



## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00810278.3

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1148996C

[22] 申请日 2000.5.12 [21] 申请号 00810278.3

[30] 优先权

[32] 1999.5.14 [33] US [31] 60/134,111

[86] 国际申请 PCT/US2000/013164 2000.5.12

[87] 国际公布 WO00/070916 英 2000.11.23

[85] 进入国家阶段日期 2002.1.14

[71] 专利权人 阿苏克技术有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 乌门什·索波里

审查员 孙克良

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

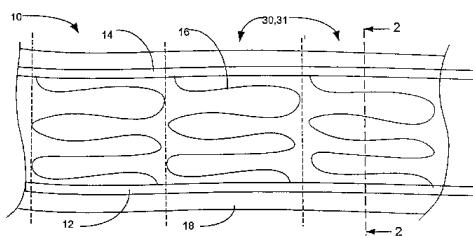
代理人 余刚

权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 7 页

[54] 发明名称 电加热装置和可复原的保险丝

[57] 摘要

加热元件(10)具有第一母线(12)和第二母线(14)和接在第一和第二母线(12、14)之间的众多柔软的电热丝(16)，柔软的电热丝(16)被包含在并联区域(30)范围内，以便构成可以连接在一起或者切成规定的长度从而使加热元件(10)的总长度可以变化的模块(31)。加热元件可以是自动调节的。自动调节的加热元件(60)也具有众多在PTC加热元件(62)和至少一条插在两个PTC加热元件之间并且在所述的第一和第二母线(12、14)之间形成串联电路的传导性通道(68)。另外，自动调节的加热装置(100)具有第一和第二层材料(104、106)，其中至少有一层是插在第一电极(102)和第二电极(108)之间的PTC材料。另外，为被保护元件提供电压峰值保护的可复原的保险丝(120)具有与被保护元件并联的电压敏感材料的元件(124)。



1. 一种加热元件，包括：

第一母线；

第二母线；

众多接在所述的第一和第二母线之间并且在所述的第一和第二母线之间形成众多并联电路的柔软的电热丝，电热丝被缝在或定位于衬底上并装入护套中；以及

所述的柔软的电热丝被包含在并联区域范围内构成模块，所述模块在这些并联区域的边界都是可连接和可拆开的，以使加热元件的总长度可以改变。

2. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的电热丝由镍合金组成。

3. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的电热丝的标准规格在 0.00254-0.0254 厘米范围内。

4. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的电热丝被置于选自云母、玻璃、玻璃棉、Astrofoil, Reflectex、铝和聚酯薄膜的衬底上。

5. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的护套由选自云母、玻璃、玻璃棉、Astrofoil、Reflectex、铝和聚酯薄膜的材料组成。

6. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的加热元件被设计成“U”形，以便装配在管阀上。

7. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的电热丝可以被加热到 648.89 摄氏度的温度。

8. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的加热元件可以卷绕在 1.27 厘米直径的导管周围。

9. 根据权利要求 1 所述的加热元件，其中：

所述的加热元件是自动限温的。

10. 根据权利要求 9 所述的加热元件，其中：

所述的电热丝是由 PTC 聚合物材料制成的。

## 电加热装置和可复原的保险丝

本申请要求于 1999 年 5 月 14 日提交的美国临时专利申请第 60/134,111 号的优先权，其发明人与本发明相同。

### 技术领域

本发明一般地涉及加热装置和可复原的保险丝，更具体地说涉及柔软的加热器和使用正温度系数 (PTC)、负温度系数 (NTC) 的材料和 / 或电压敏感材料 (VSM) 为电路或装置提供电流和电压保护的保险丝装置。

### 背景技术

迄今已有一些制作柔软的自动调节的加热元件的早期尝试。授权给 Smuckler 的美国专利第 4,668,857 号、授权给 Kisimoto 的美国专利第 4,503,322 号、授权给 Jansens 的美国专利第 5,558,794 号、授权给 Ishi 的美国专利第 4,742,212 号、授权给 Yamamoto 的美国专利第 4,661,690 号和授权给 Farkas 的美国专利第 4,200,973 号揭示了呈电缆形式的各种类型的加热器。如同在 Smuckler 的图 1 中描绘的实施例那样，一些加热器具有并排的构造，这种构造不是在所有方向上等同地柔软。此外，使用 PTC 材料的加热器作为自动调节的装置通常必须采用不同的设计以满足在 120 伏线路电压下而不是在 240 伏线路电压下工作的要求。因此，需要有能够与这样的两种电源一起使用的加热丝电缆。

另外，自动调节的加热器已经在如同授权给 Batliwalla 的美国专利第 4,777,351 号、授权给 Triplett 的美国专利第 4,700,054 号和授权给 Kishimoto 的美国专利第 5,422,462 号那样的专利中被制成片材。在这些专利中，加热元件是作为在使 PTC 元件定位的东西之间具有交叉梳状电极或交错电极的片材或织物成形的。这允许使用范围通常有限的电压，通常是 120 伏，并因此允许有限的发热量。有一些可以在高达 480 伏的电压下工作的加热器，这些加热器通常是一个三个输入端的三相系统，但是就本发明人所知，没有能够用两个输入母线系统在 480 伏下工作的加热器系统。

有很多类似带加热装置的管道阀门的应用，在这些应用中需要包裹不规则的物体。这些应用中有许多应用还需要在所使用的加热材料的数量和形状方面具有相当高的灵活性。因此，非常需要的是采用模块式设计自调节加热器，以使特定长度的加热器材料可以结合在一起形成更长的长度，当然，在不损失功率和加热能力的情况下长度能够被剪裁成更短的长度也是需要的。在长度选择方面这种灵活性的最优先的例子将是材料能够在模块部件范围内被剪裁到任何长度，换句话说，其长度可以连续变化。下一个最好的情况是材料包含某种为加热元件定义的区域，而且材料可以在这些加热区域之间的任何一个区域中进行修整。这允许长度按这些区域长度的倍数变化，而这些指的是在长度方面可按增量变化的。

迄今已有几种制作自调节的模块式加热器的尝试。授权给 Whitney 的美国专利第 4,638,150 号和授权给 Johnson 的美国专利第 4,072,848 号都给出了具有自调节元件并且可以当作模块的加热器。这些加热模块通常是刚性的，并且如果它们全是可修整的，它们必然仅仅是可按增量变化的。因为这种元件通常不是柔软的，所以预计它的应用将受到限制。

PTC 元件在授权给 Gronowicsz 的美国专利第 5,796,569 和 5,818,676 号、授权给 Styrna 的美国专利第 5,682,130 号、授权给 Thrash 的美国专利第 5,801,914 号和授权给 Yoshioka 的美国专利第 5,495,383 号中也已经被用作可复原的保险丝。这些保险丝将保护电路免受太高电流的影响，但是对于 PTC 的响应时间可能太慢的电压峰值将只提供微不足道的保护。因此，有必要提供能够保护电路免受电压峰值的影响的可复原的保险丝。

