



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1947462 B

(45) 授权公告日 2010.07.07

(21) 申请号 200580012927.6

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22) 申请日 2005.03.09

利商标事务所 11038

(30) 优先权数据

代理人 马浩

10/797,259 2004.03.10 US

(51) Int. Cl.

H05B 3/26(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H05B 3/28(2006.01)

2006.10.24

审查员 李子文

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/007628 2005.03.09

(87) PCT申请的公布数据

W02005/089023 EN 2005.09.22

(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 凯文·普塔西恩斯基

詹姆斯·麦克米林

托马斯·T·纳戈尔

罗兰多·O·朱利安诺

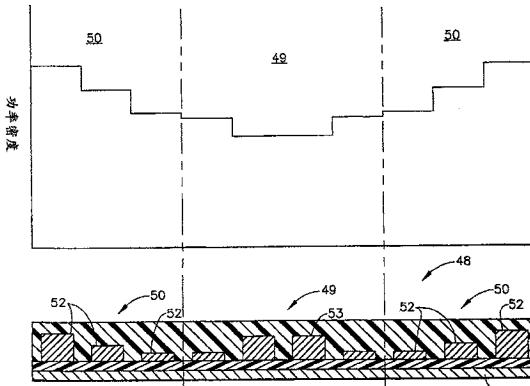
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 14 页

(54) 发明名称

可变功率密度的分层加热器

(57) 摘要

提供了一种分层加热器，其包含至少一个包含一个电阻电路图案的电阻层，所述电阻电路图案定义了一个长度和一个厚度，其中厚度沿着电阻电路图案的长度而改变以实现一个可变的功率密度。本发明还提供了分层加热器，其有一个有电阻电路图案的可变厚度以及可变宽度和 / 或间距的电阻电路图案以便生成一个可变的功率密度。还提供了方法，其中可变的厚度是通过改变用于形成电阻电路图案的导电墨水的分配速度，改变一个目标表面相对于墨水分配的馈送速度，以及在电阻电路图案的一个先前形成的轨线的表面上重写一定体积的导电墨水来实现的。



1. 一种分层加热器,其包含 :

一个介电层 ;

一个在所述介电层上形成的电阻层,所述电阻层包含一个电阻电路图案,所述电阻电路图案定义了一个具有长度、厚度和间距的轨线;以及

一个在所述电阻层上形成的保护层,

其中所述轨线有直线部分和弯道部分,以及

其中所述弯道部分的厚度大于所述直线部分的厚度以在所述弯道部分和直线部分中实现一个可变的功率密度。

2. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述间距是恒定的。

3. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述间距是可变的。

4. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述电阻电路图案进一步包含一个恒定的宽度。

5. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述电阻电路图案进一步包含一个可变的宽度。

6. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述分层加热器是从由厚膜、薄膜、热喷镀以及溶胶 - 凝胶组成的组中选出来的。

7. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述电阻电路图案是从由串联、并联以及串 - 并联组成的组中选出来的。

8. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述可变的厚度是连续的。

9. 依照权利要求 1 的分层加热器,其中所述可变的厚度是非连续的。

10. 一种分层加热器,其包含 :

一个介电层 ;

在所述介电层上形成的至少一个电阻层,所述电阻层包含一个电阻电路图案,所述电阻电路图案限定一个具有宽度和间距的轨线;和

在所述至少一个电阻层上形成的保护层 ;

其中所述轨线有弯道部分,所述弯道部分具有弯道内部和弯道外部,以及

其中所述弯道内部的厚度大于所述弯道外部的厚度以在所述弯道内部和所述弯道外部中实现一个可变的功率密度。

11. 一种分层加热器,其包含 :

一个衬底 ;

一个在所述衬底上形成的介电层 ;

一个在所述介电层上形成的电阻层,所述电阻层包含一个电阻电路图案,所述电阻电路图案定义了一个具有长度和厚度的轨线;以及

一个在所述电阻层上形成的保护层,

其中所述轨线有直线部分和弯道部分,以及

其中所述弯道部分的厚度大于所述直线部分的厚度以在所述弯道部分和直线部分中实现一个可变的功率密度。

## 可变功率密度的分层加热器

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及电加热器,特别地,涉及用于分配电加热器的功率密度的设备和方法。

### 背景技术

[0002] 分层加热器通常用于空间是有限的、热功率需要在表面上变化、希望有快速热反应的应用中,或者在湿气或其它污染物可能飘移进传统加热器的超净应用中。一个分层加热器一般包含由不同材料构成的层,即一介电和一电阻材料,其被施加到衬底。介电材料首先被施加到所述衬底,并且在所述衬底和电气状的电阻材料之间提供电绝缘,以及减少在操作期间漏泄到地面的电流。电阻材料以预定的模式被施加到介电材料,并且提供一个电阻加热器电路。分层加热器还包括引线,其将电阻加热器电路连接到一个通常被温度控制器包围的电源。通过提供经由保护层的应力释放和电气绝缘,引线到电阻电路的接口通常还同时被机械地和电气地保护以避免外来的接触。相应地,分层加热器对于各种热应用是高度地可定制的。

[0003] 分层加热器可以是“厚”膜、“薄”膜或“热喷镀”等等,其中在这些类型的分层加热器之间的主要差异是形成分层的方法。例如,厚膜加热器的分层通常是使用处理例如丝网印刷、贴花应用或薄膜分配头等等来形成的。薄膜加热器的分层通常是使用沉积处理例如离子电镀、喷镀、化学蒸气沉积 (CVD) 以及物理蒸气沉积 (PVD) 等等来形成的。不同于薄和厚膜技术的另一系列的处理是被称为热喷镀处理的那些,其可以包括,举例来说,火焰喷镀、等离子喷镀、导线电弧喷镀以及 HVOF (高速氧燃料) 等等。

[0004] 在一些电加热器应用中,可能希望改变加热器在某些区域中的功率密度,以便定制传递给特定的受热零件或设备的热量,或考虑沿着加热器轨线或元件的热分配中的内在变化。已知的电加热器通常改变电阻电路图案的间距,以便对于一个串联电路配置来说,当间距较小时,电阻电路图案的轨线更接近,功率密度更高。相反地,电阻电路图案的轨线之间的间距越大,在那些区域中的功率密度越低。在其它已知的电加热器中,电阻电路图案的轨线宽度是沿着其长度而改变的,以便改变功率密度,其中再次对于一个串联电路配置来说,轨线越宽,功率密度越低,并且轨线越窄,功率密度越高。

### 发明内容

[0005] 在一个首选形式中,本发明提供了一种分层加热器,包含至少一个含有一个电阻电路图案的电阻层,其中电阻电路图案定义了长度和厚度。电阻电路图案的厚度沿着电阻电路图案的长度而改变,以实现可变的功率密度。在其它形式中,同时改变电阻电路图案的厚度和宽度,改变厚度和间距,或者改变厚度和宽度和间距,以实现可变的功率密度。

[0006] 在另一形式中,提供了一种分层加热器,其包含一个介质层、一个在所述介质层上形成的电阻层、以及一个在所述电阻层上形成的保护层。电阻层含有一个电阻电路图案,并且电阻电路图案定义了长度和厚度,其中电阻电路图案的厚度沿着电阻电路图案的长度而

改变,以实现可变的功率密度。在另一形式中,介质层是在一个衬底上形成的。

[0007] 在另一形式中,提供了一种用于分层加热器中的电阻电路图案,其中所述电阻电路图案定义了长度和沿着电阻电路图案的长度可变的厚度。

[0008] 依照本发明的方法,一种分层加热器的电阻电路图案是通过如下步骤来形成的:以一个速度向一个表面分配一个导电墨水,并且改变导电墨水的分配速度以形成一个有可变厚度的电阻电路图案。在另一方法中,改变相对于导电墨水分配的表面的馈进速度,以形成一个有可变厚度的电阻电路图案。此外,在本发明的另一形式中,提供了一种改变分配速度并改变表面相对于导电墨水分配的馈进速度的方法。

[0009] 提供了另一种方法,通过向一个衬底施加一定体积的导电墨水以形成一个轨线,并向所述轨线施加额外体积的导电墨水的步骤,来形成一种分层加热器的电阻电路图案,其中产生一个有可变厚度的电阻电路图案。

[0010] 从下文提供的详细描述中,本发明进一步的适用范围将是显而易见的。应当理解详细描述并且特定例子,尽管表示本发明的首选实施例,仍然仅仅出于说明的目的,而并不意在限制本发明的范围。

## 附图说明

[0011] 从详细描述和附图中,本发明将变得更能够被充分地理解,其中附图包括:

[0012] 图 1 是依照现有技术加热器系统的一种使用有可变间距的电阻电路图案的分层加热器系统的俯视图;

[0013] 图 2 是依照现有技术加热器系统的一种使用有可变宽度的电阻电路图案的分层加热器系统的俯视图;

[0014] 图 3 是依照本发明原理构造的一种分层加热器系统的俯视图;

[0015] 图 4 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度的电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 3 的线 A-A 并旋转 90° 的剖视图;

[0016] 图 5 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度的电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 3 的线 B-B 的剖视图;

[0017] 图 6 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度的电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 3 的线 C-C 并旋转 90° 的剖视图;

[0018] 图 7 是依照本发明原理的一种使用在宽度上有可变厚度的电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 3 的线 D-D 并旋转 90° 的剖视图;

[0019] 图 8 是一种有一个并联电路配置并依照本发明原理构造的分层加热器系统的另一实施例的俯视图;

[0020] 图 9 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度的并行电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 8 的线 E-E 并旋转 90° 的剖视图;

