



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103262383 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201180063369. 1

H02M 7/44(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 14

H02J 7/14(2006. 01)

H02M 7/483(2006. 01)

(30) 优先权数据

102010064311. 4 2010. 12. 29 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 06. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/070015 2011. 11. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/089395 DE 2012. 07. 05

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 M·凯斯勒 P·福伊尔施塔克

E·魏森博恩

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 杜荔南 卢江

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5773962 A, 1998. 06. 30,

US 5898291 A, 1999. 04. 27,

DE 102009000674 A1, 2010. 08. 12,

US 2003/0071523 A1, 2003. 04. 17,

CN 1748348 A, 2006. 03. 15,

陶顺安等. 一种新的电容器电容控制方法研究.《电力电容器与无功补偿》. 2009, 第 30 卷(第 1 期), 第 30-33 页.

冯晶晶等. 模块化再生制动能量利用系统及其控制策略.《电力电子技术》. 2009, 第 43 卷(第 12 期), 第 25-27 页.

审查员 李丹

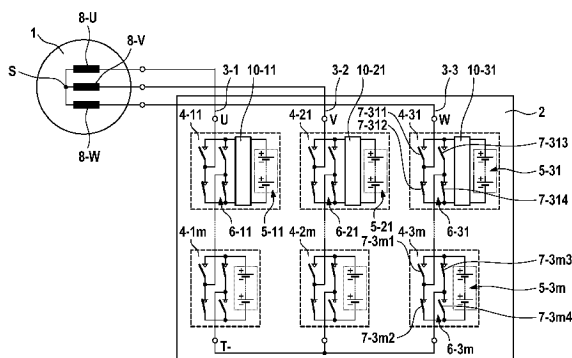
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

可控储能器和用于运行可控储能器的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种可控储能器(2), 其具有 n 个并行的能量供给分支(3-1、3-2、3-3), 其中 $n \geq 1$, 所述能量供给分支分别具有至少两个串联连接的储能模块(4), 所述储能模块分别包括至少一个带有所分配的可控耦合单元(6)的电储能单元(5)。耦合单元(6)根据控制信号跨接分别所分配的储能单元(5)或者将所述分别所分配的储能单元(5)连接到相应的能量供给分支(3-1、3-2、3-3)中。至少一个储能模块(4-11; 4-21; 4-31)在此构造为, 使得所述至少一个储能模块与相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)中的其他储能模块(4)相比具有减小的、尤其是减小了至少 10% 的开关损耗。



1. 可控储能器(2), 其具有 n 个并行的能量供给分支(3-1、3-2、3-3), 其中 $n \geq 1$, 所述能量供给分支分别具有至少两个串联连接的储能模块(4), 所述储能模块分别包括至少一个带有所分配的可控耦合单元(6)的电储能单元(5), 其中可控耦合单元(6)根据控制信号分别使所分配的储能单元(5)旁路或者分别将所分配的储能单元(5)连接到相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)中, 其特征在于, 在至少一个能量供给分支(3-1、3-2、3-3)中设置至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)和至少一个其他的储能模块(4), 其中所述至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)构造为, 使得所述开关损耗与相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)中的至少一个其他的储能模块(4)相比具有减小至少10%的开关损耗, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的可控耦合单元(6-11; 6-21; 6-31)具有如下开关元件(7), 所述开关元件具有与相应的能量供给分支中的其他可控耦合单元(6)的开关元件(7)相比提高的截止电压。

2. 根据权利要求1所述的可控储能器, 其中在每个能量供给分支(3-1、3-2、3-3)中布置至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)。

3. 根据权利要求2所述的可控储能器, 其中, 所述开关损耗被减小了至少10%。

4. 根据权利要求1或2所述的可控储能器, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)具有可控耦合单元(6-11; 6-21; 6-31), 所述可控耦合单元包括用于减小可控耦合单元(6-11; 6-21; 6-31)中的开关损耗的卸载电路(10-11; 10-21; 10-31)。

5. 根据权利要求1或2所述的可控储能器, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的至少一个储能单元(5-11; 5-21; 5-31)具有与相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)的其他储能模块(4)的储能单元(5)相比更小的寄生电感。

6. 根据权利要求5所述的可控储能器, 其中, 所述寄生电感小了至少10%。

7. 根据权利要求5所述的可控储能器, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的至少一个储能单元(5-11; 5-21; 5-31)具有与相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)的其他储能模块(4)的储能单元(5)相比更小的结构形式。

8. 根据权利要求7所述的可控储能器, 其中在至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的至少一个储能单元(5-11; 5-21; 5-31)的极端子之间所张开的面积比在相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)的其他储能模块(4)的储能单元(5)的极端子之间所张开的面积更小。

