



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112087958 B

(45) 授权公告日 2024.08.20

(21) 申请号 201980030646.5

(72) 发明人 S·比拉特 G·考洛特

(22) 申请日 2019.05.29

D·恩格·怀·里欧恩格
H·K·常

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112087958 A

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

(43) 申请公布日 2020.12.15

专利代理人 宋岩

(30) 优先权数据

18175200.7 2018.05.30 EP

(51) Int.CI.

A24F 40/40 (2020.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A24F 40/46 (2020.01)

2020.11.06

A24F 40/53 (2020.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

A24F 40/57 (2020.01)

PCT/EP2019/063930 2019.05.29

A24F 40/50 (2020.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

(56) 对比文件

W02019/229112 EN 2019.12.05

CN 107427080 A, 2017.12.01

(73) 专利权人 菲利普莫里斯生产公司

GB 2529629 A, 2016.03.02

地址 瑞士纳沙泰尔

审查员 傅雨祺

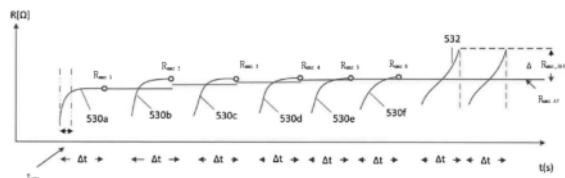
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

用于检测气溶胶生成系统中的加热器状况
的方法

(57) 摘要

一种电操作的气溶胶生成系统,包括:加热元件,其用于加热与加热元件相邻的气溶胶形成基材;电源,其用于向加热元件供应电力;以及与加热元件和电源通信的电路,电路包括存储器并且被配置为:响应于用户输入,在多个离散的加热循环期间调节对加热元件的电力供应;确定在每个加热循环期间加热元件的最大电阻;计算前n次加热循环中加热元件的最大电阻的滚动平均值,其中n为大于1的整数;比较加热元件的电阻和所计算的滚动平均值;当电阻大于滚动平均值B超过阈值时确定不利状况,阈值被存储在存储器中;并且基于在加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力,或者基于在加热元件处是否存在不利状况来提供指示。



1. 一种电操作的气溶胶生成系统,包括:

加热元件,所述加热元件用于加热与所述加热元件相邻的气溶胶形成基材;

电源,所述电源用于向所述加热元件供应电力;以及

电路,所述电路与所述加热元件和所述电源通信,所述电路包括存储器并且被配置为:

响应于用户输入,在多个离散的加热循环期间调节对所述加热元件的电力供应;

确定每个加热循环期间所述加热元件的最大电阻;

计算前n次加热循环中所述加热元件的最大电阻的滚动平均值,其中n为大于1的整数;

比较所述加热元件的所述电阻和所计算的滚动平均值;

当所述电阻大于所述滚动平均值超过阈值时确定不利状况,所述阈值存储在所述存储器中;并且

基于在所述加热元件处是否存在不利状况来控制供应给所述加热元件的电力,或者基于在所述加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

2. 根据权利要求1所述的电操作的气溶胶生成系统,其中n介于2和5之间。

3. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,其中所述电路被配置为控制电力或者提供在两个连续的加热循环中是否确定不利状况的指示。

4. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,其中所述电路被配置为仅在所述加热循环开始之后经过预定的开始时间段之后才确定所述不利状况,所述预定的开始时间段被存储在所述存储器中。

5. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,还包括吸嘴,用户能够在所述吸嘴上抽吸以将气溶胶从所述系统中抽出,其中所述电路包括抽吸检测器,用于检测用户何时在所述系统上抽吸作为用户输入,并且其中所述电路被配置为当由所述抽吸检测器检测到抽吸时,从所述电源向所述加热元件供应电力。

6. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,其中所述电路被配置为确定在每个加热循环期间是否存在不利状况。

7. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,其中所述电路被配置为测量流经所述系统的空气的空气流速,并且其中所述电路被配置为基于所测量的空气流速来调节电阻测量结果或一个或多个存储的阈值。

8. 根据权利要求1或2所述的电操作的气溶胶生成系统,其中所述系统包括装置和可移动盒,其中所述电源和所述电路在所述装置中,并且所述加热元件在所述可移动盒中,并且其中所述盒包括液态气溶胶形成基材。

9. 一种控制对电操作的气溶胶生成系统中的加热元件的电力供应的方法,包括:

响应于用户输入,在多个离散的加热循环期间调节对所述加热元件的供电;

确定在每个加热循环期间所述加热元件的最大电阻;

计算前n次加热循环中所述加热元件的最大电阻的滚动平均值,其中n为大于1的整数;

比较所述加热元件的所述电阻和所计算的滚动平均值;

当所述电阻大于所述滚动平均值超过阈值时确定不利状况,所述阈值被存储在存储器中;以及

基于在所述加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力,或者基于在所述加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

10.一种非暂态的计算机可读存储介质,存储有可直接加载到微处理器的内部存储器中的计算机程序,所述计算机程序当在电操作的气溶胶生成系统中的可编程电路上运行时使得所述可编程电路执行根据权利要求9所述的方法,所述系统包括用于加热气溶胶形成基材的加热元件和用于向所述加热元件供应电力的电源,所述电路连接到所述加热元件和所述电源,所述电路被配置为检测所述加热元件的电阻。

用于检测气溶胶生成系统中的加热器状况的方法

技术领域

[0001] 本发明的说明书涉及通过加热操作的气溶胶生成系统。特别地，本发明涉及检测电加热气溶胶生成系统中异常或不期望的加热器状况。

背景技术

[0002] 在一些气溶胶生成装置中，将液态气溶胶生成基材从液体储存部分递送到电加热元件。在加热至目标温度时，气溶胶生成基材汽化以形成气溶胶。液态基材通常通过芯递送到加热元件。当芯中的气溶胶生成基材的量耗尽时，加热元件可能会过热，从而对气溶胶质量产生负面影响。

[0003] WO2012/085203公开了一种气溶胶生成系统，该气溶胶生成系统监测加热元件处的温度升高，其中加热器温度的快速升高指示芯处的干燥。

[0004] WO2016/1050922和WO2018/019533公开了检测加热元件处气溶胶生成基材的消耗的更复杂的方法。WO2016/1050922教导了一种系统，该系统依赖于电阻的变化相对于预定的初始电阻的比率或百分比。WO2018/019533公开了一种不考虑初始耐热性的系统。相反，该系统测量加热期间电阻的绝对增加，并且被配置为在电阻增加超过预定阈值时关断。

[0005] 然而，所有这些用于检测气溶胶生成基材的消耗的技术仍然需要实质上提高加热器温度，以便检测所得电阻的变化。此外，这些方法中的一些要求检测初始加热器电阻。

发明内容

[0006] 根据本发明的第一方面，提供了一种电操作的气溶胶生成系统，包括：加热元件，该加热元件用于加热与加热元件相邻的气溶胶形成基材；电源，该电源用于向加热元件供应电力；以及与加热元件和电源通信的电路，该电路包括存储器并且被配置为：响应于用户输入，在加热循环周期中调节对加热元件的电力供应；确定加热元件的电阻相对于时间的一阶导数；如果在加热循环周期中的预定时间或之后的加热循环周期中，电阻的所述一阶导数超过存储在存储器中的阈值，则确定存在不利状况；并且基于在加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力，或者基于在加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0007] 电路通过监测加热元件电阻的一阶导数来确定不利状况，诸如气溶胶形成基材的消耗或系统故障。电路可被配置为确定加热元件处液态气溶胶形成基材的消耗。在本文中，“消耗”是指在加热元件处提供的气溶胶形成基材的量不足，或者完全耗尽气溶胶形成基材，例如空盒。无论哪种方式，这都可能导致“干式”加热元件，而不是被液态气溶胶形成基材浸透的“湿式”加热元件。例如，当盒为空或接近为空时，不足量的液态气溶胶形成基材可被供应给加热元件。这可意味着所产生的气溶胶不具有期望的特性，例如气溶胶粒径或化学成分。这可导致用户体验不佳。

[0008] 当检测到不利状况时，电路可以停止电力供应。这是有利的，因为一旦检测到在加热元件处干燥，用户便不能再使用气溶胶生成系统。这可以避免产生不具有期望特性的气

溶胶。因此,这可以避免用户的不良体验。电路可被布置成通过烧断加热元件和电源之间的保险丝来将加热元件去激活。电路可被布置成通过断开加热元件与电源之间的开关来将加热元件去激活。去激活加热元件的替代方法对于技术人员而言将是显而易见的。在一些情况下,电路可被配置为在检测到不利状况时减少但不完全停止向加热元件供电。

[0009] 电路可以替代地或另外向用户提供指示以向用户警告不利状况。指示可以是音频指示、视觉指示、机械指示诸如振动、嗅觉指示或本领域的技术人员已知的任何其他指示方式中的一种或多种。然后,用户可以准备更换或重新填充盒。

[0010] 一般来讲,递送到加热器进行汽化的气溶胶形成基材的量越少,对于给定的施加电力,加热元件的温度越高。这是因为用于加热和汽化气溶胶形成基材的能量将被替代地用于加热加热元件。因此,在气溶胶形成基材耗尽时,加热元件处的电阻可增加。

