

(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
2024 年 12 月 19 日 (19.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/255481 A1

(51) 国际专利分类号:
F26B 25/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/091288

(22) 国际申请日: 2024 年 5 月 6 日 (06.05.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310725044.X 2023年6月16日 (16.06.2023) 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: 曾娟(ZENG, Juan); 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)。金银花(JIN, Yinhu); 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)。王文军(WANG, Wenjun); 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)。张晓燕(ZHANG, Xiaoyan);

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)。

(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,

(54) Title: DRYING MEDIUM RECOVERY SYSTEM AND SEMICONDUCTOR DRYING APPARATUS

(54) 发明名称: 干燥介质回收系统和半导体干燥设备

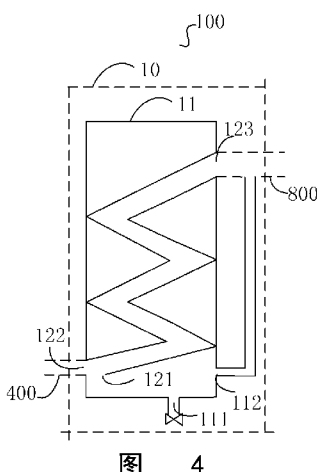


图 4

(57) Abstract: The present application relates to a supercritical drying medium recovery system and a semiconductor wafer drying apparatus. The supercritical drying medium recovery system comprises a separation device; the separation device comprises a condensation pipeline and a first cavity; a liquid discharge port is formed in the lower side wall of the condensation pipeline and is communicated with the first cavity; the inlet of the condensation pipeline is used for receiving an organic solvent-containing drying medium, and the outlet of the condensation pipeline is used for discharging the separated drying medium for recovery, wherein the condensation pipeline is used for condensing the organic solvent in the organic solvent-containing drying medium, so that the organic solvent is condensed into a liquid to flow into the first cavity from the liquid discharge port. The present application solves the problem in the related art of how to recover carbon dioxide in the wafer drying process, realizing carbon dioxide recovery in the wafer drying process.

(57) 摘要: 本申请涉及一种超临界干燥介质回收系统和半导体晶圆干燥设备。该超临界干燥介质回收系统包括分离装置, 分离装置包括冷凝管路和第一腔体, 冷凝管路的下侧壁设置有排液口, 排液口与第一腔体连通, 冷凝管路的进口用于接收含有有机溶剂的干燥介质, 冷凝管路的出口用于排放分离之后的干燥介质以便进行回收; 其中, 冷凝管路用于对含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂进行冷凝, 以使有机溶剂冷凝成液态从排液口流入至第一腔体。通过本申请解决了相关技术中如何回收干燥晶圆过程中的二氧化碳的问题, 实现了干燥晶圆过程中的二氧化碳回收。

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))。

说明书

干燥介质回收系统和半导体干燥设备

5 技术领域

本申请涉及半导体制造领域，特别是涉及干燥介质回收系统和半导体干燥设备。

背景技术

10 在集成电路的制造生产过程中，半导体器件的特征尺寸不断缩小，图形结构的深宽比也越来越大，从而对晶圆清洗技术的要求也越来越高。

在传统的晶圆清洗工艺中，通常需要用大量高纯水对晶圆进行冲洗，然后再用异丙醇（IPA）干燥晶圆。然而，随着晶圆上形成的图形结构的深宽比越来越大，传统的晶圆清洗工艺难以满足生产需求，主要是因为采用 IPA 干燥晶圆时，气液
15 界面的表面张力极容易导致高深宽比图形结构的粘连和塌陷。为了解决该问题，超临界二氧化碳干燥技术逐渐被应用到晶圆清洗工艺中。此干燥技术是采用表面张力为零的超临界二氧化碳对清洗完成的晶圆表面进行干燥，利用超临界二氧化碳的高溶解度、高扩散性和低粘度等特点，使处于超临界状态下的二氧化碳和异丙醇充分溶解，最后通过释放二氧化碳从而将晶圆表面的异丙醇带离晶圆表面，完成对晶圆
20 图形结构无损伤的干燥。但是经研究发现，超临界二氧化碳干燥晶圆的过程中二氧化碳的使用量非常大。如果不对使用过的二氧化碳进行处理，直接排入大气，不仅造成环境污染，同时易造成二氧化碳的浪费。

发明内容

25 本申请实施例提供了一种超临界干燥介质回收系统和半导体干燥设备，以至少解决相关技术中如何回收干燥晶圆过程中的干燥介质（例如二氧化碳）的问题。

第一方面，本申请实施例提供了一种干燥介质回收系统，应用于半导体干燥设备，所述半导体干燥设备包括干燥装置，所述干燥装置用于通过超临界干燥介质对晶圆上的有机溶剂进行溶解；所述干燥介质回收系统用于对所述干燥装置排出的所

述含有有机溶剂的干燥介质中的干燥介质进行回收，所述干燥介质回收系统包括分离装置，所述分离装置包括冷凝管路和第一腔体，所述冷凝管路的下侧壁设置有排液口，所述排液口与所述第一腔体连通，所述冷凝管路的进口用于接收所述含有有机溶剂的干燥介质，所述冷凝管路的出口用于排放分离之后的干燥介质以便进行回收；其中，

所述冷凝管路用于对所述含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂进行冷凝，以使有机溶剂冷凝成液态从所述排液口流入至所述第一腔体。

在其中的一些实施例中，所述冷凝管路为螺旋状。

在其中的一些实施例中，所述冷凝管路的进口和所述冷凝管路的出口位于竖直方向的不同高度。

在其中的一些实施例中，所述冷凝管路设置在所述第一腔体内，或者设置在所述第一腔体外。

在其中的一些实施例中，所述第一腔体的底部设置有第一出液口，所述第一出液口用于将所述第一腔体中的有机溶剂排出。

在其中的一些实施例中，所述第一腔体的侧壁设置有第一出气口，用于排放所述第一腔体内的干燥介质以便进行回收。

在其中的一些实施例中，所述干燥介质回收系统还包括第一冷却装置，所述第一冷却装置与所述冷凝管路连接，用于将所述冷凝管路的温度保持在预设温度范围。

在其中的一些实施例中，所述第一冷却装置以螺旋状盘绕在所述冷凝管路上。

在其中的一些实施例中，所述干燥介质回收系统还包括提纯装置，所述提纯装置包括设置有第二出气口的第二腔体、进气管路和干燥介质过滤膜，其中，所述干燥介质过滤膜设置在所述第二腔体中，并将所述第二腔体分隔为上层空间和下层空间；所述第二腔体的下层空间用于容纳提纯溶剂；所述进气管路的进气端连通所述冷凝管路的出口，所述进气管路的出气端插入所述第二腔体中；所述第二出气口设置在所述上层空间并用于排放提纯之后的干燥介质以便进行回收。

