



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106900096 B

(45) 授权公告日 2021.05.11

(21) 申请号 201611165966.6

(22) 申请日 2016.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106900096 A

(43) 申请公布日 2017.06.27

(30) 优先权数据
15201258.9 2015.12.18 EP

(73) 专利权人 E.G.O. 电气设备制造股份有限公司
地址 德国奥伯德丁根

(72) 发明人 S.洛姆普 S.朗

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 申屠伟进 刘春元

(51) Int.Cl.

H05B 6/12 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2012103971 A1, 2012.05.03

US 2012103971 A1, 2012.05.03

WO 2014167814 A1, 2014.10.16

DE 102012218284 A1, 2014.04.10

DE 102012204250 A1, 2012.10.04

CN 202818656 U, 2013.03.20

CN 103348765 A, 2013.10.09

CN 203661322 U, 2014.06.18

EP 2753145 A2, 2014.07.09

JP 4366413 B2, 2009.11.18

审查员 康瑞丽

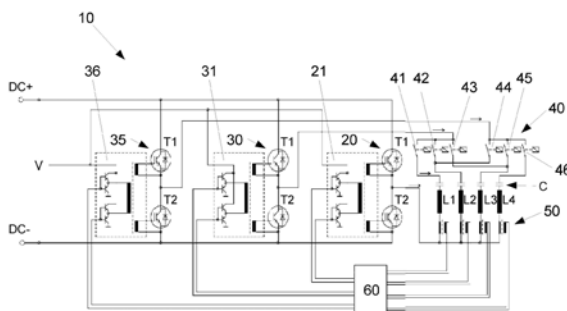
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

加热电路和感应烹饪灶具

(57) 摘要

本发明涉及加热电路和感应烹饪灶具。本发明涉及用于感应烹饪灶具的感应加热线圈(L1-L4)的加热电路(10)以及包括这种加热电路的感应烹饪灶具。在加热电路中,在每个情况下,存在两个辅助半桥(30、35),该辅助半桥(30、35)互连以激发用于感应加热线圈的相应谐振电路使得谐振电路由全桥激发。由此,大大减少了损耗热量。经由连接设备(40),可以控制辅助半桥(30、35)以激发感应加热线圈,该感应加热线圈部分地或者完全地被烹饪容器所覆盖。



1. 一种感应烹饪灶具,其包括:
灶面加热板;和
用于所述感应烹饪灶具的感应加热线圈的加热电路,其中所述加热电路包括:
参考半桥;
至少第一和第二谐振电路,所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路都包括第一端子和第二端子;
感应加热线圈布置在所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路中;
至少第一辅助半桥和第二辅助半桥;以及
可切换连接设备,
其中所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路的所述第一端子的每个第一端子都耦合到所述参考半桥,
其中所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路的所述第二端子的每个第二端子都耦合到所述可切换连接设备,
其中所述可切换连接设备包括至少第一开关和第二开关,并且
所述第一谐振电路分配给仅所述第一开关,并且
所述第二谐振电路分配给仅所述第二开关,并且所述第一开关在闭合条件下将分配给其的所述第一谐振电路连接到所述至少第一或第二辅助半桥中的仅一个辅助半桥,以及
所述第二开关在闭合条件下将分配给其的所述第二谐振电路连接到所述至少第一或第二辅助半桥中的仅一个辅助半桥,
使得连接到所述至少第一或第二辅助半桥的仅一个辅助半桥的所述至少第一或第二谐振电路中的每个谐振电路都通过全桥是可激发的,所述全桥由所述至少第一或第二辅助半桥中的一个辅助半桥和所述参考半桥组成,以及
其中所述加热电路的所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路都包括一个相应的感应加热线圈,所述相应的感应加热线圈布置在所述灶面加热板下面以用于建立烹饪区域。
2. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述可切换连接设备将所述至少第一和第二谐振电路的每个谐振电路固定地连接到所述至少第一和第二辅助半桥中的仅一个辅助半桥。
3. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述至少第一和第二开关中的每个开关都是继电器。
4. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述至少第一和第二谐振电路中的每个谐振电路都是串联谐振电路。
5. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述第一和第二辅助半桥中的每个辅助半桥都包括用于控制的所分配的磁性互感器。
6. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述感应加热线圈中的每个感应加热线圈都具有同样的设计。
7. 根据权利要求6所述的感应烹饪灶具,其中,所述至少第一和第二辅助半桥中的每个辅助半桥也都具有同样的设计。
8. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述感应加热线圈中的每个感应加热线

圈都包括所分配的电流转换器,以用于分别测量和调节所述感应加热线圈的每个感应加热线圈的功率。

9. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中,所述加热电路布置成通过桥电压的相移来执行功率调节。

10. 根据权利要求1所述的感应烹饪灶具,其中:

提供布置为控制所述至少第一和第二辅助半桥中的每个辅助半桥和/或所述可切换连接设备的控件;并且

所述控件配置为,检测所述灶面加热板上的一个或多个蒸锅,并且控制所述至少第一和第二辅助半桥中的每个辅助半桥和/或所述可切换连接设备,使得所述相应的感应加热线圈中的每个相应的感应加热线圈被激发,所述相应的感应加热线圈部分地或者完全地由烹饪容器来覆盖。

11. 根据权利要求10所述的感应烹饪灶具,其中:

所述控件配置为控制所述至少第一和第二辅助半桥中的每个辅助半桥和/或所述可切换连接设备,使得,至少如果所述烹饪容器没有覆盖得多于预定最大数目的所述感应加热线圈的每个感应加热线圈,则位于一个单个烹饪容器下面的所述感应加热线圈中的每个感应加热线圈进一步共同连接到所述至少第一或第二辅助半桥中的仅一个辅助半桥。

12. 根据权利要求10所述的感应烹饪灶具,其中,所述控件配置为将所述感应加热线圈中的每个感应加热线圈并联地互连或激发到一个共同烹饪区域。

13. 根据权利要求12所述的感应烹饪灶具,其中,所述控件配置为使用相同的功率调节而将感应加热线圈中的每个感应加热线圈并联地互连或激发到所述一个共同烹饪区域。

加热电路和感应烹饪灶具

技术领域

[0001] 本发明涉及用于感应烹饪灶具的感应加热线圈的加热电路以及包括这种加热电路的感应烹饪灶具。

背景技术

[0002] 典型地具有作为感应灶具的多个感应烹饪区域的感应加热系统中的感应烹饪区域的功率控制通常通过以下操作而被执行：借助于可变频率、或者可变电压、或者可变频率和可变电压的组合来控制所提供的串联谐振电路。对于现有技术中公知的实现方式，出于成本效率的原因而排他性地采用半桥拓扑。

