(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 5 日 (05.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/245347 A1

(51) 国际专利分类号:
***B01D 53/18*** (2006.01) ***B01D 47/14*** (2006.01)
***B01D 53/14*** (2006.01) ***B01D 47/12*** (2006.01)
***B01D 53/26*** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/096380

(22) 国际申请日: 2024 年 5 月 30 日 (30.05.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310638293.5 2023年5月31日 (31.05.2023) CN

(71) 申请人:中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司(**HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE**) [CN/CN]; 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。华能陇东能源有限责任公司正宁电厂(**ZHENGNING POWER PLANT OF HUANENG LONGDONG ENERGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国甘肃省庆阳市正宁县周家镇燕家村, Gansu 745306 (CN)。华能集团技术创新中心有限公司(**HUANENG GROUP R & D CENTER CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市西城区复兴门内大街6号华能大厦A312, Beijing 100031 (CN)。

(72) 发明人:王焕君(**WANG, Huanjun**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。郭东方(**GUO, Dongfang**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。牛红伟(**NIU, Hongwei**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。刘练波(**LIU, Lianbo**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。刘牛(**LIU, Niu**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。范金航(**FAN, Jinhang**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。刘汉明(**LIU, Hanming**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技

(54) **Title:** CARBON DIOXIDE CAPTURE TOWER

(54) 发明名称: 二氧化碳捕集塔

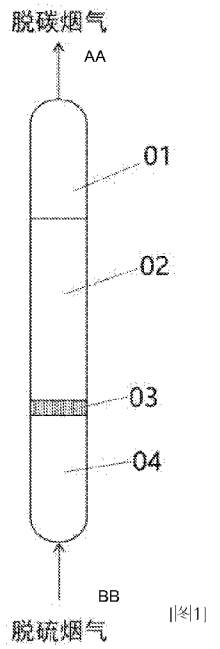



图1

AA Decarbonized flue gas
BB Desulfurized flue gas

(57) **Abstract:** A carbon dioxide capture tower, comprising a pre-washing and impurity removal section (04), a carbon dioxide absorption section (02), and a flue gas washing section (01) arranged in sequence from bottom to top in a vertical direction, so that flue gas can flow through the pre-washing and impurity removal section (04), the carbon dioxide absorption section (02), and the flue gas washing section (01) in sequence. A carbon dioxide capture tower flue gas inlet is arranged on the pre-washing and impurity removal section (04), and a carbon dioxide capture tower flue gas outlet is arranged on the flue gas washing section (01).

(57) 摘要: 一种二氧化碳捕集塔，包括在竖直方向上从下到上依次排列的预洗除杂段（04）、二氧化碳吸收段（02）和烟气洗涤段（01），以使烟气能够依次流经预洗除杂段（04）、二氧化碳吸收段（02）和烟气洗涤段（01），在预洗除杂段（04）上设置有二氧化碳捕集塔烟气入口，在烟气洗涤段（01）上设置有二氧化碳捕集塔烟气出口。

WO 2024/245347 A1

[见续页]

城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。 李刚(**LI, Gang**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。 巩鹏(**GONG, Peng**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。 李百川(**LI, Baichuan**); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。

**(74)** 代理人:北京睿博行远知识产权代理有限公司 (**BEIJING RAINBOW XINGYUAN INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区荣华南路15号中航技广场C座405室, Beijing 100176 (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, 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))。

# 二氧化碳捕集塔

## 技术领域

[0001] 本申请涉及二氧化碳捕集技术领域，具体而言，涉及一种二氧化碳捕集塔。

## 背景技术

[0002] 烟气二氧化碳捕集的基本工艺流程主要由三部分组成：以吸收塔为中心，辅以预洗、气水分离及增压设备；以再生塔和再沸器为中心，辅以再生气、冷却气以及分离器和回流系统；介于以上两者之间的部分，主要有富二氧化碳吸收液、再生吸收液换热系统以及过滤系统。其中的预洗工序由专门设置的预洗塔完成，设置烟气管路连接预洗塔和吸收塔，并在烟气管路上设置了增压风机以克服烟气在传输时所遇到的阻力。这种设置预洗塔和吸收塔分别完成预洗工序和二氧化碳吸收工序的系统，必须为预洗塔和吸收塔分别配置相应的辅助系统，并且必须增设烟气管路和增压风机实现烟气在预洗塔和吸收塔之间传输，这使得烟气二氧化碳捕集系统制造成本较高，且后期运行检修维护工作量较大；同时，采用预洗塔和吸收塔双塔设置占地面积较大，受场地制约较明显。

## 发明内容

[0003] 本申请的目的在于针对背景技术中所提出的至少一个技术问题，提供一种二氧化碳捕集塔。

[0004] 为了实现上述目的，本申请采用以下技术方案：

[0005] 本申请的一个方面提供一种二氧化碳捕集塔，包括在竖直方向上从下到上依次排列的预洗除杂段、二氧化碳吸收段和烟气洗涤段，以使烟气能够依次流经预洗除杂段、二氧化碳吸收段和烟气洗涤段，在所述预洗除杂段上设置有二氧化碳捕集塔烟气入口，在所述洗涤段上设置有二氧化碳捕集塔烟气出口。

[0006] 可选地，所述预洗除杂段包括从下到上依次排列的气体分布器、第一集液器、除杂填料、预洗液分布器和预洗液进料管，所述预洗液进料管与所述预洗液分

布器连通以通过所述预洗液进料管向所述预洗液分布器供给用于预洗烟气的预洗液。

[0007] 该技术方案的有益效果在于：通过气体分布器使烟气进入预洗除杂段后能够在预洗除杂段中相对均匀的分布，预洗液从预洗液进料管进入预洗液分布器，并通过预洗液分布器相对均匀的分布，在除杂填料中预洗液与烟气充分接触，实现对微量石膏等杂质的清除，完成除杂的预洗液落入第一集液器中进行收集。

[0008] 可选地，所述二氧化碳吸收段包括在竖直方向上排列的多个分段，各所述分段之一为集液分段，在各所述分段中所述集液分段位于最下方，所述集液分段包括液体收集器，所述液体收集器包括雾沫捕集件。

[0009] 该技术方案的有益效果在于：通过采用雾沫捕集件，有效防止贫液漏液到预洗除杂段。

[0010] 可选地，各所述分段之一为贫液吸收分段，所述贫液吸收分段包括从下到上依次排列的第二集液器、第一吸收填料、贫液分布器和贫液进料管，所述第二集液器用于供烟气通过，所述贫液进料管与所述贫液分布器连通。

