



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102214644 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201110051644. X

CN 1242604 A, 2000. 01. 26,

(22) 申请日 2011. 02. 22

CN 1333566 A, 2002. 01. 30,

(30) 优先权数据

US 6838925 B1, 2005. 01. 04,

2010-087471 2010. 04. 06 JP

审查员 温菊红

(73) 专利权人 富士电机株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 泷泽聪毅 谷津诚

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 张欣

(51) Int. Cl.

H01L 25/07(2006. 01)

H01L 25/16(2006. 01)

H02M 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1173068 A, 1998. 02. 11,

JP 特开 2008-193779 A, 2008. 08. 21,

CN 101199106 A, 2008. 06. 11,

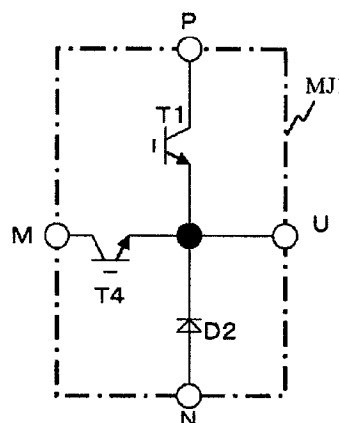
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

功率半导体器件及使用该器件的功率转换系统

(57) 摘要

对于已知模块而言, 由于导线电感的存在, IGBT 截止时的峰值电压值比直流电压高出浪涌电压的量, 换言之具有高额定电压的元件是必要的。具有高额定电压的芯片导致模块和应用该芯片的设备的尺寸增大以及成本增加。第一 IGBT、其阴极连接到第一 IGBT 发射极的二极管、具有反向阻断电压的第二 IGBT 容纳于一个封装中, 其中第二 IGBT 的发射极连接到第一 IGBT 的发射极。



1. 一种应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的功率半导体模块,其特征在于,

第一 IGBT、其阴极连接到所述第一 IGBT 的发射极的二极管、以及具有反向阻断电压的第二 IGBT 容纳于一个封装中,其中所述第二 IGBT 的发射极连接到所述第一 IGBT 的发射极,且所述第一 IGBT 的集电极、所述第二 IGBT 的集电极、所述第一 IGBT 的发射极与所述第二 IGBT 的发射极的连接点、以及所述二极管的阳极均为外部端子。

2. 如权利要求 1 所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述第一 IGBT 的所述集电极是连接到直流电源的正电极的端子 P,所述第二 IGBT 的所述集电极是连接到所述直流电源的中间点的端子 M,所述第一 IGBT 的所述发射极与所述第二 IGBT 的所述发射极的所述连接点是输出端子 U,所述二极管的所述阳极是连接到所述直流电源的负电极的端子 N,且端子阵列以线性形式按照所述端子 P、所述端子 M、所述端子 N 以及所述端子 U 的顺序放置。

3. 一种应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的功率半导体模块,其特征在于,

第一 IGBT、其阳极连接到所述第一 IGBT 的集电极的二极管、以及具有反向阻断电压的第二 IGBT 容纳于一个封装中,其中所述第二 IGBT 的集电极连接到所述第一 IGBT 的集电极,且所述第一 IGBT 的发射极、所述第二 IGBT 的发射极、所述第一 IGBT 的集电极与所述第二 IGBT 的集电极的连接点、以及所述二极管的阴极均为外部端子。

4. 如权利要求 3 所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述第一 IGBT 的所述发射极是连接到直流电源的负电极的端子 N,所述第二 IGBT 的所述发射极是连接到所述直流电源的中间点的端子 M,所述第一 IGBT 的所述集电极与所述第二 IGBT 的所述集电极的所述连接点是输出端子 U,所述二极管的所述阴极是连接到所述直流电源的正电极的端子 P,且端子阵列以线性形式按照所述端子 P、所述端子 M、所述端子 N 以及所述端子 U 的顺序放置。

5. 一种应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的功率半导体模块,其特征在于,

第一 IGBT、其阴极连接到所述第一 IGBT 的发射极的第一二极管、以及第二二极管和第二 IGBT 的串联电路容纳于一个封装中,其中所述串联电路的一端连接到所述第一 IGBT 的发射极,所述第一 IGBT 的发射极与所述第二 IGBT 的发射极相连,且所述第一 IGBT 的集电极、所述串联电路的另一端、所述第一 IGBT 的发射极与所述串联电路的所述一端的连接点、以及所述第一二极管的阳极均为外部端子。

6. 如权利要求 5 所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述第一 IGBT 的所述集电极是连接到直流电源的正电极的端子 P,所述串联电路的另一端是连接到所述直流电源的中间点的端子 M,所述第一 IGBT 的所述发射极和所述串联电路的所述一端的所述连接点是输出端子 U,所述第一二极管的所述阳极是连接到所述直流电源的负电极的端子 N,且端子阵列以线性形式按照所述端子 P、所述端子 M、所述端子 N 以及所述端子 U 的顺序放置。

7. 一种应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的功率半导体模块,其特征在于,

第一 IGBT、其阳极连接到所述第一 IGBT 的集电极的第一二极管、以及第二二极管和第二 IGBT 的串联电路容纳于一个封装中,其中所述串联电路的一端连接到所述第一 IGBT 的集电极,所述第一 IGBT 的集电极与所述第二二极管的阳极相连,且所述第一 IGBT 的发射极、所述串联电路的另一端、所述第一 IGBT 的集电极与所述串联电路的连接点、以及所述第一二极管的阴极均为外部端子。

8. 如权利要求 7 所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述第一 IGBT 的所述发射极是连接到直流电源的负电极的端子 N,所述串联电路的另一端是连接到所述直流电源的中间点的端子 M,所述第一 IGBT 的所述集电极与所述串联电路的所述一端的所述连接点是输出端子 U,所述第一二极管的所述阴极是连接到所述直流电源的正电极的端子 P,且端子阵列以线性形式按照所述端子 P、所述端子 M、所述端子 N 以及所述端子 U 的顺序放置。

9. 一种功率转换系统,其特征在于,

通过使如权利要求 2 所述的功率半导体模块和如权利要求 4 所述的功率半导体模块相邻地放置,由此使这两个功率半导体模块的所述端子阵列相互平行。

10. 一种功率转换系统,其特征在于,

通过使如权利要求 6 所述的功率半导体模块和如权利要求 8 所述的功率半导体模块相邻地放置,由此使这两个功率半导体模块的所述端子阵列相互平行。

功率半导体器件及使用该器件的功率转换系统

技术领域

[0001] 本发明涉及应用于具有三个或更多个电平的多电平功率转换系统的功率半导体模块,且涉及应用该模块的功率转换系统。

背景技术

[0002] 图 11 示出三电平逆变器的电路示例,其为将直流转换成交流的功率转换电路。在其中 C1 和 C2 串联连接(可使用大电容电容器来替代)的直流电源中,正侧电位为 C_p ,负侧电位为 C_n ,以及中间点电位为 C_m (C_{m1} 和 C_{m2})。通常,从交流电源系统配置直流电源时,可以通过应用整流器、大电容电解电容器等来配置。

