

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03820662.5

H01L 21/02 (2006.01)
C23C 16/52 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/285 (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008年1月23日

[11] 授权公告号 CN 100364046C

[22] 申请日 2003.8.15 [21] 申请号 03820662.5
[30] 优先权
[32] 2002.8.30 [33] JP [31] 253674/2002
[86] 国际申请 PCT/JP2003/010377 2003.8.15
[87] 国际公布 WO2004/021415 日 2004.3.11
[85] 进入国家阶段日期 2005.2.28
[73] 专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 河南博 石坂忠大 小岛康彦
大岛康弘 重冈隆
[56] 参考文献
JP8-130187 A 1996.5.21
JP2001-189275 A 2001.7.10
JP6-244110 A 1994.9.2
审查员 刘震

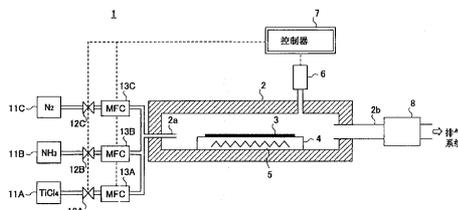
[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 龙淳

权利要求书1页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称
处理装置和处理方法

[57] 摘要

在处理装置中，将包含原料气体 (TiCl_4 、 NH_3) 和非活性气体 (N_2) 的处理气体供给处理容器 (2) 内。利用压力计 (6) 检测处理容器 (2) 内的压力，根据检测结果，控制供给至处理容器 (2) 内的处理气体的流量。利用非活性气体进行原料气体的清洗。使原料气体的流量一定，通过控制非活性气体的流量，控制作为处理气体全体的流量，将处理容器 (2) 内的压力维持一定。为缩短排出原料气体需要的时间，缩短切换原料气体的时间。另外，可以维持处理中的基板表面的温度一定。



1、一种处理方法，在向处理容器供给包含原料气体和非活性气体的处理气体的同时，对基板进行处理，其特征为，

使用检测所述处理容器内的压力的压力检测装置，和自动调整非活性气体的流量使所述处理容器内的压力为预定的处理压力的流量控制装置，

具有下列工序；

以第一预定流量将第一原料气体供给所述处理容器，并且同时将非活性气体供给所述处理容器，将所述处理容器内维持在所述预定的处理压力的第一工序；

停止供给第一原料气体，在只供给非活性气体的同时，将所述处理容器内维持为所述预定的处理压力的第二工序；

以第二预定流量，将第二原料气体供给所述处理容器，并且同时将非活性气体供给所述处理容器，将所述处理容器内维持为所述处理压力的第三工序；和

停止供给第二原料气体，在只供给非活性气体的同时，将所述处理容器内维持为所述预定的处理压力的第四工序，

反复进行所述第一至第四工序，对所述基板进行处理。

2、如权利要求1所述的处理方法，其特征为，

所述第一原料气体为 TiCl_4 ，所述第二原料气体为 NH_3 ，所述非活性气体为 N_2 。

3、如权利要求2所述处理方法，其特征为，

所述第一预定流量为 1-50sccm，所述第二预定流量为 10-1000sccm，所述预定的处理压力为 1-400Pa。

4、如权利要求1所述的处理方法，其特征为，

所述预定的处理压力的变动允许范围为 $\pm 10\%$ 。

处理装置和处理方法

技术领域

本发明涉及处理装置，特别是涉及在将气体供给处理容器的同时，对处理容器内的基板进行处理的处理装置和处理方法。

背景技术

作为处理半导体装置的基板的方法，一般为将原料气体和清洗气体供给至维持在预定的真空度的处理容器内，进行基板的处理的方法。近年来，作为在减压下，将处理气体供给之加热后的基板，在基板上形成高品质的薄膜的方法，ALD（Atomic Layer Deposition，原子层沉积）引入注意。

在ALD中，在200Pa左右的压力下，交互地将多种原料气体供给基板，在400-500℃下，在加热的基板上反应，形成反应生成物的非常薄的膜。这时，为了使在原料气体到达基板上之前不起反应，必需切换多种原料气体，每次供给一种。即：只将一种气体供给基板，完全排出该气体，再供给另一种不同的原料气体。反复进行这种处理，可以成长为一定厚度的薄膜。