[0011] 该技术方案的有益效果在于：烟气在贫液吸收分段中流经第二集液器和第一吸收填料，贫液通过进料管流入贫液分布器，均匀的喷淋到第一吸收填料，在第一吸收填料中烟气与贫液充分接触，使贫液吸收烟气中的二氧化碳。

[0012] 可选地，各所述分段之一为冷却吸收分段，所述集液分段、所述冷却吸收分段和所述贫液吸收分段从下到上依次排列，所述冷却吸收分段用于冷却烟气并吸收烟气中的二氧化碳。

[0013] 该技术方案的有益效果在于：这样，相当于烟气在冷却吸收分段和贫液吸收分段中均能够实现二氧化碳清除，较大程度的减少了烟气中可能出现的二氧化碳残留，当集液分段中设置吸收填料时，贫液在集液分段中也能够吸收烟气中的二氧化碳。

[0014] 可选地，所述冷却吸收分段包括从下到上依次排列的第三集液器、第二吸收填料、吸收冷却液分布器和吸收冷却液进料管，所述第三集液器用于供烟气通过，所述吸收冷却液进料管与所述吸收冷却液分布器连通。

[0015] 该技术方案的有益效果在于：这样，烟气在依次流过冷却吸收分段和贫液吸收分段的过程中，均与贫液充分接触，贫液吸收烟气中的二氧化碳，同时贫液也对烟气进行冷却，这较大程度的减少了最后排出二氧化碳捕集塔的烟气中可能存在的二氧化碳残留，并在排出二氧化碳捕集塔之前较大程度的降低了烟气的温度。

[0016] 可选地，所述烟气洗涤段包括洗涤分段和除沫分段，所述洗涤分段位于所述除沫分段的下方。

[0017] 该技术方案的有益效果在于：对烟气再次洗涤，可较大限度的减小烟气中可能存在的有害成分，使这些有害成分不易从二氧化碳捕集塔中被排出，设置除沫分段，则使二氧化碳捕集塔中的有害物质不易以泡沫的形式从塔中排出。

[0018] 可选地，所述除沫分段包括从下到上依次排列的第四集液器、第一洗涤填料、第一洗涤液分布器、第一洗涤液进料管和丝网除沫器，所述第一洗涤液进料管与所述第一洗涤液分布器连通，所述第四集液器用于供烟气通过。

[0019] 该技术方案的有益效果在于：在除沫分段中烟气依次流经第四集液器和第一洗涤填料，洗涤液通过第一洗涤液进料管进入第一洗涤液分布器，较均匀的分布在第一洗涤填料上，在第一洗涤填料中，烟气与洗涤液充分接触以吸收烟气中的溶液成分，使溶液成分不易随烟气逃逸造成损失及二次污染，丝网除沫器则使烟气中的溶液成分不易以泡沫形式从二氧化碳捕集塔流出，进一步降低溶液成分逃逸及二次污染的可能。

[0020] 可选地，所述洗涤分段包括第五集液器、第二洗涤填料、第二洗涤液分布器和第二洗涤液进料管，所述第二洗涤液分布器与第二洗涤液进料管连通，所述第五集液器用于供烟气通过。

[0021] 该技术方案的有益效果在于：在洗涤分段中烟气依次流经第五集液器和第二洗涤填料，洗涤液通过第二洗涤液进料管进入第二洗涤液分布器，并较均匀的分布在第二洗涤填料上，在第二洗涤填料中，烟气与洗涤液充分接触以吸收烟气中的溶液成分，使溶液不易随烟气逃逸造成损失及二次污染；通过洗涤分段和除沫分段对烟气的两次洗涤和一次除沫，对烟气可能挟带的溶液成分形成三重

拦截，使溶液成分较难随烟气逃逸，在一些较理想的情况下，烟气洗涤段机会可以拦截烟气中挟带的全部溶液成分。

[0022] 可选地，还包括洗涤液循环系统，所述洗涤分段和所述除沫分段均与所述洗涤液循环系统连接，所述洗涤液循环系统用于向所述洗涤分段和所述除沫分段供给洗涤液，且所述洗涤液循环系统用于接收从所述洗涤分段和所述除沫分段流出的洗涤液。

[0023] 该技术方案的有益效果在于：这样，通过洗涤液循环系统可以对洗涤液进行循环再利用，节省成本。

[0024] 本申请提供的技术方案可以达到以下有益效果：

[0025] 本申请所提供的二氧化碳捕集塔，通过将预洗除杂段、二氧化碳吸收段和烟气洗涤段设置在同一个塔，使预洗工序和二氧化碳吸收工序在同一个塔内进行，一个塔只需要一套辅助系统，并且去掉了过去为连接预洗塔和吸收塔而设置的烟气管路和增压风机，因此降低了二氧化碳捕集系统的制造成本，使得项目初期投资较低，控制要求也有所降低；同时，相对于维护预洗塔和吸收塔这两个塔及相应的辅助系统，仅维护二氧化碳捕集塔这一个塔及相应的辅助系统减少了后期运行检修维护的工作量；另外，相对于传统的采用预洗塔和吸收塔这两个塔完成预洗和二氧化碳吸收这两个工序的二氧化碳捕集系统，应用了本申请实施例所提供的二氧化碳捕集塔的二氧化碳捕集系统，预洗和二氧化碳吸收这两个工序一个塔即可完成，有效减小了二氧化碳捕集系统的占地面积，使得二氧化碳捕集系统的布置方式相对较灵活，受场地限制较小；而且，采用预洗塔和吸收塔这两个塔完成预洗和二氧化碳这两个工序，对负荷适应性较差，低负荷工况下能耗较高，但采用本申请所提供的二氧化碳捕集塔操作方便，对负荷适应性较高，低负荷工况下能耗较低。

[0026] 为让本发明的上述和其他目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附图式，作详细说明如下。

## 附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的

附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本申请实施例提供的二氧化碳捕集塔的一种实施方式的结构示意图；

