



# [12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 86 1 04528 A

CN 86 1 04528 A

[43] 公开日 1987年1月21日

[21] 申请号 86 1 04528

[22] 申请日 86.7.10

[30] 优先权

[32]85.7.11 [33]美国 [31]753,832

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州纽约列克星敦街570号

[72] 发明人 爱德华·基思·豪厄尔

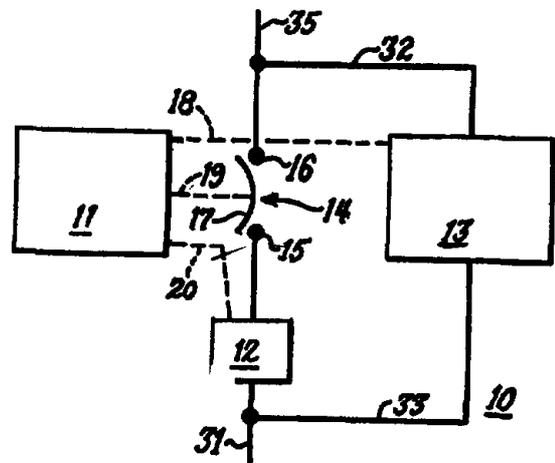
[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 吴增勇 董江雄

[54] 发明名称 无电弧的电路中断器

[57] 摘要

金属触点间无击穿电弧的电路中断,这是通过一个固态电流断续器与一个控制电路及一个阻抗电路相结合而实现的。在触点分离之前的瞬间,阻抗电路将触点回路的电流分到固态电流断续器。于是,触点在无足够的起弧电流的情况下断开。



242/87101079/43

# 权 利 要 求 书

---

1. 一个电路中断器，其特征在于包括：

—一对串联连接在电路中的可分离的触点，

—和所述触点跨接的第一电路装置，用于在预定的时间间隔内把电路电流引离所述触点，以便中断电路电流，

—和所述触点串接的第二电路装置，用于在分离所述触点之前使所述电路电流转移到所述第一电路装置，

—操作装置，用于当所述第一电路装置导通所述电路电流时，分离所述触点。

2. 根据权利要求1的电路中断器，其特征在于所述第一电路装置包含一个用于导通和中断所述电路电流的三极管电路。

3. 根据权利要求2的电路中断器，其特征在于包含一个具有预定箝压的压敏元件，用于保护所述三极管。

4. 根据权利要求1的电路中断器，其特征在于所述第一电路装置包含一个正温度系数电阻，用于导通和中断所述电路电流。

5. 根据权利要求1的电路中断器，其特征在于所述第二电路装置包括一个可变阻抗元件，用于为所述电路提供第一串联阻抗，以便使所述电路电流能流过所述可分离触点；并提供高于所述第一串联阻抗的第二串联阻抗，使所述电路电流转移到所述第一电路装置。

6. 根据权利要求5的电路中断器，其特征在于所述第二电路装置包含一个双极型晶体管，此双极型晶体管导通时给出所述第一串联阻抗，此双极型晶体管截止时给出所述第二串联阻抗。

7. 根据权利要求5的电路中断器，其特征在于所述第二电路装置包含一个场效应晶体管，此场效应晶体管导通时提供所述第一串联阻抗，此场效应晶体管截止时提供所述第二串联阻抗。

