

1. 一种电源装置,其特征在于,所述电源装置包括:

变压器,包括初级绕组和次级绕组;

第一开关元件,与初级绕组串联连接;

第一二极管,与第一开关元件并联连接;

第二开关元件,与初级绕组并联连接;

第二二极管,与第二开关元件并联连接;

第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕组一起与第二开关元件并联连接;

第一控制单元,被配置为控制第一开关元件和第二开关元件的开关操作,其中,在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下,第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关元件,并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下,第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段;

充电单元,连接到初级绕组,并且被配置为存储电荷;以及

连接单元,与充电单元串联连接,并且被配置为将充电单元在充电和放电之一被启用的连接状态与非连接状态之间切换,

其中在连接单元的状态切换到连接状态之后,在电流流入第一二极管和第二二极管中的任一个的时段期间,第一控制单元通过接通第一二极管和第二二极管中的电流流入的所述任一个的一侧上的开关元件来执行从暂停时段到操作时段的转变。

2. 如权利要求1所述的电源装置,

其中充电单元是与第二开关元件串联连接的第二电容器,

其中连接单元包括第三开关元件和与第三开关元件并联连接的第三二极管,并且

其中第一控制单元通过在第三开关元件的接通状态下使第二电容器中的电荷放电来控制第二开关元件在电流流入第二二极管期间接通。

3. 如权利要求2所述的电源装置,包括:

初级侧整流和平滑单元,连接到AC电源,该初级侧整流和平滑单元包括平滑电容器,

其中,在从操作时段转变到暂停时段的情况下,第一控制单元将第一开关元件和第二开关元件变成关断状态,并且将第三开关元件变成非连接状态,通过第一二极管将存储在初级绕组中的能量返回到平滑电容器,并使电流流入第三二极管,以对第一电容器充电。

4. 一种电源装置,其特征在于,所述电源装置包括:

变压器,包括初级绕组和次级绕组;

第一开关元件,与初级绕组串联连接;

第一二极管,与第一开关元件并联连接;

第二开关元件,与初级绕组并联连接;

第二二极管,与第二开关元件并联连接;

第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕组一起与第二开关元件并联连接;

第一控制单元,被配置为控制第一开关元件和第二开关元件的开关操作,其中,在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下,第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关

元件，并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下，第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段；

第四开关元件，连接到次级绕组；

第四二极管，与第四开关元件并联连接；

次级侧平滑电容器，连接到第四开关元件；以及

第二控制单元，被配置为通过接通或关断第四开关元件来控制同步整流操作，

其中第二控制单元执行控制以将第四开关元件变成接通状态以使存储在次级侧平滑电容器中的电荷放电，以便在第二电容器开始使第二电容器的电荷放电之后接通第一开关元件。

5. 如权利要求4所述的电源装置，

其中第二控制单元执行控制以将第四开关元件变成接通状态，以使存储在次级侧平滑电容器中的电荷放电，以便在电流流入第一二极管的同时接通第一开关元件。

6. 如权利要求5所述的电源装置，其中，在接通第一开关元件之后，第二控制单元将第四开关元件变成关断状态。

7. 如权利要求4所述的电源装置，包括：

其中第二控制单元执行控制以将第四开关元件变成接通状态，以使存储在次级侧平滑电容器中的电荷放电，以便在电流停止流入第一二极管之后电流流入第二二极管的同时接通第二开关元件。

8. 如权利要求7所述的电源装置，其中，在接通第二开关元件之前，第二控制单元将第四开关元件变成关断状态。

9. 如权利要求4所述的电源装置，其中第二控制单元基于来自第一控制单元的信息将第四开关元件变成接通状态。

10. 如权利要求1所述的电源装置，包括：

反馈单元，被配置为将与次级绕组感应出的电压对应的信号反馈到第一控制单元，

其中第一控制单元基于由反馈单元反馈的信号确定从暂停时段到操作时段的转变。

11. 如权利要求10所述的电源装置，其中第一控制单元基于由反馈单元反馈的信号确定停止开关操作并执行到暂停时段的转变。

12. 如权利要求1所述的电源装置，包括被配置为检测失谐的检测单元，

其中，在检测单元检测到失谐的情况下，第一控制单元停止开关操作并执行到暂停时段的转变，并且当从暂停时段返回到开关操作时，在通过将连接单元变成连接状态以使存储在充电单元中的电荷放电而使得电流流入第一二极管和第二二极管中的任一个时，第一控制单元接通第一二极管和第二二极管中的所述一个的开关元件，其中电流流入第一二极管和第二二极管中的所述一个。

13. 一种图像形成装置，其特征在于，所述图像形成装置包括：

图像形成单元，被配置为执行记录材料上的图像形成；以及

电源装置，被配置为向图像形成装置供应电力以执行图像形成，

所述电源装置包括：

变压器，包括初级绕组和次级绕组；

第一开关元件,与初级绕组串联连接;
第一二极管,与第一开关元件并联连接;
第二开关元件,与初级绕组并联连接;
第二二极管,与第二开关元件并联连接;
第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕组一起与第二开关元件并联连接;

第一控制单元,被配置为控制第一开关元件和第二开关元件的开关操作,其中,在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下,第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关元件,并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下,第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段;

充电单元,连接到初级绕组,并且被配置为存储电荷;以及
连接单元,与充电单元串联连接,并且被配置为使充电单元在充电和放电之一被启用的连接状态与非连接状态之间切换,

其中在连接单元的状态切换到连接状态之后,在电流流入第一二极管和第二二极管中的任一个的时段期间,第一控制单元通过接通第一二极管和第二二极管中电流流入的所述任一个的一侧上的开关元件来执行从暂停时段到操作时段的转变。

14. 如权利要求13所述的图像形成装置,
其中充电单元是与第二开关元件串联连接的第二电容器,
其中连接单元包括第三开关元件和与第三开关元件并联连接的第三二极管,并且
其中第一控制单元通过在第三开关元件的接通状态下使第二电容器中的电荷放电来控制第二开关元件在电流流入第二二极管期间接通。

15. 如权利要求13所述的图像形成装置,包括:
控制器,被配置为控制图像形成单元;以及
驱动单元,被配置为驱动图像形成单元,
其中电力从电源装置供应到控制器和驱动单元之一。

16. 如权利要求13所述的图像形成装置,其中,在从电源装置输出第一电压的情况下,图像形成装置通过图像形成单元执行图像形成操作,并且在从电源装置输出第二电压的情况下,图像形成装置处于省电状态。

17. 一种图像形成装置,其特征在于,所述图像形成装置包括:
图像形成单元,被配置为执行记录材料上的图像形成;以及
电源装置,被配置为向图像形成装置供应电力以执行图像形成,
所述电源装置包括:
变压器,包括初级绕组和次级绕组;
第一开关元件,与初级绕组串联连接;
第一二极管,与第一开关元件并联连接;
第二开关元件,与初级绕组并联连接;
第二二极管,与第二开关元件并联连接;
第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕

组一起与第二开关元件并联连接；

第一控制单元，被配置为控制第一开关元件和第二开关元件的开关操作，其中，在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下，第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关元件，并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下，第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段；

第四开关元件，连接到次级绕组；

第四二极管，与第四开关元件并联连接；

次级侧平滑电容器，连接到第四开关元件；以及

第二控制单元，被配置为通过接通或关断第四开关元件来控制同步整流操作，

其中第二控制单元执行控制以将第四开关元件变成接通状态以使存储在次级侧平滑电容器中的电荷放电，以便在第二电容器开始使第二电容器的电荷放电之后接通第一开关元件。

18. 如权利要求17所述的图像形成装置，包括：

控制器，被配置为控制图像形成单元；以及

驱动单元，被配置为驱动图像形成单元，

其中从电源装置向控制器和驱动单元之一供应电力。

19. 如权利要求13所述的图像形成装置，其中，在从电源装置输出第一电压的情况下，图像形成装置通过图像形成单元执行图像形成操作，并且在从电源装置输出第二电压的情况下，图像形成装置处于省电状态。

电源装置和图像形成装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电源装置和图像形成装置,尤其涉及低负载状态下的DCDC转换器装置的开关控制。

背景技术

[0002] 在许多电源装置中采用半桥型电流谐振电路,因为与正向电源相比,其具有额定负载下的高效率、低噪声并且可以使用一个线圈(变压器)。但是,已知包括电流谐振电路的电源装置在低负载状态下不具有良好的效率。因此,常规地,为了提高低负载状态下的效率,采用了双转换器系统,其连接到具有小的输出的反激转换器并且使电流谐振电路停止(参见日本专利申请特许公开No.2013-143877)。

[0003] 但是,为了减小包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本,期望提高低负载状态下的电流谐振电路的效率。

发明内容

[0004] 本发明的一个方面是一种电源装置,其能够提高包括电流谐振电路的电源装置在低负载状态下的效率。

[0005] 本发明的另一方面是一种电源装置,其包括:变压器,包括初级绕组和次级绕组;第一开关元件,与初级绕组串联连接;第一二极管,与第一开关元件并联连接;第二开关元件,与初级绕组并联连接;第二二极管,与第二开关元件并联连接;第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕组一起与第二开关元件并联连接;第一控制单元,被配置为控制第一开关元件和第二开关元件的开关操作,其中,在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下,第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关元件,并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下,第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段;充电单元,连接到初级绕组,并且被配置为存储电荷;以及连接单元,与充电单元串联连接,并且被配置为在充电和放电之一被启用的连接状态与非连接状态之间切换充电单元,其中在连接单元的状态切换到连接状态之后,在电流流入第一二极管和第二二极管中的任一个的时段期间,第一控制单元通过接通第一二极管和第二二极管中电流流入的所述任一个的一侧上的开关元件来执行从暂停时段到操作时段的转变。

[0006] 本发明的另一方面是一种图像形成装置,包括:图像形成单元,被配置为在记录材料上执行图像形成;以及电源装置,被配置为向图像形成装置供应电力以执行图像形成,该电源装置包括:变压器,包括初级绕组和次级绕组;第一开关元件,与初级绕组串联连接;第一二极管,与第一开关元件并联连接;第二开关元件,与初级绕组并联连接;第二二极管,与第二开关元件并联连接;第一电容器,与初级绕组串联连接,第一电容器连同与第一电容器串联连接的初级绕组一起与第二开关元件并联连接;第一控制单元,被配置为控制第一开

关元件和第二开关元件的开关操作,其中,在从电源装置输出的电压为第一电压的情况下,第一控制单元连续驱动第一开关元件和第二开关元件,并且在从电源装置输出的电压是小于第一电压的第二电压的情况下,第一控制单元能够控制开关操作以便重复第一开关元件和第二开关元件被连续驱动的操作时段以及第一开关元件和第二开关元件被停止的暂停时段;充电单元,连接到初级绕组,并且被配置为存储电荷;以及连接单元,与充电单元串联连接,并且被配置为在充电和放电之一被启用的连接状态与非连接状态之间切换充电单元,其中在连接单元的状态切换到连接状态之后,在电流流入第一二极管和第二二极管中的任一个中的时段期间,第一控制单元通过接通第一二极管和第二二极管中电流流入的所述任一个的一侧上的开关元件来执行从暂停时段到操作时段的转变。

[0007] 参考附图,根据示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0008] 图1是示例1的电源装置的电路图。

[0009] 图2A、2B、2C、2D、2E和2F是图示在额定负载状态下示例1的电源装置的每个部分的波形的图。

[0010] 图3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G和3H是图示在低负载状态下示例1的电源装置的每个部分的波形的图。

[0011] 图4是描述在每个时段中流入示例1的电源装置的电路的电流的方向的图。

[0012] 图5是示例2的电源装置的电路图。

[0013] 图6A、6B、6C、6D、6E、6F、6G和6H是图示在更低负载状态下示例2的电源装置的每个部分的波形的图。

[0014] 图7是描述在每个时段中流入示例2的电源装置的电路的电流的方向的图。

[0015] 图8A、8B、8C、8D、8E、8F、8G和8H是图示在更低负载状态下示例3的电源装置的每个部分的波形的图。

[0016] 图9是描述在每个时段中流入示例3的电源装置的电路的电流的方向的图。

[0017] 图10A、10B、10C、10D、10E、10F、10G、10H和10I是图示在正常状态下示例4的电源装置的每个部分的波形的图。

[0018] 图11A、11B、11C、11D、11E、11F、11G、11H和11I是图示与示例4相比而言在失谐发生状态下常规控制的每个部分的波形的图。

[0019] 图12A、12B、12C、12D、12E、12F、12G、12H和12I是图示在失谐发生状态下示例4的控制的每个部分的波形的图。

[0020] 图13是图示示例5的图像形成装置的图。

具体实施方式

[0021] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0022] [电源装置]

[0023] 示例1是这样的示例,其中串联谐振单元的第一电容器还用作充电和放电单元的示例,并且第三开关元件与第一电容器串联连接。如果提供暂停时段(这是负载变为轻负载的时段),并且通过开关控制电路停止开关操作,那么即使在从暂停时段恢复开关操作的情

