



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00108791.6

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1326302C

[22] 申请日 2000.6.2 [21] 申请号 00108791.6

[30] 优先权

[32] 1999. 6. 2 [33] US [31] 09/324,417

[73] 专利权人 尹顿公司

地址 美国俄亥俄

[72] 发明人 达里伯·克拉达 蔡·松·哈

安瑟尼·C·门德扎 詹姆斯·芬克

[56] 参考文献

US5333105A 1994. 7. 26

DE3614589A1 1987. 11. 5

审查员 于君伟

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 于静 杨晓光

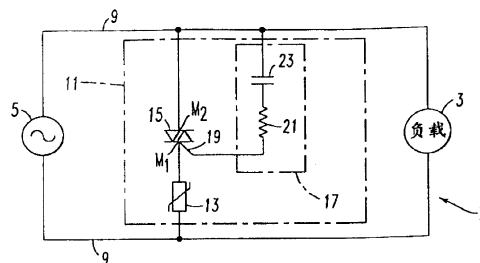
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

响应功率扰动变化率的浪涌抑制电路

[57] 摘要

一种用于单相和多相交流系统的浪涌抑制电路，具有跨接与所保护的负载并联的电源电压的门控急剧短路器件串联连接的电压钳位器件。触发电路用于响应表示浪涌的电源电压的给定变化率门控急剧短路器件接通。对于更高级的浪涌电路分流，多个钳位器件和急剧短路器件可与同时接通每相的所有急剧短路器件的单个触发电路并联连接。对于正向浪涌和负向浪涌具有不同响应特性的急剧短路器件和单极器件，正向和负向子电路反并联连接。



1. 用于由交流电源提供交流电压的负载的浪涌抑制电路，所述电路包括：

电压钳位装置，用于将其两端的电压限定到给定的钳位电压；

急剧短路装置，响应触发信号而可从电流关断状态转换到电流导通状态，并且与跨接所述交流电源的所述电压钳位装置串联，所述交流电源与所述负载并联；

一个与电压钳位装置并联连接的分路电阻器；以及

触发装置，连接到所述交流电压和所述急剧短路装置上，用于只响应表示给定电压浪涌的所述交流电压的幅值变化率产生所述触发信号，从而将所述急剧短路装置转换到接通状态以及将所述负载的所述交流电压钳位到允通电压（55），所述允通电压（55）等于所述电压钳位装置的所述钳位电压和所述接通状态下的所述急剧短路装置的电压之和。

2. 权利要求1的浪涌抑制电路，其中所述钳位装置从下面的组中选择：TRIAC、SCR和四端晶闸管，其门控电极连接到所述触发装置上。

3. 权利要求2的浪涌抑制电路，其中所述触发装置包括电阻器和电容器串联的电路。

4. 权利要求1的浪涌抑制电路，其中所述电压钳位装置从下面的组选择：金属氧化物变阻器、齐纳二极管和硅雪崩二极管。

5. 权利要求1至4中任一项的浪涌抑制电路，其中交流电压在100和600VAC范围内，以及所述电压钳位装置包括一个金属氧化物变阻器。

6. 权利要求1的浪涌抑制电路，其中所述电压钳位装置包括并联连接的多个电压钳位器件，以及所述急剧短路装置包括并联连接的多个急剧短路器件。

7. 权利要求6的浪涌抑制电路，其中所述多个电压钳位器件包括并联连接的多个金属氧化物变阻器，并且其中，所述急剧短路装置包括并联连接的多个TRIAC，所述多个TRIAC与所述多个并联连接的金属氧化物变阻器串联连接。

8. 权利要求 7 的浪涌抑制电路, 其中所述触发装置包括将通用触发信号提供到所有所述多个 TRIAC 上的单个触发电路。

9. 权利要求 8 的浪涌抑制电路, 其中所述单个触发电路包括电阻器和电容器串联的电路。

10. 权利要求 1 的浪涌抑制电路, 其中的钳位装置, 急剧短路装置和触发装置包括多个钳位装置, 急剧短路装置和触发装置, 设置在正向子电路和反并联的负向子电路中, 每个子电路具有电压钳位装置、与所述电压钳位装置并联连接的分路电阻器、急剧短路装置和将触发信号提供到相关子电路的急剧短路装置上的相关触发装置。

11. 权利要求 10 的浪涌抑制电路, 其中所述急剧短路装置包括从 TRIAC、可控硅整流器、和四元件晶闸管组成的组中选择的器件。

12. 权利要求 10 的浪涌抑制电路, 其中所述钳位装置从包括金属氧化物变阻器、齐纳二极管、和硅雪崩二极管的组中选择。

13. 权利要求 10 的浪涌抑制电路, 其中在每个所述正向子电路和所述负向子电路中, 所述钳位装置包括与一个通用分路电阻器并联连接的多个钳位器件, 以及所述急剧短路装置包括并联连接的多个急剧短路器件, 所述多个急剧短路器件与所述多个并联连接的钳位器件串联连接。

14. 权利要求 13 的浪涌抑制电路, 其中每个所述正向子电路和负向子电路具有用于相应子电路中所有所述急剧短路器件的单个触发装置。

15. 权利要求 14 的浪涌抑制电路, 其中所述钳位器件从由金属氧化物变阻器、齐纳二极管、和硅雪崩二极管组成的组中选择。

16. 权利要求 14 的浪涌抑制电路, 其中所述急剧短路器件从 TRIAC、可控硅整流器、和四端晶闸管组成的组中选择。

17. 权利要求 13 的浪涌抑制电路, 包括与每个所述急剧短路器件串联连接的阻抗。

18. 权利要求 17 的浪涌抑制电路, 其中与所述急剧短路器件串联连接的所述阻抗是可熔器件。

19. 权利要求 10 的浪涌抑制电路, 包括与所述正向和负向子电路并联的噪声和浪涌前沿抑制电路。

20. 权利要求 1 的浪涌抑制电路, 其中所述负载、交流电压和交流电源都是多相的, 以及为所述交流电压的所述多相中的每一相提供与急剧短路装置串联的相关电压钳位装置和分路电阻器, 以及用于所述急剧短路装置的并响应电压变化率的触发装置。

