



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111095502 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 05

(21) 申请号 201980004531.9

(22) 申请日 2019.06.10

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111095502 A

(43) 申请公布日 2020.05.01

(30) 优先权数据  
2018-118926 2018.06.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.03.13

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/022981 2019.06.10

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/244700 JA 2019.12.26

(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 永岩利文

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11277  
专利代理师 刘新宇

(51) Int.Cl.  
H01L 21/3065 (2006.01)  
H01L 21/683 (2006.01)  
H05H 1/46 (2006.01)

(56) 对比文件  
KR 20080023569 A, 2008.03.14  
JP 2014186994 A, 2014.10.02  
US 2005095732 A1, 2005.05.05  
CN 101847558 A, 2010.09.29  
CN 102522304 A, 2012.06.27  
CN 106920733 A, 2017.07.04  
JP 2018026501 A, 2018.02.15  
US 2004177927 A1, 2004.09.16  
US 2009242127 A1, 2009.10.01

审查员 杨菲菲

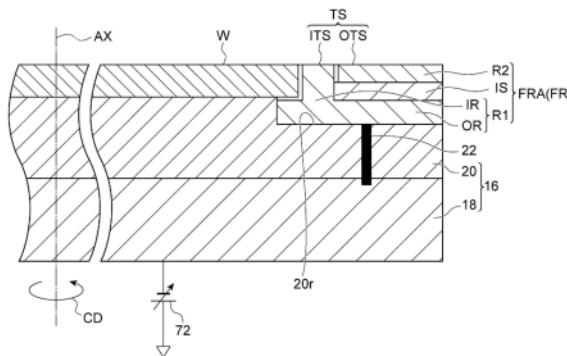
权利要求书5页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

等离子体处理装置和等离子体蚀刻方法

(57) 摘要

在例示性的实施方式所涉及的等离子体处理装置中,在腔室内设置有基板支承台和聚焦环。聚焦环在基板支承台上包围基板。聚焦环具有第一区域和第二区域。第一区域包括聚焦环的内侧上表面。第二区域包括聚焦环的外侧上表面。内侧上表面延伸至比外侧上表面更靠近聚焦环的中心轴线的位 置。聚焦环构成为:在腔室内生成等离子体期间,使第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比第二区域的直流电位的绝对值高。



1. 一种等离子体处理装置,具备:
  - 腔室;
  - 基板支承台,其具有下部电极,并且所述基板支承台设置于所述腔室内;
  - 高频电源,其与所述下部电极电连接;以及
  - 聚焦环,其在所述基板支承台上包围基板,
  - 其中,所述聚焦环具有第一区域和第二区域,
  - 所述第一区域包括所述聚焦环的内侧上表面,
  - 所述第二区域包括所述聚焦环的外侧上表面,
  - 所述内侧上表面和所述外侧上表面绕所述聚焦环的中心轴线沿周向延伸,
  - 所述内侧上表面延伸至比所述外侧上表面更靠近所述中心轴线的位置,
  - 所述聚焦环构成为:在所述腔室内生成等离子体期间,使所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比所述第二区域的直流电位的绝对值高,
  - 所述第一区域与所述第二区域彼此电分离,
  - 该等离子体处理装置还具备直流电源,所述直流电源构成为向所述第一区域施加负极性的直流电压以向所述第一区域提供所述负极性的直流偏置电位,
  - 所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性,
  - 在所述第一区域与所述第二区域之间设置有绝缘体,
  - 所述第一区域包括内侧区域和外侧区域,
  - 所述内侧区域和外侧区域沿所述周向延伸,
  - 所述内侧区域包括所述内侧上表面,并且所述内侧区域延伸至比所述外侧区域更靠近所述中心轴线的位置,
  - 所述第二区域经由所述绝缘体设置于所述外侧区域上。
2. 根据权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于,
  - 所述内侧上表面和所述外侧上表面沿与所述中心轴线正交的平面延伸。
3. 一种等离子体处理装置,具备:
  - 腔室;
  - 基板支承台,其具有下部电极,并且所述基板支承台设置于所述腔室内;
  - 高频电源,其与所述下部电极电连接;以及
  - 聚焦环,其在所述基板支承台上包围基板,
  - 其中,所述聚焦环具有第一区域和第二区域,
  - 所述第一区域包括所述聚焦环的内侧上表面,
  - 所述第二区域包括所述聚焦环的外侧上表面,
  - 所述内侧上表面和所述外侧上表面绕所述聚焦环的中心轴线沿周向延伸,
  - 所述内侧上表面延伸至比所述外侧上表面更靠近所述中心轴线的位置,
  - 所述聚焦环构成为:在所述腔室内生成等离子体期间,使所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比所述第二区域的直流电位的绝对值高,
  - 所述等离子体处理装置还具备第一电介质部和第二电介质部,
  - 所述第一电介质部的阻抗比所述第二电介质部的阻抗低,
  - 所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性,

所述第一区域经由所述第一电介质部而与所述高频电源电连接，  
所述第二区域经由所述第二电介质部而与所述高频电源电连接。

4. 根据权利要求3所述的等离子体处理装置，其特征在于，  
所述内侧上表面和所述外侧上表面沿与所述中心轴线正交的平面延伸。

5. 一种等离子体处理装置，具备：

腔室；

基板支承台，其具有下部电极，并且所述基板支承台设置于所述腔室内；

高频电源，其与所述下部电极电连接；以及

聚焦环，其在所述基板支承台上包围基板，

其中，所述聚焦环具有第一区域和第二区域，

所述第一区域包括所述聚焦环的内侧上表面，

所述第二区域包括所述聚焦环的外侧上表面，

所述内侧上表面和所述外侧上表面绕所述聚焦环的中心轴线沿周向延伸，

所述内侧上表面延伸至比所述外侧上表面更靠近所述中心轴线的位置，

所述聚焦环构成为：在所述腔室内生成等离子体期间，使所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比所述第二区域的直流电位的绝对值高，

所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上，

所述下限值被预先设定为以下的值：在所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，所述基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

6. 根据权利要求5所述的等离子体处理装置，其特征在于，

所述内侧上表面和所述外侧上表面沿与所述中心轴线正交的平面延伸。

7. 一种等离子体蚀刻方法，包括以下工序：

在根据权利要求1~6中的任一项所述的等离子体处理装置的所述腔室内生成等离子体；以及

在生成所述等离子体期间，在所述聚焦环的所述第一区域产生具有比所述第二区域的直流电位的绝对值高的绝对值的负极性的直流偏置电位，

在基板被载置于基板支承台上的状态下执行生成等离子体的所述工序和产生负极性的直流偏置电位的所述工序，以利用来自该等离子体的化学物种来蚀刻基板。

8. 一种决定下限值的方法，其中，

所述方法包括使用等离子体处理装置求出与多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率的工序，

其中，所述等离子体处理装置具备：

腔室；

基板支承台，其具有下部电极，并且所述基板支承台设置于所述腔室内；

高频电源，其与所述下部电极电连接；以及

聚焦环，其在所述基板支承台上包围基板，

其中，所述聚焦环具有第一区域和第二区域，

所述第一区域包括所述聚焦环的内侧上表面，

所述第二区域包括所述聚焦环的外侧上表面，

所述内侧上表面和所述外侧上表面绕所述聚焦环的中心轴线沿周向延伸，  
所述内侧上表面延伸至比所述外侧上表面更靠近所述中心轴线的位置，

所述聚焦环构成为：在所述腔室内生成等离子体期间，使所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比所述第二区域的直流电位的绝对值高，

在所述工序中，将所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位依次设定为所述多个负极性的直流偏置电位并且重复进行序列，其中，所述序列包括以下工序：在所述腔室内生成等离子体，并且在所述聚焦环的所述第一区域中产生负极性的直流偏置电位，由此对载置于所述基板支承台上的基板进行蚀刻；以及求出蚀刻基板的所述工序中的所述基板的中央区域的蚀刻速率，来作为所述多个蚀刻速率中的与在所述第一区域中产生的所述负极性的直流偏置电位对应的蚀刻速率，

并且，所述方法包括决定所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值的下限值的工序，在该工序中，使用所述多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的所述多个蚀刻速率之间的关系，以如下方式决定该下限值：在所述第一区域的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

9. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，

所述第一区域与所述第二区域彼此电分离，

该等离子体处理装置还具备直流电源，所述直流电源构成为向所述第一区域施加负极性的直流电压以向所述第一区域提供所述负极性的直流偏置电位。

10. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，

所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性，  
在所述第一区域与所述第二区域之间设置有绝缘体。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，

所述第一区域包括内侧区域和外侧区域，  
所述内侧区域和外侧区域沿所述周向延伸，

所述内侧区域包括所述内侧上表面，并且所述内侧区域延伸至比所述外侧区域更靠近所述中心轴线的位置，

所述第二区域经由所述绝缘体设置于所述外侧区域上。

12. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，

所述第一区域具有导电性，所述第二区域由绝缘体材料形成。

13. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，

还具备第一电介质部和第二电介质部，

所述第一电介质部的阻抗比所述第二电介质部的阻抗低，

所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性，

所述第一区域经由所述第一电介质部而与所述高频电源电连接，

所述第二区域经由所述第二电介质部而与所述高频电源电连接。

14. 根据权利要求8至13中的任一项所述的方法，其特征在于，

所述内侧上表面和所述外侧上表面沿与所述中心轴线正交的平面延伸。

15. 根据权利要求8至13中的任一项所述的方法，其特征在于，

所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上，

所述下限值被预先设定为以下的值：在所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，所述基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

16. 一种等离子体蚀刻方法，其中，

所述等离子体蚀刻方法包括使用等离子体处理装置求出与多个负极性的直流偏置电位对应的多个蚀刻速率的工序，

其中，所述等离子体处理装置具备：

腔室；

基板支承台，其具有下部电极，并且所述基板支承台设置于所述腔室内；

高频电源，其与所述下部电极电连接；以及

聚焦环，其在所述基板支承台上包围基板，

其中，所述聚焦环具有第一区域和第二区域，

所述第一区域包括所述聚焦环的内侧上表面，

所述第二区域包括所述聚焦环的外侧上表面，

所述内侧上表面和所述外侧上表面绕所述聚焦环的中心轴线沿周向延伸，

所述内侧上表面延伸至比所述外侧上表面更靠近所述中心轴线的位置，

所述聚焦环构成为：在所述腔室内生成等离子体期间，使所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比所述第二区域的直流电位的绝对值高，

在所述工序中，将所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位依次设定为所述多个负极性的直流偏置电位并且重复进行序列，其中，所述序列包括以下工序：在所述腔室内生成等离子体，并且在所述聚焦环的所述第一区域中产生负极性的直流偏置电位，由此对载置于所述基板支承台上的基板进行蚀刻；以及求出蚀刻基板的所述工序中的所述基板的中央区域的蚀刻速率来作为所述多个蚀刻速率中的与在所述第一区域中产生的所述负极性的直流偏置电位对应的蚀刻速率，

并且，所述等离子体蚀刻方法包括决定所述第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值的下限值的工序，在该工序中，使用所述多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的所述多个蚀刻速率的关系，以如下的方式决定该下限值：在所述第一区域的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化，

并且，所述等离子体蚀刻方法包括以下工序：在所述腔室内生成等离子体，并且在所述聚焦环的所述第一区域中产生具有所述下限值以上的绝对值的负极性的直流偏置电位，由此对载置于所述基板支承台上的基板进行蚀刻的工序。

