

非圆形基板的电镀装置及电镀方法

技术领域

5 本发明涉及半导体制造技术领域，更具体地说，涉及半导体制造技术中的电镀工艺。

背景技术

传统的基板多数是圆形，而芯片多为方形，在圆形的基板上形成方形的芯片，由于形状不匹配，基板的边缘区域不可避免地会由于无法使用而被废弃，
10 所以在圆形基板上生产方形芯片的面积使用率不高，一定程度上也影响了芯片的生产效率。

随着扇出先进封装技术逐渐普及以及基板材质的变化，方形基板的应用日益增多。方形基板与方形芯片的形状更加匹配，在同样面积的基板上，方形基板比圆形基板能够容纳更多数量的芯片，方形基板的边缘区域也可以布置芯片。
15 方形基板的面积使用率得到了提升，因此提高了芯片的生产效率。

但是生产设备不匹配的问题随之而来，目前的主流半导体设备都是根据圆形基板设计的，对于电镀设备而言，电极都是设计成圆形或者环形，基板旋转以完成电镀。圆形或者环形的电极与圆形的基板形状匹配，基板能够覆盖所有的电极区域，因此电极的控制比较方便。对于方形基板而言，其形状与圆形或者环形的电极不匹配，基板不能覆盖所有的电极区域，在方形基板旋转的过程中，其角落部分会扫过电极区域，在同一时刻仅有部分的电极区域被基板覆盖。
20 如果电极保持全部开启，那么会形成基板边缘切割电场的情况，这会造成电镀的不均匀性，使得基板边缘部分的铜柱高度大幅增加。

25 发明内容

本发明旨在提出一种适于对非圆形基板进行电镀的半导体设备以及电镀方法。

根据本发明的一实施例，提出一种非圆形基板的电镀装置，包括中心电极区、周边电极区、电源装置和控制装置。中心电极区呈圆形，中心电极区的尺寸是非圆形基板的内切圆，中心电极区中设置中心电极，中心电极填满中心电极区。
30 周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是非圆形基板的外

切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区。电源装置连接到中心电极和点状电极，为中心电极以及点状电极供电。控制装置连接在电源装置和中心电极以及点状电极之间，控制装置控制中心电极以及点状电极的开闭，控制装置跟踪基板的转动位置，使得中心电极区和周边电极区
5 中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。

在一个实施例中，中心电极始终被基板所覆盖，周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置；
10 对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度；
检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置，顶角位于周边电极区的外侧圆周上；
以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定周边电极区中的投影区域，落在投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。

15 在一个实施例中，控制装置包括：角度传感器、投影模拟器和开关装置。角度传感器跟踪基板的转动角度。投影模拟器根据基板的转动角度，确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定周边电极区中的投影区域。开关装置连接在周边电极区的点状电极和电源装置之间，开关装置将当前位于投影区域中的点状电极打开，将当前不处于投影区域中的点状电极关闭。

20 在一个实施例中，中心电极可以是下述的其中之一：
单个圆形电极，单个圆形电极单独填满中心电极区；或者
数个块状电极，数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区；或者
数个环形电极，数个环形电极组合形成圆形并填满中心电极区。

25 在一个实施例中，周边电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是所述非圆形基板的外切圆。

在一个实施例中，电源装置包括中心区电源和数个周边区电源，中心区电源为中心电极供电，各个周边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的周边区电源和开关装置。

30 在一个实施例中，电源装置包括中心区电源和周边区电源，中心区电源为中心电极供电，周边区电源为所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边

电极区具有各自的开关装置，但共用同一个周边区电源。

在一个实施例中，电源装置同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。

- 5 在一个实施例中，围绕中心电极区依次设置三个周边电极区，点状电极是圆形、方形、六边形或者圆弧形的电极。

- 在一个实施例中，非圆形基板是正方形基板，正方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称。或者非圆形基板是长方形基板，长方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，每个顶角的张开角度相对于圆形的直径不对称。
- 10

