

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102142776 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 03

(21) 申请号 201010623057. 9

(22) 申请日 2010. 12. 31

(30) 优先权数据

2010-018547 2010. 01. 29 JP

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 细谷达也

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 张宝荣

(51) Int. Cl.

H02M 3/335 (2006. 01)

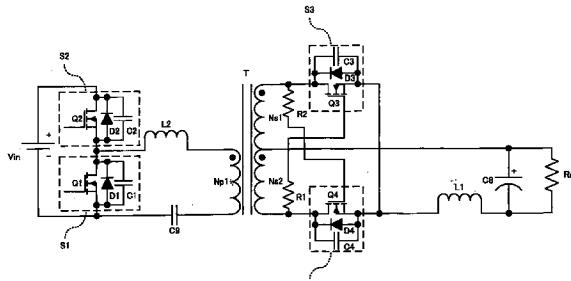
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 21 页

(54) 发明名称

开关电源装置

(57) 摘要

本发明公开一种 1 次侧电力变换电路为半桥方式、2 次侧电力变换电路的整流电路中使用同步整流电路，因此具备对第 1 开关元件 (Q1) 的 ON 时间 ton1 和第 2 的开关元件 (Q2) 的 ON 时间 ton2 的 ON 时间时比 Da ( $= ton1/ton2$ ) 进行控制而在轻负荷时从 2 次侧向 1 次侧进行能量回生的动作模式。从轻负荷到重负荷幅度较宽的负荷变动范围中，实现控制特性稳定且高效率的开关电源装置。



1. 一种开关电源装置,其特征在于,  
具有:

直流电源输入部,其输入直流输入电压(Vin);

变压器(T),其至少具备第1一次绕组(Np1)、第1二次绕组(Ns1)、第2二次绕组(Ns2)串联电路,其连接在所述直流电源输入部的两端,并由第1开关电路(S1)和第2开关电路(S2)构成,所述第1开关电路(S1)由第1开关元件(Q1)、第1电容器(C1)、以及第1二极管(D1)的并联电路构成,所述第2开关电路(S2)由第2开关元件(Q2)、第2电容器(C2)、以及第2二极管(D2)的并联电路构成;

半桥方式的1次侧电力变换电路,其对所述第1开关电路(S1)或所述第2开关电路(S2)的两端,连接至少由第1输入电感(L2)、所述第1一次绕组(Np1)、输入电容器(C9)构成的串联电路的两端;

2次侧同步整流电路,其包含:对所述第1二次绕组(Ns1)所产生的电压进行整流的由第3开关元件(Q3)、第3电容器(C3)、和第3二极管(D3)的并联电路构成的第3开关电路(S3);以及对所述第2二次绕组(Ns2)所产生的电压进行整流的由第4开关元件(Q4)、第4电容器(C4)、和第4二极管(D4)的并联电路构成的第4开关电路(S4),并根据所述第1开关电路(S1)和所述第2开关电路(S2)的互补的开关动作而控制所述第3开关电路(S3)以及所述第4开关电路(S4)的开关动作而进行动作;

第1电感(L1),其以对所述第1二次绕组(Ns1)和所述第2二次绕组(Ns2)中流过的电流进行平滑的方式被连接;

平滑电容器(C8),其被连接在所述第1电感(L1)的后级,

在所述平滑电容器(C8)的后级连接负荷,

所述第1开关电路(S1)和所述第2开关电路(S2)相互夹着规定的空载时间而互补地进行开关动作,并且通过对所述第1开关元件(Q1)的置ON时间ton1和所述第2开关元件(Q2)的置ON时间ton2的置ON时间比Da即ton1/ton2进行控制,而对供给到所述负荷的电力进行控制,

在所述负荷是轻负荷的情况下,具有在所述第3开关元件(Q3)或所述第4开关元件(Q4)的至少其中一方中沿与整流方向相反的方向流过负电流从而从2次侧向1次侧回生能量的动作模式。

2. 一种开关电源装置,其特征在于,  
具备:

直流电源输入部,其输入直流输入电压(Vin);

变压器(T),其至少由第1一次绕组(Np1)、第1二次绕组(Ns1)、第2一次绕组(Np2)、第2二次绕组(Ns2)构成,

串联电路,其由第1开关电路(S1)和第2开关电路(S2)构成,所述第1开关电路(S1)由第1开关元件(Q1)、第1电容器(C1)、以及第1二极管(D1)的并联电路构成,所述第2开关电路(S2)由第2开关元件(Q2)、第2电容器(C2)、以及第2二极管(D2)的并联电路构成,

对所述第1开关电路(S1)或所述第2开关电路(S2)的两端,连接至少由第1输入电感(L2)、所述第1一次绕组(Np1)、和输入电容器(C9)构成的串联电路的两端,

电容器 (C12), 其连接在由所述第 1 开关电路 (S1) 和所述第 2 开关电路 (S2) 构成的串联电路的两端;

半桥方式的 1 次侧电力变换电路, 其通过对由所述第 1 开关电路 (S1) 和所述输入电容器 (C9) 构成的串联电路的两端经由所述第 2 一次绕组以及第 2 输入电感 (L3) 连接所述直流输入电压 Vin 而成;

2 次侧同步整流电路, 其包括: 对由所述第 1 二次绕组 (Ns1) 所产生的电压进行整流的由第 3 开关元件 (Q3)、第 3 电容器 (C3)、和第 3 二极管 (D3) 的并联电路构成的第 3 开关电路 (S3); 以及对由所述第 2 二次绕组 (Ns2) 所产生的电压进行整流的由第 4 开关元件 (Q4)、第 4 电容器 (C4)、以及第 4 二极管 (D4) 的并联电路构成的第 4 开关电路 (S4), 根据所述第 1 开关电路 (S1) 和所述第 2 开关电路 (S2) 的互补的开关动作对所述第 3 开关电路 (S3) 和所述第 4 开关电路 (S4) 的开关动作进行控制而动作;

第 1 电感 (L1), 其以对所述第 1 二次绕组 (Ns1) 和所述第 2 二次绕组 (Ns2) 中流过的电流进行平滑的方式被连接;

平滑电容器 (C8), 其连接在所述第 1 电感 (L1) 的后级,

在所述平滑电容器 (C8) 的后级连接负荷,

所述第 1 开关电路 (S1) 和所述第 2 开关电路 (S2) 相互夹着规定的空载时间而互补地进行开关动作, 并且通过对所述第 1 开关元件 (Q1) 的置 ON 时间 ton1 和所述第 2 开关元件 (Q2) 的置 ON 时间 ton2 的置 ON 时间时比 Da 即 ton1/ton2 进行控制, 而控制供给到所述负荷的电力,

在所述负荷是轻负荷的情况下, 具有在所述第 3 开关元件 (Q3) 或所述第 4 开关元件 (Q4) 的至少其中一方中沿与整流方向相反的方向流过负电流从而从 2 次侧向 1 次侧回生能量的动作模式。

3. 根据权利要求 2 所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T), 由至少具备第 1 一次绕组 (Np1) 和第 1 二次绕组 (Ns1) 的第 1 变压器 (T1) 以及至少具备第 2 一次绕组 (Np2) 和第 2 二次绕组 (Ns2) 的第 2 变压器 (T2) 构成。

4. 根据权利要求 2 所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述第 1 输入电感 (L2) 或所述第 2 输入电感 (L3), 由所述变压器 (T) 的泄漏电感构成。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T) 中, 所述第 1 二次绕组 (Ns1) 和所述第 2 二次绕组 (Ns2) 的一端彼此共通连接, 在所述第 1 二次绕组 (Ns1) 的另一端连接所述第 3 开关电路 (S3) 的一端, 在所述第 2 二次绕组 (Ns2) 的另一端连接所述第 4 开关电路 (S4) 的一端, 所述第 3 开关电路 (S3) 的另一端和所述第 4 开关电路 (S4) 的另一端相互连接, 构成中心抽头型全波整流电路。

6. 根据权利要求 1 ~ 5 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述第 3 开关电路 (S3), 朝向对所述第 1 二次绕组 (Ns1) 所产生的电压进行整流的方向, 并且相对于所述第 2 二次绕组 (Ns2) 并联连接,

所述第 4 开关电路 (S4), 朝向对将所述第 1 二次绕组 (Ns1) 和所述第 2 二次绕组 (Ns2) 所产生的各个的电压加算后的电压进行整流的方向, 并且连接在由所述第 2 二次绕组 (Ns2) 和所述第 3 开关电路 (S3) 构成的闭环路内。

7. 根据权利要求 1 ~ 6 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述第 1 开关电路 (S1)、所述第 2 开关电路 (S2)、所述第 3 开关电路 (S3)、以及所述开关电路 (S4) 中的至少其中之一是场效应晶体管。

8. 根据权利要求 7 所述的开关电源装置, 其特征在于,

将从所述第 1 开关元件 (Q1) 变为 OFF 到所述第 2 开关元件 (Q2) 变为 ON 的时间或从所述第 2 开关元件 (Q2) 变为 OFF 到所述第 1 开关元件 (Q1) 变为 ON 的时间, 设定为, 所述第 1 开关元件 (Q1) 或所述第 2 开关元件 (Q2) 能够实现 ZVS 即零电压开关动作。

9. 根据权利要求 1 ~ 8 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述负荷是轻负荷的情况下, 对所述第 1 开关电路 (S1) 和所述第 2 开关电路 (S2) 的互补的开关动作间歇地进行振荡驱动。

10. 根据权利要求 6 ~ 9 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

作为所述第 4 开关电路 (S4) 的替代, 使用第 4 电容器。

11. 根据权利要求 6 ~ 10 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

作为所述第 1 电感 (L1), 利用所述变压器 (T) 的 2 次侧泄漏磁通。

12. 根据权利要求 6 ~ 11 中任何一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T) 中, 使所述第 1 二次绕组 (Ns1) 与所述第 2 二次绕组 (Ns2) 的磁极性为相反极性, 并且使其匝数比所述第 2 二次绕组 (Ns2) 的匝数小。

13. 根据权利要求 12 所述的开关电源装置, 其特征在于,

设所述第 1 二次绕组 (Ns1) 的匝数和所述第 2 二次绕组 (Ns2) 的匝数的匝数比为  $N_{s1} : N_{s2} = 1 : 2$ 。

14. 根据权利要求 6 ~ 13 中任一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T) 中, 所述第 1 一次绕组 (Np1) 和所述第 1 二次绕组 (Ns1) 的磁耦合度相对地较大, 并且所述第 2 二次绕组 (Ns2) 和另一绕组的磁耦合度相对地较小。

15. 根据权利要求 1 ~ 14 中任一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述同步整流电路是自驱动型同步整流电路。

16. 根据权利要求 1 ~ 14 中任一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T) 还具有第 3 二次绕组 (Ns3), 所述同步整流电路基于所述第 3 二次绕组 (Ns3) 所产生的电压而被驱动。

17. 根据权利要求 1 ~ 14 中任一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

所述变压器 (T) 还具有第 3 二次绕组 (Ns3) 以及第 4 二次绕组 (Ns4), 所述同步整流电路中, 所述第 3 开关电路 (S3) 基于由所述第 3 二次绕组 (Ns3) 所产生的电压而被驱动, 所述第 4 开关电路 (S4) 基于由所述第 4 二次绕组 (Ns4) 所产生的电压而被驱动。

18. 根据权利要求 1 ~ 17 中任一项所述的开关电源装置, 其特征在于,

在所述直流电源输入部的前级, 设置以商用电源作为输入电源, 以所述直流输入电压 ( $V_{in}$ ) 作为输出电压的 PFC 即功率因数改善变换器。

## 开关电源装置

### 技术领域

[0001] 该发明涉及实质上不存在不进行变压器的1次-2次间的能量传递的期间，并且在1次侧驱动电路使用适用于大功率用途的半桥或全桥方式的开关电源装置中，提高从轻负荷到重负荷的较宽的负荷变动范围中的控制性的技术。

### 背景技术

[0002] 以往，通常，作为大功率用途中的开关电源装置，周知的由例如半桥方式、全桥方式的变换器（コンバータ）等。

[0003] 图1表示半桥方式的变换器。作为1次侧电力变换电路，成为如下结构：即对输入电源 $V_{in}$ ，将由第1开关元件Q1、第1电容器C1、以及第1二极管D1的并联电路构成的第1开关电路S1和由第2开关元件Q2、第2电容器C2、第2二极管D2的并联电路构成的第2开关电路S2组成的串联电路，与由高压侧电容器C10以及低压侧电容器C11构成的串联电路相互并联而连接，并在第1开关电路S1和第2开关电路S2的连接点，与高压侧电容器C10和低压侧电容器C11的连接点之间，连接变压器T的第1一次绕组（巻線）N<sub>p1</sub>的两端。

[0004] 另外，作为2次侧电力变换电路，在变压器（T）的第1二次绕组N<sub>s1</sub>的一端连接第3二极管D3的阳极，在第2二次绕组N<sub>s2</sub>的一端连接第4二极管D4的阳极，在第3二极管D3的阴极和第4二极管D4的阴极均被连接在第1电感（电感）L1的一端，第1电感的另一端连接在平滑电容器C8的一端以及负荷R<sub>o</sub>的一端。另外，第1二次绕组N<sub>s1</sub>的另一端以及第2二次绕组N<sub>s2</sub>的另一端均连接在平滑电容器C8的另一端以及负荷R<sub>o</sub>的另一端。

[0005] 在这样的半桥方式的变换器中，第1开关元件Q1和第2开关元件Q2互补地（相補的に）被驱动，输入电压、输出电压在额定（定格）状态中，以第1开关元件Q1以及第2开关元件Q2的占空比大致50%的方式被设计。第1开关元件Q1以及第2开关元件Q2同时成为ON状态则会短路，实际上夹着（挟んで）均被置OFF的期间（空载时间（デッドタイム））而互补地被驱动，不会严密地成为50%。例如，在输入电压上升的情况下、输出电压上升情况下等中，存在以下2个控制方法。I…「第1开关元件Q1以及第2开关元件Q2完全对称而互补地被驱动，第1开关元件Q1以及第2开关元件Q2的占空比均被变短（空载时间变长），降低输出电压的方式进行控制的方法」以及II…「以第1开关元件Q1和第2开关元件Q2相互夹着规定的空载时间而交互地被置ON，并缩小第1开关元件Q1的占空比（相对地第2开关元件Q2的占空比变大），从而降低输出电压的方式，进行控制的方法」。

[0006] 然而，在I的方法中第1开关元件Q1和第2开关元件Q2均被置OFF的时间（空载时间（デッドタイム））其每次变动，因此存在不能够ZVS（零电压开关）驱动各个的开关元件的缺点，近年的寻求高效率的开关电源装置中，以下II的方法。

[0007] 然而，在以II的方法进行控制的情况下，第1开关元件Q1和第2开关元件Q2夹着规定的空载时间而交互地置ON，因此零电压开关（ZVS）驱动是可能的，但是如图2所示那样，若负荷的状态成为轻负荷，则存在第1电感L1中流过的电流成为0A的期间，‘若降低第1开关元件Q1的占空比，则输出电压下降’的控制特性被逆转，不能够进行控制的问题。

[0008] 另外,例如如下述所示的专利文献 1 那样,若使用 BHB(升压(ブースト)半桥)方式,则能够在实现零电压开关的同时维持轻负荷时的控制特性,但是存在开关元件的耐压需要输入电压的 2 倍程度、高耐压的开关元件导通电阻(オン抵抗)变大,开关损失变大的问题。

[0009] 在例如电视等的一般家电用中所使用的开关电源装置的情况下,要求较强的待机时电力的削减,负荷从接近无负荷的轻负荷状态到重负荷状态,相当宽的负荷变动范围内需要稳定的控制特性,在以往的方法中,即使任何一种方法,也难于实现低损失并且能够与幅度较宽的负荷变动范围对应的开关电源装置。

[0010] 因此,本发明的目的在于提供一种使用低耐压的开关元件,实现零电压开关,并且不能够与较宽的负荷变动范围对应的低损失、高效率,并且具有高输出电压稳定性的开关电源装置。

