



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105164286 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201480023084. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 04. 14

C22B 23/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

B03C 1/30(2006. 01)

2013-091814 2013. 04. 24 JP

B04C 9/00(2006. 01)

C01G 49/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C22B 3/04(2006. 01)

2015. 10. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/060612 2014. 04. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/175094 JA 2014. 10. 30

(71) 申请人 住友金属矿山株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小原刚 佐佐木秀纪 菅康雅

今村正树

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李英

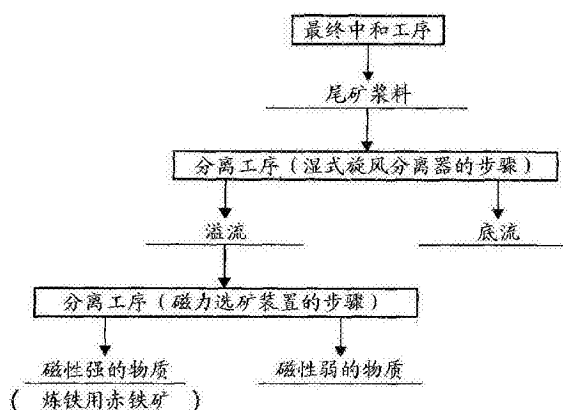
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

炼铁用赤铁矿的制造方法

(57) 摘要

本发明提出了一种可以得到能够作为炼铁用原料使用的赤铁矿含有物的浸出残渣的分离方法,提供由浸出残渣生成炼铁用赤铁矿的制造方法。一种炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,其为以从利用了高压酸浸出法的镍氧化矿石的湿式精炼设备得到的浸出残渣为原料的炼铁用赤铁矿的制造方法,依次进行下述至少两个步骤:将该浸出残渣使用湿式旋风分离器而分离为溢流和底流的步骤、将分离的溢流利用磁力分离为磁性强的物质和磁性弱的物质的步骤,且,利用磁力而分离的步骤使用强磁场磁力分离装置。



1. 一种炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,其为以从利用了高压酸浸出法的镍氧化矿石的湿式精炼设备得到的浸出残渣为原料的炼铁用赤铁矿的制造方法,
依次进行下述至少两个步骤,制作赤铁矿饼:
将所述浸出残渣使用湿式旋风分离器而分离为溢流和底流的步骤、
将所述溢流利用磁力而分离为磁性强的物质和磁性弱的物质的步骤,
且,所述利用磁力而分离的步骤使用强磁场磁力分离装置。
2. 根据权利要求 1 所述的炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,
所述使用湿式旋风分离器而分离的步骤中的湿式旋风分离器的分级尺寸为:溢流为 $1\ \mu\text{m}$ 以下的设定以上、溢流为 $2\ \mu\text{m}$ 以下的设定以下,
且,所述利用磁力而分离的步骤中的磁场强度为 $5\sim 20\text{[kGauss]}$ 。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,
包括将所述赤铁矿饼所含的水分的水分率调整为 $10\text{wt}\%\sim 17\text{wt}\%$ 的脱水工序。

炼铁用赤铁矿的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及炼铁用赤铁矿的制造方法。

[0002] 详细而言,涉及将由镍氧化矿石的采用高温酸浸出(HPAL)法的湿式精炼设备的最终中和工序得到的尾矿浆料分离,回收炼铁用赤铁矿的技术。

背景技术

[0003] 镍作为不锈钢的原料被广泛使用,但伴随成为其原料的硫化矿石的资源枯竭趋势,开发了精制低品位的氧化矿石的技术并实用化。

[0004] 具体而言,将褐铁矿、腐泥土等镍氧化矿石与硫酸溶液一同加入高压釜等加压装置中,在 $240 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 左右的高温高压下浸出镍的、被称作高温加压酸浸出(High Pressure Acid Leach,以下记为HPAL。)工艺的制造工艺被实用化。图3表示该制造工序的概略流程图。

