(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2025 年 1 月 2 日 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/001522 A1

(51) 国际专利分类号:
C25D 21/10 (2006.01) *C25D 7/12* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/091748

(22) 国际申请日: 2024 年 5 月 8 日 (08.05.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310787528.7 2023年6月29日 (29.06.2023) CN

(71) 申请人: 盛美半导体设备（上海）股份有限公司(**ACM RESEARCH (SHANGHAI) , INC.**) [CN/CN]; 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。

(72) 发明人: 王晖(**WANG, Hui**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。 王坚(**WANG, Jian**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。 贾照伟(**JIA, Zhaowei**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。 陈国强(**CHEN, Guoqiang**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。 杨宏超(**YANG, Hongchao**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。 代兰奎(**DAI, Lankui**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区蔡伦路1690号第4幢, Shanghai 201203 (CN)。

(74) 代理人: 上海专利商标事务所有限公司 (**SHANGHAI PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE, LLC**); 中国上海市徐汇区桂平路435号, Shanghai 200233 (CN)。

(54) **Title:** ELECTROPLATING DEVICE AND ELECTROPLATING METHOD

(54) 发明名称: 电镀设备及电镀方法

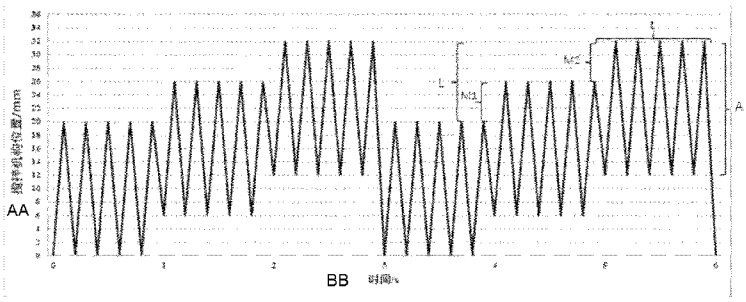


图 6

AA Position of a stirring mechanism
BB Time

(57) **Abstract:** An electroplating device and an electroplating method. The electroplating device comprises: an electroplating cavity (100), a wafer holding apparatus (200), a stirring mechanism (300), and a drive mechanism (400), wherein the stirring mechanism (300) is arranged in the electroplating cavity (100), and when the wafer holding apparatus (200) holds a wafer, the stirring mechanism (300) is parallel to the wafer; the drive mechanism (400) is configured to drive the stirring mechanism (300) to perform continuous main-period reciprocating motions parallel to the wafer, such that the stirring mechanism (300) stirs an electroplating solution; each main-period reciprocating motion comprises N continuous sub-period reciprocating motions, N being an integer greater than or equal to 2; and within the same main period, the end-point position of the previous sub-period is the start-point position of the following adjacent sub-period, and the sub-stroke within the same sub-period is a real number greater than 0, the sub-stroke being the distance between the end-point position and the start-point position within the same sub-period. By means of regulating and controlling the motion mode of a stirring mechanism, the present invention achieves the effect of uniform electroplating while improving the electroplating efficiency.

WO 2025/001522 A1

[见续页]

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种电镀设备及电镀方法。电镀设备包括：电镀腔（100）、晶圆保持装置（200）、搅拌机构（300）及驱动机构（400）。搅拌机构（300）置于所述电镀腔（100）内，当晶圆保持装置（200）保持有晶圆时，搅拌机构（300）与晶圆平行；驱动机构（400）被配置为驱动搅拌机构（300）平行于晶圆进行连续的主周期性往复运动，以使搅拌机构（300）搅动电镀液；其中，每个主周期性往复运动包括N个连续的副周期性往复运动，N为大于或等于2的整数；在同一个主周期内，在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，并且在同一个副周期内的副冲程为大于0的实数，副冲程是同一个副周期内的终点位置与起点位置之间的距离。本发明通过对搅拌机构的运动模式进行调控，提高电镀效率的同时，达到均匀电镀的效果。

电镀设备及电镀方法

技术领域

本发明属于半导体电镀技术领域，特别涉及电镀设备及电镀方法。

背景技术

在后摩尔时代，将芯片进行集成的先进封装技术正在发挥越来越重要的作用，其中 3D 堆叠技术，区域硅互联技术，嵌入式多芯片互联桥接技术等等都具有高深宽比填孔电镀的需求。目前高深宽比填孔制程存在一些公认的显著的困难：电镀液难以完全浸入深孔中，镀液一旦没有完全浸入深孔中，电镀过程中，将会导致虚镀、空洞等电镀缺陷，降低电镀产品的良品率；另外随着深宽比的增加，电镀孔内受扩散控制的区域比例也随之增加，这会降低电镀效率和电镀品质。为了解决上述问题，加强镀液搅拌是一种解决方法，为此可以在电镀设备中设置搅拌机构，搅拌机构可以在电镀液中水平摆动，也可以在电镀液中垂直摆动。搅拌机构的摆动方向取决于电镀机台的电镀模式，当电镀机台的电镀模式为水平电镀时，则搅拌机构在电镀液中的摆动方式为水平摆动；当电镀机台的电镀模式为垂直挂镀时，则搅拌机构在电镀液中的摆动方式为垂直摆动。在电镀液中摆动的搅拌机构用于增强电镀液的质量传递以及增加电镀液与工件的表面之间的相对速度。搅拌桨作为一种示例性搅拌机构具有多个相互平行的桨叶，且相邻桨叶之间具有一定的间隙。当搅拌桨运动时，会产生液体涡流。液体涡流在晶圆的下表面(面朝下)产生高速搅拌流，从而增强质量传递。为了进一步地增强电镀液的质量传递，通常选择的方式为单纯提高桨叶往复运动的速度，但是，搅拌桨的高速往复运动会导致电镀腔内各区域电镀液的流速相差较大，进而导致工件各个区域电镀液的流速差别较大，各区域的质量传递差别也较大，从而造成电镀不均匀的情况的发生，降低了电镀品质。

