(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114026666 B
(45)授权公告日 2023.05.05

(21)申请号 202080025309.X

(22)申请日 2020.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114026666 A

(43)申请公布日 2022.02.08

(30)优先权数据
62/798,323 2019.01.29 US
62/798,316 2019.01.29 US
62/798,326 2019.01.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/015742 2020.01.29

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/160194 EN 2020.08.06

(73)专利权人 电弧抑制技术公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 赖因霍尔德·亨克 沃伦·卡勒

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 杜诚 刘敏

(51)Int.Cl.
H01H 9/54(2006.01)

(56)对比文件
US 2013235492 A1,2013.09.12
US 2014091059 A1,2014.04.03
US 2017331283 A1,2017.11.16

审查员 宋晗

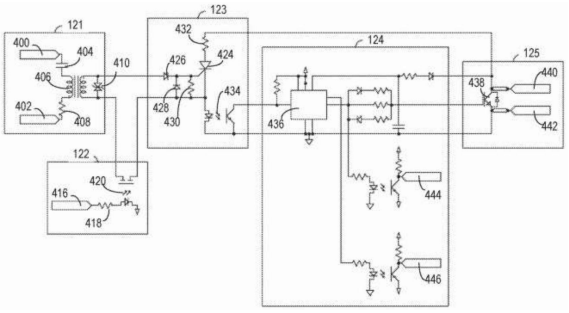
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

高速电弧抑制器

(57)摘要

一种高速电弧抑制器和方法,包括第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器,该第一相特定的电弧抑制器被配置成抑制正域中的电力接触器的触点上的电弧放电,该第二相特定的电弧抑制器被配置成抑制负域中的触点上的电弧放电。第一高速开关和第二高速开关被配置成启用和禁用第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的操作。第一驱动器和第二驱动器被配置成驱动第一高速开关和第二高速开关。



CN 114026666 B

1.一种高速电弧抑制器,其被配置成抑制耦接至交流(AC)电源的电力接触器上的电弧放电,所述高速电弧抑制器包括:

第一相特定的电弧抑制器,其被配置成抑制正域中的所述电力接触器的触点上的电弧放电,所述第一相特定的电弧抑制器包括:

第一高速开关,所述第一高速开关被配置成启用或禁用所述第一相特定的电弧抑制器的操作;以及

第一驱动器,所述第一驱动器耦接至所述第一高速开关,所述第一驱动器被配置成使所述第一高速开关在来自所述触点的输入信号处于所述正域时启用所述第一相特定的电弧抑制器的操作,并且在来自所述触点的输入信号处于负域时禁用所述第一相特定的电弧抑制器的操作;

第二相特定的电弧抑制器,其被配置成抑制负域中的所述触点上的电弧放电,所述第二相特定的电弧抑制器包括:

第二高速开关,所述第二高速开关被配置成启用或禁用所述第二相特定的电弧抑制器的操作;以及

第二驱动器,所述第二驱动器耦接至所述第二高速开关,所述第二驱动器被配置成使所述第二高速开关在来自所述触点的输入信号处于负域时启用所述第一相特定的电弧抑制器的操作,并且在来自所述触点的输入信号处于正域时禁用所述第一相特定的电弧抑制器的操作;

其中,所述第一高速开关和所述第二高速开关被配置成在不超过十(10)微秒内对所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器进行启用操作与禁用操作之间的切换;

其中,所述第一高速开关和所述第二高速开关是绝缘栅双极晶体管(IGBT);并且

其中,所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的每一个还包括:

电弧点燃检测器电路;

触发锁电路;以及

电弧燃烧存储器。

2.根据权利要求1所述的高速电弧抑制器,其中,对于所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的每一个,所述电弧点燃检测器电路耦接在所述电力接触器上,所述电弧燃烧存储器分别耦接在所述电弧点燃检测器电路与所述第一驱动器和所述第二驱动器之间,并且所述触发锁电路耦接在所述电弧点燃检测器电路之间。

3.根据权利要求2所述的高速电弧抑制器,其中,所述触发锁电路被配置成在预定时间期间禁止所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的操作。

4.根据权利要求3所述的高速电弧抑制器,其中,所述电弧燃烧存储器被配置成向所述第一驱动器和所述第二驱动器中的相关联的一个输出关于检测到所述电力接触器上的电弧燃烧的指示。

5.根据权利要求4所述的高速电弧抑制器,其中,所述电弧燃烧存储器包括一比特触发器。

6.根据权利要求4所述的高速电弧抑制器,其中,所述电弧点燃检测器电路被配置成检测指示电弧点燃的、所述电力接触器上的电压改变或电流改变中的至少之一。

7.根据权利要求6所述的高速电弧抑制器,还包括耦接在所述电力接触器上并且在所述电力接触器与所述电弧点燃检测器电路之间的电力接触接口。

8.根据权利要求7所述的高速电弧抑制器,其中,所述电力接触接口包括过电压保护电路和过电流保护电路。

9.根据权利要求7所述的高速电弧抑制器,其中,所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的每一个均包括灭弧元件,其中,所述第一相特定的电弧抑制器的灭弧元件包括所述第一高速开关,并且所述第二相特定的电弧抑制器的灭弧元件包括所述第二高速开关。

10.根据权利要求9所述的高速电弧抑制器,其中,所述第一高速开关和所述第二高速开关中的一个被配置成在所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的电弧燃烧存储器存储有关于所述电力接触器上存在电弧的指示时,跨所述电力接触器进行短路。

11.一种操作高速电弧抑制器的方法,包括:

当来自电力接触器的交流(AC)信号处于正域时,启用用以抑制所述电力接触器的触点上的电弧放电的所述高速电弧抑制器的第一相特定的电弧抑制器;

当所述信号处于正域时,禁用用以抑制所述触点上的电弧放电的所述高速电弧抑制器的第二相特定的电弧抑制器;以及

在所述信号跨越到负域时:

切换所述第一相特定的电弧抑制器的第一高速开关,以禁用用以抑制所述触点上的电弧放电的所述第一相特定的电弧抑制器的操作;以及

切换所述第一相特定的电弧抑制器的第二高速开关,所述第二高速开关被配置成启用用以抑制所述触点上的电弧放电的所述第二相特定的电弧抑制器的操作;

其中,所述第一高速开关和所述第二高速开关被配置成在不超过十(10)微秒内对所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器进行启用操作与禁用操作之间的切换;

