



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113223916 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 28

(21) 申请号 202110643823.6

(22) 申请日 2021.06.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113223916 A

(43) 申请公布日 2021.08.06

(73) 专利权人 上海邦芯半导体科技有限公司
地址 201500 上海市金山区卫昌路293号2
幢12638室

(72) 发明人 吴堃

(74) 专利代理机构 上海创开专利代理事务所
(普通合伙) 31374
专利代理师 李兰兰

(56) 对比文件

CN 102056396 A, 2011.05.11

CN 104994676 A, 2015.10.21

CN 108271309 A, 2018.07.10

CN 110299276 A, 2019.10.01

CN 214542120 U, 2021.10.29

JP 2003505869 A, 2003.02.12

JP 2011119659 A, 2011.06.16

JP 2013129897 A, 2013.07.04

US 2008050537 A1, 2008.02.28

US 2018174799 A1, 2018.06.21

审查员 陈凯妍

(51) Int. Cl.

H01J 37/32 (2006.01)

H01L 21/3065 (2006.01)

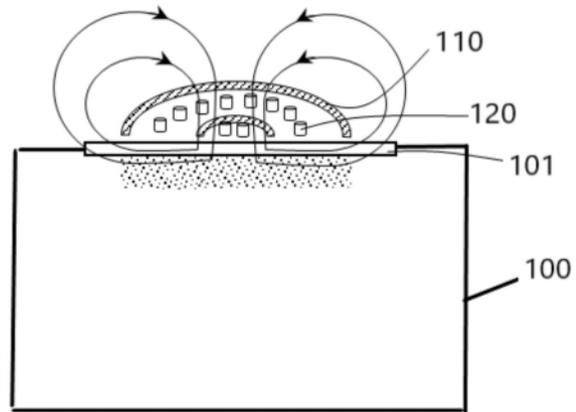
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种电感耦合等离子体装置

(57) 摘要

一种电感耦合等离子体装置,包括:反应腔主体,所述反应腔主体的顶壁包括介质窗;位于介质窗顶部的电感线圈;位于介质窗顶部的若干分立的磁性元件,所述磁性元件至少被部分圈的电感线圈包围且与电感线圈分立。所述电感耦合等离子体装置能够调节反应腔主体内部的等离子体密度分度且结构简单。



1. 一种电感耦合等离子体装置,其特征在于,包括:
反应腔主体,所述反应腔主体的顶壁包括介质窗;
位于介质窗顶部的电感线圈;
位于介质窗顶部的若干分立的磁性元件,所述磁性元件至少被部分圈数的电感线圈包围且与电感线圈分立;所述若干分立的磁性元件沿着平行于所述介质窗的表面的方向分布;
所述介质窗包括中心区域和包围所述中心区域的边缘区域;所述磁性元件在所述边缘区域上的分布密度大于所述中心区域上的分布密度;
所述电感线圈的数量为M个,M个电感线圈包括第一个电感线圈至第M个电感线圈,M为大于等于2的整数;第j个电感线圈具有第j射频输入端和第j接地端;j为大于等于1且小于等于M的整数;
M个电感线圈之间相互分立,第m+1个电感线圈整体位于第m个电感线圈的外侧部且环绕第m个电感线圈,m为大于等于1且小于等于M-1的整数;
第j个电感线圈包括第一圈电感线圈至第 N_j 圈电感线圈, N_j 为大于等于1的整数;
第m个电感线圈和第m+1个电感线圈之间设置有至少两个磁性元件;或者,第一个电感线圈包围至少两个磁性元件,第m个电感线圈的第 N_m 圈电感线圈至第m+1个电感线圈的第 N_{m+1} 圈电感线圈之间设置有至少两个磁性元件。
2. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为螺旋状;第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面。
3. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为盘香型,第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面。
4. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,若干分立的磁性元件的位置分布可调。
5. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,所述磁性元件的相对磁导率为2到10000。
6. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,各所述磁性元件的形状为柱状结构、环状结构或者长方体结构。
7. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,所述磁性元件包括铁氧体磁性元件或者硅钢磁性元件。
8. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,还包括:与所述若干分立的磁性元件连接的高度调节机构,所述高度调节机构适于调节各所述磁性元件至所述介质窗的间距。
9. 根据权利要求8所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,所述高度调节机构包括:直线电机、气缸结构或者蜗杆结构。
10. 根据权利要求1所述的电感耦合等离子体装置,其特征在于,还包括:射频源;射频匹配器,所述射频匹配器的一端与所述射频源连接,所述射频匹配器的另一端与第一个电感线圈的第一射频输入端至第M个电感线圈的第一射频输入端连接。

