

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01118551.1

[43] 公开日 2001 年 12 月 19 日

[11] 公开号 CN 1327072A

[22] 申请日 2001.6.1 [21] 申请号 01118551.1

[30] 优先权

[32]2000.6.2 [33]JP [31]166593/2000

[71] 申请人 株式会社神戸制钢所

地址 日本国兵库县

[72] 发明人 永田和宏 小林勋 根上卓也

浦上昭 谷垣恭广 德田耕司

菊池晶一

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

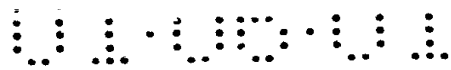
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 5 页

[54] 发明名称 金属铁的制造方法及装置

[57] 摘要

一种金属铁的制造方法,是把具有碳还原剂的氧化铁的成型物填充到竖炉中,由从炉下部产生的热源使保持固体状态直接还原到 90% 以上后熔融。用于该方法制造装置是在竖炉内设置炉栅,在该炉栅上侧设置成型物填充层和供给成型物的填充物装入机构及排出炉内的排放气的机构,在该炉栅下侧具有燃烧用的燃料装入机构,燃料燃烧空间及熔融物存储空间。用该方法及装置能用少的碳还原剂及燃料高效地制造炉渣成分混入量少的 Fe 纯度高的还原铁。

ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

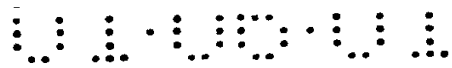
1. 一种金属铁的制造方法，是还原由至少碳还原剂和含氧化铁物质构成的原料，其特征在于在竖炉中投入所述原料，通过在该竖炉的下部燃烧燃料所生成的燃烧热加热在其上部所配置的该成型物，使所述含氧化铁的物质中的氧化铁被加热还原后，使之熔融。

5
2. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于使所述含氧化铁物质中的氧化铁 90% 以上被加热和还原后，使之熔融。
- 10 3. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于使所述成型物中含有按还原反应当量以上的碳还原剂后投入到所述竖炉中。
4. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于使上述成型物的表面的碳还原剂浓度提高后投入到所述竖炉中。
5. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于使上述成型物的表面覆盖碳源后投入到所述竖炉中。

15
6. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于在上述成型物的表面存在对于氧化性气体惰性的物质。
7. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于使在上述成型物含有助熔剂，并调节在所述加热还原时或熔融时所生成的炉渣的熔融温度。

20
8. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于作为所述竖炉使用在内部设置炉栅的竖炉，在该炉栅的上侧投入所述成型物，同时在所述炉栅的下部进行燃料的燃烧。
9. 根据权利要求 8 所述的金属铁的制造方法，其特征在于在所述炉栅的上部设置具有连续通孔的顶层。

25
10. 根据权利要求 9 所述的金属铁的制造方法，其特征在于所述顶层为碳材块成物层。
11. 根据权利要求 9 所述的金属铁的制造方法，其特征在于所述顶层为耐火材料层。
- 30 12. 根据权利要求 8 所述的金属铁的制造方法，其特征在于在所述



炉栅的上侧在所述竖炉的高度方向具有至少一个气体供给口，从该气体供给口供给含氧气体。

13. 根据权利要求 12 所述的金属铁的制造方法，其特征在于通过供给所述含氧气体，使所述成型物在加热还原时所产生的气体燃烧。

5 14. 根据权利要求 12 所述的金属铁的制造方法，其特征在于在所述含氧气体中混入辅助燃料。

15. 根据权利要求 8 所述的金属铁的制造方法，其特征在于向所述炉栅的下侧空间供给辅助燃料。

10 16. 根据权利要求 15 所述的金属铁的制造方法，其特征在于所述辅助燃料为含碳物质。

17. 根据权利要求 1 所述的金属铁的制造方法，其特征在于通过使用把上述原料与氧化铁、锰的氧化物、镍的氧化物、铬的氧化物中任意 1 种或 2 种以上的组合物置换的成型物，制造金属铁、金属锰、金属镍、金属铬或者这些的合金。

15 18. 一种金属铁的制造装置，其特征在于具有在内部带有炉栅的竖炉、在该炉栅的上侧由至少碳还原剂和含氧化铁物质构成的成型物的填充物、供给该成型物的成型物投入机构以及排出炉内的排放气的机构，并且在该炉栅的下侧具有燃料燃烧空间以及熔融物存储空间。

20 19. 根据权利要求 18 所述的制造装置，其特征在于设置向所述燃料燃烧空间的燃料供给口，在所述熔融物存储空间设置熔融物排出口。

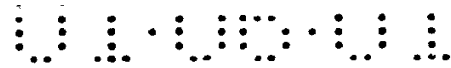
20. 根据权利要求 18 所述的制造装置，其特征在于在所述炉栅的上侧设置具有连续通孔的顶层。

21. 根据权利要求 18 所述的制造装置，其特征在于在所述炉栅的上侧设置使由所述成型物所发生气体燃烧的上部燃烧空间。

25 22. 根据权利要求 19 所述的制造装置，其特征在于设置向上部燃烧空间的含氧气体供给口。

23. 根据权利要求 20 所述的制造装置，其特征在于设置向所述顶层的顶层材料投入机构。

30 24. 根据权利要求 19 所述的制造装置，其特征在于设置向熔融存储空间碳材喷射装置。



# 说 明 书

## 金属铁的制造方法及装置

5

本发明涉及一种把铁矿石等含氧化铁的物质与碳材料等碳还原剂共同加热并使之还原和熔融得到金属铁的技术，具体地说，是提供一种用竖炉分离混入到氧化铁源中作为脉石成分等的炉渣成分并能高效地制造高纯金属铁的方法及装置。

10

众所周知，迄今，作为利用碳材料等的碳源或还原性气体直接还原铁矿石或氧化铁团矿等的氧化铁得到还原铁的直接炼铁法，在 Midreecus 法中具有代表性的是竖炉（高炉）法。这种直接炼铁法是从竖炉下部的燃烧用燃料装入机构吹入由天然气等所制备的还原性气体，利用其还原能力还原氧化铁得到金属铁的方法。最近，作为代替天然气的还原剂使用煤等的碳材料的还原铁制造工艺受到人们关注，并且具体地说，SL / RN 法已经被实用化。

15

但是，对于通过以往的还原炼铁法所得到的还原铁，由于大量混入作为原料在所使用的氧化铁（铁矿石中的脉石等）或碳材料（煤中的灰分等）所含的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$  等炉渣成分，所以存在所谓金属铁的纯度（铁品位）变低的问题。

