(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
2023年10月5日(05.10.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/188150 A1

(51) 国際特許分類:
B02C 17/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/016122

(22) 国際出願日： 2022年3月30日(30.03.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(**TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 池田 修造(**IKEDA, Shuzo**); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目１番１号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

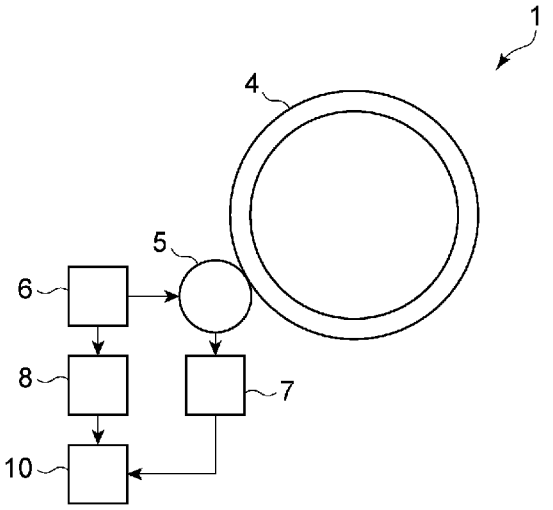
(74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外(**HYUGAJI, Masahiko** et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目１番地８ 日石横浜ビル Kanagawa (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** DETECTION DEVICE AND DETECTION SYSTEM

(54) 発明の名称： 検出装置および検出システム



(57) **Abstract:** A detection device according to an embodiment of the present application detects the presence or absence of a workpiece adhered to the inner wall of a drum of a mill for crushing minerals. This detection device stores an initial torque detected at a preset initial rotation angle, calculates a maximum torque on the basis of the initial torque, the initial rotation angle, and a rotation angle greater than the initial rotation angle, calculates the ratio of the torque at the rotation angle divided by the maximum torque, compares the ratio to a preset threshold, and determines that there is a workpiece adhered to the inner wall of the drum if the ratio is equal to or greater than the threshold.

WO 2023/188150 A1

［続葉有］

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：実施形態に係る検出装置は、鉱物を粉砕するミルのドラムの内壁に固着した被加工物の有無を検出する。この検出装置は、あらかじめ設定された初期回転角度において検出された初期トルクを記憶し、前記初期トルク、前記初期回転角度および前記初期回転角度よりも大きい回転角度にもとづいて、最大トルクを計算し、前記回転角度におけるトルクを前記最大トルクで除した比を計算し、前記比とあらかじめ設定されたしきい値とを比較し、前記比が前記しきい値と等しいか、前記しきい値よりも大きい場合に前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在することを判定するように構成される。

明　細　書

発明の名称 ： 検出装置および検出システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、鉱物を粉砕するミルのドラムの内壁に固着した鉱物由来の被加工物の有無を検出する検出装置および検出システムに関する。

背景技術

[0002] 鉱石等の鉱物資源は、鉱山等で採取された後、所定の大きさおよび形状に整えられ、ボールミル、ＳＡＧ（Semi-Auto Geneous）ミルまたはＡＧ（Auto Geneous）ミル等の粉砕機によって細粒化される。ミルのドラム内に投入された鉱物資源は、細粒化される過程でドラムの内壁に固着することがある。たとえば、細粒化過程の被加工物が粉砕機内に滞留したまま操業を中断しドラムを長時間停止させた場合には、細粒化過程の被加工物がドラムの内壁に固着する可能性が高い。そのような場合に、操業再開時にドラムの回転を開始すると、被加工物がその自重によりドラム上部の内壁から剥がれて、ドラム底部に落下して、ドラムの内壁を破損することがある。

[0003] 定期的に、あるいは非定期にミルの操業を停止し、ドラムの内部を含めて点検または整備が行われる。このようなドラム内部の点検の際に、被加工物がドラムの内壁に固着していた場合には、固着した被加工物は、ドラムの内壁から剥がされる。

[0004] 鉱石等の被加工物のドラムの内壁への固着の有無は、ミルの操業を停止してドラムの内部を観察しなければわからない。頻繁にミルの操業を停止することは、鉱物資源の採集処理工程の生産性を低下させる。

[0005] ミルの操業中に、被加工物のドラムの内壁への固着の有無を検出する技術が開発されている。たとえば、ドラムの内壁に被加工物が固着していないときの駆動トルクを測定しておき、ミルを再起動した後の電動機の回転角度と駆動トルクとの特性から被加工物の固着の有無を検出するシステムが知られている（特許文献１参照）。しかしながら、ミルの駆動システムは、設置場

所に応じてそれぞれ設計され、最適化されている場合が多い。そのため、特許文献１のようなシステムでは、設置されたミルごとにトルク特性を取得しなければならず、被加工物のドラムの内壁への固着の有無の検出を簡便に実現することは困難である。

[0006] ドラムの内部を観察せずに、ドラムの内壁に固着した被加工物の有無を容易に検出できる検出装置および検出システムが望まれている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：米国特許第９５２２４００号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の実施の形態は、上記問題点を解決するためになされたものであり、ドラムの内壁に固着した被加工物の有無を容易に検出できる検出装置および検出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

[0009] 本発明の実施の形態に係る検出装置は、鉱物を粉砕するミルのドラムの内壁に固着した被加工物の有無を検出する。この検出装置は、あらかじめ設定された初期回転角度において検出され、前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在する場合の初期トルクを記憶し、前記初期トルク、前記初期回転角度および前記初期回転角度よりも大きい回転角度にもとづいて、前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在する場合の前記回転角度における最大トルクを計算し、前記回転角度におけるトルクを前記最大トルクで除した比を計算し、前記比とあらかじめ設定されたしきい値とを比較し、前記比が前記しきい値よりも小さい場合に前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在しないと判定し、前記ドラムの回転角度が前記初期回転角度よりも大きい角度であって、前記被加工物が前記ドラムの内壁から脱落し得る第１回転角度に達した後に、前記比が前記しきい値と等しいか、前記しきい値よりも大きい場

合に前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在することを判定するように構成される。

発明の効果

[0010] 本発明の実施の形態によれば、ドラムの内壁に固着した被加工物の有無を容易に検出できる検出装置および検出システムが実現される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態に係るミルを例示する模式的なブロック図である。

