



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101977667 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200980110954. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 03. 19

B01D 53/62 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/038494 2008. 03. 21 US

12/406360 2009. 03. 18 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/037618 2009. 03. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02009/117550 EN 2009. 09. 24

(71) 申请人 阿尔斯托姆科技有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 N·B·汉达加马 刘征

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 徐晶 林毅斌

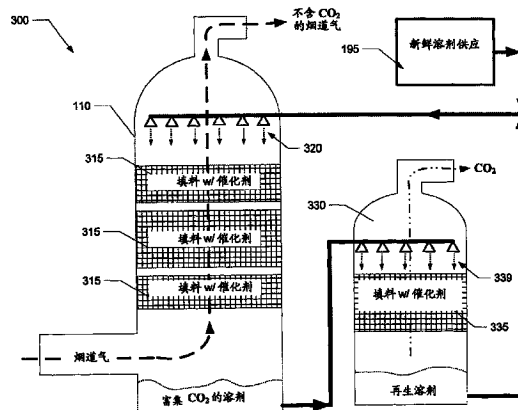
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用于提高混合气流中 CO₂ 去除的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供用于从烟道气流中除去 CO₂ 的基于溶剂的烟道气处理系统, 其中提供涂覆在支撑结构上的催化剂。所选催化剂能够保留 CO₂ 至少一段时间, 因此增加 CO₂ 和溶剂的驻留时间。



1. 一种烟道气处理系统,其包括:
经构造以接收含二氧化碳的混合气流并使其与溶剂接触的吸收器塔;且
所述吸收器塔包括涂覆有催化剂的填充材料。
2. 权利要求 1 的系统,其中所述催化剂为非均相催化剂。
3. 权利要求 1 的系统,其中所述烟道气系统为基于胺的烟道气处理系统。
4. 权利要求 3 的系统,其中提供所述催化剂以促进用胺捕获烟道气流内的二氧化碳。
5. 权利要求 1 的系统,其中所述混合气系统为基于氨的混合气处理系统。
6. 一种混合气处理系统,其包括:
经构造以接收富集二氧化碳的胺流的再生塔;且所述再生塔包括涂覆 / 固定有催化剂
的填充材料。
7. 权利要求 6 的系统,其中所述催化剂为非均相催化剂。
8. 一种混合气处理系统,其包括:
经构造以接收富集二氧化碳的氨流的再生塔;且
所述再生塔包括涂覆有催化剂的填充材料。
9. 权利要求 8 的系统,其中所述催化剂为非均相催化剂。
10. 一种混合气处理系统,其包括经构造以接收烟道气流的吸收器塔和包括催化剂的
胺供料。
11. 权利要求 10 的系统,其中所述吸收器塔经构造以使所述烟道气流接触来自所述胺
供料的胺 / 催化剂。
12. 一种混合气处理系统,其包括:
经构造以接收烟道气流的吸收器塔;且
所述吸收器塔包括涂覆 / 固定有催化剂的填充材料,所述催化剂可用于使吸附到其表
面上的 CO_2 活化并催化胺与 CO_2 的碳酸化 (carbonation) / 双碳酸化和碳化 (carbomation)。
13. 一种混合气处理系统,其包括:
经构造以接收富集二氧化碳的胺流的再生塔;且所述再生塔包括涂覆 / 固定有催化剂
的填充材料,所述催化剂可用于催化由胺与 CO_2 的碳酸化 / 双碳酸化和碳化形成的产物的
分解。
14. 一种混合气处理系统,其包括:
经构造以接收富集二氧化碳的氨流的再生塔;且
所述再生塔包括涂覆 / 固定有催化剂的填充材料,所述催化剂可用于催化由氨与 CO_2
的反应 / 相互作用形成的产物的分解。
15. 一种混合气处理系统,其包括经构造以接收烟道气流和包含催化剂的胺供料的吸
收器塔,所述催化剂可用以催化在低温下使用胺 / 氨进行的 CO_2 捕获以及在高温下由氨与
 CO_2 的反应 / 相互作用形成的产物的分解。

用于提高混合气流中 CO₂ 去除的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2008 年 3 月 21 日提交的具有美国序号 61/038,494 的题为“System and Method For Enhanced Removal of CO₂ From a Mixed Gas Stream(用于提高混合气流中 CO₂ 去除的系统和方法)”的同时待审美国临时申请的优先权,其公开以引用的方式全部结合到本文中来。

发明领域

[0003] 所提出的发明涉及一种从含有二氧化碳和二氧化硫的工艺气流中除去二氧化碳(CO₂)的系统和方法。更详细地讲,所提出的发明涉及用于从烟道气流中除去 CO₂ 的基于溶剂的烟道气处理系统,其中提供催化剂以增加溶剂在从烟道气流中捕获 CO₂ 中或在使溶剂再生中的效率。

[0004] 背景

[0005] 在燃料如煤、油、泥煤、废物等在燃烧装置如与用于为发电厂提供蒸汽的锅炉系统相关的燃烧装置中燃烧时,产生高温工艺气体(或烟道气)。这种烟道气常将尤其含有二氧化碳(CO₂)。释放二氧化碳到大气中的负面环境效应已被广泛认识到并导致适于从上述燃料的燃烧中产生的高温工艺气体中除去二氧化碳的方法的发展。一种这样的系统和方法先前已被公开并涉及用于从燃烧后烟道气流中除去二氧化碳(CO₂)的单级基于冷冻氨(Chilled Ammonia)的系统和方法。