[0011] 因此,电路可以通过监测对于给定电力供应加热元件的电阻的一阶导数来确定不利状况。例如,可以在检测到电阻突然激增时确定不利状况。有利地,这可使得能够快速检测不利状况。这是因为,如在现有系统中公开的那样,即使在加热器温度已达到预定阈值之前也可以容易地确定不利状况。这可以提供防止在加热元件处过热的保护措施。

[0012] 可选地,预定时间段是在加热循环周期开始之后的固定时间段,该固定时间段被存储在存储器中。预定时间段可以是加热元件从环境温度加热到操作温度的典型持续时间。而操作温度可以是气溶胶形成基材汽化的温度。即,一旦气溶胶形成基材开始在加热元件处汽化便进行不利状况的确定。因此,所述确定可以不考虑加热元件的加热期间的温度升高。例如,在这样的加热期间,可能期望迅速且可能不一致的温度升高,但是这种温度升高可能不一定归因于缺乏气溶胶形成基材。因此,一旦加热元件达到操作温度,就可以进行更准确的确定。

[0013] 加热元件达到其工作温度所需的时间可能会有所不同。例如,较高的环境温度,或随后在与加热的加热元件的接触过程中的抽吸,可能仅需要较短的预定时间即可达到目标温度。因此,可选地,电路被配置为计算加热元件的电阻相对于时间的二阶导数,并且其中预定时间是二阶导数超过或等于二阶导数阈值的时间。有利地,二阶导数可允许在每个加热循环期间主动确定预定时间段。这可以提供对不利状况的更可靠的确定。

[0014] 可选地,二阶导数阈值为零。这可以有利地允许电路精确地指出加热元件达到其操作温度的时刻。这是因为二阶导数为零指示加热元件处不再存在温度变化。因此,加热器温度的任何进一步突然变化只能归因于不利状况。

[0015] 根据本发明的第二方面,提供了一种电操作的气溶胶生成系统,包括:

[0016] 加热元件,该加热元件用于加热与加热元件相邻的气溶胶形成基材;

[0017] 电源,该电源用于向加热元件供应电力;以及

[0018] 与加热元件和电源通信的电路,该电路被配置为:

[0019] 响应于用户输入,在加热循环周期中调节对加热元件的电力供应;

[0020] 确定电阻相对于时间的二阶导数;并且

[0021] 当二阶导数超过或等于二阶导数阈值时确定不利状况;以及

[0022] 基于在加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力,或者基于在加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0023] 二阶导数阈值可以为零。二阶导数阈值可以是正值。

[0024] 根据本发明的第三方面，提供了一种电操作的气溶胶生成系统，包括：加热元件，该加热元件用于加热与加热元件相邻的气溶胶形成基材；电源，该电源用于向加热元件供应电力；以及与加热元件和电源通信的电路，该电路包括存储器，并且被配置为：响应于用户输入，在多个离散的加热循环期间调节对加热元件的电力供应；确定每个加热循环期间加热元件的最大电阻；计算前n次加热循环中加热元件的最大电阻的滚动平均值，其中n为大于1的整数；比较加热元件的电阻和所计算的滚动平均值；当电阻大于该滚动平均值超过阈值时确定不利状况，所述阈值存储在存储器中；并且基于在加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力，或者基于在加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0025] 对于向加热元件的给定电力供应，加热元件处的最高温度受到可用气溶胶形成基材的量的限制。这是因为气溶胶形成基材的汽化潜热。因此，在加热元件处的最大电阻可以与在加热元件处可用的气溶胶形成基材的量有关。例如，如在多个连续的加热循环中检测到的，缺少气溶胶形成基材可导致最大电阻的显著增大。因此，如果从一个抽吸到另一个抽吸的最大电阻增加超过阈值，则可检测到空盒。

[0026] 然而，在盒的整个使用寿命中，在加热元件处的气溶胶形成基材的供应可逐渐减少。随着气溶胶形成基材开始消耗，加热元件的最大电阻也可以在连续的抽吸过程中逐渐增大。因此，在不利状况下，两个连续抽吸之间检测到的最大阻力可能没有实质性差异。这意味着可能无法快速检测到空盒。

[0027] 因此，有利地，可以将在抽吸过程中检测到的最大阻力与在至少两个先前的抽吸过程中检测到的最大阻力的滚动平均值进行比较。这确保了在多个先前的抽吸过程中最大电阻的任何逐渐增大都不阻止检测到不利状况。

[0028] 可选地，n介于2和5之间。

[0029] 可选地，如果在两个连续的加热循环中确定了不利状况，则电路被配置为控制电力或提供不利状况的指示。这可减少由于其他因素而导致的检测到的最大电阻波动而引起的误报。

[0030] 可选地，电路被配置为仅在加热循环开始之后经过预定的开始时间段之后才确定不利状况，所述预定的开始时间段被存储在存储器中。

[0031] 可选地，电路被配置为确定在每个加热循环期间是否存在不利状况。

[0032] 如本文所用，“电操作的气溶胶生成系统”是指从一个或多个气溶胶形成基材生成气溶胶的系统。

[0033] 如本文所用，术语‘气溶胶形成基材’是指能够释放可形成气溶胶的挥发性化合物的基材。可以通过加热气溶胶形成基材来释放此类挥发性化合物。

[0034] 气溶胶形成基材可被包含在盒中。该系统可包括装置，盒连接到该装置以加热一个或多个气溶胶形成基材。气溶胶生成系统可包括附加的部件，诸如用于为电操作的气溶胶生成装置中的车载电源再充电的充电单元。提供盒的优点是保护气溶胶形成基材不受周围环境的影响。在一些实施方案中，环境光也不能进入盒，使得可以避免光致气溶胶形成基材的降解。此外，可保持较高的卫生水平。

[0035] 气溶胶形成基材可被包含在气溶胶生成装置中的可再填充液体储存部分中。气溶胶形成基材可被包含在气溶胶生成系统中的可再填充盒中。优选地，气溶胶形成基材被包含在气溶胶生成系统中的一次性盒中。所述盒可以在单次使用后被更换，或者可以在多次

使用后被更换。这可以允许用户以安全有效的方式更换耗尽的盒。

[0036] 气溶胶形成基材可以在室温下为液相。如本文所用，术语“液态”和“固态”是指在室温下气溶胶形成基材的状态。气溶胶形成基材在室温下可以是可流动的液体。对于液态气溶胶形成基材，对基材的某些物理特性例如蒸气压或粘度进行选择以适合用于气溶胶生成系统。

[0037] 气溶胶形成基材可以包括植物基材料。气溶胶形成基材可以包括烟草。气溶胶形成基材可以包含含有烟草的材料，材料包含挥发性烟草风味化合物，其在加热时从气溶胶形成基材释放。替代地，气溶胶形成基材可包括不含烟草的材料。气溶胶形成基材可以包括均化的植物基材料。气溶胶形成基材可以包含均化的烟草材料。气溶胶形成基材可以包括至少一种气溶胶形成剂。气溶胶形成剂可以是任何合适的已知化合物或化合物的混合物，在使用中有助于形成致密且稳定的气溶胶，并且在系统的操作温度下基本上耐热降解。合适的气溶胶形成剂是本领域众所周知的，并且包括但不限于：多元醇，例如三甘醇，1,3-丁二醇和甘油；多元醇的酯，例如甘油单、二或三乙酸酯；和一元、二元或多元羧酸的脂肪酸酯，例如二甲基十二烷二酸酯和二甲基十四烷二酸酯。优选的气溶胶形成剂是多元醇或其混合物，例如三甘醇、1,3-丁二醇和最优秀的甘油。气溶胶形成基材可包括其他添加剂和成分，诸如香料。

[0038] 对于液态气溶胶形成基材，以合适用于气溶胶生成系统中的方式选择基材的某些物理特性，例如蒸气压或粘度。液体优选地包括含有烟草的材料，该含有烟草的材料包括挥发性烟草味化合物，这些挥发性烟草味化合物将在加热时从液体释放。替代地或另外，液体可以包括非烟草材料。液体可以包括水、乙醇或其他溶剂、植物提取物、尼古丁溶液和天然或人造的调味剂。优选地，液体另外包括气溶胶形成剂。合适的气溶胶形成剂的实例是丙三醇和丙二醇。

[0039] 如本文所用，术语“加热元件”是指由车载电源供电的电加热元件。该电加热元件可包括单个加热元件。替代地，加热元件可包括不止一个分立的加热元件，例如两个或三个、或四个、或五个、或六个或更多个加热元件。一个或多个加热元件可以被适当地布置以便最有效地加热液态气溶胶形成基材。

[0040] 加热元件可以是电阻加热元件。至少一个电加热元件优选地包括电阻材料。合适的电阻材料包括但不限于：半导体例如掺杂陶瓷、电“传导”陶瓷（例如二硅化钼）、碳、石墨、金属、金属合金以及由陶瓷材料和金属材料制成的复合材料。此类复合材料可包括掺杂或无掺杂的陶瓷。合适的掺杂陶瓷的例子包括掺杂碳化硅。合适的金属的实例包含钛、锆、钽和铂族金属。合适的金属合金的实例包括不锈钢，康铜(Constantan)，含镍合金，含钴合金，含铬合金，含铝合金，含钛合金，含锆合金，含铪合金，含铌合金，含钼合金，含钽合金，含钨合金，含锡合金，含镓合金，含锰合金和含铁合金，以及基于镍、铁、钴、不锈钢的超合金，Timetal®，铁-铝基合金和铁-锰-铝基合金。Timetal®是钛金属公司的注册商标。在复合材料中，电阻材料可任选嵌入绝缘材料中，由绝缘材料封装或由绝缘材料涂覆或者反之亦然，取决于能量转移的动力学和所需外部理化性质。加热元件可包括在两层惰性材料之间绝缘的金属蚀刻箔。在这种情况下，惰性材料可包括Kapton®、全聚酰亚胺或云母箔。

