

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01C 7/02 (2006.01)

B32B 7/04 (2006.01)

H05B 3/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01109754. X

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100409373C

[22] 申请日 2001.4.6 [21] 申请号 01109754. X

[73] 专利权人 宝电通科技股份有限公司

地址 中国台湾

[72] 发明人 黄仁豪 刘德扬 林建荣

[56] 参考文献

JP63312601A 1988.12.21

CN1273423A 2000.11.15

JP4007801A 1992.1.13

审查员 王志宇

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 过晓东

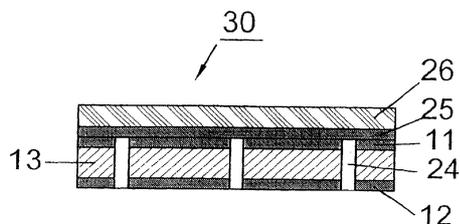
权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法

[57] 摘要

一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法，其将碳黑电镀至金属薄板层压材料的金属电极表面，使之形成含有碳黑的连续多孔性结构，再将该金属薄板层压材料与碳黑填充导电结晶性高分子复合材料板材予以热压成型，使金属薄板层压材料的金属电极表面与炭黑填充导电结晶性高分子复合材料板之间形成良好粘接。同时，能让碳黑填充导电结晶性高分子复合材料中的碳黑粒子，能够和金属电极表面电镀层充分接触，降低界面电阻。



1、一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，包括下列步骤：

提供一上方与下方各设有金属层，中间设有绝缘层的金属层压材料；该上方金属层与该下方金属层之间设有导电穿孔连通；使用复合电镀将碳黑电镀至该上方金属层表面，使该上方金属层表面形成含有碳黑二次聚集体与电镀金属的连续多孔性结构；使用含有碳黑填充导电结晶性高分子复合材料，与该具有连续多孔性结构的上方金属层表面进行热压粘接，制成含有金属层的复合结构材料。

2、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述导电穿孔为电镀通孔。

3、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料选自由聚乙烯、聚丙烯、聚氟烯及其共聚物所组成的组中的至少一种材料。

4、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述含有碳黑二次聚集体的连续多孔性结构的厚度为碳黑一次聚集体平均粒径的二倍以上。

5、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述含有碳黑二次聚集体的连续多孔性结构的厚度为0.2微米以上。

6、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述绝缘层是选自由环氧树脂层、聚酰亚胺树脂层、环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层、与聚酰亚胺浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层所组成的组中的至少一种材料。

7、如权利要求1所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，其中所述上方金属层与所述下方金属层是由铜箔、镍

箔、铂、铜合金、镍合金与铂合金所组成的组中的至少一种材料。

8、一种包含金属层的复合材料层压结构，包括：

—第一金属层；

—绝缘层，设于该第一金属层之上；

—第二金属层，设于该绝缘层之上，而该第二金属层的一面，设有由碳黑二次聚集体所构成的多孔性结构，且该第二金属层与该第一金属层之间设有一导电通孔，穿过该绝缘层，使第二金属层与该第一金属层为电导通状态；以及一碳黑填充导电结晶性高分子复合材料层设于该具有多孔性结构第二金属层之上。

9、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料为聚乙烯。

10、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料是选自聚乙烯、聚丙烯、聚氟烯及其共聚物所组成的组中的至少一种材料。

11、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述含有碳黑二次聚集体的连续多孔性结构的厚度为碳黑一次聚集体平均粒径的二倍以上。

12、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述含有碳黑二次聚集体的连续多孔性结构的厚度为 0.2 微米以上。

13、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述绝缘层是选自由环氧树脂层、聚酰亚胺树脂层、环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层、与聚酰亚胺浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层所组成的组中的至少一种材料。

14、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述绝缘层是由环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层。

15、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述第二金属层与所述第一金属层为铜箔。

16、如权利要求 8 所述的包含金属层的复合材料层压结构，其中所述第二金属层是选自由铜箔、镍箔、铂、铜合金、镍合金与铂合金所组成的组中的至少一种材料。

17、一种包含金属层的复合材料层压结构制法，其包括下列步骤：提供上方与下方各设有金属层、中间设有绝缘层的金属层压材料；对该金属层压材料的一方金属层进行复合电镀，将碳黑电镀至该金属层表面，使该金属层表面形成含有碳黑的连续多孔性结构；使用碳黑填充结晶性导电高分子复合材料与该具有连续多孔性结构的金属层表面进行热压粘接，制成含金属层的复合材料层压结构。

18、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料为聚乙烯。

19、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料是选自由聚乙烯、聚丙烯、聚氟烯及其共聚物所组成的组中的至少一种。

20、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述含有碳黑的连续多孔性结构的厚度为 0.2 微米以上。

21、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述绝缘层为环氧树脂。

22、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述绝缘层是由环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层。

23、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述绝缘层是选自由环氧树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层、与聚酰亚胺浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料所组成的组中的至少一种材料。

