



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102447394 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201110292668. 4

(22) 申请日 2011. 09. 30

(30) 优先权数据

12/895530 2010. 09. 30 US

(71) 申请人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国瑙伊比贝尔格市坎茨昂 1 - 12 号

(72) 发明人 M. 豪斯曼 W. 勒斯勒尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王岳 卢江

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006. 01)

H02M 7/217(2006. 01)

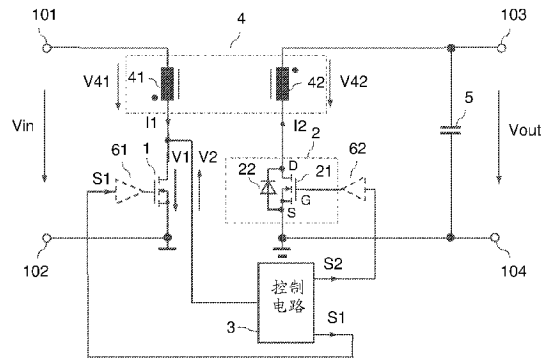
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有自适应受控整流器布置的回扫转换器

(57) 摘要

本发明涉及具有自适应受控整流器布置的回扫转换器。回扫转换器包括输入端子和输出端子。具有第一绕组和第二绕组的变压器感应地耦合。第一开关元件与第一绕组串联连接,并且具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路耦合在输入端子之间。整流器布置与第二绕组串联连接,具有整流器布置和第二绕组的第二串联电路耦合在输出端子之间。整流器布置包括第二开关元件。控制电路配置成在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段。在第一时间段之后,第二开关元件被接通第二时间段。确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段。



1. 一种回扫转换器,包括:

输入端子和输出端子;

具有感应地耦合的第一绕组和第二绕组的变压器;

与第一绕组串联耦合的第一开关元件,使得具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间;

与第二绕组串联耦合的整流器布置,使得具有所述整流器布置和第二绕组的第二串联电路被耦合在输出端子之间,所述整流器布置包括第二开关元件;以及

控制电路,被配置成在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段,在第一时间段之后将第二开关元件接通第二时间段,确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段,

其中所述控制电路还被配置成根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段并且根据在所述一个驱动循环内确定的第三时间段来适配将在后续驱动循环内应用的第二时间段。

2. 权利要求 1 的回扫转换器,其中所述整流器布置包括与第二开关元件并联耦合的二极管。

3. 权利要求 1 的回扫转换器,其中所述整流器布置包括具有集成体二极管的 MOSFET。

4. 权利要求 1 的回扫转换器,其中所述预定变压器状态是其中存储在变压器中的能量至少近似为零的状态。

5. 权利要求 1 的回扫转换器,其中所述控制电路被配置成通过评估以下电压之一来检测所述预定变压器状态:第一绕组两端的电压;第一开关元件两端的电压;或者第二绕组两端的电压。

6. 权利要求 5 的回扫转换器,其中所述控制电路被配置成通过把第一绕组两端的电压与第一参考电压进行比较、通过把第一开关元件两端的电压与第二参考电压进行比较或者通过把第二绕组两端的电压与第三参考电压进行比较来检测所述预定变压器状态。

7. 权利要求 1 的回扫转换器,还包括耦合在输入端子之间的电容性电荷存储元件。

8. 权利要求 1 的回扫转换器,其中所述变压器还包括:

与初级绕组感应地耦合的复数 n 个第二绕组,其中 $n > 1$;

复数 n 个输出端子对;以及

复数 n 个整流器布置,每一个整流器布置与一个第二绕组串联连接,并且具有复数个第二绕组之一和复数个整流器布置之一的每一个串联电路被连接在复数个输出端子对的一对之间;

其中所述控制电路被配置成在所述一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段并且将第二开关元件中的一个接通第二时间段,其中所述控制电路还被配置成对于每一个第二开关元件单独适配第二时间段。

9. 权利要求 1 的回扫转换器,其中第一时间段是恒定的。

10. 一种回扫转换器布置,包括:

一对输入端子;

复数 n 对输出端子,其中 $n > 1$;

具有第一绕组以及具有与第一绕组耦合的复数 n 个第二绕组的变压器;

与第一绕组串联耦合的第一开关元件,使得具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间;

复数 n 个整流器布置,每一个整流器布置与一个第二绕组串联连接从而形成复数个第二串联电路,具有复数个第二绕组之一和复数个整流器布置之一的每一个第二串联电路被连接在复数个输出端子对的一对之间,每一个整流器布置包括第二开关元件;以及

控制电路,被配置成在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段,在第一时间段之后将复数个第二开关元件中的一个接通第二时间段,确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段,

其中所述控制电路还被配置成根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段和在所述一个驱动循环内确定的第三时间段而在后续驱动循环内适配与第二开关元件中的所述一个相关联的第二时间段。

11. 权利要求 10 的回扫转换器布置,其中所述控制电路被配置成单独适配与每一个第二开关元件相关联的第二时间段。

12. 权利要求 10 的回扫转换器布置,还包括:

具有串联耦合的复数个电荷存储单元的电荷存储布置,

其中第一串联电路与所述电荷存储布置并联耦合,并且其中每一个第二串联电路与至少一个电荷存储单元并联耦合。

13. 一种用于操作回扫转换器的方法,所述转换器包括:

输入端子和输出端子;

具有感应地耦合的第一绕组和第二绕组的变压器;

与第一绕组串联耦合的第一开关元件,具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间;以及

与第二绕组串联耦合的整流器布置,具有所述整流器布置和第二绕组的第二串联电路被耦合在输出端子之间,所述整流器布置包括第二开关元件,

所述方法包括:

在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段;

在第一时间段之后,把第二开关元件接通第二时间段;

确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段;以及

根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段和在所述一个驱动循环内确定的第三时间段来适配将在后续驱动循环内应用的第二时间段。

14. 权利要求 13 的方法,其中所述整流器布置包括与第二开关元件并联耦合的二极管。

15. 权利要求 13 的方法,其中所述整流器布置包括具有集成体二极管的 MOSFET。

16. 权利要求 13 的方法,其中所述预定变压器状态是其中存储在变压器中的能量至少近似为零的状态。

具有自适应受控整流器布置的回扫转换器

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及一种回扫转换器以及一种操作回扫转换器的方法。

背景技术

[0002] 回扫转换器被广泛用在电压转换领域内。回扫转换器还可以被用在电荷平衡系统中,所述电荷平衡系统对电荷存储系统(比如储能器)中的电荷存储单元(比如储能器单元)之间的电荷进行平衡。

[0003] 回扫转换器包括:用于施加输入电压的输入端子,用于提供输出电压并在该处连接负载的输出端子,以及具有第一绕组和第二绕组的变压器。开关元件与第一绕组串联连接,并且整流器元件与第二绕组串联连接,其中具有开关元件与第一绕组的第一串联电路被连接在输入端子之间,而具有第二绕组与整流器元件的第二串联电路被连接在输出端子之间。所述开关元件可以被接通及关断。当开关元件被接通时,在变压器中感应地存储能量。当开关元件随后被关断时,该能量通过第二绕组和整流器元件被转移到输出端子。

