

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 4 月 2 日(02.04.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/046597 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 7/04 (2006.01) *E02F 7/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/076188
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 30 日(30.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-205976 2013 年 9 月 30 日(30.09.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所(KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6
Tokyo (JP). 国立大学法人東京大学(THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区
本郷七丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 植竹 正明(UETAKE, Masaaki); 〒1078414
東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作
所内 Tokyo (JP). 児玉 祐一(KODAMA, Yuichi); 〒
1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会
社小松製作所内 Tokyo (JP). 川合 一成(KAWAI,
Kazunari); 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6
株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 寺田 紳一
(TERADA, Shinichi); 〒1078414 東京都港区赤坂 2

-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 福
井 類(FUKUI, Rui); 〒1138654 東京都文京区本郷
七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東
京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビ
ルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

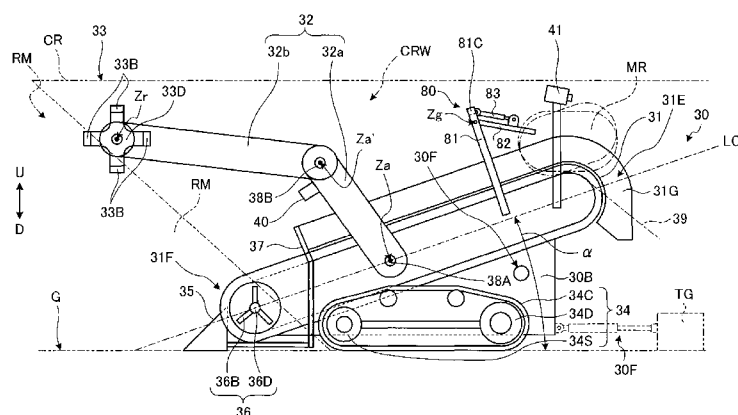
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: LOADING MACHINE

(54) 発明の名称: 積込機械

[図13]



(57) Abstract: This loading machine includes: a transport device which loads, transports, and discharges ore; a travel device which causes a vehicle body, to which the transport device is mounted, to travel; a rotating roller which has a rotating member that rotates about a prescribed axis and a contact member that is provided on the outer periphery of the rotating member and comes into contact with and excavates the ore, and feeds the ore to the transport device while rotating on the loading side of the transport device; a support mechanism which is mounted to the vehicle body, supports the rotating roller, and changes the positional relationship between the rotating roller and the transport device; an information gathering device which is mounted on the loading side of the transport device on the vehicle body and acquires ore information as information pertaining to the condition of the ore in the ground; and a control device which controls at least one of the transport device, the rotating roller, the support mechanism, and the travel device on the basis of the ore information acquired by the information gathering device.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/046597 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, —
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補
正を受理した際には再公開される。(規則
48.2(h))

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

積込機械は、鉱石を積み込んで搬送して排出する搬送装置と、前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーと、前記車体に取り付けられ、かつ前記回転ローラーを支持し、前記回転ローラーと前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記回転ローラー、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも 1 つを制御する制御装置と、を含む。

明 細 書

発明の名称 : 積込機械

技術分野

[0001] 本発明は、坑内採掘に用いられる作業機械である積込機械に関する。

背景技術

[0002] 鉱山における採掘方法として、地表から採掘する露天採掘と、地下から採掘する坑内採掘とが知られている。環境に対する負荷の低減及び鉱石の存在部位の深部化等により、近年においては、坑内採掘が採用されるケースが増えている。例えば、特許文献1には、鉱石をバケットで掘削する車両が坑道内に進入して鉱石を掘削した後、掘削した鉱石をバケットに保持した状態で坑道を移動する作業機械が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第7899599号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、鉱山においては、生産性を高くすることが要求される。これは、坑内採掘においても同様である。特許文献1に記載された技術は、鉱石を掘削する車両が鉱石を保持した状態で鉱石を運搬しているため、生産性を十分に向上させることができない。

[0005] 本発明は、坑内採掘において、生産性を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出する搬送装置と、前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側

で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーと、前記車体に取り付けられ、かつ前記回転ローラーを支持し、前記回転ローラーと前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記回転ローラー、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも1つを制御する制御装置と、を含む、積込機械である。

[0007] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に少ないという情報である場合、前記制御装置は、前記回転ローラーを前記地山に押し付けるように前記支持機構を動作させること及び前記回転ローラーの回転速度を増加させることの少なくとも一方を実行することが好ましい。

[0008] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に多いという情報である場合、前記制御装置は、前記回転ローラーを前記地山から遠ざけるように前記支持機構を動作させること及び前記回転ローラーの回転速度を低下させることの少なくとも一方を実行することが好ましい。

[0009] 前記鉱石情報が、前記採掘場所に前記鉱石の詰まりが発生しているという情報である場合、前記制御装置は、前記詰まりが発生している箇所に前記回転ローラーを押し付けるように前記支持機構を動作させることが好ましい。

[0010] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に少ないという情報である場合、前記制御装置は、前記搬送装置の搬送速度を低下させることが好ましい。

[0011] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に多いという情報である場合、前記制御装置は、前記搬送装置の搬送速度を増加させることが好ましい。

[0012] 前記鉱石情報が、前記地山に前記搬送装置が搬送可能な寸法を超える鉱石があるという情報である場合、前記制御装置は、前記積込機械が前記地山か

ら離れる方向に移動するように前記走行装置を制御することが好ましい。

[0013] 前記鉱石情報が、前記地山の鉱石は前記搬送装置が搬送可能な寸法であるという情報である場合、前記制御装置は、前記搬送可能な鉱石に前記回転ローラーを押し付けるように、前記支持機構を制御することが好ましい。

[0014] 前記鉱石情報が、前記地山の鉱石は前記搬送装置が搬送可能な寸法であるという情報である場合、前記制御装置は、前記回転ローラーを停止させ、前記搬送可能な鉱石を前記回転ローラーで前記搬送装置に移動させるように、前記支持機構を制御することが好ましい。

[0015] 前記積込機械が坑道を走行しているときにおいて、前記情報収集装置が、前記積込機械の進行方向側に障害物が存在するという情報を取得した場合、前記制御装置は、前記回転ローラーを前記障害物に接触させてこれを移動させるように前記支持機構を制御することが好ましい。

[0016] 前記情報収集装置は、前記車体の幅方向において、複数箇所に設置されることが好ましい。

[0017] 本発明は、鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出する搬送装置と、前記搬送装置の積込側に設けられて、前記地山に貫入する貫入部材と、前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーと、前記車体に取り付けられ、かつ前記回転ローラーを支持し、前記回転ローラーと前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、前記搬送装置に前記鉱石が積み込まれる部分と、前記搬送装置から前記鉱石が排出される部分との間に設けられて、前記鉱石の排出と排出の停止とを切り替える切替機構と、前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記回転ローラー、前記支持

機構及び前記走行装置の少なくとも１つを制御する制御装置と、を含む、積込機械である。

[0018] 本発明は、鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出する搬送装置と、前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、前記搬送装置の積み込み側で前記鉱石を前記搬送装置に送り込む掘削装置と、前記車体に取り付けられ、かつ前記掘削装置を支持し、前記掘削装置と前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記掘削装置、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも１つを制御する制御装置と、を含む、積込機械である。

[0019] 前記掘削装置は、バケット又は所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーであることが好ましい。

発明の効果

[0020] 本発明は、坑内採掘において、生産性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図１は、本実施形態に係る運搬機械及び積込機械が稼働する現場の一例を示す模式図である。

[図2]図２は、坑内の一例及び鉱山の管理システムを示す模式図である。

[図3]図３は、図２の一部を拡大した図である。

[図4]図４は、積込機械による地山の鉱石の掘削及び運搬機械への鉱石の積込を示す図である。

[図5]図５は、積込機械による地山の鉱石の掘削及び運搬機械への鉱石の積込を示す図である。

[図6]図６は、鉱山の管理システムが備える管理装置の機能ブロック図の一例

である。

[図7]図7は、本実施形態に係る運搬機械の斜視図である。

[図8]図8は、本実施形態に係る運搬機械の側面図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る運搬機械が備えるベッセルの支持構造を示す図である。

[図10]図10は、本実施形態に係る運搬機械の上面図である。

[図11]図11は、本実施形態に係る運搬機械がベッセルを傾斜させた状態を示す図である。

[図12]図12は、運搬機械が備える制御装置を示すブロック図の一例である。

[図13]図13は、本実施形態に係る積込機械の側面図である。

[図14]図14は、本実施形態に係る積込機械の上面図である。

[図15]図15は、本実施形態に係る積込機械の正面図である。

[図16]図16は、本実施形態に係る積込機械が備える回転ローラーを示す斜視図である。

[図17]図17は、本実施形態に係る積込機械が備える貫入部材を示す斜視図である。

[図18-1]図18-1は、変形例に係る貫入部材を示す斜視図である。

[図18-2]図18-2は、変形例に係る貫入部材を示す斜視図である。

[図19]図19は、本実施形態に係る積込機械が走行するときの姿勢を示す図である。

[図20]図20は、本実施形態に係る積込機械が備える制御装置を示すブロック図の一例である。

[図21]図21は、積込機械がドロポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドロポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図22]図22は、積込機械がドロポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドロポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図23]図23は、積込機械がドロポイントに進入し、鉱石を掘削した後、

他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図24]図24は、積込機械がドローポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図25]図25は、積込機械がドローポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図26]図26は、積込機械がドローポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図27]図27は、積込機械がドローポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図28]図28は、積込機械がドローポイントに進入し、鉱石を掘削した後、他のドローポイントに向かう一連の動作を説明するための図である。

[図29]図29は、積込機械の掘削時の制御を説明するための図である。

[図30]図30は、第1変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す側面図である。

[図31]図31は、第1変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す平面図である。

[図32]図32は、第2変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す平面図である。

[図33]図33は、第2変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す側面図である。

[図34]図34は、回転ローラーの変形例を示す図である。

[図35]図35は、第3変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す平面図である。

[図36]図36は、第3変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す側面図である。

[図37]図37は、第4変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す側面図である。

[図38]図38は、第4変形例に係る積込機械及び掻き込み装置を示す平面図

である。

[図39]図 3 9 は、積込機械の掘削時の制御を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明を実施するための形態（実施形態）について、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下においては、所定面内の一方向をX軸方向、所定面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれと直交する方向をZ軸方向として、各部の位置関係を説明する。また、重力の作用方向を下方、重力の作用方向とは反対方向を上方という。鉱山の生産性は、単位時間あたりの採掘量（ t/h ）と単位時間量あたりのコスト（ $\$/h$ ）との両方を含む。鉱山の生産性は、式（1）に示すように、両者の商を指標とすることができる。式（1）中の $\$/t$ は生産性を表す指標、 t は採掘量、 h は時間、 $\$$ はコストである。式（1）で表される指標 $\$/t$ が小さいほど、鉱山の生産性は高いことになる。

$$\$/t = (\$/h) / (t/h) \cdots (1)$$

[0023] <採掘現場の概要>

図 1 は、本実施形態に係る運搬機械 10 及び積込機械 30 が稼働する現場の一例を示す模式図である。運搬機械 10 及び積込機械 30 は、地下から鉱石を採掘する坑内採掘に使用される。運搬機械 10 は、坑道 R において積荷を運搬する作業機械の一種であり、積込機械 30 は、運搬機械 10 に積荷を積み込む作業機械の一種である。本実施形態においては、ブロックケービング工法により鉱石が採掘される。

[0024] ブロックケービング工法とは、鉱山 M の鉱体（鉱脈）MG に鉱石 MR の採掘場所（以下、適宜ドロップポイントという）DP と、採掘された鉱石を搬送するための坑道 R とを設置し、そのドロップポイント DP の上部をアンダーカットして発破し、鉱石 MR を自然崩落させることによって、そのドロップポイント DP から鉱石 MR を採掘する工法をいう。ドロップポイント DP は、鉱体 MG の内部又は鉱体 MG の下方 D に設置される。ブロックケービング工法は、岩盤又は鉱体の下部をアンダーカットすると、脆弱な岩が自然崩壊を始め

る性質を利用した工法である。鉱体MGの内部又は下方Dから鉱石MRが採掘されると、崩落が上部まで伝播する。このため、ブロックケービング工法を用いると、鉱体MGの鉱石MRを効率よく採掘することができる。ブロックケービング工法において、通常、ドロポイントDPは複数設けられる。

[0025] 本実施形態においては、地上に管理装置3が配置される。管理装置3は、地上又は坑内の管理施設内に設置される。このように、管理装置3は、原則として移動を考慮していないものである。管理装置3は、採掘現場を管理する。管理装置3は、無線通信装置4及びアンテナ4Aを備える通信システムを介して、運搬機械10及び積込機械30を含む坑内の作業機械と通信可能である。本実施形態において、運搬機械10及び積込機械30は、無人で稼働する作業機械であるが、オペレーターの操作により稼働する有人の作業機械であってもよい。

[0026] <坑内MIについて>

図2は、坑内MIの一例及び鉱山の管理システムを示す模式図である。図3は、図2の一部を拡大した図である。これらの図に示すように、鉱脈MGの下方Dに設置された坑道Rは、第1坑道DRと、第2坑道CRとを含む。坑道Rは、例えば、鉱体MGの内部又は鉱体MGの下方Dに設置される。本実施形態において、坑内MIには、第1坑道DR及び第2坑道CRは、それぞれ複数存在する。第2坑道CRは、それぞれのドロポイントDPと第1坑道DRとを接続する。積込機械30は、第2坑道CRを通してドロポイントDPに接近することができる。本実施形態において、坑道Rは第3坑道TRを含む。本実施形態において、複数（この例では2本）の第3坑道TRが、複数の第1坑道DRと接続されている。以下において、第1坑道DRを適宜ドリフトDRといい、第2坑道CRを適宜クロスカットCRといい、第3坑道TRを適宜外周路TRという。

[0027] 図2に示すように、坑内MIには、2本の外周路TRが設置されている。それぞれの外周路TRは、クロスカットCRのようにはドロポイントDPによって分断されていない。1本の外周路TRは、複数のドリフトDRのそ

れぞれの一端部を接続し、もう１本の外周路ＴＲは、複数のドリフトＤＲのそれぞれの他端部を接続する。このように、すべてのドリフトＤＲは、２本の外周路ＴＲと接続されている。本実施形態においては、運搬機械１０及び積込機械３０は、いずれのドリフトＤＲであっても一方の外周路ＴＲから進入することができる。図３に示す例において、運搬機械１０及び積込機械３０は、ドリフトＤＲ内を矢印ＦＣの方向に進行する。

[0028] 図２及び図３に示すように、運搬機械１０に対する積込機械３０による積込作業が行われる積込位置ＬＰは、クロスカットＣＲ又はその近傍に定められる。ドロップポイントＤＰ及び積込位置ＬＰを含む領域を、積込場所ＬＡ、と称してもよい。

[0029] 図２に示すように、坑内ＭＩには、運搬機械１０によって運搬された積荷としての鉱石ＭＲが排出される排土場所（オアパス）ＤＰが設けられる。運搬機械１０は、ドロップポイントＤＰ近傍の積込場所ＬＡにおいて積込機械３０により積荷としての鉱石ＭＲを積み込まれた後、ドリフトＤＲを走行して、オアパスＯＰまで移動する。運搬機械１０は、到着したオアパスＯＰに積荷としての鉱石ＭＲを排出する。

[0030] 本実施形態において、図２及び図３に示す運搬機械１０は、走行用の電動機と、この電動機に電力を供給する蓄電器とを有する。外周路ＴＲには、空間ＳＰが接続されている。外周路ＴＲと接続する空間ＳＰには、運搬機械１０に搭載された蓄電器を交換する蓄電器交換装置ＥＸが設置される。蓄電器交換装置ＥＸは、蓄電器１４を充電する機能も有している。

[0031] 以下の説明においては、便宜上、運搬機械１０が走行する坑道Ｒの路面とＸＹ平面とが実質的に平行であることとする。なお、実際には、坑道Ｒの路面は、凹凸を有していたり、上り坂及び下り坂を有していたりする場合が多い。

[0032] 図２に示す鉱山の管理システム１は、管理装置３と、無線通信用のアンテナ４Ａとを含む。管理装置３は、例えば、坑内ＭＩで稼働する運搬機械１０及び積込機械３０の運行を管理する。運行の管理には、運搬機械１０及び積

込機械 30 の配車、運搬機械 10 及び積込機械 30 の稼働状態に関する情報（以下、適宜稼働情報という）の収集及びその管理等が含まれる。稼働情報は、例えば、運搬機械 10 及び積込機械 30 の稼働時間、走行距離、蓄電器の残量、異常の有無、異常の箇所、積載量等が含まれる。稼働情報は、主として運搬機械 10 及び積込機械 30 の運転評価、予防保全及び異常診断等に用いられる。したがって、稼働情報は、鉱山 M の生産性向上又は鉱山 M のオペレーションの改善といったニーズに応えるために有用である。

[0033] 管理装置 3 は、後述するように通信装置を備えている。アンテナ 4 A を備えた無線通信装置 4 は、この通信装置と接続されている。管理装置 3 は、例えば、通信装置、無線通信装置 4 及びアンテナ 4 A を介して、坑内 M I で稼働する運搬機械 10 及び積込機械 30 との間で情報をやり取りする。鉱山の管理システム 1 が備える管理装置 3 は、前述したように運搬機械 10 及び積込機械 30 の運行を管理する。

[0034] 本実施形態において、積込機械 30 は、走行用の電動機によって走行し、電動機によって掻き込み装置を駆動して鉱石 M R を掘削する。図 3 に示すように、これらの電動機に積込機械 30 の外部から電力を供給する給電ケーブル 5 が坑内 M I の坑道 R に設けられている。積込機械 30 は、例えば、積込場所 L A に設けられた電力供給装置としての給電用のコネクタ 6 及び積込機械 30 からの電力ケーブル 7 を介して、給電ケーブル 5 からの電力の供給を受ける。前述した電力供給装置は、ドリフト D R 又はクロスカット C R のいずれか一方に設けられていればよい。本実施形態において、積込機械 30 は、外部から供給される電力によって走行及び掘削の少なくとも一方を行ってもよい。また、積込機械 30 は、蓄電器を搭載し、この蓄電器から電力の供給を受けて走行及び掘削の少なくとも一方を行ってもよい。また、積込機械 30 は、蓄電器を搭載し、この蓄電器から電力の供給を受けて走行及び掘削の少なくとも一方を行ってもよい。すなわち、積込機械 30 は、外部から供給される電力及び蓄電器から供給される電力の少なくとも一方によって、走行及び掘削の少なくとも一方を行う。例えば、積込機械 30 は、外部から供

給される電力によって掘削を行い、蓄電器から供給される電力によって走行することができる。また、積込機械30は、クロスカットCR内を走行する場合は、外部から供給される電力により走行してもよい。本実施形態において、積込機械30は、電動機によって油圧ポンプを駆動して油圧を発生させ、この油圧によって油圧モータを駆動することにより、鉱石MRを掘削してもよい。また、積込機械30は、蓄電器を備え、この蓄電器から供給される電力により走行し、掘削してもよい。

[0035] 給電ケーブル5と積込機械30からの電力ケーブル7との接続は、コネクタ6に限定されるものではない。例えば、坑道R側に設けられ、かつ給電ケーブル5と接続された電極と、積込機械30側からの電力ケーブル7に接続された電極とを電力供給装置として用い、両方の電極を接触させて、給電ケーブル5から積込機械30に電力を供給してもよい。このようにすると、両方の電極の位置決め精度が低くても両者を接触させて電力を積込機械30に供給することができる。本実施形態では、積込機械30は電力で動作するものとしたが、このようなものには限定されない。積込機械30は、例えば、内燃機関によって走行したり鉱石MRを掘削したりするものであってもよい。この場合、積込機械30は、内燃機関によって油圧ポンプを駆動し、油圧ポンプから吐出される作動油によって、例えば、油圧モータ又は油圧シリンダ等を駆動することにより走行したり、鉱石MRを掘削したりしてもよい。

[0036] <鉱石MRの掘削及び運搬>

図4及び図5は、積込機械30による地山RMの鉱石MRの掘削及び運搬機械10への鉱石MRの積込を示す図である。積込場所LAは、ドロップポイントDPに鉱石MRの地山RMが形成される。図4及び図5に示すように、積込機械30は、積込場所LAのクロスカットCR内に設置されて、先端部が鉱石MRの地山RMに貫入してこれを掘削する。積込機械30は、掘削した鉱石MRを、地山RMとは反対側であって、ドリフトDR内に待機している運搬機械10に積載する。ドリフトDR内には、積込機械30に電力を供給する給電ケーブル5が設けられている。

[0037] 図4及び図5に示すように、積込機械30は、車体30BDと、搬送装置としてのフィーダー31と、掘削装置としての回転ローラー33と、回転ローラー33を支持する支持機構32と、走行装置34とを含む。回転ローラー33と支持機構32とは、鉱石MRを掘削してフィーダー31に送り込む掻き込み装置として機能する。

[0038] 支持機構32は、車体30BDに対して、起伏方向に揺動可能に設けられている。起伏方向は、車体30BDの上下方向である。支持機構32は、車体30BDに取り付けられる第1部材としてのブーム32aと、これに連結されて揺動し、かつ回転ローラー33を回転可能に支持する第2部材としてのアーム32bとを有する。積込機械30の車体30BDは、鉱石MRの地山RMに貫入する貫入部材35と、回転体36と、岩石ガード37とを備える。貫入部材35は、鉱石MRの掘削時に地山RMに貫入する。回転体36は、積込機械30の貫入部材35が地山RMに貫入するときに回転して、貫入を補助する。

[0039] 運搬機械10は、車体10Bと、ベッセル11とを含む。ベッセル11は、車体10Bに搭載される。ベッセル11は、鉱石MRを積荷として積載する。本実施形態において、ベッセル11は、図4及び図5に示すように、車体10Bの幅方向W、すなわち車軸と平行な方向に移動する。ベッセル11は、運搬機械10の走行時には車体10Bの幅方向中央に設置される。また、ベッセル11は、鉱石MRの積載時において、車体10Bの幅方向外側に移動する。その結果、運搬機械10は、ベッセル11を積込機械30のフィーダー31の下方Dに接近させることができるので、フィーダー31によって搬送された鉱石MRがベッセル11外に落下する可能性を低減し、鉱石MRをベッセル11内に確実に落下させることができる。

[0040] 本実施形態では、図4及び図5に示すように、積込機械30は鉱石MRの掘削及び掘削した鉱石MRを運搬機械10に搬送しこれに積載する。運搬機械10は、積載された鉱石MRを、図2に示すオアパスOPまで搬送し、ここに排出する。このとき、積込機械30は、運搬機械10が走行する空間を

ドリフトDR内に残した状態でクロスカットCRに留まって、ドロポイントDPで鉱石MRを掘削する。そして、積込機械30は、掘削した鉱石MRをドロポイントDPから離れる方向に搬送して、運搬機械10に積み込む。積込機械30は、掘削した鉱石MRを積載した状態では移動しない。運搬機械10は、ドロポイントDPで採掘された鉱石MRを積載し、ドリフトDRを走行して図2に示すオアパスOPまで運搬する。

[0041] このように、本実施形態において、鉱山の管理システム1は、積込機械30には鉱石MRの掘削及び積込のみを行わせ、運搬機械10には鉱石MRの運搬のみを行わせるようにして、両者の機能を分離している。このため、積込機械30は掘削作業及び搬送作業に専念でき、運搬機械10は運搬作業に専念できる。すなわち、積込機械30は鉱石MRを運搬する機能を有していてもよく、運搬機械10は鉱石MRの掘削及び搬送する機能を有していてもよい。積込機械30は、掘削及び搬送の機能に特化でき、運搬機械10は鉱石MRの運搬の機能に特化できるので、それぞれの機能を最大限発揮させることができる。結果として、鉱山の管理システム1は、鉱山Mの生産性を向上させることができる。

[0042] <鉱山の管理システム1の管理装置3>

図6は、鉱山の管理システム1が備える管理装置3の機能ブロック図の一例である。管理装置3は、処理装置3Cと、記憶装置3Mと、入出力部(I/O)3IOとを含む。さらに、管理装置3は、入出力部3IOに、出力装置としての表示装置8と、入力装置9と、通信装置3Rとが接続されている。管理装置3は、例えば、コンピュータである。処理装置3Cは、例えば、CPU (Central Processing Unit) である。記憶装置3Mは、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ若しくはハードディスクドライブ等又はこれらを組み合わせたものである。入出力部3IOは、処理装置3Cと、処理装置3Cの外部に接続する表示装置8、入力装置9及び通信装置3Rとの情報の入出力(インターフェース)に用いられる。

[0043] 処理装置 3 C は、運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 の配車並びにこれらの稼働情報の収集等といった管理装置 3 の処理を実行する。配車及び稼働情報の収集等の処理は、処理装置 3 C がそれぞれに対応するコンピュータプログラムを記憶装置 3 M から読み込んで実行することにより実現される。

[0044] 記憶装置 3 M は、処理装置 3 C に各種の処理を実行させるための各種のコンピュータプログラムを記憶している。本実施形態において、記憶装置 3 M が記憶しているコンピュータプログラムは、例えば、運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 の配車をするためのコンピュータプログラム、運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 の稼働情報を収集するためのコンピュータプログラム、稼働情報等に基づいて各種解析を実現するコンピュータプログラム等である。

[0045] 表示装置 8 は、例えば、液晶ディスプレイ等であり、運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 の配車をしたり、稼働情報を収集したりする際に必要な情報を表示する。入力装置 9 は、例えば、キーボード、タッチパネル又はマウス等であり、運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 の配車をしたり、これらの稼働情報を収集したりする際に必要な情報を入力する。通信装置 3 R は、アンテナ 4 A を備えた無線通信装置 4 と接続されている。前述したように、無線通信装置 4 及びアンテナ 4 A は坑内 M I に設置される。通信装置 3 R と無線通信装置 4 とは有線で接続される。通信装置 3 R と坑内 M I の運搬機械 1 0 及び積込機械 3 0 とは、例えば、無線 LAN (Local Area Network) によって通信することができる。次に、運搬機械 1 0 について、より詳細に説明する。

[0046] <運搬機械 1 0>

図 7 は、本実施形態に係る運搬機械 1 0 の斜視図である。図 8 は、本実施形態に係る運搬機械 1 0 の側面図である。運搬機械 1 0 は、車体 1 0 B と、ベッセル 1 1 と、車輪 1 2 A、1 2 B とを含む。さらに、運搬機械 1 0 は、蓄電器としての蓄電器 1 4 と、アンテナ 1 5 と、撮像装置 1 6 A、1 6 B と、非接触センサ 1 7 A、1 7 B とを有している。車輪 1 2 A、1 2 B は、車体 1 0 B の前後にそれぞれ取り付けられる。本実施形態において、車輪 1 2 A、1 2 B は、図 8 に示す、車体 1 0 B 内に搭載された電動機 1 3 A、1 3

Bによって駆動される。このように、運搬機械10は、すべての車輪12A、12Bが駆動輪となる。また、本実施形態において、車輪12A、12Bは、それぞれ操舵輪となる。本実施形態において、車輪12A、12Bは、例えば、ソリッドタイヤである。このようにすることで、車輪12A、12Bが小径となるので、運搬機械10の高さが抑制される。運搬機械10は、車輪12Aから車輪12Bの方向及び車輪12Bから車輪12Aの方向のいずれにも走行することができる。車輪12A、12Bは、ソリッドタイヤに限定されるものではなく、例えば、空気入りタイヤ等であってもよい。また、車輪12A、12Bのうち、一方のみが駆動輪であってもよい。

