

说明书

非圆形基板的电镀装置及电镀方法

5 技术领域

本发明涉及半导体制造设备领域，尤其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，会导致基板边角面积的浪费，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。

随着平板级封装（Panel-level packaging）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，因此，方形基板的面积使用率得到了提升，同时也提供了芯片的生产效率。

在针对方形基板进行电镀时，一般采用垂直电镀的方式。现有的垂直电镀一般是将基板夹到专用夹具上，将基板和夹具一起逐个浸泡到多个不同的镀槽里面，电镀时电流输出至夹具上，再经过夹具的金属夹点传导至基板板面，使得化学液中的铜离子附着在板面上完成电镀。采用这种垂直电镀完成后的方形基板无法达到像圆形基板一样的效果，如表面平整度差，COP（Crystal Originated Particles，晶体源性颗粒）缺陷会更明显。此外，在垂直电镀工艺过程中，基板和夹具一起在不同镀槽之间切换，无法避免镀液交叉污染的问题，也会影响化学液和镀层的稳定。同时，垂直电镀无法有效调整方形基板电镀效果的上下差异。

并且，直接利用现有的电镀装置对方形基板进行水平电镀又会存在边缘过厚的问题。如图 1A-1B、图 2A-2B 所示，现有电镀装置的电极 1 多为圆形或环形，对于正方形基板或长方形基板进行电镀工艺时，由于形状与电极不匹配，基板不能覆盖所有的电极区域。在方形基板 w 旋转的过程中，电极 1 的中心区

域 101 会一直被基板 w 覆盖。但是电极 1 的边缘区域在同一时刻仅有部分电极区域被基板 w 覆盖，从而形成基板 w 边缘切割电场的情况，这会造成电镀不均匀，使得基板边缘部分的铜柱高度大幅增加。

5 发明内容

本发明的目的在于提供一种非圆形基板的电镀装置及电镀方法。

为实现上述目的及其它相关目的，本发明提供了一种非圆形基板的电镀装置，包括：

10 中心电极区，呈圆形且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置中心电极，所述中心电极填满所述中心电极区；

周边电极区，围绕所述中心电极区设置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设置周边电极，所述周边电极为填满所述周边电极区的多个块状电极；

电源模块，包括多个电源，用于向所述中心电极和所述周边电极供电；

15 控制模块，用于检测所述基板转动的位置，计算当前每个块状电极所需要的电流大小并通知所述电源模块调节电流大小。

优选地，所述块状电极所需要的电流大小为 $I' = \frac{S'}{S} \times I$ ，其中，S' 为块状电极被所述基板所覆盖的面积，S 为块状电极的面积，I 为电源模块供应至所述中心电极区的电流大小。

20 优选地，所述周边电极区为多个，多个周边电极区为同心的环形。

优选地，所述块状电极为对所述周边电极进行 N 等分得到，其中 N 为 4 的倍数。

25 优选地，所述控制模块包括角度传感器和投影模拟器，所述角度传感器用于跟踪所述基板转动的角度，所述投影模拟器根据所述基板转动的角度模拟所述基板每个顶角当前所在的位置确定所述基板在所述周边电极区中的投影区域，进一步计算出每个块状电极被基板覆盖的面积。

优选地，所述控制模块包括角度传感器和控制器，所述角度传感器用于跟踪所述基板转动以识别所述基板转动的角度，所述控制器以基板转动角度间隔预设相对应的每个块状电极需要调整的电流大小，当所述角度传感器识别基板

每转动一个角度间隔，则所述控制器根据预设电流大小反馈至电源模块调节相应的电流。

优选地，每个块状电极由所述多个电源中一个对应的电源供电。

优选地，所述非圆形基板为方形。

- 5 优选地，每两个中心对称的块状电极为一组，得到多个电极组，每个电极组由一个电源供电。

优选地，所述非圆形基板为正方形。

优选地，每个周边电极区设置的电源个数为每一个周边电极区中基板任意一个角所能覆盖的块状电极个数的最大值。

- 10 本发明还提供了一种非圆形基板的电镀方法，其特征在于，包括：

划分电极区域，包括将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，所述中心电极区呈圆形，且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置中心电极，所述中心电极填满所述中心电极区，周边电极区围绕所述中心电极区设置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设置周边电极，所述周边电极为多个块状电极组成并填满所述周边电极区的多个块状电极；

