



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 96123259.5

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1268175C

[22] 申请日 1996.12.20 [21] 申请号 96123259.5

[30] 优先权

[32] 1995.12.22 [33] DE [31] 19548506.8

[71] 专利权人 电灯专利信托有限公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 H·施米特 L·赖泽

P·霍伊辛格 K·菲舍尔

W·希施曼

审查员 张朝伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 董巍 萧掬昌

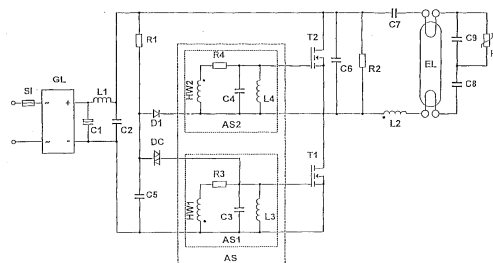
权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 17 页

## [54] 发明名称

电灯的驱动电路装置

## [57] 摘要

本发明涉及一种电灯(EL)、特别是低压放电灯的驱动电路装置,此装置具有一个负载回路,该负载回路由至少一个电感(L2)和至少一个电容器(C7、C8、C9)组成,并且具有一个逆变器,该逆变器可用两个开关器件(T1、T2)制成的半桥电路来实现,并且具有一个控制开关器件(T1、T2)的控制电路(AS)。按本发明的设计,控制电路(AS)具有至少一个 LC 并联谐振回路(L3C3、L4C4)。本发明电路装置可以不用分立的昂贵的绕线部件制造。



1. 驱动一个低压放电灯 (EL) 的电路装置, 此装置具有一个负载回路, 所述负载回路至少具有一个限流谐振电路 (L2) 和至少一个电容器 (C7, C8, C9), 以及具有一个自由谐振的逆变器, 所述逆变器  
5 作为具有至少两个开关器件 (T1, T2) 的半桥或者全桥电路形成, 具有一个用于控制开关器件的控制电路 (AS), 其特征在于, 控制电路具有一个由一个电容器 (C3, C4) 和一个将该电容器 (C3, C4) 放电的电感 (L3, L4) 构成的 LC-并联谐振回路 (L3, C3; L4, C4), 与一个支路并联, 该支路在开关器件 (T1, T2) 的控制电极和基准电极  
10 之间形成电路段; 负载回路的限流谐振电路 (L2) 支承一个辅助绕组 (HW1, HW2), 该辅助绕组通过一个电阻 (R3, R4) 和 LC-并联谐振回路 (L3, C3; L4, C4) 电连接 (3-13)。

2. 驱动一个低压放电灯 (EL) 的电路装置, 此装置具有一个负载回路, 所述负载回路至少具有一个限流谐振电路 (L2) 和至少一个电  
15 容器 (C7, C8, C9), 以及具有一个自由谐振的逆变器, 所述逆变器作为具有至少两个开关器件 (T1, T2) 的半桥或者全桥电路形成, 具有一个用于控制开关器件的控制电路 (AS), 其特征在于, 控制电路具有一个由一个电容器 (C3, C4) 和一个将该电容器 (C3, C4) 放电的电感 (L3, L4) 构成的 LC-并联谐振回路 (L3, C3; L4, C4), 与  
20 一个支路并联, 该支路在开关器件 (T1, T2) 的控制电极和基准电极之间形成电路段, 并且含有一个与 LC-并联谐振回路 (L3, C3; L3, C4) 并联的电阻 (R13, 14), 其中 LC-并联谐振回路的电感 (L3, L4) 和负载回路的限流谐振电感 (L2) 磁偶合。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 负载回路的  
25 电感 (L2) 具有一个插入空气隙的磁回路, 并且 LC 并联谐振回路的电感 (L3, L4) 制成具有外空气隙或制成空气线圈。

4. 根据上述权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 控制电  
路 (AS) 由单一开关器件的电路部件 (AS1、AS2) 所组成, 并且每个  
单一开关器件的电路部件 (AS1、AS2) 具有 LC 并联谐振回路。

30 5. 根据权利要求 4 所述电路装置, 其特征在于, 每个单一开关器件的电路部件 (AS1、AS2) 的 LC 并联谐振回路 (L3, C3; L4, C4) 的固有谐振频率是相同的。

6. 根据权利要求 5 所述电路装置, 其特征在于, 每个单一开关器件的电路部件 (AS1、AS2) 的 LC 并联谐振回路 (L3C3、L4C4) 各具有相同的电感 (L3、L4) 和相同的电容 (C3、C4)。

7. 根据上述权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 多个 LC 并联谐振回路的电感是磁耦合的。

8. 根据权利要求 1 所述的电路装置, 其特征在于, 在半桥式电路情况下, 两个开关器件 (T1、T2) 是由两个互补晶体管构成的, 并且控制电路 (AS) 是以这种方式设计的, 即 LC 并联谐振回路一方面与两个开关器件 (T1、T2) 的连接点连接, 而另一方面与开关器件 (T1、T2) 的两个相互连接的控制极输入端连接。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 控制电路 (AS) 除了并联谐振回路外还具有另一个电路元件 (TR), 该电路元件反转由 LC 并联谐振回路所产生的控制信号, 此外, 该控制电路以如下方式设计, 即分别将 LC 并联谐振回路的控制信号传输给一个开关器件 (T1) 而 LC 并联谐振回路的反转控制信号传输给另一个开关器件 (T2)。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 控制电路 (AS) 除了并联谐振回路外还具有另一个电路部件 (TR), 该电路部件在第一个输出端以反向形式产生一个由 LC 并联谐振回路形成的控制信号, 并且在第二个输出端以非反向形式产生 LC 并联谐振回路的控制信号, 此外, 控制电路 (AS) 以如下方式设计, 即某一个开关器件 (T2) 的控制极输入端与电路部件 (TR) 的第一输出端连接, 并且另一个开关器件 (T1) 的控制极输入端与电路部件 (TR) 的第二输出端连接。

11. 根据权利要求 9 所述电路装置, 其特征在于, 另一个电路部件 (TR) 是一个变压器。

12. 根据权利要求 11 所述电路装置, 其特征在于, 该变压器具有一个或多个次级绕组, 并且每个次级绕组至少与自由振荡的半桥-或全桥电路的一个开关器件 (T1、T2) 连接。

13. 根据权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 电阻 (R3、R4、R13、R14) 是线性的、非线性的或随温度变化的电阻。

14. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 与 LC 并

联谐振回路并联的、由一个二极管 (D3、D4) 和一个电阻 (R5、R6) 构成的串联电路是如此连接的, 即 LC 并联谐振回路的半波振荡更强烈地衰减, 在该半波下控制电压在半桥-或全桥电路的一个开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端是负值, 从而使半桥式电路 (T1、T2) 被关断的空载时间 ( $t_r$ ) 被延长。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述电路装置, 其特征在于, 在 LC 并联谐振回路与开关器件 (T1、T2) 之间安装另一个电阻 (R7、R8), 该电阻在开关去负荷电容器 (C6) 的再充电期间通过此电容器 (C6) 的再充电产生一个电压降, 该电压降起抵制 LC 并联谐振回路控制电压的作用, 从而能够在开关去负荷电容器 (C6) 的再充电期间阻止开关器件 (T1、T2) 的开启。

16. 根据权利要求 15 所述电路装置, 其特征在于, 与另一个电阻 (R7、R8) 并联, 一个二极管 (D7、D8), 使其阳极与 LC 并联谐振回路的这样一个接线端相连接, 该接线端不与开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端连接, 并且其阴极与开关器件 (T1、T2) 的参考电位连接。

17. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 在一个开关器件的控制极输入端与相应的 LC 并联谐振回路之间配装一个脉冲整形—和阻抗变换器四端网络 (VP), 该四端网络可加速开关器件的关断。

18. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 与 LC 并联谐振回路并联安置一个随电压变化的衰减部件 (DG)。

19. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 与 LC 并联谐振回路并联接入一个由一个齐纳二极管 (ZD) 和一个与齐纳二极管阳极连接的电阻 (RZ) 组成的串联电路, 并且开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端与齐纳二极管的阳极和开关器件 (T1、T2) 的参考电位以及与电阻 (RZ) 和 LC 并联谐振回路之间的连接点连接。

20. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 与 LC 并联谐振回路的电感 (L3、L4) 串联安装一个由一个二极管 (D9/D10) 和一个电阻 (R9/R10) 组成的并联电路, 使二极管 (D9/D10) 的阴极和电阻 (R9/R10) 的一个接线端与一个开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端的参考电位连接, 并且二极管 (D9/D10) 的阳极和电阻 (R9/R10) 的另一个接线端与 LC 并联谐振回路的电感 (L3、L4) 连

接或二极管 (D9/D10) 的阳极和电阻 (R9/R10) 的一个接线端与一个开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端连接并且二极管 (D9/D10) 的阴极和电阻 (R9/R10) 的另一个接线端与 LC 并联谐振回路的电感 (L3、L4) 连接, 这样, 参照开关器件 (T1、T2) 的控制极输入端  
5 可以得到通过电阻 (R9/R10) 大小可调的 LC 并联谐振回路的控制电压的负的直流电压成分。

21. 根据权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 在开关器件控制极输入端和此控制极输入端的参考电位之间接入一个箝位电阻 (RK1、RK2) 并且为了延长空载时间 ( $t_r$ 、T1、T2 被关断) 在  
10 LC 并联谐振回路的控制极输出端与开关器件 (T1、T2) 之间插入一个电阻分压器 (RS1、RS2、RS3、RS4) 和另一个开关器件 (T3、T4), 该开关器件只有在以下时刻将 LC 谐振回路的控制电压加到那个开关器件 T1, T2 上, 即当由 LC 并联谐振回路的控制电压通过电阻分压器 (RS1、RS2、RS3、RS4) 为另一个开关器件 (T3、T4) 所形成的  
15 控制电压超过其阈值电压并且此器件接通时。

22. 根据上述权利要求 1 或 2 所述的电路装置, 其特征在于, 开关器件 (T1、T2) 的阈值电压以此方式预先给出, 使可预先给出的开关器件启动时间可以实现。

## 电灯的驱动电路装置

## 技术领域

- 5 本发明涉及一种电路装置，特别是驱动低压放电灯的电路装置。此装置具有一个负载回路，所述负载回路至少具有一个限流谐振电路和至少一个电容器，以及具有一个自由谐振的逆变器，所述逆变器作为具有至少两个开关器件的半桥或者全桥电路形成，具有一个用于控制开关器件的控制电路。

## 10 背景技术

在这些自由振荡电路中，必须为开关器件提供与开关频率同步的控制功率。

- 为此，已公知的电路装置使用一分立的电流互感器，该电流互感器或者制成饱和电流互感器（环形磁心），或者制成具有确定空气隙的变压器（Hirschmam, W.: “电子学电路” 西门子公司，1982 第 148 15 和第 150 页）。

这种装置的缺点是，需要一种分立的、昂贵的绕线部件，其制造容差对整个装置的功能参数具有决定性的影响。

- 另一种方法是，在总归需要的谐振或限流电感（见图 1 L2）上配 20 装附加的辅助绕组，并且把由此而得到的控制信号经一移相器网络加到开关晶体管的栅极或基极输入端（US 5349270A）。

- 这种电路装置的缺点是，在高直流电压中间回路电压的情况下，由半桥式开关切换所引起的电压跃变分量经谐振电感很强地叠加到由谐振电流振荡所确定的正弦形电压分量上。因此，由辅助绕组所提供的信号形状比接近正弦函数更接近矩形函数。因此，在当前技术（US 25 5349270A）中的建议的移相器只作为空载时间部件工作，其电容在一高频周期内由于正弦形减小的次级电压不再能很快放电以确保负载电流半波期间半桥式开关的可靠关断。

## 发明内容

- 30 本发明的任务是，提供一种本文开始所述类型的电路装置，该装置可以不用分立的、昂贵的绕线部件（饱和电流互感器、有确定空气隙的变压器）实现。

5 根据本发明的驱动一个低压放电灯的电路装置，此装置具有一个负载回路，所述负载回路至少具有一个限流谐振电路和至少一个电容器，以及具有一个自由谐振的逆变器，所述逆变器作为具有至少两个开关器件的半桥或者全桥电路形成，具有一个用于控制开关器件的控制电路，其中，控制电路具有一个由一个电容器和一个将该电容器放电的电感构成的 LC-并联谐振回路，与一个支路并联，该支路在开关器件的控制电极和基准电极之间形成电路段；负载回路的限流谐振电路支承一个辅助绕组，该辅助绕组通过一个电阻和 LC-并联谐振回路电连接。

10 根据本发明的驱动一个低压放电灯的电路装置，此装置具有一个负载回路，所述负载回路至少具有一个限流谐振电路和至少一个电容器，以及具有一个自由谐振的逆变器，所述逆变器作为具有至少两个开关器件的半桥或者全桥电路形成，具有一个用于控制开关器件的控制电路，其中，控制电路具有一个由一个电容器和一个将该电容器放电的电感构成的 LC-并联谐振回路，与一个支路并联，该支路在开关器件的控制电极和基准电极之间形成电路段，并且含有一个与 LC-并联谐振回路并联的电阻，其中 LC-并联谐振回路的电感和负载回路的限流谐振电感磁耦合。