[0047] ベッセル11は、車体10Bの上方に搭載されて、車体10Bに支持される。車体10Bには、電動機13A、13Bに電力を供給するための蓄電器14が搭載される。本実施形態において、蓄電器14の外形は、直方体状である。蓄電器14は、車体10Bの前後にそれぞれ1個ずつ搭載される。このようにすることで、運搬機械10は、前後の質量のバランスが均等に近くなるので、安定して走行することができる。蓄電器14は、車体10Bに対して着脱可能に搭載される。蓄電器14から供給される電力によって、運搬機械10が有する電動機13A、13B及び電子機器が作動する。本実施形態においては、運搬機械10は電動としているが、内燃機関が動力源であってもよい。

[0048] 車体10Bには、アンテナ15と、撮像装置16A、16Bと、非接触センサ17A、17Bとが取り付けられる。アンテナ15は、図6に示すアンテナ4A及び通信装置3Rを介して、管理装置3と無線通信する。撮像装置16A、16Bは、ベッセル11に積載された積荷、本実施形態では図3及び図4等 to 示す鉱石MRの状態（荷姿）を撮影する。撮像装置16A、16Bは、例えば、可視光を撮像するカメラであってもよいし、赤外線を撮像する赤外線カメラであってもよい。撮像装置16A、16Bは、それぞれ車体10Bの上面に取り付けられた支持柱16AS、16BSの先端に取り付けられる。このような構造により、それぞれの撮像装置16A、16Bは、ベ

ッセル 11 の全体を上方から撮像することができるので、ベッセル 11 に積載された鉱石 MR の状態を確実に撮像することができる。

[0049] 非接触センサ 17 A、17 B は、車体 10 B の前後にそれぞれ取り付けられる。非接触センサ 17 A、17 B は、運搬機械 10 の周囲、特に進行方向側に存在する物体を非接触で検出する。非接触センサ 17 A、17 B は、例えば、レーダー装置が用いられる。非接触センサ 17 A、17 B は、電波又は超音波等を発射して、物体で反射した電波を受信して、物体との相対的な距離及び方位を検出可能である。非接触センサ 17 A、17 B は、レーダー装置に限定されるものではない。非接触センサ 17 A、17 B は、例えば、レーザスキャナ、及び 3 次元距離センサの少なくとも 1 つを含んでもよい。

[0050] 運搬機械 10 は、車体 10 B の前後に、それぞれ撮像装置としての周辺監視カメラ 17 C A、17 C B を備えている。周辺監視カメラ 17 C A、17 C B は、車体 10 B の周囲、特に前方を撮像して、車体 10 B の周囲に存在する物体の形状を検出する。

[0051] 車体 10 B は、前後の間に凹部 10 B U を有している。凹部 10 B U は、車輪 12 A と車輪 12 B との間に配置される。ベッセル 11 は、積込機械 30 によって積荷としての鉱石 MR が積み込まれる部材である。ベッセル 11 の少なくとも一部は、凹部 10 B U に配置される。

[0052] 本実施形態において、車体 10 B の前後方向において車体 10 B の中心部 A X の一方側に配置される車体 10 B の一部分と他方側に配置される車体 10 B の一部分とは対称（前後対称）である。また、車体 10 B の前後方向において車体 10 B の中心部 A X の一方側に配置されるベッセル 11 の一部分と他方側に配置されるベッセル 11 の一部分とは対称（前後対象）である。また、車体 10 B 及びベッセル 11 は、平面視において、車体 10 B の前後方向の中心軸に対して対称（左右対称）である。

[0053] ベッセル 11 は、底面 11 B と、底面 11 B と接続する 4 個の側面 11 S F、11 S R、11 S A、11 S B とを含む。側面 11 S A、11 S B は、底面 11 B から垂直に立ち上がっている。側面 11 S F、11 S R は、底面

11Bに対してそれぞれ車輪12A、12B側に傾斜している。底面11Bと、4個の側面11SF、11SR、11SA、11SBとによって凹部11Uが形成される。凹部11Uには、積荷としての鉱石MRが積載される。車体10Bの凹部10BUは、ベッセル11の外形に沿った形状を有する。次に、ベッセル11の支持構造について説明する。

[0054] 図9は、本実施形態に係る運搬機械10が備えるベッセル11の支持構造を示す図である。図10は、本実施形態に係る運搬機械10の上面図である。図11は、本実施形態に係る運搬機械10がベッセルを傾斜させた状態を示す図である。ベッセル11は、テーブル11Tの上面に、ベッセル11を昇降させるアクチュエータとしての油圧シリンダ（ホイストシリンダ）11Cbを介して載置されている。

[0055] テーブル11Tは、車体10Bの凹部10BUの上面に設けられた一対の支持体11R、11Rを介して車体10Bに支持されている。支持体11Rは、車体10Bの幅方向Wに延在する棒状の部材である。それぞれの支持体11R、11Rは、テーブル11Tの車体10Bと対向する部分に設けられた一対の溝11TU、11TUに嵌め合わされている。溝11TU、11TUは、支持体11Rが延在する方向、すなわち、車体10Bの幅方向Wに向かって設けられている。このような構造により、テーブル11Tは、支持体11R、11Rに沿って移動する。すなわち、テーブル11Tは、運搬機械10の車体10Bの幅方向Wに向かって移動することができる。

[0056] テーブル11Tと車体10Bとの間には、テーブル11Tを車体10Bの幅方向Wに移動させるためのアクチュエータとして、油圧シリンダ（スライド用シリンダ）11Caが取り付けられている。油圧シリンダ11Caが伸縮することにより、テーブル11Tは、車体10Bの幅方向Wの両側に移動する。テーブル11Tにはベッセル11が取り付けられているので、図10に示すように、ベッセル11も、テーブル11Tとともに車体10Bの幅方向Wの両側に移動することができる。

[0057] 積込機械30から鉱石MRがベッセル11に積載されるときには、図5に

示すように、ベッセル１１が積込機械３０側に移動する。このようにすることで、運搬機械１０は、鉱石MRを確実にベッセル１１に積載することができる。また、ベッセル１１の一方に鉱石MRが偏って積載された場合、運搬機械１０は、ベッセル１１を車体１０Ｂの幅方向Wに往復運動させることにより、鉱石MRをベッセル１１の全体に分散させ、鉱石MRの偏りを抑制することができる。

[0058] ベッセル１１は、油圧シリンダ１１Ｃｂが伸縮することにより昇降する。図１１は、油圧シリンダ１１Ｃｂが伸びてベッセル１１が傾いた状態を示している。ベッセル１１は、図１１に示すように、車体１０Ｂの幅方向Wの一方側の軸線Ｚｂを中心として揺動する。軸線Ｚｂは、テーブル１１Ｔに含まれており、かつ車体１０Ｂの前後方向と平行である。油圧シリンダ１１Ｃｂが伸びると、ベッセル１１は、軸線Ｚｂとは反対側が高くなり、車体１０Ｂの凹部１０ＢＵから突出する。その結果、ベッセル１１が傾斜し、軸線Ｚｂ側の蓋１１ＣＶが開いて、軸線Ｚｂ側から鉱石MRが排出される。油圧シリンダ１１Ｃｂが縮むと、ベッセル１１は車体１０Ｂの凹部１０ＢＵに収まる。蓋１１ＣＶは、図示しないリンク機構により、ベッセル１１が昇降する動作に連動する。

[0059] 本実施形態では、ベッセル１１は車体１０Ｂの幅方向Wの一方側に存在する軸線Ｚｂのみを中心として揺動するが、これに限定されない。例えば、ベッセル１１は、車体１０Ｂの一方側の軸線Ｚｂに加え、他方側に存在し、かつ車体１０Ｂの前後方向と平行なもう１つの軸線を中心として揺動してもよい。このようにすれば、運搬機械１０は、車体１０Ｂの幅方向Wの両側から鉱石MRを排出することができる。

[0060] 図１２は、運搬機械１０が備える制御装置７０を示すブロック図の一例である。運搬機械１０が備える制御装置７０は、運搬機械１０の走行及びベッセル１１の幅方向における移動及び昇降を制御する。制御装置７０は、処理装置７１と記憶装置７２とを備える。処理装置７１には、撮像装置１６Ａ、１６Ｂ、非接触センサ１７Ａ、１７Ｂ、周辺監視カメラ１７ＣＡ、１７ＣＢ

、質量センサ１８、読取装置１９、測域センサ２０、ジャイロセンサ２１、速度センサ２２、加速度センサ２３、駆動制御装置２４、通信装置２５及び記憶装置７２等が接続されている。

[0061] 撮像装置１６Ａ、１６Ｂ及び周辺監視カメラ１７ＣＡ、１７ＣＢは、ＣＣＤ又はＣＭＯＳのような撮像素子を含み、物体の光学像を取得して、その物体の外形を検出可能である。本実施形態において、撮像装置１６Ａ、１６Ｂ及び周辺監視カメラ１７ＣＡ、１７ＣＢの少なくとも一方は、ステレオカメラを含み、物体の３次元の外形データを取得可能である。撮像装置１６Ａ、１６Ｂ及び周辺監視カメラ１７ＣＡ、１７ＣＢは、撮像した結果を処理装置７１に出力する。処理装置７１は、撮像装置１６Ａ、１６Ｂの検出結果を取得し、これに基づいて、ベッセル１１における鉱石ＭＲの状態に関する情報を取得する。本実施形態において、ベッセル１１に積載された鉱石ＭＲの外形は、レーザスキャナー及び３次元距離センサの少なくとも１つを用いて検出されてもよい。

[0062] 非接触センサ１７Ａ、１７Ｂは、処理装置７１と接続され、検出結果を処理装置７１に出力する。非接触センサ１７Ａ、１７Ｂは、取得した結果を処理装置７１に出力する。質量センサ１８は、ベッセル１１及びベッセル１１に積載された鉱石ＭＲの質量を検出する。ベッセル１１の質量は予め分かっているので、質量センサ１８の検出結果からベッセル１１の質量を減算すれば、ベッセル１１に積載された鉱石ＭＲの質量が得られる。質量センサ１８は、処理装置７１と接続されており、検出結果を処理装置７１に出力する。処理装置７１は、質量センサ１８の検出結果に基づいて、ベッセル１１に積み込まれた鉱石ＭＲの質量及びベッセル１１に鉱石ＭＲが積載されているか否かに関する情報を求める。質量センサ１８は、例えば、ベッセル１１とテーブル１１Ｔとの間に設けられるひずみゲージ式ロードセルでもよいし、油圧シリンダ１１Ｃｂの油圧を検出する圧力センサであってもよい。

[0063] 読取装置１９は、ドリフトＤＲに設けられたマークの識別情報（固有情報）を検出する。マークは、ドリフトＤＲに沿って複数配置されている。マー

クは、バーコード及び２次元コードのような識別子（コード）でもよいし、ＩＣタグ又はＲＦＩＤのような識別子（タグ）でもよい。読取装置１９は、処理装置７１と接続され、検出結果を処理装置７１に出力する。

[0064] 測域センサ２０は、運搬機械１０の車体１０Ｂの外側、例えば、前方及び後方に取り付けられて、運搬機械１０の周囲における空間の物理的な形状データを取得して出力する。ジャイロセンサ２１は、運搬機械１０の方位（方位変化量）を検出し、検出結果を処理装置７１に出力する。速度センサ２２は、運搬機械１０の走行速度を検出し、検出結果を処理装置７１に出力する。加速度センサ２３は、運搬機械１０の加速度を検出し、検出結果を処理装置７１に出力する。駆動制御装置２４は、例えば、マイクロコンピュータである。駆動制御装置２４は、処理装置７１からの指令に基づき、走行用の電動機１３Ａ、１３Ｂ、制動システム１３ＢＳ、操舵システム１３ＳＳ及び油圧ポンプ１３Ｐを駆動する電動機１３Ｃの動作を制御する。油圧ポンプ１３Ｐは、油圧シリンダ１１Ｃａ、１１Ｃｂに作動油を供給する装置である。本実施形態において、運搬機械１０は、走行用の電動機１３Ａ、１３Ｂによって走行するが、これに限定されない。例えば、運搬機械１０は、油圧ポンプ１３Ｐから吐出される作動油によって駆動する油圧モータによって走行してもよい。制動システム１３ＢＳ及び操舵システム１３ＳＳも、電動であってもよいし、油圧を利用して動作するものであってもよい。

[0065] 本実施形態において、ドリフトＤＲにおいてマークが配置されている位置（絶対位置）に関する情報は、事前に測定された既知な情報である。マークの絶対位置に関する情報は、記憶装置７２に記憶されている。処理装置７１は、運搬機械１０に設けられている読取装置１９で検出したマークの検出結果（マークの識別情報）と、記憶装置７２の記憶情報とに基づいて、ドリフトＤＲにおける運搬機械１０の絶対位置を求めることができる。

[0066] 測域センサ２０は、空間の物理的な形状データを出力可能な走査型の光波距離計を含む。測域センサ２０は、例えば、レーザスキャナ及び３次元距離センサの少なくとも１つを含み、２次元又は３次元の空間データを取得し

、出力することができる。測域センサ 20 は、積込機械 30 及びドリフト DR の壁面の少なくとも一方を検出する。本実施形態において、測域センサ 20 は、積込機械 30 の形状データ、ドリフト DR の壁面の形状データ及びベッセル 11 の積荷の形状データの少なくとも 1 つを取得可能である。また、測域センサ 20 は、積込機械 30 との相対位置（相対的な距離及び方位）及びドリフト DR の壁面との相対位置の少なくとも一方を検出可能である。測域センサ 20 は、検出した情報を処理装置 71 に出力する。

[0067] 本実施形態において、ドリフト DR の壁面に関する情報が予め求められており、記憶装置 72 に記憶されている。すなわち、ドリフト DR の壁面に関する情報は、事前に測定された既知の情報である。ドリフト DR の壁面に関する情報は、壁面の複数の部分におけるそれぞれの形状に関する情報及びそれら壁面の部分それぞれの絶対位置に関する情報を含む。記憶装置 72 には、壁面の複数の部分の形状と、その形状を有する壁面の部分におけるそれぞれの絶対位置との関係が記憶されている。処理装置 71 は、運搬機械 10 に設けられている測域センサ 20 が検出したドリフト DR の壁面の検出結果（壁面の形状データ）と、記憶装置 72 の記憶情報とに基づいて、ドリフト DR における運搬機械 10 の絶対位置及び方位を求めることができる。

[0068] 処理装置 71 は、読取装置 19 及び測域センサ 20 の少なくとも一方を用いて導出された運搬機械 10 の現在位置（絶対位置）に基づいて、坑内 M1 の決められた経路（目標経路）にしたがって運搬機械 10 が走行するように、ドリフト DR を走行する運搬機械 10 を制御する。

[0069] 処理装置 71 は、例えば、CPU を含むマイクロコンピュータである。処理装置 71 は、非接触センサ 17 A、17 B、読取装置 19 及び測域センサ 20 等の検出結果に基づいて、駆動制御装置 24 を介して走行用の電動機 13 A、13 B、制動システム 13 B S 及び車輪 12 A、12 B の操舵システム 13 S S を制御する。そして、処理装置 71 は、所定の走行速度及び加速度で、前述した目標経路にしたがって運搬機械 10 を走行させる。

[0070] 記憶装置 72 は、RAM、ROM、フラッシュメモリ及びハードディスク

ドライブの少なくとも１つを含み、処理装置 7 1 と接続される。記憶装置 7 2 は、処理装置 7 1 が運搬機械 1 0 を自律走行させるために必要なコンピュータプログラム及び各種の情報を記憶している。通信装置 2 5 は、処理装置 7 1 と接続され、積込機械 3 0 に搭載された通信装置及び管理装置 3 の少なくとも一方との間でデータ通信する。

[0071] 本実施形態において、運搬機械 1 0 は、無人車両であり、自律走行が可能である。通信装置 2 5 は、管理装置 3 及び積込機械 3 0 の少なくとも一方から送信された情報（指令信号を含む）を受信可能である。また、通信装置 2 5 は、撮像装置 1 6 A、1 6 B、周辺監視カメラ 1 7 C A、1 7 C B、速度センサ 2 2 及び加速度センサ 2 3 等が検出した情報を管理装置 3 及び積込機械 3 0 の少なくとも一方に送信可能である。運搬機械 1 0 は、周辺監視カメラ 1 7 C A、1 7 C B 及び非接触センサ 1 7 A、1 7 B の少なくとも一方が取得した運搬機械 1 0 の周辺の情報を管理装置 3 に送信し、この周辺の情報を基に、オペレーターが運搬機械 1 0 を遠隔操作することもできる。このように、運搬機械 1 0 は、自律走行のみならず、オペレーターの操作によっても走行し、ベッセル 1 1 をスライド及び昇降させることができる。

[0072] 例えば、速度センサ 2 2 及び加速度センサ 2 3 等が検出した情報を取得した管理装置 3 は、この情報を運搬機械 1 0 の稼働情報として、例えば、記憶装置 3 M に蓄積する。また、周辺監視カメラ 1 7 C A、1 7 C B が撮像した情報を管理装置 3 が取得した場合、オペレーターは、周辺監視カメラ 1 7 C A、1 7 C B が撮像した運搬機械 1 0 の周辺の画像を視認しながら、運搬機械 1 0 を操作することもできる。さらに、質量センサ 1 8 が検出したベッセル 1 1 の鉱石 M R の質量に関する情報を取得した積込機械 3 0 は、この情報に基づいて、ベッセル 1 1 への鉱石 M R の積載量を制御することもできる。次に、積込機械 3 0 について説明する。

[0073] <積込機械 3 0>

図 1 3 は、本実施形態に係る積込機械 3 0 の側面図である。図 1 4 は、本実施形態に係る積込機械 3 0 の上面図である。図 1 5 は、本実施形態に係る

積込機械 30 の正面図である。図 16 は、本実施形態に係る積込機械 30 が備える回転ローラー 33 を示す斜視図である。図 17 は、本実施形態に係る積込機械 30 が備える貫入部材 35 を示す斜視図である。図 18-1 及び図 18-2 は、変形例に係る貫入部材 35 a、35 b を示す斜視図である。

[0074] 図 13 は、積込機械 30 が地山 RM の鉱石 MR を掘削し、掘削した鉱石 MR を搬送する状態を示している。積込機械 30 は、クロスカット CR 内で鉱石 MR の地山 RM を掘削し、掘削した鉱石 MR を図 7 及び図 8 等を示す運搬機械 10 のベッセル 11 に積載する。積込機械 30 の車体 30 BD には、フィーダー 31 と、支持機構 32 と、走行装置 34 と、貫入部材 35 と、回転体 36 と、岩石ガード 37 とが取り付けられる。貫入部材 35 が設けられている側が積込機械 30 の前方であり、貫入部材 35 が設けられている側とは反対側が積込機械 30 の後方である。なお、積込機械 30 は、回転体 36 及び岩石ガード 37 を備えていなくてもよい。

[0075] フィーダー 31 は、地山 RM から鉱石 MR を積み込んで、ドロポイント DP の地山 RM から離れる方向に搬送した後、排出する。すなわち、フィーダー 31 は、積込機械 30 の前方で積み込まれた鉱石 MR を後方に向かって搬送し、後方から排出する。フィーダー 31 は、例えば、無端の搬送体として搬送ベルトを用い、これを一對のローラーに掛け回して回転させることにより、積込側 31 F から排出側 31 E に鉱石 MR を搬送する。積込側 31 F は、地山 RM 側であり、排出側 31 E は積込側 31 F とは反対側である。図 14 に示すように、フィーダー 31 は、幅方向 W の両側に、一對のガイド 31 G、31 G が設けられている。一對のガイド 31 G、31 G は、フィーダー 31 から搬送途中の鉱石 MR が脱落することを抑制する。幅方向 W は、フィーダー 31 が鉱石 MR を搬送する方向 F と直交する方向であり、フィーダー 31 が備える一對のローラーの回転中心軸と平行な方向である。フィーダー 31 の幅方向 W は、車体 30 BD の幅方向でもある。フィーダー 31 は、排出側 31 E に、鉱石 MR を運搬機械 10 のベッセル 11 内に導くためのガイド 39 を備えている。フィーダー 31 は、車体 30 BD の前方、すなわち

フィーダー 31 の積込側 31 F の軸線を中心として揺動する。フィーダー 31 は、地面 G に対する角度 α を変更することができる。角度 α は、フィーダー 31 が備える一対のローラーの回転中心軸を結ぶ直線 LC と、地面 G とのなす角度である。

[0076] フィーダー 31 に鉱石 MR を積み込むのは、回転ローラー 33 である。回転ローラー 33 は、フィーダー 31 の積込側 31 F、すなわちフィーダー 31 の前方で回転しながら鉱石 MR をフィーダー 31 に送り込む。このため、鉱石 MR の掘削時において、回転ローラー 33 は、ブーム 32 a とアーム 32 b とを備える支持機構 32 によってフィーダー 31 の積込側 31 F に設置される。回転ローラー 33 は、所定の軸線 Z r の周りを回転する回転部材 33 D 及び回転部材 33 D の外周部に設けられて鉱石 MR と接触して掘削する接触部材 33 S とを有する。

[0077] 本実施形態において、接触部材 33 S は、図 16 に示すように、回転部材 33 D からその径方向外側に突出し、かつ回転部材 33 D の周方向に沿って所定の間隔で設けられた複数の板状部材である。接触部材 33 S の板面と平行な平面は、軸線 Z r とは直交しない。本実施形態において、接触部材 33 S の板面と平行な平面は、軸線 Z r と平行になっている。接触部材 33 S は、先端部、すなわち回転部材 33 D 側とは反対側の端部に、板状の部材 33 B B が設けられている。板状の部材 33 B B は、掘削時における回転ローラー 33 の回転方向（図 16 の矢印で示す方向）に向かって、接触部材 33 S の先端から延びている。このような構造により、掘削時において、回転ローラー 33 の板状の部材 33 B B は、掘削対象である地山 RM に食い込む。その結果、地山 RM から鉱石 MR を効率よく掘削することができる。

[0078] 接触部材 33 S は、板状の部材 33 B B を有していなくてもよい。本実施形態において、接触部材 33 S の数は 4 個であるが、これに限定されるものではなく、2 個、3 個又は 5 個以上であってもよい。接触部材 33 S の数は、積込機械 30 が掘削する鉱石 MR の大きさ及び種類の少なくとも 1 つによって、適宜変更することができる。

[0079] 回転ローラー33が回転することにより、接触部材33Sは、上方Uに位置する場合にフィーダー31から遠ざかり、下方Dに位置する場合にフィーダー31に近づく。この動きによって、複数の接触部材33Sは、地山RMから鉱石MRを掘削してフィーダー31に送り込む。複数の接触部材33Sは、回転部材33Dとともに回転しているので、連続して鉱石MRを掘削して、フィーダー31に送り込むことができる。

[0080] 回転ローラー33を回転可能に支持する支持機構32は、車体30BDに取り付けられるブーム32aと、ブーム32aに連結されるアーム32bとを有する。ブーム32aは、例えば、ピンとしてのシャフト38Aを介して積込機械30の車体30BDに取り付けられて、シャフト38Aを中心として車体30BDに対して揺動する。アーム32bは、例えば、ピンとしてのシャフト38Bを介してブーム32aの車体30BDとは反対側の端部と連結されて、ブーム32aに対してシャフト38Bを中心として揺動する。アーム32bは、ブーム32aと連結されている端部とは反対側の端部で、回転ローラー33を回転可能に支持する。ブーム32a及びアーム32bは、例えば、アクチュエータとしての油圧シリンダによって駆動されて揺動してもよいし、電動機又は油圧モータによって駆動されて揺動してもよい。

[0081] ブーム32aは、車体30BDに対して第1の軸線Zaの周りを揺動し、アーム32bは、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'の周りを揺動する。第1の軸線Zaは、ブーム32aと車体30BDとを連結するシャフト38Aの中心軸であり、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'は、ブーム32aとアーム32bとを連結するシャフト38Bの中心軸である。本実施形態において、アーム32bは、さらに、第1の軸線Zaと直交する第2の軸線と平行な軸線の周りを揺動してもよい。このようにすると、回転ローラー33が移動できる範囲が大きくなるので、掘削作業の自由度が向上する。

[0082] ブーム32aは、車体30BDの幅方向Wの両側、本実施形態においてはフィーダー31の幅方向Wの両側に設けられた一对の棒状部材（第1棒状部材）である。アーム32bは、それぞれのブーム32aに連結された一对の

棒状部材（第２棒状部材）である。図１４に示すように、一对のアーム３２ｂは、両者の間に回転ローラー３３を支持している。本実施形態において、一对のブーム３２ａは、梁３２Ｊによって連結されている。このような構造により、支持機構３２の剛性が向上するので、鉱石MRの掘削時には、支持機構３２が回転ローラー３３を確実に地山RMに押し付けることができるので、鉱石MRの掘削効率の低下が抑制される。また、一对のアーム３２ｂを棒状又は板状の部材で連結してもよい。このようにすれば、支持機構３２の剛性がさらに向上するのでより好ましい。

[0083] 支持機構３２は、ブーム３２ａが車体３０ＢＤに対して揺動し、アーム３２ｂがブーム３２ａに対して揺動することにより、回転ローラー３３が移動する。支持機構３２は、回転ローラー３３を移動させることにより、回転ローラー３３とフィーダー３１及び車体３０ＢＤとの相対的な位置関係を変更することができる。また、支持機構３２は、回転ローラー３３を移動させることによって、地山RMの異なる位置を掘削したり、回転ローラー３３を地山RMからフィーダー３１に向かって移動させることにより地山RMから鉱石MRをフィーダー３１側に掻き込んだりすることができる。また、例えば、積込機械３０の走行中、前方に物体が存在して走行の妨げとなっている場合において、支持機構３２は、回転ローラー３３を用いて物体をフィーダー３１に向かって掻き込んでからフィーダー３１に送り込むことにより、積込機械３０の進行方向前方の物体を取り除くこともできる。

[0084] 本実施形態において、回転ローラー３３は、図１４に示すように、アーム３２ｂの先端部に取り付けられた電動機３３Ｍによって回転する。回転ローラー３３を駆動させる装置は電動機３３Ｍに限定されるものではなく、例えば、油圧モータであってもよい。また、電動機３３Ｍが取り付けられる箇所はアーム３２ｂの先端部に限定されるものではない。

[0085] 車体３０ＢＤには、これを走行させる走行装置３４が取り付けられている。走行装置３４は、車体３０ＢＤの幅方向両側に設けられた一对の履帯３４Ｃと、車体３０ＢＤの幅方向両側に設けられた一对の駆動輪３４Ｄと、車体

30BDの幅方向両側に設けられた一对の従動輪34Sとを含む。駆動輪34Dと従動輪34Sとに履帯34Cが掛け回されている。それぞれの駆動輪34Dは、別個に独立して駆動される。本実施形態において、積込機械30は、それぞれの駆動輪34Dに走行用の電動機を備えている。このような構造により、一对の履帯34C、34Cは、別個独立に駆動される。

