

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷
H05K 1/05



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99809437.4

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1184866C

[22] 申请日 1999.7.8 [21] 申请号 99809437.4

[30] 优先权

[32] 1998.7.8 [33] GB [31] 9814835.6

[32] 1998.11.19 [33] GB [31] 9825376.8

[32] 1999.1.15 [33] GB [31] 9900924.3

[86] 国际申请 PCT/GB1999/002180 1999.7.8

[87] 国际公布 WO2000/003567 英 2000.1.20

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.7

[71] 专利权人 欧洲原子能研究组织

地址 瑞士日内瓦

共同专利权人 玛丽皇后和威斯特-弗尔德学院

[72] 发明人 A·甘迪 R·德欧利维拉

A·A·卡特尔

审查员 刘莹

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

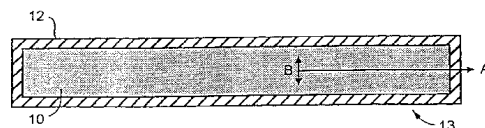
代理人 龙传红

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 热控制器件以及制造这种器件的方法

[57] 摘要

一种热控制器件(13), 包含包封在包封材料(12)中的改善所述碳强度的各向异性的碳(10)。所述包封材料可以是聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯(12)或任何其它合适的聚合物。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种热控制器件，包括包封在包封材料中的各向异性的碳，所述包封材料直接涂敷在各向异性的碳上，其中，所述各向异性的碳是热解石墨或热化的热解石墨。
2. 一种根据权利要求1的热控制器件，其中，所述包封材料是聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯。
3. 一种根据权利要求1或2的热控制器件，其中，所述各向异性的碳具有镶嵌结构或完全有序。
4. 一种根据权利要求1或2的热控制器件，其中，所述热化的热解石墨的面内热导率在室温下在 1550 – 1850 W/mK 范围内。
5. 一种根据权利要求4的热控制器件，其中，所述热化的热解石墨在垂直方向的抗张强度值为 1.5Ksi。
6. 一种根据权利要求1的热控制器件，其中，所述热解石墨是“所沉积状态的”或部分有序的形式。
7. 一种根据权利要求6的热控制器件，其中，所述热解石墨的热导率在一个面内在 300 – 420 W/mK 范围内。
8. 一种根据权利要求1或2的热控制器件，其中，所述各向异性的碳是一种板。
9. 一种根据权利要求8的热控制器件，其中，所述碳的抗张强度在垂直所述板的面内为 1.5 Ksi。
10. 一种根据权利要求8的热控制器件，其中，所述碳板的厚度在 100 – 500 微米范围内。
11. 一种根据权利要求10的热控制器件，其中所述碳板的厚度是 200 – 250 微米或 250 – 300 微米或 300 – 350 微米或 350 – 400 微米或 400 – 450 微米或 450 – 500 微米。
12. 一种根据权利要求1或2的热控制器件，其中，所述包封碳的材料具有 13ppm/°C 的低热膨胀系数和 500°C 的高降解温度。
13. 一种根据权利要求1或2的热控制器件，其中，所述包封材料的厚度

在 8-30 微米之间。

- 14.一种根据权利要求 1 或 2 的热控制器件,其中,各层包封材料沉积在碳上,以便达到要求的厚度。
- 15.一种根据权利要求 1 或 2 的热控制器件,其中,形成通过所述碳的细孔的基质。
- 16.一种根据权利要求 15 的热控制器件,其中所述细孔的直径为 200 微米。
- 17.一种根据权利要求 15 或 16 的热控制器件,其中,所述细孔在所述碳的包封过程中被填充。
- 18.一种包括热控制器件的电子系统,所述热控制器件包括包封在包封材料中的各向异性的碳,所述包封材料直接涂敷在各向异性的碳上,其中,所述各向异性的碳是热解石墨或热化的热解石墨,在所述热控制器件表面上提供电连接和/或器件。
- 19.一种根据权利要求 18 的电子系统,其中,所述电连接和/或器件直接沉积在热控制器件表面上,或者使用液体胶水薄层粘结在热控制器件的表面上。
- 20.一种根据权利要求 18 或 19 的电子系统,其中,所述器件包封在聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯中。
- 21.一种根据权利要求 18 或 19 的电子系统,其中,提供多个电子元件层。
- 22.一种根据权利要求 21 的电子系统,其中,每个电子元件层用包封材料层隔开。
- 23.一种根据权利要求 22 的电子系统,其中,所述包封材料层为聚酰亚胺。
- 24.一种根据权利要求 18 或 19 的电子系统,其中,所述电连接用薄膜金属制成。
- 25.一种根据权利要求 24 的电子系统,其中,所述电连接用铝制成。
- 26.一种制造热控制器件的方法,包括:
 - 清洗热解石墨或热化的热解石墨的表面;
 - 直接向清洗过的碳表面涂敷包封材料涂层;
 - 重复上述步骤直至所述石墨被包封;以及
 - 使所述包封材料固化。

