

[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 200510000398.X

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

C23C 16/50 (2006.01)

C23F 4/00 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008年7月9日

[11] 授权公告号 CN 100401481C

[22] 申请日 2005.1.10

[21] 申请号 200510000398.X

[30] 优先权

[32] 2004.1.8 [33] JP [31] 2004-2883

[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 友安昌幸

[56] 参考文献

JP10-125660A 1998.5.15

US6503364B1 2003.1.7

审查员 赵百令

[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

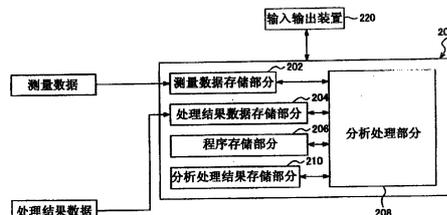
权利要求书4页 说明书22页 附图2页

[54] 发明名称

等离子体处理方法和等离子体装置

[57] 摘要

本发明可以提高等离子体处理装置的处理结果的预测等的精度，并可减轻作成模型时的负担。将作为基准的运转条件 A、B 的测量数据 X_a 、 X_b 存储在测量数据存储部分 (202) 中，将通过多变量分析作成的模型 K_a 、 K_b 存储在分析处理结果存储部分 (210) 中，将新的运转条件 P 的测量数据存储于测量数据存储部分 202 中，利用分析处理部 (208)，将测量数据 X_p 作为分别将加权系数 W_a 、 W_b 与测量数据 X_a 和测量数据 X_b 相乘后相加的加权测量数据，由此，求出加权系数 W_a 、 W_b 。通过分别将加权系数 W_a 、 W_b 与模型 K_a 和模型 K_b 相乘再相加，求根据新的运转条件 P 的模型 K_p 。



1. 一种等离子体处理方法，在设定处理装置的运转条件，在所述处理装置具有的气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据设在所述处理装置中的测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列工序：

设定不同的多个运转条件并进行等离子体处理，通过各种运转条件下的等离子体处理，从所述测量器取得测量数据的工序；

根据所述各个测量数据，进行多变量分析，作成各个模型的工序；

当设定新的运转条件，进行等离子体处理时，从所述测量器取得新的测量数据的工序；

将所述新的测量数据作为将加权系数与所述各个测量数据相乘，再将它们相加的加权测量数据，由此求所述加权系数的工序；和

通过将所述加权系数与所述各个模型相乘后再将它们相加，求根据新的运转条件的模型的工序。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理方法，其特征为，

所述不同的多个运转条件由作为基准的运转条件，和只改变了该作为基准的运转条件的参数中的一个的值的的一个以上的运转条件构成；

新的运转条件为在作为基准的运转条件中，至少改变一个参数的值的运转条件，该参数为至少在所述不同的多个运转条件中被改变的参数。

3. 如权利要求2所述的等离子体处理方法，其特征为，

改变的所述运转条件的参数为从供给至设在所述处理容器内用于产生等离子体的电极的高频功率；所述处理容器内的压力；供给所述处理容器内，用于进行等离子体处理的多种处理气体的流量比；和供给所述被处理体的背面，用于冷却所述被处理体的背侧气体压力的组

中选择的一个以上的参数。

4. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

根据所述模型，预测所述处理结果。

5. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

根据所述模型，判定或预测等离子体处理的异常情况。

6. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

根据所述模型，推定等离子体处理异常的发生原因。

7. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

将所述模型作为用于修正等离子体处理的变动的基准数据。

8. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

所述多变量分析利用部分最小二乘法进行。

9. 如权利要求 1~3 中任一项所述的等离子体处理方法，其特征为，

所述多变量分析利用主成分分析法进行。

10. 一种等离子体处理装置，在设定处理装置的运转条件，在气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列装置：

存储通过设定不同的多个运转条件而进行的等离子体处理,从所述测量器取得测量数据的装置;

存储根据所述各个测量数据,通过多变量分析作成的各个模型的装置;

当设定新的运转条件进行等离子体处理时,从所述测量器存储新的测量数据的装置;

将所述新的测量数据作为将加权系数与所述各个测量数据相乘,再将它们相加的加权测量数据,由此求所述加权系数的装置;和

通过将所述加权系数与所述各个模型相乘后再将它们相加,求根据新的运转条件的模型的装置。

11. 如权利要求 10 所述的等离子体处理装置,其特征为,

所述不同的多个运转条件由作为基准的运转条件,和只改变了该作为基准的运转条件的参数中的一个的值的的一个以上的运转条件构成;

新的运转条件为相对作为基准的运转条件中,至少改变一个参数的值的运转条件,该参数为至少在所述不同的多个运转条件中被改变的参数。

12. 如权利要求 11 所述的等离子体处理装置,其特征为,

改变的所述运转条件的参数为从供给至设在所述处理容器内用于产生等离子体的电极的高频功率;所述处理容器内的压力;供给所述处理容器内,用于进行等离子体处理的多种处理气体的流量比;和供给所述被处理体的背面,用于冷却所述被处理体的背侧气体压力的组中选择一个以上的参数。

13. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体装置,其特征为,根据所述模型,预测所述处理结果。

14. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体处理装置,其特征为,

根据所述模型，判定或预测等离子体处理的异常情况。

15. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体处理装置，其特征在于，

根据所述模型，推定等离子体处理异常的发生原因。

16. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体处理装置，其特征在于，

将所述模型作为用于修正等离子体处理的变动的基准数据。

17. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体处理装置，其特征在于，

所述多变量分析利用部分最小二乘法进行。

18. 如权利要求 10~12 中任一项所述的等离子体处理装置，其特征在于，

所述多变量分析利用主成分分析法进行。

等离子体处理方法和等离子体装置

技术领域

本发明涉及等离子体处理方法和等离子体处理装置，特别涉及在处理半导体晶片等被处理体时，监视与处理装置的异常情况检测、装置的状态预测或被处理体的状态预测等的等离子体处理有关的信息的等离子体处理方法和等离子体处理装置。

背景技术

在半导体制造工序中使用各种处理装置。例如，在半导体晶片和玻璃基板等被处理体的成膜工序和蚀刻工序中，广泛使用等离子体处理装置。在等离子体处理装置中，使导入气密的处理室内的处理气体等离子体化，对被处理体（例如半导体晶片）的表面进行等离子体处理。因此，当反复进行等离子体处理时，产生由等离子体产生的反应生成物，附着在处理室的内壁上，使等离子体状态微妙地变化。由于这种等离子体状态的变化影响蚀刻晶片的处理结果，通常为了进行稳定的处理，必需监视等离子体状态的变化和处理结果。

由于这样，要预先制造试验的晶片，定期对试验晶片进行蚀刻处理，根据处理结果（例如，试验晶片的消去量和均匀性等），时时判断处理装置的状态。

然而，根据试验晶片时时判断处理装置的状态，需要制造许多试验晶片。而且，利用处理装置处理许多试验晶片，由于必需测定各个处理的结果，在试验晶片的制造和处理结果的测定中，必需化费多个工序和时间。

