

尊敬的审查员老师：

您好，非常感谢您对本发明专利的认真审查！针对国家知识产权局于 2021 年 7 月 5 日发出的第二次审查意见通知书，申请人在认真阅读之后决定对权利要求书进行修改，申请人认为修改后的权利要求 1-10 具备专利法第 22 条第 3 款规定的创造性，具体理由陈述如下：

一、修改说明：

1、权利要求 1：

1.1、将“ S_1 、 S_2 高频率通断”和“ S_3 、 S_4 高频率通断”分别修改为“ S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断”和“ S_3 、 S_4 的反并联二极管高频率通断”。

1.2、将“ S_2 、 S_3 、 S_5 均处于关断状态”和“ S_1 、 S_2 、 S_6 均处于关断状态”分别修改为“ S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 均处于关断状态”和“ S_1 、 S_2 、 S_4 、 S_6 均处于关断状态”。

根据说明书第【0067】段的记载，在工频正半周期时，模态 I 状态下开关 S_1 导通，模态 II 状态下开关 S_2 的反并联二极管通过电流，在工频负半周期时，模态 III 状态下开关 S_3 导通，模态 IV 状态下开关 S_4 的反并联二极管通过电流。因此可以确定在工频正半周期，“ S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断”，在工频负半周期，“ S_3 、 S_4 的反并联二极管高频率通断”。根据说明书第【0067】段的记载，“整个工频器件 S_4 和 S_2 并未导通”可以确定在工频正负半周期内， S_4 处于关断状态。

2、权利要求 9：

2.1、将“所述模态 IV 工频正半周时”修改为“所述模态 IV 工频负半周时”。模态 IV 应该是在工频负半周，“正”半周为笔误，申请人将此处修正为“负”半周。

以上修改依据来自原说明书的内容，申请文件的修改未超出原说明书记载的范围，符合专利法第 33 条的规定。

修改后得到的新独立权利要求 1 为：

1、一种基于辅助电源的双 Buck 逆变器改进调制方法，其特征在于：包括如下步骤：

S1、设计方案，采用两组 Buck 电路采用分时控制的方式，使得在任意半个周期内只有一组 Buck 处于高频工作状态，另一组 Buck 不工作；处于高频工作的 Buck 变换器输出带有直流偏置的半波，与直流辅助电源提供直流电压差动输出得到正弦半波，即直流偏置电压应等于辅助电源电压；

S2、添加辅助电源及其辅助开关， S_5 、 S_6 为正负半周期交替导通的辅助开关， U_b 为辅助电源， S_5 、 S_6 分别连接在滤波器 C_1 、 C_2 的两端；

S3、正弦输出计算，两组 Buck 变换器输出电压表达式：

$$\begin{cases} U'_{o1}(t) = (U_m \sin(\omega t) + U_b) \Big|_0^{\pi} + U_b \Big|_{\pi}^{2\pi} \\ U'_{o2}(t) = U_b \Big|_0^{\pi} + (U_m \sin(\omega t) + U_b) \Big|_{\pi}^{2\pi} \end{cases} \quad (1)$$

其中 $U'_{o1}(t)$ 和 $U'_{o2}(t)$ 分别表示两组 Buck 变换器的输出，其占空比表达式：

$$\begin{cases} D'_1(t) = \frac{(U_m \sin(\omega t) + U_b) \Big|_0^\pi}{U_{in}} + 0 \Big|_\pi^{2\pi} \\ D'_2(t) = 0 \Big|_0^\pi + \frac{(U_m \sin(\omega t) + U_b) \Big|_\pi^{2\pi}}{U_{in}} \end{cases} \quad (2)$$

通过调制使两组 Buck 变换器跟随 $D'_1(t)$ 和 $D'_2(t)$ 变化，通过辅助电源差动输出，得到正弦输出：

$$U'_{o1}(t) - U'_{o2}(t) = U_m \sin(\omega t) \quad (3) ;$$

S4、工作模态分析；

当工频正半周期内， S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_6 处于保持导通， S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 均处于关断状态；

当工频负半周期内， S_3 、 S_4 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_5 处于保持导通， S_1 、 S_2 、 S_4 、 S_6 均处于关断状态，且具有四种模态；

