

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6125608号  
(P6125608)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 B 1/00 (2006.01)

C 2 2 B 1/00 6 0 1

C 2 1 C 7/04 (2006.01)

C 2 1 C 7/04 A

C 2 1 C 5/28 (2006.01)

C 2 1 C 5/28 D

B 0 9 B 3/00 (2006.01)

B 0 9 B 3/00 3 0 3 D

B 0 3 C 1/00 (2006.01)

B 0 3 C 1/00 B

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-501677 (P2015-501677)  
 (86) (22) 出願日 平成25年2月14日 (2013.2.14)  
 (65) 公表番号 特表2015-517027 (P2015-517027A)  
 (43) 公表日 平成27年6月18日 (2015.6.18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/026115  
 (87) 国際公開番号 W02013/141983  
 (87) 国際公開日 平成25年9月26日 (2013.9.26)  
 審査請求日 平成28年1月27日 (2016.1.27)  
 (31) 優先権主張番号 13/757, 147  
 (32) 優先日 平成25年2月1日 (2013.2.1)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/612, 627  
 (32) 優先日 平成24年3月19日 (2012.3.19)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 514237208  
 ミッド・アメリカン・ガナイト・インク  
 アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 6 6  
 ニューポート、ポート・サンライト・  
 ロード 8 4 7 5  
 (74) 代理人 100071238  
 弁理士 加藤 恒久  
 (74) 代理人 100139044  
 弁理士 笹野 拓馬  
 (72) 発明者 キートン ドナルド イー  
 アメリカ合衆国 オハイオ州 4 3 9 5 0  
 セント・クレアズビル、スプリット  
 ・オーク・ドライブ 4 4 9 4 3

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラグ材料を処理するための方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スラグ材料を選別するための方法であって、  
 前記スラグ材料を第 1 の複数のサイズ別グループにサイズ分級するステップと、  
 第 1 の磁性部分と、最終低鉄生産物としての第 1 の非磁性部分とを得るために、前記第 1 の複数のサイズ別グループのうちの少なくとも 1 つを磁氣的に選別するステップと、  
 粉碎済み材料を得るために、前記第 1 の磁性部分の前記スラグ材料の少なくとも一部分のサイズを減少させるステップと、  
 前記粉碎済み材料を第 2 の複数のサイズ別グループにサイズ分級するステップと、  
 鉄に富む生産物を含む第 2 の磁性部分と、第 2 の非磁性部分とを得るために、前記第 2 の複数のサイズ別グループの各々を磁氣的に選別するステップと、  
 を含み、  
前記スラグ材料は、非磁性スラグ材料に付着した鉄含有粒子を含み、  
前記鉄含有粒子は、第 1 の熱膨張係数を有し、前記非磁性スラグ材料は、前記第 1 の熱膨張係数とは異なる第 2 の熱膨張係数を有し、  
該方法は、  
前記非磁性スラグ材料から前記付着した鉄含有粒子を遊離させるために、前記非磁性スラグ材料の熱膨張率とは異なる率で前記鉄含有粒子を熱膨張させるのに十分な高温まで前記スラグ材料を加熱するステップと、  
前記非磁性スラグ材料から前記鉄含有粒子を分離させるために、前記十分な高温まで加

10

20

熱された前記スラグ材料を転動させるステップと、  
をさらに含む、方法。

【請求項 2】

前記鉄に富む生産物は、88重量%の最小合計鉄含量を有する最終高鉄生産物である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記鉄に富む生産物は、最終中鉄生産物である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の複数のサイズ別グループは、- 20 メッシュの最大粒子サイズを有する粒子によって特徴づけられたサイズ別グループを含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 5】

第 3 の磁性部分と第 3 の非磁性部分とを得るために、前記第 2 の複数のサイズ別グループのうちの少なくとも 1 つの前記第 2 の非磁性部分を磁氣的に選別するステップをさらに含み、前記第 3 の磁性部分は最終高鉄生産物である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

第 4 の磁性部分と第 4 の非磁性部分とを得るために、前記第 3 の非磁性部分を磁氣的に選別するステップをさらに含み、前記第 4 の磁性部分は最終中鉄生産物である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記粉碎済み材料から微細な生産物を除去するために、前記粉碎済み材料をサイズ分級する前に前記粉碎済み材料を選別するステップをさらに含み、前記微細な生産物は最終低鉄生産物である、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記粉碎済み材料を選別するステップは、空気分級機を使用して前記粉碎済み材料を分級することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

最終中鉄生産物と最終高鉄生産物とを得るために、前記第 1 の複数のサイズ別グループのうちの 1 つの前記第 1 の磁性部分を磁氣的に選別するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

30

前記磁氣的に選別するステップは、選別表面と磁気アレイを有する少なくとも 1 つの磁気選別機を使うことを含み、

前記少なくとも 1 つの磁気選別機は、前記磁気アレイに対する前記選別表面の位置を変えることができるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

スラグ材料を選別するシステムであって、

スラグ材料を複数のサイズ別グループに選別するように構成された少なくとも 1 つのサイズ分級装置と、

スラグ材料を磁性部分と非磁性部分とに選別するように構成された少なくとも 1 つの磁気選別機と、

40

前記スラグ材料のサイズを減少させるように構成されたサイズ減少装置と、

を備えるシステムにおいて、

前記少なくとも 1 つのサイズ分級装置、少なくとも 1 つの磁気選別機、および少なくとも 1 つのサイズ減少装置は、

第 1 のフェーズにおいて、第 1 の磁性部分と、最終低鉄生産物としての第 1 の非磁性部分とを得るために、スラグ材料を第 1 の複数のサイズ別グループにサイズ分級し、前記少なくとも 1 つの磁気選別機を使用して前記第 1 の複数のサイズ別グループのうちの少なくとも 1 つを磁氣的に選別し、

前記サイズ減少装置を使用して前記第 1 の磁性部分の少なくとも一部分の前記スラグ材料のサイズを減少させることで、第 2 のフェーズに粉碎済み材料を与え、

50

前記第2のフェーズにおいて、前記粉碎済み材料を第2の複数のサイズ別グループにサイズ分級し、前記少なくとも1つの磁気選別機を使用して前記第2の複数のサイズ別グループの各々を磁氣的に選別することで、鉄に富む生産物を含む第2の磁性部分と、第2の非磁性部分とを得るようにさらに構成されており、

前記スラグ材料は、非磁性スラグ材料に付着した鉄含有粒子を含み、

前記鉄含有粒子は、第1の熱膨張係数を有し、前記非磁性スラグ材料は、前記第1の熱膨張係数とは異なる第2の熱膨張係数を有し、

該システムは回転式加熱機をさらに備え、

前記回転式加熱機は、

前記非磁性スラグ材料から前記鉄含有粒子を遊離させるために、前記鉄含有粒子と前記非磁性スラグ材料を互いに異なる膨張率で膨張させるのに十分な高温まで前記スラグ材料を加熱し、さらには前記非磁性スラグ材料から前記鉄含有粒子を分離させるために、前記十分な高温まで加熱された前記スラグ材料を転動させるように構成されていることを特徴とする、システム。