9. 根据权利要求8所述的可控储能器, 其中, 在至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的至少一个储能单元(5-11; 5-21; 5-31)的极端子之间所张开的面积比在相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)的其他储能模块(4)的储能单元(5)的极端子之间所张开的面积小了至少10%。

10. 根据权利要求1或2所述的可控储能器, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)的至少一个储能单元(5-11; 5-21; 5-31)构造为电容器(C-11; C-21; C-31)。

11. 根据权利要求1或2所述的可控储能器, 其中至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11; 4-21; 4-31)具有比相应的能量供给分支(3-1; 3-2; 3-3)的其他储能模块(4)更少数目的储能单元(5-11; 5-21; 5-31)。

12. 根据权利要求1或2所述的可控储能器, 其中, 所述截止电压被提高了至少10%。

13. 用于运行根据权利要求1至12之一所述的可控储能器(2)的方法,其中可控储能器(2)的、能通过至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11;4-21;4-31)或通过其他储能模块(4)来实施的开关过程增多地通过所述至少一个具有减小的开关损耗的储能模块来实施,其中“增多地”被理解为,在大于50%的选择情况下选中具有减小的开关损耗的储能模块。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,可控储能器(2)的、能通过至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11;4-21;4-31)或通过其他储能模块(4)来实施的开关过程始终通过所述至少一个具有减小的开关损耗的储能模块来实施。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,其中能量供给分支(3-1;3-2;3-3)的额定输出电压($U_{\text{额定}}$)通过如下方式来调节:至少一个具有减小的开关损耗的储能模块(4-11;4-21;4-31)的可控耦合单元(6-11;6-21;6-31)被脉冲式地操控为,使得能量供给分支(3-1;3-2;3-3)的输出电压($U_{\text{输出}}$)的算术平均值对应于额定输出电压($U_{\text{额定}}$)。

可控储能器和用于运行可控储能器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可控储能器和一种用于运行可控储能器的方法。

背景技术

[0002] 显现出：在将来不仅在诸如风力发电设备的静态应用中而且在诸如混合动力车辆或电动车辆的车辆中越来越多地使用将新储能技术与电驱动技术相结合的电子系统。在传统应用中，例如实施为感应式电机的电机通过逆变器形式的变流器来控制。对于这种系统而言表征性的是所谓的直流电压中间回路，储能器（通常为电池）通过该直流电压中间回路连接到逆变器的直流电压侧上。为了能够满足针对相应的应用而对功率和能量提出的要求，多个电池单元串联连接。由于由这种储能器提供的电流必然流经所有电池单元并且一个电池单元仅能传导有限电流，所以常常还将电池单元并联连接，以便提高最大电流。

[0003] 多个电池单元的串联电路除了总电压高之外还带来了如下问题：在唯一的电池单元故障时，整个储能器故障，因为不能再有电池电流流动。储能器的这种故障可导致整个系统故障。在车辆中，驱动电池的故障可导致车辆的“停驶”。在诸如风力发电设备的转子叶片调整的其他应用中，在诸如强风的不利框架条件下甚至可能出现危及安全性的情况。因此，不断地追求高可靠性的储能器，其中用“可靠性”来表示系统在预给定的时间中无故障工作的能力。

[0004] 在较早的申请DE 10 2010 027857和DE 10 2010 027861中描述了带有多个电池模块支路的电池，这些电池模块支路可直接连接到电机上。电池模块支路在此具有多个串联连接的电池模块，其中每个电池模块都具有至少一个电池单元和所分配的可控的耦合单元，该耦合单元允许根据控制信号中断相应的电池模块支路或者跨接分别分配的至少一个电池单元或者将分别分配的至少一个电池单元接到相应的电池模块支路中。通过例如借助于脉宽调制适当地操控耦合单元，还可以提供用于控制电机的适当的相信号，使得可以放弃单独的脉冲逆变器。控制电机所需的脉冲逆变器因此可以说被集成到电池中。出于公开的目的，这两个较早的申请全面地结合到本申请中。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种可控储能器，其具有 n 个并行的能量供给分支，其中 $n \geq 1$ ，所述能量供给分支分别具有至少两个串联连接的储能模块，所述储能模块分别包括至少一个带有所分配的可控耦合单元的电储能单元。根据控制信号，耦合单元跨接分别所分配的储能单元或耦合单元将分别所分配的储能单元连接到相应的能量供给分支中。在此，至少一个储能模块被构造为，使得所述至少一个储能模块与在相应能量供给分支中的其他储能模块相比具有减小的、尤其是减小了至少10%的开关损耗。

