

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-200724

(P2014-200724A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B03C 1/22 (2006.01)	B03C 1/22	4D021
B07B 9/00 (2006.01)	B07B 9/00	Z
B07B 13/07 (2006.01)	B07B 13/07	
B03C 1/00 (2006.01)	B03C 1/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-77459 (P2013-77459)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成25年4月3日 (2013.4.3)		J F E スチール株式会社
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		(74) 代理人	100083253
			弁理士 苔米地 正敏
		(72) 発明者	石田 匡平
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	西名 慶晃
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	榎枝 成治
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強磁性体の分離方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】強磁性体粒子を含む粉粒体から強磁性体粒子を高い分離効率で低コストに分離する。

【解決手段】磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体 a から強磁性体粒子を分離するための分離方法であって、コンベアベルト 1 上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に粉粒体 a を堆積させ、この粉粒体 a をコンベアベルト 1 で搬送して磁力選別部 2 に供給する。磁力選別部 2 に供給された粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態にあるため、磁力選別部 2 による磁気分離作用は、実質的に粉粒体 a を粒度別に処理することと同じになる。このため、大径の強磁性体粒子が小・中径の非磁性体粒子を抱き込む現象や、小・中径の強磁性体粒子の吸引が大径の非磁性体粒子により阻害される現象を抑えることができる。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体（a）から強磁性体粒子を分離するための分離方法であって、

コンベアベルト（1）上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に粉粒体（a）を堆積させ、該粉粒体（a）をコンベアベルト（1）で搬送して磁力選別部（2）に供給することを特徴とする強磁性体の分離方法。

【請求項 2】

コンベアベルト（1）の上方に、篩の目開きがコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置（3）を配置し、

該篩装置（3）に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体（a）を供給することにより、篩を通過した粉粒体（a）を、コンベアベルト（1）上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積させることを特徴とする請求項 1 に記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 3】

篩装置（3）が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 4】

コンベアベルト（1）と磁力選別部（2）が、それぞれブリー式磁力選別機のコンベアベルトと磁石ブリーからなることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 5】

磁力選別部（2）が吊下げ式磁力選別機又は回転ドラム式磁力選別機からなることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 6】

磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体（a）から強磁性体粒子を分離するための分離方法であって、

回転ドラム式磁力選別機（2x）の回転ドラム（5）に対して、粉粒体（a）を、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向けて順次粗くなるような粒度偏析した状態で供給することを特徴とする強磁性体の分離方法。

【請求項 7】

回転ドラム（5）の上方に、篩の目開きが回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置（3）を配置し、

該篩装置（3）に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体（a）を供給することにより、篩を通過した粉粒体（a）を、回転ドラム（5）に対して、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態で供給することを特徴とする請求項 6 に記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 8】

篩装置（3）が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の強磁性体の分離方法。

【請求項 9】

磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体（a）から強磁性体粒子を分離するための分離装置であって、

粉粒体（a）を搬送するコンベアベルト（1）と、該コンベアベルト（1）の上方に配置された篩装置（3）と、コンベアベルト（1）で搬送された粉粒体（a）が供給される磁力選別部（2）を備え、

篩装置（3）は、篩の目開きがコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体（a）の供給部（30）を有することを特徴とする強磁性体の分離装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

篩装置(3)が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする請求項9に記載の強磁性体の分離装置。

【請求項 11】

コンベアベルト(1)と磁力選別部(2)が、それぞれブリー式磁力選別機のコンベアベルトと磁石ブリーからなることを特徴とする請求項9又は10に記載の強磁性体の分離装置。

【請求項 12】

磁力選別部(2)が吊下げ式磁力選別機又は回転ドラム式磁力選別機からなることを特徴とする請求項9又は10に記載の強磁性体の分離装置。

10

【請求項 13】

磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体(a)から強磁性体粒子を分離するための分離装置であって、

回転ドラム式磁力選別機(2x)と、該回転ドラム式磁力選別機(2x)の回転ドラム(5)の上方に配置された篩装置(3)を備え、

篩装置(3)は、篩の目開きが回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体(a)の供給部(30)を有することを特徴とする強磁性体の分離装置。

【請求項 14】

篩装置(3)が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする請求項13に記載の強磁性体の分離装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、強磁性体粒子を含む粉粒体から強磁性体粒子を分離するための技術に関し、例えば、製鉄プロセスの副生成物であるスラグから鉄分を分離するのに好適な強磁性体の分離方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

溶銑予備処理や転炉脱炭工程では、処理による副生成物としてスラグ(製鉄スラグ)が発生する。このスラグは、溶銑や溶鋼中の不純物や不要元素を除去するために加えられるカルシウム系添加剤が反応・生成したものであるが、スラグ中には除去された元素化合物以外に、鉄分も多く含まれる。スラグの形態の多くは塊状であるが、その大きさ(凝集する前の大きさ)は大きいものでも数百 μm 程度である。