[図2]実施形態に係る検出装置の動作原理を説明するための模式図である。

[図3]実施形態に係る検出装置の動作原理を説明するための模式図である。

[図4]実施形態に係る検出装置の動作原理を説明するための模式図である。

[図5]実施形態に係る検出装置の動作を説明するためのフローチャートの例である。

[図6]実施形態に係る検出装置を例示する模式的なブロック線図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同一とは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0013] 図１は、実施形態に係るミルを例示する模式的なブロック図である。

図１に示すように、検出システム１は、電動機５と、駆動装置６と、回転角度検出器７と、トルク検出器８と、検出装置１０と、を備える。検出システム１は、ミル本体４とともに設けられる。

[0014] ミル本体４は、変速装置等を介して電動機５と接続されている。ミル本体４は、後述するように回転するドラムを有している。ドラムは、円筒状の部材であって、所定の大きさとされた鉱物がドラムの内部に投入される。ミル

本体４のドラムは、電動機５により回転駆動される。電動機５は、直流電動機または交流電動機であり、交流電動機の場合、たとえば誘導電動機や同期電動機である。駆動装置６は、電動機５に接続されている。駆動装置６は、電動機５に所定の電圧を印加し、所定の電流を流して、電流に応じて発生する磁界によって、電動機５を駆動する。

[0015] 駆動装置６は、図示しない主幹制御装置に導入された制御プログラムおよび制御プログラムのためのパラメータにしたがって、電動機５を駆動する。駆動装置６は、たとえば、あらかじめ設定されたパラメータである速度基準に追従する回転速度となるように、電動機５を駆動する。

[0016] 回転角度検出器７は、電動機５に接続されている。回転角度検出器７は、たとえば、電動機５の単位時間当たりの回転数を検出し、電動機５とミル本体４との減速比にもとづいて、ミル本体４のドラムの回転角度を計算して出力する。回転角度検出器７は、たとえば、ロータリーエンコーダ等を含む計測装置である。ロータリーエンコーダには、光学式や磁気式等適切なものが選定される。回転角度検出器７は、電動機５と一体となっていてもよいし、電動機５とは別体で設置されてもよい。回転角度検出器７は、電動機５の単位時間当たりの回転数を検出して出力し、検出装置１０によって、電動機５の回転数をドラムの回転角度に換算してもよい。

[0017] トルク検出器８は、駆動装置６に接続されている。トルク検出器８は、駆動装置６から出力電流に関する信号を入力して、出力電流にもとづいて、電動機５が出力しているトルクの値を計算して出力する。トルク検出器８は、駆動装置６と一体とされていてもよいし、駆動装置６とは別体で設置されてもよい。あるいは、トルク検出器８は、駆動装置６とは独立した個別のトルク検出機構を備えたものでもよい。

[0018] ドラムの内壁に固着した被加工物の有無を検出する検出装置１０は、回転角度検出器７の出力に接続され、トルク検出器８の出力に接続されている。検出装置１０は、電動機５の回転角度のデータおよび電動機５のトルクのデータを逐次入力して、ミル本体４のドラムの内壁への被加工物の固着の有無

を検出する。

[0019] 検出装置１０は、ドラムの内壁に被加工物の固着がある場合のトルクをトルクの最大値として計算し、実測したトルクが計算されたトルクの最大値よりも十分に小さいときには、ドラムの内壁に被加工物の固着がないと判定する。検出装置１０は、実測したトルクが計算されたトルクの最大値に近いときには、ドラム内壁に固着物が存在すると判定する。

[0020] ドラムの内壁に被加工物の固着がある場合のトルクの最大値を最大トルクＴｍａｘということとする。検出装置１０は、以下のように最大トルクＴｍａｘを計算する。すなわち、検出装置１０は、あらかじめ設定された初期回転角度θＬにおける初期トルクＴＬをトルク検出器８から入力する。初期回転角度θＬは、ドラムの内壁への被加工物の固着が維持できる程度の十分に小さい値が設定される。

[0021] 電動機５は、初期回転角度θＬ以降も回転を続け、回転角度θは、回転角度検出器７によって、たとえば定周期で検出される。検出装置１０は、回転角度θが検出されるたびに回転角度θの値および初期トルクＴＬの値を、後述する式（１）に適用して、回転角度θにおける最大トルクＴｍａｘを計算する。

[0022] 検出装置１０は、最大トルクＴｍａｘを計算するたびに、実測のトルクＴとの比を計算する。検出装置１０は、あらかじめ設定されたしきい値αとＴ／Ｔｍａｘとを比較し、Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αより小さいときには、ドラム内壁に固着物がないと判定する。検出装置１０は、Ｔ／Ｔｍａｘ以上のときには、ドラム内壁に固着物があると判定する。

[0023] 実施形態の検出装置１０について理解を容易にするために、検出装置１０の動作原理について説明する。

図２～図４は、実施形態に係る検出装置の動作原理を説明するための模式図である。

図２～図４には、図１に示したミル本体４を構成するドラム４０が示されている。図２～図４に示されたドラム４０は、内部の様子が見えるように描

かれている。ドラム４０の内部には、被加工物Ｐ０～Ｐ２が配置されている。図２～図４では、ドラム４０は、Ｃを中心にして、被加工物Ｐ０～Ｐ２とともに反時計まわりに回転する。図２、図３および図４と図面番号が進むにつれて、時間が経過していることを示している。

[0024] 図２～図４において、被加工物Ｐ０～Ｐ２は、同じ物質で同じ質量Ｍを有する。Ｇは、質量Ｍを集中質量とした場合の重心である。ｒは、中心Ｃと重心Ｇとの間の最短距離である。被加工物Ｐ０～Ｐ２は、ドラム４０の回転により、その形状を変化させ得るが、以下の説明では、特に断らない限り、重心Ｇは、中心Ｃから距離ｒだけ離れた位置で一定であるものとする。

