(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112313450 B
(45)授权公告日 2023.07.04

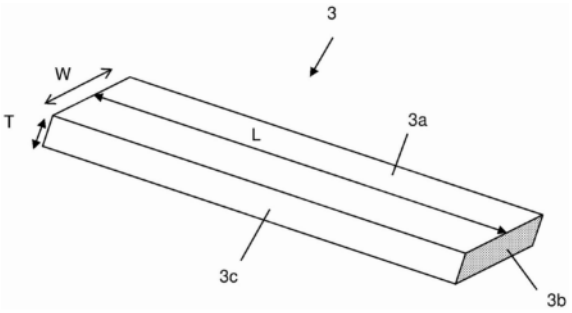
(21)申请号 201980040842.0
(22)申请日 2019.07.10
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112313450 A
(43)申请公布日 2021.02.02
(30)优先权数据
PCT/IB2018/055109 2018.07.11 IB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/055879 2019.07.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/012378 EN 2020.01.16
(73)专利权人 安赛乐米塔尔公司
地址 卢森堡卢森堡市
(72)发明人 阿克沙伊·班沙尔
本杰明·布瓦西埃
杰拉德·格里法
(74)专利代理机构 北京允天律师事务所 11697
专利代理师 青炜
(51)Int.Cl.
F23C 10/18(2006.01)
F22B 31/00(2006.01)
B21B 43/12(2006.01)
C21D 1/64(2006.01)
F22B 1/04(2006.01)
C21D 1/53(2006.01)
C21D 11/00(2006.01)
(56)对比文件
WO 81/02585 A1,1981.09.17
CN 1468362 A,2004.01.14
CN 206549594 U,2017.10.13
审查员 王乐
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

传热的方法和相关设备

(57)摘要

本发明涉及传热的方法、相关设备，其中使具有宽面且温度高于400℃的平坦金属产品与固体颗粒的流化床接触，所述固体颗粒具有循环方向(D)，其中使平坦金属产品与固体颗粒接触使得其宽面与固体颗粒的循环方向(D)平行，以及其中注入气体使得所述固体颗粒处于鼓泡状态，所述固体颗粒捕获由金属产品释放的热并将所述捕获的热传递至传递介质。



CN 112313450 B

1.一种传热的方法,其中使具有宽面且温度高于400℃的平坦金属产品与固体颗粒的流化床接触,所述固体颗粒具有循环方向(D),其中使所述平坦金属产品与所述固体颗粒接触使得所述平坦金属产品的宽面与所述固体颗粒的所述循环方向(D)平行,以及其中注入气体使得所述固体颗粒处于鼓泡状态,所述固体颗粒捕获由所述金属产品释放的热并将所述捕获的热传递至传递介质,其中所述平坦金属产品为板坯或板。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述传递介质为水。

3.根据权利要求1所述的方法,其中所述传递介质为熔盐。

4.根据权利要求2所述的方法,其中所述水用于产生蒸汽。

5.根据权利要求4所述的方法,其中所述方法在具有蒸汽网络的设备内进行,以及将所述产生的蒸汽注入所述蒸汽网络中。

6.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述金属产品为钢产品。

7.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述固体颗粒的热容为500J/kg/K至2000J/kg/K。

8.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述流化床中的所述固体颗粒的密度为1400kg/m^3至4000kg/m^3。

9.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述固体颗粒由氧化铝、SiC或钢渣制成。

10.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述固体颗粒的平均尺寸为30μm至300μm。

11.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中控制所述气体的注入流速以监测所述金属产品的冷却路径。

12.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中以5cm/秒至30cm/秒的速度注入所述气体。

13.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气体为空气。

14.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述金属产品为板坯以及将所述板坯放置在所述流化床内的支撑体上使得所述板坯的边缘与地面平行。

15.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中金属产品包括在其表面上的结垢颗粒,所述结垢颗粒通过所述固体颗粒除去以及将除去的结垢颗粒定期从所述流化床中排出。

16.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述传递介质包括纳米颗粒。

17.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中使所述金属产品在小于60分钟内从800℃冷却至400℃。

18.一种用于传热的设备,包括:

a.包括固体颗粒的流化床5的室2,所述固体颗粒捕获由具有宽面3a且温度高于400℃的平坦金属产品3释放的热,所述固体颗粒沿循环方向(D)循环,

b.用于将气体注入所述室2内的气体注入装置4,

c.其中循环有传递介质的热交换器6,所述热交换器与所述流化床接触使得所述固体颗粒将捕获的热传递至所述传递介质,

d.支撑装置,所述支撑装置用于支撑所述平坦金属产品3使得所述平坦金属产品3的所

述宽面3a与所述固体颗粒的所述循环方向(D)平行，

其中所述平坦金属产品为板坯或板。

19.根据权利要求18所述的设备，其中在所述热交换器内循环的所述传递介质为水。

20.根据权利要求18或19所述的设备，还包括用于排出结垢颗粒的装置。

21.根据权利要求20所述的设备，其中所述用于排出结垢颗粒的装置为可移动的金属网格。

22.根据权利要求18或19所述的设备，其中所述热交换器6包括：

a.用于将所述传递介质带到所述热交换器的至少第一管61，

b.用于在所述室2的出口处回收所述传递介质的至少一个第二管62，和

c.连接至所述至少第一管61和所述至少一个第二管62的至少一个第三管63，所述第三管63与所述固体颗粒的流化床接触。

23.根据权利要求22所述的设备，其中所述至少一个第二管62连接至蒸汽产生单元7。

传热的方法和相关设备

[0001] 本发明涉及从热的平坦金属产品向介质传热的方法和相关设备。

[0002] 在钢生产中，但更通常地在金属生产中，存在其中制造热的金属产品然后使其在环境空气下冷却的数个设备。无法捕获来自那些产品的所有释放的热，因此存在大量损失到大气中的能量。例如在铸造设备就是这种情况，其中生产温度约900℃的钢板坯并在环境空气下冷却，同时等待进一步的加工或输送。涉及其他产品，例如板，或更通常而言，具有宽面和窄面的任何平坦产品。需要允许捕获由这样的热的金属产品释放的热的方法。

[0003] 专利US 4,351,633描述了这样的方法：其中将板坯堆叠并送至其中循环有空气的冷却室，并通过热对流捕获由板坯释放的热。然后，将经加热的空气送至一系列设计成产生用于进一步应用的蒸汽的热交换器。对流设备需要空气循环装置，例如风扇，其消耗大量能量并因此降低过程产率。此外，由于空气与板坯之间的低的热交换系数，该方法意味着大尺寸设备和板坯在设备内的长停留时间。

[0004] 专利GB 1 528 863描述了钢产品的冷却方法，其中将板坯放置在由其中循环有水的锅炉管制成的两个冷却壁之间的槽中。由板坯主要通过辐射释放的热允许加热锅炉管中的循环水，其在管的末端处变成蒸汽。一旦达到合适的温度，将板坯从槽中移出并输送至下一个过程步骤。该方法需要长的冷却时间，并且热回收率很低伴随有大量热损失。

[0005] 专利FR 2 996 470描述了通过传导的热捕获方法，其中将板坯在绝热的室内连续移动，所述室包括用于回收由板坯释放的热的辐射装置和传导装置，例如其中循环有水的铜管，那些装置位于板坯的上方和下方。该方法需要大尺寸设备和大的投资以得到完全绝热的室。

[0006] 因此需要克服上述缺点的方法。

[0007] 根据本发明的方法在不对产品(例如对其平坦度)造成不利影响的情况下，允许在减少的时间内以高的热回收率将来自热的平坦金属产品的热传递至介质。此外，根据本发明的方法需要可以以很少的投资容易地安装在现有设备中的设备。

[0008] 根据本发明的方法允许进行金属产品的均匀冷却，并且对金属产品的品质没有影响。例如，所述方法既不涉及对金属产品的不利化学影响，也不具有对可能产生表面缺陷的金属产品的表面的任何物理影响。

[0009] 该问题通过根据本发明的传热的方法来解决，其中使具有宽面且温度高于400℃的平坦金属产品与固体颗粒的流化床接触，所述固体颗粒具有循环方向(D)，其中使平坦金属产品与固体颗粒接触使得平坦金属产品的宽面与固体颗粒的循环方向(D)平行，以及其中注入气体使得所述固体颗粒处于鼓泡状态，所述固体颗粒捕获由金属产品释放的热并将所述捕获的热传递至传递介质。