10

【請求項12】

前記粉碎済み材料から微細な材料を選別するように構成された空気分級機をさらに備える、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記少なくとも1つの磁気選別機は、選別表面と磁気アレイを有し、前記磁気アレイに対する前記選別表面の位置を変えることができるように構成されていることを特徴とする

20

請求項11に記載のシステム。

【請求項14】

前記第1の複数のサイズ別グループは、-20メッシュの最大粒子サイズを有する粒子を備えるサイズ別グループを含む、請求項11に記載のシステム。

【請求項15】

前記第2のフェーズにおいて、前記少なくとも1つの磁気選別機は、前記第2の磁性部分が88重量%の最小合計鉄含量を有する最終高鉄生産物であるように構成されている、請求項11に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2012年3月19日付けで出願された米国仮特許出願第61/612,627号の優先権および利益を主張し、その全内容は参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は一般に、様々な鉄含量の生産物を提供するためのスラグ材料の処理に関する。

【背景技術】

【0003】

粒子で構成されたスラグ材料を異なる鉄含量の副生産物に選別するために、数多くの技法が様々な組み合わせで使用され得る。スラグ材料の粒子のサイズ、形状、金属含量、化学成分、破砕性、可鍛性、および磁化率のばらつきを含むいくつかのファクターが、各々の技法の効率および有効性に影響を及ぼす。鉄または鋼鉄の精錬作業へのチャージ原料として適切な鉄に富む生産物（鉄リッチ生産物）を含み得る、使用可能な生産物を回収するためにスラグ材料を処理することの経済的実現可能性は、例えば、原材料の鉄含量と、原材料をその副生産物へと選別するために使用される処理方法の効率および有効性に依存する。処理方法の効率および有効性は、処理方法がフレキシビリティにおいて制限される場合、またはフレキシビリティが高価である場合、損なわれ得る。例えば、固定永久磁石選別機のフレキシビリティは、選別機内の永久磁石の固定の強度および位置に制限され得る。電磁石を含む磁気選別機の使用は、選別に使用される磁場の強度の調節を可能にするが、電磁石に電力を供給するために著しくより高いコストがかかる。

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

鉄に富む最終生産物と最終低鉄微粉生産物とを少なくとも含む、本明細書において最終生産物とも呼ばれる、副生産物を産出するためにスラグ材料を処理する方法およびシステムが、本明細書において提供される。本発明の方法およびシステムは、サイズ別グループの各々を異なる磁化率を有する部分へと選別するために磁気選別を使用する前に、材料を複数のサイズ別グループにサイズ分級することによって、磁気選別の有効性を増大させることを含む。一例においては、本発明の方法およびシステムは、材料を複数のサイズ別グループにサイズ分級することと、サイズ別グループの各々を、低鉄微粉部分を含む部分へと選別するために磁気選別を使用することと、低鉄微粉部分を除去することと、残りの材料における粒子を粉砕することおよび/または残りの材料における粒子のサイズを減少させることと、残りの材料を別の複数のサイズ別グループにサイズ分級することと、サイズ別グループの各々を、低鉄微粉部分と、指定されたレベルを上回る鉄含量を有する少なくとも1つの他の部分とを含む部分へと選別するために磁気選別を使用することとを含み、他の部分は、鉄に富む生産物であり得る。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

各々のサイズ別グループを部分へと選別するために磁気選別を使用する前に、材料を複数のサイズ別グループにサイズ分級することによって、磁気選別の効率および有効性を増大させることができ、これによりまた、副生産物を産出するためのスラグ材料の処理の総コストを減少させ、粒子サイズおよび鉄含量といった各々の副生産物のある特定の特質のばらつきを減少させることができる。

20

## 【0006】

一例においては、本発明の方法は、1つ以上の調節可能な磁気選別機を使用することを含み、磁気選別機は、所定のレベルの磁化率および/または鉄含量での材料の選別を達成するように調節可能であり得る。調節可能な磁気ドラム選別機が、指定されたレベルを上回る鉄含量を有する少なくとも1つの副生産物を提供するように材料を選別するために使用され得る。サイズ別グループにおける粒子のサイズおよび/または所望される所定の最小鉄含量に応じて、磁気選別機の選別表面での磁場の強さ、例えば強度を調節することにより、所定の最小鉄含量を有する粒子の選別が、効率的に達成されることができる。一例では、調節可能な磁気選別機は、選別表面に対して位置決めされる磁気アレイを含むことができ、磁気アレイは、永久磁気アレイであり得る。磁気粒子選別が行われる選別表面での磁場の強度を調節するために磁気アレイと選別機の選別表面との間の距離が変更され得るように、磁気アレイの位置のうちの少なくとも1つおよび選別表面の場所が他方に対し調節可能であり得る。磁気アレイの調節可能な特徴により、磁気選別機は、可変の電磁石を含む磁気選別機と比較して大幅に低い作業コストで調節可能な磁気選別機として構成されることが可能となる。

30

## 【0007】

本発明の上記特徴および他の特徴ならびに利点は、本発明を実施するためのベストモードの以下の詳細な説明を添付図面に関連して考慮した場合に容易に明らかになる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1】スラグ材料を様々な鉄含量を有する生産物に選別するための方法のフローチャート。

【図2】図1の方法を実施するための第1の例示的なシステムの模式図。

【図3】図1の方法を実施するための第2の例示的なシステムの模式図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

各図に亘って同様の参照番号が同様のコンポーネントを表現する図面を参照すると、一

50

連の処理ステップを使用してスラグ材料を様々な鉄含量を有する生産物に選別するための方法のフローチャート 10 が図 1 に示される。図 2 は、図 1 の方法を実施するための第 1 の例示的なシステム 60 を示し、図 3 は、図 1 の方法を実施するための第 2 の例示的なシステム 160 を示す。図 1、図 2、および図 3 を参照すると、装入または材料搬送ステップ 12 で始まり、原材料 62 (図 2 および図 3 を参照) が、供給メカニズムに装入されて、ステップ 14 の乾燥処理に供給される。原材料 62 は、スラグ、スラグタイプ、またはスラグを含有する材料であり得る。原材料 62 に含まれるスラグは、鋼鉄および鉄の生産産業からの廃材であり、溶鉱炉、転炉、塩基性酸素転炉 (BOF)、または電気炉において生成されたスラグ、および / または、溶鉱炉スラグ、キッシュスラグ、C - スクラップスラグ、一般に脱硫スラグと呼ばれるスラグのタイプの 1 つ以上、および / またはこれらの組み合わせを含む場合がある。原材料 62 は、乾燥作業に供給される際、5 ~ 10 % の水分の水分含量を有し得る。例示的な構成において、原材料 62 は、オープンゲートダンプ型トラック (図示せず) によって輸送され、ステップ 12 で供給メカニズム (図示せず) に装入されて、乾燥処理 14 に提供され得るか、或いは、本明細書に説明される方法およびシステムによる処理の前に、ある時間期間にわたって貯蔵され得る。原材料 62 は、スラグ材料を搬送するための任意の適切な材料搬送手段によって、乾燥処理 14 に提供され得る。例えば、原材料 62 は、関節式フロントエンドローダー (図示せず) によってピックアップされ、原材料を供給ベルトコンベヤ (図示せず) の上に排出するように構成されたホッパーの中に入れられる。供給ベルトコンベヤは、材料を乾燥ステップ 14 に移送し得る。