[0004] 所述整流器元件可以被实施为二极管,或者可以被实施为包括第二开关元件的同步整流器。在其中与第一绕组串联连接的开关元件被关断的那些时间段期间,只要能量被存储在变压器中,同步整流器的开关元件就被接通。与被实施为二极管的整流器元件相比,被实施为同步整流器的整流器元件通常具有减少的损耗。然而,同步整流器需要对第二开关元件的接通时间和关断时间进行精确控制以便避免功率损耗。

[0005] 因此,需要一种具有减少的功率损耗的回扫转换器以及一种用于操作此类回扫转换器的方法。

发明内容

[0006] 第一方面涉及一种包括输入端子和输出端子的回扫转换器。具有第一绕组和第二绕组的变压器感应地耦合。第一开关元件与第一绕组串联连接,并且具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间。整流器布置与第二绕组串联连接,具有所述整流器布置和第二绕组的第二串联电路被耦合在输出端子之间。所述整流器布置包括第二开关元件。控制电路被配置成在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段。在第一时间段之后,第二开关元件被接通第二时间段。确定在第二时间段的末尾与变压器取得(assume)预定变压器状态的时间之间的第三时间段。所述控制电路还被配置成根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段和在所述一个驱动循环内确定的第三时间段来适配将在后续驱动循环内应用的第二时间段。

[0007] 第二方面涉及一种包括一对输入端子和复数 n 对输出端子的回扫转换器布置。变压器具有第一绕组以及与第一绕组耦合的复数 n 个第二绕组。第一开关元件与第一绕组串联连接,并且具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间。复数 n 个整流器布置,每一个整流器布置与一个第二绕组串联连接,并且具有复数个第二绕组之一和复数个整流器布置之一的每一个串联电路被连接在复数个输出端子对的一对之间,每

一个整流器布置包括第二开关元件。控制电路被配置成在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段。在第一时间段之后,复数个第二开关元件被接通第二时间段。确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段。所述控制电路还被配置成根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段和在所述一个驱动循环内确定的第三时间段而在后续驱动循环内适配与第二开关元件中的一个相关联的第二时间段。

[0008] 第三方面涉及一种用于操作回扫转换器的方法。所述转换器包括输入端子和输出端子。具有第一绕组和第二绕组的变压器感应地耦合。第一开关元件与第一绕组串联连接,并且具有第一开关元件和第一绕组的第一串联电路被耦合在输入端子之间。整流器布置与第二绕组串联连接,并且具有所述整流器布置和第二绕组的第二串联电路被耦合在输出端子之间。所述整流器布置包括第二开关元件。所述方法包括在一个驱动循环内将第一开关元件接通第一时间段。在第一时间段之后,第二开关元件被接通第二时间段。确定在第二时间段的末尾与变压器取得预定变压器状态的时间之间的第三时间段。根据在所述一个驱动循环内应用的第二时间段和在所述一个驱动循环内确定的第三时间段来适配将在后续驱动循环内应用的第二时间段。

附图说明

[0009] 下面将参照附图来解释实施例。附图用来图示基本原理,使得仅图示对于理解基本原理所必要的特征。附图不是按比例绘制的。相似的附图标记在各图中表示具有相同含义的相似特征。

[0010] 图 1 图示回扫转换器的第一实施例,该回扫转换器包括具有一个第一绕组和一个第二绕组的变压器以及与第二绕组串联连接的整流器布置;

图 2 图示整流器布置的基本配置;

图 3 示出了图示图 1 的回扫转换器的基本原理的时序图;

图 4 图示用于对整流器布置中的开关元件的接通时段进行适配的方法;

图 5 图示回扫转换器的第二实施例;

图 6 示意性地图示回扫转换器的控制电路的一个实施例;以及

图 7 图示回扫转换器的第二实施例,该回扫转换器包括具有一个第一绕组和复数个第二绕组的变压器以及与第二绕组串联连接的整流器布置。

具体实施方式

[0011] 图 1 示意性地图示回扫转换器的第一实施例。所述回扫转换器包括一对输入端子 101、102 以用于施加输入电压 V_{in} 。输入电压 V_{in} 特别是可以从任何适当的 DC 电压源供应的 DC 电压。DC 电压源例如是电池或储能器。所述回扫转换器还包括一对输出端子 103、104 以用于提供输出电压 V_{out} 。根据一个实施例,在输出端子 103、104 之间连接电容性电荷存储元件,比如电容器 5、储能器或储能器单元。

[0012] 所述转换器还包括变压器 4,其具有第一绕组 41 (在下面也将被称作初级绕组)和第二绕组 42 (在下面也将被称作次级绕组)。第一开关元件 1 与初级绕组 41 串联连接,其中具有初级绕组 41 和第一开关元件 1 的第一串联电路被耦合在输入端子 101、102 之间。在图 1 中所图示的实施例中,第一开关元件 1 被实施为 MOSFET,特别是 n-MOSFET。然而,这仅

仅是一个实例。也可以使用任何其他类型的电子开关元件,比如 p-MOSFET、IGBT 或双极结型晶体管(BJT)。

[0013] 整流器布置 2 与次级绕组 42 串联连接,其中具有次级绕组 42 和整流器布置 2 的第二串联电路被耦合在输出端子 103、104 之间。在图 1 中所图示的实施例中,整流器布置 2 被实施为 MOSFET,特别是 n-MOSFET。

[0014] 参照图 2,整流器布置 2 通常包括开关元件 21 以及与开关元件 21 并联连接的整流器元件 22(比如二极管)。开关元件 21 和并联二极管 22 在根据图 1 的 n-MOSFET 中是固有的,其中二极管 22 被实施为 MOSFET 的体二极管,而开关元件 21 由 MOSFET 自身形成。或者换句话说,MOSFET 2 是具有集成二极管 22 的开关元件 21。整流器布置 2 的开关元件 21 在下面也将被称作第二开关元件。

[0015] 在 n-MOSFET 中,与图 1 中所图示的 MOSFET 一样,体二极管的极性使得当 MOSFET 被关断时并且当在其源极端子 S 与其漏极端子 D 之间施加正电压时,电流可以流经该 MOSFET。在 p-MOSFET 中,当 MOSFET 被关断时并且当在其源极端子 S 与其漏极端子 D 之间施加负电压时,电流可以流动。

[0016] 参照图 1,所述回扫转换器还包括控制电路 3,其提供被配置成接通或关断第一开关元件 1 的第一驱动信号 S1 并且提供被配置成接通或关断第二开关元件 21 的第二驱动信号 S2。在图 1 的实施例中被实施为 MOSFET 的开关元件 1、2 在其驱动或栅极端子 G 处接收驱动信号 S1、S2。可选地,驱动器电路 61、62 被连接在控制电路 3 与开关元件 1、2 之间。这些驱动器电路 61、62 被配置成把驱动信号 S1、S2 放大到适于驱动第一和第二开关元件 1、2 的信号电平。这些驱动器电路 61、62 可以像被配置成用于驱动晶体管(比如图 1 的第一和第二晶体管 1、2)的传统驱动器电路那样来实施。根据一个实施例,在控制电路 3 和驱动器电路 61、62 之间布置用于将控制电路 3 与驱动器电路 61、62 电(galvanically)解耦的装置(未示出)。这些装置例如包括变压器或光耦合器,其把来自控制电路 3 的控制信号 S1、S2 发送到驱动器电路 61、62,但是允许作为一方面的控制电路 3 和作为另一方面的驱动器电路 61、62 具有不同的参考电势。

