反向电压的第一续流二极管 D_{q1} 。

[0190] 复位电容器 C_r 和复位开关Q1可彼此串联连接,其可与变压器320并联连接。

[0191] 复位电容器 C_r 可发射存储在变压器320的磁化电感器L4中的磁能。根据累积的磁能,磁化电感器L4可产生电流,复位电容器 C_r 可将磁化电感器L4的电流存储为电能。

[0192] 复位开关Q2可控制电流以发射磁化电感器L4中累积的磁能。换句话说,根据复位开关Q2的操作,存储在变压器320的磁化电感器L4中的磁能可发射至复位电容器 C_r ,或者可防止磁能的发射。

[0193] 复位开关Q2可包括第二续流二极管 D_{q2} 以保护复位开关Q2免于反向电压。

[0194] 控制器310可包括存储器和处理器,并且可输出驱动信号以交替打开/闭合驱动开关Q1和复位开关Q2。

[0195] 整流电路340可包括第一整流二极管D1和第二整流二极管D2。

[0196] 第一整流二极管D1和第二整流二极管D2可连接至变压器320的次级线圈L2的任一端。具体地,第一整流二极管D1的阳极可连接至初级线圈L2的一端,并且第二整流二极管D2的阳极可连接至次级线圈L2的另一端。第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的阴极可连接至输出电路350。

[0197] 第一整流二极管D1可将从变压器320的次级线圈L2输出的AC电压和AC电流转换为DC电压和DC电流。具体地,第一整流二极管D1可使从次级线圈L2输出的正向电流通过并阻断反向电流。

[0198] 第二整流二极管D2可阻断从次级线圈L2输出的正向电流并且使由输出电路350中

包括的输出电感器 L_o 引起的电流通过。

[0199] 由于结构特征,所以第一整流二极管D1和第二整流二极管D2可分别包括第一寄生电容器 C_{d1} 和第二寄生电容器 C_{d2} ,并且第一寄生电容器 C_{d1} 和第二寄生电容器 C_{d2} 可分别与第一整流二极管D1和第二整流二极管D2并联连接。

[0200] 输出电路350可包括输出电感器 L_o 和输出电容器 C_o ,其可与图5的输出电路150相同。

[0201] 缓冲电路360可抑制要施加至第二整流二极管D2的过电压。当第二整流二极管D2正在阻断从次级线圈 L_2 输出的正向电流时,从输出电路350输出的输出电压 V_o 和来自变压器320的漏电感器 L_3 与第二寄生电容器 C_{d2} 之间的谐振的谐振电压可施加至第二整流二极管D2。谐振电压可能损坏第二整流二极管D2。

[0202] 缓冲电路360可抑制要施加至第二整流二极管D2的谐振电压。

[0203] 缓冲电路360可与第二整流二极管D2并联连接。具体地,缓冲电路360的一端可连接至第二整流二极管D2的阴极,并且缓冲电路360的另一端可连接至第二整流二极管D2的阳极。

[0204] 缓冲电路360可包括第一缓冲二极管 D_{sn1} 、第二缓冲二极管 D_{sn2} 和第三缓冲二极管 D_{sn3} (例如,第一至第三缓冲二极管 D_{sn1} 至 D_{sn3})、第一缓冲电容器 C_{sn1} 和第二缓冲电容器 C_{sn2} 以及缓冲电感器 L_{sn} 。

[0205] 第一至第三缓冲二极管 D_{sn1} 至 D_{sn3} 顺序串联连接在第二整流二极管D2的阴极与阳极之间,并且缓冲电感器 L_{sn} 可与第三缓冲二极管 D_{sn3} 串联连接。

[0206] 第一缓冲电容器 C_{sn1} 和第二缓冲电容器 C_{sn2} 可各自与第一至第三缓冲二极管 D_{sn1} 至 D_{sn3} 中的一些并联连接。具体地,第一缓冲电容器 C_{sn1} 可与第一缓冲二极管 D_{sn1} 和第二缓冲二极管 D_{sn2} 并联连接,并且第二缓冲电容器 C_{sn2} 可与第二缓冲二极管 D_{sn2} 和第三缓冲二极管 D_{sn3} 并联连接。

[0207] 缓冲电路360可防止要施加至第二整流二极管D2的电压的快速变化和/或要供应至第二整流二极管D2的第二寄生电容器 C_{d2} 的电流的快速变化。第一缓冲电容器 C_{sn1} 和第二缓冲电容器 C_{sn2} 可防止施加至第二整流二极管D2的电压的快速变化,并且缓冲电感器 L_{sn} 可防止在第二寄生电容器 C_{d2} 中流动的电流的快速变化。

[0208] 因此,通过防止要施加至第二整流二极管D2的电压的快速变化,缓冲电路360可防止过电压施加至第二整流二极管D2。

[0209] 缓冲电路360可包括例如电感器、电容器、二极管等的无耗元件,并且可不包括例如电阻器的有耗元件。结果,缓冲电路360可在操作时几乎不消耗功率。

[0210] 图15是根据本发明的实施例的DC-DC变换器的另一示例。

[0211] 如图15所示,DC-DC变换器400可包括变压器420、驱动电路430、整流电路440、输出电路450、电感/电容缓冲电路460和控制器410。

[0212] 变压器420可与图5所示的变压器120相同。

[0213] 驱动电路430和控制器410可与图14所示的驱动电路330和控制器310相同。

[0214] 整流电路440和输出电路450可与图5所示的整流电路140和输出电路150相同。

[0215] 具体地,整流电路440可包括第一整流二极管D1和第二整流二极管D2。

[0216] 第一整流二极管D1可阻断从次级线圈 L_2 输出的反向电流,并且当第一整流二极管

D1正在阻断反向电流时,从输出电路350输出的输出电压 V_o 和来自变压器320的漏电感器L3与第一寄生电容器Cd1之间的谐振的谐振电压可施加至第一整流二极管D1。谐振电压可能损坏第一整流二极管D1。

[0217] 第二整流二极管D2可阻断从次级线圈L2输出的正向电流,并且当第二整流二极管D2正在阻断正向电流时,从输出电路350输出的输出电压 V_o 和来自变压器320的漏电感器L3与第二寄生电容器Cd2之间的谐振的谐振电压可施加至第二整流二极管D2。谐振电压可能损坏第二整流二极管D2。

[0218] 缓冲电路460可抑制要施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的谐振电压。

[0219] 缓冲电路460可与第一整流二极管和第二整流二极管D2并联连接。具体地,缓冲电路460的一端可连接至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的阴极,并且缓冲电路460的另一端可连接至变压器420的中心抽头CT。

[0220] 缓冲电路460可包括第一缓冲二极管Dsn1、第二缓冲二极管Dsn2和第三缓冲二极管Dsn3(例如,第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3)、第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2以及缓冲电感器Lsn。

[0221] 第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3顺序串联连接在第二整流二极管D2的阴极与阳极之间,并且缓冲电感器Lsn可与第三缓冲二极管Dsn3串联连接。