[0003] 附图标记 3 和 4 是连接到正侧电位 C_p 的上臂的 IGBT 和二极管,附图标记 5 和 6 是连接到负侧电位 C_n 的下臂的 IGBT 和二极管,且上臂与下臂串联连接,从而配置一个相臂。三相电路由三个相臂来配置。此外,附图标记 7、8、9 和 10 是配置连接在直流电源中间点电位 C_m (C_{m1} 和 C_{m2}) 和交流输出端子 11 之间的双向开关的元件,其中 7 和 8 是 IGBT,9 和 10 是二极管。图 11 中的双向开关具有的配置为反并联连接有二极管的 IGBT 之间反串联连接,并应用到各相中。在图中,IGBT 7 和 IGBT 8 用共发射极反串联连接,但是还可用共集电极配置来实现该开关,或者如图 13B 所示,用具有反向阻断电压的 IGBT 12 和 IGBT 13 反并联连接的配置来实现该开关。

[0004] L_o 是滤波电抗器,且 2 是系统的负载。通过采用该电路配置,能够向输出端子 11 输出直流电源正侧电位 C_p 、负侧电位 C_n 以及中间点电位 C_m 。即,该电路是输出三个电压波形电平的三电平逆变器电路。图 12 示出输出电压(V_{out})波形的示例。其特性为与具有两电平的逆变器相比具有较少低阶谐波分量(接近正弦波),可缩小输出滤波电抗器 L_o 。

[0005] 另外,图 14 示出由 PWM 转换器(CONV)和 PWM 逆变器(INV)配置的双转换器型功率转换系统,其中 PWM 转换器将交流转换成直流,PWM 逆变器将直流转换成交流。该配置如下,以三相交流电源 1 作输入,由输入滤波电抗器 L_i 、三相三电平 PWM 转换器 CONV、串联连接的大电容电容器 C1 和 C2、三相三电平 PWM 逆变器 INV 以及输出滤波器 L_o 生成稳定交流电压;并向负载 2 供给交流功率。

[0006] 在 JP-A-2008-193779 中示出用专用 IGBT 模块配置三电平转换器(转换器或逆变器)的情形的示例。图 15B 示出该模块的外部结构视图,且图 15A 示出内部电路示例。附图标记 24、25、26 和 27 分别为连接到电位 C_p 的端子 P、连接到电位 C_m 的端子 M、连接到电位 C_n 的端子 N、以及交流输出端子 U。可通过使用三个该模块配置三相逆变器,且寻求更大容量时,可通过并联连接该模块来实现。

[0007] 图 16 示出聚焦于图 15A 和 15B 的模块的内部导线电感器(L_1 至 L_5)来描述的等效电路。各电感器主要由在模块输出端子与半导体芯片之间以及半导体芯片之间的导线来形成。因为各导线通常为大致数厘米,各电感值约为 10nH。

[0008] 图 17 是用于说明该问题的电路图。图 17 中,当 IGBT T1 在导通状态时,电流 I 沿着用虚线表示的路径(从电容器 C1 穿过电感器 L_1 、IGBT T1、电感器 L_3 至电抗器 L_o 的路

径) 流动。接下来,当 IGBT T1 截止时,预先导通的 IGBT T4 具有连续性,且电抗器 Lo 的电流转移到从电抗器 Lo 穿过电抗器 L2 和 IGBT T4 至电抗器 Lo 的电流路径 28 中。在此时,根据 IGBT 电流变化率 (di/dt) 在电感器 L1、L2、L3 中在图中的箭头方向上瞬间生成电压。

[0009] 其结果为当忽略外部导线的导线电感时,方程 1 中示出的电压最大值施加在 IGBT T1 的集电极和发射极之间。图 18 示出 IGBT T1 截止时的集电极电流 (i_c) 和在集电极和发射极之间的电压 (V_{CE}) 的波形。

[0010] $V_{CE(峰值)} = E_{dp} + (L1 + L2 + L3) \cdot di/dt \dots$ 方程 1

[0011] 浪涌电压 $\Delta V = (L1 + L2 + L3) \cdot di/dt \dots$ 方程 2

[0012] E_{dp} : 直流电源 1 的直流电压

[0013] di/dt : IGBT 截止时的 IGBT 电流变化率

[0014] $L1 + L2 + L3$: 导线电感值

[0015] 作为一示例,IGBT 在百安培级的情况下,因为其 di/dt 是约 $2,000A/\mu s$ 的最大值,当 $L1 + L2 + L3 = 30nH$ 时,根据方程 1,浪涌电压量 $(L1 + L2 + L3) \cdot di/dt$ 为 60V。

[0016] 相应地,归因于 L1、L2、L3、L4 和 L5 的存在,IGBT 截止时施加到 IGBT 的峰值电压值相对于直流电压 E_{dp} 增大方程 2 中的浪涌电压量,即 IGBT 芯片以及与其并联连接的芯片需具有高额定电压。通常,具有高额定电压的芯片的芯片面积大致与额定电压成比例地增大,即模块的尺寸增大,成本增加。

[0017] 尤其,当寻求模块电流的增大(容量的增大)时,模块体积增大,即模块中的导线长度不可避免地增大,其结果为导线电感值也增大。另外,因为开关时 di/dt 大致与电流值成比例地增大,根据方程 2 的浪涌电压 ΔV 相对于模块额定电流的增大成指数地增大。因此,在一个模块中实现容量增大时出现限制。同时,虽然容量增大通常通过并联连接模块来实现,但是必需考虑与用一个模块配置的情况相比时的成本增加以及并联连接之间的电流失衡,换言之存在在设计期间必须减少并联连接的问题。

发明内容

[0018] 为了解决以上所描述的问题,根据本发明的第一方面,对于应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的诸如 IGBT 的功率半导体模块而言,第一 IGBT、其阴极连接到第一 IGBT 的发射极的二极管、以及具有反向阻断电压的第二 IGBT 容纳于一个封装中,其中第二 IGBT 的发射极连接到第一 IGBT 的发射极,且第一 IGBT 的集电极、第二 IGBT 的集电极、第一 IGBT 的发射极与第二 IGBT 的发射极的连接点、以及二极管的阳极均为外部端子。

[0019] 根据本发明的第二方面,对于根据本发明第一方面的功率半导体模块而言,第一 IGBT 的集电极是连接到直流电源的正电极的端子 P,第二 IGBT 的集电极是连接到直流电源的中间点的端子 M,第一 IGBT 的发射极与第二 IGBT 的发射极的连接点是输出端子 U,二极管的阳极是连接到直流电源的负电极的端子 N,且端子阵列以线性形式按照端子 P、端子 M、端子 N 以及端子 U 的顺序放置。

[0020] 根据本发明的第三方面,对于应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的诸如 IGBT 的功率半导体模块而言,第一 IGBT、其阳极连接到第一 IGBT 的集电极的二极管、以及具有反向阻断电压的第二 IGBT 容纳于一个封装中,其中第二 IGBT 的集电极

连接到第一 IGBT 的集电极,且第一 IGBT 的发射极、第二 IGBT 的发射极、第一 IGBT 的集电极与第二 IGBT 的集电极的连接点、以及二极管的阴极均为外部端子。

[0021] 根据本发明的第四方面,对于根据本发明第三方面的功率半导体模块而言,第一 IGBT 的发射极是连接到直流电源的负电极的端子 N,第二 IGBT 的发射极是连接到直流电源的中间点的端子 M,第一 IGBT 的集电极与第二 IGBT 的集电极的连接点是输出端子 U,二极管的阴极是连接到直流电源的正电极的端子 P,且端子阵列以线性形式按照端子 P、端子 M、端子 N 以及端子 U 的顺序放置。

[0022] 根据本发明的第五方面,对于应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的诸如 IGBT 的功率半导体模块而言,第一 IGBT、其阴极连接到第一 IGBT 的发射极的第一二极管、以及第二二极管与第二 IGBT 的串联电路容纳于一个封装中,其中串联电路的一端连接到第一 IGBT 的发射极,且第一 IGBT 的集电极、串联电路的另一端、第一 IGBT 的发射极与串联电路的一端的连接点、以及第一二极管的阳极均为外部端子。