其中,所述第一相特定的电弧抑制器包括第一驱动器,并且所述第二相特定的电弧抑制器包括第二驱动器,并且其中,切换所述第一高速开关和所述第二高速开关包括分别用所述第一驱动器和所述第二驱动器驱动所述第一高速开关和所述第二高速开关;

其中,所述第一高速开关和所述第二高速开关是绝缘栅双极晶体管(IGBT);并且

其中,所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的每一个包括触发锁,所述触发锁被配置成在最初检测到电弧之后的预定时间内禁止所述第一相特定的电弧抑制器和所述第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的操作。

12.根据权利要求11所述的方法,其中,所述预定时间不超过三百(300)毫秒。

高速电弧抑制器

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求于2019年1月29日提交的美国临时申请第62/798316号、于2019年1月29日提交的美国临时申请第62/798323号、以及于2019年1月29日提交的美国临时申请第62/798326号的优先权的权益，其全部内容通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本申请总体上涉及高速电弧抑制器(arc suppressor)。

背景技术

[0004] 电流接触电弧放电可能对电接触表面(例如继电器和某些开关)具有有害影响。随着时间的推移电弧放电可能使接触表面劣化并最终破坏接触表面，并且可能导致过早的部件故障、较低的质量性能和相对频繁的预防性维护需要。另外，继电器、开关等中的电弧放电可能导致电磁干扰(EMI)发射的生成。电流接触电弧放电可能在消费者、商业、工业、汽车和军事应用领域中在交流(AC)电力和直流(DC)电力两者中发生。由于其普遍性，确实已经开发出了数百种具体方法来解决电流接触电弧放电的问题。

附图说明

[0005] 在附图的各图中通过示例而非限制的方式示出了一些实施方式。

[0006] 图1是在示例实施方式中，包括高速电弧抑制器的系统的框图。

[0007] 图2是在示例实施方式中，包括高速电弧抑制器的详细的块级别实现方式的系统的框图。

[0008] 图3是在示例实施方式中电力接触接口的电路图。

[0009] 图4A和图4B分别是在示例实施方式中第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器的电路图。

[0010] 图5示出了在示例实施方式中，使用AC系统的波形示出的高速电弧抑制器的操作。

具体实施方式

[0011] 电弧抑制器可以利用接触分离检测器，基于触点上的电压的突然改变来检测滑动触点中的分离和/或滑动触点的闭合。接触分离检测器可以使接触旁路电路断开，以使得电流能够在转变时段期间绕过触点。然而，转变时段可能不包括——并且在许多情况下不包括——简单且高效的电压转变。而是，当电触点断开或闭合时，可能发生一系列电压跳动，从而导致形成小电弧或“小弧”。即使抑制了主电弧，这些小弧也可能损坏触点。

[0012] 已经开发了这样的系统和方法：其利用电弧抑制器在高速AC电弧生成和任何相关情况中的最早阶段抑制电弧形成。某些装置——包括但不限于有刷电机等——以高速运行并且相对快速地生成电弧和小弧。通过结合相特定(phase-specific)的电弧抑制器，高速电弧抑制器可以抑制正AC域与负AC域之间的电弧。高速开关的使用使得高速电弧抑制器能

够在相特定的电弧抑制器之间非常快速地切换。因此，高速电弧抑制器可以在快速且频繁地生成电弧的情况下(包括但不限于有刷电机)操作。

[0013] 图1是在示例实施方式中包括高速电弧抑制器1的系统100的框图。系统包括电力接触器2和耦接至电力接触器2的接触器线圈驱动器3。高速电弧抑制器1和电力接触器2耦接在电源4与电力负载5之间。电源4可以是对于电力负载5而言需要的AC电源或DC电源。辅助电源6和数据处理设备7耦接至高速电弧抑制器1。在本文中详细描述各个块1-7。

[0014] 图2是在示例实施方式中包括高速电弧抑制器1的详细的块级别实现方式的系统100的框图。高速电弧抑制器1包括电力接触接口11、第一相特定的电弧抑制器12、第二相特定的电弧抑制器13、微控制器14、数据通信接口15、线圈电力接口16和辅助电力接口17。在本文中将详细示出块11-17的示例实现方式。

[0015] 图3是示例实施方式中的电力接触接口11的电路图。虽然该电路图是出于说明性目的而呈现的，但是应当认识和理解，任何适当的电路级别实现方式均可以根据需要而并入高速电弧抑制器1中，以实现电力接触接口11的功能目的。

[0016] 电力接触接口11包括第一接触端子111、过电流保护电路112、过电压保护电路113、第二接触端子114、可选的可熔元件状态指示器115和可选的电力状态指示器116。状态指示器115、116可以实现为用以提供对其各个部件的指示的任何适当接口，并且可以包括诸如发光二极管(LED)或其他发光元件的光学元件，和/或分别包括计算机可读输出314、316，该计算机可读输出314、316可以被数据处理设备7和/或外部处理装置用来监视各个部件的状态。

[0017] 数据处理设备7可以是或可以包括微控制器、微处理器或其他适当的控制器或处理器。在示例中，数据处理设备7是或包括CMOS八比特微控制器。在示例中，微控制器是Atmel公司生产的AT89LP214微控制器。然而，应当认识到，可以利用能够适当配置的任何控制器或处理器。此外，虽然数据处理设备7被示为与高速电弧抑制器1分开的部件，但是数据处理设备7也可以作为高速电弧抑制器1的部件并入。

[0018] 第一接触端子111包括耦接至第一相特定的电弧抑制器12的第一感测端子300、以及导线端接器和路径分离器(wire terminator and path splitter)302。过电流保护电路112包括熔断器304，例如可熔链接、可熔电阻器或可熔印刷电路板迹线。在示例中，熔断器304是额定为一百七十五(175)安培的可熔印刷电路板迹线。

[0019] 过电压保护电路113包括至少一个过电压保护元件。如所示出的，过电压保护电路113包括耦接在第一电力线440与地442之间的第一过电压保护元件306，以及耦接在第二电力线490与地442之间的第二过电压保护元件308。在各种示例中，第一过电压保护元件306和第二过电压保护元件308是额定为八百二十(820)伏特和1.2千安培的变阻器。第二接触端子114包括耦接至第二相特定的电弧抑制器13的第二感测端子310、以及导线端接器和路径分离器312。

