



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00816122.4

[43] 公开日 2003 年 2 月 26 日

[11] 公开号 CN 1399782A

[22] 申请日 2000.11.20 [21] 申请号 00816122.4

[30] 优先权

[32] 1999.11.23 [33] US [31] 09/448,051

[86] 国际申请 PCT/US00/31876 2000.11.20

[87] 国际公布 WO01/39214 英 2001.5.31

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.23

[71] 申请人 伯恩斯公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 李文彬 杨坤明

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

代理人 朱登河 顾红霞

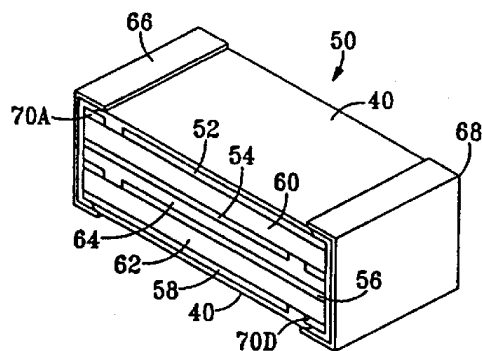
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 5 页

[54] 发明名称 改进的导电聚合物器件及其加工方法

[57] 摘要

一种制造电子器件的方法，该器件包括在第一和第二引线之间并联的第一和第二导电聚合物层，制造包括如下步骤：(1) 提供(a) 第一层状子结构，包括夹在第一和第二金属箔材层之间的第一导电聚合物层，和(b) 第二层状子结构，包括夹在第三和第四金属箔材层之间的第二导电聚合物层；(2) 对第二和第三金属层的选定区域进行绝缘，以分别形成内部金属条的第一和第二内部金属条阵列；(3) 用第二和第三箔材层之间的纤维加强环氧树脂层将第一和第二层状子结构粘结起来形成层状结构；(4) 对第一和第四金属层的选定区域进行绝缘，以分别形成外部金属条的第一和第二外部金属条阵列；(5) 在外金属条的外表面上形成绝缘区域；(6) 形成多个第一引线，每个第一引线将第一内部阵列上的金属条和第二外部阵列上的金属条电气连接；

还形成多个第二引线，每个第二引线将第一外部阵列上的金属条和第二内部阵列上的金属条电气连接；和(7) 将层状结构分离成多个器件，每个器件具有两个在第一和第二引线之间并联的导电聚合物层。



1. 一种制造电子器件的方法，包括如下步骤：

5 (1) 提供 (a) 第一层状子结构，包括夹在第一和第二金属箔材层之间的第一导电聚合物层，和 (b) 第二层状子结构，包括夹在第三和第四金属箔材层之间的第二导电聚合物层；

 (2) 对第二和第三金属层的所选定的区域进行绝缘，以分别形成内部金属条的第一和第二内部阵列；

10 (3) 用纤维加强环氧树脂层将第一和第二层状子结构分成两层以形成层状结构；

 (4) 对第一和第四金属层的所选定的区域进行绝缘，以分别形成外部金属条的第一和第二外部阵列；

 (5) 在每个外金属条的外表面上形成大量绝缘区域；

15 (6) 形成多个第一引线，每个第一引线将第一内部阵列上的内部金属条和第二外部阵列上的外部金属条电气连接；还形成多个第二引线，每个第二引线将第一外部阵列上的外部金属条和第二内部阵列上的内部金属条电气连接。

20 2. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，导电聚合物表现出正温度系数性能。

 3. 权利要求 1 所述的方法，其特征在于，金属层选自镍箔材和镀镍铜箔材。

25 4. 权利要求 1、2 或 3 所述的方法，进一步包括如下步骤：

 (7) 将层状结构分成多个器件，每个器件包括：

 一个第一导电聚合物层，夹在第一外部阵列上的一个外部金属条形成的第一外部电极和第一内部阵列上的内部金属条形成的第一内部电极之间；

30 一个纤维加强环氧树脂层，夹在第一内部电极和第二内部电极之

间，后者由第二内部阵列中的一个内部金属条形成；

一个第二导电聚合物层，夹在第二内部电极和第二外部电极之间，后者在第二外部阵列的一个外部金属条上形成；

5 其特征在于，第一引线只与第一内部和第二外部电极电气接触，第二引线只与第一外部电极和第二内部电极电气接触。

10 5. 权利要求 1、2 或 3 所述的方法，其特征在于，绝缘第二和第三金属层的所选取的区域的步骤包括在第二和第三金属层上蚀刻一系列平行的内部直线绝缘缝隙，以形成内部金属条的第一和第二内部阵列。

15 6. 权利要求 5 所述的方法，其特征在于，在形成绝缘缝隙的步骤中，在第二和第三金属层中形成的绝缘间隙彼此交错排列，使得第一内部阵列上的内部金属条相对第二内部阵列上的内部金属条交错排列，从而第一内部阵列上的每个内部金属条与第二内部阵列上的相邻的两个内部金属条的部分重叠。

7. 权利要求 6 所述的方法，其特征在于，绝缘第一和第四金属层的所选的区域的步骤包括：

20 (4)(a)形成一系列贯穿层状结构的基本上平行的直线槽，每个槽各经过第一内部阵列的一个内部金属条和第二内部阵列的一个金属条；

(4)(b)在第一和第四金属层上形成一系列直线的外部绝缘缝隙。

25 8. 权利要求 7 所述的方法，其特征在于，进行形成一系列外部绝缘间隙的步骤，使得在第一金属层上形成的外部绝缘缝毗邻第一系列槽，而在第四金属层上形成的外部绝缘缝毗邻与第一系列交错排列的第二系列槽。

30 9. 权利要求 7 所述的方法，其特征在于，形成多个绝缘区域的

步骤包括在第一和第四金属层的外表面上沉积一层绝缘材料，以便使用绝缘材料填充外部绝缘缝隙，并把第一和第四金属层上毗邻每个槽的部分保留为裸露的金属面。

5 10. 权利要求 9 所述的方法，其特征在于，形成多个第一和第二引线的步骤包括如下步骤：

 (a) 在第一和第四金属层的裸露表面和槽内壁表面上镀导电金属层；和

 (b) 在槽内壁表面和镀有导电金属层的第一和第四金属层表面上沉积镀锡层。

10

11. 一种含有第一和第二相对端面的电子器件，该器件包括：

一个夹在第一外部电极和第一内部电极之间的第一导电聚合物层；

15 一个夹在第二内部电极和第二外部电极之间的第二导电聚合物层；

 一个粘结第一和第二内部电极的纤维加强环氧树脂层；

 一个使第一内部电极和第二外部电极电气连接的第一引线；以及
 一个使第二内部电极和第一外部电极电气连接的第二引线。

20

12. 权利要求 11 所述的电子器件，其特征在于，电极由金属箔材制成。

13. 权利要求 12 所述的电子器件，其特征在于，金属箔材的制造材料选自镍和镀镍铜。

25

14. 权利要求 11 所述的电子器件，其特征在于，第一、第二和第三导电聚合物层由具有正温度系数性能的材料制成。

30 15. 权利要求 11 所述的电子器件，其特征在于，第一和第二引

线由导电金属镀层上的镀锡层形成。

5 16. 权利要求 11、12、13、14、或 15 任一项所述的电子器件，进一步包括在第一和第二外部电极上的绝缘层，并布置得将第一和第二引线相互绝缘。

17. 权利要求 11、12、13、14、或 15 任一项所述的电子器件，其特征在于，在第一和第二引线之间通过第一和第二内部电极以及第一和第二外部电极将第一和第二导电聚合物层并联。