Kapton®是E.I.du Pont de Nemours and Company的注册商标。

[0041] 电阻加热元件可以采取网、导电细丝的阵列或织物的形式。导电细丝可限定细丝之间的空隙,这些空隙可具有介于10 μm 和100 μm 之间的宽度。导电细丝可形成大小在160到600Mesh US (+/- 10%) 之间即,每英寸的细丝介于160和600之间 (+/- 10%) 的网。空隙的宽度优选地在75 μm 与25 μm 之间。网的开口面积的百分比(其是空隙的面积与网的总面积的比率)优选地在25%与56%之间。网可以使用不同类型的编织或网格结构来形成。替代地,导电细丝由彼此平行布置的细丝阵列组成。导电细丝可具有介于10 μm 和100 μm 之间、优选地介于8 μm 和50 μm 之间并且更优选地介于8 μm 和39 μm 之间的直径。细丝可以具有圆形的横截面或者可以具有平坦的横截面。

[0042] 导电细丝的网、阵列或织物的面积可以较小,优选地,小于或等于25mm²,从而允许其合并到手持系统中。导电细丝的网、阵列或织物可以例如为矩形并且具有5mm乘2mm的尺寸。优选地,导电细丝的网或阵列覆盖的面积在加热器组件的面积的10%至50%之间。更优选地,导电细丝的网或阵列覆盖的面积在加热器组件的面积的15%至25%之间。

[0043] 细丝可以通过蚀刻片材诸如箔来形成。当加热器组件包括平行细丝阵列时,这可能是特别有利的。如果加热元件包括细丝的网或织物,那么细丝可以单独地形成并且编织在一起。

[0044] 导电细丝的优选材料是304、316、304L、316L不锈钢。

[0045] 作为网状布置的替代方案,至少一个电加热元件可以采取电阻加热器线圈、具有不同导电部分的壳体或基底或电阻金属管的形式。加热器可被布置成当盒被接纳在气溶胶生成装置的空腔内时限制盒的至少一部分。盒可以并入一次性加热元件。替代地,行进穿过液态气溶胶形成基材的中心的一个或多个加热针或杆也可以是合适的。替代地,至少一个电热元件可包括柔性片材。其他替代方案包括加热线材或细丝,例如Ni-Cr(镍-铬)、铂、钨或合金线,或加热板。可选地,加热元件可被放置在刚性载体材料之中或之上。

[0046] 气溶胶形成基材被递送到至少一个加热元件并且在其附近进行加热。至少一个加热元件可借助于传导来加热气溶胶形成基材。加热元件可以至少部分地接触基材。来自加热元件的热量可以借助于导热元件传导至基材。替代地或另外,至少一个加热元件可以将热量传递到在使用过程中通过电操作的气溶胶生成系统吸入的进入的环境空气,这继而加热气溶胶形成基材。环境空气可在通过气溶胶形成基材之前被加热。环境空气可首先被抽吸穿过基材并且接着被加热。

[0047] 温度感测可基于至少测量电阻加热元件的电阻。换句话讲,电阻加热元件可以用作温度传感器。例如,如果至少一个加热元件具有电阻温度系数的合适特性,则测量至少一个加热元件的电阻将允许确定加热元件的温度。电路可被布置成通过测量流经至少一个加热元件的电流和至少一个加热元件两端的电压并且从所测量的电流和电压确定至少一个加热元件的电阻来测量至少一个加热元件的电阻。在这种情况下,电路可包括与至少一个加热元件串联的具有已知电阻的电阻器,并且电路可被布置成通过测量具有已知电阻的电阻器两端的电压并且根据所测量的电压和已知电阻来确定流经至少一个加热元件的电流来测量流经至少一个加热元件的电流。因此,可能不必包括专用温度传感器,该专用温度传感器可能会占用气溶胶生成系统中的宝贵空间并且成本也可能很高。要强调的是,在该实施方案中,电阻既用作加热元件又用作传感器。

[0048] 电操作的气溶胶生成系统还可包括用于将液态气溶胶形成基材从盒输送到加热

元件的毛细芯。这可以减少气溶胶生成装置中的移动部件的数量,因此可以提高可靠性,并且减轻重量且降低成本。

[0049] 可选地,毛细芯被布置成与盒中的液体接触。可选地,毛细芯延伸到盒中。在这种情况下,在使用中,液体可以通过毛细芯中的毛细管作用从盒转移到加热元件。在一个实施方案中,毛细芯可包括第一端部和第二端部,第一端部可延伸至盒中以与其中的液体接触,并且加热元件可被布置成在第二端部中加热液体。当加热元件被激活时,毛细芯的第二端部处的液体可被至少一个加热元件汽化以形成过饱和蒸气。过饱和蒸气可以与气流混合并且被携带在气流中。在流动期间,蒸气冷凝形成气溶胶,并且气溶胶被带向用户的口腔。液态气溶胶形成基材可具有包括粘度和表面张力的物理特性,这些物理特性允许液体通过毛细作用被输送通过毛细芯。

[0050] 毛细芯可具有纤维或海绵状结构。毛细芯优选包括一束毛细管。例如,毛细芯可包括多个纤维或丝,或者其他细孔管。纤维或丝可以沿气溶胶生成系统的纵向方向大致对准。替代地,毛细芯可包括形成杆形的海绵状或泡沫状材料。杆形可以沿气溶胶生成系统的纵向方向延伸。芯的结构可形成多个小孔或管,液体可以通过毛细作用被输送通过这些小孔或管。毛细芯可包括任何合适的材料或材料组合。合适材料的实例是毛细材料,例如海绵或泡沫材料、纤维或烧结粉末形式的陶瓷或石墨基材料、发泡金属或塑料材料、纤维材料,例如由纺丝或挤出纤维制成,诸如乙酸纤维素、聚酯或粘合的聚烯烃、聚乙烯、涤纶或聚丙烯纤维、尼龙纤维或陶瓷。毛细芯可具有任何合适的毛细性和孔隙度,以便与不同的液体物理特性一起使用。液体可具有物理特性,包括但不限于粘度、表面张力、密度、导热率、沸点和蒸汽压力,这些物理特性允许液体通过毛细作用被输送通过毛细装置。

[0051] 可选地,至少一个加热元件为围绕并且可选地支承毛细芯的加热线材或细丝的形式。芯的毛细特性,结合液体的特性,可以确保在正常使用过程中,当存在大量的气溶胶形成基材时,芯在加热区域中始终是湿的。

[0052] 毛细芯和加热元件以及可选地,盒,可以作为单个部件从气溶胶剂生成系统移除。

[0053] 可选地,电操作的气溶胶生成系统还包括吸嘴,用户可以在该吸嘴上抽吸以将气溶胶从系统中抽出,其中电路包括抽吸检测器,用于检测用户何时在系统上抽吸作为用户输入,并且其中电路被配置为当由抽吸检测器检测到抽吸时,从电源向加热元件供应电力。抽吸检测器可以在气溶胶生成装置处形成用户输入装置。即,用户可能不需要按压机械按钮来开始加热循环。

[0054] 吸嘴可被配置为与气溶胶生成装置的壳体或盒接合。可选地,吸嘴被配置为与气溶胶生成装置接合,气溶胶生成装置和吸嘴的组合可以模拟可燃吸烟制品(诸如香烟、雪茄或小雪茄)的形状和尺寸。有利地,在此类实施方案中,气溶胶生成装置和吸嘴的组合可以模拟香烟的形状和尺寸。

[0055] 吸嘴可被设计成一旦盒中的气溶胶形成基材耗尽便被丢弃。

[0056] 该吸嘴可被设计成可重复使用。在吸嘴被设计成可重复使用的实施方案中,吸嘴可以有利地被配置为可移除地附接到盒或气溶胶生成装置的壳体。

[0057] 可选地,电路包括微处理器,并且更优选地包括可编程微处理器。系统可包括允许将软件上载到微处理器上的数据输入端口或无线接收器。电路可包括附加的电部件。

[0058] 可选地,具有不同特性的盒可以与装置一起使用。例如,该装置可被提供有具有不

同大小的加热元件的两个不同的盒。例如，具有较高额定功率的加热元件可用于为用户递送更多的气溶胶。可以使用容量更大的盒来减少更换盒的频率。

[0059] 优选地，气溶胶生成装置包括壳体。壳体可以包括任何合适的材料或材料组合。合适的材料的实例包括金属、合金、塑料或含有那些材料中的一种或多种的复合材料，或适用于食物或药物应用的热塑性材料，例如聚丙烯、聚醚醚酮(PEEK)和聚乙烯。优选地，材料轻质并且无脆性。

[0060] 所述电源可以是任何合适的电源，例如DC电压源，例如电池。电源可以是锂离子电池、镍-金属氢化物电池、镍镉电池或锂基电池，例如锂-钴、锂-铁-磷酸盐、钛酸锂或锂-聚合物电池。

