

1. 一种输出电压反馈电路,用于对隔离式变换器的输出电压进行反馈,所述输出电压反馈电路包括第一隔离电阻、第二隔离电阻、运算放大器、第一阻抗网络和第二阻抗网络;

所述第一隔离电阻连接在第一反馈输入端和所述运算放大器的正相输入端之间;

所述第二隔离电阻连接在第二反馈输入端和所述运算放大器的反相输入端之间;

所述第一阻抗网络连接在所述运算放大器的正相输入端和反馈电路接地点之间;

所述第二阻抗网络连接在所述运算放大器的反相输入端和所述运算放大器的输出端之间;

所述运算放大器的输出端作为所述输出电压反馈电路的反馈电压输出端;

其中,所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电阻值均大于预定电阻值以使得在第一反馈输入端和第二反馈输入端施加预定电压时流过所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电流的电流强度小于预定电流强度。

2. 根据权利要求1所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述预定电阻值大于等于 $1000\text{K}\Omega$ 。

3. 根据权利要求1所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电阻值相同;

所述第一阻抗网络和所述第二阻抗网络具有相同的阻抗值。

4. 根据权利要求1所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述第一阻抗网络包括第一电阻;所述第二阻抗网络包括第二电阻。

5. 根据权利要求4所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述第一阻抗网络还包括与所述第一电阻并联的第一滤波电路;

所述第二阻抗网络还包括与所述第二电阻并联的第二滤波电路。

6. 根据权利要求5所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述第一滤波电路包括串联连接的第一滤波电阻和第一滤波电容;所述第二滤波电路包括串联连接的第二滤波电阻和第二滤波电容;或者

所述第一滤波电路包括第一滤波电容;所述第二滤波电路包括第二滤波电容。

7. 根据权利要求1所述的输出电压反馈电路,其特征在于,所述输出电压反馈电路包括第一箝位二极管和第二箝位二极管;

所述第一箝位二极管连接在所述运算放大器的正相输入端和所述反馈电路接地点之间;

所述第二箝位二极管连接在所述运算放大器的反相输入端和所述反馈电路接地点之间。

8. 一种隔离式变换器,包括原边功率电路、副边功率电路、开关控制电路;

所述隔离式变换器还包括如权利要求1-7中任一项所述的输出电压反馈电路;

所述开关控制电路包括反馈电压输入端,所述输出电压反馈电路的反馈电压输出端与所述反馈电压输入端连接;所述输出电压反馈电路的第一反馈输入端与副边功率电路的电压输出端连接;所述输出电压反馈电路的第二反馈输入端与副边功率电路的接地点连接;所述输出电压反馈电路的反馈电路接地点与原边功率电路的接地点连接。

输出电压反馈电路、隔离式变换器和用于其的集成电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术,具体涉及一种输出电压反馈电路、隔离式变换器和用于其的集成电路。

背景技术

[0002] 隔离式变换器被广泛应用于各种离线供电系统中。隔离式变换器通常包括原边功率电路和副边功率电路,两者通过具有原边绕组和副边绕组的变压器隔离。

[0003] 隔离式变换器通过功率开关控制流过原边绕组的电流,从而实现在副边侧电路输出恒定的电压或恒定的电流。为了实现对于功率开关的控制,需要获得输出电压的反馈值。

[0004] 图1是现有技术中使用光耦反馈的隔离式变换器的电路示意图。如图1所示,隔离式变换器10用于将输入的直流电压 V_{in} 转换为输出电压 V_{out} 。隔离式变换器10通过光耦11从副边功率电路反馈与输出电压 V_{out} 相关的反馈电压 V_{fb} ,反馈电压 V_{fb} 被输入到开关控制电路12,开关控制电路12根据反馈电压和其它参量,例如原边电流峰值,控制功率开关S导通和关断,实现恒压或恒流输出。

[0005] 光耦可以为反馈电路提供较好的隔离,但是,光耦寿命短,在恶劣条件下工作不可靠,还会使得使用光耦的输出电压反馈电路反馈结构损耗较大、效率低。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明所要解决的技术问题是提供一种无需使用光耦来进行隔离反馈的输出电压反馈电路、隔离式变换器和用于其的集成电路。

