



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1918945 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200580005037. 2

(22) 申请日 2005. 01. 05

(30) 优先权数据

10/752, 359 2004. 01. 06 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 08. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/000341 2005. 01. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02005/069689 EN 2005. 07. 28

(73) 专利权人 沃特洛电气制造公司

地址 美国密苏里州

(72) 发明人 詹姆斯·麦克米林

路易斯·P·施泰因豪尔

凯文·普塔西恩斯基

(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 11038

代理人 屠长存

(51) Int. Cl.

H05B 3/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6225608 B1, 2001. 05. 01, 说明书第 3 栏第 10 行 - 第 4 行第 20 行, 第 6 栏第 1-18 行、附图 1.

US 5973296 A, 1999. 10. 26, 说明书第 7 栏第 1-24 行、附图 6, 6A.

US 6225608 B1, 2001. 05. 01, 说明书第 3 栏第 10 行 - 第 4 行第 20 行, 第 6 栏第 1-18 行、附图 1.

审查员 佟晓惠

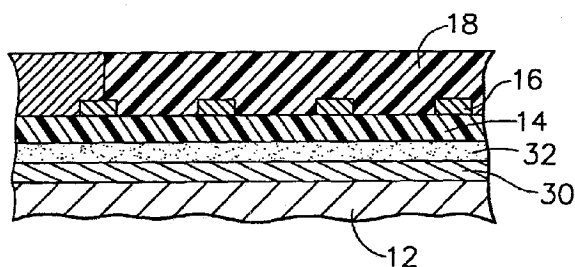
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

电加热器的组合材料成层工艺

(57) 摘要

提供了一种层状加热器, 包括由第一成层方法形成的电介质层, 由第二成层方法形成于电介质层上的电阻层, 和由第一或第二成层方法之一或者另一种成层方法形成于电阻层上的保护层。第一成层方法和第二成层方法不同, 以便利用第一和第二成层方法各自的独特加工益处从而得到协作的结果。成层方法包括, 例如, 厚膜法、薄膜法、热喷涂法、和溶胶凝胶法。本发明还提供附加的功能层, 以及形成各个单独的层的方法。



1. 一种层状加热器,包括:被相应的多个电介质层分离的多个电阻层,其中所述多个电阻层形成于所述相应的多个电介质层上,且所述多个电阻层和相应的电介质层由不同的成层方法形成,至少其中一个电介质层由第一成层方法形成,电阻层中相应的一个由与所述第一成层方法不同的第二成层方法形成,所述第一成层方法是基于第一和第二成层方法的加工益处而选出的。

2. 根据权利要求1的层状加热器,其中所述不同的成层方法选自厚膜法、薄膜法、热喷涂法和溶胶凝胶法组成的组。

3. 根据权利要求1的层状加热器,进一步包括基底,所述多个电介质层中的一层形成于该基底上。

4. 根据权利要求3的层状加热器,其中所述基底是从由铝、不锈钢、低碳钢、工具钢、高熔点合金、氧化铝、氮化铝和镀镍的铜组成的组选出的一种。

5. 根据权利要求1的层状加热器,进一步包括至少一个与至少一个所述电阻层相接触的导体焊盘。

6. 根据权利要求5的层状加热器,其中所述导体焊盘由选自厚膜法、薄膜法、热喷涂法和溶胶凝胶法组成的组中的成层方法形成。

7. 根据权利要求1的层状加热器,进一步包括:与该层状加热器联系的双引线控制器,其中至少一个所述电阻层具有足够的电阻特性温度系数从而使所述电阻层成为加热器元件和温度传感器,所述双引线控制器使用所述电阻层的电阻确定所述层状加热器的温度,并且由此控制加热器温度。

8. 根据权利要求1的层状加热器,其中由热喷涂法形成电介质层,和由薄膜法形成电阻层。

9. 根据权利要求1的层状加热器,其中:

由溶胶凝胶法形成所述电介质层;

由厚膜法形成所述电阻层;和

所述层状加热器进一步包括由溶胶凝胶法形成于所述电阻层上的保护层。

10. 根据权利要求1的层状加热器,包括:

由热喷涂法形成所述电介质层;

由厚膜法形成所述电阻层;和

所述层状加热器进一步包括由溶胶凝胶法形成于电阻层上的保护层。

11. 根据权利要求1的层状加热器,包括:

由溶胶凝胶法形成所述电介质层;

由热喷涂法形成所述电阻层;和

所述层状加热器进一步包括由溶胶凝胶法形成于所述电阻层上的保护层。

12. 一种层状加热器,包括:

由第一成层方法形成的电介质层;

形成于所述电介质层上并且由第二成层方法形成的电阻层;

形成于所述电阻层上的保护层;

至少一个功能层,其形成于所述层状加热器中,并且与至少一个上述层相邻;

其中通过与至少一个其他层不同的成层方法形成所述功能层,其中所述电阻层和电介

质层由不同的成层方法形成,所述第一成层方法是基于第一和第二成层方法的加工益处而选出的。

13. 根据权利要求 12 的层状加热器,其中所述功能层选自由传感层、接地层、静电层和 RF 层组成的组。

14. 根据权利要求 12 的层状加热器,其中所述用于形成功能层的成层方法选自由厚膜法、薄膜法、热喷涂法和溶胶凝胶法组成的组。

15. 根据权利要求 12 的层状加热器,进一步包括至少一个嵌入该层状加热器中的分立元件。

16. 根据权利要求 15 的层状加热器,其中所述分立元件选自由热电偶、RTD、热敏电阻、应变计、热熔丝、光纤、微处理器和控制器组成的组。

17. 根据权利要求 12 的层状加热器,进一步包括:

形成于所述保护层上的外涂层,该外涂层由一种成层方法形成。

18. 根据权利要求 17 的层状加热器,其中外涂层选自由可机加工金属层、无粘性涂层、放射率改良层、热绝缘层和耐久性增强层组成的组。

19. 一种层状加热器,包括:

基底;

形成于所述基底上的粘结层;

形成于所述粘结层上的电介质层,该电介质层由第一成层方法形成;和

形成于所述电介质层上的电阻层,该电阻层由第二成层方法形成;

其中第一成层方法与第二成层方法不同,所述第一成层方法是基于第一和第二成层方法的加工益处而选出的。

20. 根据权利要求 19 的层状加热器,进一步包括形成于所述电阻层上的保护层,该保护层由一种成层方法形成。

21. 一种层状加热器,包括:

基底;

形成于所述基底上的递变层;

形成于所述递变层上的电介质层,该电介质层由第一成层方法形成;和

形成于所述电介质层上的电阻层,该电阻层由第二成层方法形成;

其中第一成层方法与第二成层方法不同,所述第一成层方法是基于第一和第二成层方法的加工益处而选出的。

22. 根据权利要求 21 的层状加热器,进一步包括形成于所述电阻层上的保护层,该保护层由一种成层方法形成。

电加热器的组合材料成层工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电加热器,尤其涉及一种层状电加热器的各个层的形成方法。

背景技术

[0002] 层状加热器通常用于空间有限、热量输出需要在一个表面上有改变、渴望有快速的热响应的应用,或者湿气或其它污染物能够迁移到传统电加热器中的超净应用。层状加热器一般包括施加在基底上的不同材料的层,即电介质材料层和电阻材料层。将电介质材料首先施加在基底上,在基底和电活性电阻材料之间提供电绝缘,并使运行过程中对地的电流漏泄最小化。电阻材料以预定的图案施加在电介质材料上并提供电阻加热电路。层状加热器还包括将电阻加热电路连接到电源上的导线,该电源通常由温度控制器和用来保护导线-电阻电路界面的在上模制材料循环。该导线-电阻电路界面通常也通过由保护层提供应变消除和电绝缘而被机械和电力地保护从而免受外部接触。因此,层状加热器对多种供热应用是高度可定制的。

[0003] 层状加热器可以是“厚”膜的、“薄”膜的、或“热喷涂的”,这些种类的层状加热器之间的主要区别在于层的形成方法。例如,厚膜加热器的层通常通过例如丝网印刷、施加印花或薄膜印刷头等方法形成。薄膜加热器的层通常通过沉积法例如离子电镀、溅射、化学气相沉积(CVD)和物理气相沉积(PVD)等方法形成。与薄膜和厚膜技术不同的另一系列方法是热喷涂法,可以包括例如火焰喷涂、等离子喷涂、电弧喷涂(wire arc spraying)和HVOF(高速氧燃料)等。

[0004] 对于厚膜层状加热器,由于厚膜成层方法与某些基底材料的不相容性,可以用作基底的材料种类是有限的。例如,用于高温应用的304不锈钢由于不锈钢基底具有相对高的热膨胀系数而不具有兼容的厚膜电介质材料。将粘附在不锈钢上的厚膜电介质材料最典型地被限制在系统在出现下列情况之前能够承受的温度:(a)电介质体变得不能被接受的“导电”或(b)电介质体分离成层或受到一些其它种类的性能下降。另外,厚膜层状加热器的工艺涉及对电介质、电阻元件和保护层中的每一个中的每个涂层的多次干燥和高温焙烧步骤。因此,厚膜层状加热器的工艺涉及多个处理程序。

[0005] 使用薄膜法和热喷涂法的其它层状加热器也存在同样的局限。例如,如果电阻层由热喷涂法形成,电阻元件的图案必须通过随后的操作例如激光蚀刻或喷水雕刻来形成,除非使用例如遮光板的工艺,但该工艺经常会导致有缺陷的电阻器图案。因此,形成电阻层图案需要两个独立的工艺步骤。所以,用于层状加热器的各种工艺都有固有的缺陷,与其它工艺相比效率较低。

发明内容

[0006] 一种优选的方式,本发明提供了一种层状加热器,包括:由第一成层方法形成的电介质层,在电介质层上由第二成层方法形成的电阻层,和在电阻层上的由第一或第二成层方法之一或另一个成层方法形成的保护层。第一成层方法与第二成层方法不同,以便利用

第一和第二成层方法各自的独特加工益处从而得到协作的结果。成层方法包括例如厚膜法、薄膜法、热喷涂法和溶胶凝胶法。

[0007] 另一种优选的方式,提供了一种层状加热器,包括:由一种成层方法形成的第一层,在第一层上由不同于第一层的成层方法的成层方法形成的第二层。该层进一步选自一组功能层,包括粘结层、递变层、电介质层、电阻层、保护层、外涂层、传感层、接地层、静电层和 RF 层等。