10

18. 一种制造电子器件的方法，包括如下步骤：

(1) 提供一种层状结构，该层状结构包括一个夹在第一和第二金属层之间的第一导电聚合物层；

15 (2) 通过以下步骤将第一和第二金属层的选定区域绝缘以分别形成金属条的第一和第二阵列，(a) 在每个第一和第二金属层上形成一系列基本上直线的绝缘缝隙，在第一金属层上形成第一金属条阵列，在第二金属层上形成第二金属条阵列，这些金属条相互交错排列，其中第一阵列上的每个金属条与第二阵列上的相邻两个金属条的部分重叠；和 (b) 形成一系列贯穿层状结构的基本上平行的直线槽，使
20 第一金属层上的绝缘缝隙与第一系列槽相邻，而第二金属层中的绝缘层与和第一系列槽交替排列的第二系列槽相邻；

(3) 在每个第一金属条阵列的外表面上形成多个第一绝缘区域，在每个第二金属条阵列的外表面上形成多个第二绝缘区域；

25 (4) 形成多个第一引线，每个都与第一阵列的一个金属条电气连接；形成对应的多个第二引线，每个与第二阵列的一个金属条电气连接；每个第一引线通过多个第一绝缘区域中之一和多个第二绝缘区域中之一与对应的第二引线相互绝缘。

30 19. 权利要求 18 所述的方法，其特征在于，导电聚合物层具有正温度系数性能。

20. 权利要求 18 所述的方法，其特征在于，金属层的制造材料选自镍箔材和镀镍铜箔材。

5 21. 权利要求 18、19 或 20 中任一项所述的方法，进一步包括如下步骤：

 (5) 将层状结构分离成多个器件，每个器件包括：

 一个夹在由第一阵列中的一个金属条形成的第一电极和一个由第二阵列中的金属条形成的第二电极之间的导电聚合物层；

10 一个仅与第一电极电气接触的第一引线；以及
 一个仅与第二电极电气接触的第二引线。

 22. 权利要求 18、19 或 20 中任一项所述的方法，其特征在于，形成第一和第二多个绝缘区域的步骤包括在第一和第二金属层的外表面
15 面上沉积第一和第二绝缘材料层，以便分别用绝缘材料填充绝缘缝隙，并且把第一和第二金属层上毗邻每个槽的部分保留为裸露的金属区域。

 23. 权利要求 22 所述的方法，其特征在于，形成多数第一和第二引线的步骤包括如下步骤：

 (4)(a)在第一和第二金属层的裸露表面和槽内壁表面上镀导电金属层；和

 (4)(b)在镀金属层的槽内壁表面上以及第一和第二金属层的镀层区域上沉积镀锡层。

25

改进的导电聚合物器件及其加工方法

5 发明背景

本发明一般地涉及导电聚合物正温度系数（PTC）器件。特别是，涉及层状结构的导电聚合物正温度系数器件，该结构具有不止一层的导电聚合物 PTC 材料，特别地构成用于表面安装中。

10 包含由导电聚合物制成的元件的电子器件日益流行起来，在许多地方都有应用。这些器件获得了广泛的应用，例如，在过电流保护和自调节加热器中，使用了具有电阻正温度系数的聚合物材料。在如下的美国专利中，披露了一些有关正温度系数（PTC）聚合物材料和包含这种材料的器件的例子：

15 3,823,217—Kampe
 4,237,441—van Konynenburg
 4,238,812—Middleman 等
 4,317,027—Middleman 等
 4,329,726—Middleman 等
20 4,413,301—Middleman 等
 4,426,633—Taylor
 4,445,026—Walker
 4,481,498—McTavish 等
 4,545,926—Fouts, Jr 等
25 4,639,818—Cherian
 4,647,894—Ratell
 4,647,896—Ratell
 4,685,025—Carlomagno
 4,774,024—Deep 等
30 4,689,475—Kleiner 等

	4,732,701—Nishii 等
	4,769,901—Nagahori
	4,787,135—Nagahori
	4,800,253—Kleiner 等
5	4,849,133—Yoshida 等
	4,876,439—Nagahori
	4,884,163—Deep 等
	4,907,340—Fangz 等
	4,951,382—Jacobs 等
10	4,951,384—Jacobs 等
	4,955,267—Jacobs 等
	4,980,541—Shafe 等
	5,049,850—Evans
	5,140,297—Jacobs 等
15	5,171,774—Ueno 等
	5,174,924—Yamada 等
	5,178,797—Evans
	5,181,006—Shafe 等
	5,190,697—Ohkita 等
20	5,195,013—Jacobs 等
	5,227,946—Jacobs 等
	5,241,741—Sugaya
	5,250,228—Baigrie 等
	5,280,263—Sugaya
25	5,358,793—Hanada 等

导电聚合物正温度系数器件的一种普通结构类型可能被描述为一种层状结构。层状导电聚合物正温度系数器件包括夹在一对金属电极中间的一层导电聚合物材料，优选电极为高导电性薄金属箔材。例如

30 如下一些美国专利： 4,426,633—Taylor; 5,089,801—Chan; 4,937,551

—Plasko; 4,787,135—Nagahori; 5,669,607—McGuire 等; 和 5,802,709—Hogge 等; 以及国际公开号为 WO97/06660 和 WO98/12715 的国际专利。

5 这种技术的一种相对较新的发明是多层的层状器件，其中含有两
层或多层导电聚合物材料，这些材料被金属电极层（典型材料为金属
箔材）交替隔开，最外层同样是金属电极。这样做的结果是该器件在
单个封装内包括两个或多个并联的导电聚合物正温度系数器件。这种
10 多层结构的优点是减小了器件在电路板上占用的表面面积（“底座”），
与单层器件相比具有更高的载流能力。

为了满足电路板上更高的器件密度的要求，工业中的发展趋势是，作为一种节约空间的措施，增加表面安装器件的使用。迄今市售的表面安装的导电聚合物正温度系数器件通常局限于在耐受电流为 2.5 安培以下的情况下使用，且封装的安装占用面积通常为 9.5 毫米×7.5 毫米。近来，已开始使用安装占用面积约为 4.7 毫米×3.4 毫米、耐受电流约为 1.1 安培的器件。按照当前的表面安装技术（SMT）标准来看，这个安装占用面积仍然较大。

设计特别小的表面安装技术导电聚合物器件的主要限制因素在于有限的表面面积和较低的电阻率限制，后者可以通过在聚合物材料上面加一层导电填料（典型填料为碳黑）来实现。制造体积电阻率约小于 0.2 欧姆—厘米的有效器件是不现实的。首先，制造过程中处理这么低的体积电阻率具有内在的困难。其次，具有这种低体积电阻率的器件不能表现出这么大的正温度系数效果，因而在电路保护器件中并非十分有用。