21. 权利要求 20 的浪涌抑制电路, 其中所述交流电压包括中性相和地相, 以及与急剧短路装置串联的电压钳位装置和用于所述急剧短路装置并响应电压变化率的触发装置同样设在所述中性相和所述地相之间。

22. 权利要求 20 的浪涌抑制电路, 其中每个所述电压钳位装置包括并联连接的多个电压钳位器件, 以及每个所述急剧短路装置包括相互并联连接并与相关的钳位器件串联连接的多个急剧短路器件。

23. 权利要求 22 的浪涌抑制电路, 其中所述钳位器件从由金属氧化物变阻器、齐纳二极管、和硅雪崩二极管组成的组中选择。

24. 权利要求 22 的浪涌抑制电路, 其中所述急剧短路器件从 TRIAC、SCR、和四端晶闸管组成的组中选择。

25. 权利要求 22 的浪涌抑制电路, 其中所述触发装置包括用于与所述多相的每一相相关的所有急剧短路器件的通用的电阻器和电容器串联的电路。

26. 权利要求 22 的浪涌抑制电路, 包括用于所述多相的每一相的正向子电路和反并联负向子电路, 每个所述正向子电路和负向子电路具有钳位装置、一个与该钳位装置并联连接的分路电阻器、急剧短路装置和将所述触发信号提供到急剧短路装置上的相关触发装置。

27. 权利要求 22 的浪涌抑制电路, 其中所述钳位器件与一个通用分路电阻器并联连接。

28. 权利要求 26 的浪涌抑制电路, 其中每个所述正向子电路和负向子电路具有用于相应子电路中所有所述急剧短路器件的单个触发装置。

响应功率扰动变化率的浪涌抑制电路

技术领域

本发明一般涉及用于保护一个设备及其负载使之免受电源电压的浪涌影响的设备，特别地，涉及响应表示浪涌的电源电压变化率以将通过负载的电压钳位到给定的电压级的浪涌抑制电路。

背景技术

公知用于保护负载使之免受电源电压的浪涌影响的各种装置和布置。通常，使用两种方法：串联和并联保护。在串联保护中，使用高阻抗与负载串联以在浪涌期间阻断或限制浪涌电流。在并联保护中，通过低阻抗分流来转移浪涌电流。本发明提供并联保护。

公知使用电压钳位装置和急剧短路装置来提供并联浪涌保护。电压钳位器件将通过负载的电压钳位到给定的电压级。普通型钳位器件是金属氧化物变阻器(MOV)。如果单独使用来提供并联保护，MOV必须具有基本大于标称电源电压从而其最大连续操作电压(MCOV)大于标称电源电压的钳位电压。公知的急剧短路器件包括气体放电管和晶闸管。这些器件通常具有高阻抗并当电源电压浪涌超过气体放电管中气体的击穿电压，或足够高到可以激励触发电路以接通晶闸管时被转换到低阻抗。气体放电管的主要困难在于甚至当电压过零时，其也难于关断。单独使用时，急剧短路器件的固有局限性在于其转换到与负载并联的低阻抗将负载电压降到标称值以下。

美国专利No.4, 912, 589提出一种浪涌抑制电路，其中钳位器件如MOV与气体管形式的急剧短路器件或触发器件如晶闸管整流器(SCR)或双向三端晶闭管(TRIAC)并联连接。当浪涌超过击穿或触发电压时，与钳位器件

并联的触发电路接通急剧短路器件。从而该电路响应浪涌电压的幅值。

美国专利No.5, 621, 599公开了一种称为“switched MOV device”的并联保护电路。在这种电路中，MOV通过负载与TRIAC串联连接。由电阻电路提供到门控的电压触发TRIAC从而电路还是电压响应的。

这些利用急剧短路器件的公知保护电路的局限性，以及关断其的困难，在于其响应相当慢。并且，公知的响应电压的并联浪涌抑制电路有意地被谐波和/或瞬时过电压干扰触发。

从而存在改进浪涌抑制电路的需求。这包括不响应谐波或瞬时过电压干扰的浪涌抑制电路的需求。

同样存在具有作为不要求MCOV大于标称电源电压的钳位器件MOV的改进浪涌抑制电路的需求。

发明内容

通过本发明来满足这些需求或其它需求，本发明提供一种响应电源电压的幅值变化率而不是响应电源电压幅值的浪涌抑制电路，电噪声、谐波和/或瞬时过电压干扰不能触发这种改进的不受线电压影响的浪涌抑制电路。只有当出现高 dV/dt 瞬态干扰时，其才被触发。在没有这些瞬态干扰的情况下，电路稳定。

根据本发明，提供了一种用于由交流电源提供交流电压的负载的浪涌抑制电路，所述电路包括：

电压钳位装置，用于将其两端的电压限定到给定的钳位电压；

急剧短路装置，响应触发信号而可从电流关断状态转换到电流导通状态，并且与跨接所述交流电源的所述电压钳位装置串联，所述交流电源与所述负载并联；

一个与电压钳位装置并联连接的分路电阻器；以及

触发装置，连接到所述交流电压和所述急剧短路装置上，用于只响应表示给定电压浪涌的所述交流电压的幅值变化率产生所述触发信号，从而将所述急剧短路装置转换到接通状态以及将所述负载的所述交流电压钳位

到允通电压，所述允通电压等于所述电压钳位装置的所述钳位电压和所述接通状态下的所述急剧短路装置的电压之和。

这种改进的浪涌抑制电路包括：用来限制电压达到给定钳位电压的电压钳位装置；用于响应触发信号从电流阻断状态可转换到电流导通状态的急剧短路装置；以及连接到电源电压和急剧短路装置以响应电源电压幅值给定变化率产生触发信号的触发表置。急剧短路装置和电压钳位装置串联连接通过交流电源并与设施的配电系统和负载并联连接。触发信号转换急剧短路装置到接通或关断状态，急剧短路装置从包括TRIAC、可控硅整流器(SCR)和四端晶闸管的组中选择。最好，触发装置是连接到急剧短路装置门控电极上的串联电阻器、电容器电路。最好，电压钳位装置从包括金属氧化物变阻器、齐纳二极管和硅雪崩二极管的组中选择。