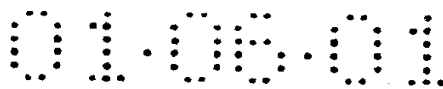
20

虽然这些炉渣成分在后来的精炼工序中能被分离除去，但是，矿渣量增加不仅降低了精炼熔液的成品率，而且也严重地影响电炉操作的成本，所以，要求得到铁品位高并且炉渣成分含量少的还原铁。但是，用现在的还原铁的制法，作为还原铁制造原料必须使用铁品位高的铁矿石，因此，大幅度地使选择可实用的制铁原料的范围变窄。

25

而且，作为上述的公知方法，是把被还原的固体制品作为中间制品并把所得制品作为最后的制品。因此，当实际使用时，还需要送到作为下一工序的精炼工序前的运送、储存、团块化或冷却的工序，在这种过程中将损失大量的能量，并且还存在着需要用于团块化的能量及特殊的装置的缺点。

30



另外，作为直接还原氧化铁得到还原铁的方法还有 DIOS 法等熔融还原法。这种方法是把氧化铁预先还原到 30—50% 程度，然后，通过在铁水中与碳直接还原反应进行还原到金属铁的方法。但是，由于这种方法需要预先还原和在铁水中的最后还原的 2 个工序，因此，不但作业烦杂，而且由于在铁水中所存在原熔融氧化铁（FeO）与耐火材料直接接触，所以存在严重损耗耐火材料的问题。

另外，本申请人先期曾公开一种以把含氧化铁粉与含碳还原剂粉的混合粉末铺装在可移动的炉床上的状态进行加热使之还原和熔融得到金属铁的方法（国际公开公报 WO99 / 20801 号）。但是，这种方法为得到高纯度的金属铁需要大型设备，并且难于减少设备所占空间。

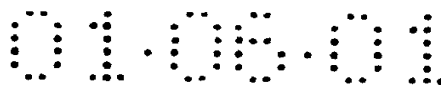
本发明鉴于上述问题，其目的是提供一种至少碳还原剂及燃料中炉渣成分混入量少并且能高效制造 Fe 纯度高的还原铁的方法及装置。

为了解决上述问题，本发明的金属铁的制造方法，是还原至少由碳还原剂和含氧化铁物质构成的原料制造还原铁，其特征在于在竖炉中投入所述原料，在所述竖炉的炉下部使燃料燃烧，用所生成的燃烧热加在放置在其上部的该成型物，加热并还原含有所述金属氧化物的氧化金属后并使之熔融，并且使含有所述氧化铁的物质中的氧化铁 90% 以上被加热还原后，使之熔融。

另外，如果或在上述成型物中存在还原反应当量以上的碳还原剂、或者提高在成型物表面上的碳还原剂浓度，或者在成型物表面上保持碳还原剂，例如由微粉碳等构成的覆盖层，则能预防氧化铁还原后的再氧化，是理想的。为了同样目的，在成型物表面存在对氧化性气体不活泼的物质也是有效的。或者，为了促进在加热还原时或熔融时所生成的炉渣的分离，作为熔融温度的调整，也可在成型物中含有助熔剂。

按本发明的方法，通过使用把在碳还原剂及含有脉石成分的氧化铁的成型物中所含的铁氧化物一部分或全部与锰氧化物、镍氧化物、铬氧化物中任何 1 种或 2 种以上组合物置换的成型物，可用于制造铁合金或金属锰、金属镍或金属铬或这些的合金。

另外，按本发明的方法，作为竖炉可以使用在内部设有炉栅的炉，在该炉栅的上侧装入所述成型物，同时在该炉栅的下部燃烧燃料也可进



行该成型物的还原和熔融。在该炉栅的上侧，形成层状时，也可设计由具有连续通孔的耐火材料、碳材料成块物等构成的顶层。另外，在该炉栅的上侧由气体供给口供给含氧气体，使从该成型物中所产生的气体燃烧，这通过有效地利用还原性气体能提高热效率是理想的。另外，在该含氧气体中也可混入辅助燃料。并且向该炉栅的下部空间供给辅助燃料对于提高本发明的效果也是有效的。

本发明的装置是适用于实施上述方法的装置，具有在竖炉的内部设置炉栅并且在该炉栅的上侧填充至少由碳还原剂和含有氧化铁物质构成的成型物的填充部，和供给该成型物的成型物装入机构以及排出炉内的排放气的机构，在该炉栅下侧具有燃料燃烧空间及熔融物存储空间。

在该装置中，向上述燃料燃烧空间设置燃料供给口，并且向上述熔融物存储空间设置熔融物排出口是理想的。

另外，最好在炉栅上设置具有连续通孔的耐火材料层，并且也可向该耐火材料层设置耐火材料装入机构。

并且，最好具有在炉栅的上侧燃烧成型物起源的气体的上部燃烧空间，也可向该燃烧空间设置含氧气体供给口。另外，在本发明中，具有向熔融物存储空间的碳材料喷射装置也是有效的。

本发明者们为了解决上述问题进行反复锐意地研究结果发现，把至少由碳还原剂和含有氧化铁物质构成的成型物（以下有时称之为“成型物”）填充到竖炉中，当在炉栅的下侧充分地燃烧燃料，通过所生成的燃烧热使在保持固体状态的该成型物中所含氧化铁的 90% 以上被加热还原后使之熔融时，则能高效地制造至少在碳还原剂及燃料消耗量中炉渣的混入少的 Fe 纯度高的还原铁，并且能抑制耐火材料的损耗。

下面对附图进行简单的说明。

图 1 为本发明的竖炉的实施例。

图 2 为表示成型物的还原和熔融时的炉内氛围气以及成型物的状态的曲线图。

图 3 为表示温度与氧化铁的还原率的曲线图。

图 4 为表示氛围气的温度改变时的成型物温度与成型物内部的氧分压关系的曲线图。

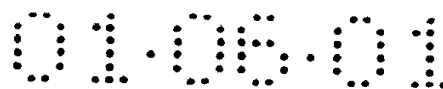


图 5 为表示成型物的粒径改变时的成型物温度与成型物内部的氧分压关系的曲线图。

图中，1—炉体，2—炉栅，3—耐火材料层，4—成型物，5—成型物装入机构，6—燃料供给口，7—含氧气体供给口，8—熔融物存储空间，9—熔融物排出口，10—碳材料喷射装置，11—耐火材料装入机构，12—炉顶冷却机构，13—排放气排出机构，14—上部燃烧空间，15—燃料燃烧空间。

下面，参照表示本发明的金属铁的一例制造装置的附图，更具体地说明本发明的制造方法及装置。但是本发明不受附图所示实施例的限制，只要是在本发明的适当范围内可以改变设计进行实施，而这些均包括在本发明的技术范围之内。

图 1 为表示本发明的一例金属铁的制造装置的示意图。

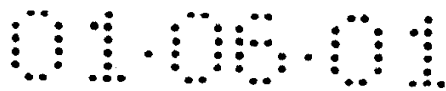
在本发明中，所谓“由至少碳还原剂和含有氧化铁物质构成的成型物”是指至少混合碳还原剂和氧化铁的粉状物，并根据需要可合用适当的粘合剂形成颗粒状、团块状、块状、棒状等的任意形状的成型物。