[0007] 在第一方面,本发明提供一种输出电压反馈电路,用于对隔离式变换器的输出电压进行反馈,所述输出电压反馈电路包括第一隔离电阻、第二隔离电阻、运算放大器、第一阻抗网络和第二阻抗网络;

[0008] 所述第一隔离电阻连接在第一反馈输入端和所述运算放大器的正相输入端之间;

[0009] 所述第二隔离电阻连接在第二反馈输入端和所述运算放大器的反相输入端之间;

[0010] 所述第一阻抗网络连接在所述运算放大器的正相输入端和反馈电路接地点之间;

[0011] 所述第二阻抗网络连接在所述运算放大器的反相输入端和所述运算放大器的输出端之间;

[0012] 所述运算放大器的输出端与反馈电压输出端连接;

[0013] 其中,所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电阻值均大于预定电阻值以使得在第一反馈输入端和第二反馈输入端施加预定电压时流过所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电流的电流强度小于预定电流强度。

[0014] 优选地,所述预定电阻值大于等于1000K Ω 。

[0015] 优选地,所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电阻值相同;

[0016] 所述第一阻抗网络和第二阻抗网络具有相同的阻抗值。

[0017] 优选地,所述第一阻抗网络包括第一电阻;所述第二阻抗网络包括第二电阻。

- [0018] 优选地,所述第一阻抗网络还包括与所述第一电阻并联的第一滤波电路;
- [0019] 所述第二阻抗网络还包括与所述第二电阻并联的第二滤波电路。
- [0020] 优选地,所述第一滤波电路包括串联连接的第一滤波电阻和第一滤波电容;所述第二滤波电路包括串联连接的第二滤波电阻和第二滤波电容;或者
- [0021] 所述第一滤波电路包括第一滤波电容;所述第二滤波电路包括第二滤波电容。
- [0022] 优选地,所述输出电压反馈电路包括第一箝位二极管和第二箝位二极管;
- [0023] 所述第一箝位二极管连接在所述运算放大器的正相输入端和所述反馈电路接地点之间;
- [0024] 所述第二箝位二极管连接在所述运算放大器的反相输入端和所述反馈电路接地点之间。
- [0025] 在第二方面,本发明提供一种隔离式变换器,包括原边功率电路、副边功率电路、开关控制电路;
- [0026] 所述隔离式变换器还包括如上所述的输出电压反馈电路;
- [0027] 所述开关控制电路包括反馈电压输入端,所述输出电压反馈电路的反馈电压输出端与所述反馈电压输入端连接;所述输出电压反馈电路的第一反馈输入端与副边功率电路的电压输出端连接;所述输出电压反馈电路的第二反馈输入端与副边功率电路的接地点连接;所述输出电压反馈电路的反馈电路接地点与原边功率电路的接地点连接。
- [0028] 在第三方面,本发明提供一种用于隔离式变换器的集成电路,所述集成电路包括开关控制电路和运算放大器;所述开关控制电路包括反馈电压输入端,所述运算放大器的输出端与所述反馈电压输入端连接;
- [0029] 所述运算放大器用于构成如上所述的输出电压反馈电路。
- [0030] 本发明通过利用大阻值的电阻替代光耦来进行副边侧和原边侧的反馈隔离,由此,在以相同的隔离效果实现输出电压反馈的同时,简化了输出电压反馈电路结构,提高了输出电压反馈电路可靠性和可集成度。

附图说明

- [0031] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:
- [0032] 图1是现有技术中使用光耦反馈的隔离式变换器的电路示意图;
- [0033] 图2是本发明第一实施例的隔离式变换器的电路示意图;
- [0034] 图3是本发明实施例的阻抗网络的一个实施方式的示意图;
- [0035] 图4是本发明实施例的阻抗网络的另一个实施方式的示意图;
- [0036] 图5是可以用于本发明实施例的隔离式变换器的集成电路的示意图;
- [0037] 图6是本发明第二实施例的隔离式变换器的电路示意图。

具体实施方式

- [0038] 以下的优选实施例进行描述的,但是本发明并不仅仅限于这些实施例。在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。为了避免混淆本发明的实质,公知的方法、过程、