如特许文献1所述的技术那样，提出了等离子体处理装置的处理监视方法。该方法是在处理前，利用试用晶片，作成与反映等离子体状态的电气信号和等离子体处理特性关联的模型式，将处理实际晶片时得到的电气信号的检测值，代入模型式，预测等离子体处理特性。

特许文献1：特开平10-125660号公报。

但是，在作成使电气信号和等离子体处理特性关联的模型式中，当在不同运转条件（例如不同的蚀刻条件）进行等离子体处理时，若利用相同的模型，则存在不能利用该模型高精度地得到预测结果和进行异常情况的检测。例如，利用运转条件 A 进行等离子体处理，作成模型 A 时，当利用运转条件 B 进行等离子体处理时，利用模型 A 进行处理结果等的预测结果和等离子体状态等的异常检测时，有时精度降低。这意味着，运转条件不同，最优的模型也不同。因此，对每种运转条件，进行多变量分析，必需修改模型式。利用一种模型式作为其他运转条件的模型式，有时不能提高预测结果和异常情况的检测的精度。在半导体制造中，多品种少批量的流程日益加速，必需对多种运转条件作成上述模型式。

然而，如果每当改变运转条件，就要修改模型，则作成模型需要的计算处理负担增大。例如，有必需收集在数周期间的湿循环数据，取得和分析数十次利用从中心条件得出的正交表改变运转条件的数据等的负担。

另外，在预测半导体晶片等的处理结果时，为了作成模型，必需在等离子体处理后，取出半导体晶片，测量形状和蚀刻速率等处理结果，取得测量数据。在这种情况下，仍必需在由正交表等决定的数十个条件下，取得传感器数据，和晶片的处理结果。每当改变运转条件，就要修改模型，这样的测定的负担增大。

另外，上述的问题，不是只限于预测等离子体处理特性时，利用电气信号的情况，在利用由等离子体的发光、等离子体中的自由基的吸收发光、基于四重极质量分析法或 FT-IR（红外分光分析）的处理室内的排出气体成分的分析、基于音响元件的处理室内壁上的聚合物的堆积膜厚的测定数据等情况下，也产生同样的问题。

发明内容

本发明是考虑这个问题而提出的，其目的是要提供一种可以提高检测等离子体装置异常情况，预测该装置的状态或被处理体的状态等的精度，同时可以减轻作成模型时的负担（例如取得数十个晶片处理结果的数据的负担，和分析长期的处理结果等的负担）的等离子体处

理方法和等离子体处理装置。

为了解决上述问题，根据本发明的一个观点，提供一种等离子体处理方法，在设定处理装置的运转条件，在所述处理装置具有的气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据设在所述处理装置中的测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列工序：

当设定第一运转条件进行等离子体处理时，通过所述测量器取得第一测量数据的工序；

根据所述第一测量数据，通过多变量分析作成第一模型的工序；

当设定第二运转条件进行等离子体处理时，通过所述测量器取得第二测量数据的工序；

根据所述第二测量数据，通过多变量分析，作成第二模型的工序；

当设定第三运转条件进行等离子体处理时，通过所述测量器取得第三测量数据的工序；

将所述第三测量数据作为分别将加权系数与所述第一测量数据和所述第二测量数据相乘后再将它们进行相加的加权测量数据，由此求所述加权系数的工序；和

通过分别将所述加权系数与所述第一模型和所述第二模型相乘，再将它们相加，求基于第三运转条件的第三模型的工序。

为了解决上述问题，根据本发明的另一个观点，提供一种等离子体处理装置，在设定运转条件，在气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列装置：

当设定第一运转条件进行等离子体处理时，存储基于所述测量器的第一测量数据的装置；

存储根据所述第一测量数据，通过多变量分析作成的第一模型的装置；

当设定第二运转条件进行等离子体处理时，存储基于所述测量器的第二测量数据的装置；

存储根据所述第二测量数据，通过多变量分析作成的第二模型的装置；

当设定第三运转条件进行等离子体处理时，存储基于所述测量器的第三测量数据的装置；

将所述第三测量数据作为分别将加权系数与所述第一测量数据和所述第二测量数据相乘后再将它们进行相加的加权测量数据，由此求所述加权系数的装置；和

通过分别将所述加权系数与所述第一模型和所述第二模型相乘，再将它们相加，求基于第三运转条件的第三模型的装置。

根据本发明，将新的第三运转条件下的第三测定数据作为分别将加权系数与第一测定数据和第二测定数据相乘再将它们相加的加权测量数据来表现，采用取得的第一～第三测定数据，可以算出加权系数。这样，不需要进行多变量分析，可以通过分别将相同的加权系数与第一模型和第二模型相乘后再将它们相加，简单地求出新的第三运转条件下的模型。例如，以第一运转条件为基准，预先准备改变第一运转条件的参数中的一个的第二运转条件的各个测定数据和各个模型，可以简单地算出新的第三运转条件下的模型。

这样，可提高根据该模型进行的等离子体处理装置的异常情况检测、等离子体处理装置的状态预测或被处理体的状态预测等的精度，同时，可以减轻作成模型时的负担。例如，可以减轻作成模型时取得数据的负担，和分析处理结果等的负担。

为了解决上述问题，根据本发明的另一个观点，提供一种等离子体处理方法，在设定处理装置的运转条件，在所述处理装置具有的气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据设在所述处理装置中的测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列工序：

设定不同的多个运转条件并进行等离子体处理，通过各种运转条

件下的等离子体处理，从所述测量器取得测量数据的工序；

根据所述各个测量数据，进行多变量分析，作成各个模型的工序；

当设定新的运转条件，进行等离子体处理时，从所述测量器取得新的测量数据的工序；

将所述新的测量数据作为将加权系数与所述各个测量数据相乘，再将它们相加的加权测量数据，由此求所述加权系数的工序；和

通过将所述加权系数与所述各个模型相乘后再将它们相加，求根据新的运转条件的模型的工序。

为了解决上述问题，根据本发明的另一个观点，提供一种等离子体处理装置，在设定处理装置的运转条件，在气密的处理容器内产生等离子体，对被处理体进行等离子体处理时，根据测量器测量的测量数据，进行多变量分析，作成模型，再根据该模型监视与等离子体处理有关的信息，或对应于与基于该模型的等离子体处理有关的信息的变化，改变等离子体处理的运转条件，其特征为，它具有下列装置：

存储通过设定不同的多个运转条件而进行的等离子体处理，从所述测量器取得测量数据的装置；

存储根据所述各个测量数据，通过多变量分析作成的各个模型的装置；

当设定新的运转条件进行等离子体处理时，从所述测量器存储新的测量数据的装置；

将所述新的测量数据作为将加权系数与所述各个测量数据相乘，再将它们相加的加权测量数据，由此求所述加权系数的装置；和

通过将所述加权系数与所述各个模型相乘后再将它们相加，求根据新的运转条件的模型的装置。

这样，根据本发明，如果预先根据不同的多个运转条件测量各个测量数据，利用多变量分析作成各个模型，则通过分别将加权系数与不同的多个运转条件下的各个测量数据相乘后相互相加，可以将新的运转条件下的测定数据作为加权测量数据表现，因此只要利用各个测定数据，可算出加权系数。这样，分别将相同的加权系数与用多变量分析预先求出的各个模型相乘再相加，可以简单地求出新的运转条件的模型。因此，不需要进行多变量分析，可以求出新的运转条件下的