[0025] 図２には、ミル本体４の起動前のドラム４０の様子が示されている。

図２に示すように、被加工物Ｐ０は、ドラム４０の底に滞留している。被加工物Ｐ０は、ドラム４０の内壁に固着しているものとする。被加工物Ｐ０は、自身の質量Ｍにより、重力方向にＦ＝ｇＭの力を受けている。図２の状態のときのドラムの回転角度は基準値であり、このときの回転角度は、たとえば０°である。以下では、回転角度は、０°を基準とした角度であるものとする。

[0026] 図３には、図２の状態からミル本体４が起動し、ドラム４０が初期回転角度θＬだけ反時計まわりに回転した様子が示されている。

図３に示すように、被加工物Ｐ１は、ドラム４０の内壁に固着しており、初期回転角度θＬは、図３の中心Ｃと重心Ｇとを結ぶ線分が、図２の中心Ｃと重心Ｇとを結ぶ線分となす角度である。

[0027] 図３の状態では、重心Ｇにおける重力による力Ｆは、ドラム４０の円周の接線方向の成分および法線方向の成分に分解される。ドラム４０の円周の接線方向の成分は、ｇＭｓｉｎθＬと計算され、ドラム４０の円周の法線方向の成分は、ｇＭｃｏｓθＬと計算される。

[0028] 被加工物Ｐ１は、ドラム４０の円周の接線方向の力ｇＭｓｉｎθＬにもとづいて、モーメントを生ずる。このときのモーメントは、中心Ｃと重心Ｇとの距離ｒを用いて、ｒｇＭｓｉｎθＬと計算される。

[0029] 図３の状態においては、駆動装置６は、ｒｇＭｓｉｎθＬのモーメントに打ち勝つように、電動機５を駆動するトルクを発生する。初期回転角度θＬのときのトルクを初期トルクＴＬというものとする。検出装置１０では、初期トルクＴＬがｒｇＭｓｉｎθＬに等しいものとして、以降の計算を実行する。

[0030] 図４には、ドラム４０が初期回転角度θＬから、さらに反時計まわりに回転し、回転角度θに達したときのドラム４０の内部の様子が示されている。回転角度θは、図４の中心Ｃと重心Ｇとを結ぶ線分が、図２の中心Ｃと重心Ｇとを結ぶ線分となす角度である。

[0031] 図４に示すように、重心Ｇにおける重力による力Ｆは、図３の場合と同様に、ドラム４０の円周の接線方向の成分および法線方向の成分に分解される。ドラム４０の円周の接線方向の成分は、ｇＭｓｉｎθと計算され、ドラム４０の円周の法線方向の成分は、ｇＭｃｏｓθと計算される。

[0032] 図４の状態においては、被加工物Ｐ２は、ドラム４０の円周の接線方向の力ｇＭｓｉｎθにもとづいて、モーメントを生ずる。このときのモーメントは、中心Ｃと重心Ｇとの距離ｒを用いて、ｒｇＭｓｉｎθと計算される。

[0033] 被加工物Ｐ２がドラム４０の内壁に固着している場合には、駆動装置６は、ｒｇＭｓｉｎθのモーメントに打ち勝つように、電動機５を駆動するトルクを発生する。ドラム４０の内壁に被加工物が固着していない場合には、駆動装置６は、ｒｇＭｓｉｎθよりも十分に小さいトルクで電動機５を駆動することができる。したがって、ｒｇＭｓｉｎθは、検出装置１０の動作において、駆動装置６が発生する最大トルクＴｍａｘとすることができる。

[0034] 最大トルクＴｍａｘは、以下のようにして、初期トルクＴＬ、初期回転角度θＬおよび回転角度θを、以下の式（１）に適用することにより計算される。

[0035] $$Tmax = rgMsin\theta = rgMsin\theta L \times (sin\theta / sin\theta L) = TL \times (sin\theta / sin\theta L) \quad (1)$$

ここで、θ＞θＬである。

[0036] 初期トルクＴＬは、トルク検出器８によって検出され、検出装置１０に入力される。初期回転角度θＬおよび回転角度θは、回転角度検出器７によって検出され、検出装置１０に入力される。検出装置１０は、式（１）を用いて、最大トルクＴｍａｘを計算することができる。

[0037] 検出装置１０には、あらかじめしきい値αが設定される。検出装置１０は、最大トルクＴｍａｘとトルク検出器８によって検出された実測のトルクＴとの比を計算し、回転角度θを検出するごとに、Ｔ／Ｔｍａｘを計算して、計算した結果としきい値αとを比較する。

[0038] 初期回転角度θＬは、被加工物がドラムの内壁に固着した状態を維持できる程度の十分に小さい回転角度とされる。電動機５の起動時には、定常運転時よりも大きな起動トルクを要する。そのため、初期回転角度θＬは、電動機５が起動トルクを脱した後の回転角度に設定されることが好ましく、電動機５およびミル本体４の機械の定数によって適切な値に設定される。初期回転角度θＬは、たとえば２０°程度とされる。

[0039] しきい値αは、ミル本体４に応じて実験やシミュレーション等により適切な値が設定される。なお、θ＝９０°のときに、Ｔｍａｘは、最大値となるので、しきい値αは１よりも小さい値となる。

[0040] なお、ドラム４０は、初期回転角度θＬを超えて回転しても被加工物が変形開始するまでは、被加工物の有無にかかわらず、Ｔ／Ｔｍａｘは１である。そのため、ドラム４０が初期回転角度θＬを超えた時点で、Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αを超えてしまい、検出装置１０は、被加工物が固着していない場合でも被加工物の固着ありと判定してしまう。そこで本実施形態の検出装置１０では、固着物の有無を検出する固着物有無検出角度（第１回転角度）θＣが設定される。ドラム４０の回転角度θがθＣに達するまでの間は、Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αと等しいか、しきい値αよりも大きい場合においても、比較物の固着ありと判定しない。固着物有無検出角度θＣは、被加工物の固着がなければ確実に被加工物が変形開始する角度に選定される。固着物

有無検出角度θＣは、たとえば６０°程度とされる。

[0041] 上述の一連の動作をフローチャートを用いて説明する。

図５は、実施形態に係る検出装置の動作を説明するためのフローチャートの例である。

図５に示すように、ステップＳ１において、検出装置１０は、回転角度検出器７によって検出された初期回転角度θＬを入力し、トルク検出器８によって検出された初期トルクＴＬを入力し、初期回転角度θＬおよび初期トルクＴＬを記憶する。