在这种切换原料气体进行供给的处理方法中，高速地进行原料气体的切换是提高生产率不可缺少的。在切换原料气体时，要进行从反应容器中完全排出所供给的一种原料气体后，再供给下一种原料气体的工序。因此，为了从反应容器排出原料气体，在停止原料气体供给时减少残留在反应容器内的原料气体的量，能达到高速排出的效果。即：减少在反应容器内原料气体可以残留的容积，对于处理高速化是有效的。

具体地是，为了从反应容器内排出残留的原料气体，是利用真空泵等排出反应容器内的残留原料气体，通过将反应容器内的压力降低至预定的真空度来达到。当取反应容器内的到达压力为 P 、初期压力为 P_0 、反应容器的容积为 V 、排气速度为 S 、时间为 t 时，可利用下式求

反应容器内的到达压力 P 。

$$P=P_0\exp\{-(S/V)t\}$$

从上式可看出，如果初期压力和到达压力为一定，则通过增大排气速度 S 或减小容积 V ，可以减小时间 t 。为了增大排气速度 S ，必需高速大容量的真空泵，对制造成本影响大，因此，希望减小反应容器的容积 V 。

由于处理时的处理容器内的压力为 200Pa 左右，在该压力下，气体处在粘性流区域，因此，使用干泵，可以有效地排出处理容器内处理气体。然而，在切换原料气体时的排气中，由于必需差不多完全排出原料气体，因此必需使处理容器内压力比 1Pa 低（例如 10^{-2} - 10^{-3} Pa）。在这种高真空度下，气体的流动成为分子流的区域，利用干泵排气效率不高，或者只利用干泵达不到这样的高真空度。因此，在切换原料气体时的排气中，除了干泵以外，必需一起使用涡轮式分子泵。

如上所述，在原料气体切换时的排气中使用涡轮式分子泵的情况下，由于要将排气速度维持在一定程度，必需加大与处理容器连接的排气口的开口。但是，加大排气口的开口实质上要增大处理容器的容积，存在延长排气需要的时间。

另外，在使处理容器内成为高真空，排出原料气体的情况下，在排气结束后，处理容器内的压力达到处理压力前，必需等待处理。在处理压力为比较低的真空的情况下，用于压力调整的等待时间对处理时间影响大，使全部处理时间延长。

另外，在将处理容器内排气至高真空度的情况下，由于附着在处理容器的内壁上的原料气体脱离，脱离的原料气体量使排气速度受到约束，这也是一个问题。

另外，必需控制原料气料的吸附量，使处理中的基板表面达到一定温度，然而，当原料气体切换时，处理容器内的压力若发生变化，则基板表面的温度变化。即：基板的加热与通过支承基板的支承构件和基板之间存在的处理容器内的处理气体而传递至基板的热量有关系。当处理容器内的压力高时，处理气体的热传导率大，基板的加热量变大，基板温度变高。另一方面，当处理容器内的压力变低时，处理气体的热传导率变小，基板温度变低。因此，当在基板的处理中，

存在着处理容器内的压力从处理压力至排气压力之间变化大时，基板表面的温度变化，不能高精度地控制吸附在基板上的原料气体量的问题。

发明内容

本发明总的目的是要提供一种解决上述问题的改良后的有用的处理装置。

本发明的更具体的目的为提供一种可以缩短原料气体排出所要的时间，缩短原料气体的切换时间，并且可通过在一定的压力下进行原料气体的供给和排气，使处理中的基板表面的温度维持一定的处理装置和处理方法。

为了达到上述目的，根据本发明的一个方面，提供了一种处理装置，在供给包含原料气体和非活性气体的处理气体的同时，对基板进行处理，它由：收容有该基板的处理容器；将处理气体供给至该处理容器内的处理气体供给装置；排气装置；检测所述处理容器内的压力的压力检测装置；和根据压力检测装置的检测结果，控制供给至所述处理容器的处理气体的流量的控制装置构成。

在本发明的处理装置中，处理气体供给装置包含供给原料气体的原料气体供给装置和供给非活性气体的非活性气体供给装置；控制装置通过控制非活性气体供给装置，控制非活性气体流量，从而控制供给处理容器的处理气体的流量。

另外，原料气体供给装置可交互地将多种原料气体供给至处理容器，非活性气体供给装置始终将非活性气体供给至处理容器。另外，控制装置可控制处理气体的流量，使处理容器内的压力大致一定。控制装置控制处理气体的流量，优选使处理容器内的压力相对于预定的压力在 $\pm 10\%$ 范围内。