根据本发明的一实施例，提出一种非圆形基板的电镀方法，包括：

- 划分电极区域，将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，中心电极区呈圆形，中心电极区的尺寸是非圆形基板的内切圆，中心电极区中设置中心电极，中心电极填满中心电极区，周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是所述非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区；
- 15

跟踪基板的转动，跟踪基板的转动位置；

- 控制电极的开闭，电源装置通过控制装置连接到中心电极和点状电极，为中心电极以及点状电极供电，控制装置控制中心电极以及点状电极的开闭，根据基板的转动位置，控制装置使得中心电极区和周边电极区中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。
- 20

- 在一个实施例中，中心电极始终被基板所覆盖，周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：
- 25

确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置；

对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度；

检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置，所述顶角位于周边电极区的外侧圆周上；

- 30 以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定周边电极区中的投影区域，落在所述投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。

在一个实施例中，控制装置：

通过角度传感器跟踪基板的转动角度；

使用投影模拟器根据基板的转动角度，确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定周边电极区中的投影区域；

- 5 通过连接在周边电极区的点状电极和电源装置之间的开关装置控制点状电极开闭，开关装置将当前位于投影区域中的点状电极打开，将当前不处于投影区域中的点状电极关闭。

在一个实施例中，中心电极可以是下述的其中之一：

单个圆形电极，单个圆形电极单独填满中心电极区；或者

- 10 数个块状电极，数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区；或者
 数个环形电极，数个环形电极组合形成圆形并填满中心电极区。

在一个实施例中，周边电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是所述非圆形基板的外切圆。

- 15 在一个实施例中，电源装置包括中心区电源和数个周边区电源，中心区电源为中心电极供电，各个周边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的周边区电源和开关装置。

- 在一个实施例中，电源装置包括中心区电源和周边区电源，中心区电源为中心电极供电，周边区电源为所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边
20 电极区具有各自的开关装置，但共用同一个周边区电源。

在一个实施例中，电源装置同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。

- 25 在一个实施例中，围绕中心电极区依次设置三个周边电极区，点状电极是圆形、方形、六边形或者圆弧形的电极。

- 在一个实施例中，非圆形基板是正方形基板，正方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称。或者，非圆形基板是长方形基板，长方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开
30 角度为 90 度，每个顶角的张开角度相对于圆形的直径不对称。

本发明的非圆形基板的电镀装置及电镀方法能够对诸如正方形、长方形等

形状的基板进行电镀，跟随基板的旋转，被基板所覆盖的区域的电极接通，未被覆盖的区域的电极断开。使得整个基板处于均匀的电场强度下，并且避免出现基板切割电场的情况，以确保基板上，尤其是基板边缘区域的电镀的均匀性。

5 附图说明

图 1a 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的结构示意图。

图 1b 和图 1c 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置中中心电极的不同形式。

10 图 2a 和图 2b 揭示了正方形的基板在本发明的电镀装置上转动时的覆盖区域变化示意图。

图 3 揭示了正方形的基板在本发明的电镀装置上转动时周边电极区中被基板所覆盖的点状电极的确定方式示意图。

15 图 4 揭示了长方形的基板在本发明的电镀装置上转动时周边电极区中被基板所覆盖的点状电极的确定方式示意图。

图 5a 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第一种配置方式的示意图。

图 5b 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第二种配置方式的示意图。

20 图 5c 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第三种配置方式的示意图。

图 5d 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第四种配置方式的示意图。

图 6 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀方法的流程图。

25

具体实施方式

参考图 1a 所示，图 1a 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的结构示意图。该非圆形基板的电镀装置包括：中心电极区 101、数个周边电极区、电源装置 103 和控制装置 104。

