



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104981659 B

(45)授权公告日 2018.08.21

(21)申请号 201480007651.1

(72)发明人 T·埃克曼

(22)申请日 2014.01.14

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104981659 A

代理人 李振东 过晓东

(43)申请公布日 2015.10.14

(51)Int.Cl.

F23G 7/06(2006.01)

(30)优先权数据

13001643.9 2013.03.28 EP

(56)对比文件

CN 101338894 A, 2009.01.07,
CN 102759108 A, 2012.10.31,
CN 1067730 A, 1993.01.06,
CN 101634528 A, 2010.01.27,
CN 102374792 A, 2012.03.14,
CN 101650133 A, 2010.02.17,
JP 昭57-198913 A, 1982.12.06,
US 2011/0059410 A1, 2011.03.10,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.08.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/000072 2014.01.14

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/154309 EN 2014.10.02

(73)专利权人 林德股份公司
地址 德国慕尼黑

审查员 王乐

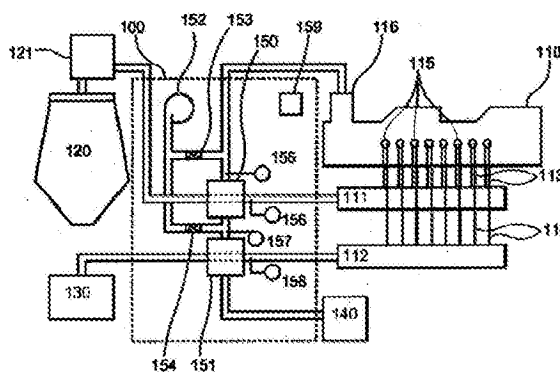
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

燃烧低级燃料的方法

(57)摘要

本发明涉及使用至少一个工业燃烧器(115)燃烧燃料的方法,向该燃烧器(115)供应低热值(LHV)为 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 或更低的低级气体燃料以及氧化剂。本发明的特征在于,对来自燃料与氧化剂的燃烧的燃烧产物首先实施将热能由燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热的的第一热交换步骤(150;201),然后对如此冷却的燃烧产物实施将热能由冷却的燃烧产物传递至氧化剂并由此对其进行预热的第二热交换步骤(151;203)。本发明还涉及用于预热燃料和氧化剂的系统。



1. 使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 向该燃烧器 (115) 供应低热值 (LHV) 为 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 或更低的低级气体燃料以及氧化剂, 其特征在于, 对来自燃料与氧化剂的燃烧的燃烧产物首先实施将热能由燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热的的第一热交换步骤 (150; 201), 然后对如此冷却的燃烧产物实施将热能由冷却的燃烧产物传递至氧化剂并由此对其进行预热的第二热交换步骤 (151; 203)。

2. 根据权利要求1所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 氧化剂与低级气体燃料之间的燃烧反应加热工业炉 (110)。

3. 根据权利要求1所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 所述低级气体燃料包含至少50重量%的来自高炉 (121) 的炉顶煤气。

4. 根据权利要求3所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 低级气体燃料源自高炉 (121) 的运行, 该高炉与燃烧器 (115) 设置在相同的工业工厂中。

5. 根据权利要求1至4之一所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 所述氧化剂包含至少85重量%的氧。

6. 根据权利要求1至4之一所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 所述第二热交换步骤 (151; 203) 包括回流换热器型金属热交换器。

7. 根据权利要求6所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 在第二热交换步骤 (151; 203) 中, 将所述氧化剂在一个或多个金属管 (222) 中输送通过一个室, 燃烧产物流动通过该室, 该管 (222) 用于使氧化剂与燃烧产物分离并将热量由该室中的燃烧产物输送至所述管 (222) 中的氧化剂。

8. 根据权利要求1至4之一所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 所述燃烧产物在进入第一热交换步骤 (150; 201) 时的温度为至少 800°C , 所述燃烧产物在进入第二热交换步骤 (151; 203) 时的温度小于 400°C 。

9. 根据权利要求1至4之一所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 设置第一周围空气供应装置以在第一热交换步骤 (150; 201) 上游将周围空气供应至燃烧产物的流, 从而对燃烧产物在进入第一热交换步骤 (150; 201) 之前进行冷却, 该第一周围空气供应装置用于基于燃烧产物在第一热交换步骤 (150; 201) 上游测量的温度和/或燃料在第一热交换步骤 (150; 201) 下游测量的温度控制燃烧产物在流入第一热交换步骤 (150; 201) 时的温度。

