



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111344924 B

(45) 授权公告日 2022.06.17

(21) 申请号 201880073674.0

(72) 发明人 J·E·阿科斯塔

(22) 申请日 2018.11.15

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111344924 A

专利代理师 林斯凯

(43) 申请公布日 2020.06.26

(51) Int.Cl.

H02H 3/16 (2006.01)

(30) 优先权数据

62/586,307 2017.11.15 US

16/131,739 2018.09.14 US

(56) 对比文件

CN 106992493 A, 2017.07.28

CN 106992493 A, 2017.07.28

US 2017/0288390 A1, 2017.10.05

US 2017/0288390 A, 2017.10.05

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.05.13

CN 101282078 A, 2008.10.08

CN 101752831 A, 2010.06.23

CN 106159890 A, 2016.11.23

CN 106532636 A, 2017.03.22

WO 2017/155785 A1, 2017.09.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/061235 2018.11.15

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/099636 EN 2019.05.23

(73) 专利权人 德州仪器公司

地址 美国德克萨斯州

审查员 何适

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

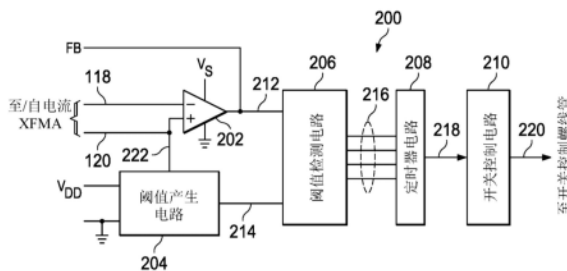
(54) 发明名称

接地故障电流断续器电路

(57) 摘要

提供一种接地故障电流断续器电路,其包括比较器(302/304)、阈值产生电路(204)和定时器电路(208)。所述比较器(302/304)中的每一者经配置以将阈值电压与表示流向负载的电流和来自所述负载的电流的差的信号进行比较。所述阈值产生电路(204)经配置以产生不同的阈值电压(214)。所述不同的阈值电压(214)中的每一者被提供作为所述比较器(302/304)中的一者的阈值电压(214)。所述比较器(302/304)中的每一者耦接到所述定时器电路(208)中的一者,并且所述定时器电路(208)中的所述一者经配置以响应于所述比较器(302/304)的输出端被激活达与提供给所述比较器(302/304)的所述阈值电压(214)相关联的时间而激活故障信号(218)。所述时间随所述阈值电压(214)的值的降低而增加。

CN 111344924 B



1. 一种接地故障电流断续器GFCI电路,其包括:

多个比较器,所述比较器中的每一者经配置以将阈值电压与表示流向负载的电流和来自所述负载的电流的差的信号进行比较;

阈值产生电路,其经配置以产生多个不同的阈值电压,所述不同的阈值电压中的每一者被提供作为所述比较器中的一者的所述阈值电压;

多个定时器电路,其中所述比较器中的每一者耦接到所述定时器电路中的一者,并且所述定时器电路中的每一者经配置以响应于耦接到所述定时器电路的所述比较器的输出端的激活而激活故障信号,并且所述定时器电路中的每一者包括耦接到所述比较器中的一者的滤波器计数器及耦接到所述滤波器计数器的相位计数器,所述相位计数器经配置以基于在预定数目的先前交流电周期的一半以上中所述滤波器输出信号被激活而触发所述故障信号,其中所述预定数目随着所述阈值电压的值的降低而增加。

2. 根据权利要求1所述的GFCI电路,其中所述滤波器计数器经配置以响应于所述比较器的所述输出端被激活达预定时间以上而激活滤波器输出信号;其中所述预定时间随着所述阈值电压的值的降低而增加。

3. 根据权利要求1所述的GFCI电路,其中所述输出端被激活达与提供给所述比较器的所述阈值电压有关的时间,所述时间随着所述阈值电压的值的降低而增加。

4. 根据权利要求1所述的GFCI电路,其中:

所述阈值电压中的第一者对应于5毫安(ma)的流向所述负载的电流与来自所述负载的电流的差;

所述阈值电压中的第二者对应于20ma的流向所述负载的电流与来自所述负载的电流的差;

所述阈值电压中的第三者对应于40ma的流向所述负载的电流与来自所述负载的电流的差;以及

所述阈值电压中的第四者对应于100ma的流向所述负载的电流与来自所述负载的电流的差。

5. 根据权利要求1所述的GFCI电路,其进一步包括放大器,所述放大器包括耦接到所述比较器中的每一者的输出端。

6. 根据权利要求5所述的GFCI电路,其进一步包括电流互感器,所述电流互感器耦接到所述放大器并经配置以检测流向所述负载的电流与来自所述负载的电流的差。

7. 根据权利要求1所述的GFCI电路,其进一步包括耦接到所述定时器电路的开关,所述开关经配置以响应于所述故障信号的激活而中断流向所述负载的电流。

8. 一种用于接地故障电流中断的方法,其包括:

将表示流向负载的电流与来自所述负载的电流的差的信号与多个阈值电压进行比较;其中所述阈值电压中的每一者对应于所述电流的差的不同值;以及

响应于针对所述阈值电压中的至少一者确定在预定数目的先前交流电周期的至少一半中表示所述电流的差的所述信号超过所述阈值电压中的所述至少一者而激活故障信号,其中所述预定数目随着所述阈值电压的值的降低而增加。

9. 根据权利要求8所述的方法,其进一步包括针对所述阈值电压中的每一者测量所述电流的差超过所述阈值的时间。

10. 根据权利要求8所述的方法,其进一步包括基于表示电流的差的所述信号超过阈值电压中的所述至少一者的时间超过预定时间,确定在交流电周期中表示所述电流的差的所述信号超过所述阈值电压中的所述至少一者。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述预定时间随着所述阈值电压的值的降低而增加。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中:

所述阈值电压的第一者对应于5毫安(ma)的电流差并且所述预定时间为512微秒(μs);

所述阈值电压的第二者对应于20ma的电流差并且所述预定时间为64 μs ;

所述阈值电压的第三者对应于40ma的电流差并且所述预定时间为32 μs ;以及

所述阈值电压的第四者对应于100ma的电流差并且所述预定时间为16 μs 。

13. 根据权利要求8所述的方法,其进一步包括响应于激活所述故障信号而禁止电流流向所述负载。

14. 根据权利要求8所述的方法,其中:

所述阈值电压中的第一者对应于5ma的电流差并且先前交流电周期的所述预定数目是至少64;

所述阈值电压中的第二者对应于20ma的电流差并且先前交流电周期的所述预定数目是至少16;

所述阈值电压中的第三者对应于40ma的电流差并且先前交流电周期的所述预定数目是至少4;以及

所述阈值电压中的第四者对应于100ma的电流差并且先前交流电周期的所述预定数目是2。

15. 一种接地故障电流断续器GFCI电路,其包括:

多个比较器,所述比较器中的每一者经配置以将阈值电压与表示流向负载的电流和来自所述负载的电流的差的信号进行比较;

阈值产生电路,其经配置以产生多个不同的阈值电压,所述不同的阈值电压中的每一者被提供作为所述比较器中的一者的阈值电压;

多个定时器电路,所述定时器电路中的每一者包括:

耦接到所述比较器中的一者的滤波器计数器,所述滤波器计数器经配置以响应于所述比较器的输出端被激活达预定时间以上而激活滤波器输出信号;其中所述预定时间随着所述阈值电压的值的降低而增加;

耦接到所述滤波器计数器的相位计数器,所述相位计数器经配置以基于在预定数目的先前交流电周期的一半以上中所述滤波器输出信号被激活而触发故障信号。

16. 根据权利要求15所述的GFCI电路,其中所述预定数目随着所述阈值电压的值的降低而增加。

17. 根据权利要求15所述的GFCI电路,其进一步包括放大器,所述放大器包括耦接到所述比较器中的每一者的输出端。

18. 根据权利要求15所述的GFCI电路,其进一步包括开关控制电路,所述开关控制电路经配置以响应于所述故障信号的激活而断开开关以禁止电流流向所述负载。

接地故障电流断续器电路

背景技术

[0001] 电力分配通常包含多根导线,以传递电能并提供安全的接地路径。如果在承载电流的导线或表面(诸如电气设备的底架)和接地路径上出现意外路径,则存在电击危险。诸如线路导线(也称为“火线”)以及中性线或公共导线等导线可以将电流泄漏到彼此,泄漏到地,和/或泄漏到作为到地的中间路径的人或物体上。

[0002] 接地故障电流断续器GFCI可以通过监控火线和中性线之间的电流的不平衡来最小化和/或消除电击的风险。如果检测到不平衡,GFCI可以将火线和中性线与负载物理地隔离。

发明内容

[0003] 在所述的实例中,接地故障电流断续器GFCI电路基于故障存在的时间相对于故障的幅值跳闸。较快的跳闸用于较高幅值的故障,而较低幅值的故障必须存在较长的时间以避免无故跳闸。在一个实例中,GFCI电路包含多个比较器、阈值产生电路和多个定时器电路。所述比较器中的每一者经配置以将阈值电压与表示流向负载的电流和来自所述负载的电流的差的信号进行比较。所述阈值产生电路经配置以产生多个不同的阈值电压。所述不同的阈值电压中的每一者被提供作为所述比较器中的一者的阈值电压。所述比较器中的每一者耦接到所述定时器电路中的一者,并且所述定时器电路中的所述一者经配置以响应于所述比较器的输出端的激活而激活故障信号,其中所述输出端被激活达与提供给所述比较器的所述阈值电压有关的时间。所述时间随着所述阈值电压的值的降低而增加。

[0004] 在另一实例中,一种用于接地故障电流中断的方法包含将表示流向负载的电流与来自所述负载的电流的差的信号与多个阈值电压进行比较。所述阈值电压中的每一者对应于不同的电流的所述差的值。响应于针对所述阈值电压中的至少一者确定在预定数目的先前交流电周期的至少一半中表示电流的所述差的所述信号超过所述阈值电压中的所述至少一者而激活故障信号。