8. 根据权利要求5的电路中断器，其特征在于所述第二电路装置包

含一个晶闸管，此晶闸管导通时提供所述第一串联阻抗，此晶闸管截止时提供所述第二串联阻抗。

9. 根据权利要求3的电路中断器，其特征在于所述电压敏感元件包括一个金属氧化物或碳化硅压敏电阻。

10. 根据权利要求6、7、8的电路中断器，其特征在于所述第二电路装置通过一个变压器与所述电路连接。

11. 根据权利要求1的电路中断器，其特征在于还包含一个控制电路，用以操纵所述第一电路装置、所述第二电路装置和所述操作装置。

12. 根据权利要求10的电路中断器，其特征在于包含一个与所述变压器的输出线圈并联的压敏元件。

13. 根据权利要求12的电路中断器，其特征在于所述压敏元件通过一个整流器与所述变压器的输出线圈并联。

14. 根据权利要求10的电路中断器，其特征在于所述变压器包含一个单匝的初级线圈。

15. 根据权利要求1的电路中断器，包含一种启动装置，即，当通过所述电路的电流刚一达到某预定值时，就开始所述电流转移。

16. 一个电路中断器，特征在于包含：

——一对在某保护电路中的，在一种操作机构控制下的可分离的触点，用于中断通过所述电路的预定电流；

——一个与所述触点并接的固态开关，用于把所述电流引离所述触点，并把电流转移到一个电压敏感元件，使所述电流降低到预定的最低限值；

——一个变压器，它与所述触点串联，具有处于与一个功率三极管并联电路内的输出线圈；

——一个为所述功率三极管提供激励信号的装置，以使所述触点闭合时，保持所述变压器输出线圈于第一电压，并在所述触点分离之前的瞬间，去掉所述功率三极管的激励信号，从而把所述变压器输出线圈的电

压提高到高于第一电压的第二电压。

17. 一种提供电路中断的方法，特征在于包括以下步骤：

—把一对可分离的触点与一个电气回路中的第一电路装置串联；

—把第二电路装置与所述触点及所述第一电路装置并联；

—在断开所述触点之前，操纵所述第一电路装置，使所述电路电流的相当部分转移到所述第二电路装置；

—断开所述触点，以便中断流过所述触点的剩余电流；

—操作所述第二电路装置，以便把所述转移电流降低到预定的低限值。

18. 根据权利要求17的方法，其特征在于包含以下步骤：在所述第二电路装置中提供第一电压敏感元件，使所述回路电流通过所述第一电压敏感元件，从而使所述转移的回路电流降低到所述预定的低限值。

19. 根据权利要求18的方法，其特征还在于还包含以下步骤：把所述第一电路装置通过一个变压器连到所述电气回路。

20. 根据权利要求19的方法，其特征还在于还包括以下步骤：把功率三极管与所述变压器的初级线圈并联。

21. 根据权利要求20的方法，其特征还在于还包括以下步骤：对所述功率三极管的基极提供基极激励电流，以使其导通，从而使所述变压器的输出线圈的电压保持在第一预定值。

22. 根据权利要求21的方法，其特征还在于还包括以下步骤：把第二功率三极管的集电极与所述功率三极管的集电极相连，把所述第二功率三极管的发射极与所述功率三极管的基极相连，所述第二功率三极管的基极可开关地连接到一个基极电源上去。

23. 根据权利要求22的方法，包含以下步骤：在所述电流变换器初级线圈与所述功率三极管之间，连接一个整流器。

## 无电弧的电路中断器

已经有几种固态电路中断器可用来显著地减小在保护电路中分离触点间产生的电弧的幅度。这些装置一般由半导体元件组成—用这些半导体元件在触点分离的瞬间把被中断的电流从这些分离的触点转移到别的回路。

在美国专利申请(系列号为610,947)中(1984年5月16日由E. K. Howell提出,题目是:“固态限流中断器”)描述了这样一种装置。这个装置基本上由跨接在分离触点两端的电压控制元件和电流控制元件并联组合而成。在触点分离的瞬间,被中断的电流首先从触点转移到电流控制元件,然后到电压控制元件。从触点分离时刻和电流离开这些触点的转移时刻之间的时间滞后在几微秒之内。在这样短的时间内,所产生的电弧对现代化的触点材料来说影响极小。这些触点材料一般是银和钨或银和碳化钨合金的组合。当触点闭合时,其上的银在触点间提供了极好的导电性;在触点发弧光期间,其上的钨使触点免遭电弧的溅蚀。

序号为665,841的美国专利申请(1984年10月29日由E. K. Howell提出,题目是:“漏电流中断器”)提供一种正温度系数元件和跨接在分离触点两端的电压控制元件的组合,用于显著减小触点弧光。序号为681,478的美国专利申请(1984年12月14日由E. K. Howell提出,题目是:“采用电弧转移方法的电路中断器”)使用一个齐纳二极管和三端双向可控硅开关,使电流从分离的触点转移到电压控制装置。所有上述作为参考而引入的专利申请,在触点分离时刻和电流转移到固态断续电路这两者之间都表现出一定的滞后时间。如果这种接触打火被