发明内容

为了避免单纯提高桨叶往复运动的速度，导致电镀腔内电镀液各处流速差别较大，从而造成电镀不均匀的情况的发生，本发明通过对搅拌机构的运动模式进行调控，提高电镀效率的同时，增强电镀液浸入深孔的能力，达到均匀电镀的效果。

第一方面，本申请提出一种电镀设备，包括：电镀腔、晶圆保持装置、搅拌机构及驱动机构；其中，所述电镀腔用于容纳电镀液；所述晶圆保持装置被配置为保持晶圆；所述搅拌机构设置于所述电镀腔内部，当所述晶圆保持装置保持有晶圆时，所述搅拌机构与所述晶圆平行设置；所述驱动机构被配置为驱动搅拌机构平行于所述晶圆进行连续的主周期性往复运动，以使所述搅拌机构搅动电镀液；其中，每个所述主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数，且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；在同一个所述主周期内，所述搅拌机构在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，并且所述搅拌机构在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，所述副冲程是所述搅拌机构在同一个副周期内的终点位置与起点位置之间的距离。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述主周期性往复运动的起点位置为运动原点位置，所述主周期性往复运动的终点位置为逆转位置，所述逆转位置为所述搅拌机构在所述主周期性往复运动的过程中距离所述运动原点位置最远的位置；每个所述主周期性往复运动具有一个主冲程，所述主冲程是所述运动原点位置至所述逆转位置之间的距离。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述主冲程的范围包括：10-30mm。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，同一工艺过程中，每个所述副周期性往复运动的振幅均相等。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，当 N 大于或等于 3 时，同一所述主周期性往复运动中的各个副冲程可以相等也可以不相等。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述副冲程的范围包括：1-10mm。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述搅拌机构以预设频率做所述副周期性往复运动，其中，所述预设频率的范围包括：3-12Hz。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述搅拌机构以预设振幅做所述副周期性往复运动，其中，所述预设振幅的范围包括：12-20mm。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，每个所述副周期所用时间的范围包括：1-600s。

第二方面，本申请提出一种电镀方法，包括：将晶圆保持在盛放有电镀液的电镀腔中；驱动机构驱动搅拌机构平行于所述晶圆进行连续的主周期性往复运动，以

使所述搅拌机构搅动电镀液；其中，每个所述主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数，且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；在同一个所述主周期内，所述搅拌机构在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，且所述搅拌机构在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，所述副冲程是所述搅拌机构在同一个副周期内的终点位置的与起点位置之间的距离。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，所述主周期性往复运动的起点位置为运动原点位置，所述主周期性往复运动的终点位置为逆转位置，所述逆转位置为所述搅拌机构在所述主周期性往复运动的过程中距离所述运动原点位置最远的位置；每个所述主周期性往复运动具有一个主冲程，所述主冲程是所述运动原点位置至所述逆转位置之间的距离。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，同一工艺过程中，每个所述副周期性往复运动的振幅均相等。

根据本申请实施例的一种具体实现方式，当 N 大于或等于 3 时，同一所述主周期性往复运动中的副冲程可以相等也可以不相等。

本发明的电镀设备及电镀方法，对搅拌机构的运动模式进行调控，通过将搅拌机构在电镀腔内所进行的连续的主周期性往复运动，并将每个主周期性往复运动均分解为 N 个连续的且运动模式相同的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数。本发明在提高电镀效率的同时，能够增强电镀液浸入深孔的能力，达到均匀电镀的效果。本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书以及附图中所指出的结构来实现和获得。

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 1 示出了现有技术中电镀设备的驱动机构驱动搅拌机构运动模式示意图；

图 2 示出了在图 1 中搅拌机构的运动模式下，晶圆下表面电镀液的流速结果；

图 3 示出了根据本发明实施例的电镀设备的结构示意图；

图 4 示出了根据本发明实施例的搅拌机构的俯视示意图；

图 5 示出了根据本发明实施例的搅拌机构的运动模式示意图；

图 6 示出了根据本发明实施例的搅拌机构的另一运动模式示意图；以及

图 7 示出了在根据本发明实施的搅拌机构的运动模式下，晶圆下表面电镀液流速结果。

本发明的较佳实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地说明，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。

在电镀设备中，为了加强电镀液的搅动，可在晶圆下方与晶圆相对的位置安装搅拌机构，电镀时，搅拌机构沿着与晶圆平行的方向进行往复运动，以加强电镀液的搅动。请参照图 1，图 1 示出了现有技术中电镀设备的驱动机构驱动搅拌机构运动模式示意图，其中，横轴表示工艺时间，单位为 s，纵轴表示搅拌机构位置的变化，单位为 mm，该图用搅拌机构位置随着时间的变化规律来表示驱动机构驱动搅拌机构的运动模式。驱动机构驱动搅拌机构在电镀腔内部以规定的频率和规定的振幅进行振动，如图 1 所示，振幅大致为 20mm，频率大致为 5Hz。对该种振动模式下晶圆下表面处的电镀液的流速进行仿真计算，仿真计算结果如图 2 所示，晶圆下表面各处的电镀液流速相差较大，由图可知，晶圆下表面各处的电镀液流速最大值约为 160 mm/s，最小值约为 60 mm/s，差值约为 100mm/s，这就导致晶圆下表面各处所接触的电镀液的量差别较大，进而影响电镀的均匀性。

