



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월20일

(11) 등록번호 10-2023543

(24) 등록일자 2019년09월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B03C 1/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B03C 1/18 (2013.01)
B03C 2201/20 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7009294(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2013년10월11일
 심사청구일자 2018년10월05일
- (85) 번역문제출일자 2018년04월02일
- (65) 공개번호 10-2018-0035951
- (43) 공개일자 2018년04월06일
- (62) 원출원 특허 10-2015-7010330
 원출원일자(국제) 2013년10월11일
 심사청구일자 2015년04월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/006109
- (87) 국제공개번호 WO 2014/061256
 국제공개일자 2014년04월24일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2012-229210 2012년10월16일 일본(JP)
 JP-P-2012-229214 2012년10월16일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2008104915 A*
 KR1020120105250 A*
 KR1019930001993 A*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
제이에프이 스틸 가부시킴가이사
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고
- (72) 발명자
이시다 료헤이
일본국 도쿄도 지요다꾸 우치사이와이쵸 2쵸메 2
반 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이사 치테키자
이산부 나이
- 니시나 요시아키
일본국 도쿄도 지요다꾸 우치사이와이쵸 2쵸메 2
반 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이사 치테키자
이산부 나이
- (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 23 항

심사관 : 김석중

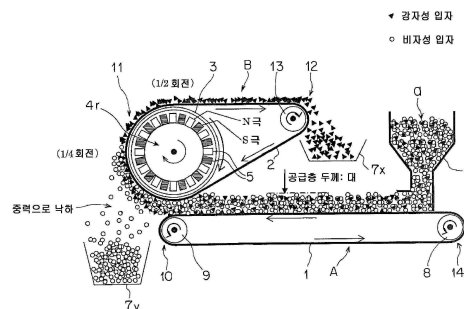
(54) 발명의 명칭 **자력 선별 장치, 자력 선별 방법 및 철원의 제조 방법**

(57) 요약

강자성체 입자를 포함하는 분립체로부터 강자성체 입자를 효율 좋게 분리하고, 또한 복잡한 공정이나 폐액 처리 등을 필요로 하지 않고 저비용으로 자력(磁力) 선별하는 자력 선별 장치 및 자력 선별 방법을 제공한다. 본 발명의 자력 선별 장치는, 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 컨베이어 벨트와, 외주(外周)의 일부에 컨

(뒷면에 계속)

대표도



베이어 벨트가 감겨지는 회전 가능한 중공(中空)의 벨트 가이드 롤과, 벨트 가이드 롤의 내측에 설치되는 자장 인가 수단을 갖고, 자장 인가 수단은, 벨트 가이드 롤의 내측에, 복수의 자석을 갖고, 자장 인가 수단이 발생시키는 자장 내에서 강자성체 입자의 분리를 행한다. 자석은, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극(磁極)이 상이한 자성(磁性)을 갖도록 배치되고, 또한, 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일한 극성을 갖도록 배치된다.

(72) 발명자

에노에다 세이지

일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반
3고 제이에프이 스틸 가부시카가이샤 치테키자이산
부 나이

이마니시 다이스케

일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반
3고 제이에프이 스틸 가부시카가이샤 치테키자이산
부 나이

명세서

청구범위

청구항 1

슬래그를 분쇄하여 미분화한 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 컨베이어 벨트와,
외주(外周)의 일부에 컨베이어 벨트가 감겨지는 회전 가능한 중공(中空)의 벨트 가이드 롤과,
상기 벨트 가이드 롤의 내측에 설치되는 자장 인가 수단을 갖고,
상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 가이드 롤의 내측에, 복수의 자석을 갖는 회전가능한 자석 롤로 이루어지며,
상기 자석은, 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극(磁極)이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되며,
상기 자석 롤의 회전 방향은, 상기 벨트 가이드 롤의 회전 방향과 반대 방향이고,
상기 자석 롤로부터 상기 강자성체 입자에 가해지는 회전력의 방향은, 상기 벨트 가이드 롤의 회전 방향과 동일한 방향인 자력(磁力) 선별 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자석은 상기 자석 롤의 외주를 따라 배치되고, 또한, 하기 (1)식으로 정의되는, 상기 자장 인가 수단으로부터 분립체에 작용하는 자장의 변화를 나타내는 자장 변화 주파수 F(Hz)가, 170Hz 이상인 자력 선별 장치.

$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$

여기에서 x: 자석 롤의 회전수(rpm)

P: 자석 롤이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극·S극의 페어를 1자극으로 하여 카운트함).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,

벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)와,

상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에는, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향으로 배치되는 복수의 자석을 구비한 자장 인가 수단을 구비하고,

상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부의 상방에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,

상기 자석은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 자력 선별 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,

상기 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)를 구비하고,

상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부의 상방에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,

상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부 및 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부에 있어서, 상기 벨트 컨베이어(A) 및 (B)의 컨베이어 벨트가 동일한 방향으로 이동하고 있고,

상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에는, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향 및 폭방향에 배치되는 복수의 자석을 구비함과 함께,

상기 자석은,

상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 서로 상이하도록 배치되어 있고,

상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되어 있는 자력 선별 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 벨트 컨베이어(B)의 시단부는, 상기 벨트 컨베이어(A)의 종단부보다도, 상기 벨트 컨베이어(A)의 신장 방향의 외측으로 돌출하고 있는 자력 선별 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,

벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)와,

상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에 복수의 자석을 갖는 자장 인가 수단을 구비하고,

상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 벨트의 상방이며 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부와 분립체 공급 장치의 사이에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,

상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부 및 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부에 있어서, 상기 벨트 컨베이어(A) 및 (B)의 컨베이어 벨트가 역방향으로 이동하고 있고,

상기 자석은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이한 자극이도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 자력 선별 장치.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 가이드 롤의 내측에 배치된 회전 가능한 자석 롤로 이루어지고,

상기 자석 롤은, 그 외주를 따라 배치된 자석이, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이한 자극이도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되어 있는 자력 선별 장치.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부의 하방에 자착물(磁着物) 회수부를 형성하고, 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부의 하방에 비자착물 회수부를 형성한 자력 선별 장치.

청구항 9

제3항에 기재된 자력 선별 장치를 이용하고,

공급 장치로부터 상기 벨트 컨베이어(A) 상에, 분립체에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체를 공급하는 자력 선별 방법.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 벨트 가이드 롤의 하방에, 상기 컨베이어 벨트 폭방향을 따른 구분판을 배치함과 함께, 상기 구분판의 상단부와 상기 컨베이어 벨트와의 사이에, 분립체의 일부를 통과시키기 위한 극간을 형성하고,

컨베이어 벨트 이동 방향에 있어서 상기 구분판을 사이에 끼운 위치에, 자작물 회수부와 비자작물 회수부를 형성한 자력 선별 장치.

청구항 11

제10항에 기재된 자력 선별 장치를 이용하고,

공급 장치로부터 컨베이어 벨트 상에, 분립체에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체를 공급하는 자력 선별 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 구분판의 상단부와 컨베이어 벨트와의 극간을, 상기 공급 장치로부터 상기 컨베이어 벨트 상에 공급되는 분립체의 층두께보다도 작게 하는 자력 선별 방법.

청구항 13

슬래그를 분쇄하여 미분화한 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 장치로서,

분립체(a)를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와, 당해 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하고, 벨트 컨베이어(A)로 반송되어 온 분립체(a)로부터 자력에 의해 강자성체 입자를 흡인하여 분리하는 제2 벨트 컨베이어(B)를 구비하고,

벨트 컨베이어(A)와 벨트 컨베이어(B)는, 컨베이어 벨트(1), (2)의 이동 방향이 역 방향이며,

벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)의 상방에 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)가 근접하여 위치하고,

벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)측의 벨트 가이드 롤(3)의 내측에는, 롤의 둘레 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(5)을 구비하는 자석 롤로 이루어짐과 함께, 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극(5)이 상이한 극성을 갖는 자장 인가 수단(4)을 설치하며,

상기 자석 롤의 회전 방향은, 상기 벨트 가이드 롤의 회전 방향과 반대 방향이고,

상기 자석 롤로부터 상기 강자성체 입자에 가해지는 회전력의 방향은, 상기 벨트 가이드 롤의 회전 방향과 동일한 방향인 자력 선별 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

벨트 컨베이어(B)의 자장 인가 수단(4)이, 벨트 가이드 롤(3)의 내측에 배치된 회전 구동식의 자석 롤(4r)로 이루어지고, 당해 자석 롤(4r)은, 그의 외주를 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(5)을 구비함과 함께, 롤 둘레 방향에서 인접하는 자극(5)이 상이한 극성을 갖고,

벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 벨트(2)와 벨트 가이드 롤(3)을 비금속체로 함과 함께, 벨트 가이드 롤(3)을 비구

동 물로 한 자력 선별 장치.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부(12)의 하방에 자작물 회수부(7x)를 형성하고,

벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 하방에 비자작물 회수부(7y)를 형성한 자력 선별 장치.

청구항 16

제13항 또는 제14항에 기재된 자력 선별 장치를 이용하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 방법으로서,

공급 장치(6)로부터 벨트 컨베이어(A) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체(a)를 공급하는 자력 선별 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 자력 선별 장치를 이용하여, 하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤(4r)의 자장 변화 주파수 F(Hz)를 170Hz 이상으로 하는 자력 선별 방법.

$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$

여기에서 x: 자석 롤(4r)의 회전수(rpm)

P: 자석 롤(4r)이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤(4r)의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극·S극의 페어를 1자극으로 함).

청구항 18

슬래그를 분쇄하여 미분화한 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)를 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급하고, 분립체(a)를 컨베이어 종단부(2010)로부터 내보낼 때에, 자력에 의해 강자성체 입자를 흡인하여 비자성체 입자로부터 분리하는 벨트 컨베이어식의 자력 선별 장치로서,

컨베이어 벨트(201)와 컨베이어 종단부(2010)측의 벨트 가이드 롤(202)을 비금속체로 함과 함께, 벨트 가이드 롤(202)을 비구동 롤로 하고,

벨트 가이드 롤(202)의 내측에는, 벨트 가이드 롤(202)과 반대 방향으로 회전 구동하는 자석 롤(203)을 배치하고, 당해 자석 롤(203)은, 그 외주를 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(205)을 구비함과 함께, 상기 자석 롤(203)의 롤 둘레 방향에서 인접하는 자극(205)은 상이한 극성을 갖고,

상기 자석 롤로부터 상기 강자성체 입자에 가해지는 회전력의 방향은, 상기 벨트 가이드 롤의 회전 방향과 동일한 방향인 자력 선별 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

벨트 가이드 롤(202)의 하방에, 컨베이어 벨트 폭방향을 따른 구분판(206)을 배치함과 함께, 당해 구분판(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)와의 사이에, 분립체의 일부를 통과시키기 위한 극간(S)을 형성하고,

컨베이어 벨트 이동 방향에 있어서 구분판(206)을 사이에 끼운 위치에, 자작물 회수부(207x)와 비자작물 회수부(207y)를 형성한 자력 선별 장치.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 기재된 자력 선별 장치를 이용하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 방법으로서,

공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분

립체(a)를 공급하는 자력 선별 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

구분관(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)와의 극간(S)을, 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급되는 분립체의 층두께보다도 작게 하는 자력 선별 방법.

청구항 22

제20항에 있어서,

하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤의 자장 변화 주파수 F(Hz)를 170Hz 이상 으로 하는 자력 선별 방법.

$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$

여기에서 x: 자석 롤(203)의 회전수(rpm)

P: 자석 롤(203)이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극 · S극의 페어를 1자극으로 함).

청구항 23

제21항에 있어서,

하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤의 자장 변화 주파수 F(Hz)를 170Hz 이상으로 하는 자력 선별 방법.

$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$

여기에서 x: 자석 롤(203)의 회전수(rpm)

P: 자석 롤(203)이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극 · S극의 페어를 1자극으로 함).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 강자성체 입자(ferromagnetic particles)를 포함하는 분립체(powder and granular material)로부터 강자성체 입자를 자력(磁力) 선별(분리)하기 위한 기술에 관한 것으로, 예를 들면, 제철 프로세스의 부(副)생성물인 슬래그(slag)로부터 철분을 분리하는 데에 적합한 자력 선별 장치(magnetic separator) 및 자력 선별 방법(magnetic separate method) 및 철원(iron source)의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 제철 프로세스에 있어서, 용선(molten pig iron) 예비 처리나 전로(converter) 탈탄(decarbonization) 공정에서는, 부생성물로서 슬래그(제강(steelmaking) 슬래그)가 발생한다. 슬래그는, 용선이나 용강 중의 불순물이나 불필요 원소를 제거하기 위해 더해지는 칼슘계 첨가제, 이들 불순물이나 불필요 원소와 반응 · 생성한 것이다. 슬래그 중에는 제거된 불순물이나 불필요 원소 이외에, 철분도 많이 포함된다.