另外，为了提高氧化铁的加热还原效率，通过填装成型物的粒子间隔进行压紧密实的压密，减少成型物表面的气孔率并提高导热速度也是有效的。

作为在本发明中所使用的碳还原剂，可为只进行采掘后粉碎、筛分等处理的煤粉、把经干馏等热处理后的例如焦炭进行粉碎的焦炭粉、石油焦炭等没有特别地限定，例如也可为作为含碳的废物所回收的高炉粉尘等，但是为了高效地进行加热还原反应，最好选择含碳量高、粒径小的作还原剂。

另外，所谓含氧化铁物质是指，采掘后经粉碎、筛分所得的铁矿石，从高炉、转炉、电炉、竖炉、流动层炉、化铁炉等冶金反应装置所排出的粉尘，烧结矿、除制造成颗粒作为规格以外或所排出的含氧化铁物质，在轧制等的制品制造工序所排出的轧制氧化皮等，以及把它们还原和熔融后作为金属铁能回收的物质。

另外，如后所述，由于在氧化铁的还原后期成型物表面能被再氧化，所以，例如在成型物表面上，也可以附着或含有象  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaF}$



或水泥的悬浊液等对氧化性气体惰性的物质，和 / 或调整碳材料的添加量使满足在还原氧化铁时按理论量的需要量以上，而最好为“还原氧化铁的需要量 + 还原铁中的需要渗碳量 + 由氛围气体的氧化损失量（也含有调整氮气用量）”。如提高碳浓度，在还原进行后生成 CO 气体，也能保持还原后的成型物表面附近的氛围气的还原性。或者在成型物的表面生成金属铁外层并且使之增加，也可使用能还原到在金属铁外层内部的氧化铁实质上不存在为止的成型物。为了预防再氧化可以使用各种方法。

另外，作为预防再氧化的方法，也可在成型物表面覆盖碳还原剂，例如焦油、碳黑、微粉碳等碳源。这时，或用涂满焦油、碳黑或微粉碳、或把碳源混入水后用喷雾等吹附能覆盖成型物。并且，作为预防再氧化的方法，也可以同时进行上述方法中的多种方法。

在本发明中，如图 1 所示，在竖炉的炉体 1 的内部设置炉栅 2，在该炉栅 2 的上侧把成型物 4 从设在炉体 1 上部的 1 个以上的成型物装入机构 5 连续或不连续地装入到炉内。

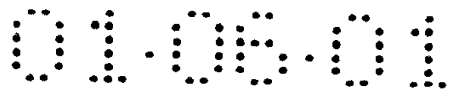
另外，在本发明中，是利用形成金属外层的成型物进行说明的，但是如上所述，只要是碳还原剂及含有脉石成分的氧化铁的成型物，任何一种都能适用。

作为上述炉栅 2，可为冷水炉栅、耐火性炉栅或陶瓷的耐火砖等构成的，但是若使用本发明的方法，与现在的制法相比由于能在低温的条件下进行炉的操作。所以不管是水冷、非水冷，只要为具有耐热性的炉栅，则无特别地限定。

在炉栅 2 的下侧使燃料燃烧，通过生成的燃烧热使装置在其上部的氧化铁加热和还原。在本发明中，不是现在的制法，即利用燃烧焦炭等生成还原性气体（CO），在还原性氛围气下使在氧化铁中所含的氧与 CO 反应，进行氧化铁的还原的制法，而是使燃料充分地燃烧成 CO<sub>2</sub>，生成还原和熔融等所需要的热，在非还原性氛围气（CO<sub>2</sub>）下加热成型物，并由在成型物中所含碳还原剂进行氧化铁的还原。

也就是，当使用如上述的成型物，则在氧化铁的加热还原初期首先从成型物的表面进行还原，在成型物的表面所生成的金属铁进行扩散接合，在该成型物的表面形成金属铁外层。然后，在该外层内由碳还原剂





的还原作用，进一步通过该碳还原剂与氧化铁的反应所生成的 CO 的还原作用，高效地进行氧化铁的还原，外层内部的氧化铁在短时间迅速地被还原成实质上不存在氧化铁为止，所生成的金属铁在外层的中侧逐渐增加。而且来自在铁矿石等的氧化铁源中所含的脉石成分，或来自在碳还原剂中所含的灰分所生成的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$  等炉渣的大部分不断相互附着增长在金属外层内形成的空间内聚集，所以不会产生用以往的还原制铁法造成问题的炉渣及在分离金属铁时在炉渣中混入大量的氧化铁的问题。另外，成型物是在保持固体状态直接进行氧化铁的还原，然后进行熔融，因此，几乎不会产生在熔融物中混入  $\text{FeO}$  等未还原氧化铁并且由该氧化铁损耗耐火材料的问题。

另外，通过在还原反应结束后提高加热温度能进行金属外层的加热熔融，通过还原性氛围气使还原后期的金属铁外层内部的金属铁渗碳，其熔点随热力学的平衡下降，因此，即使在还原温度照样连续加热，由于随着渗碳进行的熔点下降也能最终熔融金属铁外层。

这样，在本发明中，在非还原性氛围气下 ( $\text{CO}_2$ ) 利用燃烧热与在成型物中所含的碳还原剂在成型物内部进行氧化铁的还原。但是，当还原结束前加热温度为金属外层的熔点以上时，则由于该金属外层熔融，成型物相互熔接，所以不能形成金属外层，并不能高效地进行其后的还原反应。也就是，随着该熔融量增加，对成型物的加热变得不均匀，降低了氧化铁的还原效率，所以加热还原工序的最高加热温度控制在金属铁的熔点以下并在炉渣的熔点以上的温度是理想的。

如该最高加热温度为生成炉渣的熔融温度以上，随着加热还原副产物炉渣熔融进行炉渣之间的融着，并且也促进金属铁之间的扩散接合，进行金属外层的生长和炉渣的分离。为了使炉渣的熔点为金属铁的熔点以下，最好例如在成型物外装和 / 或内装助熔剂能把生成炉渣的熔融温度调节成比金属外层的熔点低。作为这样的熔剂可列举  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaF}$  等。

另外，在熔融的金属铁或炉渣等的熔融物的温度为熔点附近时，由于这些熔融物没有充分的流动性，滴下速度慢，因此由于熔融物作用造成燃烧热的通气不均，并能成为产生在还原过程的成型物上过热部分和