况下，软开关也是有可能的。在下文中，正在执行开关操作的时段也称为开关时段。即，下面描述的开关控制单元控制第三开关元件，使得在暂停时段中电压存储在第一电容器中。另一方面，在恢复开关操作时，开关控制单元通过利用存储在第一电容器中的电压来控制第三开关元件使电流流入串联谐振单元，并执行其它开关元件的软开关。

[0024] 图1是示例1的电源装置160的电路图。电源装置160连接到商用AC电源100。电源装置160包括：滤波器部分101，其是滤波器单元；以及整流平滑电路150，其是初级侧上的整流和平滑单元。整流平滑电路150包括例如二极管桥102和电容器103，使经受二极管桥102和电容器103全波整流的电压平滑，并将电压输出到后续级。电源装置160包括设置在高侧的第一开关元件104（下文中称为开关元件104），并且开关元件104是例如场效应晶体管（下文中称为FET）。电源装置160包括设置在低侧的第二开关元件105（下文中称为开关元件105），并且开关元件105是例如FET。开关元件104和105分别包括与第一二极管和第二二极管对应的反向导通二极管，并且在下文中，这些反向导通二极管被称为体二极管。第一二极管和第二二极管可以是分别与第一开关元件和第二开关元件并联连接的二极管。要注意的是，分别地，开关元件104和105的漏极端子示为D，源极端子示为S，并且栅极端子示为G。

[0025] 电源装置160包括电压谐振电容器106、作为串联谐振单元的串联谐振电路153，以及作为充电和放电单元的充电和放电电路154。电压谐振电容器106与开关元件105并联连接，并执行电压谐振操作。串联谐振电路153包括例如变压器107的初级绕组108以及电容器109，并且变压器107的初级绕组108和电容器109构成串联连接的串联电路。充电和放电电路154包括例如电容器109和第三开关元件110（下文中称为开关元件110），并且电容器109和开关元件110构成串联连接的串联电路。在这里，电容器109用在串联谐振电路153中以及充电和放电电路154中，并且还用作充电单元。当使存储在电容器109中的电荷放电时，开关元件110用作变为连接状态的连接单元。

[0026] 电源装置160包括上述变压器107，并且变压器107包括上述初级绕组108、次级绕组111和112，以及辅助绕组138。电源装置160包括作为次级侧整流和平滑单元的次级侧整流平滑电路157，以及作为反馈单元的反馈电路151。次级侧整流平滑电路157包括二极管113和114，以及次级侧平滑电容器115，通过二极管113和114在次级侧执行整流，并且通过次级侧平滑电容器115在次级侧执行平滑。

[0027] 反馈电路151包括电阻器119和120、分路调节器118、电阻器116和光电耦合器117。光电耦合器117包括次级侧上的发光二极管（下文中称为LED）117a和初级侧上的光敏晶体管117b。在示例1中，次级侧平滑电容器115的电压被电阻器119和120分压，并且分压的电压被输入到分路调节器118。分路调节器118将输入电压与内置参考电压进行比较，经由电阻器116将电流传递到光电耦合器117的LED 117a，因而光电耦合器117的光敏晶体管117b变为接通状态。当光电耦合器117的光敏晶体管117b变为接通状态时，由次级侧整流平滑电路157进行整流平滑的电压的信息（下文中称为输出电压）被发送到开关控制IC 126（其是开关控制器152的第一控制单元）。在下文中，开关控制IC 126缩写为IC 126。电源装置160将输出电压供应给负载121。

[0028] 电源装置160包括上述开关控制器152，并且开关控制器152包括上述IC 126。IC 126的1至11是端子的编号，并且在下文中，端子将被称为端子1等。在示例1中，与本发明不直接相关的功能（诸如软起动电路、反馈、限流功能）的描述被省略。IC 126的端子1是高压

输入端子,初级侧电容器103的电压经由AC线电压或电阻器130供应到该高压输入端子,并且该高压输入端子构成激活IC 126的电力供应。在示例1中,IC 126的端子1经由电阻器130连接到电容器103。

[0029] IC 126的端子2是IC 126的电源端子,端子3是电流检测端子,并且端子4是反馈端子。通过由二极管122和电容器123对由变压器107的辅助绕组138感应出的电压执行整流平滑而获得的电压被输入到作为电源端子的端子2。来自反馈电路151的光电耦合器117的LED 117a的信号经由光电耦合器117的光电晶体管117b及电阻器127输入到作为反馈端子的端子4。

[0030] IC 126的端子5是GND(接地)端子,并且端子6是用于操作驱动高侧的开关元件104的驱动器(下文中称为高侧驱动器)的自举(bootstrap)电源端子。作为自举电源端子的端子6是从连接到开关控制器152的端子2(电源端子)的电容器123输入由二极管124和电容器125生成的自举电压的端子。端子7是驱动开关元件104的高侧栅极输出端子,端子8是连接到用作自举电压的参考的中间电位的端子,并且端子9是驱动开关元件105的低侧栅极输出端子。此外,端子10是连接到低侧上的开关元件105的源极端子S的端子,并且端子11是驱动开关元件110的栅极端子的栅极输出端子。电源装置160包括电流检测电路156(其是电流检测单元),并且电流检测电路156包括例如电阻器128和电容器129。电流检测电路156通过电容器129和电阻器128检测电容器109的电流。

[0031] [电流的方向]

[0032] 在这里,在描述每个操作之前定义电压和电流的方向。关于开关元件104和105的漏极电压,漏极端子的电压变得高于源极端子的电压的方向被定义为正。关于开关元件104和105的漏极电流,漏极电流从漏极端子流到源极端子的方向被定义为正。对于开关元件104和105的栅极电压,栅极端子的电压变得高于源极端子的电压的方向被定义为正。此外,关于电容器109的电流,电流从连接到变压器107的初级绕组108的一个端子流到连接到开关元件110的漏极端子的另一个端子的方向被定义为正,相反的方向被定义为负。对于由变压器107的次级绕组111和112感应出的电压,当连接到二极管113和114的阳极端子时电压变得更高的方向被定义为正。

[0033] [额定负载状态下的操作]

[0034] 通过使用电源装置160的每个波形的示例来描述负载121接近额定负载的情况下操作。要注意的是,额定负载是例如从电源装置160输出的电压是24V的情况。要注意的是,虽然在稍后描述,但是低负载状态是从电源装置160输出的电压是5V的情况。图2A至图2F是图示电源装置160中的每个波形的曲线图。图2A图示了开关元件104的栅极-源极电压的波形,图2B图示了开关元件105的栅极-源极电压,并且图2C图示了开关元件110的栅极-源极电压。图2D图示了开关元件104的漏极电流Id104,图2E图示了开关元件105的漏极电流Id105,并且图2F示出了开关元件110的漏极电流Id110。此外,每个图中横轴表示时间。图2A至图2F也称为波形1至波形6。要注意的是,在负载121接近额定负载的情况下,开关元件110处于接通状态(图2C)。

[0035] (时段1)

[0036] 当开关元件104接通时(图2A),电流沿着从电容器103到开关元件104、从开关元件104到变压器107的初级绕组108、从变压器107的初级绕组108到电容器109的路线流动。变

压器107的次级绕组111以与初级绕组108相同的方向缠绕。当次级绕组111感应出的电压变得高于二极管113的正向电压时,电流经由二极管113从变压器107的次级绕组111流出,以对次级侧平滑电容器115充电。在开关元件104继续处于接通状态的情况下,开关元件104的漏极电流变为正弦波电流,其流入串联谐振电路153,其中初级绕组108的电感与电容器109串联连接(图2D)。开关元件104在比由串联谐振电路153的变压器107的初级绕组108的电感和电容器109的电容确定的谐振时段短的时段内关断。因而,执行从时段1到时段2的转变。

[0037] (时段2)

[0038] 即使开关元件104关断,也维持流入变压器107的初级绕组108的电流。因此,电流通过存储在变压器107中的能量沿着从初级绕组108到电容器109、从电容器109到开关元件110、从开关元件110到电容器106的路线流动,并且电容器106被这个电流充电。因而,开关元件105的漏极电压下降。

[0039] (时段3)

[0040] 当开关元件105的漏极电压下降并且变得低于源极电压时,开关元件105的体二极管导通。因而,执行从时段2到时段3的转变。当开关元件105的体二极管导通时,开关元件105的漏极电流流动的方向变为负(图2E)。

[0041] (时段4)

[0042] 在开关元件105的体二极管导通并且电流流过体二极管期间,开关元件105接通。因而,可以执行零电压开关操作(即,软开关操作)。通过接通开关元件105(图2B),执行从时段3到时段4的转变。在开关元件105接通之后,直到变压器107的初级绕组108的能量耗尽之前,开关元件105的漏极电流都沿着负方向流动(图2E)。

[0043] (时段5)

[0044] 当开关元件105的漏极电流从负变为正时,执行从时段4到时段5的转变。当初级绕组108的能量耗尽时,存储在电容器109中的电压变为最大,转而通过使用存储在电容器109中的能量作为电源,电流开始流动。即,变成电容器109放电的处理。

[0045] (时段6)

[0046] 电容器109开始放电,并且电流沿着从电容器109通过初级绕组108到开关元件105的路线流动。即,开关元件105的漏极电流的流动变为正(图2E)。在这种状态下,由变压器107的次级绕组111感应出的电压变为负,并且由次级绕组111感应出的电压经由二极管114对次级侧平滑电容器115充电。此后,当开关元件105关断时,流入初级绕组108的电流由存储在初级绕组108中的能量和电容器109的剩余能量维持,并对电容器106充电。通过关断开关元件105,执行从时段5到时段6的转变。

[0047] (时段7)

[0048] 当电容器106充电,并且电容器106的电压上升到高于电容器103的电压时,电流开始经由开关元件104的体二极管供应给电容器103。因而,执行从时段6到时段7的转变。通过在时段7期间接通开关元件104(图2A),还在开关元件104中执行软开关操作。在负载121是额定负载的状态下,例如,以大约50%的占空比执行交替接通和关断开关元件104和105的一系列操作。在这里,占空比为50%意味着开关元件104和105处于接通状态的时间段在开关操作的一个周期中约为50%。

[0049] [低负载状态下的操作]

[0050] 接下来,描述负载121在低于额定负载状态的低负载状态下的操作。要注意的是,低负载状态是从电源装置160输出的电压为5V的情况。由于当开关操作的频率过度升高时效率降低,因此预先为IC 126设置开关操作的上限频率(下文中称为上限频率)。IC 126监视输出到开关元件104或开关元件105的栅极端子的信号的频率(下文中称为栅极驱动频率)和接通时间段之一。然后,IC 126被配置为使得当开关操作的频率达到上限频率时频率不再升高。因而,IC 126防止低负载状态下的效率降低。

[0051] 在这里,即使在IC 126以预先设置的上限频率控制开关操作的状态下,也存在次级侧平滑电容器115的电压上升的情况。当次级侧平滑电容器115的电压开始上升时,光电耦合器117的LED 117a通过分路调节器118保持在发光状态。因此,连接到作为IC 126的反馈端子的端子4的光电耦合器117的光晶体管117b继续使电流通过。因此,IC 126的端子4的电压停止上升。当在开关操作的频率达到上限频率的状态下端子4的电压停止上升时,在接通或断开开关元件105之后,IC 126提供暂停时段,使其处于等待端子4的电压上升的状态。暂停时段表示开关元件104和105的开关操作停止的时段,而在连续操作时段中,开关元件104和105的开关操作连续进行,如上述额定负载状态下。由于在这个状态下不向次级侧平滑电容器115供应能量,因此当通过负载121继续供应电流时,次级侧平滑电容器115的电压最终下降。

[0052] 当平滑电容器115的电压下降时,分路调节器118停止使阴极(K)和阳极(A)之间的电流通过。由于电流停止通过光电耦合器117的LED 117a流入光晶体管117b,因此IC 126的端子4的电压开始上升。

[0053] 通过使用图3A至图3H中的波形,使用图4作为电流方向,同时将每一个波形分为周期1至周期11,来描述在低负载状态下的暂停时段时的操作。要注意的是,图3A至图3F是类似于图2A至图2F的图。图3G图示了开关元件105的漏极电压,并且图3H图示了端子4的电压,端子4是IC 126的反馈端子。此外,在图4中,图示了电源装置160的重要部分,并且为了可视性省略了一些元件、标志、引导线等。时段1至时段11与图3A至图3H中所示的时段1至时段11对应。图4左列顶部的电路图图示了暂停时段的重要部分的电路图以及每个开关元件的接通或关断。

[0054] (时段1)

[0055] 当在负载121变为低负载状态之后的暂停时段期间IC 126的端子4的电压开始上升时,IC 126首先接通开关元件110。因而,执行从暂停时段到时段1的转变。IC 126在暂停时段期间也继续监视端子4的电压,例如,当端子4的电压超过图3H中的虚线所指示的电压V1时,IC 126执行控制以恢复开关操作。要注意的是,假设开关元件110已经处于关断状态,并且稍后将描述开关元件110关断的定时。电压保存在电容器109处,使得开关元件110的漏极端子侧的电压变高。因此,电流沿着从初级绕组108到电容器109的路线流动,同时使用电容器109的电压作为电源,并且使电容器106的电荷放电。即,如图4的时段1所示,电流从电容器109通过电容器106流到变压器107的初级绕组108。电流流入开关元件110的方向为正(图3F)。因此,开关元件105的漏极电压随着电容器106的放电而下降(图3G)。