在其中的一些实施例中，所述干燥介质回收系统还包括第一管路、第二管路、检测装置、开关装置和控制器，其中，所述干燥装置排出所述含有有机溶剂的干燥介质的管路通过所述开关装置分别与所述第一管路和第二管路连接；所述第一管路连接至所述分离装置；所述第二管路连接至所述提纯装置；其中，

所述检测装置用于检测所述干燥装置排出的所述含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂浓度；所述控制器用于根据所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度控制所述开关装置切换所述第一管路和所述第二管路；

当所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度大于预设浓度的情况下，所述控制器控制所述开关装置接通所述第一管路；当所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度小于所述预设浓度的情况下，所述控制器控制所述开关装置接通所述第二管路。

在其中的一些实施例中，所述干燥介质回收系统还包括除湿装置，所述除湿装置与所述冷凝管路的出口或第二出气口连接。

在其中的一些实施例中，所述干燥介质回收系统还包括过滤装置，所述过滤装置与所述除湿装置连接。

第二方面，本申请实施例中还提供了一种半导体干燥设备包括：如第一方面所述的干燥介质回收系统、存储装置、超临界干燥介质制备装置和干燥装置，所述干燥介质回收系统、所述存储装置、所述超临界干燥介质制备装置以及所述干燥装置依次连接且形成循环回路，其中，

所述存储装置，用于存储所述干燥介质回收系统中回收的干燥介质；

所述超临界干燥介质制备装置，用于将所述存储装置排放的干燥介质制备成超临界干燥介质；

所述干燥装置，配置为通过所述超临界干燥介质溶解晶圆表面的有机溶剂，以对晶圆进行干燥，并将含有有机溶剂的干燥介质排放至所述干燥介质回收系统，以对干燥介质进行回收。

在其中的一些实施例中，所述超临界干燥介质制备装置包括：

第二冷却装置，用于将所述存储装置排放的干燥介质冷却成液态；

增压装置，用于对液态的所述干燥介质增压至超过所述干燥介质的临界压力；

加热装置，用于对超过临界压力的干燥介质加热至超过干燥介质的临界温度，得到超临界干燥介质。

相比于相关技术，本申请实施例提供的干燥介质回收系统和半导体干燥设备，半导体干燥设备包括干燥装置，干燥装置用于通过超临界干燥介质对晶圆上的有机溶剂进行溶解；干燥介质回收系统用于对干燥装置排出的含有有机溶剂的干燥介质中的干燥介质进行回收。通过在干燥介质回收系统中设置分离装置，分离装置包括

冷凝管路和第一腔体，冷凝管路的下侧壁设置有排液口，排液口与第一腔体连通，冷凝管路的进口用于接收含有有机溶剂的干燥介质，冷凝管路的出口用于排放分离之后的干燥介质以便进行回收；其中，冷凝管路用于对含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂进行冷凝，以使有机溶剂冷凝成液态从排液口流入至第一腔体的方式，

5 解决了相关技术中如何回收干燥晶圆过程中的二氧化碳的问题，实现了干燥晶圆过程中的二氧化碳回收。

本申请的一个或多个实施例的细节在以下附图和描述中提出，以使本申请的其他特征、目的和优点更加简明易懂。

10 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 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第一实施例的结构示意图；

图 2 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第二实施例的结构示意图；

图 3 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第三实施例的结构示意图；

15 图 4 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第四实施例的结构示意图；

图 5 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第五实施例的结构示意图；

图 6 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第六实施例的结构示意图；

图 7 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第七实施例的结构示意图；

图 8 是根据本申请提供的干燥介质回收系统的第八实施例的结构示意图；

20 图 9 是根据本申请实施例的半导体干燥设备的结构示意图；

图 10 是根据本申请实施例的半导体干燥设备的结构框图。

附图标记：10、分离装置；11、第一腔体；111、第一出液口；112、第一出气口；12、冷凝管路；121、排液口；122、冷凝管路的进口；123、冷凝管路的出口；124、第一冷却装置；30、提纯装置；31、第二腔体；311、第二出气口；312 第二

25 出液口；313、第三出气口；314、上层空间；315、下层空间；32、进气管路；33、干燥介质过滤膜；20、控制器；40、第一管路；50、第二管路；60、开关装置；70、检测装置；80、除湿装置；90、过滤装置；100、干燥介质回收系统；200、超临界干燥介质制备装置；201、第二冷却装置；202、增压装置；203、加热装置；300、干燥装置；400、第三管路；500、第四管路；600、第五管路；700、存储装置；800、

第六管路。

本发明的较佳实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实
5 施例，对本申请进行描述和说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用
以解释本申请，并不用于限定本申请。基于本申请提供的实施例，本领域普通
技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本
申请保护的范围。此外，还可以理解的是，虽然这种开发过程中所作出的努力
10 可能是复杂并且冗长的，然而对于与本申请公开的内容相关的本领域的普通技
术人员而言，在本申请揭露的技术内容的基础上进行的一些设计，制造或者生
产等变更只是常规的技术手段，不应当理解为本申请公开的内容不充分。

除非另作定义，本申请所涉及的技术术语或者科学术语应当为本申请所属
技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请所涉及的“一”、
“一个”、“一种”、“该”等类似词语并不表示数量限制，可表示单数或复
15 数。本申请所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”以及它们任何变形，
意图在于覆盖不排他的包含；例如包含了一系列步骤或模块（单元）的过程、
方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可以还包括没
有列出的步骤或单元，或可以还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的
其它步骤或单元。本申请所涉及的“连接”、“相连”、“耦接”等类似的词
20 语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电气的连接，不管是直接
的还是间接的。本申请所涉及的“多个”是指大于或者等于两个。“和/或”描
述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，“A 和/或 B”可以表
示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。本申请所涉及的
术语“第一”、“第二”、“第三”等仅仅是区别类似的对象，不代表针对对
25 象的特定排序。

第一实施例：

请参见图 1，本实施例提出了一种干燥介质回收系统 100，应用于半导体干
燥设备。

为便于理解，首先结合图 9 对包含干燥介质回收系统 100 的半导体干燥设

备进行简要说明。如图 9 所示，半导体干燥设备包括依次连接且构成循环回路的干燥介质回收系统 100、存储装置 700、超临界干燥介质制备装置 200 以及干燥装置 300，其中，干燥介质回收系统 100 通过第六管路 800 将回收的干燥介质存储至存储装置 700 中；存储装置 700 通过第四管路 500 将存储的干燥介质通入至超临界干燥介质制备装置 200 中制备成超临界干燥介质；超临界干燥介质制备装置 200 通过第五管路 600 将超临界干燥介质通入至干燥装置 300 中，来溶解残留在晶圆上的有机溶剂以干燥晶圆；干燥装置 300 将含有有机溶剂的干燥介质通过第三管路 400 排放至干燥介质回收系统 100 中，从而实现干燥介质的循环使用。

