



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118946672 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202380030377.9

(22) 申请日 2023.03.06

(30) 优先权数据

2022-051821 2022.03.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/008409 2023.03.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/189251 JA 2023.10.05

(71) 申请人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本

(72) 发明人 竹原健太 樋口隆英 岩见友司

堀田谦弥 马场晴久

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 王洋

(51) Int.Cl.

G22B 1/16 (2006.01)

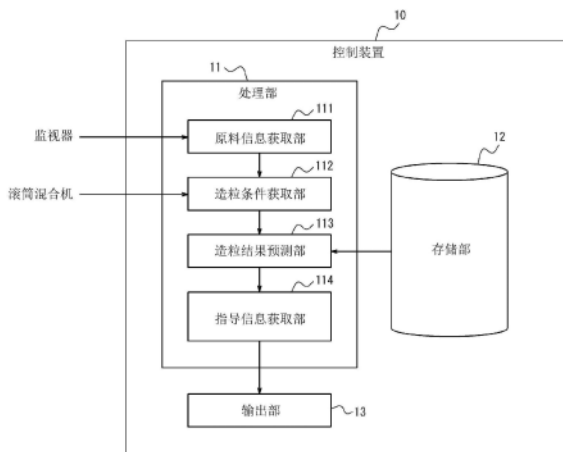
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种即使在原料的配合条件或水分含量不同的情况下,也能够预测造粒粒子的粒度和成分浓度的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法。造粒粒子的预测方法是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并使用造粒机进行造粒的造粒粒子的预测方法,使用粒度预测模型预测造粒粒子的粒度,该粒度预测模型以包含烧结原料所含的原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以造粒粒子的粒度作为输出。



1. 一种造粒粒子的预测方法,是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并使用造粒机造粒出的造粒粒子的预测方法,

使用粒度预测模型预测造粒粒子的粒度,所述粒度预测模型以包括所述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的所述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以造粒粒子的粒度作为输出。

2. 根据权利要求1所述的造粒粒子的预测方法,其中,通过预测所有粒径分类的所述造粒粒子的粒度来预测所述造粒粒子的粒度分布。

3. 根据权利要求1或2所述的造粒粒子的预测方法,其中,所述造粒条件进一步包括所述造粒机的占空系数、所述造粒机的转速和滞留时间中的至少一项。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的造粒粒子的预测方法,其中,使用所述粒度预测模型,获取能够成为作为目标的造粒粒子的粒度的所述造粒条件的设定值。

5. 一种造粒粒子的制造方法,是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并进行造粒的造粒粒子的制造方法,

使用通过权利要求4所述的造粒粒子的预测方法获取的设定值,造粒出所述造粒粒子。

6. 一种造粒粒子制造装置,具备:

造粒机,由包含多种原料的烧结原料造粒出造粒粒子;以及
控制装置,推断所述造粒机造粒的所述造粒粒子的粒度分布;
所述控制装置中,

使用粒度预测模型预测所述造粒粒子的粒度,所述粒度预测模型以包括所述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的所述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以造粒粒子的粒度作为输出。

7. 一种造粒粒子的预测方法,是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并使用造粒机造粒出的造粒粒子的预测方法,

使用成分预测模型预测所述一个粒径分类中的所述造粒粒子的特定成分的含量,该成分预测模型以包括所述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的所述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以将所述造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量作为输出。

8. 根据权利要求7所述的造粒粒子的预测方法,其中,通过预测所有粒径分类中的所述造粒粒子的特定成分的含量来预测所述造粒粒子的特定成分的含量。

9. 根据权利要求7或8所述的造粒粒子的预测方法,其中,所述造粒条件进一步包括所述造粒机的占空系数、所述造粒机的转速和滞留时间中的至少一项。

10. 根据权利要求7~9中任一项所述的造粒粒子的预测方法,其中,使用所述成分预测模型,获取能够成为作为目标的特定成分的含量所述造粒条件的设定值。

11. 一种造粒粒子的制造方法,是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分来进行造粒的造粒粒子的制造方法,

使用通过权利要求10所述的造粒粒子的预测方法获取的设定值造粒出所述造粒粒子。

12. 一种造粒粒子制造装置,具备:

造粒机,由包含多种原料的烧结原料造粒出造粒粒子;以及
控制装置,推断所述造粒机造粒的所述造粒粒子的粒度分布;

所述控制装置中,

使用成分预测模型预测所述一个粒径分类中的所述造粒粒子的特定成分的含量,该成分预测模型以包括所述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的所述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以将所述造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量作为输出。

13.一种烧结矿的制造方法,将通过权利要求5或11所述的造粒粒子的制造方法制造的造粒粒子装入烧结机的托盘而形成装入层,使用所述烧结机对装入层进行烧结来制造烧结矿。

造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通过造粒机由烧结原料造粒出的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法。

背景技术

[0002] 在烧结矿制造工序中,包含铁矿石、焦炭粉、CaO(氧化钙)等的烧结原料并非直接使用,而是造粒成造粒粒子后使用。造粒粒子是通过滚筒混合机等造粒机将烧结原料造粒成粒状而得的粒子。造粒粒子的粒度分布和各粒度的成分对于烧结矿的生产率很重要。例如,通过使焦炭粉上层偏析能够提高烧结矿的上层成品率,从提高成品率的观点考虑,掌握各粒度的碳成分是重要的。这里,专利文献1记载了一种推断方法:如果存在赋存矩阵恒定、即对象原料(例如焦炭粉)的粒度分布不变,则能够推断各粒度的成分。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2020—012185号公报

发明内容

[0006] 然而,已知即使在焦炭粉的粒度分布不变的情况下,如果原料的配合条件改变,则各粒度的成分也会明显改变。因此,在专利文献1的技术中,存在原料的配合条件改变时无法推断各粒度的成分的问题。此外,专利文献1没有考虑造粒时的水分含量,在水分含量改变时也无法推断的问题。

[0007] 本公开是鉴于这样的课题而完成的,其目的在于提供一种即使在原料的配合条件或水分含量不同的情况下也能够预测造粒粒子的粒度和成分浓度的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法。

