

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

H01C 7/02

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94193355.5

[45]授权公告日 1999 年 9 月 15 日

[11]授权公告号 CN 1045134C

[22]申请日 94.9.13 [24]颁证日 99.6.12  
[21]申请号 94193355.5  
[30]优先权  
[32]93.9.15 [33]US[31]08/121,717  
[86]国际申请 PCT/US94/10137 94.9.13  
[87]国际公布 WO95/08176 英 95.3.23  
[85]进入国家阶段日期 96.3.12  
[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 S-M·方 D·西登 M·汤普森  
M·张  
[56]参考文献  
US4,977,309A 1990.12.11 H05B3/02  
审查员 刘名华

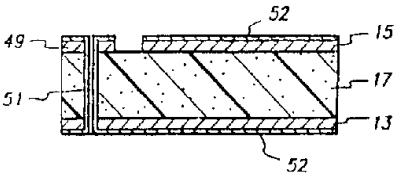
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 张志醒 马铁良

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 电路保护装置

[57]摘要

叠片电装置,特别是电路保护装置,包括两个叠片电极,其间有一个呈正温度系数特性(PTC)的元件,以及通过该装置厚度且仅接触两电极之一的一个交叉导体。这允许从该装置的同一侧连接到两个电极上。本发明还提供了一种制备此种装置的工艺步骤,即制出有相当于若干单独装置的组件,并在最后一步中将组件分割,以获得各个装置。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种电路保护装置, 包括:

5 (1) 一 PTC 电阻元件, 该元件(a)由呈现 PTC 特性的导电聚合物电阻材料构成, 及(b)具有第一表面和第二表面;

(2) 第一叠片电极, 固定在 PTC 元件的第一表面上; 和

(3) 第二叠片电极, 固定在 PTC 元件的第二表面上;

其特征在于, 所述装置还包括:

10 (4) 第三叠片导电件, (a)固定在 PTC 元件的第二表面上, 及(b)与第二电极隔开; 以及

(5) 一横向导电件, (a)位于 PTC 元件所界定的一孔隙内, (b)贯穿在 PTC 元件的第一表面与第二表面之间, (c)固定在该 PTC 元件上, (d)实体上与第一电极电连接, 并与第三叠片导电件电连接, 及(e)不与第二电极电连接。

15 2. 根据权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述横向导电件至少包括以下之一:

(a) 在界定出所述孔隙的 PTC 元件表面上的一金属镀层;

(b) 焊料; 及

(c) 一预成形的金属棒或管。

20 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置, 其特征在于, 该装置还包括:

(6) 第四叠片导电件, (a)固定在 PTC 元件的第一表面上, 及(b)与第一电极隔开; 以及

25 (7) 第二横向导电件, (a)位于 PTC 元件所界定的一孔隙内, (b)贯穿在 PTC 元件的第一表面与第二表面之间, (c)固定在该 PTC 元件上, (d)实体上与第二电极电连接, 并与第四叠片导电件电连接, 及(e)不与第一电极电连接。

4. 根据权利要求 3 所述的装置, 其特征在于, 所述孔隙具有开

口截面。

5. 根据权利要求 3 所述的装置，其特征在于，每一所述电极和每一所述叠片导电件都是金属箔。

6. 一种电组件，包括：

5 (A) 一个印刷电路板，在其一表面上有第一和第二导电布线；  
及

(B) 一个如上述任一权利要求所述的电路保护装置，该装置置于印刷电路板上并与其平行，其第一导电布线实体上与第三叠片导电件电连接，而第二导电布线实体上与第二电极电连接。

10 7. 一种制造如权利要求 1 至 5 之一所述电路保护装置的方法，包括：

(1) 提供一种组件，该组件包含

1) 一叠片 PTC 电阻元件，该元件(i)由呈现 PTC 特性的导电聚合物电阻材料构成，(ii)具有第一表面和第二表面，

15 2) 第一叠片导电件，该构件固定在所述 PTC 元件的第一表面上，及

3) 第二叠片导电件，该构件固定在所述 PTC 元件的第二表面上；

(2) 将该组件分成多个电装置，每一装置包含 PTC 电阻元件的一部分、第一叠片导电件的提供了第一电极的一部分、及第二叠片导电件的提供了第二电极的一部分，

其特征在于，该方法还包括以下步骤：

(A) 制成通过步骤(1)中所提供的组件厚度的多个孔隙，这些孔隙按多条直线布置；

25 (B) 与步骤(A)同时或在步骤(A)之后，将多个横向导电件置于各孔隙内，使之与第一叠片导电件和第二叠片导电件电接触；

(C) 从第一和第二叠片导电件中除去预定的平行条片，这些条片是相互平行且与孔隙线平行的；以及



(D) 在步骤(A)至(C)后, 将该组件分成多个电路保护装置。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述第一和第二导电件是金属箔, 而步骤(C)中所述的平行条片是用蚀刻方法除去的。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 沿通过各孔的线将所述组件分离开。