10

20

#### 【0010】

ステップ 14 で、原材料 62 は、原材料 62 の表面から水分を大幅に除去するために、乾燥機 64 (図 2 および図 3 を参照) を使用して乾燥させられる。一例においては、乾燥処理は、原材料の表面の水分の 99 % を除去するように構成され得る。乾燥ステップ 14 は、スラグまたはスラグタイプの材料の乾燥のための任意の適切な手段によって達成され得る。一例においては、乾燥ステップ 14 は、キルン型回転密閉乾燥機として構成された乾燥機 64 の中に原材料 62 を充填することを含み、乾燥機の中で、原材料 62 は、転動 (タムブル) され、高温まで加熱され、乾燥させられて、直接に、または、バケットエレベータまたはコンベヤといった中間供給メカニズムを使用して、のいずれかで、サイズ分級ステップ 16 に排出され得る。乾燥ステップ 14 中の原材料 62 の加熱および転動は、転動中の粒子と粒子の接触および衝突、高められた温度による原材料 62 の熱応力、またはこれらの効果の組み合わせにより、非磁性材料またはスラグ粒子から原材料 62 中の鉄含有粒子を遊離させ得る。例えば、鉄含有粒子は、原材料 62 のより砕けやすい非磁性部分またはスラグ部分よりも可鍛性があるので、乾燥機 64 における原材料 62 の転動は、より可鍛性のある鉄含有粒子からの砕けやすい非磁性スラグ部分の破碎および選別を引き起こし、鉄含有粒子を遊離させる。原材料 62 中の鉄含有粒子の熱膨張係数は、原材料 62 の非磁性スラグ部分の熱膨張係数とは異なるので、これら構成要素の各々は、乾燥機 64 において高温に晒されると、異なる率で膨張してサイズを変化させる。非磁性スラグ材料に付着したまたは非磁性スラグ材料の中に含まれた鉄含有粒子が、鉄含有粒子に付着したまたは鉄含有粒子を取り囲む非磁性スラグ材料と異なる率で膨張すると、鉄含有粒子の熱膨張および増大したサイズが、スラグ材料からの鉄含有粒子の選別または破碎を引き起こすのに十分な応力を非磁性スラグに加え、これによって鉄含有粒子を遊離させる。原材料 62 の転動中の粒子と粒子の接触が、熱応力ファクターと組み合わせられて、乾燥ステップ 14 中の鉄含有粒子の遊離をさらに増大させることができる。

30

40

#### 【0011】

ステップ 16 で、大幅に乾燥した原材料 62 は、サイズ分級ステップ 16 によって生成される各々のサイズ別グループが、指定されたサイズ範囲内の原材料粒子で構成されるように、サイズ分級処理を使用して複数のサイズ別グループに選別される。サイズ別グループの数およびサイズ別グループの各々のために指定または確立された粒子サイズ範囲は、あるロットまたはバッチの原材料と別のロットまたはバッチの原材料とで異なり、スラグ

50

材料のタイプ、そのバッチの原材料 6 2 内の粒子分布、そのバッチの原材料 6 2 の化学的性質等といった特質に基づいて確立され得る。サイズ分級ステップ 1 6 は、スクリーニングシステム 6 6 (図 2 および図 3 を参照) を使用して実施され、スクリーニングシステム 6 6 は、原材料 6 2 を複数のサイズ別グループに選別するように構成され得る。一例においては、スクリーニングシステム 6 6 は、ダブルデッキふるい分けスクリーンを含み、例えば、スクリーニングシステム 6 6 は、第 1 のサイズ別グループにおける粒子を保持するとともに、第 1 のスクリーンよりも小さい粒子を第 2 のスクリーンへと通過させる第 1 のスクリーンに、原材料 6 2 が供給されるように配列された、第 1 および第 2 のスクリーンを含み得る。第 2 のスクリーンは、第 2 のサイズ別グループにおける粒子を保持し、第 2 のスクリーンよりも小さい粒子を第 3 のサイズ別グループとして収集されるように通過させる。スクリーニングシステム 6 6 は、S W E C O (商標) G y r a m a x (商標) ジャイレトリーシフターのような、ジャイレトリーシフターとして構成され得る。異なるサイズ別グループの各々は、本明細書において説明されるさらなる処理のために、磁気選別ステップ 1 8 へと別個に供給され得る。

#### 【 0 0 1 2 】

一例においては、第 1 のデッキとも呼ばれるふるい 6 6 の第 1 のスクリーンは、20 メッシュスクリーンであり、第 1 のスクリーンは、原材料 6 2 から + 20 メッシュよりも大きい粒子を実質的に含有する第 1 のサイズ別グループをふるいにかけて除き、例えば、スクリーニングまたは選別して除き、原材料 6 2 の残余部とも呼ばれる残りの原材料を第 2 のスクリーンへと通過させるようになっている。第 2 のデッキスクリーンは、60 メッシュスクリーンであり、- 20 メッシュ ~ + 60 メッシュまでのサイズに及ぶ粒子を実質的に含有する第 2 のサイズ別グループが、第 2 のスクリーンを使用してふるいかけられて除かれ、残りの原材料が、第 2 のスクリーンを通過して、第 3 のサイズ別グループとして収集されるようになっている。第 3 のサイズ別グループは、- 60 メッシュのサイズの粒子を含む。

#### 【 0 0 1 3 】

ステップ 1 8 で、各々のサイズ別グループは、そのサイズ別グループおよび所定の鉄含量のために構成された磁気選別機によって処理される。磁気選別は、磁場によって磁性粒子上に及ぼされる力を利用して、磁性粒子を引き付け、および / または、落下する磁性粒子の磁場への磁気引力によって重力および慣性の影響を部分的または全体的に打ち消すことにより、落下する磁性粒子の軌道を変更する。磁性粒子、例えば、磁場に引き付けられるのに十分な鉄含量と磁化率とを有する粒子の軌道を変更することは、磁性粒子の軌道に影響を及ぼしてこれらの粒子の磁性部分としての収集を可能にする経路とすることにより、受入材料の磁性部分の選別を可能にする。非磁性粒子、例えば、磁場に引き付けられるには不十分な鉄含量および / または不十分な磁化率を有する粒子は、磁場に引き付けられず、および / または、磁場から影響を受けることなく重力と慣性によって決定される軌道に沿って進むので、非磁性粒子は一般に、これらの粒子の非磁性部分としての収集を可能にする経路に沿って進む。各々の粒子の密度、サイズ、および鉄含量といった特質がその粒子の軌道に影響を与え、異なる特質を有するそのような 2 つの粒子が同一の軌道を示し得、例えば、相対的に重量の大きな非磁性 (相対的に低鉄の) 粒子が、相対的に軽量の磁性 (相対的に高鉄の) 粒子が磁気選別機に供給される場合とほぼ同一の軌道に沿って進む場合がある。従って、ドラム選別機の処理のような重力送り磁気選別処理において、広範囲の粒子サイズを含む材料は、相対的に軽量の磁性粒子と同様の軌道を示しかつ磁気選別処理の精度および有効性を低減させる磁性部分に選別され得る相対的に重量の大きな非磁性粒子を含むことで、受入材料のサイズ範囲が増大することに伴って、磁気選別処理の精度が低下し得る。