[0222] 第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可各自与第一至第三缓冲二极管Dsn1至Dsn3中的一些并联连接。具体地,第一缓冲电容器Csn1可与第一缓冲二极管Dsn1和第二缓冲二极管Dsn2并联连接,并且第二缓冲电容器Csn2可与第二缓冲二极管Dsn2和第三缓冲二极管Dsn3并联连接。

[0223] 缓冲电路460可防止要施加至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的电压的快速变化和/或要供应至第一整流二极管D1和第二整流二极管D2的第一寄生电容器Cd1和第二寄生电容器Cd2的电流的快速变化。第一缓冲电容器Csn1和第二缓冲电容器Csn2可防止要施加至第一整流二极管D1或第二整流二极管D2的电压的快速变化,并且缓冲电感器Lsn可防止在第一寄生电容器Cd1或第二寄生电容器Cd2中流动的电流的快速变化。

[0224] 因此,通过防止施加至第一整流二极管D1或第二整流二极管D2的电压的快速变化,缓冲电路460可防止过电流施加至第一整流二极管D1或第二整流二极管D2。

[0225] 缓冲电路460可包括例如电感器、电容器、二极管等的无耗元件,并且可不包括例如电阻器的有耗元件。结果,缓冲电路460可在操作时几乎不消耗功率。

[0226] 根据本发明的实施例,可提供能够防止损坏设备和具有DC-DC变换器的车辆的直流(DC)-DC变换器。

[0227] 上面已经描述了本发明的实施例。在上述实施例中,一些组件可实施为“模块”。这里,术语“模块”提供但不限于进行某些任务的软件和/或硬件组件,例如现场可编程门阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC)。模块可配置为存在于可寻址存储介质上,并且可配置为在一个或多个处理器上执行。

[0228] 因此,模块可例如包括组件(例如软件组件、面向对象的软件组件、类组件和任务组件)、进程、功能、属性、过程、子程序、程序代码段、驱动器、固件、微代码、电路、数据、数据库、数据结构、表、数组和变量。组件和模块中提供的操作可组合为更少的组件和模块,或者

进一步分为附加的组件和模块。另外,组件和模块可实施为使得组件和模块在设备上执行一个或多个CPU。

[0229] 因此,除了上述实施例之外,实施例还可通过介质(例如,计算机可读介质)中/上的计算机可读代码/指令来实施,以控制至少一个处理元件来实施任何上述实施例。介质可对应于允许存储和/或传输计算机可读代码的任何介质/媒介。

[0230] 计算机可读代码可记录在介质上或通过因特网传输。介质可包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、光盘只读存储器(CD-ROM)、磁带、软盘和光记录介质。而且,介质可为非暂时性计算机可读介质。媒介也可分为分布式网络,使得计算机可读代码以分布式方式存储或传送和执行。另外,仅作为示例,处理元件可包括至少一个处理器或至少一个计算机处理器,并且处理元件可分布和/或包括在单个设备中。

[0231] 虽然已经相对于有限数量的实施例描述了各种实施例,但是受益于本发明的本领域技术人员将理解,可得出不偏离本文所公开的范围的其它实施例。因此,范围应仅由所附权利要求限定。