热不足部分的原因。另外，也有造成过热的部分的成型物熔融粘，由于该熔融粘进一步造成燃烧通气的紊乱，降低成型物的还原效率。

为了防止上述的成型物的熔融粘，确保装置（反应器）内的通气性，促进传热并且提高熔融物的流动性，可采取例如，在炉栅 2 上加入具有连续通孔的耐火物层 3。当通过从炉下部的燃烧热加热该耐火材料层 3，达到高温时，由于所供给的成型物与耐火材料接触式接近，迅速地加热到还原氧化铁所需要的温度，所以提早还原时间，能在炉内的温度达到金属铁外层的熔融开始温度前使氧化铁还原完。另外，由于加热耐火材料保持高温，所以在金属铁等的熔融物滴下的过程中通过耐火材料层 3 被进一步加热，提高流动性，所以加速滴下速度，不会妨碍燃烧气的通气。

在本发明的耐火材料层 3 所使用的耐火材料，若为难于与金属铁及炉渣等的熔融物或者从炉下部的高温燃烧气体（ $\text{CO}_2$ ）反应的耐火材料，则对其种类和形状没有特别地限定，例如可使用氧化铝、莫来石等的陶瓷类材料，其中氧化铝是理想的，并在形成供给层时，也可具有连续的通孔，使能通过燃烧热，作为这样的形状最好是粒状的耐火材料。

另外，也可用碳材块成型物层代替耐火材料层。作为所用的材料可用煤、焦炭、或粉化这些的成型物。若为碳材块物层，也能作为在被还原所熔融的金属铁的熔融状态保持的热源使用。

另外，耐火材料是在操作中熔损的材料，所以也可与成型物同时从成型物装入机构 5 供给，或者如图 1 所示，也可从炉体壁面向耐火材料层设置 1 个以上的耐火材料装入机构 11。

还有，供给炉内的耐火材料的量以及向炉栅上铺装的耐火材料层的厚度也可根据每个制造装置的结构或规模、加热效率等适当决定。但是除能迅速地加热铺装的成型物并高效地进行还原和熔融之外，最好能使装入成型物，熔融后从炉栅滴下的停留时间为 5—60 分钟，而最好为 5—20 分钟制成厚度。

在炉栅 2 下侧的燃料燃烧空间，设置向该燃料燃烧之间的一个以上的燃料供给口 6，并从该供给口 6 供给燃料和氧、空气等含氧气气体，使燃料充分燃烧成  $\text{CO}_2$ ，并使炉内成非还原性气氛。

当这时所生成的  $\text{CO}_2$  与碳源反应时，生成  $\text{CO}$ ，同时随着反应引起吸热，所以最好在燃料燃烧空间 5 没有残存碳源，使之充分燃烧。由燃烧所产生的燃烧热 ( $\text{CO}_2$ )，通过炉栅 2、耐火材料层 3 成为对成型物的干燥、还原和熔融等所需要的热源。

5 作为从燃料供给口 6 所供给的燃料，可使用微粉碳、天然气、重油等任何一种，没有特别地限定。另外，最好与该燃料同时供给空气等含有气体。

10 如上所述，通过燃烧热和碳还原剂还原氧化铁，并在金属外层内生成  $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$ ，但是当温度为  $1000^\circ\text{C}$  以上时，一部分  $\text{CO}_2$  在放出前可能引起与外层内的碳反应（以下，有时称“熔解损耗反应”）。由于这此反应是吸热反应，能抑制成型物升温，并且通过生成  $\text{CO}$  ( $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ )，金属外层的内部具有高还原性，金属外层不熔融，在内部迅速地进行金属铁的还原。

15 另外，由于内部的  $\text{CO}$  通过成型物表面的气孔被放出，所以炉内  $\text{CO}$  浓度上升。这时，向炉内供给空气或氧等含氧气体，如充分地使从成型物所生成的  $\text{CO}$  燃烧成  $\text{CO}_2$ ，则该燃烧热作为从成型物装入机构 (5) 所新装入的落下的成型物 (4) 的预干燥，加热和升温等需要的热源可以再利用，所以可以用比以往更少的碳源高效地加热还原氧化铁。另外，作为碳还原剂使用含有煤等挥发成分的碳材料时，通过燃烧挥发成分，也  
20 能作为热源再利用。

25 还有，在炉内所添加的含氧气体的添加位置只要为炉栅的上侧，则无特别地限定，在炉体 1 的任意位置最好设有 1 个以上含氧气体供给口 7，但是吹入位置最好设置成在所填充的成型物的上侧，向比所填充的成型物上侧的上部燃烧空间 14，特别是在炉的上部和 / 或曲部设置含氧气体供给口 7 并添加含氧气体。

30 在成型物内部进行氧化铁还原时，通过成型物的气孔放出  $\text{CO}$  并使成型物表面保持还原性氛围气，所以即使炉内为  $\text{CO}_2$  气氛下也难于再氧化金属外层，但是当还原后期时，由于  $\text{CO}$  的放出减少，所以由  $\text{CO}_2$  可能使金属外层再氧化。当被再氧化的金属外层熔融时，由于该熔融氧化铁能熔损耐火材料，所以为了防止这样的再氧化可以采用如上所述的提高成

型物的表面的碳浓度的方法。

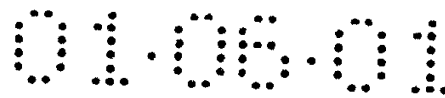
在成型物的加热还原过程中，如果由熔解损耗反应及氧化铁的还原反应的吸热量与从外部向成型物传入的热量能平均，则几乎不能生成含有以 FeO 为主的氧化铁的炉渣的液状物（以下，简称“液状物”），但是当与吸热量相比传入的热量大时，则成型物的温度上升并能生成液状物。

另外，气体供给口也可在竖炉高度方向多级设置，并且最好在含氧气体中混合辅助燃烧，保持成型物附近的温度。

如果这样的液状物量少，则渗透氧化铁粒界促进还原反应，所以随着还原反应增加吸热量，抑制成型物的升温，在还原过程中能抑制大量的液状物的生成。但是，当在 1300℃ 以上的高温下进行还原时，则与吸热量相比传入热量变得过大，成型物的温度上升，在还原结束前生成大量的液状物并使成型物的气孔堵塞，所以在成型物内部所生成的 CO、CO<sub>2</sub> 难于通过气孔被排出，阻碍了还原反应。另外，液状物从气孔渗出，产生氧化铁的熔融还原现象，通过所熔出的液状物能损伤耐火材料或炉栅，所以在还原过程中最好不生成液状物地进行加热还原，但是适当地使该液状物生成也能促进还原反应。作为抑制液状物的生成方法，例如可以分析在所使用的铁矿石等的氧化铁源中所含的脉石成分，在比预测该液状物的生成温度低温下进行还原，并且也可在成型物中配合还原反应当量以上的碳源。或者也可在成型物中外装和 / 或内装助熔剂，如上所述，使生成炉渣的熔融温度变低地进行调节。