24、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述金属层为铜箔。

25、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述金属层为镍箔。

26、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述金属层是选自由铜箔、镍箔、铂、铜合金、镍合金与铂、铜合金、镍合金与铂合金所组成的组中的至少一种材料。

27、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述复合电镀所使用的电镀液中加入了硼酸、碳黑、以及镍。

28、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述含有碳黑的连续多孔性结构主要由表面附着有金属的碳黑二次聚集体所构成。

29、如权利要求 17 所述的包含金属层的复合材料层压结构制法，其中所述连续多孔性结构是由金属、碳黑一次聚集体与碳黑二次聚集体所构成。

30、一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，包括一绝缘层：

一金属层，设于该绝缘层上方；

一第一复合材料层，设于该金属层上方；该第一复合材料层为一金属基的复合材料层，包含有表面附着有金属的碳黑二次聚集体；

一第二复合材料层，设于该第一复合材料层上方；该第二复合材料层是由碳黑填充的导电结晶性高分子复合材料所构成。

31、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料为聚乙烯。

32、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述碳黑填充导电结晶性高分子复合材料是选自由聚乙烯、聚丙烯、聚氟烯及其共聚物所组成的组中的至少之一。

33、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述第一复合材料层的厚度为 0.2 微米以上。

34、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述第一复合材料层的厚度为碳黑一次聚集体平均粒径的二倍以上。

35、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述绝缘层是由环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层。

36、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述绝缘层是选自由环氧树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层、与聚酰亚胺浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层所组成的组中的至少一种材料。

37、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述金属层是铜箔。

38、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述金属层是镍箔。

39、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述金属层是选自由铜箔、镍箔、铂、铜合金、镍合金与铂合金所组成的组中的至少一种材料。

40、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述第一复合材料层是通过复合电镀将碳黑电镀至金属层上而形成的。

41、如权利要求 30 所述的用在正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述绝缘层与所述金属层是印刷电路板。

42、如权利要求 30 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述绝缘层下方还设有第二金属层。

43、如权利要求 42 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合

结构材料，其中所述金属层、绝缘层和第二金属层构成双面金属箔基板。

44、如权利要求 43 所述的用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料，其中所述金属层与第二金属层之间设有电镀通孔，使金属层与第二金属层可以电导通。

用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法

技术领域

一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法，特别是指一种含碳黑的导电高分子复合材料，可用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料以及其制法。

背景技术

热敏电阻元件被广泛应用于温度检测、安全控制、温度补偿等领域。过去，热敏电阻元件主要以陶瓷为材料，但陶瓷需较高温度，制造温度多在摄氏九百度以上，需消耗大量的能源，制造过程也比较复杂。而后，高分子基的热敏电阻元件被开发出来，由于高分子基材的热敏电阻元件的制造温度约在摄氏三百度以下，比较容易加工、成型，能源消耗较少，制造过程简单，成本低廉，因此应用领域日渐宽广。

而碳黑填充导电结晶性高分子复合材料，由于具备正温度系数热敏阻抗特性，在常温时为低电阻状态，当流经碳黑填充导电结晶性高分子复合材料的电流过大，造成碳黑填充导电结晶性高分子复合材料的温度达到聚乙烯的熔点附近时，碳黑填充导电结晶性高分子复合材料中的树脂基材体积膨胀，使碳黑填充导电结晶性高分子复合材料中的导电填充材由相互连通状态，撑断变成不连续的状态，造成碳黑填充导电结晶性高分子复合材料阻抗迅速上升，而碳黑填充导电结晶性高分子复合材料所制成的板材，会因而切断电流。因此，可以将碳黑填充导电结晶性高分子复合材料所制成的板材应用于多层的电路层压结构中，作为电流过载保护，以及温度开关功能的设计。

但是金属薄板和碳黑填充导电结晶性高分子复合材料所制成的板材，经过热压成型后，其界面粘接强度不足。而且，含碳黑的导电高分子复合材料与金属的粘接，是利用导电高分子复合材料中的树脂基材，因受热流动，使得碳黑充填于金属薄板层压材料金属电极表面，以及导电高分子复合材料中的碳黑导电粒子之间。但碳黑无法与金属薄板中的金属电极充分接触，因此金属薄板和含碳黑导电高分子复合材料板材之间的界面电阻会被提高。而且，当一多层的电路层压结构制成电流过载保护及温度开关元件时，必须面临各种周期性及非周期性的温度变化，金属薄板的电极以及含碳黑导电结晶性高分子复合材料板材之间，因热膨胀系数差异，将导致粘接问题。

为了解决金属电极和碳黑导电高分子复合材料板材之间的粘接强度以及界面电阻的问题。美国专利 US4689475 以及美国专利 US4800253 利用电镀处理，在金属箔表面产生金属柱状突起的粗糙面，以提高金属电极与含碳黑的导电高分子复合材料间的粘接强度。

但是，由于这些专利所揭示的技术是以碳黑直接与金属柱状的突起契合粘接，由于碳黑与金属柱状突起的几何形状不同，粘接密度未尽理想。同时，碳黑表面的树脂在碳黑与金属之间流动性不佳，只能附着在金属表面，使得阻抗提高，影响其功能。