[0005] 该HPAL工艺中的浸出到硫酸溶液中的镍通过添加中和剂中和剩余的酸,接着进行固液分离而与浸出残渣分离。

[0006] 之后,镍经由分离杂质的工序作为氢氧化物、硫化物等形式的中间原料回收,对该中间原料进一步进行精制,由此以镍金属、镍氯化物等形式而得到。

[0007] 此外,在该中和剩余的酸的工序中,浸出物被调整为适合固液分离的pH,在下一工序的固液分离工序中,用被称作CCD(Counter Current Decantation)的设备进行固体成分的浓缩及固液分离。通常,CCD中,使用了连续的多段浓缩器。

[0008] 由该CCD得到的液体成分(以下有时称作溢流。)为调整成适合硫化工序的pH而传送到中和工序。在该处,在调整pH,将产生的微细的固形物沉淀除去后,供例如硫化处理,生成镍硫化物这样的中间原料。

[0009] 在这样的HPAL工艺中,例如在氧化镍矿的情况下,即使为回收目标的有价值的金属为 $1 \sim 2$ 重量%以下的低品位矿石(以下由%表记重量%),也几乎能够完全浸出镍。即,将目标金属浓缩至与现有原料同程度,通过与现有原料大致同样的精制方法及工序可以得到目标金属。另外,该HPAL工艺不仅适用于氧化镍矿,而且还适用于镍硫化矿、硫化铜矿石、氧化铜矿石等其它原料。

[0010] 而且,通过HPAL工艺得到的浸出残渣的主要的成分为氧化铁,浸出残渣固体成分中的铁分大致为 $40 \sim 50\%$ 左右,另外,浸出残渣的生产量相对于中间原料的生产量大致为 $50 \sim 100$ 倍。这是因为在原料的镍氧化矿石、硫化矿石中含有远远超过镍的含量的量的铁。

[0011] 该浸出残渣由于在高温下生成,所以为科学上环境上稳定的氧化物的状态,现状是也没有特别的利用价值,而在残渣堆置场堆积保管。

[0012] 因此,需要用于堆积保管伴随HPAL工艺的操作产生的巨大量的浸出残渣的巨大的残渣堆置场。

[0013] 此外,氧化铁在铁矿石中大量含有,精钢的原料广泛利用铁矿石。

[0014] 在钢铁精炼中,将含有氧化铁的铁矿石与焦炭等还原剂一同装入高炉中,通过加热使其还原熔融,形成粗钢。将该粗钢用转炉精炼,制造作为目标的钢。

[0015] 通常,成为其原料的铁矿石为有限的资源,而且,钢的品质维持所需的优良的铁矿石的入手逐渐变得困难。因此,探讨了使用浸出残渣作为铁矿石。

[0016] 但是,将 HPAL 工艺的浸出残渣直接用于炼铁原料用从以下的理由来看是困难的。

[0017] 由于 HPAL 工艺的浸出残渣中除氧化铁以外还含有纹石、杂质、特别是含有硫,所以不适用于现有的炼铁工艺的原料。具体而言,是因为硫的品位高。

[0018] 特别是可用于炼铁原料的氧化铁中的硫品位根据各炼铁厂的设备能力、生产量等不同,但一般认为需要抑制在低于 1%。

[0019] 但是,浸出残渣固体成分中含有 5~8%左右的硫。该浸出残渣中的硫的来源的大部分是在 HPAL 工艺中混入的硫酸钙(石膏)。

[0020] 该石膏是在将通过高压酸浸出得到的浸出浆料中残留的游离硫酸(游离硫酸是指 HPAL 工艺中为进行充分的浸出而过量添加的硫酸中未反应而残留的酸。)中和时,通过添加普通且廉价的钙系的中和剂、例如石灰石、消石灰,并由于中和剂中所含的钙和游离硫酸反应而生成,并混入浸出残渣中的材料。

[0021] 此外,浸出残渣固体成分中所含的硫的一部分(1%左右)被取入所生成的赤铁矿的粒子中。

[0022] 该时刻得到的镍浸出后的残渣中的固体成分包含以 1 μ m 左右的赤铁矿为主的粒子,固体成分中的铁品位大致为 30~40%,硫品位大致为 5~8%。此外,该时刻得到的浸出残渣的水分率为 60%。