[0061] 可选地，电源可包括可再充电锂离子电池。电源可包括另一种形式的电荷储存装置，诸如电容器。电源可能需要再充电。电源具有的容量可允许储存足够气溶胶生成装置使用一次或多次的能量。例如，电源可具有足够的容量以允许连续生成气溶胶持续约六分钟的时间，对应于抽一支常规香烟所花费的典型时间，或者持续六分钟的倍数的时间。在另一实例中，电源可具有足够的容量以允许预定次数的抽吸或离散激活。

[0062] 电路可被配置为在加热循环开始时开始从电源到加热器的电力供应。电路可被配置为在加热循环结束时终止从电源到加热器的电力供应。

[0063] 电路可被配置为从电源向加热器提供连续的电力供应。

[0064] 电路可被配置为从电源向加热器提供间歇的电力供应。电路可被配置为从电源向加热器提供脉动的电力供应。

[0065] 有利地，对加热器的脉动的电力供应可有利于在一段时间内控制来自加热器的总输出。有利地，在一段时间内控制来自加热器的总输出可有利于温度的控制。

[0066] 电路可被配置为改变从电源到加热器的电力供应。电路可被配置为改变脉动的电力供应的占空比。电路可被配置为改变脉冲宽度和占空比的周期中的至少一者。

[0067] 可选地，气溶胶生成系统是便携式的。气溶胶生成系统可以是一种吸烟系统并且可具有与常规的雪茄或香烟相当的大小。吸烟系统可具有介于约30mm和约150mm之间的总长度。吸烟系统可具有介于约5mm和约30mm之间的外径。

[0068] 可选地，气溶胶生成装置包括用户输入装置。用户输入装置可包括按压按钮、滚轮、触摸按钮、触摸屏和麦克风中的至少一者。用户输入装置可以允许用户控制气溶胶生成装置的操作的一个或多个方面。用户输入装置可以允许用户激活对加热器的电力供应，以去激活对加热器的电力供应，或两者。

[0069] 根据本发明的第四方面，提供了一种控制对电操作的气溶胶生成系统中的加热元件的电力供应的方法，该方法包括：响应于用户输入，在加热循环周期中调节对加热元件的电力供应；确定加热元件的电阻相对于时间的一阶导数；如果在加热循环周期中的预定时间或之后的加热循环周期中，电阻的所述一阶导数超过存储在存储器中的阈值，则确定存在不利状况；并且基于加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力，或者基于加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0070] 根据本发明的第五方面，提供了一种控制对电操作的气溶胶生成系统中的加热元件的电力供应的方法，该方法包括：响应于用户输入，在加热循环周期中调节对加热元件的电力供应；确定电阻相对于时间的二阶导数；当二阶导数超过或等于二阶导数阈值时确定

不利状况；并且基于加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力，或者基于加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0071] 根据本发明的第六方面，提供了一种控制对电操作的气溶胶生成系统中的加热元件的电力供应的方法，该方法包括：响应于用户输入，在多个离散的加热循环周期中调节对加热元件的电力供应；确定每个加热循环期间加热元件的最大电阻；计算前n次加热循环中加热元件的最大电阻的滚动平均值，其中n为大于1的整数；比较加热元件的电阻和计算的滚动平均值；当电阻大于滚动平均值超过阈值时确定不利状况，所述阈值存储在存储器中；并且基于加热元件处是否存在不利状况来控制供应给加热元件的电力，或者基于加热元件处是否存在不利状况来提供指示。

[0072] 根据本发明的第七方面，提供了一种可直接加载到微处理器的内部存储器中的计算机程序产品，该计算机程序产品包括当所述产品在电操作的气溶胶生成系统中的可编程电路上运行时用于执行上述步骤的软件代码部分，该系统包括用于加热气溶胶形成基材的加热元件和用于向加热元件供应电力的电源，连接到电加热器和电源的电路，该电路被配置为检测加热元件的电阻。

[0073] 为了避免疑义，上文关于本发明的一个方面描述的特征也可适用于本发明的其他方面。此外，关于一个方面描述的特征可以与另一方面的特征结合使用。

附图说明

[0074] 现在将参考附图仅以举例的方式描述本发明的实施方案，其中：

[0075] 图1a、图1b、图1c和图1d是根据本发明的实施方案的系统的示意图；

[0076] 图2是用于如图1a至图1d中所示系统中的盒的分解视图；

[0077] 图3是如图2所示的盒中的加热器组件的加热器细丝的详细视图，示出了在细丝之间的液态气溶胶形成基材的弯月面；

[0078] 图4是示出在多次抽吸期间加热器组件的电阻变化的曲线图；

[0079] 图5是示出加热器组件的电阻相对于时间的一阶导数的曲线图，对应于如图4所示的多个抽吸；

[0080] 图6是示出加热器组件的电阻相对于时间的一阶导数的曲线图，对应于如图4所示的多个抽吸；并且

[0081] 图7是示出对应于多个连续抽吸的加热器组件的最大电阻的增大的曲线图。

具体实施方式

[0082] 图1a至图1d是根据本发明的实施方案的电加热气溶胶生成系统的示意图。气溶胶生成系统包括气溶胶生成装置10和盒20。

[0083] 盒20在盒壳体24中包含气溶胶形成基材，并且被配置为被接纳在装置内的空腔18中。盒20是一次性盒。一旦盒中的气溶胶形成基材耗尽，用户就可以更换盒20。盒包括用于向盒壳体24提供气密密封的可移除密封件26。这允许包含在盒壳体24中的气溶胶形成基材在其首次使用之前与环境隔离。图1a示出刚好在插入装置之前的盒20，其中图1a中的箭头1指示盒的插入方向。

[0084] 气溶胶生成装置10是便携式的，并且具有相当于常规雪茄或香烟的大小。装置10

包括主体11和吸嘴部分12。主体11包含电池14，诸如磷酸锂铁电池、电路16和空腔18。电路16包括可编程微处理器。吸嘴部分12通过铰接连接21连接到主体11，并且可以在如图1a所示的打开位置与如图1d所示的关闭位置之间移动。吸嘴部分12被放置在打开位置以允许插入和移除盒20，并且当系统将被用于产生气溶胶时被放置在关闭位置。吸嘴部分包括多个进气口13和出口15。在使用中，用户吮吸或抽吸出口，以从进气口13吸入空气，穿过吸嘴部分到出口15，然后进入用户的口腔或肺部。提供内部挡板17以迫使流过吸嘴部分12的空气通过盒。

[0085] 空腔18具有圆形的横截面并且大小被设计成接纳盒20的壳体24。电连接器19设置在空腔18的侧面，以提供控制电子器件16和电池14与盒20上的相应电触点之间的电连接。

[0086] 图1b示出了图1a的系统，其中盒被插入到空腔18中，并且可移除的密封件26被移除。在该位置中，电连接器抵靠盒上的电触点。

[0087] 图1c示出了图1b的系统，其中可释放密封件26被移除并且吸嘴部分12被移动至闭合位置。

[0088] 图1d示出了图1c的系统，其中吸嘴部分12在关闭位置中。吸嘴部分12通过夹扣机构保持在关闭位置。关闭位置中的吸嘴部分12保持盒与电连接器19电接触，使得无论系统的取向如何，在使用中保持良好的电连接。

[0089] 图2是盒20的分解视图。盒壳体24的大小和形状选择成被接纳在空腔18中。壳体包含浸泡在液态气溶胶形成基材中的毛细材料27、28。在该实例中，气溶胶形成基材包括39重量%的甘油、39重量%的丙二醇、20重量%的水和香料以及2重量%的尼古丁。毛细材料是一种基于液体浓度的相对差异将液体从一个端部主动输送到另一端部的材料。毛细材料可以由任何合适的材料制成。在该实例中，毛细材料由聚酯形成。

[0090] 盒壳体24具有开口端部，加热器组件30固定到该开口端部。加热器组件30包括其中形成有开孔35的基材34、固定到基材并且通过间隙33彼此分开的一对电触点32，以及跨越开孔并且固定到开孔35的相对侧上的电触点的多个导电加热器细丝36。

[0091] 加热器组件30被可释放密封件26覆盖。可释放密封件26包括胶粘到加热器组件30但可以容易地剥离的液体不可渗透的塑料片材。在可释放密封件26的侧面上设置有凸片，以允许用户在将其剥离时抓住可释放密封件26。对于本领域的普通技术人员显而易见的是，虽然胶粘被描述为用于将不可渗透的塑料片材固定到加热器组件的方法，但是只要盖可以容易被消费者移除，也可以使用本领域的技术人员熟悉的其他方法，包括热密封或超声波焊接。

[0092] 在图2的盒中存在两种分开的毛细材料27、28。第一毛细材料27的圆盘被提供为在使用中接触加热器元件36、32。第二毛细材料28的较大主体被提供在第一毛细材料27的加热器组件的相对侧上。第一毛细材料和第二毛细材料两者保持液态气溶胶形成基材。与加热器元件接触的第一毛细材料27具有比第二毛细材料28更高的热分解温度(至少160°C或更高，诸如大约250°C)。第一毛细材料27有效地用作将加热器元件36、32与第二毛细材料28分离的间隔件，使得第二毛细材料不暴露于高于其热分解温度的温度。跨第一毛细材料的热梯度使得第二毛细材料暴露于低于其热分解温度的温度。第二毛细材料28可被选择为具有比第一毛细材料27优越的毛细作用性能，可以保持比第一毛细材料更多的每单位体积的液体并且价格可以比第一毛细材料更低廉。在该实例中，第一毛细材料是耐热材料，诸如纤