对于较重载应用，电压钳位装置包括多个并联连接的电压钳位器件以及急剧短路装置同样包括多个并联连接的急剧短路器件，对所有急剧短路装置提供普通的RC触发电路。

在急剧短路装置如TRIAC沿一个方向具有较迅速的接通特性的情况下，以及在单极急剧短路装置如SCR的情况下，浪涌抑制电路包括正向子电路和反并联的负向子电路，其每个具有钳位装置、急剧短路装置和响应给定电源电压变化率将触发信号提供到急剧短路装置的相关触发装置。正向和负向子电路也具有多个并联连接的钳位器件和并联连接的急剧短路器件，其与多个钳位装置串联，以及每个子电路具有其自己的通用触发电路。

在本发明的具有多个急剧短路器件的实施例中，最好具有匹配电感和与急剧短路器件串联的最小容差以有助于均衡通过并联器件电流的阻抗。这些阻抗最好引入一些与急剧短路器件串联的电感以协助电流的均衡。在本发明的示范性实施例中，这些阻抗是提供一些串联电感的熔断器或可熔断电阻器。电压钳位器件由具有比钳位器件更低电阻的电阻器来分流以减少通过这些器件的电压，这允许浪涌抑制电路可用于低电压系统中通常使用的全部电压范围(如，100至600VAC)。

对于多相电源电压，与急剧短路装置串联的相关电压钳位装置和急剧

短路装置的触发装置供有每相的电源电压，电源电压还包括中线和地线的情况下，与急剧短路装置串联的相关电压钳位装置和响应电压变化率的触发装置设在中线和地线之间。在单相系统的情况中，这些多相系统具有多个电压钳位器件和急剧短路器件，其通过每相通用触发电路作用，以及如果可能由中线到地线的触发电路作用。

附图说明

结合下面的附图，参考下述优选实施例来全面理解本发明，其中：

图1是本发明基本实施例的示意图。

图2是本发明另一个实施例的示意性电路图。

图3是本发明又一个实施例的示意图。

图4A和4B用图解法分别说明图3的实施例中使用的TRIAC的正向和负向反应特性。

图5说明根据本发明操作的急剧短路装置、钳位装置和其结合的重对数尺度的V-I特性。

图6A和6B端部与端部相连说明体现本发明具有中线和地线的三相系统的示意图。

具体实施方式

图1说明将本发明应用到电气系统1中，在该电气系统中，负载3或包括许多负载3的整个设备通过包括导线或电网9的配电系统7由交流电压源5供电。为了保护负载3使之免受浪涌影响，根据本发明基本实施例的浪涌保护电路11与负载并联连接。浪涌抑制电路11的基本结构包括与急剧短路装置15串联的钳位装置13。在图1的示范性电路中，钳位装置13是金属氧化物变阻器(MOV)，以及急剧短路装置15是TRIAC。触发电路17连接到TRIAC的控制极19上并响应电源电压的变化率(dV/dt)。响应dV/dt的触发电路17的优选形式是由电阻器21和电容器23组成的串联电路。由于TRIAC15仅响应于浪涌的dV/dt而接通，所以浪涌抑制电路11不响应电噪声、谐波和/或

瞬时过电压干扰。尽管存在一些漏电流通过触发电路17，但其很小，从而MOV不必象在其它浪涌抑制电路中一样具有高的最大连续操作电压(MCOV)。实际上，图1中MOV13的MCOV可低于RMS电源电压。

当然，浪涌可能是双向振荡或出现在任一方向的单向冲击，MOV13是双向的。TRIAC15也是双向的。然而象已知的那样，当信号的极性是使得主端子 M_2 和门控端子相对于主端子 M_1 是正时，TRIAC更快速响应。因此，图2中示出了更好的浪涌抑制电路的实施例。在该实施例中，浪涌抑制电路11包括正向子电路11p和反并联连接的负向子电路11n。每个子电路11p和11n包括钳位器件13、急剧短路器件15和用于急剧短路装置的触发电路17。钳位装置可以是MOV，但也可以是例如齐纳二极管或硅雪崩二极管(SAD)。同样，急剧短路器件15可以是TRIAC或例如可以是SCR或四端晶闸管。触发电路(TC)17可以是如图1中的串联电阻器电容器电路，用于正向子电路11p的触发电路(TC)17连接到上部导线9和相关的急剧短路器件15的门控之间。同样，用于负向子电路11n的触发电路(TC)17连接到下部导线9和相关的急剧短路器件15的门控之间。

在图2中所示的浪涌抑制电路的实施例中，首先将接通具有与浪涌相同极性的子电路。随即，接通具有与浪涌相反极性的子电路。该过程的时间是使得大部分浪涌电流(大于90%)不论浪涌极性如何均在两个子电路之间分配，串联连接在急剧短路器件15之前或之后的感性熔断器25用于更好的浪涌电流分配并限定故障电流将钳位器件和/或急剧短路器件短路。由于熔断器的电感特性是相同的，所以改善了电流的分配。

图2的浪涌抑制电路11还包括与跨接负载3的子电路11p和11n并联的二极管储能耗散(DESD)电路27的二极管。美国专利5,646,810中描述了这种DESD电路27，在此引入作为参考。电路27包括反并联的几对与电容器31和放电电阻器33串联的二极管29，通过二极管对的中点连接电容器31，以及放电电阻33与电容器31并联连接。这种低能电路减小了噪声并同时降低了浪涌尖峰。

本发明的浪涌抑制电路11设计为使用三种不同的保护原理：1)在由

dV/dt变化引起的短路持续浪涌期间，接通电路(导电)，2)不因瞬时过电压而损坏电路，以及3)电路在正向和负向浪涌下提供保护。通过使用串联连接的急剧短路装置15和钳位装置13来实现这三种保护原理。结果使得总的动态阻抗低于使用钳位部件如MOV和/或SAD的常规浪涌抑制电路可能的动态阻抗。急剧短路部件15不受线电压影响而仅当dV/dt变化具有足够的幅值的情况下，才响应。这样的操作特征允许钳位部件13与线电压隔离并使得能使用MCOV额定值低于电气系统线电压的钳位器件13。低MCOV钳位部件的使用降低了浪涌抑制电路的动态阻抗并使得钳位电压低于常规浪涌抑制保护电路可能的动态阻抗。