如上所述，按本发明的方法，通过随着还原进行的吸热作用能使仍然保持固体状态的成型物的氧化铁 90% 以上被还原后再使之熔融。另外，当使氧化铁 90% 以上还原后并被熔融时，在熔融物中残存的未还原的氧化铁量少，能防止由熔融状态的氧化铁对耐火材料的损伤或熔融还原现象，所以更理想使氧化铁 96% 以上，而最好 98% 以上被还原后，调节使之熔融的温度是理想的。

加热还原的操作温度，若为根据还原所生成的金属铁或能熔融其渗碳物的浓度以下，则无特别地限定，但是为了抑制液状物生成同时高效地进行加热还原，采用理想的 1300—1500℃ 温度，而最好为 1350—1450℃ 范围。



另外，炉内的温度通过从炉下部的燃烧热以及在上部燃烧空间 14 的含氧气体的炉内产生气体的燃烧（以下有时称这为“2 次燃烧”）成为高温，但是当炉顶附近的温度变得过高时，可能损伤设在炉顶部的成型物装入机构 5，所以最好为具有用非水冷却结构的机构炉顶附近的温度功能的程度的温度，并且炉顶部的装入机构不受到高温损伤的温度范围，理想的为 1000℃ 以下，而最好为 800℃ 以下的温度，从灯顶冷却机构 12 吹入冷风或水蒸汽等进行温度调节。

炉内的气体从设置在炉顶部的任意位置的 1 个以上的排气排出机构 13 排出。在炉内添加氧气或空气等的含氧气体时，在炉内所生成的 CO 充分地燃烧成 CO<sub>2</sub>，所以作为排放气体几乎都为 CO<sub>2</sub>，但是不使 CO 燃烧并排出，把该排出气体作为燃料从设在炉下部的燃料供给口 6 供给，也可再利用。

金属铁或炉渣等的熔融物通过（滴下）耐火材料层 3、炉栅 2，存积在炉底部的熔融物存储空间 8。在该存储空间所存储的金属铁和炉渣由比重差进行分离，从在表层侧所设的炉渣排出口（未图示）能把炉渣、而从设在下方部的熔融物排出口 9 能把高纯度的金属铁连续地或间断地回收。

另外，当在炉下部的熔融物存储空间 8 设置能吹入碳材料的碳材料喷射装置 10 进行加碳时，能控制存积的金属铁中的碳浓度，并且还原残存在炉渣中的熔融 FeO，能提高金属铁的回收成品率。

作为被喷射的碳材料，若为碳物质，则无特别地限定，也可为煤或塑料。

在本发明中，能使用的喷射枪的种类、形状设有特别地限定，可为耐火性的喷枪、或铁制消耗型的喷枪。

以上，是使用竖炉由具有碳还原剂的氧化铁的成型物制造金属铁的方法进行说明的，但是，它也适用于把铁氧化物的一部分或全部与锰氧化物、镍氧化物、铬氧化物中 1 种或 2 种以上组合物进行置换的成型物如上所述的制造方法，能够制造铁合金或金属锰、金属镍，或金属铬以及这些的合金。

下面，通过具体的实施例对本发明给予更详细的说明，但是本发明

不受这些实施例的限制，在本发明技术范围内进行适当改变都可实施本发明，当然这些都应包含在本发明的技术范围之内。

### 实施例 1

使用图 1 所示竖炉以下实验。在内径 60cm×高 2m 的炉体 1 内设置水冷炉栅的炉栅 2，在该炉栅的上侧由耐火材料装入机构 11 填充由氧化铝构成的耐火材料（平均粒径：15mm），然后补充适当耐火材料使耐火材料层的厚度为 20cm，用在炉下部所生成的燃料热进行加热。在该耐火材料的上侧使用下述成分组成的铁矿石粉和煤粉以及粘合剂（任意一种的平均粒径为 75 $\mu$ m），并按下述比例均匀混合后，并将成颗粒状（球）的成型物由成型物装入机构 5 供给（填充高度：5—40cm）。在由炉栅 2 下侧的燃料燃烧空间，从燃料供给口 6 导入与空气混合后的燃料（天然气），并使之充分地燃烧成 CO<sub>2</sub>。在炉上部设置含氧气体供给口 7 并吹入空气，并燃烧在成型物中所含的氧化铁的还原同时放出的 CO。被熔融的金属铁和炉渣积存在熔融物存储空间 8，储存一定量后，从熔融物排出口 9 取出金属铁。另外，在熔融物存储空间从碳材料喷射装置 10 吹入微粉碳等碳源进行加碳。另外，在炉顶部设置排气的排出机构 13，排出排放气，同时从炉顶冷却机构 12 吹入水蒸汽把炉顶部的温度控制在 650℃以下。另外，实施例 1 在炉内温度被加热到 1400℃的炉内，在加热炉内装入定量的球状颗粒后的排放气的浓度的变化。在成型物的还原和熔融时所生成的 CO 浓度、CO<sub>2</sub> 浓度由红外线连续记录仪进行了测定。在图 2 中示出在还原和熔融成型物时的由炉内氛围气以及成型物的温度与气体组成所述得的还原率的关系。

由图 2 可知，在实验开始后，生成 CO、CO<sub>2</sub>，并积极地进行还原反应。另外，由图 2，在开始反应后约 3 分钟炉内的 CO 浓度显示一个峰值，在约开始后约 7.5 分钟，结束还原开始熔融，并且在实验开始 9 分钟成型物溶解并滴下。

#### 混合粉末

铁矿石粉：76.1%（以%都为质量%）；

成分组成：总铁量 69.4%、FeO=30.1%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0.49%、SiO<sub>2</sub>=1.75%、CaO=0.49%；

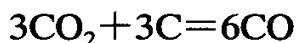
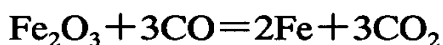
煤粉：21.9%；

成分组成：灰分 8.8%、挥发成分 19.6%，固体碳 71.6%；

另外，图中  $T_s$  表示颗粒温度、 $T_g$  表示颗粒上部温度、 $CO$ 、 $CO_2$  表示排放气中的  $CO$ 、 $CO_2$  浓度。

### 实施例 2

在图 3 中示出实施例 2 的成型物的还原率与成型物温度的关系。由图 3 可知，成型物温度为  $1000^{\circ}C$ — $1200^{\circ}C$  范围氧化铁的还原率从 20% 到 85% 附近。由此可知，即使把高温的燃烧热供给成型物，由于吸热反应所消耗，能确保成型物的一定温度进行以下所示的反应。



另外，在图中  $T_s$  表示成型物温度、 $RO$  表示成型物的还原率。

### 实施例 3

除改变炉内的氛围气温度（操作温度）为  $1300^{\circ}C$ 、 $1350^{\circ}C$ 、 $1400^{\circ}C$ 、 $1450^{\circ}C$  以外，进行与实施例 1 同样的实验，测定成型物的变动。这里使用探针型无氧传感器，测定直径 20—25mm 的成型物内氧分压。图 4 中示出成型物内的温度与氧分压的 Fe—O 系状态图。