#### 【 0 0 1 4 】

原材料 6 2 を、サイズ別グループの各々の中で、限定された範囲の粒子サイズによる複数のサイズ別グループにサイズ分級し、続いて磁気選別機によりサイズ別グループの各々を別個に処理することによって、磁気選別処理の有効性に対する粒子サイズのばらつきの

10

20

30

40

50

影響が大幅に減じられ、非磁性粒子から磁性粒子を選別する磁気選別処理の精度が増す。

【0015】

磁気選別ステップ18は、図2の第1の例示的なシステム60に示すように、固定磁気選別機として構成され得る複数の磁気選別装置68、70を使用して実施され得る。図示された例において、磁気選別機68、70は、磁場を与える磁石（単数または複数）が、ドラム表面に対し固定位置にあり得、ドラム表面が、磁性粒子の選別が行われる選別表面を画定する、永久磁石ドラム選別機として構成され得る。磁気ドラム選別機68、70の各々における、選別点としての磁場の強度、例えば永久磁石（単数または複数）の強さ、および永久磁石（単数または複数）の固定の構成は、異なり得る。例えば、第1の磁気ドラム選別機68は、粒子の第1のサイズ別グループ、例えば、+20メッシュのサイズ別グループを、第1の磁性部分と第2の非磁性部分とに選別するように構成され得る。第1の磁気ドラム選別機68の磁場の強度は、+20メッシュのサイズの粒子を、指定された最小鉄含量を有する磁性部分と、指定された最小鉄含量未満の鉄含量を有する非磁性部分とに効率的に選別するために予め決定され得る。第2の磁気ドラム選別機70は、粒子の第2のサイズ別グループ、例えば、-20～+60メッシュのサイズ別グループを選別するように構成され得る。第2の磁気ドラム選別機70の磁場の強度は、-20～+60メッシュのサイズの粒子を、指定された最小鉄含量を有する磁性部分と、指定された最小鉄含量未満の鉄含量を有する非磁性部分とに効率的に選別するために予め決定され得る。図3の第2の例示的なシステム160に示すように、第3の磁気選別機72は、第3のサイズ別グループを磁性部分と非磁性部分とに選別するために使用され得る。

【0016】

本明細書において使用される場合、「磁性部分」は、磁気選別機の磁場によって引き付けられる、および/または影響を及ぼされるのに十分な鉄含量および/または磁化率を有するがゆえに、第1の部分に進路を変えられ、および/または第1の部分において収集される粒子の部分を含み、「非磁性部分」は、磁気選別機の磁場によって影響を及ぼされるのに十分な鉄含量および/または磁化率に満たないがゆえに、選別機の磁場によって影響を及ぼされない、および/または最小限の影響を受ける軌道を維持し、従って、第2の部分において収集される粒子の部分を含む。「磁性部分」および「非磁性部分」という用語は、粒子が処理される磁気選別機の特定の設定または構成に相対的である、ということが理解されよう。例えば、第1の磁気ドラム選別機68は、合計27重量%の鉄の最小鉄含量を有する粒子を選別するように構成され得る。この例においては、磁気ドラム選別機68によって選別される磁性部分は、27%の最小鉄含量を有する粒子を含み、非磁性部分は、弱い磁性および/または実質的に非鉄の粒子を含み得る、27%未満の鉄含量を有する粒子を含む。別の磁気ドラム選別機、例えば、磁気ドラム選別機70は、合計88重量%の鉄の最小鉄含量を有する粒子を選別するように構成され得る。この例においては、磁気ドラム選別機70によって選別される磁性部分は、強い磁性の粒子を実質的に含み得る88%の最小鉄含量を有する粒子を含み、非磁性部分は、やや磁性の、および/または弱い磁性の粒子を含み得る、88%未満の鉄含量を有する粒子を含む。

【0017】

図2および図3を再び参照すると、+20メッシュの粒子の第1のサイズ別グループは、非磁性部分がW重量%未満の合計鉄含量によって特徴づけられるように、ドラム選別機68を使用して磁性部分と非磁性部分とに磁氣的に選別され、W%の合計鉄含量の材料は一般に、低鉄材料とみなされる。一例においては、低鉄材料は、27%未満の合計鉄含量を有することによって特徴づけられ、ドラム選別機68は、27%未満の合計鉄含量を有する粒子を非磁性部分に選別するように構成される。非磁性部分は、本明細書において低鉄微粉および/または最終低鉄生産物とも呼ばれる、低い鉄含量を有する最終生産物30として収集される。最終低鉄生産物30は一般に、30重量%未満の合計鉄含量の鉄含量を有し得るか、または、低鉄生産物がセメント産業のような低い鉄分含量を要求する用途での使用もしくはクリンカー製造に適するほど十分に低い鉄含量のものであるか、または、生産物が鉄または鋼鉄の精錬作業におけるチャージとしての使用に適さないほど十分に

低い鉄含量のものであり得る。ドラム選別機 68 から排出された磁性部分は、サイズ減少ステップ 20 におけるさらなるサイズ減少のために収集される。この磁性部分は、W 重量 % を超える合計鉄含量によって特徴づけられ、一例においては、W % は 27 % である。

【0018】

- 20 ~ + 60 メッシュの粒子の第 2 のサイズ別グループは、非磁性部分が W 重量 % 未満の合計鉄含量によって特徴づけられるように、ドラム選別機 70 を使用して磁性部分と非磁性部分とに磁氣的に選別され、W % の合計鉄含量の材料は一般に、低鉄材料とみなされる。一例においては、ドラム選別機 70 は、27 % 未満の合計鉄含量を有する粒子を非磁性部分に選別するように構成される。非磁性部分は、先に説明したように、最終低鉄生産物 30 として収集される。ドラム選別機 70 から排出された磁性部分は、サイズ減少ステップ 20 におけるさらなるサイズ減少のために収集される。この磁性部分は、W 重量 % を超える合計鉄含量によって特徴づけられることができ、一例においては、W % は 27 % である。