[0005] 在进一步的实例中,GFCI电路包含多个比较器、阈值产生电路和多个定时器电路。所述比较器中的每一者经配置以将阈值电压与表示流向负载的电流和来自所述负载的电流的差的信号进行比较。所述阈值产生电路经配置以产生多个不同的阈值电压。所述不同的阈值电压中的每一者被提供作为所述比较器中的一者的阈值电压。所述定时器电路中的每一者包含耦接到所述比较器中的一者的滤波器计数器和耦接到所述滤波器计数器的周期计数器。所述滤波器计数器经配置以响应于比较器的所述输出端被激活达预定时间以上而激活滤波器输出信号。所述预定时间随着所述阈值电压的值的降低而增加。所述相位计数器经配置以基于在预定数目的先前交流电周期的一半以上中所述滤波器输出信号被激活而触发故障信号。

附图说明

[0006] 图1示出了包含根据实例性实施例的接地故障电流断续器(GFCI)电路的电路的实

例的示意图。

[0007] 图2示出了根据实例性实施例的GFCI电路的框图。

[0008] 图3示出了适用于根据实例性实施例的GFCI电路的阈值检测电路的框图。

[0009] 图4示出了适用于根据实例性实施例的GFCI电路的定时器电路的框图。

[0010] 图5示出了用于根据实例性实施例的接地故障电流中断的方法的流程图。

具体实施方式

[0011] 在此说明书中,术语“耦接”是指间接或直接的有线或无线连接。因此,如果第一装置耦接到第二装置,则该连接可以通过直接连接或通过经由其它装置和连接件的间接连接来实现。此外,在此说明书中,表述“基于”是指“至少部分地基于”。因此,如果X基于Y,则X可以是Y和任何数目的其它因素的函数。

[0012] 接地故障电流断续器(GFCI)检测在火线和中性线中流动的电流的差,并且如果所述差超过阈值则断开所述电路。虽然对于GFCI来说检测故障状况是重要的,但是还期望避免导致电路被不必要地断开(即,无故跳闸)的错误检测。一些GFCI实施方案将单跳闸阈值与滤波器配合使用以减少无故跳闸。此类实施方案仍然产生大量的无故跳闸。无故跳闸可能是由于耦接到电力线的电动机、发电机、开关等产生的电力导线上的噪声引起的。

[0013] 本文所述的GFCI电路检测接地故障,同时减少无故跳闸的次数。GFCI电路将所述火线与所述中性线中的电流的差与多个阈值进行比较。不同的阈值定义电流差的范围。在电流差的每一范围中,仅在所述电流差存在预定时间的情况下才将所述电流差识别为故障。对于每个电流差范围,所述时间是不同的。例如,对于较高的电流差范围,所述时间较短,而对于较低的电流差范围,所述时间较长。因此,较小的电流差必须存在比较大的电流差更长的时间,以触发所述电路的断开。本文所述的GFCI电路的实施方案通过应用较长的时间间隔来检测具有较低电流差的故障,显著减少了无故跳闸且没有对接地故障检测造成损害。

[0014] 图1示出了包含根据实例性实施例的GFCI电路的接地故障监控电路100的实例的示意图。接地故障监控电路100包含电流互感器102、GFCI电路108和开关110。火线104和中性线106穿过电流互感器102的芯114。在火线104和所述中性线106中流动的电流的不平衡(即,差)在电流互感器102的次级绕组116中产生电流。GFCI电路108经由次级导线118和120耦接到电流互感器102,并监控在次级绕组116中流动的电流。如果在次级绕组116中流动的电流指示接地故障的不平衡,则GFCI电路108断言开关控制信号122,以断开开关110并将负载112从火线104和中性线106断开连接。

[0015] 为了在不太可能发生故障的情况下防止开关110断开以及电力从负载112断开连接,GFCI电路108基于检测到的电流不平衡的范围来检测故障。因此,如果电流互感器102检测到的电流不平衡小,则在GFCI电路108认为存在故障并断开开关110之前,GFCI电路108要求不平衡存在相对长的时间。类似地,如果电流互感器102检测到的电流不平衡大,则在GFCI电路108认为存在故障并断开开关110之前,GFCI电路108要求不平衡存在相对短的时间。这样,GFCI电路108减少了由火线104和中性线106中的瞬变产生的无故跳闸的次数。

[0016] 图2示出了根据实例性实施例的GFCI电路200的框图。GFCI电路200是GFCI电路108的实施方案。GFCI电路200包含放大器202、阈值产生电路204、阈值检测电路206、定时器电

路208和开关控制电路210。放大器202将流过电流互感器102的次级绕组116的电流转换为电压。放大器202的输入端经由导线118和导线120耦接到电流互感器102的次级绕组116。在接地故障监控电路100的一些实施方案中,导线118经由电阻器耦接到放大器202的反相输入端,并且由放大器202产生的输出信号212经由电阻器被反馈回放大器202的所述反相输入端。输出信号212与在次级绕组116中流动的电流成比例,并且被提供给阈值检测电路206以用于检测接地故障。

