



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113875068 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 29

(21) 申请号 202080037345.8

(22) 申请日 2020.04.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113875068 A

(43) 申请公布日 2021.12.31

(30) 优先权数据
2019-097418 2019.05.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/017888 2020.04.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/241144 JA 2020.12.03

(73) 专利权人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 仓贯正明

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 柯瑞京

(51) Int.Cl.
H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H02J 7/02 (2016.01)

(56) 对比文件
CN 108110817 A, 2018.06.01

审查员 周天莉

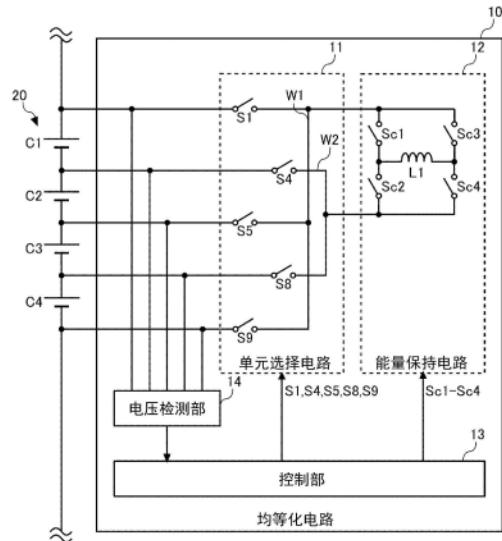
权利要求书7页 说明书21页 附图15页

(54) 发明名称

能量移动电路以及蓄电系统

(57) 摘要

单元选择电路(11)包含:多个第1布线侧开关(S1、S5、S9),将选择单元的两端的一方选择性地与第1布线(W1)连接;和至少1个第2布线侧开关(S4、S8),将选择单元的两端的另一方选择性地与第2布线(W2)连接。钳位电路(12)具有用于在单元选择电路(11)未选择任何单元的状态下形成包含电感器(L1)的闭环的钳位开关(Sc1-Sc4)。在钳位状态结束后,控制部(13)将形成放电路径的多个开关元件全部设为接通状态之后,且在切换为下一个钳位状态之前,将形成钳位开关(Sc2)的多个开关元件之中的一部分开关元件开通。



1. 一种能量移动电路,其特征在于,

具备:

电感器;

单元选择电路,设置在串联连接的n个单元与所述电感器之间,能够使包含所述n个单元中的任意1个单元或者串联连接的多个单元在内的选择单元的两端和所述电感器的两端导通,其中,n为2以上的整数;

钳位电路,具有用于在所述单元选择电路未选择任何单元的状态下形成包含所述电感器的闭环的钳位开关;和

控制部,对所述单元选择电路和所述钳位电路进行控制,

所述单元选择电路包含:

第1布线,与所述电感器的一端连接;

第2布线,与所述电感器的另一端连接;

多个第1布线侧开关,将所述选择单元的两端的一方选择性地与所述第1布线连接;和

至少1个第2布线侧开关,将所述选择单元的两端的另一方选择性地与所述第2布线连接,

所述钳位开关是将具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述第1布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述第2布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述控制部依次控制为如下状态:

第一电流的电感器电流增加状态,对与所述n个单元之中的放电对象的所述选择单元即放电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,形成在所述放电单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的放电路径,使得从所述放电单元向所述电感器流过电流,从而使流过所述电感器的电流增加;

第一电流的钳位状态,对与所述放电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成所述电感器的两端之间经由所述钳位开关而连接的钳位路径,使得在所述电感器的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器的电流在所述钳位路径中循环;

第一电流的电感器电流减少状态,对与所述n个单元之中的充电对象的所述选择单元即充电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述充电单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的充电路径,使得从所述电感器向所述充电单元流过电流,从而使流过所述电感器的电流减少;

第一电流向第二电流的换流状态,将形成从所述电感器向所述充电单元流过电流的充电路径的多个开关元件全部设为接通状态,使得若从所述电感器向所述充电单元放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从所述充电单元向所述电感器流过电流;

第二电流的电感器电流增加状态,对与所述充电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述充电

单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的放电路径,使得从所述充电单元向所述电感器流过电流,从而使流过所述电感器的电流增加;

第二电流的钳位状态,对与所述充电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成所述电感器的两端之间经由所述钳位开关而连接的钳位路径,使得在所述电感器的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器的电流在所述钳位路径中循环;

第二电流的电感器电流减少状态,对与所述放电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述放电单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的充电路径,使得从所述电感器向所述放电单元流过电流,从而使流过所述电感器的电流减少;和

第二电流向第一电流的换流状态,将形成从所述电感器向所述放电单元流过电流的充电路径的多个开关元件全部设为接通状态,使得若从所述电感器向所述放电单元放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从所述放电单元向所述电感器流过电流,

所述第一电流的钳位状态和所述第二电流的钳位状态分别具有:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述多个开关元件全部设为接通状态,

在所述第二电流的钳位状态中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的一部分开关元件关断,并在比从所述第二电流的电感器电流减少状态切换为所述第二电流向第一电流的换流状态的定时延迟的定时,并且在切换为下一个所述第一电流的钳位状态中的所述第1钳位状态之前,将形成所述钳位开关的多个开关元件之中的关断的所述一部分开关元件之中的一部分开关元件延迟地开通来生成所述第一电流的钳位状态中的所述第1钳位状态的所述钳位路径。

2. 根据权利要求1所述的能量移动电路,其特征在于,

所述单元选择电路包含:

多个第1布线侧开关,分别连接在所述串联连接的n个单元的各节点(n+1)之中的奇数节点与所述第1布线之间;和

至少1个第2布线侧开关,分别连接在所述串联连接的n个单元的各节点(n+1)之中的偶数节点与所述第2布线之间,

所述钳位电路具备:相互串联连接的第1钳位开关以及第2钳位开关;和相互串联连接的第3钳位开关以及第4钳位开关,

所述电感器连接在所述第1钳位开关以及所述第2钳位开关间的节点与所述第3钳位开关以及所述第4钳位开关间的节点之间,

所述第1钳位开关以及所述第3钳位开关的未与所述电感器连接的一端与所述第1布线连接,

所述第2钳位开关以及所述第4钳位开关的未与所述电感器连接的一端与所述第2布线连接,

所述钳位电路通过所述电感器和所述第1钳位开关、所述第2钳位开关、所述第3钳位开关以及所述第4钳位开关而被全桥连接。

3. 根据权利要求1所述的能量移动电路,其特征在于,
所述单元选择电路包含:

(n+1)个第1布线侧开关,分别连接在所述串联连接的n个单元的各节点与所述第1布线之间;和

(n+1)个第2布线侧开关,分别连接在所述串联连接的n个单元的各节点与所述第2布线之间。

4. 根据权利要求2所述的能量移动电路,其特征在于,

在所述第一电流的钳位状态和所述第二电流的钳位状态各自中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部依次切换为如下状态:第1充电状态,将形成所述充电路径的8个开关元件之中的构成所述第1布线侧开关或者所述第2布线侧开关的1个开关元件、和构成所述钳位开关的1个开关元件这2个开关元件设为断开状态,从而经由并联的二极管在该2个开关元件流过充电电流;和第2充电状态,将该断开状态的2个开关元件开通从而将所述8个开关元件全部设为接通状态。

5. 根据权利要求4所述的能量移动电路,其特征在于,

在所述第一电流的电感器电流增加状态和所述第二电流的电感器电流增加状态各自的结束后,所述控制部依次切换为如下状态:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的4个开关元件之中的1个开关元件设为断开状态,从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述4个开关元件全部设为接通状态,

在所述第二电流的钳位状态中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部将形成所述钳位路径的4个开关元件之中的设为所述断开状态的1个开关元件、和与该开关元件反向地串联连接的1个开关元件这2个开关元件关断,并在比从所述第1充电状态切换为所述第2充电状态的定时延迟的定时并且在切换为下一个所述第1钳位状态前,将所述关断的2个开关元件的1个开通从而生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的能量移动电路,其中,

还具备对所述n个单元各自的电压进行检测的电压检测部,

所述控制部基于由所述电压检测部检测出的所述n个单元的电压,执行所述n个单元间的均等化处理。

7. 根据权利要求6所述的能量移动电路,其特征在于,

所述控制部基于由所述电压检测部检测出的所述n个单元的电压,决定所述n个单元的目标电压或者目标容量,将比所述目标电压或者目标容量高的单元决定为放电对象的单元,将比所述目标电压或者目标容量低的单元决定为充电对象的单元。

8. 一种蓄电系统,其特征在于,

具备:

串联连接的n个单元,其中,n为2以上的整数;和

权利要求1至7中任一项所述的能量移动电路。

9. 一种能量移动电路,其特征在于,

具备:

电感器;

模块选择电路,设置在串联连接的 m 个模块与所述电感器之间,能够使包含所述 m 个模块中的任意1个模块或者串联连接的多个模块在内的选择模块的两端和所述电感器的两端导通,其中, m 为2以上的整数;

钳位电路,具有用于在所述模块选择电路未选择任何模块的状态下形成包含所述电感器的闭环的钳位开关;和

控制部,对所述模块选择电路和所述钳位电路进行控制,

所述模块选择电路包含:

第1布线,与所述电感器的一端连接;

第2布线,与所述电感器的另一端连接;

多个第1布线侧开关,将所述选择模块的两端的一方选择性地与所述第1布线连接;和

至少1个第2布线侧开关,将所述选择模块的两端的另一方选择性地与所述第2布线连接,

所述钳位开关是将具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述第1布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述第2布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

所述控制部依次控制为如下状态:

第一电流的电感器电流增加状态,对与所述 m 个模块之中的放电对象的所述选择模块即放电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,形成在所述放电模块的两侧的节点连接所述电感器的两端的放电路径,使得从所述放电模块向所述电感器流过电流,从而使流过所述电感器的电流增加;

第一电流的钳位状态,对与所述放电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成所述电感器的两端之间经由所述钳位开关而连接的钳位路径,使得在所述电感器的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器的电流在所述钳位路径中循环;

第一电流的电感器电流减少状态,对与所述 m 个模块之中的充电对象的所述选择模块即充电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述充电模块的两侧的节点连接所述电感器的两端的充电路径,使得从所述电感器向所述充电模块流过电流,从而使流过所述电感器的电流减少;

第一电流向第二电流的换流状态,将形成从所述电感器向所述充电模块流过电流的充电路径的多个开关元件全部设为接通状态,使得若从所述电感器向所述充电模块放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从所述充电模块向所述电感器流过电流;

第二电流的电感器电流增加状态,对与所述充电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,形成在所述充电模块的两侧的节点连接所述电感器的两端的放电路径,使得从所述充电模块向所述电感器流过电流,从而使流过所述电感器的电流增加;

第二电流的钳位状态,对与所述充电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和

所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成所述电感器的两端之间经由所述钳位开关而连接的钳位路径,使得在所述电感器的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器的电流在所述钳位路径中循环;

第二电流的电感器电流减少状态,对与放电模块的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述放电模块的两侧的节点连接所述电感器的两端的充电路径,使得从所述电感器向所述放电模块流过电流,从而使流过所述电感器的电流减少;和

第二电流向第一电流的换流状态,将形成从所述电感器向所述放电模块流过电流的充电路径的多个开关元件全部设为接通状态,使得若从所述电感器向所述放电模块放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从所述放电模块向所述电感器流过电流,

所述第一电流的钳位状态和所述第二电流的钳位状态分别具有:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述多个开关元件全部设为接通状态,

在所述第二电流的钳位状态中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的一部分开关元件关断,并在比从所述第二电流的电感器电流减少状态切换为所述第二电流向第一电流的换流状态的定时延迟的定时,并且在切换为下一个所述第一电流的钳位状态中的所述第1钳位状态之前,将形成所述钳位开关的多个开关元件之中的关断的所述一部分开关元件之中的一部分开关元件延迟地开通来生成所述第一电流的钳位状态中的所述第1钳位状态的所述钳位路径。

10. 根据权利要求9所述的能量移动电路,其特征在于,

所述模块选择电路包含:

多个第1布线侧开关,分别连接在所述串联连接的 m 个模块的各节点 $(m+1)$ 之中的奇数节点与所述第1布线之间;和

至少1个第2布线侧开关,分别连接在所述串联连接的 m 个模块的各节点 $(m+1)$ 之中的偶数节点与所述第2布线之间,

所述钳位电路具备:相互串联连接的第1钳位开关以及第2钳位开关;和相互串联连接的第3钳位开关以及第4钳位开关,

所述电感器连接在所述第1钳位开关以及所述第2钳位开关间的节点与所述第3钳位开关以及所述第4钳位开关间的节点之间,

所述第1钳位开关以及所述第3钳位开关的未与所述电感器连接的一端与所述第1布线连接,

所述第2钳位开关以及所述第4钳位开关的未与所述电感器连接的一端与所述第2布线连接,

所述钳位电路通过所述电感器和所述第1钳位开关、所述第2钳位开关、所述第3钳位开关以及所述第4钳位开关而被全桥连接。

11. 根据权利要求9所述的能量移动电路,其特征在于,

所述模块选择电路包含:

$(m+1)$ 个第1布线侧开关,分别连接在所述串联连接的 m 个模块的各节点与所述第1布

线之间;和

($m+1$)个第2布线侧开关,分别连接在所述串联连接的 m 个模块的各节点与所述第2布线间。

12.根据权利要求10所述的能量移动电路,其特征在于,

在所述第一电流的钳位状态和所述第二电流的钳位状态各自中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部依次切换为如下状态:第1充电状态,将形成所述充电路径的8个开关元件之中的构成所述第1布线侧开关或者所述第2布线侧开关的1个开关元件、和构成所述钳位开关的1个开关元件这2个开关元件设为断开状态,从而经由并联的二极管在该2个开关元件流过充电电流;和第2充电状态,将该断开状态的2个开关元件开通从而将所述8个开关元件全部设为接通状态。

13.根据权利要求12所述的能量移动电路,其特征在于,

在所述第一电流的电感器电流增加状态和所述第二电流的电感器电流增加状态各自的结束后,所述控制部依次切换为如下状态:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的4个开关元件之中的1个开关元件设为断开状态,从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述4个开关元件全部设为接通状态,

在所述第二电流的钳位状态中的所述第2钳位状态结束后,所述控制部将形成所述钳位路径的4个开关元件之中的设为所述断开状态的1个开关元件、和与该开关元件反向地串联连接的1个开关元件这2个开关元件关断,在比从所述第1充电状态切换为所述第2充电状态的定时延迟的定时并且在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将所述关断的2个开关元件的1个开通从而生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

14.根据权利要求9至13中任一项所述的能量移动电路,其中,

还具备对所述 m 个模块各自的电压进行检测的电压检测部,

所述控制部基于由所述电压检测部检测出的所述 m 个模块的电压,执行所述 m 个模块间的均等化处理。

15.根据权利要求14所述的能量移动电路,其特征在于,

所述控制部基于由所述电压检测部检测出的所述 m 个模块的电压,决定所述 m 个模块的目标电压或者目标容量,将比所述目标电压或者目标容量高的模块决定为放电对象的模块,将比所述目标电压或者目标容量低的模块决定为充电对象的模块。

16.根据权利要求14所述的能量移动电路,其特征在于,

所述 m 个模块分别包含:

串联连接的多个单元;

单元电压检测部,对所述多个单元各自的单元电压进行检测;和

单元用均等化电路,基于由所述单元电压检测部检测出的单元电压将相同模块内的多个单元电压均等化,

所述单元用均等化电路通过通信与所述控制部相互协作来进行动作,在执行了所述 m 个模块间的均等化处理之后,执行所述多个单元间的均等化处理。

17.一种蓄电系统,其特征在于,

具备:

串联连接的 m 个模块,其中, m 为2以上的整数;和
权利要求9至16中任一项所述的能量移动电路。

能量移动电路以及蓄电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及对串联连接的多个单元、模块间的能量进行移动的能量移动电路以及蓄电系统。

背景技术

[0002] 近年来,锂离子电池、镍氢电池等二次电池以各种各样的用途被使用。例如,使用于以向EV(Electric Vehicle,电动车)、HEV(Hybrid Electric Vehicle,混合动力电动车)、PHV(Plug-in Hybrid Vehicle,插电式混合动力车)的行驶用电动机供给电力为目的的车载(包含电动自行车)用途、以峰移、备用为目的的蓄电用途、以系统的频率稳定化为目的的FR(Frequency Regulation,频率调整)用途等。

[0003] 一般地,在锂离子电池等二次电池中,从维持电力效率以及确保安全性的观点出发,执行在串联连接的多个单元间将容量均等化的均等化处理。均等化处理有被动方式和主动方式。被动方式是在串联连接的多个单元分别连接放电电阻,对电压最低的单元以外的其他单元进行放电,使得其他单元的电压与电压最低的单元的电压一致,从而使多个单元间的容量一致的方式。主动方式是通过在串联连接的多个单元间进行能量移动,从而使多个单元间的容量一致的方式。主动方式的电力损耗更少,更能够抑制发热量,但是目前电路结构简单且低成本的被动方式成为主流。