【0019】

図 2 に示す第 1 の例示的な処理 60 において、- 60 メッシュの粒子の第 3 のサイズ別グループが、最終低鉄生産物 30 として収集される。図 3 に示す第 2 の例示的な処理 160 においては、- 60 メッシュの粒子の第 3 のサイズ別グループは、非磁性部分が W 重量 % 未満の合計鉄含量によって特徴づけられるように、ドラム選別機 72 を使用して磁性部分と非磁性部分とに磁氣的に選別され、W % の合計鉄含量の材料は一般に、低鉄材料とみなされる。一例においては、ドラム選別機 72 は、27 % 未満の合計鉄含量を有する粒子を非磁性部分に選別するように構成される。非磁性部分は、先に説明したように、最終低鉄生産物 30 として収集される。システム 160 の一構成において、ドラム選別機 72 から排出された磁性部分は、図 3 に示すドラム選別機 84 などの別のドラム選別機を使用したさらなる磁気選別のために収集される。この磁性部分は、W 重量 % を超える合計鉄含量によって特徴づけられることができ、一例においては、W % は 27 % である。システム 160 の別の構成では、ドラム選別機 72 から排出された磁性部分は、サイズ減少ステップ 20 におけるさらなるサイズ減少のために収集される。

【0020】

サイズ分級ステップ 16 および磁気選別ステップ 18 はまとめて、第 1 の分級 / 選別フェーズまたは方法 10 の第 1 のフェーズと呼ばれることができ、第 1 のフェーズは、ステップ 16 で、受入材料を複数のサイズ別グループにサイズ分級することと、続いてステップ 18 で、複数のサイズ別グループの各々を磁性部分と非磁性部分とに磁氣的に選別することとからなり、それらの用語は、本明細書において説明されたとおりである。

【0021】

他のタイプの永久磁石選別機が、磁気選別ステップ 18 を実施するために第 1 のフェーズにおいて使用され得る。例えば、永久磁石選別機の 1 つまたは複数が、ベルトタイプの選別機であり得る。一例においては、磁気選別機 68、70、72 のうちの少なくとも 1 つは、材料例えば供給原料がコンベヤベルトの終端を出て行くときに供給原料に磁力を及ぼすことによって、それらがコンベヤベルトの終端から落下するときに供給原料中の磁性粒子が磁性部分に選別され得るようにこれらの軌道に影響を及ぼす磁場を与える磁気アレイを含む磁気コンベヤベルト選別機である。一例においては、磁気選別機 68、70、72 のうちの少なくとも 1 つは、クロスベルト磁気選別機として構成されることができ、供給原料または受入材料は、供給コンベヤとも呼ばれる第 1 のコンベヤで供給され、供給コンベヤは、磁気アレイをハウジングする磁気コンベヤである第 2 のコンベヤに対し垂直かつ特定の距離のところにある。磁気アレイによって与えられる磁場により引き付けられるのに十分な磁化率および / または鉄含量の、供給コンベヤ表面 (選別表面) 上の磁性粒子は、磁気ベルトに引き付けられて保持され、磁気ベルトから磁性部分として収集される。

【0022】

ステップ 20 で、ステップ 18 で選別および収集された磁性部分が、磁性部分中のスラグ材料から鉄粒子または鉄に富む粒子を遊離させ得る粉碎システムまたは粉碎装置 74 を

10

20

30

40

50



使用して、サイズを減少させられ、および／または、粉碎される。鉄は、磁性部分中の鉄粒子に付着したまたは鉄粒子を取り囲み得るスラグ材料よりも可鍛性があるので、粉碎装置 74 を使用した磁性部分の粉碎または摩砕は、より可鍛性のある鉄含有粒子からの砕けやすいスラグ部分の破碎および選別を引き起こし、鉄含有粒子を遊離させる。システム 60、160 において、+60 メッシュの粒子サイズを有する磁性部分、例えば、磁気ドラム選別機 68、70 から収集された磁性部分は、より微細なサイズへの粉碎および／または減少のために粉碎装置 74 に供給される。システム 160 のオプションの構成において、磁気ドラム選別機 68、70、72 の各々から収集された磁性部分は、粉碎装置 74 に供給される。粉碎装置 74 は、ボールミルとして構成され、ボールミルは、磁性部分の粒子をより微細なサイズに粉碎または摩砕するための鋼鉄のボールをチャージされ得る。粉碎装置 74 は、粒子を粉碎または摩砕して、粒子からのスラグなどの非磁性材料を破碎または選別することにより、増大した鉄含量を有するより微細な粒子を産出し得る。ペブルミル、半自生摩砕ミル、ロッドミル、ハンマーミル、ローラーミル等を含む、粉碎装置 74 の他の構成が、スラグまたは材料の非磁性部分から鉄を遊離させるために使用され得る。粉碎済みの材料は、粉碎装置 74 から排出され、分級ステップ 22 に供給される。

#### 【0023】

微粉、例えば、粉碎装置 74 から排出された粉碎済みの材料に含まれる微細な生産物、を選別するために、ステップ 22 で分級システムまたは装置 76 が使用され得る。分級システムは、サイクロン 78 と流体連通するエアツェア分級機 76 として構成され得る。粉碎された生産物が空気分級機 76 によって分級されると、微細な生産物は、エアツェア分級機 76 からサイクロン 78 に排出され、サイクロン 78 の底部から排出されて、最終低鉄生産物 30 として収集される。サイクロン 78 に排出されない粗い生産物は、収集され、第 2 のフェーズのサイズ分級ステップ 24 に供給される。

#### 【0024】

ステップ 24 で、粗く粉碎された材料は、サイズ分級ステップ 24 によって生成される各々のサイズ別グループが、指定されたサイズ範囲内の粒子で構成されるように、サイズ分級処理を使用して複数のサイズ別グループに選別される。サイズ分級ステップ 24 は、第 2 のフェーズの分級ステップとも呼ばれることができ、スクリーニングシステム 82、182 (図 2 および図 3 を参照) を使用して実施され、スクリーニングシステム 82、182 は、粗く粉碎された材料を複数のサイズ別グループに選別するように構成され得る。例えば、スクリーニングシステム 82、182 は、ダブルデッキ振動スクリーンを含み得、例えば、スクリーニングシステム 82、182 は、第 1 のサイズ別グループにおける粒子を保持し、第 1 のスクリーンよりも小さい粒子を第 2 のスクリーンへと通過させる第 1 のスクリーンに、空気分級機 76 からの受入材料が供給されるように配列された、第 1 および第 2 のスクリーンを含み得る。第 2 のスクリーンは、第 2 のサイズ別グループにおける粒子を保持し、第 2 のスクリーンよりも小さい粒子を第 3 のサイズ別グループとして収集されるように通過させる。異なるサイズ別グループの各々は、本明細書において説明されるさらなる処理のために、磁気選別ステップ 26 へと別個に供給され得る。

#### 【0025】

非限定的な例として、第 1 のデッキとも呼ばれるダブルデッキスクリーニングシステム 82、182 の第 1 のスクリーンは、20 メッシュスクリーンであり、第 1 のスクリーンは、原材料から +20 メッシュよりも大きい粒子を実質的に含有する第 1 のサイズ別グループをふるいにかけて除き、例えば、スクリーニングまたは選別して除き、残余部とも呼ばれる残りの原材料を第 2 のスクリーンへと通過させるようになっている。図 2 に示す例示的なシステム 60 において、第 2 のデッキスクリーンは、40 メッシュスクリーンであり、-20 メッシュ ~ +40 メッシュに及ぶ粒子を実質的に含有する第 2 のサイズ別グループが、第 2 のスクリーンを使用してふるいにかけて除かれ、残りの原材料が、第 2 のスクリーンを通過して、第 3 のサイズ別グループとして収集されるようになっている。第 3 のサイズ別グループは、-40 メッシュのサイズの粒子を含む。図 3 に示す例示的なシステム 160 においては、第 2 のデッキスクリーンは、60 メッシュスクリーンであり

