



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111133552 A

(43)申请公布日 2020.05.08

(21)申请号 201880062328.2

(22)申请日 2018.10.02

(30)优先权数据

10-2017-0133031 2017.10.13 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2018/011691 2018.10.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/074233 K0 2019.04.18

(71)申请人 株式会社EUGENE科技

地址 韩国京畿道龙仁市处仁区阳智面秋溪路42

(72)发明人 赵政熙 崔伦硕

谢尔盖.扎雷茨基 柳次英

(74)专利代理机构 北京纽盟知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11456

代理人 许玉顺 金珍花

(51)Int.Cl.

H01J 37/32(2006.01)

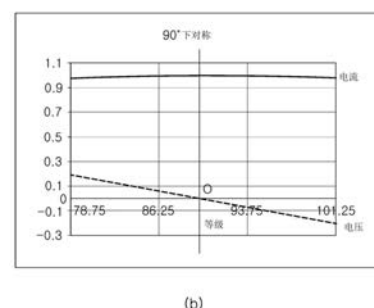
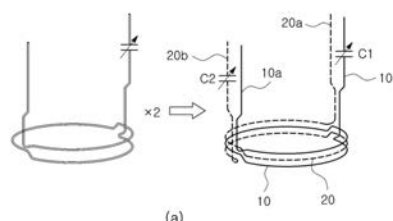
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

感应耦合型等离子体天线及等离子体处理装置

(57)摘要

本发明的等离子体处理装置包括:感应腔体,用于向内部导入源气体以产生等离子体;处理腔,放置利用感应腔体产生的等离子体进行处理的处理基板;ICP天线,位于感应腔体外部,形成感应磁场,以便由导入到感应腔体内部的源气体产生等离子体;及高频振荡器,向ICP天线施加射频功率;ICP天线包括具有相同的长度及半径方向中心的多个螺旋形天线,各天线具有连接高频振荡器的输入端及作为与输入端相对的端子连接接地的输出端,在各螺旋形天线的输出端安装平衡电容器,以便在各天线的长度方向中心形成虚拟接地;在多个螺旋形天线中,输入端及输出端相对于半径方向中心以相同角度配置,长度方向中心配置在多个螺旋形天线的输出端之间。



1. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:

感应腔体,用于向内部导入源气体以产生等离子体;

处理腔,用于放置被处理基板,该被处理基板利用所述感应腔体产生的等离子体进行处理;

感应耦合型等离子体天线,位于所述感应腔体外部,用于形成感应磁场,以便由导入到所述感应腔体内部的源气体产生等离子体;及

高频振荡器,向所述感应耦合型等离子体天线施加射频功率;

所述感应耦合型等离子体天线包括具有相同的长度及半径方向中心的多个螺旋形天线,各所述螺旋形天线具有连接所述高频振荡器的输入端及作为与所述输入端相对的端子连接接地的输出端,在各螺旋形天线的输出端安装平衡电容器,以便在各螺旋形天线的长度方向中心形成虚拟接地;

在所述多个螺旋形天线中,所述多个螺旋形天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心以相同角度配置,所述多个螺旋形天线的长度方向中心配置在所述多个螺旋形天线的输出端之间。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线包括各螺旋形天线的输入端和输出端相对于半径方向中心对称配置的第一天线及第二天线,所述第一天线的输入端及输出端与所述第二天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心对称配置;

所述第一天线和第二天线的长度方向中心相对于所述第一天线和第二天线的输出端以所述半径方向中心为基准成90度角度配置,所述第一天线的长度方向中心和所述第二天线的长度方向中心以所述半径方向中心为基准对称配置。

3. 如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线包括第一、第二及第三天线,该第一、第二及第三天线的各天线的输入端和输出端相对于所述半径方向中心配置于相同的方向上;

所述第一、第二及第三天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心成120度角配置,所述第一、第二及第三天线的长度方向中心与所述第一、第二及第三天线的输入端相对于所述半径方向中心对称配置。

4. 如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线与一个高频振荡器并联连接。

5. 如权利要求4所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线通过阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器;

所述多个螺旋形天线通过一个阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器。

6. 如权利要求4所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线通过阻抗匹配电路,连接于所述高频振荡器,

所述多个螺旋形天线分别通过相互不同的阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器。

7. 如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于,

所述多个螺旋形天线分别独立地连接于单独的高频振荡器。

8. 一种感应耦合型等离子体天线,位于感应耦合型等离子体处理装置的感应腔体外部,形成感应磁场,用于由导入到所述感应腔体内部的源气体产生等离子体,其特征在于,

所述感应耦合型等离子体天线包括具有相同的长度及半径方向中心的多个螺旋形天线；

各螺旋形天线具有连接所述高频振荡器的输入端及作为与所述输入端相对的端子连接接地的输出端，在各天线的输出端安装平衡电容器，以便在各天线的长度方向中心形成虚拟接地；

所述多个螺旋形天线中，所述多个螺旋形天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心以相同角度配置，所述多个螺旋形天线的长度方向中心配置在所述多个螺旋形天线的输出端之间。

9. 如权利要求8所述的感应耦合型等离子体天线，其特征在于，

所述多个螺旋形天线包括第一天线及第二天线，该第一天线及第二天线的输入端和输出端相对于半径方向中心对称配置；

所述第一天线的输入端及输出端与所述第二天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心对称配置，所述第一天线和第二天线的长度方向中心相对于所述第一天线和第二天线的输出端以所述半径方向中心为基准成90度角配置；

所述第一天线的长度方向中心和所述第二天线的长度方向中心以所述半径方向中心为基准对称配置。

10. 如权利要求8所述的感应耦合型等离子体天线，其特征在于，

所述多个螺旋形天线包括第一、第二及第三天线，该第一、第二及第三天线的输入端和输出端相对于所述半径方向中心配置于相同的方向，

所述第一、第二及第三天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心成120度角配置，所述第一、第二及第三天线的长度方向中心相对于所述第一、第二及第三天线的输入端和所述半径方向中心对称配置。

感应耦合型等离子体天线及等离子体处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及ICP天线(感应耦合型等离子体天线)及等离子体处理装置,更具体地,涉及包括天线的等离子体处理装置,该天线在ICP处理装置中可以提高等离子体产生效率及等离子体的均匀性。

背景技术

[0002] 最近,使用于半导体工序的基板处理装置,随着半导体电路的超微型化、用于制造半导体电路的基板的大型化及液晶显示器的大面积化,整体处理面积大型化,相反内部电路更加趋于小型化。因此,在限定的区域需要集成更多元件,进行旨在改善大型化整体面积上形成的元件均匀性的研究和开发。