[0021] 图 10 是表示依照本发明原理的一种串联电路配置相对于一种并联电路配置的不同功率密度的电阻轨线的剖视图;

[0022] 图 11 是一种有一个并串并联电路配置并依照本发明原理构造的分层加热器系统的另一实施例的俯视图;

[0023] 图 12 是依照本发明原理的一种使用伴随着功率密度的叠加区、有可变厚度的并

串并联电阻电路图案的分层加热器系统的沿着图 11 的线 F-F 并旋转 90° 的剖视图；

[0024] 图 13 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度和可变宽度的电阻电路图案的分层加热器系统的剖视图；

[0025] 图 14 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度和可变间距的电阻电路图案的分层加热器系统的剖视图；

[0026] 图 15 是依照本发明原理的一种使用有可变厚度、可变宽度和可变间距的电阻电路图案的分层加热器系统的剖视图；

[0027] 图 16 是依照本发明原理的一种高覆盖范围的电阻电路图案的高侧视图；

[0028] 图 17 是依照本发明原理的一种可变功率密度的电阻电路图案的沿着图 16 的线 G-G 并旋转 90° 的放大的剖视图；

[0029] 图 18 是沿着依照本发明原理的一种有可变功率密度的恒定厚度的电阻电路图案的长度的剖视图；

[0030] 图 19a 是沿着依照本发明原理的一种连续的电阻电路图案的长度的剖视图；

[0031] 图 19b 是沿着依照本发明原理的一种间断的电阻电路图案的长度的剖视图；

[0032] 图 20 是一种有多个电阻层的分层加热器系统的剖视图，其中电阻层包含依照本发明原理的有可变厚度的电阻电路图案；以及

[0033] 图 21 是表示一种依照本发明的原理，通过重写电阻电路图案先前形成的轨线，来形成一个可变厚度的电阻电路图案的方法的剖视图。

[0034] 在附图的若干视图的各处，对应的附图标记表示对应的部分。

## 具体实施方式

[0035] 首选实施例的下述描述实际上仅仅是示范性的，并且决不意在限制本发明及其应用或使用。

[0036] 参见图 1 和 2，表示了两 (2) 种提供可变功率密度的现有技术加热器系统 10 和 12。现有技术加热器系统 10 和 12 均分别包含电阻电路图案 14 和 16，其向受热零件或设备提供需要的热。通常，图 1 中的电阻电路图案 14 是在一个衬底 15 上形成的，并且包含一个如图所示的可变间距（例如 S1 和 S2）以便按要求提供可变的功率密度。在 S1 的区域内，间距更接近，从而功率密度更高。相反地，在 S2 的区域内，间距更宽，从而功率密度更低。

[0037] 如图 2 进一步所示的，电阻电路图案 16 是在一个衬底 17 上形成的，并且包含一个可变的宽度（例如 W1 和 W2）以便按要求提供可变的功率密度。在 W1 的区域内，宽度更大，从而功率密度更低，而在 W2 的区域内，宽度更窄，从而功率密度更高。因此，这些现有技术加热器系统 10 和 12 采用一个可变间距或一个可变宽度，以便按要求改变功率密度。

[0038] 更具体地说，功率密度是在整个衬底 (15、17) 上的电阻电路图案 (14、16) 的一个轨线功率密度 - 其是沿着电阻电路图案 (14、16) 的长度或轨线的功率密度，和一个衬底功率密度 - 其是被电阻电路图案 (14、16) 覆盖的总衬底表面积的覆盖量或百分比，同时作用的结果。轨线功率密度包含作为各个轨线区域的函数而耗散的功率，其中在此使用的轨线区域通常是由电阻轨线的宽度乘以总长度来定义的。衬底功率密度包含沿着电阻电路图案 (14、16) 耗散的功率和作为电阻电路图案 (14、16) 在衬底 (15、17) 上提供的覆盖量的函数而耗散的功率。这样，图 1 中的轨线功率密度在整个衬底 15 上是恒定的，因为电阻电路图

案 14 的宽度是恒定的。然而,由于电阻电路图案 14 的间距是可变的,电阻电路图案 14 在衬底 15 上的覆盖量变化,这导致一个可变的功率密度。在图 2 中,由于电阻电路图案 14 的宽度改变了,因此轨线功率密度也改变,而电阻电路图案 16 在衬底 17 上的覆盖量保持恒定,这导致一个可变的功率密度。因此,一个可变的功率密度是通过电阻电路图案 (14、16) 在衬底 (15、17) 上的可变轨线功率密度和 / 或可变覆盖来实现的。因此,如在此使用的,术语“功率密度”应被解释为,或者包括轨线功率密度,或者包括衬底功率密度。如在此使用的,术语“覆盖”应被解释为指的是与一个衬底总面积相比或作为一个衬底总面积的百分比,电阻电路图案的总面积。因此,电阻电路图案在一个给定衬底面积上的总面积越大,“覆盖”越大。

[0039] 现在参见图 3 和 4,表示了一种依照本发明的提供增强的设计灵活性以实现可变功率密度的分层加热器,并且其整体用附图标记 20 来表示。通常,分层加热器 20 包含安放在一个衬底 22 上的若干层,其中衬底 22 可以是一个接近受热零件或设备安放的独立单元,或者衬底 22 可以是零件或设备本身。最好如图 4 所示,所述层最好包含一个介电层 24、一个电阻层 26 以及一个保护层 28。介电层 24 提供在衬底 22 和电阻层 26 之间的电气绝缘,并且它是在衬底 22 上以与分层加热器 20 的功率输出、所需要的电压、预定应用温度或其组合相匹配的厚度形成的。电阻层 26 是在介电层 24 上形成的,并且为分层加热器 20 提供一个加热器电路,从而向衬底 22 提供热量。保护层 28 是在电阻层 26 上形成的,并且最好是一个绝缘体,然而依照特定热应用的要求,也可以采用其它材料例如导电或导热材料,从而依然在本发明的范围之内。

[0040] 如进一步所示的,端焊盘 30 最好被安放在介电层 24 上,并且与电阻层 26 接触。因此,电引线 (未画出) 与端焊盘 30 接触,并将电阻层 26 连接到一个电源 (未画出)。如进一步所示的,保护层 28 是在电阻层 26 上形成的,并且最好是一个电气绝缘并在操作环境中保护电阻层 26 的介电材料。此外,保护层 28 可以覆盖焊盘 30 的一部分,只要还有足够的区域以促进与电源的电气连接。

[0041] 如在此使用的,术语“分层加热器”应被解释为包括包含至少一个功能层 (例如介电层 24、电阻层 26 以及保护层 28 等等) 的加热器,其中所述层是通过使用与厚膜、薄膜、热喷镀或溶胶 - 凝胶等相关的处理,向一个衬底或另一层施加或积累一个材料而形成的。这些处理也被称为“分层的过程”、“分层过程”或“分层的加热器过程”。在被与本申请共同转让的、并且其内容被在此通过引用其整体而合并的提交于 2004 年 1 月 6 日的标题为“用于电加热器的组合的分层技术”的同时待审的申请中,更详细地描述了这种过程和功能层。

[0042] 如图 3 进一步所示的,电阻层 26 定义了一个电阻电路图案 40,其包含一个长度 (表示为沿着在焊盘 30 之间的电阻电路图案 40 的距离)、一个宽度 W 以及一个间隔 S。如图 4 所示,电阻电路图案 40 进一步包含一个沿着长度 L 的可变厚度,如举例所示的在有厚度 T1、厚度 T2 以及厚度 T3 的区域内。如图所示,厚度 T1 大于厚度 T2,并且厚度 T2 大于 T3。在本例中,相对于 T2 和 T1 的区域,在 T3 的区域内需要更高的功率密度,并且与 T1 相比,在 T2 的区域内需要更高的功率密度,这对于一个典型的加热器应用来说,通常是由于通过衬底 22 边缘的热损失。因此,在分层加热器 20 的操作期间、在需要更高功率密度 (更高电阻、更多热传递) 的区域中,电阻电路图案 40 的厚度更薄,并且在需要更低功率密度 (更低电阻、更少热传递) 的区域中更厚。因此,随着厚度沿着电阻电路图案 40 的长度改变,电阻

电路图案 40 的电阻沿着其长度而改变,这导致一个可变轨线功率密度。在下文中将更详细地描述用于生成可变厚度的电阻电路图案 40 的方法。

[0043] 现在参见图 5 和 6,通过电阻电路图案 40 的一个弯曲的或“弯道 (racetrack) ”部分来表示一个厚度 T4,其厚于一个沿着电阻电路图案 40 的直线部分的厚度为 T5 的相邻区域。所述弯道部分由于在操作期间在这些区域中电流或“电流拥塞”的内在积累,通常包括一个更宽的电阻电路图案。“电流拥塞”将在邻近弯道内部的区域中导致高的轨线功率密度,从而产生更高的运转温度和随后的可靠性降级。为了保持恒定的电压,在现有技术加热器中,所述图案被设计为较宽的,以减小电流增强而产生的电阻。不幸的是,所述较宽的弯道消耗了额外的间距,并且在某种程度上限制了在电阻电路图案 40 之间沿着直线部分的间距。本发明通过增加沿着弯道部分的厚度 T4 而不是增加电阻电路图案 40 的宽度,以至于并不消耗额外的间距并且提供更紧凑的电阻电路图案 40,克服了这一缺点。

