



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102628668 B

(45)授权公告日 2017. 03. 01

(21)申请号 201210031176.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.02.03

G01B 7/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 祝慧宇

申请公布号 CN 102628668 A

(43)申请公布日 2012.08.08

(30)优先权数据

13/021328 2011.02.04 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 A·萨哈 K·阿南德

H·N·塞沙德里 K·V·古里尚卡

F·卡普奇尼

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

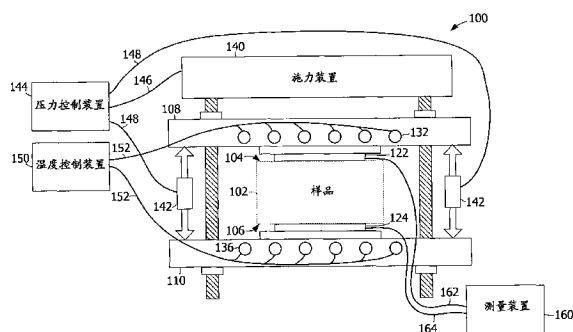
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统和方法,具体而言,提供了一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统。该系统包括:样品接合部件,其包括第一电极,该第一电极具有构造成定位成与多层结构的第一表面相接触的第一样品接触表面;第二电极,其具有构造成定位成与多层结构的第二表面相接触的第二样品接触表面,其中第二表面与第一表面相对;压力控制装置,其构造成大致在预定的采样压力下将第一电极压靠在多层结构上,其中该采样压力是样品的电阻抗在该压力下跟踪与样品相关的基准阻抗的压力;以及与第一电极和第二电极电气联接的测量装置,该测量装置构造成测量第一电极与第二电极之间的电阻抗。



1. 一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统(100), 所述系统包括:

样品接合部件(108), 包括第一电极(122), 所述第一电极具有构造成定位为与所述多层结构的第一表面相接触的第一样品接触表面(126);

第二电极(124), 其具有构造成定位为与所述多层结构的第二表面相接触的第二样品接触表面(128), 其中所述第二表面与所述第一表面相对;

压力控制装置(144), 其构造成大致在预定的采样压力下将所述第一电极压靠在所述多层结构上, 其中所述预定的采样压力是样品的电阻抗在该压力下跟踪与所述样品(102)相关的基准阻抗的压力, 其中所述基准阻抗为在使用附着性导电介质的情况下测量的所述样品的电阻抗; 以及

与所述第一电极和所述第二电极电气联接的测量装置(160), 所述测量装置构造成测量所述第一电极与所述第二电极之间的电阻抗。

2. 根据权利要求1所述的系统(100), 其特征在于, 所述测量装置(160)还构造成至少部分地基于测出的电阻抗来确定所述感兴趣的层的厚度。

3. 根据权利要求2所述的系统(100), 其特征在于, 所述测量装置(160)还构造成进一步基于电阻抗与对应于所述多层结构的所述感兴趣的层的厚度之间的预定关系来确定所述感兴趣的层的厚度。

4. 根据权利要求1所述的系统(100), 其特征在于, 所述系统还包括:

施力装置(140), 其联接到所述样品接合部件(108)上并且与所述压力控制装置(144)通信联接; 以及

测力传感器(142), 其与所述压力控制装置通信联接并且构造成测量由所述施力装置施加到所述多层结构的力, 其中所述压力控制装置构造成至少部分地基于测出的力和所述第一样品接触表面(126)与所述多层结构之间的接触面积来在所述预定的采样压力下将所述第一电极(122)压靠在所述多层结构上。

5. 根据权利要求1所述的系统(100), 其特征在于, 所述样品接合部件(108)还包括构造成调节所述多层结构的温度的一个或更多温度调节元件。

6. 根据权利要求5所述的系统(100), 其特征在于, 所述系统还包括温度控制装置(150), 所述温度控制装置联接到所述温度调节元件(136)上并且构造成通过所述温度调节元件将所述多层结构的温度调节到预定的采样温度。

7. 根据权利要求5所述的系统(100), 其特征在于, 所述样品接合部件是包括多个第一温度调节元件(132)的第一样品接合部件(108), 所述系统还包括第二样品接合部件(110), 所述第二样品接合部件包括:

所述第二电极(124); 以及

多个第二温度调节元件(136)。

8. 根据权利要求1所述的系统(100), 其特征在于, 所述测量装置(160)构造成在预定的频率范围上测量所述第一电极(122)与所述第二电极(124)之间的电阻抗。

9. 一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的装置(400), 所述装置包括:

样品接合部件(108), 包括:

电极(122), 其具有样品接触表面(126)和与所述样品接触表面相对的施力表面(130), 所述样品接触表面构造成定位为与所述多层结构的表面相接触; 以及

构造成调节所述多层结构的温度的温度调节元件(132);以及

施力装置(140),其联接到所述样品接合部件上并且构造成通过所述样品接合部件对所述电极的所述施力表面施加预定的采样压力,其中所述预定的采样压力是样品的电阻抗在该压力下跟踪与所述样品(102)相关的基准阻抗的压力,其中所述基准阻抗为在使用附着性导电介质的情况下测量的所述样品的电阻抗。

10.根据权利要求9所述的装置(400),其特征在于,所述样品接触表面(126)具有与所述多层结构的表面的形状相对应的形状。

用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统和方法

技术领域

[0001] 本文公开的主题总体涉及结构测量,且更具体地涉及用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统和方法。

