

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03809799.0

[51] Int. Cl.

C23C 16/455 (2006.01)

H01L 21/285 (2006.01)

H01L 21/31 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100390317C

[22] 申请日 2003.7.10 [21] 申请号 03809799.0

[30] 优先权

[32] 2002.7.10 [33] JP [31] 201533/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/008800 2003.7.10

[87] 国际公布 WO2004/007797 日 2004.1.22

[85] 进入国家阶段日期 2004.10.29

[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 山崎英亮 河野有美子 山本纪彦

[56] 参考文献

US6218301B1 2001.4.17

JP2758247B2 1998.5.28

JP2000226667A 2000.8.15

JP63065077A 1988.3.23

审查员 姜 鹏

[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 邸万杰

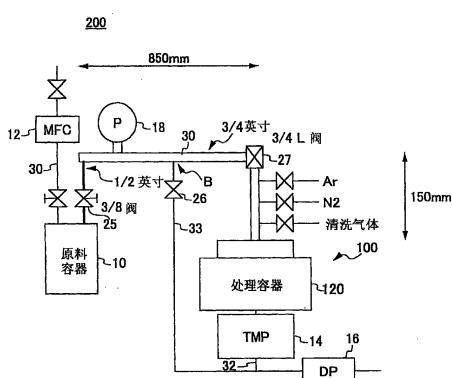
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

成膜装置

[57] 摘要

本发明的成膜装置 100 的特征是，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器 10；用于对半导体基板 101 进行成膜处理的成膜室 120；用于将上述源气体从原料容器 10 供给至成膜室 120 的原料供给管路 30；具有由涡轮分子泵 14 和干式泵 16 形成的真空泵系统的用于排出成膜室 120 中气体的排气流路 32；和，从原料供给管路 30 分支、并与成膜室 120 和涡轮分子泵 14 形成旁路、然后与排气流路 32 合流的预流动流路 33；并且，原料供给管路 30 包含有内径大于 6.4mm 的配管，在预流动流路中 33 设置涡轮分子泵 15。



1.一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜室；用于将所述源气体从所述原料容器供给至所述成膜室的原料供给管路；设置有由涡轮分子泵和干式泵形成的真空泵系统的用于排出所述成膜室中气体的排气流路；和，从所述原料供给管路分支、并与所述排气流路合流的预流动流路，其特征在于：

在所述预流动流路设置有第2涡轮分子泵。

2.一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜室；用于将所述源气体从所述原料容器供给至所述成膜室的原料供给管路；设置有由涡轮分子泵和干式泵形成的真空泵系统的用于排出所述成膜室中气体的排气流路；和，从所述原料供给管路分支、并与所述排气流路合流的预流动流路，其特征在于：

所述预流动流路，在所述涡轮分子泵的上游侧，与所述排气流路合流，所述干式泵位于所述涡轮分子泵的下游侧。

3.一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜室；用于将所述源气体从所述原料容器供给至所述成膜室的原料供给管路；设置有由涡轮分子泵和干式泵形成的真空泵系统的用于排出所述成膜室中气体的排气流路；和，从所述原料供给管路分支、并与所述排气流路合流的预流动流路，其特征在于：

扩大所述预流动流路的配管直径，减小压力差。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的成膜装置，其特征在于：设置在预流动流路和/或所述原料供给管路中的阀，具有Cv值为1.5以上的传导性。

5.根据权利要求1～3中任一项所述的成膜装置，其特征在于：构

成了所述原料供给管路，使得成膜处理时的所述原料容器的压力与所述成膜室的压力差小于 2000Pa。

6.根据权利要求 1~3 中任一项所述的成膜装置，其特征在于：所述原料供给管路包含有内径为 16mm 以上的配管。

7.根据权利要求 1~3 中任一项所述的成膜装置，其特征在于：在所述原料供给管路中，流通由气化温度下的蒸气压小于 133Pa 的原料生成的源气体。

8.根据权利要求 7 所述的成膜装置，其特征在于：所述原料是 W₆(CO)₆。

9.根据权利要求 1~3 中任一项所述的成膜装置，其特征在于：在成膜处理时，利用所述真空泵系统，使所述成膜室保持为小于 665Pa 的压力。

10.根据权利要求 1~3 中任一项所述的成膜装置，其特征在于：所述原料供给管路，包含有内径大于 6.4mm 的配管。

11.根据权利要求 10 所述的成膜装置，其特征在于：所述原料供给管路，在其总长的至少 80% 的范围，包含有内径大于 6.4mm 的配管。

成膜装置

技术领域

本发明涉及半导体制造装置，更详细地讲，尤其涉及在使用低蒸气压原料的成膜处理中、可提高成膜速度的半导体制造装置。

背景技术

近年来，随着半导体基板向大口径化发展，半导体制造装置不是一次处理多枚半导体基板的批量处理，而是采用每次进行1枚处理的单枚处理形式。为了提高这种进行单枚处理的装置的处理能力（生产量），需要缩短对每一枚进行的处理时间。因此，就目前来说，为了提高成膜速度，例如，增加向制造装置的处理容器中供给的源气体的流量，以达到缩短处理时间。

在进行单枚处理的装置中，需要将源气体的流量稳定之后供给至半导体制造装置的处理容器中。因此，就目前来说，如图5所示，在向半导体制造装置的处理容器中供给源气体的原料供给管线30'上，设置有与处理容器120'形成旁路的预流动管线33'。这种半导体制造装置中，利用阀26'的切换，将成膜前的源气体通入预流动管线33'中，待流量稳定后，再利用阀26'的切换，将源气体供给至半导体制造装置的处理容器120'中。