导电聚合物正温度系数器件的稳态热传导方程可给出如下:

$$0 = [I^2 R(f(T_d))] - [U(T_d - T_a)], \quad (1)$$

其中 I 表示通过器件的稳态电流； $R(f(T_d))$ 表示器件的电阻，为其温度和“电阻/温度函数”或“ R/T 曲线”特性的函数； U 表示该器件的有效热传导系数； T_d 是器件的温度； T_a 为环境温度。

- 5 这种器件的“耐受电流”可定义为将器件从低电阻状态跳到高电阻状态的 I 值。对于一个给定的器件， U 是确定的，增加耐受电流的惟一方法就是降低 R 的值。

任一电阻器件的电阻控制方程可以表达为：

10

$$(2) \quad R = \rho L/A,$$

其中 ρ 为电阻材料的体积电阻率，单位为欧姆-厘米； L 为经过器件的电流通路长度，单位为厘米； A 为电流通路的有效横截面面积，单位为平方厘米。

15

因此， R 的值或者可以通过降低体积电阻率 ρ 而减小，或者可以通过增加器件的断面面积 A 来减小。

- 20 可以通过提高添加在聚合物上的导电填料的比例来降低体积电阻率 ρ 的值。这样做的实际限制在上文已经指出了。

一种减小电阻值 R 的更实际的方法是增加器件的断面面积 A 。除了相对较为容易实现（从加工的观点和使用有效的正温度系数特性生产器件的观点来看）外，这种方法还有另外一个优点：通常，当器件的面积增加时，热传导系数的值也会增加，因此可以进一步提高耐受电流的值。

25

然而，在表面安装技术应用中，有必要最小化器件底座的有效表面积。这对器件中正温度系数元件的有效断面面积形成了严重的制

30

约。因此，对于底座给定的器件，对所能达到的耐受电流的最大值有一个内在的限制。从另一面看，想要减小底座的面积，实际上只能通过降低耐受电流值来达到。

5 因此，对于表面安装的导电聚合物正温度系数器件来说，有一个长期迫切的需要，就是既具有较小的底座，同时又能达到相对较高的耐受电流。申请人同时申请的一个序号为 09/035196（该专利所披露的内容已以参考的形式并入此处）的专利披露了一种多层表面安装导电聚合物正温度系数器件，可以满足以上要求，同时还披露了一种制造该器件的方法。不过，制造这种器件的更为有效和经济的方法还在研究之中。进一步，对于给定的底座，更高的耐受电流仍然是所希望的。

10

发明概述

15 广而言之，本发明为一种导电聚合物正温度系数器件，具有相对较高的耐受电流，同时有非常小的电路板底座。这个结果是通过一个多层结构获得的，该结构对于给定的电路板底座，可以增加电流通道的有效横断面积 A 。在效果上，本发明所提供的多层结构为单一、小底座的表面安装组件，其中两层或者多层正温度系数器件电气并联在一起。

20

 在一方面，本发明为导电聚合物正温度系数器件，在一种优选结构中，包括两层层状子结构，每层包括一个导电聚合物正温度系数层，夹在一对金属箔材层之间，其中而两个层状子结构通过玻璃纤维加强环氧层（“半固化片”）彼此粘结在一起。每个层状结构构成一个单个导电聚合物正温度系数器件，箔材层形成器件的电极。半固化层将两器件粘结在一起，同时又将其彼此绝缘。电极通过镀金属的端接元件连接起来，形成一个双层导电聚合物正温度系数器件，该器件包括两个相互并联的单层的导电聚合物正温度系数器件。在优选结构中，

25

30 端接元件配置成表面安装引线。

箔材层之间的第二导电聚合物正温度系数层；（4）对第一和第四金属层所选区域进行绝缘，以分别形成外部金属条的第一和第二外部阵列；（5）在每个外金属条的外表面上形成大量绝缘区域；（6）形成许多第一引线，每个第一引线将第一内部阵列上的内部金属条和第二外部阵列上的外部金属条电气连接；还形成许多第二引线，每个第二引线将第一外部阵列上的外部金属条和第二内部阵列上的内部金属条电气连接，其中每个第一引线和第二引线之间都被第一和第二外部阵列的一个绝缘区隔离开。

10 更具体地，绝缘第二和第三金属层的所选取的区域的步骤包括在第二和第三金属层上蚀刻一系列平行的内部直线绝缘缝隙，形成绝缘的平行金属条的第一和第二内部阵列。第二和第三金属条上的内部绝缘缝可以交错排列，这样第一内部阵列上的绝缘金属条相对第二内部阵列上的金属条错开排列。换句话说，第一内部阵列上的每个金属条与第二内部阵列上的相邻两个金属条有部分重叠，由第三金属层上的内部绝缘缝隙隔离开，而第二内部阵列上的每个金属条位于第一内部阵列上的两个相邻金属条的一部分下，通过第二金属层中的绝缘缝隙隔离开。

20 绝缘第一和第四金属层的所选取的区域的步骤包括（a）形成一系列贯穿层状结构的平行直线槽，每个槽经过第一内部阵列的某一金属条和第二内部阵列的一个金属条的重叠部分；（b）在每个第一和第四金属层上各蚀刻一系列平行的直线外部绝缘缝隙，其中第一金属层上的外部绝缘缝毗邻第一系列槽，而第四金属层上的外部绝缘缝毗邻与第一系列交错排列的第二系列槽。因此，绝缘金属条的第一外部阵列包括第一金属层上的第一类多数宽外部金属条，每个金属条位于槽和外部绝缘缝之间；而绝缘金属条的第二外部阵列包括第四金属层上的第一类多数宽外部金属条，每个金属条位于槽和外部绝缘缝之间，其中第一阵列的宽外部金属条位于第二阵列上的宽外部金属条形成的槽的对面。进一步，因为连续槽之间的外部绝缘缝的不对称间隔，

25

30

特别是，其中两个金属层分别形成第一和第二外部电极，而剩余的两个金属层形成第一和第二内部电极并由半固化粘结层从物理和电两方面绝缘开。第一导电聚合物正温度系数元件位于第一外部电极和第一内部电极之间，第二导电聚合物正温度系数元件位于第二内部电极和第二外部电极之间。第一和第二端接元件形成后在物理上与两个导电聚合物层接触。电极交错排列，这样第一外部电极和第二内部电极与第一端接元件电气接触，而第一内部电极和第二外部电极与第二端接元件电气接触。端接元件之一作为输入端，另一元件作为输出端。

在这样一种实施中，如果第一端接元件为输入端，而第二端接元件为输出端，那么输入第一导电聚合物正温度系数元件的电流流经第一外部电极，而输入第二导电聚合物正温度系数元件的电流流经第二内部电极。第一导电聚合物正温度系数元件的输出流经第一内部电极，第二导电聚合物正温度系数元件的输出流经第二外部电极。

因此，合成的器件在效果上等效于两个并联的正温度系数器件。与单层器件相比，这种结构具有大幅增加电流通道的有效横截面积、而不增加底座的优点。因此，对于给定底座来说，可以获得较大的耐受电流。