模型。

另外，在上述方法和装置中优选所述运转条件由多个参数构成；

所述不同的多个运转条件由作为基准的运转条件，和只改变了该作为基准的运转条件的参数中的一个的值的的一个以上的运转条件构成；

新的运转条件为相对作为基准的运转条件中，至少改变一个参数的值的运转条件，该参数为至少在所述不同的多个运转条件中被改变的参数。这样，利用将加权系数与改变新的运转条件下变更的参数相同的参数得出的运转条件下的模型相乘的公式，可以算出新的运转条件下的模型，因此运转条件的其他参数造成的噪声难以引入，可以提高利用这种模型进行预测等的精度。

另外，在上述方法和装置中，改变的所述运转条件的参数为从供给至设在所述处理容器内用于产生等离子体的电极的高频功率；所述处理容器内的压力；供给所述处理容器内，用于进行等离子体处理的多种处理气体的流量比；和供给所述被处理体的背面，用于冷却所述被处理体的背侧气体压力的组中选择一个以上的参数。由于实用上多数是改变这里所举的参数进行等离子体处理，因此，改变这些参数的效果大。

另外，在上述方法和装置中，所述模型为所述测量数据和所述等离子体处理的处理结果数据的相关关系系数；

根据所述相关关系系数作成的相关关系式，预测所述处理结果。

这样，可以提高处理结果的预测精度，还可减轻作成进行预测的运转条件的模型时的负担。特别是，每增加一个条件，不需要测量同样量的数据，不需要通过正交表，以运转条件为中心，取得改变条件后的数据和长期变动的数据。

另外，在上述方法和装置中，上述多变量分析可以用部分最小二乘法进行，也可以用主成分分析法进行。利用部分最小二乘法，可以提高处理结果或异常情况的发生源的预测等的精度，利用主成分分析法，可以提高运转状态的异常情况检测等的精度。另外，在所有情况下，都可减轻作成进行预测的运转条件的模型时的负担。

发明的效果

采用本发明可以提高处理装置异常情况检测、该装置的状态预测或被处理体的状态预测等的精度。这样，可以正确地进行等离子体处理的信息的监视，防止成品率降低，可以提高生产率。另外，还可减轻作成模型时的负担。

附图说明

图 1 为表示本发明的实施例的等离子体处理装置的概略结构的截面图；

图 2 为表示本实施例的多变量分析装置的一个例子的方框图。

符号说明：100—等离子体处理装置，101—处理室，102—下部电极，104—喷淋头（上部电极），104E—第一高频电源，105—偶极子圆环磁铁，106—闸阀，107—第二高频电源，107a—功率计，107A—匹配器，107B—功率计，108—静电卡盘，108A—电极板，109—直流电源，109a—功率计，112—滚珠丝杠机构，113—波纹管，114—冷媒管路，115—气体导入机构，115A—气体管路，115B—压力计，118—处理气体供给系统，119—排气系统，120—光学测量器，200—分析处理装置，202—测量数据存储部分，204—处理结果数据存储部分，206—程序存储部分，208—分析处理部分，210—分析处理结果存储部分，220—输入输出装置。

具体实施方式

以下参照附图，详细地说明本发明的装置的优选实施例。在本说明书和附图中，具有实质上相同功能的结构元件用相同的符号表示，省略重复说明。

（等离子体处理装置）

首先，说明本实施例的处理装置，例如磁控管反应性蚀刻装置（以下称为“等离子体处理装置 100”）。如图 1 所示，该等离子体处理装置 100 具有铝制的处理室 101；通过绝缘件 102A 支承配置在该处理室 101 内的下部电极 102 的可升降的铝制的支承体 103；和配置在该支承体 103 的上方，供给处理气体，且可兼作上部电极的喷淋头（以下，根据需要，也称为“上部电极”）104。上部电极 104，通过绝缘件 104C 与

处理室 101 绝缘。

第一高频电源 104E 与上部电极 104 连接，在供电线上插入匹配器 104D。第一高频电源 104E 的频率范围为 50~150MHz。这样，通过施加高频功率，可以在处理室 101 内，形成优选的离解状态且高密度的等离子体，可以在比先前低压的条件下进行等离子体处理。该第一高频电源 104E 的频率优选为 50~80MHz，典型的是采用图示的 60MHz 或其附近的频率。

在上部电极 104 上设有检测处理室 101 内的等离子体发光的分光器（以下称为“光学测量器”）120。使用由该光学测量器 120 检测的波长的发光光谱强度作为光学数据。

在上述处理室 101 的上部形成直径小的上室 101A，在下部形成直径大的下室 101B。上室 101A 被偶极子圆环磁铁 105 包围。该偶极子圆环磁铁 105 的多个各向异性的扇形体(segment)柱状磁铁，收存配置在由环状的磁性体构成的壳体内，在上室 101A 内，作为整体形成向一个方向的一样的水平磁场。在下室 101B 的上部形成搬入搬出晶片 W 用的出入口，在该出入口上安装闸阀 106。

第二高频电源 107 通过电气测量器（例如 VI 测头）107C、匹配器 107A、功率计 107B 与下部电极 102 连接。该第二高频电源 107 的频率范围为几百 kHz~十几个 MHz。通过施加这种范围的频率，可将不会带来损坏的适当的离子作用施加在作为被处理体的晶片 W 上。第二高频电源 107 的频率，典型的是采用图示的 13.56MHz 或 2MHz 等频率。

在匹配器 107A 内具有测定下部电极 102 侧（高频电压的输出侧）的高频（RF）电压 V_{pp} 的测定器（图中没有示出）。具体地，匹配器 107A 内安装着 2 个可变电容器 C1、C2、电容器 C 和线圈 L，通过可变电容器 C1、C2 取得阻抗匹配。

匹配器 107A 具有功率计 107a，利用该功率计 107a 可以测量第二高频功率供给线路（电线）和等离子体处理装置 100 的接地之间的电压 V_{dc} 。

利用与匹配器 107A 的下部电极 102 侧（高频功率的输出侧）连接的功率计 107B，测量来自第二高频电源 107 的第二高频功率 P。在上

室 101A 中, 通过处理气体, 产生由高频电源 107 的电场和偶极子圆环磁铁 105 的水平磁场引起的磁控管放电, 使供给至上室 101A 内的处理气体产生等离子体。

另外, 根据在上室 101A 内产生的等离子体的基波 (高频功率的入射波和反射波) 和高次谐波的高频电压 V 、高频电流 I 、高频相位 P 、阻抗 Z , 可利用通过上述电气测量器 (例如 VI 测头) 107C 施加在下部电极 102 上的高频功率 P , 作为电气数据进行检测。

在下部电极 102 的上表面上配置静电卡盘 108, 直流电源 109 与该静电卡盘 108 的电极板 108A 连接。采用这种静电卡盘 108, 可利用高真空下, 从直流电源 109 施加在电极板 108A 上的高电压来静电吸附晶片 W 。检测静电卡盘 108 的施加电流、施加电压的功率计 109a 连接在该静电卡盘 108 的电极板 108A 和直流电源 109 之间。