、 - 20メッシュ ~ + 60メッシュに及ぶ粒子を実質的に含有する第2のサイズ別グループが、第2のスクリーンを使用してふるいにかけられて除かれ、残りの原材料が、第2のスクリーンを通過して、第3のサイズ別グループとして収集されるようになっている。第3のサイズ別グループは、 - 60メッシュのサイズの粒子を含む。

【0026】

ステップ26で、サイズ別グループの各々は、磁気選別処理を使用してさらに選別され得る。磁気選別ステップ26は、複数の磁気選別装置80、84、86を使用して、図2および図3に示すように実施されることができ、複数の磁気選別装置80、84、86のうちの1つ以上は、所定の鉄含量および/または磁化率の2つの部分への受入材料の選別を最適化するために選別機の選別表面での磁場の強度が変えられ得るような、調節可能な磁気選別機として構成されることができる。調節可能な選別機80、84、86のうちの1つ以上は、調節可能な磁気ドラム選別機として構成されることができ、永久磁石または永久磁石のセットを含むことができ、永久磁石または永久磁石のセットは、ドラム選別機のドラムの中にハウジングされた磁気アレイとして配列され、磁気アレイの位置がドラム表面の場所に対し調節可能であることにより、ドラム表面での、例えば選別表面での、磁場の強度を変化させるように構成され得る。一例では、選別表面に対する磁気アレイの位置が機械的なメカニズムを使用して調節され得る。他の例では、磁気アレイに対する選別表面の場所が変更され得、それは、磁性粒子の選別が行われるドラム表面から放射状に外側へ二番目の表面を与えるようにドラムにスリーブを付けることによって実施され得る。他の例では、選別表面での磁場の強度を変更することによって、磁性部分において収集される粒子の指定された鉄含量を変更するために、磁気アレイの位置と選別表面の場所とが各々、もう一方に対し変更され得る。調節可能な磁気選別機80、84、86は、磁気選別機80、84、86の各々の永久磁石エレメントの強度が異なり得るようになり、かつ、磁気選別機80、84、86の各々の選別表面で測定される磁場の調節可能な強度範囲が異なり得るようになり構成され得る。

【0027】

図2および図3を再び参照すると、+20メッシュの粒子の第1のサイズ別グループは、磁性部分が少なくともX%の高い鉄含量によって特徴づけられるように、調節可能な磁気選別機80を使用して、少なくともX%の所定の鉄含量を有する磁性部分とX%未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに磁氣的に選別される。一例においては、第1のサイズ別グループは、少なくとも85重量%の合計鉄含量の磁性部分を与えるように選別されることができ、例えば、所定の値Xは、85である。他の例では、調節可能な磁気選別機80は、少なくとも88重量%の合計鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成され得る。磁性部分は、本明細書において最終高鉄生産物または主要な生産物とも呼ばれる、少なくともX%の高い鉄含量を有する最終生産物50として収集される。調節可能な選別機80から排出された最終高鉄生産物50は、図2の50Aに示すように、+20メッシュの粒子サイズを有するサイズ分級された高鉄生産物として、他の高鉄生産物とは別個に、収集および/または貯蔵され得る。調節可能な選別機80から排出された非磁性部分は、サイズ減少ステップ20におけるさらなるサイズ減少のために収集される。この非磁性部分は、X重量%未満の合計鉄含量によって特徴づけられ、さらなる粒子サイズの減少のために、および/または、粒子からの非鉄スラグ材料の除去によって粒子の鉄含量を増大させるために、ボールグラインダ74に戻される。

【0028】

図2の例示的なシステム60において、-20 ~ +40メッシュの粒子の第2のサイズ別グループは、磁性部分が少なくともX%の高い鉄含量によって特徴づけられるように、調節可能な磁気選別機86を使用して、少なくともX%の所定の鉄含量を有する磁性部分とX%未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに磁氣的に選別される。一例においては、第2のサイズ別グループは、少なくとも85重量%の合計鉄含量の磁性部分を与えるように選別され、例えば、所定の値Xは、85である。他の例では、調節可能な磁気選別機86は、少なくとも88重量%の合計鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成され

る。磁性部分は、少なくともX%の鉄含量を有する最終高鉄生産物50として収集される。調節可能な選別機86から排出された最終高鉄生産物50は、図2の50Bに示すように、-20~+40メッシュの粒子サイズを有するサイズ分級された高鉄生産物として、他の高鉄生産物とは別個に、収集および/または貯蔵され得る。調節可能な選別機86から排出された非磁性部分は、サイズ減少ステップ20におけるさらなるサイズ減少のために収集される。この非磁性部分は、X重量%未満の合計鉄含量によって特徴づけられることができ、さらなる粒子サイズの減少のために、および/または、粒子からの非鉄スラグ材料の除去によって粒子の鉄含量を増大させるために、ボールグラインダ74に戻される。

#### 【0029】

図3の例示的なシステム160において、-20~+60メッシュの粒子の第2のサイズ別グループは、磁性部分が少なくともX%の高い鉄含量によって特徴づけられるように、調節可能な磁気選別機86を使用して、少なくともX%の所定の鉄含量を有する磁性部分とX%未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに磁気的に選別される。一例においては、第2のサイズ別グループは、少なくとも85重量%の合計鉄含量の磁性部分を得るように選別されることができ、例えば、所定の値Xは、85である。他の例では、調節可能な磁気選別機86は、少なくとも88重量%の合計鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成され得る。磁性部分は、少なくともX%の鉄含量を有する最終高鉄生産物50として収集される。調節可能な選別機86から排出された最終高鉄生産物50は、図3の50Cに示すように、-20~+60メッシュの粒子サイズを有するサイズ分級された高鉄生産物として、他の高鉄生産物とは別個に、収集および/または貯蔵され得る。

#### 【0030】

図3のシステム160をさらに参照すると、磁気選別機86から排出された非磁性部分は、ステップ28での1つ以上の作業におけるさらなる磁気選別のために収集される。図3を参照すると、ステップ28は、磁気選別機88を使用した第1の磁気選別と、磁気選別機90を使用した、選別機88から排出された非磁性材料の第2の磁気選別とを含み得る。例として、選別機88は、調節可能な磁気ドラム選別機として構成されることができ、選別機90は、固定永久磁石ドラム選別機として構成され得る。調節可能な選別機86から排出された非磁性部分は、調節可能な磁気ドラム選別機88に供給されることができ、選別機88は、磁性部分が少なくともY%の中間の鉄含量によって特徴づけられるように、受入材料を少なくともY%の所定の鉄含量を有する磁性部分とY%未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに磁気的に選別するように構成される。一例においては、磁性部分は、少なくとも55重量%の合計鉄含量であり、例えば、所定の値Yは、55である。他の例においては、調節可能な選別機88は、少なくとも60重量%の合計鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成され得る。他の例においては、調節可能な選別機88は、所定の特定の重量に対応する少なくともY%の鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成されることができ、磁性部分は、釣り合いおもりまたは充填材料用途といった、所定の特定の重量を有する材料を要求する用途での使用のために収集される。磁性部分は、少なくともY%の中間の鉄含量を有する最終生産物40（本明細書において最終中鉄生産物または副生産物とも呼ばれる）として収集される。