5

# 说明书

## 电路保护装置

5 本发明涉及电路保护装置。

许多电路保护装置包含两个叠片电极，而将一个有 PTC(正温度系数)特性的叠片电阻性元件夹在两电极之间。该 PTC 电阻性元件可由导电聚合物或陶瓷例如掺杂的钛酸钡制成。本文中用的“导电聚合物”一词是指包含聚合物和分散(或分布)在其中的一种特定导电填料的组合物。

在大多数这类装置中，一导电引线固定在每一叠片电极上，使该装置能连接到一电路的其他组件上，例如安装在电路板的各孔中。加入引线增加了费用，且常常导致有损害(通常由电阻改变造成)的加热(例如在焊接或熔接期间)，特别是对导电性聚合物元件的损害。当将引线连接到其他电路元件上，尤其是将引线以焊接法连接到印刷电路板上时，一导电聚合物被第二次加热，因此损害问题特别严重。将这种装置安装到印刷电路板上可能带来的另一问题是它们会从电路板上突出较多，这是不希望出现的。以上例如可参看专利文件 US-4,238,812、4,317,027、4,426,633、4,685,025、4,845,838、4,924,074、4,967,176、5,378,407 和 5,049,850。

本发明的目的是提供电路的保护装置，该装置可固定在印刷电路板上而无须使用引线，并且不会从印刷电路板上过份突出，同时可方便而经济地制取。

按本发明技术方案所提出的电路保护装置包括：

25 一种电路保护装置，包括：

(1)一 PTC 电阻元件，该元件(a)由呈现 PTC 特性的导电聚合物电阻材料构成，及(b)具有第一表面和第二表面；

(2)第一叠片电极，固定在 PTC 元件的第一表面上；和

(3)第二叠片电极, 固定在 PTC 元件的第二表面上;

其特征还在于还包括:

(4)第三叠片导电件, (a)固定在 PTC 元件的第二表面上, 及(b)与第二电极隔开; 以及

5 (5)一横向导电件, (a)位于 PTC 元件所界定的一孔隙内, (b)贯穿在 PTC 元件的第一表面与第二表面之间, (c)固定在该 PTC 元件上, (d)实体上与第一电极电连接, 并与第三叠片导电件电连接, 及(e)不与第二电极电连接。

10 在该装置中, 设置横向导电件(本文中通常称为交叉导体)使从该装置反面对第一电极的电连接成为可能。这样, 该装置可平行于印刷电路板(PCB)固定, PCB 上的一条导电布线连到第二电极上, PCB 上的第二导电布线连到第三导电件上(且通过它连到第一电极上)。

15 本发明另一重要优点在于, 由于此导电件通过该装置, 而不是围绕该装置, 因此这些装置可在一组件上以各操作步骤的工艺制成, 所述组件相当于多个装置, 在该工艺的最后一步中, 将组件再分成多个装置。以此方法制备装置的能力更为重要, 因为装置所要的尺寸(因而其电阻)可以减小。例如, 本发明可用以制备表面为 0.02 平方英寸(13 平方毫米)左右或更小的电路保护装置。

本发明还提供了一种制造上述电路保护装置的方法, 包括:

20 (1)提供一种组件, 该组件包含

1) 一叠片 PTC 电阻元件, 该元件(i)由呈现 PTC 特性的导电聚合物电阻材料构成, (ii)具有第一表面和第二表面,

2) 第一叠片导电件, 该构件固定在所述 PTC 元件的第一表面上, 及

25 3) 第二叠片导电件, 该构件固定在所述 PTC 元件的第二表面上;

(2)将该组件分成多个电装置, 每一装置包含 PTC 电阻元件的一部分、第一叠片导电件的提供了第一电极的一部分、及第二叠片

导电件的提供了第二电极的一部分,

其特征在於，該方法還包括以下步驟：

(A) 制成通过步骤(1)中所提供的组件厚度的多个孔隙, 这些孔隙按多条直线布置;

5 (B) 与步骤(A)同时或在步骤(A)之后, 将多个横向导电件置于各孔隙内, 使之与第一叠片导电件和第二叠片导电件电接触;