30

【0003】

スラグには鉄分が多く含まれているため、再資源化のために鉄分を分離・回収することが行われている。通常、スラグから回収される鉄分を転炉工程でスクラップと混ぜて冷鉄源化するため、次のような工程で鉄分の分離・回収が行われる。まず、スラグをグリスリと呼ばれる篩いにかけ、スラグに含まれる大型(数百 mm)の鉄塊を取り除く(形状選別)。グリスリ型篩いを通過した小型の塊は鉄分とスラグ分が固着しているため、ハンマークラッシャやロッドミルで粗破碎を行って数百 μm ~数10 mm の大きさとし、単体分離(スラグ分と鉄分の分離)を促進させる。その後、磁力選別によって鉄分を分離する。この磁力選別機としては、一般に、吊下げ型、ドラム型、ブリー型などの装置が用いられる。

40

【0004】

原料処理や副産物リサイクル処理において、材料を磁力選別機などの分離装置に装入する際には、事前に材料を破碎・粉砕して粉粒体とし、材料の単体分離化と粒径の均一化が図られる。

磁力選別機は、このような粉粒体から鉄分(強磁性体粒子)を回収する手段として広く用いられているが、粉粒体の粒度分布がシャープ、すなわち粒径が揃っていればいるほど

50

分離効率がよい。換言すると、様々な粒径の粒子が混在している粉粒体は分離効率が悪い。これを図7に基づいて説明する。

【0005】

図7は、ブリー式磁力選別機であり、コンベアベルト60を保持する一方のブリーが磁石ブリー61を構成している。この磁石ブリー61の内側の周方向には、異なる極性の磁極（永久磁石）が交互に配置されている。この磁極は、回転可能なブリー本体から独立して固定的に設置される固定磁石である。この磁力選別機では、強磁性体粒子を含む粉粒体aを供給装置（図示せず）からコンベアベルト60上に供給し、この粉粒体aをコンベア終端部から払い出す際に、磁石ブリー61の磁力を作用させ、強磁性体粒子を非磁性体粒子から分離するものである。

10

【0006】

ここで、図7に示されるように、粉粒体a（黒い粒子：強磁性体粒子，白い粒子：非磁性体粒子）に様々な粒径の粒子が混在している場合、大径の強磁性体粒子が小・中径の非磁性体粒子を抱き込んだまま磁着物として回収されてしまう。磁力は磁性物の体積に比例するので大径の強磁性体粒子ほど強く吸引されるため、上記のように大径の強磁性体粒子が小・中径の非磁性体粒子を容易に抱き込んでしまう。さらに、小・中径の強磁性体粒子の吸引が大径の非磁性体粒子により阻害される。すなわち、小・中径の強磁性体粒子と磁石との距離が遠くなると磁力が弱くなり、大径の非磁性体粒子が非磁着回収部側に落下する際に、同時に小・中径の強磁性体粒子も非磁着回収部側に落下してしまう。

このような現象があるため、高純度・高効率な分離が必要とされる工程では、例えば、特許文献1～3に示されるように、処理対象の粉粒体を複数段の篩で分級し、複数の磁力選別機で粒径別に処理する、或いは粒径別に一時保管し、1台の磁力選別機で処理粒径を切り替えて処理する、という方法が採られる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平09-75774号公報

【特許文献2】特開2000-37666号公報

【特許文献3】特開2006-255531号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、例えば、製鋼スラグのように時間当たり数トン～数10トン进行处理する場合、上記のような方法では処理能力が不足する。また、処理コストが高くなる問題もある。

したがって本発明の目的は、上記のような従来技術の課題を解決し、強磁性体粒子を含む粉粒体から強磁性体粒子を高い分離効率で低コストに分離することができる分離方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

本発明者らは、コンベアベルト上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に粉粒体を堆積させ、この粒度偏析した粉粒体を磁力選別部に供給することにより、或いは、回転ドラム式磁力選別機の回転ドラムに対して、粉粒体を、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向けて順次粗くなるような粒度偏析した状態で供給することにより、図7に示されるような大径の強磁性体粒子による小・中径の非磁性体粒子の抱き込み現象や、小・中径の強磁性体粒子の吸引が大径の非磁性体粒子により阻害される現象を効果的に防止できることを見出した。

【0010】

本発明はこのような知見に基づきなされたもので、以下を要旨とするものである。

50

[1] 磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体(a)から強磁性体粒子を分離するための分離方法であって、

コンベアベルト(1)上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に粉粒体(a)を堆積させ、該粉粒体(a)をコンベアベルト(1)で搬送して磁力選別部(2)に供給することを特徴とする強磁性体の分離方法。

【0011】

[2] 上記[1]の分離方法において、コンベアベルト(1)の上方に、篩の目開きがコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置(3)を配置し、

10

該篩装置(3)に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体(a)を供給することにより、篩を通過した粉粒体(a)を、コンベアベルト(1)上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積させることを特徴とする強磁性体の分離方法。

[3] 上記[1]又は[2]の分離方法において、篩装置(3)が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする強磁性体の分離方法。

【0012】

[4] 上記[1]～[3]のいずれかの分離方法において、コンベアベルト(1)と磁力選別部(2)が、それぞれブリー式磁力選別機のコンベアベルトと磁石ブリーからなることを特徴とする強磁性体の分離方法。

20

[5] 上記[1]～[3]のいずれかの分離方法において、磁力選別部(2)が吊下げ式磁力選別機又は回転ドラム式磁力選別機からなることを特徴とする強磁性体の分離方法。

[6] 磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体(a)から強磁性体粒子を分離するための分離方法であって、

回転ドラム式磁力選別機(2x)の回転ドラム(5)に対して、粉粒体(a)を、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向けて順次粗くなるような粒度偏析した状態で供給することを特徴とする強磁性体の分離方法。