[0003] 用作基板处理装置的等离子体处理装置,是一种激活腔体内的反应气体形成等离子体之后利用所形成的等离子体处理基板的干式处理装置,其根据电极形态区分为电容耦合型等离子体(Capacitively Coupled Plasma;CCP)和感应耦合型等离子体(Inductively Coupled Plasma;ICP)方式。

[0004] CCP方式一般在平行的一对平板型电极施加高频波,通过形成于电极之间空间的电场产生等离子体,准确的电容耦合调节和离子调节的能力高,因此,与ICP方式相比,具有工序生产率高的优点。相反,无线频率电源的能量几乎排他性地通过电容耦合传递到等离子体,因此等离子体的离子密度可以仅通过电容耦合的射频功率的增加或减少来调节。因此,为了生成高密度等离子体,需要高的射频功率。但是,增加射频功率,导致增加离子冲击能量。因此,为了防止由离子冲击带来的损伤,增加所供给的射频功率有极限。

[0005] 与此相反,ICP方式一般对螺旋形天线施加高频,利用伴随由流入天线的高频电流产生的磁场变化感应的电场,使腔体内部的电子加速来产生等离子体,能够随着射频功率的增加容易增加离子密度,另一方面,由此产生的离子冲击相对低,因此,适合产生高密度等离子体。另外,ICP方式与CCP方式相比,具有实质上在更宽的放电条件即气体压力及电力下动作的优点。因此,在利用等离子体的基板处理装置中,为了产生高密度等离子体,一般趋于使用ICP方式。

[0006] 图1是表示现有感应耦合型等离子体处理装置的简要构成的图。参考图1,现有感应耦合型等离子体处理装置10包括:感应腔体110,形成感应电场,用于由源气体产生等离子体;处理腔120,在内部配置通过等离子体P处理的被处理基板W;气体导入部130,在感应腔体110内部导入用于基板的处理的源气体;及气体排出口(未图示),基板处理后排出剩余气体及未反应气体;基座140,配置在腔体110内,且用于配置所述被处理基板;天线150,位于感应腔体110的上部或侧面,在腔体内部形成用于产生等离子体P的电磁场;高频振荡器(RF generator)160,向所述天线施加源电源;及外部腔体170,将天线150从外部屏蔽。

[0007] 用于这种等离子体处理装置的等离子体源用天线,可根据天线及介电窗的形状,分为圆柱型天线、平板型天线、圆顶天线。但是,ICP方式的天线,由于天线线圈的螺旋形轮廓、基于施加在天线上的电力的高频的驻波效应、及流过天线线圈的电流的分布,产生放射

状不均匀的等离子体,从而具有不容易确保膜的均匀度的问题。

发明内容

[0008] 技术课题

[0009] 本发明是为了解决上述的问题而提出的,其目的在于,提供一种可以提高等离子体均匀度的ICP天线及包含它的等离子体处理装置。

[0010] 本发明的其它目的在于,提供一种ICP天线及包含它的等离子体处理装置,其通过减少可以在电容耦合等离子体(ICP)处理装置中产生电容耦合等离子体(CCP;Capacitive coupled plasma)的影响,不仅可以提高ICP处理装置的效率,还可以提高等离子体均匀度。

[0011] 本发明要解决的其它课题,将会根据下面的详细的说明和附图变得会更加清楚。

[0012] 课题解决方案

[0013] 为此,根据本发明的一实施例的等离子体处理装置包括:感应腔体,用于向内部导入源气体以产生等离子体;处理腔,用于放置被处理基板,该被处理基板利用所述感应腔体产生的等离子体进行处理;感应耦合型等离子体天线,位于所述感应腔体外部,形成感应磁场,以便由导入到所述感应腔体内部的源气体产生等离子体;及高频振荡器,向所述感应耦合型等离子体天线施加射频功率;所述感应耦合型等离子体天线包括具有相同的长度及半径方向中心的多个螺旋形天线,各所述螺旋形天线具有连接所述高频振荡器的输入端及作为与所述输入端相对的端子连接接地的输出端,在各螺旋形天线的输出端安装平衡电容器,以便在各螺旋形天线的长度方向中心形成虚拟接地;在所述多个螺旋形天线中,所述多个螺旋形天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心以相同角度配置,所述多个螺旋形天线的长度方向中心配置在所述多个螺旋形天线的输出端之间。

[0014] 所述多个螺旋形天线可以包括各螺旋形天线的输入端和输出端相对于半径方向中心对称配置的第一天线及第二天线,所述第一天线的输入端及输出端与所述第二天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心对称配置,所述第一天线和第二天线的长度方向中心相对于所述第一天线和第二天线的输出端以所述半径方向中心为基准成90度角度配置,所述第一天线的长度方向中心和所述第二天线的长度方向中心以所述半径方向中心为基准对称配置。

[0015] 所述多个螺旋形天线可以包括第一、第二及第三天线,该第一、第二及第三天线的输入端和输出端相对于所述半径方向中心配置于相同的方向上;所述第一、第二及第三天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心成120度角配置,所述第一、第二及第三天线的长度方向中心与所述第一、第二及第三天线的输入端相对于所述半径方向中心对称配置。

[0016] 所述多个螺旋形天线可以与一个高频振荡器并联连接。

[0017] 所述多个螺旋形天线可以通过阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器;所述多个螺旋形天线通过一个阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器。

[0018] 所述多个螺旋形天线搭载阻抗匹配电路,连接于所述高频振荡器;所述多个天线分别搭载相互不同的阻抗匹配电路连接于所述高频振荡器。

[0019] 所述多个螺旋形天线可分别独立地连接于单独的高频振荡器。

[0020] 根据本发明的其它实施例的感应耦合型等离子体天线,位于感应耦合型等离子体

处理装置的感应腔体外部,形成感应磁场,用于由导入到所述感应腔体内部的源气体产生等离子体;所述感应耦合型等离子体天线包括具有相同的长度及半径方向中心的多个螺旋形天线;各螺旋形天线具有连接所述高频振荡器的输入端及作为与所述输入端相对的端子连接接地的输出端,在各螺旋形天线的输出端安装平衡电容器,以便在各螺旋形天线的长度方向中心形成虚拟接地;所述多个螺旋形天线中,所述多个螺旋形天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心以相同角度配置,所述多个螺旋形天线的长度方向中心配置在所述多个螺旋形天线的输出端之间。

[0021] 所述多个螺旋形天线包括第一天线及第二天线,该第一天线及第二天线各天线的输入端和输出端相对于半径方向中心对称配置;所述第一天线的输入端及输出端与所述第二天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心对称配置;所述第一天线和第二天线的长度方向中心相对于所述第一天线和第二天线的输出端以所述半径方向中心为基准成90度角配置;所述第一天线的长度方向中心和所述第二天线的长度方向中心以所述半径方向中心为基准对称配置。

