



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106233607 B

(45)授权公告日 2019.05.17

(21)申请号 201580022000.4

(22)申请日 2015.04.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106233607 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(30)优先权数据
14165946.6 2014.04.25 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/058282 2015.04.16

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/162054 EN 2015.10.29

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 H·姆鲁塞克 S·扬特克
S·席勒

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.
H02M 7/5387(2007.01)

(56)对比文件
CN 102947720 A, 2013.02.27,
CN 103166498 A, 2013.06.19,
CN 102859860 A, 2013.01.02,
US 8385092 B1, 2013.02.26,
US 2013279228 A1, 2013.10.24,

审查员 边境

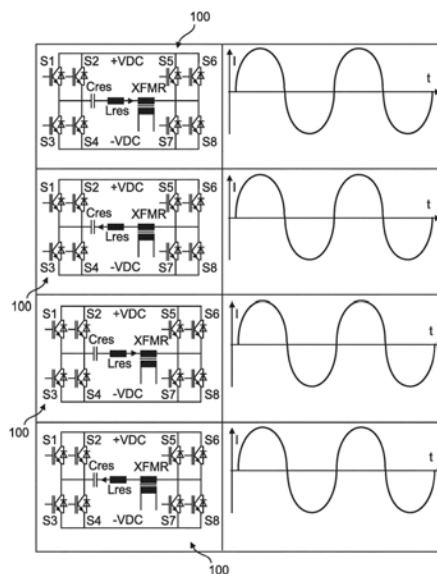
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

谐振转换器和用于控制谐振转换器的方法

(57)摘要

本发明涉及一种谐振转换器(100),包括:至少两个晶体管开关(S1-S8),来自所述至少两个晶体管开关中的至少两个被并联连接,并且来自所述至少两个晶体管开关中的多个可用晶体管开关(S1-S8)能够用于执行所述谐振转换器(100)的电流切换;控制模块(101),其被配置为确定所述谐振转换器(100)的输出功率是否低于输出功率阈值;以及切换模块(102),其被配置为在所述谐振转换器(100)的所述输出功率低于所述输出功率阈值时采用来自所述多个可用晶体管开关(S1-S8)中的降低数量的晶体管开关,其中,所述降低数量与可用晶体管开关(S1-S8)的数量相比较至少下降一,其中,所述切换模块(102)被配置为在所述可用晶体管开关(S1-S8)上变更所采用的降低数量的晶体管开关。



1. 一种谐振转换器(100),包括:

-至少两个晶体管开关(S1-S8),来自所述至少两个晶体管开关中的至少两个被并联连接,并且来自所述至少两个晶体管开关中的多个可用晶体管开关(S1-S8)能够用于根据电流路径执行所述谐振转换器的特定期望的电流切换;

-控制模块(101),其被配置为确定所述谐振转换器(100)的输出功率是否低于输出功率阈值;以及

-切换模块(102),其被配置为在所述谐振转换器(100)的所述输出功率低于所述输出功率阈值时采用来自所述多个可用晶体管开关(S1-S8)中的降低数量的晶体管开关,其中,所述降低数量与可用晶体管开关(S1-S8)的数量相比较至少下降一,其中,所述切换模块(102)被配置为在所述可用晶体管开关(S1-S8)上变更所采用的降低数量的晶体管开关,以确保针对所述可用晶体管开关中的每个的相等地分布的接合时间。

2. 根据权利要求1所述的谐振转换器,

其中,所述至少两个晶体管开关(S1-S8)是至少两个绝缘栅双极型晶体管,并且所述切换模块(102)被配置为采用绝缘栅双极型晶体管作为所述晶体管开关(S1-S8)。

3. 根据权利要求1所述的谐振转换器,

其中,所述切换模块(102)被配置为采用来自两个可用晶体管开关(S1-S8)中的一个晶体管开关。

4. 根据权利要求2所述的谐振转换器,

其中,所述切换模块(102)被配置为采用来自两个可用晶体管开关(S1-S8)中的一个晶体管开关。

5. 根据前述权利要求1至4中的一项所述的谐振转换器,

其中,所述控制模块(101)被配置为将所述输出功率阈值设置为预定义阈值。

6. 根据前述权利要求1至4中的一项所述的谐振转换器,

其中,所述控制模块(101)被配置为基于所述谐振转换器的至少一个操作条件来调整所述输出功率阈值。

7. 根据权利要求6所述的谐振转换器,

所述控制模块(101)被配置为基于作为所述谐振转换器的所述至少一个操作条件的测量的环境温度值来调整所述输出功率阈值。

8. 根据前述权利要求1至4中的一项所述的谐振转换器,

其中,所述切换模块(102)还被配置为在存储器(102-1)中保存哪个或哪些晶体管开关(S1-S8)在先前电流切换循环中活动,以便决定哪个或哪些晶体管开关(S1-S8)被用在下一电流切换循环中。

9. 一种高电压生成器(200),包括根据权利要求1至8中的任一项所述的谐振转换器(100)。

10. 一种X射线管(300),包括根据权利要求9所述的高电压生成器。

11. 一种用于控制谐振转换器的方法,所述方法包括以下步骤:

-确定(ST1)所述谐振转换器的输出功率是否低于输出功率阈值;