[0006] 此外，本发明还提出了一种用于运行根据本发明的可控储能器的方法，其中可控储能器的、可通过至少一个具有减小的开关损耗的储能模块或通过其他储能模块来实施的开关过程增多地、尤其是始终通过所述至少一个具有减小的开关损耗的储能模块来实施。

[0007] 本发明的优点

[0008] 由于耦合单元中的、对储能模块的储能单元的接入或接出所需的开关过程,形成了开关损耗,该开关损耗损害可控储能器的能量效率。有关储能模块中的寄生电感越大,则开关损耗就越大。如果可控储能器应提供例如针对风力发电设备或者车辆(如混合动力车辆或电动车辆)中的使用所需的量级的功率,则储能模块达到具有高寄生电感并且由此也具有高开关损耗的规模。本发明所基于的基本构思是设置与相应能量供给分支中的其他储能模块相比具有减小的开关损耗的单个储能模块,并且增多地将该储能模块用于开关过程。为了实现显著减小整个可控储能器的开关损耗,开关损耗减小的储能模块的开关损耗应至少为10%。

[0009] 为了能够实现减小在能量供给分支中的每个能量供给分支中的开关损耗,根据本发明的一种实施形式设置,在每个能量供给分支中布置至少一个具有减小的、尤其是减小了至少10%的开关损耗的储能模块。

[0010] 根据本发明的一种实施形式,在至少一个储能模块中的开关损耗减小通过如下方式来实现:至少一个储能模块具有如下耦合单元,该耦合单元包括用于减小耦合单元中的开关损耗的卸载电路。连接到耦合单元的开关元件上的卸载电路能够通过如下方式实现开关损耗和形成的过电压的减小:换向到电池单元上的电流在该电流被相应的储能模块的电池单元的寄生电感承受之前首先在电容器中被中间缓冲。接着,电容器通过卸载电路的电感缓慢地放电至相应储能模块的电压水平上。在此,在卸载电路上丝毫不存在由原理引起的损耗。

[0011] 根据本发明的另一种实施形式,至少一个具有减小的开关损耗的储能模块的至少一个储能单元具有与相应能量供给分支的其他储能模块的储能单元相比更低的、尤其是低了至少10%的寄生电感。有关储能模块的寄生电感越大,则开关损耗就越大。通过主动地减小储能模块的储能单元的寄生电感,因此可以实现开关损耗的减小。

[0012] 储能单元的寄生电感尤其也与储能单元的结构形式有关。在此,适用如下基本规则:较大的结构形式也导致较大的电感,因为尤其在储能单元的极端子之间所张开的面随着结构大小增大而变得更大。因此,根据本发明的一种实施形式,减小的寄生电容通过如下方式来实现:至少一个具有减小的开关损耗的储能模块的至少一个储能单元具有与相应能量供给分支的其他储能模块的储能单元相比更小的结构形式。尤其是,在至少一个具有减小的开关损耗的储能模块的至少一个储能单元的极端子之间所张开的面与在相应能量供给分支的其他储能模块的储能单元的极端子之间所张开的面更小地、尤其是小了至少10%地构造。

[0013] 根据本发明的另一种实施形式,对于至少一个储能模块通过如下方式实现所属的储能单元的寄生电感减小:所述储能单元构造为一个或多个电容器。构造为电容器提供了附加可能性:相应储能模块的模块电压在运行期间与当前的需求匹配并且这样减小了所需的开关过程的数目。

[0014] 减小的寄生电容也可以通过如下方式来实现:至少一个具有减小的开关损耗的储能模块具有与相应能量供给分支的其他储能模块相比更小数目的储能单元。由此,储能模块的储能单元的总寄生电感降低。此外,模块电压减小而可能的过电压按百分比提高。所有这些效应都有助于减小出现的开关损耗。

[0015] 在耦合单元的开关元件上出现的开关损耗与在该开关上可允许的过电压有关。该电压越高,则模块中存在的寄生电感就可以更快地承受工作电流并且开关损耗就越低。因此,根据本发明的另一种实施形式规定,至少一个具有减小的开关损耗的储能模块的耦合单元具有如下开关元件,所述开关元件具有与相应能量供给分支中的其他耦合单元的开关元件相比提高的、尤其是提高了至少10%的截止电压。

[0016] 为了有效地提高根据本发明的可控储能器的能量效率,可控储能器的、可通过至少一个具有减小的开关损耗的储能模块或通过其他储能模块来实施的开关过程增多地通过所述至少一个具有减小的开关损耗的储能模块来实施。术语“增多地”在此理解为,在大于50%的选择情况下选中开关损耗减小的储能模块。开关过程由此集中于利用减小了开关损耗的布线实施的储能模块。当选择性地通过开关损耗减小的或其他储能模块可实施的所有开关过程通过具有减小的开关损耗的储能模块实施时,得出总开关损耗特别显著的减小。