[0044] 在如图 7 所示的本发明的另一形式中,电阻电路图案 40 在弯道部分的宽度上包含一个可变的厚度。沿着更具体地说电流拥塞产生的弯道内部,电阻电路图案 40 包含一个厚度 T6,其与包含厚度 T7 的弯道外部相比,更厚并且有更大的电阻。因此,在 T6 的弯道内部有与在 T7 的弯道外部相比较低的功率密度,以便调节电流拥塞,这促进了遍及整个弯道部分更均匀的温度。因此,厚度在电阻电路图案 40 的宽度上从 T6 变化到 T7,以便提供一个可变的功率密度。应当理解对于一个弯道配置,在电阻电路图案 40 的宽度上可变厚度的特定应用并不意在限制本发明的范围。如图所示且在此描述的在宽度上的可变厚度可被应用于任何需要这种可变功率密度的应用中,而仍然在本发明的教导之内。

[0045] 参见图 8 和 9,将依照本发明另一形式的可变厚度应用于一种分层加热器 42 的并联电路配置中,而不是先前描述的串联电路配置。如图所示,一个电阻电路图案 44 包含一系列连接到电源总线 48 的电阻轨线 46。在一个并联电路中,假定一个恒定电压,在每个电阻轨线 46 中的电流是电阻的函数,并且并不如同上文所示的串联电路那样恒定。由于功率等于电流的平方乘以电阻,( $P = I^2R$ ),功率的增加最好通过电流的增加来实现,这是通过对应电阻轨线 46 的厚度增加来实现的。因此,在一个如上所述的在衬底 22 的边缘 45 和 47 附近需要更高功率密度的类似应用中,厚度 T1' 小于厚度 T2' ,并且厚度 T2' 小于 T3' 。因此,在并联电路的分层加热器 42 的操作期间,电阻电路图案 44 的厚度在需要较高功率密度的区域中更厚,并且在需要较低功率密度的区域中更薄。因此,随着厚度在电阻电路图案 44 的每个电阻轨线 46 中变化,电流在每个电阻轨线 46 之内变化,这导致一个在衬底 22 上的可变轨线功率密度(即可变的衬底功率密度)。

[0046] 因此,根据电阻电路图案是否包含一个串联或并联电路配置,电阻轨线厚度的变化是不同的。如图 10 所示,对于一个并联电路配置,电阻轨线的厚度在需要较高功率密度的区域中更厚,并且在需要较低功率密度的区域中更薄。相反地,对于一个串联电路配置,电阻轨线的厚度在需要较低功率密度的区域中更厚,并且在需要较高功率密度的区域中更薄。因此,电路配置,不管是串联还是并联,规定了依照特定应用的功率密度要求,是否应当增加或减少厚度。

[0047] 除了如上所述的单独的串联和并联电路,本发明的另一形式包含一个如图 11 和 12 所示的并 - 串 - 并联电路,其中一种分层加热器 48 包含一个与并联电路 50 并联的串联电路 49。如图所示,一个电阻电路图案 51 包含若干并联轨线 52 和一个串联轨线 53,其被

连接在电源终端 61 和电源总线 63 之间。在一个在衬底 22 的边缘 54 和 55 附近需要较高功率密度的应用中, 电阻电路图案 51 在并联轨线 52 之内的边缘附近的厚度更厚以获得较高的功率密度, 并且电阻电路图案 51 在串联轨线 53 之内的厚度也更厚以获得较低的功率密度。因此, 并联和串联电路均可结合依照本发明教导的可变厚度以实现功率密度的所需要的分布。因此, 术语“串 - 并联”或“并 - 串联”应被解释为指的是在同一个电源电路之内包括一个或多个串并联电路的电路, 而不管在电源电路之内的每个串联和并联电路的顺序。

[0048] 如图 12 进一步所示的, 将在衬底 22 上的功率密度图叠加在并联轨线 52 和串联轨线 53 上, 以进一步表示根据电路类型, 即并联或串联的可变厚度的不同效果。随着厚度在并联轨线 52 上减小, 功率密度相应地减小, 然而, 随着厚度在串联轨线 53 上增加, 功率密度继续减小。因此, 依照本发明教导的可变厚度的大小和方向 (即, 厚度的增加或减少) 取决于在衬底 22 上的电路配置和需要的功率密度。

[0049] 除了改变电阻电路图案 40 的厚度, 也可以改变宽度和 / 或间距, 以在衬底上以及沿着衬底实现想要的功率密度分布时获得额外的设计灵活性。因此, 图 13 表示一个电阻电路图案 57, 其在串联电路配置中同时有一个可变的厚度 (T8 和 T9) 和一个可变的宽度 (W3 和 W4), 而间距是恒定的。在 T8 和 W4 的区域内, 电阻电路图案 57 相对较薄且较窄, 而在 T9 和 W3 的区域内, 电阻电路图案 57 相对较厚且较宽。因此, 在 T8 和 W4 的区域中提供了较高的功率密度, 并且在 T9 和 W3 的区域中提供了较低的功率密度。

[0050] 参见图 14, 以本发明的另一形式表示了一个电阻电路图案 58, 其在串联电路配置中同时包含一个可变的厚度 (T10 和 T11) 和一个可变的间距 (S3 和 S4), 而宽度是恒定的。如图所示, 在 T10 和 S3 的区域内, 电阻电路图案 58 相对较薄且有较接近的间距, 而在 T11 和 S4 的区域内, 电阻电路图案 58 相对较厚且有较宽的间距。因此, 在 T10 和 S3 的区域中提供了较高的功率密度, 并且在 T11 和 S4 的区域中提供了较低的功率密度。

[0051] 在图 15 中表示了本发明的另一形式, 其中一个电阻电路图案 59 在串联电路配置中包含一个可变的厚度 (T12 和 T13)、一个可变的宽度 (W5 和 W6)、以及一个可变的间距 (S5 和 S6)。在 T12、W5 和 S5 的区域内, 电阻电路图案 59 相对较薄、较窄且有较接近的间距。在 T13、W6 和 S6 的区域内, 电阻电路图案 59 相对较厚、较宽且有较宽的间距。这样, 在 T12、W5 和 S5 的区域中提供了较高的功率密度, 而在 T13、W6 和 S6 的区域中提供了较低的功率密度。应当理解如在此所述的可变厚度和可变宽度, 可变厚度和可变间距, 以及可变厚度、可变宽度、和可变间距的组合也可被应用在并联电路配置或串 - 并联电路配置中, 而仍然在本发明的范围之内。

[0052] 图 16 表示本发明的另一形式, 其中一个电阻电路图案 60 在衬底 62 上有一个相对较高的覆盖量。在衬底 62 的尺寸由于相对较小的目标受热零件或设备而受限制的情况下, 或者在特定应用中, 间距受分层加热器的限制的情况下, 这种应用可能存在。一个其中在相对紧凑的尺寸中需要高功率密度的应用的例子是在化学应用中的石英管加热器, 其由附图标记 64 例示并代表其整体。通常, 化学溶液进入一个在底部 68 的入口 66, 流经石英管加热器 64 以被加热, 然后流过一个在顶部 72 的出口 70。这样, 化学溶液在入口 66 与它在出口 70 相比, 处于较低的温度, 这导致通过石英管加热器 64 的相对较宽的温度分布。为了生成更均匀的温度分布, 在底部 68 的功率密度应当高于在顶部 72 的功率密度。然而, 由于电阻

电路图案 60 的覆盖相对较高, 只有很少或者没有空间来定制电阻电路图案 60 的间距或宽度。因此, 依照如图 17 所示的本发明的一种形式, 电阻电路图案 60 的厚度在底部 68 较薄, 并且在顶部 72 较厚, 这导致一个可变功率密度的电阻电路图案 60。

[0053] 除了先前所述的可变厚度及其它可变几何结构, 本发明的另一形式通过沿着电阻电路图案的长度来改变其材料的组合, 提供了一种可变的功率密度。如图 18 所示, 一个电阻电路图案 80 定义了一个沿着其长度的恒定厚度 T14。然而, 电阻电路图案 80 的材料成分沿着其长度而改变, 例如从一种在部分 82 的较高电阻成分变换到一种在部分 84 的较低电阻成分。从而, 在部分 82 的功率密度与在部分 84 的功率密度相比较高, 产生一个可变功率密度的电阻电路图案 80。因此, 依照本发明的另一形式, 改变电阻电路图案 80 的材料成分, 在提供一种可变功率密度的分层加热器时, 提供了额外的设计灵活性。应当理解这种材料成分中的变化可以与可变厚度及其它可变几何结构相结合, 而仍然在本发明的范围之内。

[0054] 在本发明的另一形式中, 先前所述的可变厚度及其它几何结构可以如图 19a 所示为连续的, 或者如图 19b 所示为间断的。一个由将在下文中更详细地描述的过程形成的连续的电阻电路图案 90, 定义了厚度从 T15 到 T16 的渐变。从而, 从 T15 到 T16 沿着电阻电路图案 90 的长度产生功率密度中的逐渐降低。作为替代地, 可以生成一个间断的电阻电路图案 92, 其定义了厚度从 T17 到 T18 到 T19 的阶跃变化。因此, 从 T17 到 T19 沿着电阻电路图案 92 的长度, 功率密度中的阶跃变化从高到低地产生。用于获得间断的电阻电路图案 92 的过程也将在下文中更详细地描述。这些连续和间断的配置不仅可被应用于在此所示的厚度, 而且可被应用于电阻电路图案的宽度, 而仍然在本发明的范围之内。