跟踪基板转动位置；

根据每个块状电极被基板所覆盖的有效面积计算每个块状电极所需电流；
调整每个块状电极所需要的电流且供应至对应的块状电极。

- 20 本发明还提供了一种非圆形基板的电镀方法，其特征在于，包括：

划分电极区域，包括将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，所述中心电极区呈圆形，且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置中心电极，所述中心电极填满所述中心电极区，周边电极区围绕所述中心电极区设置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设置周边电极，所述周边电极为多个块状电极组成并填满所述周边电极区的多个块状电极；

预设基板每转动一个角度间隔对应的每个块状电极所需电流参数；

跟踪基板转动位置；

当基板每转动一个角度间隔，根据预设的电源参数调整电流并供应至对应

的块状电极。

如上所述，本发明提供的电镀装置及方法将电极进行分成中心电极区和周边电极区，并在周边电极区内设置多个小电极块填满周边电极区。通过获取基板在转动过程中覆盖在每块小电极块上面积的变化，对供应至每个小电极块的

5 电流大小进行调整，可以解决非圆形基板使用现有电镀装置电镀不均匀，边缘铜柱过高的问题。

附图概述

- 图 1A 所示为现有电镀装置对正方形基板进行电镀工艺的示意图；
- 10 图 1B 所示为正方形基板在现有电镀装置上转动一定角度后的示意图；
- 图 2A 所示为现有电镀装置对长方形基板进行电镀工艺的示意图；
- 图 2B 所示为长方形基板在现有电镀装置上转动一定角度后的示意图；
- 图 3A 所示为本发明一实施例的非圆形基板电镀装置的周边电极四等分的示意图；
- 15 图 3B 所示为本发明一实施例的非圆形基板电镀装置的周边电极八等分的示意图；
- 图 3C 所示为本发明一实施例的非圆形基板电镀装置的周边电极十六等分的示意图；
- 图 4 所示为本发明一实施例的非圆形基板电镀装置的一种电源控制示意图；
- 20 图 5A 所示为正方形基板 w 在转动过程中覆盖在周边电极区上的面积变化示意图；
- 图 5B 所示为长方形基板 w 在转动过程中覆盖在周边电极区上的面积变化示意图；
- 图 6A 所示为根据本发明一实施例的长方形基板电镀装置的一种电源控制
- 25 示意图；
- 图 6B 所示为根据本发明一实施例的正方形基板电镀装置的一种电源控制示意图；
- 图 7A-7E 为根据本发明一实施例的正方形基板电镀装置分别覆盖在八等分、十二等分、十六等分、二十等分、二十四等分的周边电极上的面积变化示

意图；

图 8 所示为正方形基板周边电极不同分区数量对应最少电源数的表格；

图 9 所示为正方形基板周边电极不同分区数量对应的每个块状电极所需电流大小的示意性表格；

5 图 10 所示为本发明一实施例的非圆形基板的电镀方法流程图。

本发明的较佳实施方式

以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其它优点与功效。本发明还可以通过
10 另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

需要说明的是，本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想，虽图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的形态、数量及比例可为一种随意的改
15 变，且其组件布局形态也可能更为复杂。另外，在多个附图中表示的相同附图标记的部分表示相同或同等的部分或部件。

图 3A-3C 揭示了根据本发明一实施例的非圆形基板的电镀装置的多种具体实施方式的示意图。本发明中的非圆形基板可以是方形、三角形、菱形等规则图形，当前主流的非圆形基板为方形基板，即正方形和长方形基板，因此，
20 本发明重点以方形基板为例。该非圆形基板的电镀装置包括中心电极区 101 和周边电极区 102。中心电极区 101 为圆形，中心电极区 101 的尺寸是非圆形基板 w 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 既代表中心电极区也代表中心电极。中心电极可以是单个圆形电极，单个圆形
25 电极单独填满中心电极区 101。中心电极还可以是多个小电极组合填满中心电极区 101。

周边电极区 102 围绕中心电极区 101 设置，周边电极区 102 的外周尺寸是非圆形基板的外切圆。周边电极区 102 中设置周边电极，周边电极填满周边电极区 102。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。因为周边电极填满整个周边电极区,因此在本文以及附图中,附图标记 102 既代表周边电极区也代表周边电极。如图 3A-3C 所示,围绕中心电极区 101 依次设置了两个周边电极区,第一周边电极区 121 和第二周边电极区 122。在图示的实施例中,两个周边电极区的宽度相等,在其他的实施例中,多个周边电极区的宽度可以不相等。