[0017] 阈值产生电路204包含产生阈值电压214的电路,阈值电压214由阈值检测电路206使用以定义多个范围。在GFCI电路200的不同实施方案中,由阈值产生电路204产生的阈值电压214的数目是不同的。例如,阈值产生电路204的一个实施方案产生八个阈值电压214,其中四个阈值电压214表示不同电平的正电流不平衡并且四个阈值电压214表示不同电平的负电流不平衡。阈值产生电路204的其它实施方案产生不同数目的阈值电压。阈值产生电路204的实施方案还包含参考产生电路,其产生被提供给导线120的参考电压222,以在放大器202的非反相输入端设置参考电压。阈值产生电路204的一些实施方案包含产生阈值电压214和参考电压222的参考电压电路、电阻分压器和/或其它电路。

[0018] 阈值检测电路206将从放大器202接收到的输出信号212与从阈值生成电路204接收到的阈值电压214进行比较。图3示出了适用于根据实例性实施例的GFCI电路的阈值检测电路300的框图。阈值检测电路300是阈值检测电路206的实施方案。阈值检测电路300包含正比较器302和负比较器304。在图3所示的阈值检测电路300的实施方案中,正比较器302包含四个比较器:比较器302A、比较器302B、比较器302C和比较器302D。类似地,负比较器304包含四个比较器:比较器304A、比较器304B、比较器304C和比较器304D。阈值检测电路300的一些实施方案包含不同数目的比较器。正比较器302中的每一者将输出信号212与由阈值产生电路204提供的阈值电压214中的一者进行比较。比较器302A将输出信号212与阈值电压214A进行比较,比较器302B将输出信号212与阈值电压214B进行比较,比较器302C将输出信号212与阈值电压214C进行比较,并且比较器302D将输出信号212与阈值电压214D进行比较。阈值电压214中的每一者表示次级绕组116中的不同电流。例如,在阈值检测电路300的一些实施方案中,阈值电压214A表示+5毫安(ma)的电流,阈值电压214B表示+20ma的电流,阈值电压214C表示+40ma的电流,并且阈值电压214D表示+100ma的电流。阈值电压214表示一些实施方案中的不同电流值。比较器302A产生输出信号216A,其指示输出信号212是否超过阈值电压214A。比较器302B产生输出信号216B,其指示输出信号212是否超过阈值电压214B。比较器302C产生输出信号216C,其指示输出信号212是否超过阈值电压214C。比较器302D产生输出信号216D,其指示输出信号212是否超过阈值电压214D。

[0019] 与正比较器302类似,负比较器304中的每一者将输出信号212与由阈值产生电路204提供的阈值电压214中的一者进行比较。比较器304A将输出信号212与阈值电压214E进行比较,比较器304B将输出信号212与阈值电压214F进行比较,比较器304C将输出信号212与阈值电压214G进行比较,并且比较器304D将输出信号212与阈值电压214H进行比较。在一些实施方案中,阈值电压214E表示-5毫安(ma)的电流,阈值电压214F表示-20ma的电流,阈值电压214G表示-40ma的电流,并且阈值电压214H表示-100ma的电流。阈值电压214表示一些实施方案中的不同电流值。比较器304A产生输出信号216E,其指示输出信号212是否超过阈值电压214E。比较器304B产生输出信号216F,其指示输出信号212是否超过阈值电压

214F。比较器304C产生输出信号216G,其指示输出信号212是否超过阈值电压214G。比较器304D产生输出信号216H,其指示输出信号212是否超过阈值电压214H。

[0020] 阈值检测电路206的输出端216被提供给定电器电路208。定时器电路208应用输出端216以测量由输出信号212表示的电流不平衡超过阈值电压214中的每一者的时间。时间值与阈值电压214中的每一者相关。阈值电压214越低,时间值越高。

[0021] 图4示出了适用于根据实例性实施例的GFCI电路的定时器电路400的框图。定时器电路400是定时器电路208的实施方案。定时器电路400包含多个定时器电路,并且比较器302和304中的每一者耦接到所述定时器电路中的一者。图4中示出的定时器电路400的实施方案包含定时器电路402、定时器电路412、定时器电路422和定时器电路472。参照图3的比较器电路,计时器电路402耦接到比较器302A,计时器电路412耦接到比较器304A,计时器电路422耦接到比较器302B,并且计时器电路472耦接到比较器304D。计时器电路400包含另外的定时器电路(图4中未示出),所述另外的定时器电路中的每一者耦接到比较器302C、302D、304B或304C中的一者。定时器电路400的一些实施方案包含不同数目的定时器电路以适应不同数目的比较器。

[0022] 所述定时器电路中的每一者包含滤波器计数器和相位计数器。所述相位计数器耦接到所述滤波器计数器。将关于定时器电路402来描述所述定时器电路的操作。定时器电路402包含滤波器计数器404和相位计数器406。滤波器计数器404对被激活的由比较器302A产生的输出信号216A的连续时钟周期的数目进行计数。例如,如果滤波器计数器404由1兆赫的时钟信号计时,则滤波器计数器404对被持续激活的输出信号216A的微秒数进行计数。如果输出信号216A被持续激活达至少预定时间,则滤波器计数器404激活滤波器输出信号408。由此,滤波器计数器404对输出信号216A进行滤波,以确保输出信号216A被持续激活达被认为是接地故障的至少预定时间。