[0003] 슬래그 중의 철분의 재자원화를 위해, 철분을 분리 · 회수하는 것이 행해지고 있다. 통상, 다음과 같은 공정으로 철분의 분리 · 회수가 행해진다. 우선, 슬래그를 체(sieve)로 쳐, 슬래그에 포함되는 대형(수백 mm)의 덩어리를 제거한다. 체를 통과한 소형의 덩어리는 철분과 슬래그분이 고착되어 있기 때문에, 해머 크러셔(hammer crusher)나 로드 밀(rod mill) 등으로 조파쇄(rough crushing)를 행하여 수십 μm ~ 수 10mm의 크기로 하고, 단체(單體) 분리(libération)(슬래그분과 철분의 분리)를 촉진시킨다. 그 후, 자력 선별 장치(magnetic separator)로 철분을 분리한다. 자력 선별 장치로서는, 일반적으로, 매달음형(suspended electro magnets), 드럼형(magnetic drum separators), 폴리형(magnetic pulleys) 등의 장치가 이용된다.

[0004] 또한, 철분을 단체 분리시키기 위해 슬래그를 가열하고, 적당한 시간 냉각한 후, 파쇄하는 경우도 있다. 냉각 시간에 따라서는, 철괴(iron block)를 파쇄하지 않고 고착된 슬래그분만을 분리시키는 것이나, 슬래그를 수 10

μm 정도로 미분화시키는 것이 가능하다.

[0005] 어느 방법이라도 슬래그의 미분화가 진행된다면, 단체 분리화가 진행되는 것은 말할 필요도 없다.

[0006] 일반적으로, 철분의 회수율을 향상시키기 위해서는 단체 분리화를 진행시킬 필요가 있기 때문에, 기계적 파쇄를 반복하여, 슬래그의 입경(particle diameter)을 작게 한다. 혹은, 열처리에 의해 소경화시키는 경우도 있다.

[0007] 철분의 회수를 위해 자력 선별을 행하는 경우, 종래는 예를 들면 도 8에 나타내는 바와 같은 자력 선별 장치가 사용되고 있다(예를 들면, 비특허문헌 1). 이 장치는 폴리형(벨트 컨베이어식)의 자력 선별 장치이며, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)를 공급 장치(23)로부터 컨베이어 벨트(20) 상에 공급하고, 분립체(a)를 컨베이어 종단부(27)로부터 배출할 때에, 강자성체 입자와 비(非)자성체 입자를 분리하는 것이다. 컨베이어 종단부(27) 측의 벨트 가이드 롤(21)에 있어서, 내측의 둘레 방향의 일부에 자석(22)이 배치되어 있다. 자석(22)은, 벨트 가이드 롤(21)의 둘레 방향에서 인접하는 자극(磁極)이 상이한 자성(磁性)을 갖도록 배치되어 있다. 자석(22)은, 벨트 가이드 롤(21)로부터 독립적으로 설치되는 고정 자석이다.

[0008] 이 자력 선별 장치에서는, 컨베이어 종단부(27)에 있어서, 컨베이어 벨트(20) 상의 분립체(a)에 대하여, 벨트 가이드 롤(21)의 내측의 자석(22)의 자력이 작용하여, 자석(22)에 흡착되지 않는 비자성체 입자가 먼저 낙하하여 비자착물(magnetically not-attracted material) 회수부(24y)에 회수되고, 자석(22)에 흡착되는 강자성체 입자는 벨트 가이드 롤(21)의 하방에 설치된 구분판(25)을 통과하고, 자력이 약해진 위치에서 낙하하여 자착물 회수부(24x)에서 회수되도록 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 2006-142136호

(특허문헌 0002) 일본공개특허공보 평10-130041호

비특허문헌

[0010] (비특허문헌 0001) J.Svoboda, Magnetic Techniques for the Treatment of Materials, pp.70-72, Kluwer Academic Publishers, 2004

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 그러나, 도 8에 나타내는 바와 같이, 종래의 자력 선별 장치에 대량의 분립체(a)가 공급되어, 분립체(a)의 층두께가 커지는 경우, 다음과 같은 문제가 발생한다. 미립화된 분립체(a)에서는, 강자성체 입자가 비자성체 입자를 포섭(enclosure)한 상태에 있고, 자석(22)에는 강자성체 입자와 비자성체 입자를 동시에 끌어당기기 때문에, 강자성체 입자와 비자성체 입자가 분리되기 어려워진다. 이것은 분립체(a)의 입경이 작아질수록 현저하다. 또한 미립화에 의한 응집 현상도 더해져, 컨베이어 벨트(20) 상의 분립체(a)의 층두께가 커진 경우는, 도 8에 나타내는 바와 같이, 자착물 회수부(24x)에 비자성체 입자가 혼입되어, 강자성체 입자를 적절하게 선별할 수 없게 된다.

[0012] 이러한 문제에 대하여, 통상은, 도 9에 나타내는 바와 같이 진동 피더(26) 등을 이용하여 분립체(a)의 공급량을 줄여, 컨베이어 벨트(20) 상의 분립체층의 두께를, 예를 들면 입자 1개~2개분 정도의 두께로까지 얇게 하는, 등의 대응이 필요해진다. 그러나, 분립체(a)의 공급량을 적게 하면, 강자성체 입자를 선별하는 성능은 확보되기는 하지만, 처리 속도가 늦어져 버린다. 슬래그의 자력 선별의 경우에는, 시간당 수 톤~수 10톤을 처리할 필요가 있기 때문에, 단시간에 대량의 자력 선별을 행하는 것이 필수이다. 따라서, 상기와 같은 종래의 자력 선별 장치에서는 단시간에 대량의 분립체(a)를 자력 선별하는 것은 어렵다.

[0013] 한편, 특허문헌 1에는, 특정한 복수의 공정을 거침으로써, 슬래그를 과(過)파쇄하는 일 없이 이물을 분리하는

방법이 제안되고 있지만, 복잡한 분리 플로우가 되어, 처리 비용이 비싸지는 문제가 있다. 또한, 특허문헌 2에 나타나는 바와 같이, 응집을 피하기 위해 습식 프로세스(wet process)도 일반적으로 적용되지만, 폐액 처리 비용이 막대해지는 문제가 있다.

[0014] 본 발명의 목적은, 상기와 같은 종래 기술의 과제를 해결하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 대량으로 처리하는 경우나 공급되는 분립체의 층이 두꺼운 경우라도, 분립체로부터 강자성체 입자를 효율 좋게 분리하고, 또한 복잡한 공정이나 폐액 처리 등을 필요로 하지 않고 저비용으로 자력 선별할 수 있는 자력 선별 장치 및 자력 선별 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명자들은, 자력 선별에 관하여, 다음과 같은 인식을 얻었다.

[0016] 강자성체 입자와 비자성체 입자가 혼합된 분립체로부터, 이동하는 자석을 이용하여 강자성체 입자를 선별하는 경우, 각 입자의 움직임을 관찰하면, 우선 강자성체 입자가 자석에 끌어당겨지도록 움직인다. 자석의 이동에 수반하는 자장(magnetic field)의 강도의 변화에 따라, 강자성체 입자에 작용하는 인력(引力)이 변화한다. 자장이 강할 때는, 강자성체 입자는 인력에 의해 서로 집합하게 되고, 반대로 자장이 약할 때는 분산되는 경향이 된다.

[0017] 이 인력의 변화는, 분립체에 대하여 진동과 비슷한 효과를 갖고 오고, 자장의 강도의 변화가 반복됨으로써, 강자성체 입자에 의한 비자성체 입자의 사이에 끼움·포섭 상태가 해소된다. 그 결과, 강자성체 입자와 비자성체 입자와의 분리가 촉진된다. 또한, 자장의 방향의 변화에 의해, 강자성체 입자에는 회전력이 더해지기 때문에, 강자성체 입자는 비자성체 입자의 사이를 회전하면서 자석측으로 이동해 간다. 이 2개의 효과에 의해, 자석 부근에는 점차 강자성체 입자가 많이 모이고, 비자성체 입자는 반대로 자석으로부터 먼 쪽으로 이동해 간다. 이와 같이, 자장의 크기 및 방향의 변화를 이용함으로써, 강자성체 입자와 비자성체 입자를 분리할 수 있다.

[0018] 이상의 작용을 개략적으로 나타낸 것이 도 1(A)~도 1(D)이다. 도 1(A)~도 1(D)에서는, 분립체에 상대하는 부분의 자석의 자극을, N극, S극으로 나타내고 있다. 도 1(A)와 같이 N극에 의해 컨베이어 벨트(2) 상의 강자성체 입자가 끌어당겨진 상태에서부터, 자석이 이동하여 도 1(B)와 같이 N극·S극 간의 간극부(space portion)가 분립체에 상대하는 상태가 되면, 자장의 크기의 변화에 따라, 강자성체 입자에 작용하는 인력의 크기가 변화한다. 또한, 자극의 N극으로부터 S극으로의 변화 때문에, 강자성체 입자는 화살표 방향으로 흡인되고, 전동하면서 자석측으로 이동해 간다. 그 후, 도 1(C)와 같이 강자성체 입자는 S극으로 끌어당겨지고, 또한 자석측으로 이동한다. 이상의 작용이 반복됨으로써, 맨 처음은 분립체층 전체에 분포하고 있던 강자성체 입자는, 도 1(D)에 나타내는 바와 같이 분립체층의 가장 자석에 가까운 측에 모이게 된다.

[0019] 이 현상은, 자석과 분립체(a) 중 적어도 한쪽이 이동하고 있으면 반드시 발생하는 것이며, 자석이 고정되고 분립체(a)만이 이동하고 있는 경우라도, 동일하다.

[0020] 동일한 자극의 자석이 나열하여 이동하고 있는 경우는, 자장의 크기의 변화에 의한 강자성체 입자의 이동은 있기는 하지만, 강자성체 입자에 자장의 방향의 변화에 의한 회전력이 더해지지 않기 때문에, 강자성체 입자의 이동량이 적어져, 결과적으로 선별 효율이 낮아져 버린다.

[0021] 또한, 도 1(A)~도 1(D)는, 자석이 도면의 우측에서 좌측으로 이동하는 경우를 나타내고 있지만, 자석이 도면의 좌측에서 우측으로 이동하는 경우라도, 원리적으로는 동일하다.

[0022] 본 발명자들은, 상기의 원리를 벨트 컨베이어식의 자력 선별 장치에 적용하여, 컨베이어 종단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향을 따라, 분립체와 상대하는 부분의 인접하는 자극이 서로 상이하도록 배치되고, 또한, 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 분립체와 상대하는 부분에서의 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 자석을 설치하고, 이 자석에 의해 형성되는 자장 중을 분립체가 이동하도록 함으로써, 강자성체 입자를 효율 좋게 자력 선별할 수 있는 것을 발견했다. 자석을 회전시킴으로써, 강자성체 입자에 작용하는 자장의 크기 및 방향을 고속으로 변화시키도록 하면, 더욱 효과가 높아진다.

[0023] 본 발명은 이러한 인식에 기초하여 이루어진 것으로, 이하를 요지로 하는 것이다.

