

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7621688号
(P7621688)

(45)発行日 令和7年1月27日(2025.1.27)

(24)登録日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00	B
H 0 2 J	7/34 (2006.01)	H 0 2 J	7/00	3 0 2 B
H 0 2 P	27/06 (2006.01)	H 0 2 J	7/34	A
B 0 2 C	1/02 (2006.01)	H 0 2 P	27/06	
B 0 2 C	1/04 (2006.01)	B 0 2 C	1/02	B

請求項の数 13 (全30頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-556224(P2023-556224)
 (86)(22)出願日 令和4年9月28日(2022.9.28)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2022/036191
 (87)国際公開番号 WO2023/074238
 (87)国際公開日 令和5年5月4日(2023.5.4)
 審査請求日 令和5年12月27日(2023.12.27)
 (31)優先権主張番号 特願2021-175560(P2021-175560)
 (32)優先日 令和3年10月27日(2021.10.27)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)
 (31)優先権主張番号 特願2022-31212(P2022-31212)
 (32)優先日 令和4年3月1日(2022.3.1)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 000150291
 株式会社中山ホールディングス
 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2 2 4 6 番
 地の1
 (74)代理人 100099634
 弁理士 平井 安雄
 (72)発明者 中山 弘志
 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2 2 4 6 番
 地の1 株式会社中山ホールディングス内
 瀨崎 忠
 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2 2 4 6 番
 地の1 株式会社中山ホールディングス内
 東島 光男
 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2 2 4 6 番
 地の1 株式会社中山ホールディングス内
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

建設機器を駆動する駆動部と、
 当該駆動部に接続され、当該駆動部に供給される電力の変換を行うインバータと、
 前記駆動部を駆動するための電力を交流電源から受け取って直流電力に変換するコンバータと、
 前記駆動部の駆動状態に応じて前記コンバータで変換された直流電力を充電し、又は前記駆動部の駆動状態に応じて当該駆動部に電力供給する二次電池と、
 前記二次電池の状態及び前記交流電源の出力容量に基づいて、前記コンバータの変換電圧を設定するPLCとを備え、
 前記二次電池がリチウムイオン電池であり、前記PLCは、前記リチウムイオン電池が電圧変動しにくい範囲の電圧値に前記コンバータの変換電圧を設定することを特徴とする制御システム。

【請求項2】

建設機器を駆動する駆動部と、
 当該駆動部に接続され、当該駆動部に供給される電力の変換を行うインバータと、
 前記駆動部を駆動するための電力を交流電源から受け取って直流電力に変換するコンバータと、
 前記駆動部の駆動状態に応じて前記コンバータで変換された直流電力を充電し、又は前記駆動部の駆動状態に応じて当該駆動部に電力供給する二次電池と、

前記二次電池の状態及び前記交流電源の出力容量に基づいて、前記コンバータの変換電圧を設定するPLCとを備え、

前記PLCは、前記交流電源の出力容量に基づいて、前記コンバータの変換電圧の上限値を演算して設定することを特徴とする制御システム。

【請求項3】

請求項2に記載の制御システムにおいて、前記駆動部の消費電力が前記コンバータの変換電圧の上限値を超える場合に、前記二次電池から前記駆動部に電力が供給される制御システム。

【請求項4】

請求項1又は2に記載の制御システムにおいて、前記PLCが、前記駆動部が無負荷状態である場合に前記二次電池のモジュール間のバランス制御を行う制御システム。

10

【請求項5】

請求項1又は2に記載の制御システムにおいて、前記建設機器への急激な負荷変動に応じて当該建設機器の駆動部を駆動させるIPMモータを備え、前記二次電池は、前記インバータに直流母線で接続し、前記駆動部に電力を供給するための給電領域と前記駆動部からの急激な負荷変動による回生エネルギーを吸収して前記インバータを保護する保護充電領域とを有することを特徴とする制御システム。

【請求項6】

請求項5に記載の制御システムにおいて、前記二次電池の前記給電領域と前記保護充電領域とを前記直流母線の電圧値で調整する電圧調整手段を備える制御システム。

20

【請求項7】

請求項5に記載の制御システムにおいて、前記インバータが前記IPMモータを制御するための周波数及び/又は電圧値の設定が上限値に調整されている制御システム。

【請求項8】

請求項5に記載の制御システムにおいて、前記IPMモータが駆動する駆動部がクラッシャーのフライホイールであり、当該フライホイールの動作に合わせて駆動する破砕歯に掛かる負荷変動の回生エネルギーが前記二次電池に吸収される制御システム。

30

【請求項9】

請求項1又は2に記載の制御システムにおいて、前記建設機器が、本体フレームに固定される不動歯と、当該不動歯に対向して配置される動歯と、当該動歯を取り付けられて少なくとも揺動可能に本体フレームに配設されるスイングジョーとを備え、不動歯に対して動歯をスイングジョーと共に動かして、不動歯と動歯との間に入れた破砕対象物を破砕する、ジョークラッシャーである破砕装置を含み、当該破砕装置が、

前記スイングジョーの本体フレームに対する可動範囲の位置決めを行って、前記不動歯と動歯の間隔を調整可能とする調整部と、

40

破砕時における動歯に対する負荷の変動に対応して、少なくとも前記調整部を制御する制御部とを備え、

破砕可能な破砕対象物又は破砕不能な異物によって、動歯に対し負荷が増大すると、前記制御部が、少なくとも前記調整部で不動歯と動歯との間隔を広げるようにし、負荷の増大の原因となった破砕対象物の破砕後、又は、異物の不動歯と動歯間からの排出後、調整部を元の状態に復帰させることを特徴とする制御システム。

【請求項10】

前記請求項9に記載の制御システムにおいて、前記スイングジョー及び動歯を動かす電動機と、

50

当該電動機と別途にスイングジョーを動かせる流体圧モータとを備え、
前記制御部が、破碎不能な異物によって、動歯に対し負荷が増大すると、前記調整部で不動歯と動歯との間隔を広げるより前に、電動機による駆動を停止させると共に、流体圧モータを正逆回転駆動させて前記スイングジョーを動かし、不動歯と動歯との間隔を繰り返して変化させ、負荷上昇の原因となった異物が不動歯と動歯との間から排出されやすくすることを特徴とする制御システム。

【請求項 1 1】

前記請求項 9 に記載の制御システムにおいて、
前記調整部が、前記スイングジョーに対し前記不動歯のある側とは反対側となる所定箇所に配設される流体圧シリンダとされ、当該流体圧シリンダの一端と他端との間隔を変えて前記スイングジョーを位置決めし、前記不動歯と動歯の間隔を調整可能とされ、

10

前記制御部が、動歯に対し負荷が増大すると、前記調整部としての流体圧シリンダの一端と他端との間隔を縮小させて前記スイングジョーを動かし、不動歯と動歯との間隔を広げるようにし、負荷の増大の原因となった破碎対象物の破碎後、又は、異物の不動歯と動歯間からの排出後、流体圧シリンダを元の状態に復帰させることを特徴とする制御システム。

【請求項 1 2】

前記請求項 1 1 に記載の制御システムにおいて、
前記制御部が、
動歯に対し負荷が増大して、スイングジョーを通じて前記流体圧シリンダの一端と他端との間隔を縮小しようとする力が強まり、流体圧シリンダに通じる流体圧回路の流体圧が高くなると、流体圧シリンダの一端と他端との間隔の一時的な縮小を伴いつつ流体を制御して、動歯に対する負荷を抑制可能とする流体圧制御手段と、

20

前記電動機に流れる電流を検出し、検出した電流値が、不動歯と動歯との間に破碎不能な異物が入って動歯に対し過負荷となる状況に対応した、あらかじめ設定された所定の条件を満たす場合には、電動機の駆動を停止させる一方、検出した電流値が前記条件を満たさない場合には、電動機の駆動を継続させる電動機制御手段とを備え、
前記流体圧制御手段が、破碎可能な破碎対象物によって動歯に対し過渡的に負荷が増大すると、前記電動機制御手段で検出される電動機の電流値が前記条件を満たす状態に到らない程度に、流体圧シリンダに通じる流体圧回路の流体を制御して流体圧シリンダの一端と他端との間隔を一時的に縮小させることを特徴とする制御システム。

30

【請求項 1 3】

前記請求項 9 に記載の制御システムにおいて、
前記制御部の電動機制御手段が、動歯に対する負荷の上昇が生じた状態における電動機に流れる電流値であって、過負荷の状況に対応した前記条件を満たす場合の電流値より小さい所定の電流値を、第二の閾値としてあらかじめ設定し、
前記電動機制御手段が、電動機に流れる電流を検出し、検出した電流値が前記条件を満たさない場合で、且つ前記第二の閾値を超える場合には、電動機の駆動を継続させつつ、破碎装置に破碎対象物を供給するフィーダを停止させることを特徴とする制御システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、建設機器の駆動を効率的に運用する制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、コンクリートや石などを破碎するクラッシャにはジョークラッシャ、コーンクラッシャ、インパクトクラッシャなど用途に応じて様々な種類のクラッシャがあるが、いずれのクラッシャにおいてもモータを駆動させて破碎歯で原料を破碎する動作が行われる。また、クラッシャを用いた破碎システムは、原料となる鉱石、岩石、コンクリートなどを運搬するコンベア、クラッシャに原料を供給するフィーダ、破碎された石を篩い分けす

50

るスクリーンなどの機器で構成されており、これらの機器も駆動する際にモータが利用されている。すなわち、例えば上記に示すような破碎システムを含む建設機器全般においてはモータの駆動制御が極めて重要となる。

【 0 0 0 3 】

モータの種類にはいくつかあり、ACモータのうち固定子部分に永久磁石を使用したものとしてIPMモータが知られている。IPMモータは回転子に二次電流を流す必要がないため、回転子での損失を抑え省エネルギーで高効率であるという特徴を有する。また、発熱が少ないために放熱面積を小さくすることができ、モータ自体を小型化、軽量化することが可能となっている。一方で、固定子の位置に合わせた回転磁界を発生させる必要があるため、インバータによる厳密な制御が必要となる。

10

【 0 0 0 4 】

上記のような破碎システムに関連し、バッテリー電源と外部の交流電源とを用いたハイブリッドの破碎機に関する技術が特許文献1、2に開示されている。特許文献1に示す技術は、破碎対象物を破碎する場合に駆動する第1駆動部に電力を供給するための第1接続部と、第1駆動部に電力を供給する外部電源に接続するための第2接続部と、所定のタイミングで第1駆動部に電力を供給すると共に、外部電源からの電力を充電するバッテリー電源と、外部電源からの電力供給、並びにバッテリー電源からの電力供給、及びバッテリー電源への充電を制御するインバータ回路とを備えるものである。

【 0 0 0 5 】

特許文献2に示す技術は、自走式の破碎機は、作業場所を移動する場合に駆動する第1駆動部に電力を供給するための第1接続部と、少なくとも前記第1駆動部に電力を供給するバッテリー電源とを備え、建設機械の排気ガス規制がされている領域を通過して作業場所を移動する場合に、前記第1駆動部を前記バッテリー電源からの電力のみで駆動するように制御するものである。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 文献 】特開2021-090262号公報

【 文献 】特開2021-090261号公報

【 発明の概要 】

30

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

特許文献1、2に示す技術は、いずれもバッテリー電源からの電力供給によりクラッシャを動作せることを可能としているが、クラッシャが破碎対象物を破碎する場合は破碎対象物の硬さや量により負荷変動が激しく、その影響でバッテリー電源の駆動が不安定となり(負荷変動に引っ張られてバッテリー電圧の変動が激しくなり)、バッテリー電源の劣化を促進してしまうという問題がある。特に、クラッシャを動作させる場合には、破碎部以外にもコンベアや振動モータなど様々な駆動部が同時に動作するため、負荷変動がより大きくなり、上記のような問題が生じやすくなっている。

【 0 0 0 8 】

40

また、特許文献1、2に示す技術は、外部電源からバッテリー電源に充電を行う機能を有しているが、外部電源を発電機や商用電源など容量が異なるものを使用する場合には、それぞれの容量に応じた充電器を容易する必要があるため、設備が複雑で高コストになってしまうという課題を有する。

【 0 0 0 9 】

さらに、特許文献1、2に示す技術においてIPMモータを適用することで、省エネルギーで高効率な駆動動作を実現できる可能性があるが、単にモータをIPMモータに置き換えるだけでは、IPMモータの性能を最大限に発揮することができない。特に、急激に変動する負荷に応じた回生エネルギーが発生するような場合には、バッテリー電源を有していないシステムや、バッテリー電源を有しているとしても回生エネルギーを常に吸収できる

50

ような領域が確保されるようなバッテリー電源の制御が必要となる。

【0010】

さらにまた、I P Mモータの性能を最大限に活かすためには、I P Mモータを制御するインバータの設定を工夫する必要がある。

【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、二次電池に接続される直流母線の電圧を電源の容量や二次電池の特性に合わせて最適な値に設定し、二次電池の電池電圧を安定化すると共に、I P Mモータの性能を最大限に活かしつつ、当該I P Mモータを制御するインバータを保護する制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る制御システムは、建設機器を駆動する駆動部と、当該駆動部に接続され、当該駆動部に供給される電力の変換を行うインバータと、前記駆動部を駆動するための電力を交流電源から受け取って直流電力に変換するコンバータと、前記駆動部の駆動状態に応じて前記コンバータで変換された直流電力を充電し、又は前記駆動部の駆動状態に応じて当該駆動部に電力供給する二次電池と、前記二次電池の状態及び前記交流電源の出力容量に基づいて、前記コンバータの変換電圧を設定するP L Cとを備えるものである。