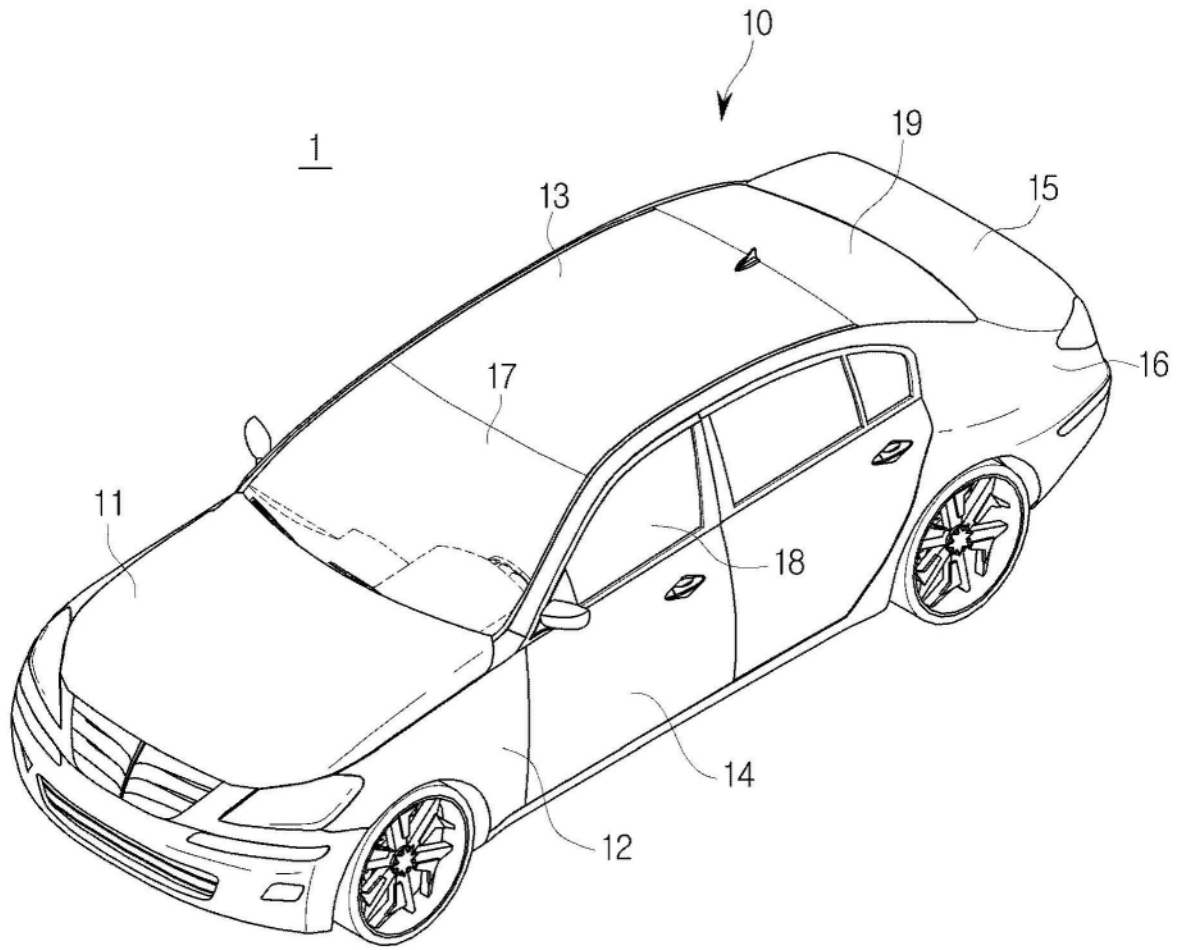


图1

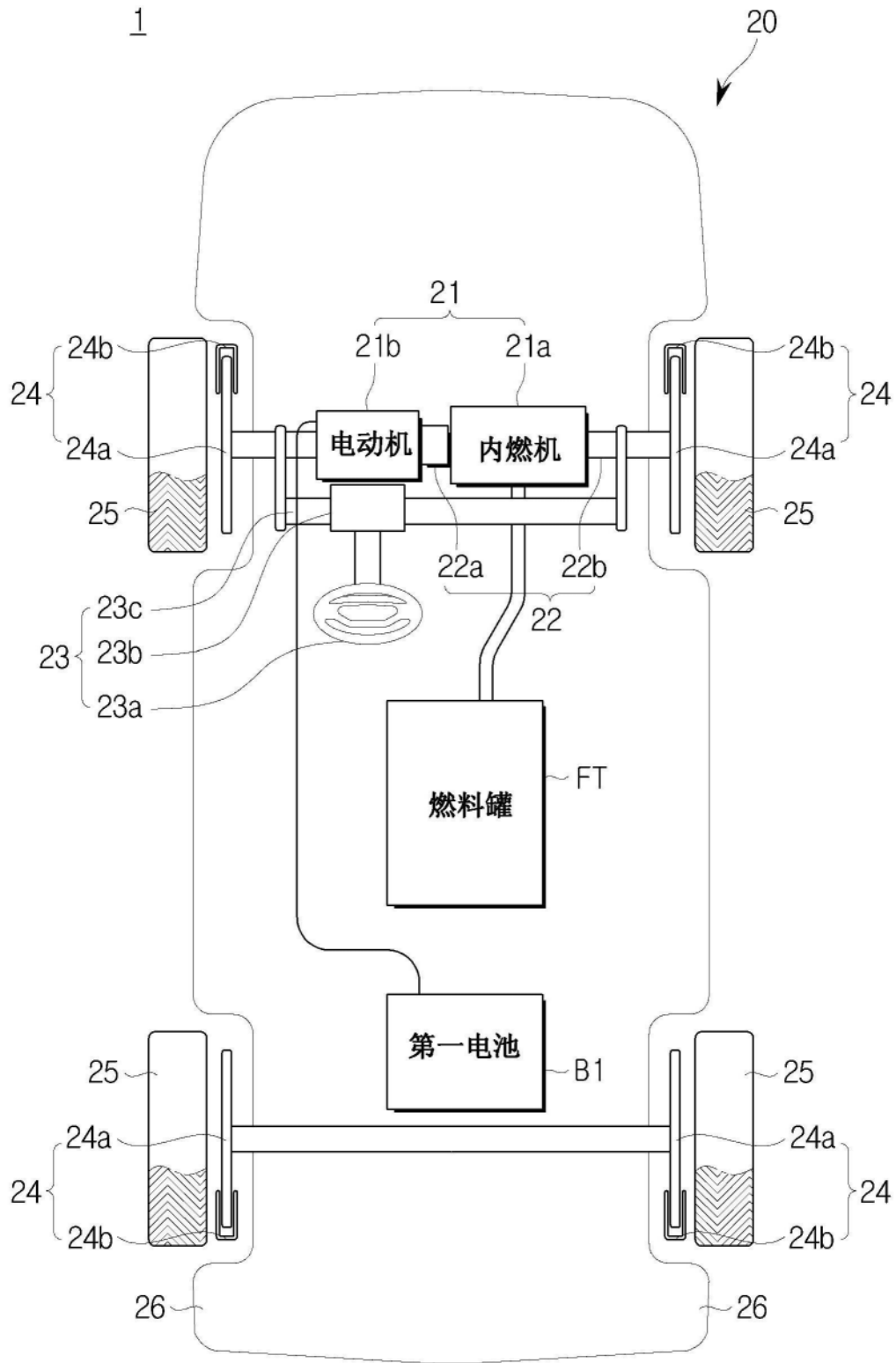


图2

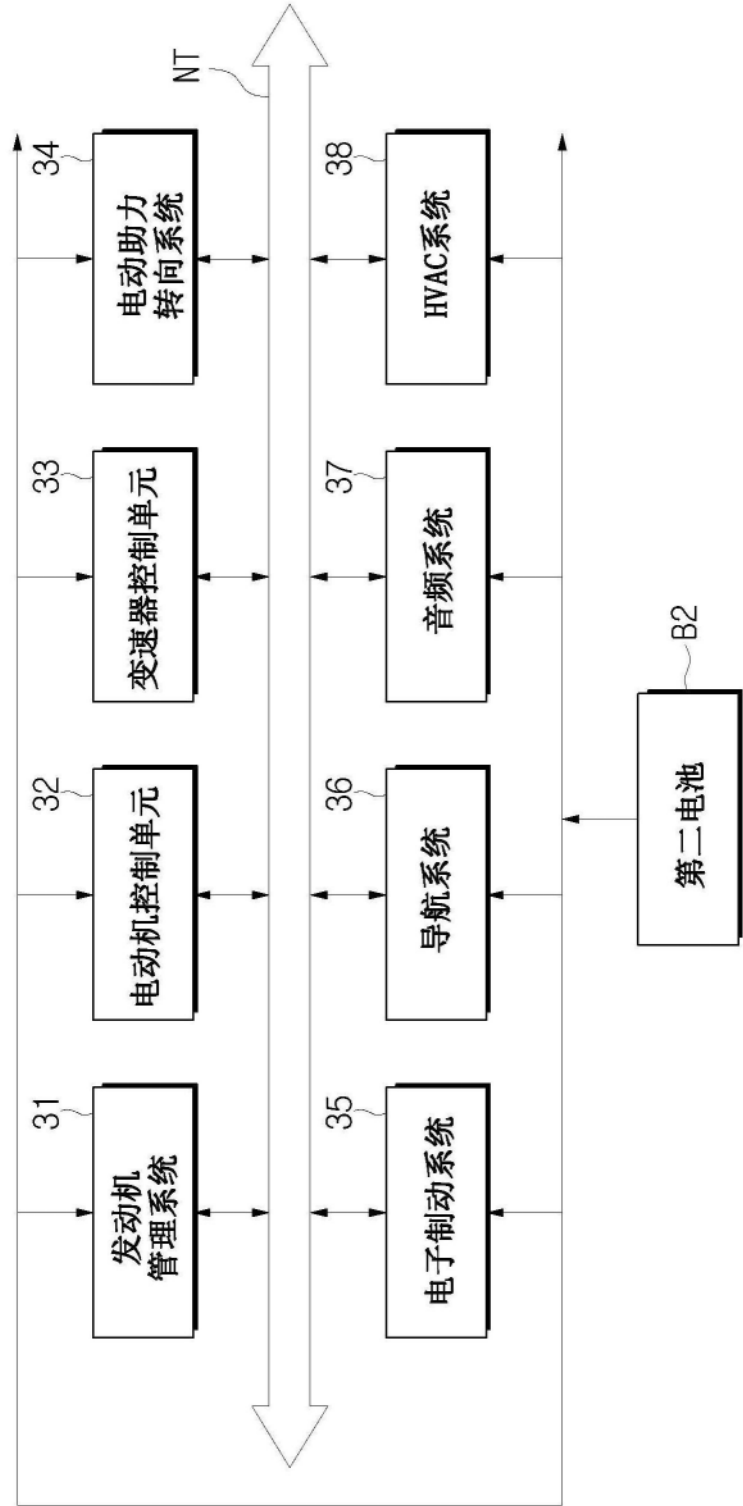


