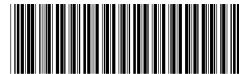


(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102208265 A

(43) 申请公布日 2011.10.05

(21) 申请号 201110049682.1

(22) 申请日 2011.03.01

(71) 申请人 中国农业大学

地址 100193 北京市海淀区圆明园西路 2 号

(72)发明人 杜海江

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

公司 11002

代理人 王莹

(51) Int GI

H01E 29/04 (2006-01)

H01H 1/56 (2006.01)

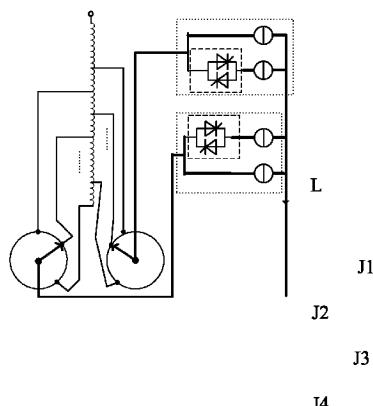
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种复合切换开关式变压器有载分接开关

### (57) 摘要

本发明公开了一种复合切换开关式变压器有载分接开关，包括与变压器的绕组连接的多个单数抽头、多个双数抽头和出线端子，其特征在于，还包括第一复合开关和第二复合开关，以及，第一分接选择器和第二分接选择器，其中，第一分接选择器的多个静触头分别与多个单数抽头连接，第一分接选择器的动触头与第一复合开关的一端连接，第二分接选择器的多个静触头分别与多个双数抽头连接，第二分接选择器的动触头与第二复合开关的一端连接，第一复合开关和第二复合开关的另一端连接出线端子。本发明通过使用复合开关以及对复合开关的触发时序控制，实现了有载分接开关的无弧切换，并且结构简单、工作可靠。



1. 一种复合切换开关式变压器有载分接开关，包括与变压器的绕组连接的多个单数抽头、多个双数抽头和出线端子，其特征在于，还包括第一复合开关和第二复合开关，以及，第一分接选择器和第二分接选择器，其中，

所述第一分接选择器的多个静触头分别与所述多个单数抽头连接，所述第一分接选择器的动触头与所述第一复合开关的一端连接，所述第二分接选择器的多个静触头分别与所述多个双数抽头连接，所述第二分接选择器的动触头与所述第二复合开关的一端连接，所述第一复合开关和第二复合开关的另一端连接所述出线端子，

所述第一复合开关由并联的第一和第二开关支路组成，所述第一开关支路上设有第一真空开关，所述第二开关支路上串联第二真空开关和第一电子双向开关，

所述第二复合开关由并联的第三和第四开关支路组成，所述第三开关支路上设有第三真空开关，所述第四开关支路上串联第四真空开关和第二电子双向开关。

2. 如权利要求 1 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述第一双向电子开关由两个并联的半控器件组成。

3. 如权利要求 2 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述第二双向电子开关由两个并联的半控器件组成。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述半控器件为晶闸管。

5. 如权利要求 1 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述第一双向电子开关由两个串联的全控器件组成。

6. 如权利要求 2 或 5 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述第二双向电子开关由两个串联的全控器件组成。

7. 如权利要求 6 所述的复合切换开关式变压器有载分接开关，其特征在于，所述全控器件为 IGBT 或 MOSFET。

## 一种复合切换开关式变压器有载分接开关

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变压器领域,尤其涉及一种复合切换开关式变压器有载分接开关。

### 背景技术

[0002] 在现有技术中,运行中的输配电变压器,由于一次侧电压(电网电压)、负载大小和性质的变化,二次侧电压可能会有较大的变化。为了使负载电压维持在规定范围( $\pm 5\%$  UN),保证用电设备的正常需要,必须对输配电变压器进行调压。

[0003] 变压器有载调压的基本原理是从变压器某一侧(一般为高压侧)的线圈中引出若干分接头,通过有载分接开关,在不切断负荷电流的情况下,由一个分接头切换至另一分接头,以变换有效匝数,达到调节电压目的。有载调压变压器由二部分构成,一部分是变压器本体,与通常变压器不同的是引出多个抽头,另一部分是有载分接开关,可分别由不同厂家供货再组装获得。