[0006] 已知的基于溶剂的 CO₂ 捕获系统如基于氨的系统和方法(CAP)提供用于从气流如燃烧后烟道气流中捕获/除去 CO₂ 的相对低成本的方法。这类系统和方法的实例先前已在 2005 年 4 月 12 日提交且标题为 Ultra Cleaning of Combustion Gas Including the Removal of CO₂(包括 CO₂ 去除的燃烧气体的超级清洁)的待审专利申请 PCT/US2005/012794 中公开(国际公开号:WO 2006/022885/发明人:Elia Gal)。在该方法中,从烟道气流中吸收 CO₂ 通过使冷冻氨离子氨溶液(或浆液)与含有 CO₂ 的烟道气流接触来实现。

[0007] 图 1A 为概括地描绘用于从烟道气流 FG 中除去各种污染物的烟道气处理系统 15 的图,该烟道气流 FG 由例如发电装置的蒸汽发生器系统中使用的锅炉系统 26 的燃烧室放出。该系统包括经构造以在使清洁的烟道气流排放到排气烟囱 90(或其它处理)之前从烟道气流 FG 中除去 CO₂ 的 CO₂ 去除系统 70。该系统还经构造以输出从烟道气流 FG 中除去的 CO₂。CO₂ 去除系统 70 的细节概括地描绘于图 1B 中。

[0008] 关于图 1B,CO₂ 去除系统 70 包括用于从烟道气流 FG 中捕获/除去 CO₂ 的捕获系统 72 和使用用于从烟道气流 FG 中除去 CO₂ 的离子氨溶液再生的再生系统 74。捕获系统 72 的细节概括地描绘在图 1C 中。

[0009] 关于图 1C 和图 1D,概括地描绘了 CO₂ 捕获系统 70(图 1A)的捕获系统 72。在该系统中,捕获系统 72 为基于溶剂的 CO₂ 捕获系统。更详细地讲,在该实例中,所使用的溶剂为冷冻氨。在用于 CO₂ 去除的基于冷冻氨(CAP)的系统/方法中,提供吸收剂容器,其中使吸

收性离子氨溶液（离子氨溶液）与含有 CO_2 的烟道气流（FG）接触。所述离子氨溶液通常为水性的且可由例如水和铵离子、碳酸氢根离子、碳酸根离子和 / 或氨基甲酸根离子组成。已知的 CAP CO_2 去除系统的实例概括性地描绘在图 1C 和图 1D 的图中。

[0010] 关于图 1C, 吸收剂容器 170 经构造以接收来源于例如化石燃料燃烧锅炉 26 (参见图 1A) 的燃烧室的烟道气流 (FG)。该吸收剂容器 170 还经构造以接收自再生系统 74 (参见图 1B) 供应的贫乏离子氨溶液。贫乏离子氨溶液经由液体分配系统 122 引入容器 170, 同时烟道气流 FG 也经由烟道气入口 76 由吸收剂容器 170 接收。

[0011] 使离子氨溶液经由气液接触装置（在下文中, 传质装置, MTD) 111 与烟道气流接触, 气液接触装置 111 用于使烟道气流与溶剂接触且位于吸收剂容器 170 中并在烟道气流从其进口经入口 76 前进到容器出口 77 的路径内。气液接触装置 111 例如可为一种或多种通常已知的结构化或不规则的填充材料或其组合。

[0012] 一旦与烟道气流接触, 离子氨溶液就用以从烟道气流中吸收 CO_2 , 因此使离子氨溶液“富含” CO_2 (富集溶液)。富集离子氨溶液经传质装置继续向下流动, 随后收集在吸收剂容器 170 的底部 78。富集离子氨溶液随后经由再生器系统 74 (参见图 1B) 再生以释放通过离子氨溶液从烟道气流中吸收的 CO_2 。随后可输出从离子氨溶液中释放的 CO_2 以便储存或用于其它预定用途 / 目的。一旦 CO_2 已从离子氨溶液中释放, 则称该离子氨溶液为“贫乏溶液”。随后使贫乏离子氨溶液再次准备从烟道气流中吸收 CO_2 且可引回到液体分配系统 121, 由此将其再次导入吸收剂容器 170。再生系统 74 的细节示于图 1E 中。系统 74 包括再生器容器 195。再生器容器 195 经构造以从捕获系统 72 接收富集溶液进料并在 CO_2 已从富集溶液分离出之后使贫乏溶液进料回到捕获系统 72。

[0013] 在再生处理期间, 将富集离子氨溶液加热以使得溶液中所含的 CO_2 从冷冻氨溶液中分离。一旦与 CO_2 分离, 氨 (氨滑流) 则回到捕获系统用于从气流中捕获另外的 CO_2 。

[0014] 这些当前已知的基于溶剂的 CO_2 捕获技术通常消耗约 20-30% 由发电系统产生的动力以使 CO_2 捕获过程有效进行。另外, 这些技术经常需要由锅炉 / 再沸器作用 (再沸器功用) 产生的大部分热能以使胺溶液再生以便再次用于从烟道气流中捕获 CO_2 。简而言之, 虽然存在用于从烟道气流中捕获 CO_2 的已知技术, 但它们需要巨大能量以充分起作用。此外, 为了使烟道气与胺接触的时间量最大化 / 最优化, 典型系统中的吸收器和 / 或再生器罐的物理尺寸必须非常大。设计并实施这些如此大规模的塔的成本非常高。另外, 现场容纳这些容器所需的物理空间值得注意。在现场空间有限的情况下, 如果可能, 则必须采取在有限空间内实施所述容器 / 系统的额外步骤。