[0022] 所述多个螺旋形天线包括第一、第二及第三天线,各天线的输入端和输出端相对于所述半径方向中心配置于相同的方向;所述第一、第二及第三天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心成120度角配置;所述第一、第二及第三天线的长度方向中心与所述第一、第二及第三天线的输入端相对于所述半径方向中心对称配置。

[0023] 本发明具有如下效果:

[0024] 根据本发明的一实施例的ICP天线及包括它的等离子体处理装置,具有可以提高ICP处理装置内的等离子体均匀度的效果。

[0025] 本发明的其它效果是通过减少在电容耦合等离子体(ICP)处理装置中可能产生的电容耦合等离子体(CCP:Capacitive coupled plasma)的影响,可以提高ICP处理装置的效率及等离子体均匀度。

附图说明

[0026] 图1是表示根据现有技术的感应耦合型等离子体处理装置的简要构成的图。

[0027] 图2是表示根据现有技术的圆柱型天线和随圆柱型天线的长度方向的电压及电流的大小的图。

[0028] 图3是表示根据现有技术的双(Dual)天线及随双天线的长度方向的电压及电流的大小的图。

[0029] 图4是根据本发明的一实施例的安装有平衡电容器(Balanced Capacitor)的双天线及随天线的长度方向的电压及电流的大小的图。

[0030] 图5是根据现有技术的双天线和根据本发明的一实施例的双天线的最大电流位置的图。

[0031] 图6是表示根据现有技术的三(Triple)天线及随三天线的长度方向的电压及电流的大小的图。

[0032] 图7是表示根据本发明的其它实施例的安装有平衡电容器的三天线及随所述天线的长度方向的电压及电流的大小的图。

[0033] 图8是表示根据现有技术的三天线和随本发明的其它实施例的三天线的最大电流

位置的图。

[0034] 图9是概念性地表示安装平衡电容器的天线的动作的图。

具体实施方式

[0035] 下面,参考图2至图9进一步详细地说明本发明的优选的实施例。本发明的实施例可以变形为多种形态,本发明的范围不应解释为由下面说明的实施例限定。本实施例为了向本领域普通技术人员更详细地说明本发明而提供的。因此,为了强调更清楚的说明,附图中出现的各要素的形状可能夸张表示。

[0036] 图2是表示根据现有技术的圆柱型天线和随圆柱型天线的长度方向的电压及电流的大小的图。图2的(a)表示根据现有技术的圆柱型天线的简要形态,图2的(b)表示从天线的输入端到输出端的电压及电流大小。在本说明书中,输入端表示连接高频振荡器的一端,输出端表示天线接地的另一端。一般,在线圈型天线中,电压和电流具有90度的相位差。即,在线圈型天线中,电压在输入端具有最大值,在作为接地端的输出端具有最小值(0V),电流在输入端具有最小值,在作为接地端的输出端具有最大值。如图2所示,在圆柱型天线,假设线圈长度为 $\lambda/8$ ($\pi/4$) 时,最小电流具有比最大电流减少大约29.3%的值,因此,由于根据电流振幅的不均匀的电流分布,显示等离子体均匀性不好。

[0037] 对此,申请人(株式会社Eugene科技)利用两个天线使最大电流位置相互对称,从而研发出减少不均匀的电流分布的双天线(专利第10-1037917)。图3是表示根据现有技术的双(Dual)天线及随双天线的长度方向的电压及电流的大小的图,图3的(a)表示根据现有技术的双天线的简要的形态,图3(b)表示从天线的输入端到输出端的电压及电流的大小。

[0038] 如图3的(a)所示,根据现有技术的双天线包括两个天线,即第一天线10及第二天线20,第一天线及第二天线大致具有相同的结构及功能。在各天线中,输入端10a、20a和输出端10b、20b相互对称,第一天线10和第二天线20的输入端10a及20a也相互对称。在这个实施例中,各天线的长度与图2所示的实施例相比减少为1/2而成为 $\lambda/16$,电压和电流具有90度的相位差。如图3的(b)所示,根据现有技术的双天线的情况下,与具有相同匝数的图2的一般天线相比,最大电流比最小电流的减少值减少至7.6%,随之,提高基于电流分布的等离子体的均匀性。另外,由于最大电流位置的输出端以天线的中心点为基准相对,所以由此引起的均匀性也提高。

[0039] 但是,基于双天线的对称性的均匀性的提高有限,本申请的发明人在本公司双天线上,通过对各天线的输出端安装平衡电容器,开发出了可进一步提高等离子体的均匀性的本发明。图4是表示根据本发明的一实施例的安装有平衡电容器(Balanced Capacitor)的双天线及随该天线的长度方向的电压及电流大小的图。

[0040] 如图4所示,根据本发明的一实施例的双天线,从上部观擦时,即观察平面图时,包括各天线的输入端10a及20a和输出端10b及20b相对于半径方向中心对称配置的第一天线10及第二天线20。另外,第一天线10的输入端10a与第二天线20的输入端20a相对于半径方向中心对称配置,第一天线10的输出端10b与所述第二天线20的输出端20b也相对于半径方向中心对称配置。第一天线10的长度方向中心配置于第一天线的输出端10b和第二天线20b的输出端之间,第二天线20的长度方向中心也相对于所述第一天线的输出端10b和第二天线的输出端20b以所述半径方向中心为基准成90度角配置。即,第一天线10的长度方向中心

和第二天线20的长度方向中心可以以所述半径方向中心为基准对称配置。

[0041] 根据本发明的一实施例的双天线,通过在各天线10、20的输出端10b、20b安装电容器C1、C2,形成各天线的中心的电压为0V的虚拟接地。为了方便说明,在本说明书中,将在各天线的中心形成虚拟接地的条件(平衡条件:Balanced condition)的电容器称为平衡电容器(Balanced capacitor)。参考图9,更详细地说明平衡电容器的影响。图9是概念性地表示安装了平衡电容器的天线的动作的图。

[0042] 参考图9可知,通过在各天线的接地端安装平衡电容器,可以在天线的中心形成虚拟接地,这时与不形成虚拟接地的情况(虚线表示)比较,电压以虚拟接地为基准减少为1/2。另外,以虚拟接地为基准形成相位相反的电压,在与等离子体之间形成电容耦合电容器(CCP)的方向相反的推挽(Push-Pull)电路。如上所述,通过在天线的输出端安装平衡电容器,可减少电压,形成推挽电路来减少CCP的影响,结果可以增加ICP效率。

[0043] 这样,根据本发明的一实施例的双天线,通过在各天线的输出端安装平衡电容器,随着电压减少,CCP的影响减少,通过基于180度相位差的推挽电路的形成,抵消CCP的影响,从而能提高ICP的效率。因此,等离子体密度提高,电子温度可减少。