[0003] 典型地在本文中，每个谐振电路分别由半桥拓扑中的一个转换器来控制。这允许每一烹饪区域的输出功率的个体且连续的调节，其中烹饪区域还被简称为“区域”。这种区域可以例如是以圆形、矩形、梯形或八边形形状。

[0004] 对于所谓的平坦烹饪系统，所述区域被设计和布置成使得不再迫使用户向单个区域分配烹饪容器，而是由系统根据放置的位置离散地检测容器，并且在覆盖或重叠多个区域的情况下，存在所述区域向所实现的共同烹饪区域的自动互连。由此，例如，两个最初个体的区域可能像一个单个区域那样进行操作，其中每个区域典型地具有其自身的转换器和谐振电路。

[0005] 所述解决方案的重要缺点是成本，由于在该情况下，对于每个区域，即对于任何最小可控单元，提供了不同转换器。每个转换器具有半桥拓扑中的基本上两个功率半导体，典型的是IGBT晶体管，以及桥驱动器或任何其它控制IC。这种部件是昂贵的，并且大大增加系统成本。

[0006] 此外，发现的是，对于根据现有技术的实现方式，高功率损耗的确出现。作为结果，存在针对下述的增加功率需求和需要：使用特别耐温部件和/或提供冷却设备，这将同样地增加系统成本。

发明内容

[0007] 本发明基于提供以上提及的加热电路和以上提及的包括这种加热电路的感应烹饪灶具的问题，用该加热电路可以解决现有技术的问题，并且特别可能的是，提供加热电路以及具有这种加热电路的感应烹饪灶具，由此优化了成本和/或能耗。

[0008] 该问题是借助于根据本发明的加热电路以及借助于根据本发明的提供有该加热电路的感应烹饪灶具解决的。本发明的有利和优选改进是另外的权利要求的主题并且在下文被更加详细地解释。在该上下文中，仅针对加热电路或者仅针对感应烹饪灶具而指定或描述许多特征。然而，与此独立地，该特征意图能够独立地适用于加热电路和感应烹饪灶具二者。通过明确引用使权利要求的措辞成为描述的内容。

[0009] 提供了用于感应烹饪灶具的感应加热线圈的加热电路，该加热电路包括参考半桥。该加热电路具有多个谐振电路，每个谐振电路具有第一端子和第二端子，其中感应加热

线圈布置在每个谐振电路中。所述感应加热线圈特别用于以公知方式加热烹饪容器。谐振电路可以特别是串联谐振电路。

[0010] 加热电路包括多个辅助半桥。此外,加热电路包括连接设备。

[0011] 谐振电路的所有第一端子耦合到参考半桥。因而,参考半桥可以一般地用于控制任何谐振电路。

[0012] 相应谐振电路的每个第二端子耦合到连接设备。连接设备配置为将许多所耦合的谐振电路选择性地连接到辅助半桥中的相应一个,使得连接到辅助半桥的每个谐振电路通过由辅助半桥和参考半桥组成的全桥可激发。

[0013] 在根据本发明的加热电路中,相应谐振电路不仅由半桥,而且由全桥激发。作为结果,个体部件的热应力通过分布到更多部件而被显著地减小,存在能耗的总体降低,并且存在由于加热电路本身的过高温度的所需较少努力。此外,对于连接设备的对应设计,可以通过选择性连接达到多个谐振电路的分离开关功能,而不需要针对每个谐振电路所存在的不同半桥。由此,降低了部件的要求以及因而降低了复杂性和成本。

[0014] 根据实施例,连接设备将每个谐振电路固定地连接到恰好一个辅助半桥。在这种实施例中,在不提供连接设备的任何开关功能的情况下,实现了通过使用全桥获得的优点。这对应于可以特别地以低数目的谐振电路而采用的简单实施例。

[0015] 根据实施例,连接设备是可切换的。这特别地允许控制多个谐振电路,其中所存在的辅助半桥的数目可以小于谐振电路的数目,并且确保了谐振电路的所有相同、个体的可控性。连接设备可能例如响应于控制设备或者操作员面板的信号而可切换。

[0016] 连接设备可以被提供有许多开关,其中处于闭合条件的每个开关将分配给其的恰好一个谐振电路连接到恰好一个辅助半桥。由此,所允许的是选择性控制谐振电路,特别是选择性控制比所存在的辅助半桥更多的谐振电路。开关可以优选地为继电器,然而例如其它实施例(诸如晶体管)也是可能的。

[0017] 根据实施例,将第一谐振电路分配给恰好一个第一开关,并且将第二谐振电路分配给恰好一个第二开关,其中处于相应闭合条件下的第一开关和第二开关做出到不同辅助半桥的连接。所述实施例基于以下发现:感应烹饪灶具的典型两个谐振电路足以连接到辅助半桥中的一个或者没有连接到辅助半桥中的任何一个,使得相应谐振电路可以仅由一个辅助半桥来控制,而不是由所存在的任何其它辅助半桥来控制。实际上,鉴于功能性,甚至向另一个辅助半桥的连接性将不是有害的,然而复杂性以及因而开支将由此增加。第一和第二谐振电路可以特别是外围侧上的谐振电路,即具有布置在第一和第二谐振电路之间的加热电路的其它谐振电路的谐振电路。

[0018] 根据优选实施例,许多谐振电路被各自分配多个开关,其中分配给相应谐振电路的开关在相应闭合条件下将谐振电路连接到不同辅助半桥。这允许通过不同辅助半桥控制所述谐振电路。因而,为了控制相应谐振电路,不存在对特定辅助半桥的预限定。所述谐振电路可以特别是并非以上提及的第一谐振电路和第二谐振电路的那些谐振电路。换言之,典型地所述谐振电路是并非处于外围侧上(即,布置在第一谐振电路和第二谐振电路之间)的谐振电路。

[0019] 根据优选实施例,加热电路包括四个谐振电路。另外优选的是,加热电路包括两个辅助半桥。特别地,所述组合已经证实是有利的,因为获得了通过典型的、装有16A保险丝

的、国内市电连接提供的电源电势的最佳利用。如果意图更多的感应加热线圈,则加热电路可以包括对应地更多的谐振电路,并且典型地还在本文中提供更高保险丝,或者甚至可以存在并联使用的多个这种加热电路。