[0015] 发明概述

[0016] 本发明的实施方案提供供化石燃料燃烧锅炉使用的烟道气处理系统。简而言之, 在构造方面, 该系统的一个实施方案尤其可作为烟道气处理系统而实施, 其包括经构造以接收含有二氧化碳的混合气流并使其与溶剂接触的吸收器塔; 且所述吸收器塔包括涂覆有催化剂的填充材料。

[0017] 本发明的实施方案还可以视为提供用于处理混合气流的方法, 其中所述方法包括以下步骤: 从锅炉的燃烧室中接收烟道气流; 使所述烟道气流与溶剂接触并使所述溶剂与催化剂接触。

[0018] 本发明的其它系统、方法、特征和优势对于本领域的技术人员在审视以下附图和

详细描述之后将显而易见或变得显而易见。包括在此说明书内的所有这类另外的系统、方法、特征和优势意欲在本发明的范围内并受随附权利要求书保护。

[0019] 附图简述

[0020] 参考以下附图,可以更好地理解本发明的许多方面。各图中的所有部件不必按比例,而重点是放在用于清楚地说明本发明的原理。此外,在各图中,相同的附图标记指示遍及数个视图的对应部分。现将参考附图更加详细地描述本发明,其中:

[0021] 图 1A- 图 1C 为概括性地描绘提供 CO₂ 去除的典型烟道气处理系统 15 的图。

[0022] 图 2A- 图 2D 为概括性地说明填充材料 315 的实例的图,其中能够固持 CO₂ 的催化剂已固定在填充材料 315 的壁 / 表面上。

[0023] 图 3 为概括性地描绘基于胺或氨的 CO₂ 捕获系统 70 的相关部分的图,其中吸收器 110 和再生器 330 提供有分别已涂覆有能够固持 CO₂ 的催化剂的填充材料 315 和 335。

[0024] 论述

[0025] 所提出的发明涉及增加基于溶剂(胺 / 氨)的 CO₂ 去除系统 / 方法的 CO₂ 去除效率。在一个实施方案中,概括地描绘在图 2A- 图 3 中,提供由例如一个或多个支撑结构 320 组成的传质装置 315(或填充材料)并将其布置在吸收剂容器 110(图 3)的内部。支撑结构 320 涂覆有催化剂 425。

[0026] 图 2A- 图 2D 为概括地描绘已涂覆有能够固持 CO₂ 的固体材料 425 的填充材料 315。图 2B 和图 2C 显示填充材料 315 可由例如彼此紧靠着安置以形成烟道气经其进入吸收剂容器 110 流动的一系列通道 334 的一系列波状支撑结构 320 组成。催化剂 425 涂覆在各波状支撑结构 320 的一个或多个表面上。

[0027] 涂覆在支撑结构 320 上的催化剂将优选为非均相催化剂。另外,催化剂 425 将优选具有中等碱度 / 与 CO₂ 相互作用和高比表面积,例如 100-1000m²/g。优选催化剂 425 将为具有高 BET(Brunauer, Emmett and Teller) 表面积和孔隙度的市售催化剂(聚合物、金属氧化物、SiO₂、分子筛等),其将能够以与催化剂的中等相互作用(碱度)储存或夹持 CO₂。表面碱度可通过例如使用碱 / 碱土金属或过渡金属氧化物表面改性以提高 CO₂ 的吸附能力来精确调节。催化剂 425 可通过使用例如已知洗涤 - 涂覆技术固定到支撑结构 320 上。

[0028] 在操作中,使烟道气流与填充材料 315 接触,因此涂覆(成层)有催化剂 425 的支撑结构 320 能够从烟道气流中固持 / 夹持 CO₂ 至少一段时间。通过在布置于支撑结构 320 上的催化剂上夹持 CO₂,使 CO₂ 暴露于与烟道气流逆流流过填充材料 115 的溶剂比较久的时间,因此增加 CO₂ 被溶剂捕获的可能性。

[0029] 以这种方法,可用吸收器塔 110 中的溶剂(胺 / 氨)间接增加包含在烟道气流中的 CO₂ 的驻留时间,因此增加将吸收到固体材料表面上的 CO₂ 的量。为了做到这一点,在所提出发明的一个实施方案中,将能够固持(吸附)CO₂ 一段时间的固体材料固定(涂覆)在基于溶剂的 CO₂ 捕获系统的吸收器塔 110(图 3)中使用的填充材料 315 的一个或多个表面上。

[0030] 图 3 为概括性地描绘用于处理来自例如发电装置的化石燃料燃烧锅炉的烟道气流的基于溶剂(例如胺或氨)的 CO₂ 捕获系统 300 的相关部分的图。系统 300 包括吸收器塔 110,吸收器塔 110 包括在一个或多个表面上涂覆有催化剂 425 的填充材料 315。提供再生塔 330 且其包括在一个或多个表面上涂覆有催化剂 425 的填充材料 339。

[0031] 虽然已参考许多优选的实施方案描述了本发明,但本领域的技术人员应当理解的是在不脱离本发明范围的情况下可进行多种改变且可用等效物替代其要素。另外,可在不脱离本发明的基本范围的情况下进行许多修改以使特定情形或材料适应本发明的教导。因此,并非想要将本发明限制于作为针对实施本发明而考虑的最佳模式公开的特定实施方案,而是本发明将包括属于附加权利要求书范围内的所有实施方案。此外,使用术语第一、第二等并不表示任何顺序或重要性,而术语第一、第二等是用以区分一个要素与另一要素。

