

电镀方法及电镀装置

5 技术领域

本发明涉及半导体加工技术领域，更具体地，涉及一种电镀方法及电镀装置。

背景技术

10 在电镀领域中，种子层是通过化学或物理方法在基材表面形成的一层较薄的金属层。种子层是电镀过程中必不可少的一步，它起着引导和促进金属沉积的作用。为了提高有效电镀区域的面积，现有的电镀装置与基板上种子层的电接触位置均在基板的边缘区域，在基板的中心区域没有直接接触。

种子层材料电阻率越高，厚度越薄，电阻也就越大，电流密度分布差异就
15 越大。由于电接触位置在基板的边缘区域，就会导致基板边缘区域的电流密度远大于基板中部区域的电流密度。这种电流密度的不均匀分布会导致基板的边缘镀层厚而中心薄，出现严重的不均匀现象。

针对这种情况，目前的解决方案为采用具有多阳极的电镀装置，各个阳极独立控制，根据预先实验得知的镀层厚度差异，通过预设的程序控制各个阳极
20 在电镀过程中的功率。但这种解决方案的适配性较差，只能针对特定的种子层，在种子层更换后，则需重新设定程序。

发明内容

为了解决现有技术中存在的上述问题，本发明提供了一种电镀方法及电
25 镀装置。

本发明是通过以下技术方案来解决上述技术问题的：

一种电镀方法，包括提供一种电镀装置，电镀装置包括中部阳极和边缘电极，所述中部阳极与基板的中部区域对应，所述边缘电极与基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：

S10、对所述中部阳极施加正电压，所述边缘电极未工作；

S20、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；

S30、判断 v_1 和 v_2 的大小；

5 S40、若 $v_1 > v_2$ ，则对所述边缘电极施加正电压，并输出电流 I ；

S50、若 $v_1 < v_2$ ，则对所述边缘电极施加负电压，并输出电流 I ；

S60、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变。

上述方法首先对中部阳极施加正电压，边缘电极不工作，通过分别获取中部区域和边缘区域的镀层的沉积速率，进而能够得知边缘区域和中部区域的沉积速率的差异，依据此差异控制边缘电极的电压和输出电流，使得基板的中部区域和边缘区域的镀层厚度更为接近，从而提高了电镀的均匀性。

本发明还提出一种电镀装置，其包括：电镀槽，所述电镀槽用于容纳电镀液，所述电镀装置还包括：

中部阳极，设置于所述电镀液内，并与所述基板的中部区域相对应；

15 中部电源，连接于所述基板的边缘区域和中部阳极，用于向所述中部阳极施加正电压和向所述基板施加负电压；

边缘电极，环绕所述中部电极的外周设置，并与所述基板的边缘区域相对应；

边缘电源，连接于所述基板的夹持区域和边缘电极；

20 中部速率检测模块，用于获取所述基板的中部区域的镀层沉积速率 v_1 ；

边缘速率检测模块，用于获取所述基板的边缘区域的镀层沉积速率 v_2 ；

控制模块用于比较 v_1 和 v_2 的大小，并根据比较结果，控制所述边缘电源向所述边缘电极施加的电压正负和电流大小。

上述电镀装置设置有中部电源和边缘电源，中部电源能够独立向中部阳极供电，边缘电源能够独立向边缘电极供电，中部阳极和边缘电极的控制相对独立。通过设置中部速率检测模块和边缘速率检测模块能够实时获取中部区域和边缘区域的镀层沉积速率，在控制模块的作用下，能够根据 v_1 和 v_2 的大小，智能地控制边缘电源的输出，进而使 v_2 始终趋近于 v_1 ，直至与 v_1 相同。本装置能使基板的镀层厚度更为均匀，且能够形成一个闭环的控制，在种子层的电

阻发生变化后，也能够适用，适配性更广。

本发明还提出一种电镀方法，包括提供一种电镀装置，电镀装置包括中部阳极和边缘电极，中部阳极与基板的中部区域对应，边缘电极与基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：