图3

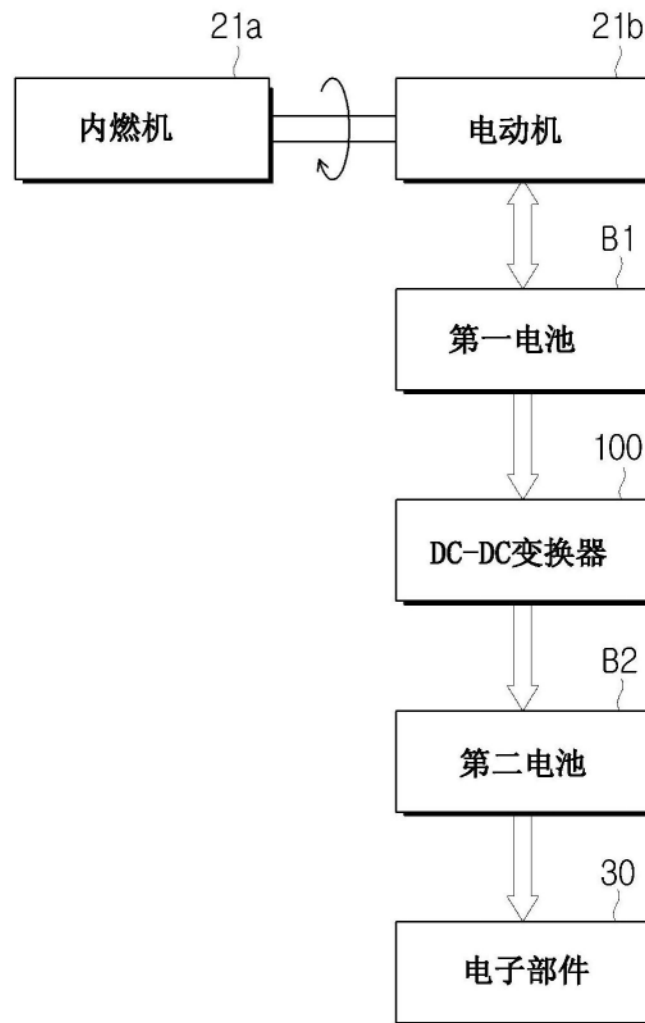


图4

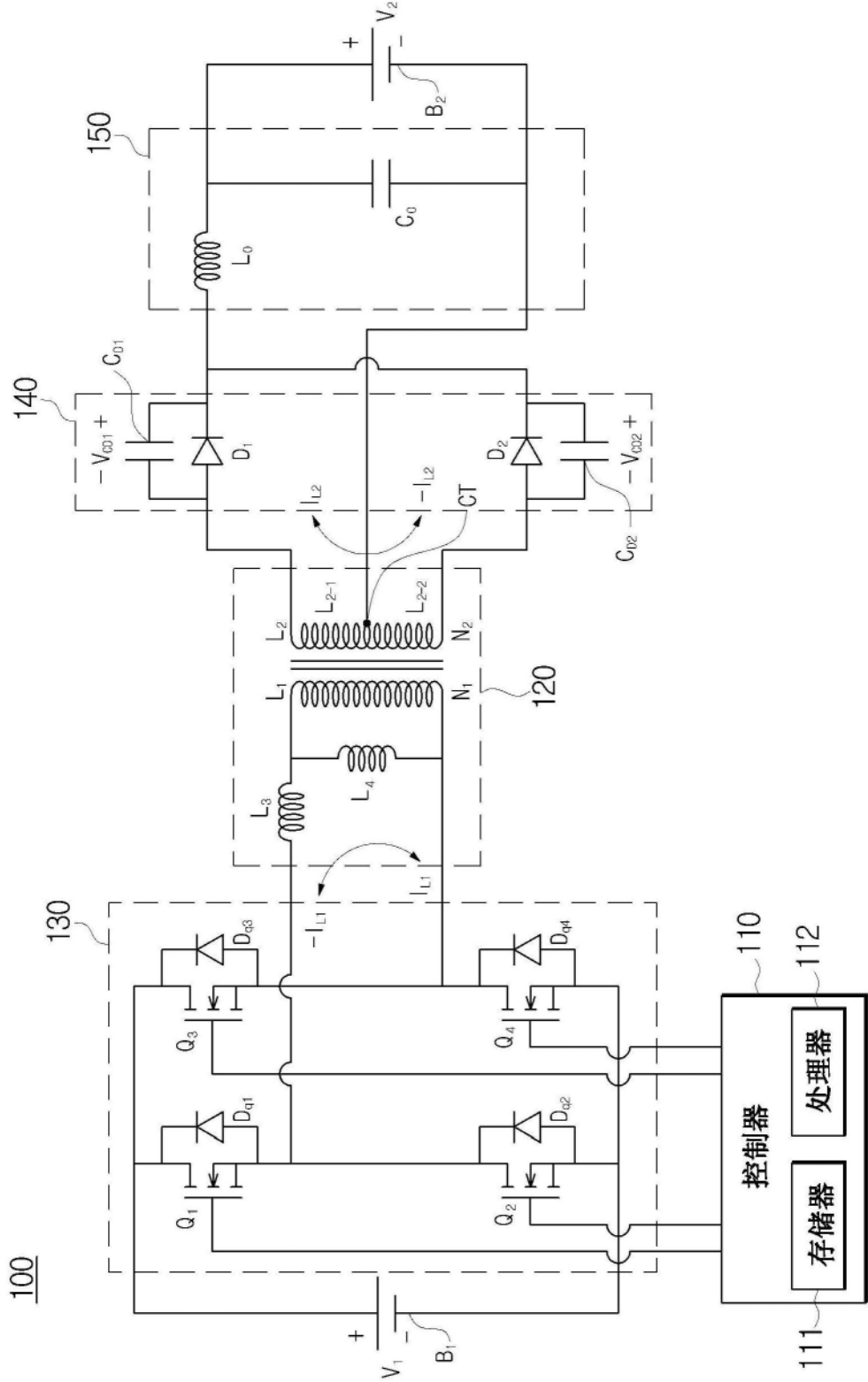


图5