(C) 从第一和第二叠片导电件中除去预定的平行条片，这些条片是相互平行且与孔隙线平行的；以及

(D) 在步骤(A)至(C)后, 将该组件分成多个电路保护装置。

10 本发明进一步提供了一种组件，它可分成如以上所述的多个装置，  
其包括：

(1) 一个 PTC 电阻性元件, 该元件 (a) 由呈现 PTC 特征的导电聚合物电阻材料构成, 及 (b) 具有第一表面和第二表面;

(2) 第一叠片导电件, 固定在 PTC 元件的第一表面上;

15 (3) 第二叠片导电件, 固定在 PTC 元件的第二表面上;

其特征在於，

(A) 所述组件包括多个横向导电件，它们以多条平行直线安排，每个所述横向导电件都(a)位于 PTC 元件所界定的一孔隙内，(b)贯穿在 PTC 元件的第一表面与第二表面之间，(c)固定在该 PTC 元件上，及(d)实体上与第一和第二叠片导电件电连接；以及

(B) 第一和第二叠片导电件各呈平行条片的形式，它们相互平行且与孔隙线平行，第一和第二叠片导电件的条片参差排列。

在此组件中，更可取的是，

(a) 第一导电件的每一条片均包含两条相邻的孔隙线, 以及

25 (b) 第二叠片导电件亦成互相平行且与各孔隙线平行的许多条片形，其中每一条片均包含两条相邻的孔隙线，此孔隙线之一处在第一导电件的第一条片内，而另一孔隙线处在第一导电件的第二条片内。

如下文中所述和权利要求中所列, 以及各附图中所示, 本发明能利

用若干特定的特征完成。当这些特征以特定的内容或作为特定组合的一部分而加以说明后，这些特征也可用于其他方面或其他组合中，包括例如两个或更多此种特征的其他组合。

图 1 和图 2 是本发明装置的平视图和剖面图；

5 图 3 和图 4 是本发明装置的另两个剖面图；

图 5 和图 6 是安装在印刷电路板上的本发明装置的平面图和剖视图；

图 7 和图 8 是本发明的能分成多个单独的本发明装置的组件的局部平视图和剖视图。

#### 10 PTC 组合物

用于本发明中的 PTC 组合物最好是导电性聚合物，包括结晶聚合物成分和分散于该聚合物成分中的含有例如碳黑或金属的导电填料的特定填充物成分。此填充物成分亦可包含非导电性填料，它不仅改变导电聚合物的电特性且改变其物理性质。该组合物也可含有一种或多种其他成分，例如抗氧化剂，交连剂，耦合剂或弹性体。该 PTC 组合物最好在 23℃ 时有低于 50 欧姆-厘米的电阻率，特别是小于 10 欧姆-厘米，尤其是小于 5 欧姆-厘米。用于本发明的适宜导电聚合物在例如美国专利第 4,237,441 号、4,304,987 号、4,388,607 号、4,514,620 号、4,534,889 号、4,5445,926、号 4,560,498 号、4,591,700 号、4,724,417 号、4,774,024 号、4,935,156 号和 5,049,850 号中作了介绍。

25 PTC 电阻性元件可由一个或多个导电聚合物构件组成，其中至少有一构件是由 PTC 材料构成。当有一个以上导电聚合物构件时，电流最好顺序流过不同的组合物，就象例如每一组合物为伸过整个装置的一层形式时。在有单一 PTC 组合物且 PTC 元件所需的厚度大于能以单一步骤方便制成的厚度时，所需厚度的 PTC 元件可用结合在一起的方式方便地制备，例如将 PTC 组合物的两层或多层(如熔挤而成的各层)用加热和加压力层叠之。当有一种以上的 PTC 组合物时，该 PTC 元件通常以结合在一起的方法制备，例如用加热和加压方法将不同组合物的各元件层叠之。举

例而言，一 PTC 元件可包含由第一种 PTC 组合物组成的两叠片元件及夹在其间由第二种 PTC 组合物组成的一叠片元件，其中第二种 PTC 组合物的电阻率大于第一种 PTC 组合物的电阻率。

5 当一 PTC 装置跳脱时，降落在该装置上的大部分电压通常是降落在称为热线、热面或热区的该装置的较小部分上。在本发明的装置中，PTC 元件可具有帮助热线在所需位置上(通常是在离开两电极的位置上)形成的一项或多项特征。用于本发明中的此类适当特征在例如美国专利第 4,317,027 号、4,352,083 号、4,907,340 号和 4,924,072 号中作了介绍。