[0056] (时段2)

[0057] 随着开关元件105的漏极电压下降,流入电容器106的电流流入开关元件105的体二极管。因而,执行从时段1到时段2的转变。如图4的时段2中所示,电流从电容器109通过开

关元件105的体二极管流到变压器107的初级绕组108。流入开关元件105的电流的朝向为负(图3E)。开关元件105可以通过在电流流入开关元件105的体二极管的时段2期间接通开关元件105来执行软开关操作(图3B)。

[0058] (时段3)

[0059] 初级绕组108和电容器109继续谐振同时交换能量。因此,开关元件110的漏极电流(即,流入电容器109和初级绕组108的电流)在负方向上流动,同时随着时间的推移绘制基本为正弦的波形(图3F)。开关元件105的漏极电流在负方向上流动,同时绘制基本为正弦的波形,并且在最终变为0A之后,开始在正方向上流动。从时段2到时段3的转变是开关元件110的漏极电流的朝向从正方向变为负方向的定时,以及开关元件105的漏极电流的朝向从负方向变为正方向的定时。在时段3期间,开关元件110的漏极电流在负方向上流动,并且开关元件105的漏极电流在正方向上流动。

[0060] (时段4)

[0061] 在开关元件105的漏极电流变为正之后开关元件105关断时,变压器107的初级绕组108试图保存电流。要注意的是,在开关元件105关断的定时处执行从时段3到时段4的转变。电流沿着从电容器109通过初级绕组108到电容器106的路线流动,使得电容器106被充电,并且开关元件105的漏极电压上升(图3G)。在开关元件105的漏极电压上升到预定电压的定时处执行从时段4到时段5的转变。

[0062] (时段5)

[0063] 在负方向从电容器109流到初级绕组108的电流经由开关元件104的体二极管返回到电容器103。开关元件104可以通过在电流流入开关元件104的体二极管的同时接通开关元件104来执行软开关操作。要注意的是,在开关元件104接通的定时处执行从时段5到时段6的转变。

[0064] (时段6)

[0065] 当保留在初级绕组108中的能量转移到电容器103,并且初级绕组108的电流变为0时,转而从电容器103供应电流。电流在正方向流入开关元件104和开关元件110。即,电流沿着从电容器103到开关元件104、从开关元件104到初级绕组108、从初级绕组108到电容器109以及从电容器109到电容器103的路线流动。由于这个电流还变为初级绕组108和电容器109的谐振电流,因此当开关元件104和开关元件110维持在接通状态时,电流以类似正弦波的形状增大和减小。当开关元件110的电流在正方向流动时(图3F),开关元件104关断(图3A)。在开关元件104关断的定时处执行从时段6到时段7的转变。

[0066] (时段7)

[0067] 由于即使开关元件104关断,初级绕组108的电流也被保存,因此电流流入电容器106,并且开关元件105的漏极电压下降(图3F)。即,电流沿着从初级绕组108通过电容器109到电容器106的路线流动。在开关元件105的漏极电压变为0的定时处执行从时段7到时段8的转变。

[0068] (时段8)

[0069] 当开关元件105的漏极电压变得低于源极电压时,电流流入开关元件105的体二极管。即,电流沿着通过开关元件105的体二极管从电容器109到初级绕组108的路线流动。可以通过在这个时段8期间接通开关元件105来执行软开关操作(图3B)。在开关元件105接通

的定时处执行从时段8到时段9的转变。

[0070] (时段9)

[0071] 当开关元件105接通，并且电流不再流入开关元件105的体二极管时，电流转而在开关元件105的正方向上流动。电流在负方向上流入开关元件110，并且在这个时段期间开关元件105关断(图3B)。通过关断开关元件105，执行从时段9到时段10的转变。

[0072] 要注意的是，作为IC 126的反馈端子的端子4的电压下降，并且在确定不再需要电力的情况下，IC 126关断开关元件110以及开关元件105(图3C)。IC 126将开关元件105和104都转变成关断状态，并进一步将开关元件110转变成关断状态(未连接状态)，以便执行到暂停时段的转变。要注意的是，在示例1中，不立即从时段9进行到暂停时段的转变，而在下面描述的时段10和11之后执行到暂停时段的转变。在端子4变得等于或低于预定电压(该预定电压是用于进行从开关时段到暂停时段的转变的阈值)的情况下，IC 126确定要进行从开关时段到暂停时段的转变。在这里，预定电压可以是上述电压V1，其是用于从暂停时段返回到开关时段的阈值。此外，为了给出滞后，可以将预定电压设置为低于电压V1(<V1)的电压。

[0073] (时段10)

[0074] 即使开关元件110关断，电流也被初级绕组108保存并且试图进一步继续流动，电容器106被充电，并且开关元件105的漏极电压上升(图3G)。要注意的是，电流沿着从电容器109通过初级绕组108返回到电容器109的路线流动。开关元件110包括体二极管，其是第三二极管(参见图1)，并且在这个时段10中电流流过开关元件110的体二极管。电容器109被充电，使得连接到开关元件110的一侧的端子变为正。在开关元件105的漏极电压上升到预定电压的定时处执行从时段10到时段11的转变。

[0075] (时段11)

[0076] 保留在初级绕组108中的能量经由开关元件104的体二极管返回到电容器103。即，电流沿着从初级绕组108到开关元件104的体二极管、从开关元件104的体二极管到电容器103、从电容器103到开关元件110的体二极管以及从开关元件110的体二极管到电容器109的路线流动。通过在关断开关元件105时也关断开关元件110，可以对电容器109充电，以准备下一次从暂停时段返回到开关时段时的操作。当电流停止流入开关元件104的体二极管和开关元件110的体二极管时，执行从时段11到暂停时段的转变。

[0077] 如果确定了变压器107的常数、电容器109和106的电容等，那么也可以在预定时间执行示例1中的这种控制。但是，为了更正确地执行控制，可以通过电流检测电路156检测开关元件110的电流，或者开关元件105和电容器109的电流。图1图示了检测电容器109的电流的电流检测电路156。IC 126基于经由端子3输入的电流检测电路156的检测结果来检测流入电容器109的电流。但是，只要它是检测电容器109(或开关元件105和110)的电流的单元，就不限于这种方法，例如，可以连接一般的分流电阻器以检测两端之间的电压，或者可以通过电流互感器进行检测。

[0078] 如上所述，由于IC 126控制开关元件110以及开关元件104和105，因此即使在低负载状态下也存在暂停时段，也能够进行软开关操作，可以提高效率并且也可以防止噪声的发生。在示例1中，已经描述了其中变压器107、电容器109和开关元件110与低侧的开关元件105并联连接的示例。但是，即使变压器107、电容器109和开关元件110与高侧的开关元件

104并联连接,也是等效的。在这种情况下,开关元件104和开关元件105之间的连接点与变压器107的初级绕组108彼此连接。开关元件110和电容器109连接到整流平滑电路150和开关元件104的连接点侧。因而,当负载121处于低负载状态时,其被设置为处于停止状态,其中谐振电流不流动,并且能量存储在充电和放电电路154中。然后,当恢复开关操作时,通过使用存储在充电和放电电路154中的能量来启用开关元件104和105的软开关操作。因此,在低负载状态下也能够启用软开关操作。

[0079] 如上所述,根据示例1,由于包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本降低,因此可以提高低负载状态下电流谐振电路的效率。

[0080] [电源装置]

[0081] 接下来,在图5中图示了示例2的电源装置160。对与示例1的描述重复的部分赋予相同的编号,并省略对这种部分的描述。次级侧整流平滑电路157包括第四开关元件155。在示例2中,例如,第四开关元件155是开关元件401和开关元件402,并且开关元件401和402中的每一个包括作为第四二极管的体二极管。充电和放电电路154包括开关元件401和402以及次级侧平滑电容器115。即,在示例2中,次级侧平滑电容器115用在次级侧整流平滑电路157以及充电和放电电路154中,并且还用作充电单元。当使存储在次级侧平滑电容器115中的电荷放电时,开关元件401和402用作变为连接状态的连接单元。作为第二控制单元的控制电路403是次级侧开关控制电路。IC 126的端子11连接到控制电路403,并且经由端子11将关于端子4的电压的信息报告给控制电路403。

[0082] [低负载状态下的操作]

[0083] 在示例1中,在暂停时段之后,由于作为IC 126的反馈端子的端子4的电压上升,初级侧上的开关元件110接通,并且通过利用电容器109的电荷来执行后续的开关操作。在示例2中,开关元件401和402不是布置在初级侧而是布置在次级侧上,并且执行利用开关元件而不是二极管的同步整流操作。此外,开关元件401和402在除了同步整流操作之外的定时处被驱动,以便将电流从次级侧平滑电容器115传递到变压器107的次级绕组111。以这种方式,实现了初级侧上的开关元件104和105的软开关。每个部分的波形在图6A至图6H中示出,并且每个时段的电流的方向在图7中示出。将描述时段1至时段9中的每一个。图6A至图6H是图示电源装置160中的每个波形的曲线图。图6A图示了开关元件104的栅极-源极电压的波形,图6B图示了开关元件105的栅极-源极电压,并且图6C图示了开关元件401的栅极-源极电压。图6F图示了开关元件104的漏极电流Id104,图6E图示了开关元件105的漏极电流Id105,并且图6F图示了开关元件401的漏极电流Id401。图6G图示了开关元件105的漏极电压,图6H图示了IC 126的端子4的电压,并且还图示了电压V1。图6A至图6H也称为波形1至波形8。每个图中横轴表示时间。

[0084] (时段1)

[0085] 当端子4的电压上升并超过电压V1时,IC 126将端子4的电压超过电压V1的信息报告给控制电路403。控制电路403基于来自IC 126的信息接通开关元件401。通过接通开关元件401,执行从暂停时段到时段1的转变。然后,通过使用次级侧平滑电容器115的电压作为电源,电流流入次级绕组111。即,电流沿着从次级侧平滑电容器115通过次级绕组111的路线流动以返回到次级侧平滑电容器115。电流从开关元件401的漏极端子流到源极端子时的方向被定义为正。当电流流入次级绕组111时,电流沿着从初级绕组108到电容器106和电容

器109的路线流动。然后,电容器106被充电,并且开关元件105的漏极电压上升(图6G)。

[0086] (时段2)

[0087] 当开关元件105的漏极电压上升时,电流开始通过开关元件104的体二极管流入电容器103(图6F)。因而,执行从时段1到时段2的转变。即,在初级侧,电流沿着从初级绕组108到开关元件104的体二极管、从开关元件104的体二极管到电容器103以及从电容器103到电容器109的路线流动。

[0088] (时段3)

[0089] 开关元件104接通(图6A)。因此,执行从时段2到时段3的转变。电流沿着从电容器103到开关元件104、从开关元件104到初级绕组108以及从初级绕组108到电容器109的路线流动。此外,在接通开关元件104之后,开关元件401快速关断。因此,执行从时段3到时段4的转变。

[0090] (时段4)

[0091] 当开关元件401关断时,次级绕组112中立即出现电压,并且电流通过开关元件402的体二极管流入次级侧平滑电容器115。此外,电流也沿着对电容器109充电的方向流入初级绕组108。即,在初级侧,电流沿着从电容器103到开关元件104、从开关元件104到初级绕组108以及从初级绕组108到电容器109的路线流动。由于流入初级绕组108的电流被开关元件104接通,因此电流随时间变得更大。由于这个电流是串联谐振电路153的谐振电流,其中初级绕组108和电容器109串联连接,因此电流具有类似正弦波的波形(图6D)。

[0092] (时段5)

[0093] 在电容器109的电流的方向变为负方向之前,开关元件104关断。通过关断开关元件104,执行从时段4到时段5的转变。然后,电流流入电容器106,并且开关元件105的漏极电压下降(图6G)。电流沿着从初级绕组108通过电容器109到达电容器106的路线流动。

[0094] (时段6)

[0095] 当开关元件105的漏极电压变得低于源极电压时,电流流入开关元件105的体二极管。在电流开始流入开关元件105的体二极管的定时处执行从时段5到时段6的转变。电流沿着从初级绕组108通过电容器109到开关元件105的体二极管的路线流动。在这个时段6期间,开关元件105接通。因而,启用开关元件105的软开关操作。通过接通开关元件105,执行从时段6到时段7的转变。

[0096] (时段7)

[0097] 随着谐振电路的周期,当开关元件105接通时在负方向上流动的电流开始在正方向上流动,并且电流具有类似正弦波的波形(图6E)。即,电流沿着从初级绕组108通过开关元件105到电容器109的路线流动。

[0098] (时段8)

[0099] 当开关元件105关断时,由于变压器107的初级绕组108的电流被保存,因此电容器106被充电,并且开关元件105的漏极电压上升(图6F)。通过关断开关元件105,执行从时段7到时段8的转变。电流沿着从初级绕组108通过电容器106到电容器109的路线流动。在开关元件105的漏极电压变得高于电容器103的电压的定时处执行从时段8到时段9的转变。

[0100] (时段9)

