



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103958723 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201180075166.4

M·恩勒特 U·赫曼斯

(22)申请日 2011.11.30

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103958723 A

代理人 黄嵩泉

(43)申请公布日 2014.07.30

(51)Int.Cl.

G23C 14/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G23C 14/56(2006.01)

2014.05.29

H01J 37/34(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/071425 2011.11.30

(56)对比文件

US 6106676 A, 2000.08.22, 说明书第3栏第
1-20行, 第5栏第15行至第7栏第35行、图2-4.

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/079108 EN 2013.06.06

审查员 许羽冬

(73)专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 T·德皮施 F-J·海勒

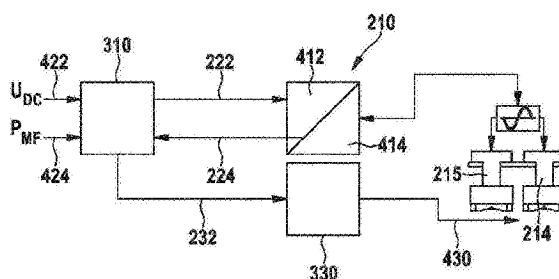
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

闭环控制

(57)摘要

本发明描述了控制反应沉积工艺和相应组件和/或设备的方法。所述方法包括使用电源提供功率至阴极, 提供电压设定点至电源, 接收与提供至阴极的功率相关的功率值, 和依据功率值控制工艺气体的流量以提供对于功率值的闭环控制。



1. 一种控制反应沉积工艺的方法, 包含:
使用电源向阴极提供功率, 所述电源被操作电压控制;
向所述电源提供电压设定点;
接收与提供至所述阴极的所述功率相关的功率值, 其中所述功率值是提供至所述阴极的实际功率值; 和
依赖于所述功率值控制工艺气体的流量以提供闭环控制。
2. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 提供至所述阴极的所述功率是MF功率。
3. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 提供至所述阴极的所述功率是具有1kHz至200kHz的振荡频率的MF功率。
4. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述电压设定点是所述电源的上限。
5. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, 所述电压设定点是所述电源的上限。
6. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述电压设定点被配置以在过渡模式中操作所述阴极。
7. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, 所述电压设定点被配置以在过渡模式中操作所述阴极。
8. 如权利要求1至7中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述功率值通过控制工艺气体的所述流量稳定化。
9. 如权利要求1至7中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述工艺气体包含氧气。
10. 如权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述氧气流量被控制。
11. 如权利要求1至7中任一项所述的方法, 进一步包含:
接收通过所述电源提供的所述电压的实际电压值, 且基于所述实际电压值监控沉积模式。
12. 一种被设置用于沉积装置中的反应沉积工艺的闭环控制组件, 所述沉积装置具有腔室和在所述腔室中的阴极, 所述闭环控制组件包含:
电源, 连接到所述阴极用于提供功率至所述阴极, 其中所述电源被操作电压控制;
气源, 被配置用于在所述腔室中提供工艺气体;
控制器, 连接到所述电源用于提供电压设定点至所述电源且用于从所述电源接收功率值, 其中所述功率值是提供至所述阴极的功率, 其中所述控制器被进一步连接到所述气源, 用于依赖于所述功率值控制所述工艺气体的气流。
13. 如权利要求12所述的组件, 其特征在于, 所述电源是MF电源。
14. 如权利要求13所述的组件, 其特征在于, 所述MF电源具有直流产生器和振荡器。
15. 如权利要求12至14中任一项所述的组件, 其特征在于, 所述电源被配置以提供具有振荡频率为1kHz至200kHz的功率。
16. 如权利要求12至14中任一项所述的组件, 其特征在于, 所述控制器包含程序代码, 所述程序代码适用于组件以执行如权利要求1至7中任一项所述的方法的至少一个方法。
17. 如权利要求12至14中任一项所述的组件, 其特征在于, 所述电压设定点是电压上限。
18. 一种用于在基板上反应沉积层的沉积装置, 包含:
腔室, 用于在所述腔室中的所述基板上沉积所述层;

阴极,用于在所述腔室中产生等离子体;和
如权利要求12至14中任一项所述的闭环控制组件。

闭环控制

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及用于控制反应沉积工艺的组件,包括所述组件的设备和控制反应沉积工艺的方法。本发明实施例具体而言涉及用于反应沉积工艺的闭环控制组件,包括用于反应沉积工艺的闭环控制设备的沉积设备和控制反应沉积工艺的方法。

背景技术

[0002] 在许多应用中,必须在例如柔性基板的基板上沉积薄层。通常,柔性基板在柔性基板涂布装置的不同腔室中被涂布。此外,例如一卷柔性基板的一堆柔性基板可被布置在基板涂布装置的一个腔室中。通常,柔性基板使用气相沉积技术在真空中涂布,所述气相沉积技术例如,物理气相沉积或化学气相沉积。

[0003] 具体而言对于柔性基板,并且还对于其他基板,沉积工艺的沉积速率是相关的,因为常常当柔性基板快速移动时进行在柔性基板上的沉积。例如,在包装行业中,可通过反应沉积工艺沉积的如 Al_2O_3 层、 SiO_2 层或其他层的层可用于涂布包装。

[0004] 例如, SiO_2 可在氧气模式中被溅射,但在此模式中,沉积速率较低。在金属模式中,吸收性 SiO_x 层被沉积。因此,最有效地是在过渡模式中执行 SiO_2 工艺。在此模式中,有可能以高速率沉积透明 SiO_2 。为了在过渡模式中保持阴极,可结合特殊控制例行程序使用如等离子体发射监测(plasma emission monitoring;PEM)或氧传感器的特殊监测特征。此举需要额外的硬件和软件,且因此此举为昂贵的解决方案。因此,需要容易实现的快速和可靠的反应沉积工艺。