背景技术

[0002] 至少一些公知的测量系统利用电极来确定结构的两个表面之间的阻抗。电极通过诸如银膏之类的导电性接触介质与该结构电气联接。使用像银膏这样的介质尤其可能在能实现稳定的阻抗测量之前引起相当大的延迟。此外,在完成测量并移除电极之后,必须从该结构清除残余银膏。因此,此类测量系统与显著的时间和劳动力成本相关。

发明内容

[0003] 一方面,提供了一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的系统。该系统包括样品接合部件。该样品接合部件包括第一电极,该第一电极具有构造成定位为与多层结构的第一表面相接触的第一样品接触表面。该系统还包括第二电极,该第二电极具有构造成定位为与多层结构的第二表面相接触的第二样品接触表面。第二表面与第一表面相对。该系统还包括压力控制装置,该压力控制装置构造成大致以预定的采样压力将第一电极压靠在多层结构上。采样压力是样品的电阻抗在该压力下跟踪与该样品相关的基准阻抗的压力。该系统还包括与第一电极和第二电极电联接的测量装置。测量装置构造成测量第一电极与第二电极之间的电阻抗。

[0004] 另一方面,提供了一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的装置。该装置包括样品接合部件和联接到该样品接合部件上的施力装置。该样品接合部件包括具有样品接触表面和与该样品接触表面相对的施力表面的电极。样品接触表面构造成定位为与多层结构的表面相接触。样品接合部件还包括构造成调节多层结构的温度的温度调节元件。施力装置构造成对电极的施力表面施力。

[0005] 又一方面,提供了一种用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的方法。该方法包括将第一电极定位成与多层结构的第一表面相接触。第二电极定位成与多层结构的第二表面相接触。第二表面与第一表面大致相对。在预定的采样压力下将第一电极压靠在多层结构上,并且将多层结构的温度调节到预定的采样温度。测量第一电极与第二电极之间的电阻抗。

附图说明

[0006] 通过参照以下结合附图的描述,可更好地理解本文所述的实施例。

[0007] 图1是用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的示例性系统的图。

[0008] 图2是图1中所示的样品和样品接合部件的放大视图。

[0009] 图3是用于确定感兴趣的层的厚度的示例性方法的流程图。

[0010] 图4是用于确定圆筒形结构中感兴趣的层的厚度的示例性装置的图。

- [0011] 零部件列表
- [0012] 100 示例性系统
- [0013] 102 样品
- [0014] 104 第一表面
- [0015] 106 第二表面
- [0016] 108 第一样品接合部件
- [0017] 110 第二样品接合部件
- [0018] 112 表面层
- [0019] 114 衬底
- [0020] 116 粘合涂层
- [0021] 118 热生长氧化物(TGO)层
- [0022] 122 第一电极
- [0023] 124 第二电极
- [0024] 126 第一样品接触表面
- [0025] 128 第二样品接触表面
- [0026] 130 施力表面
- [0027] 132 温度调节元件
- [0028] 134 导热层
- [0029] 136 温度调节元件
- [0030] 138 导热层
- [0031] 140 施力装置
- [0032] 142 测力传感器
- [0033] 144 压力控制装置
- [0034] 146 通信电缆
- [0035] 148 通信电缆
- [0036] 150 温度控制装置
- [0037] 152 温度调节线
- [0038] 160 测量装置
- [0039] 162 第一导体
- [0040] 164 第二导体
- [0041] 300 方法
- [0042] 305 确定采样压力和/或温度
- [0043] 310 确定层厚与电气特性(例如,阻抗)之间的关系
- [0044] 315 将第一电极定位成与第一表面相接触
- [0045] 320 将第二电极定位成与第二表面相接触
- [0046] 322 绝缘表面
- [0047] 325 在采样压力下将第一电极压靠在样品上
- [0048] 330 将结构温度加热/冷却到采样温度
- [0049] 335 测量电气特性

- [0050] 340 确定层厚
- [0051] 400 装置
- [0052] 405 圆筒形结构
- [0053] 410 样品接合部件
- [0054] 415 第一电极
- [0055] 420 内表面
- [0056] 425 第二电极
- [0057] 430 外表面
- [0058] 435 施力装置
- [0059] 440 测力传感器
- [0060] 445 轴
- [0061] 450 结构接合部件
- [0062] 455 温度调节元件
- [0063] 460 绝缘层
- [0064] 465 多个样品

具体实施方式

[0065] 本文所述的实施例有利于在不使用诸如银膏之类的附着性导电介质的情况下确定多层结构中感兴趣的层的厚度。在示例性实施例中,第一电极定位成直接与多层结构的表面相接触并且在预定的采样压力下被压靠在该表面上。此外,可将该结构的温度调节到预定的采样温度。第二电极定位成与该结构的另一表面相接触,并且测量两个电极之间诸如阻抗之类的电气特性。

[0066] 感兴趣的层可以是多层结构的内层。例如,针对高温操作设计的构件可包括具有覆以热屏障涂层(TBC)的表面的金属结构,该热屏障涂层保护金属结构免于热致损坏。TBC可通过粘合涂层联接到金属衬底上。当该结构经历高温时,粘合涂层可氧化,从而削弱粘合涂层将TBC联接到金属衬底上的能力。粘合涂层的氧化部分可称为热生长氧化物(TGO)。TGO厚度的精确确定可实现结构的及时修复和/或更换。