- 27.一种根据权利要求 26 的方法,其中,所述包封材料是聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯中的一种。
- 28.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,所述涂敷步骤包括刷涂或辊涂或浸涂或喷涂或旋涂或印涂或丝网印刷。
- 29.一种根据权利要求 28 的方法,其中,对于由单一成分组成的聚酰亚胺,涂敷的步骤包括刷涂聚酰亚胺或者使用辊子涂敷聚酰亚胺。
- 30.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,对于固相涂敷,使用铸件。
- 31.一种根据权利要求 30 的方法,其中,所述碳和铸件在真空中在高温下压在一起。
- 32.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,涂敷多层包封材料直至达到要求的厚度。
- 33.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,清洗的步骤包括使用浮石粉末在水中除去松散的材料,然后干燥。
- 34.一种根据权利要求 33 的方法,其中,所述干燥步骤包括通过烘烤碳表面除去水分来干燥所述碳。
- 35.一种根据权利要求 33 的方法,其中,所述干燥步骤包括在 100℃烘烤所述碳 1 小时。
- 36.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,所述清洗步骤包括使热解石墨或热化的热解石墨表面脱脂。
- 37.一种根据权利要求 36 的方法,其中所述清洗步骤用丙酮漂洗。
- 38.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,其中,在使用聚酰亚胺作为包封材料时,所述固化步骤包括把碳加热到 150℃,然后经过下列温度循环,即 150℃30 分钟,250℃30 分钟,最后为 300℃30 分钟。
- 39.一种根据权利要求 26 或 27 的方法,还包括在涂敷包封材料之前,把所述碳钻至少一个孔。
- 40.一种根据权利要求 39 的方法,其中,所述至少一个孔用包封材料填充。
- 41.一种根据权利要求 39 的方法,其中,所述孔用与玻璃纤维球混合的包封材料填充,每个球的直径为 30 微米。

- 42.一种根据权利要求 39 的方法，其中，钻开所填充的孔，从而提供与碳电绝缘的通道。
- 43.一种根据权利要求 42 的方法，其中，向所述至少一个通道涂敷一个导电材料层，产生电连接，从而能够穿过所述器件进行电连接。
- 44.一种根据权利要求 43 的方法，其中，所述导电材料是金属。
- 45.一种根据权利要求 44 的方法，其中所述导电材料是薄膜铝。
- 46.一种根据权利要求 26 或 27 的方法，还涉及形成通过所述碳的细孔的基质。
- 47.一种制备电子元件的方法，包括：
清洗热解石墨或热化的热解石墨的表面；
直接向清洗过的碳表面涂敷包封材料涂层；
重复上述步骤直至所述石墨被包封；
使所述包封材料固化；以及
在所述碳的至少一个表面上形成电连接和/或在其上沉积电子器件。
- 48.一种根据权利要求 47 的方法，其中，所述沉积步骤可以包括直接在所述表面上制造所述器件，或者与所述碳表面分开形成所述器件或含有所述器件的薄膜多层电路，然后再将其固定在所述表面上。
- 49.一种根据权利要求 48 的方法，其中，所述固定步骤涉及把环氧树脂胶水涂敷到所述器件或电路或碳表面上，在室温和低真空下把所述器件或电路与所述表面压在一起。
- 50.一种根据权利要求 47-49 的任一项的方法，其中，使用薄膜加工技术实现所述电接触。
- 51.一种根据权利要求 50 的方法，其中使用铝实现所述电接触。

热控制器件以及制造这种器件的方法

发明领域

本发明涉及一种热控制器件，用于例如在电子设备中的散热，和制造这种器件的方法。特别地，本发明涉及一种热控制器件，它具有供电通过能力，可以作为有源元件的直接接口。

背景技术

电子和电力设备是有能源和热源的。正如所熟知的，为了提供这种设备的可靠运行，需要保持稳定的操作条件和温度。因此，用于热的控制和耗散的有效方法是必须的。典型的是，通过提供靠近并与电子器件或电路板接触的热控制器件来做到这一点。在电路中产生的热被传递到热控制器件中并在其中散出。对于最佳的效率，希望的是热控制结构具有最高可能的热导率、有效的外部连接和适当的机械强度。

为了在热要求用途中达到这些目的，某些已知器件把高热导率材料装入复合结构中。然而，这些器件通常只能获得有限的性能，伴随明显的热导率损失，典型的是 40%，并增大质量和体积。在 EP 0,147,014、EP 0,428,458、US 5,296,310、US 4,791,248 和 EP 0,231,823 描述了这种结构的实例。目前最好的热控制系统具有一般不超过 1,000 W/mK 的热导率。

目前的技术在许多用途中没有提供足够的热控制，而同时在电路板的层或面之间提供了有效的电连接。另一个问题是已知热控制系统的质量和体积相当大。这影响其中引入这种器件的电子系统的总尺寸。在当前和电子工业的一般趋势是朝着小型化的方向发展的时代，这是非常不利的。

通常使用热控制系统作为支持混合电子电路的基板。在一种已知的排列中，使用氧化铍作为散热器。它在室温具有约 280W/mK 的热导率。其上是一层介电物质，在其上随后形成金接点，从而能够连接到其它电路上。这种排列的缺点是氧化铍是有毒材料，实际上，它是致癌物质并且一般难以加工。此外，介电材料趋于较厚，从而使整个结构体积大。此外，部分由于使用金作为接点材料，所以，整个结构制造昂贵。

发明内容

本发明的一个目的是提供具有高热导率但是质量和体积小的热控制系统。

根据本发明的第一个方面，提供一种热控制器件，包括在包封材料中包封的各项异性的碳，所述包封材料直接涂敷到碳上并且能改善碳的刚度，优选的是，其中包封材料是聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯或任何其它合适的聚合物。

优选的是，各向异性的碳具有镶嵌结构或者是完全有序的。

优选的是，各向异性的碳是热化的热解石墨，具有镶嵌结构或者完全有序。热化的热解石墨在室温下可以具有 1550 – 1850W/mK 的面内热导率。典型的是，热化的热解石墨在垂直方向上具有低的抗张强度值。