【0013】

このように、本発明に係る制御システムにおいては、建設機器を駆動する駆動部と、当該駆動部に接続され、当該駆動部に供給される電力の変換を行うインバータと、前記駆動部を駆動するための電力を交流電源から受け取って直流電力に変換するコンバータと、前記駆動部の駆動状態に応じて前記コンバータで変換された直流電力を充電し、又は前記駆動部の駆動状態に応じて当該駆動部に電力供給する二次電池と、前記二次電池の状態及び前記交流電源の出力容量に基づいて、前記コンバータの変換電圧を設定するP L Cとを備えるため、二次電池の安定電圧の範囲内でコンバータの変換電圧を設定することが可能となり、二次電池を長寿命化することができるという効果を奏する。

【0014】

また、交流電源の容量に応じて対応する充電器を用意する必要がなく、コンバータの設定値を調整するだけで電源の容量に影響されことなく充電が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1の実施形態に係る制御システムのシステム構成図である。

【図2】第1の実施形態に係る制御システムにおけるP L Cの構成を示す機能ブロック図である。

【図3】第1の実施形態に係る制御システムにおいて無負荷運転した場合の直流母線の時間経過に対する電圧変動を示すグラフである。

【図4】第1の実施形態に係る制御システムにおいてバッテリーが劣化した場合の図3のグラフ変化を示す図である。

【図5】第2の実施形態に係る制御システムのシステム構成図である。

【図6】第2の実施形態に係る制御システムにおけるリチウムイオンバッテリーの構成を示す図である。

【図7】第2の実施形態に係る制御システムにおいてフィーダの駆動を瞬断した場合の従来データとの比較を示す図である。

【図8】第2の実施形態に係る制御システムにおいてクラッシャを駆動した場合の従来データとの比較を示す図である。

【図9】第3の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の概略構成説明図である。

【図10】第3の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の流体圧モータ及びフライホイール設置側の概略側面図である。

【図11】第3の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の制御系統説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】第 3 の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の流体圧制御手段による不動歯と動歯との間隔の調整状態説明図である。

【図 1 3】第 3 の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の不動歯と動歯間への異物進入時の電動機の電流値、流体圧シリンダの受ける圧力、及びトッグルブロックの位置ずれ量の各変化を示すグラフである。

【図 1 4】第 3 の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の不動歯と動歯間への異物進入状態での流体圧モータの駆動によるスイングジョー作動状態説明図である。

【図 1 5】第 3 の実施形態に係る制御システムにおける破碎装置の不動歯と動歯間への異物進入状態での流体圧シリンダの作動に伴うスイングジョーの不動歯から離れる側へのずれ状態説明図である。

10

【図 1 6】第 3 の実施形態に係る制御システムのシステム構成図である。

【図 1 7】第 3 の実施形態に係る制御システムを用いた制御方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(本発明の第 1 の実施形態)

本実施形態に係る制御システムについて、図 1 ないし図 4 を用いて説明する。本実施形態に係る制御システムは、建設機器の電源を制御するものであり、特にハイブリッド型のクラッシャを含む建設機器の電源制御に関するものである。ハイブリッド型のクラッシャは、発電機や商用電源などの外部電源からの供給電力と、二次電池などのバッテリー電源からの供給電力を駆動エネルギーとするものであり、駆動部の負荷が大きい場合などに外部電源からの電力供給に加えてバッテリー電源からの電力供給で補給を行うものである。逆に駆動部の負荷が小さく外部電源に余裕がある場合には、余剰電力をバッテリー電源に蓄電しておくことでエネルギーを有効活用する。

20

【0017】

図 1 は、本実施形態に係る制御システムのシステム構成図である。制御システム 1 は、例えばクラッシャ、コンベヤ、振動モータ、油圧ポンプ、フィーダ、磁選機などにおいて機械的に動作する駆動部 1 1 と、各駆動部 1 1 にそれぞれ接続して駆動部 1 1 に供給される電力の変換及び制御を行うインバータ 1 2 と、各駆動部 1 1 を駆動するための電力を外部の交流電源 1 9 から受け取って直流電力に変換するコンバータ 1 3 と、駆動部 1 1 の駆動状態が低負荷である場合にコンバータ 1 3 で変換された直流電力を充電し、駆動部 1 1 の駆動状態が高負荷である場合に当該駆動部 1 1 に電力を供給するリチウムイオンバッテリー 1 4 と、当該リチウムイオンバッテリー 1 4 の状態、及び外部の交流電源の出力容量に基づいて、コンバータ 1 3 の変換電圧を設定する PLC 1 5 とを備える。

30

【0018】

コンバータ 1 3、リチウムイオンバッテリー 1 4 及びインバータ 1 2 はそれぞれが直流母線 1 6 で接続されている。リチウムイオンバッテリー 1 4 は、電池モジュールを監視、制御するための BMS 1 7 を有しており、BMS 1 7 と PLC 1 5 との間で双方向に通信可能に接続されている。また、PLC 1 5 はコンバータ 1 3 との間及びインバータ 1 2 との間でも双方向に通信可能に接続されている。さらに、直流母線 1 6 には電圧を計測するための計測部 1 8 が設置されており、PLC 1 5 が計測部 1 8 の計測結果を取り込めるように構成されている。

40

【0019】

外部の交流電源 1 9 は商用電源や発電機であり、電力会社との契約内容や発電機の容量に応じて電圧が異なるものである。通常であれば、それらの供給可能な電力に応じて変換器や充電器を設置する必要があるが、本実施形態においては、コンバータ 1 3 による電圧制御により電源容量に関係なく多様な交流電源 1 9 に対応することが可能となっている。

【0020】

各駆動部 1 1 に接続されるインバータ 1 2 は、それぞれの駆動部 1 1 に供給する電力を直流電力から交流電力に変換したり、駆動状態に応じたフィードバック制御を行う。上記で例示した各駆動部 1 1 は、破碎物の硬さや量により負荷変動が非常に大きいものとなる

50

ため、それぞれの駆動部 1 1 にインバータ 1 2 を設置することで各駆動部 1 1 の動作を安定させることができる。このような多数のインバータ 1 2 が使用されることで高調波の影響が懸念されるが、コンバータ 1 3 と外部の交流電源との間に高調波フィルタモジュール 2 0 を備えることで高調波の影響を抑える構成となっている。

【 0 0 2 1 】

リチウムイオンバッテリー 1 4 は、駆動部 1 1 の負荷が小さいときは外部の交流電源 1 9 からの電力をコンバータ 1 3 の電圧制御にしたがって充電し、駆動部 1 1 の負荷が大きいときは蓄電されている電力を駆動部 1 1 に供給してエネルギー不足を補う。BMS 1 7 はリチウムイオンバッテリー 1 4 の電池モジュールを常時監視、制御しており、各セルの情報は PLC 1 5 に送信されている。

10

【 0 0 2 2 】

ここで、上述したように、本実施形態においては破砕物に応じてクラッシュなどの各駆動部 1 1 の負荷変動が非常に大きくなると共に、多数のインバータ 1 2 のノイズが影響することで BMS 1 7 に不具合が生じ、リチウムイオンバッテリー 1 4 の電池電圧がばらついてしまい電池の劣化を促進してしまうという問題が生じる。BMS 1 7 では、例えば低電圧のときなどにセルバランスを調整する機能などが備わっているが、本実施形態のように駆動部 1 1 の負荷変動が非常に大きく、インバータ 1 2 のノイズも非常に大きく影響するような環境においては、上記のような BMS 1 7 では対応することが難しくなる。そのため本実施形態においては、後述するように、システム全体の状況を監視することができる PLC 1 5 の制御により直流母線 1 6 の電圧をリチウムイオンバッテリー 1 4 が安定稼働できる適正電圧に設定すると共に、破砕物の破砕状況を確認しながら所定のタイミングでセルバランスの調整を BMS 1 7 に指示することが行われる。

20

【 0 0 2 3 】

PLC 1 5 は、システム全体を制御する機能を有しており、BMS 1 7 からリチウムイオンバッテリー 1 4 における各電池モジュールの状態に関する情報を取得する。取得した情報を元に BMS 1 7 に対してセルバランスの調整指令を行う。一方で、リチウムイオンバッテリー 1 4 の状態に応じて、コンバータ 1 3 に対して直流母線 1 6 の最適電圧を演算して設定すると共に、出力の上限値を演算して設定する処理を行う。いずれの処理を行う場合であっても、駆動部 1 1 に負荷が掛かっていると電圧変動が大きくで正確なバランス調整や最適電圧の演算を行うことができないため、インバータ 1 2 から各駆動部 1 1 の駆動状態に関する情報を取得しながら上記のような処理を実行する。

30

【 0 0 2 4 】

ここで、PLC 1 5 の構成について詳細に説明する。図 2 は、本実施形態に係る制御システムにおける PLC の構成を示す機能ブロック図である。PLC 1 5 は、外部の交流電源 1 9 の容量に関する容量入力情報 2 1 や、直流母線 1 6 の電圧を測定する計測部 1 8 からの計測結果情報等を取得する情報取得部 2 2 と、各駆動部 1 1 の駆動状態を監視・制御する駆動制御部 2 3 と、駆動部 1 1 の駆動状態に応じてリチウムイオンバッテリー 1 4 に対してバランス調整等の指令を行うバッテリー制御部 2 4 と、駆動部 1 1 の駆動状態を見ながらリチウムイオンバッテリー 1 4 の安定電圧を測定し、その値に応じて直流母線 1 6 の電圧を設定するための情報を演算する演算部 2 5 とを備える。

40

【 0 0 2 5 】

PLC 1 5 では、システム全体の駆動状態を監視しながらリチウムイオンバッテリー 1 4 のセルバランス調整指令を行うと共に、リチウムイオンバッテリー 1 4 への充電を行う場合の直流母線 1 6 の電圧を制御することで、リチウムイオンバッテリー 1 4 への過剰な負担を抑えて長寿命化を図る。

【 0 0 2 6 】

駆動制御部 2 3 は、各駆動部 1 1 の駆動状態を監視・制御する処理部であり、各駆動部 1 1 に接続するインバータ 1 2 からの情報に基づいて、各駆動部 1 1 が（電源が ON で）負荷状態であるか（電源が ON で）無負荷状態であるかを判断する。

【 0 0 2 7 】

50

バッテリー制御部 24 は、リチウムイオンバッテリー 14 の BMS 17 に対してセルバランスを調整するための指令となる情報を送信する。クラッシャなどの駆動部 11 は、上述したように破砕物の硬さや量によって負荷変動が非常に大きくなるため、それに伴い消費される電力も大きく変動する。そして、その影響はリチウムイオンバッテリー 14 の各セルにも及ぶため、セル間の電圧がアンバランスになる事態が生じやすくなる。

【0028】

各セルの電圧がアンバランスになった場合はセルバランスを調整する必要があるが、駆動部 11 が負荷状態で駆動していると、各セルの電圧変動が非常に激しくなるためセルバランス調整を行うことができない。そのため、バッテリー制御部 24 は、駆動制御部 23 から駆動部 11 が負荷状態であるか無負荷状態であるかの情報を受け取り、無負荷状態である場合にセルバランスの調整指令を行う。また、セルバランスの調整中に駆動部 11 が負荷状態になるとセルバランス調整を正確に行うことができなくなるため、バッテリー制御部 24 からの指令により、駆動制御部 23 が各駆動部 11 の動作を制限する。具体的には例えば、駆動部 11 の駆動を（電源 ON の）駆動停止状態に制御したり、操作パネルにセルバランス中である旨の警告を表示し、駆動部 11 の駆動開始操作を行えないようにする。

10

【0029】

演算部 25 は、外部の交流電源 19 の容量に応じた電圧上限値を演算し、コンバータ 13 に指令を送る処理を行う。電圧上限値は、交流電源 19 が出力できる上限値を元に演算部 25 で算出する値であり、例えば出力容量の 90% の値を電圧上限値として算出する。電圧上限値の指令を受けたコンバータ 13 は、その範囲（電圧上限値を超えない範囲）で電圧制御を行う。すなわち、外部の交流電源 19 の容量が様々に異なっても、それぞれの容量に合わせた電圧制御を行うことができるため、異なる容量ごとに充電器や変換器などを用意する必要がなくなる。なお、外部の交流電源 19 の出力容量は、利用者の操作により容量入力情報 21 として入力される情報であり、その情報を情報取得部 22 が取得し演算部 25 が電圧上限値を算出する。

20

【0030】

また、演算部 25 は、リチウムイオンバッテリー 14 の電圧変動が最も小さく、安定して稼働できる最適電圧値を求め、直流母線 16 の電圧をその最適電圧値に制御するようにコンバータ 13 に指令を送る。

【0031】

ここで、最適電圧値について説明する。図 3 は、駆動部 11 をリチウムイオンバッテリー 14 の電力で無負荷状態で運転した場合（一定の低負荷状態で運転した場合）の直流母線 16 の時間経過に対する電圧変動を示すグラフである。このグラフのデータは、駆動制御部 23 が駆動部 11 が無負荷状態であると判断し、且つバッテリー制御部 24 が BMS 17 から受信した電池電圧が 100% である場合に収集されたものである。すなわち、無負荷状態で電池電圧が 100% から 0% になるまでの時間経過に対する直流母線 16 の電圧を測定する。なお、グラフに示すデータの収集中は、駆動部 11 が負荷状態になると直流母線 16 の電圧変動が大きくなるため、上述した場合と同様に、駆動制御部 23 からの指令により駆動部 11 の駆動が制限される。