[0023] 当滤波器计数器404断言滤波器输出信号408时,相位计数器406被激活。相位计数器406对在火线104和中性线106中流动的交流电AC功率信号的连续周期的数目进行计数,在此期间,滤波器输出信号408被激活。如果滤波器输出信号408被激活达预定数目的先前(AC)周期的至少一半,则相位计数器406激活故障信号410,其指示已检测到接地故障。

[0024] 定时器电路412、定时器电路422和定时器电路472的操作类似于定时器电路402。定时器电路412包含滤波器计数器414和相位计数器416。定时器电路422包含滤波器计数器424和相位计数器426。定时器电路472包含滤波器计数器474和相位计数器476。与所述滤波器计数器中的每一者相关联的预定时间和与所述相位计数器中的每一者相关联的AC周期的预定数目是不同的。较高的预定时间值和较高的预定AC周期值被分配给耦接到以较低阈值电压操作的比较器的滤波器计数器和相位计数器。下面的表1示出了在定时器电路402、412、422和432中应用的预定时间值和预定周期计数值的实例。定时器电路400的一些实施方案应用不同的预定时间值和预定周期计数值。

[0025] 表1

[0026]

比较器输出端	滤波器计数器时间	相位计数器周期	当前
216A	512 μ s	64	5ma
216E	512 μ s	64	5ma
216B	64 μ s	16	20ma

216F	64 μ s	16	20ma
216C	32 μ s	4	40ma
216G	32 μ s	4	40ma
216D	16 μ s	2	100ma
216H	16 μ s	2	100ma

[0027] 如果定时器电路400的相位计数器406、416、426或436中的任何一者对预定数目的周期进行计数,则所述相位计数器产生指示已经检测到接地故障的故障信号410、420、430或440。在图2中,故障信号218表示组合的故障信号410、420、430和440(例如,故障信号的逻辑OR)。开关控制电路210接收故障信号218并产生信号,以断开开关110并禁止电流流向负载112。例如,在接地故障监控电路100的一些实施方案中,开关110由螺线管或其它致动器控制,而螺线管或其它致动器进而由可控硅整流器(SCR)控制。开关控制电路210产生信号以触发SCR,SCR激活螺线管并断开开关110。

[0028] 图5示出了用于根据实例性实施例的接地故障电流中断的方法500的流程图。尽管为了方便起见顺序地描述,但是示出的动作中的至少一些可以以不同的顺序执行和/或并行执行。此外,一些实施方案仅执行示出的动作中的一些。方法500的操作由接地故障监控电路100执行。

[0029] 在框502中,电流互感器102在次级绕组116中产生电流,所述电流与在火线104中流动的电流和在中性线106中流动的电流的差成比例。放大器202对放大检测到的电流差,并且将输出信号212提供给阈值检测电路206。在一些实施方案中,框502的操作是与方法500的其它操作并行执行的。

[0030] 对应用于检测接地故障的每一电流阈值执行操作520。例如,如果GFCI电路200包含八个比较器302、304和八个相应的阈值,则对于八个阈值中的每一者离散地执行操作520。

[0031] 在框504中,阈值检测电路206将输出信号212与由阈值产生电路204产生的阈值电压214中给定的一者进行比较。阈值电压214中的每一者表示不同的电流差值。在一些实施方案中,框504的操作是与方法500的其它操作并行执行的。

[0032] 在框506中,如果输出信号212没有超过阈值电压214,则在框508中,重置与阈值电压相关联的定时器电路208的计数器。

[0033] 如果在框506中输出信号212超过阈值电压214,则在框510中,计时器电路208测量输出信号212超过阈值电压214的时间。如果在框512中,输出信号212超过阈值电压214的时间大于与阈值电压214相对应的预定时间,则在框514中,定时器电路208对存在于火线104或中性线106上的连续AC周期的数目进行计数,在此期间,输出信号212超过阈值电压214。

[0034] 如果在框516中,存在于火线104或中性线106上的连续AC周期的数目大于预定周期数目的一半,在此期间,输出信号212超过阈值电压214,则在块518中,GFCI电路108激活断开开关110的故障信号。在一些实施方案中,GFCI电路108还激活信号,诸如通知用户已经检测到接地故障的信号。