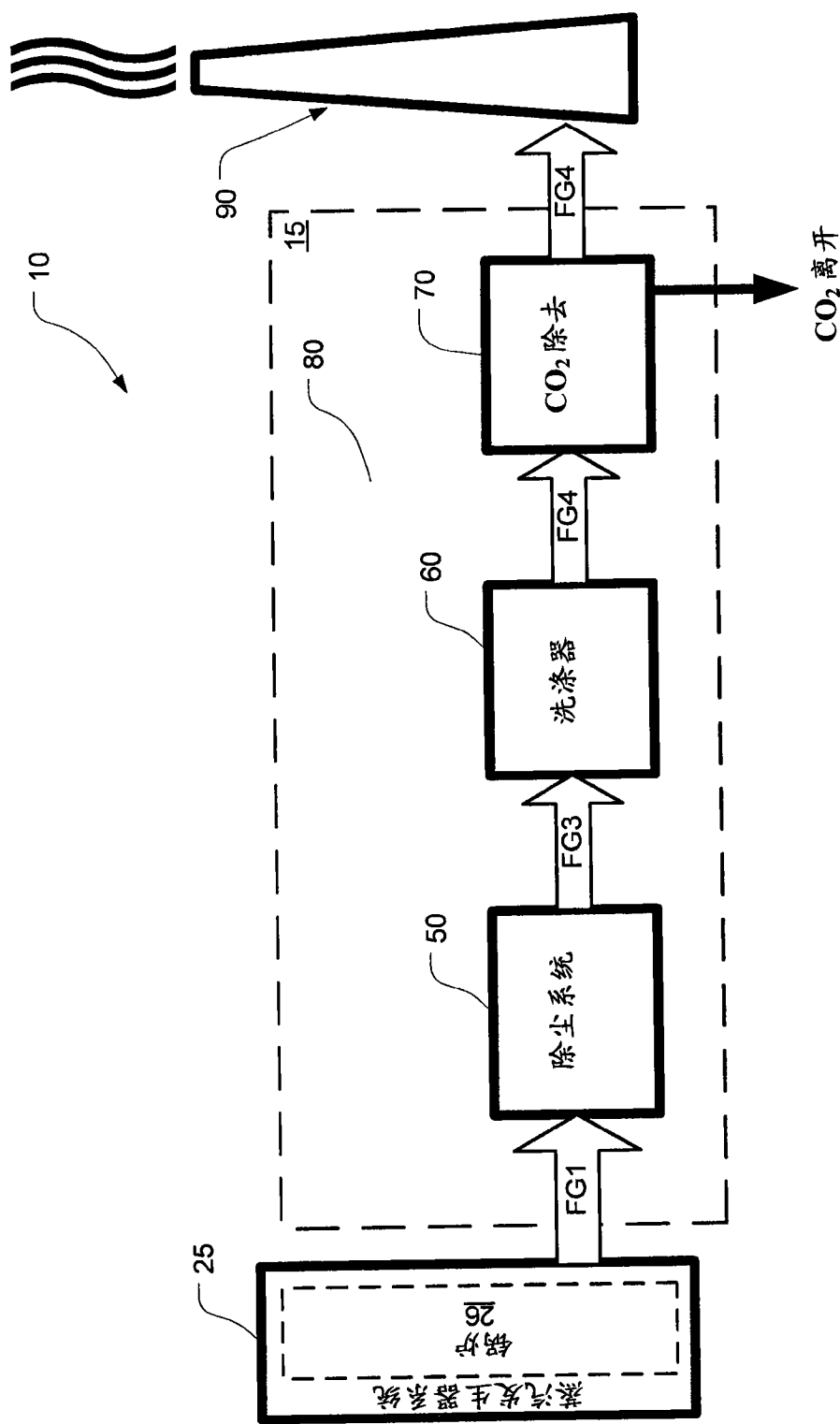


图 1A(现有技术)