急剧短路器件15和钳位器件13同时都接通，并将支路的总阻抗从非导电状态期间的很高值改变到导通状态期间的小于1欧姆。与同样级的其中仅使用MOV或SAD的浪涌保护电路相比，本发明的浪涌保护电路11具有极低的动态阻抗和极优的钳位电压。例如，50V MCOV MOV(20mm)和150 V MCOV MOV(20mm)具有相同的浪涌电流能力，但，50V MCOV MOV具有较低的钳位电压。动态阻抗被定义为给定点当时的钳位电压和浪涌电流之比。MOV是非线性分量。用动态阻抗来描述非线性。从而，与150V MCOV MOV相比，50V MCOV MOV具有更低的钳位电压。因此，50V MCOV MOV具有较低动态阻抗。

浪涌的幅值、持续时间和上升率是电气系统线路和浪涌能量幅值的函数。一旦浪涌通过设备，配电系统的固有谐振和阻抗将导致固有频率范围从30kHz到1.5MHz的阻尼振荡过电压。迅速上升和高频范围导致大的dV/dt变化。

从优选实施例的上述描述来看，浪涌抑制电路中的急剧短路部件可以是TRIAC，以及钳位部件可以是MOV。当分别使用其它形式的急剧短路和/或钳位部件如SCR和SAD时，得到同样的结论。

TRIAC经受迅速上升浪涌的能力被称为静态dV/dt或dV/dt_s。如果在浪涌期间dV/dt高于TRIAC的dV/dt_s特性，浪涌抑制电路11将被接通并分流大部分的浪涌电流(每MOV/TRIAC几千安)。

例如，正弦波(VAC=120 VAC， 60Hz)具有下述最大的dV/dt值：

$$(dV/dt)^{SIN}=2 * \pi * f * V_{PEAK}=2 * \pi * f * V_{RMS} * 1.41[V/\mu s] \quad \text{等式(1)}$$

$$(dV/dt)^{SIN}=0.64[V/\mu s] \quad \text{等式(2)}$$

随时间变化的(dV/dt)^{SIN}值为下：

$$(dV/dt)^{SIN}(t)=0.64 * \text{cosine}(2 * \pi * f * t)[V/\mu s]=0.64 * \text{cosine}(\alpha)[V/\mu s]$$

等式(3)

下表是120VAC， 240VAC和480VAC系统中对于不同相角 α 的一些(dV/dt)^{SIN}(t)值。

时间	α	120VAC	240VAC	480VAC
(ms)	度	(V/us)	(V/us)	(V/us)
0	0	0.64	1.28	2.56
1.4	30	0.55	1.10	2.20
2.1	45	0.45	0.90	1.80
2.8	60	0.32	0.64	1.28
8.3	90	0	0.00	0.00

为了理解本发明浪涌抑制电路上下文中的这些数，看看浪涌的dV/dt特性是很重要的。根据IEEE(6KV， 1.2/50 μ s； 3KA， 8/12 μ s)规定的标准C₁测试浪涌，最大dV/dt值为：

$$(dV/dt)^{C1}=(1-1/e)*V_{PEAK}/(t2-t1)=0.63*V_{PEAK}/(t2-t1)$$

$$=0.63*6000/(0.391-0.042)[V/\mu s] \quad \text{等式(4)}$$

$$(dV/dt)^{C1}=1319[V/\mu s] \quad \text{等式(5)}$$

其中t₁等于浪涌电压峰值的10%或0.042 μ s以及t₂等于浪涌电压峰值的63%或0.391 μ s。

标准UL浪涌(为6kV， 1.2/50 μ s； 500A， 8/20 μ s)具有与IEEEC₁浪涌相

同的dV/dt最大值:

$$(dV/dt)^{UL}=1319[V/\mu s] \quad \text{等式(6)}$$

IEEEC3浪涌(20kV, 1.2/50 μ s; 10KA, 8/20 μ s)的最大dV/dt为:

$$(dV/dt)^{C3}=4400[V/\mu s] \quad \text{等式(7)}$$

TRIAC15的静态dV/dt特性通过调整门控触发电路来限定, 应调到大于 $(dV/dt)^{SIN}$ 但小于 $(dV/dt)_{C1}$ 。这允许使用具有比电气系统线电压低的MCOV的MOV。

由于浪涌的高dV/dt(很高的频率和持续时间)TRIAC通常在雪崩区内操作。MOV13的响应比TRIAC迅速。MOV在5至25ns内完全接通, 而完全接通TRIAC需要300至700ns。然而, TRIAC阻抗在MOV接通时变化从而在5至25ns内消除浪涌, 这与接通MOV的时间帧相同。

TRIAC的响应取决于:

- 提供到TRIAC上的浪涌极性,
- 触发电流峰值和持续时间,
- 并联连接的TRIAC的数量, 以及
- MOV的寄生电容(由迅速上升的漏电流所产生)

当主电流(MT2-MT1)被关断至零时, 关断TRIAC。首先, 当其电压降到其钳位电压以下时, 关断与TRIAC串联的MOV13。MOV阻抗增加(兆欧)以及流过其的电流几乎减小到零。由于MOV和TRIAC是串联的, 通过TRIAC的主端子电流也接近于零并且关断TRIAC。

为了使得电流的额定值大于一个大的TRIAC允许的电流值, 通常并联连接TRIAC。并联操作具有附加的优点。分配的损耗越均匀, 允许更好的冷却。另外, 多余的TRIAC可增强浪涌抑制电路的操作可靠性并延长其使用寿命。

图3说明本发明适于较高电流额定值的浪涌抑制电路211。在该实施例中, 多个TRIAC15被并联连接到每个子电路211p和211n中。同时, 每个子电路211p和211n具有多个并联连接的MOV13。并联连接的FIRMC15通过连接部分35串联连接到相关的MOV13上。这增强了浪涌抑制电路的浪涌电