[0020] 谐振电路优选是串联谐振电路。这已经证实对于感应烹饪灶具中的典型应用是有利的。

[0021] 优选地,每个辅助半桥及其开关构件分别具有用于控制的所分配的磁性互感器。相比于现有技术中公知的半桥驱动器,这种磁性互感器已经证实是成本高效而可靠和适当的可替换方案。

[0022] 优选地,所有感应加热线圈以及特别地还有辅助半桥具有同样的设计。这允许简单的实现方式。

[0023] 优选地,每个感应加热线圈具有用于分别测量和调节感应加热线圈的功率的所分配的电流转换器。这种电流转换器可以特别地测量流过相应感应加热线圈的电流,并且将从其获得的信息供应给控制器单元,比如例如微控制器。这允许特别精细且快速的功率调节。

[0024] 根据高级实施例,加热电路布置成通过桥电压的相移来执行功率调节。这允许相应功率的简单且有利的调节。

[0025] 本发明此外涉及感应烹饪灶具,包括灶面加热板以及根据本发明的至少一个加热电路。在该上下文中,可以采取任何以上描述的实施例和变形。加热电路的每个谐振电路包括相应感应加热线圈,该感应加热线圈布置在灶面加热板下面以用于建立烹饪区域。

[0026] 根据本发明的感应烹饪灶具允许实现针对如参照根据本发明的加热电路所描述的感应烹饪灶具的以上所提及的优点。

[0027] 感应烹饪灶具优选地包括布置成控制辅助半桥和/或连接设备的控件。由此,可以实现同时使用的感应加热线圈的不同配置。特别地,连接设备的相应开关(例如,继电器)可以有利地被个体地控制,以便实现对应连接。辅助半桥可以被特别地控制,使得它们以充足方式作为全桥而激发谐振电路连同参考半桥。控件还可以布置为控制参考半桥。

[0028] 控件可以特别地配置为控制辅助半桥和/或连接设备,使得位于一个单个烹饪容器下面的另外感应加热线圈共同地连接到一个单个辅助半桥,至少如果烹饪容器没有覆盖得多于预定最大数目的感应加热线圈的话。这允许建立个体烹饪区域,该个体烹饪区域可以有利地适配于所使用的相应烹饪容器的尺寸。

[0029] 控件进一步优选地配置为将多个相邻线圈并联地(事实上优选地使用相同功率调节)互连或激发到一个共同烹饪区域。由此,还允许根据需求重组烹饪区域。

[0030] 分别根据本发明的加热电路和感应加热线圈的输出功率可以特别地经由频率以及经由真实AC控制而通过桥电压的相移进行控制,特别地在没有非对称脉冲宽度调制的情况下进行控制。

[0031] 相比于半桥技术,全桥技术特别允许具有相当输出功率的更小谐振电路电流。由此,减少了功率半导体中的损耗,改进了损耗的分布,增加了服务寿命,可以采用更小且更有利的功率半导体,需要更少的控制输入,可以使用更小和/或更少数目并且更有利的谐振电路电容器,以及可以使用更小并且更有利的继电器。

[0032] 对于使用50%占空比的半桥的可能对称控制,典型地不要求半导体桥驱动器。

[0033] 这些和另外的特征不仅产生于权利要求,而且还产生于描述和附图,其中个体特征在本发明的一个实施例中以及在其它领域中各自被个体地实现或者以二次组合的形式而被一起实现,并且可以表示有利实施例,可以本身获得针对该有利实施例的保护以及在此处要求针对该有利实施例的保护。将本申请划分成个体章节以及中间的标题不限制在上述标题之下进行的陈述的一般适用性。

附图说明

[0034] 在附图中示意性地图示并且在下面更加详细地解释本发明的示例性实施例。在附图中:

[0035] 图1:示出了加热电路,

[0036] 图2:示出了可能的控制轮廓,以及

[0037] 图3至图7:示出了在通过相移进行的功率控制期间的可能条件。

具体实施方式

[0038] 图1示出了用于感应加热线圈的加热电路10。加热电路10具有正电源输入DC+和负电源输入DC-,可以分别向正电源输入DC+和负电源输入DC-应用电源电压以用于供应半桥和全桥。此外,电路包括附加电源电压输入V,要向附加电源电压输入V应用附加电源电压以用于供应磁性互感器。

[0039] 加热电路10具有总共四个感应加热线圈L1、L2、L3、L4,该感应加热线圈一般地布置为通过感应来加热放置到灶面加热板(未图示)上的烹饪容器。每个感应加热线圈L1、L2、L3、L4具有所分配的相应电容器,其中概括性地通过参考字母C指示电容器。相应感应加热线圈L1、L2、L3、L4与其相应电容器C一起形成相应的串联谐振电路。

[0040] 为了激发谐振电路,加热电路10具有参考半桥20以及第一辅助半桥30和第二辅助半桥35。参考半桥20具有所分配的第一磁性互感器21。第一辅助半桥30具有所分配的第二磁性互感器31。第二辅助半桥35具有所分配的第三磁性互感器36。磁性互感器21、31、36用于控制相应半桥20、30、35。

[0041] 每个半桥20、30、35包括相应第一晶体管T1和相应第二晶体管T2。这种半桥的功能操作本身是公知的,并且因此将不给出进一步的详细解释。

[0042] 如根据图1是明显的,相应谐振电路的底部位置中的相应端子连接到参考半桥20。在顶侧上,相应谐振电路连接到可切换连接设备40。连接设备40包括第一开关41、第二开关42、第三开关43、第四开关44、第五开关45和第六开关46。

[0043] 如根据图1是明显的,位于左边最远处、包括第一感应加热线圈L1的谐振电路和位于右边最远处、包括第四感应加热线圈L4的谐振电路分别连接到第一开关41和第六开关46。所述开关41、46各自仅连接到一个辅助半桥30、35。因而,位于外侧处的谐振电路可以只是连接到相应辅助半桥30、35或者替代地与相应辅助半桥30、35断开。相比而言,位于内侧处的两个谐振电路(其中定位其它两个感应加热线圈L2、L3)以下述这种方式连接到第二、第三、第四和第五开关42、43、44、45:这两个谐振电路可以选择性地连接到辅助半桥30、35二者或者不连接到该辅助半桥。将在下文参照图2进一步更加详细地描述和展示可以由所述实施例产生什么可能的布线连接。特别地,所述布线连接与四个感应加热线圈L1、L2、L3

和L4的使用一起已经证实是有利的。这特别地适用于使用典型的、装有16A保险丝的、国内市电连接,因为对于四个感应加热线圈L1、L2、L3、L4,获得所供应的功率的最佳利用。

