

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

voltage. Compared with existing topology structures, the inverting conversion circuit structure provided by the present application can reduce the number of diodes in the circuit and reduce board space occupied by the circuit, such that the loss and cost of the whole circuit are reduced, and power density is significantly increased.

(57) 摘要: 本申请公开了一种翻转变换电路及光伏发电系统, 翻转变换电路包括: 多个接入端、半桥开关单元、输出电容单元、谐振单元、串联二极管单元、储能开关单元、输入单元、输出单元以及控制器; 储能开关单元包括至少一个开关器件以及第一二极管, 至少一个开关器件与第一二极管串联连接; 控制器用于: 通过控制所述半桥开关单元以及所述储能开关单元中的开关器件导通或关断, 将所述输入单元输入的第一电压变换为第二电压, 以使输出单元输出第二电压。本申请提供的翻转变换电路结构相比于现有拓扑结构, 能降低电路中的二极管的数量以及减小电路的占板空间, 使得整个电路的损耗以及成本降低, 功率密度有了明显的提升。

一种翻转变换电路及光伏发电系统

技术领域

本申请涉及电子电力领域，特别涉及一种翻转变换电路及光伏发电系统。

5 背景技术

常见的高压直流输电系统（high voltage direct current, HVDC）、不间断电源系统（uninterruptible power supply, UPS）以及光伏发电系统中，在变换电路中都存在直流变换器来实现直流的电转换。图1为典型的光伏发电系统，在光伏发电系统中，直流汇流箱主要需要考虑后级线缆的电流承载能力以及因电流过大而造成的线缆损耗。因此，直流汇流箱需要在保证输出功率的前提下，降低输出电流。具体的，在直流汇流箱中，包括直流转直流（direct current -to- direct current converter, DC-DC）电路以及谐振开关电容电路（resonant switched capacitor converter, RSCC）部分。其中，图1上半区的四个光伏组件分别与直流汇流箱中对应的DC-DC，DC-DC电路并联输出 V_{BUS+} ，并将 V_{BUS+} 输入到直流母线上；图1下半区的四个光伏组件同样与DC-DC电路连接，DC-DC电路并联输出，与谐振开关电容电路（resonant switched capacitor converter, RSCC）相连，RSCC电路并联输出 V_{BUS-} ，并将 V_{BUS-} 输出到直流母线上，在BUSN点上， V_{BUS+} 与 V_{BUS-} 串联，从而可以向后级逆变器输出总电压为两倍 V_{BUS} 电压，最终通过并网柜以及变压器向较为关键的交流负载（如电网）进行供电。利用上述方式，使直流汇流箱在输出相同的功率前提下，提高直流母线上的电压，从而降低输出电流。

图2为目前的DC-DC以及RSCC电路的拓扑结构示意图。如图2所示，DC-DC电路用于与光伏组件连接，接收光伏组件输入的直流电压 V_{in} ，并将光伏组件输入的直流电压 V_{in} 进行升压得到 V_{BUS+} ， V_{BUS+} 落到串联的C1及C2上，而RSCC电路部分用于与DC-DC电路连接，利用DC-DC电路输出的 V_{BUS+} ，对 V_{BUS+} 实现翻转，从而得到 V_{BUS-} ， V_{BUS-} 落到电容C3上，该电路的总输出电压为两倍 V_{BUS} 。但在上述方案中，使用的半导体器件过多，导致电路的制造成本升高；相应的，还因为半导体数量过多，导致电路中的半导体造成的损耗较高，最终导致直流汇流箱乃至整个逆变系统的转换效率均相对较低。有鉴于此，如何有效的减少直流汇流箱中的半导体器件数量，是本领域人员亟待解决的。

发明内容

30 本申请提供一种翻转变换电路及光伏发电系统，相比于现有的DC-DC加RSCC电路的拓扑结构，能够显著的减少半导体器件的数量，使得供电成本降低，损耗降低并且提升了转换效率。

35 第一方面，本申请提供一种翻转变换电路，该翻转变换电路包括：第一接入端S1、第二接入端S2、第三接入端S3、半桥开关单元、输出电容单元、谐振单元、串联二极管单元、储能开关单元、输入单元、输出单元以及控制器；半桥开关单元包括N个开关器件，N为偶数；半桥开关单元连接在S1和S2之间，串联二极管单元连接在S2和S3之间，输出电容单元并联在串联二极管单元两端，输入单元连接在S1和S2之间，输出单元连接在S1和S3之间；储能开关单元包括至少一个开关器件以及第一二极管D1，至少一个开关器

件与第一二极管 D1 串联连接；谐振单元包括第一电容以及第一电感，第一电感的第一端与半桥开关单元连接，第一电容的第二端与串联二极管单元连接；第一电感的第二端与第一电容的第一端连接；储能开关单元的一端连接在半桥开关单元和串联二极管单元之间，另一端连接在第一电感的第二端；控制器用于：通过控制半桥开关单元以及储能开关单元中的开关器件导通或关断，将输入单元输入的第一电压变换为第二电压，以使输出单元输出第二电压。

利用本申请实施例提供的翻转变换电路的结构，能够明显的降低电路内元件的成本以及整个电路的占板空间以及器件损耗，此外，相比于现有技术，本申请提供的结构还显著减少了二极管的数量，使得翻转变换电路中的开关器件具备零电压导通的条件，降低了开关损耗。

上述半桥开关单元以及储能开关单元中的开关器件的具体数量，可以与第一电压的大小以及开关器件的耐压能力有关，在具体设计半桥开关单元以及储能开关单元中的开关器件的数量时，若第一电压较大而开关器件的耐压能力较低时，可以采用多个开关器件串联的方式来对第一电压进行分压，从而保证低耐压能力的开关器件能够正常工作，作为一种可能的实施方式，半桥开关单元包括：第一开关模块以及第二开关模块；第一开关模块以及第二开关模块分别包含一个开关器件；可选的，第一开关模块中的开关器件的第一电极与 S1 连接，第一开关模块中的开关器件的第二电极与第二开关模块中的开关器件的第一电极连接，第二开关模块中的开关器件的第二电极与 S2 连接；第一电感的一端连接到第一开关模块中的开关器件的第二电极。

作为一种可能的实施方式，半桥开关单元包括：第一开关模块以及第二开关模块；第一开关模块以及第二开关模块分别包含多个开关器件；第一开关模块以及第二开关模块中，每相邻的两个开关器件之间通过串联和/或并联的方式相互连接。

作为一种可能的实施方式，串联二极管单元中具体包括：第二二极管 D2 以及第三二极管 D3；D2 的负极与 S2 连接，D2 的正极与 D3 的负极连接，D3 的正极与 S3 连接；谐振单元中的第一电感的第二端与连接在 D2 与 D3 之间。此外，本申请实施例中的串联二极管单元又可以称为钳位单元，该钳位单元可以用于限制第二接入端 S2 的电压不发生改变。

控制器可以根据场景的不同来设定第一电压与第二电压之比，本申请实施例提供的翻转变换电路可以应用在升压变换、降压变换以及极性变换等等场景中。在升压变换的场景中，第二电压可以大于第一电压。在降压变换的场景中，第二电压可以小于第一电压。在极性变换的场景中，第二电压可以与第一电压互为相反数。在本申请实施例中，第二电压的范围可以根据输入单元提供的第一电压的范围来确定。具体的，作为一种可能的实施方式，控制器，具体用于：在第一电压与第二电压的比值被设定为第一目标比值时，控制第二开关模块中的开关器件导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振，谐振单元通过串联二极管单元中的 D3 给输出电容单元中的输出电容反向充电；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第二开关模块中的开关器件断开；控制第一开关模块中的开关器件导通以及储能开关单元中开关器件导通；第一电压给第一电感充电；控制第一开关模块中的开关器件导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第一开关模块中的开关器件断开。

作为一种可能的实施方式，控制器在第一电压与第二电压的比值被设定为第二目标比

值时，控制第二开关模块中的开关器件导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第二开关模块中的开关器件断开；控制第一开关模块中的开关器件导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第一开关模块中的开关器件断开。

半桥开关单元以及与半桥开关单元外部连接的器件存在多种不同的连接方式，作为一种可能的实施方式，翻转变换电路中还包括：第二电容以及第三电容，第二电容的一端与 S1 连接，另一端与第三电容的一端连接，第三电容的另一端与 S2 连接。

作为一种可能的实施方式，第一开关模块包括：第一开关管 Q1、第二开关管 Q2 以及第四二极管 D4；第二开关模块包括：第三开关管 Q3、第四开关管 Q4 以及第五二极管 D5；Q1 的第一电极与 S1 连接，Q1 的第二电极与 Q2 的第一电极连接，Q1 的第二电极连接在第一电容的第一端，D4 的负极与 Q1 的第二电极连接；Q3 的第一电极与第一电容的第一端连接，Q3 的第二电极与 Q4 的第一电极连接，Q4 的第二电极连接在 S2，D5 的正极与 Q3 的第二电极连接；D4 的正极与 D5 的负极连接。

作为一种可能的实施方式，翻转变换电路还包括：第四电容以及第五电容，第四电容的一端与 S1 连接，另一端与第五电容的一端连接，第五电容的另一端与 S2 连接，第四电容的另一端还与 D4 的正极连接。

作为一种可能的实施方式，控制器还用于：在第一电压与第二电压的比值被设定为第一目标比值时，控制第二开关模块中的 Q3 以及 Q4 导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振，谐振单元通过串联二极管单元中的 D3 给输出电容单元中的输出电容反向充电；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第二开关模块中的 Q3 以及 Q4 断开；控制第一开关模块中的 Q1 以及 Q2 导通以及储能开关单元中开关器件导通；第一电压给第一电感充电；控制第一开关模块中的 Q1 以及 Q2 导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第一开关模块中的 Q1 以及 Q2 断开；控制第一开关模块中的 Q3 导通，谐振单元中的第一电感上的电感电流通过 Q3、D5、D3 给输出电容单元中的输出电容反向充电。

作为一种可能的实施方式，控制器还用于：在第一电压与第二电压的比值被设定为第二目标比值时，控制第二开关模块中的 Q3 导通，谐振单元中的第一电感上的电感电流通过 Q3、D5、D3 给输出电容单元中的输出电容反向充电；控制第一开关模块中的 Q3 以及 Q4 导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第二开关模块中的 Q3 以及 Q4 断开；控制第二开关模块中的 Q2 导通，谐振单元中的第一电感上的电感电流通过 Q2、D4、D3 给输出电容单元中的输出电容反向充电；控制第一开关模块中的 Q1 以及 Q2 导通，使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；在检测到谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第一开关模块中的 Q1 以及 Q2 断开。

作为一种可能的实施方式，控制器还用于：在第一电压与第二电压的比值被设定为第三目标比值时，控制第二开关模块中的 Q3 导通；控制谐振单元中的第一电感上的谐振电流为 0 时，控制第二开关模块中的 Q3 断开；控制第一开关模块中的 Q1、Q2 导通以及储能开关单元中开关器件导通；第一电压给第一电感充电；控制第一开关模块中的 Q1、Q2 导通以及储能开关单元中开关器件断开；使谐振单元中的第一电容以及第一电感形成谐振；

控制第二开关模块中的 Q3 导通。

作为一种可能的实施方式，储能开关单元包括：第六电容，第六电容与第一二极管 D1 并联，第六电容用于消除储能开关单元中的至少一个开关器件的电压尖峰。

作为一种的实施方式，输入单元具体包括：输入直流源以及直流升压电路；直流升压电路用于对输入直流源的第一电压进行升压处理。

第二方面，本申请提供一种光伏发电系统，包括第一方面提供的翻转变换电路、多个光伏组串、逆变电路；多个光伏组串与翻转变换电路中的输入单元连接；翻转变换电路的输出单元与逆变电路连接；翻转变换电路用于将多个光伏组串输出的第一电压变换为第二电压，将第二电压在输出单元输出；逆变电路的输出端与电网连接，以将第二电压转化为交流电压后提供给电网。

本申请的这些方面或其它方面在以下实施例的描述中会更加简明易懂。

附图说明

- 图 1 为一种现有的光伏发电系统结构示意图；
- 图 2 为目前的 DC-DC 以及 RSCC 电路的拓扑结构示意图；
- 图 3 为一种翻转变换电路的结构示意图；
- 图 4 为一种半桥开关单元的结构示意图；
- 图 5 为半桥开关单元的具体结构示意图；
- 图 6 为串联二极管单元的结构示意图；
- 图 7A-图 7C 为翻转变换电路的通断示意图一；
- 图 7D 为翻转变换电路的时序图一；
- 图 8A-图 8B 为翻转变换电路的通断示意图二；
- 图 8C 为翻转变换电路的时序图二；
- 图 9 为翻转变换电路对应结构一的示意图；
- 图 10 为翻转变换电路对应结构二的示意图；
- 图 11 为翻转变换电路对应结构三的示意图；
- 图 12A 为翻转变换电路对应结构四的示意图；
- 图 12B 为翻转变换电路对应结构五的示意图；
- 图 13A 为翻转变换电路对应结构六的示意图；
- 图 13B 为翻转变换电路对应结构七的示意图；
- 图 14A 为翻转变换电路对应结构八的示意图；
- 图 14B 为翻转变换电路对应结构九的示意图；
- 图 15A 为翻转变换电路对应结构十的示意图；
- 图 15B 为翻转变换电路对应结构十一的示意图；
- 图 16A 为翻转变换电路对应结构十二的示意图；
- 图 16B 为翻转变换电路对应结构十三的示意图；
- 图 17A-图 17D 翻转变换电路的通断示意图三；
- 图 17E 为翻转变换电路的时序图三；
- 图 18A-图 18D 为翻转变换电路的通断示意图四；
- 图 18E 为翻转变换电路的时序图四；

图 19A-图 19D 为翻转变换电路的通断示意图五;

图 19E 为翻转变换电路的时序图五;

图 20 为一种光伏发电系统的结构示意图。

5 具体实施方式

常见的高压直流输电系统、不间断电源系统以及光伏发电系统中，都存在直流变换器来实现直流的电能的转换。图 1 为典型的光伏发电系统，在光伏发电系统中，直流汇流箱要考虑后级线缆的电流承载能力以及线缆损耗。因此，直流汇流箱在保证输出功率的前提下降低输出电流，才能够降低线缆损耗。

10 在目前的直流汇流箱中主要包括 DC-DC 以及 RSCC 电路。其中，以图 1 作为示例，在图 1 的上半区的四个光伏组件，分别与直流汇流箱中 DC-DC 电路连接，DCDC 电路并联输出 V_{BUS+} ，并将 V_{BUS+} 输入到直流母线上；在图 1 的下半区的四个光伏组件同样与 DC-DC 电路连接后并联输出后，再与谐振开关电容电路 RSCC 电路相连，由 RSCC 电路来输出 V_{BUS-} ，并将 V_{BUS-} 输出到直流母线上，在 BUSN 点（即零电压电位点）上， V_{BUS+} 与 V_{BUS-} 串联后，从而可以向后级逆变器输出总电压为两倍 V_{BUS} 电压。现有技术采用上述
15 方式，使直流汇流箱在输出相同的功率前提下，提高直流母线上的电压，从而降低输出电流。

由于 DC-DC 电路和 RSCC 电路组成的拓扑结构中，使用的半导体器件过多，导致直流汇流箱整体的制造成本升高；相应的，由于半导体数量过多，还会导致直流汇流箱整体的
20 损耗较高，最终导致直流汇流箱乃至整个光伏发电系统的转换效率均相对较低。

有鉴于此，本申请提供一种翻转变换电路，相比于现有技术的 DC-DC 电路和 RSCC 电路组成的拓扑结构，可以明显的减少直流汇流箱中的半导体器件数量，在降低成本的前提下，提高了转换效率。

参阅图 3 所示，本申请实施例提供的翻转变换电路 300 可以包括：第一接入端 S1、第二接入端 S2、第三接入端 S3、半桥开关单元 3011、输出电容单元 3012、谐振单元 3013、
25 串联二极管单元 3014、储能开关单元 302、输入单元 303、输出单元 304 以及控制器 305，其中，半桥开关单元 3011 包括 N 个开关器件，N 为偶数；

其中，控制器 305 可以与半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 连接，从而实现对开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件的控制。

30 本申请实施例中的输入单元 303 的输入正端 303a 与第一接入端 S1 连接，输出单元 303 的输入负端 303b 与第二接入端 S2 连接。

输出电容单元 3012 的第一端 3012a 与第一端 S2 连接，输出电容单元 3012 的第二端 3012b 与第三接入端 S3 连接；半桥开关单元 3011 的第一端 3011a 与第一接入端 S1 连接，半桥开关单元 3011 的第二端 3011b 与第二接入端 S2 连接，半桥开关单元 3011 的第三端
35 3011c 与控制器 305 连接，半桥开关单元 3011 的第四端 3011d 与谐振单元 3013 的第一端 3013a 连接；串联二极管单元 3014 的第一端 3014a 与第二接入端 S2 连接，串联二极管单元 3014 的第二端 3014b 与第三接入端 S3 连接，串联二极管单元 3014 的第三端 3014c 与谐振单元 3013 的第二端 3013b 连接。

40 储能开关单元 302 的第一端 302a，连接在半桥开关单元 3011 的第二端 3011b 与串联二极管单元 3014 的第一端 3014a 之间，储能开关单元 302 的第二端 302b 连接在谐振单元

的第三端 3013c, 储能开关单元 302 的第三端 302c 与控制器 305 连接。

输出单元 304 的输出正端 303a 与第一接入端 S1 连接, 输出单元 304 的输出负端 303b 与第三接入端 S3 连接。

5 具体的, 本申请实施例中的输入单元 303 中还可以包括至少一个电容, 对第一电压进行稳压并存储电能。

本申请实施例中的谐振单元 3013 中的谐振电感和谐振电容可以串联连接。谐振单元 3013 可以包括串联连接的第一电容以及第一电感, 所述第一电感的第一端与所述半桥开关单元 3011 连接, 所述第一电容的第二端与所述串联二极管单元 3014 连接; 所述第一电感的第二端与所述第一电容的第一端连接。

10 其中, 本申请实施例提供的谐振单元 3013 中的第一电感以及第一电容用于传递能量, 并能使半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件工作在软开关状态。或者说谐振单元 3013 可以作为能量中转单元 (能量中继组件或者能量中继模组), 换言之, 谐振单元 3013 可以作为能量中转媒介, 先接受输入单元 303 的第一电压的充电, 在被充电后将电能提供给输出电容单元 3012, 对输出电容单元 3012 充电, 最终输出单元 304 接受输入单元 303 以及输出电容单元 3012 共同输出的电能, 从而实现将输入的第一电压转换为更高的电压进行输出。

本申请实施例中的半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件可以是金属氧化物半导体场效应晶体管 (metal oxide semiconductor field effect transistor, MOSFET), 双极结型管 (bipolar junction transistor, BJT), 绝缘栅双极型晶体管 (insulated gate bipolar transistor, IGBT), 场效应晶体管 (field effect transistor, FET), 碳化硅 (SiC) 或氮化镓 (GaN) 功率管等多种类型的开关器件中的一种或多种, 本申请实施例对此不再一一列举。每个开关器件皆可以包括第一电极、第二电极和控制电极, 其中, 控制电极用于控制开关的导通或断开。当开关导通时, 开关的第一电极和第二电极之间可以传输电流, 当开断开时, 开关的第一电极和第二电极之间无法传输电流。以 MOSFET 为例, 开关的控制电极为栅极, 开关的第一电极可以是开关器件的源极, 第二电极可以是开关器件的漏极, 或者, 第一电极可以是开关的漏极, 第二电极可以是开关的源极。其中, 所述主功率管的第一端和所述辅助功率管的第一端均可以为源 (source) 极, 还可以为漏 (drain) 极, 当第一端为源极时, 第二端为漏极, 而在第一端为漏极时, 则第二端为源极。

上述半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件的数量, 可以与第一电压的大小以及开关器件的耐压能力有关, 在具体设计半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件的数量时, 在第一电压较大而开关器件的耐压能力较低时, 可以采用多个开关器件串联的方式来对第一电压进行分压, 从而保证低耐压能力的开关器件能够正常工作。

本申请实施例提供的输出电容单元 3012 并联在所述串联二极管单元 3014 两端。串联二极管单元 3014 中包括多个串联的二极管, 多个串联的二极管中的每个二极管的正极与相邻的二极管的负极相连, 首个二极管与 S2 连接, 最后一个二极管与 S3 连接。输出电容单元 3012 中可以包括至少一个电容。应理解的是, 串联二极管单元 3014 还可以由其它元件组成, 从而实现本申请实施例中串联二极管单元 3014 的作用或功能。本发明实施例对此不作过多限定。

40 本申请实施例提供的控制器 305 用于控制所述半桥开关单元 3011 以及所述储能开关单

元 302 中的开关器件的关断, 将所述输入单元 303 输入的第一电压变换为第二电压, 将所述第二电压在所述输出单元 304 输出。

可选的, 申请实施例中的控制器 305 可以是通用中央处理器 (central processing unit, CPU), 通用处理器, 数字信号处理 (digital signal processing, DSP), 专用集成电路 (application specific integrated circuits, ASIC), 现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框, 模块和电路。上述处理器也可以是实现计算功能的组合, 例如包括一个或多个微处理器组合, DSP 和微处理器的组合等等。

示例性的, 控制器 305 控制半桥开关单元 3011 将所述输入单元 303 提供的第一电压传输至所述输出滤波单元 3014 时, 控制所述半桥开关单元 3011 将所述输入单元 303 提供的电能传输至所述谐振单元 3013, 可以实现输入单元 303 对所述谐振单元 3013 充电。然后利用储能开关单元 302 对输入单元 303 提供的第一电压进行电压转换处理, 然后再控制所述半桥开关单元 3011 将所述谐振单元 3013 中的电能传输至输出电容单元 3012, 最终实现所述谐振单元 3013 对输出电容单元 3012 充电, 由输出单元 304 输出第二电压。

其中, 本申请实施例提供的控制器 305 可以控制半桥开关单元 3011 将输入单元 303 提供的电能传输至输出电容单元 3012, 以实现输入单元 303 对输出电容单元 3012 的充电。控制器 305 还可以向半桥开关单元 301 发送控制信号或者驱动信号。在半桥开关单元 301 接收控制信号或者驱动信号后, 将输入单元 303 提供的电能传输至输出电容单元 3012。半桥开关单元 301 也可以在未接收控制信号或者驱动信号后, 不将输入单元 303 提供的电能传输至输出电容单元 3012。

此外, 为了防止充电时电路中的电流过大, 会影响半桥开关单元 3011 中开关的性能, 控制器 305 还可以控制半桥开关单元 3011 将输入单元 303 提供的电能传输至输出电容单元 3012 的持续时长。例如, 控制器 305 在预设时长内持续向半桥开关单元 3011 发送控制信号或者驱动信号。半桥开关单元 3011 在预设时长内持续地将输入单元 303 提供的电能传输至输出电容单元 3012 中。其中, 预设时长可以小于一个控制周期。

而输出电容单元 3012 被充电的时长不同, 输出电容单元 3012 电压增加情况也不同。即, 控制器 305 向半桥开关单元 3011 发送控制信号或者驱动信号的持续时长不同, 输出电容单元 3012 两端增加电压情况也不同。例如, 控制器 305 可以在第一设定时长内持续向半桥开关单元 3011 发送控制信号或者驱动信号。控制器 305 也可以在第二设定时长内持续向半桥开关单元 3011 发送控制信号或者驱动信号。若第一设定时长和第二设定时长是不同的数值, 输出电容单元 3012 被充电第一设定时长后的电压增加量, 与输出电容单元 3012 被充电第二设定时长后的电压增加量不同。

本申请实施例提供的输出电容单元 3012 可以被多次充电。控制器 305 可以多次控制半桥开关单元 3011 将谐振单元 3013 中的电能传输至输出电容单元 3012。控制器 305 可以在谐振单元 3013 被再次充电后, 控制半桥开关单元 3011 将谐振单元 3013 中的电能传输至输出电容单元 3012。输出电容单元 3012 每次被充电的时长可以相同, 也可以不同。

控制器 305 还可以根据场景的不同来设定第一电压与第二电压之比, 本申请实施例提供的翻转变换电路可以应用在升压变换、降压变换以及极性变换等等场景中。在升压变换的场景中, 第二电压可以大于第一电压。在降压变换的场景中, 第二电压可以小于第一电压。在极性变换的场景中, 第二电压可以与第一电压互为相反数。在本申请实施例中, 第

二电压的范围可以根据输入单元 303 提供的第一电压的范围来确定。本申请实施例提供的翻转变换电路 300 也可以应用于其它电压变换的场景中，这里不做过多赘述。

参阅图 4 所示，作为一种可能的实施方式，所述半桥开关单元 3011 中可以包括：第一开关模块 3015 以及第二开关模块 3016；所述第一开关模块 3015 包括至少一个开关器件，所述第二开关模块 3016 包括至少一个开关器件。其中，第一开关模块 3015 的一端连接在 S1，另一端与第二开关模块 3016 的一端连接，谐振单元 3013 的第一端 3013a 连接在第一开关模块 3015 与第二开关模块 3016 之间。