[0024] [1] 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 컨베이어 벨트와,

[0025] 외주(外周)의 일부에 컨베이어 벨트가 감겨지는 회전 가능한 중공(中空)의 벨트 가이드 롤과,

- [0026] 상기 벨트 가이드 롤의 내측에 설치되는 자장 인가 수단을 갖고,
- [0027] 상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 가이드 롤의 내측에, 복수의 자석을 갖고,
- [0028] 상기 자석은, 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 자력 선별 장치.
- [0029] [2] 상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 가이드 롤의 내측에 배치된 회전 가능한 자석 롤로 이루어지고, 상기 자석은 상기 자석 롤의 외주를 따라 배치되고, 또한, 하기 (1)식으로 정의되는, 상기 자장 인가 수단으로부터 분립체에 작용하는 자극의 변화수를 나타내는 자장 변화 주파수 $F(\text{Hz})$ 가, 170Hz 이상인 [1]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0030] $F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots (1)$
- [0031] 여기에서 x : 자석 롤의 회전수(rpm)
- [0032] P : 자석 롤이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N 극 · S 극의 페어를, 1자극으로 하여 카운트함).
- [0033] [3] 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,
- [0034] 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)와,
- [0035] 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(start edge portion)측의 벨트 가이드 롤의 내측에는, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향으로 배치되는 복수의 자석을 구비한 자장 인가 수단을 구비하고,
- [0036] 상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부의 상방에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,
- [0037] 상기 자석은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이한 자성을 갖도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 [1] 또는 [2]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0038] [4] 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,
- [0039] 상기 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)를 구비하고,
- [0040] 상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부의 상방에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,
- [0041] 상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부 및 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부에 있어서, 상기 벨트 컨베이어(A) 및 (B)의 컨베이어 벨트가 동일한 방향으로 이동하고 있고,
- [0042] 상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에는, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향 및 폭방향으로 배치되는 복수의 자석을 구비함과 함께,
- [0043] 상기 자석은,
- [0044] 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 서로 상이하도록 배치되어 있고,
- [0045] 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되어 있는 [1] 또는 [2]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0046] [5] 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와,
- [0047] 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하는 제2 벨트 컨베이어(B)와,
- [0048] 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부측의 벨트 가이드 롤의 내측에 복수의 자석을 갖는 자장 인가 수단을 구비하고,
- [0049] 상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 벨트의 상방이며 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부와 분립체 공급 장치의 사이에 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부가 근접하여 위치하고,
- [0050] 상기 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부 및 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부에 있어서, 상기 벨트

컨베이어(A) 및 (B)의 컨베이어 벨트가 반대 방향으로 이동하고 있고,

- [0051] 상기 자석은, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되는 [1] 또는 [2]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0052] [6] 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 자장 인가 수단은, 상기 벨트 가이드 롤의 내측에 배치된 회전 가능한 자석 롤로 이루어지고,
- [0053] 상기 자석 롤은, 그 외주를 따라 배치된 자석이, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어(B)의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되어 있는 [3] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 자력 선별 장치.
- [0054] [7] 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부의 하방에 자작물 회수부를 형성하고, 상기 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부의 하방에 비자작물 회수부를 형성한 [3] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 자력 선별 장치.
- [0055] [8] [3] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 자력 선별 장치를 이용하고,
- [0056] 공급 장치로부터 상기 벨트 컨베이어(A) 상에, 분립체에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체를 공급하는 자력 선별 방법.
- [0057] [9] 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 반송하는 컨베이어 벨트와 벨트 가이드 롤을 갖고,
- [0058] 상기 벨트 가이드 롤의 내측에는, 상기 벨트 가이드 롤과 반대 방향으로 회전하는 자석 롤을 배치하고,
- [0059] 자석 롤은, 상기 벨트 컨베이어의 상기 벨트 가이드 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되고, 또한, 상기 벨트 컨베이어의 상기 벨트 가이드 롤의 폭방향에서 인접하는 자극이 동일하도록 배치되어 있는 자석을 갖는 [1] 또는 [2]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0060] [10] 상기 벨트 가이드 롤의 하방에, 상기 컨베이어 벨트 폭방향을 따른 구분판을 배치함과 함께, 상기 구분판의 상단부와 상기 컨베이어 벨트와의 사이에, 분립체의 일부를 통과시키기 위한 극간을 형성하고,
- [0061] 컨베이어 벨트 이동 방향에 있어서 상기 구분판을 사이에 끼운 위치에, 자작물 회수부와 비자작물 회수부를 형성한 [9]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0062] [11] [9] 또는 [10]에 기재된 자력 선별 장치를 이용하고,
- [0063] 공급 장치로부터 컨베이어 벨트 상에, 분립체에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체를 공급하는 자력 선별 방법.
- [0064] [12] 상기 구분판의 상단부와 컨베이어 벨트와의 극간을, 상기 공급 장치로부터 상기 컨베이어 벨트 상에 공급되는 분립체의 층두께보다도 작게 하는 [11]에 기재된 자력 선별 방법.
- [0065] [13] 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 장치로서,
- [0066] 분립체(a)를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와, 당해 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하고, 벨트 컨베이어(A)로 반송되어 온 분립체(a)로부터 자력에 의해 강자성체 입자를 흡인하여 분리하는 제2 벨트 컨베이어(B)를 구비하고,
- [0067] 벨트 컨베이어(A)와 벨트 컨베이어(B)는, 컨베이어 벨트(1), (2)의 이동 방향이 반대 방향이며,
- [0068] 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)의 상방에 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)가 근접하여 위치하고,
- [0069] 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)측의 벨트 가이드 롤(3)의 내측에는, 롤 둘레 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(5)을 구비함과 함께, 롤 둘레 방향에서 인접하는 자극(5)이 상이한 극성을 갖는 자장 인가 수단(4)을 설치한 자력 선별 장치.
- [0070] [14] 벨트 컨베이어(B)의 자장 인가 수단(4)이, 벨트 가이드 롤(3)의 내측에 배치된 회전 구동식의 자석 롤(4r)로 이루어지고, 당해 자석 롤(4r)은, 그 외주를 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(5)을 구비함과 함께, 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극(5)이 상이한 극성을 갖고,
- [0071] 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 벨트(2)와 벨트 가이드 롤(3)을 비금속체로 함과 함께, 벨트 가이드 롤(3)을 비구

동 물로 한 [13]에 기재된 자력 선별 장치.

- [0072] [15] 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부(12)의 하방에 자작물 회수부(7x)를 형성하고,
- [0073] 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 하방에 비자작물 회수부(7y)를 형성한 청구항 [13] 또는 [14]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0074] [16] [13]~[15] 중 어느 하나에 기재된 자력 선별 장치를 이용하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 방법으로서,
- [0075] 공급 장치(6)로부터 벨트 컨베이어(A) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체(a)를 공급하는 자력 선별 방법.
- [0076] [17] [14] 또는 [15]에 기재된 자력 선별 장치를 이용하여, 하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤(4r)의 자장 변화 주파수 F(Hz)를 170Hz 이상으로 하는 [16]에 기재된 자력 선별 방법.
- [0077]
$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$
- [0078] 여기에서 x: 자석 롤(4r)의 회전수(rpm)
- [0079] P: 자석 롤(4r)이 구비하는 자극수(단, 자석 롤(4r)의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극 · S극의 페어로 1자극으로 함)
- [0080] [18] 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)를 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급하고, 분립체(a)를 컨베이어 종단부(2010)로부터 내보낼 때에, 자력에 의해 강자성체 입자를 흡인하여 비자성체 입자로부터 분리하는 벨트 컨베이어식의 자력 선별 장치로서,
- [0081] 컨베이어 벨트(201)와 컨베이어 종단부(2010)측의 벨트 가이드 롤(202)을 비금속체로 함과 함께, 벨트 가이드 롤(202)을 비구동 롤로 하고,
- [0082] 벨트 가이드 롤(202)의 내측에는, 벨트 가이드 롤(202)과 반대 방향으로 회전 구동하는 자석 롤(203)을 배치하고, 당해 자석 롤(203)은, 그 외주를 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자극(205)을 구비함과 함께, 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극(205)은 상이한 극성을 갖는 자력 선별 장치.
- [0083] [19] 벨트 가이드 롤(202)의 하방에, 컨베이어 벨트 폭방향을 따른 구분판(206)을 배치함과 함께, 당해 구분판(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)와의 사이에, 분립체의 일부를 통과시키기 위한 극간(S)을 형성하고,
- [0084] 컨베이어 벨트 이동 방향에 있어서 구분판(206)을 사이에 끼운 위치에, 자작물 회수부(207x)와 비자작물 회수부(207y)를 형성한 [18]에 기재된 자력 선별 장치.
- [0085] [20] [18] 또는 [19]에 기재된 자력 선별 장치를 이용하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)로부터 강자성체 입자를 자력 선별하는 방법으로서,
- [0086] 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로 분립체(a)를 공급하는 자력 선별 방법.
- [0087] [21] 구분판(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)와의 극간(S)을, 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급되는 분립체의 층두께보다도 작게 하는 [20]에 기재된 자력 선별 방법.
- [0088] [22] 하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤의 자장 변화 주파수 F(Hz)를 170Hz 이상으로 하는 [20] 또는 [21]에 기재된 자력 선별 방법.
- [0089]
$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$
- [0090] 여기에서 x: 자석 롤의 회전수(rpm)
- [0091] P: 자석 롤이 구비하는 자극수(단, 자석 롤의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극 · S극의 페어로 1자극으로 함)
- [0092] [23] [1] 내지 [22] 중 어느 하나에 기재된 자력 선별 장치 및 자력 선별 방법을 이용하여, 제철 프로세스의 부생성물로부터 철원을 제조하는 철원의 제조 방법

발명의 효과

[0093] 본 발명에 의하면, 강자성체 입자를 포함하는 분립체를 대량으로 처리하는 경우나 공급되는 분립체의 층이 두꺼운 경우라도, 강자성체 입자를 포함하는 분립체로부터 강자성체 입자를, 한 번의 분리 공정으로 효율 좋게 분리하고, 또한 복잡한 공정이나 폐액 처리 등을 필요로 하지 않고 저비용으로 자력 선별할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0094] 도 1(A)~도 1(D)는 본 발명에 따른 자력 선별 장치의 작용을 개략적으로 나타낸 설명도이다.
 도 2는 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법의 일 실시 형태를 나타내는 설명도이다.
 도 3은 도 2의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 벨트 가이드 롤의 구조를 나타내는 사시도이다.
 도 4는 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 변형예 1과 이 장치를 이용한 자력 선별 방법을 나타내는 설명도이다.
 도 5는 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 변형예 2와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법을 나타내는 설명도이다.
 도 6은 도 2의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 변형예 3의 벨트 가이드 롤의 구조를 나타내는 사시도이다.
 도 7은 본 발명의 실시 형태 2에 따른 자력 선별 장치와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법의 일 실시 형태를 나타내는 설명도이다.
 도 8은 종래의 자력 선별 장치와, 이 장치를 이용하여 분립체를 대량 처리하는 경우의 사용 상태를 나타내는 설명도이다.
 도 9는 종래의 자력 선별 장치와, 이 장치를 이용하여 분립체를 소량 처리하는 경우의 사용 상태를 나타내는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0095] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0096] 본 발명에 따른 자력 선별 장치 및 자력 선별 방법은, 강자성체 입자를 포함하는 분립체로부터 자력에 의해 강자성체 입자를 분리하는 것이다. 본 발명에 따른 자력 선별 장치는, 분립체를 반송하는 벨트와, 외주의 일부에 벨트가 감겨지는 회전 가능한 벨트 가이드 롤과, 가이드 롤의 내측에 설치된 복수의 자석을 구비한 자장 인가 수단을 갖고 있다. 자석은, 벨트 가이드 롤의 둘레 방향을 따라, 분립체와 상대하는 부분의 자극이 교대로 되도록 배치되고, 또한, 벨트 가이드 롤의 폭방향에서, 분립체와 상대하는 부분의 자극이 동일해지도록 배치되어 있다. 폭방향으로 동일한 자극의 경우는, 균일한 자장이 형성되고, 강자성체 입자에 작용하는 힘도 균일해져, 강자성체 입자의 분리 효율을 높일 수 있다.

[0097] 본 발명에 따른 자력 선별 방법은, 상기와 같이 구성된 자력 선별 장치를 이용하여, 강자성체 입자를 포함하는 분립체로부터, 자력에 의해 강자성체 입자를 분리한다.

[0098] 본 발명에 따른 자력 선별 장치 및 자력 선별 방법에서는, 하기 (1)식으로 정의되는, 자장 인가 수단으로부터 분립체에 작용하는 자장의 크기의 변화를 나타내는 자장 변화 주파수 $F(\text{Hz})$ 를, 170Hz 이상으로 하고 있다. 보다 바람직하게는, 자장 변화 주파수 F 는 200Hz 이상이다.

[0099]
$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots (1)$$

[0100] 여기에서 x : 자석 롤의 회전수(rpm)

[0101] P : 자석 롤이 구비하는 자석 롤의 둘레 방향으로 설치된 자극수

[0102] (단, 자극수는, 자석 롤(4r)의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N 극· S 극의 페어를, 1자극으로 하여 카운트함; 예를 들면, N 극(a), S 극(b), N 극(c)으로 둘레 방향으로 나열되어 있는 경우에는, N 극(a)과 S 극(b)의 페어로 1자극, S 극(b)과 N 극(c)의 페어로 1자극으로 카운트함).

[0103] 자장 인가 수단의 자장 변화 주파수 $F(\text{Hz})$ 를 170Hz 이상, 바람직하게는 200Hz 이상으로 함으로써, 분립체에 작

용하는 자장의 크기 및 방향의 고속 변화를 발생시킬 수 있어, 분립체에 포함되는 강자성체 입자를 정밀도 좋게 분리하는 것이 가능해진다.