[0017] 下面将参照图 3 解释回扫转换器的基本操作原理,其中图示了第一驱动信号 S1、流经第一开关元件 1 的第一电流 I1、第一开关元件 1 两端的第一电压 V1、第二开关元件 2 的第二驱动信号 S2、流经第二开关元件 2 的第二电流 I2 以及次级绕组 42 两端的电压 V42 的时序图。图 3 中的时序图开始于第一时间 t1,此时第一开关元件 1 被接通。当第一驱动信号 S1 取得接通电平时,第一开关元件 1 被接通。出于解释的目的,假设第一和第二驱动信号 S1、S2 的接通电平是高信号电平,而开关元件 1、2 被关断的关断电平则是低信号电平。然而,这仅仅是一个实例,取决于开关元件的类型,接通电平也可以是低信号电平,而关断电平可以是高信号电平。

[0018] 参照图 3,第一开关元件 1 被接通第一时间段 T1,其在下面也将被称作第一接通时段。在该第一接通时段 T1 期间,流经初级绕组 41 的第一电流 I1 增大。出于解释的目的,假设第一开关元件 1 两端的电压降 V1 相对于输入电压 V_{in} 可忽略,使得初级绕组 41 两端的电压(图 3 中未示出)近似对应于输入电压 V_{in} 。初级绕组 41 和次级绕组 42 具有相反的绕组指向(sense),使得初级绕组 41 两端的电压 V41 与次级绕组 42 两端的电压 V42 具有不同的极性。在第一接通时段 T1 期间,初级绕组 41 两端的电压 V41 是正电压,使得次级绕组

42 两端的电压 V_{42} 是负电压。第二开关元件 21 在第一接通时段 T_1 期间被关断, 并且整流器元件 22 (其在图 1 的实施例中是 MOSFET 的体二极管) 的极性使得在第一接通时段 T_1 期间 (即当次级绕组 42 两端的电压 V_{42} 为负时) 没有电流可以流经整流器元件 22。因此, 第二电流 I_2 在第一接通时段 T_1 期间为零。

[0019] 整流器布置 2 (以及更具体地是第二开关元件 21) 在第一开关元件 1 被关断之后接通。在图 3 中所图示的实施例中, 第二开关元件 21 在第一开关元件 1 被关断的相同时间 t_2 接通。然而, 在第一开关元件 1 的关断时间 t_2 与第二开关元件 2 的接通时间之间也可以有时间延迟 (未示出)。

[0020] 当第一开关元件 1 被关断时, 初级绕组 41 两端的电压 V_{41} 反转其极性, 并且第一开关元件 1 两端的电压 V_1 增大到高于输入电压 V_{in} 的电压电平。第二绕组 42 两端的电压 V_{42} 也反转其极性, 其中电压 V_{42} 的绝对值近似等于输出电压 V_{out} 加上第二开关元件 21 两端的电压降。出于解释的目的, 可以假设接通后的第二开关元件 21 两端的电压降相对于输出电压 V_{out} 可忽略, 使得第二绕组 42 两端的电压 V_{42} 近似等于输出电压 V_{out} 。第二开关元件 2 被接通第二时间段 T_2 , 该时间段 T_2 在图 3 所图示的实施例中结束于第三时间 t_3 。在第二时间段 T_2 期间, 第二电流 I_2 从次级绕组 42 分别流到输出端子 103、104 和电容性存储元件 5。在该第二时间段期间, 先前在第一接通时段期间存储在变压器 4 中的能量被至少部分地从该变压器分别转移到输出端子 103、104 和电容性存储元件 5。与次级绕组 42 串联地使用第二开关元件 21 以取代传统二极管的优点在于: 开关元件 21 在其接通状态下导致低于二极管的功率损耗, 这是因为开关元件 21 (比如现今的 MOSFET) 两端的电压降显著低于传统二极管的正向电压。

[0021] 然而, 与传统二极管不同, 第二开关元件 21 需要主动的控制以便防止第二开关元件在其中变压器 4 已将所存储的能量完全转移到电容性存储元件 5 的那些时间期间被接通。如果第二开关元件 2 在那些时间段期间被接通, 则电流将从电容性电荷存储元件 5 流到变压器 4 中, 这将导致功率损耗增大。

[0022] 参照图 3, 第二开关元件 2 在第二电流 I_2 减小到零之前 (即在变压器 4 将所存储的能量完全转移到输出端子 103、104 之前) 的第三时间 t_3 被关断。当开关元件 21 被关断时, 整流器元件 22 (其在根据图 1 的 MOSFET 中是体二极管) 允许第二电流 I_2 流动。由于体二极管的正向电压高于开关元件处于其接通状态下两端的电压降, 因此次级绕组 42 两端的电压 V_{42} 略微增大, 并且初级绕组 41 两端的电压 V_{41} 也略微增大。在存储在变压器 4 中的能量已被转移到电容性电荷存储元件 5 之后, 次级绕组两端的电压 V_{42} 降到零并且第一开关元件 1 两端的电压 V_1 降到输入电压 V_{in} 。此时, 体二极管 22 防止电流从电荷存储元件 5 流到变压器 4 的次级绕组 42 中。第二开关元件 2 被关断时的第三时间 t_3 与第二电流 I_2 减小到零时的第四时间 t_4 之间的时间段在下面将被称作第三时间段 T_3 。

[0023] 参照图 3, 第一和第二开关元件的新驱动循环在时间 t_5 开始。一个驱动循环的持续时间 T 由第一时间 t_1 与第五时间 t_5 之间的时间差定义, 其中在一个驱动循环中, 第一开关元件 1 被接通第一时间段 T_1 , 并且第二开关元件 2 被接通第二时间段 T_2 。换句话说: 在一个驱动循环内, 第一驱动信号 S_1 包括持续时间等于第一时间段 T_1 的信号脉冲, 并且第二驱动信号 S_2 包括持续时间等于第二时间段 T_2 的信号脉冲。

[0024] 在每一个驱动循环中, 电能量被从输入端子 101、102 转移到输出端子 103、104。根

据一个实施例,存在复数个后续驱动循环,其中各个驱动循环的持续时间是完全相同的,并且其中第一接通时段 T1 在各个驱动循环的每一个中都是完全相同的。

[0025] 为了减少发生在变压器 4 的次级侧的功率损耗,希望使在其期间第二电流 I2 流经整流器布置 2 的整流器元件 22 的第三时间段 T3 最小化。现在将参照图 4 解释一种用于最小化第三时间段 T3 或最大化第二时间段 t2 的方法,在图 4 中图示了这种方法的各个方法步骤。在图 4 中图示的方法步骤用来图示一个驱动循环期间的所述方法。不言自明的是,此方法可以对于每一个新的驱动循环而重复。