在本实施例中，由干燥装置 300 排放出来的含有有机溶剂的干燥介质的中的干燥介质基本上为气态，因为在第三管路 400 上一般情况下会设置有减压阀，通过减压阀来进行减压以使得干燥介质绝大部分变为气态。

接下来，结合图 1 和图 10 对本实施例提供的干燥介质回收系统 100 进行详细介绍。

图 1 是根据本申请实施例的干燥介质回收系统 100 的结构示意图。如图 1 所示，该干燥介质回收系统 100 包括分离装置 10。分离装置 10 包括冷凝管路 12 和第一腔体 11，冷凝管路 12 用于接收含有有机溶剂的干燥介质，并对有机溶剂进行冷却液化，且冷凝管路 12 的下侧壁设置有排液口 121，排液口 121 与第一腔体 11 连通，以使液化后的有机溶剂排放至第一腔体 11 中。

具体地，冷凝管路的进口 122 用于接收含有有机溶剂的干燥介质。结合图 1 和图 9，冷凝管路的进口 122 可以通过第三管路 400 与干燥装置 300 相连，从而接收由干燥装置 300 排放的含有有机溶剂的干燥介质。冷凝管路的出口 123 用于排放分离之后的干燥介质以便进行回收。结合图 1 和图 9，冷凝管路的出口 123 可以通过第六管路 800 与存储装置 700 相连，从而将分离之后的干燥介质进行回收和存储，实现干燥介质重复利用。

第三管路 400 排放至干燥介质回收系统 100 中的是含有有机溶剂和干燥介质的混合物，例如异丙醇和二氧化碳的混合物。因此本实施例通过分离装置 10 中的冷凝管路 12 对含有有机溶剂的干燥介质进行冷却的方式，可以使有机溶剂液化与干燥介质分离，并从排液口 121 流入第一腔体 11 内，以及使干燥介

质经过冷凝管路的出口 123 排放进行回收和/或存储,实现了有机溶剂和干燥介质的分离,解决了相关技术中如何回收干燥晶圆过程中的干燥介质(例如二氧化碳)的问题,实现了干燥晶圆过程中的二氧化碳回收,减少了二氧化碳对环境的污染和二氧化碳资源的浪费。

5 继续参照图 1,在本实施例中,冷凝管路 12 设置在第一腔体 11 内部,可以减少分离装置 10 的体积。

继续参照图 1,在本示例中,冷凝管路的进口 122 设置在下方,冷凝管路的出口 123 设置在上方。

在其他示例中,冷凝管路的进口 122 设置在上方,冷凝管路的出口 123 设
10 置在下方。

在上述实施例中,通过将冷凝管路的进口 122 和出口 123 设置在不同高度的方式,可以提高含有异丙醇的二氧化碳在冷凝管路 12 的流通性,从而提高对异丙醇的冷凝效率。

继续参照图 1,第一腔体 11 的底部设置有第一出液口 111,第一出液口 111
15 用于把第一腔体 11 中的有机溶剂排出。在本实施例中,通过在第一腔体 11 上设置第一出液口 111 的方式,可以避免第一腔体 11 内部异丙醇积累过多堵住排液口 121,而对异丙醇和二氧化碳的分离造成不利影响。

继续参照图 1 所示,冷凝管路 12 可以为螺旋状。在本实施例中,通过将冷凝管路 12 设置为螺旋状的方式,可以实现冷凝管路 12 在小体积优势下,提高
20 异丙醇的接触面积,进而提高对异丙醇的冷凝效率。

在一些实施例中,干燥介质回收系统 100 还包括液体回收装置(未图示),该液体回收装置与第一出液口 111 相连,以实现冷凝管路 12 中排放至第一腔体 11 中的异丙醇进行收集。

需要说明的是,本实施例中的有机溶剂可以是异丙醇、丙酮、二甲苯等等,
25 干燥介质也可以是但不限于二氧化碳、乙烯、乙烷、丙烷、三氯甲烷,本申请实施例中不做具体限定。

为了便于说明,在本申请的下述实施例中,以有机溶剂为异丙醇、干燥介质为二氧化碳,进行示例性说明,即下文具体示例中干燥介质回收系统 100 接收的含有机溶剂的干燥介质为含异丙醇的二氧化碳。

第二实施例：

如图 2 所示，相对第一实施例，本实施例中的区别在于将冷凝管路 12 设置在第一腔体 11 的外侧的方式，通过该方式的设置，可以减少第一腔体 11 的体积。

- 5 为了便于说明，在本申请的下述实施例中，以第二实施例中的冷凝管路 12 设在第一腔体 11 的内侧为例，进行示例性说明。

第三实施例：

- 10 如图 3 所示，在第一实施例的基础上，在本实施例中，干燥介质回收系统 100 还可以包括第一冷却装置 124，第一冷却装置 124 套设在冷凝管路 12 外侧，用于将冷凝管路 12 的温度冷却在预设温度范围。

在本实施例中，将第一冷却装置 124 套设在冷凝管路 12 外侧，通过热传递以实现将冷凝管路 12 的温度冷却在预设温度范围的方式，可以增强冷凝管路 12 的冷凝能力，提高异丙醇的液化效率，从而提高二氧化碳和异丙醇分离的效果。

- 15 在一具体示例中，第一冷却装置 124 可以以螺旋状盘绕在冷凝管路 12 上。

第四实施例：

- 20 如图 4 所示，在第一实施例的基础上，在本实施例中，第一腔体 11 的侧壁还设置有第一出气口 112，用于排放第一腔体 11 内的干燥介质以便进行回收。如图 4 所示，第一出气口 112 与冷凝管路的出口 123 排放的干燥介质可以通过管路汇集于第六管路 800 上，以便对干燥介质进行排放和回收。

- 25 在本实施例中，通过在第一腔体 11 的侧壁设置第一出气口 112 的方式，可以避免异丙醇与二氧化碳在冷凝管路 12 中进行分离时，存在部分二氧化碳从排液口 121 排放到第一腔体 11，而导致第一腔体 11 中二氧化碳存储过多使得内部气压增大，致使经冷凝管路 12 液化的异丙醇无法从排液口 121 流到第一腔体 12 的问题，从而有利于提高异丙醇和二氧化碳的分离效果。

第五实施例：

为了避免二氧化碳分离过程中可能会携带异丙醇的问题，本申请实施例中还可以通过以下方式来解决上述问题。

如图 5 所示，在第四实施例的基础上，在本实施例中，干燥介质回收系统

100 还可以包括提纯装置 30。具体地，提纯装置 30 包括设置有第二出气口 311 的第二腔体 31、进气管路 32 和干燥介质过滤膜 33。干燥介质过滤膜 33 设置在第二腔体 31 中，并将第二腔体 31 分隔为上层空间 314 和下层空间 315，第二腔体 31 的下层空间 315 用于容纳提纯溶剂；进气管路 32 的进气端连通冷凝管路的出口 123，进气管路 32 的出气端插入第二腔体 31 中，并且在使用时插入提纯溶剂中；第二出气口 311 设置在上层空间 314 并用于排放提纯之后的干燥介质以便进行回收。