由图 4 可知，在炉内的氛围气温度为  $1350^{\circ}C$  以上时，产生成型物的熔融滴下，但是在炉内的氛围气温度  $1300^{\circ}C$  时，不引起成型物的熔融滴下。由此，在图中示出在测定曲线滞留在液相存在区域（L）时，引起成型物的熔融滴下。

### 实施例 4

除使用调节成型物的大小（直径）分别为 A（20—25mm）、B（17—19mm）的范围内，并改变炉内氛围气温度（ $1300^{\circ}C$ 、 $1400^{\circ}C$ ）以外，进行与实施例 3 同样实验的。另外，与实施例 3 同样使用探针型无氧传感器测定成型物的氧分压。

图 5 示出所得的成型物粒子直径与成型物内的氧分压的关系。

如图 5 的实线 B 所示，当成型物的大小变小时，所测定的曲线向右上方移动。在成型物的尺寸大的情况（A），在  $1300^{\circ}C$  没有熔解落下，但

在成型物的尺寸小的情况 (B)，即使在 1300℃ 也熔融，并熔解落下，因此可知，通过把成型物的尺寸变小，提高成型物的升温速度，改变成型物内的氧分压与可能熔融区域的关系，降低熔融温度，也就是，能降低操作温度。

- 5        如上所述，按本发明，由于不需要焦炭和烧结矿并能使燃烧完全燃烧，所以燃料效率好，用少的碳还原剂及燃料炉渣成分混入量少，能高效制造 Fe 纯度高的还原铁，并且能实现设备的小型化。另外，通过使用竖炉、直接把氧化铁和碳还原剂的成型物，或者进一步压密实的成型物
- 10       加热还原和熔融，能比以往更短的时间、更低温度并且高效率得到 Fe 纯度高的还原铁，特别是在本发明中，即使在 1300℃ 这样的低温，也能迅速地进行还原和熔融，并能在短时间得到金属铁。另外，用少量碳材料及燃料消耗量能得到高纯度的金属铁，并且也能实现设备的小型化。