周边电极由多个块状电极 1021 组成并填满周边电极区 102,多个块状电极 1021 可以由对周边电极区 102 的周边电极进行 N 等分得到, N 为 4 的倍数,如四等分、八等分、十六等分,分别对应图 3A、3B、3C。多个周边电极区 102 的电极等分线可以重叠,如图 3A、3B,多个电极区 102 的电极等分线也可以错开,如图 3C。块状电极 1021 优选为对周边电极进行八等分或十六等分得到,此种实施方式便于对每个块状电极的精准控制,同时分别控制每个块状电极所需算力也不会过大。

本实施例所提供的非圆形基板的电镀装置还包括电源模块 103 和控制模块 104, 电源模块 103 包括多个单独的电源,如图 4 中的 103a、103b、...103n。每个块状电极 1021 配置有一一对应的电源为其供电,当控制模块 104 计算出每个块状电极 1021 所需的电流 I' 后提供至电源模块 103,相对应的电源模块 103 调整电流大小并供应至块状电极 1021。

图 5A、5B 分别为正方形基板和长方形基板在本发明的电镀装置上转动时覆盖区域变化的示意图。图中虚线所示为在第一位置处的基板,可以看到此时基板 w 覆盖在周边电极区上的区域,图中实线所示为基板 w 转动一定角度后达到第二位置处,条纹填充部分为基板 w 在第二位置处覆盖在周边电极区上的区域。中心电极 101 由于是正方形基板 w 的内切圆,所以中心电极 101 始终被基板 w 所覆盖,不因基板 w 转动而发生变化。周边电极区 102 仅被基板 w 的四个角部分覆盖。可以看出,在不同时刻,由于基板 w 转动的关系,同一个块状电极 1021 被基板 w 所覆盖的面积是不同的。因此,需要确定每个块状电极 1021 被基板 w 所覆盖的面积 S' , 调节供应至每一块块状基板 1021 的电流量。

回到图 4 所示,为了实现上述过程,控制模块 104 包括角度传感器 141 和投影模拟器 142。以基板 w 的任意一个角为基准顶角,以基准顶角的初始位置

为 0° ，其余三个顶角与基准顶角的角度差为 90° 、 180° 和 270° 。角度传感器 141 设置在电镀腔体内，用于跟踪基板 w 基准顶角的转动角度。根据角度传感器 141 确定的基板 w 的转动角度，能够确定基板 w 的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 从角度传感器 141 获取基板 w 的转动角度，根据基板 w 的转动角度确定各个顶角的位置，在确定了各个顶角的位置之后，将各个顶角连线即可模拟出在周边电极区中被基板所覆盖的投影区域，进一步得到每个块状电极 1021 被覆盖的面积。在一个实施例中，投影模拟器 142 为处理器、控制器等硬件中的内置软件。控制模块 104 根据每个块状电极 1021 被覆盖的面积计算出每个块状电极 1021 需要的电流后反馈至电源模块 103 进行调整。具体而言，由于中心电极 101 在工艺过程中始终被基板 w 所覆盖，因此，电流装置 103 供应至中心电极 101 的电流大小在整个工艺过程中是不变的，记为 I。控制模块 104 计算出每个块状电极 1021 被基板 w 所覆盖的面积 S' 后，可以计算出当前每个块状电极 1021 所需要的电流 $I' = \frac{S'}{S} \times I$ ，其中，S 为块状电极的总面积。每个块状电极 1021 所对应的电源根据计算出的所需要的电流来调整电流大小。控制模块 104 可以实时监测基板 w 转动的角度以实时调整每个块状电极所需要的电流大小，也可以设置为基板 w 每转动一个角度间隔，通过以上步骤计算并调整每个块状电极所需要的电流大小。

图 6A 所示为基板为长方形时电镀装置的电源模块的第二种配置方式的示意图。在第二种配置方式中，非圆形基板 w 为长方形。参考图 5B，当基板 w 为长方形时，同一个周边电极区 102 中每两个中心对称的块状电极 1021 被基板 w 所覆盖的面积相同。因此，同一个周边电极区 102 中每两个中心对称的块状电极 1021 为一个电极组，每一个电极组中的块状电极 1021 所需的电流大小相同，即可用一个电源控制，如图 6A。因此，和第一种电源模块的配置方式相比可以减少一半的电源。当基板 w 为正方形时，由于也满足同一周边电极区 102 中每两个轴心对称的块状电极 1021 被基板 w 所覆盖的面积相同，因此，也可以适用此种电源模块的配置方式。

