(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103998626 A
(43)申请公布日 2014.08.20

(21)申请号 201280061400.2
(22)申请日 2012.12.14
(30)优先权数据
91917 2011.12.16 LU
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.06.12
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/075536 2012.12.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/087838 DE 2013.06.20
(71)申请人 保尔伍斯股份有限公司
地址 卢森堡卢森堡
(72)发明人 马克·索尔维 路易斯·施米特
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 余刚 李静
(51)Int.Cl.
C21B 3/08(2006.01)
C21B 5/06(2006.01)
C21B 7/00(2006.01)

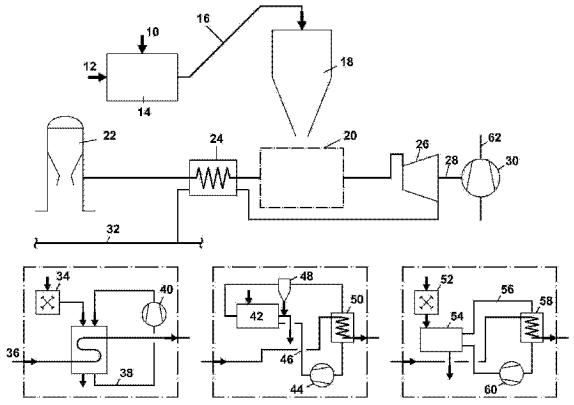
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

来自炉渣热量的冷风生成

(57)摘要

本发明描述了一种用于从炉渣热量生成冷鼓风的方法，其中，该方法包括以下步骤：a. 热的粒状炉渣的制备，b. 湿炉气体的制备，c. 湿炉气体的预热，由此产生预热的炉气体，d. 使热量从热的粒状炉渣传递到预热的炉气体，其中，产生热炉气体，e. 热炉气体在涡轮中的膨胀，其中，释放能量并产生膨胀炉气体，f. 所释放的能量的使用以驱动用于压缩冷风的冷风压缩机，其中，通过热炉气体在涡轮中的膨胀来驱动轴，其中，该轴驱动冷风压缩机，并且其中，膨胀炉气体用于预热湿炉气体，由此产生冷的膨胀炉气体。



CN 103998626 A

1. 一种用于从炉渣热量生成冷鼓风的方法，其中，所述方法包括以下步骤：

a. 提供热的粒状炉渣，

b. 提供湿鼓风炉气体，

c. 预热所述湿鼓风炉气体，从而获得预热的鼓风炉气体，

d. 使热量从所述热的粒状炉渣传递到所述预热的鼓风炉气体，其中，获得热鼓风炉气体，

e. 使所述热鼓风炉气体在涡轮中膨胀，其中，释放能量并获得膨胀鼓风炉气体，

f. 使用所释放的能量来驱动用于压缩所述冷鼓风的冷鼓风压缩机，

其中，通过所述热鼓风炉气体在涡轮中的膨胀来驱动轴，其中，所述轴驱动所述冷鼓风压缩机，并且其中，所述膨胀鼓风炉气体用于预热所述湿鼓风炉气体，从而获得冷的膨胀鼓风炉气体。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述湿鼓风炉气体具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 30 至 60℃。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述预热的鼓风炉气体具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 140 至 200℃。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的一项所述的方法，其特征在于，所述热鼓风炉气体具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 300 至 420℃。

5. 根据权利要求 1 至 4 中的一项所述的方法，其特征在于，所述膨胀鼓风炉气体具有的压力为 0.05 至 0.4bar(g)。

6. 根据权利要求 1 至 5 中的一项所述的方法，其特征在于，热的膨胀鼓风炉气体具有的温度为 400 至 290℃。

7. 根据权利要求 1 至 6 中的一项所述的方法，其特征在于，所述冷的膨胀鼓风炉气体具有的温度为 30 至 80℃。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的一项所述的方法，其特征在于，使热液体炉渣通过冷固体的引入而冷却并固化，以提供所述热的粒状炉渣。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，冷的玻璃固化炉渣和 / 或金属体用作所述冷固体。