[0010] 本发明的方法还可以包括分别考虑或根据所有可能的技术组合考虑的以下任选特征：

[0011] -传递介质为水

[0012] -传递介质为熔盐，

[0013] -所述水用于产生蒸汽，

[0014] -所述方法在具有蒸汽网络的设备内进行,以及将所述产生的蒸汽注入所述蒸汽网络中,

[0015] -金属产品为板坯或板

[0016] -金属产品为钢产品,

[0017] -固体颗粒的热容为500J/kg/K至2000J/kg/K,

[0018] -流化床中的固体颗粒的密度为1400kg/m^3至4000kg/m^3,

[0019] -固体颗粒由氧化铝、SiC或钢渣制成,

[0020] -固体颗粒的平均尺寸为30μm至300μm,

[0021] -控制气体的注入流速以监测金属产品的冷却路径,

[0022] -以5cm/秒至30cm/秒的速度注入气体,

[0023] -气体为空气,

[0024] -金属产品为板坯以及将所述板坯放置在流化床内的支撑体上使得所述板坯的边缘与地面平行,

[0025] -金属产品包括在其表面上的结垢颗粒,所述结垢颗粒通过固体颗粒除去以及将除去的结垢颗粒定期从流化床中排出,

[0026] -传递介质包括纳米颗粒,

[0027] -使金属产品在小于60分钟内从900℃冷却至350℃。

[0028] 本发明还涉及用于传热的设备,所述设备包括:包括固体颗粒的流化床的室,所述固体颗粒捕获由具有宽面且温度高于400℃的平坦金属产品释放的热,所述固体颗粒沿循环方向(D)循环;用于将气体注入室内的气体注入装置;其中循环有传递介质的热交换器,热交换器与流化床接触使得固体颗粒将捕获的热传递至传递介质;和支撑装置,所述支撑装置用于支撑平坦金属产品使得平坦金属产品的宽面与固体颗粒的循环方向(D)平行。

[0029] 本发明的设备还可以包括分别考虑或根据所有可能的技术组合考虑的以下任选特征:

[0030] -在热交换器内循环的传递介质为水,

[0031] -所述设备还包括用于排出结垢颗粒的装置,

[0032] -用于排出结垢颗粒的装置为可移动的金属网格,

[0033] -热交换器包括:

[0034] o用于将传递介质带到热交换器的至少第一管

[0035] o用于在室的出口处回收传递介质的至少一个第二管,和

[0036] o连接至至少第一管和至少一个第二管的至少一个第三管,所述第三管与固体颗粒的流化床接触,

[0037] -至少一个第二管连接至蒸汽产生单元。

[0038] 通过阅读以下参照以下附图给出的描述,将更好地理解本发明:

[0039] 图1示出了板坯;

[0040] 图2示出了根据本发明的方法进行传热的设备的实施方案。

[0041] 图3示出了不同的流化状态。

[0042] 图4是利用根据现有技术和根据本发明的方法模拟板坯的表面和中心的热行为的曲线。

[0043] 图5是利用根据本发明和现有技术的方法模拟板坯表面的垂直位移的曲线及其图像表示。

[0044] 在图1中示出了作为平坦金属产品的实例的板坯3。所述板坯3具有平行六面体形状，并且包括顶部宽面3a和底部宽面、两个窄面3b和两个边缘3c。宽面限定板坯的宽度W和长度L，所述宽度W通常为700mm至2500mm，长度L为5000mm至15000mm，板坯的厚度T通常为150mm至350mm。更通常地，平坦产品可以限定为平行六面体，其中最小尺寸(例如厚度T)与其他(例如长度L)相比是可以忽略的，例如，最小尺寸至少比最大尺寸小15倍。平行六面体的宽面是不包括最小尺寸的面。平坦产品的另一个实例为板或厚板。

[0045] 那些平坦产品通常是半成品，这意味着它们将在销售之前经历进一步的制造步骤。对于那些随后的步骤，重要的是避免产品出现缺陷，并且特别是保证其平坦度。例如，如果板坯具有几毫米的垂直弯曲，则在其进一步轧制期间可能增加困难，或者甚至使其不可能轧制，这将意味着丢弃所述板坯。

[0046] 在图2中示出了根据本发明的方法进行传热的设备1。该设备1包括其中放置有热的平坦金属产品(例如板坯3)的室2。室2可以为具有可关闭的开口(通过其可以输送热的平坦金属产品)的封闭室，但其也可以具有开放的顶部或适合于热的平坦金属产品输送的任何配置。热的平坦金属产品3可以通过轧制输送机输送至室2内部，或者可以通过拾取装置例如起重机或任何合适的拾取装置放置在室2内部。室2优选地能够容纳多于一个的平坦产品3。

[0047] 室2包含固体颗粒并且包括气体注入装置4，注入气体以使固体颗粒流化并形成处于鼓泡状态的固体颗粒的流化床5，固体流化颗粒沿循环方向(D)循环。将热的平坦金属产品3放置到支撑装置上的室2中，使得其宽面3a与流化颗粒的循环方向(D)平行。在一个优选的实施方案中，方向(D)是垂直的，并且将板坯3沿其边缘3c放置在支撑体上使得其宽面3a与垂直方向平行。这允许提高传热效率，而且避免产品的变形。当放置到室2中时，热的平坦金属产品具有高于400℃的温度，并且为例如板坯或板并可以由钢制成。

[0048] 如图3所示，存在数种流化的状态。流化是通过其将固体颗粒通过悬浮在气体或液体中而转变成类流体状态的操作。根据流体速度，颗粒的行为不同。在作为本发明之一的气-固体系中，随着流速的增加超过最小流化，观察到伴随着气体的鼓泡和沟流的大的不稳定性。在较高的速度下，搅动变得更加剧烈，并且固体的运动变得更加剧烈。此外，床在最小流化下不会扩展到超过其体积太多。在该阶段下，流化床处于鼓泡状态，这是本发明所需的状态以使固体颗粒具有良好的循环并使流化床具有均匀的温度。用于得到给定状态的气体速度取决于数个参数，例如使用的气体的种类、颗粒的尺寸和密度或室2的尺寸。这可以由本领域技术人员容易地处理。

