



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0132328
(43) 공개일자 2024년09월03일

| | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C22B 1/20 (2006.01) G06Q 50/04 (2012.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 C22B 1/205 (2013.01) G06Q 50/04 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7025622</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2023년03월08일 심사청구일자 2024년07월29일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년07월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/008931</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/189336 국제공개일자 2023년10월05일</p> <p>(30) 우선권주장 JP-P-2022-051816 2022년03월28일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고</p> <p>(72) 발명자 이와미 유지 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이 산부 나이 호리타 겐야 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이 산부 나이 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인 특허법인코리아나</p> |
|--|---|

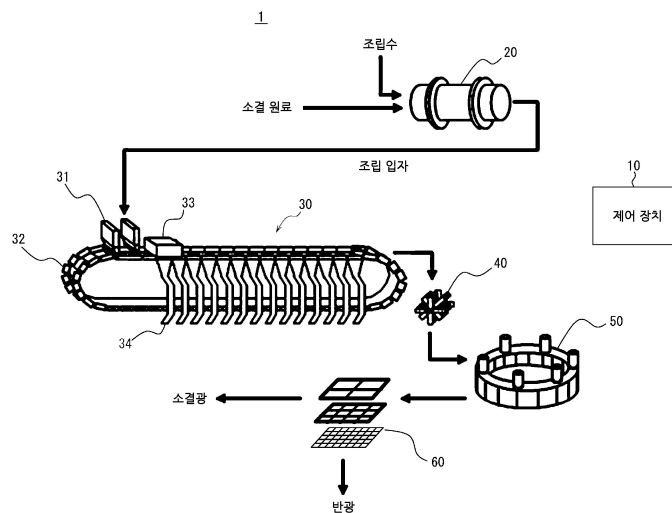
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 소결기의 조립 관리 방법, 소결광의 제조 방법 및 제어 장치

(57) 요약

소결기 (30) 의 조립 관리 방법은, 원료 정보를 취득하는 스텝과, 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는 스텝과, 원료 정보 및 조립 조건에 기초하여 조립 입자의 입도와 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함하는 조립 결과를 추정하는 스텝과, 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는 스텝과, 조립 결과 및 장입 조건에 기초하여 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하는 스텝과, 가이드스 정보를 취득하는 가이드스 정보 취득 스텝을 포함한다. 가이드스 정보는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, 수분 함유량, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

히로사와 도시유키

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카가이샤 지테크자이산
부 나이

히구치 다카히데

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카가이샤 지테크자이산
부 나이

명세서

청구범위

청구항 1

철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료에 물을 첨가하여 조립된 조립 입자를 소결하는 소결기의 조업 관리 방법으로서,

상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함하는 원료 정보를 취득하는, 원료 정보 취득 스텝과,

상기 소결 원료로부터 상기 조립 입자를 조립할 때의 상기 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는, 조립 조건 취득 스텝과,

상기 원료 정보 및 상기 조립 조건에 기초하여, 상기 조립 입자의 입도와, 상기 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함하는 조립 결과를 추정하는, 조립 결과 추정 스텝과,

상기 소결기에 상기 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는, 장입 조건 취득 스텝과,

상기 조립 결과 및 상기 장입 조건에 기초하여, 상기 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 상기 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하는, 장입 결과 추정 스텝과,

상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드스 정보를 취득하는, 가이드스 정보 취득 스텝을 포함하고,

상기 가이드스 정보는, 상기 탄소 함유 원료의 배합 비율, 상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 수분 함유량, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조립 결과 추정 스텝은,

상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 배합 비율 및 상기 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 입력하면, 상기 조립 입자의 입도를 복수로 구분한 입도 구분 중 1 개의 입도 구분에 있어서의 상기 조립 입자의 함유량을 출력하는 입도 추정 모델과,

상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 배합 비율 및 상기 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 입력하면, 상기 조립 입자의 입도를 복수로 구분한 입도 구분 중 1 개의 입도 구분에 있어서의 상기 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 출력하는 성분 추정 모델을 포함하는 조립 추정 모델을 사용하여 상기 조립 결과를 추정하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 원료 정보 취득 스텝은, 상기 성분 조성으로서, 탄소 (C) 농도, 수분 농도, 산화칼슘 (CaO) 농도 및 산화알루미늄 (Al₂O₃) 농도 중 적어도 1 개를 취득하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 장입 결과 추정 스텝은, 상기 원료 장입층의 높이 방향을 복수로 구분한 장입 구분의 각각의 장입 구분에 있어서의 각 입도의 상기 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 장입 추정 모델을 사용하여 상기 입도 편석 및 상

기 성분 편석을 추정하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 장입 결과 추정 스텝은, 상기 원료 장입층의 폭 방향을 복수로 구분한 장입 구분의 각각의 장입 구분에 있어서의 각 입도의 상기 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 장입 추정 모델을 사용하여 상기 입도 편석 및 상기 성분 편석을 추정하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소결 원료는, CaO 함유 원료를 추가로 포함하고,

상기 조립 조건은, 조립기 내의 점적률 및 조립기의 회전 속도를 추가로 포함하고,

상기 가이드스 정보는, 상기 탄소 함유 원료의 배합 비율, 상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 CaO 함유 원료의 배합 비율, 상기 수분 함유량, 조립기 내의 점적률, 조립기의 회전 속도, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함하는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 입도 편석 및 상기 성분 편석의 목표치는, 품질 추정 모델에 의해 추정되는 소결광의 품질이 소정의 품질을 만족하는 것을 조건으로 하여 산출되고,

상기 품질 추정 모델은, 입력 데이터에 상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 포함하고, 출력 데이터가 소결광의 품질인, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 품질 추정 모델은, 상기 품질 추정 모델의 생성 후에 실시되는 소결기의 조업에 있어서 취득되는 상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개와, 상기 소결광의 품질의 실적치에 기초하여 갱신되는, 소결기의 조업 관리 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 소결기의 조업 관리 방법에 있어서 취득된 가이드스 정보를, 소결광의 제조 조건으로 사용하여 소결광을 제조하는, 소결광의 제조 방법.

청구항 10

철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료에 물을 첨가하여 조립된 조립 입자를 소결하는 소결기를 제어하는 제어 장치로서,

상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함하는 원료 정보를 취득하는, 원료 정보 취득부와,

상기 소결 원료로부터 상기 조립 입자를 조립할 때의 상기 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는, 조립 조건 취득부와,

상기 원료 정보 및 상기 조립 조건에 기초하여, 상기 조립 입자의 입도와, 상기 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함한 조립 결과를 추정하는, 조립 결과 추정부와,

상기 소결기에 상기 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는, 장입 조건 취득부와,

상기 조립 결과 및 상기 장입 조건에 기초하여, 상기 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 상기 조립 입자의

입도 편석 및 성분 편석을 추정하는, 장입 결과 추정부와,

상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드نس 정보를 취득하는, 가이드نس 정보 취득부를 구비하고,

상기 가이드نس 정보는, 상기 탄소 함유 원료의 배합 비율, 상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 수분 함유량, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함하는, 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 소결기의 조업 관리 방법, 소결광의 제조 방법 및 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소결기의 조업에 있어서, 원료 장입층의 장입 편석은, 원료 장입층의 상층부의 수율 개선을 좌우하는 중요한 지표이다.

[0003] 그러나 원료 장입층의 편석 정보를 파악하기 위해서는, 현 상황에서는, 소결기를 정지한 후에 샘플링 등을 실시하여, 원료 장입층을 직접 측정할 필요가 있다. 그 때문에, 통기 데이터 및 광 배출부의 화락 (fire extinguishing) 상황 등을 보고 장입 편석의 좋고 나쁨을 판단하여, 소결기의 조업을 관리하는 것이 행해지고 있다.

[0004] 예를 들면 특허문헌 1 은, 소결기의 팔레트에 장입된 소결 원료층에 있어서의 높이 방향의 원료의 입도 분포를 추정하는 방법을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2020-12185호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 특허문헌 1 은, 부존 매트릭스 (P) 가 일정, 즉 대상 원료 (예를 들어, 분코크스) 의 입도 분포가 변하지 않으면 입도마다의 성분을 추정할 수 있다고 되어 있다. 그러나, 분코크스 입도 분포가 변하지 않은 경우라도 다른 배합 원료에 의해 크게 입도마다의 성분이 변하는 점에서, 원료의 배합 조건이 상이한 경우에는 특허문헌 1 에 개시된 방법으로는 소결 원료층에 있어서의 높이 방향의 원료의 분포를 높은 정밀도로 추정할 수 없다는 과제가 있었다. 또한, 특허문헌 1 의 방법은, 조립 (造粒) 시의 소결 원료의 수분 함유량도 고려하고 있지 않아, 조립시의 수분 함유량이 상이한 경우에는 소결 원료층에 있어서의 높이 방향의 원료의 분포를 추정할 수 없다는 과제도 있었다.