[0020] 图4A和图4B分别是在示例实施方式中第一相特定的电弧抑制器12和第二相特定的电弧抑制器13的电路图。第一相特定的电弧抑制器12和第二相特定的电弧抑制器13分别包括电弧点燃检测器电路121、131；触发锁电路(trigger lock circuit)122、132，电弧燃烧存储器123、133；栅极驱动器124、134；以及高速灭弧元件125、135。

[0021] 电弧点燃检测器电路121包括耦接至第一接触端子111的第一感测端子300的第一

端子400、以及耦接至第二接触端子114的第二端子402。第二相特定的电弧抑制器13的电弧点燃检测器电路131包括耦接至第二接触端子114的第一端子412以及耦接至第一接触端子111的第二端子414。电弧点燃检测器电路121、131中的每一个分别包括串联耦接在第一端子400、412与第二端子402、414之间的电容器404、454，变压器406、456，以及电阻器408、458，其中TVS二极管410、460耦接在变压器406、458上。在示例中，电容器404、454是一百(100)皮法电容器，变压器406、456是额定用于十(10)微亨的双线圈电感器阵列，其具有82.6毫欧的最大DC电阻和并联的2.08安培的最大DC电流，电阻器408、458是十(10)欧姆的电阻器，并且TVS二极管410、460额定用于10.3伏特钳位和38.8安培。

[0022] 电弧点燃检测器电路121、131通常被配置成检测以下条件：该条件指示在电力接触器2的触点中电弧的点燃，例如电压和/或电流的改变，并且其将电弧点燃的指示分别输出至触发锁电路122、132和电弧燃烧存储器123、133。在各种示例中，电弧点燃检测器电路121、131分别使用电流感测变压器，即变压器406、456，来测量由电容器404、454和电阻器408、458产生的RC电路的电流。

[0023] 触发锁电路122、132被配置成在由电弧点燃检测器电路121、131最初检测到电弧点燃之后，在预定时间段内分别禁止电弧燃烧存储器123、133的操作。可以基于AC电力的频率来选择预定时间段。在示例中，预定时间是三百(300)毫秒或更少。可以防止来自电弧点燃检测器电路121、131的信号在预定时间段期间到达电弧燃烧构件123、133。

[0024] 触发锁电路122由微控制器14在第一使能线416处的输出控制。触发锁电路132由微控制器14在第二使能线422处的输出控制。第一使能线416和第二使能线422分别耦接至电阻器418、468和诸如固态继电器的继电器420、470，电弧点燃检测器电路121、131的输出也耦接在该继电器上。来自微控制器14的第一使能线416上的信号使继电器420断开，并且禁止信号从电弧点燃检测器电路121传播至电弧燃烧存储器123。基于与继电器470、电弧点燃检测器电路131和电弧燃烧存储器133有关的第二使能线422，发生类似的功能。因此，触发锁电路122、132的操作由微控制器14彼此独立地控制。

[0025] 电弧燃烧存储器123、133分别包含一比特、高速RS型触发器424、474。二极管426、428、476、478和电阻器430、480分别调节从电弧点燃检测器电路121、131到触发器424、474的信号。电阻器432、482分别向触发器424、474提供电流限制。光耦合器434、484将与来自电弧燃烧存储器123、133的输出隔离的输出分别提供给栅极驱动器124、134。

[0026] 栅极驱动器124、134分别提供第一驱动器436和第二驱动器486，以用于高速灭弧元件125、135的高速操作。驱动器436、486可以是被选择用于以下操作的芯片：基于分别来自电弧燃烧存储器123、133的输出，并且特别是基于存储在触发器424、474中的比特，来分别驱动高速灭弧元件125、135的第一高速开关438和第二高速开关488的栅极。在该比特指示已经检测到电弧燃烧的情况下，相关联的驱动器436、486被配置成驱动对相关联的高速开关438、488的输出。

[0027] 在示出的示例中，高速开关438、488是晶体管。高速开关438耦接在第一电力线440与地线442之间。高速开关488耦接在第二电力线490与地线442之间。在各种示例中，高速开关438、488是绝缘栅双极晶体管(IGBT)，其被配置成在不超过大约十(10)微秒内接通和关断。在示例中，高速开关438、488是1200伏特、一百零五(105)安培、595瓦特的IGBT。栅极驱动器124、134包括如驱动器436、486数据表所指定的用以操作驱动器436、486的电路系统，

以及用以驱动电弧指示线444和故障指示线446的电路系统。根据其全部内容通过引用并入本文的Henke的美国专利第9423442号中公开的原理以及根据通过引用并入本文的其他公开内容，在相关联的电弧燃烧存储器123、133存储有关于电力接触器2上存在电弧的指示时，相关联的驱动器436、486使相关联的高速开关438、488在电力接触器2上短路，提供电流路径以抑制电弧放电。

[0028] 关于高速电弧抑制器1公开的原理是针对单相AC电力描述的。然而，应当认识和理解，所公开的原理适用于多相AC电力，如通过引用并入本文的公开内容中所描述的。因此，通过将高速原理与通过引用并入本文的多相原理组合，可以产生多相高速电弧抑制器。类似的原理适用于相对高的电流应用。

[0029] 图5示出了在示例性实施方式中，使用AC系统的波形500示出的高速电弧抑制器1的操作。Y轴502示出了沿X轴或零线504的相对于以度为单位的相位的电压或电流幅度。为了本公开内容的目的，正域506是零线504上方的所有空间，而负域508是零线504下方的所有空间。

[0030] 为了说明的目的，曲线510表示对第一相特定的电弧抑制器12和第二相特定的电弧抑制器13的输入。当曲线510表示的输入处于正域506时，第一相特定的电弧抑制器12被启用，而第二相特定的电弧抑制器13被禁用。当曲线510表示的输入处于负域508时，第一相特定的电弧抑制器12被禁用，而第二相特定的电弧抑制器13被启用。如本文所述，由于当输入跨越零线804时，高速开关438、488从导通变为不导通或者反之从不导通变为导通，因此发生从启用到禁用或者反之从禁用到启用的切换。

[0031] 在512处，曲线510以正斜率跨越零线504，即，从负域508到正域506。第二相特定的电弧抑制器13从启用切换到禁用，并且第一相特定的电弧抑制器12从禁用切换到启用。在示例中，第一相特定的电弧抑制器12和第二相特定的电弧抑制器13中的每一个从启用改变为禁用或者反之从禁用改变为启用的切换时间大约为十(10)微秒或更短。

[0032] 在514处，曲线510以负斜率跨越零线504，即，从正域506到负域508。第一相特定的电弧抑制器12从启用切换到禁用，并且第二相特定的电弧抑制器13从禁用切换到启用。

