



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106404277 A

(43)申请公布日 2017. 02. 15

(21)申请号 201610282044.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2009.09.11

G01L 21/32(2006.01)

(30)优先权数据

61/192,684 2008.09.19 US

(62)分案原申请数据

200980137098.2 2009.09.11

(71)申请人 MKS仪器公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 赖利·K·卡麦可 杰西·A·韦伯

约翰·H·亨利 麦可·N·史考特

葛拉多·A·布鲁克尔

肯尼斯·D·凡安特卫普

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 许静 黄灿

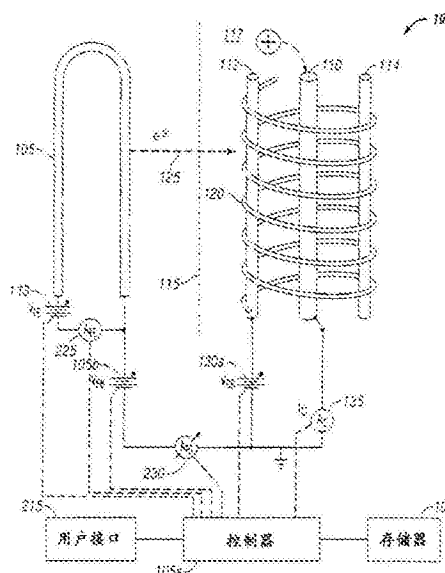
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

具有发射电流及偏压电位控制的电离计

(57)摘要

一种测量压力的电离计,其具有发射电子的电子源,和界定电离空间的阳极。所述电离计还包含集极电极,用以收集由所述电子与气体之间的碰撞而形成的离子且基于所述收集的离子而测量压力。依据压力和压力除外的第二参数,在多个发射电平之间动态地改变所述电子源的发射电流。所述电离计还可根据存储在非易失性存储器中并由用户选择的参数来改变电离计组件的各种操作参数。



1. 一种用以测量压力的电离计,其包括:

电子源,其发射电子;

阳极,其界定电离空间;

集极电极,其用以收集在所述电离空间中由所述电子与气体之间的碰撞而形成的离子;以及

控制器,其在所述电离计对测量腔室中的压力进行测量的操作期间,作为感测到的压力的函数、并且响应于在一特定过程正由暴露于所测量的所述压力下的所述电离计除外的工具执行时的所述特定过程的另一用户定义的操作参数,而主动地变化来自所述电子源的发射电流到实质上不同电平。

2. 根据权利要求1所述的电离计,其中所述另一用户定义的操作参数是预期由于工艺步骤而引起的改变的控制信号。

3. 根据权利要求1所述的电离计,其中所述控制器基于压力以连续可变方式控制所述发射电流。

4. 根据权利要求1所述的电离计,其中所述压力函数由用户进行选择。

5. 根据权利要求1所述的电离计,其中所述另一用户定义的操作参数是正在测量的环境中的气体的种类。

6. 根据权利要求1所述的电离计,其中在第一压力范围内,集极电流被保持为固定电平,且在第二压力范围内,允许所述集极电流变化。

7. 根据权利要求1所述的电离计,其进一步包括存储在存储器中并由用户选择的多个发射电流简档。

8. 根据权利要求1所述的电离计,其中压力信号是自所收集的所述离子形成。

9. 根据权利要求1所述的电离计,其中所述另一用户定义的操作参数是预期由于工艺步骤而引起的压力改变的控制信号。

10. 一种测量气体压力的方法,其包括以下步骤:

从电子源产生电子;

在电离计对压力进行测量的操作期间,作为感测到的压力的函数、并且响应于在一特定过程正由暴露于所测量的所述压力下的所述电离计除外的工具执行时的所述特定过程的另一用户定义的操作参数,而动态地变化来自所述电子源的发射电流到实质上不同电平;

传输所述电子穿过用以界定所述电离计的电离空间的阳极以形成离子;以及

收集所述电离计中的所述离子。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述另一用户定义的操作参数是预期由于工艺步骤而引起的改变的控制信号。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中基于压力以连续可变方式变化所述发射电流。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中由用户选择所述压力函数。

14. 根据权利要求10所述的方法,其中所述另一用户定义的操作参数是正在测量的环境中的气体的种类。

15. 根据权利要求10所述的方法,其中在第一压力范围中,将集极电流保持为固定电平,且在第二压力范围中,允许变化所述集极电流。

16. 根据权利要求10所述的方法, 其中基于存储在存储器中并由用户选择的多个发射电流简档中的一者而变化所述发射电流。

17. 根据权利要求10所述的方法, 其进一步包括自所收集的所述离子形成压力信号。

18. 根据权利要求10所述的方法, 其中所述另一用户定义的操作参数是预期由于工艺步骤而引起的压力改变的控制信号。

具有发射电流及偏压电位控制的电离计

[0001] 相关申请案

[0002] 本申请案主张2008年9月19日申请的第61/192,684号美国临时申请案的权益。以上申请案的整个教示以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及电离计,且尤其是涉及具有发射电流及偏压电位控制的电离计。

背景技术

[0004] 电离计,更具体来说BA(Bayard-Alpert)电离计是测量极低压力的最常用的非磁性构件。所述电离计已在世界范围内广泛使用。在以全文引用的方式并入本文中的1952年的第2,605,431号美国专利中揭示了这些电离计。典型的电离计包含作为电子源的阴极丝、阳极和离子集极电极。对于BA电离计,电子源位于由圆柱形帘栅极(anode screen)界定的电离空间或阳极体积的外部。离子集极电极安置于阳极体积内。电子从电子源行进到阳极并穿过阳极,在阳极内来回循环,且因此保持在阳极内。