【0013】

[7] 上記[6]の分離方法において、回転ドラム(5)の上方に、篩の目開きが回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置(3)を配置し、

30

該篩装置(3)に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体(a)を供給することにより、篩を通過した粉粒体(a)を、回転ドラム(5)に対して、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態で供給することを特徴とする強磁性体の分離方法。

[8] 上記[6]又は[7]の分離方法において、篩装置(3)が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする強磁性体の分離方法。

【0014】

[9] 磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体(a)から強磁性体粒子を分離するための分離装置であって、

40

粉粒体(a)を搬送するコンベアベルト(1)と、該コンベアベルト(1)の上方に配置された篩装置(3)と、コンベアベルト(1)で搬送された粉粒体(a)が供給される磁力選別部(2)を備え、

篩装置(3)は、篩の目開きがコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体(a)の供給部(30)を有することを特徴とする強磁性体の分離装置。

【0015】

[10] 上記[9]の分離装置において、篩装置(3)が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする強磁性体の分離装置。

[11] 上記[9]又は[10]の分離装置において、コンベアベルト(1)と磁力選別部(

50

２）が、それぞれブリー式磁力選別機のコンベアベルトと磁石ブリーからなることを特徴とする強磁性体の分離装置。

〔１２〕上記〔９〕又は〔１０〕の分離装置において、磁力選別部（２）が吊下げ式磁力選別機又は回転ドラム式磁力選別機からなることを特徴とする強磁性体の分離装置。

【００１６】

〔１３〕磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体（ａ）から強磁性体粒子を分離するための分離装置であって、

回転ドラム式磁力選別機（２ｘ）と、該回転ドラム式磁力選別機（２ｘ）の回転ドラム（５）の上方に配置された篩装置（３）を備え、

篩装置（３）は、篩の目開きが回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体（ａ）の供給部（３０）を有することを特徴とする強磁性体の分離装置。

〔１４〕上記〔１３〕の分離装置において、篩装置（３）が傾斜篩又は回転傾斜篩からなることを特徴とする強磁性体の分離装置。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、強磁性体粒子を含む粉粒体から強磁性体粒子を高精度且つ高い処理速度で分離することができる。すなわち、従来法に対して、分離効率を大幅に改善することができる。また、粒径別に別々の処理ラインを設ける必要がないので、低コストで高い分離効率が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の第１の分離方法の一実施形態を示す説明図であり、図１（Ａ）は斜視図、図１（Ｂ）は図１（Ａ）のｂ－ｂ線に沿う断面図

【図２】本発明の第１の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の一例を示す説明図

【図３】本発明の第１の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示す説明図

【図４】本発明の第１の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示す説明図

【図５】本発明の第１の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示す説明図

【図６】本発明の第２の分離方法及び装置について、具体的な実施形態の一例を示す説明図

【図７】従来の分離方法を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【００１９】

本発明の分離方法は、磁力選別により、強磁性体粒子を含む粉粒体ａから強磁性体粒子を分離するための分離方法である。

本発明の分離方法において、強磁性体粒子とは磁力選別部において強磁性体として選別されるべき粒子を、非磁性体粒子とは磁力選別部において非磁性体として選別されるべき粒子を、それぞれ指す。したがって、粉粒体ａはこれに含まれるすべての強磁性体が単体分離できる状態にあることが好ましいが、強磁性体粒子の一部として非磁性体が含まれ、非磁性体粒子の一部として強磁性体が含まれることは許容される。

本発明の処理対象である粉粒体ａの詳細については後述する。

【００２０】

図１は、本発明の第１の分離方法の一実施形態を示すものであり、図１（Ａ）は斜視図、図１（Ｂ）は図１（Ａ）のｂ－ｂ線に沿う断面図である。図１において、ａは粉粒体（黒い粒子：強磁性体粒子，白い粒子：非磁性体粒子）、１はコンベアベルト、２は磁力選別部である。本実施形態では、コンベアベルト１と磁力選別部２が、それぞれブリー式

磁力選別機のコンベアベルトと磁石プーリーで構成されている。すなわち、プーリー式磁力選別機は、コンベアベルトを保持する一方のプーリーが磁石プーリー 4 を構成するが、本実施形態では、この磁石プーリー 4 が磁力選別部 2 を構成している。この磁石プーリー 4 の内側の周方向には、異なる極性の磁極（永久磁石）が交互に配置されている。この磁極は、回転可能なプーリー本体から独立して固定的に設置される固定磁石である。このプーリー式磁力選別機では、強磁性体粒子を含む粉粒体 a を供給装置（図示せず）からコンベアベルト 1 上に供給し、この粉粒体 a をコンベア終端部 10 から払い出す際に、磁石プーリー 4 の磁力を作用させ、強磁性体粒子を非磁性体粒子から分離するものである。

なお、磁石プーリー 4 の構成としては、本実施形態以外に種々の形態を採ることができ、例えば、プーリー本体の内側にプーリー本体とは独立して回転駆動する磁石ロール（ロール周方向に異なる極性の磁石が交互に配置されたロール）を設けたもの、磁石プーリー 4 の内側の周方向で間隔をおいて磁極（永久磁石）を配置するとともに、プーリー胴長方向で異なる極性の磁極が交互に並ぶもの、など種々のタイプのものを使用できる。