- [0104] [실시 형태 1]
- [0105] 도 2는, 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법의 일 실시 형태를 나타내는 설명도이다.
- [0106] 실시 형태 1에 따른 장치는, 분립체(a)를 반송하는 제1 벨트 컨베이어(A)와, 이 벨트 컨베이어(A)의 상방에 위치하며, 벨트 컨베이어(A)로 반송되어 온 분립체(a)로부터 자석에 의해 강자성체 입자를 흡착하여 분리하는 제2 벨트 컨베이어(B)를 구비하고 있다.
- [0107] 제1 벨트 컨베이어(A)에 있어서, 1은 컨베이어 벨트, 8은 컨베이어 시단부(14)측의 벨트 가이드 롤, 9는 컨베이어 종단부(10)측의 벨트 가이드 롤이다. 컨베이어 벨트(1)가 벨트 가이드 롤(8, 9) 간에 설치됨으로써, 벨트 컨베이어(A)가 구성된다.
- [0108] 제2 벨트 컨베이어(B)에 있어서, 2는 컨베이어 벨트, 3은 컨베이어 시단부(11)측의 벨트 가이드 롤, 13은 컨베이어 종단부(12)측의 벨트 가이드 롤이며, 컨베이어 벨트(2)가 벨트 가이드 롤(3, 13) 간에 설치됨으로써, 벨트 컨베이어(B)가 구성된다. 본 실시 형태 1에서는, 벨트 가이드 롤(3)은 벨트 가이드 롤(13)보다도 대경으로 구성되고, 벨트 가이드 롤(13)의 회전축이 벨트 가이드 롤(3)의 회전축보다도 상방에 위치함으로써, 컨베이어 벨트(2)의 상면(벨트 가이드 롤(3, 13) 간의 상부 벨트 부분)은 거의 수평 형상으로 되어 있다. 단, 컨베이어 벨트(2)의 상면은, 벨트 가이드 롤(13)을 향하여 내려가 있어도 좋다.
- [0109] 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 시단부(14) 가까이의 위치에는, 컨베이어 벨트(1) 상에 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)를 공급하는 공급 장치(6)가 배치되어 있다.
- [0110] 벨트 컨베이어(B)측에 흡착 지지(hold)된 강자성체 입자는, 벨트 컨베이어(B)로 반송된 후, 컨베이어 종단부(12)로부터 배출되기 때문에, 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부(12)의 하방에는, 자착물 회수부(7x)가 형성되어 있다. 또한, 비자성체 입자는, 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 하방으로 낙하하기 때문에, 그 위치에 비자착물 회수부(7y)가 형성되어 있다.
- [0111] 도 2의 실시 형태 1에서는, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)의 상방에 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)가 근접하여 위치하고 있다. 또한, 벨트 컨베이어(A)의 벨트 가이드 롤(8, 9)과 벨트 컨베이어(B)의 벨트 가이드 롤(3, 13)은, 서로 역회전하고 있으며, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10) 및 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)에 있어서, 컨베이어 벨트(1, 2)는 동일한 방향으로 이동하고 있다.
- [0112] 벨트 컨베이어(B)는, 벨트 가이드 롤(3, 13) 중 어느 하나가 모터 등의 구동 수단에 의해 구동되는 구동 롤이라도 좋지만, 통상, 벨트 가이드 롤(13)이 구동 롤, 벨트 가이드 롤(3)이 비구동 롤이 된다. 벨트 가이드 롤(3)은, 내부가 중공의 슬리브체(sleeve body)로 구성되며, 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0113] 실시 형태 1에서는, 벨트 가이드 롤(3)의 내측에, 복수의 자석(5)을 구비한 자장 인가 수단으로서 자석 롤(4r)이 설치되어 있다. 자석 롤(4r)은, 벨트 가이드 롤(3)로부터 독립적으로 회전 가능하게 구성되어 있다.
- [0114] 실시 형태 1에서는, 후술하는 도 3에 나타내는 바와 같이, 자석 롤(4r)에는, 벨트 가이드 롤(3)의 둘레 방향 및 폭방향에 있어서, 소정의 간격을 두고 복수의 자석(5)이 배치되어 있다. 자석 롤(4r)의 롤의 둘레 방향 360°에 걸쳐, 인접하는 자극이, N극, S극 교대로 되도록 복수의 자석(5)이 배치되어 있다. 또한, 자석 롤(4r)의 폭방향에 있어서, 복수의 자석(5)이, 동일한 자극이 되도록 배치되어 있다.
- [0115] 롤의 둘레 방향으로 배치되는 자석(5)의 수나 자석(5)의 간격 등에 특별한 제한은 없지만, 자석(5)의 수를 많게 하거나, 혹은 자석(5)의 간격을 작게 하면, 보다 빠른 자장의 크기 및 방향의 변화가 얻어진다. 환언하면, 자석 롤(4r)의 회전 속도가 늦어도, 고속의 자장 변화가 얻어진다.
- [0116] 자석(5)에 의한 자장의 강도에 특별한 제한은 없지만, 통상, 대상물에 따라서 벨트 가이드 롤(3)과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서 0.01~0.5T 정도가 되도록 자석(5)을 선택하는 것이 바람직하다. 자장이 지나치게 약하면 자석 롤(4r)에 의한 효과가 충분히 얻어지지 않고, 한편, 자장이 지나치게 강하면, 강자성체 입자에 작용하는 흡인력이 지나치게 강하여, 강자성체 입자의 분리가 오히려 저해될 우려가 있다.
- [0117] 또한, 본 실시 형태 1에 따른 장치에서는, 소정의 간격으로 배치되는 복수의 자석(5)과, 인접하는 자석(5) 간의 간극부에 의해, 자장이 강→약→강→약→...으로 전환되고, 분립체층 중의 강자성체 입자에 대하여, 집합→분산

→집합→분산→...의 효과가 반복된다. 물의 둘레 방향에서 인접하는 자석(5) 간의 간극부의 넓이에 특별한 제한은 없지만, 상기의 효과를 얻기 위해 1~50mm 정도로 하는 것이 적당하다.

[0118] 도 3은, 도 2의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 벨트 가이드 롤의 구조를 나타내는 사시도이다. 벨트 가이드 롤(3)의 내측에는, 복수의 자석을 갖는 자석 롤(4r)이 배치되어 있다. 40은 자석 롤(4r)의 롤축이다. 벨트 가이드 롤(3)의 양단의 롤축(30)이, 벨트 가이드 롤(3)의 내측에 배치된 자석 롤(4r)의 롤축(40)에 외장되고, 베어링(15)(예를 들면, 메탈 베어링, 롤러 베어링 등)를 개재하여 롤축(40)에 부착되어 있다. 단, 벨트 가이드 롤(3)과 자석 롤(4r)은 각각 독립적으로 회전하는 것이 가능하고, 롤축(30)과 롤축(40)의 형태는, 다양한 형태를 취할 수 있다.

[0119] 자석 롤(4r)은 모터 등의 수단에 의해 회전하는 물이며, 그 회전 방향은 벨트 가이드 롤(3)과 동일 방향, 반대 방향 중 어느 것이라도 좋지만, 일반적으로는 벨트 가이드 롤(3)과 반대 방향으로 회전하도록 되어 있다. 또한, 자석 롤(4r)은 벨트 가이드 롤(3)보다도 고속으로 회전한다.

[0120] 본 실시 형태 1에서는, 가능한 한 고속의 자장 변화(자장의 강도 및 방향의 고속 변화)가 발생하는 것이 바람직하고, 구체적으로는, 진술한 바와 같이, 하기 (1)식으로 정의되는 자석 롤(4r)의 자장 변화 주파수 F(Hz)가 170 Hz 이상인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 자장 변화 주파수는 200Hz 이상이다.

[0121]
$$F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots(1)$$

[0122] 여기에서 x: 자석 롤(4r)의 회전수(rpm)

[0123] P: 자석 롤(4r)이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 롤(4r)의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극·S극의 페어를, 1자극으로 하여 카운트함; 예를 들면, N극(a), S극(b), N극(c)으로 둘레 방향으로 나열되어 있는 경우에는, N극(a)과 S극(b)의 페어로 1자극, S극(b)과 N극(c)의 페어로 1자극으로 카운트함; 예를 들면, 둘레 방향에서 12극(N극·S극의 페어로 1자극으로 셈)의 자석(예를 들면, 네오디뮴(neodymium) 자석)을 배치한 경우에는, 자석 롤(4r)의 회전 속도를 1000rpm으로 하면, 자장 변화 주파수는 200Hz가 된다. 또한, 둘레 방향에서 24극(N극·S극의 페어로 1자극으로 셈)의 자석을 배치하고, 동일하게 자장 변화 주파수를 200Hz로 하는 경우, 자석 롤(4r)의 회전 속도는 500rpm이면 좋다.

[0124] 자장 변화 주파수의 상한은, 자석 롤(4r)의 회전수에 기계적인 상한이 있는 경우나, 주파수를 올려도 자장 변화의 효과가 포화되어 버리는 경우가 있기 때문에, 1000Hz 정도가 된다.

[0125] 자석(5)의 크기도 특별히 제한은 없고, 소정의 수의 자석(5)을 배치할 수 있는 크기이면 좋다. 또한, 도 2에서는, 1개의 자석(5)의 자극이, 자석 롤(4r)의 내주측과 외주측에서 상이한 자극이 되도록 배치하고 있지만, 당연히, 1개의 자석(5)의 상이한 자극이, 자석 롤(4r)의 둘레 방향으로 나열되도록 자석(5)을 설치해도 좋다. 이 경우에서도, N극, S극이 교대로 설치되기 때문에, 강자성체 입자의 분리가 효율 좋게 행해지게 된다. 간극부를 사이에 끼워 N극과 S극이 설치되어도 좋고, 또한 간극부를 사이에 끼워 N극끼리, S극끼리가 설치되어도 좋다.

[0126] 나아가서는, 자석(5) 간의 간극부가 수지 등으로 메워져 있어도 좋고, 자석 롤(4r)의 외주에 커버가 부착되어 있어도 좋다.

[0127] 자석 롤(4r)의 회전 방향은, (i) 컨베이어 벨트(2)의 진행 방향(벨트 가이드 롤(3)의 회전 방향)과 반대 방향, (ii) 컨베이어 벨트(2)의 진행 방향(벨트 가이드 롤(3)의 회전 방향)과 동일 방향 중 어느 것이라도 좋다. 강자성체 입자에는, 회전하는 자석 롤(4r)의 자장의 작용으로 자석 롤(4r)의 회전 방향과 반대 방향으로 움직이고자 하는 운반력이 작용한다. 상기 (i)의 경우에는, 자장에 의한 강자성체 입자로의 운반력과, 컨베이어 벨트(2)와 강자성체 입자와의 마찰력이 동일 방향이 된다. 한편, 상기 (ii)의 경우에는, 상기 운반력과 마찰력이 반대 방향이 된다. 단, 이 경우에는, 마찰력의 쪽이 크기 때문에, 강자성체 입자는 컨베이어 벨트(2)의 진행 방향으로 운반되어 간다.

[0128] (i)과 (ii)를 비교하면, (ii)의 경우는, 자장에 의한 강자성체 입자의 운반력과 컨베이어 벨트(2)와 강자성체 입자와의 마찰력이 반대 방향이 되기 때문에, 강자성체 입자가 컨베이어 벨트(2) 상에 체류하는 일이 있지만, 보다 효율 좋게 강자성체 입자를 분리할 수 있다. 한편 (i)의 경우는, 강자성체 입자의 분리 효율은 (ii)의 경우보다도 약간 뒤떨어지지만, 강자성체 입자가 컨베이어 벨트(2) 상에 체류하는 일은 없이, 입자를 매끄럽게 운반할 수 있는 이점이 있다.