30

【0032】

図 3 のグラフからわかる通り、このリチウムイオンバッテリー 14 の場合は 310V ~ 330V で電圧変動が小さくなっており、特に 320V 付近では時間経過に対して電圧が安定していることがわかる。すなわち、演算部 25 は、このグラフからリチウムイオンバッテリー 14 が 320V 付近の電圧において安定して駆動できるバッテリーであると判定することができ、最適電圧値を 320V とする。最適電圧値が求まると、演算部 25 は、コンバータ 13 に対してこの最適電圧値を設定する。コンバータ 13 は、外部の交流電源 19 からリチウムイオンバッテリー 14 に充電される際に、直流母線 16 の電圧が設定された電圧上限値を超えない範囲で最適電圧値となるように変換電圧を制御する。このような制御が行われることで、様々な容量の交流電源を用いた場合であっても、直流母線 16 の電圧をリチウムイオンバッテリー 14 が安定的に駆動できる電圧に制御して、リチウムイオンバッ

40

50

テリ 14 への充電（急速充電）を速やかに行うことができると共に、駆動部 11 の負荷変動に対しても最適な電圧で一定値を維持しながら、電池の負担を軽減して長寿命化を図ることができる。

【0033】

なお、最適電圧値はリチウムイオンバッテリー 14 の個体差に応じてそれぞれ測定されてもよいし、同種類（同メーカー）のリチウムイオンバッテリー 14 であれば一のリチウムイオン電池 14 の測定値を参考に他のリチウムイオン電池 14 は固定値として設定してもよい。いずれの場合であっても、リチウムイオン電池 14 の経年劣化により最適電圧値は変化する。その場合には、定期的に、演算部 25 の指令により電池残量 100% から 0% まで無負荷状態で運転を行うように駆動制御部 23 及びバッテリー制御部 24 が処理を実行し、新たな測定値が収集される。図 4 は、リチウムイオンバッテリー 14 が劣化した場合の図 3 のグラフ変化を示す図である。図 4（A）が劣化前のリチウムイオンバッテリー 14 で駆動部 11 を無負荷運転した場合の直流母線 16 の電圧変化を示すグラフの模式図であり、図 4（B）が劣化後の状態を示すグラフの模式図である。図 4 に示すように、経年劣化によりリチウムイオンバッテリー 14 が 100% から 0% まで駆動する場合の駆動時間やそのときの直流母線 16 の電圧が変化するため（劣化前の最適電圧値 $\times 1 >$ 劣化後の最適電圧値 $\times 2$ ）、演算部 25 は、新たに収集した測定値に基づいて最適電圧値を再計算し、コンバータ 13 に対して最適電圧値の更新を行う。

10

【0034】

また、上記において電池残量が 100% から 0% になるまで無負荷運転を行うが、電池が持つ本来の容量に対して、本実施形態においては急速充電が可能で、且つ電圧が比較的安定する 20% から 80% の範囲で主に使用することが望ましいため、電池本来の容量に対する 20% から 80% の範囲を 0% から 100% の範囲に変換して運用することが望ましい。これらの変換は演算部 25 により行われるようにしてもよい。

20

【0035】

このように、本実施形態に係る制御システムにおいては、破碎対象物を破碎するクラッシュャを少なくとも有する駆動部 11 と、当該駆動部 11 に接続され、当該駆動部 11 に供給される電力の変換を行うインバータ 12 と、駆動部 11 を駆動するための電力を交流電源 19 から受け取って直流電力に変換するコンバータ 13 と、駆動部 11 の駆動状態に応じてコンバータ 12 で変換された直流電力を充電し、又は駆動部 11 の駆動状態に応じて当該駆動部 11 に電力供給する二次電池（例えばリチウムイオンバッテリー 14）と、二次電池の状態及び交流電源の出力容量に基づいて、コンバータ 12 の変換電圧を設定する PLC 15 とを備えるため、二次電池の安定電圧の範囲内でコンバータ 12 の変換電圧を設定することが可能となり、二次電池を長寿命化することができる。

30

【0036】

また、交流電源の容量に応じて対応する充電器を用意する必要がなく、コンバータ 12 の設定値を調整するだけで電源の容量に影響されることなく充電が可能になる。

【0037】

さらに、PLC 15 は、リチウムイオンバッテリー 14 が電圧変動しにくい範囲の電圧値にコンバータ 12 の変換電圧を設定するため、リチウムイオンバッテリー 14 への負担を抑えて電池の長寿命化を図ることができる。

40

【0038】

さらにまた、PLC 15 は、交流電源の出力容量に基づいて、コンバータ 12 の変換電圧の上限値を演算して設定するため、外部の交流電源である商用電源の契約内容や発電機の容量によらず、様々な外部電源に対して専用の変換器や充電器を用意することなく適用することができる。

【0039】

さらにまた、駆動部 11 の消費電力がコンバータ 12 の変換電圧の上限値を超える場合に、二次電池から駆動部 11 に電力が供給されるため、駆動部 11 の負荷が非常に大きい場合であってもシステムを停止することなく安定して稼働することができる。

50

【 0 0 4 0 】

さらにまた、PLC 15が、駆動部11が無負荷状態である場合に二次電池のモジュール間のバランス制御を行うため、負荷変動が非常に大きい駆動部11を駆動させたり、インバータ12のノイズにより生じる電池モジュール間のアンバランスを定期的に調整することで二次電池への負担を抑えて長寿命化を図ることができる。また、駆動部11が負荷状態である場合は、負荷変動により正確な電圧測定ができず、バランス調整を行うことができないが、駆動部11が無負荷状態である場合にバランス調整を行うため、正確な電圧に基づいて高精度にバランス調整を行うことが可能となる。

【 0 0 4 1 】

(本発明の第2の実施形態)

本実施形態に係る制御システムについて、図5ないし図8を用いて説明する。本実施形態に係る制御システムは、前記第1の実施形態の場合と同様に、ハイブリット型のクラッシャによる破碎作業等を行う場合の駆動制御システムについて説明するが、ここでは、建設機器の駆動部をIPMモータで高性能に動作させつつ、当該IPMモータを制御するためのインバータを保護する制御システムについて説明する。なお、本実施形態において前記第1の実施形態と重複する説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

図5は、本実施形態に係る制御システムのシステム構成図である。制御システム1は、例えばクラッシャ、コンベヤ、フィーダ、磁選機などの駆動部を動作させるIPMモータ11aと、各IPMモータ11aにそれぞれ接続してIPMモータ11aに供給される電力の変換及び制御を行うインバータ12と、各IPMモータ11aを駆動するための電力を外部の交流電源19から受け取って直流電力に変換するコンバータ13と、IPMモータ11aの駆動状態が低負荷である場合にコンバータ13で変換された直流電力を充電し、IPMモータ11aの駆動状態が高負荷である場合に当該IPMモータ11aに電力を供給するリチウムイオンバッテリー14と、当該リチウムイオンバッテリー14の状態、及び外部の交流電源の出力容量に基づいて、コンバータ13の変換電圧を設定するPLC15とを備える。

【 0 0 4 3 】

図5において、各IPMモータ11aに接続されるインバータ12は、それぞれのIPMモータ11aに供給する電力を直流電力から交流電力に変換したり、駆動状態に応じたフィードバック制御を行う。例えばクラッシャなどの建設機器における各IPMモータ11aは、破碎物の硬さや量により負荷変動が生じるため、IPMモータ11aにインバータ12を設置することで各IPMモータ11aの動作を安定させる。

【 0 0 4 4 】

また、インバータ12を用いることで一般的な使用状態においてはIPMモータ11aの動作がある程度安定するものの、本実施形態の場合のように負荷変動が急峻で大きい場合には、インバータ12による制御だけではIPMモータ11aの動作を完全に安定することが難しく、そのためにIPMモータ11aの駆動を制限しなければならない場合もあり、IPMモータ11aの性能を最大限に発揮するのが難しいものになってしまう。具体的には、IPMモータ11aの短時間での停止動作や負荷が急激になくなった場合などに大きい回生エネルギーが発生し、インバータ12がオーバーロードになってエラーになるようなことが起こる。そのため、一般的にはインバータ12がオーバーロードを起こさないようにIPMモータ11aの停止時間を長めに取ったり、IPMモータ11aのトルクや回転数に制限を掛けることでIPMモータ11aやインバータ12を保護する必要がある。つまり、IPMモータ11aが高性能であったとしても、安定制御するためにその性能を制限せざるを得ない状況となる。

【 0 0 4 5 】

そこで、本実施形態においてはIPMモータ11aへの極めて急峻な負荷変動による回生エネルギーを吸収して当該IPMモータ11aやインバータ12を保護する役割を担うためにリチウムイオンバッテリー14を備える構成となっている。リチウムイオンバッテリー

10

20

30

40

50

14は通常運転においては、I P Mモータ11aの負荷が小さいときは外部の交流電源19からの電力をコンバータ13の電圧制御にしたがって充電し、I P Mモータ11aの負荷が大きときは蓄電されている電力をI P Mモータ11aに供給してエネルギー不足を補う。一方でI P Mモータ11の負荷が急激になくなったような場合、つまり極めて大きい回生エネルギーが急激に発生した場合には、その回生エネルギーをリチウムイオンバッテリー14が吸収することで、インバータ12のオーバーロード発生を防止する。

【0046】

このとき、リチウムイオンバッテリー14が満充電の状態になっていると発生した回生エネルギーを吸収できない。したがって、図6に示すように、リチウムイオンバッテリー14は、I P Mモータ11aに電力を供給するための給電領域とI P Mモータ11aからの急激な負荷変動による回生エネルギーを吸収して保護充電領域とを有する状態に制御される。給電領域における充電されている電力は、I P Mモータ11aに大きい負荷が掛かった場合にエネルギー不足を補うために利用されると共に、I P Mモータ11aの負荷が小さい場合には外部の交流電源19から充電するための領域として利用される。一方で、保護充電領域は、通常運転時には空き状態になっており、I P Mモータ11aの負荷が急激に小さくなったりゼロになった場合に発生する急峻な回生エネルギーを吸収する領域として利用される。

【0047】

上述したように、本実施形態におけるリチウムイオンバッテリー14は、クラッシャなどの建設機器で生じる急激な負荷変動による回生エネルギーを常時十分に吸収できるように制御される必要がある。図5に示すように、リチウムイオンバッテリー14を監視する処理部としてB M S 17を備えており、このB M S 17はリチウムイオンバッテリー14の電池モジュールを常時監視、制御し、各セルの情報をP L C 15に送信する処理を行う。B M S 17は、例えば低電圧のときなどにセルバランスを調整する機能などが備わっているが、上述したようにI P Mモータ11aの負荷変動が非常に大きく、インバータ12のノイズも非常に大きく影響するような環境においては、B M S 17のみでリチウムイオンバッテリー14を常時監視・制御するのは難しい。そのため本実施形態においては、システム全体の状況を監視することができるP L C 15からの設定情報に基づいて、コンバータ13が直流母線16の電圧をリチウムイオンバッテリー14が急峻に発生する回生エネルギーを常時吸収することができる電圧に制御する。つまり、コンバータ13を直流母線16の電圧調整手段として機能させる。

【0048】

P L C 15は、システム全体を制御する機能を有しており、リチウムイオンバッテリー14の状態に応じて、コンバータ13に対して直流母線16の最適電圧を演算して設定すると共に、出力の上限値を演算して設定する処理を行う。すなわち、給電領域と保護充電領域とを最適に設定し、I P Mモータ11aに対して効率よく電力の供給を行いつつ、回生エネルギーが発生した場合にはインバータ12がオーバーロードしないように、回生エネルギーを吸収する領域を確保する。また、リチウムイオンバッテリー14の上限値や下限値が設定されることで結果的にリチウムイオンバッテリー14の長寿命化に繋がる。

【0049】

また、P L C 15は、B M S 17からリチウムイオンバッテリー14における各電池モジュールの状態に関する情報を取得し、それらの情報を元にB M S 17に対してセルバランスの調整指令を行う。この場合、I P Mモータ11aに負荷が掛かっていると電圧変動が大きくて正確なバランス調整や最適電圧の演算を行うことができないため、インバータ12から各I P Mモータ11aの駆動状態に関する情報を取得しながら上記のような処理を実行する。

【0050】

なお、上述したように、I P Mモータ11aによる回生エネルギーがリチウムイオンバッテリー14で吸収されることから、リチウムイオンバッテリー14がインバータ12の保護回路として機能することが可能となっているため、インバータ12によりI P Mモータ1

10

20

30

40

50

1 aを制御するための電圧値及び/又は周波数を上限値に設定することができる。すなわち、I P Mモータ1 1 aの機能が制限されることなく最大限に発揮することができる。

【0 0 5 1】

ここで、本実施形態に係る駆動制御システムによりフィーダを制御する場合の処理について具体的に説明する。電気駆動するフィーダ（供給機）は、インバータ1 2により周波数を制御し、クラッシャへの破碎対象の投入量を調整する。破碎対象が大きい場合や硬い場合にはクラッシャへの負荷が大きくなる。つまり、クラッシャを駆動するI P Mモータ1 1 aへの負荷が大きくなる。I P Mモータ1 1 aへの負荷が大きくなるとインバータ1 2の制御によりフィーダを減速、停止させることで破碎対象の供給量を減らし、クラッシャのI P Mモータ1 1 aが過負荷にならないようにする。