10. 根据权利要求 1 到 9 中的一项所述的方法，其特征在于，从所述热的粒状炉渣到所述湿鼓风炉气体的传热在移动床冷却器中、在管状冷却器中和 / 或在球磨机或管磨机中进行。

来自炉渣热量的冷风生成

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及用于从炉渣热量生成冷鼓风(cold-air blast,冷风)的方法和装置。

背景技术

[0002] 在鼓风炉中生产生铁需要相当大的能量输入来生成用作助燃空气的压缩空气(被称为冷鼓风)以及加热并熔化给料和还原铁氧化合物。在不考虑冷鼓风压缩机的机械或电驱动的情况下,该能量的大部分以有机碳化合物的形式提供,主要是焦炭,并且或者还是固体(例如煤尘)、液体(例如重油)或气体(例如天然气)“替代还原剂”。转换这些碳化合物导致相当大的 CO_2 排放。

[0003] 这种增加的能量输入和所产生的环境影响说明需要更多的努力来回收存在于原料和废物中的剩余能量。

[0004] 自 19 世纪以来,已部分地已知利用鼓风炉气体作为燃料气体来加热“热风炉”中的冷鼓风、运行轧钢厂中的加热炉和在热电站中获得电能。但是,鼓风炉气体用作燃料气体要求其完全没有被固体颗粒污染。迄今为止,出于该目的所要求的气体净化主要被实施为湿法净化,其结果是鼓风炉气体的显热大量损失。

[0005] 几十年来,在鼓风炉气体“膨胀涡轮”中通过工作释放膨胀来利用鼓风炉气体中的压力能量同样是现有技术。涡轮中可获得的功率由来自气体净化的气体出口与进入净化气体系统的气体入口之间的可用压力梯度以及气体净化出口且因此涡轮入口处的气体温度两者决定。如在前一段中所阐明的,该气体温度主要通过湿法净化确定并因此只比环境温度高一点。

[0006] 在膨胀涡轮轴处可用的输出功率通常通过与涡轮连接的发电机的辅助而用作生成电能。冷鼓风压缩机所需的驱动功率通常由电机或蒸汽涡轮提供。

[0007] 专利申请 WO 2011/026940 描述了一种通过两阶段预热的辅助并且只要净化气体系统中的膨胀鼓风炉气体的入口温度保持在净化气体系统中的气体温度的限值以下来增加涡轮中的鼓风炉气体入口温度以及因此增加涡轮中的功率输出的方法。从膨胀鼓风炉气体通过传热进行预热待膨胀的鼓风炉气体的第一阶段,而通过外部能量的辅助进行预热的第二阶段。膨胀转变成越来越高的温度范围意味着,在不考虑损失的情况下,涡轮功率输出的增加与所提供的外部能量的增加相等。

[0008] JP 62 074009 描述了一种从热粒状鼓风炉渣回收能量的方法。对来自鼓风炉的鼓风炉气体进行除尘,然后利用压差在涡轮中膨胀。涡轮与发电机机械地连接。在进入涡轮之前,除尘的鼓风炉气体利用传热介质通过热量回收而加热。传热介质将热量从再循环的粒状炉渣传递到除尘的鼓风炉气体。

[0009] DE 40 30 332 公开了一种从源自鼓风炉的鼓风炉气体回收能量的方法。没有从炉渣获得能量。精除尘和粗除尘的鼓风炉气体在引入炉气体系统中以供后续使用之前在膨胀涡轮中膨胀,膨胀涡轮可与发电机连接。两个压缩机和一个发电机与由涡轮驱动的轴机械

地连接。通过两个压缩机引入鼓风炉气体和空气，然后压缩并提供给燃烧室，在燃烧室中它们与所添加的高热值的燃料燃烧。燃烧之后，燃烧的混合物通过能量的释放在鼓风炉气体膨胀涡轮中膨胀为涡轮出口压力。