而且，已知热敏电阻元件制法是将碳黑导电高分子复合材料与金属箔(可为铜箔、镍箔)粘接，而须牵就金属箔材料，进行连续的整卷电镀加工，制法受限较大。

发明内容

本发明的主要目的在于提供一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法，使金属电极和碳黑高分子复合材料板材之间可以形成良好的粘接。

本发明的另一目的在于提供一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料及其制法，得以降低金属电极和含碳黑的高分子复合材料间界面电阻。

本发明的又一目的在于提供一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，可以直接利用较成熟的印刷电路板制造过程，采取片材方式加工，使制造过程更为简化。

为了达到上述目的以及其它功效，本发明提供一种用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料制法，先提供一上方与下方各设有金属层、中间设有绝缘层的金属层压材料。而该上方金属层与该下方金属层之间设有导电穿孔可导电连通，再将碳黑电镀至该上方金属层表面，使该上方金属层表面因镀有碳黑而形成连续多孔性的结构。再使用碳黑导电高分子复合材料，与具有连续多孔性结构的该上方金属层表面，进行热压粘接，而得到用于正温度系数热敏电阻元件的复合结构材料。

所述绝缘层是选自由环氧树脂层、聚酰亚胺树脂层、环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层、与聚酰亚胺浸渍的玻璃纤维布所形成的层压材料层所组成的组中的至少一种材料。

由于使用复合电镀，上方金属层的多孔结构表面已经含有碳黑，在进行热压粘接时，再将碳黑导电高分子复合材料与多孔结构金属层的碳黑可以紧密地结合以形成良好的粘接。

而且，因碳黑导电高分子复合材料与多孔结构金属层中的碳黑紧密结合而得以有效降低金属电极和含高分子复合材料间界面电阻。

再者，由于所使用的金属层压材料，可用现成的印刷电路板，使热敏电阻元件的制造过程可以直接使用目前成熟的印刷电路板制造过程，采取片材方式加工，比目前使用软质金属箔整卷的连续制造过程更为简便，从而大幅简化制造过程。

以下仅以实施例，说明本发明的特征，及其他功效如下。

附图说明

图 1 为本发明实施例的金属层压材料剖面图；

图 2 为本发明实施例的金属层压材料经电镀通孔处理后的剖面图；

图 3 为本发明实施例的金属层压材料使用复合电镀处理的流程图；

图 4 为本发明实施例使用的金属薄板层压材料经复合电镀处理后的剖面图；

图 5 为本发明实施例中金属表面经电镀形成多孔结构的放大示意图；

图 6 为本发明实施例的上图例中的金属层压材料与含碳黑高分子复合材料板材经热压合后的剖面图；

图 7 为本发明实施例制成正温度系数热敏电阻元件的电性测量样品的剖面示意图；

图 8 为本发明实施例的电阻测试方法示意图；

图 9 为本发明实施例中碳黑一次聚集体的说明图，碳黑一次聚集集体平均粒径为 0.1 微米至 0.5 微米；

图 10 为本发明实施例中碳黑二次聚集体的说明图；

图 11 为本发明实施例中连续多孔性碳黑与金属的复合电镀层的剖面示意图；

图中编号的简单说明：

10：金属层压材料

11：金属层压材料的上层金属电极

12：金属层压材料的下层金属电极

13：金属层压材料的中间层由环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的复合材料

- 20: 金属层压材料
- 24: 金属层压材料以印刷电路板制造过程制作的电镀通孔
- 25: 金属层压材料的金属电极表面生成的一层连续多孔性碳黑及金属的复合电镀层
- 26: 碳黑填充导电结晶性高分子复合材料层
- 30: 经热压后的板状导电性复合材料
- 40: 金属层压材料与碳黑填充导电结晶性高分子复合材料热压合形成的多层的电路层压结构

具体实施方式

请参照图 1, 为本发明第一实施例金属薄板层压材料 10 的剖面示意图, 在此可用现有的印刷电路板。其中, 下方金属层(第一电极)12 及上方金属层(第二电极)11 为 18 微米厚的铜箔(亦可用镍箔、铂、铜合金、镍合金与铂合金, 或其它导电材料), 中间绝缘层 13, 可用环氧树脂浸渍的玻璃纤维布所形成的复合材料。取 20 厘米乘 20 厘米大小的金属薄板层压材料 10, 先以印刷电路板制造方法将金属薄板层压材料 10 以每隔 1 厘米左右间隔制作 0.05 厘米直径的电镀通孔 24。请参考图 2, 使金属薄板层压材料 20 的上方金属层 11 及下方金属层 12 形成电导通状态。

将金属薄板层压材料 20 以图 3 所示的制作程序, 继而对上方金属层 11 进行复合电镀。其中, 每一升电镀液中, 加入硼酸四十克、碳黑 XC-72 六克, 及镍三十克(指氨基磺酸镍镀液中镍金属重量)。而电镀温度为摄氏三十五度, 电镀电流密度为 $3A / dm^2$ 。

