



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03805861.8

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100355040C

[22] 申请日 2003.3.12 [21] 申请号 03805861.8

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 12 [33] JP [31] 66369/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/002932 2003.3.12

[87] 国际公布 WO2003/077303 日 2003.9.18

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.13

[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 高山直树 王 斌 原田智

[56] 参考文献

JP 2002 - 25981A 2002.1.25

JP 11 - 31599A 1999.2.2

EP1089146A2 2001.4.4

审查员 吴海涛

[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

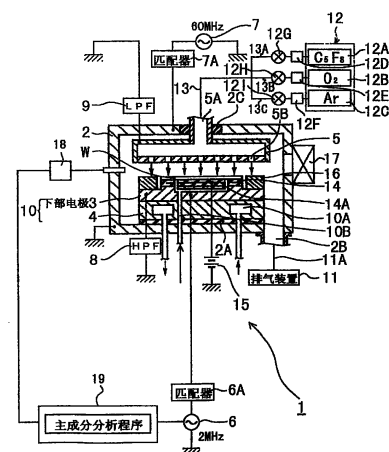
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 9 页

[54] 发明名称

等离子体处理方法和老化结束检测方法以及
等离子体处理装置

[57] 摘要

在现有的分析数据中, 作为老化结束的判断基准的变化因老化而发生变化, 即难于辨别是基于处理容器内的状态变化而变化, 还是基于各个伪晶片间的温度变化而变化, 进而难于判断老化是否结束。因此, 本发明的等离子体处理方法, 向等离子体处理装置(1)的处理容器(2)内提供伪晶片 W, 检测进行老化时的老化结束。其具有: 向处理容器(2)内供给伪晶片 W, 在冷却处理容器(2)内之后, 使用在向处理容器(2)内再次供给多个伪晶片 W 时得到的多个测量数据, 来进行多变量分析, 形成预测老化结束的预测式的步骤; 基于该预测式, 检测进行老化时的老化结束的步骤。



1. 一种等离子体处理方法，对处理装置的处理容器内提供试验用被处理体，检测进行老化时的所述老化的结束，其特征在于，包括：

形成预测式的步骤，使用在对所述处理容器内提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据，进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式；

基于所述预测式，检测进行所述老化时的老化结束的步骤。

2. 根据权利要求1所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用主成分分析作为所述多变量分析。

3. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用等离子体发光光谱来作为所述测量数据。

4. 根据权利要求3所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用所述发光光谱的波长中对残差的影响程度高的波长。

5. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用由电计算测量装置所得到的高频电压作为所述测量数据。

6. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用由电计算测量装置得到的高频电流作为所述测量数据。

7. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法，其特征在于，使用由电计算测量装置得到的高频电压和高频电流的相位差来作为所述测量数据。

8. 根据权利要求1所述的等离子体处理方法，其特征在于，所述形成预测式的步骤是在对所述处理容器内提供所述试验用被

处理体，冷却所述处理容器内之后，使用在对所述处理容器内再次提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据，进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式。

9. 一种老化结束检测方法，对处理装置的处理容器内提供试验用被处理体，检测进行老化时的所述老化的结束，其特征在于，包括：

形成预测式的步骤，使用在对所述处理容器内再次提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据，进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式；

基于所述预测式，检测进行所述老化时的老化结束的步骤。

10. 根据权利要求 9 所述的老化结束检测方法，其特征在于，

所述形成预测式的步骤是在对所述处理容器内提供所述试验用被处理体，冷却所述处理容器内之后，使用在对所述处理容器内再次提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据，进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式。

11. 一种等离子体处理装置，其特征在于，包括：

收容被处理体的处理容器；

测量该处理容器内的等离子体发光光谱的检测器；

与该检测器连接、输入来自该检测器的测量数据的控制装置，其在对所述处理容器内提供试验用被处理体来进行老化时，在对所述处理容器内提供多个所述试验用被处理体时，基于通过所述检测器测量的多个测量数据，使用多变量分析程序进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式，基于该预测式检测进行所述老化时的老化结束。

12. 根据权利要求 11 所述的等离子体处理装置，其特征在于，

所述测量数据是在对所述处理容器内提供所述试验用被处理体，冷却所述处理容器内之后，使用在对所述处理容器内再次提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据。

13. 一种等离子体处理装置，其特征在于，具有：

收容被处理体的处理容器；

在该处理容器中设置的电计算测量装置；

与该电计算测量装置连接、输入来自该电计算测量装置的测量数据的控制装置，在对所述处理容器内提供试验用被处理体来进行老化时，在对所述处理容器内提供多个所述试验用被处理体时，基于通过所述电计算测量装置测量的多个测量数据，使用多变量分析程序来进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式，基于该预测式，检测进行所述老化时的老化结束。

14. 根据权利要求 13 所述的等离子体处理装置，其特征在于，

所述测量数据是在对所述处理容器内提供所述试验用被处理体，冷却所述处理容器内之后，使用在对所述处理容器内再次提供多个所述试验用被处理体时得到的多个测量数据。

等离子体处理方法和老化结束检测方法以及等离子体处理装置

技术领域

本发明涉及一种蚀刻处理装置等中所使用的等离子体处理方法和老化结束检测方法以及等离子体处理装置。

背景技术

例如，蚀刻处理装置等处理装置具有：气密构造的处理容器；在该处理容器内配置的而且保持被处理体的保持体，构成为使得在处理容器内产生等离子体，对被处理体进行规定的处理。然后，如果继续被处理体的处理，处理容器内由副生成物等而受到污染，内部部件被损耗。为此，暂时停止处理装置，就进行处理容器内的清洗或损耗品的更换等维护工作。然后，在维护结束后再启动处理装置。

例如在蚀刻处理装置的情况下，在再启动时对处理容器内提供规定个数的伪（dummy）晶片，重复蚀刻周期，调整到处理容器内生产时所要求的状态，进行所谓的老化（seasoning）。在老化结束后调查蚀刻速率和晶片面内的蚀刻均匀性等。使用老化时从多个伪晶片得到的测量数据、例如由终点检测器得到的发光光谱的测量数据，来进行数据分析。然后，观察该分析数据的变化来判断老化是否结束。

但是，在现有的分析数据中，成为老化结束的判断基准的变化因老化而变化，即难于根据处理容器内的状态变化而判断是否变化，难于根据各个伪晶片间的温度变化而判断是否变化。因此，存在难于判断老化是否结束这样的问题。

即，本发明者例如使用作为多变量分析的一种的主要成分分析，如后所述对测量数据来进行数据分析，但该分析结果中，表示变化的大的峰值确认有两个，难于判断老化是否结束。这里，说明该主要成分分析。这种情况下通过与现有技术同样的方法，采集测量数据。例如，第一天提供 130 个伪晶片，第二天进入生产工序提供 30 个伪晶片

来进行蚀刻。使用从第一天的第 51~60 个伪晶片和第 121~130 个伪晶片分别得到的发光光谱的测量数据，来进行主成分分析，图 8A、图 8B 和图 9A、图 9B 表示得到的分析结果。在该主成分分析中，使用发光光谱中处于 193nm~419nm 短波长区域中的 297 种类的波长，对于一个伪晶片，在 1 分钟每 3 秒测量 18 次各个波长强度，根据这些测量数据进行主成分分析。然后，分别求出各个测量时的主成分检验统计量（得点）和残差，将 HOTELLINGS TSQUARE（主成分检验统计量的平方和）绘制曲线为图 8A、图 9A，将残差的平方和（残差检验统计量）绘制曲线为图 8B、图 9B。从这些分析结果可知道，在任何曲线中第一天的数据和第二天的数据同时有大的峰值，难于判断老化的结束。此外，各个曲线的横轴表示测量次数。