本发明旨在针对控制搅拌机构的振动模式进行改进，以能够更好地控制电镀液的搅拌效果，以达到均匀电镀的目的。

请参照图 3 和图 4，本发明实施例揭示了一种电镀设备，用于对晶圆表面进行电镀。该电镀设备包括电镀腔 100、晶圆保持装置 200、搅拌机构 300 及驱动机构 400。电镀腔 100 用于容纳电镀液；晶圆保持装置 200 用于保持晶圆 500；搅拌机构 300 包括多个平行排列的条形的桨叶 301，相邻的桨叶 301 之间形成

间隙 302。在电镀过程中，相邻的桨叶 301 之间的间隙 302 供液体和电场穿过。桨叶 301 的材质为绝缘体，例如可以是塑料材质，包括 PVC、PC、CPVC、PPS、PEEK、PTFE 等。搅拌机构 300 设置于电镀腔 100 内，当晶圆保持装置 200 上保持有晶圆 500 时，搅拌机构 300 与晶圆 500 平行。

驱动机构 400 设置于电镀腔 100 外侧，驱动机构 400 被配置为驱动搅拌机构 300 沿平行于晶圆保持装置 200 所保持的晶圆 500 的方向产生连续的主周期性往复运动，以使搅拌机构 300 搅动电镀液，每个主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数；且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；在同一个主周期内，搅拌机构 300 在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，并且搅拌机构 300 在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，副冲程是搅拌机构 300 在同一个副周期内的终点位置与起点位置之间的距离。在一些实施例中，在同一工艺过程中，每个副周期性往复运动的振幅、频率均相等，能够保证较强电镀液搅动的同时，使电镀腔内各处电镀液流速的差值较为均一。具体地，当电镀腔内各处均能够经历一个副周期内各速度的电镀液后，平均之后的电镀液的速度将维持在较为稳定的范围内，进而提高电镀液的均匀性。

更进一步地，驱动机构 400 包括至少一个驱动件，驱动件的选择范围包括但不限于马达、电机等。当驱动件的数量大于或等于 2 时，驱动件关于电镀腔 100 对称设置，以达到稳定搅拌机构 300，保持搅拌机构 300 平衡，进而达到稳定搅拌电镀液的目的。如图 3 所示，在该实施例中，驱动机构 400 包括 2 个驱动件，对称地设置在电镀腔 100 的两侧。

示例性的，请参照图 3，搅拌机构 300 在电镀腔 100 内部做往复运动过程中，设定初始状态时搅拌机构 300 位于运动起点位置，驱动机构 400 驱动搅拌机构 300 平行于晶圆保持装置 200 内的晶圆 500 进行连续的主周期性往复运动。为了便于理解，本申请中定义搅拌机构 300 运动起点位置为运动原点位置；定义搅拌机构 300 运动终点位置为逆转位置，逆转位置为搅拌机构 300 在主周期性往复运动的过程中距离运动原点位置最远的位置；则一个主周期性往复运动具体为：搅拌机构 300 由运动起点位置即运动原点位置开始，向终点位置方向移动，到达运动终点位置即逆转位置后，再反向向运动原点位置方向移动，

到达运动原点位置结束。同一个工艺中可以包括多个重复的主周期性往复运动，以达到搅拌机构 300 加强电镀液的搅动，从而使晶圆 500 均匀电镀的效果。结合图 5 所示，其中示出了 2 个主周期，在该实施例中，搅拌机构 300 的运动原点位置为 0mm 处，逆转位置为 32mm 处。

更进一步地，搅拌机构 300 做的每个主周期性往复运动具体包括：搅拌机构 300 以预设频率 f1 和预设振幅 A1 做 N 个副周期性往复运动。如图 5 所示，每个主周期中包括 3 个副周期，搅拌机构 300 在每个副周期中的运动频率是 f1，运动振幅是 A1。在每个主周期中，搅拌机构 300 经过 3 个副副周期性往复运动，逐渐从运动原点位置到达逆转位置，并且在到达该主周期终点时，重新回到运动原点位置，开始下一个主周期性往复运动。

其中，一个主周期性往复运动包括一个主冲程 L 和至少一个副冲程 M。主冲程为搅拌机构 300 距离运动原点位置的最大距离，也即运动原点位置至逆转位置之间的距离;副冲程为搅拌机构 300 在同一个副周期内的终点位置与起点位置之间的距离。应当理解的，主冲程 L 为根据电镀腔 100 的尺寸所确定的值，一般电镀腔 100 的尺寸确定，主冲程 L 的值则为定值，示例性的，根据电镀腔 100 的尺寸的不同，主冲程 L 一般为 10-30mm 中的某一定值，例如可以是 10mm、20mm、30mm 等;而每个主周期性往复运动所包括的副周期数 N 为人为设定的值，N 为大于或等于 2 的整数，表示一个主周期性往复运动由 N 个连续的副周期性往复运动组成；每个副周期性往复运动的频率 f1 以及振幅 A1 均为人为设定的值；示例性的，频率 f1 一般预设范围为：3-12Hz，例如可以是 3 Hz 、5 Hz 、10 Hz 、12Hz 等；振幅 A1 一般预设为 12-20mm，例如可以是 12mm、15mm、18mm、20mm 等；而一个副周期的副冲程 M 也是在工艺开始之前，人为设定的值，副冲程的个数则为 N-1 个。应当注意的，每一个主周期性往复运动中的每一个副周期所用时间 t 一般预设为 1-600s，例如可以是 1s、60s、100s、300s、600s 等。