[0017] 根据按照本发明的运行方法的一种实施形式,能量供给分支的额定输出电压通过如下方式来调节:至少一个具有减小的开关损耗的储能模块的耦合单元被脉冲式地操控为,使得能量供给分支的输出电压的算术平均值对应于额定输出电压。

[0018] 在较早的申请DE 10 2010 041059中详细地描述了这种用于调节可控储能器的能量供给分支的额定输出电压的方法。为了公开目的,全面地将该较早申请引入到本申请中。

[0019] 在被脉冲式操控的开关过程(其仅为了调节处于两个模块电压之间的电压值而发生)中,在哪个储能模块中实施该开关过程原则上是不重要的。如果这种开关过程集中于开关损耗减小的储能模块的耦合单元,则系统的总能量效率升高。通过持续接入或跨接储能单元而产生的其余开关过程在此保持不变。

[0020] 本发明的其他特征和优点从以下参考附图的描述来得出。

附图说明

[0021] 图1示出了根据本发明的可控储能器的第一实施形式的示意图,

[0022] 图2示出了带有卸载电路的储能模块的示意性详图,

[0023] 图3示出了根据本发明的可控储能器的第二实施形式的示意图,

[0024] 图4示出了不带脉冲式操控的能量供给分支的可调节的输出电压的图示,以及

[0025] 图5示出了带有脉冲式操控的能量供给分支的可调节的输出电压的图示。

具体实施方式

[0026] 图1和图3示出了根据本发明的可控储能器的实施形式的示意图。可控储能器2连接到三相电机1上。可控储能器2包括三个能量供给分支3-1、3-2和3-3,它们一方面与参考电势T-(参考母线)连接,该参考电势在所示的实施形式中引导低电势,而另一方面分别与电机1的各相U、V、W连接。能量供给分支3-1、3-2和3-3的每个都具有m个串联连接的储能模块4-11至4-1m或4-21至4-2m或4-31至4-3m,其中 $m \geq 2$ 。储能模块4又分别包括多个串联连接的电储能单元,所述电储能单元出于清楚原因而仅部分配备有附图标记5-11、5-21和5-31至5-3m。储能模块4还分别包括耦合单元,所述耦合单元被分配给相应储能模块4的储能单元5。出于清楚原因,仅仅几个耦合单元配备有附图标记6-11、6-21和6-31至6-3m。在所示的

实施变型方案中,耦合单元6分别通过四个可控开关元件7-311、7-312、7-313和7-314至7-3m1、7-3m2、7-3m3和7-3m4形成,所述可控开关元件以全桥形式互连。开关元件在此可以实施为功率半导体开关,例如IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistors(绝缘栅双极晶体管))形式的功率半导体开关,或实施为MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors(金属氧化物半导体场效应晶体管))。

[0027] 耦合单元6能够实现通过断开耦合单元6的所有开关元件7来中断相应的能量供给分支3。可替换地,储能单元5可以通过闭合耦合单元6的开关元件7中的分别两个开关元件要么被跨接,例如闭合开关7-312和7-314,要么被连接到相应的能量供给分支3中,例如闭合开关7-312和7-313。

[0028] 能量供给分支3-1至3-3的总输出电压通过耦合单元6的可控开关元件7的相应开关状态来确定并且可以分级地调节。分级在此根据各个储能模块4的电压来得出。如果从同样构造的储能模块4的优选实施形式出发,则从单个储能模块4的电压乘以每能量供给分支3的串联的储能模块4的数量m中得出最大可能的总输出电压。

[0029] 耦合单元6由此允许电机1的相U、V、W要么接向高参考电势要么接向低参考电势,并且就此而言也可以履行已知的逆变器的功能。因此可以通过可控储能器2在适当地操控耦合单元6的情况下控制电机1的功率和运行方式。也就是就此而言,可控储能器2履行双重功能,因为其一方面用于电能量供给,而另一方面也用于电机1的控制。

[0030] 电机1具有定子绕组8-U、8-V和8-W,它们以已知的方式按星形电路彼此互连。

[0031] 电机1在所示的实施例中实施为三相交流电机,但也可以具有少于或者多于三个的相。可控储能器2中的能量供给分支3的数目当然也视电机的相数而定。

[0032] 在所示的实施例中,每个储能模块4分别具有多个串联连接的储能单元5。但可替换地,储能模块4也可分别具有仅仅一个唯一的储能单元或也可具有并联连接的储能单元。