图 6B 所示为基板为正方形时电镀装置的电源模块的第三种配置方式的示意图。在第三种配置方式中，当非圆形基板 w 为正方形时，为了节省电源模块 103 使用的电源数量，先按周边电极区的个数将块状电极 1021 进行分组，如图

6B 中，周边电极区一共为 2 个，分为第一周边电极区组和第二周边电极区组。每组设置的最少电源数可以根据每一个周边电极区 102 中，基板 w 任意一个角所能覆盖的最多块状电极 1021 的个数来设置。如图 8 所示为周边电极区 102 在常用的不同等分方式下，第一周边电极区 121 与第二周边电极区 122 分别可以设置的最少电源数量。图 7A-7E 分别为正方形基板在八等分、十二等分、十六等分、二十等分、二十四等分的周边电极区上所覆盖到的块状电极数量的示意图。以图 7B 为例，每个周边电极区十二等分后得到第一周边电极区 121 的 12 个块状电极和第二周边电极区 122 的 12 个块状电极，基板 w 任意一个角所覆盖在第一周边电极区 121 中的最多块状电极数量为 2 个，覆盖在第二周边电极区 122 中的最多块状电极数量为 3 个。因此，十二等分周边电极区的电源模块 103 最少可以使用 5 个电源，2 个用在第一周边电极区 121，3 个用在第二周边电极区 122，和图 8 所示的表格数量相同。

本发明的非圆形基板的电镀装置还可以设置为非实时控制电流流量大小，而是设定为基板每转动一定的角度 α 调整一次电流。设定间隔角度 α ，在基板 w 转动 0° - 90° 区间内，计算基板 w 转动 α 、 2α 、 $\dots$ 、 $n\alpha$ 、 $\dots$ 、 90° 时每个块状电极被覆盖的面积，根据每个块状电极被基板覆盖的面积计算出每个块状电极所需要的电流大小，记录在图 9 表格中。在这种实施方式中，控制模块 104 包括角度传感器 141 和控制器，将图 9 中的数据预设到控制器中，控制器被配置为基板 w 每转动一个间隔角度 α ，电源模块调整每个块状电极相对应的电源电流大小。在工艺过程中，角度传感器 141 实时监测基板 w 转动的角度，当基板 w 转动 0° 、 α 、 2α 、 $\dots$ 、 $n\alpha$ 、 $\dots$ 、 90° 时，角度传感器 141 反馈至控制器，控制器根据预设的电流大小将信号传输至电源模块，控制电源模块调整电流至相应的数值。当基板 w 转动至 90° 时，角度清零，循环计算基板 w 转动角度及调整相应电流。

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 w 基板的电镀装置的工作过程。图 10 为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，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，周边电极区为环形，由多个以环形等分的块状电极组成。

S2：跟踪基板的转动位置。

S3：根据块状电极被基板所覆盖的有效面积计算块状电极所需电流。

- 5 由于供应至中心电极的电流 I 大小不变，根据基板的转动位置，计算出每个块状电极被基板所覆盖的面积 S' ，进一步获得每个块状电极所需的电流 I' ， $I' = \frac{S'}{S} \times I$ ，其中 S' 为块状电极当前被基板所覆盖的面积， S 为块状电极的总面积， I 为供应至中心电极的电流大小。

S4：以计算出的块状电极所需的电流大小调整电源供应至块状电极的电流。

- 10 此方法中可以实时计算每个块状电极所需要的电流并实时调节电流，也可以预设一个角度间隔，S2 每跟踪到基板转动一个角度间隔则进行 S3、S4。

本发明还揭示了一种非圆形基板的电镀方法，包括：

S1：划分电极区域；

S2：预设基板每转动一个角度间隔对应的每个块状电极所需电流参数；

- 15 S3：跟踪基板转动位置；

S4：当基板每转动一个角度间隔，根据预设的电源参数调整电流并供应至对应的块状电极。

- 需要说明的是，在技术方案逻辑准确的条件下上述多个实施例之间可以相互组合形成新的方案，即本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特
20 点可以进行适当的组合。在此不再对新的方案做赘述。