[0101] 当开关元件105的漏极电压变得高于电容器103的电压时,开关元件104的体二极

管导通，并且电流返回到电容器103。电流沿着从初级绕组108到开关元件104的体二极管、从开关元件104的体二极管到电容器103以及从电容器103到电容器109的路线流动。

[0102] 在时段3至时段9的一系列操作期间，当在关断开关元件105之前次级侧上的输出电压上升并且IC 126的端子4的电压下降时，IC 126在关断开关元件105之后变为暂停时段。在IC 126的端子4的电压没有下降的情况下，IC 126针对开关元件104和105在预定的定时执行开关控制，直到IC 126的端子4的电压下降。预定的定时意味着例如示例1中描述的额定负载状态或低负载状态的占空比接近50%的控制。

[0103] 为了执行这种控制，当端子4的电压上升并达到预定值时，IC 126将信号发送到控制电路403。要注意的是，由于IC 126和控制电路403之间的信号的发送和接收是初级和次级之间的信号发送和接收，因此需要以隔离状态发送信号。在示例2中，例如，高速光电耦合器(未示出)用于在IC 126和控制电路403之间发送和接收信号。要注意的是，可以通过使用例如变压器和电容器作为用于发送和接收隔离状态的信号的元件来发送和接收信号。

[0104] 如上所述，通过使用次级侧上的开关元件401和402代替二极管来执行同步整流操作，并且还使得能够实现初级侧上的开关元件104和105的软开关操作。因而可以降低开关损耗，并且可以配置更高效的电源装置160。

[0105] 如上所述，根据示例2，由于包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本降低，因此可以提高低负载状态下的电流谐振电路的效率。

[0106] 在示例3中，仅开关元件401和402的驱动定时不同，配置与示例2中的相同，采用图5的电路图，并且描述操作的概要。在示例2中，当从暂停时段返回到开关时段时，从高侧的开关元件104开始开关操作。在示例3中，在从暂停时段恢复开关操作时，开关元件401接通，并且电流通过充电和放电电路154。在这种情况下，电流流入开关元件104的体二极管(图7的时段2)。但是，在这个定时，开关元件104不接通。当自开关元件401接通起限定时间段之后开关元件401关断时，电流以开关元件401接通时的能量流入充电和放电电路154。由于流入充电和放电电路154的电流，电流流入开关元件105的体二极管。通过在电流流入开关元件105的体二极管的时段中接通开关元件105，开关元件105可以实现软开关操作。与高侧的开关元件104不同，由于低侧的开关元件105不需要自举电源，因此即使暂停时段变长也能够进行稳定的操作。即，在负载进一步低于示例2的低负载状态的情况下，能够进行稳定操作，并且暂停时段变长。

[0107] [低负载状态下的操作]

[0108] 将通过使用图5描述电源装置160的电路图。此外，在图8A至图8H中图示了电源装置160的每个部分的波形，在图9中图示了每个时段中的电流的朝向，并且将描述在时段1至时段10中的每一个时段中的操作。要注意的是，图8A至图8H是与图6A至图6H的曲线图相同的曲线图。

[0109] (时段1)

[0110] 由于其与示例2中的时段1相同，因此省略其描述。

[0111] (时段2)

[0112] 由于其与示例2中的时段2相同，因此省略其描述。要注意的是，在示例2中的图7的时段2中，开关元件104被描绘为“关断到接通”。但是，在示例3中，如上所述，即使在这个定时，开关元件104也不接通。

[0113] (时段3)

[0114] 当开关元件401关断时,每个绕组试图继续通过电流。在示例3中,在接通开关元件105之前,开关元件401关断。通过关断开关元件401,执行从时段2到时段3的转变。次级绕组111的开关元件401的源极端子所连接的端子的电压降至负,并且在次级绕组112中出现正电压。在示例2中,开关元件104在这个定时接通(图7,时段2)。在示例3中,维持关断状态而不接通开关元件104。然后,由于电压被充电到电容器103、109和106,并且初级绕组108的能量逐渐耗尽,因此电流减小。

[0115] (时段4)

[0116] 利用存储在电容器106和109中的能量,电流开始流入初级绕组108。在这里,由于电容器106的电容小,因此快速地执行电容器106的放电,并且开关元件105的漏极电压降至0V或更低(图6G)。因而,执行从时段3到时段4的转变。然后,开关元件105的体二极管导通。电流沿着从初级绕组108通过电容器109到开关元件105的体二极管的路线流动。

[0117] (时段5)

[0118] 在这个定时处开关元件105接通。通过接通开关元件105,执行从时段4到时段5的转变。由于电容器109和初级绕组108的谐振操作,在开关元件105的电流从负方向变为0之后,电流在正方向上流动并且绘制出类似正弦波的波形(图6E)。

[0119] (时段6)

[0120] 开关元件105关断。通过关断开关元件105,执行从时段5到时段6的转变。当开关元件105关断时,电容器106被充电,并且开关元件105的漏极电压上升(图6G)。电流沿着从初级绕组108通过电容器106到电容器109的路线流动。

[0121] (时段7)

[0122] 当开关元件105的漏极电压变得高于电容器103的电压时,执行从时段6到时段7的转变。因而,电流流入开关元件104的体二极管。电流沿着从初级绕组108到开关元件104的体二极管、从开关元件104的体二极管到电容器103以及从电容器103到电容器109的路线流动。

[0123] (时段8)

[0124] 在这个定时处开关元件104接通。通过接通开关元件104,执行从时段7到时段8的转变。因而,启用开关元件104的软开关操作。电流沿着从开关元件104通过初级绕组108到电容器109的路线流动。

[0125] (时段9)

[0126] 流入开关元件104的电流变为电容器109和初级绕组108的谐振电流。电流从负方向变为0A、正方向且类似正弦波的电流(图6D)。在这里,当开关元件104关断时,执行从时段8到时段9的转变。当开关元件104关断时,电容器106被放电,并且开关元件105的漏极电压下降(图6G)。电流沿着从电容器106通过初级绕组108到电容器109的路线流动。

[0127] (时段10)

[0128] 开关元件105的漏极电压变为0V或更小,开关元件105的体二极管导通,因而执行从时段9到时段10的转变。电流以从初级绕组108通过电容器109到开关元件105的体二极管的次序流动。

[0129] 在时段5至时段10的一系列操作期间,当在关断开关元件104之前次级侧上的输出

电压上升并且IC 126的端子4的电压下降时,IC 126在关断开关元件104之后变为暂停时段。由于IC 126的端子4的电压在负载电流大的情况下不容易下降,因此IC 126在预定的定时执行对开关元件104和105的开关控制,直到IC 126的端子4的电压下降。预定的定时意味着示例1中描述的额定负载状态或低负载状态的占空比接近50%的控制。

[0130] 如上所述,在示例3中,使用次级侧上的开关元件401和402代替如示例2中使用的二极管。因而执行同步整流操作,并且可以降低初级侧上的开关元件104和105的开关损耗,并且可以配置更高效的电源装置160。

[0131] 如上所述,在负载121处于非常低的状态并且开关元件104和105的暂停时段变长的情况下,自举电压趋向于不足以从开关元件104进行接通。因此,如果可以从开关元件105执行接通,那么可以在那个定时获得自举电压,因此可以执行更稳定的操作。

[0132] 如上所述,根据示例3,由于包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本降低,因此可以提高低负载状态下的电流谐振电路的效率。

[0133] 如示例1至3中的配置不仅可以提高低负载状态下的效率,而且还可以用于针对电流谐振电源系统所特有的失谐的保护操作。即,IC 126在确定发生失谐之后立即提供暂停时段,并且执行示例1至3中的操作作为从暂停时段返回时的开关控制操作。因而,其可以在执行关于针对失谐的保护操作的软开关的同时执行。在示例4中,虽然将通过将示例1中提到的电源装置160作为示例给出描述,但是可以应用示例2或3中的配置。在图1中,IC 126通过电容器129和电阻器128检测流入电容器109的电流。将通过图示图10A至图10I中的正常状态下的波形以及在图11A至图11I中发生失谐的情况下的常规控制中的波形来描述操作。

[0134] 图10A和图11A图示了开关元件104的栅极-源极电压,图10B和图11B图示了开关元件105的栅极-源极电压,并且图10C和图11C图示了开关元件105的漏极-源极电压Vds。图10D和图11D示出了开关元件104的漏极电流Id104,并且图10E和图11E示出了开关元件105的漏极电流Id105。图10F和图11F图示了电流检测电路156的电阻器128两端之间的电压,并且正侧和负侧上的两条虚线分别指示用于检测开关元件104和105的启用状态的检测阈值(启用状态检测阈值)。图10G和图11G图示了启用时段,其是基于检测结果的对开关元件105的启用状态的检测结果。图10H和图11H图示了启用时段,其是基于图10F和图11F的检测结果的对开关元件104的启用状态的检测结果。IC 126通过使用图10H和图11H的启用时段(这是电流检测电路156的检测结果(图10F和图11F的电阻器128的两端之间的电压)(图10G和图11G))来检测是否已经发生了失谐。图10I和图11I图示了在通过电流检测电路156的检测结果检测到失谐的情况下检测信号。

[0135] 要注意的是,在IC 126确定图10D和图11D的电阻器128的两端之间的电压大于正侧的启用状态检测阈值的情况下,IC 126为开关元件104设置启用时段。在图10F和图11F的电阻器128的两端之间的电压小于负侧的启用状态检测阈值的情况下,IC 126为开关元件105设置启用时段。

[0136] 即使因为在商用AC电源100中的雷电浪涌或电源系统的混乱等而发生瞬时电压变化导致电容器103的电压变低的情况下,电源也必须继续输出。因此,由于在电容器103的电压变低时作为输出电压的次级侧平滑电容器115的电压下降,因此IC 126使得用于驱动开关元件104和105的频率变低。在这种情况下,当通过使长于变压器107和电容器109的谐振周期的1/2时间段的时间段作为接通时间来驱动开关元件104和105时,失谐发生。

[0137] [常规失谐发生状态的控制]

[0138] 图10A至图10I图示了电源装置160的正常操作状态,开关元件104和105由IC 126以占空比50%控制,没有发生失谐。在没有发生失谐的情况下,开关元件104和105在分别设置的启用时段内关断。IC 126监视开关元件104和105的关断是否在启用时段内。

[0139] 另一方面,在图11A至图11I的常规控制中,例如,开关元件104的接通时间(占空比)长于变压器107和电容器109的谐振周期的1/2时间段(图11A)。在常规的失谐检测操作中,流入电容器109的电流被电容器129和电阻器128划分并由IC 126检测,并且当在开关元件104接通时启用时段结束时,它被检测为失谐。例如,虽然开关元件104处于接通状态,如图11A所示,但是启用时段已经结束,如图11H所示。在这里,如图11I所示,IC 126检测到失谐。IC 126用作检测失谐的检测单元。当检测到失谐时,IC 126关断当前接通的开关元件104,并缩短开关元件105的接通时间(图11B的虚线圆内)。换言之,IC 126通过检测到失谐来增加开关操作的频率(频率由于失谐检测而上升)。但是,由于即使开关元件105的接通时间缩短也向开关元件105施加电压,因此在开关元件105接通时(图11E的虚线圆内)流过大电流(失谐发生)。为此,一般而言,在电流谐振电路中,有必要对于开关元件104和105使用具有短的反向恢复时间(快速Trr特征)和高的能量容限的元件。

[0140] [示例4中的失谐发生状态的控制]

[0141] 将通过在图12A至图12I中图示示例4的波形来描述操作。图12A至图12I是与图10A至图10I和图11A至图11I中相同的曲线图。在示例4中,当IC 126检测到在除了根据电阻器128的电压的启用时段以外的定时处执行关断的失谐时,IC 126关断开关元件110和开关元件104以处于停止状态(图12B的虚线圆内)。由于IC 126执行到暂停时段的转变,因此开关元件105也处于关断状态(图12B)。

[0142] 此后,IC 126在经过预定时间段之后接通开关元件110。通过以这种方式插入停止状态,能够进行与低负载状态下相同的控制。然后,IC 126执行示例1中的时段1至时段11中所示的操作,并且当电容器103的电压返回时,IC 126检测不到失谐并执行通常的操作。以这种方式,利用在检测到失谐时提供暂停时段的配置,即使在发生失谐的情况下也不向开关元件104和105施加应力。因此,可以使用廉价的设备而无需对开关元件104和105提供特殊的保证处理。此外,由于即使针对示例4中的暂停时段的操作发生,输出电压也只是一定程度地下降,因此对后续装备的影响也很小。

[0143] 在示例4中,已经描述了在开关元件104接通的时段中偏离启用时段的情况。但是,即使在开关元件105接通的时段中偏离启用时段的情况下,通过以相同的观点执行控制,也可以避免伴随失谐的硬开关。此外,在示例4中,已经描述了如示例1中使用开关元件110的示例。但是,利用如图5所示的配置可以获得相同的效果,其已经在示例2和3中描述。即,在失谐发生状态下提供暂停时段,并且通过在从暂停时段恢复开关时驱动开关元件401或开关元件402,电流被传递到充电和放电电路154。可以进行这样的配置,使得在流入这个充电和放电电路154的电流流入开关元件104和105的体二极管的同时恢复开关元件104和105的驱动。