[0004] 近年来,尤其在车载用途中,电池组的能量容量和输出不断增加。即,电池组内的各单元的容量和单元的串联数不断增加。伴随于此,在多个单元间变得不均衡的能量的量不断增大。因此,通过均等化处理,为了消除多个单元间的不均衡所需的时间也不断增大。

[0005] 对此,尤其在车载用途中,要求均等化处理所需的时间的缩短。为了在短时间内消除大的能量不均衡,需要流过大电流来进行均等化。在被动方式中,通过利用电阻来消耗电压高的单元的容量从而消除能量不均衡,因此若流过电阻的电流变大则发热量也变大。如上所述,若单元的串联数不断增加,则在基板上确保针对电阻发热的散热面积变得越来越难。

[0006] 因此,不是将能量变换为热来使其消耗,而是使能量向容量少的单元移动的主动方式的必要性提高。作为主动方式的均等化电路的结构,有在2个单元的中点和与2个单元并联连接的2个开关的中点之间连接电感器的结构(例如,参照专利文献1)。

[0007] 上述电路结构是用于在相邻的2个单元间进行能量移动的结构,但在使3个以上的单元串联连接,并设为能够在任意的2个单元间进行能量移动的结构的情况下,电路结构复杂化。需要设置能够任意地选择多个单元之一的单元选择电路,或者需要将上述电路结构串联地排列多个来使其以斗链方式移动能量。在前者的情况下,用于构成单元选择电路的布线、开关的数量增加。在后者的情况下,根据单元的串联数,电感器的数量增加。

[0008] 此外,在2个单元间进行能量移动时,由于对应的多个开关的接通/断开定时的偏差,有时产生单元的外部短路、开关的过耐压。

[0009] 对此,可以考虑如下控制:在从电感器的励磁状态转变到主动钳位状态的期间、和

从主动钳位状态转变到减磁状态的期间,插入经由开关的体二极管流过电流的期间。

[0010] 在先技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1:日本特开平7-322516号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 通过本发明的发明人的研究,明确了在采用了上述控制的电路中,根据开关的控制定时,在电感器电流和电感器的两端电压产生异常的尖峰。该尖峰电压所引起的噪声有可能对开关的驱动信号造成影响,使开关进行误动作。此外,由于该尖峰电压,有可能在开关产生过耐压。

[0015] 本公开鉴于这样的状况而作,其目的在于,提供一种实现可靠性高且安全的利用了电感器的能量移动电路的技术。

[0016] 用于解决课题的手段

[0017] 为了解决上述课题,本公开的某个方式的能量移动电路具备:电感器;单元选择电路,设置在串联连接的 n (n 为2以上的整数)个单元与所述电感器之间,能够使包含所述 n 个单元中的任意1个单元或者串联连接的多个单元在内的选择单元的两端和所述电感器的两端导通;钳位电路,具有用于在所述单元选择电路未选择任何单元的状态下形成包含所述电感器的闭环的钳位开关;和控制部,对所述单元选择电路和所述钳位电路进行控制。所述单元选择电路包含:第1布线,与所述电感器的一端连接;第2布线,与所述电感器的另一端连接;多个第1布线侧开关,将所述选择单元的两端的一方选择性地与所述第1布线连接;和至少1个第2布线侧开关,将所述选择单元的两端的另一方选择性地与所述第2布线连接。所述钳位开关是将具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,所述第1布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,所述第2布线侧开关是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的。所述控制部依次控制为如下状态:电感器电流增加状态,对与所述 n 个单元之中的放电对象的所述选择单元即放电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,形成在所述放电单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的放电路径,使得从所述放电单元向所述电感器流过电流,从而使流过所述电感器的电流增加;钳位状态,对与所述放电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成所述电感器的两端之间经由所述钳位开关而连接的钳位路径,使得在所述电感器的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器的电流在所述钳位路径中循环;和电感器电流减少状态,对与所述 n 个单元之中的充电对象的所述选择单元即充电单元的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关和所述第2布线侧开关、以及所述钳位开关的导通状态进行控制,生成在所述充电单元的两侧的节点连接所述电感器的两端的充电路径,使得从所述电感器向所述充电单元流过电流,从而使流过所述电感器的电流减少。所述钳位状态具有:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位

电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述多个开关元件全部设为接通状态。在所述电感器电流增加状态下,所述控制部将形成所述放电路径的多个开关元件全部设为接通状态之后,在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将形成所述钳位开关的多个开关元件之中的一部分开关元件开通来生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本公开,能够实现可靠性高且安全的利用了电感器的能量移动电路。

附图说明

[0020] 图1是示出实施例涉及的蓄电系统的结构的图。

[0021] 图2的(a) - (h) 是用于说明实施例涉及的蓄电系统的均等化处理的基本动作时序例的电路图。

[0022] 图3的(a) - (c) 是用于说明实施例涉及的蓄电系统的均等化处理的具体例的图。

[0023] 图4的(a) - (b) 是示出由2个N沟道MOSFET构成第1开关的情况下的电路结构例的图。

[0024] 图5是示出对实施例涉及的蓄电系统的开关使用了图4的(a)的结构例所示的双向开关的情况下的电路结构例的图。

[0025] 图6的(a) - (b) 是在图5所示的蓄电系统的电路结构例中,抽出了2个单元间的能量移动所使用的路径的图。

[0026] 图7的(a) - (b) 是在图6的(a) - (b)所示的蓄电系统的电路结构例中,省略了在2个单元间的能量移动中接通/断开状态不变化的开关而描绘的图。

[0027] 图8的(a) 是为了统一地进行说明而对图7的(a)所示的蓄电系统的电路结构例进行整理并描绘的图,图8的(b) 是示出了图8的(a)的变形的图。

[0028] 图9的(a) - (e) 是示出图8的(a)所示的蓄电系统的比较例涉及的控制中的电路状态的图(其1)。

[0029] 图10的(a) - (e) 是示出图8的(a)所示的蓄电系统的比较例涉及的控制中的电路状态的图(其2)。

[0030] 图11是在图8的(a)所示的蓄电系统的比较例涉及的控制中,示出8个开关元件的开关动作模式、电感器的两端电压的推移、和电感器的电流的图。

[0031] 图12的(a) - (c) 是示出图8所示的蓄电系统的实施例涉及的控制中的电路状态的图。

[0032] 图13是在图8的(a)所示的蓄电系统的实施例涉及的控制中,示出8个开关元件的开关动作模式、电感器的两端电压的推移、和电感器的电流的图。

[0033] 图14是示出另一个实施例涉及的蓄电系统的结构的图。

[0034] 图15是示出又一个实施例涉及的蓄电系统的结构的图。

具体实施方式

[0035] 图1是示出实施例涉及的蓄电系统1的结构的图。蓄电系统1具备均等化电路10以及蓄电部20。蓄电部20包含串联连接的n(n为2以上的整数)个单元。在图1中,描绘了4个单元C1-C4被串联连接的例子。另外,串联连接的单元数根据蓄电系统1所要求的电压规格而

变化。

[0036] 各单元能够使用锂离子电池单元、镍氢电池单元、铅电池单元、双电层电容器单元、锂离子电容器单元等能够充放电的蓄电元件。以下,在本说明书中设想使用锂离子电池单元(额定电压:3.6-3.7V)的例子。

[0037] 均等化电路10包含电压检测部14、单元选择电路11、能量保持电路12以及控制部13。电压检测部14对串联连接的 n (在图1中为4)个单元的各电压进行检测。具体地,电压检测部14利用 $(n+1)$ 根电压线与串联连接的 n 个单元的各节点连接,通过分别检测相邻的两根电压线间的电压,从而对各单元的电压进行检测。电压检测部14例如能够由通用的模拟前端IC或者ASIC(Application Specific Integrated Circuit,特定用途集成电路)构成。电压检测部14将检测出的各单元的电压变换为数字值,并输出到控制部13。

[0038] 单元选择电路11是设置在串联连接的 n 个单元和包含于能量保持电路12的电感器L1之间,能够使从 n 个单元之中选择的单元的两端和电感器L1的两端导通的电路。单元选择电路11具有与电感器L1的第1端连接的第1布线W1、与电感器L1的第2端连接的第2布线W2、多个第1布线侧开关、以及至少1个第2布线侧开关。

[0039] 多个第1布线侧开关分别连接在串联连接的 n 个单元的各节点 $(n+1)$ 之中的奇数节点和第1布线W1之间。至少1个第2布线侧开关分别连接在串联连接的 n 个单元的各节点 $(n+1)$ 之中的偶数节点和第2布线W2之间。

[0040] 在图1所示的例子中, $n=4$ 、节点数=5,单元选择电路11具有3个第1布线侧开关以及2个第2布线侧开关。在图1中,第1开关S1、第5开关S5以及第9开关S9是第1布线侧开关,第4开关S4以及第8开关S8是第2布线侧开关。

[0041] 能量保持电路12(也称为钳位电路)包含电感器L1、第1钳位开关Sc1、第2钳位开关Sc2、第3钳位开关Sc3以及第4钳位开关Sc4。第1钳位开关Sc1、第2钳位开关Sc2、第3钳位开关Sc3以及第4钳位开关Sc4构成了全桥电路。具体地,串联连接了第1钳位开关Sc1以及第2钳位开关Sc2的第1臂、和串联连接了第3钳位开关Sc3以及第4钳位开关Sc4的第2臂并联连接在第1布线W1与第2布线W2之间。电感器L1连接在第1钳位开关Sc1与第2钳位开关Sc2之间的节点、和第3钳位开关Sc3与第4钳位开关Sc4之间的节点之间。

[0042] 第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4能够使电感器L1的两端在能量保持电路12内导通。具体地,在单元选择电路11未选择任何单元的状态下,将第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态,或者将第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态,由此在能量保持电路12内能够形成包含电感器L1的闭环。

[0043] 此外,第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4能够对流过电感器L1的电流的朝向进行切换。具体地,在单元选择电路11选择了任意单元的状态下,将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,或者将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态,由此能够对流过电感器L1的电流的朝向进行切换。

[0044] 控制部13基于由电压检测部14检测出的 n 个单元的电压,执行串联连接的 n 个单元间的均等化处理。控制部13例如能够由微型计算机构成。另外,控制部13和电压检测部14也

可以合并于单片而构成。

[0045] 在本实施例中,控制部13通过主动单元平衡方式来执行串联连接的n个单元间的均等化处理。在本实施例涉及的主动单元平衡方式中,在串联连接的n个单元间,从某个单元(放电对象的单元)向另一个单元(充电对象的单元)进行能量移动,由此将某个单元和另一个单元的容量均等化。通过重复该能量移动,从而将串联连接的n个单元间的容量均等化。

[0046] 首先,控制部13将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,或者将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态,并且对单元选择电路11进行控制,使n个单元之中作为放电对象的单元的两端和电感器L1的两端导通给定时间,从而生成放电路径。在生成了该放电路径的状态下,在放电对象的单元与电感器L1之间流过电流,产生从放电对象的单元向电感器L1流过电流的状态(也称为电感器增加状态),在电感器L1中积累能量。

[0047] 接着,控制部13对单元选择电路11进行控制,将n个单元和电感器L1电切断,并且将第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态,或者将第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态,从而生成钳位路径。在该钳位状态下,在上述闭环中流过循环电流,在能量保持电路12内,电感器电流被主动钳位。

[0048] 接着,控制部13将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,或者将第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态并且将第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态,并且对单元选择电路11进行控制,使n个单元之中作为充电对象的单元的两端和电感器L1的两端导通给定时间,从而生成充电路径。在生成了该充电路径的状态下,在充电对象的单元与电感器L1之间流过电流,产生在能量保持电路12内被主动钳位的电感器电流流过充电对象的单元的状态(也称为电感器电流减少状态)。通过以上,从某个单元向另一个单元的能量移动完成。

[0049] 图2的(a)-(h)是用于说明实施例涉及的蓄电系统1的均等化处理的基本动作时序例的电路图。在本基本动作时序例中为了简化说明,将单元的串联数设为2。在图2的(a)所示的第1状态下,控制部13将第1开关S1、第1钳位开关Sc1、第4钳位开关Sc4以及第4开关S4控制为导通状态,并将第5开关S5、第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,从而生成放电路径。在该放电状态下,从第1单元C1向电感器L1流过电流,从第1单元C1放电的能量积累于电感器L1。

[0050] 在图2的(b)所示的第2状态下,控制部13将第2钳位开关Sc2以及第4钳位开关Sc4控制为导通状态,并将第1开关S1、第4开关S4、第5开关S5、第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,从而生成钳位路径。在该钳位状态下,积累于电感器L1的能量作为电感器电流而在闭环内流动,被主动钳位。

[0051] 在图2的(c)所示的第3状态下,控制部13将第4钳位开关Sc4、第4开关S4、第5开关S5以及第1钳位开关Sc1控制为导通状态,并将第1开关S1、第2钳位开关Sc2以及第3钳位开

关Sc3控制为非导通状态,从而生成充电路径。在该充电状态下,被主动钳位在闭环内的电感器电流流过第2单元C2,第2单元C2被充电。

[0052] 在图2的(d)所示的第4状态下,控制部13将第1开关S1、第4开关S4、第5开关S5、以及第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4控制为非导通状态。该状态是从第1单元C1向第2单元C2的能量移动完成的状态。若到此为止完结,则成为电感器L1的电流不反转的模式(不换流的模式)的说明。另外,在第2单元C2的充电完成的同时开始从第2单元C2的放电的情况(换流模式)下,省略图2的(d)所示的第4状态,从图2的(c)起,电感器L1的电流在换流的瞬间成为0,到达电感器L1的电流反转的图2的(e)。

[0053] 在图2的(e)所示的第5状态下,控制部13将第4开关S4、第2钳位开关Sc2、第3钳位开关Sc3以及第5开关S5控制为导通状态,并将第1开关S1、第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态,从而生成放电路径。在该放电状态下,从第2单元C2向电感器L1流过电流,从第2单元C2放电的能量积累于电感器L1。

[0054] 在图2的(f)所示的第6状态下,控制部13将第1钳位开关Sc1以及第3钳位开关Sc3控制为导通状态,并将第1开关S1、第4开关S4、第5开关S5、第2钳位开关Sc2以及第3钳位开关Sc3控制为非导通状态,从而生成钳位路径。在该钳位状态下,积累于电感器L1的能量作为电感器电流而在闭环内流动,被主动钳位。

[0055] 在图2的(g)所示的第7状态下,控制部13将第3钳位开关Sc3、第1开关S1、第4开关S4以及第2钳位开关Sc2控制为导通状态,将第5开关S5、第1钳位开关Sc1以及第4钳位开关Sc4控制为非导通状态,从而生成充电路径。在该充电状态下,被主动钳位在闭环内的电感器电流流过第1单元C1,第1单元C1被充电。

[0056] 在图2的(h)所示的第8状态下,控制部13将第1开关S1、第4开关S4、第5开关S5、以及第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4控制为非导通状态。该状态是从第2单元C2向第1单元C1的能量移动完成的状态。

[0057] 在第2状态或者第6状态下,电感器电流被主动钳位在闭环内,由此可确保电感器电流的连续性,因此能够实现单元选择电路11的安全并且可靠的开关切换。

[0058] 图3的(a)-(c)是用于说明实施例涉及的蓄电系统1的均等化处理的具体例的图。在本具体例中,设想4个单元C1-C4被串联连接的例子。图3的(a)是示意性地示出均等化处理开始前的第1单元C1-第4单元C4的电压的状态的图。控制部13对由电压检测部14检测出的第1单元C1-第4单元C4的电压的平均值进行计算,将计算出的平均值设定为均等化目标电压(以下,简称为目标电压)。

[0059] 控制部13使能量从电压比目标电压高的单元向电压比目标电压低的单元移动。例如,使能量从电压比目标电压高的单元之中电压最高的单元(在图3的(a)中为第1单元C1)向电压比目标电压低的单元之中电压最低的单元(在图3的(a)中为第4单元C4)移动。

[0060] 控制部13在移动源的单元(放电对象的单元)的电压成为目标电压以上的范围内,并且在移动目的地的单元(充电对象的单元)的电压成为目标电压以下的范围内,决定能量移动量。控制部13根据所决定的能量移动量和基于设计的放电电流以及充电电流,决定移动源的单元的放电时间和移动目的地的单元的充电时间。若假定主动钳位于能量保持电路12的期间所消耗的能量可以忽视,则基本上移动源的单元的放电时间和移动目的地的单元的充电时间相同。

[0061] 图3的 (b) 示出了从作为移动源的单元的第1单元C1向作为移动目的地的单元的第4单元C4的能量移动完成的状态。控制部13再次执行上述的处理。具体地,使能量从电压比目标电压高的单元之中电压最高的单元(在图3的 (b) 中为第3单元C3)向电压比目标电压低的单元之中电压最低的单元(在图3的 (b) 中为第2单元C2)移动。