请参考图 4, 电镀后得到一电镀处理后的金属层压材料 20。该电镀会使金属薄板层压材料的上方金属层 11 表面, 形成一层连续多孔性碳黑与金属的复合电镀层 25, 其是金属基复合材料层, 并且为连续多孔性结构(请参考图 5), 其主要是电镀的金属, 碳黑的一次聚集体与二次聚集体所构成, 电镀金属会附着在碳黑的一次聚集体与

二次聚集体的表面，而形成多孔性结构。在此实施例中，经过复合电镀处理后，所产生复合电镀层(金属基复合材料层)的厚度大约在十七至二十五微米之间。

请参考图 6，使用碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 与该金属层压材料 20 进行热压。此碳黑填充导电结晶性高分子复合材料中的高分子复合材料，可为聚乙烯、聚丙烯、聚氟烯或其共聚物。在本实施例中，是由聚乙烯(PE) PetrotheneLB832(此为美国 Equistar 公司商品)、和碳黑 Raven450(此为美国 COlumbian 公司商品)以重量比例一比一，于摄氏二百一十度下以塑谱仪混练八分钟混合而成。而后将之再与金属层压材料 20 以热压成型机在摄氏一百七十五度下热压成具有 PTC 特性的厚度为 1mm 左右的板状导电性复合材料 30。

因为所采用的复合电镀处理会将碳黑电镀至金属层压材料的金属层 11 表面，使之形成连续多孔性结构层 25。由于金属层压材料上方金属层表面 11、以及碳黑填充导电结晶性高分子复合材料层 26 之中，都有碳黑的成份。在上方金属层表面 11 的连续多孔性结构层 25，以及碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 中，碳黑以一次聚集体(请参见图 9)为基本单位，相互堆排存在于树脂基材中；在高碳黑含量时，碳黑的一次聚集体，会相互堆排成为二次聚集体(请参见图 10)，在复合材料中形成导电连续相。而该连续多孔性结构 25 是由金属、以及碳黑一次聚集体与二次聚集体所构成。而因使用复合电镀，会使该碳黑二次聚集体表面附着有金属(请参见图 11)。再者，该连续多孔性结构 25 会更进一步与该碳黑填充结晶性导电高分子复合材料 26 再形成碳黑二次聚集体。而碳黑一次聚集体的大小，随碳黑种类不同而异，平均约在 0.1 微米到 0.5 微米之间。

而在微观上，由于上方金属层 11 表面连续多孔性结构 25 的凹凸起伏结构，和碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 中的碳黑导电连续相之微结构相似，因此，上方金属层表面连续多孔性结构 25，

和碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 中的碳黑导电连续相，形成良好的粘接，再者，碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 中，附着在碳黑表面的树脂基材，在热压合过程中受热流动后，会渗入上方金属层 11 经复合电镀形成的连续多孔性结构 25 中，因此不会影响碳黑填充导电结晶性高分子复合材料 26 的碳黑导电通路，而与上方金属层 11 直接导电接触。而为了确保聚乙烯导电复合材料以及上方金属层 11 有良好粘接强度，复合电镀层(连续多孔性结构 25)的厚度，最好在碳黑一次聚集体平均粒径的二倍以上，亦即，连续多孔性结构 25 的厚度在 0.2 微米以上较佳。

请参考图 7，将二片处理得到的板状导电性复合材料 30，以碳黑填充导电结晶性高分子复合材料层 26 相对，以摄氏一百七十五度进行热压合十分钟，使之成为正温度系数热敏电阻元件的电性量测样品 40，再裁切成 2 厘米乘 2 厘米大小试片。将试片以钴 60 辐射线照射 20Mad 辐射剂量。

参考图 8，使用微欧姆计进行电阻测试，测量试片常温电阻 R1 及试片经浸在摄氏二百三十度熔锡中三秒钟，再静置常温环境一小时后的常温电阻 R2，以观察受热过程后试片常温电阻变化。由实施例及对照例测试结果比较，证明使用碳黑复合电镀处理的金属薄板层压材料，与碳黑填充导电结晶性高分子复合材料之间，有良好粘接而且界面电阻较低。

有关本发明此第一实施例，及其它实施例，乃至于对照例所使用的电镀配方及电镀条件，请参考表 1。而上述实施例至对照例经复合电镀处理后，所产生的复合电镀层厚度请参考表 2。由此可知，本发明确有较佳的粘接力，并且界面电阻较低。

同时，由于所使用的金属层压材料，可以现成的单面印刷电路板，或是双面金属箔基板，使热敏电阻元件的制造过程可以直接使用目前成熟的印刷电路板制造过程，采取片材方式加工，比目前使

用软质金属箔整卷的连续制造过程更为简便，从而大幅度简化制造过程。

虽然本发明以上述的实施例作说明，但并不表示本发明的保护范围以上述的说明为限。对于熟知此项技艺的人士而言，当可作各种修改，例如，改变选择的电镀液材料如瓦式镍(Watts Nickel)，或添加不同的碳黑粒子，或是改变复合电镀条件如电镀温度、电镀电流及电镀时间，而可达到相同的功效。此等修改应不脱离本发明的精神，仍属于本发明的保护范围内。本发明的保护范围仍应以权利要求所述为主。