[0042] ステップＳ２において、回転角度検出器７により、回転角度θが固着物有無検出角度θＣに達したことを検出し、トルク検出器８は、回転角度θのときのトルクを検出する。検出装置１０は、検出された回転角度θのデータおよびトルクＴのデータを入力する。

[0043] ステップＳ３において、検出装置１０は、記憶された初期回転角度θＬ、記憶された初期トルクＴＬおよび入力された回転角度θを用いて、最大トルクＴｍａｘを計算する。

[0044] ステップＳ４において、検出装置１０は、Ｔ／Ｔｍａｘを計算し、計算結果とあらかじめ設定されたしきい値αとを比較する。検出装置１０は、Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αよりも小さい場合には、ステップＳ６において、固着物がないものと判定する。検出装置１０は、計算したＴ／Ｔｍａｘがしきい値αに等しいか、しきい値αよりも大きい場合には、ステップＳ５において、ドラム４０の内壁に固着物を検出したものと判定する。

[0045] 実施形態の検出装置１０は、図５に示したフローチャートの各ステップを実行するコンピュータ装置であり、コンピュータ装置は、各ステップを含むプログラムを記憶装置等に格納し、必要な場合に読み出して実行する。検出装置１０を実現するコンピュータ装置は、プログラマブルロジックコントローラ（ＰＬＣ）でもよい。ＰＬＣ上で実行される制御プログラムに図５に示したフローチャートの内容を適用するようにしてもよい。

[0046] 図６は、実施形態に係る検出装置を例示する模式的なブロック線図である

。

図６には、図５に示したフローチャートが、ＰＬＣに導入される制御プログラムを表すように書き換えられている。

以下では、図６にしたがって、実施形態の検出装置１０の動作について説明する。

図６に示すように、検出装置１０は、比較判定要素１１，１８、１９、記憶要素１２、演算要素１３～１７、数値制限要素２１，２２、およびＯＲ論理要素２３を備えている。

検出装置１０には、初期回転角度θＬがあらかじめ設定される。この例では、初期回転角度の入力端子Ａに数値制限要素２１が設けられている。入力端子Ａに入力された初期回転角度θＬは、比較判定要素１１の一方の端子に入力される。

[0047] 数値制限要素２１は、初期回転角度θＬの範囲をあらかじめ制限するために設けられており、たとえば、電動機５の起動トルク発生時の回転角度よりも大きい最大制限値および４５°よりも小さい最小制限値が設定されている。数値制限要素２１の設定は任意であり、数値制限要素２１を設けなくてもよい。

[0048] 電動機５から得られたドラム４０の回転角度θ、または他の方法で得られたドラム４０の回転角度θは、回転角度検出器７によって検出され、入力端子Ｂに入力される。入力された回転角度θは、比較判定要素１１の他方の端子に入力される。

[0049] 比較判定要素１１は、回転角度θの大きさが、初期回転角度θＬの大きさよりも大きくなったときに、パルスを出力する。出力されたパルスは、記憶要素１２に入力される。

[0050] トルク検出器８によって検出されたトルクＴは、入力端子Ｃに入力される。入力されたトルクＴは、記憶要素１２に入力される。記憶要素は、比較判定要素１１が出力したパルスを受信したときに、トルクＴを記憶する。回転角度θが初期回転角度θＬを超えたときに出力されたパルスが記憶要素１２

に入力されるので、記憶要素１２に記憶されるデータは、初期回転角度θＬのときの初期トルクＴＬである。

[0051] 記憶要素１２は、初期トルクＴＬを出力している。入力端子Ｂに入力された回転角度θは、演算要素１３に入力される。演算要素１３は、正弦演算を実行して、ｓｉｎθを出力する。

[0052] 演算要素１４には、演算要素１３によって計算されたｓｉｎθおよび記憶要素１２から初期トルクＴＬを入力し、これらを乗じた結果ＴＬｓｉｎθを出力する。

[0053] 入力端子Ａから入力された初期回転角度θＬは、演算要素１５に入力される。演算要素１５は、正弦演算を実行して、ｓｉｎθＬを出力する。

[0054] 演算要素１６は、演算要素１４によって演算され出力されたＴＬ・ｓｉｎθを、演算要素１５によって演算され出力されたｓｉｎθＬで除して、結果を最大トルクＴｍａｘとして出力する。詳細な計算は、上述した式（１）の導出過程を利用している。この例では、演算要素１６の出力には、数値制限要素２２が設けられている。数値制限要素２２は、各演算要素によって発生する演算誤差により、不適切な演算結果を除外するために設けられている。

[0055] 演算要素１７は、トルク検出器８によって検出されたトルクＴを演算要素１６によって演算され出力された最大トルクＴｍａｘで除して出力する。

[0056] 比較判定要素１８の一方の端子Ｄには、あらかじめしきい値αが設定され、比較判定要素１８に入力される。比較判定要素１８の他方の端子には、演算要素１７によって演算され出力されたＴ／Ｔｍａｘが入力される。比較判定要素１８は、Ｔ／Ｔｍａｘとしきい値αとを比較して、Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αよりも小さい場合には、ドラムの内壁への固着物がないと判定し、固着物がない旨の信号（Ｙ）を出力する。Ｔ／Ｔｍａｘがしきい値αと等しいか、しきい値αよりも大きい場合には、比較判定要素１８は、ドラム４０の内壁への固着物があると判定し、固着物がある旨の信号（Ｎ）を出力する。この例では、固着物がない旨の信号（Ｙ）は、論理値“１”に対応し、固着物がある旨の信号（Ｎ）は論理値“０”に対応する。

[0057] 比較判定要素１８の出力は、回転角度θと固着物有無検出角度θＣとの大小関係にもとづいて決定される。回転角度θと固着物有無検出角度θＣとの比較判定は、比較判定要素１９によって行われる。比較判定要素１９の一方の入力には、端子Ｂが接続されており、回転角度θが入力される。比較判定要素１９の他方の入力には、端子Ｅが接続されており、あらかじめ設定された固着物有無検出角度θＣが入力される。