-在所述谐振转换器的所述输出功率低于所述输出功率阈值时采用(ST2)来自多个可用晶体管开关中的降低数量的晶体管开关来执行所述谐振转换器的电流切换,其中,所述

降低数量与可用晶体管开关的数量相比较至少下降一;并且

-在所述可用晶体管开关上变更(ST3)所采用的降低数量的晶体管开关,以确保针对所述可用晶体管开关中的每个的相等地分布的接合时间。

12.根据权利要求11所述的方法,

其中,采用(ST2)所述降低数量的晶体管开关(S1-S8)的步骤包括采用绝缘栅双极型晶体管作为所述晶体管开关(S1-S8)。

13.根据权利要求11所述的方法,

其中,采用(ST2)所述降低数量的晶体管开关(S1-S8)的步骤包括采用来自两个可用晶体管开关(S1-S8)中的一个晶体管开关。

14.根据权利要求12所述的方法,

其中,采用(ST2)所述降低数量的晶体管开关(S1-S8)的步骤包括采用来自两个可用晶体管开关(S1-S8)中的一个晶体管开关。

15.根据前述权利要求11至14中的一项所述的方法,

其中,所述方法还包括将所述输出功率阈值设置为预定义值的步骤。

16.根据权利要求15所述的方法,

其中,将所述输出功率阈值设置为所述预定义值的步骤还包括基于所述谐振转换器(100)的操作条件来调整所述输出功率阈值。

17.根据权利要求16所述的方法,

其中,将所述输出功率阈值设置为所述预定义值的步骤还包括基于作为所述谐振转换器(100)的所述操作条件的测量的环境温度值来调整所述输出功率阈值。

谐振转换器和用于控制谐振转换器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于谐振电流振荡的电学逆变器。具体而言,本发明涉及谐振转换器和用于控制谐振转换器的方法。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)是主要用作电子开关的三端功率半导体器件并且在更新的器件中被指出用于组合高效率 and 快速切换,高功率IGBT逆变器常常使用并联的IGBT模块。这些并联的IGBT模块常常是同步驱动的。

[0003] US 8385092 B1描述了一种用于功率转换器系统的方法,所述功率转换器系统包括切换电路,所述切换电路具有能够被打开和关闭以令电流流动从而将功率递送到负载的多个开关。其中描述的方法包括以下项:生成用于打开和关闭切换电路中的开关的控制信号;感测电流的方向,其中,电流的方向与切换电路中的击穿的可能性有关;提供指示电流的方向的电流向量信号;响应于电流向量信号,对用于切换电路中的开关的控制信号的死时间持续时间进行调整。

发明内容

[0004] 可以存在对改进谐振转换器的需要。通过独立权利要求的主题来满足这样的需要。根据从属权利要求和以下描述,另外的示范性实施例是显而易见的。

[0005] 本发明的方面涉及一种谐振转换器,包括:至少两个晶体管开关,来自所述至少两个晶体管开关中的至少两个被并联连接,并且来自所述至少两个晶体管开关中的多个可用晶体管开关能够用于根据电流路径执行所述谐振转换器的特定期望的电流切换;控制模块,其被配置为确定所述谐振转换器的输出功率是否低于输出功率阈值;以及切换模块,其被配置为在所述谐振转换器的所述输出功率低于所述输出功率阈值时采用来自所述多个可用晶体管开关中的降低数量的晶体管开关,其中,所述降低数量与可用晶体管开关的数量相比较至少下降一,其中,所述切换模块被配置为在所述可用晶体管开关上变更所采用的降低数量的晶体管开关。

[0006] 所述输出功率阈值可以被设置为所述谐振转换器的最大输出功率的70%或50%或25%或与所述最大输出功率相比较的任何其他降低值输出功率值,例如,例如所述谐振转换器的所述最大输出功率的0%与99%之间的值。

[0007] 所述控制模块被配置为确定所述谐振转换器的输出功率是否低于输出功率阈值,换言之,将对应于所述谐振转换器的当前供应的输出功率的所述谐振转换器的所述输出功率与定义所述谐振转换器的中间功率操作的值进行比较,例如,低于所述谐振转换器的50%最大输出功率。另外,所述谐振转换器的低功率操作可以被定义,例如,低于所述谐振转换器的25%最大输出功率。

[0008] 本发明的第二方面涉及一种包括根据第一方面的谐振转换器的高电压生成器。

[0009] 本发明的第三方面涉及一种包括根据第二方面的高电压生成器的X射线管。

[0010] 本发明的第四方面涉及一种用于控制谐振转换器的方法,所述方法包括以下步骤:确定所述谐振转换器的输出功率是否低于输出功率阈值;在所述谐振转换器的所述输出功率低于所述输出功率阈值时采用来自多个可用晶体管开关中的降低数量的晶体管开关来执行所述谐振转换器的电流切换,其中,所述降低数量与可用晶体管开关的数量相比较至少下降一;并且在所述可用晶体管开关上变更所采用的降低数量的晶体管开关。

[0011] 本发明提供一种基于谐振电流振荡克服谐振转换器的晶体管开关的并联二极管的不想要的硬式整流的方法。这会引起在硬式整流期间所述晶体管开关处的逆变器和电压尖峰中的较高的损耗(具有增加的死时间的范例)或其将防止高侧开关与低侧开关之间的短路(具有轻负载条件处的500ns死时间的范例)。

[0012] 本发明通过经由激活所述晶体管开关的交替开关方案降低在所述逆变器的中/低功率模式期间所述晶体管开关的所述关闭时间来有利地解决该问题。这使得能够保存所述逆变器的操作。

[0013] 换言之,本发明有利地降低所述晶体管开关的所述切换时间(关闭)。

[0014] 本发明有利地提供执行在所述逆变器的中和低功率操作期间从并联操作模式到交替操作模式的切换被执行。本发明提出通过激活所述交替切换方案降低所述逆变器的中/低功率操作模式期间所述晶体管开关的所述关闭时间。

[0015] 在低功率操作模式中,甚至小于常规部署的开关的一半可以被部署用于电流切换。这使得能够保存所述逆变器的操作。由于通过一个单个晶体管开关的较高的电流,所述交替切换模式实现所述晶体管开关的较快的关闭时间。以下还解释该背景,td(off)将随着增加的集电极电流Ic减少。