各向异性的碳也可以是热解石墨。热解石墨可以是“所沉积的形式”或部分有序的形式。热解石墨的热导率在一个面内可以在 300 – 420W/mK 范围内。板的抗张强度在垂直面上可以为 1.5Ksi。

优选的是，各向异性的碳是板。优选的是，碳板厚度在 100 – 500 微米。碳板的厚度可以在 200 – 250 微米或 250 – 300 微米或 300 – 350 微米或 350 – 400 微米或 400 – 450 微米或 450 – 500 微米范围内。

优选的是，包封碳的材料具有低热膨胀系数和高降解温度，如聚酰亚胺，例如 Dupont 提供的 PI 2734（商标），这里，热膨胀系数约 13ppm/℃，降解温度约 500℃。

涂层的厚度范围可以从几微米到数十微米。为了获得希望的厚度，可以在碳上形成多层涂层。

在包封之前，可以通过碳板形成细孔（优选的是 200 微米直径）的基质。这些孔在板的包封过程中被填充。其一个优点是减小内部分层的可能性。

根据本发明的第二个方面，提供一种包括热控制器件的电子系统，其中，包含本发明的第一个方面，在其表面上提供电连接和/或器件。

更具体地，提供一种包括热控制器件的电子系统，所述热控制器件包括包封在包封材料中的各向异性的碳，所述包封材料直接涂敷在各向异性的碳上，其中，所述各向异性的碳是热解石墨或热化的热解石墨，在所述热控制器件表面上提供电连接和/或器件。

所述器件可以直接在表面上沉积或者使用（例如）液体胶水薄层粘结。优选的是，所述器件包封在聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯或任何其它合适的聚合物中。

优选的是，提供多个电子元件层，每一层通过聚酰亚胺层隔开。典型的是，电连接用薄膜金属（如铝）制成。

根据本发明的第三个方面，提供一种制备热控制器件的方法，包括：

直接向清洁的碳表面涂敷包封材料的涂层，优选的是聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯或任何其它合适的聚合物，所述包封材料可以改善碳的刚度；重复上述步骤直至碳被包封。

该方法可以另外包括固化所述包封材料。

优选的是，所述涂敷步骤包括刷涂、辊涂、浸涂、喷涂、旋涂、印涂或丝网印刷。优选的是，对于有单一组分组成的聚酰亚胺，涂敷涂层的步骤包括刷涂聚酰亚胺或者用辊子涂敷聚酰亚胺。对于固相涂敷，可以使用铸件（cast）。这要求使预先聚合的包封材料箔直接贴在清洁表面上。在要求简单的热控制器件没有内孔时，这可能是有用的。优选的是，碳和铸件在真空和高温下压制。

优选的是，涂敷的步骤包括涂敷多层包封材料，如聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯或任何合适的聚合物，直至达到希望的厚度。

优选的是，所述方法包括清洗碳的表面，从而产生所述清洁的碳表面。

优选的是，清洗的步骤包括使用在水中使用浮石粉，除去松散的材料，然后干燥。优选的是，干燥的步骤包括通过烘烤碳表面（例如在 100℃）1 小时来干燥所述的碳，除去水分。

优选的是，清洗的步骤包括通过例如用丙酮漂洗使碳脱脂。

在使用聚酰亚胺时，优选的是，固化步骤包括把碳加热到 150℃（例如 1 小时），随后使板经过 150℃30 分钟、250℃30 分钟、最后为 300℃30 分钟的温度循环。

在环氧树脂的情况下，这可以由单一的成分组成或者由双组分混合物组成。对于单成分型，可以进行两步粘合，即先在一定温度（典

型的约为 120℃)干燥胶水,除去溶剂并形成固相,然后在一般为 180℃的较高温度加热,完成聚合过程。在双组分环氧树脂的情况下,所述组分的初始混合导致聚合过程开始,然后为了完成该过程,还需要数分钟和数小时之间的任意时间,这取决于特定的环氧树脂。

优选的是,所述方法还包括在涂敷包封材料之前,把所述碳钻至少一个孔。至少一个孔可以用包封材料完全填充。所述孔可以用与玻璃纤维球混合的包封材料填充,每个球一般具有 30 微米的直径。该过程可以在使用纯聚酰亚胺涂层包封所述板表面之前进行,并且通过防止在板内的初始孔的边缘附近产生变薄的可能性,可以改善在板表面上的涂层厚度的均匀性。在任一种情况下,一旦包封过程完成,重新钻出所述的至少一个孔,从而提供与碳核心电绝缘的通孔。

优选的是,把导电材料层涂敷到所述至少一个孔上,产生电连接,从而能通过碳进行电连接。优选的是,所述导电材料是金属,例如薄膜铝。另外,确定所述至少一个孔的边缘可以用包封材料涂敷,其涂敷方式使得保持通过碳的通路,从而避免对包封材料的钻孔步骤。

所述方法还包括形成通过所述碳的细孔的基质。在所述板被完全包封时,这些孔当然被填充。

根据本发明的第四个方面,提供一种制备电子元件的方法,包括本发明的第三个方面的方法,并且附加在碳的至少一个表面上形成电连接和/或在其上沉积电子器件的步骤。

沉积的步骤可以涉及直接在表面上制造器件,或者与碳表面分开形成所述器件或包含所述器件的薄膜多层电路并把它们固定到该表面上。优选的是,固定步骤包括向器件或电路或碳表面上涂敷胶水,并在室温和低真空下把器件或电路与所述表面压在一起。