[0008] 本公开的一个实施方式的造粒粒子的预测方法是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并使用造粒机造粒出的造粒粒子的预测方法,其中,使用粒度预测模型预测上述造粒粒子的粒度,该粒度预测模型以包括上述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的上述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以造粒粒子的粒度作为输出。

[0009] 本公开的一个实施方式的造粒粒子的制造方法是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分来进行造粒的造粒粒子的制造方法,

[0010] 上述造粒粒子的预测方法使用上述粒度预测模型,获取能够成为作为目标的造粒粒子的粒度的上述造粒条件的设定值,

[0011] 使用通过上述造粒粒子的预测方法获取的设定值造粒出上述造粒粒子。

[0012] 本公开的一个实施方式的造粒粒子制造装置具备:

[0013] 造粒机,由包含多种原料的烧结原料造粒出造粒粒子;以及

[0014] 控制装置,推断上述造粒机造粒的上述造粒粒子的粒度分布;

[0015] 上述控制装置使用粒度预测模型预测上述造粒粒子的粒度,该粒度预测模型以包括上述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的上述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以造粒粒子的粒度作为输出。

[0016] 本公开的一个实施方式的造粒粒子的预测方法是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分并使用造粒机造粒出的造粒粒子的预测方法,

[0017] 其中,使用成分预测模型来对上述一个粒径分类中的上述造粒粒子的特定成分的含量进行预测,该成分预测模型以包括上述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的上述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以将上述造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量作为输出。

[0018] 本公开的一个实施方式的造粒粒子的制造方法是在包含含铁原料和焦炭粉的烧结原料中添加水分来进行造粒的造粒粒子的制造方法,

[0019] 上述造粒粒子的预测方法使用上述成分预测模型,获取能够成为作为目标的特定成分的含量在上述造粒条件的设定值,

[0020] 使用通过上述造粒粒子的预测方法获取的设定值造粒出上述造粒粒子。

[0021] 本公开的一个实施方式的造粒粒子制造装置具备:

[0022] 造粒机,由包含多种原料的烧结原料造粒出造粒粒子;以及

[0023] 控制装置,推断上述造粒机造粒的上述造粒粒子的粒度分布;

[0024] 上述控制装置中,

[0025] 使用成分预测模型对上述一个粒径分类中的上述造粒粒子的特定成分的含量进行预测,该成分预测模型以包括上述烧结原料中所含的原料的配合比例和造粒时的上述烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入,以将上述造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量作为输出。

[0026] 本公开的一个实施方式的烧结矿的制造方法是将通过上述的造粒粒子的制造方法制造的造粒粒子装入烧结机的托盘中而形成装入层,通过上述烧结机对装入层进行烧结来制造烧结矿。

[0027] 根据本公开,能够提供一种即使在原料的配合条件或水分含量不同的情况下,也能够预测造粒粒子的粒度和成分浓度的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法。

附图说明

[0028] 图1是例示实施本公开的一个实施方式的造粒粒子的预测方法和造粒粒子的制造方法的造粒设备的示意图。

[0029] 图2是表示控制装置的构成例的图。

[0030] 图3是表示水分含量(质量%)与造粒粒子的含量(质量%)的关系的图。

[0031] 图4是表示水分含量(质量%)与各粒度的碳浓度(质量%)的关系的图。

[0032] 图5是例示“8.0—2.8”的造粒粒子的含量(质量%)的实验值与基于回归分析的计算值的相关关系的图。

[0033] 图6是例示“8.0—2.8”的各粒度的碳浓度(质量%)的实验值与基于回归分析的计算值的相关关系的图。

[0034] 图7是例示“-2.8”的造粒粒子的粒度的实验值(质量%)与使用多元回归模型的计算值(质量%)的相关关系的图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对本公开的一个实施方式的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法进行说明。

[0036] 图1是表示实施本实施方式的造粒粒子的预测方法和造粒粒子的制造方法的造粒设备1的一个例子的示意图。造粒设备1具有含铁原料的配合槽2、含CaO原料的配合槽3、焦炭粉的配合槽4、作为造粒机的滚筒混合机5和控制装置10。将含铁原料、含CaO原料和焦炭粉从各配合槽中切出规定量并混合,作为烧结原料。烧结原料中添加造粒水作为水分并使用滚筒混合机5进行造粒。这里,滚筒混合机5是造粒机的一个例子,也可以使用制粒机(pelletizer)来代替。这里,可将造粒设备1中的包含造粒机和控制装置10而构成的装置称为造粒粒子制造装置。

[0037] 造粒出的造粒粒子例如被运送至烧结机,通过烧结机烧成烧结矿。在图1的例子中,对烧结原料中包含含铁原料、含CaO原料和焦炭粉进行了说明,但烧结原料中至少包含含铁原料和焦炭粉即可。

[0038] 控制装置10对来自配合槽2的含铁原料的切出、来自配合槽3的含CaO原料的切出、来自配合槽4的焦炭粉的切出、水分的添加以及滚筒混合机5的动作进行控制。另外,控制装置10对将使用造粒设备1造粒出的造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的含量进行预测。另外,控制装置10对造粒粒子的特定成分的含量进行预测。这里,在本实施方式中,粒径分类为三个等级(大于8.0mm、2.8mm~8.0mm、小于2.8mm)。其中,粒径分类不限于三个等级,也可以划分得更多或者更少。另外,将划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的含量称为“粒度”。另外,在本实施方式的说明、表和附图中,上述的三个等级有时表述为“+8.0”、“8.0-2.8”和“-2.8”。即,“+8.0”表示大于8.0mm的粒径分类,“8.0-2.8”表示2.8mm~8.0mm的粒径分类,“-2.8”表示小于2.8mm的粒径分类。在这样的粒径分类中,可以通过求出所有粒径分类的粒度来求出造粒粒子的粒度分布。