本发明是为了解决上述问题而作出的，其目的在于，提供一种能够明确判断老化结束的等离子体处理方法和老化结束检测方法以及等离子体处理装置。

本发明者等对确认该两种峰值的原因进行各种探讨，其结果判断为原因在于数据分析中所使用的测量数据的采集方法。所以，通过在采集数据时在处理容器内进行特定的处理，得到以下结论，即排除由伪晶片间的温度变化导致的影响，可靠掌握由老化导致的变化，就能够可靠地判断老化的结束。

发明内容

本发明是基于上述见解做出的，本发明的第 1 方面的等离子体处理方法，对处理装置的处理容器内提供试验用被处理体，检测进行老化时的上述老化的结束，其特征在于，包括：形成预测式的步骤，对上述处理容器内提供上述试验用被处理体，在冷却上述处理容器内之后，使用在对上述处理容器内再次提供多个上述试验用被处理体时得到的多个测量数据，进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式；基于上述预测式，检测进行上述老化时的老化结束的步骤。

本发明的第 2 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 1 方面的发明中，使用主成分分析作为上述多变量分析。

本发明的第 3 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 1 方面或者第 2 方面的发明中，使用等离子体发光光谱来作为上述测量数据。

本发明的第 4 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 3 方面的发明中，使用上述发光光谱的波长中对残差的影响程度高的波长。

本发明的第 5 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 1 方面或第 2 方面的发明中，使用由电计算测量装置所得到的高频电压作为上述测量数据。

本发明的第 6 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 1 方面或第 2 方面的发明中，使用由电计算测量装置得到的高频电流作为上述测量数据。

本发明的第 7 方面的等离子体处理方法，其特征在于，在第 1 方面或第 2 方面的发明中，使用由电计算测量装置得到的高频电压和高频电流的相位差来作为上述测量数据。

本发明的第 8 方面的老化结束检测方法，对处理装置的处理容器内提供试验用被处理体，检测进行老化时的上述老化的结束，其特征在于，包括：形成预测式的步骤，对上述处理容器内提供上述试验用被处理体，在冷却上述处理容器内之后，使用对上述处理容器内再次提供多个上述试验用被处理体时得到的多个测量数据，来进行多变量分析，形成预测所述老化结束的预测式；基于上述预测式来检测进行上述老化时的老化结束的步骤。

本发明的第 9 方面的等离子体处理装置，其特征在于，具有：收容被处理体的处理容器；测量该处理容器内的等离子体发光光谱的检测器；与该检测器连接、输入来自该检测器的测量数据的控制装置，它在对上述处理容器内提供试验用被处理体来进行老化时，对上述处理容器内提供上述试验用被处理体，在冷却上述处理容器内之后，在上述处理容器内再次提供多个上述试验用被处理体时，基于通过上述检测器测量的多个测量数据，使用多变量分析程序进行多变量分析，形成预测上述老化结束的预测式，基于该预测式检测进行上述老化时的老化结束。

本发明的第 10 方面的等离子体处理装置，其特征在于，具有：收容被处理体的处理容器；在该处理容器中设置的电计算测量装置；与该电计算测量装置连接、输入来自该电计算测量装置的测量数据的控制装置，它在对上述处理容器内提供试验用被处理体来进行老化时，对上述处理容器内提供上述试验用被处理体，在冷却上述处理容器内之后，在对上述处理容器内再次提供多个上述试验用被处理体时，基于通过上述检测器测量的多个测量数据，使用多变量分析程序来进行多变量分析，形成预测上述老化结束的预测式，基于该预测式，检测进行上述老化时的老化结束。

附图说明

图 1 是表示使用本发明的老化数据的分析方法和等离子体处理方法以及老化结束检测方法的等离子体处理装置的一个例子的构成图。

图 2A、图 2B 是由本发明的一实施方式得到的关于图 1 所示的等离子体处理装置的测量数据的分析结果的图，图 2A 是表示测量数据的主成分检验统计量的平方和的变动的曲线图，图 2B 是表示测量数据的残差检验统计量的变动的曲线图。

图 3A、图 3B 是表示由本发明的其它实施方式得到的分析结果的图，分别是相当于图 2A、图 2B 的曲线图。

图 4 是表示本发明的其它实施方式中对使用的发光光谱的测量数据的残差的影响程度的曲线图。

图 5A、图 5B 是表示使用图 4 所示的波长平均值得到的分析结果的图，分别是相当于图 2A、图 2B 的曲线图。

图 6A、图 6B 是表示使用图 4 所示的波长得到的分析结果的图，分别是相当于图 2A、图 2B 的曲线图。

图 7 是表示使用本发明的老化数据的分析方法和老化结束检测方法的等离子体处理装置的其它一个例子的构成图。

图 8A、图 8B 是表示由现有的分析方法得到的分析结果的图，使用老化第一天的第 51~60 个伪晶片时的分别相当于图 2A、图 2B 的曲

线图。

图 9A、图 9B 是表示由现有的分析方法得到的其它分析结果的图，使用老化第一天的第 121~130 个伪晶片时的分别相当于图 2A、图 2B 的曲线图。

具体实施方式

下面，基于图 1 到图 7 所示的实施方式来说明本发明。

本实施方式的等离子装置 1，例如如图 1 所示那样，具有：能够保持希望的高真空度，表面进行氧化铝膜处理法加工且电接地的处理容器 2；配置在该处理容器 2 内的底面中央且载置被处理体（例如晶片）W 的下部电极 3；从下方支持该下部电极 3 且通过绝缘部件 2A 配置在处理容器 2 的底面的支持体 4；与下部电极 3 有间隙设置且形成有中空形状的上部电极 5。在下部电极 3 上通过匹配器 6A 连接例如 2MHz 的高频电源 6，在上部电极 5 上通过匹配器 7A 连接比下部电极 3 的频率高的例如 60MHz 的高频电源 7。在下部电极 3 上连接高通滤波器 8，在上部电极 5 上连接低通滤波器 9。另外，在处理容器 2 的底面排气口 2B 上通过气体排气管 11A 连接排气装置 11，该排气装置 11 对处理容器 2 内进行真空排气，维持希望的真空度。而且，在下面，根据需要将在下部电极 3 和支持体 4 概括称为载置台 10 来进行说明。

在上部电极 5 的上面中央形成气体导入管 5A，该气体导入管 5A 通过绝缘部件 2C 贯通处理容器 2 的上面中央。而且，该气体导入管 5A 通过气体供给管 13 连接处理气体供给源 12，从该处理气体供给源 12 提供蚀刻气体。即，处理气体供给源 12 具有 C_5F_8 气体供给源 12A， O_2 气体供给源 12B 和 Ar 气体供给源 12C，这些各个气体供给源 12A、12B、12C 分别与气体供给管 13 的分支管 13A、13B、13C 连接。在各个分支管 13A、13B、13C 上，从上游侧向下游侧顺序设置与 C_5F_8 气体供给源 12A、 O_2 气体供给源 12B 和 Ar 气体供给源 12C 所对应的流量控制装置 12D、12E、12F 和阀门 12G、12H、12I，通过这些流量控制装置 12D、12E、12F 和阀门 12G、12H、12I 来将向处理容器 2 内提供的蚀刻气体控制到规定流量。