流程、元件和电路并没有详细叙述。

[0039] 此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。

[0040] 同时,应当理解,在以下的描述中,“电路”是指由至少一个元件或子电路通过电气连接或电磁连接构成的导电回路。当称元件或电路“连接到”另一元件或称元件或电路“连接在”两个节点之间时,它可以是直接耦接或连接到另一元件或者可以存在中间元件,元件之间的连接可以是物理上的、逻辑上的、或者其结合。相反,当称元件“直接耦接到”或“直接连接到”另一元件时,意味着两者不存在中间元件。除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含义。

[0041] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0042] 本发明可以被应用于任何隔离式变换器,在以下的详细描述中,仅以反激式变换器(flyback converter)为例解释本发明的具体工作原理。

[0043] 图2是本发明实施例的隔离式变换器的电路示意图。如图2所示,隔离式变换器20包括变压器T、功率开关S、开关控制电路21、输出电压反馈电路22和副边整流电路23。变压器T包括相互耦合的原边绕组L1和副边绕组L2。副边整流电路23与副边绕组L2连接。

[0044] 在本发明中,原边功率电路是指在隔离式变换器中原边绕组一侧用于传递能量的电流信号从输入端口进入后经过的电路。

[0045] 优选地,如图2所示,本实施例的隔离式变换器20还可以包括连接在功率开关S和接地点之间的采样电阻 R_{sen} 。采样电阻 R_{sen} 不与接地点连接的一端连接到开关控制电路21的电流采样信号输入端SEN,为开关控制电路21提供原边功率电路的电流采样信号。在此前提下,原边绕组L1和功率开关S以及采样电阻 R_{sen} 的串联电路构成了原边功率电路。

[0046] 在本实施例中,功率开关S可以是任何可控半导体开关器件,例如金属氧化物半导体场效应管(MOSFET)等。

[0047] 当然,本领域技术人员容易理解,虽然图2中示出了采样电阻 R_{sen} ,但是,其对于本发明的技术方案并非必须的,在开关控制电路21的控制机制不需要原边电流采样信号的前提下,可以省略采样电阻 R_{sen} ,此时,功率开关S直接与接地点连接,原边绕组L1和功率开关S构成原边功率电路。

[0048] 在本发明中,副边功率电路是指在隔离式变换器中副边绕组一侧接收能量并输出能量的电路。通常,原边功率电路的接地点和副边功率电路的接地点之间绝缘。

[0049] 在图2中,副边绕组L2和副边整流电路23构成副边功率电路。原边功率电路输入电压母线的输入电压 V_{in} 并通过变压器T传送到副边功率电路输出。开关控制电路21的驱动信号输出端DRV与功率开关S连接,输出开关控制信号控制功率开关S1的导通和关断。

[0050] 输出电压反馈电路22的输入端口与副边整流电路23的输出端口连接,也即,输出电压反馈电路22第一反馈输入端 in_1 与副边功率电路的电压输出端连接,第二反馈输入端 in_2 与副边功率电路的接地点 gnd_1 连接。输出电压反馈电路的反馈电压输出端fb与开关控制电路的反馈电压输入端FB连接。

[0051] 输出电压反馈电路的反馈电路接地点 gnd_f 与原边功率电路的接地点 gnd_2 连接。

[0052] 具体地,如图2所示,输出电压反馈电路22包括第一隔离电阻 R_1 、第二隔离电阻 R_2 、运算放大器AMP、第一阻抗网络 Z_1 和第二阻抗网络 Z_2 。

[0053] 第一隔离电阻 R_1 连接在第一反馈输入端 in_1 和运算放大器AMP的正相输入端A之间;第二隔离电阻 R_2 连接在第二反馈输入端 in_2 和运算放大器AMP的反相输入端B之间。

[0054] 第一阻抗网络 Z_1 连接在运算放大器AMP的正相输入端A和反馈电路接地点 gnd_f 之间。

[0055] 第二阻抗网络 Z_2 连接在运算放大器AMP的反相输入端B和运算放大器AMP的输出端之间。运算放大器AMP的输出端作为输出电压反馈电路的反馈电压输出端 fb 。