01.05.01

说明书附图

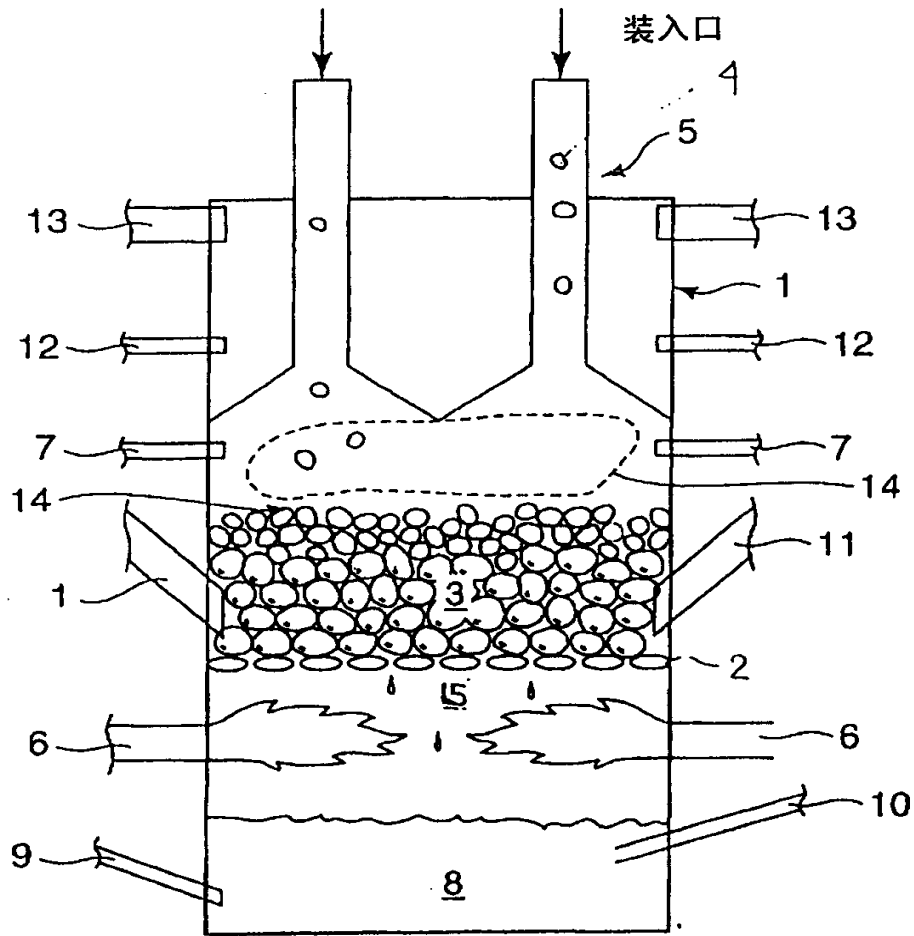


图 1

010801

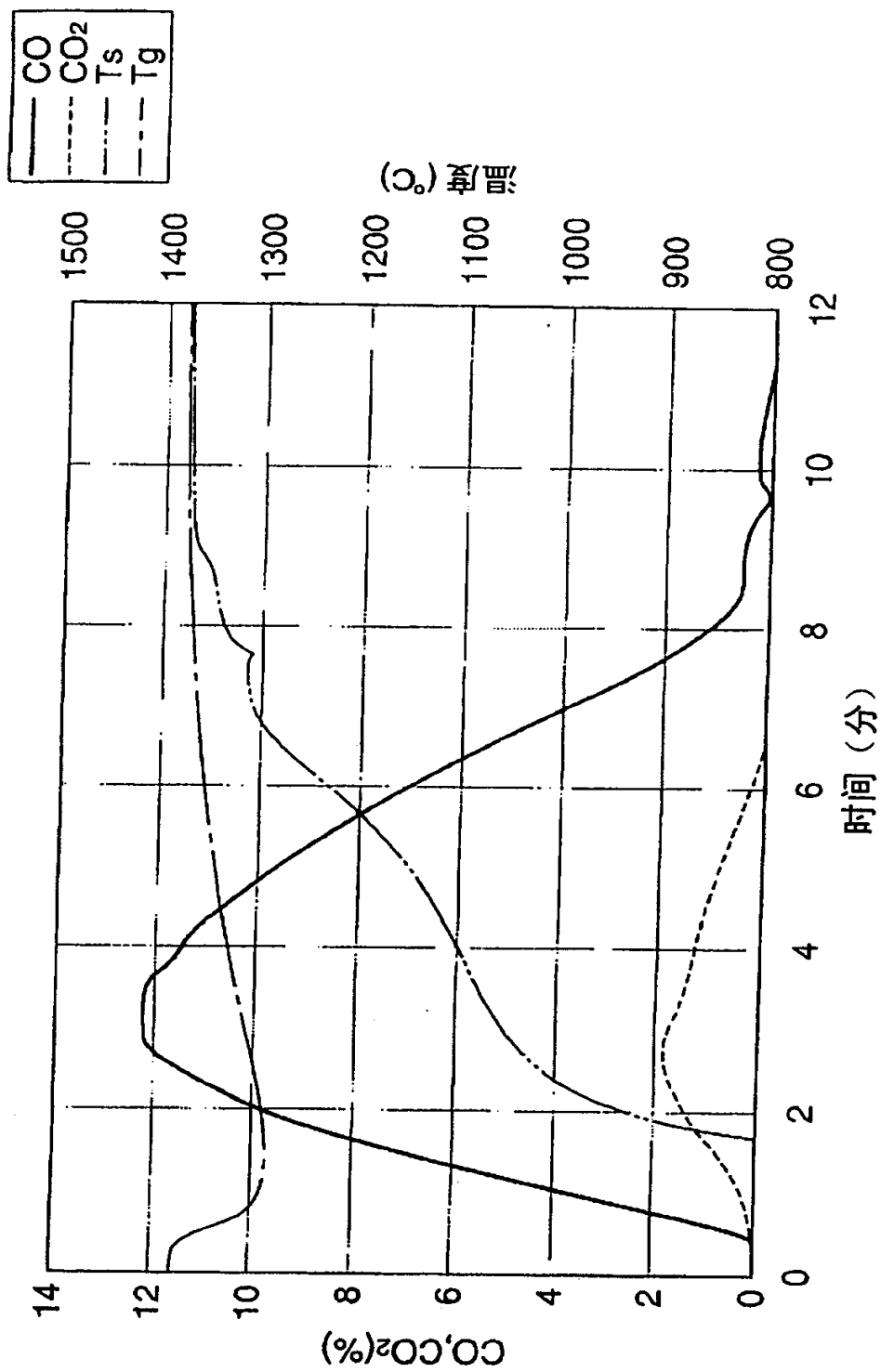


图 2

010501

— Ts