## 发明概述

因此，本发明的目的是提供一种能够在高温下操作、具有能适应不规则物体的形状的柔软性、并且能够卷绕在管道上的模块式的或者长度长的加热器。

本发明的另一个目的是提供一种能够被连接成任何长度或者能够相互连接的模块式加热器。

本发明的又一个目的是提供一种能在任何加热器区域的边界对长度进行修整的模块式加热器。

本发明的又一个目的是提供一种能够卷绕在阀门、导管和小容器周围的柔软的模块式自调节加热器。

本发明的又一个目的是提供一种用 PTC 材料层在可以按模块或者非模块构造制作的蚀刻箔上组装的加热器。

本发明的又一个目的是提供一种自动限温的或提供内置式安全保护的加热器。

本发明的又一个目的是提供一种在电路保护中使用的用一层 PTC 材料或 PTC 和 NTC 或 ZTC 和 / 或 VSM 材料的组合加工成的可复原的保险丝元件。

简单地说，本发明的第一优选实施例是能被切割成需要的长度的非常柔软的高温型模块式加热器。

本发明的第二优选实施例是能够被修整到需要的长度的非常柔软的自调节型模块式加热器。

本发明的第三优选实施例是已将 PTC、ZTC、NTC 材料或它们的复合材料层压到蚀刻的箔层上的加热器装置。这种加热器可以被制成模块或者连续的长条。

本发明的第四优选实施例是优选使用在两个电极之间同心地定位的两层 PTC 材料的同轴加热电缆。

本发明的第五优选实施例是利用沉积在衬底上的单层 PTC 材料的可复原的保险丝。它也可以用 VSM 为被保护电路提供电压峰值保护。

本发明的高温型模块式加热器的优点之一是它可以在保持诸如硫磺和沥青之类的材料在供应导管中流动的非常高的温度下使用。

高温型模块式加热器的另一个优点是它非常柔软，可以装配在不规则的装置和阀门周围，可以按模块长度被连接在一起，以及几乎能被切割成任何想要长度。

自调节型模块式加热器的另一个优点是它们也非常柔软，能卷绕在小直径管道周围，而且可以在低压电源下使用，以致它们可以用诸如电池之类来供电。

蚀刻箔加热器的进一步的优点是它们通过在被串联连接在两个供电母线之间的一套加热器元件之间分配电压可以在高电压下使用，而且这套元件可以彼此并联地重复，以便提供加热器区。

同轴电缆加热器的另一个优点是它可以用于双重电压供电（例如 120 伏和 240 伏）的目的，因此没有必要为每个独立的供电范围提供一条独立的生产线。

可复原的保险丝的还进一步的优点是它可以用单层的 PTC 材料制作并且可以在制作电路板时与 VSM 元件一起使用。

鉴于本发明的目前已知的最佳实施模式和优选实施例的工业应用已在说明书中说明并以附图例示，本发明的这些和其它目的和优点对于本领域技术人员来说将是明显的。

#### 附图简要说明

本发明的目的和优点通过下面结合附图的详细描述将变得明显，其中：

图 1 所示为本发明的高温型模块式的或者长度长的加热器的俯视平面部分，示出三个加热区域；

图 2 所示为沿着图 1 中的 2-2 线截取的本发明的加热器模块的剖面图；

图 3 所示为在导管和阀门上安装本发明的三个模块式加热器的方法的透视图，示出作为模块之一的专用阀门装置；

图 4 所示为本发明的蚀刻的箔加热带的部分，其中顶部绝缘层被全部拆除；

图 5 所示为沿着 5-5 线截取的图 4 的的蚀刻的箔加热器的剖面图；

图 6 用透视图示出本发明的同轴的加热器电缆；

图 7 为 PTC 加热器的电阻随温度变化的图表；

图 8 所示为使用带电压峰值保护的可复原的保险丝的电路示意图。

### 本发明的详细实施例

本发明的第一优选实施例是高温型模块式加热器。如同在本文中用不同的附图（尤其是图 1）予以例示的那样，本发明的装置的这个优选实施例的形式是用一般的符号 10 描绘的。

很多应用要求材料必须被维持在 500-600 华氏度（260-315.56 摄氏度）的高温下。这样的应用包括维持沥青和硫磺处于液体状态。如果这些材料能被保持在熔融状态，那么它们就可以通过管道流动，因此容易把它们输送到使用工位。但是，在用管道输送这些材料时遇到的困难是当材料被迫流过未加热的管道时将经历的热损失。这些管道的热损失可能相当大，从而使材料凝固并且阻断材料的流动。通用的工业技术是提供给一段管道充分加热使材料的流动得以维持的加热带。已经尝试过制作可以卷绕管道提供更均匀的加热的加热器，但是大多数能够达到适当的温度范围的加热器通常都不是非常柔软的。曾经制造过的柔软程度足以卷绕管道的为数不多几种加热器通常都是按螺旋形或“S”形卷绕的。这是优于刚性带的重大改进，但是，施加的热量离均匀一致还差得远，而且不可避免地存在冷点，在这些冷点中温度比较低的材料倾向于聚集和减慢材料的流动。这个问题在形状通常相当复杂无法用加热丝卷绕的阀门区域尤为尖锐。材料尤其是在这些不仅妨碍材料流动而且阻碍阀门正确操作以致妨碍或失去流动控制的点倾向于冻结。

本发明的第一实施例提供一种非常柔软的、可以被制成能够连接在一起几乎覆盖管道的全部表面而且可以按适当的长度进行修

整形成密封的修整末端以进一步适应管道的任何过渡段的一系列模块的高温加热器。

图 1 示出模块式高温加热器 10 的主要组成部分，但是外部的护套已被移除。有第一母线 12 和第二母线 14，众多蜿蜒盘绕的电热丝 16 并联在两个母线之间。母线 12、14 最好是 14 AWG 镍-铜的多股的平母线，而电热丝 16 最好是标准规格可以非常狭窄（在 0.003-0.005 英寸（0.00762-0.0127 厘米）范围内）的类似于铬镍铁合金或镍铬合金的镍合金，尽管本发明不受这些材料或尺寸范围的限制。本实施例中选用镍合金，因为它可以被加热到高达 1200°F（648.89°C）的温度，而且具有出色的柔韧性，尤其是在狭窄的标准规格下。这些电热丝位于优选云母和玻璃制成的衬底 18 上。

现在参照图 2，为模块式加热器 10 的剖视图，但也示出前述的被拆除的外部的绝缘套 24。尚未试图按比例绘制元件。电热丝 16 首先被缝在或定位于云母 20 和玻璃 22 的衬底 18 上，然后被缝入优选也由玻璃层 26 和云母层 28 组成的护套 24 中。电热丝 16 形成大量的与供电母线 12、14 并联的电路，把总长度有效地分成各个区域 30，每个区域是一个模块 31，在该图中示出三个这样的模块。由于这些区域在电学上是彼此并联的，所以模块式加热器 10 可以在任何区域的边界处被切开，而且没切开的长度将还起作用。为了防止潮气和腐蚀从切开的末端进入和使暴露的末端电绝缘，需要密封该末端，但是，这不是绝对的必要条件。因此，模块式加热器 10 可以被切割成区域长度的任何倍数的长度。现在优选的区域长度是 1.5 英尺，但是这当然要受多种变化的影响，并且可以轻易地为特定的应用定制。绝缘套可以变化，例如，具有多层玻璃 26 和云母 28，这取决于应用和施加的电压。为了提供防潮保护，这些加热器可以进一步与绝缘体一起层压和 / 或用类似于镍铬铁合金、钢、铜、铁的金属或聚合物套上。金属外套可以在末端焊接，形成气密的封口。

模块式加热器 10 最好是按标准长度制造的，它们可以首尾相接地结合在一起，或许用标准的连接件。模块式加热器 10 是极柔软的，并且可以被制成易于卷绕在 1/2 英寸（1.27 厘米）直径的管道周围的产品，从而为管道提供非常均匀的加热。