流能力。因为更多的阻抗布置在子电路中而使得并联连接的TRIAC/MOV的总阻抗减小，所以，其还导致比单个TRIAC/MOV可能的响应时间更快，与每个子电路中的相关TRIAC串联连接的多个熔断器25还改善了电流分配。为了实现子电路中所有TRIAC13的同步动作，通用触发电路17同时触发子电路中的所有TRIAC。最好，通过具有比MOV更低阻抗的电阻器26来分流MOV13。这减小了钳位电压并允许浪涌抑制电路与任何低电压系统(100至600VAC)一起使用。

浪涌保护电路211具有抑制噪声和低能浪涌保护的DESD127。DESD127具有由二极管129确定的极性的正向和负向分支，和具有分流电阻器133的电容器131，用于吸收噪声并为迅速上升的浪涌提供低阻抗通路。电容器131在浪涌的第一个几百纳秒期间吸收浪涌能量而在TRIAC被完全接通后放电。

如上所述，由于TRIAC的内部操作可使用反并联子电路11p和11n。TRIAC15接通负向浪涌不象其接通正向浪涌那样迅速，这使得在负向浪涌开始时产生一个尖峰脉冲。图4a和4b说明TRIAC响应正向浪涌和响应负向浪涌之间的不同。在图4a中，37表示正向浪涌的钳位电压以及曲线39表示正向浪涌的浪涌电流。在图4b中，曲线41是负向浪涌的钳位电压以及曲线43是负向浪涌的浪涌电流，大的负向尖峰脉冲45是由于TRIAC对负向浪涌较慢的响应时间而产生的。

可在四个基本门控象限中门控TRIAC。本发明的TRIAC15在象限I和III中操作。门控电流和主支路(主端子MT2和主端子MT1之间)中也流具有相同的极性。当主电流为正向时，门控电流也为正向。当主电流为负向时，门控电流也为负向。由于TRIAC15在象限I中有不同于象限III中的 dV/dt 特性，所以正向和负向浪涌的钳位电压是不同的。象限I的响应更优于象限III的响应。在图2和3的实施例中通过提供反并联子电路111p和111n解决了这个问题。这种结构允许TRIAC15更快地响应并导致类似的正向和负向浪涌特性。

图5中说明图3的浪涌抑制电路的电压-电流V-I特性。由曲线47表示的急

急剧短路部件15的V-I特性与曲线49表示的钳位部件13的V-I特性相结合画出曲线51表示的电路211的V-I特性，钳位器件13的钳位电压根据其MCOV额定值而不同。图5中的V-I特性用于说明示范性电路。如果钳位器件的钳位电压为240V如53所示，图5中所示的电路211的允通电压近似为300V如55所示。阻断电压是用于描述最大电压的术语，该最大电压是在装置移到钳位电压区如59所示之前，装置在漏电流区中的电压如57所示。图5中浪涌保护电路的阻断电压近似为800V如61所示。其约比最大标称操作电压大200V以提供操作裕度。急剧短路器件和浪涌抑制电路的闭锁电流63和保持电流65是近似的。

图5中示出的V-I特性有很多优点。这包括更优的钳位电压、更高的浪涌负载能力、系统电压独立性、增强的可靠性和更长的使用寿命。

本发明的浪涌保护电路的钳位电压取决于很多因素，最主要的影响因素是钳位器件13的MCOV越低，钳位电压越好。另一个因素是DESD和触发电路的阻抗。DESD可以降低触发电路阻抗的影响并抑制急剧短路器件15的接通过程。在要求很高的浪涌电流的应用中，多个急剧短路器件15与多个钳位器件13并联连接。当多个钳位器件并联连接时，其寄生电容增加。这在浪涌的迅速上升期间导致低阻抗以致触发急剧短路器件15所需的门控电流增加。门控电流越大，浪涌电流在急剧短路部件中的分配越好。

本发明也可用于多相交流电源电压中。图6表示这样的应用。在此，交流系统具有相A、B和C，以及中性相N和地相G，反并联电路设在每个相A、B和C和地相以及中性相之间，因此，例如在相A和中性相之间有正向子电路11pAN和负向子电路11nAN。另外，在相A和地相之间有正向子电路11pAG和负向子电路11nAG。相B和C中的每个和中性相之间以及其每个和地相之间设有同样的子电路。另外，一对反并联子电路11pNG和11nNG设在中性相和地相之间。

尽管详细描述了本发明的具体实施例，本领域普通技术人员可以理解：根据公开的整体技术可以对该详述进行各种改形和变化。相应地，公开的具体结构仅用于说明而并不限定本发明的保护范围，附加权利要求的总体