表 1 本发明中复合电镀的使用材料与操作条件

	第一实施例	第二实施例	第三实施例	第一对照例	第二对照例
镍*	30 克				
硼酸*	40 克				
碳黑 XC-72	6 克	6 克	6 克	6 克	0
石墨粉 KS-6*	0	0	0	0	6 克
电镀温度	摄氏 35 度				
电镀电流密度	3A/dm ²	5A/dm ²	5A/dm ²	5A/dm ²	5A/dm ²
电镀时间	10min	10min	5min	5min	5min

注 1：表 1 中所示试剂重量，是指每 1 升电镀液中试剂添加量。

注 2：镍是指氨基磷酸镍镀液中镍金属重量。

表 2 本发明复合电镀后电镀层厚度与制成多层电路的阻抗值

	第一实施例	第二实施例	第三实施例	第一对照例	第二对照例
镀层厚度/ 微米	17-25	33-40	20-28	5-10	12-25
R1/毫欧姆	9-10	8-10	8-10	-	8-10
R2/R1	2.0-3.0	1.7-2.0	1.7-2.0	-	-
说明				界面粘接不良	过溶锡后爆裂

注 1: R1 为经加上碳黑填充导电分子复合材料热压后的试片未经浸在摄氏 230 度熔锡之前的常温电阻。

注 2: R2 为上述试片浸在摄氏 230 度熔锡之中 3 秒钟后再静置常温环境 1 小时后的常温电阻。

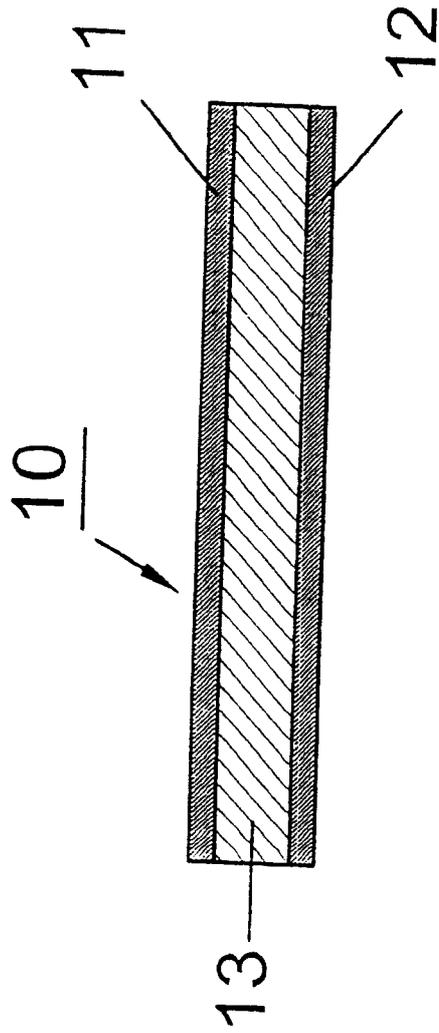


图1

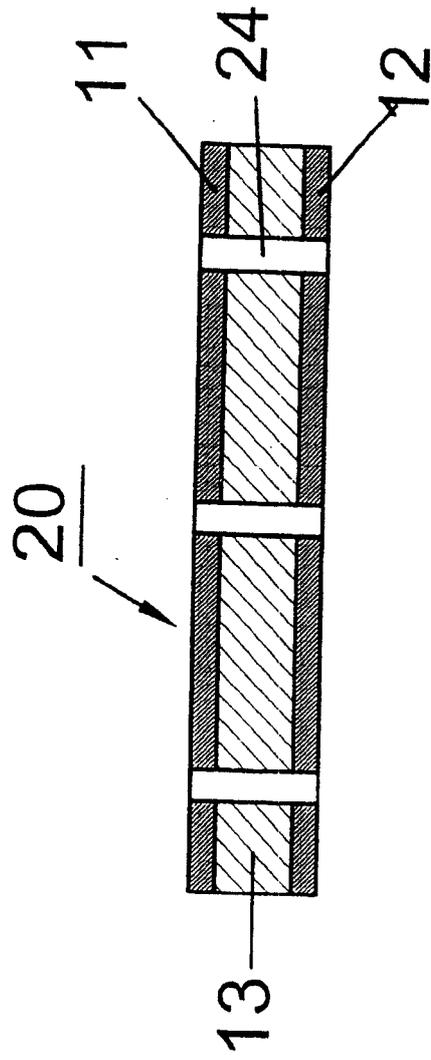


图2

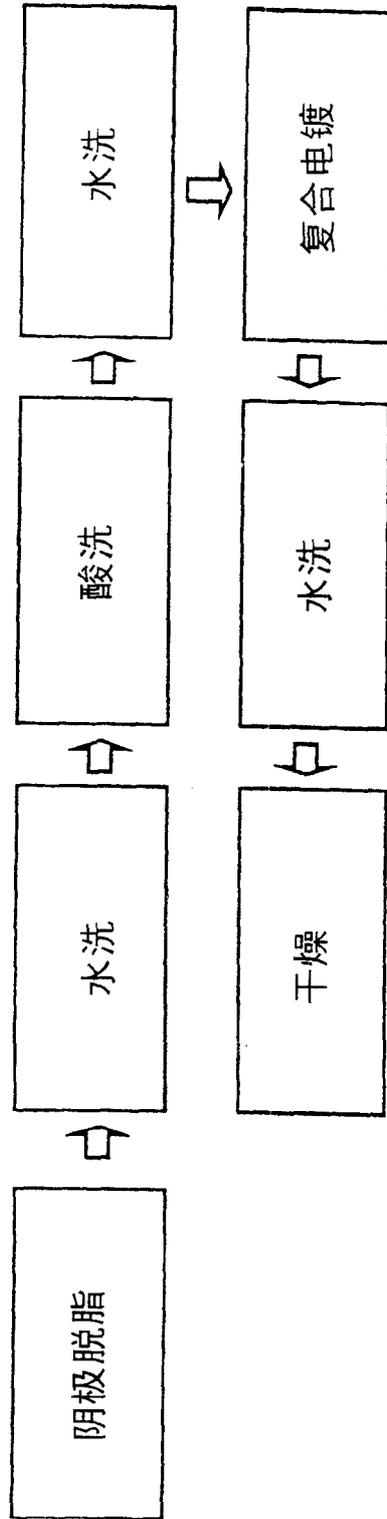