[0144] 如上所述,根据示例4,由于包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本降低,因此可以提高低负载状态下电流谐振电路的效率。

[0145] 示例1至4中描述的电源装置160可应用为例如图像形成装置的低压电源,即,向控

制器(控制单元)和驱动单元(诸如马达)供应电力的电源。在下文中,将描述应用示例1至4的电源装置160的图像形成装置的配置。

[0146] [图像形成装置的配置]

[0147] 作为图像形成装置的示例,使用激光束打印机作为示例并将对其进行描述。图13图示了激光束打印机的示意性配置,其是电子照相型打印机的示例。激光束打印机300包括在其上形成静电潜像的作为图像承载单元的感光鼓311、使感光鼓311均匀带电的带电单元317(带电单元),以及用调色剂显影在感光鼓311上形成的静电潜像的显影单元312(显影单元)。然后,在感光鼓311上显影的调色剂图像通过转印单元318(转印单元)转印在由盒316供应的作为记录材料的片材(未示出)上,并且转印在片材上的调色剂图像由定影设备314定影,并被排出到托盘315。这种感光鼓311、充电单元317、显影单元312和转印单元318是图像形成单元。此外,激光束打印机300包括示例1至4中描述的电源装置160。要注意的是,可应用示例1至4的电源装置160的图像形成装置不限于图13中所示的图像形成装置,并且可以是例如包括多个图像形成单元的图像形成装置。另外,它可以是包括将感光鼓311上的调色剂图像转印到中间转印带上的一次转印单元和将中间转印带上的调色剂图像转印到片材上的二次转印单元的图像形成装置。

[0148] 激光束打印机300包括控制器320,控制器320控制图像形成单元的图像形成操作以及片材的传送操作,并且示例1至4中描述的电源装置160向例如控制器320供应电力。此外,示例1至4中描述的电源装置160向驱动单元(诸如用于驱动各种辊的马达等)供应电力,用于旋转感光鼓311或输送片材。即,示例1至4的负载121与控制器320和驱动单元对应。示例5的图像形成装置可以在执行图像形成操作的正常状态与实现省电的待机状态(例如,省电模式或待机模式)之间切换。正常状态与额定负载状态对应,并且在其处于待机状态的情况下,其变为降低负载的轻负载状态,例如,仅向控制器320供应电力,这可以降低功耗。即,在示例5的图像形成装置中,在省电模式时,示例1至4中描述的电源装置160的IC 126在低负载状态下执行控制。然后,当图像形成装置在省电模式下操作时,当从暂停时段返回到开关时段时,利用示例1至4中描述的配置启用开关元件104和105的软开关操作。因而,可以提高电流谐振电路的低负载状态下的效率。

[0149] 如上所述,根据示例5,由于包括使用半桥的电流谐振电路的电源装置的尺寸和成本降低,因此可以提高低负载状态下的电流谐振电路的效率。

[0150] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解的是,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释,以涵盖所有这些修改以及等同的结构和功能。

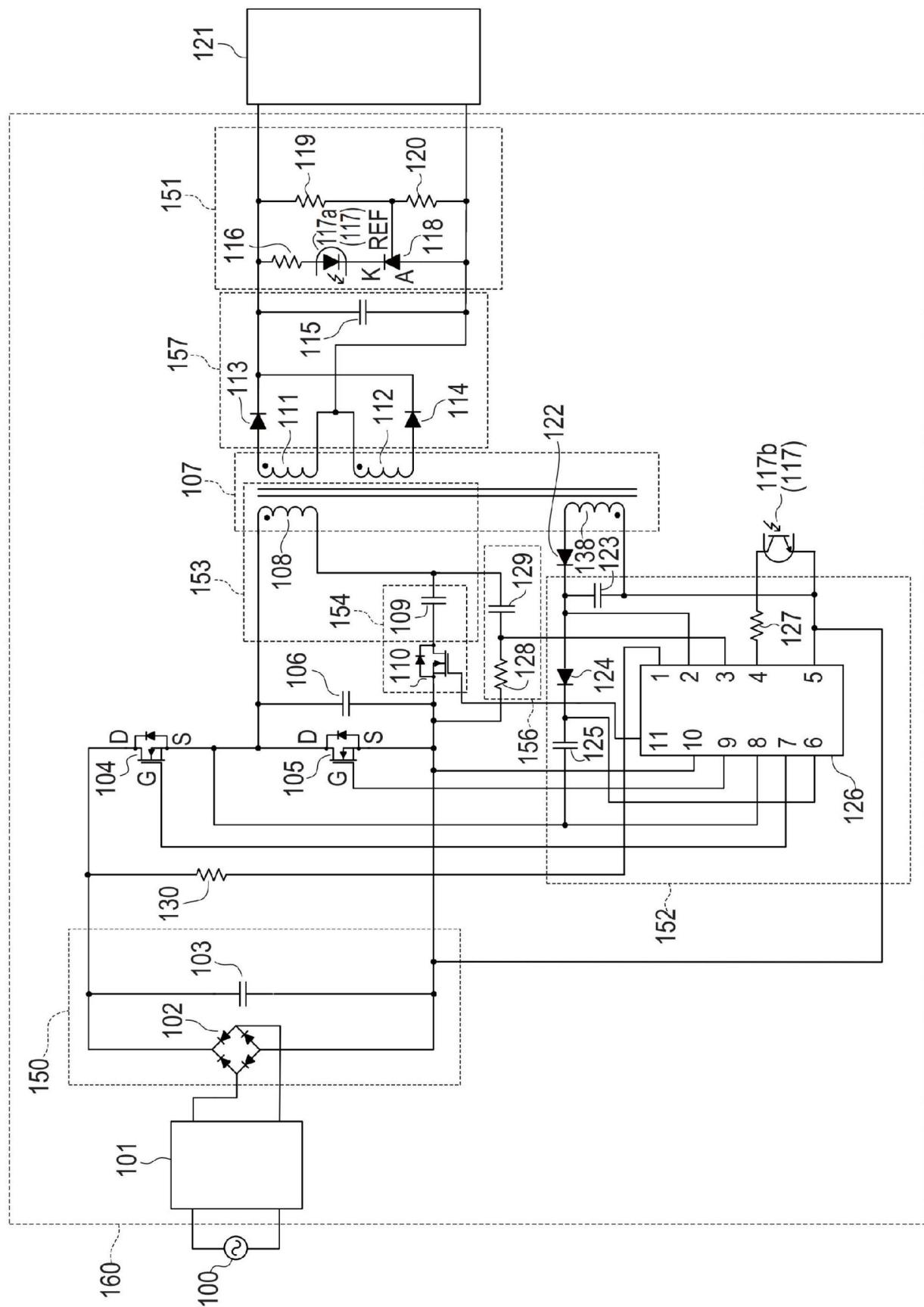
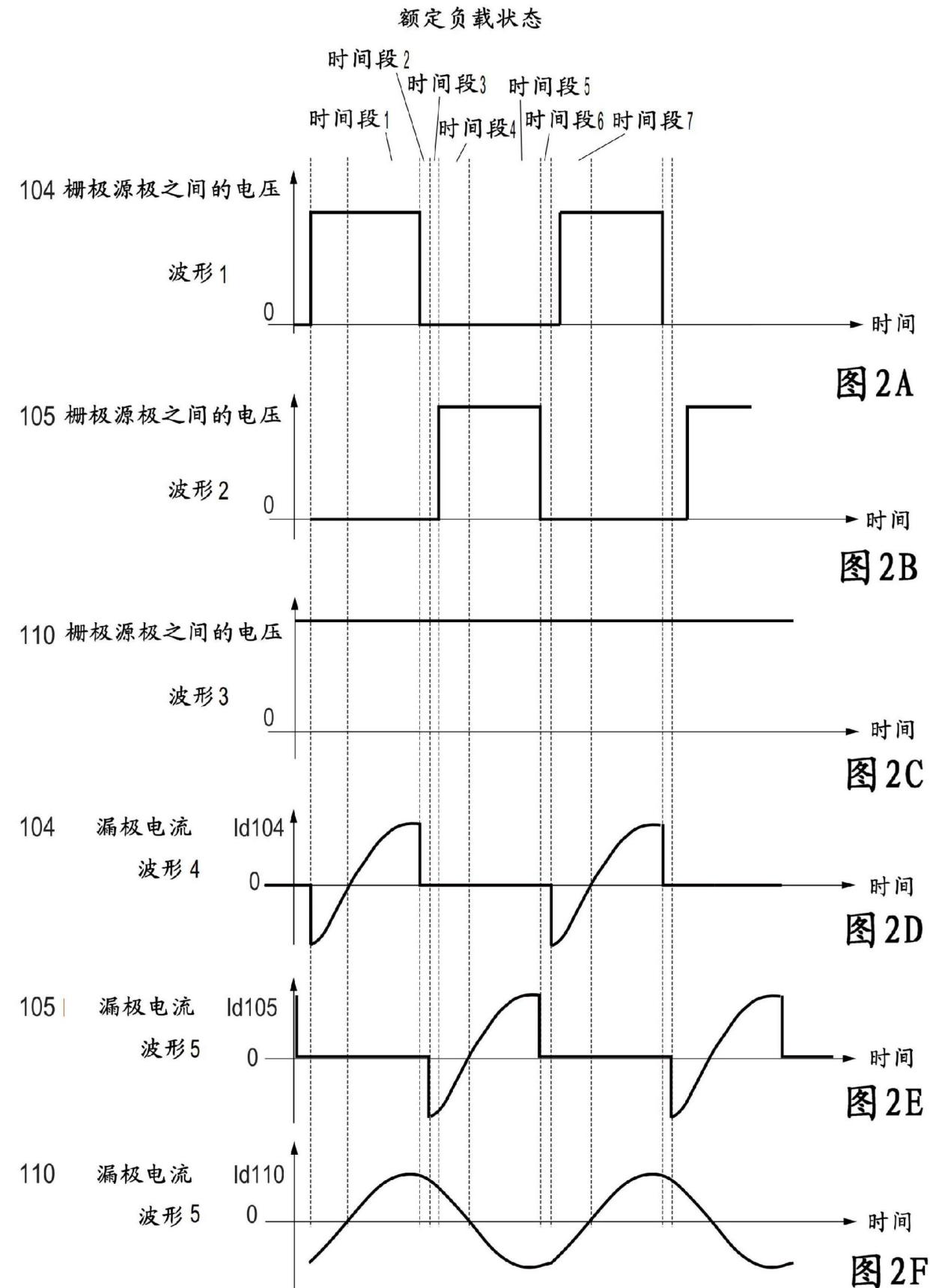
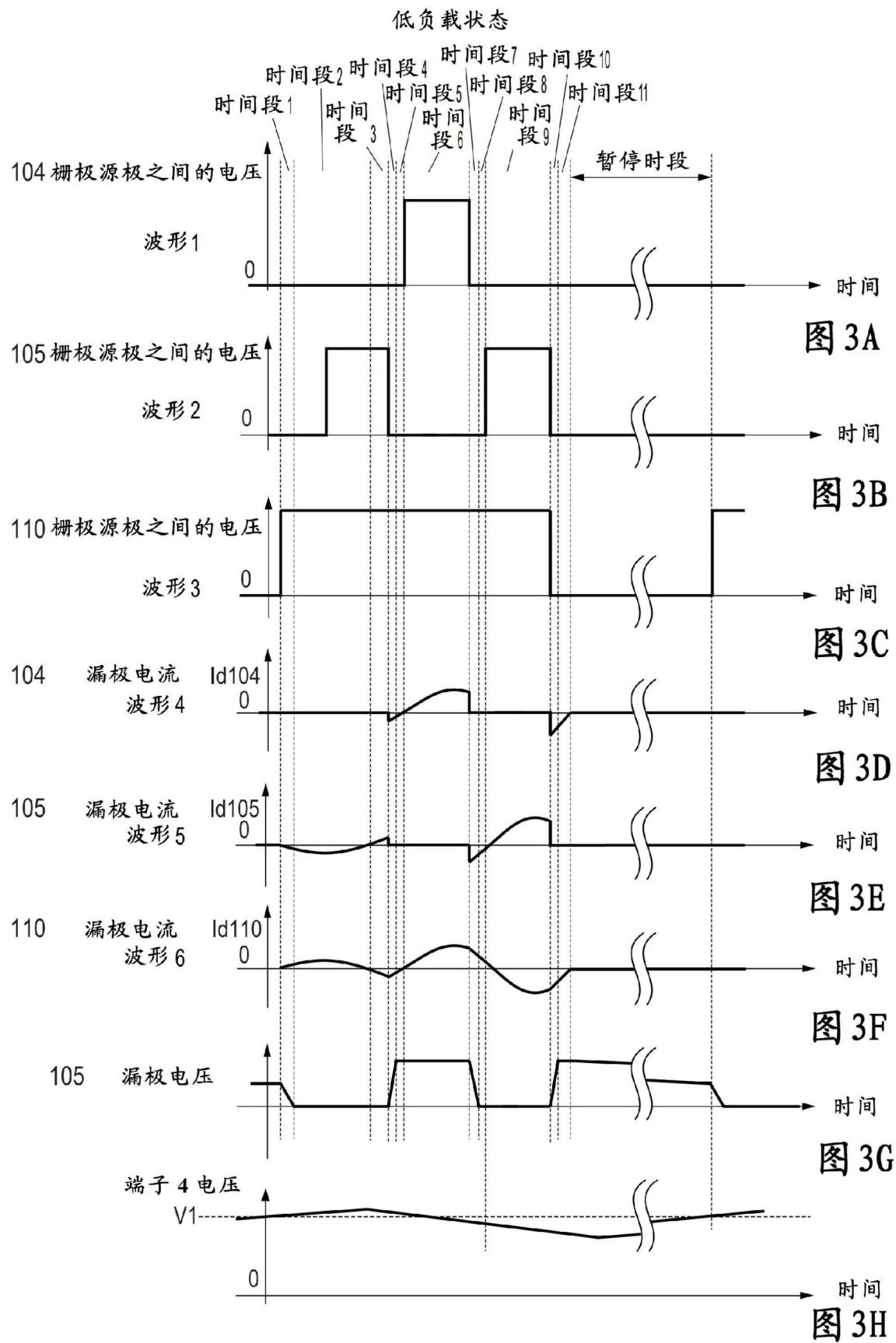