[0033] 在所示的实施例中,耦合单元6分别通过四个可控开关元件7按全桥形式来形成,这也提供了在储能模块的输出端上电压极性变换的可能性。但是耦合单元6也可以通过更多或更少的可控开关元件来实现,只要能实现所需的功能(跨接能量供给单元和将能量供给单元连接到能量供给分支中)。尤其是,耦合单元也可以按半桥形式构造。这种实施形式示例性地从较早的申请DE 10 2010 027857和DE 10 2010 027861中得出。

[0034] 由于耦合单元6中的对储能模块4的储能单元5的接入或接出所需的开关过程,形成了开关损耗,该开关损耗损害可控储能器2的能量效率。有关储能模块4中的寄生电感越大,则开关损耗就越大。如果可控储能器2应提供例如针对风力发电设备以及车辆(如混合动力车辆或电动车辆)中的使用所需的量级的功率,则储能模块4达到具有高寄生电感并且由此也具有高开关损耗的规模。

[0035] 因此根据本发明规定,关断至少一个储能模块4、优选每个能量供给分支3至少一个储能模块4,使得这与相应的能量供给分支3中的其他储能模块4相比具有减小的、尤其是减小了至少10%的开关损耗。

[0036] 图1示出了本发明的第一实施形式,其中借助卸载电路10-11、10-21和10-31实现了开关损耗的减小。在每个能量供给分支3-1、3-2和3-3中,储能模块(在所示的实施例中为储能模块4-11、4-21和4-31)各配备有耦合单元6-11或6-21或6-31,所述耦合单元分别包括卸载电路10-11或10-21或10-31之一。卸载电路10在此分别连接在相应储能模块4的开关元

件7和所分配的储能单元5之间。

[0037] 开关元件的卸载电路基本上是已知的。图2示出了具有卸载电路10的示例性实施的储能模块4的示意性详图。在此,特征在于,附图标记11也标明了储能模块4的寄生电感,该寄生电感与储能单元5串联。并联地连接在耦合单元6的开关元件7与储能单元5之间的卸载电路10包括由二极管12和卸载电容器13构成的串联电路。卸载电感14与二极管并联连接。所示的布置能够通过如下方式减小开关损耗和所形成的过电压:换向到储能单元5上的电流在该电流被储能模块4的寄生电感11承受之前首先通过二极管12被卸载电容器13中间缓冲。接着,卸载电容器13通过卸载电感14缓慢地放电至储能模块4的电压水平。在此,在卸载电路10中丝毫不存在由原理引起的损耗。代替二极管12也可以使用可控半导体开关。

[0038] 除了所示的卸载电路10的实施形式之外,也可以使用现有技术中已知的任意其他的卸载电路。

[0039] 有关储能模块4的寄生电感越大,则储能模块4的开关损耗就越大。通过主动地减小储能模块4的储能单元5的寄生电感,优选减小至少10%,因此可以实现开关损耗的显著减小。

[0040] 图3示出了本发明的第二实施形式,其中寄生电感并且由此开关损耗的减小通过如下方式来实现:在每个能量供给分支3-1、3-2和3-3中储能模块、在所示的实施例中为储能模块4-11、4-21和4-31分别具有储能单元5-11或5-21或5-31,这些储能单元构造为电容器C-11或C-21或C-31。电容器C尤其由于其与电池单元相比更小的结构形式而具有减小的寄生电感。

[0041] 替代于将储能单元5构造为电容器C,储能模块4的寄生电感的减小也可以通过如下方式来实现:储能单元4具有与其余布置在相应能量供给分支3中的储能模块4的储能单元5相比更小的结构形式。在此,尤其可以使用这样的储能单元5,在该储能单元5中在储能单元5的极端子之间所张开的面积减小,优选减小了至少10%。

[0042] 此外,储能模块4的寄生电感的减小也可以通过如下方式来实现:有关储能模块4具有比相应能量供给分支3的其他储能模块4更少数量的储能单元5。由此,模块电压附加地也被减小并且可能的过电压按百分比提高,这同样有助于减小开关损耗。

[0043] 在耦合单元6的开关元件7上出现的开关损耗也与在该开关元件7上可允许的过电压有关。该电压越高,则储能模块4中存在的寄生电感就可以更快地承受工作电流并且开关损耗就越低。因此,在储能模块4中并且由此在可控储能器2中的开关损耗也可以通过如下方式来减小:有关储能模块4的耦合单元具有开关元件7,该开关元件7与相应能量供给分支3中的其余耦合单元6的开关元件7相比具有提高的截止电压。该提高在此有利地为至少10%。

[0044] 在所示的实施例中,在能量供给分支3的每个中分别设置有一个具有减小的开关损耗的储能模块4。但应指出的是,一方面在能量供给分支中也可以布置多个开关损耗减小的储能模块4。另一方面,不一定必须在每个能量供给分支3中设置开关损耗减小的储能模块。