[0005] 在其行进中,电子与构成压力待测量的大气的气体的分子和原子互撞。电子与气体之间的此接触产生离子。离子被吸引到离子集极电极,离子集极电极通常接地。可根据离子和电子电流通过公式 $P = (1/S)(I_{ion}/I_{electron})$ 来计算大气内的气体的压力,其中S为具有单位1/托的系数且是特定电离计几何形状、电参数和压力范围的特性。

[0006] 通常,在现有的双丝热阴极电离计中,每一丝在两个不同的发射电流下操作,其中第一发射电流为约4mA且第二电流电平为约100 μ A。通常,电离计操作以基于由用户手动设定的可调整的预设压力水平而在这两个电流电平之间切换。在另一系统中,发射电流在由用户指定的最小与最大电平之间的十个电平中逐步变化。这些多电流电平的目的是让电离计在相应压力操作范围中具有最高的灵敏度。

发明内容

[0007] 典型电离计的操作寿命在电离计处于良好环境中操作时大约为十年。然而,这些同样的电离计当在过高压力下操作时或在使电子源阴极的发射特性降级的气体类型中操作期间会在数分钟或小时内出故障。阴极与电离计环境的相互作用可导致操作寿命减少。阴极上的氧化物涂层在暴露于水蒸气时可降级。氧化物涂层的降级会急剧减少由阴极产生的电子的数目。对水蒸气的暴露可甚至导致钨阴极的完全燃尽。

[0008] 当例如在氩气中在 10^{-4} 托以上等高压力下操作电离计时,溅射也是个问题。溅射是高压下的问题,因为有更多的气体会被电离。此溅射是由离子与电离计的组件之间的高碰撞能量引起。具有高能量的离子可与形成电离计的集极电极柱的钨材料碰撞。这导致从集极电极柱和包络表面射出原子。此射出可涂覆阴极丝或电离计的组件,这是非常不利的。

[0009] 已观察到每单位时间的溅射速率随着在特定压力下提供到阴极丝的特定发射电

流而变。低溅射速率是理想的,但是在具有足够的丝发射电流以正确测量压力时的低溅射速率才是理想。此足够电流是为了获得用于操作电离计的足够信号,而且为了提供在多个不同压力测量范围上的灵敏电离计。

[0010] 随着阴极丝老化或被污染,必须将其加热到较高温度以便产生所需的发射电流电平。所述额外加热可进一步向阴极丝施加应力且导致其出故障。

[0011] 提供一种用以测量压力的电离计,所述电离计具有电子源(例如,阴极丝)、阳极和集极电极。电子源的发射电流可动态地变化以减少阴极丝上的应力,且防止损坏电离计或防止组件在以预定压力水平操作时发生溅射。

[0012] 一种用以测量压力的电离计可包括:电子源,其发射电子;阳极,其界定电离空间;以及集极电极,其用以收集在所述电离空间中由所述电子与气体之间的碰撞而形成的离子。控制器可在操作期间响应于在操作期间感测的压力除外所感测到的参数而主动地控制来自所述源的发射电流。或者或另外,控制器可界定包含可由终端用户选择的偏压的操作简档。控制器可在操作期间响应于控制信号而控制来自电子源的发射电流,所述控制信号预期由于工艺步骤而引起的压力改变。

[0013] 控制器可控制发射电流以作为压力的函数。所述控制可以连续可变的方式或作为步进函数。所述压力的函数可由用户选择。

[0014] 所述压力除外的参数可为正在测量的环境中的气体的种类。

[0015] 压力除外的参数可为电子源的阴极温度。可控制发射电流以在启动期间逐渐增加。阴极温度可由红外传感器由阴极的电阻指示,或由阴极的光学参数指示。

[0016] 所述压力除外的参数可为穿过集极电极的集极电流。可控制发射电流以维持集极电流固定,其中发射电流指示压力。在第一压力范围中,可将集极电流保持为固定电平,且在第二压力范围中,可允许集极电流变化。在第二压力范围中,发射电流可为固定的或可变的。

[0017] 多个发射电流简档可存储在存储器中且由用户选择。

[0018] 电离计可用于其中工具被抽空以在所述工具中对衬底执行若干过程的工艺中。电离计可用于其中使用分析工具测量过程参数的工艺中。

附图说明

[0019] 根据如附图中说明的以下对本发明的实例实施例的更特定描述将明白上述内容,附图中相同参考符号在所有不同图中均指代相同部分。图式不一定按比例,而是着重于说明本发明的实施例。

[0020] 图1展示体现本发明的动态调整发射电流的电离计;

[0021] 图2展示发射电流对压力的若干曲线;

[0022] 图3展示体现本发明的具有用于检测丝的参数的传感器的电离计;

[0023] 图4展示动态地调整提供到阴极丝的电流的方法;

[0024] 图5展示包含气体传感器的电离计的实施例。

具体实施方式

[0025] 以下是本发明的优选实施例的描述。

[0026] 一般如图1所示,本发明的电离计100具有至少一个电子源105和至少一个集极电极110。电子源105可通过任选的隔离材料115与所述至少一个集极电极110分离,所述隔离材料115防止测量腔室117内的气体的分子和原子使电子源105降级。电离计100还包含电离体积,具体来说在由柱112和114支撑的阳极120内。阳极120和集极电极110组件可具有各种不同配置,且电离计100不限于图1。在一个实施例中,电离计100是Bayard-Alpert型电离计,或使用经加热的阴极丝105来朝向阳极栅120发射电子的电离压力计100。然而应了解,电离计100不限于任何特定的电离计配置,且本发明涵盖若干不同类型的电离计。