[0086] フィーダー31の積込側31Fには、貫入部材35が設けられる。貫入部材35は、フィーダー31の積込側31Fに取り付けられてもよいし、フィーダー31の積込側31Fに取り付けられてもよい。貫入部材35は、図17に示すように、錐体の形状をした部材であり、本実施形態では四角錐の形状である。貫入部材35は、長方形（正方形を含む）の底面35Bと、底面35Bにつながる4個の側面35Sを有している。4個の側面35Sのうちの1つが、地面Gと対向する。本例では、符号35Uで示す側面35Sが地面Gと対向する。側面35Sは、いずれも三角形である。底面35Bが、図13に示す車体30BDの前方に取り付けられる。すなわち、貫入部材35は、錐体の頂部35Pが車体30BDの前方になるように、車体30BDに取り付けられる。このようにすることで、積込機械30が地山RMに貫入するときには、貫入部材35が頂部35Pから地山RMに貫入する。

[0087] 貫入部材35の形状は、四角錐の形状に限定されるものではなく、例えば、図18-1に示す、変形例に係る貫入部材35aのように、三角錐の形状であってもよい。この貫入部材35aは、三角形の底面35Baと、底面35Baにつながる3個の側面35Saを有している。側面35Saは、いずれも三角形である。3個の側面35Saのうちの1つが、地面Gと対向する。本例では、符号35Uaで示す側面35Saが地面Gと対向する。底面35Baが、図13に示す車体30BDの前方に取り付けられることにより、錐体の頂部35Paが車体30BDの前方になる。

[0088] 図18-2に示す貫入部材35bは、地山RMに貫入する第1の板状部材35Tと、第1の板状部材35Tの板面と交差（本実施形態では直交するが、これに限定されない）して第1の板状部材35Tに取り付けられ、かつ

ィーダー 31 の積込側 31 F に設けられる第 2 の板状部材 35 F と、を含む。この貫入部材 35 b は、形状が錐体ではなく、2 枚の板状部材を組み合わせた断面が L 字形状の部材なので、製造が比較的容易である。貫入部材 35、35 a、35 b は、例えば、複数の鋼板を溶接したり、鋳鋼を用いて鋳造されたりすることによって製造される。貫入部材 35、35 a、35 b の材料及び製法は、このようなものに限定されない。

[0089] 貫入部材 35 は、積込機械 30 の掘削時において、錐体の頂部から地山 RM に貫入して、地山 RM を突き崩す。貫入部材 35 が地山 RM に貫入する場合、走行装置 34 は、フィーダー 31 及び貫入部材 35 が取り付けられた車体 30 B D を前方に走行させ、かつフィーダー 31 を動作させながら貫入部材 35 を地山 RM に貫入させる。このとき、フィーダー 31 は、上方の搬送ベルトが積込側 31 F から排出側 31 E に向かって移動する。すなわち、貫入部材 35 の貫入時において、フィーダー 31 の上方の搬送ベルトは、鉱石 MR の搬送方向と同一の方向に動作する。積込機械 30 は、貫入時において、このようにフィーダー 31 を動作させることで、フィーダー 31 の駆動力を貫入に利用できるので、地山 RM により深く貫入することができる。

[0090] 貫入部材 35、35 a 及び 35 b は、往復運動してもよい。この場合、貫入部材 35、35 a 及び 35 b が往復運動する方向は、積込機械 30 の車体 30 B D の上下方向、幅方向、前後方向及び前後方向軸と平行な軸線周りにおける回転方向の少なくとも 1 方向であればよい。車体 30 B D の前後方向軸と平行な軸線周りにおける回転方向は、車体 30 B D の前後方向における軸線と平行な軸線の周りに貫入部材 35、35 a 及び 35 b が回転する場合の方向である。貫入部材 35、35 a 及び 35 b が地山 RM に貫入した状態で往復運動すると、貫入部材 35、35 a 及び 35 b は、地山 RM を揺動させて地山 RM から積込機械 30 に向かう鉱石 MR の流れを作り出すことができる。その結果、積込機械 30 は、地山 RM から鉱石 MR を効率よく掘削することができる。貫入部材 35、35 a 及び 35 b を往復運動させるための装置は、例えば、油圧シリンダ又はエアシリンダが用いられる。

[0091] 貫入部材 35 を積込機械 30 の車体 30BD の上下方向に往復運動させる一例を説明する。図 17 に示される貫入部材 35 は、側面 35U に油圧シリンダが車体 30BD の上下方向に沿って取り付けられる。貫入部材 35 が地山 RM に貫入すると、クロスカット CR 内の地面 G と貫入部材 35 の側面 35U とが対向するので、側面 35U に取り付けられた油圧シリンダは、地面 G と側面 35U との間に介在する。この状態で油圧シリンダを伸縮させると、貫入部材 35 は、積込機械 30 の車体 30BD の上下方向に往復運動する。貫入部材 35 を上下方向に往復運動させる方法はこの例に限定されない。貫入部材 35a 及び 35b も同様である。

[0092] 貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動するタイミングは、例えば、回転ローラー 33 の掘削時であってもよいし、回転ローラー 33 からフィーダー 31 に送られる鉱石 MR の量が予め定められた閾値を下回ったときであってもよいし、回転ローラー 33 による掘削開始後かつ予め定められた周期毎であってもよい。貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動するときに、回転ローラー 33 及びフィーダー 31 は停止していてもよいし、動いていてもよいし、一方が動いて他方が停止していてもよい。貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動するときに回転ローラー 33 及びフィーダー 31 を停止させると、積込機械 30 のエネルギー消費が低減できる。貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動するときに回転ローラー 33 及びフィーダー 31 の少なくとも一方が動いていると、これらの動きを利用して鉱石 MR の流れを形成することができる。

[0093] 貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動する場合、積込機械 30 の車体 30BD の上下方向又は前後方向の少なくとも一方に往復運動することが好ましい。このようにすれば、地山 RM に貫入した貫入部材 35、35a 及び 35b は、地山 RM から積込機械 30 に向かう鉱石 MR の流れを作り出しやすくなる。貫入部材 35、35a 及び 35b は、積込機械 30 の車体 30BD の上下方向及び前後方向に往復運動することにより、貫入部材 35、35a 及び 35b は、地山 RM から積込機械 30 に向かう鉱石 MR の流れをさ

らに作り出しやすくなる。貫入部材 35、35a 及び 35b は、さらに積込機械 30 の車体 30BD の幅方向に往復運動してもよいし、積込機械 30 の車体 30BD の幅方向のみに往復運動してもよい。また、貫入部材 35、35a 及び 35b は、車体 30BD の前後方向の軸線と平行な軸線の周りに回転し、かつ回転方向が切り替えられる往復運動をしてもよい。

[0094] 貫入部材 35、35a 及び 35b が、積込機械 30 の車体 30BD の上下方向及び前後方向に往復運動する場合、貫入部材 35、35a 及び 35b は、上下方向の往復運動と前後方向の往復運動とを異なるタイミングで別個に実行してもよいし、同時に実行してもよい。貫入部材 35、35a 及び 35b が往復運動する場合、往復運動の周期及びストロークは、地山 RM 又は鉱石 MR の種類等に応じて適宜設定される。貫入部材 35、35a 及び 35b の往復運動の周期及びストロークは少なくとも一方が可変であってもよい。貫入部材 35、35a 及び 35b の往復運動は、車体 30BD との取付部分を中心として回転する往復運動であってもよいし、貫入部材 35、35a 及び 35b 全体が上下方向、幅方向及び前後方向の少なくとも 1 方向と平行に移動する往復運動であってもよい。

[0095] 積込機械 30 が備える貫入部材は、前述した貫入部材 35、35a 及び 35b には限定されない。貫入部材は、例えば、積込機械 30 の前後方向の寸法が幅方向の寸法よりも大きい部材を複数備えていてもよい。この場合、貫入部材は櫛歯状であってもよい。貫入部材をこのような構造とすることで、貫入部材は地山 RM に貫入しやすくなる。

[0096] 車体 30BD の幅方向両側、すなわち、フィーダー 31 の搬送方向と直交する方向における両側には、一对の回転体 36 が設けられる。一对の回転体 36 は、走行装置 34 の前方であってフィーダー 31 の積込側 31F に配置される。回転体 36 は、所定の軸線周りを回転するドラム 36D の周囲に複数の羽根 36B が所定の間隔で設けられた構造体である。回転体 36 は、例えば、電動機によって駆動される。回転体 36 は、フィーダー 31 を駆動する電動機によって駆動されてもよい。この場合、フィーダー 31 の駆動と回

回転体 36 の駆動とをクラッチ等で切り替えられるようにしてもよい。例えば、クラッチを係合させた場合にはフィーダー 31 と回転体 36 とが同時に回転し、クラッチを開放するとフィーダー 31 のみが回転するようにすることができる。

[0097] 回転体 36 は、貫入部材 35 が地山 RM に貫入するときには、積込機械 30 の車体 30BD を地面 G に押し付ける方向に回転する。具体的には、回転体 36 は、地山 RM 側の羽根 36B が下方 D から上方 U に向かうように、また、走行装置 34 側の羽根 36B が上方 U から下方 D に向かうように回転する。このようにすることで、回転体 36 は、地山 RM 側の羽根 36B が地山 RM に接触すると、車体 30BD の前方を下方 D に向かって押し下げるので、走行装置 34 の履帯 34C が地面 G に対してより強く押し付けられる。その結果、履帯 34C と地面 G との間の摩擦力が増加するので、走行装置 34 は、貫入部材 35 を地山 RM に貫入させやすくなる。積込機械 30 の地山 RM への貫入が終了し、回転ローラー 33 による掘削及びフィーダー 31 による積み込みが開始されるときには、回転体 36 の回転は停止する。

[0098] 回転体 36 と走行装置 34 の履帯 34C との間には、岩石ガード 37 が設けられる。本実施形態において、岩石ガード 37 は、車体 30BD に取り付けられている。岩石ガード 37 は、例えば、掘削中に回転ローラー 33 から飛来する鉱石 MR から走行装置 34 を保護したり、積込機械 30 の走行時において坑道内に存在する岩石等から走行装置 34 を保護したりする。岩石ガード 37 によって、走行装置 34 の耐久性低下が抑制される。

[0099] 本実施形態において、車体 30BD は、車体 30BD の幅方向外側に向かって伸びて、ドロポイント DP につながるクロスカット CR の壁面 CRW に押し付けられる固定装置 30F を有する。本実施形態では、固定装置 30F を車体 30BD の幅方向両側にそれぞれ 1 個ずつ、対向するように設けてあるが、固定装置 30F の数及び設置箇所はこれに限定されるものではない。例えば、固定装置 30F は、車体 30BD の上方に設けられていてもよい。本実施形態において、固定装置 30F は、例えば、油圧シリンダ 30FC

と、油圧シリンダ３０ＦＣのピストンの先端に設けられた押付部材３０ＦＰとを有する。積込機械３０の掘削時及び鉋石ＭＲの搬送時において、固定装置３０Ｆは、積込機械３０をクロスカットＣＲ内に固定する。具体的には、固定装置３０Ｆは、油圧シリンダ３０ＦＣを伸ばして押付部材３０ＦＰを壁面ＣＲＷに押し付けることにより、これらを介してクロスカットＣＲ内に積込機械３０の車体３０ＢＤを固定する。このようにすることで、積込機械３０が地山ＲＭを掘削するときに発生する反力は、固定装置３０Ｆを介してクロスカットＣＲが受けることができる。その結果、積込機械３０は、姿勢が安定するので、安定して地山ＲＭを掘削することができる。固定装置３０Ｆと車体３０Ｂとの間に油圧シリンダを設け、固定装置３０ＦをクロスカットＣＲの壁面ＣＲＷに固定した後に、油圧シリンダの駆動力を利用して車体を貫入させてもよい。

[0100] 車体３０ＢＤの幅方向両側又は上方に固定装置３０Ｆを設ける場合、積込機械３０の貫入時には、固定装置３０Ｆによる固定は解除される。本実施形態では、油圧シリンダ３０ＦＣが縮んだ状態となり、押付部材３０ＦＰが壁面ＣＲＷを押さないようになる。積込機械３０の掘削時において、固定装置３０Ｆが動作して、積込機械３０をクロスカットＣＲ内に固定する。掘削中、積込機械３０が地山ＲＭに対してさらに貫入したり、地山ＲＭから遠ざかったりする場合には、固定装置３０Ｆによる固定が解除された後に、走行装置３４が積込機械３０を移動させる。

[0101] 図１３に示すように、固定装置３０Ｆを車体３０ＢＤの後方、すなわち、フィーダー３１の排出側３１Ｅに設け、クロスカットＣＲ内の地面Ｇから突出させた反力受けＴＧと車体３０ＢＤとの間に固定装置３０Ｆを介在させて、前述した反力を受けてもよい。掘削時においては、積込機械３０の前後方向の反力が大きい、このような構造にすることにより、より効果的に掘削時の反力を受けることができる。また、積込機械３０は、固定装置３０Ｆを伸ばすことにより、掘削時における積込機械３０の位置の調整をすることもできる。なお、積込機械３０は、固定装置３０Ｆを備えていなくてもよい。

[0102] 本実施形態において、積込機械30は、フィーダー31に鉱石MRが積み込まれる部分（積込側31F）と、フィーダー31から鉱石MRが排出される部分（排出側31E）との間に、鉱石MRの排出と排出の停止とを切り替える切替機構80が設けられる。切替機構80は、支持体81と、蓋82と、蓋82を開閉するアクチュエータとしての油圧シリンダ83とを含む。支持体81は、図15に示すように、一端部が車体30BDの幅方向両側、具体的にはフィーダー31の幅方向両側に取り付けられる2本の脚部81Rと、2本の脚部81Rの他端部でこれらを連結する連結部81Cとを含む、門型の部材である。2本の脚部81Rと連結部81Cとで囲まれる部分を、鉱石MRが通過する。

[0103] 蓋82は、板状の部材であり、2本の脚部81Rと連結部81Cとで囲まれる部分に設けられる。蓋82は、支持体81の連結部81C側に存在する所定の軸線Zg周りを回転する。蓋82と支持体81の連結部81Cとの間には、油圧シリンダ83が設けられる。油圧シリンダ83が伸縮することにより、蓋82は、2本の脚部81Rと連結部81Cとで囲まれる部分を開閉する。蓋82が開くことによって、2本の脚部81Rと連結部81Cとで囲まれる部分を鉱石MRが通過する。蓋82が閉じることによって、鉱石MRは、2本の脚部81Rと連結部81Cとで囲まれる部分を通過しない。このようにすることで、積込機械30は、フィーダー31からの鉱石MRの排出量を調整することができる。

[0104] 本実施形態において、積込機械30は、情報収集装置40を備える。情報収集装置40は、車体30BDの積込側31F、すなわち前方に取り付けられる。より具体的には、情報収集装置40が情報を収集する部分が、車体30BDの積込側31F、すなわち前方を向いて取り付けられる。情報収集装置40は、3次元の空間データを取得し、出力する装置である。情報収集装置40は、地山RMの鉱石MRの状態に関する情報としての鉱石情報を取得する。鉱石情報は、地山RMの3次元の空間データである。本実施形態において、鉱石情報は、地山RMの鉱石MRの状態に関する情報の他、車体30

B Dの積込側3 1 F、すなわち前方の情報も含んでもよい。すなわち、本実施形態において、鉱石情報は、車体3 0 B Dの積込側3 1 F、すなわち前方の状態を示す情報である。

[0105] 情報収集装置4 0は、例えばカメラ、ステレオカメラ、レーザスキャナー又は3次元距離センサ等である。情報収集装置4 0が情報を収集する部分は、カメラ又はステレオカメラの場合はレンズ、レーザスキャナー及び3次元距離センサの場合は受光部である。本実施形態において、情報収集装置4 0としては、ステレオカメラが用いられる。本実施形態において、積込機械3 0は、3個の情報収集装置4 0を支持機構3 2の梁3 2 Jに取り付けている。すなわち、複数の情報収集装置4 0は、車体3 0 Bの幅方向において複数箇所に設置される。このようにすることで、積込機械3 0は、1つの情報収集装置4 0の撮像対象がアーム3 2 bに隠れる場合でも、他の情報収集装置4 0によって撮像対象の鉱石情報を得ることができる。

[0106] 本実施形態において、積込機械3 0が備える制御装置は、情報収集装置4 0が収集した鉱石情報を用いて積込機械3 0の動作を制御する。例えば、前述した制御装置は、情報収集装置4 0が取得した鉱石情報に基づいて、フィーダー3 1、回転ローラー3 3、支持機構3 2及び走行装置3 4の少なくとも1つを制御する。このようにすることで、積込機械3 0は、地山RM及び鉱石MRの状態に応じて柔軟に動作することができるので、例えば、鉱山Mの生産効率が向上する。

[0107] 本実施形態において、積込機械3 0は、車体3 0 B Dの排出側3 1 E、すなわち後方に情報収集装置4 1を備える。より具体的には情報収集装置4 1が情報を収集する部分が、車体3 0 B Dの排出側3 1 E、すなわち後方を向いて取り付けられる。情報収集装置4 1は、前述した情報収集装置4 0と同様に、3次元の空間データを取得し、出力する装置である。情報収集装置4 1は、図4及び図5に示す運搬機械1 0のベッセル1 1に積載された鉱石MRの状態に関する情報としての積荷情報を取得する。積荷情報は、鉱石MRの3次元の空間データである。

[0108] 情報収集装置 4 1 は、前述した情報収集装置 4 0 と同様に、例えばカメラ、ステレオカメラ、レーザスキャナー又は 3 次元距離センサ等である。情報収集装置 4 1 が情報を収集する部分は、カメラ又はステレオカメラの場合はレンズ、レーザスキャナー及び 3 次元距離センサの場合は受光部である。本実施形態において、情報収集装置 4 1 としては、ステレオカメラが用いられる。本実施形態において、積込機械 3 0 は、2 個の情報収集装置 4 1 をフィーダー 3 1 の幅方向両側に取り付けている。すなわち、複数の情報収集装置 4 1 は、車体 3 0 B の幅方向において複数箇所に設置される。このようにすることで、積込機械 3 0 は、1 つの情報収集装置 4 1 の撮像対象が坑道の影等に隠れる場合でも、他の情報収集装置 4 1 によって撮像対象の鉱石情報を得ることができる。

[0109] 本実施形態において、積込機械 3 0 が備える制御装置は、情報収集装置 4 1 が収集した積荷情報を用いて積込機械 3 0 及び運搬機械 1 0 の少なくとも一方を制御する。例えば、前述した制御装置は、情報収集装置 4 1 が取得した積荷情報に基づいて、回転ローラー 3 3、フィーダー 3 1 又は切替機構 8 0 等の動作を制御したり、運搬機械 1 0 が備えるベッセル 1 1 の位置又はベッセル 1 1 の運動を制御したりする。このようにすることで、積込機械 3 0 は、運搬機械 1 0 のベッセル 1 1 に積載された鉱石 MR の状態に応じて、鉱石 MR の搬送量を変更したり、ベッセル 1 1 の位置を調整したりすることができるので、例えば、鉱山 M の生産効率が向上する。

[0110] 図 1 9 は、本実施形態に係る積込機械 3 0 が走行するときの姿勢を示す図である。積込機械 3 0 が走行する場合、フィーダー 3 1 が地面 G に対する角度 α は、積込機械 3 0 が鉱石 MR を掘削及び搬送する場合（図 1 3 参照）と比較して小さくなる。すなわち、フィーダー 3 1 が備える一対のローラーの回転中心軸を結ぶ直線 LC は、地面 G に対してより平行に近くなる。このようにすると、積込機械 3 0 の前方、すなわち進行方向側に配置されるフィーダー 3 1 の積込側 3 1 F が地面 G と離れるので、積込機械 3 0 の走行時にフィーダー 3 1 と地面 G とが干渉する可能性が低減される。本実施形態におい

ては、貫入部材 35 も、フィーダー 31 に連動して移動する。すなわち、積込機械 30 が走行する場合、フィーダー 31 の積込側 31 F が地面 G から離れると、貫入部材 35 も地面から離れる。その結果、積込機械 30 の走行時に貫入部材 35 と地面 G とが干渉する可能性が低減される。

[0111] 図 19 に示すように、積込機械 30 が走行する場合、支持機構 32 は折り畳まれる。そして、回転ローラー 33 は、積込機械 30 が鉱石 MR を掘削及び搬送する場合（図 13 参照）と比較して、よりフィーダー 31 に近い位置に移動する。図 19 に示す例において、例えば、実線で示す回転ローラー 33 の位置が走行時の位置であり、例えば、2 点鎖線で示す回転ローラー 33 の位置が積込機械 30 の掘削時の位置である。このように、本実施形態においては、積込機械 30 の走行装置 34 がフィーダー 31 等を含む車体 30 B D を走行させる際には、鉱石 MR の掘削時よりフィーダー 31 の排出側 31 E に回転ローラー 33 が配置される。すなわち、回転ローラー 33 は、積込機械 30 の移動時において、より車体 30 B D 側に配置される。このため、積込機械 30 は、重心から車体 30 B D の前後方向に離れた位置に存在していた回転ローラー 33 が、より重心に近い位置に移動することになるので、前後の質量のバランスが向上する。その結果、積込機械 30 は、安定して走行することができる。回転ローラー 33 の走行時における位置及び掘削時における位置は、この例に限定されるものではない。

[0112] 図 20 は、本実施形態に係る積込機械 30 が備える制御装置 75 を示すブロック図の一例である。積込機械 30 が備える制御装置 75 は、フィーダー 31、支持機構 32、回転ローラー 33、走行装置 34、回転体 36 及び切替機構 80 を制御する。制御装置 75 は、処理装置 76 と記憶装置 77 とを備える。処理装置 76 には、情報収集装置 40 に対応する前方撮像装置 40 C、情報収集装置 41 に対応する後方撮像装置 41 C、非接触センサ 42、読取装置 43、測域センサ 44、ジャイロセンサ 45、速度センサ 46、加速度センサ 47、駆動制御装置 48、通信装置 52 及び記憶装置 77 等が接続されている。非接触センサ 42、読取装置 43、測域センサ 44 は、積込

機械 30 の車体 30 B D の外部に取り付けられる。

[0113] 前方撮像装置 40 C 及び後方撮像装置 41 C は、CCD 又は CMOS のような撮像素子を含み、物体の光学像を取得して、その物体の外形を検出可能である。本実施形態において、前方撮像装置 40 C 及び後方撮像装置 41 C は、ステレオカメラを含み、物体の 3 次元の外形データを取得可能である。前方撮像装置 40 C 及び後方撮像装置 41 C は、撮像した結果を処理装置 76 に出力する。処理装置 76 は、前方撮像装置 40 C の検出結果を取得し、これに基づいて前述した鉱石情報を得る。また、処理装置 76 は、後方撮像装置 41 C の検出結果を取得し、これに基づいて前述した積荷情報を得る。本実施形態において、地山 RM の鉱石 MR の外形及びベッセル 11 に積載された鉱石 MR の外形は、レーザスキャナー及び 3 次元距離センサの少なくとも 1 つを用いて検出されてもよい。

[0114] 非接触センサ 42 は、積込機械 30 の周囲に存在する物体を検出する。非接触センサ 42 は、処理装置 76 と接続され、検出結果を処理装置 76 に出力する。読取装置 43 は、ドリフト DR 又はクロスカット CR に設けられたマークの識別情報（固有情報）を検出する。マークは、ドリフト DR 又はクロスカット CR に沿って複数配置されている。読取装置 43 は、処理装置 76 と接続され、検出結果を処理装置 76 に出力する。マークは、バーコード及び 2 次元コードのような識別子（コード）でもよいし、IC タグ又は RFID のような識別子（タグ）でもよい。

[0115] 本実施形態において、ドリフト DR 又はクロスカット CR においてマークが配置されている位置（絶対位置）に関する情報は、事前に測定された既知な情報である。マークの絶対位置に関する情報は、記憶装置 77 に記憶されている。処理装置 76 は、積込機械 30 に設けられている読取装置 43 で検出したマークの検出結果（マークの識別情報）と、記憶装置 77 の記憶情報とに基づいて、ドリフト DR 又はクロスカット CR における積込機械 30 の絶対位置を求めることができる。

[0116] 測域センサ 44 は、空間の物理的な形状データを取得して出力する。ジャ

イロセンサ４５は、積込機械３０の方位（方位変化量）を検出し、検出結果を処理装置７６に出力する。速度センサ４６は、積込機械３０の走行速度を検出し、検出結果を処理装置７６に出力する。加速度センサ４７は、積込機械３０の加速度を検出し、検出結果を処理装置７６に出力する。駆動制御装置４８は、例えば、マイクロコンピュータである。駆動制御装置４８は、処理装置７６からの指令に基づき、図１３に示す回転ローラー３３を駆動する電動機３３Ｍ、走行装置３４が備える電動機４８Ｌ、４８Ｒ、支持機構３２のブーム３２ａを揺動させる電動機４９、アーム３２ｂを揺動させる電動機５０、フィーダー３１を駆動する電動機５１Ｆ、回転体３６を回転させる電動機５１Ｒ、油圧ポンプ８５を駆動する電動機８６の動作を制御する。油圧ポンプ８５は、切替機構８０が備える油圧シリンダ８３、フィーダー３１の姿勢を変更するアクチュエータとしての油圧シリンダ８７及び固定装置３０Ｆの油圧シリンダ３０ＦＣに作動油を供給する装置である。ブーム３２ａ及びアーム３２ｂは、油圧シリンダによって揺動させられてもよい。この場合、ブーム３２ａを揺動させるブームシリンダ及びアーム３２ｂを揺動させるアームシリンダには、油圧ポンプ８５から作動油が供給される。電動機４８Ｌは、図１３に示す一方の履帯３４Ｃを駆動し、電動機４８Ｒは、他方の履帯３４Ｃを駆動する。

[0117] 本実施形態において、積込機械３０は、走行装置３４が備える電動機４８Ｌ、４８Ｒによって走行するが、これに限定されない。例えば、積込機械３０は、油圧ポンプ８５から吐出される作動油によって駆動する油圧モータによって走行してもよい。また、支持機構３２のブーム３２ａ及びアーム３２ｂ、回転ローラー３３及び回転体３６並びにフィーダー３１も、油圧ポンプ８５から吐出される作動油によって駆動する油圧シリンダ又は油圧モータによって駆動されてもよい。

[0118] 測域センサ４４は、空間の物理的な形状データを出力可能な走査型の光波距離計を含む。測域センサ４４は、例えば、レーザスキャナー及び３次元距離センサの少なくとも１つを含み、３次元の空間データを取得し、出力する

ことができる。測域センサ４４は、運搬機械１０、ドリフトＤＲ及びクロスカットＣＲの壁面の少なくとも１つを検出する。本実施形態において、測域センサ４４は、運搬機械１０の形状データ、ドリフトＤＲ又はクロスカットＣＲの壁面の形状データ及び運搬機械１０が備えるベッセル１１の積荷の形状データの少なくとも１つを取得可能である。また、測域センサ４４は、運搬機械１０との相対位置（相対的な距離及び方位）及びドリフトＤＲ又はクロスカットＣＲの壁面との相対位置の少なくとも一方を検出可能である。測域センサ４４は、検出した情報を処理装置７６に出力する。

