



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117280048 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 22

(21) 申请号 202280028818.7

(22) 申请日 2022.04.08

(30) 优先权数据

2021-078969 2021.05.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/017372 2022.04.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/234762 JA 2022.11.10

(71) 申请人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小笠原太 川畑凉

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 牛蔚然

(51) Int.Cl.

C21C 5/52 (2006.01)

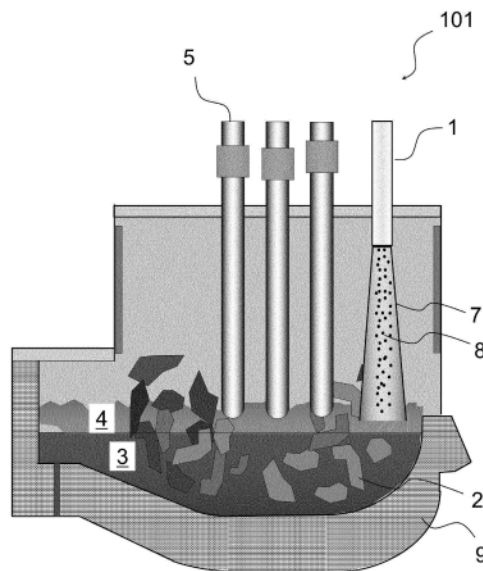
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

电炉及制钢方法

(57) 摘要

提供使用减少了CO₂排出量的热源来使冷铁源熔化的技术。在电炉中朝向炉内容物配置燃烧器,燃烧器具备粉体供给管、喷出燃料的喷射孔、和喷出助燃性气体的喷射孔,电炉构成为喷射氢气或富氢气体燃料作为燃料来形成燃烧器火焰,从粉体供给管喷射粉状或加工成粉状的副原料,副原料从燃烧器火焰中通过。制钢方法,其中,在电炉中配置有燃烧器,该燃烧器具备喷出燃料的喷射孔及喷出助燃性气体的喷射孔,从喷射孔朝向炉内喷射火焰,在电炉的1次加热的操作中的至少一部分的期间,将燃烧器的燃料设为氢气或富氢气体燃料,且以从由燃烧器形成的火焰中通过的方式吹入粉状或加工成粉状的副原料。



1. 电炉,其是使用电能熔化冷铁源以得到铁水的电炉,所述电炉的特征在于,构成为:
在该电炉中,朝向炉内容物配置有燃烧器,
该燃烧器包括粉体供给管、喷出燃料的喷射孔、和喷出助燃性气体的喷射孔,
其中,喷射氢气或富氢气体燃料作为所述燃料以形成燃烧器火焰,
从所述粉体供给管喷射粉状或加工成粉状的副原料,使该副原料从所述燃烧器火焰中通过。
2. 根据权利要求1所述的电炉,其中,所述电炉是直流电弧炉、交流电弧炉或感应熔化炉。
3. 制钢方法,其是使用电能熔化冷铁源以得到铁水的电炉中的制钢方法,所述制钢方法的特征在于,
在所述电炉中配置有燃烧器,该燃烧器具备喷出燃料的喷射孔及喷出助燃性气体的喷射孔,从该喷射孔朝向炉内喷射火焰,
在所述电炉的1次加热的操作中的至少一部分的期间,将所述燃烧器的所述燃料设为氢气或富氢气体燃料,且以从由所述燃烧器形成的火焰中通过的方式吹入粉状或加工成粉状的副原料。
4. 根据权利要求3所述的制钢方法,其中,所述冷铁源包含固体还原铁。
5. 根据权利要求3或4所述的制钢方法,其中,所述粉状或加工成粉状的副原料为石灰粉。
6. 根据权利要求3至5中任一项所述的制钢方法,其中,所述电炉为直流电弧炉、交流电弧炉或感应熔化炉。

电炉及制钢方法

技术领域

[0001] 本发明涉及为了减少钢铁制品生产时的温室效应气体排放而使用减少CO₂排出量的热源来使冷铁源熔化的技术。

背景技术

[0002] 近年来,从防止地球变暖的观点出发,钢铁业界也在进行削减化石燃料的消耗量以减少CO₂气体产生量的技术开发。在现有的综合制铁所中,用碳对铁矿石进行还原来制造铁水。为了制造该铁水,每1t铁水需要500kg左右的碳源来进行铁矿石的还原等。另一方面,在以铁废料等冷铁源为原料来制造钢液的情况下,不需要铁矿石还原所需的碳源,而仅需要足以使冷铁源熔化的热能。因此,能够大幅减少CO₂排出量。

[0003] 在冷铁源高配合操作中,使用电弧炉、感应熔化炉等电炉的情况较多。以电力赋予冷铁源的熔化热的大部分。为了削减电力单位消耗,例如在电弧炉的通常操作中采用下述技术:1) 将助燃燃烧器配置于炉壁、排渣口,促进冷点等的冷铁源的熔化、2) 进行从氧气供给喷枪供给氧以赋予铁的氧化热的所谓富氧操作、3) 从氧气供给喷枪供给氧并通过碳注入喷枪供给碳粉,使炉渣成型并覆盖电弧,提高电弧向钢液的传热效率;等等。