完全消除以致触点能够在不受有害电弧影响的情况下实现分离，那么显然，达能显著的减小触点尺寸和降低触点材料的成本。本发明的目的是叙述一种在正常以及过载条件下均能完全消除分离触点间产生电弧的电路。

无电弧的电路中断器通过控制电路、阻抗电路和电流断续器三者的配合来实现的。在使触点断开之前，阻抗电路将通过一对可分离的触点的电流分向电流断续器。在分离的瞬间，通过触点的电流已不足以在触点间产生明显的电弧。

图1 是根据本发明的无电弧电路中断器的图示；

图2 是使用双极型晶体管的图1 的无电弧电路中断器的一种实施方案的图示；

图3 是使用一个与电容器并联的场效应晶体管的图1 的无电弧电路中断器的第二个实施方案的图示；

图4 是具有跨接在场效应晶体管两端的金属氧化物压敏电阻的图2 的无电弧电路中断器的另一实施方案的图示；

图5 是为使电流转换到电流断续器而使用一个与复合双极型晶体管配合的电流变换器的图1 的无电弧电路中断器的图示；

图6 是在公共时间轴上的分电流波形及控制电路的电压波形的图示。

本发明的无电弧电路中断器10示于图1,其中控制电路11通过控制线20与受控串联阻抗器12(以下称“阻抗电路”)操作地连接,又通过控制线18与电流断续器13连接;再通过控制线19,与开关14中的一对固定触点15、16的桥接触点17相连接。电路中的载流导线35,通过开关14和阻抗电路12的串联组合而与导线31相连接。正常情况下,电流从导线35,通过触点15、16、17以及阻抗电路12流过电路;此时,阻抗电路12呈现大约等于触点电阻的低限回路阻抗。电流断续器13具有足够高的阻抗,而由触点15、16、17给出的电压降,为低电压,可以忽略流过13的电

流。当需要中断回路电流时，就提高阻抗电路12的阻抗，以便把回路电流分给电流断续器13。此时，阻抗电路12所给出的阻抗和电流断续器13所给出的阻抗相比必须非常大，最好是开路。由于回路（包含电流断续器13、阻抗电路12和触点15、16、17）中电感的作用，所以阻抗电路12两端的电压随着其上阻抗的增加而增加。为了防止阻抗电路12过压，必须用箝制其上电压到安全电平或限制其上电压变化率的方法限制电压的上升。各种开关器件都可以用在阻抗电路中，用来改变其上的阻抗，从而改变其上的电压。这些开关器件有：门电路断开开关可控硅（gate turn-off thyristors）、正温度系数电阻器，双极型晶体管以及以下将较详细介绍的场效应三极管。阻抗电路的可控电压变化率可以从电容器上得到，也可以借助控制电路11从以上这些开关器件得到，还可以在这些开关器件本身范围内建立。分立电路元件，如压敏电阻和齐纳二极管也能用来限制阻抗电路12上的电压；根据限制的变化程度，或单个或组合使用。此外，可以根据阻抗电路中所选用的特定的开关器件的特性，在阻抗电路和主电路之间插入一个阻抗匹配的变换器。阻抗电路12必须连续地承载正常的主电路电流—例如500 安培（在10毫伏电压降下），也就是导致5 瓦的连续功耗。当阻抗电路中的开关器件转换到高电压状态时，则其上的电压降上升到大约20伏，使得在几微秒之内将主回路电流有效地转移到电流断续器13。阻抗电路中的开关器件由半导体元件组成；对于这种器件，一般说来，低的导通压降和高的截止电压容量两者不能兼顾。对于某种特定的半导体器件，其内阻低，往往耐压也低。但大多数现有开关器件，其内阻和耐压都足够高。因此要用阻抗匹配变换器来实现开关器件和主电路间的阻抗匹配。当主电路的开关被转换时，电流断续器13必须立即接受主电路电流；但是因为电流断续器并不承载连续的电路电流，所以其上可以有几伏量级的较高压降。在主电路电流从触点15- 17经过导线32转移到电流断续器13之后，控制电路11立即发