在上部电极 5 的下面均匀分散形成多个孔 5B，从各个孔 5B 向处理容器 2 内均匀地分散供给处理气体。因此，在通过排气装置 11 将处理容器 2 内抽真空的同时从处理气体供给源 12 以规定流量提供规定的蚀刻气体的状态，对下部电极 3 和上部电极 5 分别施加高频电力，在处理容器 2 内产生蚀刻气体的等离子体，对下部电极 3 上的晶片 W 进行规定的蚀刻。在该下部电极 3 上安装温度传感器（未图示），通过温度传感器始终监视下部电极 3 上的晶片 W 的温度。

在载置台 10 内形成流通规定冷却介质（例如现有的公知氟类流体、水等）的冷却介质流路 10A，在冷却介质在冷却介质流路 10A 内流动期间冷却下部电极 3，通过下部电极 3 冷却晶片 W，将晶片 W 控制到希望的温度。另外，在下部电极 3 上配置由绝缘材料构成的静电卡盘 14，在静电卡盘 14 内的电极板 14A 上连接高压直流电源 15。静电卡盘 14 通过由从高压直流电源 15 对电极板 14A 施加的高电压而在表面发生的静电，来静电吸附晶片 W。在下部电极 3 的外周缘配置包围静电卡盘 14 的聚焦环 16，通过聚焦环 16，等离子体汇集到晶片 W 上。

在载置台 10 上形成将 He 气体等热传导性气体作为背面气体提供的气体流路 10B，气体流路 10B 在载置台 10 的上面多个位置开口。这些开口部与在载置台 10 上的静电卡盘 14 上所形成的贯通孔一致。因此，如果对载置台 10 的气体流路 10B 提供背面气体，背面气体经过气体流量 10B 从静电卡盘 13 的贯通孔流出，在静电卡盘 14 和晶片 W 间的间隙整体均匀地扩散，提高间隙的热传导性。而且，在图 1 中，17 是开闭在处理容器 2 中形成的晶片 W 的搬出搬入口的门阀。

在等离子体处理装置 1 中安装例如终点检测器 18，使用该终点检测器 18 来测量处理容器 2 内的等离子体发光光谱，将该测量值输入到控制装置 19 内。在该控制装置 19 内存储例如主成分分析用程序作为多变量分析程序，使得通过该程序来进行主成分分析。该主成分分析用程序在老化处理容器 2 时，用于分析老化用数据。作为数据分析用数据，使用终点检测器 18 的发光光谱的测量数据。作为测量数据使用例如处于 193nm~950nm 范围内的 1024 种波长。

这里，说明本实施方式的老化数据分析方法，即所谓的在形成预测老化结束的预测式中使用的测量数据的采取。即，在处理容器 2 内

的清洗和更换聚焦环（未图示）等消耗品后，为了实现处理容器 2 的稳定化以下面的顺序来进行老化。首先，在第一天启动等离子体处理装置 1 后，向处理容器 2 内提供伪晶片（裸的硅片）W。之后，从气体供给管 16 向处理容器 2 内提供蚀刻气体，在保持规定真空度的状态，从高频电源 6, 7 施加例如 60MHz 和 2MHz 的高频电力，来进行蚀刻。对于例如 130 个伪晶片 W 重复进行该处理。130 个伪晶片 W 的处理结束第一天的处理。

之后，暂时停止蚀刻处理，输入电源，即在能够立刻再启动的状态将处理容器 2 放置几个小时以上。然后，将由蚀刻处理而变成高温的处理容器 2 本身和下部电极 12 等内部部件冷却到设定温度。

接着，在第二天再次在生产工序条件下向每一个处理容器 2 内提供例如 30 个伪晶片 W，对各个伪晶片 W 重复蚀刻周期。由于在蚀刻周期的开始时刻处理容器 2 内是冷却的，所以在从第一个伪晶片 W 到第 30 个进行蚀刻期间，处理容器 2 本身和处理容器 2 内的下部电极 12、聚焦环等部件的温度慢慢上升。对于本实施方式中从 30 个中的最初到第 20 个的存在温度变化的时刻的伪晶片，在约 1 分钟测量 18 次发光光谱，将上述 297 种类的波长的发光强度作为主成分分析的测量数据来使用。因此，这些测量数据反映了处理容器 2 内的温度变化。

而且，使用上述测量数据来进行主成分分析。例如，如果对于 20 个伪晶片进行 m 次（在本实施方式中是 $18 \times 20 = 360$ 次）的测量，在各次测量的每次存在 n 个（在本实施方式中 297 个波长的发光强度）的测量数据，那么测量数据输入的矩阵由公式 1 表示。该矩阵的行中一次测量得到的测量波长的测量数据是其成分，该列中根据各波长的时间变化的测量数据是其成分。而且，在控制装置 19 中基于各个测量数据求出平均值、分散值、标准偏差后，由平均值和标准偏差值来标准化。使用基于这些标准化值的相关矩阵，来进行多个测量数据的主成分分析，求出固有值和其固有矢量。固有值表示各个测量数据的分散的大小，按照固有值的大小顺序，定义为第一主成分、第二主成分、…第 n 主成分。另外，对各个固有值存在属于各自的固有矢量（重量）。通常，主成分的次数越高，对数据的评价的影响程度越低，其利用价值小。

公式 1

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & X_{mn} \end{bmatrix}$$

在本实施方式中，对 20 个伪晶片进行 m 次的测量，对各次测量的每次分别取 n 个测量数据，与第 i 个测量的第 j 个固有值对应的第 j 个主成分由公式 2 表示。而且，将由具体的第 i 个测量得到的测量数据 (X_{i1} 、 X_{i2} 、 $\cdots$ 、 X_{in}) 代入该第 j 个主成分 t_{ij} 得到的值是对第 i 个测量的第 j 个主成分检验统计量。因此，第 j 个主成分的检验统计量 t_j 由公式 3 来定义，第 j 个主成分的固有矢量 P_j 由公式 4 来定义。而且，将第 j 个主成分的检验统计量 t_j 使用矩阵 X 和固有矢量 P_j 由公式 5 来表示。另外，将矩阵 X 使用主成分检验统计量和各自的固有矢量由公式 6 来表示。

公式 2

$$t_{ij} = x_{i1}P_{j1} + x_{i2}P_{j2} + \cdots + x_{in}P_{jn}$$

公式 3

$$t_j = \begin{bmatrix} t_{1j} \\ t_{2j} \\ \cdot \\ \cdot \\ t_{mj} \end{bmatrix}$$

公式 4

$$P_j = \begin{bmatrix} p_{j1} \\ p_{j2} \\ \cdot \\ \cdot \\ p_{jn} \end{bmatrix}$$

公式 5

$$t_j = xp_j$$

公式 6

$$x = t_1 p_1^T + t_2 p_2^T + \cdots + t_n p_n^T$$

其中， P_n^T 是 P_n 的转置矩阵。

因此，在主成分分析中，即使有多种的测量数据，例如第一主成分和第二主成分，即使多到第三主成分概括为少数的统计数据，仅仅调查少数统计数据，能够掌握老化的状态，判断老化的结束。例如如果通常第一、第二主成分的固有值的累计影响程度超过 90%，基于第一、第二主成分的评价其可靠性高。第一主成分象上述那样表示测量数据最大的分散方向，适于掌握处理容器 2 的老化的随时间的变化、老化结束的判断。由第一、第二主成分不能掌握的变化能够由残差检验统计量来掌握。在本实施方式中求出第一主成分。