[0039] 图2是表示控制装置10的构成例的图。控制装置10具有处理部11、存储部12和输出部13。控制装置10例如也可以为工作站、个人计算机等通用计算机。处理部11例如为CPU等,使用存储在存储部12中的程序和数据,控制配合槽2、配合槽3、配合槽4和滚筒混合机5,预测造粒粒子的含量和造粒粒子的特定成分的含量。存储部12例如为可更新记录的闪存,通过内置或数据通信终端连接的硬盘、存储卡等信息记录介质及其读写装置。存储部12中存储用于实现处理部11的各功能的程序、程序执行中使用的数据等。输出部13例如为LCD或CRT显示器等。

[0040] 处理部11具有原料信息获取部111、造粒条件获取部112、造粒结果预测部113和指导信息获取部114。这里,图2的箭头简要地示出处理及主要数据的流程。

[0041] 原料信息获取部111获取包括与烧结原料配合的原料的成分和粒度的原料信息、以及各原料的配合量。各原料的配合量可以作为配合比例被获取。例如当混合铁矿石、石灰石和焦炭粉作为烧结原料时,原料信息获取部111获取铁矿石、石灰石和焦炭粉各自的粒度、成分组成和配合比例。这里,粒度、成分组成和配合比例可以经由网络自动地输入到原

料信息获取部111,也可以由操作人员输入到原料信息获取部111。另外,配合比例可以从配合槽2、配合槽3和配合槽4的设定信息或实际值中获取。原料信息获取部111将包括烧结原料中配合的各原料的成分、粒度的原料信息以及各原料的配合比例输出到造粒条件获取部112。

[0042] 造粒条件获取部112从原料信息获取部111和滚筒混合机5中获取造粒条件。造粒条件至少包括从原料信息获取部111中获得的烧结原料中所含的原料的配合比例与造粒时的烧结原料的水分含量。造粒时的烧结原料的水分含量可以根据各原料的水分含量和添加到滚筒混合机5中的造粒水求出。各原料的水分含量例如可以使用红外水分计测定。造粒条件还可以包括原料的粒度、滚筒混合机5的占空系数、旋转速度和滞留时间中的至少一项。

[0043] 造粒结果预测部113对使用滚筒混合机5造粒出的造粒粒子的粒度和特定成分的含量进行预测。这里,造粒结果预测部113只要预测造粒粒子的粒度和特定成分的含量中的至少一项即可。在本实施方式中,造粒结果预测部113对造粒粒子的粒度和特定成分的含量进行预测,但例如可以只对造粒粒子的粒度进行预测,或者只对造粒粒子的特定成分的含量进行预测。

[0044] 首先,对造粒粒子的粒度的预测进行说明。造粒结果预测部113对一个粒径分类的造粒粒子的粒度进行预测。造粒结果预测部113例如从存储部12中读取以焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量作为输入、以造粒粒子的粒度作为输出的粒度预测模型。造粒结果预测部113通过将焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量输入至粒度预测模型,从而能够预测造粒粒子的粒度。

[0045] 粒度预测模型可以是解释变量为焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量,目标变量为造粒粒子的粒度的多元回归模型。另外,粒度预测模型可以是输入为焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量,输出为造粒粒子的粒度的训练好的机器学习模型。

[0046] 在粒度预测模型为多元回归模型的情况下,使用以焦炭粉的粒度、各原料的配合比例、造粒时的烧结原料的水分含量和造粒粒子的粒度的实际数据为一组的数据集,预先求出多元回归模型各参数。生成的多元回归模型存储于存储部12。另外,在粒度预测模型为机器学习模型的情况下,使用以焦炭粉的粒度、各原料的配合比例、造粒时的烧结原料的水分含量和造粒粒子的粒度的实际数据为一组的数据集,预先进行机器学习。将训练好的机器学习模型存储于存储部12。多元回归模型的参数和训练好的机器学习模型可以使用生成后得到的附加数据集来更新。

[0047] 对预测造粒粒子的粒度的例子进行了说明,使用同样的方法,造粒结果预测部113也可以对一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量进行预测。造粒结果预测部113使用成分预测模型。成分预测模型是以焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量作为输入,以将造粒粒子的粒径划分成多个的粒径分类中的一个粒径分类的造粒粒子的特定成分的含量作为输出。成分预测模型与粒度预测模型同样可以是多元回归模型或者可以是训练好的机器学习模型。使用以焦炭粉的粒度、各原料的配合比例、造粒时的烧结原料的水分含量和造粒粒子的特定成分的含量实际数据为一组的数据集,预先求出多元回归模型各参数或者训练好的机器学习模型并存储于存储部12。

[0048] 在本实施方式的造粒粒子的预测方法中,造粒结果预测部113使用以包括烧结原

料中所含的原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量的造粒条件作为输入的粒度预测模型和成分预测模型来执行预测。本实施方式的造粒粒子的预测方法由于在输入中使用原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量,因此即使在原料的配合条件、造粒时的水分含量不同的情况下,也能够对一个粒径分类的造粒粒子的粒度和特定成分的含量进行预测。

[0049] 造粒结果预测部113中,通过同样的方法使用对其他粒径分类的造粒粒子进行预测的粒度预测模型和成分预测模型,能够预测其他粒径分类的造粒粒子的粒度和特定成分的含量。这样,通过预测所有粒径分类的造粒粒子的粒度,从而能够预测造粒粒子的粒度分布。另外,通过预测全部的粒径分类的特定成分的含量,从而能够预测造粒粒子的特定成分的成分浓度。

[0050] 指导信息获取部114中,将由造粒结果预测部113预测出的造粒粒子的粒度和特定成分的含量、与造粒粒子的粒度和特定成分的含量目标值进行比较,执行用于接近目标值的指导。指导信息获取部114中,作为指导,针对焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量的中的至少一项求出设定值,以使造粒粒子的粒度和特定成分的含量达到预先确定的目标值。

[0051] 这里,使焦炭粉在烧结机的原料装入层的上层偏析对于提高烧结矿的成品率是有效的。通过在容易装入上层的粒度的造粒粒子中提高焦炭粉的含量,能够提高烧结矿的成品率。容易装入上层的粒度的造粒粒子通过进行装入实验来掌握。例如,根据这样的装入实验的结果,确定造粒粒子的粒度和特定成分的含量目标值。