5 S1000、对所述中部阳极施加正电压，对所述边缘电极施加正电压，并输出电流 I；

 S1100、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；

 S1200、判断 v_1 和 v_2 的大小；

10 S1300、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I，并回到步骤 S1100；

 S1400、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

 S1500、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I。

 上述方法最开始的步骤 S1000，边缘电极施加正电压，并输出电流 I。对于
15 基板的种子层电阻相对较小的情况下，假设仅设置中部阳极工作， v_1 会大于 v_2 。因此，采用本方法，能够快速地调节 v_2 ，以使得 v_2 能够更快地趋近于 v_1 ，从而加快调节速度。

 本发明还提出一种电镀方法，包括提供一种电镀装置，所述电镀装置包括中部阳极和边缘电极，所述中部阳极与基板的中部区域对应，所述边缘电极与
20 基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：

 S2000、对所述中部阳极施加正电压，对所述边缘电极施加负电压，并输出电流 I；

 S2100、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；

25 S2200、判断 v_1 和 v_2 的大小；

 S2300、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I，之后回到步骤 S2100；

 S2400、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

 S2500、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I。

上述方法最开始的步骤 S2000，对边缘电极施加负电压，并输出电流 I。对于基板的种子层电阻相对较大的情况下，假设仅设置中部阳极工作，v2 会大于 v1。因此，采用本方法，能够快速地调节 v2，以使得 v2 能够更快地趋近于 v1，从而加快调节速度。

5

附图概述

本发明的特征、性能由以下的实施例及其附图进一步描述。

图 1A 为本发明实施例 1 的电镀装置的示意图；

图 1B 为本发明实施例 1 的晶圆不同区域划分示意图；

10 图 2 为本发明实施例 1 的边缘电极为正电压时的电场示意图；

图 3 为本发明实施例 1 的边缘电极关闭时的电场示意图；

图 4 为本发明实施例 1 的边缘电极为负电压时的电场示意图；

图 5 为本发明实施例 1 的中部速率检测模块的示意图；

图 6 为本发明实施例 1 的中部厚度检测器的示意图；

15 图 7 为本发明实施例 1 的边缘速率检测模块的示意图；

图 8 为本发明实施例 1 的边缘厚度检测器的示意图；

图 9 为本发明实施例 1 的中部涡流传感器和边缘涡流传感器的分布的示意图；

图 10 为本发明实施例 2 的电镀方法的流程图；

20 图 11 为本发明实施例 3 的电镀方法的流程图；

图 12 为本发明实施例 4 的电镀方法的流程图。

本发明的较佳实施方式

为详细说明本发明的技术内容、构造特征、所达成目的及效果，下面将结合实施例并配合图式予以详细说明，但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

实施例 1

在具有多阳极的电镀装置中，可以针对不同阳极进行独立或者共同控制。目前的控制方式均为开环式控制，不具备反馈功能，无法根据镀层厚度的状态

实时地调整不同阳极的输出功率，无法形成闭环的控制。因此当种子层更换后，控制程序需要进行调整以适配新的种子层，适配性较差，并且在电镀过程中，无法实时检测镀层的厚度变化，镀层的均匀性不可控。

如图 1A、图 1B 和图 2 所示，本实施例提供了一种能够根据镀层的沉积速率实时调整边缘电极 400 输出功率的电镀装置，其包括：电镀槽 150、阴极夹具 100、中部阳极 200、中部电源 300、边缘电极 400、边缘电源 500、中部速率检测模块 600、边缘速率检测模块 700 和控制模块 800。电镀槽 150 用于容纳电镀液。阴极夹具 100 用于夹持基板 910。基板 910 包括中部区域 913、边缘区域 912 和夹持区域 911。中部阳极 200 设置于电镀液内，并与基板 910 的中部区域 913 相对应。中部电源 300 的负极通过阴极夹具 100 连接于基板 910 的夹持区域 911，用于向基板 910 施加负电压。中部电源 300 的正极连接于中部阳极 200，用于向中部阳极 200 施加正电压。边缘电极 400 环绕中部阳极 200 的外周设置，并与基板 910 的边缘区域 912 相对应。边缘电源 500 通过阴极夹具 100 连接于基板 910 的夹持区域 911。并且，边缘电源 500 还连接于边缘电极 400，用于向边缘电极 400 施加正电压或负电压。中部速率检测模块 600 用于获取基板 910 中部区域 913 的镀层沉积速率 v_1 。边缘速率检测模块 700 用于获取基板 910 边缘区域 912 的镀层沉积速率 v_2 。控制模块 800 用于比较 v_1 和 v_2 的大小，并根据比较结果，控制边缘电源 500 向边缘电极 400 施加的电压正负和电流大小。