10. 根据权利要求9所述使用至少一个工业燃烧器 (115) 燃烧燃料的方法, 其特征在于, 设置第二周围空气供应装置以在第一热交换步骤 (150; 201) 下游但是在第二热交换步骤 (151; 203) 上游将周围空气供应至燃烧产物的流, 从而对燃烧产物在进入第二热交换步骤 (152; 203) 之前进行冷却, 该第二周围空气供应装置用于基于燃烧产物在第二热交换步骤 (151; 203) 上游测量的温度和/或氧化剂在第二热交换步骤 (151; 203) 下游测量的温度控制燃烧产物在流入第二热交换步骤 (151; 203) 时的温度。

11. 用于预热具有 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 或更低的低热值 (LHV) 的低级气体燃料以及氧化剂并将所述预热的低级气体燃料和所述预热的氧化剂供应至至少一个工业燃烧器 (115) 的系统 (100), 该工业燃烧器用于使燃料与氧化剂燃烧生成热的燃烧产物, 其特征在于, 该系统 (100) 包括将热量由热的燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热的的第一热交换装置 (150; 201), 该系统 (100) 还包括将热能由在第一热交换装置 (150; 201) 中冷却的燃烧产物传递至氧化剂

并由此对其进行预热的第二热交换装置(151;203)。

12. 根据权利要求11所述的系统(100),其特征在于,所述氧化剂包含至少85重量%的氧。

13. 根据权利要求11所述的系统(100),其特征在于,所述第二热交换装置(151;203)包括回流换热器型金属热交换器。

14. 根据权利要求13所述的系统(100),其特征在于,在第二热交换装置(151;203)中,将所述氧化剂在一个或多个金属管(222)中输送通过一个室,燃烧产物流动通过该室,该管(222)用于使氧化剂与燃烧产物分离并将热量由该室中的燃烧产物输送至所述管(222)中的氧化剂。

15. 根据权利要求11至14之一所述的系统(100),其特征在于,设置有周围空气供应装置(152)用于将周围空气在第一热交换装置(150;201)上游供应至燃烧产物的流及在第一热交换装置(150;201)下游但是在第二热交换装置(151;203)上游供应至燃烧产物的流,设置有一个或多个温度传感器(155,156,157,158)用于在第一热交换装置(150;201)上游和/或在第一热交换装置(150;201)下游测量燃烧气体的温度和/或在第一热交换装置(150;201)下游测量燃料的温度和/或在第二热交换装置(151;203)下游测量氧化剂的温度,设置有控制装置(159)用于基于来自所述至少一个温度传感器(155,156,157,158)的测量数据控制由周围空气供应装置(152)提供的周围空气流。

燃烧低级燃料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用工业燃烧器燃烧低级燃料的方法和预热系统。更具体而言,本发明涉及用于加热工业炉的此类燃烧。

背景技术

[0002] 在使用工业炉生产钢材及其他金属的工厂,经常作为副产物产生多种低级气体燃料。一个例子是来自用于钢铁生产的高炉的所谓的炉顶煤气。另一个例子是来自转炉的废气。这些低级燃料通常含有以下物质的混合物,这些物质可以包括例如烃、氮气、氧气、氢气、一氧化碳、二氧化碳和水蒸汽。因为这些燃料中的能量密度经常是受限制的,所以通常用于低温过程,例如加热或发电。替代性地,可以将其混入具有较高能量密度的燃料。也可以将其烧掉,无用排放至大气。

[0003] 因为这些低级燃料例如在钢铁生产中经常大量产生,因此比较便宜,所以值得期待的是在高温过程中也能够较大程度地加以使用,例如在通常使用更高级燃料的钢材加热炉中。

[0004] 此外,通过使用来自另一个工业过程的已经作为副产物存在的低级燃料,而不是使用传统的由外部供应的化石燃料,将会减少工厂的碳足迹。

[0005] 为了能够在这些应用中使用低级燃料,例如第553,731号瑞典专利建议切换在现有的空气燃烧器中燃料和氧化剂的供应,同时使用低级燃料。

[0006] 在第12/440,520号美国专利申请中描述了通过使用一部分燃烧产物以预热燃料同时将另一部分燃烧产物用于预热氧化剂从而利用来自加热炉的余热的方法。

[0007] 另一方面,JP 57198913描述了一种通过在热交换器中预热低级燃料和/或空气从而利用燃烧产物中的热能的燃烧器。

发明内容

[0008] 本发明对于利用可能在加热炉中的低级燃料的上述建议提供了补充或替代方案。此外,本发明解决了在离开燃烧区的燃烧产物非常热时使用燃烧产物预热氧化剂的问题。该预热通常是成问题的,因为若预热设备破裂,热的燃烧产物与氧化剂直接接触,则热的燃烧产物造成安全风险。