参阅图 5 所示，所述第一开关模块 3015 以及所述第二开关模块 3016 分别包含一个开关器件，所述第一开关模块 3015 中的开关器件的第一电极与所述 S1 连接，所述第一开关模块 3015 中的开关器件的第二电极与所述第二开关模块 3016 中的开关器件的第一电极连接，所述第二开关模块 3016 中的开关器件的第二电极与所述 S2 连接；所述第一电感的一端连接到所述第一开关模块 3015 中的开关器件的第二电极；

作为一种可能的实施方式，所述第一开关模块 3015 以及所述第二开关模块 3016 分别包含多个开关器件，第一开关模块 3015 以及所述第二开关模块 3016 中的开关器件不仅可以采用相互串联的方式连接，第一开关模块 3015 以及所述第二开关模块 3016 中的开关器件还可以采用相互并联的方式连接，或者，第一开关模块 3015 以及所述第二开关模块 3016 中的开关器件也可以采用串并联结合的方式相互连接，这里不做过多限定，本领域人员应当知晓。

本申请实施例中的串联二极管单元 3014 又可以称为钳位单元，该钳位单元可以用于限制第二接入端 S2 的电压不发生改变。参阅图 6 所示，作为一种可能的实施方式，所述串联二极管单元 3014 包括：第二二极管 D2 以及第三二极管 D3；所述 D2 的负极与所述 S2 连接，所述 D2 的正极与所述 D3 的负极连接，所述 D3 的正极与所述 S3 连接；所述谐振单元 3013 中的所述第一电感的第二端与连接在所述 D2 与所述 D3 之间。

在本申请实施例的输出单元 304 连接的后端需要较高的第二电压时，基于上述实施例的架构，控制器 305 可以通过控制半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件，将输入单元 303 输入的第一电压转换为第二电压，以使第一电压与所述第二电压的比值为第一目标比值。

图 7A-图 7C 中示出翻转变换电路 300 中的通路和断路情况，控制器 305 可以用于控制翻转变换电路工作在不同状态， $t_0\sim t_4$ 分别为翻转变换电路 300 在不同时序下的不同状态，其中，黑色实线用于表示翻转变换电路 300 中的通路情况，虚线表示翻转变换电路 300 中的断路情况。

参阅图 7A 所示， $t_0\sim t_1$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第二开关模块 3016 中的开关器件导通，从而使得第二接入端 S2、第二开关模块 3016、谐振单元 3013、D3 以及第三接入端 S3 形成通路，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振，所述谐振单元 3013 通过所述串联二极管单元 3014 中的所述 D3 给所述输出电容单元 3012 中的输出电容反向充电。其中，所述第二开关模块 3016 中的开关器件的导通持续时间不同，输出电容单元 3012 中的输出电容的两端增加电压情况也不同。具体的导通持续时间，可以根据第一电压与第二电压之间的比值来确定，第二电压越大，第二开关模块 3016 中的开关器件的导通持续时间越长。

$t_1\sim t_2$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流

为 0 时，控制所述第二开关模块中的开关器件断开。

参阅图 7B 所示， $t_2 \sim t_3$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的开关器件导通以及所述储能开关单元中所述开关器件导通；使得第一接入端 S1、第一开关模块 3015、谐振单元 3013、储能开关单元 302 以及第二接入端 S2 形成通路，所述第一电压给
5 所述第一电感充电。

参阅图 7C 所示， $t_3 \sim t_4$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的开关器件导通，使得第一接入端 S1、第一开关模块 3015、谐振单元 3013、D2 以及第二接入端 S2 形成通路，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

$t_4 \sim t_0$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块中的开关器件断开。需要说明的是，控制器 305 用于控制
10 翻转变换电路 300 工作在不同状态的方式，可以是“ $t_0 \sim t_1$ 阶段- $t_1 \sim t_2$ 阶段...”的循环执行方式。具体循环的开始状态不做具体限定，既可以采用 $t_0 \sim t_1$ 阶段作为起始状态，还可以采用 $t_1 \sim t_2$ 阶段作为起始状态，不做具体限定。控制器 305 还可以控制执行各个阶段的持续时长。例如，通过控制高电平脉冲的持续时间，或者控制低电平脉冲的持续时间，实现
15 控制 $t_0 \sim t_1$ 阶段中所述第一开关模块 3015 中开关器件的导通持续时长。

参阅图 7D 所示，为翻转变换电路 300 中部分开关器件以及功率器件的状态时序图。

控制器 305 通过循环执行上述步骤，从而将输入单元 303 输入的第一电压进行升压翻转后与第一电压共同输出得到第二电压，使第二电压在输出单元 304 进行输出。

在某些场景下，后端电路不需要过大的电压输入，仅通过第一电压与翻转后的第一电压的共同输出得到第二电压，所述第二电压为第一电压的二倍。可选的，在所述第一电压与
20 所述第二电压的比值被设定为第二目标比值时，作为一种可能的实施方式，图 8A-图 8B 中示出翻转变换电路 300 中的通路和断路情况，控制器 305 可以用于控制翻转变换电路工作在不同状态， $t_0 \sim t_3$ 分别为翻转变换电路 300 在不同时序下的不同状态，其中，黑色实线用于表示翻转变换电路 300 中的通路情况，虚线表示翻转变换电路 300 中的断路情况。

参阅图 8A 所示， $t_0 \sim t_1$ 阶段：所述控制器 305 可以控制所述第二开关模块 3016 中的
25 开关器件导通，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

$t_1 \sim t_2$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块 3016 中的开关器件断开；

参阅图 8B 所示， $t_2 \sim t_3$ 阶段：控制所述第一开关模块 3015 中的开关器件导通，使所
30 述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

$t_3 \sim t_0$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块 3015 中的开关器件断开。

参阅图 8C 所示，为翻转变换电路 300 中部分开关器件以及功率器件的状态时序图。

控制器 305 通过循环执行上述步骤，从而将输入单元 303 输入的第一电压进行翻转后
35 与第一电压共同输出，使第二电压在输出单元 304 进行输出。

利用本申请实施例提供的电路结构，使得本申请提供的翻转变换电路结构相比于现有拓扑结构，明显的降低元件成本以及占板空间以及器件损耗，此外，相比于现有技术，本
40 申请提供的结构还显著减少了二极管的数量，使得翻转变换电路 300 中的开关器件具备零电压导通的条件，降低了开关损耗。

作为一种可能的实施方式，半桥开关单元 3011 以及与半桥开关单元 3011 外部连接的

器件存在多种不同的连接方式，以下实施例介绍翻转变换电路的多种具体结构：

结构一：参阅图 9 所示，基于上述实施例提供的基本结构，所述翻转变换电路 300 中还可以包括：第二电容 C2 以及第三电容 C3，所述第二电容 C2 的一端与所述 S1 连接，另一端与所述第三电容 C3 的一端连接，所述第三电容 C3 的另一端与所述 S2 连接。其中，
5 第二电容 C2 以及第三电容 C3，可以构成输入电容单元，输入电容单元也可以存储输入单元 303 提供的电能。

结构二：参阅图 10 所示，所述第一开关模块 3015 包括：第一开关管 Q1、第二开关管 Q2 以及第四二极管 D4；所述第二开关模块 3016 包括：第三开关管 Q3、第四开关管 Q4 以及第五二极管 D5；所述 Q1 的第一电极与所述 S1 连接，所述 Q1 的第二电极与所述 Q2 的第一电极连接，所述 Q1 的第二电极连接在所述第一电容的第一端，所述 D4 的负极与所述 Q1 的第二电极连接；所述 Q3 的第一电极与所述第一电容的第一端连接，所述 Q3 的第二电极与所述 Q4 的第一电极连接，所述 Q4 的第二电极连接在所述 S2，所述 D5 的正极与所述 Q3 的第二电极连接；所述 D4 的正极与所述 D5 的负极连接。
10

结构三：参阅图 11 所示，基于结构二，所述翻转变换电路 300 还包括：第四电容 C4 以及第五电容 C5，所述第四电容 C4 的一端与所述 S1 连接，另一端与所述第五电容 C5 的一端连接，所述第五电容 C5 的另一端与所述 S2 连接，所述第四电容 C4 的另一端还与所述 D4 的正极连接。
15

此外，半桥开关单元 3011 的元件结构还可以有以下类型的多种变式，这些变式都可以实现电压翻转功能：

结构四：参阅图 12A 所示，所述翻转变换电路 300 中的所述第一开关模块 3015 包括：第五开关管 Q5、第六开关管 Q6 以及第四二极管 D6；所述 Q5 的第一电极与所述 S1 连接，所述 Q5 的第二电极与所述 Q6 的第一电极连接，所述 Q5 的第二电极连接在所述第一电感的第一端；所述 D6 的负极与所述 Q5 的第二电极连接，所述 D6 的正极连接在所述 S1。
20

结构五：基于结构四，参阅图 12B 所示，所述翻转变换电路 300 还包括：第六电容 C6，所述第六电容 C6 连接在所述 D6 的正极与所述 S1 之间。
25

结构六：参阅图 13A 所示，所述 Q5 的第一电极与所述 S1 连接，所述 Q6 的第二电极与所述 Q6 的第一电极连接，所述 Q6 的第二电极连接在所述第一电感的第一端；所述 D6 的负极与所述 Q5 的第二电极连接，所述 D6 的正极连接在所述 S2。
30

结构七：基于结构六，参阅图 13B 所示，所述第七电容 C7，所述第七电容 C7 连接在所述 D6 的正极与所述 S2 之间。
35

结构八：参阅图 14A 所示，所述第二开关模块 3016 包括：第三开关管 Q7、第四开关管 Q8 以及第七二极管 D7；所述 Q7 的第一电极与所述第一电感的第一端连接，所述 Q7 的第二电极与所述 Q8 的第一电极连接，所述 Q8 的第二电极连接在所述 S2；所述 D7 的正极与所述 Q7 的第二电极连接，所述 D7 的负极连接在所述 S1。
40

结构九：基于结构八，参阅图 14B 所示，所述翻转变换电路 300 还包括：第八电容 C8，所述第八电容 C8 连接在所述 D7 的负极与所述 S1。

结构十：参阅图 15A 所示，所述 Q7 的第一电极与所述第一电感的第一端连接，所述 Q7 的第二电极与所述 Q8 的第一电极连接，所述 Q8 的第二电极连接在所述 S2；所述 D7 的正极与所述 Q7 的第二电极连接，所述 D7 的负极连接在所述 S2。
45

结构十一：基于结构十，参阅图 15B 所示，所述第九电容 C9 连接在所述 D7 的负极

与所述 S2。

结构十二：基于结构二，参阅图 16A 所示，所述 D4 的正极还与所述 S1 连接。

结构十三：基于结构二，参阅图 16B 所示，所述 D4 的正极还与所述 S2 连接。

需要说明的是，翻转变换电路 300 不限于上述结构一~结构十三限定的结构，翻转变换电路 300 中的所有的元器件，均可以采用串联或者并联的形式组合构成，只要上述元器件在组合后，功能以及与本申请实施例一致即可，这里不做过多限定。

基于上述实施例的架构，控制器 305 可以通过控制半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件，将输入单元 303 输入的第一电压转换为第二电压，以使第一电压与所述第二电压的比值为第一目标比值。

这里以结构三进行举例控制，对控制器 305 翻转变换电路进行控制的具体方式进行介绍，图 17A-图 17D 中示出翻转变换电路 300 中的通路和断路情况， $t_0\sim t_5$ 分别为翻转变换电路 300 在不同时序下的不同状态，其中，黑色实线用于表示翻转变换电路 300 中的通路情况，虚线表示翻转变换电路 300 中的断路情况。

参阅图 17A 所示， $t_0\sim t_1$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 以及所述 Q4 导通，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容 C1 以及所述第一电感形成谐振，所述谐振单元 3013 通过所述串联二极管单元 3014 中的所述 D3 给所述输出电容单元 3012 中的输出电容进行反向充电。

$t_1\sim t_2$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 以及所述 Q4 断开；

参阅图 17B 所示， $t_2\sim t_3$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通以及所述储能开关单元 302 中所述开关器件导通；从而使所述第一电压给所述第一电感充电；

参阅图 17C 所示， $t_3\sim t_4$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

$t_4\sim t_5$ 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q1 以及所述 Q2 断开；

参阅图 17D 所示， $t_5\sim t_0$ 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q3 导通，所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q3、所述 D5、所述 D3 给所述输出电容单元 3012 中的输出电容反向充电。

参阅图 17E 所示，为上述翻转变换电路 300 中部分开关器件以及功率器件的状态时序图。

具体的，在翻转变换电路 300 在工作过程中，主要通过新增的储能开关单元 302 给输出电容单元 3012 中的电容储能，此时，电感电流线性上升，当储能开关单元 302 中的开关管断开时，谐振单元中的第一电感与第一电容产生谐振，继续为输出电容单元 3012 中的电容，直至第一电感的电感电流下降到 0。而当第二开关模块 3016 中的开关器件 Q3 以及 Q4 开通后，通过第一电感与第一电容产生谐振，使输出电容单元 3012 中的电容释放能量，直至第一电感的电感电流下降到 0。通过调节储能开关单元 302 中开关器件的导通占空比，即可调整输入到输出单元 304 的第二电压大小。

此外，在本申请提供的翻转变换电路 300 以及控制方案下，开关器件 Q1、Q2 可实现软开关，储能开关单元 302 中的开关器件可以实现零电流开通，二极管 D4 可实现零电流

断开，开关器件 Q3、Q4 可实现软开关，二极管 D5 可实现零电流开通。由此，本申请提供的翻转变换电路 300 中的半导体的损耗相对较小。且电感相较于现有技术中数量明显减少，该电感的感值仅需根据谐振满足的要求来设计，对于整个电路的损耗以及成本降低，功率密度有了明显的提升。因此，本申请提供的电路结构可以有效提升电路的体积、成本及效率，并且降低电路的复杂度。

在某些场景下，后端电路不需要过大的电压输入，控制器 305 通过控制半桥开关单元 3011 以及储能开关单元 302 中的开关器件，仅对第一电压进行翻转处理，最终仅通过第一电压与翻转后的第一电压的共同输出得到第二电压。仍以结构三为例，图 18A-图 18D 中示出翻转变换电路 300 中的通路和断路情况， t_0 ~ t_5 分别为翻转变换电路 300 在不同时序下的不同状态，其中，黑色实线用于表示翻转变换电路 300 中的通路情况，虚线表示翻转变换电路 300 中的断路情况。

参阅图 18A 所示， t_0 ~ t_1 阶段：控制器 305 在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第二目标比值时，控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 导通，所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q3、所述 D5、所述 D3 能给所述输出电容单元 3012 中的输出电容反向充电；

参阅图 18B 所示， t_1 ~ t_2 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q3 以及所述 Q4 导通，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

t_2 ~ t_3 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 以及所述 Q4 断开；

参阅图 18C 所示， t_3 ~ t_4 阶段：控制器 305 可以控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q2 导通，所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q2、所述 D4、所述 D3 给所述输出电容单元 3012 中的输出电容反向充电；

参阅图 18D 所示， t_4 ~ t_5 阶段：控制器 305 可以控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通，使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

t_5 ~ t_0 阶段：控制器 305 在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 断开。

参阅图 18E 所示，为上述翻转变换电路 300 中部分开关器件以及功率器件的状态时序图。

在某些场景下，所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第三目标比值，所述第三目标比值的上限高于所述第一目标比值，或者翻转变换电路 300 中的开关器件的导通电压降较大时，具体控制方式有所不同，仍以结构三为例，图 19A-图 19D 中示出翻转变换电路 300 中的通路和断路情况， t_0 ~ t_5 分别为翻转变换电路 300 在不同时序下的不同状态，其中，黑色实线用于表示翻转变换电路 300 中的通路情况，虚线表示翻转变换电路 300 中的断路情况。

参阅图 19A 所示， t_0 ~ t_1 阶段：控制器 305 控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 导通；

t_1 ~ t_2 阶段：控制器在检测到所述谐振单元 3013 中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 断开。

参阅图 19B 所示, t_2 ~ t_3 阶段: 控制器 305 控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q1、Q2 导通以及所述储能开关单元 302 中所述开关器件导通; 所述第一电压给所述第一电感充电。

5 参阅图 19C 所示, t_3 ~ t_4 阶段: 控制器 305 控制所述第一开关模块 3015 中的所述 Q1、Q2 导通以及所述储能开关单元 302 中所述开关器件断开; 使所述谐振单元 3013 中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振。

参阅图 19D 所示, t_4 ~ t_0 阶段: 控制器 305 控制所述第二开关模块 3016 中的所述 Q3 导通。

10 参阅图 19E 所示, 为上述翻转变换电路 300 中部分开关器件以及功率器件的状态时序图。

为了降低储能开关单元 302 中的开关器件的关断电压, 作为一种可能的实施方式, 所述储能开关单元 302 还包括: 第六电容, 所述第六电容与所述第一二极管 D1 并联, 所述第六电容用于消除所述储能开关单元 302 中的所述至少一个开关器件的电压尖峰。

15 在输入单元 303 输入的第一电压较低时, 作为一种可能的实施方式, 所述输入单元包括: 输入直流源以及直流升压电路;

所述直流升压电路用于对所述输入直流源的所述第一电压进行升压处理。

20 其中, 需要说明的是, 本申请提供的应用场景可以但不限于上述实施例所描述的光伏发电系统, 任何需要实现直流电压与直流电压转换的电能应用场合, 如高压直流输电 (HVDC) 系统、不间断电源系统 (UPS) 均可以使用本申请提供的翻转变换电路 300 进行电压转换, 这里不做具体限定。

本申请还提供一种光伏发电系统, 参阅图 20 所示, 光伏发电系统 400 中包括上述实施例所述的翻转变换电路 300、多个光伏组串 401、逆变电路 402; 所述多个光伏组串 401 与所述翻转变换电路 300 中的输入单元 303 连接; 所述翻转变换电路 300 的输出单元 304 与所述逆变电路 402 连接; 所述翻转变换电路 300 用于将所述多个光伏组串 401 输出的第一电压变换为第二电压, 将所述第二电压在所述输出单元 304 输出; 所述逆变电路 402 的输出端与电网连接, 以将所述第二电压转化为交流电压后提供给所述电网。

30 本申请实施例提供的光伏发电系统 400 可以应用于大型光伏电站应用场景、中小型分布式电站应用场景、户用光伏发电系统应用场景。光伏发电系统 400 可以将光能转化为直流电, 然后将直流电转化为交流电, 为负载或电网提供交流电, 也可称为光伏逆变系统, 或光伏逆变器系统。

35 本领域内的技术人员应明白, 本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

40 本申请是参照根据本申请的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现

在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

5

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

10

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的保护范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求

1.一种翻转变换电路，其特征在于，所述翻转变换电路包括：第一接入端 S1、第二接入端 S2、第三接入端 S3、半桥开关单元、输出电容单元、谐振单元、串联二极管单元、储能开关单元、输入单元、输出单元以及控制器；所述半桥开关单元包括 N 个开关器件，所述 N 为偶数；

所述半桥开关单元连接在所述 S1 和所述 S2 之间，所述串联二极管单元连接在所述 S2 和所述 S3 之间，所述输出电容单元并联在所述串联二极管单元两端，所述输入单元连接在所述 S1 和所述 S2 之间，所述输出单元连接在所述 S1 和所述 S3 之间；

所述储能开关单元包括至少一个开关器件以及第一二极管 D1，所述至少一个开关器件与所述第一二极管 D1 串联连接；

所述谐振单元包括第一电容以及第一电感，所述第一电感的第一端与所述半桥开关单元连接，所述第一电容的第二端与所述串联二极管单元连接；所述第一电感的第二端与所述第一电容的第一端连接；

所述储能开关单元的一端连接在半桥开关单元和串联二极管单元之间，另一端连接在所述第一电感的第二端；

所述控制器用于：通过控制所述半桥开关单元以及所述储能开关单元中的开关器件导通或关断，将所述输入单元输入的第一电压变换为第二电压，以使所述输出单元输出所述第二电压。

2.根据权利要求 1 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述半桥开关单元包括：第一开关模块以及第二开关模块；所述第一开关模块以及所述第二开关模块分别包含一个开关器件。

3.根据权利要求 1 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述半桥开关单元包括：第一开关模块以及第二开关模块；所述第一开关模块以及所述第二开关模块分别包含多个开关器件；所述第一开关模块以及所述第二开关模块中，每相邻的两个开关器件之间通过串联和/或并联的方式相互连接。

4.根据权利要求 1-3 任一所述的翻转变换电路，其特征在于，所述串联二极管单元包括：第二二极管 D2 以及第三二极管 D3；

所述 D2 的负极与所述 S2 连接，所述 D2 的正极与所述 D3 的负极连接，所述 D3 的正极与所述 S3 连接；所述谐振单元中的所述第一电感的第二端与连接在所述 D2 与所述 D3 之间。

5.根据权利要求 4 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述控制器，具体用于：

在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第一目标比值时，控制所述第二开关模块中的开关器件导通，使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振，所述谐振单元通过所述串联二极管单元中的所述 D3 给所述输出电容单元中的输出电容反向充电；

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块中的开关器件断开；

控制所述第一开关模块中的开关器件导通以及所述储能开关单元中所述开关器件导通；所述第一电压给所述第一电感充电；

5 控制所述第一开关模块中的开关器件导通，使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块中的开关器件断开。

10 6.根据权利要求 4 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述控制器，具体用于：

在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第二目标比值时，控制所述第二开关模块中的开关器件导通，使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第二开关模块中的开关器件断开；

15 控制所述第一开关模块中的开关器件导通，使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振；

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时，控制所述第一开关模块中的开关器件断开。

20 7.根据权利要求 1-6 任一所述的翻转变换电路，其特征在于，所述翻转变换电路还包括：第二电容以及第三电容，所述第二电容的一端与所述 S1 连接，另一端与所述第三电容的一端连接，所述第三电容的另一端与所述 S2 连接。

25 8.根据权利要求 1-6 任一所述的翻转变换电路，其特征在于，所述第一开关模块包括：第一开关管 Q1、第二开关管 Q2 以及第四二极管 D4；所述第二开关模块包括：第三开关管 Q3、第四开关管 Q4 以及第五二极管 D5；

所述 Q1 的第一电极与所述 S1 连接，所述 Q1 的第二电极与所述 Q2 的第一电极连接，所述 Q2 的第二电极连接在所述第一电感的第一端，所述 D4 的负极与所述 Q1 的第二电极连接；

30 所述 Q3 的第一电极与所述第一电感的第一端连接，所述 Q3 的第二电极与所述 Q4 的第一电极连接，所述 Q4 的第二电极连接在所述 S2，所述 D5 的正极与所述 Q3 的第二电极连接；所述 D4 的正极与所述 D5 的负极连接。

35 9.根据权利要求 8 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述翻转变换电路还包括：第四电容以及第五电容，所述第四电容的一端与所述 S1 连接，另一端与所述第五电容的一端连接，所述第五电容的另一端与所述 S2 连接，所述第四电容的另一端还与所述 D4 的正极连接。

40 10.根据权利要求 9 所述的翻转变换电路，其特征在于，所述控制器还用于：

在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第一目标比值时，控制所述第二开关

模块中的所述 Q3 以及所述 Q4 导通,使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振,所述谐振单元通过所述串联二极管单元中的所述 D3 给所述输出电容单元中的输出电容反向充电;

5 在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时,控制所述第二开关模块中的所述 Q3 以及所述 Q4 断开;

控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通以及所述储能开关单元中所述开关器件导通;所述第一电压给所述第一电感充电;

控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通,使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振;

10 在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时,控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 断开;

控制所述第一开关模块中的所述 Q3 导通,所述谐振单元中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q3、所述 D5、所述 D3 给所述输出电容单元中的输出电容反向充电。

15 11.根据权利要求 9 所述的翻转变换电路,其特征在于,所述控制器还用于:

在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第二目标比值时,控制所述第二开关模块中的所述 Q3 导通,所述谐振单元中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q3、所述 D5、所述 D3 给所述输出电容单元中的输出电容反向充电;

20 控制所述第一开关模块中的所述 Q3 以及所述 Q4 导通,使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振;

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时,控制所述第二开关模块中的所述 Q3 以及所述 Q4 断开;

控制所述第二开关模块中的所述 Q2 导通,所述谐振单元中的所述第一电感上的电感电流通过所述 Q2、所述 D4、所述 D3 给所述输出电容单元中的输出电容反向充电;

25 控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 导通,使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振;

在检测到所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时,控制所述第一开关模块中的所述 Q1 以及所述 Q2 断开。