[0045] 为了提高可控储能器2的能量效率,可控储能器2的可通过开关损耗减小的储能模块4-11、4-21或4-31或者通过其他储能模块4实施的开关过程增多地尤其是始终通过损耗减小的储能模块4-11、4-21或4-31来实施。

[0046] 能量供给分支3-1至3-3的总输出电压通过耦合单元6的可控开关元件7的相应开关状态来确定并且可以分级地调节。分级在此根据各个储能模块4的电压来得出。如果从同样构造的储能模块4的优选实施形式出发,则从单个储能模块4的电压乘以每能量供给分支的串联的储能模块4的数量 m 中得出最大可能的总输出电压 U_{-} 。能量供给分支3的这种可分级调节的输出电压在图4中示意性地示出。

[0047] 在较早的申请DE 10 2010 041059中现在已知一种方法,通过该方法也可以调节处于两个电压级之间的额定输出电压 $U_{\text{额定}}$ 。为此,有关能量供给分支3的耦合单元6脉冲式地以可预给定的占空比被操控为,使得来自能量供给分支3的总输出电压 U_{-} 的算术平均值对应于额定输出电压 $U_{\text{额定}}$ 。在此,分别分配给耦合单元6的储能单元5在一个脉冲持续时间期间连接到相应的能量供给分支3中并且在一个间隔持续时间期间被跨接。图5示意性地示出了能量供给分支3上的借助该方法可调节的输出电压。可无级地调节的输出电压在此用附图标记50来表示。脉冲式操控信号的原理图通过附图标记51来表示。类似于图4中的图示,在图5中的图示情况下也从相同构造的储能模块4的优选实施形式出发。

[0048] 对于该方法的可应用性,哪个耦合单元6被脉冲式地操控原则上并不重要。可控储能器1的能量效率因此通过如下方式提高:为此使用开关损耗减小的储能模块4的耦合单元6。