范围和其所有的相当物限定了该权利要求的保护范围。

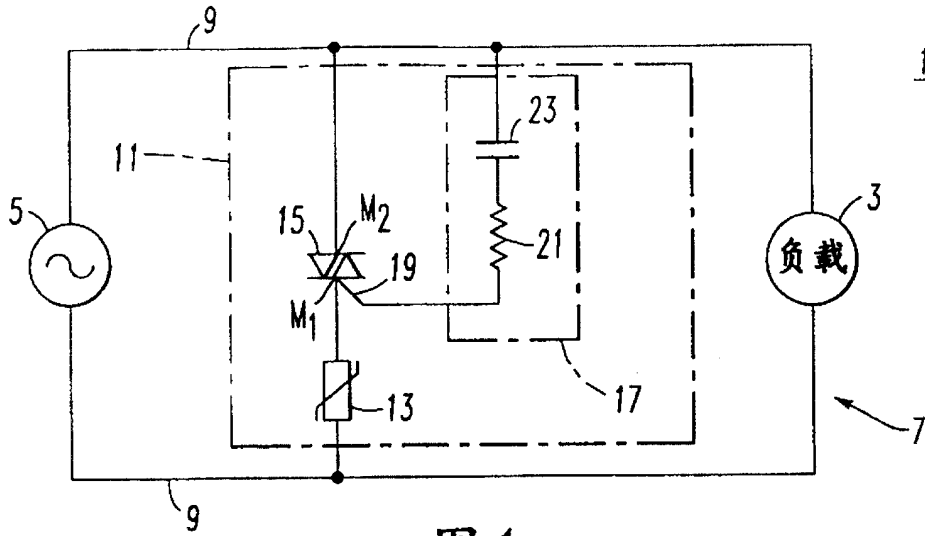


图 1

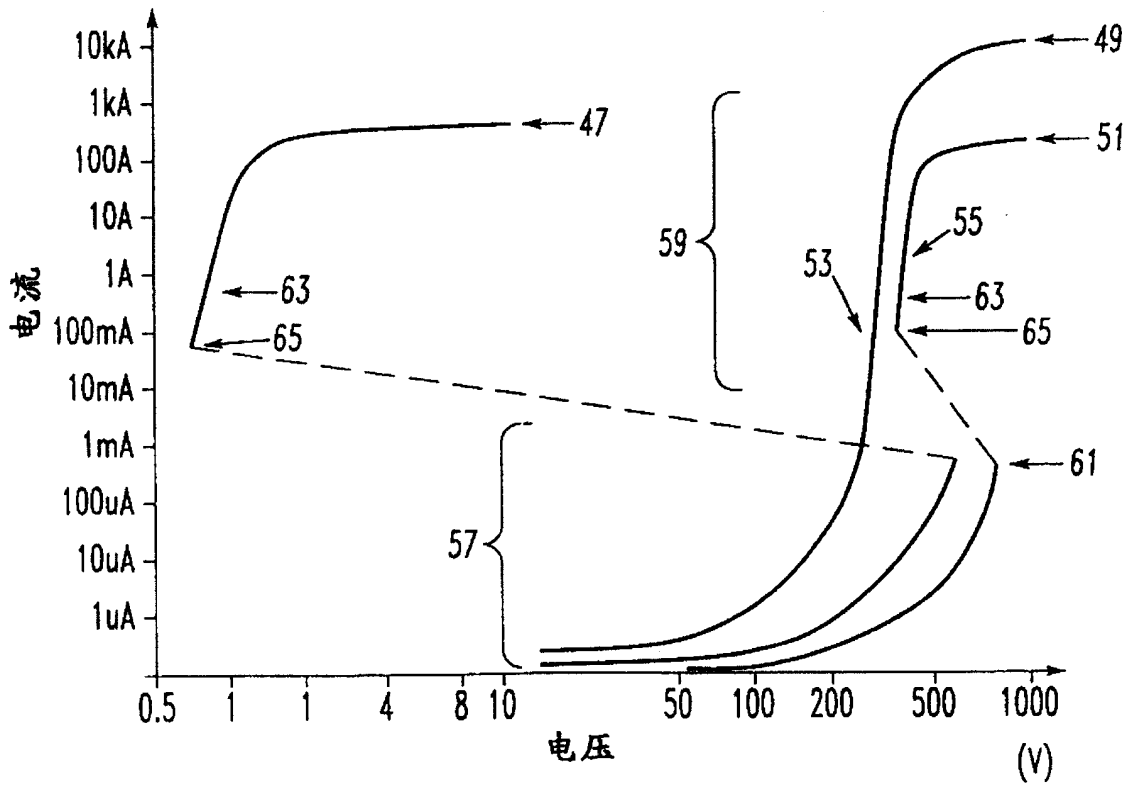


图 5