[0058] ＯＲ論理要素２３の一方の入力には、比較判定要素１８の出力が接続され、ＯＲ論理要素２３の他方の入力には、比較判定要素１９の出力が接続されている。

[0059] 比較判定要素１９は、回転角度θが固着物有無検出角度θＣよりも小さいと判定した場合には、論理値“１”を出力する。したがって、ＯＲ論理要素２３には、論理値“１”が入力されるので、比較判定要素１８の出力にかかわらず、ＯＲ論理要素２３は、論理値“１”、すなわち、固着物がない旨の信号（Ｙ）を出力する。

[0060] 比較判定要素１９は、回転角度θが固着物有無検出角度θＣ以上であると判定した場合には、論理値“０”を出力する。したがって、ＯＲ論理要素２３は、比較判定要素１８の出力の論理値を出力する。つまり、比較判定要素１８が、固着物がある旨の信号（Ｎ）を出力した場合には、ＯＲ論理要素２３は、固着物がある旨の信号（Ｎ）を出力する。比較判定要素１８が、固着物がない旨の信号（Ｙ）を出力した場合には、ＯＲ論理要素２３は、固着物がない旨の信号（Ｙ）を出力する。

[0061] このようにして、実施形態の検出装置１０は、ドラムの内壁への鉱物由来の被加工物の固着の有無を判定することができる。

[0062] 上述した検出装置１０は、ミル本体４の点検等により停止後に、ミル本体４を起動する場合に動作する。つまり、ミル本体４が起動し、駆動装置６が電動機５の駆動を開始するときに検出装置１０が動作して、ドラムの内壁への被加工物の固着の有無を検出する。検出装置１０は、被加工物の固着を検出した場合には、たとえば、電動機５の駆動を停止する停止指令を生成する

。停止指令を受信した図示しない主幹制御装置は、インターロックにより、ミル本体４の運転自体を停止させる。これにより安全に、固着物の除去等が行われる。

[0063] 検出装置１０がドラム内壁への被加工物の固着を検出した場合には、上述に限らず、主幹制御装置に、被加工物の固着を解消する被加工物除去動作をさせる指令を生成してもよい。たとえば、被加工物除去動作をさせる場合には、主幹制御装置は、現在までの回転方向とは逆方向に－９０°程度まで回転させ、その後元の回転方向に回転させるようにして、被加工物をゆするようにして、固着を解消させる動作である。

[0064] 検出装置１０は、ドラムの内壁への被加工物の固着を検出しなかった場合には、そのまま動作状態を維持してもよいし、あらかじめ設定された回転角度を経過した後に、動作を停止するようにしてもよい。

[0065] 実施形態の検出装置１０の効果について説明する。

実施形態の検出装置１０では、電動機５の回転角度検出器７によって検出される回転角度およびトルク検出器８によって検出されるトルクにもとづいて、ドラムの内壁に被加工物が固着している場合のトルクを最大トルクＴｍａｘとして計算することができる。最大トルクＴｍａｘは、式（１）を用いて、容易に計算することができる。したがって、しきい値αを適切に設定することによって、簡便にドラムの内壁への被加工物の固着の有無を判定することができる。

[0066] 実施形態の検出装置１０の検出装置１０では、上述のようにして固着判定を行うので、ドラム等の機械系を含めた電動機のトルク特性をミルの設置状態、被加工物の種類や状態ごとに取得する必要がないので、設置や調整を簡便に実行することができる。

[0067] このようにして、ドラムの内壁に固着した被加工物の有無を容易に検出できる検出装置が実現される。

[0068] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない

。これら新規な実施形態は、その他のさまざまな形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明およびその等価物の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

符号の説明

[0069] １　ミル、４　ミル本体、５　電動機、６　駆動装置、７　回転速度検出器、８　トルク検出器、１０　検出装置、１１，１８，１９　比較判定要素、１２　記憶要素、１３～１７　演算要素、２１，２２　数値限定要素、２３　ＯＲ論理要素、４０　ドラム

請求の範囲

[請求項1] 鉱物を粉砕するミルの起動時にドラムの内壁に固着した被加工物の有無を検出する検出装置であって、

前記ドラムの所定の初期回転角度において検出され、前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在する場合の初期トルクを記憶し、

前記初期トルク、前記初期回転角度および前記初期回転角度よりも大きい回転角度にもとづいて、前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在する場合の前記回転角度における最大トルクを計算し、

前記回転角度において検出されたトルクを前記最大トルクで除した比を計算し、

前記比とあらかじめ設定されたしきい値とを比較し、

前記比が前記しきい値よりも小さい場合に前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在しないと判定し、

前記ドラムの回転角度が前記初期回転角度よりも大きい角度であって、前記被加工物が前記ドラムの内壁から脱落し得る第１回転角度に達した後に、前記比が前記しきい値と等しいか、前記しきい値よりも大きい場合に前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在することを判定するように構成された検出装置。

[請求項2] 前記最大トルクをＴｍａｘ、前記初期トルクをＴＬ、前記回転角度をθ、前記初期回転角度をθＬとしたときに、

前記最大トルクを計算することは、式（１）にしたがう計算を実行することである請求項１記載の検出装置。

$$Tmax = TL \times (\sin\theta / \sin\theta L) \quad (1)$$

[請求項3] 前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在することを判定したときに、前記ミルの運転を停止する指令を生成する請求項１記載の検出装置。