在其他实施例中，中部电源 300 和边缘电源 500 也可以直接连接于基板 910 的夹持区域 911。

电镀装置设置有中部电源 300 和边缘电源 500，中部电源 300 能够独立向中部阳极 200 供电，边缘电源 500 能够独立向边缘电极 400 供电，中部阳极 200 和边缘电极 400 的控制相对独立。通过设置中部速率检测模块 600 和边缘速率检测模块 700 能够实时获取中部区域 913 和边缘区域 912 的镀层沉积速率，在控制模块 800 的作用下，能够根据 v_1 和 v_2 的大小，智能地控制边缘电源 500 的输出，进而使 v_2 始终趋近于 v_1 ，直至与 v_1 相同。电镀装置通过这一控制方式，基板 910 的镀层厚度更为均匀，且能够形成一个闭环的控制，在种子层的电阻发生变化后，也能够适用，适配性更广。

参考图 1B 和图 2，为了提高有效电镀区域的面积，电镀装置的中部电源 300 和边缘电源 500 通过阴极夹具 100 的接触针 930 向基板 910 上的种子层 920 供电。接触针 930 与种子层 920 的接触位置位于基板 910 的夹持区域 911。种子层 920 的电阻越大，基板 910 的边缘效应越严重。例如当种子层采用钴材料
5 时，由于钴的导电性差，基板 910 的边缘区域 912 的电场强度会远大于中部区域 913，进而会使得基板 910 的边缘区域 912 的电流密度远大于中部区域 913，从而导致基板 910 的边缘区域 912 的镀层厚度高于基板 910 的中部区域 913 的镀层厚度。

边缘电极 400 通常被施加正电压，通过给定合适的电流，改善边缘效应问题。但是，如图 3 所示，当种子层 920 的电阻特别大时，与基板 910 的边缘区域 912 相对应的边缘电极 400 即使不工作，即边缘电源 500 输出电流减小至零，基板 910 的边缘区域 912 的电场强度仍会大于基板 910 的中部区域 913 的电场强度，基板 910 的边缘区域 912 的镀层仍然会比基板 910 的中部区域 913 的镀层要厚。针对这种情形，本实施例中的边缘电源 500 还能够向边缘电极 400 施
10 加负电压。边缘电极 400 和中部阳极 200 的电压均以基板电位为参考值，例如将基板电位视为 0 电位。

边缘电源 500 能够向边缘电极 400 施加正电压和负电压，能够适配具有不同电阻值的种子层。当基板 910 的种子层 920 电阻较小时，边缘电源 500 向边缘电极 400 施加正电压，电场线在基板 910 的边缘区域 912 和中部区域 913 的
20 分布相对均匀。具体地，基板 910 的边缘区域 912 的电场线密度（即电场强度）略大于中部区域 913。这种情况下，只需降低边缘电源 500 的输出电流便可以调控基板 910 的边缘区域 912 和中部区域 913 的电场线密度，实现两区域的镀层沉积速率相同。基板 910 的种子层 920 电阻越大，基板 910 的中部区域 913 和边缘区域 912 的电场线分布差异就越大，当基板 910 的种子层 920 电阻大到
25 一定程度时，在边缘电源 500 向边缘电极 400 施加正电压的情况下，即使停止电流输出，仍不能平衡边缘区域 912 和中部区域 913 镀层沉积速率的差异。在这种情形下，如图 4 所示，边缘电源 500 能够向边缘电极 400 施加负电压，吸收掉一部分中部阳极 200 向基板 910 的边缘区域 912 发出的电场线，进一步降低边缘区域 912 的镀层沉积速率，从而使得基板 910 的中部区域 913 和边缘区