根据本发明的另一个方面，提供了一种处理方法，在供给包含原料气体和非活性气体的处理气体的同时，对基板进行处理，其特征为，它具有下列工序；

以第一预定流量将第一原料气体供给处理容器，并且同时将非活性气体供给处理容器，将所述处理容器内维持在预定的处理压力的第

一工序；停止供给第一原料气体，在只供给非活性气体的同时，将所述处理容器内维持为所述预定的处理压力的第二工序；以第二预定流量，将第二原料气体供给所述处理容器，并且同时将非活性气体供给所述处理容器，将所述处理容器内维持为所述处理压力的第三工序；和停止供给第二原料气体，在只供给非活性气体的同时，将所述处理容器内维持为所述预定的处理压力的第四工序；反复进行所述第一至第四工序，对所述基板进行处理。

在上述处理方法中，所述第一原料气体为 TiCl_4 ，所述第二原料气体为 NH_3 ，所述非活性气体为 N_2 。另外，所述第一预定流量为 1-50sccm，所述第二预定流量为 10-1000sccm，所述预定的处理压力为 1-400Pa。进而，所述预定的处理压力的变动允许范围优选为 $\pm 10\%$ 。

采用上述的本发明，由于利用非活性气体的清洗进行原料气体的排气，所以为了得到高真空，不需要在处理容器上设置必要的大口径的排气口，可以减小处理容器的容积。因此，可以减小处理容器内残留的原料气体的量，可以在短时间内进行排气。

另外，由于通过在供给原料气体时也供给非活性气体，可使处理容器内的压力始终维持一定，因此，可将处理容器中的处理气体的热传导率维持一定。因此，基板的加热为一定，可以将基板的表面温度维持一定。这样，可以控制原料气体在基板表面上的吸附量，可以进行均匀的处理。

另外，在切换原料气体时的排气工序中，由于通过使用非活性气体的清洗，并且调整非活性气体的流量，使处理容器内的压力维持大致一定，因此，可以迅速地切换原料气体的供给和非活性气体的清洗。即：在原料气体供给和非活性气体清洗之间，不需要调整处理容器内的压力的期间，可以缩短该处理的全部时间。

另外，由于处理中的处理容器内的压力为和比较低的真空度，吸附在处理容器内壁上的原料气体在排气时脱离，对排气速度没有影响。

本发明的其他目的，特征及优点，可通过参照附图，阅读以下的详细说明而更加清楚。

附图说明

图 1 为表示本发明的一个实施例的处理装置的全体结构的大概的结构图；

图 2 为图 1 所示的处理装置的原料气体和清洗气体的供给动作的时间图。

具体实施方式

其次，与附图一起，说明本发明的实施例。

图 1 为表示本发明的一个实施例的处理装置的全体结构的结构示意图。图 1 所示的处理装置 1 为交互地将作为在减压下的原料气体的 TiCl_4 和 NH_3 ，在减压下供给被处理基板，在被处理基板的表面上形成 TiN 膜的处理装置。当将原料气体供给被处理基板时，为了促进原料气体的反应，加热被处理基板。

处理装置 1 具有处理容器 2，在处理容器 2 中配置基座 4 作为载置作为被处理基板的晶片 3 的载置台。处理容器 2 由不锈钢或铝等制成，在内部形成处理空间。在用铝制成处理容器 2 的情况下，可对其表面进行阳极氧化覆盖膜处理（氧化铝膜处理）。

基座 4 内置有钨等的电加热器 5，利用电加热器 5 的热，加热载置在基座 4 上的晶片 3。基座 4 由氮化铝（ AlN ）或氧化铝（ Al_2O_3 ）等陶瓷材料制成。

膜片式真空计等压力计 6 与处理容器 2 连接，检测处理容器 2 内的压力。压力计 6 检测的结果作为电气信号输送至控制器 7。

在处理容器 2 的侧壁上设置供给口 2a，将原料气体和清洗气体从供给口 2a 供给处理容器内。另外，在供给口 2a 的相反一侧作出排气口 2b，从排气口 2b 排出处理容器 2 内的原料气体和清洗气体。在本实施例中，使用 TiCl_4 和 NH_3 作为原料气体，使用非活性气体 N_2 作为清洗气体。 TiCl_4 的供给管路、 NH_3 的供给管路和 N_2 的供给管路与处理容器的供给口 2a 连接。原料气体和清洗气体总称为处理气体。