[0027] Bayard-Alpert型电离计100是基于通过电子125的恒定流使气体分子电离。展示为参考数字125的带负电电子以良好受控的可选择速率从经加热的阴极105发射,且可释放或朝向带正电阳极120加速。电子125进入并穿过阳极120,且接着在阳极120内来回循环。电子125保持在阳极120的电离体积内。在此空间中,电子125与气体分子互撞以产生带正电离子。这些离子由一个或一个以上离子集极电极110收集。集极电极110几乎处于接地电位,其相对于带正电阳极120为负。然而,此布置不是限制性的,且集极电极110可具有相对于阳极120的各种电位差。在恒定的阴极到阳极电压和电子发射电流下,形成正离子的速率与电离计100中的气体的密度直接相关。由安培计135检测来自集极电极110的此信号,安培计135针对所有压力读数以压力单位进行校准。

[0028] 阴极105的几何形状可为线性条带、线性钢丝、直条带、弯曲条带、发卡钢丝或此项技术中已知的任何其它可接受的阴极形状。在一个实施例中,以来自阴极加热电源113的电流靠电阻将阴极105加热到白炽。以热离子方式发射的电子125可释放,或朝向阳极120加速或被引导到测量腔室117中。电子125具有允许电子传输到阳极130的电离体积的足够能量且具有进入阳极120的足够能量。

[0029] 控制器105a连接到阴极偏压源105b以维持约30伏的阴极偏压。在正常操作期间,来自电源113的加热电压也由控制器105a控制。一旦阴极105经充分加热,那么控制器105a便控制阴极105的加热以维持适当的电子电流。阴极偏压105b和阳极电压偏压130a提供从阴极105到阳极130的足够电压差以使电子125朝向阳极栅120加速。电离在高于和低于标称设计能量的能量宽度上发生,参见1962年Saul Dushman的“Scientific Foundations of Vacuum Technique(真空技术的科学基础)”中关于电离计的章节5.7,其以全文引用的方式并入本文中。

[0030] 用户接口215可包含一个或一个以上按钮、一个或一个以上旋钮或触摸屏接口。其可为个人计算机。当前电离计100可用于群集工具和溅镀沉积环境中以用于半导体处理操作以及用于制造平板显示器。在这些环境中,气体种类和包含压力、温度、气体种类的特定操作参数以及制造工艺的其它专用参数严格保密。应用和实施所述应用的方法是代表个别制造商的商业秘密。制造商不愿与第三方共享这些保密参数,因为这些保密参数可提供竞争性优点。因此,通过用户接口,本电离计100准许制造商改变电离计100的若干用户定义的操作参数而无需向第三方具体揭露制造商业秘密。

[0031] 在一个实施例中,用户可选择用于电离计的参数,例如发射电流和电离电位。用户可选择单个发射电流值或某一范围的发射电流值、单个电离电位值或某一范围的电离电位值。可使用用户接口输入装置215进行此选择。

[0032] 在另一实施例中,可使用用户接口215上的特定输入装置为电离计100指定应用类

型。应用类型可涉及群集工具环境中的气体类型、气体混合物或当前在群集工具中正执行的特定工艺,例如溅镀沉积应用。此处,电离计100具有阴极激励电压源113、阴极激励安培计225、阴极/阳极安培计230、阳极偏压源130a以及安培计135。此处,对于特定的高压溅镀应用(具有特定操作参数),可由控制器105a基于存储在存储器107中的设定而个别地操纵阴极激励电压源113、阴极激励电流225、阴极/阳极电流230或阳极偏压源130a中的一者或一者以上。响应于此输入,控制器105a存取存储器107中的查找表以寻找用于各种电离计组件的预编程设定点,所述设定点对于特定气体类型或特定群集工具应用来说是最佳的。这些设定点可包含(但不限于)最佳或最大阴极温度、最大发射电流或已经预编程到存储器107中的其它参数。随后,控制器105a将根据存储器107中的最佳参数或由用户编程的那些参数来控制先前提到的电离计组件中的一者或一者以上。

[0033] 可改变的其它参数包含阴极的温度、最大压力范围、集极电流、信噪比、峰值气体电离电平、最小发射电流、气体类型、特定工艺或特定应用。

[0034] 电离计100的控制器105a还可进一步包含反馈功能。控制器可监视电离计组件的一个或一个以上参数,且当所需参数超过或满足存储在存储器107中的触发值时,那么控制器105a可改变电离计100的一个或一个以上设定。举例来说,控制器105a可监视阴极105的温度。控制器105a可将阴极105的温度与存储器107中的设定温度触发值进行比较。如果阴极105的温度超过此设定触发值,那么控制器105a可控制发射电流以降低阴极105的温度,且改变其它参数以减少溅射,同时维持可接受的信噪比。另外,针对最大阴极温度的此触发值对于氩气来说可不同于其它气体,且可依据气体的特定气体种类混合物或群集工具或腔室中检测到的压力而改变。这些额外参数可存储在非易失性存储器107中的简档中。优选的是,多个不同简档存储在存储器107中,且其可由控制器105a存取或使用用户接口215进行选择。