[0023] 根据本发明的第六方面,对于根据本发明第五方面的功率半导体模块而言,第一 IGBT 的集电极是连接到直流电源的正电极的端子 P,串联电路的另一端是连接到直流电源的中间点的端子 M,第一 IGBT 的发射极与串联电路的一端的连接点是输出端子 U,第一二极管的阳极是连接到直流电源的负电极的端子 N,且端子阵列以线性形式按照端子 P、端子 M、端子 N 以及端子 U 的顺序放置。

[0024] 根据本发明的第七方面,对于应用于具有三个或更多个电压波形电平的多电平转换器电路的诸如 IGBT 的功率半导体模块而言,第一 IGBT、其阳极连接到第一 IGBT 的集电极的第一二极管、以及第二二极管与第二 IGBT 的串联电路容纳于一个封装中,其中串联电路的一端连接到第一 IGBT 的集电极,且第一 IGBT 的发射极、串联电路的另一端、第一 IGBT 的集电极与串联电路的连接点、以及第一二极管的阴极均为外部端子。

[0025] 根据本发明的第八方面,对于根据本发明第七方面的功率半导体模块而言,第一 IGBT 的发射极是连接到直流电源的负电极的端子 N、串联电路的另一端是连接到直流电源的中间点的端子 M、第一 IGBT 的集电极与串联电路的一端的连接点是输出端子 U、第一二极管的阴极是连接到直流电源的正电极的端子 P,且端子阵列以线性形式按照端子 P、端子 M、端子 N 以及端子 U 的顺序放置。

[0026] 根据本发明的第九方面,在具有三个或更多个电压波形电平的多电平功率转换器电路中,通过使根据本发明第二方面的功率半导体模块和根据本发明第四方面的功率半导体模块相邻地放置,由此使两个功率半导体模块的端子阵列相互平行。

[0027] 根据本发明的第十方面,在具有三个或更多个电压波形电平的多电平功率转换器电路中,通过使根据本发明第六方面的功率半导体模块和根据本发明第八方面的功率半导体模块相邻地放置,由此使两个功率半导体模块的端子阵列相互平行。

[0028] 根据本发明,通过用聚焦于换向动作的电路在模块内部配置芯片,可用使用于三个或更多个电平的多电平转换器电路的功率半导体模块在不穿过外部导线的情况下转移电流。因此,与相同体积的已知模块相比,在模块内部的导线电感值几乎没有任何改变的情况下,可使额定电流大致为两倍大,且即使在容量增大时也可抑制成本增加。

[0029] 另外,通过对功率转换系统应用本发明的模块,可减小开关时的浪涌电压,其中功率转换系统将交流转换成直流,或者将直流转换成交流。此外,当以多并联连接方式应用模

块时,可减小设计时的额定电流降低。因此,可实现小且价格低廉的功率半导体模块、转换系统中的导线数量的减少,系统的小型化以及成本降低。

[0030] 附图简述

[0031] 图 1 是示出本发明第一实施例的电路配置图;

[0032] 图 2 是示出本发明第二实施例的电路配置图;

[0033] 图 3 是示出本发明第三实施例的电路配置图;

[0034] 图 4 是示出本发明第四实施例的电路配置图;

[0035] 图 5 是三电平转换器电路的一相的电路配置图;

[0036] 图 6 是三电平转换器电路模块的示例;

[0037] 图 7 示出模块和电容器的布线结构示例(一相);

[0038] 图 8A 至 8C 是示出逆变器在操作时的电流的第一换向动作的动作示意图;

[0039] 图 9A 至 9C 是示出逆变器在操作时的电流的第二换向动作的动作示意图;

[0040] 图 10 是示出应用于五电平逆变器电路的示例的电路图;

[0041] 图 11 示出三电平逆变器的主电路配置图;

[0042] 图 12 示出三电平逆变器输出电压波形的示例;

[0043] 图 13A 和 13B 是双向开关的配置示例;

[0044] 图 14 是双转换器(转换器+逆变器)的主电路配置图;

[0045] 图 15A 和 15B 是已知三电平转换器电路模块的示例;

[0046] 图 16 是已知三电平转换器电路模块的内部等效电路图;

[0047] 图 17 是用于说明已知问题的电路图;以及

[0048] 图 18 是 IGBT 截止时的电流和电压波形的示例。

具体实施方式

[0049] 本发明的核心在于通过组合两种功率半导体模块来配置具有三个或更多个电平的转换器电路的一相,当配置三个或更多个电平转换器电路的一相时功率半导体模块包括上臂和下臂 IGBT 之一、另一二极管、配置双向开关的元件之一,其中双向开关连接在上臂与下臂 IGBT 串联电路的连接点和直流电源中间点之间。

[0050] 实施例 1

[0051] 图 1 和 2 示出本发明的第一实施例。图 1 和 2 分别对应于本发明的第一和第二方面以及第三和第四方面,连接到直流电源的电位 C_m 的半导体元件是具有反向阻断电压的 IGBT,且该模块的形状具有图 6 所示的外部结构。图 5 和 7 是将该模块应用到三电平逆变器(从直流到交流的转换器)时的实施例。

[0052] 图 1 的模块 MJ1 包含,集电极连接到直流电源正电极的 IGBT T1、阳极连接到直流电源负电极的二极管 D2、以及双向开关反向阻断型 IGBT T4,其中的配置为 IGBT T1 集电极连接到端子 P,反向阻断型 IGBT T4 集电极连接到端子 M,以及反向阻断型 IGBT T4 发射极、IGBT T1 发射极以及二极管 D2 的连接点连接到端子 U。

[0053] 图 2 的模块 MJ2 包含,发射极连接到直流电源负电极的 IGBT T2、阴极连接到直流电源正电极的二极管 D1、以及双向开关反向阻断型 IGBT T3,其中的配置为 IGBT T2 发射极连接到端子 N,反向阻断型 IGBT T3 发射极连接到端子 M,以及 IGBT T2 集电极、反向阻断型

IGBT T3 集电极、以及二极管 D1 阳极的连接点连接到端子 U。

[0054] 图 5 示出使用模块 MJ1 和 MJ2 来配置三电平逆变器的一相电路的电路图。通过将各模块的端子 P、端子 N、以及端子 U 连接在一起来配置三电平逆变器的一相电路。

[0055] 图 6 示出模块 MJ1 和 MJ2 的外视图。另外,图 7 示出由导体将模块 MJ1 和 MJ2 连线到作为直流电源的电容器串联电路的结构视图的示例。通过并联连接电容器 C11 和 C12、以及电容器 C21 和 C22,且进一步将其串联连接来配置直流电源。

[0056] 模块相邻地放置以使模块的端子阵列彼此平行,经由导体 A 连接各模块的端子 P 和并联连接的电容器 C11 和 C12 的正侧电位 C_p ,经由导体 B 连接各模块的端子 M 和并联连接的电容器 C11 和 C12 的中间点电位 C_{m1} 、以及电容器 C21 和 C22 的中间点电位 C_{m2} ,且经由导体 C 连接各模块的端子 N 和并联连接的电容器 C21 和 C22 的负侧电位 C_n 。

[0057] 另外,各模块的端子 U 经由导体 D 来连接,并形成交流端子。

[0058] 如上所述,通过将模块 MJ1 和 MJ2 相邻地放置以使端子阵列彼此平行,可使各模块的端子 P、M、N 和 U 彼此靠近。其结果为,可易于实现平行平板结构的采用,其目的为缩短电容器与模块之间的布线,如图 7 所示,并减小导线电感。