[0004] 但是,在富氧操作中,与铁的氧化损失相伴的成品率降低成为问题。另外,助燃燃烧器大多使用以碳化氢为燃料的燃烧器。炉渣成型操作也是将碳粉吹入炉渣内而产生CO₂气体。这些技术虽然能够削减电力单位消耗,但CO₂排出量的减少效果差。原本若是通过化石燃料获得所使用的电力,则即使是使用电力也会排出CO₂。因而,为了进一步减少CO₂排出量,希望在增加使得CO₂排出量减少了的能源的使用量的同时实现热效率提高。

[0005] 认为即使以后能够获得CO₂排出量减少的电力,并将所使用的电力置换为CO₂排出量减少的电力,仍需要上述的电力单位消耗削减技术。这些技术也需要进行CO₂排出量减少。例如,作为助燃燃烧器等燃料,设想使用利用可再生能源等制造的氢气。但是,作为氢气的性质,与碳化氢气体等比较,存在燃烧速度快、火焰温度变为高温的问题,为了解决该问题,已知下述技术。

[0006] 例如,根据专利文献1、2,提出了通过在主燃烧空间的上游侧设置预备燃烧空间来降低氧浓度、降低火焰温度的技术。另外,根据专利文献3,提出了通过确保氢气供给流路与燃烧用空气供给流路的距离并抑制氢气与燃烧用空气的混合来减缓燃烧速度、降低火焰温度的方法。

[0007] 此外,作为待熔化的冷铁源,除了铁废料以外,还预想使用减少了CO₂排出量的还原剂来制造的固体还原铁的使用量会增加。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2020-46098号公报

[0011] 专利文献2:日本特开2021-25713号公报

[0012] 专利文献3:日本特开2020-46099号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 但是,上述现有技术存在以下问题。

[0015] 在专利文献1~3记载的方法中,设备构造变得复杂且大型。因此,在实现在制钢用电炉中的应用时,存在设备投资额及维持管理费增加的问题。另外,通常,固体还原铁含有源自于作为原料的铁矿石的脉石成分,例如 SiO_2 、 Al_2O_3 。因此,在熔化时产生大量的炉渣,存在产生炉渣在炉内固化等操作障碍的问题。

[0016] 本发明是鉴于上述情况做出的,目的在于提供使用应用电能、且减少了 CO_2 排出量的热源使冷铁源熔化以得到铁水的电炉,提出在该电炉中使用 CO_2 排出量减少了的热源使冷铁源熔化的制钢方法。此外,目的在于,提出使固体还原铁作为冷铁源能够稳定地熔化的制钢方法。

[0017] 用于解决课题的手段

[0018] 有利地解决上述课题的本发明的电炉是使用电能熔化冷铁源以得到铁水的电炉,其特征在于,在该电炉中朝向炉内容物配置有燃烧器,该燃烧器包括粉体供给管、喷出燃料的喷射孔、和喷出助燃性气体的喷射孔,喷射氢气或富氢气体燃料作为所述燃料来形成燃烧器火焰,从所述粉体供给管喷射粉状或加工成粉状的副原料,该副原料从所述燃烧器火焰中通过。

[0019] 需要说明的是,认为本发明的电炉为直流电弧炉、交流电弧炉或感应熔化炉能够成为更优选的解决手段。

[0020] 有利地解决上述课题的本发明的制钢方法为使用电能熔化冷铁源以得到铁水的电炉中的制钢方法,其特征在于,在所述电炉中配置有燃烧器,该燃烧器具备喷出燃料的喷射孔及喷出助燃性气体的喷射孔,从该喷射孔朝向炉内喷射火焰,在所述电炉的1次加热的操作中的至少一部分的期间,将所述燃烧器的所述燃料设为氢气或富氢气体燃料,且以从由所述燃烧器形成的火焰中通过的方式吹入粉状或加工成粉状的副原料。

[0021] 需要说明的是,认为对于本发明的制钢方法而言,下述手段能够成为更优选的解决手段。

[0022] (1) 所述冷铁源包含固体还原铁;

[0023] (2) 所述粉状或加工成粉状的原料为石灰粉;

[0024] (3) 所述电炉为直流电弧炉、交流电弧炉或感应熔化炉。

[0025] 发明效果

[0026] 根据本发明,通过经由燃烧器火焰供给粉粒体,从而粉粒体在燃烧器火焰内被加热而成为传热介质,因此,能够高效地将燃烧器燃烧热用于电炉内的冷铁源加热,能够削减电力的使用量。通过进一步主要使用氢气作为燃料,从而 CO_2 排出量也能够减少。另外,由于燃烧器燃烧气体具有的显热在燃烧器火焰内被粉体的加热所消耗,因此火焰温度降低,还能够确保燃烧器喷嘴的耐久性、避免电炉的炉体耐火物损耗。

[0027] 此外,通过将由燃烧器火焰加热的粉状石灰向在固体还原铁熔化时产生的炉渣吹送,从而实现炉渣的加热和低熔点化。由此,能够促进炉渣的渣化,抑制由炉渣固化引起的操作阻碍。特别是在使用感应熔化炉作为电炉的情况下,由于炉渣不产生感应电流而不会被直接加热,因此容易发生炉渣固化。该问题通过应用本发明而显著得到改善。