- 本发明通过上述实施方式及相关图式说明，已具体、详实的揭露了相关技术，使本领域的技术人员可以据以实施。而以上所述实施例只是用来说明本发明，而不是用来限制本发明的，本发明的权利范围，应由本发明的权利要求来界定。至于本文中所述元件数目的改变或等效元件的代替等仍都应属于本发明的
25 权利范围。

同时，本发明使用了特定词语来描述本发明的实施例。如“一个实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本发明至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”并不一定是

指同一实施例。

- 同理，应当注意的是，为了简化本发明披露的表述，从而帮助对一个或多个发明实施例的理解，前文对本发明实施例的描述中，有时会将多种特征归并至一个实施例、附图或对其的描述中。但是，这种披露方法并不意味着本发明对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上，实施例的特征要少于上述披露的单个实施例的全部特征。
- 5

权 利 要 求

1. 一种非圆形基板的电镀装置，其特征在于，包括：

中心电极区，呈圆形且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置

5 中心电极，所述中心电极填满所述中心电极区；

周边电极区，围绕所述中心电极区设置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设置周边电极，所述周边电极填满所述周边电极区的多个块状电极；

电源模块，包括多个电源，用于向所述中心电极和所述周边电极供电；

10 控制模块，用于检测所述基板转动的位置，计算当前每个块状电极所需要的电流大小并通知所述电源模块调节电流大小。
2. 根据权利要求 1 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述块状电极所需要的电流大小为 $I' = \frac{S'}{S} \times I$ ，其中， S' 为块状电极被所述基板所覆盖的面积， S 为块状电极的面积， I 为电源模块供应至所述中心电极区的电流大小。
- 15 3. 根据权利要求 2 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述周边电极区为多个，多个周边电极区为同心的环形。
4. 根据权利要求 3 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述块状电极为对所述周边电极进行 N 等分得到，其中 N 为 4 的倍数。
5. 根据权利要求 2 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述控制模
- 20 块包括角度传感器和投影模拟器，所述角度传感器用于跟踪所述基板转动的角度，所述投影模拟器根据所述基板转动的角度模拟所述基板每个顶角当前所在的位置确定所述基板在所述周边电极区中的投影区域，进一步计算出每个块状电极被基板覆盖的面积。
6. 根据权利要求 2 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述控制
- 25 模块包括角度传感器和控制器，所述角度传感器用于跟踪所述基板转动以识别所述基板转动的角度，所述控制器以基板转动角度间隔预设相对应的每个块状电极需要调整的电流大小，当所述角度传感器识别基板每转动一个角度间隔，则所述控制器根据预设电流大小反馈至电源模块调节相应的电流。
7. 根据权利要求 4 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，每个块状

电极由所述多个电源中一个对应的电源供电。

8. 根据权利要求 4 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述非圆形基板为方形。

9. 根据权利要求 8 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，每两个中心
5 对称的块状电极为一组，得到多个电极组，每个电极组由一个电源供电。

10. 根据权利要求 4 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，所述非圆形基板为正方形。

11. 根据权利要求 10 所述的非圆形基板的电镀装置，其特征在于，每个周
边电极区设置的电源个数为每一个周边电极区中基板任意一个角所能覆盖的
10 块状电极个数的最大值。

12. 一种非圆形基板的电镀方法，其特征在于，包括：

划分电极区域，包括将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，所述中
心电极区呈圆形，且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置中心
电极，所述中心电极填满所述中心电极区，周边电极区围绕所述中心电极区设
15 置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设
置周边电极，所述周边电极为多个块状电极组成并填满所述周边电极区的多个
块状电极；

跟踪基板转动位置；

根据每个块状电极被基板所覆盖的有效面积计算每个块状电极所需电流；
20 调整每个块状电极所需要的电流且供应至对应的块状电极。

13. 一种非圆形基板的电镀方法，其特征在于，包括：

划分电极区域，包括将电极区域划分成中心电极区和周边电极区，所述中
心电极区呈圆形，且大小为非圆形基板的内切圆，所述中心电极区中设置中心
电极，所述中心电极填满所述中心电极区，周边电极区围绕所述中心电极区设
25 置，所述周边电极区的外周尺寸为非圆形基板的外切圆，所述周边电极区中设
置周边电极，所述周边电极为多个块状电极组成并填满所述周边电极区的多个
块状电极；

预设基板每转动一个角度间隔对应的每个块状电极所需电流参数；

跟踪基板转动位置；

当基板每转动一个角度间隔，根据预设的电源参数调整电流并供应至对应的块状电极。