图3

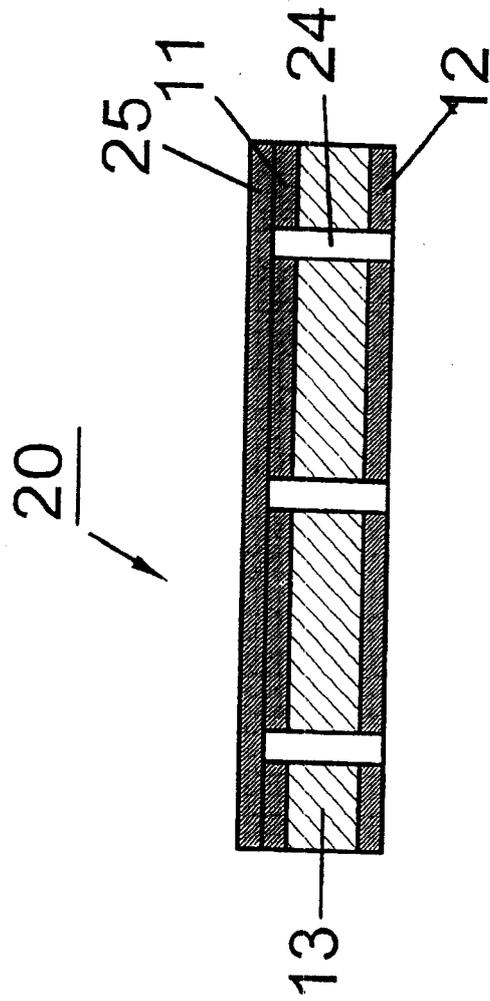


图4

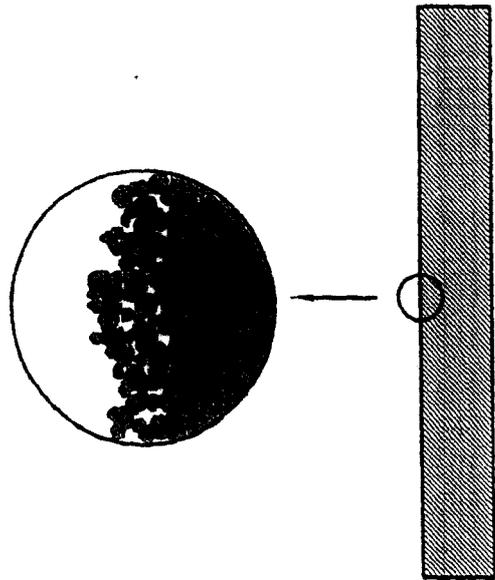


图5

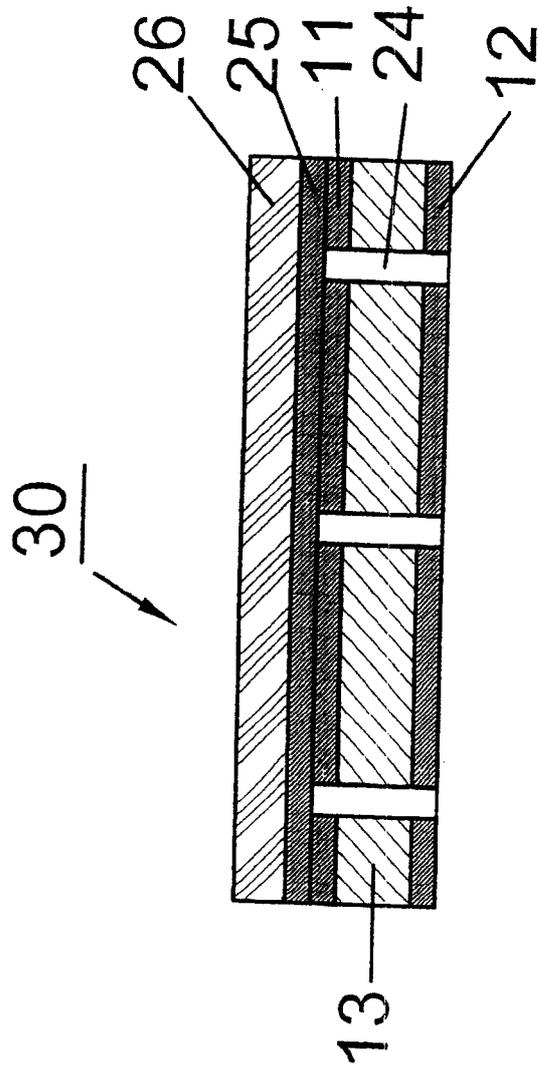


图6

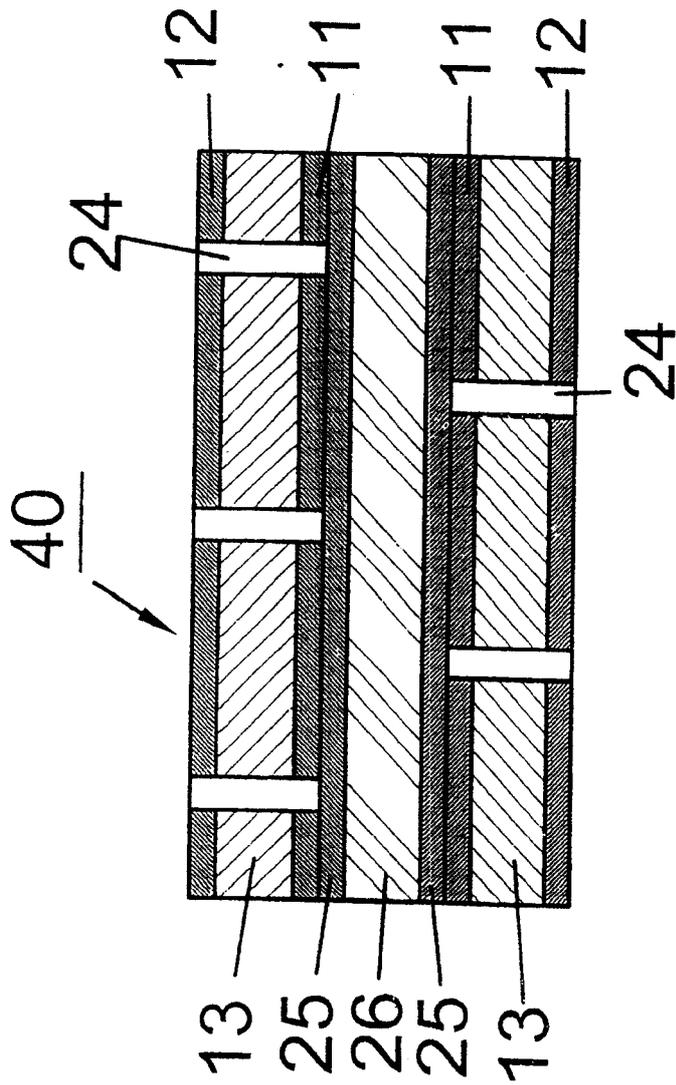
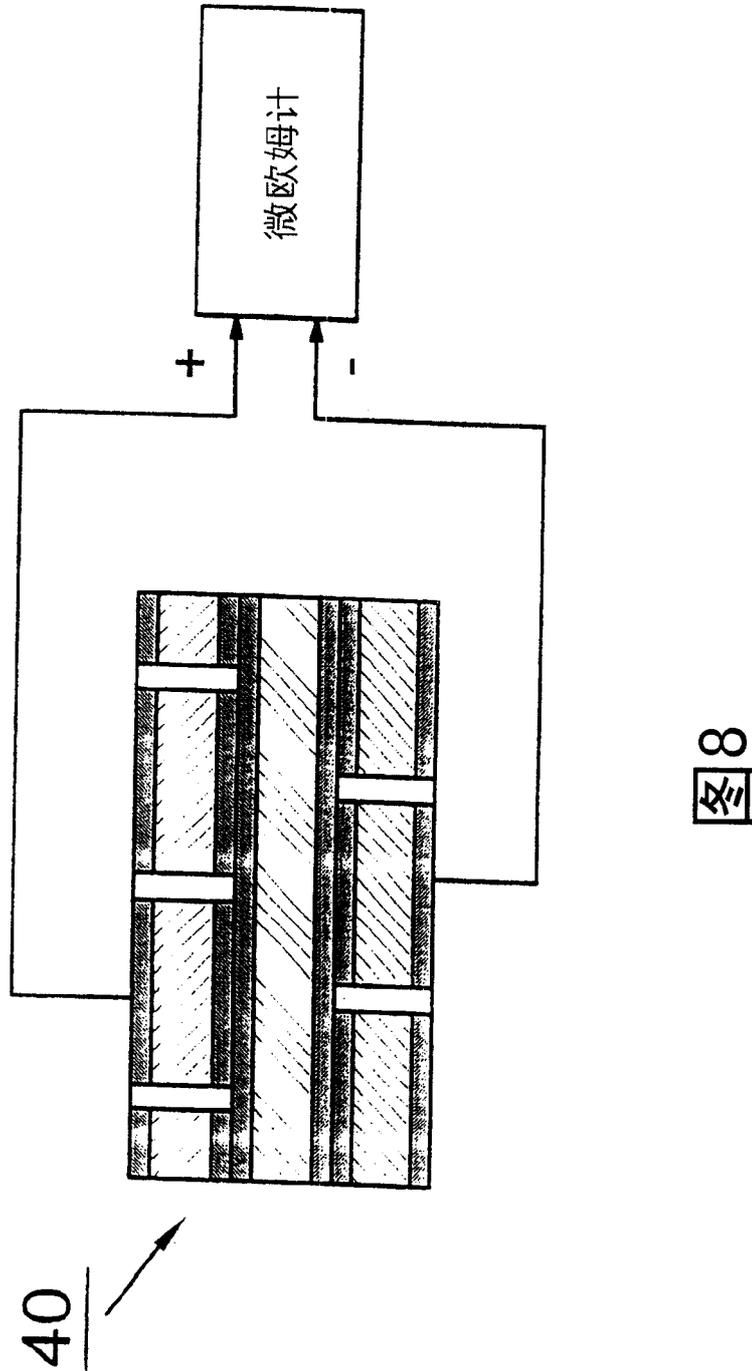
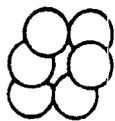
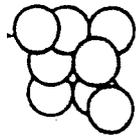
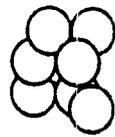