[0059] 通过使用三个该结构,可配置三相三电平逆变器或者三相三电平转换器。

[0060] 图 8A 至 8C 示出逆变器在操作时的电流的换向动作 1 的示例。这是电流从直流电源流向负载侧(电抗器 L_o 侧)时的动作。当 IGBT T1 从图 8A 的状态变为截止时,电流转移至 IGBT T4 侧,如图 8B 所示。另外,当 IGBT T1 从图 8B 的状态变为导通时,电流转移至 IGBT T1 侧,如图 8A 所示。

[0061] 同时,当 IGBT T4 从图 8B 的状态变为截止时,电流转移至二极管 D2 侧,如图 8C 所示。另外,当 IGBT T4 从图 8C 的状态变为导通时,电流转移至 IGBT T4 侧,如图 8B 所示。

[0062] 图 9A 至 9C 示出逆变器在操作时的电流的换向动作 2 的示例。这是电流从负载侧(电抗器 L_o 侧)流向直流电源时的动作。当 IGBT T2 从图 9A 的状态变为截止时,电流转移至 IGBT T3 侧,如图 9B 所示。另外,当 IGBT T2 从图 9B 的状态变为导通时,电流转移至 IGBT T2 侧,如图 9A 所示。

[0063] 同时,当 IGBT T3 从图 9B 的状态变为截止时,电流转移至二极管 D1 侧,如图 9C 所示。另外,当 IGBT T3 从图 9C 的状态变为导通时,电流转移至 IGBT T3 侧,如图 9B 所示。

[0064] 如上所述,因为对于图 8A 至 8C 所示的输出电流极性,IGBT T1、T4 或者二极管 D2 具有连续性,在图 1 的模块 MJ1 情况下,电流可不通过外部导线而转移。另外,因为对于图 9A 至 9C 所示的输出电流极性,IGBT T2、T3 或者二极管 D1 具有连续性,在图 2 的模块 MJ2 情况下,电流可不通过外部导线而转移。

[0065] 实施例 2

[0066] 图 3 和 4 示出本发明的第二实施例。与第一实施例的不同之处在于,将二极管和不具有反向阻断电压的 IGBT 的串联电路用作连接至直流电源中间点电位 C_m (C_{m1} 和 C_{m2}) 的双向开关元件。

[0067] 图 3 所示的模块 MJ3 具有的配置为,其中使用二极管 D4 和 IGBT T4a 的串联电路来代替实施例 1 中的模块 1 的具有反向阻断电压的 IGBT T4,且图 4 所示的模块 MJ4 具有为配置为,其中使用二极管 D3 和 IGBT T3a 的串联电路来代替模块 2 的具有反向阻断电压的 IGBT T3。本文中,二极管 D4 和 IGBT T4a 的串联连接顺序、二极管 D3 和 IGBT T3a 的串联

连接顺序可颠倒。另外,主电路配置和动作与第一实施例的相同。

[0068] 在诸实施例中,示出应用于从直流创建交流的逆变器电路示例,但是其还可应用于从交流创建直流的转换器(PWM 整流器)电路应用中。

[0069] 实施例 3

[0070] 图 10 示出本发明的第三实施例。这是应用到五电平功率转换器电路的示例。这是五电平转换器的一相的配置,其中电容器 C1 至 C4 串联连接为直流电源,用 Cp 处的最高电位、Cn 处的最低电位来置成五个电平,且在开关电路中各电位经由电抗器 Lo 供给至负载侧。因为将图 7 所示的三电平逆变器配置制成五电平配置,可以按照与在三电平逆变器电路中的方式相同的方式应用本发明的功率半导体模块。可以通过改变串联连接的电容器数量和开关电路自由地改变电平。

[0071] 在图 10 的配置中,通过使用图 1 所示的功率半导体模块 MJ1 和图 2 所示的功率半导体模块 MJ2 将最高电位 Cp、最低电位 Cn、以及中间电位 (Cm3 和 Cm4) 输出到电抗器 Lo,通过双向开关 BDS2 将第二最高电位 (Cm5 和 Cm6) 输出到电抗器 Lo,且通过双向开关 BDS1 将第四最高电位 (Cm1 和 Cm2) 输出到电抗器 Lo。通过将模块 MJ1 和 MJ2 置成相互邻近,可得到与三电平转换器电路相同的效果。

[0072] 另外,以使用三电平逆变器和转换器同样的方式,可使用模块 MJ3 和 MJ4 来替代模块 MJ1 和 MJ2。

[0073] 假若该配置中使用分离直流电源和连接在该直流电源之间的两个半导体开关的串联电路,该双向开关连接在半导体开关串联连接点和直流电源分离点之间,既可用转换器也可用逆变器来实现本发明。

[0074] 针对可应用于三个或更多个电平的转换器电路的功率半导体模块以及针对应用该模块的转换器电路作出提案的本发明可应用于不间断电源系统、马达驱动系统、电网连接系统等。