[0044] 另外,如图4的(b)所示,根据本发明的一实施例的双天线的最大电流比最小电流的偏差减小到2%,因此基于电流分布的等离子体的均匀性提高。不仅如此,各天线的最大电流位置从各天线的输出端向天线的中心移动,从上部观察时,第一天线10和第二天线20的最大电流位置不仅配置于输入输出端之间,而且形成于以天线的中心为基准相互对称的位置,等离子体的均匀性进一步提高。对于最大电流位置的对称性及位置移动和等离子体均匀性的关系,下面参考图5进一步详细地说明。

[0045] 图5表示根据现有技术的双天线和根据本发明的一实施例的双天线的最大电流位置。如图5的(a)所示,根据现有技术的双天线中天线的输出端成为最大电流位置,因此,天线的最大电流位置位于以半径方向中心为基准对称配置的输入输出端。相反,在安装了根据本发明的一实施例的平衡电容器的双天线中,如图5的(b)所示,最大电流位置位于以半径方向中心为基准与输入输出端构成90度的位置。

[0046] 如上所述,根据现有技术的双天线的情况下,与具有相同匝数的图2的一般天线相比,最大电流比最小电流的减小值减少到7.6%,提高基于电流分布的等离子体的均匀性。

[0047] 下面,参考图6至图8,说明根据本发明的其它实施例的天线。图6是表示根据现有技术的三(Triple)天线及随三天线的长度方向的电压及电流大小的图。如图6所示,根据现有技术的三天线,利用三个天线使最大电流位置相互对称,以使不均匀的电流分布减少。图6的(a)表示根据现有技术的三天线的简要形态,图6的(b)表示从各天线的输入端到输出端的电压及电流的大小。

[0048] 如图6的(a)所示,根据现有技术的三天线包括三个天线,即第一天线10、第二天线20及第三天线30,第一天线、第二天线及第三天线大致具有相同的结构及功能。各天线中,输入端10a、20a、30a和输出端10b、20b、30b以半径方向中心为基准配置于同一方向上,各天线10、20、30的输入输出端以半径方向中心为基准成120度角配置。本实施例中,各天线的长度,与图2所示的实施例相比减少到1/3而成为 $\lambda/24$,电压和电流具有90度的相位差。如图6的(b)所示,根据现有技术的三天线的情况下,最大电流比最小电流的减小值减少到3.4%,因此提高基于电流分布的等离子体的均匀性。另外,作为最大电流位置的输出端以天线的

中心点为基准成120度等间距配置,所以基于此的均匀性也得到提高。

[0049] 图7是表示根据本发明的其它实施例的安装有平衡电容器的三天线及随所述天线的长度方向的电压及电流的大小的图,图8是表示根据现有技术的三天线和根据本发明的其它实施例的三天线的最大电流位置的图。

[0050] 图7所示的根据本发明的一实施例的三天线,与图6同样,包括各天线的输入端和输出端相对于所述半径方向中心配置于相同方向的第一天线10、第二天线20及第三天线30,各天线10、20、30的输入输出端可以相对于所述半径方向中心配置成120度角度,各天线的长度方向中心与各天线的输入输出端可以配置成相对于所述半径方向中心对称。即,第一天线10的长度方向中心配置在由第二天线20及第三天线30构成的120度之间,与第二天线20及第三天线30以半径方向中心为基准构成60度角。同样地,第二天线20的长度方向中心配置于第一天线10及第三天线30构成的120度之间,与第一天线10及第三天线30以半径方向中心为基准构成60度角。同样地,第三天线30的长度方向中心配置于第一天线10及第二天线20构成的120度之间,与第一天线10及第二天线20以半径方向中心为基准构成60度角。

[0051] 在各天线10、20、30的输出端10b、20b、30b安装有平衡电容器C1、C2、C3,以便在被施加的高频条件下,在各天线的长度方向中心形成虚拟接地。如图7的(b)所示,通过在各天线10、20、30的输出端10b、20b、30b安装平衡电容器C1、C2、C3,在天线的长度方向中心形成虚拟接地,随之最大电流位置位于天线的长度方向中心。因此,最大电流比最小电流的减少值不过为0.85%,电流分布变得均匀,由此等离子体分布的均匀性得到提高。

[0052] 不仅如此,如图8的(a)所示,根据现有技术的三天线的情况下,最大电流位置位于输出端,该位置上的等离子体分布的不均匀性突显,在另一方面,如图8(b)所示,根据本发明的一实施例的安装有平衡电容器的三天线的情况下,最大电流位置配置于天线的长度方向中心,因此从上部看时最大电流位置在各天线的输出端之间以半径方向中心为基准对称配置,从而可以消除输出端上的等离子体分布的不均匀性。

[0053] 本说明书中,以在对称配置于输入输出端的双天线及三天线安装平衡电容器的实施例为例进行了说明,但是不限于此,可以包括具有相同的长度及半径方向中心的4个以上的天线,这时通过在各天线的输出端安装平衡电容器,以在各天线的长度方向中心形成虚拟接地,从而提高等离子体分布的均匀性。这时,关于多个螺旋形天线,所述多个螺旋形天线的输入端及输出端相对于所述半径方向中心以相同角度配置,优选所述多个螺旋形天线的长度方向中心以等距离配置在所述多个螺旋形天线的输出端之间。

[0054] 另外,本发明中,为了方便说明进行了省略,为了使天线作为等离子体源工作,需要在各天线连接高频振荡器。在所述实施例中,多个天线可以并联连接在一个高频振荡器,各天线能够通过阻抗匹配电路连接到高频振荡器。在一实施例中,多个天线可以通过一个阻抗匹配电路连接在高频振荡器。

[0055] 在其它实施例中,多个天线可以分别通过各不相同的阻抗匹配电路连接到所述高频振荡器。通过具备彼此不同的阻抗匹配电路,各天线可以根据单独的天线的特性实施更加准确的阻抗匹配。另外,在其它实施例中,多个天线可以分别独立地连接于单独的高频振荡器,这时通过单独的阻抗匹配电路可以连接到各高频振荡器。