[0007] 본 개시의 목적은, 원료의 배합 조건 또는 조립시의 수분 함유량이 상이한 경우에도 원료 장입층 내의 입도 편석 및 성분 편석을 추정할 수 있는 소결기의 조업 관리 방법, 소결광의 제조 방법 및 제어 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시의 일 실시형태에 관련된 소결기의 조업 관리 방법은,

[0009] 철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료에 물을 첨가하여 조립된 조립 입자를 소결하는 소결기의 조업 관리 방법으로서,

[0010] 상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함하는 원료 정보를 취득하는, 원료 정보 취득 스텝과,

- [0011] 상기 소결 원료로부터 상기 조립 입자를 조립할 때의 상기 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는, 조립 조건 취득 스텝과,
- [0012] 상기 원료 정보 및 상기 조립 조건에 기초하여, 상기 조립 입자의 입도와, 상기 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함하는 조립 결과를 추정하는, 조립 결과 추정 스텝과,
- [0013] 상기 소결기에 상기 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는, 장입 조건 취득 스텝과,
- [0014] 상기 조립 결과 및 상기 장입 조건에 기초하여, 상기 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 상기 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하는, 장입 결과 추정 스텝과,
- [0015] 상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드نس 정보를 취득하는, 가이드نس 정보 취득 스텝을 포함하고,
- [0016] 상기 가이드نس 정보는, 상기 탄소 함유 원료의 배합 비율, 상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 수분 함유량, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 (開度) 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함한다.
- [0017] 본 개시의 일 실시형태에 관련된 소결광의 제조 방법은, 상기 소결기의 조업 관리 방법을 사용하여 소결광을 제조한다.
- [0018] 본 개시의 일 실시형태에 관련된 제어 장치는,
- [0019] 철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료에 물을 첨가하여 조립된 조립 입자를 소결하는 소결기를 제어하는 제어 장치로서,
- [0020] 상기 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함하는 원료 정보를 취득하는, 원료 정보 취득부와,
- [0021] 상기 소결 원료로부터 상기 조립 입자를 조립할 때의 상기 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는, 조립 조건 취득부와,
- [0022] 상기 원료 정보 및 상기 조립 조건에 기초하여, 상기 조립 입자의 입도와, 상기 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함한 조립 결과를 추정하는, 조립 결과 추정부와,
- [0023] 상기 소결기에 상기 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는, 장입 조건 취득부와,
- [0024] 상기 조립 결과 및 상기 장입 조건에 기초하여, 상기 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 상기 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하는, 장입 결과 추정부와,
- [0025] 상기 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드نس 정보를 취득하는, 가이드نس 정보 취득부를 구비하고,
- [0026] 상기 가이드نس 정보는, 상기 탄소 함유 원료의 배합 비율, 상기 탄소 함유 원료의 입도, 상기 수분 함유량, 팔레트의 속도, 서브 게이트의 개도 및 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함한다.

발명의 효과

- [0027] 본 개시에 관련된 소결기의 조업 관리 방법, 소결광의 제조 방법 및 제어 장치에 의하면, 원료의 배합 조건 또는 조립시의 수분 함유량이 상이한 경우에도, 원료 장입층 내의 입도 편석 및 성분 편석을 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1 은, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 소결 설비의 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 제어 장치의 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3 은, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 소결기의 조업 관리 방법의 순서예를 나타내는 플로 차트이다.
- 도 4 는, 실시예에 있어서의 조립 입자의 입도 분포 및 입도마다의 탄소 농도의 실적치를 나타내는 도면이다.
- 도 5 는, 실시예에 있어서의 실적치와 추정값의 상관을 나타내는 도면이다.

도 6 은, 실시예에 있어서의 장입 추정 모델의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7 은, 실시예에 있어서의 계산 수율과 실적 수율의 상관 관계를 나타내는 그래프이다.

도 8 은, 실시예에 있어서의 소결기의 조업의 모습을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 개시의 일 실시형태에 대해, 도면을 참조하여 설명한다.
- [0030] 도 1 은, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 소결 설비 (1) 의 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 소결 설비 (1) 는, 철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료로부터 소결광을 제조할 수 있는 설비이다.
- [0031] 소결 설비 (1) 는, 제어 장치 (10) 와, 조립기 (20) 와, 소결기 (30) 와, 파쇄기 (40) 와, 쿨러 (50) 와, 체질 장치 (60) 를 구비한다.
- [0032] 제어 장치 (10) 는, 조립기 (20), 소결기 (30), 파쇄기 (40), 쿨러 (50) 및 체질 장치 (60) 와 통신 가능하다. 제어 장치 (10) 는, 조립기 (20), 소결기 (30), 파쇄기 (40), 쿨러 (50) 및 체질 장치 (60) 를 제어한다.
- [0033] 제어 장치 (10) 의 구성 및 기능의 상세에 대해서는 후술한다.
- [0034] 조립기 (20) 는, 철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 소결 원료로부터 조립 입자를 조립한다. 조립기 (20) 가 조립 입자를 조립할 때, 소결 원료에는 조립수가 첨가된다. 소결 원료는, 부원료로서 추가로 산화칼슘 (CaO) 함유 원료를 포함해도 된다. 조립기 (20) 가 조립한 조립 입자는, 소결기 (30) 로 반송된다.
- [0035] 조립기 (20) 는, 조립 입자를 제조 가능한 임의의 조립기이면 되는데, 예를 들면, 드럼 믹서일 수 있다.
- [0036] 소결기 (30) 는, 조립 입자를 소결하는 임의의 소결기이면 되는데, 예를 들면, 드와이트 로이드식의 소결기일 수 있다. 소결기 (30) 는, 소결 원료 공급 장치 (31) 와, 팔레트 (32) 와, 점화로 (33) 와, 윈드 박스 (34) 를 구비한다.
- [0037] 소결 원료 공급 장치 (31) 는, 조립기 (20) 로부터 공급된 조립 입자를, 팔레트 (32) 에 장입한다.
- [0038] 팔레트 (32) 는, 무단 이동식의 팔레트이다. 팔레트 (32) 는, 소결 원료 공급 장치 (31) 로부터 조립 입자가 장입되면, 팔레트 (32) 상에 원료 장입층을 형성한다.
- [0039] 점화로 (33) 는, 팔레트 (32) 상에 형성되어 있는 원료 장입층의 표층에 포함되어 있는 탄소 함유 원료에 점화한다.
- [0040] 윈드 박스 (34) 는, 팔레트 (32) 상에 형성되어 있는 원료 장입층의 공기를 하방으로 흡인한다. 윈드 박스 (34) 에 의해 원료 장입층의 공기가 하방으로 흡인되면, 원료 장입층 내의 연소 및 용융체는 원료 장입층의 하방으로 이동한다. 이와 같이, 원료 장입층 내에 있어서 연소 및 용융체가 이동함으로써, 원료 장입층은 소결된다. 그 결과, 원료 장입층으로부터 소결 케이크가 얻어진다.
- [0041] 파쇄기 (40) 는, 소결기 (30) 로부터 공급되는 소결 케이크를 파쇄한다. 파쇄기 (40) 는, 소결 케이크의 파쇄물을 쿨러 (50) 에 공급한다.
- [0042] 쿨러 (50) 는, 파쇄기 (40) 로부터 공급된 소결 케이크의 파쇄물을 냉각한다. 쿨러 (50) 에 의해 냉각된 소결 케이크의 파쇄물은, 체질 장치 (60) 에 공급된다.
- [0043] 체질 장치 (60) 는, 쿨러 (50) 에 의해 냉각된 소결 케이크의 파쇄물을, 파쇄물의 입경에 따라서 체가름한다. 예를 들어, 체질 장치 (60) 는 소결 케이크의 파쇄물을, 입경이 5 mm 이상의 소결광과 입경이 5 mm 미만의 반광 (返鑛) 으로 체가름한다.
- [0044] 이와 같이, 최종적으로 체질 장치 (60) 에 의해 체가름됨으로써, 소결광이 제조된다. 또한, 체질 장치 (60) 에 의해 체가름된 반광은, 소결 원료에 배합되어, 소결광의 원료로서 재차 이용될 수 있다.
- [0045] 계속해서, 제어 장치 (10) 의 구성 및 기능에 대해 설명한다. 먼저, 제어 장치 (10) 의 기능의 개요에 대해 설명한다.
- [0046] 제어 장치 (10) 는, 조립기 (20) 에 공급되는 소결 원료가 포함하는 원료에 대한 정보인 원료 정보를 취득한다.
- [0047] 제어 장치 (10) 는, 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함

하는 조립 조건을 취득한다.