10

【0 0 5 2】

リチウムイオンバッテリー1 4を有していない場合や、リチウムイオンバッテリー1 4を有していても保護充電領域が設定されていない場合は、フィーダの周波数を短時間に下げたり停止させると急峻な回生エネルギーが発生し、インバータ1 2がオーバーロードになりエラーを起こしてしまう。また、フィーダに原料を投入するとき、フィーダの動力伝達手段としてVベルトを用いる場合は、構造上Vベルトが緩んでしまい瞬間的に過電圧が発生してしまう。原料の投入タイミングを機械や電氣的な信号で検出するのは困難であるため、このような過電圧がフィーダを駆動するためのI P Mモータ1 1 aのインバータ1 2で発生してしまうといった現象も生じてしまう。このような問題に対して、図6の構成のように、リチウムイオンバッテリー1 4に保護充電領域を設定しておくことで、急峻に発生する回生エネルギーを吸収することが可能となるため、極めて短時間での減速、停止がエラーを起こすことなく可能となる。

20

【0 0 5 3】

実際にフィーダの駆動を瞬断した場合の結果を図7に示す。図7（A）が従来におけるフィーダの停止時間に対する回転数の変化を示す結果であり、図7（B）が本実施形態におけるフィーダの停止時間に対する回転数の変化を示す結果である。図7から明らかなように、本実施形態の場合はシステム全体が稼働している状態で瞬時にフィーダを停止してもシステム全体の駆動を継続できていることがわかる。すなわち、従来はフィーダを減速、停止するまでに一定の時間が必要であるため、人の判断で早めに制御を行う必要があったが、本実施形態においては、フィーダを瞬時に減速、停止することが可能となったため、稼働効率を上げつつ停止中の無駄な電流発生を抑えることができる。

30

【0 0 5 4】

また、本実施形態に係る駆動制御システムによりクラッシャを制御する場合の処理について具体的に説明する。従来の電動駆動のクラッシャでは、三相のかご型又は巻き線型のモータを使用して駆動するのが一般的である。実際にクラッシャ（ジョークラッシャ）を駆動した場合の結果を図8に示す。図8（A）が従来の三相モータを用いてクラッシャを駆動した場合のデータであり、図8（B）が本実施形態におけるI P Mモータ1 1 aでクラッシャを駆動した場合のデータである。具体的には、図8（B）は、リチウムイオンバッテリー1 4を備える構成でインバータ1 2の制御によるI P Mモータ1 1の駆動である。

【0 0 5 5】

40

図8のデータからわかるように、本実施形態の場合は従来の三相モータに比べて電流の変動が少なくなり安定性が高く、無負荷電流が約半分（正規化した値で1 0 0程度 5 0程度）になっている。また、負荷時においても従来に比べて低電流（正規化した値で3 5 0 ~ 6 0 0程度 2 0 0程度）で破碎を行うことが可能となっている。より具体的には、従来のクラッシャでは9 0 mmのセット値で駆動するのが限界だったが、本実施形態においては6 0 mmのセット値で十分駆動させることが可能となり、従来よりも低い供給電源で極めて効率よく破碎動作を行うことが可能となった。

【0 0 5 6】

なお、クラッシャを制御する場合には、I P Mモータ1 1 aによりフライホイールを駆動し、当該フライホイールの動作に合わせて駆動する破碎歯に掛かる負荷変動の回生エネル

50

ギーがリチウムイオンバッテリー 14 に吸収されるようにしてもよい。

【0057】

このように、本実施形態に係る駆動制御システムにおいては、負荷変動が急激に変動することで生じる回生エネルギーによるインバータ 12 のオーバーロードなどが生じるのを防止し、インバータ 12 を保護することができる。また、リチウムイオンバッテリー 14 が回生エネルギーを吸収することでインバータ 12 が保護されることから、インバータ 12 の設定値を広く取ることができ、I P M モータ 11 a の性能を最大限に活かすことができる。

【0058】

(本発明の第 3 の実施形態)

本実施形態に係る制御システムについて、図 9 ないし図 17 を用いて説明する。本実施形態においては、建設機器としてジョークラッシャを用いた場合の制御について説明する。なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明は省略する。

【0059】

従来より、石やコンクリート廃材、アスファルト廃材などを所望の大きさに破砕する破砕装置として、ジョークラッシャが使用されている。ジョークラッシャは、固定された不動歯に対して、スイングジョーに取り付けた動歯を動かし、不動歯と動歯との間に導入した破砕対象物を不動歯と動歯で挟んで破砕するものである。

【0060】

従来のジョークラッシャのうち、多く利用されているシングルトッグル式のジョークラッシャでは、通常、不動歯を固定支持するジョークラッシャの本体フレームに、電動機や油圧モータ等で回転駆動される回転軸が回転可能に軸支され、この回転軸に軸中心をずらして一体化させて設けられる偏心軸部に対し、スイングジョーがその上部を相対回転可能に取り付けられて支持される。

【0061】

そして、このスイングジョーの下部が、本体フレームに別途揺動可能として設けられたトッグルプレート的一端部に当接すると共に、トッグルプレートとスイングジョーが互いに離隔せず当接を維持する状態で、スイングジョーがトッグルプレートに対し相対的に揺動可能とされることで、偏心軸部とスイングジョー、トッグルプレート、及び本体フレームが、本体フレームを静止節、偏心軸部を原動節、スイングジョーを従動節とするリンク機構をなし、スイングジョーを不動歯に対して近付いたり離したりする、スイングジョーの揺動を含む所定の動きを繰り返し生じさせられる仕組みである。

【0062】

スイングジョーの下部に当接するトッグルプレートの、スイングジョーに当接する一端部とは反対側の他端部は、本体フレーム上に設けられたトッグルブロック等の受部材により位置決めされている。この受部材(トッグルブロック)を位置調整し、トッグルプレートの本体フレーム上における揺動中心位置を変化させることで、不動歯に対するスイングジョーの相対位置関係を進退調整でき、スイングジョーに取り付けられた動歯と不動歯との間の隙間を、破砕対象物の破砕で得たい破砕片の粒度分布に合わせて調整可能となっている。このような動歯と不動歯との間の隙間を調整可能な従来のジョークラッシャの例として、参考文献 1 (特開 2001-70810 号公報) に開示されるものがある。

【0063】

従来のジョークラッシャは前記参考文献 1 に例示される構成を有しており、不動歯と動歯との間に金属等の異物を投入された場合、これを破砕できないために過負荷となり、そのまま破砕を継続すると装置の破損等不具合を招くため、過負荷の状態が生じるとこれを判別して装置を停止させる仕組みが導入されていた。

【0064】

こうした従来のジョークラッシャで、スイングジョーを動かすための回転軸を電動機で駆動するものの場合、負荷が増大すると駆動源である電動機に流れる電流も増大することを利用して、金属等の異物を破砕できない過負荷の状態を電動機の電流値で判定するのが

10

20

30

40

50

一般的であった。ただし、過負荷の状態を電動機の電流値で判定していたため、過負荷に対応して電動機を停止とする電流の閾値が低く設定されていると、本来破砕されるべき石などの破砕対象物が硬質で割れにくいものである場合などに、ピーク的に高くなる負荷で電動機の電流値が増大して閾値を超える状態となり、過負荷と誤判定して電動機が停止し、破砕が中断する事態が頻発するという課題を有していた。こうした電動機の停止の都度、電動機を再度起動させるために、その起動の支障となる破砕対象物の残りを不動歯と動歯との間から取り出す必要があるなど、復旧に時間がかかり、破砕作業の効率が低下するという問題もあった。

【 0 0 6 5 】

これに対し、仮に破砕対象物が硬質の場合に、破砕に係る負荷で電動機の電流値が増大しても過負荷に対応する閾値を超えることがないように、閾値を高く設定すると、破砕できない異物による負荷上昇に際しても過負荷と判定するタイミングが遅れることで、装置停止までに時間がかかり、装置を過負荷の状態のまま暫く作動させることによる不具合、例えば、トッグルプレートの曲がりや軸受の破損など、が発生しやすくなるという課題を有していた。こうして停止が遅れることで損傷や破損等の不具合が生じる箇所は、復旧に時間がかかる装置要部であることが多いため、これも破砕作業の効率を著しく低下させることに繋がった。

【 0 0 6 6 】

一方、回転軸を油圧モータで駆動するものの場合、負荷の増大が油圧モータを含む油圧回路における油圧の増大としてあらわれることから、負荷の増大に伴う油圧の増大に反応して過負荷を判定し、駆動を停止させる油圧制御機構が採用され、過負荷を迅速に判定して破砕を停止できる仕組みを実現していた。また、油圧による駆動は、その性質上、負荷が電動機の場合のように異常に増大する事態は起こりにくいことに加え、電動機と比較して起動時のトルクを発生させやすく、停止後の起動が迅速に行える、といったメリットがあった。しかし、こうした油圧モータで駆動する装置は、駆動機構が複雑且つ大掛かりなものとなり、装置としてのコストがかかる上、油圧を発生させるために油圧ポンプを常時作動させておく必要があり、ランニングコストも大きくなるという課題を有していた。

【 0 0 6 7 】

そこで、本実施形態においては、動歯に対する負荷に応じて調整部を制御して、不動歯と動歯の間隔を一時的に大きくすると共に、破砕対象物の破砕や異物の排出に続いて調整部で不動歯と動歯の間隔を元の状態に復帰させて、破砕可能な状態を確保し、破砕対象物を適切に破砕する状態を確実に継続維持できる破砕装置を用いた場合の制御システムについて説明する。

【 0 0 6 8 】

本実施形態に係る制御システムで用いられる破砕装置について、図 9 ないし図 1 5 に基づいて説明する。本実施形態では、シングルトッグル式のジョークラッシャである例について説明する。

【 0 0 6 9 】

前記各図において本実施形態に係る破砕装置 3 0 0 は、本体フレーム 3 0 に固定される不動歯 3 1 と、この不動歯 3 1 に対向して配置される動歯 3 2 と、この動歯 3 2 を取り付けられて少なくとも揺動可能に本体フレーム 3 0 に配設されるスイングジョー 3 3 と、このスイングジョー 3 3 の本体フレーム 3 0 に対する可動範囲の位置決めを行って、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間隔を調整可能とする前記調整部としての流体圧シリンダ 3 6 と、スイングジョー 3 3 及び動歯 3 2 を動かす電動機 3 7 と、この電動機 3 7 と別途にスイングジョー 3 3 を動かせる流体圧モータ 3 8 と、破砕時における動歯 3 2 に対する負荷の変動に対応して、流体圧シリンダ 3 6、電動機 3 7、及び流体圧モータ 3 8 を制御する制御部 3 9 とを備える。

【 0 0 7 0 】

この破砕装置 3 0 0 は、固定状態の不動歯 3 1 に対して動歯 3 2 をスイングジョー 3 3 と共に動かして、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を周期変化させ、不動歯 3 1 と動歯 3 2

10

20

30

40

50

との間に供給、導入される破砕対象物を破砕するものである。

【 0 0 7 1 】

破砕装置 3 0 0 は、スイングジョー 3 3 を動かすための機構として、スイングジョー 3 3 の下部に一端部を当接させて設けられるトッグルプレート 3 4 と、トッグルプレート 3 4 の他端部に当接するようにして本体フレーム 3 0 に位置調整可能として設けられるトッグルブロック 3 5 とをさらに有する。

【 0 0 7 2 】

こうした破砕装置各部の機構については、本体フレーム 3 0 におけるトッグルブロック 3 5 の支持構造と、流体圧シリンダ 3 6 を作動させる流体圧回路と、流体圧シリンダ 3 6 等を制御する制御部 3 9 とを除いて、公知のシングルトッグル式のジョークラッシャと同様のものであり、詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 7 3 】

前記不動歯 3 1 と動歯 3 2 は、それぞれ平板状に形成され、各表面を、複数の突起が波状の横断面をなすように並列する突起面とされる構成である。これら不動歯 3 1 が、スイングジョー 3 3 に取り付けられる動歯 3 2 と対向して配置される状態となる。そして、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に、下方が狭く上方が広い破砕用空間が形成される。

【 0 0 7 4 】

前記本体フレーム 3 0 は、例えば金属製の枠組や板組等による剛性の高い立体構造を有するものであり、安定した地面や床面に固定状態で設置される他、自走式台車上に搭載されることもある。この本体フレーム 3 0 が、不動歯 3 1 と、動歯 3 2 を取り付けられたスイングジョー 3 3 とを支持することとなる。

20

【 0 0 7 5 】

本体フレーム 3 0 の上部には、スイングジョー 3 3 の支持のための回転軸 4 0 が回転可能に軸支される。この回転軸 4 0 上に、回転軸の中心から偏心させた偏心軸部 4 1 が一体に設けられ、この偏心軸部 4 1 周りにスイングジョー 3 3 の上端部が相対回転可能に取り付けられる。回転軸 4 0 の端部には、公知のジョークラッシャと同様に、フライホイール 4 5 と、電動機 3 7 からの駆動力を無端ベルトを介して伝えられるプーリ（図示を省略）が取り付けられる。

【 0 0 7 6 】

前記回転軸 4 0 は、通常破砕時は電動機 3 7 で回転駆動される。起動時など大きな負荷により電動機に過大な電流が流れうる場合には、流体圧モータ 3 8 で回転軸 4 0 を駆動し、回転数上昇ののち電動機 3 7 による駆動に切り替える仕組みである。