#### 叠片电极

10 本发明的特别有用的装置包括两片金属箔电极，且在 23℃ 时电阻通常小于 50 欧姆，较佳为小于 15 欧姆，更佳为小于 10 欧姆，尤其是小于 5 欧姆，特佳为小于 3 欧姆。特别适合的箔电极 of 微粗(microrough)金属箔电极，特别是包括电沉积镍箔和镀镍电沉积铜箔电极，具体如美国专利第 4,689,475 号和 4,800,253 号中所述。可根据本发明予以修改的  
15 的各种不同叠片装置在美国专利第 4,238,812 号、4,255,798 号、4,272,471 号、4,315,237 号、4,317,027 号、4,330,703 号、4,426,633 号、4,475,138 号、4,724,417 号、4,780,598 号、4,845,838 号、4,907,340 号和 4,924,074 号中作了介绍。这类电极可修改以产生所需要的热效应。

#### 孔隙和交叉导体

20 本文中所用“孔隙”一辞是指一开口，此开口

(a) 具有一闭合的横断面，例如成圆形、椭圆形或通常的矩形，或者

(b) 具有一开放的凹腔横断面，该开口(i)深度至少为该横断面最大宽度的 0.15 倍，较佳为 0.5 倍，特别是至少 1.2 倍，例如为四分之一  
25 的圆形或半圆形或末端开口的槽，和/或(ii)横断面的相对边缘至少一部分互相平行。

在可分为多个电装置的本发明组件中，各孔隙通常为闭合截面，但若一条或多条分割线通过该闭合截面的一个孔隙，则在所得的各装置中

孔隙将具有开口截面。重要的是任何这种开口截面都是如上述的凹腔截面，以期确保该交叉导体在该装置装配或使用期间不致受损或移动。

5 孔隙可为一圆形孔，变许多用途而言，对于单独的装置和各装置的组件，都令人满意。不过若组件包括被至少一条分割线横切的各孔隙，则细长的孔隙可能更好，因为在分割线方面无需较高的精确度。

当孔隙未被分割线横切时，孔隙可小到便于具有所需电流承载容量的交叉导体使用。就电路保护装置而言，孔径为 0.1 至 5 毫米，较佳者为 0.15 至 1.0 毫米，例如 0.2 至 0.5 毫米，通常令人满意。一般而言，单个交叉导体全应从装置的相对侧电连接到第一电极上。然而也可用两个或更多的交叉导体作相同的连接。因此，交叉导体的数目和大小因而其热容量，对于一个电路保护装置的跳脱率有明显的影响。

15 孔隙可在交叉导体置于其应有位置之前形成，或孔隙的形成和交叉导体的放置可同时完成。一较佳的工艺为通过例如钻孔、切割或其他适当技术形成该孔隙，然后镀敷或覆以涂层或充填孔隙的内表面。镀层可用无电镀敷法，或电镀法或两者的组合达到。镀层可为单层或多层，并可由一种金属或多种金属的混合物尤其是焊料构成。镀层通常亦可在该组件的其他暴露导电表面上形成。如不欲进行此种镀层，则其他暴露的导电表面必须遮蔽或用不起反应的材料。不过一般而言，镀层应在此种另增的镀层不产生不良效应的工艺阶段中进行。本发明不仅可以对装置中的交叉导体进行镀敷，而且可以对叠片导电件的至少一部分进行镀敷。

20 制成通过绝缘电路板导电路径所用的镀敷技术可用于本发明。然而在本发明中，镀层仅用以使电流通过该装置，因而镀层的路径必须与另外的组件有良好的电接触。结果，本发明中所要求的镀层品质较导电路径所要求的低。

25 提供交叉导体的另一技术是将可模制的或液体的导电组合物置于预先形成的孔隙中，如若希望或需要，可对孔隙中的组合物进行处理，以产生所要求性能的交叉导体。若需要，可在预先处理该组件的至少一部分之后将该组合物选择性地例如用筛选方法供应至各孔隙或整个组件，

使组合物不致粘结到组件上。举例而言，一种熔融导电组合物例如焊料可按此方法使用，若需要，可使用波焊技术；而在一 PTC 陶瓷元件中的各孔隙则可充填以已烧制或现场固结的导电性陶瓷糊。

交叉导体亦能以预制构件例如一金属棒或管(例如铆钉)设置。当使用这种预制构件时，可于其置于装置中的同时产生孔隙。

交叉导体可部分或全部充填住孔隙，当孔隙被部分充填时，可在该装置连接到其他电组件的工艺过程期间，特别是用焊接法再对其充填(包括全部充填)。这可能是受到提供另外的焊料到孔隙中及其周围特别是包括在孔隙中和其周围的焊料镀层的启发所致。通常在装置连接到其他电组件之前将交叉导体的至少一部分置于其应有的位置。但本发明包括在这种连接过程期间，例如在焊接过程中借助焊料的毛细管作用，形成交叉导体的可能性。