[0011] 【专利文献 1】特开平 11-262263 号

## 发明内容

[0012] 该发明为解决上述问题以按照以下方式构成。

[0013] (1) 一种开关电源装置,其特征在于,具有:直流电源输入部,其输入直流输入电压  $V_{in}$ ;变压器 T,其至少具备第 1 一次绕组 Np1、第 1 二次绕组 Ns1、第 2 二次绕组 Ns2;串联电路,其连接在所述直流电源输入部的两端,并由第 1 开关电路 S1 和第 2 开关电路 S2 构成,所述第 1 开关电路 S1 由第 1 开关元件 Q1、第 1 电容器 C1、以及第 1 二极管 D1 的并联电路构成,所述第 2 开关电路 S2 由第 2 开关元件 Q2、第 2 电容器 C2、以及第 2 二极管 D2 的并联电路构成;半桥方式的 1 次侧电力变换电路,其对所述第 1 开关电路 S1 或所述第 2 开关电路 S2 的两端,连接至少由第 1 输入电感 L2、所述第 1 一次绕组 Np1、输入电容器 C 构成的串联电路的两端;2 次侧同步整流电路,其包含:对所述第 1 二次绕组 Ns1 所产生的电压进行整流的由第 3 开关元件 Q3、第 3 电容器 C3、和第 3 二极管 D3 的并联电路构成的第 3 开关电路 S3;以及对所述第 2 二次绕组 Ns2 所产生的电压进行整流的由第 4 开关元件 Q4、第 4 电容器 C4、和第 4 二极管 D4 的并联电路构成的第 4 开关电路 S4,并根据所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 的互补的开关动作而控制所述第 3 开关电路 S3 以及所述第 4 开关电路 S4 的开关动作而进行动作;第 1 电感 L1,其以对所述第 1 二次绕组 Ns1 和所述第 2 二次绕组 Ns2 中流过的电流进行平滑的方式被连接;平滑电容器 C8,其被连接在所述第 1 电感 L1 的后级,在所述平滑电容器 C8 的后级连接负载,所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 相互夹着规定的空载时间而互补地进行开关动作,并且通过对所述第 1 开关元件 Q1 的置 ON 时间  $t_{on1}$  和所述第 2 开关元件 Q2 的置 ON 时间  $t_{on2}$  的置 ON 时间时比 Da 即  $t_{on1}/t_{on2}$  进行控制,而对供给到所述负载的电力进行控制,在所述负载是轻负荷的情况下,具有在所述第 3 开关元件 Q3 或所述第 4 开关元件 Q4 的至少其中一方中沿与整流方向相反的方向流过负电流从而从 2 次侧向 1 次侧回生能量的动作模式。

[0014] (2) 一种开关电源装置,其特征在于,具备:直流电源输入部,其输入直流输入电压  $V_{in}$ ;变压器 (T),其至少由第 1 一次绕组 Np1、第 1 二次绕组 Ns1、第 2 一次绕组 Np2、第 2 二次绕组 Ns2 构成,串联电路,其由第 1 开关电路 S1 和第 2 开关电路 S2 构成,所述第 1 开关电路 S1 由第 1 开关元件 Q1、第 1 电容器 C1、以及第 1 二极管 D1 的并联电路构成,所述第 2 开关电路 S2 由第 2 开关元件 Q2、第 2 电容器 C2、以及第 2 二极管 D2 的并联电路构成;半桥方式的 1 次侧电力变换电路,其对所述第 1 开关电路 S1 或所述第 2 开关电路 S2 的两端,连接至少由第 1 输入电感 L2、所述第 1 一次绕组 Np1、输入电容器 C 构成的串联电路的两端;2 次侧同步整流电路,其包含:对所述第 1 二次绕组 Ns1 所产生的电压进行整流的由第 3 开关元件 Q3、第 3 电容器 C3、和第 3 二极管 D3 的并联电路构成的第 3 开关电路 S3;以及对所述第 2 二次绕组 Ns2 所产生的电压进行整流的由第 4 开关元件 Q4、第 4 电容器 C4、和第 4 二极管 D4 的并联电路构成的第 4 开关电路 S4,并根据所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 的互补的开关动作而控制所述第 3 开关电路 S3 以及所述第 4 开关电路 S4 的开关动作而进行动作;第 1 电感 L1,其以对所述第 1 二次绕组 Ns1 和所述第 2 二次绕组 Ns2 中流过的电流进行平滑的方式被连接;平滑电容器 C8,其被连接在所述第 1 电感 L1 的后级,在所述平滑电容器 C8 的后级连接负载,所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 相互夹着规定的空载时间而互补地进行开关动作,并且通过对所述第 1 开关元件 Q1 的置 ON 时间  $t_{on1}$  和所述第 2 开关元件 Q2 的置 ON 时间  $t_{on2}$  的置 ON 时间时比 Da 即  $t_{on1}/t_{on2}$  进行控制,而对供给到所述负载的电力进行控制,在所述负载是轻负荷的情况下,具有在所述第 3 开关元件 Q3 或所述第 4 开关元件 Q4 的至少其中一方中沿与整流方向相反的方向流过负电流从而从 2 次侧向 1 次侧回生能量的动作模式。

2开关电路 S2 由第 2 开关元件 Q2、第 2 电容器 C2、以及第 2 二极管 D2 的并联电路构成, 对所述第 1 开关电路 S1 或所述第 2 开关电路 S2 的两端, 连接至少由第 1 输入电感 L2、所述第 1 一次绕组 Np1、和输入电容器 C9 构成的串联电路的两端, 电容器 C12, 其连接在由所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 构成的串联电路的两端; 半桥方式的 1 次侧电力变换电路, 其通过对由所述第 1 开关电路 S1 和所述输入电容器 C9 构成的串联电路的两端经由所述第 2 一次绕组以及第 2 输入电感 L3 连接所述直流输入电压 Vin 而成; 2 次侧同步整流电路, 其包括: 对由所述第 1 二次绕组 Ns1 所产生的电压进行整流的由第 3 开关元件 Q3、第 3 的电容器 C3、和第 3 二极管 D3 的并联电路构成的第 3 开关电路 S3; 以及对由所述第 2 二次绕组 Ns2 所产生的电压进行整流的由第 4 开关元件 Q4、第 4 电容器 C4、以及第 4 二极管 D4 的并联电路构成的第 4 开关电路 S4, 根据所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 的互补的开关动作对所述第 3 开关电路 S3 和所述第 4 开关电路 S4 的开关动作进行控制而动作; 第 1 电感 L1, 其以对所述第 1 二次绕组 Ns1 和所述第 2 二次绕组 Ns2 中流过的电流进行平滑的方式被连接; 平滑电容器 C8, 其连接在所述第 1 电感 L1 的后级, 在所述平滑电容器 C8 的后级连接负荷, 所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开关电路 S2 相互夹着规定的空载时间而互补地进行开关动作, 并且通过对所述第 1 开关元件 Q1 的置 ON 时间 ton1 和所述第 2 开关元件 Q2 的置 ON 时间 ton2 的置 ON 时间时比 Da 即 ton1/ton2 进行控制, 而控制供给到所述负荷的电力, 在所述负荷是轻负荷的情况下, 具有在所述第 3 开关元件 Q3 或所述第 4 开关元件 Q4 的至少其中一方中, 沿与整流方向相反的方向流过负电流, 从而从 2 次侧向 1 次侧回生能量的动作模式。

[0015] (3) 特征在于, 所述变压器 T, 由至少具备第 1 一次绕组 Np1 和第 1 二次绕组 Ns1 的第 1 变压器 T1 以及至少具备第 2 一次绕组 Np2 和第 2 二次绕组 Ns2 的第 2 变压器 T2 构成。

[0016] (4) 特征在于, 所述第 1 输入电感 L2 或所述第 2 输入电感 L3, 由所述变压器 (T) 的泄漏电感构成。

[0017] (5) 特征在于, 所述变压器 T 中, 所述第 1 二次绕组 Ns1 和所述第 2 二次绕组 Ns2 的一端彼此共通连接, 在所述第 1 二次绕组 Ns1 的另一端连接所述第 3 开关电路 S3 的一端, 在所述第 2 二次绕组 Ns2 的另一端连接所述第 4 开关电路 S4 的一端, 所述第 3 开关电路 S3 的另一端和所述第 4 开关电路 S4 的另一端相互连接, 构成中心抽头型全波整流电路。

[0018] (6) 特征在于, 所述第 3 开关电路 S3, 朝向对所述第 1 二次绕组 Ns1 所产生的电压进行整流的方向, 并且相对于所述第 2 二次绕组 Ns2 并联连接, 所述第 4 开关电路 S4, 朝向对将所述第 1 二次绕组 Ns1 和所述第 2 二次绕组 Ns2 所产生的各个的电压加算后的电压进行整流的方向, 并且连接在由所述第 2 二次绕组 Ns2 和所述第 3 开关电路 S3 构成的闭环路内。

[0019] (7) 特征在于, 所述第 1 开关电路 S1、所述第 2 开关电路 S2、所述第 3 开关电路 S3、以及所述开关电路 S4 中的至少其中之一是场效应晶体管。

[0020] (8) 特征在于, 将从所述第 1 开关元件 Q1 变为 OFF 到所述第 2 开关元件 Q2 变为 ON 的时间或从所述第 2 开关元件 Q2 变为 OFF 到所述第 1 开关元件 Q1 变为 ON 的时间, 设定为, 所述第 1 开关元件 Q1 或所述第 2 开关元件 Q2 能够实现 ZVS 即零电压开关动作。

[0021] (9) 特征在于, 所述负荷是轻负荷的情况下, 对所述第 1 开关电路 S1 和所述第 2 开

关电路 S2 的互补的开关动作间歇地进行振荡驱动。

[0022] (10) 特征在于，作为所述第 4 开关电路 S4 的替代，使用第 4 电容器。

[0023] (11) 特征在于，作为所述第 1 电感 L1，利用所述变压器 (T) 的 2 次侧泄漏磁通。

[0024] (12) 特征在于，所述变压器 T 中，使所述第 1 二次绕组 Ns1 与所述第 2 二次绕组 Ns2 的磁极性为相反极性，并且使其匝数比所述第 2 二次绕组 Ns2 的匝数小。

[0025] (13) 特征在于，设所述第 1 二次绕组 Ns1 的匝数和所述第 2 二次绕组 Ns2 的匝数的匝数比为  $Ns1 : Ns2 = 1 : 2$ 。

[0026] (14) 特征在于，所述变压器 T 中，所述第 1 一次绕组 Np1 和所述第 1 二次绕组 Ns1 的磁耦合度相对地较大，并且所述第 2 二次绕组 Ns2 和另一绕组的磁耦合度相对地较小。

[0027] (15) 特征在于，所述同步整流电路是自驱动型同步整流电路。

[0028] (16) 特征在于，所述变压器 T 还具有第 3 二次绕组 Ns3，所述同步整流电路基于所述第 3 二次绕组 Ns3 所产生的电压而被驱动。

[0029] (17) 特征在于，所述变压器 T 还具有第 3 二次绕组 Ns3 以及第 4 二次绕组 Ns4，所述同步整流电路中，所述第 3 开关电路 S3 基于由所述第 3 二次绕组 Ns3 所产生的电压而被驱动，所述第 4 开关电路 S4 基于由所述第 4 二次绕组 Ns4 所产生的电压而被驱动。

[0030] (18) 特征在于，在所述直流电源输入部的前级，设置以商用电源作为输入电源，以所述直流输入电压 Vin 作为输出电压的 PFC 即功率因数改善变换器。

[0031] 根据该发明，

[0032] (a) 由于轻负荷时不成为电流不连续模式动作，因此通过全负荷区域中，以第 1 开关元件 Q1 的 ON 时间 ton1 和第 2 开关元件 Q2 的 ON 时间 ton2 的置 ON 时间时比 Da (= ton1/ton2) 成为规定值的方式进行控制，能够实质地控制第 1 开关元件 Q1 的 ON 时间而维持对输出电压进行控制的控制特性。

[0033] (b) 第 1 开关元件 Q1 的动作电压下降到与输入电压相同的电压，因此能够在开关元件中使用低耐压的半导体部件，并且由于是低 ON 电阻，因此也能够期待（見込あ）开关损失的降低，实现低成本、高效率化。

[0034] (c) 由于对第 1 开关元件 Q1 以及第 2 开关元件 Q2 进行零电压开关 (ZVS) 驱动，因此能够进一步降低开关损失，并能够谋求高效率化。

[0035] (d) 由于用变压器的泄露磁通代替零电压开关 (ZVS) 驱动所需要的 1 次侧的电感元件，因此能够起到削减部件点数，并使电路规模大幅度小型化的效果，能够将电路規模简单化，并能够构成高效率的开关电源装置。

[0036] (e) 通过使用同步整流电路，能够在特别大电流输出的情况下，大幅度降低 2 次侧的整流损失，并能够实现高效率化。

## 附图说明

[0037] 图 1 是以往的开关电源装置的电路图。

[0038] 图 2 是以往的重负荷时和轻负荷时的波形图。

[0039] 图 3 是 I 的控制方法中的额定（定格）时输入电压高时（或输出电压高时）的波形图。

[0040] 图 4 是 II 的控制方法中的额定时和输入电压高时（或输出电压高时）的波形图。

- [0041] 图 5 是 II 的控制方法中的每占空比的负荷电流 - 输出电压的特性图。
- [0042] 图 6 是第 1 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0043] 图 7 是第 1 实施方式所涉及的各开关元件的时序图。
- [0044] 图 8 是第 1 实施方式所涉及的重负荷时轻负荷时的波形图。
- [0045] 图 9 是第 1 实施方式所涉及的每占空比的负荷电流 - 输出电压的特性图。
- [0046] 图 10 是第 2 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0047] 图 11 是第 3 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0048] 图 12 是第 4 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0049] 图 13 是第 4 实施方式所涉及的另一开关电源装置的电路图。
- [0050] 图 14 是第 5 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0051] 图 15 是第 5 实施方式所涉及的另一开关电源装置的电路图。
- [0052] 图 16 是第 6 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0053] 图 17 是第 6 实施方式所涉及的开关电源装置中的第 1 开关元件 Q1 ~ 第 4 开关元件 Q4 的栅极电压以及第 1 电感 L1 中流过的电流的波形图。
- [0054] 图 18 是第 7 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0055] 图 19 是第 8 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0056] 图 20 是第 9 实施方式所涉及的开关电源装置中的第 1 开关元件 Q1 ~ 第 4 开关元件 Q4 的栅极电压以及第 1 电感 L1 中流过的电流的波形图。
- [0057] 图 21 是第 10 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。
- [0058] 图中：
  - [0059] T- 变压器
  - [0060] T1- 第 1 变压器
  - [0061] T2- 第 2 变压器
  - [0062] Np1- 第 1 一次绕组
  - [0063] Np2- 第 2 一次绕组
  - [0064] Ns1- 第 1 二次绕组
  - [0065] Ns2- 第 2 二次绕组
  - [0066] Ns3- 第 3 二次绕组
  - [0067] Ns4- 第 4 二次绕组
  - [0068] L1- 第 1 电感
  - [0069] L2- 第 1 输入电感
  - [0070] L3- 第 2 输入电感
  - [0071] L4- 第 2 电感
  - [0072] C1- 第 1 电容器 ( キヤバシタ )
  - [0073] C2- 第 2 电容器
  - [0074] C3- 第 3 电容器
  - [0075] C4- 第 4 电容器
  - [0076] C5- 第 5 电容器
  - [0077] C6- 第 6 电容器

- [0078] C7- 第 7 电容器
- [0079] C8- 平滑电容器
- [0080] C9- 输入电容器
- [0081] C10- 高压侧电容器
- [0082] C11- 低压侧电容器
- [0083] C12- 第 8 电容器
- [0084] C13- 第 9 电容器
- [0085] C14- 第 10 电容器
- [0086] C15- 第 11 电容器
- [0087] C16- 第 12 电容器
- [0088] C17- 第 13 电容器
- [0089] C18- 第 14 电容器
- [0090] DB- 二极管桥电路
- [0091] D1- 第 1 二极管
- [0092] D2- 第 2 二极管
- [0093] D3- 第 3 二极管
- [0094] D4- 第 4 二极管
- [0095] D5- 第 5 二极管
- [0096] D6- 第 6 二极管
- [0097] D7- 第 7 二极管
- [0098] D8- 第 8 二极管
- [0099] D9- 第 9 二极管
- [0100] D10- 第 10 二极管
- [0101] Q1- 第 1 开关元件
- [0102] Q2- 第 2 开关元件
- [0103] Q3- 第 3 开关元件
- [0104] Q4- 第 4 开关元件
- [0105] Q5- 第 5 开关元件
- [0106] Q6- 第 6 开关元件
- [0107] Q7- 第 7 开关元件
- [0108] Ro- 负荷
- [0109] R1- 第 1 电阻
- [0110] R2- 第 2 电阻
- [0111] R3- 第 3 电阻
- [0112] R4- 第 4 电阻
- [0113] R5- 第 5 电阻
- [0114] R6- 第 6 电阻
- [0115] S1- 第 1 开关电路
- [0116] S2- 第 2 开关电路

- [0117] S3- 第 3 开关电路
- [0118] S4- 第 4 开关电路
- [0119] S5- 第 5 开关电路
- [0120] S6- 第 6 开关电路
- [0121] S7- 第 7 开关电路
- [0122] AC- 商用电源
- [0123] Vo- 输出电压
- [0124] Vin- 电源输入部的输入电压

## 具体实施方式

[0125] 《第 1 实施方式》

[0126] 图 6 是第 1 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。

[0127] 如图 6 所示那样, 该开关电源装置, 作为 1 次侧电力变换电路, 成为如下结构: 即对输入电源 Vin, 连接由第 1 开关元件 Q1、第 1 电容器 C1、和第 1 二极管 D1 的并联电路构成的第 1 开关电路 S1, 与由第 2 开关元件 Q2、第 2 电容器 C2、和第 2 二极管 D2 的并联电路构成的第 2 开关电路 S2 所组成的串联电路, 并对第 1 开关电路 S1 的两端, 连接由第 1 输入电感 L2、变压器 T 的第 1 一次绕组 Np1、输入电容器 C9 构成的串联电路的两端。