30 12.根据权利要求 9 所述的翻转变换电路,其特征在于,所述控制器还用于:

在所述第一电压与所述第二电压的比值被设定为第三目标比值时,控制所述第二开关模块中的所述 Q3 导通;

控制所述谐振单元中的所述第一电感上的谐振电流为 0 时,控制所述第二开关模块中的所述 Q3 断开;

35 控制所述第一开关模块中的所述 Q1、Q2 导通以及所述储能开关单元中所述开关器件导通;所述第一电压给所述第一电感充电;

控制所述第一开关模块中的所述 Q1、Q2 导通以及所述储能开关单元中所述开关器件断开;使所述谐振单元中的所述第一电容以及所述第一电感形成谐振;

控制所述第二开关模块中的所述 Q3 导通。

13.根据权利要求 1-12 任一所述的翻转变换电路,其特征在于,所述储能开关单元还包括:第六电容,所述第六电容与所述第一二极管 D1 并联,所述第六电容用于消除所述储能开关单元中的所述至少一个开关器件的电压尖峰。

- 5 14.根据权利要求 1-13 任一所述的翻转变换电路,其特征在于,所述输入单元具体包括:输入直流源以及直流升压电路;
所述直流升压电路用于对所述输入直流源的所述第一电压进行升压处理。

- 10 15.一种光伏发电系统,其特征在于,包括至少一个如权利要求 1-14 任一所述的翻转变换电路、多个光伏组串、逆变电路;所述多个光伏组串与所述翻转变换电路中的输入单元连接;所述翻转变换电路的输出单元与所述逆变电路连接;

所述翻转变换电路用于将所述多个光伏组串输出的第一电压变换为第二电压,将所述第二电压在所述输出单元输出;