在另一方面，本发明为一种制造上述器件的方法。本方法包括如下步骤：（1）提供（a）第一层状子结构，包括夹在第一和第二金属箔材层之间的第一导电聚合物正温度系数层，和（b）第二层状子结构，包括夹在第三和第四金属箔材层之间的第二导电聚合物正温度系数层；（2）对第二和第三金属层的选取的区域进行绝缘，以分别形成内部金属条的第一和第二内部阵列；（3）用第二和第三箔材层之间的半固化层将第一和第二层状子结构粘结起来形成层状结构，该层状结构包括：夹在第一和第二箔材层之间的第一导电聚合物正温度系数层，夹在第二和第三箔材层之间的半固化层，以及夹在第三和第四

每个外部绝缘缝将一个宽外部金属条与一个窄外部金属带分隔开，并且每个槽一边是窄外部金属带，另一边是宽金属条。

5 形成多数绝缘区域的步骤包括在层状结构的两个外表面上用丝网印刷一层绝缘材料的步骤，这样可以覆盖每个宽外部金属条和每个窄金属带的大部分（但不是全部）。绝缘层施加得使外部绝缘缝隙被绝缘材料填满，但沿每个槽的每个宽外部金属条的一部分留下不被覆盖或者说仍然处于暴露状态。沿每个槽的每个窄外部金属带的大部分也留下不被覆盖。

10

形成第一和第二引线的步骤包括：（a）在槽的内壁表面和层状结构外表面上未被绝缘材料覆盖的部分镀金属（例如铜）；（b）在镀金属表面上设镀锡。这样在槽的内壁表面、窄外部金属带的裸露部分和宽外部金属条的裸露部分上就施加了金属镀层和镀锡。

15

制造工艺的最后步骤包括将所述层状结构分成许多单独的导电聚合物正温度系数器件，每个器件具有上述的结构。特别是，第一和第四金属层上的宽外部金属条由划分这一步骤分别地形成成为众多的第一和第二外部电极，同时第一和第二内部阵列上的绝缘金属区域分别形成成为众多的第一和第二内部电极。

20

25 尽管本文说明了一个具有两个导电聚合物正温度系数层的器件，应当理解根据本发明也可以制造具有三层或更多层的器件。因此，上述的制造方法可以被很容易地修改为适于加工具有多于两个导电聚合物正温度系数层的器件。上面提到的关于本发明的优点，以及其它一些方面，在以下的详细描述中更易于理解。

附图简述

30 图 1 为第一和第二层状子结构和中间半固化层的横截面图，显示了根据本发明的第一种优选结构，制造导电聚合物正温度系数器件方

法的第一步；

图 2 包括图 1 中第一（上）层状子结构的底面平面图，和图 1 中第二（下）层状子结构顶面的平面图；

5 图 3 为一个横截面图，与图 1 相似，当完成将第二和第三金属层的所选取的区域绝缘这一步后，分别形成内部金属条的第一和第二内部阵列；

图 4 为一个横截面图，与图 3 相似，但显示的是在子结构和中间半固化层分层后的层状结构；

10 图 5 为图 4 层状结构的顶视图，表现完成了在层状结构上形成许多槽这一步之后，以阴影显示在第二和第三金属层上蚀刻的绝缘缝隙；

图 6 为层状结构的顶视图，表现完成了将第一和第四金属层所选区域绝缘，以分别形成宽外部金属条和窄外部金属带的第一和第二外部阵列的步骤之后；

15 图 7 为沿图 6 中 7—7 线剖开的横截面图；

图 8 为层状结构的部分顶视图，表现完成了在层状结构的外表面上形成绝缘层的步骤之后；

图 9 为沿图 8 中 9—9 线剖开的横截面图；

20 图 10 为与图 9 相似的横截面图，表现完成了在槽的侧壁和层状结构的裸露表面上镀金属的步骤之后；

图 11 为与图 10 相似的横截面图，完成了在层状结构的镀金属层部分上施加镀锡层的步骤之后；

图 12 为层状结构的部分顶视图，显示将层状结构分成多个单独的导电聚合物器件；

25 图 13 为完成加工的导电聚合物器件的透视图，例如用图 1~12 中所显示的方法制成的器件，表现为完成层状结构的分割之后。

发明详述

30 参照附图，图 1 中显示第一层状子结构或者说薄片 10，以及第二层状子结构或者说薄片 12。提供第一和第二薄片 10 和 12 是根据本

许多基准孔 24 实现，如图 2 所示。也可以使用本领域内公知的其它对准技术。

加工过程的下一步在图 2 和图 3 中显示，在这一步内，第二和第三（内部）金属层 16b、16c 的一部分金属被去除，在内部金属层 16b、16c 上分别形成绝缘平行金属条 26b、26c 的第一和第二内部阵列。特别是，在第二金属层 16b 上形成了第一系列平行的直线内部绝缘缝隙 28，而在第二第三金属层 16c 上形成了第二系列平行的直线绝缘缝隙，并且在第二和第三金属层 16b、16c 中的内部绝缘缝隙 28 之间限定内部金属条 26b 和 26c。去除金属以形成缝隙 28 是通过使用制造印刷电路板的标准的技術方式完成的，例如使用光致抗蚀剂和蚀刻的方法。去除金属导致在每个内部金属层 16b 和 16c 上相邻的金属条 26b 和 26c 之间形成直线绝缘缝隙 28。在第二和第三金属层中的内部绝缘缝隙 28 交错排列以便第一内部阵列（在第二金属层 16b 中）上的绝缘金属条 26 相对第二内部阵列（在第三内部金属层 16c 上）中的绝缘金属条 26c 交错分布。换句话说，第一内部阵列上的每个金属条 26b 都和第二内部阵列上的两个相邻条 26c 有部分重叠，并由第三金属层 16c 上的内部绝缘缝隙 28 隔离开。而第二内部阵列上的每个金属条 26c 位于第一内部阵列上的两个相邻金属条 26b 的一部分下，通过第二金属层 16b 上的绝缘缝隙 28 隔离开。

确保层状子结构或者薄片 10 和 12 以及中间层 18 都已对准后，层状子结构 10、12 就可以通过一种已知的层叠方法恰当地层叠在一起，中间半固化层放置在它们之间。层叠可以例如在恰当的压力及半固化层材料熔点以上的温度下进行，从而使中间层 18 的材料流入并填充绝缘缝隙 28，并将层状子结构 10、12 粘结在一起。然后在保持压力时把层状结构冷却至半固化层的熔点以下。结果是，得到如图 4 所示的层状结构 30。在此处，如果希望在特殊应用中使用这种器件，层状结构 30 中的聚合物材料以用公知的方式交联。

发明制造导电聚合物正温度系数器件的工艺初始步骤。第一层状薄片 10 包括夹在第一和第二金属层 16a 和 16b 之间的第一导电聚合物正温度系数材料层 14。在随后的处理过程中，提供玻璃纤维加强环氧树脂材料（“半固化层”）制成的中间层 18，用于为第一薄片 10 和
5 第二薄片 12 之间分层，如后文所述。优选的半固化材料由玻璃纤维作为加强介质，但其它纤维也可适用。第二薄片 12 包括夹在第三和第四金属层 16c 和 16d 之间的第二层导电聚合物正温度系数材料 20。导电聚合物正温度系数层 14 和 20 可以由适宜的导电聚合物正温度系数化合物制造，诸如高密度聚乙烯（HDPE），其中掺杂有一定量的
10 炭黑，以达到所要求的电气工作特性。可以参见例如 Hogge 等的美国专利 5802709，该专利已经指定本发明代理人代理，所披露内容在本文中引作参考。

