

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96197946.1

[45] 授权公告日 2002 年 5 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1084944C

[22] 申请日 1996. 9. 12

[21] 申请号 96197946. 1

[30] 优先权

[32] 1995. 9. 14 [33] US [31] 60/003, 733

[32] 1995. 11. 29 [33] US [31] 08/564, 465

[86] 国际申请 PCT/US96/14550 1996. 9. 12

[87] 国际公布 WO97/10636 英 1997. 3. 20

[85] 进入国家阶段日期 1998. 4. 29

[73] 专利权人 雷伊化学公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 H·达菲 J·赤安 J·米格莱

[56] 参考文献

DE 2042935 1972. 3. 2 H01H81/04

US 3249810 1966. 5. 3 H02H

审查员 陈钰生

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

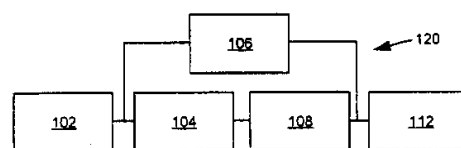
代理人 王 勇 陈景峻

权利要求书 10 页 说明书 18 页 附图页数 9 页

[54] 发明名称 过电流保护电路

[57] 摘要

如图所示的一种电气保护系统可以被串联连接在电源和电气负载之间, 连接成一个防止电路发生过电流的操作电路。该系统包括: 一个控制元件 (104), 在流过一个比较低的电流 I_{NORMAL} 时, 该元件具有较低的电阻 R_{LOW} , 当流过的电流从 I_{NORMAL} 增加到一个较高的电流 I_{FAULT} 时, 该元件就会被转换成较高的电阻 R_{FAULT} ; 与控制元件串联连接的一个断路元件 (108), 当电流 I_{NORMAL} 通过控制元件时具有一种正常状态, 这种正常状态允许电流 I_{NORMAL} 在系统中通过, 并且具有一种故障状态, 这种状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过; 以及一个与控制元件和断路元件的串联组合并联连接的旁路元件 (106), 并且被功能性地连接到断路元件上, 以便在通过旁路元件的电流增加时将断路元件转换到故障状态。当通过系统的电流从 I_{NORMAL} 增大到 I_{FAULT} 时, 控制元件的电阻从 R_{LOW} 增大到 R_{FAULT} , 通过旁路元件的电流就会增大, 而断路元件就会被转换到故障状态。



权 利 要 求 书

1.一种电气保护系统，可以串联连接在电源和一个电气负载之间构成一个操作电路，并且用这种连接为电路提供过电流保护，该系统包括：

a.一个控制元件

5 (1) 当一个比较低的电流 I_{NORMAL} 通过该元件时，它具有较低的电阻 R_{LOW} ，并且

(2) 当流过的电流从 I_{NORMAL} 增加到一个较高的电流 I_{FAULT} 时，就被转换到一个较高的电阻 R_{FAULT} ；

(3) 包括一个与电压箝位器件并联连接的第一 PTC 器件。

10 b.一个断路元件

(1) 与该控制元件串联连接，

(2) 当电流 I_{NORMAL} 通过该控制元件时具有一种正常状态，这种正常状态允许电流 I_{NORMAL} 在该系统中通过，并且

15 (3) 具有一种故障状态，这种状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过；以及

c.一个旁路元件

(1) 与该控制元件和该断路元件的串联组合并联地连接，并且

(2) 功能性地连接到该断路元件上，可以用通过该旁路元件的增加的电流将该断路元件转换到故障状态；

20 其中，当通过该系统的电流从 I_{NORMAL} 增大到 I_{FAULT} 时，

(i) 该控制元件的电阻从 R_{LOW} 增大到 R_{FAULT} ，

(ii) 通过旁路元件的电流增大，并且

(iii) 断路元件被转换到故障状态。

25 2.如权利要求 1 所述的系统，其特征是该断路元件包括一个电路开关，该开关在正常状态下闭合，在故障状态下打开。

3.如权利要求 2 所述的系统，其特征是该旁路元件包括一个继电器线圈，该线圈响应在旁路元件中流过的增大的电流，使电路开关从正常状态转变成故障状态。

4.如权利要求 3 所述的系统，其特征是该旁路元件包括

30 a.与继电器线圈串联连接的一个旁路电阻；以及

b.一个旁路开关

(1) 与该继电器线圈串联连接，并且和该旁路电阻并联连接，并且

(2) 当该电路开关闭合时，旁路开关就闭合，在该电路开关打开时就打开。

5.如权利要求4所述的系统，上述旁路元件包括第二PTC器件，其特征是

- 5 a.与该继电器线圈和该旁路电阻串联连接，并且
- b.具有一个断路电流，它小于通过继电器线圈的电流，并且使电路开关从其正常状态转变到故障状态。

6.如权利要求3所述的系统，其特征是该系统包括一个辅助的双极电路开关和一个辅助电阻，

- 10 a.该辅助双极电路开关是这样切换的，
 - (1) 当电路开关闭合时，将负载连接到电源，并且
 - (2) 当电路开关打开时，将负载从电源上断开，并且将辅助电阻连接到电源上；以及
- b.该辅助电阻具有足够小的电阻，允许足够的电流流入该旁路元件的继电器线圈，以便使电路开关维持其故障状态。

7.一种电路，包括：

- a.一个电源；
 - b.一个电气负载；以及
 - c.如权利要求1所述的电气保护系统。
- 8.在一个电路包括具有电压 V_{NORMAL} 的一个电源，一个电气负载，以及一个保护系统，该电路具有一种正常操作状态，该状态下通过保护系统的电流是正常电流 I_{NORMAL} ，该系统包括：

a.一个控制元件

- (1) 当一个比较低的电流 I_{NORMAL} 通过该元件时，它具有较低的电阻 R_{LOW} ，并且
- (2) 当流过的电流从 I_{NORMAL} 增加到一个较高的电流 I_{FAULT} 时，就被转换到一个较高的电阻 R_{FAULT} ；

b.一个断路元件，它与该控制元件相串联，并且具有

- (1) 承载电流的定额 I_{CARRY} ，该定额大于 I_{NORMAL} ，
- (2) 遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$ ，当电压等于 V_{NORMAL} 时，该定额明显地小于 I_{FAULT} ，

(3) 一种正常状态，当电流 I_{NORMAL} 通过控制元件时，这种正常状态

允许电流 I_{NORMAL} 通过该系统，以及

(4) 一种故障状态，该状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过；以及

c. 一个旁路元件，该元件

5 (1) 与控制元件和该断路元件的串联组合并联地连接，并且

(2) 功能性地连接到断路元件上，可以用通过旁路元件的增加的电流将断路元件转换到故障状态；

10 因此，当保护系统中的电流增大到 I_{FAULT} 时，控制元件的电阻从 R_{LOW} 增大到 R_{FAULT} ，通过旁路元件的电流增大，电路中的电流被降到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下，从而使断路元件转换到故障状态并且遮断电路中的电流。

9. 一种电气保护系统，可以连接在电源和一个电气负载之间构成一个操作电路，并且用这种连接为电路提供过电流保护，该系统包括：

a. 一个断路元件，它具有

(1) 一种正常状态，允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} ，以及

15 (2) 一种故障状态，该状态最多只允许一个明显小于电流 I_{NORMAL} 的小电流通过；

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接；

(2) 具有一个可变电阻

20 (a) 当电路中的电流是正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻比负载低，并且

(b) 当负载中的电流明显地超过正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻明显地增加，

(3) 包括一个比较器，用于比较

(a) 控制元件中在一个控制比较点上的电流 I_{CONTROL} ，和

25 (b) 负载中在一个负载比较点上的电流 I_{LOAD} ，以及

(4) 当 I_{CONTROL} 与 I_{LOAD} 的差别超过了一个预定的电流不平衡值 I_{DIFF} 时，使断路元件从其正常状态改变到故障状态；以及

c. 一个旁路元件

(1) 与控制元件并联地连接，并且

30 (2) 具有这样一种电阻

(a) 当电路中的电流是 I_{NORMAL} 时，旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比可以使得 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别小于 I_{DIFF} ，并且

(b) 当电路中的电流超过 I_{NORMAL} 一个预定的电流量时, 旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比就会使 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别大于 I_{DIFF} 。

10. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征是控制元件包括一个 PTC 器件。

5 11. 如权利要求 10 所述的系统, 其特征是控制元件包括一个与 PTC 器件并联连接的电压箝位器件。

12. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征是旁路元件包括一个旁路电阻, 其电阻值基本上与温度无关。

13. 一种电气电路, 包括:

10 a. 一个电源;

b. 一个电气负载; 以及

c. 如权利要求 9 至 12 之一所述的电气保护系统。

15 14. 在一个电路中具有电压 V_{NORMAL} 的一个电源, 一个电气负载, 以及一个保护系统, 该电路具有一种正常操作状态, 该状态下通过保护系统的电流是正常电流 I_{NORMAL} , 该系统包括:

a. 由机械式开关构成的一个断路元件, 该元件具有

(1) 承载电流的定额 I_{CARRY} , 该定额大于 I_{NORMAL} ,

(2) 遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$, 当电压等于 V_{NORMAL} 时, 该定额明显地小于一个电流 I_{TRIP} ;

20 (3) 一种正常状态, 该状态允许流过正常的电流 I_{NORMAL} , 以及

(4) 一种故障状态, 该状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过;

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接;

25 (2) 具有一个可变电阻

(a) 当电路中的电流是正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻比负载低, 并且

(b) 当负载中的电流超过一个大于 I_{NORMAL} 的断路电流 I_{TRIP} 时, 其电阻明显地增加,

30 (3) 包括一个比较器, 用于比较

(a) 控制元件中在一个控制比较点上的电流 I_{CONTROL} , 和

(b) 负载中在一个负载比较点上的电流 I_{LOAD} , 以及

(4)当 I_{CONTROL} 与 I_{LOAD} 的差别超过了一个预定的电流不平衡值 I_{DIFF} 时,使断路元件从其正常状态改变到故障状态;以及

c.一个旁路元件

(1)与控制元件并联地连接,并且

5 (2)具有这样一种电阻

(a)当电路中的电流是 I_{NORMAL} 时,旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比可以使 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别小于 I_{DIFF} ,并且

(b)当电路中的电流超过 I_{NORMAL} 一个预定的电流量时,旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比就会使 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别大于 I_{DIFF} ;

10 因此,当电路中的电流超过 I_{TRIP} 时,控制元件将电路中的电流降到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下,从而使断路元件能够遮断电路中的电流。

15 15.一种电气保护系统,它可以串联连接在电源和一个电气负载之间构成一个操作电路,并且用这种连接为电路提供过电流保护,该系统包括:

15 a.一个断路元件,它具有

(1)一种正常状态,允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} ,以及

(2)一种故障状态,最多只允许一个明显小于 I_{LOAD} 的小电流通过;

b.一个控制元件

(1)与断路元件串联连接,并且

20 (2)具有一个可变电阻

(a)当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时,其电阻比负载低,并且

(b)当电流明显地超过正常电流 I_{NORMAL} 时,其电阻明显地增加;

当控制元件的电阻增加了一个预定的电阻值时,断路元件就从其正常状态转变到故障状态。

25 16.如权利要求 15 所述的系统,其特征是控制元件包括一个 PTC 器件。

17.如权利要求 16 所述的系统,其特征是控制元件进一步包括一个与 PTC 器件并联连接的电压箝位器件。

30 18.如权利要求 16 所述的系统,其特征是断路元件包括一个电路开关

a.该开关在正常状态下闭合,并且在故障状态下打开;并且

b.当控制元件的电阻增加了预定量的电阻值时,该开关从其正常状

态转变成故障状态。

19.如权利要求 18 所述的系统,其特征是

(1) 控制元件包括一个继电器线圈;

5 (2) 当控制元件的电阻增加了预定量的电阻值时,电阻的增加使继电器线圈中的电流增大;并且

(3) 通过继电器线圈中电流的增大使电路开关从其正常状态转变到故障状态。

10 20.如权利要求 19 所述的系统,其特征是控制元件中包括与继电器线圈并联连接的背对背耦合的齐纳二极管,当耦合的齐纳二极管两端的电压超过一个预定电压值时,使电流通过耦合的齐纳二极管,从而使控制元件中的电流增加一个足够的量,使控制元件的电阻增加一个预定的电阻值。

15 21.如权利要求 18 所述的系统,其特征是电路开关包括一个与 PTC 器件热耦合的双金属开关,当 PTC 器件的电阻增加了预定的电阻值时,PTC 器件产生的热量使双金属开关从其正常状态转变成故障状态。