附图说明

[0028] [图1]是作为本发明一个实施方式的电炉示出交流电弧炉的概要的纵剖面示意图。

[0029] [图2]是作为本发明的另一实施方式的电炉示出感应熔化炉的概要的纵剖面示意图。

[0030] [图3]是上述实施方式中使用的燃烧器喷枪的前端部的纵剖面示意图。

具体实施方式

[0031] 以下具体地说明本发明的实施方式。需要说明的是,各附图是示意图,存在与实际构造不同的情况。另外,以下实施方式例示用于将本发明的技术思想具体化的装置、方法,并非将构成特定为下述内容。即,本发明的技术思想能够在权利要求书记载的技术范围内实施多种变更。

[0032] 图1是示出作为本发明一个实施方式的电炉的交流电弧炉101的概要的纵剖面示意图,示出交流电弧型电炉操作的方式样态。在本实施方式中,燃烧器喷枪1能够升降地从设置于炉盖的燃烧器喷枪插入孔插入。需要说明的是,在图1的例子中,燃烧器喷枪1能够垂直升降地从炉盖插入,但不限于此。燃烧器喷枪1也可以从炉壁的上方朝向炉内倾斜地插入。另外,燃烧器不限于能够升降的喷枪形式,也可以是喷嘴部固定于炉盖、炉壁的方式。另外,除了上述燃烧器以外,也可以具备从例如排渣口装入的送氧喷枪,或可以对上述燃烧器赋予送氧功能并从上述燃烧器进行送氧。燃烧器喷枪1朝向炉体9中收容的冷铁源2、铁水3等炉内容物的表面喷射燃烧器火焰7。图示的交流电弧炉101具有3根石墨电极5。也可以从炉底吹入气体来进行搅拌。另外,炉体9具有出液孔,炉盖设有排气管道(未图示)。图1是装入固体还原铁作为冷铁源2并开始通电,以进行冷铁源2的熔化的状态。在此期间,从燃烧器喷枪1通过燃烧器火焰7吹送粉状副原料8以促进冷铁源2的熔化。在该操作中,优选使用以用太阳光、风力、水力等可再生能源制造的氢气为主体的燃料。以氢气为主体的燃料是指氢气或富氢气体燃料。作为富氢气体燃料,能够使用氢气与甲烷气体、天然气或石油气体的混合气体。从削减CO₂的观点出发,优选混合50vol%以上的氢气。

[0033] 在上述实施方式中,使用具有3根电极的交流电弧炉101作为电炉,也可以是具有上部电极和下部电极的直流电弧炉。在作为电炉使用交流电弧炉101的情况下,电极5和电弧位于炉体9的中央部,燃烧器喷枪1的设置位置被限定。本实施方式的燃烧器如以下说明的那样,即使使用以氢气为主体的燃料,也能够通过适当地吹入粉状副原料8来降低燃烧器火焰7的温度,因此能够进行操作而不损耗炉壁的水冷面板、炉床的耐火物等。

[0034] 图2是示出作为本发明的另一实施方式的电炉的感应熔化炉102的概要的纵剖面示意图,示出基于感应熔化炉的操作的方式样态。本实施方式的燃烧器喷枪1能够升降地从设置于炉盖的燃烧器喷枪插入孔插入。另外,燃烧器不限于能够升降的喷枪形式,也可以是喷嘴部固定于炉盖的方式。燃烧器喷枪1朝向炉体9中收容的冷铁源2、铁水3的表面喷射燃烧器火焰7。图示的感应熔化炉102例如具有感应加热用的线圈6。也可以从炉底吹入气体来进行搅拌。另外,炉体9具有出液口。图2是装入固体还原铁作为冷铁源2并开始通电,以进行感应加热熔化的状态。在此期间,从燃烧器喷枪通过燃烧器火焰吹送粉状副原料以促进冷铁源2的熔化,并将炉渣组成改性。具体来说,将石灰粉作为粉状副原料8从燃烧器吹送到炉

渣上,对固体还原铁中包含的 SiO_2 、 Al_2O_3 进行稀释,降低炉渣的熔点。在该操作中,与上述同样地,优选使用以用可再生能源制造的氢气为主体的燃料。

[0035] 作为上述实施方式中使用的燃烧器喷枪1的一个方式例,图3中以概略图示出其前端部10。在中心配置具有喷射孔的粉体供给管11,在其周围依次配置具有喷射孔的燃料供给管12及助燃性气体供给管13。其外侧具备具有冷却水通路14的外壳15。从设置于粉体供给管11的外周部的喷射孔供给作为燃料气体16的氢气或富氢气体燃料和助燃性气体17以形成燃烧器火焰7。并且,在该燃烧器火焰7中对从粉体供给管11喷射的粉状副原料8进行加热。由此,由于粉状副原料8成为传热介质,因此能够提高火焰向冷铁源2、铁水3等炉内容物的加热效率。其结果,能够减少电力量。作为助燃性气体17,除了纯氧以外,能够使用氧气与 CO_2 、非活性气体的混合气体、空气、富含氧空气。此外,能够将搬送粉体8的气体设为非活性气体、助燃性气体。