[0055] 参见图 20, 本发明的另一形式包括一种分层加热器 110, 其包含多个电阻层 112 和 114, 其中每个电阻层 112 和 114 分别定义至少一个有可变厚度的电阻轨线 116 和 118 的电阻电路图案。出于本实施例的目的, 电路配置是串联的, 不过应当理解并联和 / 或串 - 并联电路配置也可被用于多个电阻层之内。因此, 在衬底 120 定义了不充分的表面积来调节一个电阻电路图案以在单层上生成所需的功率密度的应用中, 多个电阻电路图案被用于多个层中, 如图所示。此外, 依照功率密度要求, 如图所示地改变厚度, 其中在衬底 120 的边缘 122 和 124 附近需要较高的功率密度。因此, 依照本发明教导的可变厚度被用于多个电阻层之内, 以当衬底表面积受限制时, 提供所需的功率密度。还应当理解除了如图所示沿着长度, 厚度可能在宽度上改变, 而且可变的宽度和 / 或间距也可被采用而仍然在本发明的范围之内。

[0056] 此外, 应当理解如图所示且在此描述的电阻电路图案的厚度是依照特定的加热器应用要求来改变的, 并且上文所示的实施例仅仅是示范性的并且不应被理解为限制本发明的范围。因此, 具有在串联和 / 或并联电路之内的变化厚度、以及变化宽度和 / 或间距的不同区域和配置、以及被安放在多个电阻层之内 (连同其它配置) 的不同图案, 也可被采用而仍然在本发明的范围之内。

[0057] 依照本发明的一种方法, 在此描述的可变功率密度的电阻电路图案是通过改变在表面上 (例如在介电层 24 上) 分配导电墨水的速度而形成的。可以使用精密墨水笔写入装置来分配导电墨水, 这在与本申请共同转让的在此通过引用合并其全部内容的美国专利第 5,973,296 号中进行了更详细的描述。使用精密墨水笔写入装置, 导电墨水是通过在一个写入尖端中的一个孔来分配的, 同时平移所述尖端和 / 或目标衬底以便生成一个预定的

电阻电路图案。为了实现一个想要的可变厚度,改变分配导电墨水的速度、或者导电墨水通过尖端孔的流速。例如,在想要一个较厚的电阻电路图案的区域中,增加分配导电墨水的速度。相反地,在想要一个较薄的电阻电路图案的区域中,减小分配导电墨水的速度。因此,通过改变在目标表面上分配导电墨水的速度,生成了一个可变厚度的电阻电路图案。

[0058] 依照本发明的另一方法,改变相对于写入墨水笔的移动所述目标表面的速度(即馈进速度),以便生成一个可变厚度的电阻电路图案。在想要一个较厚的电阻电路图案的区域中,减小相对于写入墨水笔的所述目标表面的馈进速度,同时分配导电墨水的速度保持恒定。替代地,在想要一个较薄的电阻电路图案的区域中,增加相对于写入墨水笔的所述目标表面的馈进速度,此外同时分配导电墨水的速度保持恒定。在本发明的另一形式中,可以同时改变导电墨水的分配速度和所述目标表面的馈进速度,以便生成一个可变厚度的电阻电路图案。可以连续地或非连续地同时改变分配速度和馈进速度,以生成先前描述的连续和间断的电阻电路图案,而仍然在本发明的范围之内。

[0059] 在如图 21 所示的另一方法中,本发明通过在电阻电路图案的一个先前形成的轨线的表面上重写一定体积的导电墨水,生成一个可变厚度的电阻电路图案。更具体地说,该方法包括从一个墨水笔 94 向一个表面 96 分配一定体积的导电墨水以形成一个轨线 98,然后在先前形成的轨线 98 上有选择地分配额外体积的导电墨水 100 的步骤,其中生成了一个可变厚度的电阻电路图案。因此,依照本发明的原理,在想要一个较厚的电阻电路图案的区域内,在一个先前形成的轨线 98 上形成额外体积的导电墨水 100。此外,在分配导电墨水期间,墨水笔 94 和 / 或表面 96 相互相对地移动,以形成想要的电阻电路图案。替代地,可以使用除了精密墨水笔写入装置之外的处理来施加一定体积的导电墨水,而仍然在本发明的范围之内。其它与厚膜、薄膜、热喷镀或溶胶 - 凝胶相关的分层处理可用于施加一定体积的导电墨水。例如,在本发明的一个替代形式中,可以采用丝网印刷的厚膜处理来施加一定体积的导电墨水。应当理解施加额外体积的导电墨水并不限于在一个制造过程之内施加初始体积之后顺序施加。更具体地说,可以在制造过程的任意步骤例如,举例来说在烘干操作之后、或在烘烤操作之后,施加额外的体积。

[0060] 本发明的说明书本质上仅仅是示范性的,这样,并不背离本发明要点的变化被定为在本发明的范围内。例如,在此描述的加热器系统可以结合一种在提交于 2003 年 11 月 21 日的标题为“双线分层加热器系统”的同时待审的申请 No. 10/719327,以及在均提交于 2004 年 1 月 6 日的标题为“Combined material layering technologies for electric heaters(用于电加热器的组合材料分层技术)”和“Tailored heattransfer layered heater system(定制的热传递分层加热器系统)”的同时待审的申请中表示和描述的双线控制器来使用,其中所有文档均与本申请共同转让,并且在此通过引用它们的整体合并了其内容。而且,电阻电路图案的横断面并不限于在此所示的矩形的形状。墨水的水平质量可能不能在处理之后生成这种形状,并且可能需要其它形状,例如先前描述并表示的通过弯道部分的可变的厚度和宽度。此外,出于澄清的目的,在此在相对平坦且矩形的衬底上表示电阻电路图案,并且应当理解其它衬底几何结构,例如圆柱,及其它三维形状,例如用石英加热器的实施例表示的那些,在本发明的范围之内。而且,在此表示的电路是串联或并联的,并且应当理解还可以结合串 - 并联电路来使用本发明的各种实施例,而仍然在本发明的范围之内。这种变化并不被认为是从本发明的精髓和范围的偏离。

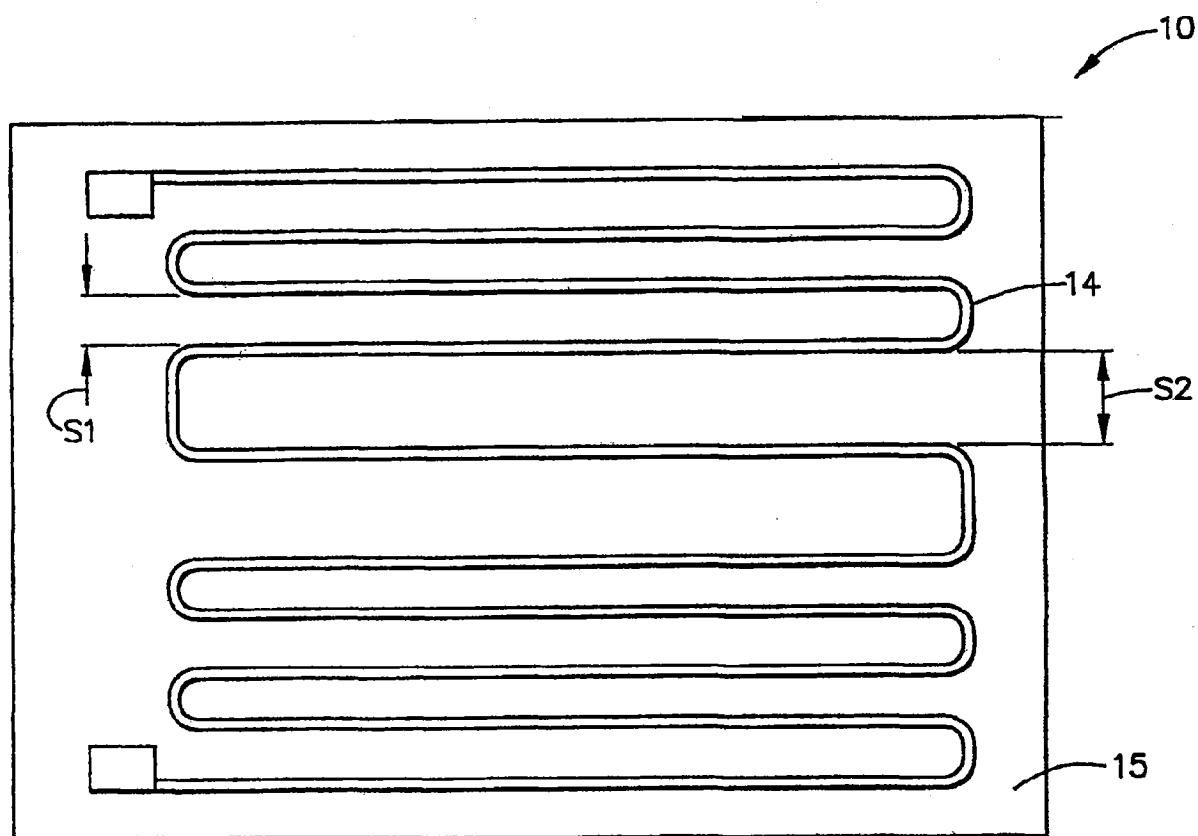


图 1 (现有技术)