[0128] 另外, 作为 2 次侧电力变换电路, 在变压器 T 的第 1 二次绕组 Ns1 的一端连接由第 3 开关元件 Q3、第 3 电容器 C3、以及第 3 二极管 D3 构成的第 3 开关电路 S3 的漏极 (ドレイン) 侧端子, 在第 2 二次绕组 Ns2 的一端连接由第 4 开关元件 Q4、第 4 电容器 C4、以及第 4 二极管 D4 构成的第 4 的开关电路 S4 的漏极侧端子, 第 3 开关电路 S3 的源极侧端子和第 4 开关电路 S4 的源极侧端子均被连接在第 1 电感 L1 的一端, 第 1 电感 L1 的另一端连接在输出电容器 C8 的一端以及负荷 Ro 的一端。另外, 第 1 二次绕组 Ns1 的另一端以及第 2 二次绕组 Ns2 的另一端均被连接在输出电容器 C8 的另一端以及负荷 Ro 的另一端。第 3 开关电路 S3 以及第 4 开关电路 S4 构成自驱动型的同步整流电路。

[0129] 另外, 第 1 开关元件 Q1 和第 2 开关元件 Q2, 双方同时置 ON, 则会短路 (ショート), 因此构成为以夹着规定的空载时间相互互补地置 ON。该空载时间中, 以各个开关元件能够被 ZVS (零电压开关) 驱动的方式被设定。

[0130] 另外, 变压器 T 的二次绕组, 被分别缠绕 (分卷) 在第 1 二次绕组 Ns1 和第 2 二次绕组 Ns2, 一端彼此共通地被连接的中心抽头 (センタータップ) 型, 第 1 二次绕组 Ns1 和第 2 二次绕组 Ns2 以相互同极性的方式被缠绕。

[0131] 根据这样的构成, 变压器 T 中的第 1 一次绕组 Np1 以及第 1 二次绕组 Ns1, 以在第 1 开关电路 S1 置 OFF, 并且第 2 开关电路 S2 置 ON 的期间从变压器 T 的 1 次侧向 2 次侧传送电力的方式设定绕组的极性, 第 1 一次绕组 Np1 以及第 2 二次绕组 Ns2, 以在第 1 开关电路 S1 置 ON, 并且第 2 开关电路 S2 置 OFF 的期间中, 以从变压器 T 的 1 次侧向 2 次侧传送电力的方式设定绕组的极性, 因此第 1 开关电路 S1 被置 ON, 并且第 2 开关电路 S2 被置 OFF 的期间中, 由第 1 二次绕组 Ns1 感应的电压将第 4 的开关元件 Q4 的栅极电位置为低电平 (ローレベル), 由第 2 二次绕组 Ns2 感应的电压将第 3 开关元件 Q3 的栅极电位置为高电平 (ハイレベル), 因此, 结果, 第 3 开关电路 S3 被置 ON, 通过第 1 电感 L1 流过输出电流而向负荷

$R_o$  供给直流输出电压。电阻  $R_1$  是用于驱动第 3 开关元件  $Q_3$  的栅极端子的限流电阻。

[0132] 另外,在第 1 开关电路  $S_1$  置 OFF、第 2 开关电路  $S_2$  置 ON 的期间中,由第 1 二次绕组  $N_{s1}$  感应的电压将第 4 开关元件  $Q_4$  的栅极电位置为高电平,由第 2 二次绕组  $N_{s2}$  感应的电压将第 3 开关元件  $Q_3$  的栅极电位置为低电平,结果,第 4 开关电路  $S_4$  被置 ON,通过第 1 电感  $L_1$  流过输出电流而向负荷  $R_o$  供给直流输出电压。电阻  $R_2$  是用于驱动第 4 开关元件  $Q_4$  的栅极端子的限流电阻。

[0133] 图 7 是图 6 所示的开关电源装置的电路各部分的波形图。以下,参照图 6 对电路动作进行说明。图 7 中,  $v_{gs1}, v_{gs2}, v_{gs3}, v_{gs4}$  分别是开关元件  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  的栅极 - 源极间电压,实质上表示开关元件  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  的 ON/OFF 的波形。另外,  $v_{ds1}, v_{ds2}, v_{ds3}, v_{ds4}$  分别是开关元件  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  的漏极 - 源极间电压,实质上是电容器  $C_1, C_2, C_3, C_4$  的两端电压波形。此外,  $i_{d1}, i_{d2}, i_p, i_L$  分别是开关电路  $S_1, S_2$ 、一次绕组  $N_{p1}$ 、第 1 电感  $L_1$  中流过的电流的电流波形。

[0134] 该开关电源装置的额定动作中的动作,在 1 开关周期  $T_s$  中能够分为时刻  $t_1 \sim t_7$  的 6 个的动作状态。以下,分为各状态而对电路动作进行说明。

[0135] (1) 状态 1 state 1 [ $t_1 \sim t_2$ ]

[0136] 首先,在第 2 开关元件  $Q_2$  被变为(ターン)OFF 后,若第 1 开关元件  $Q_1$  的漏极 - 源极间电压  $V_{ds1}$  成为零电压附近,则第 1 二极管  $D_1$  变为 ON。该时序中,通过将第 1 开关元件  $Q_1$  变为 ON,而进行零电压开关(ZVS)动作。

[0137] (2) 状态 2 state 2 [ $t_2 \sim t_3$ ]

[0138] 通过将第 1 开关元件  $Q_1$  变为 ON,在第 1 一次绕组  $N_{p1}$  中流过电流,在第 1 开关元件  $Q_1$  中流过的电流  $i_{d1}$  以及在第 1 一次绕组  $N_{p1}$  中流过的电流  $i_p$  以一次函数增大。此时,变压器 T 的 2 次侧中,由第 1 二次绕组  $N_{s1}$  感应的电压将第 4 开关元件  $Q_4$  的栅极电位置为低电平,由第 2 二次绕组  $N_{s2}$  感应的电压将第 3 开关元件  $Q_3$  的栅极电位置为高电平,因此第 3 开关元件  $Q_3$  变为 ON,第 4 的开关元件  $Q_4$  变为 OFF,从而仅在第 1 二次绕组  $N_{s1}$  流过电流。因此,在变压器 T 的 2 次侧流过的电流,按照第 1 电感  $L_1 \rightarrow$  第 3 开关元件  $Q_3 \rightarrow$  第 1 二次绕组  $N_{s1} \rightarrow$  负荷  $R_o$  的顺序流动。

[0139] (3) 状态 3 state 3 [ $t_3 \sim t_4$ ]

[0140] 若第 1 开关元件  $Q_1$  变为 OFF,则利用在第 1 输入电感  $L_2$  中蓄积的能量,对第 1 电容器  $C_1$  进行充电,与此相伴,第 1 开关元件  $Q_1$  的漏极 - 源极间电压  $V_{ds1}$  上升。另外,同时第 2 电容器  $C_2$  被放电,与此相伴,第 2 开关元件  $Q_2$  的漏极 - 源极间电压  $V_{ds2}$  下降。

[0141] (4) 状态 4 state 4 [ $t_4 \sim t_5$ ]

[0142] 若第 2 开关元件  $Q_2$  的漏极 - 源极间电压  $V_{ds2}$  接近零电压,则第 2 二极管  $D_2$  变为 ON。以该时序,使第 2 开关元件  $Q_2$  变为 ON,而进行零电压开关(ZVS)动作。

[0143] (5) 状态 5 state 5 [ $t_5 \sim t_6$ ]

[0144] 通过将第 2 开关元件  $Q_2$  变为 ON,第 1 一次绕组  $N_{p1}$  以与 [状态 2] 时相反的方向被励磁,在第 1 一次绕组  $N_{p1}$  中流过的电流以与 [状态 2] 时相反的方向以一次函数的增大。另外,在第 2 开关元件  $Q_2$  中流过的电流  $i_{d2}$  也以一次函数的增大。此时,变压器 T 的 2 次侧中,由第 1 二次绕组  $N_{s1}$  感应的电压将第 4 开关元件  $Q_4$  的栅极电位置为高电平,由第 2 二次绕组  $N_{s2}$  感应的电压将第 3 开关元件  $Q_3$  的栅极电位置为低电平,因此第 3 开关元件

Q3 变为 OFF, 第 4 开关元件 Q4 变为 ON, 从而仅在第 2 二次绕组 Ns2 中流过电流。

[0145] 因此, 变压器 T 的 2 次侧中流过的电流, 以第 1 电感 L1 → 第 4 开关元件 Q4 → 第 2 二次绕组 Ns2 → 负荷 Ro 的顺序流过。

[0146] (6) 状态 6 state 6 [t6 ~ t7]

[0147] 若第 2 开关元件 Q2 变为 OFF, 则利用在第 1 输入电感 L2 中蓄积的能量, 对第 2 电容器 C2 进行充电, 与此相伴, 第 2 开关元件 Q2 的漏极 - 源极间电压 Vds2 上升。另外, 同时第 1 电容器 C1 被放电, 与此相伴第 1 开关元件 Q1 的漏极 - 源极间电压 Vds1 下降。此后, 返回 [状态 1] 的动作。

[0148] 关于第 1 开关元件 Q1 以及第 2 开关元件 Q2 的 ON/OFF 定时 (タイミング), 例如, 具有用于检测输出电压的输出电压检测电路等, 并使用光电耦合器 (フォトカプラ) 等绝缘反馈装置 (絶縁帰還手段) 对超过了预先确定的电压这一情况进行反馈, 并基于此反馈进行 ON/ OFF 控制。

[0149] 图 8 表示在上述的电路构成中, 重负荷时和轻负荷时的第 1 开关元件 Q1 ~ 第 4 开关元件 Q4 的栅极电压以及第 1 电感 L1 中流过的电流的波形图。通过将 2 次侧电力变换电路作为由第 3 开关电路 S3 以及第 4 开关电路 S4 构成的同步整流电路, 能够在轻负荷时, 沿相对于第 3 二极管 D3 以及第 4 二极管 D4 成为相反偏压 (逆バイアス) 方向也流过电流, 因此不成为电流不连续模式, 而以从 2 次侧向 1 次侧回生 (回生) 能量的动作模式进行动作, 并如图 9 所示那样, 能够也在轻负荷时, 通过控制第 1 开关元件 Q1 的 ON 时间时比 (オン時間時比) 而控制输出电压。

[0150] 另外, 第 1 开关电路 S1 ~ 第 4 开关电路 S4, 分别由 MOSFET 构成, 且分别能够由 MOSFET 所实质地内包的寄生二极管以及寄生电容提供 (贿う) 与各开关元件 Q1 ~ Q4 并联连接的二极管 D1 ~ D4 以及电容器 C1 ~ C4。

[0151] 另外, 作为其 ON/OFF 控制, 使开关频率为一定, 并对开关元件 Q1 的 ON 时间 ton1 和开关元件 Q2 的 ON 时间 ton2 的 ON 时间时比 Da (= ton1/ton2) 进行控制的情况下, 与开关动作相伴而产生的 EMI 噪声等的频率成分也集中于一定的频率, 因此具有容易采取噪声对策的优点。

[0152] 《第 2 实施方式》

[0153] 图 10 是第 2 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图 6 所示的电路的不同点在于: 由第 1 输入电感 L2、第 1 一次绕组 Np1 以及输入电容器 C9 构成的串联电路, 不是在第 1 开关电路 S1, 而是在第 2 开关电路 S2 的两端连接。其它构成与图 6 所示的构成同样。

[0154] 即使是这样的构成, 也起到与第 1 实施方式的情况同样的作用效果。

[0155] 《第 3 实施方式》

[0156] 图 11 是第 3 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图 6 所示的电路不同点在于做成如下那样的结构: 使变压器 T 为由具有第 1 一次绕组 Np1 和第 1 二次绕组 Ns1 的第 1 变压器 T1 和具有第 2 一次绕组 Np2 和第 2 二次绕组 Ns2 的第 2 变压器 T2 构成的 2 变压器型变换器, 并具有在第 2 一次绕组上串联连接的第 2 输入电感, 输入电源 Vin 的两端相对于由第 2 输入电感 L3、第 2 一次绕组 Np2、输入电容器 C9 以及第 1 开关电路 S1 构成的串联电路而连接, 由第 1 输入电感 L2、第 1 一次绕组 Np1 以及输入电容器 C9 构成的串联电

路,相对于第 2 开关电路 S2 的两端并联而连接,在由第 1 开关电路 S1 以及第 2 开关电路 S2 构成的串联电路的两端连接第 8 电容器 C12。

[0157] 也即,成为如下那样的构造:第 1 一次绕组 Np1 和第 2 一次绕组 Np2 相互同极性而被缠绕,第 1 开关电路 S1 置 ON(第 2 开关电路 S2 置 OFF)时,通过第 2 一次绕组 Np2 而将电力传送到 2 次侧,第 2 开关电路 S2 置 ON(第 1 开关电路 S1 置 OFF)时,通过第 1 一次绕组 Np1 将电路传送到 2 次侧。

[0158] 在本实施方式中,虽然使变压器 T 为由第 1 变压器 T1 和第 2 变压器 T2 构成的 2 变压器型,但是也可以将第 1 一次绕组 Np1、第 2 一次绕组 Np2、第 1 二次绕组 Ns1、以及第 2 二次绕组 Ns2 作为 1 个变压器而构成。

[0159] 即使是这样的构成,也起到与第 1 实施方式的情况下同样的作用效果。

#### [0160] 《第 4 实施方式》

[0161] 图 12 是第 4 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图 6 所示的电路的不同点在于,变压器 T 的第 1 二次绕组 Ns1 以及第 2 二次绕组 Ns2 不构成中心抽头(センタータップ)型全波整流电路。图 12 中,在第 2 二次绕组 Ns2 的一端连接第 3 开关电路 S3 的漏极侧端子,并在第 2 二次绕组 Ns2 的另一端连接第 4 开关电路 S4 的漏极侧端子,第 4 开关电路 S4 的源极侧端子,与第 3 开关电路 S3 的源极侧端子连接。

[0162] 另外,第 1 二次绕组 Ns1 的一端连接在第 3 开关电路 S3 的漏极侧端子,第 1 二次绕组 Ns1 的另一端,连接在第 1 电感 L1 的一端。

[0163] 第 1 电感 L1 的另一端,与负荷 Ro 的一端连接,负荷 Ro 的另一端与第 3 开关电路 S3 的源极侧端子和第 4 开关电路 S4 的源极侧端子的连接点连接。

[0164] 另外,在负荷 Ro 的两端并联连接平滑电容器 C8。通过这样的构成,变压器 T 中的第 1 一次绕组 Np1 以及第 1 二次绕组 Ns1,在第 1 开关元件 Q1 置 ON、第 2 开关元件 Q2 置 OFF 的期间,通过由第 2 二次绕组 Ns2 感应的电压将第 4 开关元件 Q4 置 ON,通过第 1 电感 L1 流过输出电流而向负荷 Ro 供给直流输出电压。

[0165] 另外,第 1 开关元件 Q1 置 OFF,并且第 2 开关元件 Q2 置 ON 的期间中,利用由第 2 二次绕组 Ns2 所感应的电压第 3 开关元件 Q3 置 ON,并通过第 1 电感 L1 而流过输出电流,并向负荷 Ro 供给直流输出电压。

[0166] 另外,不用说,可以如图 13 所示那样,将第 1 二次绕组 Ns1 相对于第 1 一次绕组 Np1 的极性和第 2 二次绕组 Ns2 相对于第 1 一次绕组 Np1 的极性为相反极性,也同样动作。

[0167] 另外,变压器 T 中,将由第 1 二次绕组 Ns1 所感应的电压设为 Vo1,将由第 2 二次绕组 Ns2 所感应的电压设为 Vo2,将输出到负荷 Ro 的电压设为 Vo,则第 1 二次绕组 Ns1 和第 2 二次绕组 Ns2 的匝数(卷数)比为 Ns1 : Ns2 = 1 : 2 的情况下,第 1 开关元件 Q1 置 ON,并且第 2 开关元件 Q2 置 OFF 时,输出电压 Vo 成为  $Vo = Vo_2 - Vo_1 = 2Vo_1 - Vo_1 = Vo_1$ ,第 1 开关元件 Q1 置 OFF,并且第 2 开关元件 Q2 置 ON 时,输出电压 Vo,成为  $Vo = Vo_1$ ,能够消除输出电压 Vo 的波动(リップル)成分。

[0168] 另外,在  $Ns1 : Ns2 = 1 : 1$  的情况下,第 1 开关元件 Q1 置 ON,并且第 2 开关元件 Q2 置 OFF 时,变压器 T 的芯体(コア)所产生的磁通的大小,与第 1 开关元件 Q1 置 OFF 并且第 2 开关元件 Q2 置 ON 时变压器 T 的芯体所产生的磁通的大小相等,变压器的芯体最难于发生磁饱和,因此能够在变压器的设计方面具有宽裕(余裕)度。

[0169] 此外,第4实施方式中,除了第1实施方式中所述的(a)~(e)的效果,还具有:  
 [0170] (f)通过使用泄漏电感大的泄漏磁通型变压器,能够用变压器的漏散磁通代替电路动作上必要的所有的电感元件,起到能够使电路规模整体的大幅度小型化。