[0008] 另外,还提供了一种层状加热器,包括:基底,形成于基底上的粘结层,形成于粘结层上的电介质层,形成于电介质层上的电阻层。电介质层由第一成层方法形成,电阻层由第二成层方法形成。类似的,提供了一种层状加热器,包括:基底,形成于基底上的递变层,形成于递变层上的电介质层,形成于电介质层上的电阻层。电介质层由第一成层方法形成,电阻层由第二成层方法形成。

[0009] 另一种方式,提供了一种层状加热器,包括:基底,通过第一成层方法形成于基底层上的电介质层,通过第二成层方法形成于电介质层上的电阻层,和通过一种成层方法形成于电阻层上的保护层。另一种方式,还通过一种成层方法在保护层上形成外涂层。第一成层方法与第二成层方法不同,以便利用第一和第二成层方法各自的独特加工益处从而得到协作的结果。

[0010] 根据本发明的一种方法,通过由第一成层方法形成第一层和在第二层上由第二成层方法形成第二层的步骤形成层状加热器。根据本发明的另一种方法,第一和第二层优选分别为电介质层和电阻层,另一层保护层形成于电阻层上。第一成层方法和第二成层方法不同。

[0011] 本发明适用的更多范围将通过下文中提供的详细描述而变得清楚。应该理解的是,指出了本发明的优选实施方式的详细描述和具体实施例仅仅是为了描述的目的,而不是对发明保护范围的限定。

附图说明

[0012] 通过详细描述和附图可以更充分的理解本发明,其中:

[0013] 图 1 为依照本发明原理绘制的层状加热器的侧视图;

[0014] 图 2 为依照本发明原理绘制的层状加热器的放大的沿图 1 中 A-A 线的局部截面图;

[0015] 图 3a 为依照本发明原理绘制的具有粘结层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0016] 图 3b 为依照本发明原理绘制的具有递变层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0017] 图 3c 为依照本发明原理绘制的具有粘结层和递变层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0018] 图 4 为示出依照本发明原理的从基底到电介质层的 CTE 过渡的曲线图;

[0019] 图 5 为依照本发明原理绘制的具有外涂层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0020] 图 6 为依照本发明原理绘制的具有多个电阻层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0021] 图 7a 为依照本发明原理绘制的具有传感层的层状加热器的放大的局部截面图;

[0022] 图 7b 为依照本发明原理绘制的具有接地屏蔽层的层状加热器的放大的局部截面图;

图；

[0023] 图 7c 为依照本发明的原理绘制的具有静电屏蔽层的层状加热器的放大的局部截面图；

[0024] 图 7d 为依照本发明原理绘制的具有 RF 屏蔽层的层状加热器的放大的局部截面图；

[0025] 图 8 为依照本发明原理绘制的具有嵌入的分立元件的层状加热器的放大的局部截面图。

[0026] 多幅附图中的相同附图标记表示相同部分。

具体实施方式

[0027] 以下对优选实施例的描述实质上仅仅是示范性的，而绝不是对本发明及其应用或用途的限定。

[0028] 参考图 1 和图 2，描述了依照本发明的一种方式层状加热器，该加热器用附图标记 10 来总体表示。层状加热器 10 包括置于基底 12 上的多个层，基底 12 可以是位于要被加热的部分或设备附近的分离的元件，或者基底 12 可以是该部分或设备本身。如图 2 所示，多个层优选的包括电介质层 14、电阻层 16 和保护层 18。电介质层 14 在基底 12 和电阻层 16 之间提供电绝缘，以与层状加热器 10 的输出功率、外加电压、预期使用温度或上述的组合相应的厚度形成在基底 12 上。电阻层 16 形成于电介质层 14 上，为层状加热器 10 提供加热电路，从而为基底 12 提供热量。保护层 18 形成于电阻层 16 上，优选为绝缘体，但根据特殊加热应用的需要也可以使用其它材料例如导电材料或导热材料，其仍在在本发明范围之内。另外，层状加热器 10 被一般地示为具有螺旋电阻电路的圆柱结构，但是，也可以应用其它结构和电路图案，其仍在在本发明的范围内。

[0029] 如进一步所示，焊盘 20 优选置于电介质层 14 上并与电阻层 16 相接触。相应地，电导线 22 与焊盘 20 相接触并把电阻层 16 连接到电源上（未示出）。（图中为了清楚而仅仅示出了一个焊盘 20 和一根电导线 22，但可以理解，两个焊盘 20 和每个焊盘 20 一根电导线 22 也是本发明的优选形式）。并不要求焊盘 20 与电介质层 14 相接触，因此图 1 所示的实施例的图不是对本发明保护范围的限定，而只要焊盘 20 以某种形式与电阻层 16 电连接。如进一步所示，保护层 18 置于电阻层 16 之上，并且优选为电介质材料，以便电绝缘并保护电阻层 16 不受工作环境的影响。另外，保护层 18 可以覆盖一部分焊盘，只要仍然有足够的空间与电源建立电连接。