[0052] 指导信息获取部114例如可以通过使用如上所述的目标值、粒度预测模型和成分预测模型进行反算来求出设定值。求出的设定值是焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量中的至少一项。例如当获取造粒粒子的粒度成为目标值的设定值时,指导信息获取部114从存储部12中读取粒度预测模型。然后,指导信息获取部114一边改变输入的焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量一边预测造粒粒子的粒度。指导信息获取部114判定预测出的造粒粒子的粒度是否达到目标值。指导信息获取部114判定预测出的造粒粒子的粒度达到了目标值的情况下,将输入的焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量作为设定值。指导信息获取部114将这样获取的设定值输出到输出部13。

[0053] 输出部13将从指导信息获取部114中获取的设定值输出至例如操作人员。输出部13为LCD的情况下,输出部13显示设定值。操作人员可以根据输出部13所显示的设定值对造粒粒子的造粒条件进行调整。这里,指导信息获取部114可以使用作为设定值而获取的焦炭粉的粒度、各原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量自动调整造粒粒子的造粒条件。使用通过本实施方式的造粒粒子的预测方法获取的设定值,造粒设备1可以造粒出造粒粒子。即,造粒设备1可以使用该设定值实施造粒粒子的制造方法。进而,可以实施如下烧结矿的制造方法:将制造出的造粒粒子装入烧结机的托盘而形成装入层,通过烧结机将装入层烧结来制造烧结矿。

[0054] 如上,本实施方式的造粒粒子的预测方法、造粒粒子的制造方法、造粒粒子制造装置和烧结矿的制造方法,通过上述的构成,即使在原料的配合条件或水分含量不同的情况下也能够预测造粒粒子的粒度和各粒度的成分浓度。

[0055] 关于本公开的实施方式,基于各附图进行了说明,但应注意的是本领域技术人员根据本公开容易地进行各种变形或修正。例如包括在各构成部等所含的功能等可以在逻辑上不矛盾的情况下重新配置,可以将多个构成部等组合成一个或进行分割。本公开的实施方式也可以作为由装置所具备的处理器执行的程序或记录有程序的存储介质来实现。应该理解的是这些也包含在本公开的范围之内。

[0056] 例如在图2的例中,对控制装置10具有指导信息获取部114进行了说明,控制装置10也可以不具备指导信息获取部114。但是,由于通过指导信息获取部114能够容易对造粒粒子的粒度和成分浓度的预测的造粒粒子的制造条件进行调整,因此控制装置10优选具有指导信息获取部114。

[0057] 另外,在上述实施方式中,以输入中包括焦炭粉的粒度对粒度预测模型和成分预测模型进行了说明,也可以不包括焦炭粉的粒度。粒度预测模型和成分预测模型中,作为输入,只要包括原料的配合比例和造粒时的烧结原料的水分含量即可,可以是输入中不包括焦炭粉的粒度的构成。但是,由于各原料的粒度会对烧结原料的造粒产生影响,因此输入中优选包括焦炭粉的粒度。这里,输入中可以使用其他原料的粒度或成分浓度代替焦炭粉的粒度。

[0058] 另外,对于粒度预测模型和成分预测模型,可以在输入中进一步包括滚筒混合机5的占空系数、滚筒混合机5的转速和滞留时间中的至少一项。作为滞留时间,可以使用根据滚筒混合机5的烧结原料的处理量推断出的推断值。如后述实施例2中说明的那样,滚筒混合机5的占空系数、滚筒混合机5的转速和滞留时间影响造粒粒子的粒度和成分浓度。因此,通过在粒度预测模型和成分预测模型的输入中包括滚筒混合机5的占空系数、滚筒混合机5的转速和滞留时间中的至少一项,能够以更高精度预测造粒粒子的粒度和各粒度的特定成分的成分浓度。

[0059] 以下,根据实施例具体说明本公开的效果,但本公开不限于这些实施例。

[0060] (实施例1)

[0061] 在实施例1中,按照如下的试验方法实施。首先,在直径为0.3m、长度为0.4m的滚筒混合机5中加入8kg的按规定配合的烧结原料并添加水以成为规定的水分含量,对烧结原料进行造粒。然后,使用规定网眼的筛子对造粒出的造粒粒子进行筛分,测定粒度分布和各粒度的化学成分。在本试验方法中,作为各粒度的化学成分,测定碳浓度。

[0062] 图3和图4是表示配合相同的烧结原料即T1~T4的造粒时的水分含量的影响的图。图3是表示水分含量(质量%)与造粒粒子的含量(质量%)的关系的图。图4是表示水分含量(质量%)与各粒度的碳浓度(质量%)的关系的图。水分含量为6.8质量%的图和曲线是T1的实测数据(实验值)。水分含量为7.8质量%的图和曲线是T2的实测数据。水分含量为8.8质量%的图和曲线是T3的实测数据。水分含量为9.8质量%的图和曲线是T4的实测数据。由图3和图4可知,随着造粒时的水分含量变化,粒度分布和各粒度的碳浓度变化。

[0063] 另外,表1示出了关于包括T1~T4的各种配合的烧结原料的实测数据。在表1中,对于配合是整体设为100时的各原料的比例用数值表示。“Ore A”、“Ore B”和“Ore C”分别是牌号或产地不同的铁矿石。对于焦炭粉粒度,粒径小于2mm的比例用“-2mm”表示,小于1mm的比例用“-1mm”表示。对于造粒粒子的粒度分布和各粒度的碳浓度,用质量%表示上述的各粒径分类的含量和浓度。由表1可知,随着配合和焦炭粉粒度变化,粒度分布和各粒度的

化学成分变化。

[0064]

[表1]
(表1)