#### [0171] 《第5实施方式》

[0172] 图14是第5实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图12所示的电路的不同点在于,将2次侧的第4开关电路S4替换为第10电容器C14。

[0173] 图12中,第1开关元件Q1置ON、第2开关元件Q2置OFF时,第3开关元件Q3成为OFF;第1开关元件Q1置OFF、第2开关元件Q2置ON时,第3开关元件Q3成为ON。

[0174] 与此相对,图14中的电路,构成所谓的倍电压整流电路,第1开关元件Q1置ON,第2开关元件Q2置OFF时,在第10电容器C14充入电荷;第1开关元件Q1置OFF,第2开关元件Q2置ON时,在第1二次绕组Ns1输出与图12中的实施方式相比成倍的电压。

[0175] 关于其它点,与第1实施方式同样,因此省略说明。

[0176] 第5实施方式,与第1实施方式相比,不存在第4开关电路S4,因此具有能够实现低成本的优点。

[0177] 另外,第5实施方式中,特别是复合型变压器T中,优选为设第1二次绕组Ns1和第2二次绕组Ns2的匝数比为Ns1:Ns2=1:2。

[0178] 该情况下,设由第1二次绕组Ns1感应的电压为Vo1,由第2二次绕组Ns2感应的电压为Vo2,输出到负荷Ro的电压为Vo,则第1开关元件Q1置OFF,并且第2开关元件Q2置ON时,输出电压Vo成为Vo=Vo1,第1开关元件Q1置ON,并且第2开关元件Q2置OFF时,构成由第10电容器C14以及第3开关元件Q3构成的倍压整流电路,因此输出电压Vo成为Vo=Vo2-Vo1=2Vo1-Vo1=Vo1,能够消除输出电压Vo的波动(リップル)电压,并且成为复合型变压器T的芯体最难于发生磁饱和的构成。

[0179] 另外,也可以如图15所示那样,第10电容器C14连接在第1二次绕组Ns1和第2的二次绕组Ns2之间。

[0180] 此外,第5实施方式中,除了第1实施方式所述的(a)~(e)的效果,能够起到第4实施方式中所述的(f)的效果。

#### [0181] 《第6实施方式》

[0182] 图16是第6实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图6所示的电路的不同点在于,1次侧的电力变换电路不是半桥电路,而是全桥电路。也即,成为如下形式:用由第5开关元件Q5、第5电容器C5、和第5二极管D5的并联电路构成的第5开关电路S5,以及由第6开关元件Q6、第6电容器C6、和第6二极管D6的并联电路构成的第6开关电路S6置换图1中的高压侧电容器C10以及低压侧电容器C11。其它构成与图6所示的构成同样。

[0183] 图17是图16所示的电路图中的第1开关元件Q1~第6开关元件Q6的栅极电压以及第1电感L1中流过的电流的波形图。

[0184] 即使是这样的构成,也起到与第1实施方式的情况下同样的作用效果。

#### [0185] 《第7实施方式》

[0186] 图18是第7实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图6所示的电路的不同点在于,变压器T具有第3二次绕组Ns3以及第4二次绕组Ns4,并利用分别产生的电压,对第3开关元件Q3以及第4开关元件Q4的栅极端子进行驱动。图18中,电阻R3、R4是用

于对由第 3 二次绕组 Ns3 所产生的电压进行分压的分压电阻, 电阻 R5、R6 是用于对第 4 二次绕组 Ns4 所产生的电压进行分压的分压电阻。供给到负荷 Ro 的输出电压较低的情况下, 有时不能够对第 3 开关元件 Q3 以及第 4 开关元件 Q4 直接进行驱动, 因此存在采取这样的电路构成的情况。其它结构与图 6 所示结构同样。

[0187] 即使是这样的结构, 也起到与第 1 实施方式的情况下同样的作用效果。

[0188] 《第 8 实施方式》

[0189] 图 19 是第 8 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。与图 6 所示的电路的不同点在于, 变压器 T 具有第 3 二次绕组 Ns3, 将把由第 3 二次绕组 Ns3 所产生的电压进行整流平滑后的电压作为输入电压, 并从第 1 调整器 (レギュレータ) REG1 以及第 2 调整器 REG2 分别得到驱动第 3 开关元件 Q3 以及第 4 开关元件 Q4 的栅极端子的电压。若与第 7 实施方式相比, 则二次绕组少至一个即可, 能够实现变压器的小型化。其他构成与图 6 所示构成同样。

[0190] 这样的构成, 也起到与第 1 实施方式的情况下同样的作用效果。

[0191] 《第 9 实施方式》

[0192] 图 20 是对第 9 实施方式所涉及的开关电源装置中的第 1 开关元件 Q1 ~ 第 4 开关元件 Q4 的栅极电压以及第 1 电感 L1 中流过的电流进行表示的波形图。作为电路, 与图 6 所示的第 1 实施方式相同, 但是不同的在于, 轻负荷时对第 1 开关元件 Q1 以及第 2 开关元件 Q2 间歇式地进行驱动。如此, 能够减少轻负荷时从 2 次侧到 1 次侧的能量回生 (回生) 的次数 (回数), 并能够谋求高效率化。另外, 进行间歇 (间欠) 动作的周期, 可以设定为比第 1 开关元件 Q1 的开关周期足够长的时间 (例如 10 倍程度)。

[0193] 《第 10 实施方式》

[0194] 图 21 是第 10 实施方式所涉及的开关电源装置的电路图。这是在图 6 所示的电路的前级 (前段) 连接 PFC (功率因数 (力率) 改善) 变换器。

[0195] 具体来说, 成为如下构成: 将商用电源 AC 作为输入电源, 将由二极管桥电路 DB 进行全波整流后的脉动电流 (脈流) 电压, 通过噪声除去用的第 13 电容器 C17, 输入到由第 2 电感 L4、第 7 开关电路 S7、整流用的第 10 二极管 D10、以及平滑用的第 14 电容器 C18 组成的升压电路, 其输出电压作为图 6 中的输入电压 Vin 而供给到后级的 1 次侧电力变换电路, 其中所述第 7 开关电路 S7 由第 7 开关元件 Q7、第 7 二极管 D7、第 7 电容器 C7 的并联电路构成。

[0196] 在图 6 中输入电压 Vin 作为直流电源, 但是在作为民用机器的电源装置而被利用的情况下, 输入电源是商用电源, 能够利用将此整流平滑后的电源。第 1 实施方式中所述的半桥方式中, 第 1 开关元件 Q1 和第 2 开关元件 Q2 对称地进行动作, 因此各自的 ON 时间时比实质上被限制在 0 ~ 0.5, 存在相对于输入电压的变动设计冗余度 (マージン) 较窄的问题。

[0197] 如图 21 所示那样, 在前级 (前段) 将商用电源作为输入电源, 连接输出固定 (一定) 的输出电压的 PFC 变换器, 则具有不仅对作为 PFC 变换器本来的目的的高次谐波 (高調波) 电流进行抑制, 而且能够解决半桥方式变换器所包含的上述问题的优点。

[0198] 即使是这样的构成也起到与第 1 实施方式的情况下同样的作用效果。

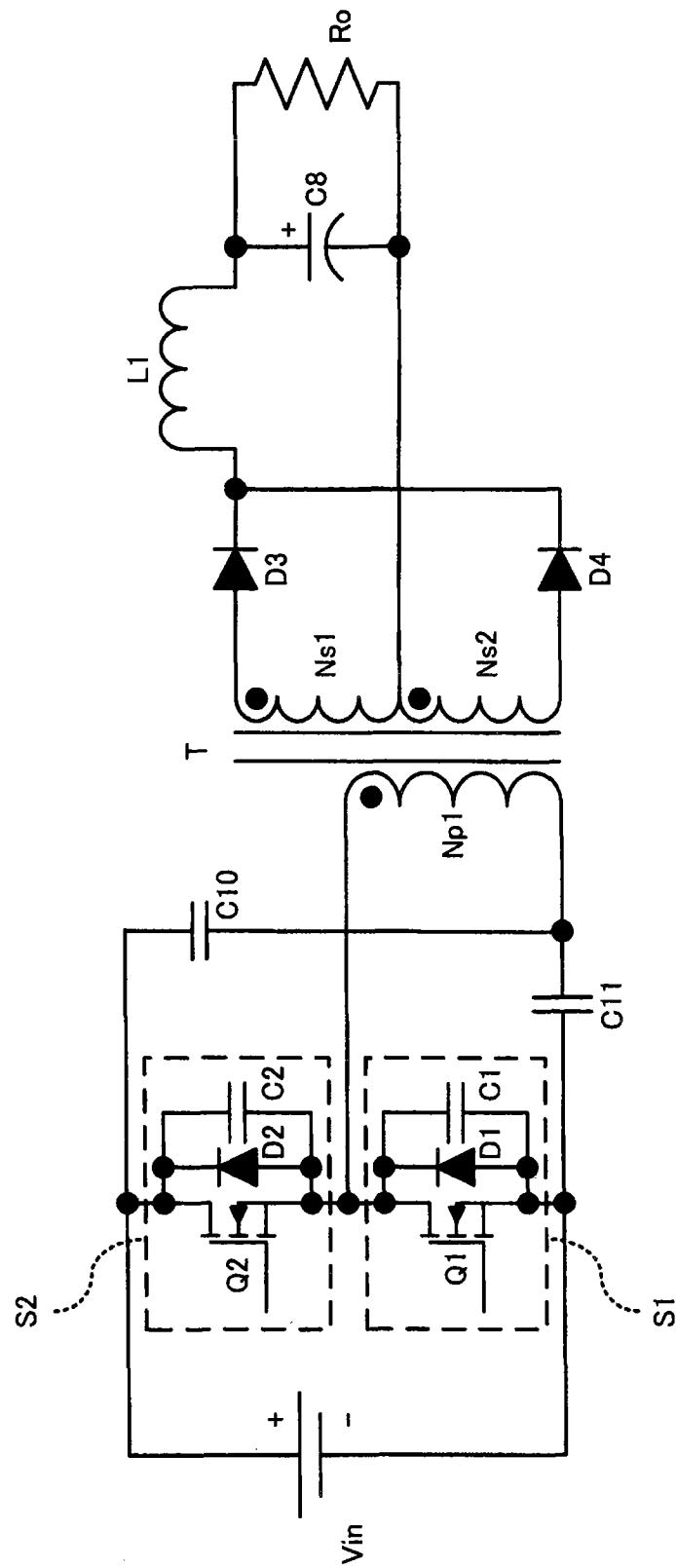
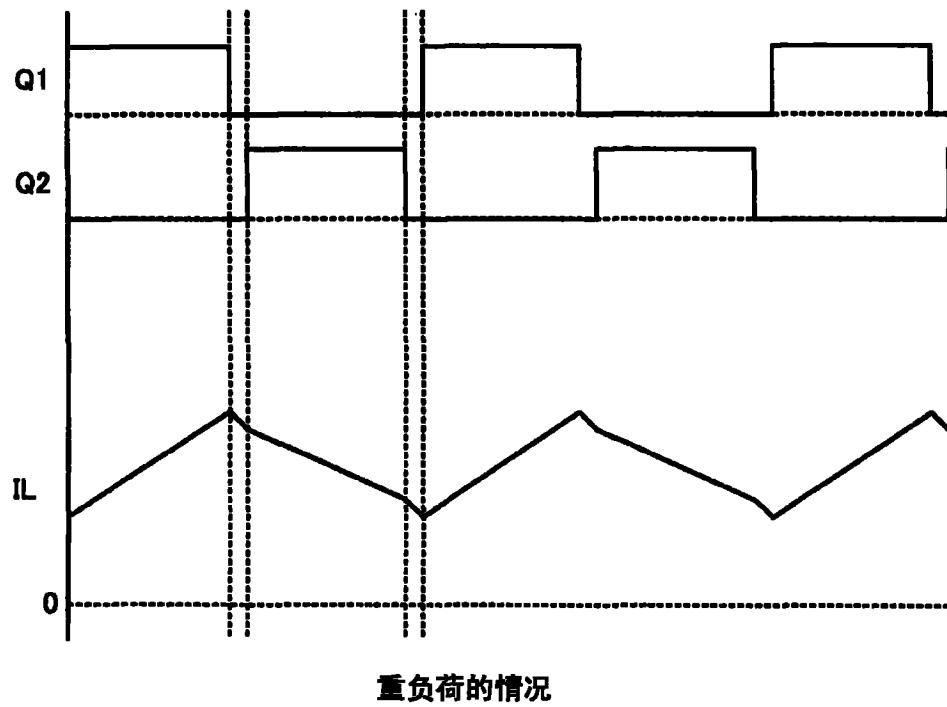
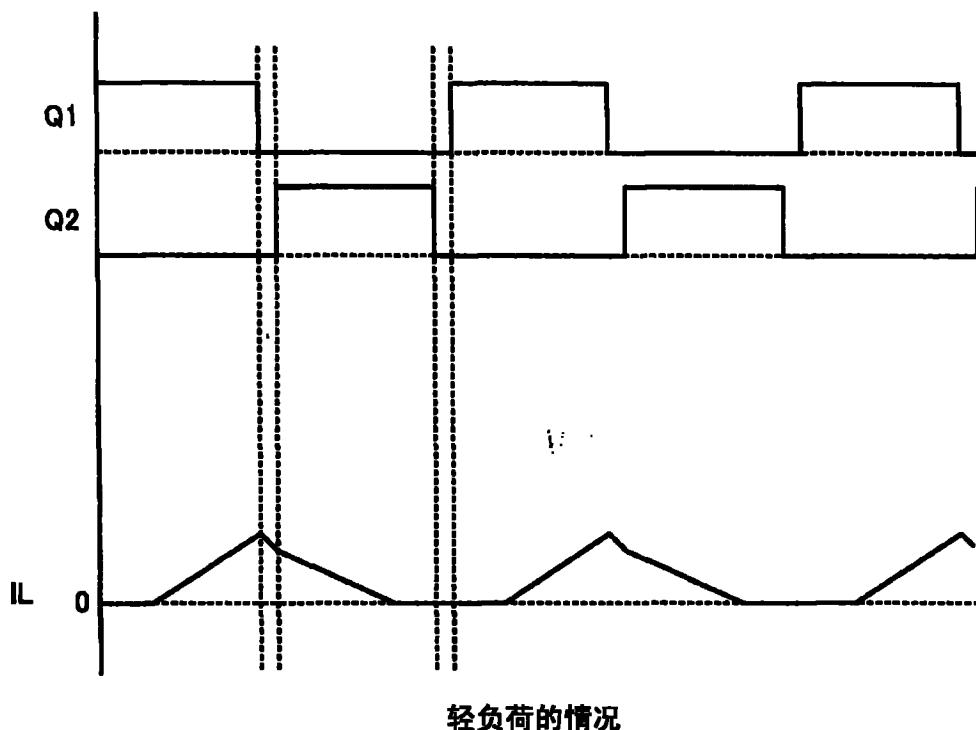