[0026] 在第一步骤 201 中,将第一开关元件接通第一时间段 T1。在第二步骤 202 中,在第一时间段 T1 的末尾或者在第一时间段 T1 的末尾之后,将整流器布置 2 (即,更具体地是整流器布置 2 的第二开关元件 21) 接通第二时间段 T2。在下一步骤 203 中,确定整流器布置 2 的关断时间(其为第二时间段 T2 的末尾)与变压器 4 达到预定状态的时间之间的第三时间段 T3。在图 3 中,整流器布置 2 的关断时间是第三时间 T3。变压器的所述预定状态例如是其中没有能量被存储在变压器 4 中的状态。在图 3 中,变压器达到该“零能量”状态的时间是第四时间 t4。

[0027] 所述方法还包括方法步骤 204,其中根据所确定的第三时间差 T3 来适配将在一个后续驱动循环中把整流器布置接通的第二时间 T2。下面将对此进行解释。

[0028] 在下面,T2(i) 和 T3(i) 表示第一驱动循环 i 中的第二和第三时间段。T2(i+1) 表示第二驱动循环 i+1 中的第二时间。通常,第二驱动循环中的第二时间段 T2(i+1) 取决于第一驱动循环 i 中的第二时间段 T2(i),即:

$$T2(i+1) = f(T2(i)) \quad (1)。$$

[0029] 换句话说:T2(I+1) 是 T2(i) 的函数 f(.)。根据一个实施例,控制电路 3 被配置成只要第三时间段 T3 大于预定的阈值 T3_{th} 就递增地增大第二时间段 T2。在这一情况下:

$$T2(i+1) = T2(i) + \Delta T2 \text{ 如果 } T3(i) > T3_{th} \quad (2)$$

根据一个实施例, $\Delta T2$ 是固定数值。根据另一个实施例, $\Delta T2$ 是第三时间段 T3 的函数,即:

$$\Delta T2 = f(T3(i)) \quad (3)。$$

[0030] 在这一情况下, $\Delta T2$ 例如是第三时间段 T3 的固定百分比,比如 50%。在该实施例中,当第三时间段 T3 是相对长的时段时,第二时间段从驱动循环到驱动循环增大得较快。当所述回扫转换器的操作开始时,第二时间段 T2 被设定到初始值 T2₀。该初始值 T2₀ 例如被设定到小数值,其中随后从驱动循环到驱动循环增大第二时间段以便最小化第三时间段 T3。结合初始值 T2₀ 的“小数值”意味着 T2₀ 肯定小于在变压器 4 已被磁化(固定的)第一时间 T1 之后将所述变压器消磁所需的时间。

[0031] 可以根据在前一个驱动循环中确定的第三时间段 T3 而在每一个驱动循环中适配第二时间段 T2。根据另一个实施例,每 m 个(其中 m>1)驱动循环才对第三时间段 T3 进行一次评估,使得在每 m 个驱动循环中才对第二时间段 T2 进行一次适配。根据一个实施例,在一定数目的后续驱动循环中评估或确定第三时间段 T3,并且根据在这些数目的驱动循环中确定的这些第三时间段来适配第二时间段。根据一个实施例,例如根据在所述数目的驱动循环期间评估的第三时间段的均值来适配第二时间段。

[0032] 为了检测变压器达到预定变压器状态时的时间,控制电路 3 例如被配置成评估第

一开关元件 1 两端的第一电压 V_1 ，或者评估初级绕组 41 两端的电压 V_{41} ，或者评估次级绕组 42 两端的电压 V_{42} 。在图 1 中所图示的实施例中，控制电路 3 被配置成评估第一开关元件 1 两端的电压 V_1 。参照图 3，当变压器 4 已把存储在其中的能量转移到输出端子 103、104 时，电压 V_1 降到输入电压 V_{in} 的数值。控制电路 3 被配置成把第一电压 V_1 与电压阈值 V_{1th} 进行比较，其中当第一电压 V_1 减小到低于阈值 V_{1th} 时，检测到变压器 4 的零能量状态的存在。

[0033] 在图 5 中所图示的进一步实施例中，控制电路 3 接收次级绕组 42 两端的电压 V_{42} ，并且被配置成对该电压 V_{42} 进行评估以便检测变压器 4 的零能量状态。参照图 3，当变压器 4 达到零能量状态时，电压 V_{42} 减小到零。根据一个实施例，控制电路 3 被配置成把电压 V_{42} 与第二阈值 V_{42th} 进行比较，其中当次级绕组两端的电压 V_{42} 减小到低于第二阈值 V_{42th} 时，检测到变压器 4 的零能量状态。

[0034] 备选地，控制电路 3 可以被配置成评估初级绕组 41 两端的电压 V_{41} 。电压 V_{41} （其在图 3 中图示）是开关元件 1 两端的电压 V_1 与输入电压 V_{in} 之间的差。当变压器 4 达到其零能量状态时，该电压 V_{41} 减小到零。根据一个实施例，控制电路 3 被配置成把电压 V_{41} 与第三阈值 V_{41th} 进行比较，其中当电压 V_{41} 减小到低于第三阈值 V_{41th} 时，检测到所述零能量状态。

[0035] 控制电路 3 可以被实施为模拟或数字电路。在图 5 中图示了控制电路 3 的一个实施例的方框图。

[0036] 参照图 6，控制电路 3 包括第一脉冲发生器 31，其被配置成生成第一驱动信号 S_1 。参照图 3，第一驱动信号 S_1 包括脉冲序列，其持续时间对应于第一时间段 T_1 。两个后续脉冲之间的时间距离是 T ，其是一个驱动循环的持续时间。

[0037] 控制电路 3 还包括第二脉冲发生器 33，其被配置成生成第二驱动信号 S_2 。第二脉冲发生器 33 包括用于提供第二驱动信号 S_2 的输出端子以及两个输入端子。第一输入端子用于接收第一驱动信号 S_1 ，而第二输入端子用于接收第二时间段控制信号 S_{T_2} 。在第一输入端子处接收到的第一驱动信号 S_1 确定第二脉冲发生器 33 生成第二信号脉冲的时间，并且第二时间段控制信号 S_{T_2} 确定该信号脉冲的持续时间。根据一个实施例，第二脉冲发生器 33 被配置成随着由第一脉冲发生器 31 生成的信号脉冲的每一个下降沿生成第二脉冲。在这一情况下，当第一信号脉冲结束时立即生成第二信号脉冲。第一开关元件 1 在第一驱动信号 S_1 的信号脉冲的持续时间期间被接通，而第二开关元件 21 在第二驱动信号 S_2 的信号脉冲的时间段期间被接通，使得第二开关元件 2 在关断第一开关元件 1 时被接通。