30 中心电极区 101 呈圆形，中心电极区 101 的尺寸是非圆形基板的内切圆。非圆形基板比较常见的形状是正方形或者长方形，中心电极区 101 即为该正方

形或者长方形的内切圆。如果非圆形基板是其他的形状，中心电极区 101 也是该非圆形基板的内切圆。中心电极区 101 中设置中心电极，中心电极填满中心电极区 101。因为中心电极填满整个中心电极区，因此在本文以及附图中，附图标记 101 即代表中心电极区，也代表中心电极。虽然中心电极是填满整个中心电极区，但是中心电极也具有多种配置的方式：在图 1a 所示的实施例中，中心电极是单个圆形电极，单个圆形电极单独填满中心电极区。在后面的详细描述中，都是以图 1a 所示的实施例为主进行描述，中心电极配置为单个的圆形电极。在其它的实施例中，中心电极也有其它的配置方式，比如配置为数个块状电极，数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区。图 1b 和图 1c 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置中中心电极的不同形式。在图 1b 所示的实施例中，数个扇形的块状电极组合形成中心电极 101，在图 1c 所示的实施例中，数个同心的环形电极组合形成中心电极 101。将中心电极配置成数个块状电极组合的形式可以使得中心电极的控制更加灵活。

周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区。在图 1a 所示的实施例中，周边电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区 101 开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是非圆形基板的外切圆。同样的，非圆形基板比较常见的形状是正方形或者长方形，最外侧的周边电极区即为该正方形或者长方形的外切圆。如果非圆形基板是其他的形状，最外侧的周边电极区也是该非圆形基板的外切圆。在图示的实施例中，围绕中心电极区依次设置三个周边电极区，第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123。最外侧的周边电极区是第三周边电极区 123，为非圆形基板的外切圆。在图示的实施例中，三个周边电极区 121、122 和 123 的宽度相等，在其他的实施例中，第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 的宽度可以不相等。周边电极区中设置紧密排列的点状电极 102，点状电极 102 均匀分布并且填充周边电极区。第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 三个周边电极区内均设置有紧密排列的点状电极 102，点状电极 102 均匀分布并且填充三个周边电极区。点状电极 102 可以是圆形、方形、六边形或者圆弧形的电极。在图示的实施例中，点状电极 102 是圆形的电极，排列方式是紧密地相邻设置，填满整个周边电极区。如果采用圆形、方形或者圆弧形的点状电极，由于形状的原因，

点状电极之间存在空隙。如果采用六边形的点状电极，以蜂窝的方式排列，可以使得点状电极之间的空隙很小或者没有空隙。周边电极区也可以划分为其它数量或者仅设置单一的环形的周边电极区来围绕中心电极区。因为周边电极区中是以点状电极进行填充的，所以周边电极区是否进行划分或者划分为几个区域并不影响其中点状电极的工作过程。为了控制和表述的方便，通常会将周边电极区进行划分，本实施例中划分为三个环形区域，本文后续的描述都将以该配置为例进行说明。

电源装置 103 连接到中心电极 101 和点状电极 102，为中心电极 101 以及点状电极 102 供电。

控制装置 104 连接在电源装置 103 和中心电极 101 以及点状电极 102 之间，控制装置 104 控制中心电极 101 以及点状电极 102 的开闭。控制装置 104 跟踪基板的转动位置，使得中心电极区和周边电极区中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。

图 2a 和图 2b 揭示了正方形的基板在本发明的电镀装置上转动时的覆盖区域变化示意图。图 2a 表示在 t_1 时刻正方形基板在电镀装置上的状态，图 2b 表示正方形基板转动后，在 t_2 时刻正方形基板在电镀装置上的状态。参考图 2a 和图 2b 所示，中心电极 101 由于是正方形基板的 200 的内切圆，所以中心电极 101 始终被基板 200 所覆盖。而第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 仅被基板 200 的四个角部分覆盖，其中最外侧的第三周边电极区 123 是正方形基板 200 的外切圆，所以正方形基板 200 不会超出电镀装置的范围。如图 2a 和图 2b 所示，三个周边电极区中由纹理条纹所标识的点状电极 102 是没有被基板 200 所覆盖的点状电极，由实心黑色所表示的点状电极 102 是被基板 200 所覆盖的点状电极。在不同的时刻 t_1 和 t_2 ，由于基板转动的关系，被基板所覆盖的点状电极是不同的。在一个实施例中，按照如下的方式来确定数个周边电极区中哪些点状电极是当前被基板所覆盖的，该过程可参考图 3 所示，图 3 揭示了正方形的基板在本发明的电镀装置上转动时周边电极区中被基板所覆盖的点状电极的确定方式示意图。