[0044] 加热电路10还包括总共数目为四的电流转换器50,其中每个电流转换器50被分配给四个谐振电路之一。借助于相应的电流转换器50,可以测量流过相应感应加热线圈L1、L2、L3、L4的电流。

[0045] 加热电路10还包括电子控件60,该电子控件60在当前情况下是以微控制器的形式。控件60连接到如所示出的磁性互感器21、31、36中的每个,并且布置成控制磁性互感器21、31、36,由此还控制相应半桥20、30、35。换言之,控件60可以提供以下特征:将相应晶体管T1或T2切换成传导或非传导,并且因而获得了对分别连接到相应半桥的谐振电路或者甚至多个谐振电路的控制。

[0046] 在该上下文中,控制是以下列方式:连接到谐振电路的两个相应半桥20、30、35一起形成全桥,并且相应谐振电路因而由全桥激发。作为结果,可以大大减少功率损耗。

[0047] 控件60连接到连接设备40并且可以个体地切换开关41、42、43、44、45、46中的每个。因而,可以在预定可能性的范围内设定所切换的连接的任何任意配置。这将在下文参照图2进一步更加详细地进行讨论。

[0048] 电流转换器50连接到如所示出的控件60,使得控件60获得关于流过谐振电路的相应电流的反馈,并且因而还有关于相应功率的反馈。这允许分别对谐振电路进行精确功率控制和功率调节。

[0049] 应当理解到,在图1中出现的任何细节可以具有对于本发明的关键重要性,并且可以用于从现有技术区分出本发明和权利要求。

[0050] 图2示出了烹饪区域的许多不同配置,其可以借助于根据图1的加热电路10进行调节。特别地,连接设备40可以以产生这种配置的方式进行调节。在图2中图示了总共十一个场,其中一个或多个可能的配置被图示在这些场中的每个中。配置各自通过连续线或者甚至利用虚线而被图示。在本文中通过参考标记“线圈1”、“线圈2”、“线圈3”和“线圈4”来指示感应加热线圈L1、L2、L3、L4。

[0051] 在图2的第一个场中,第一和第二感应加热线圈L1、L2以及第三和第四感应加热线圈L3、L4互连到相应烹饪区域。在第二个场中,在每个情况下,两个相邻的感应加热线圈,即L1和L2、L2和L3、或者L3和L4,互连到相应烹饪区域。在第三个场中,两个相邻的感应加热线圈互连到一个烹饪区域,其中同时地一个另外的感应加热线圈作为单个烹饪区域进行操作。在第四个场中,第二和第三感应加热线圈L2、L3各自作为独立的烹饪区域而连接。

[0052] 在第五到第九个场中,同样地,在每个情况下,两个感应加热线圈各自作为独立的烹饪区域而连接。在第十个场中,三个并置的感应加热线圈,即L1、L2和L3,或者替代地,L2、L3和L4,互连到一个烹饪区域。在第十一个场中,所有四个感应加热线圈L1、L2、L3、L4互连到一个烹饪区域。

[0053] 相应烹饪区域特别地通过至少一个共同辅助半桥30、35与参考半桥20一起被激发。因而,还存在互连到一个相应烹饪区域的所有感应加热线圈的功率的共同控制。

[0054] 图3到图7示出了在不同受控激发处在谐振电路上和半桥20、30、35上的电压的时间曲线,其中假设230 VAC的电压连接,即具有交流电流的230V有效电压的电压连接。在本文中,曲线 U_A 指示第一辅助半桥30的电压,曲线 U_B 指示第二辅助半桥35的电压,曲线 U_{Ref} 指示

参考半桥20的电压,并且曲线 U_s 指示连接在第一辅助半桥30和参考半桥20之间的谐振电路上的电压。在水平轴线上,在每个情况下指示了时间。

[0055] 如所明显的,特别地,可以借助于不同受控激发来调节不同功率水平。

[0056] 在如图3中所图示的条件下,以28kHz的频率设定 0° 相位角。作为结果,在谐振电路处获得电压 U_s ,电压 U_s 总计几乎恒定为零。即,没有激发谐振电路。而且在如图4-6中所图示的条件下,频率总计为28kHz。

[0057] 与此相比,在如图4中图示的条件下,设定 90° 的相位角。作为结果,谐振电路上的电压为115 VAC。

[0058] 在如图5中图示的条件下,存在所设定的 180° 的相位角,并且导致谐振电路上的230VAC电压。

[0059] 在如图6中图示的条件下,存在所设定的 90° 的相位角,并且导致谐振电路上的115 VAC电压以及第二辅助半桥35和参考半桥20之间的另外的115 VAC电压。没有图示后一个差分信号。

[0060] 在如图7中图示的条件下,存在所设定的 90° 的相位角,其中相比于根据图3到图6的前述条件,频率为48kHz。作为结果,获得了谐振电路上的115 VAC电压以及第二辅助半桥35与参考半桥20之间的另外的115 VAC电压。没有图示后一个差分信号。

[0061] 在理想情况下,操作处于或接近于谐振频率,以便具有尽可能低的电流。有效电压或RMS电压(其是真实AC)应当被保持尽可能低。因而,损耗较少,这可能是根据本发明的实施例的一个目的。另外的目的可以是损耗在甚至更多的功率半导体上分布,这引起到每个功率半导体的热应力的最小化。