作为原料气体的 TiCl_4 供给管路具有 TiCl_4 供给源 11A、开闭阀 12A、和质量流量控制器（MFC）13A。来自 TiCl_4 供给源 11A 的 TiCl_4 由 MFC13A 进行流量控制，从供给口 2a 供给至处理容器 2 内。通过打开开闭阀 12A， TiCl_4 通过 MFC13A，流入供给口 2a。开闭阀 12A 和

MFC13A 的动作由控制器 7 控制。

作为原料气体的 NH_3 供给管路具有 NH_3 供给源 11B、开闭阀 12B、质量流量控制器 (MFC) 13B。来自 NH_3 供给源 11B 的 NH_3 由 MFC13B 进行流量控制, 从供给口 2a 供给至处理容器 2 内。通过打开开闭阀 12B, NH_3 通过 MFC13B, 流入供给口 2a。开闭阀 12B 和 MFC13B 的动作由控制器 7 控制。

作为清洗气体的 N_2 供给管路具有 N_2 供给源 11C、开闭阀 12C、和质量流量控制器 (MFC) 13C。从 N_2 供给源 11C 送出的 N_2 由 MFC13C 进行流量控制, 从供给口 2a 供给至处理容器 2 内。通过打开开闭阀 12C, N_2 通过 MFC13C 流入供给口 2a。开闭阀 12C 和 MFC13C 的动作由控制器 7 控制。

本实施例的处理装置 1 为以上结构, 通过交互地反复将作为原料气体的 TiCl_4 和 NH_3 供给处理容器 2, 在处理容器 2 内加热后的晶片 3 上形成 TiN 膜。当供给原料气体时, 同时将作为清洗气体的 N_2 供给处理容器 2 内。

供给处理容器 2 内的原料气体和清洗气体, 从排气口 2b 排出。在本实施例中, 在 TiCl_4 和 NH_3 之间切换原料气体的供给时, 通过 N_2 清洗进行来自处理容器 2 的原料气体的排气。因此, 作为排气用的真空泵的干泵 8 与排气口 2b 连接, 不使用如先前那样的涡轮式分子泵。在本实施例中, 如后所述, 由于基板处理中处理容器 2 内的压力常时维持 200Pa 左右, 因此基于干泵的排气是足够的。

现参照图 2, 说明处理装置 1 的原料气体和清洗气体的供给动作。在图 2 中, (a) 表示供给处理容器 2 的 TiCl_4 的流量, (b) 表示供给处理容器 2 的 NH_3 的流量, (c) 表示供给处理容器 2 的 N_2 的流量, (d) 表示处理容器 2 内的压力。

如图 2 (a) 和 (b) 所示, 作为原料气体的 TiCl_4 和 NH_3 间歇而且交互地供给至处理容器 2 内。在 TiCl_4 供给和 NH_3 供给之间, 只供给 N_2 , 进行原料气体的清洗。另外, 在本实施例中, 控制 N_2 的流量, 使在晶片 3 的处理中, 处理容器 2 内的压力始终为恒定。即: 在本实施例中, 在 TiCl_4 和 NH_3 供给期间, 为了控制压力而供给 N_2 。

供给 TiCl_4 时的流量为 30sccm, 供给 NH_3 时的流量为 100sccm。如

图 2 (c) 所示, 控制 N_2 的流量以补充 $TiCl_4$ 和 NH_3 的流量, 这样, 处理容器 2 内的压力始终维持一定。

更具体地说, 首先, 在一秒钟内将作为原料气体的 30sccm 的 $TiCl_4$ 供给处理容器 2 内。这时, 在一定的流量下, 将 N_2 供给处理容器 2 内, 将处理容器 2 内的压力维持在 200Pa。其次, 停止 $TiCl_4$ 的供给, 在 1 秒内, 只将 N_2 供给处理容器 2 内, 利用 N_2 清洗处理容器 2 内的 $TiCl_4$ 。在 N_2 清洗时, 控制 N_2 的流量, 使处理容器 2 内的压力为 200Pa。利用压力计 6 检测处理容器 2 内的压力, 通过将检测结果反馈至 N_2 供给管路的质量流量控制器 13C, 进行 N_2 流量的控制。