更进一步的，当 N 大于或等于 3 时，即副冲程的个数大于或等于 2 时，所有的副冲程可以相等也可以不相等，操作过程中根据实际工艺条件进行设置。具体地，即 N 大于或等于 3 时，表示一个主周期性往复运动由大于或等于 3 个连续的副周期性往复运动组成，即主冲程 L 分为 N 次走完，走完主冲程 L 的过程中将会产生 N-1 个副冲程，该 N-1 个副冲程可以相等也可以不相等。

示例性的，请参照图 5，当 N 等于 3 时，即在本实施例中 L 包括 2 个副冲程时，可以采用每个副周期结束之后所行进的距离不相等的方式进行设置，即副冲程 M1≠副冲程 M2。如图 5 所示，一个主周期性往复运动包括一个主冲程 L 和两个副冲程 M1、M2，且一个主周期性往复运动中的副周期性往复运动的数量 N=3；每个副周期性往复运动中的预设频率 f1=5Hz,预设振幅 A1=20mm，每一个副周期所用时间 t=1s；主冲程为 L=12mm，副冲程 M1=4，M2=8。

请参照图 6，在另一个实施例中，当 N 等于 3 时，即在本实施例中 L 包括 2 个副冲程时，每个副周期结束之后所行进的距离相等的方式进行设置，即副冲程 M1=副冲程 M2。从图 6 中可以看出搅拌机构 300 的一个主周期性往复运动由 3 个副周期性往复运动组成；一个主周期性往复运动包括一个主冲程和两个相等的副冲程，即 N=3，M1=M2=6mm，主冲程 L=12mm；每个副周期性往复运动中，搅拌机构 300 的振动频率为预设频率 f1=5Hz，预设振幅 A1=20mm；每个副周期性往复运动所用的时间 t=1s。相邻的副周期性往复运动进行切换时，搅拌机构 300 无需回到当前副周期的运动原点，而是直接以当前副周期的终点为下一副周期的运动原点进行下一副周期的运动，这样，通过设置每个副周期的起点位置和终点位置，即设置副冲程，就可以使得一个主周期内，搅拌机构 300 在各个副周期的运动范围逐步外移，搅拌机构位置的峰值和谷值都逐渐增大，并在最后一个副周期中，搅拌机构 300 的最远移动位置到达逆转位置。同样的，当搅拌机构 300 在电镀腔 100 内运动完一个主周期时，驱动机构 400 驱动搅拌机构 300 到最后一个副周期的运动原点之后，继续驱动搅拌机构 300 回到第一个副周期的运动原点，即主周期的运动原点，然后继续进行下一个主周期性往复运动，实现充分搅拌电镀液的效果。

本发明还提出一种电镀方法，将晶圆 500 保持在盛放有电镀液的电镀腔中，对晶圆 500 进行电镀，提供一设置于电镀腔 100 内部且与晶圆 500 平行的搅拌机构 300，搅拌机构 300 连接有驱动机构 400，驱动机构 400 驱动搅拌机构 300 平行于晶圆 500 进行连续的主周期性往复运动，以使搅拌机构 300 搅动电镀液，其中，每个主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数，且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；

在同一个主周期内，搅拌机构 300 在前一个副周期的终点位置是在后一个

相邻副周期的起点位置，且搅拌机构 300 在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，副冲程是搅拌机构 300 在同一个副周期内的终点位置的与起点位置之间的距离。

更进一步的，主周期性往复运动的起点位置为运动原点位置；主周期性往复运动的终点位置为逆转位置；逆转位置为搅拌机构在主周期性往复运动的过程中距离运动原点位置最远的位置；每个主周期性往复运动具有一个主冲程，主冲程是运动原点位置至逆转位置之间的距离。

更进一步地，同一工艺过程中，每个副周期性往复运动的振幅均相等。

更进一步地，当 N 大于或等于 3 时，同一主周期性往复运动中的副冲程可以相等也可以不相等。

根据本发明所提出的方案进行工艺过程中，对接近晶圆 500 下表面各处电镀液的流速进行仿真计算，结果请参考图 7，图 7 示出了主周期性往复运动的各个副周期性往复运动过程中对应接近晶圆 500 下表面电镀液流速图，其中，横轴表示以晶圆中心为 0 坐标的晶圆的水平位置坐标，单位为 mm，纵轴表示晶圆下表面的电镀液的流速，单位为 mm/s；线 601 为第一个副周期性往复运动过程中，晶圆 500 下表面的电镀液的流速；线 602 为第二个副周期性往复运动过程中，晶圆 500 下表面的电镀液的流速；线 603 为第三个副周期性往复运动过程中，晶圆 500 下表面的电镀液的流速；线 604 为采用本发明实施例的电镀方式中晶圆下表面的电镀液的平均流速，具体为经历一个完整的主周期性往复运动之后，晶圆下表面各处的电镀液平均流速。由图 7 可知，虽然第一个副周期性往复运动、第二个副周期性往复运动和第三个副周期性往复运动过程中，晶圆下表面各处电镀液的流速差值（约为 100mm/s）都较大，但是，当一个主周期性往复运动的过程完成之后，即经历第一个副周期性往复运动、第二个副周期性往复运动、第三个副周期性往复运动之后，由线 604 可知，晶圆下表面各处电镀液的流速基本维持在一个相对稳定的范围内，差值较小（约为 20mm/s），且电镀液的流速也能维持在一个较高的流速（约为 110mm/s）。表明经过本发明的电镀设备及电镀方法的设计，晶圆 500 下表面的电镀液的流速能够达到较为均匀且较高的水平，进而在保证电镀液的搅拌强度足够的情况下，达到稳定的均匀电镀的效果。

尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种电镀设备，其特征在于，包括：电镀腔、晶圆保持装置、搅拌机构及驱动机构；其中，

所述电镀腔用于容纳电镀液；

所述晶圆保持装置被配置为保持晶圆；

所述搅拌机构设置于所述电镀腔内部，当所述晶圆保持装置保持有晶圆时，所述搅拌机构与所述晶圆平行设置；

所述驱动机构被配置为驱动搅拌机构平行于所述晶圆进行连续的主周期性往复运动，以使所述搅拌机构搅动电镀液；

其中，每个所述主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数，且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；

在同一个主周期内，所述搅拌机构在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，并且所述搅拌机构在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，所述副冲程是所述搅拌机构在同一个副周期内的终点位置与起点位置之间的距离。

2、根据权利要求 1 所述的电镀设备，其特征在于，所述主周期性往复运动的起点位置为运动原点位置，所述主周期性往复运动的终点位置为逆转位置，所述逆转位置为所述搅拌机构在所述主周期性往复运动的过程中距离所述运动原点位置最远的位置；每个所述主周期性往复运动具有一个主冲程，所述主冲程是所述运动原点位置至所述逆转位置之间的距离。

3、根据权利要求 2 所述的电镀设备，其特征在于，所述主冲程的范围包括：10-30mm。

4、根据权利要求 1 所述的电镀设备，其特征在于，同一工艺过程中，每个所述副周期性往复运动的振幅均相等。

5、根据权利要求 1 所述的电镀设备，其特征在于，当 N 大于或等于 3 时，同一所述主周期性往复运动中的各个副冲程可以相等也可以不相等。

6、根据权利要求 1 或 5 所述的电镀设备，其特征在于，

所述副冲程的范围包括：1-10mm。

7、根据权利要求 1 所述的电镀设备，其特征在于，

所述搅拌机构以预设频率做所述副周期性往复运动，其中，所述预设频率的范围包括：3-12Hz。

8、根据权利要求 1 或 7 所述的电镀设备，其特征在于，

所述搅拌机构以预设振幅做所述副周期性往复运动，其中，所述预设振幅的范围包括：12-20mm。

9、根据权利要求 1 所述的电镀设备，其特征在于，

每个所述副周期所用时间的范围包括：1-600s。

10、一种电镀方法，其特征在于，包括：

将晶圆保持在盛放有电镀液的电镀腔中；

驱动机构驱动搅拌机构平行于所述晶圆进行连续的主周期性往复运动，以使所述搅拌机构搅动电镀液；

其中，每个所述主周期性往复运动包括 N 个连续的副周期性往复运动，N 为大于或等于 2 的整数，且相邻的副周期性往复运动的振幅和频率相等；

在同一个主周期内，所述搅拌机构在前一个副周期的终点位置是在后一个相邻副周期的起点位置，且所述搅拌机构在同一个副周期内的副冲程为大于 0 的实数，其中，所述副冲程是所述搅拌机构在同一个副周期内的终点位置的与起点位置之间的距离。

11、根据权利要求 10 所述的电镀方法，其特征在于，

所述主周期性往复运动的起点位置为运动原点位置，所述主周期性往复运动的终点位置为逆转位置，所述逆转位置为所述搅拌机构在所述主周期性往复运动的过程中距离所述运动原点位置最远的位置；每个所述主周期性往复运动具有一个主冲程，所述主冲程是所述运动原点位置至所述逆转位置之间的距离。