如图 3 所示，以正方形基板 200 为例，周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

对于正方形基板 200 而言，中心电极区 101 的直径等于正方形的边长，因

此中心电极区 101 是正方形基板 200 的内切圆。最外侧的第三周边电极区 123 的直径等于正方形对角线的长度，因此第三周边电极区是正方形基板 200 的外切圆。

5 首先确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置。此处的圆心是同心的中心电极区 101、第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 共同的圆心。正方形的基板 200 具有四个顶角。

对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度。对于正方形的基板 200 而言，组成每一个顶角的两条侧边都是互相垂直的两条边，因此每一个顶角的张开角度均为 90 度。正方形基板 200 的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称。

检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置。顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上。根据基板的转动角度，可以计算出基板的四个顶角各自处于什么角度。以图 3 为例进行说明，可以将圆形的各个电极区的正上方向确定为起始位置，即 0 度位置，然后沿着圆周按照顺时针方向依次设置正向的角度，循环一周后 360 度与 0 度重合。将正方形基板 200 的某一个顶角确定为基准顶角，其余三个顶角与基准顶角的角度差为 90 度、180 度和 270 度。检测基板的转动位置即为检测基准顶角与 0 度位置之间的偏差。比如在初始位置，基准顶角位于 0 度，则可以计算出其余三个顶角分别位于 90、180 和 270 度。在基板转动的过程中，如果检测到基准顶角转动到 30 度，那么也可以依次计算出其余三个顶角分别位于 120、210 和 300 度的位置。

以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定各个周边电极区中的投影区域，落在投影区域中的点状电极被基板所覆盖的点状电极。在确定了各个顶角的位置之后，按照每一个顶角的张开角度为 90 度将两条侧边延伸，即可在三个周边电极区中划定被基板所覆盖的投影区域，落在投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。对于点状电极的识别，可以采用编号的方式来确定哪些点状电极是落在投影区域中被基板所覆盖。

图 4 揭示了长方形的基板在本发明的电镀装置上转动时周边电极区中被基板所覆盖的点状电极的确定方式示意图。如图 4 所示，对于长方形基板 300，周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

对于长方形基板 300 而言，中心电极区 101 的直径等于长方形短边的边长，

因此中心电极区 101 是长方形基板 300 的内切圆。最外侧的第三周边电极区 123 的直径等于长方形对角线的长度，因此第三周边电极区是长方形基板 300 的外切圆。

首先确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置。此处的圆心是同心的中心电极区 101、第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 共同的圆心。长方形的基板 300 具有四个顶角。

对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度。对于长方形的基板 300 而言，组成每一个顶角的两条侧边都是互相垂直的两条边，因此每一个顶角的张开角度均为 90 度。长方形基板 300 的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，每个顶角的张开角度相对于圆形的直径不对称。如果将每个顶角与圆心连线，会发现顶角的张开角度在靠近长边一侧较小，而靠近短边一侧较大，并不是相对于直径对称分布。

检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置。顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上。根据基板的转动角度，可以计算出基板的四个顶角各自处于什么角度。以图 4 为例进行说明，可以将圆形的各个电极区的正上方向确定为起始位置，即 0 度位置，然后沿着圆周按照顺时针方向依次设置正向的角度，循环一周后 360 度与 0 度重合。将长方形基板 300 的某一个顶角确定为基准顶角，其余三个顶角与基准顶角之间存在角度差。长方形基板的其余三个顶角与基准顶角之间的角度差并不是等距，比如第二个顶角与基准顶角相差 60 度，第三顶角与基准顶角相差 180 度，第四个顶角与基准顶角相差 240 度。检测基板的转动位置即为检测基准顶角与 0 度位置之间的偏差。比如在初始位置，基准顶角位于 0 度，则可以计算出其余三个顶角分别位于 60、180 和 240 度。在基板转动的过程中，如果检测到基准顶角转动到 30 度，那么也可以依次计算出其余三个顶角分别位于 90、210 和 270 度的位置。