[請求項4] 前記ドラムの内壁に固着した被加工物が存在することを判定したときに、前記ミルの運転を前記被加工物除去動作をする指令を生成する

請求項１記載の検出装置。

[請求項5] 前記ミルのドラムを駆動する電動機と、

前記電動機を駆動する駆動装置と、

前記電動機の回転角度を検出する回転角度検出器と、

前記駆動装置が出力するトルクを検出するトルク検出器と、

請求項１記載の検出装置と、

を備え、

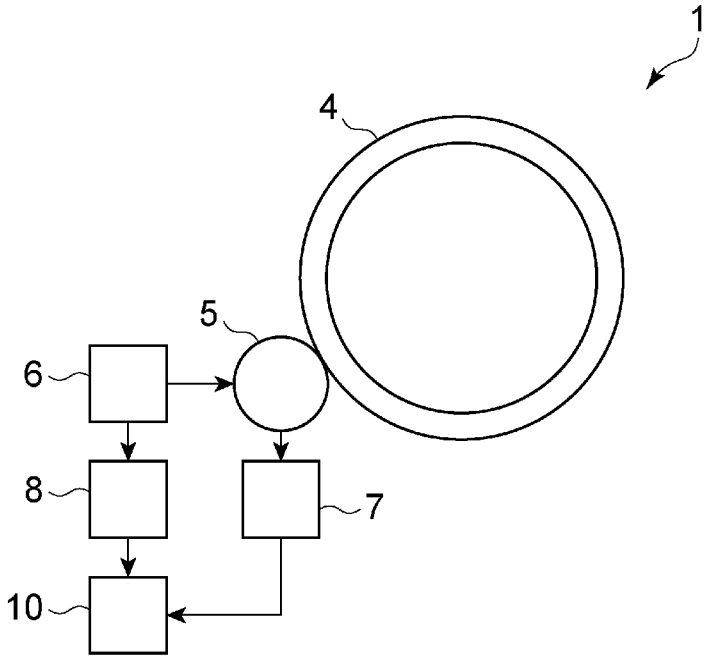
前記ミルは、ボールミル、ＳＡＧミルおよびＡＧミルのいずれかであり、

前記回転角度検出器は、前記回転角度を逐次検出して前記検出装置に送信し、

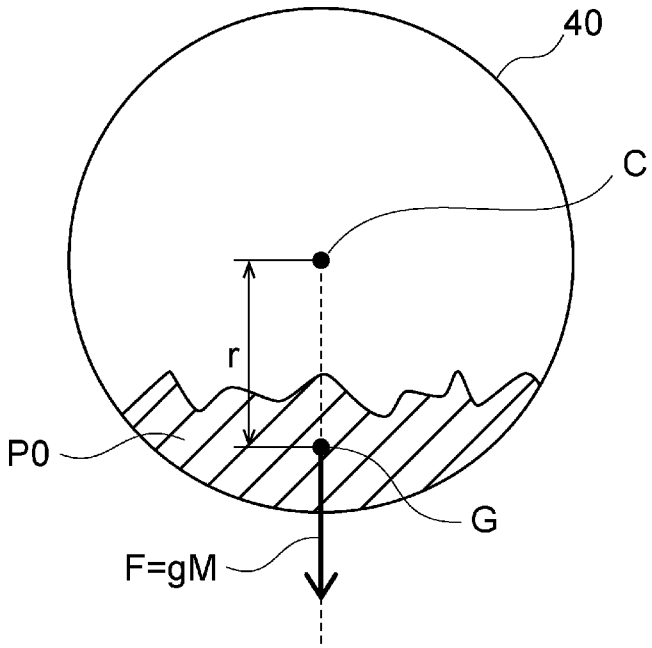
前記トルク検出器は、前記初期トルクして前記検出装置に送信し、前記回転角度における前記トルクを逐次検出して前記検出装置に送信し、

前記検出装置は、前記回転角度における前記トルクを受信するごとに、前記比を計算し、前記比と前記しきい値とを比較し、前記比と前記しきい値との大小関係を判定する検出システム。

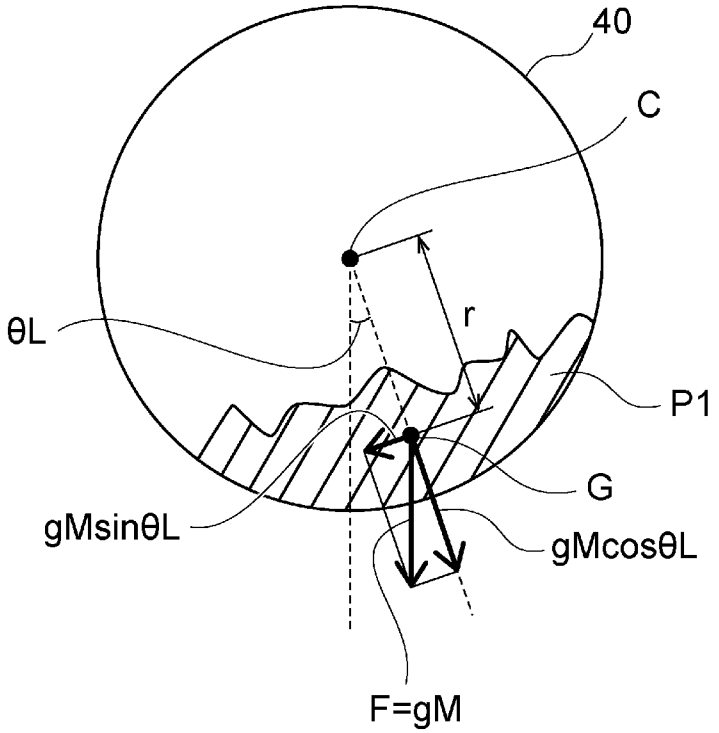
[図1]



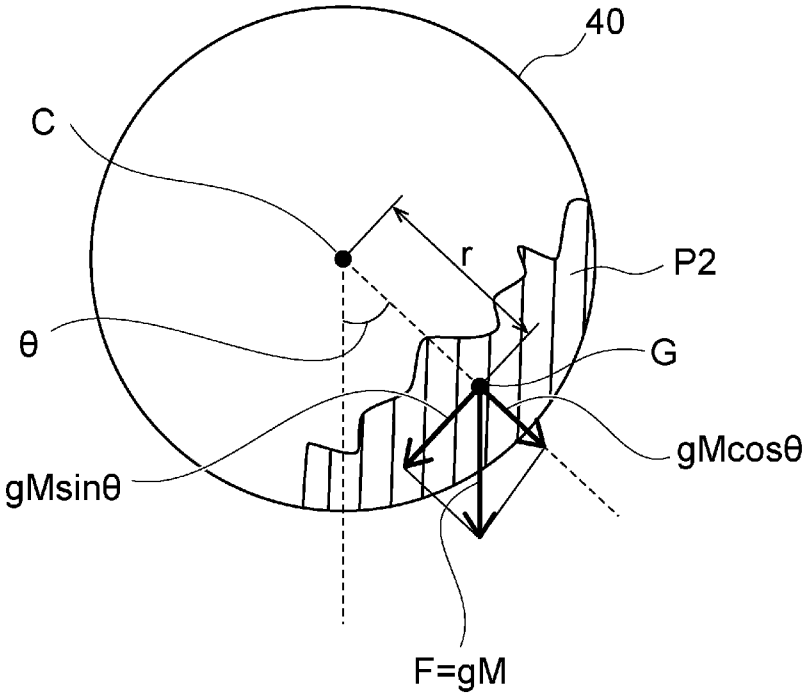
[図2]