[0056] 通过优选的实施例详细地说明了本发明,但是,也可以是与此不同形态的实施例。

因此,下面记载的权利要求的技术思想和范围不限于优选的实施例。

[0057] 工业实用性

[0058] 本发明可以应用于多种形态的半导体制造装置及制造方法。

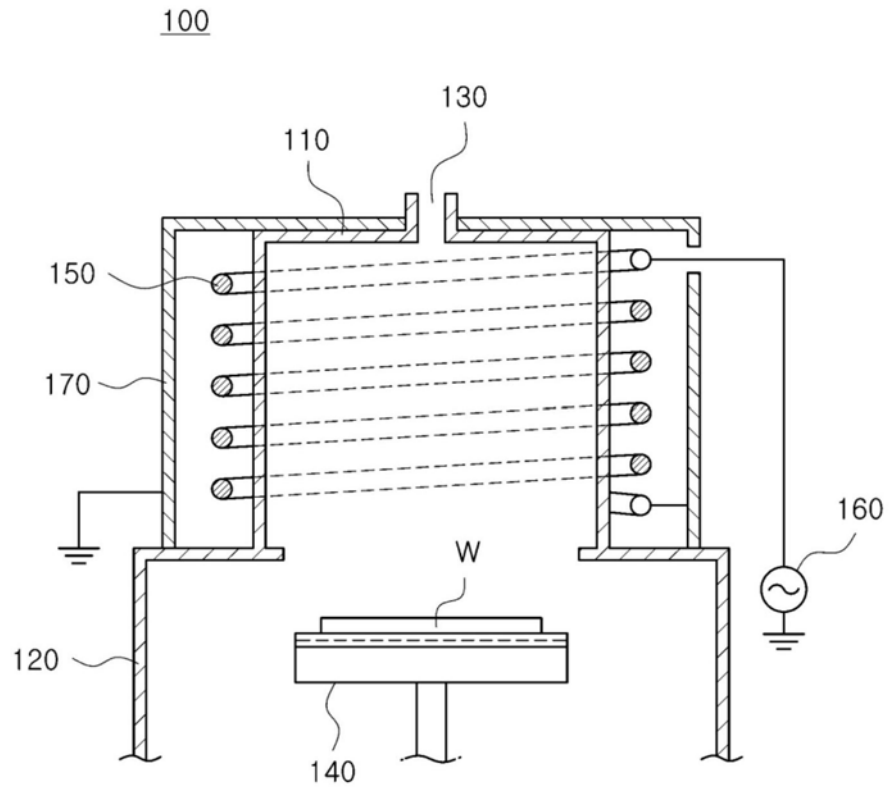
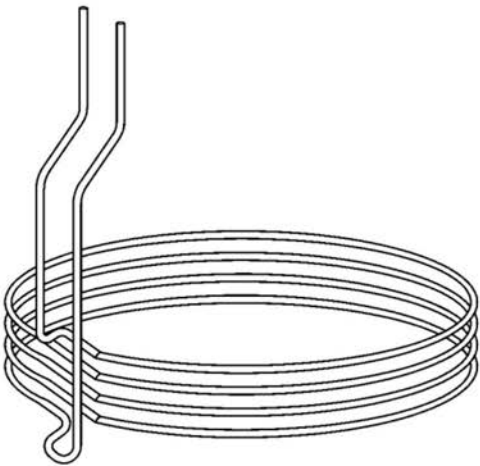
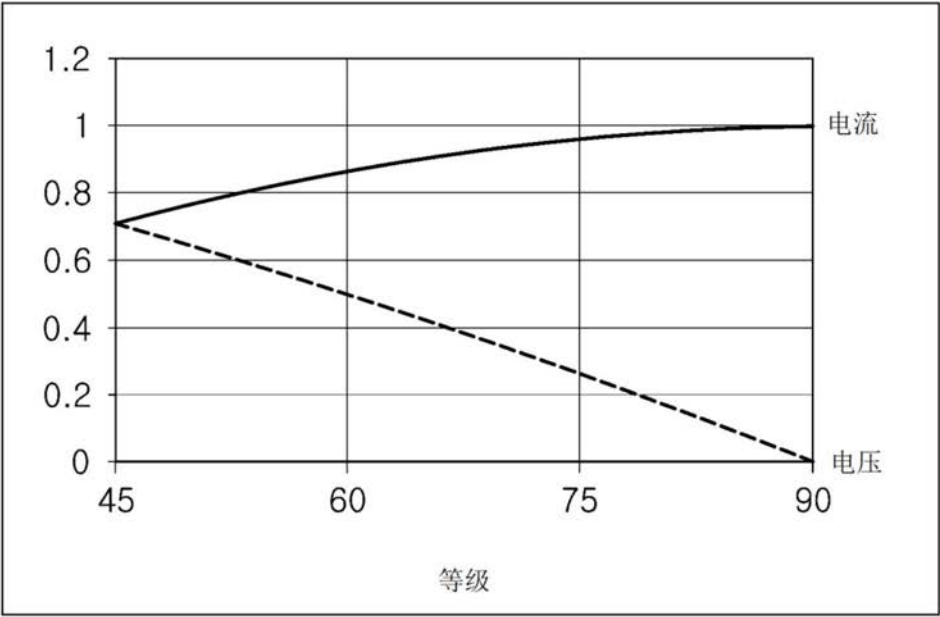