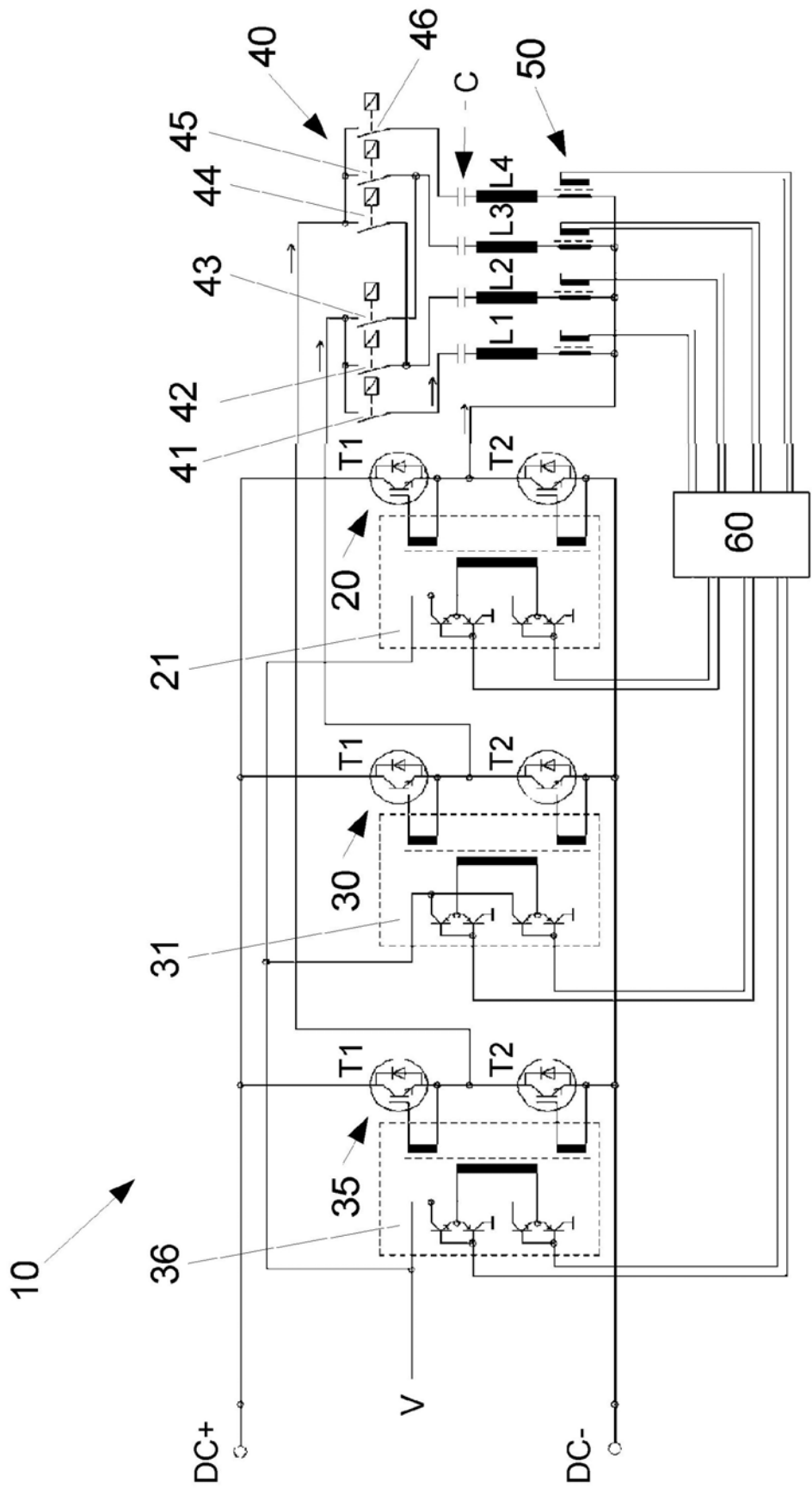


图 1

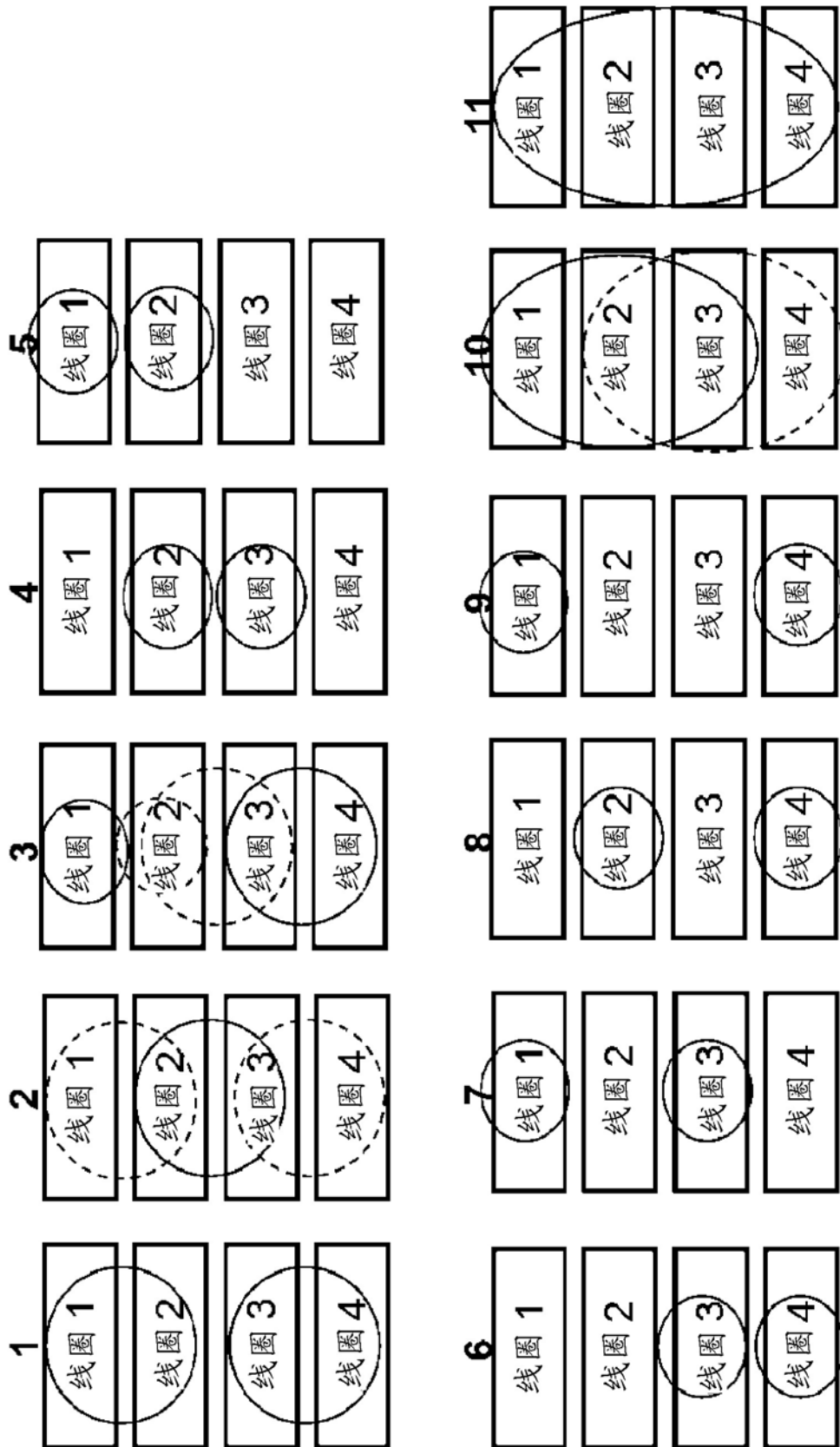