【0021】

本発明の第 1 の分離方法では、コンベアベルト 1 上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態（以下、単に「粒度偏析した状態」という場合がある）に粉粒体 a を堆積させ、この粉粒体 a をコンベアベルト 1 で搬送して磁力選別部 2 に供給するものである。粉粒体 a をコンベアベルト 1 上に粒度偏析した状態に堆積させる方法としては、後述する実施形態に示すような特別な構成の篩装置を用いることが最も簡便であるが、これに限定されない。例えば、事前に粉粒体 a を複数の粒径レベルに分級しておき、これら粒径別の粉粒体 a をコンベアベルト幅方向の各位置に装入することにより、上記粒度偏析した堆積状態を実現してもよい。

【0022】

コンベアベルト 1 上に堆積した粉粒体 a は、コンベアベルト 1 で搬送されて磁力選別部 2 に供給され、磁力選別部 2 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることで非磁性体粒子から分離される。本実施形態では、粉粒体 a がコンベア終端部 10 から払い出される際に、磁力選別部 2 を構成する磁石プーリー 4 の磁力が作用する。ここで、磁力選別部 2 に供給された粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態にあるため、磁力選別部 2 による磁気分離作用は、実質的に粉粒体 a を粒度別に分けて処理（磁力選別）することと同じになる。このため、図 7 に示されるような大径の強磁性体粒子が小・中径の非磁性体粒子を抱き込む現象や、小・中径の強磁性体粒子の吸引が大径の非磁性体粒子により阻害される現象を抑えることができ、これらの現象により小・中径の非磁性体粒子が磁着物として回収されてしまうことや、小・中径の強磁性体粒子が非磁着物として回収されてしまうことを防止することができる。なお、図 1（B）には、粒度偏析した細粒の粉粒体 a について、上記のように適正に磁力選別される状況が示されているが、より粒度の粗い粉粒体 a についても、同様に適正に磁力選別される。

【0023】

以上により、磁力選別部 2 において、強磁性体粒子と非磁性体粒子を高精度に分離することができる。すなわち、コンベア終端部 10 において、粉粒体 a はコンベアベルト 1 の移動に伴って磁力選別部 2（磁石プーリー 4）の円弧に沿って送られるが、非磁性体粒子は磁力選別部 2 に吸引されないため、すぐに磁力選別部 2 から離れ、磁力選別部 2 の前方に落下する。一方、強磁性体粒子は磁力選別部 2 に吸引されつつ、コンベアベルト 1 で送られた後、磁場の影響が無くなったところで重力により磁力選別部 2 の下方に落下する。

【0024】

ここで、粉粒体 a の粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態としては、コンベアベルト幅方向において粒度が連続的に変化した状態、同じく段階的に変化した状態、両者が混在した状態、のいずれでもよい。また、いずれの状態でも、不可避的な粒度のばらつき（例えば、粒度が粗い領域に不可避的に粒度の細かい粒子が少量含まれる場合など）は許容される。

10

20

30

40

50

なお、磁力選別部 2 としては、ブリー式磁力選別機（磁石ブリー）のほか、回転ドラム式磁力選別機、吊下げ式磁力選別機などを適用することができる。

【0025】

図 2 は、本発明の第 1 の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の一例を示すものであり、この実施形態では、コンベアベルト 1 の上方に、篩の目開き（篩目）がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置 3 を配置し、この篩装置 3 に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体 a を供給することにより、篩を通過した粉粒体 a を、コンベアベルト 1 上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積させるものである。

10

【0026】

この分離装置は、粉粒体 a を搬送するコンベアベルト 1 と、このコンベアベルト 1 の上方に配置された篩装置 3 と、コンベアベルト 1 で搬送された粉粒体 a が供給される磁力選別部 2 を備える。そして、前記篩装置 3 は、篩の目開き（篩目）がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体 a の供給部 30 を有する。

【0027】

本実施形態の篩装置 3 は、振動式の傾斜篩（傾斜振動篩）で構成されている。この傾斜篩は、コンベアベルト 1 の上方位置にコンベア幅方向に沿って配置されるとともに、コンベアベルト幅方向の一方の側に向けて下向きに傾斜し、上端側が供給部 30 となっている。この篩装置 3 では、篩の目開き（篩目）がコンベアベルト幅方向で 3 段階で順次小さくなっているが、より多段階で或いは連続的に順次小さくなるようにしてもよい。

20

なお、篩装置 3 は、篩を通過した粉粒体 a を、コンベアベルト 1 上に、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積させればよいので、必ずしもコンベアベルト長手方向と直交するように設ける必要はない。後述する実施形態の回転傾斜篩などについても同様である。

【0028】

本実施形態において、篩装置 3 に対して、その供給部 30（篩の目開きが最も小さい側の端部）から粉粒体 a を供給すると、粒度が粗い粉粒体 a ほどコンベアベルト幅方向の一方の側寄りのコンベアベルト 1 上に装入されるので、粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積する。

30

このコンベアベルト 1 上に堆積した粉粒体 a は、コンベアベルト 1 で搬送されて磁力選別部 2 に供給され、図 1 の実施形態で説明した原理により、磁力選別部 2 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることにより非磁性体粒子から分離される。