然而，作为将室温下为固体或气体的原料进行气化后供给半导体制造装置的一般方法来说，将液体原料或固体原料加热，或者，将液体原料直接以液体状态、或将固体原料溶解在溶剂中以液体状态，输送到处理容器附近的气化器内，在该气化器内进行气化后，导入到处理容器内。

另一方面，如最近在半导体装置中使用的高电介质膜或强电介质膜、或者在使用这种高电介质膜和强电介质膜的半导体装置中使用的Ru膜和W膜等的成膜处理的情况那样，所使用的原料的蒸气压较低，即使将原料加热，也得不到足够量的气体，这种情况下，使用载气将

原料送入处理容器 120'内。在使用这种蒸气压低的原料的情况下，为了增加源气体的流量，需要对原料进行加热从而提高蒸气压、以及将原料容器进行减压从而促进原料的气体化。因此，如图 5 所示，在现有的半导体制造装置的排气管线 32'中，设置有涡轮分子泵 14' (TMP) 和干式泵 16' (DP)，目的是对原料容器 10'和处理容器 120'进行减压。

然而，即使如上所述那样使用涡轮分子泵 14'等将原料容器 10'等减压的情况下，所使用的原料的蒸气压较低，而且在本领域中一般使用的配管内径小到 1 / 4 英寸，源气体的流量的增加有一定限度。另外，使用这种直径较小的配管存在的问题是，在原料供给管线 30'中，压力损失较大，妨碍了原料容器 10'的有效减压，进而妨碍了原料的有效气化。

现有的预流动管线 33'，如图 5 所示，与涡轮分子泵 14'形成旁路，预流动管线 33'的配管直径一般小于原料供给管线 30'的配管直径，因此，预流动管线 33'流通时和成膜处理时，原料容器 10'内的压力等条件会变得不同。因此，存在着以下的问题：成膜处理前，在预流动管线 33'中流通源气体时，即使流量很稳定的情况下，实质上并没有使流量达到稳定。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种能大幅度地增加向半导体制造装置的处理容器中供给源气体的流量、极大提高成膜速度的成膜装置。

本发明的另一个目的是提供一种具备在成膜处理前实质上能稳定源气体的流量的预流动管线的成膜装置。

根据本发明的第 1 方面，提供一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜室；用于将上述源气体从上述原料容器供给至上述成膜室的原料供给管路；和，具有真空泵系统的用于排出上述成膜室中气体的排气流路，其特征在于：

上述原料供给管路包含有内径大于 6.4mm 的配管。

根据本发明的第 2 方面，提供一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜

室；用于将上述源气体从上述原料容器供给至上述成膜室的原料供给管路；具有由涡轮分子泵和干式泵形成的真空泵系统的用于排出上述成膜室中气体的排气流路；和，从上述原料供给管路分支、并与上述排气流路合流的预流动流路，其特征在于：

在上述预流动流路设置有第 2 涡轮分子泵。

在这一方面中，作为替代，预流动流路在上述涡轮分子泵的上游侧与上述排气流路合流也可以。这种情况下，由于在预流动流路使用时可利用上述排气流路的真空泵系统，所以不用在预流动流路设置第 2 涡轮分子泵，就可以减小预流动流路使用时的原料容器内的压力与成膜处理时的原料容器内的压力之差。

根据本发明的第 3 方面，提供一种成膜装置，包括：装入用于生成源气体的原料的原料容器；用于对半导体基板进行成膜处理的成膜室；用于将上述源气体从上述原料容器供给至上述成膜室的原料供给管路；具有由涡轮分子泵和干式泵形成的真空泵系统的用于排出上述成膜室中气体的排气流路；和，从上述原料供给管路分支、并与上述排气流路合流的预流动流路，其特征在于：

扩大上述预流动流路的配管直径，减小压力差。

在上述各个方面中，设置在预流动流路和 / 或上述原料供给管路中的阀，优选具有 Cv 值为 1.5 以上的传导性。特别优选为，设置在预流动流路和原料供给管路中的全部阀，具有 Cv 值为 1.5 以上的传导性。另外，原料供给管路优选为，在总长的至少 80% 的范围，包含有内径大于 6.4mm 的配管。优选构成了上述原料供给管路，使得成膜处理时的上述原料容器的压力与上述成膜室的压力差小于 2000Pa。上述原料供给管路优选包含有内径约为 16mm 以上的配管。可在上述原料供给管路中，流通由气化温度下的蒸气压小于 133Pa 的原料生成的源气体。上述原料是 W(CO)₆。优选为，在成膜处理时，利用上述真空泵系统，使上述成膜室保持为小于 665Pa 的压力。

附图说明

本发明的其它目的、特征和优点，通过参照附图、并根据以下的详细说明可更加清楚。

图 1 是示意性地表示 CVD 成膜装置 100 的结构剖面图。

图 2 是示意性地表示本发明第 1 实施方式的原料供给装置 200 的结构图。

图 3A 和图 3B 是示意性地表示本发明的第 2 实施方式的原料供给装置 200 的结构图。

图 4 是根据配管直径的不同对处理容器的压力和原料容器的压力之差进行比较的表。

图 5 是表示现有的半导体制造装置的结构图。

具体实施方式

以下，根据附图来说明本发明的实施方式。

[第 1 实施方式]