图1

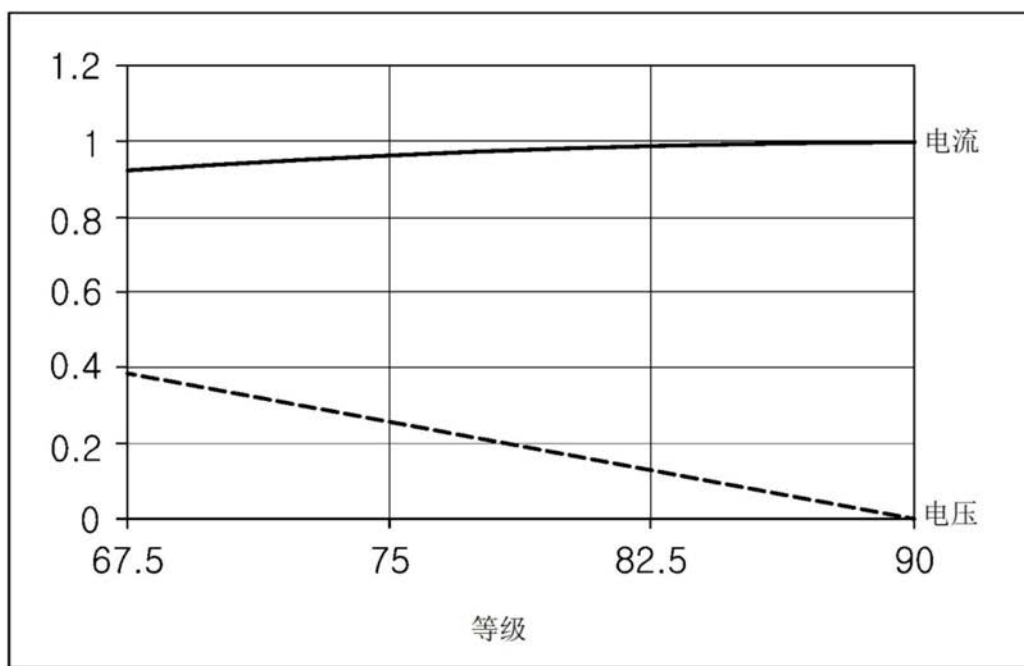
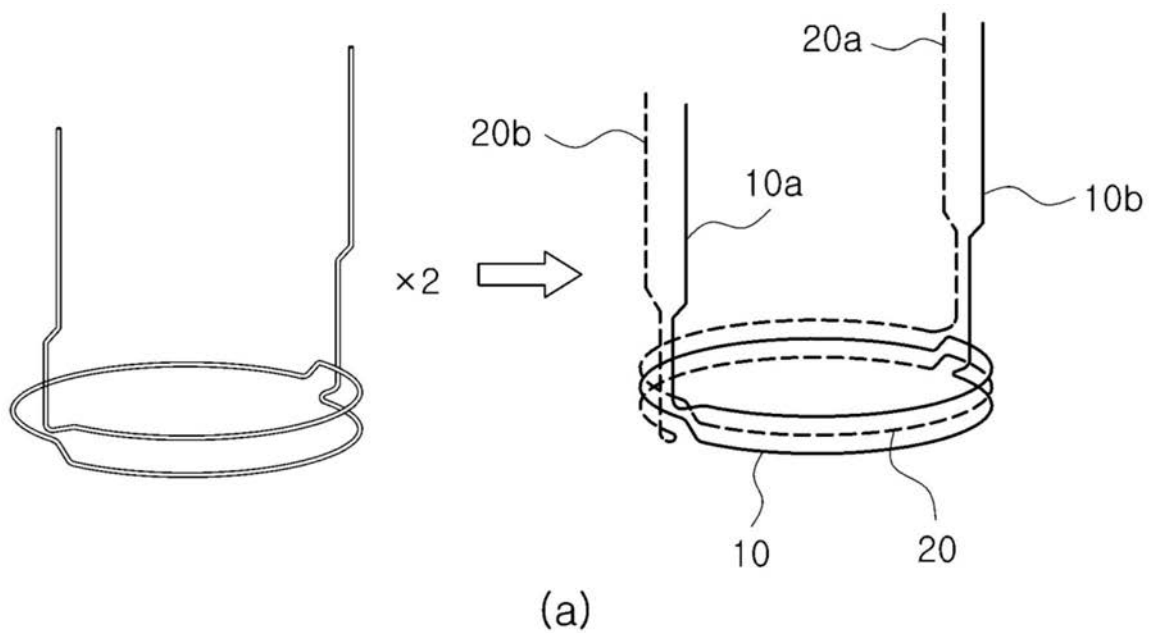


(a)



(b)

图2



(b)

图3

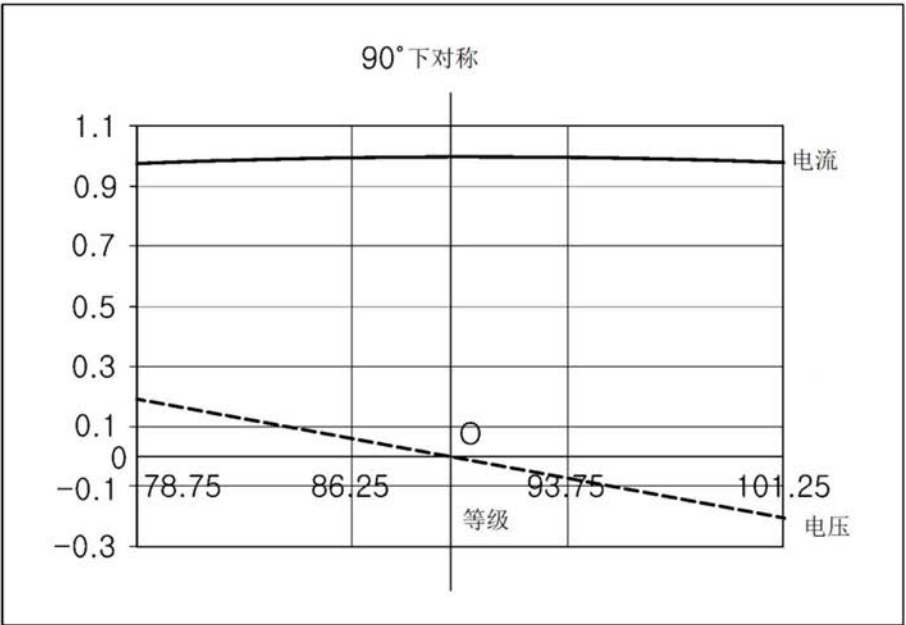
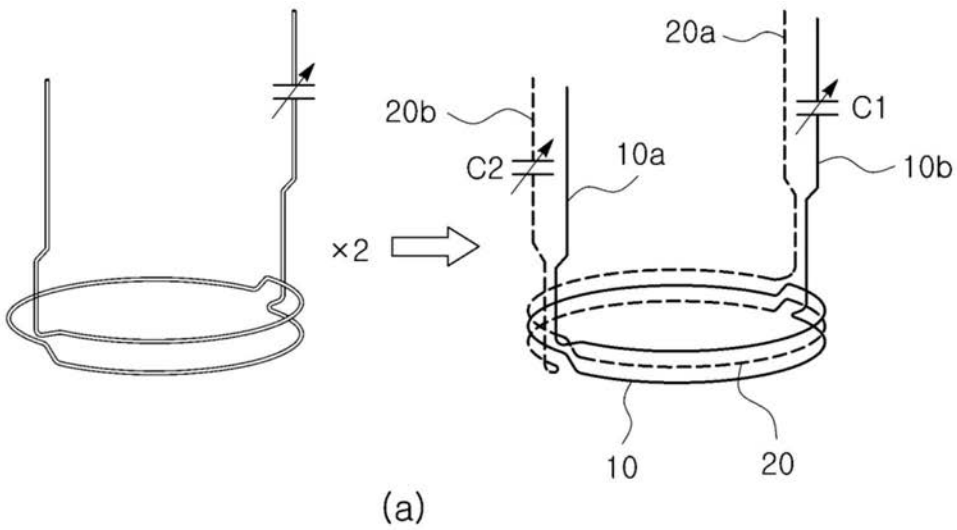
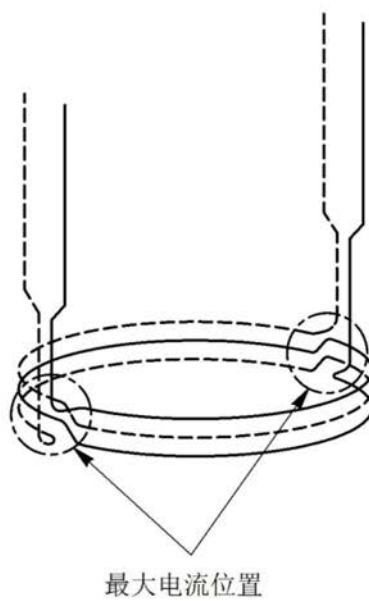
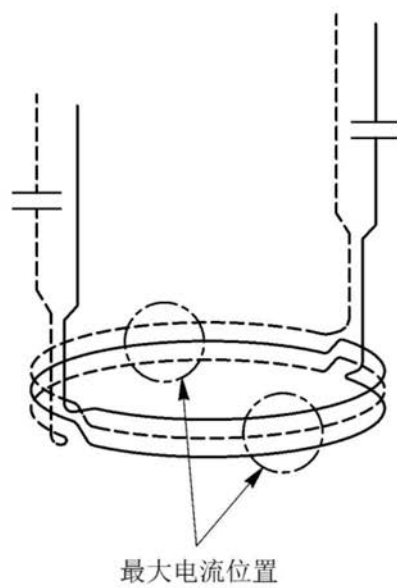