维玻璃或含有纤维玻璃的材料，并且第二毛细材料是聚合物，诸如合适的毛细材料。示例性的合适的毛细材料包括本文所讨论的毛细材料，并且在替代实施方案中可包括高密度聚乙烯(HDPE)或聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0093] 毛细材料27、28在壳体24中有利地取向以将液体输送到加热器组合件30。当组装盒时，加热器细丝36可与毛细材料27接触，并且因此可将气溶胶形成基材直接输送到网状加热器。图3是加热器组件30的细丝36的详细视图，示出了在加热器细丝36之间的液态气溶胶形成基材的弯月面40。可以看出，气溶胶形成基材接触每个细丝36的大部分表面，使得由加热器组件30生成的大部分热量直接传递到气溶胶形成基材中。

[0094] 因此，在正常操作中，液态气溶胶形成基材接触加热器细丝36表面的大部分。然而，当盒中的大部分液态基材已经使用时，较少的液态气溶胶形成基材将被递送到加热器细丝36。在汽化的液体较少的情况下，汽化的焓吸收较少的能量，并且供应给加热器细丝36的更多能量被引导来升高加热器细丝的温度。同样，当加热器细丝36干燥时，保持目标温度所需的能量也降低。加热器细丝36可能会干燥，因为盒中的气溶胶形成基材已经耗尽。替代地但不太可能的是，加热器细丝36可能干燥，因为用户正在进行时间特别长或频繁的抽吸，并且液体不能像汽化时那样快速地被输送到加热器细丝36。

[0095] 在使用中，加热器组件30通过电阻加热操作。电流在控制电子器件16的控制下通过细丝36，以将细丝加热到期望的温度范围内。细丝的网或阵列的电阻明显高于电触点32和电连接器19，使得较高温度局限于细丝。这最小化了气溶胶生成装置10的其他部分的热损失。在该实例中，系统被配置为通过响应于用户的抽吸向加热器组件30提供电流来生成热量。

[0096] 系统包括抽吸传感器，该抽吸传感器被配置为检测用户何时正在抽吸空气穿过吸嘴部分。抽吸传感器(图中未说明)连接到控制电子器件16，并且控制电子器件16被配置为仅当其确定用户正在抽吸装置时将电流供应给加热器组件30。任何合适的空气流量传感器都可以用作抽吸传感器，诸如麦克风或压力传感器。

[0097] 为了检测加热器细丝的温度升高，电路16被配置为测量加热器细丝的电阻。该实例中的加热器细丝由不锈钢形成，并且因此具有正电阻温度系数。另外，由于在这种抽吸致动系统中使用高电流脉冲在短时间内产生热量，因此理想的是具有较高比热容的不锈钢细丝。

[0098] 随着加热器细丝36的温度升高，其电阻也升高。应当理解，在其他实施方案中，加热器细丝36可以由具有负电阻系数的材料形成，为此，随着加热器细丝的温度升高，其电阻减小。

[0099] 图4是示出在多个加热循环期间检测到的加热器电阻变化的曲线图，每个加热循环对应于用户的抽吸。每个加热循环的持续时间为 Δt 。x轴表示时间，y轴表示在加热器组件30处检测到的电阻。如图4所示，在多个不同的加热循环中检测到电阻的变化为：1) 在加热循环500期间，加热器细丝36被气溶胶形成基材浸透，即，在正常操作状况下；2) 在加热循环502期间，向加热器细丝36提供的气溶胶形成基材的供应不足，即，在加热器细丝36处未完全补充液态基材时；以及3) 在加热循环504期间，加热器细丝中的气溶胶形成基材被耗尽。

[0100] 加热器组件30具有初始电阻 R_{Ref} 。所述初始电阻 R_{Ref} 是加热器组件30的固有特性。

它指示加热器组件30在室温下的参考电阻。初始电阻 R_{Ref} 是室温下寄生电阻 R_p 和加热器细丝 R_0 的电阻的组合。因此,可根据 $R_0 = R_{Ref} - R_p$ 确定 R_0 。寄生电阻 R_p 是由电触点32和电连接器19以及它们之间的接触产生的电阻。

[0101] 在某些情况下,在施加任何电力之前,可以至少测量一次新盒20的初始电阻 R_{Ref} 。一种用于确定何时插入新盒20的检测系统。在某些情况下,针对每个盒只能测量一次 R_{Ref} 。替代地,可以在每次系统开启时测量 R_{Ref} 。在一个优选实施方案中,电路被配置为在已经停止向加热器细丝36供应电力之后,周期性地进行 R_{Ref} 预定时间段的测量。预定时间段可以为约3分钟,或者是加热器细丝36从其操作温度冷却回到环境温度所需的任何合适的时间。对 R_{Ref} 的这种周期性更新可用于重新校准电路,以补偿环境温度的变化以及加热器细丝36的状况。

[0102] 当在用户抽吸期间向加热器组件30施加电力时,加热器细丝36的温度从环境温度开始升高。这导致加热器细丝36的电阻 R 增大。然而,假设寄生电阻 R_p 保持恒定。这是因为 R_p 可归因于未加热的部件,诸如电触点32和电连接器19。另外,假设所有盒的 R_p 值都相同,并且不受更换盒的影响。对于特定的气溶胶生成装置20,寄生电阻 R_p 值被存储在电路的存储器中。

[0103] 在感兴趣的温度范围内,加热器细丝36的电阻与其温度线性相关。因此,通过主动测量电阻,电路能够确定加热器组件30处的加热器温度。如图4所示,一旦检测到的电阻 R 增大到最大加热器电阻阈值 R_{Max} 以上,电路就停止加热。所述最大加热器电阻阈值 R_{Max} 对应于最大允许温度。在正常状况下,将足够的气溶胶形成基材供应给加热器细丝36,加热器电阻可能无法增大到最大加热器电阻阈值 R_{Max} 以上。因此,电路被配置为如果达到所述最大加热器电阻阈值 R_{Max} ,则确定气溶胶形成基材的供应不足以冷却加热器细丝36。这在加热循环502和加热循环504中示出。然而,该方法要求加热器温度升高到可以检测到不利状况之前的水平。这可导致在生成的气溶胶中生成不期望的化合物。

[0104] 图4不仅示出了在气溶胶形成基材耗尽时加热器电阻 R 增大,还示出了在没有足够的气溶胶形成基材时,在抽吸的后期期间加热器电阻 R 迅速增大。因此,在根据本发明的实施方案中,通过监测电阻相对于时间的一阶导数 dR/dt 来确定气溶胶形成基材的消耗。换句话讲,该实施方案监测加热器电阻的变化率。这在图5中示出,该图示出了在每个加热循环510、512和514期间的电阻变化率,对应于图4中的加热循环500、502和504。根据所需的准确度,用于检测 dR 变化的采样周期 dt 在1毫秒至1秒的范围内。

[0105] 在抽吸开始时,加热器组件30处于环境温度。温度迅速升高,直到气溶胶形成基材汽化为止。该加热时间段可以被称为加热阶段。不管加热器细丝36处可用气溶胶形成基材的量如何,所有加热循环510、512和514都表现出类似的趋势,其中在整个加热阶段中,加热器电阻的变化率稳定地减小。因此,如果仅基于分析在加热期间检测到的电阻的变化率,则该方法可能不够可靠,无法确定基材消耗。因此,电路被配置为仅在自加热循环开始(例如,从抽吸开始)经过预定时间段 t_{min} 之后才确定是否存在不利状况。

[0106] 在预定时间段 t_{min} 过去之后,在不同的加热循环510、512和514中检测到的电阻 R 的变化率开始不同。在加热循环510中,加热器细丝36的温度升高速率缓慢降低。因此,电阻的一阶导数 dR/dt 在加热循环期间逐渐下降。

[0107] 然而,如果在加热器细丝36处提供的气溶胶形成基材的供应不足,则电阻的增大

速率在加热循环结束时急剧上升,如图5中的加热循环512和加热循环514所示。这是因为汽化的气溶胶形成基材没有在加热器细丝36处快速补充。这样,一旦加热器细丝36处的初始气溶胶形成基材汽化并且加热器细丝处的基材的量减少,则加热器细丝处的温度迅速升高。

[0108] 如图5所示,电路被配置为在预定时间段过去之后立即或之后确定加热器电阻的一阶导数 dR/dt 是否上升到最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 以上,从而确定干燥的加热器细丝36。在加热循环512中,气溶胶形成基材的供应不足。在加热循环的第一部分中有足够的气溶胶形成基材,使得在预定时间段 t_{min} 过去之后,一阶导数 dR/dt 保持低于最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 。然而,气溶胶形成基材的补充速度不够快,使得随着加热循环的进行,加热器细丝36的温度变化率再次上升并且超过最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 。这指示在加热器细丝36处气溶胶形成基材的量不足。

[0109] 相反,对于如抽吸514中所示的空盒或接近为空的盒,在加热之前在加热器细丝36处仅存在非常有限量的残留气溶胶形成基材。因此,在预定时间段 t_{min} 过去之后,一阶导数 dR/dt 已经超过最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 。因此,电路在预定时间段 t_{min} 过去之后立即确定不利状况。

