(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119998592 A
(43)申请公布日 2025.05.13

(21)申请号 202380064895.2
(22)申请日 2023.07.07
(30)优先权数据
FR2208204 2022.08.09 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/068890 2023.07.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/032992 FR 2024.02.15
(71)申请人 法国液化空气工业公司
地址 法国巴黎
(72)发明人 F·卡曾 P·勒德鲁 F·贾纳德 E·沙尔夫
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 徐国栋 林柏楠
(51)Int.Cl.
F23J 15/06(2006.01)
F23L 7/00(2006.01)
F23L 15/00(2006.01)
F24D 15/00(2022.01)
A01G 9/18(2006.01)
A01G 9/24(2006.01)
A22B 3/00(2006.01)

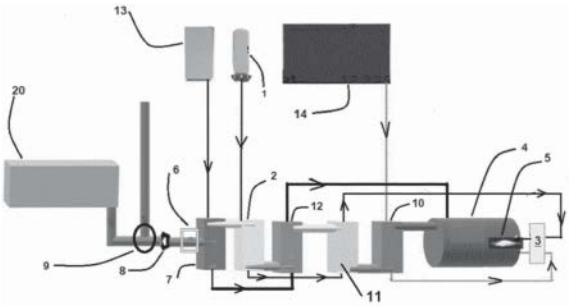
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

用于向需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施，如屠宰场或用于栽培植物的温室供应CO_2气体的系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于将CO_2气体供应到场所的方法，该场所包括需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施(20)，如屠宰场或用于栽培植物的温室，其特征在于以下步骤：将能够将热水供应到该场所的锅炉(4)布置在该场所内，所述锅炉进行介于燃料(14)与纯氧(1)之间氧燃烧过程，供应该锅炉的氧由存在于该场所中的液氧源获得；通过在交换器(2)中在烟道气与液氧之间传递热量来回收由该锅炉产生的烟道气中含有的一些或全部CO2。



CN 119998592 A

1.一种向场所供给气态CO_2的方法,该场所包括需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施(20),如屠宰场或还有用于栽培植物的温室,其特征在于实施以下措施:

-在所述场所内具有能够向该场所供应热水的可用的锅炉(4),该锅炉采用介于燃料(14)与纯氧(1)之间的氧-燃料燃烧,供给该锅炉的氧由存在于该场所中的液氧(1)源获得;

-回收由该锅炉产生的这些烟道气中含有的全部或部分CO_2,其中在交换器(2)中的所述烟道气与该液氧之间布置了热交换。

2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,由此回收的该CO_2呈其气态形式,并且出于随后在所考虑的场所中使用的目的而储存(隔离),或者使用"作为及时流",作为与热水需求"同步"的流。

3.如权利要求1所述的方法,其特征在于,由此回收的该CO_2呈其液体形式,并且出于随后在所考虑的场所中使用的目的而储存在用于液体CO_2的罐中。

4.如权利要求3所述的方法,其特征在于,在其中布置在所述烟道气与该液氧之间的热交换的所述交换器被配置为在能够使这些烟道气中存在的该CO_2液化的压力和温度条件下输送进入该交换器的这些烟道气,从而利用该场所中存在的该液氧的冷,在这种情况下无需电能的贡献,对于这种状态变化,该电能通常是必需的。

5.如权利要求2所述的方法,其中,所述需要CO_2的设施是用于在屠宰之前麻醉家禽或其他动物的设施。

6.如权利要求3或4所述的方法,其中,所述需要CO_2的设施是用于在温室中栽培植物的设施,其中对CO_2的需求基本上在白天发生,而对该温室进行加热的需求基本上在夜间发生,在夜间,即在该锅炉的操作阶段期间,以液体形式回收的该CO_2出于在该温室需要时在白天使用该CO_2的目的而储存在用于液体CO_2的罐中。

7.如前述权利要求之一所述的方法,其特征在于,在所述烟道气与该液氧之间的所述热交换之前,通过物理和/或化学和/或低温分离方法对这些烟道气(12、11、10、7等)进行一次或多次处理,目标是进行以下行动中的一项或多项:

-加热该氧气和该燃料气体,以便改善在该锅炉中发生的燃烧并且减少氮氧化物的排放;

-冷凝这些烟道气的蒸汽;

-去除由该锅炉的炉可能产生的粉尘。

8.一种用于向场所供给气态CO_2的装置,该场所包括需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施(20),如屠宰场或者还有用于栽培植物的温室,该场所包括能够向该场所提供热水的锅炉(4),该锅炉采用介于燃料(14)与纯氧(1)之间的氧-燃料燃烧,供给该锅炉的氧由存在于该场所中的液氧(1)源获得,其特征在于,该装置包括热交换器(2),该热交换器使得可以在所述烟道气与该液氧之间布置热交换,以便使得可以回收由该锅炉产生的这些烟道气中含有的全部或部分CO_2,并且使用由此回收的该CO_2供给所述设施。

9.如权利要求8所述的装置,其特征在于,由此回收的该CO_2呈其液体形式,并且在于该装置包括用于储存由此回收的呈液体形式的该CO_2的器件,以便其随后在所讨论的场所中使用。

10.如权利要求8所述的装置,其特征在于,由此回收的CO_2呈其气态形式,并且在于该装置包括用于储存由此回收的该CO_2的器件,以便其随后在所讨论的场所中使用。

11.如权利要求8和9所述的装置,其特征在于,使得可以在所述烟道气与该液氧之间布置热交换的所述热交换器(2)被配置为在能够使这些烟道气中存在的该CO_2液化的压力和温度条件下输送进入该交换器的这些烟道气,从而利用该场所中存在的该液氧的冷,在这种情况下无需电能的贡献,对于这种状态变化,该电能通常是必需的。

12.如权利要求8和11中任一项所述的装置,其特征在于,该装置包括用于在这些烟道气到达该交换器之前处理这些烟道气的器件(12、11、10、7等),处理器件采用物理和/或化学和/或低温分离方法,目标是进行以下行动中的一项或多项:

-加热该氧气和该燃料气体,以便改善在该锅炉中发生的燃烧并且减少氮氧化物的排放;

-冷凝这些烟道气的蒸汽;

-去除由该锅炉的炉可能产生的粉尘。

用于向需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施,如屠宰场或用于栽培植物的温室供应CO_2气体的系统

[0001] 本发明涉及使用气态CO_2的方法和设施,特别是在食品加工工业中。

[0002] 该领域特别包括饮料行业、用于保存食品的改良气氛、或屠宰场中家禽麻醉、或还有温室中植物的栽培。

[0003] 发达国家对CO_2的需求仍然在增加(特别是对于上述应用)。

[0004] 该CO_2主要产自肥料和甲醇(副产物)工厂、或者产自用于生产氢气的工厂。由于化肥生产工厂频繁停工和地缘政治紧张局势,这种分子的可得性因此变得至关重要,进而对该气体的价格产生了强烈影响。

[0005] 由于这些频繁的危机,在许多国家中因而普遍观察到例如近年来温室种植者在一年的几个月中没有商业CO_2供应,众所周知,这对其生产力产生直接影响。

[0006] 此外还有强力的环境约束,由于发达国家希望通过促进寻找旨在减少碳足迹的方案来减少温室气体排放,这将对生产CO_2的方法产生直接影响。

[0007] 本发明试图提供一种用于在这种CO_2的使用者的实际场所生产CO_2的创新方案。

[0008] 如将在下文中更详细地看到的,本发明提出通过将常规存在于此类场所中用于产生热量的一个或多个设备(锅炉)转化为氧-燃料燃烧来使用该一个或多个设备。以这种方式,锅炉产生的热量将产生自CO_2的生产,并且因此在法律意义上被认为是“不可避免的热量”。

[0009] 氧-燃料燃烧是其中氧化剂气体不再是空气而是“纯”氧(即,其特征在于纯度通常大于95%和99%(对于液氧))的燃烧过程。

[0010] 氧-燃料燃烧(因此使用氧气而不是使用空气)已经被某些在高温下操作的工业(玻璃厂、水泥厂、冶金厂等)采用,因为它提供了许多优点,其中可以提及:

[0011] • 借助于减少/去除氮气镇重物(nitrogen ballast),烟道气的体积有所减小。

[0012] • 与烟道气体积的减小直接相关,热效率有所增加(由于烟道气中较低的热损失)。

[0013] • 借助于以下两种现象,热传递有所加强:由于烟道气基本上由排放气体(CO_2、H_2O)组成,导致火焰温度升高并且辐射热流增加。

[0014] • 热NOx或二噁英类型的污染排放有所减少(与氧化剂体积减小相关)。专门文献报道了在此在燃料方面的增益在10%至40%的范围内。氧化剂和燃料的加热还使得可以降低后者的消耗。

[0015] 具体而言,目的是通过去除氮气镇重物来增加燃烧烟道气中的CO_2含量,这些燃烧烟道气因而主要含有CO_2和水。

[0016] 用于燃烧的氧气越纯,燃烧烟道气越接近H_2O/CO_2二元混合物。进而,捕获CO_2的主要阶段在于冷凝水。

[0017] 另一个重要优点在于要处理的烟道气的体积有所减少。残留污染物比在可燃空气中燃烧时稀释得更少。

[0018] 因此,本发明涉及使用CO_2的场所,此外该场所提供有能够向该场所供应热水的锅

炉,该锅炉(特别是冷凝锅炉)采用介于燃料(CH_4、C_3H_8等)与纯氧之间的氧-燃料燃烧,供给锅炉的氧由存在于该场所的液氧源获得,

[0019] 并且然后,根据本发明,回收由锅炉产生的烟道气中含有的全部或部分CO_2,其中在交换器中的所述烟道气与液氧之间布置了热交换。

[0020] 具体而言,本发明值得称道的是提出了利用已经存在于场所中的液氧的"免费"冷来纯化并且在一些情况下液化存在于由锅炉产生的烟道气中的CO_2,在这种情况下无需电能的贡献,对于这种状态变化(通过压缩/膨胀),电能通常是必需的。

[0021] 由此获得的(回收的)呈其气体或液体形式的"纯"CO_2可以出于随后在所考虑的场所中使用的目的而储存(隔离),或者使用"作为及时流",作为与热水需求以及因此的锅炉的操作"同步"的流。

[0022] 示意性地,所使用的热交换器可以是板式交换器或者还有管式交换器。

[0023] 在交换器内,由于温度的下降,实现了CO_2(在20巴/-20℃下为液体)的状态变化。

[0024] 冷凝气体锅炉的操作使用与常规锅炉相同的原理,并且此外可以利用在气体燃烧过程中产生的所有能量。

[0025] 在常规锅炉中,借助于天然气的燃烧来加热中央加热的水回路。冷凝气体锅炉利用燃烧烟道气中包含的能量。在天然气燃烧过程中排放的烟道气含有蒸汽;后者冷凝,释放热量。来自加热回路的返回水借助于此能量被加热,并且在冷凝过程中释放的水(冷凝物)的排放经由废水系统进行。

[0026] 通过举例,可以认为,对于鸡或猪的麻醉,有利地使CO_2需求与热水需求同步;通过提高液氧的冷而获得的温度下降使得可以纯化CO_2气体(例如,在20巴和-20℃下,仅CO_2将是液体)。

[0027] 仍然通过举例,对于其他应用,例如用于栽培植物的温室,有利的是将液体CO_2储存在常规的CO_2罐中以便在另一个时间使用。

[0028] 通过举例,对于番茄温室,温室种植者在夜间加热温室,并且从而在夜间生产CO_2,而他们在白天需要CO_2进行光合作用;因此有必要将CO_2储存在低温罐中。

[0029] 当然,本领域技术人员知道现有技术的存在,现有技术具体可以通过文件JP 2009/203860和WO 2022/070125来说明,这些文件涉及发电站或发电机类型的设施,其中,通过举例,在文件JP 2009/203860中,向涡轮机(10)供给超临界流体(例如氮气或例如CO_2),其中通过燃烧排放的流体通过与液氧交换而纯化其中的CO_2,出于环境原因(CO_2的零排放、臭氧层等),由此回收的CO_2被引导至合适的罐("水流向废水储罐83并且二氧化碳流向废二氧化碳储罐84")。