[0035] 优选的是,控制器105a(耦合到加热电压源113)基于检测到的压力水平来动态地调整从阴极105供应的发射电流,以减少溅射并改善电离计的使用寿命。例如图2中所说明的一个或一个以上简档可存储在存储器107中供用户选择。检测到的压力可来自安培计135(电离计100本身)或可来自根据单独电离计的读数。基于所述压力,控制器105a将调整发射电流,如图2所示。

[0036] 现在转向图2,展示在数十个操作压力下供应到阴极105的发射电流的曲线图,其参考数字为200、205、210和215。转向第一发射电流曲线200,展示根据现有技术的先前论述的从阴极105进行的现有双步骤发射。此处,从 10^{-9} 托到约 10^{-6} 托,从阴极105供应约4.0mA作为发射电流,而在约 10^{-5} 到 10^{-1} 托,供应约0.1mA作为发射电流。此现有技术发射电流可依据电离计100中的气体的压力而造成不可接受水平的溅射。

[0037] 当前电离计100依据压力而改变来自阴极105的发射电流以延长电离计100的使用寿命。此基于压力而动态改变的发射电流是减少并最小化由于电离计100在高压下的操作而引起的自溅射的影响。此处,在第二曲线205中,展示连续可变的“基于公式的”发射电流曲线。此处从 10^{-9} 托,从阴极105供应约10.0mA作为发射电流,而在约 10^{-8} 托处,供应约大于0.1mA作为发射电流,而在约 10^{-5} 到 10^{-1} 托处,供应约0.01mA作为发射电流。这是有利的,因为这允许用可接受的发射电流检测压力来获得相对强的信号,同时防止在高压下操作时的不可接受水平的溅射。

[0038] 此处,在第三曲线210中,展示多步骤发射电流曲线。此处从 10^{-9} 托到约 10^{-7} ,供应约10.0mA作为发射电流,而在约 10^{-7} 托到约 10^{-5} 托处,供应约1.0mA作为发射电流。在第三步骤中,在约 10^{-5} 托到 10^{-3} 托处,从图1的阴极105供应约0.03mA,且在约 10^{-3} 托到 10^{-2} 托处,供应约0.01mA作为发射电流。随后,从 10^{-2} 托到约 10^{-1} 托,供应约0.003mA作为发射电流。与展示为参考数字200的现有技术双步骤方法曲线相比,通过多步骤曲线210以在相对较高压力下从阴极105供应发射电流的仅一部分。这是非常有利的。电离计100提供适当的发射电流。此电流电平形成较强信号。所述信号充分强以检测压力,同时防止在高压下操作时的不可接受水平的溅射。

[0039] 此处,在第四曲线215中,展示线性连续可变的动态发射电流曲线。此处从 10^{-9} 托到约 10^{-7} 托,发射电流从约10.0mA改变到约1.0mA。在约 10^{-7} 托到约 10^{-5} 托处,从阴极105供应约1.0安到约0.1mA作为发射电流。在约 10^{-5} 托到 10^{-3} 托处,供应从约0.1到0.01mA的范围。在约 10^{-3} 托到 10^{-1} 托处,从阴极105供应从约0.01mA到0.001mA的范围作为发射电流。

[0040] 一般来说,阴极丝由经涂覆的铱或未经涂覆的钨形成。前者在 600° – 1000° C的温度范围中操作,且发红光或橙光;而钨阴极在 1500° – 2000° C的温度范围中操作,且发黄光。随着阴极老化或被污染而较少地发射电子。为了维持所需发射电流,可增加施加于阴极的激励电压113以增加阴极的温度且因此增加发射。然而,如果过分加热,那么阴极可能出现故障。

[0041] 根据某些实施例,感测阴极丝的温度,且如果温度变得过高,那么减小激励电压且因此减小发射电流。所述减小产生小于如选定发射电流简档所决定的最佳值的发射电流,但作为避免破坏阴极丝的代价,损失的灵敏度是可接受的。

[0042] 阴极丝温度直接与其电阻相关。因此,其可通过激励电压113与阴极电流225的比率来感测。图3中说明替代的温度传感器。传感器240例如可为提供温度读数的红外通量传感器。或者,传感器240可为色彩传感器。随着经涂覆的铱阴极变得过热而变黄;随着钨阴极变得过热而变白。在感测那些色彩时,系统可在损失发射电流的情况下减小激励电压113并因此减少阴极的温度。

[0043] 在操作期间,阴极105常将接通或从当前发射电平增加到目标发射电平。通常,这在当前发射电平和目标发射电平的值得相对接近的情况下不是问题。然而,如果当前发射电平和目标发射电平分隔预定量,那么阴极105可能经历每单位时间的快速温度改变,且这可向阴极105施加应力(归因于温度改变)并损坏阴极105。

[0044] 优选的是,在此实施例中,阴极105的温度改变由控制器105a检测,且如果检测到阴极105上的某一温度差或应力,那么控制器105a将正确地控制从阴极105递送的发射电流以防止损坏阴极105。在第一实施例中,控制器105a可如先前论述在一系列步骤中或以线性或非线性的方式或通过电离计变量的预设公式来将发射电流从当前电平动态地增加到目标电平。

[0045] 在另一实施例中,由控制器105a检测阴极105的电压或电流改变,且如果在当前电平与目标电平之间检测到某一预定电流差,那么控制器将使用激励电压113来动态地控制从阴极105递送的发射电流。控制器105a可如先前论述在一系列步骤中或以线性或非线性的方式将发射电流从当前电平增加到目标电平。