[0067] 本文所述的方法、系统和装置的示例性技术效果包括以下的至少其中一项:(a)以预定的采样压力将第一电极压靠在多层结构上;(b)将多层结构的温度调节到预定的采样温度;(c)测量第一电极与第二电极之间的电气特性;以及(d)至少部分地基于测出的电气特性来确定感兴趣的层的厚度。

[0068] 图1是用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的示例性系统100的框图。可基于一个或更多样品102来确定感兴趣的层的厚度,样品102包括多层结构的至少一部分。例如,多层结构可以是梁,并且样品102可代表该梁的长度的一部分。样品102包括第一表面104和与第一表面104大致相对的第二表面106。系统100包括第一样品接合部件108和第二样品接合部件110。

[0069] 图2是样品102、第一样品接合部件108和第二样品接合部件110的放大视图。在示例性实施例中,样品102的第一表面104由表面层112限定,该表面层通过粘合涂层116联接到结构层或衬底114上。例如,表面层112可包括热屏障涂层(TBC),诸如陶瓷材料,用于保护

结构层114免于热致损坏。

[0070] 在操作中,粘合涂层116可在该结构受热时转化为热生长氧化物(TGO)层118。因此,TGO涂层118的厚度可随时间推移而变化。粘合涂层116和TGO层118可呈现不同的阻抗水平或一些其它电气特性,从而能确定TGO层118和/或粘合涂层116的厚度,如下文参考图3所述。当TGO层118的厚度超过预定阈值时,或者备选地,当粘合涂层116的厚度降低到低于预定阈值时,可修复和/或更换样品102所代表的结构。虽然上文将样品102描述为具有特定组分,但系统100使得人们能够确定具有呈现电气特性的变化的任何数量的层的结构中感兴趣的层的厚度。

[0071] 在示例性实施例中,第一样品接合部件108包括第一电极122,并且第二样品接合部件110包括第二电极124。第一电极122包括构造成定位为与样品102的第一表面104相接触的第一样品接触表面126。第二电极124包括构造成定位为与样品102的第二表面106相接触的第二样品接触表面128。

[0072] 在一些实施例中,第一样品接触表面126具有与样品102的第一表面104的形状相对应的形状。此外,第二样品接触表面128可具有与样品102的第二表面106的形状相对应的形状。如图2中所示,第一表面104和第二表面106是平坦的。因此,第一样品接触表面126和第二样品接触表面128也是平坦的。第一样品接触表面126和/或第二样品接触表面128的形状可以是平坦的、弓形(例如,如下文参考图4所述)、曲线形、角形、凹形、凸形和/或与第一表面104和/或第二表面106相对应(例如,互补)的任何其它形状。使样品接触表面126、128成形为与样品表面104、106相对应有利于增加电极122、124与样品102之间的接触面积和/或导电率。

[0073] 第一电极122还包括与样品接触表面126相对的施力表面130。在一个实施例中,通过经第一样品接合部件108对施力表面130施力来将第一电极122压靠在样品102上,如下文参考图1和2所述。

[0074] 一些实施例有利于调节样品102的至少一部分的温度。在此类实施例中,第一样品接合部件108包括一个或更多温度调节元件132并且可包括温度调节元件132与第一电极122之间的导热层134。导热层134可以是不导电的,从而使第一电极122能与第一样品接合部件108电绝缘。

[0075] 温度调节元件132构造成分别通过对第一表面104施加热能和/或从第一表面104提取热能来升高和/或降低样品102的温度。温度调节元件132可包括例如热导体、电加热元件、构造成容纳和/或输送流体的通道和/或适合加热和/或冷却样品102的任何结构。在一些实施例中,第二样品接合部件110还包括构造成通过对第二表面106施加热能和/或从第二表面106提取热能来调节样品102的温度的温度调节元件136。第二样品接合部件110还可包括定位在温度调节元件136与第二电极124之间的导热层138。另外,或者备选地,绝缘层定位在第二电极124上,如下文参考图4所述。

[0076] 参照图1和2,系统100包括联接到第一样品接合部件108和/或第二样品接合部件110上的施力装置140。施力装置140构造成经第一样品接合部件108对第一电极122的施力表面130施力。在一个实施例中,施力装置140包括机动的螺纹机构、液压活塞和/或适合于将第一电极122压靠在样品102上的任何其它装置。

[0077] 一个或更多测力传感器142构造成测量通过施力装置140施加到样品102的力。例

如,在图1所示的实施例中,施力装置140构造成将第一样品接合部件108推向第二样品接合部件110。因此,测力传感器142可定位在第一样品接合部件108与第二样品接合部件110之间。

[0078] 压力控制装置144与施力装置140以及测力传感器142通信联接。例如,压力控制装置144通过通信电缆146联接到施力装置140上并且通过通信电缆148联接到测力传感器142上。备选地,压力控制装置144可通过无线通信信道(未示出)联接到施力装置140和/或测力传感器142上。

[0079] 压力控制装置144构造成以预定的采样压力将第一电极122压靠在样品102上。在示例性实施例中,压力控制装置144至少部分地基于来自测力传感器142的测出的力和第一电极122与样品102之间的接触面积来确定所施加的压力。例如,可基于第一样品接触表面126的面积和第一表面104的面积来确定接触面积。如果第一样品接触表面126具有与第一表面104的形状相对应的形状,则可将接触面积定义为第一样品接触表面126的面积和第一表面104的面积中较小的一者。在示例性实施例中,压力控制装置144控制施力装置140所施加的力,调节该力直到所施加的压力大致等于预定的采样压力(例如,在0.5%、1%或5%以内)。