[0038] 可选地，将延迟元件 32 连接到第二脉冲发生器 33 的第一输入的上游。该延迟元件 32 延迟在第二脉冲发生器 33 的第一输入处接收到的信号脉冲，使得在第一驱动信号 S_1 的信号脉冲的末尾与第二驱动信号 S_2 的信号脉冲的起始之间存在时间延迟，或者换句话说在关断第一开关元件 1 与接通第二开关元件 21 之间存在延迟时间。

[0039] 控制电路 3 还包括用于检测变压器的预定状态的检测单元。在图 6 的实施例中，该检测单元包括比较器 34，其在第一端子处接收第一开关元件 1 两端的电压 V_1 或次级绕组 42 两端的电压 V_{42} 并且在第二端子处接收第一阈值 V_{1th} 或第二阈值 V_{42th} 。比较器 34 可以被实施为模拟或数字比较器。第一或第二阈值 V_{1th} 、 V_{42th} 可以由被配置成提供比如第一或第二阈值 V_{1th} 、 V_{42th} 的参考值的任何适当电路来提供。

[0040] 根据一个实施例,第一或第二阈值电压 V_{1th} 、 V_{42th} 不是固定电压,而是根据第二时间段 T_2 或第三时间段期间的第一电压 V_1 或第二电压 V_{42} 来计算。第一阈值电压 V_{1th} 例如是:

$$V_{1th} = V_{in} + (V_{1max} - V_{in}) \cdot k_1 \quad (4a)$$

而第二阈值电压 V_{42th} 例如是:

$$V_{42th} = V_{42max} \cdot k_{42} \quad (4b)$$

其中 V_{1max} 和 V_{42max} 分别是第一电压 V_1 和第二电压 V_{42} 在第二或第三时间段期间的最大值。 k_1 、 k_{42} 是处于 0 与 1 之间的固定加权因数。根据一个实施例,这些加权因数处于 0 与 0.5 之间。输入电压 V_{in} 或者是已知的,或者可以被测量。最大电压 V_{1max} 或 V_{42max} 可以在第二或第三时间段 T_2 、 T_3 期间被测量(参见图 3)。

[0041] 时间评估单元 35 接收第二驱动信号 S_2 和比较器 34 的输出信号。时间评估单元 35 被配置成评估第二开关元件 21 的关断时间(其对应于第二驱动信号 S_2 中的信号脉冲的末尾)与检测单元 34 检测到变压器 4 的预定状态的时间之间的时间差。比较器 34 的输出信号取得如下两个不同信号电平之一:当变压器 4 未处于预定变压器状态时的第一信号电平,以及当变压器 4 处于预定信号状态时的第二信号电平。时间评估单元 35 被配置成评估比较器 34 的输出信号的信号电平的改变,以便检测变压器 4 达到预定变压器状态时的时间并且以便确定第三时间段 T_3 。时间评估单元 35 例如被实施为计数器,其随着第二驱动信号 S_2 的下降沿开始计数并且当比较器 34 的输出信号表明变压器已达到预定变压器状态时停止计数。这样的计数器的计数值代表第三时间段 T_3 。

[0042] 时间评估单元 35 提供代表第三时间段的输出信号 S_{T_3} 。调节器 36 接收第三时间段信号 S_{T_3} , 并且根据第三时间段信号 S_{T_3} 生成第二时间段信号 S_{T_2} 。调节器 36 具有前面所解释的用于根据第三时间段 T_3 生成第二时间段 T_2 的功能之一。

[0043] 图 7 图示回扫转换器的进一步实施例。该回扫转换器包括复数 n 个次级绕组 42_1 、 42_2 、 42_3 、 42_n , 其感应地与初级绕组 41 耦合。图 7 的回扫转换器包括 $n=4$ 个第二绕组 42_1 — 42_n 。然而,这仅仅是一个实例。

[0044] 整流器布置 2_1 、 2_2 、 2_3 、 2_n 与每一个次级绕组 42_1 、 42_n 串联连接,其中具有一个次级绕组 42_1 — 42_n 和一个整流器布置 2_1 、 2_n 的每一个串联电路被连接在 n 对输出端子的一对之间。在图 7 的实施例中,串联电路的第一个串联电路被连接在第一对输出端子 103_1 、 104_1 之间,第二个串联电路被连接在第二对输出端子 103_2 、 104_2 之间,第三个串联电路被连接在第三对输出端子 103_3 、 104_3 之间,并且第四个串联电路被连接在第四对输出端子 103_n 、 104_n 之间。在图 7 的回扫转换器布置中,第二绕组和整流器布置被级联成使得两个相邻的串联电路具有一个共同输出端子,使得所述 n 对输出端子由 $n+1$ 个输出端子形成。

[0045] 所述回扫转换器布置包括控制电路 3,其被配置成驱动与第一绕组 41 串联连接的第一开关元件 1 并且被配置成单独驱动整流器布置 2_1 — 2_n 。控制电路 3 被配置成循环地驱动第一开关元件 1 和整流器布置 2_1 — 2_n , 其中在每一个驱动循环内,第一开关元件 1 被接通第一时间段 T_1 , 并且整流器布置之一被接通第二时间段 T_2 。控制电路 3 被配置成单独适配与每一个整流器布置相关联的第二时间段。控制电路 3 例如包括第一脉冲发生器(比如图 6 的第一脉冲发生器 31)和变压器状态检测单元(比如图 6 的比较器 34), 并且对于每一个整流器布置包括第二脉冲发生器、调节器和时间评估单元(比如图 6 的第二脉冲发生器 33、

调节器 36 和时间评估单元 35)。

[0046] 图 7 的回扫转换器被连接来支持储能器布置中的电荷平衡,所述储能器布置包括串联连接的复数个储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 。总体布置被连接在输入端 101、102 之间,并且每一个储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 被连接在 n 个输出端子对的一对之间。在每一个驱动循环的第一阶段中,当第一开关元件 1 被接通时,从总体布置取得能量并且将其存储在变压器中。在每一个驱动循环的第二阶段中,当第一开关元件 1 被关断并且储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 之一的整流器布置被接通时,存储在变压器 4 中的能量被馈送回到使其整流器布置接通的所述储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 之一。根据一个实施例,控制电路 3 被配置成测量各个储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 的电压,并且在每一个驱动循环的第二阶段中接通与其他储能器单元的电压相比具有最低电压的该储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 的整流器布置。在这种情况下,只有电压最低的储能器单元被充电。这种方法允许以总体储能器布置为代价选择性地为各个储能器单元充电,因此允许平衡各个储能器单元的电荷。

[0047] 在图 7 的回扫转换器布置中,在一个驱动循环内,第一开关元件 1 被接通第一时间段(图 3 中的 T1)并且整流器布置 2_1 - 2_n 之一被接通第二时间段(图 3 中的 T2)。根据一个实施例,控制电路 3 被配置成单独对于每一个整流器布置 2_1 - 2_n 调节第二时间段。为此,可以在控制电路 3 中存储 n 个不同的第二时间段 $T2_1$ 、 $T2_2$ 、 $T2_3$ 、 $T2_n$,其中这些第二时间段 $T2_1$ - $T2_n$ 中的每一个被指定给整流器布置 2_1 - 2_n 之一,并且可以被单独调节,即可以独立于其他整流器布置的第二时间段而被调节。可以根据前面所解释的方法之一来对这些第二时间段中的每一个执行调节。