由此，在本实施方式中，在下述条件下对伪晶片 W 进行蚀刻，通过此时的测量数据的主成分分析，固有值能够使用测量数据的相关矩阵求出，最大的固有值为第一主成分检验统计量的分散。第一主成分的固有矢量能够使用固有值和相关矩阵来求出。而且，计算出各个测量数据的主成分检验统计量，将各个主成分检验统计量的平方和 (HOTELLINGS TSQUARE) 绘制曲线，为图 2A 所示的曲线。象该曲线所表明的那样，仅第一天的测量数据看到大的峰值，在第二天的测量数据没有看到大的峰值，能够可靠判断老化的结束。另外，将各个测量数据的残差的平方和绘制曲线，为图 2B 所示的曲线。在该图中，也仅第一天的测量数据看到大的峰值，能够可靠判断老化结束。而且，各个曲线的横轴表示测量次数。在本实施方式中，对一个伪晶片 W 进行 18 次的测量，而且在两日间处理了 160 个伪晶片 W，所以具有直到 $18 \times 160 = 2880$ 的刻度。

处理条件

处理装置：电容耦合型平行平板等离子体处理装置

伪晶片（裸硅片）：300mm

下部电极的电源高频率和电力：2MHz、3800W

上部电极的电源高频率和电力：60MHz、3300W

处理压力：25mTorr

蚀刻气体： $C_5F_8=29\text{sccm}$ 、 $Ar=750\text{sccm}$ 、 $O_2=47\text{sccm}$

背面气体： $He=15\text{Torr}$ （电极中央部）

40Torr（电极边缘部）

处理温度：上部电极=60℃、侧壁=60℃、下部电极=20℃

在以上说明的本实施方式中，即如根据形成预测老化结束的预测式的方法，使用伪晶片 W，在进入生产工序的阶段中途暂时停止等离子体处理装置 1 后，将处理容器 2 放置几个小时，将处理容器 2 本身和其内部的下部电极 12 等部件冷却后，再次进入生产工序，在处理 20 个伪晶片 W 期间，采集用于判断老化结束的测量数据，能够得到反映处理容器 2 本身和下部电极 3 等部件的温度变化的测量数据，由该分析结果能够排除基于温度变化的峰值。另外，通过在老化时使用该分析结果，能够可靠检测、判断老化的结束。因此，在可靠检测老化后，通过进行等离子体处理，能够对晶片进行稳定的蚀刻处理。

图 3A、图 3B 是表示本发明的其它实施方式的数据分析方法的图。在本实施方式中，与上述实施方式不同，在求出对于各个伪晶片 W 而得到的 18 个测量数据（297 种波长）的平均值后，使用这些平均值来进行主成分分析，求出固有值和固有矢量。然后，将各个伪晶片 W 的主成分检验统计量的平方和和残差的平方和绘制曲线，是图 3A、图 3B 所示的曲线。象图 3A、图 3B 所表明的那样，能够与图 2A、图 2B 所示的上述实施方式的曲线同样地判断老化的结束。而且，横轴的数值表示伪晶片的个数。

另外，图 4、图 5A、图 5B 是表示本发明的其它实施方式的数据分析方法的图。在本实施方式中，如图 4 所示那样，例如选择 10 种对测量数据的残差有影响的大的波长（例如，图 4 的由 O 所包围的波长），对于这 10 种波长，与上述实施方式一样，对每个伪晶片 W 求出平均

值后，使用这些平均值来进行主成分分析，求出固有值和固有矢量。而且，将各个伪晶片 W 的第一主成分检验统计量和残差检验统计量绘制曲线，是如图 5A、图 5B 所示的曲线。象图 5A、图 5B 所表明的那样，与图 2A、图 2B 所示的实施方式比较，曲线的锯齿减少，为平滑的曲线，能够更简单地判断老化的结束。

另外，图 6A、图 6B 是表示本发明的其它实施方式的数据分析方法的图。在本实施方式中，与图 5A、图 5B 所示的实施方式相同，选择对残差的影响程度高的 10 种波长。而且，在图 5A、图 5B 所示的实施方式中，对伪晶片 W 采用各个波长的测量数据的时间平均值，但在本实施方式中，使用测量数据方面与图 2A、图 2B 所示的情况相同。但是，在图 2A、图 2B 的情况下，矩阵的行中由一次测量得到的测量波长的测量数据是其成分，该列中根据各个波长的时间而变化的测量数据是其成分，但在本实施方式中，各个伪晶片 W 和各个波长的每个，行和列转置。一行关于 10 个波长测量 16 次，所以具有 $10 \times 16 = 160$ 种成分。一列将晶片 20 个纳入训练集合，具有 20 种成分的主成分分析的训练集合是 20 行、160 列的矩阵。基于该矩阵，与上述各个实施方式同样进行主成分分析，对主成分检验统计量的平方和和残差的平方和绘制曲线，是如图 6A 和图 6B 所示的曲线。象图 6A、图 6B 所表明的那样，与图 5A、图 5B 所示的曲线比较，为减少了锯齿更加平滑的曲线，能够更简单地判断老化的结束。

另外，图 7 所示的等离子体处理装置 20 也能够与上述等离子体处理装置 1 一样使用本发明，能够期望与上述等离子体处理装置 1 同样的作用效果。该等离子体处理装置 20 如图 7 所示那样，具有：由铝等导电性材料构成的处理容器 21；在该处理容器 21 内的底面设置的且兼作载置晶片 W 的载置台的下部电极 22；在该下部电极 22 的上方间隔规定的间隔设置的且兼作蚀刻气体提供部的中空状的接地的上部电极 23；形成旋转磁场的磁场形成部件 24，在控制装置 25 的控制下，对处理容器 21 的上下两电极间所发生的电场作用由磁场形成部件 24 形成的旋转磁场 B，由高密度等离子体对晶片 W 进行均匀的等离子体处理。

在处理容器 21 的上面连接与上部电极 23 连通的气体供给管 26，通过气体供给管 26 和上部电极 23 从气体供给源（未图示）向处理容

器 21 内供给蚀刻气体。在处理容器 21 的侧面连接与未图示的真空排气装置连接的气体排出管 27，通过真空排气装置和气体排出管 27，对处理容器 21 内减压，保持规定的真空度。在下部电极 22 连接高频电源 28，从高频电源 28 向下部电极 22 施加高频电力，在两个电极 22、23 之间产生蚀刻气体的等离子体，在下部电极 22 上的半导体晶片 W 表面上进行例如规定的蚀刻处理。

在等离子体处理装置 20 上安装例如终点检测器 29，使用该终点检测器 29 来测量处理容器 21 内的等离子体发光光谱，将该测量值输入控制装置 25 内。在该控制装置 25 内存储例如主成分分析用的程序作为多变量分析程序，使得通过该程序进行主成分分析。该主成分分析用程序在老化处理容器 21 时，用于分析老化用的数据。作为数据分析用数据，使用终点检测器 29 的发光光谱的测量数据。作为测量数据使用例如处于 193nm~950nm 范围的 1024 种的波长。

而且，在上述各个实施方式中，作为判断老化结束的数据的分析方法，以主成分分析为例子进行了说明，但也可以使用其它的多变量分析。另外，在上述各实施方式中，说明了使用等离子体发光光谱的情况，但能够使用其它测量数据，例如，通过在等离子体处理装置内设置的电计算测量装置（VI 探针）检测的高频电压、高频电流、高频电压和高频电流的相位差等容易受到处理容器内的温度变化的影响的测量数据。另外，在上述各实施方式中，以蚀刻处理装置为例子进行了说明，但也能够将本发明使用于其它等离子体处理装置。