[0023] 为了将该浸出残渣用作炼铁用的赤铁矿,需要使浸出残渣固体成分中的铁品位为 50%以上,将硫品位为 1%以下。

[0024] 作为用于此的技术,例如专利文献 1 中记载有将浸出残渣付诸于采用筛分的分离、采用湿式旋风分离器的分离、采用磁性的分离而除去赤铁矿混合物中的杂质的技术,用于除去赤铁矿中的杂质,发现了一定的效果。

[0025] 但是,不为用于作为上述的炼铁用赤铁矿可单独使用的可以满足的方法,特别是铁品位即使高、也仅可提高至 40~45%左右。因此,在作为炼铁用赤铁矿使用时,需要与含有更高品位的铁的炼铁用原料混合。予以说明,物理分离后得到的浸出残渣的水分率为 40%程度左右。

[0026] 现有技术文献

[0027] 专利文献

[0028] 专利文献 1:日本特开 2010-095788 号公报

发明内容

[0029] 发明所要解决的课题

[0030] 本发明是为解决这种状况而完成的,提出了一种可以得到能够作为炼铁用原料使用的赤铁矿含有物的浸出残渣的分离方法,且提供一种由浸出残渣生成炼铁用赤铁矿的制造方法。

[0031] 用于解决课题的方案

[0032] 本发明者们发现通过依次进行采用湿式旋风分离器的分离步骤、和适当的磁性分离的步骤,可以同时解决所述的铁品位、硫品位的问题,进而完成了本发明。

[0033] 本发明第一发明为一种炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,其为以从利用了高压酸浸出法的镍氧化矿石的湿式精炼设备得到的浸出残渣为原料的炼铁用赤铁矿的制造方法,依次进行下述至少两个步骤,制作赤铁矿饼:将该浸出残渣使用湿式旋风分离器而分离为溢流和底流的步骤、将分离的溢流利用磁力而分离为磁性强的物质和磁性弱的物质的步骤,且,利用磁力而分离的步骤使用强磁场磁力分离装置。

[0034] 本发明第二发明为一种炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,在第一发明的使用湿式旋风分离器而分离的步骤中的湿式旋风分离器的分级尺寸为:溢流为 $1\mu\text{m}$ 以下的设定以上、溢流为 $2\mu\text{m}$ 以下的设定以下,且,利用磁力而分离的步骤中的磁场强度为 $5\sim 20[\text{kGauss}]$ 。

[0035] 本发明第三发明为一种炼铁用赤铁矿的制造方法,其特征在于,包括将第一及第二发明的赤铁矿饼所含的水分的水分率调整为 $10\text{wt}\%\sim 17\text{wt}\%$ 的脱水工序。

[0036] 发明的效果

[0037] 根据本发明的炼铁用赤铁矿的制造方法,可以由氧化矿石的精炼工序容易地得到可作为炼铁用原料使用的品位的赤铁矿含有物,工业上实现显著的效果。

附图说明

[0038] 图1是本发明的由尾矿浆料制造炼铁用赤铁矿的制造工序流程图。

[0039] 图2是现有的由尾矿浆料制造炼铁用赤铁矿的制造工序流程图。

[0040] 图3是HPAL工艺的制造工序的概略流程图。

具体实施方式

[0041] 以下,一边参照附图一边详细说明本发明的、炼铁用赤铁矿的制造方法。

[0042] 图1是制造本发明的炼铁用赤铁矿的制造工序流程图。

[0043] 本发明的特征在于,从自利用了图3的HPAL工艺的制造工序概略流程图所示的那样的高压酸浸出(HPAL)法的镍氧化矿石的湿式精炼设备排出的浸出残渣(以下是指图3的“尾矿坝”中贮存的“最终中和残渣(尾矿浆料)”)分离出具有有益的成分组成的材料,其工序依次进行将浸出残渣、即尾矿浆料使用湿式旋风分离器而分离为溢流和底流的步骤、和利用磁力将所分离的溢流分离为磁性强的物质(炼铁用赤铁矿)和磁性弱的物质的步骤的至少两个步骤,而且,在利用磁力而分离的步骤中,使用强磁场磁力分离装置。