[0048] 根据进一步实施例,选择性地对储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 之一进行放电以有利于总体储能器布置。为此,把被指定给将被放电的该储能器单元的整流器布置 $2_1, \dots, 2_n$ 接通开关循环的第一时间段 T1,并且把第一开关元件 1 接通所述开关循环的第二时间段 T2。当整流器布置在第一时间段 T1 期间被接通时,在每一个驱动循环的第一阶段中从一个储能器单元取得能量。在每一个驱动循环的第二阶段中,当第一开关元件 1 被接通并且整流器布置被关断时,存储在变压器 4 中的能量被馈送回到总体储能器布置中。根据一个实施例,控制电路 3 被配置成测量储能器单元 5_1 、 5_2 、 5_3 、 5_n 两端的电压,并且被配置成选择性地对具有最高电压的该储能器单元进行放电以便平衡各个储能器单元的电荷。

[0049] 最后应当提到的是,即使前面没有明确声明,但是结合一个实施例解释的特征可以与每一个其他实施例的特征相组合。

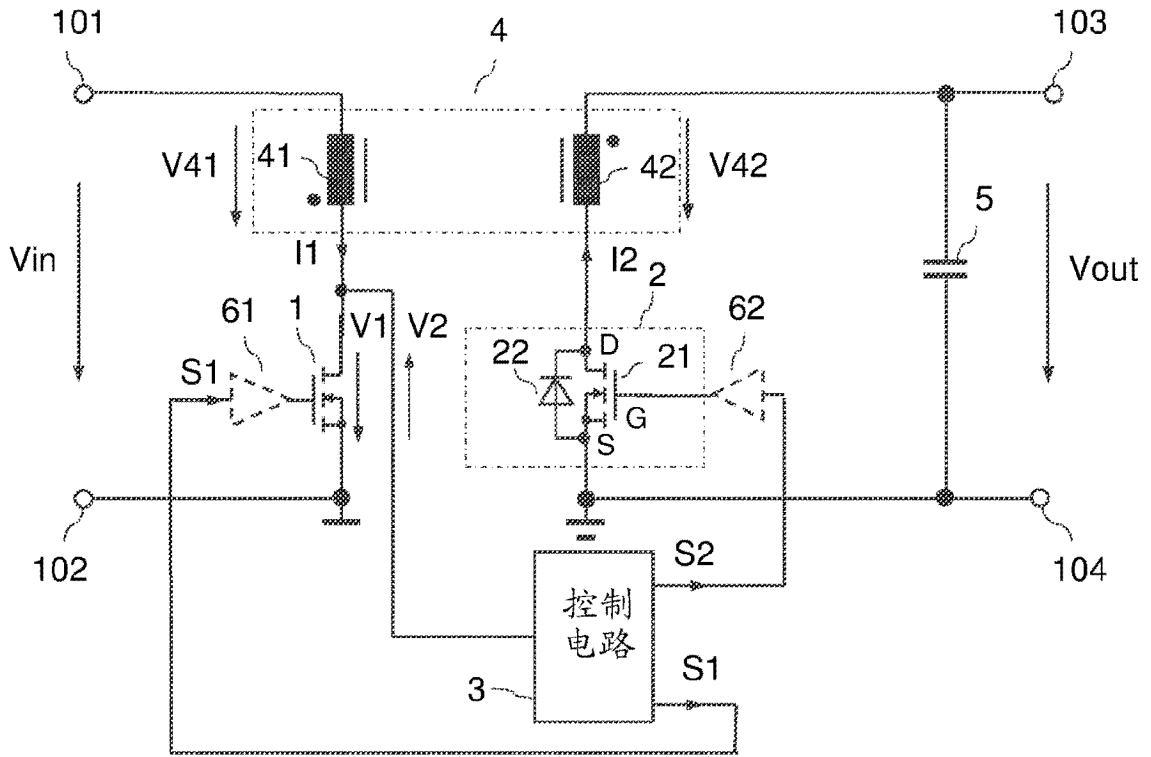