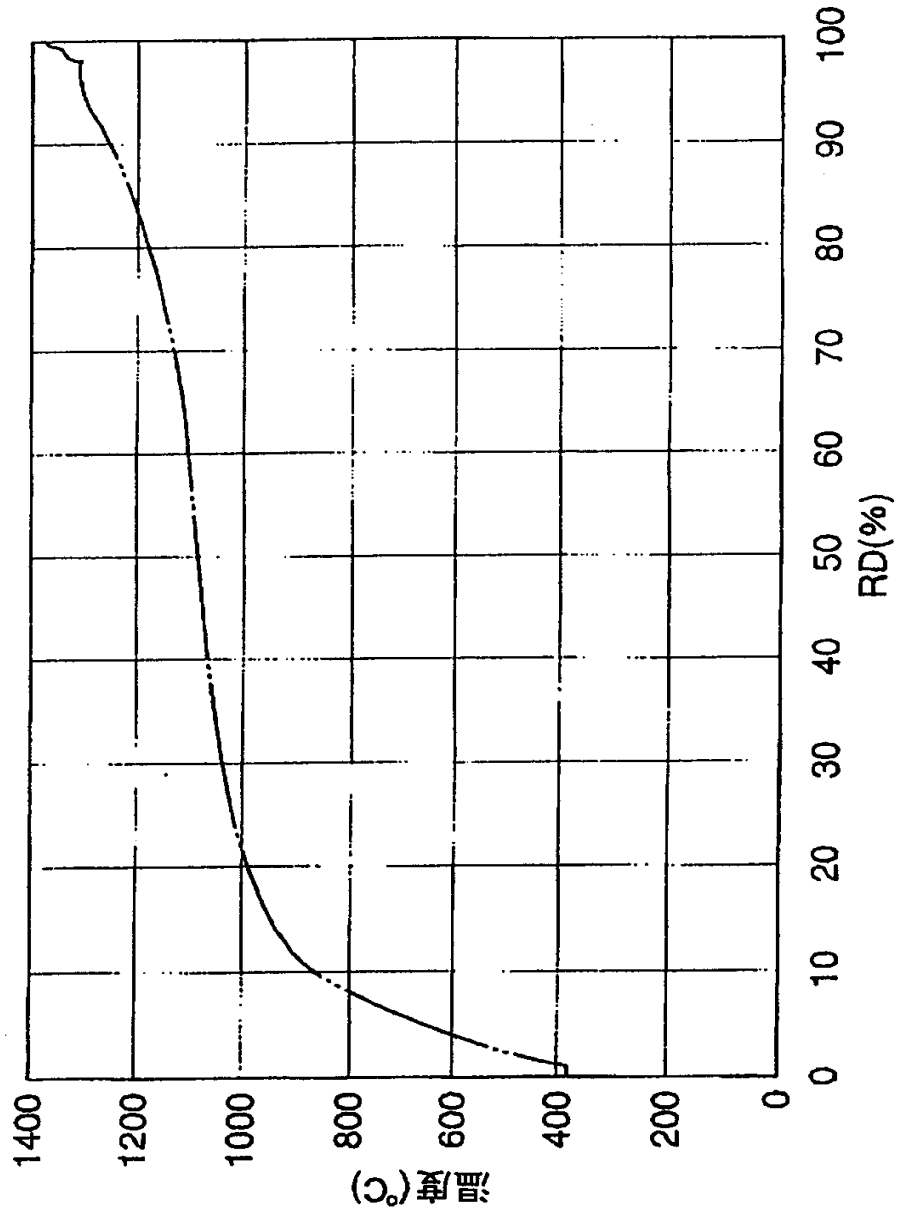


图 3

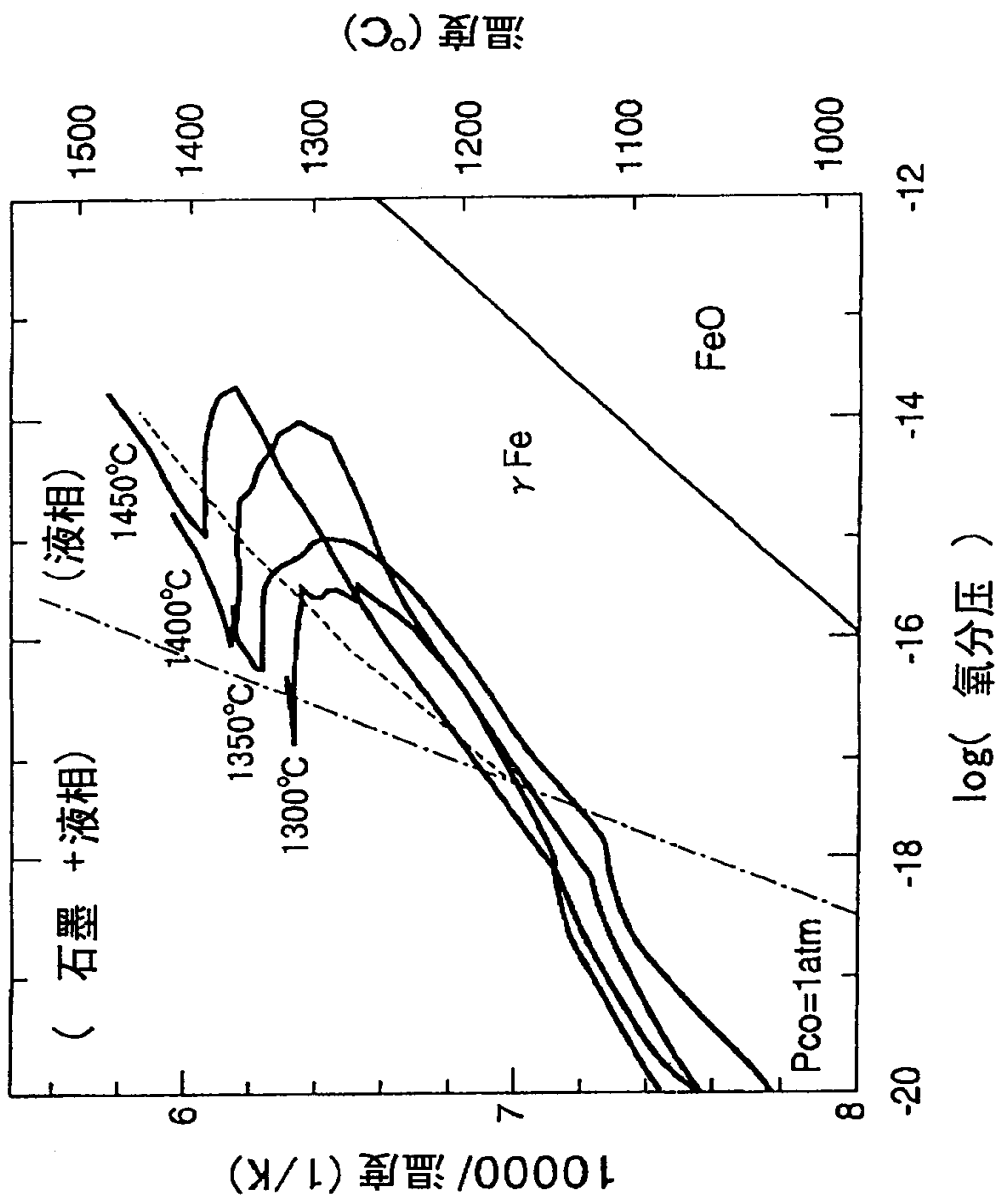


图 4

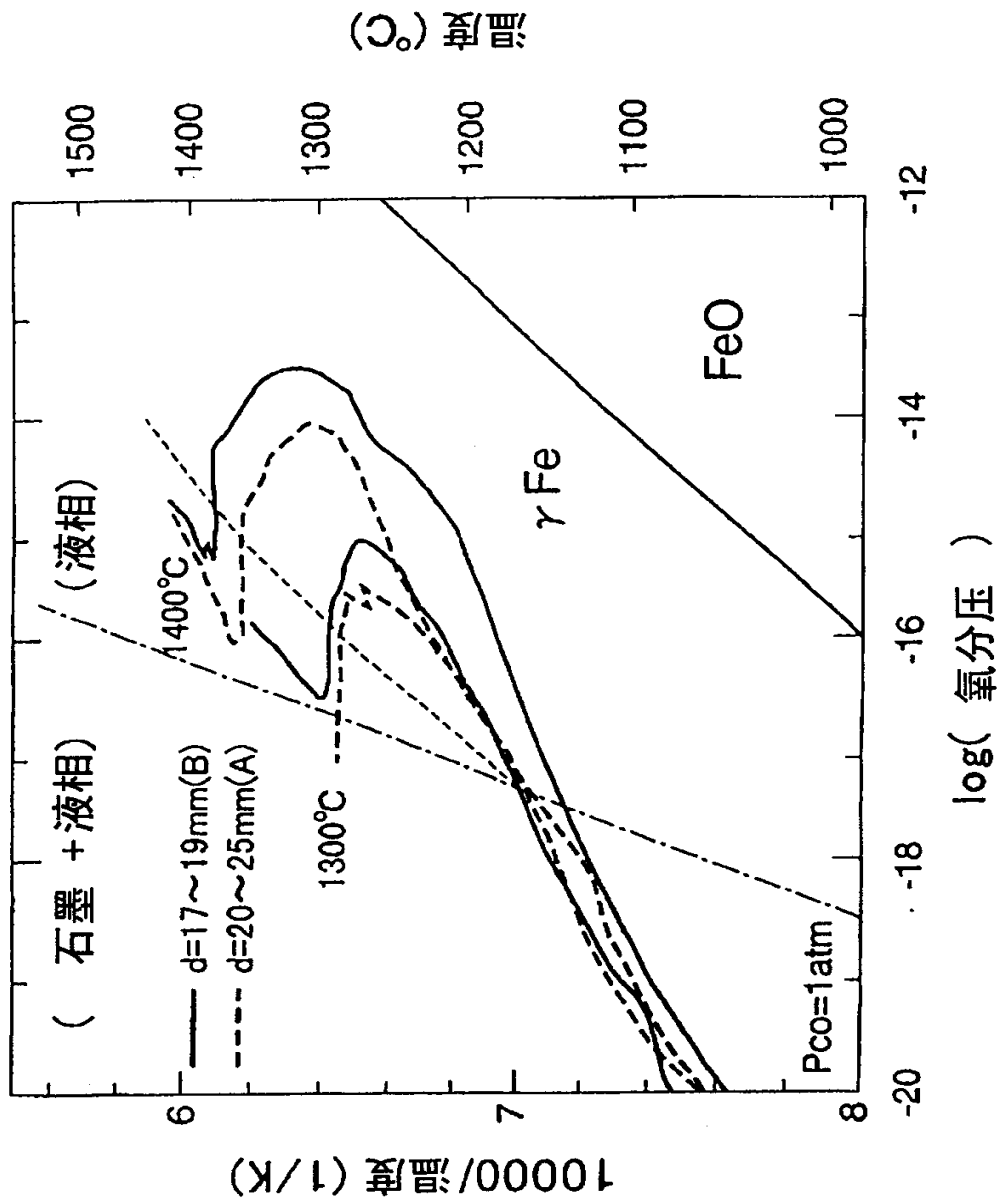


图 5