[0016] 换言之,本发明有利地提出所述晶体管开关的切换控制。所述切换控制通常由FPGA或PLD控制。本发明能够被用在用于X射线系统、MRI放大器或其他医学成像系统的高功率逆变器中。

[0017] 在本发明的所描述内使用的术语“IGBT开关”可以涉及作为单个器件中的开关的三端功率半导体器件功率晶体管。IGBT开关可以使用在如开关模式电源、牵引电机控制和感应加热或其他的中高功率应用中。大IGBT模块通常包括并联的许多器件能可以具有数百安培的量级的非常高的电流处理能力与6000V的阻塞电压(相当于数百千瓦)。

[0018] 换言之,本发明有利地在所述可用晶体管开关上变更所采用的降低数量的晶体管开关。在该背景下,变更的概念涉及将可用开关的集合的所采用的开关变更或重排为特定顺序或次序的动作(不像为忽视次序的选择的组合),其中,所述次数涉及开关的次序。换言之,交替切换方案被应用到所述晶体管,从而确保通过单个晶体管的较高的切换电流和针对所述晶体管开关中的每个的相等地分布的接合时间。

[0019] 根据本发明的示范性实施例,所述至少两个晶体管开关是至少两个绝缘栅双极型晶体管,并且所述切换模块被配置为采用绝缘栅双极型晶体管作为所述晶体管开关。

[0020] 与针对高功率应用的可用MOSFET相比,这有利地提供显著地较高的阻塞电压。

[0021] 根据本发明的示范性实施例,所述切换模块被配置为采用来自两个或更多个可用晶体管开关中的一个晶体管开关。

[0022] 这有利地提供经改进的切换方案。

[0023] 根据本发明的示范性实施例,所述控制模块被配置为将所述输出功率阈值设置为

预定义阈值。

[0024] 这有利地提供逆变器的所述中/低功率模式的经改进的设置。

[0025] 根据本发明的示范性实施例,所述控制模块被配置为基于所述谐振转换器的至少一个操作条件来调整所述输出功率阈值。

[0026] 这有利地提供逆变器的中/低功率模式的经调整的设置。

[0027] 根据本发明的示范性实施例,所述控制模块被配置为基于作为所述谐振转换器的所述至少一个操作条件的测量的环境温度或芯片温度值来调整所述输出功率阈值。

[0028] 根据本发明的示范性实施例,所述切换模块还被配置为在半导体存储器中保存哪个或哪些晶体管开关在先前切换循环中活动以便决定哪个或哪些晶体管开关被用在下一循环中。可以在半导体存储器或在任何其他电子数据存储设备中执行所述保存。

[0029] 可以将执行本发明的方法的计算机程序存储在计算机可读介质上。计算机可读介质可以是穿孔卡、(软)磁盘存储介质、硬盘、CD、DVD、USB(通用串行总线)存储设备、RAM(随机存取存储器)、ROM(只读存储器)和EPROM(可擦可编程只读存储器)。计算机可读介质还可以是允许下载程序代码或另外的系统的数据通信网络,例如,因特网。

[0030] 本文所描述的方法、系统和设备可以被实施为在数字信号处理器DSP、微控制器、FPGA、PLD或任何其他端处理器中的软件或专用集成电路ASIC内的硬件电路。

[0031] 能够在数字电子电路或计算机硬件、固件、软件或其组合中(例如,常规移动设备的可用硬件或专用于处理本文所描述的方法的新硬件中)来实施本发明。

[0032] 本发明能够被实施用于各种图像处理应用中的图像重建的使用并且旨在证明针对图像更改和分割任务的该变换的有用性。

附图说明

[0033] 将通过参考未按比例的以下示意图更清楚地理解本发明的更完整的领会和其伴随优点;其中:

[0034] 图1示出了根据本发明的示范性实施例的包括高电压生成器的X射线管的示意图;

[0035] 图2示出了根据本发明的示范性实施例的用于谐振转换器的方法的示意性流程图;

[0036] 图3示出了用于解释本发明的谐振转换器的切换方案的示意图;

[0037] 图4示出了根据本发明的示范性实施例的谐振转换器的电路的示意图;

[0038] 图5示出了用于解释本发明的谐振转换器的输出电流的示意图;

[0039] 图6示出了用于解释本发明的谐振转换器的输出电流的过零点的示意图;并且

[0040] 图7示出了用于解释本发明的示意图切换时间vs.集电极电流。

具体实施方式

[0041] 附图中的图示仅是示意性的而不旨在提供比例关系或尺寸信息。在不同的附图中,相似或者相同元件被提供有相同附图标记。通常,相同部分、单元、实体或步骤提供有描述中的相同附图标记。

[0042] 图1示出了根据本发明的示范性实施例的包括高电压生成器的X射线管的示意图。X射线管300可以包括高电压生成器200,所述高电压生成器包括谐振转换器100。

[0043] X射线管300可以被用于X射线计算机断层摄影,使用计算机处理的X射线来产生被扫描的对象的特定区的断层摄影图像(虚拟“切片”)的技术。高电压生成器200可以被用于产生X射线,可以存在将电子发射到真空中的阴极和收集电子的阳极,因此建立通过管的电流的流动(被称为射束)。高电压电源(例如,30至150千伏(kV))跨阴极和阳极连接以将电子加速。X射线光谱取决于阳极材料和加速电压。

[0044] 图2示出了根据本发明的示范性实施例的用于谐振转换器的方法的示意性流程图。

[0045] 依据方框图将所述方法可视化。所述方法可以包括三个步骤ST1、ST2和ST3。

[0046] 作为所述方法的第一步骤,确定ST1谐振转换器的输出功率是否低于阈值被实行。

[0047] 作为所述方法的第二步骤,如果谐振转换器的输出功率低于输出功率阈值,则采用ST2来自多个可用晶体管开关中的降低数量的晶体管开关来执行谐振转换器的电流切换被实行,其中,降低数量与可用晶体管开关的数量相比较至少下降一。