图 1

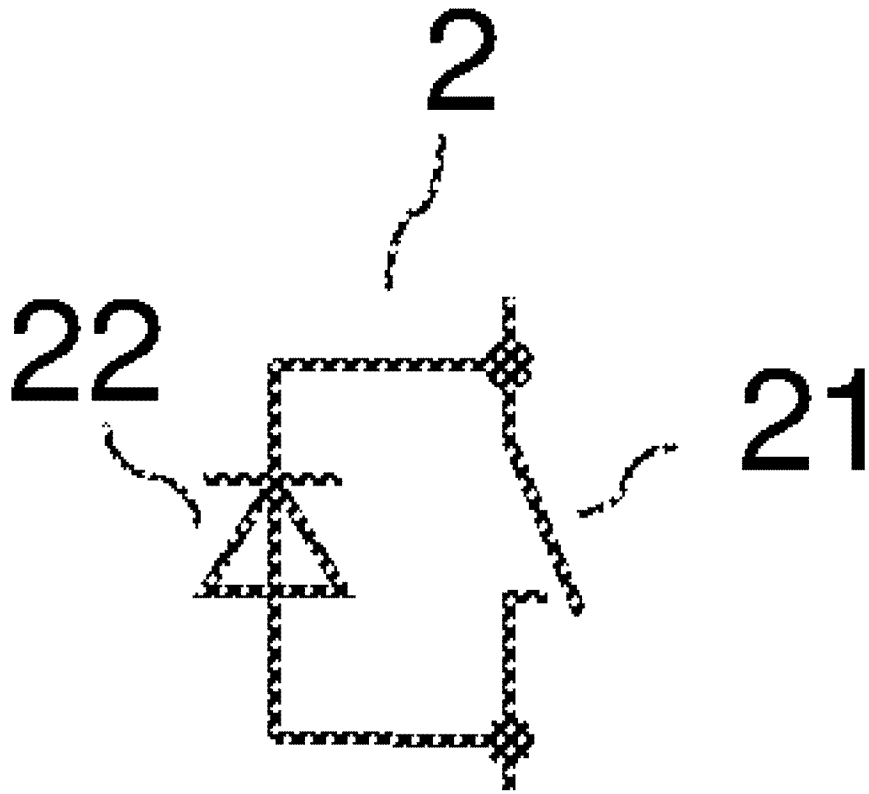


图 2

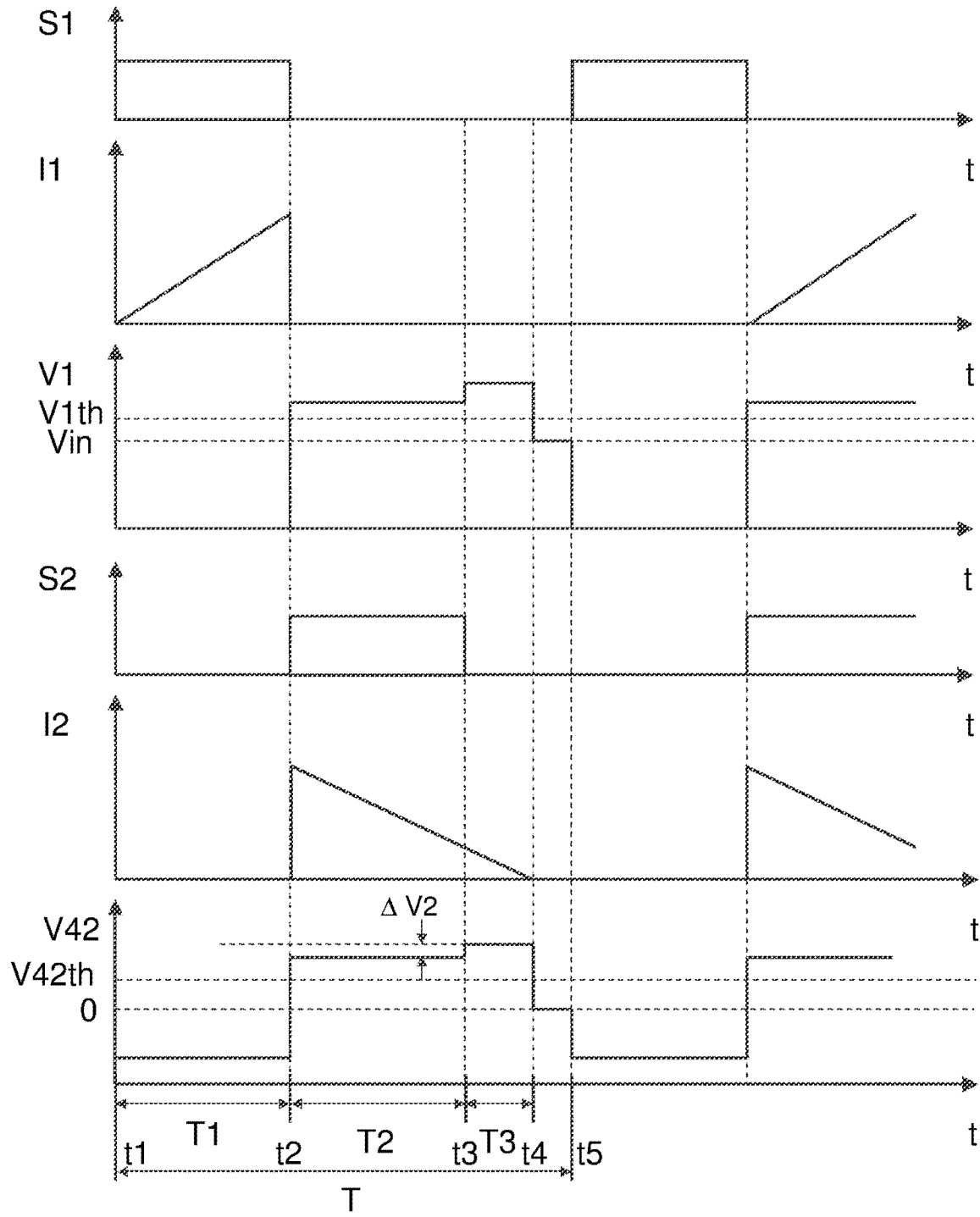


图 3

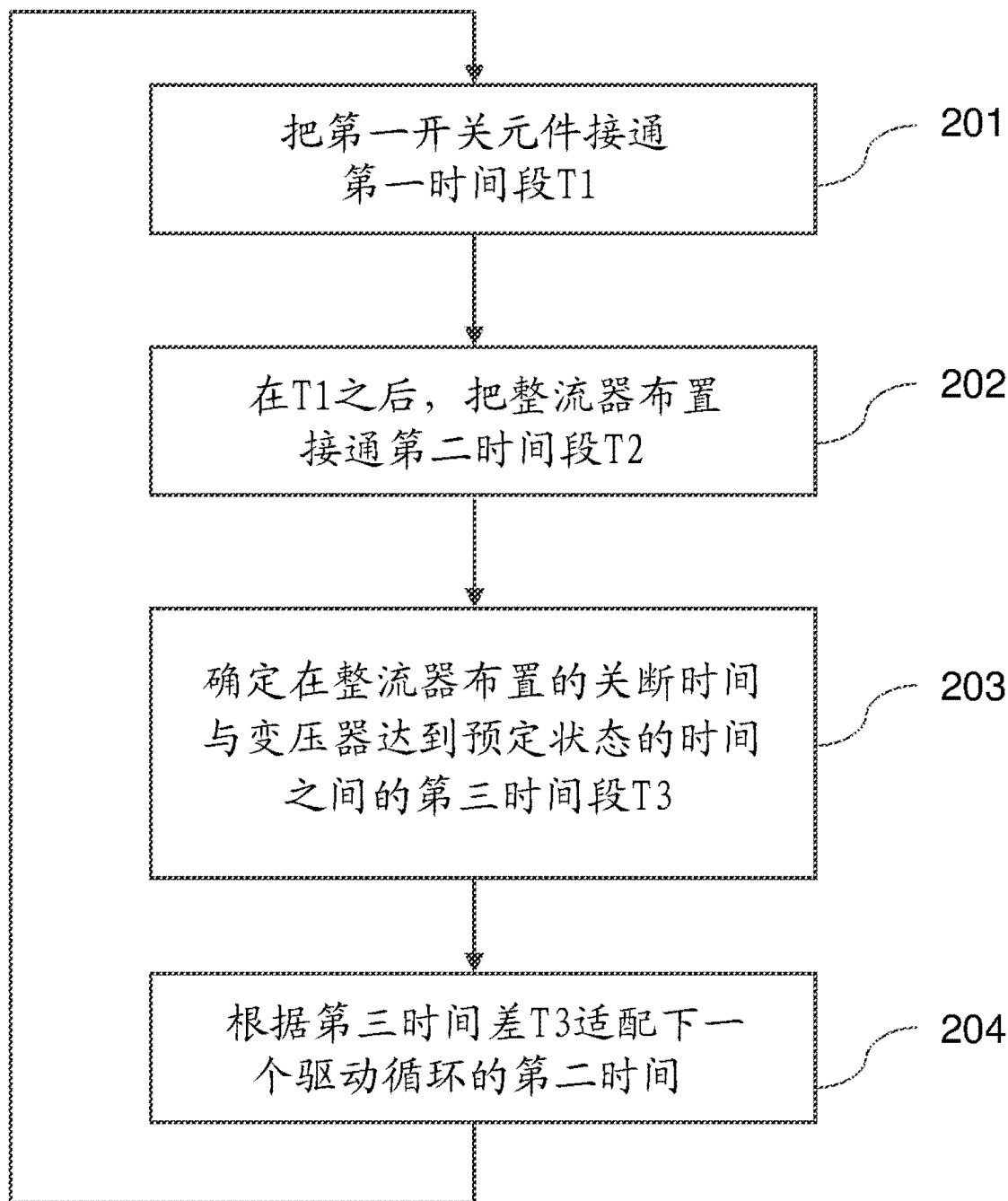


图 4

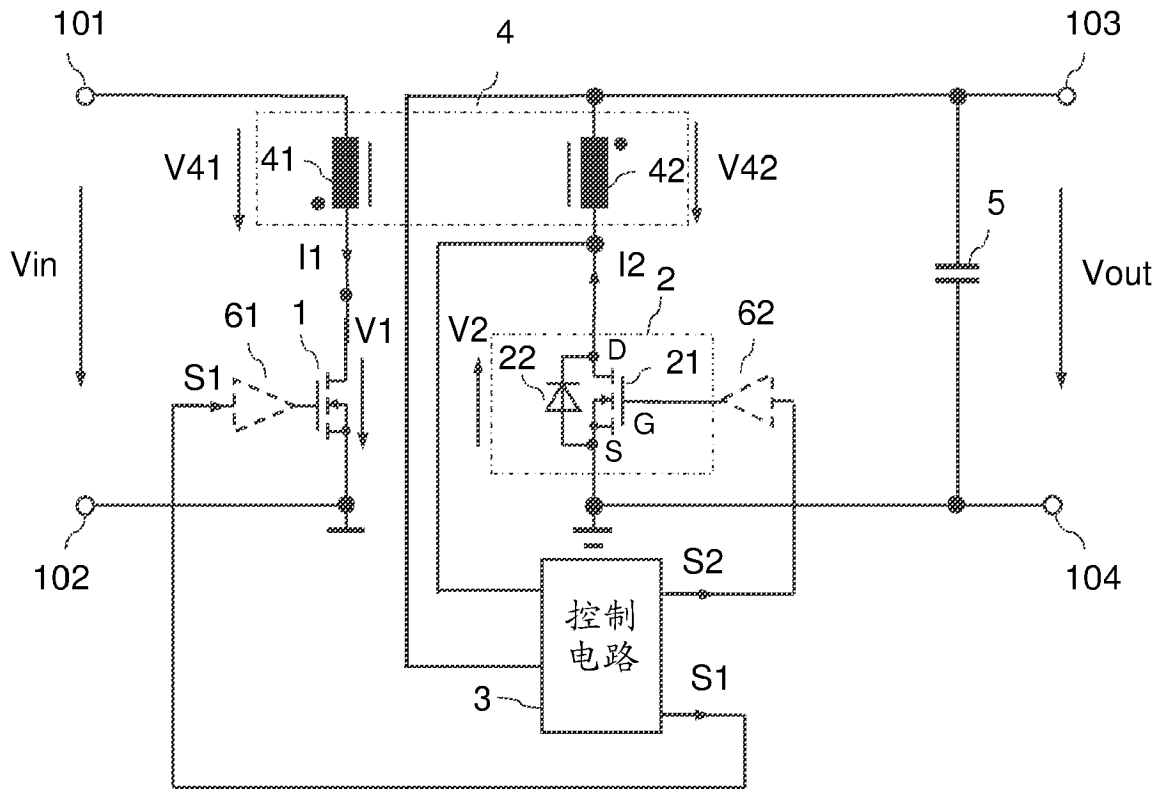


图 5

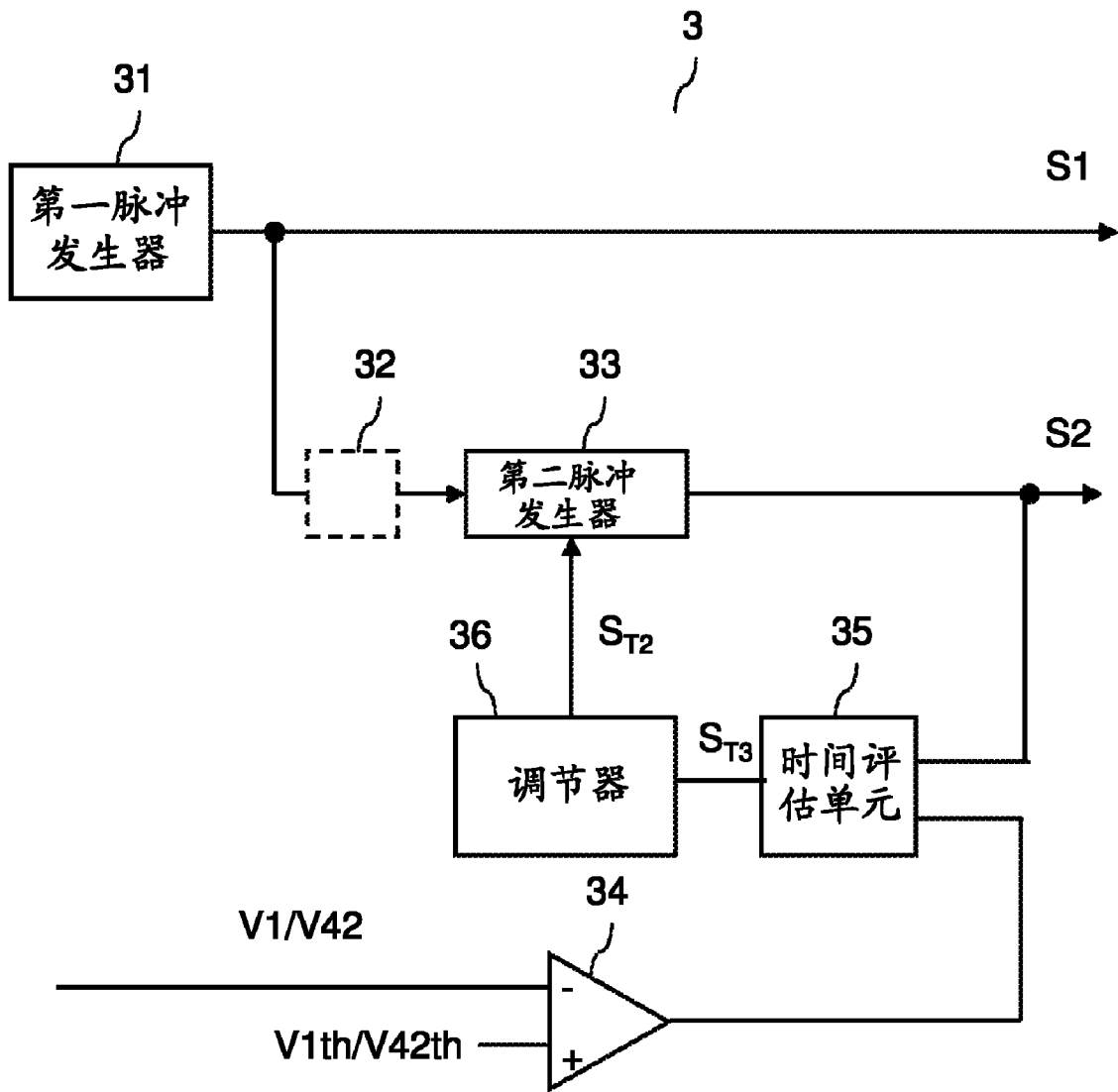


图 6