[0035] 在权利要求的范围内,对所描述的实施例的修改是可能的,并且其它实施例是可能的。

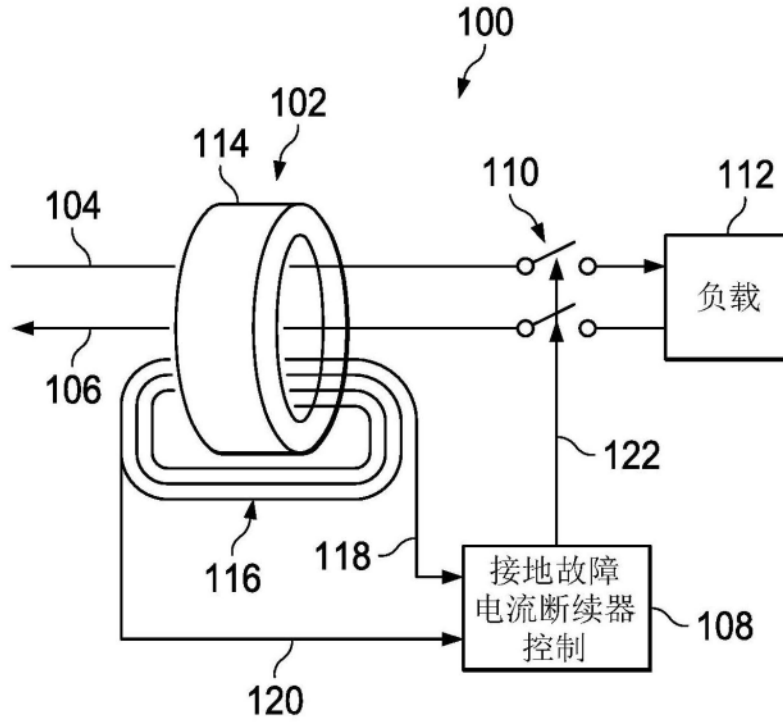


图1