- [0129] 이하, 본 실시 형태 1의 자력 선별 장치의 기능·작용과, 이 장치를 이용한 자력 선별 방법에 대해서 설명한다.
- [0130] 본 실시 형태 1의 자력 선별 장치에 있어서, 벨트 컨베이어(A, B)의 컨베이어 벨트(1, 2)의 벨트 이송 속도는, 그 처리 프로세스에 필요한 속도로 하면 좋다. 그리고, 도 2의 자력 선별 장치의 경우에는, 이 벨트 이송 속도에 대하여, 자장의 변화가 충분히 고속이 되도록, 자석 롤(4r)의 회전 속도를 결정한다. 특히, 이 자석 롤(4r)의 회전 속도는, 전술한 (1)식의 조건을 만족하도록 설정하는 것이 바람직하다.
- [0131] 벨트 컨베이어(A, B)가 가동되고 있는 상태에서, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)가, 공급 장치(6)로부터 벨트 컨베이어(A)의 이동 중의 컨베이어 벨트(1) 상에 충분한 두께로 공급되고, 이 분립체(a)는 컨베이어 종단부(10)까지 반송된다. 컨베이어 벨트(1)로 반송된 분립체(a)는, 컨베이어 종단부(10) 부근에서 그 상면이 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 하면에 접촉하고, 분립체(a)가 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)와 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 사이에 잡입한다. 이때, 분립체(a)에 벨트 컨베이어(B)의 자장 인가 수단(4)의 자장이 미쳐진다(exerted).
- [0132] 여기에서, 도 2의 자력 선별 장치의 경우에는, 자장 인가 수단(4)인 자석 롤(4r)의 자력에 의해 분립체(a) 내의 강자성체 입자가 비자성체 입자를 포섭하는 바와 같은 형태로 벨트 컨베이어(B)의 하면측에 부착하여 컨베이어 벨트(2)로 옮겨진다. 분립체(a) 중의 강자성체 입자는, 자석 롤(4r)이 구비하는 자석(5)의 자장의 작용을 받지만, 자석 롤(4r)의 회전에 의해, 자장의 강도는 강→약→강→약→...으로 순식간에 전환된다. 분립체(a) 중의 강자성체 입자에 대해서는, 집합→분산→집합→분산→...의 효과가 반복된다.
- [0133] 또한, 도 2의 실시 형태와 같이 자장 인가 수단이 벨트 가이드 롤(3)로부터 독립적으로 회전하는 자석 롤(4r)로 구성되는 경우에는, (1) 자석 롤(4r)을 회전시킴으로써 기계적으로 고속의 자장 변화를 낳고, (2) 이 변화하고 있는 자장 내로 충분한 층두께를 갖고 분립체(a)를 공급하고, (3) 자장 변화에 의해 강자성체 입자에 의한 비자성체 입자의 권입(entanglement)·포섭을 해소하면서, 강자성체 입자가 자석 롤(4r)측으로 이동하고, 비자성체 입자는 자석 롤(4r)로부터 먼 쪽으로 배제(excluding)되어 가고, (4) 비자성체 입자는 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)에서 중력에 의해 낙하하고, 강자성체 입자는 벨트 컨베이어(B)에 흡착 지지된 채로 옮겨지고, 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 종단부(12)에서 배출되는 작용에 의해, 도 2에 나타내는 바와 같이 컨베이어 벨트(1)에 공급하는 분립체(a)를 충분히 두껍게 해도, 효율 좋게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있다. 즉, 분립체(a)로부터 효율 좋고 신속하게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있다.
- [0134] 또한, 도 2의 실시 형태 1의 장치에서는, 자석 롤(4r)이 회전하기 때문에, 분립체(a)가 벨트 컨베이어(B)의 벨트 가이드 롤(3)을 따라 반송되는 동안에, 100회 이상의 자장의 강도 및 방향의 변화가 용이하게 부여된다. 또한, 강자성체 입자의 자장 중에서의 거동은 대상으로 하는(concerned) 분립체(a)에 의해 변화하기 때문에, 적절한 성능이 얻어지도록 자석 롤(4r)의 회전수를 조절할 수 있다.
- [0135] 도 8에 나타내는 바와 같은 종래 장치에서도, 자석의 개수분만큼의 자장의 강도 및 방향의 변화가 있기 때문에, 분립체(a)의 강자성체 입자의 분리 효과는 발생하지만, 고정식의 자석이기에 때문에 자장의 변화의 횟수는 한정된 것이 되며(수회~10수회), 강자성체 입자의 분리 효과는 작다. 이에 대하여 본 실시 형태 1에 따른 장치에서는, 자석 롤(4r)이 회전하기 때문에, 컨베이어 벨트(2)를 따라 분립체가 반송되는 동안에, 100회 이상의 자장의 변화가 용이하게 부여된다.
- [0136] 본 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치는, 전술한 바와 같이 분립체(a)로부터 효율 좋게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있기 때문에, 이 장치를 이용한 분립체(a)의 자력 선별에서는, 도 2에 나타내는 바와 같이 공급 장치(6)로부터 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 벨트(1) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 층두께로, 또한 자력이 충분히 작용하는 층두께로 분립체를 공급하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 분립체의 두께가 20~30mm라도 좋다.
- [0137] 본 실시 형태 1에 따른 장치에 의한 자력 선별의 대상이 되는 분립체에 특별한 제한은 없지만, 제철 슬래그 등의 슬래그, 철광석 테일링(tailing ore) 등을 들 수 있다. 이 중에서도 특히 슬래그의 자력 선별에 적합하다.
- [0138] 슬래그로부터의 철분 회수에 있어서는, 우선, 제철 슬래그를 미립화한다. 미립화가 불충분하면, 철분의 회수율이 향상되지 않는다. 제철 슬래그가 발생하는 제선(製銑)·제강 프로세스에는 다양한 공정이 있기 때문에, 발생하는 슬래그도 다양하다. 미립화 후의 슬래그 입경은 슬래그에 따라서 결정되지만, 함유되어 있는 철의 형태에 따라서, 수 10 μ m~1mm 정도까지 미립화할 필요가 있는 경우가 많다. 미립화의 방법으로서, 분쇄가 일반적

이다. 조(粗)분쇄로서 조 크러셔(jaw crusher)나 해머 크러셔(hammer crusher)로 분쇄한 후, 추가로 미분화를 위해 볼 밀(ball mill), 로드 밀(rod mill), 제트 밀(jet mill), 핀 밀(pin mill), 임팩트 밀(impact mill) 등을 이용하여 분쇄한다. 다른 방법으로서, 1000~1300℃ 정도로 가열 후, 서서히 냉각하는 방법도 있다.

- [0139] 그리고, 미립화한 슬래그를 대상으로 하여, 본 발명의 자력 선별 장치에 의한 자력 선별을 행한다. 본 발명에 의해 슬래그로부터 철분을 효율 좋게 분리·회수할 수 있다.
- [0140] 도 2에 나타나는 실시 형태 1에서는, 벨트 가이드 롤(3)(자석 롤(4r))의 폭방향에 걸쳐, 분립체(a)와 상대하는 부분의 자극이 동일해지도록 자석(5)을 배치하고 있다. 폭방향으로 동일한 자극이 배치되는 경우는, 균일한 자장이 형성되고, 강자성체 입자에 작용하는 힘도 균일해지지만, 폭방향에 상이한 자극이 되도록 자석(5)을 배치하면, 자장은 불균일해지고, 국소적으로 강자성체 입자의 분리가 행해지지 않는 부분이 생겨버려, 분리 효율을 저하시킨다.
- [0141] 회전하는 자석 롤 주변의 부재는, 변화하는 자장에 의한 와전류 효과의 영향을 받아, 금속 부재는 비자성물이라도 와전류에 의해 가열되어 간다. 이 때문에, 본 실시 형태의 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 벨트(2)와 벨트 가이드 롤(3)은, 수지, 세라믹 등의 비금속으로 구성된다.
- [0142] 본 실시 형태 1에 따른 장치는, 벨트 컨베이어(A)로 반송되어 온 분립체(a)(분립체층)에, 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)측의 벨트 가이드 롤(3)의 내측에 설치된 자석 롤(4r)의 자장을 작용시키고, 분립체(a) 중의 강자성체 입자를 흡인하여 벨트 컨베이어(B)의 하면측으로 이행시켜, 강자성체 입자를 분리하는 것이다. 따라서, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)와 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)와의 간격은, 자석 롤(4r)의 자력이 분립체(a) 중의 강자성체 입자에 충분히 작용하는 크기이면 좋지만, 일반적으로는, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 벨트(1)로 반송되는 분립체(a)의 층의 상면이 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)와 접촉한다, 즉 분립체층이 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)와 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)의 사이에도 잠입할 수 있는 크기로 하는 것이 바람직하다.
- [0143] 다음으로, 본 발명의 실시 형태 1의 변형예 1에 대해서 설명한다. 도 4는, 본 발명의 실시 형태 1의 변형예 1에 따른 자력 선별 장치를 나타내는 도면이다.
- [0144] 변형예 1은, 벨트 컨베이어(A)와 벨트 컨베이어(B)의 위치 관계를, 도 2와는 상이한 형태로 한 것이다. 즉, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)의 상방에 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)가 근접하여 위치하고 있으며, 벨트 컨베이어(A)의 벨트 가이드 롤(8, 9)과 벨트 컨베이어(B)의 벨트 가이드 롤(3, 13)은, 동일한 방향으로 회전하고 있다. 또한, 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10) 및 벨트 컨베이어(B)의 컨베이어 시단부(11)에 있어서, 컨베이어 벨트(1, 2)는 반대 방향으로 이동하고 있다.
- [0145] 이러한 배치로 해도, 강자성체 입자의 분리를 행할 수 있는 것은 말할 필요도 없다. 또한, 벨트 컨베이어(A)와 B)의 위치 관계 이외는, 도 2 및 3의 실시 형태 1의 구성과 대략 동일 구성이기 때문에, 그 설명을 생략한다.
- [0146] 다음으로, 본 발명의 실시 형태 1의 변형예 2에 대해서 설명한다. 도 5는, 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 변형예 2와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법을 나타내는 설명도이다.
- [0147] 이 실시 형태 1의 변형예 2에서는, 벨트 가이드 롤(3)은, 내부가 중공의 슬리브체로 구성되며, 회전 가능하게 지지되어 있다. 벨트 가이드 롤(3)의 내측에는, 롤의 둘레 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자석(5)을 구비한 자장 인가 수단(4)이 설치되어 있다.
- [0148] 변형예 2의 자장 인가 수단(4)은, 실시 형태 1의 자석 롤(4r)과 상이하게 회전하지 않는다. 환언하면, 자장 인가 수단(4)의 자석(5)은, 벨트 가이드 롤(3)로부터 독립적으로 설치되며, 회전하지 않는 고정 자석이다. 또한, 자장 인가 수단(4)의 자석(5)은, 도 3에 나타내는 바와 같이, 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자극이 상이하도록 배치되어 있고, 또한, 롤 폭방향에서 인접하는 자극이 동일해지도록 배치되어 있다.
- [0149] 도 5에 나타내는 바와 같이, 실시 형태 1의 변형예 2에 있어서, 자석(5)이 배치되는 롤의 둘레 방향의 범위는, 적어도, 벨트 가이드 롤(3)의 하단 위치(벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 종단부(10)와 대향하는 위치)에서 벨트 가이드 롤(3)의 정부(頂部) 위치까지의 약 180° (벨트 가이드 롤(3)의 반(半)둘레)의 범위이다. 변형예 2와 같이, 자석(5)을 회전하지 않도록 고정하여 설치하면, 자석(5)을 설치하는 범위를 작게 할 수 있다.
- [0150] 변형예 2에 따른 자력 선별 장치는, 고정 자석(5)을 구비한 자장 인가 수단(4)에 의해 분립체(a) 중의 강자성체 입자가 흡인되고, 이 강자성체 입자가 비자성체 입자를 포섭하는 바와 같은 형태로 분립체(a)(또는 그 일부)가

벨트 컨베이어(B)의 하면측에 부착하여(지지되어) 컨베이어 벨트(2)로 옮겨진다. 이 장치의 경우도, 도 2의 자석 롤(4r)에 비하여 효과는 작지만, 분립체(a) 중의 강자성체 입자는, 자장 인가 수단(4)이 구비하는 자석(5)의 자력의 작용을 받아, 컨베이어 벨트(2)로 옮겨지는 과정에서 자장이 강→약→강→약→...으로 전환되어 가기 때문에, 분립체(a) 중의 강자성체 입자에 대해서도, 집합→분산→집합→분산→...이 반복되어, 도 2의 실시 형태 1의 경우와 동질의 효과가 얻어진다. 단, 도 2의 자석 롤(4r)과 같이 자장이 고속으로 변화하는 것은 아니기 때문에, 자력 선별 성능이나 처리 속도는 도 2의 실시 형태 1에 비하여 작다.

[0151] 변형예 2의 자력 선별 장치는, (i) 제1 벨트 컨베이어(A)로부터 배출되는 분립체(a)에 대하여, 그 상방으로부터 제2 벨트 컨베이어(B)가 구비하는 자장 인가 수단(4)에 의한 자장을 작용시키고, 분립체(a)에 포함되는 강자성체를 흡착시켜, 벨트 컨베이어(B)측으로 이동시키는 기본 방식을 채용하기 때문에, 종래 장치에 비하여 강자성체 입자에 의한 비자성체 입자의 포섭·권입을 적게 할 수 있고, (ii) 또한, 자장 인가 수단(4)에 의한 자장 변화에 의해 강자성체 입자에 의한 비자성체 입자의 권입·포섭이 해소된다는 작용 효과가 얻어진다.

[0152] 도 6은, 도 2의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치의 변형예 3의 벨트 가이드 롤의 구조를 나타내는 사시도이다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 실시 형태 1의 변형예 3에서는, 자석 롤(4r)에 설치된 자석(5)이, 벨트 가이드 롤(3)(자석 롤(4r))의 둘레 방향을 따라 복수 설치되고, 또한, 벨트 가이드 롤(3)(자석 롤(4r))의 폭방향에 1개만 설치되어 있다. 자석(5)은, 둘레 방향을 따라, 분립체(a)와 상대하는 자극이 교대로 되도록 배치되어 있다. 이와 같이, 자석(5)을 구성해도 좋다.