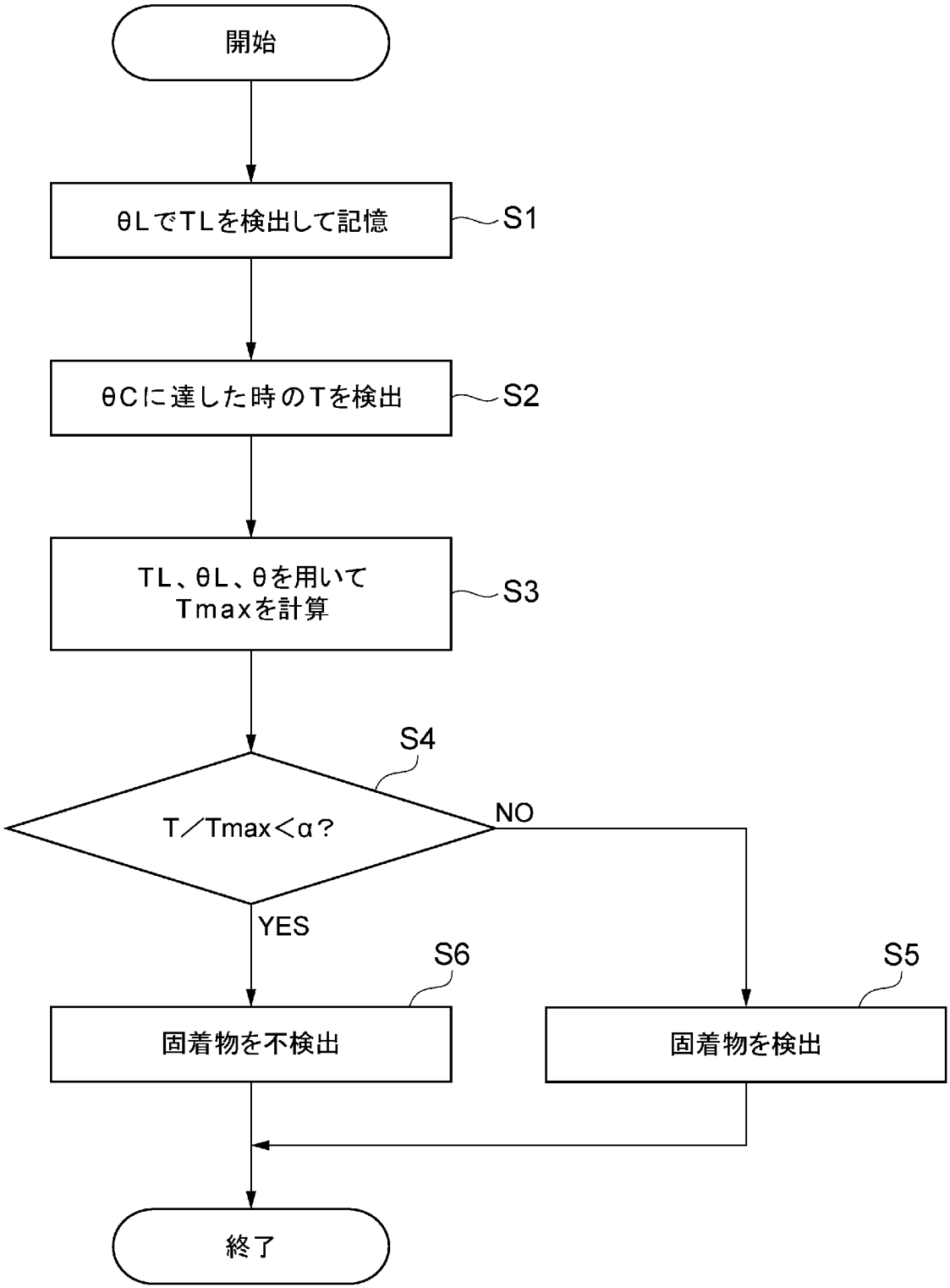
[図3]