[0049] 气体可以为氮气或惰性气体，例如氩气或氦气，在一个优选的实施方案中，为空气。优选以5cm/秒至30cm/秒的速度注入，这需要低的通风功率并因此降低能量消耗。在一个优选的实施方案中，控制气体的注入流速以监测热的金属产品3的冷却速率。这对于品质受冷却速率影响的金属产品(例如钢)可能是有利的，而且对于设备调节生产是有利的。

[0050] 固体颗粒的热容优选为500J/Kg/K至2000J/Kg/K。它们的密度优选为1400kg/m^3至4000kg/m^3。它们可以为陶瓷颗粒例如SiC、氧化铝或钢渣。它们可以由玻璃或在高至1000℃稳定的任何其他固体材料制成。它们的尺寸优选为30μm至300μm。这些颗粒优选为惰性的以

防止与热的金属产品3的任何反应。

[0051] 设备1还包括其中循环有传递介质的至少一个热交换器6，热交换器与流化床5接触。如图1所示，该热交换器可以由以下构成：其中循环有冷传递介质10以将其带到热交换器的第一管61；其中回收经加热的传递介质11的第二管62；以及连接第一管61和第二管62并穿过室2和流化床5(其中加热来自第一管61的冷传递介质11)的第三管63。利用该设备1将热的金属产品3浸入固体颗粒的流化床5中，然后固体颗粒能够捕获由热的金属产品3释放的热。这允许金属产品的均匀冷却，因为金属产品的所有部分都与流化固体颗粒接触。固体颗粒通过注入装置4的气体注入而保持运动并与热交换器6接触，在热交换器6中，固体颗粒将捕获的热释放至内部循环的传递介质。可以调节热交换器内部的传递介质的流速以控制冷却速率，实际上，热交换器内部循环的介质越多，由固体颗粒释放的热就越多。

[0052] 在一个优选的实施方案中，在热交换器中循环的传递介质10为加压水，所述加压水一旦通过由流化固体颗粒释放的热加热就变成蒸汽11。加压水的绝对压力可以为1巴至30巴。然后加压水可以通过闪蒸罐7或任何其他合适的蒸汽产生设备变成蒸汽。优选地，水在热交换器内部保持液体。然后，产生的蒸汽11可以通过在设备蒸汽网络内的注入而在金属生产设备内重复使用，例如用于氢气生产或在钢设备的情况下用于RH真空脱气机或CO_2气体分离单元。在设备的同一网络内具有蒸汽重复使用设备和金属产品制造设备二者允许改善所述网络的整体能量效率。

[0053] 在热交换器中循环的传递介质10也可以为允许储存捕获的热的空气或优选在400℃至800℃具有相变的熔盐。传递介质10可以包括纳米颗粒以促进传热。

[0054] 在另外的实施方案中，金属产品3可以包括在其表面上的结垢颗粒。通过与固体流化颗粒的化学或物理相互作用，那些结垢颗粒可以从金属产品3除去并掉落在流化床的底部。在这样的情况下，设备1设置有除垢装置例如可移动的金属网格以经常从流化床除去结垢颗粒。

[0055] 利用根据本发明的方法，可以使金属产品在小于60分钟内从800℃冷却至400℃。

[0056] 根据本发明的方法可以在铸造设备的出口处或者在平整机架或轧制机架的出口处进行。

[0057] 根据本发明的方法允许金属产品的快速且均匀的冷却，同时在不使所述产品变形的情况下回收由金属产品释放的至少90％的热。此外，根据本发明的设备非常紧凑并且可以适合于可用空间。由于不需要气密性，因此不需要大的投资，也不需要高水平维护来保持有效。

实施例

[0058] 热回收

[0059] 进行模拟以评估利用根据本发明的方法可以从钢板坯回收的热的量。

[0060] 在根据本发明的方法中，将由商用低碳钢级制成且各自具有23吨的重量的四个板坯放置在设备中，所述设备包含密度为320kg/m^3且Sauter直径为50μm的碳化硅的固体颗粒，由于以5cm/秒注入空气，那些颗粒在鼓泡状态下被流化。

[0061] 热交换器，如图1所示的使用水作为流体的热交换器用于模拟。考虑2种情形，一种是初始板坯温度为800℃且冷却至400℃，第二种情形是初始温度为550℃且最终温度为250

℃。对于两种情形，评估回收的能量以及产生的蒸汽量和压力。结果示于表1中。

[0062] 表1

[0063]

