(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118866641 A
(43)申请公布日 2024.10.29

(21)申请号 202410758124.X

(22)申请日 2020.07.30

(30)优先权数据
62/880,822 2019.07.31 US

(62)分案原申请数据
202080056165.4 2020.07.30

(71)申请人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 苏尼尔·卡普尔

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
专利代理师 樊英如 张静

(51)Int.Cl.
H01J 37/32(2006.01)
H03G 3/30(2006.01)

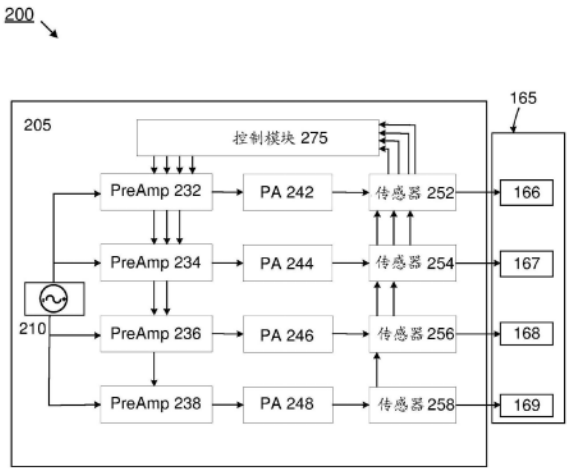
权利要求书1页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

具有多个输出端口的射频功率产生器

(57)摘要

一种射频(RF)功率产生器,其适用于耦合至多站式集成电路制造室,该射频功率产生器可以包含:振荡器,其提供周期性信号;以及一个以上的前置放大器,其各自具有用于从该振荡器接收信号的输入端口以及具有用于提供放大信号的输出端口。该RF产生器可额外包含一个以上的恒定增益放大器,其各自具有用于从该一个以上的前置放大器接收信号的输入端口、以及输出端口,该输出端口被配置成将放大信号耦合至电极以在该多站式集成电路制造室的指定的站中产生等离子体。



CN 118866641 A

1.一种控制模块,包括:

一个或多个输入端口,用于从射频功率传感器获得信号,所述信号指示在来自射频功率产生器的输出信号中检测到超出范围的参数;

一个或多个输出端口,用于向所述射频功率产生器的放大器级提供信号,到所述放大器级的所述信号被配置为修改来自所述射频电源产生器的所述输出信号的参数;和

处理器,用于在从所述射频功率传感器获得所述信号的大约10.0ns内启动从所述一个或多个输出端口生成所述信号。

2.根据权利要求1所述的控制模块,其中,所述射频功率产生器在选自由400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz和100.0MHz组成的群组的频率下操作。

3.根据权利要求1所述的控制模块,其中,来自所述射频功率产生器的所述输出信号的所述超出范围的参数包括电压波形和电流波形之间的相位角。

4.根据权利要求1所述的控制模块,其中,所述超出范围的参数包括从所述射频功率产生器输送的功率。

5.根据权利要求1所述的控制模块,其中,所述超出范围的参数包括从多站式集成电路制造室的站反射的超过阈值的功率。

6.根据权利要求1所述的控制模块,其中,所述射频功率产生器提供约1.0kW的功率。

7.根据权利要求1所述的控制模块,其中,提供给所述放大器级的所述信号能用于调整所述放大器级的可变增益前置放大器的增益。

8.根据权利要求7所述的控制模块,其中,所述增益由提供给所述放大器级的所述信号的幅值控制。

9.根据权利要求1所述的控制模块,其中,提供给所述放大器级的所述信号补偿由所述超出范围的参数指示的输出功率的检测到的变化。

10.根据权利要求9所述的控制模块,其中,提供给所述放大器级的所述信号使所述放大器级的可变增益前置放大器响应于指示输送到多站式集成电路制造室的站的实际功率下降的所述超出范围的参数而增加输出功率。

具有多个输出端口的射频功率产生器

本申请是申请号为202080056165.4、申请日为2020年7月30日、发明名称为“具有多个输出端口的射频功率产生器”的发明专利申请的分案申请。

通过引用并入

[0001] PCT申请表作为本申请的一部分与本说明书同时提交。在同时提交的PCT申请表中所标识的本申请要求享有其权益或优先权的每个申请均通过引用全文并入本文且用于所有目的。

背景技术

[0002] 集成电路设备的制造可涉及在半导体处理室中半导体晶片的处理。典型的处理可以包括:沉积,其中半导体材料可以例如以逐层的方式沉积;以及在半导体晶片的某些区域中材料的去除(例如,蚀刻)。在商业规模的制造中,每个晶片包含要制造的特定半导体设备的许多复制品,并且许多晶片可以利用来实现所需量的设备。因此,半导体处理操作的商业可行性可以至少在一定程度上取决于晶片内均匀性和处理条件的晶片间重复性。因此,努力确保给定晶片的每个部分以及在半导体处理室中所处理的每个晶片经历相同的处理条件。处理条件的变化会导致沉积和蚀刻速率的不期望的变化,进而可能导致整个制造过程中的不可接受的变化。这种变化可能降低电路性能,进而可能在例如利用集成电路设备的较高阶系统的性能产生不可接受的变化。

[0003] 这里提供的背景描述是为了总体呈现本公开的背景的目的。当前指定的发明人的工作在其在此背景技术部分以及在提交申请时不能确定为现有技术的说明书的各方面中描述的范围内既不明确也不暗示地承认是针对本公开的现有技术。

发明内容

[0004] 此处提供了方法和装置,其用于产生适用于耦合至多站式集成电路制造室的射频功率。一个方面包含一种用于产生射频功率的装置,所述射频功率适用于耦合至多站式集成电路制造室,所述装置包含:振荡器,其被配制成产生周期性信号;多个可变增益前置放大器,其各自具有用于从所述振荡器接收信号的输入端口以及具有用于提供不同幅值的信号的输出端口;多个恒定增益放大器,其各自具有用于从所述多个可变增益前置放大器中的一者接收信号的输入端口,且各自具有被配制成将放大的信号耦合至电极的输出端口,以在所述多站式集成电路制造室的指定的站中产生等离子体;以及多个传感器,所述多个传感器中的每一者被耦合至所述多个恒定增益放大器的对应的输出端口。

[0005] 在一些实施方案中,由所述振荡器产生的所述周期性信号包含介于300.0kHz与100.0MHz之间的频率。

[0006] 在一些实施方案中,由所述振荡器产生的所述周期性信号包含选自由以下项所组成的群组的频率:400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz或100.0MHz。

[0007] 对于上述方面中的任何一者,所述多个传感器中的每一者的输出端口可以被耦合至控制模块的输入端口,且来自所述控制模块的输出信号可以被耦合至输入端口以调整所

述多个可变增益前置放大器的对应的可变增益前置放大器的增益。

[0008] 对于上述方面中的任何一者,所述多个传感器中的一者以上可以被配置成检测选自由以下项组成的群组的超出范围的参数:超出阈值的传输至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站的功率;超出阈值的从所述多站式集成电路制造室的所述指定的站反射的功率;超出阈值的耦合至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站的电流;以及超出阈值的施加至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站的电压。

[0009] 对于上述方面中的任何一者,所述控制模块可以实现电路系统以在接收到来自所述多个传感器中的一者的信号10.0ns内提供所述输出信号。

[0010] 对于上述方面中的任何一者,所述多个恒定增益放大器中的每一者提供至少约1000W的输出功率。

[0011] 另一方面涉及一种用于产生射频功率的装置,所述射频功率用于耦合至多站式集成电路制造室,所述装置包含:振荡器,其被配制成产生周期性信号;前置放大器,其具有用于从所述振荡器接收信号的输入端口以及具有用于提供相对于所接收的所述信号具有恒定增益的信号的输出端口;多个可变增益放大器,其各自具有用于从所述前置放大器接收信号的输入端口,且各自具有被配制成将放大的信号耦合至电极的输出端口,以在所述多站式集成电路制造室的指定的站中产生等离子体;以及多个传感器,所述多个传感器中的每一者提供控制信号以改变所述多个可变增益放大器中的对应一者的输出功率。

[0012] 对于上述方面中的任何一者,由所述振荡器产生的所述周期性信号可以包含介于300.0kHz与100.0MHz之间的频率。

[0013] 对于上述方面中的任何一者,由所述振荡器产生的所述周期性信号可以包含选自由以下项所组成的群组的频率:400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz以及100.0MHz。

[0014] 对于上述方面中的任何一者,所述多个可变增益放大器中的每一者能够提供至少约1000.0W的输出功率。

[0015] 对于上述方面中的任何一者,所述装置还可以包含控制模块,所述控制模块具有电路系统以在接收到来自所述多个传感器中的一者的信号10.0ns内提供所述控制信号。

[0016] 另一方面涉及一种多站式集成电路制造室,其包含:多个站;多个射频功率产生器,其被配置将射频功率耦合至所述多站式集成电路制造室的指定的站,各个射频功率产生器包含:可变增益前置放大器,其具有用于从振荡器接收信号的输入端口以及具有用于提供不同功率幅值的信号的输出端口;恒定增益放大器,其具有用于从所述可变增益前置放大器接收信号的输入端口,以及具有被配置成将功率耦合至所述指定的站的输出端口,被耦合至所述指定的站的所述功率将被提供至电极以在所述多站式集成电路制造室的所述指定的站中产生等离子体;以及传感器,其被耦合至所述恒定增益放大器的对应的输出端口。