[0030] 优选地，层状加热器 10 的各个层由不同的成层方法形成，以便利用每种成层方法的益处从而得到整体协作的结果。一种形式是，电介质层 14 由热喷涂方法形成，电阻层 16 由厚膜法形成。通过用热喷涂法形成电介质层 14，有更多的材料能够用作基底 12，否则基底与应用厚膜法的电介质层 14 不相容。例如，用于高温应用的 304 不锈钢可以被用作基底 12，但由于其过高的热膨胀系数（CTE）使这种合金和可能的厚膜电介质玻璃不匹配，因而不能用厚膜法。通常公知的是，厚膜玻璃的 CTE 特性和绝缘电阻性质是成反比的。其它兼容性问题可能存在于具有低温性能的基底例如塑料上，也可能存在于包括热处理表面或能够被与厚膜相关的高温焙烧过程逆向影响的其它性质的基底上。另外基底 12 的材料可以包括但不限于：镀镍的铜、铝、不锈钢、低碳钢、工具钢、高熔点合金、氧化铝、和氮化铝。

在使用厚膜法时,在本发明的一种形式中,电阻层 16 优选用薄膜印刷头形成于电介质层 14 上。美国专利 No. 5973296 示出和描述了用这种厚膜法制造多层,该专利与本申请共同被转让,在此将其内容完全引入作为参考。另外,厚膜法可以包括,例如,丝网印刷、喷涂、辊压、和转印等。

[0031] 在本发明的一种形式中,焊盘 20 也优选用厚膜法形成。另外,保护层 18 用热喷涂法形成。因此,本发明的优选形式包括热喷涂的电阻层 14,厚膜电阻层 16 和焊盘 20,和一个热喷涂的保护层 18。除了兼容的基底材料数目增多以外,本发明的这种形式还具有如下更多的优点,即:仅仅需要一个焙烧程序来处理电阻层 16 和焊盘 20,而不是在所有层都由厚膜法形成的情况下所要求的多个焙烧程序。由于仅仅有一个焙烧程序,电阻器材料的选择范围就大大拓宽了。典型的厚膜电阻器层必须能够承受保护层的焙烧程序的温度,这常常就规定了一个更高焙烧温度的电阻器。通过使得能选择低焙烧温度的电阻器材料,减小了高膨胀基底和低膨胀电介质层之间的界面应力,从而带来更可靠的系统。因此,根据本发明的教导,层状加热器 10 具有更广泛的适用性,并能更有效地制造。

[0032] 除了用热喷涂法形成电介质层 14 和保护层 18 并用厚膜法形成电阻层 16 和焊盘 20 以外,对各个层也可以使用其它的成层方法的组合,其仍然在本发明的保护范围之内。例如,表 1 描述了层状加热器内每个层的成层方法的可能的组合。

[0033]

层	方法	方法	方法	方法
电介质层	溶胶-凝胶法	热喷涂	热喷涂	溶胶-凝胶法
电阻层	厚膜法	薄膜法	厚膜法	热喷涂
焊盘	厚膜法	薄膜法	厚膜法	热喷涂
保护层	溶胶-凝胶法	热喷涂	溶胶-凝胶法	溶胶-凝胶法

[0034] 表 1

[0035] 因此,根据特定的加热器需要,对各个层可以使用很多成层方法的组合。表 1 所示出的各层的成层方法不应被视为对本发明的保护范围的限定,本发明的教导是层状加热器 10 内的不同的功能层用不同的成层方法。因此,根据本发明的原理,对第一层使用第一成层方法(例如,对电介质层 14 用热喷涂法),对第二层使用第二成层方法(例如,对电阻层 16 用厚膜法)。

[0036] 热喷涂法可以包括,例如,火焰喷涂、等离子喷涂、电弧喷涂和 HVOF(高速氧燃料)等等。除了前面描述的薄膜印刷头以外,厚膜法还可以包括,例如,丝网印刷、喷涂、辊压和转印等。薄膜法可以包括离子电镀法、溅射、化学气相沉积(CVD)和物理气相沉积(PVD)等。美国专利 No. 6305923、6341954 和 6575729 所公开的薄膜法可以用于这里描述的加热器系统 10 中,其仍然在本发明保护范围内,在此将它们的内容完全引入作为参考。对于溶胶凝胶法,用溶胶凝胶材料形成层。通常,溶胶凝胶层通过例如浸渍、甩胶(spinning)或涂覆等方法形成。因此,这里所用的术语“层状加热器”应当被解释为包括含有功能层(例如,电介质层 14、电阻层 16、和保护层 18 等下面更详细描述层)的加热器,其中每一层通过用

与厚膜法、薄膜法、热喷涂或溶胶凝胶法等相关联的方法将材料施加或积聚到基底或另一层上来形成。这些方法也被称为“成层方法”、“层化方法”、或“层状加热器方法”。

[0037] 现在参考图 3a, 当用热喷涂方法形成电介质层 14 时, 在基底 12 和电介质层 14 之间附加的功能层可能是有益的或者甚至是必要的。这个层被称为粘结层 30, 其功能是提高热喷涂电介质层 14 与基底 12 的附着力。粘结层 30 优选用例例如电弧喷涂法成的成层方法形成在基底 12 上, 并优选为例例如镍铝合金的材料。