[0029] 图2为本申请实施例提供的二氧化碳捕集塔的一种实施方式的部分结构示意图；

[0030] 图3为本申请实施例提供的带有雾沫捕集装置的液体收集器的示意图；

[0031] 图4为本申请实施例提供的带有雾沫捕集装置的液体收集器的示意图。

[0032] 附图标记：

[0033] 01-烟气洗涤段； 02-二氧化碳吸收段；

[0034] 03-预洗液分布器； 04-预洗除杂段；

[0035] 05-第二洗涤液分布器； 06-第二集液器；

[0036] 07-吸收冷却液分布器； 08-第三集液器；

[0037] 09-液体收集器； 10-除杂填料；

[0038] 11-支撑梁； 12-第一集液器；

[0039] 13-气体分布器； 14-支撑格栅；

[0040] 15-压板； 16-预洗液进料管；

[0041] 17-吸收填料； 18-第二吸收填料；

[0042] 19-吸收冷却液进料管； 20-第一吸收填料；

[0043] 21-贫液分布器； 22-第二洗涤液进料管；

[0044] 23-第一洗涤液分布器； 24-第一洗涤液进料管；

[0045] 25-丝网除沫器； 26-贫液进料管；

[0046] 27-第四集液器； 28-第一洗涤填料；

[0047] 29-第五集液器； 30-第二洗涤填料；

[0048] 1-底板； 2-升气管；

[0049] 3-升气帽； 5-翻边；

[0050] 4-雾沫捕集装置。

## 具体实施方式

[0051] 下面将结合附图对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

[0052] 在本申请的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0053] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0054] 如图1和图2所示，本申请的一个方面提供一种二氧化碳捕集塔，包括在竖直方向上从下到上依次排列的预洗除杂段04、二氧化碳吸收段02和烟气洗涤段01，以使烟气能够依次流经预洗除杂段04、二氧化碳吸收段02和烟气洗涤段01，在所述预洗除杂段04上设置有二氧化碳捕集塔烟气入口，在所述洗涤段上设置有二氧化碳捕集塔烟气出口。

[0055] 在使用时，来自脱硫后的烟气从二氧化碳捕集塔烟气入口进入预洗除杂段04，依次流经预洗除杂段04、二氧化碳吸收段02和烟气洗涤段01，最后从二氧化碳捕集塔烟气出口流出二氧化碳捕集塔，在预洗除杂段04中对烟气进行预处理，除去烟气中挟带的微量石膏等杂质，烟气在二氧化碳吸收段02中自下向上流动，与从上部喷淋入塔的贫液逆流接触，使二氧化碳得到脱除，烟气进入烟气洗涤段01，在烟气洗涤段01通过直接喷淋水洗，回收烟气携带的溶液成分，使溶液不易随烟气的逃逸造成损失及二次污染，最后从二氧化碳捕集塔排出的是脱碳烟

气。本申请实施例中，将尚未吸收二氧化碳的胺溶液称为贫液，胺溶液吸收二氧化碳之后称为富液，贫液也可称为碳捕集吸收溶液。

[0056] 本申请所提供的二氧化碳捕集塔，通过将预洗除杂段04、二氧化碳吸收段02和烟气洗涤段01设置在同一个塔，使预洗工序和二氧化碳吸收工序在同一个塔内进行，一个塔只需要一套辅助系统(包括但不限于底部支撑系统)，并且去掉了过去为连接预洗塔和吸收塔而设置的烟气管路和增压风机，因此降低了二氧化碳捕集系统的制造成本，使得项目初期投资较低，控制要求也有所降低；同时，相对于维护预洗塔和吸收塔这两个塔及相应的辅助系统，仅维护二氧化碳捕集塔这一个塔及相应的辅助系统减少了后期运行检修维护的工作量；另外，相对于传统的采用预洗塔和吸收塔这两个塔完成预洗和二氧化碳吸收这两个工序的二氧化碳捕集系统，应用了本申请实施例所提供的二氧化碳捕集塔的二氧化碳捕集系统，预洗和二氧化碳吸收这两个工序一个塔即可完成，有效减小了二氧化碳捕集系统的占地面积，使得二氧化碳捕集系统的布置方式相对较灵活，受场地限制较小；而且，采用预洗塔和吸收塔这两个塔完成预洗和二氧化碳这两个工序，对负荷适应性较差，低负荷工况下能耗较高，但采用本申请所提供的二氧化碳捕集塔操作方便，对负荷适应性较高，低负荷工况下能耗较低。

[0057] 可选地，所述预洗除杂段04包括从下到上依次排列的气体分布器13、第一集液器12、除杂填料10、预洗液分布器03和预洗液进料管16，所述预洗液进料管16与所述预洗液分布器03连通以通过所述预洗液进料管16向所述预洗液分布器03供给用于预洗烟气的预洗液。通过气体分布器13使烟气进入预洗除杂段04后能够在预洗除杂段04中相对均匀的分布，预洗液从预洗液进料管16进入预洗液分布器03，并通过预洗液分布器03相对均匀的分布，在除杂填料10中预洗液与烟气充分接触，实现对微量石膏等杂质的清除，完成除杂的预洗液落入第一集液器12中进行收集；预洗液分布器03优选为液体喷淋设备。

[0058] 可选地，所述二氧化碳吸收段02包括在竖直方向上排列的多个分段，各所述分段之一为集液分段，在各所述分段中所述集液分段位于最下方，所述集液分段包括液体收集器09，所述液体收集器09包括雾沫捕集件。本申请实施例中所述的雾沫捕集件为雾沫捕集器或其他雾沫捕集装置；通过采用雾沫捕集件，有效防

止贫液漏液到预洗除杂段04。优选的，集液分段还包括吸收填料17，吸收填料17设置在液体收集器09的上方，集液分段中的烟气依次流过液体收集器09和吸收填料17，从上方流入集液分段的贫液在吸收填料17中与烟气充分接触，使贫液能够吸收烟气中的二氧化碳。

[0059] 如图3、图4所示，为本申请一实施例提供的带有雾沫捕集装置的液体收集器，包含底板1，升气管2，升气帽3，升气帽含顶板和翻边5，并且升气帽的翻边5向下，雾沫捕集装置4设置于升气管和升气帽5翻边之间形成的空间。

[0060] 本发明通过在升气管2和升气帽翻边5之间设置雾沫捕集装置4，防止了液体收集器上方和下方的液体返混。

[0061] 可选地，各所述分段之一为贫液吸收分段，所述贫液吸收分段包括从下到上依次排列的第二集液器06、第一吸收填料20、贫液分布器21和贫液进料管26，所述第二集液器06用于供烟气通过，所述贫液进料管26与所述贫液分布器21连通。可以理解的，贫液吸收分段与集液分段并非同一个分段；第二集液器06优选为升气帽集液器；烟气在贫液吸收分段中流经第二集液器06和第一吸收填料20，贫液通过进料管流入贫液分布器21，均匀的喷淋到第一吸收填料20，在第一吸收填料20中烟气与贫液充分接触，使贫液吸收烟气中的二氧化碳；贫液分布器21优选为液体喷淋设备。