[0017] 对于上述方面中的任何一者,所述振荡器可以产生周期性信号,所述周期性信号具有选自由以下项所组成的群组的频率:400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz、以及100.0MHz。

[0018] 对于上述方面中的任何一者,所述恒定增益放大器能够提供至少约1000W的输出功率。

[0019] 对于上述方面中的任何一者,所述多个射频功率产生器中的每一者可以被耦合至传感器,所述传感器被配置成检测耦合至所述指定的站的功率的超出范围的参数,所述超出范围的参数对应由以下项所组成的群组中的一者:输出电压幅值、输出电流幅值、传输至所述指定的站的功率的幅值以及从所述指定的站反射的功率的幅值。

[0020] 对于上述方面中的任何一者,所述传感器可以被配置成检测所述超出范围的参数,其是在检测到所述超出范围的参数约10.0ns内向所述可变增益前置放大器传送信号。

[0021] 另一方面涉及一种控制模块,该控制模块包含:一个以上的输入端口,其从射频功率传感器获得信号,所述信号指示在来自射频功率产生器的输出信号中检测到超出范围的参数;一个以上的输出端口,其提供信号至所述射频功率产生器的放大器级,提供至所述放大器级的所述信号被配置成修改来自所述射频功率产生器的所述输出信号的参数;以及处理器,其在获得来自所述射频功率传感器的所述信号约10.0ns内启动来自所述一个以上的输出端口的所述信号的产生。

[0022] 对于上述方面中的任何一者,所述射频功率产生器可以在选自由以下项所组成的群组的频率下操作:400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz、以及100.0MHz。

[0023] 对于上述方面中的任何一者,来自所述射频功率产生器的所述输出信号的所述超出范围的参数可以包含介于电压波形与电流波形之间的相位角。

[0024] 对于上述方面中的任何一者,所述超出范围的参数可以包含从所述射频功率产生器所输送的功率。

[0025] 对于上述方面中的任何一者,所述射频功率产生器提供约1.0kW的功率。

[0026] 另一方面涉及一种产生射频功率的方法,所述射频功率适用于耦合至多站式集成电路制造室的指定的站,所述方法包含:产生周期性信号;耦合所述周期性信号至多个可变增益前置放大器;耦合来自所述多个可变增益前置放大器中的每一者的输出信号至多个恒定增益放大器中的对应一者;以及耦合来自所述多个恒定增益放大器中的每一者的输出信号至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站。

[0027] 对于上述方面中的任何一者,所述方法还可以包含:感测来自所述多个恒定增益放大器中的一者的输出信号中的超出范围的参数;以及响应于感测到所述超出范围的参数,修改来自所述可变增益前置放大器的可变增益前置放大器的所述输出信号的幅值。

[0028] 对于上述方面中的任何一者,所述超出范围的参数可以对应于从所述多站式集成电路制造室的所述指定的站所反射的功率。

[0029] 对于上述方面中的任何一者,所述超出范围的参数可以对应于传导至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站的电流。

[0030] 对于上述方面中的任何一者,所述超出范围的参数可以对应于施加至所述多站式集成电路制造室的所述指定的站的电压。

[0031] 对于上述方面中的任何一者,来自所述可变增益前置放大器的所述输出信号的幅值可以在感测到所述超出范围的参数10.0ns内进行修改。

[0032] 对于上述方面中的任何一者,产生所述周期性信号包含:产生信号,其具有选自由以下项组成的群组的频率:400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz以及100.0MHz。

附图说明

[0033] 图1A显示了根据各种实施方案的用于使用任何数量的处理在半导体衬底上或上方沉积膜的衬底处理装置。

[0034] 图1B描绘一多站式处理工具的实施方案的示意图。

[0035] 图2是根据一实施方案具有多个输出端口的射频(RF)功率产生器的示意图。

[0036] 图3是根据一实施方案的具有多个输出端口的RF功率产生器的示意图。

[0037] 图4是根据一实施方案的适合于在具有多个输出端口的RF产生器中使用的控制模块的示意图。

[0038] 图5是根据一实施方案产生射频功率的方法的流程图,该射频功率适用于耦合到多站式集成电路制造室的指定站。

具体实施方式

[0039] 在特定实施方案中,可以在诸如基于等离子体的晶片制造的各种半导体制造过程中利用具有多个输出端口的射频(RF)功率产生器。例如,在可以包括用于执行沉积和/或蚀刻处理的单独的处理站的多站式集成电路制造室中,特定的输出端口可以指定给多站式制造室的对应站,或者以其他方式配置为与该对应站一起操作。因此,如果例如在多站式制造室的特定站内的沉积速率相对于多站式制造室的其他站呈现出沉积速率的增加或减少,则在该特定站处的RF功率参数可以进行调整。这样的调整可以相对于其他室的沉积速率实现沉积速率的校正或均衡,从而在多站式制造室的所有处理站实现更均匀的沉积。在一些情况下,对耦合到多站式制造室的单独的指定的站的RF功率的这种独立控制,可以允许一个以上的站在其他站可能已完成制造操作时持续执行制造处理。这可以使得通过多站式制造室所制造的所有芯片和/或设备的良率能最大化。

[0040] 特定实施方案可以表示对耦合到多站式集成电路制造室的RF功率产生器的其他配置的改进。例如,在一些实施方案中,RF功率产生器可以利用耦合到一功率组合器的两个或更多个信号放大器。来自RF功率组合器的输出功率(其可以通过功率组合器的单一输出端口耦合到多站式制造室)可以耦合到RF功率分配器,以使得能将分配的RF功率耦合到制造室的输入端口。因此,由于RF功率的组合和随后的分配,可以将多站式制造室的所有站控制为单一实体,这可能涉及向每个站所输送的基本上相同的RF功率电平。除了向多站式制造室的所有站传递基本相同的RF功率电平之外,RF功率的这种合并和分配还可以使多站式室的所有站均等地暴露于由RF功率产生器所产生的RF功率中的任何异常。因此,诸如过电压和/或过电流条件之类的异常以及由功率组合器所输送的RF功率的变化(其可能会对制造处理产生负面影响),可以等同地耦合至制造室的所有站。进入多站式集成电路制造室的所有站的异常电压、电流以及总功率的这种耦合可能会降低晶片的良率,并导致所制造的电路元件的不可预测性能。

[0041] 某些实施方案和实现方案可以与若干晶片制造处理(如各种等离子体增强原子层沉积(ALD)处理(例如,ALD1、ALD2)、各种等离子体增强化学气相沉积(例如CVD1、CVD2、CVD3)处理)一起使用,或者可以在单一沉积处理期间实时使用。在某些实施方案中,具有多个输出端口的RF功率产生器可以在任何信号频率下使用,所述信号频率例如在300.0kHz与60.0MHz之间的频率,其可以包括400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz以及27.12MHz的频

率。但是,在其他实施方案中,具有多个输出端口的RF功率产生器可以在任何信号频率下操作,该信号频率可以包括相对较低的频率,例如在50.0kHz与300.0kHz之间,以及较高的信号频率,例如在60.0MHz与100.0MHz之间的频率,几乎没有限制。

[0042] 应当注意,尽管此处描述的特定实施方案可以显示和/或描述具有多个输出端口的RF功率产生器,其中输出端口可以指定给4站式集成电路制造室的4个处理站中的1个,所主张的主题可以具有包括任何数量的处理站的多站式集成电路制造室。因此,在实施方案中,具有多个输出端口的RF功率产生器的单独的输出端口可以指定给具有例如2个处理站或3个处理站的多站式制造室的处理站。在其他实施方案中,具有多个输出端口的RF功率产生器的单独的输出端口可以指定给具有更大数量的处理站的多站式集成电路制造室的处理站,例如5个处理站、6个处理站、8个处理站、10个处理站、或任何其他数量的处理站,几乎没有限制。

[0043] 半导体设备的制造通常涉及在集成制造处理中在平面或非平面衬底上或上方沉积一个以上薄膜。在集成处理的某些方面中,沉积符合独特衬底形貌的薄膜可能是有用的。在某些情况下有用的一种反应类型涉及化学气相沉积(CVD)。在典型的CVD处理中,引入反应室的站的气相反应物同时经历气相反应。气相反应的产物沉积在衬底表面上。该类型的反应可通过等离子体的存在而被驱动或增强,在这种情况下,该处理可称为等离子体增强化学气相沉积(PECVD)反应。如此处所使用的,除非另外指出,否则术语CVD旨在包括PECVD。CVD处理具有某些缺点,使其在某些情况下不太适合。例如,CVD气相反应的质量传输限制可能导致沉积效果,该沉积效果在顶表面(例如,栅极堆叠件的顶表面)处呈现较厚的沉积,而在凹陷表面(例如,栅极堆叠件的底角)处呈现较薄的沉积。此外,响应于具有不同设备密度的区域的某些半导体管芯,跨衬底表面的质量传输效应可能导致管芯内和晶片内的厚度变化。因此,在随后的蚀刻处理期间,厚度变化会导致某些区域的过度蚀刻以及其他区域的蚀刻不足,这会降低设备性能和管芯良率。与CVD处理有关的另一个困难是这样的处理通常不能在高深宽比的特征中沉积保形膜。随着设备尺寸的不断缩小,这个问题可能会变得越来越严重。结合图1A和图1B讨论了晶片制造处理的特定方面的这些和其他缺点。