发明内容

[0005] 根据上文,本发明提供了控制反应沉积工艺的方法,经配置用于反应沉积工艺的闭环控制组件,和用于在基板上的层的反应性沉积的沉积装置。本发明的进一步方面、优点和特征从附属权利要求、描述和附图中显而易见。

[0006] 根据一个实施例,提供了控制反应沉积工艺的方法。所述方法包括使用电源提供功率至阴极,提供电压设定点至电源,接收与提供至阴极的功率相关的功率值,和依据功率值控制工艺气体的流量以提供闭环控制。

[0007] 根据另一实施例,提供闭环控制组件。闭环控制组件被配置以用于沉积装置中的反应沉积工艺,所述沉积装置具有腔室和在所述腔室中的阴极。闭环控制组件包括:电源,被连接到阴极用于提供功率到阴极;气源,被配置用于在腔室中提供工艺气体;控制器,连接到电源用于提供电压设定点至电源和用于从电源接收功率值,其中控制器被进一步连接到气源,用于依据所述功率值控制工艺气体的气流。

[0008] 根据进一步实施例,提供了用于在基板上反应沉积层的沉积装置。设备包括:腔室,用于在腔室中的基板上沉积层;阴极,用于在腔室中产生等离子体;和闭环控制组件。闭环控制组件包括:电源,被连接到阴极用于提供功率到阴极;气源,被配置用于在腔室中提供工艺气体;控制器,连接到电源用于提供电压设定点至电源和用于从电源接收功率值,其

中控制器被进一步连接到气源,用于依据所述功率值控制工艺气体的气流。

[0009] 实施例还针对用于进行所公开的方法的设备且包括用于进行各所描述的方法步骤的设备元件。这些方法步骤可经由硬件元件、通过适当软件编程的计算机,或通过所述两者的任何组合或以任何其他方式进行。此外,根据本发明的实施例还针对所述设备通过其操作的方法。所述方法包括用于进行设备的每个功能的方法步骤。

附图说明

[0010] 因此,以可详细地理解本发明的上述特征的方式,可参考实施例获得上文简要总结的本发明的更特定描述。附图涉及本发明实施例且附图描述在下文中:

[0011] 图1图示一图形,所述图形说明典型反应沉积工艺的磁滞曲线;

[0012] 图2图示根据本文所述的实施例的用于反应沉积工艺的闭环控制的控制组件的示意图;

[0013] 图3图示根据本文所述的实施例的具有闭环控制组件的沉积装置的示意图;

[0014] 图4图示根据本文所述的实施例的用于闭环控制反应沉积工艺的控制组件的示意图且该示意图说明用于控制反应沉积工艺的参数;

[0015] 图5图示根据本文所述的实施例的具有闭环控制组件的进一步沉积装置的示意图;和

[0016] 图6图示根据本文所述的实施例的闭环控制反应沉积工艺的方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 现将对本发明的各种实施例进行详细参考,所述实施例的一或多个实例图示于诸图中。在附图的以下描述中,相同元件符号代表相同元件。通常,仅描述对于个别实施例的差异。各实例是作为对本发明的说明而提供,且各实例并不意指作为对本发明的限制。此外,图示或描述为一个实施例的一部分的特征可用于其他实施例或结合其他实施例一起使用,以产生更进一步实施例。本描述意图包括所述修改和变化。

[0018] 本文所述的实施例尤其涉及适用于处理诸如用于包装、用于柔性光生伏打装置或其他应用的金属板的柔性基板。特别地,基板处理系统适于连续处理诸如从退绕模块退绕的金属板的柔性基板。

[0019] 在此处应注意的是,如在本文所述的实施例内使用的柔性基板或金属板可通常特征在于所述柔性基板或金属板可弯曲。术语“金属板”可同义地用于术语“金属带”或术语“柔性基板”。例如,如在本文的实施例中所述的金属板可以是金属箔。

[0020] 然而,即使可能考虑具有简单工艺控制的高沉积速率对于用于快速移动柔性基板的沉积工艺尤为有益,其他反应沉积工艺也可受益于本文所述的实施例,因为快速且可控性好的沉积增加了产量和/或产率且,因此增加了沉积装置的拥有成本。

[0021] 根据本文所述的实施例,提供了用于反应沉积工艺的闭环控制。由此,通常对于具有滞后的反应沉积工艺,快速且可靠的工艺控制模式可具有简单化的设备要求。例如,本文所述的闭环控制不需要等离子体监控器、氧传感器等等。

[0022] 图1图示图形10,图形10图示典型反应沉积工艺的磁滞曲线。此工艺可例如是氧化硅(SiO_2)的沉积,其中硅是从阴极溅射而氧是以等离子体提供。由此,可在基板上沉积氧化

硅。图示在图1中的曲线12图示沉积参数,所述沉积参数诸如作为工艺气体流动的函数的提供至溅射阴极的电压,所述工艺气体诸如氧气。然而,对于其他沉积参数也可见类似磁滞曲线,所述沉积参数诸如等离子体中的氧含量,所述氧含量可例如使用氧传感器测量。因此,在图形10中提供的值被图示为标准值。