在下部电极 102 的外周上配置聚焦圆环 110a, 将在上室 101A 内产生的等离子体集中在晶片 W 上。安装在支承体 103 上部的排气环 111 配置在聚焦圆环 110a 的下侧。在该排气圆环 111 的全周边上, 以周边方向的等间隔作成多个孔, 通过这些孔, 将上室 101A 内的气体排出至下室 101B。

上述支承体 103 通过滚珠丝杠机构 112 和波纹管 113, 可在上室 101A 和下室 101B 之间升降。因此, 在将晶片 W 供给至下部电极 102 上的情况下, 下部电极 102 通过支承体 103 下降至下室 101B, 打开闸阀 106, 通过图中没有示出的输送机构, 将晶片 W 供给至下部电极 102 上。

在支承体 103 的内部形成与冷媒管路 114 连接的冷媒流路 103A, 使冷媒通过冷媒管路 114, 在冷媒流路 103A 内循环, 将晶片 W 调整至给定温度。

在支承体 103、绝缘件 102A、下部电极 102 和静电卡盘 108 上分别形成气体流路 103B, 通过气体管路 115A, 将 He 气体, 在给定压力下, 作为背侧气体 (晶片背面气体), 从气体导入机构 115 供给静电卡盘 108 和晶片 W 之间的细小间隙中, 通过 He 气提高静电卡盘 108 和晶片 W 之间的热传导性。背侧气体的压力 (晶片背面气体压力) 由压力传感器 (图中没有示出) 检测, 将检测值显示在压力计 115B 中。另

外, 116 为波纹管盖。另外, 在气体导入机构 115 上设有质量流量控制器(图中没有示出), 利用该质量流量控制器检测背面气体的气体流量。

在上述喷淋头 104 的上表面上形成气体导入部分 104A, 处理气体供给系统 118 通过管路 117, 与该气体导入部分 104A 连接。处理气体供给系统 118 具有 C_5F_8 气体供给源 118A、 O_2 气供给源 118D、Ar 气体供给源 118G。

这些气体供给源 118A、118D、118G 分别通过阀 118B、118E、118H 和质量流量控制器 118C、118F、118I, 将气体以给定流量供给喷淋头 104, 在其内部调整成具有给定的配合比的混合气体。在喷淋头 104 的下面的整个表面上, 均等地作成多个孔 104B, 通过这些孔 104B, 将混合气体作为处理气体, 从喷淋头 104 供给上室 101A 内。

另外, 在图 1 中, 101C 为排气管, 119 为由与排气管 101C 连接的真空泵等组成的排气系统。在排气管 101C 中设有 APC (Auto Pressure Controller, 自动压力控制器) 阀 101D, 可根据处理室 101 内的气体压力, 自动地调节 APC 阀的开度。

(分析处理装置)

如图 2 所示, 上述等离子体处理装置 100 具有用统计方法处理测量数据和处理结果数据的分析处理装置 200; 和在输入处理结果数据的同时, 输出分析结果等信息的输入输出装置 220。等离子体处理装置 100 可在通过分析处理装置 200, 对测量数据和处理结果数据进行多变量分析, 求出二者的相关关系后, 根据需要, 从输入输出装置 220 输出分析结果等信息。

上述分析处理装置 200 具有测量数据存储部分 202, 处理结果数据存储部分 204, 程序存储部分 206, 分析处理部分 208 和分析处理结果存储部分 210。

上述测量数据存储部分 202 构成存储测量数据的装置, 上述处理结果数据存储部分 204 构成存储处理结果数据的装置。分析处理部分 208 构成求测量数据和处理结果数据的相关关系(包含预测式、回归式)的装置和根据相关关系预测处理结果的装置。分析处理结果存储部分 210 构成存储由分析处理部分 208 求出的相关关系(例如, 基于后述的 PLS 法的回归式 (1) 的模型 K) 等的装置。

上述程序存储部分 206 存储算出利用多变量分析程序式或后述的线性公式（线性式）求出的模型的程序。分析处理装置 200 根据从程序存储部分 206 取出的程序，进行分析处理。

上述分析处理装置 200 由根据从程序存储部分 206 取出的程序进行动作的微处理器等构成。上述测量数据存储部分 202、处理结果数据存储部分 204、和分析处理结果存储部分 210 分别由存储器等记录装置构成，另外，也可分别在硬盘等记录装置上设置存储区域构成。

当通过输入测量数据和处理结果数据，利用测量数据存储部分 202 和处理结果存储部分 204 存储数据时，该分析处理装置 200 取出测量数据存储部分 202 和处理结果数据存储部分 204 的各种数据和程序存储部分 206 的多变量分析程序，可在分析处理部分 208 中，对测量数据和处理结果数据进行多变量分析，将处理结果存储在分析处理结果存储部分 210 中。

这里，测量数据表示在处理晶片 W 时，由附设在等离子体处理装置 100 上的多个测定器分别得出的传感器数据；处理结果数据表示处理晶片 W 后的结果得到的有关晶片 W 的处理特性数据、和有关处理室 101 内的状态的装置状态数据。测量数据是在处理晶片 W 时间歇地测定的，而处理结果数据是在晶片处理后，由安装在等离子体处理装置 100 内部的测量器或与等离子体处理装置 100 另外设置的外部测量器，根据需要进行测定的。外部测量器测量的数据，直接经由网络，由等离子体处理装置 100 接收；或者经由工厂管理计算机（EES：Equipment Engineering System，设备工程系统）由等离子体处理装置 100 接收。在这种情况下，等离子体处理装置 100，以 CSV 形式（Comma Separated Value format），XML 形式（eXtensible Markup Language format）等给定的格式接收来自外部测量器的数据。这些测定结果分别存储在存储部分 202、204 中。

在本实施例中，在求测量数据和处理结果数据的相关关系上使用容易影响处理结果的数据作为测量数据。本实施例中，使用光学数据和 VI 测头数据作为测量数据。作为光学数据，使用由上述光学测量器 120 检测的波长的发光光谱强度。另外，作为 VI 测头数据使用电气测量器（VI 测头）107C 的高谐波的高频电压 V、高频电流 I、高频相位

P、阻抗 Z 等。

另外，作为处理结果数据中的处理特性数据，使用有关蚀刻处理晶片 W 形成的形状的给定尺寸等蚀刻的数据。在本实施例中，作为处理结果数据，使用通过蚀刻处理形成的孔的 CD 偏移量。例如，在晶片上形成的硅氧化膜（例如 SiO₂ 膜）上形成掩模层，通过进行给定的蚀刻处理，在上述硅氧化膜上作成孔。在蚀刻后测量该孔的底部的直径，以该测量值和目标值（设计值）之差作为 CD 偏移量。在各个晶片蚀刻处理后，求出 CD 偏移量，将这个值作为处理结果数据，存储在处理结果存储部分 204 中。