一种电感耦合等离子体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,尤其涉及一种电感耦合等离子体装置。

背景技术

[0002] 在半导体制造中,涉及多道工序,每道工序都是由一定的设备和工艺来完成的。其中,刻蚀工艺是半导体制造中一种重要的工艺,如等离子体刻蚀工艺。等离子体刻蚀工艺是利用反应气体在获得能量后产生等离子体,包含离子、电子等带电粒子以及具有高度化学活性的中性原子、分子及自由基,通过物理和化学的反应对刻蚀对象进行刻蚀。

[0003] 然而,在等离子体刻蚀过程中,晶圆边缘的刻蚀条件和晶圆中心的刻蚀条件差别较大,所述刻蚀条件包括:等离子体密度分布、射频电场、温度分布等。其中等离子体密度分布是非常重要的一个刻蚀条件。例如,一般情况下,在晶圆中心区域上方分布的等离子体密度大于晶圆边缘区域上方分布的等离子体密度,且这种分布难以进行调节。

[0004] 因此,需要提出一种对等离子体分布进行可控调节的电感耦合等离子体装置,以满足需要。

发明内容

[0005] 本发明解决的问题是提供一种电感耦合等离子体装置,能够提高调节电感耦合等离子体装置的反应腔主体内部的等离子体密度分布且结构简单。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种电感耦合等离子体装置,包括:反应腔主体,所述反应腔主体的顶壁包括介质窗;位于介质窗顶部的电感线圈;位于介质窗顶部的若干分立的磁性元件,所述磁性元件至少被部分圈的电感线圈包围且与电感线圈分立。

[0007] 可选的,所述电感线圈的数量为M个,M个电感线圈包括第一个电感线圈至第M个电感线圈,M为大于等于1的整数;第j个电感线圈具有第j射频输入端和第j接地端;j为大于等于1且小于等于M的整数。

[0008] 可选的,M为大于等于2的整数,M个电感线圈之间相互分立,第m+1个电感线圈整体位于第m个电感线圈的外侧部且环绕第m个电感线圈,m为大于等于1且小于等于M-1的整数;第j个电感线圈包括第一圈电感线圈至第 N_j 圈电感线圈, N_j 为大于等于1的整数。

[0009] 可选的, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为螺旋状;第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面;第m个电感线圈和第m+1个电感线圈之间设置有至少两个磁性元件。

[0010] 可选的, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为盘香型,第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面;第一个电感线圈包围至少两个磁性元件;第m个电感线圈的第 N_m 圈电感线圈至第m+1个电感线圈的第 N_{m+1} 圈电感线圈之间设置有至少两个磁性元件。