[0038] 如图 3b 所示, 还有另一个功能层可以施用在基底 12 和电介质层 14 之间。这个层被称为递变层 32, 当基底 12 和电介质层 14 之间的 CTE 相差较大时用来在基底 12 和电介质层 14 之间提供一个 CTE 过渡。例如, 当基底 12 为金属而电介质层 14 为陶瓷时, 它们之间的 CTE 相差较大, 而这种差别会降低层状加热器 10 的结构完整性。因此, 递变层 32 提供了 CTE 的过渡, 如图 4 所示, 该过渡可以是线性的 / 连续的或者是阶跃变化的, 分别如实线和虚线所示, 或者根据特定的应用需要提供另一个功能。递变层 32 的材料优选为金属陶瓷, 即一种陶瓷和金属粉末混合而成的材料, 但是也可以使用其它材料, 其仍然在本发明的范围内。

[0039] 下面参考图 3c, 在本发明的另一种形式中, 可以同时使用如前所述的粘结层 30 和递变层 32。如图所示, 粘结层 30 形成于基底 12 上, 递变层 32 形成于粘结层 30 上, 其中粘结层 30 用于提高基底 12 和递变层 32 之间的附着力。类似的, 电介质层 14 形成于递变层 32 上, 从而递变层 32 在基底 12 和电介质层 14 之间提供 CTE 过渡。

[0040] 如图 5 所示, 层状加热器 10 还可以包括形成于保护层 18 上的附加的功能层, 也就是一个外涂层 40。外涂层 40 优选用一种成层方法形成, 并可以包括例如可机加工金属层、无粘性涂层、放射率改良层、热绝缘层、可见性能层 (例如通过颜色显示温度的温度敏感材料) 或耐久性增强层等等。保护层 18 和外涂层 40 之间还可以有一个附加预备层以便提高外涂层 40 的性能, 其仍然在本发明的范围内。这里所示和所描述的功能层不能被视为对本发明保护范围的限定。进一步的, 根据特定的应用要求, 可以在整个层组合的不同位置使用附加的功能层。

[0041] 这些功能层也可以包括附加的电阻层, 如图 6 所示, 其中在多个电介质层 44 上相应地形成了多个电阻层 42。多个电阻层 42 可能是瓦数形式的附加加热器输出所需要的, 或者还可以用作例如在电阻层 16 失效时层状加热器 10 的冗余。此外, 对于在小的有效加热面积中或者在有限的覆盖区上要求高的或低的电阻的应用, 多个电阻层 42 还可以用来满足其电阻要求。另外, 多重电路或电阻层图案可以应用在同一个电阻层内或在几个层中, 其仍然在本发明的范围内。例如, 每个电阻层 42 可以具有不同的图案或者可以被电连接到交替的电源终端。因此, 图中描绘的多个电阻层 42 的结构不应当被视为对本发明保护范围的限定。

[0042] 图 7a-7d 中示出了功能层的其它形式, 它们是对根据本发明的教导的层状加热器 10 可能的功能层的示范而不是限定。如图 7a 所示, 附加功能层为传感层 50。传感层 50 优选为电阻式温度检测器 (RTD) 温度传感器, 并用薄膜法形成于电介质层 52 上, 根据本发明的教导也可以使用其它方法形成。图 7b 示出了一个具有接地屏蔽功能层 60 的层状加热器 10, 该接地屏蔽层 60 用于绝缘并排出任何去往和 / 或来自层状加热器 10 的电流泄漏。如图所示, 接地屏蔽层 60 形成于电介质层 14 和 62 之间, 并与用于适当的连接到指定的泄漏

路径 64 的独立终端相连接。接地屏蔽层 60 优选用厚膜成层法形成,但是也可以使用这里所公开的其它成层方法,其仍然在本发明的范围内。

[0043] 如图 7c 所示,附加功能层为静电屏蔽层 70,用于驱散导向和 / 或来自层状加热器 10 的静电能。优选地,如图所示,静电屏蔽层 70 形成于电阻层 72 和保护层 74 之间。图 6d 示出了射频 (RF) 屏蔽附加功能层 80,用于屏蔽发往和 / 或来自层状加热器 10 某些频率。类似地,如图所示,RF 屏蔽层 80 形成于电介质层 82 和保护层 84 之间。静电屏蔽层 70 和 RF 屏蔽层 80 优选由厚膜成层法形成,但是也可以使用其它成层方法,其仍然在本发明的范围内。应当理解,除图 7a-7d 所示的那些位置和连接之外,这里所示和所描述的附加功能层,即传感层 50、接地屏蔽层 60、静电屏蔽层 70 和 RF 屏蔽层 80 可以位于与层状加热器 10 的任何层相邻的不同的位置,并连接到适当的电源,其仍然在本发明的保护范围之内。

[0044] 除了应用上述的功能层以外,成层方法还可以用来在层状加热器 10 内嵌入分立的元件。例如,如图 8 所示,分立元件 90 (例如温度传感器) 被嵌入到电介质层 14 和保护层 18 之间。使用热喷涂法而使分立元件 90 优选相对于电阻层 16 是安全的,这将导致形成所示的局部保护层 92。但是,也可以使用其它方法保护分立嵌入元件,其仍然在本发明的范围内。附加的分立元件可以包括但不局限于热电偶、RTD、热敏电阻、应变计、热熔丝、光纤、微处理器和控制器等。

[0045] 应当理解,附加功能层的层和分立元件的位置不是对本发明保护范围的限定。附加功能层和分立元件可以位于与任何层相邻的不同的位置,例如,位于电介质层 14 和电阻层 14 之间、位于电阻层 14 和保护层 16 之间、位于基底 12 和电介质层 14 之间、或者与其它层相邻,其仍然在本发明的保护范围之内。