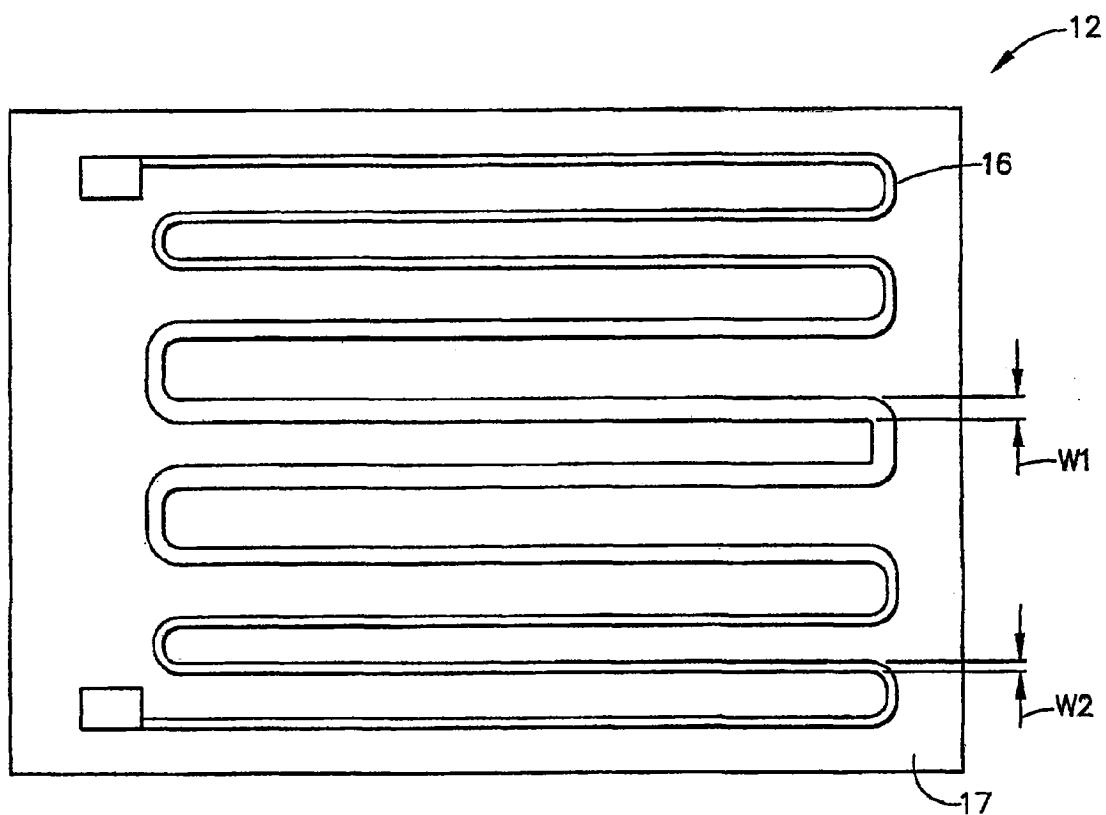


图2 (现有技术)

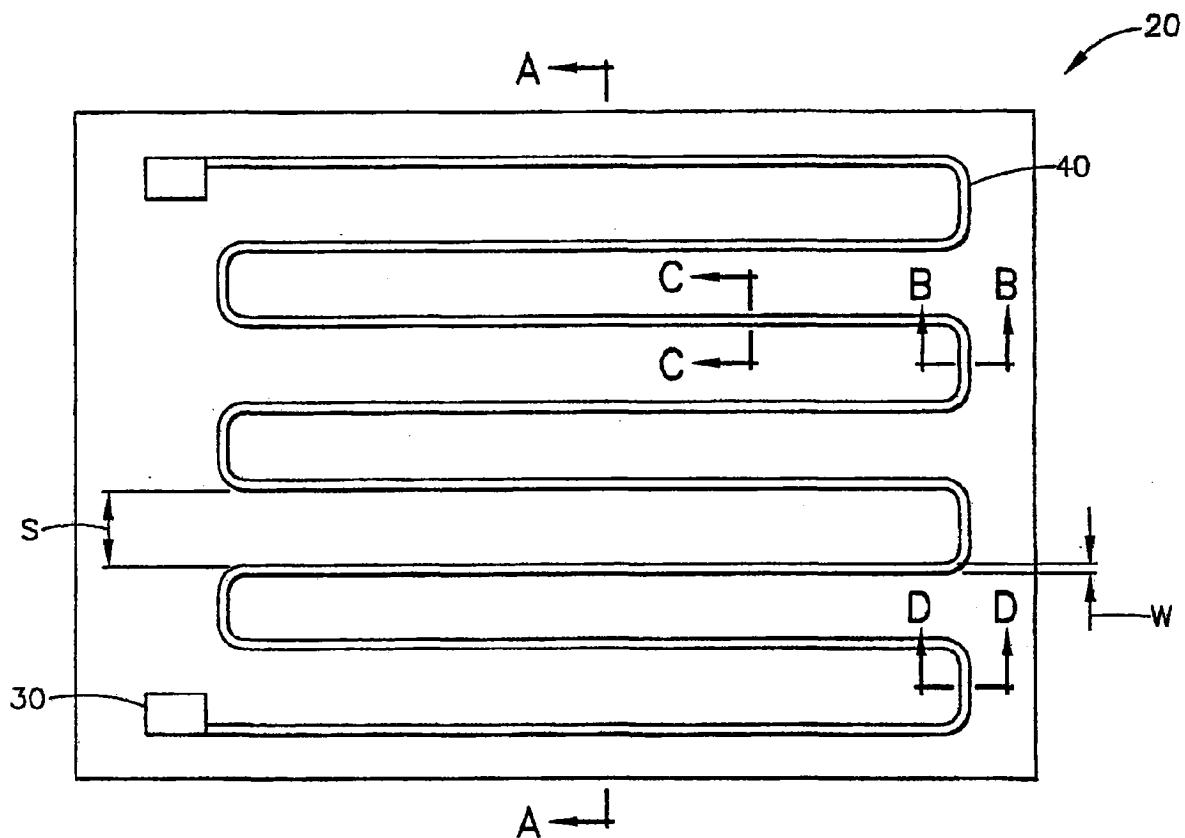


图 3

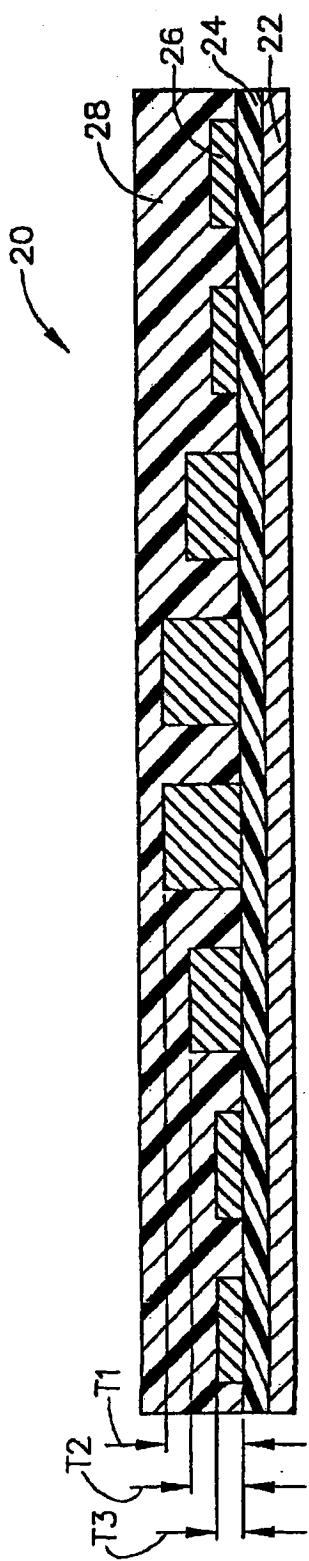


图4 (SEC. A-A)