- [0048] 제어 장치 (10) 는, 취득한 원료 정보 및 조립 조건에 기초하여, 조립기 (20) 에 의해 조립되는 조립 입자의 조립 결과를 추정한다. 제어 장치 (10) 에 의해 추정되는 조립 결과는, 조립 입자의 입도와, 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함한다.
- [0049] 제어 장치 (10) 는, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 팔레트 (32) 에 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득한다.
- [0050] 제어 장치 (10) 는, 추정된 조립 결과와 취득한 장입 조건에 기초하여, 팔레트 (32) 상에 형성되는 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정한다.
- [0051] 제어 장치 (10) 는, 추정된 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드스 정보를 취득한다. 당해 가이드스 정보는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도, 팔레트 (32) 의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함한다.
- [0052] 이어서, 제어 장치 (10) 의 구성에 대해 설명한다.
- [0053] 도 2 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 제어 장치 (10) 의 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 제어 장치 (10) 는, 워크스테이션, 퍼스널 컴퓨터 등과 같은 범용의 컴퓨터어도 되고, 소결 설비 (1) 의 제어 장치 (10) 로서 기능하도록 구성된 전용의 컴퓨터어도 된다.
- [0054] 제어 장치 (10) 는, 제어부 (11) 와, 입력부 (12) 와, 출력부 (13) 와, 기억부 (14) 와, 통신부 (15) 를 구비한다.
- [0055] 제어부 (11) 는, 적어도 1 개의 프로세서, 적어도 1 개의 전용 회로, 또는 이것들의 조합을 포함한다. 프로세서는, CPU (central processing unit) 혹은 GPU (graphics processing unit) 등의 범용 프로세서, 또는 특정 처리에 특화된 전용 프로세서이다. 전용 회로는, 예를 들어, FPGA (Field-Programmable Gate Array) 또는 ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 이다.
- [0056] 제어부 (11) 는, 기억부 (14) 에 기억되어 있는 프로그램, 데이터 등을 읽어들이어, 각종 기능을 실행한다. 제어부 (11) 는, 조립기 (20), 소결기 (30), 파쇄기 (40), 쿨러 (50) 및 체질 장치 (60) 를 제어한다.
- [0057] 제어부 (11) 는, 기억부 (14) 로부터 읽어들이는 프로그램을 실행함으로써, 제어부 (11) 를, 원료 정보 취득부 (111), 조립 조건 취득부 (112), 조립 결과 추정부 (113), 장입 조건 취득부 (114), 장입 결과 추정부 (115) 및 가이드스 정보 취득부 (116) 로서 기능시킬 수 있다.
- [0058] 원료 정보 취득부 (111), 조립 조건 취득부 (112), 조립 결과 추정부 (113), 장입 조건 취득부 (114), 장입 결과 추정부 (115) 및 가이드스 정보 취득부 (116) 가 실행하는 처리에 대해서는 후술한다.
- [0059] 입력부 (12) 는, 사용자 입력을 검출하여, 사용자의 조작에 기초한 입력 정보를 취득하는 1 개 이상의 입력용 인터페이스를 포함한다. 입력부 (12) 는, 예를 들어, 물리 키, 정전 용량 키, 출력부 (13) 의 디스플레이와 일체적으로 형성된 터치 스크린, 또는 음성 입력을 접수하는 마이크 등을 포함한다.
- [0060] 출력부 (13) 는, 정보를 출력하여 사용자에게 통지하는 1 개 이상의 출력용 인터페이스를 포함한다. 출력부 (13) 는, 예를 들면, 정보를 화상으로 출력하는 디스플레이, 정보를 음성으로 출력하는 스피커 등을 포함한다. 출력부 (13) 가 포함하는 디스플레이는, 예를 들어 LCD (Liquid Crystal Display), CRT (Cathode Ray Tube) 디스플레이 등일 수 있다.
- [0061] 기억부 (14) 는, 예를 들어, 플래시 메모리, 하드 디스크, 광 메모리 등이다. 기억부 (14) 의 일부는, 제어 장치 (10) 의 외부에 있어도 된다. 이 경우, 기억부 (14) 의 일부는, 제어 장치 (10) 와 임의의 인터페이스를 통하여 접속된 하드 디스크, 메모리 카드 등일 수 있다.
- [0062] 기억부 (14) 는, 제어부 (11) 가 각 기능을 실행하기 위한 프로그램, 당해 프로그램이 사용하는 데이터 등을 격납하고 있다.
- [0063] 통신부 (15) 는, 유선 통신에 대응하는 통신 모듈 및 무선 통신에 대응하는 통신 모듈 중 적어도 일방을 포함한다. 제어 장치 (10) 는, 통신부 (15) 를 통하여 다른 단말 장치 등과 통신 가능하다.
- [0064] 계속해서, 원료 정보 취득부 (111), 조립 조건 취득부 (112), 조립 결과 추정부 (113), 장입 조건 취득부

(114), 장입 결과 추정부 (115) 및 가이던스 정보 취득부 (116) 가 실행하는 처리에 대해 설명한다.

- [0065] 원료 정보 취득부 (111) 는, 조립기 (20) 에 공급되는 소결 원료가 포함하는 원료에 대한 정보인 원료 정보를 취득한다. 원료 정보는, 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함한다. 예를 들면, 소결 원료가 철 함유 원료, CaO 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 경우, 원료 정보는, 철 함유 원료, CaO 함유 원료 및 탄소 함유 원료의 각각에 대한, 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함한다. 철 함유 원료는, 예를 들어 철광석일 수 있다. CaO 함유 원료는, 예를 들어 석회석일 수 있다. 탄소 함유 원료는, 예를 들어 분코크스일 수 있다.
- [0066] 각 원료의 입도는, 미리 정해진 입도 구분마다의 함유 비율을 포함할 수 있다. 각 원료의 성분 조성은, 예를 들면, 탄소 (C) 농도, 수분 농도, 산화칼슘 (CaO) 농도 및 산화알루미늄 (Al₂O₃) 농도 중 적어도 1 개를 포함할 수 있다.
- [0067] 원료 정보 취득부 (111) 는, 원료 정보를, 오퍼레이터에 의한 입력부 (12) 로의 입력 조작에 의해 취득할 수 있다. 오퍼레이터는, 각 원료에 대해서, 체가름, 화학 분석 등을 함으로써, 미리 원료 정보를 취득해 둘 수 있다. 또한, 원료 정보 취득부 (111) 는, 다른 단말 장치에 오퍼레이터가 입력한 원료 정보를, 통신부 (15) 를 통하여 수신함으로써, 원료 정보를 취득해도 된다.
- [0068] 원료 정보 취득부 (111) 는, 취득한 원료 정보를 조립 조건 취득부 (112) 에 출력한다.
- [0069] 조립 조건 취득부 (112) 는, 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득한다. 조립 조건 취득부 (112) 는, 조립기 (20) 로부터 조립 조건을 취득해도 되고, 오퍼레이터에 의한 입력부 (12) 로의 입력 조작에 의해 조립 조건을 취득해도 된다. 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량은, 소결 원료가 포함하는 각 원료의 수분 함유량과, 조립기 (20) 에 첨가되는 조립수로부터 구해진다. 또한, 각 원료의 수분 함유량은, 예를 들어 적외 수분계를 사용하여 측정할 수 있다.
- [0070] 조립 조건 취득부 (112) 가 취득하는 조립 조건은, 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하고 있으면 되지만, 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때에 설정된 그 밖의 조건을 추가로 포함하고 있어도 된다. 예를 들면, 조립 조건은, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도 및 체류 시간을 추가로 포함하고 있어도 된다.
- [0071] 조립 조건 취득부 (112) 는, 조립 조건과, 원료 정보 취득부 (111) 로부터 취득한 원료 정보를, 조립 결과 추정부 (113) 에 출력한다.
- [0072] 조립 결과 추정부 (113) 는, 조립 조건 취득부 (112) 로부터 취득한 원료 정보 및 조립 조건에 기초하여, 조립기 (20) 에 의해 조립되는 조립 입자의 조립 결과를 추정한다. 제어 장치 (10) 에 의해 추정되는 조립 결과는, 조립 입자의 입도와, 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함한다.
- [0073] 조립 결과 추정부 (113) 는, 조립 결과를 추정할 때, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델을 포함하는 조립 추정 모델을 사용하여, 조립 결과를 추정한다. 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델은, 기억부 (14) 에 격납되어 있을 수 있다.
- [0074] 입도 추정 모델은, 소결 원료에 포함되는 각 원료의 배합 비율과 조립시의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 입력하면, 조립 입자의 입도를 복수로 구분한 입도 구분 중 1 개의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량을 출력하는, 학습이 완료된 기계 학습 모델이다.
- [0075] 조립 결과 추정부 (113) 는, 각 원료의 배합 비율과, 조립시의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을, 기억부 (14) 로부터 읽어낸 입도 추정 모델에 입력함으로써, 1 개의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량을 추정할 수 있다.
- [0076] 또한, 1 개의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량은, 조립 입자의 입도의 일레이다. 조립 입자의 입도는, 다른 지표에 의해 표현되어도 된다.
- [0077] 입도 구분은, 예를 들면 3 수준일 수 있다. 입도 구분이 3 수준인 경우, 예를 들면, 8 mm 초과, 2.8 mm 이상 8.0 mm 이하, 2.8 mm 미만과 같이 구분될 수 있다. 입도 구분은 3 수준에 한정되지 않고, 그보다 많게 구분된 입도 구분이어도 된다.
- [0078] 조립 결과 추정부 (113) 는, 다른 입도 구분에 대해서도 동일한 처리를 반복하여, 각각의 입도 구분에 있어서의

조립 입자의 함유량을 추정할 수 있다. 그리고, 조립 결과 추정부 (113) 는, 모든 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량을 추정함으로써, 조립 입자의 입도 분포를 구할 수 있다.