众所周知，待分离的有机溶剂可溶于提纯溶剂，待回收的干燥介质不溶于提纯溶剂。在本实施例中，提纯溶剂为水，作为有机溶剂的异丙醇可溶于水，作为干燥介质的二氧化碳不溶于水。因此，在本实施例中，通过利用提纯装置 30 中的提纯溶剂来进一步溶解二氧化碳中携带的异丙醇，以及通过干燥介质过滤膜 33 来过滤掉除二氧化碳以外的其他气体的方式，可以实现对二氧化碳的进一步提纯，避免二氧化碳中携带其他气体或异丙醇的问题，有效提高二氧化碳的纯度。

需要说明的是，本实施例中的干燥介质过滤膜 33 主要是用来过滤掉除二氧化碳以外的其他气体；本实施例中提纯溶剂可以是水，也可以是能够溶解异丙醇的其他溶剂，例如乙醇、乙醚、苯等。

继续参照图 5，在一些实施例中，第二腔体 31 还包括第三出气口 313 和第二出液口 312，第三出气口 313 用于将干燥介质过滤膜 33 与提纯溶剂之间的气体，即下层空间 315 中的气体排出，第二出液口 312 用于将第二腔体 31 中的液体排出。

第六实施例：

如图 6 所示，在第五实施例的基础上，本实施例中的干燥介质回收系统 100 还包括第一管路 40、第二管路 50、开关装置 60、检测装置 70 以及控制器 20。

干燥装置 300 排出的含有有机溶剂的干燥介质的管路（即第三管路 400）通过开关装置 60 与第一管路 40 和第二管路 50 连接；第一管路 40 连接至分离装置 10；第二管路 50 连接至提纯装置 30；检测装置 70 用于检测干燥装置 300 排放的干燥介质中的有机溶剂浓度，例如，检测装置 70 可以设置在第三管路 400 或者在干燥装置 300 上；控制器 20 用于根据检测装置 70 检测的有机溶剂浓度控

制开关装置 60 切换第一管路 40 和第二管路 50，当检测装置 70 检测的有机溶剂浓度大于预设浓度的情况下，控制器 20 控制开关装置 60 接通第一管路 40，以使含有有机溶剂的干燥介质依次通过分离装置 10 和提纯装置 30 进行回收；当检测装置 70 检测的有机溶剂浓度小于预设浓度的情况下，控制器 20 控制开关装置 60 接通第二管路 50，以使含有有机溶剂的干燥介质直接通过提纯装置 30 进行回收。

在本实施例中，通过设置第一管路 40 来接收大于预设浓度的含有有机溶剂的干燥介质并依次输送至分离装置 10 和提纯装置 30 来进行二氧化碳的回收，以及设置第二管路 40 来接收小于预设浓度的含有有机溶剂的干燥介质并输送至提纯装置 30 来进行二氧化碳的回收的方式，实现了对含有不同浓度的异丙醇的二氧化碳的处理，节省了对二氧化碳回收时间，提高了二氧化碳回收的效率。

需要说明的是，图 6 仅为示例，不用于限制干燥装置 300 排出的含有有机溶剂的干燥介质的第三管路 400 与第一管路 40 和第二管路 50 之间开关装置 60 的设置形式。例如，在一些实施例中，开关装置 60 设置有两个，第三管路 400 通过其中一个开关装置 60 与第一管路 40 相连，第三管路 400 通过其中另一个开关装置 60 与第二管路 50 相连，以实现每个管路开关的精准控制。

示例性的，开关装置 60 可以是阀门，检测装置 70 可以是一种用于检测溶液浓度的传感器。

第七实施例：

如图 7 所示，在第六实施例的基础上，在本实施例中，超临界干燥介质回收系统 100 还包括除湿装置 80，除湿装置 80 连接在存储装置 700 和第三出气口 313 之间。

在本实施例中，通过除湿装置 80 对经提纯装置 30 提纯后的二氧化碳进行干燥，避免了水分对二氧化碳的纯度的影响，提高了二氧化碳的提纯纯度。

第八实施例：

在相关技术中，在半导体制备工艺中的分离或提纯过程中均有可能产生颗粒，例如，因设备老化等原因产生的颗粒，这些颗粒可能会对待回收的干燥介质造成污染，最终影响回收后的干燥介质例如二氧化碳的纯度。

为解决上述问题，如图 8 所示，在第七实施例的基础上，在本实施例中，超临界干燥介质回收系统 100 还包括过滤装置 90，过滤装置 90 连接在存储装置 700 和除湿装置 80 之间。

在本实施例中，通过设置过滤装置 90 来过滤待回收干燥介质中掺杂的颗粒污染物，降低颗粒对回收后的干燥介质例如二氧化碳的纯度的影响。

需要说明的是，该过滤装置 90 可以是过滤 3nm 以上的颗粒的过滤装置 90，也可以是根据具体的工艺选择过滤更小颗粒的过滤装置 90。

进一步的，在上述干燥介质回收系统 100 的任意实施例中的出气口、出液口、进气口以及排液口处均可以设置有开关阀门。

需要说明的是，在如实施例一至实施例四所述的干燥介质回收系统 100 中，上述除湿装置 80 和过滤装置 90 还可以配置在冷凝管路的出口 123。

需要说明的是，上述第一实施例至第八实施例，本领域的技术人员应该明白，以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。例如，上述第五实施例中的提纯装置 40 也可以与实施例二至实施例四进行结合。再例如，除第四实施例中可以配置有冷却装置 124 以外，其他实施例也可以配置如第四实施例中的冷却装置 124。

第九实施例：

本申请实施例还提供了一种半导体干燥设备，图 9 是根据本申请实施例的半导体干燥的结构示意图，如图 9 所示，该半导体干燥设备包括依次连接且构成循环回路的干燥介质回收系统 100、存储装置 700、超临界干燥介质制备装置 200 以及干燥装置 300。其中，干燥介质回收系统 100 可以采用上述实施例一至八中任一实施例中的干燥介质回收系统 100。

继续参考图 9，干燥介质回收系统 100 通过第六管路 800 将回收的干燥介质存储至存储装置 700 中；存储装置 700 通过第四管路 500 将存储的干燥介质通入至超临界干燥介质制备装置 200 中制备成超临界干燥介质；超临界干燥介质制备装置 200 通过第五管路 600 将超临界干燥介质通入至干燥装置 300 中；干燥装置 200 通过超临界干燥介质对晶圆进行干燥，以溶解残留在晶圆上的有