[0119] 本実施形態において、ドリフトＤＲ及びクロスカットＣＲの壁面に関する情報が予め求められており、記憶装置７７に記憶されている。すなわち、ドリフトＤＲの壁面に関する情報は、事前に測定された既知の情報である。ドリフトＤＲの壁面に関する情報は、壁面の複数の部分におけるそれぞれの形状に関する情報及びそれら壁面の部分それぞれの絶対位置に関する情報を含む。記憶装置７７には、壁面の複数の部分の形状と、その形状を有する壁面の部分におけるそれぞれの絶対位置との関係が記憶されている。処理装置７６は、積込機械３０に設けられている測域センサ４４が検出したドリフトＤＲの壁面の検出結果（壁面の形状データ）と、記憶装置７７の記憶情報とに基づいて、ドリフトＤＲにおける積込機械３０の絶対位置及び方位を求めることができる。

[0120] 処理装置７６は、読取装置４３及び測域センサ４４の少なくとも一方を用いて導出された積込機械３０の現在位置（絶対位置）に基づいて、坑内ＭＩの決められた経路（目標経路）にしたがって積込機械３０が走行するように、ドリフトＤＲ又はクロスカットＣＲを走行する積込機械３０を制御する。このとき、処理装置７６は、積込機械３０が指定されたドロポイントＤＰに配置されるように、これを制御する。

[0121] 処理装置７６は、例えば、ＣＰＵを含むマイクロコンピュータである。処理装置７６は、前方撮像装置４０Ｃ、後方撮像装置４１Ｃ、非接触センサ４２、読取装置４３等の検出結果に基づいて、駆動制御装置４８を介して走行

装置 3 4 が備える電動機 4 8 L、4 8 R を制御する。そして、処理装置 7 6 は、所定の走行速度及び加速度で、前述した目標経路にしたがって積込機械 3 0 を走行させる。

[0122] 記憶装置 7 7 は、RAM、ROM、フラッシュメモリ及びハードディスクドライブの少なくとも 1 つを含み、処理装置 7 6 と接続される。記憶装置 7 7 は、処理装置 7 6 が積込機械 3 0 を自律走行させるために必要なコンピュータプログラム及び各種の情報を記憶している。通信装置 5 2 は、処理装置 7 6 と接続され、運搬機械 1 0 に搭載された通信装置及び管理装置 3 の少なくとも一方との間でデータ通信する。

[0123] 本実施形態において、積込機械 3 0 は、無人車両であり、自律走行が可能である。通信装置 5 2 は、管理装置 3 及び運搬機械 1 0 の少なくとも一方から送信された情報（指令信号を含む）を、アンテナ 5 3 を介して受信可能である。また、通信装置 5 2 は、前方撮像装置 4 0 C、後方撮像装置 4 1 C、非接触センサ 4 2、読取装置 4 3、測域センサ 4 4、ジャイロセンサ 4 5、速度センサ 4 6 及び加速度センサ 4 7 等が検出した情報を管理装置 3 及び運搬機械 1 0 の少なくとも一方に、アンテナ 5 3 を介して送信可能である。積込機械 3 0 は、自律走行が可能な無人車両に限定されない。例えば、管理装置 3 が、前方撮像装置 4 0 C が撮像した画像を取得して図 6 に示す表示装置 8 に表示し、オペレーターは、表示された画像を視認しながら積込機械 3 0 の掘削、積込及び走行を遠隔操作により制御してもよい。また、管理装置 3 が、後方撮像装置 4 1 C が撮像した画像を取得して図 6 に示す表示装置 8 に表示し、オペレーターは、表示された画像を視認しながら積込機械 3 0 の掘削及び積込並びに運搬機械 1 0 のベッセル 1 1 の動作を遠隔操作により制御してもよい。

[0124] 例えば、速度センサ 4 6 及び加速度センサ 4 7 等が検出した情報を取得した管理装置 3 は、この情報を積込機械 3 0 の稼働情報として、例えば、記憶装置 3 M に蓄積する。また、前方撮像装置 4 0 C 又は後方撮像装置 4 1 C が撮像した情報を管理装置 3 が取得した場合、オペレーターは、前方撮像装置

40C又は後方撮像装置41Cが撮像した積込機械30の周辺の画像を視認しながら、積込機械30を操作することもできる。さらに、後方撮像装置41Cが検出したベッセル11の鉱石MRの質量に関する情報を取得した運搬機械10は、この情報に基づいて、ベッセル11への鉱石MRの積載量又はベッセル11の位置を制御することもできる。本実施形態において、積込機械30は、電動であるが、内燃機関が動力源であってもよい。次に、積込機械30の制御例を説明する。

[0125] <積込機械30の制御例>

本実施形態において、図6に示す管理装置3が、積込機械30が配置されるドロポイントDPを決定し、積込機械30は、管理装置3の決定したドロポイントDPに移動して、鉱石MRを掘削する。図20に示す制御装置75は、アンテナ53及び通信装置52を介して管理装置3からの指令を受信し、指定されたドロポイントDPに移動する。また、制御装置75は、ドロポイントDPにおける生産量（採掘量）、現在位置及び積込機械30の状態に関する情報等を、積込機械30の稼働情報として、管理装置3に送信する。まず、積込機械30が、管理装置3によって決定されたドロポイントDPに進入し、鉱石MRを掘削して運搬機械10に鉱石MRを積み込み、その後、他のドロポイントDPに向かう一連の動作に関する制御を説明する。

[0126] （ドロポイントDPへの進入及び他のドロポイントDPへの移動）

図21から図28は、積込機械30がドロポイントDPに進入し、鉱石を掘削した後、他のドロポイントDPに向かう一連の動作を説明するための図である。積込機械30が備える制御装置75は、図6に示す管理装置3から、鉱石MRの掘削及び積み込みを実行するドロポイントDPの情報を取得する。積込機械30は、図21に示すように、ドリフトDRを矢印FCで示す方向に走行し、目的のドロポイントDPまで移動する。このとき、制御装置75は、積込機械30の姿勢を図19に示す走行時の姿勢とする。積込機械30の走行時において、制御装置75は、フィーダー31、回転口

ーラー 33 及び回転体 36 を停止させている。

[0127] 積込機械 30 は、目的のドロポイント DP の位置に到着したら、図 22 に示すように、目的のドロポイント DP が存在するクロスカット CR と現在走行中のドリフト DR との交差点で方向転換する。このとき、制御装置 75 は、走行装置 34、より具体的には、図 20 に示す電動機 48L、48R の回転速度を制御して、積込機械 30 を方向転換させる。このときも、フィーダー 31、回転ローラー 33 及び回転体 36 は停止している。

[0128] 次に、積込機械 30 は、交差点でドロポイント DP の地山 RM に貫入する準備をする。制御装置 75 は、積込機械 30 の姿勢を走行時の姿勢から貫入時及び掘削時の姿勢に変更する。貫入時及び掘削時の姿勢は、フィーダー 31 の積込側 31F 及び貫入部材 35 を地面 G に近づけた姿勢である。また、制御装置 75 は、図 23 に示すように、電力ケーブル 7 の接続装置を起動させて、ドロポイント DP に設けられている給電用のコネクタ 6 に電力ケーブル 7 を接続させる。積込機械 30 は、走行時には自身に搭載されている蓄電器から供給される電力によって走行するが、貫入時及び掘削時には、外部から供給される電力によって駆動されるからである。

[0129] 貫入の準備が完了したら、積込機械 30 は、図 24 に示すように、クロスカット CR に進入して、クロスカット CR の奥に存在する鉱石 MR の地山 RM に向かって走行し、貫入部材 35 及びフィーダー 31 の積込側 31F を貫入させる。このとき、制御装置 75 は、回転ローラー 33 は停止させ、フィーダー 31 及び回転体 36 を駆動しながら積込機械 30 を地山 RM に向かって走行させる。フィーダー 31 は、上部の搬送ベルトが鉱石 MR の搬送方向と同一の方向に駆動され、回転体 36 は、羽根 36B の地山 RM と対向する側が上向きになるように回転する。フィーダー 31 の貫入時における搬送速度は、掘削時よりも低い。

[0130] フィーダー 31 が搬送方向に駆動することにより、貫入時にフィーダー 31 に鉱石 MR が載った場合、この鉱石 MR は排出側 31F に搬送されるので、フィーダー 31 の詰まりが抑制される。また、回転体 36 が前述した方向

に回転することにより、走行装置 34 の履帯 34 C と地面 G との摩擦力が増加する。その結果、積込機械 30 は、貫入部材 35 及びフィーダー 31 の積込側 31 F を、地山 R M へ確実に貫入させることができる。また、回転体 36 は、地山 R M の鉱石 M R を掻き乱すことで、鉱石 M R の崩れを助長して、貫入部材 35 及びフィーダー 31 の積込側 31 F を地山 R M に貫入させやすくすることもできる。

[0131] 貫入部材 35 及びフィーダー 31 の積込側 31 F が地山 R M に貫入したら、制御装置 75 は、固定装置 30 F をクロスカット C R の壁面 C R W に向かって伸ばして、積込機械 30 をクロスカット C R 内に固定する。そして、図 25 に示すように、運搬機械 10 がドロップポイント D P に到着したら、積込機械 30 は、回転ローラー 33 を回転させて地山 R M から鉱石 M R を掘削してフィーダー 31 に送り込む。フィーダー 31 は、送り込まれた鉱石 M R を排出側 31 E に搬送し、排出側 31 E で待機している運搬機械 10 のベッセル 11 に鉱石 M R を積載する。掘削時における回転ローラー 33 の回転方向は、接触部材 33 S の地山 R M と対向する側が下向きになるように回転する。制御装置 75 は、支持機構 32 を動作させて、回転ローラー 33 が地山 R M を掘削する位置を変更しながら掘削を続ける。このとき、制御装置 75 は、鉱石 M R の流れ方及び鉱石の寸法等といった鉱石 M R の状態に応じて、積込機械 30 を地山 R M 側に向かって進行させたり、地山 R M から離れる方向に移動させたりしてもよい。固定装置 30 F と車体 30 B の間に油圧シリンダを設け、固定装置 30 F をクロスカット C R の壁面 C R W に固定した後に、油圧シリンダの駆動力を利用して車体 30 B を地山 R M に貫入させてもよい。

[0132] 積込機械 30 は、現在のドロップポイント D P での掘削が終了し、他のドロップポイント D P に移動する場合、図 26 に示すように、クロスカット C R とドリフト D R との交差点に向かって矢印 F B で示す方向に後退する。この場合、制御装置 75 は、回転ローラー 33 を停止させ、フィーダー 31 を搬送方向とは逆方向に駆動する。このようにすることで、フィーダー 31 が地山

R Mから抜けやすくなる。回転体 3 6 は停止していてもよいが、回転体 3 6 は、貫入時とは反対方向に回転してもよい。このようにすれば、フィーダー 3 1 及び貫入部材 3 5 がより地山 R Mから抜けやすくなる。

[0133] 図 2 7 に示すように、積込機械 3 0 がクロスカット C R とドリフト D R との交差点に到着したら、制御装置 7 5 は、電力ケーブル 7 の接続装置を起動させて、ドロップポイント D P に設けられている給電用のコネクタ 6 から電力ケーブル 7 を取り外す。次に、制御装置 7 5 は、積込機械 3 0 の姿勢を貫入時及び掘削行時の姿勢から走行時の姿勢に変更する。走行時の姿勢は、フィーダー 3 1 の積込側 3 1 F 及び貫入部材 3 5 が、貫入時及び掘削時よりも地面 G から遠ざかった姿勢である。

[0134] その後、制御装置 7 5 は、図 2 8 に示すように、走行装置 3 4 を制御することにより積込機械 3 0 を矢印 F T で示す方向に旋回させて、積込機械 3 0 の前後軸をドリフト D R が延びる方向と平行にする。この状態になったら、制御装置 7 5 は、走行装置 3 4 を制御して、ドリフト D R 内において積込機械 3 0 を矢印 F C で示す方向に走行させ、次のドロップポイント D P に移動させる。制御装置 7 5 は、管理装置 3 から取得した次のドロップポイント D P の位置に関する情報に基づき、積込機械 3 0 を走行させる。このような一連の動作により、積込機械 3 0 は、ドロップポイント D P 間を移動して、鉱石 M R を掘削することができる。次に、積込機械 3 0 の掘削時における制御について説明する。

[0135] (掘削時の制御)

図 2 9 は、積込機械 3 0 の掘削時の制御を説明するための図である。積込機械 3 0 の掘削時において、制御装置 7 5 は、情報収集装置 4 0、本実施形態では前方撮像装置 4 0 C が取得した鉱石情報に基づいて、フィーダー 3 1、回転ローラー 3 3、支持機構 3 2 及び走行装置 3 4 の少なくとも 1 つを制御する。積込機械 3 0 が掘削する場合、前方撮像装置 4 0 C は、回転ローラー 3 3 が地山 R M の鉱石 M R を掘削している状況を撮像する。前方撮像装置 4 0 C によって撮像された画像は、鉱石情報である。

[0136] 積込機械30の掘削時において、制御装置75は、例えば、前方撮像装置40Cによって撮像された画像を画像処理し、鉱石MRを抽出する。そして、制御装置75は、抽出した鉱石MRから、地山RMの形状、鉱石MRの寸法、鉱石MRの移動速度及び鉱石MRの移動方向等を求める。そして、制御装置75は、例えば、地山RMの形状又は形状の変化から、鉱石MRが掘削されていない部分を抽出し、支持機構32を駆動してその部分に回転ローラー33を押し当てて掘削する。また、制御装置75は、抽出した鉱石MRの動きの変化から、ドロップポイントDPの上方Uにアーチングと呼ばれる鉱石MRの詰まり（鉱石詰まり）が発生していると判断した場合、支持機構32を駆動してその部分に回転ローラー33を押し当てて鉱石詰まりを解消する。

[0137] （制御例1）

鉱石情報が、地山RMからフィーダー31の積込側31Fに向かって移動する鉱石MRの流れ（以下、適宜鉱石流れという）が相対的に少ないという情報である場合、フィーダー31に送り込まれる鉱石MRが少ないことを意味する。したがって、このような場合、制御装置75は、地山RMからより多くの鉱石MRを掘削するように制御する。このため、制御装置75は、回転ローラー33を地山RMに押し付けるように支持機構32を動作させること及び回転ローラー33の回転速度を増加させることの少なくとも一方を実行する。

[0138] この場合、制御装置75は、前方撮像装置40Cに、時間を異ならせて複数のタイミングで地山RMを撮像させることによって複数の画像を取得する。そして、制御装置75は、取得した複数の画像から、地山RMから積込側31Fに向かう鉱石MRの動きを求めることにより、鉱石流れを求める。制御装置75は、得られた鉱石流れに関する情報を鉱石情報として管理装置3に送信する。管理装置3は、取得した鉱石情報を記憶装置3Mに記憶し、この鉱石情報を鉱山の管理に用いる。

[0139] （制御例2）

鉱石情報が、地山RMからフィーダー31に向かう鉱石流れが相対的に多いという情報である場合、フィーダー31に送り込まれる鉱石MRが多いことを意味する。この場合、フィーダー31の搬送能力を超えた鉱石MRがフィーダー31に送り込まれると、フィーダー31にはオーバーフローが発生する可能性がある。このため、制御装置75は、回転ローラー33を地山RMから遠ざけるように支持機構32を動作させること及び回転ローラー33の回転速度を低下させることの少なくとも一方を実行する。このようにすることで、フィーダー31に送り込まれる鉱石MRの量が少なくなるので、フィーダー31にオーバーフローが発生する可能性を低減できる。

[0140] 制御装置75は、鉱石流れの大小で回転ローラー33を地山RMに押し付けたり離したりする他に、回転ローラー33の負荷に応じて地山RMに近づけたり離したりしてもよい。制御装置75は、回転ローラー33の負荷が高まり回転速度が低下したりトルクが過大になったりした場合は、回転ローラーを保護するために地山RMから遠ざけてもよい。

[0141] (制御例3)

鉱石情報が、ドロップポイントDPに、鉱石詰まりが発生しているという情報である場合、そのドロップポイントDPからは鉱石MRを採掘することができない。この場合、制御装置75は、鉱石詰まりが発生している箇所に回転ローラー33を押し付けるように支持機構32を動作させる。このようにすることで、積込機械30は、鉱石詰まりを解消して、鉱石の採掘を継続することができる。積込機械30が、鉱石詰まりの発生している箇所に回転ローラー33を押し付けてその部分を掘削しても鉱石詰まりが解消できなかった場合、制御装置75はその旨の情報を管理装置3に送信する。この情報を取得した管理装置3は、この情報を送信した積込機械30を、鉱石詰まりが解消できなかったドロップポイントDPとは異なるドロップポイントDPに移動させる。

[0142] (制御例4)

鉱石情報が、地山RMからフィーダー31に向かう鉱石流れが相対的に少

ないという情報である場合、鉱石流れが相対的に多い場合と同様にフィーダー３１が駆動されていると、無駄に電力を消費することになる。このため、制御装置７５は、フィーダー３１の搬送速度を低下させる。このようにすることで、電力消費を抑制することができる。鉱石情報が、地山ＲＭからフィーダー３１に向かう鉱石流れが相対的に多いという情報である場合、鉱石流れが相対的に少ない場合と同様にフィーダー３１が駆動されていると、フィーダー３１にはオーバーフローが発生する可能性がある。このため、制御装置７５は、フィーダー３１の搬送速度を増加させる。このようにすることで、フィーダー３１にオーバーフローが発生する可能性を低減することができる。

[0143] (制御例５)

鉱石情報が、地山ＲＭにフィーダー３１が搬送可能な寸法を超える鉱石ＭＲがあるという情報である場合、フィーダー３１に鉱石ＭＲの詰まりが発生する可能性がある。このようなドロップポイントＤＰでは、積込機械３０はこれ以上鉱石ＭＲを掘削できない。このため、制御装置７５は、積込機械３０が地山ＲＭから離れる方向に移動するように、走行装置３４を制御する。このようにすることで、管理装置３は、積込機械３０が移動することで空いたクロスカットＣＲに、例えば、鉱石ＭＲを破碎する機械を向かわせて鉱石ＭＲを破碎させたり、積込機械３０を他のドロップポイントＤＰに移動させたりすることができる。制御装置７５は、地山ＲＭにフィーダー３１が搬送可能な寸法を超える鉱石ＭＲがあるという情報を、管理装置３に送信する。

[0144] (制御例６)

鉱石情報が、地山ＲＭの鉱石ＭＲはフィーダー３１が搬送可能な寸法であるという情報である場合、制御装置７５は、搬送可能な鉱石ＭＲに回転ローラー３３を押し付けるように、支持機構３２を制御する。このようにすることで、積込機械３０は、回転ローラー３３によって地山ＲＭを掘削し、掘削された鉱石ＭＲをフィーダー３１に送り込んで、ドロップポイントＤＰでの鉱石ＭＲの採掘を継続する。制御装置７５は、得られた鉱石ＭＲの寸法に関す

る情報を鉱石情報として管理装置 3 に送信する。管理装置 3 は、取得した鉱石情報を記憶装置 3 M に記憶し、この鉱石情報を鉱山 M の管理に用いる。

[0145] また、鉱石情報が、地山 R M の鉱石 M R はフィーダー 3 1 が搬送可能な方法であるという情報である場合、制御装置 7 5 は回転ローラー 3 3 を停止させ、搬送可能な鉱石 M R を回転ローラー 3 3 でフィーダー 3 1 に移動させるように、支持機構 3 2 を制御してもよい。具体的には、制御装置 7 5 は、図 29 に示す支持機構 3 2 のブーム 3 2 a 及びアーム 3 2 b の少なくとも一方を揺動させ、回転ローラー 3 3 で鉱石 M R をフィーダー 3 1 側に掻き込んでフィーダー 3 1 に送り込む。制御装置 7 5 は、地山 R M の状態に応じて、回転ローラー 3 3 の回転又は支持機構 3 2 の動作のいずれか一方を選択し、鉱石 M R をフィーダー 3 1 に送り込んでもよい。次に、積込機械 3 0 が坑道 R 、特にドリフト D R を走行するときの制御例を説明する。

[0146] (ドリフト D R を走行する際の制御)

積込機械 3 0 がドリフト D R を走行しているときにおいて、前方撮像装置 4 0 C が、積込機械 3 0 の進行方向側に岩石等の障害物が存在するという情報を取得した場合、制御装置 7 5 は、回転ローラー 3 3 を障害物に接触させてこれを移動させるように支持機構 3 2 を制御する。制御装置 7 5 は、障害物に関する情報を管理装置 3 に送信する。管理装置 3 は、取得した情報を記憶装置 3 M に記憶し、この鉱石情報を鉱山の管理に用いる。障害物に接触させるにあたって、制御装置 7 5 は、図 29 に示す支持機構 3 2 のブーム 3 2 a 及びアーム 3 2 b の少なくとも一方を揺動させ、回転ローラー 3 3 で障害物を積込機械 3 0 の進路から排除する。この場合、制御装置 7 5 は、回転ローラー 3 3 を回転させてもよいし、回転させなくてもよい。

[0147] また、制御装置 7 5 は、障害物をフィーダー 3 1 側に掻き込んでフィーダー 3 1 に積載して搬送してもよい。障害物をフィーダー 3 1 に積載する場合、制御装置 7 5 は、フィーダー 3 1 の姿勢を掘削時の姿勢にする。フィーダー 3 1 に積載された障害物は、例えば、積込機械 3 0 が次に鉱石 M R を掘削する際に、運搬機械 1 0 に積載される。このように、積込機械 3 0 は、支持

機構 32 及び回転ローラー 33 を有する掻き込み装置 30 DM を用いて進路に存在する障害物を排除して、ドリフト DR 内を通過するスペースを作ることができる。

[0148] 制御装置 75 は、例えば、図 13 から図 15 に示す切替機構 80 の動作を制御してもよい。例えば、制御装置 75 は、地山 RM の鉱石 MR の寸法がフィーダー 31 によって搬送可能であるという鉱石情報を得た場合、切替機構 80 の蓋 82 を開いて支持体 81 の間から鉱石 MR を通過させる。また、制御装置 75 は、地山 RM の鉱石 MR の寸法がフィーダー 31 によって搬送不可能であるという鉱石情報を得た場合、切替機構 80 の蓋 82 を閉じる。このようにすることで、積込機械 30 は、フィーダー 31 が鉱石 MR を搬送できない場合には、鉱石 MR がフィーダー 31 から排出されることを回避することができる。また、制御装置 75 は、フィーダー 31 の動作に連動させて切替機構 80 を制御してもよい。例えば、制御装置 75 は、フィーダー 31 が鉱石 MR を搬送する方向に向かって動作している場合に切替機構 80 の蓋 82 を開き、フィーダー 31 が鉱石 MR を搬送する方向とは反対方向に向かって動作している場合又は停止している場合に切替機構 80 の蓋 82 を閉じる。このようにすることで、積込機械 30 は、フィーダー 31 から鉱石 MR を確実に排出でき、また、フィーダー 31 から鉱石 MR を排出しない場合には、確実に鉱石 MR が排出されないようにすることができる。また、切替機構 80 は、フィーダー 31 が鉱石 MR を搬送するとき以外は、蓋 82 が閉じられていてもよい。

[0149] 本実施形態においては、積込機械 30 の制御装置 75 が前方撮像装置 40 C によって撮像された画像に基づいて、前述した制御を実行する。この場合、地山 RM 等の 3 次元の空間データが必要になるので、前方撮像装置 40 C としては、ステレオカメラ又は 3 次元スキャナのような 3 次元の空間データを取得できる装置が用いられる。本実施形態においては、前方撮像装置 40 C によって撮像された画像を鉱石情報として管理装置 3 が取得し、オペレーターが表示装置 8 に表示された前述の画像を視認しながら、遠隔操作によっ

て前述した制御を実行してもよい。この場合、地山RM等の3次元の空間データは不要なので、前方撮像装置40Cは、通常のカメラのような、3次元の空間データを取得できない装置であってもよい。次に、積込機械30及び掻き込み装置30DMの変形例を説明する。

[0150] (第1変形例)

図30は、第1変形例に係る積込機械30A及び掻き込み装置30DMAを示す側面図である。図31は、第1変形例に係る積込機械30A及び掻き込み装置30DMAを示す平面図である。この積込機械30Aが備える掻き込み装置30DMAのアーム32bAは、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'と、第1の軸線Zaと直交する第2の軸線と平行な軸線Zbとの両方の周りを揺動することができる。

[0151] 掻き込み装置30DMAは、回転ローラー33Aと、支持機構32Aとを有する。支持機構32Aは、車体30BDに取り付けられて、第1の軸線Zaの周りを揺動するブーム32aAと、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'の周りを揺動するアーム32bAと、ブーム32aAとアーム32bAとを連結する連結部材32cとを有する。本変形例において、アーム32bAは1本である。連結部材32cは、ブーム32aAに取り付けられる。アーム32bAは、第1アーム32dと第2アーム32eとを有しており、第1アーム32dが連結部材32cに取り付けられる。

[0152] 本変形例において、ブーム32aAは、2本の第1棒状部材32LB、32LBと、2本の棒状部材32LB、32LBを連結する梁32JAとを有する。2本の第1棒状部材32LB、32LBは、車体10Bの両側に設けられる。梁32JAの下方には、複数の前方撮像装置40Cが積込機械30の幅方向Wに向かって取り付けられる。ブーム32aAが有するそれぞれの第1棒状部材32LB、32LBは、車体30BDに、第1の軸線Zaと平行なピンによりピン結合されている。このため、ブーム32aAは、第1の軸線Zaの周りを揺動する。本変形例において、ブーム32aAは、第1棒状部材32LBと車体30BDとの間に設けられたアクチュエータとしての

油圧シリンダ 3 2 C 1 が伸縮することによって揺動する。本変形例において、ブーム 3 2 a A が有する第 1 棒状部材 3 2 L B は 2 本なので、油圧シリンダ 3 2 C 1 も 2 本である。ブーム 3 2 a A を揺動させる装置は、油圧シリンダ 3 2 C 1 に限定されず、例えば、電動機等であってもよい。

[0153] 連結部材 3 2 c とブーム 3 2 a A の梁 3 2 J A とは、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' と平行なピンによりピン結合されている。このため、連結部材 3 2 c は、ブーム 3 2 a A に対して、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' の周りを揺動する。連結部材 3 2 c が揺動することにより、これにピン結合された第 1 アーム 3 2 d、第 2 アーム 3 2 e 及び第 2 アーム 3 2 e の先端に取り付けられた回転ローラー 3 3 A も揺動する。本変形例において、連結部材 3 2 c は、自身とブーム 3 2 a A との間に設けられたアクチュエータとしての油圧シリンダ 3 2 C 2 が伸縮することによって揺動する。連結部材 3 2 c を揺動させる装置は、油圧シリンダ 3 2 C 2 に限定されず、例えば、電動機等であってもよい。本変形例において、かき寄せ装置 3 0 D M は、2 個の回転ローラー 3 3 A を有する。2 個の回転ローラー 3 3 A は、アーム 3 2 b A の第 2 アーム 3 2 e の先端に、これを挟んで設けられる。