22.如权利要求 21 所述的系统,其特征是电路开关锁定在打开位置,并且包括一个用于将电路开关复位到闭合位置的装置。

23.如权利要求 21 所述的系统,其特征是包括一个与负载并联连接的可变电阻。

20 24.一种电气电路,包括:

a.一个电源;

b.一个电气负载;以及

c.如权利要求 15 至 23 之一所述的电气保护系统。

25 25.在一个电路包括具有电压 I_{NORMAL} 的一个电源,一个电气负载,以及一个保护系统,该电路具有一种正常操作状态,该状态下通过保护系统的电流是正常电流 I_{NORMAL} ,该系统包括:

a.由机械式开关构成的一个断路元件,该元件具有

(1) 承载电流的定额 I_{CARRY} ,该定额大于 I_{NORMAL} ,

30 (2) 遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$,当电压等于 V_{NORMAL} 时,该定额明显地小于一个电流 I_{TRIP} ;

(3) 一种正常状态,该状态允许流过正常的电流 I_{NORMAL} ,以及

(4) 一种故障状态,该状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小

电流通过；以及

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接；并且

(2) 具有一个可变电阻

5 (a) 当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻比负载低，并且

(b) 当电流超过一个大于 I_{NORMAL} 的控制元件断路电流 I_{TRIP} 时，其电阻明显地增加；

10 因此，当电路中的电流超过 I_{TRIP} 时，控制元件的电阻就增大一个预定的电阻值，将电路中的电流降到 I_{INTERUPT} 以下，从而使断路元件从其正常状态转换到故障状态并且遮断电路中的电流。

26. 一种电气保护系统，它可以连接在电源和一个电气负载之间构成一个操作电路，并且用这种连接为电路提供过电流保护，该系统包括：

a. 一个断路元件，它具有

(1) 一种正常状态，允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} ，以及

15 (2) 一种故障状态，最多只允许流过一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流；

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接，并且

(2) 具有一个可变电阻

20 (a) 当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻比负载低，并且

(b) 如果电流明显地超过了正常电流 I_{NORMAL} ，就增加一个第一预定电阻值；以及

c. 一个旁路元件

(1) 与控制元件并联地连接，并且

25 (2) 具有这样一种电阻

(a) 当电路处在正常工作状态时，其电阻明显地高于控制元件的电阻，

(b) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻明显地低于控制元件的电阻，并且

30 (c) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻就增加一个第二预定电阻值；

当控制元件的电阻增加了第一预定电阻值，并且旁路元件的电阻增

加了第二预定电阻值时，断路元件就从其正常状态转变到故障状态。

27.如权利要求 26 所述的系统，其特征是控制元件包括最好是第一双金属开关的第一电路开关，该开关在正常状态下闭合，并且在故障状态下打开。

5 28.如权利要求 26 所述的系统，其特征是旁路元件包括一个 PTC 器件。

29.如权利要求 28 所述的系统，其特征是旁路元件包括一个与 PTC 器件并联连接的电压箝位器件。

10 30.如权利要求 26 所述的系统，其特征是断路元件包括第二电路开关

a.该开关在正常状态下闭合，并且在故障状态下打开；并且

b.当旁路元件的电阻增加了第二预定电阻值时，该开关从其正常状态转变成故障状态。

15 31.如权利要求 30 所述的系统，其特征是第二电路开关包括与旁路器件热耦合的第二双金属开关，当旁路元件的电阻增加了第二预定电阻值时，旁路元件产生的热量使这一双金属开关从其正常状态转变到故障状态。

32.如权利要求 30 所述的系统，其特征是第二电路开关锁定在打开位置，并且包括用于将第二电路开关复位到闭合位置的装置。

20 33.如权利要求 26 所述的系统，其特征是断路元件包括一个具有正常状态和故障状态的双极电路开关和一个辅助电阻，其中的双极电路开关

a.当旁路元件的电阻增加了第二预定电阻值时，就从其正常状态转变到故障状态；

25 b.当双极电路开关处在其正常状态时，将负载连接到电源；并且

c.当双极电路开关处在其故障状态时，将负载从电源上断开，并且将辅助电阻连接到电源上。

34.如权利要求 33 所述的系统，其特征是辅助电阻是一个 PTC 器件。

30 35.如权利要求 33 所述的系统，其特征是双极电路开关包括一个双极双金属开关，该开关

a.与旁路元件热耦合，当旁路元件的电阻增加了第二预定电阻值

时，旁路元件产生的热量使这一双金属开关从其正常状态转变到故障状态；并且

b.与辅助电阻热耦合，当辅助电阻被连接到电源时，辅助电阻产生的热量使这一双极双金属开关锁定在其故障状态。

5 36.一种电气电路，包括：

a.一个电源；

b.一个电气负载；以及

c.如权利要求 26 至 35 之一所述的电气保护系统。

10 37.在一个电路包括具有电压 V_{NORMAL} 的一个电源，一个电气负载，以及一个保护系统，该电路具有一种正常操作状态，该状态下通过保护系统的电流是正常电流 I_{NORMAL} ，该系统包括：

a.由机械式开关构成的一个断路元件，该元件具有

(1) 承载电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT CARRY}}$ ，该定额等于或是大于 I_{NORMAL} ，

15 (2) 遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$ ，当电压等于 V_{NORMAL} 时，该定额明显地小于一个值 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$ ，

(3) 一种正常状态，该状态允许流过一个正常电流 I_{NORMAL} ，以及

(4) 一种故障状态，该状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过

20 b.由机械式开关构成的一个控制元件，该元件与断路元件串联连接，并且具有

(1) 一个可变电阻

(a) 其电阻值明显地小于旁路元件的电阻

(b) 当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻比负载低，并且

25 (c) 当电流明显地超过正常电流 I_{NORMAL} 时，其电阻增加一个第一预定电阻值，

(2) 承载电流的定额 $I_{\text{CONTROL CARRY}}$ ，该定额大于 I_{NORMAL} ，以及

(3) 遮断电流的定额 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$ ，在一个明显小于 V_{NORMAL} 的电压 $V_{\text{CONTROL TRIP}}$ 上，该定额大于 I_{NORMAL} ；以及

30 c.与控制元件并联连接的旁路元件，该元件具有

(1) 一个可变电阻

(a) 当控制元件中的电流小于或是等于 I_{NORMAL} ，并且电路处在正

常工作状态时，其电阻明显地大于控制元件的电阻，

(b) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻明显地低于控制元件的电阻，并且

5 (c) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻就增加一个第二预定电阻值，以及

(2) 一个旁路元件断路电流 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$ ，该电流小于或是等于 I_{NORMAL} ；

10 因此，当电路中的电流超过 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$ 时，控制元件的电阻就增加第一预定电阻值，从而遮断控制元件中的电流，将电路中的电流分流到旁路元件中，并且当旁路元件中的电流超过 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$ 时，旁路元件的电阻就增加第二预定电阻值，从而将电路中的电流降到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下，使断路元件从其正常状态转变到故障状态，并且遮断电路中的电流。

38. 一种电路中包括串联连接的一个控制元件和一个断路元件，其特征是：

15 a. 该电路具有

(1) 一个正常电流 I_{NORMAL} ，以及

(2) 一个正常输入电压 V_{NORMAL} ；

b. 控制元件具有一个控制元件释放电流 I_{TRIP} ，该电流大于 I_{NORMAL} ，以及

20 c. 断路元件包括一个机械式开关，并且具有

(1) 一个承载电流的定额 I_{CARRY} ，该定额大于 I_{NORMAL} ，以及

(2) 一个遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$ ，当电压等于 V_{NORMAL} 时，该定额明显地小于 I_{TRIP} ；

25 因此，当电路中的电流超过 I_{TRIP} 时，控制元件就将电路中的电流降到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下，从而允许断路元件遮断电路中的电流。

39. 如权利要求 36 所述的电路，其特征是控制元件包括一个 PTC 器件。

说明书

过电流保护电路

本发明涉及到电气电路的过电流保护。机械式开关被广泛地用于控制电气电路中流过的电流。此处所说的“机械式开关”是指一种由机械式触点构成的电气开关，它可以响应一种机械（包括人工），电气，热或是其他形式的激励而打开或是闭合。此类装置包括简单的手动开关，断路器，接地故障断路器（GFI），继电器，以及双金属器件（也被称为电热继电器，热驱动开关，或是电-热器件）。GFI 比较在电路中的两个不同部位流过的电流，在电流的差别超过一个预定量时就切断电路，例如根据各部位之间的接地故障来切断电路。然而，此类装置对不会引起电流失衡的故障不能起到保护作用，例如，由不接地的负载内部的短路引起的过电流。

如果通过机械式开关的操作来遮断流经开关的电流，即使是在正常的操作条件下，在触点的分离过程中几乎总会在触点之间出现电弧，并且电流（采取电弧的形式）会连续地流过开关，直至其熄灭时为止。电弧会对触点造成一定程度的损害，其程度取决于电流，电压，电流是 AC 还是 DC，触点的操作速度，以及制造触点的材料。机械式开关通常是按照它在规定的 AC 或 DC 电压以及规定的操作次数下可以安全遮断的最大电流来额定的。

在高电流状态下打开的触点上的电弧有可能会烧毁这些触点，并且会造成严重损坏机械式开关的故障。由于考虑到这种限制，为了对电路保护开关提供保护，并且以此来保护电路，已经有人设计出了各种电路结构，在打开机械式触点时可以限制流过机械式触点的电流，或是限制机械式触点两端的电压，或是同时限制电流和电压。

PTC 电路保护器件是公知的器件。这种器件和负载是串联布置的，在正常操作状态下处在一种低温、低电阻的状态。然而，如果通过 PTC 器件的电流急剧增加，以及/或是 PTC 器件周围的环境温度急剧地上升，以及/或是正常操作电流的维持时间超过了正常操作时间，PTC 器件就会被“断路”，即转换到一种高温、高电阻状态，从而使电流明显地下降。即使是电流和/或温度恢复到其正常的水平，这种 PTC 器件通常仍会维持在断路状态，直到 PTC 器件从电源上断开并且完全冷却时

为止。实用的 PTC 器件包含一个由 PTC 导电聚合物构成的 PTC 元件，它是一种由 (1) 有机聚合物和 (2) 分散或是分布在聚合物中的一种颗粒状导电填料例如碳黑构成的合成物。例如，在美国专利 US 4237441，4238812，4315237，4317027，4426633，4545926，4689475，4724417，4774024，4780598，4800253，4845838，4857880，4859836，4907340，4924074，4935156，4967176，5049850，5089801 以及 5378407 号中说明了这种 PTC 导电聚合物以及包含这种聚合物的 PTC 器件。

在采用相同的制作过程制成的一批 PTC 器件中，该过程中的不可控制的因素会造成明显的状态变化，这种变化会断路每一个独立的器件。在本文中把在一批器件中不会造成任何器件断路的最大稳定状态电流称为“通过电流” (I_{PASS}) 或是“保持电流”，而将会造成所有器件断路的最小稳定状态电流被称为“断路电流” (I_{TRIP})。一般来说， I_{PASS} 和 I_{TRIP} 之间的差会随着环境温度的增加而缓慢地下降。依照器件的具体类型， I_{TRIP} 在 20℃ 时可以达到 I_{PASS} 的 1.5 倍到 2.5 倍。对于任何一个单独的器件来说，通过电流和断路电流是相同的。然而，在本文中所说的是具有一个 I_{PASS} 和一个不同的 I_{TRIP} 的 PTC 器件，由于实际的需要，电气开关的制造商必须采用从一批这种器件中挑选出来的 PTC 器件。总而言之，环境温度越高，通过电流和断路电流就越小。这种现象被称为“热下降”并且用所谓的“下降曲线”来表示温度和通过电流的关系曲线。

按照本发明，我们已经发现，如果将一个 PTC 元件与机械式开关或是其他断路元件串联连接，并且与 PTC 元件和断路元件并联连接一个旁路元件，就可以构成一种非常有用的电气保护系统。当过电流通过这一系统时，PTC 元件的电阻就会增大，并且导致通过旁路元件的电流增加。旁路元件被功能性地连接到断路元件上，用通过旁路元件的增加的电流使断路元件转换到其故障状态。

在第一方面，本发明的目的是提供了一种过电流保护系统，该系统包括

a. 一个控制元件

(1) 当一个比较低的电流 I_{NORMAL} 通过该元件时，它具有较低电阻 R_{LOW} 并且

(2) 当流过的电流从 I_{NORMAL} 增加到一个较高的电流 I_{FAULT} 时，就

被转换到一个较高的电阻 R_{FAULT} ;

(3) 包括一个与电压箝位器件并联连接的第一 PTC 器件;

b. 一个断路元件

(1) 与控制元件串联连接,

5 (2) 当电流 I_{NORMAL} 通过控制元件时具有一种正常状态, 这种正常状态允许电流 I_{NORMAL} 在系统中通过, 并且

(3) 具有一种故障状态, 这种状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过; 以及

c. 一个旁路元件

10 (1) 与控制元件和断路元件的串联组合并联地连接, 并且

(2) 功能性地连接到断路元件上, 使得可以用通过旁路元件的增加的电流将断路元件转换到故障状态;