[0023] 如图1中的箭头14所示,曲线12图示滞后。对于低工艺气流,提供相对高的阴极电压且在金属模式中进行沉积工艺。即使可在金属模式中提供高沉积速率,且沉积吸收层,但此举不适于数个应用。对于较高工艺气体流率,沉积工艺成为氧化模式,其中可沉积透明氧化硅层。然而,沉积速率相对低。因此,控制如本文所述的反应沉积工艺的方法通常控制待在过渡模式中提供的沉积工艺,在所述过渡模式中,诸如氧化硅的透明层可以相对高的速率沉积。

[0024] 诸如使用氧传感器(λ -sensor)或等离子体监控(PEM)的电流控制模式的控制模式需要用于传感器设备的额外硬件和具有快速逻辑控制的控制单元,以保持过渡模式中的沉积工艺稳定。来自提供等离子体特性的信息的所述传感器的信号可被供应给快速逻辑控制器以控制电源或气源。因此,为了在过去的过渡模式中保持阴极功率控制,可结合特殊控制例行程序使用如PEM或氧传感器的特殊监测特征。此举需要额外的硬件和软件,且因此此举为昂贵的解决方案。此外,电流控制模式不一定有益。

[0025] 本文所述的实施例提供用于反应沉积工艺的闭环控制,在所述反应沉积工艺中,阴极可被功率控制。因此,由于沉积速率与提供至阴极的功率成比例,因此沉积速率可为恒定。

[0026] 本文所述的实施例包括电压源或发生器,所述电压源或发生器可通过使用电压控制或上部电压限制将阴极保持在过渡模式中。然而,当提供电压控制至电源时,电压源导致被电压控制且功率并不保持恒定,因为电源可仅保持一个参数固定。如果使用电压控制,那么功率且因此沉积速率随着所使用的工艺气体(或脱气)改变且此举并不总是可接受的。同样,如果电源在电压模式中操作,那么需要手动沉积速率调整。

[0027] 因此,除电源的电压控制之外,本文所述的实施例还提供如闭合控制回路的功率控制,其中监控实际功率且控制工艺气体的流率以保持功率基本上恒定。因此,可提供闭环控制,所述闭环控制提供基本上恒定的沉积速率。根据本文所述的实施例,诸如 SiO_2 工艺的反应沉积工艺是电压受控或电压限制的,且所述 SiO_2 工艺建立保持溅射功率恒定的 O_2 流量调节。从而,提供闭环控制。

[0028] 即使本文提及的实例主要涉及 SiO_2 沉积,但是控制反应沉积工艺的方法、被配置用于反应沉积工艺的闭环控制组件,和用于在基板上反应沉积层的沉积装置也可用于诸如沉积 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 SnO_2 、 Si_3N_4 等等的其他反应沉积工艺。

[0029] 图2图示用于说明本文所述的实施例的闭环控制组件200。控制组件包括电源210。如元件符号212所示,电源可通常是交流电源,诸如中频电源。根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,电源的振荡频率可以是1kHz至200kHz。电源210被连接到阴极组件。

[0030] 如图2中所示,阴极组件可包括第一阴极214和第二阴极215。因此,功率被分别地提供至阴极或阴极组件。根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,交流功率可以交替方式提供至阴极214和阴极215,以使得在交流波形的半周期期间,一个阴极分别为

另一个阴极提供反电极(阳极)。通过为阴极组件供电,产生等离子体20。

[0031] 根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,电源210可包括直流产生器和交流振荡器,诸如中频振荡器。直流产生器具有作为振荡器的输出的直流功率、直流电压和直流电流。振荡器具有分别地提供至阴极或阴极组件的输出功率、输出电压、输出电流和输出频率。如箭头222所示,电源从控制器接收电压设定点信号。此外,电源提供功率值至控制器,如箭头224所示。因此,典型地,功率值是实际交流功率,所述实际交流功率分别地通过电源或振荡器提供至阴极。

[0032] 如箭头232所示,在等离子体20的等离子体区域中提供工艺气体。根据可与本文所述的其他实施例结合的典型实施例,工艺气体可包括氩气、氧气、氮气、 H_2 、 H_2O 和 N_2O 的至少一种气体。典型地,氧气可被作为反应沉积工艺的反应气体提供。为氧基反应工艺的工艺气体提供少量氮气可对于稳定化所产生的等离子体20有益处。

[0033] 根据典型实施例,电压设定点值222可作为电压的上限提供,电源210可提供所述上限至阴极。相对于图1,上限可例如具有0.6至0.8,例如0.7的标准值。因此,在始于金属模式的工艺中,电压可被调节以在此过渡模式中沉积层,例如图1中的曲线12的右侧滞后部分。

[0034] 因此,电压设定点值222可被设定为用于保持沉积工艺在过渡模式中的限制。因此,由电源提供的功率取决于等离子体区域20中的反应气体的流动。例如,对于氧化硅沉积工艺,功率可取决于当受电压设定点值限制时的氧气流量。实际功率被作为对控制器的信号提供,如箭头224所示。依赖于提供至阴极的实际功率,提供闭环控制的控制器控制由箭头232所示的工艺气流。

[0035] 因此,根据本文所述的一些实施例,电源电压是由设定点值确定,且电源210的输出功率是通过调整工艺气流由控制器控制。根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,控制器可为可编程逻辑控制器(programmable logic controller;PLC)。随着例如氧气流的工艺气流被调节以保持输出功率,且从而沉积速率恒定,可在不具有如氧传感器或等离子体监控(PEM)的额外硬件的情况下于过渡模式中提供恒定沉积速率。