本发明具有许多优点。

20 本发明电路装置可较廉价实现，因为该电路装置只需要廉价的、全自动化制造的绕线部件。

根据本发明，业已公知的不能处理高直流电压中间回路电压的移相器电路经改进设计既使在这样的临界电压下也能保证由稳流装置和电灯组成的整个装置的稳定运行。

25 本发明电路装置的一个优选实施例其特征在于，控制电路具有一个由一个电容器和一个将电容器放电的电感组成的 LC-并联谐振回路，与一个支路并联，该支路在开关器件的控制电极和基准电极之间形成电路段；负载回路的限流谐振电路支承一个辅助绕组，所述辅助绕组通过一个电阻和 LC-并联谐振回路电连接（参见附图 1, 3-13）。  
30 借助电连接由负载回路向控制电路的这种能量耦合是容易实现的并且与几何尺寸的制造容差无关。

本发明电路装置的另一个优选实施例，其中控制电路具有一个由

一个电容器和一个将该电容器放电的电感组成的 LC-并联谐振回路，与一个支路并联，该支路在开关器件的控制电极和基准电极之间形成电路段，并且具有一个和 LC-并联谐振回路并联的电阻，其中 LC-并联谐振回路的电感与负载回路的限流谐振电路磁耦合（参见图 2）。在 LC 5 并联谐振回路的电感与负载回路的电感之间的这种磁耦合的情况下可以放弃在负载回路电感上的辅助绕组，从而可以实现较快的和较廉价的制造。此外，也可简化线路板上的引线结构。

US 5550438A 公开了一种驱动无电极的低压放电灯，所述放电灯具有一个限流谐振感应线圈和一个带有次级绕组的变换器。变换器 10 的次级回路中的 LC-并联谐振回路的电容器不具有放电功能。

US 54246125A 公开了一种用于放电灯的电路，在该电路中辅助绕组不是绕到限流谐振电感线圈上，而是绕到附加的传输变压器上。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，负载回路的电感具有插入空气隙的一个磁回路，并且 LC 并联谐振回路的电感可以制成具有外空气隙或制成空气线圈。LC 并联谐振回路和负载回路电感的这种实施结构为最佳磁耦合以及为这些电感的廉价制造提供了可能性。 15

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，控制电路是由单一开关器件的电路部件所组成，并且每个单一开关器件的电路部件具有 LC 并联谐振回路（见图 1）。从而可以实现较快速地选择控制器件的参数。 20

本发明电路装置的另一些优选实施例其特征在于，一方面每个单一开关器件的电路部件的 LC 并联谐振回路的固有谐振频率是相同的，而且另一方面每个单一开关器件的电路部件的 LC 并联谐振回路均具有相同的电感和相同的电容。在 LC 并联谐振回路中所设计的相同的固有谐振频率和电感以及电容可以保证逆变器装置的两个开关器件对称运行。 25

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，多个 LC 并联谐振回路的电感磁耦合。这些 LC 并联谐振回路电感的这种磁耦合为在控 30

制电路中减少制造容差（电感和电容的容差）的影响提供了可能性。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，半桥式电路装置是由两个互补晶体管构成的，并且控制电路是以这种方式设计的，即 LC 并联谐振回路一侧与两个开关器件的连接点（半桥的中点）连接，并且另一侧与开关器件两个相互连接的控制极输入端连接（见图 13）。为了控制半桥式电路的两个开关器件，此处只需一个 LC 并联谐振回路，不再需要另外的电路元件，比如变压器。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，控制电路具有另一电路元件，该电路元件反转由 LC 并联谐振回路所产生的控制信号，并且该控制电路进一步以此方式设计，即将 LC 并联谐振回路的控制信号传输给一个开关器件，而将 LC 并联谐振回路的反转控制信号传送给另一个开关器件（见图 3）。这种实际结构的优点在于，在逆变器两个电路元件的运行中不会出现非对称性并且 LC 并联振荡回路构件的由制造而引起的容差同等地作用在两个开关器件上。其它电路部件的费用可以部分地得到抵消，即在负载回路的电感上只需要一个辅助绕组。此外，电路元件 TR 设计成可以取代电路 L3 和 L4 的结构。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，控制电路具有另一个电路部件，该电路部件在一个输出端以反向形式产生一个由 LC 并联谐振回路形成的控制信号，并且在另一个输出端以非反向形式产生 LC 并联谐振回路的控制信号，而且控制电路进一步以此方式设计，即一个开关器件的控制极输入端与电路元件的一个输出端连接并且另一个开关器件的控制极输入端与电路元件的另一个输出端连接（见图 4）。从而获得了另外的优点，即 LC 并联谐振回路可以置于一个参考电位上，该参考电位不是同时作为两个开关器件之一的参考电位。

本发明电路装置的另一一些优选实施例其特征在于，另一个电路元件是一个变压器，在此，该变压器具有一个或多个次级绕组并且每一个次级绕组至少与逆变器的一个开关器件连接。用此变压器可以以简单的方式而且是用次级绕组为半桥式电路的两个开关器件建立所控制信号必要的电学隔离。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，将辅助绕组与

LC 并联谐振回路连接的电阻是线性的、非线性的或随温度变化的。线性电阻展示了这种电阻在价格上是最合算的实施结构，而使用一种非线性的或随温度变化的电阻可以为实现控制电路对某些环境条件（例如，高环境温度）或整个装置的状态（例如，非通常的电灯点火电压）的匹配提供了可能性。

5 本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，与 LC 并联谐振回路并联的、由一个二极管和一个电阻组成的串联电路是如此连接的，即 LC 并联谐振回路的那个半振荡波更强烈地衰减，在该半波下控制电压在逆变器的一个开关器件控制极输入端是负值，从而使半桥式  
10 电路的空载时间延长（见图 5）。这种实施结构的优点是，开关器件的工作比是以此方式改变的，即在一个周期内的时间被缩短，在该时间内开关器件被启动。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，在 LC 并联谐振回路与开关器件之间安装另一个电阻，该电阻在开关去负荷电容的再  
15 充电期间通过此电容的再充电产生一个电压降，该电压降起抵制 LC 并联谐振回路控制电压的作用，以便能够在开关去负荷电容的再充电期间阻止开关器件的接通（见图 6）。开关器件的接通只有在这样的情况下才允许实现，即当开关器件的空载二极管通过电流时。在本发明电  
20 路装置的这种实施结构中只有在另一个开关器件关断之后开关去负荷电容被充分再充电时才是这种情况。本实施结构可以使开关器件的接通时刻依赖于开关去负荷电容的再充电时间的长短。

与此相联系进一步设计是与另一个电阻并联接入一个二极管，使其阳极与 LC 并联谐振回路的一个接线端相连接，该接线端不与开关器件的控制极输入端相连接，而其阴极与开关器件的参考电位相连接。  
25 这个二极管为开关器件的快速关断提供了可能性。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，在一个开关器件的控制极输入端与相应的 LC 并联谐振回路之间，配装一个脉冲整形—和阻抗变换器四端网络，该四端网络可以加速开关器件的关断  
（见图 7 和 8）。因此可以改进开关器件的关断特性，从而实现开关  
30 损耗的减小。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，与 LC 并联谐振回路并联安装一个随电压变化的衰减部件（见图 9）。通过此衰减部件

可以保护开关器件的控制极输入端以防止电压过负荷。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，与 LC 并联谐振回路并联接入一个由一个齐纳二极管和一个与齐纳二极管阳极相连接的电阻组成的串联电路，并且开关器件的控制极输入端与齐纳二极管的阳极、开关器件参考电位与介于电阻和 LC 并联谐振回路之间的连接点连接（见图 10）。通过接入齐纳二极管可以达到开关器件的一个似乎较高的阈值电压，从而实现开关器件通过 LC 并联谐振回路启动时间的缩短。

这个时间可以通过本发明电路装置的一个优选实施例进一步缩短，该结构的特征在于，与 LC 并联谐振回路的电感串联安装一个由一个二极管和一个电阻组成的并联电路，使二极管的阴极和电阻的一个接线端与一个开关器件的控制极输入端的参考电位相连接，并且二极管的阳极和电阻的另一个接线端与 LC 并联谐振回路的电感连接，或者二极管的阳极和电阻的一个接线端与开关器件的控制极输入端连接并且二极管的阴极和电阻的另一个接线端与 LC 并联谐振回路的电感相连，借此可以得到与开关器件的控制极输入端相关的一个通过电阻大小可调的 LC 并联谐振回路输出电压的负的补偿直流电压（见图 11）。

本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，在开关器件控制极输入端和此控制极输入端的参考电位之间接入一个端子电阻，并且为了延长空载时间在 LC 并联谐振回路的控制极输出端与开关器件之间插入一个电阻分压器和另外一个开关器件，该开关器件只有在以下时刻把 LC 谐振回路的输出电压加到另一个开关器件上，即当由 LC 并联谐振回路的控制电压通过电阻分压器对此另一个开关器件所形成的控制电压超过其阈值电压并且将此器件接通时（见图 12）。此实施结构为有效延长空载时间直到 90 度相位角（参照控制电压）提供了可能性。

最后，本发明电路装置的另一个优选实施例其特征在于，开关器件的阈值电压以此方式预先给出，即可预先给出的开关器件启动时间可以实现。开关器件的阈值电压可以采用非同一般的高电压值的这个实施结构的提供的优点是，在使用就这方面来说的特殊开关器件时在延长空载时间方面可以实现如上述其它实施结构相同的作用，而不需

使用其它附加元件。

#### 附图描述

现在，借助下列附图进一步阐述本发明：

图 1-13 示出本发明电路装置的实施结构和

5 图 14-17 示出在本发明电路装置中所选用的电压和电流曲线。

#### 具体实施例说明

在图 1 中示出驱动低压放电灯 EL 的具有推挽半桥式电路装置的电路图。直接靠近电源输入端在馈电线中接入一个保险丝 SI。随后是整流器 CL，其输出端跨接滤波电容器 C1、以及跨过一抗火花干扰部件，  
10 该部件由一个在正的引线中接入的一个滤波扼流圈 L1 和一个与滤波电容器 C1 并联的电容器 C2 组成。自控的自由振荡逆变器，在此是一种推挽半桥式电路，是由两个开关器件 T1 和 T2（优先采用 MOSFET 晶体管或带有空转二极管的 IGBT 晶体管）和具有电阻 R1、R2 电容器 C5、  
15 二极管 D1 和二端交流开关 DC 的起动电路所组成。电灯 EL 经与两个晶体管 T1、T2 之间的中间抽头相连接的谐振电感 L2 与第一电极的接线端连接并且经与电容器 C2 的正极相连接的耦合电容器 C7 与第二电极的接线端连接。

此外，设置一个由谐振电感 L2、耦合电容器 C7 和两个谐振电容器 C8、C9 组成的串联谐振回路，其中两个谐振电容器 C8、C9 串联在电  
20 灯 EL 的灯丝电路中。此外，与电容器 C9 并联一个正温度系数的热敏电阻 KL。为减轻开关器件的负荷还在晶体管 T2 的两端并联了一个电容器 C6。

在图 1 所述实施例中，晶体管 T1 和 T2 的控制按业已公知方法经装在谐振电路 L2 上的辅助绕组 HW1 和 HW2 进行。根据本发明在辅助绕  
25 组 HW1、HW2 和在开关器件 T1、T2 栅的输入端之间各接入一个由 L3 或 L4 和 C3 或 C4 及一个串联电阻 R3 或 R4 组成的 LC 并联谐振回路形式的网络。通过这种电路技术措施可以实现该电路即使在滤波电容器 C1 处有高电压的情况下也可以稳定地工作。在图 1 所示实施例中辅助绕组 HW1 和 HW2 各有相同的圈数  $n_{HW1} = n_{HW2}$ 。

30 在图 1 所示实施例中，控制半桥式电路的两个开关器件 T1、T2 的控制电路 AS 含有两个单一开关器件的电路部件 AS1 和 AS2。一般来说根据本发明控制电路至少具有一个 LC 并联谐振回路。

为了从负载电路耦合能量，LC 并联谐振回路路径一个电阻 R3、R4 与或者可以与负载电路的电感 L2 上的辅助绕组 HW1、HW2 电学连接。

图 2 示出本发明电路装置的另一实施结构。在该电路装置中为了从负载电路将能量耦合至 LC 并联谐振回路，LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 只与负载回路的电感 L2 磁耦合，其中，可以与 LC 并联谐振回路并联一个电阻 R13、R14。把电感 L3、L4 安装在电感 L2 附近即可实现磁耦合。

与此相结合可设计负载回路电路 L2、尤其是通过使用适当磁心造型（例如“E 形磁心”）、具有一个插入空气隙的磁闭合回路。在此，LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 制成具有外空气隙或制成空气线圈。电感 L3、L4 优先用棒状磁心电感线圈制成。

根据本发明，把控制电路 AS 设计成由单一开关器件的电路部件 AS1、AS2 组成。其中每个单一开关器件的电路部件具有如图 1 和图 2 所示的 LC 并联谐振回路。