然后, 在 1 秒钟内, 将作为原料气体的 100sccm 的 NH_3 供给处理容器 2 内。这时, 在一定的流量下, 将 N_2 供给处理容器 2 内, 将处理容器 2 内的压力维持为 200Pa。接着, 停止 NH_3 的供给, 在 1 秒内只将 N_2 供给处理容器 2 内, 利用 N_2 清洗处理容器 2 内的 NH_3 。这时, 控制 N_2 的流量, 以使 N_2 清洗时处理容器 2 内的压力为 200Pa。利用压力计 6 检测处理容器 2 内的压力, 将检测结果反馈至 N_2 供给管路的质量流量控制器 13C, 这样进行 N_2 流量的控制。

通过重复以上的循环, 在加热至 $400^\circ C$ 左右的晶片 3 上形成 TiN 膜。通过利用 N_2 补充 $TiCl_4$ 和 NH_3 的流量, 可将处理容器 2 内始终维持在 200Pa。当考虑处理的均匀性和热传导率的变动时, 优选处理容器 2 内的压力变动的允许范围为 $\pm 10\%$ 。

采用上述实施例, 由于不利用真空排气, 而利用 N_2 清洗进行原料气体的排气, 所以为了得到高真空, 不需要在处理容器 2 上作出必要的大口径的排气口, 可以减小处理容器 2 的容积。因此, 可以减小处理容器 2 内残留的原料气体 ($TiCl_4$, NH_3) 的量, 可以在短时间内进行排气。

另外, 由于通过在供给原料气体 ($TiCl_4$, NH_3) 时, 也供给清洗气体 (N_2), 可使处理容器 2 内的压力始终维持一定, 因此可将基座 4 和晶片 3 之间的气体的热传导率维持一定。因此, 可使晶片 3 的加热为一定, 使晶片 3 的表面温度维持一定。这样, 可以控制原料气体 ($TiCl_4$, NH_3) 在晶片 3 表面的吸附量, 可以进行均匀的处理。

另外, 在切换原料气体时的排气工序中, 由于通过使用 N_2 清洗且

调整 N_2 的流量，使处理容器 2 内的压力维持大致一定，因此可以迅速地切换原料气体的供给和 N_2 的清洗。即：在原料气体供给和 N_2 清洗之间，不需要调整处理容器 2 内的压力的期间，可以缩短该处理的全部时间。在反复交互地供给多个原料气体的情况下，缩短压力调整需要的时间特别有效。