[0010] 本发明的目的

[0011] 本发明的目的在于提供一种用于从在鼓风炉中生产生铁中回收能量的可替代方法以及对应的装置。

[0012] 本发明的概述

[0013] 所述目的根据本发明通过用于从炉渣热量生成冷鼓风的方法来实现，其中，该方法包括以下步骤：

[0014] a. 提供热的粒状炉渣，

[0015] b. 提供湿鼓风炉气体，

[0016] c. 预热湿鼓风炉气体，从而获得预热的鼓风炉气体，

[0017] d. 使热量从热粒状炉渣传递到预热的鼓风炉气体，其中，获得热鼓风炉气体，

[0018] e. 使热鼓风炉气体在涡轮中膨胀，其中，释放能量并获得膨胀鼓风炉气体，

[0019] f. 利用所释放的能量来驱动用于压缩冷鼓风的冷鼓风压缩机，

[0020] 其中，通过热鼓风炉气体在涡轮中的膨胀来驱动轴，其中，所述轴驱动冷鼓风压缩机，并且其中，膨胀鼓风炉气体用于预热湿鼓风炉气体，从而获得冷的膨胀鼓风炉气体。

[0021] 在实现本发明的工作过程中，由于来自涡轮的可实现的功率输出大致等于冷鼓风压缩机的必要轴功率，因此确定来自熔化的炉渣的热量回收可用于加热涡轮上游的鼓风炉气体，从而可实现外部能量的额外节省。

[0022] 如在 WO 2011/026940 和 JP 62 074009 中所阐明的，使用从炉渣获得的热量来生成冷鼓风具有的好处在于，在同一装置和时间的范围内并行地进行热量回收和利用，由此可避免转换成电，并且因此可避免用于发电的发电机和用于驱动压缩机的电机中的损失。

[0023] 与 DE 40 30 332 相反，压缩的冷鼓风作为助燃空气进入鼓风炉中。这种配置的有利特点是操作简易、成本更低、效率提高。如从与连续流机器相关的教导来看显而易见的是，在多数情况下，压缩机是增加效率的一个限制因素。尤其是在连续流机器相对小的情况下更是如此，这些连续流机器必须在高旋转速度下运行，从而实现增加效率所需的压力梯度。高旋转速度必然会导致流中的增加的二次损失，这显然会降低效率。DE 40 30 332 因此也使用两个压缩机来运行涡轮，这自然大大地增加了这种装置的成本。

[0024] 根据本发明的方法尤其有利，因为压缩气体的量与膨胀气体的量无关，因此，由于这种额外的自由度，压缩机和涡轮可在优化的效率下运行。

[0025] 根据方法的优选实施例，湿鼓风炉气体具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 30 至 60℃。

[0026] 预热的鼓风炉气体优选地具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 140 至 200℃。

[0027] 热鼓风炉气体优选地具有的压力为 2 至 4bar(g) 并且温度为 300 至 420℃。

[0028] 膨胀鼓风炉气体优选地具有的压力为 0.05 至 0.4bar(g)。

[0029] 热的膨胀鼓风炉气体优选地具有的温度为 400 至 290℃。

[0030] 冷的膨胀鼓风炉气体优选地具有的温度为 30 至 80℃。

[0031] 优选地提供热的粒状炉渣，因为热液体炉渣通过引入冷固体而冷却并固化。所使

用的冷固体优选地为冷的玻璃固化炉渣和 / 或金属体，其中，球形或类似形状的金属体优选地由铁或钢制成。

[0032] 优选地在移动床冷却器、管状冷却器和 / 或球磨机或管磨机中进行从热的粒状炉渣到湿鼓风炉气体的热量传递。

[0033] 由于已经在膨胀鼓风炉气体与待膨胀的鼓风炉气体之间在预热器中进行预热，因此进入上述用于热量回收的方法的鼓风炉气体输入具有增加的温度。炉渣的冷却因此可受限，并且可随后优选地进行回收残留在炉渣中的能量的第二热量回收阶段。