金属层 16a、16b、16c 和 16d 可能由铜或镍箔材制成，其中镍箔材
15 优选为第二和第三（内部）金属层 16b 和 16c。如果金属层 16a、16b、16c 和 16d 由铜箔材制成，这些箔材与导电聚合物层接触的表面上有一层镍金属喷镀层（图中未示出），以阻止聚合物和铜之间发生不希望的化学反应。这些聚合物接触表面优选情况下也需要“球化”，通过公知的技术，以提供可以在聚合物和金属之间实现良好的粘结性能的粗糙表面。因此，在图示的实施例
20 中，金属层 16a、16b、16c 和 16d 在与相邻导电聚合物接触的表面上都已被球化。

层状薄片 10、12 自身可由领域内公知的非常适合的工艺形成，如以下专美国利种所披露的工艺：4,426,633—Taylor；5,089,801—Chan
25 等；4,937,551—Plasko；4,787,135—Nagahori，其中优选工艺为美国专利 5,802,709—Hogge 和国际专利 WO97/06660。

在这里，按照合适的相对定位或说对准，提供一些维护薄片 10 和 12 和中间半固化层 18 的方法以便在加工过程中执行后续步骤是有利的。优选地，这通过在薄片 10 和 12 的角上形成（例如冲孔或钻孔）
30

下一步，在层状结构 30 已经成形后执行，是将第一和第四金属层 16a 和 16d 的所选取的部分进行绝缘以分别形成外部金属条 26a 和 26d 的第一和第二外部阵列。这一步按两个子步执行，第一子步形成一系列贯穿层状结构 30 的平行直线槽 32，如图 5~7 所示。槽 32 可能通过钻孔，刨削或者冲压层状结构 30 成形，并完全贯穿四个金属层 16a、16b、16c 和 16d，两个聚合物层 14 和 20，以及半固化层 18。每个槽通过第一内部阵列上的一个金属条 26b 和第二内部阵列上的一个金属条 26c 的重叠部分，因此也分别通过了在第二金属层 16b 和第三金属层 16c 上相邻的内部绝缘缝隙 28 之间的中间固化层 18。

图 6 和图 7 显示了将第一和第四金属层 16a 和 16d 的所选取的部分进行绝缘以分别形成外部金属条 26a 和 26d 的第一和第二外部阵列的第二子步。在这一子步内，直线外部绝缘缝隙 34 分别在第一和第四金属层 16a 和 16d 上成形。在第一金属层 16a 上的外部绝缘缝隙 34 与第一系列槽 32 毗邻，而在第四金属层 16d 上的外部绝缘缝隙 34 与和第一系列槽相交错的第二系列槽 32 毗邻。外部绝缘缝隙 34 可以用与前述的形成内部绝缘缝隙 28 的工艺相同的工艺形成。

外部绝缘缝隙 34 将第一金属层 16a 分成众多第一外部金属条 26a，每个金属条分布在槽 32 和外部绝缘缝隙 34 之间；将第四金属层 16d 分成第四金属层上的众多第二外部金属条 26d，每个都分布在槽 32 和外部绝缘缝隙 34 之间；其中第一阵列的外部金属条 26a 位于第二阵列的外部金属条 26d 形成的槽 32 的对面。进一步，因为连续槽 32 之间的外部绝缘缝 34 的不对称间隔，每个外部绝缘缝 34 分别将一个外部金属条 26a、26d 与一个窄外部金属带 38a、38d 分隔开，并且每个槽 32 一边是窄外部金属带 38a 和 38d，另一边是金属条 26a 和 26d。

图 8 和图 9 显示在层状结构 30 的两个主要外表面（即顶面和底面）上形成多个绝缘区域 40 的步骤。这一步最好使用丝网印刷在层

状结构 30 的两个表面上沿每个外部金属条 26a 和 26d 施加一层绝缘材料。绝缘区域 40 配置得使外部绝缘缝隙 34 中填充绝缘材料，但是沿每个槽 32 的每个镀了金属的外部金属条 26a 和 26d 的大部分应不加覆盖或保持裸露。尽管绝缘区域 40 可能会覆盖相邻的窄带 38a 和 38d 的一小部分，但每个窄带 38a 和 38d 表面的大多数，如果不是全部，保持不被绝缘表面 40 覆盖。

下一步，如图 10 所示，第一和第四（外部）金属层 16a 和 16d 裸露的外表面和槽 32 的内壁表面被覆盖上导电金属镀层 42，例如锡、镍或者铜，其中优选使用铜。可选择的是，镀层 42 可以包括在非常薄的镍金属基层（图中未示出）上的一层铜，用来提高粘附性。这种金属镀层步骤可以使用任何适宜工艺来完成，例如电解沉积。金属镀层 42 可定义为镀在槽 32 内壁表面上的第一部分和分别镀在第一和第四金属层 16a 和 16d 的外表面上的第二和第三部分。

然后，如图 11 所示，上述步骤所讨论的和图 10 所表示的、以镀层 42 进行金属镀层的区域还需在添加一层薄的焊接镀锡 44。焊接镀锡 44，优选实施例中使用电镀的方法，但是也可以采用其它本领域内公知的适宜方法进行施加（例如回流焊接或者真空沉积），覆盖施加在槽 32 内壁表面上金属镀层 42 的部分和外部条 26a、26d 以及窄金属带 38a、38d 的那些没有被绝缘区域 40 覆盖的部分。

最后，层状结构 30 被分割（使用广为人知的技术），优选地沿着划线图形 46（图 12）分割以形成许多单独的导电聚合物正温度系数器件，这些器件之一显示在图 13 中，以标号 50 标示。分割后，器件包括：一个第一外部电极 52，由外部金属条 26a 的一个第一外部阵列形成；一个第一内部电极 54，由内部金属条 26b 的一个第一内部阵列形成；一个第二内部电极 56，由内部金属条 26c 的一个第二阵列形成；一个第二外部电极 58，由外部金属条 26d 的一个第二阵列形成。一个第一导电聚合物正温度系数元件 60，由第一聚合物层 14 形成，

位于第一外部电极 52 和第一内部电极 54 之间；一个第二导电聚合物正温度系数元件 62，由第二聚合物层 20，位于第二内部电极 56 和第二外部电极 58 之间形成。第一和第二内部电极 54 和 56 通过一个由半固化层 18 形成的内部绝缘层 64 相互分离并绝缘。

5

金属镀层 42 和焊镀层 44 在器件 50 相对的两端形成第一和第二导电引线 66 和 68。第一和第二引线 66 和 68 形成器件 50 的全部端面以及部分顶面和底面。器件 50 顶面和底面的剩余部分由绝缘区域 40 形成，它把第一和第二引线 66 和 68 相互电气绝缘。

10

可以从图 13 非常清楚地看出，第一引线 66 和第一内部电极 54、第二外部电极 58 接触非常紧密。第二引线 58 和第一外部电极 52、第二内部电极 56 接触非常紧密。第一引线 66 也与顶面金属段 70a 接触，该段由上文所述的一条窄金属带 38a 形成；而第二引线 68 和第二金属段 70d 接触，该段由另一条窄金属带 38d 形成。金属段 70a 和 70a 的面积非常小，因此可以忽略其载流能力，所以不作为电极使用，这点可在下文看清楚。