和单一开关器件的电路部件的 LC 并联谐振回路的固有谐振频率优先是相等的。

本发明也优先设计成各单一开关器件的电路部件的这些 LC 并联谐振回路分别具有相同的电感和相同的电容。

现在用图 14 和 15 描述半桥式电路的两个开关器件 T1、T2 中的电压和电流曲线，其中图 14 中示出启动期间在两个控制回路中的电压曲线  $u(T1, Gate)$ 、 $u(HW1)$ ； $u(T2, Gate)$ 、 $u(HW2)$  和所属的晶体管电流  $I(T1)$ 、 $I(T2)$ ，图 15 示出起振后的状态。

在时刻 ZP1（图 14）利用图 1 所示二端交流开关 DC 借助电路的第一个脉冲对电容器 C3 充电并接通晶体管 T1。因此在辅助绕组 HW1 上的电压跃升到一由匝数比

$$\ddot{u} = \frac{n_{\text{primar(磁部)}}}{n_{\text{HW1}}}$$

（= 电感线圈 L2 初级绕组的匝数  $n_{\text{primar}}$ （初级）与电感线圈 L2 上辅助绕组 HW1 的匝数  $n_{\text{HW1}}$  之比）和中间回路直流电压所确定的数值。在电感线圈 L2 中开始有正弦形电流流过。

现在，在电感线圈 L2 上、从而在辅助绕组 HW1 上的电压开始按下式

$$U = -L \cdot \frac{dI(t)}{dt}$$

下降（在时刻 ZP1 和 ZP2 之间的时间范围 a，图 14）。然而，尽管辅助绕组 HW1 上的电压有这样的下降，但是它仍然保持很高，从而使电容器 C3 经电阻 R3 继续充电。基于 C3 上的电压，在电感线圈 L3 中开始有正弦形上升的电流流过，该电流使电容器 C3 放电。因此，在晶体管 T1 控制极输入端（栅极）的电压开始下降，直至该电压低于 T1 的阈值电压并且 T1 关断（时刻 ZP2，图 14）。

通过这样的瞬态过程在电感线圈 L2 中注入的谐振电流使在扼流圈上、从而在辅助绕组 HW1、HW2 上的电压反向。现在电容器 C3 经 R3 通过 HW1 上的电压和注入 LC 并联谐振回路的电感线圈 L3 中的电流自充电，T1 的栅电压变为负值。起初由 HW2 经 R4 负性充电的电容器 C4 现在经 R4 由辅助绕组 HW2 充电，因为在半桥式电路的换向期间（在时刻 ZP2 和 ZP3 之间的时间范围 b，图 14）在 HW2 上的电压阶跃式上升。通过 R4/C4 的低通功能，在 C4、电感线圈 L4、从而也在 T2 栅极上的电压正弦式上升。当超过 T2 的阈值电压时此晶体管接通（时刻 ZP4，图 14）。基于在 L2 中的谐振电流和在 T2 上的栅极电压之间的相移而实现接通，而此时开关器件 T2 的空转二极管控制谐振电流（在时刻 ZP3 和 ZP5 之间的范围 c，图 14）。由辅助绕组 HW2 所建立的控制电压正弦式下降，然而此电压对 C4 的放电却没有或只有很少的贡献。

电感线圈 L4 现在使电容器 C4 放电，虽然还有高控制电压提供使用且此线圈通过向它注入的电流强迫 C4 再充电并且从而强迫晶体管 T2 可靠地和快速地关断（时刻 ZP6，图 14）。通过半桥式电路重新换向，在电感线圈 L2 中注入的谐振电流使辅助绕组 HW1 和 HW2 以及初级绕组上的电压反向。电容器 C4 现在也经 R4 由 HW2 负的充电，而电容器 C3 经 R3 由 HW1 正的充电（在时刻 ZP6 和 ZP7 之间的时间范围 d，图 14）。因此晶体管 T1 被再次接通并且所述过程又重新开始。

如果为了减轻开关负荷使用在图 1-13 中所示的电容器 C6（例如与晶体管 T2 并联），那么在一个半桥晶体管的关断和另一个半桥晶体管的接通之间必须有一足够的空载时间（= 时间范围 b = 在电容器 C6 上的再充电过程的时间）。

在一般情况下，（减轻开关负荷的电容器 C6 具有通常使用的电容值）这个空载时间由下面的事实得出，即在所属控制电路的输出电压变为零之前先低于晶体管的阈值电压，而与此对称的另一控制电路的输出电压在此晶体管确实导通之前必须首先上升到要被接通到晶体管的阈值。

图 15 示出在整个装置已起振的状态下，开关器件 T1、T2 中的电压和电流曲线以及辅助绕组上的电压和 LC 并联谐振回路的控制电压。可以看到，单一开关器件的控制电路的上述电压和电流曲线是对称的。

图 1 中所示 LC 并联谐振回路的元件实际上是有某些制造容差的，这些容差主要在以下情况才发生作用，即当两个控制电路（AS1/AS2）的固有谐振频率

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_{3/4} \cdot C_{3/4}}}$$

彼此有很大差别时，因为此时不能再以两个控制电路 AS1 和 AS2 中相互对称的控制电压曲线为出发点。

本发明电路装置的实施结构、尤其是图 5、6、10、11 和 12 所示的结构、在半桥式电路通过晶体管延迟接通而产生换向时将导致可实现的空载时间的增大，以保证用电感线圈 L2 中存储的空转能量充分地给减轻开关负荷电容器 C6 再充电。

在图 5 所示的本发明电路装置的实施结构中，各有一个二极管 D3 或 D4 和一个电阻 R5 或 R6 组成的串联电路并联到两个 LC 振荡回路中的每一个电路上，致使只是 LC 谐振回路振荡的负半波（负的栅压）被衰减。

这一点导致控制电压曲线的整形，该曲线具有较高幅度的较短的正半波和具有较低幅度的较长的负半波，从而实现工作比的偏移。

图 6 示出延迟接通时间的另一个实施结构，该结构也可以补充上面借助图 5 描述的电路装置。

在该电路装置中，由两个电阻 R7、R8 限制减轻开关负荷电容器 C6 中的电流。为此由两个电阻 R7、R8 和电容器 C6 组成的串联电路与晶体管 T1 并联，使一个电阻 R8 置于地电位、而另一个电阻 R7 与两个开关晶体管 T1、T2 的连接点相连，并且电容器 C6 位于两个电阻 R7、R8

之间。两个电阻 R7、R8 各与一个二极管 D7、D8 并联，它们的阳极与减轻开关负荷电容器 C6 相应的接线端相连。

在图 6 所示电路装置中，两个 LC 并联谐振回路不与晶体管 T1、T2 的栅—源—电路并联，而是以其一个接线端与晶体管的栅极相连而以其另一个接线端与二极管 D7 (L4、C4) 和 D8 (L3、C3) 的阴极相连。

在接通晶体管 T1 时，减轻开关负荷电容器 C6 被放电。如果现在 T1 的栅极电压下降到低于所给出的阈值，则 T1 关断。这将导致 C6 充电并且在 R7 及 R8 上出现电压降。

T2 的接通现在以这样的方式被延迟，即从由 L4、C4、R4 和 HW1 组成的控制电路提供的 T2 的控制电压中减去由 C6 充电过程引起的在电阻 R7 上的电压降。

R8 上的电压降抵制 T1 的关断并从而可能导致带有很大损耗的开关，该电压降由二极管 D8 限制在其导通电压上。

如果 T2 的栅压低于其阈值，则 T2 关断，电容器 C6 将通过注入电感线圈 L2 的电流仍然经电阻 R7 和 R8 放电。R7 上的电压降现在经二极管 D7 限制在其导通电压上，由连接在晶体管 T1 上的控制电路提供的电压减去 R8 上的电压从而导致 T1 延迟接通。

电阻 R3、R4 或 R13、R14 (图 5) 可以是线性的、非线性的或随温度变化的电阻。因此有可能使两个开关器件的控制随环境条件或整个装置的状态而变化。例如可以设计在很高的环境温度下整个装置的功耗以这样的方式减少，即电阻 R3、R4、R13、R14 随温度的增加而成比例的减少。

在下面的情况可以应用非线性电阻，即控制电路应以此方式对异常的、整个装置的运行状态 (例如，灯的批量生产中非一般的高点火电压) 作出反应，即在特殊情况下也能保证可靠运行。

在图 3 和图 4 中示出本发明电路装置的其它实施结构。在这种电路装置中控制电路 AS 具有另一个电路元件 TR，该元件使 LC 并联谐振回路中产生的控制信号反向。这另一个电路元件 TR 优先为一个变压器，其中可以解释为 LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 在此变压器中。此外该控制电路以此方式设计，即 LC 并联谐振回路的控制信号输送给某一个开关器件 (例如 T1)，并把 LC 并联谐振回路反向的控制信号输送给另一开关器件 (例如 T2)。从而在逆变器的两个开关器件的运行

中不会出现非对称性。LC 并联谐振回路的部件制造过程中所引起的容差对两个开关器件 T1、T2 上影响相同。

如图 4 所示，该控制电路可依此方法设计，即某一个开关器件（例如 T1）的控制极输入端与另一个电路元件 TR 的一个输出端连接，并且另一个开关器件（例如 T2）的控制极输入端与此另一个电路元件 TR 的另一个输出端连接。LC 并联谐振回路位于一个参考电位上，该参考电位不是同时作为两个开关器件 T1、T2 之一的参考电位。

另外的电路元件，例如上述的变压器，该变压器具有一个或多个次级绕组。每一个次级绕组与逆变器的至少一个开关器件连接。使用变压器以简单的方式通过次级绕组为半桥式电路的两个开关器件 T1、T2 建立必要的控制信号的电隔离。

图 7 和 8 示出本发明电路装置的实施结构，在这些结构中，在开关器件 T1、T2 的控制极输入端与相应的 LC 并联谐振回路之间配装一个脉冲整形—和阻抗变换器四端网络 VP。此四端网络可以加速开关器件 T1、T2 的关断。

在图 7 所示的电路装置中，脉冲整形—和阻抗变换器四端网络 VP 采用由两个二极管和一个双极型小信号晶体管构成的清理网络。

图 8 示出的电路方案采用一个 MOSFET 晶体管和一个二极管。

连接在 LC 并联谐振回路与开关器件 T1、T2 的控制极输入端之间的四端网络 VP 的二极管当 LC 并联谐振回路的控制电压下降时通过一反向电压的建立形成阈值电压，此电压开启四端网络相应的小信号晶体管。因此开关器件 T1、T2 的输入电容突然放电，并且开关器件关断。

在四端网络（图 7）的双极型实施结构中的另一个二极管阻止不希望的电流通过小信号晶体管的基极—集电极—二极管。

图 9 示出电路装置的另一个实施结构，其中，与 LC 并联谐振回路并联安装一个随电压变化的衰减部件 DG（优先为两个逆串联的齐纳二极管）用于限制开关器件 T1、T2 的控制电压。通过此装置可以实现开关器件控制极输入端的过压保护。

如图 10 所示，可以作为另一种选择或者作为上述实施结构的补充，在开关器件 T1、T2 的控制极输入端与 LC 并联谐振回路之间接入一个齐纳二极管 ZD 和一个电阻 RZ，致使在开关器件阈值电压上叠加一

齐纳电压，于是只有在 LC 并联谐振回路的一个较高的控制电压下才能开启开关器件 T1 和 T2 下。

图 13 中示出一个特别廉价的控制电路 AS。通过使用相互互补的开关器件(就是说 T1 是一个 P 沟道 MOSFET, 而 T2 是一个 N 沟道 MOSFET)即可产生两个开关晶体管的公共控制电压。用 LC 并联谐振回路控制电压的正半波驱动开关器件 T1, 而用负半波驱动开关器件 T2。

空载时间(两个开关器件已关断)是自动产生的, 即当控制电压数值小于开关器件阈值电压时两个开关器件是关断的。

当在图 5 示出的本发明电路装置中实现了 LC 并联谐振回路控制电压负半波的一时间延长时, 与此相反, 采用图 11 示出的本发明电路装置却可以实现 LC 并联谐振回路控制电压的直流电压成分, 这样, 正半波的振幅小于负半波的振幅。

在图 11 的实施结构中, 与 LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 串联安装一个由一个二极管 D9/D10 和一个电阻 R9/R10 组成的并联电路, 使二极管 D9/D10 的阴极和电阻 R9/R10 的一个接线端与开关器件 T1、T2 的控制极输入端的参考电位连接。二极管 D9/D10 的阳极和电阻 R9/R10 的另一个接线端与 LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 连接。

此外, 另一种可能的选择是二极管 D9/D10 的阳极和电阻 R9/R10 的一个接线端与开关器件 T1、T2 的控制极输入端及二极管 D9/D10 的阴极和电阻 R9/R10 的另一个接线端 LC 并联谐振回路的电感 L3、L4 连接。

借此, 参照开关器件 T1、T2 的控制极输入端, 实现一个可以用电阻 R9/R10 的大小调整的 LC 并联谐振回路输出电压的负直流电压成分  $u$  (T1、Gate)、 $u$  (T2、Gate), 并且从而在与开关器件激励相同的周期时间内实现正脉冲宽度的缩短。