- [0079] 성분 추정 모델은, 각 원료의 배합 비율과 조립시의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 입력하면, 조립 입자의 입도를 복수로 구분한 입도 구분 중 1 개의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 출력하는, 학습 완료된 기계 학습 모델이다.
- [0080] 조립 결과 추정부 (113) 는, 각 원료의 배합 비율과, 조립시의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을, 기억부 (14) 로부터 읽어낸 성분 추정 모델에 입력함으로써, 1 개의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 추정할 수 있다.
- [0081] 조립 결과 추정부 (113) 는, 다른 입도 구분에 대해서도 동일한 처리를 반복하여, 각각의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 추정할 수 있다. 그리고, 조립 결과 추정부 (113) 는, 모든 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 추정함으로써, 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 구할 수 있다.
- [0082] 조립 결과 추정부 (113) 는, 추정한, 각각의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량과, 각각의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을, 장입 결과 추정부 (115) 에 출력한다.
- [0083] 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델은, 입력의 값과 출력의 실적치를 1 세트로 한 다수의 데이터 세트를 사용하여 기계 학습시킴으로써 미리 생성되고, 기억부 (14) 에 격납되어 있을 수 있다.
- [0084] 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델로의 입력에는, 다른 원료의 입도가 포함되어 있어도 된다. 또한, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델로의 입력에는, 조립기 (20) 의 회전 속도, 체류 시간 등의 조립 조건이 포함되어 있어도 된다.
- [0085] 또한, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델로서 기계 학습 모델을 사용하는 경우를 설명하였지만, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델은 중회귀 모델이어도 된다. 이 경우, 기계 학습 모델에 있어서의 입력이 중회귀 모델의 설명 변수가 되고, 기계 학습 모델에 있어서의 출력이 중회귀 모델의 목적 변수가 된다. 중회귀 모델에 있어서도, 입력의 값과 출력의 실적치를 1 세트로 한 다수의 데이터 세트를 사용하여 중회귀 모델의 각 파라미터가 미리 산출되고, 기억부 (14) 에 격납되어 있을 수 있다.
- [0086] 또한, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델이 기계 학습 모델인 경우, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델은, 나중에 획득된 데이터 세트를 사용하여 기계 학습을 실시함으로써 갱신될 수 있다. 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델이 중회귀 모델인 경우, 나중에 획득된 데이터 세트를 사용하여, 중회귀 모델의 각 파라미터가 갱신될 수 있다.
- [0087] 장입 조건 취득부 (114) 는, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 팔레트 (32) 에 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득한다. 장입 조건 취득부 (114) 는, 소결기 (30) 로부터 장입 조건을 취득해도 되고, 오퍼레이터에 의한 입력부 (12) 로의 입력 조작에 의해 장입 조건을 취득해도 된다.
- [0088] 장입 조건 취득부 (114) 가 취득하는 장입 조건은, 예를 들면, 팔레트 (32) 의 속도, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 서브 게이트의 개도, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 슈트의 각도 등을 포함할 수 있다.
- [0089] 장입 조건 취득부 (114) 는, 취득한 장입 조건을 장입 결과 추정부 (115) 에 출력한다.
- [0090] 기억부 (14) 는, 조립 입자의 입도 분포 및 장입 조건마다, 원료 장입층의 높이 방향을 복수로 구분한 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블을 격납하고 있다. 본 실시형태에 있어서, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블은, 장입 추정 모델의 일례이다.
- [0091] 장입 결과 추정부 (115) 는, 조립 결과 추정부 (113) 로부터 조립 입자의 조립 결과를 취득하고, 장입 조건 취득부 (114) 로부터 장입 조건을 취득하면, 기억부 (14) 로부터, 입도 분포 및 장입 조건에 대응한, 원료 장입층의 높이를 복수로 구분한 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블을 읽어낸다. 여기서, 조립 결과 추정부 (113) 로부터 취득하는 조립 입자의 조립 결과는, 조립 입자의 각각의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량과, 조립 입자의 각각의 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 특정 성분의 함유량을 의미한다.
- [0092] 원료 장입층을 높이 방향으로 복수로 구분한 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율은, DEM (Discrete Element Method) 를 이용하여 소결기 (30) 의 소결 원료 공급 장치 (31) 를 모의한 시뮬레이션을 실행함으로써, 장입 구분마다 미리 산출할 수 있다. 이와 같이 하여 산출된 테이블이, 기억부 (14) 에 미리

격납되어 있을 수 있다.

- [0093] DEM 은, 추정된 입도 분포로 분포하고 있는 조립 입자끼리가 충돌했을 때에 조립 입자에 발생하는 힘을 산출하고, 산출한 힘에 기초하여, 해석 시간에 있어서의 조립 입자의 거동을 소정의 시간 간격마다 산출하는 수법이다.
- [0094] DEM 에 있어서는, 입력하는 정보로서, 조립 입자의 입도 분포, 팔레트 (32) 의 속도, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 서브 게이트의 개도, 및 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 슈트의 각도에 추가하여, 조립 입자끼리의 스프링 정수, 조립 입자와 벽 요소 (팔레트 (32), 슈트, 조립기 (20)) 사이의 접선 방향 및 법선 방향의 스프링 정수, 및, 조립 입자와 벽 요소 사이의 마찰 계수 (정마찰, 구름 마찰) 를 사용한다.
- [0095] 팔레트 (32) 의 속도, 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 서브 게이트의 개도 및 소결 원료 공급 장치 (31) 가 구비하는 슈트의 각도는, 실제 장치에 있어서의 조립의 데이터를 사용할 수 있다. 또한, 각종 정수에 대해서는, 복수의 원료의 배합 및 수분 함유량에 있어서의 인식각의 실험치가 DEM 에 의한 산출치와 일치하도록, 각각의 정수가 설정된다.
- [0096] 조립 입자는, 평균 입경의 조립 입자의 수가 가장 많아지고, 평균 입경으로부터 멀어짐에 따라서, 그 입경의 조립 입자의 수가 적어진다. 따라서, 조립 입자의 입도 구분은, 평균 입경에 가까운 입도 구분의 크기를 좁게 해도 된다. 이로써, 각 입자 구분에 포함되는 조립 입자의 수의 차를 작게 할 수 있다. 입도 구분의 크기를 전체적으로 좁게 하면 계산 부하가 높아지지만, 평균 입경에 가까운 입도 구분의 크기만을 좁게 함으로써, 계산 부하의 증대를 억제하면서, 보다 상세한 장입 데이터를 취득하는 것이 가능하게 된다.
- [0097] 장입 결과 추정부 (115) 는, 조립 결과 추정부 (113) 로부터 취득한 조립 결과와, 장입 조건 취득부 (114) 로부터 취득한 장입 조건에 기초하여, 팔레트 (32) 상에 형성되는 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정한다.
- [0098] 장입 결과 추정부 (115) 는, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블을 사용하여, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 입도 편석을 추정한다. 또한, 조립 입자의 입도마다의 성분 조성은, 조립 결과 추정부 (113) 에 의해 추정되어 있으므로, 장입 결과 추정부 (115) 는, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 입도 편석과, 장입 구분마다의 입도별 성분 조성에 기초하여, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 성분 편석을 추정할 수 있다.
- [0099] 또한, 장입 결과 추정부 (115) 는, 원료 장입층의 높이 방향에 한하지 않고, 원료 장입층의 폭 방향으로도 구분한 장입 구분에 있어서의, 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정해도 된다. 이 경우, 기억부 (14) 에는, 원료 장입층의 높이 방향뿐만 아니라 폭 방향으로도 분할한 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블이 격납된다.
- [0100] 또한, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블은, 장입 추정 모델의 일례이다. 또한, 장입 추정 모델로서, 입도 구분마다의 조립 입자의 함유량, 성분 조성 및 장입 조건을 입력하면, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 출력하는 학습 완료된 기계 학습 모델 또는 중회귀 모델을 사용해도 된다.
- [0101] 가이드스 정보 취득부 (116) 는, 장입 결과 추정부 (115) 에서 추정된 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드스 정보를 취득한다. 가이드스 정보는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도, 팔레트 (32) 의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함할 수 있다. 이들 설정치 중, 탄소 함유 원료의 입도는, 로드 밀의 처리량을 바꿈으로써 제어할 수 있다. 또한, 조립기 (20) 내의 점적률은, 조립기 (20) 로의 소결 원료의 반송량을 바꿈으로써 제어할 수 있다.
- [0102] 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1 개의 목표치는, 소결 설비 (1) 에 의해 제조되는 소결광의 품질이 소결광의 소정의 품질을 만족하는 것을 조건으로 하여 결정된다. 구체적으로는, 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1 개를 입력하면, 소결광의 수율을 출력하는 수율 추정 모델 (품질 추정 모델) 을 구축하고, 당해 수율 추정 모델에 다양한 입도 편석 및 성분 편석을 입력함으로써 소결광의 수율 (소결광의 품질) 을 추정한다. 출력되는 소결광의 수율이 목표치를 상회했는지 여부를 판정하여, 출력된 소결광의 수율이 목표치를 상회했다고 판정되면, 그 때에 입력된 입도 편석 및 성분 편석을 목표치로서 특정한다. 수율 추정 모델로서, 학습 완료된

기계 학습 모델 또는 중회귀 모델을 사용해도 된다.