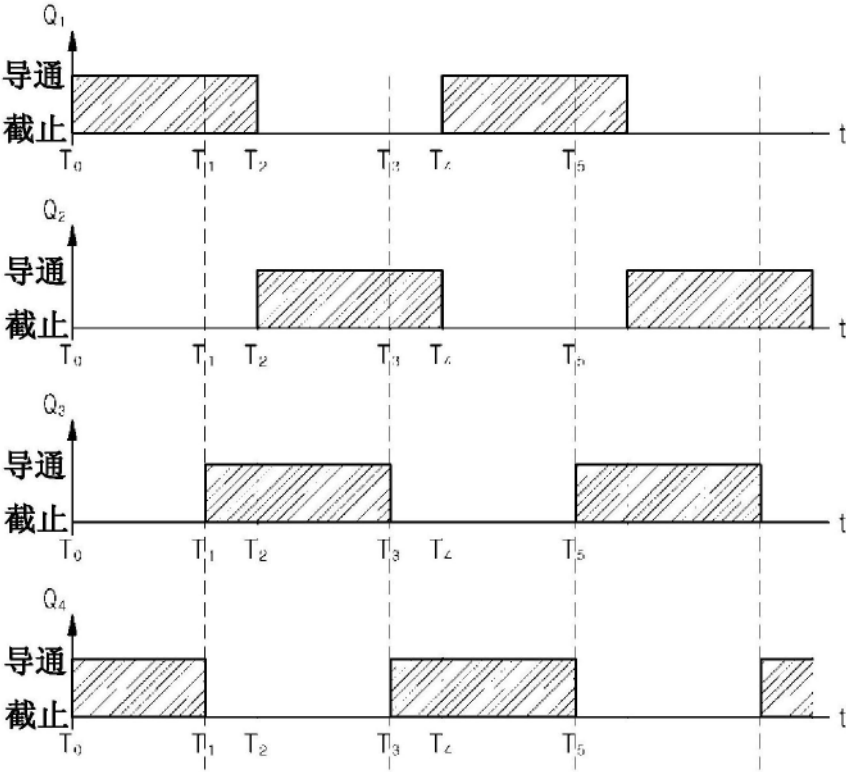


图6

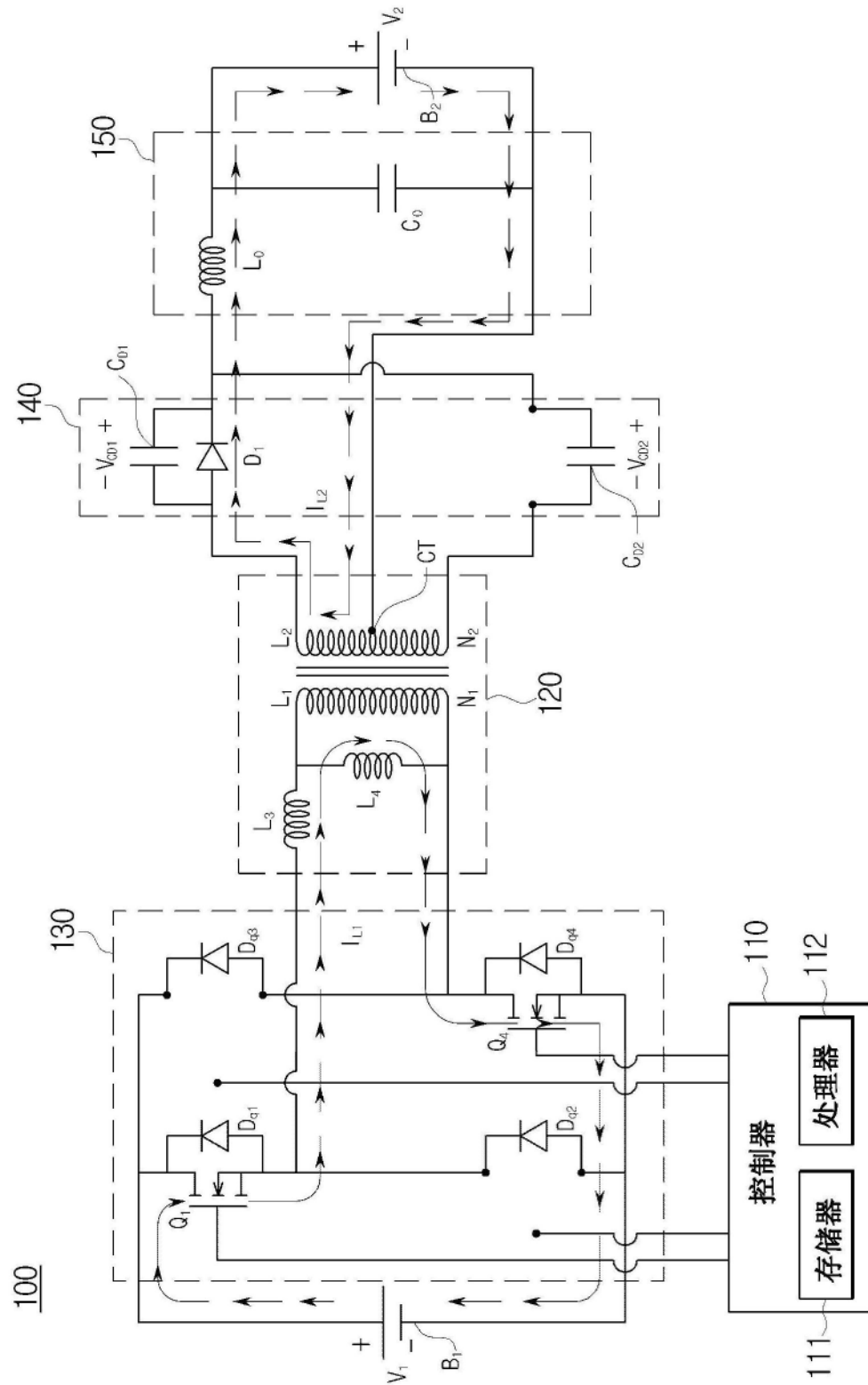


图7

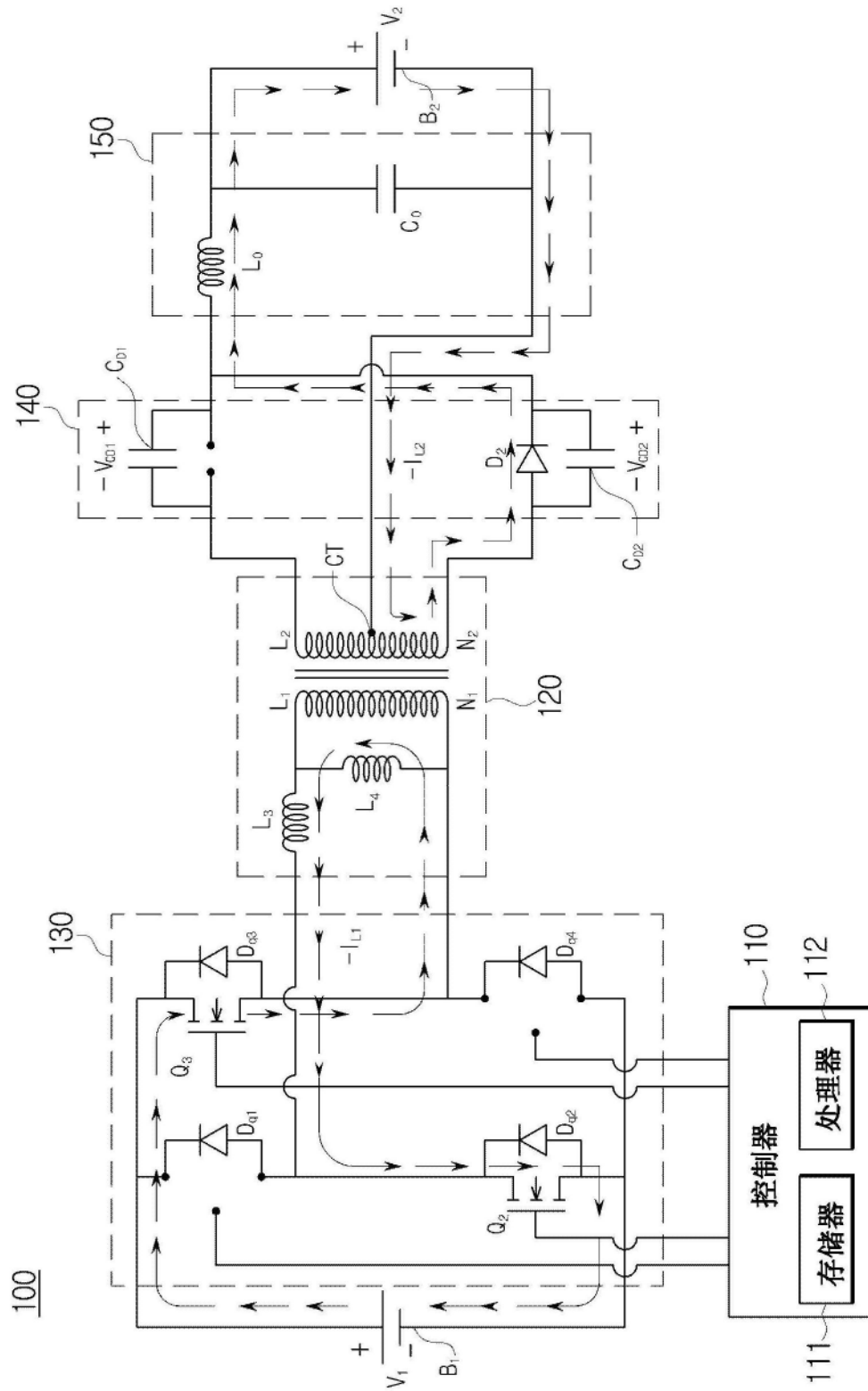