图4

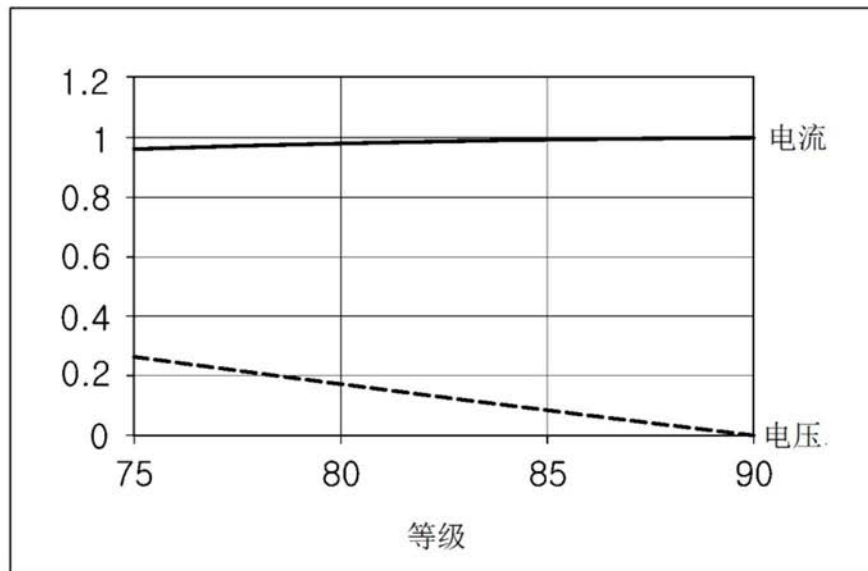
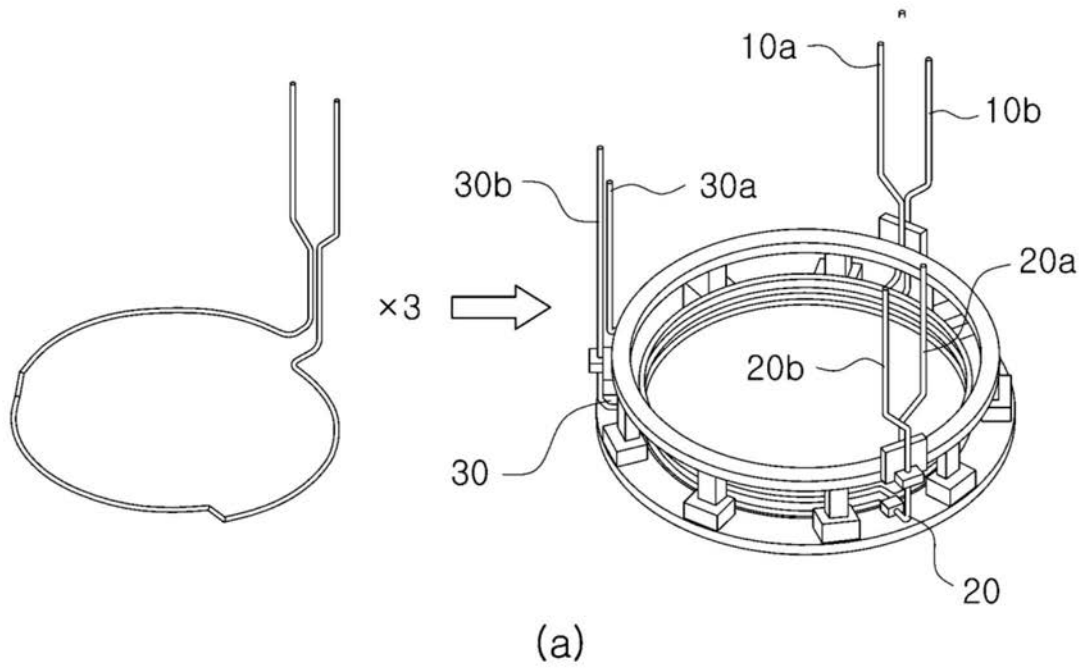


(a)