[0044] 因此,例如可以从含有铁: $30\sim 35\%$ 、硫黄(S): $3\sim 10\%$ 的浸出残渣得到铁品位53重量%左右、S品位1%左右的高铁品位低硫品位的炼铁用赤铁矿。

[0045] 如果为这种品位的组成,则可以单独地供炼铁用,在与其它炼铁原料混合使用的情况下,也容易大地使用调整上的富余。

[0046] 在HPAL工艺中的浸出残渣的固体成分中,铁以赤铁矿的形式含有,S以石膏的形式含有。

[0047] 就其粒径而言,例如赤铁矿为 $1\mu\text{m}$,石膏为 $30\mu\text{m}$ 左右,另外,就磁性而言,赤铁矿具有弱的磁性,其它材料无磁性。

[0048] 本发明中,这样的浸出残渣被装入湿式旋风分离器,将粒径大的石膏的大部分作为底流除去。在溢流中浓缩粒径小的赤铁矿。

[0049] 其次,将得到的溢流使用可磁化为可分离赤铁矿和铬铁矿的程度的“强磁场磁力分离装置”进行分离处理。

[0050] 在通常的磁力选矿中使用的磁力最高为 2000[Gauss] 左右,但由于例如在实施例中所使用的“强磁场磁力分离装置”中采用对于粉体在通过网眼时施加磁力的方式,所以可以施加非常强力的磁力。予以说明,该网眼以成为对于分离对象的粉体最适合的开孔的方式进行设定。

[0051] 通过这种构成,可以分离在通常的磁力选矿中实质上不能分离的赤铁矿和铬铁矿。另外,由于少量残留的石膏也没有磁性,所以可以从赤铁矿中分离。

[0052] 其结果,最终作为磁力选矿装置的磁性体侧的排出物(磁化物),回收铁:53重量%左右、s:1重量%左右的炼铁用赤铁矿。

[0053] 如至此所述,就本发明的炼铁用赤铁矿的制造方法而言,最大特征在于首先用湿式旋风分离器分离,接着用强磁场磁力分离装置分离,但仅将用湿式旋风分离器分离的步骤、和用强磁场磁力分离装置分离的步骤单纯的组合,例如在与上述相反的顺序中,难以高效地回收炼铁用赤铁矿。

[0054] 即,这是因为,如果先进行强磁场磁力分离装置的分离步骤,则由于有粒径大幅不同的石膏存在,所以对于小粒径的赤铁矿和铬铁矿难以赋予对将两者分离来说足够的磁力。另外,即使通过所使用的强磁场磁力分离装置的施加磁力的方式也难以进行分离。例如,这是因为,在为对于粉体在通过网眼时施加磁力的方式的实施例中也使用的“强磁场磁力分离装置”中,自刚运转之后,粒径大的石膏堵塞上述的网眼,不能进行分离操作。

[0055] 对于本发明的炼铁用赤铁矿的制造方法的特征而言,首先,采用湿式旋风分离器的分离将湿式旋风分离器的分级尺寸设定在适当范围而进行。

[0056] 其次,进行利用将磁场强度设定在适当的范围的磁力的分离。

[0057] 因此,作为湿式旋风分离器的分级尺寸的设定,首先,就溢流的设定而言,只要根据所含的赤铁矿及石膏的粒径适宜调整即可,但优选湿式旋风分离器的分级尺寸以溢流为 1 μm 以下的设定以上、溢流为 2 μm 以下的设定以下的方式进行设定。

[0058] 特别是,通常,将镍氧化矿石通过 HPAL 方式的湿式精炼进行处理,由最终中和工序得到的浸出残渣的固体成分中所含的赤铁矿为 1 μm 左右的粒径,石膏为 30 μm 左右的粒径,因此,在上述范围内,可以提高湿式旋风分离器的分级效果。