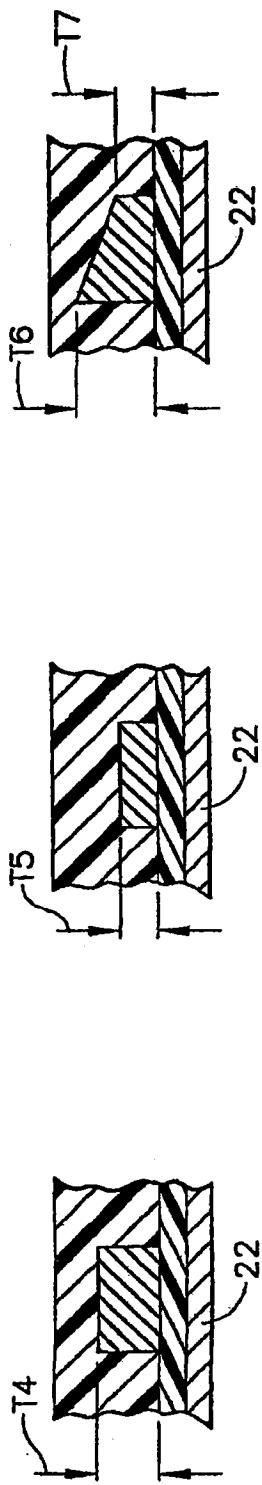


图5

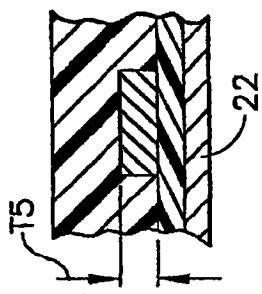


图6

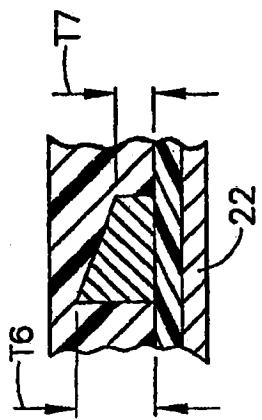


图7

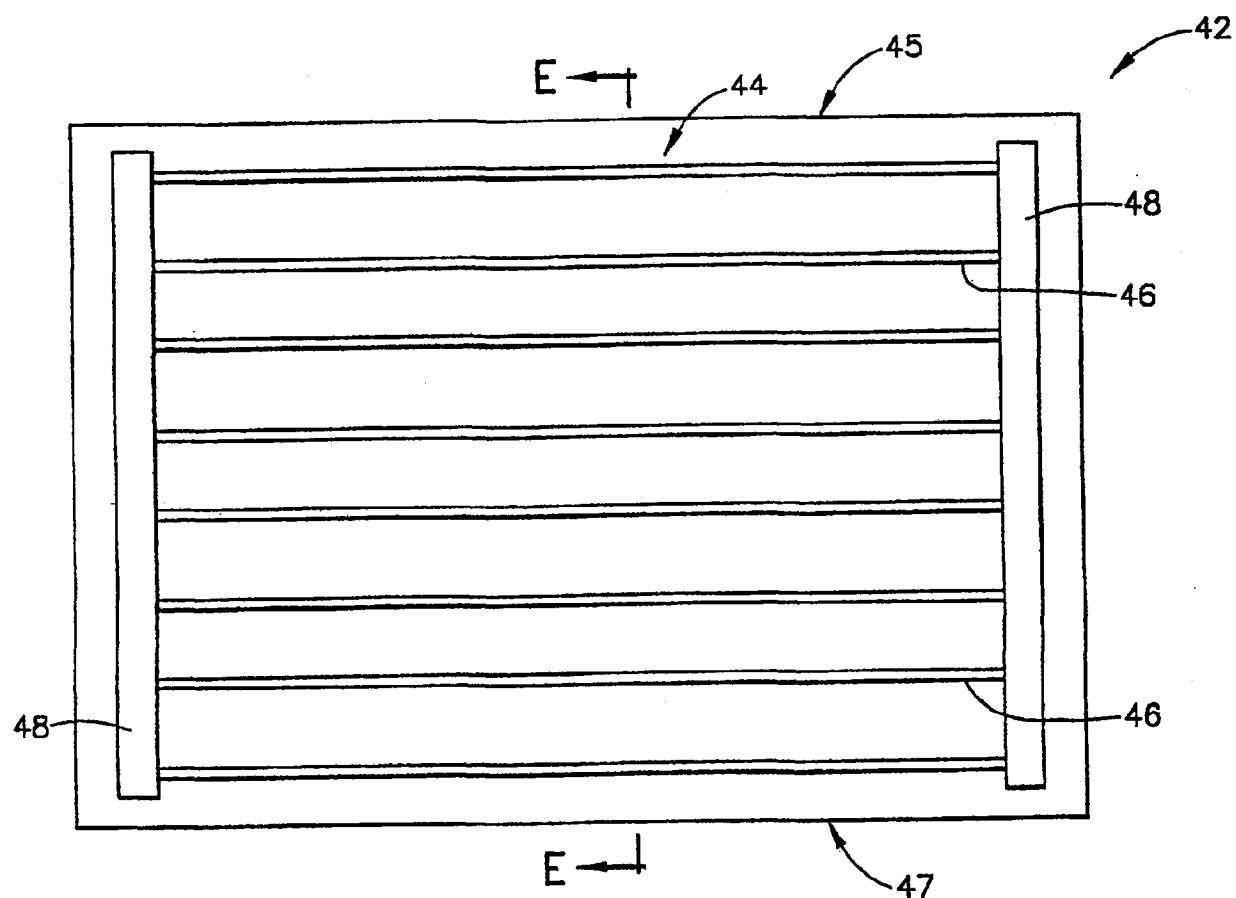


图 8

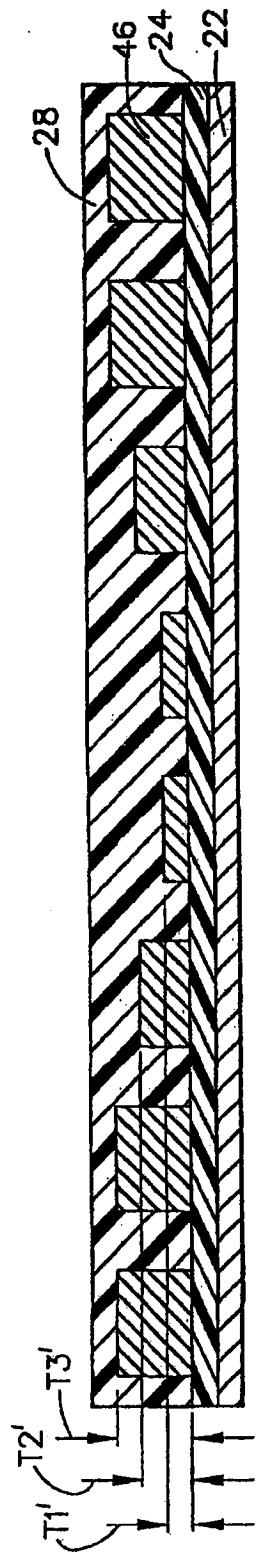


图 9 (SEC. E-E)