优选的是,使用薄膜加工技术(例如使用铝)涂敷电连接。

下面将通过实施例并参考下列附图描述实施本发明的各种器件和方法。

附图说明

图 1 是通过碳板的截面图;

图 2 是通过已经用包封材料(如聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或

聚氨酯或聚酯或任何其它合适的聚合物)部分涂敷的板的截面图;

图 3 是通过已经用包封材料完全包封的板的截面图;

图 4 是通过已经钻孔的碳板的截面图;

图 5 与图 4 类似,但是所述孔已经用包封材料涂敷;

图 6 是类似于图 5 的截面图,但是通过包封材料形成这些孔;

图 7 是类似于图 6 的截面图,其中,所述板已经用金属覆盖;

图 8 是类似于图 7 的截面图,其中,已经在板的两面腐蚀了相互连接的结构;

图 9 是通过与图 3 所示类似的板的截面图,其上已经直接制造了多层电路;

图 10 是类似于图 9 的截面,但是在这种情况下,所述多层电路已经使用环氧树脂固定在碳板表面上;

图 11 类似于图 10,但是,使用环氧树脂在已经用聚酰亚胺涂敷的碳板表面上安装所述多层电路;

图 12 是通过与图 9 类似的结构截面图,但是,在所述结构的背面包括一个补偿层;

图 13 是通过与图 11 类似的结构截面图,但是在背面包括一个补偿层;

图 14 是大碳板的俯视图,其上是多个加工位置。

具体实施方式

图 1 表示碳板 10。这是典型的热化的热解石墨,具有镶嵌的或完全有序的结构,面内热导率(用箭头 A 表示)为 $1550-1850\text{W/mK}$,垂直方向的热导率(用箭头 B 表示)为 $8-25\text{W/mK}$,两个方向都具有低的抗张强度值。这种材料是易碎的,容易破坏,因此难以处理。此外,由于其固有的柔软度和层状结构,与这种材料的任何接触都导致少量该材料转移到与其接触的表面上。这在电路中是不利的,其中,任何散落的碎片或小块导电材料可能导致形成短路。

板 10 也可以是“所沉积的”或部分有序形式的热解石墨。这种材料是各向异性的,一般在一个面内的热导率在 $300-420\text{W/mK}$ 范围内(在图 1 中一般用箭头 A 表示),在垂直方向上的热导率为 3W/mK (在图 1 中

用箭头 B 表示), 每个抗张强度分别为 14Ksi 和 1.5Ksi。

板 10 的厚度可以在 100 – 500 微米范围内, 优选的是 200 微米, 虽然可以具有适合于给定用途的任何厚度。

为了形成具有高热导率并且足以在其上安装电子元件的机械强度的热控制板, 板 10 直接用包封材料涂敷。合适的包封材料包括聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯 12 或者任何其它可以直接涂敷到碳表面上的聚合物, 能够改善板的强度而不明显降低其热导率。合适的聚氨酯的一个实例是 Dupont(商标)提供的 PI 2734。

在涂敷之前, 可以形成通过所述板的细孔的基质(未表示出)。孔的直径一般为 200 微米。这具有降低内部分层可能性的优点。

为了进行包封过程, 板 10 的表面, 首先在水中用浮石粉刷洗, 从而除去任何松散的材料。把板 10 在 100℃ 干燥 1 小时, 并用(例如)丙酮脱脂。然后用刷子向所述板的一个表面上涂敷约 8 微米的包封材料(例如 PI 2734)的涂层, 并把所述板在 150℃ 加热约 1 小时, 使聚酰亚胺部分聚合。这导致板 10 的一面用聚酰亚胺涂敷, 如图 2 所示。

然后在板 10 的每个面上重复上述步骤, 直至其完全被包封并达到希望的厚度, 如图 3 所示, 从而形成热控制板 13。一般来说, 在交替的表面上进行这些步骤, 以便保持板的平整度。在该阶段重要的是保证板的所有面和边缘被覆盖。然而, 如果出于某种原因必须连接石墨, 可以在聚酰亚胺上留下小孔, 虽然这些孔在制造合适的连接时会被填充。最后, 使板 13 经过热循环, 使其固化。用 PI 2734 包封的碳板的热循环一般包括把板 13 加热到 150℃ 30 分钟, 200℃ 30 分钟, 250℃ 30 分钟, 300℃ 30 分钟。如果要求高水平的平整度, 那么在固化阶段过程中, 在低真空下把板表面压在压力机内。

采用包封过程以便适合于所要求的热控制结构的性能要求和几何形式。例如, 如果基板的几何形式包括内孔和/或复杂的周边, 并要求所有的表面和边缘被涂敷, 优选的是用刷子或辊子把包封材料涂敷到清洁的碳表面上。这使得所有的表面和边缘按照要求被涂敷。另外, 可以使用浸涂、旋涂、喷涂、印涂或丝网印刷等技术涂敷所述基板。然后用于上

述相通的方式和顺序进行干燥、加热和任选的低真空加压步骤。

对于所有的包封材料的加工步骤基本是相同的，但是将会理解，用于产生部分聚合和固化的温度是变化的。例如，在环氧树脂的情况下，如果使用 G10 FR4 型，一旦碳被完全包封，就把其加热到 180℃，1 小时使树脂固化，从而形成热控制板。如果需要，可以通过重复涂敷树脂并加热所述板的步骤添加另外的环氧树脂层，以形成要求厚度的包封层。