	配合比例 (质量%)				焦炭粉粒度 (质量%)		水分含量 (质量%)	造粒粒子的粒度分布 (质量%)			各粒度的碳浓度 (质量%)		
	Ore A	Ore B	Ore C	焦炭粉	-2mm	-1mm		+8.0	8.0-2.8	-2.8	+8.0	8.0-2.8	-2.8
	T1	19	19	57	5	100.0		100.0	6.8	4.0	43.0	53.0	2.9
T2	19	19	57	5	100.0	100.0	7.8	3.3	54.6	42.1	2.0	3.0	5.9
T3	19	19	57	5	100.0	100.0	8.8	15.0	63.8	21.2	4.2	4.7	3.2
T4	19	19	57	5	100.0	100.0	9.8	30.2	53.1	16.7	5.1	4.6	2.9
T5	19	19	57	5	92.5	85.6	6.8	2.6	40.1	57.3	1.0	2.8	5.2
T6	19	19	57	5	92.5	85.6	7.8	7.1	59.0	33.9	2.5	3.2	5.3
T7	19	19	57	5	92.5	85.6	8.8	24.3	59.3	16.4	3.1	4.2	3.7
T8	19	19	57	5	92.5	85.6	9.8	17.5	60.2	22.3	2.9	4.4	4.0
T9	19	19	57	5	92.5	85.6	6.8	2.0	52.8	45.2	0.6	2.8	6.3
T10	19	19	57	5	84.9	71.1	7.8	6.3	63.0	30.7	1.6	3.4	5.6
T11	19	19	57	5	84.9	71.1	8.8	20.9	59.3	19.8	3.0	4.6	5.2
T12	19	19	57	5	84.9	71.1	9.8	24.1	58.6	17.3	3.3	5.0	4.4
T13	38	38	19	5	100.0	100.0	5.9	1.7	38.2	60.1	1.6	1.9	5.3
T14	38	38	19	5	100.0	100.0	6.9	1.4	36.0	62.6	1.8	2.5	5.4
T15	38	38	19	5	100.0	100.0	7.9	12.3	51.1	36.6	3.0	3.0	5.3
T16	38	38	19	5	100.0	100.0	8.9	11.9	64.1	24.0	3.9	3.4	5.0
T17	38	38	19	5	92.5	85.6	5.9	4.1	35.0	60.9	1.4	2.2	5.7
T18	38	38	19	5	92.5	85.6	6.9	1.4	43.1	55.5	0.9	2.7	4.4
T19	38	38	19	5	92.5	85.6	7.9	9.6	52.0	38.4	2.9	3.2	4.1
T20	38	38	19	5	92.5	85.6	8.9	15.5	64.2	20.3	3.1	3.5	4.4
T21	38	38	19	5	92.5	85.6	5.9	0.8	34.4	64.8	1.5	1.9	4.5
T22	38	38	19	5	84.9	71.1	6.9	10.4	43.2	46.4	0.0	2.5	4.5
T23	38	38	19	5	84.9	71.1	7.9	4.2	53.7	42.1	1.5	3.4	3.9
T24	38	38	19	5	84.9	71.1	8.9	19.6	61.8	18.6	2.3	3.3	4.1

[0065] 使用表1示出的实际数据求出作为粒度预测模型的多元回归模型的各项参数以及作

为成分预测模型的多元回归模型各参数,使用这些粒度预测模型、成分预测模型推断出造粒粒子的粒度和各粒度的化学成分。

[0066] 图5和图6是例示实验值与利用回归分析推断出的造粒粒子的粒度、各粒度的化学成分的相关关系的图。图5是例示“8.0—2.8”的造粒粒子的含量(质量%)的实验值与基于回归分析的计算值的相关关系的图。图6是例示“8.0—2.8”的各粒度的碳浓度(质量%)的实验值与基于回归分析的计算值的相关关系的图。如图5和图6所示可知,具有很强的相关性,根据各配合和焦炭粉粒度可以推断造粒粒子的粒度、各粒度的化学成分。

[0067] 在上述的例子中,粒度预测模型和成分预测模型为多元回归模型(基于多元回归的推断式)。这里,粒度预测模型和成分预测模型可以是训练好的机器学习模型。如表2所示,可知使用训练好的机器学习求出各目标变量后的结果,与多元回归相比相关系数变大,成为能够以高于多元回归的精度推断造粒粒子的粒度和化学成分的推断方法。这里,“C&R Tree”为Classification and Regression Tree,是一种机器学习的分析方法。

[0068] [表2]

[0069] (表2)

		造粒粒子的粒度分布(质量%)			各粒度的碳浓度(质量%)		
		+8.0	8.0-2.8	-2.8	+8.0	8.0-2.8	-2.8
[0070] 机器学习	种类	C&R Tree	神经网络	C&R Tree	神经网络	C&R Tree	C&R Tree
	相关系数	0.917	0.929	0.979	0.933	0.995	0.833
多元回归	相关系数	0.867	0.848	0.949	0.890	0.952	0.667

[0071] (实施例2)

[0072] 实施例2按照如下的试验方法实施。首先,在直径为0.3m、长度为0.4m的滚筒混合机5中加入8kg的按规定配合的烧结原料,添加水分以达到规定的水分含量,对烧结原料进行造粒。对作为滚筒混合机5的运转条件的占空系数、滚筒混合机转速、造粒时间进行变更,评价“-2.8”的造粒粒子的粒度。这里,作为造粒时间,使用烧结原料的滚筒混合机5内的滞留时间。以下,作为与造粒时间对应的术语,使用滞留时间的术语。表3示出各种运转条件下的“-2.8”的造粒粒子的粒度的测定结果。

[0073] [表3]

[0074] (表3)

评价序号	占空系数 (%)	滚筒混合机转速 (rpm)	造粒时间 (s)	-2.8mm的比例 (质量%)
1	20	20	150	24
2	20	20	300	27
3	20	20	450	25
4	20	20	600	19
5	20	10	150	35
6	20	10	300	37
7	20	10	450	21
8	20	10	600	23
9	20	5	150	40
10	20	5	300	45
11	20	5	450	32
12	20	5	600	30
13	10	20	300	30
14	10	20	450	29
15	10	20	600	30
16	10	10	300	44
17	10	10	450	34
18	10	10	600	34
19	10	5	300	43
20	10	5	450	39
21	10	5	600	36
22	5	20	300	34
23	5	20	450	22
24	5	20	600	17
25	5	10	300	51
26	5	10	450	25
27	5	10	600	12
28	5	5	300	38
29	5	5	450	29
30	5	5	600	16

[0075]