图 16 示出图 11 所示电路装置的有关电压时间曲线。其中图 16a 示出  $u$  (T1、Gate)、 $u$  (T1、Gate) 和  $u$  (HW1) 的曲线并且图 16b 示出  $u$  (T2、Gate)、 $u$  (T2、Gate) 和  $u$  (HW2) 的曲线。 $u$  (Tx、Gate) 表示开关器件 T1、T2 的控制电压  $u$  (Tx、Gate) 的时间平均值。因为在一个电感线圈上只能保持一种电流过该线圈的电流在其欧姆电阻上产生的直流电压, 所以在 LC 并联谐振回路电感 L3、L4 上的电压降的

时间平均值  $u_L=0$  伏。在电阻  $R_9/R_{10}$  上通过并联一个二极管  $D_9/D_{10}$  按时间平均值只能产生一个负电压，根据网孔定则，该电压被在 LC 并联谐振回路的电容器  $C_3、C_4$  上叠加在交流电压  $u_c(t)$  上的直流电压的补偿。

5        在此，根据希尔霍夫定理，在串联电路内由  $R_9/R_{10}$  和  $D_9/D_{10}$  和 LC 并联谐振回路的电感  $L_3、L_4$  组成的并联电路装置是无关紧要的。

10        通过这个叠加的直流电压在半桥开关器件的控制极输入端出现一个控制信号，参照一足够用于开启半桥开关器件的电压，此控制信号的工作比小于 50%。在图 16 中示出了这种情况。按图 11 实施的控制电路部件  $AS_1$  和  $AS_2$  控制电压的时间平均值是负的，正半波的振幅比负半波的振幅有较小的数值。

15        图 12 示出了导致延长空载时间  $t_r$  (两个  $t_r$ ; 半桥开关器件  $T_1、T_2$  已关断) 的另一个电路装置。图 17 示出图 12 所示电路的有关电压曲线，其中图 17a 示出  $u(HW_1)、u(T_1, Gate)$  和  $u(L_3)$ ，而图 17b 示出  $u(HW_2)、u(T_2, Gate)$  和  $u(L_4)$ 。

20        在图 12 示出的电路装置中，在一个开关器件  $T_1、T_2$  的控制极输入端和此控制极输入端的参考电位之间接入一个箝位电阻  $R_{K1}、R_{K2}$ 。为了延长空载时间 ( $t_r; T_1、T_2$  已关断)，在 LC 并联谐振回路的控制极输出端和开关器件  $T_1、T_2$  之间接入一个电阻分压器  $R_{s1}/s_3/R_{s2}/s_4$  和另一个开关器件  $T_3、T_4$ 。

开关器件  $T_3、T_4$  优先使用一个 PNP 晶体管，此晶体管被接入开关器件  $T_1、T_2$  的控制极电路 (栅极电路) 中。

25        对此，另一种可能的选择是采用一个 NPN 晶体管作为开关器件  $T_3、T_4$ ，这种晶体管接入开关器件  $T_1、T_2$  控制极输入端 (源极) 参考电位的线路，使  $T_3、T_4$  的集电极与开关器件  $T_1、T_2$ ，发射极与 LC 并联谐振回路以及基极与分压器  $RS_1、RS_2; RS_3、RS_4$  的中间抽头连接。

30        在这种情况下，只有当电阻分压器  $R_{s1}/s_3/R_{s2}/s_4$  上由 LC 并联谐振回路的控制电压所形成的控制开关器件  $T_3、T_4$  的控制电压超过  $T_3、T_4$  的开启阈值 (阈电压) 并且将此晶体管开启时，LC 并联谐振回路的控制电压才加到开关器件  $T_1、T_2$  上 (图 12 和 17)。

控制晶体管  $T_3、T_4$  也连接在 LC 并联谐振回路的输出端和半桥开关器件  $T_1、T_2$  的控制极输入端之间。如果控制晶体管  $T_3、T_4$

处于截止状态，则半桥开关器件 T1、T2 的控制电压为 0 伏。在此情况下电阻  $R_{k1}/R_{k2}$  阻止栅—源—电容（开关器件 T1、T2 的输入电容）充电从而阻止了由外界影响而导致半桥开关器件 T1、T2 的误启动。

- 5        现在，如果 LC 并联谐振回路的控制电压上升，则电阻分压器  $R_{s1/s3}/R_{s2/s4}$  上的电压降也增加。于是，通过选择  $R_{s1/s3}/R_{s2/s4}$  的比值可以调整在多大的 LC 并联谐振回路输出电压的情况下在控制电阻  $R_{s1/s3}$  上的电压降变得足够大，以便使控制晶体管 T3、T4 开启。在此工作点上  $R_{s1}$  或  $R_{s3}$  上的电压必须正好等于控制晶体管 T3、T4 的阈值电压（双极型小信号晶体管的阈值电压约为 0.6 伏）。

10        然后，LC 并联谐振回路继续上升的输出电压经开启的控制晶体管 T3、T4 传送到半桥开关器件 T1、T2 的控制极输入端，而且扣除了控制晶体管 T3、T4 的导通电压。这样就可导致半桥开关器件 T1、T2 的开启。

- 15        电阻  $R_{k1}/R_{k2}$  选为高电阻值，使其对控制电压没有重要的影响并对 LC 并联谐振回路只有比较小的负荷。

      控制晶体管一直保持接通状态，直到控制电阻  $R_{s1}$  或  $R_{s3}$  上的电压重又低于阈值电压并且控制晶体管的基极—集电极二极管完全清除为止。

- 20        半桥开关器件可以与控制晶体管 T3、T4 的清除过程不相关地可靠关断，因为 LC 并联谐振回路的控制电压小于开启半桥开关器件 T1、T2 所需的控制电压。

- 如上所述，控制晶体管 T3、T4 也可以接入半桥开关器件控制极输入端参考电位的线路中。在这种情况下，电阻分压器  $R_{s1/s3}/R_{s2/s4}$  的数值是如此选择的，使在 T3/T4 基极和发射极之间的分压器电阻上的电压降可导致控制晶体管 T3、T4 开启。

- 25        图 13 示出一个本发明电路装置，在此装置中半桥装置由两个互补晶体管 T1、T2 组成。控制电路 AS 是以此方法设计的，即 LC 并联谐振回路一方面与两个开关器件 T1、T2 的连接点（半桥中点）连接并且另一方面与开关器件的两个彼此相连的控制极输入端连接。在此实施结构中，一个 LC 并联谐振回路已足够控制半桥的两个开关器件 T1、T2 而不再需要另一个电路元件，例如变压器。

上述电路装置优先使用半桥电路来装配，但也可以使用其它常用的自由振荡逆变器，例如非对称半桥式电路、全桥式电路、推挽式变流器或者也可以是单个晶体管电流变换器。

根据图 1，下面在表中列出与 230 伏交流电网连接的驱动一个功耗为 20 瓦电灯的电路装置所需的元器件。

SI	ELDUR:KPSO 3/46
GL	1 A; 600 V
C1	10 mF; 350 V 电解电容器
C2	220 nF; 350 V; MKT
C3 / C4	3,3 nF; 63 V; MKT
C5	100 nF; 63 V; MKT
C6	1 nF; 630 V; MKP
C7	47 nF; 350 V; MKT
C8	10 nF; 500 V; MKT
C9	4,7 nF; 630 V; MKT
L1	棒状磁心电感线圈 <b>1,5mH</b>
L2, HW1, HW2	$L_{\text{prim}}=2,6 \text{ mH}; n_{\text{prim}}=240,5; n_{\text{HW1/2}}=18; \text{EF16}$
L3 / L4	棒状磁心电感线圈 <b>14,7 mH</b>
R1	470 kW; 0,6 W
R2	470 kW; 0,6 W
R3 / R4	2,2 kW; 0,6 W
KL	Siemens PTC S1380
T1 / T2	FET 500V; 6W; SSU1N50; STK2N50
D1	1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007
DC	二端交流开关 <b>DB3N(SGS-Thomson)</b>