- [0103] 또한, 소결광의 수율은, 소결광의 품질의 일례이다. 소결광의 수율은, 예를 들어, 하기 식 (1) 로 산출되는 값일 수 있다.
- [0104] $(\text{입경 } 5 \text{ mm 이상의 소결광의 질량} \times 100) / (\text{입경 } 5 \text{ mm 이상의 소결광의 질량} + \text{입경 } 5 \text{ mm 미만의 반광의 질량})$ (1)
- [0105] 소결광의 품질로는, 소결광의 수율 대신에, 소결광의 강도, 소결광의 피환원성 등이 사용될 수도 있다.
- [0106] 가이던스 정보 취득부 (116) 는, 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1 개의 목표치를 특정하면, 장입 추정 모델 및 조립 추정 모델을 역산하여, 당해 목표치를 달성할 수 있는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도, 팔레트 (32) 의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 취득한다.
- [0107] 가이던스 정보 취득부 (116) 는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도, 팔레트 (32) 의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 취득하면, 취득한 설정치를 출력부 (13) 에 출력한다.
- [0108] 출력부 (13) 는, 가이던스 정보 취득부 (116) 로부터 취득한 설정치를 출력한다. 예를 들면, 출력부 (13) 가 디스플레이를 포함하는 경우, 출력부 (13) 는, 가이던스 정보 취득부 (116) 로부터 취득한 설정치를 디스플레이에 표시한다.
- [0109] 디스플레이에 표시된 설정치를 시인한 오퍼레이터는, 당해 설정치로 조정하여 소결 설비 (1) 를 동작시킴으로써, 목표로 하는 입도 편석 및 성분 편석으로 소결광을 제조할 수 있다.
- [0110] 혹은, 가이던스 정보 취득부 (116) 는, 산출한 설정치를, 소결 설비 (1) 를 동작시킬 때의 설정치로서 자동적으로 설정해도 된다. 이로써, 소결 설비 (1) 는, 목표로 하는 입도 편석 및 성분 편석으로 소결광을 자동적으로 제조할 수 있다. 이로써, 목표로 하는 품질을 만족하는 소결광의 제조를 실현할 수 있다.
- [0111] 도 3 에 나타내는 플로 차트를 참조하여, 본 실시형태에 관련된 소결 설비 (1) 가 실행하는 소결기 (30) 의 작업 관리 방법에 대해 설명한다.
- [0112] 스텝 S101 에 있어서, 제어 장치 (10) 의 제어부 (11) 는, 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율을 포함하는 원료 정보를 취득한다.
- [0113] 스텝 S102 에 있어서, 제어부 (11) 는, 조립기 (20) 가 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득한다.
- [0114] 스텝 S103 에 있어서, 제어부 (11) 는, 취득한 원료 정보 및 조립 조건에 기초하여, 조립 입자의 입도와, 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함하는 조립 결과를 추정한다.
- [0115] 스텝 S104 에 있어서, 제어부 (11) 는, 소결기 (30) 에 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득한다.
- [0116] 스텝 S105 에 있어서, 제어부 (11) 는, 추정된 조립 결과 및 취득한 상기 장입 조건에 기초하여, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정한다.
- [0117] 스텝 S106 에 있어서, 제어부 (11) 는, 추정된 입도 편석 및 상기 성분 편석 중 적어도 1 개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이던스 정보를 취득한다. 당해 가이던스 정보는, 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20) 내의 점적률, 조립기 (20) 의 회전 속도, 팔레트 (32) 의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1 개의 설정치를 포함할 수 있다. 제어부 (11) 는, 취득한 가이던스 정보를 출력부 (13) 에 출력하고, 출력부 (13) 에 표시시킬 수 있다.
- [0118] (실시에)
- [0119] 도 4 ~ 도 8 을 참조하여, 본 실시형태에 관련된 소결 설비 (1) 에 있어서의 소결기 (30) 의 작업 관리 방법의 실시예에 대해 설명한다.
- [0120] 도 4 는, 다양한 조건으로 조립 입자를 제조했을 때의 조립 입자의 입도 분포 및 입도마다의 탄소 농도의 실적치를 나타내는 표이다.

- [0121] 도 4 에 나타내는 바와 같이, T1 ~ T24 의 24 가지의 조건으로 측정을 실시하였다. 도 4 에는, 조건으로서, 배합 비율, 분코크스 입도 및 조립시의 수분 함유량을 나타내고 있다. 또한, 실적치로서, 조립 입자의 입도 분포 및 입도마다의 탄소 농도를 나타내고 있다.
- [0122] 도 4 에 나타내는 배합 비율에 있어서, 원료 A 는, 남미산의 철광석이다. 원료 B 는, 원료 A 와는 상표가 다른 남미산의 철광석이다. 원료 C 는, 호주산의 철광석이다. 또, 분코크스 입도에 있어서, 「-2 mm」 는, 직경의 크기가 2 mm 미만인 분코크스의 비율을 나타낸다. 「-1 mm」 는, 직경의 크기가 1 mm 미만인 분코크스의 비율을 나타낸다. 또한, 조립 입자의 입도 분포에 있어서, 「+8.0」 은, 직경의 크기가 8.0 mm 초과인 조립 입자의 비율을 나타낸다. 「2.8-8.0」 은, 직경의 크기가 2.8 mm 이상 8.0 mm 이하인 조립 입자의 비율을 나타낸다. 「-2.8」 은, 직경의 크기가 2.8 mm 미만인 조립 입자의 비율을 나타낸다. 또한, 입도마다의 탄소 농도에 있어서, 「+8.0」 은, 직경의 크기가 8.0 mm 초과인 탄소의 농도를 나타낸다. 「2.8-8.0」 은, 직경의 크기가 2.8 mm 이상 8 mm 이하인 탄소의 농도를 나타낸다. 「-2.8」 은, 직경의 크기가 2.8 mm 미만인 탄소의 농도를 나타낸다.
- [0123] 도 4 에 나타내는 실적치를 사용하여 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델을 생성하고, 이들을 사용하여, 각 입도 구분에 있어서의 조립 입자의 함유량 및 입도마다의 탄소 농도를 추정하였다. 이 때, 기계 학습 모델을 사용한 추정과 중회귀 모델을 사용한 추정의 2 가지의 추정을 실시하였다.
- [0124] 기계 학습 모델을 사용하여 추정하는 경우, 입도 추정 모델 및 성분 추정 모델을 사용하여 추정을 실시하였다. 입도 추정 모델은, 분코크스의 입도, 소결 원료의 배합 비율 및 조립시의 수분 함유량을 입력하면, 각 입도 구분의 조립 입자의 함유량을 출력하는 모델을 사용하였다. 성분 추정 모델은, 분코크스의 입도, 소결 원료의 배합 비율 및 조립시의 수분 함유량을 입력하면, 입도마다의 탄소 농도를 출력하는 모델을 사용하였다.
- [0125] 중회귀 모델을 사용하여 추정하는 경우, 입도 추정 모델은, 분코크스의 입도, 소결 원료의 배합 비율 및 조립시의 수분 함유량을 설명 변수로 하고, 각 입도 구분의 조립 입자의 함유량을 목적 변수로 하는 모델을 사용하였다. 성분 추정 모델은, 분코크스의 입도, 소결 원료의 배합 비율 및 조립시의 수분 함유량을 설명 변수로 하고, 입도마다의 탄소 농도를 목적 변수로 하는 모델을 사용하였다.
- [0126] 도 5 는, 기계 학습 모델을 사용하여 추정한 경우와, 중회귀 모델을 사용하여 추정한 경우의 추정치와 실적치의 상관 계수를 나타내는 표이다. 또한, 기계 학습 모델을 사용한 경우에 대해서는, 뉴럴 네트워크를 사용한 경우의 상관 계수와, C&R Tree (Classification and Regression Tree) 를 사용한 경우의 상관 계수를 나타내고 있다.
- [0127] 도 5 를 참조하면, 어느 모델을 사용한 경우도 높은 상관 계수로 되어 있어, 제어 장치 (10) 가 높은 정밀도로 조립 입자의 입도 및 입도마다의 특정 성분의 성분 농도를 추정할 수 있음이 확인되었다.
- [0128] 또한, 기계 학습 모델을 사용한 경우의 상관 계수와 중회귀 모델을 사용한 경우의 상관 계수를 비교하면, 전반적으로 기계 학습 모델을 사용한 경우의 상관 계수가 커져 있어, 기계 학습을 사용함으로써, 조립 입자의 입도 및 입도마다의 탄소 농도를 보다 높은 정밀도로 추정할 수 있음이 확인되었다.
- [0129] 도 6 은, 장입 추정 모델의 일례를 나타내는 도면이다. 장입 추정 모델은, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블이다.
- [0130] 도 6 은, 원료 장입층의 장입 구분마다, 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내고 있다. 조립 입자의 입도는, 「+8.0」, 「2.8 ~ 8.0」 및 「-2.8」 의 3 가지를 나타내고 있다. 「+8.0」 은 조립 입자의 입경이 8.0 mm 초과이고, 「2.8 ~ 8.0」 은 조립 입자의 입경이 2.8 mm 이상 8.0 mm 이하이고, 「-2.8」 은 조립 입자의 입경이 2.8 mm 미만이다.
- [0131] 도 6 에 나타내는 테이블은, 조립 입자의 입도 분포 및 장입 조건마다 DEM 에 의한 시뮬레이션을 실시함으로써 생성된다. 생성된, 장입 구분마다의 각 입도의 조립 입자의 함유 비율을 나타내는 테이블은, 기억부 (14) 에 격납된다.
- [0132] 도 7 은, 입도 편석을 사용한 기계 학습에 의해 추정한 계산 수율과 실적 수율의 상관 관계를 나타내는 그래프이다. 도 7 에 나타내는 바와 같이, 입도 편석을 사용함으로써 높은 정밀도로 소결광의 수율을 추정할 수 있음이 확인되었다.
- [0133] 도 8 은, 소결기 (30) 의 조업의 모습을 나타내는 도면이다. 도 8 에 있어서, 「비교예」 로서 나타내고 있는 부분은, 기존의 조업 방침에 기초하여 소결기 (30) 의 조업을 실시했을 때의 결과이다. 또한, 「실시에