为了包裹诸如阀门、三通和法兰盘之类的管道零件，可以设计特殊的模块部件。图 3 示出一种准备安装在管道阀门上的这样的模块式阀门加热器 40。阀门加热器 40 通常可以被设计成“U”形，用 U 形狭缝 41 在阀杆周围滑行。然后，侧翼 42、44 包裹在管道或阀门周围并且在管道或阀门的底部连接起来。侧翼可以包含接插件 46、48，通过它们模块 40 可以电连接到第一线性模块 50 和 / 或第二线性模块 52 上。为了易于与阀门模块 40 连接，第一线性模块 50 可以被剪裁成碰触到阀门和安装在经过修整的末端上的接插件 54 的正确长度，第二线性模块 52 也可以同样剪裁。阀门模块 40 可以独立于其它模块被直接连接到电源上，这也是可能的。

本发明的优点是由于加热元件是在比较大的表面区域范围内前后编织而成的，所以与诸如 Mineral Insulated (MI) 电缆之类的更传统的加热电缆相比每英尺可以产生数量更大的瓦特数。现有技术的模块式加热器如同在授权给 Whitney 的美国专利第 4,638,150 号中揭示的那样使用刚性的加热模块，这种模块非常不易弯曲以致不能有效地包裹管道时使用。虽然把这些 Whitney 的刚性模块连接起来的线有一些柔韧性，但是总体结构不是非常柔软的。反之，本发明在纵向和横向两个平面中都是柔软的。这些模块是为便于现场安装而设计的，而且维修简单，因为损坏的模块可以被拆除然后简单地装上一个新的。

当然，也有模块式加热器 10 可以作为平片使用的很多应用，而且它们显然不局限于把它们卷绕到管道上的应用。

前面揭示的模块式设计还可以被用于类似防止水管在冬天冻结的低温应用。在这种情况下，可以使用比 24 伏低得多的电压，而且可以使用各种加热线材，其中包括具有正温度系数（PTC）的聚合物。这样的 PTC 材料可以起自动限温加热器的作用，因为 PTC 材料的电阻率随着温度增加。因此，当温度增加时，加热器的电阻增加，于是电流减小，直到达到平衡温度为止。低电压加热器在像“区域 0”和“区域 1”那样有危险的或挥发性的材料存在的区域中尤其有用。

除了具有正温度系数的 PTC 材料之外，还有具有负温度系数（NTC）的材料和全然没有响应被称作零温度系数（ZTC）的材料。PTC 材料、NTC 材料和 ZTC 材料通常都是以像聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、含氟聚合物和含氟弹性体、橡胶、硅树脂和其它适合与赋予它们传导性的填料合并而且能加工成诸如电缆、条带之类的形状的可回收的弹性聚合物材料那样的半结晶聚合物为基础的。制造过程是通过挤压、模塑、层压的传统方法和在聚合物加工工业中众所周知的其它涂布方法完成的。

聚合物 PTC 材料对于像包裹管道这样的应用尤其是有用的，因为它们比以前可利用的刚性模块中的材料柔软得多。此外，如同下面将予以描述的那样，已被做成同轴电缆的 PTC 材料通过在某个区域内来回地编织它可以被用作加热元件，以同样的方法可以被用作上述的高温加热器的线材 16。

因此，第二优选实施例是使用聚合物 PTC 材料作为在母线之间并联的加热元件的自动调节模块式加热器。同样，模块部件可以被连接成任何长度的电缆，而且每个模块都可以在加热区域的任何边界被修整到适当的长度。PTC 加热器在衬底上蜿蜒盘绕，该衬底最好是诸如玻璃棉、泡沫塑料之类的柔软的绝缘体，尤其是在市场上被称为 Astrofoil 或 Reflectex 的材料，这种材料是在绝缘包皮的内

表面和外表面上有反射表面的绝缘体。Astrofoil 是合乎需要的，因为它不仅减少了辐射热损失而且可以提供良好的绝热和防潮性能。这种加热器是用带子或系绳就地固定在衬底上的。然后，将其与一层或多层铝、铝/聚酯薄膜的复合材料或任何其它传导性/绝缘性的复合材料一起层压。

如同前面讨论过的那样，这些模块式加热器可以被用于给管道等加热，可以被用于给褥垫、外伤覆盖物加热，以及被用在医学应用中。这些装置可以是为用电池供电的低功率（例如 12 伏）的用途设计的。因此，它们对于没有线路电压可利用的应急装置或野营应用是非常有用的。

本发明的第三优选实施例是用 PTC 材料层压到经过蚀刻的箔层上形成加热带 60 的加热器装置。使用这种装置可以产生 1/4~2 瓦/平方英寸（1.6129~12.9032 瓦/平方厘米）或更高的功率水平，因此可以产生在 110°F-180°F（43.33°C-82.22°C）范围内或更高的温度。使用蚀刻箔的加热带的典型部件是用图 4 和图 5 表示的。优选有顶部的绝缘层，但是为了看清楚在这两个图中顶部的绝缘层被移开。在某些方面，加热带在结构上类似于上述的模块式加热器，而且用 PTC 带构成离散的区域同样是可能的。但是，图示的实施例具有在沿着加热器的长度延伸的连续的带子上的 PTC 元件。这些元件同样可以被切割到适当的长度，而且不受用区域边界作为优选的切割区的限制。还有两个供电母线 12、14，为数众多 PTC 加热元件 62 在这两个母线 12、14 之间被串联连接在一起。PTC 元件 62 搁在被一层已被蚀刻成留下传导性通道 68 与串联的 PTC 元件 62 连接的箔 66 覆盖的衬底 64 上。已被并入这个优选实施例的可选的特征是负温度系数（NTC）材料的涂层 70。NTC 材料在达到某个温度范围之前维持高电阻，并且在该点电阻迅速减少。因此，如果在这些加热模块元件中出现过热部位，那么这个 NTC 涂层就被用作为转移电流的安全旁路。使用没有温度系数响应的材料也是可能的，但是它将仅仅在 PTC 层的温度和电阻太高时通过提供电阻

比较低的并联的电流路径起旁路的作用。图 5 示出沿着图 4 的 5-5 线截取的加热器模块的剖视图。

如上所述，加热带 **60** 可以构成模块，并且再次把这些模块连接在一起或者按任何长度切割模块 **60** 是可能的。衬底 **64** 可以是绝缘的 PTC 带以及其它的传统材料。本发明的优点是它可以用在类似 240 伏和 480 伏的高电压下，因为在串联起来装置中彼此连接在一起的元件可以把电压分配到不同的元件上，例如图示的 5 个元件，所以每个元件将分别下降 48 伏或 96 伏。当然，把单一的单元制备在作为独立单元的经蚀刻的箔的比较小的部分上是可能的。其它电子元器件可以被并入经蚀刻的箔的设计，这对于本领域技术人员来说将是明显的，而且这一切都是本发明所预期的。

图 6 示出作为用符号 **100** 表示的同轴加热器电缆的本发明的第四优选实施例。该实施例是一种自动调节的加热电缆，它具有在中心电极线和优选呈多股接地外皮形式的外层电极线之间同心地分层的一层或最好是两层的聚合物 PTC 材料。这种构造类似标准的同轴电缆，但是 PTC 层实际上起与两个电极并联的电阻器延伸电路的作用。它具有在实现均衡状态时提供非常迅速的响应时间的优点，并且能在非常低的电压下操作。另外，通过线性的阻抗分析察觉线路中的短路也非常简单。它也可以被轻易切割到适合应用的长度，或者如同在模块式实施例中那样，不同的长度可以结合在一起做成合成的长度，通常用延长绳路可以被连接在一起的方法。本发明的额外优点是由于具有圆形的横截面所以与具有椭圆形或矩形的横截面的电缆相比减少了电缆连接器系统的总体积。