在本实施例中，上述分析处理装置 200 利用多变量分析程序，求出以多种测量数据作为说明变量，以处理特性数据作为被说明变量（目的变量，目的变量）的下述（1）式那样的模型式（相关关系式）。在下述的模型式（1）中，X 表示说明变量的矩阵，Y 表示被说明变量的矩阵。另外，K 为由说明变量的系数构成的回归矩阵。该回归矩阵（以下也称为模型）K 为表示说明变量 X 和被说明变量 Y 的相关关系的系数。

$$Y=KX \cdots (1)$$

在本实施例中，在求上式(1)式时，使用在 Journal of Chemometrics, Vol.2 (PP211-228)(1998)中所述的 PLS (Partial Least Squares, 部分最小二乘) 法。该 PLS 法在矩阵 X、Y 中分别有多个说明变量和被说明变量时，如果分别只有少数的实测值，也可以出 X 和 Y 的模型式（1）。另外，PLS 法的特征为，在由少数实测值得出的模型式（1）中，稳定性和可靠性都高。

将 PLS 法用的程序存储在程度存储部分 206 中，在分析处理部分 208 中，根据程序的次序，对测量数据和处理特性数据进行处理，求上述的模型式（1），将其结果存储在分析处理结果存储部分 210 中。因此，在本实施例中，如果求出上述模型式（1），则以后，以测量数据作为说明变量，通过利用矩阵 X，可以预测处理特性。另外，该预测值可靠性高。

例如，对于 $X^T Y$ 矩阵，利用 t_i 表示与第 i 个固有值对应的第 i 个主成分。当使用该第 i 个主成分的得点 t_i 和向量 p_i 时，可用下述（2）式

表示矩阵 X 。当用第 i 个主成分的得点 t_i 和向量 c_i 时, 可用下述的 (3) 式表示矩阵 Y 。在下述 (2) 式、(3) 式中, X_{i+1}, Y_{i+1} 为 X, Y 的残差矩阵, X^T 为矩阵 X 的转置矩阵。在以下指数 T 表示转置矩阵。

$$X=t_1p_1+t_2p_2+t_3p_3+\cdots+t_ip_i+X_{i+1}\cdots (2)$$

$$Y=t_1c_1+t_2c_2+t_3c_3+\cdots+t_ic_i+Y_{i+1}\cdots (3)$$

实施例中使用的 PLS 方法为在使上述 (2) 式、(3) 式相关的情况下, 利用少的计算量算出多个固有值和各个固有向量的方法。

PLS 方法按以下次序实施。首先, 在第一阶段进行矩阵 X, Y 的定中心和定标操作。设定 $i=1, X_1=X, Y_1=Y$ 。另外, 设定矩阵 Y_1 的第一列作为 u_1 。此外, 定中心为从各行的各个值中分别扣除其行的平均值的操作。定标是将各行的各个值分别用行的标准偏差除的操作 (处理)。

在第二阶段, 在求出 $w_i = X_i^T u_i / (u_i^T u_i)$ 后, 将 w_i 的行列式归一化, 求出 $t_i = X_i w_i$ 。对矩阵 Y 也进行同样的处理, 在求出 $c_i = Y_i^T t_i / (t_i^T t_i)$ 后, 使 c_i 的行列式归一化, 求出 $u_i = Y_i c_i / (c_i^T c_i)$ 。

在第三阶段, 求出 X 加载 (负荷量) $p_i = X_i^T t_i / (t_i^T t_i)$, Y 负荷量 $q_i = Y_i^T u_i / (u_i^T u_i)$ 。另外, 求出使 u 回归至 t 的 $b_i = u_i^T t_i / (t_i^T t_i)$ 。其次, 求出残差矩阵 $X_i = X_i - t_i p_i^T$, 残差矩阵 $Y_i = Y_i - b_i t_i c_i^T$ 。增加 i , 设定 $i=i+1$, 重复从第二阶段开始的处理。根据 PLS 值的程序, 反复进行一系列的处理, 直至满足给定的停止条件或残差矩阵 X_{i+1} 收敛至零为止, 求出残差矩阵的最大的固有值 R 及其固有向量。

PLS 法可以快速进行向残差矩阵 X_{i+1} 的停止条件或零的收敛, 只需 10 次左右的计算重复, 就可使残差矩阵收敛至停止条件或零。一般反复进行 4~5 次计算, 残差矩阵收敛至停止条件或零。利用由这种计算处理求出的最大固有值及其固有向量, 求 $X^T Y$ 矩阵的第一主成分, 可以知道 X 矩阵和 Y 矩阵的最大相关关系。

当利用这种 PLS 法求出模型式 (1) 时, 以在新的运转条件下进行等离子体处理时测量的测量数据作为说明变量, 通过利用矩阵 X , 可以预测处理特性。在这种情况下, 以通常的运转条件为中心, 利用正交表, 变更 9 条件或 18 条件等条件, 通过将这时的测量数据和处理特性数据代入上述次序中, 求出模型式 (1)。

但是，对在不同的运转条件（例如，不同的蚀刻条件）下的等离子体处理，当利用相同的模型式（1）时，所得出的预测结果和异常情况检测的精度降低。特别是，当改变运转条件时的变化量越大，预测等的精度越低。因此，根据运转条件的不同，最优的模型式也应不同。

为了提高预测结果和异常情况检测的精度，必需对每个运转条件进行多变量分析修改模型式，因为是利用一个模型式作为其他运转条件的模型式，所以有时不能充分提高预测结果和异常情况检测的精度。

因此，在预测半导体晶片等的处理结果时，在为了作成模型根据正交表里的几个条件中，必需在等离子体处理后取出半导体晶片，测量形状和蚀刻速率等处理结果，取得测量数据。另外，如果根据改变运转条件的程度，修改模型，则模型作成所要求的计算处理的负担增大，同时，上述测量的负担也增大。

在本发明中，在新的运转条件下，不进行新的多变量分析的计算，而是根据最低限度的数据测量，预先改变运转条件，从求出的多个模型中作成简单的公式，利用该公式，近似地求出新的模型，后面将详细说明作成这种新的模型的方法。这样，可以减轻作成模型时的负担（例如，作成模型时的数据取得的负担和计算处理的负担、处理结果等分析和测量的负担）等。

（作成本发明的新的模型的原理）

其次，说明在本发明的新的运转条件下，作成等离子体处理时的模型的原理。如上所述，作为运转条件的控制参数可举出通至下部电极 102 的高频功率、处理室 101 内的压力和处理气体的流量比等。当改变这些运转条件的控制参数，进行等离子体处理时，与其相应，由各个测量器测量的测量数据也变化。在这种情况下，如果注意运转条件中的一个控制参数，则当慢慢改变该控制参数时，与其相应，测量数据也慢慢变化。因此，在将运转条件中的一个控制参数改变为几个值，进行等离子体处理的情况下，由各个等离子体处理得出的各个测量数据近似地具有线性关系。

例如，作为第一运转条件使作为基准的运转条件为 A，作为第二运转条件使改变运转条件 A 中的一个控制参数的运转条件为 B。作为第三运转条件使改变与上述相同的控制参数的新的运转条件为 P。这