图 2

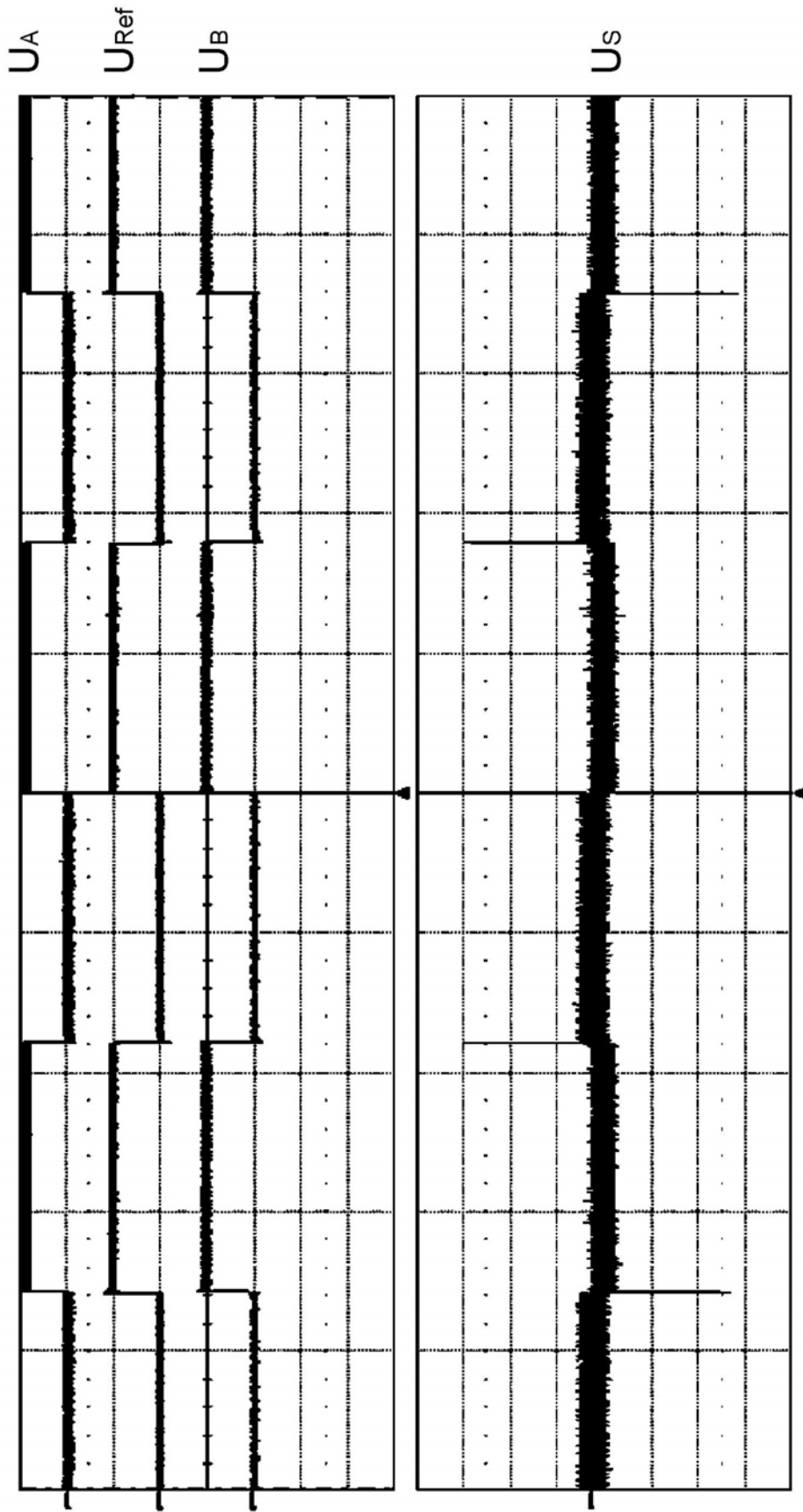


图 3

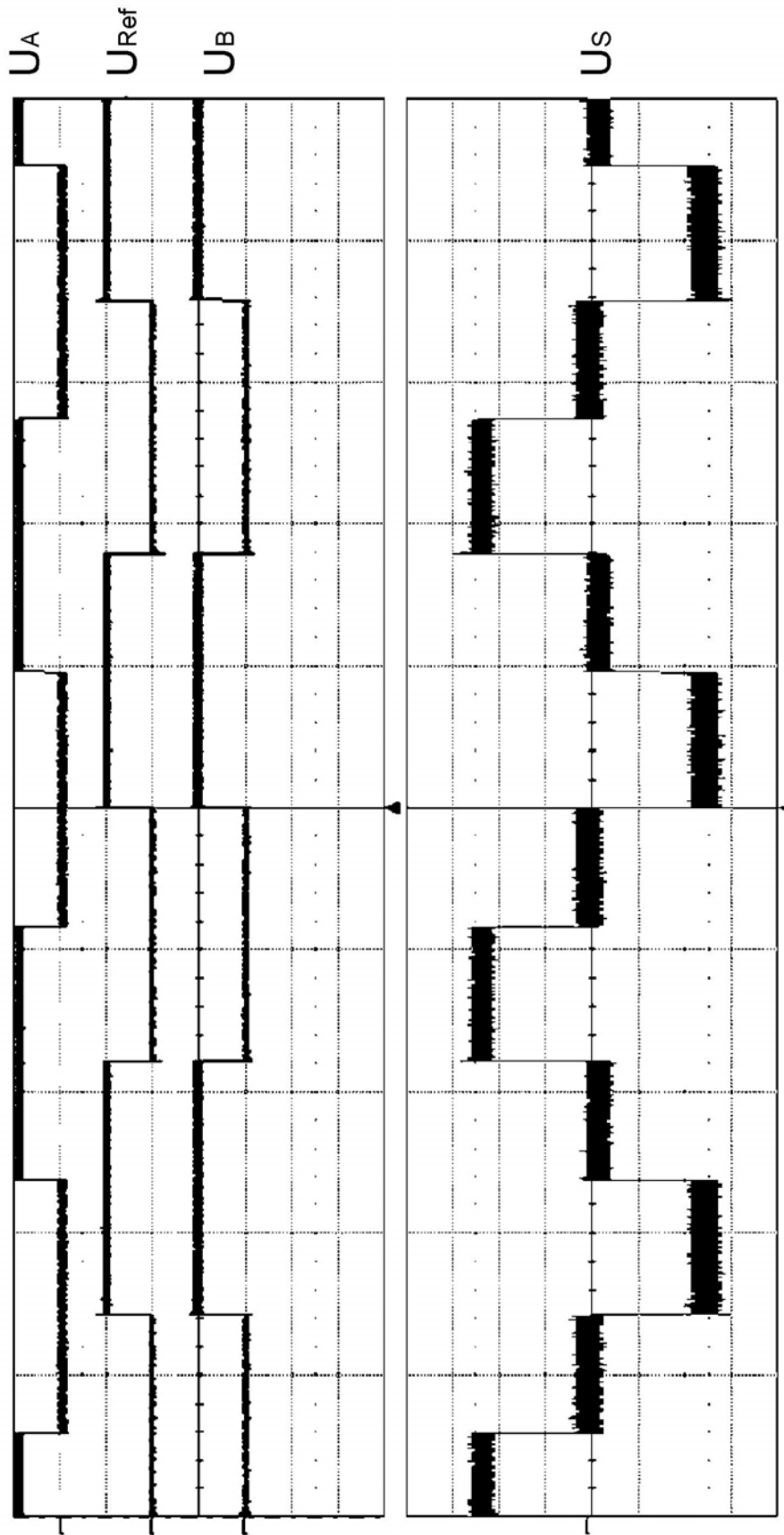