[0153] [실시 형태 2]

[0154] 도 7은, 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치와 이 장치를 이용한 자력 선별 방법의 일 실시 형태를 나타내는 설명도이다.

[0155] 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치는, 실시 형태 1과 동일하게, 벨트 컨베이어식의 자력 선별 장치이다. 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치는, 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)를 공급 장치로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급하고, 분립체(a)를 컨베이어 종단부(2010)로부터 배출할 때에, 자력에 의해 강자성체 입자를 흡인하여 비자성체 입자로부터 분리한다.

[0156] 도 7에 있어서, 201은 컨베이어 벨트, 202는 컨베이어 종단부(2010)측의 벨트 가이드 롤, 208은 컨베이어 시단부(2011)측의 벨트 가이드 롤이다. 컨베이어 벨트(201)가 벨트 가이드 롤(202, 208) 간에 설치됨으로써, 벨트 컨베이어가 구성된다. 벨트 컨베이어는, 벨트 가이드 롤(208)이 모터 등의 구동 수단에 의해 구동함으로써, 컨베이어 벨트(201)를 회전시킨다. 벨트 가이드 롤(202)은 비구동 롤이며, 내부가 중공의 슬리브체로 구성되어 있다.

[0157] 벨트 가이드 롤(202)의 내측에는 자석 롤(203)이 배치되어 있다. 자석 롤(203)의 구성은, 도 3에 나타내는 구성과 대략 동일하다. 구체적으로는, 자석 롤(203)은, 그 둘레 방향 및 폭방향으로 소정의 간격을 두고 배치되는 복수의 자석(205)을 구비함과 함께, 롤의 둘레 방향에서 인접하는 자석(205)의 자극은, 상이한 자극(N극, S극)이 되어 있다. 즉, 자석(205)은 롤의 둘레 방향에서 N극과 S극이 교대로 되도록 배치되어 있다. 복수의 자석(205)은, 롤의 폭방향에 대해서는, 동일한 자극이 되도록 배치된다.

[0158] 자석 롤(203)은 모터 등에 의해 회전하는 롤이며, 벨트 가이드 롤(202)과 반대 방향으로 회전하도록 되어 있다. 또한, 후술하는 바와 같이, 이 자석 롤(203)은 벨트 가이드 롤(202)보다도 고속으로 회전한다.

[0159] 회전하는 자석 롤 주변의 부재는, 변화하는 자장에 의한 와전류 효과의 영향을 받아, 금속 부재는 비자성물이라도 와전류에 의해 가열되어 간다. 이 때문에, 컨베이어 벨트(201)와 벨트 가이드 롤(202)은, 수지, 세라믹 등의 비금속으로 구성된다.

[0160] 자석(205)은, 자석 롤(203)의 폭방향에 걸쳐, 동일한 자극이 되도록 배치된다. 폭방향에서 동일한 자극의 경우는, 균일한 자장이 형성되고, 강자성체 입자에 작용하는 힘도 균일해지지만, 폭방향으로 상이한 자극의 자석(205)을 배치하면, 자장은 불균일해지고, 국소적으로 강자성체 입자의 분리가 행해지지 않는 부분이 생겨버려, 분리 효율을 저하시킨다. 단, 자석(205)은, 도 6에 나타내는 바와 같이, 폭방향으로 1개의 자석을 배치해도, 도 3에 나타내는 바와 같이, 적절히 분할한 것을 배치해도 좋다.

[0161] 자석 롤(203)의 외주를 따라 설치되는 자석(205)의 수나 배치 간격 등에 특별한 제한은 없지만, 자석(205)의 수를 많게 하거나, 혹은 배치 간격을 작게 하면, 회전 속도가 늦어도 고속의 자장 변화가 얻어진다.

[0162] 실시 형태 2에서는, 실시 형태 1과 동일하게, 가능한 한 고속으로 자장의 강도 및 방향의 변화를 발생시키게 하

는 것이 바람직하고, 구체적으로는, 하기 (1)식으로 정의되는 자석 물(203)의 자장 변화 주파수 $F(\text{Hz})$ 가 170Hz 이상인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 자장 변화 주파수는 200Hz 이상이다.

[0163] $F = (x \cdot P) / 60 \quad \dots (1)$

[0164] 여기서 x : 자석 물의 회전수(rpm)

[0165] P: 자석 물이 구비하는 자극수(단, 자극수는, 자석 물(203)의 분립체(a)와 대향하는 면의 둘레 방향으로 인접하는 N극·S극의 페어를, 1자극으로 하여 카운트함; 예를 들면, N극(a), S극(b), N극(c)으로 둘레 방향으로 나열되어 있는 경우에는, N극(a)과 S극(b)의 페어로 1자극, S극(b)과 N극(c)의 페어로 1자극으로 카운트함).

[0166] 예를 들면, 둘레 방향에서 12극(N극·S극의 페어로 1자극으로 셈)의 자석(예를 들면, 네오디뮴 자석)을 배치한 경우에는, 자석 물(203)의 회전 속도를 1000rpm으로 하면, 자장 변화 주파수는 200Hz가 된다. 둘레 방향에서 24극(N극·S극의 페어로 1자극으로 셈)의 자석을 배치하고, 마찬가지로 자장 변화 주파수를 200Hz로 하는 경우, 자석 물(203)의 회전 속도는 500rpm이라도 좋다.

[0167] 자장 변화 주파수의 상한은, 자석 물(203)의 회전수에 기계적인 상한이 있는 경우나, 주파수를 크게 해도 자장 변화의 효과가 포화되어 버리는 경우가 있기 때문에, 1000Hz 정도가 된다.

[0168] 자석(205)의 크기도 특별히 제한은 없고, 소정의 수의 자석을 배치할 수 있는 크기이면 좋다. 자석(205)에 의한 자장의 강도에 특별한 제한은 없지만, 통상, 대상물에 따라서 벨트 가이드 롤(202)과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서 0.01~0.5T 정도가 되도록 자석(205)을 선택하는 것이 바람직하다. 자장이 지나치게 약하면 자석 물(203)에 의한 효과가 충분히 얻어지지 않는다. 한편, 자장이 지나치게 강하면, 강자성체 입자에 작용하는 흡인력이 지나치게 강하여, 전술한 원리(도 1(A)~도 1(D))에 의한 강자성체 입자의 분리가 오히려 저해될 우려가 있다.

[0169] 본 실시 형태 2에 따른 장치에서도, 강자성체 입자를 분리하는 기본적인 작용은, 도 1에서 설명한 바와 같다.

[0170] 소정의 간격으로 배치되는 복수의 자석(205)과, 인접하는 자석(205) 간의 간극부에 의해, 자석 물(203)의 회전 시에 자장의 강도가 강→약→강→약→...으로 순식간에 전환되고, 분립체층 중의 강자성체 입자에 대하여 집합→분산→집합→분산→...의 효과가 반복하여 얻어지는 점에 특징이 있다. 물의 둘레 방향에서 인접하는 자석(205) 간의 간극부의 넓이에 특별한 제한은 없지만, 분립체층 중의 강자성체 입자가 자장으로부터 해방되는 바와 같은 상태가 적절히 발생하고, 한편에 있어서, 자장이 약해지는 상태가 너무 길게 지나치게 계속되지 않게 하기 위해, 통상, 1~50mm 정도가 적당하다.

[0171] 벨트 가이드 롤(202)의 하방(바로 아래)에는, 컨베이어 벨트 폭방향을 따른 구분판(206)이 배치됨과 함께, 이 구분판(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)(벨트 가이드 롤(202)에서 이동 방향이 반전한 컨베이어 벨트 부분)와의 사이에, 강자성체 입자를 통과시키기 위한 극간(S)을 형성하고 있다. 이러한 형태로 구분판(206)을 설치하는 것은, 비자성체 입자의 낙하 에어리어와 강자성체 입자의 낙하 에어리어가 인접하기 때문에, 양(兩) 입자가 낙하 중에 혼합되지 않도록 하기 위함이다.

[0172] 또한, 컨베이어 벨트 이동 방향에 있어서 구분판(206)을 사이에 끼운 위치에 자착물 회수부(207x)와 비자착물 회수부(207y)가 형성된다. 즉, 구분판(206)을 사이에 끼워 컨베이어 시단부(2011)측의 위치(강자성체 입자의 낙하 에어리어)에 자착물 회수부(207x)가, 컨베이어 종단부(2010)측의 위치(비자성체 입자의 낙하 에어리어)에 비자착물 회수부(207y)가, 각각 형성되어 있다.

[0173] 이하, 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치의 기능·작용과, 이 장치를 이용한 자력 선별 방법에 대해서 설명한다.

[0174] 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치에 있어서, 컨베이어 벨트(201)의 벨트 이송 속도(벨트 가이드 롤(202, 208)의 회전 속도)는, 그 처리 프로세스에 필요한 속도로 하면 좋다. 이 벨트 이송 속도에 대하여, 자장의 변화가 충분히 고속이 되도록, 자석 물(203)의 회전 속도를 결정한다. 특히, 이 자석 물(203)의 회전 속도는, 전술한 (1)식의 조건을 만족하도록 설정하는 것이 바람직하다.

[0175] 강자성체 입자를 포함하는 분립체(a)가, 공급 장치(204)로부터 가동 중의 컨베이어 벨트(201) 상에 충분한 두께로 공급되어, 컨베이어 종단부(2010)(벨트 가이드 롤(202) 및 자석 물(203)의 위치)까지 반송된다. 그리고, 컨베이어 벨트(201) 상의 분립체(a)가 컨베이어 종단부(2010)로부터 배출될 때에, 분립체(a) 내의 강자성체 입자

는, 자석 롤(203)이 구비하는 자석(205)의 자장의 작용을 받지만, 자석 롤(203)의 회전에 의해, 자장의 강도가 강→약→강→약→...으로 순식간에 전환되고, 분립체(a) 중의 강자성체 입자에 대해서도 집합→분산→집합→분산→...의 효과가 반복하여 얻어진다.

[0176] 컨베이어 종단부(2010)에 있어서, 분립체(a)는 컨베이어 벨트(201)의 이동에 수반하여 벨트 가이드 롤(202)의 원호를 따라 이송되지만, 1/4 회전~1/2 회전의 영역에서 비자성체 입자는 중력에 의해 자유 낙하한다. 한편, 강자성체 입자는 미립화에 의해 질량이 작아져 있고, 또한 자장의 강도가 충분히 크기 때문에, 컨베이어 벨트(201)로부터 낙하해도 즉시 자석에 흡착된다. 이렇게 하여 강자성체 입자는 컨베이어 벨트(201)의 진행 방향으로 이송되고, 1/2 회전 이상하여 자장 에어리어로부터 벗어나면 자유 낙하한다. 그리고, 먼저 낙하한 비자성체 입자가 비자착물 회수부(207y)에 회수되고, 그 후에 낙하한 강자성체 입자가 자착물 회수부(207x)에 회수된다. 이때, 구분판(206)에 의해 비자성체 입자와 강자성체 입자가 혼합되는 것이 방지된다. 또한, 컨베이어 벨트(201)의 이송 속도나 분립체(a)의 낙하 거동에 따라서, 구분판(206)의 위치를 조정해도 좋다.

[0177] 실시 형태 2에 따른 자력 선별 장치에서는, 벨트 가이드 롤(202)(자석 롤(203))의 폭방향에 걸쳐, 분립체(a)와 상대하는 자극이 동일해지도록 자석(205)을 배치하고 있다. 이에 따라, 폭방향에서 균일한 자장이 형성되며, 강자성체 입자에 작용하는 자력도 균일해진다는 효과를 나타낸다.

[0178] 또한, 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치에서는, (i) 자석 롤(203)을 회전시킴으로써 기계적으로 고속의 자장 변화를 낳고, (ii) 이 변화하고 있는 자장 내로 충분한 충두께를 갖고 분립체(a)를 공급하고, (iii) 자장 변화에 의해 강자성체 입자에 의한 비자성체 입자의 권입·포섭을 해소하면서, 강자성체 입자가 자석 롤(203)측으로 이동하고, 비자성체 입자는 자석 롤(203)로부터 먼 쪽으로 배제되어 가고, (iv) 벨트 가이드 롤(202)의 하방에서, 중력에 의해 비자성체 입자가 낙하하고, 강자성체 입자는 컨베이어 벨트(201)측으로 흡착 지지된 채로 옮겨지고, 자장의 영향이 없어진 곳에서 낙하하는 작용에 의해, 도 7에 나타내는 바와 같이 컨베이어 벨트(201)에 공급하는 분립체(a)의 충두께를 충분히 두껍게 해도, 효율 좋게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있다. 즉, 분립체(a)로부터 효율 좋고 신속하게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있다.