[0004] 常用变压器有载分接开关有机械式和真空式两大类。机械式有载分接开关有一体式和分体式两种结构。

[0005] 在现有技术中,提出了实现切换开关无弧切换的结构和控制方法,设计的切换开关仍然采用机电混合式结构,需要电机驱动机构带动动触头运动,机械机构动作慢,并且增加了维护工作量。

[0006] 真空式有载分接开关的切换开关部分不再采用动触头结构,将两个分接选择器的输出分别经真空开关和与真空开关串联的过渡电阻再与变压器输出端子连接,需要变压器分接头切换时,通过控制真空开关的动作时序实现调压。在采用双过渡电阻时,需要使用四只真空开关,处于断态的真空开关一直承受级电压,需要分接头切换时,由真空开关实现熄弧。虽然与机电混合式切换开关相比,去掉了拖动机构,但是真空开关的电气寿命仍然有限,限制了真空式分接开关的应用。

### 发明内容

[0007] (一) 要解决的技术问题

[0008] 本发明的目的是通过使用真空式有载分接开关实现无弧有载切换,并且在切换的同时使真空开关不承受级电压,从而延长电气寿命。

[0009] (二) 技术方案

[0010] 为达到上述目的,本发明提出了一种复合切换开关式变压器有载分接开关,包括与变压器的绕组连接的多个单数抽头、多个双数抽头和出线端子,还包括第一复合开关和第二复合开关,以及,第一分接选择器和第二分接选择器,其中,

[0011] 所述第一分接选择器的多个静触头分别与所述多个单数抽头连接,所述第一分接选择器的动触头与所述第一复合开关的一端连接,所述第二分接选择器的多个静触头分别与所述多个双数抽头连接,所述第二分接选择器的动触头与所述第二复合开关的一端连接,所述第一复合开关和第二复合开关的另一端连接所述出线端子,

[0012] 所述第一复合开关由并联的第一和第二开关支路组成，所述第一开关支路上设有第一真空开关，所述第二开关支路上串联第二真空开关和第一电子双向开关，

[0013] 所述第二复合开关由并联的第三和第四开关支路组成，所述第三开关支路上设有第三真空开关，所述第四开关支路上串联第四真空开关和第二电子双向开关，。

[0014] 其中，所述第一双向电子开关由两个并联的半控器件组成。

[0015] 其中，所述第二双向电子开关由两个并联的半控器件组成。

[0016] 其中，所述半控器件为晶闸管。

[0017] 其中，所述第一双向电子开关由两个串联的全控器件组成。

[0018] 其中，所述第二双向电子开关由两个串联的全控器件组成。

[0019] 其中，所述全控器件为 IGBT。

[0020] 其中，所述全控器件为 MOSFET。

### [0021] (三) 有益效果

[0022] 本发明的上述技术方案具有如下优点：通过使用复合开关利用四只晶闸管代替过渡电阻，实现了有载分接开关的无弧切换，并且结构简单、工作可靠。

## 附图说明

[0023] 图 1 为本发明一个实施例的复合切换开关式变压器分接有载开关的结构示意图；

[0024] 图 2a 是本发明的开关实现分接头切换的一个动作时序图；

[0025] 图 2b 是本发明的开关实现分接头切换的另一个动作时序图；

[0026] 图 3a 是本发明的开关在切换过程中晶闸管实现无弧切换的第一种触发时序图；

[0027] 图 3b 是本发明的开关在切换过程中晶闸管实现无弧切换的第二种触发时序图；

[0028] 图 3c 是本发明的开关在切换过程中晶闸管实现无弧切换的第三种触发时序图；

[0029] 图 3d 是本发明的开关在切换过程中晶闸管实现无弧切换的第四种触发时序图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