[0154] 第 2 アーム 3 2 e は、第 1 アーム 3 2 d に差し込まれており、第 1 アーム 3 2 d 及び第 2 アーム 3 2 e の長手方向（これらが延びる方向）に対して移動することができる。第 2 アーム 3 2 e は、第 1 アーム 3 2 d の内部に格納されたアクチュエータ（例えば、油圧シリンダ）によって、第 1 アーム 3 2 d に対してその長手方向（図 3 0 の矢印 S で示す方向）に伸縮する。このような構造により、アーム 3 2 b A は、長さが変化するので、第 2 アーム 3 2 e の先端に取り付けられた回転ローラー 3 3 A と車体 1 0 B との距離を変更することができる。このため、回転ローラー 3 3 A が掘削できる範囲が大きくなるので、地山 R M から鉱石 M R をより効率よく掘削することができる。回転ローラー 3 3 A は、アーム 3 2 b A が伸縮する方向と平行な軸線の周りを回転してもよい。このようにすれば、回転ローラー 3 3 A が掘削できる範囲がさらに大きくなるので、地山 R M から鉱石 M R をさらに効率よく掘削す

ることができる。本変形例において、アーム 3 2 b A の伸縮及びアーム 3 2 b A が伸縮する方向と平行な軸線の周りにおける回転ローラー 3 3 A の回転は必須ではない。

[0155] 連結部材 3 2 c とアーム 3 2 b A の第 1 アーム 3 2 d とは、第 1 の軸線 Z a と直交する第 2 の軸線 Z b と平行なピンによりピン結合されている。第 1 アーム 3 2 d の幅方向 W の両側には、それぞれアクチュエータとしての油圧シリンダ 3 2 C 3 が設けられている。油圧シリンダ 3 2 C 3 は、第 1 アーム 3 2 d と連結部材 3 2 c との間に設けられている。一方の油圧シリンダ 3 2 C 3 が伸び、他方の油圧シリンダ 3 2 C 3 が縮むと、第 1 アーム 3 2 d は縮んだ方の油圧シリンダ 3 2 C 3 が取り付けられている側に接近する。このような構造により、第 1 アーム 3 2 d は、ブーム 3 2 a A、より具体的にはブーム 3 2 a A に連結されている連結部材 3 2 c に対して、第 2 の軸線 Z b の周りを揺動する。油圧シリンダ 3 2 C 3 は、1 本でもよい。

[0156] 第 1 アーム 3 2 d が第 2 の軸線 Z b の周りを揺動することにより、アーム 3 2 b A 及びこれの先端に取り付けられた回転ローラー 3 3 A も、第 2 の軸線 Z b の周りを揺動する（図 3 1 の矢印 Y 1 で示す方向）。このため、回転ローラー 3 3 A は、図 1 3 等 to 示すフィーダー 3 1 の幅方向 W に移動することができる。結果として積込機械 3 0 A は、回転ローラー 3 3 A が掘削できる範囲が大きくなるので、地山 R M から鉱石 M R をより効率よく掘削することができる。また、アーム 3 2 b A が連結部材 3 2 c に対して第 2 の軸線 Z b の周りを揺動し、連結部材 3 2 c がブーム 3 2 a A に対して第 1 の軸線と平行な軸線 Z a ' の周りを揺動することにより、回転ローラー 3 3 A の可動範囲を大きくすることができる。

[0157] 本変形例は、前述した実施形態と比較して、回転ローラー 3 3 A が移動できる範囲が大きくなるので、積込装置 3 0 A が地山 R M を掘削する際の自由度が向上する。次に、第 2 変形例について説明する。第 1 変形例の構成は、以下の変形例においても適宜適用することができる。

[0158] （第 2 変形例）

図32は、第2変形例に係る積込機械30B及び掻き込み装置30DMBを示す平面図である。図33は、第2変形例に係る積込機械30B及び掻き込み装置30DMBを示す側面図である。図34は、回転ローラー33Bの変形例を示す図である。第2変形例の掻き込み装置30DMBは、第1変形例の掻き込み装置DMAと同様であるが、2個の回転ローラー33Bを2本のアーム32bBによって支持し、それぞれの回転ローラー33Bを独立して移動させる点異なる。

[0159] 掻き込み装置30DMBは、2個の回転ローラー（第1回転ローラー及び第2回転ローラー）33B、33Bと、支持機構32Bとを有する。支持機構32Bは、車体30BDに取り付けられて、第1の軸線Zaの周りを揺動するブーム32aBと、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'の周りを揺動する2本のアーム32bBと、ブーム32aBとアーム32bBとを連結する2個の連結部材32c、32cとを有する。2個の連結部材32cは、ブーム32aBが有する2本の第1棒状部材32LB、32LBを連結する梁32JBに設けられている。それぞれのアーム32bB、32bBは、第1アーム32dと第2アーム32eとを有しており、それぞれの第1アーム32d、32dが連結部材32c、32cに取り付けられる。

[0160] ブーム32aBの構造は、梁32JBに2個の連結部材32c、32cが取り付けられる以外は第1変形例のブーム32aAと同様である。それぞれの第1アーム32dとそれぞれの連結部材32cとは、軸線Za'と平行なピンによりピン結合されている。このため、それぞれの第1アーム32dは、連結部材32cに対して、第1の軸線Zaと平行な軸線Za'の周りを揺動する。第1アーム32dが揺動することにより、アーム32bB及びこれの先端に取り付けられた回転ローラー33Bも揺動する。このため、それぞれの回転ローラー33B、33Bは、独立して第1の軸線Zaと平行な軸線Za'の周りを揺動することができる。それぞれの回転ローラー33B、33Bは、それぞれ別個の電動機33M、33Mによって駆動される。それぞれの回転ローラー33B、33Bは、2本のアーム32bBの間に対向して

配置される。図34に示すように、1本の第2アーム32eを挟んで2個の回転ローラー（第1回転ローラー及び第2回転ローラー）33Bs、33Bsが取り付けられていてもよい。それぞれのアーム32bB、32bBの構造は、第1変形例のアーム32bAと同様である。

[0161] それぞれの連結部材32c、32cとブーム32aBの梁32JBとは、第1の軸線Zaと直交する第2の軸線Zbと平行なピンによりピン結合されている。それぞれの連結部材32cには、それぞれアクチュエータとしての油圧シリンダ32C3が設けられている。油圧シリンダ32C3は、連結部材32cと梁32JBとの間に設けられている。それぞれの油圧シリンダ32C3が伸縮することにより、それぞれの連結部材32cは、ブーム32aBに対して、第2の軸線Zbの周りを揺動する。

[0162] それぞれの連結部材32cが第2の軸線Zbの周りを揺動し、それぞれのアーム32bBが軸線Za'の周りを揺動することにより、それぞれのアーム32bBの先端に取り付けられた回転ローラー33B、33Bは、それぞれが独立して第2の軸線Zbの周りを揺動し（図32の矢印Y1で示す方向）、かつ軸線Za'の周りを揺動する。このため、それぞれの回転ローラー33B、33Bは、独立して上下方向及び図14等を示すフィーダー31の幅方向Wに移動することができる。また、それぞれの回転ローラー33B、33Bは、それぞれのアーム32bBの長手方向（図32の矢印Sで示す方向）における伸縮にしたがって独立して移動する。結果として積込機械30Bは、回転ローラー33Bが掘削できる範囲が大きく、かつ動作の自由度が大きくなるので、地山RMから鉱石MRをより効率よく掘削することができる。

[0163] 本変形例は、前述した実施形態と比較して、回転ローラー33B、33Bが移動できる範囲が大きくなり、かつ動作の自由度が大きくなるので、積込装置30Bが地山RMを掘削する際の自由度が向上する。次に、第3変形例について説明する。第1変形例及び第2変形例の構成は、以下の変形例においても適宜適用することができる。

[0164] (第3変形例)

図35は、第3変形例に係る積込機械30D及び掻き込み装置30DMDを示す平面図である。図36は、第3変形例に係る積込機械30D及び掻き込み装置30DMDを示す側面図である。積込機械30Dが備える掻き込み装置30DMDは、2個の回転ローラー（第1回転ローラー及び第2回転ローラー）33Bs、33Bsと、支持機構32Dとを有する。支持機構32Dは、棒状部材である2本のブーム32aDを有する。ブーム32aDの一端部が、それぞれスイングサークル32SC、32SCに取り付けられている。それぞれのスイングサークル32SC、32SCは、車体30BDに設けられており、第1の軸線Zaと直交する第2の軸線Zbを中心として、図35の矢印Ryで示す方向に回転する。

[0165] それぞれのブーム32aDは、それぞれスイングサークル32SC、32SCに支持されて、第1の軸線Zaの周りを揺動する。2本のブーム32aDは、スイングサークル32SCに取り付けられている端部とは反対側の端部が、梁32JDと結合されている。このような構造により、それぞれのスイングサークル32SC、32SCが回転すると、それぞれのブーム32aDは、独立して第2の軸線Zbの周りを揺動する。

[0166] それぞれのアーム32bD、32bDの第1アーム32d、32dと、ブーム32aDが備えるそれぞれの第1棒状部材32LB、32LBとは、軸線Za'と平行なピンによりピン結合されている。軸線Za'は、第1の軸線Zaと平行である。それぞれのアーム32bD、32bDの第1アーム32d、32dとそれぞれのブーム32aDの間には、それぞれアクチュエータとしての油圧シリンダ32C2が設けられている。それぞれの油圧シリンダ32C2、32C2が伸縮することにより、それぞれのアーム32bD、32bD及びこれに支持される回転ローラー33Bs、33Bsは、軸線Za'を中心として揺動する。また、それぞれのスイングサークル32SC、32SCが回転すると、梁32JDの移動とともに、それぞれの回転ローラー33Bs、33Bsも第2の軸線Zbを中心として揺動する。

[0167] 本変形例において、それぞれのアーム 3 2 b D の先端に取り付けられた回転ローラー 3 3 B s、3 3 B s は、それぞれ独立して軸線 Z a' 及び第 2 の軸線 Z b の周りを揺動する。また、それぞれの回転ローラー 3 3 B s、3 3 B s は、それぞれのアーム 3 2 b B の長手方向（図 3 2 の矢印 S で示す方向）における伸縮にしたがって独立して移動する。このため、本変形例は、回転ローラー 3 3 B s、3 3 B s が掘削できる範囲が大きく、かつ動作の自由度が大きくなるので、積込機械 3 0 D が地山 R M から鉱石 M R をより効率よく掘削することができる。

[0168] （第 4 変形例）

図 3 7 は、第 4 変形例に係る積込機械 3 0 E 及び掻き込み装置 3 0 D M E を示す側面図である。図 3 8 は、第 4 変形例に係る積込機械 3 0 E 及び掻き込み装置 3 0 D M E を示す平面図である。第 4 変形例の積込機械 3 0 E は、第 1 変形例の積込機械 3 0 A が備える掘削装置を回転ローラー 3 3 A からバケット 3 3 E とした点が異なる。

[0169] 積込機械 3 0 E が備える掻き込み装置 3 0 D M E のアーム 3 2 b E は、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' と、第 1 の軸線 Z a と直交する第 2 の軸線と平行な軸線 Z b との両方の周りを揺動する。

[0170] 掻き込み装置 3 0 D M E は、掘削装置であるバケット 3 3 E と、支持機構 3 2 E とを有する。支持機構 3 2 E は、車体 3 0 B D に取り付けられて、第 1 の軸線 Z a の周りを揺動するブーム 3 2 a E と、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' の周りを揺動するアーム 3 2 b E と、ブーム 3 2 a E とアーム 3 2 b E とを連結する連結部材 3 2 c とを有する。本変形例において、アーム 3 2 b E は 1 本である。連結部材 3 2 c は、ブーム 3 2 a E に取り付けられる。アーム 3 2 b E は、一端部側が連結部材 3 2 c に取り付けられ、他端部側がバケット 3 3 E に取り付けられる。

[0171] 本変形例において、ブーム 3 2 a E は、2 本の第 1 棒状部材 3 2 L B、3 2 L B と、2 本の第 1 棒状部材 3 2 L B、3 2 L B を連結する梁 3 2 J A とを有する。このように、本変形例のブーム 3 2 a E は、門型の形状であるが

、ブーム 3 2 a E の形状は門型に限定されるものではない。2 本の第 1 棒状部材 3 2 L B、3 2 L B は、車体 1 0 B の両側に設けられる。梁 3 2 J A の下方には、複数の前方撮像装置 4 0 C が積込機械 3 0 の幅方向 W に向かって取り付けられる。ブーム 3 2 a E が有するそれぞれの第 1 棒状部材 3 2 L B、3 2 L B は、車体 3 0 B D に、第 1 の軸線 Z a と平行なピンによりピン結合されている。このため、ブーム 3 2 a A は、第 1 の軸線 Z a の周りを揺動する。本変形例において、ブーム 3 2 a E は、第 1 棒状部材 3 2 L B と車体 3 0 B D との間に設けられたアクチュエータとしての油圧シリンダ 3 2 C 1 が伸縮することによって揺動する。本変形例において、ブーム 3 2 a E が有する第 1 棒状部材 3 2 L B は 2 本なので、油圧シリンダ 3 2 C 1 も 2 本である。ブーム 3 2 a E を揺動させる装置は、油圧シリンダ 3 2 C 1 に限定されず、例えば、電動機等であってもよい。

[0172] 連結部材 3 2 c とブーム 3 2 a E の梁 3 2 J A とは、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' と平行なピンによりピン結合されている。このため、連結部材 3 2 c は、ブーム 3 2 a E に対して、第 1 の軸線 Z a と平行な軸線 Z a' の周りを揺動する。連結部材 3 2 c が揺動することにより、これにピン結合されたアーム 3 2 b E 及びアーム 3 2 b E の先端に取り付けられたバケット 3 3 E も揺動する。本変形例において、連結部材 3 2 c は、自身とブーム 3 2 a E との間に設けられたアクチュエータとしての油圧シリンダ 3 2 C 2 が伸縮することによって揺動する。連結部材 3 2 c を揺動させる装置は、油圧シリンダ 3 2 C 2 に限定されず、例えば、電動機等であってもよい。

[0173] 本変形例において、連結部材 3 2 c、アーム 3 2 b E 及びバケット 3 3 E を揺動させる油圧シリンダ 3 2 C 2 は、ブーム 3 2 a E 及び連結部材 3 2 c の下方、すなわち車体 3 0 B D 側に配置されるが、これに限定されない。例えば、油圧シリンダ 3 2 C 2 は、ブーム 3 2 a E 及び連結部材 3 2 c の上方、すなわちブーム 3 2 a E 及び連結部材 3 2 c を基準として、車体 3 0 B D から離れた側に配置されてもよい。また、油圧シリンダ 3 2 C 2 の数は限定されず、1 本でもよし 2 本以上であってもよい。

- [0174] 本変形例において、掻き込み装置30DMEは、バケット33Eを有する。バケット33Eは、搬送装置であるフィーダー31の積み込み側で鉱石MRをフィーダー31に送り込む装置である。バケット33Eは、アーム32bEの先端、すなわちアーム32bEの二つの端部のうち連結部材32c側とは異なる端部側に取り付けられている。バケット33Eは、バケットピン33PNによってアーム32bEに取り付けられる。このような構造により、バケット33Eは、バケットピン33PNを中心として回転する。
- [0175] バケット33Eとアーム32bEとの間には、アクチュエータとしての油圧シリンダ32C4が設けられる。油圧シリンダ32C4は、伸縮することによって、バケット33Eを、バケットピン33PNを中心として回転させる。油圧シリンダ32C4の本数は限定されず、1本であってもよいし2本以上であってもよい。
- [0176] 連結部材32cとアーム32bEとは、第1の軸線Zaと直交する第2の軸線Zbと平行なピンによりピン結合されている。アーム32bEの幅方向Wの両側には、それぞれアクチュエータとしての油圧シリンダ32C3が設けられている。油圧シリンダ32C3は、アーム32bEと連結部材32cとの間に設けられている。一方の油圧シリンダ32C3が伸び、他方の油圧シリンダ32C3が縮むと、アーム32bEは縮んだ方の油圧シリンダ32C3が取り付けられている側に接近する。このような構造により、アーム32bEは、ブーム32aE、より具体的にはブーム32aEに連結されている連結部材32cに対して、第2の軸線Zbの周りを揺動する。油圧シリンダ32C3は、1本でもよい。
- [0177] アーム32bEが第2の軸線Zbの周りを揺動することにより、アーム32bE及びこれの先端に取り付けられたバケット33Eも、第2の軸線Zbの周りを揺動する（図38の矢印Y1で示す方向）。このため、バケット33Eは、図13等 to 示すフィーダー31の幅方向Wに移動することができる。結果として積込機械30Eは、バケット33Eが掘削できる範囲が大きくなるので、地山RMから鉱石MRをより効率よく掘削することができる。ま

た、アーム 32bE が連結部材 32c に対して第 2 の軸線 Zb の周りを揺動し、連結部材 32c がブーム 32aE に対して第 1 の軸線と平行な軸線 Za' の周りを揺動することにより、バケット 33E の可動範囲を大きくすることができる。

[0178] 本変形例の積込機械 30E は、前述した実施形態及び変形例 1 の積込機械 30 及び 30A が備える回転ローラー 33 及び 33A に代えてバケット 33E を備える。積込機械 30E は、バケット 33E により、ローラー 33 及び 33A と比較して、地山 RM のより細かい場所まで掘削できる。前述した変形例 2 及び変形例 3 に係る積込機械 30B 及び 30D が備えるローラー 33B 及び 33Bs は、いずれもバケット 33E に代えることができる。

[0179] バケット 33E は、情報収集装置 40、より具体的には前方撮像装置 40C が取得した、地山 RM の鉱石 MR の状態に関する情報としての鉱石情報に基づいて、積込機械 30 が備える制御装置 75 によって制御される。次に、積込機械 30E の掘削時における制御について説明する。

[0180] (バケット 33E による掘削時の制御)

図 39 は、積込機械 30E の掘削時の制御を説明するための図である。積込機械 30E の掘削時において、制御装置 75 は、情報収集装置 40、本変形例では前方撮像装置 40C が取得した鉱石情報に基づいて、フィーダー 31、バケット 33E、支持機構 32E 及び走行装置 34 の少なくとも 1 つを制御する。積込機械 30E が掘削する場合、前方撮像装置 40C は、バケット 33E が地山 RM の鉱石 MR を掘削している状況を撮像する。前方撮像装置 40C によって撮像された画像は、鉱石情報である。

[0181] 積込機械 30E の掘削時において、制御装置 75 は、例えば、前方撮像装置 40C によって撮像された画像を画像処理し、鉱石 MR を抽出する。そして、制御装置 75 は、抽出した鉱石 MR から、地山 RM の形状、鉱石 MR の寸法、鉱石 MR の移動速度及び鉱石 MR の移動方向等を求める。そして、制御装置 75 は、例えば、地山 RM の形状又は形状の変化から、鉱石 MR が掘削されていない部分を抽出し、支持機構 32E を駆動して、鉱石 MR が掘削

されていない部分にバケット 33E を移動させて掘削する。また、制御装置 75 は、抽出した鉱石 MR の動きの変化から、ドロップポイント DP の上方 U にアーチングと呼ばれる鉱石 MR の詰まり（鉱石詰まり）が発生していると判断した場合、支持機構 32E を駆動してその部分にバケット 33E を移動させて掘削することにより、鉱石詰まりを解消する。

[0182] （バケット 33E による掘削時の制御例 1）

鉱石情報が、地山 RM からフィーダー 31 の積込側 31F に向かって移動する鉱石流れが相対的に少ないという情報である場合、フィーダー 31 に送り込まれる鉱石 MR が少ないことを意味する。このような場合、制御装置 75 は、地山 RM からより多くの鉱石 MR を掘削するように制御する。このため、制御装置 75 は、バケット 33E が地山 RM から鉱石 MR を掘削する単位時間あたりの回数を、鉱石流れが相対的に少ないという情報が得られる前よりも増加させる。制御装置 75 が鉱石流れに関する情報を求める方法は、前述した通りである。バケット 33E が地山 RM から鉱石 MR を掘削する単位時間あたりの回数を、以下においては、適宜掘削回数と称する。

[0183] （バケット 33E による掘削時の制御例 2）

鉱石情報が、地山 RM からフィーダー 31 に向かう鉱石流れが相対的に多いという情報である場合、フィーダー 31 に送り込まれる鉱石 MR が多いことを意味する。この場合、フィーダー 31 の搬送能力を超えた鉱石 MR がフィーダー 31 に送り込まれると、フィーダー 31 にはオーバーフローが発生する可能性がある。このため、制御装置 75 は、バケット 33E の掘削回数を、鉱石流れが相対的に多いという情報が得られる前よりも低下させる。このようにすることで、フィーダー 31 に送り込まれる鉱石 MR の量が少なくなるので、フィーダー 31 にオーバーフローが発生する可能性を低減できる。

[0184] （バケット 33E による掘削時の制御例 3）

鉱石情報が、ドロップポイント DP に、鉱石詰まりが発生しているという情報である場合、そのドロップポイント DP からは鉱石 MR を採掘することがで

きない。この場合、制御装置 75 は、鉱石詰まりが発生している箇所にバケット 33E を移動させて、鉱石詰まりが発生している箇所をバケット 33E に掘削させる。このようにすることで、積込機械 30 は、鉱石詰まりを解消して、鉱石の採掘を継続することができる。積込機械 30 が、鉱石詰まりの発生している箇所をバケット 33E で掘削しても鉱石詰まりが解消できなかった場合、制御装置 75 はその旨の情報を管理装置 3 に送信する。この情報を取得した管理装置 3 は、この情報を送信した積込機械 30E を、鉱石詰まりが解消できなかったドロップポイント DP とは異なるドロップポイント DP に移動させる。

[0185] (バケット 33E による掘削時の制御例 4)

鉱石情報が、地山 RM の鉱石 MR はフィーダー 31 が搬送可能な寸法であるという情報である場合、制御装置 75 は、搬送可能な鉱石 MR をバケット 33E で掘削するように、支持機構 32E を制御する。このようにすることで、積込機械 30E は、バケット 33E によって地山 RM を掘削し、掘削された鉱石 MR をフィーダー 31 に送り込んで、ドロップポイント DP での鉱石 MR の採掘を継続する。制御装置 75 は、得られた鉱石 MR の寸法に関する情報を鉱石情報として管理装置 3 に送信する。管理装置 3 は、取得した鉱石情報を記憶装置 3M に記憶し、この鉱石情報を鉱山 M の管理に用いる。次に、積込機械 30E が坑道 R、特にドリフト DR を走行するときの制御例を説明する。

[0186] (バケット 33E を備えた積込機械 30E がドリフト DR を走行する際の制御)

積込機械 30E がドリフト DR を走行しているときにおいて、前方撮像装置 40C が、積込機械 30E の進行方向側に岩石等の障害物が存在するという情報を取得した場合、制御装置 75 は、図 37 及び図 38 に示す支持機構 32E のブーム 32aE 及びアーム 32bE の少なくとも一方を揺動させ、バケット 33E で障害物を積込機械 30E の進路から排除する。この場合、制御装置 75 は、障害物をフィーダー 31 側に掻き込んでフィーダー 31 に

積載して搬送してもよい。障害物をフィーダー 31 に積載する場合の動作は、前述した通りである。このように、積込機械 30 は、支持機構 32 E 及びバケット 33 E を有する掻き込み装置 30 DME を用いて進路に存在する障害物を排除して、ドリフト DR 内を通過するスペースを作ることができる。積込機械 30 E の進行方向側に岩石等の障害物が存在する際に、図 13 から図 15 に示す切替機構 80 の動作を制御してもよい点及びそのときの制御については前述した通りである。

[0187] 以上、本実施形態及びその変形例において、鉱山の管理システム 1 は、積込機械 30 と運搬機械 10 との機能を分離している。このため、積込機械 30 は、掘削及び搬送に特化でき、運搬機械 10 は鉱石 MR の運搬に特化できるので、それぞれの能力を最大限発揮させることができる。結果として、鉱山の管理システム 1 は、鉱山 M の生産性を向上させることができる。

[0188] 鉱山の管理システム 1 は、積込機械 30 及び運搬機械 10 を移動可能としているので、掘削現場の状況変化に容易に対応することができる。例えば、ドロップポイント DP に鉱石詰まりが発生したり、積込機械 30 のフィーダー 31 が搬送できない大塊の鉱石 MR がドロップポイント DP に現れたりした場合、積込機械 30 は別のドロップポイント DP に移動して、鉱石 MR の採掘を継続することができる。このため、鉱山の管理システム 1 は、鉱石 MR が採掘できない時間を最小限に抑えることができるので、鉱山 M の生産性を向上させることができる。

[0189] 積込機械 30 は、回転ローラー 33 及びフィーダー 31 を備えているので、連続して鉱石 MR を掘削して、運搬機械 10 に積載することができる。このため、積込機械 30 は、掘削した鉱石 MR を迅速に運搬機械 10 に積載することができるので、積載に要する時間を短縮して、鉱山 M の生産性を向上させることができる。

[0190] ドロップポイント DP に設置した掘削機械を用いて鉱石 MR を採掘する手法があるが、この手法は、ドロップポイント DP に掘削機械を固定するため、掘削機械の移動が制限される。このため、ドロップポイント DP にアーチングが

発生したり、鉱石MRの大塊がドロポイントDPに現れたりした場合には、岩石の破碎機能を有した掘削機械がドロポイントDPに接近することが困難である。また、大塊を破碎するための発破により、掘削機械がダメージを受ける可能性もある。鉱山の管理システム1は、前述したように、積込機械30が自走できるので、積込機械30は、鉱石詰まり等が発生したドロポイントDPとは別のドロポイントDPに移動して、鉱石MRの採掘を継続することができる。結果として、鉱山の管理システム1は、鉱石MRが採掘できない時間を最小限に抑えることができるので、鉱山Mの生産性を向上させることができる。

[0191] 本実施形態及びその変形例は、回転ローラー33A、33B等を、積込機械30A、30B等の上下方向及び幅方向の両方に移動させることができる。このため、本実施形態及びその変形例は、回転ローラー33A、33B等が掘削できる範囲が大きく、かつ動作の自由度が大きくなるので、積込機械30A、30B等が地山RMから鉱石MRをより効率よく掘削することができる。その結果、本実施形態及びその変形例は、鉱山Mの生産性を向上させることができる。

[0192] 前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

符号の説明

[0193] 1 鉱山の管理システム

3 管理装置

10 運搬機械

11 ベッセル

30、30A、30B、30D、30E 積込機械

30BD 車体

30DM、30DMA、30DMB、30DMD、30DME 掻き込み装

置

31 フィーダー

32 支持機構

32d 第1アーム

32e 第2アーム

32SC スイングサークル

32、32A、32B、32D、32E 支持機構

32J、32JA、32JB、32JD 梁

32a、32aA、32aB、32aD、32aE ブーム

32b、32bA、32bB、32bD、32bE アーム

32c 連結部材

33、33A、33B、33Bs 回転ローラー

33D 回転部材

33E バケット

34 走行装置

35、35a、35b 貫入部材

36 回転体

40、41 情報収集装置

40C 前方撮像装置

41C 後方撮像装置

52 通信装置

53 アンテナ

70、75 制御装置

71、76 処理装置

72、77 記憶装置

80 切替機構

請求の範囲

- [請求項1] 鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出する搬送装置と、
- 前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、
- 所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーと、
- 前記車体に取り付けられ、かつ前記回転ローラーを支持し、前記回転ローラーと前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、
- 前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、
- 前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記回転ローラー、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも1つを制御する制御装置と、
- を含む、積込機械。
- [請求項2] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に少ないという情報である場合、
- 前記制御装置は、前記回転ローラーを前記地山に押し付けるように前記支持機構を動作させること及び前記回転ローラーの回転速度を増加させることの少なくとも一方を実行する、請求項1に記載の積込機械。
- [請求項3] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に多いという情報である場合、
- 前記制御装置は、前記回転ローラーを前記地山から遠ざけるように前記支持機構を動作させること及び前記回転ローラーの回転速度を低下させることの少なくとも一方を実行する、請求項1に記載の積込機