其中, 当通过系统的电流从 I_{NORMAL} 增大到 I_{FAULT} 时,

(i) 控制元件的电阻从 R_{LOW} 增大到 R_{FAULT} ,

15 (ii) 通过旁路元件的电流增大, 并且

(iii) 断路元件被转换到故障状态。

在第二方面, 本发明的另一目的是提供一种过电流保护系统, 该系统包括

a. 一个断路元件, 它具有

20 (1) 一种正常状态, 允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} , 以及

(2) 一种故障状态, 该状态最多只允许一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流通过;

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接;

25 (2) 具有一个可变电阻

(a) 当电路中的电流是正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻比负载低, 并且

(b) 当负载中的电流明显地超过正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻明显地增加,

30 (3) 包括一个比较器, 用于比较

(a) 控制元件中在一个控制比较点上的电流 I_{CONTROL} , 和

(b) 负载中在一个负载比较点上的电流 I_{LOAD} , 以及

(4)当 I_{CONTROL} 与 I_{LOAD} 的差别超过了一个预定的电流不平衡值 I_{DIFF} 时, 使断路元件从其正常状态改变到故障状态; 以及

c. 一个旁路元件

(1) 与控制元件关联地连接, 并且

5 (2) 具有这样一种电阻

(a) 当电路中的电流是 I_{NORMAL} 时, 旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比可以使 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别小于 I_{DIFF} , 并且

(b) 当电路中的电流超过 I_{NORMAL} 一个预定的电流量时, 旁路元件的电阻与控制元件的电阻之比就会使 I_{CONTROL} 和 I_{LOAD} 的差别大于 I_{DIFF} 。

10 在第三方面, 本发明的再一目的是提供一种过电流保护系统, 该系统包括

a. 一个断路元件, 它具有

(1) 一种正常状态, 允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} , 以及

(2) 一种故障状态, 最多只允许一个明显小于 I_{LOAD} 的小电流通过;

15 b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接, 并且

(2) 具有一个可变电阻

(a) 当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻比负载低, 并且

(b) 当电流明显地超过正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻明显地增加;

20 当控制元件的电阻增加了一个预定的电阻值时, 断路元件就从其正常状态转变到故障状态。

在第四方面, 本发明的再一目的是提供一种过电流保护系统, 该系统包括

a. 一个断路元件, 它具有

25 (1) 一种正常状态, 允许流过一个正常的电流 I_{NORMAL} , 以及

(2) 一种故障状态, 最多只允许流过一个明显小于 I_{NORMAL} 的小电流;

b. 一个控制元件

(1) 与断路元件串联连接, 并且

30 (2) 具有一个可变电阻

(a) 当电流是正常电流 I_{NORMAL} 时, 其电阻比负载低, 并且

(b) 如果电流明显地超过了正常电流 I_{NORMAL} , 就增加一个第一预

定电阻值；以及

c. 一个旁路元件

(1) 与控制元件并联地连接，并且

(2) 具有这样一种电阻

5 (a) 当电路处在正常工作状态时，其电阻明显地高于控制元件的电阻，

(b) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻明显地低于控制元件的电阻，并且

10 (c) 当控制元件的电阻被增加了第一预定电阻值时，其电阻就增加一个第二预定电阻值；

当控制元件的电阻增加了第一预定电阻值，并且旁路元件的电阻增加了第二预定电阻值时，断路元件就从其正常状态转变到故障状态。

在第五方面，本发明的再一目的是提供一种过电流保护系统，该系统包括由串联连接的控制元件和断路元件构成的一个电路，其特征是

15 a. 该电路具有

(1) 一个正常电流 I_{NORMAL} ，以及

(2) 一个正常输入电压 V_{NORMAL} ；

b. 控制元件具有一个控制元件断路电流 I_{TRIP} ，该电流大于 I_{NORMAL} ，以及

20 c. 断路元件包括一个机械式开关，并且具有

(1) 一个承载电流的定额 I_{CARRY} ，该定额大于 I_{NORMAL} ，以及

(2) 一个遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$ ，当电压等于 V_{NORMAL} 时，该定额明显地小于 I_{TRIP} ；

25 因此，当电路中的电流超过 I_{TRIP} 时，控制元件就将电路中的电流降到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下，从而允许断路元件遮断电路中的电流。

在第六方面，本发明的再一目的是提供一种过电流保护系统，该系统包括由并联连接的旁路元件和控制元件构成的一个电路，其特征是：

a. 该电路具有

(1) 一个正常电流 I_{NORMAL} ，以及

30 (2) 一个正常输入电压 V_{NORMAL} ；

b. 上述旁路元件具有一个旁路元件断路电流 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$ ，该电流明显地小于 I_{NORMAL} ；以及

c.上述控制元件包括一个机械式开关,并且具有

(1) 一个承载电流的定额 $I_{\text{CONTROL PASS}}$, 该定额大于电流 I_{NORMAL} , 以及

5 (2) 一个遮断电流的定额 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$, 当一个电压 $V_{\text{CONTROL TRIP}}$ 小于 V_{NORMAL} 时, 该定额大于 I_{NORMAL} ;

因此, 当电路中的电流超过 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$ 时, 控制元件就遮断控制元件中的电流, 从而将电路中的电流分流到旁路元件, 并且, 当旁路的电流超过 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$ 时, 旁路元件就明显地降低电路中的电流。

10 在第七方面, 本发明的再一目的是提供一种过电流保护系统, 该系统包括由并联连接的旁路元件和控制元件以及和这种关联组合串联连接的一个断路元件构成的电路, 其特征是:

a.该电路具有

(1) 一个正常电流 I_{NORMAL} , 以及

(2) 一个正常输入电压 V_{NORMAL} ;

15 b.上述旁路元件具有一个旁路元件断路电流 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$, 该电流明显地小于 I_{NORMAL} ; 以及

c.上述控制元件包括一个机械式开关, 并且具有

(1) 一个承载电流的定额 $I_{\text{CONTROL PASS}}$, 该定额大于 I_{NORMAL} , 以及

20 (2) 一个遮断电流的定额 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$, 当一个电压 $V_{\text{CONTROL TRIP}}$ 小于 V_{NORMAL} 时, 该定额大于 I_{NORMAL} ; 以及

d.上述断路元件包括一个机械式开关, 并且具有

(1) 一个承载电流和定额 I_{CARRY} , 该定额大于 I_{NORMAL} , 以及

(2) 一个遮断电流的定额 $I_{\text{INTERRUPT}}$, 当电压等于 V_{NORMAL} 时, 该定额明显地小于 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$;

25 因此, 当电路中的电流超过 $I_{\text{CONTROL TRIP}}$ 时, 控制元件就遮断控制元件中的电流, 从而将电路中的电流分流到旁路元件, 并且, 当旁路元件的电流超过 $I_{\text{BYPASS TRIP}}$ 时, 旁路元件就将电路中的电流降低到 $I_{\text{INTERRUPT}}$ 以下, 从而允许断路元件遮断电路中的电流。

30 此外, 在本发明的各种组合中, PTC 器件限制了通过电路的故障电流的幅值。这种限制电流的方式是一种非常有用的特征, 在工业将其称为“故障电流限制”。PTC 器件的故障电流限制功能在以往是没有报道的。

另外，除了用于过电流保护之外，本发明的组合允许在正常操作的电路中使用机械式开关和 PTC 器件来切换电压和电流，而这种机械式开关和 PTC 器件的电压和/或电流定额却远远低于电路的正常操作电压和电流。这种特性允许在正常操作中使用比原来所需要的更小并且更便宜的机械式开关和 PTC 器件。

为电路提供过电流保护时所执行的功能包括：1)检测电流；2)遮断电流；3)限制传送给电路的能量；以及4)隔离电路和电源。在本发明的电路结构中，机械式开关和聚合物的 PTC 器件被组合在一起，从而使每个元件执行与其有关的功能。用聚合物的 PTC 器件检测过电流，并且限制传送给被保护电路的能量。聚合物 PTC 器件和机械式开关共同用于遮断电路。此外，机械式开关可以用来为电路提供符合工业标准的隔离。

图 1a,1b 和 1c 表示本发明的过电流保护电路中使用的 PTC 器件和机械式开关的串联、并联及串并联组合；

图 2a,2b,2c 和 2d 表示过电流保护电路的操作元件；

图 3a 表示根据本发明的过电流保护电路的一个实施例；

图 3b 表示图 3a 的过电流保护电路的各个元件；

图 3c-3g 表示根据本发明的图 3a 的过电流保护电路的和其他变形；

图 4a 表示在现有技术中公知的一种普通 GFI 器件内的典型电路；

图 4b 表示按照本发明的过电流保护电路的另一个实施例；

图 4c 表示按照本发明的图 4b 的过电流保护电路的另一个实施例的变形；

图 5a 表示按照本发明的过电流保护电路的第三实施例；

图 5b,5c 表示按照本发明图 5a 的过电流保护电路的第三实施例的变形；

图 6a-6f 表示按照本发明的过电流保护电路的第四实施例的几种结构。

图 1a,1b 和 1c 表示了本发明的过电流保护电路中使用的 PTC 器件和机械式开关的串联，并联，以及串/并联组合。如下文所述，为了提供支持性的功能，在本发明的电路结构中还可以将其他元件与 PTC 器件和开关组合在一起。本文中使用的术语“最大过电流”是指若是在电路中没有用来限制电流的电路保护装置时可能导致电路过载或是出现故障状态的最大电流。按照本发明的原理，元件在过电流保护电路中的结

构允许选择具有以下特性的 PTC 器件和开关；

(1) 在图 1a 所示的结构中, PTC 器件 2 和机械式开关 4 是串联的, 二者都具有至少达到正常电路电流的通过电流。PTC 器件 2 的电压定额明显地低于电路的正常电压。开关 4 可以在正常的电路电压下遮断一个低电流, 但是不能遮断正常电压下的最大过电流。在出现过电流时, PTC 器件 2 的电阻增大, 并且将电流降低到使电流低于开关 4 的遮断电流的水平。开关 4 断开, 从而切断电流, 并且保护 PTC 器件 2 防止其过电压。

(2) 在图 1b 所示的结构中, PTC 器件 2 和开关 6 是并联的, 二者都具有至少达到电路电压的电压定额。PTC 器件 2 的通过电流定额明显地低于正常电压下的正常电路电流。开关 6 可以在低电压下遮断最大过电流, 但是在正常电压下不能遮断最大过电流。在出现过电流时, 电流可以分流到 PTC 器件 2, 从而使开关 6 在低电压下遮断电流。PTC 器件 2 的电阻增大, 并且将电流降低到一个低电流值。

(3) 在图 1c 所示的结构中, 将 (2) 中所述的 PTC 器件 2 和第一开关 6 的关联组合与第二开关 4 串联。在这种情况下, PTC 器件 2 和第一开关 6 的并联组合的电压定额明显地低于电路的正常电压。第二开关 4 可以在正常电压下遮断一个低电流, 但是不能遮断正常电压下的最大过电流。在出现过电流时, 第一开关 6 断开, 将电流分流到并联的 PTC 器件 2。PTC 器件 2 的电阻增大, 从而降低电流, 并且允许第二开关 4 断开。在这种结构中, PTC 器件可以很快地切换到高电阻状态, 以便降低电流, 防止串联开关受到损害。同时, 第二开关 4 的延时断开在某些情况下是有益的, 这种结构在两个开关 4, 6 基本上同时断开的情况下也是有效的。

在图 1a 的串联组合中, 串联的开关 4 在电路中是接在 PTC 器件 2 后面的。在图 1b 的串/并联组合中, 串联的第一开关 4 在电路中处在 PTC 器件 2 和并联的第二开关 6 的并联组合前面。尽管过电流保护电路的电气性能并不取决于这种次序, 串联开关的位置还可能受到其他因素的支配。例如, 图 1c 所示的次序在过电流的情况下还具有附加的优点, 那就是串联的第一开关 4 除了能隔离负载和电源之外还可以用来隔离过电流保护电路中的其他元件。如果这些元件是人可以接近并且容易接触的, 就需要具备这种特点。

图 2a,2b,2c 和 2d 所示的框图描绘了过电流保护电路的操作元件，该电路所执行的功能有检测电流，遮断电路，限制传送给电路的能量，以及在某些结构中将电路和电源隔离。图 2a 和 2b 的框图对应着图 1a 中所示的 PTC 器件 2 和一个开关 4 的串联结构，控制元件 104 包括 PTC 器件 2，遮断元件 108 包括串联开关 6，图 2b 中的旁路元件 106 包括附加的电路元件。图 2c 的框图对应着图 1b 所示的 PTC 器件 2 和一个开关 4 的并联结构，控制元件 104 包括并联的开关 6，而旁路元件 106 包括 PTC 器件 2。图 2d 的框图对应着图 1c 所示的 PTC 器件 2 和开关 4,6 的串/并联结构，其中的遮断元件包括串联开关 4，控制元件包括并联的开关 6，而旁路元件包括 PTC 器件 2。