图 1

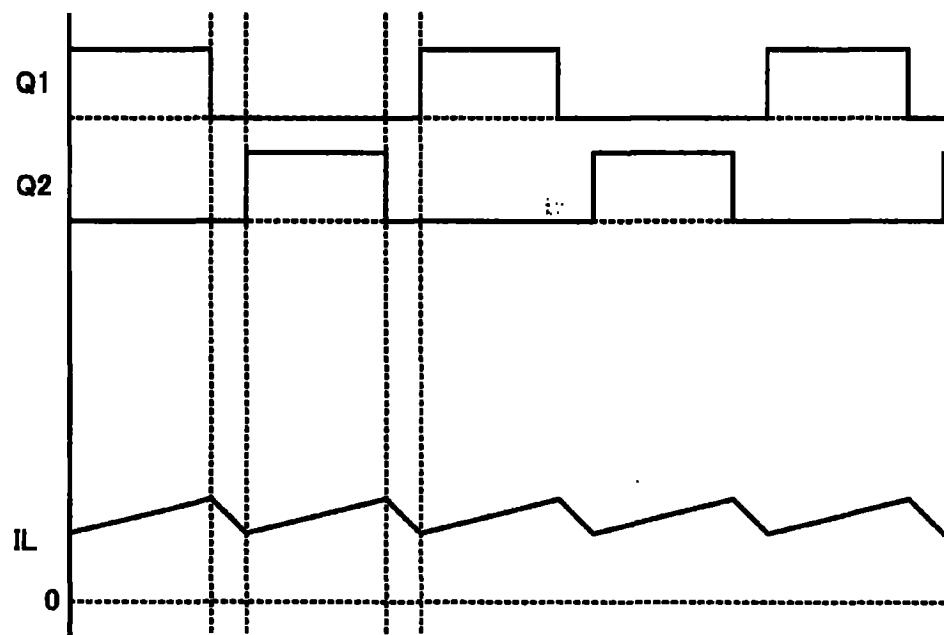


重负荷的情况

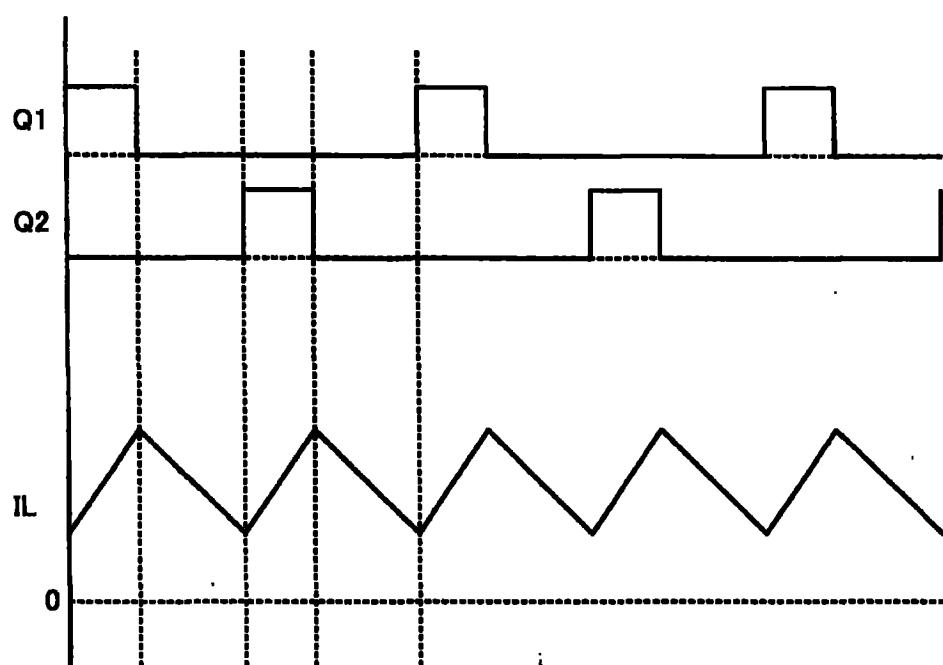


轻负荷的情况

图 2

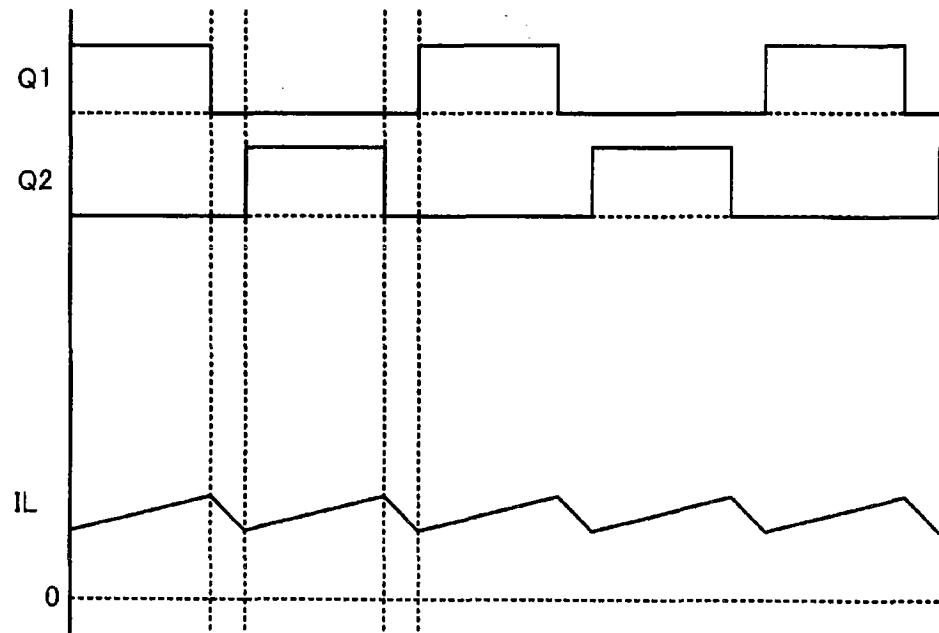


输入电压为额定的情况下

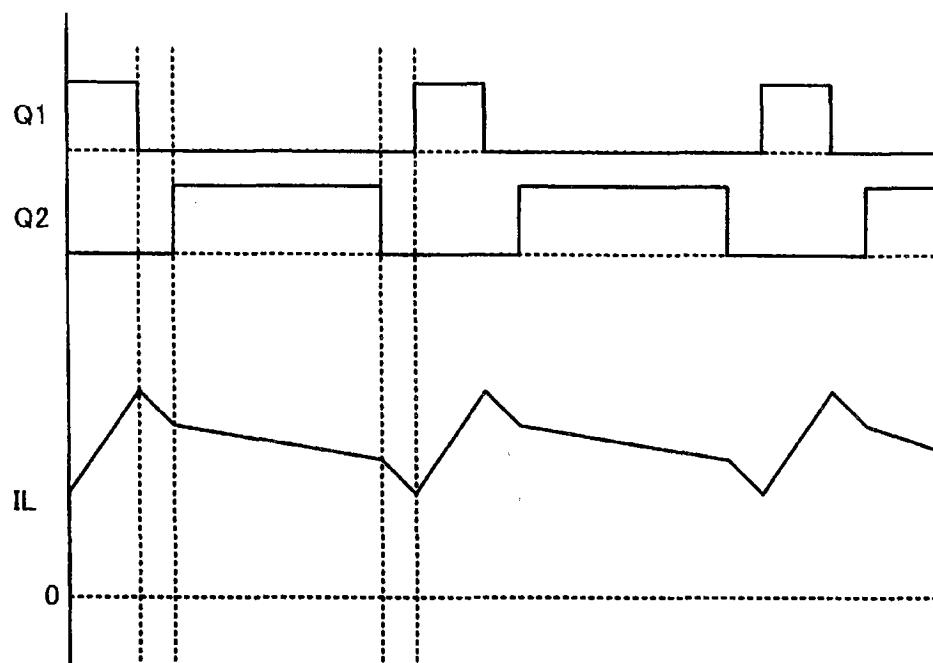


输入电压高的情况下

图 3



输入电压为额定的情况下



输入电压高的情况下

图 4

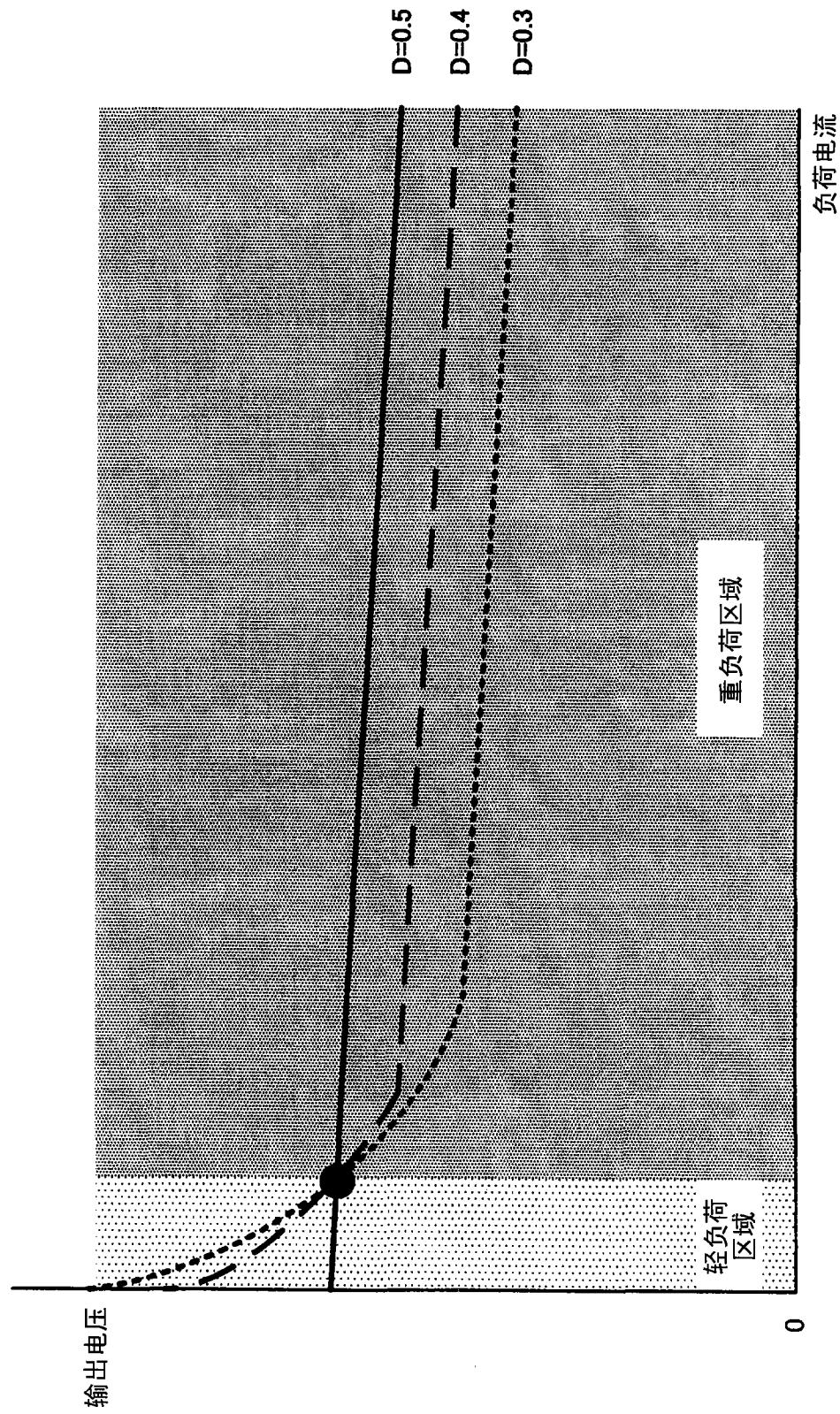


图 5

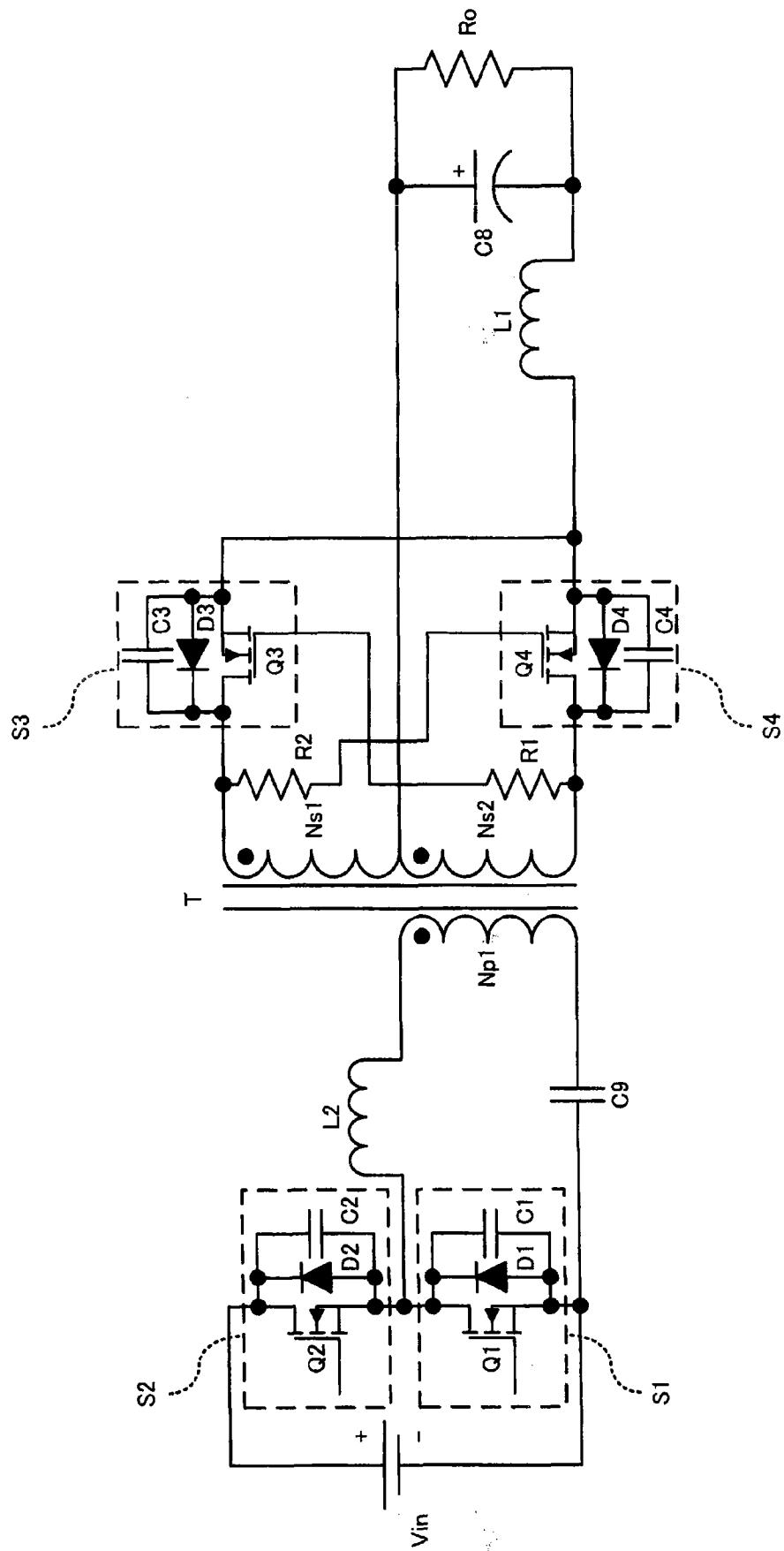


图 6

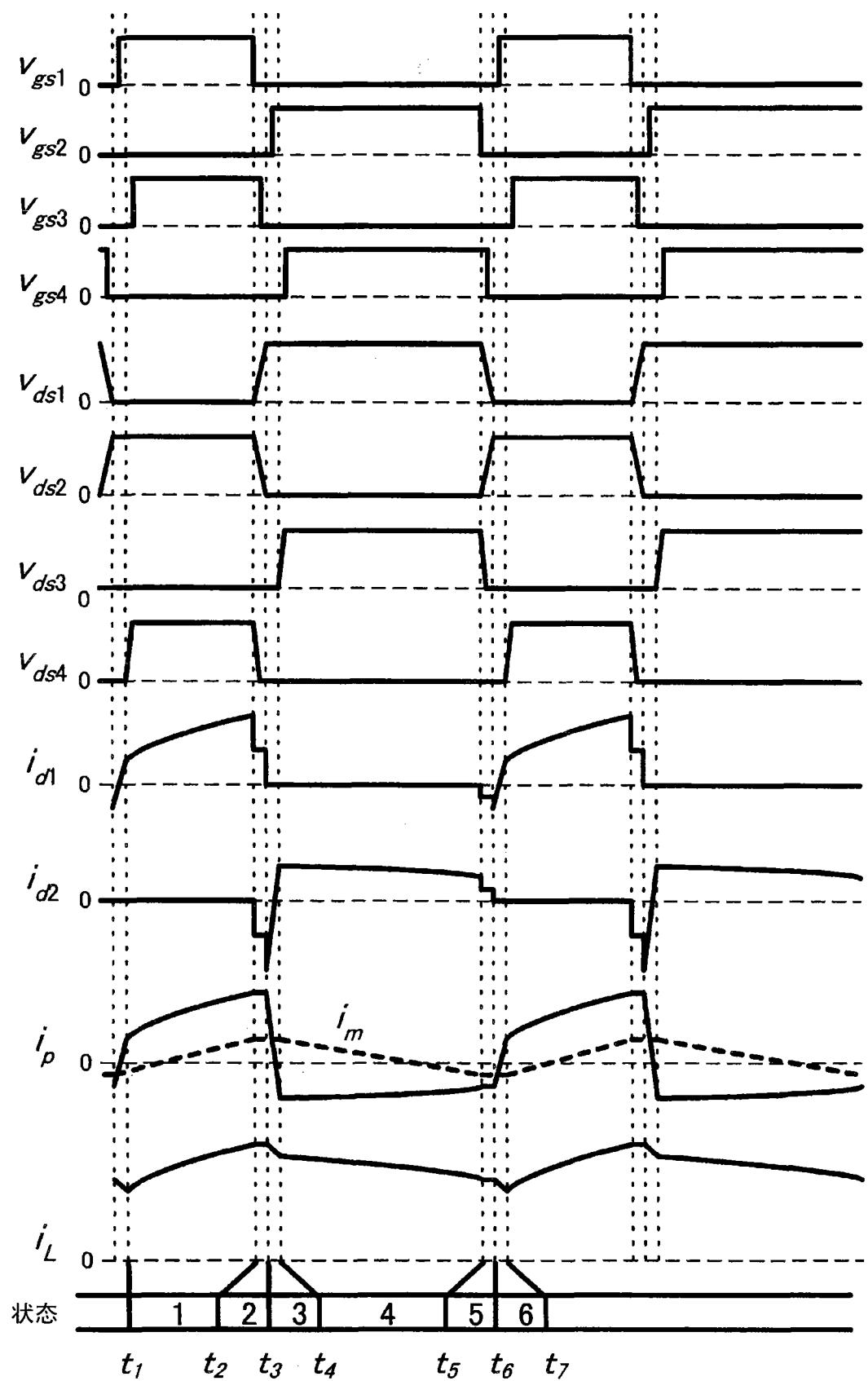
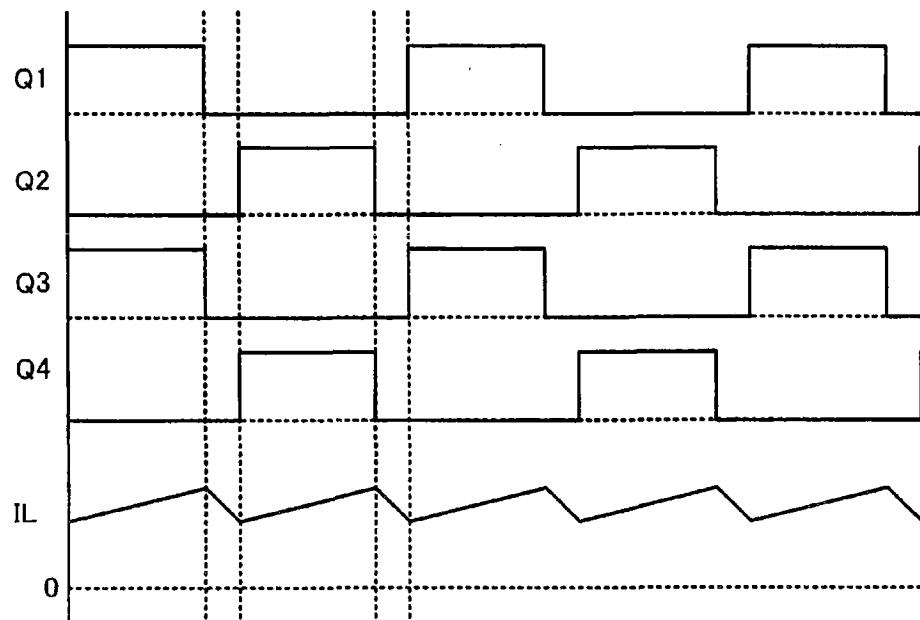
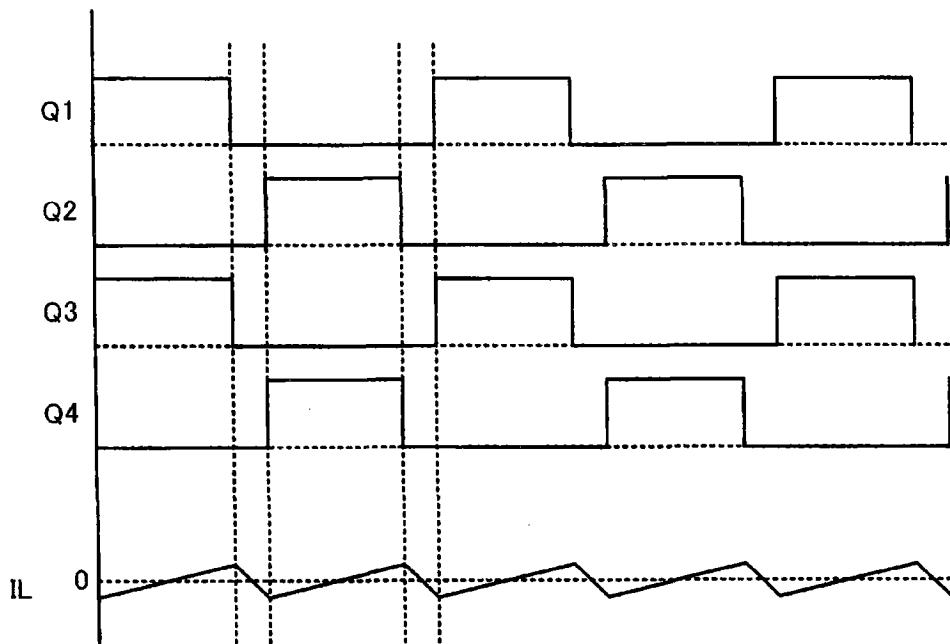