图 4

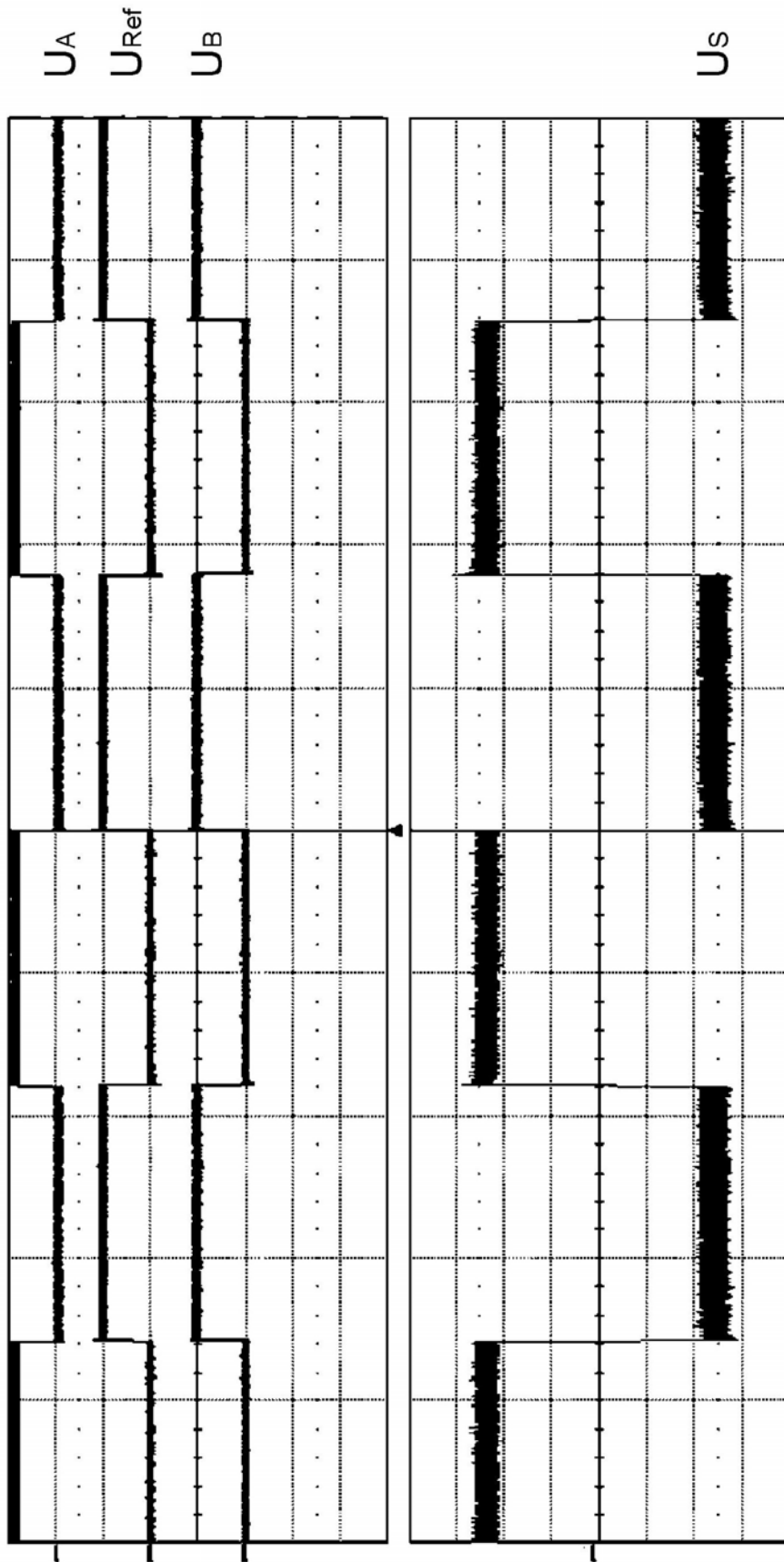


图 5