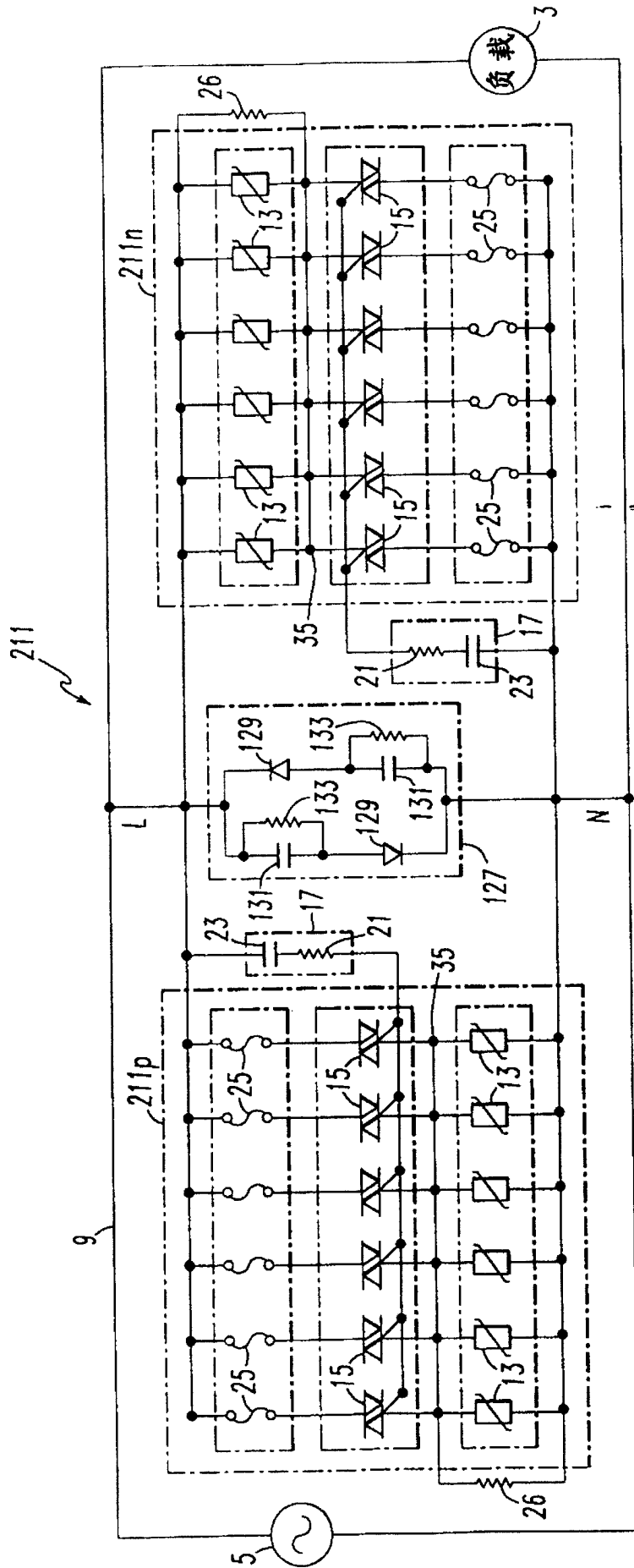


图3

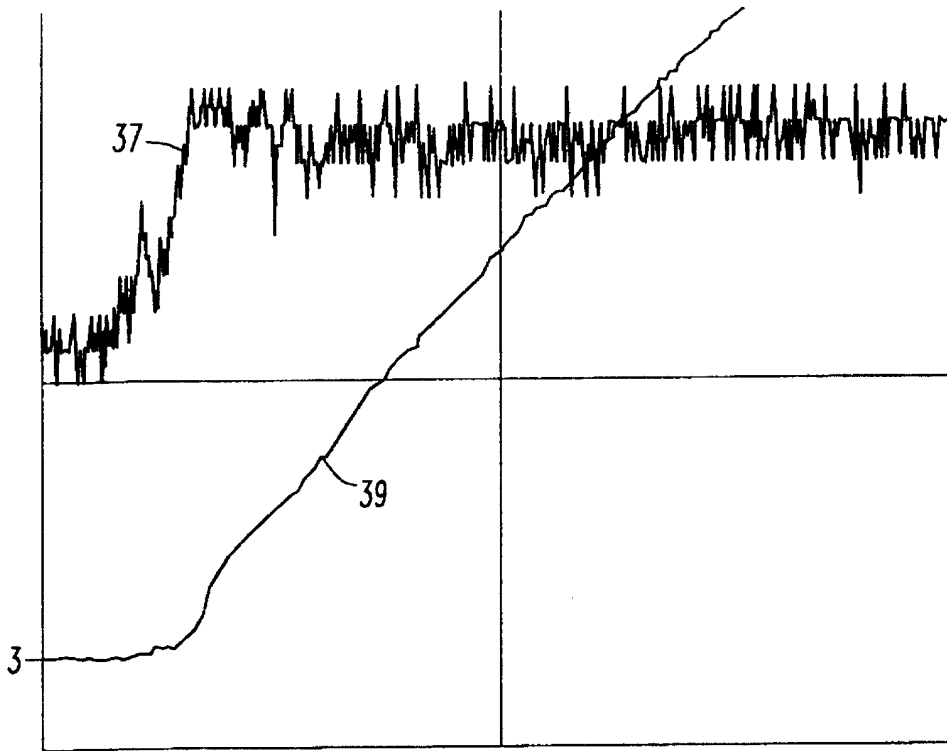


图 4A

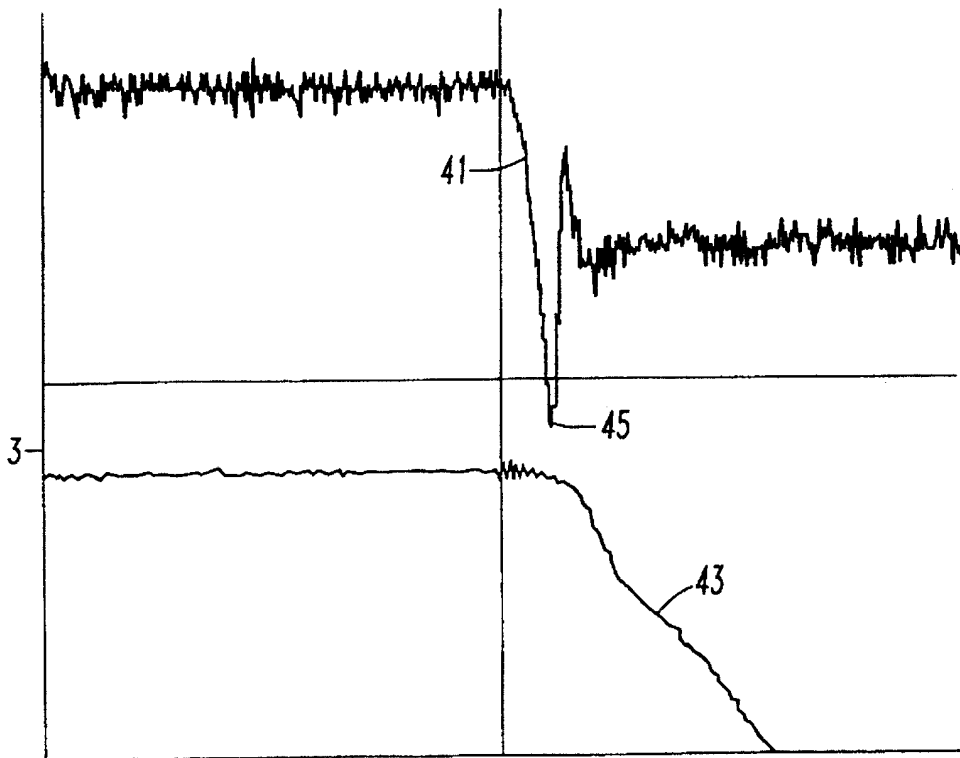