[0056] 其中,为了实现原边功率电路和副边功率电路之间的隔离,第一隔离电阻 R_1 和第二隔离电阻 R_2 为大电阻,其电阻值被设置为均大于预定电阻值以使得在第一反馈输入端和第二反馈输入端施加预定范围的电压时(也即通常情况下隔离式变换器输出端会出现的电压极限值)流过所述第一隔离电阻和所述第二隔离电阻的电流的电流强度趋近于零,也即,小于预定电流强度。所述的预定电流强度可以依据国家或者行业相关标准设置,以满足安全性方面的要求。

[0057] 在一个优选的实施方式中,所述预定电阻值大于等于 $1000K\Omega$ 。在第一隔离电阻 R_1 和第二隔离电阻 R_2 被选取为具有大于 $1000K\Omega$ 的阻值时,在正常情况下隔离式变换器20的输出电压 V_{out} 作用于输出电压反馈电路的输入端口时,流过第一隔离电阻 R_1 和第二隔离电阻 R_2 的电流强度趋近于零,从而使得原边功率电路和副边功率电路之间具有良好的隔离,具有较好的安全性。而且,由于以差分运算放大器的方式来进行反馈,原边功率电路和副边功率电路接地点之间的共模噪声影响被最小化。

[0058] 在一个优选的实施方式中,第一隔离电阻 R_1 的电阻值为 $10M\Omega$,第二隔离电阻 R_2 的电阻值为 $10M\Omega$ 。实际应用中,所述第一隔离电阻和第二隔离电阻可根据国家安规标准的规定,达到隔离电压要求即可。

[0059] 同时,由于实际存在电连接,输出电压 V_{out} 的变化会在运算放大器的输出端的反馈电压 V_{fb} 得到体现。

[0060] 根据图2所示的电路结构,对于运算放大器的正相输入端A:

$$[0061] \quad \frac{V_{out}}{R_1 + Z_1} = \frac{V_A}{Z_1}$$

[0062] 对于运算放大器的负相输入端B:

$$[0063] \quad \frac{V_{fb}}{R_2 + Z_2} = \frac{V_B}{R_2}$$

[0064] 根据运算放大器“虚短”原理,有 $V_A = V_B$,由此可得:

$$[0065] \quad V_{fb} = \frac{(R_2 + Z_2)Z_1}{R_2(R_1 + Z_1)} V_{out}$$

[0066] 其中, V_{out} 为隔离式变换器的输出电压, V_{fb} 为输出电压反馈电路输出的反馈电压, V_A 为运算放大器AMP正相输入端的电压, V_B 为运算放大器AMP反相输入端的电压, R_1 和 R_2 分别为第一隔离电阻和第二隔离电阻的电阻值, Z_1 为第一阻抗网络的阻抗值, Z_2 为第二阻抗网

络的阻抗值。

[0067] 同时设置R1、R2以及Z1和Z2之间的关系,可以使得反馈电压 V_{fb} 与输出电压 V_{out} 成比例,从而使输出电压反馈电路输出反映输出电压状况的反馈电压信号。

[0068] 由上述推到可知,第一阻抗网络Z1和第二阻抗网络Z2可以具有不同的电路拓扑,在第一隔离电阻R1与第二隔离电阻R2具有相同阻值的前提下,只需要使得第一阻抗网络Z1和第二阻抗网络Z2具有相同的阻抗值即可。

[0069] 优选地,在使得 $R1=R2$ 且 $Z1=Z2$ 时,有:

$$[0070] \quad V_{fb} = \frac{Z1}{R2} V_{out}$$

[0071] 在一个优选实施方式中,第一阻抗网络Z1和第二阻抗网络Z2具有相同的结构。第一阻抗网络Z1包括第一电阻,第二电阻Z2包括第二电阻。

[0072] 在一个优选实施方式中,第一阻抗网络Z1仅包括电阻,这时,Z1为实数,反馈电压 V_{fb} 与输出电压 V_{out} 成比例。当然,本领域技术人员容易理解,以上仅为优选数值关系,将R1、R2以及Z1和Z2设置为其它关系也可以实现反馈电压 V_{fb} 与输出电压 V_{out} 成比例。