另外，由于处理中的处理容器 2 内的压力为 200Pa，和比较低的真空度，吸附在处理容器 2 内壁上的原料气体在排气时脱离，对排气速度没有影响。

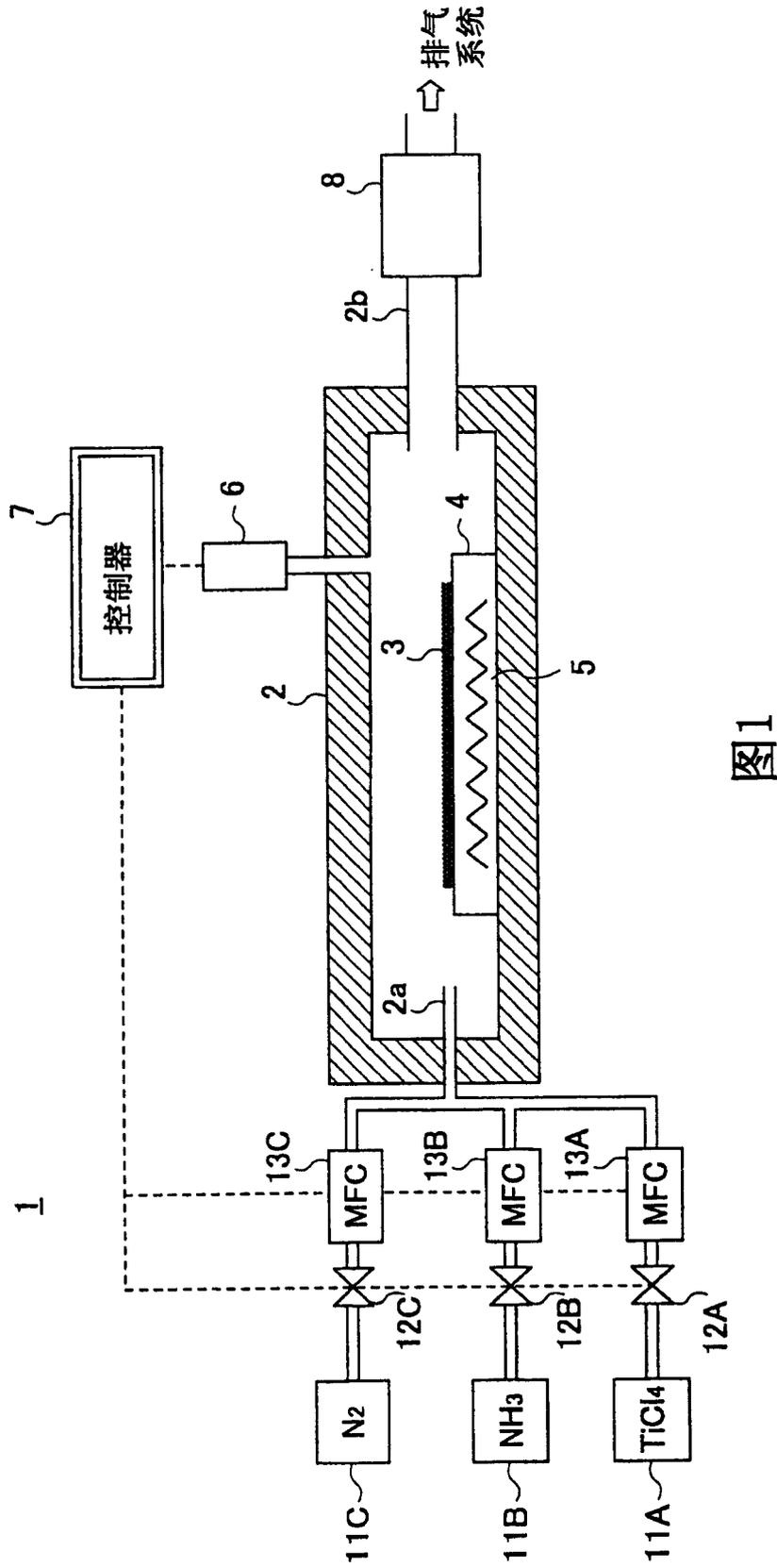
在上述实施例中，作为清洗气体使用 N_2 ，但也可以使用 Ar 或 He 等其他非活性气体。

另外，在上述实施例中，由 $TiCl_4$ 和 NH_3 生成 TiN 膜，但作为其他例子，可以通过使用由 TiF_4 和 NH_3 生成的 TiN 膜，由 $TiBr_4$ 和 NH_3 生成 TiN 膜，由 TiI_4 和 NH_3 生成 TiN 膜，由 $Ti[N(C_2H_5-CH_3)]_4$ 和 NH_3 生成 TiN 膜，由 $Ti[N(CH_3)_2]_4$ 和 NH_3 生成 TiN 膜，由 $Ti[N(C_2H_5)_2]_4$ 和 NH_3 生成 TiN 膜，由 TaF_5 和 NH_3 生成 TaN 膜，由 $TaCl_5$ 和 NH_3 生成 TaN 膜，由 $TaBr_5$ 和 NH_3 生成 TaN 膜，由 TaI_5 和 NH_3 生成 TaN 膜，由 $Ta(NC(CH_3)_3)(N(C_2H_5)_2)_3$ 和 NH_3 生成 TaN 膜，由 WF_6 和 NH_3 生成 WN 膜，由 $Al(CH_3)_3$ 和 H_2O 生成 Al_2O_3 膜，由 $Al(CH_3)_3$ 和 H_2O_2 生成的 Al_2O_3 膜，由 $Zr(O-t(C_4H_4))_4$ 和 H_2O 生成 ZrO_2 膜，由 $Zr(O-t(C_4H_4))_4$ 和 H_2O_2 生成 ZrO_2 膜，由 $Ta(OC_2H_5)_5$ 和 H_2O 生成的 Ta_2O_5 膜，由 $Ta(OC_2H_5)_5$ 和 H_2O_2 生成 T_2O_5 膜，由 $Ta(OC_2H_5)_5$ 和 O_2 生成 Ta_2O_5 膜等本实施例的处理装置 1，可以有效地进行成膜处理。