图 1 是示意性地表示本发明的第 1 实施方式的 CVD 成膜装置 100 的结构剖面图。

参照图 1，该 CVD 成膜装置 100 包括：气密构造的处理容器 120；设置在处理容器 120 内的中央部、保持半导体基板 101、埋设有与电源连接的加热元件 132 的载置台 130；与载置台 130 相对向地设置、将由后述的原料供给管线 30 供给的气体导入处理容器 120 内的喷头 110；设置在处理容器 120 的侧壁上、具有搬入搬出半导体基板 101 的未图示的闸阀和真空泵系统、对处理容器 120 进行排气的排气管线 32。

图 2 表示了本发明的 1 实施方式的原料供给装置 200 的结构。

参照图 2，通过质量流量控制装置（MFC）12，向原料容器 10 内供给由 Ar、Kr、N₂、He 等不活泼性气体形成的载气。该质量流量控制装置 12，进行向原料容器 10 供给的载气流量的控制。在原料容器 10 内，容纳供成膜使用的液体原料或固体原料。源气体是在原料容器 10 中利用鼓泡等方法使这些原料进行气化来生成，并利用上述载气经由原料供给管线 30 运送至 CVD 成膜装置 100 中。在该原料供给管线 30 的原料容器 10 的出口附近，设置有检测原料容器 10 内压力的压力计 18。

在原料容器 10 之后，在原料供给管线 30 上设置有与 CVD 成膜装置 100 形成旁路的预流动管线 33。将含有来自原料供给管线 30 的源气

体的载气（以下称该气体为“混合气体”）供给到该预流动管线 33 中。该混合气体，通过阀 26、27 的开闭，有选择地供给到预流动管线 33 或与 CVD 成膜装置 100 相通的原料供给管线 30 中。

该预流动管线 33 是用于使成膜时供给 CVD 成膜装置 100 的混合气体的流量稳定化的气体流路。因此，在处理每一枚半导体基板 101 之前，可将混合气体供给到该预流动管线 33 中。

在从与预流动管线 33 的分支点 B 到 CVD 成膜装置 100 的原料供给管线 30 上，通过阀门，连接有用于供给成膜时所使用的各种气体以及成膜处理后清洗处理容器 120 内的清洗气体等的气体管线。这些气体可在混合气体流过预流动管线 33 期间（即，阀 26 关闭、阀 27 打开时），通入到处理容器 120 内。

在用于从 CVD 成膜装置 100 中排出反应气体等的排气管线 32 中，设置涡轮分子泵（TMP）14，而且在其下游设置干式泵（DP）16。这些泵 14、16，可将处理容器 120 内保持在规定的真空中度下。该涡轮分子泵 14 与干式泵 16 协同工作，可以使处理容器 120 内的压力形成 1 Torr (133Pa) 以下的高真空，对于使用如 DMAH(二甲基铝氢化物)、RuCp₂ (双环戊二烯钌)、W(CO)₆ (六羰基钨) 这样的低蒸气压原料的成膜处理来说是特别需要的。

在干式泵 16 的上游侧，预流动管线 33 与该排气管线 32 形成合流。因此，在混合气体流过该预流动管线 33 内期间，利用干式泵 16 对原料容器 10 进行减压。另一方面，在成膜时，则利用干式泵 16 及涡轮分子泵 14 对原料容器 10 进行减压。

然而，为了提高成膜速度，需要增加向 CVD 成膜装置 100 供给的混合气中所含有的源气体的流量。就源气体的流量来说，载气的流量及原料容器 10 的温度越高，则越多，原料容器 10 内的压力越高，则越少。因此，为了增加源气体的流量，需要尽可能地降低原料容器 10 内的压力。

另外，如上所述，利用涡轮分子泵 14 等，通过处理容器 120 及原料供给管线 30 对原料容器 10 进行减压，但为了高效率地达到减压的同时增加流通气体的流量，需要尽可能地降低从涡轮分子泵 14 到原料容器 10 的流路中的压力损失。

另一方面，由于源气体的流量与载气的流量成比例，所以要增加源气体的流量，也可以增加载气的流量。然而，在本技术领域中，在一般所使用的配管直径为 1 / 4 英寸的原料供给管线 30 中，传导性较低，通过上述的减压，增加载气的流量（及源气体的流量）存在一定限度。

而且，最近在半导体装置中使用的高电介质膜和强电介质膜、或在使用这种高电介质膜和强电介质膜的半导体装置中使用的 Ru 膜和 W 膜等，使用蒸气压非常低的原料进行成膜。例如，为形成 W 膜而可使用的 W (CO)₆，25°C 下，蒸气压为 3.99Pa (0.03Torr)，30°C 下，蒸气压为 6.65Pa (0.05Torr)，45°C 下，蒸气压为 33.25Pa (0.25Torr)。在使用这种低蒸气压原料的情况下，增加源气体的流量是非常困难的。

在本发明的第 1 实施方式中，为增大载气流量（与其相伴的源气体的流量），原料供给管线 30 具有大于 1 / 4 英寸（约 6.4mm）的配管直径、例如 1 / 2 英寸（约 13mm）或 3 / 4 英寸（约 19mm）的配管直径。具有这种大于 1 / 4 英寸的配管直径的原料供给管线 30 的范围，优选是从原料容器 10 到处理容器 120。即，源气体流通的原料供给管线 30 优选为，直到处理容器 120 为止，由连续地相同内径的配管构成。