出一个信号给可换向的操作机构(如由 C. L. Jencks 等提出美国专利4,001,742 所描述的,此处作为参考引入),于是这些触点即被打开。在这些触点分离足够距离之后(大约0.005 至0.01英寸,此距离已足以承受主电路开路电压而不打火)电流断续器13的电压被提高到超过主电路电压的高电压状态,从而使主电路电流很快降到零,即完全中断主电路电流。如果电流断续器13不能使主电路电流降到零,那么可以用一个辅助开关(未示出)完成以上中断过程。如果希望在预定的时间间隔之后自动地再接通开关14,那么也必须使用一个辅助开关。

电流断续器13可以是一个固态开关限流断续器,如序号为610,947 的上述美国专利申请所描述的;或固态电路断续器,如序号为665,841 的上述美国专利申请所述。序号为674,810 的(1984年11月12日,由发明人 E. K. Howell 提出)美国专利申请所描述的电动电路断续器(其中的磁排斥并行间隔的触头臂被用作辅助触点支架)也可用于根据本发明教导的电流断续器13中。通过导线32和33与开关14及阻抗电路12 并联的电流断续器13的功能是:当要切断开关14时,在触点15-17 被分离的瞬间,为主电路提供一个并联低电阻通路,以便显著地减小通过开关触点15-17 的电流。如前所述,阻抗电路12把主电路电流从开关14分到电流断续器13,直至触点15-17 被分离。当触点已被分离到足以避免产生电弧的距离时,电流断续器13的线路被中断。如断路器行业所熟悉的,依靠操作使触点分离得越快,由断路器部件所必须消耗的电能量越低。序号为684,307 的美国专利申请(1984年12月20日提出,题目是“用于电路中断装置的快速触点驱动器”,此处引入作为参考)描述了一种把桥式触点17和固定触点15、16快速分离的装置。

在图2 的无电弧电路中断器36中给出了一种由双极型晶体管21和齐纳二极管22组合而成的简单的阻抗电路12。当控制电路11经过导线25给三极管21的基极提供激励信号时,三极管21处于大电流、低管压降工作

状态；当去掉基极激励信号时，三极管很快转变到由齐纳二极管决定的较高的电压状态，从而将主电路电流从开关14转移到电流断续器13。来自控制电路11的控制线20可由多条导线组成，这取决于阻抗电路12中的电路元件。例如在图2至图4中标出了控制线20中的导线25、26。控制电路11和阻抗电路12之间的电气连接是通过导线25、26来完成的。一旦主电路电流已转移到电流断续器13之时，控制线19动作，将桥式触点17与固定触点15、16分离，从而切断在主电路电流已被转移到电流断续器13以后通过阻抗电路12和开关14的少量剩余电流。齐纳二极管22保证了跨接在双极型晶体管的发射极和集电极上的电压保持在安全值上；而在某些适当控制双极型晶体管关一断时间的场合中，齐纳二极管22可被省去。

图3中画出的无电弧电路中断器37，使用了一种由一个场效应晶体管(FET)23和跨接在其漏、源之间的电容器C组成的阻抗电路12。导线25为场效应管23的栅极提供来自控制电路11的偏置电压。导线26构成控制电路11和阻抗电路12的电通路。当栅极上不加偏压时，场效应管具有很高的阻抗，在若干兆欧姆范围内，接近于一个开路电路；而当栅极被加上偏压时，场效应管具有接近于短路的很低的阻抗，这实际上对导线35提供了两条电流通路，即当栅极上加偏压时，从导线35，经过开关14和场效应管到导线31；和当栅极上不加偏压以便中断该电流时，从导线35，经过导线32，电流断续器13和导线33。电容器用于把场效应管电压限制在安全值；并通过适当控制场效应管的关一断时间，可将电容器省去。