【0029】

図 3 は、本発明の第 1 の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示すものであり、この実施形態では、篩装置 3 を回転傾斜篩（トロンメルスクリーン）で構成したものである。この回転傾斜篩は、コンベアベルト 1 の上方位置にコンベアベルト幅方向に沿って配置されるとともに、コンベアベルト幅方向の一方の側に向けて下向きに傾斜し、上端側が供給部 30 となっている。この篩装置 3 では、篩の目開き（篩目）がコンベアベルト幅方向で 3 段階で順次小さくなっているが、より多段階で或いは連続的に順次小さくなるようにしてもよい。この回転傾斜篩は、その筒芯を中心に回転駆動する。

40

その他の構成は、図 2 の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0030】

本実施形態でも、篩装置 3 に対して、その供給部 30（篩の目開きが最も小さい側の端部）から粉粒体 a を供給すると、粒度が粗い粉粒体 a ほどコンベアベルト幅方向の一方の側寄りのコンベアベルト 1 上に装入されるので、粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積する。

50

このコンベアベルト 1 上に堆積した粉粒体 a は、コンベアベルト 1 で搬送されて磁力選別部 2 に供給され、図 1 の実施形態で説明した原理により、磁力選別部 2 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることにより非磁性体粒子から分離される。

【0031】

図 4 は、本発明の第 1 の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示すものであり、この実施形態では、磁力選別部 2 を吊下げ式磁気選別機で構成したものである。吊下げ式磁気選別機は、コンベアベルト 1 の幅方向に沿って配置されたコンベアベルト 6 と、このコンベアベルト 6 の内側に配置された磁石 7 を備え、コンベアベルト 1 の上方位置に吊下げ保持される。この吊下げ式磁気選別機は、コンベアベルト 1 上の粉粒体 a に対して、磁石 7 の磁力をコンベアベルト 6 を介して作用させ、強磁性体粒子をコンベアベルト 6 の下面に吸着させて非磁性体粒子から分離し、コンベアベルト 6 に吸着させたまま磁着物回収部まで搬送する。

10

その他の構成は、図 2 の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0032】

本実施形態でも、篩装置 3 に対して、その供給部 30（篩の目開きが最も小さい側の端部）から粉粒体 a を供給すると、粒度が粗い粉粒体 a ほどコンベアベルト幅方向の一方の側寄りのコンベアベルト 1 上に装入されるので、粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積する。

このコンベアベルト 1 上に堆積した粉粒体 a は、コンベアベルト 1 で搬送されて磁力選別部 2（吊下げ式磁気選別機）に供給され、図 1 の実施形態で説明したと同様の原理により、磁力選別部 2 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることにより非磁性体粒子から分離される。磁力選別部 2 を構成する吊下げ式磁気選別機は、上述のようにして強磁性体粒子をコンベアベルト 6 の下面に吸着させて非磁性体粒子から分離し、コンベアベルト 6 に吸着させたまま磁着物回収部まで搬送する。

20

【0033】

図 5 は、本発明の第 1 の分離方法及び装置について、より具体的な実施形態の他の例を示すものであり、この実施形態では、磁力選別部 2 を回転ドラム式磁気選別機（回転ドラム 5）で構成したものである。独立したコンベアベルト 1 は、そのコンベア終端部 10 が磁力選別部 2 を構成する回転ドラム 5 の上部に近接するように配置され、搬送した粉粒体 a を回転ドラム 5 の上部に供給（払い出し）できるようにしている。磁力選別部 2 を構成する回転ドラム 5 は、内部に磁石（永久磁石）を備えている。この実施形態では、コンベアベルト 1 上の粉粒体 a をコンベア終端部 10 から回転ドラム 5 の上部に払い出す際に、回転ドラム 5 の磁力を作用させ、強磁性体粒子を非磁性体粒子から分離するものである。

30

その他の構成は、図 2 の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0034】

本実施形態でも、篩装置 3 に対して、その供給部 30（篩の目開きが最も小さい側の端部）から粉粒体 a を供給すると、粒度が粗い粉粒体 a ほどコンベアベルト幅方向の一方の側寄りのコンベアベルト 1 上に装入されるので、粉粒体 a は、粒度がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態に堆積する。

40

このコンベアベルト 1 上に堆積した粉粒体 a は、コンベアベルト 1 で搬送されて磁力選別部 2（回転ドラム 5）に供給され、図 1 の実施形態で説明したと同様の原理により、磁力選別部 2 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることにより非磁性体粒子から分離される。コンベア終端部 10 から払い出された粉粒体 a は磁力選別部 2（回転ドラム 5）の円弧に沿って送られるが、非磁性体粒子は磁力選別部 2 に吸引されないため、すぐに磁力選別部 2 から離れ、磁力選別部 2 の前方に落下する。一方、強磁性体粒子は磁力選別部 2 に吸引されつつ送られた後、磁場の影響が無くなったところで重力により磁力選別部 2 の下方に落下する。

【0035】

50

図 6 は、本発明の第 2 の分離方法及び装置について、具体的な実施形態の一例を示すものである。この第 2 の分離方法では、第 1 の分離方法のようにコンベアベルト 1 を介するのではなく、回転ドラム式磁力選別機 2 x の回転ドラム 5 に対して、粉粒体 a を、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向けて順次粗くなるような粒度偏析した状態（以下、単に「粒度偏析した状態」という場合がある）で、直に供給するものである。