[0179] 도 8에 나타내는 바와 같은 종래 장치에서도, 자석의 개수분만큼의 자장의 강도 및 방향의 변화가 있기 때문에, 분립체(a)의 강자성체 입자의 분리 효과는 발생하지만, 고정식의 자석이기에 때문에 자장의 변화의 횟수는 한정된 것이 되며(수회~10수회), 강자성체 입자의 분리 효과는 작다. 이에 대하여 본 실시 형태 2에서는, 자석 롤(203)이 회전하기 때문에, 벨트 가이드 롤(202)을 따라 분립체(a)가 반송되는 동안에, 100회 이상의 자장의 변화가 용이하게 부여된다.

[0180] 또한, 교반(agitation) 거동은 대상으로 하는 분립체(a)에 의해 변화하기 때문에, 적절한 성능이 얻어지도록 자석 롤(203)의 회전수를 조정할 수 있다.

[0181] 본 실시 형태 2의 자력 선별 장치는, 전술한 바와 같이 분립체(a)로부터 효율 좋게 강자성체 입자를 자력 선별할 수 있기 때문에, 이 장치를 이용한 분립체(a)의 자력 선별에서는, 도 7에 나타내는 바와 같이 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에, 분립체(a)에 포함되는 최소 입자의 직경보다도 큰 충두께로, 또한 자장이 충분히 작용하는 충두께로 분립체를 공급하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 분립체의 두께가 20~30mm라 도 좋다.

[0182] 또한, 구분판(206)의 상단부와 컨베이어 벨트(201)와의 극간(S)을, 공급 장치(204)로부터 컨베이어 벨트(201) 상에 공급되는 분립체(a)의 충두께보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 구분판(206)을 설치하는 목적은 전술한 바와 같지만, 컨베이어 종단부(2010)에서 컨베이어 벨트(201)로부터 낙하하는 강자성체 입자와 비자성체 입자가 혼합되는 것을 방지하려면, 구분판(206)의 상단부를 컨베이어 벨트(201)에서 가능한 한 가깝게 하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 극간(S)을 분립체(a)의 충두께보다도 작게 하면, 강자성체 입자와 비자성체 입자의 혼합을 방지할 수 있다.

[0183] 본 실시 형태 2에 따른 장치에 의한 자력 선별의 대상이 되는 분립체에 특별한 제한은 없지만, 제철 슬래그 등의 슬래그, 철광석 테일링 등을 들 수 있다. 이 그 중에서도 특히 슬래그의 자력 선별에 적합하다.

[0184] 슬래그로부터의 철분 회수에 있어서는, 우선, 제철 슬래그를 미립화한다. 미립화가 불충분하면, 철분의 회수율이 향상되지 않는다. 제철 슬래그가 발생하는 제선·제강 프로세스에는 다양한 공정이 있기 때문에, 발생하는 슬래그도 다양하다. 미립화 후의 슬래그 입경은 슬래그에 따라서 결정되지만, 함유되어 있는 철의 형태에 따라서, 수 10 μ m~1mm 정도까지 미립화할 필요가 있는 경우가 많다. 미립화의 방법으로서, 분쇄가 일반적이다. 조분쇄로서 조 크러셔나 해머 크러셔로 분쇄한 후, 추가로 미분화를 위해 볼 밀, 로드 밀, 체트 밀, 핀 밀, 임

팩트 밀 등을 이용하여 분쇄한다. 다른 방법으로서, 1000~1300℃ 정도로 가열 후, 서서히 냉각하는 방법도 있다. 그리고, 미립화한 슬래그를 대상으로 하여, 본 발명의 자력 선별 장치에 의한 자력 선별을 행한다. 이에 따라 슬래그로부터 철분을 효율 좋게 분리·회수할 수 있어, 슬래그의 처리 라인의 생산성을 높일 수 있다.

[0185] 또한, 강자성체의 선별 장치로서는, 일견 유사한 구조를 갖는 와류식 선별 장치가 알려져 있지만, 금속 입자의 선별 원리에 차이가 있는 것 외에, 입자를 반발력으로 텅기기 때문에, 회수 케이스의 위치가 회수되는 금속 입자의 크기에 맞추어 조정하는 기구가 필요하고, 그것을 위한 스페이스도 필요해진다. 이에 대하여 본 발명에서는, 그러한 회수 케이스의 위치 조정은 불필요하고, 따라서, 그것을 위한 복잡한 기구도 불필요하다.

[0186] 또한, 본 발명은, 상기와 같은 실시 형태 1 및 2의 선별 장치나 선별 방법으로 한정되는 것이 아니고, 여러 가지의 설계 변경을 실시할 수 있다. 또한, 실시 형태 1 및 2의 자력 선별 방법을 이용하여, 제철 프로세스의 부생성물로부터 철원을 제조하는 철원의 제조 방법으로서 실시할 수도 있다.

[0187] 실시예 1

[0188] 도 2에 나타내는 바와 같은 본 발명의 실시 형태 1에 따른 자력 선별 장치를 이용하여, 제강 슬래그의 자력 선별을 행했다.

[0189] 제강 슬래그의 분쇄물을 400 μ m의 체로 친 후, 체의 눈을 통과한 슬래그를 자력 선별의 대상 분립체로 했다. 이 분립체의 철농도는 54mass%였다. 벨트 컨베이어(A)의 컨베이어 벨트(1) 상으로의 분립체의 공급층 두께는 7mm로 했다. 벨트 컨베이어(B)의 벨트 가이드 롤(3)의 외경은 300mm, 자석 롤(4r)의 자극수는 12극(단, N극·S극의 페어로 1자극으로 함), 벨트 컨베이어(A, B)의 컨베이어 벨트(1, 2)의 이송 속도는 0.5m/s, 벨트 가이드 롤(3)의 회전 속도는 31.9rpm, 벨트 가이드 롤(3)과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서의 자장 강도는 0.2T로 했다. 또한, 벨트 컨베이어(B)의 자석 롤(4r)의 회전 속도의 효과를 조사하기 위해, 자석 롤(4r)의 회전 속도는, 500rpm(자장 변화 주파수 F=100Hz), 850rpm(자장 변화 주파수 F=170Hz), 1200rpm(자장 변화 주파수 F=240Hz)으로 했다.

[0190] 비교를 위해, 종래 일반적으로 사용되고 있는 드럼 자선기(磁選機; magnetic drum separator) A(드럼면 상에서의 자장 강도: 0.16T)와, 폴리 자선기 B(벨트 가이드 롤과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서의 자장 강도: 0.2T)를 이용하여, 동일한 제강 슬래그의 분립체를 이송 속도 0.5m/s로 자력 선별했다.

[0191] 상기 각 실시예에 있어서, 자작 회수물의 철농도와 슬래그로부터의 철회수율을 조사했다. 그 결과를 표 1에 나타낸다.

[0192] 우선, 드럼 자선기 A를 사용한 비교예 1의 자작 회수물은, 비철 성분을 권입하고 있기 때문에 철농도가 낮고, 또한 비자작층으로 철을 놓아 주고 있기 때문에 철회수율도 낮다. 또한, 폴리 자선기 B를 사용한 비교예 2는, 분립체의 거의 전체량이 권입되었기 때문에, 확실히 철회수율은 좋지만, 중요한 자작 회수물의 철농도는, 자력 선별 전의 분립체와 거의 다르지 않다. 이에 대하여 본 발명예에서는, 자석 롤(4r)의 자장 변화 주파수를 170Hz 이상으로 하면, 자작 회수물의 철농도, 슬래그의 철회수율 모두 높은 값이 얻어지고 있고, 또한, 자석 롤(4r)의 자장 변화 주파수가 200Hz 이상이면, 자작 회수물의 철농도, 슬래그의 철회수율 모두 보다 높은 값이 얻어진다.

표 1

		자작 회수물의 철농도	슬래그로부터의 철회수율
비교예 1: 드럼 자선기 A(0.16T)		62mass%	82mass%
비교예 2: 폴리 자선기 B(0.2T)		55mass%	99mass%
본 발명예: (0.2T 자장 변화)	자석 롤의 회전수=500rpm	72mass%	78mass%
	자석 롤의 회전수=850rpm	80mass%	85mass%
	자석 롤의 회전수=1200rpm	92mass%	95mass%

[0193]

[0194] 실시예 2

[0195] 도 7에 나타내는 바와 같은 실시 형태 2에 따른 자력 선별 장치를 이용하여, 제강 슬래그의 자력 선별을 행했다.

[0196] 제강 슬래그의 분쇄물을 400 μ m의 체로 친 후, 체의 눈을 통과한 슬래그를 자력 선별의 대상 분립체로 했다. 이 분립체의 철농도는 54mass%였다. 컨베이어 벨트(201) 상으로의 분립체의 공급층 두께는 7mm로 했다. 벨트 가이드 롤(202)의 외경은 300mm, 자석 롤(203)의 자극수는 12극(단, N극·S극의 페어로 1자극으로 함), 컨베이어 벨트(201)의 이송 속도는 0.5m/s, 벨트 가이드 롤(202)의 회전 속도는 31.9rpm, 벨트 가이드 롤(202)과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서의 자장 강도는 0.2T로 했다. 또한, 벨트 컨베이어의 자석 롤(203)의 회전 속도의 효과를 조사하기 위해, 자석 롤(203)의 회전 속도는, 500rpm(자장 변화 주파수 F=100Hz), 850rpm(자장 변화 주파수 F=170Hz), 1200rpm(자장 변화 주파수 F=240Hz)으로 했다.

[0197] 비교를 위해, 종래 일반적으로 사용되고 있는 드럼 자선기 A(드럼면 상에서의 자장 강도: 0.16T)와, 폴리 자선기 B(벨트 가이드 롤(202)과 접하는 컨베이어 벨트 부분에서의 자장 강도: 0.2T)를 이용하여, 동일한 제강 슬래그의 분립체를 이송 속도 0.5m/s로 자력 선별했다.

[0198] 상기 각 실시예에 있어서, 자작 회수물의 철농도와 슬래그로부터의 철회수율을 조사했다. 그 결과를 표 2에 나타낸다.

[0199] 우선, 드럼 자선기 A를 사용한 비교예 1의 자작 회수물은, 비철 성분을 권입하고 있기 때문에 철농도가 낮고, 또한 비자작층으로 철을 놓아 주고 있기 때문에 철회수율도 낮다. 또한, 폴리 자선기 B를 사용한 비교예 2는, 분립체의 거의 전체량이 권입되어 있기 때문에, 확실히 회수율은 좋지만, 중요한 자작 회수물의 철농도는, 자력 선별 전의 분립체와 거의 다르지 않다. 이에 대하여 본 발명예에서는, 자석 롤(203)의 자장 변화 주파수를 170 Hz 이상으로 하면, 자작 회수물의 철농도, 슬래그의 철회수율 모두 높은 값이 얻어지고 있고, 또한 자석 롤(203)의 자장 변화 주파수가 200Hz 이상이면, 자작 회수물의 철농도, 슬래그의 철회수율 모두 보다 높은 값이 얻어진다.