[0048] 作为所述方法的第三步骤,在可用晶体管开关上变更ST3采用的降低数量的晶体管开关被实行。

[0049] 根据本发明的示范性实施例,这些步骤可以同时被执行,被划分为多个操作或任务或迭代地被重复。可以通过计数控制回路或通过条件控制回路递归地实施步骤的迭代。

[0050] 图3示出了用于解释本发明的谐振转换器的切换方案的示意图。

[0051] 描绘了一个电流切换循环的四个电流切换事件的并联切换模式,顶部上描绘的第一电流切换跟随有从顶部到底部排序的随后的电流切换。对于每个电流切换而言,示出了左侧的电路和右侧的电流对时间关系。

[0052] 图3示出了包括作为晶体管开关S1-S8的绝缘栅双极型晶体管的谐振转换器100。

[0053] 对于循环的第一电流切换,导电IGBT是IGBT或晶体管开关S1和S2以及晶体管开关S7和S8。电感器 L_{res} 上的箭头指示电流方向。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第一象限中描绘的关系。

[0054] 对于循环的第二电流切换,导电IGBT是IGBT或晶体管开关S3和S4以及晶体管开关S5和S6。电感器 L_{res} 上的箭头指示电流方向。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第二象限中所描绘的关系。

[0055] 对于循环的第三电流切换,导电IGBT是IGBT或晶体管开关S1和S2以及晶体管开关S7和S8。电感器 L_{res} 上的箭头指示电流方向。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第三象限中所描绘的关系。

[0056] 对于循环的第四电流切换,导电IGBT是IGBT或晶体管开关S3和S4以及晶体管开关S5和S6。电感器 L_{res} 上的箭头指示电流方向。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第四象限中所描绘的关系。

[0057] 对于上文所呈现的电流切换循环的所有电流切换,在每个电流切换中发生晶体管中的每个的切换。在每个电流切换中采用的晶体管开关的数量等于可用晶体管开关的数量。

[0058] 在交替切换方案中,仅一个晶体管开关可以被用于每个电流切换:

[0059] 对于交替循环的第一电流切换,导电IGBT是IGBT或晶体管开关S1以及晶体管开关S7。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第一象限中所描绘的关系。

[0060] 对于交替循环的第二电流切换,导电 IGBT 是 IGBT 或晶体管开关 S4 以及晶体管开关 S6。电流正对应于如右侧的正弦函数的曲线图中的第二象限中所描绘的关系。

[0061] 对于交替循环的第三电流切换,导电 IGBT 是 IGBT 或晶体管开关 S2 以及晶体管开关 S8。

[0062] 对于交替循环的第四电流切换,导电 IGBT 是 IGBT 或晶体管开关 S3 以及晶体管开关 S5。

[0063] 图 4 示出了根据本发明的示范性实施例的谐振转换器的电路的示意图。在图 4 中,示出了谐振转换器的双 IGBT 全桥配置。

[0064] 谐振转换器 100 可以包括八个晶体管开关 S1-S8,其中,两个晶体管开关并联连接。在图 4 中,两个晶体管开关 S1、S2 并联连接,两个晶体管开关 S3、S4 并联连接,两个晶体管开关 S5、S6 并联连接,并且两个晶体管开关 S7、S8 并联连接。对于图 4 的所描绘的谐振转换器 100,四个晶体管开关可用于执行谐振转换器 100 的电流切换。

[0065] 谐振转换器 100 还可以包括控制模块 101,所述控制模块被配置为确定谐振转换器的输出功率是否低于输出功率阈值。

[0066] 谐振转换器 100 还可以包括切换模块 102,所述切换模块被配置为在谐振转换器的当前需要的输出功率低于输出功率阈值时,采用来自多个可用晶体管开关中的降低数量的晶体管开关来执行谐振转换器的电流切换,其中,降低数量与多个可用晶体管开关相比较至少下降一,并且被配置为在可用晶体管开关 S1-S8 上变更所采用的降低数量的晶体管开关。切换模块 102 还可以包括存储器 102-1。

[0067] 切换模块 102 还可以被配置为在存储器 102-1 中保存哪个或哪些晶体管开关 S1-S8 在先前电流切换循环中活动,以便决定哪个或哪些晶体管开关 S1-S8 被用在下一电流切换循环中。对于本电路,降低数量是两个晶体管开关,并且晶体管开关的可用数量是四。例如,在一个循环期间,使用仅两个晶体管,例如,晶体管开关 S1 以及晶体管开关 S7,而不是全部将可用于通过电路的电流的相同方向的 S1、S2、S7、S8。在另一循环期间,使用两个晶体管,例如,晶体管开关 S4 以及晶体管开关 S5,而不是全部将可用于通过电路的电流的相同另一方向的 S3、S4、S5、S6。

[0068] 并联连接的两个晶体管开关 S1、S2;S3、S4;S5、S6;S7、S8 可以形成切换对 103。每个切换对 103 被连接到切换模块 102,并且可以接收控制命令,例如,寻址到晶体管开关 S1-S8 之一的切换命令。代替于逆变器全桥,也使用逆变器半桥或使用任何其他桥电路是可能的。

[0069] 逆变器可以生成通过包括电感器 L_{res} 、电容 C_{res} 和变压器 XFMR 的谐振电路的正弦电流。

[0070] 该谐振电路由开关 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 和 S8 的电流切换驱动,供应由 +VCD 到 -VCD 表示的驱动电压。这通过与开关 S7 和 S8 同时地切换 S1 和 S2 来实现,以生成正电流半波。与开关 S5 和 S6 同时地晶体管开关 S3 和 S4 将承载负电流半波。在全谐振模式中完成从一个对角线切换到另一个,其中,谐振频率是从一个对角线到另一个的切换频率。