械。

[請求項4] 前記鉱石情報が、前記採掘場所に前記鉱石の詰まりが発生しているという情報である場合、

前記制御装置は、前記詰まりが発生している箇所に前記回転ローラーを押し付けるように前記支持機構を動作させる、請求項1に記載の積込機械。

[請求項5] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に少ないという情報である場合、

前記制御装置は、前記搬送装置の搬送速度を低下させる、請求項1に記載の積込機械。

[請求項6] 前記鉱石情報が、前記地山から前記搬送装置に向かって移動する前記鉱石の流れが相対的に多いという情報である場合、

前記制御装置は、前記搬送装置の搬送速度を増加させる、請求項1に記載の積込機械。

[請求項7] 前記鉱石情報が、前記地山に前記搬送装置が搬送可能な寸法を超える鉱石があるという情報である場合、

前記制御装置は、前記積込機械が前記地山から離れる方向に移動するように前記走行装置を制御する、請求項1に記載の積込機械。

[請求項8] 前記鉱石情報が、前記地山の鉱石は前記搬送装置が搬送可能な寸法であるという情報である場合、

前記制御装置は、前記搬送可能な鉱石に前記回転ローラーを押し付けるように、前記支持機構を制御する、請求項1に記載の積込機械。

[請求項9] 前記鉱石情報が、前記地山の鉱石は前記搬送装置が搬送可能な寸法であるという情報である場合、

前記制御装置は、前記回転ローラーを停止させ、前記搬送可能な鉱石を前記回転ローラーで前記搬送装置に移動させるように、前記支持機構を制御する、請求項1に記載の積込機械。

[請求項10] 前記積込機械が坑道を走行しているときにおいて、

前記情報収集装置が、前記積込機械の進行方向側に障害物が存在するという情報を取得した場合、

前記制御装置は、前記回転ローラーを前記障害物に接触させてこれを移動させるように前記支持機構を制御する、請求項 1 に記載の積込機械。

[請求項11] 前記情報収集装置は、前記車体の幅方向において、複数箇所に設置される、請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の積込機械。

[請求項12] 鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出する搬送装置と、

前記搬送装置の積込側に設けられて、前記地山に貫入する貫入部材と、

前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、

所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置に送り込む回転ローラーと、

前記車体に取り付けられ、かつ前記回転ローラーを支持し、前記回転ローラーと前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、

前記搬送装置に前記鉱石が積み込まれる部分と、前記搬送装置から前記鉱石が排出される部分との間に設けられて、前記鉱石の排出と排出の停止とを切り替える切替機構と、

前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、

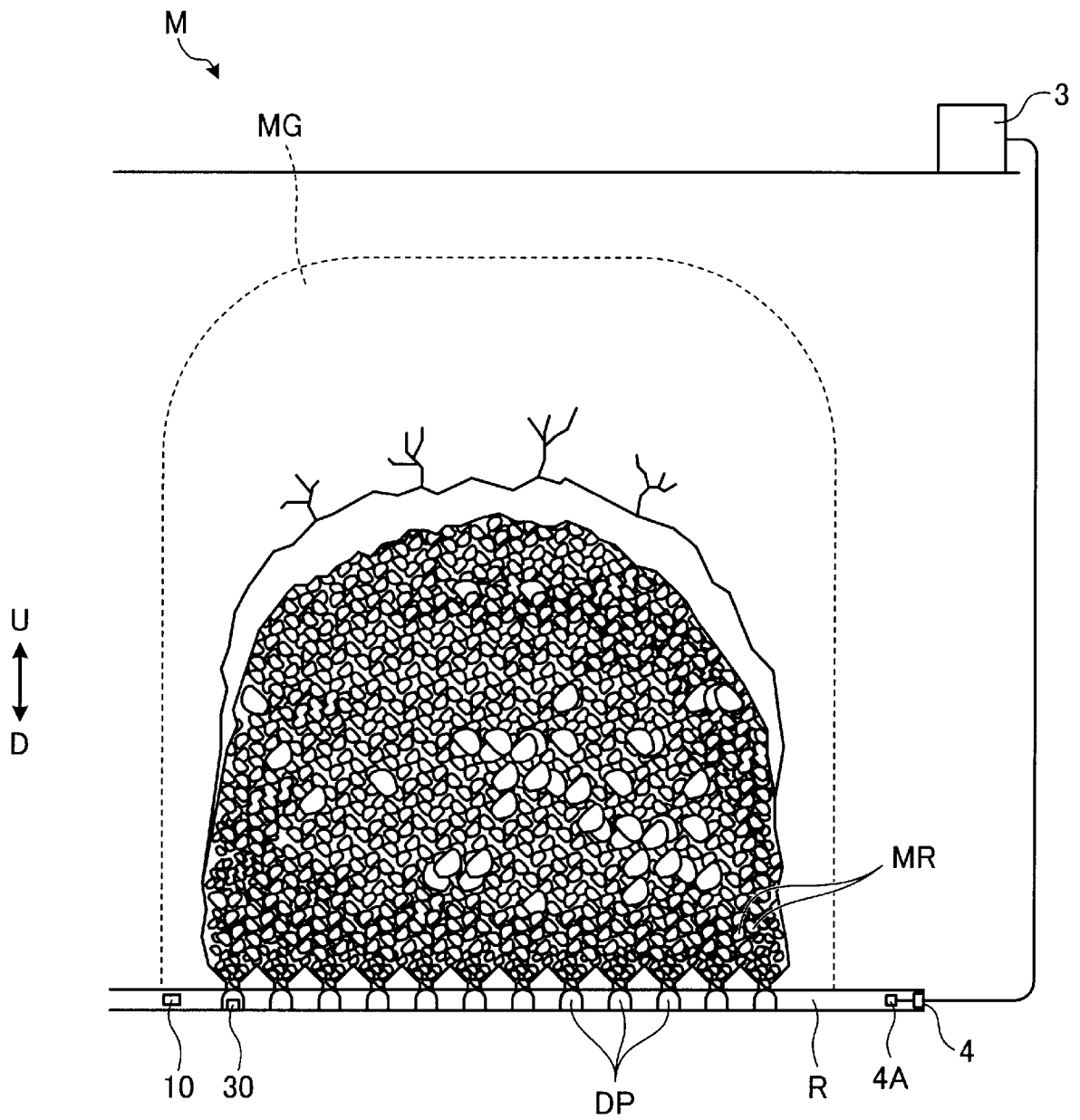
前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装置、前記回転ローラー、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも 1 つを制御する制御装置と、

を含む、積込機械。

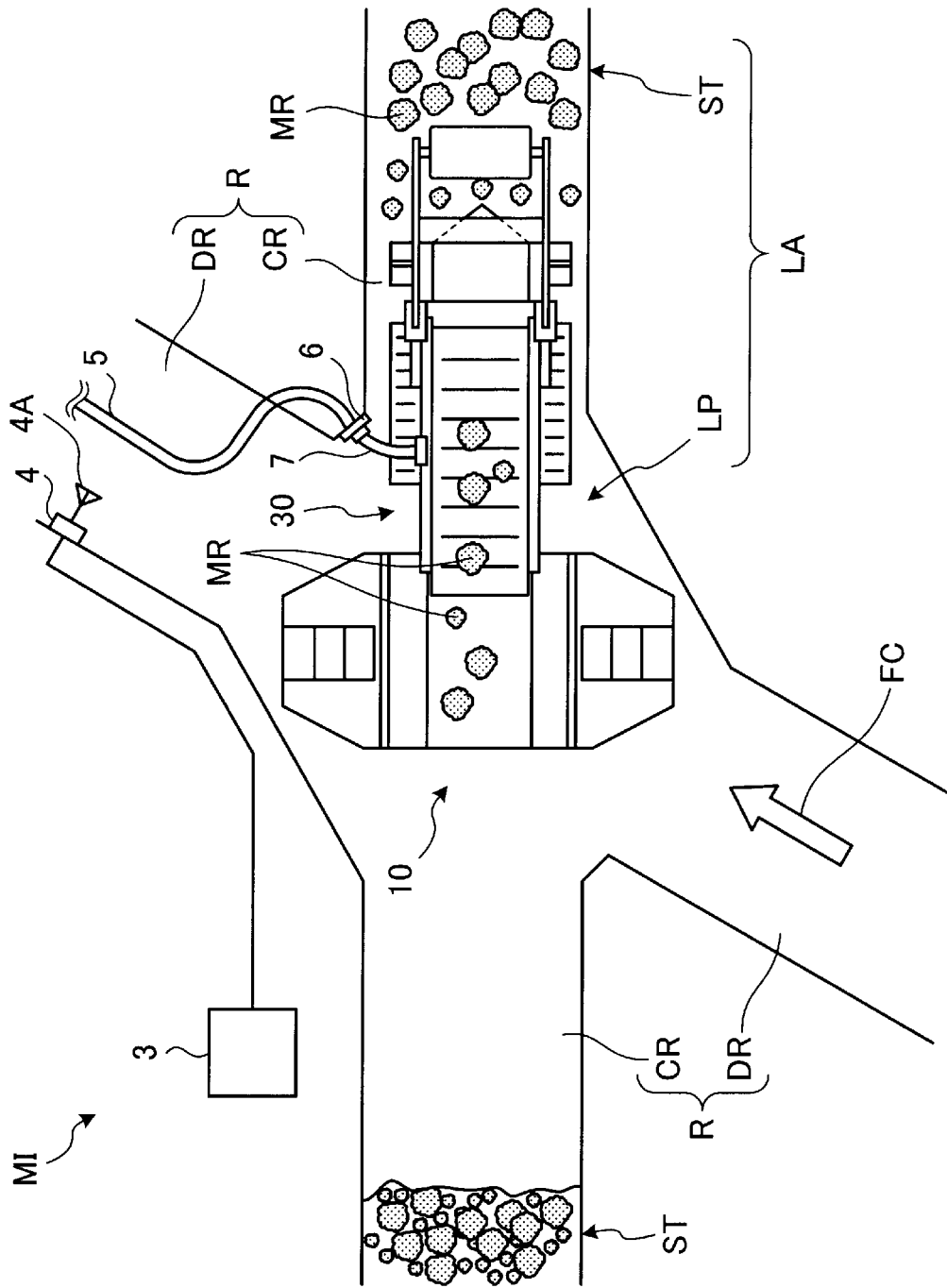
[請求項13] 鉱体の内部に設置された採掘場所に形成された鉱石の地山から前記
鉱石を積み込んで、前記採掘場所側から離れる方向に搬送して排出す
る搬送装置と、
前記搬送装置が取り付けられた車体を走行させる走行装置と、
前記搬送装置の積み込み側で前記鉱石を前記搬送装置に送り込む掘
削装置と、
前記車体に取り付けられ、かつ前記掘削装置を支持し、前記掘削装
置と前記搬送装置との位置関係を変更する支持機構と、
前記車体の前記搬送装置の積込側に取り付けられて、前記地山の鉱
石の状態に関する情報としての鉱石情報を取得する情報収集装置と、
前記情報収集装置が取得した前記鉱石情報に基づいて、前記搬送装
置、前記掘削装置、前記支持機構及び前記走行装置の少なくとも1つ
を制御する制御装置と、
を含む、積込機械。

[請求項14] 前記掘削装置は、
バケット又は所定の軸線の周りを回転する回転部材及び前記回転部
材の外周部に設けられて前記鉱石と接触して掘削する接触部材を有し
、前記搬送装置の積み込み側で回転しながら前記鉱石を前記搬送装置
に送り込む回転ローラーである、請求項13に記載の積込機械。

[図1]



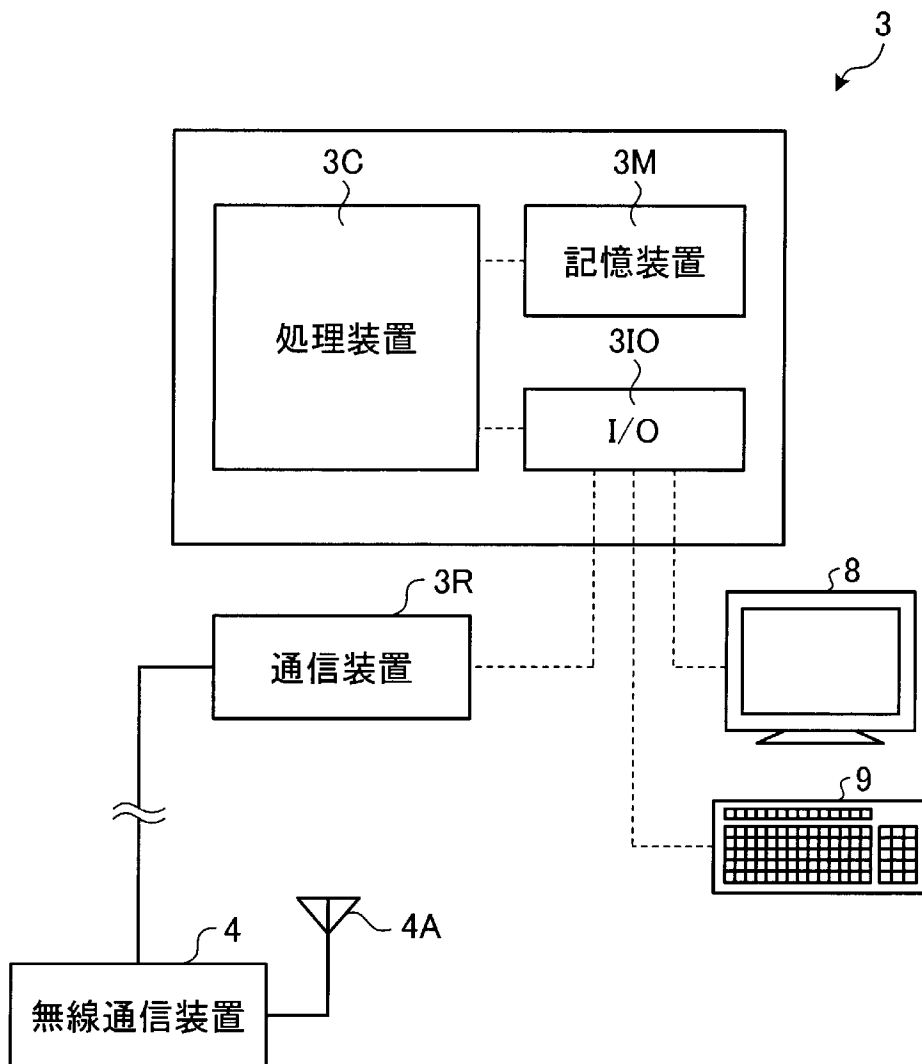
[図3]



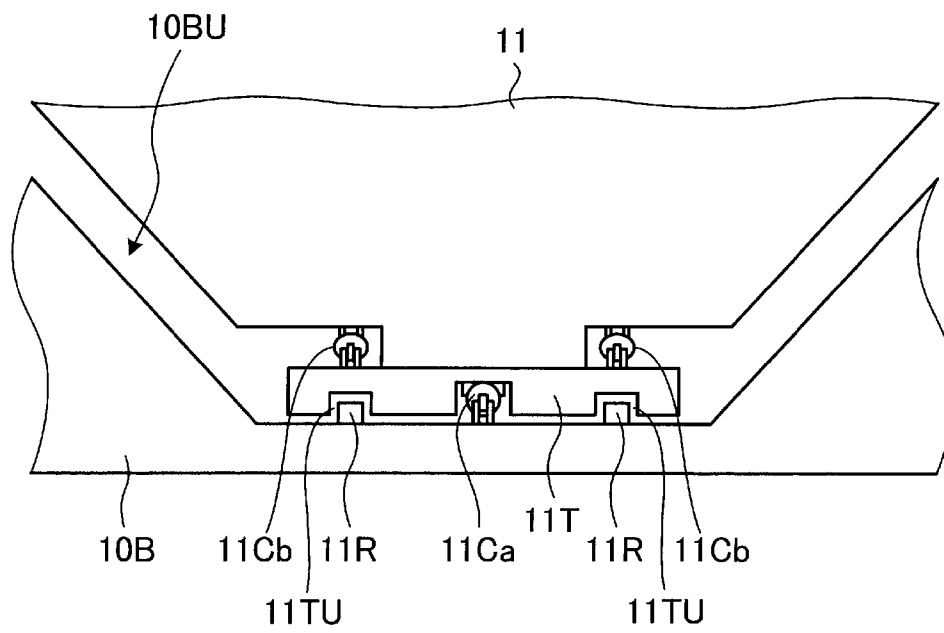
[illegible]

The diagram illustrates a mobile robot system (10) designed for material processing. The system consists of a mobile robot (10) and a control unit (10B). The mobile robot (10) is equipped with a camera (11) and a control unit (10B). The robot is shown moving on a surface (RM) towards a material (CR). The diagram also shows a cross-section of the robot's body (5) and a curved surface (DR). Dimensions U, D, W, and LA are indicated.

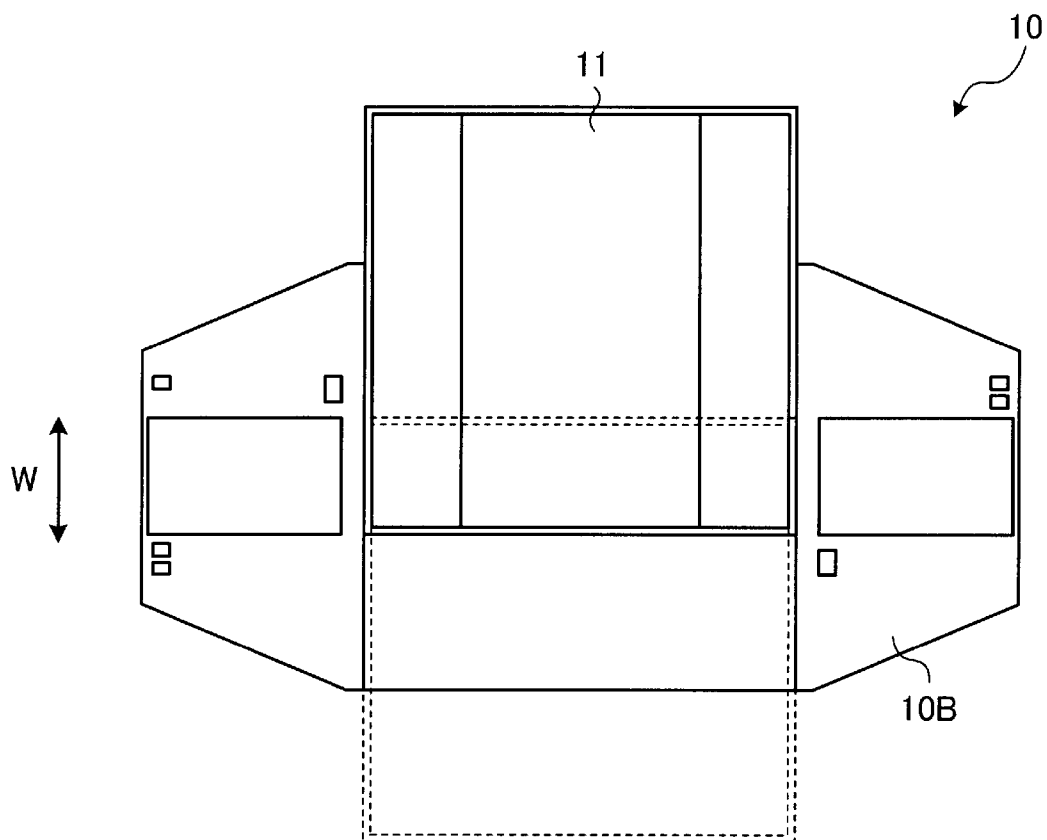
[図6]



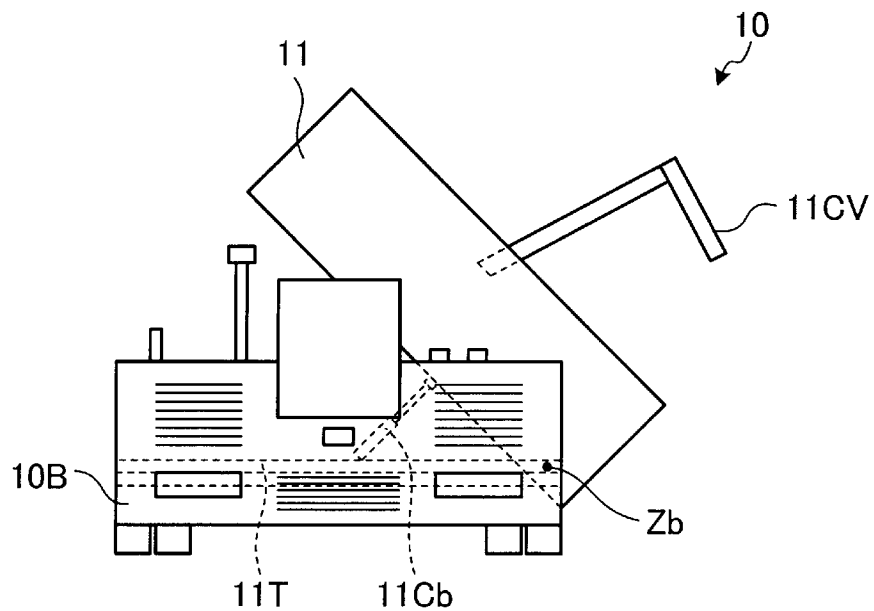
[図9]



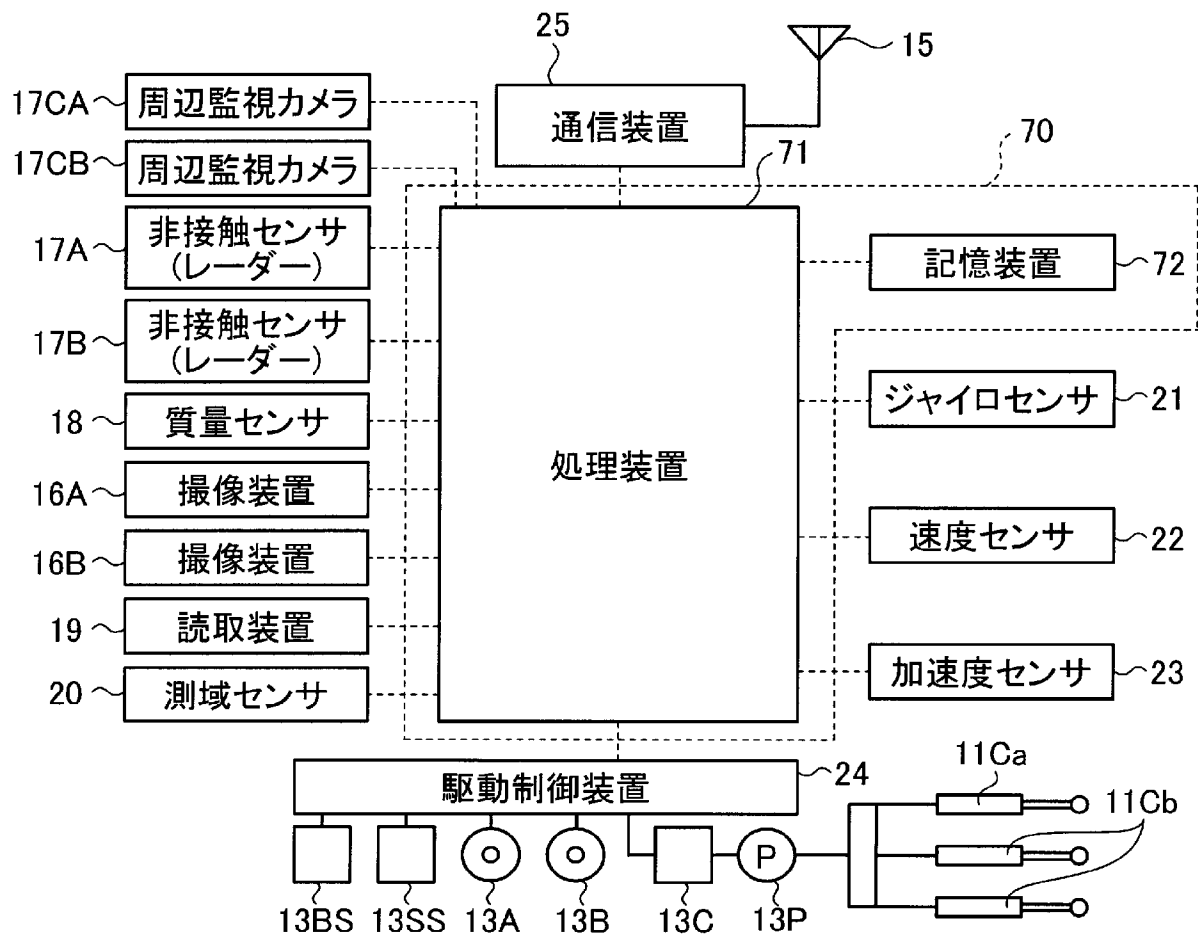
[図10]



[図11]



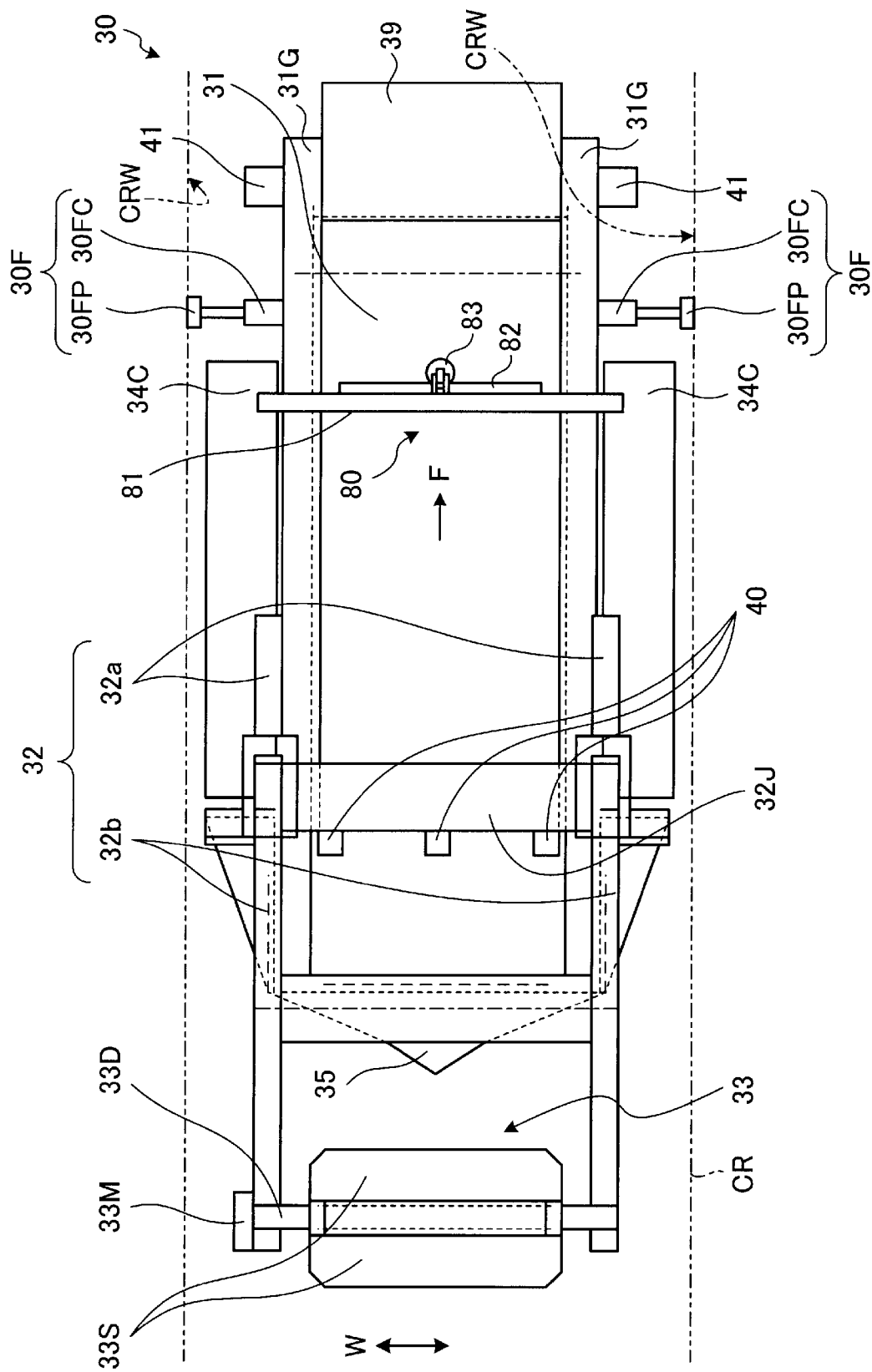
[図12]