样，根据上述运转条件 A 预先进行等离子体处理，取得测量数据 X_a 作为第一测量数据。根据上述运转条件 B 预先进行等离子体处理，取得测量数据 X_b 作为第二测量数据，则根据新的运转条件 P 进行等离子体处理时得到的测量数据 X_p ，可用下述的式 (4) 表示为将各测量数据 X_a 、 X_b 乘以加权系数 W_a 、 W_b 再相加的加权测量数据。这时，只需用在运转条件 P 下的测量数据进行求加权系数 W_a 、 W_b 的数据测量就足够，不需要取得在按正交表等变化的条件下的数据，完全不需要测量处理特性数据。

$$X_p = W_a X_a + W_b X_b \quad (4)$$

因此，如果通过新的运转条件 P 进行等离子体处理，取得测量数据 X_p ，则由于各个测量数据 X_a 、 X_b 为已知，可以利用上述 (4) 式求出加权系数 W_a 、 W_b 。这样，可求出各个测量数据间的线性关系式。

另一方面，采用 PLS 法，在目的变量 Y 和说明变量 X 之间具有模型式 (1) 所示的关系。当测量数据 X 变化时，模型式 (1) 的模型 K，与该变化相应地变化。该测量数据 X 的变化为运转条件变化引起的变化。因此，如上所述，在将运转条件中的一个控制参数变化为几个值，进行等离子体处理的情况下，由各个等离子体处理得到的模型 K 近似地具有线性关系。如果参照模型式 (1)，则可以利用各个模型 K 间的加权系数作为测量数据间的加权系数。

因此，如上述例子所示，如果根据由作为基准的运转条件 A，和改变运转条件 A 中的一个控制参数的运转条件 B，进行等离子体处理得到的测量数据 X_a 、 X_b 等进行多变量分析，求出第一模型 K_a 、第二模型 K_b ，则作为新的运转条件 P，改变相同的控制参数进行等离子体处理时的第三模型 K_p ，可用与上述 (4) 式相同的加权系数 W_a 、 W_b 与第一模型 K_a 、第二模型 K_b 相乘，以下述的 (5) 式表示：

$$K_p = W_a K_a + W_b K_b \quad (5)$$

因此，利用上述 (4) 式求出加权系数 W_a 、 W_b ，由于 K_a 、 K_b 已知，这样通过将这些代入上述 (5) 式中，不需进行新的多变量分析，可以简单地求出新的运转条件 P 的第三模型 K_p 。

以上，说明了改变运转条件的控制参数中的一个的情况，改变运转条件中的多个控制参数的情况也同样。即：新的运转条件 P 的测量

数据 X_p 可用作为加权测量数据的公式来表示, 该加权测量数据是将以与从新的运转条件 P 中的作为基准的运转条件 A 变更的多个控制参数相同的数, 分别独立地改变控制参数的运转条件组的测量数值, 分别与加权系数相乘再相加得出的。另外, 新的运转条件 P 的模型 K_p , 可用分别将与上述相同的加权系数与上述运转条件的模型相乘再相加的公式表示。

例如, 在改变作用基准的运转条件 A 中的一个控制参数的运转条件作为一个运转条件的情况下, 当以改变与新的运转条件 P 中作为基准的运转条件 A 改变的多个控制参数相同的控制参数的运转条件作为 X_a-X_n 时, 新的运转条件 P 的测量数据 X_p 可用下述 (6) 式表示; 新的运转条件 P 的模型 K_p 可用下述 (7) 式表示。

$$X_p = W_a X_a + W_b X_b + \dots + W_n X_n \quad (6)$$

$$K_p = W_a K_a + W_b K_b + \dots + W_n K_n \quad (7)$$

这里, 下标表示运转条件。例如, X_a 、 X_b 、 \dots 、 X_n 、 X_p 分别表示在运转条件 A、B、 \dots 、N、P 下进行蚀刻处理时的测量数据。测量数据 X 可用如 (8) 式所示的对角矩阵表示, 加权系数 W 可用 (9) 式所示的对角矩阵表示。如 (10) 式所示, 回归矩阵 K 可用 $m \times n$ 矩阵表示。m 为传感器数据的数, n 为运转条件数。

$$X = \begin{bmatrix} x_1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & x_2 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & x_n \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & w_2 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & w_n \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdot & \cdot & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \cdot & \cdot & k_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{m1} & k_{m2} & \cdot & \cdot & k_{mn} \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

这样，即使在变更运转条件中的多个控制参数的情况下，新的运转条件 P 的测量数据 X_p 可用 (6) 式那样的式表示，模型 K_p 可用 (7) 式那样的式表示。因此，利用 (6) 式求出加权系数 $W_a \sim W_n$ ，通过将该加权系数 $W_a \sim W_n$ 代入式 (7) 中，不需进行多变量分析，可以简单地求出模型 K_p 。

即：如果作为新的运转条件，预先准备改变与作为基准的运转条件中变更的控制参数相同的控制参数的各运转条件的各个测量数据，和由多变量分析作成的各个模型，则可以简单地利用 (6) 式、(7) 式求出新的模型 K_p 。

另外，作为预先作成模型的运转条件，优选为从通向下部电极的高频功率、处理室内的压力、用于进行等离子体处理供给至上述处理容器内的多种处理气体的流量比、用于冷却上述被处理体供给至上述被处理体背面的背侧气体压力的各个控制参数中选择的至少一个以上。实用上多数是在改变这些控制参数的运转条件下，进行等离子体处理。

上述的运转条件数 n 为 3~6。这样可以利用根据更少的 $n=6$ 的运转条件的数据的模型，预测 $n=20-50$ 的运转条件。

另外，变更预先作成模型的运转条件中的各个控制参数的范围即改变控制参数的范围设定为进行蚀刻处理时，控制参数的最大限度变动范围，希望在该设定范围内改变控制参数。

(处理装置的动作)

其次，说明上述等离子体处理装置 100 的动作。设定给定的运转条件，利用等离子体处理装置 100 进行等离子体处理。在为了预先用多变量分析求出模型而设定运转条件 A~N 的情况下，可以设定预测的新的运转条件 P，进行等离子体处理。

当开始等离子体处理装置 100 的运转时，支承体 103 通过滚珠丝杠机构 112，下降至处理室 101 的下室 101B，同时，从闸阀 106 开放的出入口搬入晶片 W，放置在下部电极 102 上。当晶片 W 搬入后，关闭闸阀 106，同时排气系统 119 工作，将处理室 101 内维持在给定的真空度。这时，作为背侧气体，从气体导入机构 115，在给定压力下，供给 He 气，提高晶片 W 和下部电极 102 具体地是静电卡盘 108 和晶

片 W 之间的热传导性,提高晶片 W 的冷却效率。另外,使上部电极 104 的温度、下部电极 102 的温度和侧壁的温度为给定的温度。

另一方面,从处理气体供给系统 118 供给处理气体。具体地是,分别以给定的气体流量比供给 C_5F_8 气体、 O_2 气和 Ar 气。这时,处理室 101 内的压力成为给定的压力。在这个状态下,将给定的高频功率施加在各个电极(上部电极 104、下部电极 102)上。这样,与偶极子圆环磁铁 105 的作用相辅相成,产生磁控管放电,生成处理气体的等离子体,蚀刻晶片 W 的氧化膜。在蚀刻结束后,进行与搬入时相反的操作,将处理后的晶片 W 从处理室 101 内搬出,对后续的晶片 W,反复进行同样的处理,处理给定块数,然后结束一系列的处理。对预先通过多变量分析作成模型时用的训练晶片,求各个晶片 W 的 CD 偏移量,将该 CD 偏移量作为处理结果数据。