机溶剂以干燥晶圆，并将含有有机溶剂的干燥介质通过第三管路 400 排放至干燥介质回收系统 100 中；干燥介质回收 100 对含有有机溶剂的干燥介质进行分离和回收，从而实现干燥介质的循环使用。

在本实施例中，通过超临界干燥介质制备装置 200 将存储装置 700 中输送出来的干燥介质制备成超临界干燥介质，再将制备成的超临界干燥介质输送到干燥装置 300 中，以使得超临界干燥介质和与晶圆表面的有机溶剂充分互溶，实现对晶圆的干燥，利用超临界干燥介质的表面张力为零的性质，可以有效的改善高深宽比结构的粘连和塌陷的问题。并且在本实施例中还通过干燥装置 300 排放含有有机溶剂的干燥介质送入干燥介质回收系统 100 中，以实现干燥介质的回收，减少了干燥介质对环境的污染，提高了干燥介质的资源回收利用。

第十实施例：

图 10 是根据本申请实施例的半导体干燥的结构框图，如图 10 所示，在第九实施例的基础上，在本实施例中，超临界干燥介质制备装置 200 包括：第二冷却装置 201，用于将存储装置 700 排放的干燥介质冷却成液态；增压装置 202，用于对液态的干燥介质增压至超过干燥介质的临界压力；加热装置 203，用于对超过临界压力的干燥介质加热至超过干燥介质的临界温度，得到超临界干燥介质，并通过第五管路 600 将超临界干燥介质通入至干燥装置 300 中。

在本实施例中，通过上述装置，实现了超临界干燥介质的制备，以保证超临界干燥介质的循环利用。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求要求为准。

权 利 要 求 书

1. 一种干燥介质回收系统，应用于半导体干燥设备，所述半导体干燥设备包括干燥装置，所述干燥装置用于通过超临界干燥介质对晶圆上的有机溶剂进行溶解；
- 5 所述干燥介质回收系统用于对所述干燥装置排出的含有所述有机溶剂的干燥介质中的干燥介质进行回收，其特征在于，所述干燥介质回收系统包括分离装置，所述分离装置包括冷凝管路和第一腔体，所述冷凝管路的下侧壁设置有排液口，所述排液口与所述第一腔体连通，所述冷凝管路的进口用于接收所述含有有机溶剂的干燥介质，所述冷凝管路的出口用于排放分离之后的干燥介质以便进行回收；其中，
- 10 所述冷凝管路用于对所述含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂进行冷凝，以使有机溶剂冷凝成液态从所述排液口流入至所述第一腔体。
2. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述冷凝管路为螺旋状。
3. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述冷凝管路的
- 15 进口和所述冷凝管路的出口位于竖直方向的不同高度。
4. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述冷凝管路设置在所述第一腔体内，或者设置在所述第一腔体外。
5. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述第一腔体的底部设置有第一出液口，所述第一出液口用于将所述第一腔体中的有机溶剂排出。
- 20 6. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述第一腔体的侧壁设置有第一出气口，用于排放所述第一腔体内的干燥介质以便进行回收。
7. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述分离装置还包括第一冷却装置，所述第一冷却装置与所述冷凝管路连接，用于将所述冷凝管路的温度保持在预设温度范围。
- 25 8. 根据权利要求 7 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述第一冷却装置以螺旋状盘绕在所述冷凝管路上。
9. 根据权利要求 1 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述干燥介质回收系统还包括提纯装置，所述提纯装置包括设置有第二出气口的第二腔体、进气管路和干燥介质过滤膜，其中，所述干燥介质过滤膜设置在所述第二腔体中，并将所

述第二腔体分隔为上层空间和下层空间；所述第二腔体的下层空间用于容纳提纯溶剂；所述进气管路的进气端连通所述冷凝管路的出口，所述进气管路的出气端插入所述第二腔体中；所述第二出气口设置在所述上层空间并用于排放提纯之后的干燥介质以便进行回收。

5 10. 根据权利要求 9 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述干燥介质回收系统还包括第一管路、第二管路、检测装置、开关装置和控制器，其中，所述干燥装置排出所述含有有机溶剂的干燥介质的管路通过所述开关装置分别与所述第一管路和第二管路连接；所述第一管路连接至所述分离装置；所述第二管路连接至所述提纯装置；其中，

10 所述检测装置用于检测所述干燥装置排出的所述含有有机溶剂的干燥介质中的有机溶剂浓度；所述控制器用于根据所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度控制所述开关装置切换所述第一管路和所述第二管路；

 当所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度大于预设浓度的情况下，所述控制器控制所述开关装置接通所述第一管路；当所述检测装置检测的所述有机溶剂浓度
15 小于所述预设浓度的情况下，所述控制器控制所述开关装置接通所述第二管路。

 11. 根据权利要求 1 或 9 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述干燥介质回收系统还包括除湿装置，所述除湿装置与所述冷凝管路的出口或第二出气口连接。

 12. 根据权利要求 11 所述的干燥介质回收系统，其特征在于，所述干燥介质
20 回收系统还包括过滤装置，所述过滤装置与所述除湿装置连接。

 13. 一种半导体干燥设备，其特征在于，所述半导体干燥设备包括：如权利要求 1 至 12 中任一项所述的干燥介质回收系统、存储装置、超临界干燥介质制备装置和干燥装置，所述干燥介质回收系统、所述存储装置、所述超临界干燥介质制备装置以及所述干燥装置依次连接且形成循环回路，其中，