图7





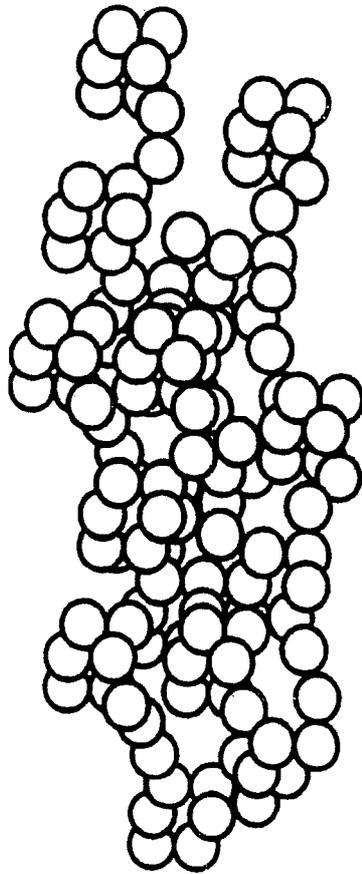


图10

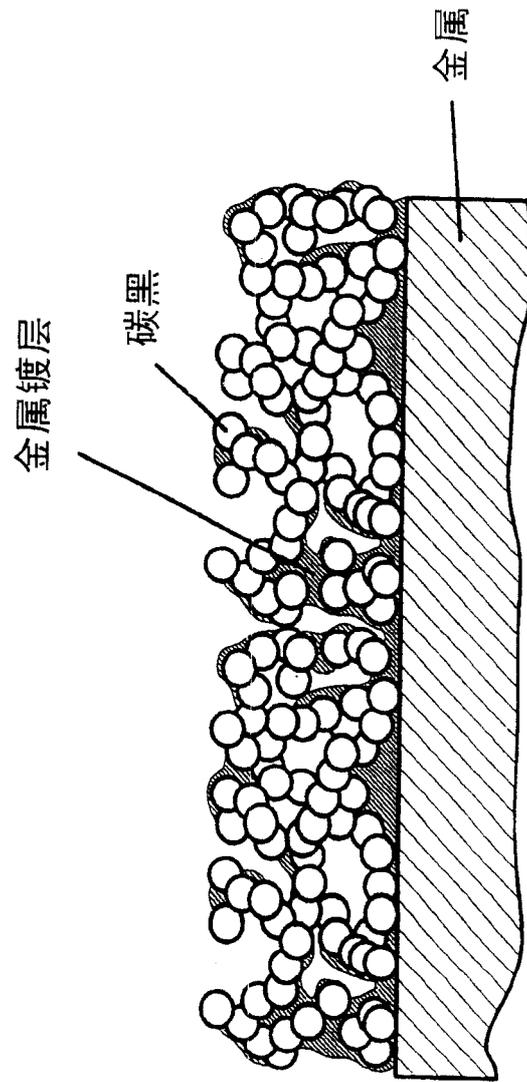


图11