[0033] 另外的示例

[0034] 对各种实施方式的描述本质上仅是示例性的，并且因此，不偏离本文中的示例和具体描述的要旨的变型意图处于本公开内容的范围内。这样的变型不应当被认为偏离本公开内容的精神和范围。

[0035] 示例1是一种高速电弧抑制器，其被配置成抑制耦接至交流(AC)电源的电力接触器上的电弧放电，该高速电弧抑制器包括：第一相特定的电弧抑制器，其被配置成抑制正域中的电力接触器的触点上的电弧放电，该第一相特定的电弧抑制器包括第一高速开关和第一驱动器，第一高速开关被配置成启用或禁用第一相特定的电弧抑制器的操作，第一驱动器耦接至第一高速开关，该第一驱动器被配置成使第一高速开关在来自触点的输入信号处于正域时启用第一相特定的电弧抑制器的操作，并且在来自触点的输入信号处于负域时禁用第一相特定的电弧抑制器的操作；以及第二相特定的电弧抑制器，其被配置成抑制负域中的触点上的电弧放电，该第二相特定的电弧抑制器包括第二高速开关和第二驱动器，第二高速开关被配置成启用或禁用第二相特定的电弧抑制器的操作，第二驱动器耦接至第二高速开关，该第二驱动器被配置成使第二高速开关在来自触点的输入信号处于负域时启用

第一相特定的电弧抑制器的操作，并且在来自触点的输入信号处于正域时禁用第一相特定的电弧抑制器的操作。

[0036] 在示例2中，示例1的主题包括，其中，第一高速开关和第二高速开关被配置成在不超过十(10)微秒内对第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器进行启用操作与禁用操作之间的切换。

[0037] 在示例3中，示例1和2中的任何一项或更多项的主题包括，其中，第一高速开关和第二高速开关是晶体管。

[0038] 在示例4中，示例1至3中的任何一项或更多项的主题包括，其中，第一高速开关和第二高速开关是绝缘栅双极晶体管(IGBT)。

[0039] 在示例5中，示例1至4中的任何一项或更多项的主题包括，其中，第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的每一个还包括：电弧点燃检测器电路；触发锁电路；以及电弧燃烧存储器。

[0040] 在示例6中，示例1至5中的任何一项或更多项的主题包括，其中，对于第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的每一个，电弧点燃检测器电路耦接在电力接触器上，电弧燃烧存储器分别耦接在电弧点燃检测器电路与第一驱动器和第二驱动器之间，并且触发锁电路耦接在电弧点燃检测器电路之间。

[0041] 在示例7中，示例1至6中的任何一项或更多项的主题包括，其中，触发锁电路被配置成在预定时间期间禁止第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的操作。

[0042] 在示例8中，示例1至7中的任何一项或更多项的主题包括，其中，电弧燃烧存储器被配置成向相关联的驱动器输出关于检测到电力接触器上的电弧燃烧的指示。

[0043] 在示例9中，示例1至8中的任何一项或更多项的主题包括，其中，电弧燃烧存储器包括一比特触发器。

[0044] 在示例10中，示例1至9中的任何一项或更多项的主题包括，其中，电弧点燃检测器电路被配置成检测指示电弧点燃的、电力接触器上的电压改变或电流改变中的至少之一。

[0045] 在示例11中，示例1至10中的任何一项或更多项的主题包括，耦接在电力接触器上并且在电力接触器与电弧点燃检测器电路之间的电力接触接口。

[0046] 在示例12中，示例1至11中的任何一项或更多项的主题包括，其中，电力接触接口包括过电压保护电路和过电流保护电路。

[0047] 在示例13中，示例1至12中的任何一项或更多项的主题包括，其中，第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的每一个各自包括灭弧元件，其中，第一相特定的电弧抑制器的灭弧元件包括第一高速开关，并且第二相特定的电弧抑制器的灭弧元件包括第二高速开关。

[0048] 在示例14中，示例1至13中的任何一项或更多项的主题包括，其中，第一高速开关和第二高速开关中的一个被配置成在第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的电弧燃烧存储器存储有关于电力接触器上存在电弧的指示时，跨电力接触器进行短路。

[0049] 示例15是一种操作高速电弧抑制器的方法，包括：当来自电力接触器的交流(AC)信号处于正域时，启用用以抑制电力接触器的触点上的电弧放电的高速电弧抑制器的第一

相特定的电弧抑制器;当信号处于正域时,禁用用以抑制触点上的电弧放电的高速电弧抑制器的第二相特定的电弧抑制器;以及在该信号跨越到负域时,切换第一相特定的电弧抑制器的第一高速开关,以禁用用以抑制触点上的电弧放电的第一相特定的电弧抑制器的操作,以及切换第一相特定的电弧抑制器的第二高速开关,该第二高速开关被配置成启用用以抑制触点上的电弧放电的第二相特定的电弧抑制器的操作。

[0050] 在示例16中,示例15的主题包括,其中,第一高速开关和第二高速开关被配置成在不超过十(10)微秒内对第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器进行启用操作与禁用操作之间的切换。

[0051] 在示例17中,示例15和16中的任何一项或更多项的主题包括,其中,第一相特定的电弧抑制器包括第一驱动器,并且第二相特定的电弧抑制器包括第二驱动器,并且其中,切换第一高速开关和第二高速开关包括分别用第一驱动器和第二驱动器驱动第一高速开关和第二高速开关。

[0052] 在示例18中,示例15至17中的任何一项或更多项的主题包括,其中,第一高速开关和第二高速开关是绝缘栅双极晶体管(IGBT)。

[0053] 在示例19中,示例15至18中的任何一项或更多项的主题包括,其中,第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的每一个包括触发锁,该触发锁被配置成在最初检测到电弧之后的预定时间内禁止第一相特定的电弧抑制器和第二相特定的电弧抑制器中的相关联的一个的操作。

[0054] 在示例20中,示例15至19中的任何一项或更多项的主题包括,其中,预定时间不超过三百(300)毫秒。

[0055] 示例21是至少一个机器可读介质,该至少一个机器可读介质包括指令,该指令在由处理电路系统执行时使处理电路系统执行用于实现示例1至20中任一项的操作。

[0056] 示例22是包括用于实现示例1至20中任一项的方案的装置。

[0057] 示例23是用于实现示例1至20中任一项的系统。

[0058] 示例24是用于实现示例1至20中任一项的方法。

[0059] 以上详细描述包括对附图的参照,这些附图形成详细描述的一部分。附图通过说明的方式示出了特定实施方式。这些实施方式在本文中也被称为“示例”。这样的示例可以包括除了示出和描述的要素之外的要素。然而,本发明人还构想了仅提供所示出和描述的那些元件的示例。