域 912 的镀层更为均匀。

需要说明的是，图 2、图 3 和图 4 中仅用于说明当边缘电极 400 在不同状态下电场线的分布情况，并不代表实际的电场分布。

如图 5 所示，中部速率检测模块 600 包括中部厚度检测器 610 和中部速率
5 计算模块 620，中部厚度检测器 610 用于获取基板 910 的中部区域镀层的厚度值，中部速率计算模块 620 用于根据基板 910 的中部区域镀层的厚度值和中部厚度检测器 610 的检测频率计算基板 910 的中部区域的镀层的沉积速率。

进一步地，如图 6 和图 9 所示，中部厚度检测器 610 包括多个中部涡流传
10 感器 611 和中部厚度计算模块 612，中部涡流传感器 611 间隔分布于基板 910 的中部区域 913 的非电镀面，中部厚度计算模块 612 与中部涡流传感器 611 连接，中部厚度计算模块 612 用于接收中部涡流传感器 611 的电信号，并输出基板 910 的中部区域 913 的镀层的平均厚度值。

如图 7 所示，边缘速率检测模块 700 包括边缘厚度检测器 710 和边缘速率
15 计算模块 720，边缘厚度检测器 710 用于获取基板 910 的边缘区域镀层的厚度值，边缘速率计算模块 720 用于根据基板 910 的边缘区域镀层的厚度值和边缘厚度检测器 710 的检测频率计算基板 910 的边缘区域的镀层的沉积速率。

进一步地，如图 8 和图 9 所示，边缘厚度检测器 710 包括多个边缘涡流传
20 感器 711 和边缘厚度计算模块 712。边缘涡流传感器 711 间隔分布于基板 910 的边缘区域 912 的非电镀面，边缘厚度计算模块 712 与边缘涡流传感器 711 连接，边缘厚度计算模块 712 用于接收边缘涡流传感器 711 的电信号，并输出基板 910 的边缘区域 912 的镀层的平均厚度值。

具体地，中部厚度检测器 610 和边缘厚度检测器 710 均通过滑环与供电电
源连接，供电电源用于给中部厚度检测器 610 和边缘厚度检测器 710 供电，以
此保持与基板 910 的同步转动。

25 控制模块 800、中部厚度计算模块和边缘厚度计算模块 712 可以采用软件、硬件或软件硬件结合的方式实现。

此外，中部速率检测模块 600 和边缘速率检测模块 700 的具体实现方式不
局限于本实施例中的方案，也可以采用现有技术中较为成熟的方案。

实施例 2

本实施例还提供了一种电镀方法，所使用的电镀装置包括中部阳极和边缘电极，中部阳极与基板的中部区域对应，边缘电极与基板的边缘区域对应。示例性的电镀装置如图 1 所示，尽管本实施例的电镀方法的实施环境并不以此为限。

5 参考图 10，本实施例的电镀方法具体包括：

S10、对中部阳极施加正电压，边缘电极未工作。

S20、获取基板中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取基板边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 。

S30、判断 v_1 和 v_2 的大小。

10 S40、若 $v_1 > v_2$ ，则对边缘电极施加正电压，并输出电流 I 。

S50、若 $v_1 < v_2$ ，则对边缘电极施加负电压，并输出电流 I 。

S60、若 $v_1 = v_2$ ，则保持边缘电极的工作状态不变。即不对边缘电极的电压和输出电流 I 进行调整。

步骤 S40 和 S50 中的输出电流 I 为初始预设值，两者可以相同也可以不同。

15 后续步骤中的输出电流 I 是在此初始预设值的基础上变化后的电流值。

通过中部阳极和边缘电极，可以分别控制基板的中部区域和边缘区域的镀层的沉积速率。在本方法中，首先对中部阳极施加正电压，边缘电极不工作，通过分别获取中部区域和边缘区域的镀层的沉积速率，进而能够得知边缘区域和中部区域的沉积速率的差异，依据此差异控制边缘电极的电压和输出电流，
20 使得基板的中部区域和边缘区域的镀层厚度更为接近，从而提高了电镀的均匀性。