17. 根据权利要求16所述的方法，其特征在于，

所述第一区域与所述第二区域彼此电分离，

该等离子体处理装置还具备直流电源，所述直流电源构成为向所述第一区域施加负极性的直流电压以向所述第一区域提供所述负极性的直流偏置电位。

18. 根据权利要求17所述的方法，其特征在于，

所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性，

在所述第一区域与所述第二区域之间设置有绝缘体。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,  
所述第一区域包括内侧区域和外侧区域,  
所述内侧区域和外侧区域沿所述周向延伸,  
所述内侧区域包括所述内侧上表面,并且所述内侧区域延伸至比所述外侧区域更靠近所述中心轴线的位置,  
所述第二区域经由所述绝缘体设置于所述外侧区域上。
20. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,  
所述第一区域具有导电性,所述第二区域由绝缘体材料形成。
21. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,  
还具备第一电介质部和第二电介质部,  
所述第一电介质部的阻抗比所述第二电介质部的阻抗低,  
所述第一区域和所述第二区域的各区域具有导电性,  
所述第一区域经由所述第一电介质部而与所述高频电源电连接,  
所述第二区域经由所述第二电介质部而与所述高频电源电连接。
22. 根据权利要求16至21中的任一项所述的方法,其特征在于,  
所述内侧上表面和所述外侧上表面沿与所述中心轴线正交的平面延伸。
23. 根据权利要求16至21中的任一项所述的方法,其特征在于,  
所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上,  
所述下限值被预先设定为以下的值:在所述第一区域的所述负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,所述基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

## 等离子体处理装置和等离子体蚀刻方法

### 技术领域

[0001] 本公开的例示性的实施方式涉及一种等离子体处理装置和等离子体蚀刻方法。

### 背景技术

[0002] 在电子器件的制造中,使用等离子体处理装置。等离子体处理装置具备腔室和基板支承台。基板支承台设置于腔室内。基板支承台具有下部电极。下部电极与高频电源连接。在基板支承台上搭载聚焦环。基板支承台支承被载置于其上的基板。基板配置于被聚焦环包围的区域内。在专利文献1中记载了这样的等离子体处理装置。

[0003] 专利文献1所记载的等离子体处理装置还具备直流电源。直流电源与聚焦环电连接,以调整聚焦环的偏置电压。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2007-258417号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在使用等离子体处理装置进行的等离子体蚀刻中,要求抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且控制基板的边缘区域的蚀刻速率。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 在一个例示性的实施方式中,提供一种等离子体处理装置。等离子体处理装置具备腔室、基板支承台、高频电源以及聚焦环。基板支承台具有下部电极,所述基板支承台设置于腔室内。高频电源与下部电极电连接。聚焦环在基板支承台上包围基板。聚焦环具有第一区域和第二区域。第一区域包括聚焦环的内侧上表面。第二区域包括聚焦环的外侧上表面。内侧上表面和外侧上表面绕聚焦环的中心轴线沿周向延伸。内侧上表面延伸至比外侧上表面更靠近中心轴线的位置。聚焦环构成为:在腔室内生成等离子体期间,使第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比第二区域的直流电位的绝对值高。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据一个例示性的实施方式,能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且控制基板的边缘区域的蚀刻速率。

### 附图说明

[0013] 图1是概要性地表示一个例示性的实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。

[0014] 图2是将一个例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。

[0015] 图3是表示使用图2所示的聚焦环的情况下的等离子体和鞘的一例的图。

[0016] 图4是表示使用参考例的聚焦环的情况下的等离子体和鞘的一例的图。

[0017] 图5是将其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。

[0018] 图6是将另一其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。

[0019] 图7是表示一个例示性的实施方式所涉及的等离子体蚀刻方法的流程图。

[0020] 图8是表示一个例示性的实施方式所涉及的确定下限值的方法的流程图。

[0021] 图9的(a)是表示第一实验和第二实验的结果的曲线图,图9的(b)是表示第三实验和第四实验的结果的曲线图,图9的(c)是表示第五实验和第六实验的结果的曲线图。

[0022] 图10是表示第七实验和第八实验的结果的曲线图。

## 具体实施方式

[0023] 下面,对各种例示性的实施方式进行说明。

[0024] 在一个例示性的实施方式中,提供一种等离子体处理装置。等离子体处理装置具备腔室、基板支承台、高频电源以及聚焦环。基板支承台具有下部电极,并且所述基板支承台设置于腔室内。高频电源与下部电极电连接。聚焦环在基板支承台上包围基板。聚焦环具有第一区域和第二区域。第一区域包括聚焦环的内侧上表面。第二区域包括聚焦环的外侧上表面。内侧上表面和外侧上表面绕聚焦环的中心轴线沿周向延伸。内侧上表面延伸至比外侧上表面更靠近中心轴线的位置。聚焦环构成为:在腔室内生成等离子体期间,使第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值比第二区域的直流电位的绝对值高。

[0025] 在一个例示性的实施方式中,在生成等离子体期间,将聚焦环的上表面的具有较高的绝对值的负极性的直流偏置电位的部分限定为该上表面的内侧的部分、即内侧上表面。根据该实施方式,通过调整内侧上表面的直流偏置电位,能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且调整基板的边缘区域的蚀刻速率。

[0026] 在一个例示性的实施方式中,第一区域与第二区域可以彼此电分离。在该实施方式中,等离子体处理装置还可以具备直流电源。直流电源构成为:对第一区域施加负极性的直流电压,以向第一区域提供负极性的直流偏置电位。

[0027] 在一个例示性的实施方式中,第一区域和第二区域的各区域可以具有导电性。在该实施方式中,在第一区域与第二区域之间设置绝缘体。

[0028] 在一个例示性的实施方式中,第一区域可以包括内侧区域和外侧区域。在该实施方式中,内侧区域和外侧区域沿周向延伸。内侧区域包括内侧上表面,并且延伸至比外侧区域更靠近聚焦环的中心轴线的位置。第二区域经由绝缘体设置于外侧区域上。

[0029] 在一个例示性的实施方式中,可以是第一区域具有导电性,第二区域由绝缘体材料形成。

[0030] 在一个例示性的实施方式中,等离子体处理装置还可以具备第一电介质部和第二电介质部。在该实施方式中,第一电介质部的阻抗比第二电介质部的阻抗低。第一区域和第二区域的各区域具有导电性。第一区域经由第一电介质部而与高频电源电连接。第二区域经由第二电介质部而与高频电源电连接。

[0031] 在一个例示性的实施方式中,内侧上表面和外侧上表面沿与聚焦环的中心轴线正交的平面延伸。

[0032] 在一个例示性的实施方式中,第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值可以设定为下限值以上。预先以如下的方式设定下限值:在第一区域的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

[0033] 在其它例示性的实施方式中,提供一种等离子体蚀刻方法。等离子体蚀刻方法包括以下工序:i)在等离子体处理装置的腔室内生成等离子体;以及ii)在生成等离子体期间,在聚焦环的第一区域中产生负极性的直流偏置电位。在等离子体蚀刻方法中使用的等离子体处理装置为上述各种实施方式中的任一方式的等离子体处理装置。第一区域的负极性的直流偏置电位具有比第二区域的直流电位的绝对值高的绝对值。在基板载置于基板支承台上的状态下执行生成等离子体的工序和产生负极性的直流偏置电位的工序,以利用来自等离子体的化学物种来蚀刻基板。

[0034] 在另一其它例示性的实施方式中,提供一种决定下限值的方法。本方法包括使用上述的各种实施方式中的任一方式的等离子体处理装置求出与多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率的工序。在求出多个蚀刻速率的工序中,将第一区域的负极性的直流偏置电位依次设定为多个负极性的直流偏置电位并且重复进行序列。序列包括以下工序:通过在腔室内生成等离子体并且在聚焦环的第一区域中产生负极性的直流偏置电位,来对载置于基板支承台上的基板进行蚀刻。序列还包括以下工序:求出蚀刻基板的工序中的基板的中央区域的蚀刻速率,来作为多个蚀刻速率中的与在第一区域中产生的负极性的直流偏置电位对应的蚀刻速率。该方法还包括以下工序:决定第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值的下限值。使用多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率之间的关系来决定下限值。以如下的方式决定下限值:在第一区域的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

[0035] 在另一其它例示性的实施方式中,提供一种等离子体蚀刻方法。该等离子体蚀刻方法包括以下工序:使用上述各种实施方式中的任一实施方式的等离子体处理装置来求出与多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率。在求出多个蚀刻速率的工序中,将第一区域的负极性的直流偏置电位依次设定为多个负极性的直流偏置电位并且重复进行序列。序列包括以下工序:通过在腔室内生成等离子体并且在聚焦环的第一区域中产生负极性的直流偏置电位,来对载置于基板支承台上的基板进行蚀刻。序列还包括以下工序:求出蚀刻基板的工序中的基板的中央区域的蚀刻速率,来作为多个蚀刻速率中的与在第一区域中产生的负极性的直流偏置电位对应的蚀刻速率。该等离子体蚀刻方法还包括以下工序:决定第一区域的负极性的直流偏置电位的绝对值的下限值。使用多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率的关系来决定下限值。以如下的方式决定下限值:在第一区域的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。该等离子体蚀刻方法还包括以下工序:通过在腔室内生成等离子体并且在聚焦环的第一区域中产生具有下限值以上的绝对值的负极性的直流偏置电位,来对载置于基板支承台上的基板进行蚀刻。

[0036] 下面,参照附图来详细地说明各种例示性的实施方式。此外,设为在各附图中对相同或相当的部分标注相同的标记。

[0037] 图1是概要性地表示一个例示性的实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。图1

所示的等离子体处理装置1为电容耦合型的等离子体处理装置。等离子体处理装置1具备腔室10。腔室10在其中提供内部空间10s。在一个实施方式中,腔室10包括腔室主体12。腔室主体12具有大致圆筒形状。在腔室主体12之中提供内部空间10s。腔室主体12例如由铝构成。腔室主体12电接地。在腔室主体12的内壁面、即划分内部空间10s的壁面形成有具有耐等离子体性的膜。该膜能够为通过阳极氧化处理形成的膜或由氧化钇形成的膜之类的陶瓷制的膜。

[0038] 在腔室主体12的侧壁形成有通路12p。当在内部空间10s与腔室10的外部之间搬送基板W时,该基板W通过通路12p。为了将该通路12p进行开闭,沿腔室主体12的侧壁设置有闸阀12g。

[0039] 在内部空间10s之中设置有基板支承台、即支承台16。支承台16设置于腔室10内。支承台16构成为对载置于其上的基板W进行支承。支承台16被支承部15支承。支承部15从腔室主体12的底部向上方延伸。支承部15具有大致圆筒形状。支承部15由石英之类的绝缘材料形成。

[0040] 支承台16能够具有下部电极18和静电吸盘20。支承台16还可以具有电极板21。电极板21由铝之类的导电性材料形成,具有大致圆盘形状。下部电极18设置于电极板21上。下部电极18由铝之类的导电性材料形成,具有大致圆盘形状。下部电极18与电极板21电连接。