[0030] 在所有情况中:

[0031] -这些现有文件不包括用于向给定场所供给热水的氧-燃料燃烧锅炉;

[0032] -这些现有文件没有描述这样的情况,其中消耗热水的该场所此外需要气态CO_2或包含CO_2的气体混合物用于该场所(如屠宰场或还有用于栽培植物的温室)的一件设备;

[0033] -这些现有文件没有描述使用在锅炉的烟道气中回收的CO_2供给此种消耗CO_2的一件设备。

[0034] 本发明进而涉及一种向场所供给气态CO_2的方法,该场所包括需要CO_2或包含CO_2的混合物的设施,如屠宰场或还有用于栽培植物的温室,其特征在于实施以下措施:

[0035] -在所述场所内具有能够向场所供应热水的可用的锅炉,该锅炉采用介于燃料与纯氧之间的氧-燃料燃烧,供给锅炉的氧由存在于场所中的液氧源获得;

[0036] -回收由锅炉产生的烟道气中含有的全部或部分CO_2,其中在交换器中的所述烟道气与液氧之间布置了热交换。

[0037] 因此,本发明还涉及一种用于在使用者场所中纯化和液化的CO_2的方法和设备,这些纯化和液化通过提高场所中存在的液氧的冷来实现。

[0038] 在CO_2的这种液化之前,可以通过物理和/或化学的,而且还有低温、分离方法对烟道气进行一种或多种处理,目标是:

[0039] -加热氧气和燃料气体,以便改善燃烧并且减少氮氧化物的排放;

[0040] -冷凝烟道气中的蒸汽并且回收冷凝的热量或潜能(通过降低烟道气的温度,蒸汽被转化成液态水);

[0041] -去除由锅炉的炉可能产生的粉尘(耐火粉尘)。

[0042] 通过举例,使用甲烷的氧-燃料燃烧需要64g氧/16g CH_4,并将产生36g水(易于分离)和44g CO_2。因此,O_2/CO_2比为64/44=1.45。

[0043] CO_2需要大约85kcal/kg来从+20℃变化至-20℃(20巴)。在-30℃的温度下在8巴下,液氧从其液体形式释放71.7kcal/kg。因此,可用的理论制冷量是(71.7×1.45)+103kcal以液化1kg CO_2。

[0044] 使用液氧的上述优点使得此种氧-燃料燃烧的使用者可以负担燃烧所需的大部分(实际上甚至全部)氧气。已知选择CO_2封存是为了相对于惯常使用商业CO_2的方法升级该气体,使用者可以在此获得具有广泛竞争力的CO_2;此外,这种使用者通过减少其CH_4的消耗和通过不使用"商业"来源的CO_2的(由于该来源在场所中回收)而减少了其CO_2排放。

[0045] 所附[图1]示出了在所考虑的用于家禽的隧道麻醉(tunnel anesthetization)的场所中使用的情况下适用于实施本发明的一件设备的实例。在这类设施的情况下,工作是在CO_2需求与热水需求同步的条件下进行的:热水用于给家禽拔毛,并且气态CO_2用于使家禽入睡。在这种情况下,不需要使CO_2液化。

[0046] 该图1中存在的元件的命名如下:

[0047] -1:液氧储存。

[0048] -2:O_2汽化器:该交换器2在烟道气与液氧之间进行热交换;将烟道气的温度在其中降低至典型地接近2℃的温度以便去除尽可能多的水,并且进而保留CO_2。