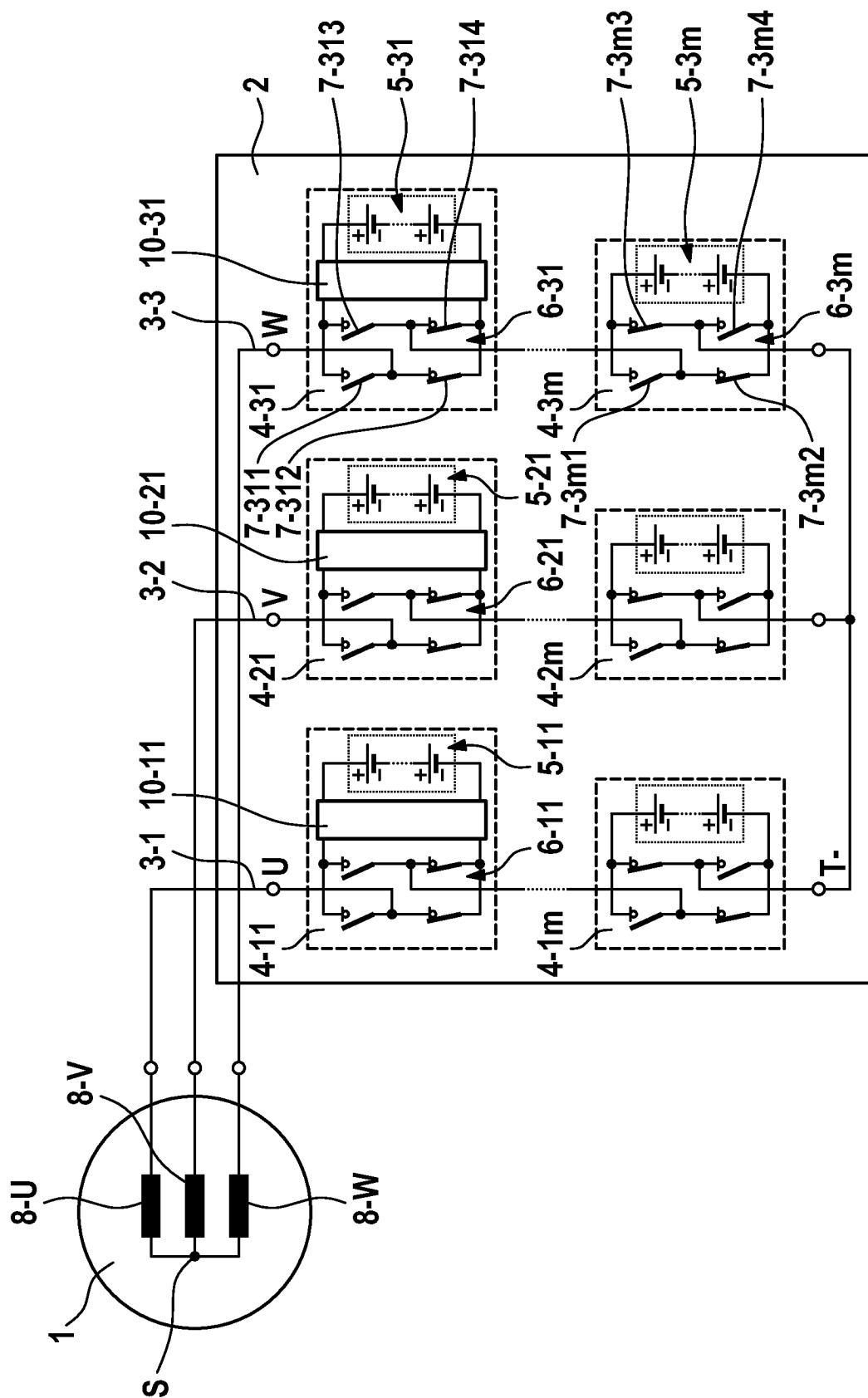


图 1

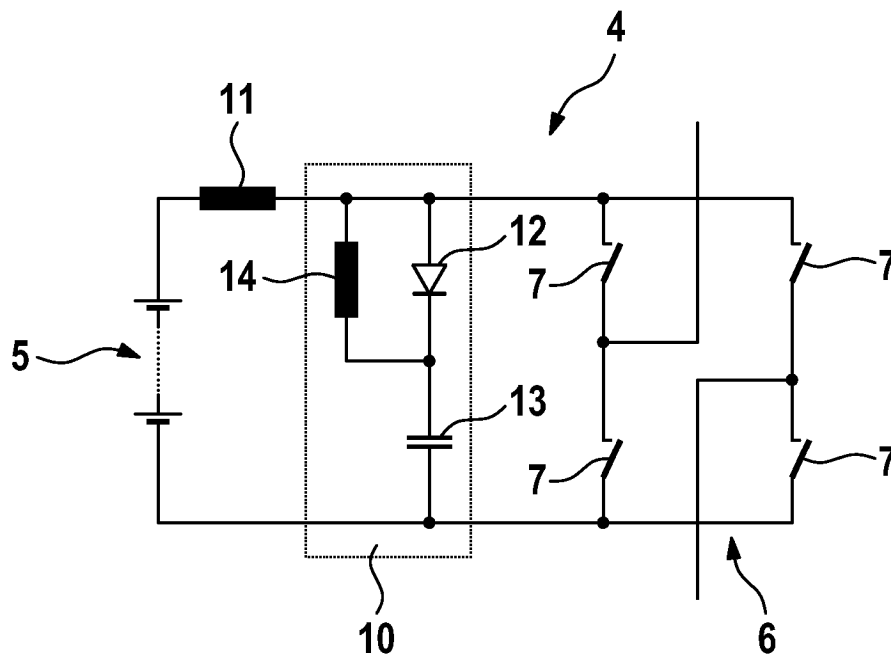


图 2

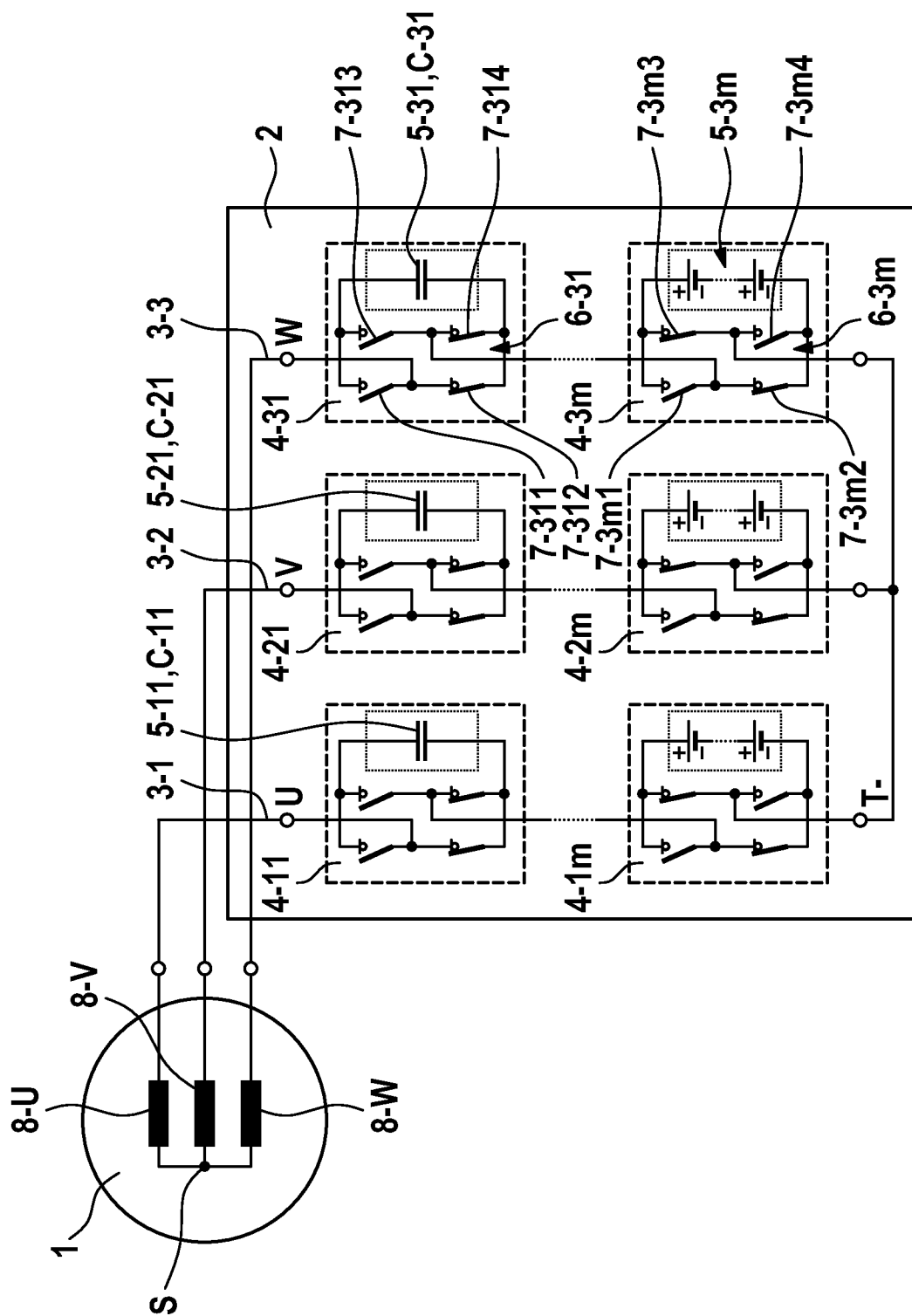