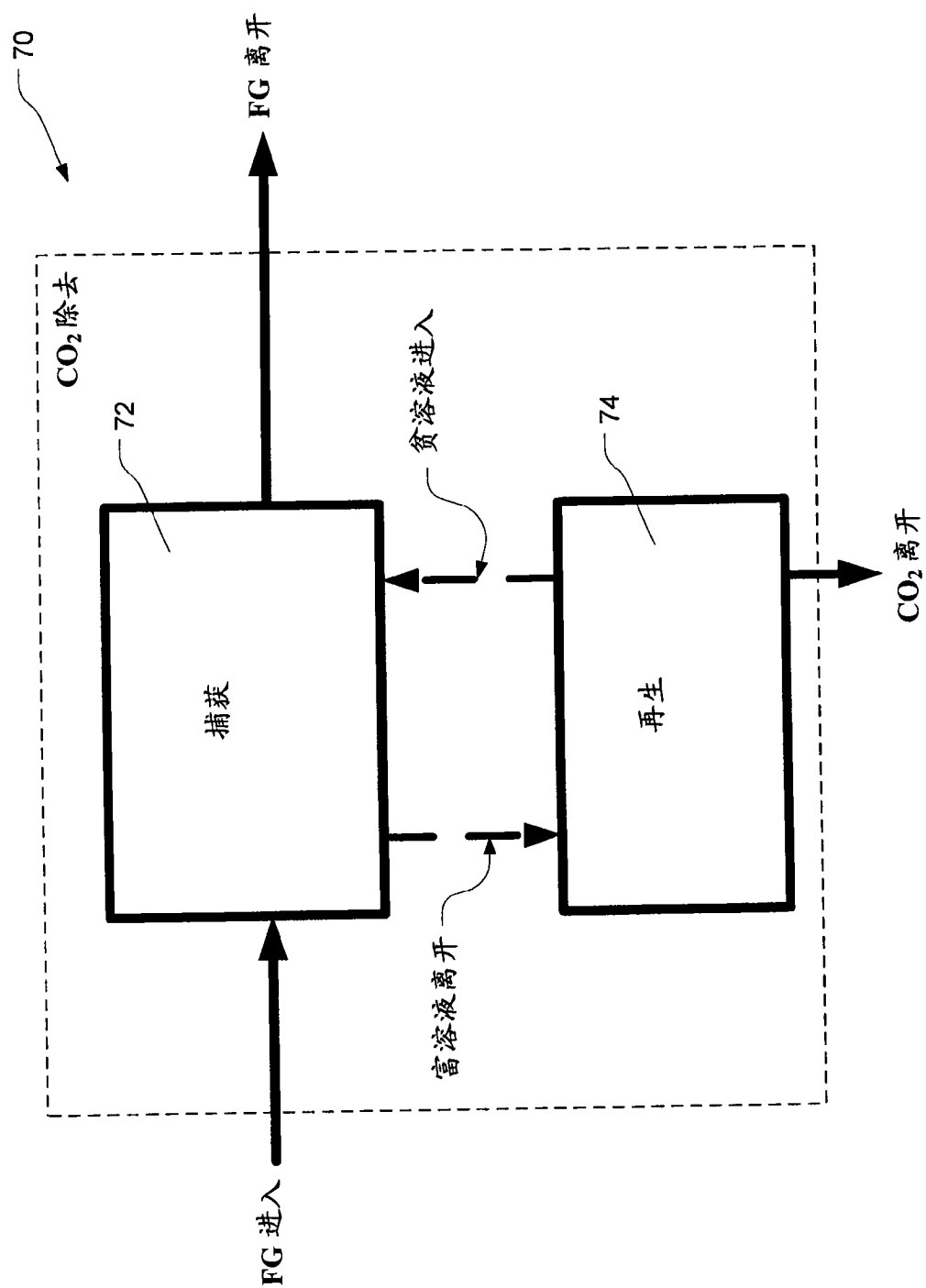


图 1B(现有技术)