- 15 所述逆变电路的输出端与电网连接,以将所述第二电压转化为交流电压后提供给所述电网。

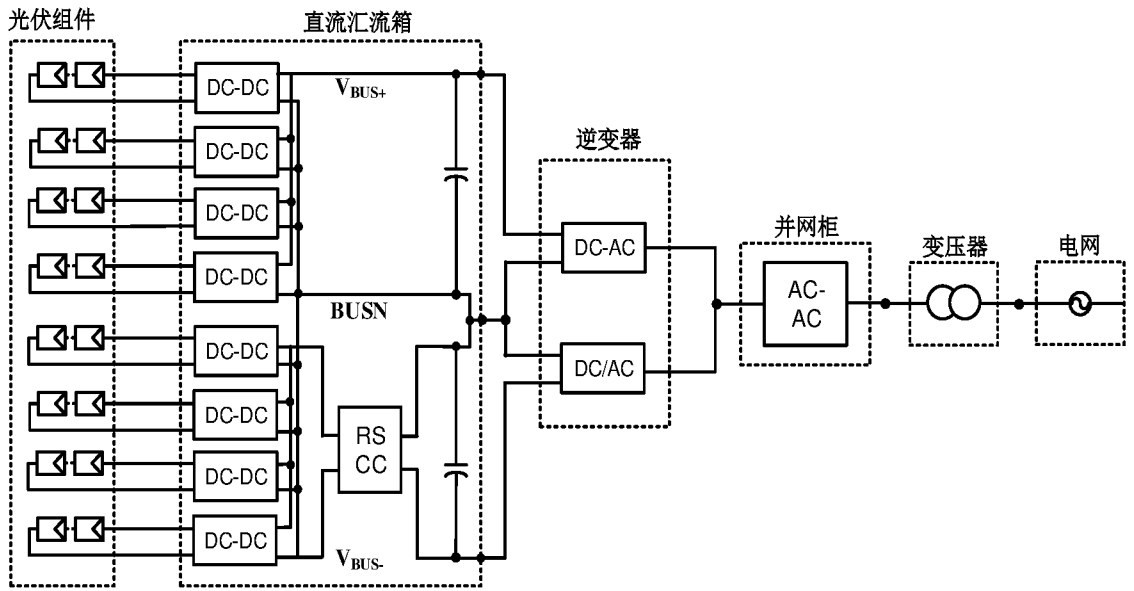


图 1

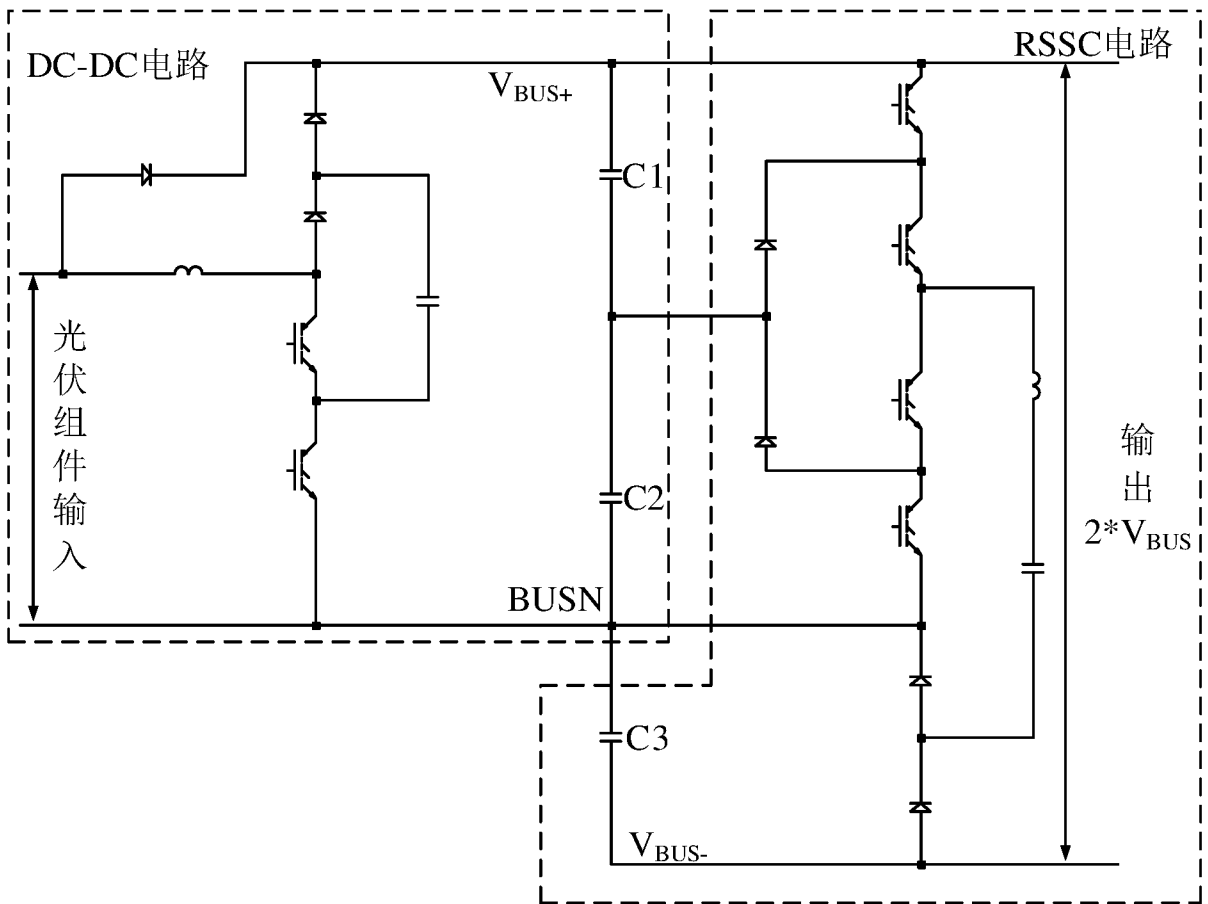


图 2

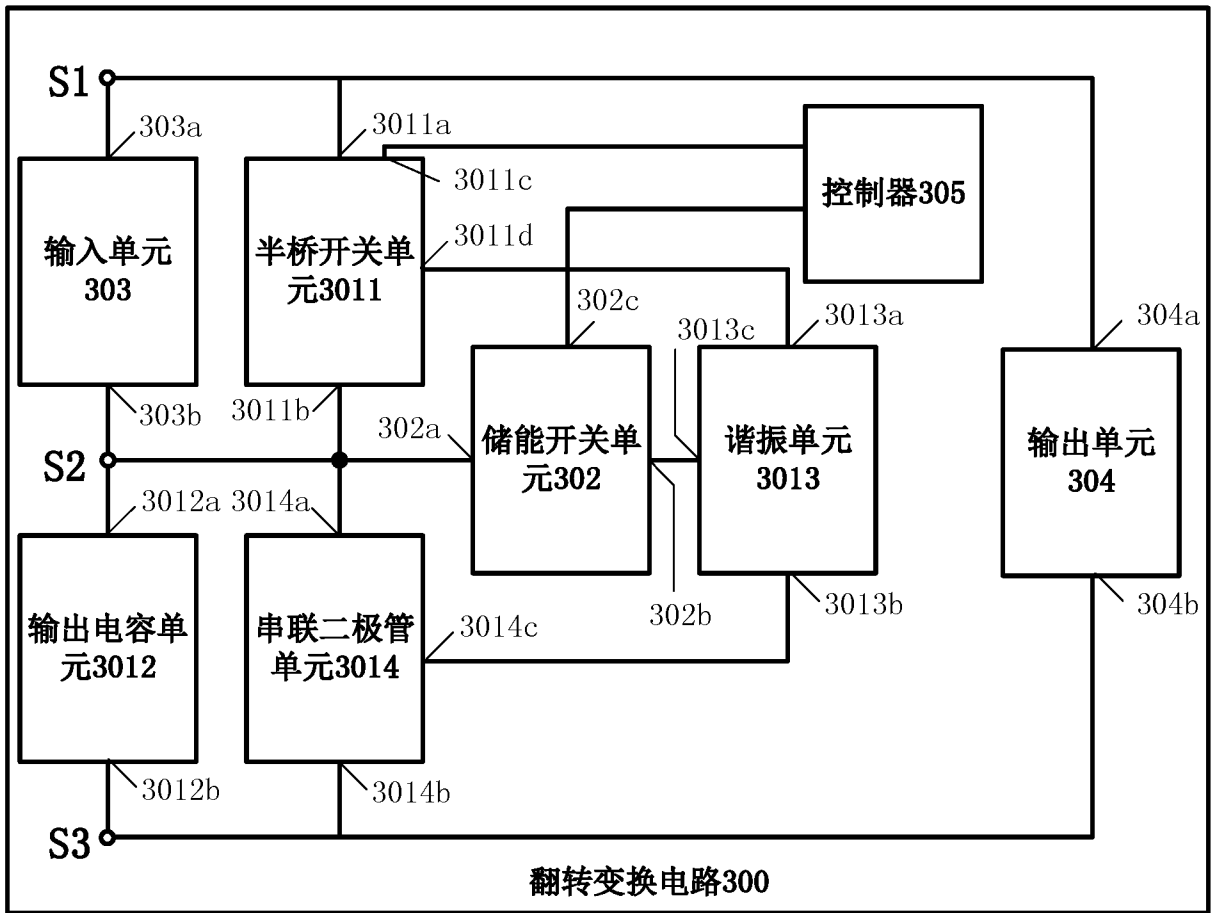


图 3

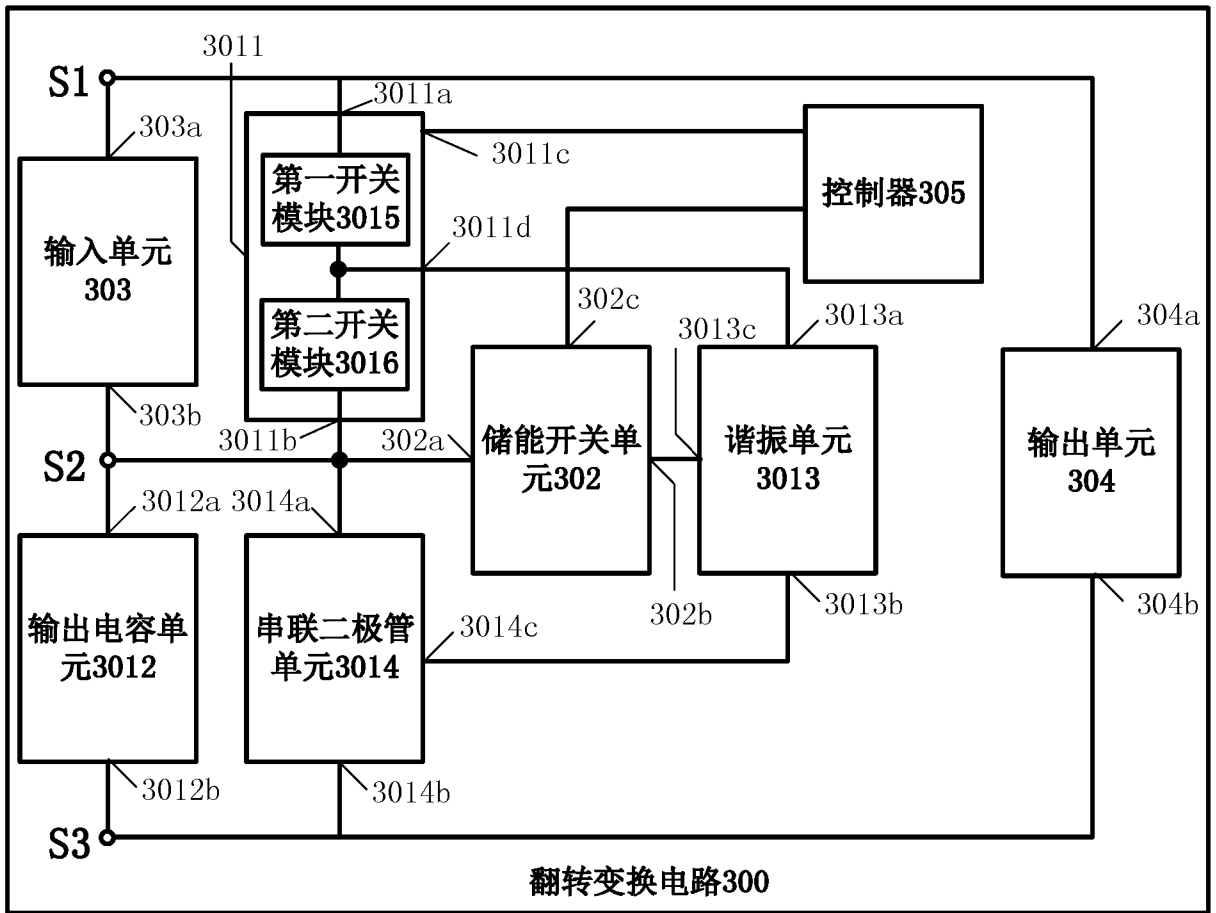


图 4

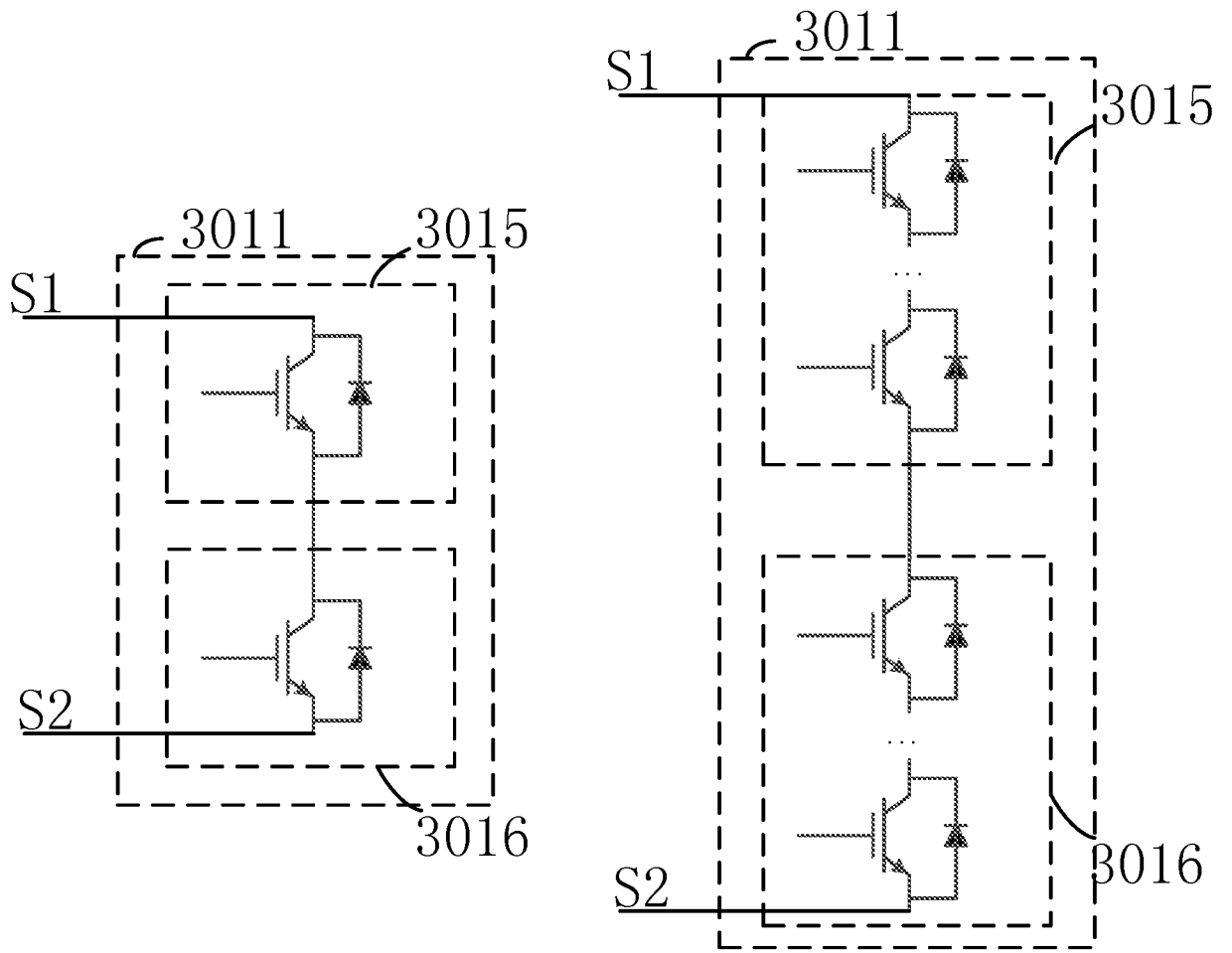


图 5

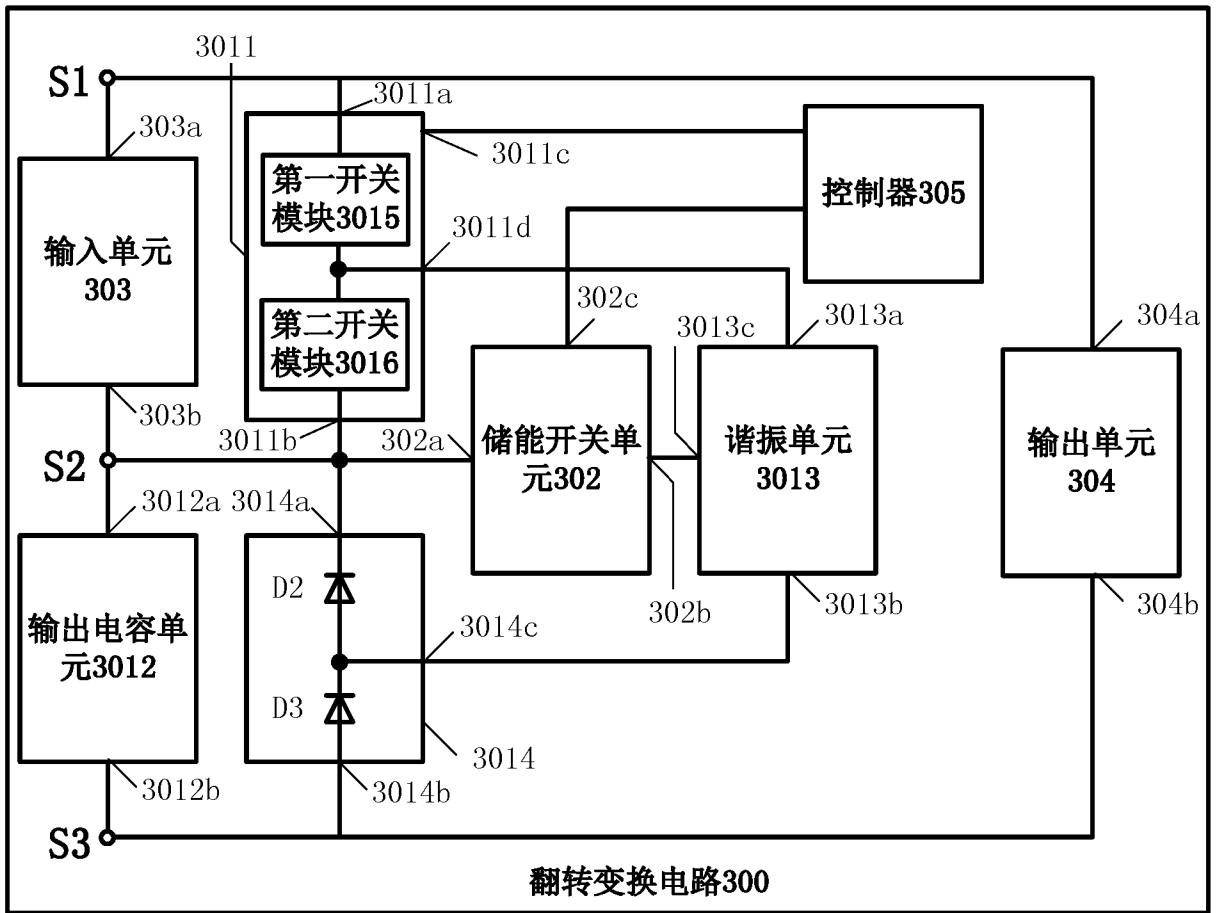


图 6

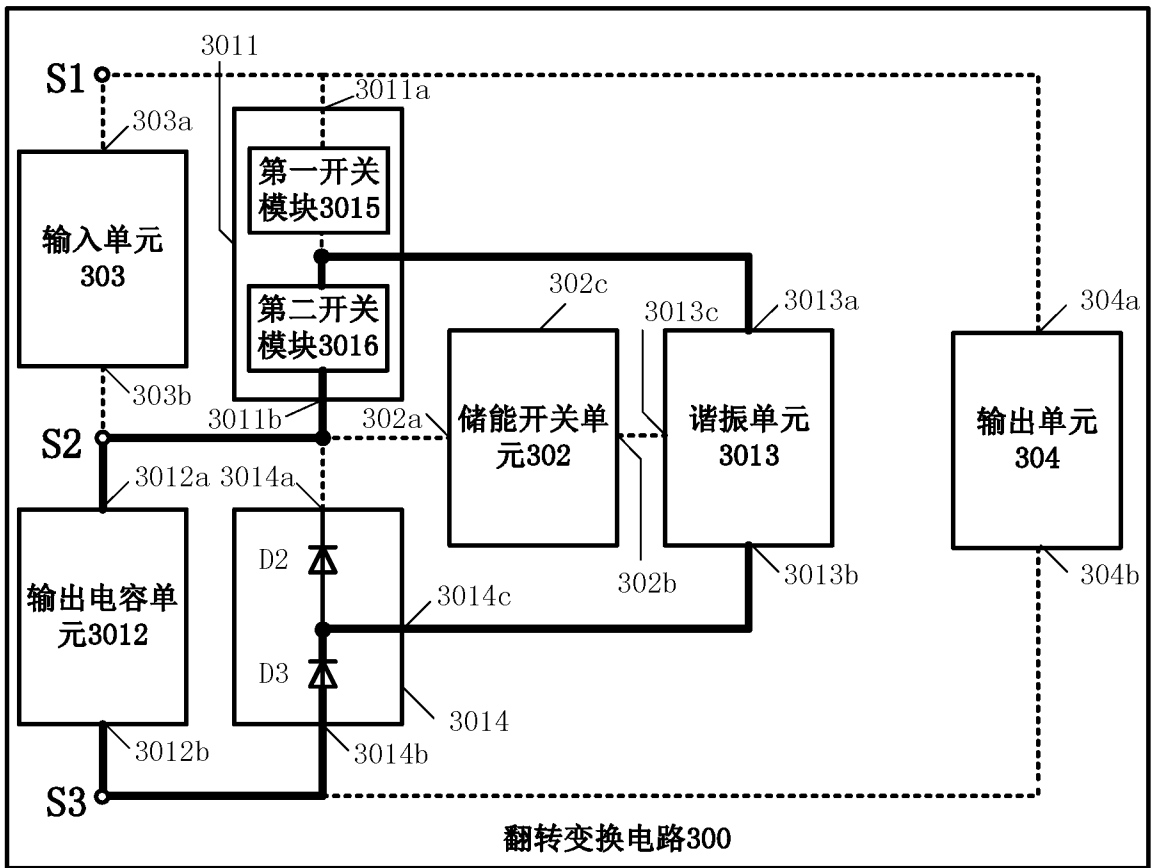


图 7A

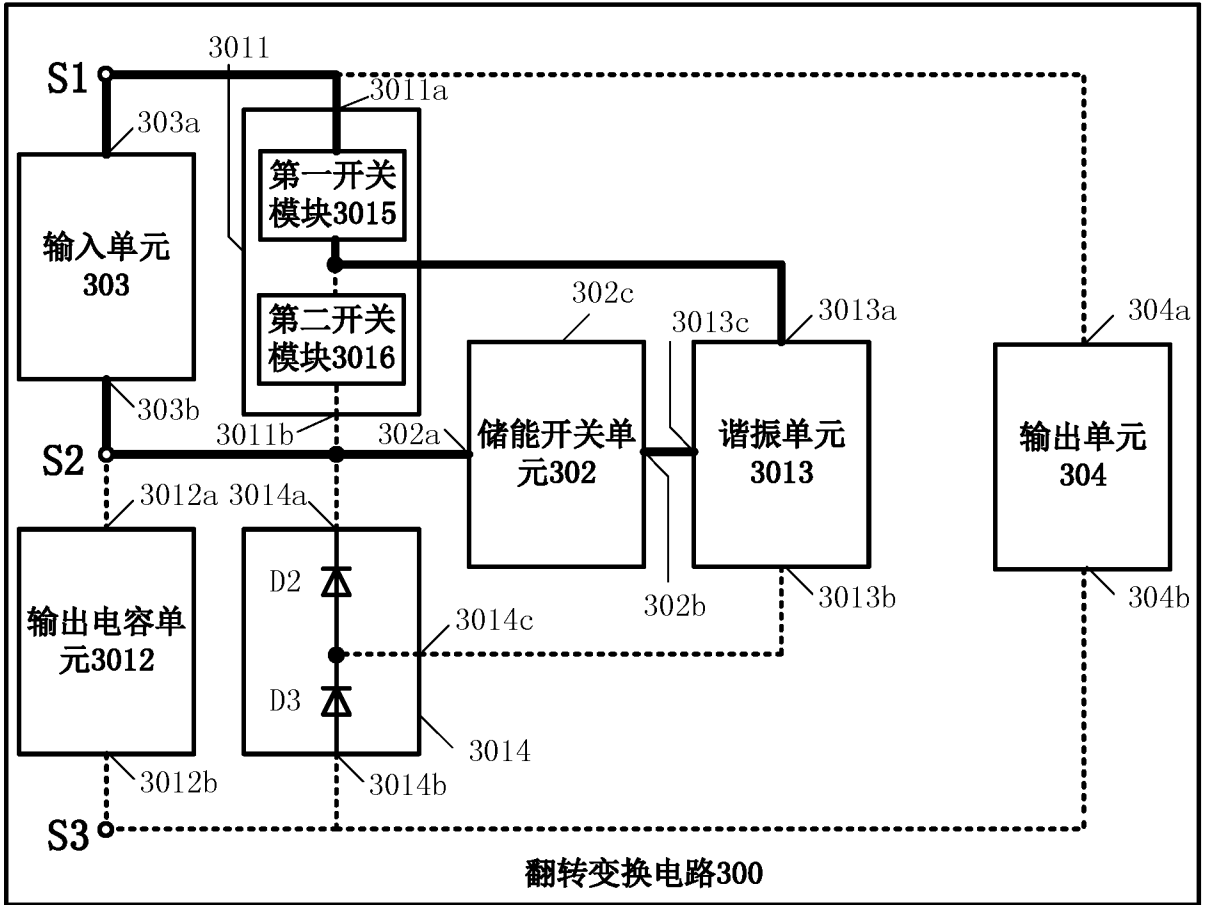


图 7B

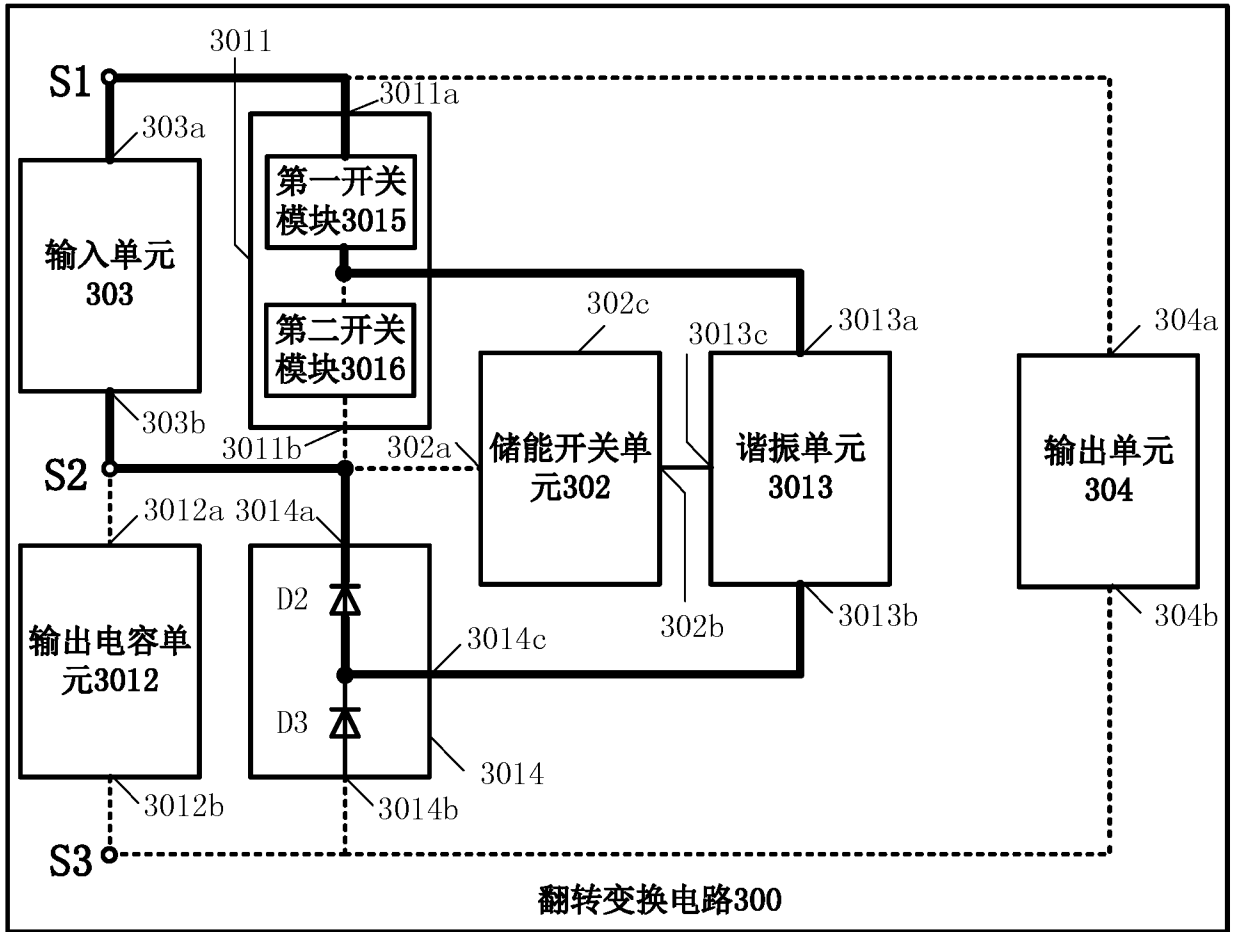


图 7C

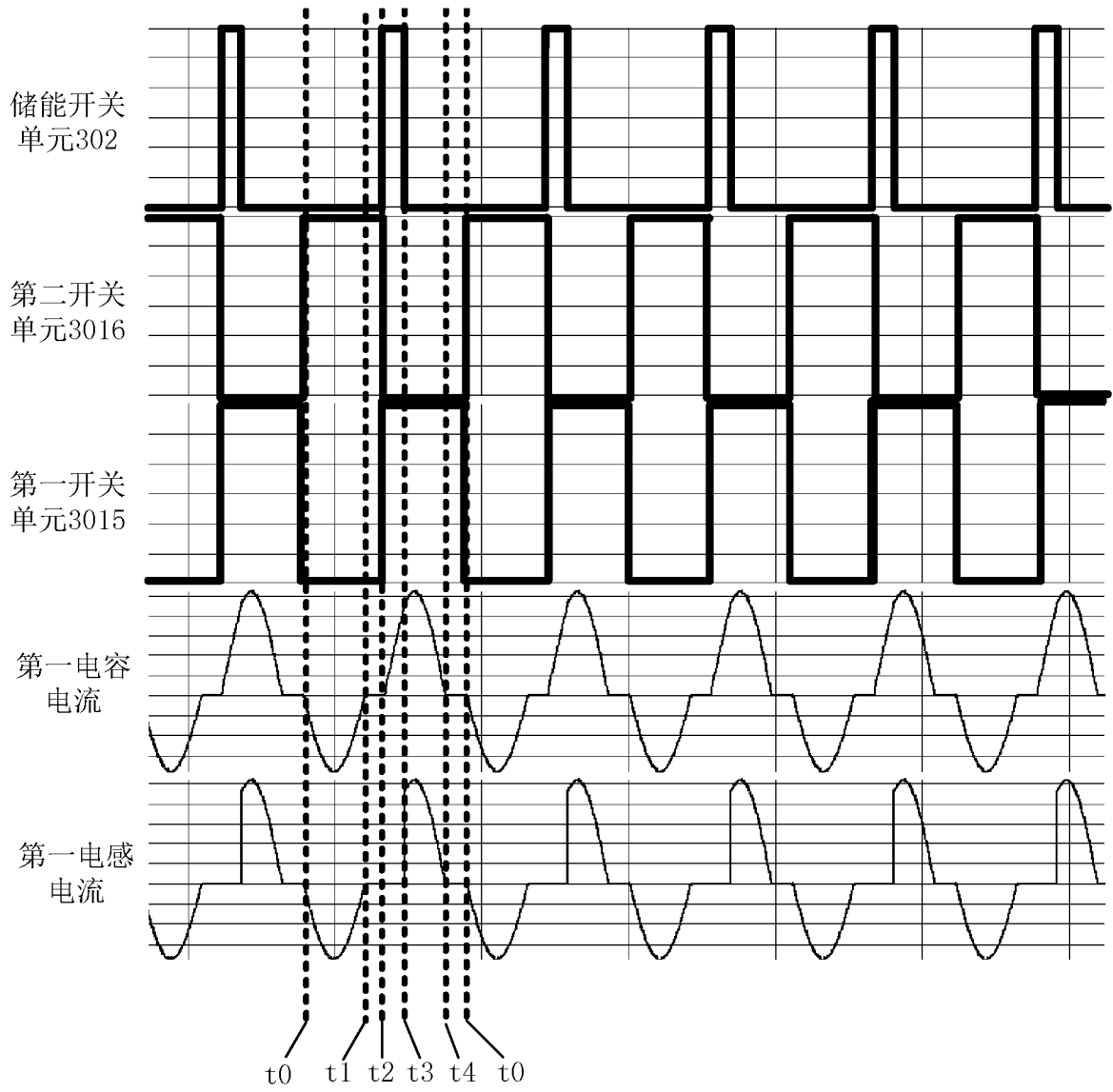


图 7D

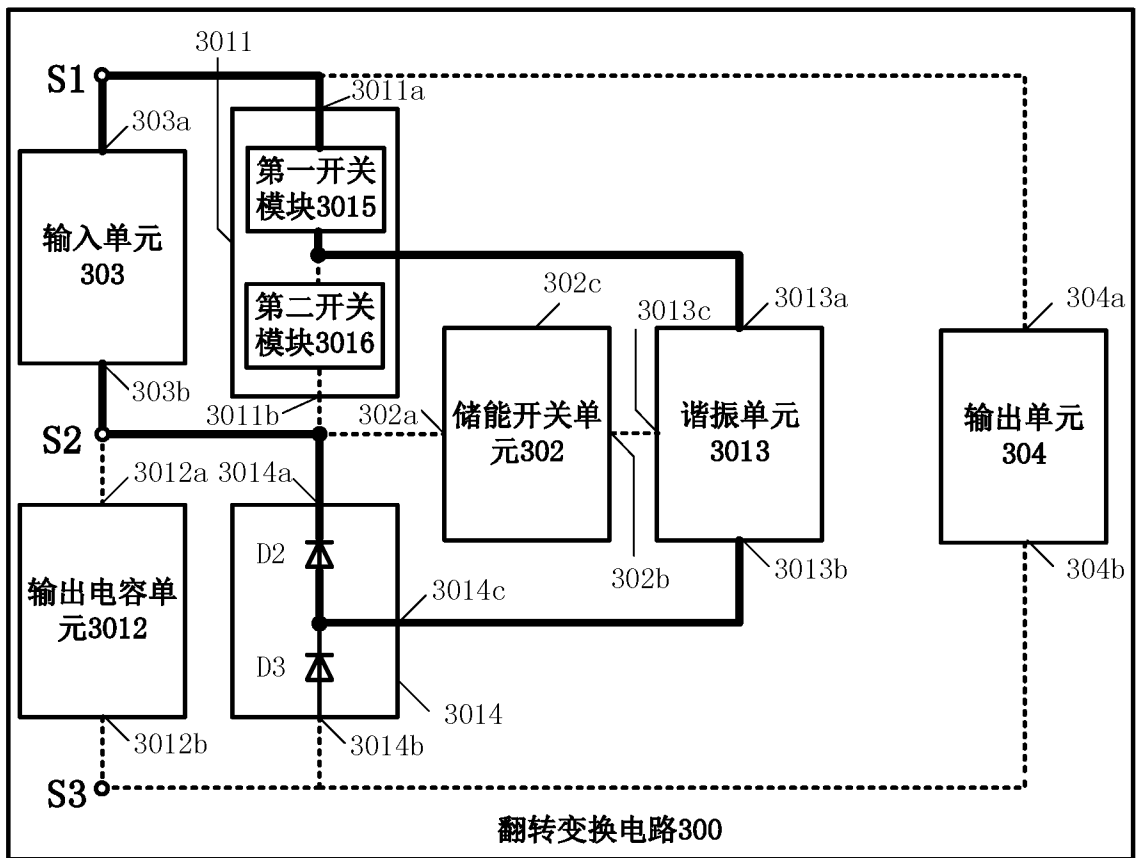


图 8A

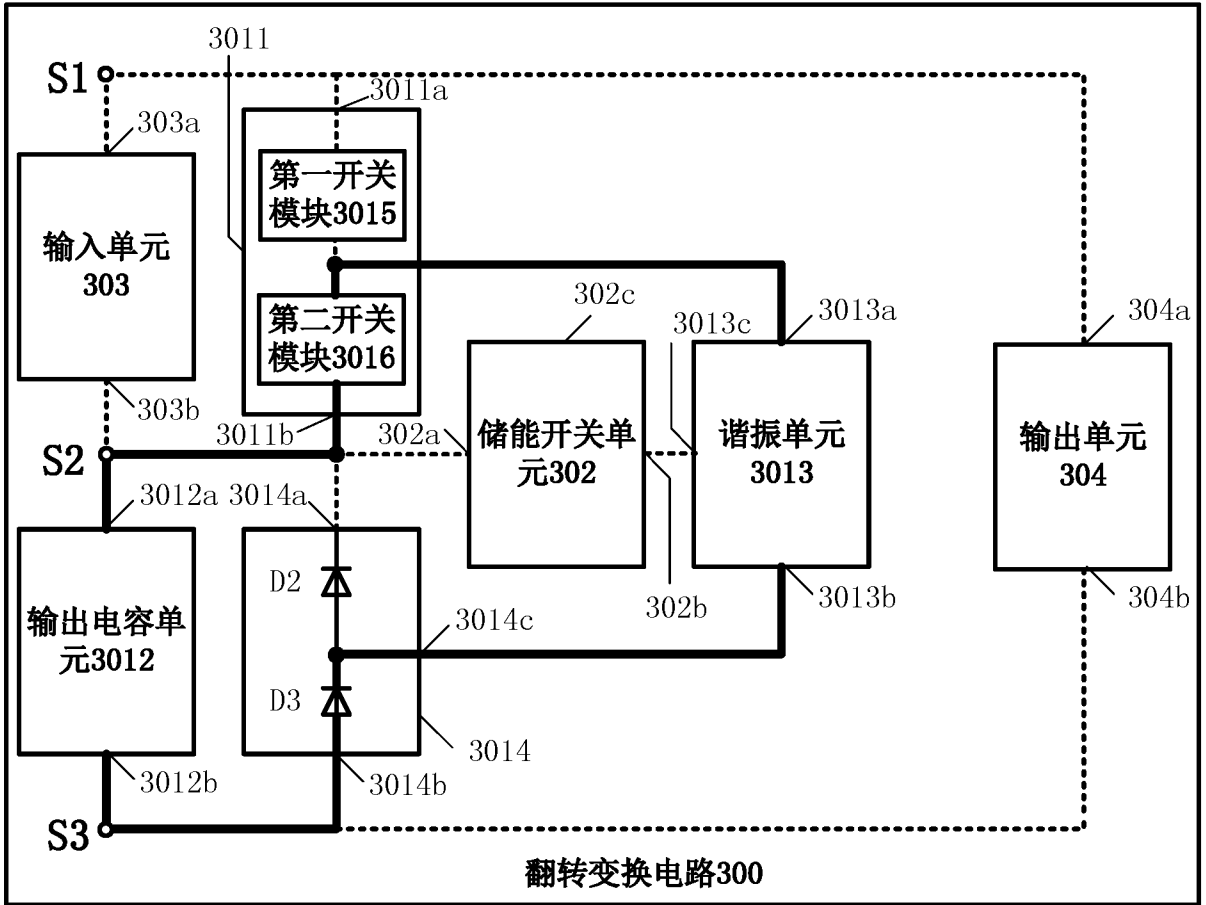


图 8B

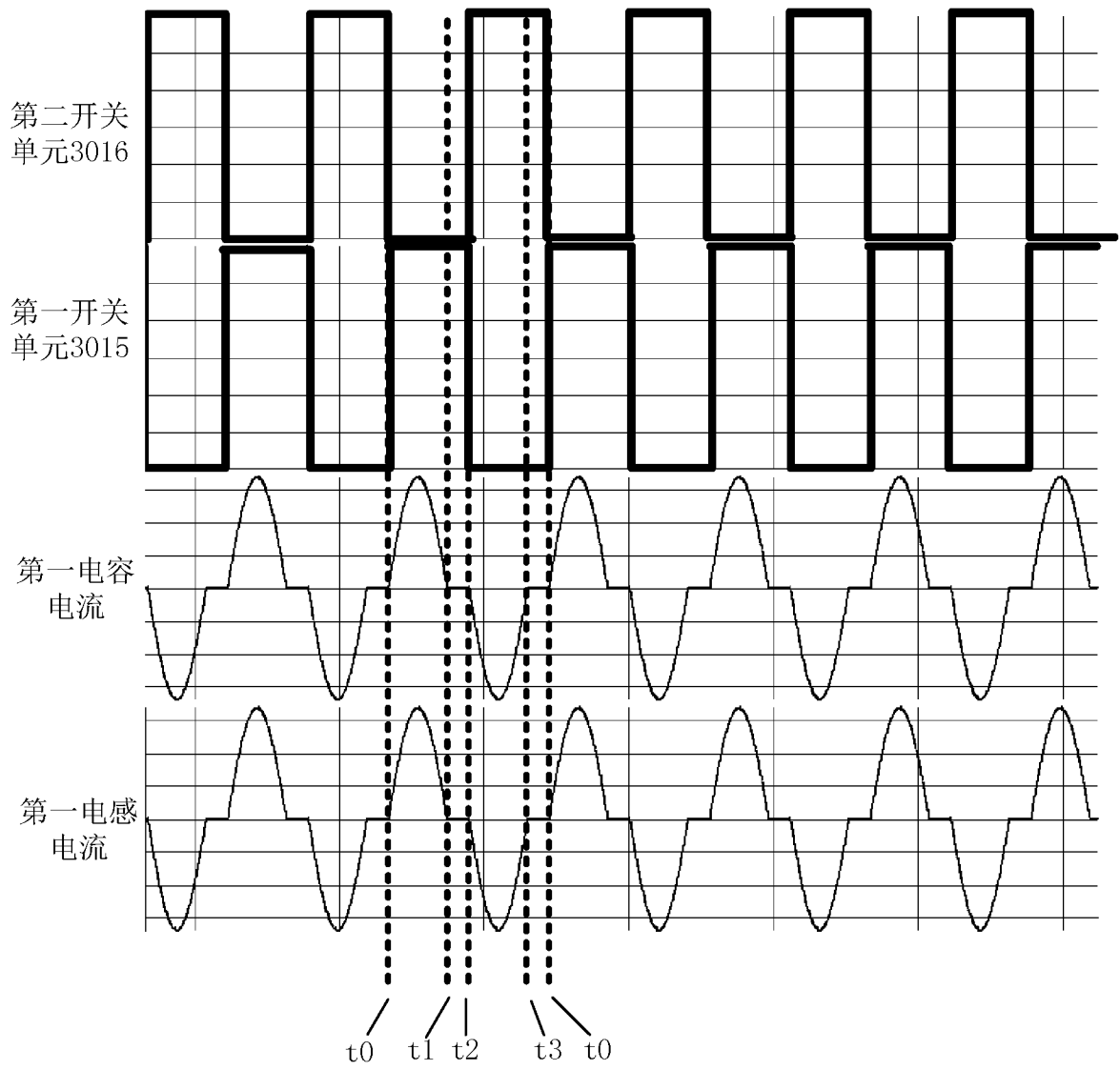


图 8C

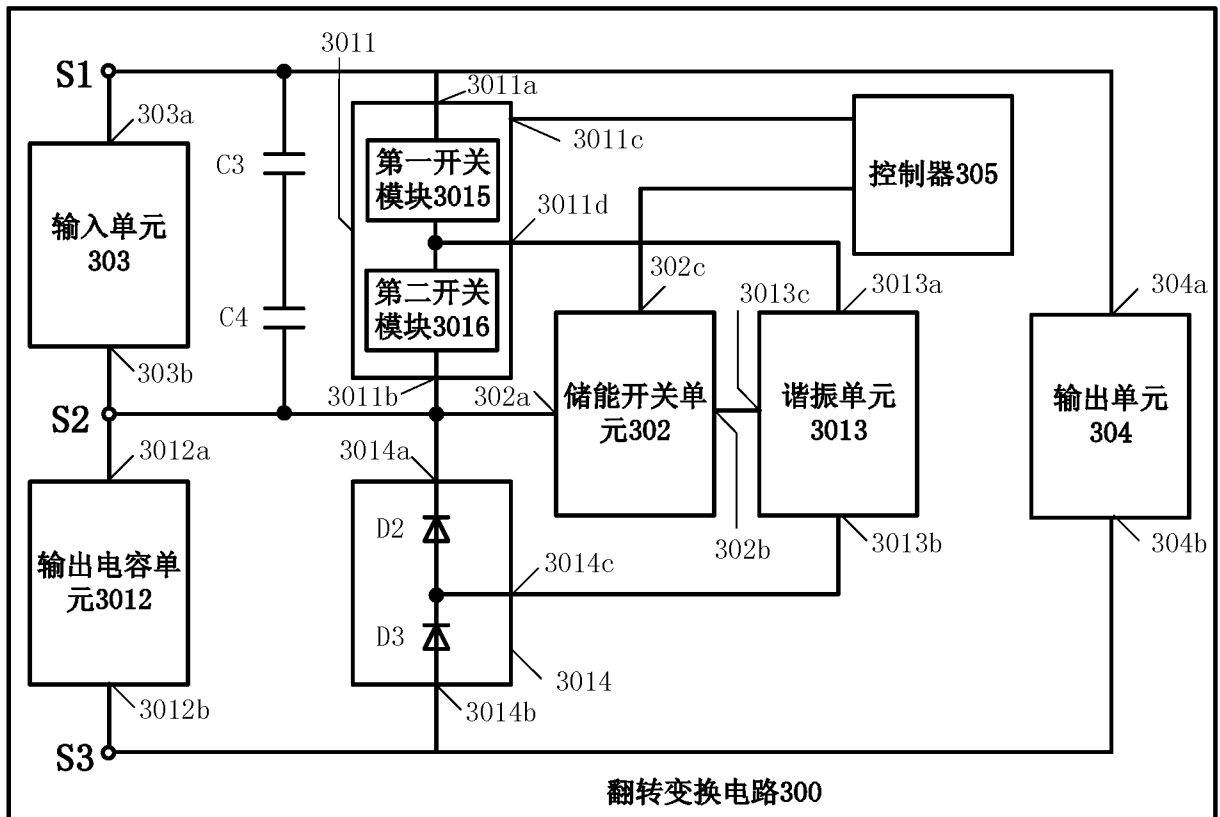


图 9

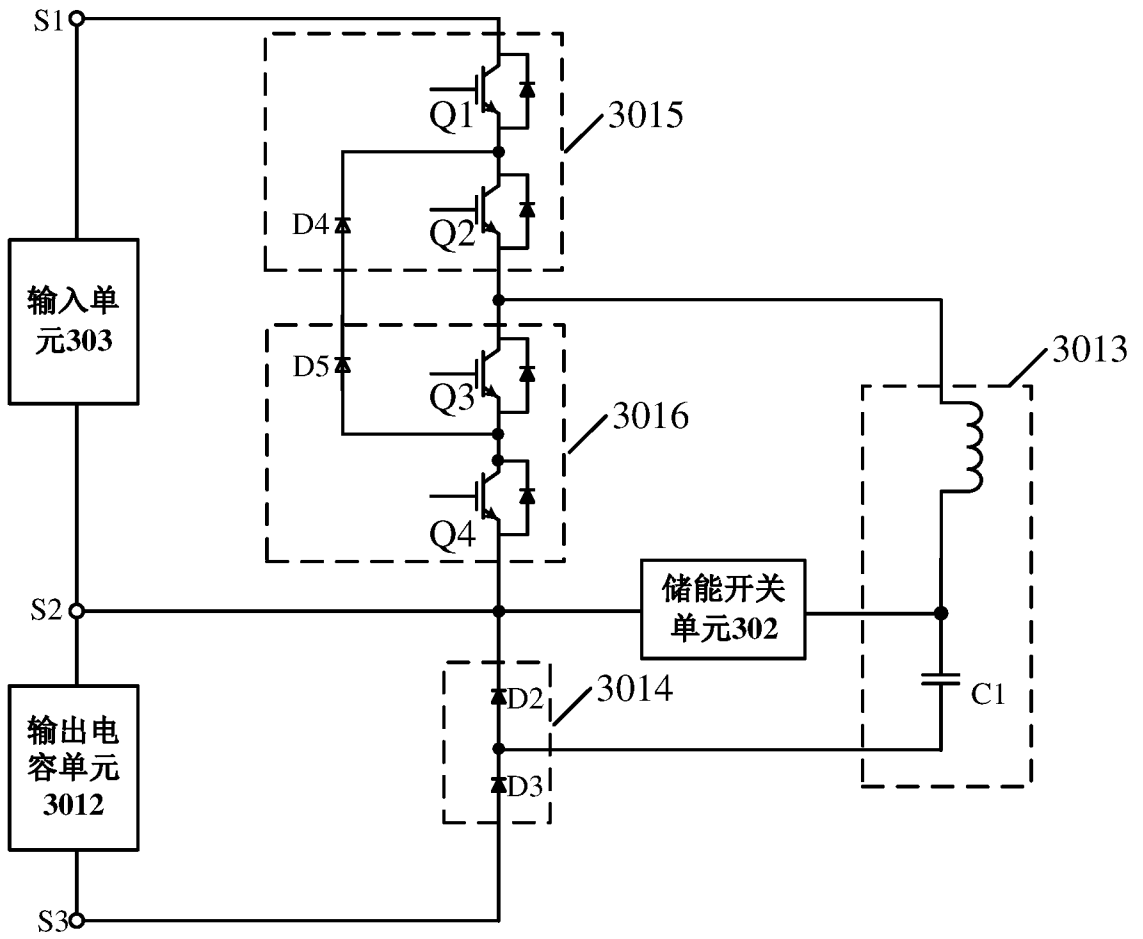


图 10

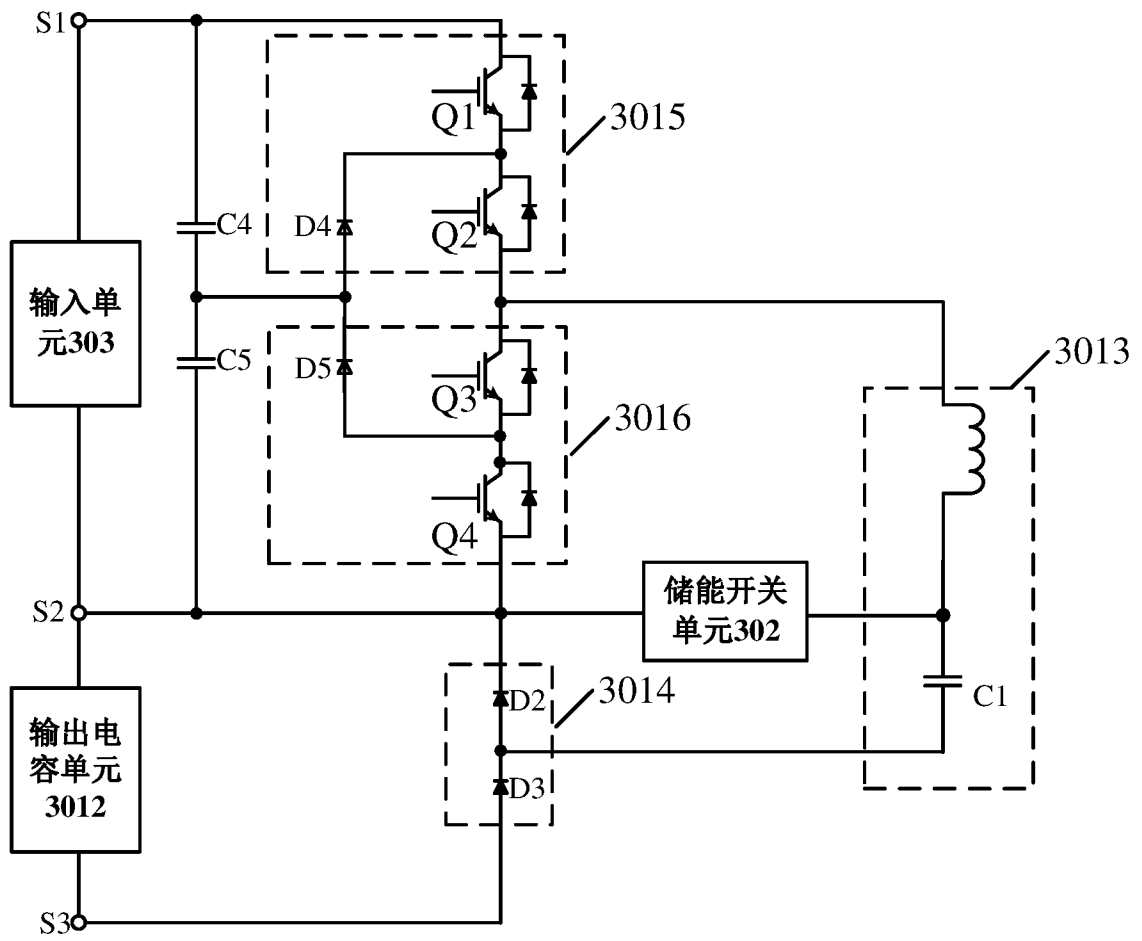


图 11

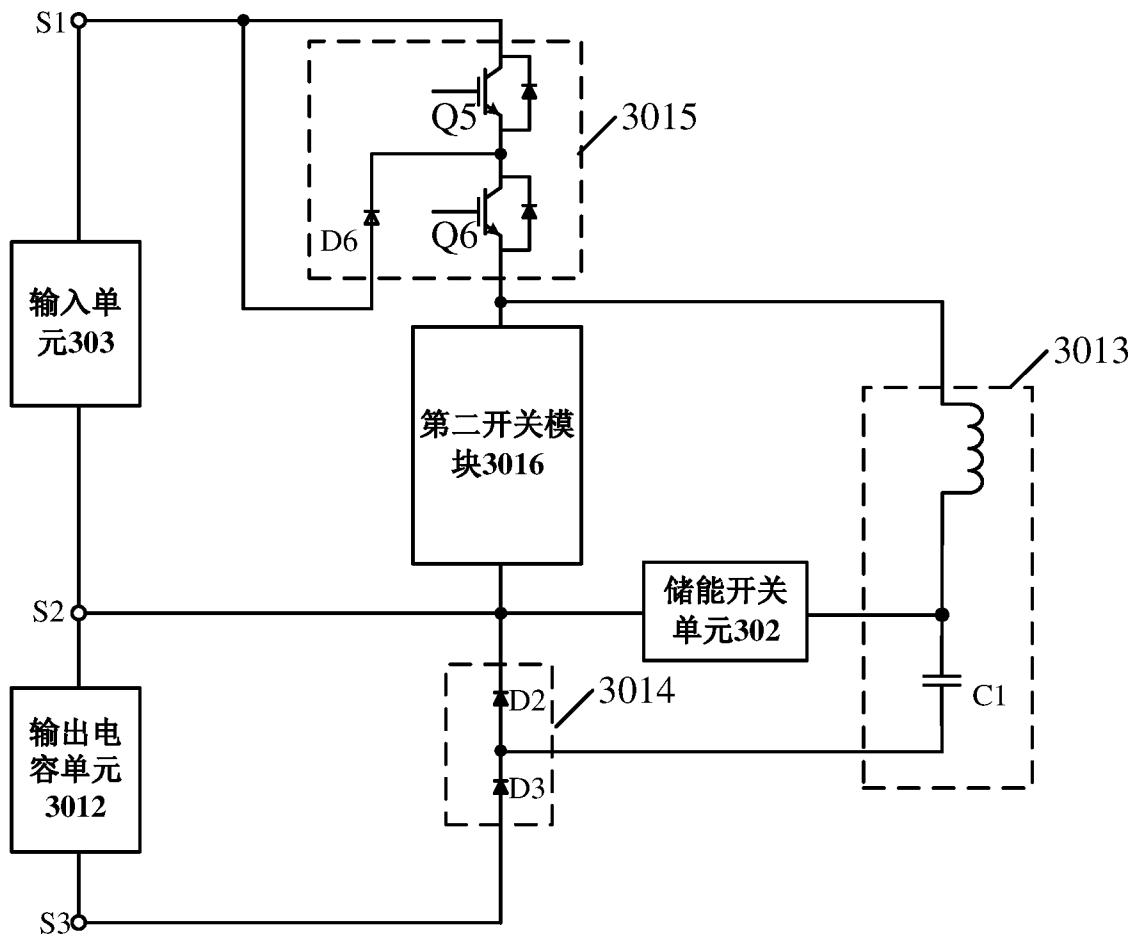


图 12A

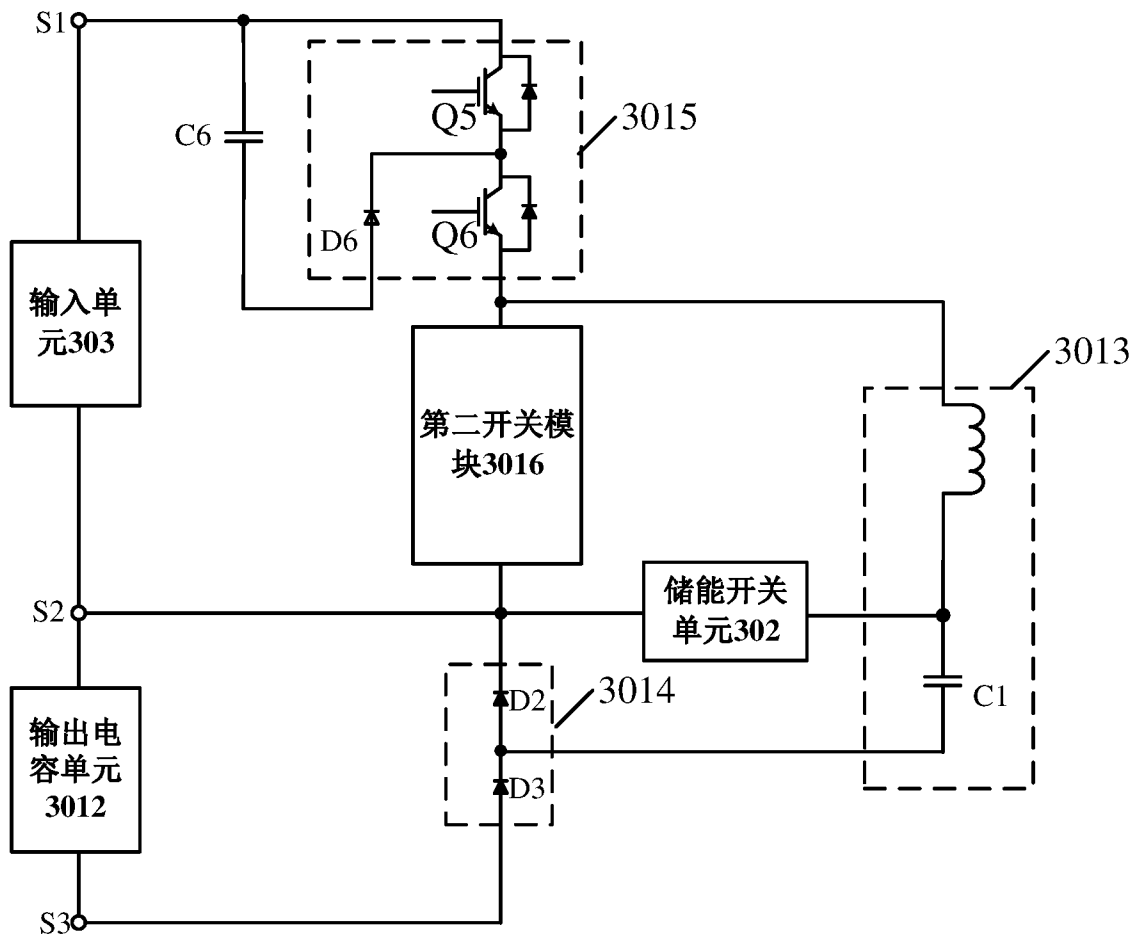


图 12B

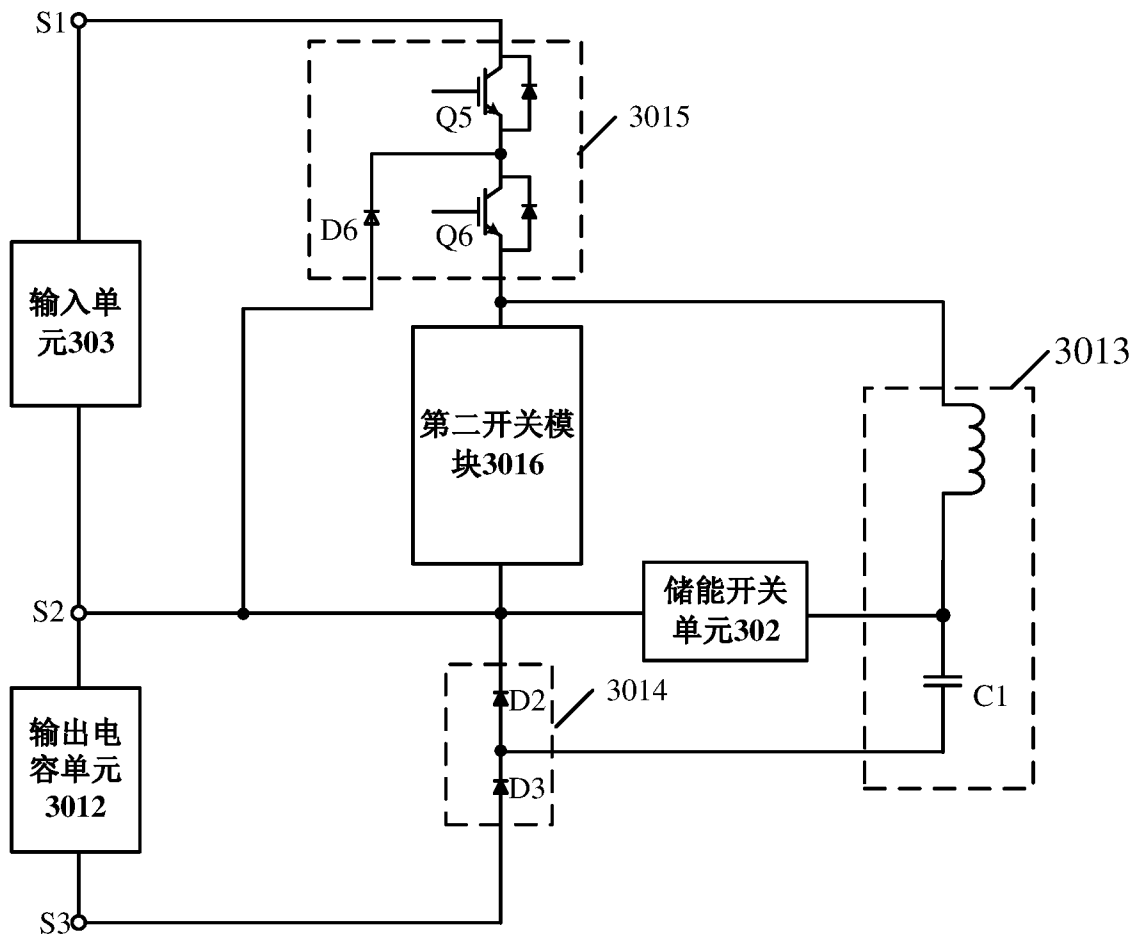


图 13A

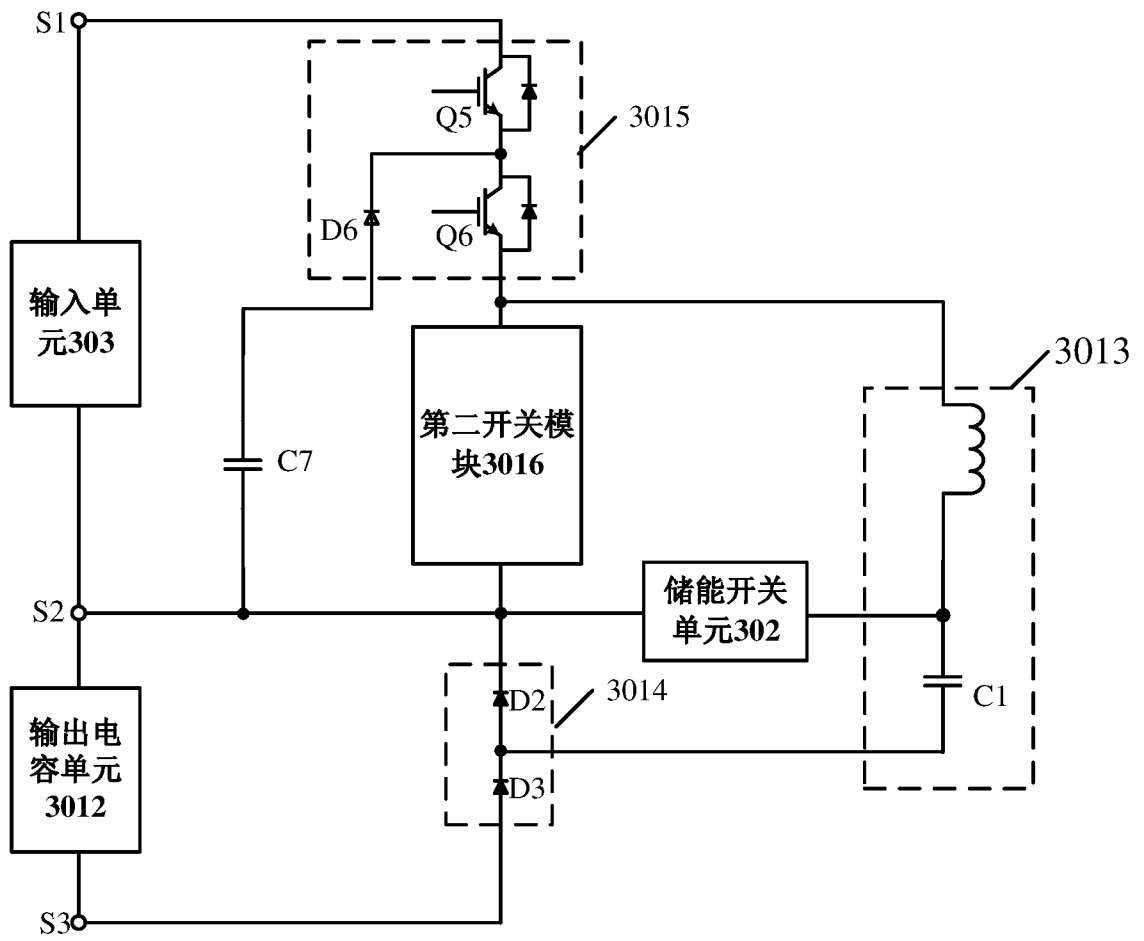


图 13B

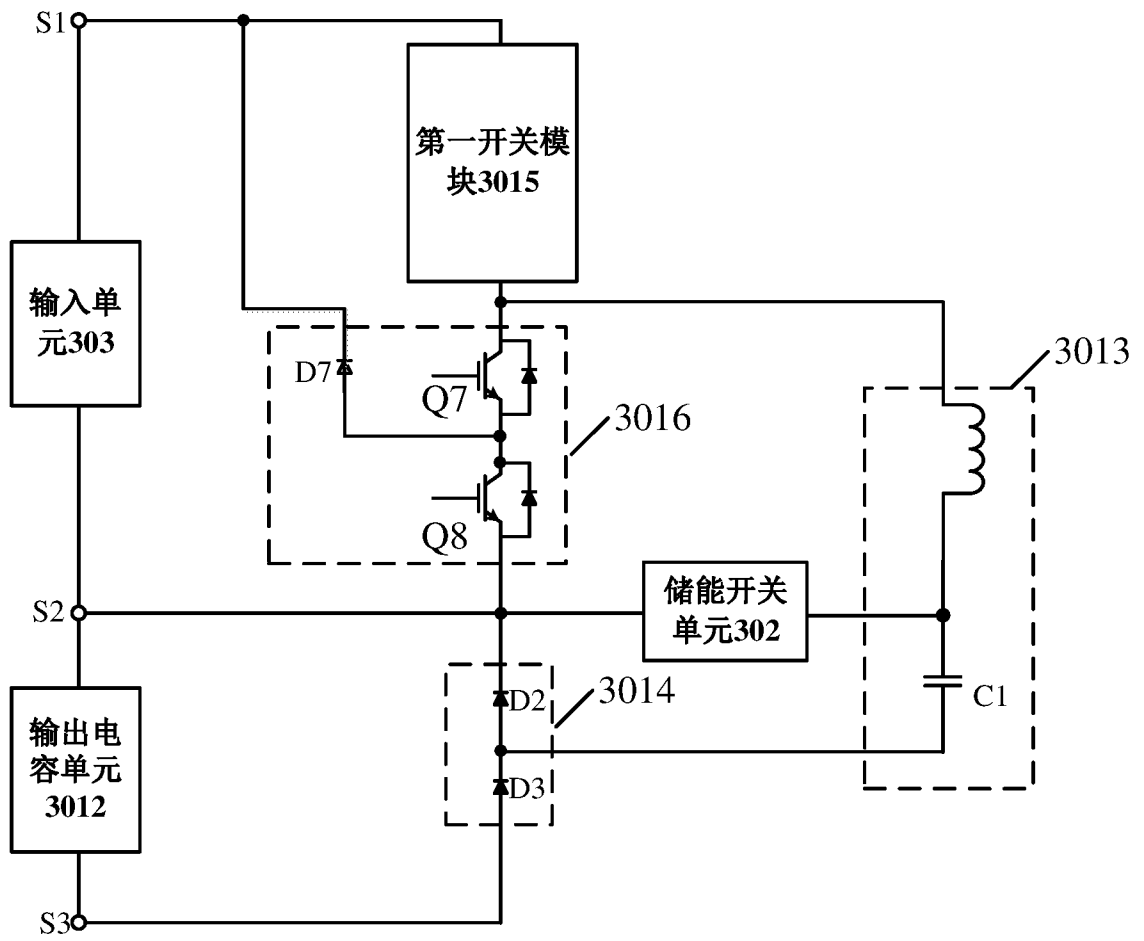


图 14A

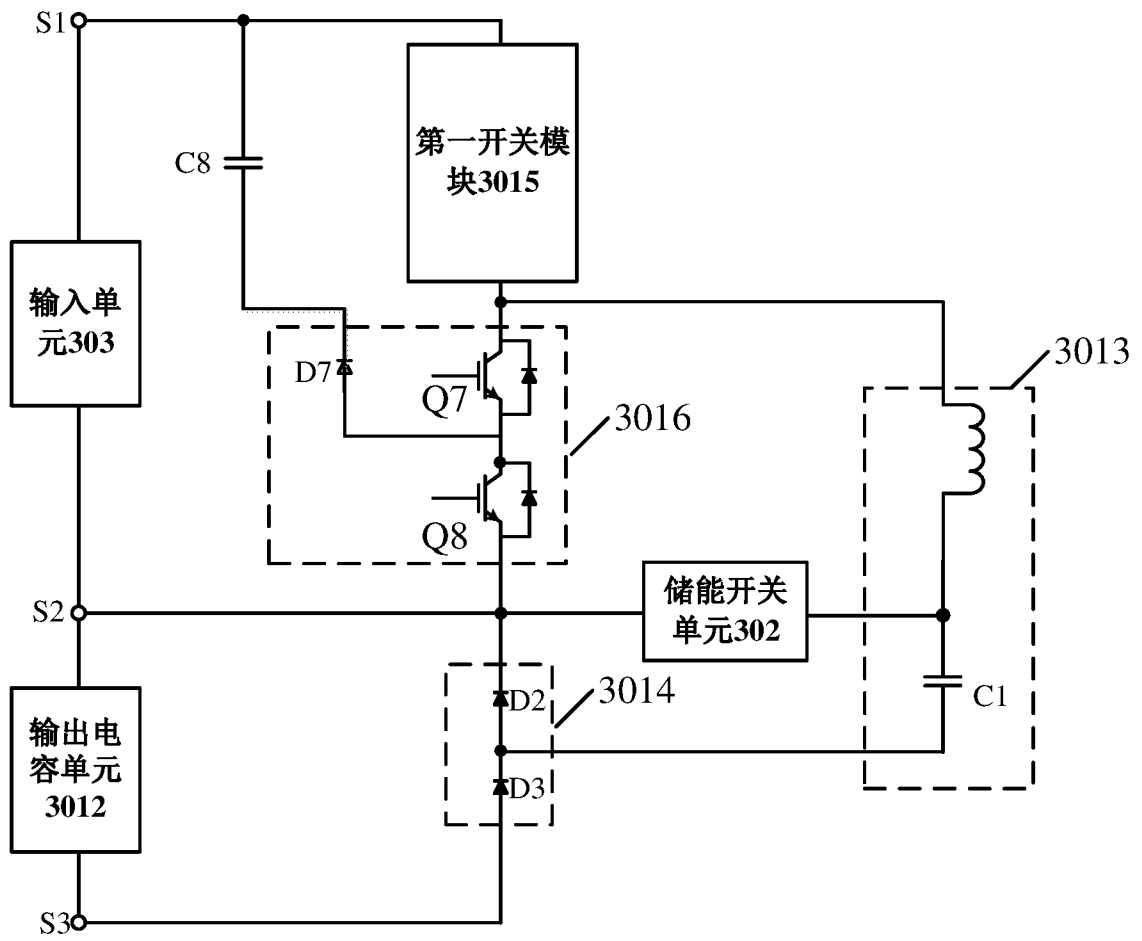


图 14B

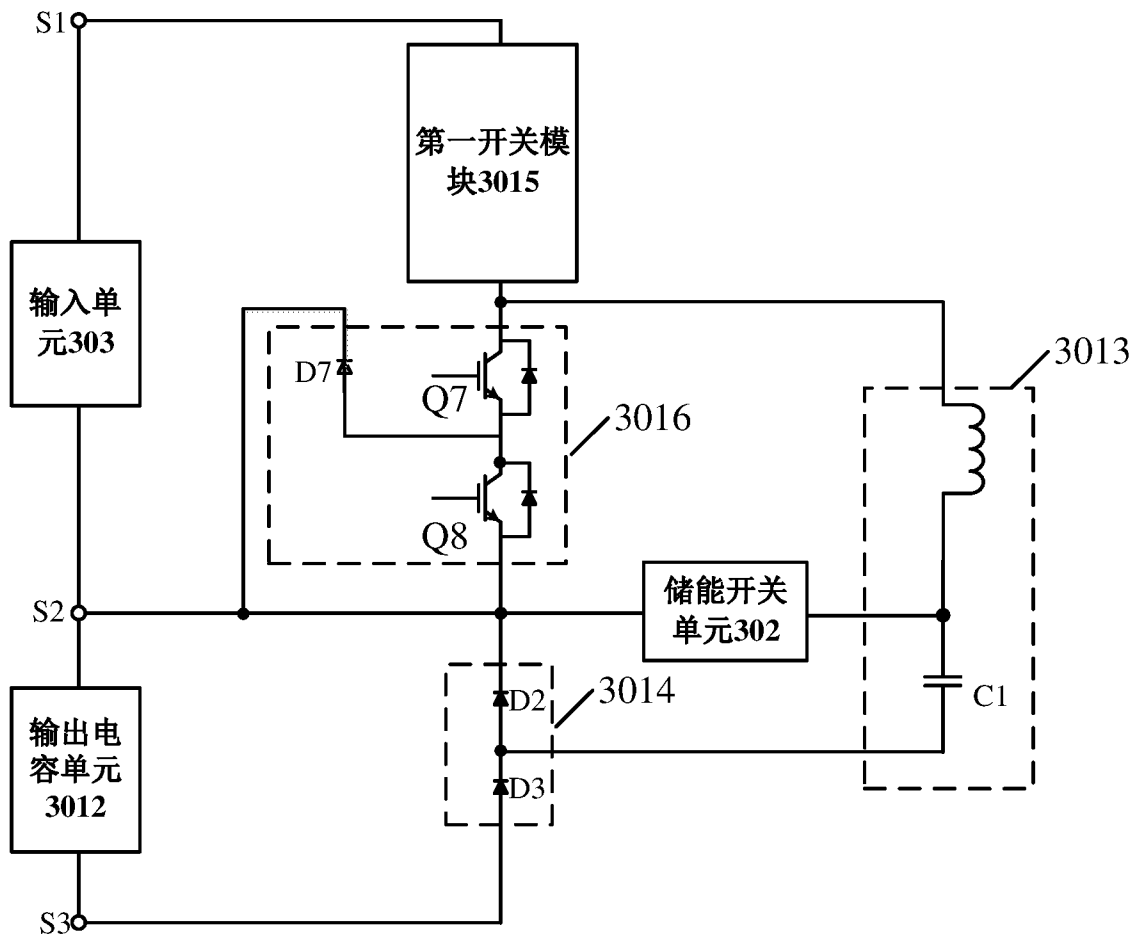