$T_{初始}$ (°C)	$T_{最终}$ (°C)	板坯的停留时间	回收的能量（GJ/板坯）	产生的蒸汽（t/板坯）	蒸汽压力（巴）
800	400	35分钟	7.41	2.25	26
550	250	35分钟	4.50	1.385	7

[0064] 在两种情形下，蒸汽压力不同，因为当板坯的初始温度不同时，来自热交换器的水不在相同温度下被加热。

[0065] 根据模拟，由于根据本发明的方法，可以捕获由板坯释放的几乎95％的热。

[0066] 产品影响

[0067] 进行模拟以评估根据现有技术和根据本发明的冷却方法的变形和热影响。

[0068] 在A和B两种情形下，将由商用低碳钢级制成并且长度L为10m，宽度W为1m以及厚度T为0.25m的板坯放置在设备中，所述设备包含密度为320kg/m^3且Sauter直径为50μm的碳化硅的固体颗粒，由于以5cm/秒注入空气并垂直循环(室的底部为水平方向)，那些颗粒在鼓泡状态下被流化。

[0069] 热交换器，如图2所示的使用水作为流体的热交换器用于模拟。在两种情形下，初始板坯温度为800℃且将其冷却至400℃，在情形A下，将板坯放置在流化床中使得其宽面之一放在支撑装置上，因此其宽面与流化颗粒的循环方向垂直，而在情形B下，将板坯放置在其边缘之一上，因此其宽面与流化颗粒的循环方向平行。

[0070] 对于两种情形，图4和图5中分别模拟和示出了板坯在厚度T内在不同深度处的温度变化和所述板坯的变形。

[0071] 在图4中呈现了在顶部宽面、板坯中心和底部宽面上取一点的温度随时间的变化。

[0072] 从模拟中可以清楚地看到，与根据本发明的方法发生的(两条曲线重叠，仅一条可见)相反，底部宽面和顶部宽面不遵循相同的热路径。

[0073] 如图5可以看出的，这是对产品的影响。该图首先表示在利用根据现有技术的方法和根据本发明的方法冷却时在垂直方向上的位移沿产品的长度的曲线。在另外两张图片中，该位移直接在产品上表示，并且我们可以看到，当使用根据现有技术的方法时，存在产品的明显弯曲，该产品无法恢复至其初始平坦度。