12、根据权利要求 11 所述的电镀方法，其特征在于，

同一工艺过程中，每个所述副周期性往复运动的振幅均相等。

13、根据权利要求 11 所述的电镀方法，其特征在于，当 N 大于或等于 3 时，同一所述主周期性往复运动中的副冲程可以相等也可以不相等。

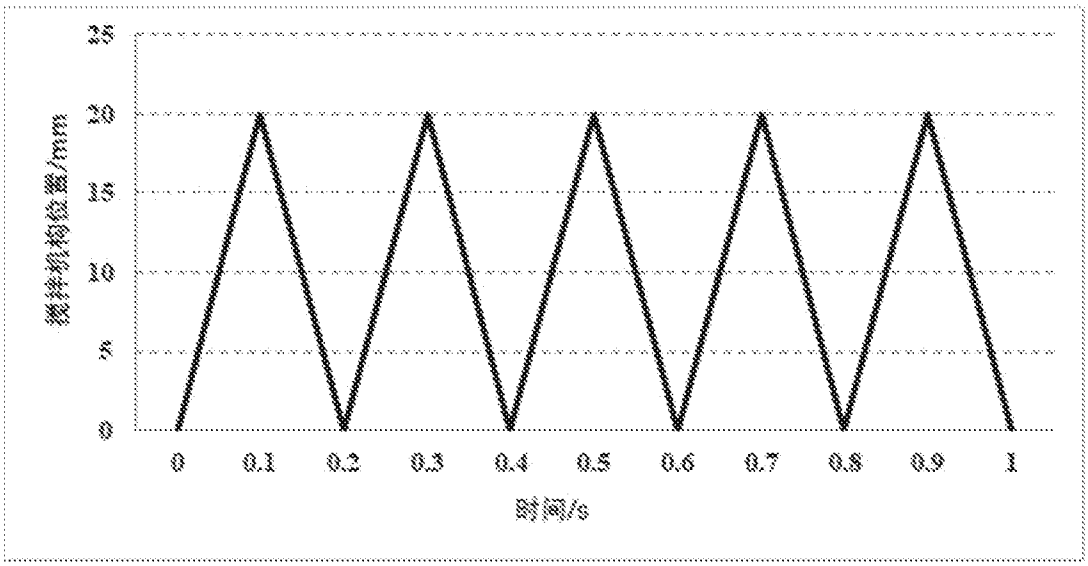


图 1

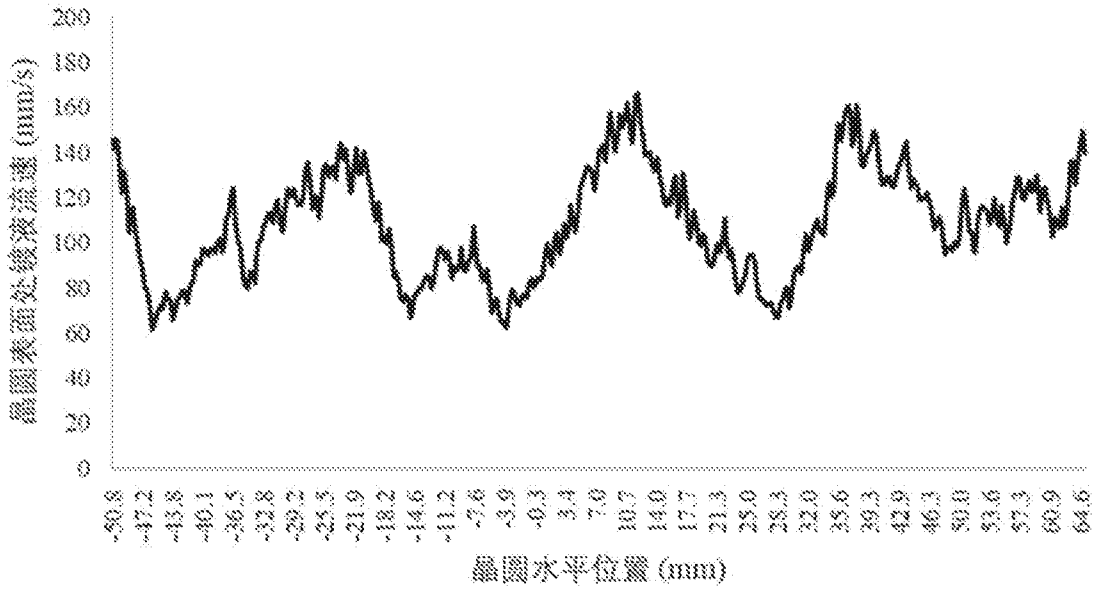

晶圆表面处理液流速 (mm/s)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
-50.8
-47.2
-43.6
-40.1
-36.5
-32.8
-29.2
-25.5
-21.9
-18.2
-14.6
-11.2
-7.6
-3.9
-0.3
3.4
7.0
10.7
14.0
17.7
21.3
25.0
28.3
32.0
35.6
39.3
42.9
46.3
50.0
53.6
57.3
60.9
64.6
晶圆水平位置 (mm)