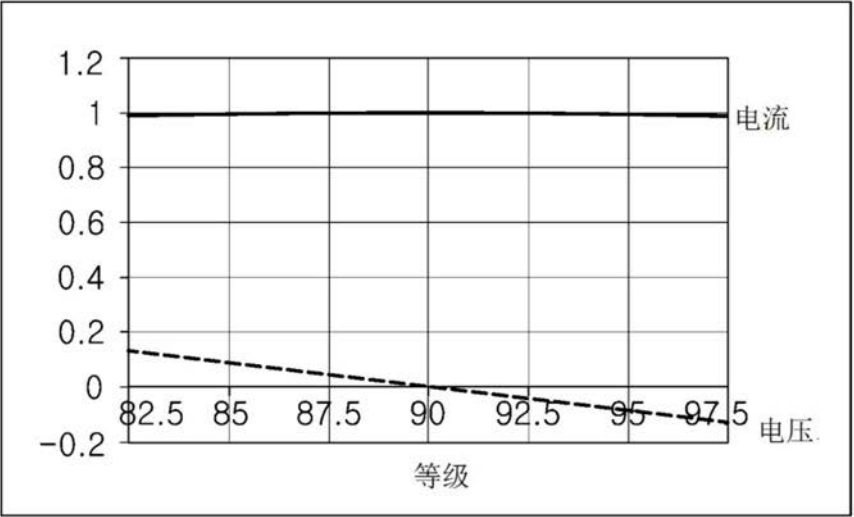
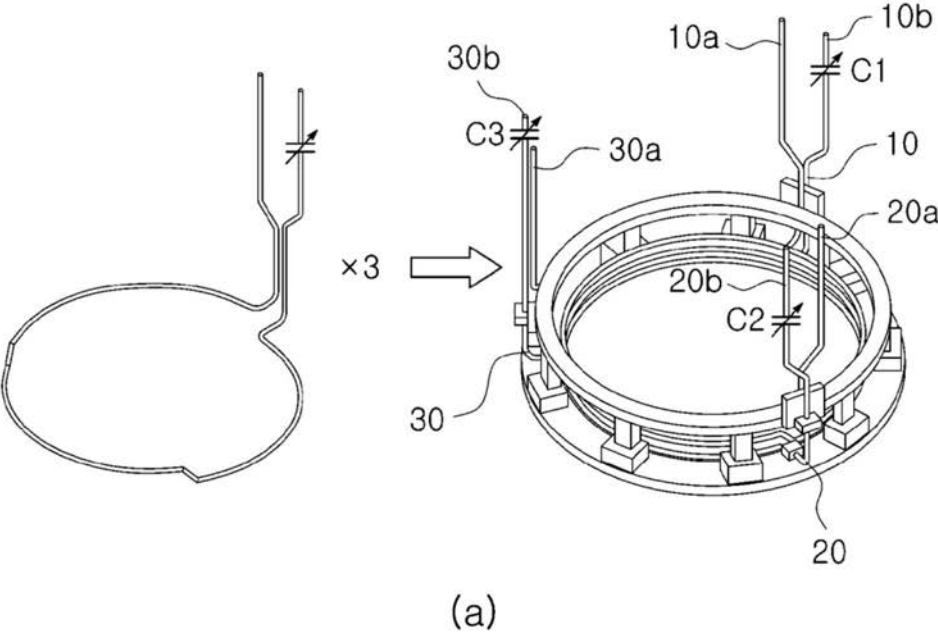
(b)

图5



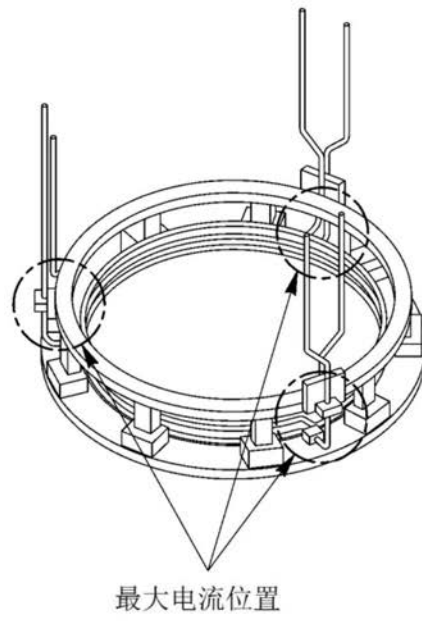
(b)

图6

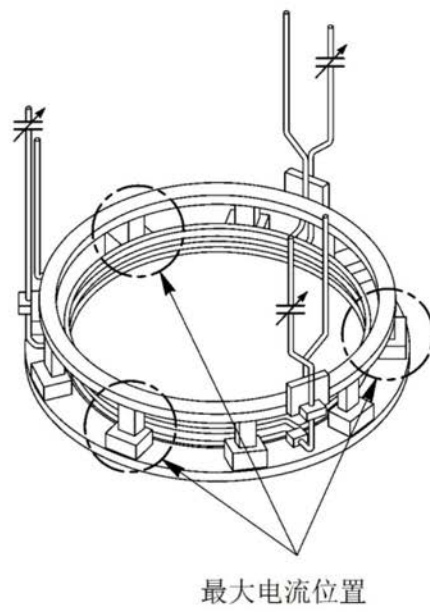


(b)

图7



(a)



(b)

图8

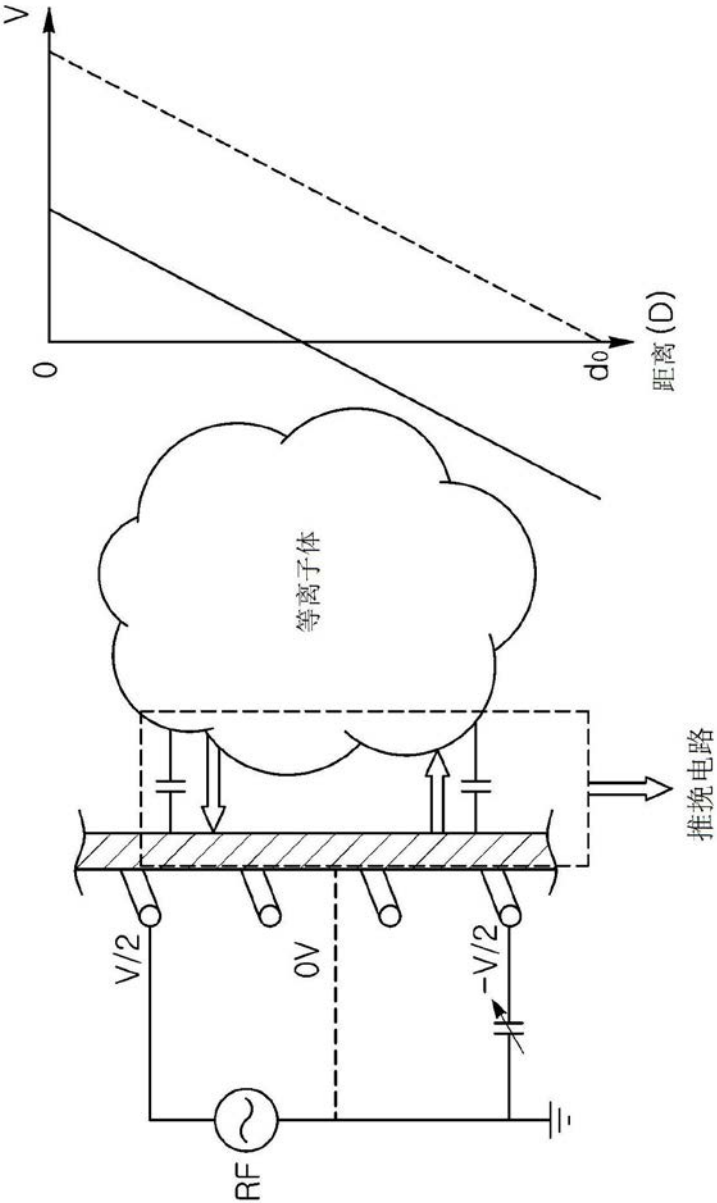


图9