图 15A

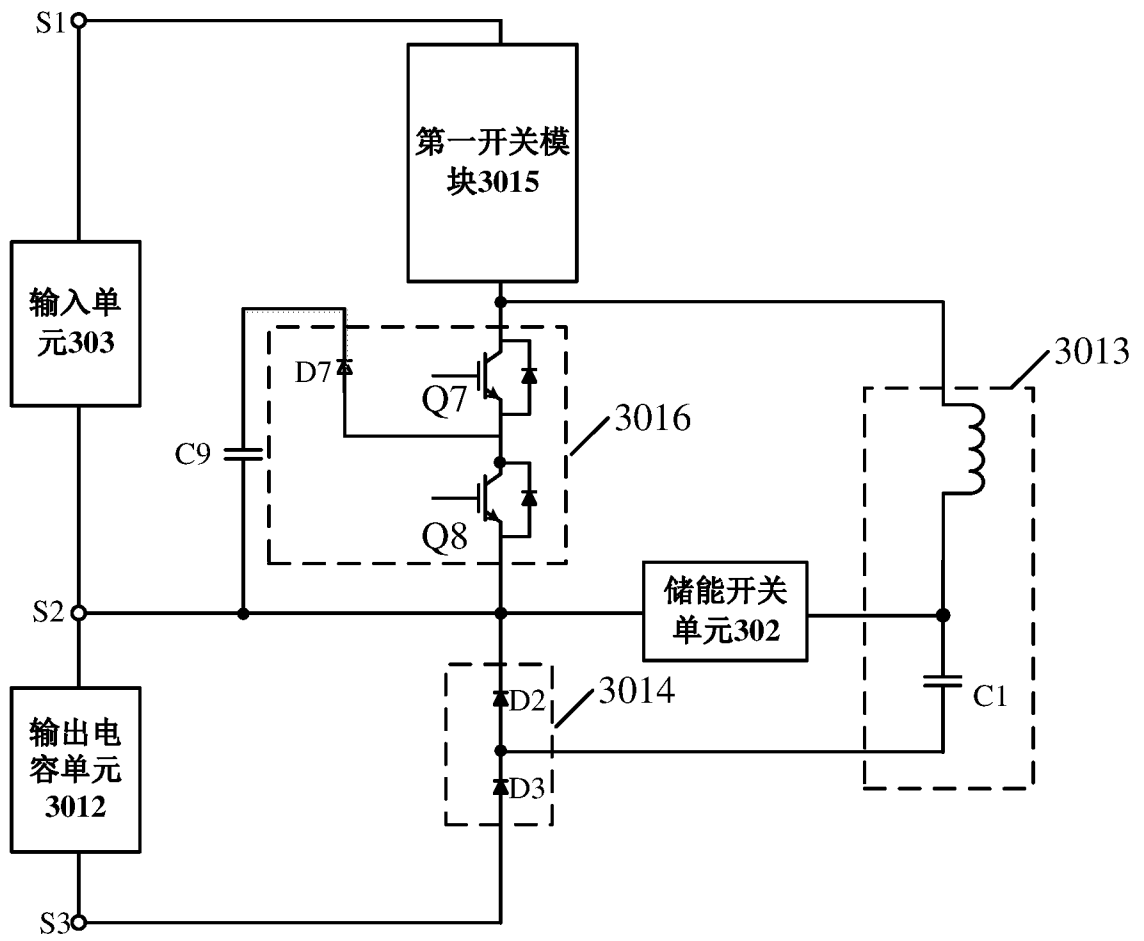


图 15B

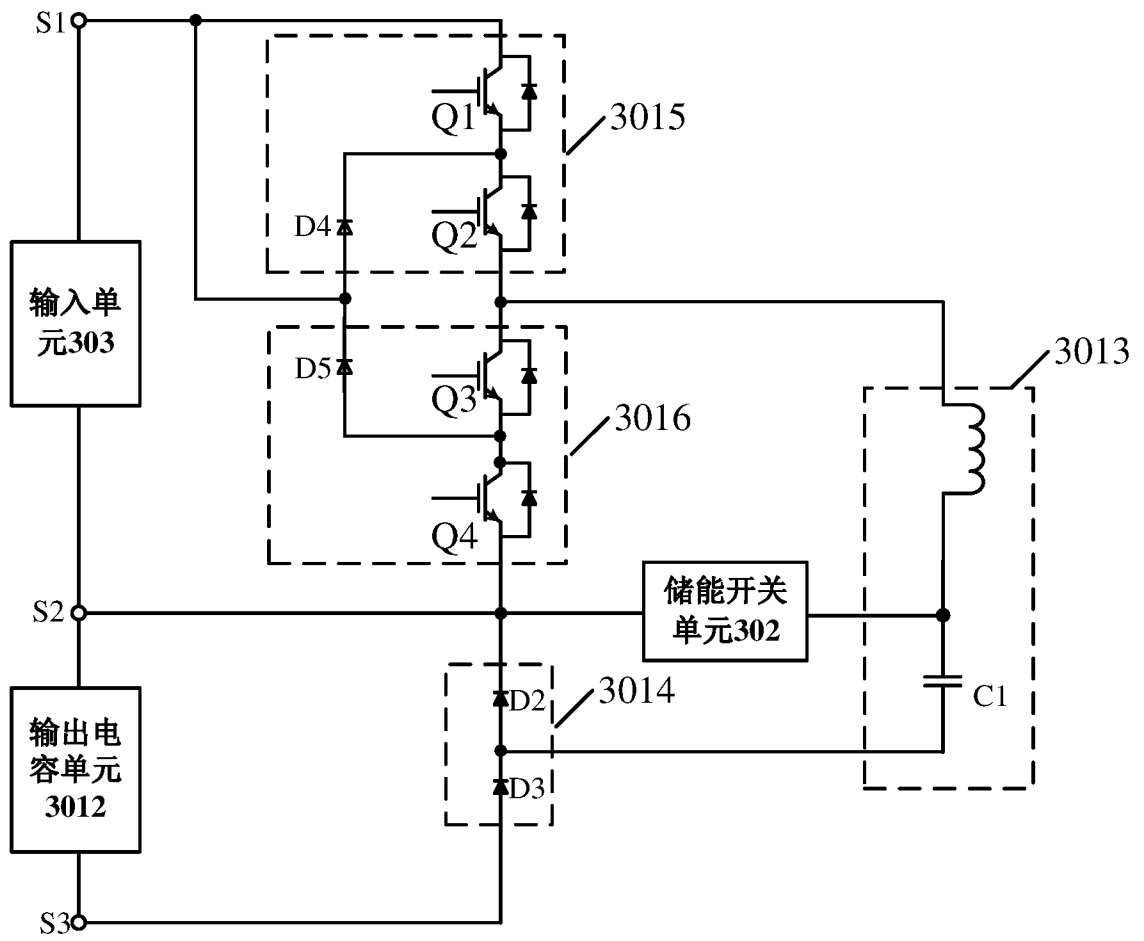


图 16A

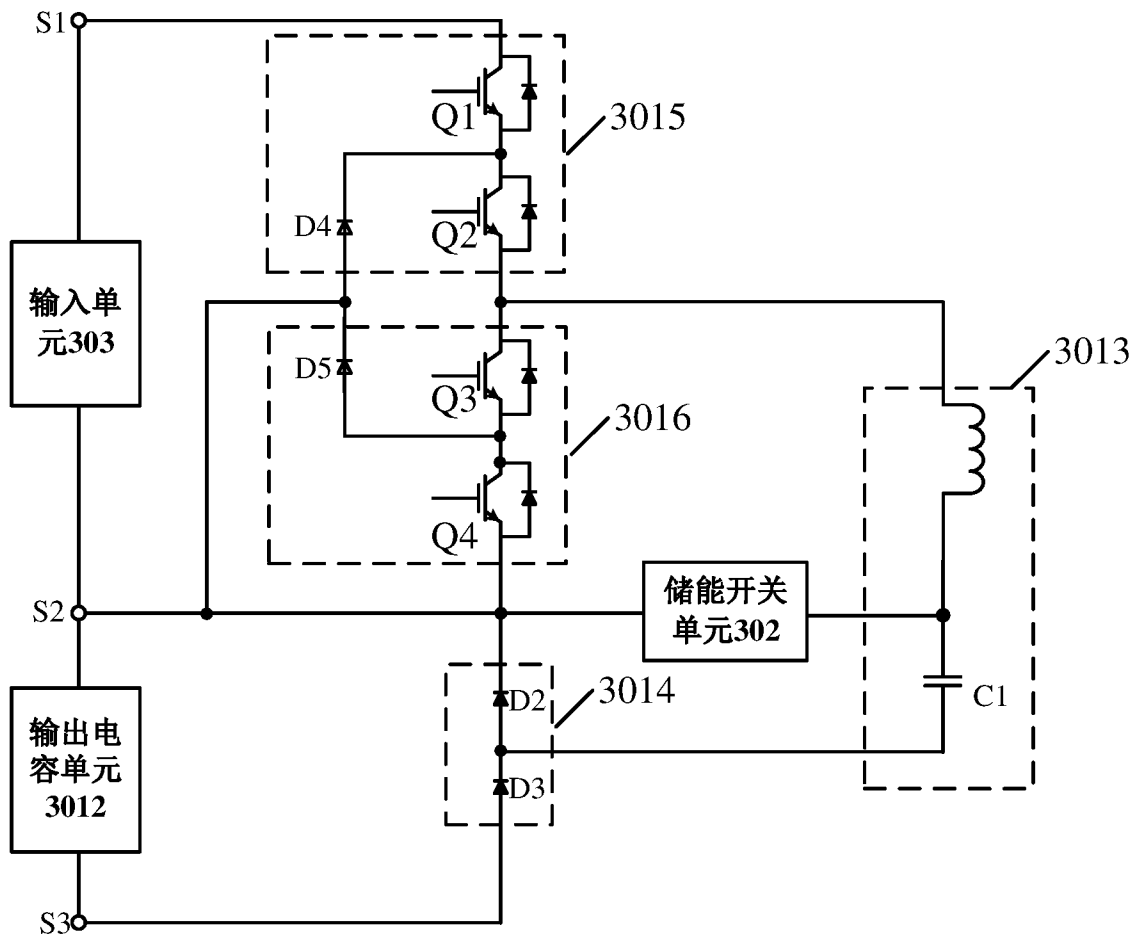


图 16B

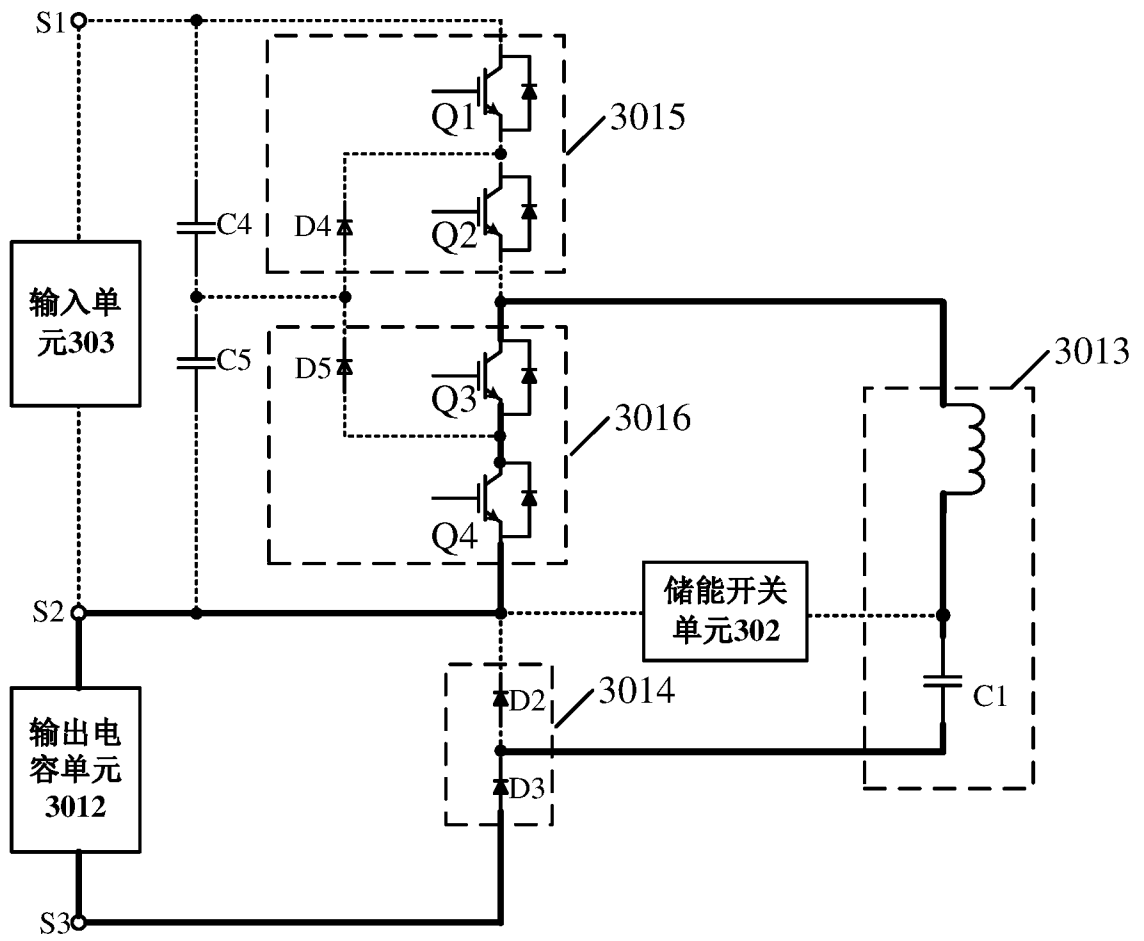


图 17A

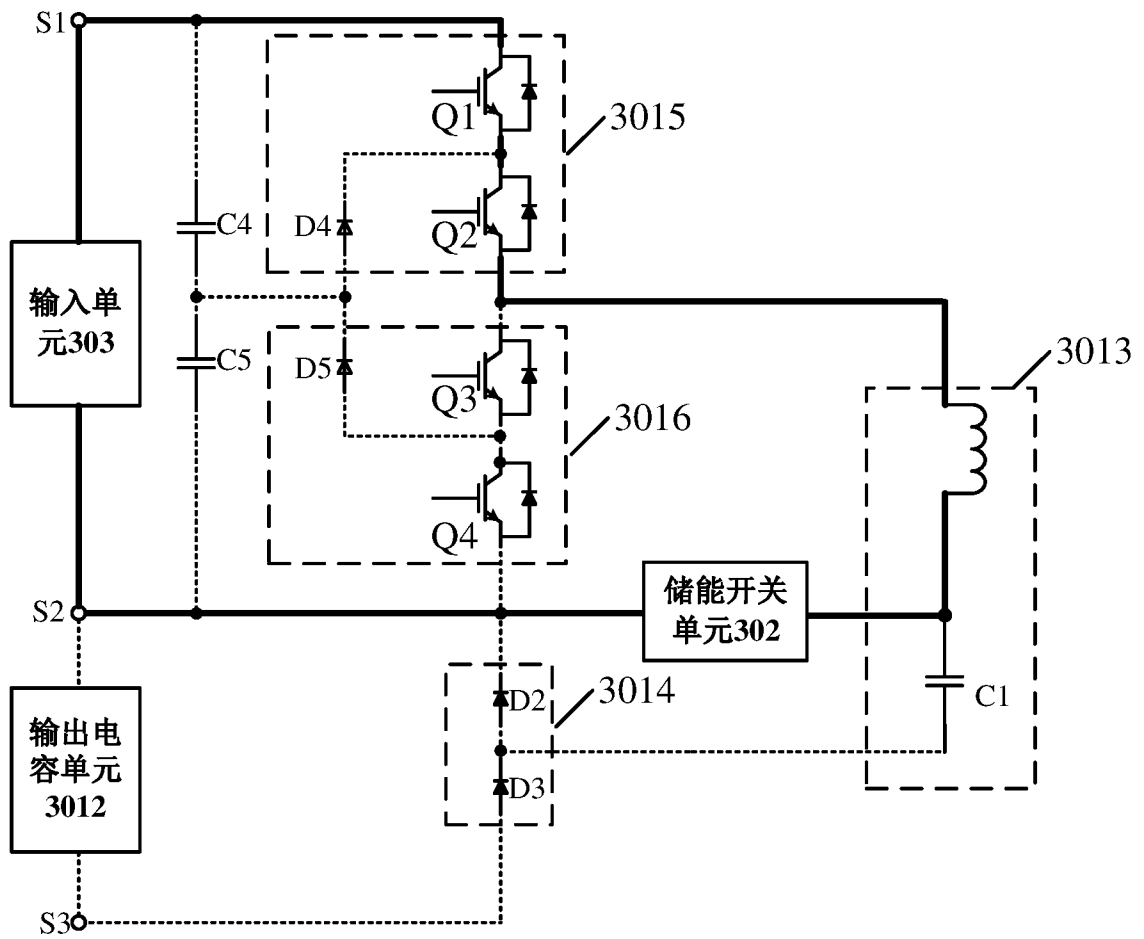


图 17B

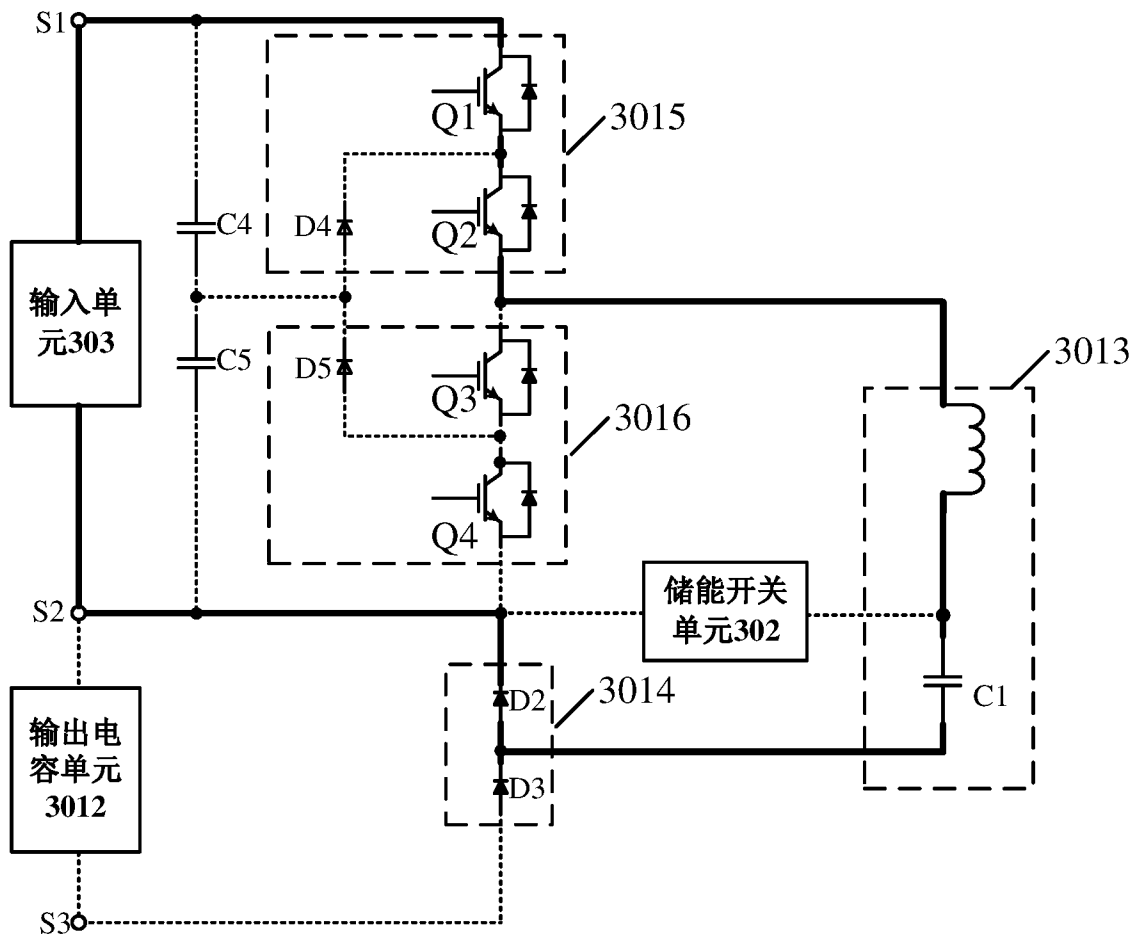


图 17C

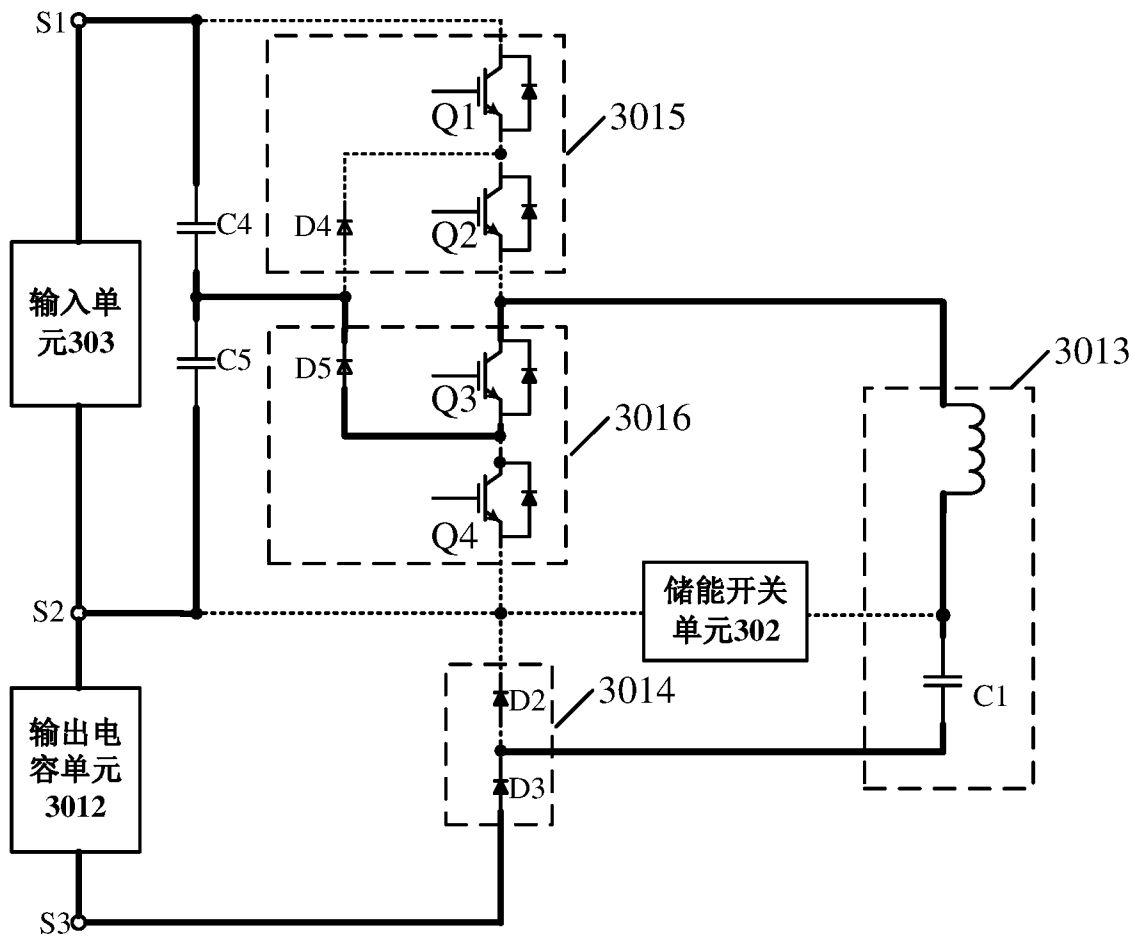


图 17D

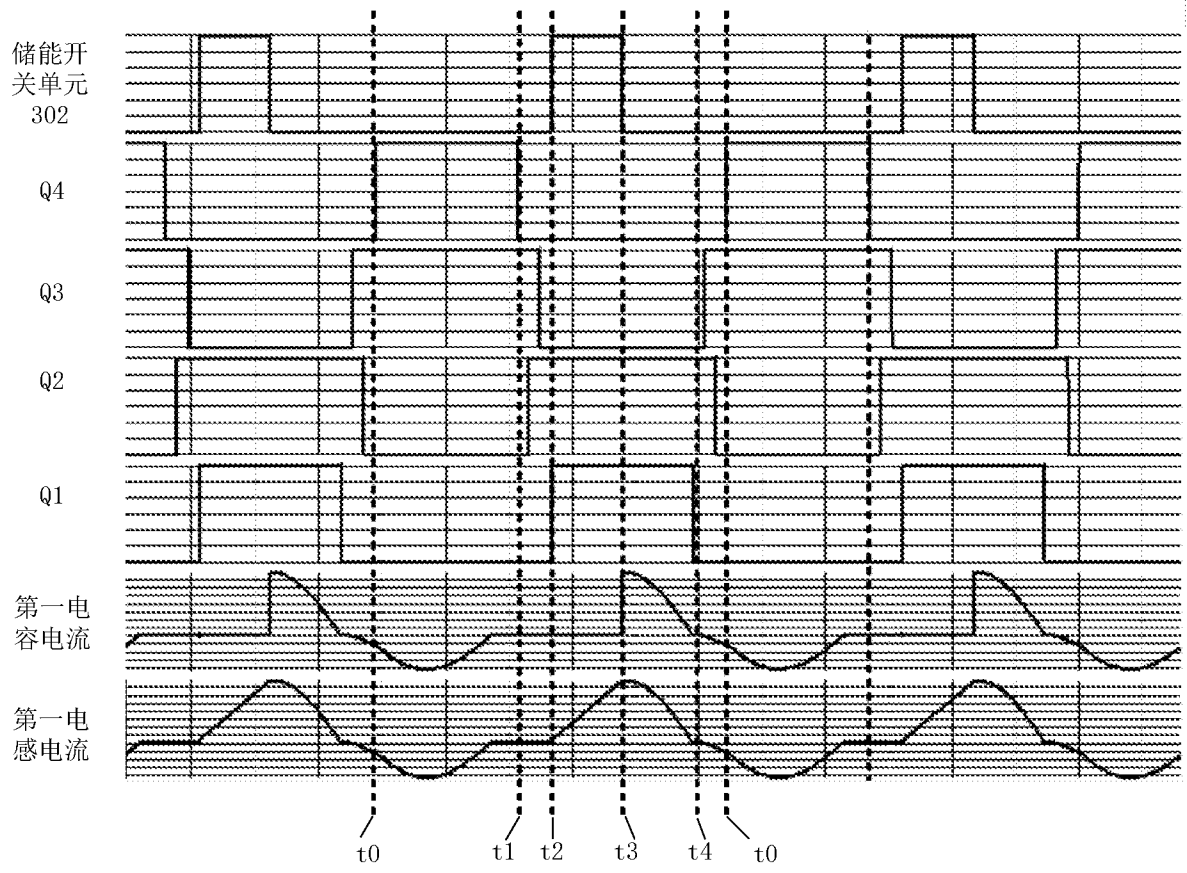


图 17E

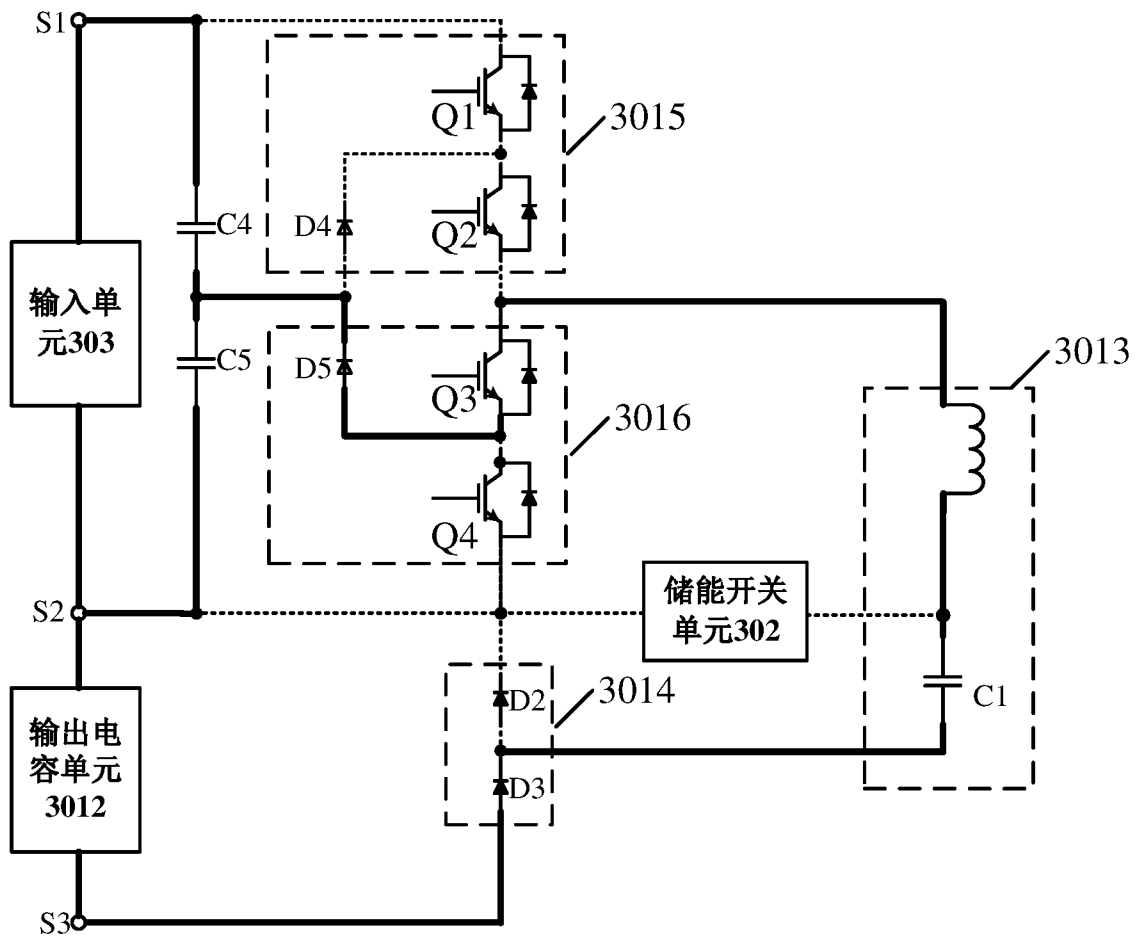


图 18A

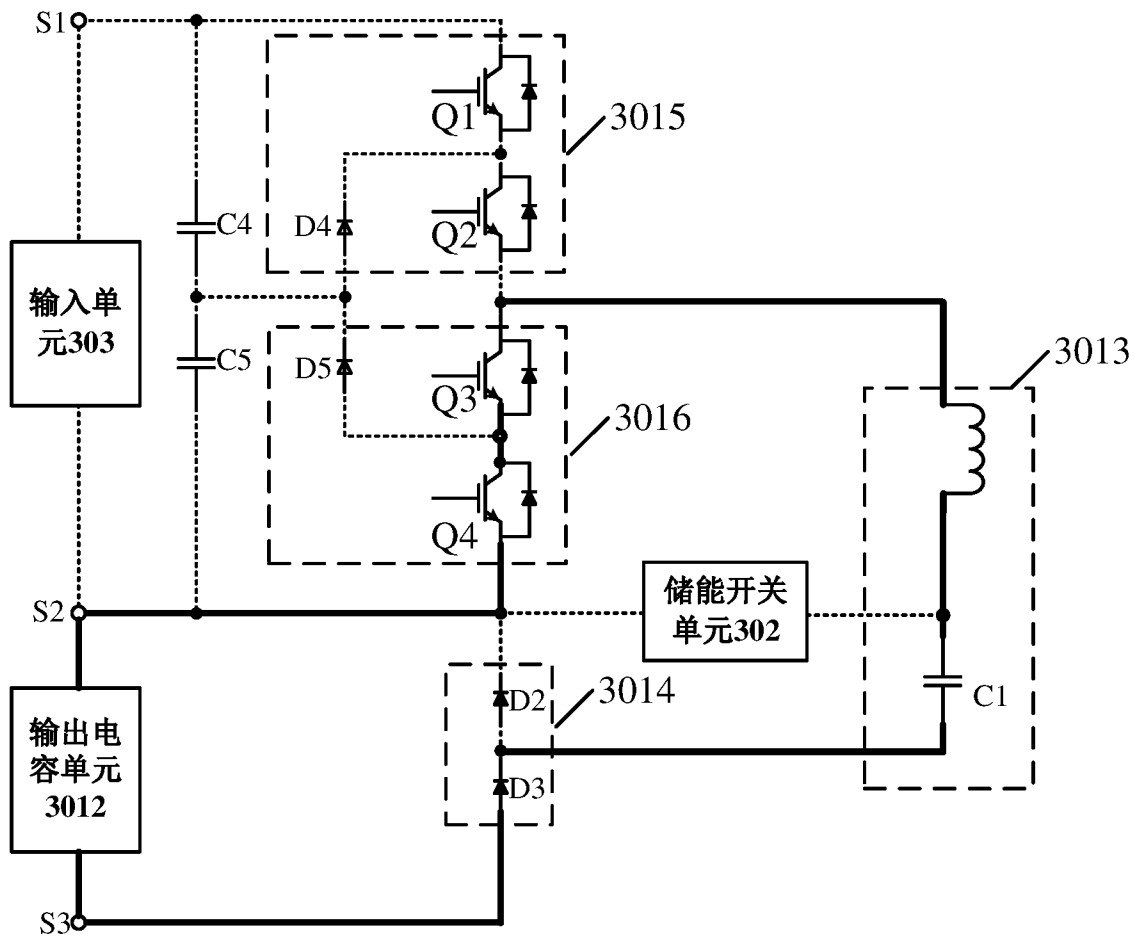


图 18B

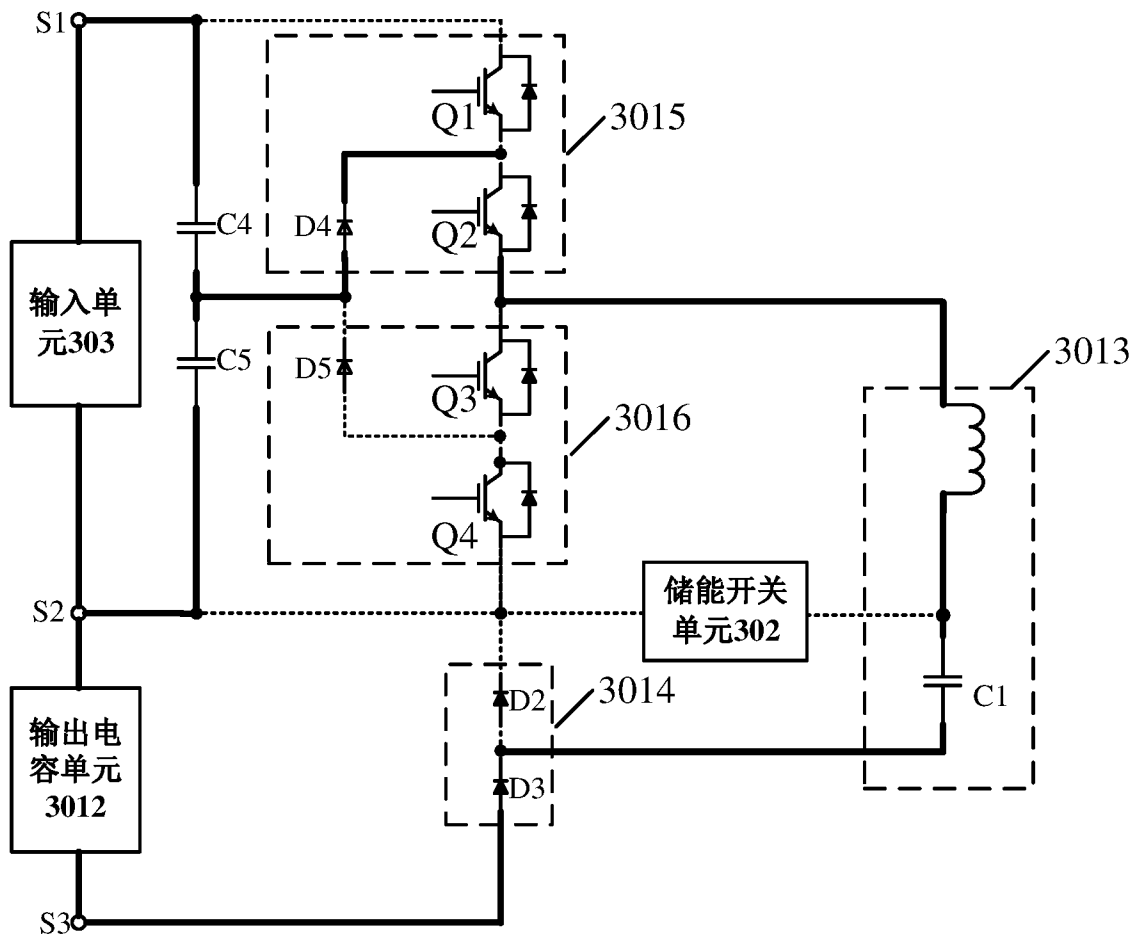


图 18C

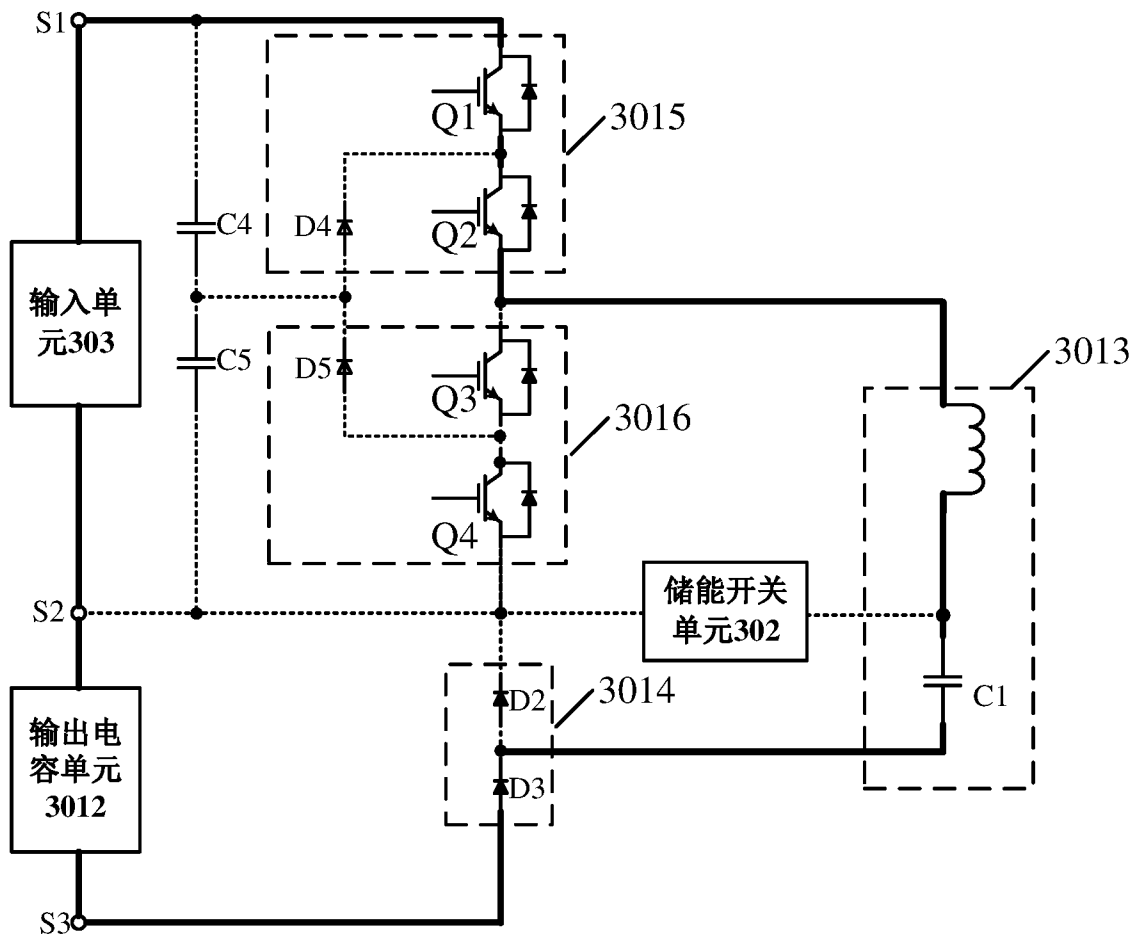


图 18D

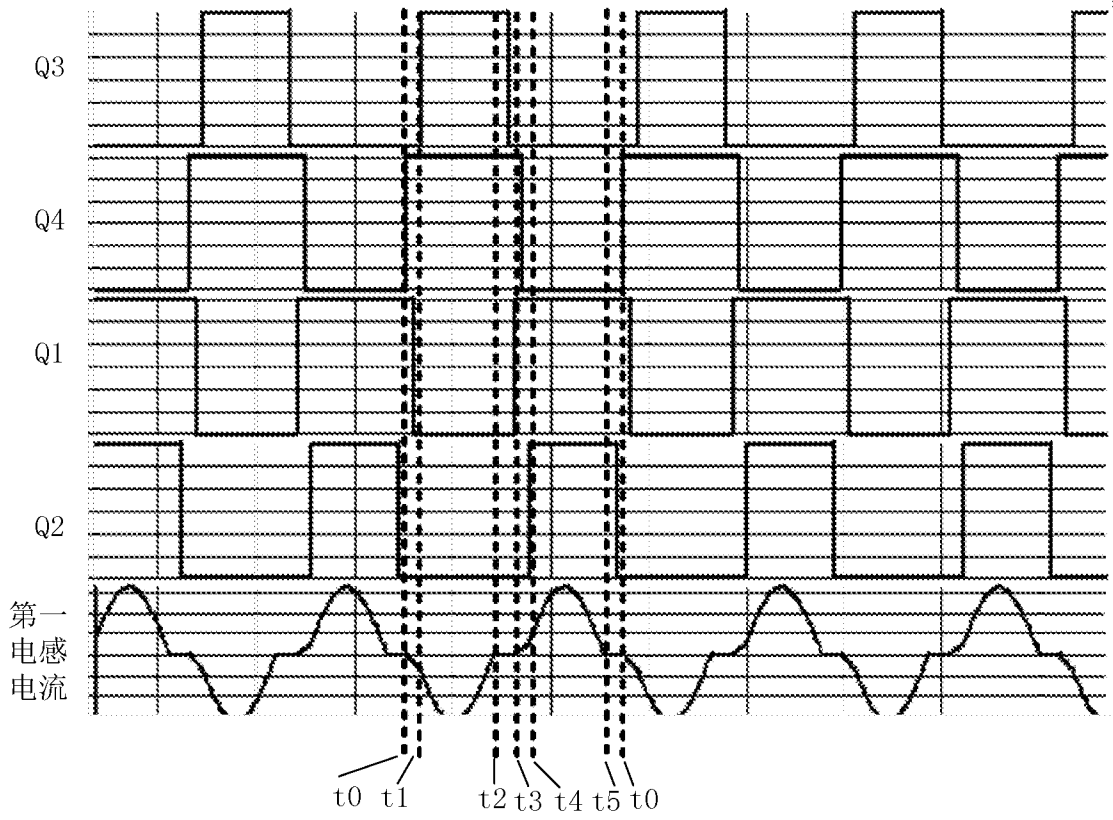


图 18E

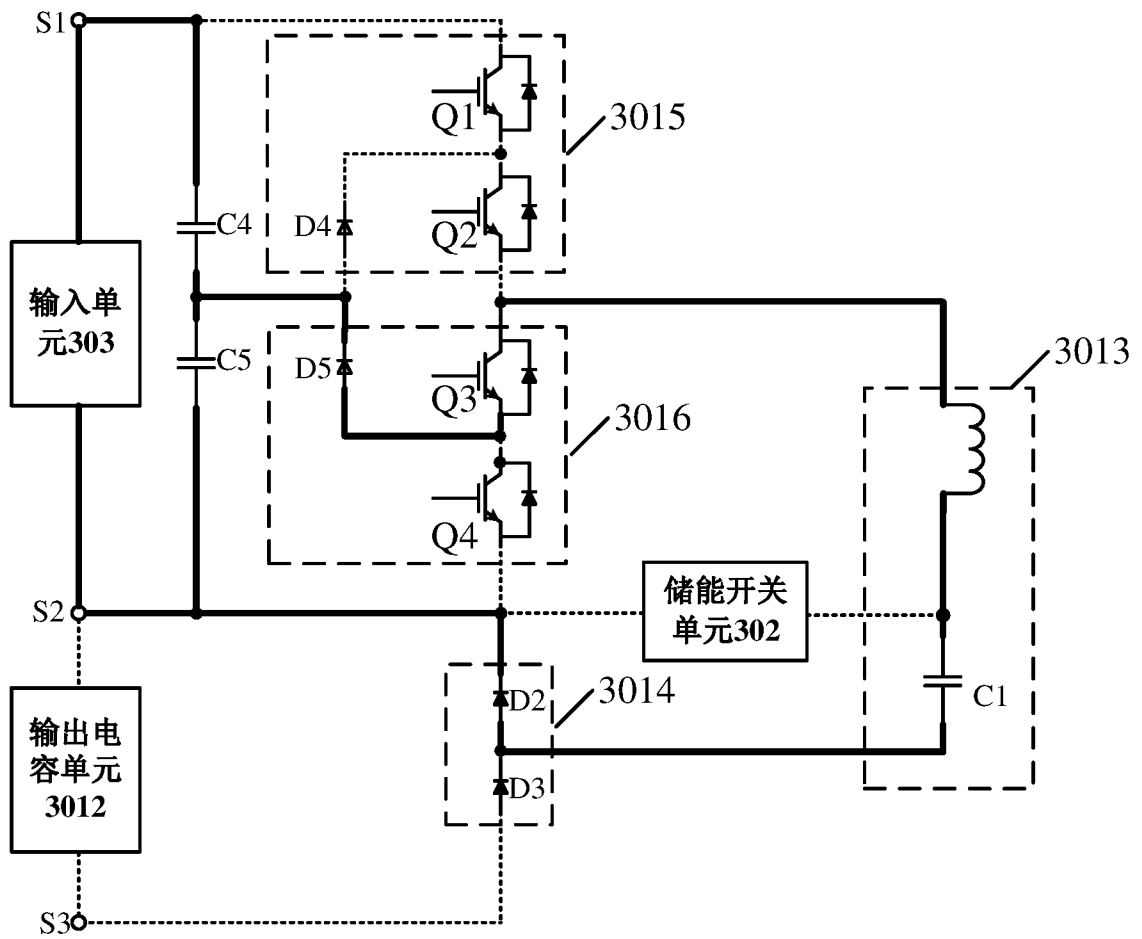


图 19A

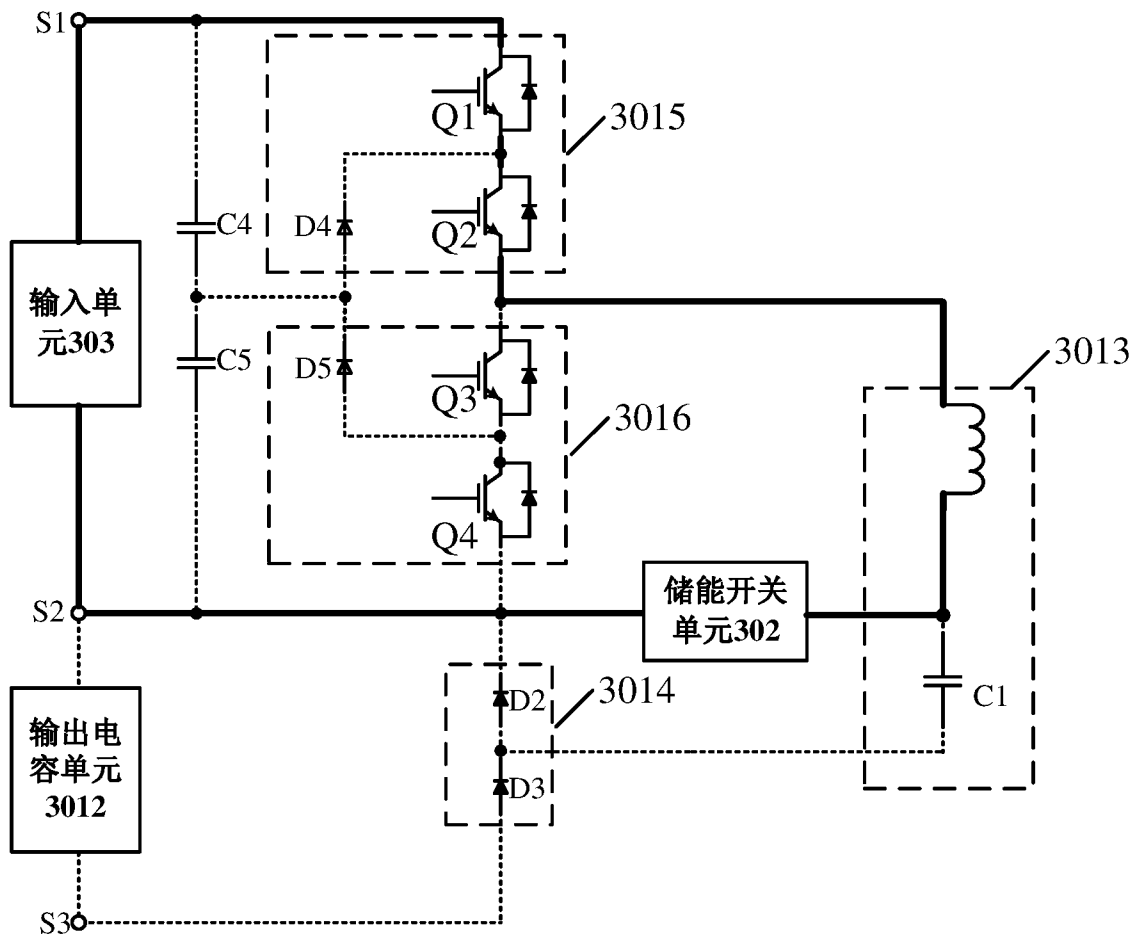


图 19B

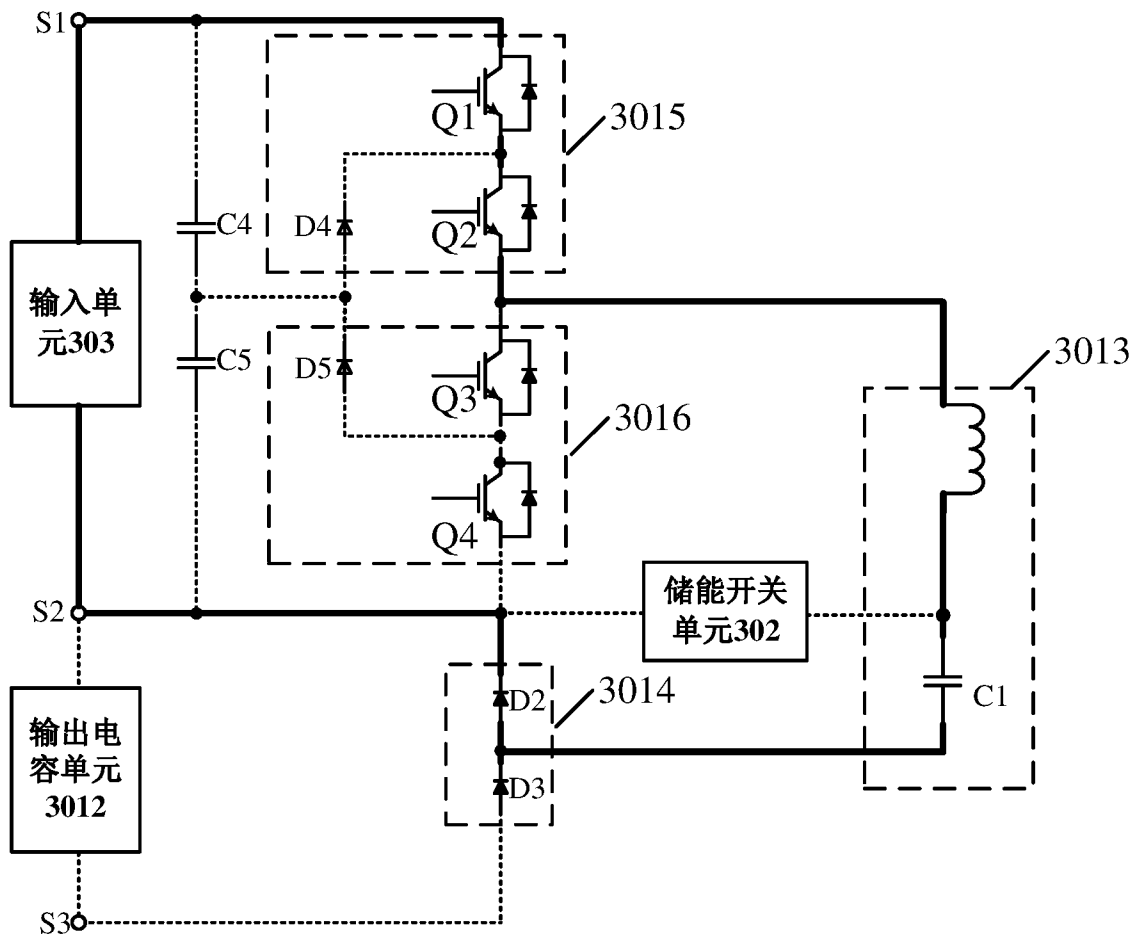


图 19C

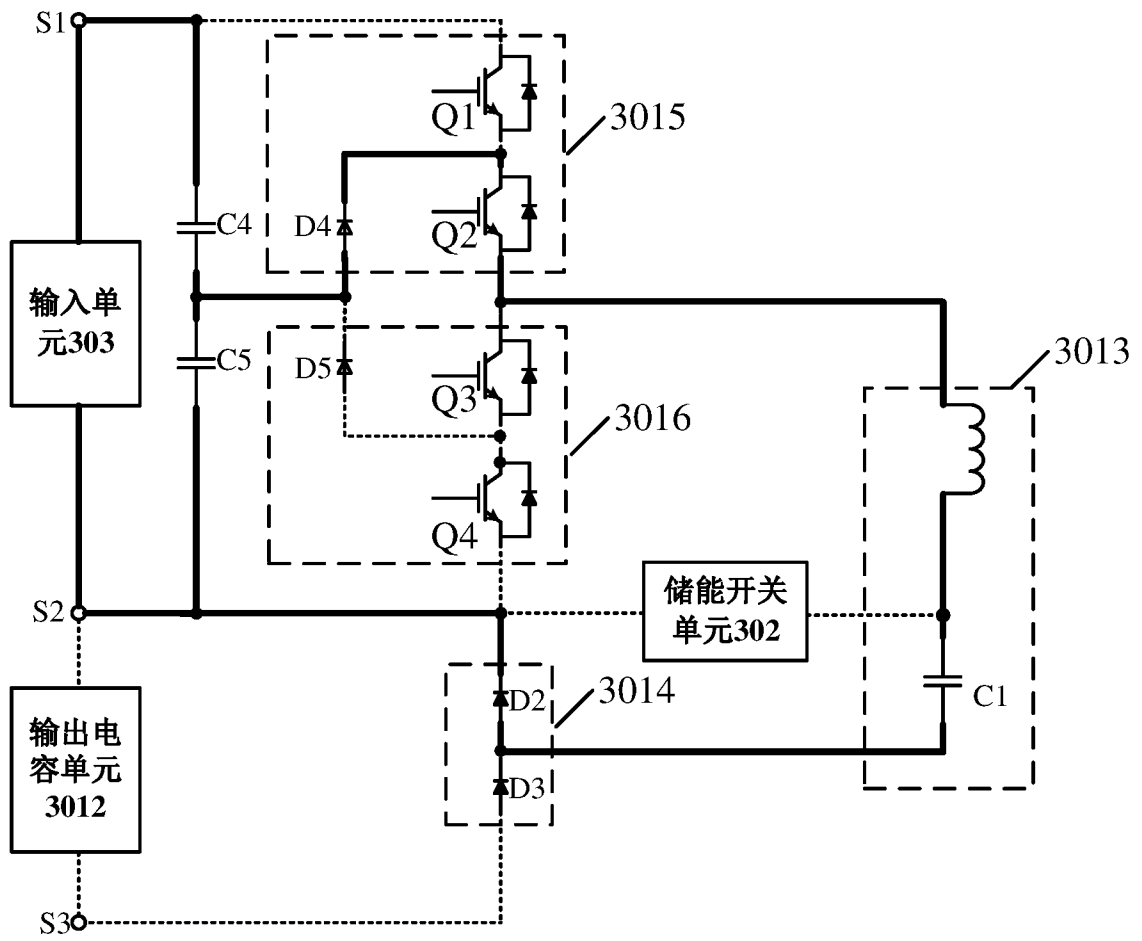


图 19D

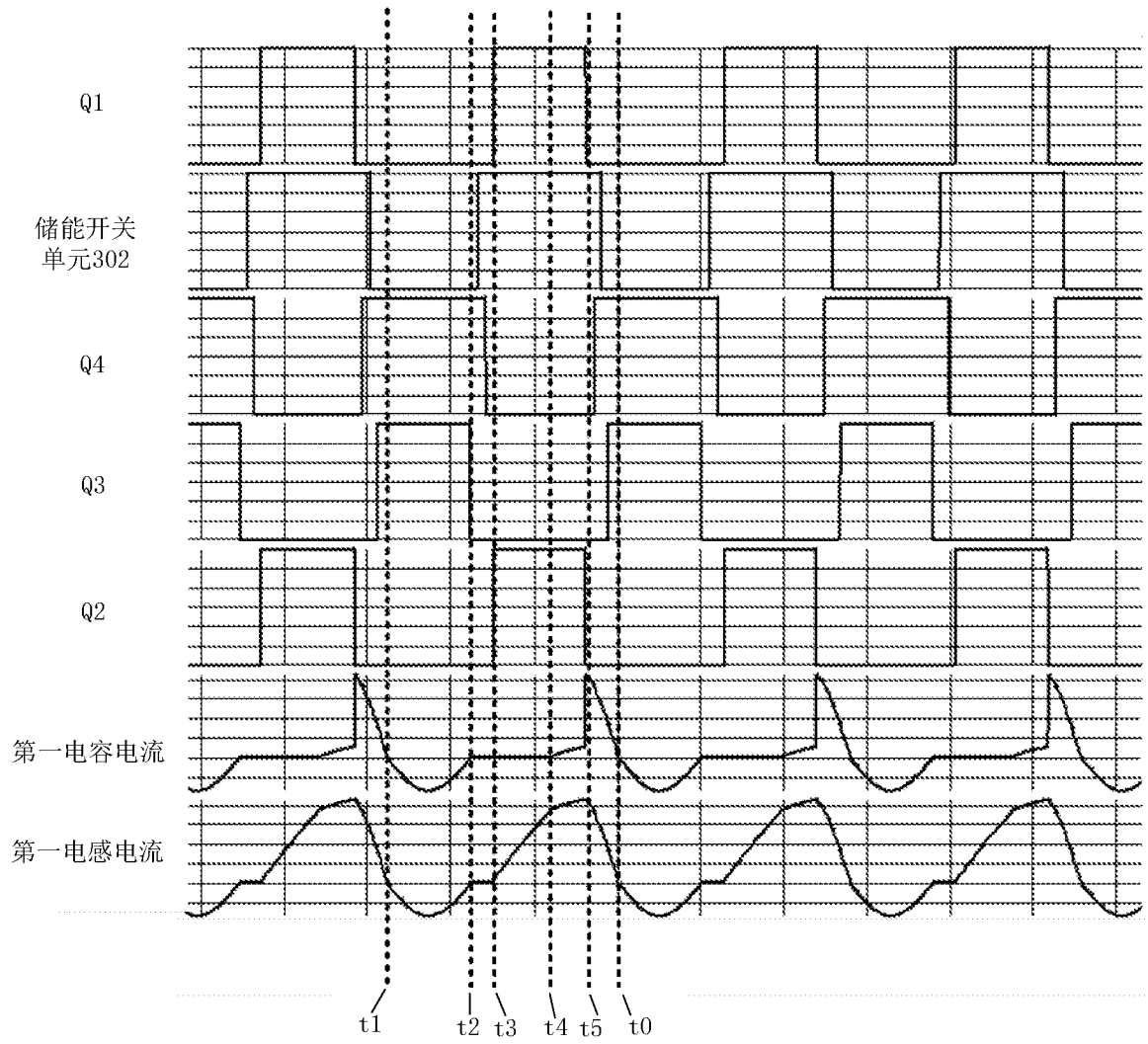


图 19E

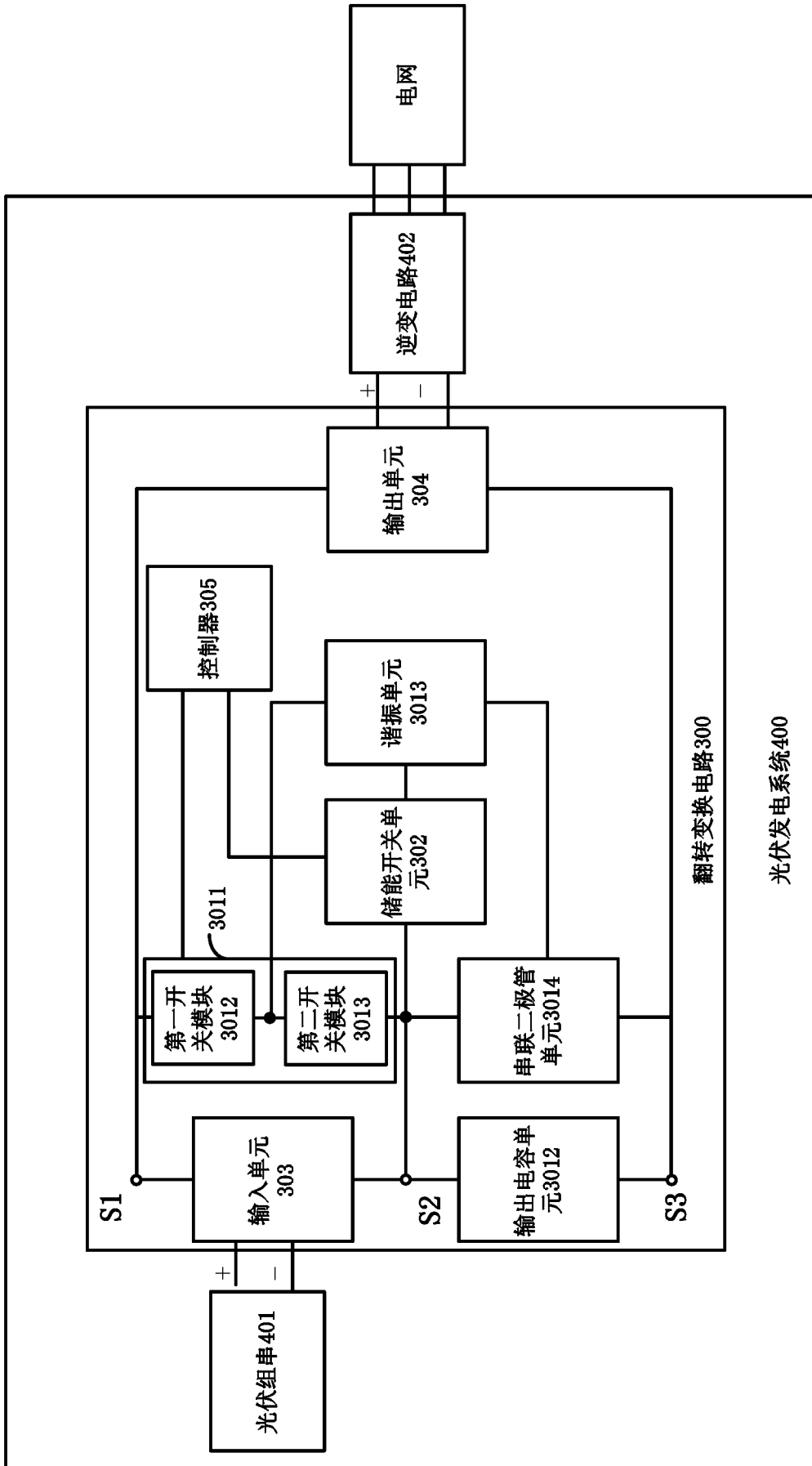


图20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/115149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02M 3/07(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i; H02M 7/487(2007.01)i; H02M 7/493(2007.