[0034] 实例计算：

[0035] 实例涉及生铁产量为 10,000 公吨 /d 的鼓风炉。冷鼓风速率（干）总计 1,000Nm^3/ 公吨，鼓风炉气体速率为 1,700Nm^3/ 公吨。

[0036] 冷鼓风压力总计 4.5bar(g)。在压缩机效率为 0.8036（内部效率 82％，机械效率 98％）的情况下，生产 423,875Nm^3/h 的湿冷鼓风的冷鼓风压缩机的压缩机连接的计算功率需求总计 34.28MW。

[0037] 鼓风炉的鼓风炉气体压力总计 2.5bar(g)，在 45℃的温度下湿气体净化后的鼓风炉气体压力为 2.2bar(g)。计算流动速率为 754,830Nm^3/h 的湿净化鼓风炉气体由膨胀鼓风炉气体从 45℃加热至 170℃，而反过来，膨胀鼓风炉气体从 243℃冷却到 65℃。每种情况下的热交换器中的压力下降总计 0.1bar，而净化气体系统压力为 0.1bar(g)。

[0038] 在第二热交换器中，鼓风炉气体从 170℃加热到 362℃。出于此目的所需的热输出总计 59.95MW。该第二热交换器中的鼓风炉气体的压力下降也总计 0.1bar。

[0039] 在涡轮中，鼓风炉气体然后从 2.0bar(g) 膨胀到 0.2bar(g)。对应的温度下降从 362℃进行到 243℃。在效率为 0.8526（内部效率 87％，机械效率 98％）的情况下，轴的功率输出总计 34.28MW，并且因此与用于生成冷鼓风的轴的上述功率需求相等。

[0040] 在炉渣速率为 200 至 300kg/ 公吨并且炉渣焓为 1,700 至 2,100kJ/kg 的情况下，炉渣的可用总热含量总计 39 至 73MW 并且因此在上述 59.95MW 的区域内来加热涡轮上游的鼓风炉气体。当然，从理论上来讲以及由于热损失的原因，不能完全利用炉渣的总热含量，因为实例计算中吸收热量的鼓风炉气体在进入热交换器时已经处于 170℃下，并且因此不能将炉渣冷却到环境温度。但是，容易想到的是，获得损失的热输出而通过燃烧鼓风炉气体将鼓风炉气体加热到期望的涡轮入口温度。每 MW 所需的额外总热含量必须燃烧大约 1,300Nm^3/h 的鼓风炉气体。

[0041] 通过比较，鼓风炉气体在 45℃下从 2.2bar(g) 膨胀到 0.1bar(g)（在热交换器中无压力下降）将导致轴的计算功率输出为 18.94MW。所提供的 59.95MW 的热量因此在 (34.28-18.94)/59.95 = 0.256 或 26％左右的效率下转换成机械能。

[0042] 附图的简述

[0043] 从下面参照附图做出的对本发明的可能实施例的详细描述中可推断出本发明的其他细节和优点，其中：

[0044] 图 1 为将热量从热炉渣传递到鼓风炉气体的方法和三个可替换选项的示意图。

[0045] 本发明的一个或多个改进的描述

[0046] 下面参照图 1 对用于生成冷鼓风的热量回收和使用的各个实施例进行说明。

[0047] 在每次出渣操作过程中定期地获得的液体热炉渣 10 通过在粒化装置 14 中引入冷

固体 12 冷却并固化，其中，所产生的热固体混合物仍然具有最高可能温度，这个温度基本上受混合物的后续处理限制。

[0048] 冷的玻璃固化鼓风炉渣例如可用作冷固体。使用冷鼓风炉渣具有的好处是，在将其引入到液体炉渣中之后，获得均匀的热固体混合物。

[0049] 但是，额外地或可替换地，球形或类似形状的金属体（优选地由铁或钢）也可用作冷固体。当引入到液体炉渣中时，金属体引起液体炉渣的更快固化，从而增加玻璃（即，非结晶）固化率。根据使用该炉渣的后续材料使用，这能是有利的或者必要的。