回転ドラム式磁力選別機 2 x 及び回転ドラム 5 の構成は、図 5 の実施形態と同様である。図 6 において、a は粉粒体（黒い粒子：強磁性体粒子，白い粒子：非磁性体粒子）である。

ここで、粉粒体 a を回転ドラムに対して粒度偏析した状態に供給する方法としては、本実施形態に示すような特別な構成の篩装置を用いることが最も簡便であるが、これに限定されない。例えば、事前に粉粒体 a を複数の粒径レベルに分級しておき、これら粒径別の粉粒体 a を回転ドラム幅方向の各位置に装入することにより、上記の供給形態を実現してもよい。

【 0 0 3 6 】

回転ドラム 5 上に供給された粉粒体 a には、ドラム内部の磁石の磁力が作用する。ここで、回転ドラム 5 上に供給された粉粒体 a は、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態にあるため、磁力選別部 2 による磁気分離作用は、実質的に粉粒体 a を粒度別に分けて処理（磁力選別）することと同じになる。このため、図 7 に示されるような大径の強磁性体粒子が小・中径の非磁性体粒子を抱き込む現象や、小・中径の強磁性体粒子の吸引が大径の非磁性体粒子により阻害される現象を抑えることができ、これらの現象により小・中径の非磁性体粒子が磁着物として回収されてしまうことや、小・中径の強磁性体粒子が非磁着物として回収されてしまうことを防止することができる。

【 0 0 3 7 】

以上により、回転ドラム 5 において、強磁性体粒子と非磁性体粒子を高精度に分離することができる。すなわち、粉粒体 a は回転ドラム 5 の円弧に沿って送られるが、非磁性体粒子は回転ドラム 5（磁石）に吸引されないため、すぐに回転ドラム 5 から離れ、回転ドラム 5 の前方に落下する。一方、強磁性体粒子は回転ドラム 5 に吸引されつつ移動し、磁場の影響が無くなったところで重力により回転ドラム 5 の下方に落下する。

ここで、粉粒体 a の粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態としては、回転ドラム幅方向において粒度が連続的に変化した状態、同じく段階的に変化した状態、両者が混在した状態、のいずれでもよい。また、いずれの状態でも、不可避的な粒度のばらつき（例えば、粒度が粗い領域に不可避的に粒度の細かい粒子が少量含まれる場合など）は許容される。

【 0 0 3 8 】

また、図 6 の実施形態では、回転ドラム 5 の上方に、篩の目開き（篩目）がコンベアベルト幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成された篩装置 3 を配置し、この篩装置 3 に対して、篩の目開きが最も小さい側の端部から粉粒体 a を供給することにより、篩を通過した粉粒体 a を、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向けて順次粗くなるような粒度偏析した状態で回転ドラム 5 に供給するものである。

この分離装置は、回転ドラム式磁力選別機 2 x と、この回転ドラム式磁力選別機 2 x の回転ドラム 5 の上方に配置された篩装置 3 を備える。そして、篩装置 3 は、篩の目開き（篩目）が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次大きくなるように構成されるとともに、篩の目開きが最も小さい側の端部に粉粒体 a の供給部 3 0 を有する。

本実施形態の篩装置 3 は、振動式の傾斜篩（傾斜振動篩）で構成されており、その構成は図 2 の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。なお、篩装置 3 は回転傾斜篩などで構成してもよい。

【 0 0 3 9 】

本実施形態において、篩装置 3 に対して、その供給部 3 0（篩の目開きが最も小さい側

10

20

30

40

50

の端部)から粉粒体 a を供給すると、粒度が粗い粉粒体 a ほど回転ドラム幅方向の一方の側寄りの回転ドラム 5 上に装入されるので、粉粒体 a は、粒度が回転ドラム幅方向の一方の側から他方の側に向かって順次粗くなるような粒度偏析した状態で回転ドラム 5 上に供給(装入)される。この供給され粉粒体 a は、図 1 の実施形態で説明したのと同じ原理で、回転ドラム 5 の磁力で強磁性体粒子が吸引されることにより非磁性体粒子から分離される。

【0040】

本発明で使用する篩装置 3 は、粉粒体 a をコンベアベルト 1 上に粒度偏析した状態に堆積させることができるものであればよく、したがって、上述した実施形態のものに限定されない。したがって、篩装置 3 には、例えば焼結原料の偏析装入装置(例えば、特開 2005-291537 号公報)として利用されているスクリーン状シュート(篩)、すなわち、コンベアベルト幅方向と略平行な複数本のロッド又はワイヤを間隔をおいて並列させることでスクリーン状に構成された傾斜シュートであって、隣接するロッド又はワイヤ間の間隔をシュート上部側ほど狭めたスクリーン状シュート(篩)を用いてもよい。

【0041】

また、上述した各実施形態では、篩装置 3 を通過した粉粒体 a は、そのまま直にコンベアベルト 1 や回転ドラム 5 上に落下(装入)させているが、篩装置 3 を通過した粉粒体 a をシュートなどを介してコンベアベルト 1 や回転ドラム 5 上に落下(装入)させてもよい。