25 所述存储装置，用于存储所述干燥介质回收系统中回收的干燥介质；

 所述超临界干燥介质制备装置，用于将所述存储装置排放的干燥介质制备成超临界干燥介质；

 所述干燥装置，配置为通过所述超临界干燥介质溶解晶圆表面的有机溶剂，以对晶圆进行干燥，并将含有有机溶剂的干燥介质排放至所述干燥介质回收系统，以

对干燥介质进行回收。

14. 根据权利要求 13 的所述半导体干燥设备，其特征在于，所述超临界干燥介质制备装置包括：

第二冷却装置，用于将所述存储装置排放的干燥介质冷却成液态；

5 增压装置，用于对液态的所述干燥介质增压至超过所述干燥介质的临界压力；

加热装置，用于对超过临界压力的干燥介质加热至超过干燥介质的临界温度，得到超临界干燥介质。

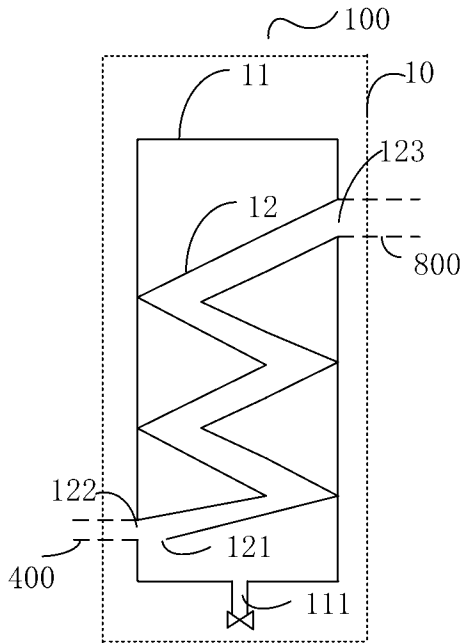


图 1

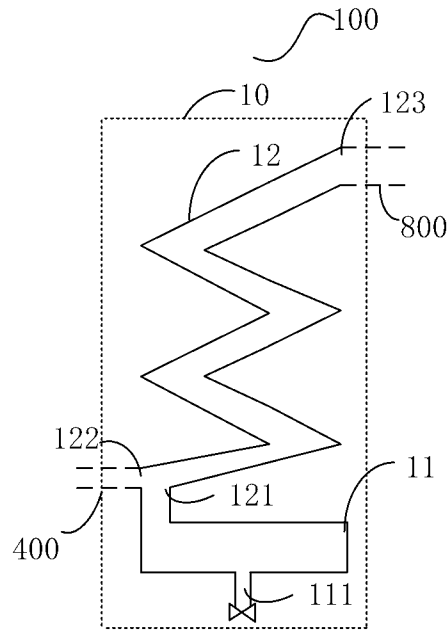


图 2

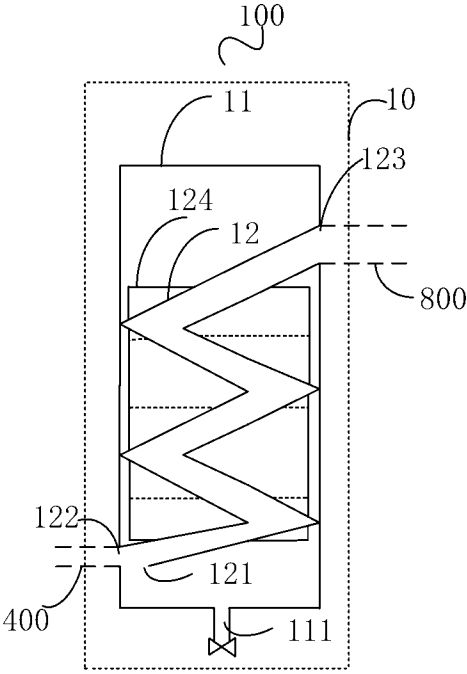


图 3

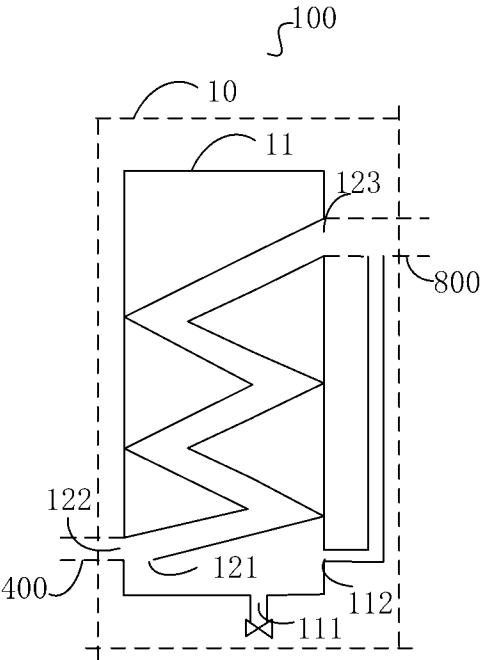


图 4

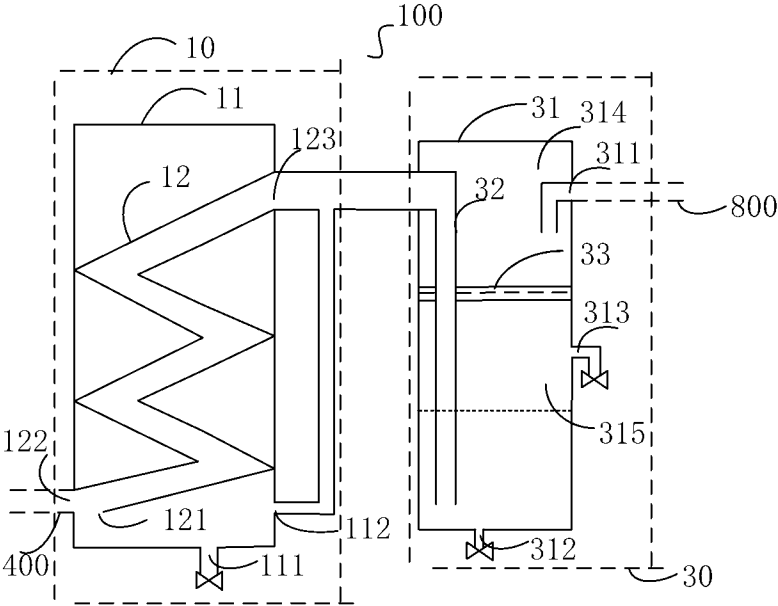


图 5

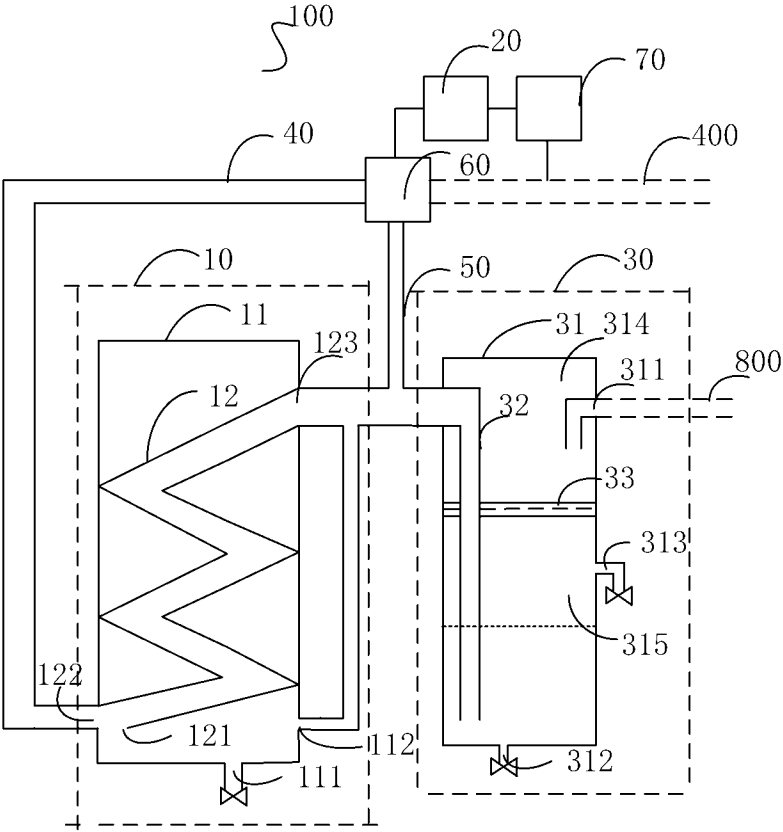


图 6

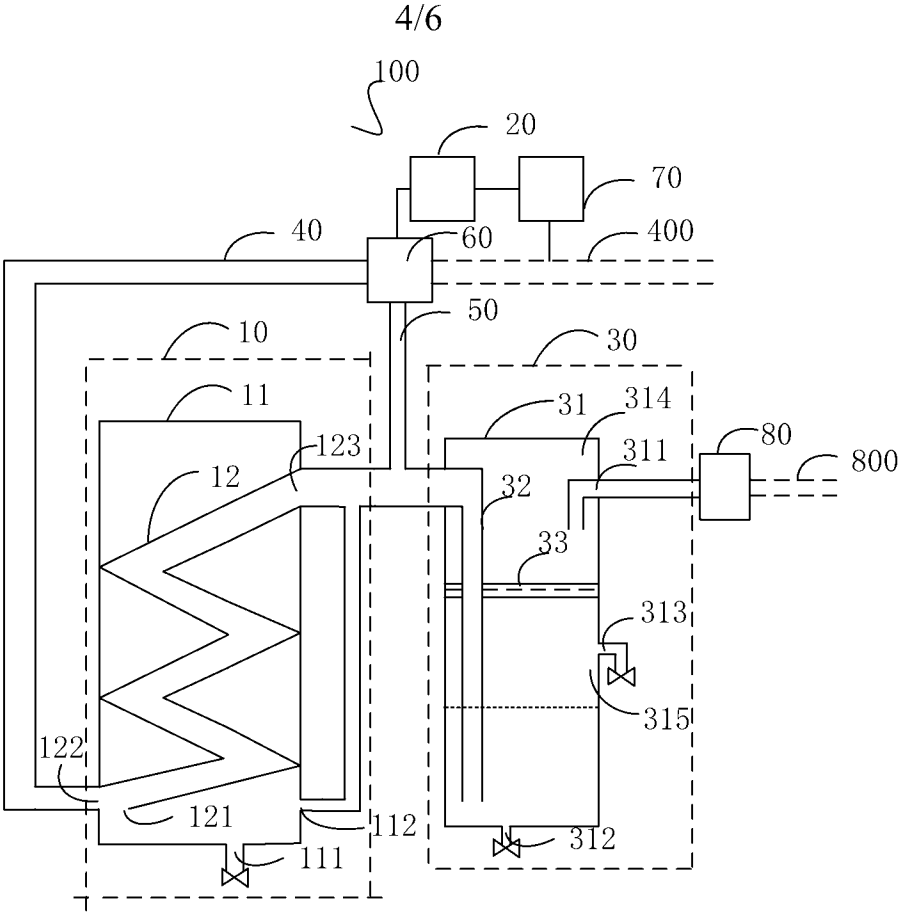


图 7

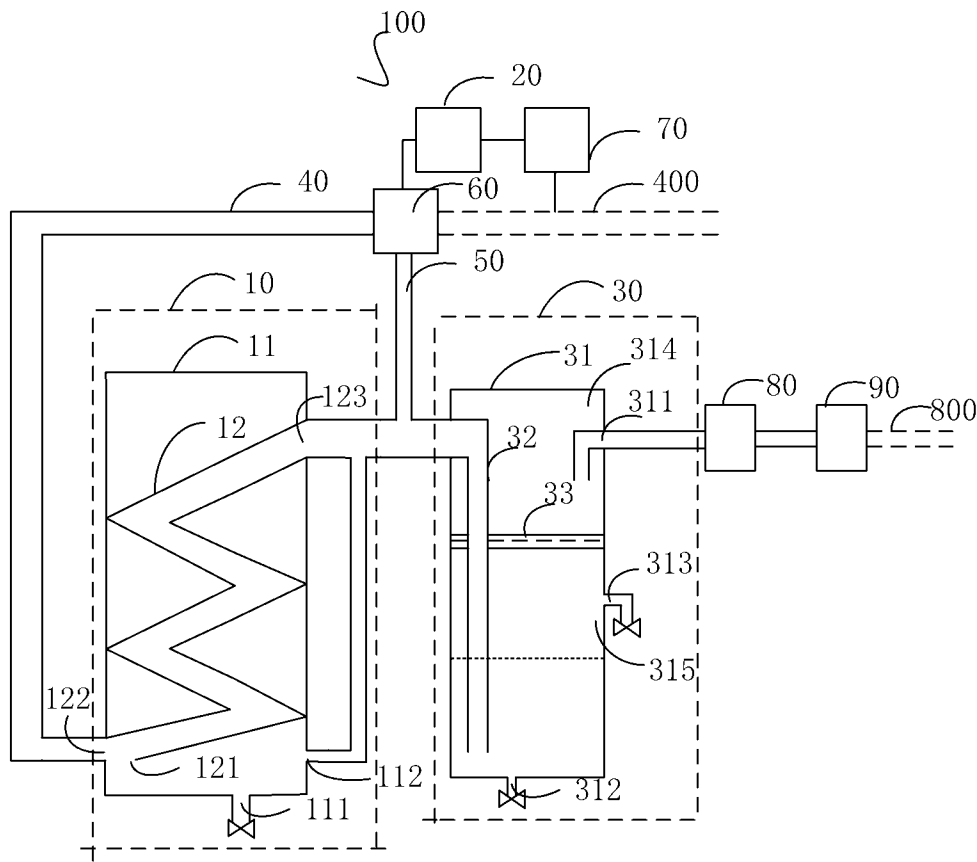


图 8

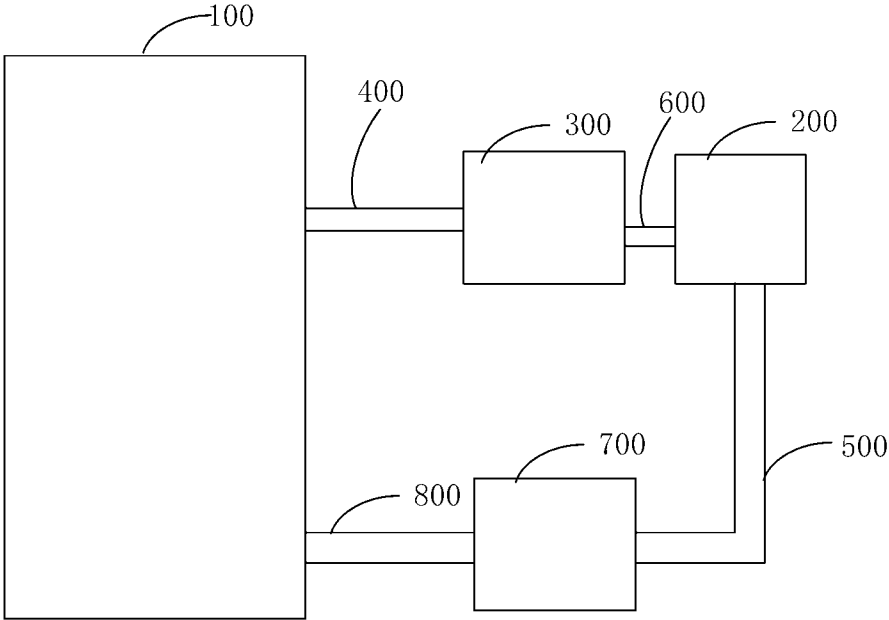


图 9

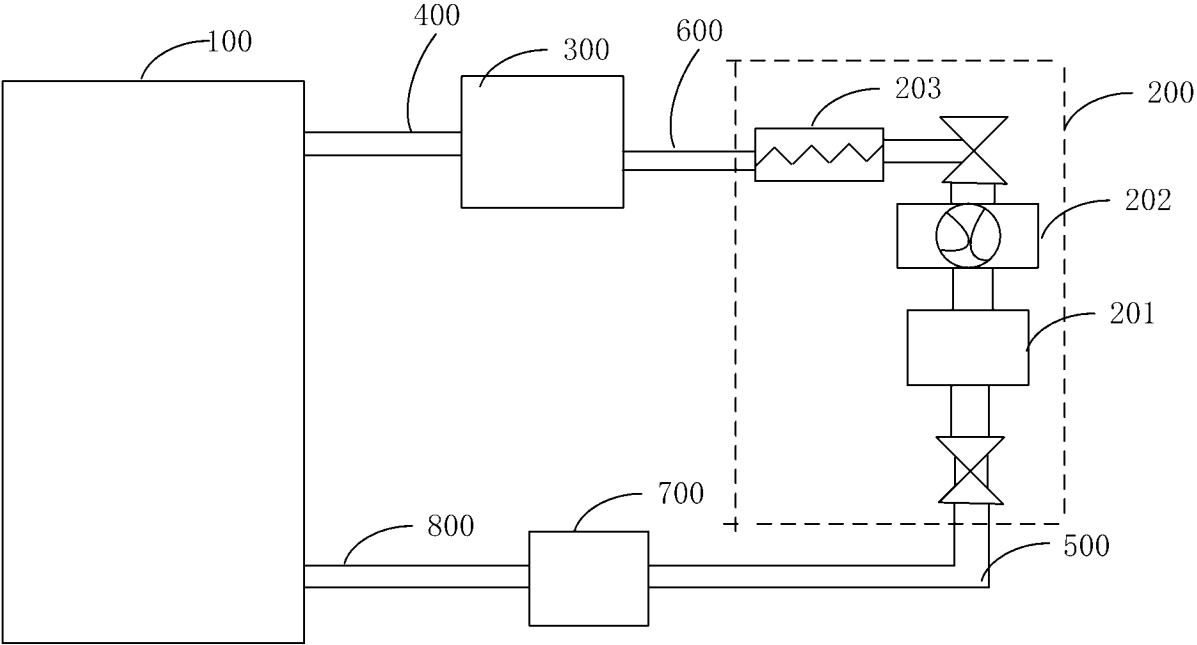


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/091288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F26B25/00(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: F26B25/00, H01L21/02, H01L21/67, H01L21/00 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) CNABS, CNTXT, VEN, ENTXTC, CNKI: 干燥, 晶圆, 半导体, 介质, 回收, 分离, 溶剂, 溶解, 冷凝; DRY, WAFER, SEMICONDUCTOR, MEDIUM, RECOVERY, SOLVENT, DISSOLVE, CONDENSE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 115739844 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 07 March 2023 (2023-03-07) description, pages 5-6, and figure 4	1-14