[0011] 可选的,若干分立的磁性元件的位置分布可调。

[0012] 可选的,所述磁性元件的相对磁导率为2到10000。

- [0013] 可选的,各所述磁性元件的形状为柱状结构、环状结构或者长方体结构。
- [0014] 可选的,所述磁性元件包括铁氧体磁性元件或者硅钢磁性元件。
- [0015] 可选的,所述若干分立的磁性元件沿着平行于所述介质窗的表面的方向分布。
- [0016] 可选的,还包括:与所述若干分立的磁性元件连接的高度调节机构,所述高度调节机构适于调节各所述磁性元件至所述介质窗的间距。
- [0017] 可选的,所述高度调节机构包括:直线电机、气缸结构或者蜗杆结构。
- [0018] 可选的,所述介质窗包括中心区域和包围所述中心区域的边缘区域;所述磁性元件在所述边缘区域上的分布密度大于所述中心区域上的分布密度。
- [0019] 可选的,还包括:射频源;射频匹配器,所述射频匹配器的一端与所述射频源连接,所述射频匹配器的另一端与第一个电感线圈的第一射频输入端至第M个电感线圈的第一射频输入端连接。
- [0020] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下有益效果:
- [0021] 本发明技术方案提供的电感耦合等离子体装置,包括反应腔主体,所述反应腔主体的顶壁包括介质窗;位于介质窗顶部的电感线圈;位于介质窗顶部的若干分立的磁性元件,所述磁性元件至少被部分圈的电感线圈包围且与电感线圈分立。本发明中设置了若干无源的磁性元件,磁性元件至少被部分圈的电感线圈包围且与电感线圈分立,磁性元件能够增强和调节磁感应强度空间分布,实现反应腔主体内部的等离子体密度分布可调。其次,电感线圈的结构简单,电感线圈与射频源的电学连接较为简单。
- [0022] 进一步,电感耦合等离子体装置还包括与所述若干分立的磁性元件连接的高度调节机构,所述高度调节机构适于调节各所述磁性元件至所述介质窗的间距。磁性元件离介质窗的间距越大,反应腔主体内部的磁感应强度衰减越大,相对应的反应腔主体内部的等离子体密度越低。磁性元件离介质窗的间距越小,反应腔主体内部的磁感应强度衰减越小,相对应的反应腔主体内部的等离子体密度越高。这样使得反应腔主体内部的等离子体密度的可调性增强。无论是在工艺进行之前还是在工艺进行的过程中,随时调节反应腔主体内部的等离子体密度,以满足工艺的需求。

附图说明

- [0023] 图1为本发明一实施例中电感耦合等离子体装置的结构示意图;
- [0024] 图2为本发明一实施例中电感耦合等离子体装置的局部示意图;
- [0025] 图3为本发明另一实施例中电感耦合等离子体装置的结构示意图;
- [0026] 图4为本发明又一实施例中电感耦合等离子体装置的结构示意图。

具体实施方式

- [0027] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。
- [0028] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、

以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0029] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,还可以是两个元件内部的连通,可以是无线连接,也可以是有线连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0030] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0031] 本发明一实施例提供一种电感耦合等离子体装置,请结合参考图1和图2,包括:

[0032] 反应腔主体100,所述反应腔主体100的顶壁包括介质窗101;

[0033] 位于介质窗101顶部的电感线圈110;

[0034] 位于介质窗101顶部的若干分立的磁性元件120,所述磁性元件120至少被部分圈的电感线圈110包围且与电感线圈110分立。

[0035] 所述电感线圈110的数量为M个,M个电感线圈包括第一个电感线圈至第M个电感线圈,M为大于等于1的整数;第j个电感线圈具有第j射频输入端和第j接地端;j为大于等于1且小于等于M的整数。

[0036] 在一个实施例中,M为大于等于2的整数,M个电感线圈之间相互分立,第m+1个电感线圈整体位于第m个电感线圈的外侧部且环绕第m个电感线圈,m为大于等于1且小于等于M-1的整数。

[0037] 第j个电感线圈包括第一圈电感线圈至第 N_j 圈电感线圈, N_j 为大于等于1的整数。当j取1时,第一个电感线圈包括第一圈电感线圈至第 N_1 圈电感线圈, N_1 为大于等于1的整数;当j为M时,第M个电感线圈包括第一圈电感线圈至第 N_M 圈电感线圈, N_M 为大于等于1的整数。 N_1 至 N_M 中任意两个数值相等或者不等。