[0071] 因此,可用晶体管开关的数量可以取决于电路中的电流路径以及电路的所有晶体管的数量,例如,如使用在本描述中的可用项可以意指可用于期望的电流切换的意义,在上文所提供的范例中,晶体管开关 S1、S2、S7、S8 可用于通过电路的相同电流,即使八个晶体管开关存在于电路中,但是对于使得电压能够在某个方向上跨负载被应用的某个电流路径,

仅这四个晶体管开关S1、S2、S7、S8是可用的。并且来自这四个晶体管开关中的仅两个晶体管开被关使用,但是使用的两个被变更。

[0072] 由于逆变器的完全输出功率处的高电流,因此IGBT是并联的。

[0073] 图5示出了用于解释本发明的谐振转换器的输出电流的示意图。y轴示出了IGBT逆变器全桥的输出电流,x轴示出了时间。曲线图示出了一个电流切换循环的两个正和两个负电流半波。

[0074] 图6示出了用于解释本发明的谐振转换器的输出电流的过零点的示意图。

[0075] 在图6中的左下面板上,呈现了不同的理想切换状态的描述:理想化呈现了阶段t4至t0,通常地不同的阶段能够交叠。切换机制在t4处(大约在t0(谐振电流的过零点)之前-800ns)开始。在t4处,开关(其仍然导电)S1、S2、S7和S8得到关闭的命令。在IGBT特异性td(OFF)和tf(其是电流和温度相关的)之后,开关将在t3处完全关闭。在t2处,IGBT S3、S4、S5和S6得到打开的命令。

[0076] 在IGBT特异性td(ON)和tr(电流和温度相关的)之后,IGBT在t1处(恰在t0(谐振电流的过零点)之前)完全打开。出于其他考虑忽略tf和tr,因为它们与td(OFF)和td(ON)相比较低得多。t4与t2之间的时间被称为tdead(例如,被称为死时间),其假定高于IGBT的关闭时间,以便防止桥短路(同时打开的高和低侧)。

[0077] 范例被呈现在以下中:

[0078] 假定400A(当操作在并联模式中时200A每IGBT)的关闭电流,快速切换IGBT具有125°C芯片或温度或周围温度处的以下参数:

[0079] 450ns的假定td(OFF)(条件:200A关闭和125°C周围温度),250ns的假定td(ON)(条件:200A关闭和125°C周围温度),例如tdead被设置为500ns(固定值),t3被设置为-350ns,t2被设置为-300ns,t1被设置为-50ns,t0被设置为0ns。

[0080] 以下困难出现:由于在切换小电流时的IGBT的增加的关闭时间,因此死时间将是太短的。因此,需要增加死时间:

[0081] 假定tdead被设置为600ns,此外,t4被设置为-800ns,t3被设置为-200ns,t2被设置为-200ns,t1被设置为+50ns。这隐含打开在过零点之后并且引起续流二极管的硬式整流。

[0082] 以下困难出现:IGBT打开太晚(在过零点之后)。能够通过使用交替切换方案而不是并联切换方法解决这两个困难。

[0083] 图7示出了用于解释本发明的示意图切换时间vs.集电极电流。图7是依据使用水平和垂直轴两者上的对数尺度的数字数据的二维曲线的双对数图。

[0084] y轴示出了对数尺度中以纳秒为单位的切换时间,x轴示出了在对数尺度中以安培为单位的集电极电流IC。

[0085] 在本发明的另一示范性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序元件,其特征在于,适于在适当的系统上运行根据前面的实施例中的一项所述的方法的方法步骤。在曲线图中描绘了针对td(on)、td(off)和tr的特性曲线。

[0086] 根据本发明的又一示范性实施例,因此,所述计算机程序单元可以被存储在计算机单元上,所述计算机单元也可以是本发明的实施例的部分。该计算单元可以适于执行以上描述的方法的步骤或诱发以上描述的方法的步骤的执行。

[0087] 此外,其可以适于操作以上描述的装置的部件。所述计算单元能够适于自动地操作和/或运行用户的命令。计算机程序可以被加载到数据处理器的工作存储器中。所述数据处理器由此可以被装备为执行本发明的方法。

[0088] 本发明的该示范性实施例涵盖从一开始就使用本发明的计算机程序或借助于更新将现有程序转变为使用本发明的程序的计算机程序两者。

[0089] 更进一步地,所述计算机程序单元能够提供实现如以上所描述的方法的示范性实施例的流程的所有必需步骤。

[0090] 根据本发明的另一示范性实施例,提出了一种计算机可读介质,例如CD-ROM,其中,所述计算机可读介质具有存储在所述计算机可读介质上的计算机程序单元,其中,所述计算机程序单元由前面部分描述。

[0091] 计算机程序可以存储和/或分布在与其它硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的诸如光学存储介质或固态介质的适当的介质上,但是计算机程序也可以以其他的形式分布,例如经由因特网或其他有线或无线的远程电信系统分布。

[0092] 然而,所述计算机程序也可以存在于诸如万维网的网络上并能够从这样的网络中下载到数据处理器的工作存储器中。

[0093] 根据本发明的另一示范性实施例,提供了一种用于使得计算机程序单元可用于下载的介质,所述计算机程序单元被布置为执行根据本发明的之前描述的实施例中的一项所述的方法。

[0094] 必须指出,本发明的实施例参考不同主题加以描述。具体而言,一些实施例参考方法类型的权利要求加以描述,而其他实施例参考设备类型的权利要求加以描述。

[0095] 然而,本领域技术人员将从以上和下面的描述中了解到,除非另行指出,除了属于一种类型的主题的特征的任何组合之外,涉及不同主题的特征之间的任何组合也被认为由本申请公开。然而,所有特征能够被组合以提供超过特征的简单加和的协同效应。