[0073] 在另一个优选实施方式中,在第一阻抗网络和第二阻抗网络具有相同的结构的前提下,阻抗网络包括电阻和与电阻并联连接的滤波电路。滤波电路的增加可以滤除输出电压中的尖峰噪声,增强反馈电路的噪声抑制能力。当然,为了减小由于滤波电容引入对于阻抗网络阻抗值的影响,可以将滤波电路中的滤波电容值设置得较小。

[0074] 图3是本发明实施例中阻抗网络一个实施方式的示意图。其中,滤波电路包括滤波电容。

[0075] 图4是本发明实施例的阻抗网络的一个实施方式的示意图。其中,滤波电路包括串联连接的滤波电容和滤波电阻。滤波电阻的引入可以将噪声导致的电流吸收,从而进一步增强噪声抑制能力。

[0076] 由此,本实施例所采用的输出电压反馈电路能够在省去光耦的前提下实现对于输出电压的隔离反馈。

[0077] 同时,由于输出电压反馈电路22利用运算放大器AMP以及电阻(在某些优选实施方式中还包括电容)实现,其电路结构得到简化。而且,在一个优选实施方式中,运算放大器AMP可以与位于原边侧的开关控制电路21集成形成在同一集成电路中,通过在集成电路外围连接电阻或其它外部元件可以构建整个隔离式变换器。如图5所示,集成电路50包括开关控制电路51和运算放大器52,开关控制电路51包括反馈电压输入端FB。运算放大器52的输出端与反馈电压输入端连接;其可以用于构成输出电压反馈电路。运算放大器52的正相输入端和反相输入端,以及输出端可以通过引脚引出到集成电路外部,以便于基于该集成电路构建如图2所示的输出电压反馈电路,同时,开关控制电路51的驱动信号输出端DRV以及接地端GND也可以通过引脚引出到集成电路外部,以便于基于该集成电路构建如图2所示的隔离式变换器。当然,在开关控制电路51需要采集原边功率电路的电流采样信号时,开关控制电路51的电流采样信号输入端SEN也可以通过引脚引出到集成电路外部。

[0078] 在一个优选的方案中,集成电路还可以集成功率开关(图中未示出),以进一步提高集成度。由此,可以大大减小电路体积,提高整个电路的集成度。

[0079] 图6是本发明实施例的一个优选实施方式的隔离式变换器的电路示意图。在图6

中,相同的部件用相同的附图标记标识,如图6所示,在该优选实施方式中,输出电压反馈电路62具有与图2中的输出电压反馈电路22不同的电路拓扑。输出电压反馈电路62包括第一隔离电阻R1、第二隔离电阻R2、运算放大器AMP、第一阻抗网络Z1和第二阻抗网络Z2。其连接关系与图2所示的实施方式相同,在此不再赘述。

[0080] 与图2所示的实施方式不同,输出电压反馈电路62还包括第一箝位二极管D1和第二箝位二极管D2,第一箝位二极管D1连接在运算放大器AMP的正相输入端A和反馈电路接地点 gnd_f 之间;第二箝位二极管D2连接在运算放大器AMP的反相输入端B和反馈电路接地点 gnd_f 之间。

[0081] 箝位二极管D1和D2可以对运算放大器AMP的输入电压进行箝位,可以防止运算放大器输入电压过高被损坏。

[0082] 图6所示的隔离式变换器通过在输出电压反馈电路中的运算放大器两个输入端分别设置箝位二极管,有效保护电路避免由于输出电压过高对电路构成损害。

[0083] 本发明实施例通过利用大阻值的电阻替代光耦来进行副边侧和原边侧的反馈隔离,可以在保证相同的隔离效果同时,简化输出电压反馈电路结构,提高了输出电压反馈电路可靠性和可集成度。