在利用作为基准的运转条件 A 进行等离子体处理的情况下,取处理室 101 内的压力 4.7Pa 作为运转条件 A 的控制参数,在施加在上部电极 104 上的高频功率在 60MHz 频率下为 2800W,在下部电极 102 上施加的高频功率在 13.56MHz 的频率下为 3660W, C_5F_8 气、 O_2 气、Ar 气的流量比为: C_5F_8 气体流量/ O_2 气流量/Ar 气流量=12sccm / 20sccm / 1300sccm。作为基础的运转条件 A 的其他控制参数,可取背侧气体压力为中心压力 13.3hPa,边缘压力为 59.9hPa,上部电极 104 的温度为 60℃,下部电极 102 的温度为 40℃,侧壁的温度为 60℃。

(等离子体处理的信息的监视方法)

其次,说明利用由上述等离子体处理得到的测量数据和处理结果数据,监视实际晶片等离子体处理的信息的方法。在本实施例中,作为某等离子体处理的信息,说明监视在运转条件下预测和监视等离子体处理时的处理结果的情况。例如,在进行在运转条件 P 下预测等离子体处理的处理结果情况下,必需求出运转条件 P 下的模型 K_p 。

首先,说明求运转条件 P 下的模型 K_p 的方法。在本实施例中,不进行新的多变量分析来求模型 K_p 。这里,作为运转条件 P,在以运转条件 A 作为基准时,相对运转条件 A 改变施加在电极(下部电极或上部电极)上的高频功率、处理室内压力、处理气体的流量比三个控制参数。由于当令改变各控制参数的运转条件 A、B、C、D 产生的测量

数据为 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d ，令模型为 K_a 、 K_b 、 K_c 、 K_d 时，上述 (6)、(7) 式的加权系数 $W_e \sim W_n$ 相当于零，因此 X_p 可如下述 (11)、(12) 式那样表示。

$$X_p = W_a X_a + W_b X_b + W_c X_c + W_d X_d \quad (11)$$

$$K_p = W_a K_a + W_b K_b + W_c K_c + W_d K_d \quad (12)$$

因此，可用多变量分析预先求出模型 K_a 、 K_b 、 K_c 、 K_d 。例如在求运转条件 A 下的模型 K_a 时，设定运转条件 A 使等离子体处理装置 100 动作，对训练晶片进行等离子体处理，取得测量数据 X_a 和处理结果数据 Y_a ，存储在测量数据存储部分 202 和处理结果数据存储部分 204 中。其次，利用分析处理部分 208，以测量数据 X_a 作为说明变量，以处理结果数据 Y_a 作为目的变量，进行利用 PLS 法的多变量分析，求出模型 K_a ，存储在分析处理结果存储部分 210 中。在每一种运转条件下，处理每一个训练晶片，取得测量数据也可以；在每一种运转条件下，处理多块晶片，取其平均值作为测量数据也可以。

另外在运转条件 B、C、D 下，也与运转条件 A 同样，在等离子体处理装置 100 中，通过利用正交表等决定的多个条件，对训练晶片进行等离子体处理，取得测量数据 X_b - X_d 和处理结果数据 Y_b - Y_d ，利用 PLS 法求模型 K_b - K_d ，存储在分析处理结果存储部分 210 中。

在进行实际的处理结果预测时，设定运转条件 P 利用等离子体处理装置 100，只在运转条件 P 下，对测试晶片进行等离子体处理，取得测定数据 X_p ，存储在测量数据存储部分 202 中。

接着，将利用分析处理部分 208，在运转条件 P 下的测量数据 X_p ，各个运转条件 A、B、C、D 所得到的测量数据 X_a - X_d 代入式 (11) 中，求加权系数 W_a - W_d 。其次，将由求出的加权系数 W_a - W_d 和各个运转条件 A-D 下求出的各个模型 K_a - K_d 代入式 (12) 中，求模型 K_p 。

这样，利用上述的模型式 (1)，求下述(13)式所示的运转条件 P 下的模型式。只需将运转条件 P 下的测量数据 X_p 代入模型式 (13) 中，即可以求出作为预测值的处理结果数据 Y_p 。

$$Y_p = K_p X_p \quad (13)$$

利用这种方法，依次求出进一步的新的运转条件下的模型，预测处理结果，监视这些预测值。当预测值和设计值的量超过允许值时，

判断为异常，利用报告装置进行通报。另外，与模型的等离子体处理信息的变化对应，改变等离子体处理的运转条件。例如，为了修正上述预测值的变化，利用另外设定的算法改变运转条件，进行控制以使等离子体处理结果一直保持在允许范围内。

另外，在上述例子中，新的运转条件 P 为改变三个控制参数，但在改变其中二个控制参数的运转条件下，作成模型时，也可以作成由各个控制参数的测量数据和模型产生的公式。例如，如果新的运转条件为相对于控制参数中作为基准的运转条件 A，改变处理室内压力和施加在电极上的高频功率，则作为基准的运转条件 A 可用改变对应的控制参数的运转条件 B, C 得到的公式表示。具体地是，在 (6) (7) 式中，对应的运转条件 A、B、C 的加权系数 W_a 、 W_b 、 W_c 以外的加权系数为零。

如上详细所述，利用本实施例，可以不进行多变量分析，而简单地求出在实际预测晶片的处理结果时，在运转条件 P 下的模型 K_p 。这样，可以提高处理装置异常检测、该装置的状态预测或被处理体的状态预测的精度，同时可减轻作成模型的计算处理的负担和处理结果等测量的负担。

另外，在控制参数的变化量相对于作为基准的运转条件 A 少的情况下，预测处理结果的新的运转条件 P 可以为在作为基准的运转条件 A 中，新的运转条件 P 下的模型 $K_p = \text{模型 } K_a$ 。例如，在预测处理结果的新的运转条件 P 的控制参数中，作为基准的运转条件 A 的控制参数的变化量在 $\pm 30\%$ 以内时，新的运转条件 P 产生的模型 $K_p = \text{模型 } K_a$ 也可以。

另外，采用本发明，可作成测量数据和等离子体处理的处理结果数据的相关关系系数作为模型，根据由相关关系系数作成的相关关系式，可以判定或等预测等离子体处理的异常情况。另外，根据上述相关关系式，可以估计等离子体处理异常的发生原因。还可将上述相关关系式作为修正等离子体处理的改变运用的基准数据。

另外，在本实施例中，说明了作为多变量分析利用 PLS 法作成模型的情况，但不是必需限定于此，在作成作为多变量分析的主成分分析的模型式的情况也可适用。例如，利用 PLS 法，可以监视等离子体