#### 【0031】

本明細書における最終高鉄生産物50および最終中鉄生産物40は、鉄に富む生産物または鉄に富む最終生産物とまとめて呼ばれ得る。鉄に富む最終生産物は、例えば、溶鉱炉、焼結工場、電気アーク炉、鑄造所、または鉄合金生産処理といった、鉄または鋼鉄の精錬または処理作業におけるチャージとして適している。鉄に富む最終生産物の消費者は、従来の銑鉄およびスクラップの消費者を含み得る。

#### 【0032】

システム160をさらに参照すると、選別機88から排出された非磁性部分は、磁気ドラム選別機90に供給され、少なくともZ%の所定の鉄含量を有する磁性部分とZ%未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに磁気的に選別される。一例においては、磁性部分

は、少なくとも合計 20 重量%の鉄の鉄含量によって特徴づけられ、例えば、所定の値 Z は、20 である。選別機 90 から排出された磁性部分は、さらなる粒子サイズの減少のために、および/または、粒子からの非鉄スラグ材料の除去によって粒子の鉄含量を増大させるために、ボールグラインダ 74 に戻される。非磁性部分は、先に説明したように、最終低鉄生産物 30 として収集される。最終低鉄生産物 30 は、例えば、爆破媒体、工業用吸収剤、酸性鉱山廃水中和剤、酸性鉱山の土地回復、路面トラクション媒体、塩添加物といった 1 つ以上の専門用途での使用に適し得る。最終低鉄生産物 30 の他の用途は、セメントおよびホットミックサスファルトの構成材料を含み、石灰の代用品、鉄添加剤またはスキッド抵抗添加剤、農業用石灰の代用品として、または埋め立て式ごみ処理地においてグラウンドカバー材料または路面材料として使用し得る。

10

#### 【0033】

図 2 および図 3 のシステム 60、160 を再び参照すると、スクリーニングステップ 24 からの第 3 のサイズ別グループの粒子は、磁性部分および非磁性部分への磁気選別のために、調節可能な磁気選別機 84 に供給される。固定磁気選別機 72 から排出された磁性部分は、スクリーニングステップ 24 からの第 3 のサイズ別グループとともに、または、それ独自のサイズ別グループとして別個に、調節可能な磁気ドラム選別機 84 へと供給され得る。調節可能な選別機 84 は、磁性部分が少なくとも Y % の中間の鉄含量によって特徴づけられるように、受入材料が少なくとも Y % の所定の鉄含量を有する磁性部分と Y % 未満の所定の鉄含量を有する非磁性部分とに選別されるように構成される。一例においては、磁性部分は、少なくとも 55 重量%の合計鉄含量であり、例えば、所定の値 Y は、55 である。他の例において、調節可能なドラム選別機 84 は、少なくとも 60 重量%の合計鉄含量を有する磁性部分を選別するように構成され得る。磁性部分は、少なくとも Y % の中間の鉄含量を有する最終中鉄生産物 40 として収集される。最終中鉄生産物 40 は、例えば、釣り合いおもり材料または石炭加工産業での用途といった、1 つ以上の専門用途での使用に適し得る。選別機 84 から排出された非磁性部分は、最終低鉄生産物 30 として収集される。

20

#### 【0034】

サイズ分級ステップ 24 および磁気選別ステップ 26、28 はまとめて、第 2 の分級/選別フェーズまたは方法 10 の第 2 のフェーズと呼ばれることができ、第 2 のフェーズは、ステップ 24 で、受入材料を複数のサイズ別グループにサイズ分級することと、続いてステップ 26、28 で、複数のサイズ別グループの各々を磁性部分と非磁性部分とに磁気的に選別することとからなり、これらの用語は、本明細書において説明した通りである。

30

#### 【0035】

他のタイプの調節可能な磁気選別機が、磁気選別ステップ 26 を実施するために第 2 のフェーズにおいて使用され得る。例えば、調節可能な磁気選別機の 1 つ以上は、ベルトタイプの選別機であり得る。一例においては、磁気選別機 80、84、86、88 の少なくとも 1 つは、材料、例えば供給原料がコンベヤベルトの終端を出て行くときに供給原料に磁力を及ぼすことによって、それらがコンベヤベルトの終端から落下するときに、供給原料中の磁性粒子が磁性部分に選別され得るように、これらの軌道に影響を及ぼす磁場を与える調節可能な磁気アレイを含む磁気コンベヤ選別機である。磁気アレイの位置は、選別点での磁力の強度が変えられ得るように、コンベヤベルトの終端面に対し調節可能であり得る。一例においては、調節可能な磁気選別機 80、84、86、88 のうちの少なくとも 1 つは、調節可能なクロスベルト磁気選別として構成されることができ、供給原料または受入材料は、供給コンベヤとも呼ばれる第 1 のコンベヤで供給され、供給コンベヤは、磁気アレイをハウジングする磁気コンベヤとして構成された第 2 のコンベヤに対し垂直かつ特定の距離のところにある。磁気アレイによって与えられる磁場により引き付けられるのに十分な磁化率および/または鉄含量の供給コンベヤ表面(選別表面)上の磁性粒子は、磁気ベルトに引き付けられ、かつ保持され、磁気ベルトから磁性部分として収集される。供給コンベヤの表面からの磁気アレイの位置は、磁気ベルトに引き付けられ、および/または保持され、磁性部分として選別される粒子の最小鉄含量を変更するために、磁気ア