[0041] 在下部电极18内形成有流路18f。流路18f为热交换介质用的流路。作为热交换介质,使用液体状的制冷剂或者通过气化将下部电极18进行冷却的制冷剂(例如氟利昂)。流路18f与热交换介质的循环装置(例如冷却装置)连接。该循环装置设置于腔室10的外部。从循环装置经由配管23a向流路18f供给热交换介质。供给至流路18f的热交换介质经由配管23b返回循环装置。

[0042] 静电吸盘20设置于下部电极18上。当在内部空间10s之中处理基板W时,将该基板W载置于静电吸盘20上,利用静电吸盘20保持该基板W。静电吸盘20具有主体和电极。静电吸盘20的主体由电介质形成。静电吸盘20的主体具有大致圆盘形状。静电吸盘20的电极为膜状的电极,设置于静电吸盘20的主体内。静电吸盘20的电极与直流电源电连接。当从直流电源向静电吸盘20的电极施加电压时,在静电吸盘20与基板W之间产生静电引力。通过产生的静电引力,基板W被吸引至静电吸盘20,并且被静电吸盘20保持。

[0043] 支承台16具有搭载区域20r。在搭载区域20r上搭载聚焦环FR。在一例中,搭载区域20r为静电吸盘20的外周区域。聚焦环FR具有环形状,绕其中心轴线(在图中为轴线AX)沿周向延伸。基板W载置于静电吸盘20的中央区域(基板载置区域)上。聚焦环FR包围在静电吸盘20的中央区域上载置的基板W的边缘。

[0044] 等离子体处理装置1还能够具备气体供给线路25。气体供给线路25向静电吸盘20的上表面与基板W的背面(下表面)之间供给来自气体供给机构的传热气体,例如He气体。

[0045] 等离子体处理装置1还能够具备筒状部28和绝缘部29。筒状部28从腔室主体12的底部向上方延伸。筒状部28沿支承部15的外周延伸。筒状部28由导电性材料形成,具有大致圆筒形状。筒状部28电接地。绝缘部29设置于筒状部28上。绝缘部29由具有绝缘性的材料形成。绝缘部29例如由石英之类的陶瓷形成。绝缘部29具有大致圆筒形状。绝缘部29沿电极板21的外周、下部电极18的外周以及静电吸盘20的外周延伸。

[0046] 等离子体处理装置1还具备上部电极30。上部电极30设置于支承台16的上方。上部

电极30与构件32一同将腔室主体12的上部开口关闭。构件32具有绝缘性。上部电极30经由该构件32支承于腔室主体12的上部。

[0047] 上部电极30包括顶板34和支承体36。顶板34的下表面划分出内部空间10s。在顶板34形成有多个气体喷出孔34a。多个气体喷出孔34a的各气体喷出孔沿板厚度方向(铅垂方向)贯穿顶板34。该顶板34并无限定,例如由硅形成。或者,顶板34能够具有在铝制的构件的表面设置有耐等离子体性的膜的构造。该膜能够为通过阳极氧化处理形成的膜或由氧化钇形成的膜之类的陶瓷制的膜。

[0048] 支承体36将顶板34以装拆自如的方式支承。支承体36例如由铝之类的导电性材料形成。在支承体36的内部设置有气体扩散室36a。从气体扩散室36a向下方延伸出多个气体孔36b。多个气体孔36b分别与多个气体喷出孔34a连通。在支承体36形成有气体导入端口36c。气体导入端口36c与气体扩散室36a连接。气体导入端口36c与气体供给管38连接。

[0049] 气体供给管38经由阀组41、流量控制器组42以及阀组43而与气体源组40连接。气体源组40、阀组41、流量控制器组42以及阀组43构成气体供给部。气体源组40包括多个气体源。阀组41和阀组43分别包括多个阀(例如开闭阀)。流量控制器组42包括多个流量控制器。流量控制器组42的多个流量控制器的各流量控制器为质量流量控制器或压力控制式的流量控制器。气体源组40的多个气体源的各气体源经由阀组41的对应的阀、流量控制器组42的对应的流量控制器以及阀组43的对应的阀而与气体供给管38连接。等离子体处理装置1能够将来自从气体源组40的多个气体源中选择出的一个以上的气体源的气体以单独地调整后的流量供给至内部空间10s。

[0050] 在筒状部28与腔室主体12的侧壁之间设置有挡板48。挡板48例如能够通过铝制的构件上覆盖氧化钇等陶瓷来构成。在该挡板48中形成有大量的贯通孔。在挡板48的下方,排气管52与腔室主体12的底部连接。该排气管52与排气装置50连接。排气装置50具有自动压力控制阀之类的压力控制器以及涡轮分子泵等真空泵,能够将内部空间10s之中的压力进行减压。

[0051] 在一个实施方式中,等离子体处理装置1还能够具备高频电源61。高频电源61为产生用于生成等离子体的高频电力HF的电源。高频电力HF具有27MHz~100MHz的范围内的频率,例如40MHz或60MHz的频率。高频电源61经由匹配器63及电极板21而与下部电极18连接,以向下部电极18供给高频电力HF。匹配器63具有用于使高频电源61的输出阻抗与负载侧(下部电极18侧)的阻抗匹配的匹配电路。此外,高频电源61可以不与下部电极18电连接,可以经由匹配器63而与上部电极30连接。

[0052] 等离子体处理装置1还具备高频电源62。高频电源62为产生用于向基板W吸引离子的偏置高频电力、即高频电力LF的电源。高频电力LF的频率比高频电力HF的频率低。高频电力LF的频率为400kHz~13.56MHz的范围内的频率,例如为400kHz。高频电源62经由匹配器64及电极板21而与下部电极18连接,以向下部电极18供给高频电力LF。匹配器64具有用于使高频电源62的输出阻抗与负载侧(下部电极18侧)的阻抗匹配的匹配电路。

[0053] 在该等离子体处理装置1中,向内部空间10s供给气体。而且,通过供给高频电力HF和/或高频电力LF、或者供给高频电力LF,来在内部空间10s之中激励气体。其结果是,在内部空间10s之中生成等离子体。利用来自生成的等离子体的离子以及/或者自由基之类的化学物种来处理基板W。

[0054] 下面,一并参照图1和图2。图2是将一个例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。图2所示的聚焦环FRA能够在等离子体处理装置1中被用作聚焦环FR。

[0055] 聚焦环FRA具有第一区域R1和第二区域R2。聚焦环FRA的上表面TS包括内侧上表面ITS和外侧上表面OTS。第一区域R1包括内侧上表面ITS。第二区域R2包括外侧上表面OTS。内侧上表面ITS和外侧上表面OTS绕聚焦环FRA的中心轴线(在图中为轴线AX)沿周向(在图中为方向CD)延伸。内侧上表面ITS延伸至比外侧上表面OTS更靠近聚焦环FRA的中心轴线的位置。内侧上表面ITS从与基板W的边缘相面对的聚焦环FRA的内侧端面起沿径向延伸。内侧上表面ITS的径向(相对于中心轴线的辐射方向)上的宽度例如为3mm以上且30mm以下。在一个实施方式中,内侧上表面ITS和外侧上表面OTS沿与聚焦环FRA的中心轴心正交的平面延伸。即,在一个实施方式中,内侧上表面ITS和外侧上表面OTS具有彼此相同的水平位置。

[0056] 聚焦环FRA构成为:在腔室10内生成等离子体期间,第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值比第二区域R2的直流电位的绝对值高。在一个实施方式中,第一区域R1与第二区域R2彼此电分离。在一个实施方式中,第一区域R1和第二区域R2的各区域具有导电性,绝缘体IS设置于第一区域R1与第二区域R2之间。第一区域R1和第二区域R2的各区域例如由硅或碳化硅(SiC)形成。

[0057] 在一个实施方式中,第一区域R1包括内侧区域IR和外侧区域OR。内侧区域IR和外侧区域OR沿周向(在图中为方向CD)延伸。内侧区域IR包括内侧上表面ITS。内侧区域IR延伸至比外侧区域OR更靠近聚焦环FR的中心轴线(在图中为轴线AX)的位置。第二区域R2经由绝缘体IS设置于外侧区域OR上。

[0058] 在一个实施方式中,等离子体处理装置1还能够具备直流电源72。直流电源72构成为:向第一区域R1施加负极性的直流电压,以向第一区域R1提供负极性的直流偏置电位。直流电源72与第一区域R1电连接。在一个实施方式中,直流电源72经由高频电力LF的供电线路及电极板21而与下部电极18电连接。如图2所示,下部电极18经由导体22而与第一区域R1电连接。此外,也可以是,直流电源72以不经由高频电力LF的供电线路、电极板21以及下部电极18中的一个以上的方式与第一区域R1电连接。例如,直流电源72可以经由其它电总线而与第一区域R1连接。

[0059] 在一个实施方式中,能够将第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上。以如下的方式预先设置下限值:在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,基板W的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

[0060] 如图1所示,在一个实施方式中,等离子体处理装置1还能够具备测定电路70。测定电路70具有电压传感器70v。测定电路70经由高频电力LF的供电线路及电极板21而与下部电极18电连接。此外,也可以是,测定电路70以不经由高频电力LF的供电线路、电极板21以及下部电极18中的一个以上的方式与第一区域R1电连接。例如,测定电路70可以经由其它电总线而与第一区域R1连接。

[0061] 测定电路70具有电压传感器70v。测定电路70还可以具有电流传感器70i。在一个实施方式中,测定电路70具有分压电路。在一例中,分压电路为电阻分压电路。电压传感器70v与电阻分压电路的两个电阻之间的节点连接。电压传感器70v构成为获取该节点处的电压的测定值、即表示第一区域R1的直流电位的测定值。

[0062] 测定电路70还能够具有电流传感器70i。电流传感器70i构成为获取在将第一区域R1与测定电路70连接的电总线中流动的电流的测定值。

[0063] 测定电路70和直流电源72构成为选择性地与第一区域R1连接。因此,等离子体处理装置1具备一个以上的切换元件。在一个实施方式中,等离子体处理装置1具备切换元件70s和切换元件72s,以使测定电路70和直流电源72中的一方选择性地与第一区域R1连接。切换元件70s和切换元件72s的各切换元件例如能够为场效应晶体管。当切换元件70s为导通状态时,测定电路70的分压电路的与地相反一侧的端部连接于第一区域R1。当切换元件72s为导通状态时,直流电源72与第一区域R1连接。关于切换元件70s和切换元件72s,在切换元件70s和切换元件72s中的一方处于导通状态时,通过控制部MC将另一方控制为非导通状态。

[0064] 此外,等离子体处理装置1也可以不具备测定电路70、切换元件70s以及切换元件72s。在该情况下,直流电源72能够与高频电力LF的供电线路直接连接。

[0065] 等离子体处理装置1还能够具备高频截止滤波器74。高频截止滤波器74是为了防止高频电力流入测定电路70和直流电源72而设置的。高频截止滤波器74例如具有电容器。高频截止滤波器74的电容器的一端同第一区域R1与测定电路70的分压电路之间且第一区域R1与直流电源72之间的电总线连接。高频截止滤波器74的电容器的另一端接地。

[0066] 等离子体处理装置1还具备控制部MC。控制部MC为具备处理器、存储装置、输入装置、显示装置等的计算机,并且控制部MC控制等离子体处理装置1的各部。具体地说,控制部MC执行存储装置中存储的控制程序,基于该存储装置中存储的制程数据来控制等离子体处理装置1的各部。通过控制部MC的控制,等离子体处理装置1能够执行由制程数据指定的工艺。另外,通过控制部MC的控制,等离子体处理装置1能够执行各种实施方式所涉及的方法。