[0046] 上述对本发明的描述本质上仅仅是示范性的,不违背本发明本质的各种变化都在本发明的保护范围之内。例如,这里描述的层状加热器 10 还可以与双引线控制器一起使用,如 2003 年 11 月 21 日提交的申请号为 No. 10/719,327、发明名称为“Two-Wire Layered Heater System (双引线层状加热器)”的共同未决申请和 2004 年 1 月 6 日提交的名称为“Tailored Heat Transfer Layered Heater System (特制热传递层状加热器系统)”的共同未决申请所示出和描述,本申请与这两个申请有关,在此将它们的内容完全引入作为参考。这种变化不被视为违背本发明的本质和保护范围。

图1

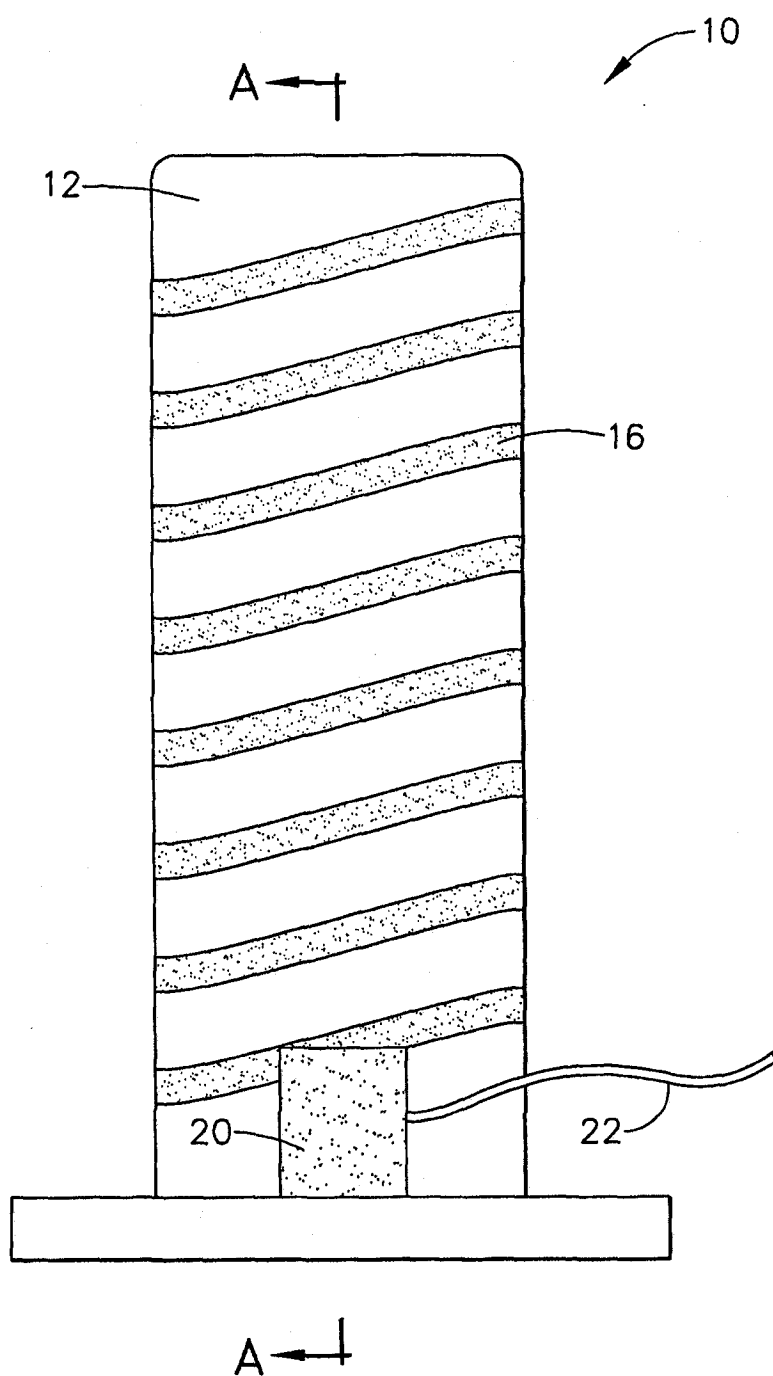


图 2

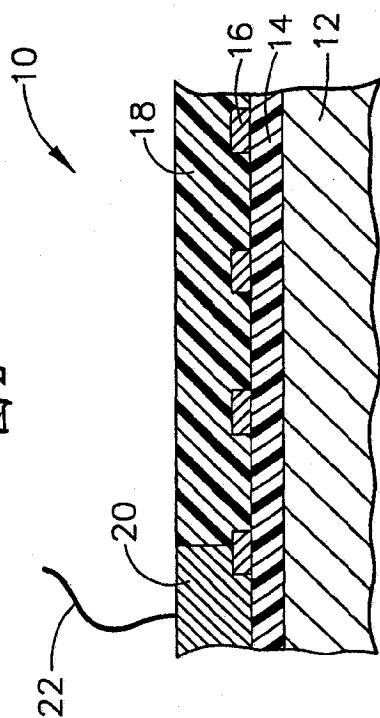


图 3a

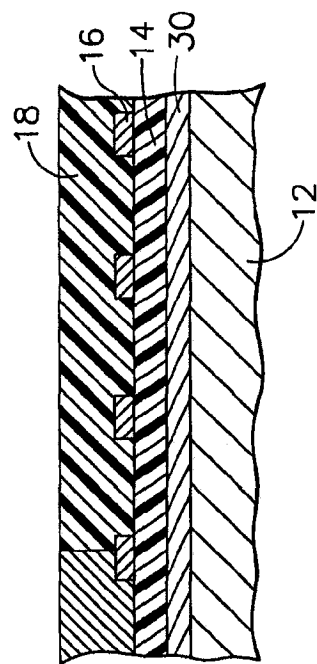


图 3b

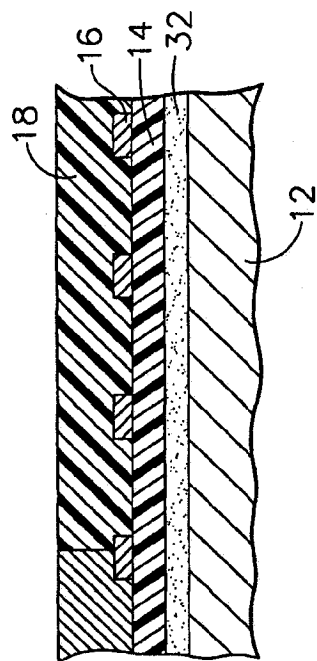


图 3c

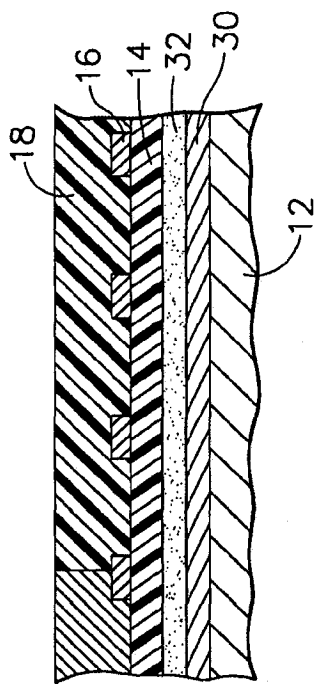


图 4

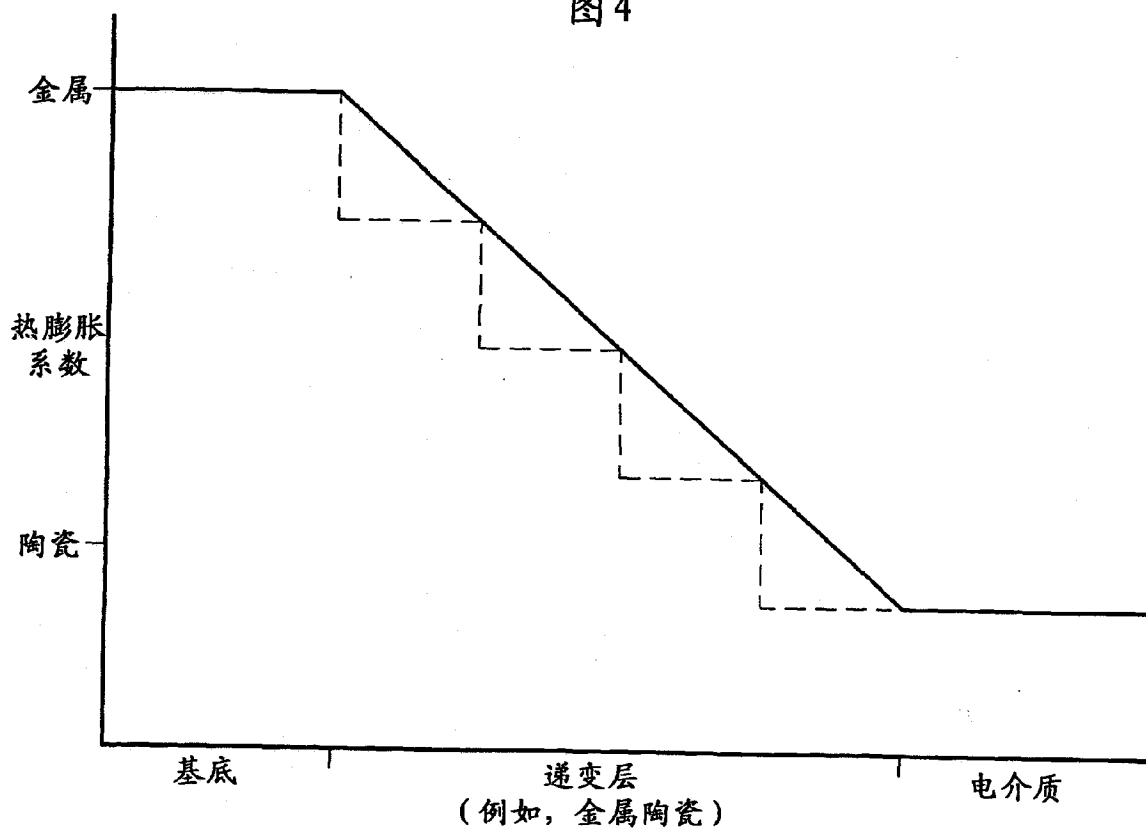