[0062] 图3的 (c) 示出了从作为移动源的单元的第3单元C3向作为移动目的地的单元的第2单元C2的能量移动完成的状态。通过以上,串联连接的第1单元C1-第4单元C4的均等化处理完成。

[0063] 在图3的 (a) - (c) 所示的具体例中,首先,计算串联连接的多个单元的电压的平均值,并设定了目标值。关于这一点,也能够进行不设定目标值的算法。控制部13在各时间点,使能量从串联连接的多个单元的电压之中电压最高的单元向电压最低的单元移动,由此将该2个单元的电压均等化。控制部13重复执行该处理直到串联连接的多个单元的电压全部被均等化。

[0064] 此外,在上述具体例中,说明了使用电压作为均等化目标值的例子,但也可以取代电压而使用实际容量、可放电容量或者可充电容量。

[0065] 对包含于单元选择电路11的多个开关以及包含于能量保持电路12的4个钳位开关使用开关动作速度比较快且成本比较低的MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 金属氧化物半导体场效应晶体管) 是有利的。在N沟道MOSFET中,从源极向漏极方向形成寄生二极管(体二极管)。因此,在有可能从源极端子和漏极端子双方流入电流的用途下,一般将2个MOSFET逆向地串联连接来作为双向开关使用。

[0066] 图4的 (a) - (b) 是示出由2个N沟道MOSFET构成第1开关S1的情况下的电路结构例的图。图4的 (a) 示出了将2个N沟道MOSFET的源极端子彼此连接来构成双向开关的例子。在该情况下,串联的2个体二极管的阳极彼此会相互面对,因此可阻止在双向开关的两端之间经由体二极管而流过电流。

[0067] 图4的 (b) 示出了将2个N沟道MOSFET的漏极端子彼此连接而构成双向开关的例子。在该情况下,串联的2个体二极管的阴极彼此会相互面对,因此可阻止在双向开关的两端之间经由体二极管而流过电流。

[0068] 若对图4的 (a) 的结构例和图4的 (b) 的结构例进行比较,则图4的 (a) 的结构例有能够将2个N沟道MOSFET的栅极驱动器的电源电路(DC/DC转换器)公共化的优点。在图4的 (a) 的结构例中,2个N沟道MOSFET的源极电位是公共的,因此能够将2个栅极驱动器的电源电压公共化。因此,向2个栅极驱动器供给电源电压的电源电路(DC/DC转换器)也能够公共化。由此,能够削减成本以及电路面积。另一方面,在图4的 (b) 的结构例中,无法将2个N沟道MOSFET的源极电位公共化,因此需要分别设置向2个栅极驱动器供给电源电压的电源电路(DC/DC转换器)。

[0069] 图5是示出对实施例涉及的蓄电系统1的开关使用了图4的 (a) 的结构例所示的双向开关的情况下的电路结构例的图。在图5中,对第1开关S1、第4开关S4、第5开关S5、第8开关S8、第9开关S9、第1钳位开关Sc1、第2钳位开关Sc2、第3钳位开关Sc3以及第4钳位开关Sc4分别使用了图4的 (a) 的结构例所示的双向开关。

[0070] 图6的 (a) - (b) 是在图5所示的蓄电系统1的电路结构例中,抽出了2个单元间的能量移动所使用的路径的图。图6的 (a) 是抽出了第1单元C1和第2单元C2间的能量移动所使用

的路径的图。在第1单元C1和第2单元C2间的能量移动中,不使用通过第8开关S8的路径和通过第9开关S9的路径。图6的(b)是抽出了第1单元C1与第4单元C4之间的能量移动所使用的路径的图。在第1单元C1与第4单元C4之间的能量移动中,不使用通过第5开关S5的路径。

[0071] 图7的(a)-(b)是在图6的(a)-(b)所示的蓄电系统1的电路结构例中,省略了在2个单元间的能量移动中接通/断开状态不变化的开关而描绘的图。图7的(a)是省略了在第1单元C1与第2单元C2之间的能量移动中接通/断开状态不变化的开关而描绘的图。在第1单元C1与第2单元C2之间的能量移动中,第4开关S4以及第4钳位开关Sc4始终处于接通状态,因此仅仅描绘为接线,第3钳位开关Sc3始终处于断开状态,因此省略了接线自身而描绘。在图7的(a)中,在从第1单元C1向电感器L1进行能量移动时,将第1开关S1以及第1钳位开关Sc1设为接通状态,并且将第5开关S5以及第2钳位开关Sc2设为断开状态。在该状态下,从第1单元C1向电感器L1流过电流,因此能量从第1单元C1向电感器L1移动。通过该能量移动,能量被储存于电感器L1,通过将第1钳位开关Sc1设为断开状态,并且将第2钳位开关Sc2设为接通状态,从而形成电感器L1的钳位状态。接着,在从电感器L1向第2单元C2进行能量移动时,将第5开关S5以及第1钳位开关Sc1设为接通状态,并且将第1开关S1以及第2钳位开关Sc2设为断开状态。通过设为该状态,从而在保持电感器L1的能量的钳位状态下储存的能量从电感器L1向第2单元C2移动。只要在流过电感器L1的电流成为0时,将第8开关S8、第9开关S9断开,则能量移动完成。

[0072] 图7的(b)是省略了在第1单元C1与第4单元C4之间的能量移动中接通/断开状态不变化的开关而描绘的图。在图7的(b)中,在从第1单元C1向电感器L1进行能量移动时,将第1开关S1、第4开关S4以及第2钳位开关Sc2设为接通状态,并且将第8开关S8、第9开关S9以及第1钳位开关Sc1设为断开状态。在该状态下,从第1单元C1向电感器L1流过电流,因此能量从第1单元C1向电感器L1移动。通过该能量移动,能量被储存于电感器L1,通过将第2钳位开关Sc2设为断开状态,并且将第1钳位开关Sc1设为接通状态,从而形成电感器L1的钳位状态。接着,在从电感器L1向第1单元C4进行能量移动时,将第8开关S8、第9开关S9以及第2钳位开关Sc2设为接通状态,并且将第1开关S1、第4开关S4以及第1钳位开关Sc1设为断开状态。通过设为该状态,从而在保持电感器L1的能量的钳位状态下储存的能量从电感器L1向第4单元C4移动。只要在流过电感器L1的电流成为0时,将第8开关S8、第9开关S9断开,则能量移动完成。图7的(a)以及图7的(b)的说明以电感器L1的电流不反转的模式(不进行换流的模式)进行了记述,但如图2的说明所示,也可以在换流模式下进行动作。以下,在图9和图10中进行以换流模式为前提的动作的说明。

[0073] 图8的(a)-(b)是为了统一地进行说明而对形成使能量从放电对象单元向充电对象单元移动时的放电路径以及充电路径的蓄电系统1的电路结构例进行整理并描绘的图。在图8的(a)所示的蓄电系统1的电路结构例中,使用8个开关元件Q1-Q8。在上侧单元Ca的正极端子连接具有第1体二极管D1的第1开关元件Q1和具有第2体二极管D2的第2开关元件Q2反向串联连接而成的1对第1开关元件组。在下侧单元Cb的负极端子连接具有第3体二极管D3的第3开关元件Q3和具有第4体二极管D4的第4开关元件Q4反向串联连接而成的1对第2开关元件组。

[0074] 电感器L1的第1端连接上侧单元Ca的负极端子和下侧单元Cb的正极端子。在电感器L1的两端之间连接具有第5体二极管D5的第5开关元件Q5和具有第6体二极管D6的第6开

关元件Q6反向串联连接而成的1对第3开关元件组。在电感器L1的第2端和第1开关元件组与第2开关元件组的连接点之间,连接具有第7体二极管D7的第7开关元件Q7和具有第8体二极管D8的第8开关元件Q8反向串联连接而成的1对第4开关元件组。

[0075] 由第1开关元件Q1和第2开关元件Q2构成的第1开关元件组对应于图7的(a)的第1开关S1。由第3开关元件Q3和第4开关元件Q4构成的第2开关元件组对应于图7的(a)的第5开关S5。由第5开关元件Q5和第6开关元件Q6构成的第3开关元件组对应于图7的(a)的第2钳位开关Sc2。由第7开关元件Q7和第8开关元件Q8构成的第4开关元件组对应于图7的(a)的第1钳位开关Sc1。如上构成的图8的(a)所示的蓄电系统1将10个步骤作为1个周期来进行控制。

[0076] 图8的(b)所示的蓄电系统1的电路结构例也使用8个开关元件Q1-Q8。图8的(b)所示的电路结构例与图8的(a)所示的电路结构例相比较,是电感器L1和第3开关元件组(第5开关元件Q5和第6开关元件Q6)的并联电路与第4开关元件组(第7开关元件Q7和第8开关元件Q8)的位置调换的结构。

[0077] 在以下说明的控制中,使用图8的(a)所示的电路结构例进行说明。

[0078] 图9的(a)-(e)和图10的(a)-(e)是使图8的(a)所示的蓄电系统1的比较例涉及的全部10个步骤的控制中的电路状态与电感器L1的电流IL对应地示出的两张图(合计10个步骤的状态转变)。图11是在图8的(a)所示的蓄电系统1的比较例涉及的控制中,示出8个开关元件Q1-Q8的开关动作模式、电感器L1的两端电压VL的推移、和电感器L1的电流IL的图。另外,电感器L1的电流IL将图9的(a)所示的箭头方向表示为正,将箭头的反方向表示为负。

[0079] 如图9的(b)所示,在状态(1)中,控制部13将第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第5开关元件Q5、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8控制为接通状态,并将第3开关元件Q3、第4开关元件Q4以及第6开关元件Q6控制为断开状态。将第5开关元件Q5控制为接通状态是下一个钳位期间的准备。

[0080] 如图9的(c)所示,在状态(2)中,控制部13维持状态(1)的开关动作模式。在状态(2)中,从上侧单元Ca向电感器L1流过放电电流。

[0081] 如图9的(d)所示,在状态(3)中,控制部13将第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8关断。在状态(3)中,在由电感器L1→第5开关元件Q5→第6体二极管D6→电感器L1形成的钳位路径中流过电流。

[0082] 如图9的(e)所示,在状态(4)中,控制部13将第5开关元件Q5关断,并且作为下一个充电期间的准备,将第3开关元件Q3以及第8开关元件Q8开通。在状态(4)中,在由电感器L1→第5开关元件Q5→第6开关元件Q6→电感器L1形成的钳位路径中流过电流。

[0083] 若对状态(3)所示的钳位路径和状态(4)所示的钳位路径进行比较,则前者由于电流通过第6体二极管D6,因此产生与第6体二极管D6的正向电压降Vf对应的损耗。因此,为了减少能量损失而从状态(3)切换到状态(4)。

[0084] 设置状态(3)是为了从放电状态顺利并且安全地转变到钳位状态。例如,在同时执行第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6的开通、和第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8的关断的情况下,由于开关动作定时的偏差,存在在上侧单元Ca产生外部短路的可能性、在第1开关元件Q1或者第8开关元件Q8产生耐压破坏的可能性。

[0085] 具体地,在出现了第5开关元件Q5、第6开关元件Q6、第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8全部成为接通状态的状态的情况下,上侧单元Ca会

发生外部短路。此外,在第5开关S5以及第6开关S6为断开状态,且第1开关元件Q1的关断比第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8的关断早的情况下,会在第1开关元件Q1产生耐压破坏。此外,在第8开关元件Q8的关断比第1开关元件Q1、第2开关元件Q2以及第7开关元件Q7的关断早的情况下,会在第8开关元件Q8产生耐压破坏。相对于此,在状态(3)中,由于第6体二极管D6导通,因此能够防止单元的外部短路、开关元件的耐压破坏。

[0086] 如图10的(a)所示,在状态(5)中,控制部13将第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6关断。在状态(5)中,在由电感器L1→下侧单元Cb→第3开关元件Q3→第4体二极管D4→第8开关元件Q8→第7体二极管D7→电感器L1形成的路径中流过充电电流。

[0087] 如图10的(b)所示,在状态(6)中,控制部13将第4开关元件Q4以及第7开关元件Q7开通。在状态(6)中,在由电感器L1→下侧单元Cb→第3开关元件Q3→第4开关元件Q4→第8开关元件Q8→第7开关元件Q7→电感器L1形成的路径中流过充电电流。若对图10的(a)所示的路径和图10的(b)所示的路径进行比较,则前者由于电流通过第4体二极管D4以及第7体二极管D7,因此产生与第4体二极管D4的正向电压降 V_f 对应的合计 $2V_f$ 的损耗和与第7体二极管D7的正向电压降 V_f 对应的损耗。因此,为了减少能量损失而从状态(5)切换到状态(6)。

[0088] 设置状态(5)是为了从钳位状态顺利并且安全地转变为充电状态。例如,在同时执行第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6的关断、和第3开关元件Q3、第4开关元件Q4、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8的开通的情况下,由于开关动作定时的偏差,存在在下侧单元Cb产生外部短路的可能性、在第3开关元件Q3或者第8开关元件Q8产生耐压破坏的可能性。相对于此,在状态(5)中,由于第4体二极管D4以及第7体二极管D7导通,因此能够防止单元的外部短路、开关元件的耐压破坏。

[0089] 在状态(6)中,若从电感器L1向下侧单元Cb放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从下侧单元Cb向电感器L1流过放电电流。

[0090] 如图10的(c)所示,在状态(7)中,控制部13将第6开关元件Q6开通,作为下一个钳位期间的准备。

[0091] 如图10的(d)所示,在状态(8)中,控制部13将第3开关元件Q3、第4开关元件Q4、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8关断。在状态(8)中,在由电感器L1→第6开关元件Q6→第5体二极管D5→电感器L1形成的钳位路径中流过电流。

[0092] 如图10的(e)所示,在状态(9)中,控制部13将第5开关元件Q5开通,并且作为下一个充电期间的准备,将第2开关元件Q2以及第7开关元件Q7开通。在状态(9)中,在由电感器L1→第5开关元件Q5→第6开关元件Q6→电感器L1形成的钳位路径中流过电流。

[0093] 若对状态(8)所示的钳位路径和状态(9)所示的钳位路径进行比较,则前者由于电流通过第5体二极管D5,因此产生与第5体二极管D5的正向电压降 V_f 对应的损耗。因此,为了减少能量损失而从状态(8)切换到状态(9)。

[0094] 设置状态(8)是为了从放电状态顺利并且安全地转变为钳位状态。例如,在同时执行第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6的开通、和第3开关元件Q3、第4开关元件Q4、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8的关断的情况下,由于开关动作定时的偏差,存在在下侧单元Cb产生外部短路的可能性、在第4开关元件Q4或者第7开关元件Q7产生耐压破坏的可能性。相对于此,在状态(8)中,由于第6体二极管D6导通,因此能够防止单元的外部短路、开关元件的耐压破坏。

[0095] 如图9的(a)所示,在状态(10)中,控制部13将第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6关断。在状态(10)中,在由电感器L1→第7开关元件Q7→第8体二极管D8→第2开关元件Q2→第1体二极管D1→上侧单元Ca→电感器L1形成的路径流过充电电流。

[0096] 如图9的(b)所示,在状态(1)中,控制部13将第2开关元件Q2以及第7开关元件Q7开通,并且作为下一个钳位期间的准备,将第5开关元件Q5开通。在状态(1)中,在由电感器L1→第7开关元件Q7→第8开关元件Q8→第2开关元件Q2→第1开关元件Q1→上侧单元Ca→电感器L1形成的路径流过充电电流。若对图9的(a)所示的路径和图9的(b)所示的路径进行比较,则前者由于电流通过第1体二极管D1以及第8体二极管D8,因此产生与第1体二极管D1的正向电压降 V_f 对应的合计 $2V_f$ 的损耗和与第8体二极管D8的正向电压降 V_f 对应的损耗。因此,为了减少能量损失而从状态(10)切换到状态(1)。

[0097] 设置状态(10)是为了从钳位状态顺利并且安全地转变为充电状态。例如,在同时执行第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6的关断、和第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8的开通的情况下,由于开关动作定时的偏差,存在在上侧单元Ca产生外部短路的可能性、在第1开关元件Q1或者第8开关元件Q8产生耐压破坏的可能性。相对于此,在状态(10)中,由于第1体二极管D1以及第8体二极管D8导通,因此能够防止单元的外部短路、开关元件的耐压破坏。

[0098] 在状态(1)中,若从电感器L1向上侧单元Ca放出的能量消失,则电流的朝向反转,开始从上侧单元Ca向电感器L1流过放电电流。

[0099] 在以上说明的周期中,在状态(10)→状态(1)→状态(2)的期间,电感器L1的电流以正的倾向变化。在状态(3)→状态(4)的期间,在电感器L1流过循环电流。在状态(3)中,蓄积于电感器L1的能量减少与体二极管的正向电压降 V_f 对应的损耗的量。在状态(3)中蓄积于电感器L1的能量被维持。