15

为了叙述的需要，第一引线 66 可能被认为是输入端，而第二引线 68 被认为是输出端，但这些指定是任意的，相反的指定也同样适用。利用引线 66 和 68 这样的指定，流经器件 50 的电流通道如下：电流动输入端 66 进入，（a）流经第一内部电极 54、第一导电聚合物正温度系数层 14、以及第一外部电极 52 到输出引线 68；（b）流经第二外部电极 58、第二导电聚合物正温度系数层 20 和第二内部电极 56，到输出引线 68。这种电流通道相当于将导电聚合物正温度系数层 14 和 20 在输入和输出引线 66 和 68 之间并联起来。

20

25

应当理解根据上述加工工艺制造的器件是非常紧凑的，具有很小的底座，然而却能够获得相对高的耐受电流。

30

根据本发明，器件 50 的特征在于在第一和第二外部电极 52 和 58 的表面上全部有金属层 42，可以提供一个大的表面面积，用来将第一和第二引线 66 和 68 的上端和下端分别粘接在器件 50 的顶面和底面上。所作改进的特征在于外部电极 52 和 58 的镀金属外表面上的外部绝缘区域 40，它位于第一和第二引线 66 和 68 的端面之间，在第一第二引线 66 和 68 之间提供电绝缘。

上述改进相对以前的多层导电聚合物正温度系数器件具有一些优点，所有这些优点实质上都源于能够在引线端面和外部电极 52 和 58 之间提供一个更大的粘附“片”。特别是，这种结构在引线 66、68 和外部电极 52、58 之间产生增强的焊接点强度，提高了散热质量，而且在引线结合点处降低了接触电阻。后两个性质反过来可以对给定尺寸的器件提供更高的耐受电流。特别重要的是，在连续的电极之间提供比以前多层导电聚合物正温度系数器件更大的重叠面积，可以增加器件的有效载流横截面积。这反过来对于给定的底座，进一步提高了耐受电流。

应当理解上述制造方法可以被很容易地修改，以便制造由夹在两电极之间的单独一层导电聚合物层组成的器件，同时有一个引线用以连通每个电极，该引线通过在器件上下外表面上的绝缘层彼此电气绝缘。特别是，这种方法包括如下步骤：（1）提供一个层状结构，包括夹在第一和第二金属层之间的第一导电聚合物层；（2）对第一和第二金属层的所选定的区域进行绝缘，以分别形成金属条的第一和第二阵列；（3）在金属条的每个第一阵列的外表面上形成大量第一绝缘区域，在金属条的每个第二阵列的外表面上形成大量第二绝缘区域；（4）形成许多第一引线，每个各与第一阵列的一个金属条电气连接；和对应的许多第二引线，每个各与第二阵列的一个金属条电气连接；每个第一引线通过第一大量绝缘区域之一和第二大量绝缘区域之一和对应的第二引线相互绝缘；（5）将层状结构分割成大量器件，每个器件包括夹在由第一阵列上的一个金属条形成的第一电极和由第

二阵列上的一个金属条形成的第二电极之间的导电聚合物层；第一引线只与第一电极电气接触，第二引线只与第二电极电气接触。

5 在单层的实施例中，将第一和第二金属层所选区域绝缘的步骤包括如下子步：（2）（a）在每个第一和第二金属层上蚀刻一系列直线绝缘缝隙，在第一金属层上形成第一金属条阵列，在第二金属层上形成第二金属条阵列，这些金属条相互交错排列，因此第一阵列上的每个金属条与第二阵列上的相邻两个金属条有部分重叠；（2）（b）形成一系列贯穿层状结构的平行直线槽，槽的布置使第一金属层上的绝缘缝隙与第一系列槽相邻，而第二金属层上的绝缘层与和第一系列槽
10 交替排列的第二系列槽相邻。

形成绝缘区域和形成引线的步骤要直接执行，基本上如上面按照多层结构所叙述的一样，附带条件是引线要形成得使所述大量第一引
15 线的每一个只与第一电极电气接触，而大量第二引线的每个只与第二电极电气接触。

尽管在说明书和附图中已经对优选实施结构进行了详细的描述，应当理解对于那些领域内普通技术人员来说，可以进行多种修改和变动。例如，本文所描述的制造过程，可以用于具有广泛电子特性的导电聚合化合物，因而不限于那些所列出的正温度系数性能。同样应当
20 明白，上面所描述的制造方法，可能会很容易地适合加工具有三层或者多层导电聚合物层的器件。进一步，尽管本发明在制造表面安装器件中具有最突出的优点，它也可以适用于制造具有广泛的物理构性和多种安装要求的多层导电聚合物器件。这些以及其它变动和修改被认为是与这里所述的内容相同的结构或者加工过程，因此属于本发明的
25 权利要求的范围。