图8

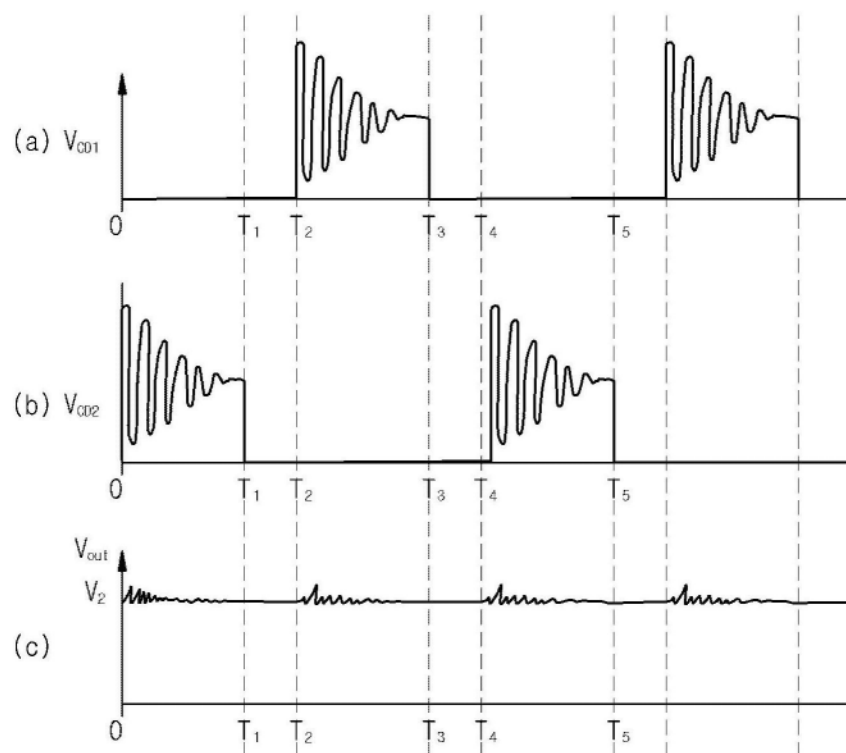


图9

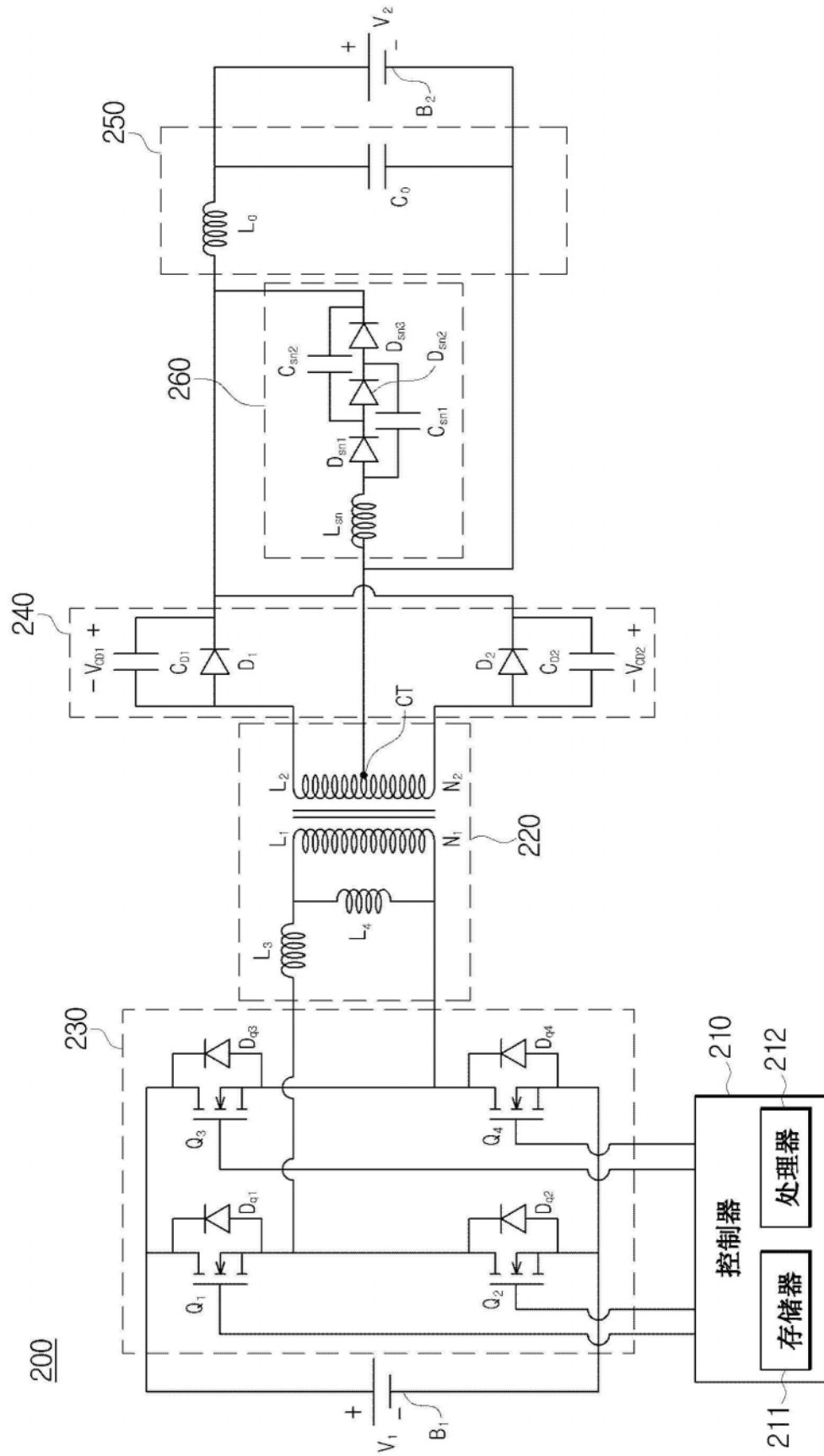


图10