[0036] 在上述一个方式例中,示出燃烧器喷枪的例子,该燃烧器喷枪通过在中心具备粉体供给管并在其周围配置喷射燃料的喷射孔及喷射助燃性气体的喷射孔而构成为一体的喷枪,但燃烧器喷枪的方式不限于此。即,本发明的燃烧器如下构成即可:包括粉体供给管、喷出燃料的喷射孔、和喷出助燃性气体的喷射孔,喷射氢气或富氢气体燃料作为所述燃料来形成燃烧器火焰,从粉体供给管喷射的副原料从燃烧器火焰中通过。例如,也可以构成为,将喷出燃料的喷射孔和喷出助燃性气体的喷射孔配置于一体的喷枪,并且,与该喷枪邻接地另行配置粉体供给管,从粉体供给管喷射的副原料从燃烧器火焰中通过。

[0037] 在本发明的另一实施方式的制钢方法中,例如,首先,通过未图示的铲斗将铁废料、固体还原铁等冷铁源2装入图1所示的交流电弧炉101、图2所示的感应熔化炉102等电炉。在装入初装的冷铁源2之后开始通电。然后,将设置在炉内上部的燃烧器喷枪1插入电炉内,用电力和燃烧器火焰7进行冷铁源2的加热。若初装的冷铁源2的熔化进一步进行、成为平坦浴(flat bath)状态(即使存在未熔化的冷铁源2其也浸渍在铁水3内的状态),则也能够根据需要在通过排渣口进行排渣后使通电和燃烧器使用中,将炉盖打开并装入第2次的冷铁源2。优选在第2次的冷铁源2装入后再次开始通电,与初装后同样地进行燃烧器加热操作。需要说明的是,冷铁源2的装入次数也可以是3次以上。

[0038] 本申请的发明人使用图1、图2所示的电炉,对燃料气体流量、粉体的供给速度进行多种变更,调查对炉内容物的加热效率、燃烧器喷枪喷嘴的耐久性。其结果发现,通过对应于燃料气体16的发热量供给充分量的粉体8,从而对炉内容物的加热效率变为高位,且燃烧火焰温度降低。通过将以(粉体的供给速度)/(燃料气体的发热量)表示的粉体燃料比设为6.7(kg/MJ)以上,从而火焰温度大致成为 1500°C 以下,能够抑制对炉壁的水冷面板、炉床的耐火物等及燃烧器喷枪喷嘴的热负荷。

[0039] 作为粉体种类,能够使用作为粉状或加工成粉状的副原料8的造渣材料、粉末等。为了在燃烧器火焰内高效地进行加热,需要增大比表面积,优选为粒径 $100\mu\text{m}$ 左右以下。在副原料的粒度大的情况下,优选通过粉碎等将粒径加工为 $100\mu\text{m}$ 左右以下。在此,粒径以体积基准的50%通过率表示。

[0040] 作为冷铁源2,优选使用铁废料、用使 CO_2 排出量减少了的还原剂还原得到的固体还原铁。对于固体还原铁而言,作为10~20质量%左右的 SiO_2 、 Al_2O_3 而含有源自于铁矿石的脉石成分,虽然这也根据品牌而不同。在使固体还原铁熔化时,它们成为炉渣4而存在于铁

水3的液面上。该炉渣本身是高熔点组成,容易固化且可能附着于炉壁导致操作阻碍。特别是,在使用感应熔化炉102的情况下,由于炉渣未被感应加热,因此炉渣固化的风险较大。

[0041] 因而,若将所述燃烧器加热而供给的粉体副原料8设为石灰,则由于能够将炉渣中的碱度即 CaO/SiO_2 的质量比控制为1.0左右而优选。由此,能够使炉渣低熔点化,抑制炉渣的固化。此外,由于通过经加热的粉体对炉渣赋予热,因此能够获得促进炉渣淬化的效果。需要说明的是,也可以在如上所述使炉渣淬化后,在电弧炉及感应熔化炉中使炉体倾斜,以在熔化中或出液前进行排渣或流渣。

[0042] 另外,作为电炉,能够应用使用电能熔化冷铁源来得到铁水的构造。例如,若为电弧炉,则不仅可以是上述的交流或直流的电弧炉,也可以是将索德伯格式自熔电极等浸渍在炉渣内以进行加热的浸渍型电弧炉。另外,也可以是来自设置于炉内的发热体的辐射、炉内的对流及传导传热对被加热物进行加热的间接式电阻炉。此外,也可以是等离子体电弧熔化炉。

[0043] 在本实施方式中熔化的铁水3成为与作为原料的铁废料、固体还原铁的金属组成同等的组成,通常为C含量较少的钢液。为了进行成分调整,也可以在熔化的电炉中直接进行合金添加或进行基于吹氧的最终脱碳处理、脱磷处理等。此外,也可以在出液后进行钢液脱硫处理、真空脱气体处理等2次精炼。然后,经过连续铸造等铸造工序,制造铸片等半成品。

[0044] 实施例

[0045] (实施例1)