以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定各个周边电极区中的投影区域，落在投影区域中的点状电极被基板所覆盖的点状电极。在确定了各个顶角的位置之后，按照每一个顶角的张开角度为 90 度将两条侧边延伸，即可在三个周边电极区中划定被基板所覆盖的投影区域，落在投影区域中的点状电极被基板所覆盖的点状电极。对于点状电极的识别，可以采用编号的方式来确定哪些点状电极是落在投影区域中被基板所覆盖。比较图 4 和图 3 可见，由于基板形状的不同，在相同的基板角度下，投影区域的位置也不相同。

回到图 1 所示，为了实现上述的过程，控制装置 104 包括如下的组件：角度传感器 141、投影模拟器 142 和开关装置 143。角度传感器 141 跟踪基板的转动角度。根据角度传感器 141 确定的基板的转动角度，能够确定基准顶角的角度并以此计算其余三个顶角的角度。投影模拟器 142 根据基板的转动角度，
5 确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定各个周边电极区中的投影区域。投影模拟器 142 依据各个顶角的位置和张开角度确定各个周边电极区中的投影区域，依次来确定哪些点状电极是处于投影区域中被基板所覆盖。开关装置 143 连接在周边电极区的点状电极 102 和电源装置 103 之间，开关装置 143 将当前位于投影区域中的点状电极 102 打开，将当前不处于投影区域中的点状
10 电极 102 关闭。

在不同的实施例中，电源装置和控制装置，主要是控制装置中的开关装置具有不同的配置方式，图 5a~图 5c 揭示了三种不同的配置方式。

首先参考图 5a，图 5a 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第一种配置方式的示意图。在第一种配置方式中，
15 电源装置 103 包括中心区电源 131 和数个周边区电源，在图示的实施例中，包括第一周边区电源 132、第二周边区电源 133 和第三周边区电源 134。中心区电源 131 为中心电极 101 供电，各个周边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电。具体而言，第一周边区电源 132 为第一周边电极区 121 中的点状电极供电，第二周边区电源 133 为第二周边电极区 122 中的点状电极供
20 电，第三周边区电源 134 为第三周边电极区 123 中的点状电极供电。开关装置 143 分别与第一周边区电源 132、第二周边区电源 133 和第三周边区电源 134 相连接，开关装置 143 中具有数个开关部件，开关部件与点状电极是一一对应的关系，在图示的实施例中，开关装置 143 中的开关部件被划分为三个部分，分别对应第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 中
25 的点状电极。这样，每一周边电极区具有各自的周边区电源和开关装置，第一种配置方式中，中心电极区和周边电极区具有独立的电源和开关。在图示的实施例中，中心电极直接与中心区电源连接，中间没有设置开关装置。这是因为中心电极始终被基板所覆盖，因此在电镀过程中始终处于导通状态，所以直接使用总电源的开关控制即可，并不需要额外增加单独的控制开关。

30 图 5b 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第二种配置方式的示意图。在第二种配置方式中，电源装置 103

包括中心区电源 131 和周边区电源 135。中心区电源 131 为中心电极 101 供电，周边区电源 135 为所有的周边电极区中的点状电极供电。也就是说，第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 都是由周边区电源 135 供电。开关装置 143 与周边区电源 135 相连接，开关装置 143 中具有数个开关部件，开关部件与点状电极是一一对应的关系，在图示的实施例中，开关装置 143 中的开关部件被划分为三个部分，分别对应第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 中的点状电极。在第二种配置方式中，每一周边电极区具有各自的开关装置，但共用同一个周边区电源。与图 5a 类似，在图 5b 所示的实施例中，中心电极直接与中心区电源连接，中间没有设置开关装置。