### 装置

在本发明的装置中，第一电极和第二电极通常直接固定在叠片 PTC 元件的相对表面上，而该 PTC 元件的电流承载部分为处在两电极之间的部分。第三叠片导电件提供了一导电性垫片，对第一电极的连接可通过该垫片达到(经交叉导体)。此第三导电件最好是从一叠片导电件去掉一部分，特别是从包含两叠片导电件及其间的一 PTC 元件的一个组件的一叠片导电件上去掉一部分后所形成的剩余构件，该导电件其余部分则设置为第二电极。第三导电件的形状和第三导电件与第二电极之间的间隙可变动，以适合该装置所要求的特性及易于制造。因此，第三导电件是在一矩形装置一端的一个小矩形较为方便，且以一矩形间隙与第二电极分开，例如图 1 及 2 中所示的；但其他的配置也是可以的。举例而言，第三导电件可为用一闭合截面的间隙与第二电极分开的岛形部分。如是需要两个或两个以上的平行装置，可在 PTC 元件的第二表面上设两个或更多的第二电极，而单独一个第一电极设在 PTC 元件的第一表面上，且经过交叉导体与其连接。当需要两个或更多的成串的装置时，一装置的第三导电件可连接到相邻装置的第二电极上；这些装置则可由 PTC 导电

聚合物元件的非电流承载部分或以另外方式结合在一起。

在最简单的装置中，有单一的第一电极、单一的交叉导体、单一的第三导电件和单一的第二电极。这种装置表示在图 1 和 2 上。该装置的缺点为必须用正确向上的方式置于电路板上。此缺点可用制成有两个第三导电件(各与一个电极配合)和两个交叉导体(各与一个第三导电件配合)的装置克服(代价为另增的材料和处理费用)。这种装置示于图 5 和 6。

准备连接用的本发明装置可为任何适当尺寸。但是本发明的重要优点是很容易制成为极小的装置。本发明的较佳装置具有最多为 12 毫米的最大尺寸，最好为最多 7，和/或最多为 30 平方毫米的表面面积，最好为最多 20 平方毫米，特别是最多为 15 平方毫米。

#### 方法

本发明的各装置可用任何方法制造。不过本发明的较佳方法能以非常经济的方式制成各装置，所用方法为在一个大的叠片上实施全部或大部分的工艺步骤，然后将该叠片分成为多个单独的装置，或分成实体上连接在一起并可互相并联或串联或两者均有的电连接的较小的各组装置。叠片的分割可沿通过一个或两个叠片导电件或者不通过这些构件，或者不通过一些或全部交叉导体的各线实施。分割之前的工艺步骤通常能以任何方便的顺序进行。

本发明表示在各附图中，其中各孔隙的尺寸及各部件的厚度均已夸大以便清晰可见。图 1 为本发明的一个电路保护装置的平面图，而图 2 为沿图 1 II-II 线剖视的横断面。该装置包括一叠片 PTC 元件 17，该元件有第一叠片电极 13 所附的第一表面和第二叠片电极 15 所附的第二表面。还有附于第二表面上的不与电极 15 电连接的另增的叠片导电件 49。交叉导体 51 处在由第一电极 13、PTC 元件 17 和另增构件 49 所界定的一孔隙内。交叉导体则为用镀层方法形成的一个空心管，该镀层法也在镀层过程中使该装置的暴露表面上形成镀层 52。

图 3 和 4 与图 2 类似，但所示交叉导体为一金属棒(图 3)或铆钉(图



#### 4) 形式。

图 5 为本发明另一电路保护装置的平面图，该装置已焊接在一个电路板上，图 6 为图 5 VI-VI 线的横断面。该装置与图 1 和 2 中所示的类似，但已使其对称，故能以任何面向上的方式置于电路板上。于是该装置包括一个第二交叉导体 31，该导体将第二电极 15 连接到第二个另增构件 35 上。这些交叉导体是首先将铜镀到各孔隙(和其他暴露表面)上然后用焊料焊接制成。该装置已焊接到绝缘基体 9 上的布线 41 及 43 上。在焊接过程中，镀于该装置上的焊料流入和完全充满各孔隙。