[0084] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

10

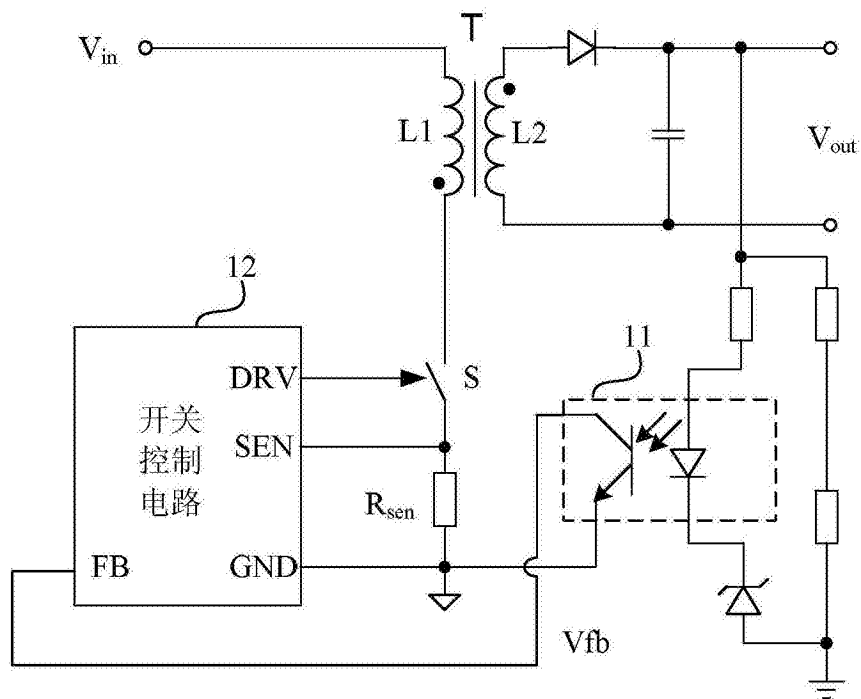


图1

20

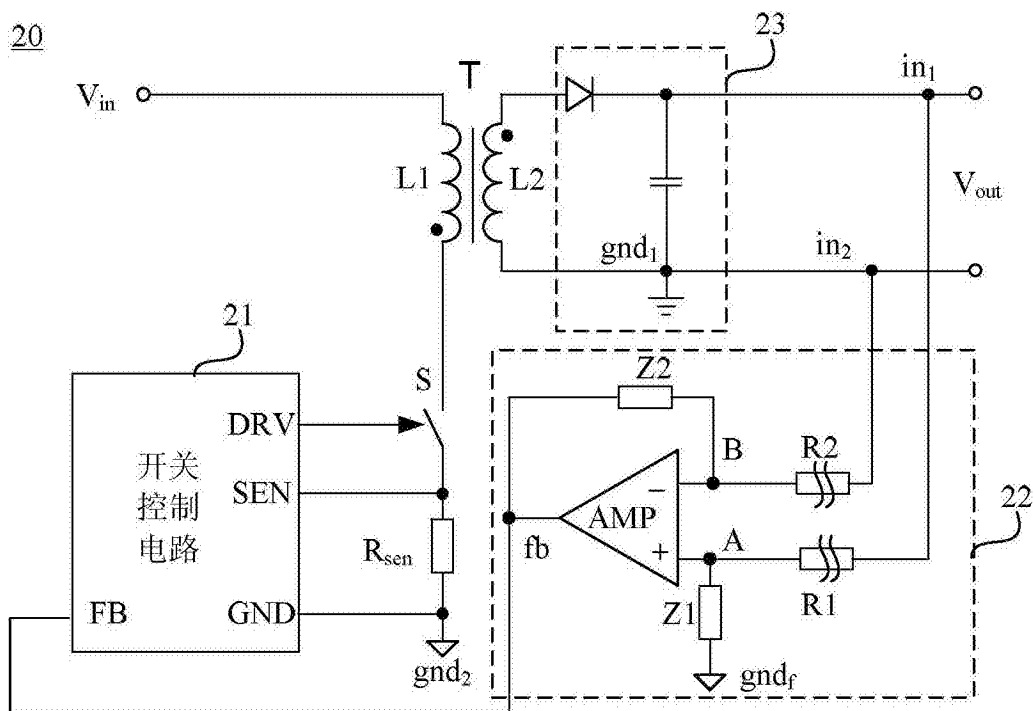


图2