本発明による処理対象となる粉粒体 a に特別な制限はないが、例えば、製鉄スラグ等のスラグ、鉄鉱石テーリングなどが挙げられる。なかでも本発明は、スラグ(特に、溶銑予備処理スラグ、転炉脱炭スラグなどの製鋼スラグ)中の強磁性体(鉄分)の分離に好適である。粉粒体 a は、強磁性体をできるだけ単体分離できるように、予め十分に破碎・粉砕されていることが好ましい。

【実施例】

【0042】

本発明例では図 2 に示すような装置構成を用い、単体分離するように破碎された製鋼スラグ(粒度分布 1 ~ 30 mm)を対象として鉄分の分離処理(磁力選別)を行った。この製鋼スラグの鉄濃度は 20 mass% であった。

篩装置 3 を構成する傾斜振動篩の篩目は 5 mm、10 mm、40 mm の 3 段階とし、製鋼スラグがコンベアベルト 1 上に粒度偏析した状態に装入されるようにした。篩装置 3 からのコンベアベルト 1 上への製鋼スラグの装入層厚は 12 mm とした。また、コンベアベルト 1 の送り速度は 3 m/s とした。

【0043】

分離装置の磁力選別部 2 は、プーリー式磁力選別機の磁石プーリー(外径: 300 mm)で構成され、磁束密度はベルト表面で 0.2 T とした。

また、比較例として、篩装置 3 を用いることなく、他の条件は本発明例と同一にして鉄分の分離処理(磁力選別)を行った。

上記本発明例及び比較例において、磁着回収物の鉄濃度とスラグからの鉄回収率を調べた。その結果を表 1 に示す。

比較例の磁着回収物は、非鉄成分を巻き込んでいるため鉄濃度が低く、また非磁着側へ鉄を逃しているためスラグからの鉄回収率も低い。これに対して本発明例では、磁着回収物の鉄濃度、スラグからの鉄回収率ともに極めて高い値が得られている。

【0044】

10

20

30

40

【表 1】

表1

	磁着回収物の鉄濃度	スラグからの鉄回収率
比較例	62mass%	82mass%
本発明例	89mass%	94mass%

【符号の説明】

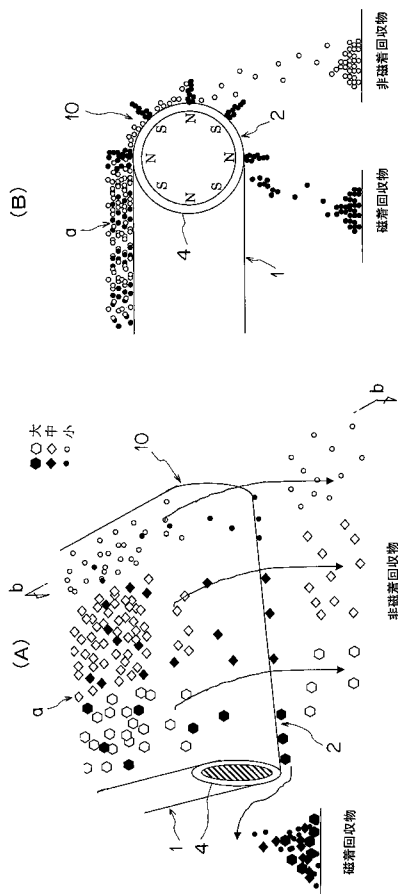
【0045】

- a 粉粒体
- 1 コンベアベルト
- 2 磁力選別部
- 2x 回転ドラム式磁力選別機
- 3 篩装置
- 4 磁石プーリー
- 5 回転ドラム
- 6 コンベアベルト
- 7 磁石
- 10 コンベア終端部
- 11 コンベア始端部
- 30 供給部