[0038] 在一个实施例中, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为螺旋状;第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面;第m个电感线圈和第m+1个电感线圈之间设置有至少两个磁性元件。

[0039] 在另一个实施例中, N_j 为大于等于2的整数;第j个电感线圈的形状为盘香型,第j个电感线圈的中心轴垂直于所述介质窗的表面;第一个电感线圈包围至少两个磁性元件;第m个电感线圈的第 N_m 圈电感线圈至第m+1个电感线圈的第 N_{m+1} 圈电感线圈之间设置有至少两个磁性元件。

[0040] 在一个具体的实施例中,第m个电感线圈的第 N_m 圈电感线圈至第m+1个电感线圈的第 N_{m+1} 圈电感线圈之间设置的磁性元件均分别位于第m+1个电感线圈的任意相邻两圈之间。

[0041] 第j个电感线圈的第一圈电感线圈至第 N_j 圈电感线圈之间设置至少两个磁性元件。第一个电感线圈的第一圈电感线圈至第 N_1 圈电感线圈之间设置至少两个磁性元件。第M个电感线圈的第一圈电感线圈至第 N_M 圈电感线圈之间设置至少两个磁性元件。

[0042] 第j个电感线圈中的第 k_j 圈电感线圈和第 k_j+1 圈电感线圈连接; k_j 为大于等于1且小于等于 N_j-1 的整数。

[0043] 本实施例的电感线圈110的结构简单,电感线圈110与射频源的电学连接较为简

单。

[0044] 所述电感线圈110中馈入的射频电流形成交变磁场,交变磁场通过介质窗101激发反应腔主体100内部的气体形成电感耦合等离子体a(参考图2),电感耦合等离子体的密度与激发磁感应强度正相关。由于设置了磁性元件120,磁性元件120能够增强和调节磁感应强度空间分布,因此实现反应腔主体100内部的等离子体密度分布可调。

[0045] 本实施例中,若干分立的磁性元件的位置分布可调。

[0046] 若干个分立的磁性元件沿着介质窗101的表面的分布可调。

[0047] 在一个实施例中,所述电感线圈110中馈入的射频为40KHz~60MHz。

[0048] 本实施例中,所述磁性元件120的形状为柱状结构。

[0049] 本实施例中,所述磁性元件120的相对磁导率为2到10000,优选的,所述磁性元件120的相对磁导率为100至10000。

[0050] 在一个实施例中,若干个磁性元件120的相对磁导率相同。在另一个实施例中,若干个磁性元件120的相对磁导率不同。

[0051] 所述磁性元件120包括铁氧体磁性元件或者硅钢磁性元件。

[0052] 本实施例中,若干个电感线圈沿着平行于所述介质窗101的表面的方向分布。

[0053] 所述若干分立的磁性元件120沿着平行于所述介质窗101的表面的方向分布。图1仅仅为了方便示意,并不代表电感线圈和磁性元件120实际的位置。

[0054] 在一个实施例中,所述介质窗101包括中心区域和包围所述中心区域的边缘区域。所述磁性元件120在所述边缘区域上的分布密度大于所述中心区域上的分布密度。

[0055] 在一个实施例中,当所述磁性元件120在所述边缘区域上的分布密度大于所述中心区域上的分布密度时,位于边缘区域上磁性元件120的相对磁导率大于位于中心区域上的磁性元件120的相对磁导率。

[0056] 磁性元件120正下方的等离子体密度大于磁性元件120的侧下方位置等离子体密度。

[0057] 所述电感耦合等离子体装置还包括:位于所述反应腔主体100内的晶圆承载平台(未图示)。所述晶圆承载平台的表面适于放置晶圆。

[0058] 所述反应腔主体100的顶壁具有进气口(未图示)。所述反应腔主体100的底壁具有出气口(未图示)。

[0059] 所述电感耦合等离子体装置还包括:射频源(未图示);射频匹配器(未图示),所述射频匹配器的一端与所述射频源连接,所述射频匹配器的另一端与第一个电感线圈的第一射频输入端至第M个电感线圈的第一射频输入端连接。