[0044] 在另一个示例中,一些沉积处理涉及多个膜沉积循环,每个循环产生离散的膜厚度。例如,在原子层沉积(ALD)中,沉积层的厚度可能受到可吸附在衬底表面上的一种以上的膜前体反应物的量限制,以在成膜化学反应本身之前形成吸附受限层。因此,ALD的特征涉及薄膜层(诸如具有单个原子或分子的宽度的层)的形成以重复以及顺序的方式使用。随着设备和特征尺寸在尺度上继续减小,以及随着三维设备和结构在集成电路(IC)设计中变得越来越普遍,沉积薄保形膜(例如,相对于下伏结构的形状具有均匀厚度的材料膜)的能力在重要性方面持续增加。因此,鉴于作为其中每个沉积循环操作以沉积材料的单个原子或分子层的成膜技术的ALD,ALD可以相当适合于保形膜的沉积。涉及ALD的典型设备制造处理可以包括多个ALD循环,其数量可以是成百上千个,然后可以用来形成几乎任何期望厚度的膜。此外,就薄且保形的每一层而言,由这种处理产生的膜可以符合任何下方的设备结构的形状。在某些实施方案中,ALD循环可以包括以下步骤:

[0045] 使衬底表面暴露于第一前体。

[0046] 清扫衬底所在的反应室。

[0047] 衬底表面的反应的激活,通常利用等离子体和/或第二前体。

[0048] 清扫衬底所在的反应室。

[0049] 每个ALD循环的持续时间通常可以小于25.0秒或小于10.0秒或小于5.0秒。ALD循环的一个或多个等离子体暴露步骤可以具有短的持续时间,例如1.0秒或更短的持续时间。

[0050] 现在转向附图,图1A显示了根据各种实施方案的用于使用任何数量的处理在半导体衬底上沉积膜的衬底处理装置100。图1A的处理装置100利用处理室的单一处理站102,其在内部容积中具有单一衬底保持器108(例如,基座),该内部容积可以通过真空泵118保持在真空下。喷头106和气体输送系统101(其可流体耦合到处理室)可以允许传输例如膜前体,以及载体和/或清扫和/或处理气体、二级反应物等等。图1A中还显示在处理室内用于等离子体产生的器件。图1A中示意性描绘的装置可特别适合于执行等离子体增强CVD。

[0051] 在图1A中,气体输送系统101包括混合容器104,其用于混合和/或调节处理气体以输送至喷头106。一个以上混合容器入口阀120可以控制处理气体向混合容器104的引入。特定的反应物可以在汽化以及随后输送至处理室的处理站102之前以液体形式储存。图1A的实施方案包括汽化点103,其用于汽化将被供应到混合容器104的液态反应物。在一些实现方案中,汽化点103可以包括加热的液体注入模块。在一些其他实现方案中,汽化点103可以包括加热的汽化器。在还有的其他实现方案中,可以从处理站消除汽化点103。在一些实现方案中,汽化点103上游的液体流量控制器(LFC)可提供用于控制用于汽化并输送至处理站102的液体的质量流量。

[0052] 喷头106可操作以将处理气体和/或反应物(例如,膜前体)朝在处理站处的衬底112分配,其流量由喷头上游的一个以上的阀(例如,阀120、120A,105)控制。在图1A所示的实施方案中,衬底112被描绘为位于喷头106下方,并且显示为放置在基座108上。喷头106可以包括任何合适的形状,并且可以包括任何合适数量和布置的端口以将处理气体分配至衬底112。在具有两个或更多个站的一些实施方案中,气体输送系统101包括在喷头上游的阀或其他流量控制结构,其可以独立地控制向每个站的处理气体和/或反应物的流动,以使得气体流能切换至一站且同时禁止气体流向第二站。此外,气体输送系统101可以配置为独立地控制在多站式装置中输送到每个站的处理气体和/或反应物,使得提供给不同站的气体组成是不同的;例如,在相同时间,气体成分的分压会在多个站之间变化。

[0053] 在图1A中,将容积107描绘为位于喷头106下方。在一些实现方案中,可升高或降低基座108以将衬底112暴露于容积107和/或改变容积107的尺寸。任选地,基座108可在沉积处理的部分期间降低和/或升高,以调节在容积107内的处理压力、反应物浓度等等。喷头106和基座108被描绘为电耦合至射频电源114和匹配网络116,以对等离子体产生器供电。因此,喷头106可以用作用于将射频功率耦合进处理站102的电极。在一些实现方案中,通过控制处理站压力、气体浓度、RF功率产生器等等中的一者以上,将等离子体能量(例如,经由具有适当机器可读指令和/或控制逻辑的系统控制器)进行控制。例如,射频电源114和匹配网络116可以在任何合适的RF功率电平下操作,该RF功率电平可操作以形成具有期望的自由基物质成分的等离子体。同样,射频电源114可以提供任何合适的频率或频率组和功率电平的RF功率。

[0054] 在一些实现方案中,利用系统控制器中的适当的硬件和/或适当的机器可读指令来控制等离子体点燃和维持条件,该系统控制器可以经由一系列输入/输出控制(IOC)指令来提供控制指令。在一个示例中,以处理配方的等离子体活化配方的形式提供用于引起点

燃或维持等离子体的指令。在某些情况下,处理配方可以顺序地安排,以便可以同时执行至少一些处理指令。在一些实现方案中,用于设置一个或多个等离子体参数的指令可以被包括在等离子体点燃处理之前的配方中。例如,第一配方可以包括用于设置惰性气体(例如,氦气)和/或反应气体的流率的指令,用于将等离子体产生器设定至功率设定点的指令以及用于第一配方的时间延迟指令。第二后续配方可以包括用于启用等离子体产生器的指令以及用于第二配方的时间延迟指令。第三配方可以包括用于禁用等离子体产生器的指令和用于第三配方的时间延迟指令。应理解的是,在本公开内容的范围内,可以以任何合适的方式进一步细分和/或重复这些配方。在一些沉积处理中,等离子体触发的持续时间可以对应于几秒的持续时间,例如从3.0秒到15.0秒,或者可以涉及更长的持续时间,例如高达30.0秒的持续时间。在此处描述的某些实现方案中,可以在处理循环期间施加短得多的等离子体激励。这样的等离子体激励持续时间可以在小于50.0毫秒的量级,而在特定示例中利用25.0毫秒。

[0055] 为了简单起见,在图1A中将处理装置100描绘为用于维持低压力环境的处理室的独立站(102)。然而,可以理解的是,多个处理站可以被包括在多站式处理工具环境中,例如图1B所示,其描绘了多站式处理工具的实施方案的示意图。处理工具150采用集成电路制造室165,该集成电路制造室165包括多个制造处理站,每个处理站可用于在特定处理站处对保持在晶片保持器(例如图1A的基座108)中的衬底执行处理操作。在图1B的实施方案中,显示出具有四个处理站151、152、153和154的集成电路制造室165。其他类似的多站式处理装置可以根据实现方案以及例如所期望程度的平行晶片处理、尺寸/空间限制、成本限制等等而具有更多或更少的处理站。图1B中还显示了衬底搬运机械手175,其可以在系统控制器190的控制下运行,配置为从晶片盒(在图1B中未显示)移动衬底而从装载端口180进入集成电路制造室165,且到达处理站151、152、153和154中的一者上。

[0056] 图1B还描绘了用于控制处理工具150的处理条件和硬件状态的系统控制器190的实施方案。系统控制器190可以包括一个或多个存储器设备、一个或多个大容量存储设备、以及一个或多个处理器。该一个或多个处理器可以包括中央处理单元、模拟和/或数字输入/输出连接件、步进马达控制器板等等。在一些实施方案中,系统控制器190控制处理工具150的所有活动。系统控制器190执行存储在大容量存储设备中的系统控制软件,可以将其加载到存储器设备中,并且在系统控制器的处理器上执行。由系统控制器190的处理器执行的软件可以包括指令,其用于控制时序、气体混合物、制造室和/或站压力、制造室和/或站温度、晶片温度、衬底基座、卡盘和/或承载座位置、在一个或多个衬底上执行的循环数、以及由处理工具150所执行的特定处理的其他参数。这些编程的处理可以包括各种类型的处理,包括但不限于:与确定在室内部的表面上的堆积量有关的处理、与膜在衬底上的沉积有关的包含多个循环的处理、确定和获得多个补偿循环、以及与清洁室有关的处理。可以以任何合适的方式来配置可以由系统控制器190的一个或多个处理器执行的系统控制软件。例如,可以写入各种处理工具部件子程序或控制对象,以控制执行各种工具处理所需的处理工具部件的操作。

[0057] 在一些实施方案中,用于通过系统控制器190的处理器执行的软件可以包括用于控制上述各种参数的输入/输出控制(IOC)序列指令。例如,衬底的沉积和沉积循环的每个阶段可以包括由系统控制器190执行的一个或多个指令。用于设置ALD/CFD沉积处理阶段的

处理条件的指令可以包括在相应的ALD/CFD沉积配方阶段中。在一些实施方案中,配方阶段可以被顺序地布置,使得用于处理阶段的所有指令与该处理阶段同时执行。

[0058] 在一些实施方案中,可以采用存储在系统控制器190的大容量存储设备和/或系统控制器190可访问的存储器设备上的其他计算机软件和/或程序。为此目的的程序或程序片段的示例包括衬底定位程序、处理气体控制程序、压力控制程序、加热器控制程序、以及等离子体控制程序。衬底定位程序可以包括用于处理工具部件的程序代码,处理工具部件用于将衬底装载到基座108(图1A的)上并且控制在衬底与处理工具150的其他零部件之间的间隔。定位程序可以包括用于根据需要适当地将衬底移入和移出反应室的指令,以在衬底上沉积膜并清洁室。