图1





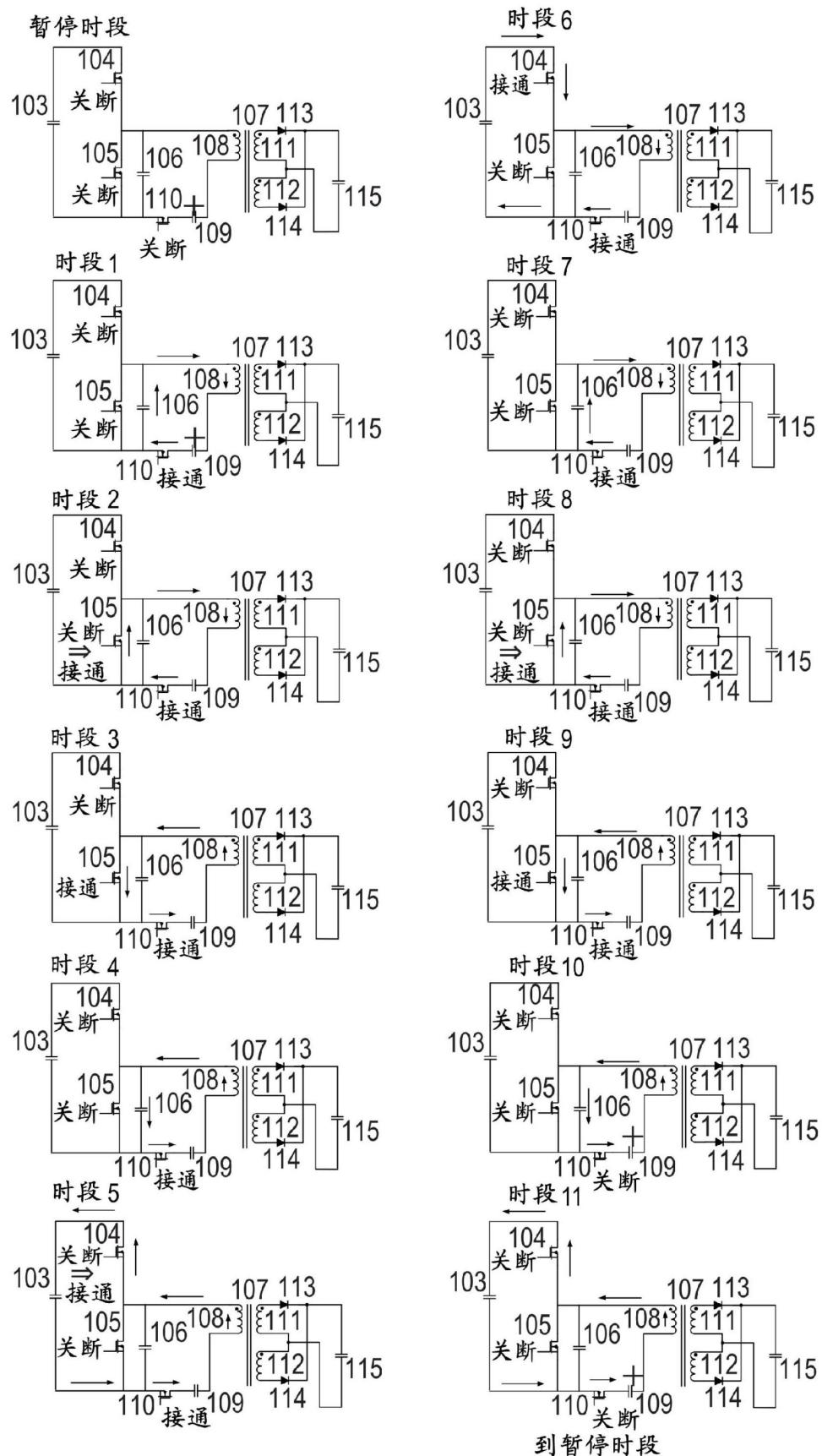


图4

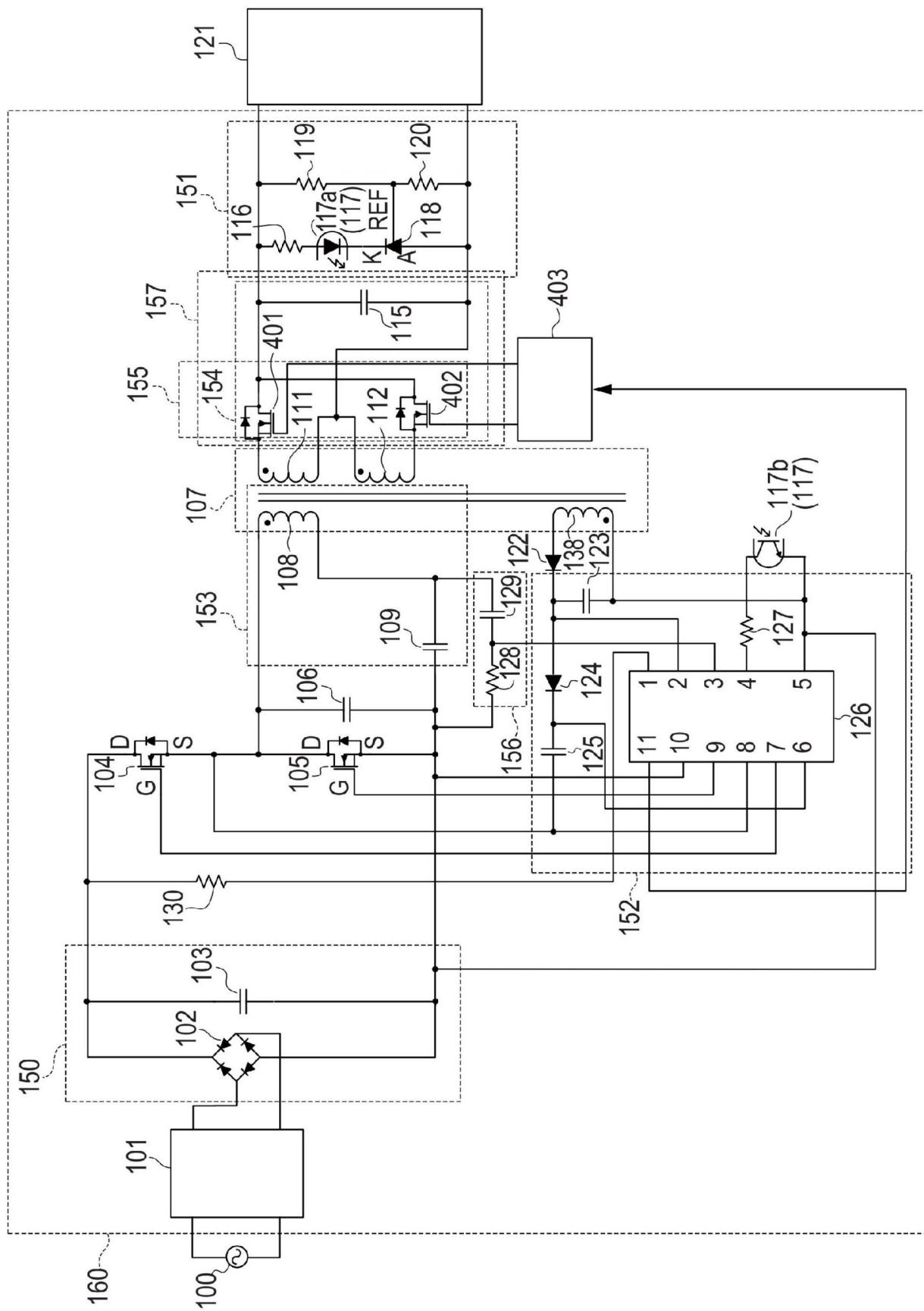
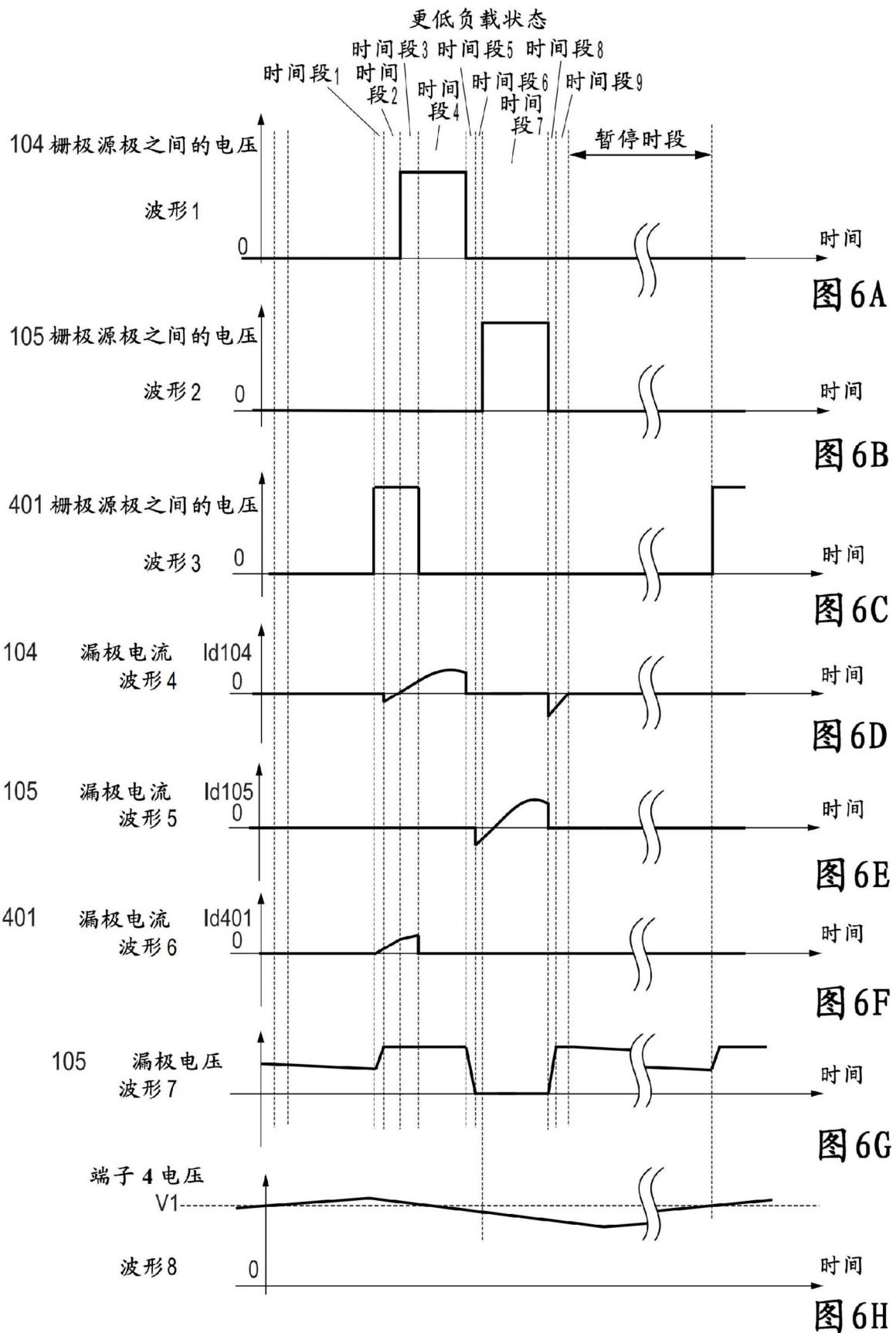