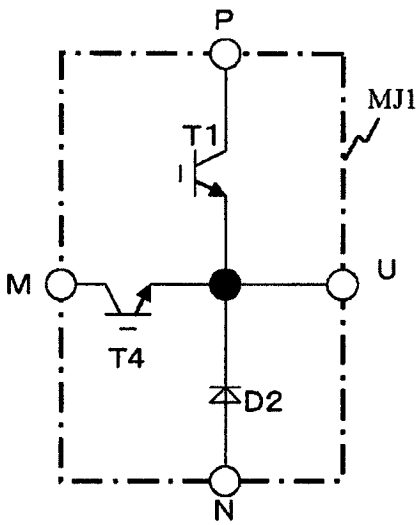


图 1

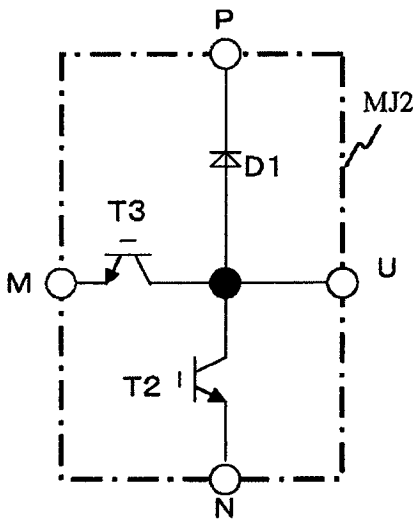


图 2

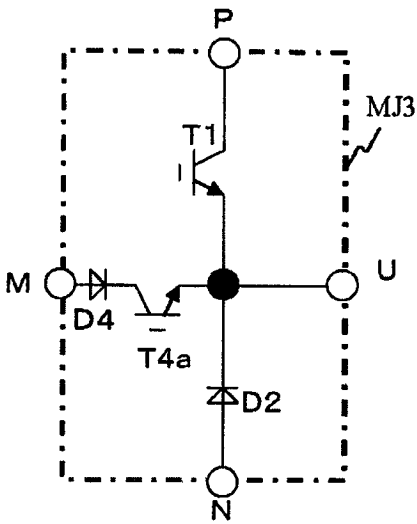


图 3

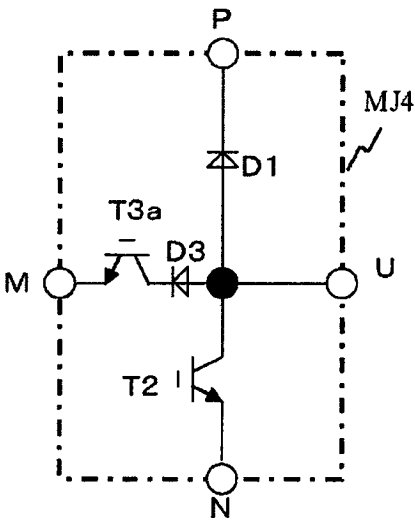


图 4

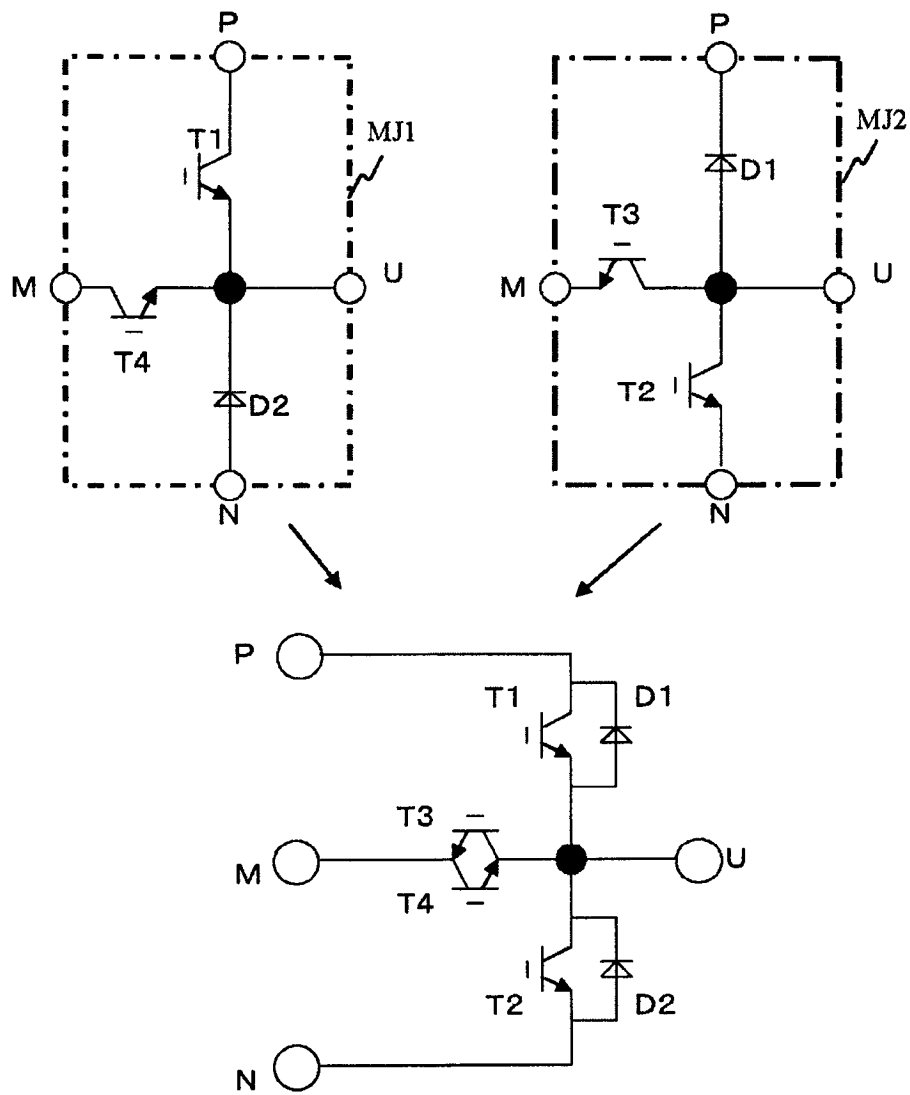