[0059] 另外,利用磁力进行分离时的优选的磁场强度的条件为 10 ~ 15[kGauss]。

[0060] 基本上是优选磁场强度强,这是因为在低于 5[kGauss] 时,赤铁矿的分离不充分。另外,在大于 20[kGauss] 的情况下,不仅不能期待其以上的效果,而且在经济上也是不优选的。

[0061] 另一方面,在本发明的制造方法中,对于将上述物理分离处理后得到的浸出残渣(水分率 40%左右)进行通常的脱水处理而得到的赤铁矿饼而言,其含硫分低达低于 1%,但水分含有率为 22wt%左右,得到了比较高的值。

[0062] 通常认为,在固体物质的运送中,如果水分含量多,则在船舶输送中引起液化现象,可能引起船舶的倾覆,在日本海事鉴定协会的调查结果中,本发明赤铁矿的运送容许水

分值 (Transportable Moisture Limit :TML) 为 17wt% 以下。因此,在船舶搬送的情况下,在制造本发明的赤铁矿饼时,需要降低其水分含有率。

[0063] 同时,赤铁矿的粒径非常细,达 $1\mu\text{m}$ 左右,因此,扬尘的可能性非常高。如果水分量增多,则该扬尘减少。如果将水分量自 17wt% 持续降低,则从 10wt% 左右发现有细粒子显著增多的趋势,因此,水分含量优选为 10 ~ 17wt%,在处理时可以进行使用集装袋等防尘对策的情况下,优选其水分含量更低。

[0064] 因此,可以进行水分含量的调整。本发明中,进行从赤铁矿饼除去水分的脱水处理。

[0065] 该脱水方法中有加热法、压滤机法、离心分离法等,但从水分除去效率的高低、经济性出发,期望采用压滤机的方法。

[0066] 另外,优选将通过至此所述的制造方法制造的炼铁用赤铁矿造粒,制成造粒物。

[0067] 通过本发明的制造方法得到的赤铁矿饼从形状的不均一性、容易产生粉尘、流动性差等观点出发,启示了在炼铁工厂与其它铁矿石混合的情况下容易形成不均一的混合状态、低流动性导致的装入效率的降低、容易产生粉尘等问题点,因此,通过进行造粒制成均一的造粒物来消除所启示的问题点。

[0068] 在进行造粒时,可以使用滚动造粒、压缩造粒、挤出造粒等众所周知的造粒法,得到均一且流动性好的造粒物。同时,将粉尘的产生抑制地比赤铁矿饼更低。

[0069] 而且,本发明的炼铁用赤铁矿中,通过应用本发明,来自石膏的硫的全量被除去,认为是在高温加压酸浸出的工序中被取入赤铁矿粒子中的来自硫酸成分的硫残留 1% 左右。

[0070] 因此,通过将以下所示的公知的方法组合应用,可以制成更良好的炼铁用原料。

[0071] 具体而言,通过将如“特表 2012-517523 号公报”所记载地那样通过对供给材料进行干燥、烧成,除去供给材料中所含的硫及结晶水合水,除去赤铁矿中残留的硫,接着,例如如“特开 2004-269960 号公报”中所记载地那样将粉末状的铁原料团块化、或如“特开 2012-211363 号公报”中所记载地那样将粉末状的铁原料球团化等的方法组合应用,可以期待制成更良好的炼铁用原料。

[0072] 另外,通过对通过本发明得到的赤铁矿以规定的温度进行焙烧,将赤铁矿粒子中的硫作为 SO_x 除去,可以降低该硫品位。

[0073] 具体而言,通过进行 600°C 以上的热处理,可以得到硫为 0.5% 以下的浓度的赤铁矿。在超过 1400°C 的热处理中,成为 0.05% 以下的硫浓度,得到与现有的铁矿石同等的硫浓度。

[0074] 通过高于 1400°C 的温度下的热处理可以得到低硫浓度的赤铁矿,但如果提高热处理温度,则会引起消耗能量的增加、炉壁材质的短寿命化,所以经济上来说优选为 1400°C 以下的热处理。