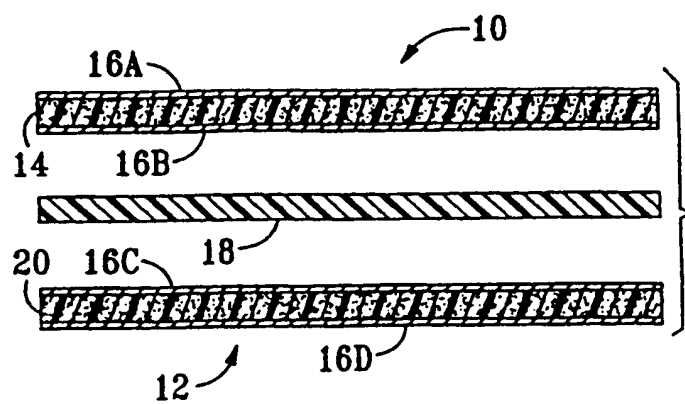


图 1

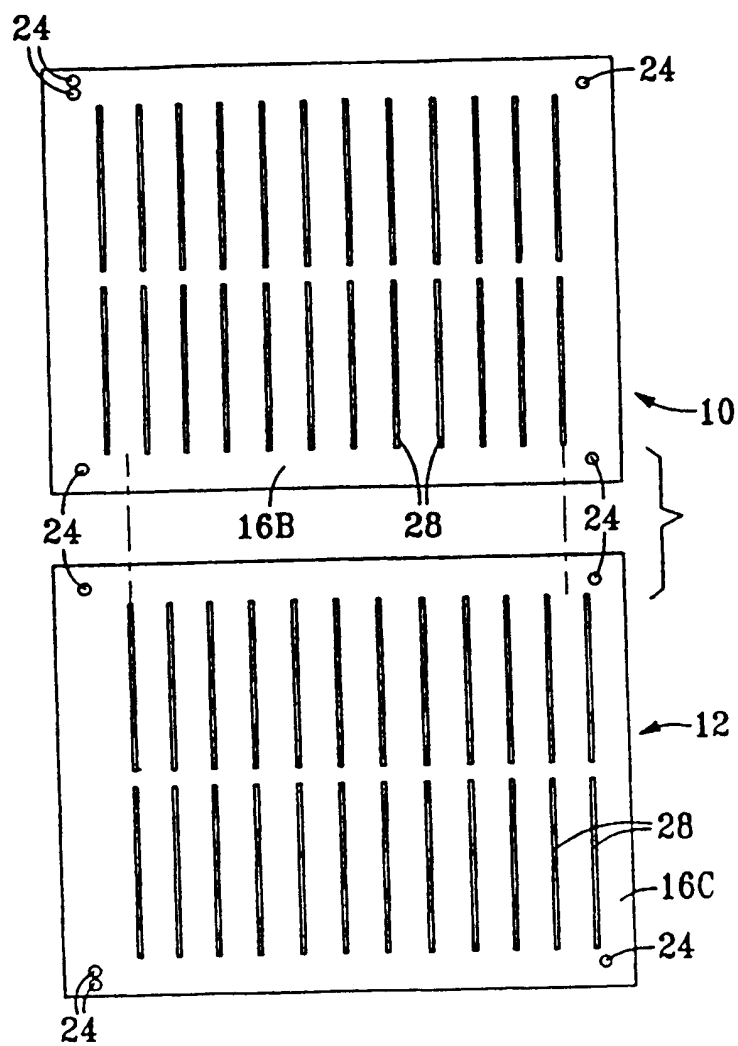


图 2

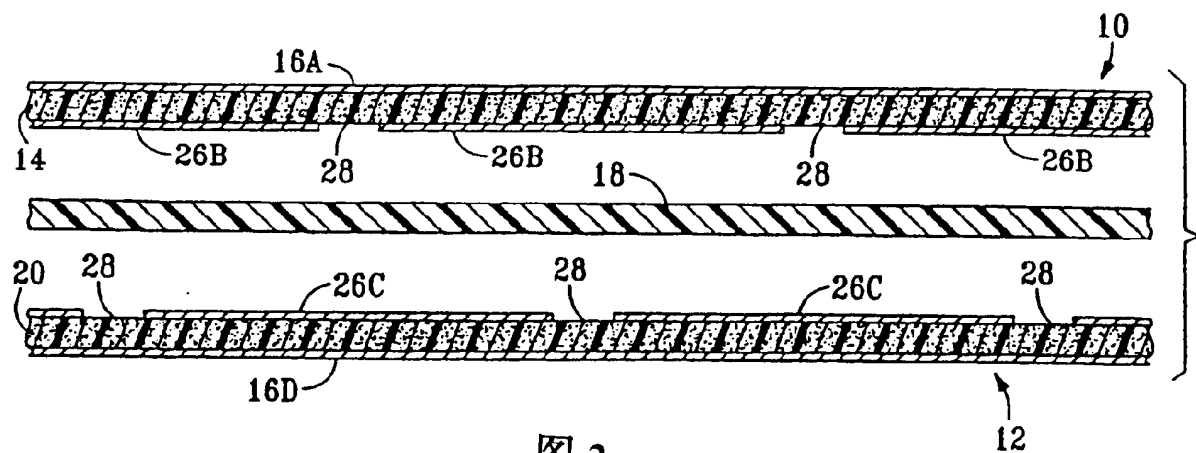


图 3

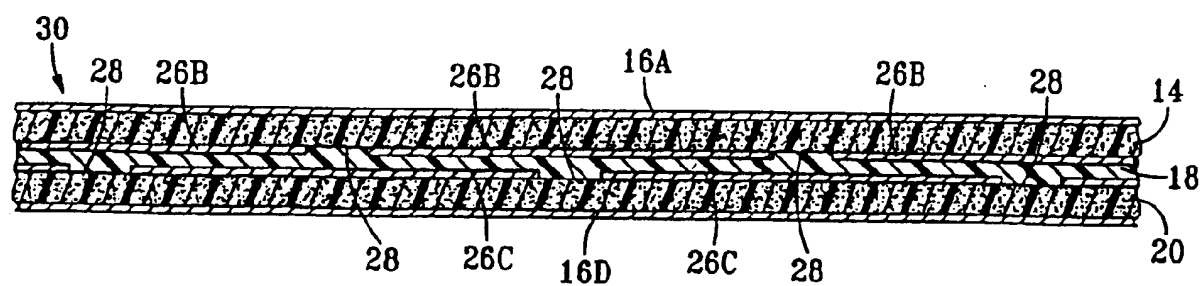


图 4

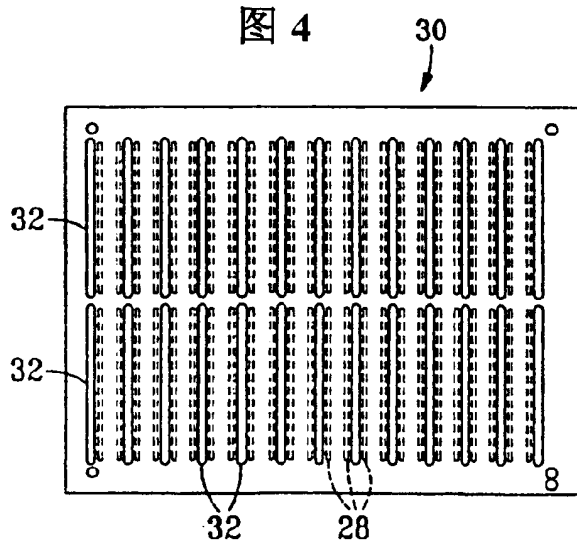


图 5

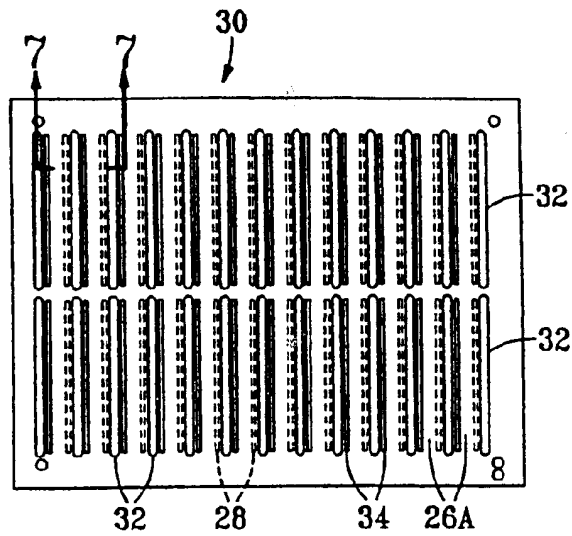


图 6

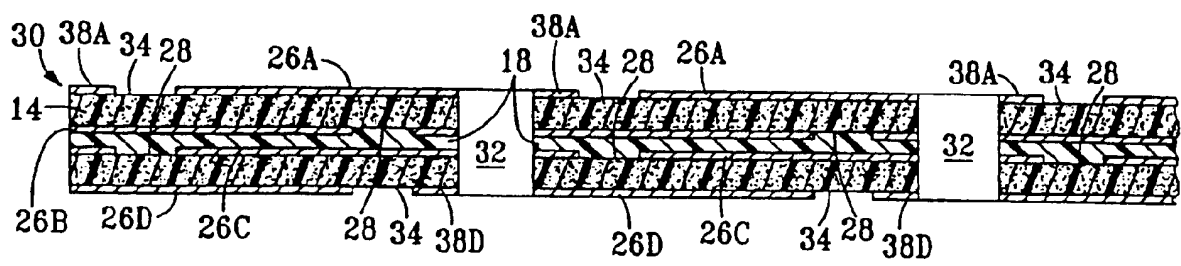