根据另一种使用环氧树脂的包封技术，例如两组分环氧树脂 STYCAST(1266 型)，可以在室温下进行所有的熟知加工步骤。这使得产生内应力和基板内部分层的可能性最小。如上所述进行包封之前基板表面的准备。向基板表面涂敷环氧树脂的技术，例如使用丝网印刷或刷子或辊子，同样由基板几何形状和形式的相同考虑确定。

在室温加工的情况下，其中固化时间可以在数分钟和若干小时之间，取决于特定环氧树脂的性质，包封过程一般具有固化过程的顺序。初始的低真空环境促进脱脂，产生无气泡的涂层。随后进行低真空和高表面压力的联合涂敷。用这种方式，可以为包封的热控制结构提供高水平的机械平整度。

把板 10 包封在所述包封材料的任一种中的方法保持所述板的热导率基本在其涂敷前的水平。例如，在使用热化的热解石墨时，所得的热控制板在室温下具有一般为 1700 W/mK 的面内热导率。将会理解的是，对于较低的温度，热导率可能更高。这是有利的。包封碳的方法的另一个优点是热控制板的平整度在整个板（100 毫米×100 毫米）上可以保持在正或负 5 微米，假定原始材料相当平。

使用上述的包封过程，有可能把例如厚 200 微米的石墨板 10 包封在聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯层中，所述层的厚度范围为 8–30 微米，优选的是 15 微米。这导致热控制板 13 具有在 208–230 微米范围内的总厚度。以这种材料量包封所述板导致板的抗张强度明显高于原始碳板的抗张强度，从而使所述板强度足够高，使其容易处理。在体积的增大和热导率的损失可以忽略不计的情况下做到了这一点。这是出乎意料的并且是有利的。

在许多应用中，热控制器件夹在两层印刷电路板之间。因此，能使所述器件两面之间直接电连接是有利的。为了在目前的情况下达到这一点，在包封之前，例如通过钻孔在石墨板 10 中形成带孔的基质。这表示于图 4 中。孔 14 的每一个的直径应该大于希望的最终直径。典型的是，在该阶段形成的孔 14 的直径至少比希望的直径大 200 微米。孔 14 当然可以以任何希望的布局形成。然后向板 10 涂敷聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯 12 或任何其它合适的聚合物，以便涂敷其表面并填充孔 14，如图 5 所示。如果希望，所述的孔实际上可以用包封材料的混合物填充，例如聚酰亚胺和玻璃球。该过程可以在使用纯聚酰亚胺包封所述板表面之前进行。通过防止在初始的孔边缘附近发生变薄的可能性，这改进了在所述板的表面上涂层厚度的均匀性。一旦所述板被完全包封，然后如上所述进行加工，从而提供强性和高热导的板。

为了提供穿过所述板的电连接，重钻内部填充的孔 14，形成较小直径（一般为 100 微米或更大）的孔 16，如图 6 所示。用这种方法，通过所述板形成了通道，但是石墨 10 仍然包封在聚酰亚胺或树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯 12 或其它合适的聚合物中，所以是电绝缘的。

然后在所述板的两侧上沉积金属 18，例如铝，如图 7 所示，典型的是使用薄膜铝加工技术。随后在所述板的两侧上使用标准技术腐蚀相互连接结构 20，如图 8 所示。用这种方法，生产了通过包封的碳板具有金属化孔的板 22，所述孔的金属完全与碳 10 绝缘。

包封的热控制板 13、22 可以用作各种部件的界面。例如，它可以用于陶瓷基板（如氧化铝、氧化铍和氮化铝）或金属基板（如铍）的直接热控制。例如，通过向陶瓷基板的一个表面上涂敷一薄层液体环氧树脂，把所述基板加热到 125℃ 使树脂聚合，然后把所述基板安置在碳板 10 或热控制板 10、22 上，可以达到该目的。然后在 180℃ 进行高压、低真空加压，来生产厚度仅为几个微米的无气泡界面。为了生产无气泡界面，另一种方法是用薄层液体环氧树脂胶水（一般为几微米厚）涂敷陶瓷或金属基板，把它安置在各向异性的碳板或热控制

板上，在室温下，在加压和低真空的条件下使环氧树脂聚合使其结合。

热控制板 13、22 也可以用作使用真空沉积铝和聚酰亚胺交替层的薄膜多层电路的传统设计的基板。通常使用薄膜铝技术，可以把铝 24 直接沉积在板 13、22 的聚酰亚胺或环氧树脂或丙烯酸或聚氨酯或聚酯上，所以可以沉积厚 5 微米的层。图 9 表示沉积在环氧树脂层 26 上的铝 24，环氧树脂层 26 又沉积在板 10 的一个表面上。因为板 10 的涂敷表面是平整的，所以，用于沉积铝 24 的印刷技术的分辨率好。这意味着可以容易地确定细小的图案。然后通过旋涂或丝网印刷把聚酰亚胺 28 涂敷在铝上。所以，聚酰亚胺层 28 的厚度可以（例如）小到 8 微米。使用标准的制造技术，然后在合适的位置上通过聚酰亚胺 28 确定这些孔，使得随后充填这些孔的金属层 30 可以提供到铝 24 的电连接。在随后的金属层 30 之间典型的是聚酰亚胺层 28。当然，这种工艺可以在板 10 的对面进行，从而提供具有固有热控制能力的双面电部件。