[0075] 实施例

[0076] 以下,通过实施例、比较例更详细说明本发明。表 1 中汇总表示实施例、比较例的共通的制造条件及特性测定条件。

[0077] [表 1]

[0078]

	项目/条件
尾矿浆料	固体成分: 35[wt%] 处理速度: 400[t/hr] 固体成分中: Fe/35%、S/7% 粒径: 赤铁矿(1 μ m)、石膏(30 μ m)
湿式旋风分离器	ソルダーサイクロン社制“型号 SC224-P” 分级设定条件: 溢流为 1 μ m 以下的设定~2 μ m 以下的设定
磁力选矿装置	メッソ社制造“高梯度磁分离装置 型号 120” 磁场施加部的网眼开孔: 50[μ m] 磁场强度: 12[kGauss]
粒度测定	株式会社岛津制作所制激光衍射式粒径分布测定装置 “SALD-3100” d ₅₀ 粒度: 采用激光衍射方式的测定值

[0079] 实施例 1

[0080] 在分离上述浸出残渣时,应用本发明,首先用表 1 所示的湿式旋风分离器进行处理,将得到的溢流继续用磁力选矿装置分离。

[0081] 就固体成分的处理量而言,处理 10 吨的浸出残渣,得到的溢流浆料重量为 9.1 吨。

[0082] 磁力选矿的结果是,得到显示铁分 :53%、S :0.7% 的品位的 2.2 吨的赤铁矿。

[0083] 实施例 2

[0084] 在分离上述浸出残渣时,应用本发明,首先用表 1 所示的湿式旋风分离器进行处理,将得到的溢流继续用磁力选矿装置分离。

[0085] 就固体成分的处理量而言,处理 10 吨的浸出残渣,得到的溢流浆料重量为 9.1 吨。

[0086] 将通过磁力选矿及脱水处理得到的赤铁矿饼 2.2 吨进行高压压滤(高压加热过滤装置),得到铁分 :52%、S :0.8%、水分率 15%、2.0 吨的赤铁矿。

[0087] 实施例 3

[0088] 在分离上述浸出残渣时,应用本发明,首先用表 1 所示的湿式旋风分离器进行处理,将得到的溢流继续用磁力选矿装置分离。

[0089] 就固体成分的处理量而言,处理 10 吨的浸出残渣,得到的溢流浆料重量为 9.1 吨。

[0090] 将通过磁力选矿及脱水处理得到的赤铁矿饼 2.2 吨进行高压压滤(高压加热过滤装置),得到铁分 :52%、S :0.8%、水分率 15%、2.0 吨的赤铁矿。

[0091] 通过将该饼以 1400℃ 进行加热处理,得到水分含有率 0%、硫浓度 0.05% 的赤铁矿造粒物。

[0092] 实施例 4

[0093] 在实施例 1 的处理条件下,将湿式旋风分离器的设定设为 1 μ m 以下、将磁力选矿装置的磁场的强度设为 5[kGauss],除此之外,以完全相同的方法进行处理。

[0094] 得到的溢流浆料重量为 8 吨。

[0095] 进行磁选处理,得到铁分 :52%、S :0.8%、固体成分重量 1.6 吨的赤铁矿。

[0096] 实施例 5

[0097] 在实施例 1 的处理条件下,将湿式旋风分离器的设定设为 2 μm 以下、将磁力选矿装置的磁场的强度设为 20[kGauss],除此之外,以完全相同的方法进行处理。

[0098] 得到的溢流浆料重量为 9.3 吨。

[0099] 进行磁选处理,得到铁分 :55%、S :0.9%、固体成分重量 2.3 吨的赤铁矿。

[0100] (比较例 1)

[0101] 不应用本发明,不进行采用上述磁力选矿装置的分离,除此之外,进行与实施例 1 相同的操作。

[0102] 其结果,可以得到铁分 :37%、S :5%、7.9 吨的固体成分,但作为炼铁用赤铁矿不能单独利用。

[0103] (比较例 2)