[0076] 使用表3示出的实际数据,求出以占空系数、滚筒混合机转速、滞留时间作为输入、以-2.8mm的粒度作为输出的粒度预测模型的多元回归模型各参数,使用该粒度预测模型推断造粒粒子的-2.8mm的粒度。

[0077] 图7是例示“-2.8”的造粒粒子的粒度的实验值(质量%)与使用多元回归模型的计算值(质量%)的相关关系的图。

[0078] 该结果确认了占空系数、滚筒混合机转速、滞留时间对造粒粒子的粒度产生影响。因此可知,通过将占空系数、滚筒混合机转速、滞留时间中的至少一项进一步加入到粒度预测模型的输入中,能够提高造粒粒子的粒度的预测精度。

- [0079] 符号说明
- [0080] 1造粒设备
- [0081] 2配合槽
- [0082] 3配合槽
- [0083] 4配合槽
- [0084] 5滚筒混合机
- [0085] 10控制装置
- [0086] 11处理部
- [0087] 12存储部
- [0088] 13输出部
- [0089] 111原料信息获取部
- [0090] 112造粒条件获取部
- [0091] 113造粒结果预测部
- [0092] 114指导信息获取部

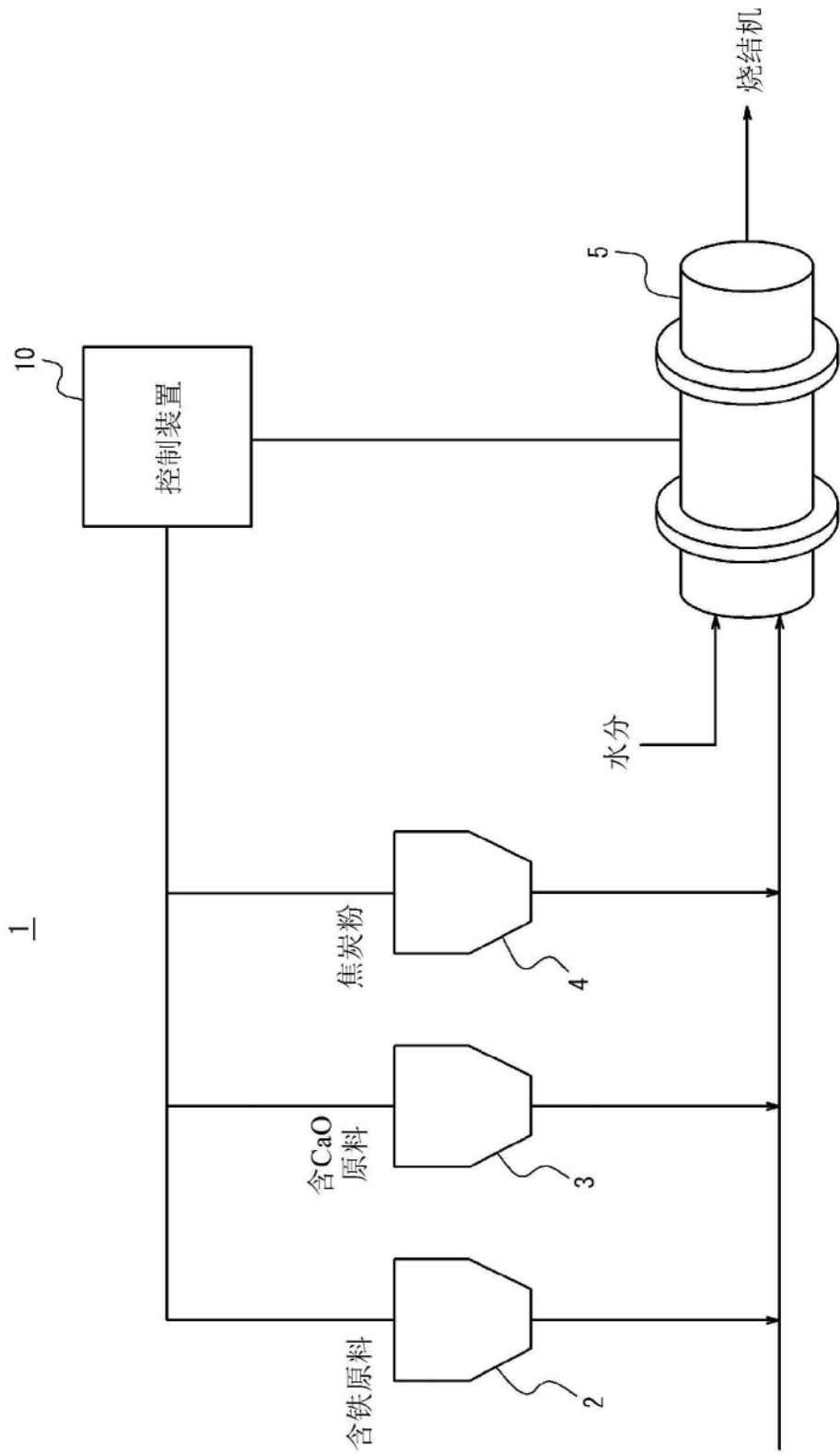


图1