[0046] 使用形式与图1所示相同的交流电弧炉101进行冷铁源熔化操作试验。作为使用冷铁源2而使用固体还原铁,合计装入量为100t。

[0047] 在炉体中设置具备燃料供给线和氧供给线的燃烧器喷枪1,燃烧器喷枪1的前端部10设为与图3所示相同的多重管构造。作为燃烧器燃料16,使用甲烷气体、氢气及氢50vol%-甲烷50vol%混合气体。将未使用燃烧器的情况、供给燃烧器燃料但未供给粉体而单独以燃烧器火焰对炉内容物进行加热的情况、及向燃烧器火焰中吹入粉状的石灰的情况进行比较。出液温度设为1650℃。

[0048] 在通电开始后,在初装冷铁源的熔化进行而炉内的装入物的高度下降、在炉内上部形成空间的时刻,使燃烧器喷枪1下降,同时进行基于燃烧器火焰7的加热。就粉体的供给而言,作为搬送气体使用氩气,将粉状的石灰以100kg/min的供给速度供给到电炉内。在作为燃料气体16使用甲烷气体的情况下设为 $5\text{Nm}^3/\text{min}$ 的流量,在使用氢气的情况下设为 $16\text{Nm}^3/\text{min}$ 的流量,在使用氢-甲烷混合气体的情况下设为 $10.5\text{Nm}^3/\text{min}$ 的流量,分别供给氧气作为用于使燃料气体16燃烧的助燃性气体17。

[0049] 若初装冷铁源的熔化进一步进行、变为平坦浴状态(即使存在未熔化冷铁源也是浸渍在熔液内的状态),则在从排渣口进行排渣后将通电和燃烧器使用中断,将炉盖打开,进行第2次的冷铁源装入。在第2次的冷铁源装入后,重新开始通电,与初装后同样地进行操作。像这样,最终得到1650℃的钢液,向浇包出液。

[0050] 关于各处理条件,进行燃烧器喷枪喷嘴的损耗状况、电力单位消耗、炉渣固化有无、 CO_2 排出量的比较。将各处理条件及其结果示于表1。将以甲烷为燃料气体时的损耗量设为1.0,以指数表示相对的损耗量作为喷嘴的损耗指数。电力单位消耗以将各处理条件的使

用电力除以以往例的处理No.1的使用电力得到的值为指数。炉渣固化通过目视观察来判断。CO₂排出指数以将各处理条件的排出CO₂量除以以往例的处理No.1的排出CO₂量得到的值为指数。在此,排出CO₂量也考虑为了获得电力而消耗的化石燃料。

[0051] [表1]

No.	燃烧器			喷嘴损耗指数	电力单位消耗指数	炉渣固化有/无	CO ₂ 排出指数	备注
	有无使用	燃料种类	粉体种类					
1	无	—	—	—	1.0	无	1.0	以往例
2	有	甲烷	无	1.0	1.0	无	1.3	比较例
3	有	氢	无	1.5	1.0	无	1.0	比较例
4	有	50%氢-50%甲烷	无	1.4	1.0	无	1.2	比较例
5	有	甲烷	石灰	1.0	0.7	无	0.9	比较例
6	有	氢	石灰	1.0	0.7	无	0.6	发明例
7	有	50%氢-50%甲烷	石灰	1.0	0.7	无	0.7	发明例

[0052]

[0053] 相对于未使用燃烧器的以往例(处理No.1),在单独以燃烧器火焰对炉内容物进行加热的水准(处理No.2~4)中,燃烧器燃烧热未有效地加热,电力单位消耗大致相同。在使用含有氢的气体作为燃料且未供给粉体的水准(处理No.3~4)中,燃烧器喷枪喷嘴的损耗

大。在经由燃烧器火焰吹入粉状的石灰的条件(处理No.5~7)下,燃烧器的燃烧热高效地传热至炉内容物,能够大幅削减电力单位消耗。另一方面,相对于针对燃烧器燃料使用甲烷的水准(处理No.5)而言,在使用含有氢的气体的条件(处理No.6~7)下,能够大幅降低CO₂排出量,还能够抑制燃烧器喷嘴的损耗。

[0054] 在使用电弧炉的本实施例中,在任意水准下均未确认到炉渣的固化。

[0055] (实施例2)

[0056] 使用形式与图2所示相同的感应熔化炉102进行冷铁源熔化操作试验。作为使用冷铁源而使用还原铁,合计装入量为50t。

[0057] 炉体中设有具备燃料供给线和氧供给线的燃烧器喷枪1,燃烧器喷枪1的前端部10设为与图3所示相同的多重管构造。作为燃烧器燃料,使用甲烷气体、氢气及氢50vol%-甲烷50vol%混合气体,将未使用燃烧器的情况、供给燃烧器燃料而未供给粉体并单独以燃烧器火焰对炉内容物进行加热的情况、向燃烧器火焰中吹入粉状的石灰的情况进行比较。出液温度设为1650℃。

[0058] 通电开始后,在初装冷铁源的熔化进行而炉内的装入物的高度下降、在炉内上部形成空间的时刻,使燃烧器喷枪1下降,并用基于燃烧器火焰7的加热。就粉体的供给而言,搬送气体使用氩气,将粉状的石灰以100kg/min的供给速度向电炉内供给。在作为燃料气体16使用甲烷气体的情况下设为5Nm³/min的流量,在使用氢气的情况下设为16Nm³/min的流量,在使用氢-甲烷混合气体的情况下设为10.5Nm³/min的流量,分别供给氧气作为用于使燃料气体燃烧的助燃性气体17。