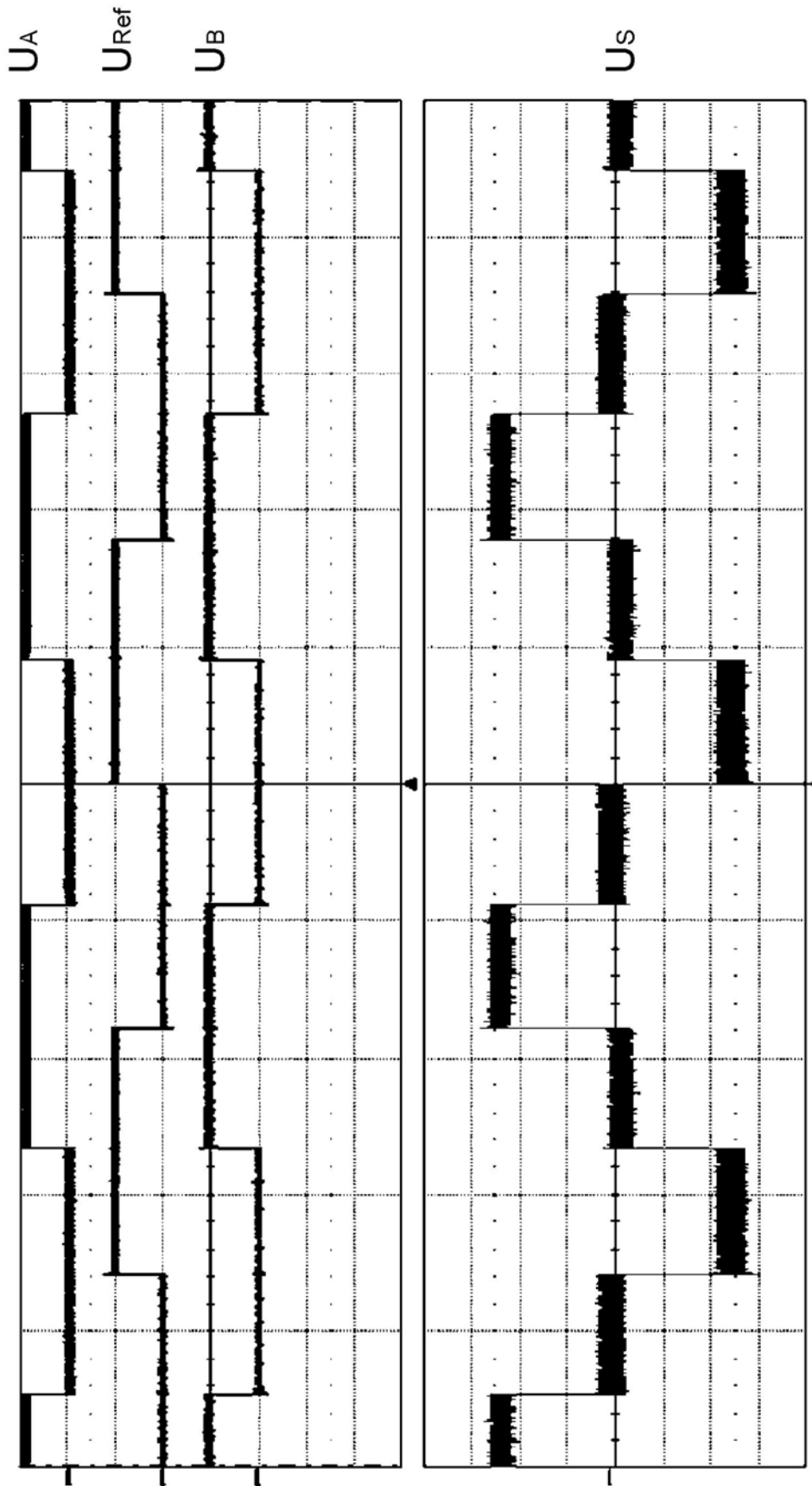


图 6

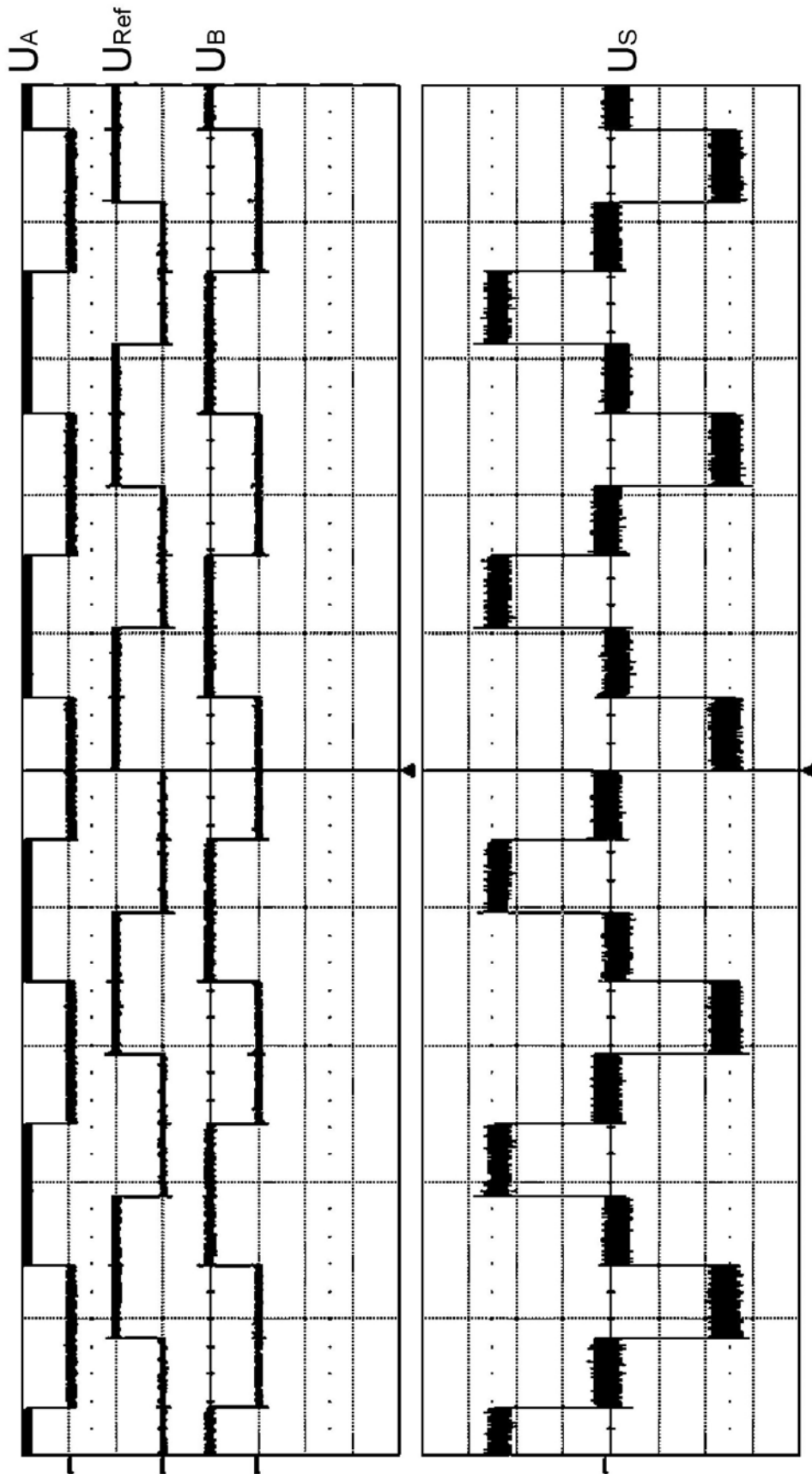


图 7