[0031] 如图 1 所示，为本发明实施例的变压器有载分接开关的结构示意图，其包括与变压器绕组连接的多个单数抽头 J1、J3 等、多个双数抽头 J2、J4 等，出线端子 N，第一复合开关 S1 和第二复合开关 S2 以及第一分接选择器和第二分接选择器，第一分接选择器的多个静触头分别与单数抽头 J1、J3 等连接，第一分接选择器的动触头 R1 与第一复合开关 S1 的一端连接，第一复合开关 S1 的另一端与出线端子 N 连接，第二分接选择器的多个静触头分别与双数抽头 J2、J4 等连接，第二分接选择器的动触头 R2 与第二复合开关 S2 的一端连接，第二复合开关 S2 的另一端与出线端子 N 连接。

[0032] 第一复合开关 S1 由第一和第二开关支路并联组成，第一开关支路上设有第一真空开关 V11，第二开关支路由串联的第二真空开关 V12 和第一双向电子开关 T1 组成。

[0033] 第二复合开关 S2 由第三和第四开关支路并联组成，第三开关支路设有第三真空开关 V21，第四开关支路由串联的第四真空开关 V22 和第二双向电子开关 T2 组成。

[0034] 在本发明中，双向电子开关可由两个反向并联的半控器件组成，半控器件例如晶

闸管；也可由两个反向串联的全控器件组成，全控器件例如 IGBT、MOSFET。下面仅以由两个反向并联的晶闸管组成的双向电子开关进行说明。

[0035] 图 1 的本发明实施例的复合切换开关式变压器有载分接开关是分体式分接开关，其特点是包括分接选择器和切换开关两部分，分接选择器在空载时选择抽头，然后由切换开关实现有载切换。分接选择器由两个圆环组成，第一分接选择器的多个静触头分别连接单数抽头，第二分接选择器的多个静触头分别连接双数抽头，由分接选择器驱动电机拖动选择器的动触头分别连通一个抽头，这与常规有载分接开关相同。在图 1 中 L、N 分别代表绕组进线和出线端子；第一双向电子开关 T1 由反向并联的第一晶闸管 T11 和第二晶闸管 T12 组成，第二双向电子开关 T2 由反向并联的第三晶闸管 T21 和第四晶闸管 T22 组成。图 1 中第一真空开关 V11、第二真空开关 V12、第三真空开关 V21 和第四真空开关 V22 除了采用真空开关之外，还可以采用无灭弧功能的普通开关，例如接触器、电动刀闸等。

[0036] 图 2a 和图 2b 所示为本发明的第一和第二复合开关实现互相切换控制的动作时序图。

[0037] 本发明的有载分接开关实现其无弧切换的关键是：准确控制电子开关的投切时序，避免负载开路或绕组短路；正确控制真空开关投切时序，承受稳态电流，降低通态损耗，并承受断态电压，避免晶闸管过电压。

[0038] 图 2a 为第一复合开关 S1 向第二复合开关 S2 的切换过程时序图，图 2b 为第二复合开关 S2 向第一复合开关 S1 的切换过程时序图，两者工作过程基本相似，下面以第一复合开关 S1 向第二复合开关 S2 的切换过程为例解释工作过程。

[0039] 参考图 2a，在时刻 t1 前第一真空开关 V11 合，负载电流经第一真空开关 V11 流通。在 t1 时刻收到切换指令 CTL，CTL 由低变高，表示由第一复合开关 S1 切换至第二复合开关 S2，此时合第二真空开关 V12 和第三真空开关 V22，并触发第一双向电子开关 T1（包括第一晶闸管 T11 和第二晶闸管 T12），至 t2 之前由于第一双向电子开关 T1 通断阻抗高及第二双向电子开关 T2 断，负载电流仍由第一真空开关 V11 流通。

[0040] 在 t2 至 t3 期间，首先断开第一真空开关 V11，使负载电流流经第二开关支路。之后通过准确的时序控制实现第一电子双向开关 T1 向第二电子双向开关 T2 的切换，该过程中保证分接绕组不短路、负载不开路。至 t3 时刻负载电流由第二电子双向开关 T2 和第四真空开关 V22 构成的通路流通，详细的切换过程将在下面参考图 3 详述。