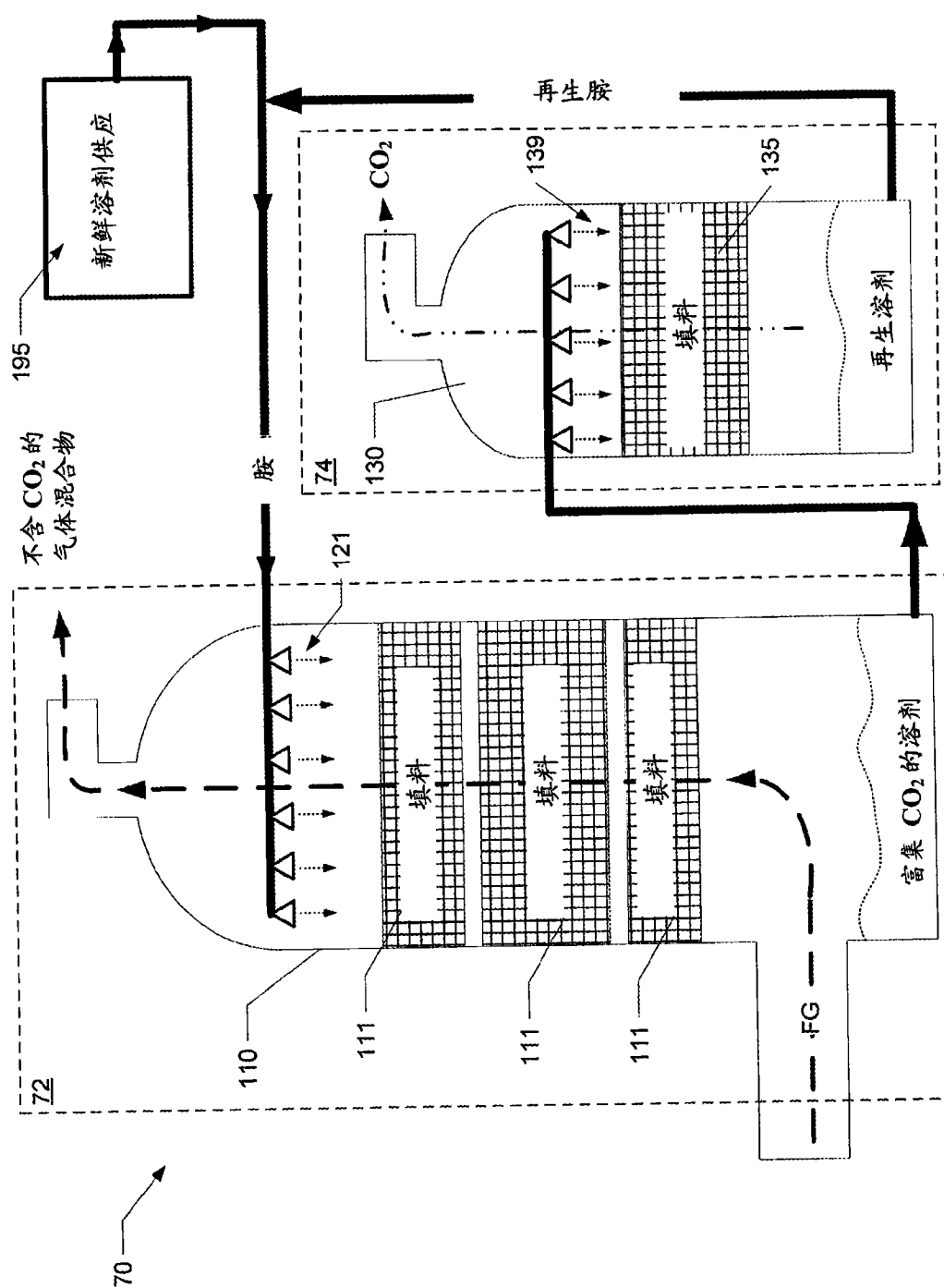


图 1C

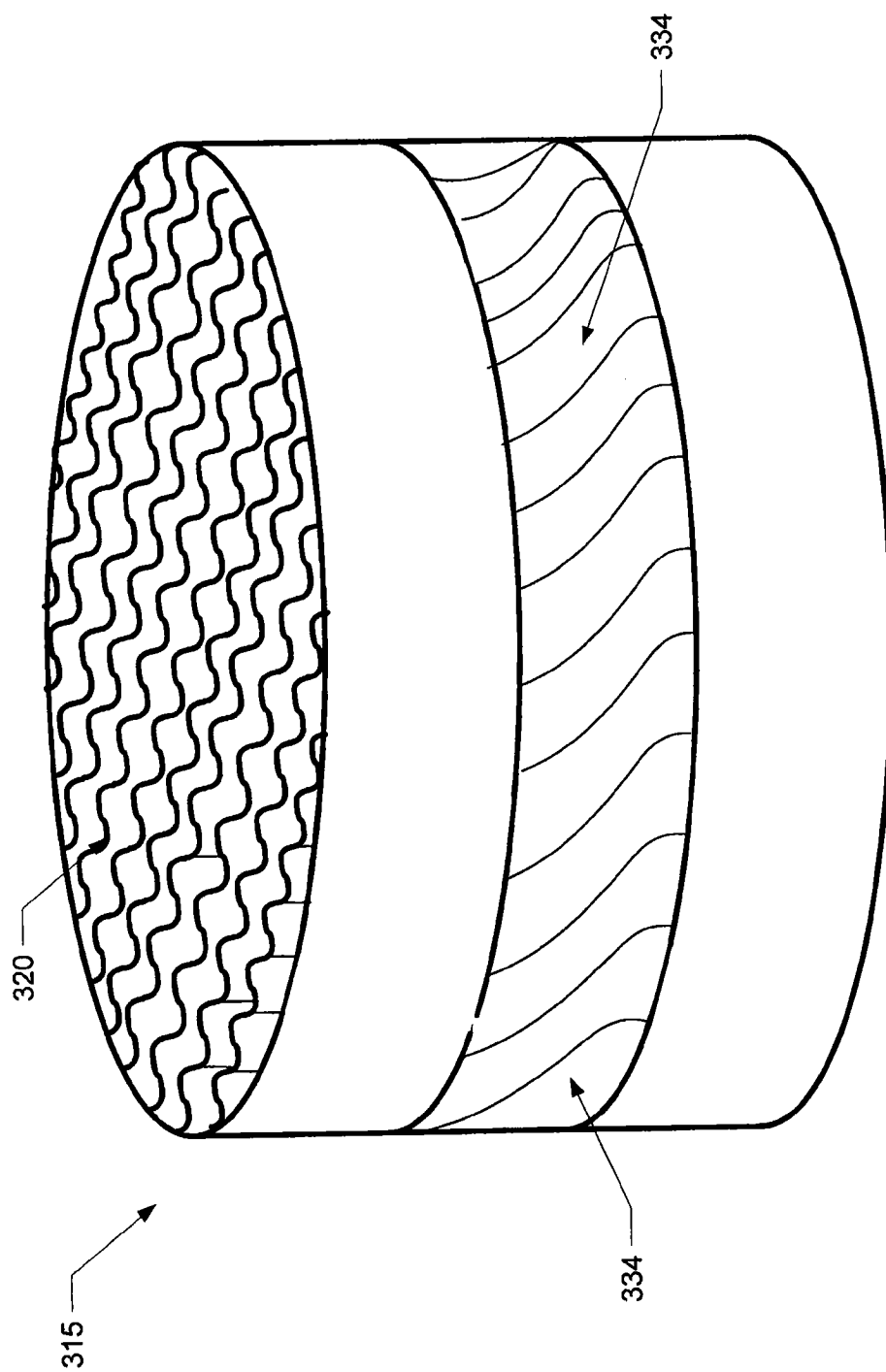


图 2A