[0050] 在每次出渣操作过程中定期地获得的热固体混合物可保持在缓冲仓或料仓 18 中的中间存储器中并且然后作为粒状炉渣连续地提供给装置 20 来回收热量。

[0051] 热固体混合物然后引入到传热装置 20 中。在图 1 中的点虚线框 A、B 和 C 中示出了该传热装置 20 的三个不同变型。

[0052] 来自鼓风炉的鼓风炉气体具有从其取出的固体，在湿净化装置 22 中通过蒸汽浓缩并冷却到大致 45℃。湿的冷鼓风炉气体然后在预热器 24 中加热到大致 170℃并且然后在热交换器 20 中加热到大致 360℃。该热鼓风炉气体进入鼓风炉气体膨胀涡轮 26 中并且然后在预热器 24 中相反地用作膨胀的但仍然热的鼓风炉气体，从而预热湿的冷鼓风炉气体。涡轮 26 通过鼓风炉气体的膨胀来驱动，并且能量传递到驱动冷鼓风压缩机 30 的轴 28。压缩冷鼓风 62 进入鼓风炉中。膨胀的冷鼓风炉气体最后进入净化气体系统 32 中。

[0053] 在从炉渣到鼓风炉气体的传热的第一变型（如图 1 中的点虚线框 A 所示）中，热固体混合物通过压碎机 34 被弄碎并传递到移动床冷却器 36 中。在移动床冷却器 36（如例如由 Grenzebach 公司所述的）中，从固体混合物到经过冷却器壁上和 / 或床中的管道的鼓风炉气体进行传热。

[0054] 此外可通过空气回路 38 来辅助并提高传热。空气通过固体和管道外表面之间的对流来增强传热。空气回路 38 中的空气例如通过鼓风机 40 传送，鼓风机的上游可布置有适合的固体分离器，例如旋风分离器。

[0055] 在从炉渣到鼓风炉气体的传热的另一实施例（如图 1 中的点虚线框 B 所示）中，热固体混合物传递到球磨机或管磨机 42 中，在此被弄碎。用于冷却液体炉渣的金属体可优选地用作研磨体，或者可使用传统的研磨球。鼓风机 44 经由空气回路 46 将空气传送到磨机 42 中。所述空气在研磨体和研磨基板上加热，经过固体分离器 48（例如旋风分离器），并且然后在传统的热交换器 50 中将热量释放到鼓风炉气体。

[0056] 在从炉渣到鼓风炉气体的传热的另一实施例（如图 1 中的点虚线框 C 所示）中，热固体混合物通过压碎机 52 被弄碎并传递到旋转管状冷却器 54 中。在该旋转管状冷却器（如例如由 Grenzebach 公司所述的）中，通过空气回路 56 从固体混合物进行热传递。空气在管道上加热并且然后在传统的热交换器 58 中将热量释放到鼓风炉气体。回路中的空气例如通过鼓风机 60 传送。

[0057] 由于已经优选地在膨胀鼓风炉气体和待膨胀的鼓风炉气体之间在预热器中进行的预热的第一阶段，进入上述用于热量回收的方法的鼓风炉气体输入具有增加的温度。因此，炉渣的冷却可受限，并且可随后优选地进行第二阶段热量回收。