[0046] 在其它实施例中,阴极105将不超过特定百分比改变,或者阴极温度或递送到阴极

105的电压或电流或发射电流(检测为由安培计230检测到的阴极到阳极的电流)中的至少一者的预定改变率。由控制器105a检测供应到阴极105或从阴极105供应的特定电压值或预定量的电流。如果超过改变率或特定百分比的目标设定点,那么控制器105a将动态地控制加热源113以控制递送到阴极105的加热电流,且这将减少发射电流量以便不超过目标设定点。控制器105a可将发射电流的上限定在预定电平,且防止进一步增加发射电流。防止发射电流超过所需设定点以防止因向阴极施加应力而损坏阴极丝105或防止溅射。

[0047] 应了解,本技术还可涵盖在电离计100的脱气模式期间的操作,其中在高度真空中,增加阳极电压和发射电流以产生大量电子以清洁电离计的内壁和表面。此处,也可如先前描述来动态地控制从阴极105供应的脱气发射电流。

[0048] 转向图4,展示当从阴极加热源113向阴极105供应电流(步骤402)时响应于反馈信号而增加电流量的根据本发明的方法。随着阴极老化或被污染,所需发射电流可能需要将阴极加热到较高温度。然而,如果将阴极被加热得过高,那么其可能出现故障。因此,为了避免出故障,控制器可将发射电流减小到小于所需简档将指示的电平的电平,从而以降低灵敏度为代价而避免出现故障。

[0049] 在一个示范性实施例中,举例来说,控制到阴极的加热电流以升高发射电流(步骤402),如图2的简档中的一者中所示。检测穿过阴极的电压进入和电流(步骤405),且将信号递送到控制器105a。控制器105a接着使用电压和电流读数来确定阴极105的电阻和阴极105的温度(步骤410)。可将温度与存储在存储器107中的阴极105的目标温度值进行比较(步骤415)。在操作中,如果调整阴极105,且如果当前温度值与目标温度值之间的温度差超过阈值,那么发射电流将不被调整所需的量,而是被动态地调整到不同电平以防止损坏阴极105(步骤420),且还减少溅射。而且,动态调整可根据可为线性的特定公式来进行而可在若干步骤中进行,或可以非线性的方式进行。优选的是,此数据可存储在图1所示的非易失性存储器107上。存储器107还可响应于比较415而存储用于各种应用的若干动态发射电流简档。

[0050] 应了解,若干不同阴极105材料或阴极105类型和品牌可与电离计100一起使用。可检测阴极类型或品牌,且将信号递送到控制器105a。传感器240可检测从阴极105发射的光的量、红外波长或从白炽阴极105发射的光的光学参数。可由传感器检测品牌或材料,或者可由用户输入类型。

[0051] 控制器105a接着使用信号使用参考电平来确定供应到阴极105的适当电流,以防止向阴极施加应力或减少溅射。在操作中,如果调整供应到阴极105的电流,且如果检测到阴极类型或品牌,那么基于可接受电平而动态地调整阴极105以防止损坏阴极105,以防止向特定的阴极材料和/或品牌施加应力。而且,所述动态调整可以线性方式根据特定公式而在若干步骤中或以非线性的方式进行。

[0052] 现在转向图5,在根据本发明的另一示范性实施例中,检测电离计内的气体种类,且将指示气体种类的信号递送到控制器105a。气体种类可由传感器119检测,且将指示特定气体种类或种类组合的信号递送到控制器105a。传感器119例如可为光学传感器或残余气体分析器。控制器105a接着使用所述信号来确定从加热源113供应到阴极105的适当功率。气体的种类可指明参考电平或存储在存储器107中的若干预设目标发射电流值,其由控制器105a获得,且接着控制器105a将适当加热电流供应到阴极105。可将目标电平写入到非易失性存储器107,其可由控制器105a存取。

[0053] 可监视阴极105的操作的时间,且将指示阴极105的操作时间的信号递送到控制器105a。可记录所述时间,或可连续监视所述时间。在另一实施例中,可手动监视所述时间,且可由用户以可接受的数字格式手动输入操作时间并递送到控制器105s。控制器105a接着使用时间信息来确定供应到阴极105的可接受电流电平。在操作中,如果调整供应到阴极105的电流,且如果操作时间参数超过预定阈值,从而指示电流的增加可能向阴极施加应力或损坏阴极,那么动态地调整阴极105以防止损坏阴极105。而且,所述动态调整可以线性方式根据特定公式而在若干步骤中进行,或可如先前论述以非线性方式进行。

[0054] 在一个实施例中,针对一压力范围将集极电流维持在固定的最小值。闭环反馈控制系统中的控制器105a连续调整由阴极丝105供应的发射电流以维持集极电流的固定电平。压力改变往往改变集极电流。由控制器感测所述改变,控制器调整阴极发射电流以抵消集极电流的改变,从而维持其固定电平。

[0055] 在又一实施例中,可从若干不同的电流目标值中选择性地选择固定的集极电极110的电流目标值。优选的是,按压力范围来选择目标值。这准许较高的信噪比,同时使针对先前指定的压力范围的经调整发射电流最小。

[0056] 优选的是,电离计100具有相对小的电子发射时间常数,使得发射电流改变率容易跟踪压力并随压力而改变。

[0057] 在又一实施例中,电离计100可在某些压力范围下以固定的集极电流且在其它不同压力范围下以可变的集极电流来操作。在集极电流提供足够的信噪比的高压力下,固定的集极电流为控制器105a提供较强信号,以依据压力而连续改变发射电流,因此现在由发射电流的改变表示压力的改变。在低压力下,信噪比可能过低而无法在集极电极110中形成较强信号。因此,在低压力下,电离计100可从使用固定的集极电流切换到可变的集极电流,且选择发射电流以获得集极电流的最佳强度。这允许在低压力下对压力的较准确测量。在低压力下,电离计将接着使用来自集极电极110的电流来测量压力。