[0059] 处理气体控制程序可以包括程序代码,其用于控制气体组成和流率以及任选地用于在沉积之前使气体流入一个或多个处理站以稳定处理站中的压力。在一些实施方案中,处理气体控制程序包括用于在反应室中的衬底上形成膜期间引入气体的指令。这可以包括对于不同数量的循环,针对批量衬底中的一个或多个衬底引入气体。压力控制程序可以包括程序代码,其用于通过调节例如在处理站的排放系统中的节流阀、流入处理站的气体流量等等来控制处理站中的压力。压力控制程序可以包括指令,其用于在批量处理期间在一个或多个衬底上不同数量的循环的沉积期间保持相同的压力。

[0060] 加热器控制程序可以包括程序代码,其用于控制流到用于加热衬底的加热单元110的电流。替代地,加热器控制程序可以控制传热气体(例如,氦气)向衬底的输送。

[0061] 在一些实施方案中,可以存在与系统控制器190相关联的用户接口。该用户接口可以包括显示屏、装置和/或处理条件的图形软件显示、以及诸如指向设备、键盘、触控屏、麦克风等等用户输入设备。

[0062] 在一些实施方案中,由系统控制器190调整的参数可以涉及处理条件。非限制性的示例包括处理气体成分和流率、温度、压力、等离子体条件等等。这些参数可以以配方的形式提供给用户,其可以使用用户接口输入。整批衬底的配方可包括针对该批次内的一个或多个衬底的补偿循环计数,以考虑在处理该批次的过程中的厚度趋势。

[0063] 可以通过来自各种处理工具传感器的系统控制器190的模拟和/或数字输入连接来提供用于监测处理的信号。可以通过处理工具150的模拟和/或数字输入连接来输出用于控制处理的信号。可被监测的处理工具传感器的非限制性示例包括质量流量控制器、压力传感器(例如压力计)、热电偶等等。还可以包括传感器,其用来监测和确定室内部的一个或多个表面上的堆积和/或室内的衬底上的材料层的厚度。经适当编程的反馈和控制算法可与来自这些传感器的数据一起使用,以维持处理条件。

[0064] 系统控制器190可以提供用于实现上述沉积处理的程序指令。程序指令可以控制各种处理参数,例如DC功率水平、压力、温度、针对衬底的循环次数、在室内部的至少一个表面上的堆积量等等。指令可以控制参数以根据本文所述的各种实施方案操作膜堆叠件的原位沉积。

[0065] 例如,系统控制器可以包括用于执行此处描述的技术的控制逻辑,例如(a)确定当前在沉积室内部的至少一内部区域上的累积的沉积材料的量,将在(a)中确定的累积的沉积材料的量、或从其导出的参数应用于在(i)实现目标沉积厚度所需的ALD循环次数与(ii)代表累积的沉积材料量的变量之间的关系,以获得在给定当前在沉积室内部的内部区域上

累积的沉积材料的量的情况下用于产生目标沉积厚度的ALD循环的补偿数量,并且在该批次衬底中的一个或多个衬底上执行该补偿数量的ALD循环。该系统还可以包括控制逻辑,其用于确定在室中的累积量已经达到累积极限并且响应于该确定而停止该批次衬底的处理,并且用于引起室内部的清洁。

[0066] 除了由图1B的系统控制器190所执行的前述确定的功能和/或操作之外,控制器可以额外地控制和/或管理RF功率产生器205的操作,该RF功率产生器205可以将RF功率经由射频输入端口166、167、168以及169传送至集成电路制造室165。如此处进一步所述的,这样的操作可以涉及:例如,确定要传递给集成电路制造室165的RF功率的上和下阈值;确定传送到集成电路制造室165的RF功率的实际(例如实时)电平、RF功率激活/停用时间、RF功率开启/关闭持续时间、操作频率等等。另外,系统控制器190可以确定将通过输入端口166、167、168和169传递到集成电路制造室165的RF功率的成组的正常操作参数。这些参数可以包括:就反射系数(例如,散射参数“S_{11}”)而言例如从输入端口166-169中的一者以上所反射的功率的上和下阈值;施加到输入端口166-169中的一者以上的电压的上和下阈值;通过输入端口166-169中的一个以上所传导的电流的上和下阈值,以及通过输入端口166-169中的一个以上所传导的电压与电流之间的相位角幅值的上阈值。这些阈值可用于定义“超出范围”的RF功率参数。例如,大于上阈值的反射功率可以指示超出范围的RF功率参数。同样,具有低于下阈值或大于上阈值的数值的施加的电压或传导的电流可以指示超出范围的RF功率参数。类似地,大于上阈值的在施加的电压与传导的电流之间的相位角可以指示超出范围的RF功率参数。此外,系统控制器190可以针对RF功率产生器205的控制模块提供设置,其可以包括控制系统响应时间,诸如10.0ns、15.0ns、20.0ns等等。

[0067] 在特定实施方案中,集成电路制造室165可以包括除了输入端口166-169之外的输入端口(图1B中未显示的额外的输入端口)。因此,集成电路制造室165可以利用8个RF输入端口。在特定实施方案中,集成电路制造室165的处理站151-154可以各自利用第一和第二输入端口,其中第一输入端口可以传送具有第一频率的信号,并且第二输入端口可以传送具有第二频率的信号。双频的使用可以带来改善的等离子体特性,这可以导致在特定限值之内的沉积速率和/或更容易控制的沉积速率。双频可能会带来其他期望的结果,并且所主张的主题在这一方面不受限制。在某些实施方案中,可以利用在300.0kHz与65.0MHz之间的频率。在一些实现方案中,2.0MHz以下的信号频率可以称为低频(LF),而大于2.0MHz的频率可以称为高频(HF)。

[0068] 因此,系统控制器190可以允许RF功率产生器205内的各种信号路径的独立操作。路径之间的这种独立性可以允许对耦合至集成电路制造室165的单独指定的站的RF功率的独立控制。因此,如前所述,如果相对于集成电路制造室165的其他处理站,集成电路制造室165的特定站内的沉积速率呈现沉积速率的增加或减少,可以调节RF功率产生器205内的特定信号路径的RF功率参数。这样的调整会导致相对于其他室的沉积速率的对沉积速率的校正或调整,这可以在集成电路制造室165的所有处理站之间带来更恒定的沉积速率。此外,还如前所述,对经由RF功率产生器205的独立信号路径所耦合的RF功率的这种独立的控制可以允许集成电路制造室165的一个以上的站在其他站已经完成了制造操作之时继续执行制造处理。这可以使得能利用集成电路制造室165所制造的所有晶片和/或所有设备的产量的最大化。

[0069] 图2是根据实施方案200具有多个输出端口的RF功率产生器的示意图。如参考图1B所述的,RF功率产生器205可以包括独立的信号路径,从而使得能耦合至多站式制造室的指定的站。因此,RF功率产生器205包括4个输出端口,其用于与多站式集成电路制造室165的相应数量的输入端口(例如输入端口166、167、168及169)耦合。在特定的实现方案中,RF功率产生器205可能能够产生在1.0到10.0kW范围内的RF功率,例如5.0kW、6.0kW、或8.0kW的RF功率。然而,在特定实现方案中,RF功率产生器205可以产生小于1.0kW,例如500W、750W等等。在其他实现方案中,RF功率产生器205可以产生大于10.0kW的功率,例如12.0kW、15.0kW、20.0kW等等的功率。另外,尽管RF功率产生器205系描绘为包括4个独立的信号路径,但是在其他实现方案中,RF功率产生器可以包括例如1-3条之间的独立信号路径,或者可以包括大于4条的信号路径,例如5条信号路径、6条信号路径等等。

[0070] RF功率产生器205的振荡器210可以提供周期性信号,诸如具有在300.0kHz与100.0MHz之间的基本上固定的频率的信号。然而,在特定实现方案中,振荡器210可以提供具有在(且包括)400.0kHz与100.0MHz之间的固定频率的周期性信号,例如400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz以及100.0MHz的固定频率。来自振荡器210的输出信号可以耦合到前置放大器232、234、236以及238的输入端口,前置放大器232、234、236和238中的每一者可以操作以可控地增加从振荡器210接收的信号的幅值。在图2的实施方案中,前置放大器232-238中的每一者的增益参数可以通过来自控制模块275的信号进行控制,该控制模块275可以产生具有不同幅值的输出信号。在特定实现方案中,前置放大器232-238中的每一者可以将来自振荡器210的信号放大介于0.0dB与20.0dB之间的量。然而,在其他实现方案中,控制模块275可以操作以通过前置放大器232-238产生不同的放大值,例如介于10.0dB与23.0dB之间的量。

[0071] 来自前置放大器232的输出端口的信号耦合到功率放大器242的输入端口,在图2的实施方案中,功率放大器242可以表示恒定增益放大器,其可以施加例如30.0dB的增益。因此,在特定实现方案中,来自前置放大器232的一个1瓦信号可以通过功率放大器242放大,以便在放大器242的输出端口处提供1000瓦信号。以类似的方式,功率放大器244可以对来自前置放大器234的信号施加一类似的(例如30.0dB)增益。同样,功率放大器246可对来自前置放大器236的信号施加类似的(例如30.0dB)增益。同样,功率放大器248可对来自前置放大器238的信号施加类似的(例如30.0dB)增益。应注意,在其他实现方案中,功率放大器242-248可以施加不同的增益值,例如小于30.0dB的增益,例如25.0dB、20.0dB,或者可施加大于30.0dB的放大器增益,例如33.0dB、35.0dB、或40.0dB,并且本申请所主张的主题在这方面不受限制。