但是，如果是从原料容器 10 到处理容器 120 之间的短范围，原料供给管线 30 也可由内径不同的配管构成。例如，在图 2 中，在自原料容器 10 出口的短范围内，使用内径为 1 / 2 英寸的配管，从原料容器 10 到处理容器 120 的大部分范围内，使用 3 / 4 英寸的配管。

从同样的观点来看，可在原料供给管线 30 上设置的阀 25、27，优选具有与原料供给管线 30 内径相同的直径，但如图 2 所示的阀 25 那样，对于原料供给管线 30 的内径 1 / 2 英寸，可以是广泛使用的 3 / 8 英寸的内径。另外，为了降低混合气体的能量损失，增大混合气体的流量，该原料供给管线 30 的总长度，尽可能设定得短些。例如，图 2 所示的原料供给管线 30，除了内径为 1 / 2 英寸的配管外，由总长为 1000mm 的 3 / 4 英寸的配管构成。

上述实施方式的原料供给装置 200，虽然是具有单一的原料供给管线 30 的装置，但在使用多种源气体等的情况下，与其相对应，可以使用多条原料供给管线。这种情况下，输送低蒸气压原料的原料供给管

线，由内径大于 $1/4$ 英寸的配管构成。输送较高蒸气压原料的原料供给管线，由通常内径为 $1/4$ 英寸的配管构成。

根据上述本发明的第1实施方式，配管内流通的流体的流量，由于与配管内径的4次方成比例，变得很大，所以能大幅度地增加导入处理容器120内的源气体的流量。另外，由于混合气体在原料供给管线30内的压力损失随着原料供给管线30的配管直径的增加而降低，所以降低原料容器10内的压力所需要的涡轮分子泵14的工作量可以降低。在原料供给管线30内的压力损失较小的情况下，可进一步增大导入处理容器120内的源气体的流量。

因此，在使用如W(CO)₆这样的低蒸气压原料进行成膜处理的情况下，为了增大了源气体的流量，原料容器10内的压力，有时利用涡轮分子泵14保持在2Torr(266Pa)以下的高真空。

然而，使用预流动管线33时，只利用干式泵16，不可能将原料容器10内的压力保持为这种低压。因此，即使是在成膜处理前使混合气在预流动管线内流通的情况下，若为了进行成膜处理而实施流路切换时，原料容器10内的压力会发生变动，会产生源气体的流量在成膜中变动这种不良的情形。

以下所示的本发明第2实施方式的原料供给装置200是，通过对上述的第1实施方式的原料供给装置200的预流动管线33进行改进，消除了上述不良情形的装置。

[第2实施方式]

图3A表示了本发明的第2实施方式的原料供给装置200的结构。

参照图3A，在本实施方式的原料供给装置200的预流动管线33上设置有第2涡轮分子泵15，因此，在混合气体在该预流动管线33中流动期间，利用干式泵16和涡轮分子泵15对原料容器10进行减压。另一方面，在成膜时，利用干式泵16和涡轮分子泵14对原料容器10进行减压。

其结果是，使混合气体在预流动管线33中流动时和成膜处理时之间，可降低原料容器10内的压力差。即，在使用如W(CO)₆这样的低蒸气压原料进行成膜处理时，原料容器10内的压力，也能保持在2Torr(266Pa)以下的高真空状态，即使在预流动管线33使用时，利

用第 2 涡轮分子泵 15 也能实现这种高真空状态。因此，由于能抑制引起源气体的流量变动的原料容器 10 内的压力变动，所以成膜时能进行源气体的流量不变动的稳定成膜处理。

从同样的观点来看，为了减小混合气体在成膜处理时和在预流动管线中流动时之间的压力损失差，该预流动管线 33 优选为，具有与原料供给管线 30 相同或更粗的配管直径。或者，通过调整第 2 涡轮分子泵 15 在预流动管线 33 上的设置位置，也可使混合气体在预流动管线 33 中流动时的原料容器 10 内压力与成膜处理时的原料容器 10 内压力大致相同。由此，能使源气体在预流动管线 33 内流动时的流量与成膜处理时的该流量大致相同。

根据以上的本发明的第 2 实施方式，可大幅度地减小在预流动管线 33 中流动时的源气体的流量与导入处理容器 120 内的源气体的流量之差。因此，利用三通阀 26 从预流动管线 33 切换到原料供给管线 30 时，源气体的流量变动非常小，所以在成膜中可进行源气体的流量无变动的稳定成膜处理。

图 3B 表示本发明的第 2 实施方式的原料供给这种 200 的变形例。在图 3B 所示的结构中，不在预流动管线 33 上设置第 2 涡轮分子泵 15，取而代之的是，在涡轮分子泵 14 的上游侧，使预流动管线 33 与排气管线 32 进行合流。在这种结构中，在预流动管线 33 的使用时，与成膜时同样，可利用干式泵 16 和涡轮分子泵 14 对原料容器 10 进行减压。

因此，根据本实施方式，与上述实施方式同样，可大幅度地减小在预流动管线 33 中流通时的源气体的流量与导入处理容器 120 内的源气体的流量之差。因此，在从预流动管线 33 切换到原料供给管线 30 时，源气体的流量变动非常小，可在成膜中进行源气体的流量无变动的稳定的成膜处理。