中心电极 **102** 可以是被可能是挤塑成形的第一层正温度系数 (PTC) 的半导体材料 **104** 包围着的单芯线，或者最好是 16 AWG 镍-铜的多股母线，尽管任何标准规格都是可能的。然后被第二层高温聚合物、最好是 PTC 材料或负温度系数 (NTC) 材料或者更传统

的零-温度系数 (ZTC) 材料 **106** 包围着，该第二层本身又被作为优选的等效的 16 AWG 镍-铜编织物的第二电极 **108** 包围着。最后作为一个整体被含氟聚合物或任何其它适当的外部绝缘层 **110** 包围着。再一次，不用彼此之间的适当的尺寸关系描绘各层的相对厚度。层 **104、106** 还可以具有保证在第一层 **104** 和第二层 **106** 之间以及在第二层 **106** 和外层电极 **108** 之间具有良好的电接触的可选的导电层（未示出）。

就某些应用而言，补充性的接地编织物和最后的绝缘层可以加上去，使电缆实际上是三轴的。在这样的三轴构造中，有可能第一层 PTC 材料 **104** 同样在内层电极 **102** 和外层电极 **108** 之间，第二层 **106** 现在位于外层电极 **108** 和新的接地编织物（未示出）之间，而外部的绝缘层 **110** 包围这一切。还可能是这样，即接地线不采用编织线的形式，而是被技术上众所周知的包装线代替，但是在本发明中这种包装线是以新颖的方法使用的。

这种同轴的加热器电缆 **100** 也如同在野营装备中发现的那样非常好地适合在类似 12 伏或 24 伏那样的低电压下操作。对这些系统的供电可以由电池或类似的电源提供。

一些现有技术的电缆加热器是用两根与在其间的 PTC 材料并排的电极线这样构成的，以致整个横截面是菱形的或椭圆形的。这样的构造限制横截面尺寸比较大的方向的柔韧性。圆形的构造在各个方向上具有良好的柔韧性。圆形横截面使借助在椭圆形横截面的现有技术的加热电线的情况下不可能使用的传统的剥线器剥线变得容易。圆形构造还提供更均匀的加热和温度分布。在采用圆形横截面的现有技术的加热器当中，大多数已有成螺旋形地卷绕在 PTC 层周围的外层电极。这会导致加热时沿着长度产生局部变化的一致性和性能的不稳定性。

人们已经发现在使用双层的 PTC 材料时如果选择正确通常可以在不同的供电电压下允许同样的功率输出的额外的优点。通常，为了在使用小厚度的单层材料的情况下在加热电线中产生适当的功率水平，该层材料的电阻率必须非常高，在每厘米的几兆欧的范围内。但是，本发明的同轴加热电缆 100 使用两个电阻率大约为每厘米 150,000 欧姆的薄层。这两个薄层 104、106 可以作为在内层电极 102 和外层电极 108 之间形成分压器的两个串联电阻器被模型化。在每个电阻器（薄层）中产生的功率等于电压的平方除以电阻  $P=V^2/R$ 。由于具有非常薄的第一层，通过给定体积的 PTC 材料流动的电流（电流密度）比在比较厚的层或厚度相等的外层中的电流密度高。这个电流密度引起温度升高，而温度上升又引起材料的电阻迅速增加（见电阻随温度变化图，图 7）。材料的组成是这样选定的，以致对于预期的电压范围而言，材料的行为将遵从曲线中电阻按指数形式增加的右侧部分，事实上，比功率方程中的电压的平方因子迅速得多。因此，当第一电阻器（层）的电阻按指数形式向上冲时，在其两端成比例的电压相应地增加，但是不像电阻那样迅速。所以，功率不怎么增加。第二层也被加热，但是具有比较低的电流密度，因此电阻增大的程度比较小。第一层当然也给第二层加热，并且最终（实际上，在第二层的一部分中）达到平衡。

如果使用的是单层，只要不使用厚度与本发明中的双层合并后的厚度相当的单层 PTC 材料，同样的平衡过程就会发生，电流密度将非常小。材料将倾向于更多地按图 7 的曲线的左边区域行动，电阻的增加在速度上可以不超过电压的增加，因此消耗的功率将比较高。功耗方面的这种变化在处理不同的电源时可能是不希望的。

这种变化的实际应用是在使用供电电压在 12~240 伏之间变动的加热电缆的时候。当前，在使用单层材料的加热电缆必须为了在 120 伏的线路电压而不是在 240 伏的电源下工作而采用不同的设计，因为每个设计都必须是为不同的电力使用范围额定的。

反之，本发明的加热电缆 100 在适当地选择 PTC 层电阻的情况下可以与 12 伏、120 伏和 240 伏的电源一起使用，因为当第一层 104 的电阻按指数曲线中比较高的范围内操作时所使用的功率落在同样的额定功率范围内。因此，一个产品可以代替两个。

如同前面提到的那样，第二层 106 可以是用 NTC 材料或零温度系数（ZTC）材料制成的，在这种情况下电缆的功耗特征将是可进一步利用的。这种组合的一个优点是当 NTC 或 ZTC 层的电阻比 PTC 层高的时候，电路的总电阻是高的，它限制首先冲入电路的初始电流。所以，与这样的电路一起使用的电路保护器具有比较小的额定值。

电缆可以由各种各样的方法制作。这些层可以是挤压成形的，或者是通过浸泡电线或喷涂形成的。

这些同轴加热电缆有很多用途。它们具有工业用途：防止管道、上下水管线和容器冻结；铺设取暖地板；使排水管、溢流罐升温；以及维持热水和蒸汽管道的温度。此外，它们可以被用于除去房顶和水槽上的冰。它们还可以在材料的温度必须被维持在某个范围以维持它们的粘度和流动特征的场合被用于维持管道温度。

本发明的第五个优选实施例是利用一个或多个 PTC、NTC 或 ZTC 元件的可复原的保险丝。如果使用的是 PTC 元件，该元件被串联在待保护的电路中。于是，当电流增大时，温度升高，从而使电阻增加到该元件起断开电路的作用的点，于是关闭电源。在温度降低之后，电阻也减少，于是保险丝“复原”，以便允许再一次操作。如果使用的是 NTC 材料，该元件与电路并联，以致随着元件变热，电阻下降，于是电流绕过电路被分流，因此关闭它。

这种类型的保险丝目前优选的实施例是沉积在诸如蚀刻箔或带植入的电触点的绝缘材料之类的衬底上的一层 PTC 或 NTC 材料。

可复原的保险丝的一大优点是由于它是可复原的，所以在被触发之后不需要更换。因此，它可以作为完整的元件装入电路，并且可以在物理上被定位于 PC 板、经蚀刻的箔电路、甚至地下电缆上的通常难接近的区域。本发明的另一个优点是因为 PTC 层比较薄，所以其升温非常迅速。因此，元件的响应时间可以非常短，只有千分之几秒。

在操作电子装备或电路时，电压峰值是常见的。正如电流峰值通过机械和材料的正常操作被引入那样，电压峰值也被引入并且需要受到控制。某些装置或电路可能需要针对电流峰值和电压峰值的保护措施。与装置串联的 PTC 器件在大电流通过它时起热激活保险丝的作用。尽管响应时间相当快，但是对于转瞬即逝的电压峰值它可能太慢，以至于无所适从。相比之下，对电压变化敏感的新材料即电压敏感材料（VSM）可能动作非常迅速，在毫微秒范围内，因此可以在 PTC 器件不能单独提供电压峰值保护的场合提供电压峰值保护。所以，同时使用 PTC 元件和 VSM 元件为装置或电路提供两种类型的保护可能是合乎需要的。VSM 材料通常是通过把诸如氧化铝或氧化锌之类的金属氧化物引入如同在 PTC 材料中使用的那些聚合物材料生产的。