[0072] 来自功率放大器242的输出端口的信号可以耦合到传感器252,传感器252可以监测或检测传递到输入端口166的功率的参数,该输入端口166可以对应于集成电路制造室165的处理站的输入端口。此外,传感器252可以操作以测量从集成电路制造室165的输入端口166反射的功率。因此,响应于在传输到输入端口166或从输入端口166反射的功率中所检测的可测量变化,传感器252可以对控制模块275提供相应的指示。接着,控制模块275可指示前置放大器232以对在所产生并且耦合到功率放大器242的输入端口的输出功率中所检测的变化进行补偿。这种补偿可以帮助维持传递至输入端口166的恒定功率。

[0073] 在一些实现方案中,传感器252可以测量额外参数,诸如来自放大器242的输出信

号的电压幅值、由来自放大器242的输出信号传导的电流、以及在输出信号的电压与电流之间的相位角。因此,响应于传递到输入端口166的信号的电压或电流的变化,或者响应于输出信号电压(V)与电流(I)之间超过阈值的相位角(θ),这可以表示输送到输入端口166的实功率(VIcos(θ))的下降,传感器252可以向控制模块275提供指示。进而,控制模块275可以引导前置放大器232以增加耦合到功率放大器242的输入端口的输出功率,功率放大器242可操作以维持传输至输入端口166的恒定功率。通过监测来自相应功率放大器244、246和248的信号的输出电压、电流和相位,传感器254、256和258可以类似传感器252的方式操作。

[0074] 在特定实现方案中,控制模块275可以以允许快速调整来自功率放大器242-248的输出信号的参数的方式来响应来自传感器252-258的输入信号。来自功率放大器242-248的输出信号的参数的这种快速调整可以确保耦合到集成电路制造室165的输入端口166-169的信号的超出范围参数不会在处理站内长时间出现异常。因此,例如,响应于传感器252检测到耦合或传输至集成电路制造室165的输入端口166的功率的减小(这可以暂时减小该室的指定的处理站的沉积速率),来自功率放大器242的输出信号功率可以快速增加,以便最小化这种沉积减少对晶片处理操作的任何影响。在特定实现方案中,控制模块275可以例如通过在10.0ns内修改前置放大器232-238中的一者以上的增益参数,来响应来自功率放大器242-248中的一者以上的输出信号中检测到的超出范围的参数。然而,在其他实现方案中,控制模块275可以在较大的时间段内(例如在15.0ns、20.0ns、或25.0ns内)响应来自功率放大器的输出信号中检测到的超出范围的参数。

[0075] 图3是根据实施方案300的具有多个输出端口的RF功率产生器的示意图。以类似于参考图2描述的RF功率产生器205的方式,RF功率产生器305可以包括独立的信号路径,其可以允许耦合到例如集成电路制造室165的指定的站。因此,RF功率产生器305包括4个输出端口,其用于耦合至集成电路制造室165的相应数量的输入端口(例如输入端口166、167、168和169)。在特定的实现方案中,RF功率产生器305可能能够产生1.0至10.0kW范围内的RF功率,例如5.0kW、6.0kW、或8.0kW的RF功率。然而,在特定实现方案中,RF功率产生器305可以产生小于1.0kW,例如500W、750W等等。在其他实现方案中,RF功率产生器305可产生大于10.0kW的功率,例如12.0kW、15.0kW、20.0kW等等的功率。另外,尽管RF功率产生器305被描绘为包括4个独立的信号路径,但是在其他实现方案中,RF功率产生器可以例如包括1-3条之间的独立信号路径,或者可以包括大于4条的信号路径,例如5条信号路径、6条信号路径等等。

[0076] RF功率产生器305的振荡器310可以提供周期性信号,诸如具有在例如300.0kHz与100.0MHz之间的基本上固定的频率的信号。然而,在特定实现方案中,振荡器310可提供具有在400.0kHz与100.0MHz之间的固定频率的周期性信号,例如400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz、以及100.0MHz的固定频率。来自振荡器310的输出信号可以耦合到前置放大器320的输入端口,前置放大器320可以操作以对从振荡器310接收的信号施加恒定增益。在图3的实施方案中,前置放大器320可以将来自振荡器310的信号放大介于0.0dB与20.0dB之间的量。然而,在其他实施方案中,控制模块375可以操作以通过前置放大器320产生不同的放大值,例如介于10.0dB与23.0dB之间的量。

[0077] 来自前置放大器320的输出端口的信号可以进行分割并且耦合到功率放大器342、344、346以及348的输入端口,在图3的实施方案中,功率放大器342、344、346以及348可以代

表可变增益放大器,其可以施加例如20.0dB和40.0dB的增益。因此,例如,可以通过功率放大器342、344、346和348中的每一者来修改来自前置放大器320的1瓦的信号,以便提供具有不同幅值的信号,例如,在功率放大器输出端口处的介于100.0W与10.0kW之间的幅值。应当注意,在其他实现方案中,功率放大器342-348可以施加不同的增益值,例如小于20.0dB的增益,例如15.0dB、20.0dB,或者可以施加大于40.0dB的放大器增益,例如43.0dB或45.0dB,并且本申请所主张的主题在这方面不受限制。

[0078] 来自功率放大器342-348的输出信号可以耦合到传感器352、354、356和358的输入端口,传感器352、354、356和358可操作以监测或检测传递到或反射自集成电路制造室165的输入端口166、167、168和169的功率的参数。在图3的实施方案中,传感器352可测量耦合至(或传输至)集成电路制造室165的输入端口166的功率以及从集成电路制造室165的输入端口166反射的功率。因此,响应于在传输到输入端口166的功率中检测到的可测量变化,传感器352可以向控制模块375提供相应的指示。接着,控制模块375可以引导功率放大器342、344、346或348以通过调整由相应功率放大器所产生的输出功率来补偿检测到的变化。这种补偿(其可能涉及修改功率放大器342-348中的一者以上的输出级中的电抗电路元件的值)可操作以维持输送到输入端口166-169的恒定功率。以类似于参考图2描述的方式,传感器352-358可以另外检测输出信号电压(V)与电流(I)之间的超过阈值的相位角(θ),这可以指示传递到输入端口166-169的实功率(VIcos(θ))的下降。响应于检测到输送到输入端口166-169的实功率的下降,控制模块275可以调整功率放大器342-348中的一者以上的输出信号,这可以帮助维持输送到输入端口166-169的恒定功率。

[0079] 在特定实现方案中,控制模块375可以以允许快速调整来自功率放大器342-348的输出信号的参数的方式来响应来自传感器352-358的输入信号。来自功率放大器342-348的输出信号的参数的这种快速调整可以确保耦合到集成电路制造室165的输入端口166-169的信号的超出范围的参数不会在该室的处理站内长时间产生异常。因此,例如,响应于传感器352检测到耦合或传输到集成电路制造室165的输入端口166的功率的减小,这可以暂时地减小该室的指定的处理站的沉积速率,来自功率放大器342的输出信号功率可以快速增加,以最小化这种沉积减少对晶片处理操作的任何影响。在特定实现方案中,控制模块375可以例如通过在10.0ns内修改功率放大器342-348中的一者以上的增益参数来响应在来自功率放大器342-348中的一者以上的输出信号中检测到的超出范围的参数。然而,在其他实现方案中,控制模块375可以在较大的时间段内,例如在15.0ns、20.0ns、25.0ns等等内,响应于来自功率放大器的输出信号中检测到的超出范围的参数。

[0080] 图4是根据实施方案400的适合于在具有多个输出端口的RF产生器中使用的控制模块的示意图。控制模块405可以包括控制模块275或375的许多特征,如参考图2和图3所分别描述的,且可操作以检测来自RF功率产生器的输出信号中的超出范围的参数。在图4的实施方案中,控制模块405可以包括4个传感器输入端口410,其可以适合于从相应数量的传感器获得输入信号,以将RF产生器的放大器的输出功率参数与预定阈值进行比较。因此,传感器1、2、3及4可以(分别地)对应于图2的传感器252、254、256和258,或者可以(分别地)对应于图3的传感器352、354、356和358。然而,应当注意,控制模块405可以与多种其他类型的RF产生器一起使用,并且所主张的主题不限于将控制模块405与任何特定的RF产生器一起使用。此外,在其他实现方案中,控制模块405可以包括更少数量的传感器输入端口,例如3个

以下的端口,或者可以包括更大数量的传感器输入端口,例如5个端口、6个端口等等。

[0081] 来自传感器输入端口410的信号可以连接或耦合到电压比较器415、电流比较器420、反射功率比较器425以及前向功率比较器430。因此,与处理器/存储器435协作,电压比较器415(可能能够进行电压信号的幅值和相位角两者的测量)可以响应于确定RF产生器的输出信号的电压已经超过上阈值或已经下降到低于下阈值而向处理器/存储器435提供指示。类似地,并且还与处理器/存储器435协作,电流比较器420(可能能够进行从RF产生器所传导的电流的幅值和相位角两者的测量)可以响应于确定RF产生器的输出电流已超过上阈值或已下降到低于下阈值而向处理器/存储器435提供指示。另外,电压比较器415和电流比较器420两者,也与处理器/存储器435协作,可以提供指示:在所测量的电压与所测量的电流之间的相位角已经超过阈值量。另外,控制模块405可以包括反射功率比较器425,其可以操作以确定从多站式制造室的输入端口所反射的功率的值是否超过阈值。控制模块405可以进一步包括前向功率比较器430,其可操作以确定输送或传输至多站式制造室的输入端口的功率的值是否超过上阈值或下降至低于下阈值。