[0036] 图3图示包括闭环控制组件的沉积装置300。图示在图3中的沉积装置300包括电源210。交流电源被连接到可旋转阴极314和沉积装置300的腔室32。

[0037] 根据可与本文所述的其他实施例结合的不同实施例,交流电源可被连接到一个阴极和反电极,所述反电极是通过外壳、通过沉积装置的另一部分、或通过另一电极提供。例如,可在与阴极314相对的基板侧上提供另一电极。根据更进一步选择,可提供具有两个阴极的阴极组件,其中交流电源被连接到第一和第二阴极以提供由交流电源驱动的双阴极组件。典型地,施加中频功率。

[0038] 根据典型实施例,阴极可为磁控溅射阴极。此外,如图2中所示的平面阴极或如图3和图5中所示的旋转阴极可用于如本文所述的反应沉积工艺、各个控制组件和沉积装置。

[0039] 如将理解的,当施加交流功率时,本文中提及的阴极214、215和314,以及其他阴极可为阴极或阳极的任一个。然而,溅射靶材被称为阴极,即使在交流频率波形的半周期期间,所述溅射靶材的功能可以是阳极的功能。

[0040] 如图3中所示,电压设定点222通过控制器310提供且控制器310接收功率值,所述功率值典型地是输出到阴极314的实际提供的中频(middle frequency;MF)功率。控制器

310提供信号232至气源310,所述气源310包括用于在腔室32中提供工艺气体的气体导管334。基板30被输送通过腔室32以便反应性沉积层,所述层例如,氧化硅层、氧化铝层、 TiO_2 层、 ZnO 层、 Nb_2O_5 层、 SnO_2 层、 Si_3N_4 层等等。

[0041] 在腔室32的等离子体区域中通过导管334提供的气体流率与提供至阴极314的电源210的输出功率成比例。控制器310控制气体流率以使得实际功率值224基本上恒定,所述实际功率值224作为信号从电源提供到控制器310。从而建立了闭环控制。

[0042] 图4图示用于给阴极214和215供电的闭环控制组件的又一个实施例。相对于图4和图6描述闭环控制和操作闭环控制的方法。如箭头422和424所示,可向控制器310提供设定电压和设定功率。此举可例如由操作人员通过图形用户界面完成。典型地,设定电压可以是直流电压,设定功率可以是中频功率。然而,设定电压可以是中频电压且设定功率也可以是直流功率,所述直流功率被从直流产生器输出到电源中的振荡器。控制器310提供如由箭头222所示的设定电压至电源210。

[0043] 典型地,电源210可包括直流产生器412和交流振荡器,所述交流振荡器例如中频振荡器414。电源210被配置以用于使用电压设定点222作为所需输出电压,具体而言作为由电源210提供的电压的电压上限。例如,如果设定电压是直流电压,那么电源210可使用设定点作为由直流产生器412提供至振荡器414的直流电压的上限。例如,如果设定电压是MF电压,那么电源210可使用设定点作为由振荡器414提供至阴极的MF电压的上限。由此,电源是如图6中的步骤602而操作电压控制。

[0044] 根据本文所述的典型实施例,电压设定点422被提供以使得在过渡模式中进行沉积工艺。因此,由于电压上限,过渡模式可被稳定化,且由振荡器414提供至阴极214和215的实际交流功率取决于在等离子体区域中可用的工艺气体。提供至阴极214和215的实际功率被作为信号224从例如振荡器提供到控制器310。此举对应于图6中的步骤604,在所述步骤604中,接收实际功率 P_{act} 。在步骤606中,控制器将实际功率 P_{act} 与设定功率424比较。如步骤608中所示,工艺气体的气流,且具体而言包括在工艺气体中的反应气体的气流被调整。此举通过图4中的箭头232所示。例如,如果实际功率小于设定功率,那么例如氧化硅沉积工艺的氧气流量增加。如果实际功率大于设定功率,那么例如氧化硅沉积工艺的氧气流量将减少。可对其他反应沉积工艺和相应反应工艺气体实施类似控制。

[0045] 根据典型实施例,可在一定范围内调整氧气流量,且氧气流量可调整达预定增量。如由从步骤608至步骤604的箭头所示,实施闭环控制以提供基本上恒定的功率。因此,在过渡模式中提供基本上恒定的沉积速率,所述过渡模式通过电源的电压控制来设定。

[0046] 图6图示进一步步骤610,所述步骤可根据本文所述的实施例的一些可选修改提供。因此,除作为从电源210至控制器310的信号提供的实际功率224之外,实际电压也作为从电源210至控制器310的信号提供。在步骤610中,监控实际电压。如果实际电压下降到下限之下,那么检测到氧气模式。此举可根据图1而理解。如果标准电压将下降到低于0.4的值,那么反应沉积工艺将处于如图1中所示的氧气模式中。根据一些实施例,氧气流率可被设定至最小氧气设定点水平,以经由过渡模式中的金属模式返回以进行沉积工艺。

[0047] 图5示意地图示根据本文的实施例用于在例如柔性基板的基板上反应沉积层的沉积装置500的实例。

[0048] 根据典型实施例,沉积装置500可包括退绕滚子132和重绕滚子134,用于在沉积和

缠绕基板14之前退绕基板14。沉积装置500可包括滚子系统(未图示),用于通过不同处理腔室平移基板14。特别地,根据本文的实施例的沉积装置可被构成为溅射辊式涂布机,用于在塑料薄膜上的卷对卷沉积。