如根据本发明的权利要求 1 到 7 所述的发明，能够提供一种可明确判断老化结束的等离子体处理方法和老化结束检测方法和等离子体处理装置。

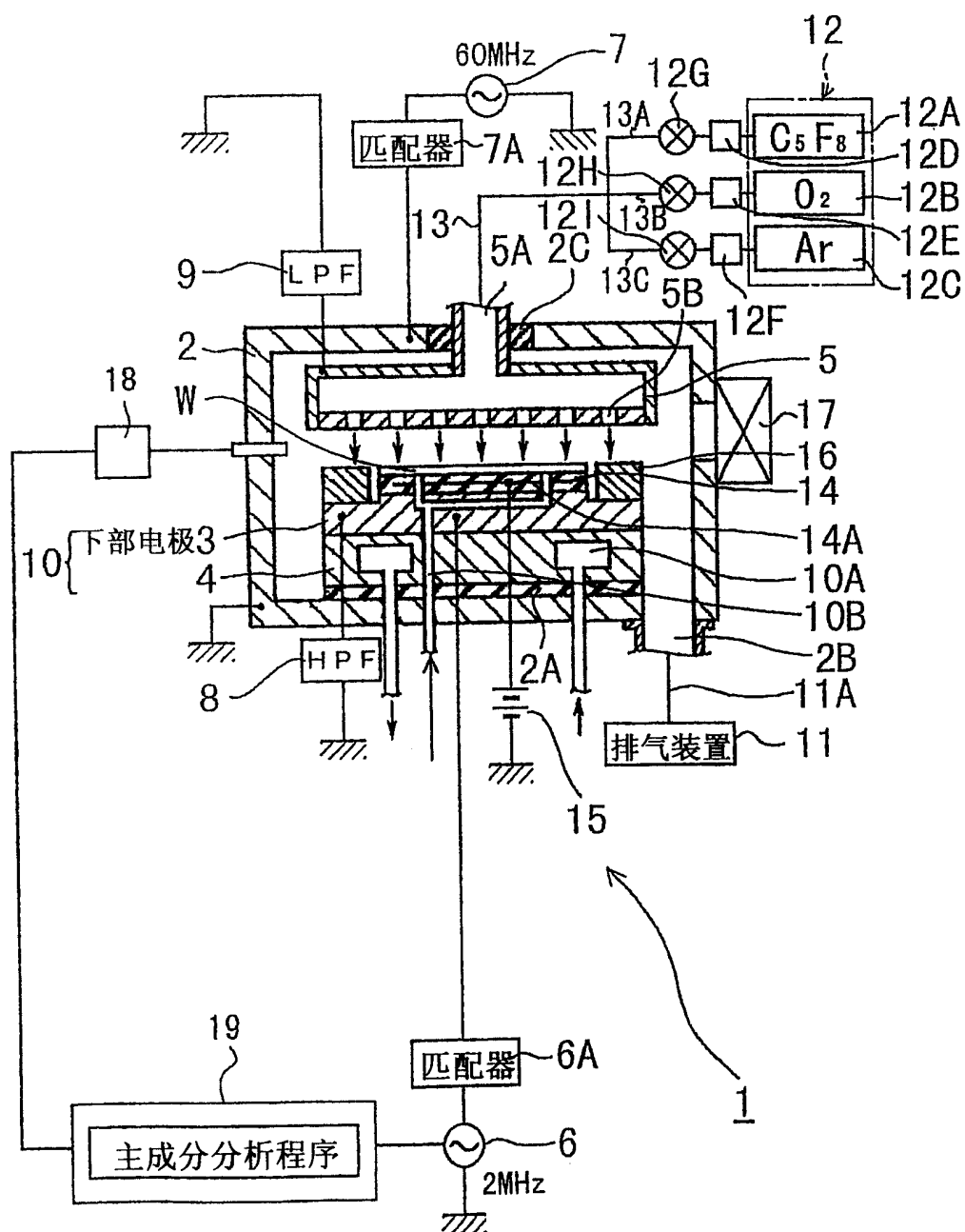


图1

霍特林 T2 SEA-F3E2.M11 (PC), W=135-154 K=297, 预测集

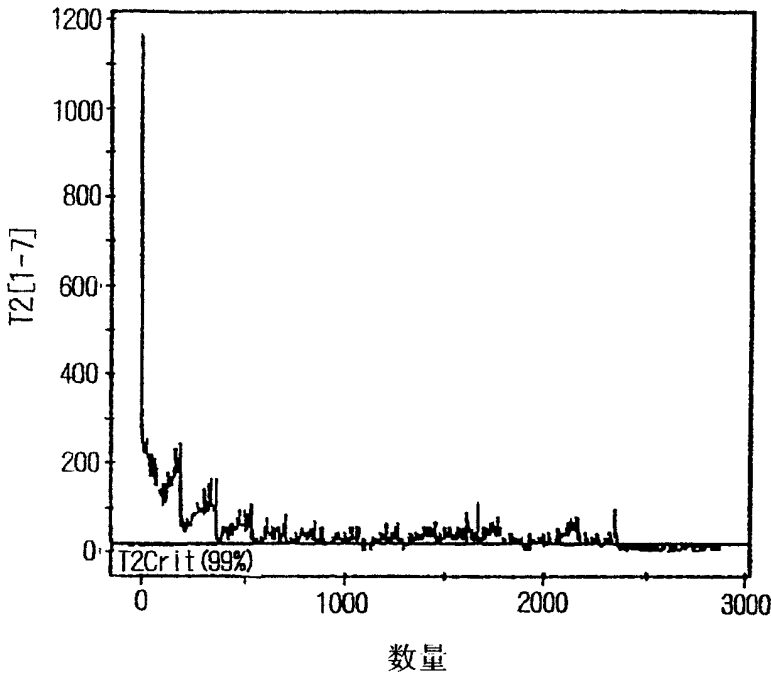


图2A

SEA-F3E2.M11 (PC), W=135-154 K=297, PS-731-801
DModX(PS),N, Comp 7 (Cum)