图 7



重负荷的情况



轻负荷的情况

图 8

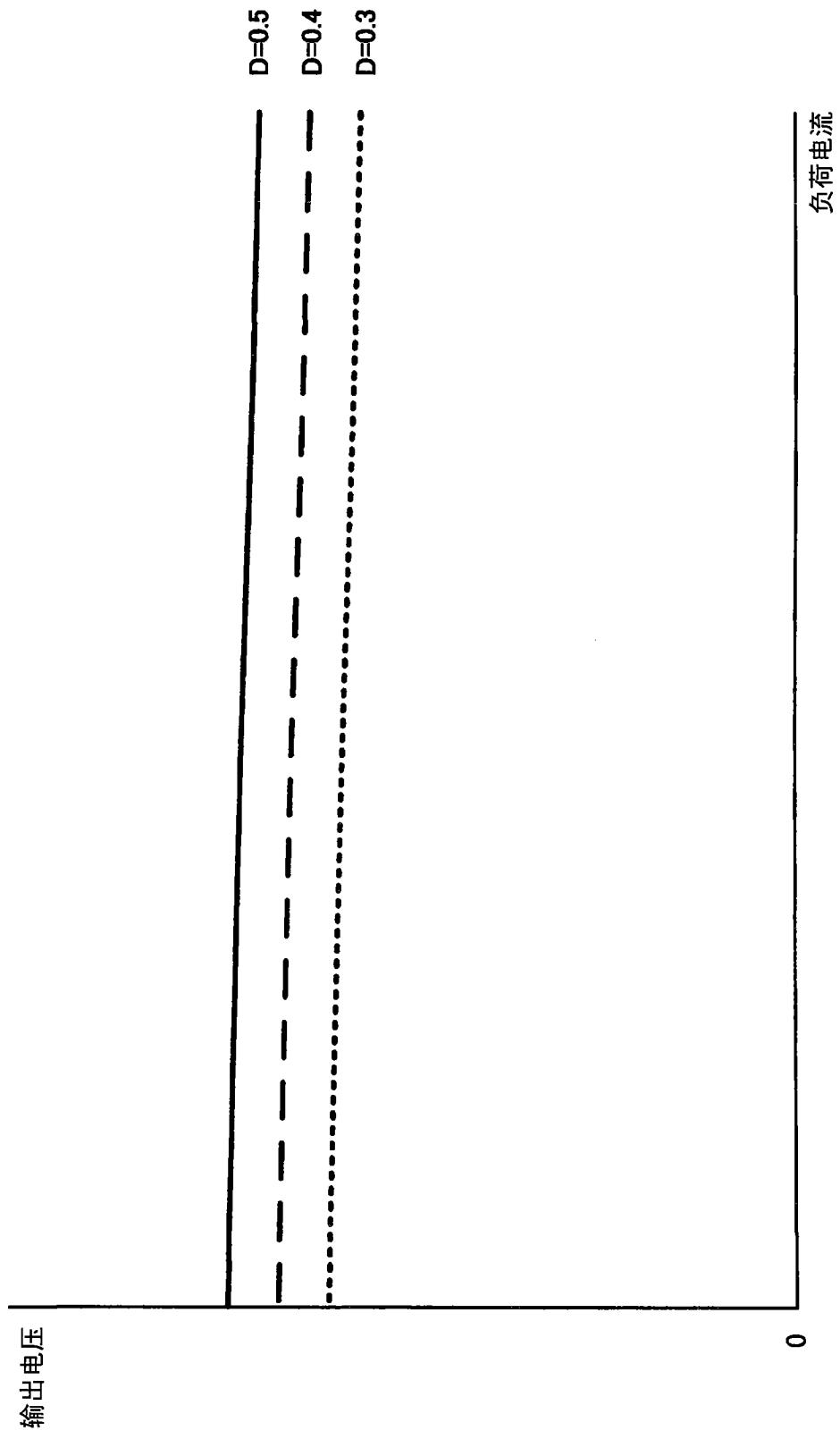


图 9

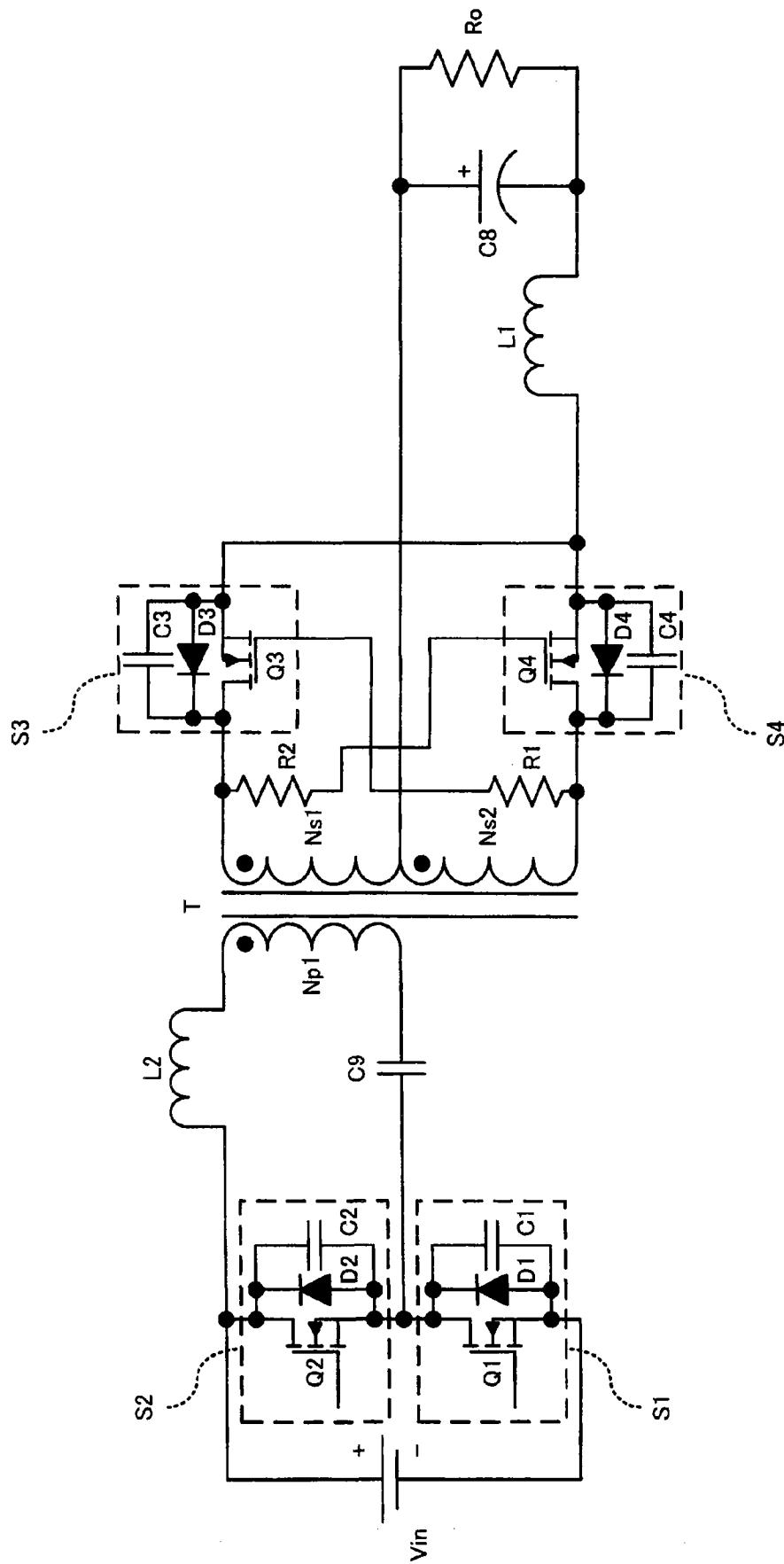


图 10

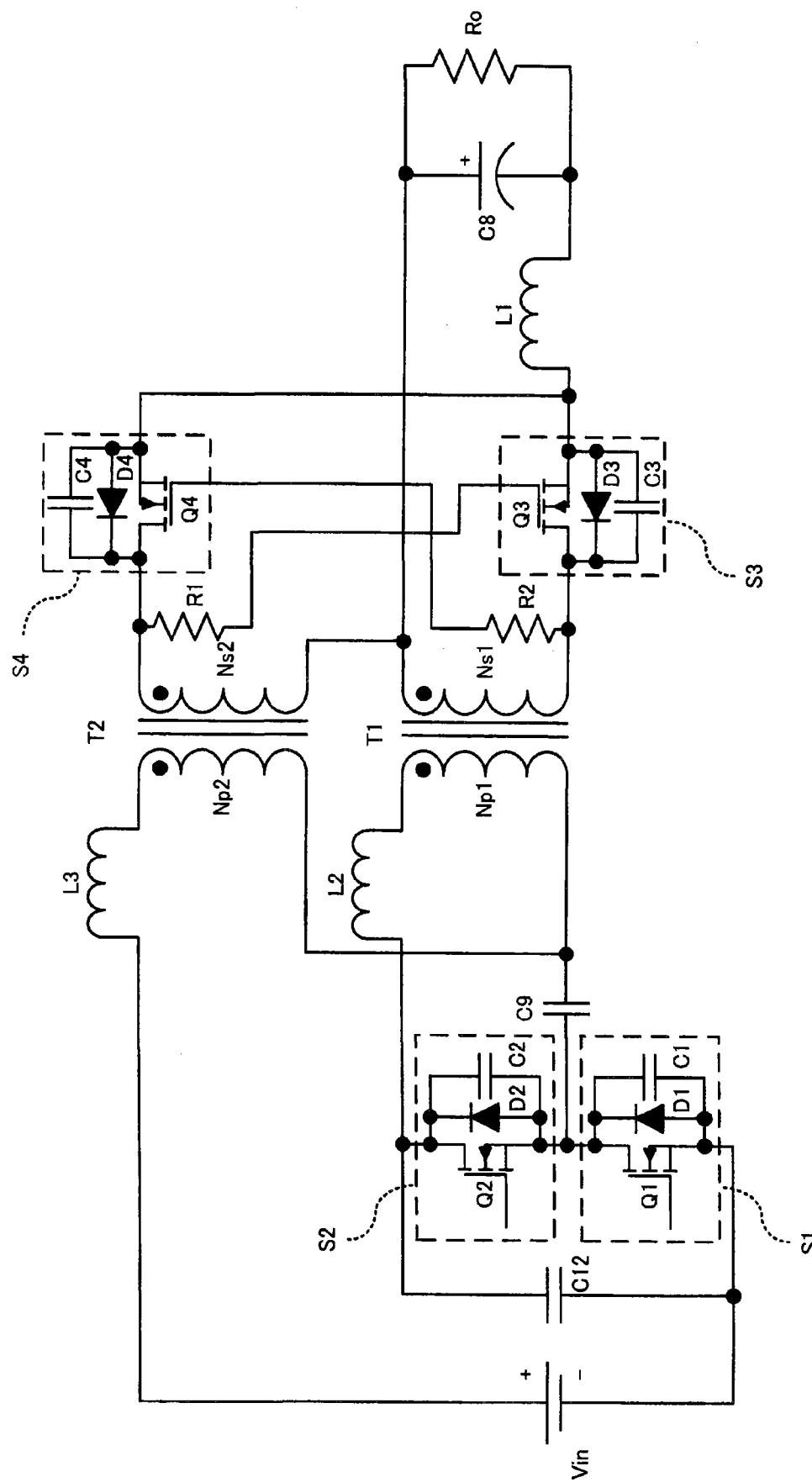


图 11

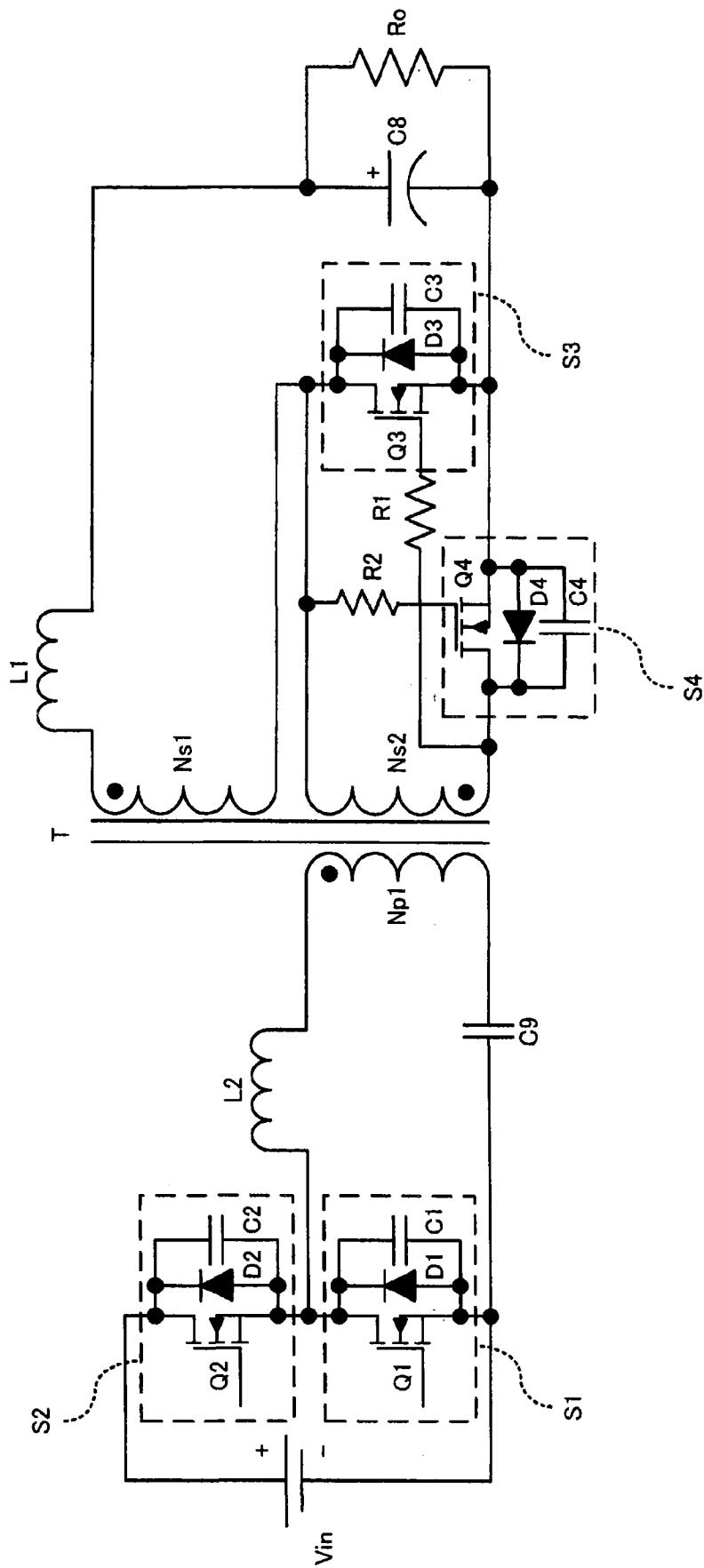


图 12

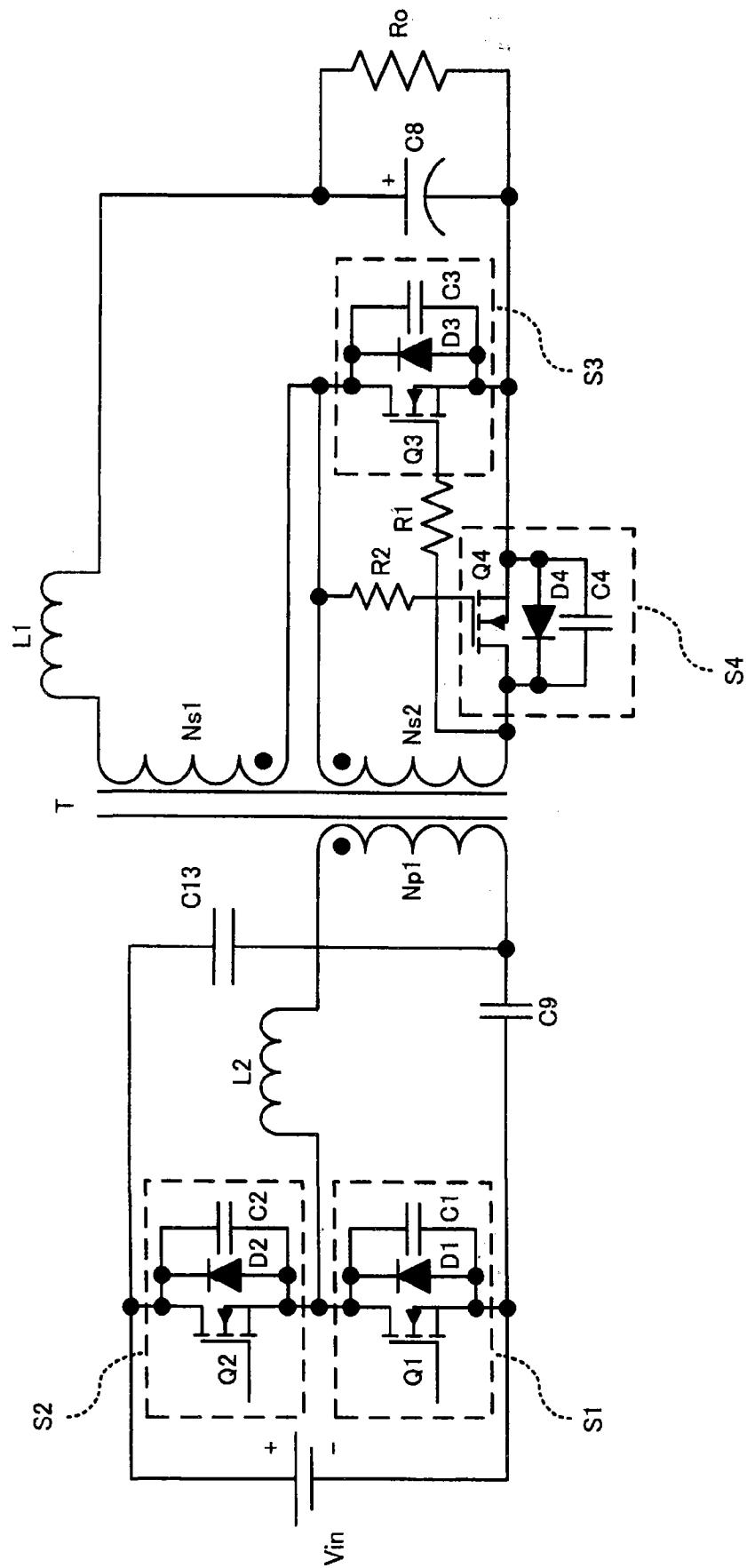