[0058] 在一些例子中,在可以固定的集极电流和可变的发射电流或以可变的集极电流和固定的发射电流成功地进行压力测量的压力范围之间可能存在重叠。因此,控制器105a可使用算法来监视电离计100的一个或一个以上变量,以基于算法的结果而在压力范围的重叠处正确地选择操作模式。这将防止在压力重叠区中在固定的集极电流与可变的集极电流模式之间的连续振荡。

[0059] 电离计100优选可测量基础压力(高度真空)和较高处理压力(大部分在毫托范围内);然而,这不是限制性的,且针对测量的各种操作参数是可能的且在本发明的范围内。电离计100可用以在平板显示器的制造、磁性媒体操作、太阳能电池、光学涂覆操作、半导体制造操作和其它制造工艺操作中测量压力。这些工艺可包含物理气相沉积、等离子体气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体蚀刻操作、植入操作、氧化/扩散、氮化物形成、真空光刻、干式剥落操作、外延操作(EPI)、快速热处理(RTP)操作、远紫外光刻操作等等。优选的是,电离计100还可与一个或一个以上分析工具(例如,显微镜或质谱仪)一起操作。质谱仪可包含气体色谱仪(GC)、液体色谱仪(LC)、离子阱仪、磁分析器单聚焦型仪、双聚焦仪、飞行时间仪(TOF)、旋转场仪、离子迁移率仪、线性四极仪等等。

[0060] 可结合电离计100且在具有或不具有群集工具的情况下使用的表面分析仪可包含扫描电子显微镜、能量弥散X射线能谱仪(EOS/XPS)、扫描俄歇微量分析仪(Auger/SAM)、辉

光放电质谱仪(GDMS)、用于化学分析的电子能谱仪(ESCA)、原子力显微/扫描探测显微仪(AFM/SPM)、傅立叶变换红外能谱仪(FTIR)、波长弥散X射线能谱仪(WDS)、感应性耦合等离子体质谱仪(ICPMS)、x射线荧光仪(XRF)、中子激活分析仪(NAA)、计量仪器等等。应了解,此列举不是详尽的,且电离计100可与未列举的其它仪器一起使用。

[0061] 虽然已参考本发明的实例实施例特定展示和描述了本发明,但所属领域的技术人员将了解,在不脱离所附权利要求书涵盖的本发明的范围的情况下可在其中做出各种形式和细节上的改变。举例来说,本发明可应用于其它形式的电离计,例如:

[0062] Bayard-Alpert几何形状,其中阴极在阳极外部且离子集极在阳极内部;

[0063] 三极管电离计几何形状,其中阴极在内部且离子集极在外部;

[0064] 舒尔茨-菲尔普斯(Schultz-Phelps)几何形状,其中将一个平板作为阳极、一个平行的平板作为离子集极,且阴极位于其间;