[0059] 若初装冷铁源的熔化进一步进行、成为平坦浴状态(即使存在未熔化冷铁源也是浸渍在溶液内的状态),则使通电和燃烧器使用中断,将炉盖打开,使炉体倾斜以进行排渣。在排渣结束后,使炉体恢复垂直,进行第2次的冷铁源装入,重新开始通电。在第2次的冷铁源装入后重新开始通电,与初装后同样地进行操作。像这样,最终得到1650℃的钢液,向浇包出液。

[0060] 关于各处理条件,进行燃烧器喷枪喷嘴的损耗状况、电力单位消耗、炉渣固化有无、CO₂排出量的比较。将各处理条件及其结果示于表2。评价指标与实施例1相同,所比较的以往例设为处理No.8。

[0061] [表2]

[0062]

No.	燃烧器			喷嘴损耗 指数	电力单位消耗 指数	炉渣固化 有无	CO ₂ 排出 指数	备注
	有无使用	燃料种类	粉体种类					
8	无	—	—	—	1.0	有	1.0	以往例
9	有	甲烷	无	1.0	1.0	有	1.3	比较例
10	有	氢	无	1.5	1.0	有	1.0	比较例
11	有	50%氢-50%甲烷	无	1.4	1.0	有	1.2	比较例
12	有	甲烷	石灰	1.0	0.7	无	0.9	比较例
13	有	氢	石灰	1.0	0.7	无	0.6	发明例
14	有	50%氢-50%甲烷	石灰	1.0	0.7	无	0.7	发明例

[0063] 相对于未使用燃烧器的以往例(处理No.8)而言,在单独以燃烧器火焰对炉内容物进行加热的水准(处理No.9~11)中,燃烧器燃烧热未有效地加热,电力单位消耗大致相同。在以含有氢的气体为燃料且未供给粉体的水准(处理No.10~11)中,燃烧器喷枪喷嘴的损耗大。另外,发生由炉内炉渣固化导致的操作阻碍。

[0064] 在经由燃烧器火焰添加粉状石灰的条件(处理No.12~14)下,燃烧器的燃烧热高效地向炉内容物传热,能够大幅削减电力单位消耗。另一方面,相对于针对燃烧器燃料使用甲烷的水准(处理No.12)而言,在使用含有氢的气体的条件(处理No.13~14)下,能够大幅

降低CO₂排出量,还能够抑制燃烧器喷嘴的损耗。另外,还能够抑制炉渣的固化。

[0065] 产业上的可利用性

[0066] 根据本发明的电炉及制钢方法,加热效率提高,能够使用使CO₂排出量减少了的热源使冷铁源熔化,能够削减电力单位消耗并减轻环境负荷,在产业上是有用的。也适用于需要使CO₂排出量减少了的热源及粉状副原料添加的精炼炉等工艺。

[0067] 1 燃烧器喷枪

[0068] 2 冷铁源

[0069] 3 铁水

[0070] 4 炉渣

[0071] 5 电极

[0072] 6 线圈

[0073] 7 燃烧器火焰

[0074] 8 粉状副原料(粉体)

[0075] 9 炉体

[0076] 10 燃烧器喷枪前端部(喷嘴)