[0062] 可选地，各所述分段之一为冷却吸收分段，所述集液分段、所述冷却吸收分段和所述贫液吸收分段从下到上依次排列，所述冷却吸收分段用于冷却烟气并吸收烟气中的二氧化碳。这样，相当于烟气在冷却吸收分段和贫液吸收分段中均能够实现二氧化碳清除，较大程度的减少了烟气中可能出现的二氧化碳残留，当集液分段中设置吸收填料17时，贫液在集液分段中也能够吸收烟气中的二氧化碳。

[0063] 可选地，所述冷却吸收分段包括从下到上依次排列的第三集液器08、第二吸收填料18、吸收冷却液分布器07和吸收冷却液进料管19，所述第三集液器08用于供烟气通过，所述吸收冷却液进料管19与所述吸收冷却液分布器07连通。本申请实施例中，优选的采用同样作为贫液的胺溶液作为吸收冷却液，这样，烟气在依次流过冷却吸收分段和贫液吸收分段的过程中，均与贫液充分接触，贫液吸收

烟气中的二氧化碳，同时贫液也对烟气进行冷却，这较大程度的减少了最后排出二氧化碳捕集塔的烟气中可能存在的二氧化碳残留，并在排出二氧化碳捕集塔之前较大程度的降低了烟气的温度。第三集液器08优选为升气帽集液器；吸收冷却液分布器07优选为液体喷淋设备。

[0064] 可选地，所述烟气洗涤段01包括洗涤分段和除沫分段，所述洗涤分段位于所述除沫分段的下方。对烟气再次洗涤，可较大限度的减小烟气中可能存在的有害成分，使这些有害成分不易从二氧化碳捕集塔中被排出，设置除沫分段，则使二氧化碳捕集塔中的有害物质不易以泡沫的形式从塔中排出。

[0065] 可选地，所述除沫分段包括从下到上依次排列的第四集液器27、第一洗涤填料28、第一洗涤液分布器23、第一洗涤液进料管24和丝网除沫器25，所述第一洗涤液进料管24与所述第一洗涤液分布器23连通，所述第四集液器27用于供烟气通过。本申请实施例中，第四集液器27优选为升气帽集液器，第一洗涤液分布器23优选为液体喷淋设备。在除沫分段中烟气依次流经第四集液器27和第一洗涤填料28，洗涤液通过第一洗涤液进料管24进入第一洗涤液分布器23，较均匀的分布在第一洗涤填料28上，在第一洗涤填料28中，烟气与洗涤液充分接触以吸收烟气中的溶液成分，使溶液成分不易随烟气逃逸造成损失及二次污染，丝网除沫器25则使烟气中的溶液成分不易以泡沫形式从二氧化碳捕集塔流出，进一步降低溶液成分逃逸及二次污染的可能。

[0066] 可选地，所述洗涤分段包括第五集液器29、第二洗涤填料30、第二洗涤液分布器05和第二洗涤液进料管22，所述第二洗涤液分布器05与第二洗涤液进料管22连通，所述第五集液器29用于供烟气通过。本申请实施例中，第五集液器29优选为升气帽集液器，第二洗涤液分布器05优选为液体喷淋设备。在洗涤分段中烟气依次流经第五集液器29和第二洗涤填料30，洗涤液通过第二洗涤液进料管22进入第二洗涤液分布器05，并较均匀的分布在第二洗涤填料30上，在第二洗涤填料30中，烟气与洗涤液充分接触以吸收烟气中的溶液成分，使溶液不易随烟气逃逸造成损失及二次污染；通过洗涤分段和除沫分段对烟气的两次洗涤和一次除沫，对烟气可能挟带的溶液成分形成三重拦截，使溶液成分较难随烟气逃逸，

在一些较理想的情况下，烟气洗涤段01机会可以拦截烟气中挟带的全部溶液成分。

[0067] 可选地，本申请实施例所提供的二氧化碳捕集塔，还包括洗涤液循环系统，所述洗涤分段和所述除沫分段均与所述洗涤液循环系统连接，所述洗涤液循环系统用于向所述洗涤分段和所述除沫分段供给洗涤液，且所述洗涤液循环系统用于接收从所述洗涤分段和所述除沫分段流出的洗涤液。这样，通过洗涤液循环系统可以对洗涤液进行循环再利用，节省成本；优选的，使洗涤液循环系统具有补水功能，当出现洗涤液损失时，可以补充作为洗涤液的除盐水。

[0068] 优选的，本申请实施例中所为各填料均提供了用于支撑和固定填料的附属组件，附属组件可包括支撑梁11、支撑格栅14和压板15等，例如，本申请实施例中，预洗除杂段04还包括支撑梁11、支撑格栅14和压板15，并使气体分布器13、第一集液器12、支撑梁11、支撑格栅14、除杂填料10、压板15、预洗液分布器03和预洗液进料管16从下到上依次排列，支撑梁11和支撑格栅14用于支撑除杂填料10，压板15则用来压紧除杂填料10。本申请实施例中，烟气洗涤段01和预洗除杂段04所采用的填料优选为PP(中文名称为聚丙烯)材料，二氧化碳吸收段02所采用的填料优选为304不锈钢材质，如304不锈钢规整波纹填料、304不锈钢规整填料或304金属蜂窝斜板填料等。本申请实施例中预洗液优选为低浓度氢氧化钠水溶液，即碱液。

[0069] 为了更好的说明本申请所提供的二氧化碳捕集塔，本申请还提供一种二氧化碳捕集塔的应用实例，在该应用实例中，预洗除杂段04还称为预洗段，二氧化碳吸收段02还称为吸收段，烟气洗涤段01还称为洗涤段，支撑梁11还称为填料支撑梁，二氧化碳捕集塔还称为复合吸收塔。该应用实例具体如下：

[0070] 本应用实例涉及一种用于二氧化碳捕集的新型复合吸收塔，兼具传统工艺中的预洗塔和吸收塔的功能，即烟气在CO2复合吸收塔内经过洗涤、降温、回收CO2，再洗涤、降温后从CO2复合吸收塔顶部排放。

[0071] 烟气CO2捕集的基本工艺流程主要由三部分组成：以吸收塔为中心，辅以预洗、气水分离及增压设备；以再生塔和再沸器为中心，辅以再生气、冷却气以

及分离器和回流系统；介于以上两者之间的部分，主要有富CO2吸收液、再生吸收液换热系统以及过滤系统。

[0072] 出口排放的烟气温度约为48℃，为胺溶液理想吸收温度区间。在预洗塔中对烟气进行预处理，除去烟气携带的微量石膏等杂质。使用增压风机克服气体通过预处理系统和吸收塔时的阻力。