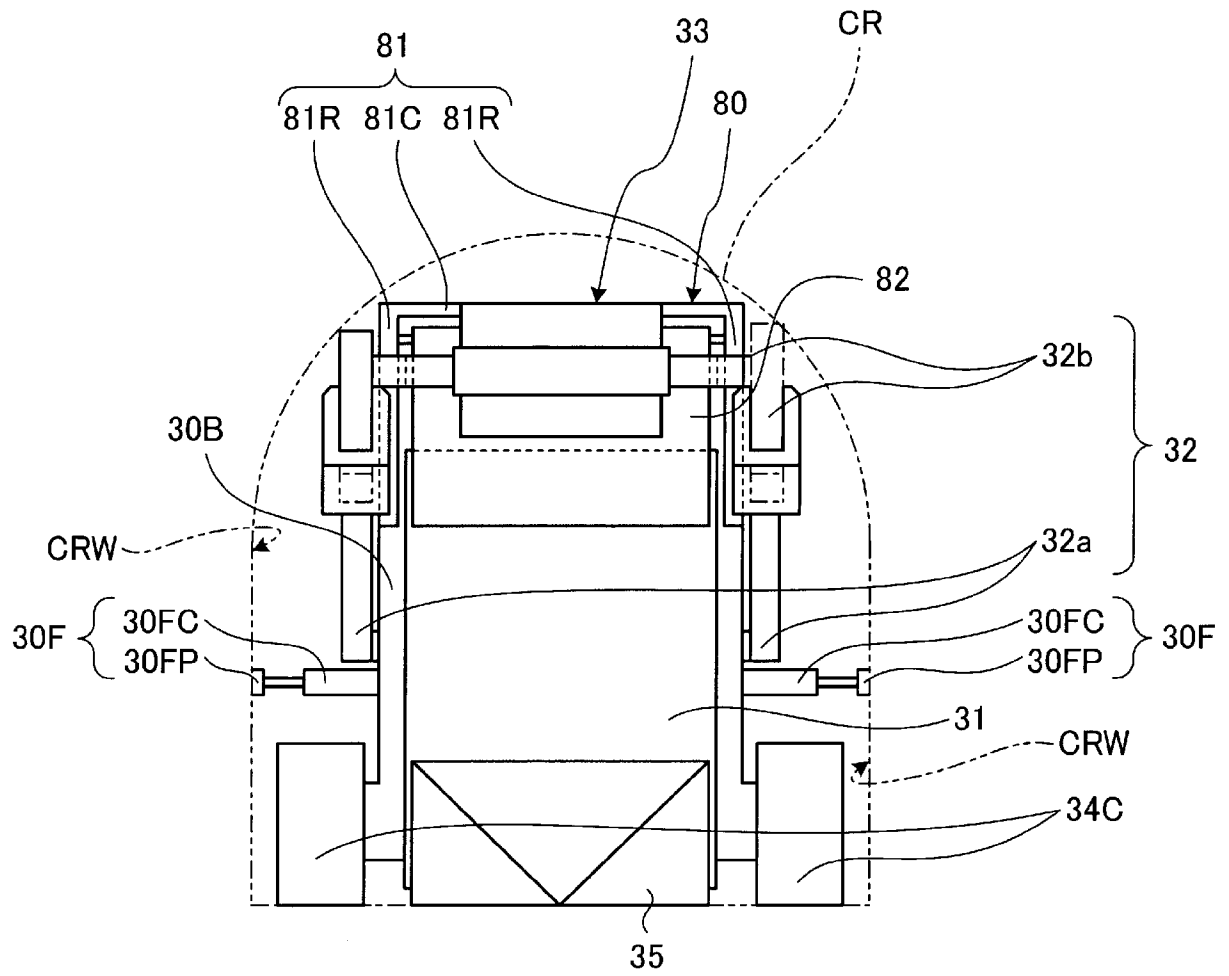
The diagram illustrates a mechanical assembly, possibly a vehicle's front suspension or steering mechanism. Key components include:

- RM**: Lower control arm.
- CR**: Control rod.
- 33**: A bracketed group containing **33B** and **33D**, which are bushings or joints connecting the lower control arm to the chassis.
- Zr**: A vertical axis passing through the joint at **33D**.
- 32**: A bracketed group containing **32a** and **32b**, representing upper control arm components.
- Za'**: A vertical axis passing through the joint at **32a**.
- Za**: Another vertical axis, slightly offset from **Za'**.
- 30F**: A main structural member or frame.
- 37**: A pivot point or joint.
- 38A** and **38B**: Components of a steering knuckle or similar part.
- 40**: A small rectangular component, possibly a sensor or actuator.
- 39**: A curved member, likely a spring or damper arm.
- 31G**: A point or joint on the curved member **39**.
- 31E**: A component connected to the lower control arm via a link **31**.
- MR**: A motor or actuator.
- LC**: A linkage or control rod.
- 80**, **81**, **82**, **83**: Various small components, possibly sensors or actuators, located near the lower control arm.
- 81C**: A specific component related to **81**.
- 41**: A component at the top of the assembly.
- G**: A ground symbol.
- U** and **D**: Upward and downward arrows indicating vertical movement.
- α**: An angle indicator between two members.
- TG**: A tie rod or similar component.
- 34**: A bracketed group containing **34A**, **34C**, **34D**, and **34S**, which appear to be rollers or guides.
- 36**: A bracketed group containing **36B** and **36D**, which are wheels or rollers.
- 30F**: The main frame or housing for the roller assembly.

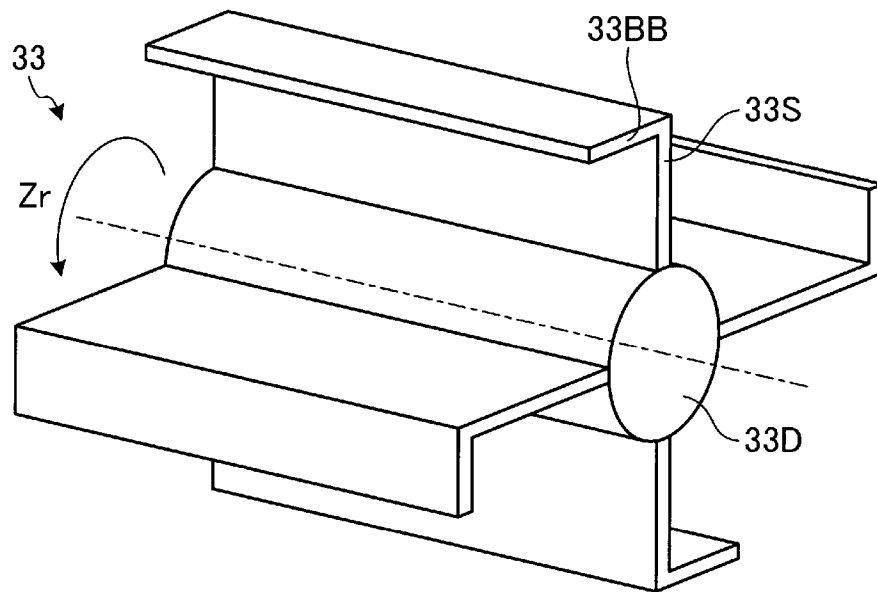
[図14]



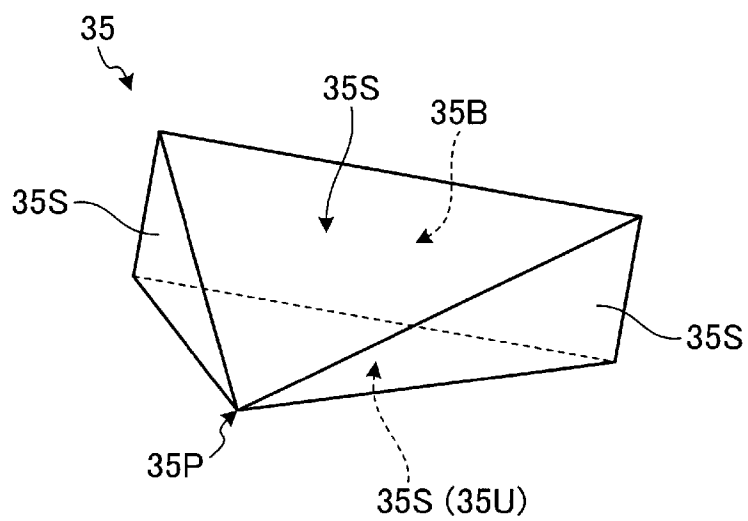
[図15]



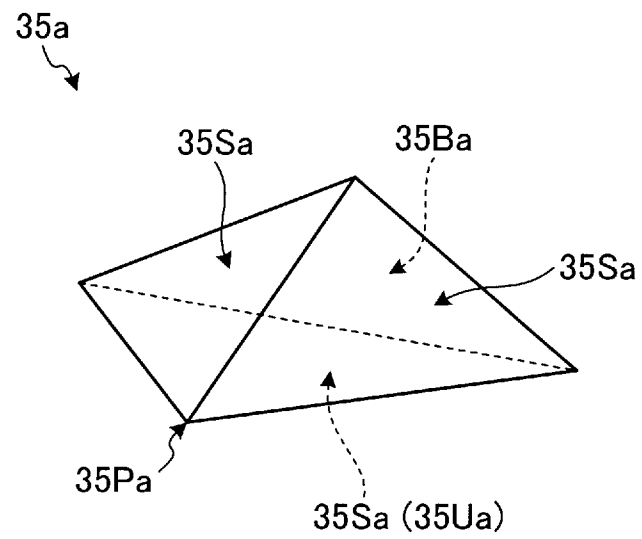
[図16]



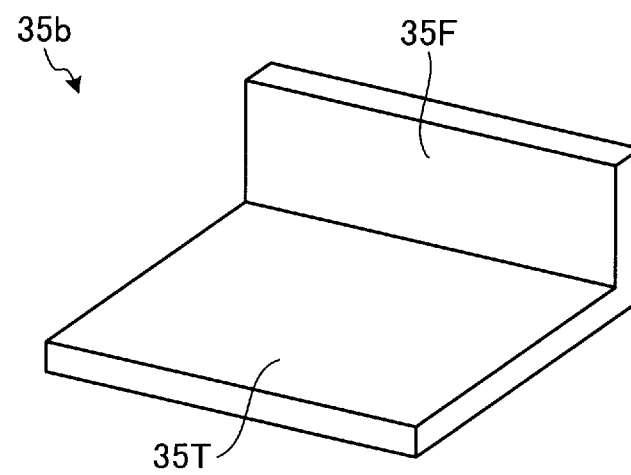
[図17]



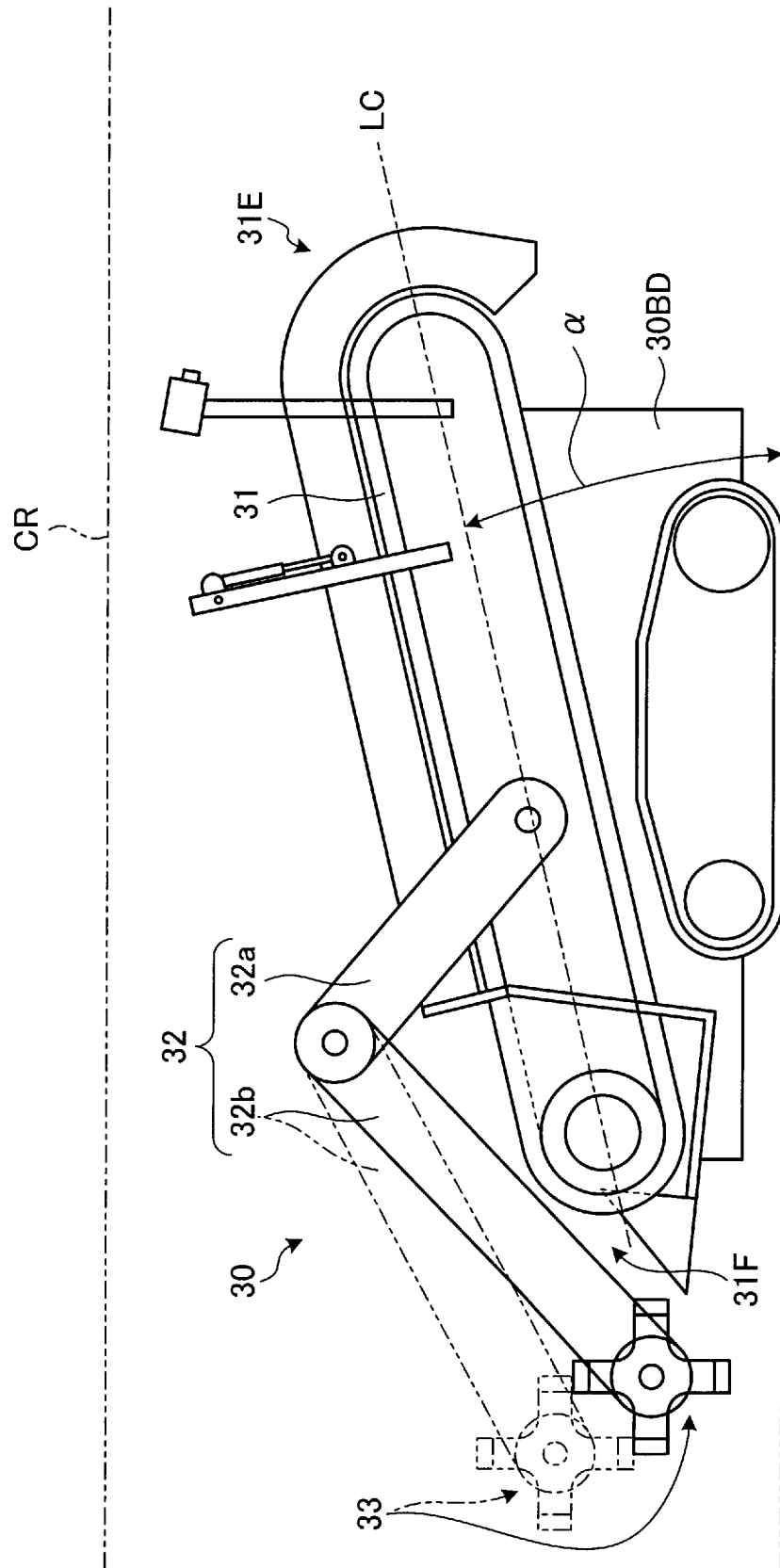
[図18-1]



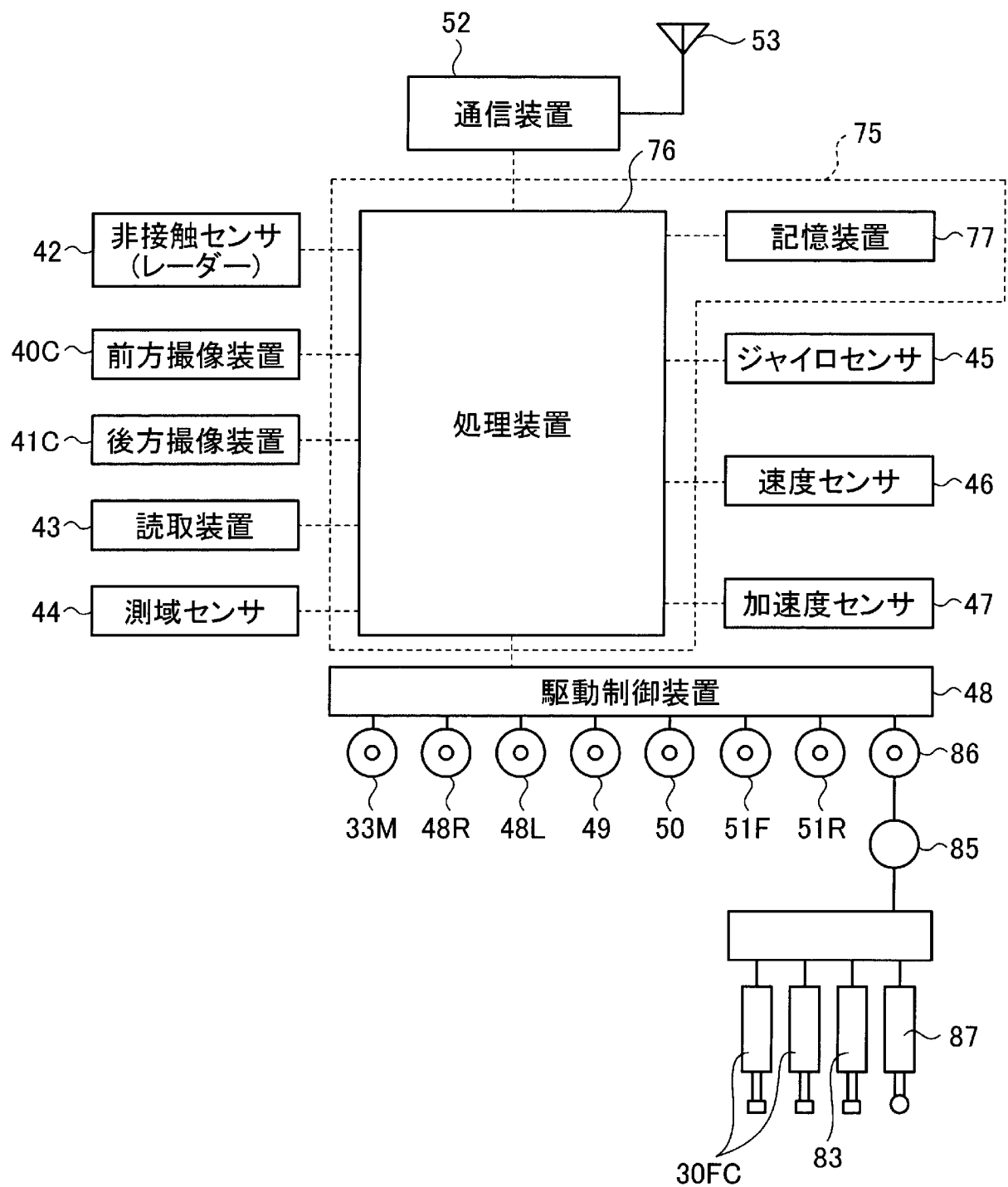
[図18-2]



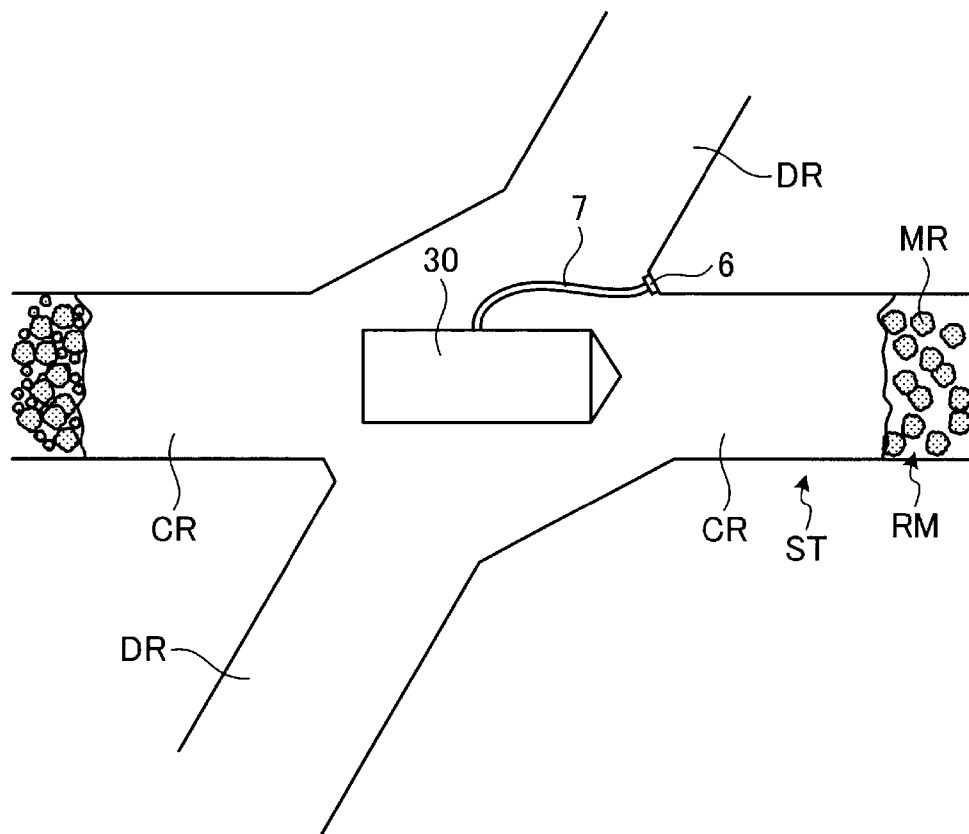
[図19]



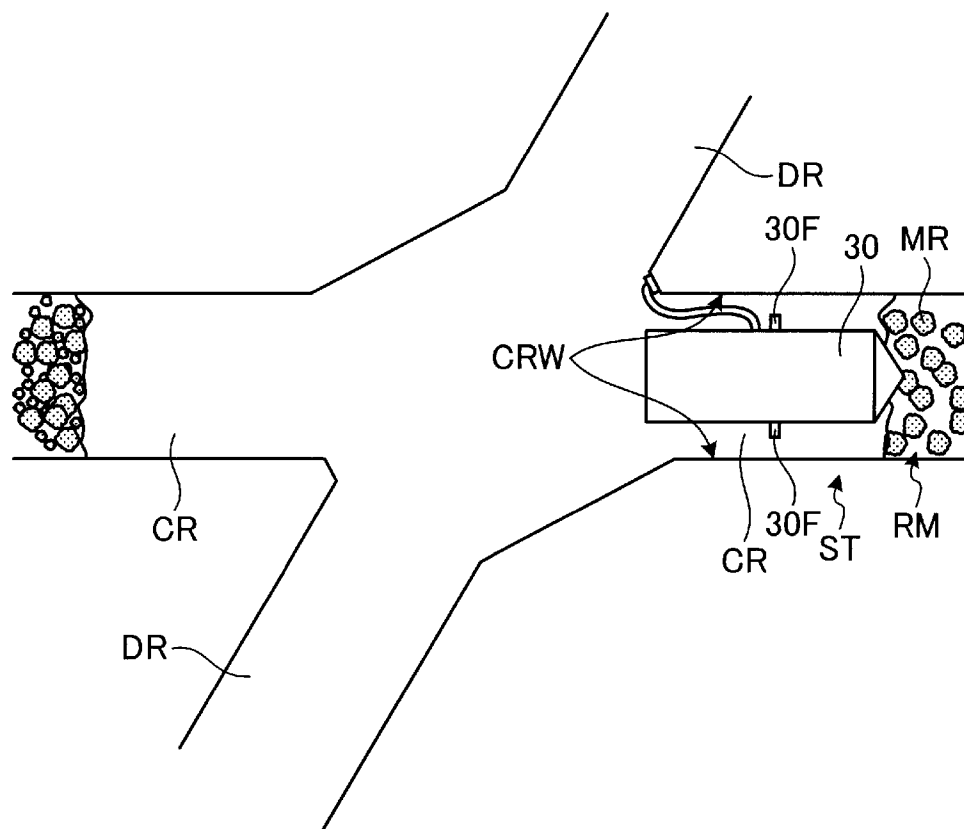
[図20]



[図23]

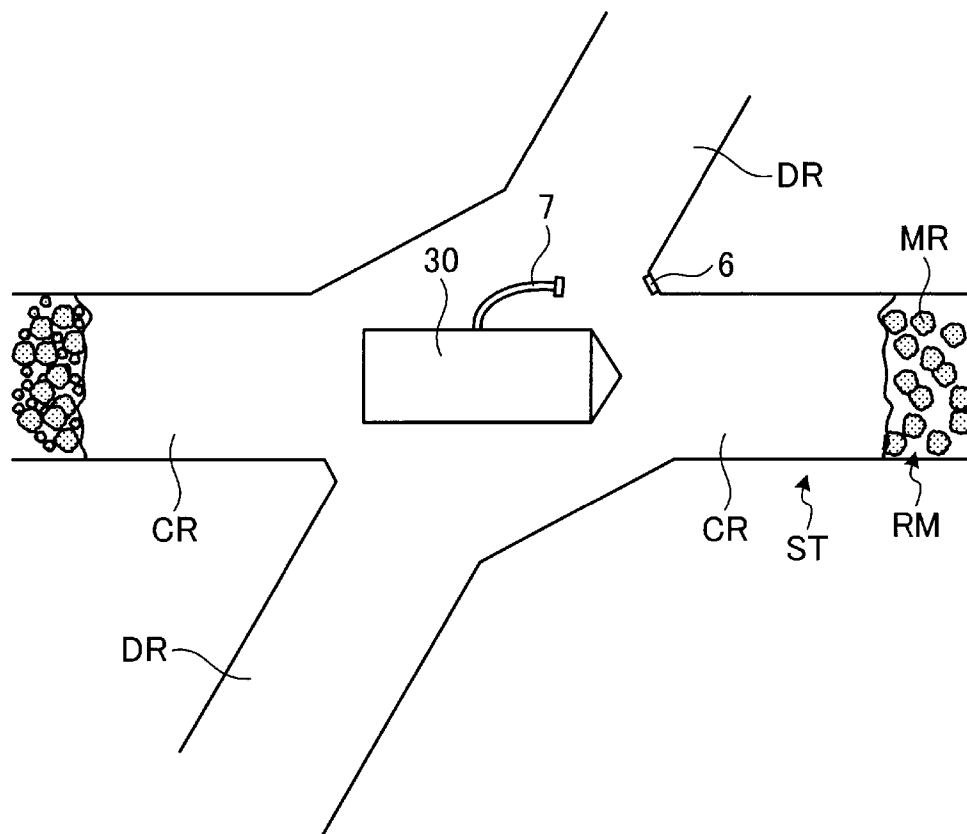


[図24]

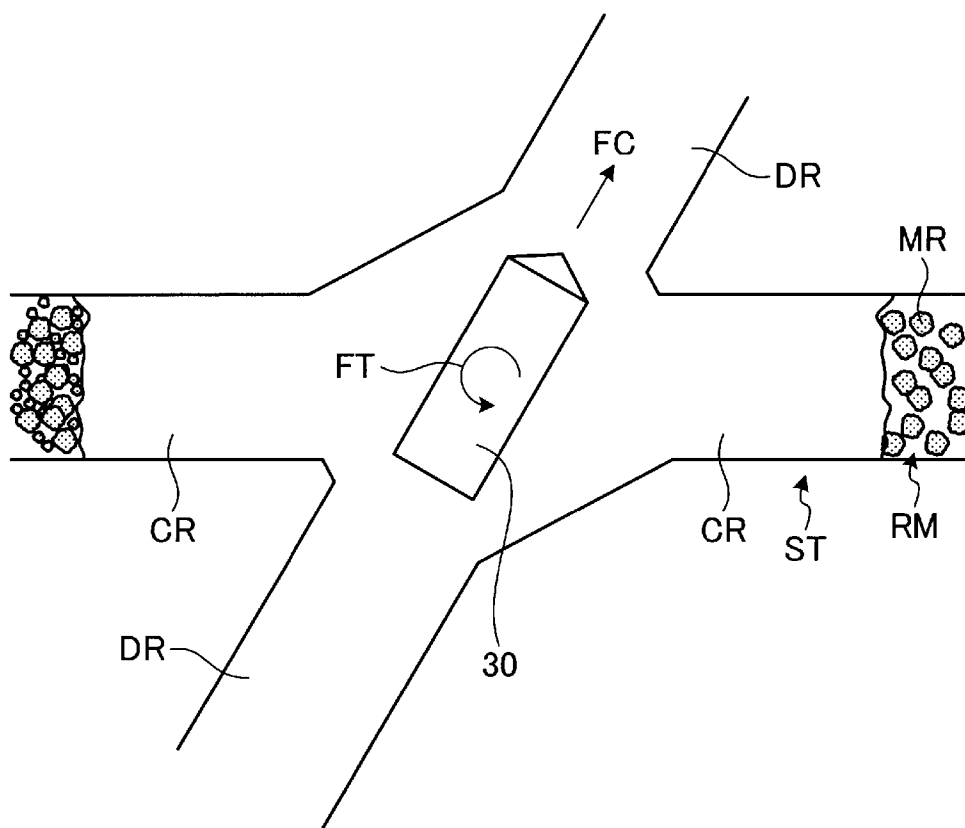


A schematic diagram of a microfluidic device. It features a central rectangular chamber (30) with a tapered right end. A tube (6) enters the top of the chamber. To the left of the chamber is a region labeled CR, and to the right is a region labeled MR, both containing a cluster of cells. A diagonal line labeled DR intersects the top and bottom channels. An arrow labeled FB points to the left side of the chamber. An arrow labeled ST points to the bottom channel. An arrow labeled RM points to the right side of the chamber. The device is divided into three main sections by diagonal lines.