图4中的无电弧电路中断器38与图3中的相似，只是用金属氧化物或碳化硅的压敏电阻24代替了电容器C。在某些电路应用中不需要该压敏电阻。控制电路11通过导线25与场效应管的栅极连接；同时，通过导线26与阻抗电路12相连。在断开开关14之前，当场效应管的内阻剧增时，

主电路电流立即转移到电流断续器13。如上所述，电流断续器13通过选用一个具有高于系统电压的箝位电压的压敏元件，能够切断该电流（如果需要的话，再加上辅助开关的操作。在序号为610,947的美国专利申请描述了此过程）。

如果采用图5中的无电弧电路中断器42的阻抗电路12，我们可以得到更低的阻抗。在图5中将尽可能使用与前面相同的标号。这个实施方案的控制电路11基本上由一个晶体三极管的基极控制电路组成，它通过导线25与第一个三极管 $Q_1$ 的基极相连，并通过导线26与第二个三极管 $Q_2$ 的发射极相连。 $Q_1$ 和 $Q_2$ 组成复合功率三极管。如图所示控制电路给 $Q_1$ 提供基极激励信号； $Q_1$ 与 $Q_2$ 共集电极， $Q_1$ 的发射极与 $Q_2$ 的基极相连，当 $Q_1$ 和 $Q_2$ 都导通时，导线26、27之间的电压降约几伏。一个电压控制元件，如金属氧化物压敏电阻24，跨接在导线26、27之间并通过一个由二极管 $D_1$ - $D_4$ 组成的桥式整流器与变换器28的次级绕组30并接。这个变换器还包括一个铁心29以及与电源母线35串联的单匝初级线圈34。开关14有一个桥式触点17，它与一对固定触点15、16相连，用于导通流过电源母线的电流 $I_1$ 。当 $Q_1$ 和 $Q_2$ 都导通时，跨接在次级线圈30和金属氧化物压敏电阻24上的电压处于低限值。当关断 $Q_1$ 的基极激励信号时，基极电流 $I_B$ 降到零，同时 $Q_1$ 和 $Q_2$ 都截止，使得次级线圈30的输出电压增加到金属氧化物压敏电阻24的箝位电压。对本实施方案来说，变换器28具有100 : 1的匝数比，金属氧化物压敏电阻24具有500伏箝位电压。用 $I_2$ 表示流过变换器初级线圈的电流，以区别于流过电源母线35的电路电流 $I_1$ 。用 $I_3$ 表示流过电流断续器13的电流，此断续器通过导线32、33与开关14并联。为了无电弧地断开触点15、16，在启动触点分离之前，必须把电流 $I_1$ 分到电流断续器13。其结果，这些触点中只剩下微弱的磁化电流，已不足以在触点间产生明显的电弧。只要 $Q_1$ 、 $Q_2$ 导通，金属氧化物压敏电阻24两端的电压就

显著地低于箝位电压，因此，无电流流过该电阻24。当晶体管基极控制电路11切断 $Q_1$ 的基极电流时，基极电流 $I_B$ 很快降到零。这样，次级线圈30的输出端和金属氧化物压敏电阻24两端的电压 $V_2$ 很快上升到金属氧化物压敏电阻的箝位电压，此电压又在初级线圈34两端产生电压 $V_1$ 。跨接在初级线圈的电压 $V_1$ 把主电路电流从触点15、16分到导线32和电流断续器13上去。电流断续器13可以是这样一个固态开关—例如具有如Howell专利申请（序号为610,947）中所叙述的部件。