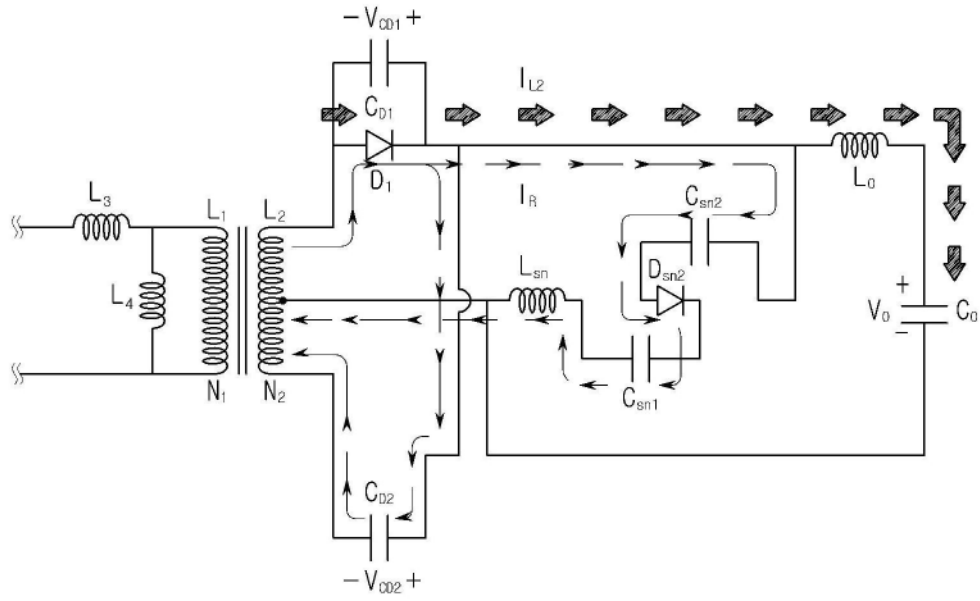


图11

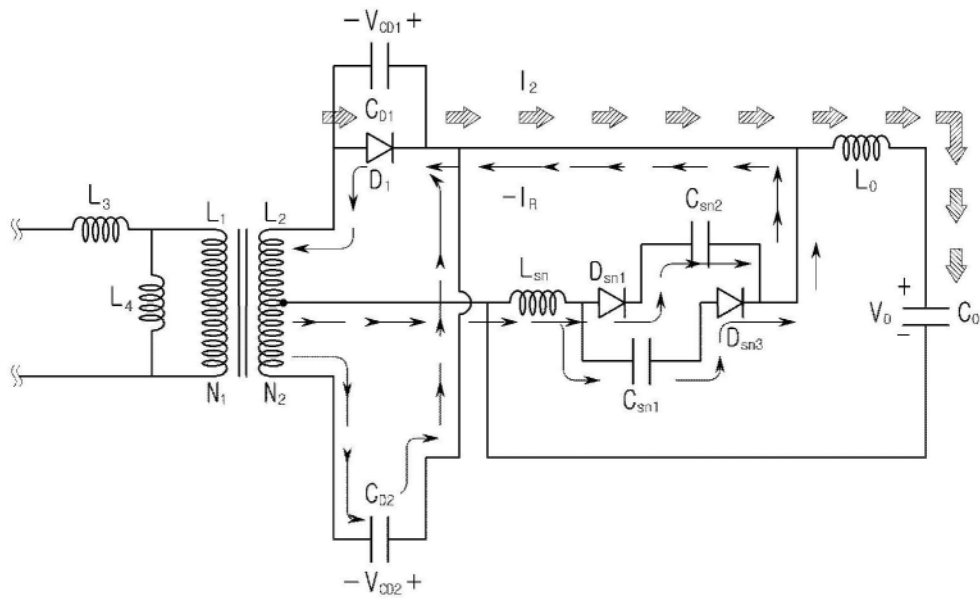


图12

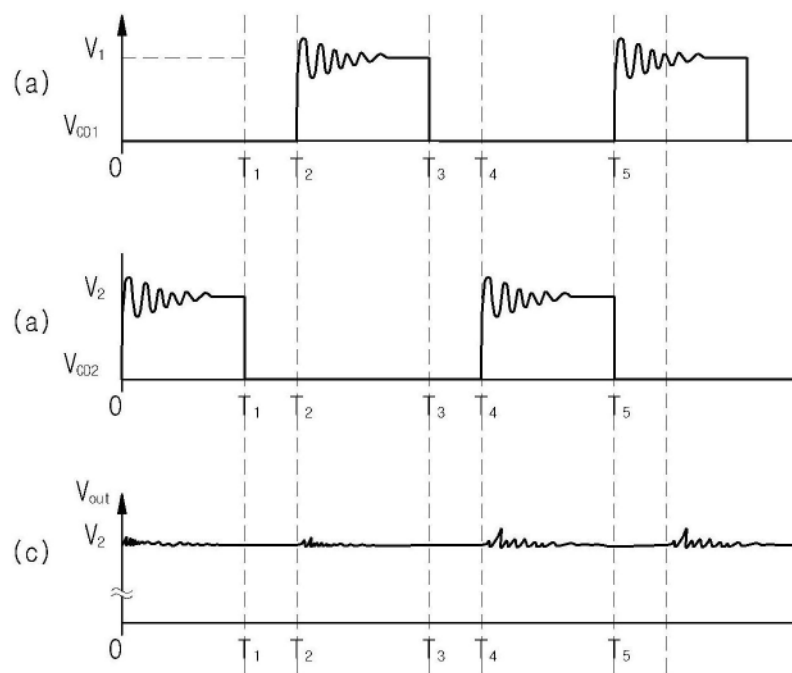