从上述的说明中可以看出，按照各个部件在本发明几个方面的各种实施例中的特定结构，尽管本发明的电路结构中使用的 PTC 器件提供了电流检测功能和限制故障电流的功能，这种 PTC 器件还可以作为不同的操作元件执行其他的功能，例如可以作为控制元件 104 和旁路元件 106。

图 2b 的框图用总的标号 120 表示了过电流保护电路的第一方面。在本发明第一方面的过电流保护电路中，检测电流，遮断电流，以及限制传送给电路的能量等三项功能是由可以分成控制元件 104，旁路元件 106 和遮断元件 108 的三个部件来执行的。电源 102 和负载 112 是所有电路中普遍存在的两个工作元件。

电源 102 向电路提供电源，负载 112 执行电路本身的有关功能。控制元件 104, 旁路元件 106 和遮断元件 108 协同完成过电流保护的工作。控制元件 104 在过电流的情况下执行检测电流并且限制传送给电路的能量等两种功能。遮断元件 108 执行遮断电路中的电流的功能。旁路元件 106 被用来转移一部分或是所有负载电流，以便减少遮断元件 108 中的电流，或是降低遮断元件 108 两端的电压，或是同时降低电流和电压，使遮断元件 108 能够安全地遮断电路中的电流。

控制元件 104 检测电流，并且确定提供给负载 112 的电流是否处在正常的可接受范围之内。当控制元件 104 确定了提供给负载 112 的电流过大时，控制元件 104 就和旁路元件 106 协同工作，将电流转移到旁路元件 106。当转移到旁路元件 106 的电流达到一个预定的门限时，旁路元件 106 就接通遮断元件 108，遮断元件 108 减少或是停止向负载 112

提供的电流。在过电流条件下，控制元件 104 迅速检测出过电流，并且将电流转移到旁路元件 106，以便限制传送给电路的能量，从而允许遮断元件 108 安全地遮断提供给负载 112 的电流。

在图 3a 中表示了按照本发明的原理在 AC 电路中使用的第一方面的过电流保护电路的一个实施例，在电路中采用了一定结构的 PTC 器件，全波桥式整流器，继电器和电阻。过电流保护电路 10 在过电流状态下提供保护。在第一实施例中，PTC 器件 12 与负载 24 串联连接。AC 电源 28 在工作电压下对负载 24 供电。在电源 28 处于工作电压时，提供给 PTC 器件 12 和负载 24 的电流低于 PTC 器件 12 的断路电流，PTC 器件 12 的电阻很低，因此，PTC 器件 12 两端的电压降是很低的。继电器 14 被断电，继电器的第一接点 16 和第二接点 18 都处在闭合位置。由于电源 28 处在工作电压，并且 PTC 器件 12 的电阻很低，桥式整流器电路 26 的输入电压等于 PTC 器件 12 两端的电压，并且可以忽略不计。因此，桥式整流器电路 26 的输出电压低于继电器 14 所需的激励电压。

在由于故障造成 PTC 器件 12 中的电流增大到 PTC 器件 12 的电流定额以上时，PTC 器件 12 的电阻就会明显地增大。因此，PTC 器件 12 两端的电压降足以使桥式整流器电路 26 的输出电压激励继电器 14。

当继电器 14 受到激励时，其第一接点 16 和第二接点 18 打开，使旁路电阻 22 与负载 24 串联，将负载 24 中的电流限制在一个安全值。由于电源 28 处在工作电压，继电器线圈 14 和负载 24 中的涓流电流可以使继电器 14 维持激励。

在继电器 14 被激励时，PTC 器件 12 从负载 24 的电路上被断开。由于 PTC 器件 12 中没有电流流过，PTC 器件 12 会冷却，并且 PTC 器件 12 的电阻会恢复到很低的值。

如果降低电源 28 的电压，使继电器 14 两端的电压下降到继电器 14 的保持电压以下，就能使过电流保护电路 10 复位，从而闭合第一接点 16 和第二接点 18。

图 3b 表示图 3a 的过电流保护电路 10，用虚线围住的过电流保护电路 10 的部件对应着图 2b 中所示的五个元件，即电源 102，控制元件 104，旁路元件 106，遮断元件 108，以及负载 112。

图 3c 表示在图 3a 的电路结构中加上了与 PTC 12 并联连接的一个

可变电阻 32。可变电阻 32 起到电压箝位器件的作用,用来限制由于 PTC 12 的电阻在最初迅速增大时可能在 PTC 12 两端引起的电压。在急剧上升的过电流使 PTC 12 迅速切换到高电阻状态时很可能出现这种情况。当 PTC 12 的电阻迅速增大而使电流降低到一个低值时,由于电路中存在电感,PTC 12 两端的感应电压会很高。其他电压箝位器件也可以用来代替可变电阻 32,例如背对背的齐纳二极管,二极管的结构,以及其他器件。

图 3d 表示在 DC 应用中经过简化的图 3a 的过电流保护电路结构。图 3a 中表示的桥式整流电路 26 在图 3d 中被省掉了,将继电器线圈 14 连接在 PTC 12 两端。图 3d 电路中的电源 34 是一个 DC 电源。图 3d 中其他电路部件的情况与图 3a 中所述的部件相同。

图 3e 表示在图 3d 的电路结构中加上了与 PTC 12 并联连接的一个可变电阻 32。与图 3c 中的可变电阻 32 相同,图 3e 中的可变电阻 32 起到电压箝位器件的作用。其他电压箝位器件也可以用来代替可变电阻 32,例如背对背的齐纳二极管,二极管的结构,以及其他器件。

在图 3f 中表示了按照本发明第一方面的过电流保护电路 30 的一个实施例的第二种结构。在这种结构中,当电源 28 提供一个操作电压时,继电器 14 被断电,其第一接点 16 闭合,并且使第二接点 18 闭合,接通负载 24 的电路。在出现过电流时,PTC 器件 12 的温度迅速上升,使 PTC 器件 12 的电阻增大。桥式整流电路 26 的输出电压激励继电器 14。第一接点 16 打开,从电路中去掉 PTC 12,由第二接点 18 打开负载 24 的电路,并且闭合通向降压电阻 36 的电路,以便使继电器 14 保持激励状态。由于第一接点 16 被打开,在 PTC 器件 12 的电路中没有电流。PTC 器件 12 冷却,使 PTC 器件 12 的电阻恢复到很低的值。第二接点 18 使负载安全地脱离电源 28。

降低电源 28 的供电电压,就可以使过电流保护电路 30 复位。当电源 28 的电压下降时,继电器 14 被断电,第一接点 16 闭合,将 PTC 12 接入电路,并且用第二接点 18 闭合通向负载 24 的电路。

在图 3g 中表示了按照本发明第一方面的过电流保护电路 40 的一个实施例的第三种结构。第三种结构提供了分别由图 3a 和 3f 所示的第一 10 和第二 30 结构所提供的过电流保护,并且还可以在过载原因已被消除后的预定时间延迟之后自动地重新连接负载 24。第一方面第三种结构

的这一实施例的过电流保护电路 40 包括一个旁路 PTC 38, 并且仅仅使用继电器 14 的第一接点 16。旁路 PTC 38 从低电阻切换到高电阻时的电流比 PTC 12 的切换电流要低。在第三种结构中, 用电源 28 提供操作电压, 继电器 14 被断电, 由第一接点 16 闭合通向负载 24 的电路。在过电流的状态下, PTC 12 中的高电流使 PTC 12 的电阻增大。结果, 桥式整流电路 26 的输出电压升高, 激励继电器 14, 第一接点 16 打开。流经旁路 PTC 38 和负载 24 的电流使继电器 14 保持在激励状态。经过由与继电器 14 的线圈串联连接的旁路电阻 42 的值所确定的一个时间延迟之后, 旁路 PTC 38 的电阻变得很高, 使继电器 14 断电, 从而使第一接点 16 闭合。如果故障的原因在时间延迟期间已经消除了, 就重新连接电路 40, 继续其正常操作。如果故障的原因继续存在, PTC 12 就在旁路 PTC 38 完全冷却之前立即重新跳到高电阻状态, 以免继电器 14 被再次激励。如果故障的原因没有消除, PTC 12 和旁路 PTC 38 都保持在高电阻状态, 直到电源 28 的供电电压或是负载 24 被去掉时为止。如果去掉了电源 28 或是负载 24, PTC 12 和旁路 PTC 38 就会冷却, 其各自的电阻恢复到低电阻值, 以便允许正常的电路操作。

参见图 3f 和 3g, 例如图 3c 的可变电阻 32 那样的电压箝位器件可以和 PTC 12 并联连接, 以便限制由于电路中的电流迅速降低而感应的电压。其他电压箝位器件也可以用来代替可变电阻 32, 例如背对背的齐纳二极管, 二极管的结构, 以及其他器件。

尽管在附图中没有表示, 在 AC 应用中也可以用 AC 继电器来代替 DC 继电器, 在这种情况下不需要使用全波桥式整流电路 26。同样, 尽管是按照 AC 应用来描述的, 图 3a, 3b, 3c, 3f 和 3g 所示的电路也可以用于 DC 应用, 但是桥式整流电路 26 就多余了。如果象图 3d 和 3e 那样去掉桥式整流电路 26, 图 3f 和 3g 的所示的系统也可以修改成 DC 电路。

图 3c 到 3g 中所示的各个电路中的电气元件可以象对应图 3a 电路的图 3b 所示的那样进行编组, 用图 2b 中所示的功能性元件来代表这些编组的电气元件。

图 2d 表示一个功能性框图, 它表示了由本发明第二方面的过电流保护电路的一个实施例的电气元件所执行的功能。用总的标号 140 表示的过电流保护电路包括图 2b 中所示的五个功能元件, 然而, 图中的遮断元件 108 被放在控制元件 104 前面, 而旁路元件 106 是与控制元件 104

并联的。

电源 102 向电路 140 提供电源,负载 112 执行电路 140 的具体功能。控制元件 104,旁路元件 106 和遮断元件 108 协同完成过电流保护的工作。控制元件 104 在出现故障的情况下执行检测电流并且限制传送给电
5 路的能量等功能。遮断元件 108 执行遮断电路并且隔离电路的功能。

控制元件 104 确定提供给负载 112 的电流是否处在正常的可接受范围。当控制元件 104 确定了提供给负载 112 的电流过大时,控制元件 104 就和旁路元件 106 协同工作,将电流转移到旁路元件 106。当转移到旁路元件 106 的电流达到一个预定的门限时,控制元件 104 就通知遮断元
10 件 108,令遮断元件 108 停止向负载 112 提供电流。

图 4a 中表示在现有技术中公知的一种普通 GFI 器件内的典型电路。为了便于说明以下附图中的电路,由 GFI 器件构成的部件除了接点 224 和 226 之外都是画在虚线以内的,用一个总的标号 200 来表示。在普通的 GFI 电路中,在线 204 和回路 206 中流动的电流在 GFI 变压器
15 232 的两个初级绕组 208,210 中是方向相反的。如果线 204 和回路线 206 中的电流相等,在 GFI 变压器 232 中产生的磁场就是零,在次级绕组 212 中感应的电流基本上等于零。如果线 204 和回路线 206 中的电流不相等,例如在线 204 到地 234 之间发生接地故障的情况下,不平衡电流就会在 GFI 变压器 232 中产生磁场。如果不平衡电流超过了一个预定的
20 的门限,在 GFI 变压器 232 中产生的磁场就会使次级绕组 212 中感应的电流超过一个预定的门限。由一个检测电路 214 确定次级绕组 212 中感应的电流超过一个预定的门限。并且激励一个闭锁继电器 222。当闭锁继电器 222 受到激励时,常闭接点 224,226 被打开,去掉提供给负载 228 的电源。接点 224,226 保持打开,直到将其手动复位到闭合位置时
25 为止。

在图 4b 中表示了按照本发明第二方面的过电流保护电路的一个实施例的结构。在图 4b 的过电流保护电路 250 中,PTC 242 与 GFI 200 和线 204 串联,旁路电阻 244 与串联的 PTC 242 和 GFI 200 并联。在正常操作状态下,PTC 242 中的电流低于断路电流,PTC 242 的电阻很
30 低。在过电流状态下,PTC 242 的电阻增大,并且限制从 PTC 242 流入 GFI 200 的电流。结果,电流绕过 PTC 242 和 GFI 200 被分流到旁路电阻 244,从而造成 GFI 200 中的电流不平衡。当 GFI 200 中的电流不平

衡达到一个预定值时，GFI 200 就打开接点 224，226，遮断负载 228 的电流。

图 4b 的电路中的电气元件可以象对应图 3a 电路的图 3b 那样进行编组，用图 2d 中所示的功能性元件来代表这些编组的电气元件。

5 参见图 4c，例如一个可变电阻 32 的电压箝位器件可以和图 4b 中的 PTC 242 并联连接，以便限制由于电路中的电流迅速降低而感应的电压。其他电压箝位器件也可以用来代替可变电阻 32，例如背对背的齐纳二极管，二极管的结构，以及其他器件。