[0073] 在吸收塔中，烟气自下向上流动，与从上部喷淋入塔的胺溶液逆流接触，使CO2得到脱除，尾气由塔顶排入大气。为了防止溶液随烟气的逃逸造成损失及二次污染，吸收塔顶部设置尾气洗涤段，通过直接喷淋水洗，回收烟气携带的溶液成分。洗涤水循环利用，当捕集系统需要补水时，首先将洗涤水作系统补水，损失的洗涤水由除盐水补充。

[0074] 吸收CO2后的富液由塔底经泵送入贫富液换热器，喷淋进入再生塔上部，通过汽提解吸部分CO2。经汽提解吸后的半贫液进入再沸器，使其中CO2进一步解吸。经再沸器解吸CO2后的贫液由再生塔底流出，经贫富液换热器、贫液冷却器冷却后，进入吸收塔循环使用。溶剂往返循环构成连续吸收和解吸CO2的工艺过程。

[0075] 解吸出的CO2连同水蒸气经冷却后，分离除去水分后得到高纯度的CO2气，送入之后的压缩系统。再生气中被冷凝分离出来的冷凝水，用泵送至再生塔，对再生塔内温度进行调节。

[0076] 为了维持溶液清洁，约10−15％的贫液经过活性炭过滤器过滤；为处理系统的降解产物，设置溶液净化回收系统，需要时，将部分贫液送入净化回收系统，加入定配的碱液进行净化回收。

[0077] 在上述工艺中，预洗塔和吸收塔分开设置，存在以下问题：1)双塔及其相对完整的辅助系统配置致使系统流程相对复杂，控制要求高，项目初投资高，后期运行检修维护工作量大；2)由于设置两个塔，占地面积较单塔大，应用受场地制约明显；3)对负荷适应性较差，低负荷工况下能耗较高。

[0078] 本应用实例提出的复合吸收塔，将预洗塔和吸收塔合二为一，来自机组脱硫系统后的烟气首先进入复合吸收塔的预洗段，对烟气进行预处理，除去烟气携带的微量石膏等杂质；然后再进入复合吸收塔的吸收段，进行脱碳处理；最后烟

气再进入洗涤段，回收烟气携带的溶液成分。即烟气在CO2复合吸收塔内经过洗涤、降温、回收CO2，再洗涤、降温后从CO2复合吸收塔顶部进行排放。

[0079] 与双塔(预洗塔和吸收塔)相比，复合吸收塔的优点：1)双塔合一，碳捕集系统流程相对简单，项目初投资较低，后期运行的检修维护工作量较小；2)占地面积较单塔小，应用受场地制约程度小；3)操作方便，对负荷适应性较高，低负荷工况下能耗较低。

[0080] 复合吸收塔从下至上包括预洗段、吸收段和洗涤段，烟气从塔底部进入复合吸收塔，其中，各个部分的作用如下：

[0081] (1)在预洗段，对烟气进行预处理，除去烟气携带的微量石膏等杂质。

[0082] (2)在吸收段，烟气自下向上流动，与从上部喷淋入塔的碳捕集吸收溶液逆流接触，使CO2得到脱除，尾气进入洗涤段。

[0083] (3)在预洗段和吸收段设置带有雾沫捕集装置的液体收集器，防止捕集溶液漏液到预洗段。

[0084] (4)在洗涤段，通过直接喷淋水洗，回收烟气携带的溶液成分，避免溶液随烟气的逃逸造成损失及二次污染。洗涤水可循环利用，当捕集系统需要补水时，首先将洗涤水作系统补水，损失的洗涤水由除盐水补充。

[0085] 复合吸收塔的详细方案，各段具体结构如下：

[0086] (1)预洗段(Bed6)，结构布置从下到上依次应是气体分布器、集液器、填料支撑梁、支撑格栅、填料、压板、液体分布器、进料管；

[0087] (2)吸收段(Bed3−5)，Bed5的结构布置从下到上依次应是集液器、填料及其附属组件；Bed4的结构布置依次应是集液器、填料及其附属组件、液体分布器、中间吸收冷却进料管；Bed3的结构布置依次应是集液器、填料及其附属组件、液体分布器、贫液进料管；

[0088] (3)尾气洗涤段(Bed1−2)，Bed2的结构布置依次应是集液器、填料及其附属组件、液体分布器、下段洗涤液进料管；Bed1的结构布置依次应是集液器、填料及其附属组件、液体分布器、上段洗涤液进料管、丝网除沫器及其附属组件。

[0089] 本应用实例提出的复合吸收塔，将预洗塔和吸收塔合二为一，来自机组脱硫系统后的烟气首先进入复合吸收塔的预洗段，对烟气进行预处理，除去烟气携带

的微量石膏等杂质；然后再进入吸收塔，进行脱碳处理；最后烟气再进入洗涤段，回收烟气携带的溶液成分。即烟气在CO2复合吸收塔内经过洗涤，降温、回收CO2，再洗涤、降温后从CO2复合吸收塔顶部进行排放。

[0090] 与双塔(预洗塔和吸收塔)相比，复合吸收塔的优点：1)双塔合一，碳捕集系统流程相对简单，项目初投资较低，后期运行的检修维护工作量较小；2)占地面积较单塔小，应用受场地制约程度小；3)操作方便，对负荷适应性较高，低负荷工况下能耗较低。

[0091] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明，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，或者对其中部分或者全部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申请各实施例技术方案的范围。

# 权利要求书

[权利要求 1] 1.二氧化碳捕集塔，其特征在于，包括在竖直方向上从下到上依次排列的预洗除杂段、二氧化碳吸收段和烟气洗涤段，以使烟气能够依次流经预洗除杂段、二氧化碳吸收段和烟气洗涤段，在所述预洗除杂段上设置有二氧化碳捕集塔烟气入口，在所述洗涤段上设置有二氧化碳捕集塔烟气出口。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述预洗除杂段包括从下到上依次排列的气体分布器、第一集液器、除杂填料、预洗液分布器和预洗液进料管，所述预洗液进料管与所述预洗液分布器连通以通过所述预洗液进料管向所述预洗液分布器供给用于预洗烟气的预洗液。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述二氧化碳吸收段包括在竖直方向上排列的多个分段，各所述分段之一为集液分段，在各所述分段中所述集液分段位于最下方，所述集液分段包括液体收集器，所述液体收集器包括雾沫捕集件。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，各所述分段之一为贫液吸收分段，所述贫液吸收分段包括从下到上依次排列的第二集液器、第一吸收填料、贫液分布器和贫液进料管，所述第二集液器用于供烟气通过，所述贫液进料管与所述贫液分布器连通。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，各所述分段之一为冷却吸收分段，所述集液分段、所述冷却吸收分段和所述贫液吸收分段从下到上依次排列，所述冷却吸收分段用于冷却烟气并吸收烟气中的二氧化碳。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述冷却吸收分段包括从下到上依次排列的第三集液器、第二吸收填料、吸收冷却液分布器和吸收冷却液进料管，所述第三集液器用于供烟气通过，所述吸收冷却液进料管与所述吸收冷却液分布器连通。