[0060] 本实施例中,电感耦合等离子体装置的工作原理包括:射频源提供的射频功率经过射频匹配器馈入电感线圈110,电感线圈110中的射频电流在反应腔主体100内部产生垂直于电流平面的交变磁场,交变磁场在反应腔主体100内部诱导出平行于线圈电流方向的角向电场,反应腔主体100内部的反应气体在角向电场的作用下产生电感耦合等离子体a,电感耦合等离子体a的密度分布可被电感线圈110中的射频功率的大小以及磁性元件120的分布进行控制。调控后的等离子体被晶圆承载平台上所施加的偏置电压逐渐加速到达晶圆表面,完成对晶圆的刻蚀工艺或者其他的工艺。

[0061] 本发明另一实施例还提供一种电感耦合等离子体装置,参考图3,本实施例的电感

耦合等离子体装置与前述实施例的电感耦合等离子体装置的区别在于:电感耦合等离子体装置还包括:与若干分立的磁性元件120连接的高度调节机构130,所述高度调节机构130适于调节各所述磁性元件120至所述介质窗101的间距。

[0062] 所述高度调节机构130包括:直线电机、气缸结构或者蜗杆结构。

[0063] 所述高度调节机构130分别独立的调节每个磁性元件120至介质窗101的间距。或者,高度调节机构130同步调节每个磁性元件120至介质窗101的间距。

[0064] 磁性元件120离介质窗101的间距越大,反应腔主体100内部的磁感应强度衰减越大,相对应的反应腔主体100内部的等离子体密度越低。磁性元件120离介质窗101的间距越小,反应腔主体100内部的磁感应强度衰减越小,相对应的反应腔主体100内部的等离子体密度越低。这样使得反应腔主体内部的等离子体密度的可调性增强。无论是在工艺进行之前还是在工艺进行的过程中,随时调节反应腔主体内部的等离子体密度,以满足工艺的需求。

[0065] 关于本实施例与前一实施相同的内容,不再详述。

[0066] 尤其是,当电感线圈的形状为螺旋状时,采用高度调节机构130调节磁性元件120沿着电感线圈的中心轴方向上的位置,明显的调节反应腔主体内部的等离子体密度。

[0067] 需要说明的是,当电感线圈的形状为盘香形时,也能高度调节机构130调节磁性元件120沿着电感线圈的中心轴方向上的位置。

[0068] 本发明另一实施例还提供一种电感耦合等离子体装置,参考图4,本实施例的电感耦合等离子体装置与前述实施例的电感耦合等离子体装置的区别在于:磁性元件120a的形状为环状结构。关于本实施例与前一实施例相同的内容,不再详述。