图 5

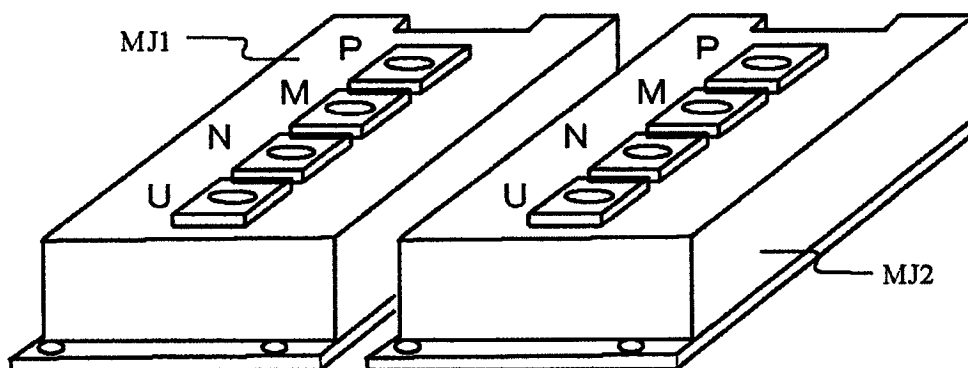


图 6

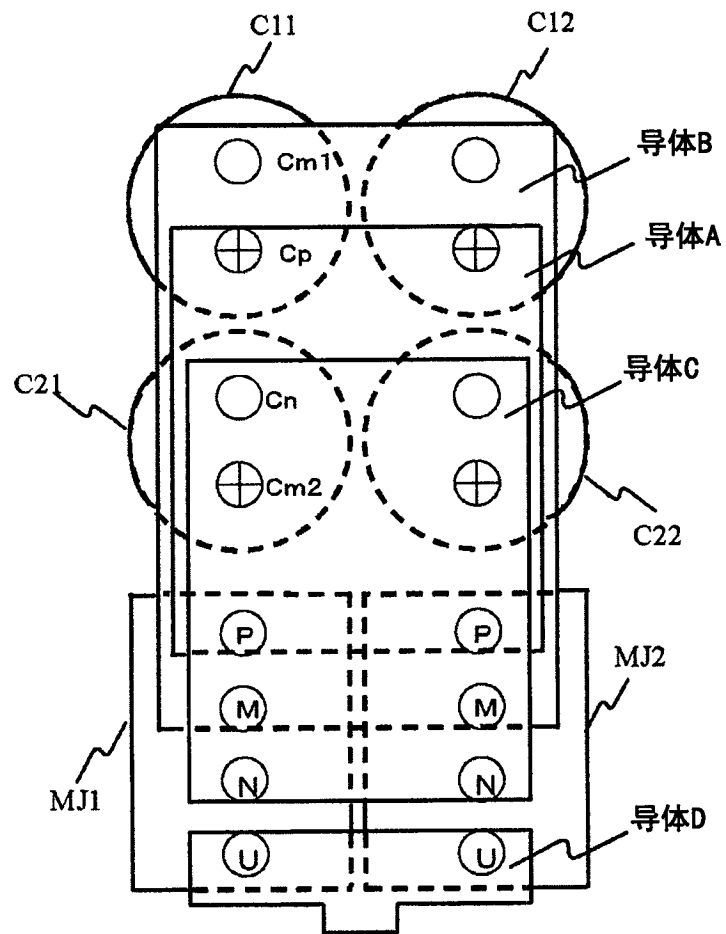


图 7

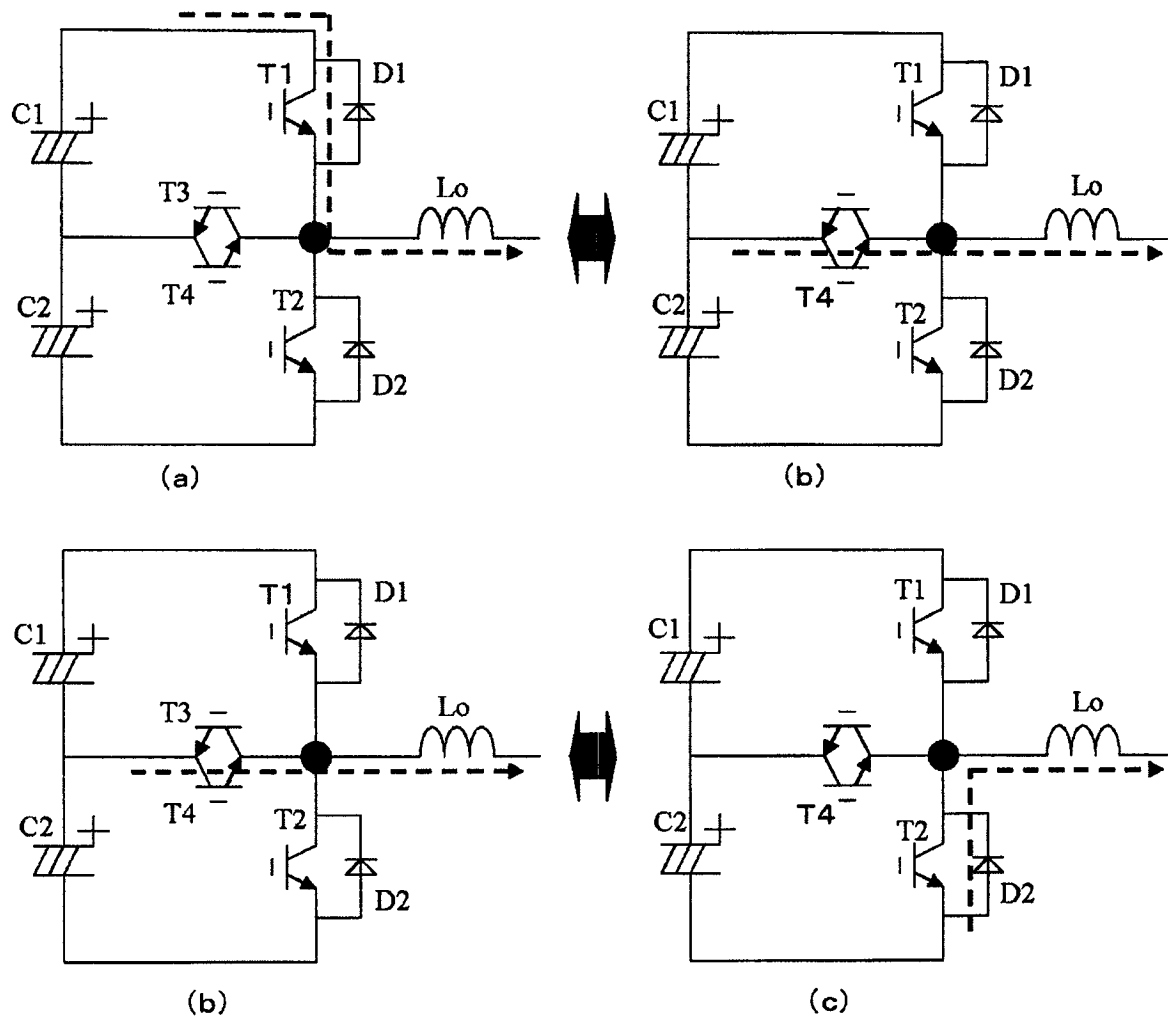


图 8

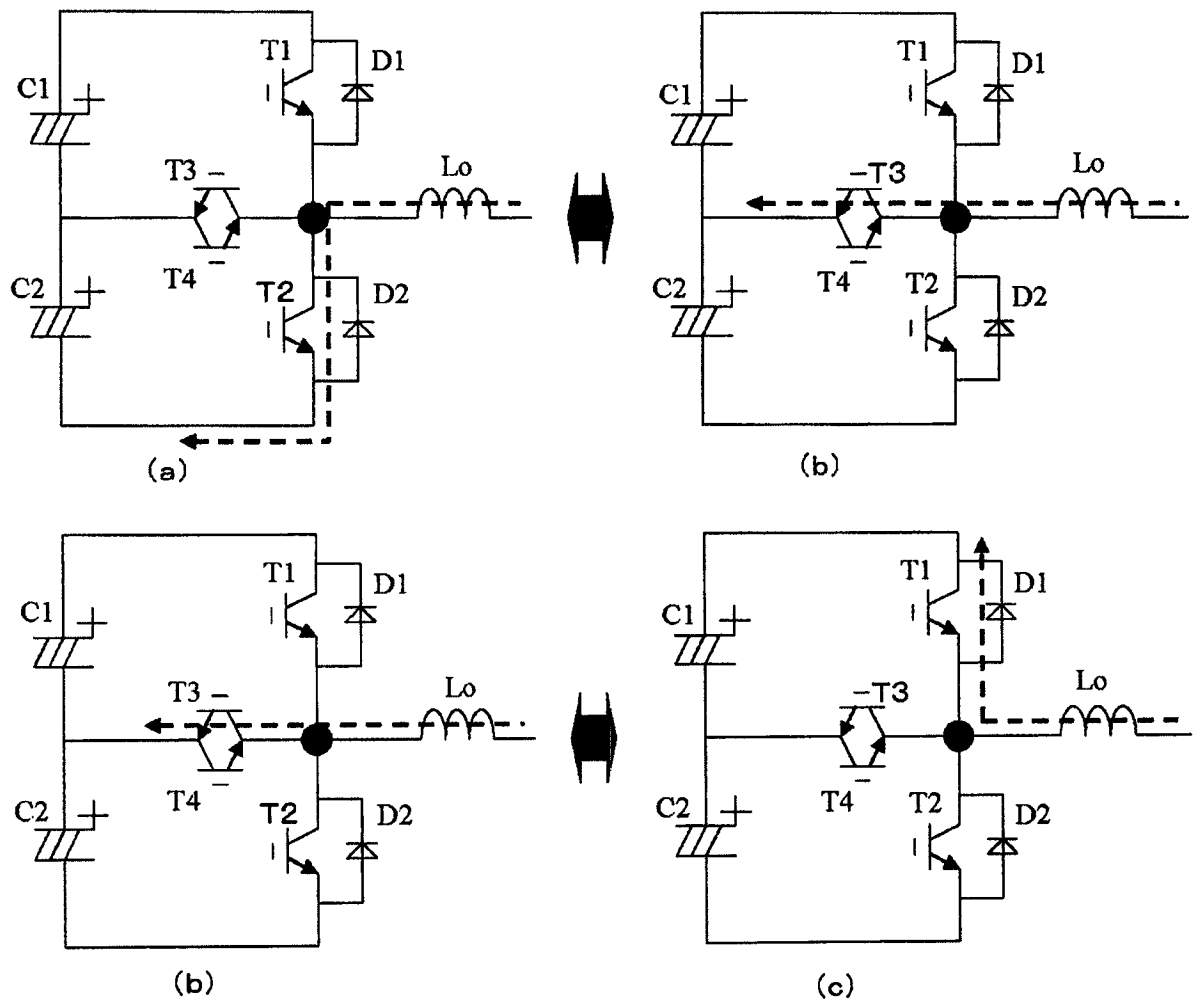


图 9