[0100] 在状态(5)→状态(6)→状态(7)的期间,电感器L1的电流以负的倾向变化。在状态(8)→状态(9)的期间,在电感器L1流过循环电流。在状态(8)中,蓄积于电感器L1的能量减少与体二极管的正向电压降 V_f 对应的损耗的量。在状态(9)中蓄积于电感器L1的能量被维持。

[0101] 如图11所示,各状态的电感器L1的两端电压 V_L 如下。 V_b 是单元电压,在图11所示的例子中设为4V。 V_f 是体二极管的正向电压降,在图11所示的例子中设为0.75V。

[0102] 状态(10): $V_L = V_b + 2V_f$

[0103] 状态(1)、(2): $V_L = V_b$

[0104] 状态(3): $V_L = -V_f$

[0105] 状态(4): $V_L = 0$

[0106] 状态(5): $V_L = -V_b - 2V_f$

[0107] 状态(6)、(7): $V_L = -V_b$

[0108] 状态(8): $V_L = +V_f$

[0109] 状态(9): $V_L = 0$

[0110] 如图11所示,各状态下的电感器L1的电流变化 ΔI_L 如下。 L 是电感, $(t_n - t(n-1))$ 是停留于第 n 状态的时间。

[0111] 状态(10): $\Delta I_L = (2V_b + 2V_f) * (t_{10} - t_9) / L$

[0112] 状态(1) : $\Delta IL = 2V_b * (t_1 - t_{10}) / L$

[0113] 状态(2) : $\Delta IL = 2V_b * (t_2 - t_1) / L$

[0114] 状态(3) : $\Delta IL = -V_f * (t_3 - t_2) / L$

[0115] 状态(4) : $\Delta IL = 0 * (t_4 - t_3) / L$

[0116] 状态(5) : $\Delta IL = (-2V_b - 2V_f) * (t_5 - t_4) / L$

[0117] 状态(6) : $\Delta IL = -2V_b * (t_6 - t_5) / L$

[0118] 状态(7) : $\Delta IL = -2V_b * (t_7 - t_6) / L$

[0119] 状态(8) : $\Delta IL = V_f * (t_8 - t_7) / L$

[0120] 状态(9) : $\Delta IL = 0 * (t_9 - t_8) / L$

[0121] 另外,在图11中,简便地以等间隔描绘了各状态,但各状态的时间能够任意地设定。例如,钳位期间(状态(3)、(4)、(8)、(9))也可以设定得比其他期间(状态(1)、(2)、(5)、(6)、(7)、(10))短。此外,在体二极管流过电流的期间也可以设定得比不在体二极管流过电流的期间短。例如,状态(3)的期间也可以设定得比状态(4)的期间短。在该情况下,能够进一步减少电流通过体二极管所引起的损耗。以电感器L1的电流IL的0A为界,在正侧的区域中,示出放电对象单元的的能量移动量以及充电对象单元的的负的能量移动量,以电感器L1的电流IL的0A为界,在负侧的区域中,示出放电对象单元的的负的能量移动量以及充电对象单元的的的能量移动量,因此通过适当地设定各状态的时间,可执行放电对象单元和充电对象单元的均等化处理。

[0122] 如图11所示,在从状态(10)切换到状态(1)时,即,电感器L1的两端电压VL从 $V_b + 2V_f$ 变化为 V_b 时,产生不想要的尖峰电压。图11所示的电感器L1的两端电压VL是将通过实验而得到的实际的波形改写为示意性的波形而得到的,但通过实验确认了在从状态(10)切换为状态(1)时产生尖峰。

[0123] 由于该尖峰电压,存在导致开关元件破坏的可能性。使用于开关元件的MOSFET是通过栅极电压来控制接通/断开的元件,而若漏极-源极间电压Vds急剧地变化(若 dV/dt 变高),则在漏极-栅极间的结电容流过电流。由于该电流,寄生在MOSFET的漏极-源极间的NPN晶体管接通,存在导致MOSFET的元件破坏的可能性。

[0124] 此外,由上述尖峰电压产生的噪声有可能使从控制部13向开关元件Q1-Q8的栅极供给的驱动信号的高/低反转,使均等化电路10进行误动作。以下,对抑制该尖峰电压的方法进行说明。

[0125] 图12的(a)-(c)是使图8的(a)所示的蓄电系统1的实施例涉及的控制中的电路状态与电感器L1的电流IL对应地示出的图。图13是示出在图8的(a)所示的蓄电系统1的实施例涉及的控制中,将图9、图10所示的10个步骤的切换顺序之中的图9的(a)-(c)置换为图12的(a)-(c)的8个开关元件Q1-Q8的开关动作模式、电感器L1的两端电压VL的推移、和电感器L1的电流IL的图。另外,图9的(a)-(c)和图12的(a)-(c)的差异仅在于图9的(b)和图12的(b)中的第5开关元件Q5的状态的不同。

[0126] 如图12的(b)所示,在实施例涉及的状态(1)中,控制部13将第1开关元件Q1、第2开关元件Q2、第7开关元件Q7以及第8开关元件Q8控制为接通状态,并将第3开关元件Q3、第4开关元件Q4、第5开关元件Q5以及第6开关元件Q6控制为断开状态。

[0127] 如图12的(c)所示,在实施例涉及的状态(2)中,控制部13开通第5开关元件Q5,作

为下一个钳位期间的准备。实施例涉及的其他的状态(3)-(10)与图9的(d)-(e)、图10的(a)-(e)、图9的(a)所示的比较例涉及的状态(3)-(10)同样。

[0128] 像这样,在本实施例中,作为下一个钳位期间的准备,使开通第5开关元件Q5的定时延迟。如图13所示,在本实施例中,在从状态(10)切换为状态(1)时,不产生尖峰电压。图13所示的电感器L1的两端电压VL是将通过实验而得到的实际的波形改写为示意性的波形而得到的,而在从状态(10)切换为状态(1)时,通过实验确认了不产生图11所示那样的尖峰。

[0129] 如以上说明的那样,根据本实施例,作为下一个钳位期间的准备,使将构成作为钳位开关来使用的双向开关的单侧的第5开关元件Q5开通的定时延迟,由此能够抑制产生不想要的尖峰。由此,能够实现可靠性高且安全的均等化电路10。

[0130] 以上,基于实施例对本公开进行了说明。本领域技术人员容易理解,实施例是例示,它们的各结构要素、各处理工序的组合可能有各种各样的变形例、而且这样的变形例也处于本公开的范围內。

[0131] 在图6的(a)-(b)中,对第1单元C1与第2单元C2之间的能量移动、以及第1单元C1与第4单元C4之间的能量移动进行了说明。关于这一点,上述实施例能够普遍应用于任意的2个单元间的能量移动。图6的(a)-(b)对应于图1所示的蓄电系统1的单元选择电路11的第1布线侧开关、第2布线侧开关、以及能量保持电路12的第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4的结构,第1布线侧开关、第2布线侧开关、以及第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4的各开关分别由2个开关元件构成。而且,在选择单元与电感器L1之间进行能量移动的路径(放电路径以及充电路径)由给定的1个第1布线侧开关、给定的1个第2布线侧开关、以及第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4之中的给定的2个钳位开关这合计4个开关,即,由8个开关元件同时形成放电路径、充电路径。此外,用于对储存于电感器L1的能量进行保持的钳位路径由第1钳位开关Sc1-第4钳位开关Sc4的给定的2个钳位开关,即,由4个开关元件形成。

[0132] 形成放电路径的期间,8个开关元件之中的处于4个钳位开关的斜交叉的位置的2对4个开关元件、和构成第1布线侧开关以及第2布线侧开关的1对2个开关元件这合计8个开关元件被控制为接通状态。形成充电路径的期间,与形成充电路径的期间同样地,8个开关元件之中的构成钳位开关的2对4个开关元件、和构成第1布线侧开关以及第2布线侧开关的1对2个开关元件这合计8个开关元件被控制为接通状态。形成钳位路径的期间,位于4个钳位开关的、8个开关元件之中的2对4个开关元件被控制为接通状态。

[0133] 控制部13在放电状态结束后,依次切换为将形成钳位路径的4个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由该开关元件的体二极管流过钳位电流的第1钳位状态(在上述实施例中,为状态(3)、(8))、将该断开状态的开关元件开通从而将该4个开关元件全部设为接通状态的第2钳位状态(在上述实施例中,为状态(4)、(9))。

[0134] 另外,在第1钳位状态下,也可以将形成钳位路径的4个开关元件之中具有相同方向的体二极管的2个开关元件关断。在该情况下,虽然损耗变大,但安全性进一步提高。

[0135] 控制部13在第2钳位状态结束后,依次切换为将形成充电路径的8个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由该开关元件的体二极管流过充电电流的第1充电状态(在上述实施例中,为状态(5)、(10))、将该断开状态的开关元件开通从而将该8个开关元件全部设为接通状态的第2充电状态(在上述实施例中,为状态(6)、(1))。

[0136] 在上述实施例中,在第1充电状态下,将构成第1布线侧开关或者第2布线侧开关的1个开关元件和构成钳位开关的1个开关元件这2个开关元件设为了断开状态,但也可以仅将任意一方的开关元件设为断开状态。在该情况下,虽然对于开关元件的耐压破坏的安全性下降,但损耗变小。

[0137] 控制部13在第2钳位状态结束后,将形成钳位路径的4个开关元件之中的2个或者4个开关元件关断。在上述实施例中,将一对的2个开关元件(第5开关元件Q5、第6开关元件Q6)关断,但也可以将形成钳位路径的4个开关元件全部关断。

[0138] 然后,控制部13在比从第1充电状态切换为第2充电状态的定时延迟的定时,并且在切换为下一个第1钳位状态之前,将该关断的2个或者4个开关元件的一半开通来生成第1钳位状态的钳位路径。

[0139] 在上述实施例中,作为比从第1充电状态切换为第2充电状态的定时(状态(10))延迟的定时,并且切换为下一个第1钳位状态(状态(3))之前的定时,采用了从状态(1)切换为状态(2)的定时。关于这一点,可以采用状态(1)的中途的定时,也可以采用状态(2)的中途的定时。

[0140] 在上述的实施例中,说明了使用MOSFET作为开关元件的例子。关于这一点,也可以使用IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极晶体管)等不形成寄生二极管的半导体开关元件。在该情况下,取代寄生二极管而将外置二极管并联连接于半导体开关元件。越使用正向电压降 V_f 低的二极管,则越能够减小损耗,效率越高。

[0141] 此外,在上述的实施例中,说明了通过主动方式将串联连接的多个单元间均等化的例子。关于这一点,也能够利用实施例涉及的均等化电路,将串联连接的多个模块间均等化。只要将本说明书中的“单元”适当改换为“模块”即可。

[0142] 图14是示出另一个实施例涉及的蓄电系统的结构的图。图14示出了具备对串联连接的多个模块间进行均等化处理的均等化电路的蓄电系统的一个实施例。在图14中,多个模块与图1所示的蓄电系统1同样地分别具备单元用均等化电路以及多个单元被串联连接的蓄电部。第1模块M1具备单元用均等化电路10A以及蓄电部20A,第2模块M2具备单元用均等化电路10B以及蓄电部20B,第3模块M3具备单元用均等化电路10C以及蓄电部20C,第4模块M4具备单元用均等化电路10D以及蓄电部20D。

[0143] 模块用均等化电路10M包含电压检测部14M、模块选择电路11M、能量保持电路12M以及控制部13M。

[0144] 在本实施例中,控制部13M通过主动模块平衡方式执行串联连接的 m 个模块间的均等化处理。在本实施例涉及的主动模块平衡方式中,在串联连接的 m 个模块间,从某个模块(放电对象的模块)向另一个模块(充电对象的模块)进行能量移动,由此将某个模块和另一个模块的容量均等化。通过重复该能量移动,从而将串联连接的 m 个模块间的容量均等化。

[0145] 与以上的多个模块间的均等化处理分别地进行各模块内的串联连接的多个单元间的均等化处理。各模块内的串联连接的多个单元间的均等化处理也可以是与多个模块间的均等化处理复用地执行的结构。在该情况下,模块用均等化电路10M和单元用均等化电路10A~10D通过通信而相互协作地进行动作。模块间的均等化处理优选比单元间的均等化处理优先执行,通过在模块间的均等化处理完成后,完成单元间的均等化处理,从而能够消除执行模块间的均等化处理而产生的各单元的电压差。

[0146] 图15是示出又一个实施例涉及的蓄电系统的结构的图。在图15所示的实施例中，单元选择电路11具有与电感器L1的第1端连接的第1布线W1、与电感器L1的第2端连接的第2布线W2、(n+1)个第1布线侧开关、以及(n+1)个第2布线侧开关。(n+1)个第1布线侧开关分别连接在串联连接的n个单元的各节点与第1布线W1之间。(n+1)个第2布线侧开关分别连接在串联连接的n个单元的各节点与第2布线W2之间。

[0147] 能量保持电路12(也称为钳位电路)包含电感器L1以及钳位开关Sc。钳位开关Sc是用于使电感器L1的两端在能量保持电路12内导通的开关。能量保持电路12在单元选择电路11未选择任何单元的状态下，能够形成包含电感器L1的闭环。即，若钳位开关Sc被控制为接通状态，则形成包含电感器L1和钳位开关Sc的闭环、即钳位路径。在图15所示的实施例中，在选择单元与电感器L1之间进行能量移动的路径(放电路径以及充电路径)由给定的1个第1布线侧开关以及给定的1个第2布线侧开关形成。不过，能量保持电路12不具有对流过电感器L1的电流的朝向进行切换的功能，因此放电路径以及充电路径选择根据流过电感器L1的电流的朝向而切换导通状态的第1布线侧开关以及第2布线侧开关而形成。

[0148] 控制部13在第2钳位状态结束后，将形成放电路径的多个开关元件全部设为接通状态，然后在切换为下一个第1钳位状态之前，将形成钳位开关Sc的2个开关元件之中的1个开关元件开通来形成第1钳位状态的钳位路径。

[0149] 此外，在上述的实施例中，说明了主动单元平衡方式的均等化电路，但也能够应用于不以多个单元或者模块间的均等化为目的的能量移动。例如，在2个模块间的温度有很大不同的情况下，为了抑制保存劣化，也可以使温度高的模块的能量的至少一部分移动到温度低的模块。

[0150] 此外，在上述的实施例中，说明了从1个单元向另外1个单元的能量移动，但也能够进行从串联连接的多个单元向另一个串联连接的多个单元的能量移动。此外，还能够进行从1个单元向另一个串联连接的多个单元的能量移动、以及从串联连接的多个单元向另外1个单元的能量移动。关于模块也是同样。

[0151] 另外，实施方式也可以由以下的项目来确定。

[0152] [项目1]

[0153] 一种能量移动电路(10)，其特征在于，

[0154] 具备：

[0155] 电感器(L1)；

[0156] 单元选择电路(11)，设置在串联连接的n(n为2以上的整数)个单元(C1-C4)与所述电感器(L1)之间，能够使包含所述n个单元(C1-C4)中的任意1个单元或者串联连接的多个单元在内的选择单元的两端和所述电感器(L1)的两端导通；

[0157] 钳位电路(12)，具有用于在所述单元选择电路(11)未选择任何单元(C1-C4)的状态下形成包含所述电感器(L1)的闭环的钳位开关(Sc1-Sc4或者Sc)；和

[0158] 控制部(13)，对所述单元选择电路(11)和所述钳位电路(12)进行控制，

[0159] 所述单元选择电路(11)包含：

[0160] 第1布线(W1)，与所述电感器(L1)的一端连接；

[0161] 第2布线(W2)，与所述电感器(L1)的另一端连接；

[0162] 多个第1布线侧开关(S1、S5、S9、或者S1、S3、S5、S7、S9)，将所述选择单元的两端的

一方选择性地与所述第1布线(W1)连接;和

[0163] 至少1个第2布线侧开关(S4、S8、或者S2、S4、S6、S8、S10),将所述选择单元的两端的另一方选择性地与所述第2布线(W2)连接,

[0164] 所述钳位开关(Sc2或者Sc)是将具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

[0165] 所述第1布线侧开关(S1)是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

[0166] 所述第2布线侧开关(S4)是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

[0167] 所述控制部(13)依次控制为如下状态:

[0168] 电感器电流增加状态,对与所述n个单元(C1-C4)之中的放电对象的所述选择单元即放电单元(C1)的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关(S1)和所述第2布线侧开关(S4)、以及所述钳位开关(Sc1-Sc4或者Sc)的导通状态进行控制,形成在所述放电单元(C1)的两侧的节点连接所述电感器(L1)的两端的放电路径,使得从所述放电单元(C1)向所述电感器(L1)流过电流,从而使流过所述电感器(L1)的电流增加;