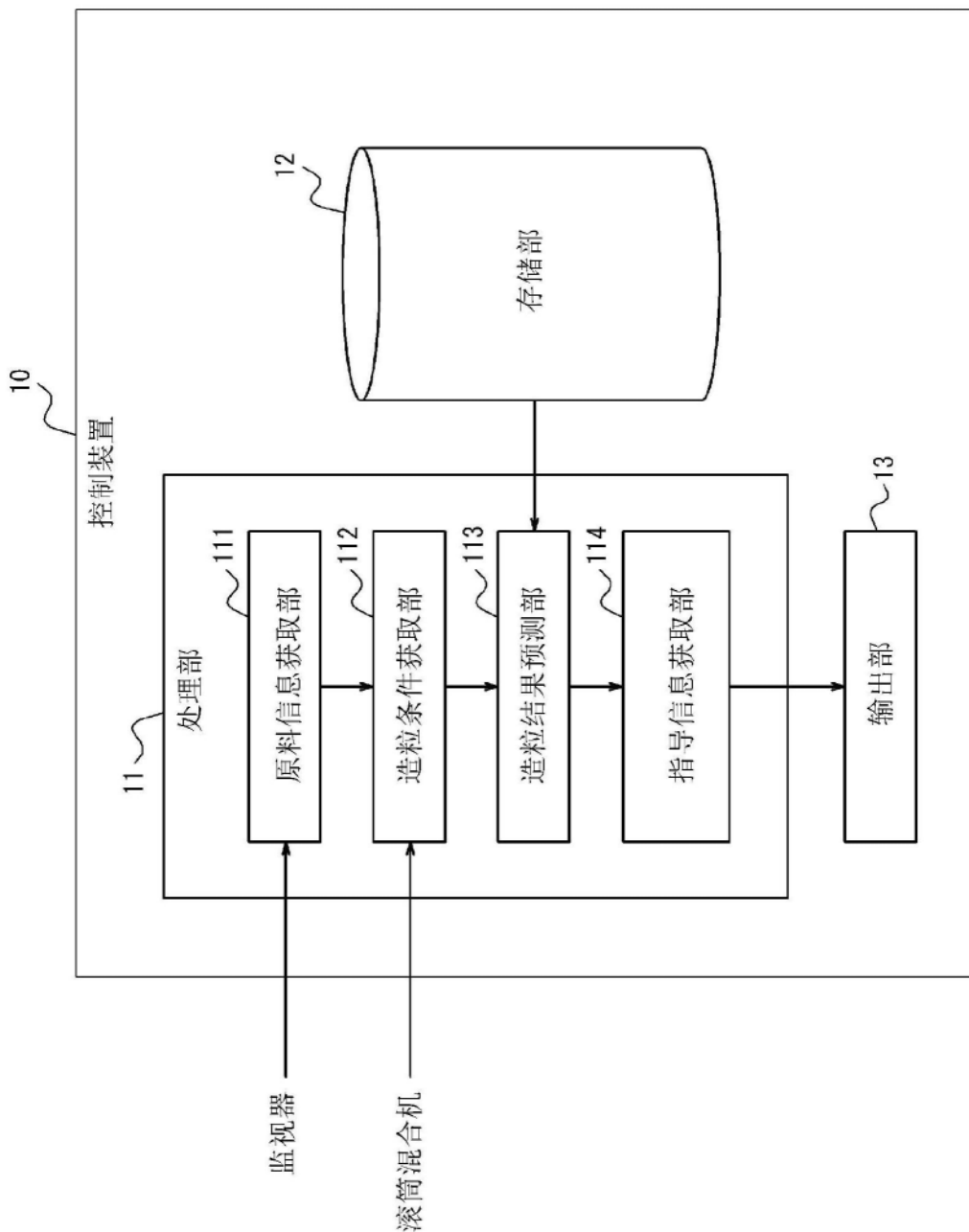


图2

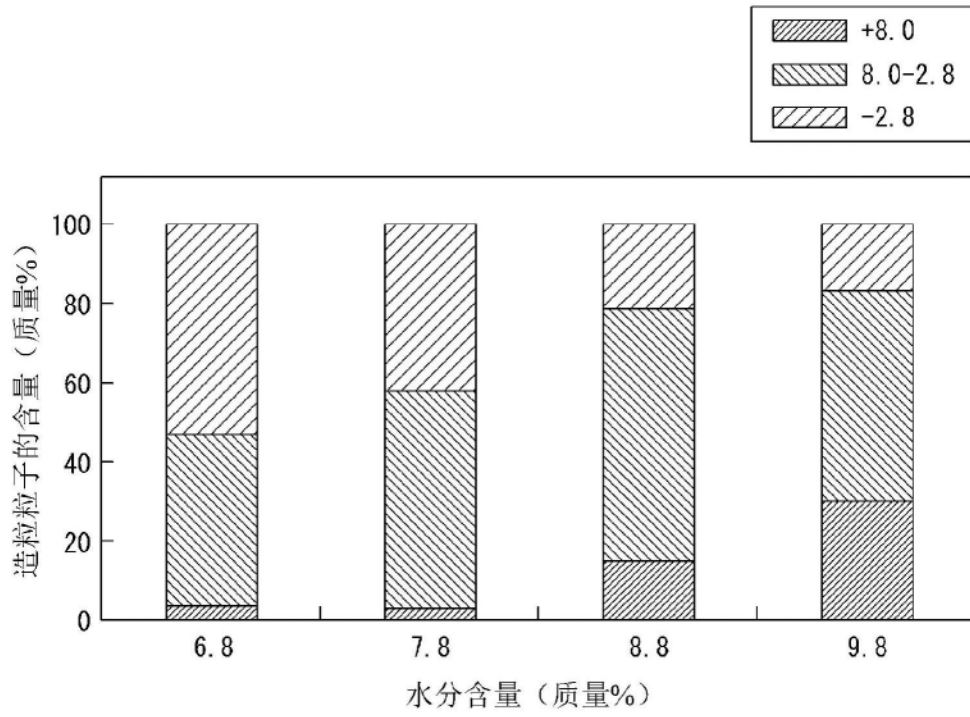


图3

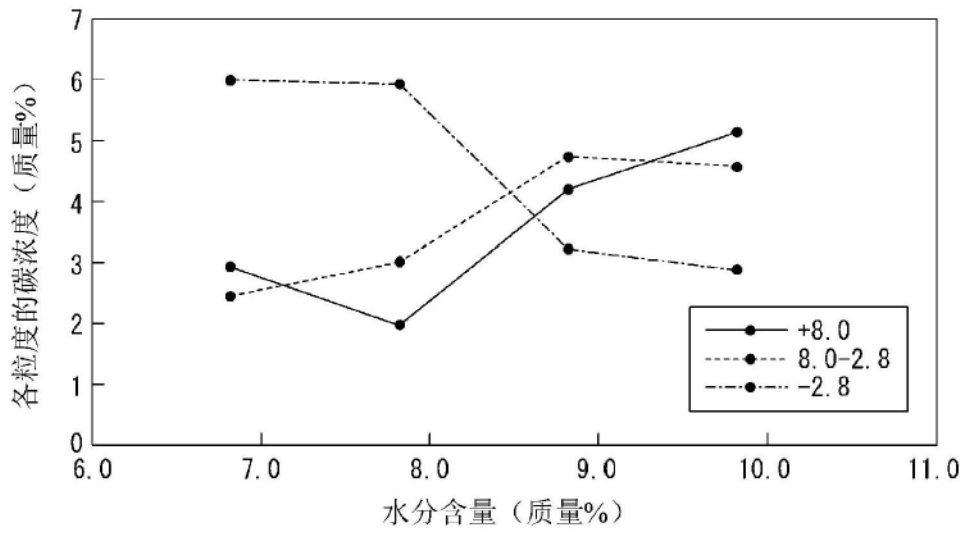


图4

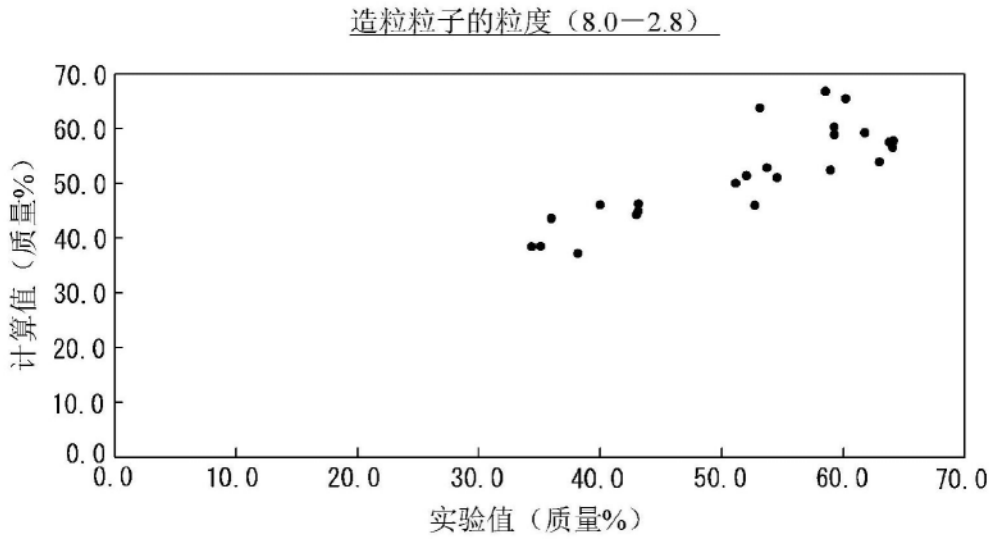


图5

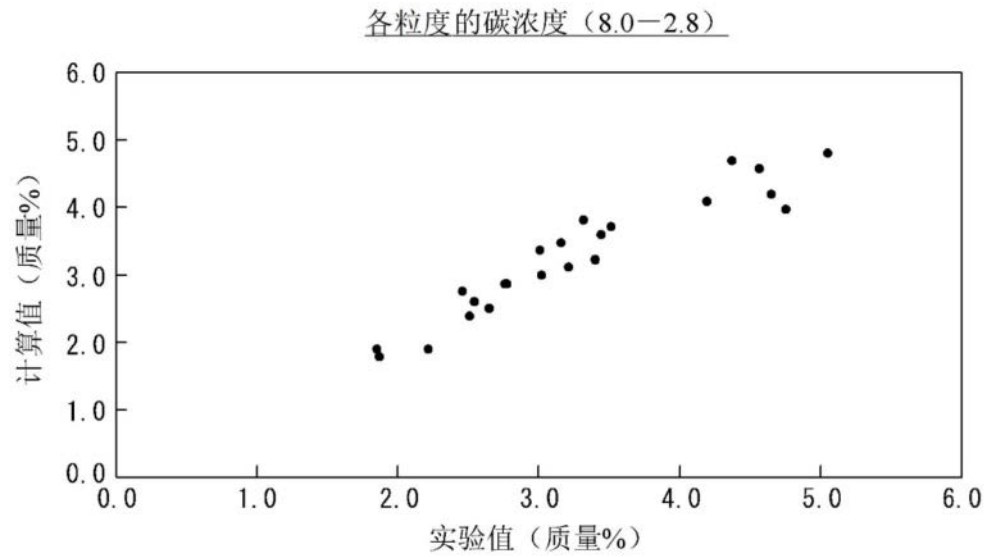


图6

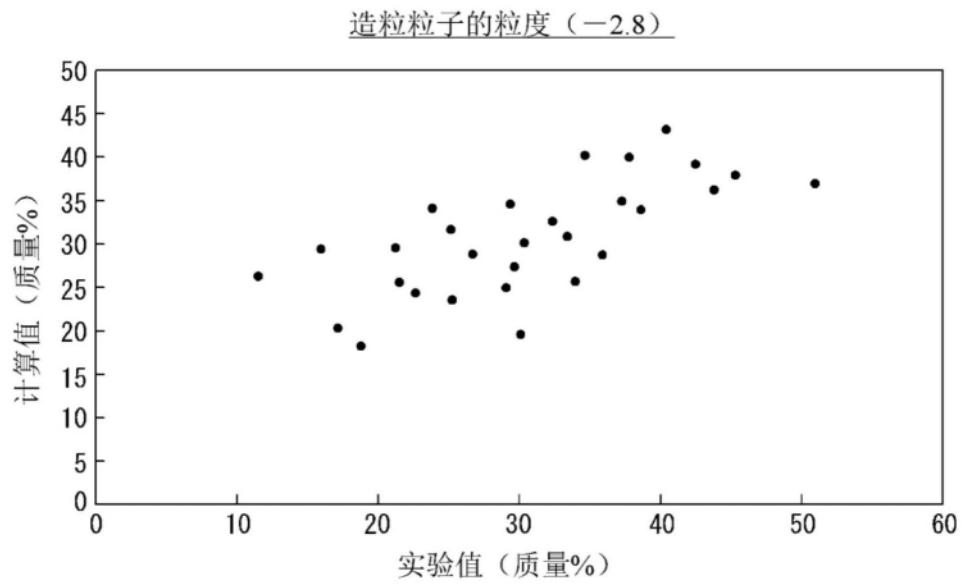


图7