其中， $v_1 = v_2$ 可以根据实际使用需求设置一个偏差，即 v_1 和 v_2 的差值在预设范围内均可以视作 $v_1 = v_2$ 。

步骤 S40 之后还包括：

25 S41、获取 v_1 和 v_2 。

S42、判断 v_1 和 v_2 的大小。

S43、若 $v_1 < v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I 。

S45、若 $v_1 = v_2$ ，则保持边缘电极的工作状态不变。

S46、若 $v_1 > v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，然后回到步

骤 S41。

在步骤 S43 之后还包括：

S44、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S41；若 I 等于 0，则回到步骤 S30。

- 5 通过采用闭环控制的方法，能够动态地根据 v_1 和 v_2 的大小，不断地调整边缘电极的电压和输出电流 I ，直至 $v_1=v_2$ ，进而能够进一步地提高基板电镀的均匀性。在步骤 S43 中，通过减小输出电流 I ，能够降低 v_2 。在步骤 S44 中，如果输出电流 I 不等于 0，则回到步骤 S41，在对边缘电极施加正电压的情况下，通过控制输出电流 I 的大小来改变 v_2 的大小，直至 $v_1=v_2$ 。如果输出电流
- 10 I 等于 0，则表示边缘电极已经停止工作，并且 v_1 仍可能小于 v_2 ，在此情况下，需要回到步骤 S30，可以通过改变边缘电极的电压正负来进一步地调整 v_2 。

步骤 S50 之后还包括：

S51、获取 v_1 和 v_2 。

S52、判断 v_1 和 v_2 的大小。

- 15 S53、若 $v_1 < v_2$ ，则对边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I 。

S54、若 $v_1 = v_2$ ，则保持边缘电极的工作状态不变。

S55、若 $v_1 > v_2$ ，则对边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。

在本实施例中，步骤 S55 之后还包括：

- 20 S56、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S51；若 I 等于 0，则回到步骤 S30。

- 步骤 S50 中，通过对边缘电极施加负电压，能够转移中部阳极的一部分电场，进而能够降低 v_2 。在步骤 S50 之后，通过再次获取 v_1 和 v_2 的大小，并根据 v_1 和 v_2 的大小，来调整输出电流 I 的大小，从而能够动态地调节 v_2 ，以使得 v_1 能够等于 v_2 。并且，在步骤 S56 中，如果 I 不等于 0，则回到步骤 S51 重新进行动态的调节；如果 I 等于 0，则表示边缘电极已经停止工作，并且 v_1 仍可能大于 v_2 ，在此情况下，需要回到步骤 S30，从而能够控制边缘电极由负电压切换为正电压来进一步地调整 v_2 。
- 25

在本实施例中，步骤 S20 中获取中部区域的镀层的沉积速率 v_1 的步骤具体包括：

S21、在中部区域的非电镀面布置中部厚度检测器；

S22、通过中部厚度检测器输出的厚度值和中部厚度检测器的检测频率计算 v_1 。

具体地，检测频率是指中部厚度检测器每秒钟进行厚度测量的次数，例如，
5 若检测频率为 10 Hz，则表示检测器每秒钟能够进行 10 次厚度测量。通过将两次输出的厚度值的差值乘以检测频率，便可以计算出 v_1 。

进一步地，中部厚度检测器包括多个中部涡流传感器和中部厚度计算模块，通过标准样片获取中部涡流传感器输出的电信号与镀层厚度的对应关系。中部厚度计算模块接收多个中部涡流传感器输出的电信号，并根据这中部涡流传感
10 器输出的电信号与镀层厚度的对应关系并通过取平均值的方法输出厚度值。