[0104] 不应用本发明,不进行采用上述湿式旋风分离器的分离,除此之外,进行与实施例 1 相同的操作。

[0105] 其结果,施加磁力的网眼在刚运转之后堵塞,因此,不能继续操作。

[0106] (比较例 3)

[0107] 在实施例 1 的处理条件下,将湿式旋风分离器的设定设为 0.4 μm 以下、将磁力选矿装置的磁场的强度设为 4[kGauss],除此之外,以完全相同的方法进行处理。

[0108] 得到的溢流浆料重量为 0.5 吨。

[0109] 进行磁选处理,得到铁分 :49%、S :1.2%、固体成分重量 0.01 吨、这样的非常少量的低品位赤铁矿。

[0110] (比较例 4)

[0111] 在实施例 1 的处理条件下,将湿式旋风分离器的设定设为 2.5 μm 以下、将磁力选矿装置的磁场的强度设为 22[kGauss],除此之外,以完全相同的方法进行处理。

[0112] 得到的溢流浆料重量为 9.3 吨。

[0113] 进行磁选处理,得到铁分 :52%、S :1.5%、固体成分重量 2.1 吨、这样的 S 品位高的赤铁矿。

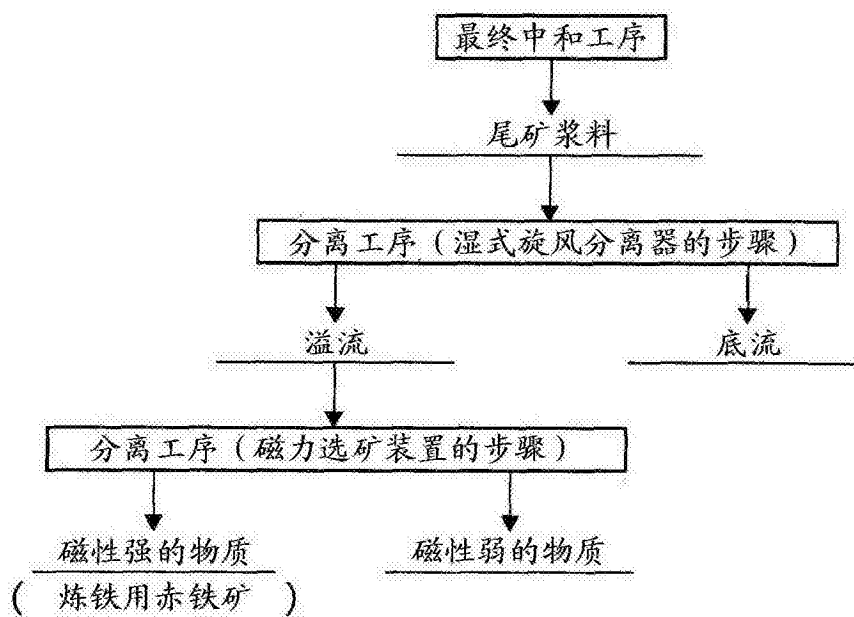


图 1

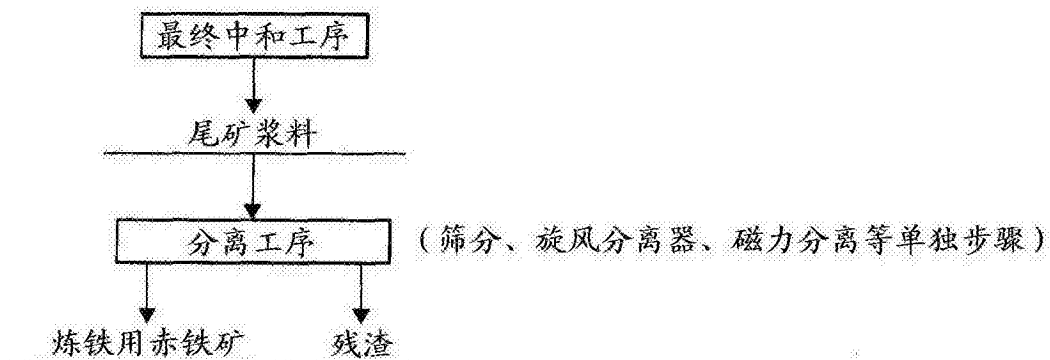


图 2

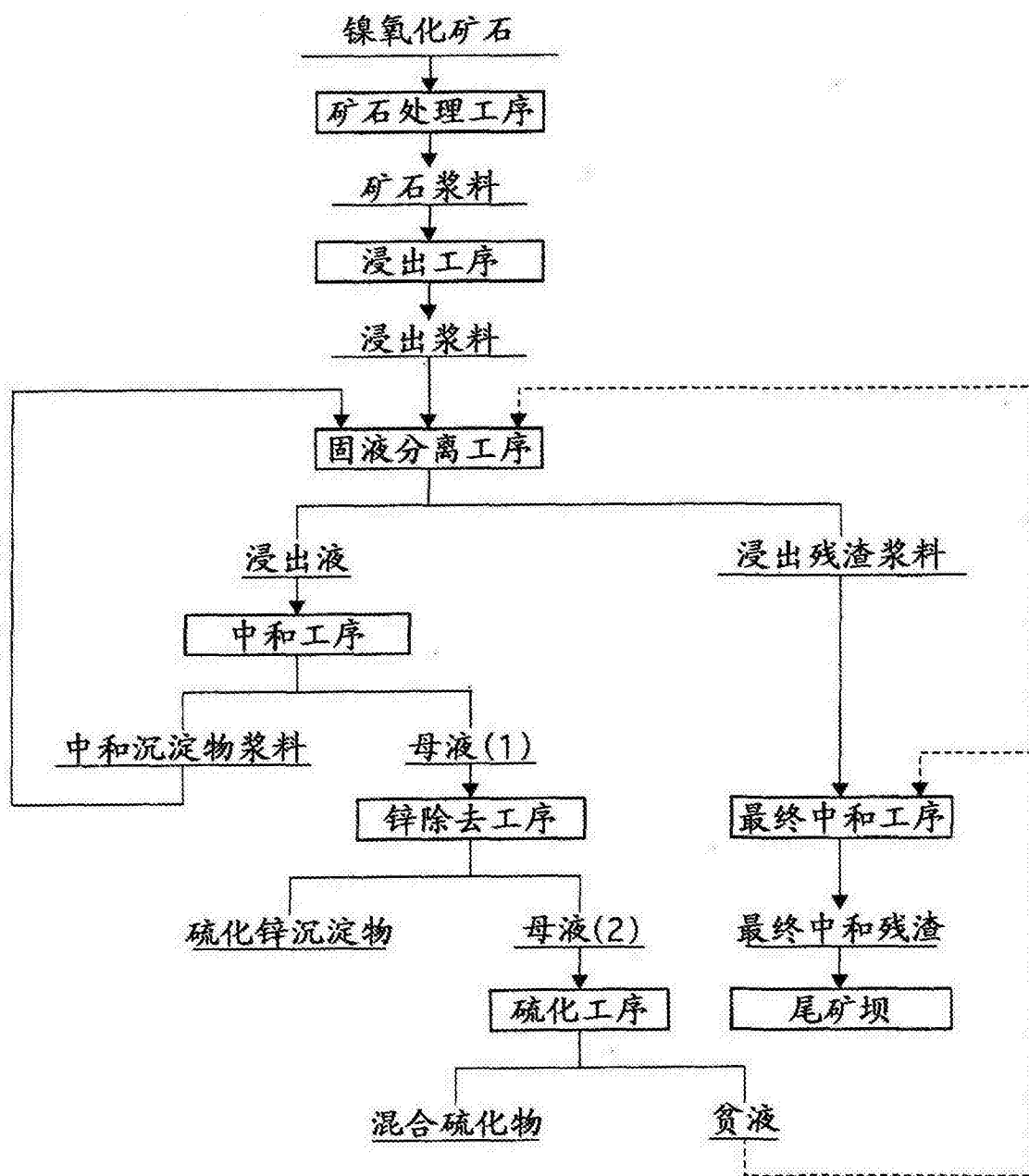


图 3