[0069] 在其他实施例中,各所述磁性元件的形状为长方体结构,所述长方体结构的长边方向平行于所述介质窗的表面。

[0070] 需要说明的是,本发明的磁性元件的形状并不局限于上述实施例提到的形状,还可以为其他的形状。

[0071] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

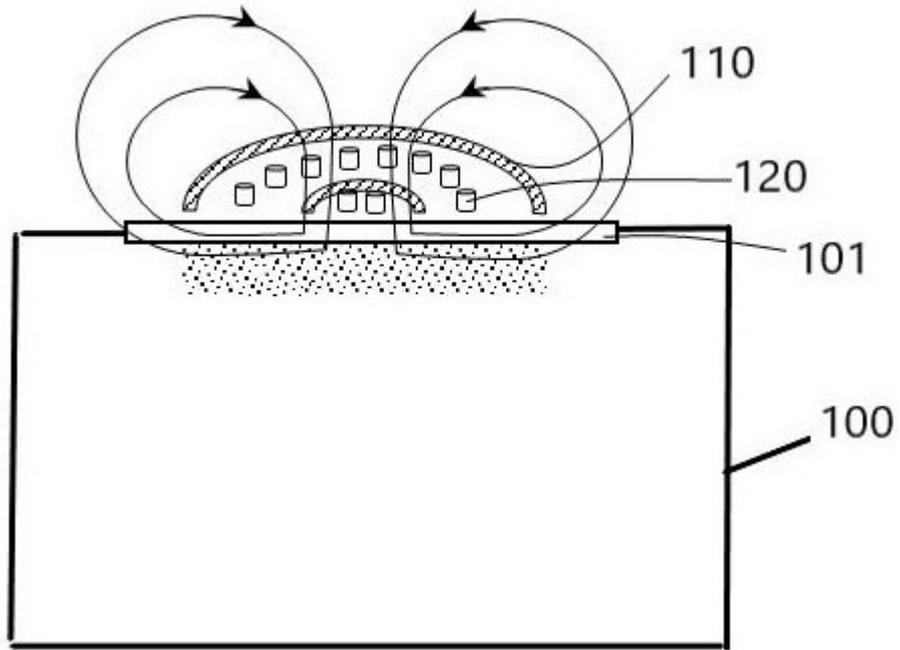


图 1

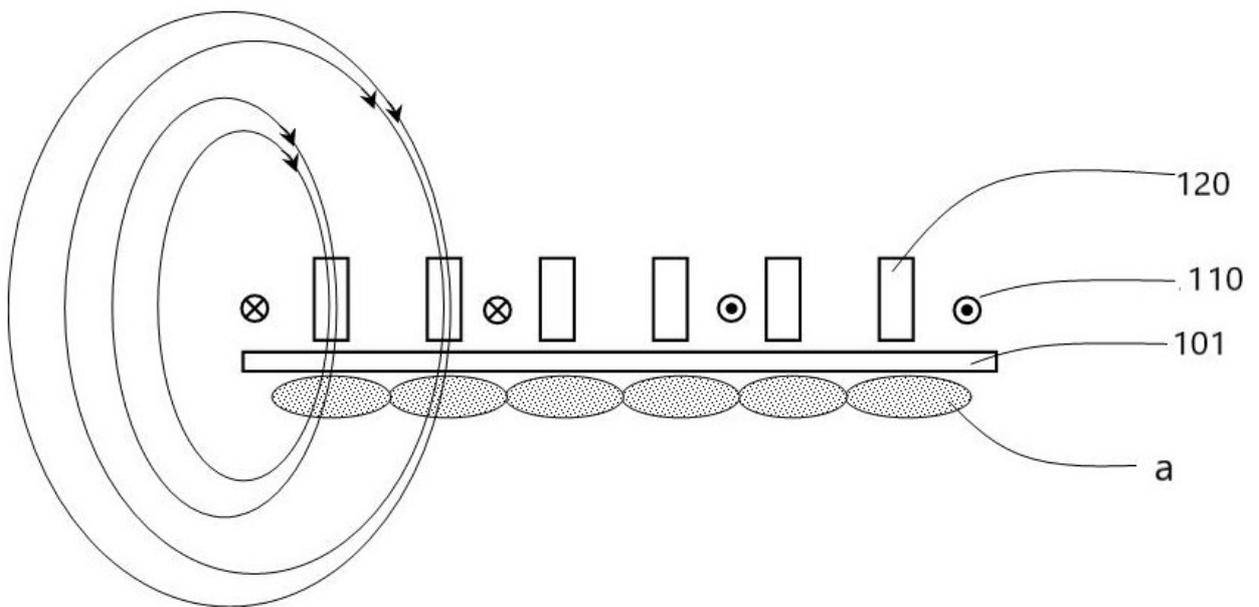


图 2

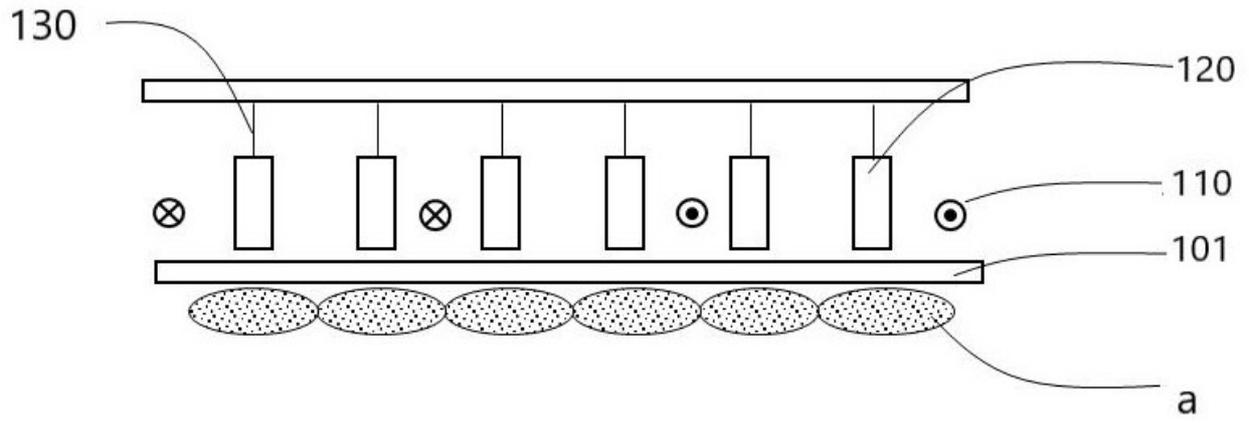


图 3

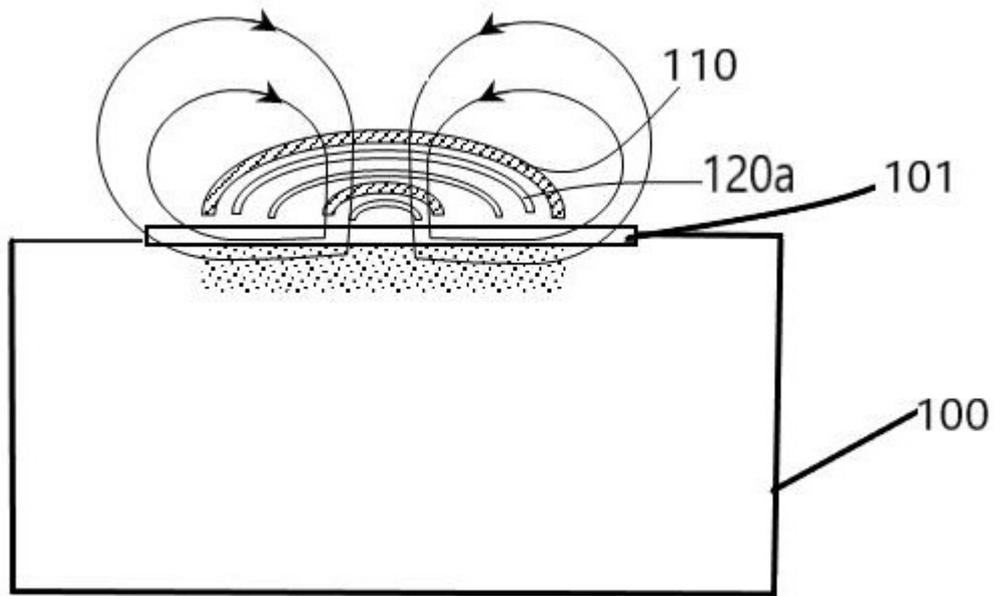


图 4