[0110] 在该实施方案中,电路被配置为在预定时间段 t_{min} 过去之后立即或之后检测到电阻的一阶导数 dR/dt 已超过最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 时,停止向加热器组件30供应电力。此外,或者作为替代方案,可以向用户给出视觉警告,诸如闪烁的LED信号,以提示更换盒。直到检测到已经执行盒的更换后,电路才可以再次开始另一个加热循环。这确保了用户的体验不会受到液态基材供应不足或在加热器细丝36处完全耗尽的影响。

[0111] 在另一个实施方案中,一旦检测到电阻的一阶导数 dR/dt 已经上升到最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 以上,电路就不会立即停止供应电力。相反,在继续确定不利状况的同时,电路可以继续为一个或多个另外的抽吸供应电力。一旦电路在两个或更多个连续的加热循环中确定了干燥的加热器细丝36,电路就可以确认这种不利状况。这提供了更可靠的确定,并且确保用户不会不必要地丢弃盒。

[0112] 气溶胶生成系统可以在一天中的不同时间段内使用,也可以在气候状况不同的地方使用。因此,在使用过程中环境温度可发生很大的变化。因为加热阶段是加热元件从环境温度加热所花费的时间,所以预定时间段 t_{min} 也随着变化的环境状况而改变。因此,可基于电阻率相对于时间的二阶导数来主动确定预定时间段 t_{min} 的确定。这允许尽早确定不利状况。

[0113] 图6示出了加热循环520、522和524期间加热器组件的电阻的一阶导数 dR/dt 。加热循环520、522和524分别对应于图4中的加热循环500、502和504。在这种情况下,电路被配置为一旦检测到电阻相对于时间的二阶导数 d^2R/dt^2 达到零就确定不利状况,如点 $t_{检查}$ 所示。例如, $t_{检查}$ 处于加热器电阻的一阶导数 dR/dt 没有变化的点。更具体地,这是由于气溶胶形成基材没有足够快地补充来更换汽化基材而导致的温度变化率开始上升的点。

[0114] 在加热器细丝36被气溶胶形成基材浸透的加热循环520中,二阶导数 d^2R/dt^2 在抽吸结束之前未达到零。因此,电路无需将一阶导数与阈值进行比较。因此,这种方法可以最小化电路的处理功率。

[0115] 相反,加热循环522中的二阶导数 d^2R/dt^2 在最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 以下的水平

达到零。因此,电路继续监测一阶导数 dR/dt 的上升,直到超过最大一阶导数阈值 dR/dt_{max} 为止。电路然后确定干式加热器组件30。对于加热循环522,预定时间段或二阶导数方法 d^2R/dt^2 的应用不会影响确定不利状况的时间。

[0116] 另一方面,二阶导数方法的应用使得能够更快地确定加热524中的干式加热器组件39。当盒为空或接近为空时,发生加热循环524。如图5中的加热循环514所示,电路能够在预定时间段 t_{min} 过去之前确定这种不利状况。因此,基于电阻的二阶导数 d^2R/dt^2 确定不利状况使得能够在盒为空或接近为空的情况下尽快停止电力供应。

[0117] 在另一个实施方案中,可以通过监测电阻的二阶导数 d^2R/dt^2 来简单地确定不利状况。一旦二阶导数的正值大于零,就可以确定不利状况。同样,在确定不利状况之前,可能需要在两个连续的加热循环中使二阶导数为正值。

[0118] 在不同的实施方案中,电路通过比较在多个连续抽吸中检测到的最大电阻R来确定不利状况。这在图7中示出,该图是在连续加热循环中的电阻R的曲线图。图7中所示的加热循环包括当加热器细丝36被气溶胶形成基材浸透时在正常操作状况下发生的加热循环530a-f,以及当加热器细丝36处提供的气溶胶形成基材的量不足时在不利状况下发生的加热循环532。

[0119] 在该实施方案中,在加热循环开始之后经过预定时间段 t_{min} 之后,电路检测到最大电阻 R_{max} 。类似于图5所示的实施方案,预定时间段 t_{min} 在加热循环开始时开始。在相应的加热循环530a-530f中分别检测出最大电阻 $R_{max1}-R_{max6}$ 。可以看出,最大电阻 $R_{max1}-R_{max6}$ 随着每个连续的加热循环而增大。这可以归因于两种机制。首先,第一抽吸开始于环境温度下的加热器组件30,而随后的抽吸可开始于更高温度下的加热器组件30。这是因为在连续的抽吸之间,在下一个加热循环开始之前,加热器组件30可能不会冷却到环境温度。第二,随着气溶胶形成基材开始消耗,随着每个连续的抽吸,流向加热器组件30的基材的流动变慢。

[0120] 由于在连续循环中观察到的最大电阻的这种逐渐增加,在任何两个连续抽吸之间检测到的最大电阻可能没有实质性差异。这意味着在某些情况下可能无法检测到空盒的出现。

[0121] 为了解决这个问题,电路通过将检测到的最大电阻 R_{max} 与如在前n次抽吸或加热循环中检测到的最大电阻 R_{max_AV} 的滚动平均值进行比较来确定不利状况。更具体地,如果加热循环期间最大电阻与滚动平均值之间的差($R_{max}-R_{max_AV}$)超过预定阈值 $\Delta R_{max_偏置}$,即 $R_{max} > (R_{max_AV} + \Delta R_{max_偏置})$,则电路确定不利状况。

[0122] 在该实例中,用于计算滚动平均值 R_{max_AV} 的先前加热循环 n 的数量为4。因此,如图7所示,加热循环532的 R_{max_AV} 是 $R_{max3}, R_{max4}, R_{max5}$ 和 R_{max6} 的平均值。电路将在加热循环532期间检测到的最大电阻 R_{max} 与滚动平均值 R_{max_AV} 进行比较,并且基于该比较来确定不利状况。这是因为在这种情况下最大电阻 R_{max} 超过了滚动平均值和预定阈值之和($R_{max_AV} + \Delta R_{max_偏置}$)。

[0123] 因为没有先前的加热循环,所以在多个连续的加热循环中在第一加热循环530a期间不存在用于比较的滚动平均值 R_{max_AV} 。然后,在第一加热循环530a期间检测到的最大电阻 R_{max1} 用作第二加热循环530b的滚动平均值 R_{max_AV} 。而分别在第一加热循环530a和第二加热循环530b期间检测到的最大电阻 R_{max1} 和 R_{max2} 用于计算更新的滚动平均值 R_{max_AV} ,例如对于第三加热循环530c为 $R_{max_AV} = (R_{max1} + R_{max2}) / 2$ 。类似地,在前三个加热循环530a至500c期间检测

到的最大电阻 R_{max1} 、 R_{max2} 、 R_{max3} 用于计算第四加热循环530d的更新的滚动平均值 R_{max_AV} ,例如 $R_{max_AV} = (R_{max1} + R_{max2} + R_{max3}) / 3$ 。

[0124] 一般来讲,通过 $R_{max_AV} = (R_{max_{P-n}} + R_{max_{P-(n-1)}} \cdots R_{max_{P-1}}) / n$ 获得加热循环P的滚动平均值 R_{max_AV} ,其中P大于n。

[0125] 滚动平均值的应用允许电路将在加热循环中检测到的最大电阻 R_{max} 与表示先前的多个加热循环数量的平均值进行比较。这允许累积在先前的加热循环中检测到的小增量,并且这些小增量一起使电路能够更快地检测气溶胶形成基材的消耗。

[0126] 此外,当气流穿过加热器组件时,可能会大大降低所测量的温度。因此,在所有上述实施方案中,气溶胶生成装置还包括用于检测用户抽吸期间的空气流速的空气流量传感器。电路被配置为基于所检测到的空气流速来校正检测到的电阻R。校正可以通过数学函数来完成,也可以参考存储在装置的存储器中的查找表来完成。这允许在将任何电阻R用于确定不利状况之前对其进行校正。这种校正可以更准确地确定不利状况。