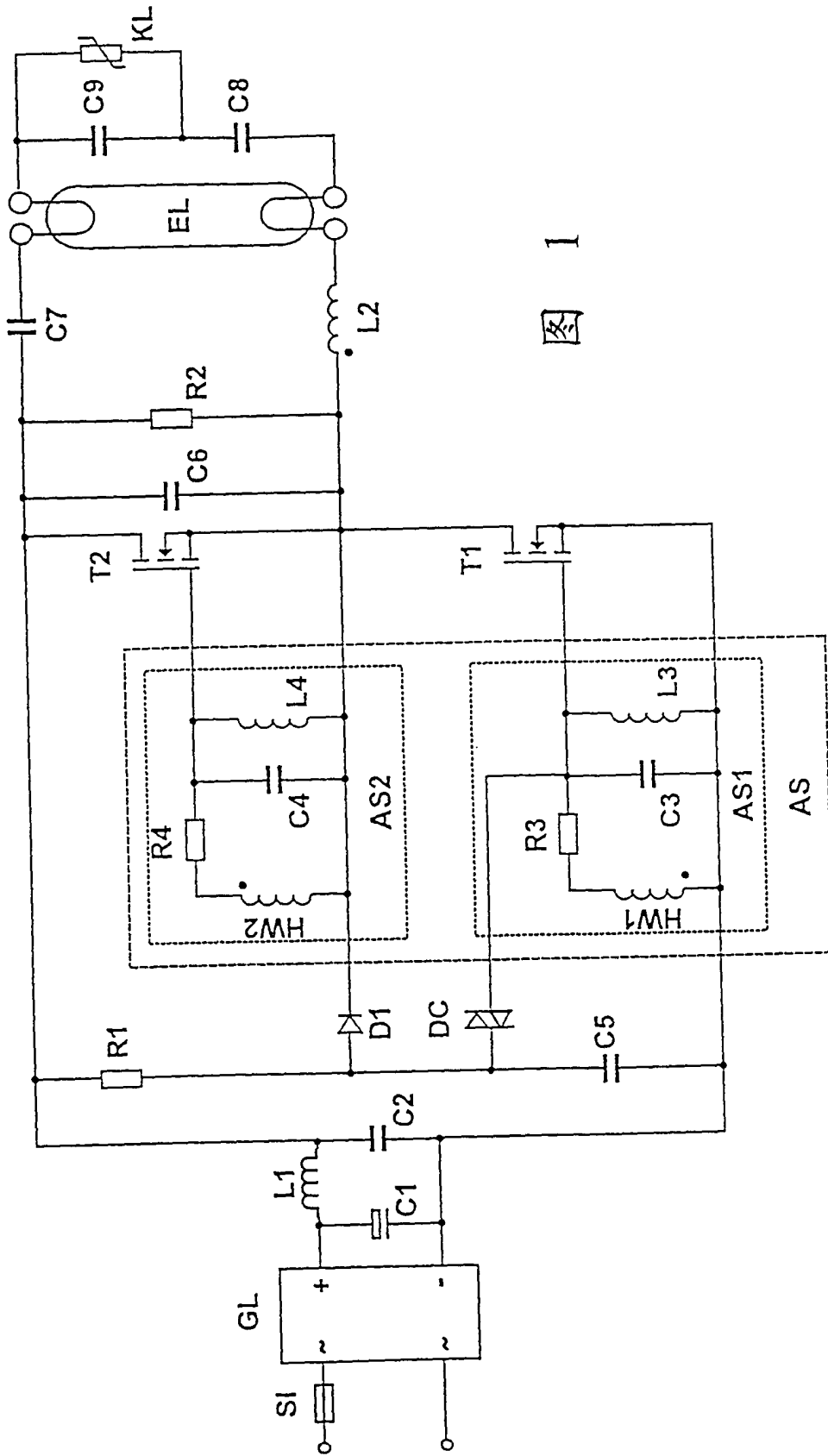


图 1

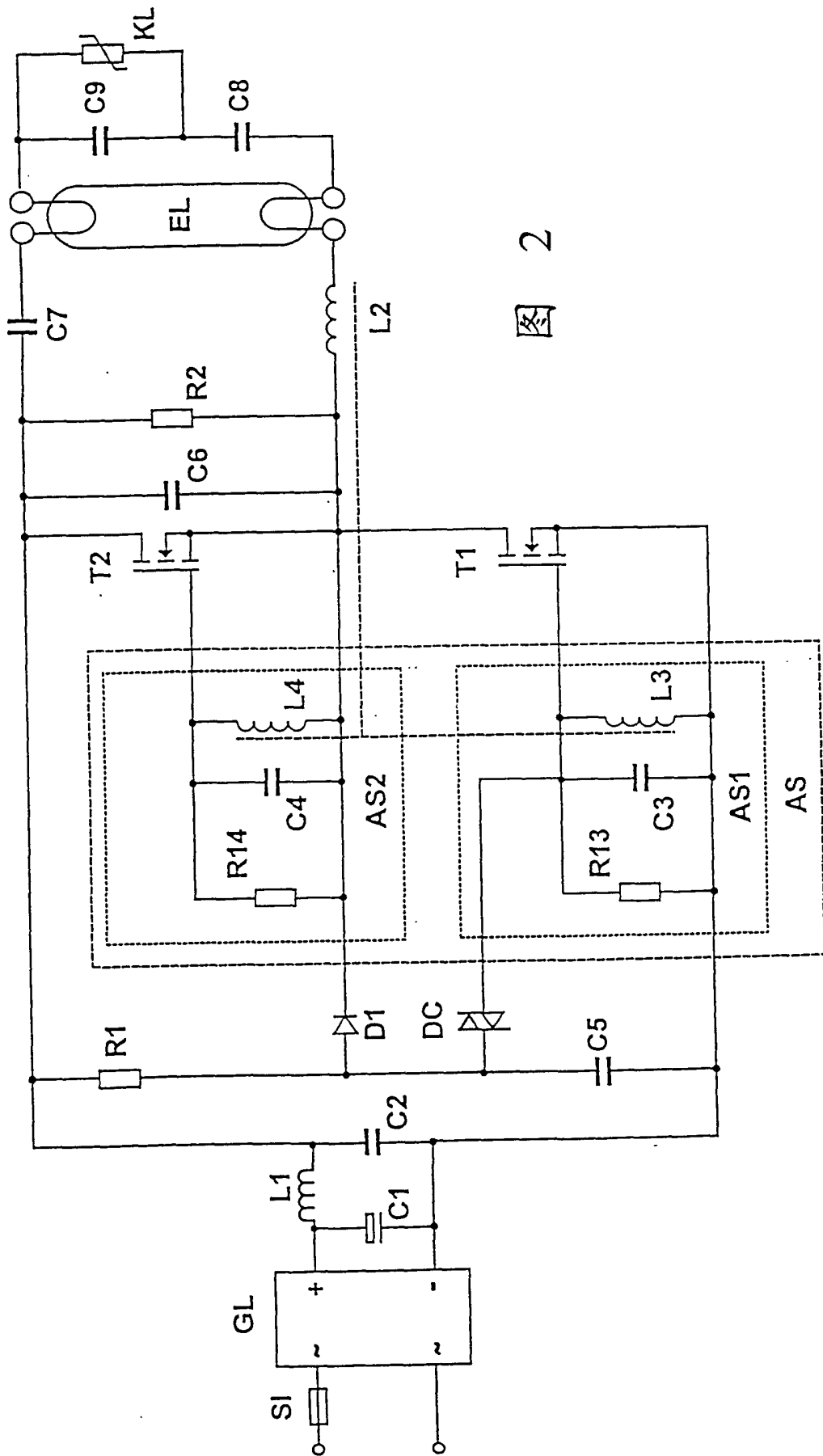


图 2



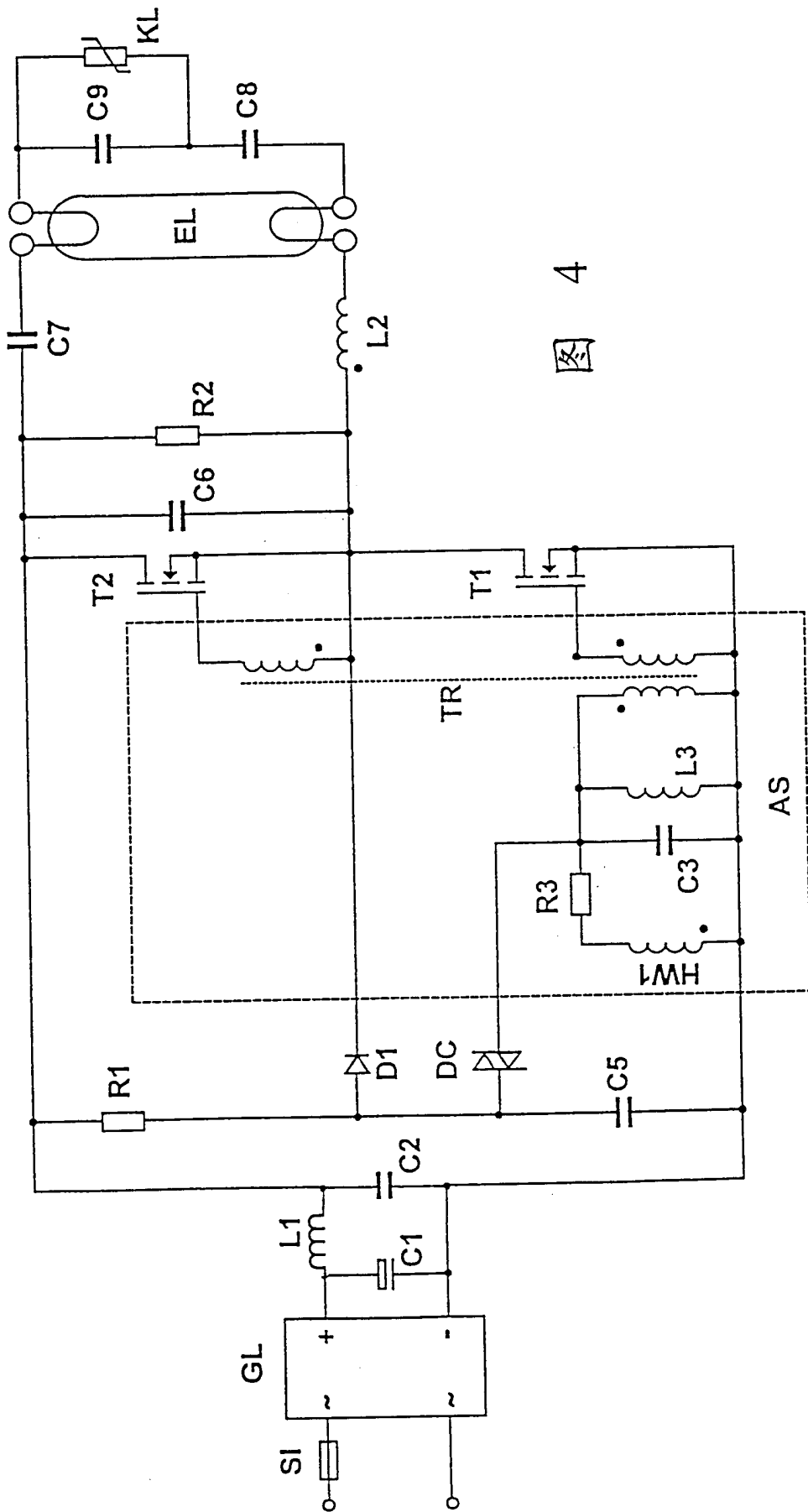


图 4

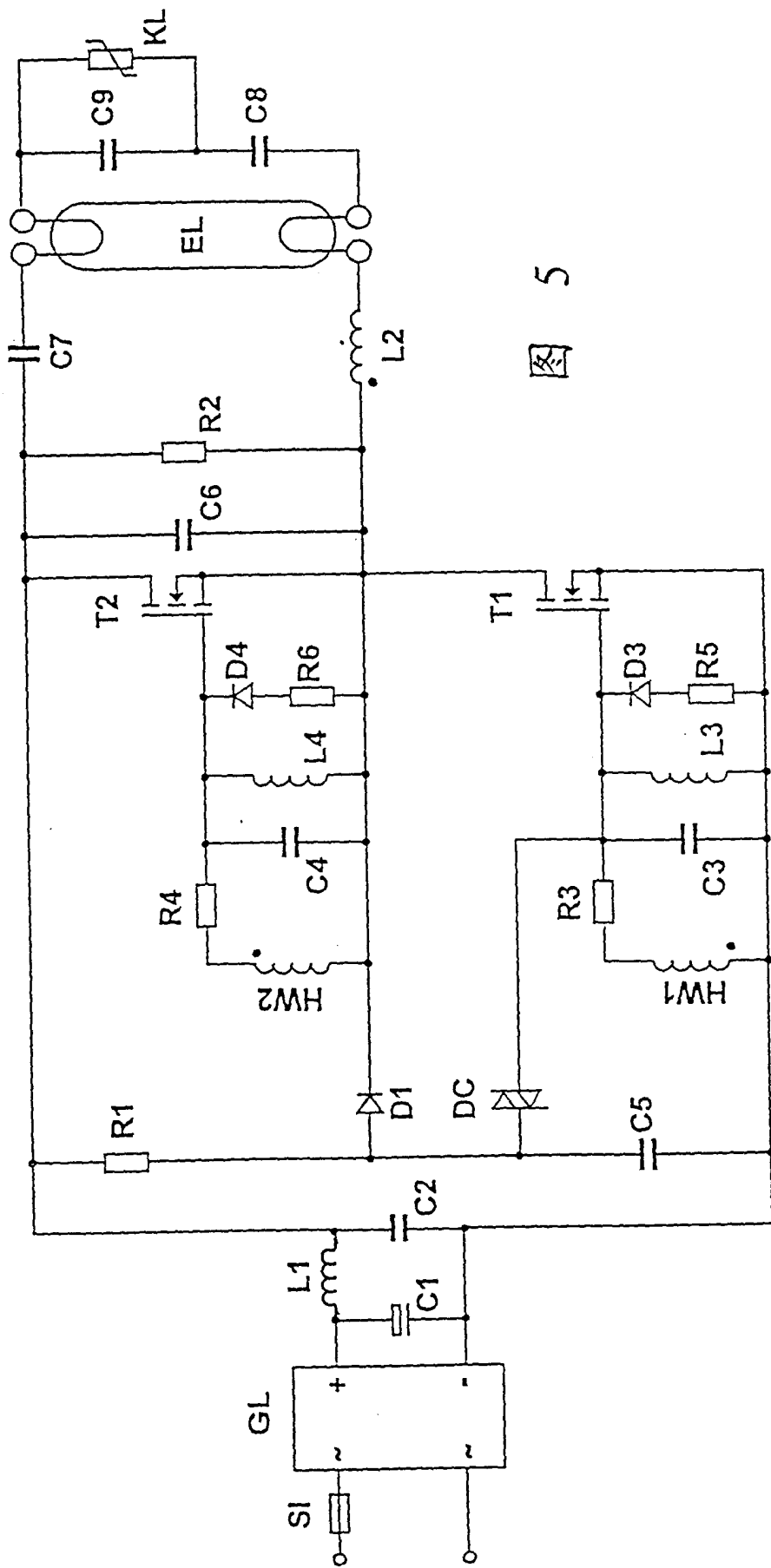