薄膜多层电路也可以在其它基板上制造，例如铝，然后化学分离。为了产生无气泡的界面，可以在聚酰亚胺层或环氧树脂基层 31 上制造的这些电路或其它传统设计的多层电路也可以通过下列过程结合到初始的各向异性的碳板上，即向板 10 涂敷液体环氧树脂胶水薄层 32（典型的是几微米厚），把多层电路放在该表面上，使环氧树脂在室温下加压且低真空的条件下聚合。通过向碳板 10 涂敷环氧树脂 32 制备的器件表示于图 10 中。在这种情况下，环氧树脂 32 同时作为把多层电路固定在板 10 上的固定剂和包封碳板的材料。相反，图 11 表示使用环氧树脂与已经涂敷（例如）聚酰亚胺 36 的碳板 10 表面结合的多层电路。

在用上述方法的任一种制造的混合电路结构中，温度的变化可能引起结构成分层长度的变化。包封的板的长度变化不同于形成结合多层混合电路结构的材料的长度变化。这种作用降低总的表面平整度，这在一些用途中是不利的。然而，已经发现，通过在承载混合电路的热控制板的反面上沉积包封材料的补偿层，可以在一定的温度范围内

保持最佳平整度。该补偿层应该与形成多层混合电路结构材料层具有相同的材料和相同的厚度。用这种方法，板的每个面具有近似相同的热膨胀系数，并且板的总平整度基本不变。

通过在板上建立附加的包封材料层直至达到要求的厚度，或者通过与上述类似的方法在板的表面上粘结一材料铸件，可以设置补偿层。作为一个实例，图 12 表示图 9 的结构，其上已经沉积了厚度大致与图 10 的层 28 的组合厚度相同的聚酰亚胺补偿层 37，假定在这种情况下，混合电路结构的厚度以聚酰亚胺层 28 为主。作为另一个实例，图 13 表示图 11 的结构，其上已经粘结了聚酰亚胺补偿层 37，其厚度大致与图 11 的结构的层 28 和 31 的组合厚度相同。同样，这里假设混合电路的结构以层 28 和 31 为主。

为了向复合结构提供附加强度和/或防止边缘被冲击或分层，各向异性的碳板可以插在周围的薄框架内，所述薄框架优选的是用与所述结构具有相同热膨胀系数的材料制成，例如，碳纤维。用这种方法，提供可以在上述的室温过程中涂敷并结合到多层电路上的单一平整表面。

可以用各种方法制造包括（例如）多层电路和热控制板的混合电路器件。在一种技术中，从一个大碳板上制造多个这种器件。图 14 表示这样的板 38，其上六个加工位置 40。每个加工位置涂敷例如聚酰亚胺，其上可以直接沉积多层电路或者使用环氧树脂胶水固定多层电路。一旦完成每个位置上的加工，把板 38 切成六个分离的器件。然后，如上所述加工碳板的未涂敷表面，以确保碳的完全包封和热控制板的形成。这种特定技术的一个优点是避免了碳板 38 的边缘产生的问题。

这些过程使得在与传统制造的多层电路结合之后，可以保持初始热控制结构的热导率和质量轻的性质。

如上所述，在要求较高热导率的某些已知用途中，已经使用了其上形成介电层的氧化铍基板，金接点沉积在介电层上。然而，使用其中实施本发明的热控制器件的混合电路电子器件提供明显更高的热导率，并且成本明显降低。此外，因为所涉及的材料不是有害的，这种

器件的制造问题较少。

上述方法使得可以在高热导率、质量轻的石墨板或芯上制造具有高元件密度的电子组件，在其相反的两面之间具有专用化的电连接。不使用有害物质就可以做到这一点。

使用热化热解石墨的热控制板具有最佳的面内热导率，典型的是室温下为 $1550 - 1850 \text{ W/mK}$ ，同时具有质量轻并且容易处理的结构。此外，所述基板可以容易地用作其它电路之间的界面。此外，在包封之前，可以使用任何几何形状的碳，所以对于每个特定用途，可以定做热控制器件。这是有利的，因为它意味着不会明显限制该方法的应用。

在用于冷却电子系统的热控制结构的使用中，通常使用热脂作为界面。可以设想，其中实施本发明的热控制器件可以用来代替所述的脂，可以理解，在这种用途中所用的器件应该较薄。

熟练的技术人员将会理解，所公开的布置可以进行多种变化而不离开本发明。因此，通过实施例进行了上述几个实施方案的描述，但是没有限制的目的。此外，熟练的技术人员将会清楚，可以进行微小的改进而对上述概念没有明显的改变。