图 7

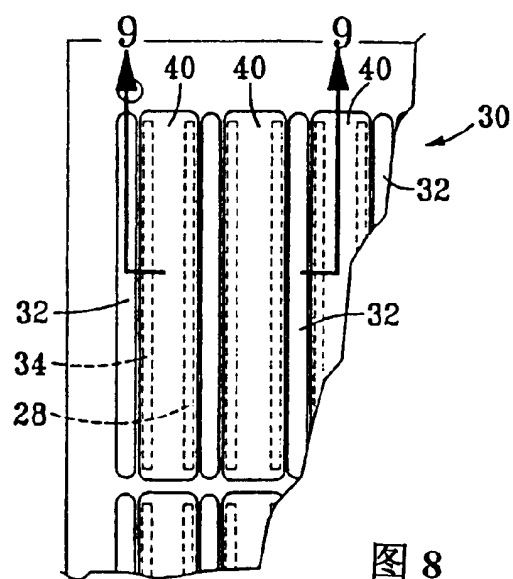


图 8

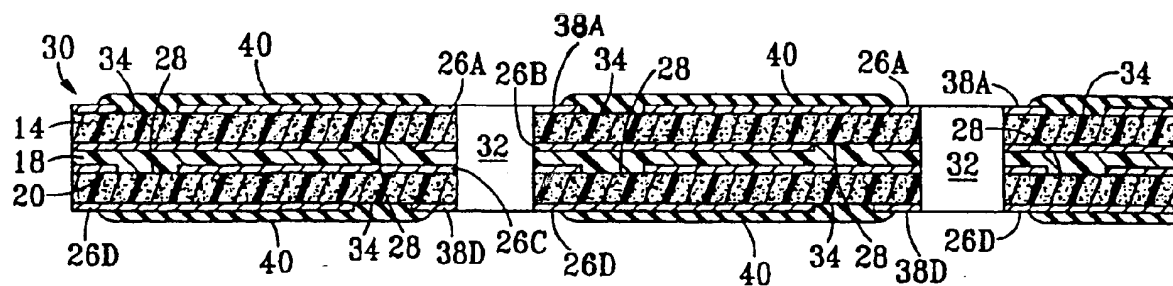


图 9

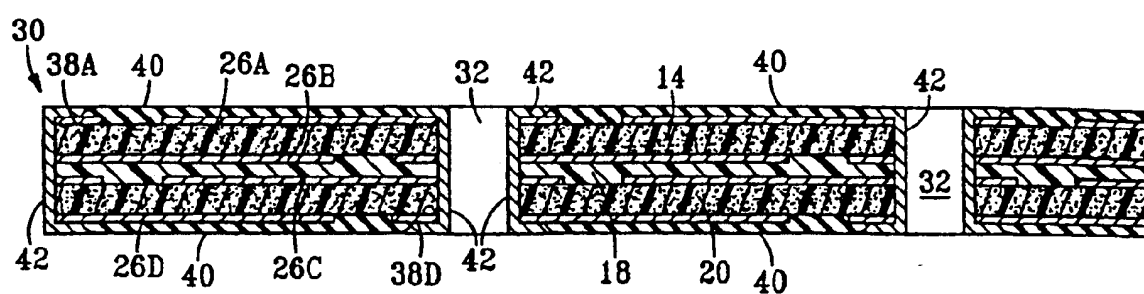


图 10

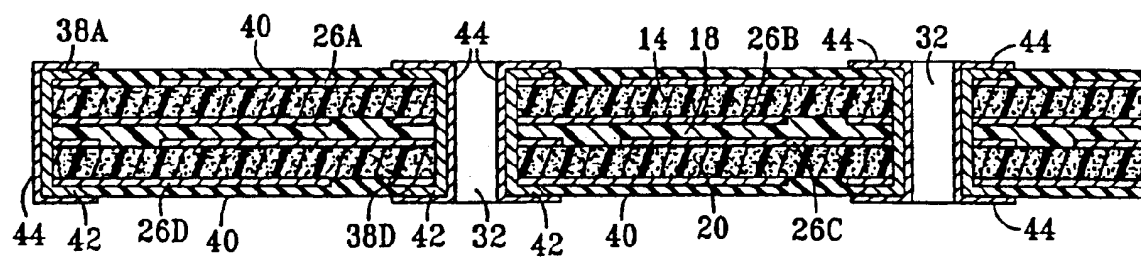


图 11

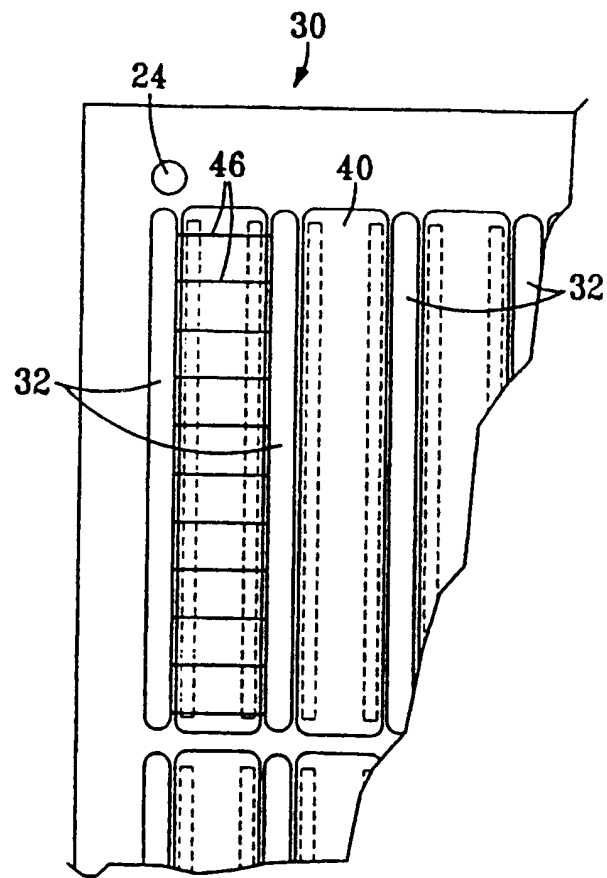


图 12

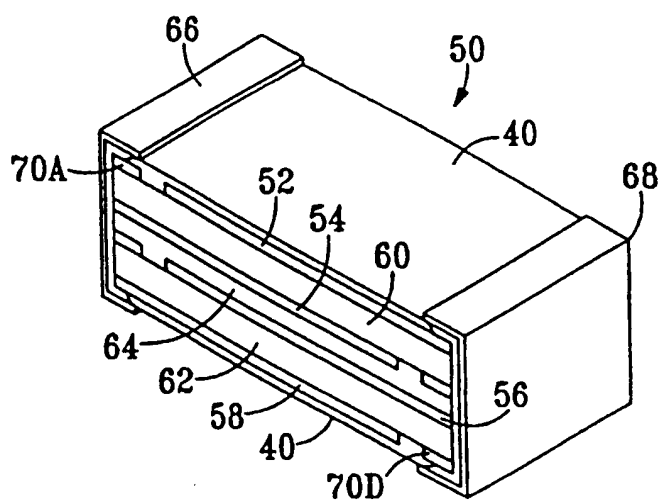


图 13