图 5c 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第三种配置方式的示意图。在第三种配置方式中，电源装置 103 同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电。中心电极区 101、第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 都是由同一个电源装置供电。开关装置 143 与电源装置 103 相连接，开关装置 143 中具有数个开关部件，开关部件与点状电极是一一对应的关系，在图示的实施例中，开关装置 143 中的开关部件被划分为三个部分，分别对应第一周边电极区 121、第二周边电极区 122 和第三周边电极区 123 中的点状电极。在第三种配置方式中，每一周边电极区具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。与之前的图示类似，在图 5c 所示的实施例中，中心电极直接与电源装置连接，中间没有设置开关装置。

图 5a~图 5c 所揭示的三种不同的配置方式主要关注的是中心电极区和周边电极区之间的控制关系。如前面所描述的，中心电极区除了配置为单个圆形电极之外，也可以配置为块状电极。当中心电极区被配置为块状电极时，数个块状电极组合形成中心电极区，这时对于中心电极区也会增加一组开关部件。图 5d 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀装置的电源装置和控制装置的第四种配置方式的示意图，第四种配置方式主要针对中心电极区的配置。图 5d 所示的第四种配置方式与图 5a 所示的第一种配置方式的差异在于：中心电极由两个同心的环形电极组成，于是，中心区电源也包括两个部分 131a 和 131b，中心区电源和中心电极之间也增加了两组开关部件 143a 和 143b。中心区电源的两个部分 131a 和 131b 以及两组开关部件 143a 和 143b 分别控制构成

中心电极的两个电极。在图示的实施例中，中心区电源的部分 131a 和开关部件 143a 控制内圈的电极，内圈的电极是圆形电极。中心区电源的部分 131b 和开关部件 143b 控制外圈的电极，外圈的电极是环形电极。圆形电极和环形电极共同组成中心电极。用于控制中心电极的开关部件 143a 和 143b 也是开关装置 5 143 的一部分，因此也列入开关装置中。图 5b 和图 5c 所示的实施例中，根据需要，也可以将中心电极配置为数个块状电极，并且为中心电极区增加开关部件。为中心电极的不同区域配置独立的中心区电源和开关部件，能够更好地控制中心电极的工作状态。

本发明还揭示了一种非圆形基板的电镀方法，也可以理解为上述的非圆形基板的电镀装置的工作过程。图 6 揭示了根据本发明的一实施例的非圆形基板的电镀方法的流程图。参考图 6 所示，该非圆形基板的电镀方法包括如下的步骤：

S1、划分电极区域。将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，中心电极区呈圆形，中心电极区的尺寸是非圆形基板的内切圆，中心电极区中设置中心电极，中心电极填满中心电极区。周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区。中心电极可以被配置为如下的形式：单个圆形电极、数个块状电极或者数个环形电极。单个圆形电极单独填满中心电极区。数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区。数个环形电极组合形成圆形并填满中心电极区。在一个实施例中，周边电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极均匀分布并且填充周边电极区。在一个实施例中，围绕中心电极区依次设置三个周边电极区，三个周边电极区的宽度相等，所述点状电极是圆形、方形、六边形或者圆弧形的电极。

S2、跟踪基板的转动，跟踪基板的转动位置。

S3、控制电极的开闭，电源装置通过控制装置连接到中心电极和点状电极，为中心电极以及点状电极供电，控制装置控制中心电极以及点状电极的开闭，根据基板的转动位置，控制装置使得中心电极区和周边电极区中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。

其中，中心电极始终被基板所覆盖，周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置。

5 对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度。在一个实施例中，非圆形基板是正方形基板，正方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称。或者，在另一个实施例中非圆形基板是长方形基板，长方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，每个顶角的张开角度相对于圆形的直径不对称。

10 检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置，顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上。

以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定各个周边电极区中的投影区域，落在所述投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。