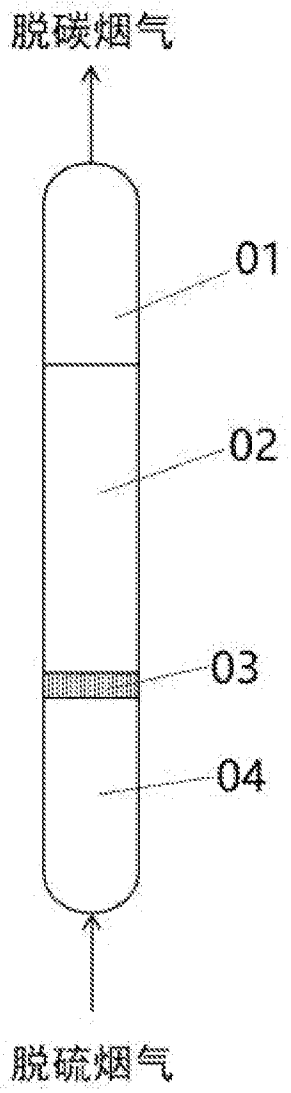
[权利要求 7] 根据权利要求1-6中任意一项所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述烟气洗涤段包括洗涤分段和除沫分段，所述洗涤分段位于所述除沫分段的下方。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述除沫分段包括从下到上依次排列的第四集液器、第一洗涤填料、第一洗涤液分布器、第一洗涤液进料管和丝网除沫器，所述第一洗涤液进料管与所述第一洗涤液分布器连通，所述第四集液器用于供烟气通过。

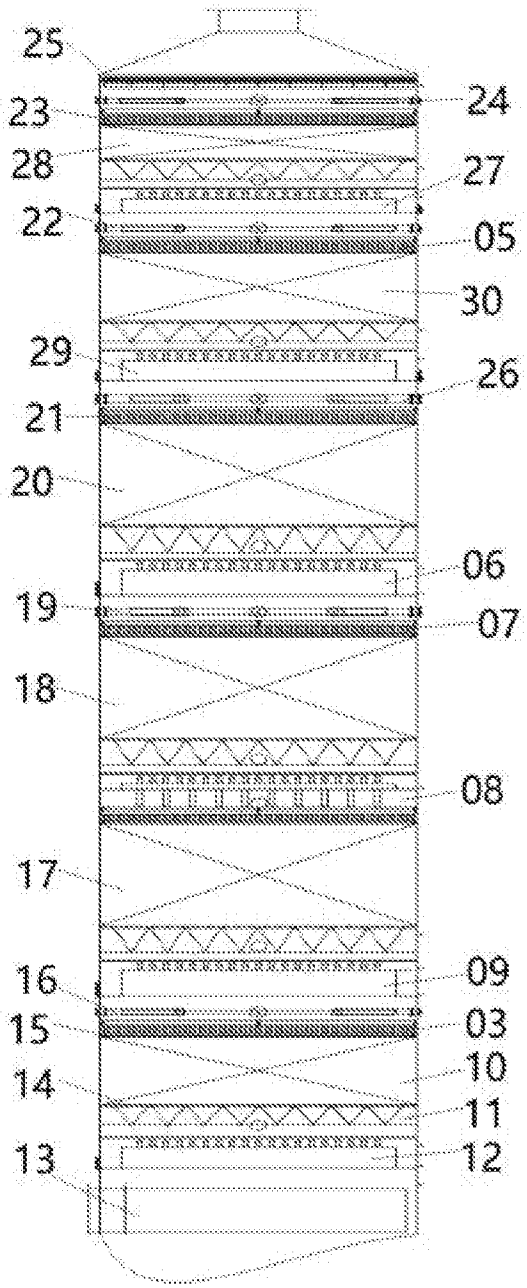
[权利要求 9] 根据权利要求7所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，所述洗涤分段包括第五集液器、第二洗涤填料、第二洗涤液分布器和第二洗涤液进料管，所述第二洗涤液分布器与第二洗涤液进料管连通，所述第五集液器用于供烟气通过。

[权利要求 10] 根据权利要求7所述的二氧化碳捕集塔，其特征在于，还包括洗涤液循环系统，所述洗涤分段和所述除沫分段均与所述洗涤液循环系统连接，所述洗涤液循环系统用于向所述洗涤分段和所述除沫分段供给洗涤液，且所述洗涤液循环系统用于接收从所述洗涤分段和所述除沫分段流出的洗涤液。

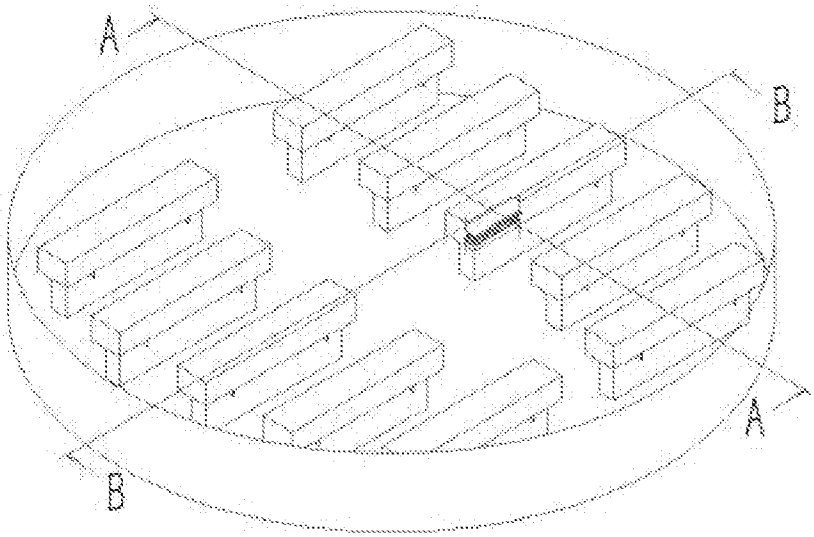
[图1]