[0049] -3:用于调节O_2和CH_4的注入的板。

[0050] -4:锅炉。

[0051] -5:燃烧器。

[0052] -6:用于分析烟道气的模块。

[0053] -7:低温净化器。

[0054] -8:低压涡轮机(涡轮机8使得可以抽吸源自交换器7的烟道气并且将它们送到隧道20中,同时此外抵消在多个先前阶段发生的压降)。

[0055] -9:调节阀(由麻醉隧道控制;如果隧道关闭,则气体被送到外部,而隧道需要的CO_2越多,阀越朝向隧道回路打开的就越多)。

[0056] -10:CH_4加热器(该加热器使得可以在将燃料气体送入燃烧器之前对其进行加

热)。

[0057] -11:0_2加热器(该加热器使得可以在将氧气送入燃烧器之前对其进行加热)。

[0058] -12:烟道气冷凝器(使得可以在将水送入锅炉之前对其进行加热)。

[0059] -13:市政用水或钻井水,该水将被加热以用于该场所,而且为冷的(通常是10℃至20℃)该水也使得可以降低锅炉出口处的烟道气的温度。

[0060] -14:经由锅炉加热水所需的燃料;还可以加热该燃料以便提高燃烧效率。

[0061] -20:家禽麻醉隧道。

[0062] 下文详细描述了在图1中存在的各种设备中所发生的、以及还有给出在每个阶段所涉及的流体的热特性的实施实例(数据仅代表一个实施实例,该实施实例仅说明在此使用的设备和操作条件):

[0063] -在锅炉4中:市政用水在25℃左右的温度下进入其中并且在85℃左右的温度下从其中流出;烟道气在220℃左右的温度下从锅炉离开。

[0064] -在加热器10中:燃料气体在15℃左右的温度下进入并且在95℃左右的温度下从其中流出,并且烟道气在210℃左右的温度下从该元件10离开。

[0065] -在加热器11中:氧气在5℃左右的温度下进入并且在95℃左右的温度下从其中流出,并且烟道气在200℃左右的温度下从该元件11离开。

[0066] -在冷凝器12中,市政用水在5℃左右的温度下进入其中并且在25℃左右的温度下从其中离开,并且烟道气在90℃左右的温度下从该元件12离开(因此交换器12使得可以从烟道气中回收热量并且预加热将进入锅炉的水(冷凝锅炉的原理))。

[0067] -在交换器2中,氧气在-183℃左右的温度下进入并且在+5℃左右的温度下从其中离开,并且烟道气在+2℃左右的温度下从该元件2离开。在该阶段,水完全冷凝并且仅留下CO_2。

[0068] -在元件7中,市政用水在15℃左右的温度下进入其中并且在5℃左右的温度下从其中流出,并且烟道气在10℃左右的温度下从该元件7离开(因此交换器7使得可以将已经从其中去除水之后的CO_2的温度升高大约10℃-12℃,根据现行法规,这是此类麻醉应用所需要的)。

[0069] 下文考虑40吨/小时的屠宰场的实例,在以下条件下麻醉:

[0070] -CO_2需求为5g/kg家禽。

[0071] -对于每小时10000只鸡的生产,考虑到每只鸡平均重2.2kg,获得每小时110kg CO_2的需求,因此CO_2为2500mol/h,并且因此氧为2500×2=5000mol/h,即160kg的氧。

[0072] -2500mol的CH_4×16=40kg的CH_4/小时。

[0073] -考虑到在25℃下燃烧甲烷释放的能量为39.77MJ/m^3(55.53MJ/kg),即11.05kWh/m^3(15.42kWh/kg=616kWh)。

[0074] -消耗每摩尔辛烷释放的CO_2的重量为44g。

[0075] -甲烷消耗/CO_2排放比为44/16=2.75g。

[0076] -1kg的甲烷排放2.75kg的CO_2。

[0077] -关于CH_4,节省20%(通过没有氮+升高氧化剂/燃料的T℃、辐射传递来节省能量):(616/100)×20=123kW

[0078] -123×€0.10/kW气体(价格可视为参考)=€12.3/小时

[0079] -在本模拟的条件下,关于天然气的节省使得可以支付部分用于生产CO_2的氧:

[0080] • 160×€0.088/kg=€14.080$_2$/小时

[0081] • 14.08-12.3=€1.78/110kg CO_2,即1.78/110×1000=16.1。

[0082] • 这相当于CO_2的成本为€16.1/吨

[0083] • 虽然在燃烧方面没有节省,但CO_2的成本在€134.5/吨左右(相比于商业CO_2的大约€150/吨)。

[0084] 在用于麻醉家禽的隧道的该领域中,通常认为希望在隧道中实现至少55%的CO_2含量。

[0085] 并且因此必须强调以下事实,即空气/CH_4燃烧将不可能使烟道气中达到足够的CO_2值(燃烧空气中氮气的存在将CO_2的浓度限制在11.5%)。

[0086] 隧道家禽麻醉设施的实例在图1中详细地放大,其中操作是在CO_2需求与热水需求同步的条件下进行的:热水用于给家禽拔毛,并且气态CO_2用于使家禽入睡;因此,在此不必使CO_2液化。