[0096] 尽管已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明,但这样的说明和描述被认为是说明性或示范性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。通过研究附图、说明书和从属权利要求,本领域的技术人员在实践所主张的本发明时能够理解和实现所公开的实施例的其他变型。

[0097] 在权利要求中,词语“包括”不排除其他单元或步骤,并且,词语“一”或“一个”并不排除多个。单个处理器或控制器或其他单元可以履行权利要求书中记载的若干项目的功能。在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。

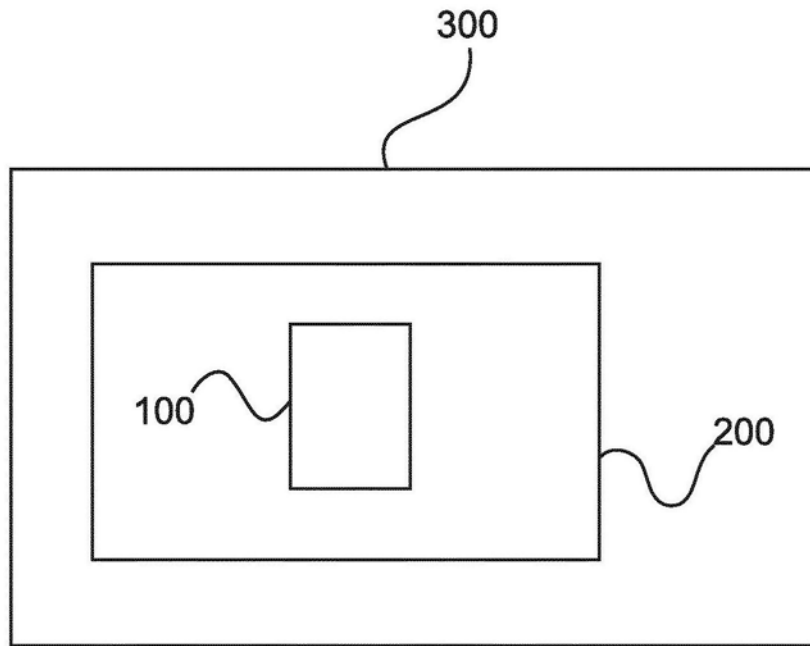


图1

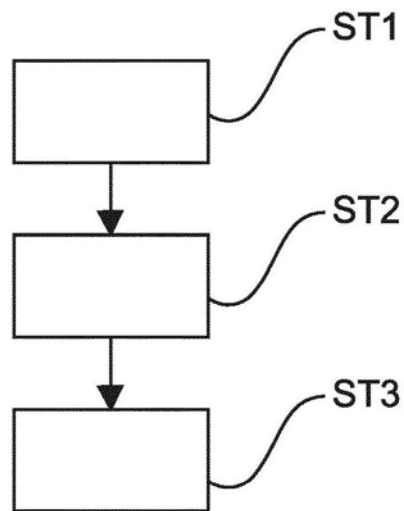


图2