[0065] 高压电离计,其中额外的离子集极在阳极外部,用于当在阳极外部产生离子时在高压下收集所述离子。

[0066] 此外,可利用例如冷阴极源等其它电子源。而且,控制器可与真空计成一体,或可在远处,例如在主机计算机的编程内。

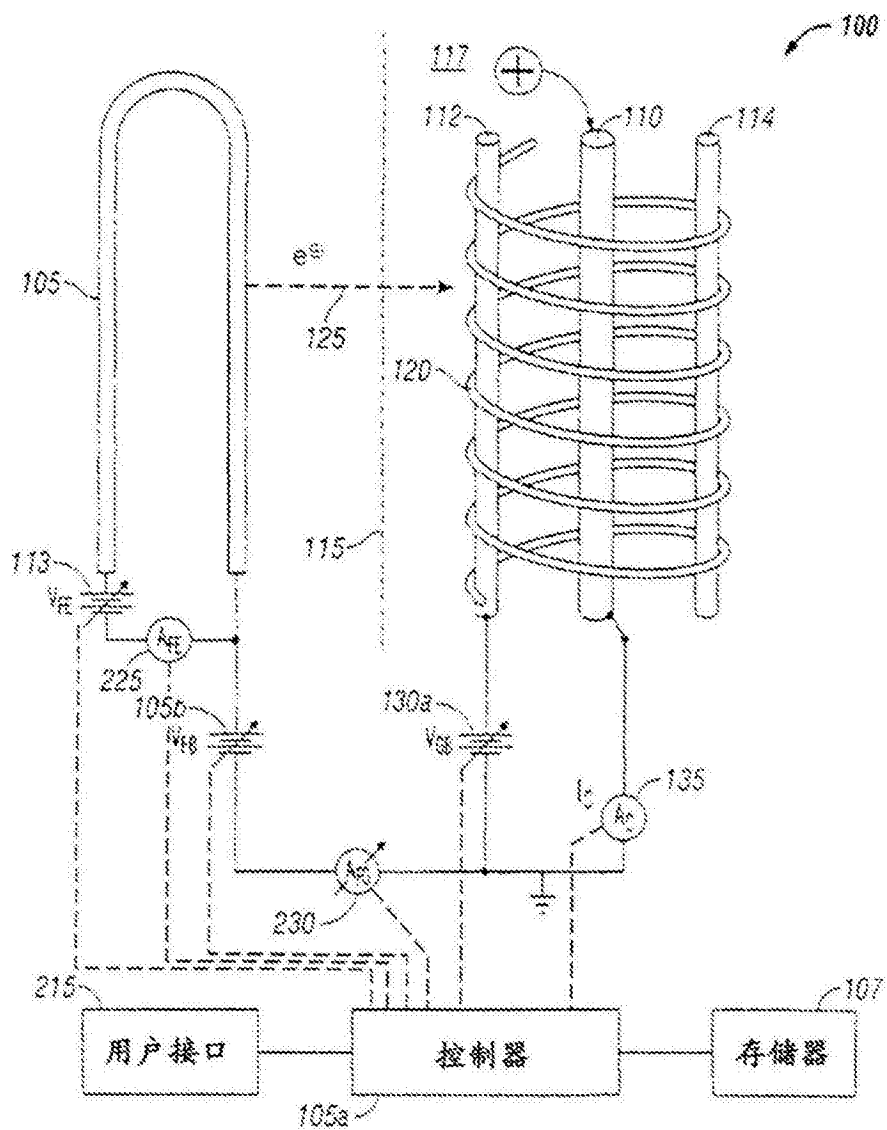