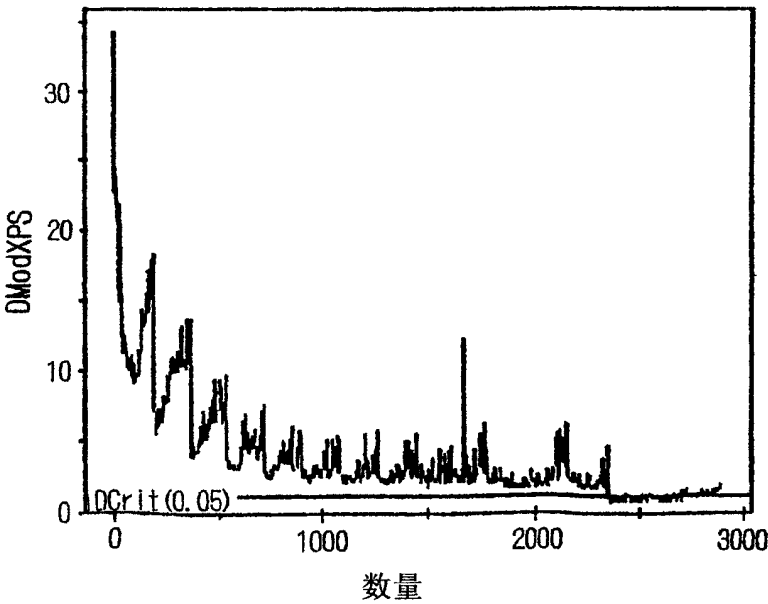


图2B

崔特林 T2 SEA-AVE.M1 (PC), W=135-154 K=297, 预测集

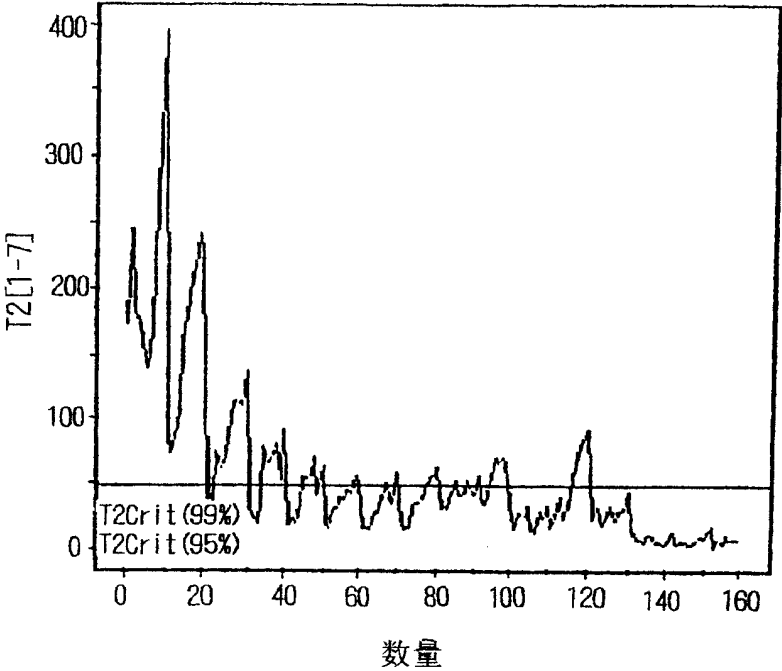


图3A

SEA-AVE.M1 (PC), W=135-154 K=297, PS-SEA-AVE2
DModX(PS),N, Comp 7 (Cum)

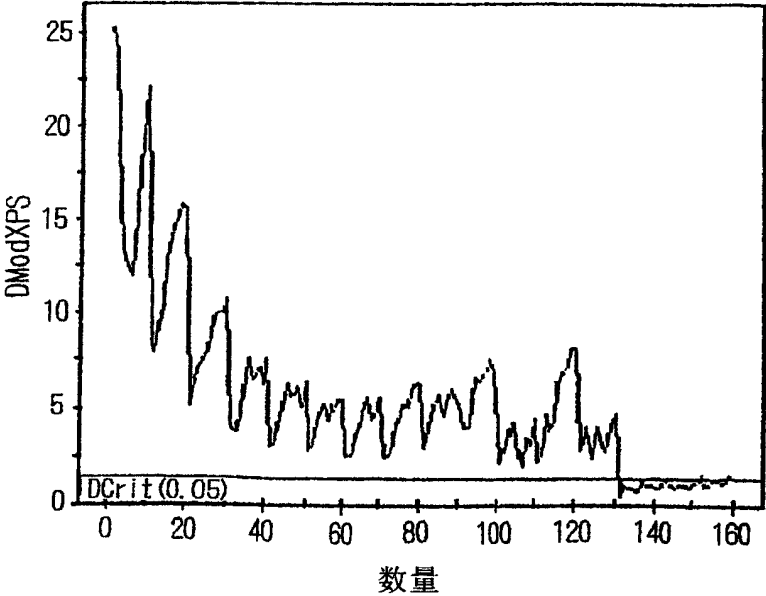


图3B

SEA-F3E2.M11 (PC), W=135-154 K=297, PS-731-801
贡献 DModX, Obs1, X_{标度残差} , 权重=无 , Comp7(Cum)

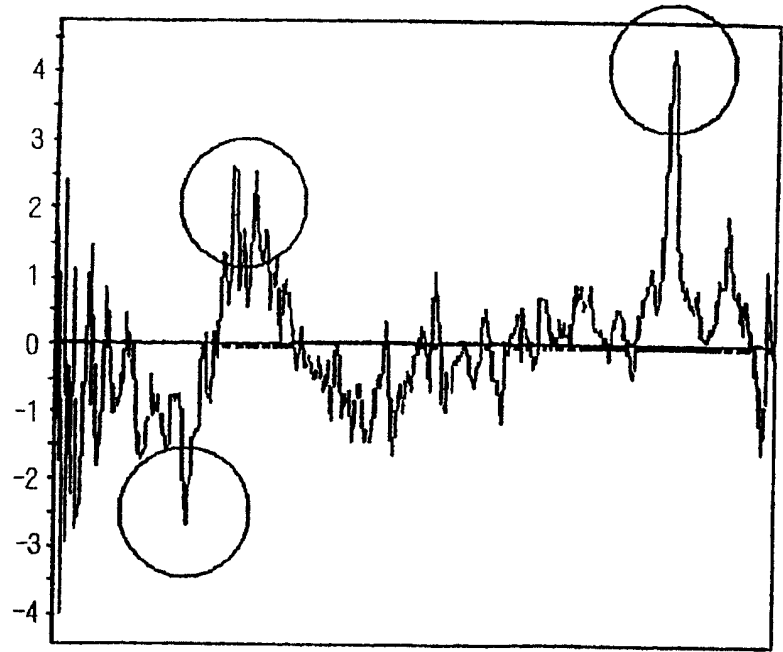


图4

崔特林 T2 SEA-AVE.M3 (PC), LDC M11 Obs1 K=10, 预测集

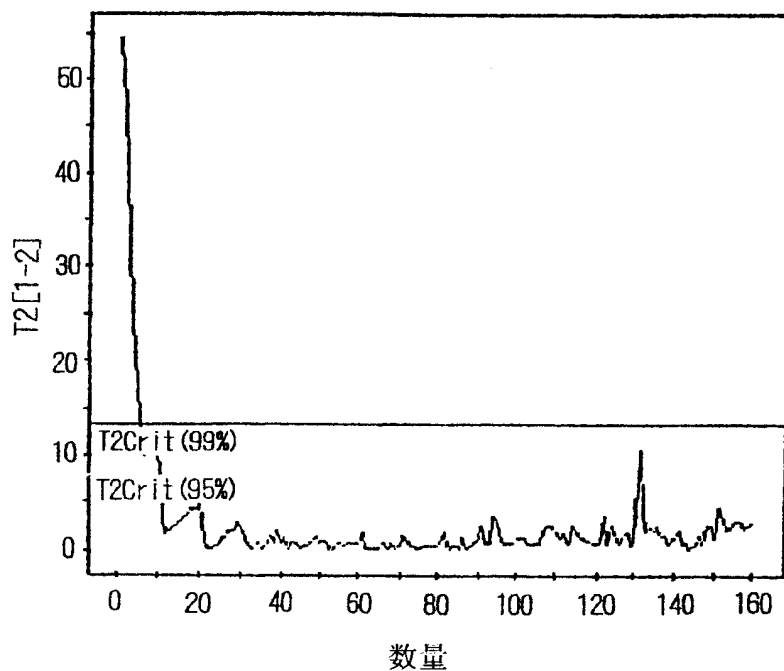


图5A

SEA-AVE.M3 (PC), LDC M11 Obs1 K=10, PS-SEA-AVE2
DModX(PS),N, Comp 2 (Cum)