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNTXT; CNABS; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 光伏, 翻转, 转换, 半桥, 谐振, 电感, 电容, 储能, 降压, 升压, 二极管, photovoltaic, turn, AC, DC, LLC, bridge, inductance, capacitance, buck, boost		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2709257 A2 (BOMBARDIER TRANSP GMBH) 19 March 2014 (2014-03-19) description, paragraphs [0070]-[0097], and figures 1 and 3	1-15
A	CN 105207256 A (SMART GRID RESEARCH INSTITUTE OF STATE GRID et al.) 30 December 2015 (2015-12-30) entire document	1-15
A	CN 107425722 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 01 December 2017 (2017-12-01) entire document	1-15
A	CN 107482903 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 15 December 2017 (2017-12-15) entire document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
19 April 2022		27 April 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/115149

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2709257	A2	19 March 2014	RU	2013142329	A	27 March 2015
				DE	102012216691	A1	20 March 2014
				EP	2709257	A3	21 February 2018
CN	105207256	A	30 December 2015	CN	105207256	B	22 February 2019
CN	107425722	A	01 December 2017	None			
CN	107482903	A	15 December 2017	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02M 3/07(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i; H02M 7/487(2007.01)i; H02M 7/493(2007.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXTX;CNABS;CNKI;SIPOABS;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT: 光伏, 翻转, 转换, 半桥, 谐振, 电感, 电容, 储能, 降压, 升压, 二极管, photovoltaic, turn, AC, DC, LLC, bridge, inductance, capacitance, buck, boost</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>EP 2709257 A2 (BOMBARDIER TRANSP GMBH) 2014年3月19日 (2014 - 03 - 19) 说明书第[0070]-[0097]段, 附图1、3</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105207256 A (国网智能电网研究院 等) 2015年12月30日 (2015 - 12 - 30) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107425722 A (中国石油大学华东) 2017年12月1日 (2017 - 12 - 01) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107482903 A (中山大学) 2017年12月15日 (2017 - 12 - 15) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	EP 2709257 A2 (BOMBARDIER TRANSP GMBH) 2014年3月19日 (2014 - 03 - 19) 说明书第[0070]-[0097]段, 附图1、3	1-15	A	CN 105207256 A (国网智能电网研究院 等) 2015年12月30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-15	A	CN 107425722 A (中国石油大学华东) 2017年12月1日 (2017 - 12 - 01) 全文	1-15	A	CN 107482903 A (中山大学) 2017年12月15日 (2017 - 12 - 15) 全文	1-15
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	EP 2709257 A2 (BOMBARDIER TRANSP GMBH) 2014年3月19日 (2014 - 03 - 19) 说明书第[0070]-[0097]段, 附图1、3	1-15															
A	CN 105207256 A (国网智能电网研究院 等) 2015年12月30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-15															
A	CN 107425722 A (中国石油大学华东) 2017年12月1日 (2017 - 12 - 01) 全文	1-15															
A	CN 107482903 A (中山大学) 2017年12月15日 (2017 - 12 - 15) 全文	1-15															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年4月19日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年4月27日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>潘奇智</p> <p>电话号码 (86-512) 88995775</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/115149

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
EP	2709257	A2	2014年3月19日	RU	2013142329	A	2015年3月27日
				DE	102012216691	A1	2014年3月20日
				EP	2709257	A3	2018年2月21日
CN	105207256	A	2015年12月30日	CN	105207256	B	2019年2月22日
CN	107425722	A	2017年12月1日	无			
CN	107482903	A	2017年12月15日	无			