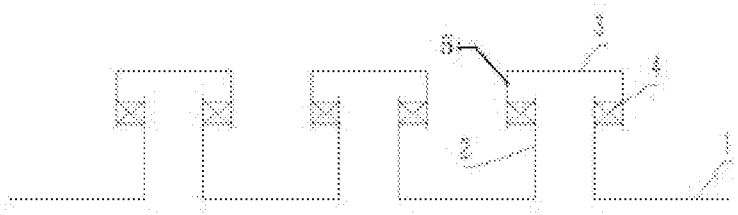
[图2]


25
23
28
22
29
21
20
19
18
17
16
15
14
13
24
27
05
30
26
06
07
08
09
03
10
11
12

[图3]




[图4]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/CN2024/096380**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/18(2006.01)i; B01D53/14(2006.01)i; B01D53/26(2006.01)i; B01D47/14(2006.01)i; B01D47/12(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: B01D

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)

CJFD, CNTXT, DWPI, ENTXT, ENTXTC, VEN, WPABS, WPABSC, CNKI: 二氧化碳, CO2, 捕集, 吸收, 填料, 喷淋, 喷雾, 洗涤, 预洗, 预处理, 除杂, 除沫, 除雾, carbon, dioxide, capture, absorb+, absorp+, padding, filler?, packing, spray, scrub+, pretreat+, remov+, dust, demist, deentrainment, fog, mist, separat+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| PX | CN 116510469 A (CHINA HUANENG GROUP CLEANING ENERGY TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 01 August 2023 (2023-08-01)<br>claims 1-10 | 1-10 |
| X | CN 115999336 A (CEEG GUANGDONG ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 25 April 2023 (2023-04-25)<br>description, paragraphs [0030]-[0041], and figure 1 | 1-10 |
| X | CN 104797321 A (THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG) 22 July 2015 (2015-07-22)<br>description, paragraphs [0016]-[0019] and [0022], and figure 1 | 1-10 |
| X | CN 110131742 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.) 16 August 2019 (2019-08-16)<br>description, specific embodiments | 1-10 |
| Y | WO 2011009902 A1 (HITACHI POWER EUROPE GMBH) 27 January 2011 (2011-01-27)<br>claims 1-13, and figure 2 | 1-10 |
| Y | CN 113521966 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 22 October 2021 (2021-10-22)<br>description, paragraphs [0132]-[0140], and figure 7 | 1-10 |

☑ 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 |
|---|---|
| **15 August 2024** | **20 August 2024** |

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

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/CN2024/096380**

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | US 2011168020 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 14 July 2011 (2011-07-14)<br>description, paragraphs [0015]-[0046], and figures 1-2 | 1-10 |
| A | JP 2014033991 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES LTD. et al.) 24 February 2014 (2014-02-24)<br>entire document | 1-10 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/CN2024/096380**

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CN | 116510469 | A | 01 August 2023 | CN | 220370750 | U | 23 January 2024 |
| CN | 115999336 | A | 25 April 2023 | None | | | |
| CN | 104797321 | A | 22 July 2015 | JP | 2016502462 | A | 28 January 2016 |
| | | | | KR | 20150086352 | A | 27 July 2015 |
| | | | | WO | 2014079654 | A1 | 30 May 2014 |
| | | | | US | 2015316259 | A1 | 05 November 2015 |
| | | | | DE | 102012111185 | A1 | 22 May 2014 |
| | | | | EP | 2922613 | A1 | 30 September 2015 |
| CN | 110131742 | A | 16 August 2019 | None | | | |
| WO | 2011009902 | A1 | 27 January 2011 | DE | 102009034548 | A1 | 07 April 2011 |
| CN | 113521966 | A | 22 October 2021 | CN | 215463249 | U | 11 January 2022 |
| | | | | US | 2023033705 | A1 | 02 February 2023 |
| | | | | US | 11980844 | B2 | 14 May 2024 |
| US | 2011168020 | A1 | 14 July 2011 | MA | 33943 | B1 | 02 January 2013 |
| | | | | WO | 2011087972 | A1 | 21 July 2011 |
| | | | | JP | 2013517126 | A | 16 May 2013 |
| | | | | JP | 5881617 | B2 | 09 March 2016 |
| | | | | CA | 2786997 | A1 | 21 July 2011 |
| | | | | CA | 2786997 | C | 17 March 2015 |
| | | | | AU | 2011205517 | A1 | 09 August 2012 |
| | | | | AU | 2011205517 | B2 | 19 May 2016 |
| | | | | PL | 2523742 | T3 | 29 September 2017 |
| | | | | KR | 20120098929 | A | 05 September 2012 |
| | | | | KR | 101441512 | B1 | 03 November 2014 |
| | | | | EP | 2523742 | A1 | 21 November 2012 |
| | | | | EP | 2523742 | B1 | 12 April 2017 |
| | | | | ES | 2627584 | T3 | 28 July 2017 |
| | | | | MX | 2012008121 | A | 12 September 2012 |
| | | | | MX | 338470 | B | 18 April 2016 |
| | | | | SG | 182503 | A1 | 30 August 2012 |
| | | | | IL | 220897 | A0 | 24 September 2012 |
| | | | | IL | 220897 | A | 30 November 2016 |
| | | | | RU | 2012131551 | A | 27 January 2014 |
| | | | | RU | 2558361 | C2 | 10 August 2015 |
| | | | | US | 9314734 | B2 | 19 April 2016 |
| | | | | SG | 10201502865 | RA | 28 May 2015 |
| | | | | SG | 10201502866 | PA | 29 June 2015 |
| | | | | BR | 112012017438 | A2 | 19 April 2016 |
| | | | | BR | 112012017438 | B1 | 04 February 2020 |
| | | | | ZA | 201205533 | B | 25 September 2013 |
| JP | 2014033991 | A | 24 February 2014 | DK | 2893970 | T3 | 30 July 2018 |
| | | | | US | 2015182906 | A1 | 02 July 2015 |
| | | | | US | 9914088 | B2 | 13 March 2018 |
| | | | | EP | 2893970 | A1 | 15 July 2015 |
| | | | | EP | 2893970 | A4 | 30 March 2016 |
| | | | | EP | 2893970 | B1 | 16 May 2018 |
| | | | | JP | 6004821 | B2 | 12 October 2016 |
| | | | | AU | 2013300927 | A1 | 22 January 2015 |
| | | | | AU | 2013300927 | B2 | 03 March 2016 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/CN2024/096380**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| | | CA 2877926 A1 | 13 February 2014 |
| | | CA 2877926 C | 17 January 2017 |
| | | WO 2014024548 A1 | 13 February 2014 |