因此，参照图 8，可复原的保险丝元件 120 的另一种保护性的应用可以是 VSM 元件 124 被置于与和被保护电路 126 串联的 PTC 元件 122 并联的场合。PTC 元件 122 将保护电路 126 免受太高的电流的影响。在达到电压极限时 VSM 124 的电阻击穿，并且作为分流器起作用，从而切断流向 PTC 元件 122 和被保护电路 126 的电流。与电路并联，它将不妨碍电路的正常操作，并且通常具有这样高的电阻，以致它起开路的作用。类似的配置在上文中关于使用 NTC 材料作为分路的讨论中曾经出现过，但是，再一次由于 NTC 器件的响应是以热响应为基础的，响应时间将比 VSM 材料所能实现的慢很多。

VSM 还可以用通过添加诸如铝、锌之类的金属具有导电性的聚合物制作。VSM 元件可以被做得非常薄，千分之几英寸厚，并且可以是为任何电压和电阻范围而设计的。VSM 器件也作为“可复原的开关”。和 PTC 材料一样，可能有几种加工方法。如果以聚合物为基础，为了涂在芯片上，材料可以被挤出、挤出涂覆或溶剂涂覆，或者被做成糊状。在同一块芯片上通过受掩膜控制的沉积在膜层中包括 PTC 和 VSM 两种材料也是可能的。采用这种构造的两种类型的元件是特别有用的，因为它们很容易被包括在作为受保护电路的衬底上，并且由于它们不必拆除或更换所以它们可以在制作 PC 板时被集成为一体。

除了上述的实例之外，前面揭示的本发明的装置的各种其它改进实施例和替代实施例可以在不离开本发明精神的情况下得以完成。

## 工业应用

本发明的模块式加热器和可复原的保险丝非常适合在各种工业、制造业和家庭的应用中使用。

有很多需要像用加热装置卷绕管道阀门那样的卷绕不规则物体的应用。这些应用中有许多应用也需要在使用的加热器材料的数量和形状方面的更多的灵活性。因此，非常需要将自动调节的加热器设计成模块式，以使特定长度的材料可以被结合起来变成更长的长度，另外，也需要长度能够被剪裁成比较短的长度，当然这要在不损失功率或加热能力的情况下进行。

有很多必须将材料维持在 500-600 华氏度 (260-315.56 摄氏度) 的高温下的应用。这样的应用包括使沥青和硫磺维持在液体状态。如果这些材料能够保持熔融状态，那么它们就可以流过管道，因此很容易把它们输送到使用工位。但是，在管道输送这些材料时遇到的困难是在材料被迫

通过未经加热的管道流动时所经历的热损失。由这些管道造成的热损失相当大，从而引起材料固化和阻碍材料的流动。

本发明的第一实施例 10 提供能够被制成一系列能够被连接在一起近乎覆盖任何管道长度并且能够为了进一步适应管道的中间长度而对长度进行修整和提供密封的修整末端的模块 30 的非常柔软的高温加热器。为了卷绕诸如阀门、三通和法兰盘之类的管道零件，可以设计特殊的模块部件。本发明的第一实施例的一种类型是能够安装在管道阀门上的模块式阀门加热器 40。阀门加热器 40 可以被设计成一般的“U”字形，它可以用 U 的狭缝 41 在阀杆周围滑动。然后，侧翼 42、44 可以卷绕在管道或阀门的周围并且在管道或阀门的底部连接起来。前面揭示的模块式设计还可以被用于低温应用，例如防止水管在冬天冻结。在此情况下，比 24 伏低得多的电压可以被使用，而且各种加热电线材料都可以被使用，其中包括具有正温度系数（PTC）的聚合物。这样的 PTC 材料可以作为自动限温的加热器，因为 PTC 材料将随着温度增加其电阻率。这样，随着温度升高，加热器的电阻增大，于是电流减小，直到达到平衡温度为止。低电压的加热器在像“区域 0”和“区域 1”那样的有危险的或挥发性的材料存在的场合是特别有用的。

聚合物 PTC 材料对于像包裹管道那样的应用是特别有用的，因为它们比以前可利用的刚性模块柔软得多。另外，已被制成同轴电缆的 PTC 材料可以通过在某个区域内来回编织作为加热元件使用。

因此，第二优选实施例 40 是用聚合物 PTC 材料作为跨接母线并联的加热元件的自动调节的模块式加热器。同样，模块部件可以连接起来形成任何长度的电缆，而且每个模块都可以在加热区域的任何边界被修整到适当的长度。PTC 加热器在衬底上蜿蜒盘绕，该衬底最好是诸如玻璃棉、泡沫塑料之类的柔软的绝缘体，尤其是在绝缘包装的内侧和外侧有反射表面的绝缘体即市场上叫做 Astrofoil

或 Reflectex 的材料。Astrofoil 是合乎需要的，因为它不仅减少辐射热损失，而且可以提供良好的绝热和防潮壁垒。这种加热器在适当的位置用带子或系绳固定在衬底上。然后，将其与一层或多层铝、铝/聚酯薄膜或任何其它传导性/绝缘性的复合材料一起层压。

如上所述，这些模块式加热器可以被用于给管道等加热，还可以被用于使褥垫或外伤覆盖物升温，或者在医学应用中使用。这些装置可以是为小功率用途（12 伏，等等）设计的，在这种场合电力是由电池提供的。因此，它们对于没有线路电压可用的应急装置或野营应用是非常有用的。

本发明的第三个优选实施例是利用已被层压到经蚀刻的箔层上的 PTC 形成加热带 **60** 的加热器装置。使用这种装置，可以产生  $1/4 \sim 2$  瓦/平方英寸 ( $1.6129 \sim 12.9032$  瓦/平方厘米) 或更高的功率水平，从而产生在  $110^{\circ}\text{F}-180^{\circ}\text{F}$  ( $43.33^{\circ}\text{C}-82.22^{\circ}\text{C}$ ) 范围内或更高的温度。

本发明的第四个优选实施例是同轴加热电缆 **100**。该实施例是自动调节的加热电缆，它具有在中心电极线和优选呈多股接地外皮形式的外部电极线之间被同心地分层的一层或最好是两层聚合物 PTC 材料。这种构造类似于标准的同轴电缆，但是，PTC 层实际上作为与两个电极并联的扩展电阻器电路。它在为了实现均衡状态提供非常迅速的响应时间方面具有优势，并且能在非常低的电压下操作。通过线性的电阻分析察觉线路中的短路也非常容易。它还可以被轻易地切割到适合应用的长度。

该方面的实际应用是在用 120 伏和 240 伏供电的加热器电缆的使用中。当前，在使用单层材料的加热电缆必须为在 120 伏线路电压而不是在 240 伏电源下而采用不同的设计，因为每个设计都必须额定不同的电力使用范围。

---

反之，本发明的加热电缆 100 可以在 120 伏和 240 伏两种供电的情况下被使用，因此一种产品可以代替两种产品。

这些同轴加热电缆具有很多用途。它们具有工业用途：防止管道、上下水管线和容器冻结；铺设取暖地板、使排水管、溢流罐升温；以及维持热水管道和蒸汽管道的温度。另外，它们可以被用于房顶和水槽的除冰。它们还可以在材料温度需要被维持在某个范围内以使它们的粘度和流动性能得以维持的场合被用于维持温度。