图 5

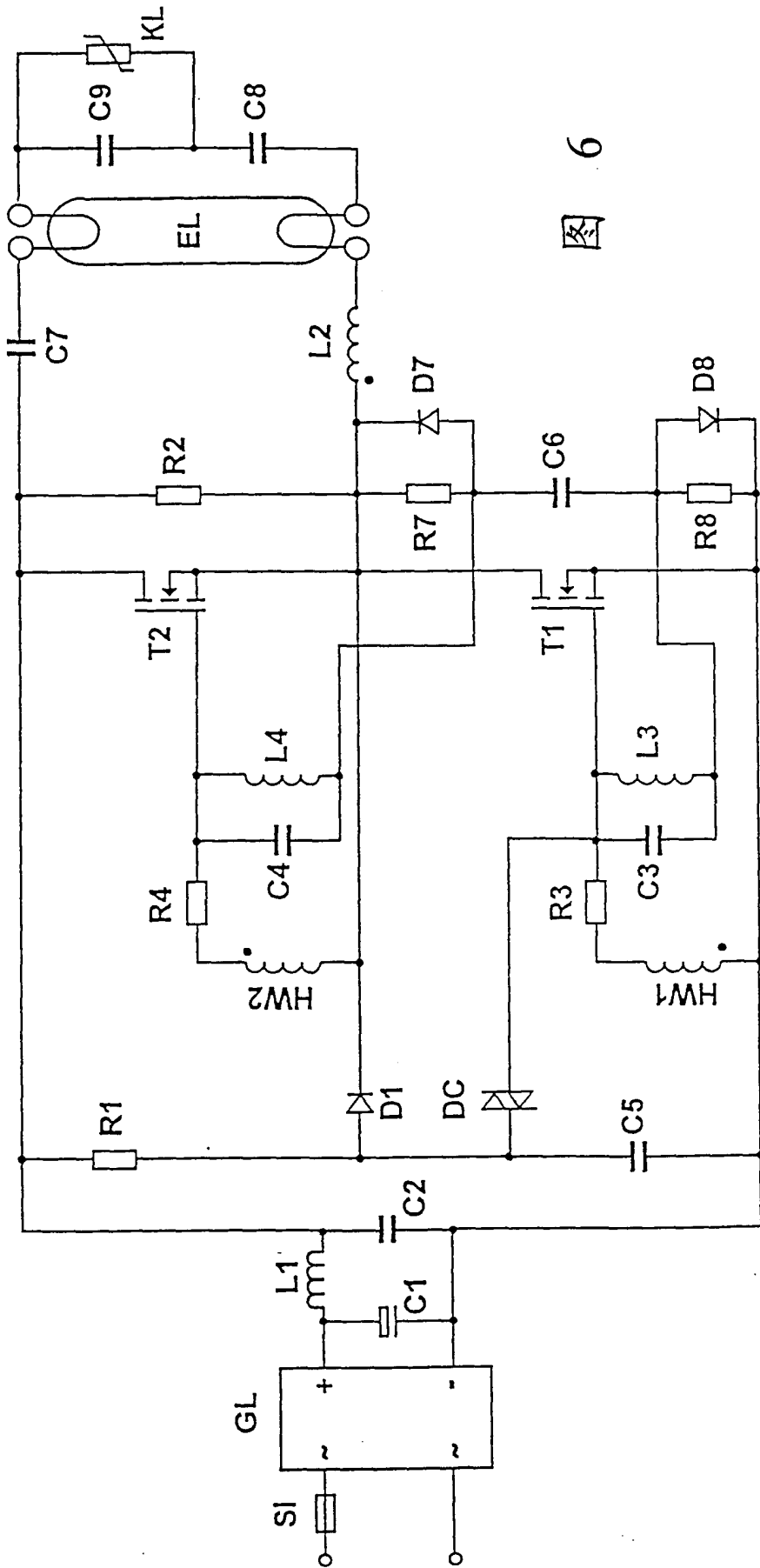


图 6

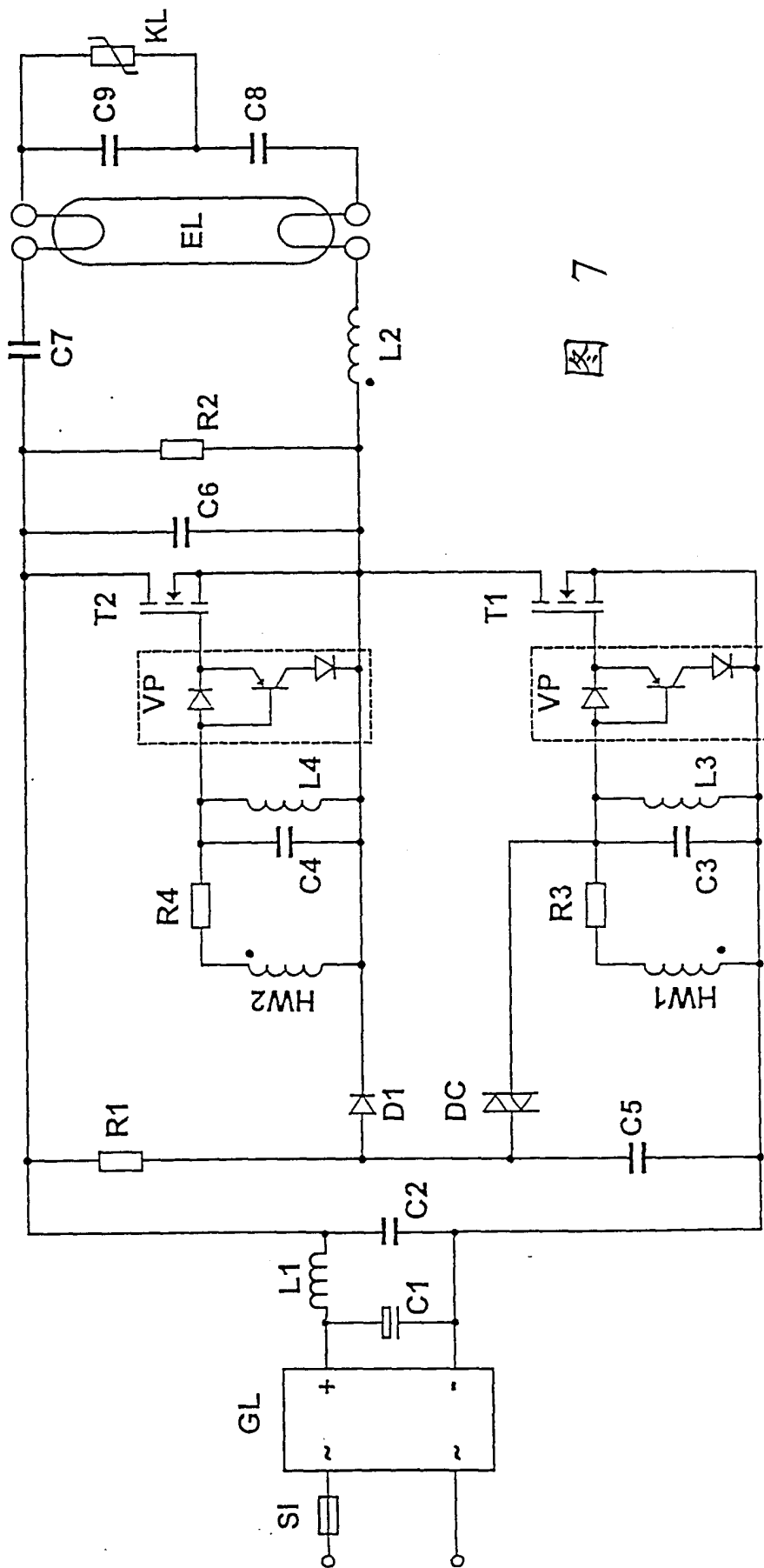


图 7

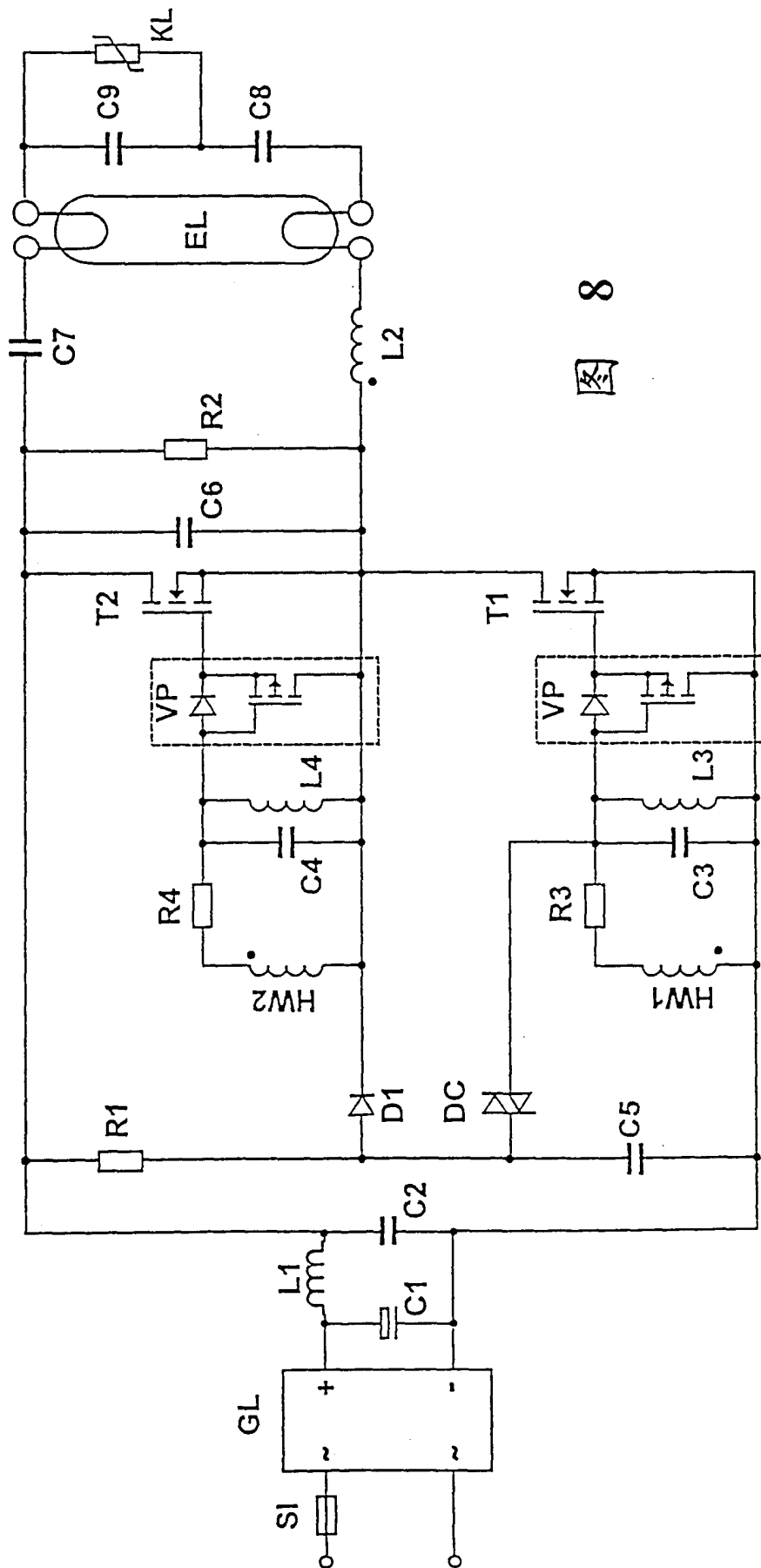
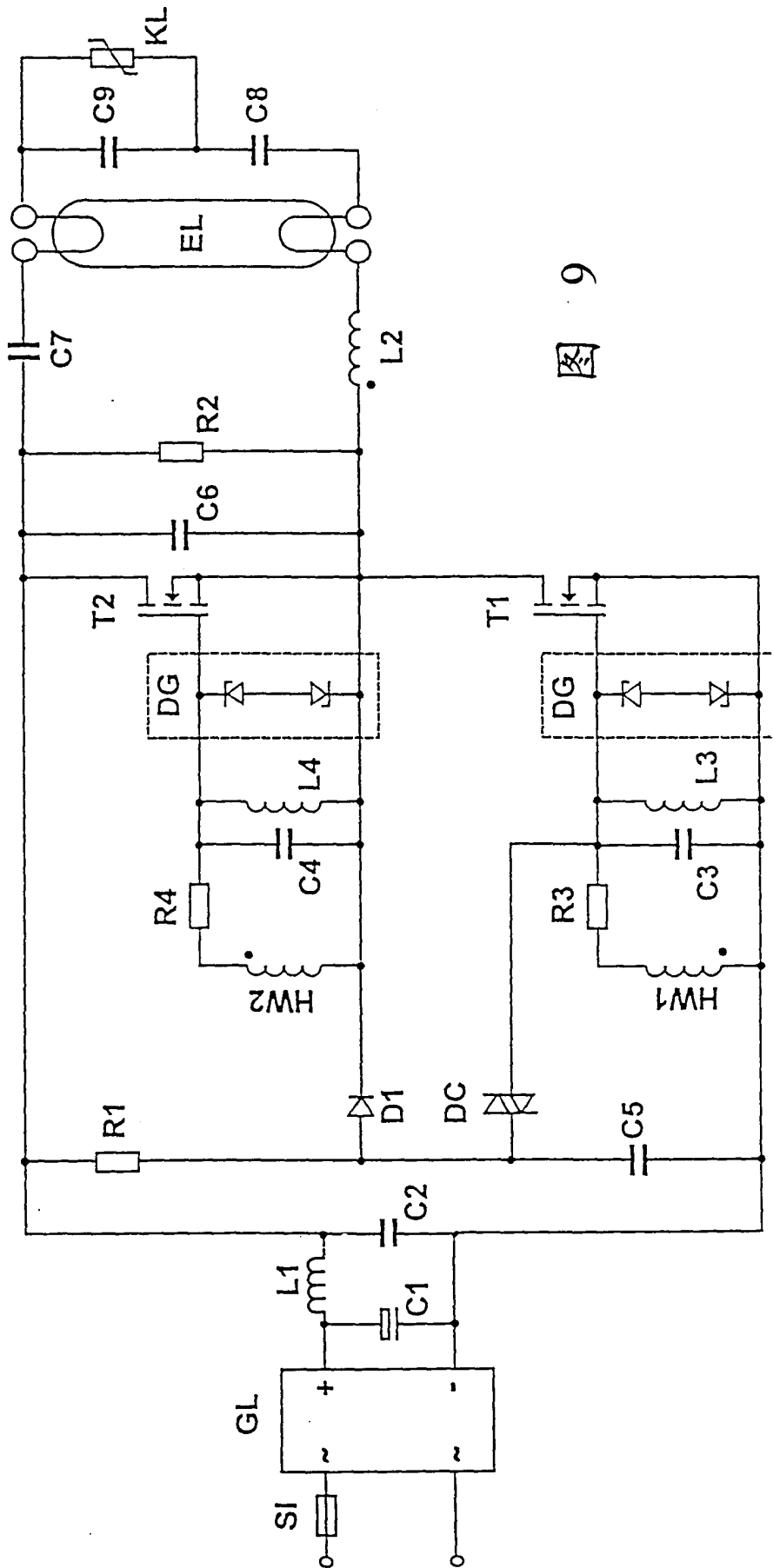