[0009] 因此,本发明涉及使用至少一个工业燃烧器燃烧燃料的方法,向该燃烧器供应具有 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 或更低的低热值(LHV)的低级气体燃料和氧化剂,该方法的特征在于,首先对来自燃料与氧化剂的燃烧的燃烧产物实施第一热交换步骤,在该步骤中将热能由燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热,然后对如此冷却的燃烧产物实施第二热交换步骤,在该步骤中将热能由冷却的燃烧产物传递至氧化剂并由此对其进行预热。

[0010] 本发明还涉及预热具有 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 或更低的低热值(LHV)的低级气体燃料和氧化剂及将所述预热的低级燃料和所述预热的氧化剂供应至至少一个工业燃烧器的系统,该工业燃烧器用于使燃料与氧化剂燃烧生成热的燃烧产物,该系统的特征在于,该系统包括将热

量由热的燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热的第一热交换装置,该系统还包括将热能由在第一热交换步骤中冷却的燃烧产物传递至氧化剂并由此对其进行预热的第二热交换器。

附图说明

[0011] 下面依照本发明的示例性实施方案及附图详细阐述本发明,其中:

[0012] 图1为根据本发明的预热系统的简化视图;及

[0013] 图2为根据本发明的热交换器布置方式的简化视图。

具体实施方式

[0014] 图1所示为根据本发明运行的工业炉110,其中使用同样根据本发明的预热系统100。工业炉110优选为金属材料、优选钢材的加热炉,优选保持炉气氛的加热温度为至少约1000℃,例如用于使钢铁产品再退火,更优选为至少约1200℃,例如用于在热轧之前重新加热钢铁产品。

[0015] 为了加热该炉110,使用至少一个安装在炉壁中的工业燃烧器115。每个燃烧器115包括至少一组燃料供应口和氧化剂供应口。

[0016] 氧化剂可以是空气,氧化剂的氧含量优选高于空气。因此,根据一个优选的实施方案,氧化剂包含至少50重量%的氧,更优选至少85重量%的氧。特别优选,氧化剂包含至少95%的氧,例如工业纯氧。包含高水平氧的氧化剂与低级燃料的燃烧产生成本特别低廉的加热效应。此外,此类预热能够使用燃烧产物,从而甚至预热这些种类的高氧氧化剂,而不会造成任何大的安全风险。

[0017] 根据本发明,一个或多个燃烧器115用气体低级燃料驱动,例如来自高炉的炉顶煤气。

[0018] 表1是在一方面诸如焦炉煤气的中级燃料与另一方面诸如来自高炉的炉顶煤气和来自转炉的废气的低级燃料之间不同组分的典型比例的比较。所有数值以体积百分比给出。

[0019] 表1

[0020]

	N ₂	O ₂	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	C _m H _n	H ₂ O
焦炉煤气	3.5	0.55	60	7.5	2.35	23.5	2.4	0.2
炉顶煤气	52.5	0.55	2.3	23.5	20	-	-	1.15
转炉煤气	17.2	0.1	2.5	64.5	15.6	-	-	0.1

[0021] 表2是焦炉煤气、来自高炉的炉顶煤气和来自转炉的废气的低热值(LHV)的比较。

[0022] 表2

[0023]

	LHV (MJ/Nm ³)	LHV (MJ/kg)
焦炉煤气	17.9	34
炉顶煤气	3.2	2.4
转炉煤气	8.0	6.0

[0024] 根据本发明,一个或多个燃烧器115用具有等于或小于 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 的LHV的气体燃料驱动。然而,气体燃料优选具有不大于 $6\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 、更优选不大于 $4\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 的LHV。该燃料可以包含某些添加的其他的较高级的燃料,条件是总的混合物的LHV不超过以 MJ/Nm^3 计的所述限制。具体而言,较低的LHV:s连同包含高水平的氧的氧化剂一起使用的效果较好。一个优选的燃料的例子是炉顶煤气和转炉废气的混合物,它们均来自当地的包括高炉和转炉的钢铁生产设备。出于成本上的原因,在燃烧之前优选不混入任何高级燃料,具体而言不混入任何本身具有大于 $8\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 的LHV:s的燃料,例如针对焦炉煤气的情况。