图13

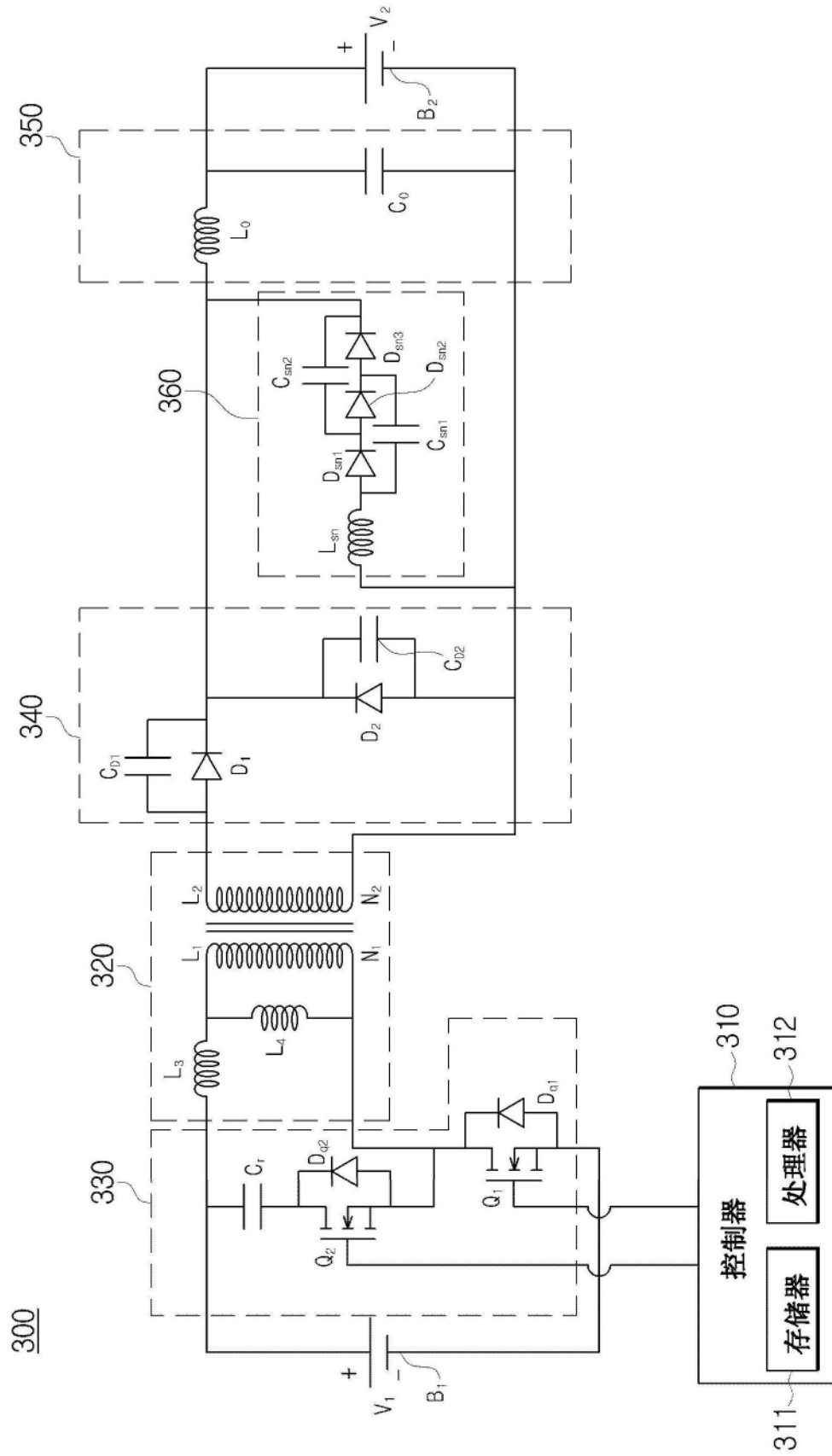


图14

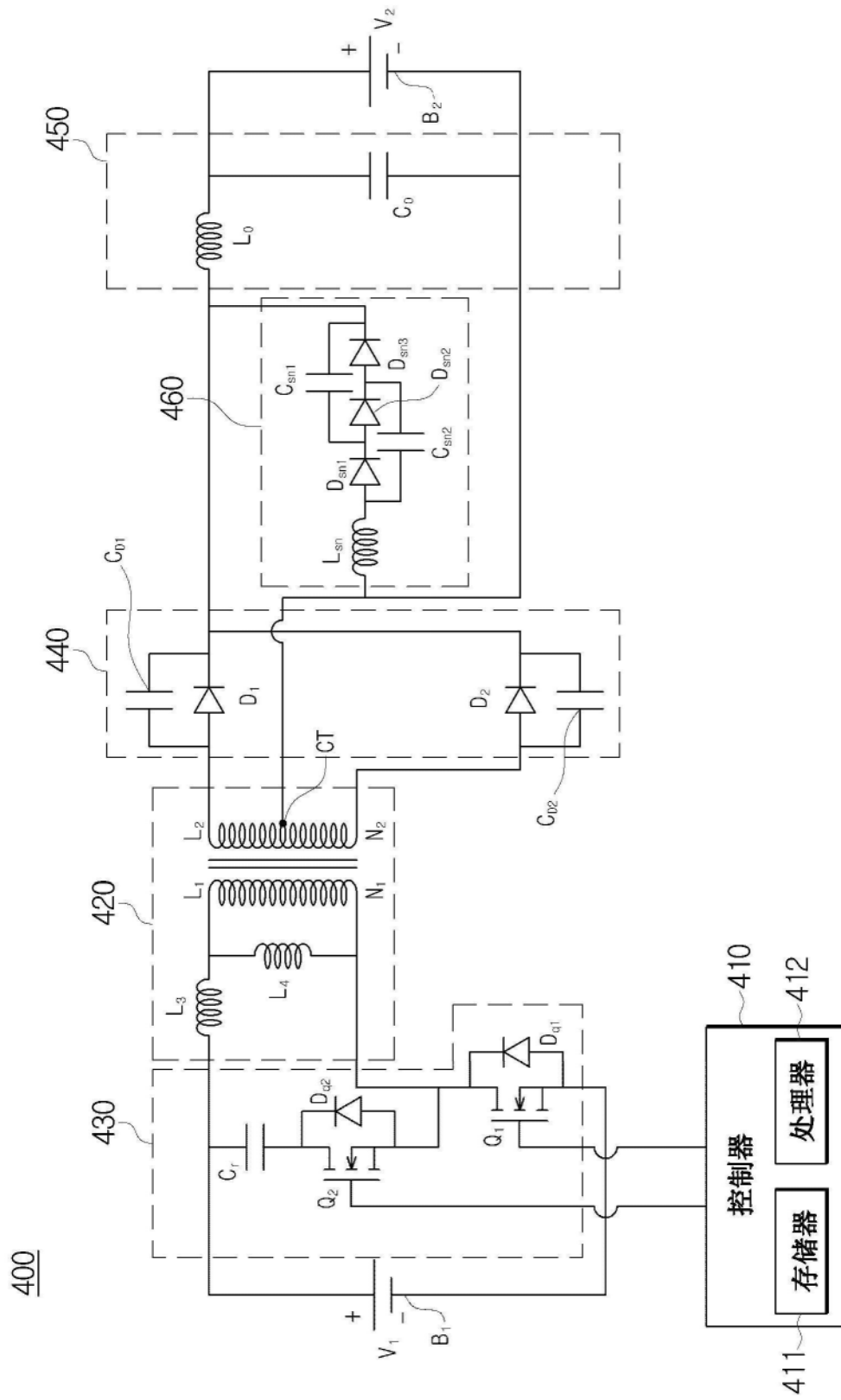


图15