[0067] 下面,参照图3和图4。图3是表示使用图2所示的聚焦环的情况下的等离子体和鞘的一例的图。图4是表示使用参考例的聚焦环的情况下的等离子体和鞘的一例的图。图4所示的聚焦环FRT具有导电性。聚焦环FRT没有被分割为第一区域R1和第二区域R2。即,聚焦环FRT的上表面为从其内缘延伸至外缘的连续的平面。聚焦环FRT的上表面的内缘具有与聚焦环FRA的内侧上表面ITS的内缘的直径相同的直径。聚焦环FRT的上表面的外缘具有与聚焦环FRA的外侧上表面OTS的外缘的直径相同的直径。

[0068] 当从直流电源72向被搭载于搭载区域20r上的聚焦环FRT施加负极性的直流电压时,如图4所示,聚焦环FRT的上方的鞘SH比基板W的上方的鞘SH厚。聚焦环FRT的上表面的径向上的宽度比较宽,因此在聚焦环FRT的上方的沿径向具有较宽的宽度的区域中,鞘SH与上部电极30(腔室10的顶部)之间的间隙变窄。其结果是,抑制等离子体PL向径向的扩散,在基板W的中央区域的上方等离子体PL的密度变高。因而,当调整聚焦环FRT的负极性的直流偏置电位时,基板W的中央区域的蚀刻速率发生变化。

[0069] 另一方面,如图3所示,在使用聚焦环FRA的情况下,在生成等离子体期间,在聚焦环FRA的上表面TS中具有较高的绝对值的负极性的直流偏置电位的部分限定为内侧上表面ITS。其结果是,在内侧上表面ITS的上方的沿径向具有较宽的宽度的区域中,鞘SH与上部电极30(腔室10的顶部)之间的间隙变窄。因而,在使用聚焦环FRA的情况下,即使调整第一区域R1的负极性的直流偏置电位,等离子体PL也能够沿径向扩散。因而,通过调整聚焦环FRA的第一区域R1的负极性的直流偏置电位,能够抑制对于基板W的中央区域的蚀刻速率的影

响,并且调整基板W的边缘区域的蚀刻速率。

[0070] 下面,对能够在等离子体处理装置1中作为聚焦环FR使用的其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环进行说明。图5是将其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。图5所示的聚焦环FRB能够在等离子体处理装置1中用作聚焦环FR。下面,对聚焦环FRB与聚焦环FRA的不同点进行说明。

[0071] 在聚焦环FRB中,第一区域R1和第二区域R2的各区域具有环形状。第一区域R1延伸至比第二区域R2更靠近聚焦环FRB的中心轴线(在图中为轴线AX)的位置。聚焦环FRB的第一区域R1具有导电性,例如由硅或碳化硅(SiC)形成。聚焦环FRB的第二区域R2由绝缘体材料形成。聚焦环FRB的第一区域R1与直流电源72电连接。

[0072] 与聚焦环FRA的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值同样地,能够将聚焦环FRB的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上。以如下的方式预先设定下限值:在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下,基板W的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

[0073] 下面,对能够在等离子体处理装置1中用作聚焦环FR的另一其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环进行说明。图6是将另一其它例示性的实施方式所涉及的聚焦环的一部分与图1所示的等离子体处理装置的基板支承台的一部分一同示出的放大截面图。图6所示的聚焦环FRC能够在等离子体处理装置1中用作聚焦环FR。下面,说明聚焦环FRC与聚焦环FRA的不同点。

[0074] 在聚焦环FRC中,第一区域R1和第二区域R2的各区域具有环形状。第一区域R1延伸至比第二区域R2更靠近聚焦环FRC的中心轴线(在图中为轴线AX)的位置。聚焦环FRC的第一区域R1和第二区域R2的各区域具有导电性,例如由硅或碳化硅(SiC)形成。在聚焦环FRC中,第一区域R1经由第一电介质部D1搭载于搭载区域20r上。在聚焦环FRC中,第二区域R2经由第二电介质部D2搭载于搭载区域20r上。第一电介质部D1和第二电介质部D2由相同的电介质材料或彼此不同的电介质材料形成。第一电介质部D1的阻抗比第二电介质部D2的阻抗低。

[0075] 高频电源62经由第一电介质部D1而与聚焦环FRC的第一区域R1电连接。另外,高频电源62经由第二电介质部D2而与聚焦环FRC的第二区域R2电连接。在一例中,高频电源62经由电极板21、下部电极18、导体221以及第一电介质部D1而与第一区域R1电连接。另外,高频电源62经由电极板21、下部电极18、导体222以及第二电介质部D2而与第二区域R2电连接。此外,高频电源62之外的其它高频电源可以经由第一电介质部D1而与聚焦环FRC的第一区域R1电连接。另外,该其它高频电源可以经由第二电介质部D2而与聚焦环FRC的第二区域R2电连接。

[0076] 聚焦环FRC的第一区域R1经由具有较低的阻抗的第一电介质部D1而与高频电源62(或其它高频电源)电连接。另一方面,聚焦环FRC的第二区域R2经由具有较高的阻抗的第二电介质部D2而与高频电源62(或其它高频电源)电连接。因而,聚焦环FRC的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值比聚焦环FRC的第二区域R2的负极性的直流偏置电位的绝对值高。此外,在使用聚焦环FRC的情况下,等离子体处理装置1可以不具备直流电源72。另外,等离子体处理装置1可以不具备测定电路70。

[0077] 与聚焦环FRA的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值同样地,能够将聚

焦环FRC的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为下限值以上。以如下的方式预先设定下限值：在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板W的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。

[0078] 下面，对一个例示性的实施方式所涉及的等离子体蚀刻方法进行说明。图7是表示一个例示性的实施方式所涉及的等离子体蚀刻方法的流程图。在以下的说明中，以使用等离子体处理装置1的情况为例对图7所示的等离子体蚀刻方法（以下称作“方法MT”）进行说明。

[0079] 方法MT包括工序STE。在工序STE中蚀刻基板。方法MT还可以包括工序STP。在执行工序STE前执行工序STP。在工序STP中，决定第一区域R1的负极性的直流偏置电位的下限值。在后文中叙述工序STP的详情。

[0080] 工序STE包括工序ST1和工序ST2。在基板载置于支承台16上的状态下执行工序ST1和工序ST2，以利用来自等离子体的化学物种来蚀刻基板。将基板配置于静电吸盘20的中央区域上且被聚焦环FR包围的区域内。

[0081] 在工序ST1中，在腔室10内生成等离子体。具体地说，在工序ST1中，从气体供给部向腔室10内供给气体。在工序ST1中，通过排气装置50将腔室10内的压力设定为指定的压力。在工序ST1中，供给高频电力HF和低频电力LF、或者供给高频电力LF。在工序ST1中，在腔室10内激励气体。其结果是，在腔室10内，从气体生成等离子体。

[0082] 在工序ST1的生成等离子体的期间执行接下来的工序ST2。在工序ST2中，在聚焦环FR的第一区域R1中产生具有比第二区域R2的直流电位的绝对值高的绝对值的负极性的直流偏置电位。在工序ST2中，将第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定在通过工序STP决定出的下限值以上的范围内。

[0083] 在使用聚焦环FRA或聚焦环FRB来作为聚焦环FR的情况下，在工序ST2中，向第一区域R1施加来自直流电源72的负极性的直流电压。在使用聚焦环FRC来作为聚焦环FR的情况下，在工序ST2中，经由第一电介质部D1将来自高频电源62的高频电力LF供给至第一区域R1，并且经由第二电介质部D2将该高频电力LF供给至第二区域R2。或者，也可以是，在工序ST2中，经由第一电介质部D1将来自高频电源62之外的其它高频电源的高频电力供给至第一区域R1，并且经由第二电介质部D2将该高频电力供给至第二区域R2。

[0084] 在方法MT中，利用来自等离子体的离子之类的化学物种来蚀刻基板。根据方法MT，通过调整内侧上表面ITS的直流偏置电位，能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响，并且调整基板的边缘区域的蚀刻速率。

[0085] 可以将生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值控制在上述的下限值以上的范围内。通过将第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值控制在下限值以上的范围内，能够控制第一区域R1的上方的鞘与等离子体之间的界面的位置（高度方向上的位置）。

[0086] 在一例中，以比下限值大的基准值（或初始值）为基准来设定生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值。当将生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为比基准值低的值时，第一区域R1的上方的鞘与等离子体之间的界面的位置比基准位置低。基准位置为在将生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为基准值的情况下的、第一区域R1的上方的鞘与等离子

体之间的界面的位置。另一方面,当将生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为比基准值高的值时,第一区域R1的上方的鞘与等离子体之间的界面的位置比基准位置高。通过像这样控制第一区域R1的上方的鞘与等离子体之间的界面的位置,能够控制离子相对于基板的边缘区域的入射角。因而,通过将等离子体生成中的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值控制在下限值以上的范围内,能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且能够控制离子相对于基板的边缘区域的入射角。

[0087] 在其它一例中,在聚焦环FR产生了消耗的情况下,将生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值设定为比初始值高的值。初始值是被设定为在使用未消耗的聚焦环FR的情况下生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值的值,是上述的下限值以上的值。例如,生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值随着聚焦环FR的消耗有进展(聚焦环FR的厚度的减少或内侧上表面ITS的高度方向的位置的下降)而从初始值开始增加。当聚焦环FR消耗而内侧上表面ITS的高度方向上的位置变低时,在内侧上表面ITS的上方,鞘与等离子体之间的界面的高度方向上的位置变低。其结果是,离子相对于基板的边缘区域倾斜地入射。在本例中,在聚焦环FR正在消耗的情况下,通过使生成等离子体期间的第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值从初始值开始增加,来校正内侧上表面ITS的上方的鞘与等离子体之间的界面的高度方向上的位置。因而,根据本例,在聚焦环FR正在消耗的情况下,能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且在铅垂方向上校正离子相对于基板的边缘区域的入射方向。

[0088] 下面,参照图8。图8是表示一个例示性的实施方式所涉及的决定下限值的方法的流程图。在方法MT的工序STP中,执行图8所示的方法MTD。方法MTD包括以下工序:求出与多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率。在求出多个蚀刻速率的工序中,依次将第一区域R1的负极性的直流偏置电位设定为多个负极性的直流偏置电位并且重复进行序列SQ。

[0089] 序列SQ包括工序ST11和工序ST12。工序ST11为与工序STE相同的工序。在工序ST11中,在腔室10内从气体生成等离子体(工序ST111),并且在第一区域R1产生所设定的负极性的直流偏置电位(工序ST112)。在工序ST11中,利用来自生成的等离子体的离子之类的化学物种来蚀刻基板。此外,工序ST111中的用于生成等离子体的各条件能够分别与工序ST1中的用于生成等离子体的各条件相同。

[0090] 在接下来的工序ST12中,求出在工序ST11中被蚀刻的基板的中央区域的蚀刻速率。通过将形成于基板的开口的深度除以工序ST11的处理时间,来求出蚀刻速率。使用通过工序ST12求出的蚀刻速率来作为多个蚀刻速率中的与设定的偏置电位、即在工序ST11中在第一区域R1中产生的负极性的直流偏置电位对应的蚀刻速率。