所述两组 Buck 电路的充电阶段分别是 U_{in} 经过 S_1 、 L_1 给 C_1 充电或 U_{in} 经过 S_3 、 L_2 给 C_2 充电；

所述两组 Buck 电路的续流阶段分别是电流经 S_4 或 S_2 的反并联二极管形成续流回路，在所述续流阶段 S_4 和 S_2 未导通。

二、关于第 26 条第 4 款

申请人将“ S_1 、 S_2 高频率通断”和“ S_3 、 S_4 高频率通断”分别修改为“ S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断”和“ S_3 、 S_4 的反并联二极

管高频率通断”以将“ S_2 、 S_3 、 S_5 均处于关断状态”和“ S_1 、 S_2 、 S_6 均处于关断状态”分别修改为“ S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 均处于关断状态”和“ S_1 、 S_2 、 S_4 、 S_6 均处于关断状态”。

根据说明书第【0067】段的记载，可以明确知道本申请中记载的“ S_1 、 S_2 高频率通断”是指开关 S_1 和反并联二极管（开关 S_2 的反并联二极管）高频通断，“ S_3 、 S_4 高频率通断”是指开关 S_3 和反并联二极管（开关 S_4 的反并联二极管）高频通断，并且开关 S_2 和开关 S_4 均未导通，因此修改后的权利要求1与说明书第【0066】段的表格实际记载的内容相一致。权利要求1符合专利法第26条第4款的规定。

申请人将权利要求9中的“所述模态IV工频正半周时”修改为“所述模态IV工频负半周时”，进而权利要求9中的开关 S_5 导通与权利要求1记载的相一致，符合专利法第26条第4款的规定。

三、创造性说明

修改后的权利要求1与对比文件1相比，至少具有以下区别特征：

1、当工频正半周期内， S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_6 处于保持导通， S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 均处于关断状态；当工频负半周期内， S_3 、 S_4 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_5 处于保持导通， S_1 、 S_2 、 S_4 、 S_6 均处于关断状态；所述两组Buck电路的充电阶段分别是 U_{in} 经过 S_1 、 L_1 给 C_1 充电或 U_{in} 经过 S_3 、 L_2 给 C_2 充电；所述两组Buck电路的续流阶段分别是电流经 S_4 或 S_2 的反并联二极管形成续流回路，在所述续流阶段 S_4 和 S_2 未导通。

基于上述区别技术特征，修改后的权利要求1实际解决的技术问

题是：现有技术中 Buck 电路逆变器存在需要设置死区时间，影响输出的电压波形质量，增加后期滤波器设计难度的问题。

对于区别技术特征 1：

对比文件 1 提供一种基于半周期调制 (HCM) 策略的 boost 电路，根据对比文件 1 第 IV 节以及图 9-11 可知，对比文件 1 的 boost 电路设计思路中，在半个控制周期内，至少需要控制一组开关对应的晶体管高频交替通断。例如在前半个周期内，对比文件 1 公开的开关 Q1 与 Q3 对应的晶体管需要高频交替通断（参看图 10 和图 11 a-c），进而可能出现 Q1 的晶体管未及时切换至断开状态，Q3 的晶体管已经处于导通状态的情况，此时 Q1 的晶体管与 Q3 的晶体管同时处于导通状态，参看图 11c，进一步会导致电容 C1 的放电电流经 Q3 的晶体管流经 Q1 的晶体管至电源 V_{in} 的负极，同时电源 V_{in} 的电流经电感 L1 流经 Q1 的晶体管至电源 V_{in} 的负极，造成 Q1 的晶体管与 Q3 的晶体管损坏；为防止出现上述类似情况，故而对对比文件 1 的电路在控制过程设置了死区时间 (dead time)，如图 10 中的 t_1-t_2 , t_3-t_4 , t_7-t_8 和 t_9-t_{10} 。

而反观本申请修改后的权利要求 1，在对应的半个控制周期内，分别是开关和反并联的二极管高频通断，例如，当工频正半周期内，开关 S_1 和反并联二极管（开关 S_2 的反并联二极管）高频通断，在充电阶段，开关 S_1 经过电流， U_{in} 经过 S_1 、 L_1 给 C_1 充电，在续流阶段，开关 S_2 的反并联二极管经过电流，开关 S_2 的反并联二极管与 L_1 和 C_1 形成续流回路。同理，当工频负半周期内，开关 S_3 和反并联二极管（开关 S_4 的反并联二极管）高频通断，在充电阶段，开关 S_3 经过电流， U_{in} 经过 S_3 、 L_2 给 C_2 充电，在续流阶段，开关 S_4 的反并联二极管经过电流，