[0082] 响应于检测到来自RF功率产生器的一输出信号中的超出范围的参数中的一个以上,处理器/存储器435可以将信号提供给RF功率产生器的放大器级。来自处理器/存储器435的信号可以通过输出信号端口440传送,并且可以操作以修改来自RF功率产生器的输出信号的参数。在特定实现方案中,处理器/存储器435可以在从传感器输入端口410中的任何一者获得信号的约10.0ns内启动来自输出信号端口440中的一者以上的信号的产生。在某些实现方案中,控制模块405可以传送输出信号到RF功率产生器的前置放大器级,例如图2的前置放大器232、234、236和238中的一者以上。在某些其他实现方案中,控制模块可以将输出信号传送到RF功率产生器的放大器级,例如图3的功率放大器342、344、346和348中的一者以上。

[0083] 图5是根据实施方案产生射频功率的方法500的流程图,该射频功率适用于耦合到一多站式集成电路制造室的指定的站。所主张的主题的实施方案可以包括除了方法500中描述的动作之外的动作,比方法500中描述的动作少的动作,或者以与方法500中描述的顺序不同的顺序执行的动作。另外,图1B、图2以及图3的装置可能适合于执行图5的方法,尽管所主张的主题意图包括利用替代系统和/或装置来执行图5的方法。

[0084] 图5的方法可以在510开始,其中可以由合适的频率产生器(例如图2的振荡器210或图3的振荡器310)产生周期性信号。在特定实现方案中,在510处利用的频率产生器可以产生频率在300.0kHz与100.0MHz之间的信号。在某些实现方案中,在510处使用的频率产生器可以产生400.0kHz、1.0MHz、2.0MHz、13.56MHz、27.12MHz、60.0MHz以及100.0MHz的频率。图5的方法可以在520处继续,其可以包括将周期性信号耦合到多个可变增益前置放大器。在特定实现方案中,该多个可变增益前置放大器可以包括4个前置放大器,例如前置放大器232、234、236和238。该方法可以在530处继续,其可以包括将来自该多个前置放大器中的每一者的输出信号耦合至多个恒定增益放大器中的相应一个。在某些实现方案中,可以利用4个恒定增益前置放大器。

[0085] 在540,将来自该多个恒定增益放大器中的每一者的输出信号耦合到多站式集成电路制造室的指定的站。因此,在一些实现方案中,从分配的或专用的信号路径的RF功率的供应是向一多站式集成电路制造室的各站提供。因此,响应于感测到来自该多个恒定增益

放大器中的一者的输出信号中的一个或多个超出范围的参数,来自可变增益前置放大器或恒定增益放大器的输出信号的幅值可进行调整。这种调整可能迅速发生(例如,在约10.0ns内),从而使输出信号中的一个或多个超出范围的参数在正常操作参数之内。

[0086] 再次参考图1B,系统控制器190可以包括系统的一部分,其可以形成图1A/1B的装置的一部分。这样的系统可以包括半导体处理设备,半导体处理设备包括一个或多个处理工具、一个或多个室、用于处理的一个或多个平台、和/或特定处理部件(晶片基座、气体流系统等)。这些系统可以与用于在半导体晶片或衬底的处理之前、期间和之后控制它们的操作的电子器件集成。电子器件可以被称为"控制器",其可以控制一个或多个系统的各种部件或子部件。根据处理要求和/或系统类型,控制器可以被编程以控制本文公开的任何处理,包括在衬底上执行的循环数、处理气体的输送、温度设置(例如加热和/或冷却)、压力设置、真空设置、功率设置、射频(RF)产生器设置、RF匹配电路设置、频率设置、流率设置、流体输送设置、位置和操作设置、晶片转移进出工具和其他转移工具和/或与具体系统连接或通过接口连接的装载锁。

[0087] 概括地说,控制器可以定义为电子器件,电子器件具有接收指令、发出指令、控制操作、启用清洁操作、启用端点测量等的各种集成电路、逻辑、存储器和/或软件。集成电路可以包括存储程序指令的固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、定义为专用集成电路(ASIC)的芯片、和/或一个或多个微处理器、或执行程序指令(例如,软件)的微控制器。程序指令可以是以各种单独设置(或程序文件)的形式发送到控制器的指令,单独设置(或程序文件)定义用于在半导体晶片或系统上或针对半导体晶片或系统执行特定处理的操作参数。在一些实施方案中,操作参数可以是由工艺工程师定义的配方的一部分,以在一或多个(种)层、材料、金属、氧化物、硅、二氧化硅、表面、电路和/或晶片的管芯的制造期间完成一个或多个处理步骤。

[0088] 在一些实现方案中,控制器可以是与系统集成、耦合到系统、以其它方式联网到系统或其组合的计算机的一部分或耦合到该计算机。例如,控制器可以在"云"中或是晶片厂(fab)主机系统的全部或一部分,其可以允许对晶片处理的远程访问。计算机可以实现对系统的远程访问以监视制造操作的当前进展、检查过去制造操作的历史、检查多个制造操作的趋势或性能标准,改变当前处理的参数、设置处理步骤以跟随当前的处理、或者开始新的处理。在一些示例中,远程计算机(例如服务器)可以通过网络(其可以包括本地网络或因特网)向系统提供处理配方。远程计算机可以包括使得能够输入或编程参数和/或设置的用户界面,然后将该参数和/或设置从远程计算机发送到系统。在一些示例中,控制器接收数据形式的指令,其指定在一个或多个操作期间要执行的每个处理步骤的参数。应当理解,参数可以特定于要执行的处理的类型和工具的类型,控制器被配置为与该工具接口或控制该工具。因此,如上所述,控制器可以是例如通过包括联网在一起并朝着共同目的(例如本文所述的处理和控制)工作的一个或多个分立的控制器而呈分布式。用于这种目的的分布式控制器的示例是在与远程(例如在平台级或作为远程计算机的一部分)的一个或多个集成电路通信的室上的一个或多个集成电路,其组合以控制在室上的处理。

[0089] 在前面的详细描述中,阐述了许多具体细节以提供对所呈现的实施方案或实现方案的透彻理解。可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实现所公开的实施方案或实现方案。在其他情况下,没有详细描述公知的处理操作,以免不必要地使所公开的实施

方案或实现方案模糊。尽管结合具体实施方案或实现方案描述了所公开的实施方案或实现方案,但是应当理解,这种描述并不旨在限制所公开的实施方案或实现方案。

[0090] 出于描述所公开的方面的目的,前述详细描述针对某些实施方案或实现方案。然而,可以以多种不同方式来应用和实施此处的教导。在前面的详细描述中,参考了附图。尽管充分详细地描述了所公开的实施方案或实现方案以使本领域技术人员能够实践这些实施方案或实现方案,但是应当理解,这些示例不是限制性的;在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以使用其他实施方案或实现方案,并且可以对所公开的实施方案或实现方案进行改变。另外,应该理解的是,除非另有说明,否则在适当的情况下,连接词“或”在本文中旨在呈包容意义;例如,用语“A、B、或C”旨在包括以下可能性:“A”、“B”、“C”、“A和B”、“B和C”、“A和C”以及“A、B和C”。

[0091] 在本申请案中,术语“半导体晶片”、“晶片”、“衬底”、“晶片衬底”以及“部分制造的集成电路”可互换使用。本领域技术人员应理解,术语“部分制造的集成电路”可以指在其上的集成电路制造的许多阶段的任何阶段期间的硅晶片。半导体设备工业中使用的晶片或衬底通常包括200mm、或300mm、或450mm的直径。前述详细描述假定实施方案或实现方案是在晶片上、或结合与形成或制造晶片相关联的处理而实施。然而,所主张的主题不限于此。工件可以具有各种形状、尺寸以及材料。除了半导体晶片之外,可以利用所主张的主题的其他工件可以包括各种物品,例如印刷电路板,或印刷电路板的制造等等。

[0092] 除非本公开的上下文清楚地另外要求,否则在整个说明书和权利要求中,词语“包括”、“包含”等应以包含性含义来解释,而不是排他性或穷举性;也就是说,“包括,但不限于”的含意。使用单数或复数的词语通常也分别分别包括复数或单数。当“或”一词用于指两个以上项目的清单时,该词涵盖该词的以下所有解释:列表中的项目中的任一者、列表中的所有项目、以及列表中的项目的任一组合。术语“实现方案”是指此处描述的技术和方法的实现方案,以及体现这种结构和/或结合此处描述的技术和/或方法的物理对象。