[0091] 在接下来的工序ST13中,判定是否结束序列的执行。在工序ST13中,如果在多个负极性的直流偏置电位中存在未在序列SQ中利用的直流偏置电位,则判定为不结束序列的执行。在不结束序列的执行的情况下,使用多个负极性的直流偏置电位中的未在序列SQ中利用的直流偏置电位再次执行序列SQ。另一方面,当多个负极性的直流偏置电位全部在序列SQ中被使用了的情况下,得到多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率之间的关系。

[0092] 在工序ST14中,决定第一区域R1的负极性的直流偏置电位的绝对值的下限值。使

用通过重复序列SQ而求出的关系、即多个负极性的直流偏置电位与同该多个负极性的直流偏置电位分别对应的多个蚀刻速率之间的关系来决定下限值。以如下方式决定下限值：在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。在一例中，以如下方式决定下限值：在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板的中央区域的蚀刻速率为规定范围内的蚀刻速率。通过这样决定出的下限值用于在工序ST2中决定第一区域R1的负极性的直流偏置电位。

[0093] 以上对各种例示性的实施方式进行了说明，但不限于上述的例示性的实施方式，可以进行各种省略、置换以及变更。另外，能够将不同的实施方式中的要素进行组合来形成其它实施方式。

[0094] 例如，具备聚焦环FRA、聚焦环FRB或聚焦环FRC的等离子体处理装置并不限定为电容耦合型的等离子体处理装置，可以为任意类型的等离子体处理装置。另外，在方法MT中，可以使用等离子体处理装置1以外的任意类型的等离子体处理装置。作为这样的等离子体处理装置，例示有电感耦合型的等离子体处理装置、利用微波之类的表面波来生成等离子体的等离子体处理装置。

[0095] 另外，聚焦环FRA、聚焦环FRB或聚焦环FRC可以构成为能够进行其温度调整。例如，可以在静电吸盘20的内部设置有加热器。该加热器可以遍及静电吸盘20的整个区域地延伸，以将基板W和聚焦环这两方进行加热。或者，加热器可以仅设置于搭载区域20r的正下方，以能够仅将聚焦环进行加热。另外，可以设置将基板W进行加热的第一加热器和将聚焦环进行加热的第二加热器。并且，在将聚焦环FRB或聚焦环FRC进行加热的情况下，可以仅在第一区域R1或第二区域R2的正下方设置加热器，以能够仅将第一区域R1或第二区域R2进行加热。或者，在将聚焦环FRB或聚焦环FRC进行加热的情况下，可以在第一区域R1和第二区域R2的正下方分别设置有相分别的加热器。

[0096] 另外，在将聚焦环FRA进行加热的情况下，可以在搭载区域20r上设置传热片，将聚焦环FRA经由传热片搭载于搭载区域20r上。另外，在将聚焦环FRC进行加热的情况下，第一电介质部D1以及/或者第二电介质部D2可以由绝缘性的传热片构成。

[0097] 此外，作为聚焦环的温度调整，例示了加热，但聚焦环的温度调整也可以为冷却。在该情况下，可以与加热器一同设置帕尔贴元件等冷却构件，或者设置帕尔贴元件等冷却构件来取代加热器。

[0098] 下面，对使用等离子体处理装置1进行的几个实验进行说明。

[0099] (第一实验～第六实验)

[0100] 在第一实验～第六实验中，在搭载区域20r搭载有上述的聚焦环FRT。在第三实验和第四实验中，用绝缘带覆盖聚焦环FRT的上表面的整个区域中的、在径向上靠外侧的区域。在第三实验和第四实验中，聚焦环FRT的上表面的整个区域中的露出的靠内侧的区域的径向上的宽度为1cm。在第五实验和第六实验中，用绝缘带覆盖聚焦环FRT的上表面的整个区域中、在径向上靠内侧的区域。在第五实验和第六实验中，聚焦环FRT的上表面的整个区域中的露出的靠外侧的区域的径向上的宽度为1cm。在第一实验～第六实验中，在静电吸盘20上搭载基板，对基板的硅氧化膜进行蚀刻。在第一实验～第六实验中，使用氟碳气体来作为蚀刻用的气体。在第一实验～第六实验中，将高频电力HF和低频电力LF供给至下部电极。

在第一实验、第三实验以及第五实验中,未对聚焦环FRT施加来自直流电源72的直流电压。在第二实验、第四实验以及第六实验中,从直流电源72向聚焦环FRT施加-500V的直流电压。

[0101] 在第一实验~第六实验的各实验中,求出硅氧化膜的蚀刻速率的径向上的分布。图9的(a)是表示第一实验和第二实验的结果的曲线图,图9的(b)是表示第三实验和第四实验的结果的曲线图,图9的(c)是表示第五实验和第六实验的结果的曲线图。在图9的(a)、图9的(b)以及图9的(c)的各个曲线图中,横轴表示距基板的中心的距离,纵轴表示基板的硅氧化膜的蚀刻速率。

[0102] 如图9的(a)所示,通过第二实验求出的基板的中央区域的蚀刻速率相对于通过第一实验求出的基板的中央区域的蚀刻速率发生了大的变化。因而,能够确认出:当调整使其上表面的全部露出的聚焦环FRT的负极性的偏置电压时,基板的中央区域的蚀刻速率发生变化。

[0103] 如图9的(c)所示,通过第六实验求出的蚀刻速率相对于通过第五实验求出的蚀刻速率在基板的径向上的全部位置发生了比较大的变化。因而,能够确认出:当调整仅使其上表面中的径向上靠外侧的区域露出的聚焦环FRT的负极性的偏置电压时,在基板的径向上的全部位置,蚀刻速率发生较大的变化。

[0104] 如图9的(b)所示,通过第四实验求出的基板的边缘区域的蚀刻速率相对于通过第三实验求出的基板的边缘区域的蚀刻速率发生了大的变化。另外,通过第四实验求出的基板的中央区域的蚀刻速率与通过第三实验求出的基板的中央区域的蚀刻速率之差较小。在第三实验和第四实验的各实验中使用的聚焦环构成为:在其上表面中的靠内侧的区域中产生具有比其上表面中的靠外侧的区域的直流电位的绝对值大的绝对值的负极性的直流偏置电位。因而,能够确认出:通过使用聚焦环FRA、FRB以及FRC中的任一个,能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响,并且控制基板的边缘区域的蚀刻速率。

[0105] (第七实验和第八实验)

[0106] 在第七实验中,在搭载区域20r搭载聚焦环FRA,对多个基板的硅氧化膜依次进行蚀刻。在第七实验的多个基板的硅氧化膜的蚀刻中,将从直流电源72施加于第一区域R1的负极性的直流电压设定为各不相同的直流电压。在第八实验中,在搭载区域20r搭载聚焦环FRT,对多个基板的硅氧化膜依次进行蚀刻。在第八实验的多个基板的硅氧化膜的蚀刻中,将从直流电源72施加于第一区域R1的负极性的直流电压设定为各不相同的直流电压。在第七实验和第八实验中,使用氟碳气体来作为蚀刻用的气体。在第七实验和第八实验中,向下部电极供给高频电力HF和低频电力LF。

[0107] 在第七实验和第八实验中,求出各基板的中央区域的硅氧化膜的蚀刻速率的变化率。为了求出蚀刻速率的变化率,使用未从直流电源72向聚焦环施加直流电压时的蚀刻速率来作为基准的蚀刻速率。具体地说,求出应该求出其变化率的蚀刻速率与基准的蚀刻速率之差,求出该差相对于基准的蚀刻速率的比例,由此求出蚀刻速率的变化率。图10是表示第七实验和第八实验的结果的曲线图。在图10中,横轴表示从直流电源72施加于聚焦环的直流电压,纵轴表示基板的中央区域的蚀刻速率的变化率。如图10所示,在第八实验中,随着聚焦环FRT的负极性的直流电压的绝对值的增加,基板的中央区域的蚀刻速率的变化率增加。另一方面,在第七实验中,在聚焦环FRA的第一区域R1的负极性的直流电压的绝对值为100V以上时,基板的中央区域的蚀刻速率的变化率大致没有变动。因而,确认出能够以如

下的方式设定下限值：在第一区域R1的负极性的直流偏置电位具有该下限值以上的绝对值的情况下，基板W的中央区域的蚀刻速率实质上不发生变化。另外，能够确认出：即使将向第一区域R1提供的负极性的直流偏置电位的绝对值调整为该下限值以上的范围内，也能够抑制对于基板的中央区域的蚀刻速率的影响。

[0108] 根据以上的说明应该理解的是，在本说明书说明本公开的各种实施方式的目的是为了进行说明，在不脱离本公开的范围和主旨的情况下能够进行各种变更。因而，本说明书所公开的各种实施方式不用于进行限定，真正的范围和主旨由所附的权利要求书表示。

[0109] 附图标记说明

[0110] 1：等离子体处理装置；10：腔室；16：支承台；18：下部电极；62：高频电源；FR：聚焦环；R1：第一区域；R2：第二区域；ITS：内侧上表面；OTS：外侧上表面。