控制电路11的三极管基极控制功能件20可以是直接用于检测变换器28的输出电流 $I_4$ 的响应元件，或者可把变换器并入在序号为4,266,259

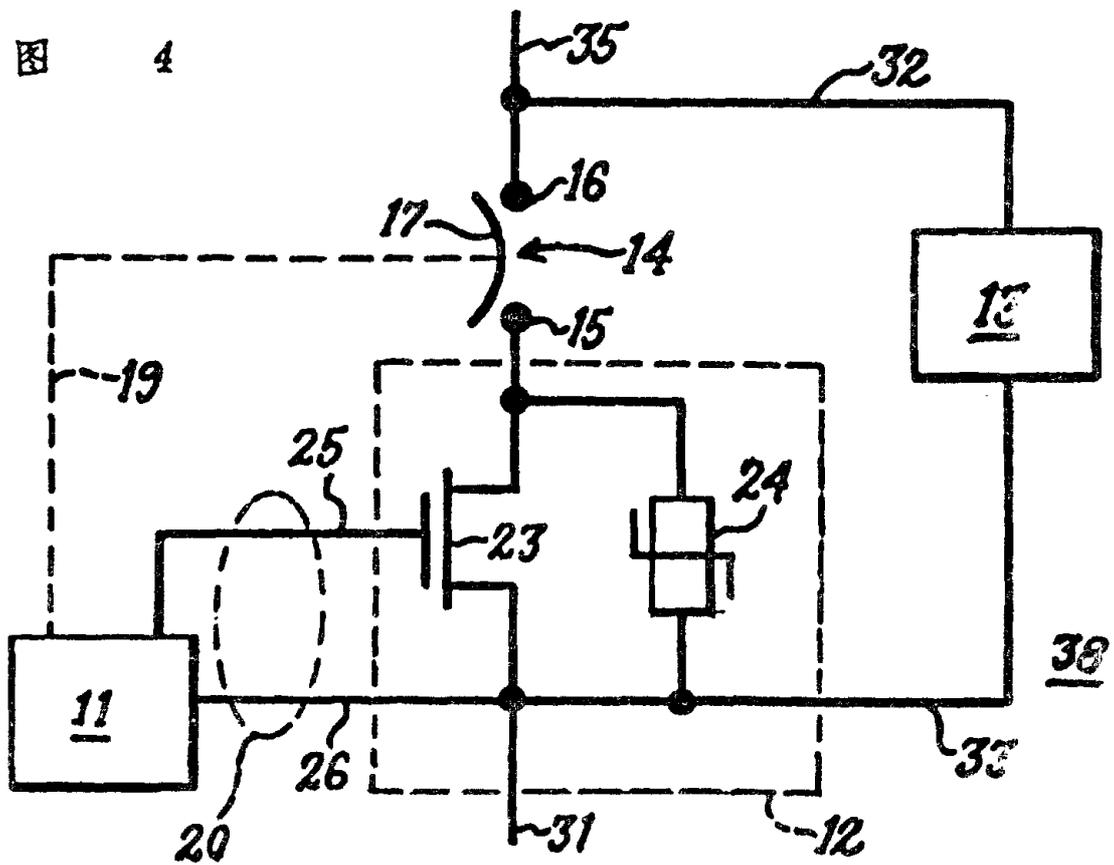
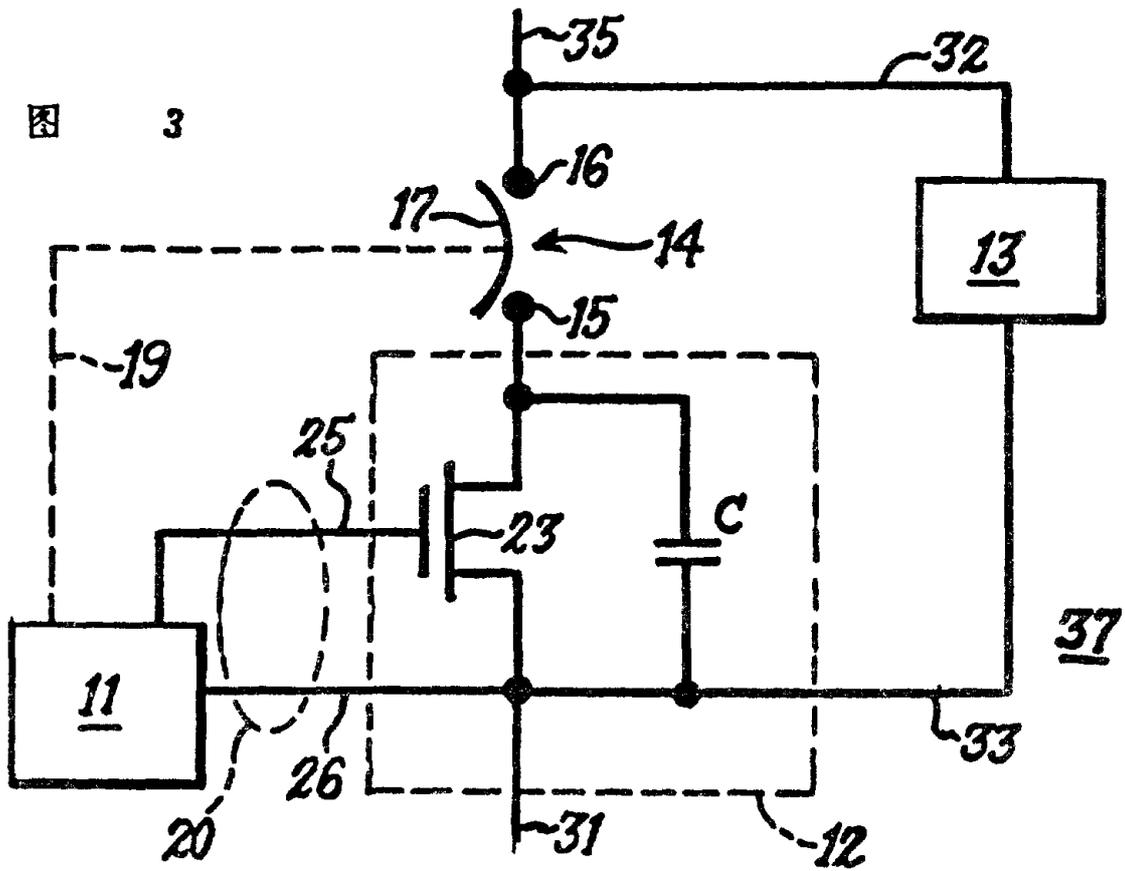
的美国专利申请（题目是：“用于电路开关静态断路装置中的长时间和短时间的过流处理器”，以Howell的名义提出。）所述的采用了先进技术的断路器中。使用数字逻辑的Howell断路器的等同物；以及需要时，用微处理机操作开关14、电流断续器13及阻抗电路12均在本发明的范围内。虽然，本实施例中的控制电路11在这里被描述为用于保护电路中电源故障电流的无电弧中断，但是在那些需要无电弧切断的地方，例如在易爆环境中为过载保护以外的目的而需要打开触点时，也可应用本发明控制电路。