图 7 为本发明组件一部分的平面图，该组件可分成为图 1 和 2 中所示的许多单独装置。图 8 为图 7 的 VIII-VIII 线的横断面。此组件包括一个叠片 PTC 元件 7，该元件的第一表面上附有第一叠片导电件 3，其第二表面上附有第二叠片导电件 5。这些导电件 3 和 5 并不是连续的，而是用例如蚀刻法从一相应的连续构件上去除电极材料条片所形成的平行条形式。该材料是从组件的相对两侧交替地以参差的条片形式去除，以平衡产品中的物理应力。在蚀刻步骤之前，已钻有多个配置成有规则图形的孔通过 PTC 元件 7 及叠片导电件 3 和 5，并已使该组件镀层以提供在每一孔隙中的管状交叉导体 1 (及在该组件的其他暴露表面上的镀层 2)。沿标记为 C 的各线分割，可将组件转成多个装置。在该组件的边缘，有用以使钻过元件 7 和导电件 3 及 5 的各孔定位以及使分割线 C 定位的对准孔 4。

本发明将以下列实例来说明。

### 实例

一导电聚合物的组合物以下法制得：将重量比为 48.6% 的高密度聚乙烯(可自 USI 购得的 Petrothene™ LB 832)与重量比为 51.4% 的碳黑(可自哥伦比亚化学公司购得的 Raven™ 430)预先掺合，使此掺合物在一 Banbury™ 混合器中混合，将混合的混合物挤压成片，并使各片通过一 3.8 厘米(1.5 英寸)的挤压机压挤以产生厚度为 0.25 毫米(0.010 英寸)的薄板。压挤成的板被割成 0.31 × 0.41 平方米(12 × 16 平方英寸)的片，每



一片层叠在两片 0.025 毫米(0.001 英寸)厚的电沉积镍箔(可自 Fukuda 购得)之间。各层在热压下叠合以形成约 0.25 毫米(0.010 英寸)厚的片。每一片都以 10 兆拉德(Mrad)照射。用每一片制成约 7000 个装置,每一装置都有图 1 及 2 中所示的外形。

具有 0.25 毫米(0.010 英寸)直径的钻孔以有规则的图形穿过片的厚度, 以对每一装置提供一孔。各孔均已清除污垢, 并用钯/铜溶液使围绕所钻孔的镍箔层表面与导电聚合物敏化。将约 0.076 毫米(0.003 英寸)厚的铜层无电镀敷到已敏化的各表面上, 然后将 0.025 毫米(0.001 英寸)厚的锡-铅焊料层无电镀敷到该铜表面上。使用下列标准的光阻工艺, 在该片上蚀刻图形。首先将一干膜(Mylar™ 聚酯)抗蚀剂覆于该片的两个表面上, 然后在紫外线下曝光, 以产生如图 7 及 8 中所示的图形。其次, 使用氯化铁溶液以化学方法蚀刻出图形。在此步骤中, 该片每一边上的交替部分被蚀去, 从而暴露出焊料并且减小了所产生的机械应力。第三, 冲洗已蚀刻的片, 从而去除抗蚀剂。

15 修整该片并将其切成小块以制成单独的矩形电装置。每一装置的尺寸  
寸为  $4.57 \times 3.05 \times 0.51$  立方毫米( $0.180 \times 0.120 \times 0.020$  立方英寸)。  
将贯穿的孔置于距该装置较短边约 3.81 毫米(0.015 英寸)处。一条暴露  
的  $0.51 \times 3.05$  平方毫米( $0.020 \times 0.120$  平方英寸)导电聚合物条片即出  
现在距该贯穿孔 0.38 毫米(0.015 英寸)及距该装置的较短边 1.02 毫米  
20 (0.040 英寸)处。每一装置具有约 300 毫欧米(mohm)的电阻率。