[0127] 在各种实施方案中描述的方法可以彼此结合使用或在单个系统内用作可选选项。

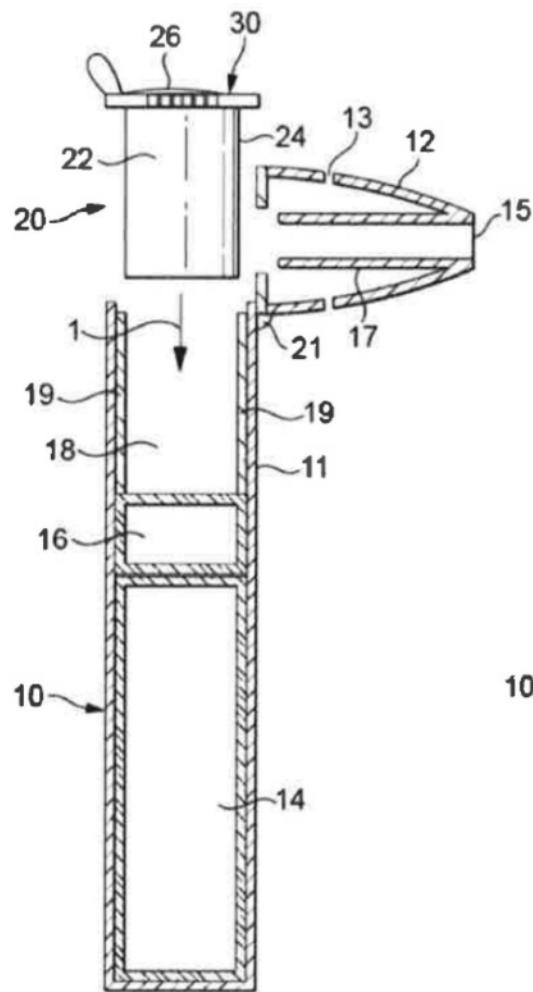


图 1a

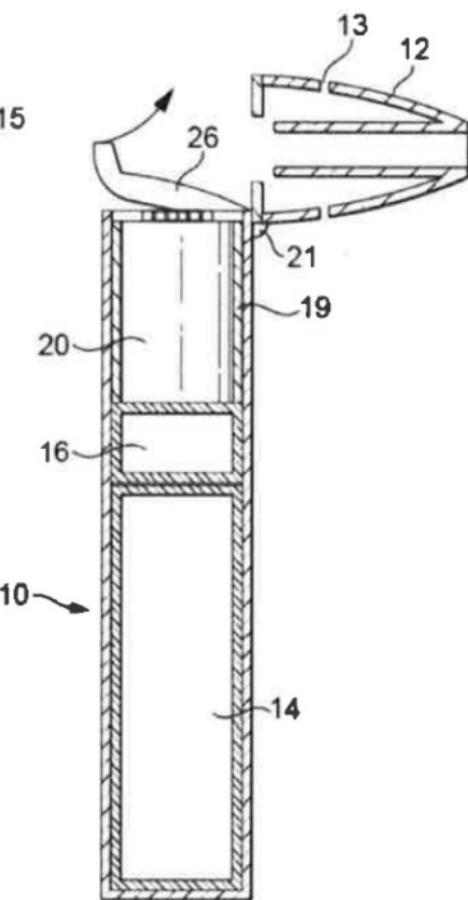


图 1b

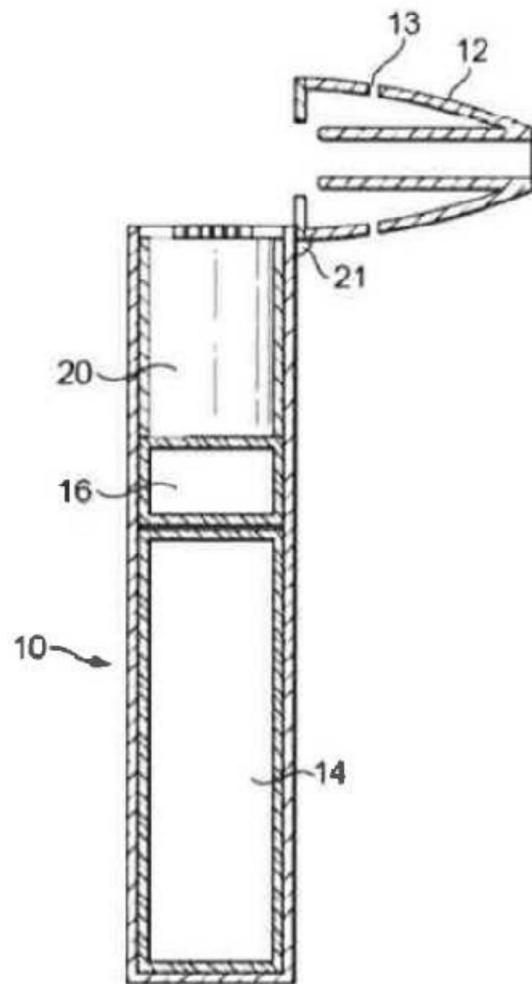


图1c

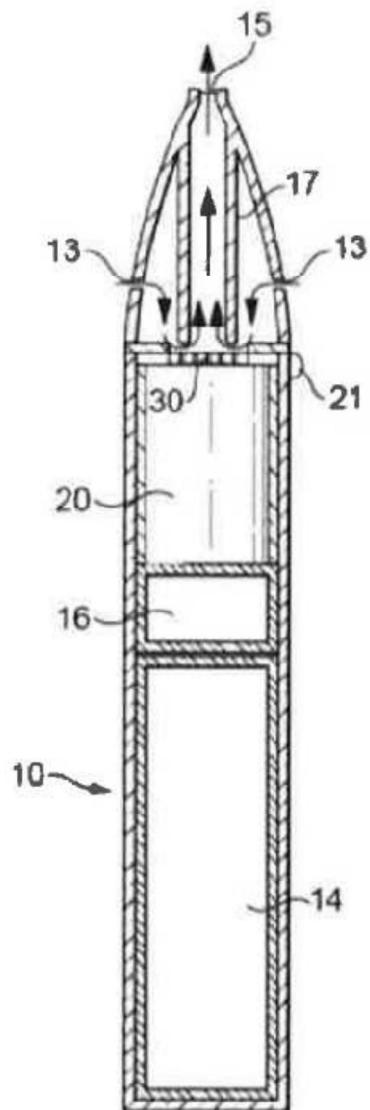


图1d