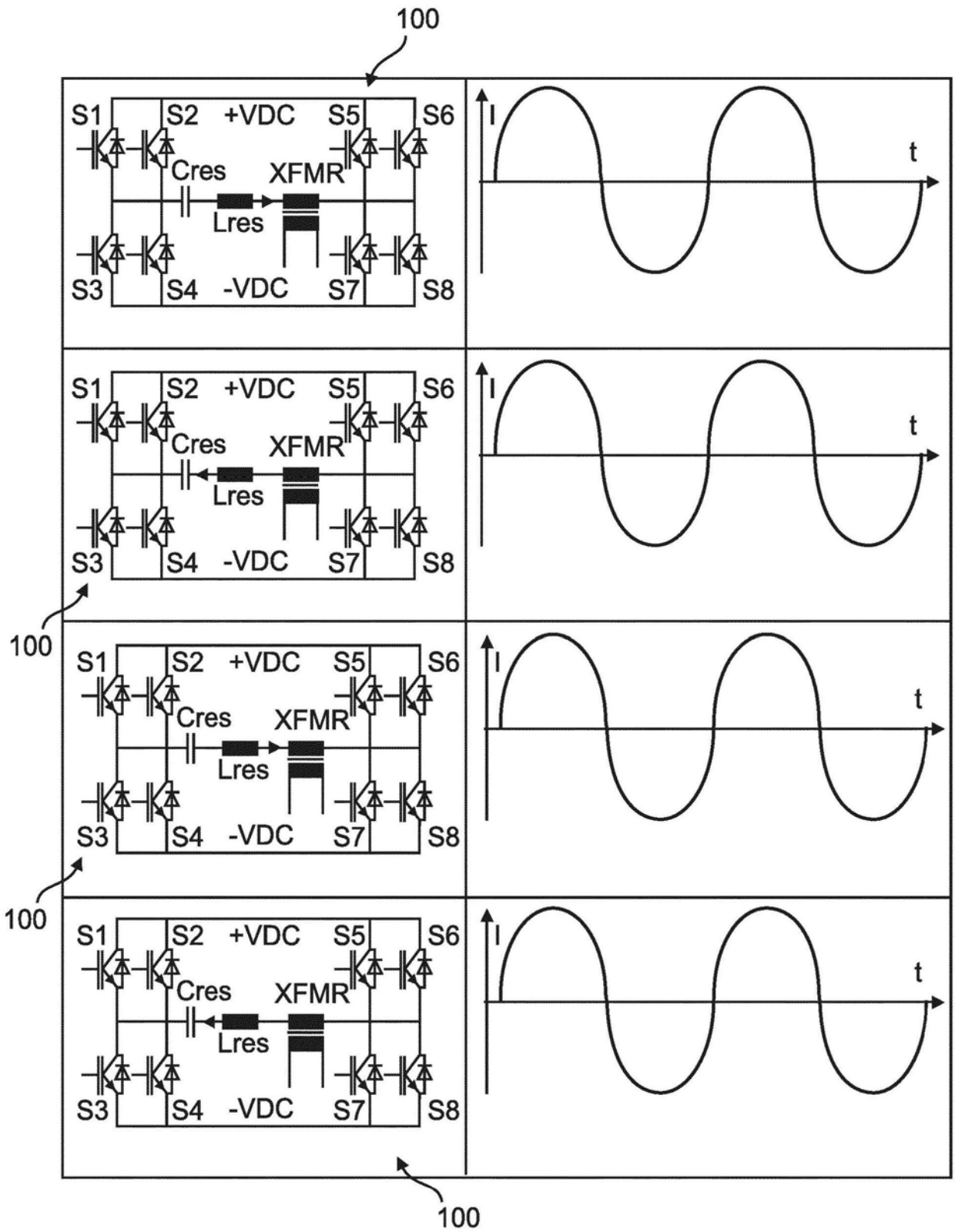


图3

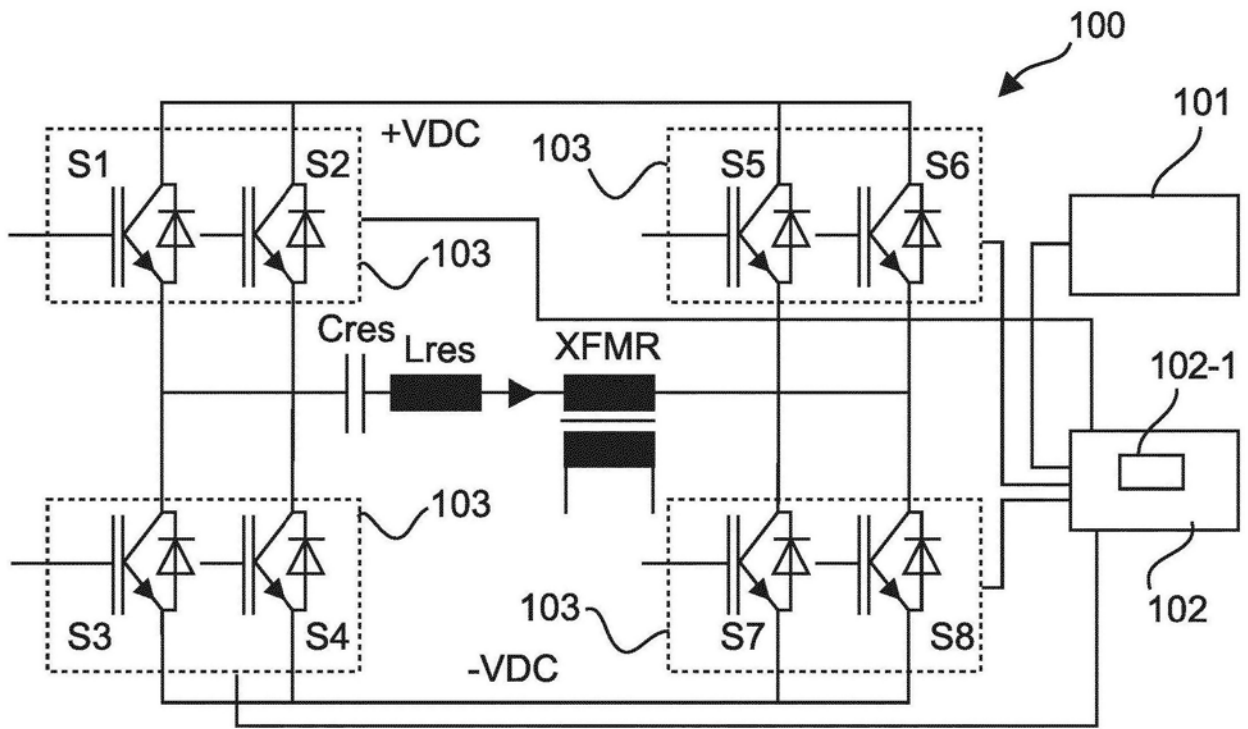


图4

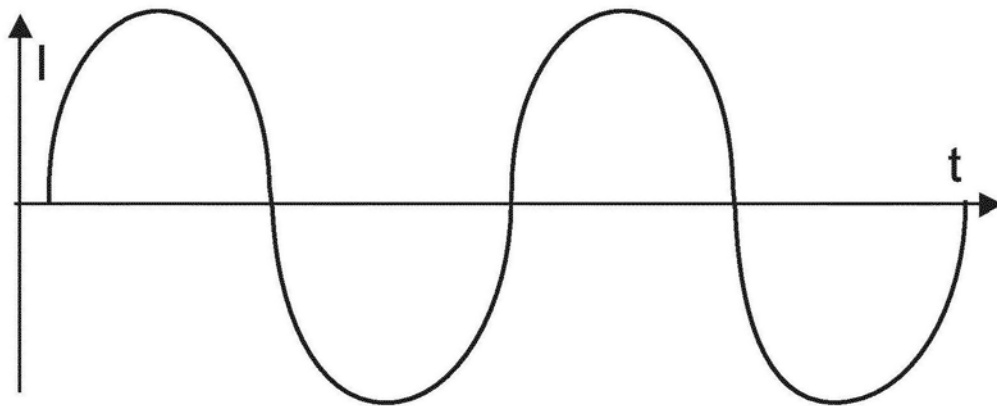


图5

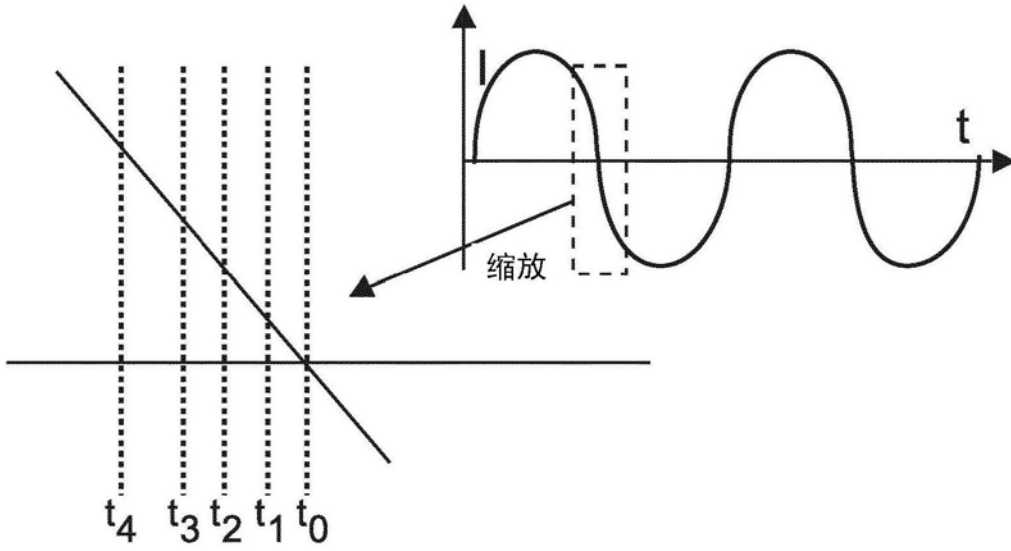


图6

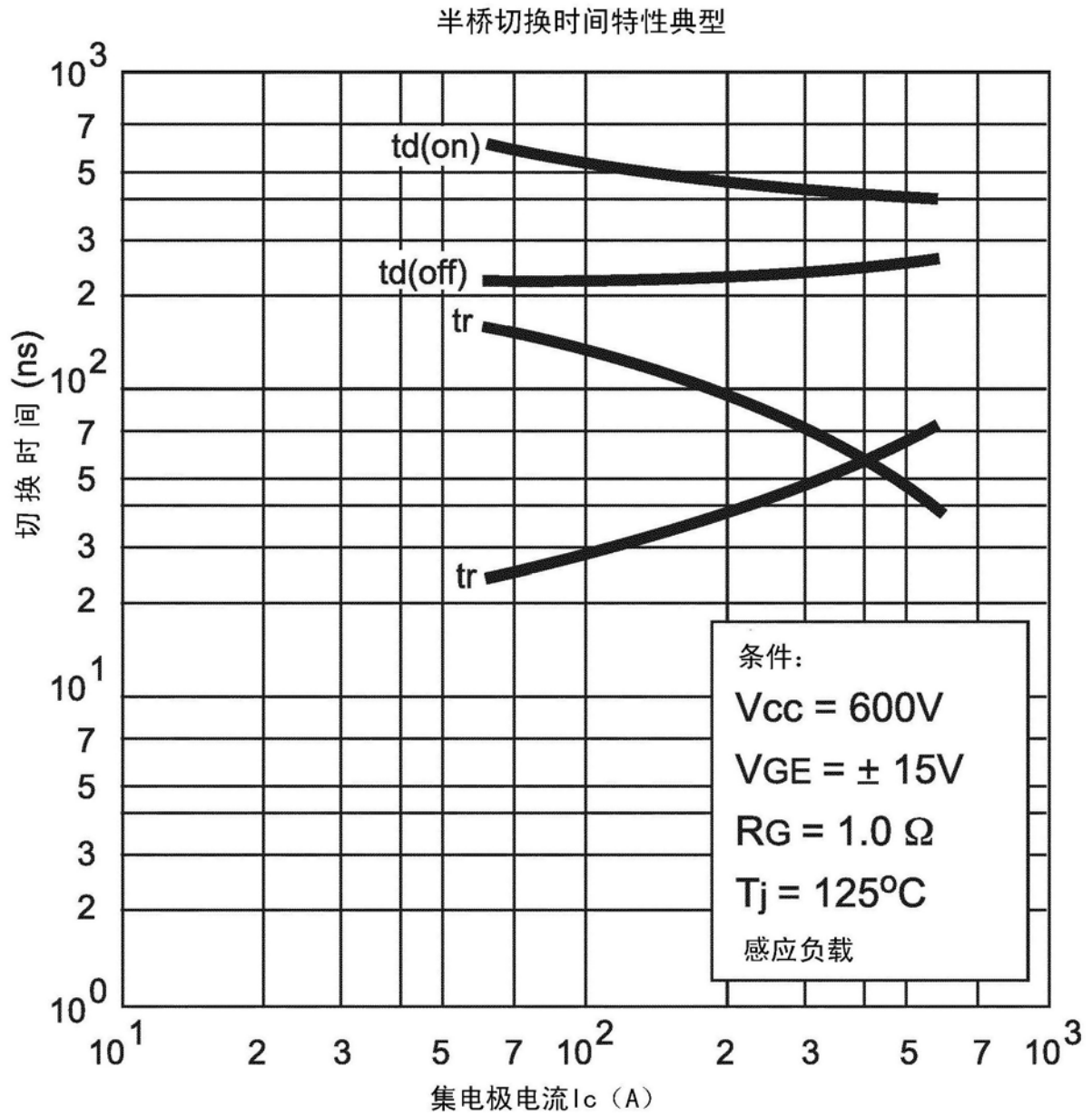


图7