在该变形例中，在切换前后，可变更、调整排气管线 32 中的涡轮分子泵 14 的工作量，使得三通阀 26 切换前后的源气体的流量变动达到最小。另外，为了降低成膜处理时和预流动管线流动时之间的混合气体的压力损失差，预流动管线 33，可具有与原料供给管线 30 相同或更粗的配管直径。

在上述第 2 实施方式中，也可以使用上述第 1 实施方式的阀 26、

27 取代三通阀 26。另外，即使在任何情况下，也与上述第 1 实施方式的情况同样，设置在原料供给管线 30 和预流动管线 33 上的各阀 25、26、27(即，设置在从原料容器 10 到涡轮分子泵之间的流路上的各阀)，优选使用 Cv 值为 1.5 以上的传导性良好的阀。由此，可降低各阀中的压力损失，并能进一步提高上述效果。

在此，阀的 Cv 值定义为：一次侧（靠近原料容器 10 一侧）绝对压力 $P_1[\text{Kgf} \cdot \text{cm}^3\text{abs}]$ 相对于二次侧（靠近处理容器 120 一侧）绝对压力 $P_2[\text{Kgf} \cdot \text{cm}^3\text{abs}]$ ，在处于 $P_1 < 2P_2$ 的关系时，利用 $Cv = Qg / 406 \times \{Gg (273+t) / (P_1 - P_2) P_2\}^{1/2}$ 计算出的值；在处于 $P_1 \geq 2P_2$ 的关系时，利用 $Cv = Qg / 203P_1 \times \{Gg (273+t)\}^{1/2}$ 计算出的值。在上述式中， $t[^\circ\text{C}]$ 是气体温度， $Qg[\text{Nm}^2 / \text{h}]$ 是标准状态 (15°C , 760mmHgabs) 下的气体流量， Gg 是将空气取为 1 时的气体比重。

[第 1 实施例]

本发明者们，与上述第 1 实施方式相关联，根据配管直径的不同，对处理容器 120 内的压力与原料容器 10 内的压力之差进行比较，得到了图 4 所示的结果。

参照图 4 可知，在原料供给管线 30 使用内径为 $3/4$ 英寸的配管的情况下，将处理容器 120 内的压力设为 13.3Pa (0.1Torr) 时，使原料容器 10 内减压到 79.8Pa (0.6Torr)。

由此，如上所述，即使在使用 25°C 下蒸气压为 3.99Pa (0.03Torr)、 45°C 下蒸气压为 33.25Pa (0.25Torr) 的 $\text{W}(\text{CO})_6$ (六羰基钨) 这样的低蒸气压原料的情况下，由于能充分地减小处理容器 120 内的压力，所以可获得充分流量的源气体。

另一方面，在使用内径为 $1/4$ 英寸的配管的情况下，将处理容器 120 内的压力设为 66.6Pa (0.5Torr) 时，原料容器 10 内的压力成为 2660Pa (20Torr)。与此相对照，在内径为 $3/4$ 英寸的配管的情况下，处理容器 120 内的压力为 66.6Pa (0.5Torr) 时，原料容器 10 内的压力成为 375Pa (2.8Torr)。

在使用内径为 $1/2$ 英寸的配管的情况下，将处理容器 120 内的压力设为 133Pa (1Torr) 时，原料容器 10 内的压力成为 $1051\sim1596\text{Pa}$ ($7.9\sim12\text{Torr}$)。

由以上的比较结果可知，处理容器 120 内的压力与原料容器 10 内的压力之差，在原料供给管线 30 的内径为 1 / 4 英寸的情况下，至少成为 1995Pa (15Torr) 以上，与此相反，原料供给管线 30 的内径为 1 / 2 英寸或 3 / 4 英寸的情况下，至多成为 1995Pa (15Torr) 以下，可大幅度地减小因原料供给管线 30 造成压力损失。

以下，为了对配管直径不同的成膜速度进行比较，对本发明者们所进行的成膜处理的实施例加以说明。

首先，作为比较例，谈及原料供给管线 30 使用内径为 1 / 4 英寸、长度为 2m 的配管、以 W (CO)₆ 为原料、利用热 CVD 法形成 W 膜的实施例。将原料容器 10 的温度设为 45°C，载气流量设为 300sccm (1sccm 的意思是指在 0°C、1 个大气压下、流过 1cm³ 的流体)，成膜压力 (处理容器 120 内的压力) 设为 20.0Pa (0.15Torr)，基板温度为 450°C，在此条件下进行成膜时，以 10Å / min 的成膜速度形成钨膜，该钨膜的比电阻为 54uohmcm。

相对于该比较例的结果，在原料供给管线 30 使用内径为 1 / 2 英寸、长度为 2m 的配管的情况下，以 40 Å / min 的成膜速度形成钨膜，该钨膜的比电阻为 40uohmcm。

另外，相对于上述比较例，在原料供给管线 30 使用内径为 3 / 4 英寸、长度为 1m 的配管的情况下，以 300 Å / min 的成膜速度形成钨膜，该钨膜的比电阻为 45uohmcm。

由以上的实施例可以确认，通过在从原料容器 10 到处理容器 120 的原料供给管线 30 上使用内径为 1 / 2 英寸以上的配管，可以大幅度地增大源气体的流量，并极大地提高成膜速度。

[第 2 实施例]