处理的信息，例如预测处理装置的异常、估计异常的发生，利用主成分分析也可以判定处理装置的异常作为对等离子体处理信息的监视。

另外，在本实施例中，使用光学数据，VI测头数据作为测量数据，然而使用跟踪数据也可以。作为跟踪数据可举出各个质量流量控制器118C、118F、118I所测量的气体流量，APC阀101D的开度，由功率计109a检测的施加在静电卡盘108上的电流和所施加电压的数据，由压力计115B检测背侧气体压力，匹配器107A的测定值（例如匹配状态下的可变电容器C1、C2的位置，高频功率供给线（电线）和接地间的电压Vdc），电气测量器（VI测头）107C的测定值（例如，高频功率的进行波和反射波等）。

另外，在本实施例中，作为处理结果数据，使用由蚀刻处理形成的形状尺寸等被处理体的加工尺寸。这样，通过高精度地预测在测量中费时间和功夫的加工尺寸，可以简单地监视加工尺寸。另外，为了可以高精度地预测全部数的被处理体的加工尺寸，可以进行适当的监视。

此外，作为处理结果数据，可以使用蚀刻处理产生的蚀刻速率，使用处理室内的副生成物的膜厚，和聚焦圆环110a等零件的消耗量等装置状态的装置状态数据也可以。通过利用副生成物的膜厚，和聚焦圆环110a等零件的消耗量作为装置状态数据，可以预测等离子体处理装置100的清洁时间和聚焦圆环110a等零件的更换时间。

另外，说明了对晶片W进蚀刻处理的情况，但本发明也可用于蚀刻处理以外的成膜处理等处理装置中。对被处理体的晶片也没有限制。

以上，参照附图说明了本发明的优选实施例，但本发明不是仅限于此，技术人员可在权利要求的范围内，作各种改变或修正，这些都属于本发明的技术范围。

例如，作为上述等离子体处理装置100，不是仅限于平行平板型的等离子体蚀刻装置，在处理室内发生等离子体的螺旋型波等离子体蚀刻装置，感应结合型等离子体蚀刻装置等中也适用。另外，在上述实施例中，说明了在使用偶极子圆环磁铁的等离子体处理体装置中应用的情况，但不是仅限于此，在不使用偶极子圆环磁铁，而在上部电极和下部电极上施加高频功率，产生等离子体的等离子体处理装置中也

可适用。

产业上利用的可能性

本发明可在等离子体处理方法和等离子体处理装置中应用。

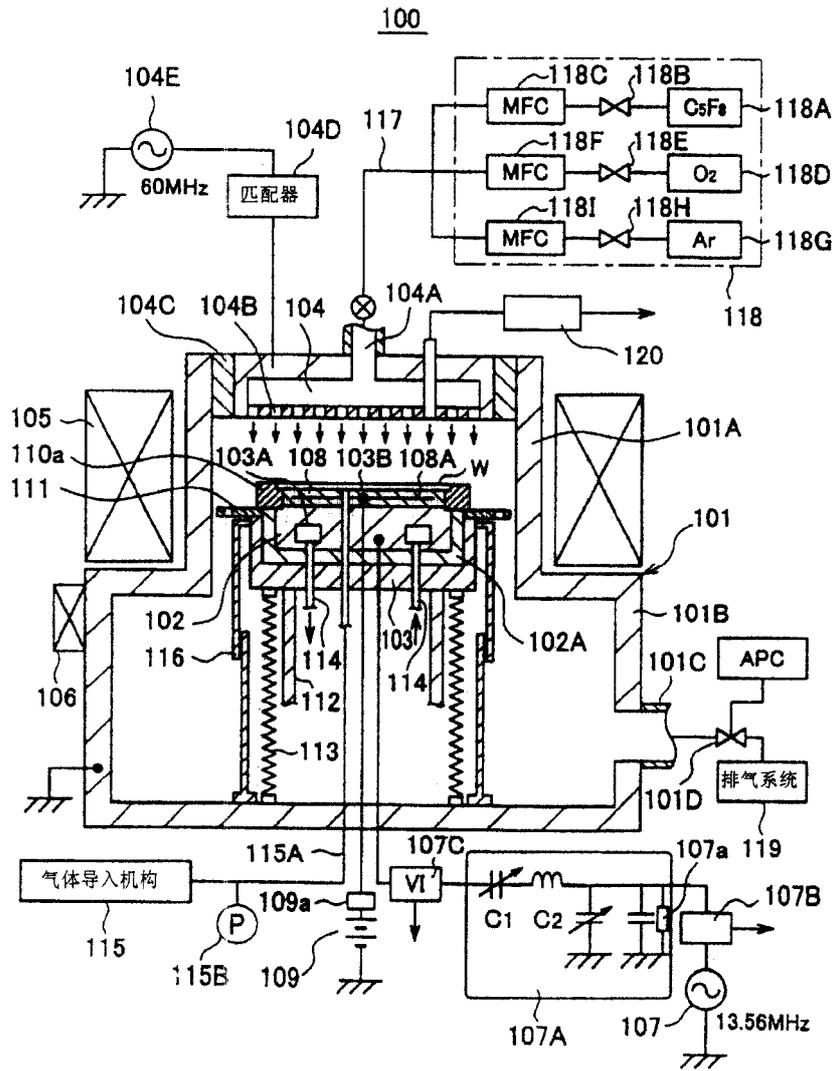


图1

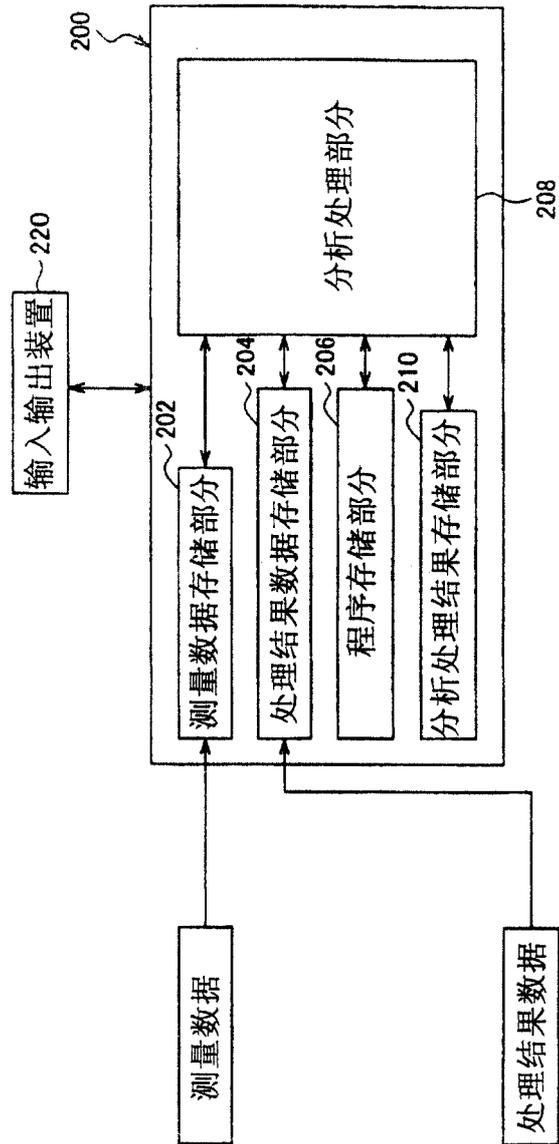


图2