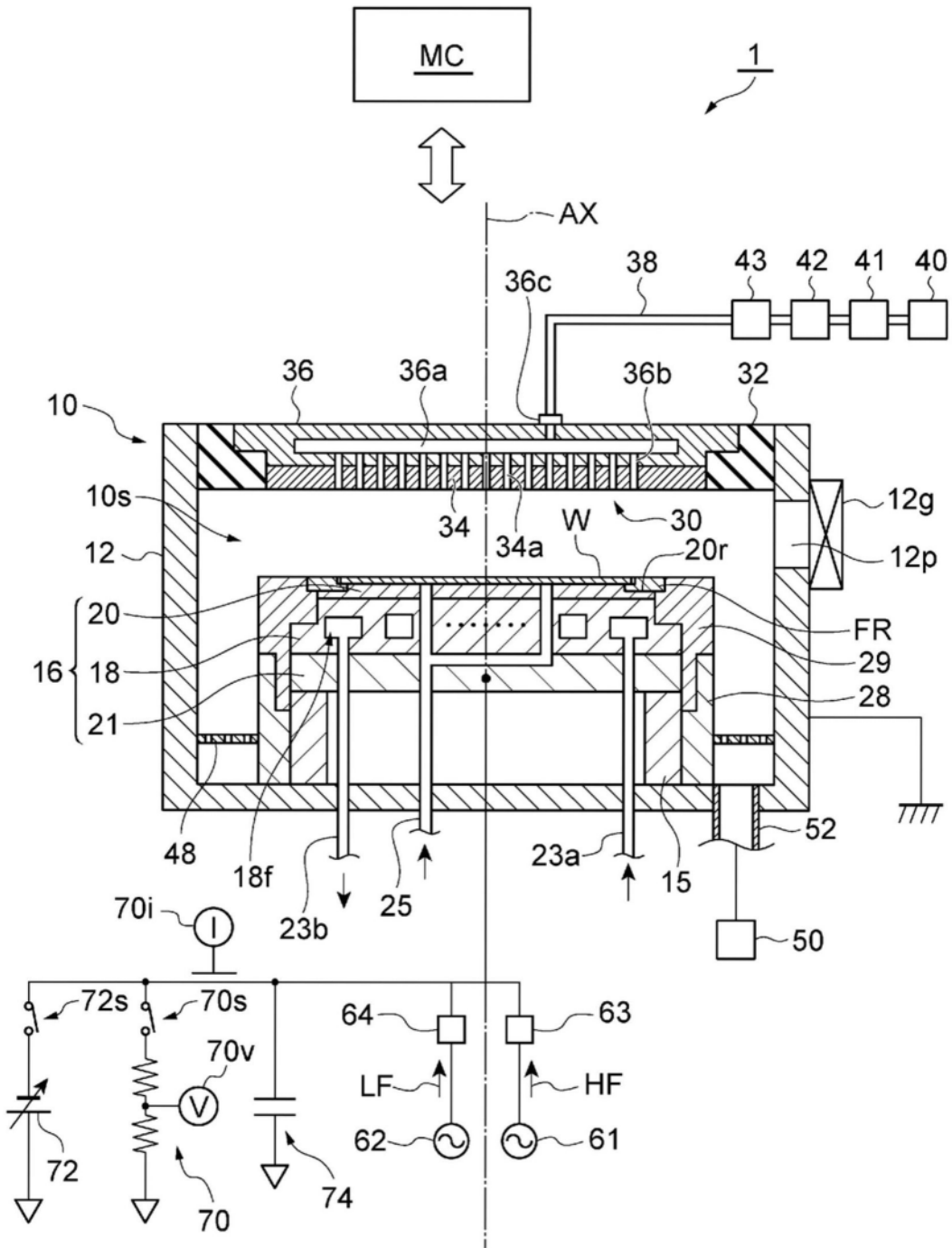


图1

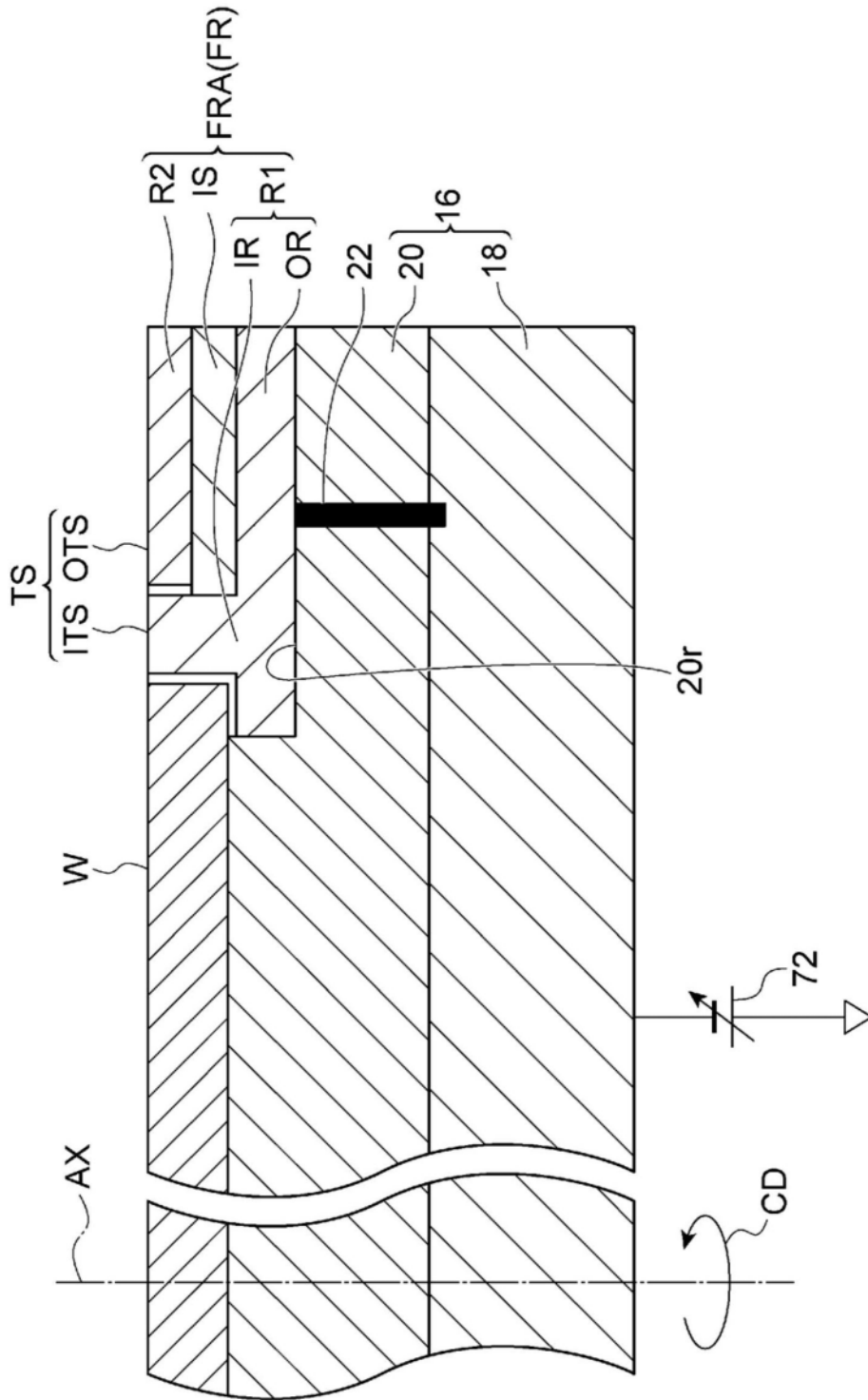


图2

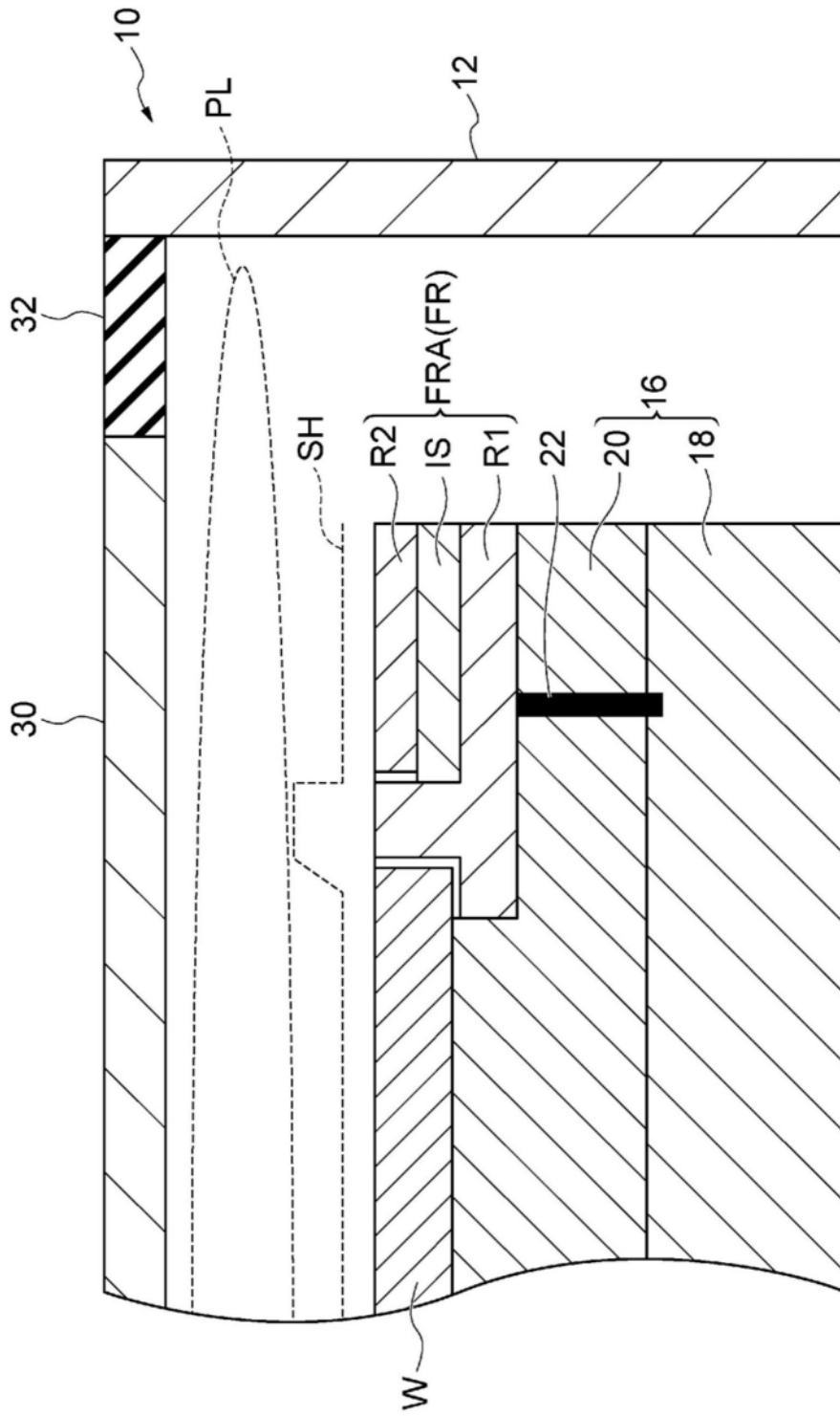


图3