开关 S_4 的反并联二极管与 L_2 和 C_2 形成续流回路。本申请“在所述续流阶段 S_4 和 S_2 未导通”，一组 Buck 电路的开关（ S_1 、 S_2 和 S_3 、 S_4 ）对应的晶体管不需要高频交替通断，而是在充电阶段导通一个开关的晶体管，另一个开关的晶体管断开，在续流阶段一组开关的晶体管均断开，充电阶段断开的晶体管反并联的二极管组成导通的续流回路。故而本申请的 Buck 电路“不存在直通风险，可不必设置死区（参看本申请说明书第【0067】段）”，提高了输出电压的波形质量，减少了后期滤波器设计难度。。

可见，虽然本申请修改后的权利要求 1 中的方案与对比文件 1 公开的方案都存在高频通断这种外在表现形式，但对开关内部的控制方式是完全不同的。

在第二次审查意见中，审查员也承认对比文件 1 公开的双 Boost 拓扑电路需要设置死区时间，且对比文件 1 并未公开使用充电开关（例如，开关 S_1 ）和反并联的二极管（例如，开关 S_2 的反并联二极管）高频率交替通断电流的方式以避免设置死区时间，且未公开在双 Buck 电路中仅使用反并联的二极管（例如，开关 S_2 的反并联二极管）与电感（例如， L_1 ）和电容（例如， C_1 ）形成续流回路以避免设置死区时间。然而审查员指出“在 Buck 电路中这种使用二极管进行续流的方式是本领域的惯用手段”。

申请人对此有不同看法。申请人认为在 Boost 或者 Buck 电路中，通常是两个开关高频交替通断电流（对比文件 1 公开的开关 Q1 与 Q3 对应的晶体管需要高频交替通断），故而需要设置死区时间。而续流

电路通常是由高频通断开关与电感和电容组成，其中与开关并联的二极管在整个电路中通常是为了起到隔离作用，与本申请并不相同。

申请人认为，基于对比文件 1 公开的技术方案与发明构思，本领域技术人员从对比文件 1 出发，不会想到减少甚至消除死区时间的设置，更不会想到“当工频正半周期内， S_1 、 S_2 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_6 处于保持导通， S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 均处于关断状态；当工频负半周期内， S_3 、 S_4 的反并联二极管高频率通断，且其工作状态相反， S_5 处于保持导通， S_1 、 S_2 、 S_4 、 S_6 均处于关断状态；所述两组 Buck 电路的充电阶段分别是 U_{in} 经过 S_1 、 L_1 给 C_1 充电或 U_{in} 经过 S_3 、 L_2 给 C_2 充电；所述两组 Buck 电路的续流阶段分别是电流经 S_4 或 S_2 的反并联二极管形成续流回路，在所述续流阶段 S_4 和 S_2 未导通”以避免设置死区时间。**因此，区别技术特征 1 是不容易想到的，也是非显而易见的。**同时，上述区别特征 1 也不是本领域常规技术手段或公知常识，因此，区别技术特征 1 与对比文件 1 相比具有突出的实质性特点和显著的进步。

如果审查员坚持认为如本申请权利要求 1 中使用充电开关（例如，开关 S_1 ）和反并联的二极管（例如，开关 S_2 的反并联二极管）高频率交替通断电流的方式以避免设置死区时间，且在双 Buck 电路中使用反并联的二极管（例如，开关 S_2 的反并联二极管）与电感（例如， L_1 ）和电容（例如， C_1 ）形成续流回路属于常规技术手段，申请人请求审查员提供相关证据以便于申请人有针对性的进行创造性的答复。

综上所述，修改后的权利要求 1 所要求保护的技术方案具备突出

的实质性特点和显著的进步，因而具备专利法第 22 条第 3 款规定的创造性。

2、权利要求 2~10 具备创造性

权利要求 2~10 是权利要求 1 的从属权利要求，因此，在独立权利要求 1 具备创造性时，从属权利要求 2~10 也具备创造性。

综上所述，新修改的权利要求书已经克服审查员所指出的全部缺陷。相信申请人表述清楚了对于本次审查意见的一些见解，如果您认为本专利申请仍然有不符合专利法及专利法实施细则的有关规定之处，敬请提出；如还有其他缺陷，恳求查员再给予一次意见陈述的机会，十分感谢！