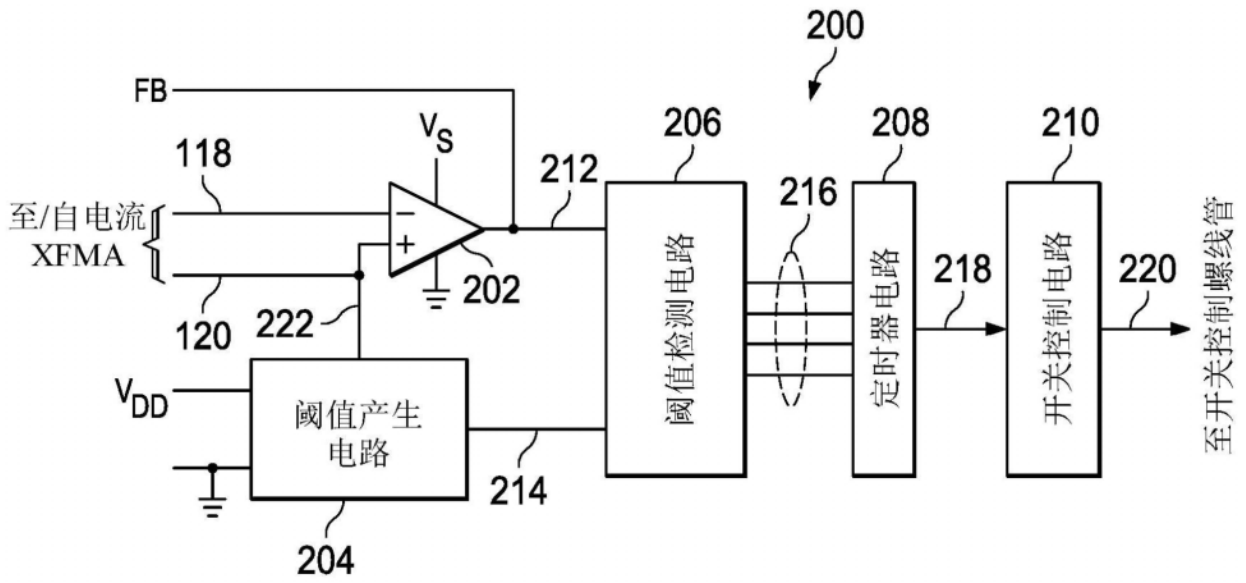


图2

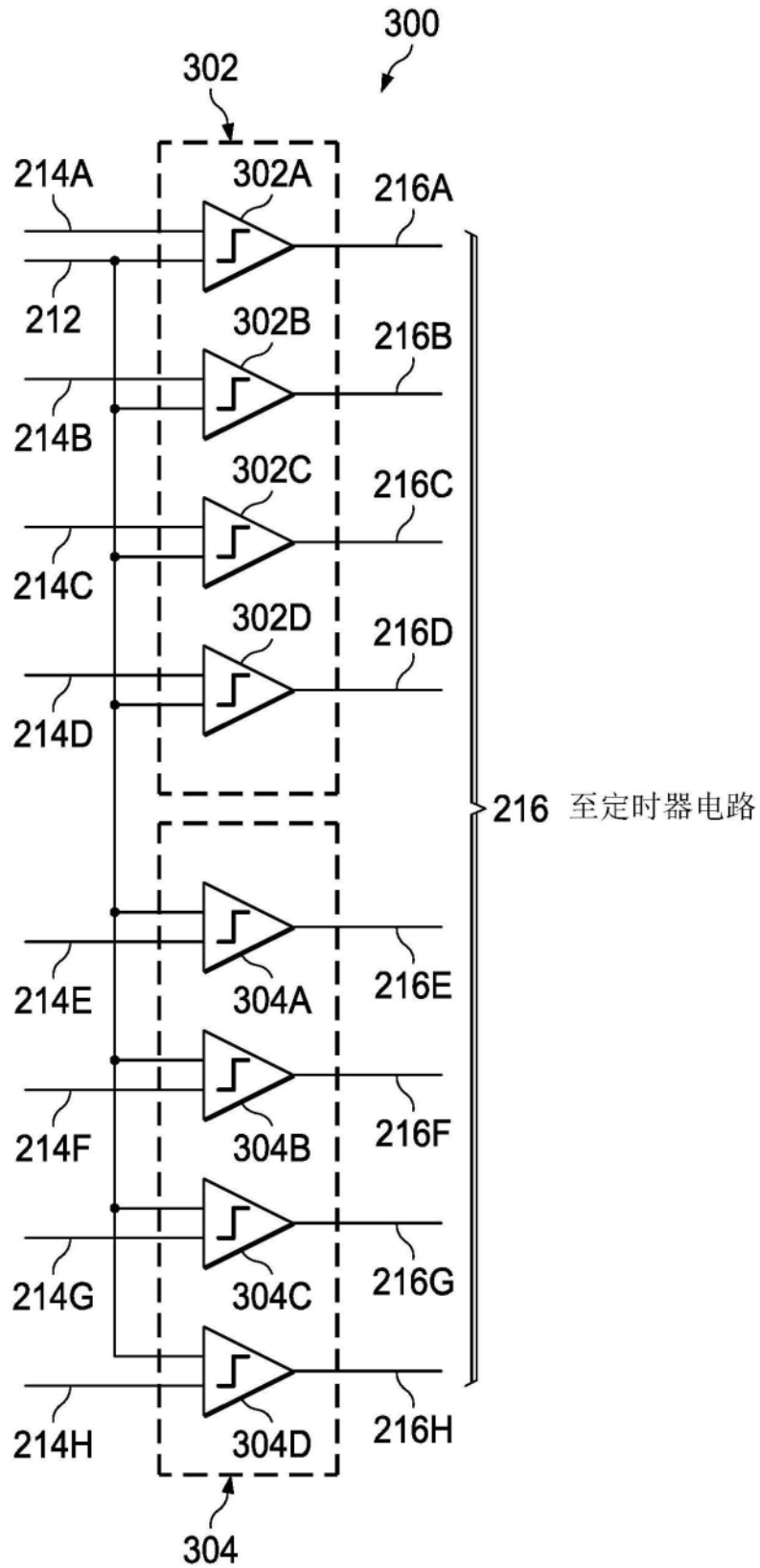


图3