30

【 0 0 7 7 】

前記スイングジョー 3 3 は、その上部を回転軸 4 0 の偏心軸部 4 1 に支持される一方、下端部に連結されたテンションロッド 5 0 で不動歯 3 1 に対し離れる向きに付勢される構成である。

【 0 0 7 8 】

前記スイングジョー 3 3 は、その上部を回転軸 4 0 の偏心軸部 4 1 に支持される一方、下部の凹部を、本体フレーム 3 0 に別途揺動可能として設けられるトッグルプレート 3 4 の一端部に当接させ、この当接を維持するように、下端部に連結されたテンションロッド 5 0 で不動歯 3 1 に対し離れる向きに付勢される構成である。

40

【 0 0 7 9 】

前記トッグルプレート 3 4 は、金属製の略矩形板状体であり、回転軸 4 0 の軸方向（図 1 の正面方向）と平行な向きとして配設される構成である（図 1 参照）。このトッグルプレート 3 4 の一端部が、スイングジョー 3 3 下部の凹部に揺動可能に当接するようにされる。

【 0 0 8 0 】

前記トッグルブロック 3 5 は、本体フレーム 3 0 上に、スイングジョー 3 3 に対し進退するように、本体フレーム 3 0 の一部に移動可能な向きを拘束され、且つ流体圧シリンダ 3 6 に連結されて通常は動かない状態として配設される構成である。このトッグルブロッ

50

ク 3 5 に設けられた凹部にトッグルプレート 3 4 の他端部が揺動可能に当接するようにされる。

【 0 0 8 1 】

スイングジョー 3 3 が不動歯 3 1 に対し離れる向きに付勢されることで、スイングジョー 3 3 とトッグルブロック 3 5 との間にトッグルプレート 3 4 が位置して、スイングジョー 3 3 とトッグルプレート 3 4 の一端部、及び、トッグルブロック 3 5 とトッグルプレート 3 4 の他端部を、それぞれ当接させ、互いに離隔しない状態が維持される。これにより、スイングジョー 3 3、トッグルプレート 3 4、本体フレーム 3 0、及び回転軸 4 0 が一種のリンク機構を構成する。

【 0 0 8 2 】

回転軸 4 0 が電動機 3 7 や流体圧モータ 3 8 の駆動で回転すると、スイングジョー 3 3 は、リンク機構の特徴に基づいた、揺動だけではなく上下動なども伴った、不動歯 3 1 に対し近付いたり離れたりする所定の動きを繰り返すこととなる。

【 0 0 8 3 】

前記流体圧シリンダ 3 6 は、前記調整部として、スイングジョー 3 3 に対し不動歯 3 1 のある側とは反対側となる本体フレーム 3 0 の所定箇所に配設され、一端をトッグルブロック 3 5 の端部に、他端を本体フレーム 3 0 の端部にそれぞれ取り付けられ、これら一端と他端の間隔を流体圧制御で可変とされて、本体フレーム 3 0 に対するトッグルブロック 3 5 の位置を調整して、これに連動するスイングジョー 3 3 及びこれと一体の動歯 3 2 を本体フレーム 3 0 に対し位置決めし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間隔を調整可能とするものである。

【 0 0 8 4 】

この流体圧シリンダ 3 6 は、本体フレーム 3 0 におけるスイングジョー 3 3 に対し不動歯 3 1 の位置する側とは反対側となる部位に、回転軸 4 0 の軸方向と平行な向きに並べて複数（例えば、三つ）配設される。

【 0 0 8 5 】

破碎装置による破碎対象物の破碎で得たい破碎片の粒度に関わる、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の隙間の調整は、流体圧シリンダ 3 6 でのトッグルブロック 3 5 の位置調整によって、トッグルプレート 3 4 を介してスイングジョー 3 3 及び動歯 3 2 を動かし、破碎片の大きさに対応する所定の隙間が得られる位置で、流体圧シリンダ 3 6 を静止状態とし、トッグルブロック 3 5 を本体フレーム 3 0 上で固定状態とする、という手順となる。

【 0 0 8 6 】

また、流体圧シリンダ 3 6 は、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間で破碎が滞る異常時、すなわち、破碎中における、破碎可能であるものの破碎しにくい性質の破碎対象物、又は、破碎不能な異物の存在によって、動歯 3 2 に対し負荷が増大する際には、制御部 3 9 の制御に基づいて、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を小さくしてトッグルブロック 3 5 を不動歯 3 1 から離れる向きに動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間隔を一時的に広げ、破碎対象物の破碎や、異物の不動歯 3 1 と動歯 3 2 間からの排出を促す仕組みである。

【 0 0 8 7 】

前記電動機 3 7 は、回転軸 4 0 から離れた箇所に配設され、無端ベルトを介して回転軸 4 0 端部のプーリに駆動力を伝達し、回転軸 4 0 を回転駆動して、スイングジョー 3 3 及びこれに取り付けられる動歯 3 2 を動かすものである。

【 0 0 8 8 】

前記流体圧モータ 3 8 は、本体フレーム 3 0 上部に取り付けられ、その出力軸を回転軸 4 0 端部のフライホイール 4 5 を介して回転軸 4 0 に連結され、電動機 3 7 と別途に回転軸 4 0 を回転駆動して、スイングジョー 3 3 及びこれに取り付けられる動歯 3 2 を動かすものである。

【 0 0 8 9 】

この流体圧モータ 3 8 は、破碎中に、破碎不能な異物によって動歯 3 2 に対し負荷が増大し、破碎が中断すると、制御部 3 9 による制御によって回転軸 4 0 の正逆回転を小刻み

10

20

30

40

50

に繰り返すようにされ、この正逆回転でスイングジョー 3 3 を動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を繰り返し変化させることとなる。

【 0 0 9 0 】

前記制御部 3 9 は、破碎時における動歯 3 2 に対する負荷の変動に対応して、前記調整部としての流体圧シリンダ 3 6 や、スイングジョー 3 3 と動歯 3 2 を動かす電動機 3 7 及び流体圧モータ 3 8 を制御するものである。

【 0 0 9 1 】

制御部 3 9 は、破碎中に不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間に存在する、破碎可能な破碎対象物又は破碎不能な異物によって、動歯 3 2 に対し負荷が増大すると、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を縮めてスイングジョー 3 3 を動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げるようにして負荷を抑える。負荷の増大の原因となった破碎対象物の破碎後、又は、異物の不動歯 3 1 と動歯 3 2 間からの排出後、流体圧シリンダ 3 6 を元の状態に復帰させる。

10

【 0 0 9 2 】

詳細には、制御部 3 9 は、流体圧制御手段 3 9 a と、電動機制御手段 3 9 b と、流体圧制御機構部 3 9 c とを備えるものである。前記流体圧制御手段 3 9 a は、破碎中、破碎可能な破碎対象物によって、動歯 3 2 に対し負荷が増大して、スイングジョー 3 3 を通じて流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を縮めようとする力が強まり、流体圧シリンダ 3 6 に通じる流体圧回路の流体圧が高くなると、流体圧回路で流体圧シリンダの一端と他端との間隔の一時的な縮小を伴うように作動流体を制御して、動歯に対する負荷を抑制可能とするものである。

20

【 0 0 9 3 】

この流体圧制御手段 3 9 a は、例えば、流体圧回路における流体圧シリンダ 3 6 の縮方向作動に伴って流体圧が増大する側の流路（例えば、複動型片ロッドタイプの流体圧シリンダの場合は、そのキャップ側のシリンダ室に通じる流路）に連通させて設けられるアキュムレータとすることができる。アキュムレータを用いる場合、負荷増大による流体圧シリンダ 3 6 に通じる流体圧回路の流体圧の一時的な増大が解消されると、一旦取り込んだ作動流体を流体圧回路の流路に戻して、流体圧シリンダ 3 6 を元の状態にそのまま復帰させられることから、スイングジョー 3 3 の位置決めに関わる流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔についての設定や流体圧シリンダ 3 6 の保持圧力の設定を調整せずに済み、こうした調整に係る手間やコストを抑えられる。

30

【 0 0 9 4 】

この他、アキュムレータ同様に、流体圧シリンダ 3 6 に通じる流体圧回路の流体圧が増大すると、作動流体の一部を一時的に流体圧回路の流路外に逃がして流体圧シリンダの縮方向作動を許容し、流体圧が低下すると、逃がした作動流体の一部を流体圧回路の流路に速やかに戻せる仕組みであれば、他の制御手段を用いることもできる。

【 0 0 9 5 】

前記電動機制御手段 3 9 b は、電動機 3 7 に流れる電流を検出し、検出した電流値が、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に破碎不能な異物が入って動歯に対し過負荷となる状況に対応した、あらかじめ設定された所定の条件（例えば、電流値が過負荷に対応して設定された閾値を超える、など）を満たす場合には、電動機 3 7 の駆動を停止させる一方、検出した電流値が前記条件を満たさない場合には、電動機 3 7 の駆動を継続させるものである。

40

【 0 0 9 6 】

この他、電動機制御手段 3 9 b は、電動機 3 7 の駆動を停止させるのに合わせて、破碎装置 3 0 0 の前段に設けられて破碎装置 3 0 0 に破碎対象物を供給するフィーダ（図示を省略）を停止させるようにしてもよい。

【 0 0 9 7 】

このような電動機制御手段 3 9 b に対し、流体圧制御手段 3 9 a は、破碎可能な破碎対象物によって動歯 3 2 に対し過渡的に負荷が増大すると、電動機制御手段 3 9 b で検出される電動機 3 7 の電流値が前記条件を満たす状態に到らない程度に、作動流体を制御して

50

流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を一時的に縮小させ、負荷を抑えるものとなっている。

【 0 0 9 8 】

例えば、過負荷の状況に対応した条件として、電動機 3 7 に流れる電流値について、3 0 0 A を超える状態が 0 . 6 秒継続する場合を設定すると、図 1 3 に示すように、破碎できない異物が実際に不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に挟まって動歯 3 2 の動きに支障を来す状態となる、運転開始から約 3 2 7 秒経過時以前は、破碎対象物により動歯 3 2 に対し過渡的に負荷が増大して流体圧シリンダ 3 6 に加わる圧力（トッグル圧）がピーク的に上昇した場合でも、流体圧制御手段 3 9 a の作用により流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を一時的に縮小させて、トッグルセットとして示されるトッグルブロック 3 5 の不動歯 3 1 との位置関係を変化させ、スイングジョー 3 3 及び動歯 3 2 を不動歯 3 1 から離すことで、動歯に対する負荷を抑制し、電動機 3 7 の電流値（ジョー電流）が過負荷の状況に対応した前記条件を満たさないようにする仕組みとなっている。

10

【 0 0 9 9 】

前記流体圧制御機構部 3 9 c は、流体圧回路の要部をなして、流体圧シリンダ 3 6 及び流体圧モータ 3 8 の作動を制御するものである。制御部 3 9 では、破碎不能な異物によって動歯に対する負荷が増大すると、流体圧シリンダ 3 6 で不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げるより前に、電動機 3 7 による回転軸を通じたスイングジョー 3 3 の駆動を停止させると共に、流体圧制御機構部 3 9 c により、流体圧モータ 3 8 が回転軸 4 0 を正逆回転させてスイングジョー 3 3 を動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を繰り返し変化させるようにしている（図 1 4 参照）。

20

【 0 1 0 0 】

これにより、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間で負荷上昇の原因となっている異物を、この不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から排出されやすくしている。この場合、異物の排出が目的であり、起動時のトルクが重要となる一方、回転軸 4 0 を正逆回転させられれば、通常の破碎の場合より低い回転速度でも問題ないことから、流体圧モータ 3 8 は破碎に対応する能力を有する必要は無く、流体圧モータ 3 8 とこれを作動させるための流体圧回路を小型化することができる。

【 0 1 0 1 】

そして、流体圧制御機構部 3 9 c は、流体圧モータ 3 8 を作動させても、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間から異物が排出されない場合には、流体圧モータ 3 8 を停止させ、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を縮めてスイングジョー 3 3 を動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げる（図 1 5 参照）。負荷の増大の原因となった異物の不動歯 3 1 と動歯 3 2 間からの排出後、流体圧シリンダ 3 6 を元の状態に復帰させる。

30

【 0 1 0 2 】

次に、前記構成に基づく破碎装置における、稼働中の過負荷時の対応状態について説明する。前提として、破碎装置 3 0 0 は破碎対象物に対し、電動機 3 7 による駆動で無理なくスイングジョー 3 3 を動かして、破碎対象物を不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間で支障なく継続的に破碎可能な状態にあるものとする。

【 0 1 0 3 】

また、破碎対象物の破碎を行う前に、あらかじめ不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の隙間調整が行われるものとする。この隙間調整では、制御部 3 9 による制御下で、流体圧シリンダ 3 6 を作動させて、トッグルブロック 3 5 を本体フレーム 3 0 に対し移動させ、これにトッグルプレート 3 4 を介して連動するスイングジョー 3 3 及びこれと一体の動歯 3 2 も移動させることで、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の隙間が、得ようとする破碎片の大きさに対応した値となるようにされる。不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の隙間の大きさが、所望の値となったら、流体圧シリンダ 3 6 によるトッグルブロック 3 5 の位置調整（移動）が停止し、調整が完了となる。

40

【 0 1 0 4 】

隙間調整完了後の破碎工程では、破碎装置の破碎に係る作動の開始として、まず流体圧

50

モータ 38 により回転軸 40 が回転駆動される。回転軸 40 が適切な回転数に達すると、電動機 37 が回転軸 40 を回転駆動する状態に切り替わり、流体圧モータ 38 による駆動は停止となる。こうした回転軸 40 の回転に伴い、スイングジョー 33 は動歯 32 と共に不動歯 31 に対し近付いたり離れたりする所定の動きを繰り返す。