图 2

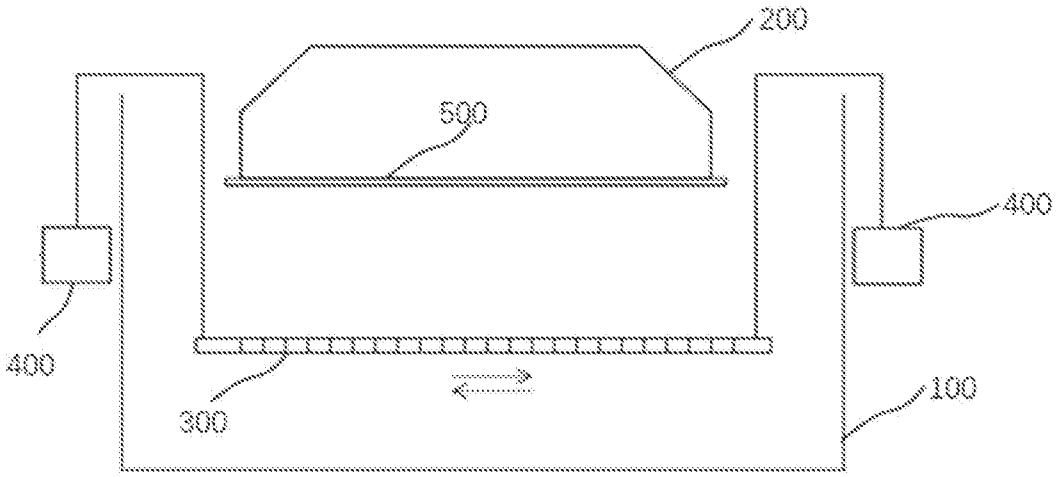


图 3

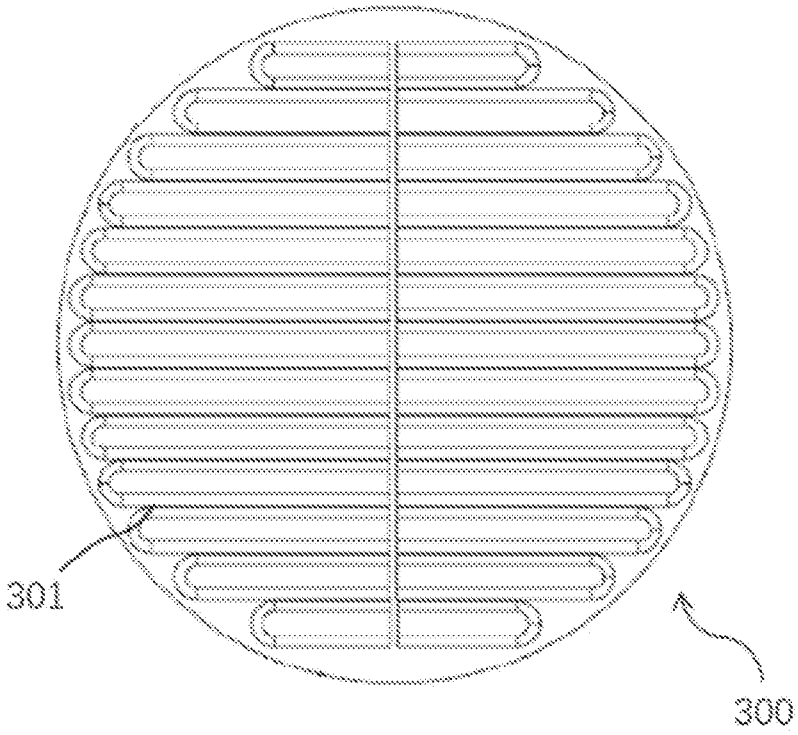


图 4

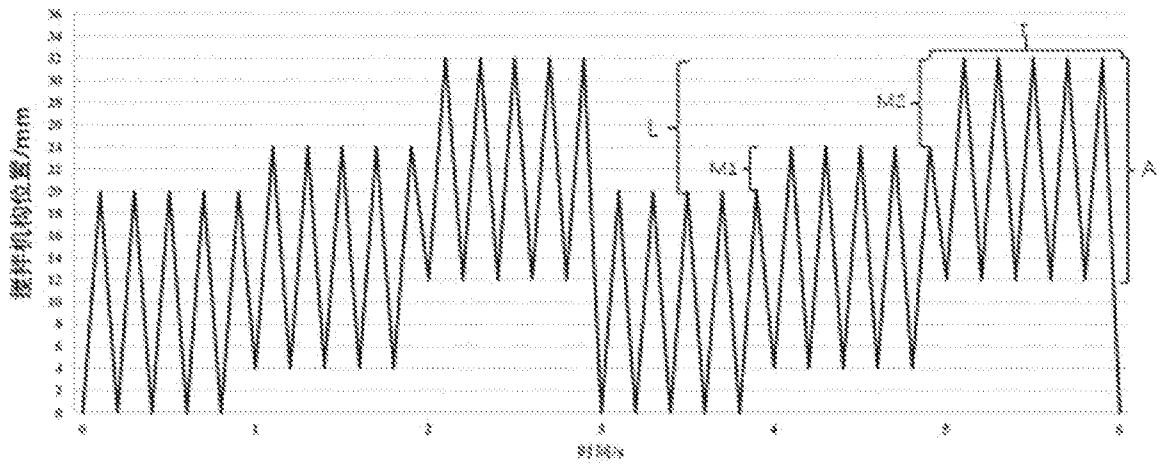


图 5

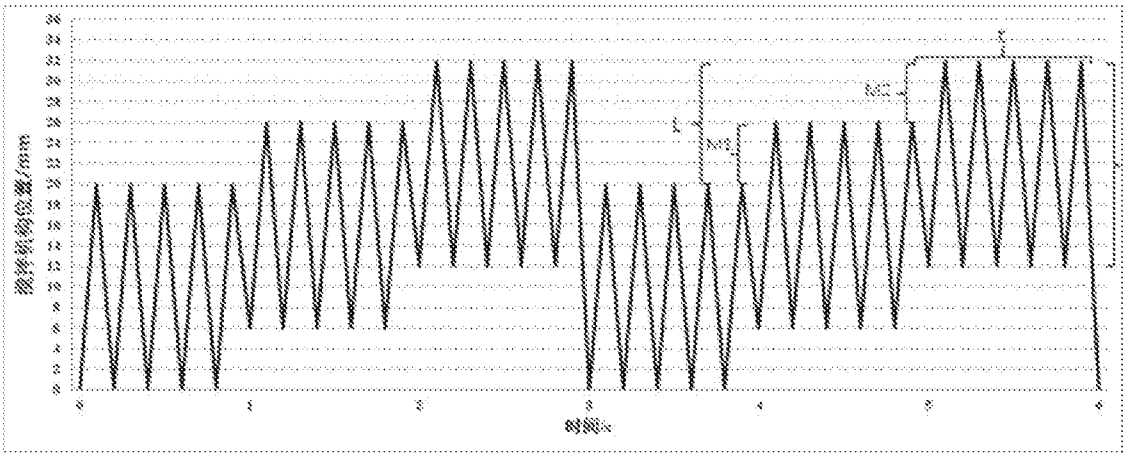


图 6

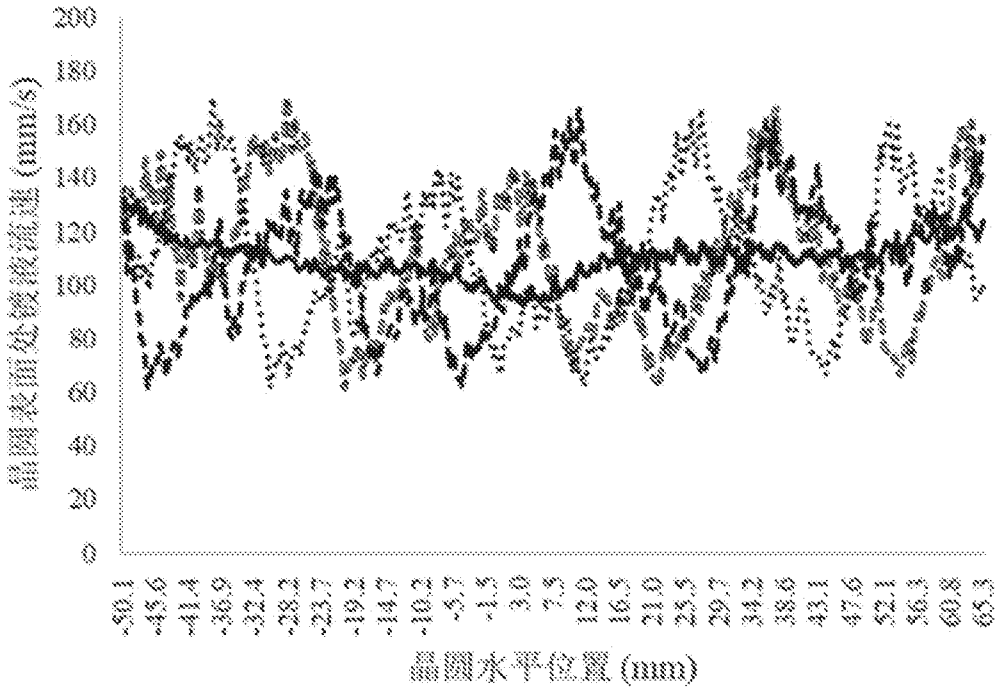

晶圆表面处铜液流速 (mm/s)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-50.1
-45.9
-41.4
-36.9
-32.4
-28.2
-23.7
-19.2
-14.7
-10.2
-5.7
-1.5
3.0
7.5
12.0
16.3
21.0
25.5
29.7
34.2
38.9
43.1
47.6
52.1
56.3
60.8
65.3
晶圆水平位置 (mm)

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/091748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D21/10(2006.01)i; C25D7/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C25D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VCN, CNTXT, ENTXTC, CNKI, ISI Web of Science: 多频, 多周期, 换向, 搅拌, 双频, 双周期, 往复运动, Multi+, frequency, cycle, commutation, agitation, dual+, reciprocat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 115976622 A (SHANGHAI DAIFENG TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 April 2023 (2023-04-18) see description, paragraph [0002] and paragraphs [0032]-[0042], and figures 1-9	1-13
X	CN 219136996 U (SHANGHAI DAIFENG TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 June 2023 (2023-06-06) see description, paragraph [0002] and paragraphs [0025]-[0031], and figures 1-9	1-13
A	CN 114855244 A (ACM RESEARCH (SHANGHAI) INC.) 05 August 2022 (2022-08-05) see entire document	1-13
A	JP 2003119598 A (ELECTROPLATING ENGINEERS OF JAPAN LTD) 23 April 2003 (2003-04-23) see entire document	1-13