图 8



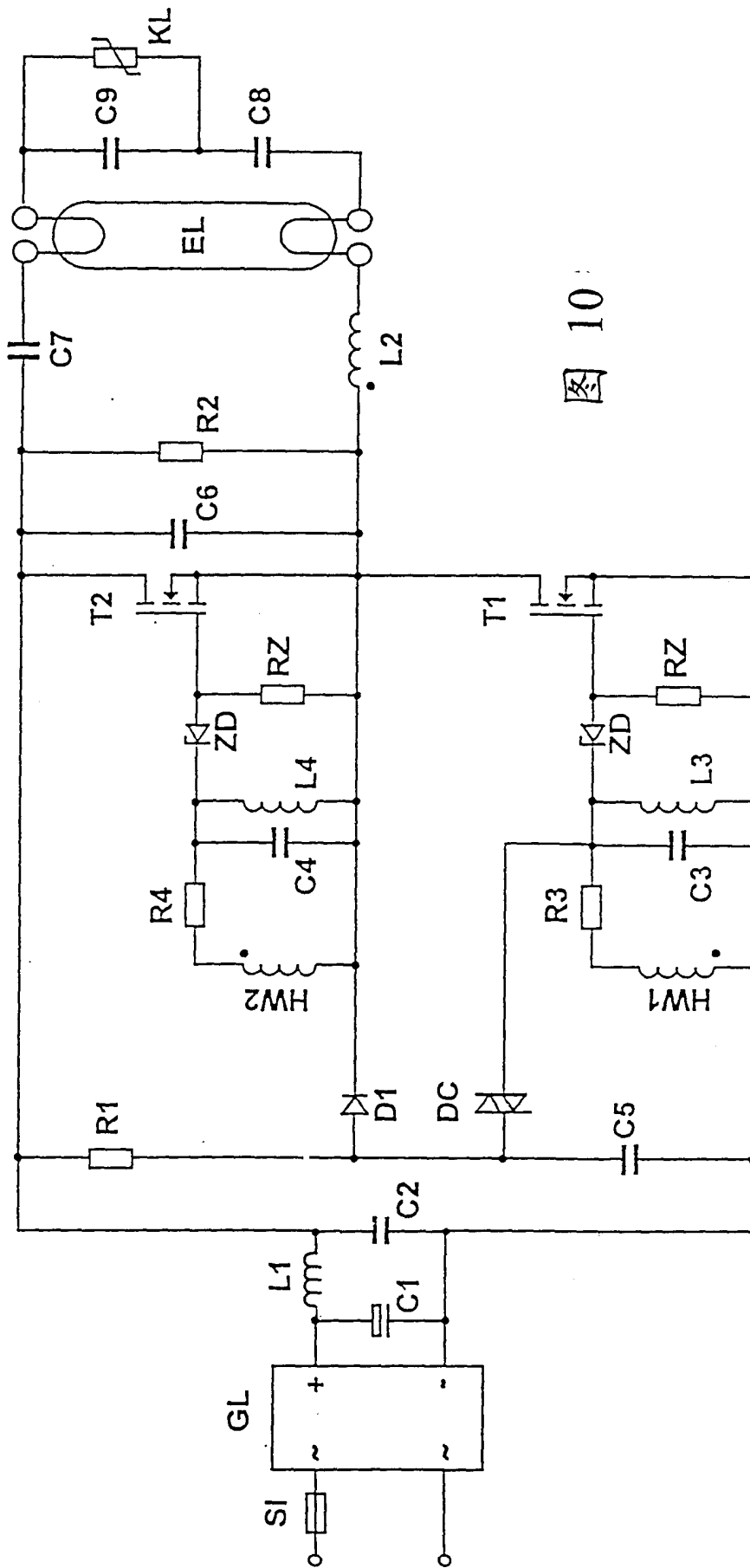


图 10

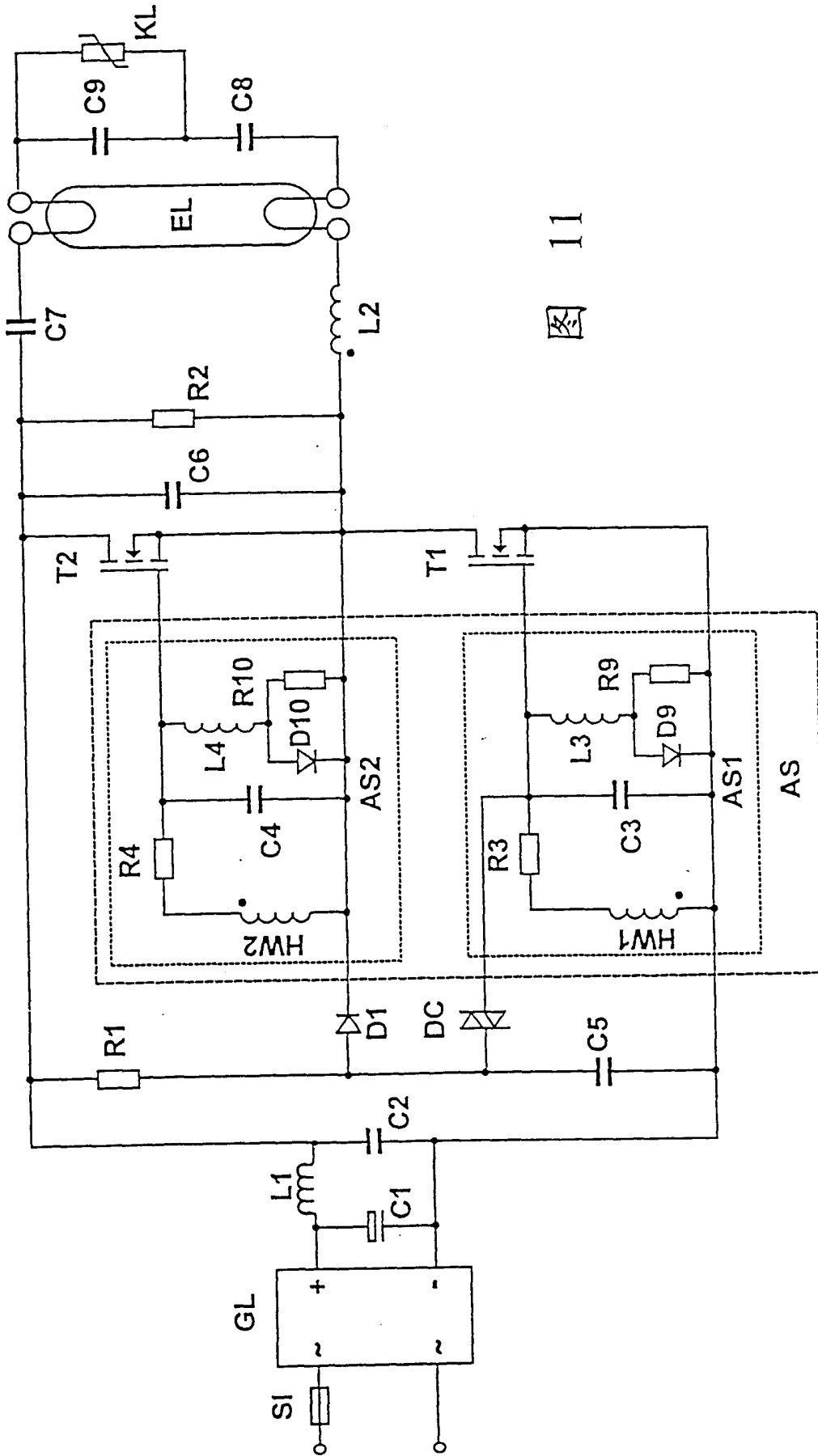


图 11



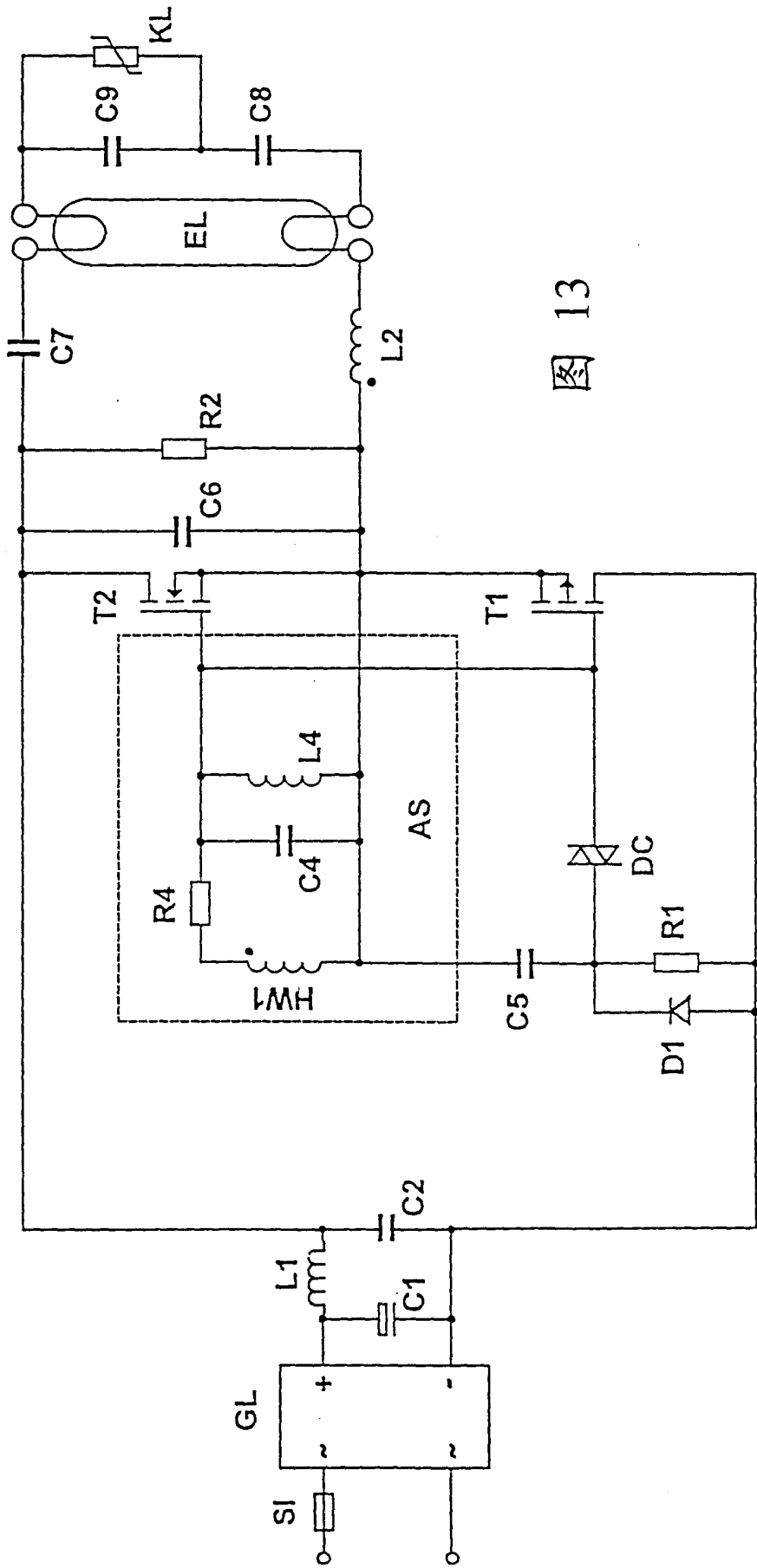


图 13