【0105】

破碎を行う破碎装置 300 の上側には、破碎装置 300 に破碎対象物を供給するフィーダ（図示を省略）が設けられており、このフィーダにより、破碎対象物を不動歯 31 と動歯 32 との間の破碎用空間に供給、導入される。

【0106】

不動歯 31 と動歯 32 との間に投入され、不動歯 31 と動歯 32 に挟まれた破碎対象物は、スイングジョー 33 の動きにより、不動歯 31 と動歯 32 より挟圧力を受ける。この圧力に伴って破碎対象物の一部に応力が集中し、破碎対象物は応力集中箇所を起点として破碎され分割される。

10

【0107】

不動歯 31 と動歯 32 との間の破碎用空間を、破碎対象物が上から下に進行しながら、破碎力を受けて破碎され、粒度を小さくしていく過程が繰り返されて、最終的に、不動歯 31 と動歯 32 との間の隙間下端部（排出口）から、所望の大きさの破碎片が排出されることとなる。

【0108】

こうした破碎装置の稼働中、動いて破碎を行う動歯 32 に対する負荷は、動歯 32 をスイングジョー 33 と共に駆動する回転軸 40 の回転負荷となり、電動機 37 に流れる電流値として反映され、この電流値が制御部 39 の電動機制御手段 39b により監視されている。また、こうした動歯 32 に対する負荷の増大は、不動歯 31 と動歯 32 との間隔を広げようとする見かけの力としてスイングジョー 33 に作用し、スイングジョー 33 を後方から支えるトッグルプレート 34 及びトッグルブロック 35 を通じて、さらに流体圧シリンダ 36 を押し縮めようとする力として作用することとなり、流体圧シリンダ 36 を含む流体圧回路の一部における作動流体の流体圧の増大をもたらす。この流体圧回路における流体圧の増大は、制御部 39 の流体圧制御手段 39a に反映される。

20

【0109】

そして、この稼働中に、不動歯 31 と動歯 32 との間で、破碎可能な破碎対象物がスムーズに破碎されないことや、破碎不能な異物が存在することでの、動歯 32 に対する負荷の増大が生じると、動歯 32 及びスイングジョー 33 の破碎に係る動きが滞ることで、スイングジョー 33 を適切に動かせない回転軸 40 の回転負荷の異常に繋がり、これに対応して電動機 37 の電流値が増大する。また、負荷の増大により、スイングジョー 33 他を通じて流体圧シリンダ 36 にこれを押し縮めようとする力が作用して、流体圧回路で流体圧が増大する。

30

【0110】

破碎中における、破碎可能な破碎対象物が破碎しにくい性質を有してスムーズに破碎されないことによる、動歯 32 に対する負荷の過渡的な増大に対しては、制御部 39 の流体圧制御手段 39a が、流体圧シリンダ 36 に通じる流体圧回路の流体圧が高くなるのに対応して、連通する流体圧回路で、作動流体の一部を一時的に流体圧回路の流路外のスペースに逃がして流体圧シリンダ 36 の縮方向作動を許容する制御を行い、流体圧シリンダ 36 の一端と他端との間隔を一時的に縮小させるようにする。

40

【0111】

こうして流体圧シリンダ 36 の一端と他端との間隔を一時的に小さくすることで、トッグルブロック 35 やこれに連動するスイングジョー 33 を不動歯 31 から離れる向きに動かし、不動歯 31 と動歯 32 の間隔を一時的に広げ（図 12 参照）、動歯に破碎対象物からの反力として作用する負荷を緩和すると共に、破碎対象物と不動歯 31 及び動歯 32 との位置関係を変化させて、破碎対象物の破碎を促すことができる。

【0112】

50

破碎されなかった破碎対象物が破碎され、動歯 3 2 に対する負荷が減少すると、動歯 3 2 及びスイングジョー 3 3 の動きに対する破碎対象物からの反力も元の状態に戻ることで、流体圧シリンダ 3 6 を設定状態より押し縮めようとする力が前ほど作用せず、流体圧回路で流体圧が減少するのに伴い、流体圧制御手段 3 9 a が、逃がした作動流体の一部を流体圧回路の流路に速やかに戻し、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を元の状態に復帰させる。これに伴い、不動歯 3 1 と動歯 3 2 の間隔も当初の設定状態に戻るようになる。

【 0 1 1 3 】

この場合、流体圧制御手段 3 9 a が、動歯 3 2 に対する過渡的な負荷の増大に対応して、作動流体を制御して流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を一時的に縮小させ、負荷を抑えることで、電動機制御手段 3 9 b で検出される電動機 3 7 の電流値は、過負荷に対応した条件を満たす状態には到らず、電動機 3 7 が停止することはない。

10

【 0 1 1 4 】

一方、破碎中における、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に破碎不能な異物が存在することによる、動歯 3 2 に対する負荷の増大が生じると、その初期の、制御部 3 9 の電動機制御手段 3 9 b において検出する電動機 3 7 の電流値が、動歯に対し過負荷となる状況に対応する条件を満たさない間は、電動機制御手段 3 9 b が電動機 3 7 の駆動を継続させる。

【 0 1 1 5 】

そして、電動機制御手段 3 9 b が、検出した電動機 3 7 の電流値が過負荷に対応する前記条件を満たすまでに至ったことを認定した場合には、電動機 3 7 の駆動を停止させる。なお、この時、フィーダも停止させて、破碎装置 3 0 0 に破碎対象物が供給されないようにする。

20

【 0 1 1 6 】

また、制御部 3 9 の流体圧制御機構部 3 9 c は、流体圧モータ 3 8 を作動させ、この流体圧モータ 3 8 で回転軸 4 0 を正逆回転させてスイングジョー 3 3 を動かし、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を繰り返し変化させる（図 1 4 参照）。こうして、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に留まって過負荷の状態を招いている異物を、この不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から排出されやすくする。

【 0 1 1 7 】

この流体圧モータ 3 8 の正逆回転駆動によって異物が不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から排出された場合には、破碎に係る作動開始時同様に流体圧モータ 3 8 を作動させ、次いで電動機 3 7 を作動させ、フィーダによる破碎対象物の供給を再開して、破碎作業状態に復帰する。

30

【 0 1 1 8 】

流体圧モータ 3 8 の正逆回転駆動に伴う動歯 3 2 の動きを受けても、異物が不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から排出されない場合には、制御部 3 9 の流体圧制御機構部 3 9 c で流体圧回路における流体圧シリンダ 3 6 に接続する各流路の流体圧を制御して、流体圧シリンダ 3 6 を縮方向に作動させ、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を小さくする。この場合、破碎可能な破碎対象物がスムーズに破碎されないことで生じた負荷の過渡的な増大の場合より、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔は小さくなるようにされる。

40

【 0 1 1 9 】

こうして流体圧シリンダ 3 6 の一端と他端との間隔を小さくし、トッグルブロック 3 5 やこれに連動するスイングジョー 3 3 を不動歯 3 1 から離れる向きに動かすことで、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げ、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から異物をさらに排出しやすい状態とする（図 1 5 参照）。異物が不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の空間下端の排出口から排出されない場合は、あらかじめ流体圧モータ 3 8 を停止させてスイングジョー 3 3 及び動歯 3 2 の動きを止めた状態とした上で、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間の空間の上側から異物を取り出すようにしてもよい。

【 0 1 2 0 】

異物が不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間から排出されると、流体圧シリンダ 3 6 の一端と他

50

端との間隔を小さくしていた場合は、元の間隔となるよう制御部 39 の流体圧制御機構部 39 c で流体圧回路における流体圧シリンダ 36 に接続する各流路の流体圧を制御して、流体圧シリンダ 36 を伸方向に作動させ、不動歯 31 と動歯 32 との間隔を破碎作業時の設定状態に戻す。その上で、破碎に係る作動の開始時と同様に、流体圧モータ 38 により回転軸 40 を駆動し、回転軸 40 が適切な回転数に達すると、電動機 37 で回転軸 40 を回転駆動する状態へ移行させ、回転軸 40 の回転に伴ってスイングジョー 33 が動歯 32 と共に不動歯 31 に対し近付いたり離れたりする破碎時の作動状態に戻す。そして、フィーダによる破碎対象物の不動歯 31 と動歯 32 との間への供給も再開することで、破碎作業状態に復帰する。

【0121】

破碎装置 300 では、制御部 39 の電動機制御手段 39 b で破碎中の電動機 37 の電流値を検出しており、破碎可能な破碎対象物が破碎しにくい性質を有してスムーズに破碎されないことによる、動歯 32 に対する負荷の過渡的な増大に対しては、制御部 39 の流体圧制御手段 39 a が、流体圧シリンダ 36 の一端と他端との間隔を一時的に縮小させ、負荷を抑えて電動機 37 を停止させないようにしている。また、破碎不能な異物の存在による、動歯 32 に対する負荷の増大の場合には、電動機制御手段 39 b で検出される電動機 37 の電流値が過負荷に対応する条件を満たす状態になり、電動機制御手段 39 b が電動機 37 を停止させることとなる。

【0122】

こうして、主に金属である異物を電動機 37 の電流値に基づいて精度良く検知して、電動機 37 の停止で破碎を中断した破碎装置 300 から回収でき、破碎装置の後段側に金属の異物を流出させずに済むこととなる。仮に破碎装置の次工程に二次破碎装置を用いる場合でも、破碎装置がいわば金属検出器の役割を果たして、金属の異物が二次破碎装置に投入されることを防ぐことができ、二次破碎装置の保護のために破碎装置と二次破碎装置との間に金属検出器を設ける必要がなくなり、破碎に係る工程全体でコストを抑えられる。

【0123】

なお、制御部 39 は、電動機制御手段 39 b の検出した電動機 37 の電流値が過負荷に対応する前記条件を満たす場合、電動機 37 の駆動を停止させる一方で、流体圧モータ 38 を新たに作動させ、この流体圧モータ 38 で回転軸 40 を正逆回転させてスイングジョー 33 を動かし、不動歯 31 と動歯 32 との間隔を繰り返し変化させるようにしているが、これに限らず、仮に流体圧モータ 38 による駆動でスイングジョー 33 及び動歯 32 を動かしても、異物が不動歯 31 と動歯 32 との間から極めて排出されにくい状態にあると、過負荷を認定した当初から予想されるものである場合には、制御部 39 は流体圧モータ 38 を作動させず、電動機 37 の駆動の停止と同時又は停止直後に、流体圧制御機構部 39 c で流体圧回路における流体圧シリンダ 36 に接続する各流路の流体圧を制御して、流体圧シリンダ 36 の一端と他端との間隔を小さくし、スイングジョー 33 を不動歯 31 から離れる向きに動かして不動歯 31 と動歯 32 との間隔を広げ、不動歯 31 と動歯 32 との間から異物を排出しやすい状態とするようにしてもかまわない。

【0124】

さらに、電動機制御手段 39 b で、電動機 37 の電流値が過負荷に対応する条件を満たす状態を検出し、電動機 37 の駆動を停止させるのとは別途に、制御部 39 の流体圧制御機構部 39 c が、負荷の増大により流体圧シリンダ 36 に通じる流体圧回路の流体圧が所定の上限值まで増大すると、流体圧を低圧側に逃がす制御を行うことで、流体圧シリンダ 36 の一端と他端との間隔を小さくし、不動歯 31 と動歯 32 との間隔を広げて異物の排出を促すようにすることもできる。この場合、流体圧制御機構部 39 c の要部として、例えば、流体圧シリンダ 36 に通じる流体圧回路にリリーフ弁を設けて、流体圧が増大して設定した圧力を超えると、リリーフ弁が作動して流体圧を低圧側に逃がす仕組みとしたり、流体圧回路に所定の流体制御手段を設けて、流体圧が上限値に達した際に、流体圧を低圧側に逃がす制御動作を実行させるものとすることができ、負荷の変化に遅れなく追従して変化する流体圧に基づいて流体圧制御機構部 39 c で制御を行うことで、破碎中にお

10

20

30

40

50

る異物による負荷の増大に対し、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を自動的に広げるなど、異常状態への有効且つ迅速な対策を講じることができる。

【 0 1 2 5 】

このように、本実施形態に係る破碎装置においては、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間に入った破碎可能な破碎対象物又は破碎不能な異物によって、破碎に際して動く動歯 3 2 への負荷が増大しても、調整部としての流体圧シリンダ 3 6 でスイングジョー 3 3 を変位させ、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げて、さらなる負荷の増大を抑えると共に破碎対象物の破碎又は異物の排出を行えるようにし、こうした破碎又は排出の完了後、流体圧シリンダ 3 6 で不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を元の状態に復帰させ、破碎を継続可能とすることから、破碎可能な破碎対象物の場合は、負荷増大による装置の停止を招かず、且つ動歯 3 2 を流体圧シリンダ 3 6 の動きで元の状態に速やかに復帰させて、破碎で得られる破碎物を所望の大きさに問題なく維持でき、破碎作業を効率よく且つ精度よく行える。また、破碎不能な異物により負荷が増大して過負荷に至る場合も、流体圧シリンダ 3 6 で不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を広げ、異物を排出した後は流体圧シリンダ 3 6 で不動歯 3 1 と動歯 3 2 との間隔を速やかに元に戻すことができ、破碎の中断を必要最小限にして損失を抑えられると共に、未破碎の大きな破碎対象物の流出を防止できる。