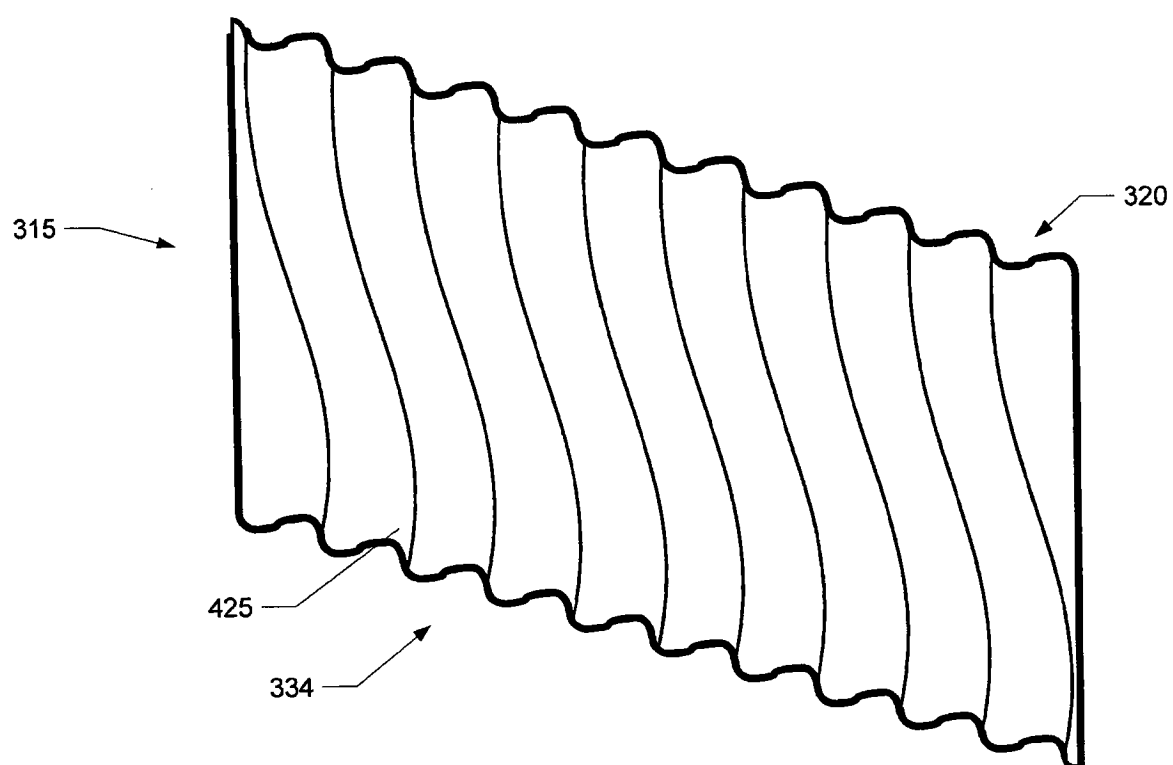


图 2B

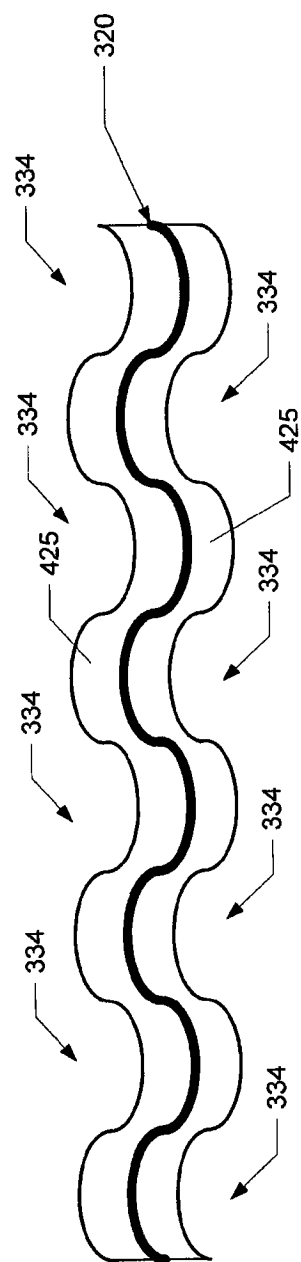


图 2C