另外，上述实施例的处理方法，除了成膜处理外，在基板的热氧化处理、退火、干蚀刻和等离子体 CVD 等的等离子体处理、热 CVD、光 CVD 等中也可使用。

采用如上述的本发明，可以缩短原料的排气所需要的时间，缩短原料气体切换的时间，而且通过在一定的压力下进行原料气体的供给和排出，可将处理中的温度维持一定。

本发明不是仅限于上述具体所述的实施例，在不偏离本发明的范围的条件下，可以有各种变形例和改良例。



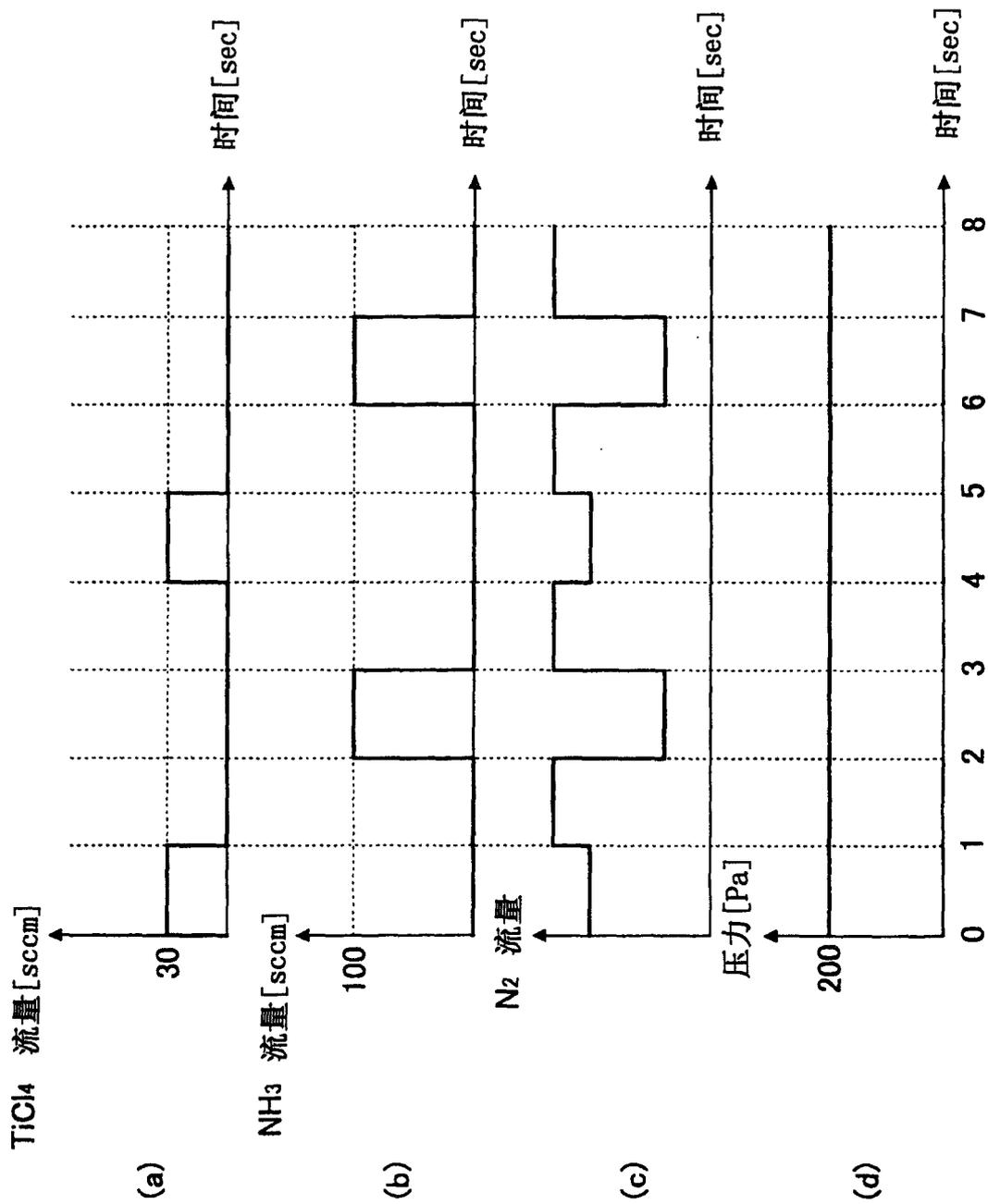


图2