在本实施例中，步骤 S20 中获取边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 的步骤具体包括：

S23、在边缘区域的非电镀面布置边缘厚度检测器。

S24、通过边缘厚度检测器输出的厚度值和边缘厚度检测器的检测频率计
15 算 v_2 。

其中， v_2 的计算原理与 v_1 相同。

进一步地，边缘厚度检测器包括多个边缘涡流传感器和边缘厚度计算模块，通过标准样片获取边缘涡流传感器输出的电信号与镀层厚度的对应关系，边缘厚度计算模块接收多个边缘涡流传感器输出的电信号，并根据这一对应关系且
20 通过取平均值的方法输出厚度值。

关于获取中部区域的镀层的沉积速率 v_1 和获取边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 的方法不局限于此，也可以采用现有技术中较为成熟的电镀沉积速率检测技术。

实施例 3

25 参考图 11，本实施例提供了一种电镀方法，其包括：

S1000、对中部阳极施加正电压，对边缘电极施加正电压，并输出电流 I 。

S1100、获取中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 。

S1200、判断 v_1 和 v_2 的大小。

S1300、若 $v_1 > v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，并回到步骤 S1100。

S1400、若 $v_1 = v_2$ ，保持边缘电极的工作状态不变。

S1500、若 $v_1 < v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I 。

- 5 与实施例 2 不同的是，在本实施例中，最开始的步骤 S1000，对边缘电极施加正电压，并输出电流 I 。对于基板的种子层电阻相对较小的情况下，假设仅设置中部阳极工作， v_1 会大于 v_2 。因此，采用本方法，能够快速地调节 v_2 ，以使得 v_2 能够更快地趋近于 v_1 ，从而加快调节速度。

后续的控制逻辑与实施例 2 中的控制逻辑相似，在此不再重复解释。

- 10 在步骤 S1500 之后还包括：

S1600、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S1100；若 I 等于 0，则执行步骤 S1700、对边缘电极施加负电压，并输出电流 I 。

在步骤 S1700 之后还包括：

S1710、获取 v_1 和 v_2 。

- 15 S1720、判断 v_1 和 v_2 的大小。

S1730、若 $v_1 < v_2$ ，对边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I ，随后回到步骤 S1710。

S1740、若 $v_1 = v_2$ ，保持边缘电极的工作状态不变。

S1750、若 $v_1 > v_2$ ，对边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。

- 20 在步骤 S1750 之后还包括：

S1760、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S1710；若 I 等于 0，则回到步骤 S1000。

实施例 4

参考图 12，本实施例提供了一种电镀方法，其包括：

- 25 S2000、对中部阳极施加正电压，对边缘电极施加负电压，并输出电流 I 。

S2100、获取中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 。

S2200、判断 v_1 和 v_2 的大小。

S2300、若 $v_1 < v_2$ ，对边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I ，之后回到

步骤 S2100。

S2400、若 $v_1=v_2$ ，保持边缘电极的工作状态不变。

S2500、若 $v_1>v_2$ ，对边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。

- 与实施例 2 不同的是，在本实施例中，最开始的步骤 S2000，边缘电极施
- 5 加负电压，并输出电流 I 。对于基板的种子层电阻相对较大的情况下，假设仅设置中部阳极工作， v_2 会大于 v_1 。因此，采用本方法，能够快速地调节 v_2 ，以使得 v_2 能够更快地趋近于 v_1 ，从而加快调节速度。

后续的控制逻辑与实施例 2 中的控制逻辑相似，在此不再重复解释。

在步骤 S2500 之后，还包括：

- 10 S2600、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S2100；若 I 等于 0，则执行步骤 S2700、对中部阳极施加正电压，对边缘电极施加正电压，并输出电流 I 。

在步骤 2700 之后还包括：

S2710、获取 v_1 和 v_2 。

- 15 S2720、判断 v_1 和 v_2 的大小。

S2730、若 $v_1>v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，之后回到步骤 S2710。

S2740、若 $v_1=v_2$ ，保持边缘电极的工作状态不变。

S2750、若 $v_1<v_2$ ，对边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I 。

- 20 在步骤 S2750 之后还包括：

S2760、判断输出电流 I 是否为 0，若 $I=0$ ，则回到步骤 S2000；若 I 不等于 0，则回到步骤 S2710。

- 虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这些仅是举例说明，在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施方式做出多种变更或修改。因此，本发明的保护范围由所附权利要求书限定。
- 25