[0049] 设备500的处理模块可进一步包括滚子310、312,用于适当地馈送基板14至处理滚筒306,且促进从工艺模块馈送经处理的基板14'至缠绕模块304。沉积装置500可以是由应用材料公司(Applied Materials)制造的SmartWeb™,适用于制造根据本案实施例的透明体。可根据本文的实施例适应的卷对卷沉积装置的实例描述在欧洲专利申请案应用第EP20040003574号中,所述专利申请案申请于2004年2月18日且标题为“Strip coating installation with a vacuum chamber and a coating cylinder”且根据公开案号第1561837A1号发布,所述专利申请案以所述申请案符合本案的程度通过参考并入本文。

[0050] 图5中所示的示例性设备包括第一沉积组件,所述第一沉积组件具有五个靶材组件520-1至520-6且被配置以在基板14上沉积层或层堆叠。根据典型实施例,层堆叠的各个层可沉积在个别沉积腔室或沉积腔室的个别间隔中。或者,每一间隔可用于沉积相同层的进一步材料。

[0051] 根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,设备500可包括6个间隔、腔室或子腔室,以使得每一间隔可在个别处理参数下操作,具体而言利用个别处理气体操作。如图5中所示,设备可包括六个可旋转MF阴极或靶材组件520-1至520-6,所述靶材组件520-1至520-6装设有Si靶材,例如经喷镀的Si靶材管522。为了便于参考,仅对于第一靶组件520-1图示控制器310、具有例如直流产生器412和MF振荡器414的电源219、气源330和气体导管334。

[0052] 根据典型实施例,可为沉积装置的每一间隔提供电源和气源,且控制器310可用于控制每一部分中的沉积。或者,可为每一沉积工艺提供诸如可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller; PLC)的控制器。因此,可提供共用用户界面以为每一沉积区域提供设定点电压和设定点功率。根据更进一步替代修改,可为两个或两个以上,乃至所有沉积区域提供类似设定点电压和设定点功率。

[0053] 根据本文所述的一些实施例,具体而言对于包括不同层的层堆叠的沉积,可提供用于反应沉积工艺且具有根据本文所述的实施例的闭环控制组件的一个或几个沉积组件520-1至520-6。

[0054] 例如,具有三个含硅介电薄膜(SiO_2 或 Si_3N_4)的三层透明层堆叠可使用根据本文所述的实施例的闭环控制制造。因此,对于沉积间隔的一或多个间隔可避免氧传感器或PEM。

[0055] 根据更进一步实施例,图示在图5中且具有6个间隔、靶材组件或阴极的设备500也可进一步被按比例增加至例如8个、10个或甚至12个间隔、靶材组件或阴极。典型地,至少所述产量可进一步通过所述向上按比例缩放而增加,因为基于层厚度和/或沉积速率限制基板速度的层可使用额外阴极沉积。

[0056] 如对于阴极组件520-1示例性地所示,可向控制器310提供设定点电压422和设定点功率424。控制器310向电源210提供设定点电压。典型地,电源210可包括直流产生器412和交流振荡器,所述交流振荡器例如中频振荡器414。电源被操作电压控制以使得沉积工艺是在过渡模式中进行。因此,由于电压上限,过渡模式可被稳定化,且由振荡器414提供至阴极214和215的实际交流功率取决于通过气源330提供至导管334的可用的工艺气体。提供至

阴极522的实际功率作为至控制器310的信号提供。工艺气体的气流是依赖实际功率而调整。

[0057] 如上所述,根据可与本文所述的其他实施例结合的一些实施例,MF发生器是 P_{MF} 控制,或 U_{MF} 控制的MF发生器。因而,发生器或工艺的功率控制可由工艺气体的流率的闭环控制使用,因为通常未达到电压极限。提供至电源的 P_{MF} 设定点可被设定为高于所请求的工艺 P_{MF-Set} 设定点约10%。 $U_{DC/MF}$ 限制设定点将改变为工艺要求的设定点 $U_{DC/MF-Set}$ 。

[0058] 取决于所请求的MF-Power (P_{MF-Set}) 和实际MF-Power (P_{MF-Act}) 之间的差异,氧气流量将被改变。如果 P_{MF-Act} 小于 P_{MF-Set} ,那么例如氧气流量的气体流动增加。如果 P_{MF-Act} 大于 P_{MF-Set} ,那么例如氧气流量的气体流动减少。

[0059] 例如氧气流量的气体流动可根据每分钟deltaFlow在极限范围 (FlowMinLimit和FlowMaxLimit) 内变化。除了通过改变气体流率的MF功率控制之外,实际电压 ($U_{DC/MF-Act}$) 应通常接近于设定点电压 ($U_{DC/MF-Set}$)。如果实际电压变得低于阈值极限,那么检测氧气模式沉积且可提供如上所述的反测量。

[0060] 根据本文所述的实施例,对于闭环控制组件、包括闭环控制组件的设备和如本文所述的反应层沉积的方法,不需要如PEM或氧传感器的额外硬件。然而,可提供即具有足够沉积速率的在过渡模式中的稳定沉积速率。

[0061] 书面描述使用包括最佳模式的实例以公开本发明,并且使本领域任何技术人员进行且使用本发明。虽然已根据各种特定实施例描述本发明,但是本领域技术人员将认识到,本发明可以在权利要求书的精神和范围之内的修改实践。特别地,实施例的实例的互相非独占的特征和如上所述的所述特征的实施例和修改可彼此结合。