[0041] 在 t4 时刻第二真空开关 V12 断、第三真空开关 V21 合，将第二电子双向开关 T2 和第四真空开关 V22 组成的支路电流转移至第三真空开关 V21 的支路，之后在 t5 时刻关断第四真空开关 V22、停止触发第二电子双向开关 T2，完成切换过程。其中 t1 和 t2、t3 和 t4、t4 和 t5 之间的延时确保真空开关可靠开通和关断。

[0042] 图 3a 解释了图 2a 中 t2 至 t3 期间第一双向电子开关 T1 和第二双向电子开关 T2 ( $i > 0$ ) 实现无弧切换的详细时序。图 3b 表示第一双向电子开关 T1 至第二双向电子开关 T2 ( $i < 0$ ) 的切换过程，图 3c 表示第二双向电子开关 T2 至第一双向电子开关 T1 ( $i > 0$ ) 的切换过程，图 3d 表示第二双向电子开关 T2 至第一双向电子开关 T1 ( $i < 0$ ) 的切换过程。该切换过程需要负载电流方向和第一双向电子开关 T1、第二双向电子开关 T2 的端电压值作为时序控制的参考信号。下面以图 3a 为例解释电子开关的时序控制过程。

[0043] 参考图 3a，在各个晶闸管的触发信号中，高电平表示触发，低电平表示不触发。

uT11 表示第一晶闸管 T11 的端电压值, uTh 表示 uT11 的参考阈值。CTL 与图 2a 相同, 表示切换指令信号。在 t2 时刻停止第一晶闸管 T11、第二晶闸管 T12 的触发信号, 之后开始检测第一晶闸管 T11 的端电压信号 (当负载电流  $i > 0$  时, 第一晶闸管 T11 存在通态压降并且为正), 当该电压变负并达到阈值 uTh 时 (设此时刻为 t23) 触发第三晶闸管 T21 和第四晶闸管 T22, 经延时至 t3, 延时确保第三晶闸管 T21 和第四晶闸管 T22 可靠导通。阈值 uTh 应取合适的值, 如 -2V, 该值太高会产生过电压, 太低则不能保证第一晶闸管 T11 和第二晶闸管 T12 可靠关断。

[0044] 其余三种工况工作原理基本相同, 参考图 3b-3d 即可理解, 不再累述。

[0045] 上述过程以单相绕组为例解释了本发明的工作原理和基本构成, 图 1 可经过简单扩展, 便可用于三相结构, 三相有载调压变压器的抽头有三相星形中性点抽头、角形接线端部抽头和角形接线中间抽头等结构, 无论哪种结构, 都不影响本发明的使用。

[0046] 以上所述仅是本发明的实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变型, 这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