15 控制装置通过下述的组件来确定周边电极区中被基板所覆盖的点状电极：通过角度传感器跟踪基板的转动角度；

使用投影模拟器根据基板的转动角度，确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定各个周边电极区中的投影区域；

20 通过连接在周边电极区的点状电极和电源装置之间的开关装置控制点状电极开闭，开关装置将当前位于投影区域中的点状电极打开，将当前不处于投影区域中的点状电极关闭。

电源装置和控制装置可以采用以下的三种配置方式来进行配置：

电源装置包括中心区电源和数个周边区电源，中心区电源为中心电极供电，各个周边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的周边区电源和开关装置；或者

25 电源装置包括中心区电源和周边区电源，中心区电源为中心电极供电，周边区电源为所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但共用同一个周边区电源；或者

30 电源装置同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。

该非圆形基板的电镀方法的实现细节与前述的非圆形基板的电镀装置相

对应，具体细节可参考前述关于非圆形基板的电镀装置的描述。

5 本发明的非圆形基板的电镀装置及电镀方法能够对诸如正方形、长方形等形状的基板进行电镀，跟随基板的旋转，被基板所覆盖的区域的电极接通，未被覆盖的区域的电极断开。使得整个基板处于均匀的电场强度下，并且避免出现基板切割电场的情况，以确保基板上，尤其是基板边缘区域的电镀的均匀性。还需要注意的是，以上所列举的实施例仅为本发明的具体实施例。显然本发明不局限于以上实施例，随之做出的类似变化或变形是本领域技术人员能从本发明公开的内容直接得出或者很容易便联想到的，均应属于本发明的保护范围。上述实施例是提供给熟悉本领域内的人员来实现或使用本发明的，熟悉本领域10 的人员可在不脱离本发明的发明思想的情况下，对上述实施例做出种种修改或变化，因而本发明的保护范围并不被上述实施例所限，而应该是符合权利要求书提到的创新性特征的最大范围。

权 利 要 求

1. 一种非圆形基板的电镀装置，其特征在于，包括：

5 中心电极区，中心电极区呈圆形，中心电极区的尺寸是所述非圆形基板的内切圆，中心电极区中设置中心电极，中心电极填满中心电极区；

周边电极区，周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是所述非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区；

10 电源装置，电源装置连接到中心电极和点状电极，为中心电极以及点状电极供电；

控制装置，控制装置连接在电源装置和中心电极以及点状电极之间，控制装置控制中心电极以及点状电极的开闭，控制装置跟踪所述基板的转动位置，使得中心电极区和周边电极区中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。

15

2. 如权利要求 1 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述中心电极始终被基板所覆盖，所述周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置；

对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度；

20 检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置，所述顶角位于周边电极区的外侧圆周上；

以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定周边电极区中的投影区域，落在所述投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。

25 3. 如权利要求 2 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述控制装置包括：

角度传感器，角度传感器跟踪基板的转动角度；

投影模拟器，投影模拟器根据基板的转动角度，确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定周边电极区中的投影区域；

30 开关装置，开关装置连接在周边电极区的点状电极和电源装置之间，开关装置将当前位于投影区域中的点状电极打开，将当前不处于投影区域中的点状

电极关闭。

4. 如权利要求 1 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述中心电极是：

- 5 单个圆形电极，单个圆形电极单独填满中心电极区；或者
 数个块状电极，数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区；或者
 数个环形电极，数个环形电极组合形成圆形并填满中心电极区。

5. 如权利要求 4 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述周边
10 电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区
 开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是所述非圆形基板的外切
 圆。

6. 如权利要求 5 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述电源
15 装置包括中心区电源和数个周边区电源，中心区电源为中心电极供电，各个周
 边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具
 有各自的周边区电源和开关装置。

7. 如权利要求 5 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述电源
20 装置包括中心区电源和周边区电源，中心区电源为中心电极供电，周边区电源
 为所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，
 但共用同一个周边区电源。

8. 如权利要求 5 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述电源
25 装置同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区
 具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。