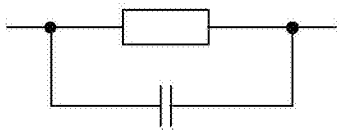


图3

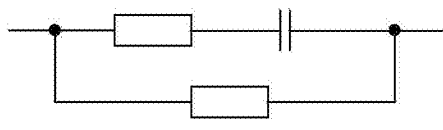


图4

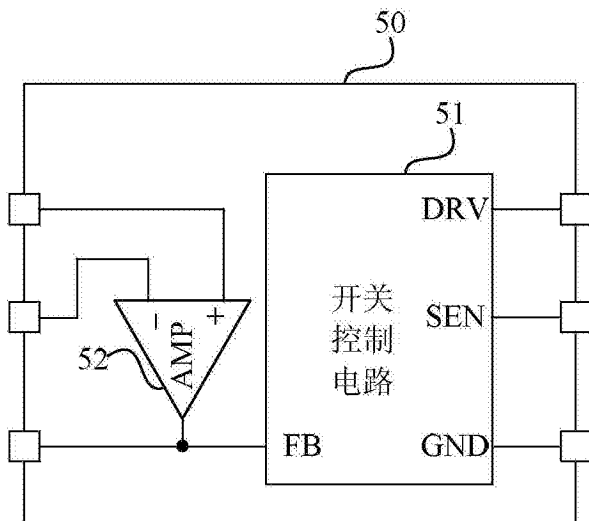


图5

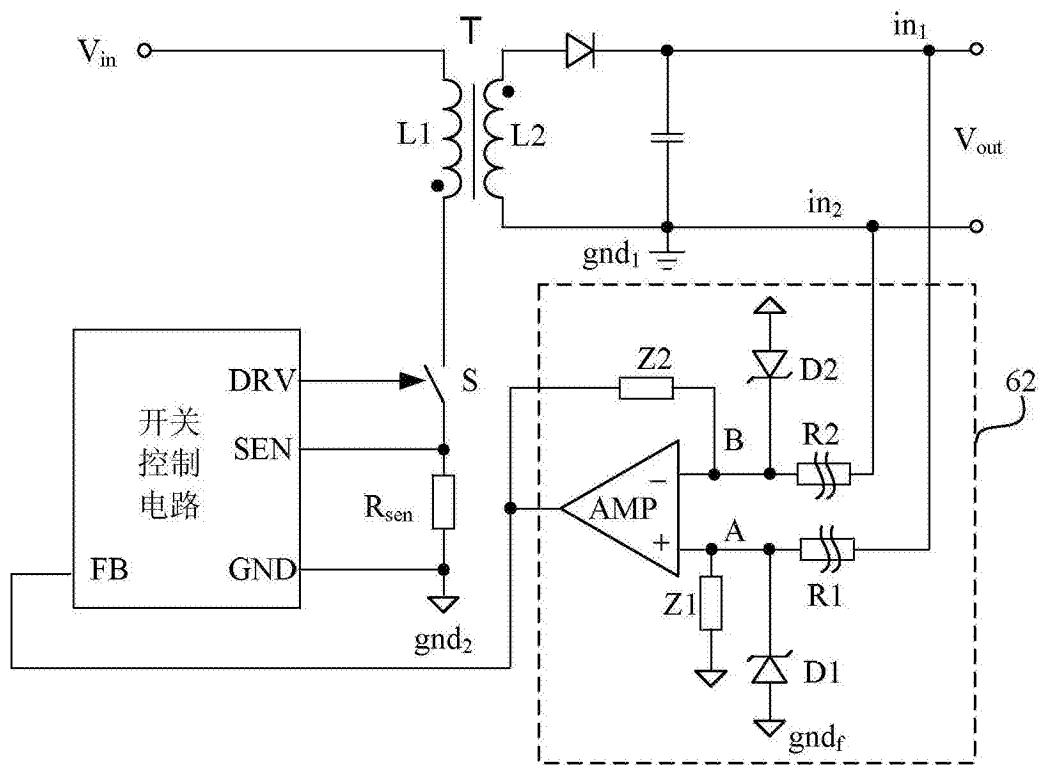


图6