」로서 나타내고 있는 부분은, 본 실시형태에 기재된 가이드نس 정보를 취득하여 소결기 (30)의 조업을 실시했을 때의 결과이다.

- [0134] 도 8에 나타내는 조업 시험 중에는, 베이스의 배합 원료에 대해서, 단미 (單味)의 미분 광석을 배합하고, 그 배합물을 단계적으로 증가시켰다. 단미 광석은 베이스의 배합 원료에 대해 세립 (細粒)인 것을 사용하였다.
- [0135] 비교예의 조업 기간에서는 미분의 단미 원료가 배합됨으로써, 조립성의 악화가 예측되기 때문에, 조립시의 수분 함유량을 증가시키고 있다. 그러나, 첨가 수분에 의한 열 손실에 의해 크게 수율이 저하되었다.
- [0136] 한편, 실시예의 기간에서는, 조립 추정 모델 및 장입 추정 모델을 사용하여 입도 편석을 추정하였다. 그리고, 당해 입도 편석이 소결광의 수율의 목표를 만족하는 목표치를 특정하고, 당해 입도 편석이 목표치가 되는 조립시의 수분 함유량의 설정치를 구하여, 당해 설정치를 사용해서 소결광의 제조를 실시하였다. 이로써, 소결광의 수율 저하가 억제되고, 높은 수율을 유지하면서 소결광을 제조할 수 있었다.
- [0137] 상기 서술한 바와 같이, 본 실시형태에 관련된 소결기 (30)의 조업 관리 방법 및 본 실시형태에 관련된 제어 장치 (10)에 있어서, 제어 장치 (10)는, 소결 원료에 포함되는 각 원료의 입도, 성분 조성 및 배합 비율의 정보를 포함하는 원료 정보를 취득하는, 원료 정보 취득 스텝과, 소결 원료로부터 조립 입자를 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건을 취득하는, 조립 조건 취득 스텝과, 원료 정보 및 조립 조건에 기초하여, 조립 입자의 입도와, 조립 입자의 입도마다의 성분 조성을 포함하는 조립 결과를 추정하는, 조립 결과 추정 스텝과, 소결기 (30)에 조립 입자를 장입하여 원료 장입층을 형성할 때의 장입 조건을 취득하는, 장입 조건 취득 스텝과, 조립 결과 및 장입 조건에 기초하여, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의, 조립 입자의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하는, 장입 결과 추정 스텝을 실행한다. 이와 같이, 본 실시형태에 관련된 소결기 (30)의 조업 관리 방법 및 본 실시형태에 관련된 제어 장치 (10)는, 소결 원료에 포함되는 각 원료의 배합 비율을 포함하는 원료 정보 및 조립할 때의 소결 원료의 수분 함유량을 포함하는 조립 조건에 기초하여 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 입도 편석 또는 성분 편석을 추정하기 때문에, 원료의 배합 조건 또는 조립시의 수분 함유량이 상이한 경우에도, 원료 장입층의 높이 방향에 있어서의 조립 입자의 입도 편석 또는 성분 편석을 추정할 수 있다.
- [0138] 또한, 본 실시형태에 관련된 가이드نس 정보 취득부 (116)는, 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드نس 정보를 취득하는, 가이드نس 정보 취득 스텝을 실행한다. 여기서, 가이드نس 정보는, 소결광의 제조 조건이 되는 탄소 함유 원료의 배합 비율, 탄소 함유 원료의 입도, CaO 함유 원료의 배합 비율, 조립시의 수분 함유량, 조립기 (20)내의 점적률, 조립기 (20)의 회전 속도, 팔레트 (32)의 속도, 서브 게이트의 개도, 슈트 각도 중 적어도 1개의 설정치를 포함한다. 이로써, 제어 장치 (10)는, 입도 편석 및 성분 편석 중 적어도 1개를 목표치로 하기 위한 설정치를 포함하는 가이드نس 정보에 기초하여 소결광의 제조 조건을 조정함으로써, 목표로 하는 품질을 만족하는 소결광을 제조할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 관련된 소결기 (30)의 조업 관리 방법 및 본 실시형태에 관련된 제어 장치 (10)는, 원료 장입층 내의 입도 편석 및 성분 편석을 추정하고, 추정된 입도 편석 및 성분 편석을 소결광 제조 조건에 용이하게 반영할 수 있다. 또, 가이드نس 정보에 기초하는 소결광의 제조 조건의 조정은, 정보를 얻은 오퍼레이터가 조작해도 되고, 본 실시형태에 관련된 제어 장치 (10)에 의해 자동적으로 실행되어도 된다.
- [0139] 예를 들어, 소결광의 수율에 기초하여 제조 조건을 조정하는 경우, 종래에는 체질 장치 (60)로 입경 5mm 이상의 소결광과 입경 5mm 미만의 반광으로 체가름을 하여 수율을 구한 후가 아니면, 수율에 기초한 소결광의 제조 조건의 조정을 실시할 수가 없었다. 이에 대해, 본 실시형태에 관련된 소결기 (30)의 조업 관리 방법에 의하면, 소결광의 제조 조건의 설정치를 포함하는 가이드نس 정보를 취득할 수 있고, 당해 가이드نس 정보에 기초하여 소결광의 제조 조건을 조정할 수 있기 때문에, 보다 신속한 조정이 가능해진다.
- [0140] 본 개시는 상기 서술한 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 블록도에 기재된 복수의 블록을 통합해도 되고, 또는 1개의 블록을 분할해도 된다. 플로 차트에 기재된 복수의 스텝을 기술에 따라서 시계열로 실행하는 것 대신에, 각 스텝을 실행하는 장치의 처리 능력에 따라서, 또는 필요에 따라서, 병렬적으로 또는 다른 순서로 실행해도 된다. 그 밖에, 본 개시의 취지를 일탈하지 않는 범위에서의 변경이 가능하다.
- [0141] 예를 들어, 상기 서술한 실시형태에 있어서, 소결 원료가 철 함유 원료, CaO 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하는 경우를 예로 들어 설명하였다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 소결 원료는, 철 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함하고 있으면 되며, CaO 함유 원료를 포함하지 않아도 된다. 단, 가이드نس 정보에 CaO 함유

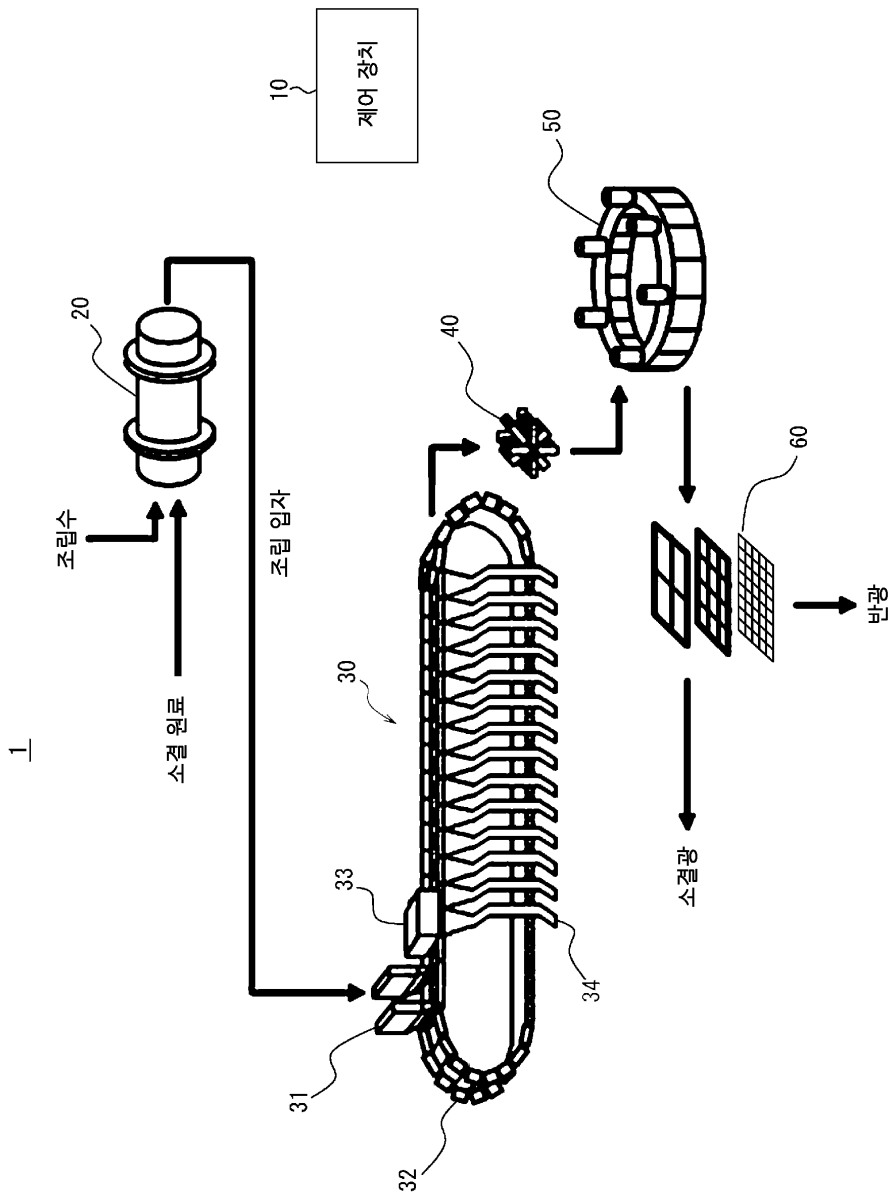
원료의 배합 비율이 포함되는 경우에는, 소결 원료는, 철 함유 원료, CaO 함유 원료 및 탄소 함유 원료를 포함한다.