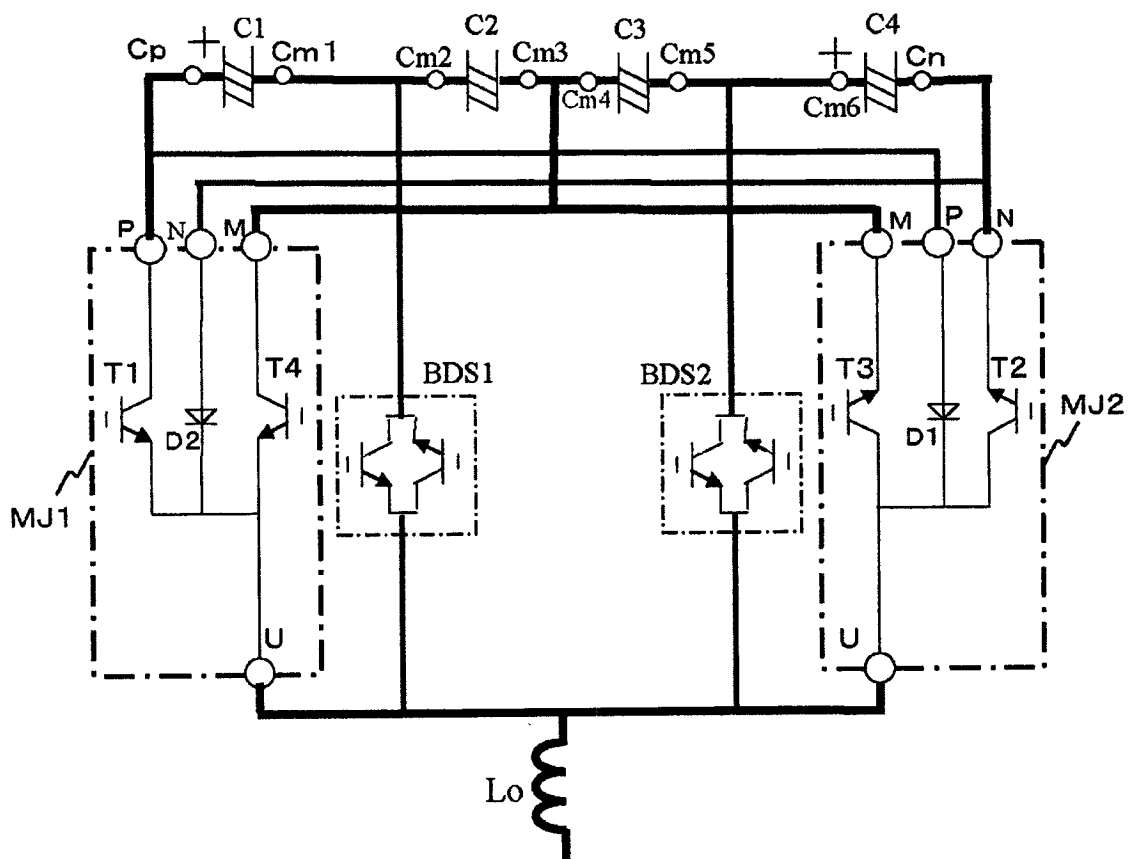


图 10

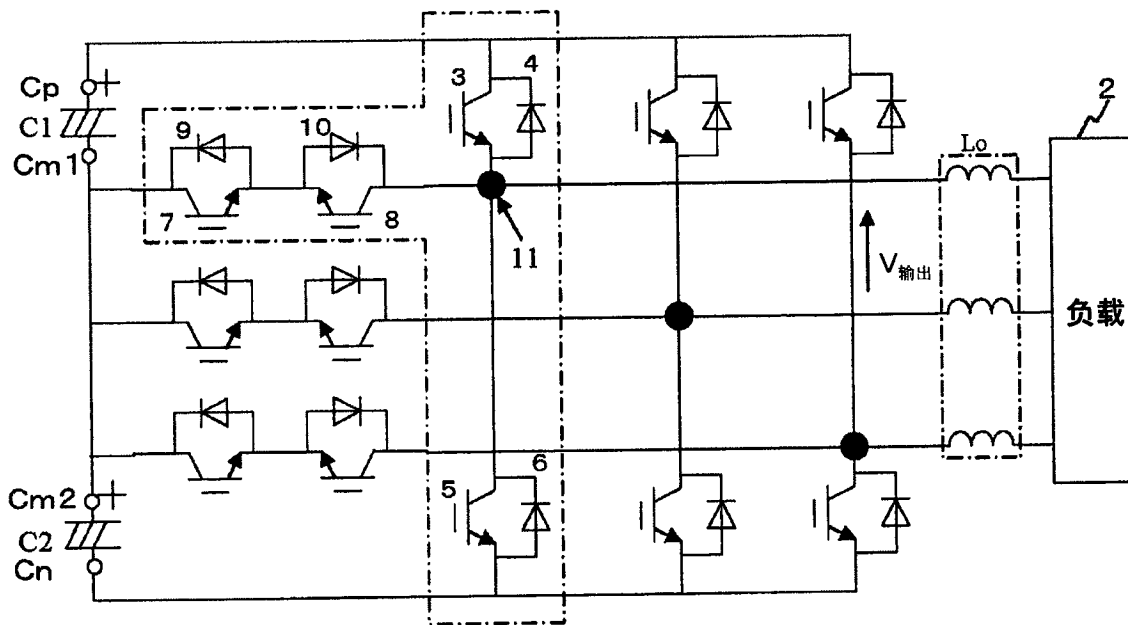


图 11

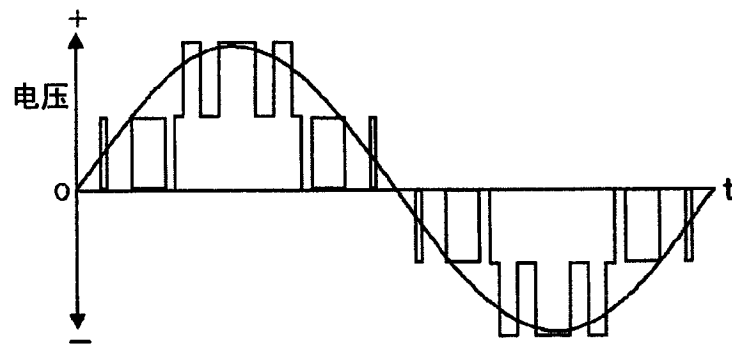


图 12

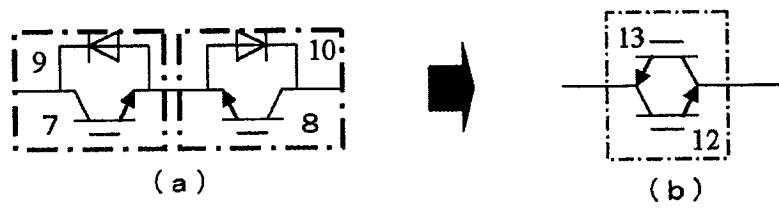


图 13

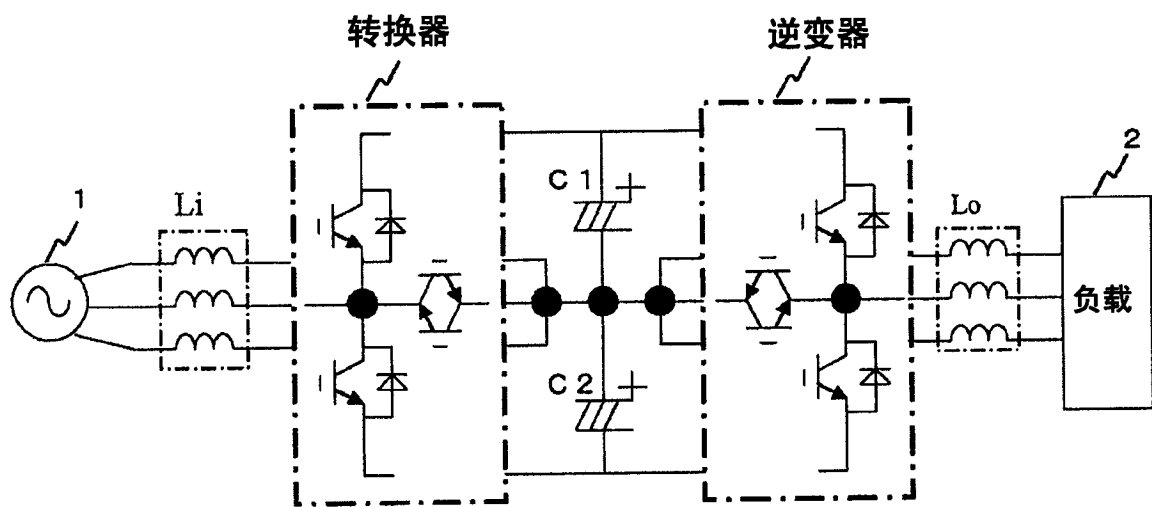