[0077] 11 粉体供给管

[0078] 12 燃料供给管

[0079] 13 助燃性气体供给管

[0080] 14 冷却水通路

[0081] 15 外壳

[0082] 16 燃料气体

[0083] 17 助燃性气体

[0084] 101 交流电弧炉

[0085] 102 感应熔化炉

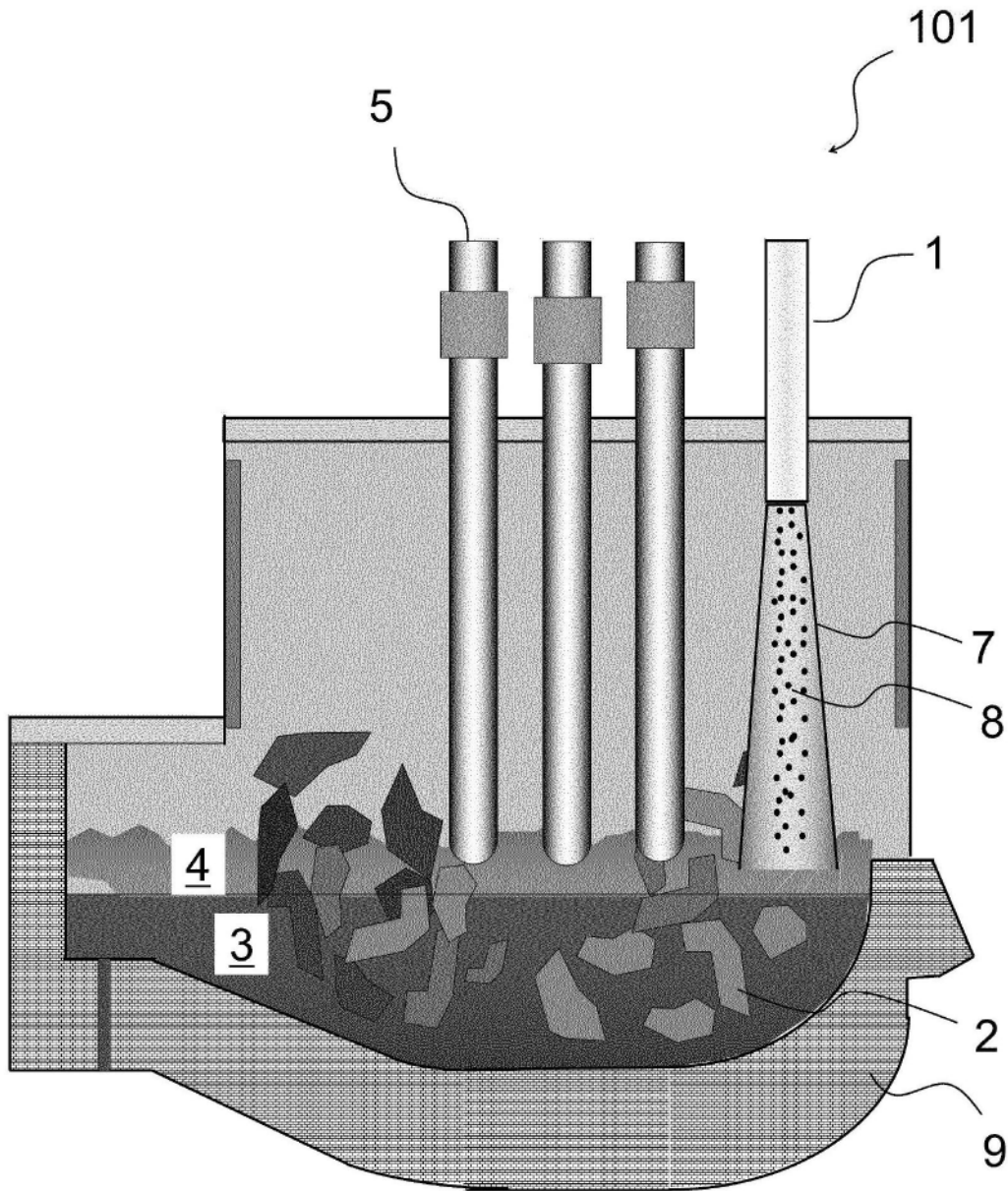


图1

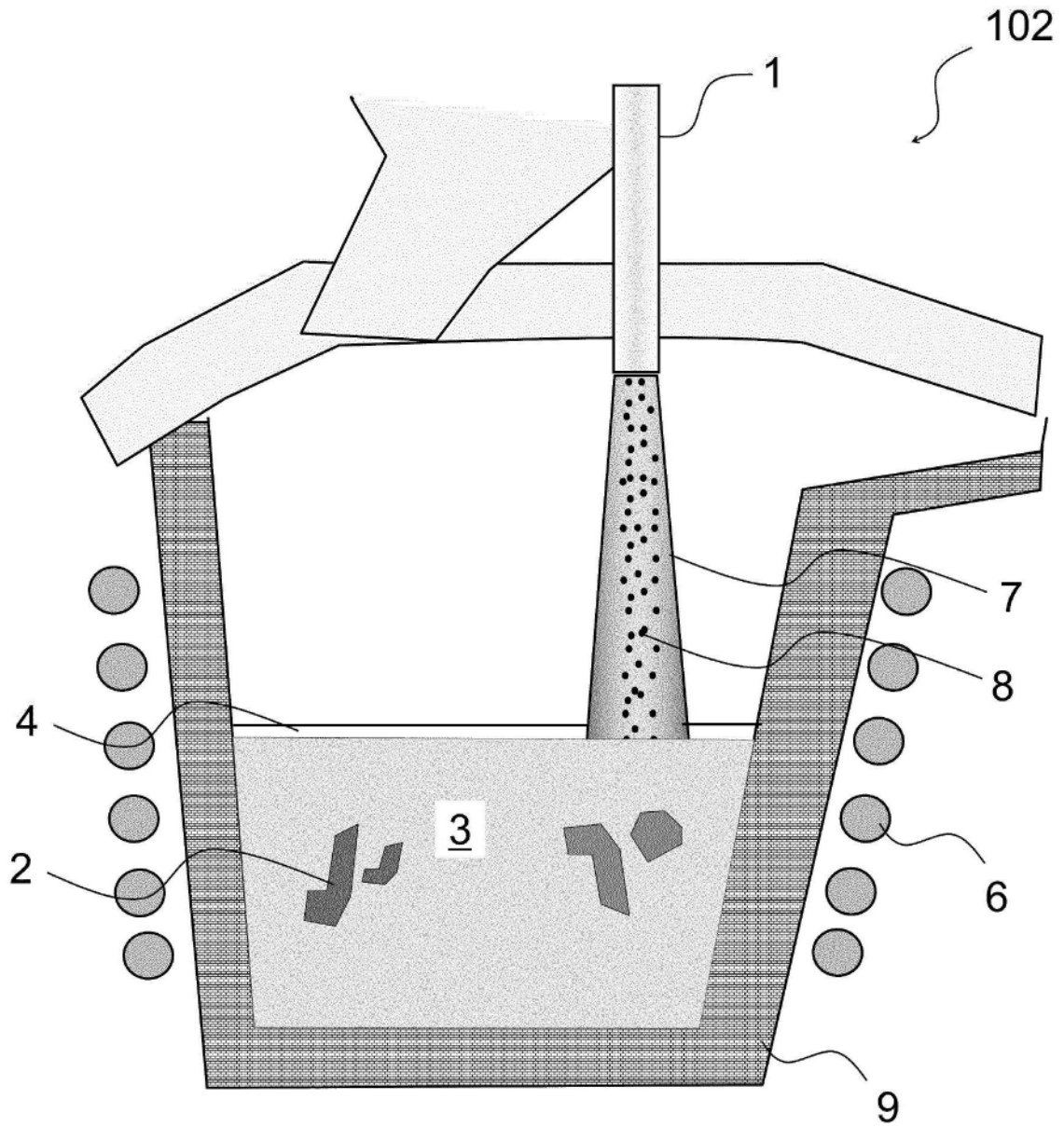


图2

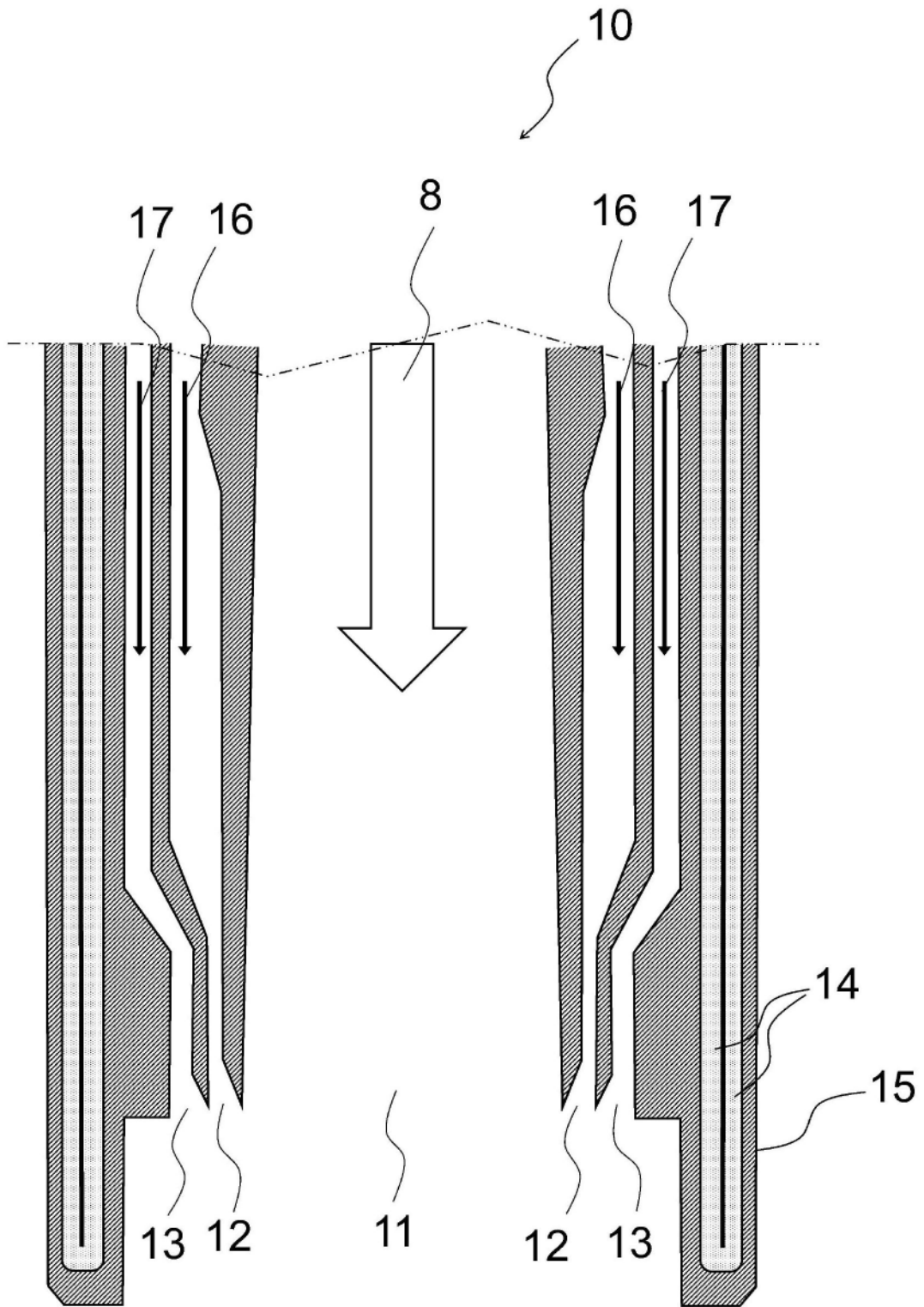


图3