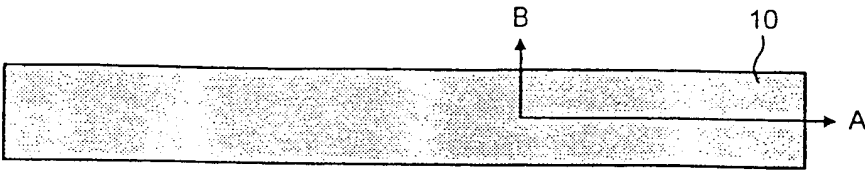


图 1

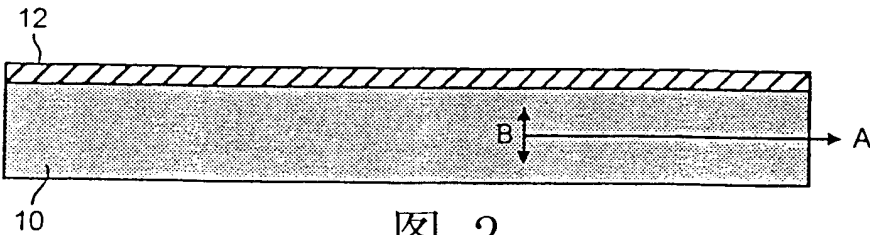


图 2

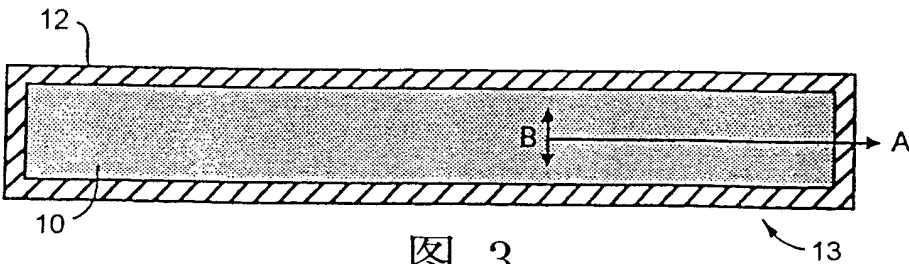


图 3

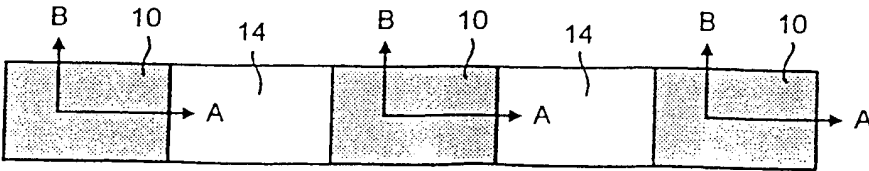


图 4

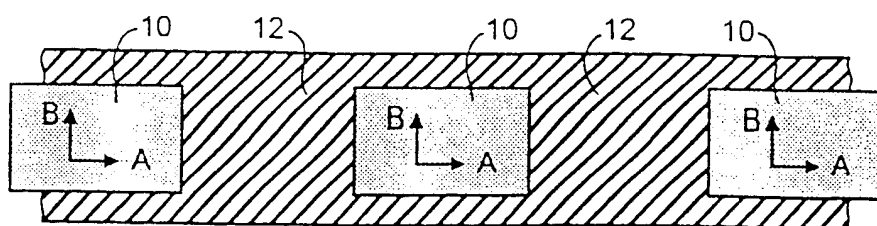


图 5

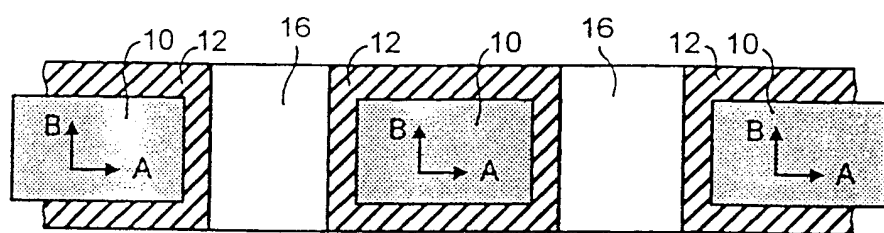