[0025] 由燃料供应装置111经由管线113向一个或多个燃烧器115供应低级燃料,该燃料供应装置接收来自该低级燃料的来源的低级燃料。在图1中显示了示例性的简化的高炉120,炉顶煤气由此经由气体净化步骤121和管路输送至供应装置111。然而,应当认识到,低级燃料的来源可以是转炉废气的来源,或者是如上所列举的低级燃料的任何其他合适的来源。

[0026] 根据一个优选的实施方案,低级燃料包含至少50重量%的源自高炉120的运行的炉顶煤气。此外,优选的是,高炉120与该炉110及因此与一个或多个燃烧器115设置在相同的工业工厂本地。以此方式,工厂整体上可以实现更高的能量效率。

[0027] 将氧化剂由氧化剂供应装置112经由管线114供应至一个或多个燃烧器115,由氧化剂来源130向该氧化剂供应装置供应氧化剂,例如传统的工业纯氧来源或传统的氧富集空气的装置。

[0028] 燃料和氧化剂均在到达装置111和112之前分别经过预热系统100。

[0029] 来自通过一个或多个燃烧器115及在炉110中燃料与氧化剂的燃烧的气态燃烧产物由该炉110经由管道116排出,然后导入管路,如图1所示。

[0030] 根据本发明,首先对所述燃烧产物实施第一热交换步骤150,其中将热能由所述燃烧产物传递至燃料并由此对其进行预热。然后,对如此冷却的燃烧产物实施第二热交换步骤151,其中将热能由冷却的燃烧产物传递至氧化剂并由此对其进行预热。

[0031] 换而言之,低级燃料和氧化剂依次连续地进行预热。这意味着,使用用于预热低级燃料的相同燃烧产物的热能预热氧化剂,但是在燃烧产物由于预热低级燃料已经在一定程度上冷却之后。以此方式,来自炉110的燃烧产物的热能含量可以更加完全地加以利用,同时使与氧化剂的预热相关的爆炸等风险最小化,尤其是在使用高氧氧化剂的情况下。

[0032] 在经过步骤150和151之后,优选将燃烧产物送至用于处理冷却的燃烧产物的净化或加工步骤140。

[0033] 当然,在燃烧产物经过步骤150、151时,燃烧产物不是不与待预热的低级燃料和氧化剂以物理方式直接接触。而是,仅发生热接触。

[0034] 根据一个优选的实施方案,第二热交换步骤包括回流换热器型的金属热交换器,换而言之,热交换器并不是再生器,而是以直接而非间接的方式将热能由一种介质传递至另一种介质,换而言之在相继地加热低级燃料或氧化剂之前不实施某些其他介质的任何中间加热。在步骤150、151中使用的优选的热交换器是逆流或交叉流热交换器。

[0035] 具体而言,优选使用金属热交换器,其中使用金属分离装置,从而总是使燃烧产物分别与低级燃料和氧化剂分离。该装置的优选的金属材料包括不锈钢。

[0036] 具体而言,优选的是,在第二热交换步骤151中,将氧化剂在一个或多个金属管中

输送通过一个室,燃烧产物流动通过该室,该管用于使氧化剂与燃烧产物分离,并将热量由该室中的燃烧产物输送至所述管中的氧化剂。

[0037] 这如图2所示,其中对应于图1中所示的第一热交换步骤150并且包括热的燃烧产物的入口200的第一热交换步骤201以串联方式经由管线202连接至对应于图1中所示的第二热交换步骤151并且包括冷却的燃烧产物的出口204的第二热交换步骤203。通过第一热交换步骤201,热交换管212在步骤201中在一个室内由低级燃料的入口210延伸至预热的低级燃料的出口211。类似地,在步骤203中,热交换管222在步骤203中在一个室内由氧化剂的入口220延伸至预热的氧化剂的出口221。

[0038] 优选的是,与用于总是使低级燃料与燃烧气体分离的在图2中显示为管212的相应的分离装置的金属材料相比,用于使氧化剂与燃烧气体分离的在图2中显示为管222的分离装置的金属材料由更加耐酸的金属材料制成。在第二热交换步骤中所述分离装置的合适材料的例子包括足够耐酸的不锈钢种类。