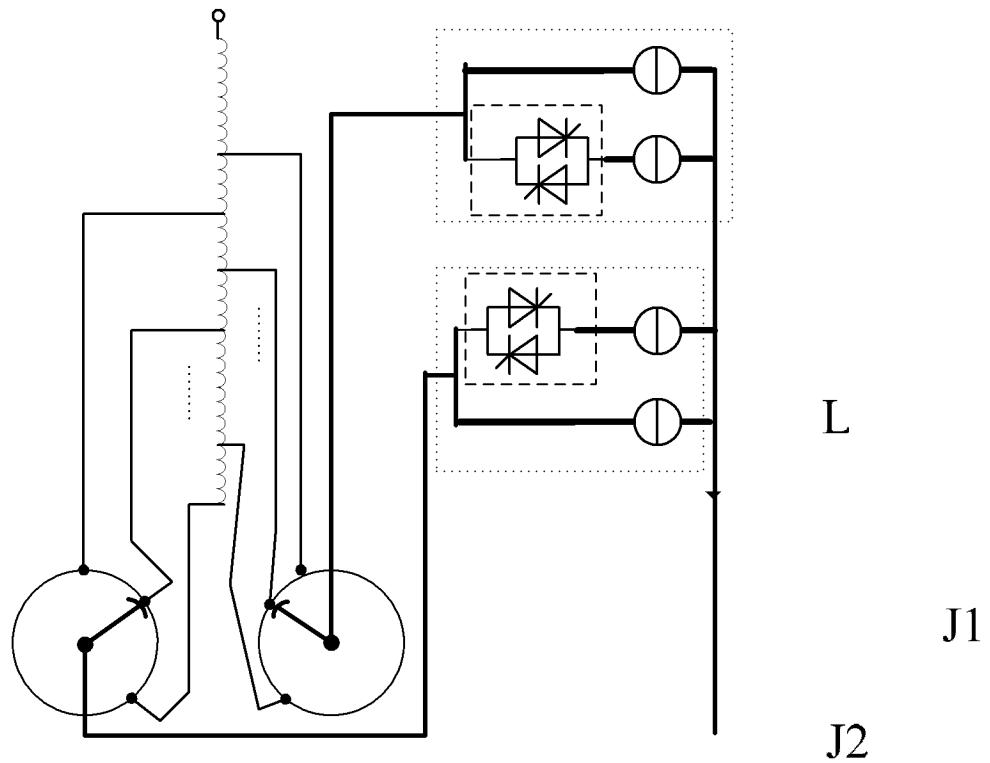


图 1

J3

J4

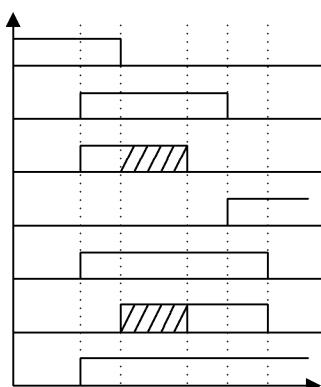


图 2a

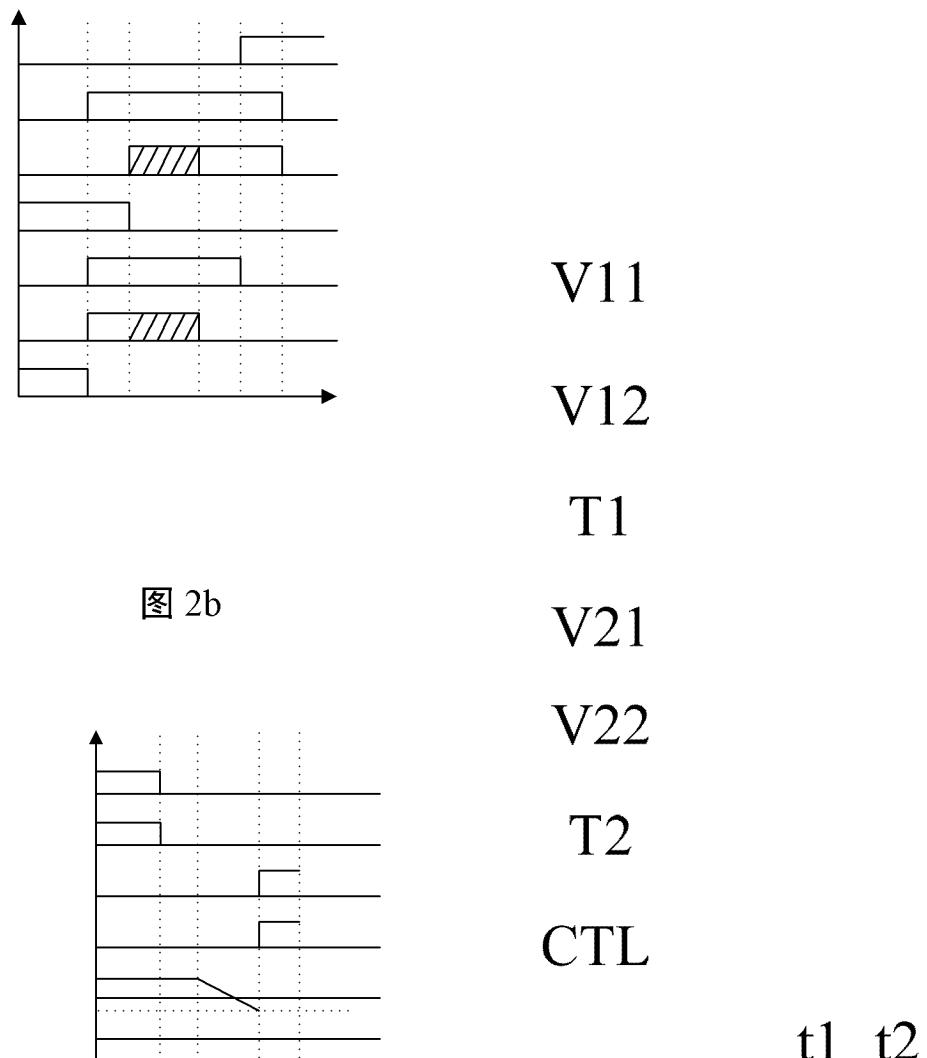
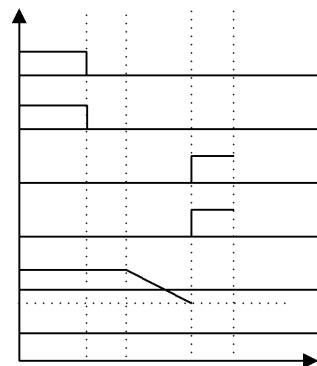