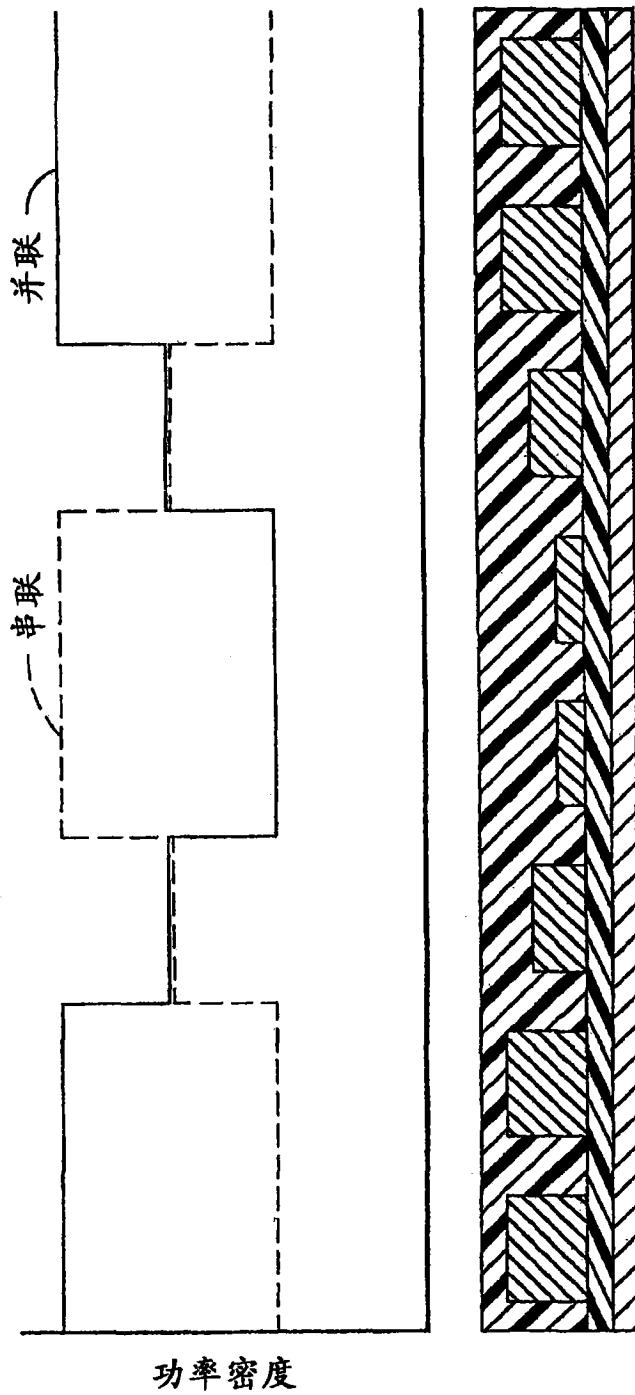


图 10

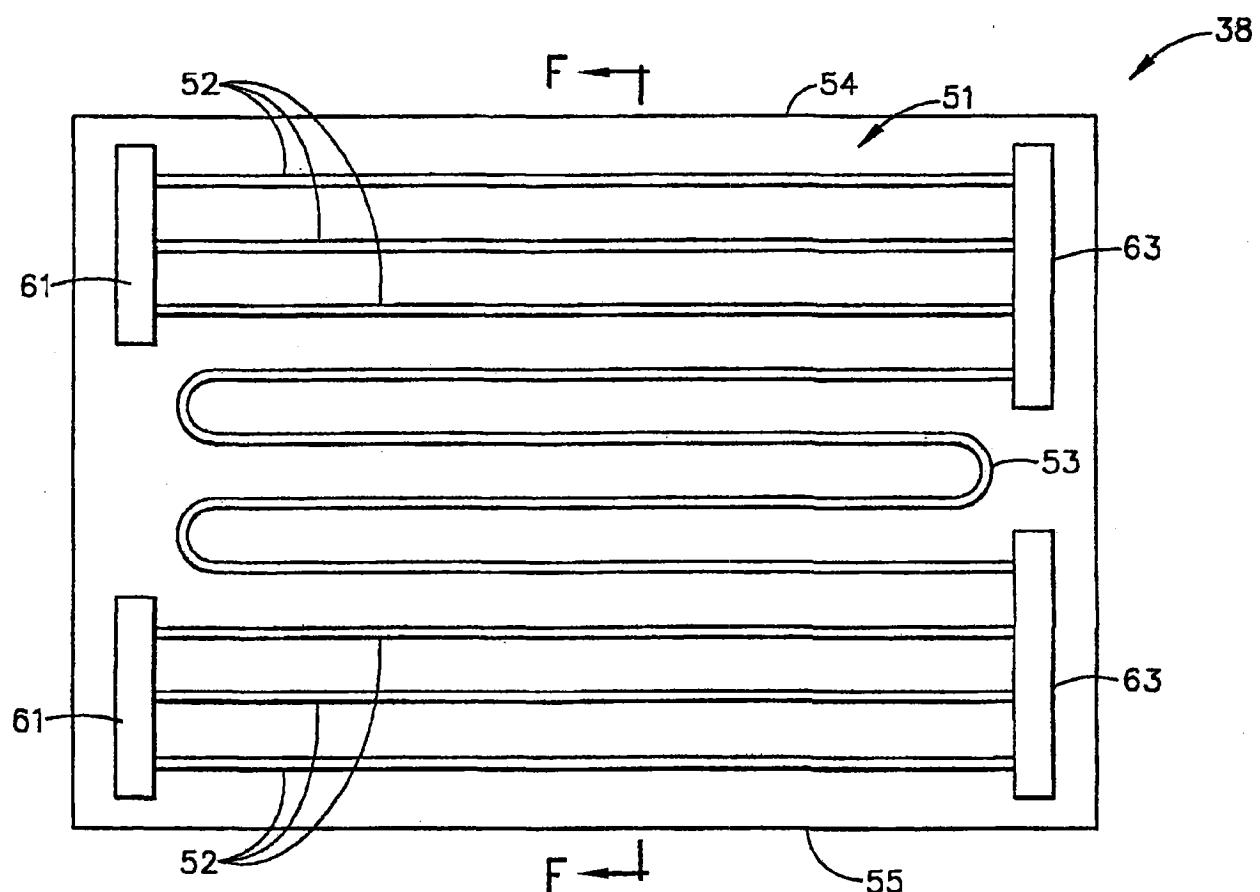


图 11

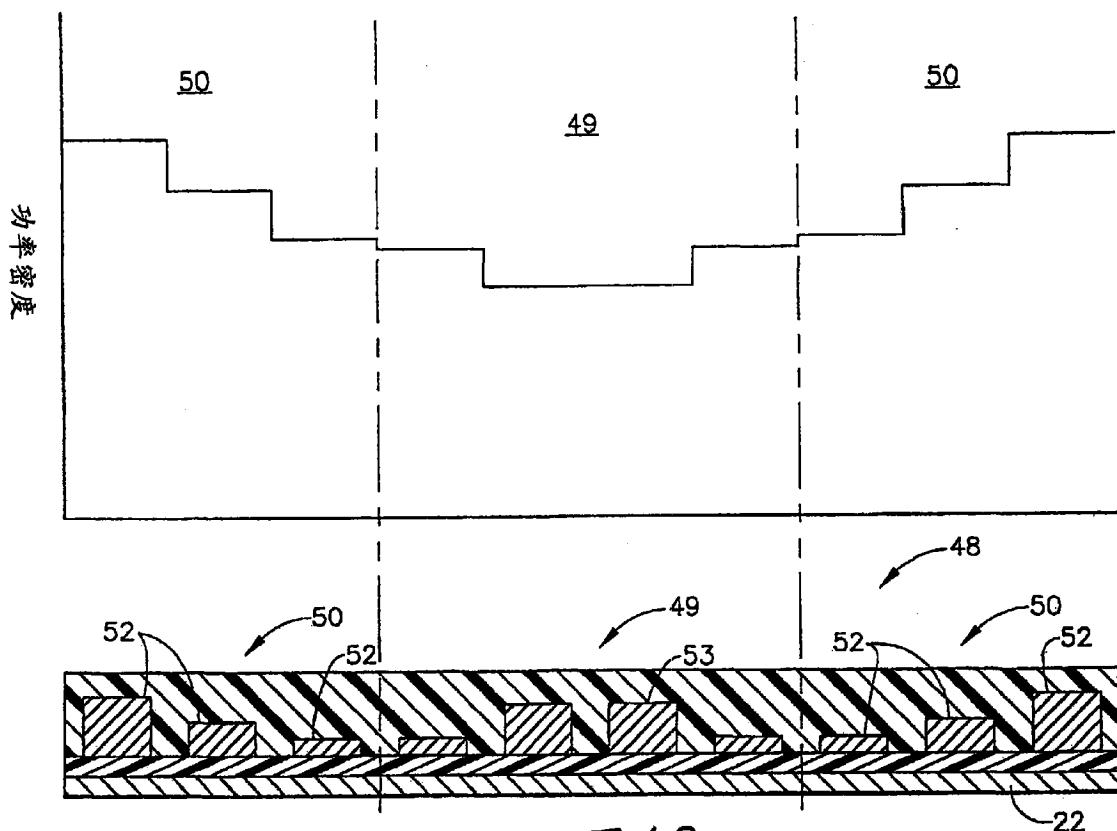


图 12

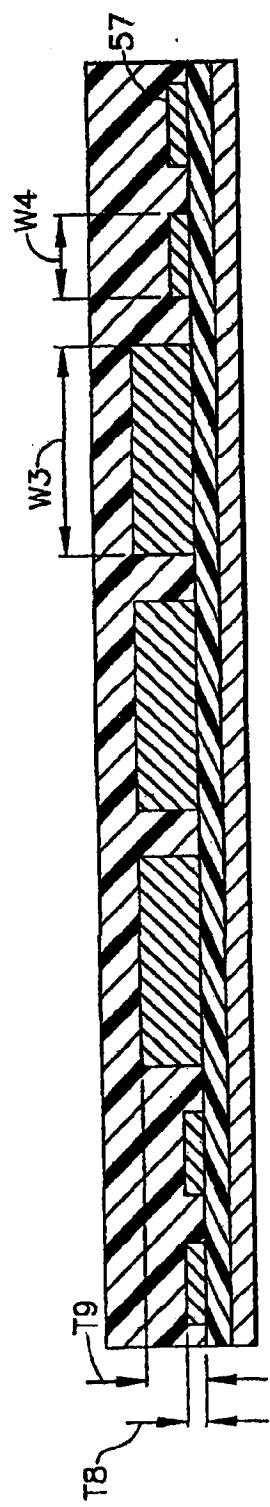


图 13

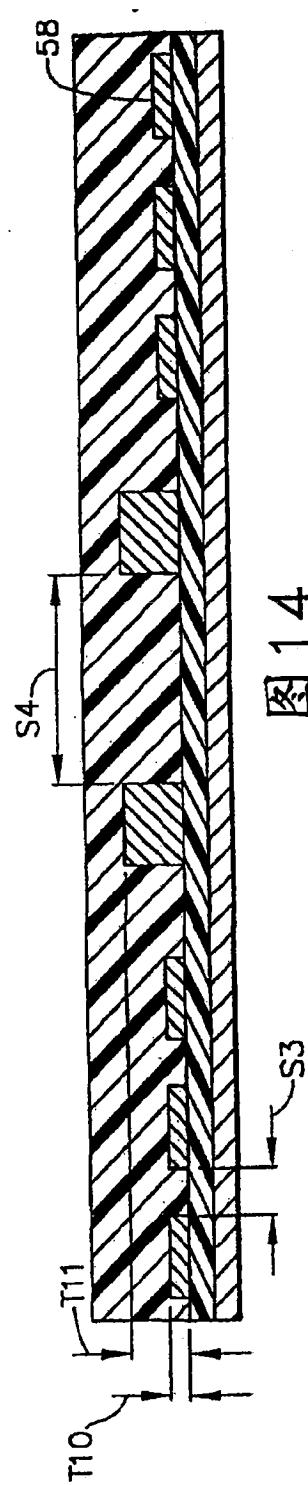


图 14

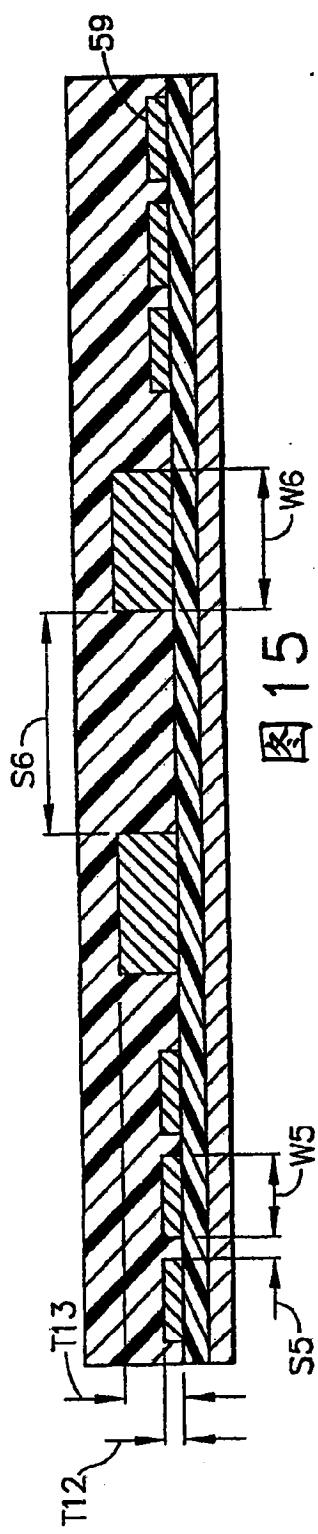


图 15

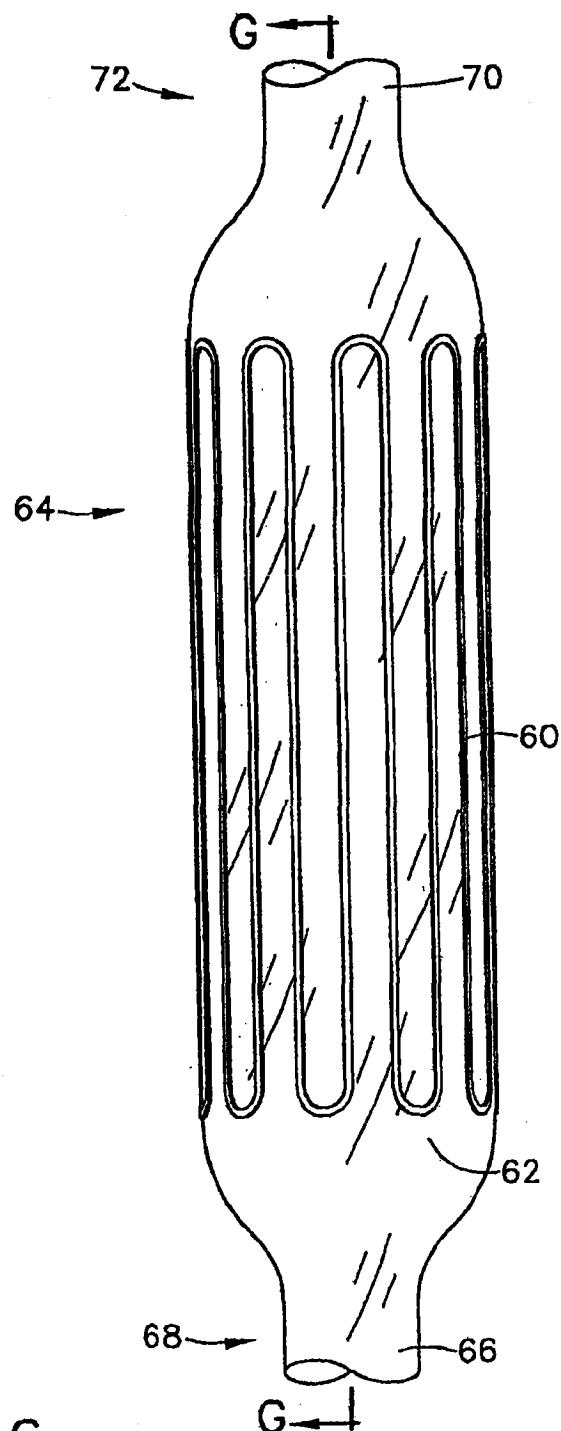