本发明的第五个优选实施例是利用一个或多个与电压敏感材料（VSM）124 相结合 PTC、NTC 或 ZTC 元件 122 的可复原的保险丝 120。在操作电子装备或电路时，电压峰值是常见的。正如电流峰值通过机械和材料的正常操作被引入那样，电压峰值也被引入并且需要受到控制。某些装置或电路可能需要针对电流和电压峰值的保护措施。PTC 元件 122 在与装置串联时作为热激活保险丝在大电流通过它时起作用。尽管响应时间相当快，但是对于转瞬即逝的电压峰值它可能还是太慢，以至于无所适从。相比之下，对电压变化敏感的新材料——电压敏感材料（VSM）能够在毫微秒范围内非常迅速地动作，因此可以在 PTC 器件单独使用无能为力的场合提供电压峰值保护。

因此，可复原的保险丝元件的另一个保护性应用可以是 VSM 元件 124 与和被保护电路 126 串联的 PTC 元件 122 并联。PTC 元件 122 将保护电路 126 免受太高的电流的影响。VSM 124 的电阻在达到电压极限时击穿，于是作为分流器，切断流向 PTC 元件 122 和被保护电路 126 的电流。

因此，就本发明的各种实施例而言在应用方面有相当大的变化。由于上述和其它理由，可以预计本发明的各种模块式加热器和可复原的保险丝将具有广泛的工业实用性。所以，本发明的商业应用将是规模巨大的和持久的。

尽管各种实施例已在前面予以描述，但是应该理解它们仅仅是为了举例说明而不是作为限制被提出的。这样，优选实施例的广度和范围不应该受前面描述的任何示范实施例的限制，而应该按照权利要求及其等同物来限定。