[0169] 钳位状态,对与所述放电单元(C1)的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关(S1)和所述第2布线侧开关(S4)、以及所述钳位开关(Sc1-Sc4或者Sc)的导通状态进行控制,生成所述电感器(L1)的两端之间经由所述钳位开关(Sc1、Sc4)而连接的钳位路径,使得在所述电感器(L1)的两端之间流过钳位电流,从而使流过所述电感器(L1)的电流在所述钳位路径中循环;和

[0170] 电感器电流减少状态,对与所述n个单元之中(C1-C4)的充电对象的所述选择单元即充电单元(C2)的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关(S5)和所述第2布线侧开关(S4)、以及所述钳位开关(Sc1-Sc4或者Sc)的导通状态进行控制,生成在所述充电单元(C2)的两侧的节点连接所述电感器(L1)的两端的充电路径,使得从所述电感器(L1)向所述充电单元(C2)流过电流,从而使流过所述电感器(L1)的电流减少,

[0171] 所述钳位状态具有:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的多个开关元件之中的至少1个开关元件设为断开状态从而经由并联的二极管在该开关元件流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件开通从而将所述多个开关元件全部设为接通状态,

[0172] 在所述电感器电流增加状态下,所述控制部(13)将形成所述放电路径的多个开关元件全部设为接通状态之后,在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将形成所述钳位开关的多个开关元件之中的一部分开关元件开通来生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

[0173] 由此,能够实现可靠性高且安全的能量移动电路(10)。

[0174] [项目2]

[0175] 根据项目1所述的能量移动电路(10),其特征在于,

[0176] 所述单元选择电路(11)包含:

[0177] 多个第1布线侧开关(S1、S5、S9),分别连接在所述串联连接的n个单元(C1-C4)的各节点(n+1)之中的奇数节点与所述第1布线(W1)之间;和

[0178] 至少1个第2布线侧开关(S4、S8),分别连接在所述串联连接的n个单元(C1-C4)的各节点(n+1)之中的偶数节点与所述第2布线(W2)之间,

[0179] 所述钳位电路(12)具备:相互串联连接的第1钳位开关(Sc1)以及第2钳位开关(Sc2);和相互串联连接的第3钳位开关(Sc3)以及第4钳位开关(Sc4),

[0180] 所述电感器(L1)连接在所述第1钳位开关(Sc1)以及所述第2钳位开关(Sc2)间的节点与所述第3钳位开关(Sc3)以及所述第4钳位开关(Sc4)间的节点之间,

[0181] 所述第1钳位开关(Sc1)以及所述第3钳位开关(Sc3)的未与所述电感器(L1)连接的一端与所述第1布线(W1)连接,

[0182] 所述第2钳位开关(Sc2)以及所述第4钳位开关(Sc4)的未与所述电感器(L1)连接的一端与所述第2布线(W2)连接,

[0183] 所述钳位电路(12)通过所述电感器(L1)和所述第1钳位开关(Sc1)、所述第2钳位开关(Sc2)、所述第3钳位开关(Sc3)以及所述第4钳位开关(Sc4)而被全桥连接。

[0184] 由此,能够实现可靠性高且安全的具有由全桥电路构成的钳位电路(12)的能量移动电路(10)。

[0185] [项目3]

[0186] 根据项目1所述的能量移动电路(10),其特征在于,

[0187] 所述单元选择电路(11)包含:

[0188] (n+1)个第1布线侧开关(S1、S3、S5、S7、S9),分别连接在所述串联连接的n个单元(C1-C4)的各节点与所述第1布线(W1)之间;和

[0189] (n+1)个第2布线侧开关(S2、S4、S6、S8、S10),分别连接在所述串联连接的n个单元(C1-C4)的各节点与所述第2布线(W2)之间。

[0190] 由此,能够将使用于钳位电路(12)的钳位开关(Sc)构成为1个。即,能够由2个开关元件构成。

[0191] [项目4]

[0192] 根据项目2所述的能量移动电路(10),其特征在于,

[0193] 在所述第2钳位状态结束后,所述控制部(13)依次切换为如下状态:第1充电状态,将形成所述充电路径的8个开关元件(Q1、Q2、Q7、Q8、S4、Sc4)之中的构成所述第1布线侧开关(S1)或者所述第2布线侧开关的1个开关元件(Q1)、和构成所述钳位开关(Sc1)的1个开关元件(Q8)这2个开关元件(Q1、Q8)设为断开状态,从而经由并联的体二极管(D1、D8)在该2个开关元件(Q1、Q8)流过充电电流;和第2充电状态,将该断开状态的2个开关元件(Q1、Q8)开通从而将所述8个开关元件(Q1、Q2、Q7、Q8、S4、Sc4)全部设为接通状态。

[0194] 由此,能够从钳位状态安全地切换为充电状态。

[0195] [项目5]

[0196] 根据项目4所述的能量移动电路(10),其特征在于,

[0197] 在所述电感器电流增加状态结束后,所述控制部(13)依次切换为如下状态:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的4个开关元件(Q5、Q6、Sc4)之中的1个开关元件(Q6)设为断开状态,从而经由并联的二极管(D6)在该开关元件(Q6)流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件(Q6)开通从而将所述4个开关元件(Q5、Q6、Sc4)全部设为接通状态,

[0198] 在所述第2钳位状态结束后,所述控制部(13)将形成所述钳位路径的4个开关元件(Q5、Q6、Sc4)之中的设为所述断开状态的1个开关元件(Q6)、和与该开关元件(Q6)反向地串联连接的1个开关元件(Q5)这2个开关元件(Q5、Q6)关断,并在比从所述第1充电状态切换为

所述第2充电状态的定时延迟的定时并且在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将所述关断的2个开关元件(Q5、Q6)的1个(Q5)开通从而生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

[0199] 由此,在准备第1钳位状态的钳位路径时,能够抑制尖峰的产生。

[0200] [项目6]

[0201] 根据项目1至5中任一项所述的能量移动电路(10),

[0202] 还具备对所述n个单元(C1-C4)各自的电压进行检测的电压检测部(14),

[0203] 所述控制部(13)基于由所述电压检测部(14)检测出的所述n个单元(C1-C4)的电压,执行所述n个单元(C1-C4)间的均等化处理。

[0204] 由此,能够实现利用了能量移动的均等化电路。

[0205] [项目7]

[0206] 根据项目6所述的能量移动电路(10),其特征在于,

[0207] 所述控制部(13)基于由所述电压检测部(14)检测出的所述n个单元(C1-C4)的电压,决定所述n个单元(C1-C4)的目标电压或者目标容量,将比所述目标电压或者目标容量高的单元决定为放电对象的单元,将比所述目标电压或者目标容量低的单元决定为充电对象的单元。

[0208] 由此,能够实现基于单元(C1-C4)间的能量移动的主动单元平衡。

[0209] [项目8]

[0210] 一种蓄电系统(1),其特征在于,

[0211] 具备:

[0212] 串联连接的n(n为2以上的整数)个单元(C1-C4);和

[0213] 项目1至7中任一项所述的能量移动电路(10)。

[0214] 由此,能够构筑实现了可靠性高且安全的能量移动电路(10)的蓄电系统(1)。

[0215] [项目9]

[0216] 一种能量移动电路(10M),其特征在于,

[0217] 具备:

[0218] 电感器(L1M);

[0219] 模块选择电路(11M),设置在串联连接的m(m为2以上的整数)个模块(M1-M4)与所述电感器(L1M)之间,能够使包含所述m个模块(M1-M4)中的任意1个模块或者串联连接的多个模块在内的选择模块的两端和所述电感器(L1M)的两端导通;

[0220] 钳位电路(12M),具有用于在所述模块选择电路(11M)未选择任何模块(M1-M4)的状态下形成包含所述电感器(L1M)的闭环的钳位开关(Sc1M-Sc4M);和

[0221] 控制部(13M),对所述模块选择电路(11M)和所述钳位电路(12M)进行控制,

[0222] 所述模块选择电路(11M)包含:

[0223] 第1布线(W1M),与所述电感器(L1M)的一端连接;

[0224] 第2布线(W2M),与所述电感器(L1M)的另一端连接;

[0225] 多个第1布线侧开关(S1M、S5M、S9M),将所述选择模块的两端的一方选择性地与所述第1布线(W1M)连接;和

[0226] 至少1个第2布线侧开关(S4M、S8M),将所述选择模块的两端的另一方选择性地与所述第2布线(W2M)连接,

[0227] 所述钳位开关 (Sc2M) 是将具有并联地连接/形成的二极管 (D5、D6) 的开关元件 (Q5、Q6) 使所述二极管 (D5、D6) 反向地串联连接2个而形成的,

[0228] 所述第1布线侧开关 (S1M) 是将分别具有并联地连接/形成的二极管 (D1、D2) 的开关元件 (Q1、Q2) 使所述二极管 (D1、D2) 反向地串联连接2个而形成的,

[0229] 所述第2布线侧开关 (S4) 是将分别具有并联地连接/形成的二极管的开关元件使所述二极管反向地串联连接2个而形成的,

[0230] 所述控制部 (13M) 依次控制为如下状态:

[0231] 电感器电流增加状态,对与所述m个模块 (M1-M4) 之中的放电对象的所述选择模块即放电模块 (M1) 的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关 (S1M) 和所述第2布线侧开关 (S4M)、以及所述钳位开关 (Sc1-Sc4) 的导通状态进行控制,形成在所述放电模块 (M1) 的两侧的节点连接所述电感器 (L1M) 的两端的放电路径,使得从所述放电模块 (M1) 向所述电感器 (L1M) 流过电流,从而使流过所述电感器 (L1M) 的电流增加;

[0232] 钳位状态,对与所述放电模块 (M1) 的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关 (S1M) 和所述第2布线侧开关 (S4M)、以及所述钳位开关 (Sc1M-Sc4M) 的导通状态进行控制,生成所述电感器 (L1M) 的两端之间经由所述钳位开关 (Sc1M、Sc4M) 而连接的钳位路径,使得在所述电感器 (L1M) 的两端之间流过错位电流,从而使流过所述电感器 (L1M) 的电流在所述钳位路径中循环;和

[0233] 电感器电流减少状态,对与所述m个模块之中 (M1-M4) 的充电对象的所述选择模块即充电模块 (M2) 的两侧的节点连接的所述第1布线侧开关 (S5M) 和所述第2布线侧开关 (S4M)、以及所述钳位开关 (Sc1M-Sc4M) 的导通状态进行控制,生成在所述充电模块 (M2) 的两侧的节点连接所述电感器 (L1M) 的两端的充电路径,使得从所述电感器 (L1M) 向所述充电模块 (M2) 流过电流,从而使流过所述电感器 (L1M) 的电流减少,

[0234] 所述钳位状态具有:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的多个开关元件 (Q5、Q6) 之中的至少1个开关元件 (Q6) 设为断开状态从而经由并联的二极管 (D6) 在该开关元件 (Q6) 流过错位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件 (Q6) 开通从而将所述多个开关元件 (Q5、Q6) 全部设为接通状态,

[0235] 在所述电感器电流增加状态下,所述控制部 (13M) 将形成所述放电路径的多个开关元件 (Q1、Q2、Q7、Q8) 全部设为接通状态之后,在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将形成所述钳位开关 (Sc2M) 的多个开关元件 (Q5、Q6) 之中的一部分开关元件 (Q5) 开通来生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

[0236] 由此,能够实现可靠性高且安全的能量移动电路 (10M)。

[0237] [项目10]

[0238] 根据项目9所述的能量移动电路 (10M),其特征在于,

[0239] 所述模块选择电路 (11M) 包含:

[0240] 多个第1布线侧开关 (S1M、S5M、S9M),分别连接在所述串联连接的m个模块 (M1-M4) 的各节点 (n+1) 之中的奇数节点与所述第1布线 (W1M) 之间;和

[0241] 至少1个第2布线侧开关 (S4M、S8M),分别连接在所述串联连接的m个模块 (M1-M4) 的各节点 (n+1) 之中的偶数节点与所述第2布线 (W2M) 之间,

[0242] 所述钳位电路 (12M) 具备:相互串联连接的第1钳位开关 (Sc1M) 以及第2钳位开关

(Sc2M) ;和相互串联连接的第3钳位开关 (Sc3M) 以及第4钳位开关 (Sc4M) ,

[0243] 所述电感器 (L1M) 连接在所述第1钳位开关 (Sc1M) 以及所述第2钳位开关 (Sc2M) 间的节点与所述第3钳位开关 (Sc3M) 以及所述第4钳位开关 (Sc4M) 间的节点之间,

[0244] 所述第1钳位开关 (Sc1M) 以及所述第3钳位开关 (Sc3M) 的未与所述电感器 (L1M) 连接的一端与所述第1布线 (W1M) 连接,

[0245] 所述第2钳位开关 (Sc2M) 以及所述第4钳位开关 (Sc4M) 的未与所述电感器 (L1M) 连接的一端与所述第2布线 (W2M) 连接,

[0246] 所述钳位电路 (12M) 通过所述电感器 (L1M) 和所述第1钳位开关 (Sc1M)、所述第2钳位开关 (Sc2M)、所述第3钳位开关 (Sc3M) 以及所述第4钳位开关 (Sc4M) 而被全桥连接。

[0247] 由此,能够实现可靠性高且安全的具有由全桥电路构成的钳位电路 (12) 的能量移动电路 (10M)。

[0248] [项目11]

[0249] 根据项目9所述的能量移动电路 (10M),其特征在于,

[0250] 所述模块选择电路 (11M) 包含:

[0251] (m+1) 个第1布线侧开关 (S1M、S3M、S5M、S7M、S9M),分别连接在所述串联连接的m个模块 (M1-M4) 的各节点与所述第1布线 (W1M) 间;和

[0252] (m+1) 个第2布线侧开关 (S2M、S4M、S6M、S8M、S10M),分别连接在所述串联连接的m个模块 (M1-M4) 的各节点与所述第2布线 (W2M) 间。

[0253] 由此,能够将使用于钳位电路 (12M) 的钳位开关 (ScM) 构成为1个。即,能够由2个开关元件构成。

[0254] [项目12]

[0255] 根据项目10所述的能量移动电路 (10M),其特征在于,

[0256] 在所述第2钳位状态结束后,所述控制部 (13M) 依次切换为如下状态:第1充电状态,将形成所述充电路径的8个开关元件 (Q1、Q2、Q7、Q8、S4M、Sc4M) 之中的构成所述第1布线侧开关 (S1M) 或者所述第2布线侧开关的1个开关元件 (Q1)、和构成所述钳位开关 (Sc1M) 的1个开关元件 (Q8) 这2个开关元件 (Q1、Q8) 设为断开状态,从而经由并联的二极管 (D1、D8) 在该2个开关元件 (Q1、Q8) 流过充电电流;和第2充电状态,将该断开状态的2个开关元件 (Q1、Q8) 开通从而将所述8个开关元件 (Q1、Q2、Q7、Q8、S4M、Sc4M) 全部设为接通状态。

[0257] 由此,能够从钳位状态安全地切换为充电状态。

[0258] [项目13]

[0259] 根据项目12所述的能量移动电路 (10M),其特征在于,

[0260] 在所述电感器电流增加状态结束后,所述控制部 (13M) 依次切换为如下状态:第1钳位状态,将形成所述钳位路径的4个开关元件 (Q5、Q6、Sc4M) 之中的1个开关元件 (Q6) 设为断开状态,从而经由并联的二极管 (D6) 在该开关元件 (Q6) 流过钳位电流;和第2钳位状态,将该断开状态的开关元件 (Q6) 开通从而将所述4个开关元件 (Q5、Q6、Sc4M) 全部设为接通状态,

[0261] 在所述第2钳位状态结束后,所述控制部 (13M) 将形成所述钳位路径的4个开关元件 (Q5、Q6、Sc4M) 之中的设为所述断开状态的1个开关元件 (Q6)、和与该开关元件 (Q6) 反向地串联连接的1个开关元件 (Q5) 这2个开关元件 (Q5、Q6) 关断,并在比从所述第1充电状态切

换为所述第2充电状态的定时延迟的定时并且在切换为下一个所述第1钳位状态之前,将所述关断的2个开关元件(Q5、Q6)的1个(Q5)开通从而生成所述第1钳位状态的所述钳位路径。

[0262] 由此,在准备第1钳位状态的钳位路径时,能够抑制尖峰的产生。

[0263] [项目14]

[0264] 根据项目9至13中任一项所述的能量移动电路(10M),

[0265] 还具备对所述m个模块(M1-M4)各自的电压进行检测的电压检测部(14M),

[0266] 所述控制部(13M)基于由所述电压检测部(14M)检测出的所述m个模块(M1-M4)的电压,执行所述m个模块(M1-M4)间的均等化处理。

[0267] 由此,能够实现利用了能量移动的均等化电路。

[0268] [项目15]