图 6

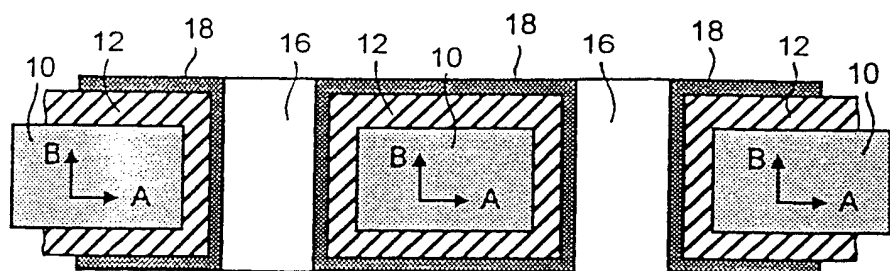


图 7

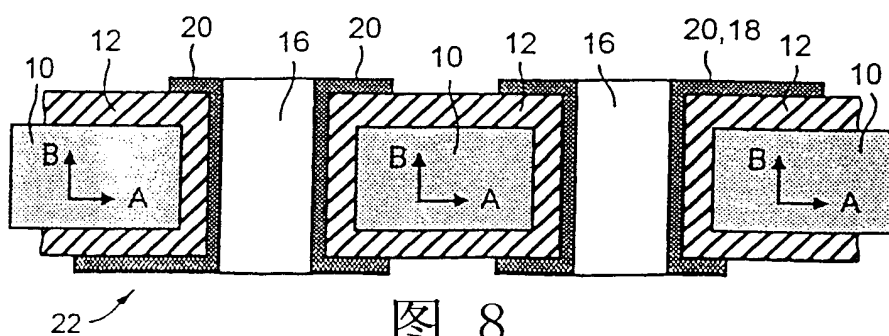


图 8

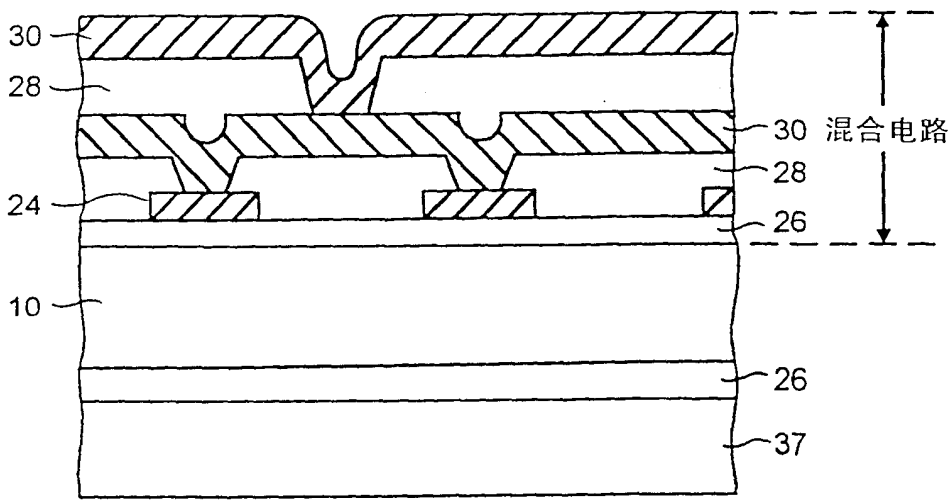


图 12

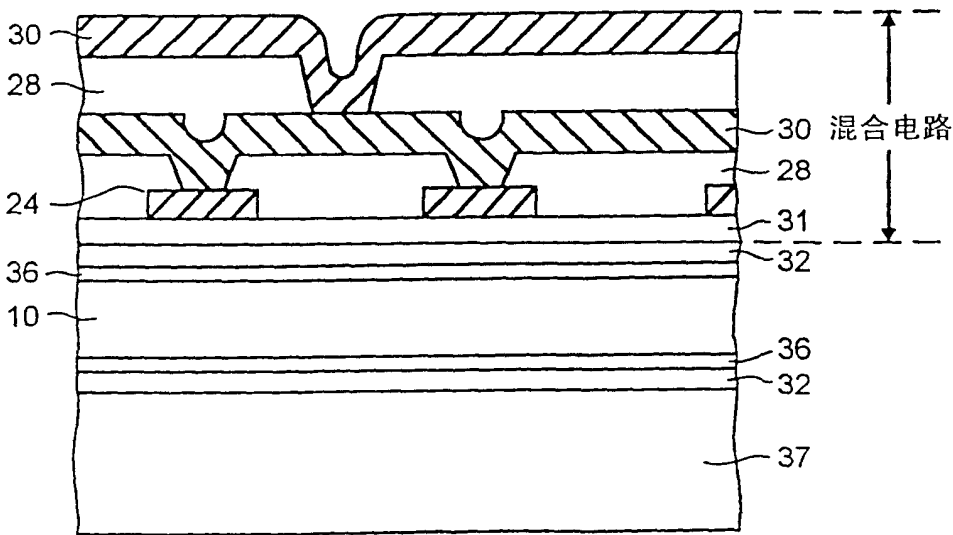


图 13

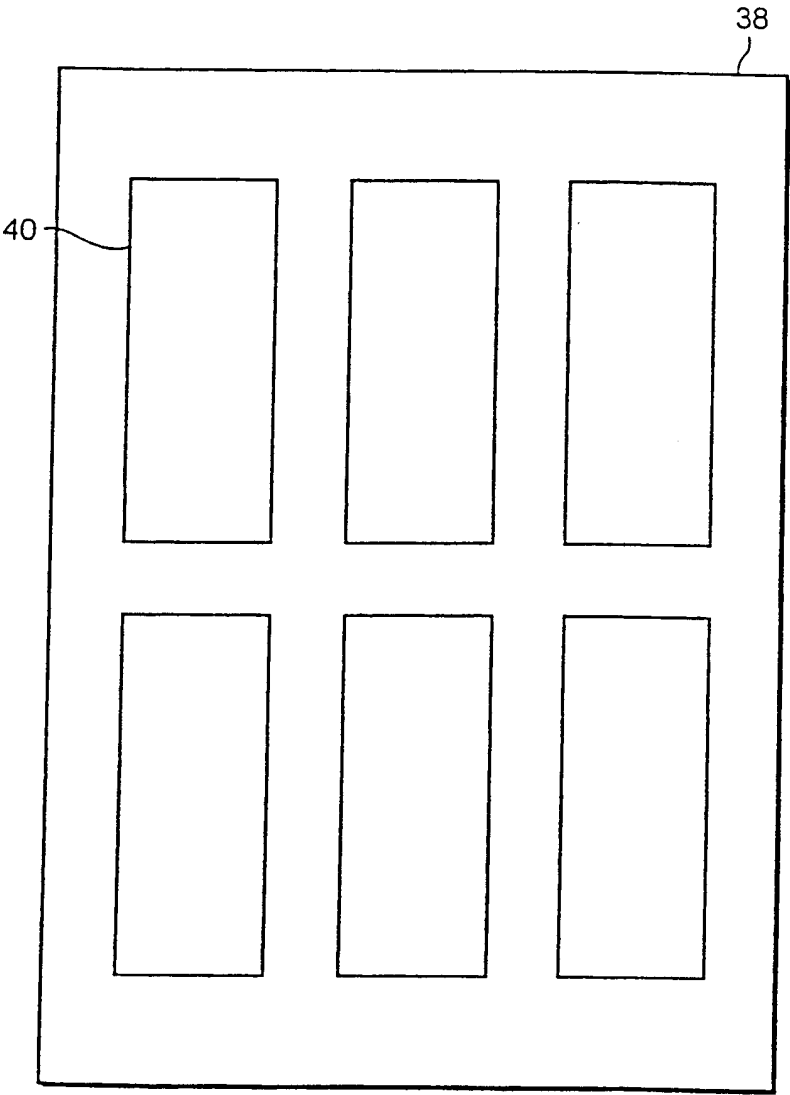


图 14