图5中的电路的各项电流之间的关系作为时间的函数示于图6中，其中时间的单位是微秒，电压和电流为标称值。因为变换器28的匝数比是1 : 100,所以在基极电流 $I_B$ 等于零的 $t_1$ 时刻，如果主电路电流 $I_1$ 等于5000安培，则阻抗电路内产生的次级电流 $I_4$ 等于50安培。此时，次级线圈30的端电压 $V_2$ 从3伏特上升到500伏特，（即金属氧化物压敏电阻24的箝位电压），与此有关的单匝初级线圈的端电压 $V_1$ 从30毫伏上升到5伏特。这5伏特电压已足以把主电路电流 $I_1$ 分流到固态开关13（其电流为 $I_3$ ），并使通过触点的电流 $I_2$ 在 $t_2$ 时刻降到低限值。在 $t_3$ 时刻，触点15、16以最后引证过的Howell专利中所述的方

式被打开，从而切断通过触点的剩余的磁化电流，导致次级线圈电压  $V_2$  和初级线圈电压  $V_1$  很快降到零，此时  $I_3$  等于  $I_1$ 。为了和通过固态开关的电流  $I_3$  比较，在同一图中用虚线画出了电路电流  $I_1$ 。在  $t_3$  之后的某一时刻，当开关14的触点间隙足以承担所需电压时，固态开关13开始工作：电流  $I_3$  流过固体开关中的电压控制元件，同时由于系统的电压低于电压控制元件的箝位电压，该高电压促使  $I_3$  很快降到零。