[0062] 本发明的专利保护范围是由权利要求书界定,且可包括令本领域技术人员想起的其他实例。所述其他实例旨在权利要求书的范围内。

[0063] 虽然前述内容是针对本发明实施例,但是可在不背离本发明的基本范围的情况下设计本发明的其他和进一步实施例,且本发明的范围是由以上权利要求书所决定。

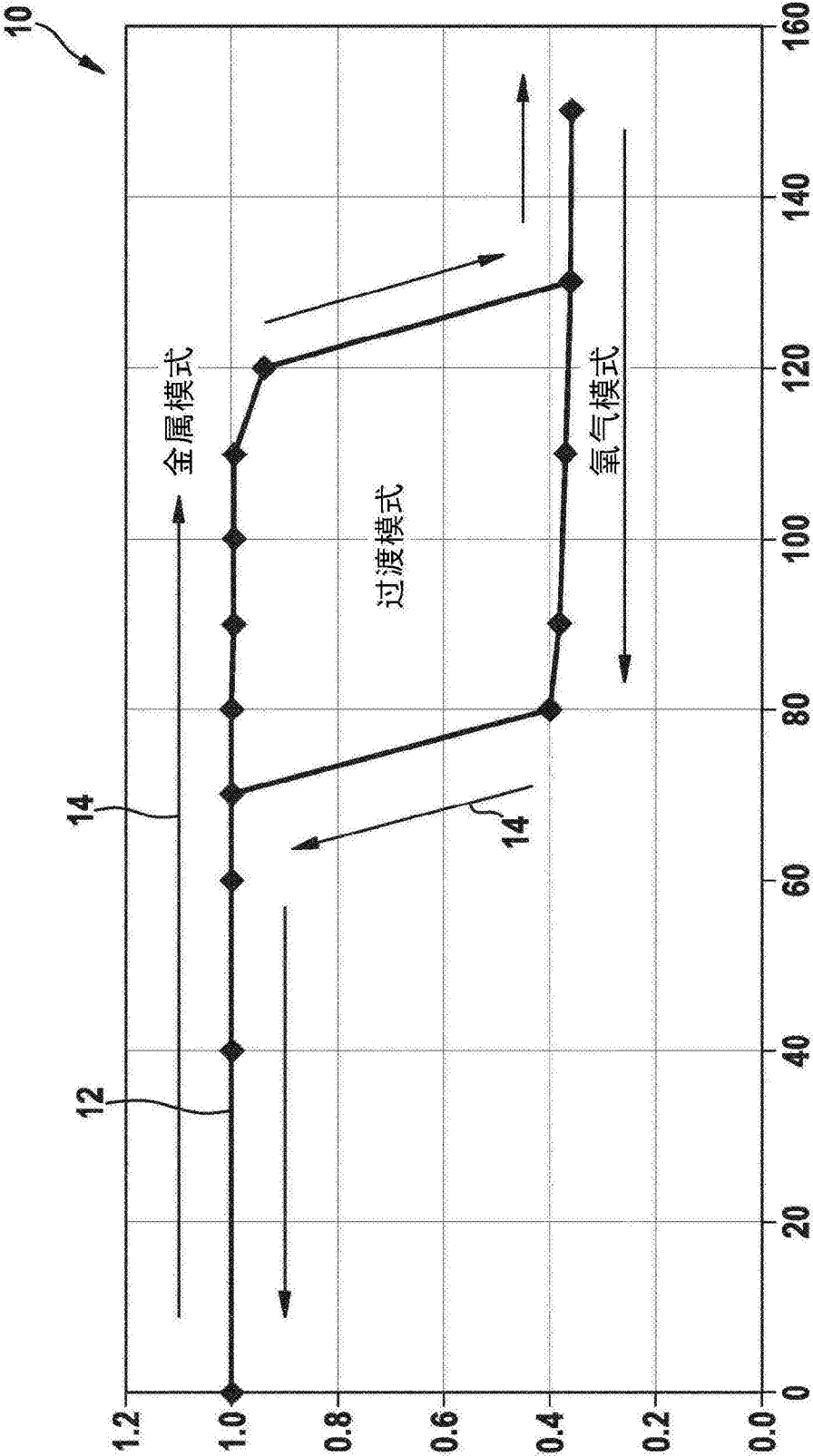


图1

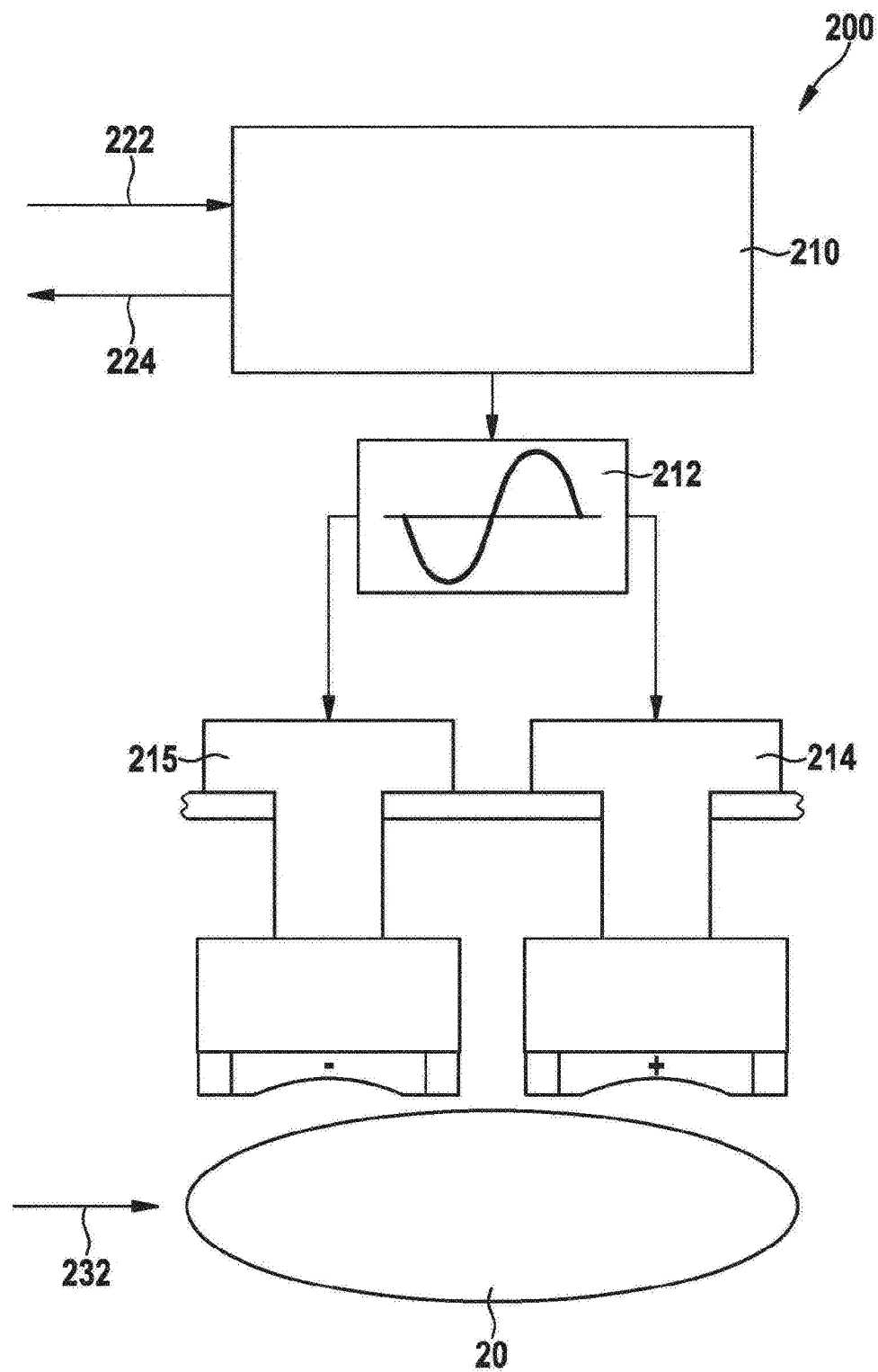


图2