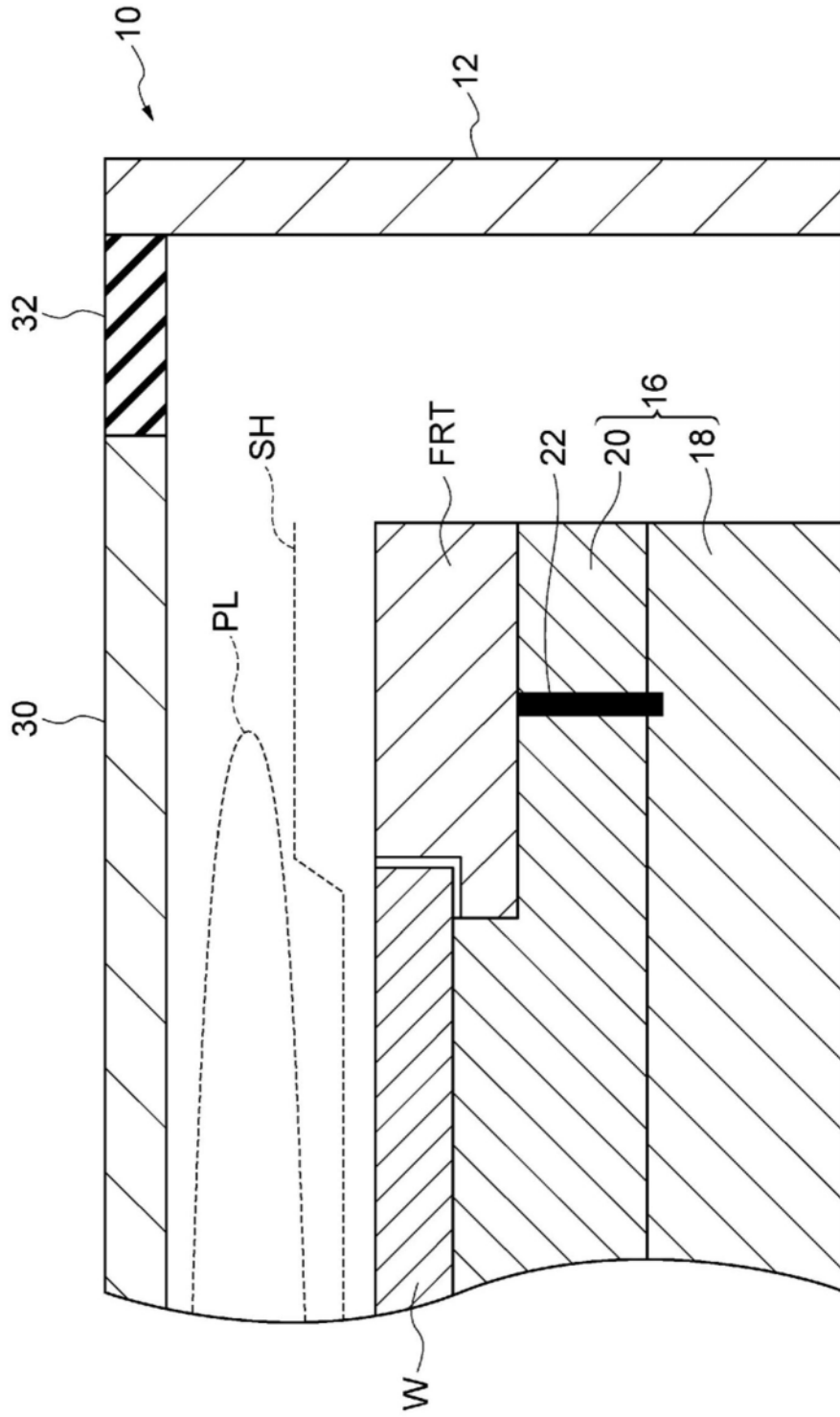


图4

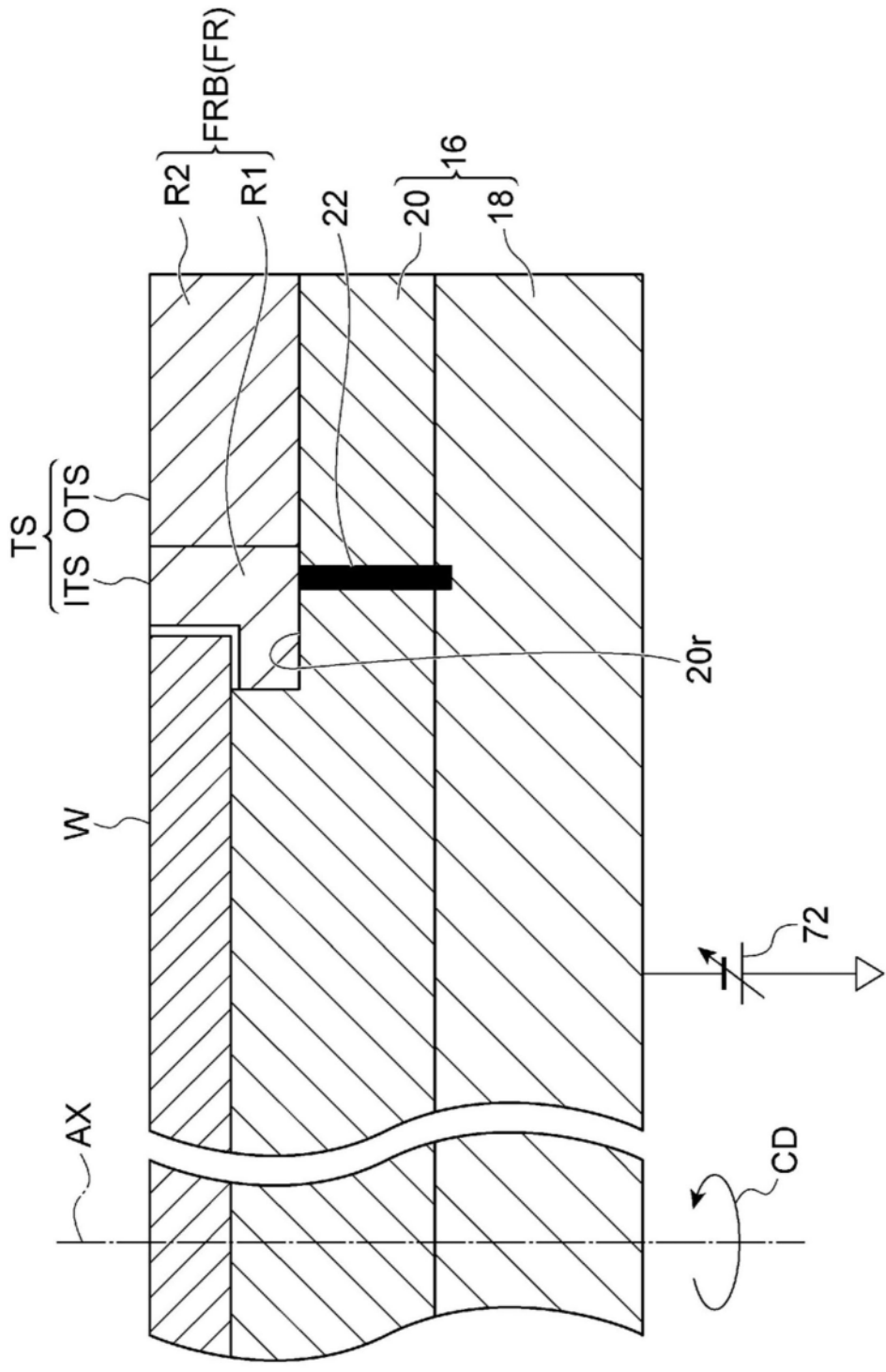


图5

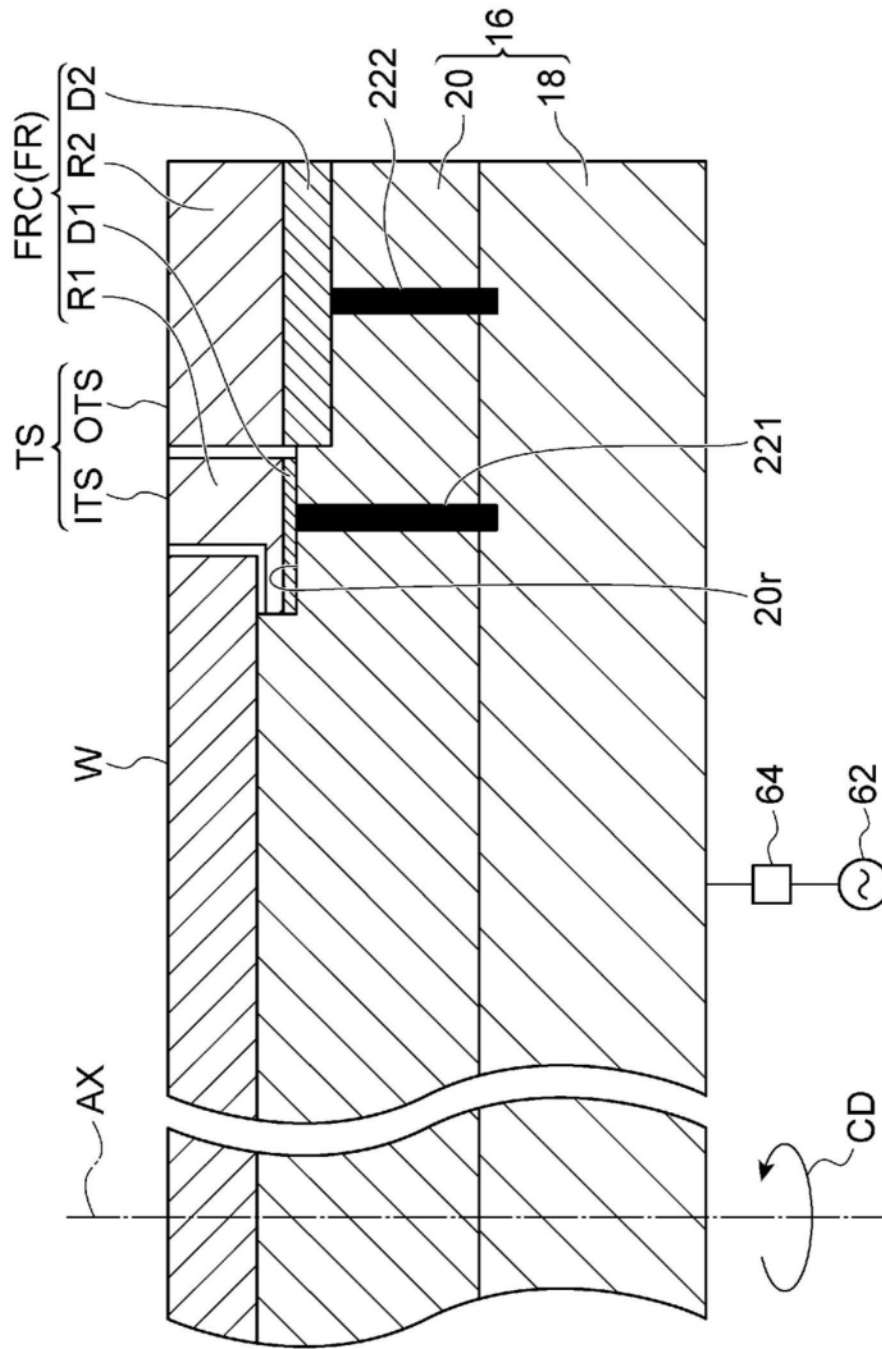


图6

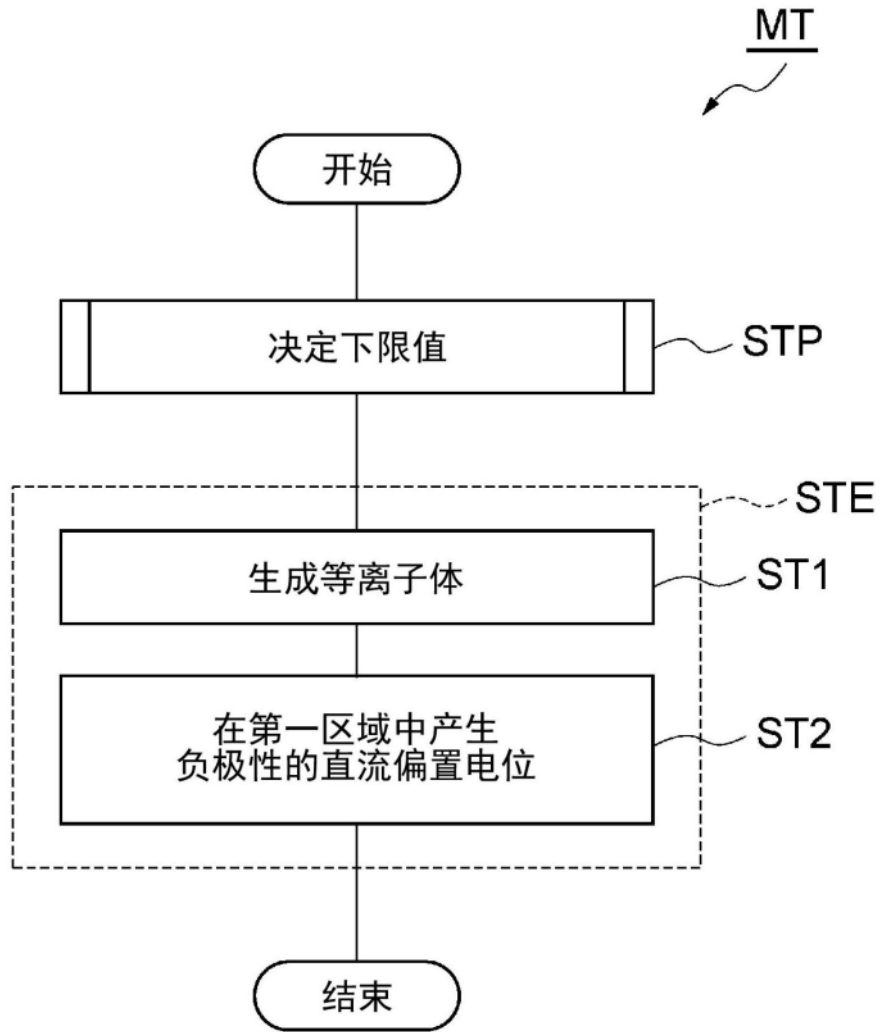