图 4B

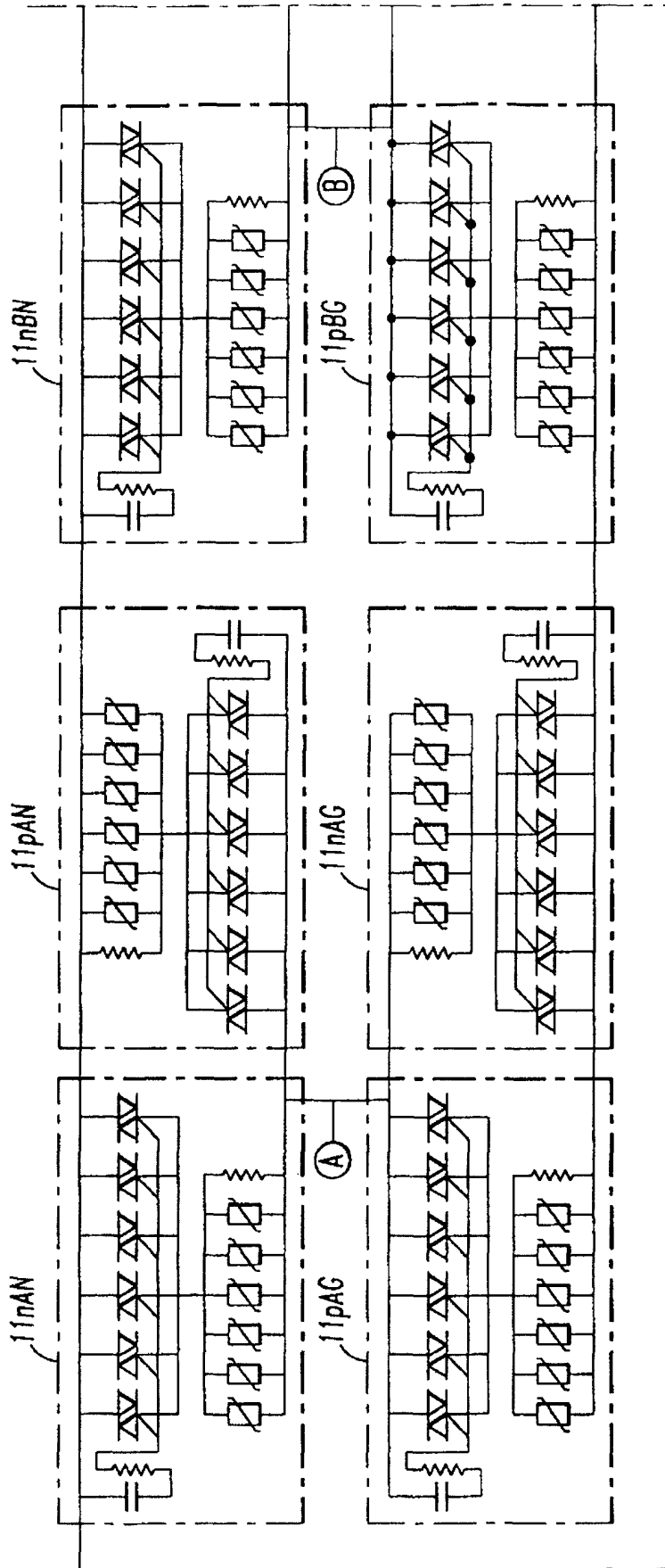


图 6A

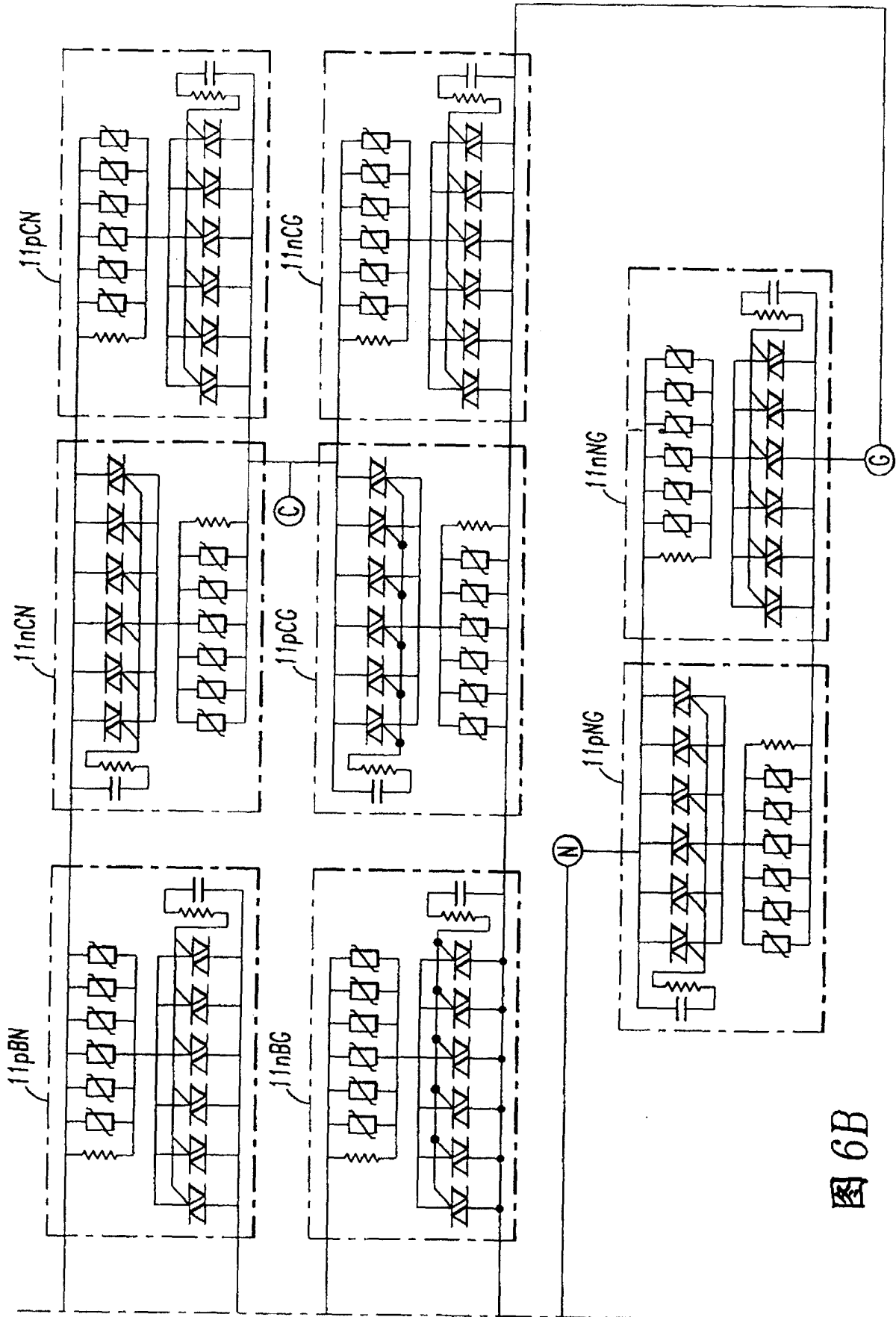


图 6B