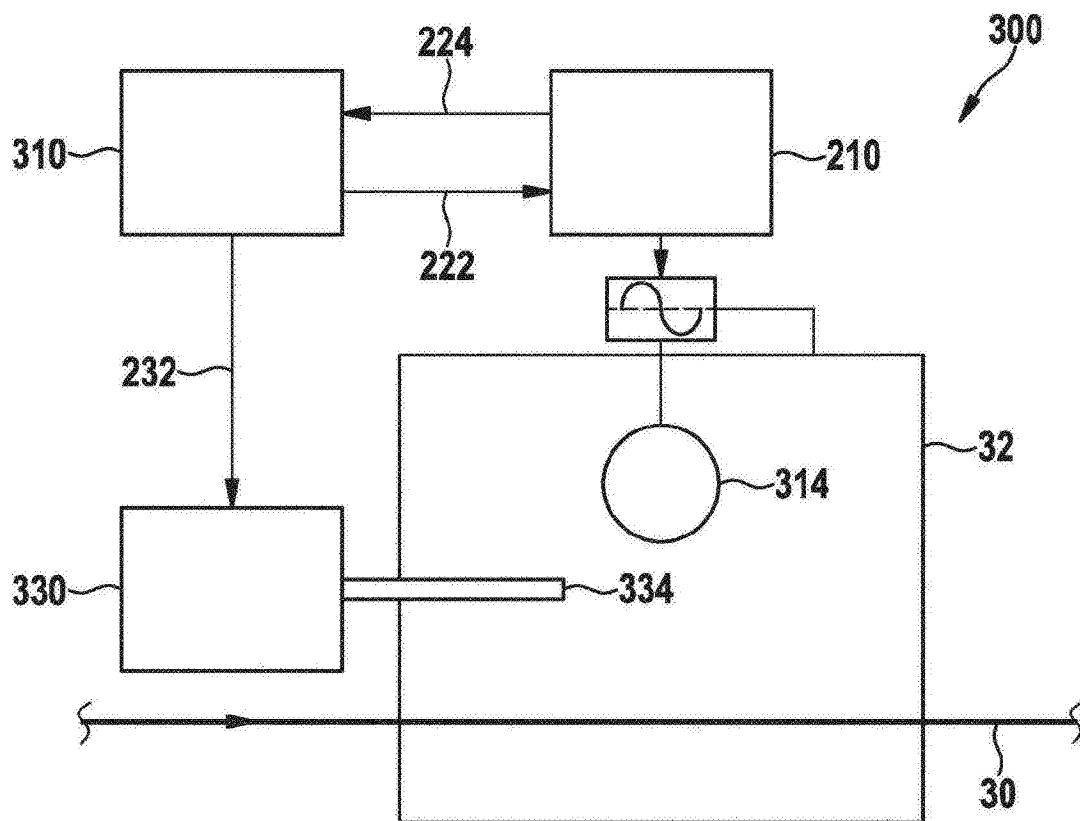


图3

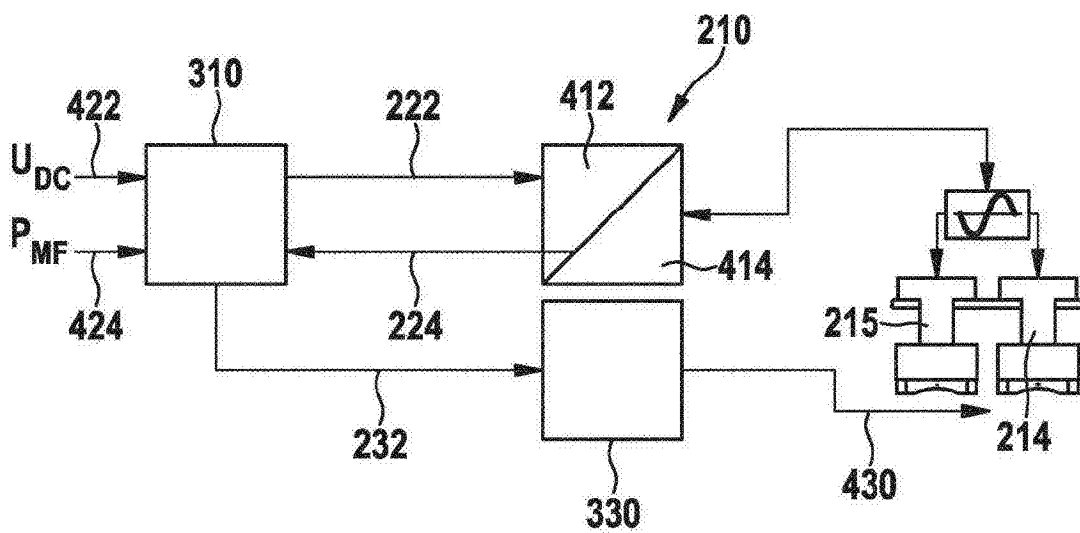


图4

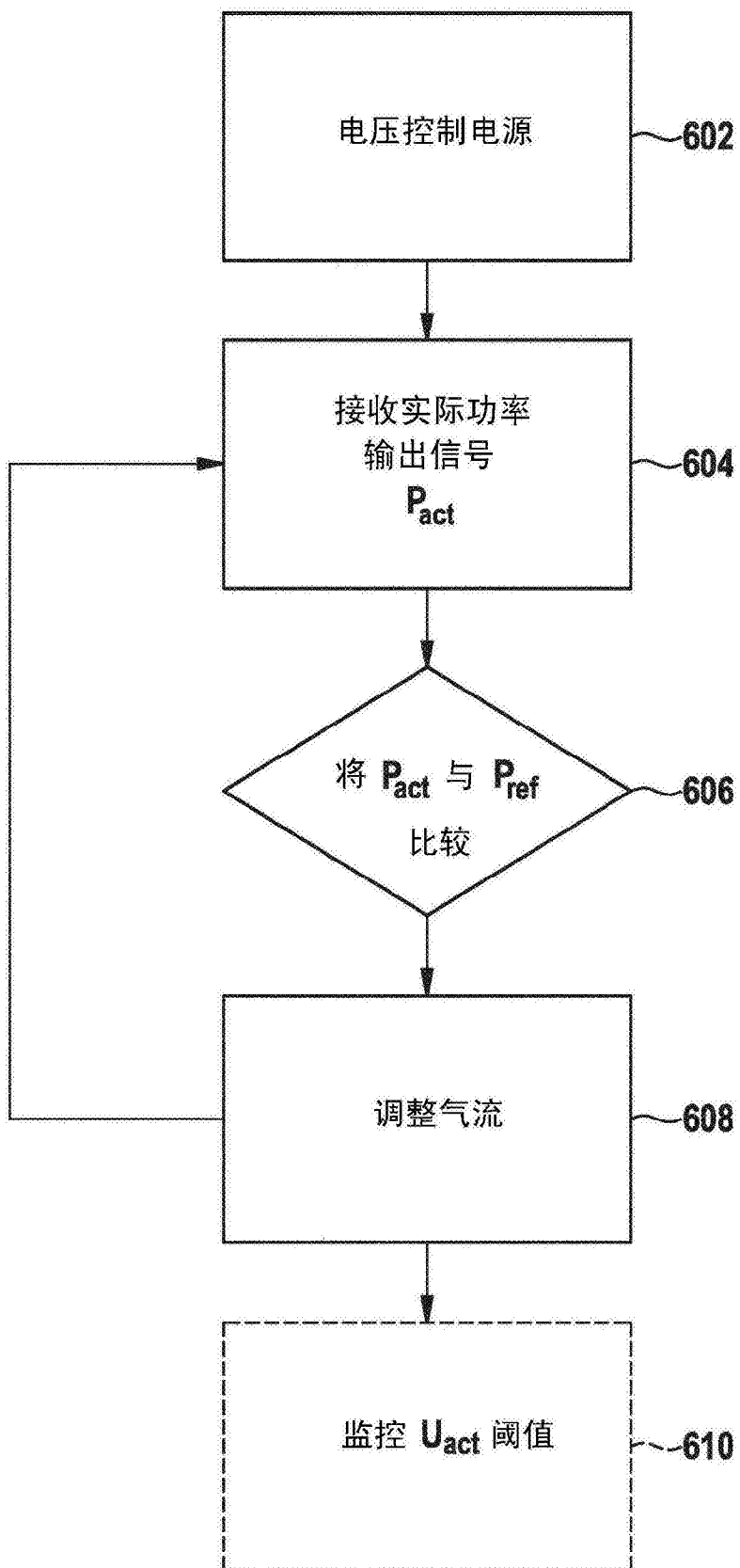


图6