[0080] 温度控制装置150通过温度调节线152联接到温度调节元件132、136上。温度控制装置150构造成经温度调节线152和温度调节元件132、136将样品102的至少一部分的温度调节到预定的采样温度。在一些实施例中,温度调节元件132、136是电加热元件和/或冷却器。在此类实施例中,温度调节线152可为温度控制装置150借以控制温度调节元件132、136的操作的通信电缆。另外,或者备选地,温度调节线152可以是电流在其上传输的导体。在其它实施例中,温度调节元件132、136是用于容纳和/或输送流体的通道。在此类实施例中,温度调节线152可以是流体容器(例如管道和/或管),并且温度控制装置150可包括流体加热器和/或流体冷却器以及可选的用于使流体循环通过流体容器的泵。

[0081] 测量装置160与第一电极122和第二电极124电气联接。例如,在一个实施例中,测量装置160通过第一导体162联接到第一电极122上并且通过第二导体164联接到第二电极124上。测量装置160构造成测量第一电极122与第二电极124之间的电气特性(例如阻抗、电阻、电感和/或电容)。例如,在一个实施例中,测量装置160包括电源(例如稳压器)和用于执行电化学阻抗频谱法(EIS)的频率响应分析仪(FRA)。另外,测量装置160进一步构造成至少部分地基于测出的电阻抗来确定感兴趣的层的厚度,如下文参考图3所述。

[0082] 图3是用于确定多层结构中感兴趣的层的厚度的示例性方法300的流程图。方法300的各部分可使用机器和/或诸如压力控制装置144、温度控制装置150和测量装置160(都在图1中示出)之类的计算装置来执行。此外,压力控制装置144、温度控制装置150和测量装置160的功能可结合到任何数量的计算装置中。例如,测量装置160可执行参考压力控制装置144和温度控制装置150描述的所有操作。

[0083] 在示例性实施例中,确定305采样压力和/或采样温度。采样压力是电极在该压力下被挤靠在多层结构的样品的表面上的压力。采样温度是要将多层结构调节到该温度的温度。

[0084] 在一个实施例中,对结构实验性地确定305采样压力。例如,选择该结构或类似结构的样品,并且使用诸如银膏之类的粘性导电液来使电极与样品的两个表面电气联接。测

量两个电极之间的阻抗并且将该阻抗视为基准阻抗。将电极定位成靠在无粘性导电液的相同样品的表面上,并且当至少一个电极在不同的压力水平下被压靠在样品的表面上时测量阻抗。将产生“跟踪”或者大致等于(例如,在0.5%、1%或5%以内)基准阻抗的阻抗测量的最低采样压力确定305为采样压力。在一些实施例中,使用其中已知感兴趣的层的厚度的类似结构重复以上过程,并且将产生跟踪跨这些类似结构的基准阻抗的阻抗测量的最低采样压力确定305为采样压力。虽然上文具体描述了阻抗,但可将采样压力确定305为任何电气特性在该压力下跟踪相对应的基准电气特性的压力。

[0085] 将采样温度确定305为在该温度下多层结构的表面之间感兴趣的电气特性(例如,阻抗)基于感兴趣的层的厚度而变化的温度。在一个实施例中,实验性地确定305结构的采样温度。例如,选择其中已知感兴趣的层的厚度的类似结构。在不同的温度下测量跨这些类似结构的阻抗,并且将阻抗在该温度下与感兴趣的层的厚度最紧密相关的温度确定305为采样温度。

[0086] 参照图2,在一个实施例中,结构层114和粘合涂层116是金属性的并且跨宽温度范围呈现相对可忽略不计的阻抗。表面层112是在大约400摄氏度(400℃)和以上的温度下呈现相对可忽略不计的阻抗的离子导体(例如,陶瓷材料)。相反,TG0层118跨宽温度范围呈现相对高的阻抗。因此,在400℃以上的温度下,主要通过TG0层118的厚度来确定第一表面104与第二表面106之间的阻抗,并且将400℃确定305为采样温度。

[0087] 再参照图1和3,在一些实施例中,在受控的设施中(例如,在实验室中)对多层结构确定305采样压力和/或采样温度,然后将采样压力和/或采样温度应用于该多层结构的多个复制品。作为一个实例,对于特定构件的采样压力和采样温度与对应于该构件的零件号相关且随后用于确定与同一零件号相关的任何构件中感兴趣的层的厚度。

[0088] 在一些实施例中,利用用于确定305采样压力和/或采样温度的相同数据来确定310感兴趣的层的厚度与电气特性(例如,阻抗、电感和/或电容)之间的关系。例如,在一个实施例中,将测出的阻抗的值和与采样温度相对应的层厚标示于曲线图中,并且计算限定最佳拟合线的函数以表达层厚与阻抗之间的关系。因此,在示例性实施例中,基于类似于或代表所评估的结构的结构来确定310层厚与对应于通过方法300评估的结构的电气特性之间的关系。

[0089] 参照图1和3,将第一电极122定位315成与多层结构的样品102的第一表面104相接触。将第二电极124定位320成与样品102的第二表面106相接触。在示例性实施例中,样品102定位在包括第一电极122的第一样品接合部件108与包括第二电极124的第二样品接合部件110之间。