图 5

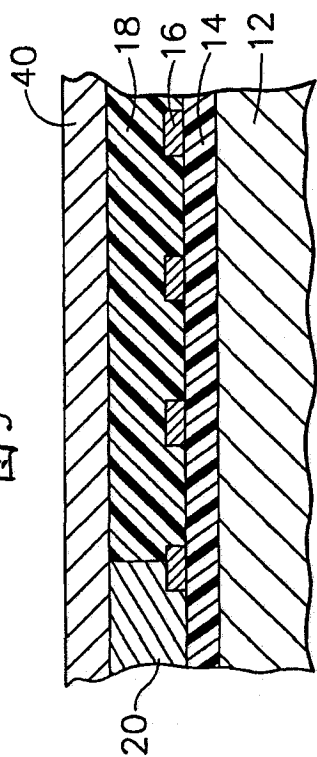


图 6

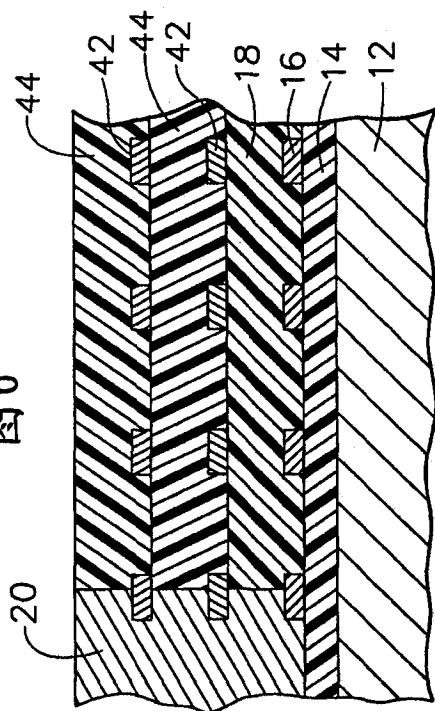


图 7a

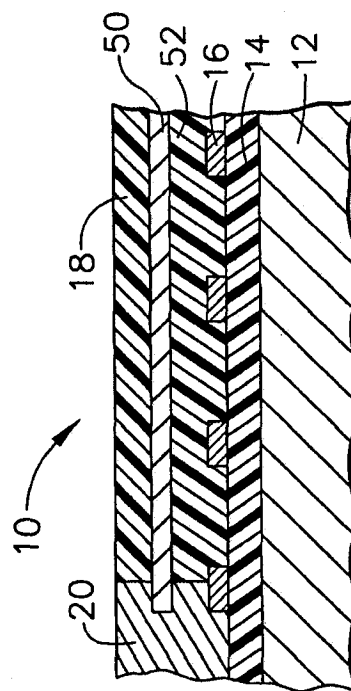


图 7b

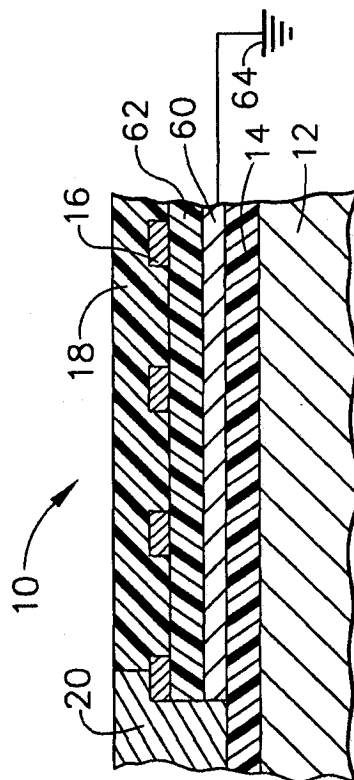


图 7d

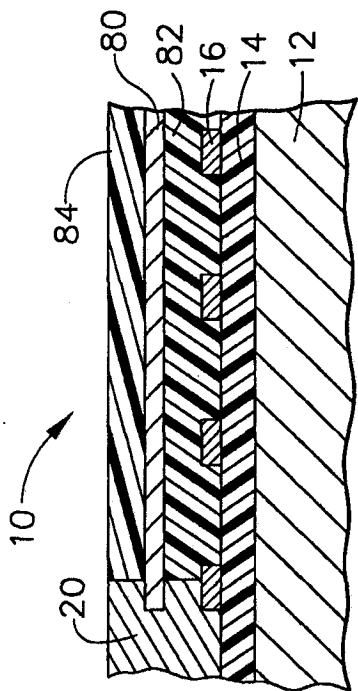


图 7c

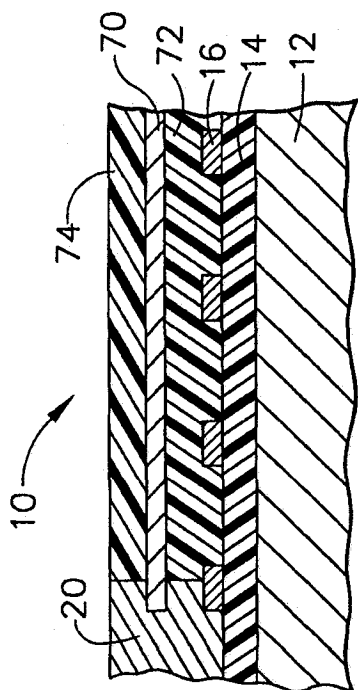


图 8