图 16

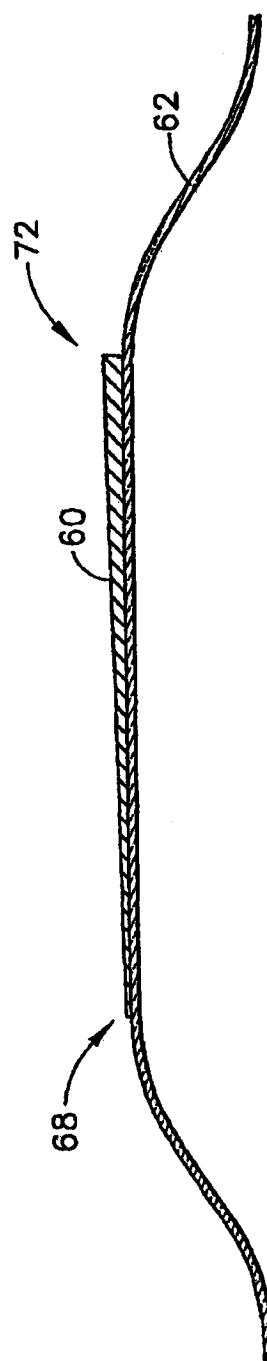


图 17 (SEC. G-G)

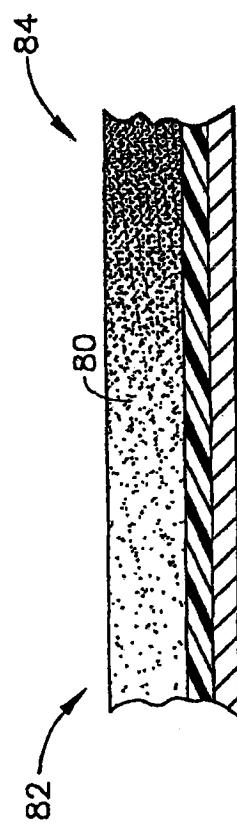


图 18

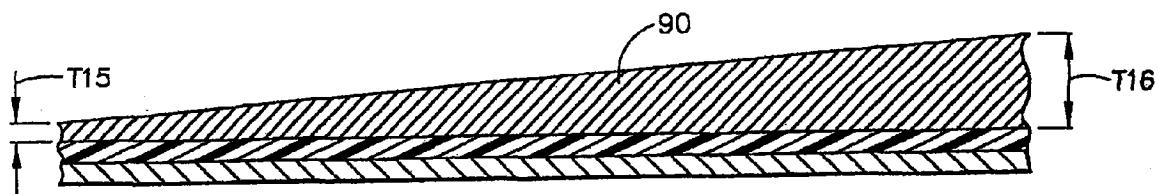


图 19a

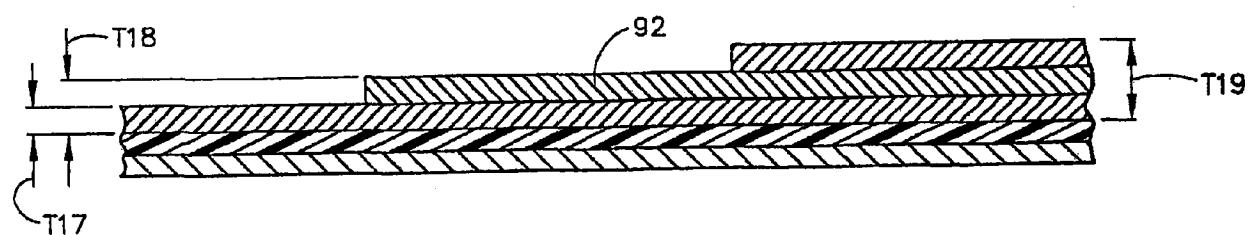


图 19b

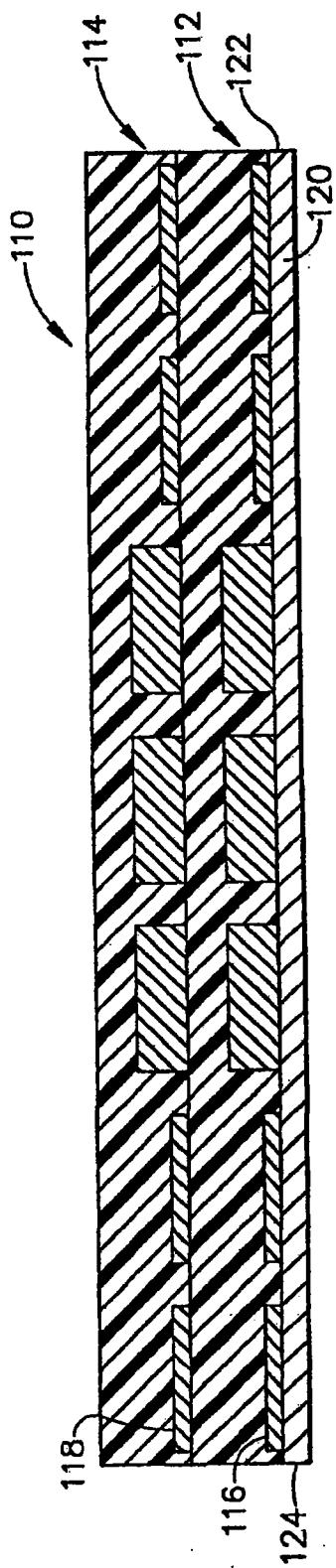


图 20

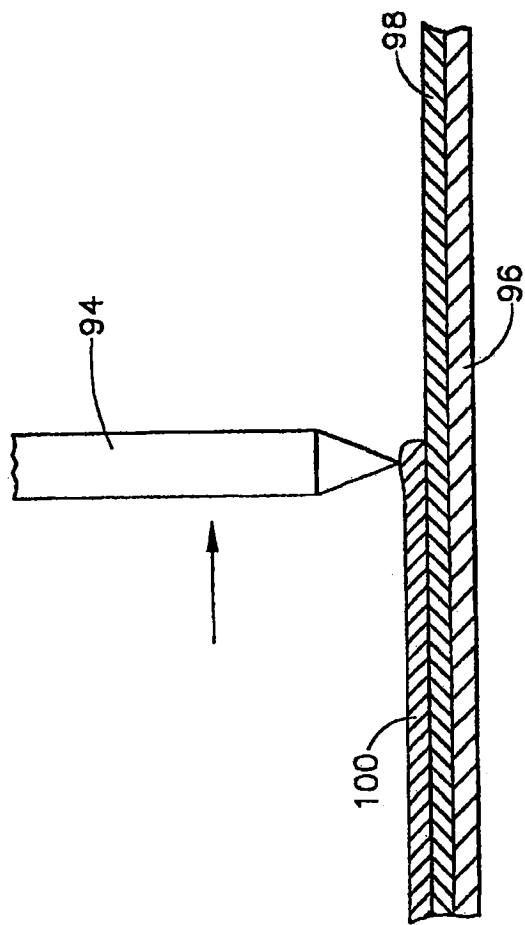


图 21