[0090] 压力控制装置144经施力装置140以采样压力将第一电极122压靠325在样品102上(例如,压靠在第一表面104上)。在示例性实施例中,压力控制装置144利用测力传感器142监视由施力装置140所施加的力的量。将所施加的力除以第一电极122与第一表面104之间的接触面积,以计算所施加的压力。压力控制装置144调节施力装置140所施加的力,使得所施加的压力大致等于(例如,在0.5%、1%或5%以内)采样压力。

[0091] 温度控制装置150将样品102的至少一部分的温度大致调节330(例如,加热或冷却)到(例如,在0.5%、1%或3%以内)采样温度。在示例性实施例中,温度控制装置150操作温度调节元件132,以调节样品102在第一表面104处的温度。通过直接接触来调节330样品

102的温度有利于相对于其它温度调节方法例如对流以增加的精度并在较少的时间内实现采样温度。在一些实施例中,温度控制装置150还操作温度调节元件136,以调节样品102在第二表面106处的温度。另外,或者备选地,使第二表面106绝缘322。

[0092] 测量装置160测量335第一电极122与第二电极124之间的电气特性。在一些实施例中,测量装置160例如通过采用电化学阻抗频谱法(EIS)来测量335电阻抗。在示例性实施例中,测量装置160在预定的频率范围(例如,100赫兹到1兆赫)上在穿过第一导体162的第一电极122与穿过第二导体164的第二电极124之间施加交流电或电压输入信号。该信号由电源产生,该电源可包括但不限于稳压器。其它测出的电气特性可包括电感、电容和/或适合与本文所述的方法一起使用的任何其它特性。

[0093] 至少部分地基于测出的电气特性来确定340感兴趣的层(例如,图2中示出的粘合涂层116或TG0层118)的厚度。在示例性实施例中,基于测出的电气阻抗和前面确定310的厚度与阻抗之间的关系来确定340厚度。

[0094] 在一些实施例中,利用方法300来评估结构的多个样品102。在一个实施例中,将结构的规则间隔开的部分作为样品102处理。对于每个样品102,定位315、320电极122、124,将第一电极122压靠325在样品102上,调节330样品102的温度,测量335电气阻抗,并且确定340感兴趣的层的厚度。在一些实施例中,如果对应于任何样品102的感兴趣的层的厚度在可以接受的值范围(例如,规格为纳米、微米或毫米)以外,则修复和/或更换该结构。

[0095] 图4是用于确定圆筒形结构405中感兴趣的层的厚度的示例性装置400的图。装置400包括具有第一电极415的样品接合部件410。样品接合部件410和第一电极415定位成靠在圆筒形结构405的内表面420上。第二电极425定位成靠在圆筒形结构405的外表面430上。第一电极415和第二电极425成形为弓形,以分别对应于内表面420和外表面430的形状。在操作中,第一电极415和第二电极425联接到测量装置160上(在图1中示出)。

[0096] 装置400包括在操作上类似于施力装置140(在图1中示出)的施力装置435。更具体而言,施力装置435将第一电极415压靠在内表面420上。通过在操作上类似于测力传感器142(在图1中示出)的测力传感器440测量施力装置435所施加的力。

[0097] 在示例性实施例中,施力装置435通过轴445联接到样品接合部件410上。轴445也联接到与样品接合部件410相对的结构接合部件450上。与第一电极415相似,样品接合部件410和结构接合部件450具有与内表面420的形状相对应的形状。当施力装置435沿轴445施加膨胀力时,样品接合部件410和结构接合部件450被压靠在内表面420上。在示例性实施例中,施力装置435和测力传感器440与压力控制装置144(在图1中示出)通信联接。

[0098] 样品接合部件410还包括在操作上类似于温度调节元件132、136(在图1和2中示出)的多个温度调节元件455。温度调节元件455调节贴近第一电极415的内表面420的温度。在示例性实施例中,温度调节元件455联接到温度控制装置150上(在图1中示出)。

[0099] 在一些实施例中,绝缘层460定位在贴近第二电极425的外表面430上。绝缘层460有利于在操作温度调节元件455时提供第一电极415与第二电极425之间的恒定温度。

[0100] 圆筒形结构405在第一电极415与第二电极425之间的部分可称为样品465。在一个实施例中,通过相对于圆筒形结构405旋转装置400来对多个样品465确定圆筒形结构405中感兴趣的层的厚度。作为一个实例,根据方法300(在图3中示出)来评估十个样品465,各样品旋转隔开大约36度。

[0101] 本文提供的实施例使得能够确定多层结构内感兴趣的层例如热生长氧化物(TGO)层的厚度。此外,示例性实施例在短时间内并且在不需要去除附着的接触或导电介质的情况下产生精确的厚度确定。

[0102] 文中所述的方法和系统并不限于文中所述的特定实施例。例如,各系统的构件和/或各方法的步骤可与文中所述的其它构件和/或步骤独立地和分开地使用和/或实施。另外,各构件和/或步骤也可借助其它装置和方法来使用和/或实施。