图 3

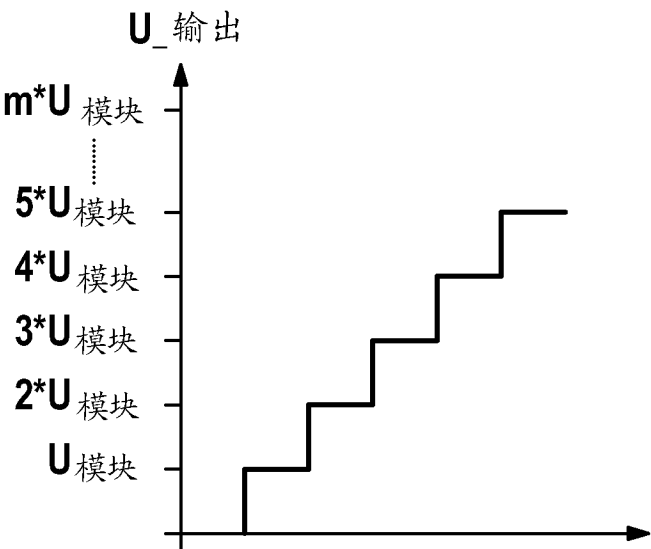


图 4

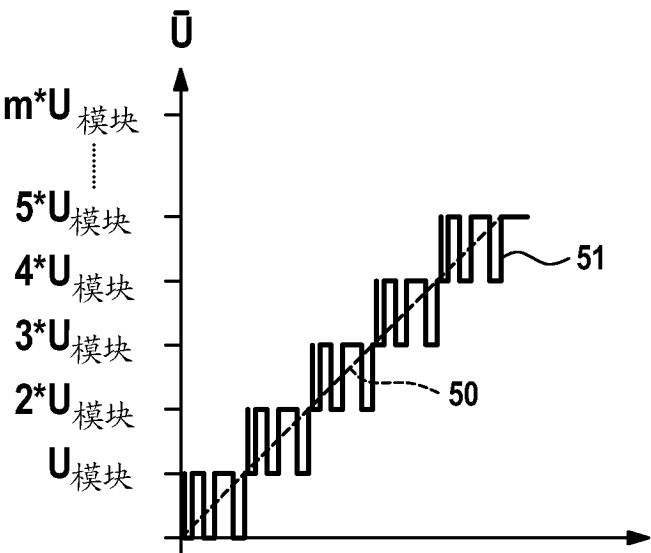


图 5