10 参见图 2a，图中表示了按照本发明第三方面的过电流保护电路的一个实施例中的电气部件所执行功能的一个功能性框图。用总的标号 100 表示的这一过电流保护电路包括上述的五个操作元件中的四个，即电源 102，控制元件 104，遮断元件 108，以及负载 112。

15 电源 102 向电路提供电源，负载 112 执行电路本身的有关功能。控制元件和遮断元件协同完成过电流保护。控制元件 104 在过电流的情况下执行检测电流并且限制传送给电路的能量等两种功能。遮断元件执行遮断电路中的电流的功能。

20 控制元件检测电流，并且确定提供给负载 112 的电流是否处在正常的可接受范围。当控制元件 104 确定了提供给负载 112 的电流过大时，控制元件 104 就降低电路中的电流。通过降低电路中的电流，控制元件 104 通知遮断元件 108，令遮断元件进一步降低或是停止向负载 112 提供电流。控制元件 104 在过电流状态下通过迅速地检测出过电流，并且降低过电流，从而限制传送给电路的电能量，以便允许遮断元件安全地遮断提供给负载 112 的电流。

25 在图 5a 中表示了按照本发明的原理在 AC 应用中采用 PTC 器件和继电器的一种过电流保护电路的第三方面的一个实施例。在这一实施例中，PTC 器件 304 与负载 312 串联连接，常开继电器接点 306 被串联在 PTC 器件 304 和负载 312 之间。继电器线圈 308 与负载 312 并联连接。利用一个开关 310 使系统闭合，在图 5a 中用一个按钮开关来表示。当开关 310 闭合时，电流流入电路 300，激励继电器线圈 308。被激励的继电器线圈 308 使继电器接点 306 闭合，用闭合的继电器接点 306 将继电器 308 闭锁在激励状态。

如果出现过电流，PTC 器件 304 的电阻增大，降低电路 300 中的电

流，从而降低负载和继电器线圈 308 两端的电压。当继电器线圈 308 两端的电压降低到继电器线圈 308 的保持电压 V_{HOLD} 以下时，继电器接点 306 就会恢复到打开状态，并且保持闭锁在打开的位置。

在图 5b 中所示的系统是在图 5a 的电路中加上了与继电器线圈 308 和负载 312 并联的背对背的齐纳二极管 316, 318。这种结构除了过电流保护之外还提供了过电压保护。如果电压大于齐纳二极管 316, 318 的击穿电压，齐纳二极管 316, 318 就会引起很大的电流，这一电流又会使 PTC 器件 304 的电阻增大，从而降低继电器线圈 308 两端的电压，使继电器接点 306 打开。

参见图 5c，例如可变电阻 32 的一个电压箝位器件可以和 PTC 器件 304 并联连接，用来限制由于 PTC 器件 304 的电阻在最初迅速增大时可能在 PTC 器件 304 两端引起的电压。

图 6a 到 6f 表示按照本发明的原理采用一个 PTC 器件和一个双金属开关的过电流保护电路的第四方面实施例的几种结构。尽管图 6a 到 6f 所示的电路中采用了一个 AC 电源 402，这种过电流保护电路也可以用于 DC 电路。

图 6a 到 6f 所示的过电流保护电路包括图 1a, 1b 和 1c 的串联，并联，和串 - 并联结构，并且分别包括可以用于上述各种用途的电压和电流定额关系。

图 6a 表示一种过电流保护电路 400，PTC 器件 404 与负载 410 串联连接，双金属开关 406 与 PTC 器件 404 并联连接。另外，PTC 器件 404 和双金属开关 406 是热耦合的。这种结构吸取了双金属开关 406 的低电阻和断路温度可以控制的优点。在过电流的情况下，双金属开关 406 发热并且打开，将电流分流到 PTC 器件 404。PTC 器件 404 中的过电流使 PTC 器件 404 迅速转变到高电阻状态，使电流下降到很低的水平。PTC 器件 404 中的低电流使 PTC 器件 404 持续发热，并且保持在高电阻状态。来自 PTC 器件 404 的热量将双金属开关 406 闭锁在断路状态，防止双金属开关 406 的接点出现振荡。

由于电流被分流到 PTC 器件 404，双金属开关 406 的接点不会起弧，因为这些接点不需要在操作电压下切换电流。在这种结构中，PTC 器件 404 和双金属开关 406 可以限制输送到电路中的故障电流。

图 6b 表示一种过电流保护电路 420，PTC 器件 404 和一个串联的

双金属开关 412 与负载 410 串联连接。PTC 器件 404 和串联的双金属开关 412 是热耦合的。在这种结构中，过电流会触发 PTC 器件 404，使 PTC 器件 404 转变到高电阻状态。来自 PTC 器件 404 的热量使串联的双金属开关 412 断路。串联双金属开关 412 的接点打开，使 PTC 器件 404 上的电压消失。这种结构的优点是允许 PTC 器件 404 在较高的电压下工作，并且这种组合可以在较高的电压下提供过电流保护。

在过电流被遮断之后，某些场合下希望使串联的双金属开关 412 能在过电流状态消失之后自动地重新闭合。在串联双金属开关 412 切断电路中的电流之后，在图 6b 的电路中就会自动出现这种情况。这是因为 PTC 器件 404 将会冷却，从而使串联的双金属开关 412 重新闭合。如果仍然存在过电流，PTC 器件 404/串联双金属开关 412 的组合就会再次遮断电路中的电流。只要过电流的原因仍然存在，这种动作就会不断地重复。在不希望使串联双金属开关 412 自动地重新闭合的场合中，串联的双金属开关 412 可以是一种闭锁器件，例如图 6e 和 6f 中所示的具有复位按钮 422 的闭锁式双金属开关 432。

图 6c 表示一种过电流保护电路 430，PTC 器件 404 和双金属开关 406 的并联组合与串联双金属开关 412 串联连接。这种结构具有图 6a 的并联结构的过电流保护特征，并且具有图 6b 中串联结构的高电压容量和电动打开 (galvanic open) 的特征。在这种结构中，并联双金属开关 406 在过电流时断路，将电流分流到 PTC 器件 404。PTC 器件 404 随之切换到高电阻状态，使电路 430 中的电流下降到很低的水平。来自 PTC 器件 404 的热量使串联双金属开关 412 断路，去掉 PTC 器件 404 上的电压。由串联双金属开关 412 的接点切断的电流很小。如图 6c 所示，在串联双金属开关 412 打开，PTC 器件 404 以及并联双金属开关 406 冷却之后，这种结构就可以形成循环。如上所述，在不需要自动复位功能的场合中串联双金属开关 412 可以采用闭锁器件，并且包括图 6e 和 6f 所示的手动复位按钮 422。图 6e 还表示了一个诸如可变电阻 32 的电压箝位器件，它可以和 PTC 器件 404 并联连接，用于限制由于 PTC 器件 404 的电阻最初迅速增大时可能在 PTC 器件 404 两端引起的电压。

图 6d 表示与图 6c 的电路不同的另一种结构，用第二 PTC 器件 414 来闭锁串联双金属开关 412。在正常电流的状态下，串联双金属开关 412 将负载 410 连接到电路中。并联 PTC 器件 404 和双金属开关 406 按照

上述操作方式降低电流。PTC 器件 404 产生的热量使串联双金属开关 412 断开，切断负载 410 的连接线，并且闭合第二 PTC 器件 414 的连接线。第二 PTC 器件 414 的热量将串联双金属开关 412 闭锁在打开状态。在这一电路中，第二 PTC 器件 414 也可以采用陶瓷 PTC 器件或是一个恒功率加热器，例如一个电阻。

图 6f 表示一种与图 6b 类似的过电流保护电路，由一个可变电阻 424 额外地提供过电压保护功能。在短暂的过电压期间，可变电阻 424 在吸收能量时不会损坏。如果持续地出现过电压，可变电阻 424 中的电流就会使 PTC 器件 404 断路，使电流下降到很低的值。PTC 器件 404 产生的热量使闭锁双金属开关 432 断开，去掉 PTC 器件 404 上的电压。这种结构具有多种优点。小的可变电阻 424 可以用来防止持续的过电压故障，并且可以使电路闭锁在打开状态，对持续的过电压提供保护。

在以上的本发明几个方面实施例的结构中，由电路元件共同完成的功能有检测电流，遮断电流，以及限制传送给电路的能量，并且在某些结构中可以将电路和电源隔离，以此来提供过电流保护。PTC 器件和机械式开关的组合同样也可以用于通用的断路器和开关，并且其形式可以进一步简化。例如，对图 1c 的电路来说，在元件之间具有上述的电压和电流定额关系。在普通的断路器中，断路信号通常独立于电路的打开，在高电压下通常是由一个保护继电器来执行的，利用电压互感器 (PT) 或是电流互感器 (CT) 的低电压打开保护继电器。在采用图 1c 结构的断路器中，机械开关 4,6 是同时打开的，连接到 PTC 器件 2 的第二开关 6 与第一开关 4 串联。在前半个周期中，第一开关 4 起弧，直到电流周期的过零点。在这一过程中，PTC 器件的电阻增大，将电流限制在第二开关 6 可以遮断的电流值。这种组合的优点在于 PTC 器件 2 在半周期内接在电路中，因此不需要在长时间内承受高电压；PTC 器件 2 并非实际地切断电路，因此，断路器的操作并不取决于 PTC 器件 2 的温度是否准确或是能够维持；PTC 器件 2 的电阻在低电阻状态下并不重要，因为 PTC 器件 2 在正常操作期间没有接在电路中；PTC 器件 2 的电阻仅仅需要增大二、三十倍就可以限制二、三十倍的故障电流；而机械式接点 4,6 的故障电流遮断要求却可以降低二、三十倍。尽管这种结构需要两个机械式接点 4,6 而不是一个，但是，这两个低故障电流接点的价格却只有一个高故障电流接点价格的零头。在上文中已经说明了

图 1c 的结构在遮断故障电流的断路器中的应用。同样的结构也可以有效地用于切换正常电流的简单开关，以便能够使用低电流定额的机械式开关来代替所需要的其它开关。这种开关的操作方式与断路器是相同的，只是在打开机械式接点 4,6 时可以手动操作，或是采用机电或是其他的自动化装置。