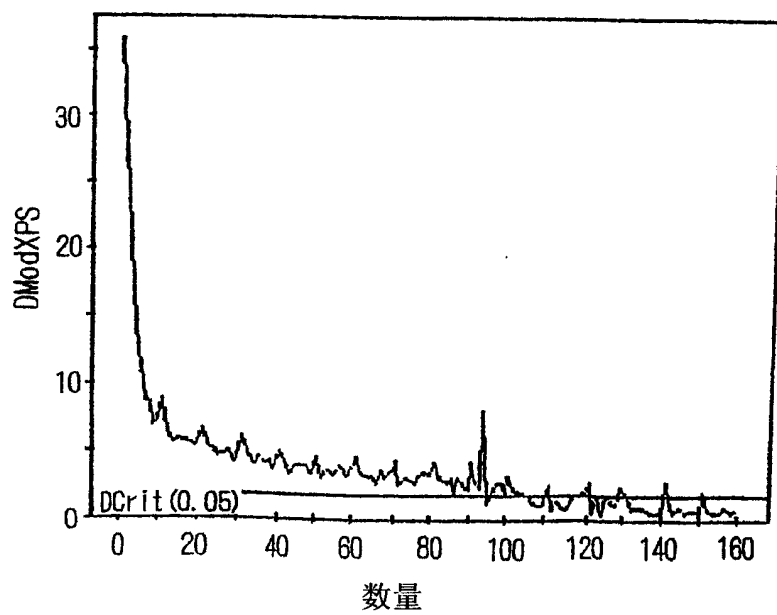


图5B

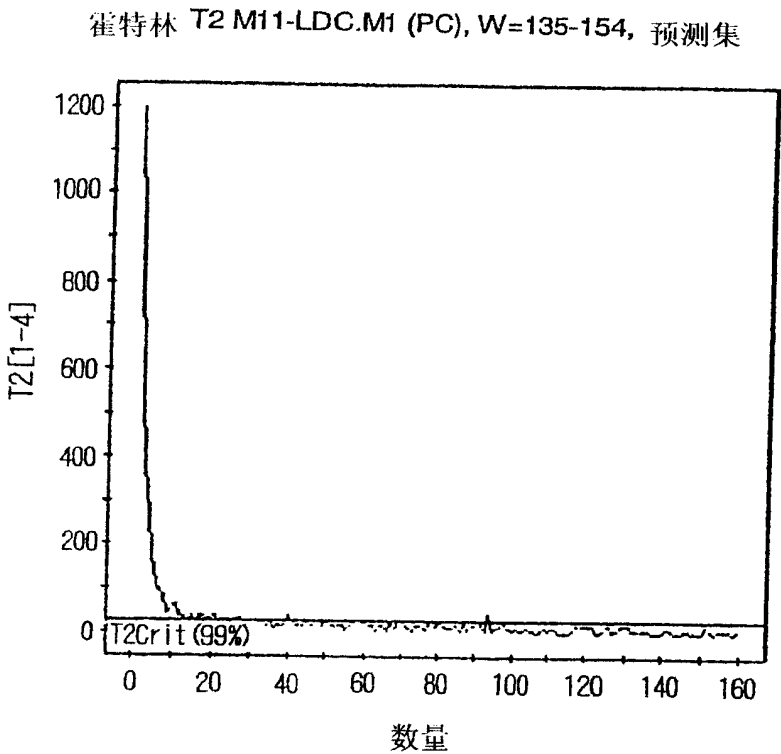


图6A

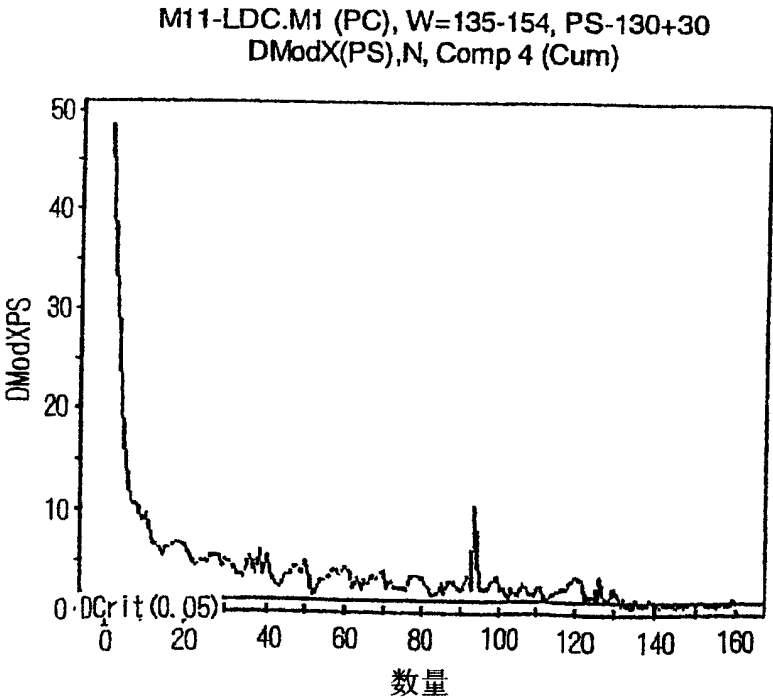


图6B

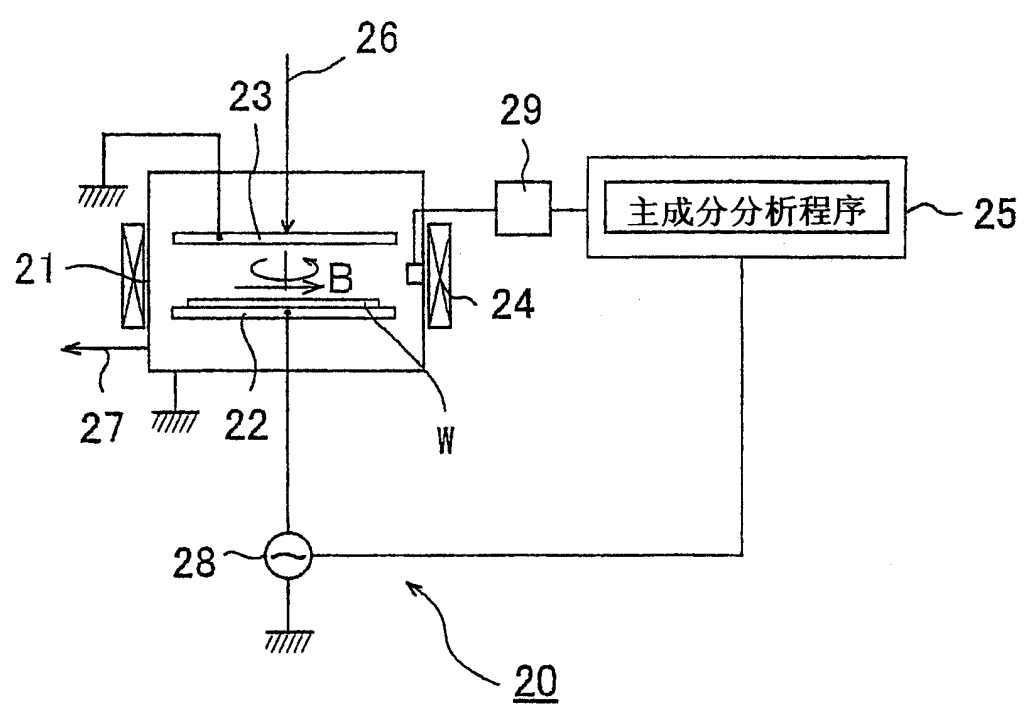


图7

崔特林 T2 SEA-F3E2.M4 (PC), W=51-60 K=297, 预测集

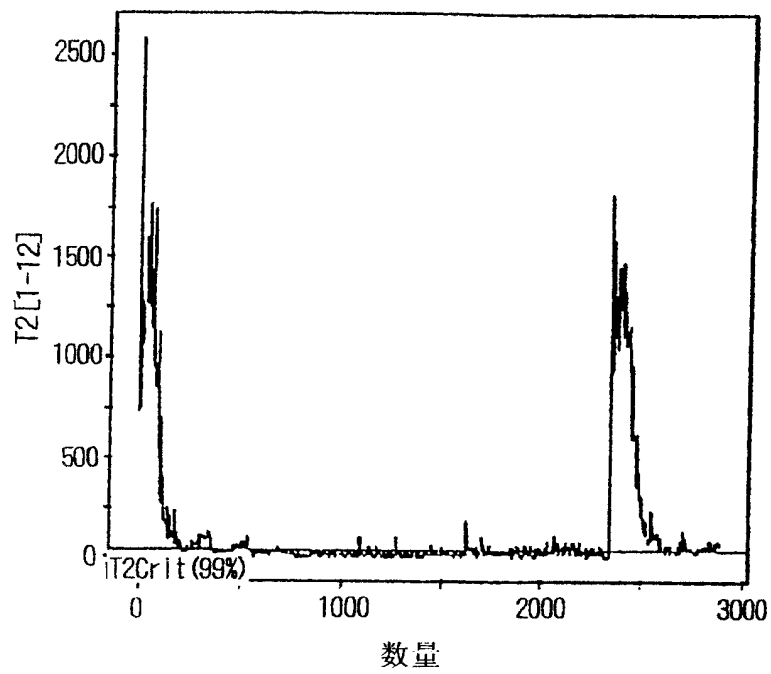


图8A

SEA-F3E2.M4 (PC), W=51-60 K=297, PS-731-801