40

50

レイによって提供される磁場の強度が選別表面で測定されたときに異なるように調節可能である。

【 0 0 3 6 】

選別表面で測定される磁場の強度は、磁気アレイの磁気強度と、磁気アレイと選別表面、例えば、ドラムまたはベルトの表面との間の距離とに依存する。選別表面で測定される磁場の強度は、磁気アレイが選別表面から遠くへ後退または遠ざかると低下し、例えば、弱まる。選別表面で測定される相対的により低い強度の磁場は、相対的により高い鉄含量を有し得る粒子を含む高い磁化率を有する粒子を引き付けるために使用され得る。選別表面での磁場の強度は、磁気アレイが選別表面へ接近または近くに移動すると、増大し、例えば、強まる。相対的により高い強度の磁場は、相対的に中程度の、例えば、中間のまたは比較的低い鉄含量を有し得る粒子を含む比較的低い磁化率を有する粒子を引き付けるために使用され得る。磁気アレイと選別表面との間の距離を調節することにより、磁気選別機は、受入材料から所定の鉄含量を有する磁性粒子を選別するように調節され得る。従って、調節可能な磁気選別機は、異なる構成の選別機 80、84、86、および 88 を提供するように調節および / または構成されることができ、システム 60 の選別機 68、70、72、および 90 のうちの 1 つ以上として構成可能であり得るので、例えば、調節可能な磁気選別機をシステム 60 における選別機のいずれか 1 つとして構成することにより、システムアップタイムを維持するために必要なバックアップ機器の量を最小化できること  
10  
20  
によって、システム 60 に著しいフレキシビリティを与える。例えば、選別機 86 における磁気アレイの位置は、高い鉄含量の材料を選別するのに適した第 1 の位置から、選別表面での磁場の強度が増大する第 2 の位置へと変えられることができるので、選別機 86 は、選別機 88 がメンテナンス等により利用不可能になった場合に、中間の鉄含量を有する磁性部分を選別するために選別機 88 と置き換えられることができる。

【 0 0 3 7 】

本明細書において説明されたシステムおよび方法の他の構成が可能であり、本明細書中で提示する例は、限定することを意図するものではない。本明細書において説明した原材料の処理方法およびシステムは、例えば、鉄含量またはそうでなければ鉄鉱、ドロス、尾鉱等を含み得る、磁性金属含量を有する、他の形態の原材料または骨材材料に適用され得る。+ 20 メッシュ、- 20 ~ + 40 メッシュ、- 20 ~ + 60 メッシュ、および - 60  
30  
メッシュの例示的なサイズ別グループは、限定することを意図するものではない。サイズ別グループの数およびサイズ別グループの各々の粒子サイズ範囲は、磁気選別の効率を最適化するために、受入材料の粒子サイズ分布に基づいて変化し得る。例えば、第 1 の分級 / 選別フェーズにおいて、受入材料は、さらなる粉碎のために著しく過大な材料を除去するための原材料の第 1 のスクリーニングを含み得るサイズ分級ステップ 16 で、4 つのサイズ別グループに選別されることができ、第 1 のスクリーニングは、例えば、原材料を、第 4 のサイズ別グループにおける過大な材料を保持するのに十分なサイズの格子装置またはスクリーニング装置を通して通過させることにより、実施され得る。受入材料が、より大きな粒子の欠如によって、または、狭い粒子サイズ分布によって特徴づけられ得るので、磁気選別の前の 2 つのサイズ別グループへの分級は、効率的で有効な磁気選別ステップを提供するのに十分であり得る。第 2 の分級 / 選別フェーズにおいて、受入材料は、  
40  
離散範囲の鉄含量および / または粒子サイズを有する副生産物への選別を容易にするために、2 つ、3 つ、4 つ、または 5 つ以上のグループに選別され得る。

【 0 0 3 8 】

例えば、磁気コンベヤを含むベルトタイプの磁気選別機を含む、乾燥磁気ドラム選別機以外のタイプの磁気選別が使用されることができ、クロスコンベヤ選別機がドラムタイプ磁気選別機と置き換えられることができ、調節可能な選別機が固定磁気選別機と置き換えられることができる。固定磁気選別機は、複数の調節可能な磁気選別機と置き換えられることができる。例えば、空気分級を含む、スクリーニング以外のサイズ分級処理が使用され得る。ロッドミル、ペブルミル、半自生摩砕ミル、ハンマーミル、ローラーミル、ロッドミル、等といった他のタイプの粉碎および / または摩砕装置が、ステップ 20 において  
50

、スラグから鉄を遊離させ、および／または、粒子のサイズを減少させるために、使用され得る。方法は、複数のサイズ別グループへの受入原材料のスクリーニング作業および／または選別の有効性を増大させるために、第１のフェーズのサイズ分級ステップ１６の前に受入原材料を粉砕するといった追加のステップを含み得る。１つの作業から生み出された材料は、直接および／または連続的に次の作業に供給され得るか、または、作業後に収集および貯蔵され、次いで貯蔵庫から取り出されて次の作業に供給され得る。材料は、作業間に収集コンテナに貯蔵され得るか、または、作業間に遠隔に貯蔵され得る。システム６０、１６０は、図示されていないが、１つの作業ステップから別の作業ステップへまたは１つの装置から別の装置へと材料を輸送するのに必要であると理解される、材料の搬送および貯蔵機器を含み得る。材料の搬送および貯蔵機器は、例えば、オープンゲートダン

10

# 【 ０ ０ ３ ９ 】

本発明を実施するための最良の実施形態を詳細に説明したが、本発明が関連する技術分野の当業者であれば、添付の請求項の範囲を逸脱することなく本発明を実現するのに種々の代替的な設計や実施形態があり得ることを理解されよう。

【 図 １ 】

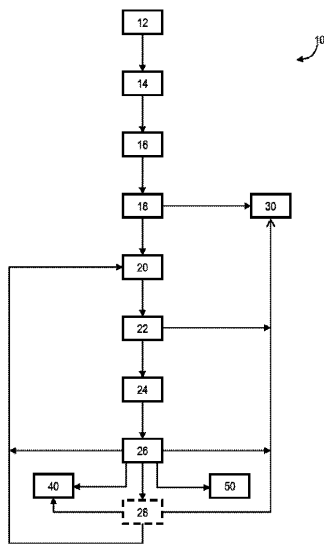


FIG. 1

【 図 ２ 】

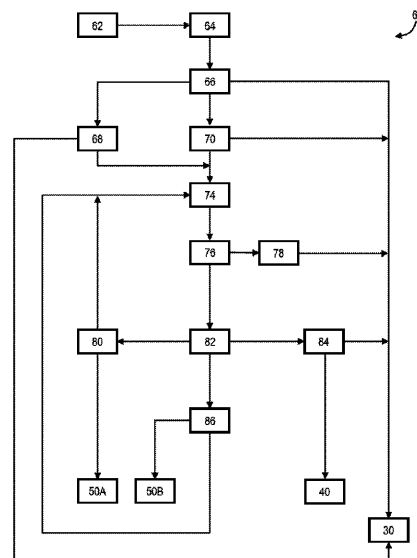


FIG. 2

**FIG. 3**

---

フロントページの続き

- (72)発明者 マッサラント キース ピー  
アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 6 6 - 7 7 9 9 ニューポート、 ストロング・ロード 7  
6 7 6
- (72)発明者 マッサラント ローレンス アイ  
アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 1 6 6 ニューポート、 ポート・サンライト・ロード 8 4  
7 5

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開昭54 - 002204 (JP, A)  
特開昭61 - 099638 (JP, A)  
特開昭62 - 294140 (JP, A)  
特開2011 - 104583 (JP, A)  
国際公開第2006 / 041281 (WO, A2)  
特開昭52 - 031916 (JP, A)  
特開昭52 - 021207 (JP, A)  
特開昭55 - 100939 (JP, A)  
特開昭54 - 157380 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C22B 1 / 00 - 61 / 00 ,  
C21C 5 / 28 ,  
B09B 3 / 00