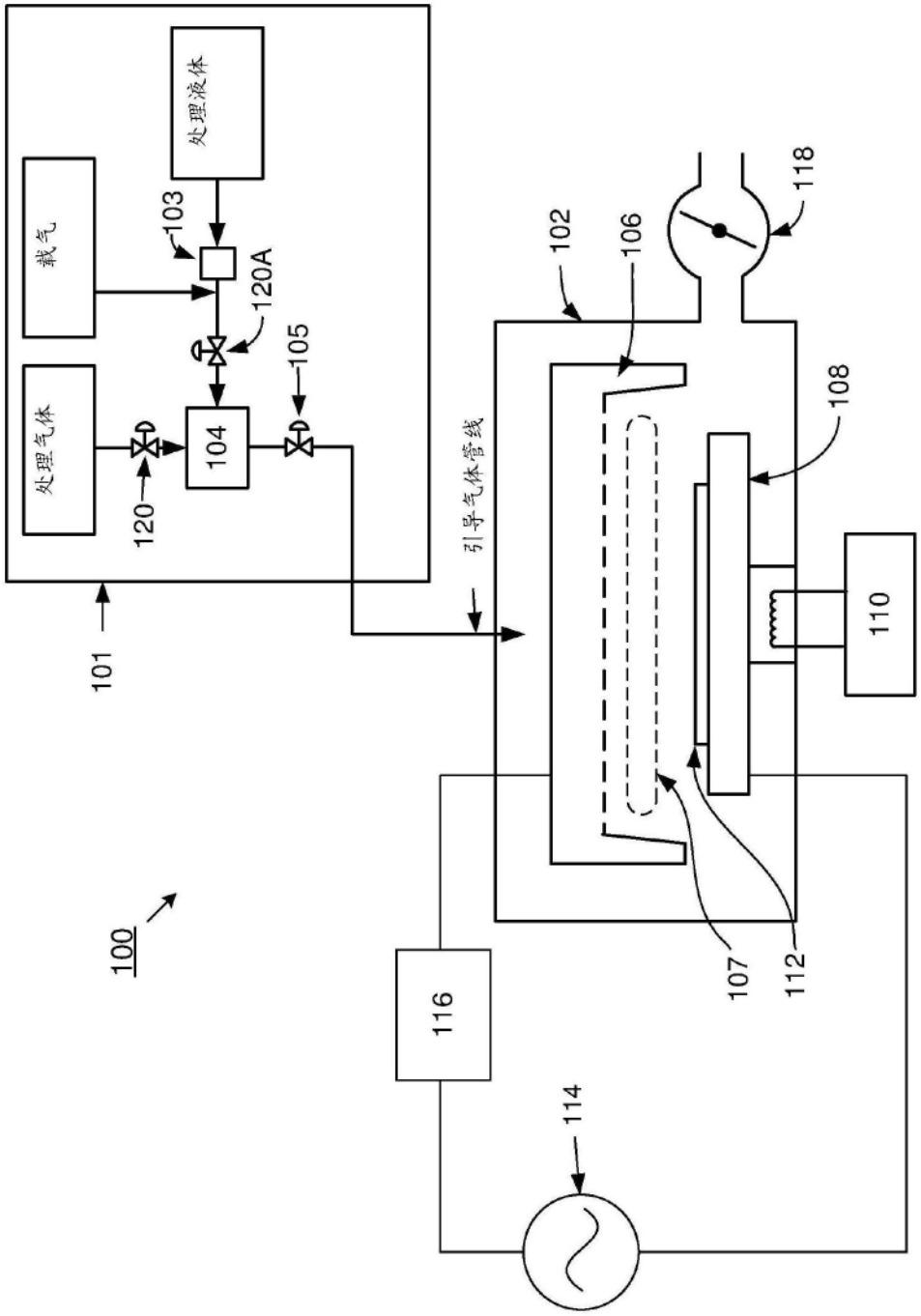

处理液体
载气
处理气体
103
120A
105
104
120
101
引导气体管线
102
106
118
108
110
100
107
112
116
114

图1A

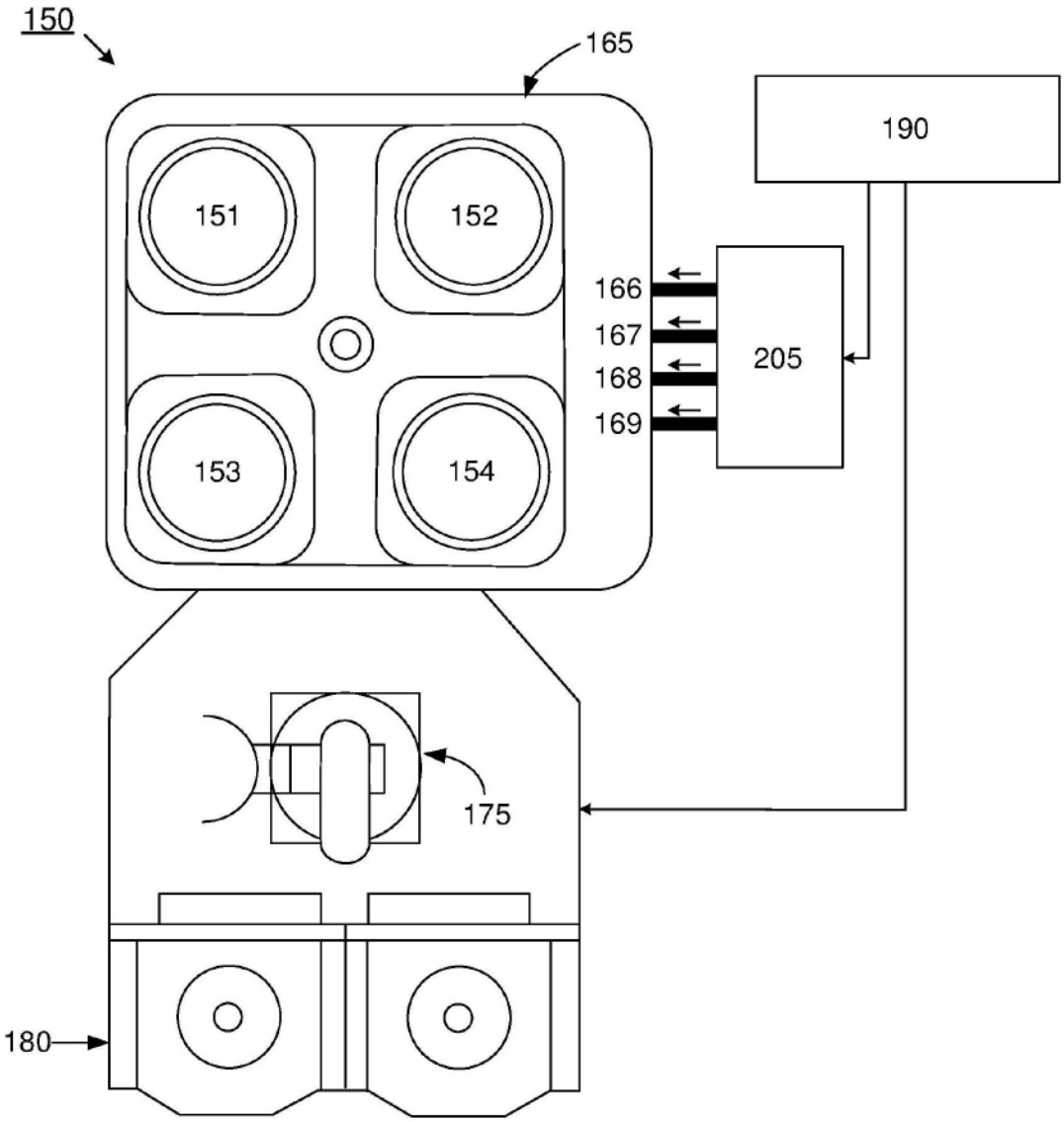


图1B

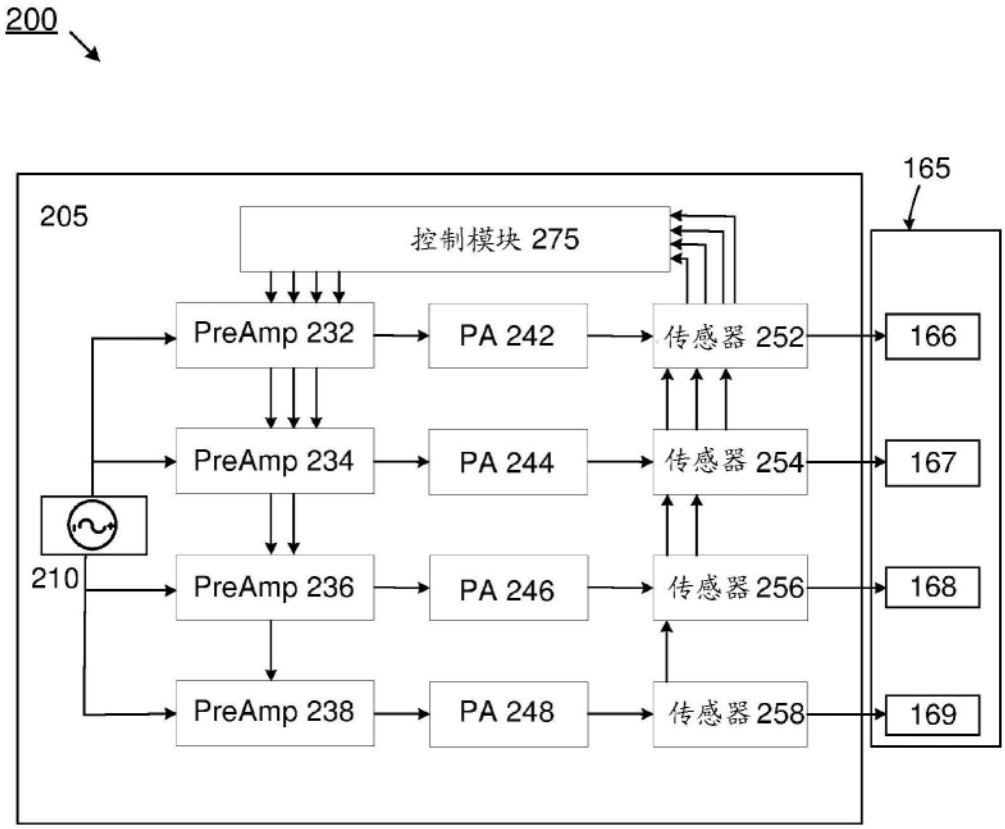

200
205
165
控制模块 275
PreAmp 232
PA 242
传感器 252
166
PreAmp 234
PA 244
传感器 254
167
210
PreAmp 236
PA 246
传感器 256
168
PreAmp 238
PA 248
传感器 258
169