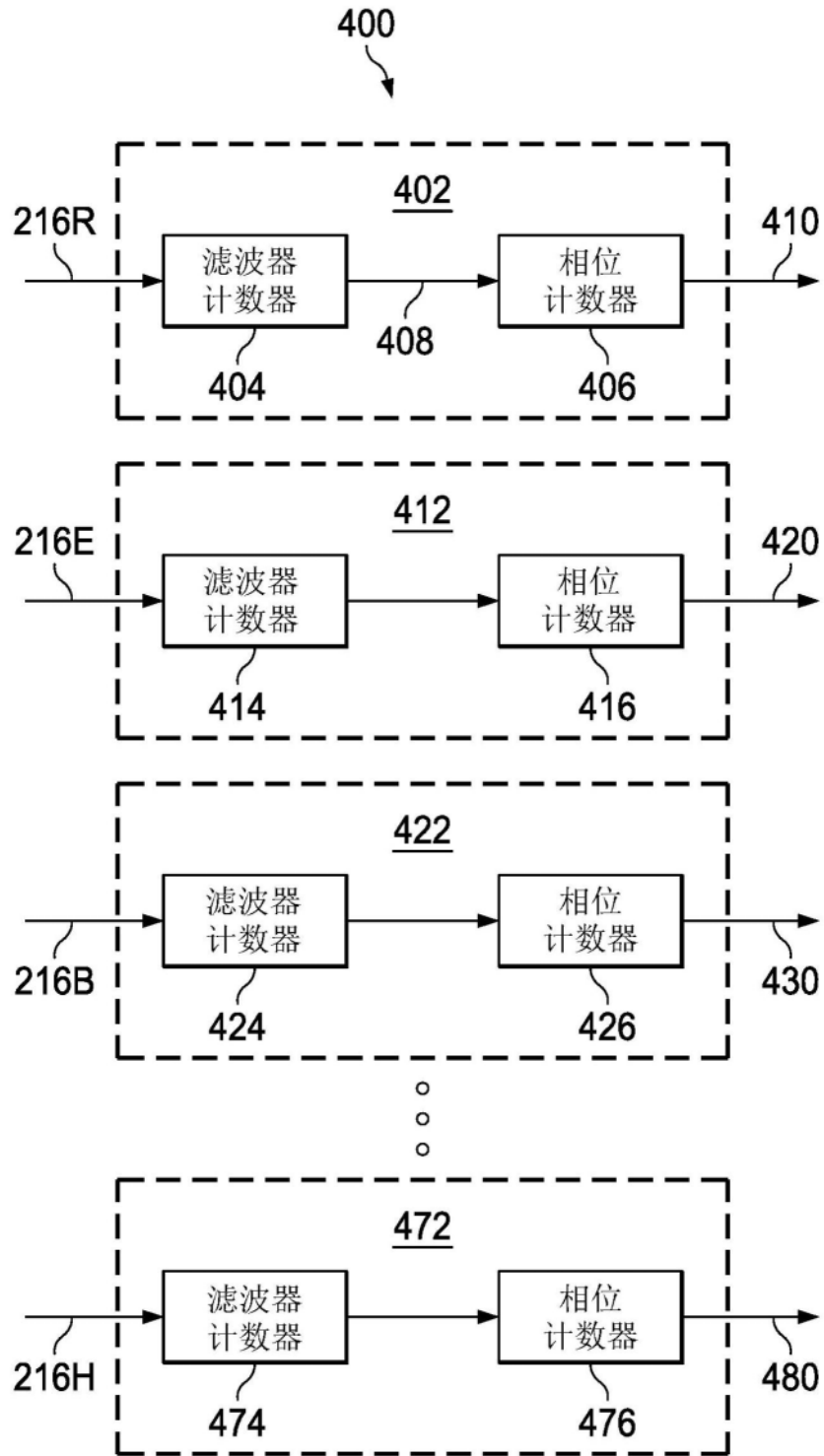


图4

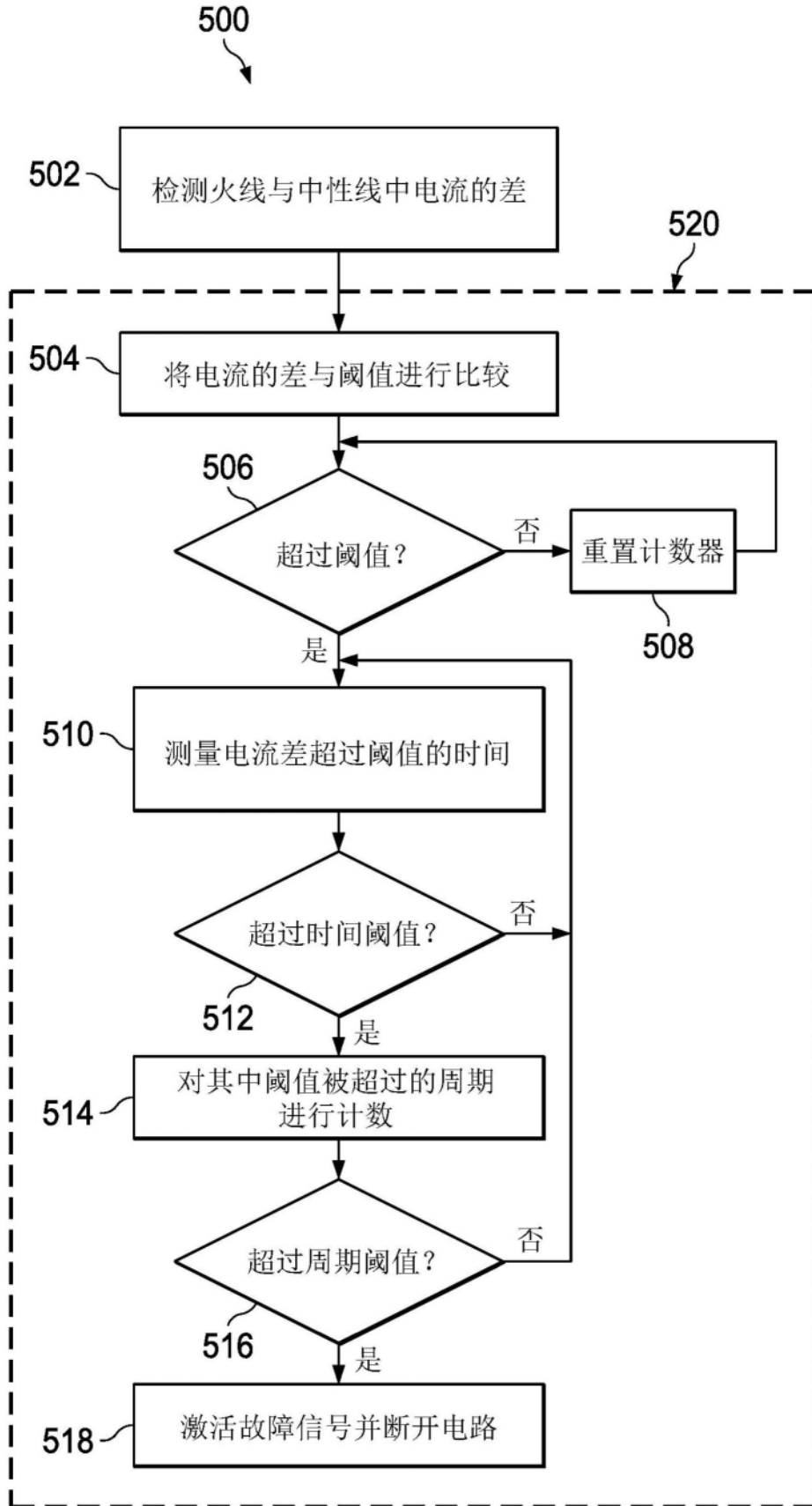


图5