10

【 0 1 2 6 】

なお、前記実施形態に係る破碎装置において、動歯 3 2 に対する負荷の増大が生じて、制御部 3 9 の電動機制御手段 3 9 b において検出する電動機 3 7 の電流値が、動歯 3 2 に対し過負荷となる状況に対応する条件を満たさない間は、電動機制御手段 3 9 b が電動機 3 7 の駆動を継続させるようにし、電流値が過負荷に対応する前記条件を満たして、電動機 3 7 の駆動を停止させるまでは、制御部 3 9 として流体圧回路側での制御以外は特に制御を行わない構成としているが、これに限られるものではなく、制御部の電動機制御手段が、動歯に対する負荷の上昇が生じた状態における電動機に流れる電流値であって、過負荷の状況に対応した前記条件を満たす場合の電流値より小さい所定の電流値を、第二の閾値としてあらかじめ設定し、電動機制御手段の検出する電動機の電流値がこの第二の閾値を超える場合には、電動機の駆動を継続させる一方で、破碎装置に破碎対象物を供給するフィーダを停止させる構成とすることもできる。

20

【 0 1 2 7 】

この場合、破碎しにくい破碎対象物や破碎不能な異物により動歯に対する負荷の増大が生じ、電動機制御手段で検出する電動機の電流値が、第二の閾値を超えると、まずフィーダによる破碎装置への破碎対象物の供給が停止される。破碎しにくい破碎対象物の場合で、破碎対象物が破碎され、動歯に対する負荷の減少に基づいて電動機の電流値が第二の閾値を下回ると、フィーダによる破碎対象物の供給が再開される。一方、異物の場合で、破碎できず負荷の増大がさらに進行し、電流値が過負荷に対応する前記条件を満たすと、電動機の駆動が停止される。その後、異物が不動歯と動歯との間から排出され、電動機による回転軸の回転駆動でスイングジョーが動歯と共に不動歯に対し近付いたり離れたりする破碎時の作動状態に戻ると、フィーダによる破碎対象物の不動歯と動歯との間への供給も再開することとなる。

30

【 0 1 2 8 】

このように、電動機制御手段で検出される電動機の電流値が、過負荷に対応する条件を満たさないまでも、第二の閾値を超えるようであれば、電動機の駆動は停止させない一方で、フィーダを停止させ、破碎対象物の供給を中断することで、動歯に対する負荷の増大と共に破碎対象物の破碎の進行が滞る中、不動歯と動歯との間にそれ以上破碎対象物を供給しないようにして、負荷が増大する原因となった破碎しにくい破碎対象物の破碎又は異物の排出を集中的に実行でき、後から供給された破碎対象物の影響を受けることなく速やかに破碎又は排出を進められ、負荷の増大した状態をより短時間で解消して破碎作業を継続又は再開できる。

40

【 0 1 2 9 】

この他、フィーダに対しては、電動機制御手段の検出する電動機の電流値に基づいて停

50

止制御を行うのに代えて、トッグルブロックの位置を保持する流体圧シリンダに加わる圧力（トッグル圧）を監視し、破碎しにくい破碎対象物や破碎不能な異物による負荷の増大で流体圧シリンダに加わる圧力が所定の閾値を超えた場合に、フィーダを停止させるよう制御を行う構成とすることもできる。この場合、流体圧回路で負荷増大に応じて明確に圧力の上昇状態が現れることに基づいて、より適切なタイミングでフィーダを停止させることができ、フィーダによる供給を破碎装置の状況に適切に対応させられ、破碎装置で破碎を安全に継続できる。

【 0 1 3 0 】

図 1 6 は、上記破碎装置 3 0 0 を用いた場合の制御システム 1 のシステム構成図である。図 1 6 において、駆動部 1 1 におけるクラッシャーの具体例としてジョークラッシャー 1 1 1 及びインパクトクラッシャー 1 1 2 を有するシステム構成となっている。図 1 1 に示すように、破碎装置 3 0 0 としてのジョークラッシャー 1 1 1 及びインパクトクラッシャー 1 1 2 の駆動部 1 1 は、電動機制御手段 3 9 b であるインバータ 1 2 により制御される電動機 3 7 と、油圧モータ 3 8、シリンダ 3 6 及び油圧制御部 3 9 a を制御する流体圧制御機構部 3 9 c とを備える構成となっている。

10

【 0 1 3 1 】

また、ジョークラッシャー 1 1 1 及びインパクトクラッシャー 1 1 2 の制御システム 1 における動作は動作制御部 1 5 0 により制御されており、特に電動機 3 7 については前述した通り P L C 1 5 から制御信号に基づいてインバータ 1 2 により行われ、油圧システムの制御については油圧制御部 1 5 a の制御に基づいて流体圧制御機構部 3 9 c が動作することで行われる。

20

【 0 1 3 2 】

なお、図 1 6 のように、ジョークラッシャー 1 1 1 及びインパクトクラッシャー 1 1 2 等の破碎装置 3 0 0 は、動作制御部 1 5 0（P L C 1 5 及び / 又は油圧制御部 1 5 a）によりシステム全体で制御されてもよいし、図 1 1 に示すように、それぞれの装置単体で制御するための電動機制御手段 3 9 b 及び流体圧制御機構部 3 9 c を別途備える構成であってもよい。

【 0 1 3 3 】

本実施形態に係る制御システム 1 を用いた制御方法について具体例を用いて説明する。図 1 7 は、本実施形態に係る制御システムを用いた制御方法を示す図である。図 1 7 において、破碎対象となる石やコンクリート廃材、アスファルト廃材などが供給機（図示しない）からジョークラッシャー 1 1 1 に投入され、ある程度のサイズになった材料が金属検出器 1 1 3 を通ってインパクトクラッシャー 1 1 2 に投入される。インパクトクラッシャー 1 1 2 で所望のサイズに破碎された材料は、スクリーン 1 1 4 を通って製品として収集される。所望のサイズを満たさずスクリーン 1 1 4 を通らない材料は、再度ジョークラッシャー 1 1 1 又はインパクトクラッシャー 1 1 2 に返送されて、破碎作業が繰り返して実行される。ジョークラッシャー 1 1 1 は、上記で説明したように負荷に応じて不動歯 3 1 と動歯 3 2 との隙間を調整する調整手段を有している。同様にインパクトクラッシャー 1 1 2 も破碎物を通すための隙間（セット値）を調整する手段を有するようにしてもよい。ジョークラッシャー 1 1 1 では、上記のように金属などの破碎困難な異物が混入された場合にセット値を調整することで、不動歯 3 1 と動歯 3 2 との隙間を大きくして金属などの異物を排出することができる。排出された金属などの異物は金属検出器 1 1 3 で検知されるため、当該金属検出器 1 1 3 の反応に応じてインパクトクラッシャー 1 1 2 においてセット値を最大値に制御する。そうすることで、金属などの異物がインパクトクラッシャー 1 1 2 のローター、打撃子、反発板等に衝突することを回避して通過させることができ、内部部品の破損を防止することができる。

30

40

【 0 1 3 4 】

また、図 1 7 に示すシステム全体を最適化するように制御することも可能である。具体的には、リターンコンベアや各クラッシャーの負荷値に応じて各クラッシャーのセット値、回転速度等を最適値に制御する。すなわち、例えばジョークラッシャー 1 1 1 の負荷は

50

小さく、インパクトクラッシャー 1 1 2 の負荷が大きくなっているような場合は、ジョークラッシャー 1 1 1 の回転数やセット値を調整して、より細かい破碎を実現することでインパクトクラッシャー 1 1 2 への負荷を抑えつつ、インパクトクラッシャー 1 1 2 では今よりも負荷が小さくなるため、回転数を下げたりセット値を大きくするといった調整を行う。また、例えばスクリーン 1 1 4 から返送される破碎物が多い場合は、各クラッシャーのモーターの回転数を上げることで、より細かい破碎物を生成するように調整する。これ以外にも、例えば生成される破碎物が少ない場合は全体的に負荷を上げたり、生成される破碎物のサイズが大き過ぎたり小さ過ぎる場合は、各クラッシャーのセット値を変更するといった調整を行う。このように、各クラッシャーごとの制御に加えてシステム全体で最適化することで、安定した質や量の破碎物を生成することが可能となる。

10

【符号の説明】

【 0 1 3 5 】

- 1 制御システム
- 1 1 駆動部
- 1 1 a I P M モーター
- 1 2 インバータ
- 1 3 コンバータ
- 1 4 リチウムイオンバッテリー
- 1 5 P L C
- 1 5 a 油圧制御部
- 1 6 直流母線
- 1 7 B M S
- 1 8 計測部
- 1 9 交流電源
- 2 0 高調波フィルタモジュール
- 2 1 容量入力情報
- 2 2 情報取得部
- 2 3 駆動制御部
- 2 4 バッテリー制御部
- 2 5 演算部
- 3 0 本体フレーム
- 3 1 不動歯
- 3 2 動歯
- 3 3 スイングジョー
- 3 4 トッグルプレート
- 3 5 トッグルブロック
- 3 6 流体圧シリンダ
- 3 7 電動機
- 3 8 流体圧モーター
- 3 9 制御部
- 3 9 a 流体圧制御手段
- 3 9 b 電動機制御手段
- 3 9 c 流体圧制御機構部
- 4 0 回転軸
- 4 1 偏心軸部
- 4 5 フライホイール
- 5 0 テンションロッド
- 1 5 0 動作制御部
- 3 0 0 破碎装置