[0142] 또한 상기 서술한 실시형태에 있어서, 제어부 (11) 가 가이드스 정보 취득부 (116) 의 기능을 갖는 경우를 예로 들어 설명하였다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 제어부 (11) 는, 가이드스 정보 취득부 (116) 의 기능을 갖고 있지 않아도 된다. 단, 제어부 (11) 가 가이드스 정보 취득부 (116) 의 기능을 가지면, 목표로 하는 품질을 만족하는 소결광을 제조할 수 있게 되므로, 제어부 (11) 는, 가이드스 정보 취득부 (116) 의 기능을 가지고 있는 것이 바람직하다.

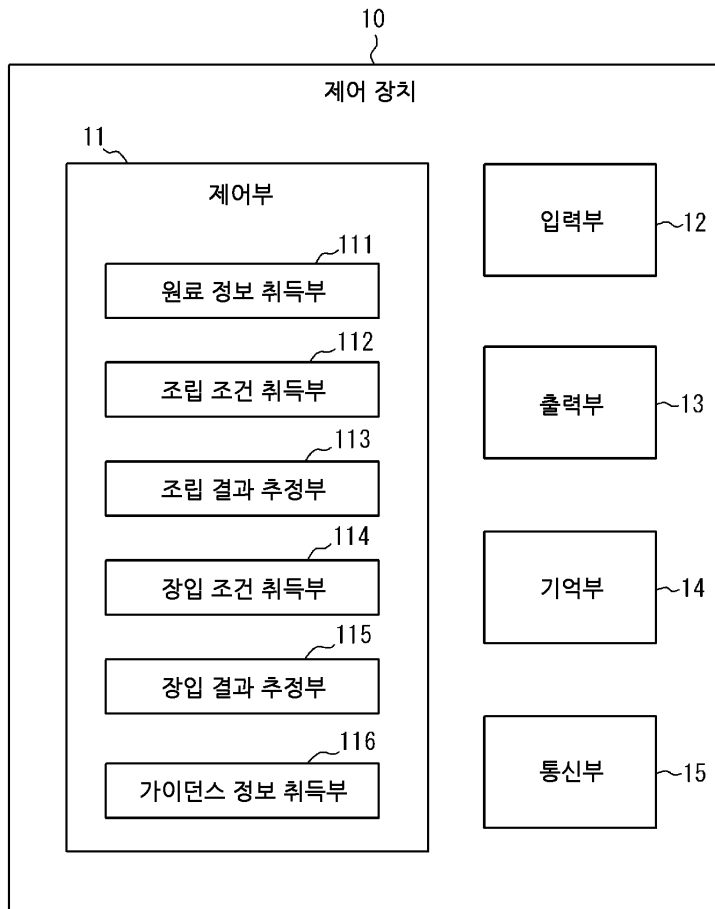
부호의 설명

[0143] 1 : 소결 설비
 10 : 제어 장치
 11 : 제어부
 12 : 입력부
 13 : 출력부
 14 : 기억부
 15 : 통신부
 20 : 조립기
 30 : 소결기
 31 : 소결 원료 공급 장치
 32 : 팔레트
 33 : 점화로
 34 : 윈드 박스
 40 : 파쇄기
 50 : 쿨러
 60 : 체질 장치
 111 : 원료 정보 취득부
 112 : 조립 조건 취득부
 113 : 조립 결과 추정부
 114 : 장입 조건 취득부
 115 : 장입 결과 추정부
 116 : 가이드스 정보 취득부