[0058] 附图的记号：

[0059] 10 液体炉渣

[0060] 12 冷固体

[0061] 14 粒化装置

[0062] 16 固体混合物

[0063] 18 缓冲料仓

[0064] 20 传热装置

[0065] 22 湿法净化装置

[0066] 24 预热器

[0067] 26 鼓风炉气体膨胀涡轮

[0068] 28 轴

[0069] 30 冷鼓风压缩机

[0070] 32 净化气体系统

[0071] 34 压碎机

[0072] 36 移动床冷却器

[0073] 38 空气回路

[0074] 40 鼓风机

[0075] 42 管磨机

[0076] 44 鼓风机

[0077] 46 空气回路

[0078] 48 固体分离器

[0079] 50 热交换器

[0080] 52 压碎机

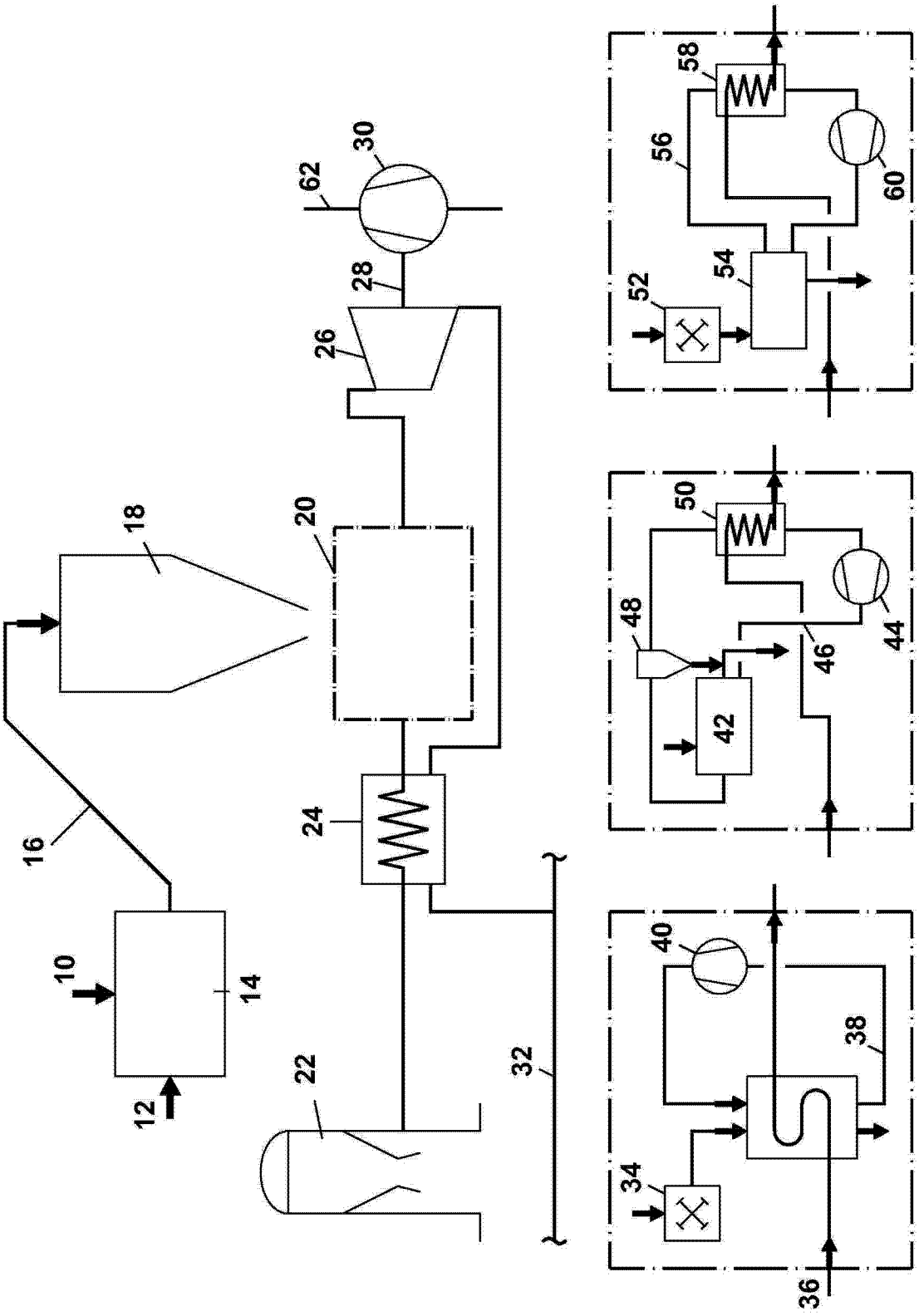
[0081] 54 旋转冷却器

[0082] 56 空气回路

[0083] 58 热交换器

[0084] 60 鼓风机

[0085] 62 压缩冷鼓风


10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62