[0074] 因此，根据本发明的方法允许在不对产品造成不利影响并且特别是不涉及所述产品的变形的情况下捕获由热的平坦金属产品释放的热。

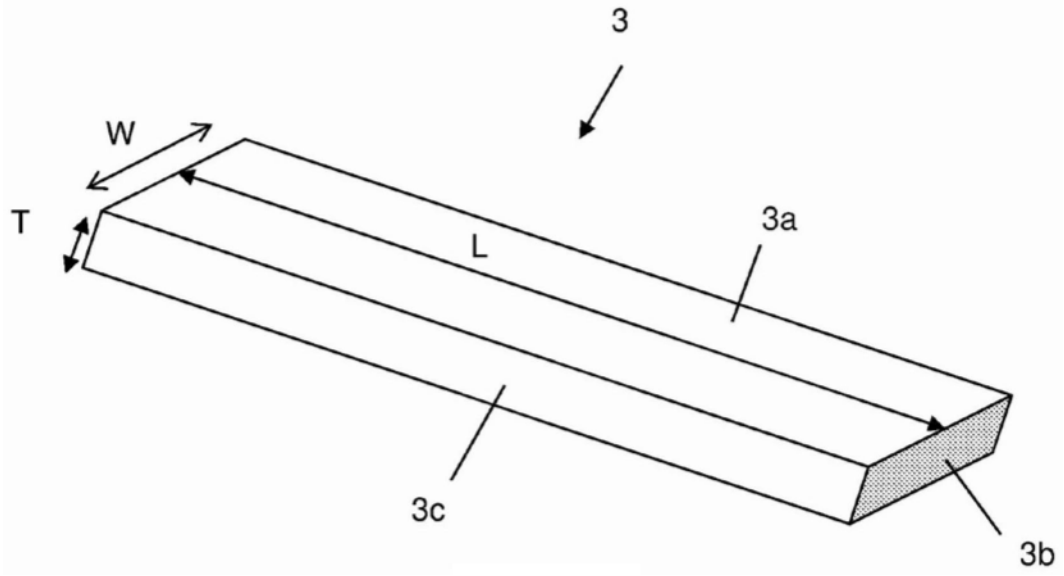


图1

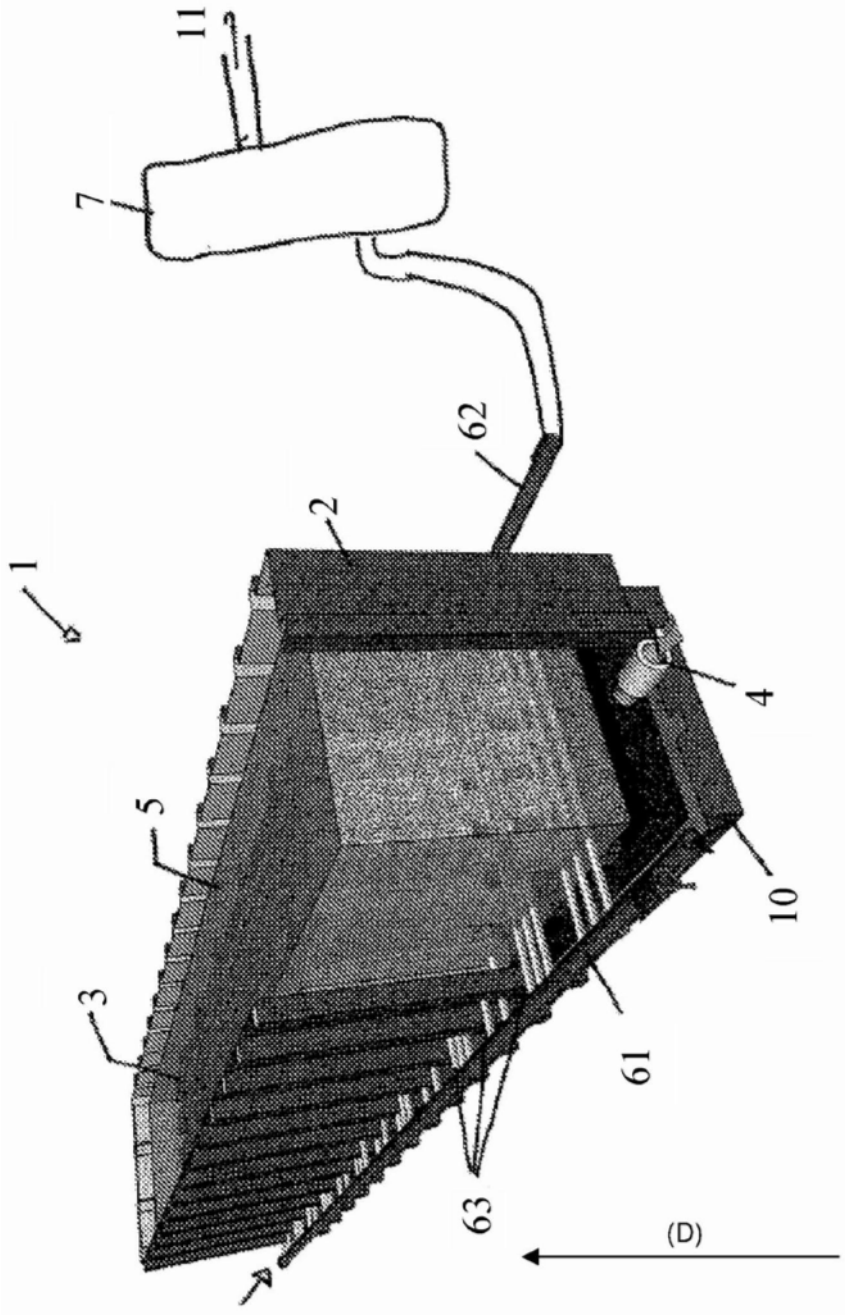


图2

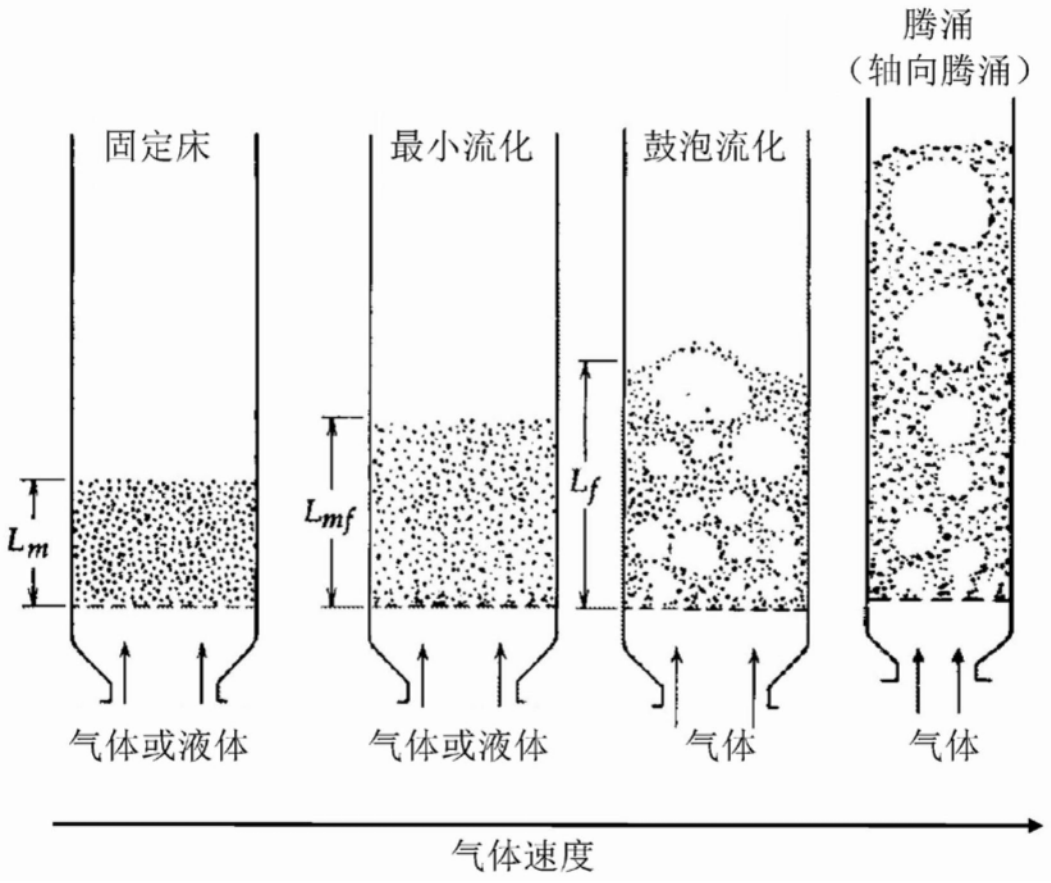