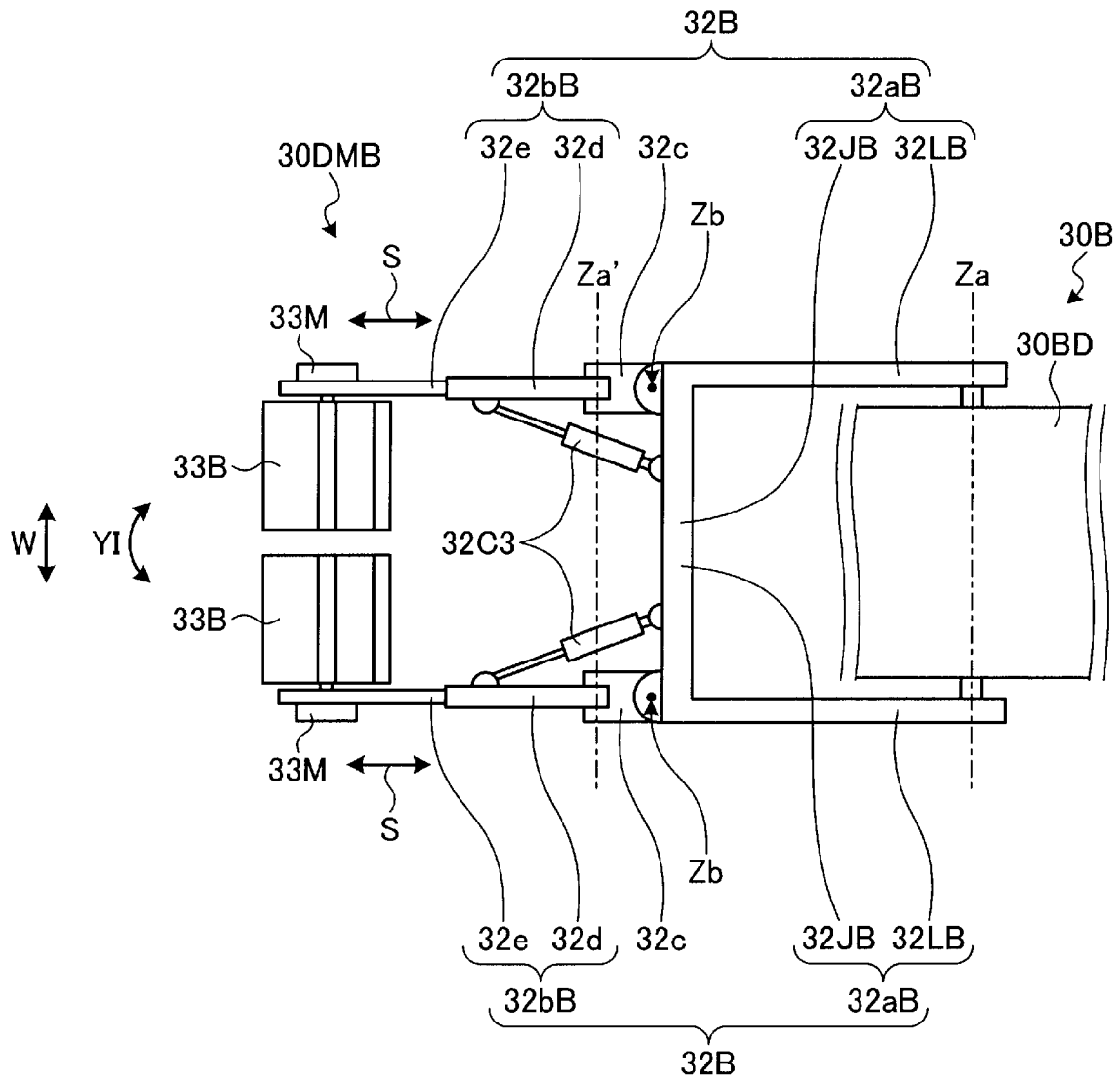
[図27]



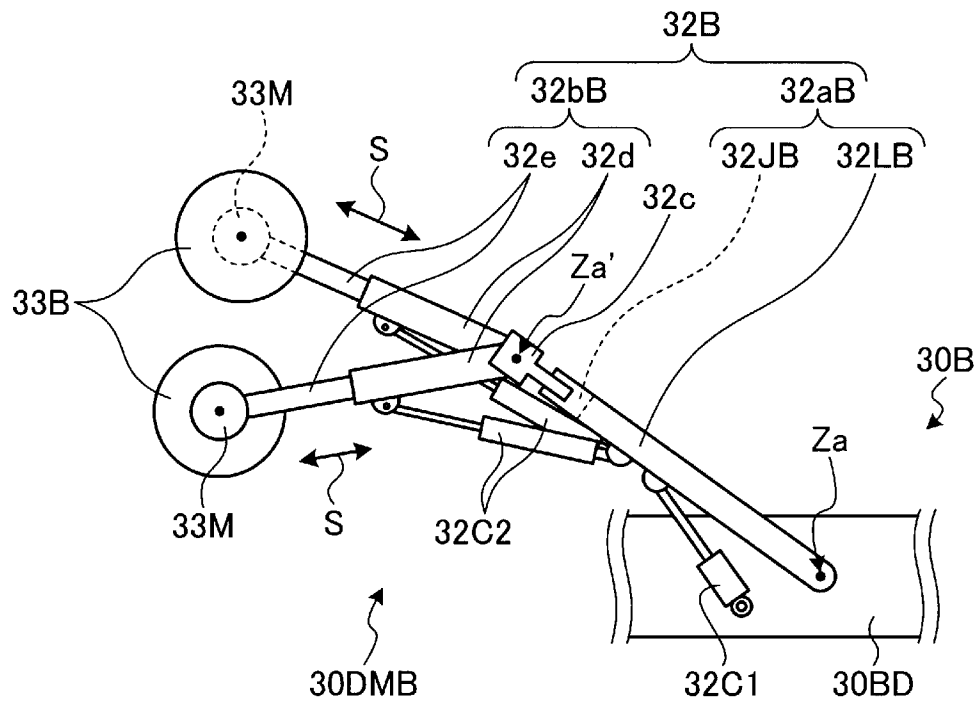
[図28]



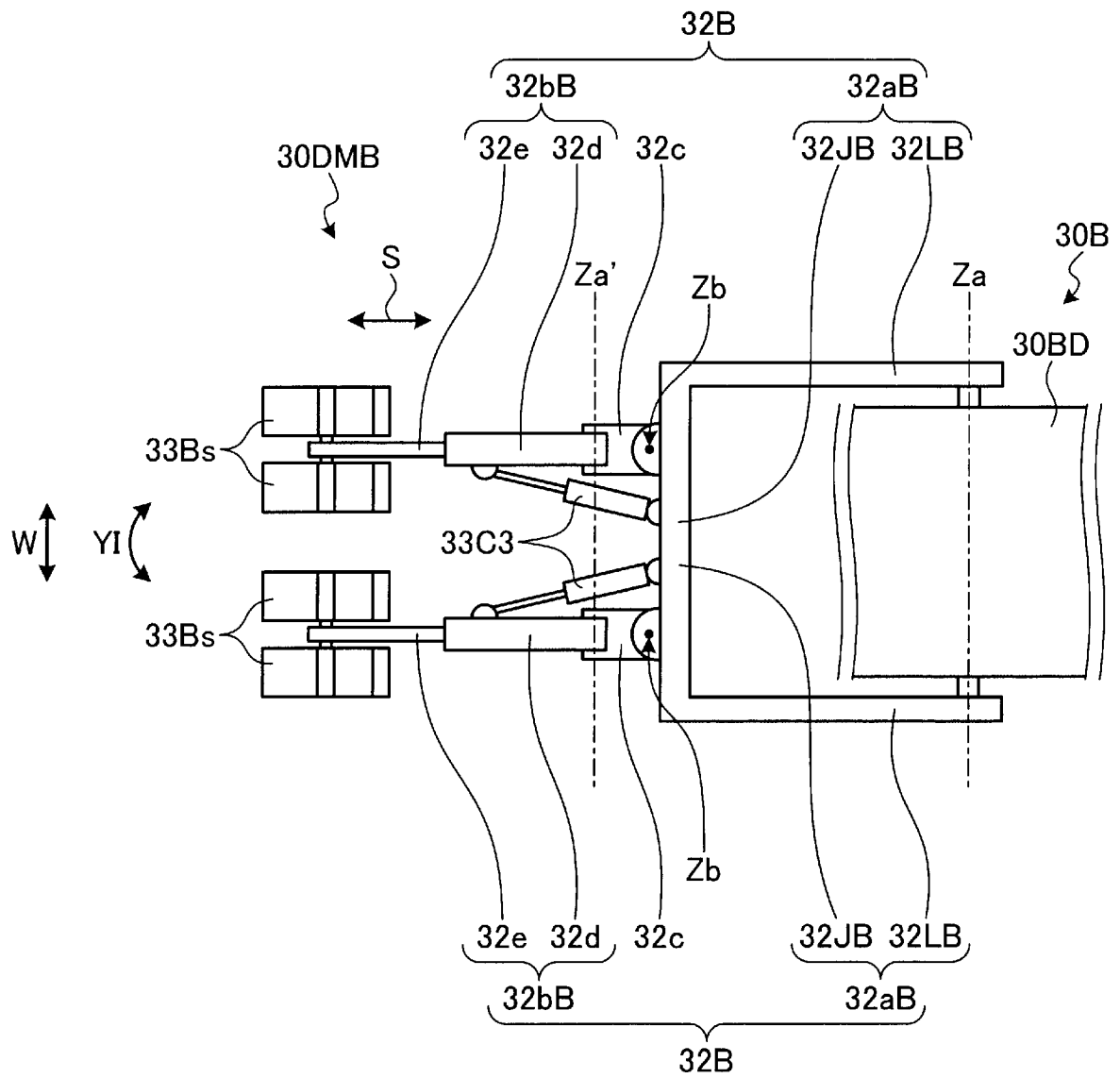
[図32]



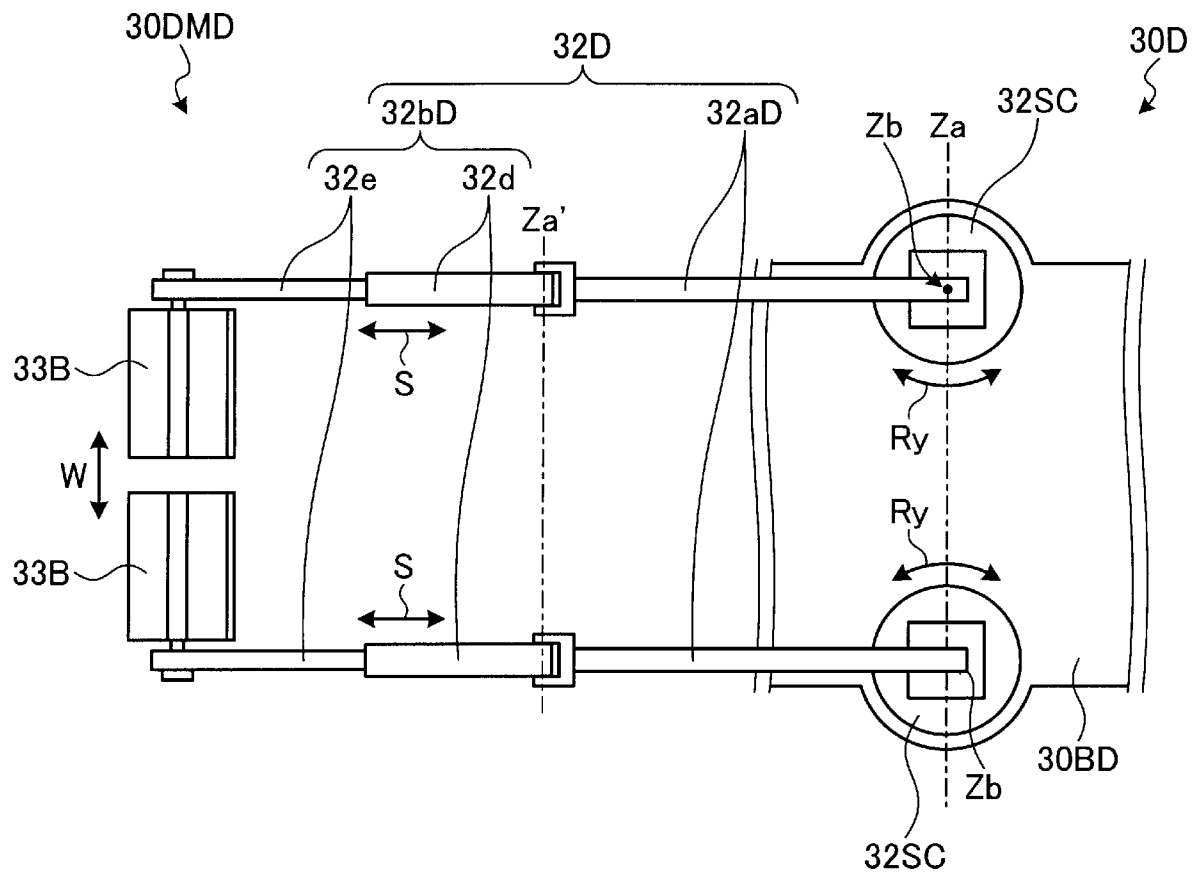
[図33]



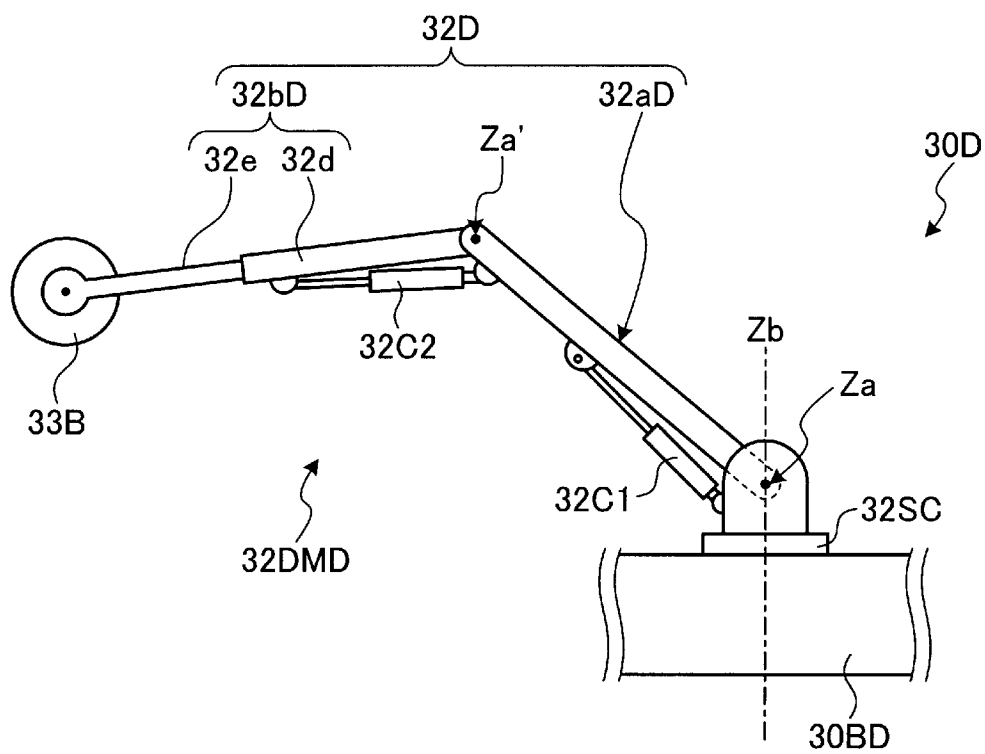
[図34]

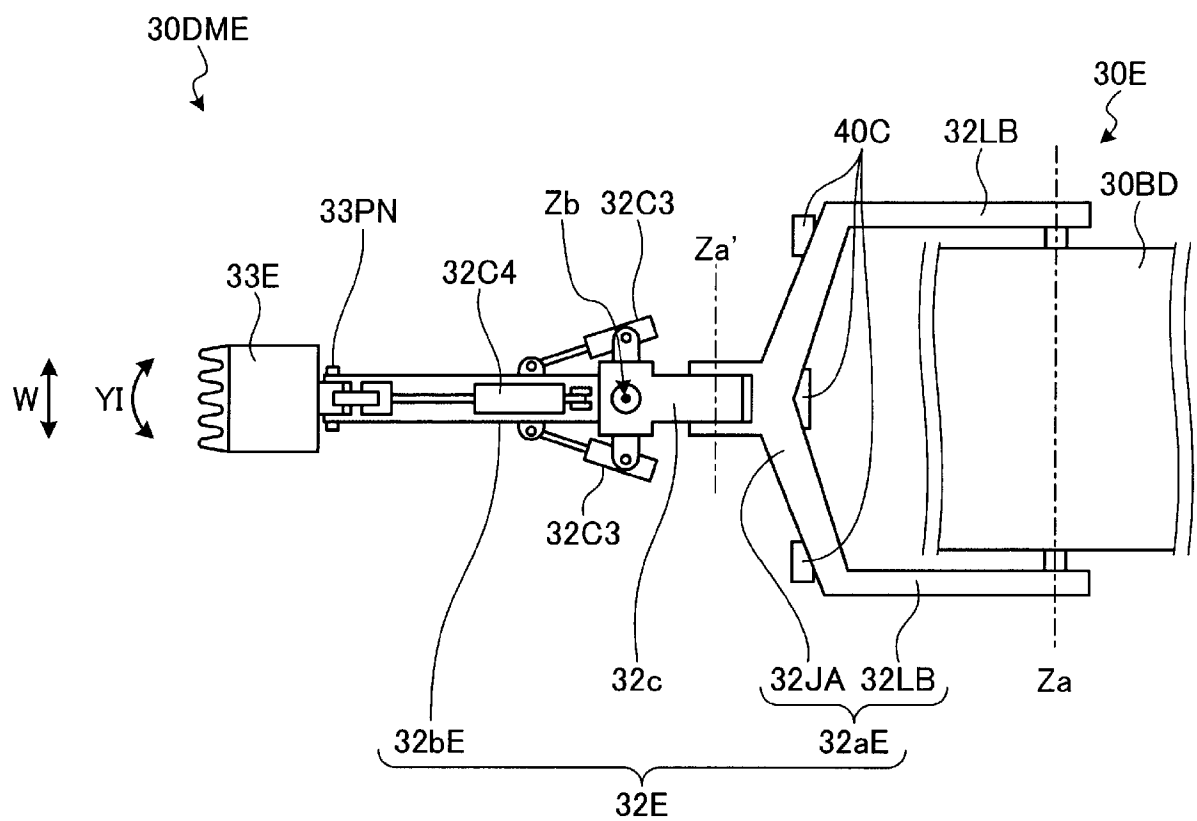


[図35]

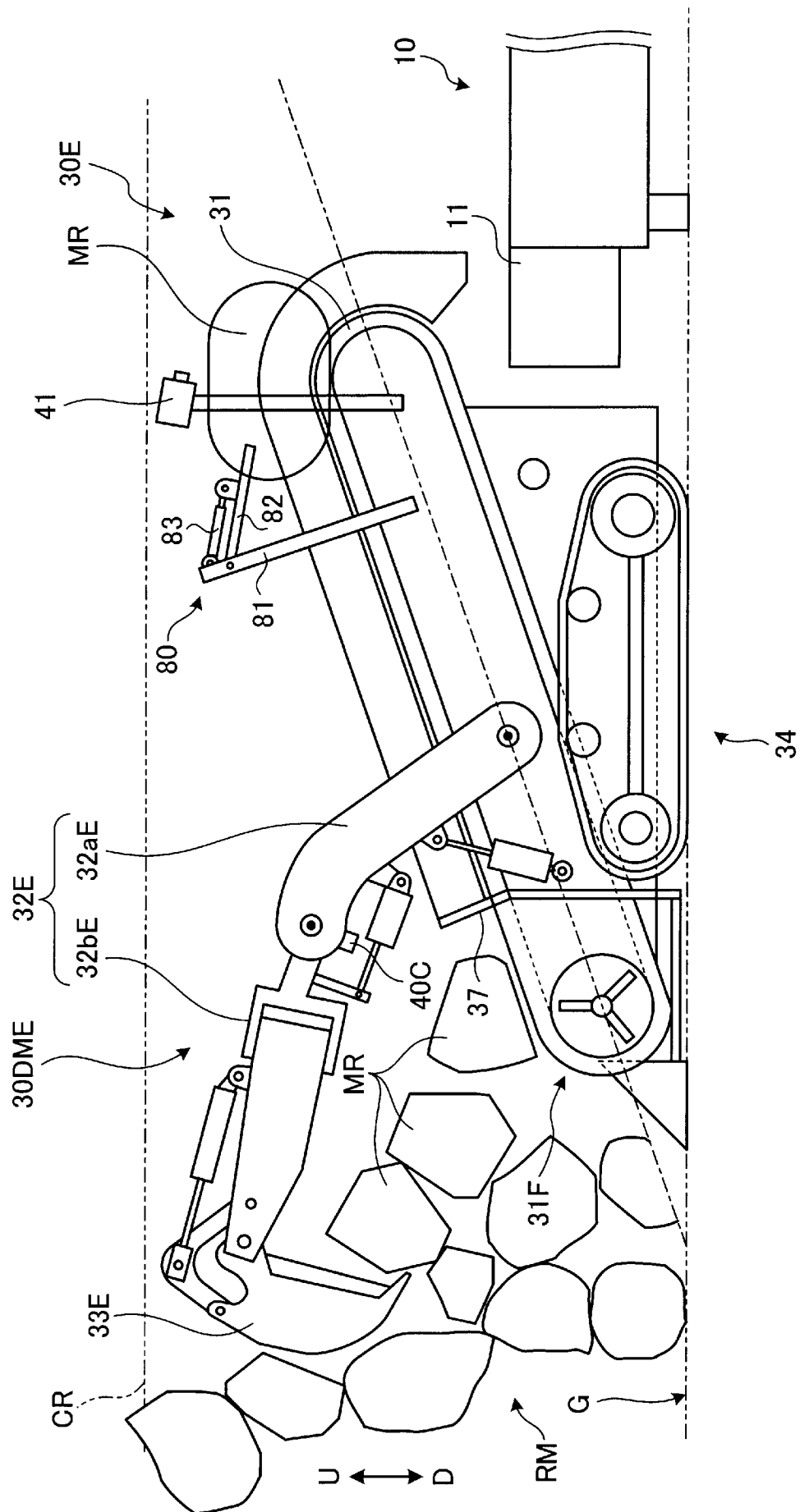


[図36]





[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/076188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F7/04(2006.01)i, E02F7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E02F7/04, E02F7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/0148567 A1 (Gary Douglas McClure), 17 June 2010 (17.06.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 53-48902 A (Wallace W Roepke, Richard James Wilson, David Paul Lindroth), 02 May 1978 (02.05.1978), entire text; all drawings & US 4062595 A & GB 1584725 A & DE 2744722 A & FR 2367905 A & AU 2782277 A & SE 7708798 A & CA 1080757 A & CS 226168 B & PL 198781 A & AU 511273 B	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 January 2015 (13.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/076188

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2001/0006304 A1 (Peter Kenneth Seear, Bret Edward Leisemann), 05 July 2001 (05.07.2001), entire text; all drawings & AU PQ806200 D & AU PQ472099 D & AU 7233000 A & AU 775917 B & AU PQ472099 D0	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F7/04(2006.01)i, E02F7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F7/04, E02F7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2010/0148567 A1 (Gary Douglas McClure) 2010.06.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 53-48902 A (ウオーレス・ダブリュ・リュブケ, リチャード・ジエームズ・ウイルソン, デビッド・ポール・リンドロス) 1978.05.02, 全文, 全図 & US 4062595 A & GB 1584725 A & DE 2744722 A & FR 2367905 A & AU 2782277 A & SE 7708798 A & CA 1080757 A & CS 226168 B & PL 198781 A & AU 511273 B	1-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.01.2015

国際調査報告の発送日

20.01.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

2D

3201

須永 聡

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2001/0006304 A1 (Peter Kenneth Seear, Bret Edward Leisemann) 2001.07.05, 全文, 全図 & AU PQ806200 D & AU PQ472099 D & AU 7233000 A & AU 775917 B & AU PQ472099 D0	1-14