# 国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/096380

A. 主题的分类

B01D53/18(2006.01)i；B01D53/14(2006.01)i；B01D53/26(2006.01)i；B01D47/14(2006.01)i；B01D47/12(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: B01D

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））

CJFD，CNTXT，DWPI，ENTXT，ENTXTC，VEN，WPABS，WPABSC，CNKI: 二氧化碳，CO2，捕集，吸收，填料，喷淋，喷雾，洗涤，预洗，预处理，除杂，除沫，除雾，carbon，dioxide，capture，absorb+，absorp+，padding，filler?，packing，spray，scrub+，pretreat+，remov+，dust，demist，deentrainment，fog，mist，separat+

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 |
|---|---|---|
| PX | CN 116510469 A (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 等) 2023年8月1日 (2023 - 08 - 01)<br>权利要求1-10 | 1-10 |
| X | CN 115999336 A (中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25)<br>说明书第[0030]-[0041]段，附图1 | 1-10 |
| X | CN 104797321 A (蒂森克虏伯工业解决方案股份公司) 2015年7月22日 (2015 - 07 - 22)<br>说明书第[0016]-[0019]、[0022]段，附图1 | 1-10 |
| X | CN 110131742 A (清华大学 等) 2019年8月16日 (2019 - 08 - 16)<br>说明书具体实施方式 | 1-10 |
| Y | WO 2011009902 A1 (HITACHI POWER EUROPE GMB) 2011年1月27日 (2011 - 01 - 27)<br>权利要求1-13，附图2 | 1-10 |

☑ 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15日 | 2024年8月20日 |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中国国家知识产权局<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 | 受权官员<br>刘天佐<br>电话号码 (+86) 010-62084793 |

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 |
|---|---|---|
| Y | CN 113521966 A (浙江大学) 2021年10月22日 (2021 - 10 - 22)<br>说明书第[0132]-[0140]段，附图7 | 1-10 |
| Y | US 2011168020 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 2011年7月14日 (2011 - 07 - 14)<br>说明书第[0015]-[0046]，附图1-2 | 1-10 |
| A | JP 2014033991 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD 等) 2014年2月24日 (2014 - 02 - 24)<br>全文 | 1-10 |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/096380

| 检索报告引用的专利文件 | | | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | | | 公布日<br>(年/月/日) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CN | 116510469 | A | 2023年8月1日 | CN | 220370750 | U | 2024年1月23日 |
| CN | 115999336 | A | 2023年4月25日 | | 无 | | |
| CN | 104797321 | A | 2015年7月22日 | JP | 2016502462 | A | 2016年1月28日 |
| | | | | KR | 20150086352 | A | 2015年7月27日 |
| | | | | WO | 2014079654 | A1 | 2014年5月30日 |
| | | | | US | 2015316259 | A1 | 2015年11月5日 |
| | | | | DE | 102012111185 | A1 | 2014年5月22日 |
| | | | | EP | 2922613 | A1 | 2015年9月30日 |
| CN | 110131742 | A | 2019年8月16日 | | 无 | | |
| WO | 2011009902 | A1 | 2011年1月27日 | DE | 102009034548 | A1 | 2011年4月7日 |
| CN | 113521966 | A | 2021年10月22日 | CN | 215463249 | U | 2022年1月11日 |
| | | | | US | 2023033705 | A1 | 2023年2月2日 |
| | | | | US | 11980844 | B2 | 2024年5月14日 |
| US | 2011168020 | A1 | 2011年7月14日 | MA | 33943 | B1 | 2013年1月2日 |
| | | | | WO | 2011087972 | A1 | 2011年7月21日 |
| | | | | JP | 2013517126 | A | 2013年5月16日 |
| | | | | JP | 5881617 | B2 | 2016年3月9日 |
| | | | | CA | 2786997 | A1 | 2011年7月21日 |
| | | | | CA | 2786997 | C | 2015年3月17日 |
| | | | | AU | 2011205517 | A1 | 2012年8月9日 |
| | | | | AU | 2011205517 | B2 | 2016年5月19日 |
| | | | | PL | 2523742 | T3 | 2017年9月29日 |
| | | | | KR | 20120098929 | A | 2012年9月5日 |
| | | | | KR | 101441512 | B1 | 2014年11月3日 |
| | | | | EP | 2523742 | A1 | 2012年11月21日 |
| | | | | EP | 2523742 | B1 | 2017年4月12日 |
| | | | | ES | 2627584 | T3 | 2017年7月28日 |
| | | | | MX | 2012008121 | A | 2012年9月12日 |
| | | | | MX | 338470 | B | 2016年4月18日 |
| | | | | SG | 182503 | A1 | 2012年8月30日 |
| | | | | IL | 220897 | A0 | 2012年9月24日 |
| | | | | IL | 220897 | A | 2016年11月30日 |
| | | | | RU | 2012131551 | A | 2014年1月27日 |
| | | | | RU | 2558361 | C2 | 2015年8月10日 |
| | | | | US | 9314734 | B2 | 2016年4月19日 |
| | | | | SG | 10201502865 | RA | 2015年5月28日 |
| | | | | SG | 10201502866 | PA | 2015年6月29日 |
| | | | | BR | 112012017438 | A2 | 2016年4月19日 |
| | | | | BR | 112012017438 | B1 | 2020年2月4日 |
| | | | | ZA | 201205533 | B | 2013年9月25日 |
| JP | 2014033991 | A | 2014年2月24日 | DK | 2893970 | T3 | 2018年7月30日 |
| | | | | US | 2015182906 | A1 | 2015年7月2日 |
| | | | | US | 9914088 | B2 | 2018年3月13日 |
| | | | | EP | 2893970 | A1 | 2015年7月15日 |
| | | | | EP | 2893970 | A4 | 2016年3月30日 |
| | | | | EP | 2893970 | B1 | 2018年5月16日 |
| | | | | JP | 6004821 | B2 | 2016年10月12日 |
| | | | | AU | 2013300927 | A1 | 2015年1月22日 |
| | | | | AU | 2013300927 | B2 | 2016年3月3日 |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/096380

| 检索报告引用的专利文件 | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | | | 公布日<br>(年/月/日) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CA | 2877926 | A1 | 2014年2月13日 |
| | | CA | 2877926 | C | 2017年1月17日 |
| | | WO | 2014024548 | A1 | 2014年2月13日 |