可以清楚地看到，在切断通过触点的电流之前，从一对可分离的触点将电流分流并引导分流电流通过一个经适当设计的电流断续器，那么，便可在不产生任何明显电弧的情况下，将触点断开。





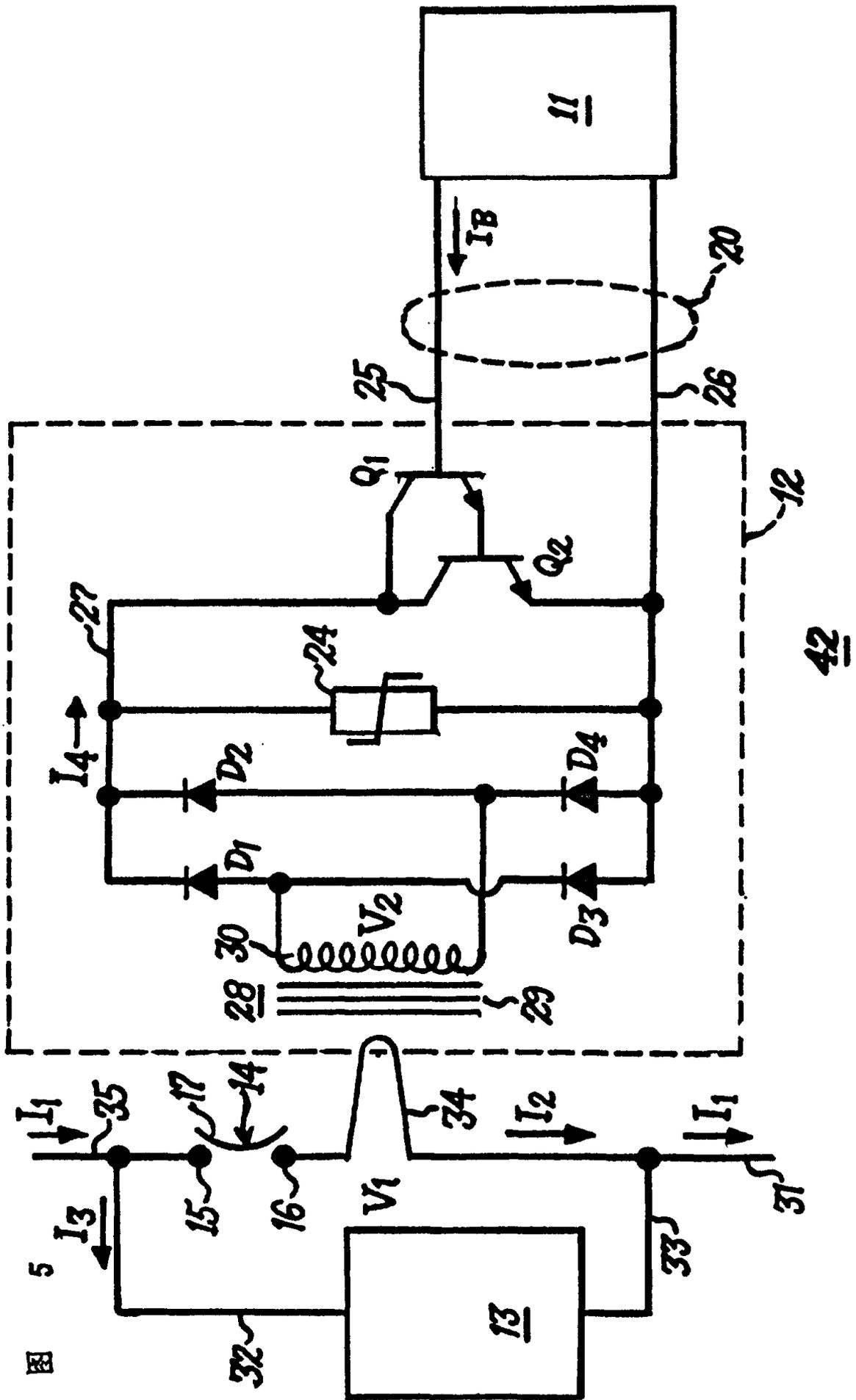


图 5

图