[0039] 此外优选的是,热交换步骤151的仅仅所述分离装置由该耐酸的不锈钢制成,因此在图2中仅为管222,热交换步骤150、151的其余装置由其他不太耐酸的不锈钢和/或非金属材料制成。

[0040] 此外,在图1中显示了周围空气供应装置152,例如是具有合适的管路的传统风扇的形式,优选与控制装置159协同工作并由其控制,该控制装置与空气供应装置152进行信息通讯(例如有线信息通讯)。

[0041] 该装置152用于在第一热交换步骤150上游将周围空气供应至燃烧产物的流,以对燃烧产物在进入步骤150之前进行冷却。经由控制阀153进行供应,该阀可以通过控制装置159加以控制以实现流量控制。

[0042] 此外,该装置152用于基于燃烧产物在步骤150上游测量的温度和/或低级燃料在步骤150下游测量的温度控制燃烧产物流入步骤150时的温度。这些温度分别使用适合的温度传感器155和156进行测量。

[0043] 根据一个补充或替代性的实施方案,设置相同或不同的周围空气供应装置152(在图1中仅显示一个此类装置)用于在第一热交换步骤150下游但是在第二热交换步骤151上游将周围空气优选经由控制阀154供应至燃烧产物的流,以对燃烧产物在进入步骤151之前进行冷却,该阀也可以通过控制装置159加以控制。在此情况下,设置该装置152用于基于燃烧产物在步骤151上游测量的温度和/或氧化剂在步骤151下游测量的温度控制燃烧产物流入第二热交换步骤时的温度。这些温度分别使用适合的温度传感器157和158进行测量。

[0044] 根据一个优选的实施方案,设置控制装置159用于由至少两个、优选至少三个温度传感器155-158读取温度输入数据,这些温度传感器分别用于测量燃烧气体在步骤150上游及在步骤150、151之间的温度;低级燃料在步骤150下游的温度;及氧化剂在步骤151下游的温度。然后基于这些测量值,控制装置159用于控制供应装置152,以在第一热交换步骤150上游将足够量的周围空气供应至燃烧产物,从而保持燃烧产物流入第二步骤151时的温度等于或低于预定的最高允许的温度。该控制过程可以基于适当的控制算法,例如要考虑与燃烧产物在流动通过第一热交换步骤150时的冷却相关的通过经验和/或理论确定的参数。控制算法例如还可以基于低级燃料通过步骤150的流量。

[0045] 周围空气可以大致处于室温,但是至少比其所混合的燃烧气体更冷。

[0046] 如上所述,燃烧产物在离开管道116时的温度可以约为1000℃。根据一个优选的实施方案,燃烧产物在可能与周围空气混合之后进入第一热交换步骤150时的温度为至少800℃。类似地,燃烧产物在步骤150中冷却及可能额外与周围空气混合之后进入第二热交换步骤151时的温度不大于400℃。这实现了有效的预热,但是仍然使安全风险最小化。

[0047] 通过首先预热低级燃料,及然后使用已经部分冷却的燃烧产物预热氧化剂,实现了许多优点。

[0048] 首先,在许多应用中,与仅在一个单独的步骤中将热能热交换至燃料和/或氧化剂可能实现的情况相比,可以将热的燃烧产物的更大比例的能量含量传递至燃料和氧化剂。

[0049] 其次,热的燃烧产物在第一热交换步骤150中被燃料冷却时密度减小,因此将热能传递至氧化剂的第二热交换步骤151可以设计成较小的容量。这又实现了成本更加低廉的设备。

[0050] 再次,甚至可以预热高氧氧化剂,而不涉及安全风险。

[0051] 上面描述了优选的实施方案。然而,本领域技术人员应当清楚,可以在不背离本发明的基本构思的情况下对所述的实施方案作出许多改变。

[0052] 例如,其可以认识到,热交换步骤150、201可以是与热交换步骤151、203相对应或不同的类型,条件是符合在此所述的原则。

[0053] 还可以认识到,用预热的低级燃料和预热的氧化剂供应的燃烧器115可以用也加热相同的炉110的其他燃烧器加以补充,例如传统的富氧燃料燃烧器。然而,燃烧器115优选构成该炉110的唯一的热量来源。