[0060] 本文献中参考的所有出版物、专利和专利文献均通过引用整体并入本文,如同通过引用单独地并入一样。如果在本文献与通过引用并入的那些文献之间存在不一致用法,则并入的参考文献中的用法应当被视为对本文献的用法的补充。对于矛盾的不一致之处,请以本文献中的用法为准。

[0061] 在本文献中,如在专利文献中常见的,术语“一”或“一个”被用来包括一个或多于一个,独立于“至少一个”或者“一个或更多个”的任何其他情况或用法。在本文献中,除非另有说明,否则术语“或”被用来指代非排他性的或,使得“A或B”包括“A,而非B”、“B,而非A”以及“A和B”。在所附权利要求中,术语“包括(including)”和“其中(in which)”被用作相应术语“包括(comprising)”和“其中(wherein)”的普通英语等同物。此外,在所附权利要求中,术语“包括(including)”和“包括(comprising)”是开放式的,即,包括除了权利要求中在这

样的术语之后列出的那些要素之外的要素的系统、装置、物品或过程仍然被认为落入该权利要求的范围内。此外，在所附权利要求中，术语“第一”、“第二”和“第三”等仅被用作标记，并不意图对其对象施加数值要求。

[0062] 以上描述意图是说明性的而非限制性的。例如，上述示例(或示例的一个或更多个方面)可以彼此结合使用。在回顾以上描述之后，例如本领域技术人员可以使用其他实施方式。提供了摘要以符合37C.F.R.§1.72(b)来使得读者能够快速确定技术公开的本质。提交摘要是基于如下理解：摘要将不用来解释或限制权利要求的范围或含义。另外，在以上具体实施方式中，各种特征可以被组合在一起以组织本公开内容。这不应当被解释成以下意图：未要求保护的公开的特征对任何权利要求而言均是必要的。而是，发明主题可能在于少于特定公开的实施方式的所有特征。因此，所附权利要求在此并入具体实施方式中，其中每项权利要求自身作为独立的实施方式存在。