# 说明书附图

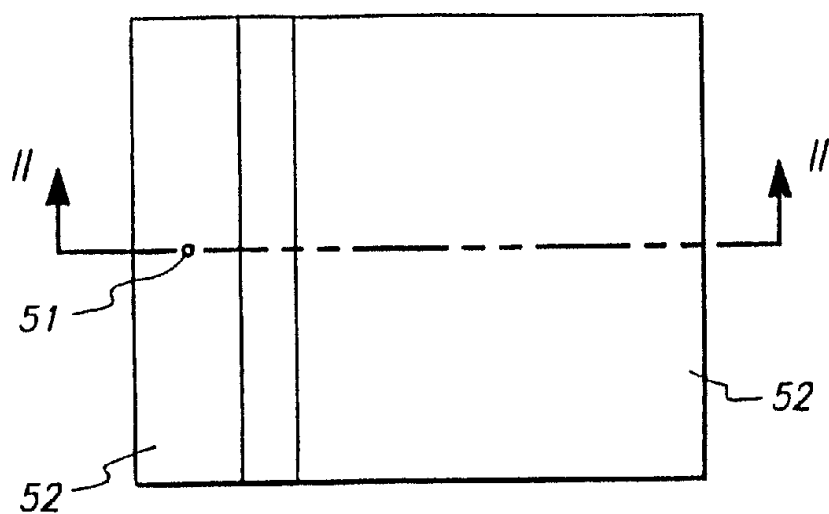


图 1

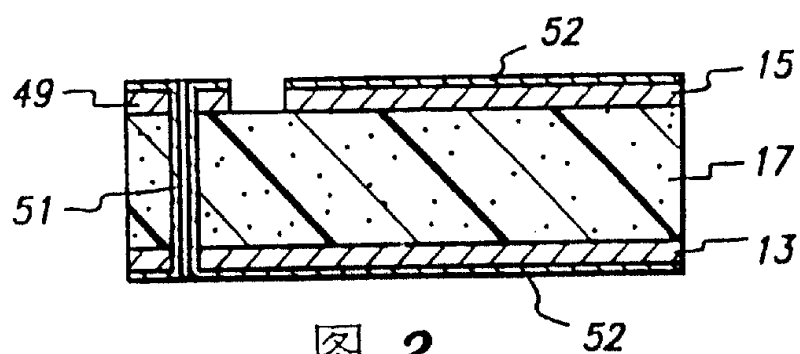


图 2

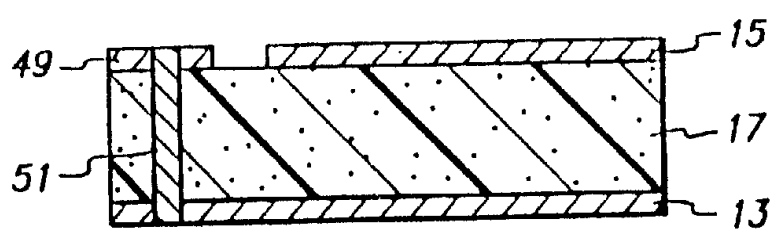


图 3

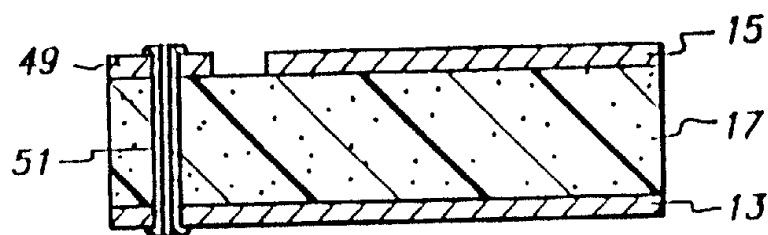