5

说明书附图

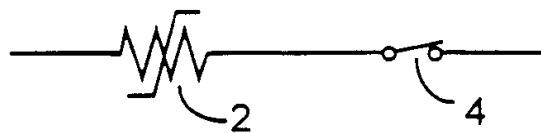


图 1a

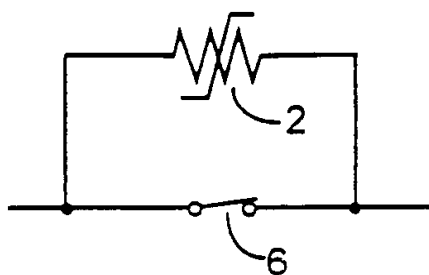


图 1b

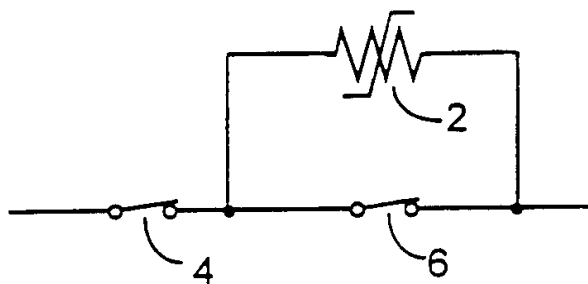


图 1c

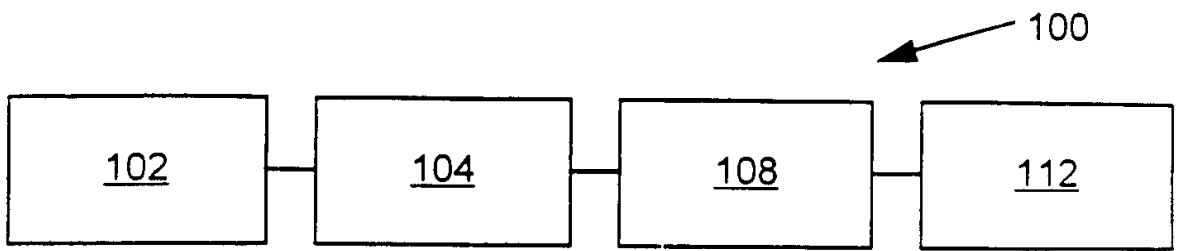


图 2a

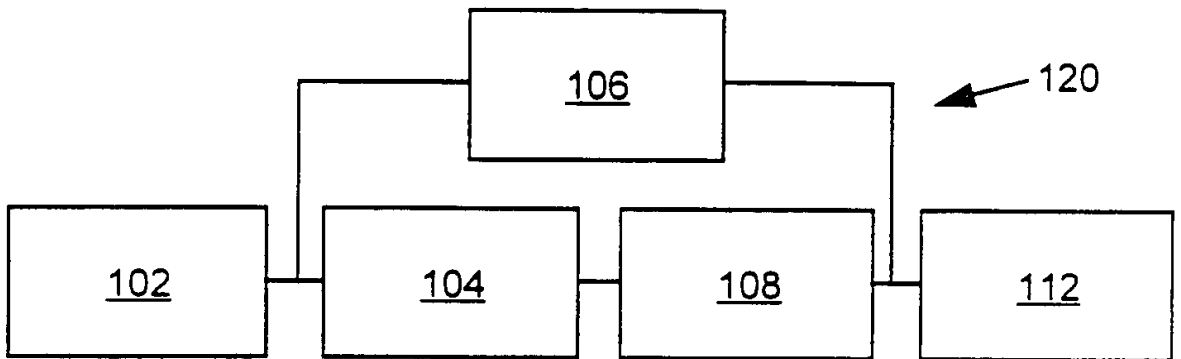


图 2b

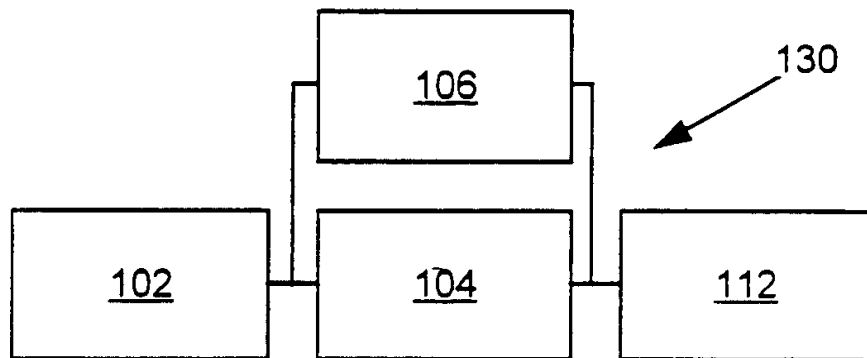


图 2c

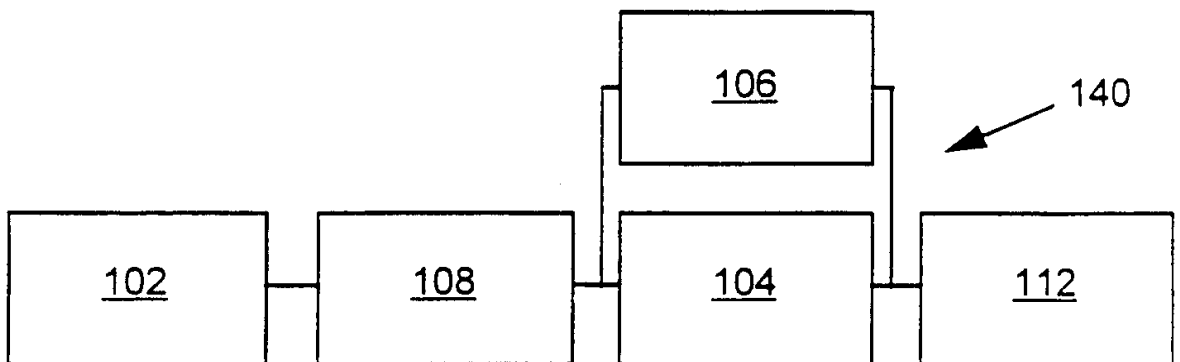


图 2d

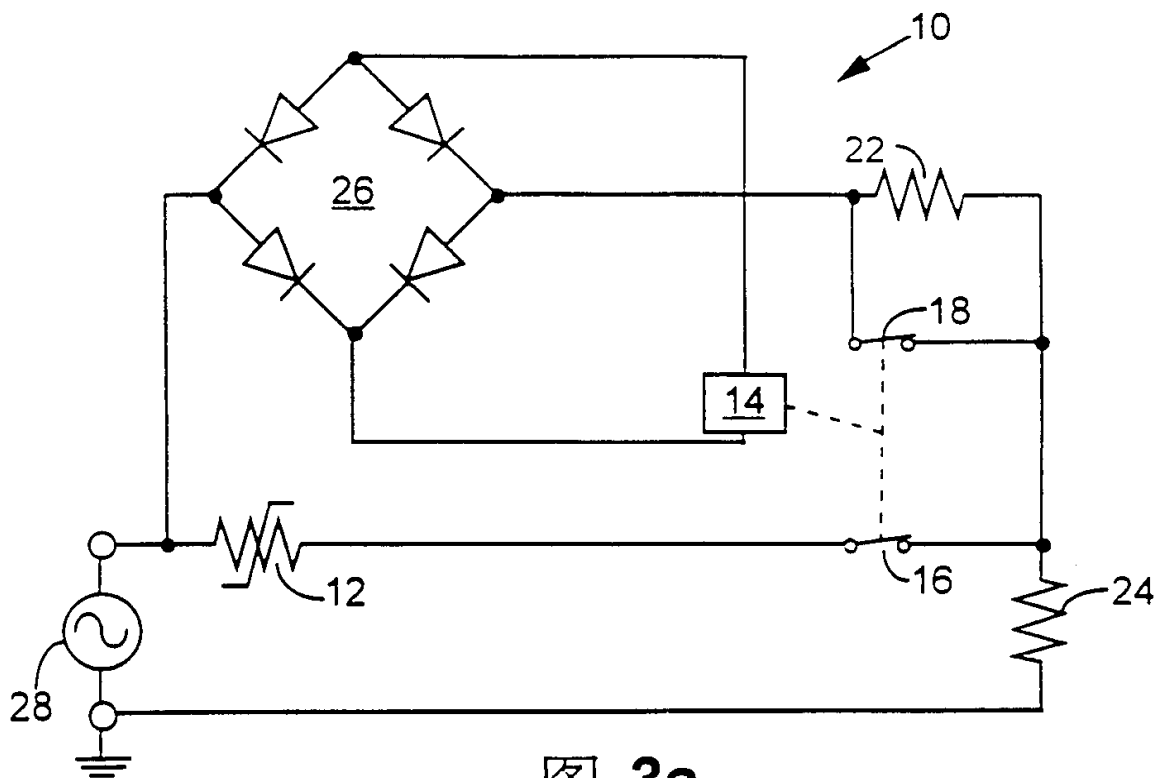


图 3a

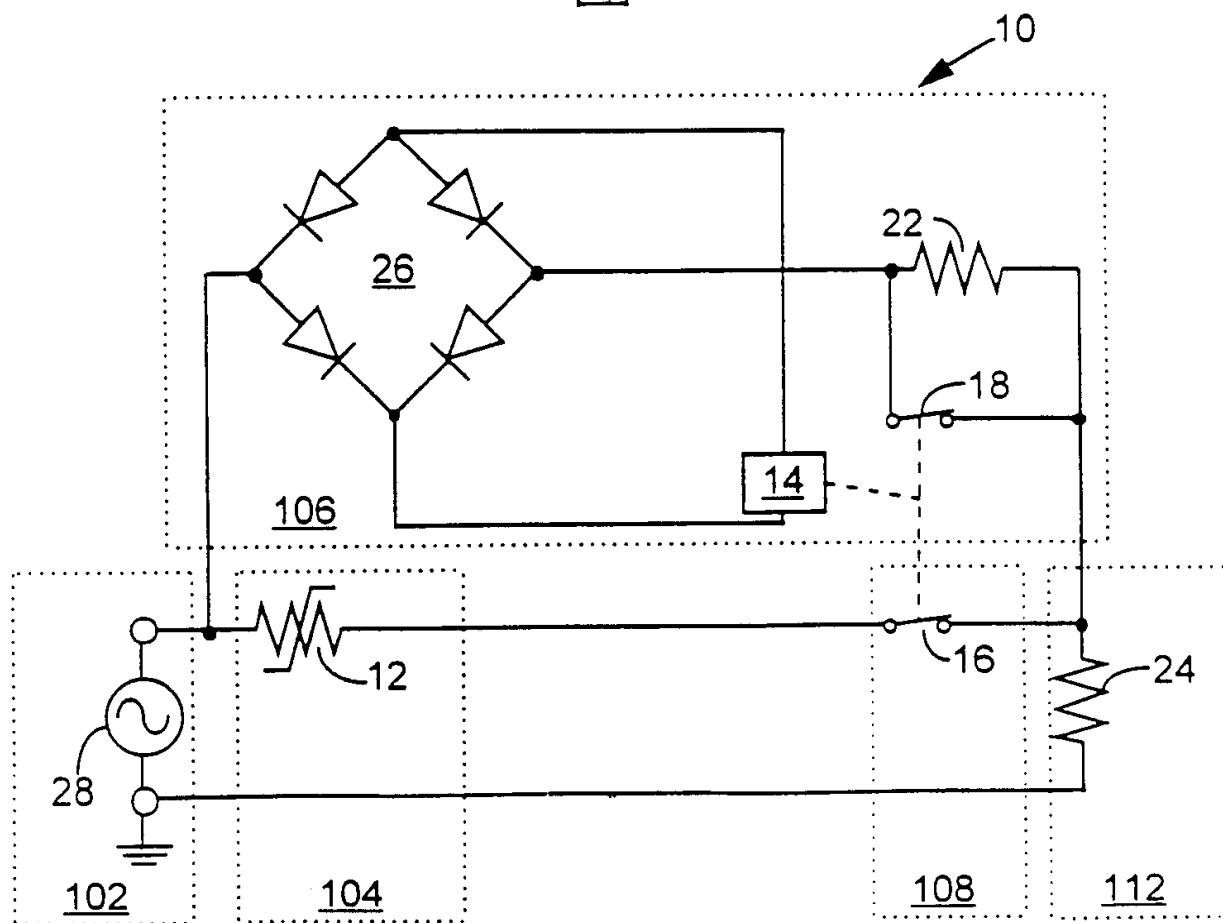