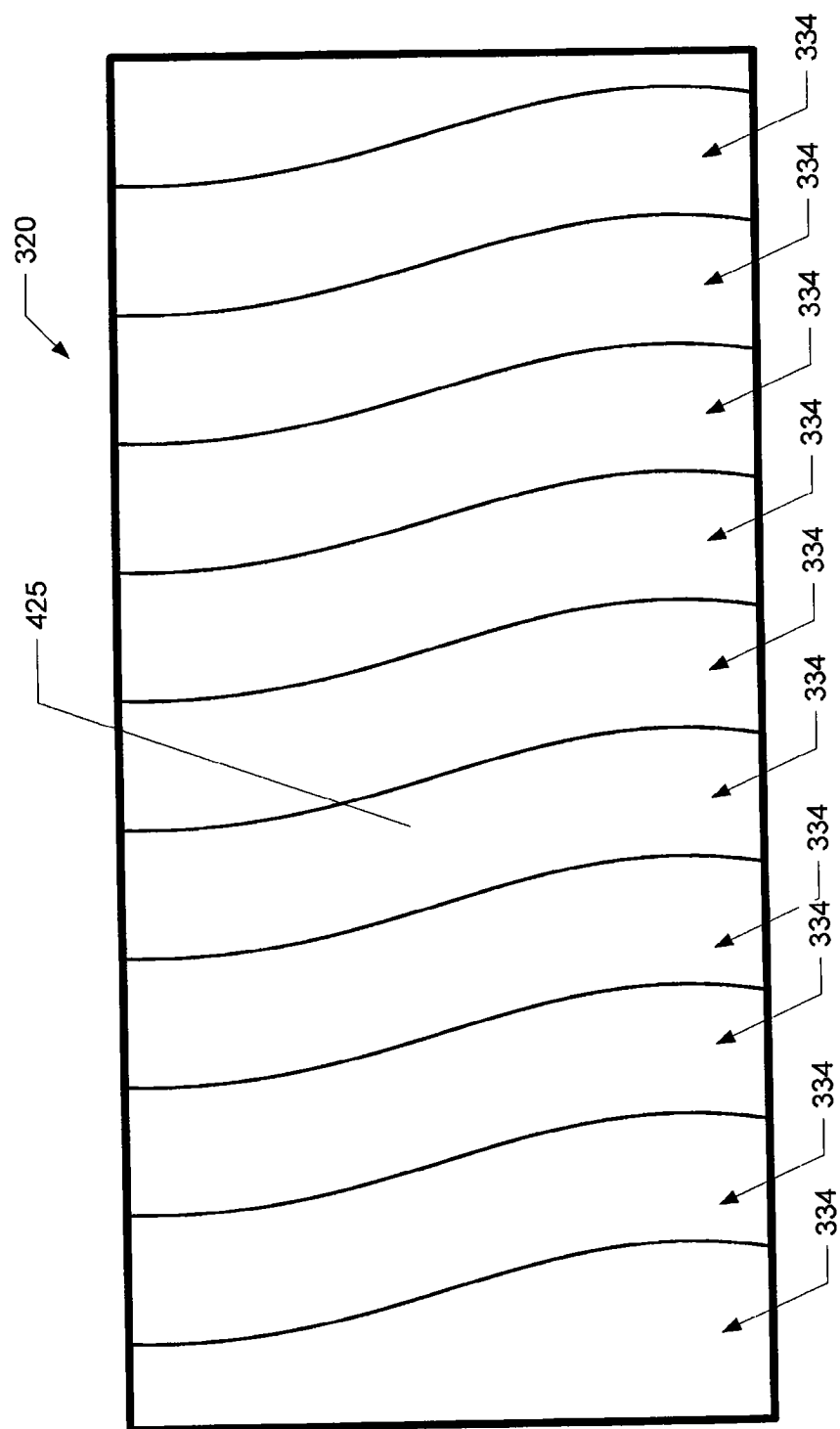


图 2D

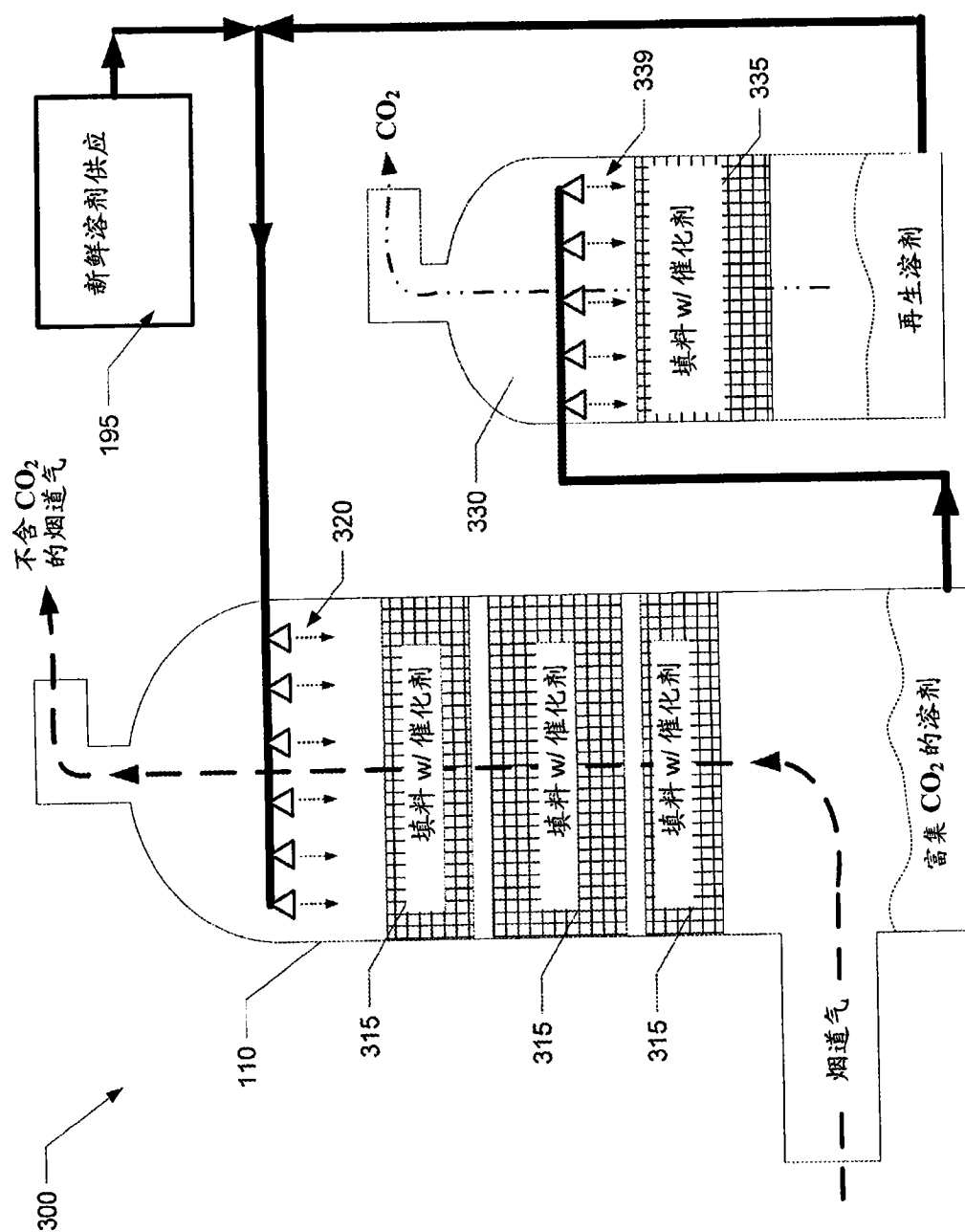


图 3