以下，对于与上述第 2 实施方式相关联的为了与图 5 所示的现有的结构例进行比较而由发明者们实施的实施例加以说明。

在本实施例中，对引起源气体的流量变动的原料容器 10 内的压力变动进行比较。

首先，作为比较例，在成膜处理前，将混合气体通入图 5 所示的现有结构的预流动管线 33' 中，利用压力计 18' 检测了原料容器 10' 内的压力。接着，切换阀 26'，使混合气体通入与处理容器 120' 相通

的原料供给管线 30' 内，利用压力计 18' 检测了原料容器 10' 内的压力。

这时，在预流动管线 33' 使用时，原料容器 10' 内的压力成为 3990Pa (30Torr)，与此相对，在导入处理容器 120' 中时，原料容器 10' 内的压力成为 1330Pa (10Torr)，确认了产生非常大的压力差。由该结果可知，根据现有的结构，在成膜处理时，源气体的流量会有很大的变动。

另一方面，在使用图 3A 所示的本发明的结构的预流动管线 33 的情况下，在预流动管线 33 使用时及导入处理容器 120 内时，可以使原料容器 10 内的压力保持为 1330Pa (10Torr)。由该结果可知，根据第 2 实施方式的结构，在成膜处理中，源气体的流量不会产生变动，能以稳定的源气体浓度实现成膜处理。

如上所述，根据本发明的各实施方式，由于增大了原料供给管路的传导性，所以可极大地增加导入成膜室内的源气体的流量。另外，由于通过增加配管的内径而降低原料供给管路中的压力损失（即，相当于成膜处理时的原料容器的压力与成膜室的压力差），所以可以有效地降低成膜处理时的原料容器内的压力。另外，原料供给管路中的压力损失的降低，又有助于导入成膜室内的原料的气化量的增大。其结果是，可急剧地提高成膜速度，大幅度地提高生产量。

另外，通过在预流动管线上设置涡轮分子泵，可以大幅度地降低使用预流动管线时的原料容器内的压力与实际成膜处理时的原料容器内的压力之差。由此，在成膜处理时可防止源气体的流量产生变动，并能实现使用稳定流量的源气体进行高质量的成膜。