20

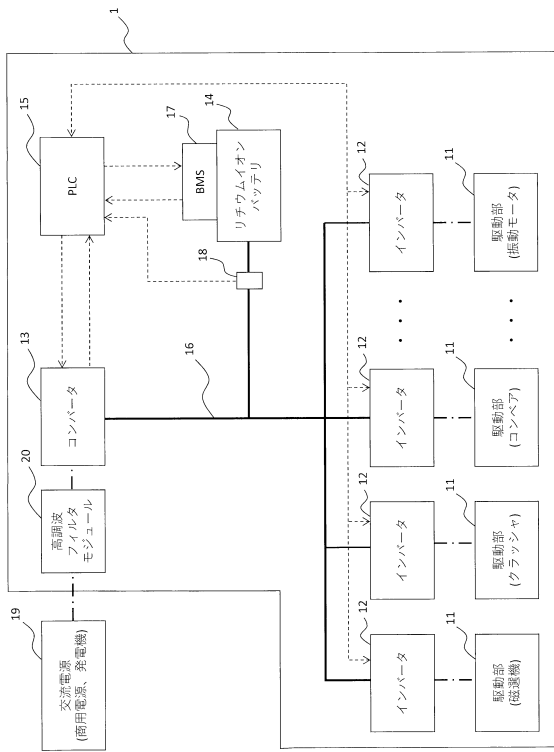
30

40

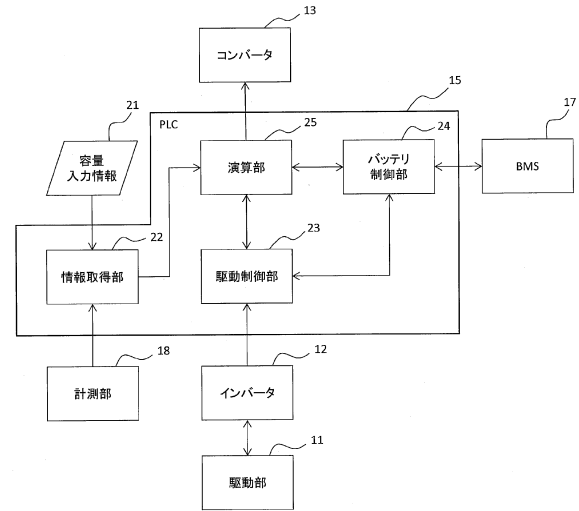
50

【図面】

【図 1】



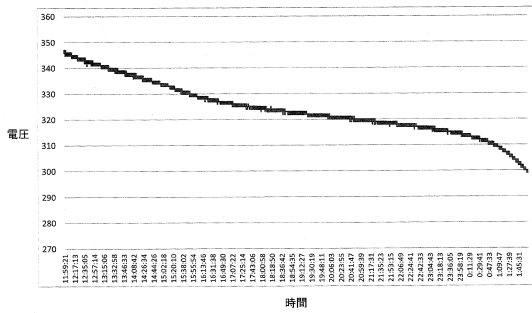
【図 2】



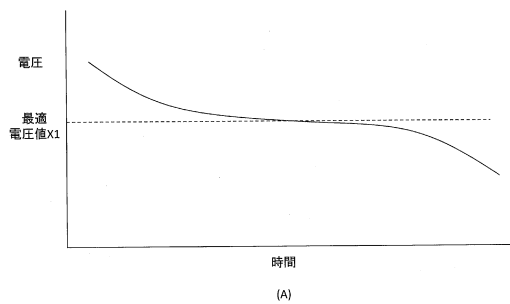
10

20

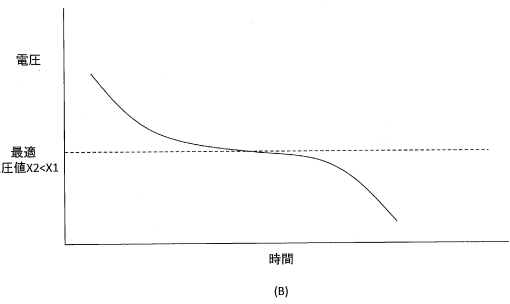
【図 3】



【図 4】



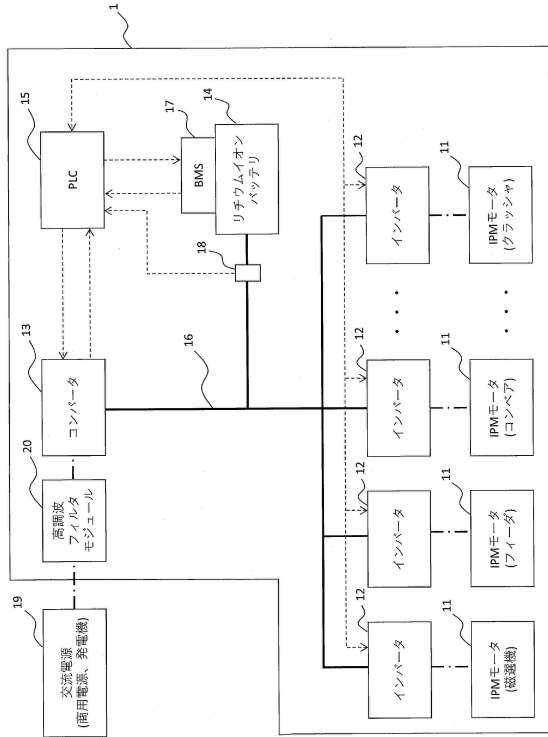
30



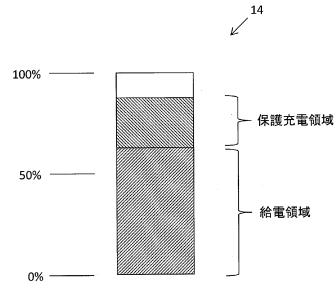
40

50

【図5】



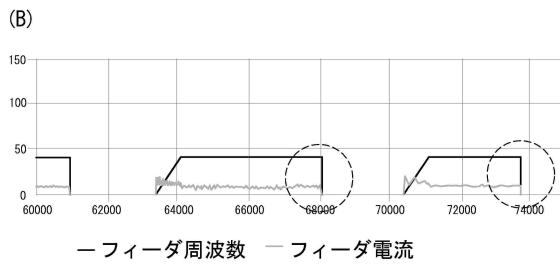
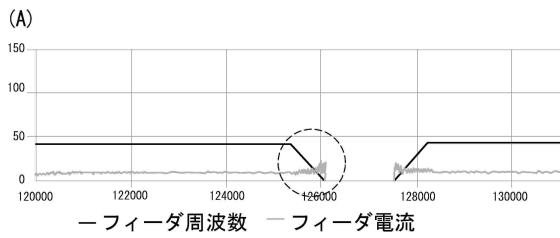
【図6】



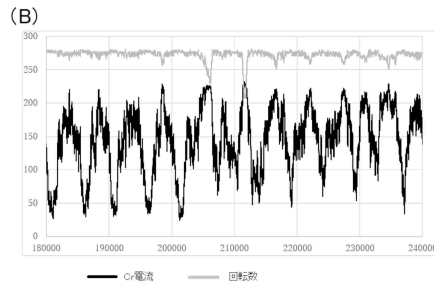
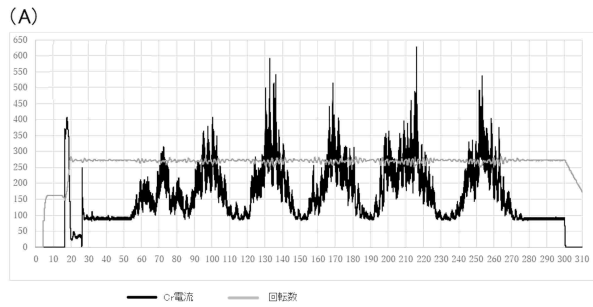
10

20

【図7】



【図8】

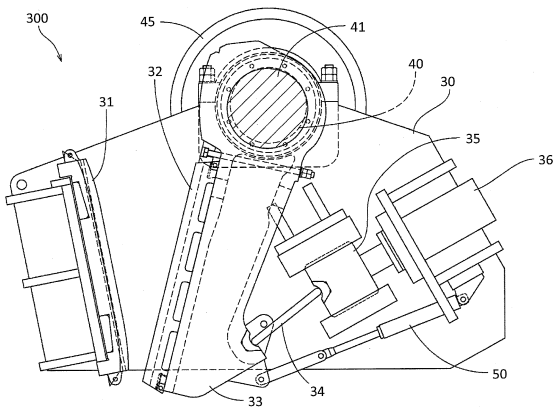


30

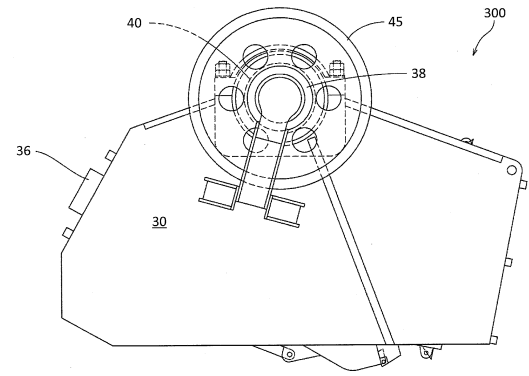
40

50

【図 9】

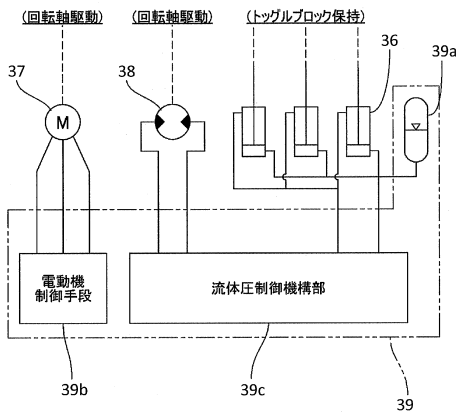


【図 10】

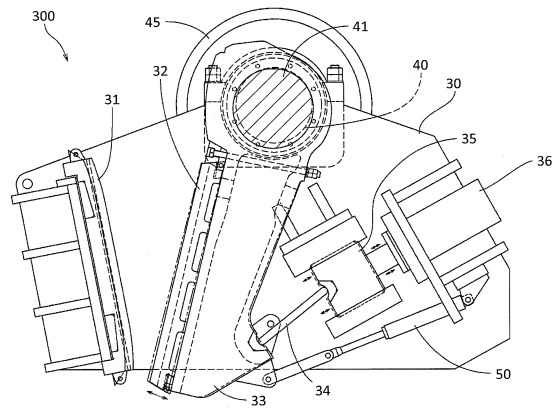


10

【図 11】



【図 12】



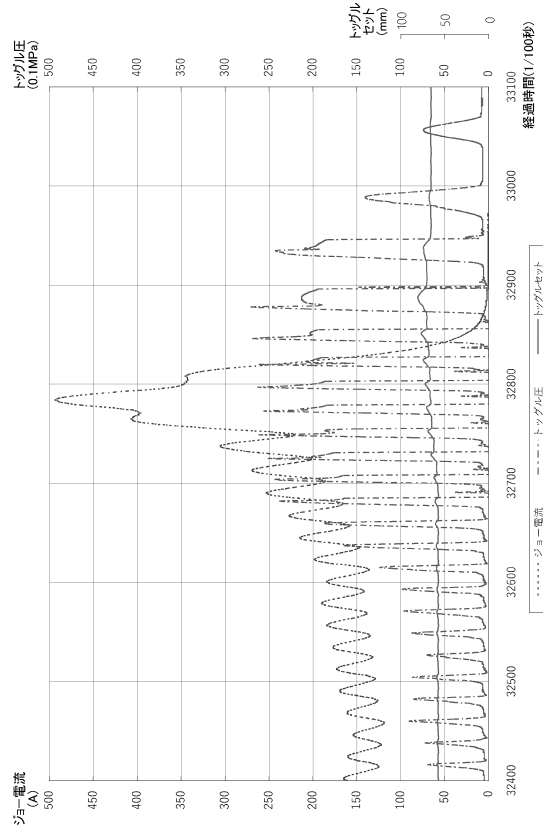
20

30

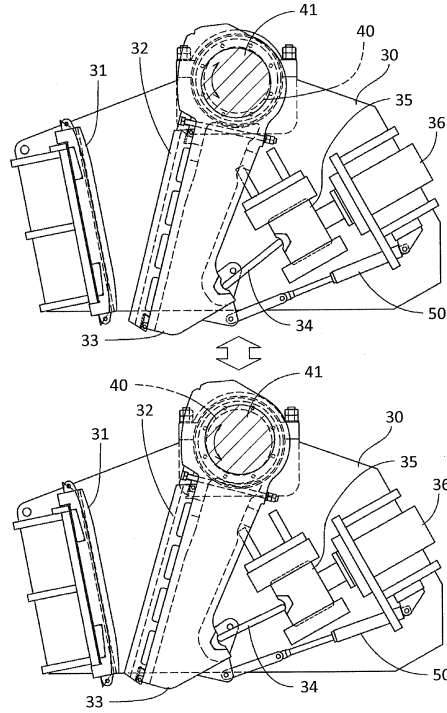
40

50

【図 13】



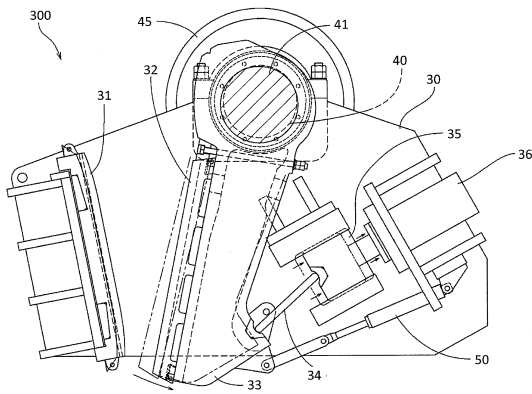
【図 14】



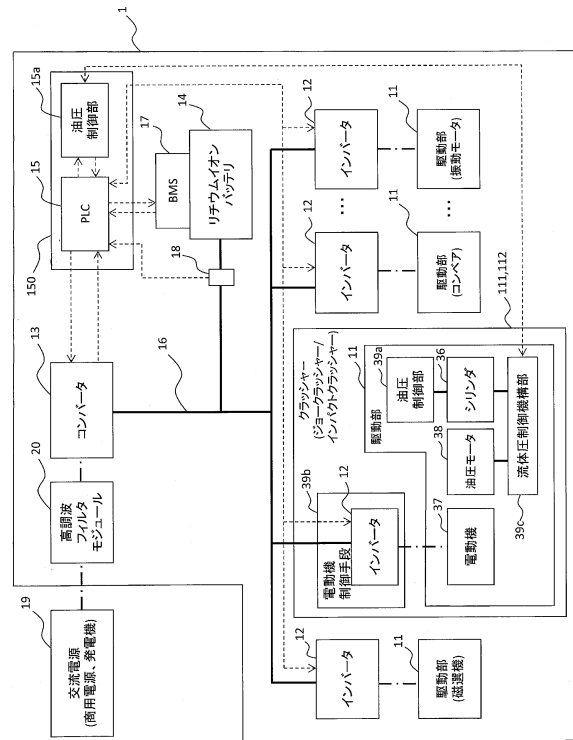
10

20

【図 15】




【図 16】

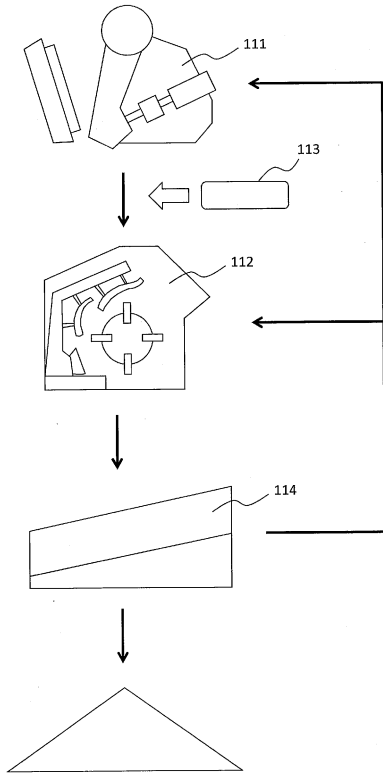


30

40

50

【 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 0 2 C 25/00 (2006.01)

F I

B 0 2 C 1/04

B 0 2 C 25/00

B

(72)発明者 渡邊 美信

佐賀県武雄市朝日町大字甘久 2 2 4 6 番地の 1 株式会社中山ホールディングス内

(72)発明者 倉山 功治

鹿児島県霧島市溝辺町麓 1 3 9 7 番地 1 リニューアルエナジー株式会社内

(72)発明者 團 健一郎

佐賀県武雄市朝日町大字甘久 2 2 4 6 番地の 1 株式会社中山ホールディングス内

(72)発明者 富永 秀樹

佐賀県武雄市朝日町大字甘久 2 2 4 6 番地の 1 株式会社中山ホールディングス内

(72)発明者 橘川 智宏

佐賀県武雄市朝日町大字甘久 2 2 4 6 番地の 1 株式会社中山ホールディングス内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 0 3 4 1 3 0 (W O , A 1)

特開 2 0 0 9 - 2 8 4 7 1 7 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 3 3 0 5 5 4 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 0 1 1 0 2 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2

H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6

H 0 2 P 2 7 / 0 6

B 0 2 C 1 / 0 2

B 0 2 C 1 / 0 4

B 0 2 C 2 5 / 0 0