[0269] 根据项目14所述的能量移动电路(10M),其特征在于,

[0270] 所述控制部(13M)基于由所述电压检测部(14M)检测出的所述m个模块(M1-M4)的电压,决定所述m个模块(M1-M4)的目标电压或者目标容量,将比所述目标电压或者目标容量高的模块决定为放电对象的模块,将比所述目标电压或者目标容量低的模块决定为充电对象的模块。

[0271] 由此,能够实现基于模块(M1-M4)间的能量移动的主动模块平衡。

[0272] [项目16]

[0273] 根据项目14所述的能量移动电路(10M),其特征在于,

[0274] 所述m个模块(M1-M4)分别包含:

[0275] 串联连接的多个单元(C1-C4);

[0276] 单元电压检测部(14),对所述多个单元(C1-C4)各自的单元电压进行检测;和

[0277] 单元用均等化电路(10A-10D),基于由所述单元电压检测部(14)检测出的单元电压将相同模块(M1-M4)内的多个单元电压均等化,

[0278] 所述单元用均等化电路(10A-10D)通过通信与所述控制部(13M)相互协作来进行动作,在执行了所述m个模块(M1-M4)间的均等化处理之后,执行所述多个单元(C1-C4)间的均等化处理。

[0279] 由此,能够并用基于模块(M1-M4)间的能量移动的主动模块平衡和基于单元(C1-C4)间的能量移动的主动单元平衡,高效地实现所有单元的均等化。

[0280] [项目17]

[0281] 蓄电系统(1M),其特征在于,

[0282] 具备:

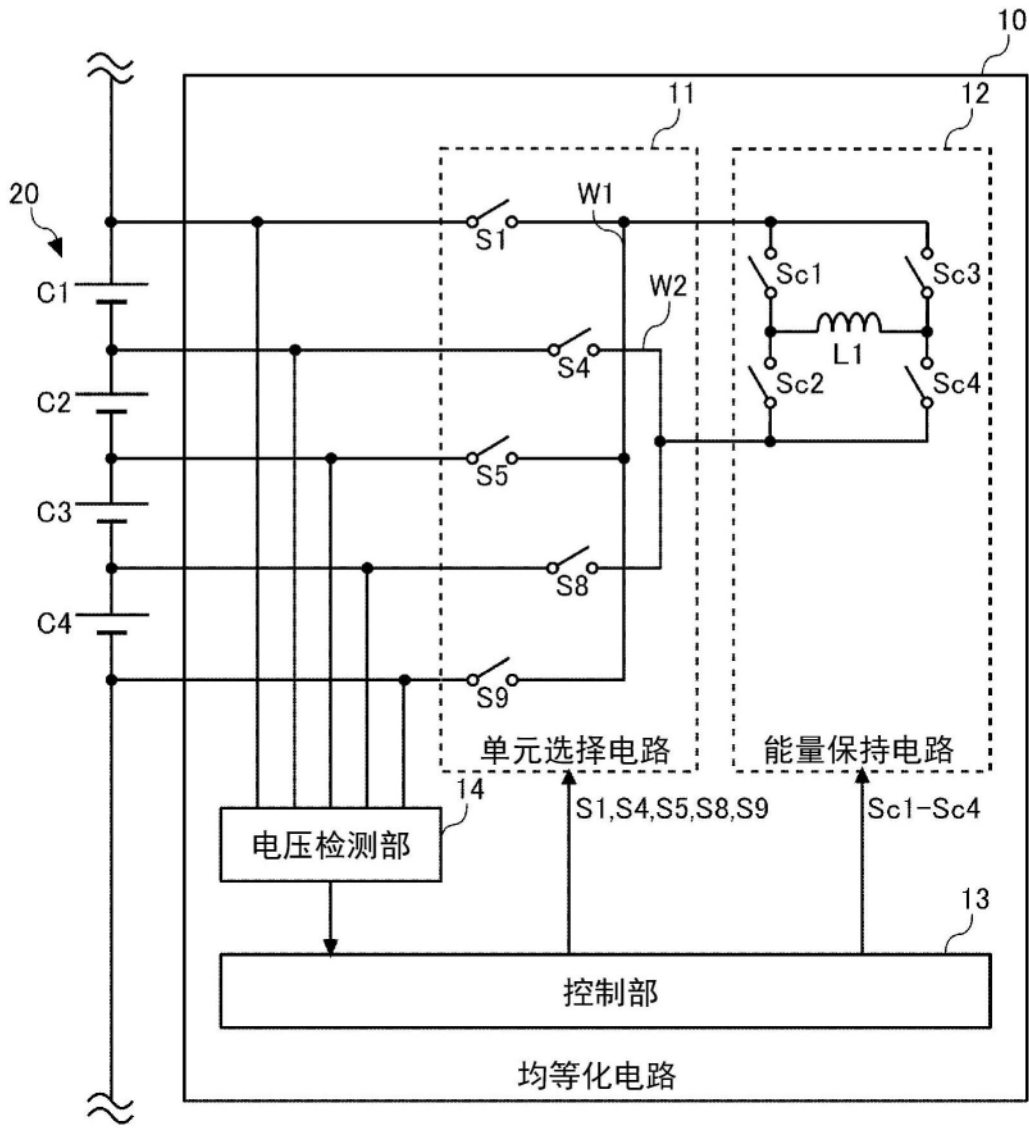
[0283] 串联连接的m(m为2以上的整数)个模块(M1-M4);和

[0284] 项目9至16中任一项所述的能量移动电路(10M)。

[0285] 由此,能够构筑实现了可靠性高且安全的能量移动电路(10M)的蓄电系统(1M)。

[0286] 符号说明

[0287] 1蓄电系统,10均等化电路,11单元选择电路,12能量保持电路,13控制部,14电压检测部,20蓄电部,C1-C4、Ca、Cb单元,L1电感器,W1第1布线,W2第2布线,S1-S10开关,Sc1-Sc4钳位开关,Q1-Q8开关元件,D1-D8体二极管。



1

图1

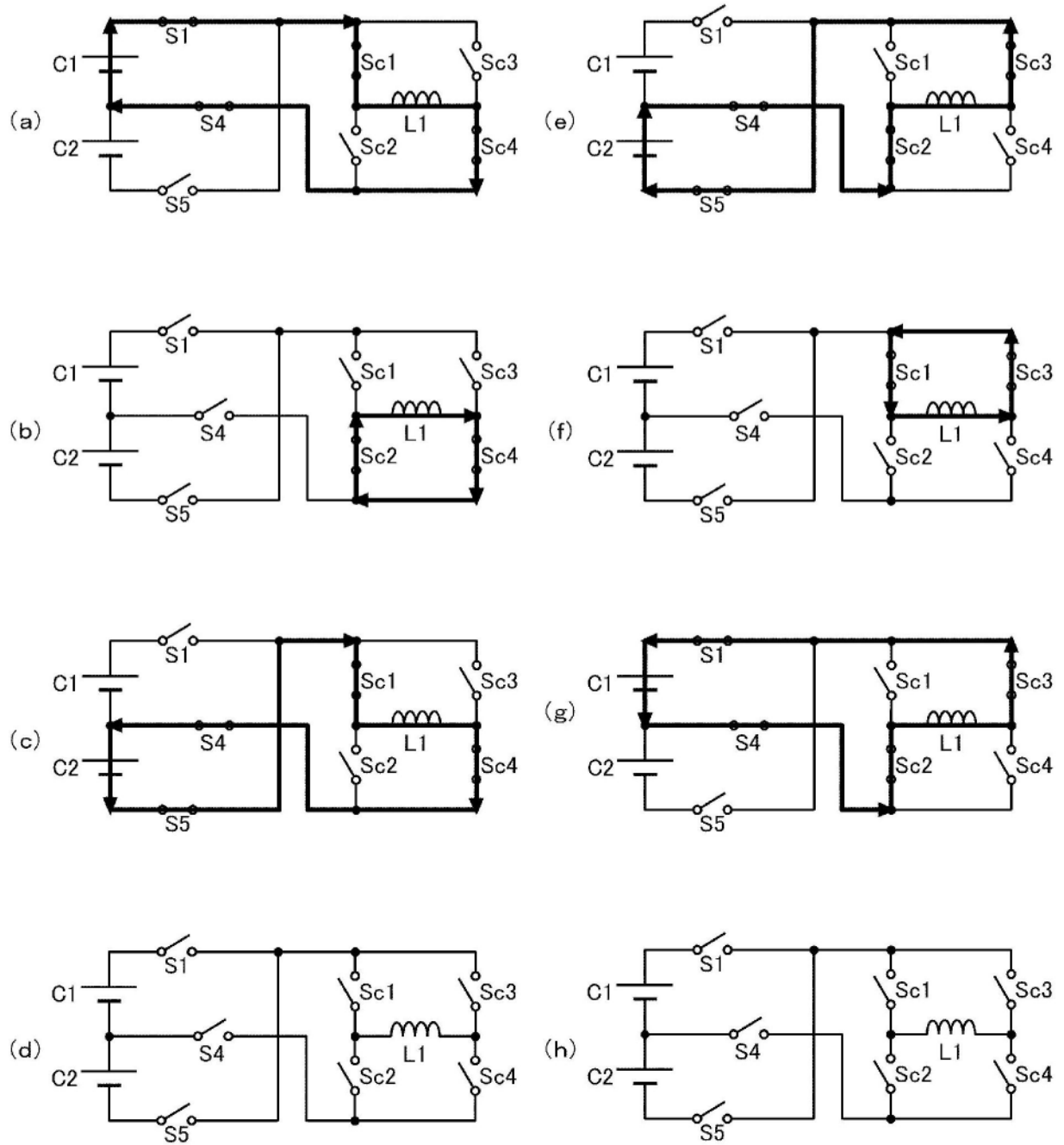


图2

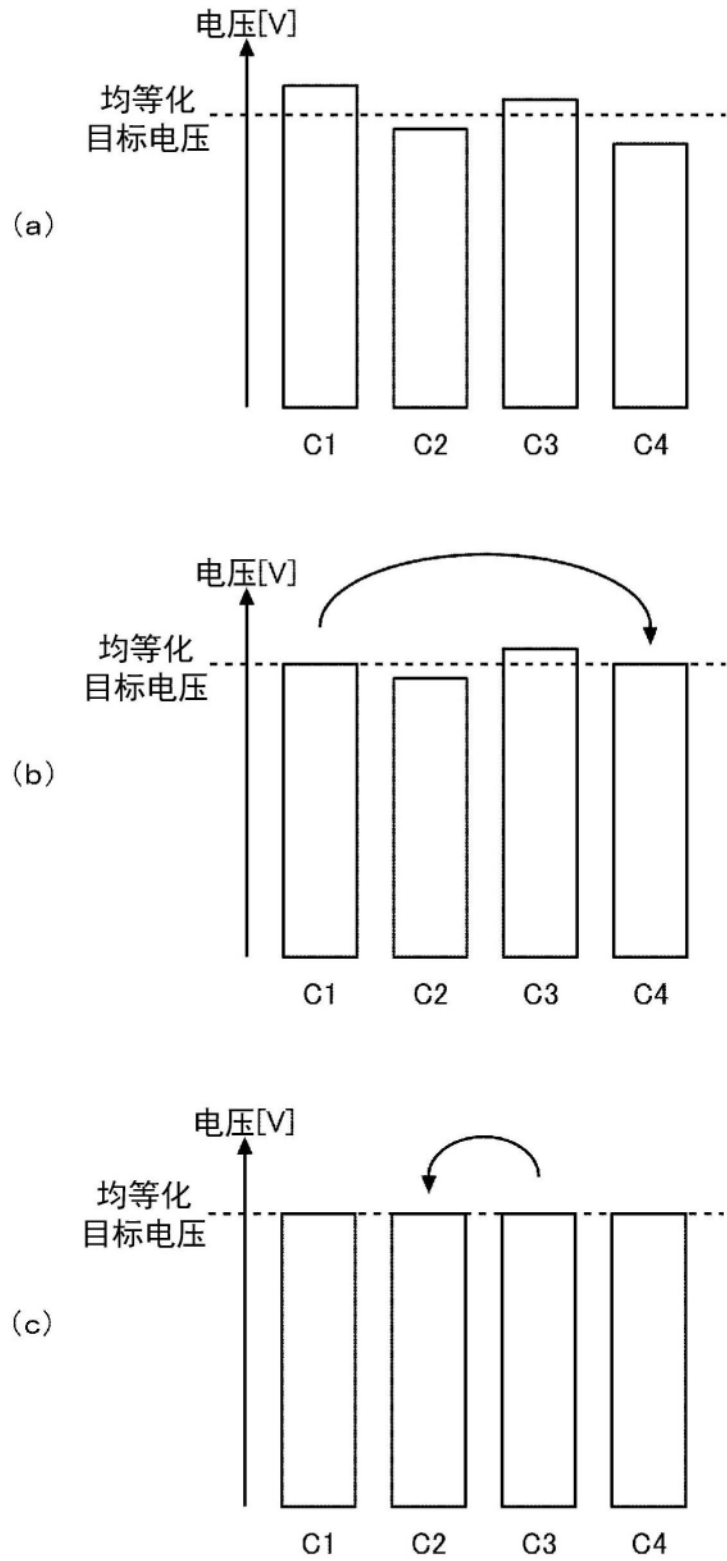
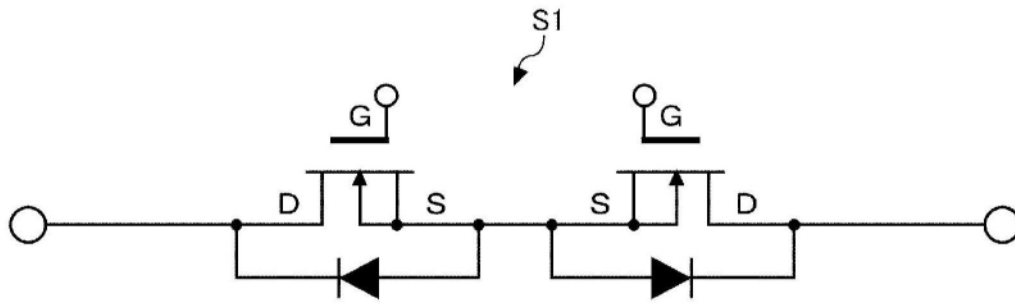
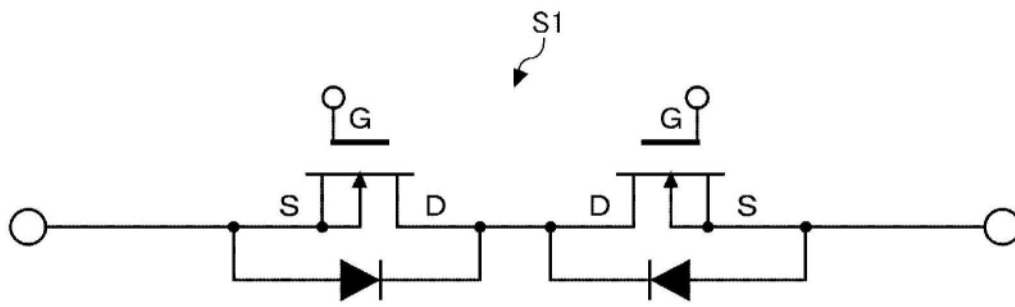


图3



(a)



(b)