图1

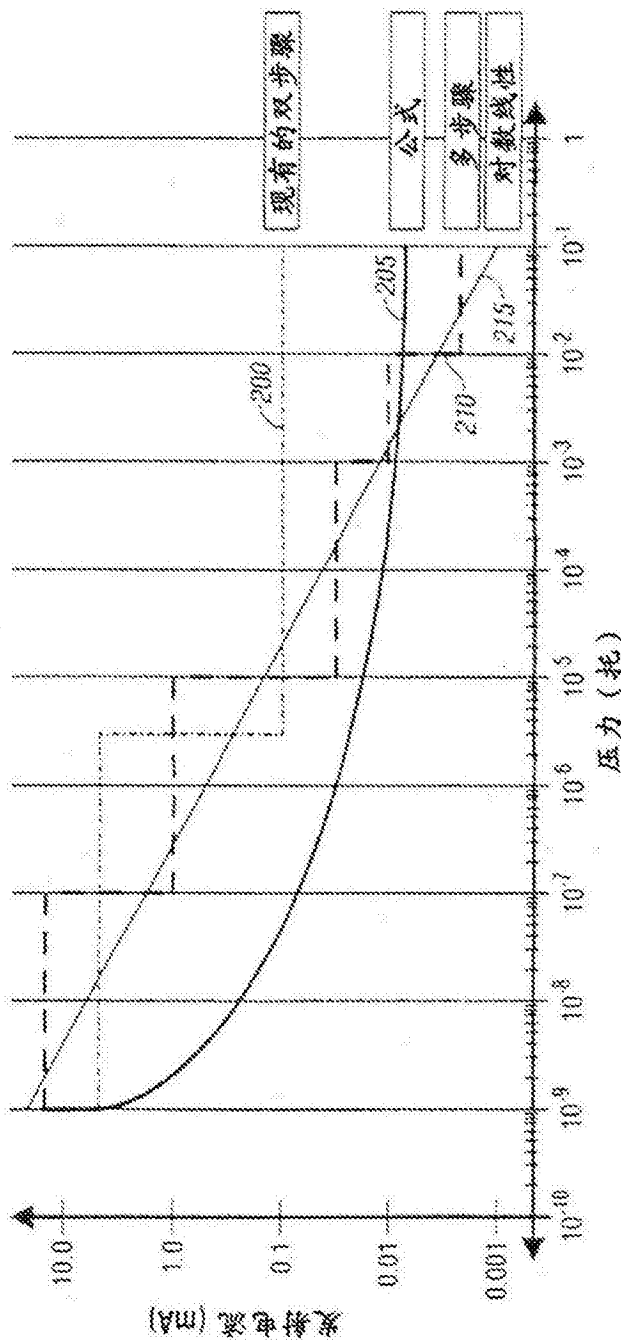


图2

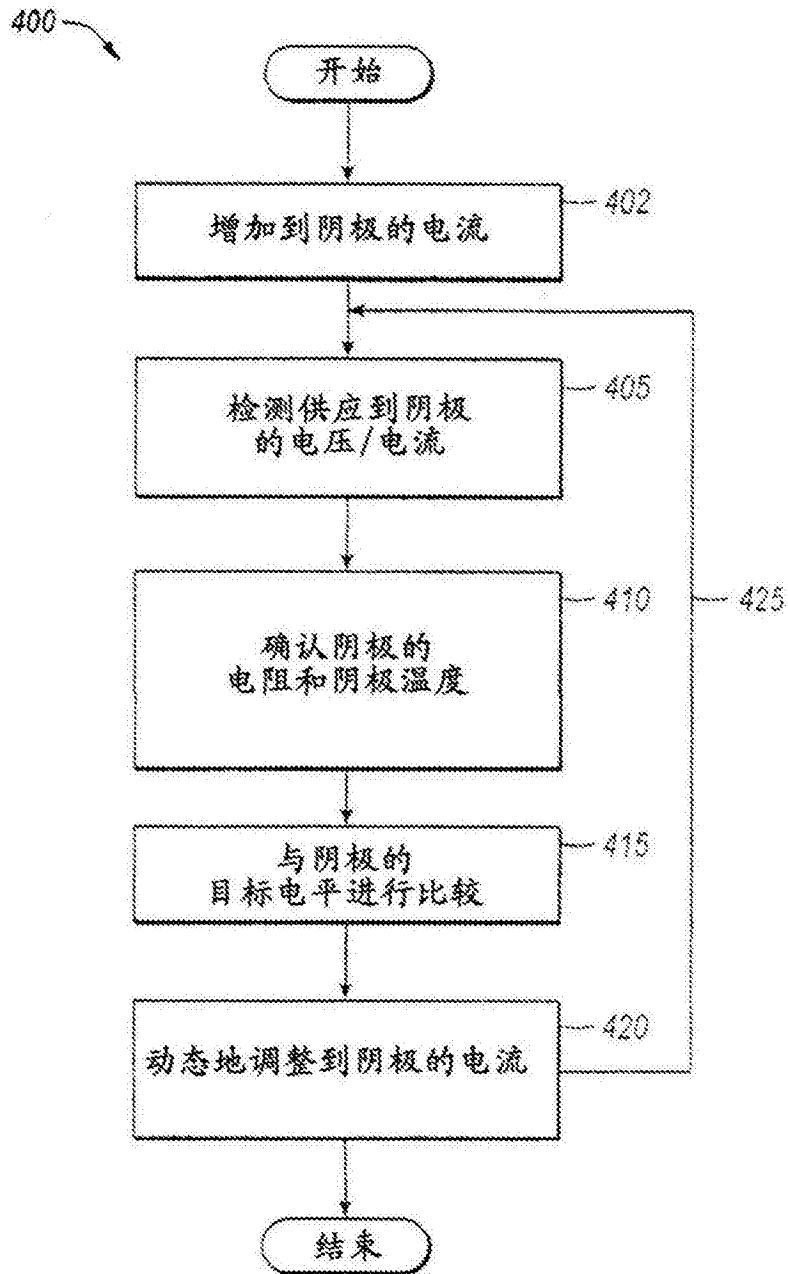


图4

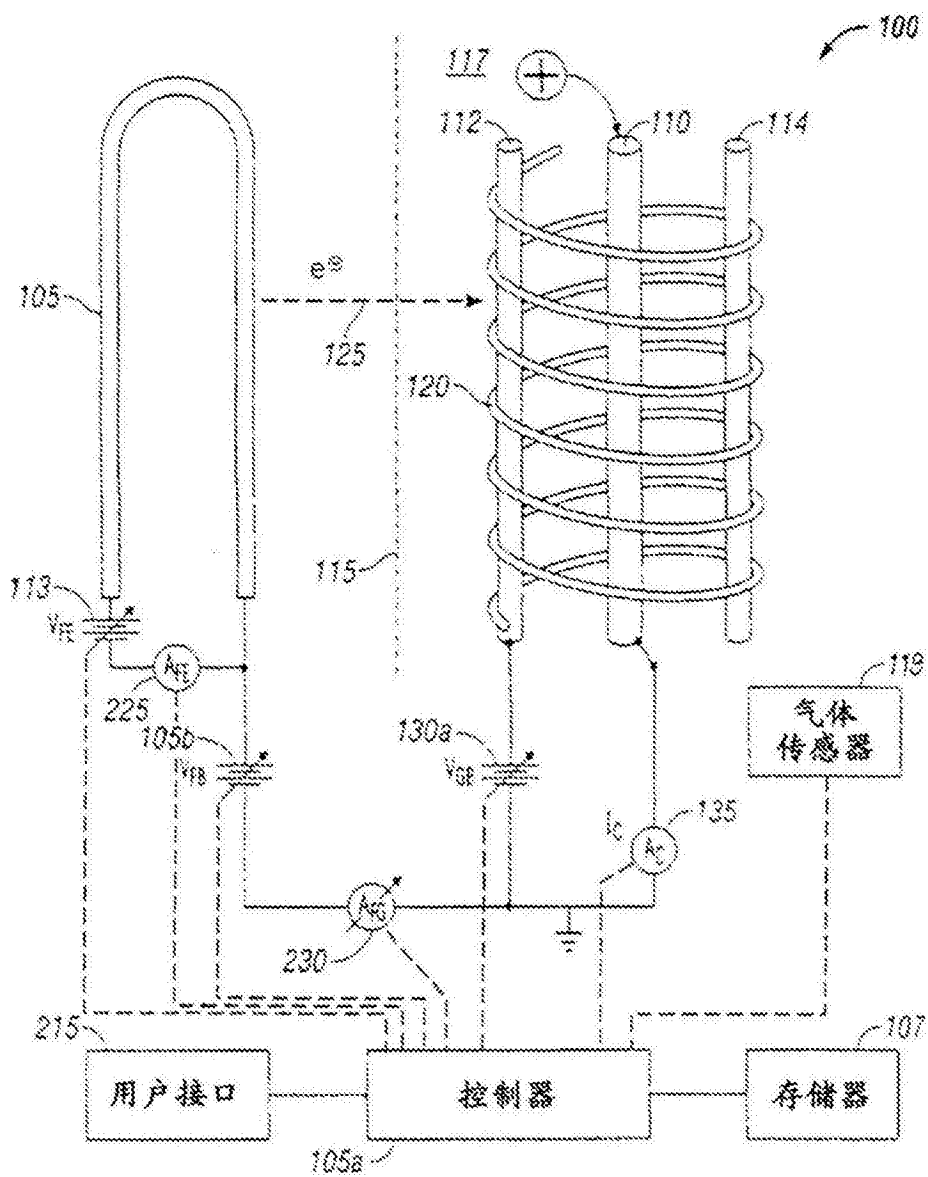


图5