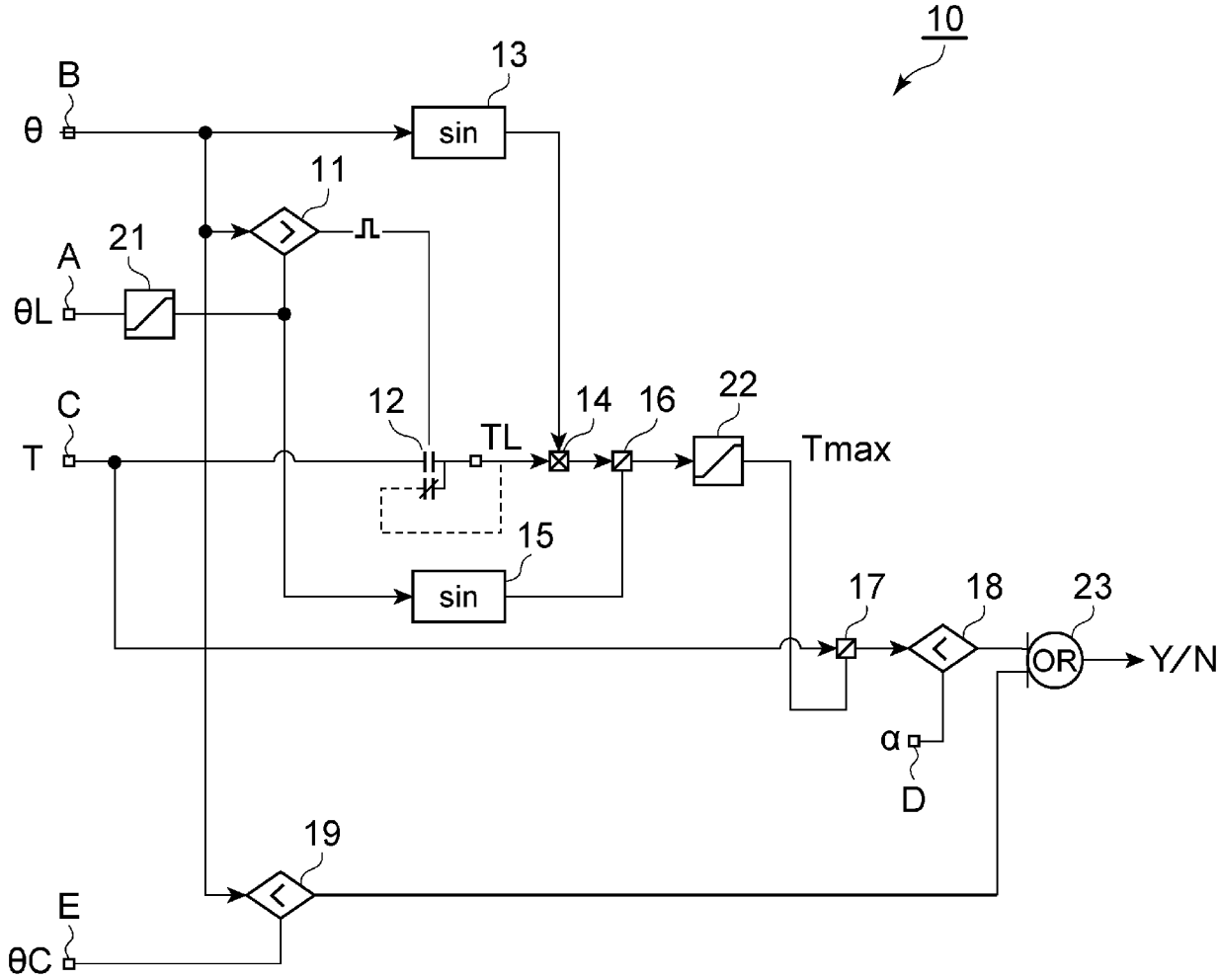
[図4]



[図5]


開始
θLでTLを検出して記憶
S1
θCに達した時のTを検出
S2
TL、θL、θを用いて
Tmaxを計算
S3
S4
T／Tmax＜α？
NO
YES
S6
固着物を不検出
S5
固着物を検出
終了

[図6]


10
B
θ
13
sin
11
21
A
θL
C
T
12
TL
14
16
22
Tmax
15
sin
17
18
23
OR
Y/N
α
D
19
E
θC

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/016122

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B02C 17/18(2006.01)i
FI: B02C17/18 Z

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)

B02C1/00-B02C25/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/010880 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,DE) 18 January 2018 (2018-01-18) in particular, p. 7, line 12 to p. 10, line 6, fig. 1, 2	1-5
A	US 2003/0052205 A1 (TIRSCHLER, Ehrenfried Albert) 20 March 2003 (2003-03-20) in particular, paragraphs [0106]-[0134], fig. 1-9	1-5
A	JP 62-37086 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,DE) 18 February 1987 (1987-02-18)	1-5
A	US 2007/0145168 A1 (METSO MINERALS INDUSTRIES, INC.) 28 June 2007 (2007-06-28)	1-5
A	JP 2017-513694 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,DE) 01 June 2017 (2017-06-01)	1-5
E, A	JP 2022-83314 A (NAGAO SYSTEM KK) 03 June 2022 (2022-06-03)	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 June 2022	**21 June 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/016122

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2018/010880 A1	18 January 2018	EP 3269453 A1	
		CA 3030596 A	
		in particular, p. 8, line 8 to p. 11, line 11, fig. 1, 2	
		CN 109562388 A	
US 2003/0052205 A1	20 March 2003	US 2006/0113416 A1	
		CA 2402125 A1	
JP 62-37086 A	18 February 1987	DE 3528409 A1	
		CH 670016 A5	
US 2007/0145168 A1	28 June 2007	US 2011/0297768 A1	
JP 2017-513694 A	01 June 2017	US 2018/0169663 A1	
		WO 2015/144444 A1	
		EP 2923767 A1	
		CA 2943579 A1	
		KR 10-2016-0134809 A	
		CN 106102919 A	
JP 2022-83314 A	03 June 2022	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/016122

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B02C 17/18(2006.01)i
FI: B02C17/18 Z

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））

B02C1/00-B02C25/00

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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）

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	WO 2018/010880 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,DE) 18.01.2018 (2018-01-18) 特に７頁１２行－１０頁６行、図１、２	1-5
A	US 2003/0052205 A1 (TIRSCHLER EHRENFRIED ALBERT) 20.03.2003 (2003-03-20) 特に［０１０６］－［０１３４］、図１－９	1-5
A	JP 62-37086 A (シーメンス、アクチエンゲゼルシヤフト) 18.02.1987 (1987-02-18)	1-5
A	US 2007/0145168 A1 (METSO MINERALS INDUSTRIES, INC.) 28.06.2007 (2007-06-28)	1-5
A	JP 2017-513694 A (シーメンス アクチエンゲゼルシヤフト) 01.06.2017 (2017-06-01)	1-5
E, A	JP 2022-83314 A (株式会社ナガオシステム) 03.06.2022 (2022-06-03)	1-5

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
10.06.2022	21.06.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小久保　勝伊 4D 9831

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/016122

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/010880 A1	18.01.2018	EP 3269453 A1	
		CA 3030596 A	
		特に８頁８行－１１頁１１行、図１、２	
		CN 109562388 A	
US 2003/0052205 A1	20.03.2003	US 2006/0113416 A1	
		CA 2402125 A1	
JP 62-37086 A	18.02.1987	DE 3528409 A1	
		CH 670016 A5	
US 2007/0145168 A1	28.06.2007	US 2011/0297768 A1	
JP 2017-513694 A	01.06.2017	US 2018/0169663 A1	
		WO 2015/144444 A1	
		EP 2923767 A1	
		CA 2943579 A1	
		KR 10-2016-0134809 A	
		CN 106102919 A	
JP 2022-83314 A	03.06.2022	（ファミリーなし）	