图2

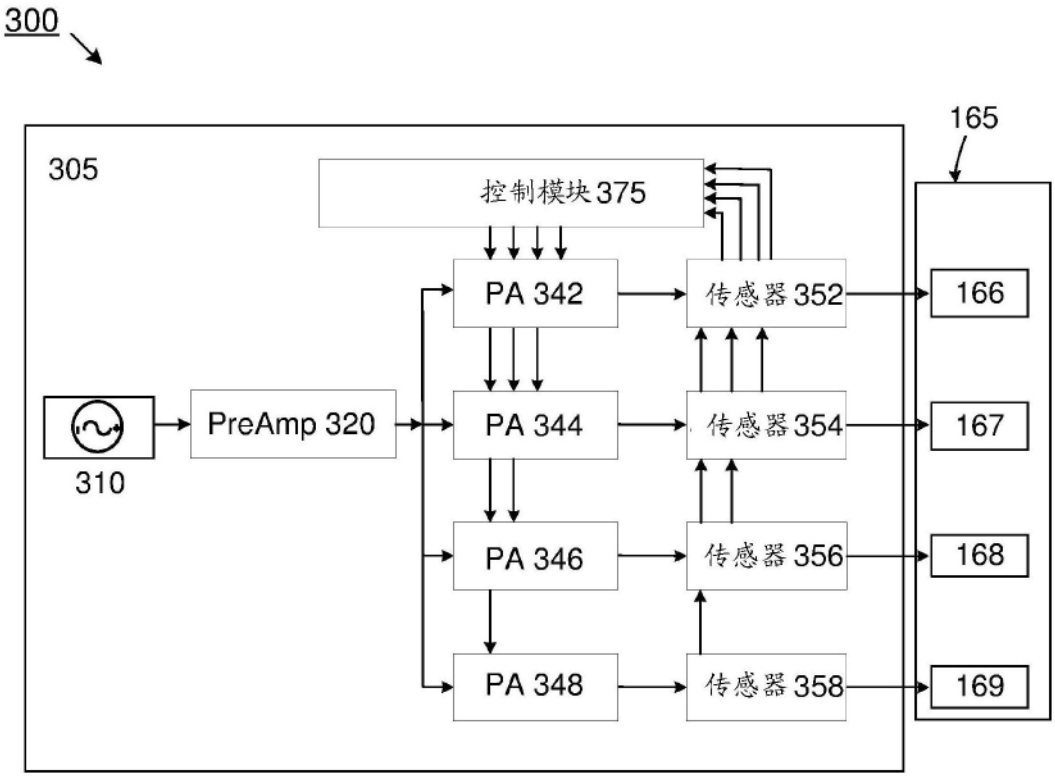

300
165
305
控制模块375
PA 342
传感器352
166
PreAmp 320
PA 344
传感器354
167
310
PA 346
传感器356
168
PA 348
传感器358
169

图3

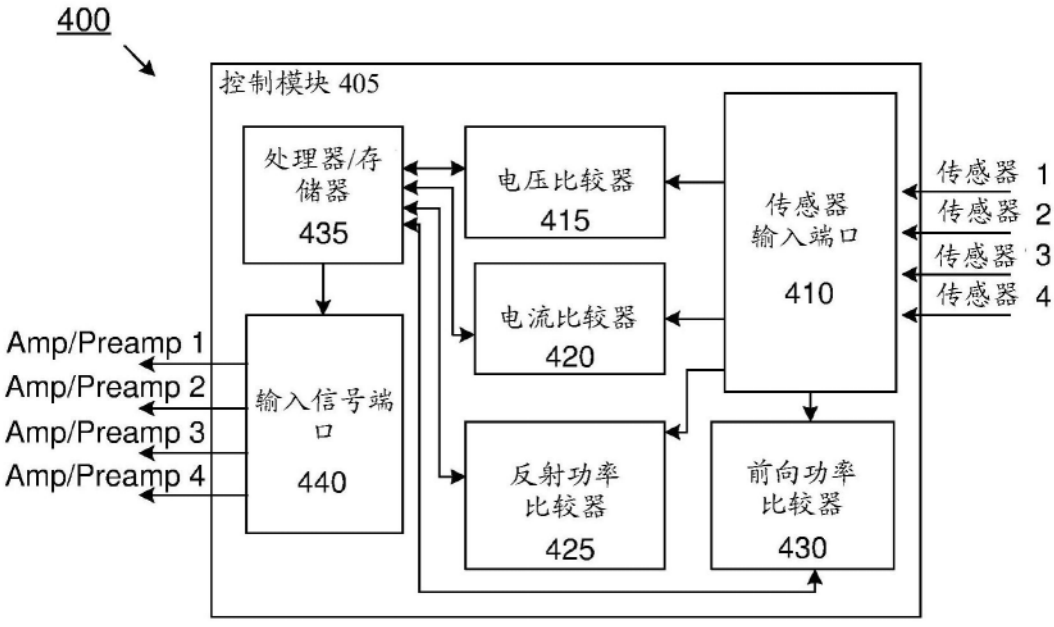

400
控制模块 405
处理器/存储器
435
电压比较器
415
传感器输入端口
410
传感器 1
传感器 2
传感器 3
传感器 4
电流比较器
420
Amp/Preamp 1
Amp/Preamp 2
Amp/Preamp 3
Amp/Preamp 4
输入信号端口
440
反射功率比较器
425
前向功率比较器
430

图4

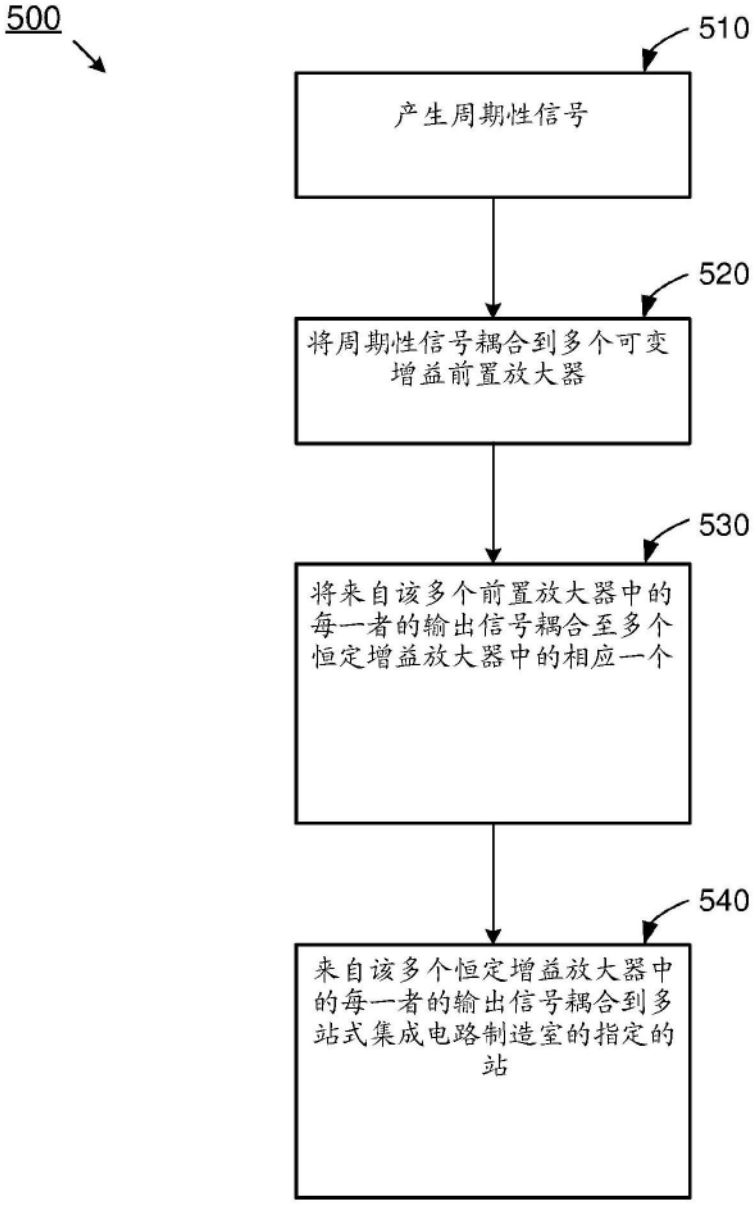

500
510
产生周期性信号
520
将周期性信号耦合到多个可变增益前置放大器
530
将来自该多个前置放大器中的每一者的输出信号耦合至多个恒定增益放大器中的相应一个
540
来自该多个恒定增益放大器中的每一者的输出信号耦合到多站式集成电路制造室的指定的站

图5