图4

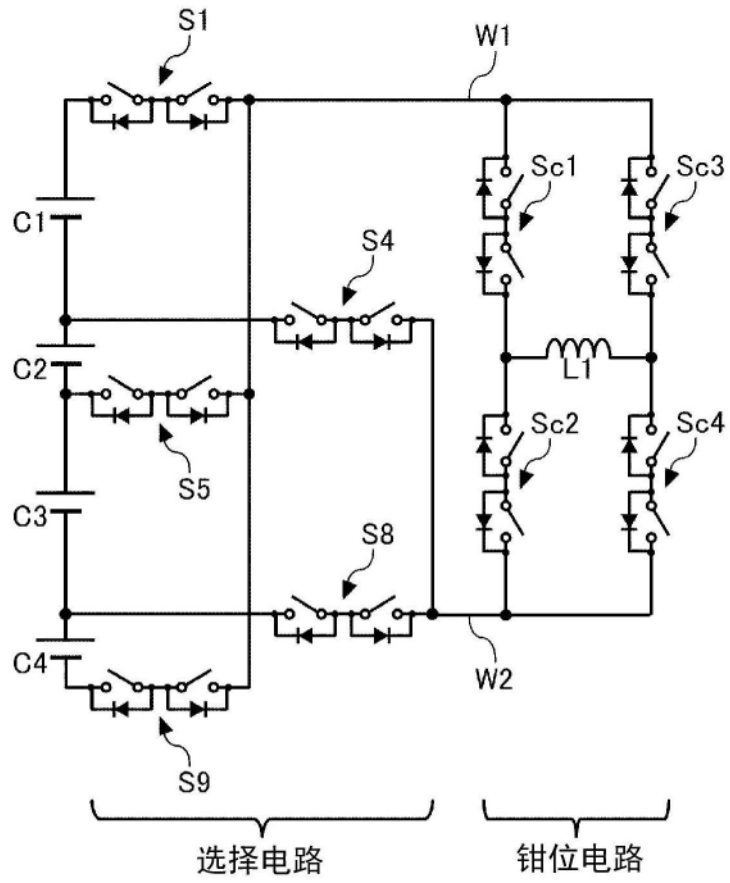
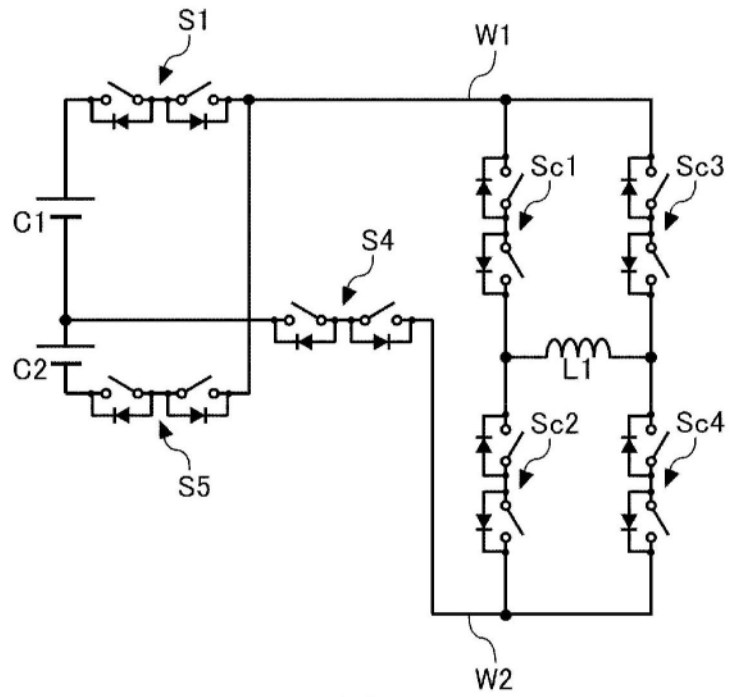
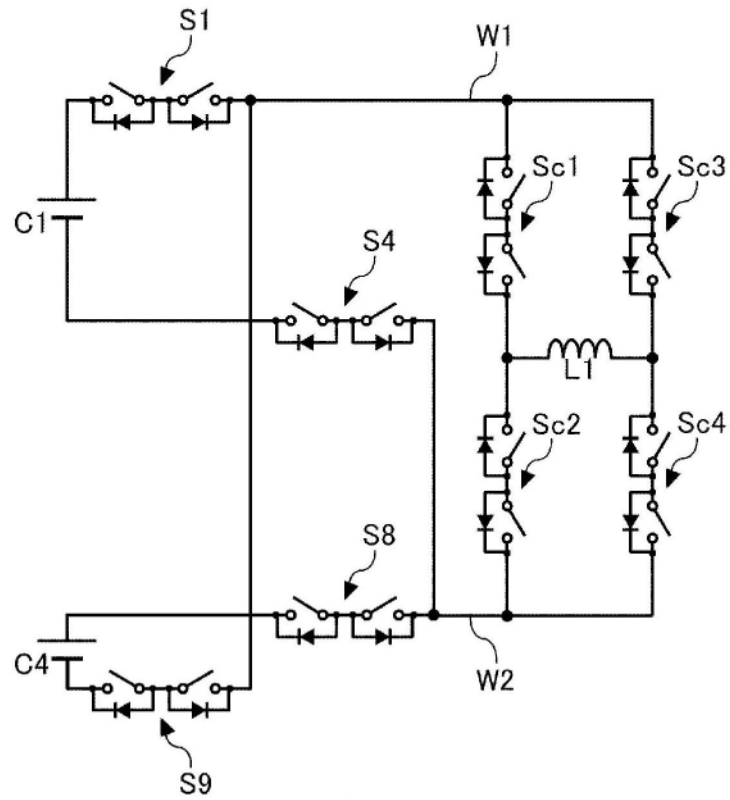


图5

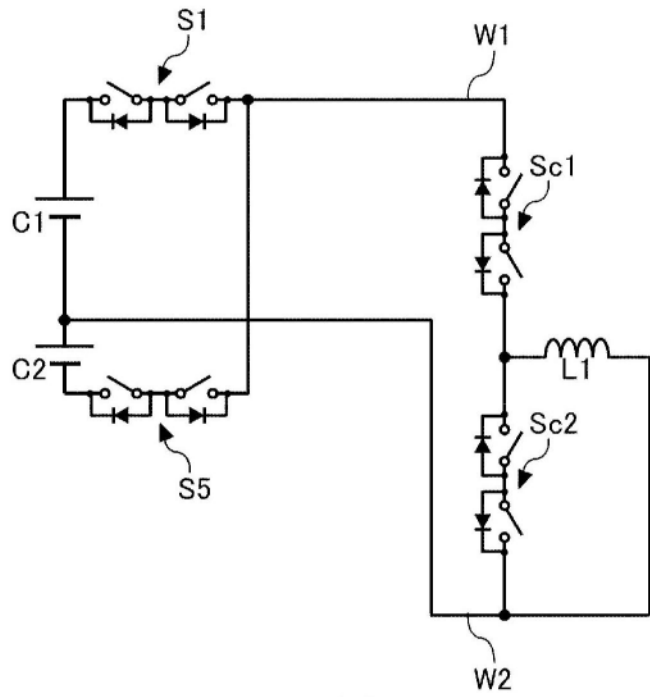


(a)

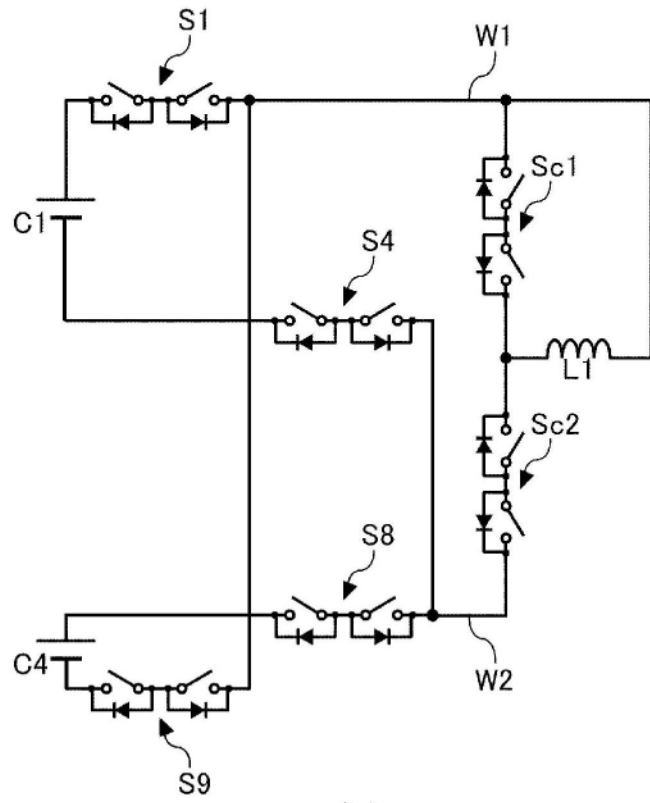


(b)

图6

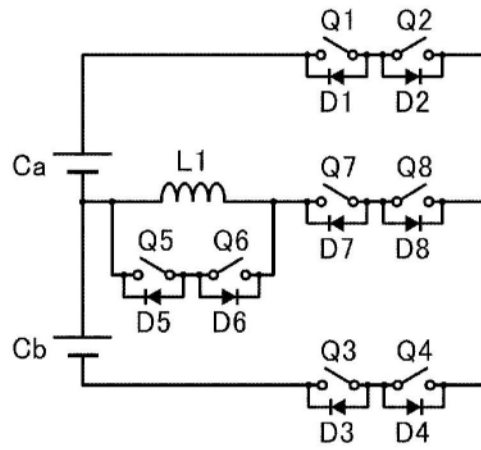


(a)

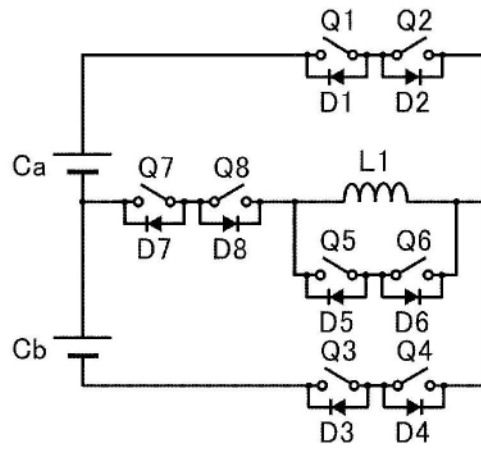


(b)

图7



(a)



(b)