权 利 要 求

1. 一种电镀方法，其特征在于，包括提供一种电镀装置，所述电镀装置包括中部阳极和边缘电极，所述中部阳极与基板的中部区域对应，所述边缘电
5 极与基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：
- S10、对所述中部阳极施加正电压，所述边缘电极未工作；
- S20、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；
- S30、判断 v_1 和 v_2 的大小；
- 10 S40、若 $v_1 > v_2$ ，则对所述边缘电极施加正电压，并输出电流 I ；
- S50、若 $v_1 < v_2$ ，则对所述边缘电极施加负电压，并输出电流 I ；
- S60、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变。
2. 如权利要求 1 所述的电镀方法，其特征在于，所述步骤 S40 之后还包括：
- 15 S41、获取 v_1 和 v_2 ；
- S42、判断 v_1 和 v_2 的大小；
- S43、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I ；
- S45、若 $v_1 = v_2$ ，则保持边缘电极的工作状态不变；
- S46、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，然后回
20 到步骤 S41。
3. 如权利要求 2 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S43 之后还包括：
- S44、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S41，若 I 等于 0，则回到步骤 S30。
4. 如权利要求 1 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S50 之后还包括：
- 25 S51、获取 v_1 和 v_2 ；
- S52、判断 v_1 和 v_2 的大小；
- S53、若 $v_1 < v_2$ ，则对边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I ；
- S54、若 $v_1 = v_2$ ，则保持边缘电极的工作状态不变；
- S55、若 $v_1 > v_2$ ，则对边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。
- 30 5. 如权利要求 4 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S55 之后还包括：

S56、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S51，若 I 等于 0，则回到步骤 S30。

6. 如权利要求 1 所述的电镀方法，其特征在于，步骤 S20 具体包括：
在所述中部区域的非电镀面布置中部厚度检测器；

5 通过所述中部厚度检测器输出的厚度值和所述中部厚度检测器的检测频率计算 $v1$ ；

在所述边缘区域的非电镀面布置边缘厚度检测器；

通过所述边缘厚度检测器输出的厚度值和所述边缘厚度检测器的检测频率计算 $v2$ 。

10 7. 如权利要求 6 所述的电镀方法，其特征在于，所述中部厚度检测器包括多个中部涡流传感器和中部厚度计算模块，所述方法包括：通过标准样片获取中部涡流传感器输出的电信号与镀层厚度的对应关系，所述中部厚度计算模块接收多个所述中部涡流传感器输出的电信号并根据所述对应关系，通过取平均值的方法输出厚度值；

15 所述边缘厚度检测器包括多个边缘涡流传感器和边缘厚度计算模块，所述方法包括：通过标准样片获取边缘涡流传感器输出的电信号与镀层厚度的对应关系，所述边缘厚度计算模块接收多个所述边缘涡流传感器输出的电信号并根据所述对应关系，通过取平均值的方法输出厚度值。