图3

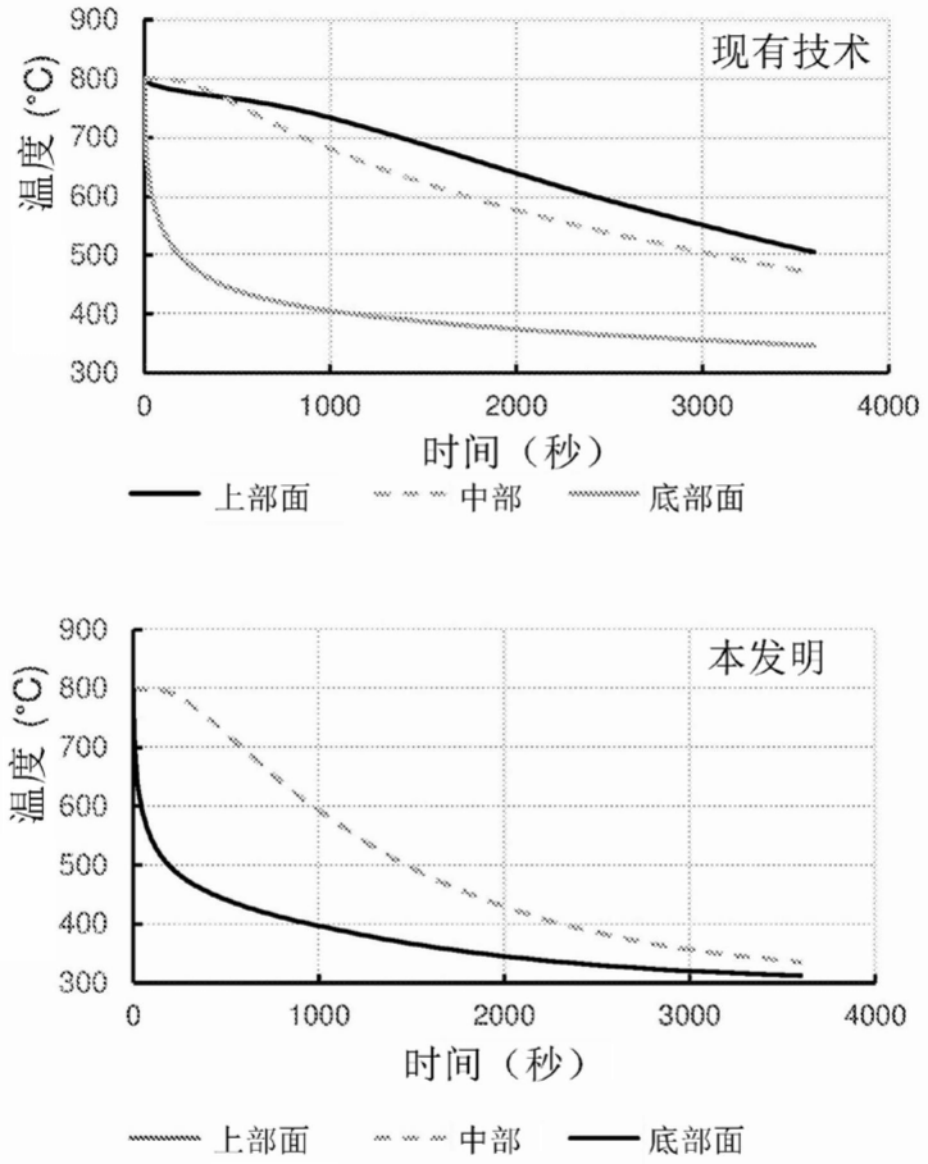

现有技术
温度 (°C)
900
800
700
600
500
400
300
0
1000
2000
3000
4000
时间（秒）
上部面
中部
底部面
本发明
温度 (°C)
900
800
700
600
500
400
300
0
1000
2000
3000
4000
时间（秒）
上部面
中部
底部面