图8

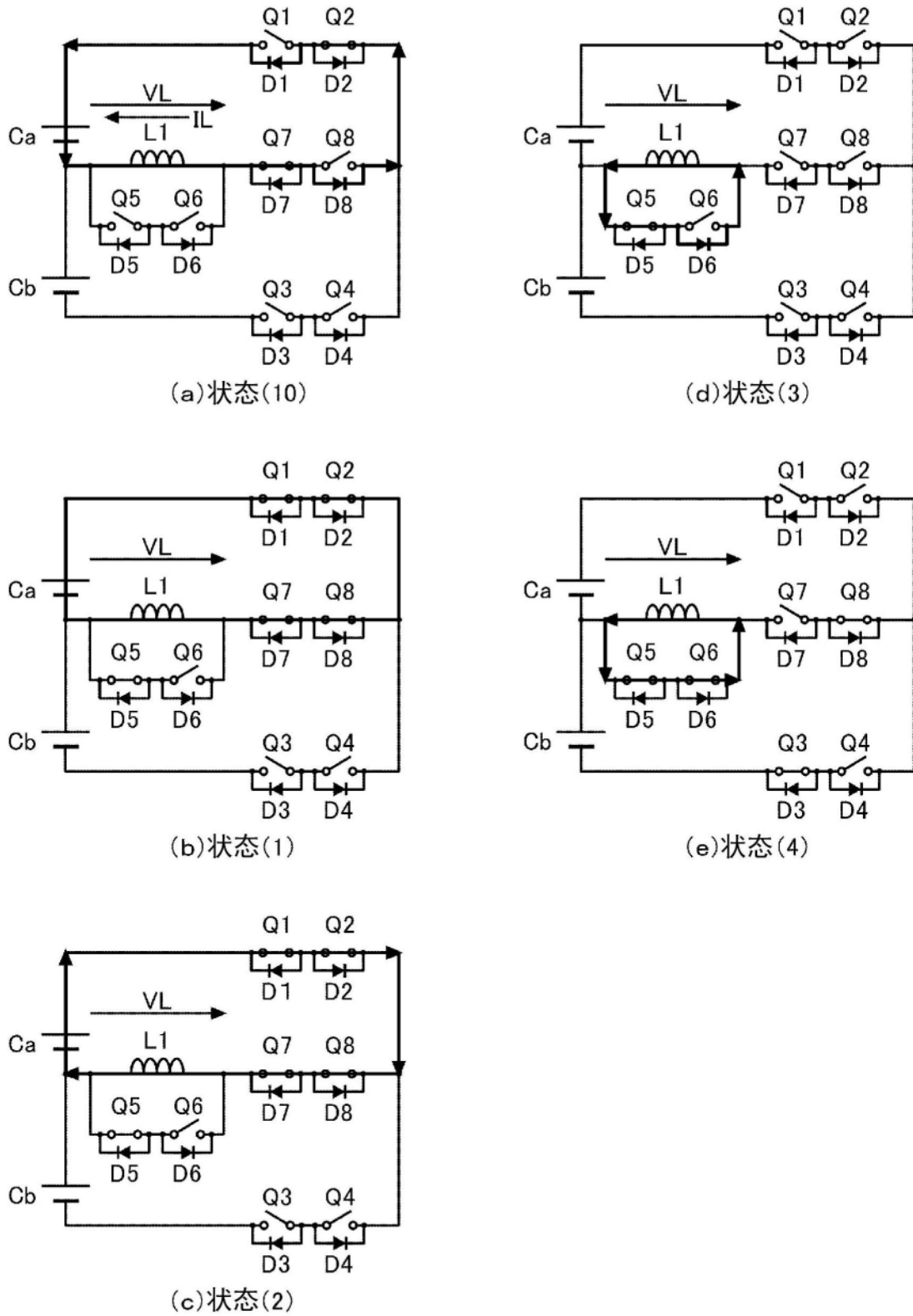


图9

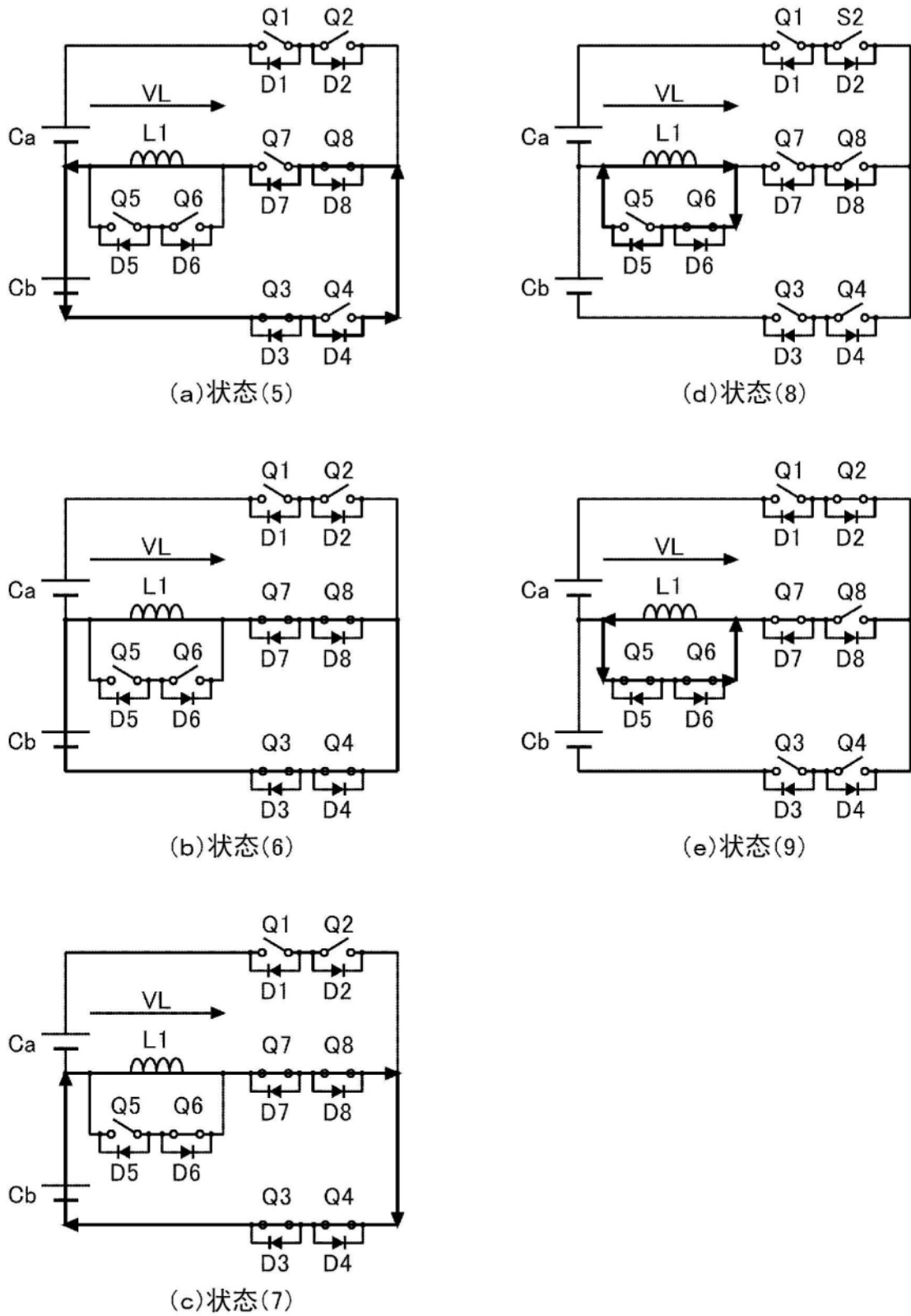


图10

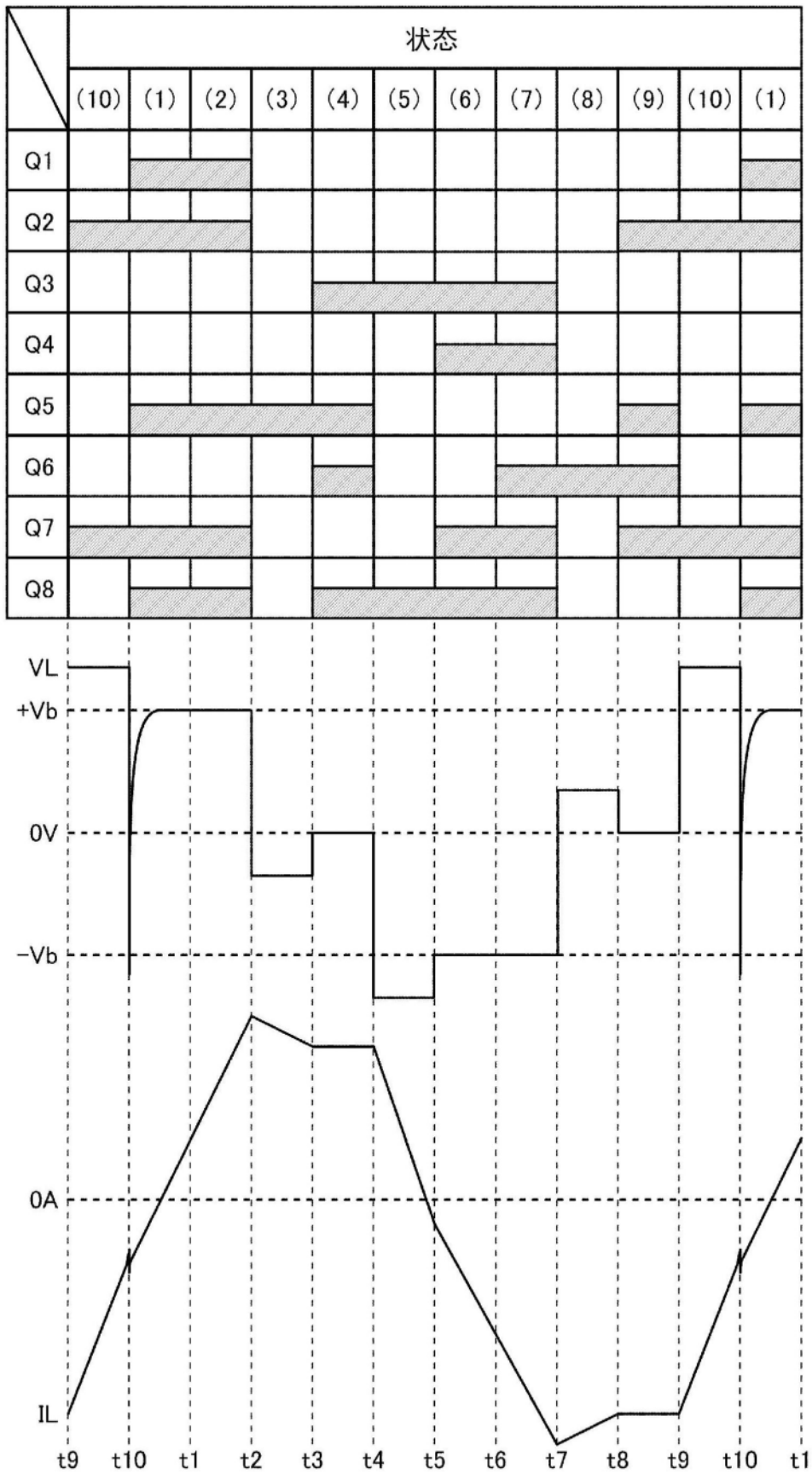
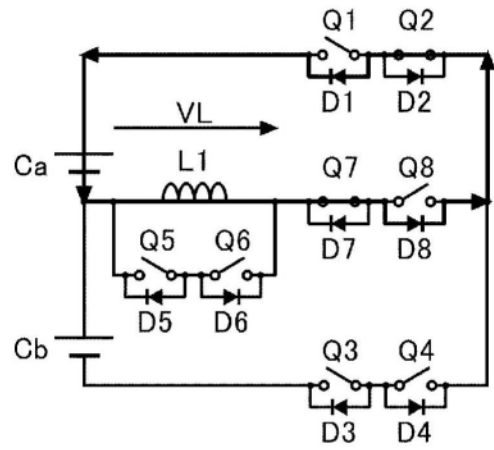
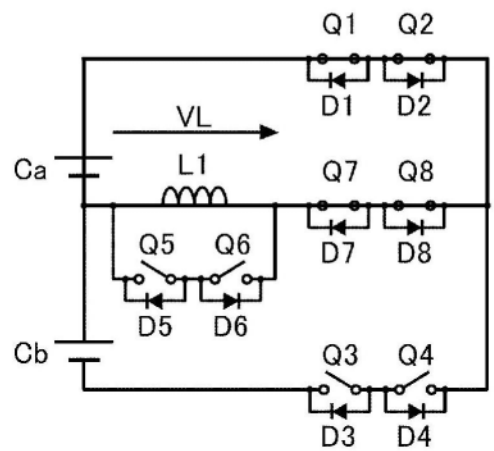


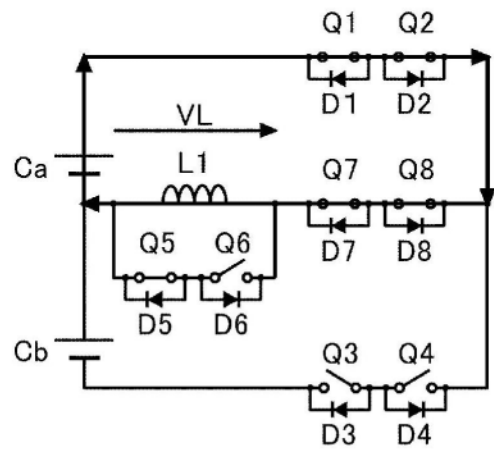
图11



(a)状态(10)



(b)状态(1)



(c)状态(2)

图12

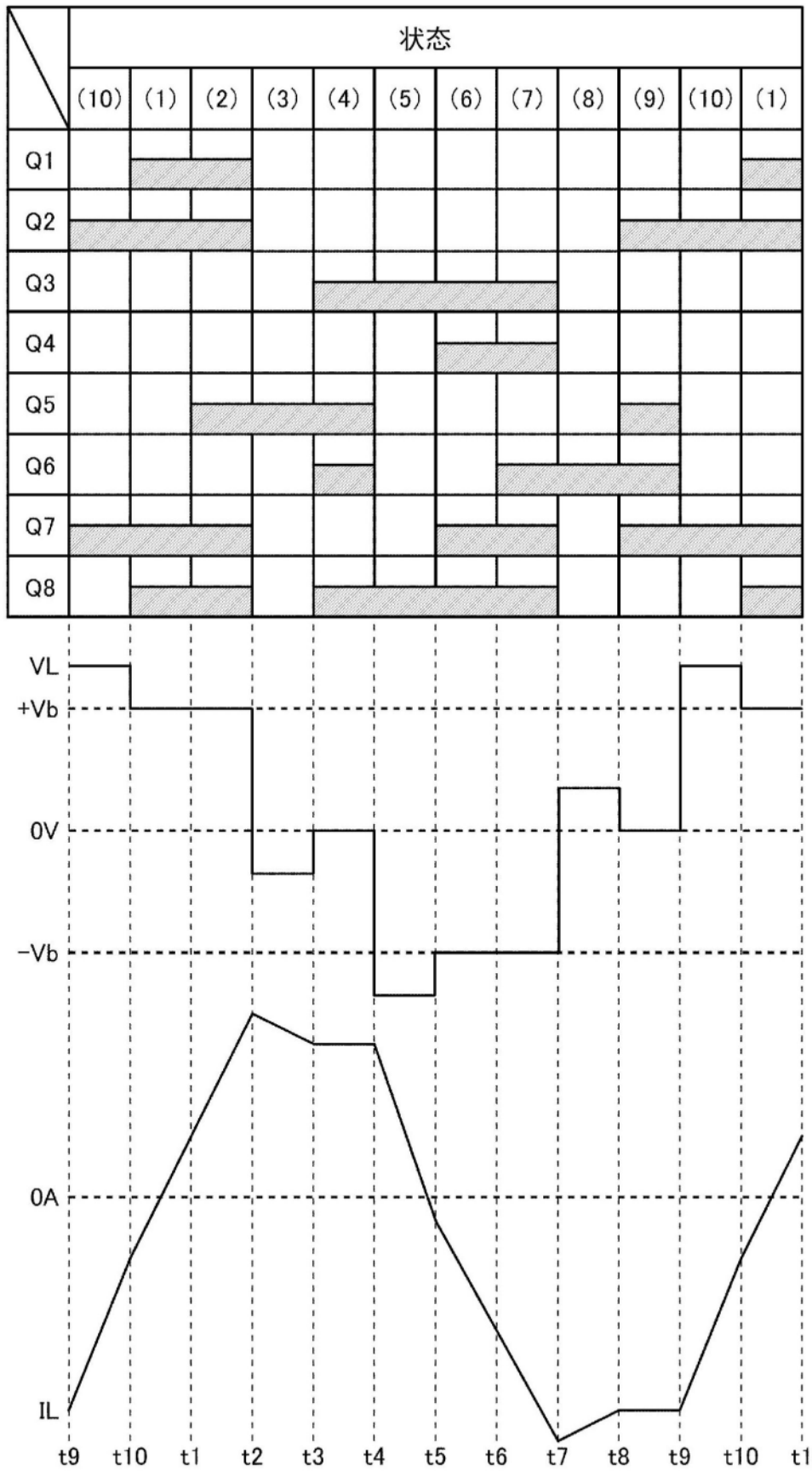


图13

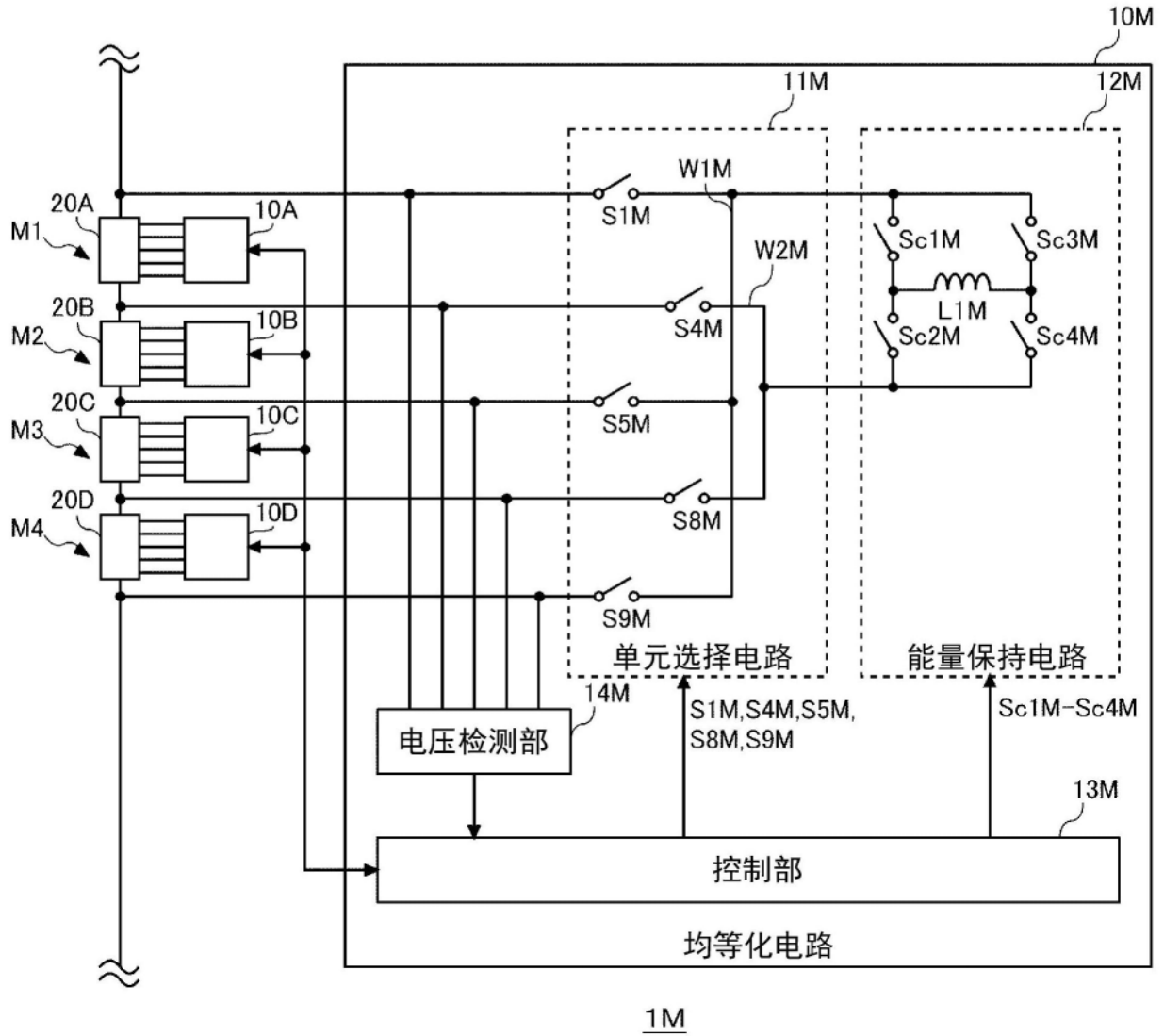
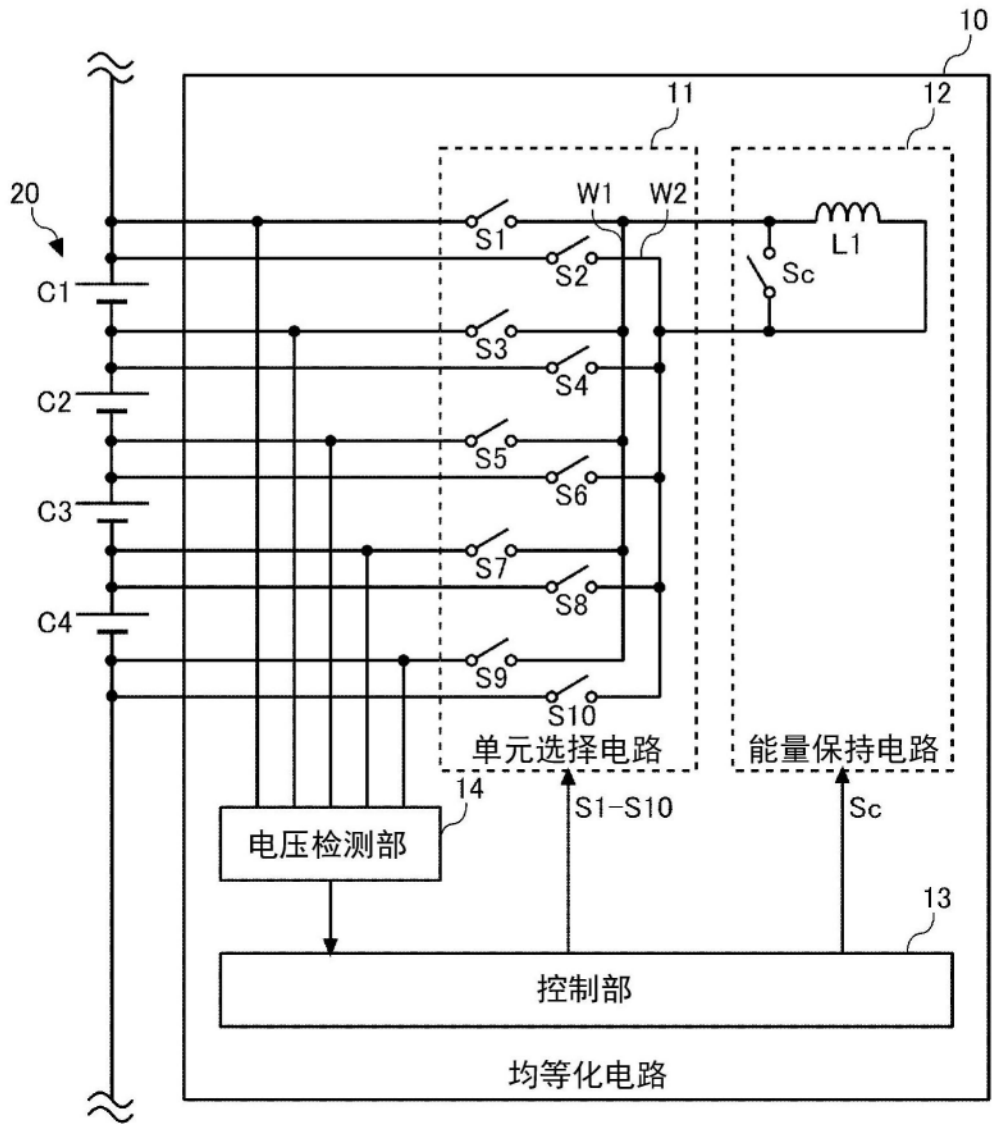


图14



1

图15