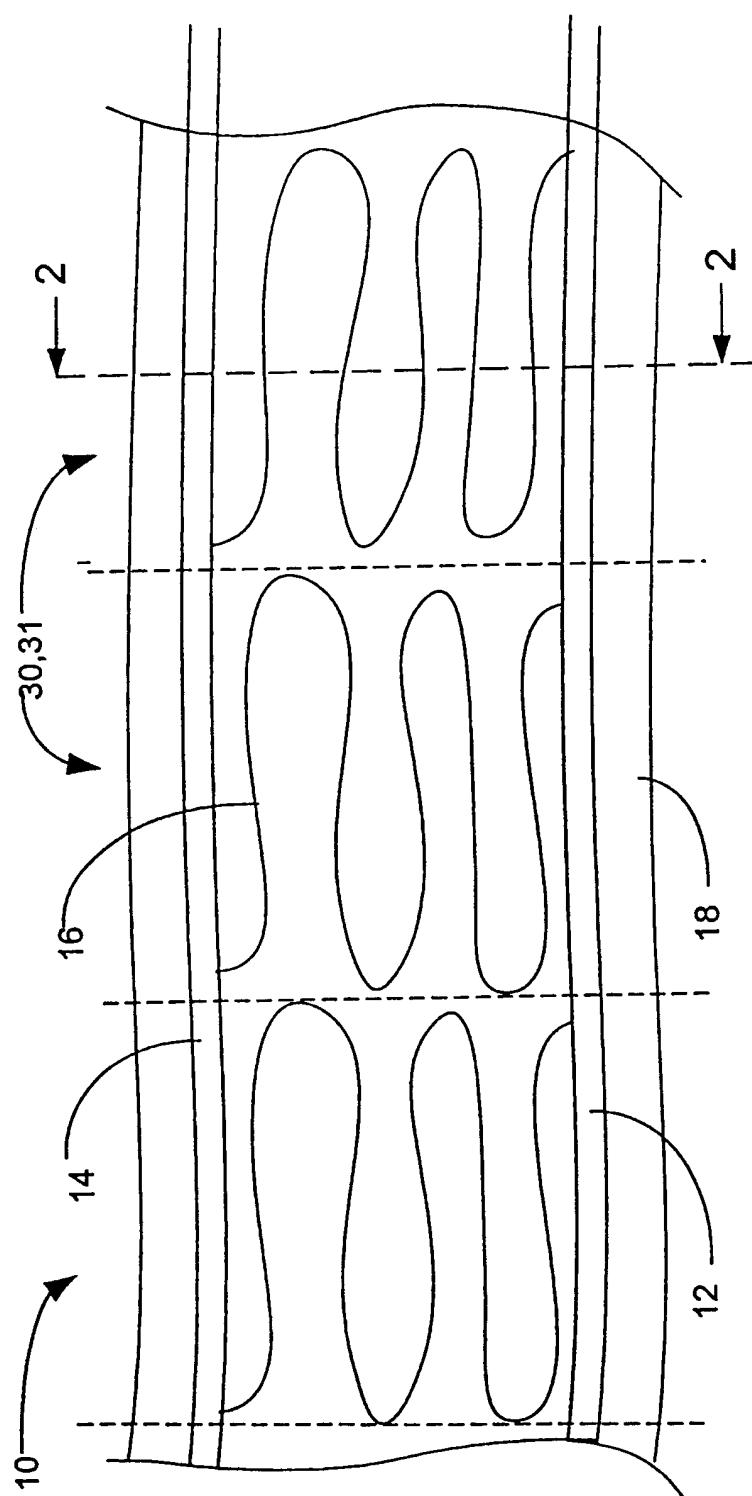


图 1

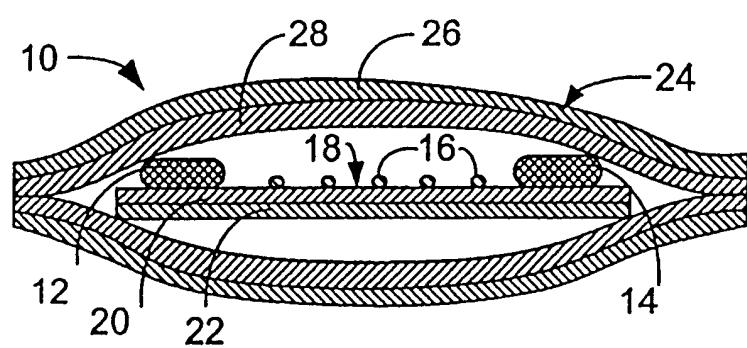


图 2

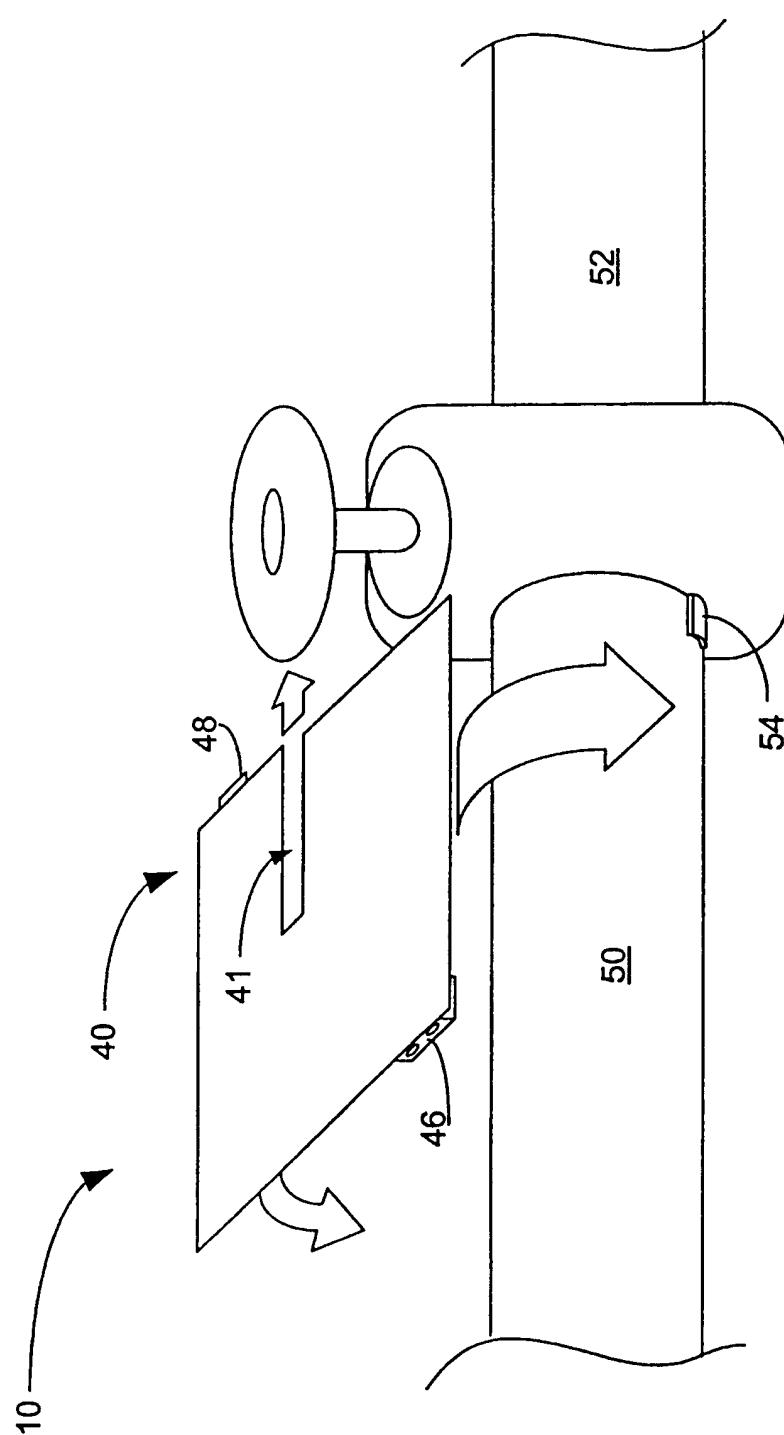


图 3

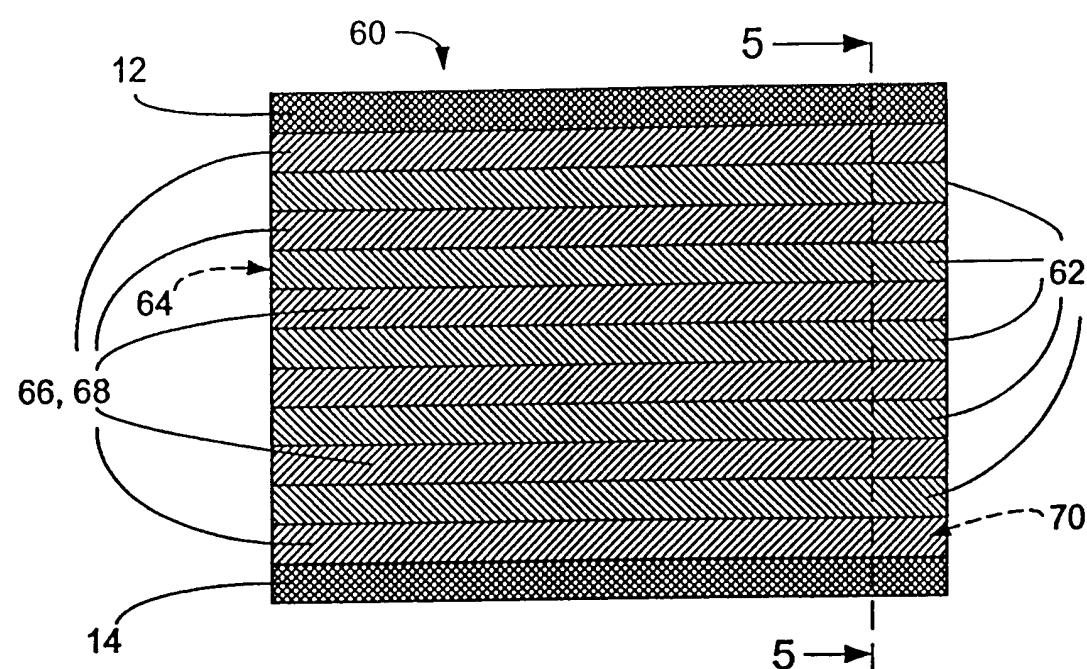


图 4