[0054] 因此,本发明不应当被限制于所述的实施方案,而是可以在所附的权利要求的范围内改变。

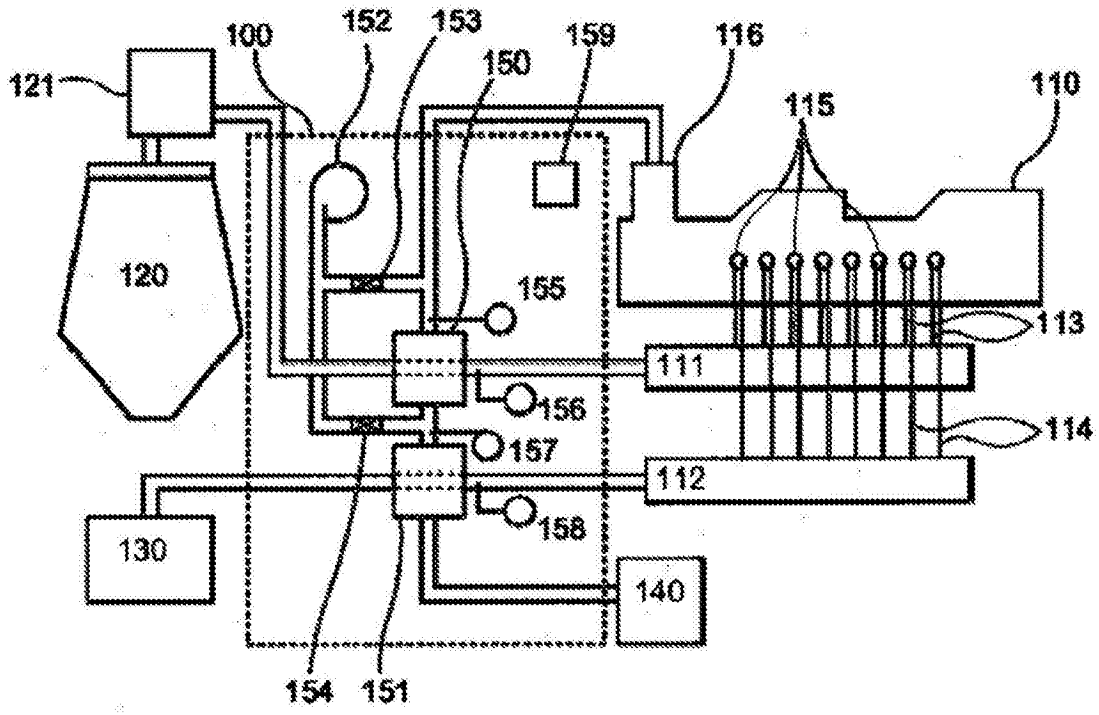


图1

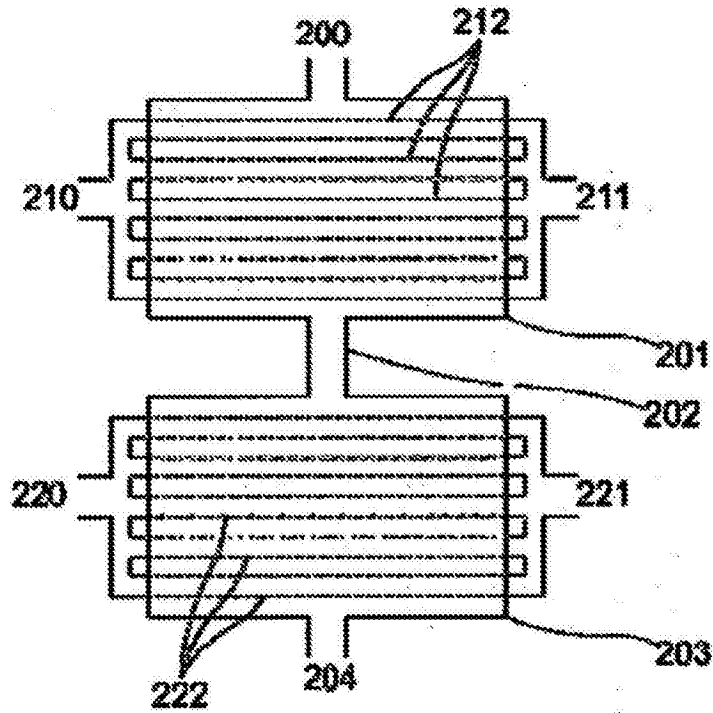


图2