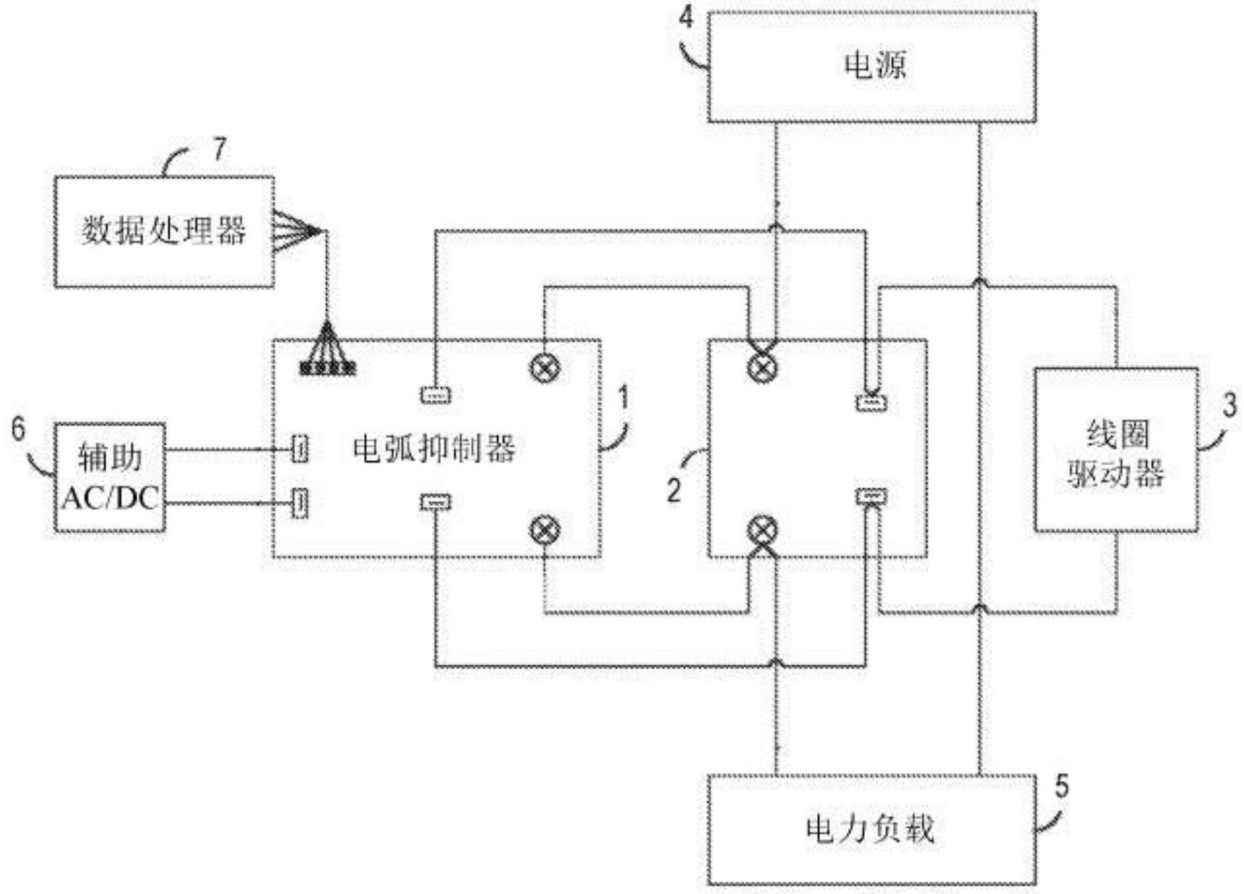


图1

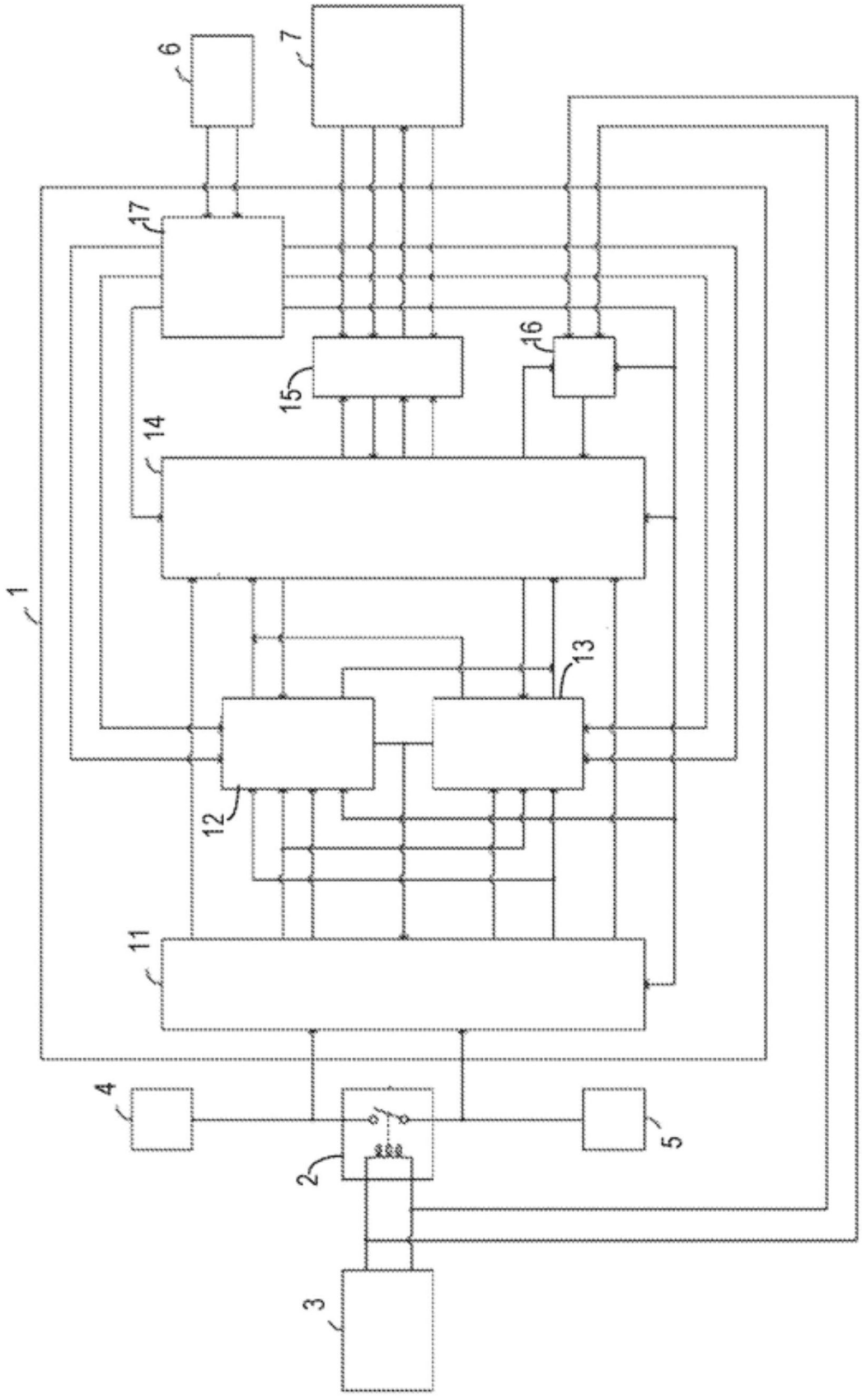


图2

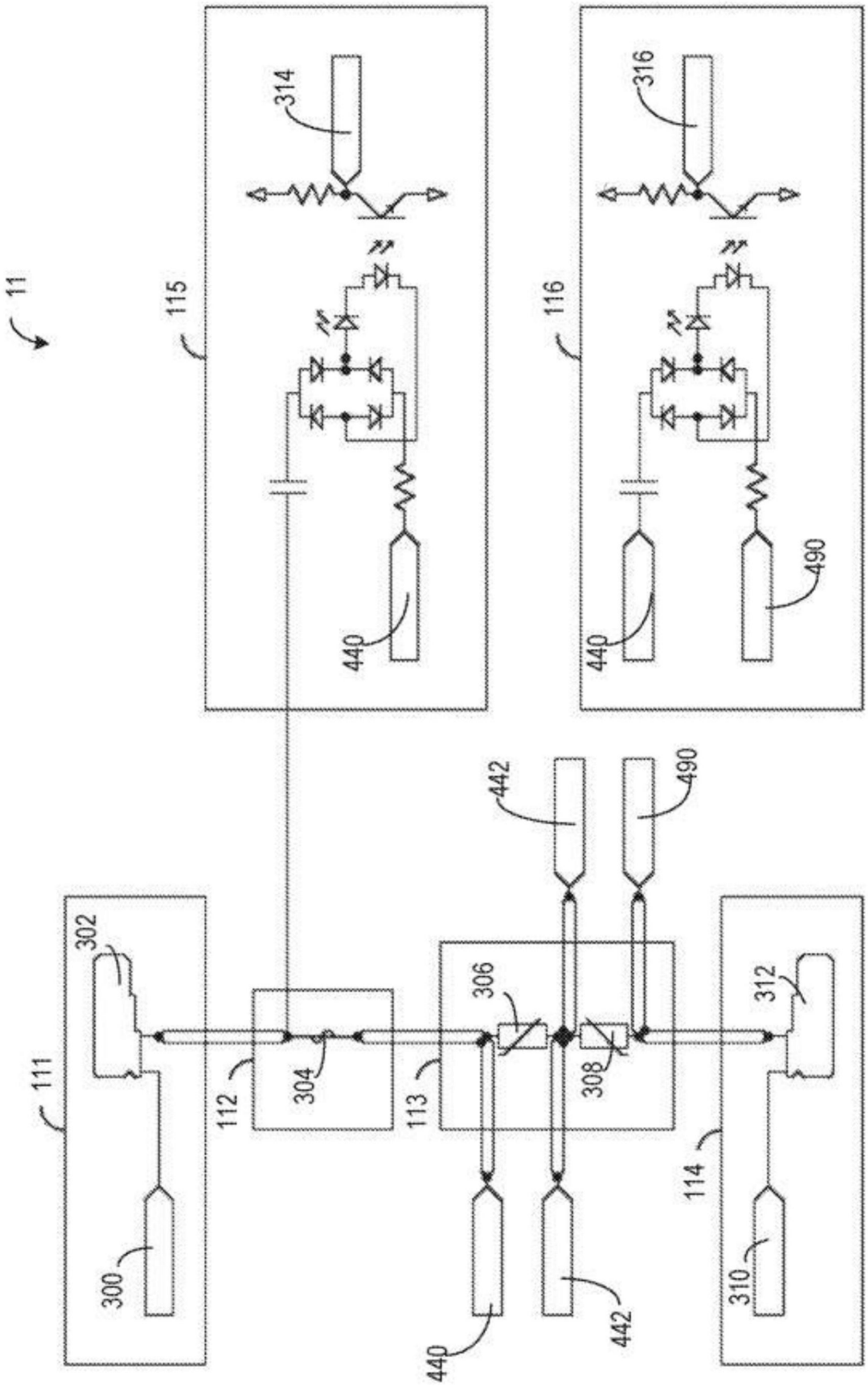

11
115
116
314
316
440
490
442
111
112
113
114