A	JP 3218165 U (AGC TECHNOLOGY CO., LTD. SHENZHEN SUCCESS) 27 September 2018 (2018-09-27) see entire document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 August 2024	**13 August 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/091748

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 115976622 A	18 April 2023	None	
CN 219136996 U	06 June 2023	None	
CN 114855244 A	05 August 2022	None	
JP 2003119598 A	23 April 2003	JP 3746221 B2	15 February 2006
JP 3218165 U	27 September 2018	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/091748

A. 主题的分类

C25D21/10(2006.01)i；C25D7/12(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC：C25D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

VCN,CNTXT,ENTXTC,CNKI,ISI Web of Science:多频,多周期,换向,搅拌,双频,双周期,往复运动, Multi+, frequency, cycle, commutation, agitation, dual+, reciprocat+

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 115976622 A (上海戴丰科技有限公司) 2023年4月18日 (2023 - 04 - 18) 参见说明书第[0002]段，第[0032]-[0042]段，图1-9	1-13
X	CN 219136996 U (上海戴丰科技有限公司) 2023年6月6日 (2023 - 06 - 06) 参见说明书第[0002]段，第[0025]-[0031]段，图1-9	1-13
A	CN 114855244 A (盛美半导体设备(上海)股份有限公司) 2022年8月5日 (2022 - 08 - 05) 参见全文	1-13
A	JP 2003119598 A (ELECTROPLATING ENG) 2003年4月23日 (2003 - 04 - 23) 参见全文	1-13
A	JP 3218165 U (深▲せん▼市創智成功科技有限公司) 2018年9月27日 (2018 - 09 - 27) 参见全文	1-13

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2024年8月13日	2024年8月13日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	曹东方 电话号码 (+86) 010-62084555

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/091748

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115976622	A	2023年4月18日	无			
CN	219136996	U	2023年6月6日	无			
CN	114855244	A	2022年8月5日	无			
JP	2003119598	A	2003年4月23日	JP	3746221	B2	2006年2月15日
JP	3218165	U	2018年9月27日	无			