图4

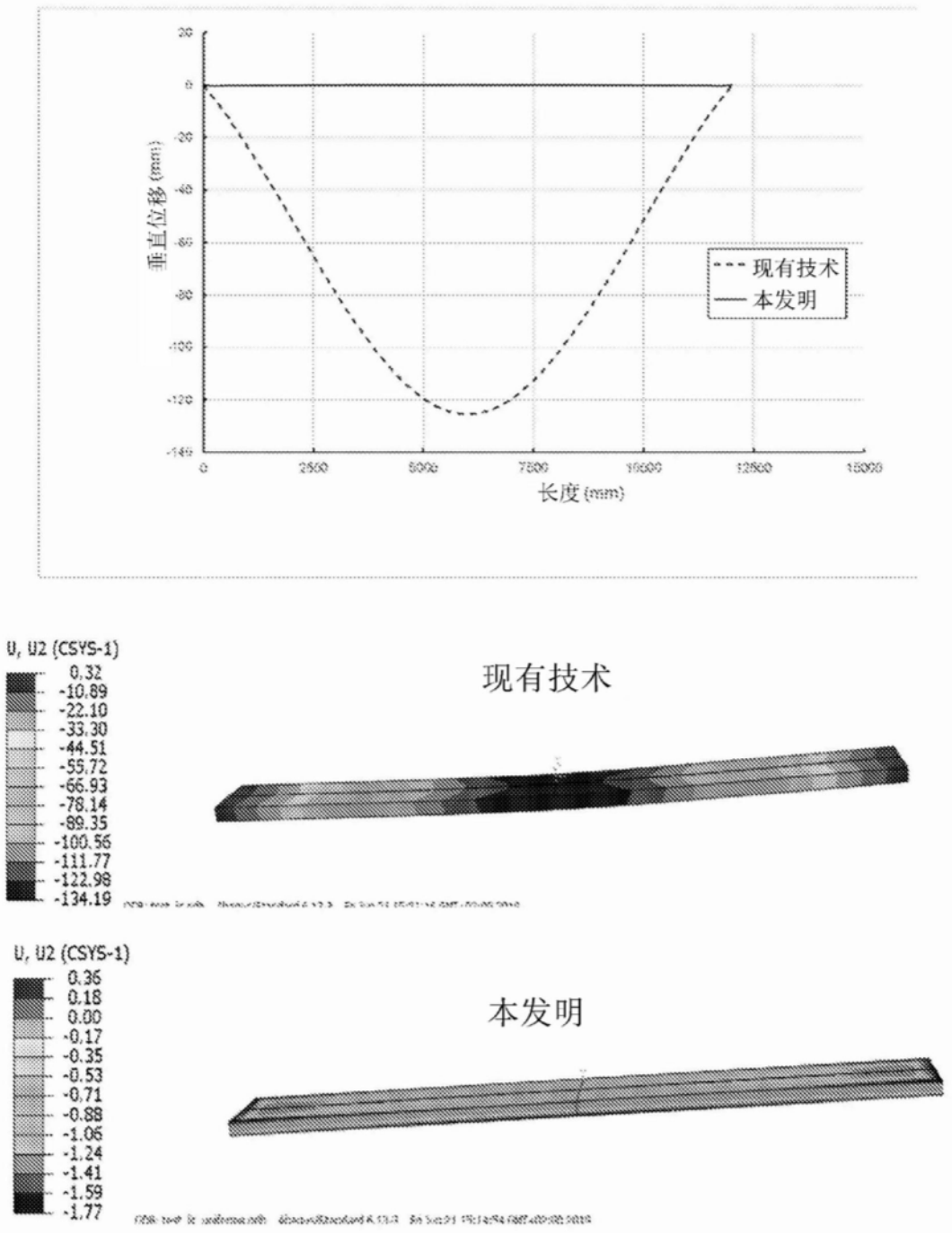

垂直位移 (mm)
长度 (mm)
现有技术
本发明
U, U2 (CSYS-1)
0.32
-10.89
-22.10
-33.30
-44.51
-55.72
-66.93
-78.14
-89.35
-100.56
-111.77
-122.98
-134.19
现有技术
U, U2 (CSYS-1)
0.36
0.18
0.00
-0.17
-0.35
-0.53
-0.71
-0.88
-1.06
-1.24
-1.41
-1.59
-1.77
本发明

图5