图 3b

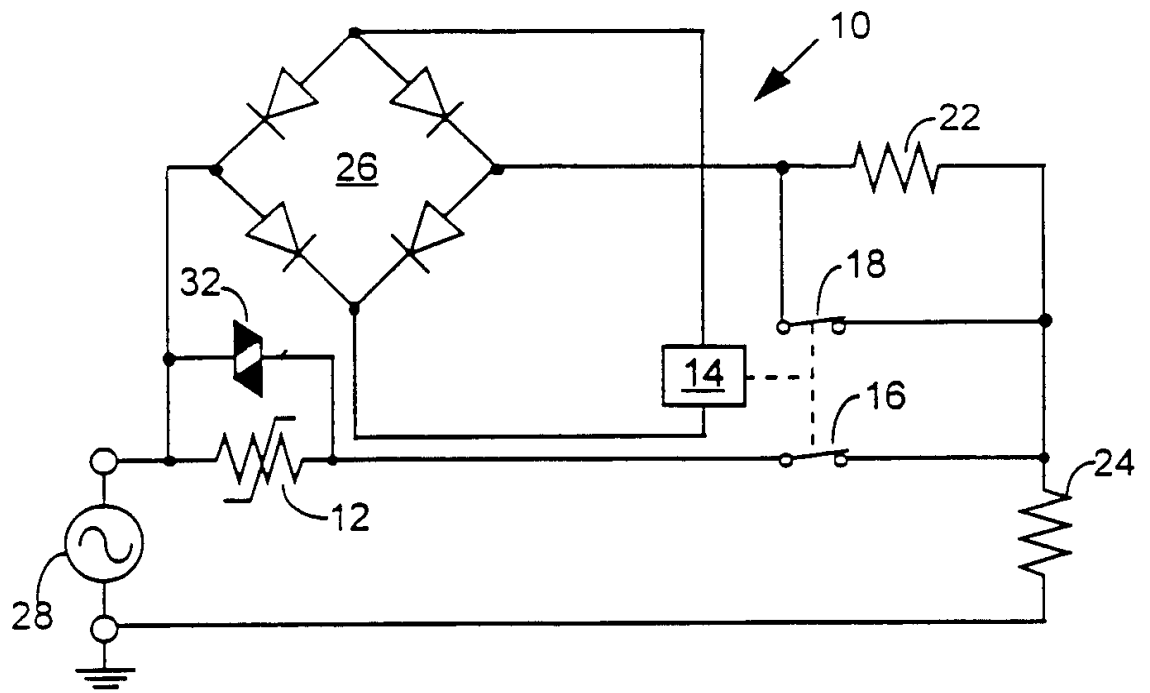


图 3c

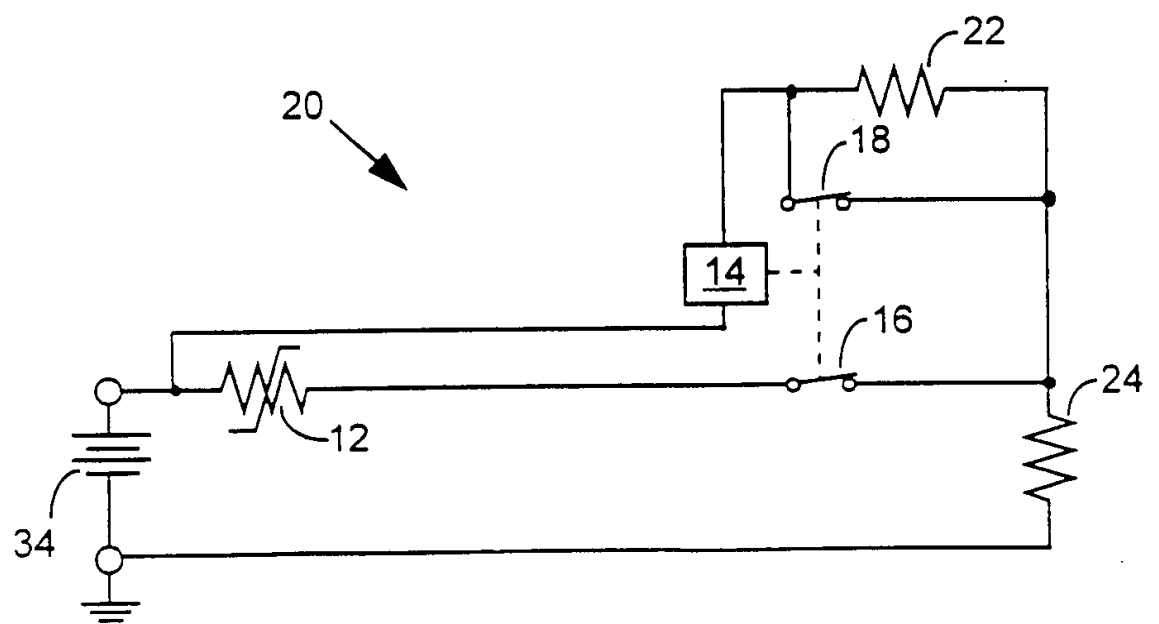


图 3d

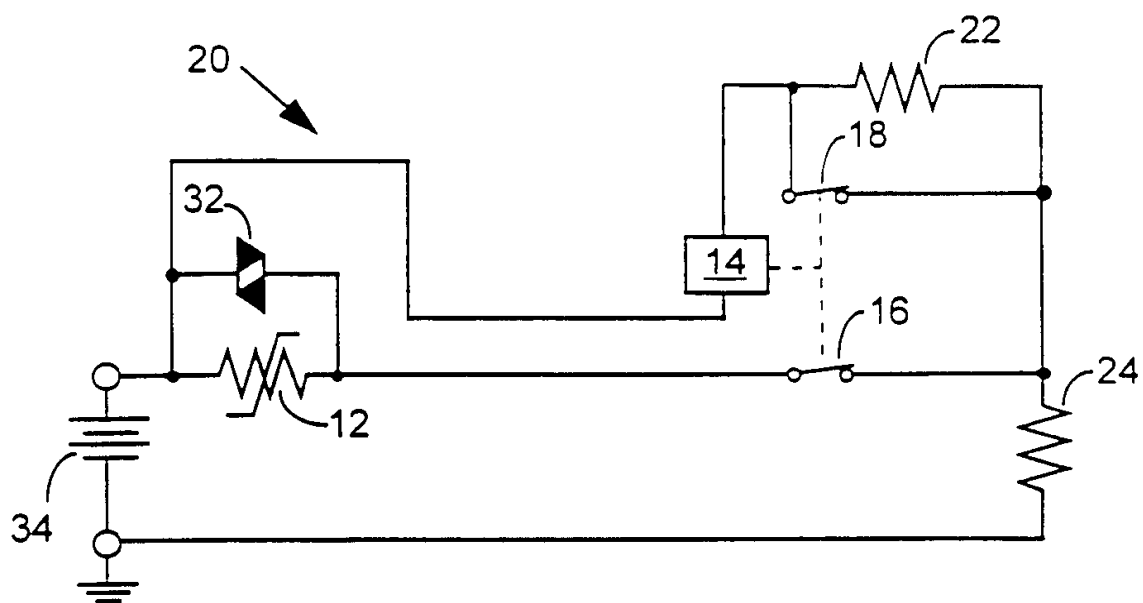


图 3e

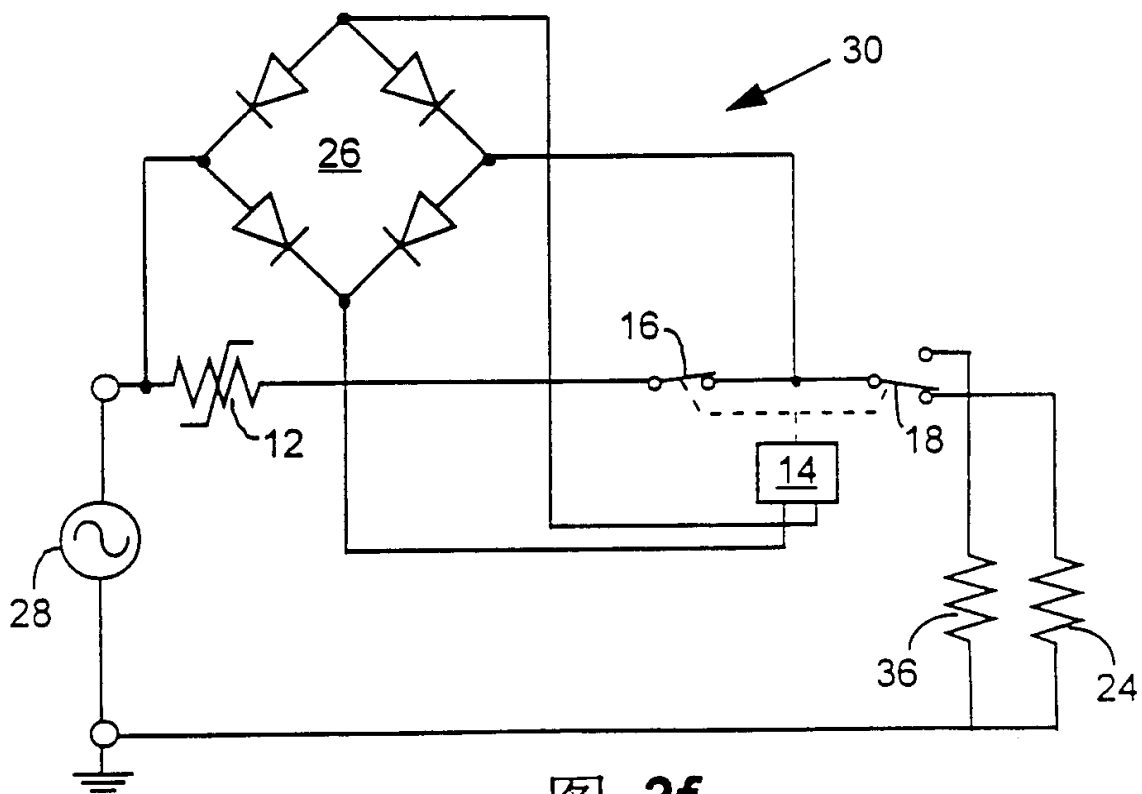


图 3f

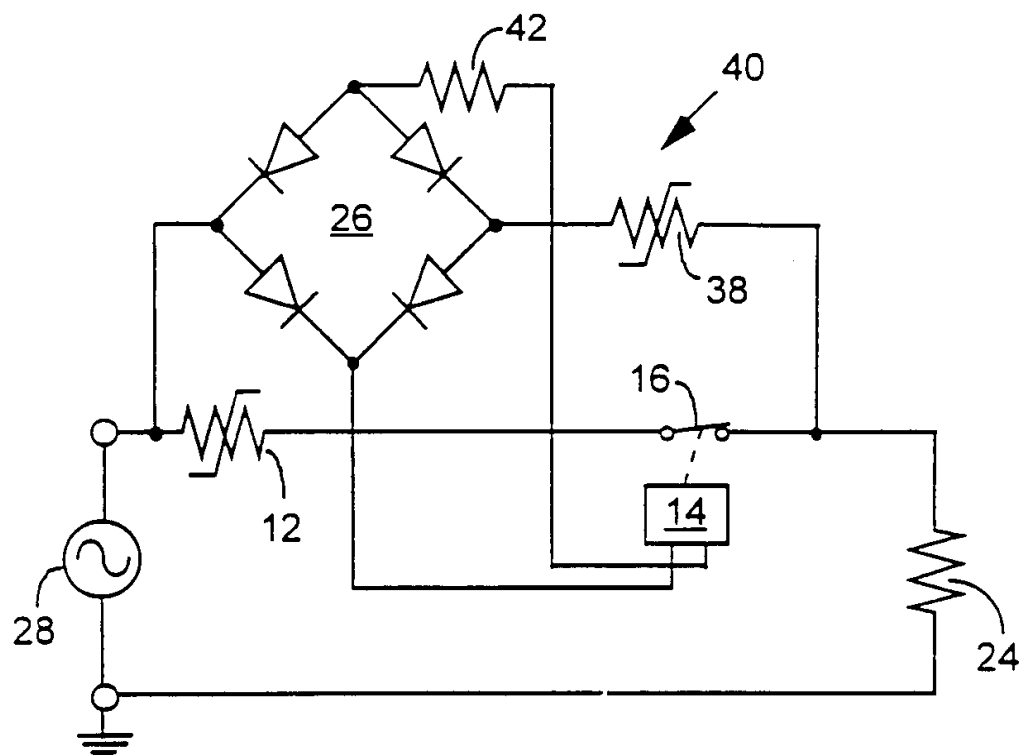


图 3g

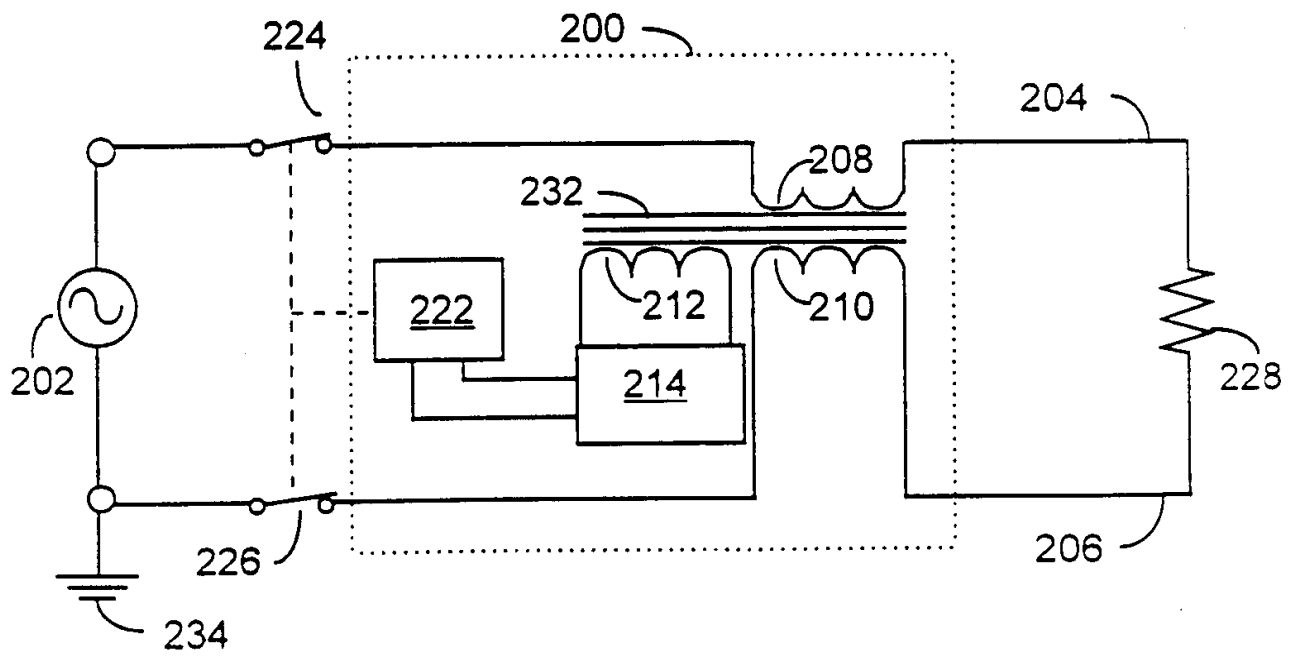


图 4a

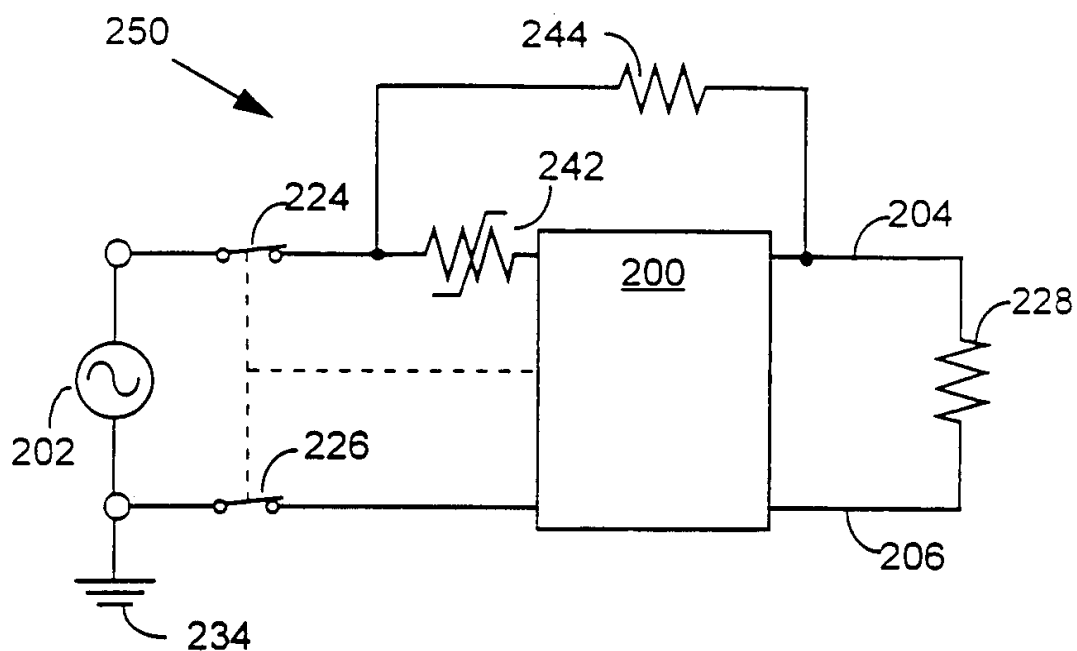


图 4b

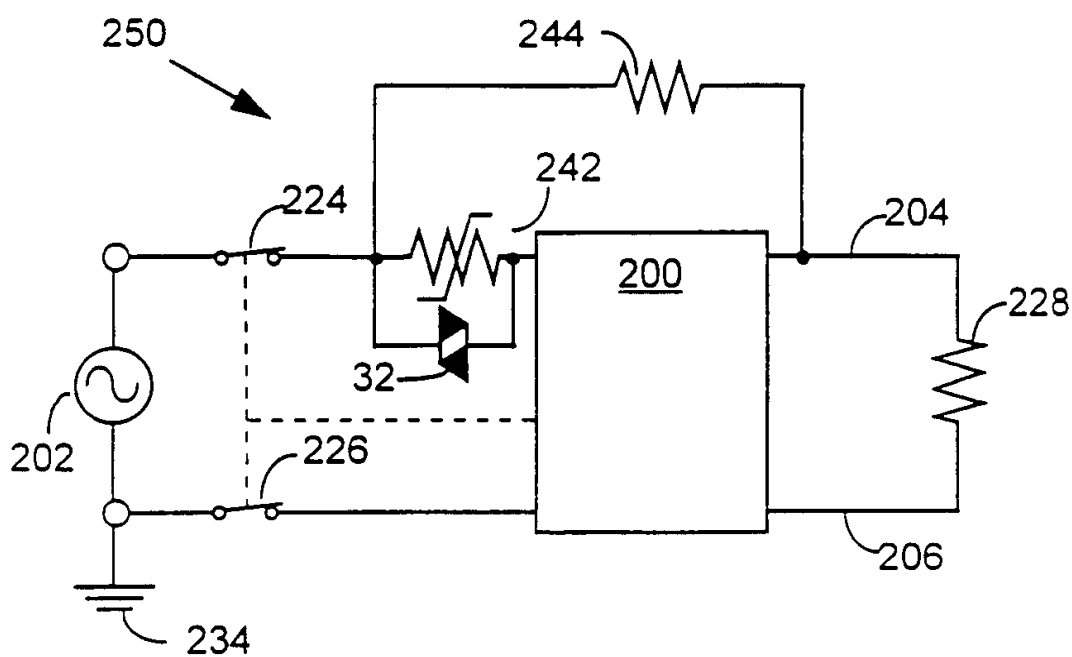


图 4c