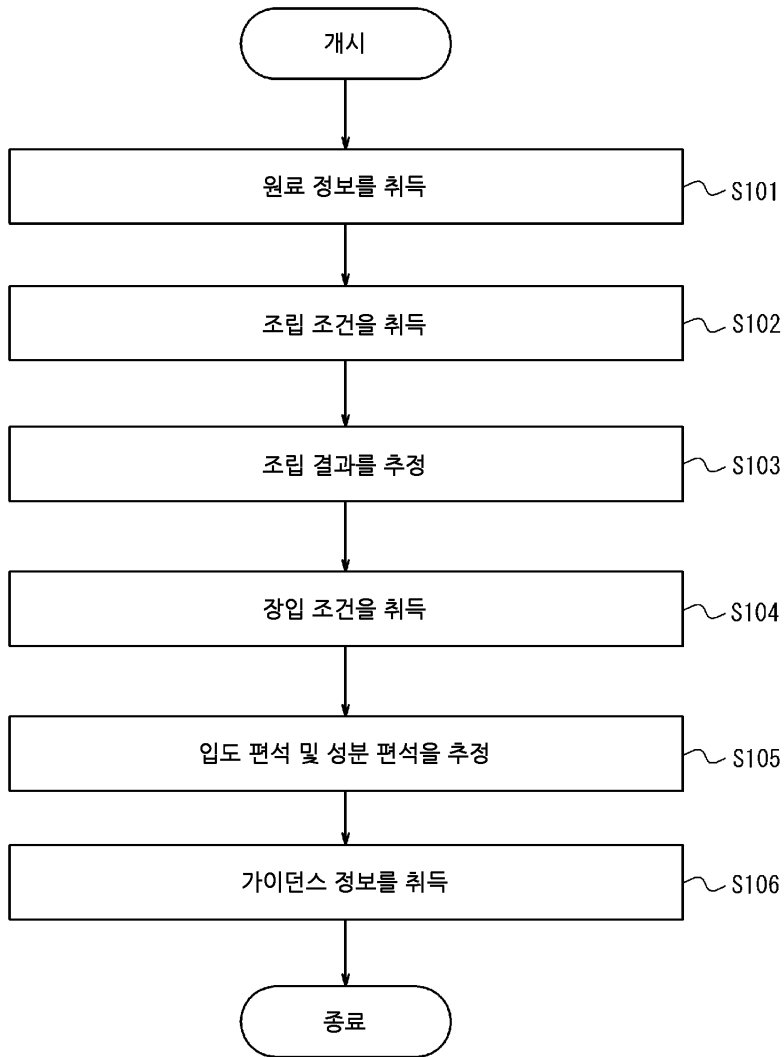
도면
도면1



도면2



도면3



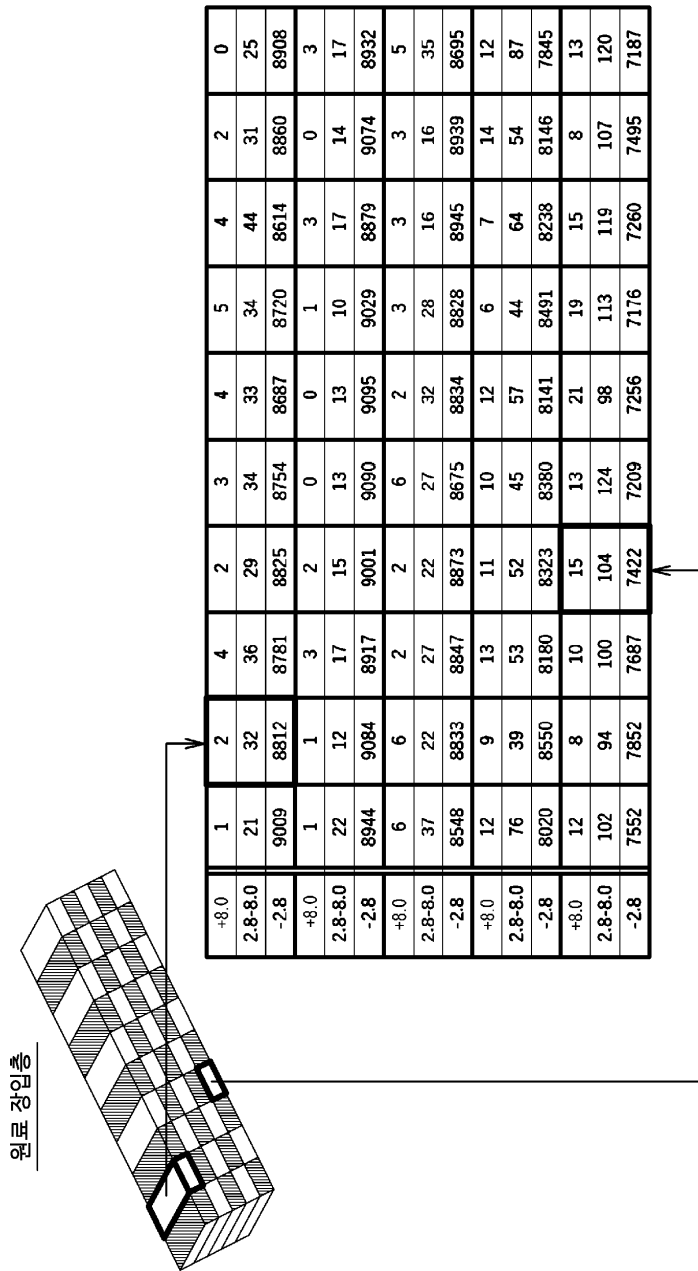
도면4

| | 배합 비율 [질량%] | | | 분포크스 입도 [질량%] | | 수분 함유량 [질량%] | 조립 입자의 입도 분포 [질량%] | | 인도마다의 탄소 농도 [질량%] | | | |
|-----|-------------|------|------|---------------|-------|--------------|--------------------|---------|-------------------|---------|-----|-----|
| | 원료 A | 원료 B | 원료 C | -2mm | -1mm | | +8.0 | 2.8-8.0 | +8.0 | 2.8-8.0 | | |
| T1 | 19 | 19 | 57 | 100.0 | 100.0 | 6.8 | 4.0 | 43.0 | 2.9 | 2.5 | 6.0 | |
| T2 | 19 | 19 | 57 | 100.0 | 100.0 | 7.8 | 3.3 | 54.6 | 2.0 | 3.0 | 5.9 | |
| T3 | 19 | 19 | 57 | 100.0 | 100.0 | 8.8 | 15.0 | 63.8 | 4.2 | 4.7 | 3.2 | |
| T4 | 19 | 19 | 57 | 100.0 | 100.0 | 9.8 | 30.2 | 53.1 | 16.7 | 5.1 | 4.6 | 2.9 |
| T5 | 19 | 19 | 57 | 92.5 | 85.6 | 6.8 | 2.6 | 40.1 | 57.3 | 1.0 | 2.8 | 5.2 |
| T6 | 19 | 19 | 57 | 92.5 | 85.6 | 7.8 | 7.1 | 59.0 | 33.9 | 2.5 | 3.2 | 5.3 |
| T7 | 19 | 19 | 57 | 92.5 | 85.6 | 8.8 | 24.3 | 59.3 | 16.4 | 3.1 | 4.2 | 3.7 |
| T8 | 19 | 19 | 57 | 92.5 | 85.6 | 9.8 | 17.5 | 60.2 | 22.3 | 2.9 | 4.4 | 4.0 |
| T9 | 19 | 19 | 57 | 92.5 | 85.6 | 6.8 | 2.0 | 52.8 | 45.2 | 0.6 | 2.8 | 6.3 |
| T10 | 19 | 19 | 57 | 84.9 | 71.1 | 7.8 | 6.3 | 63.0 | 30.7 | 1.6 | 3.4 | 5.6 |
| T11 | 19 | 19 | 57 | 84.9 | 71.1 | 8.8 | 20.9 | 59.3 | 19.8 | 3.0 | 4.6 | 5.2 |
| T12 | 19 | 19 | 57 | 84.9 | 71.1 | 9.8 | 24.1 | 58.6 | 17.3 | 3.3 | 5.0 | 4.4 |
| T13 | 38 | 38 | 19 | 100.0 | 100.0 | 5.9 | 1.7 | 38.2 | 60.1 | 1.6 | 1.9 | 5.3 |
| T14 | 38 | 38 | 19 | 100.0 | 100.0 | 6.9 | 1.4 | 36.0 | 62.6 | 1.8 | 2.5 | 5.4 |
| T15 | 38 | 38 | 19 | 100.0 | 100.0 | 7.9 | 12.3 | 51.1 | 36.6 | 3.0 | 3.0 | 5.3 |
| T16 | 38 | 38 | 19 | 100.0 | 100.0 | 8.9 | 11.9 | 64.1 | 24.0 | 3.9 | 3.4 | 5.0 |
| T17 | 38 | 38 | 19 | 92.5 | 85.6 | 5.9 | 4.1 | 35.0 | 60.9 | 1.4 | 2.2 | 5.7 |
| T18 | 38 | 38 | 19 | 92.5 | 85.6 | 6.9 | 1.4 | 43.1 | 55.5 | 0.9 | 2.7 | 4.4 |
| T19 | 38 | 38 | 19 | 92.5 | 85.6 | 7.9 | 9.6 | 52.0 | 38.4 | 2.9 | 3.2 | 4.1 |
| T20 | 38 | 38 | 19 | 92.5 | 85.6 | 8.9 | 15.5 | 64.2 | 20.3 | 3.1 | 3.5 | 4.4 |
| T21 | 38 | 38 | 19 | 92.5 | 85.6 | 5.9 | 0.8 | 34.4 | 64.8 | 1.5 | 1.9 | 4.5 |
| T22 | 38 | 38 | 19 | 84.9 | 71.1 | 6.9 | 10.4 | 43.2 | 46.4 | 0.0 | 2.5 | 4.5 |
| T23 | 38 | 38 | 19 | 84.9 | 71.1 | 7.9 | 4.2 | 53.7 | 42.1 | 1.5 | 3.4 | 3.9 |
| T24 | 38 | 38 | 19 | 84.9 | 71.1 | 8.9 | 19.6 | 61.8 | 18.6 | 2.3 | 3.3 | 4.1 |

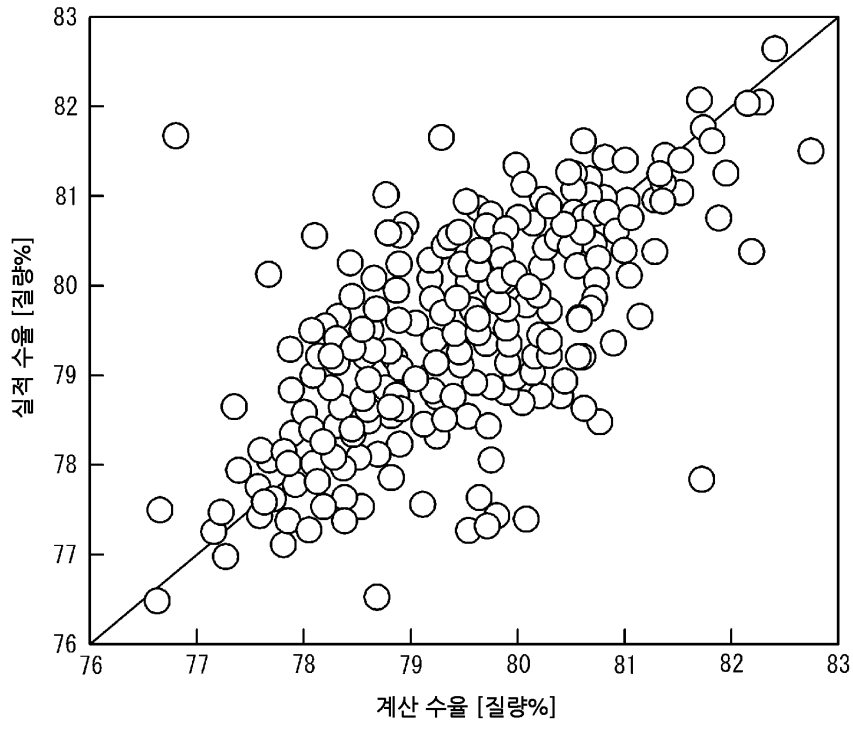
도면5

| | 조립 입자의 인도 분포 [질량%] | | | 임도마다의 탄소 농도 [질량%] | | |
|-------|--------------------|----------|---------|-------------------|----------|----------|
| | +8.0 | 2.8-8.0 | -2.8 | +8.0 | 2.8-8.0 | -2.8 |
| 기계 학습 | 종류 | C&R Tree | 뉴럴 네트워크 | C&R Tree | C&R Tree | C&R Tree |
| | 상관 계수 | 0.917 | 0.929 | 0.979 | 0.995 | 0.833 |
| 중회귀 | 상관 계수 | 0.867 | 0.848 | 0.949 | 0.952 | 0.667 |

도면6



도면7



도면8