A	CN 218936813 U (QINGDAO HEXING BIOCHEMICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 April 2023 (2023-04-28) entire document	1-14
A	CN 103372327 A (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 30 October 2013 (2013-10-30) entire document	1-14
A	CN 113932592 A (SANY TECHNOLOGY EQUIPMENT CO., LTD.) 14 January 2022 (2022-01-14) entire document	1-14
A	KR 20060060273 A (LG PHILIPS LCD CO., LTD.) 05 June 2006 (2006-06-05) entire document	1-14
☐ 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 18 July 2024		Date of mailing of the international search report 02 August 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/091288

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115739844	A	07 March 2023	None			
CN	218936813	U	28 April 2023	None			
CN	103372327	A	30 October 2013	TW	201345597	A	16 November 2013
				TWI	622427	B	01 May 2018
				JP	2013220371	A	28 October 2013
				JP	5982977	B2	31 August 2016
CN	113932592	A	14 January 2022	None			
KR	20060060273	A	05 June 2006	None			

A. 主题的分类

F26B25/00(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: F26B25/00, H01L21/02, H01L21/67, H01L21/00

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))

CNABS, CNTXT, VEN, ENTXTC, CNKI: 干燥、晶圆、半导体、介质、回收、分离、溶剂、溶解、冷凝; DRY, WAFER, SEMICONDUCTOR, MEDIUM, RECOVERY, SOLVENT, DISSOLVE, CONDENSE

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
A	CN 115739844 A (浙江大学) 2023年3月7日 (2023 - 03 - 07) 说明书第5-6页、图4	1-14
A	CN 218936813 U (青岛核兴生化科技有限公司) 2023年4月28日 (2023 - 04 - 28) 全文	1-14
A	CN 103372327 A (日立化成株式会社) 2013年10月30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-14
A	CN 113932592 A (三一技术装备有限公司) 2022年1月14日 (2022 - 01 - 14) 全文	1-14
A	KR 20060060273 A (LG PHILIPS LCD CO LTD) 2006年6月5日 (2006 - 06 - 05) 全文	1-14

☐ 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

2024年7月18日

国际检索报告邮寄日期

2024年8月2日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

授权官员

张旭东

电话号码 (+86) 62085026

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/091288

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	115739844	A	2023年3月7日	无			
CN	218936813	U	2023年4月28日	无			
CN	103372327	A	2013年10月30日	TW	201345597	A	2013年11月16日
				TWI	622427	B	2018年5月1日
				JP	2013220371	A	2013年10月28日
				JP	5982977	B2	2016年8月31日
CN	113932592	A	2022年1月14日	无			
KR	20060060273	A	2006年6月5日	无			