표 2

		자작 회수물의 철농도	슬래그로부터의 철회수율
비교예 1: 드럼 자선기 A(0.16T)		62mass%	82mass%
비교예 2: 폴리 자선기 B(0.2T)		55mass%	99mass%
본 발명예: (0.2T 자장 변화)	자석 롤의 회전수=500rpm	68mass%	70mass%
	자석 롤의 회전수=850rpm	77mass%	81mass%
	자석 롤의 회전수=1200rpm	89mass%	94mass%

[0200]

부호의 설명

[0201]

- 1, 2, 20 : 컨베이어 벨트
- 3, 8, 9, 13 : 벨트 가이드 롤
- 4 : 자장 인가 수단
- 4r : 자석 롤
- 5 : 자극, 자석
- 6 : 공급 장치
- 7x : 자작물 회수부
- 7y : 비자작물 회수부
- 10, 12 : 컨베이어 종단부
- 11, 14 : 컨베이어 시단부
- 15 : 베어링
- 21 : 벨트 가이드 롤
- 22 : 자석

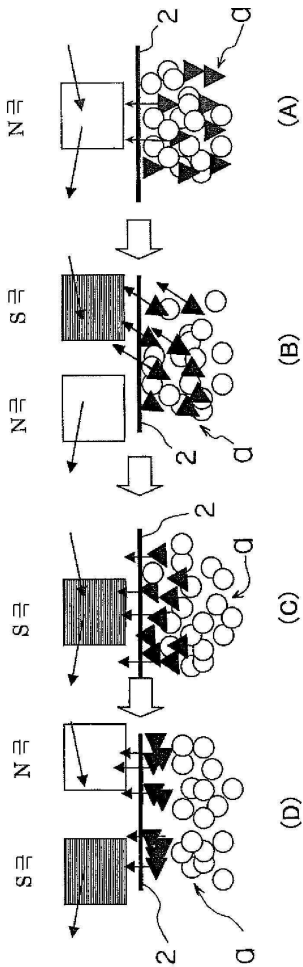
23 : 공급 장치
24x : 자착물 회수부
24y : 비자착물 회수부
25 : 구분판
26 : 진동 피더
27 : 컨베이어 종단부
30, 40 : 물축
A, B : 벨트 컨베이어
a : 분립체
201 : 컨베이어 벨트
202 : 벨트 가이드 롤
203 : 자석 롤
204 : 공급 장치
205 : 자극, 자석
206 : 구분판
207x : 자착물 회수부
207y : 비자착물 회수부
208 : 벨트 가이드 롤
2010 : 컨베이어 종단부
2011 : 컨베이어 시단부
S : 극간

도면

도면1

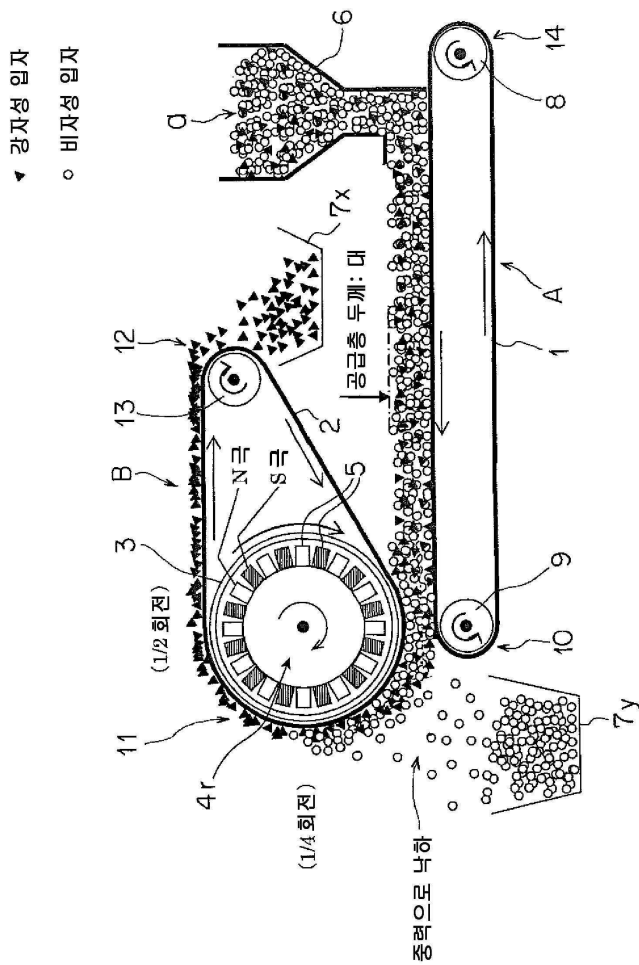
최종적으로 자석에 가까운 층에 강자성체 입자가 농화된다

자극 전황으로 강자성체 입자가 전동하면서 자석측으로 잠입해 간다

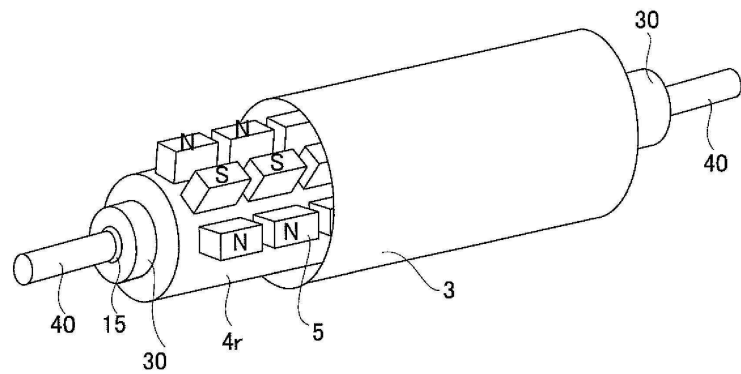


- ▶ 강자성체 입자
- 비자성체 입자

도면2

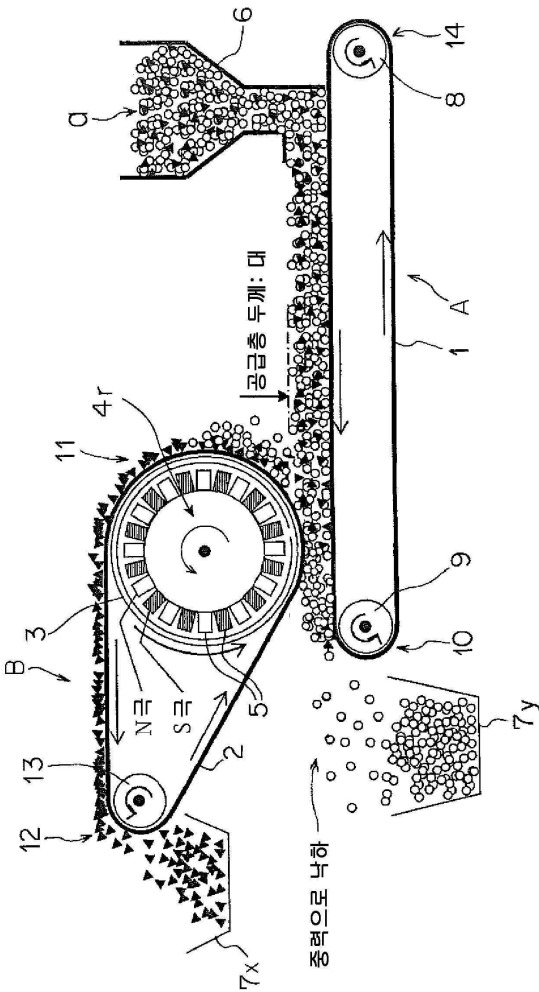


도면3



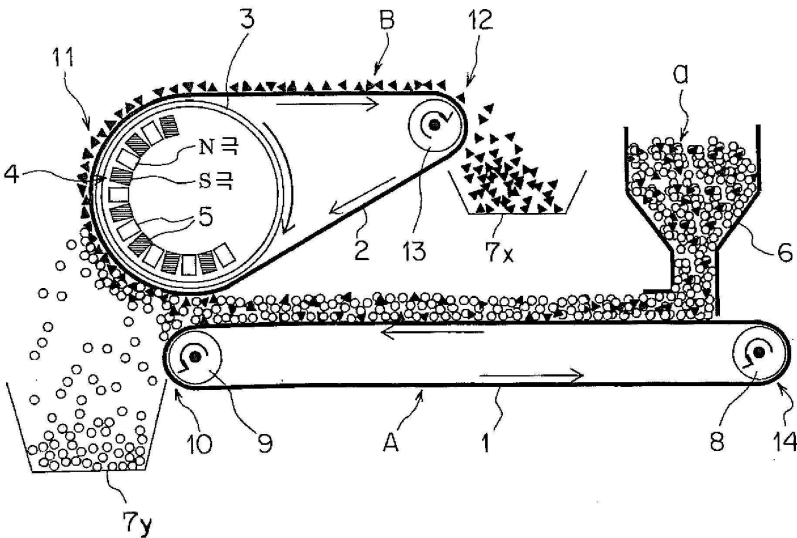
도면4

- ▼ 강자성 입자
- 비자성 입자

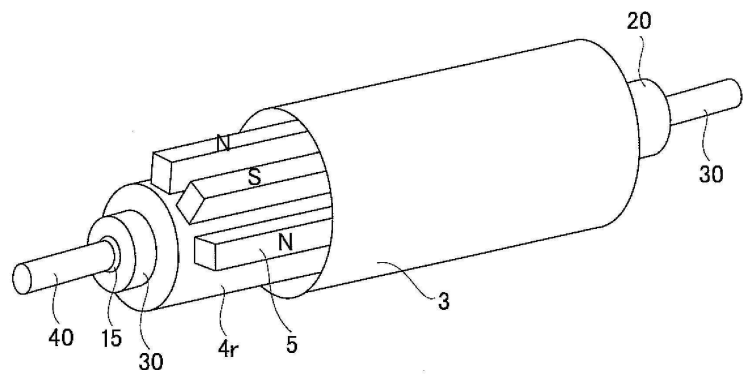


도면5

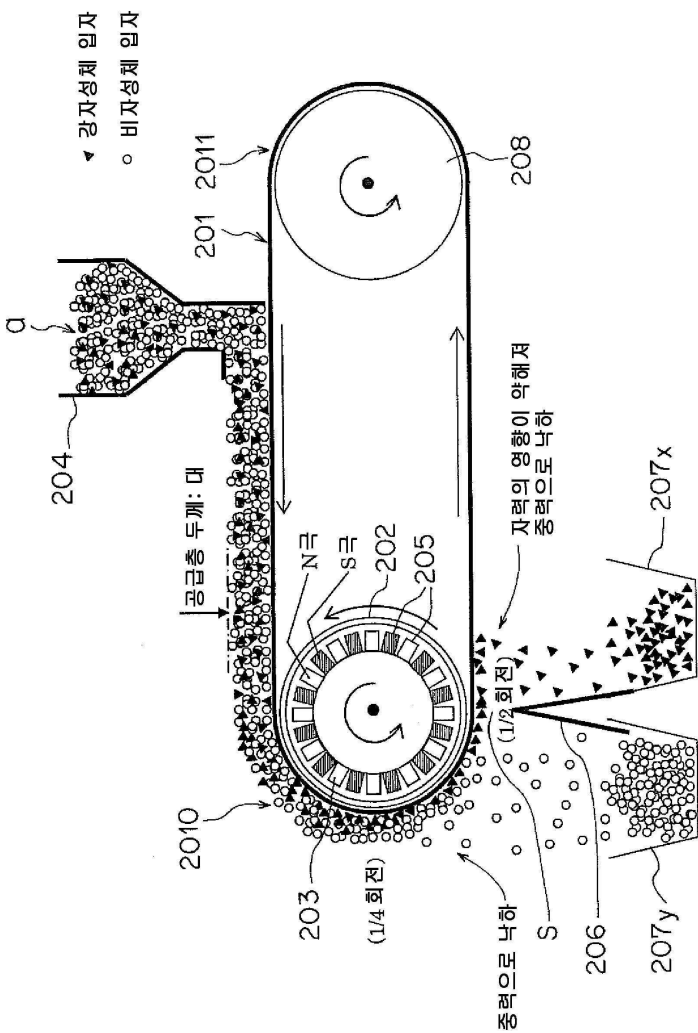
- ▼ 강자성 입자
- 비자성 입자



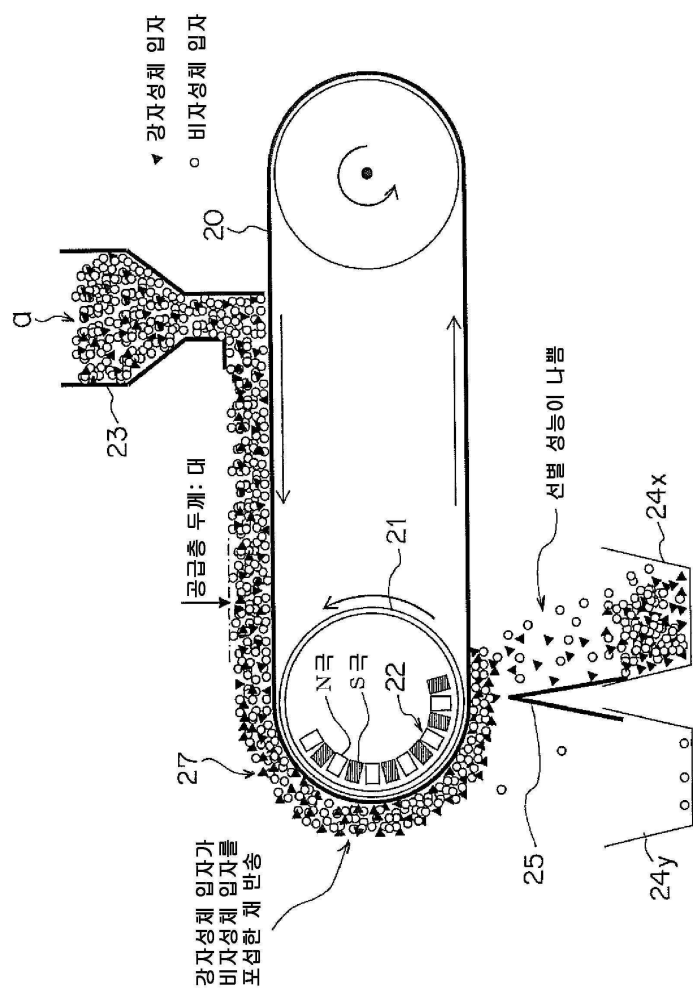
도면6



도면7



도면8



도면9