9. 如权利要求 5 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，围绕中心
 电极区依次设置三个周边电极区，所述点状电极是圆形、方形、六边形或者圆
30 弧形的电极。

10. 如权利要求 9 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，

所述非圆形基板是正方形基板，正方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称；或者

5 所述非圆形基板是长方形基板，长方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，每个顶角的张开角度相对于圆形的直径不对称。

11. 一种非圆形基板的电镀方法，其特征在于，包括：

10 划分电极区域，将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，中心电极区呈圆形，中心电极区的尺寸是所述非圆形基板的内切圆，中心电极区中设置中心电极，中心电极填满中心电极区，周边电极区围绕中心电极区，周边电极区的外周尺寸是所述非圆形基板的外切圆，周边电极区中设置紧密排列的点状电极，点状电极填充周边电极区；

15 跟踪基板的转动，跟踪基板的转动位置；

控制电极的开闭，电源装置通过控制装置连接到中心电极和点状电极，为中心电极以及点状电极供电，控制装置控制中心电极以及点状电极的开闭，根据基板的转动位置，控制装置使得中心电极区和周边电极区中由基板所覆盖的区域中的电极开启，未被基板所覆盖的区域中的电极关闭，电极跟随基板的转动而开启或关闭。

20

12. 如权利要求 11 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述中心电极始终被基板所覆盖，所述周边电极区中被基板所覆盖的点状电极确定如下：

25 确定非圆形基板的每一个顶角相对于圆心的位置；

对于每一个顶角，根据组成该顶角的两条侧边确定张开角度；

检测基板的转动位置，根据转动位置确定基板的各个顶角的位置，所述顶角位于周边电极区的外侧圆周上；

以各个顶角为起点，依据各个顶角的张开角度确定周边电极区中的投影区域，落在所述投影区域中的点状电极为被基板所覆盖的点状电极。

30

13. 如权利要求 12 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述控制装置：

通过角度传感器跟踪基板的转动角度；

5 使用投影模拟器根据基板的转动角度，确定各个顶角的位置，并且根据顶角和张开角度确定周边电极区中的投影区域；

通过连接在周边电极区的点状电极和电源装置之间的开关装置控制点状电极开闭，开关装置将当前位于投影区域中的点状电极打开，将当前不处于投影区域中的点状电极关闭。

10 14. 如权利要求 11 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述中心电极是：

单个圆形电极，单个圆形电极单独填满中心电极区；或者

数个块状电极，数个块状电极组合形成圆形并填满中心电极区；或者

数个环形电极，数个环形电极组合形成圆形并填满中心电极区。

15

15. 如权利要求 14 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述周边电极区为数个，数个周边电极区呈同心的环形，数个周边电极区从中心电极区开始依次向外围绕，其中最外侧的周边电极区的尺寸是所述非圆形基板的外切圆。

20

16. 如权利要求 15 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述电源装置包括中心区电源和数个周边区电源，中心区电源为中心电极供电，各个周边区电源分别为各自对应的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的周边区电源和开关装置。

25

17. 如权利要求 15 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述电源装置包括中心区电源和周边区电源，中心区电源为中心电极供电，周边区电源为所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但共用同一个周边区电源。

30

18. 如权利要求 15 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，所述电

源装置同时为中心电极和所有的周边电极区中的点状电极供电，每一周边电极区具有各自的开关装置，但所有的周边电极区以及中心电极共用同一个电源装置。

5 19. 如权利要求 15 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，围绕中心电极区依次设置三个周边电极区，所述点状电极是圆形、方形、六边形或者圆弧形的电极。

20. 如权利要求 19 所述的非圆形基板的电镀方法，其特征在于，

10 所述非圆形基板是正方形基板，正方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，并且每个顶角的张开角度相对于圆形的直径对称；或者

 所述非圆形基板是长方形基板，长方形基板的四个顶角位于最外侧的周边电极区的外侧圆周上，每个顶角的张开角度为 90 度，每个顶角的张开角度相
15 对于圆形的直径不对称。