20 8. 一种电镀装置，其包括电镀槽，所述电镀槽用于容纳电镀液，其特征在于，所述电镀装置还包括：

中部阳极，设置于所述电镀液内，并与所述基板的中部区域相对应；

中部电源，连接于所述基板的夹持区域和中部阳极，用于向所述中部阳极施加正电压和向所述基板施加负电压；

25 边缘电极，环绕所述中部电极的外周设置，并与所述基板的边缘区域相对应；

边缘电源，连接于所述基板的夹持区域和边缘电极；

中部速率检测模块，用于获取所述基板的中部区域的镀层沉积速率 $v1$ ；

边缘速率检测模块，用于获取所述基板的边缘区域的镀层沉积速率 $v2$ ；

控制模块，用于比较 $v1$ 和 $v2$ 的大小，并根据比较结果控制所述边缘电源

向所述边缘电极施加的电压正负和电流大小。

9. 如权利要求 8 所述的电镀装置，其特征在于，所述中部速率检测模块包括：

中部厚度检测器，用于获取镀层的厚度值；

5 中部速率计算模块，用于根据所述厚度值和所述中部厚度检测器的检测频率计算中部区域的镀层的沉积速率。

10. 如权利要求 9 所述的电镀装置，其特征在于，所述中部厚度检测器包括：

多个中部涡流传感器，间隔分布于所述基板的中部区域的非电镀面；

10 中部厚度计算模块，与所述多个中部涡流传感器连接，所述中部厚度计算模块用于接收所述多个中部涡流传感器的电信号，并输出所述中部区域的平均厚度值。

11. 如权利要求 8 所述的电镀装置，其特征在于，所述边缘速率检测模块包括：

15 边缘厚度检测器，用于获取镀层的厚度值；

边缘速率计算模块，用于根据所述厚度值和所述边缘厚度检测器的检测频率计算边缘区域的镀层的沉积速率。

12. 如权利要求 11 所述的电镀装置，其特征在于，所述边缘厚度检测器包括：

20 多个边缘涡流传感器，间隔分布于所述基板的边缘区域的非电镀面；

边缘厚度计算模块，与所述多个边缘涡流传感器连接，且用于接收所述多个边缘涡流传感器的电信号，并输出所述边缘区域的平均厚度值。

13. 一种电镀方法，其特征在于，包括提供一种电镀装置，电镀装置包括中部阳极和边缘电极，中部阳极与基板的中部区域对应，边缘电极与基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：

25

S1000、对所述中部阳极施加正电压，对所述边缘电极施加正电压，并输出电流 I；

S1100、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；

S1200、判断 v_1 和 v_2 的大小；

S1300、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，并回到步骤 S1100；

S1400、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

5 S1500、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I 。

14. 如权利要求 13 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S1500 之后还包括：

S1600、判断施加电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S1100；

10 若 I 等于 0，则执行步骤 S1700、对所述边缘电极施加负电压，并输出电流 I 。

15. 如权利要求 14 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S1700 之后还包括：

S1710、获取 v_1 和 v_2 ；

S1720、判断 v_1 和 v_2 的大小；

15 S1730、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I ，随后回到步骤 S1710；

S1740、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

S1750、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。

20 16. 如权利要求 15 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S1750 之后还包括：

S1760、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0 则回到步骤 S1710；

若 I 等于 0 则回到步骤 S1000。

25 17. 一种电镀方法，其特征在于，包括提供一种电镀装置，所述电镀装置包括中部阳极和边缘电极，所述中部阳极与基板的中部区域对应，所述边缘电极与基板的边缘区域对应，所述电镀方法还包括：

S2000、对所述中部阳极施加正电压，对所述边缘电极施加负电压，并输出电流 I ；

S2100、获取所述中部区域的镀层的沉积速率 v_1 ，获取所述边缘区域的镀层的沉积速率 v_2 ；

S2200、判断 v_1 和 v_2 的大小；

S2300、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并增大输出电流 I ，之后回到步骤 S2100；

S2400、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

5 S2500、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加负电压，并减小输出电流 I 。

18. 如权利要求 17 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 S2500 之后，还包括：

S2600、判断输出电流 I 是否为 0，若 I 不等于 0，则回到步骤 S2100；若 I 等于 0，则执行步骤 S2700、对所述中部阳极施加正电压，对所述边缘电极施加
10 正电压，并输出电流 I 。

19. 如权利要求 18 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 2700 之后还包括：

S2710、获取 v_1 和 v_2 ；

S2720、判断 v_1 和 v_2 的大小；

15 S2730、若 $v_1 > v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并增大输出电流 I ，之后回到步骤 S2710；

S2740、若 $v_1 = v_2$ ，保持所述边缘电极的工作状态不变；

S2750、若 $v_1 < v_2$ ，对所述边缘电极施加正电压，并减小输出电流 I 。

20. 如权利要求 19 所述的电镀方法，其特征在于，在步骤 2750 之后还包括：
20

S2760、判断输出电流 I 是否为 0，若 $I = 0$ ，则回到步骤 S2000；

若 I 不等于 0，则回到步骤 S2710。