图7

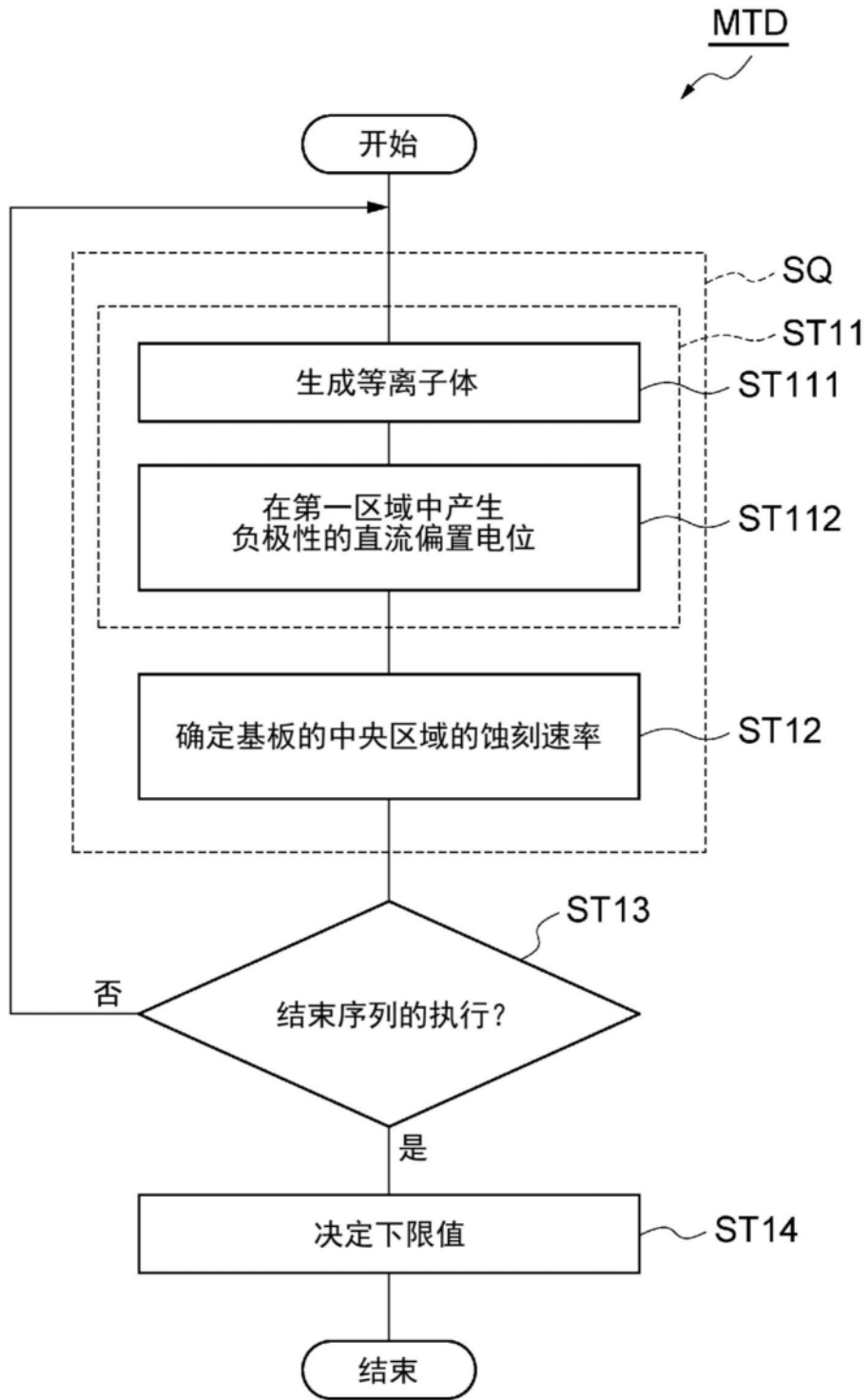


图8

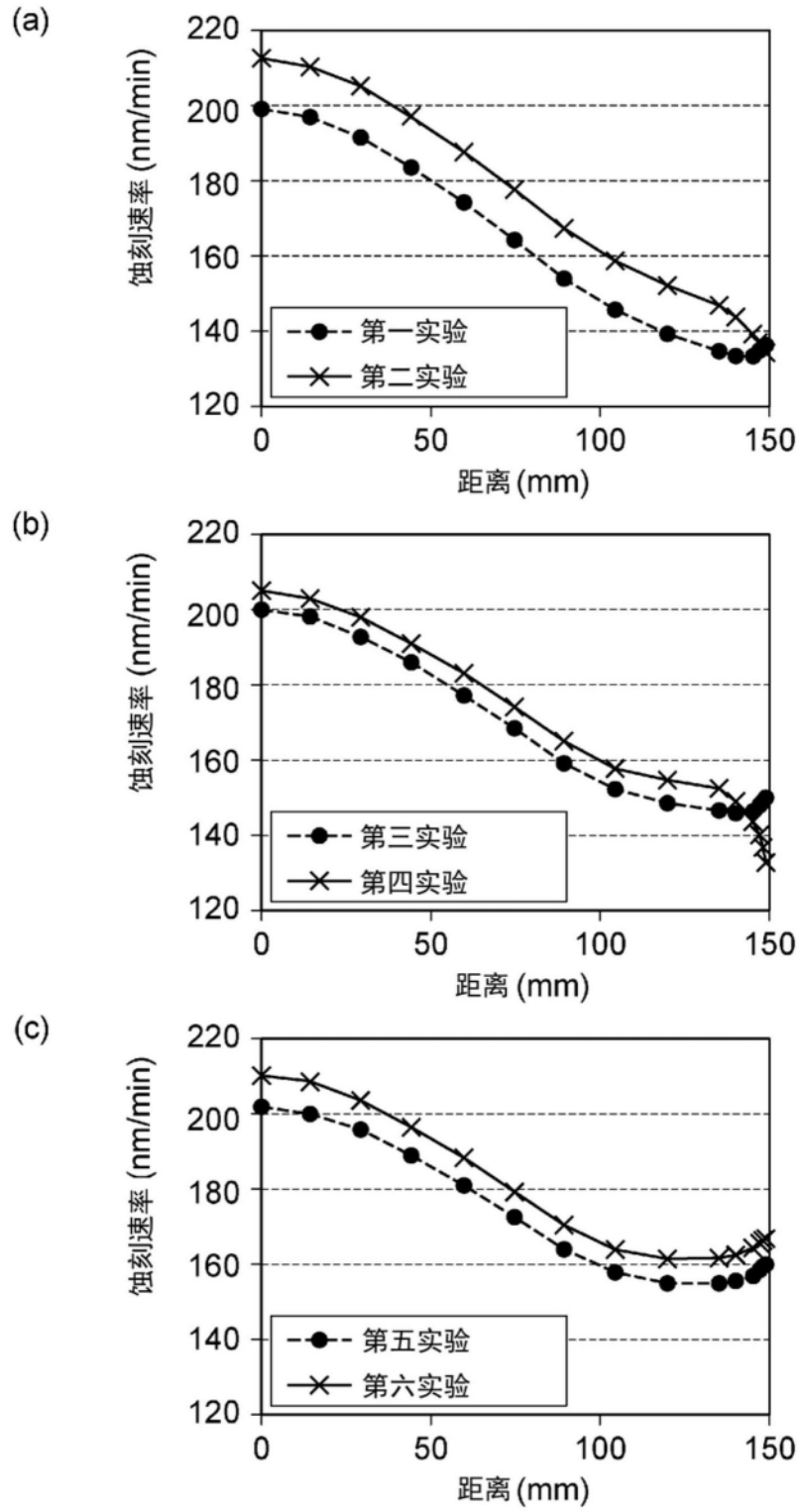


图9

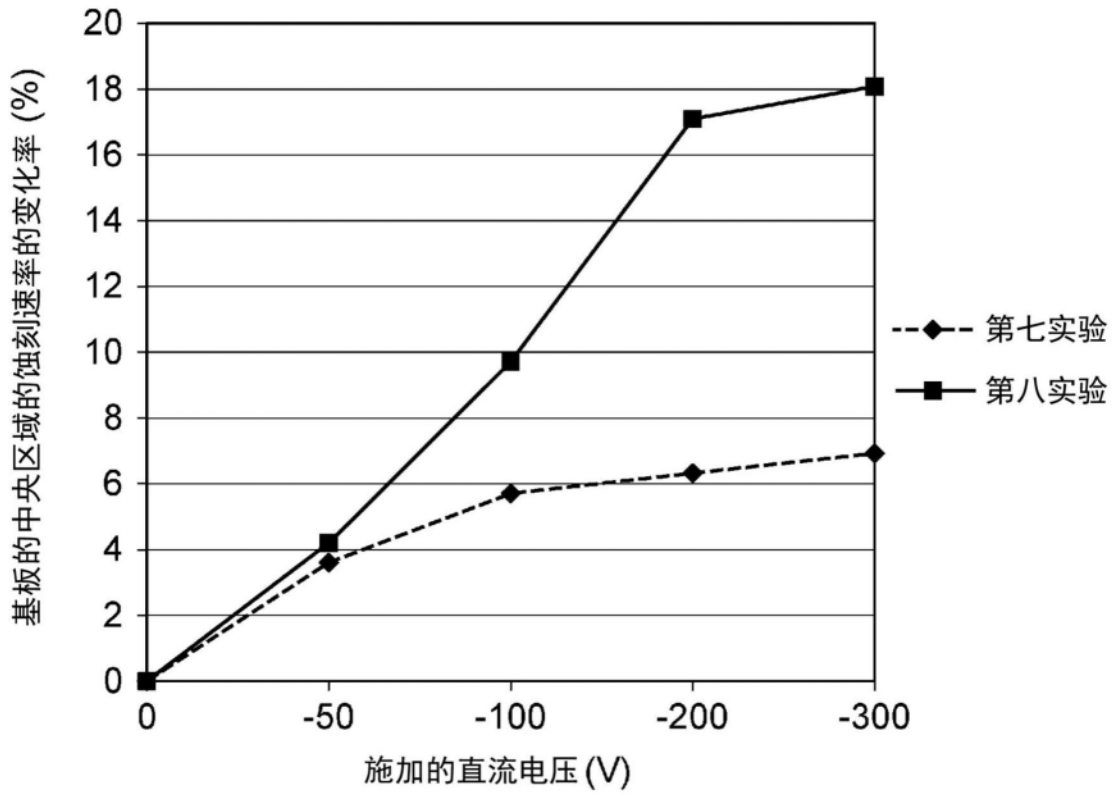


图10