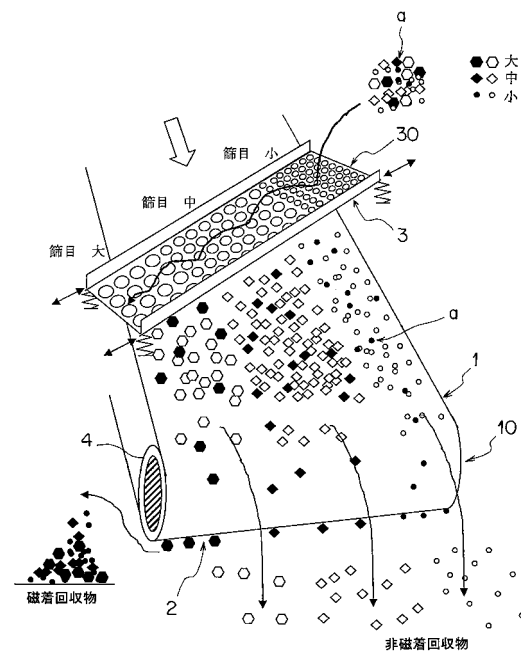
10

20

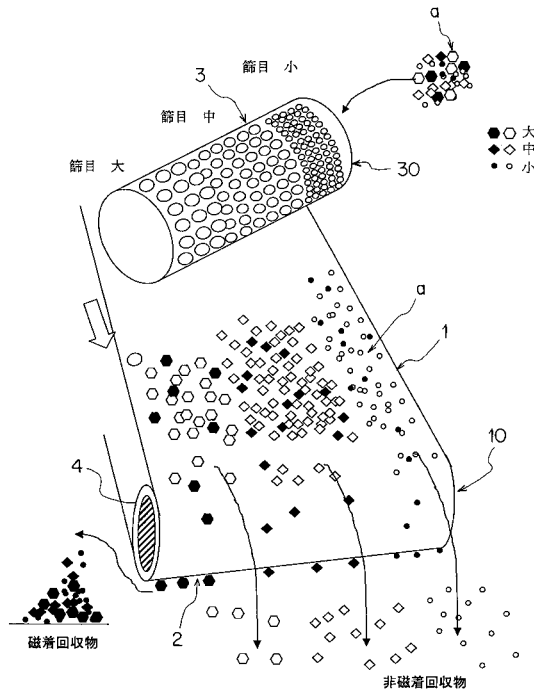
【図 1】



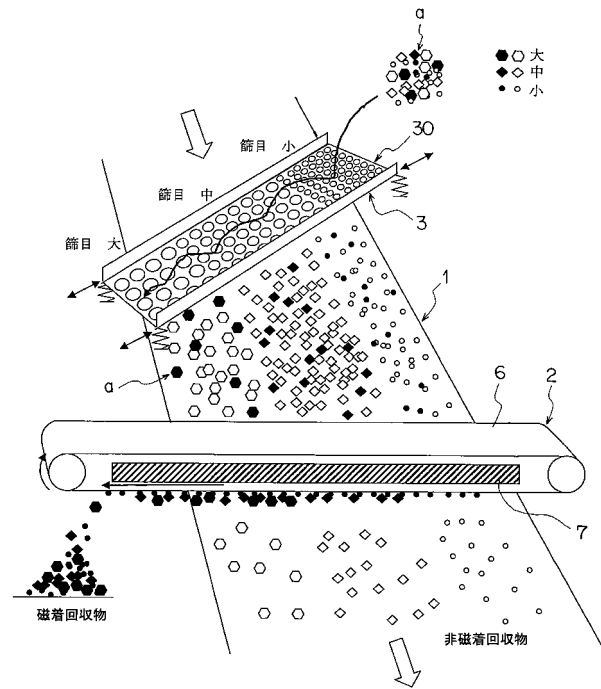
【図 2】



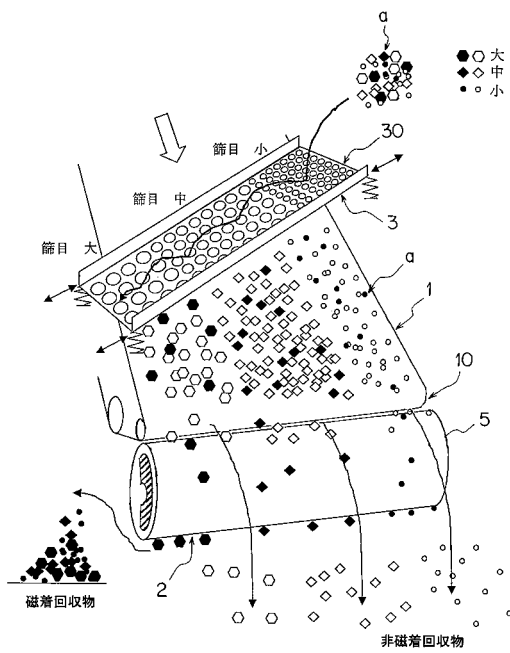
【図 3】



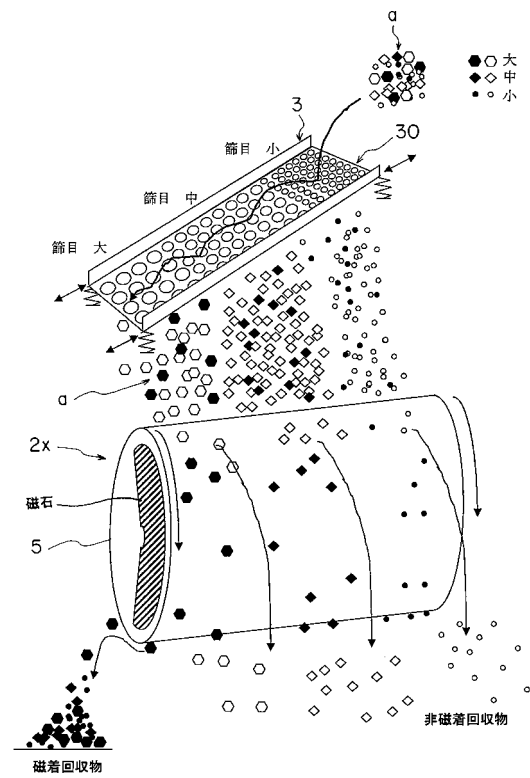
【図 4】



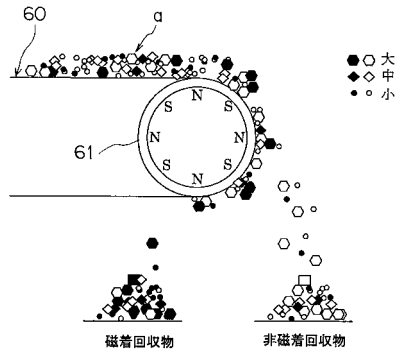
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 今西 大輔

東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内

Fターム(参考) 4D021 GB01 GB03 HA10 JA01 JB01 JB03 KA13 KB01 LA02 LA05
NA10