另外，由于有效地降低了成膜处理时的原料容器内的压力，所以即使是使用蒸气压特别低的原料的情况下，仍能获得充分的源气体的流量。

以上，虽然对本发明的优选实施方式作了说明，但本发明并不限于上述实施方式，可以对上述实施方式作各种变形和替换，而不会超出本发明的范围。

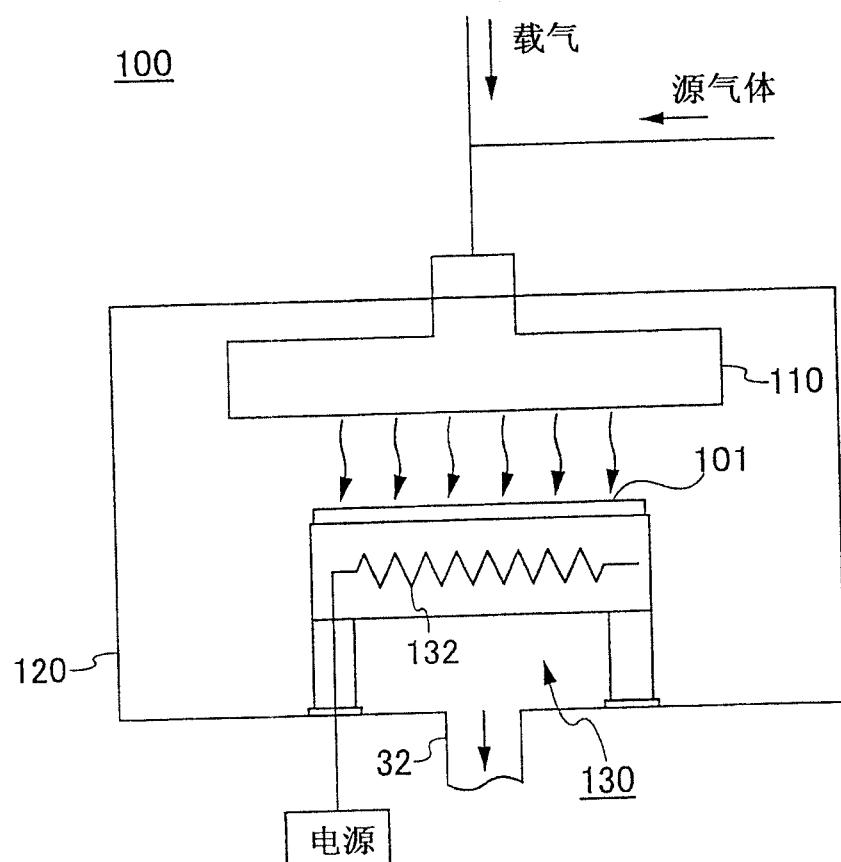
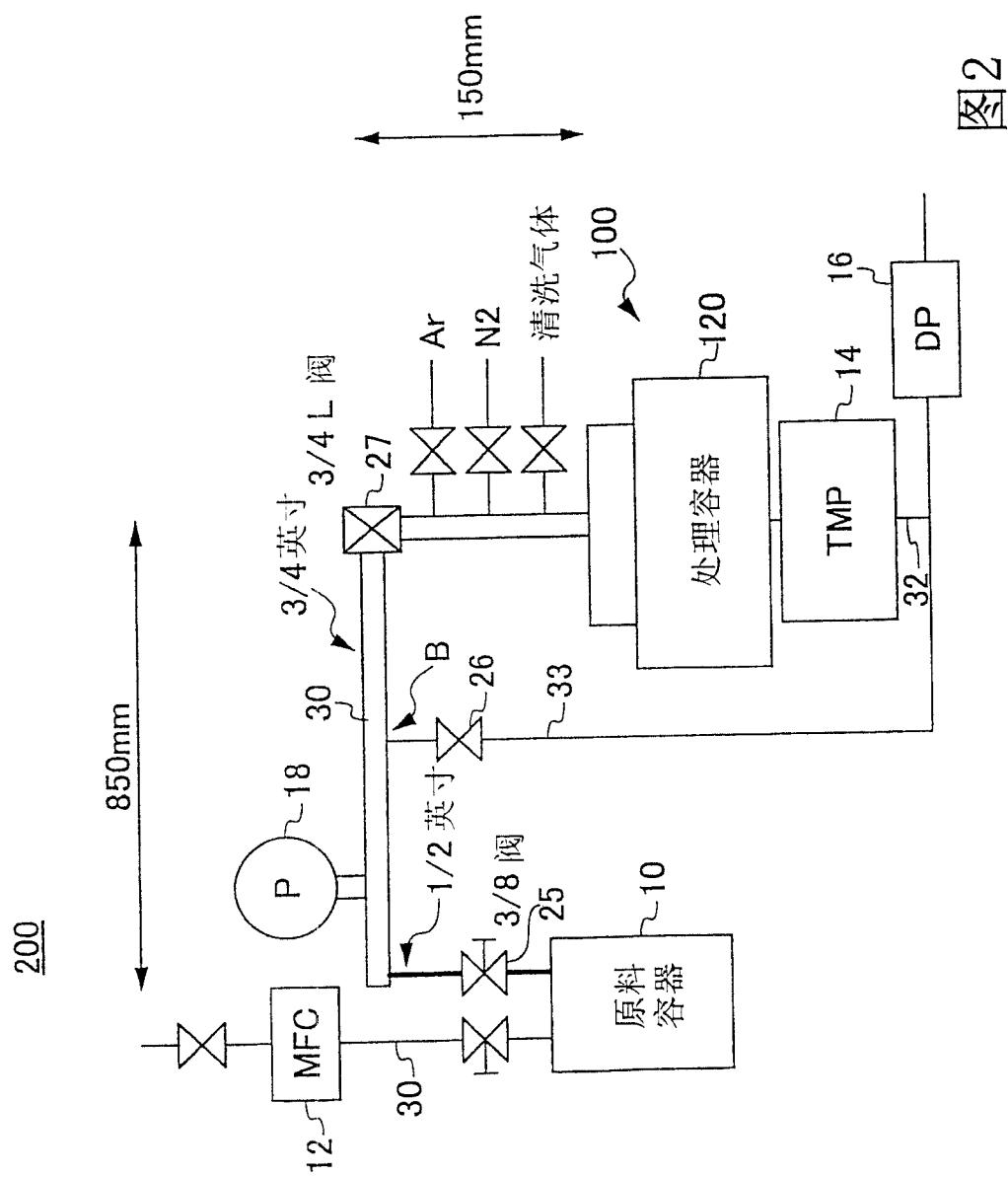