300
302
304
306
308
310
312

图3

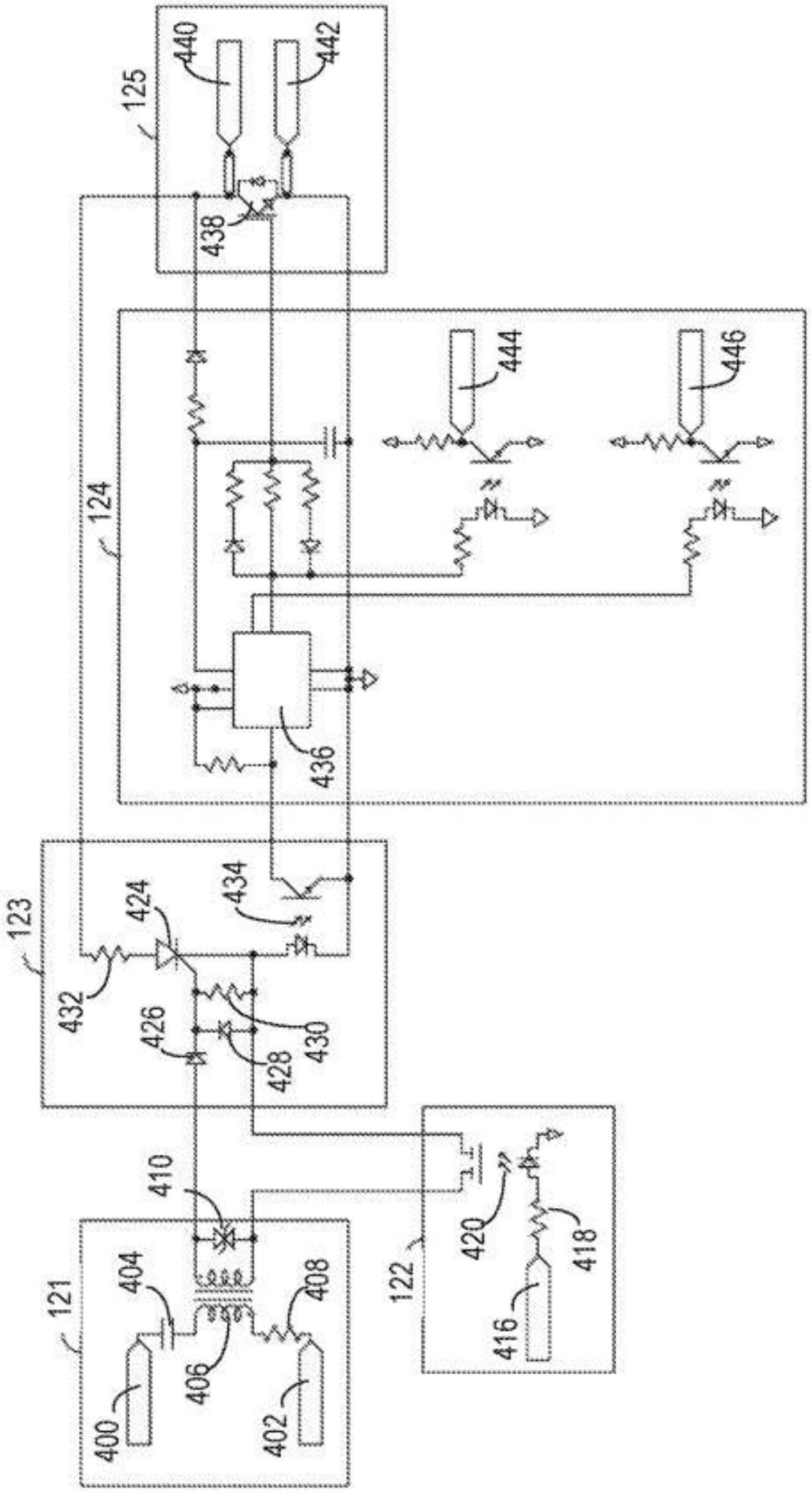

440
442
125
438
444
446
124
436
123
424
434
432
426
430
428
410
420
418
122
416
121
404
408
406
400
402