图 14

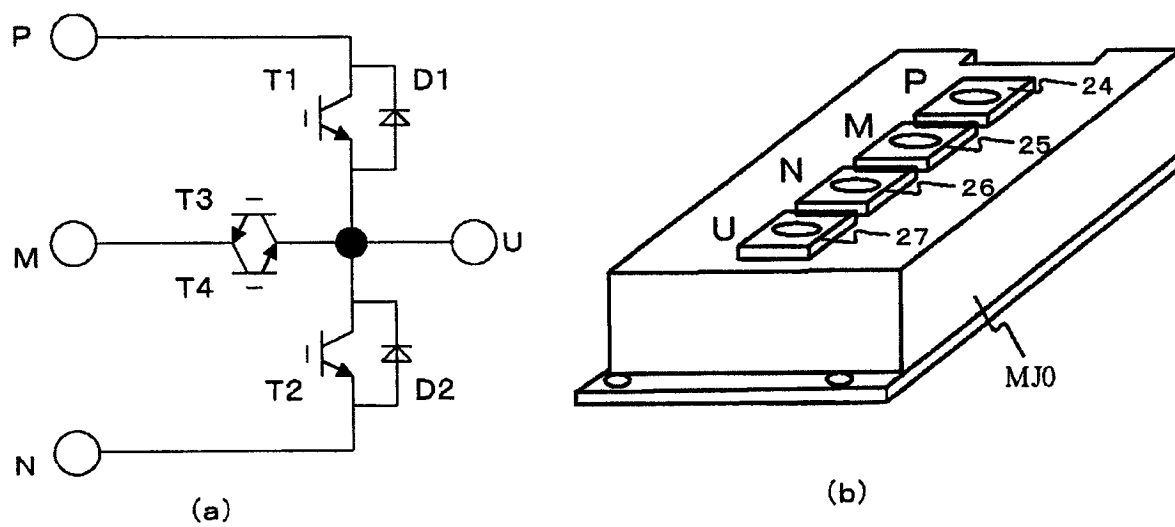


图 15

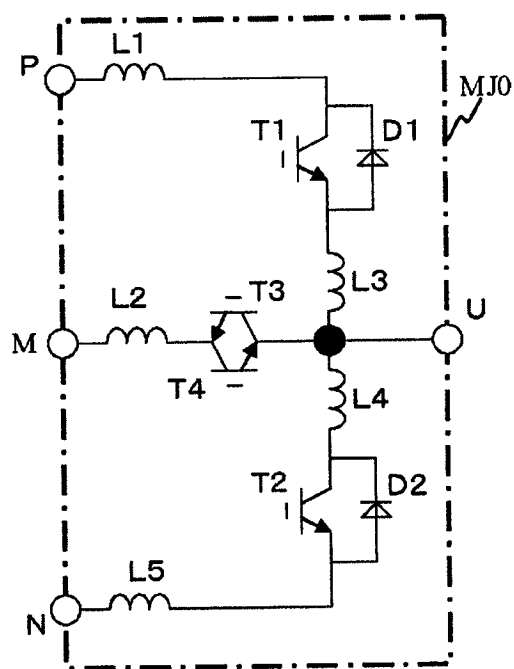


图 16

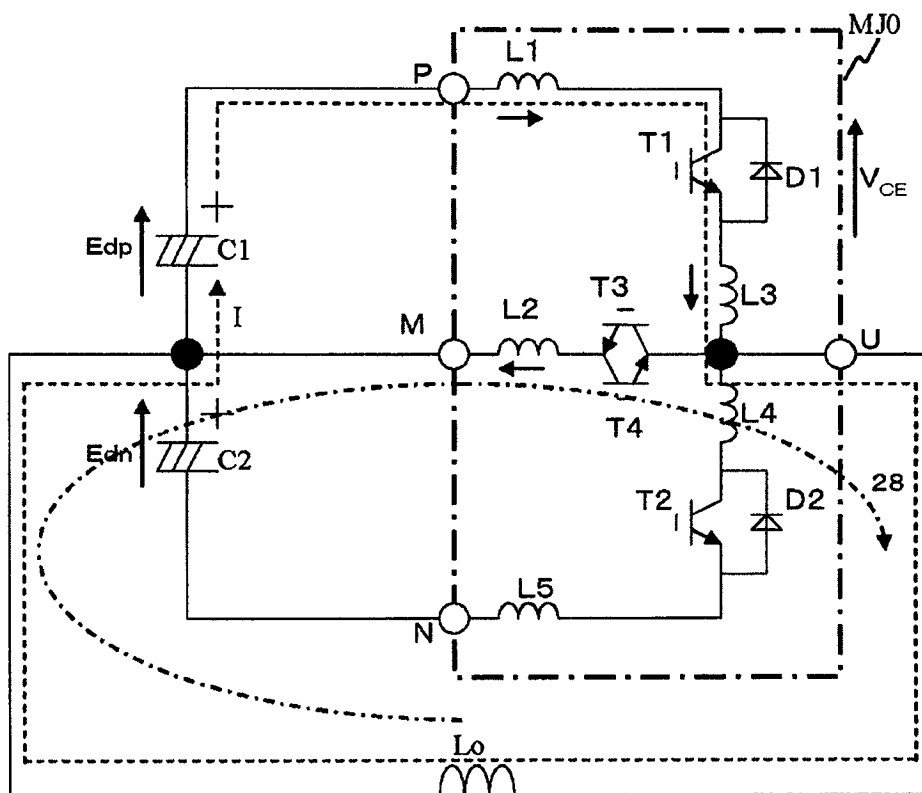


图 17

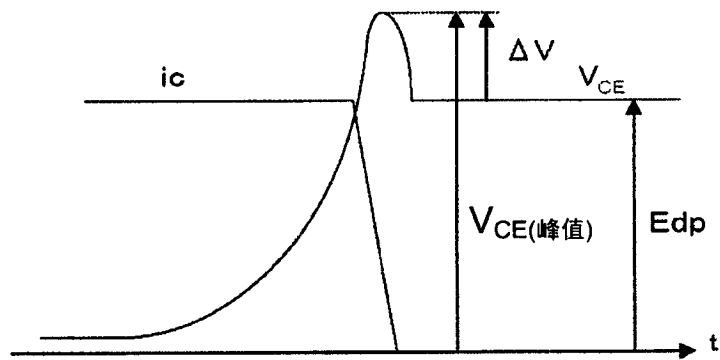


图 18