[0103] 一些实施例包含一个或更多电子或计算装置的使用。此类装置典型地包括处理器或控制器,诸如通用中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、微控制器、精简指令集计算机(RISC)处理器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑电路(PLC)和/或能够执行文中所述的功能的任何其它电路或处理器。可将本文所述的方法编码为在计算机可读介质——包括但不限于存储装置和/或记忆装置——中包含的可执行的指令。此类指令在由处理器执行时使得处理器执行本文所述的方法的至少一部分。以上实例只是示例性的,并且因此并非旨在以任何方式限制术语“处理器”的定义和/或含义。

[0104] 此书面描述使用了包括最佳模式在内的实例来公开本发明,并且还使本领域的任何技术人员能够实施本发明,包括制造并利用任何装置或系统并且执行任何所结合的方法。本发明可取得专利权的范围通过权利要求来限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果此类其它实例没有不同于权利要求的文字语言所描述的结构元件,或者它们包括与权利要求的文字语言无实质性区别的等同结构元件,则认为此类其它实例包含在权利要求的保护范围内。

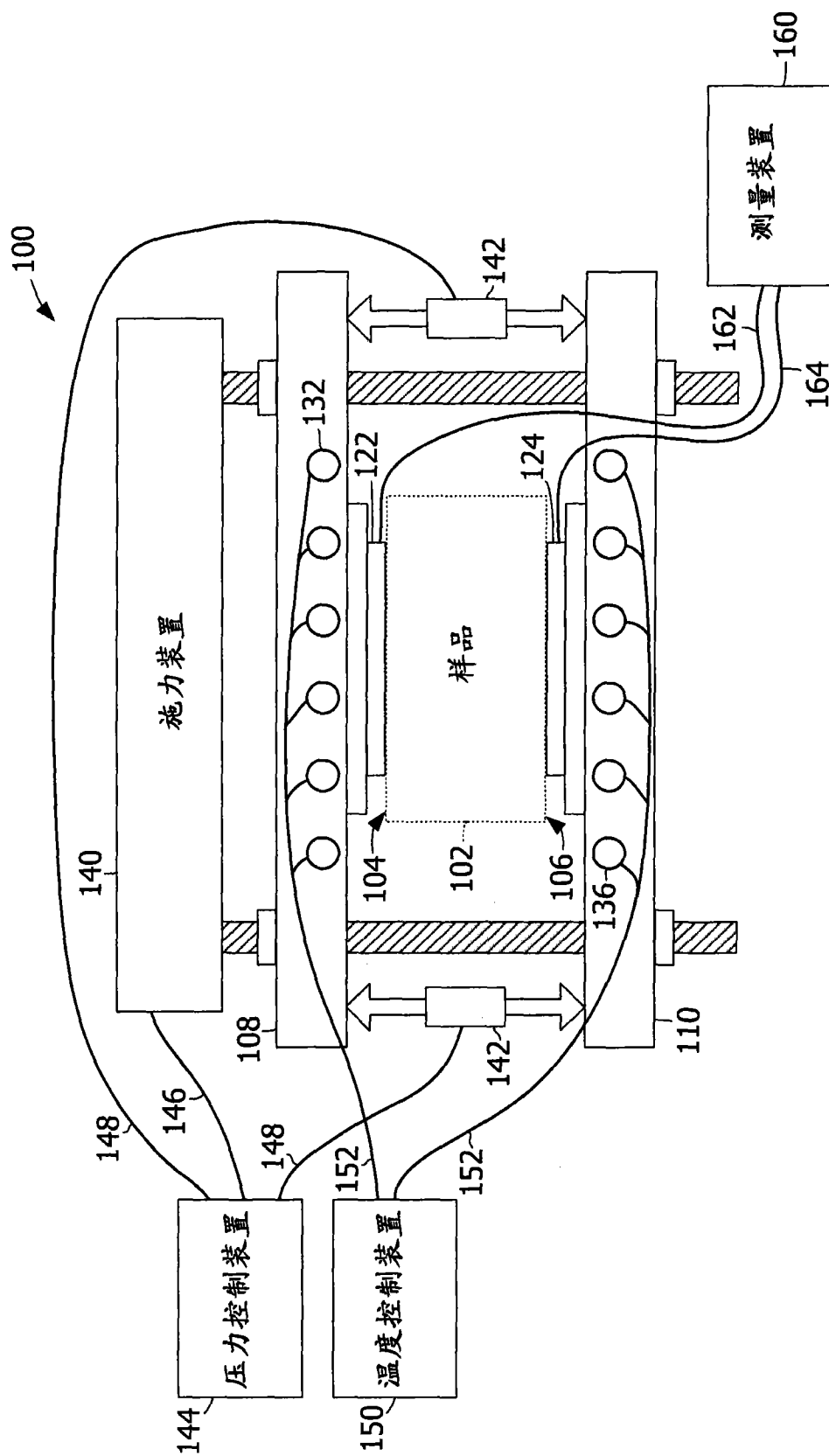


图1

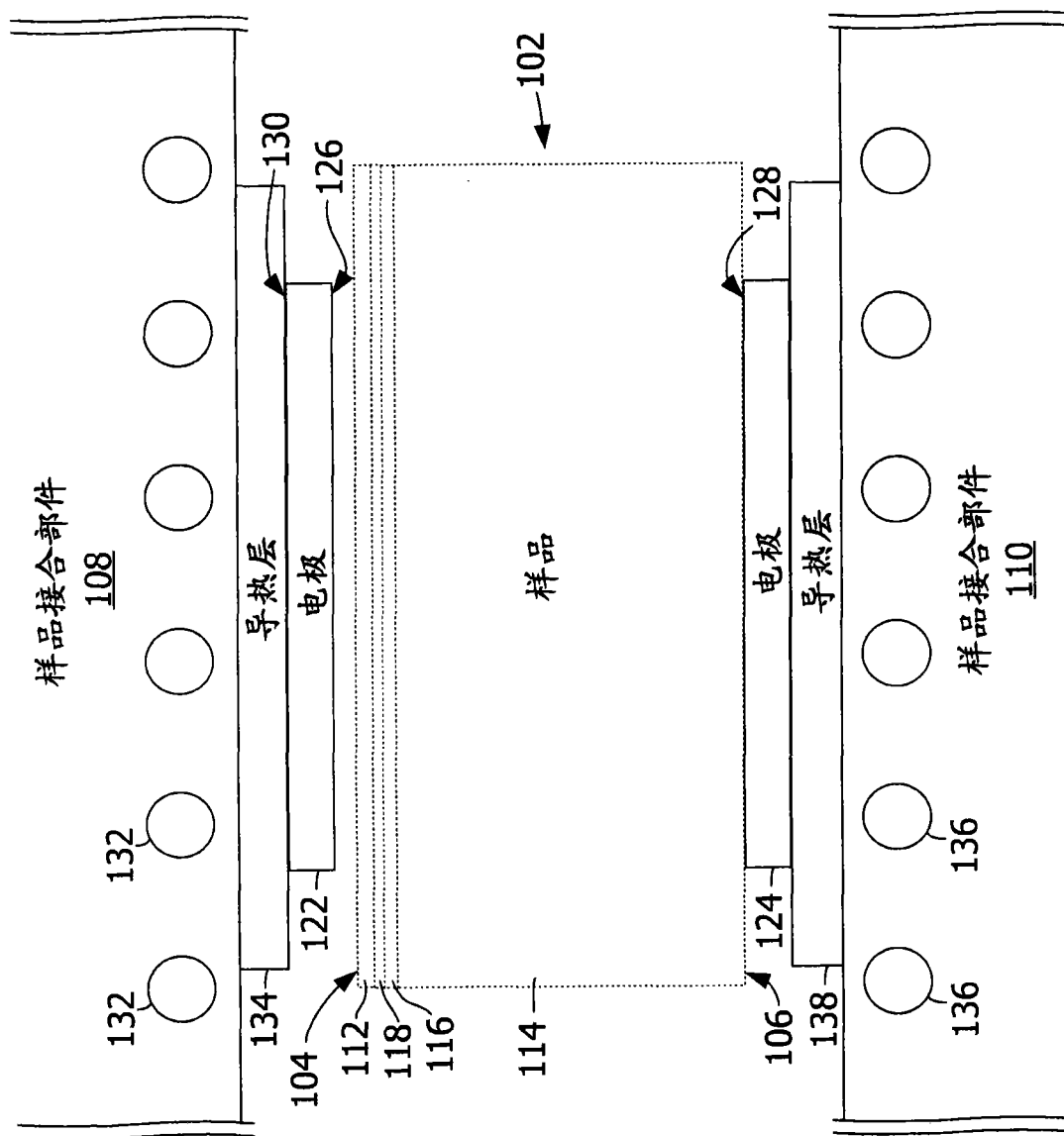


图2

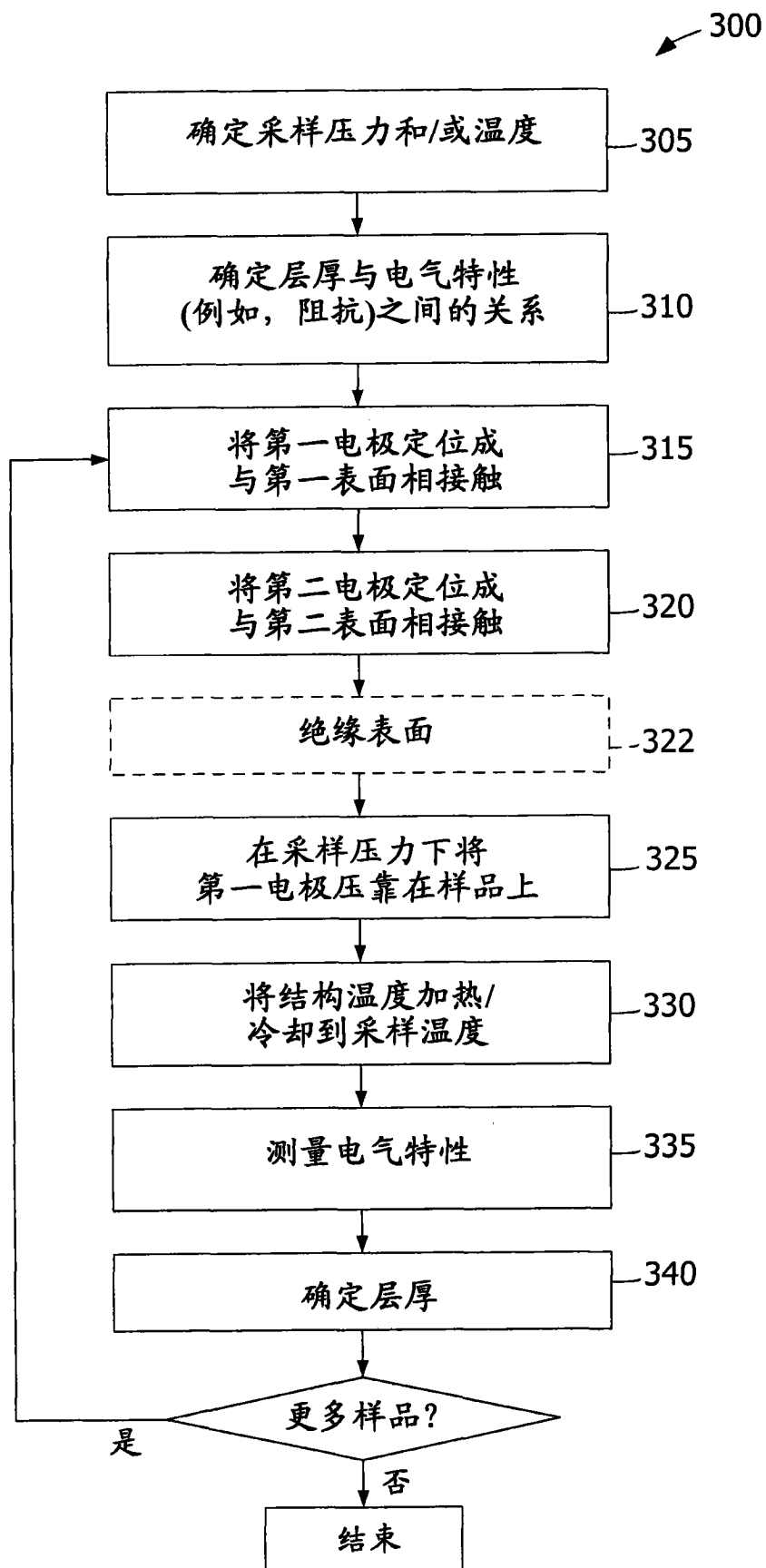


图3

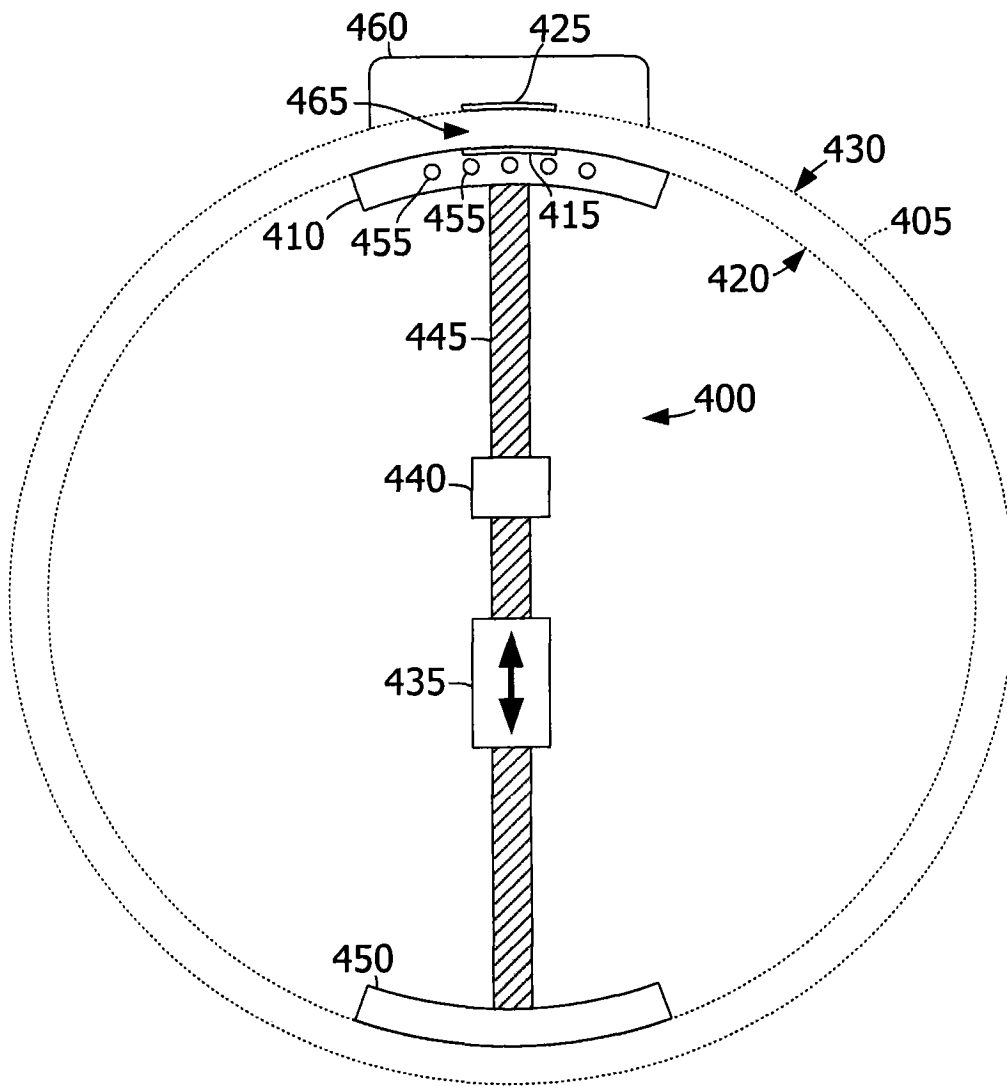


图4