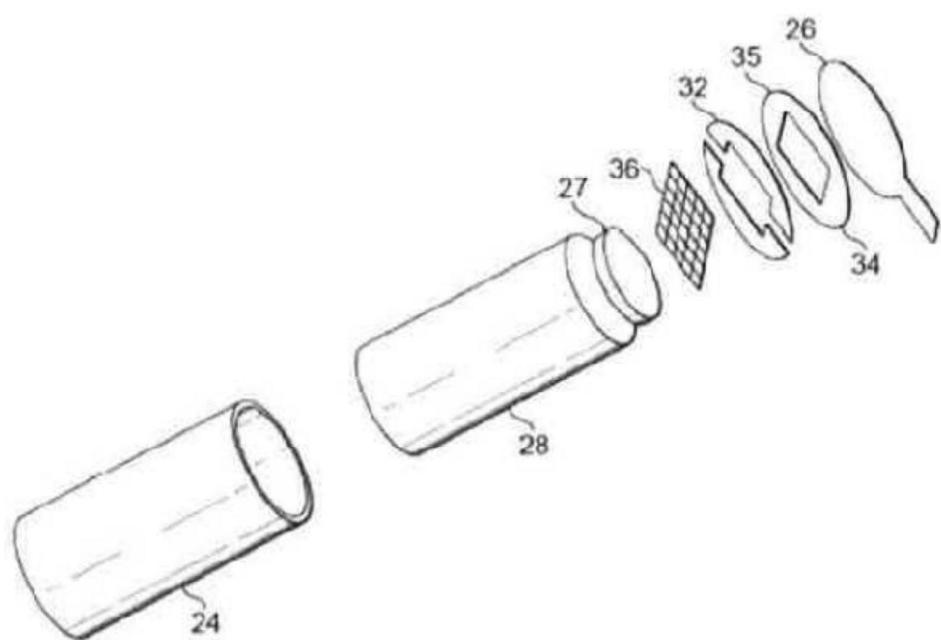


图2

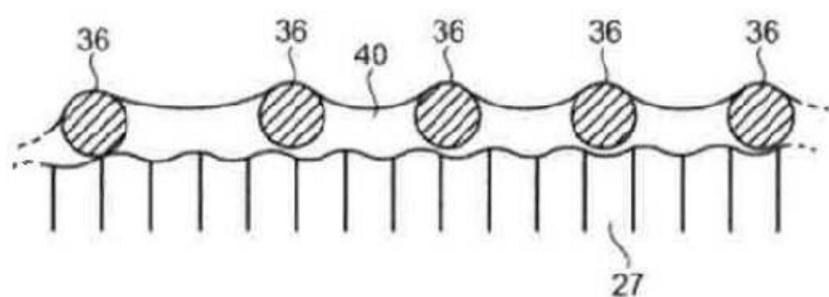


图3

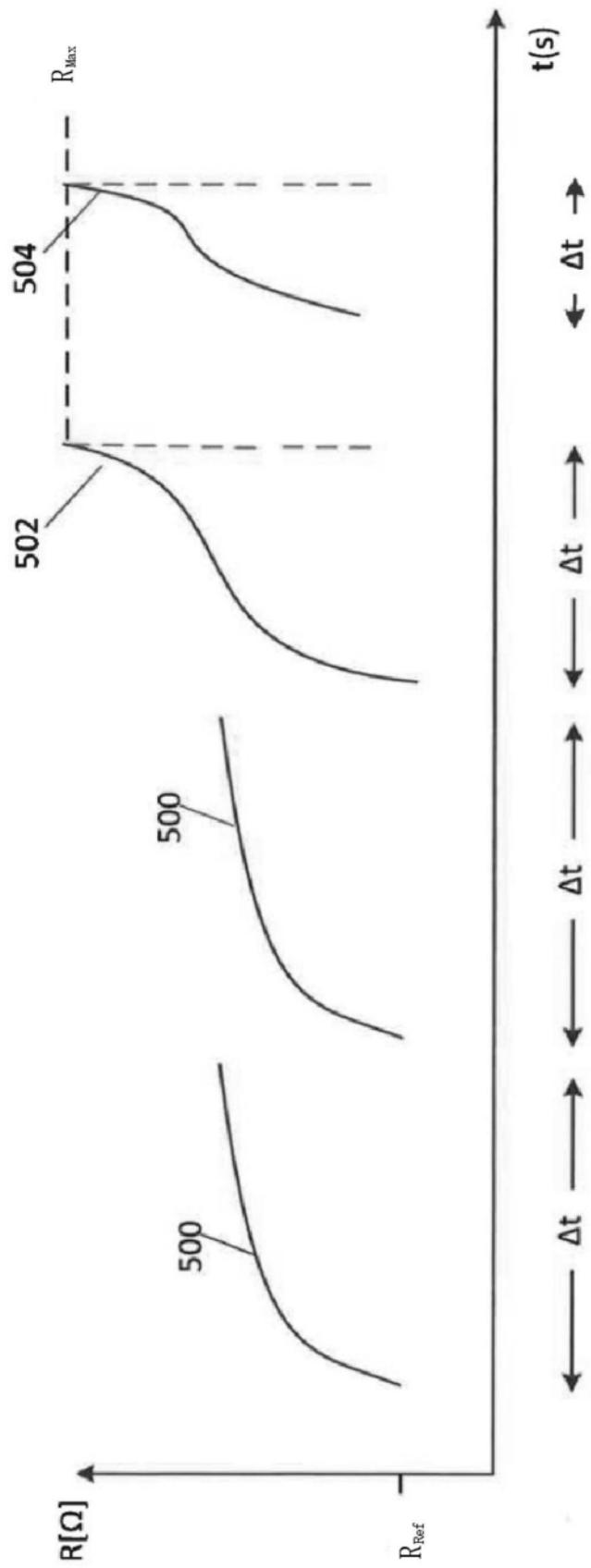


图4

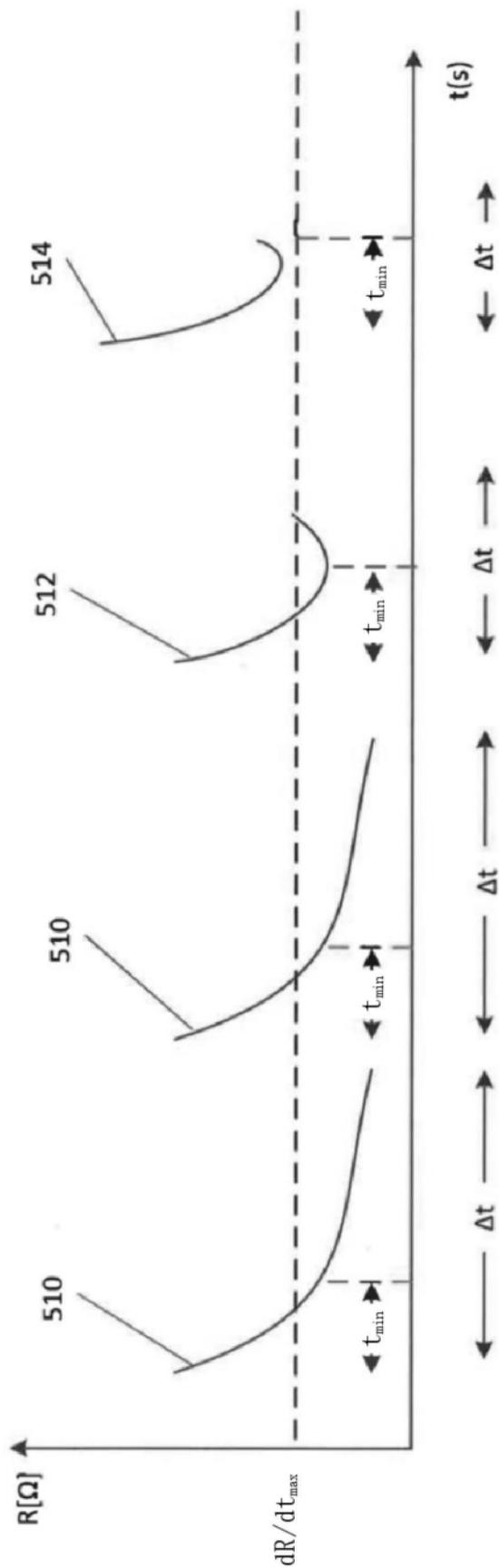


图5

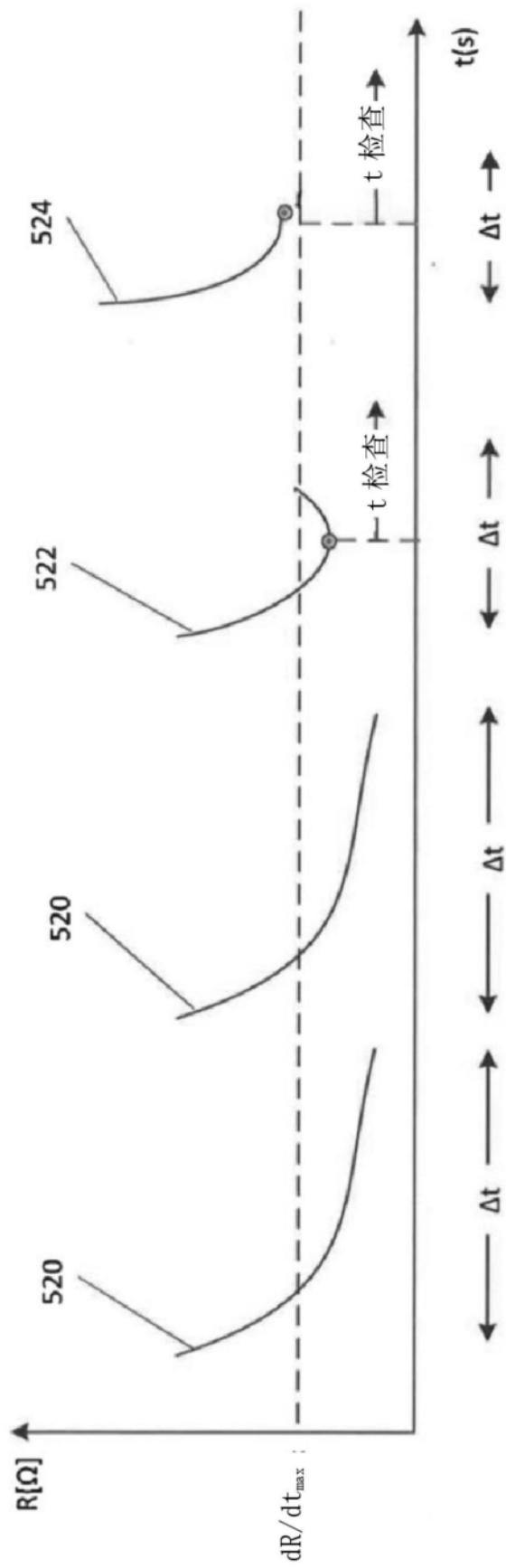


图6

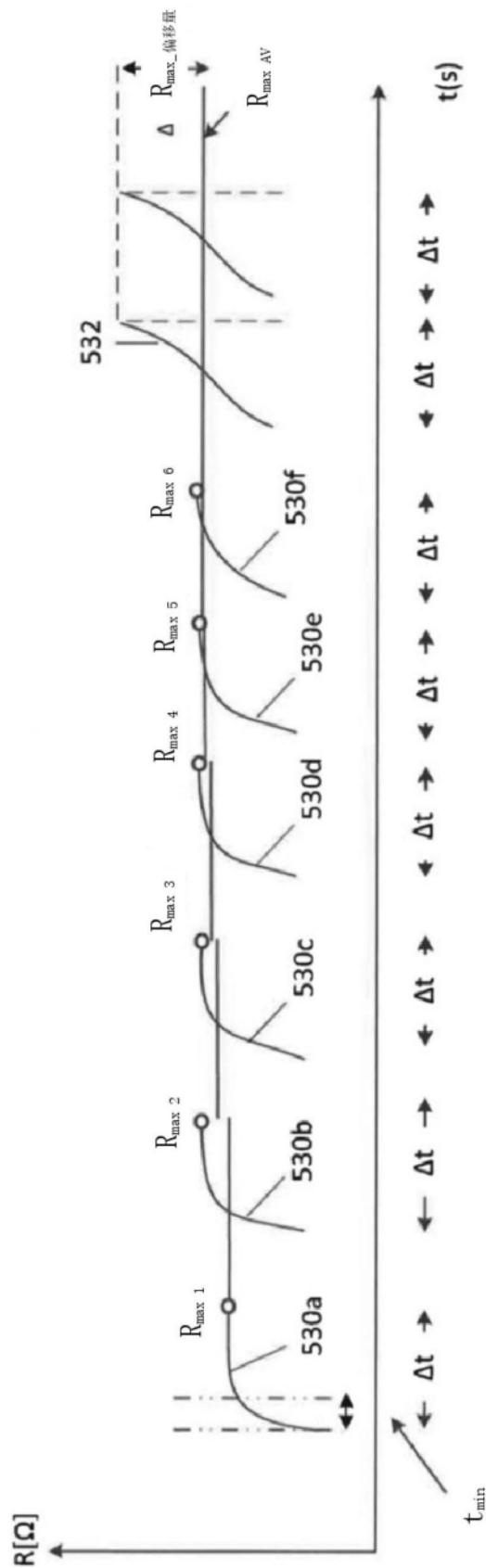


图7