图1



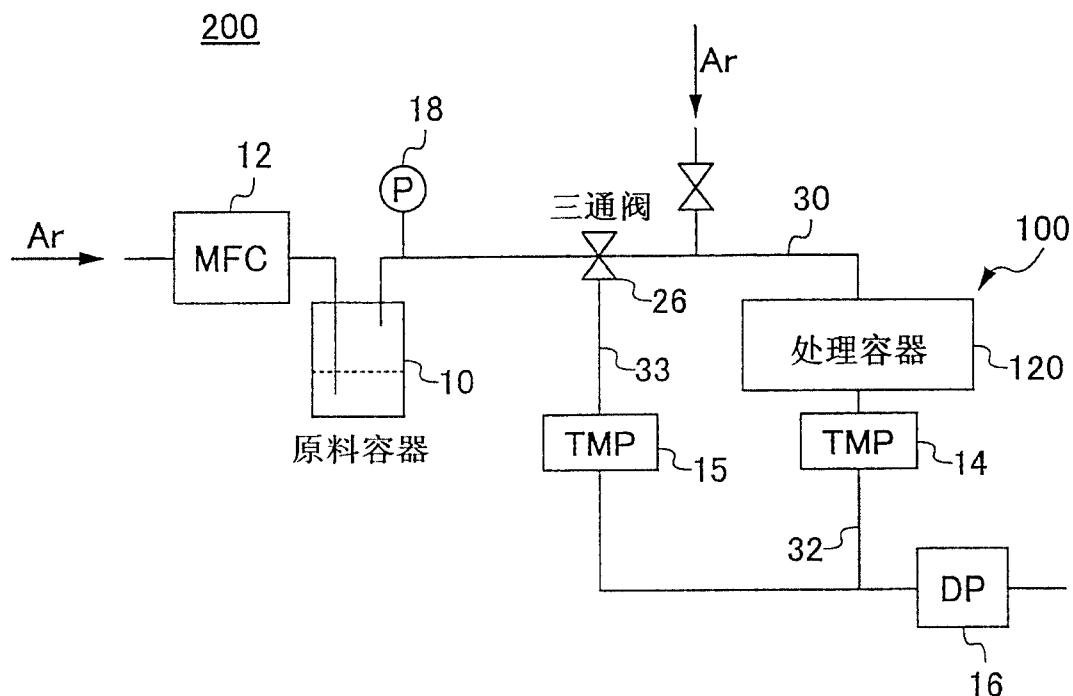


图3A

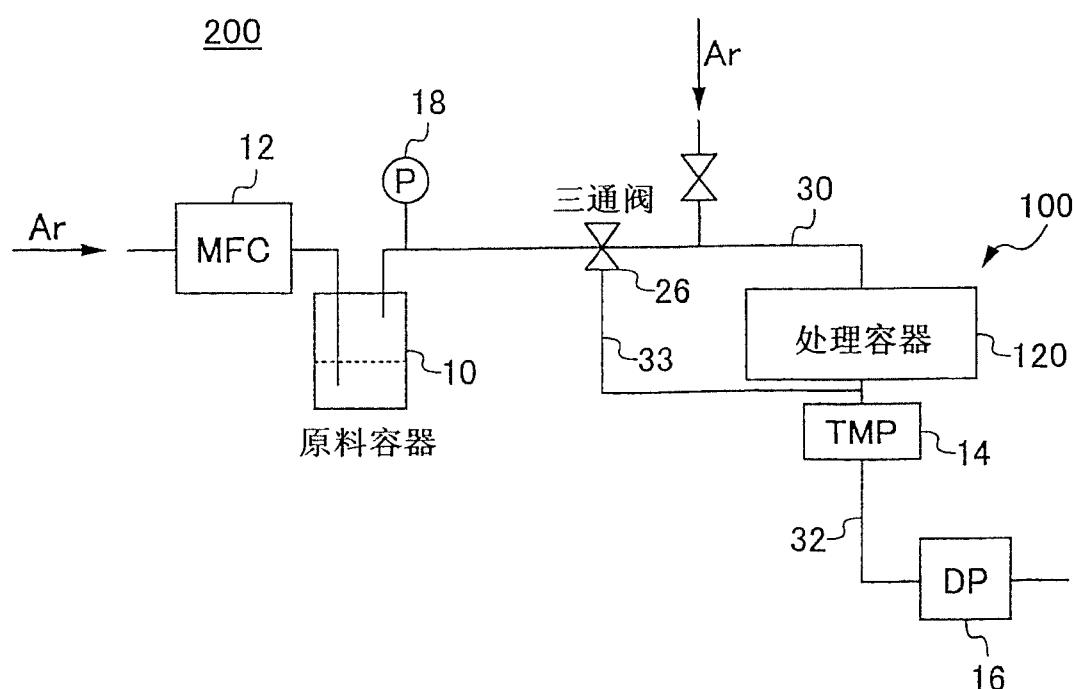


图3B

内径	原料容器内的压力	处理容器内的压力
3/4 英寸	0.6~2.7Torr 2.8Torr	0.1Torr 0.5Torr
1/2 英寸	7.9~12Torr	1Torr
1/4 英寸	20Torr	0.5Torr

图4

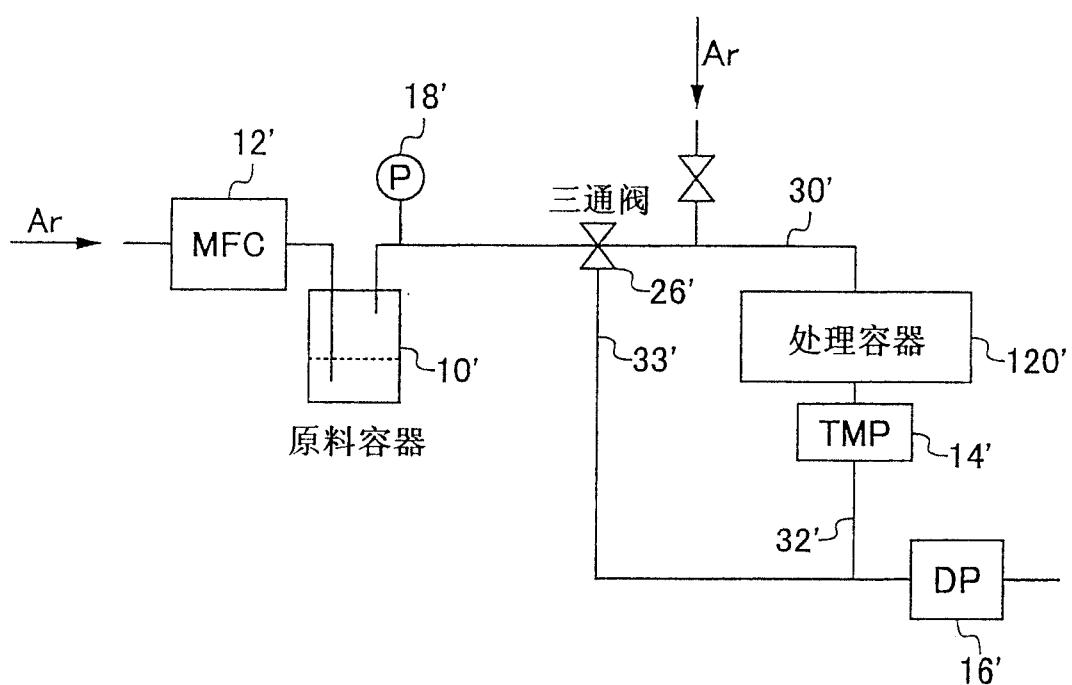


图5