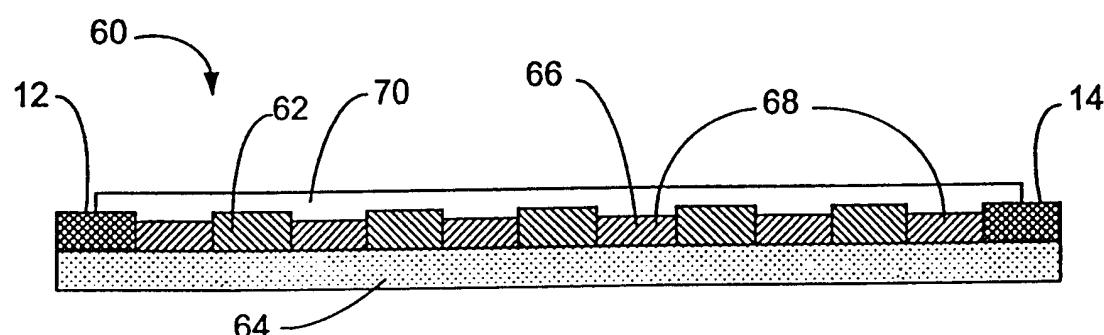


图 5

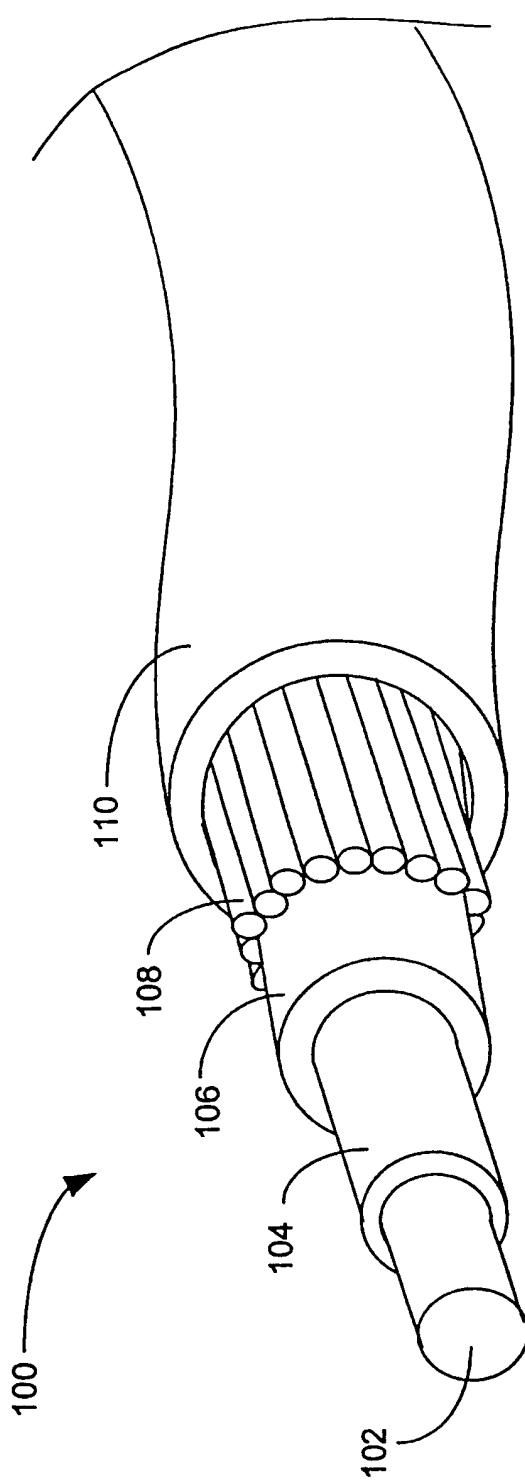
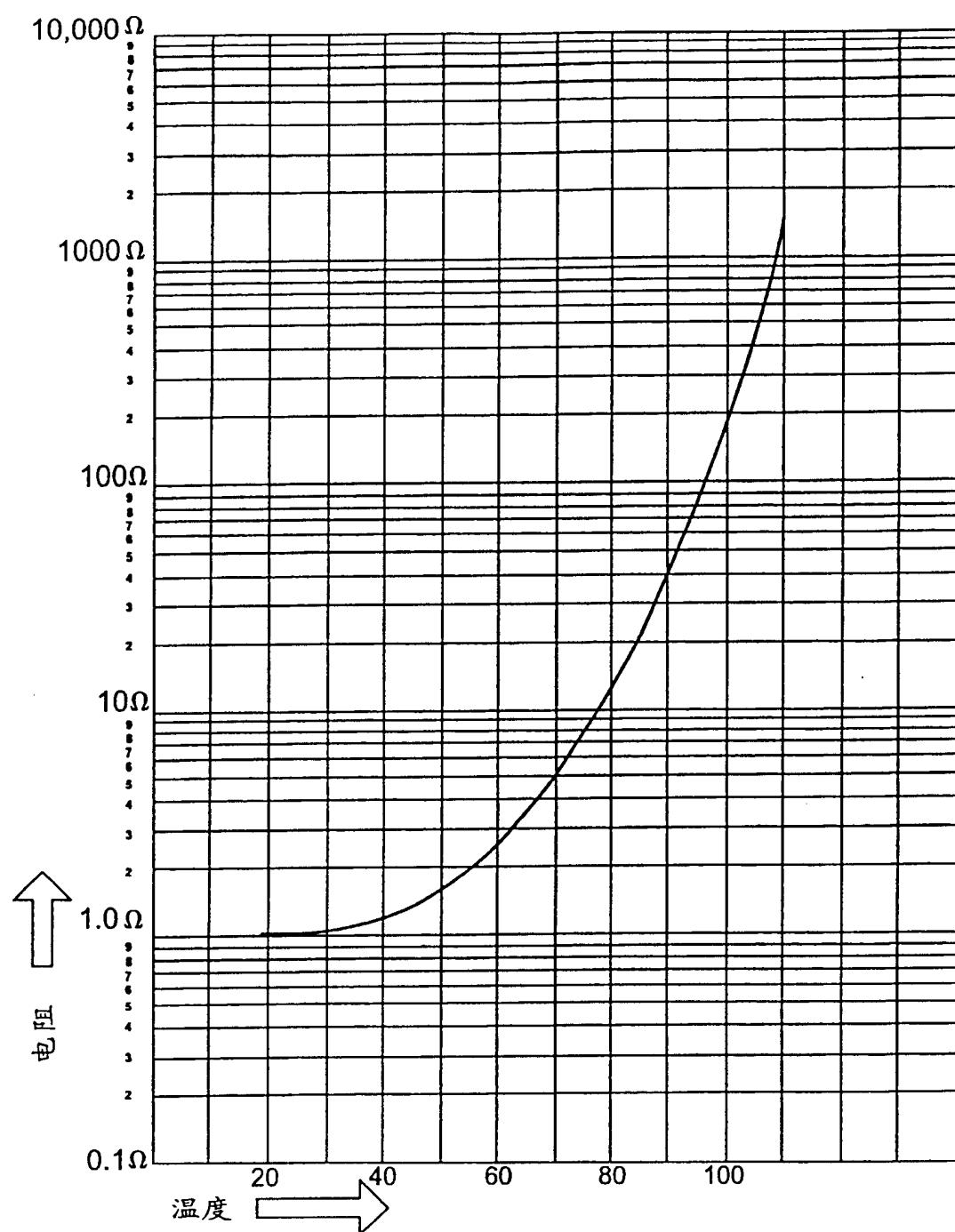


图 6



PTC 加热器电阻随温度的变化

图 7

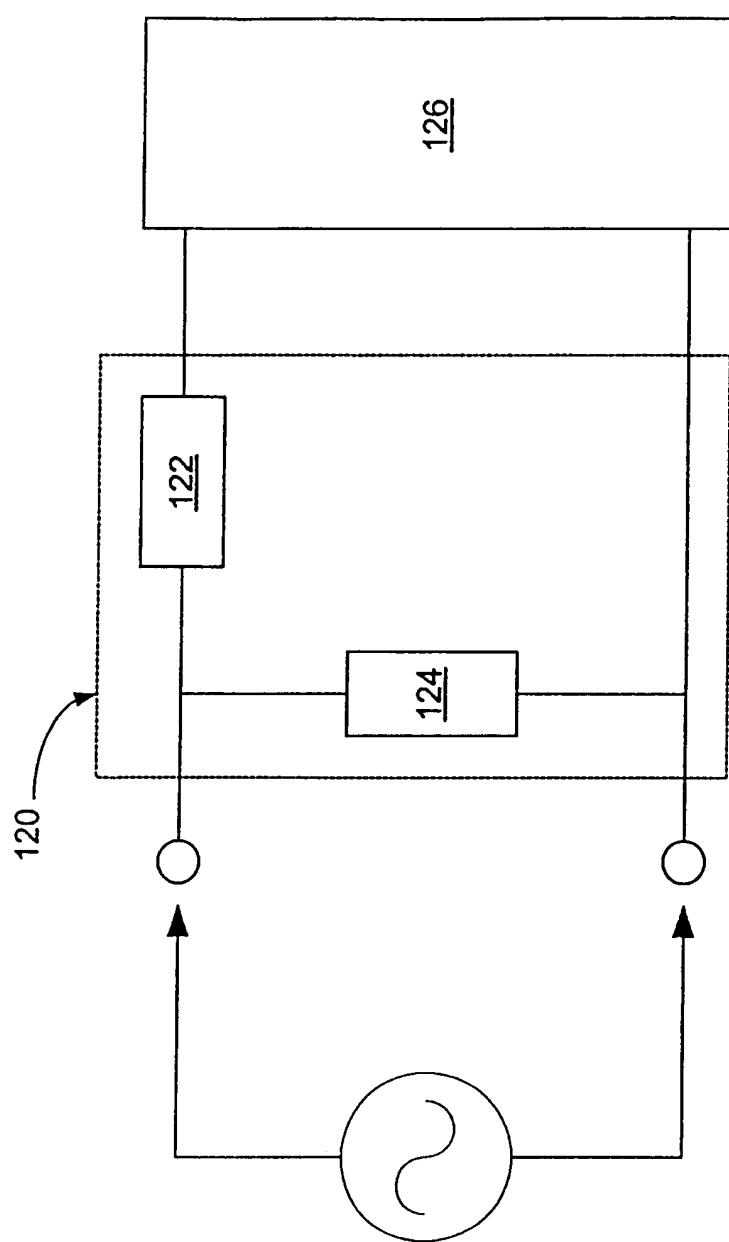


图 8