图 13

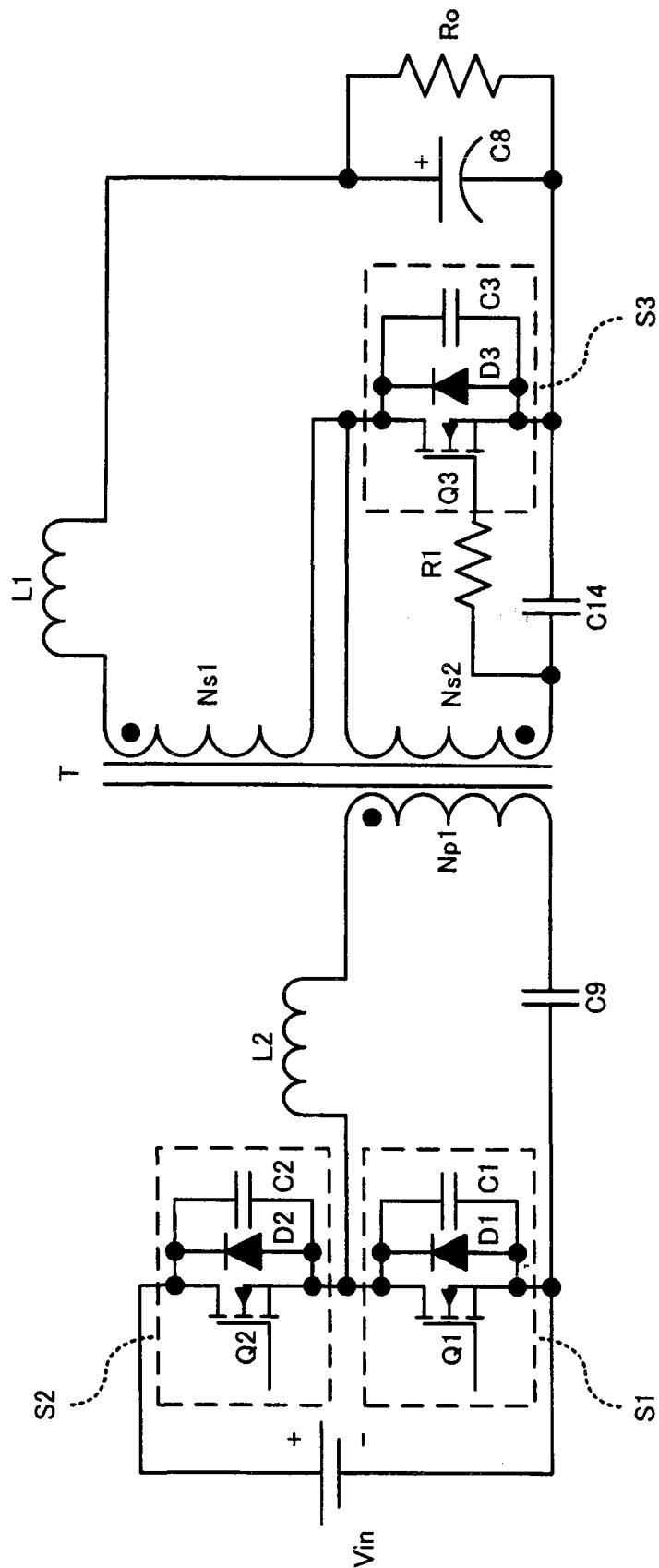


图 14

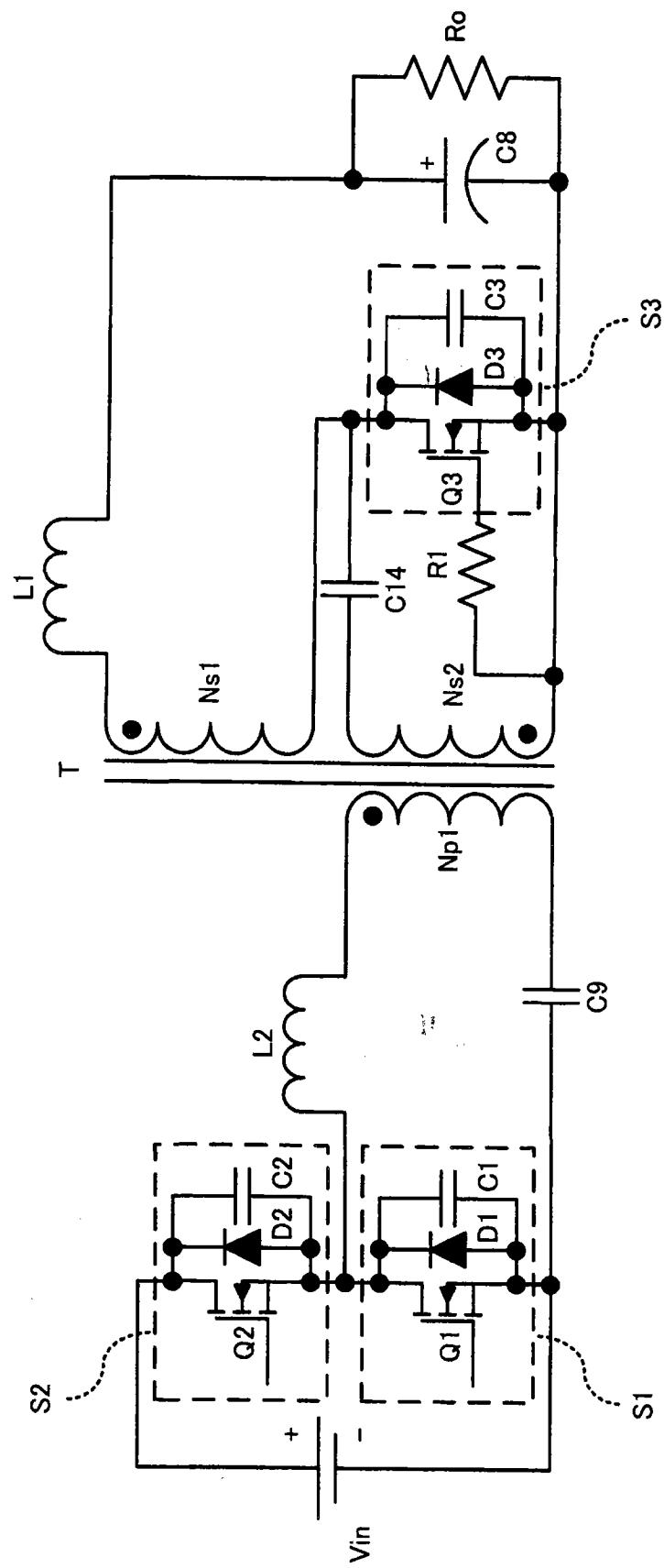


图 15

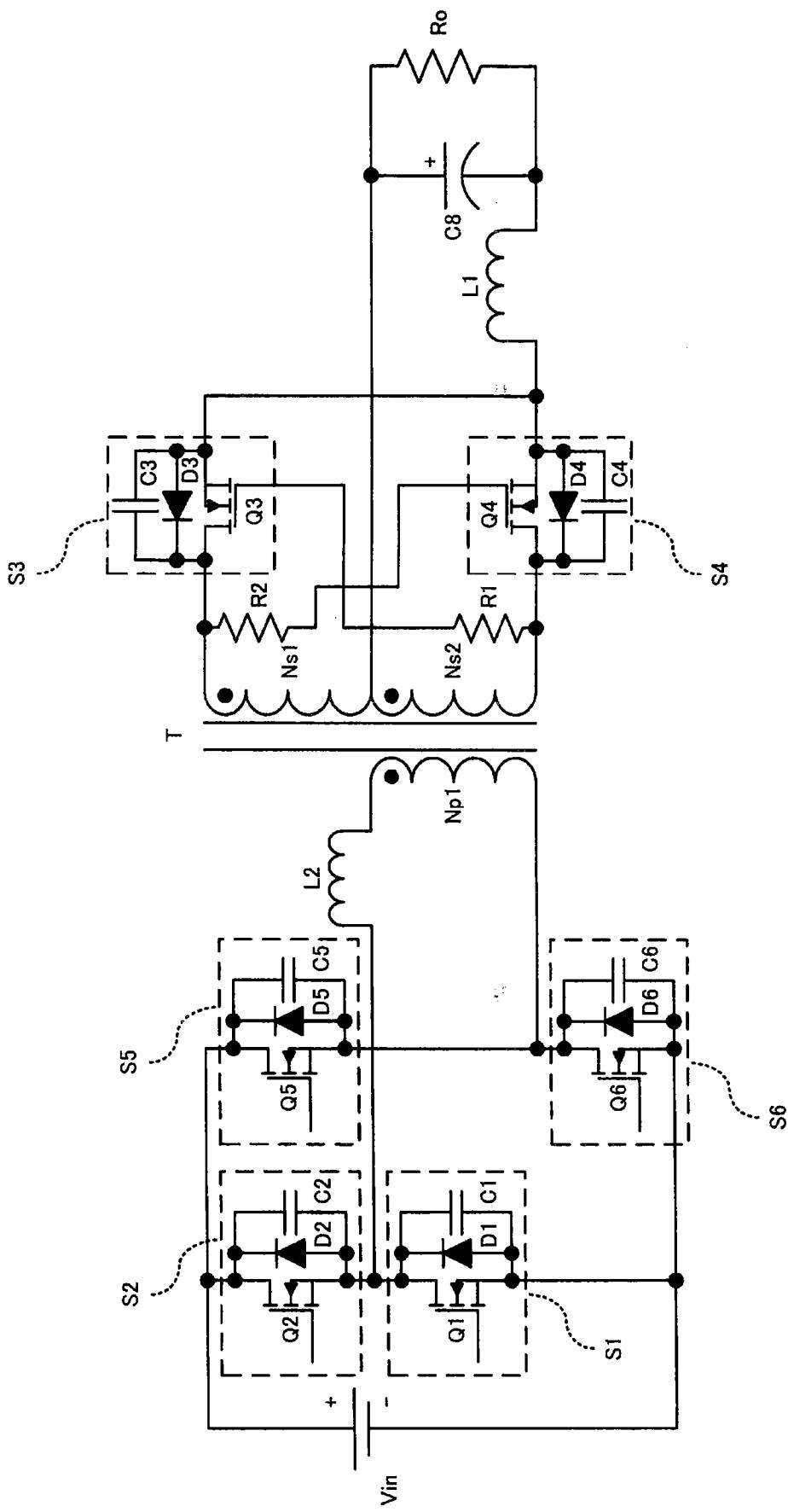
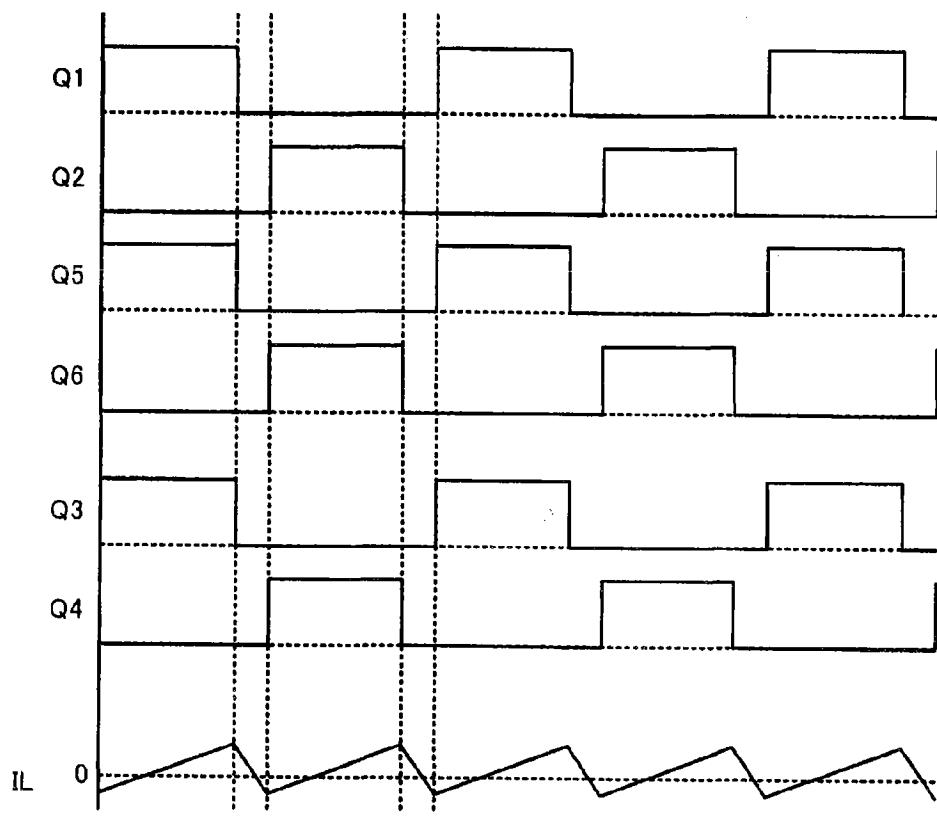
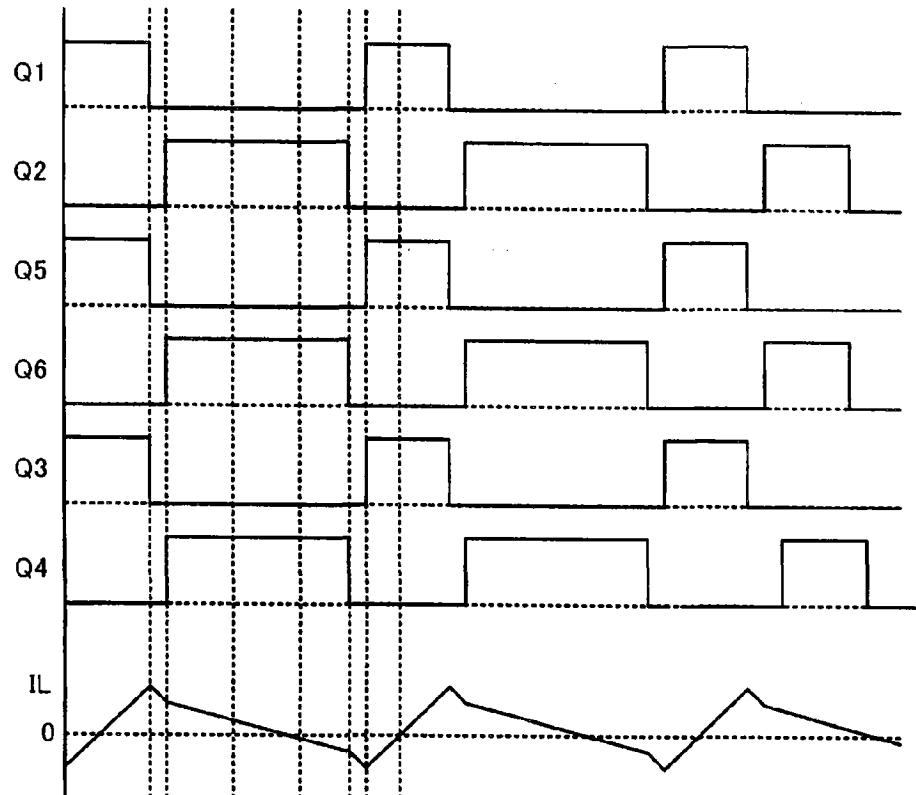