[0087] 然而,在其他应用中,使CO_2液化将是有用的;例如,可以提及温室种植者使用CO_2的情况;CO_2需求对应于植物的光合作用,因此在白天,而加热温室的需求主要在夜间有效(当温室较冷时)。

[0088] 因此,对于这些使用者,有利的是在夜间使CO_2液化以便在白天(在阳光下)将其分配。

[0089] 进而通过在交换器2的入口处增加压缩机而将交换器2配置成下降至-20℃和20巴,器件8则不再有理由处于此种应用中(应注意的是,该“温室种植者”变体未在图1中表示)。

[0090] 用于进行此种液化的交换器2也可以是低温冷凝器,该低温冷凝器是在低温下操作的热交换器;由工业过程产生的气态流出物进入壳管的内部,然后前进穿过一系列挡板,围绕液体冷冻剂在其中循环的翅片管束。

[0091] 如前文所述,CO_2是在接近4.7巴的压力下状态变为固相的气体;因此,有必要避免接近该压力。

[0092] 在16巴与20巴之间的压力是经济上有利的,同时-20℃的温度在隔热方面需要很少的资本支出。

[0093] 因此,通常认为“20巴,-20℃”的配对代表最佳折中。

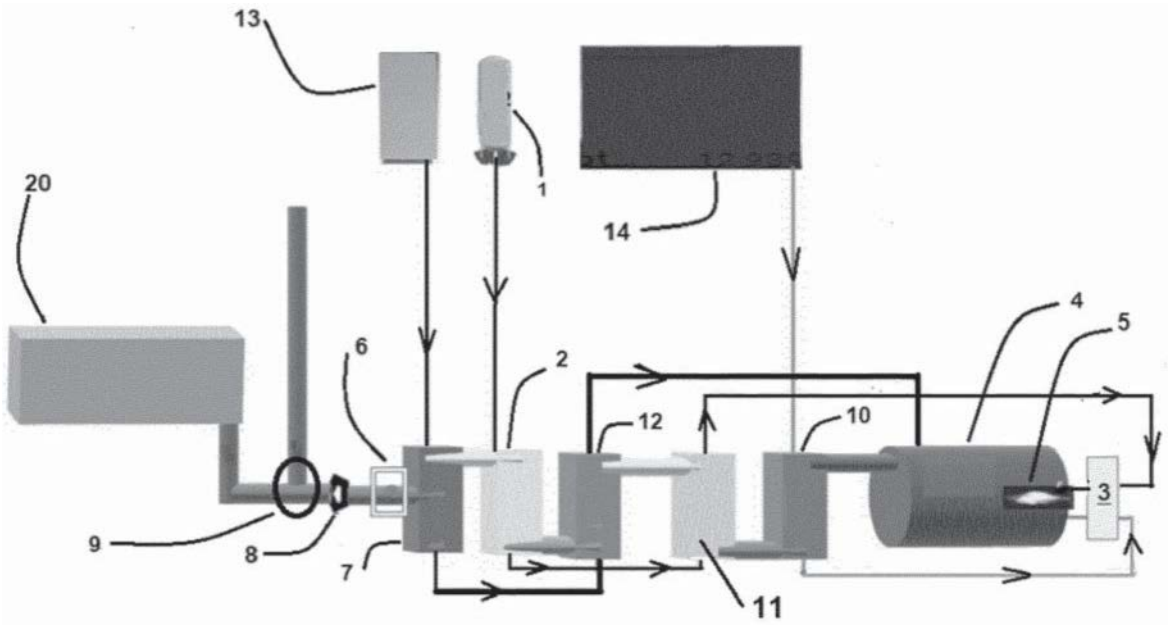


图1