图5



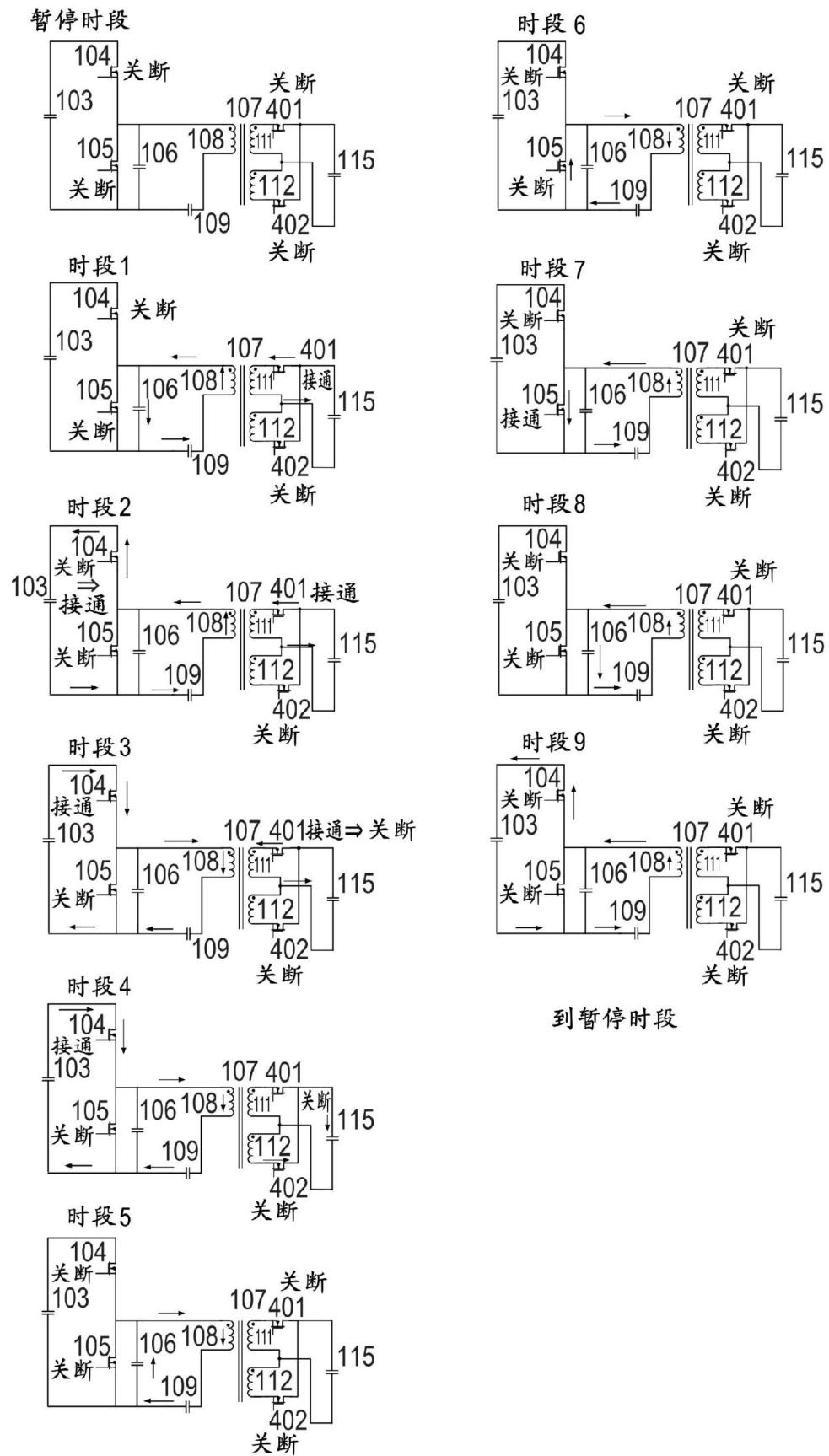
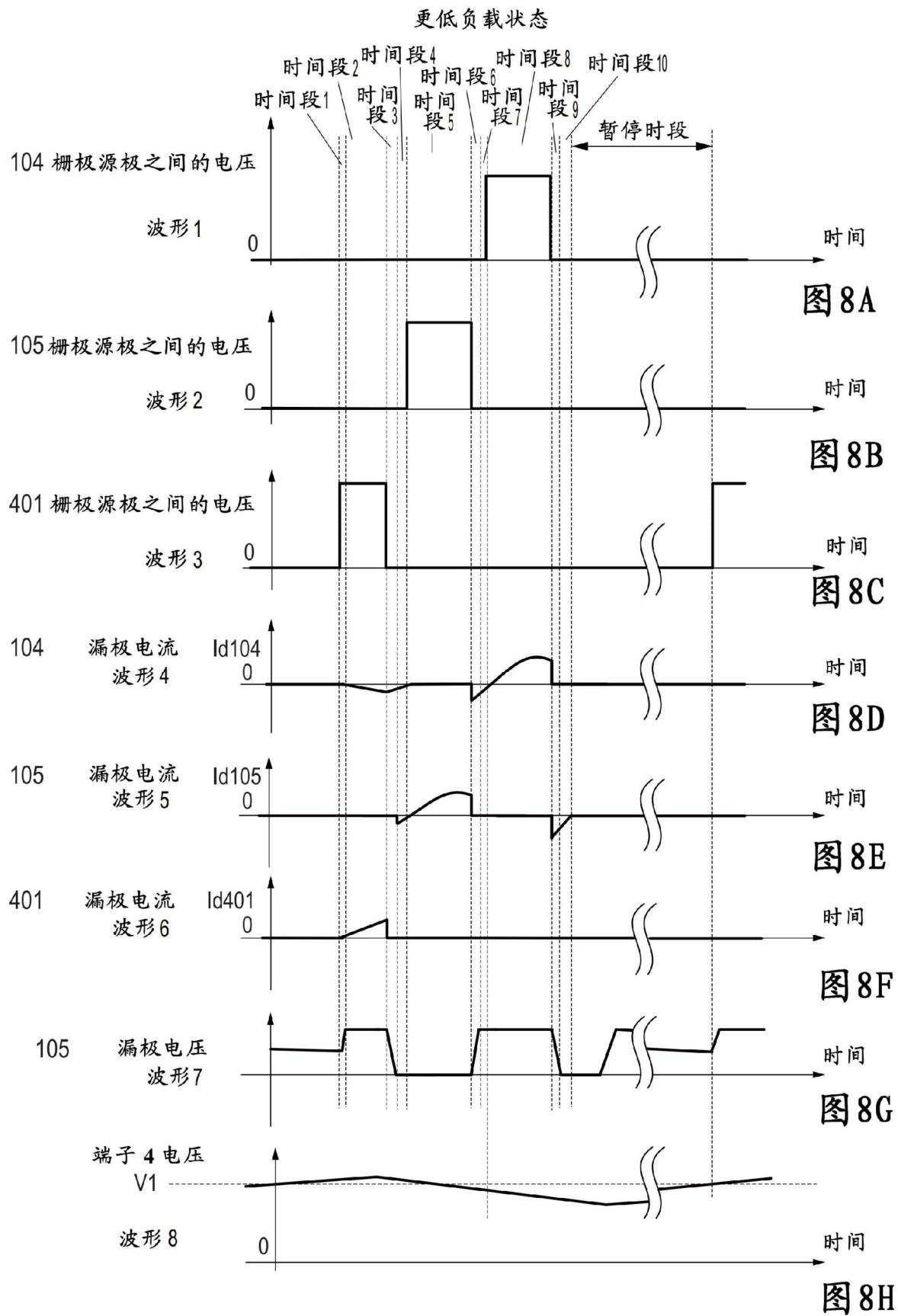


图7



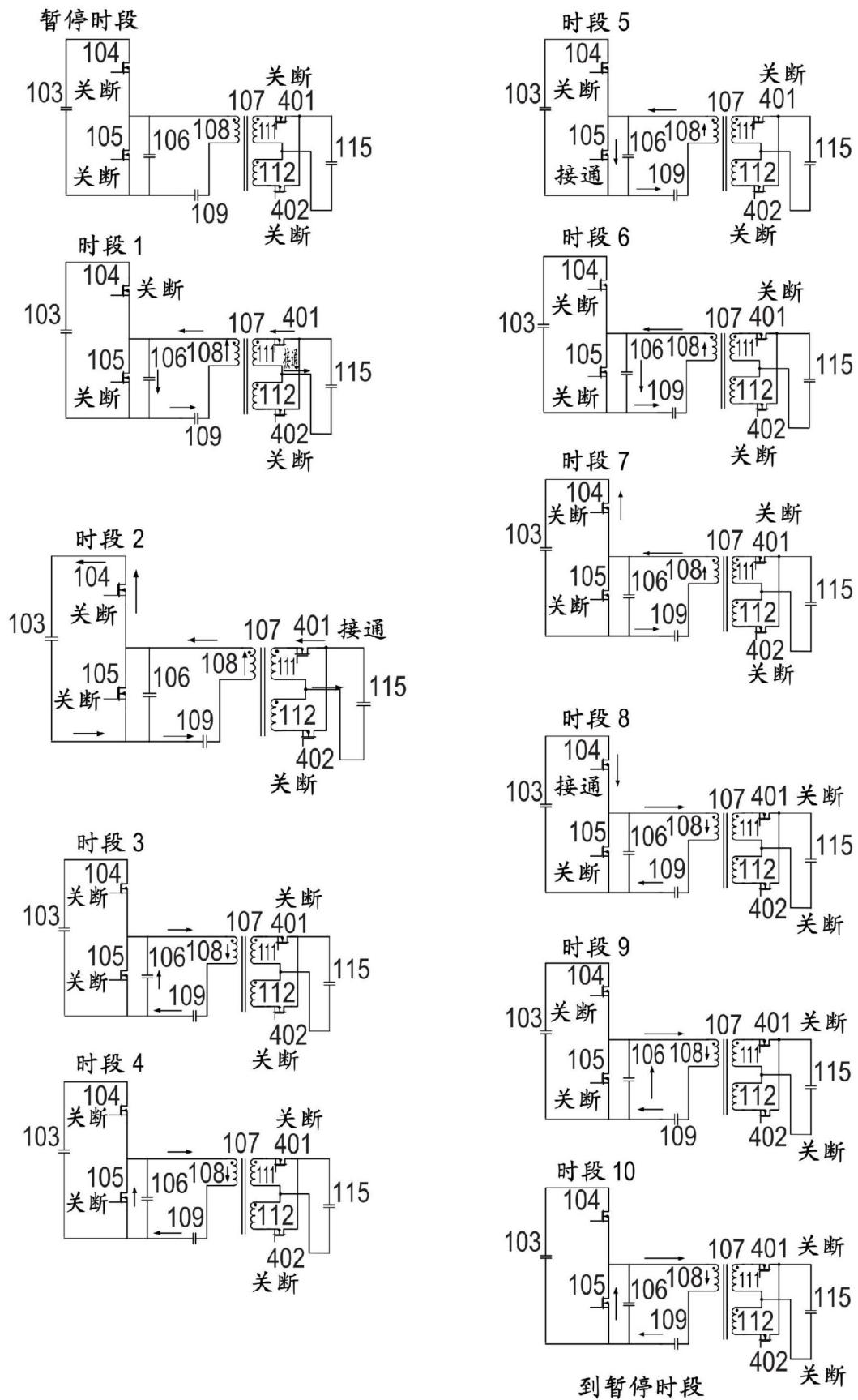
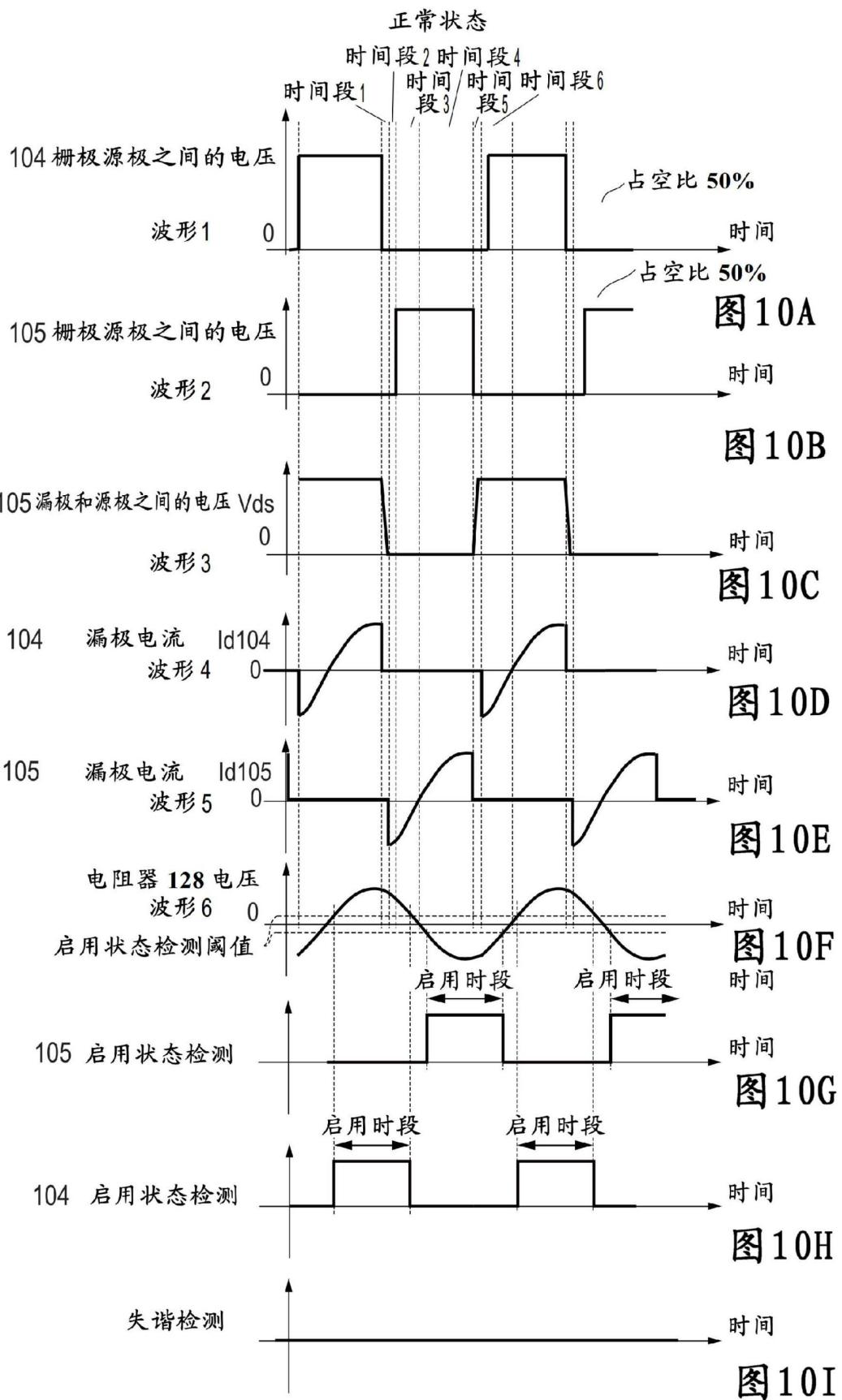
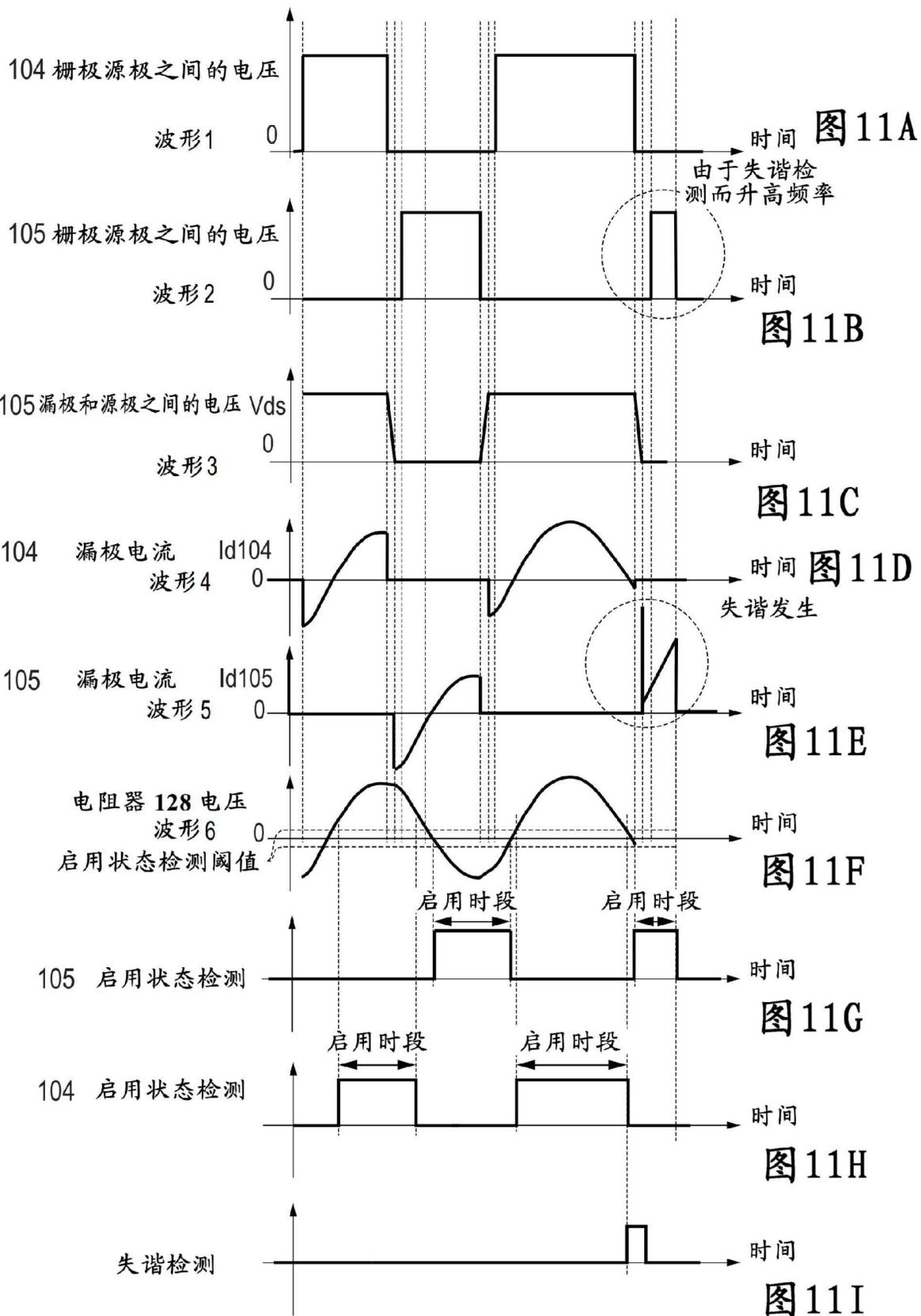