DModX(PS),N, Comp 12 (Cum)

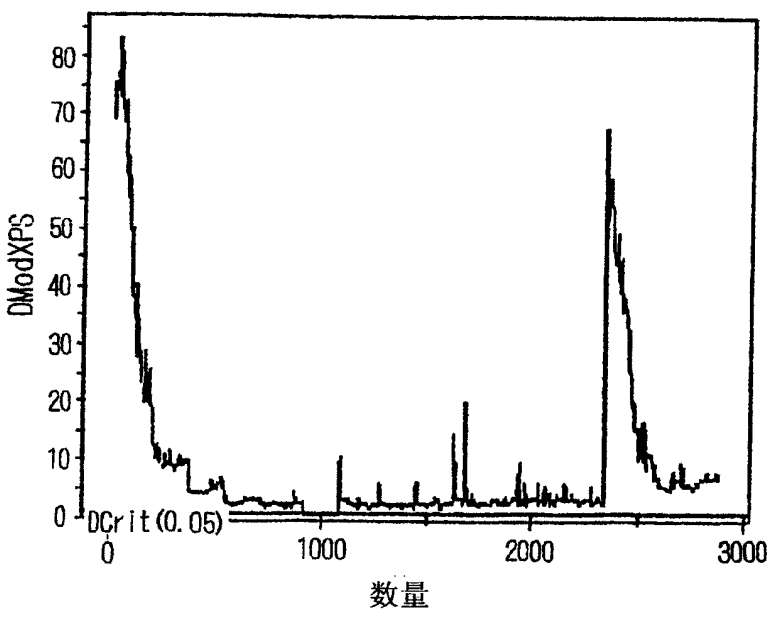


图8B

霍特林 T2 SEA-F3E2.M3 (PC), W=121-130 K=297, 预测集

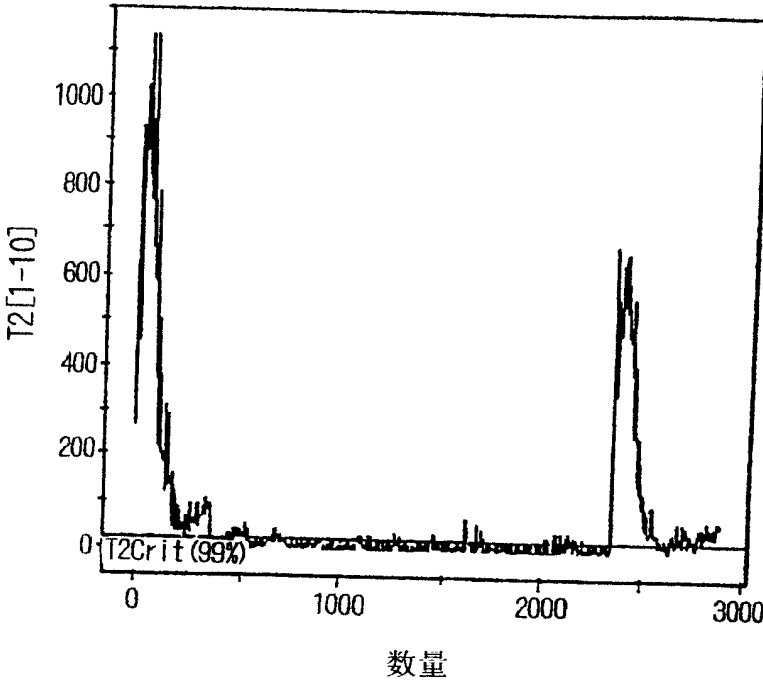


图9A

SEA-F3E2.M3 (PC), W=121-130 K=297, PS-731-801
DModX(PS),N, Comp 10 (Cum)

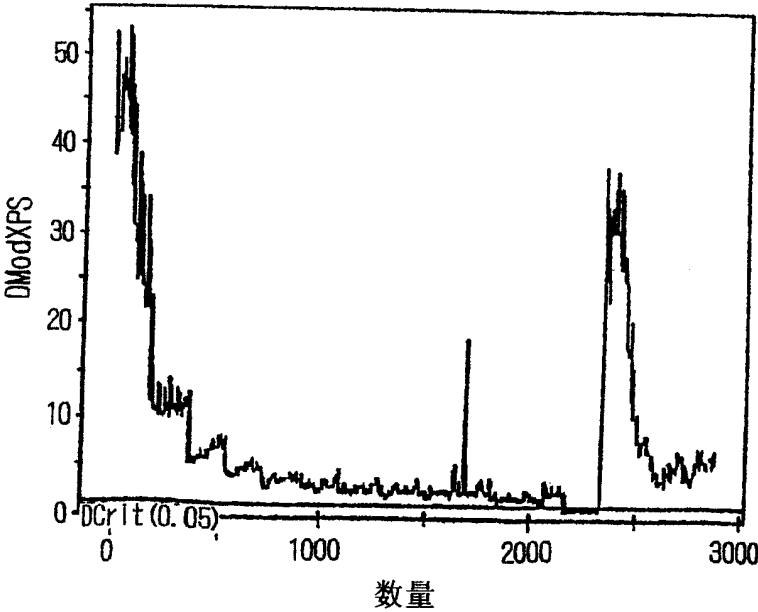


图9B