图 4

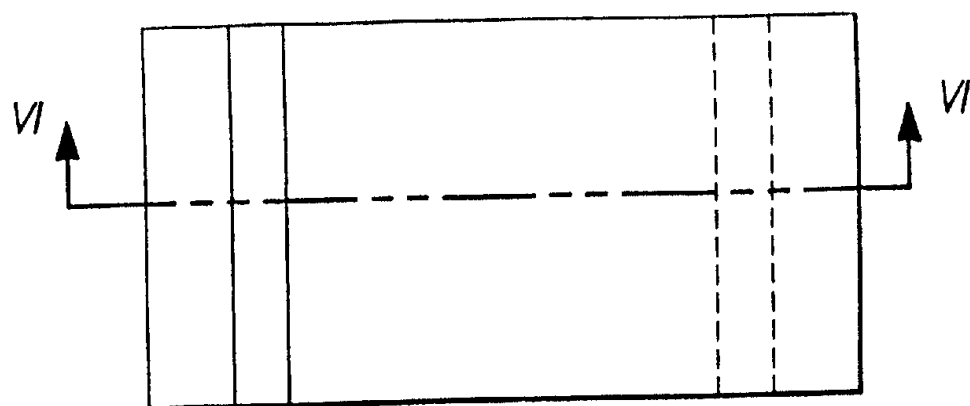


图 5

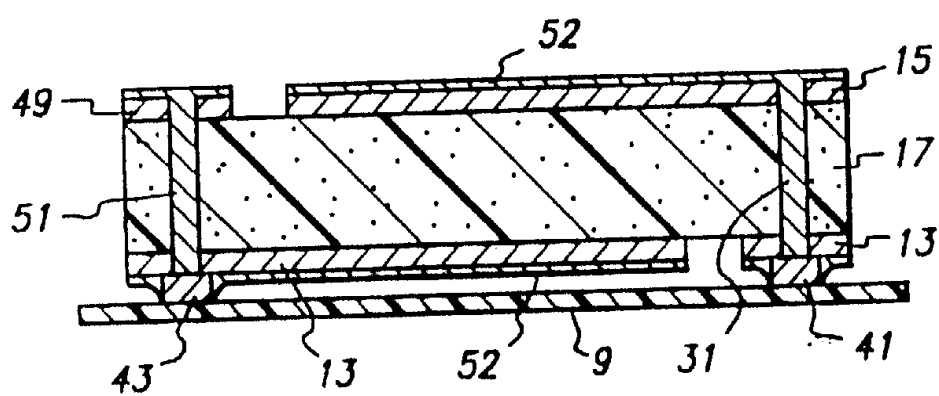


图 6

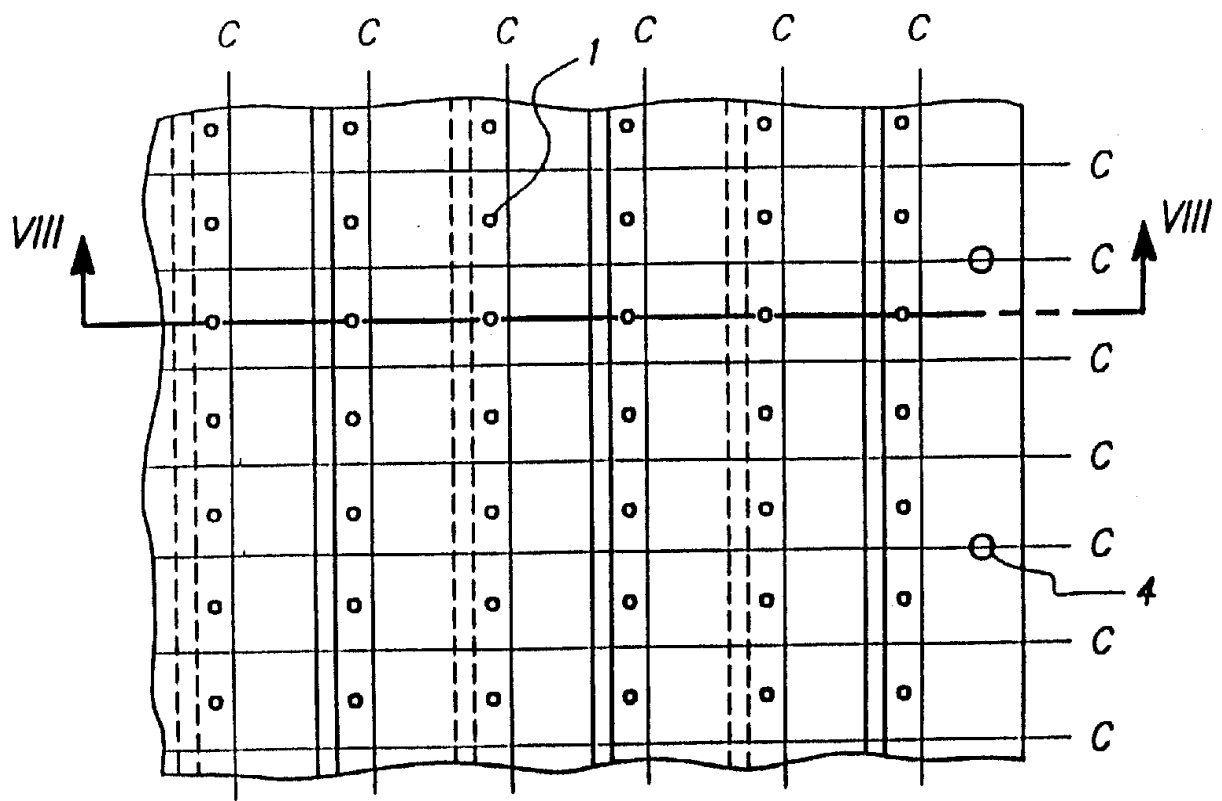


图 7

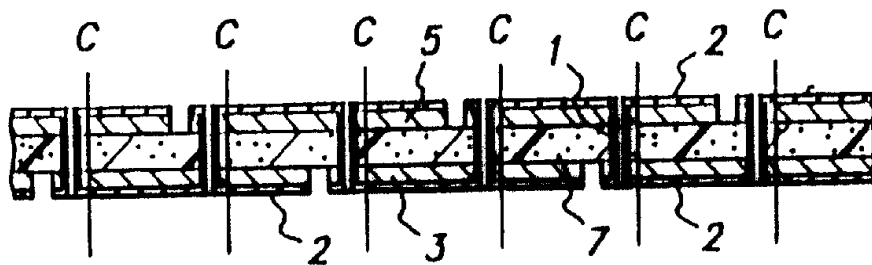


图 8