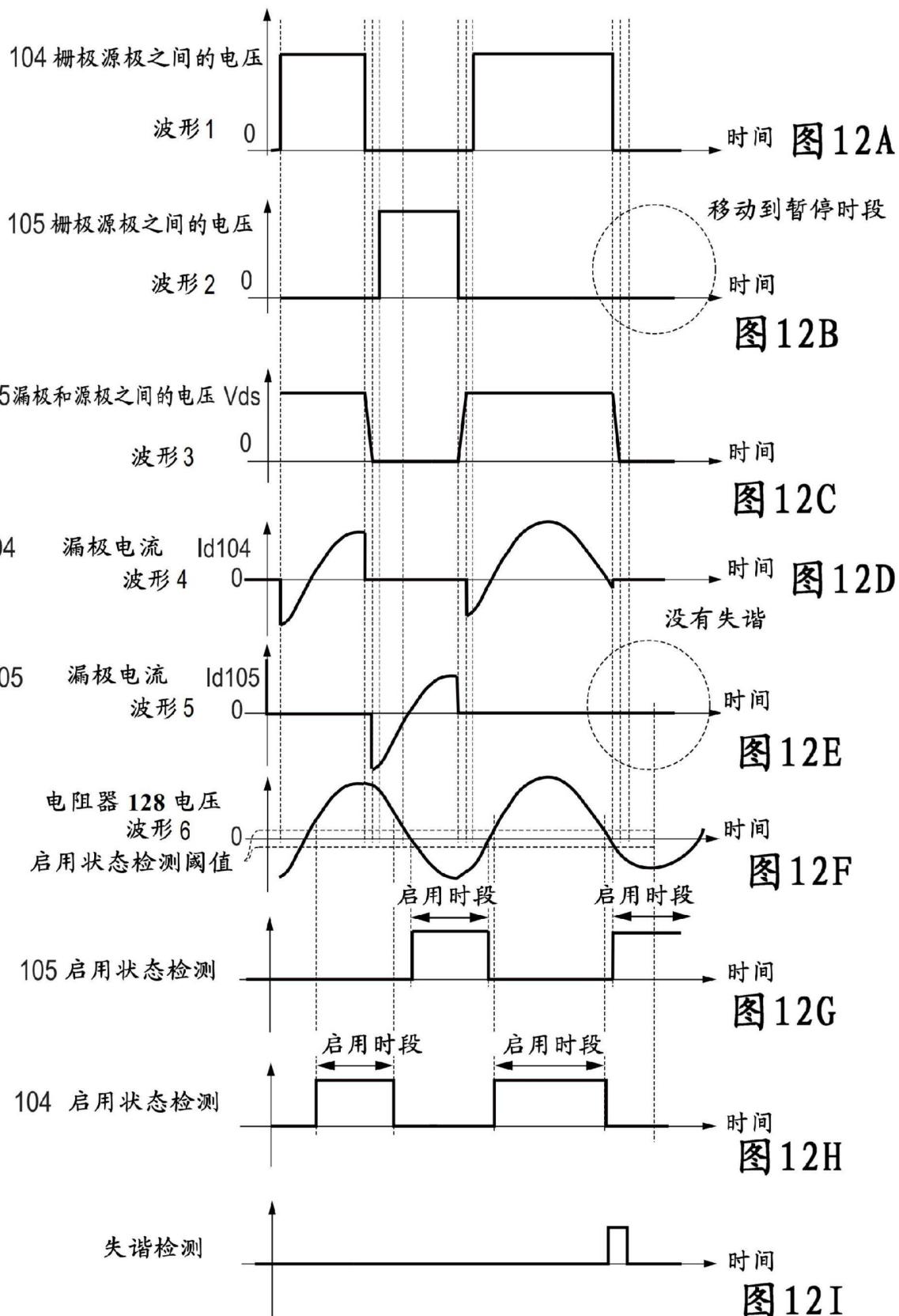
图9



失谐发生状态（常规控制）



失谐发生状态(实施例4)



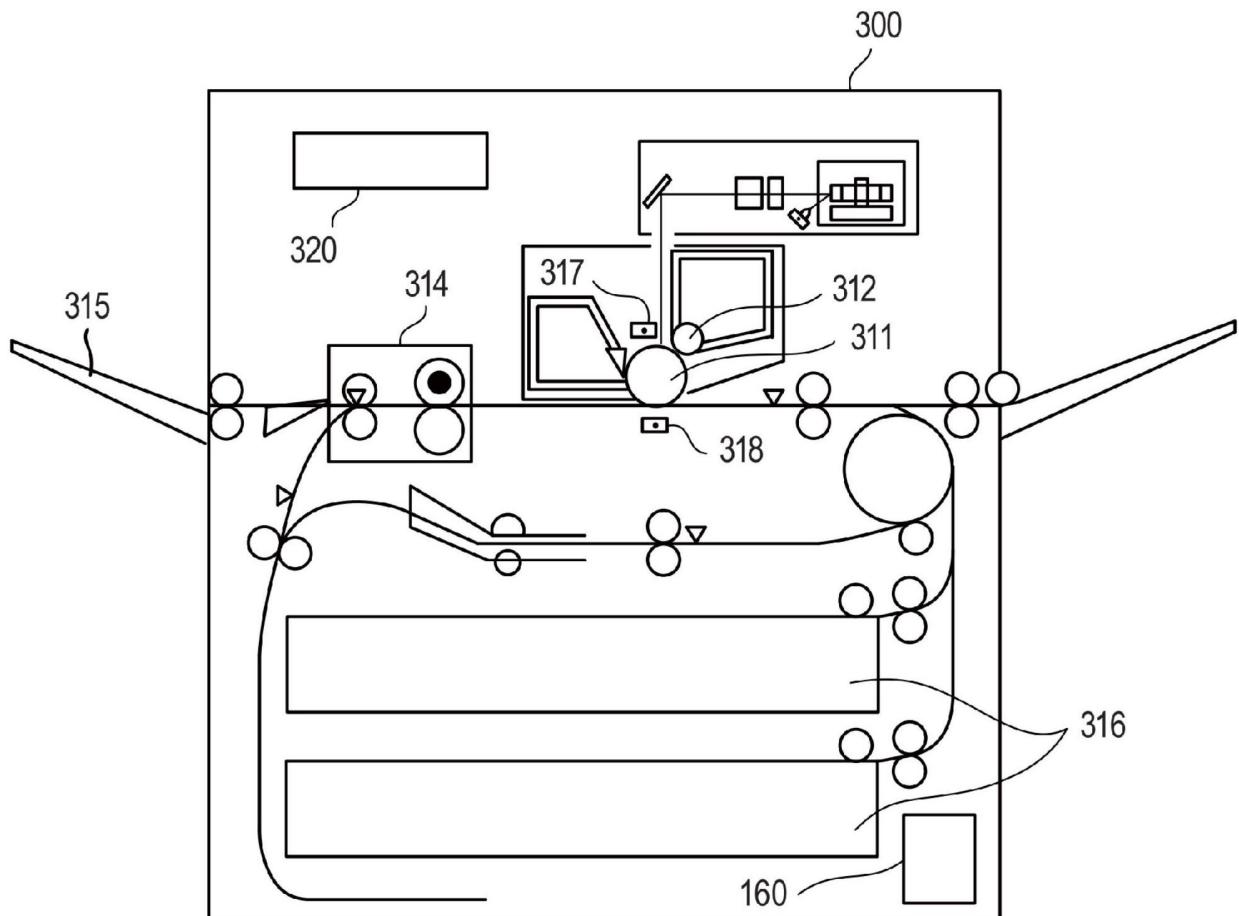


图13