图 16



输入电压低、负荷轻的情况



输入电压高、负荷轻的情况

图 17

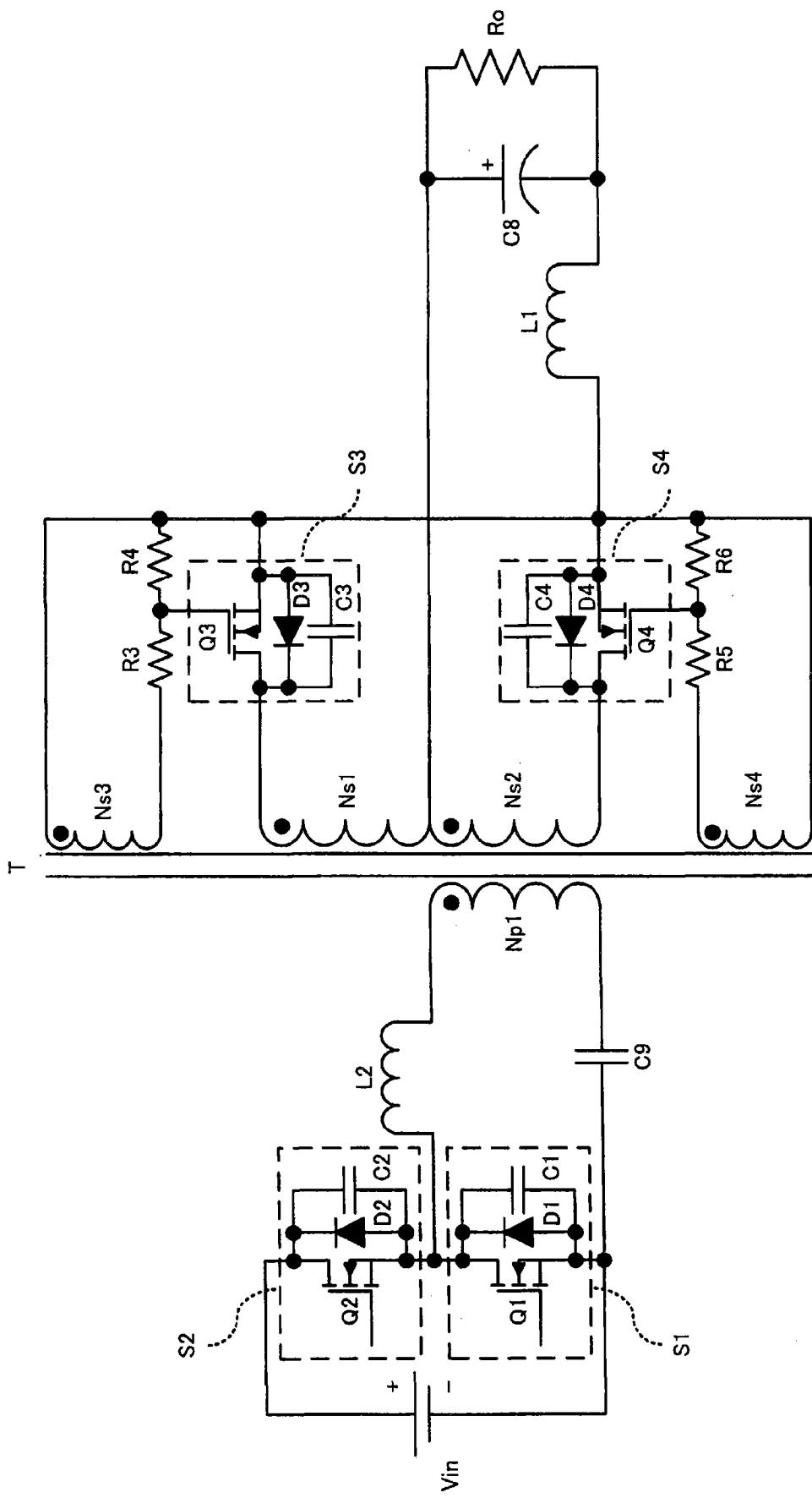


图 18

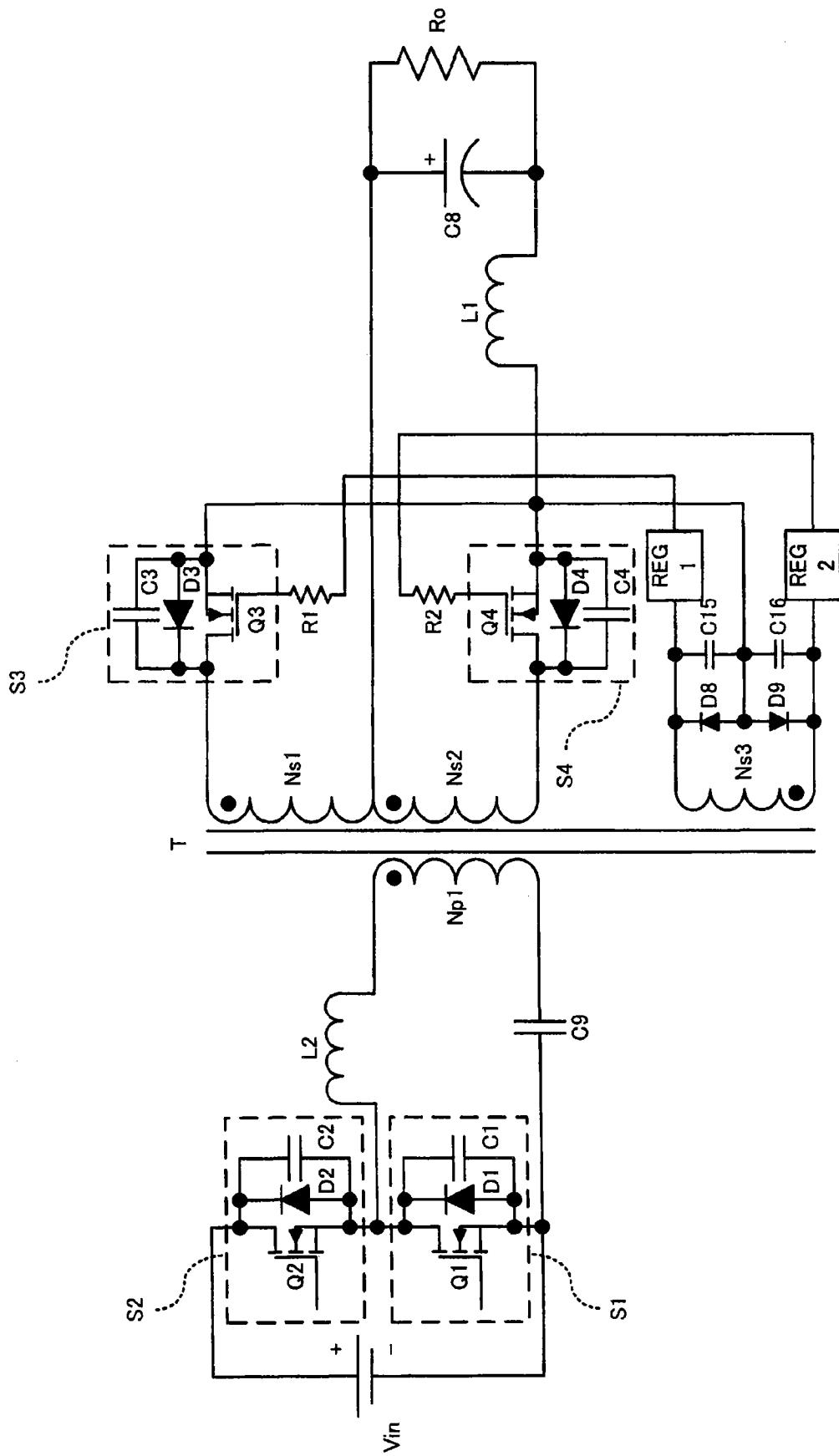
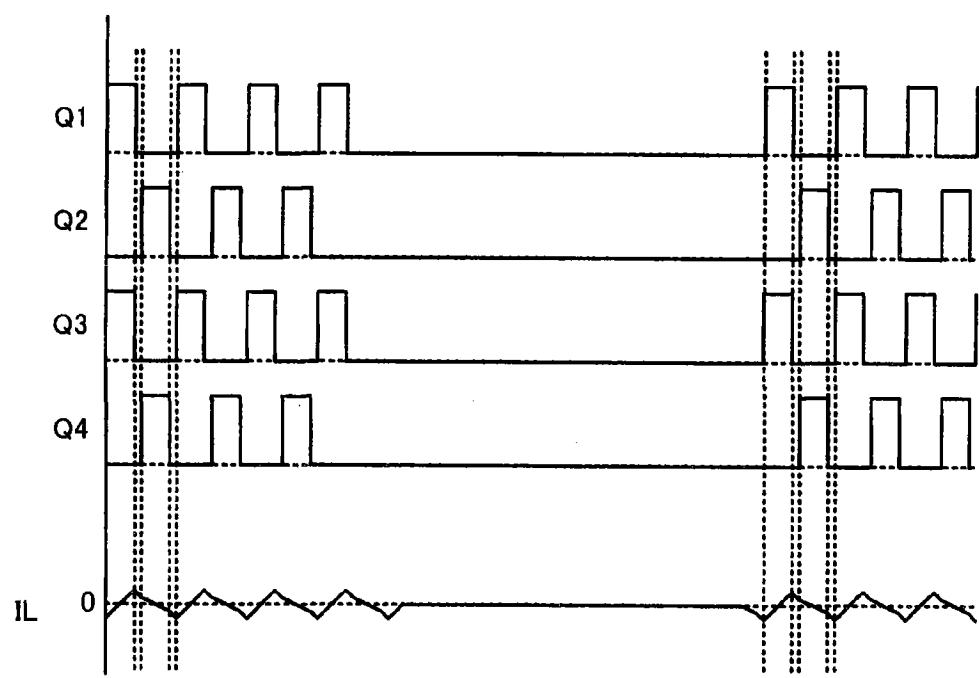


图 19



轻负载的情况

图 20

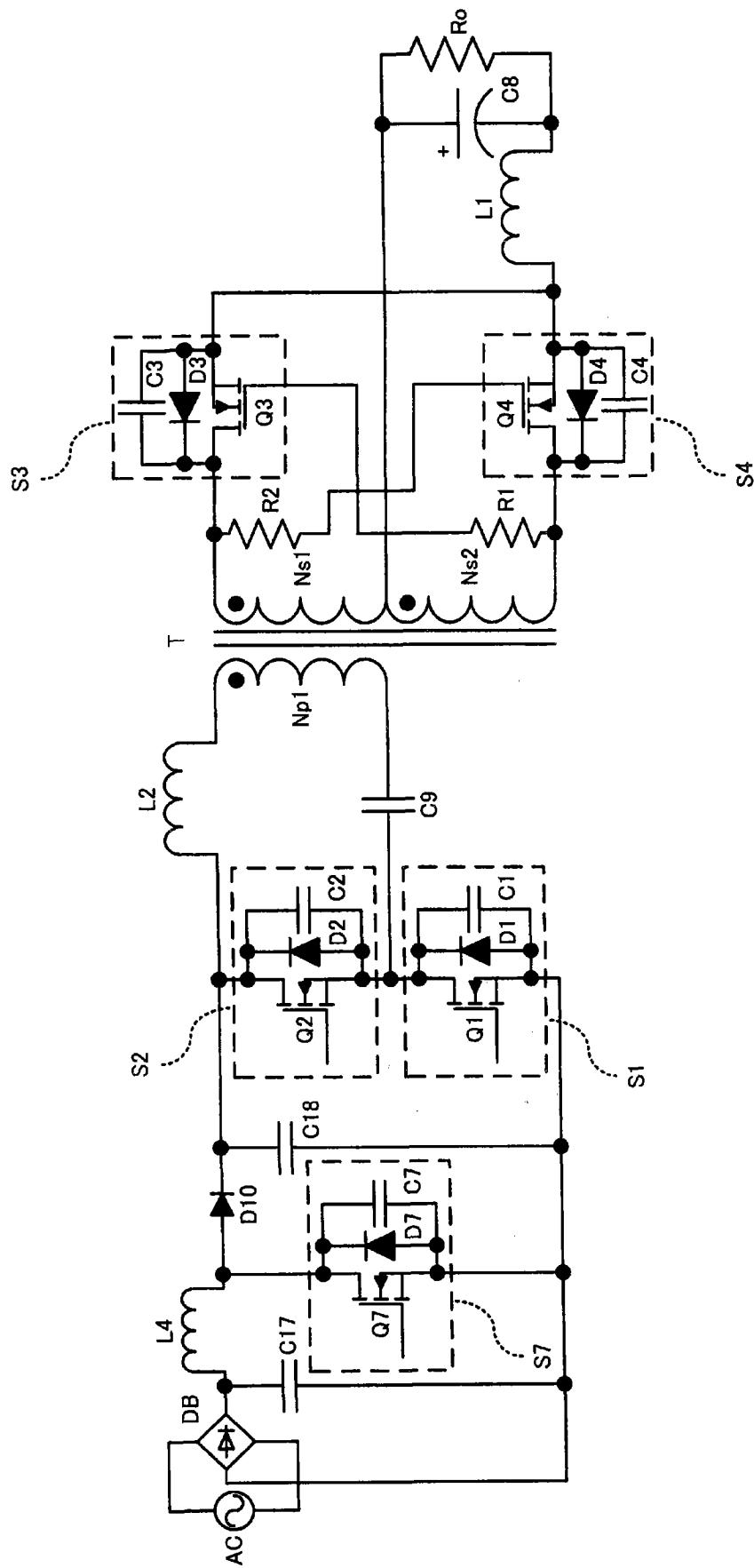


图 21