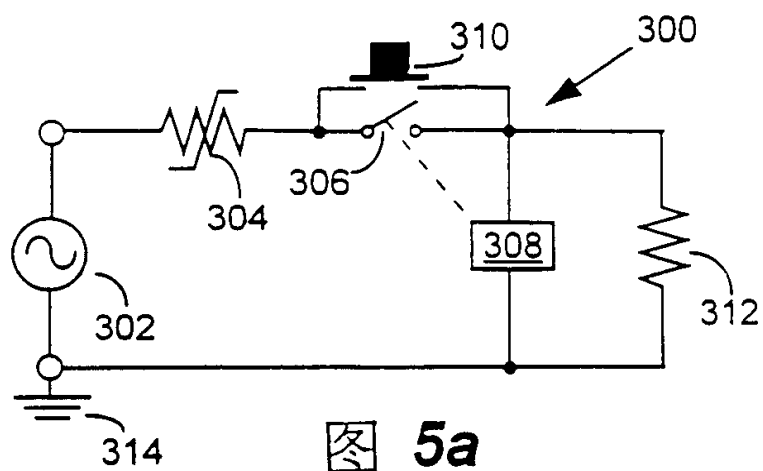


图 5a

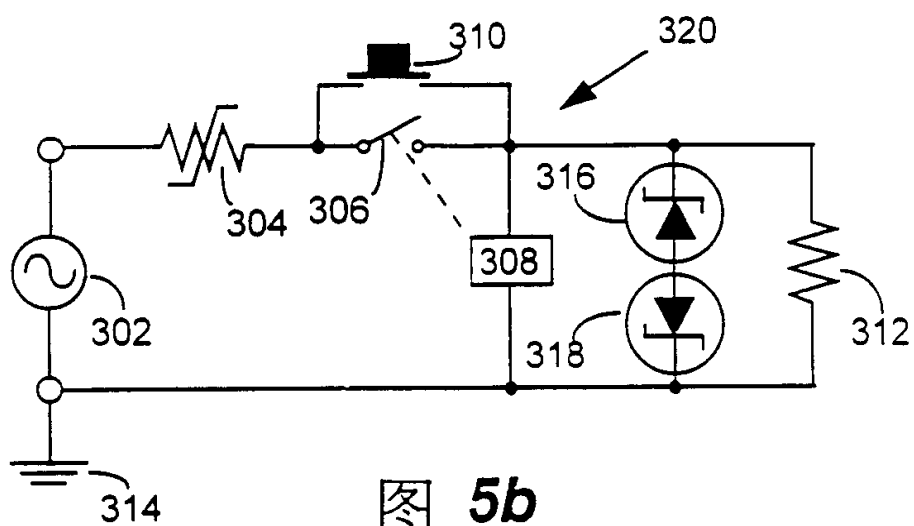


图 5b

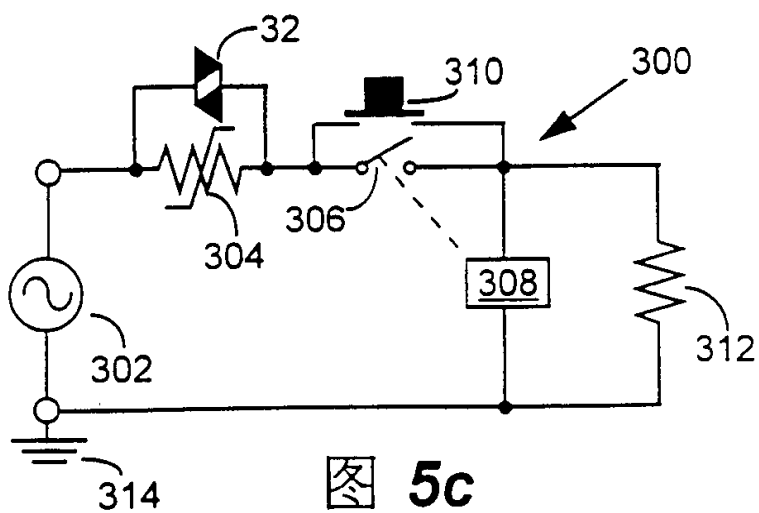


图 5c

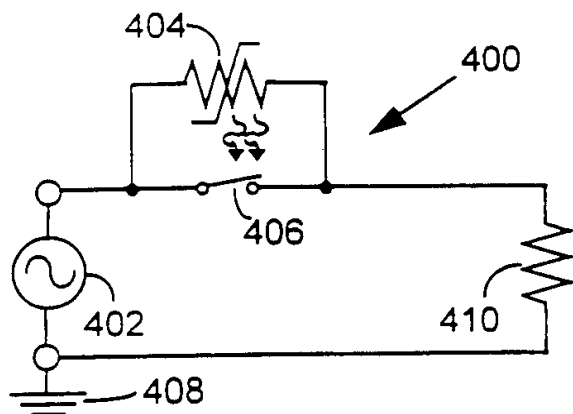


图 6a

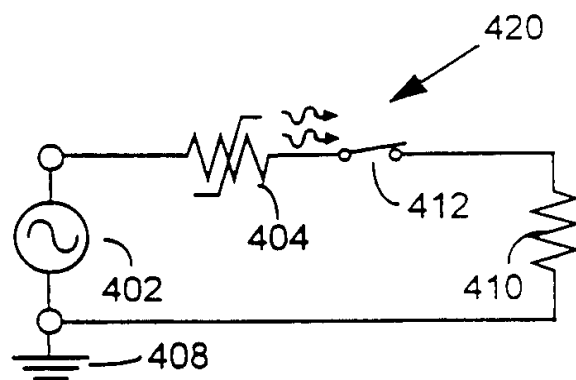


图 6b

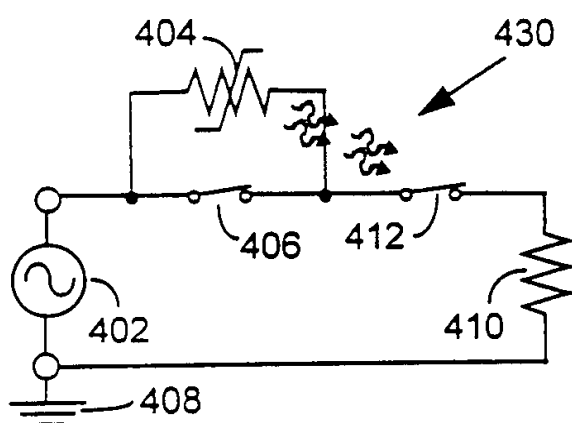


图 6c

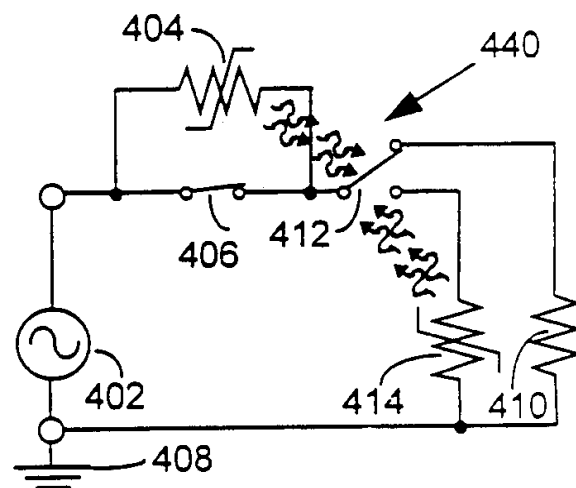


图 6d

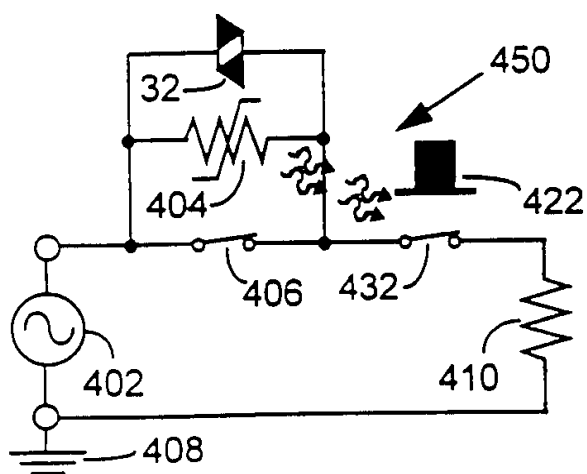


图 6e

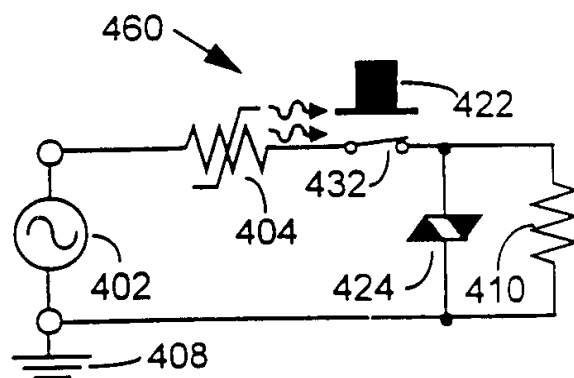


图 6f