图 3a



T11

T12

T21

图 3b

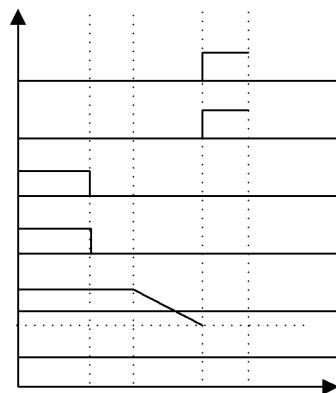


图 3c

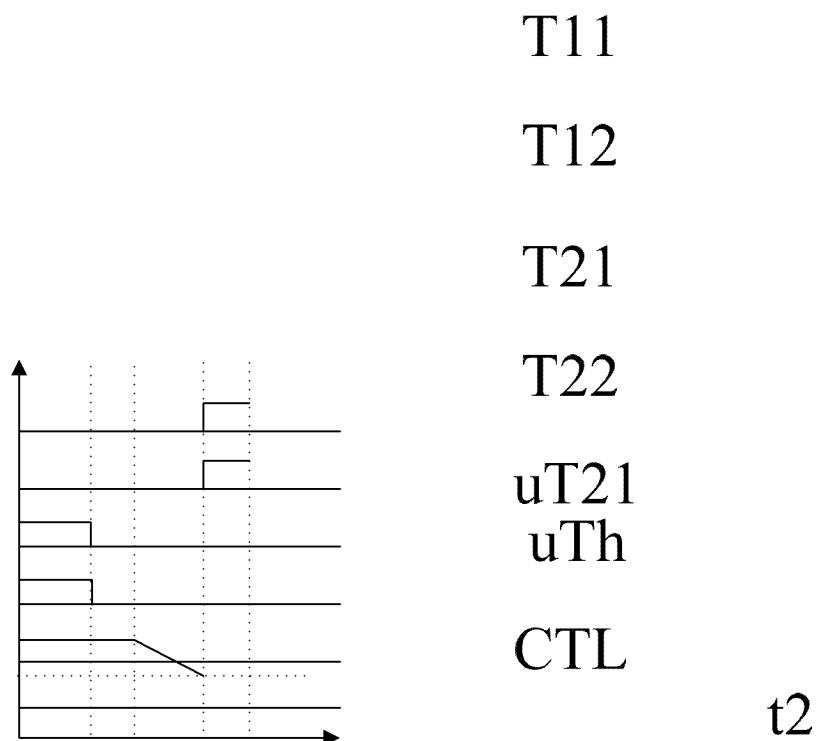


图 3d