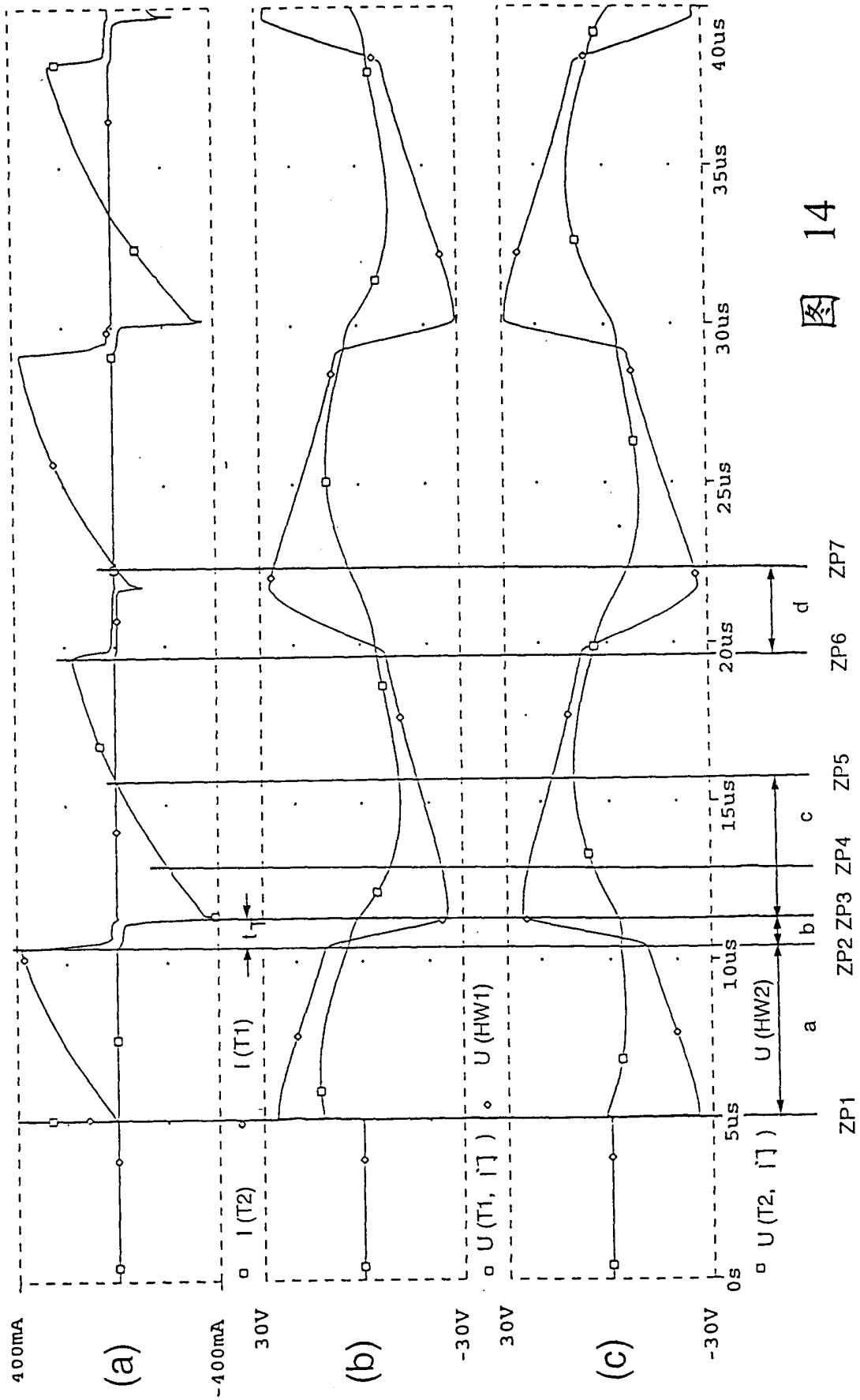


图 14

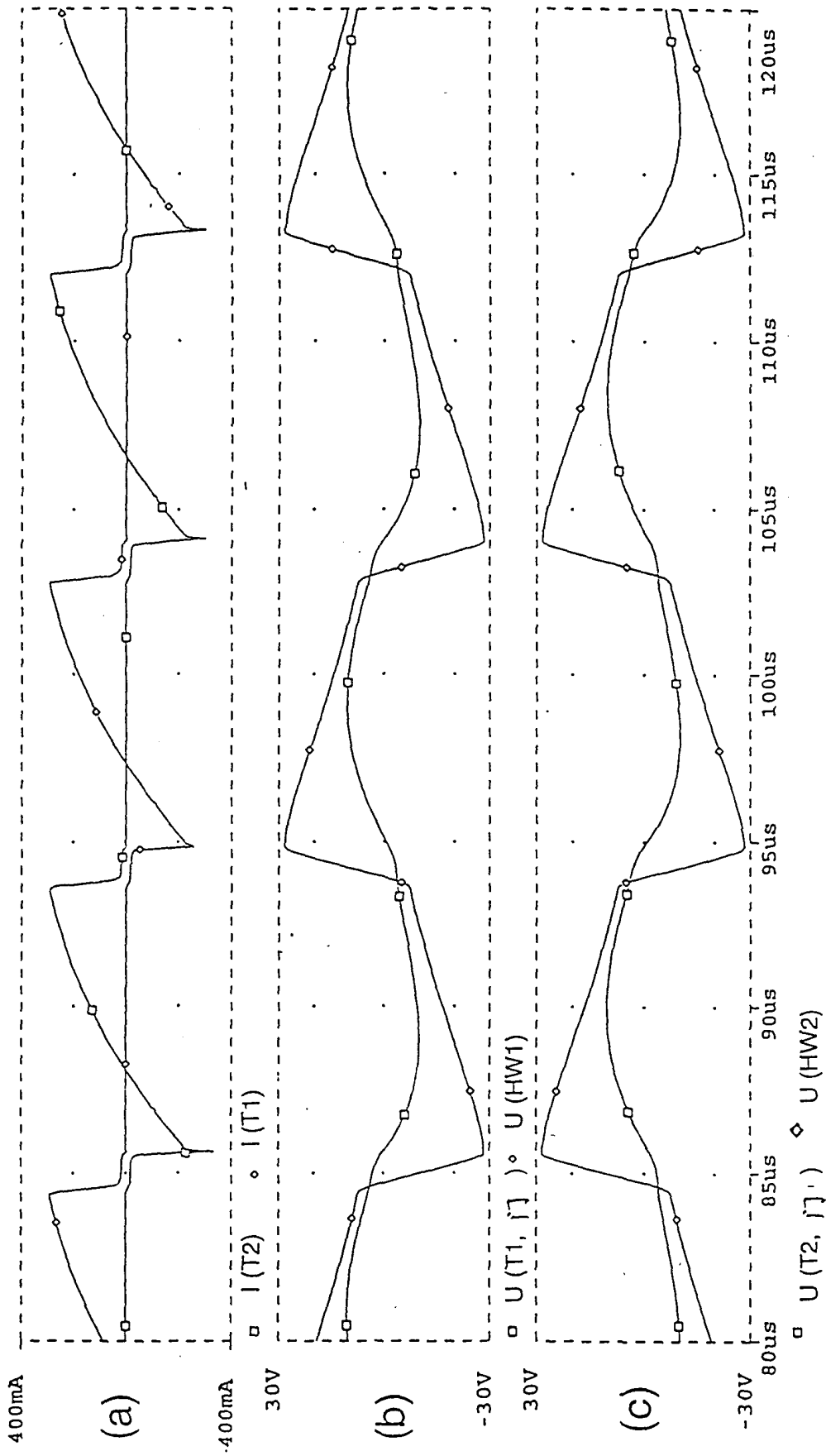


图 15

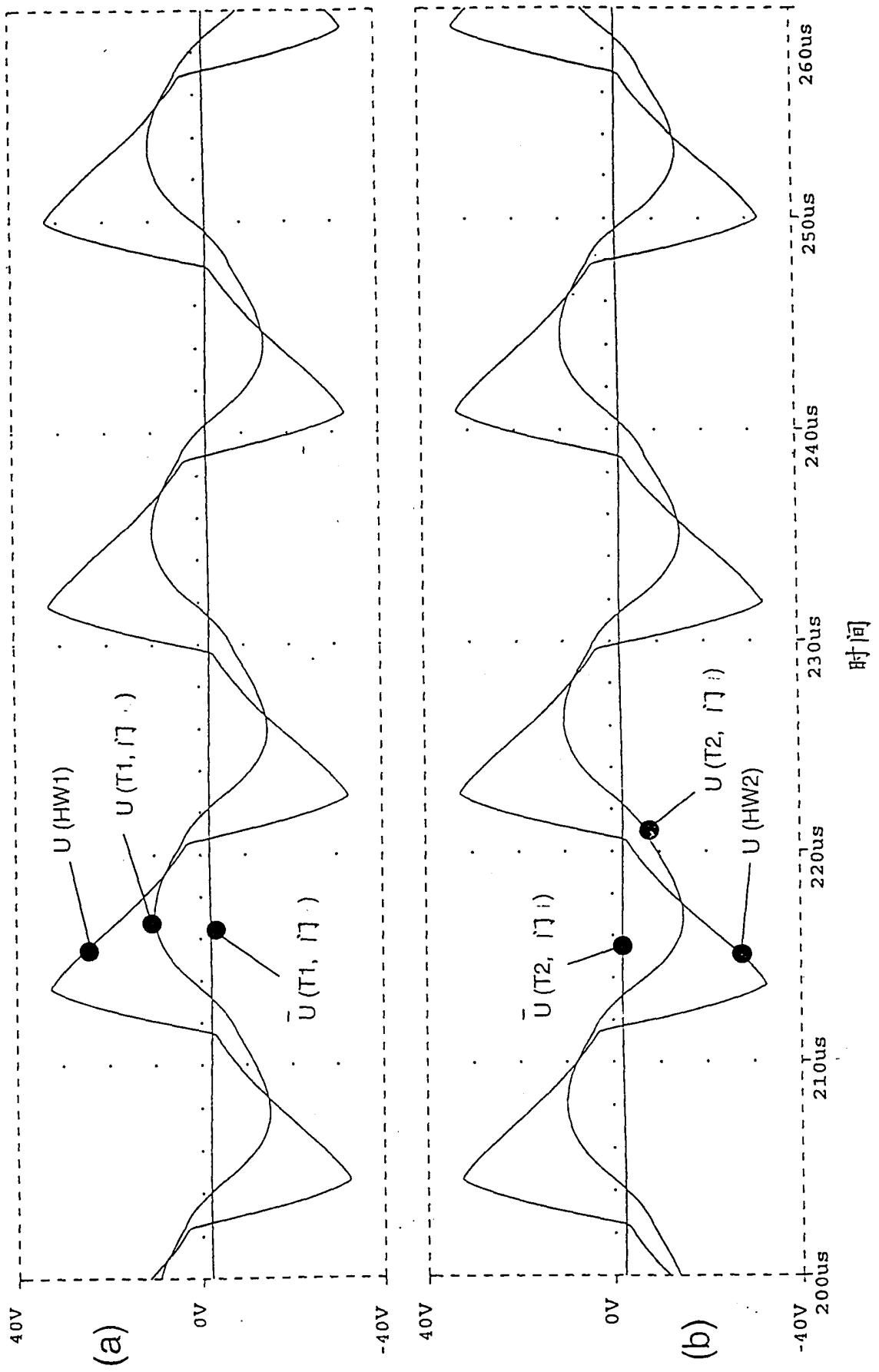
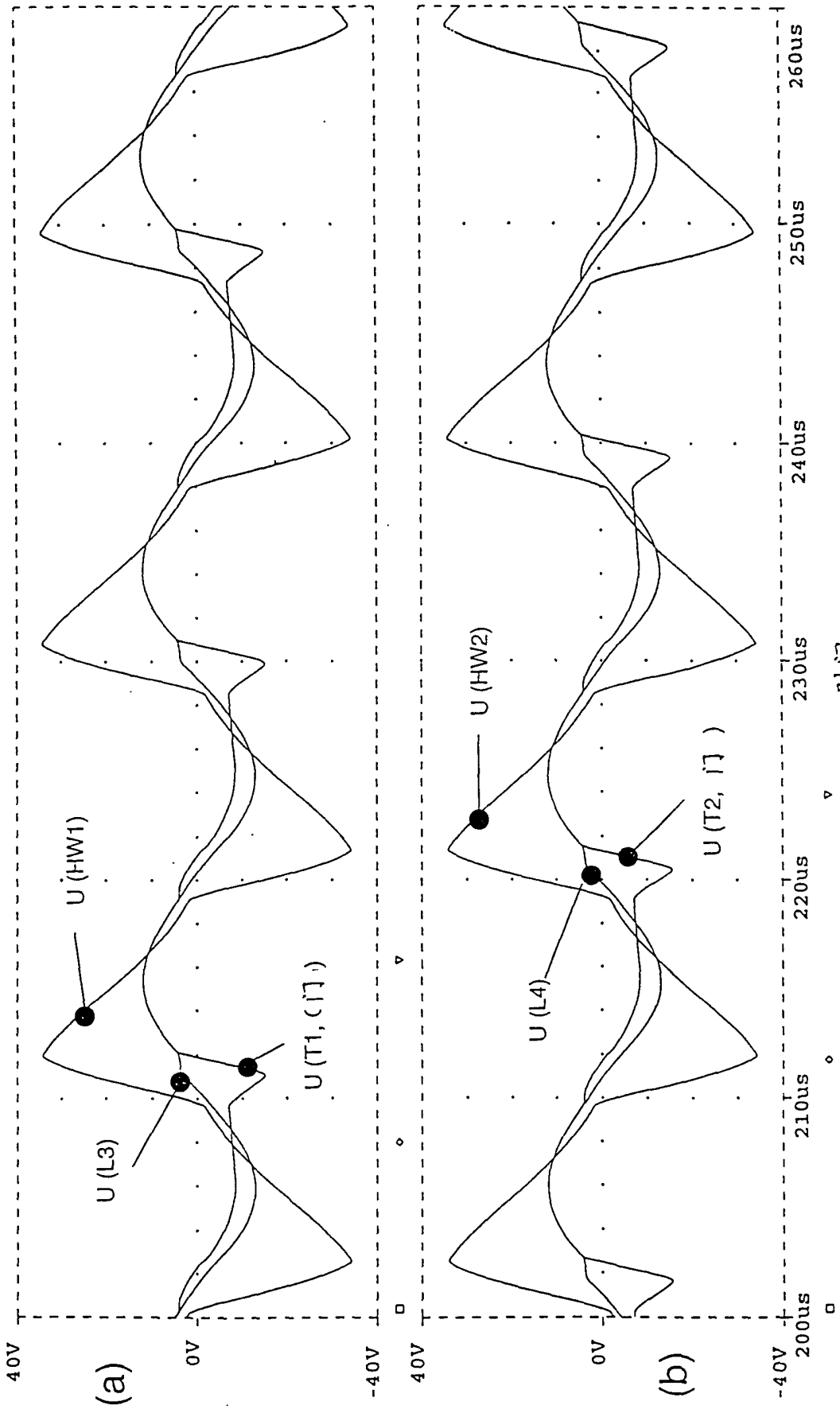


图 16



时间

图 17