图4A

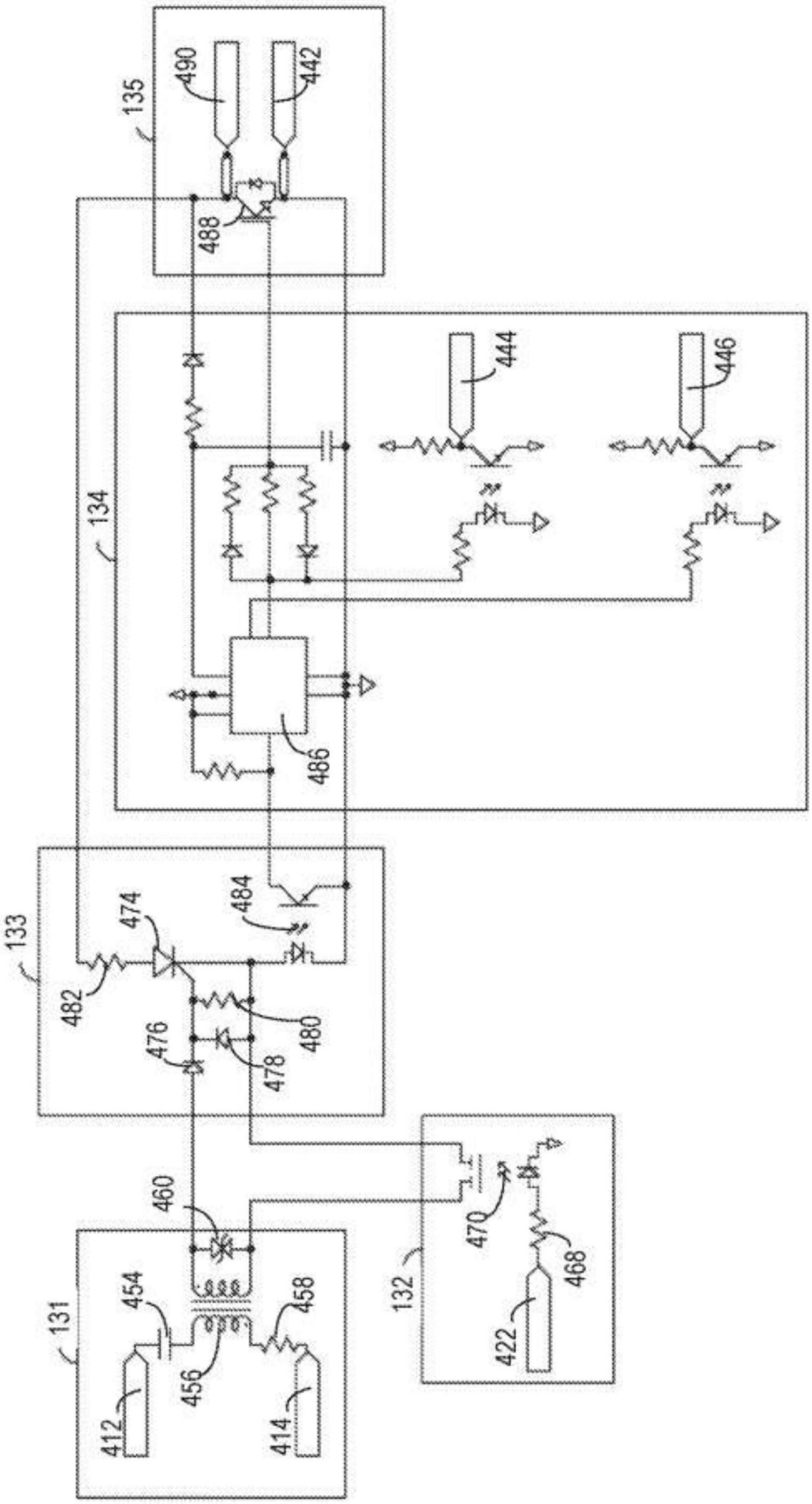

135
490
442
488
134
444
446
486
133
474
484
482
480
476
478
460
470
468
132
422
131
454
458
456
412
414

图4B

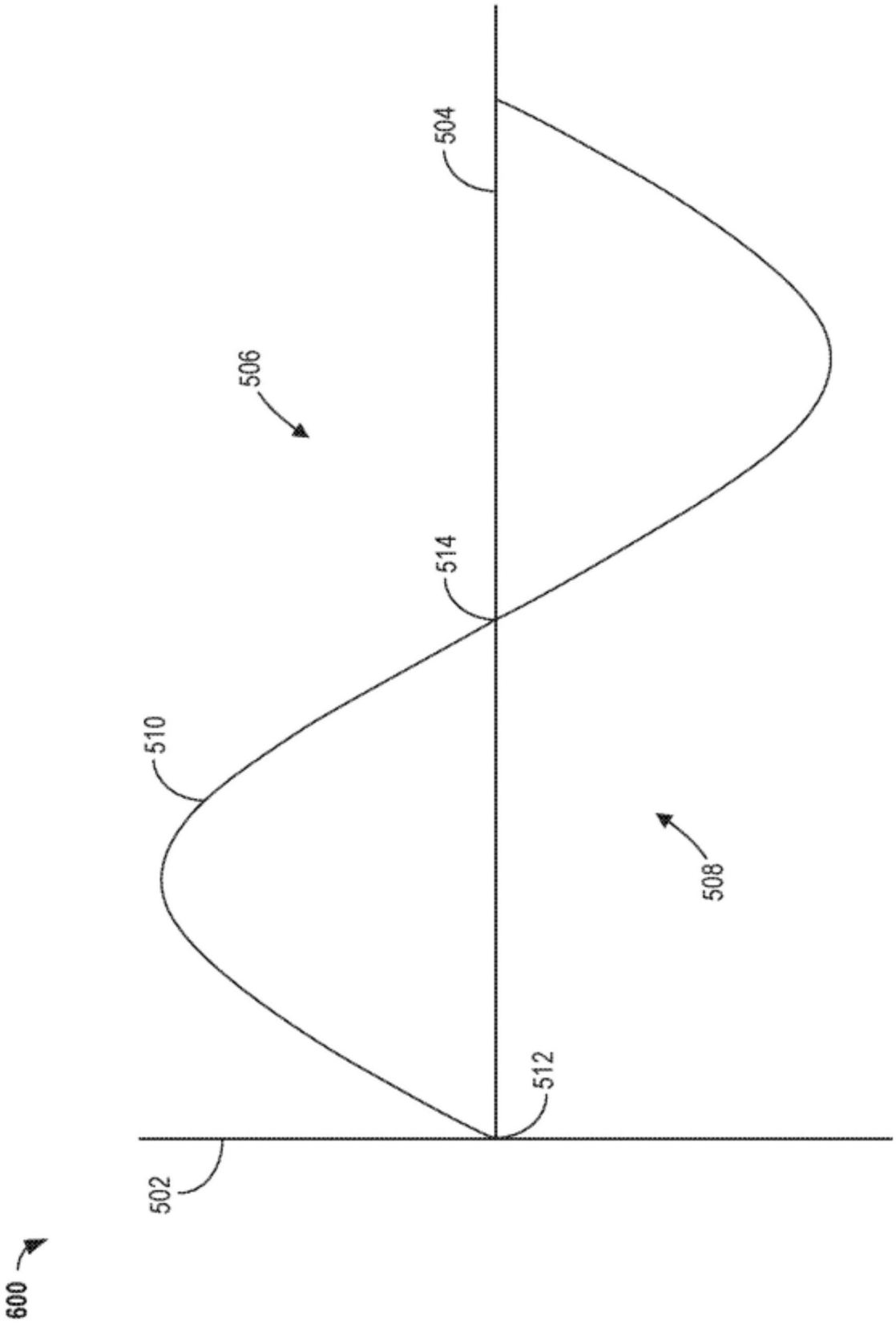


图5