(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7011607号
(P7011607)

(45)発行日　令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日　令和4年1月18日(2022.1.18)

(51)国際特許分類
Ｅ２１Ｂ　44/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｅ２１Ｂ　44/00　Ｚ

請求項の数　10　（全20頁）

(21)出願番号　特願2018-565823(P2018-565823)
(86)(22)出願日　平成29年5月19日(2017.5.19)
(65)公表番号　特表2019-518155(P2019-518155A)
(43)公表日　令和1年6月27日(2019.6.27)
(86)国際出願番号　PCT/SE2017/050538
(87)国際公開番号　WO2017/217905
(87)国際公開日　平成29年12月21日(2017.12.21)
審査請求日　令和2年5月18日(2020.5.18)
(31)優先権主張番号　1650860-8
(32)優先日　平成28年6月17日(2016.6.17)
(33)優先権主張国・地域又は機関
スウェーデン(SE)

(73)特許権者　398056193
エピロック ロック ドリルス アクチボラグ
スウエーデン国 エスイー－７０１ ９１ エレブル（番地なし）
(74)代理人　100194113
弁理士　八木田 智
(72)発明者　エンブロム，サムエル
スウェーデン国 ７０２ ３１ エーレブルー，ファシュタ トベルガタン １
(72)発明者　ヤコブソン，エリク
スウェーデン国 ７１９ ９５ ヴイントロサ，インゲルスガード ６２７
(72)発明者　ゴスベリ，マティアス
スウェーデン国 ７０５ １０ エーレブ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　掘削工程の効率判定用システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
掘削工程の効率を判定する方法であって、
・・掘削構造体（２９９）を用いて掘削が実行されるべき材料に、工具部材（２３２，２３４）を介してエネルギを伝達するステップ（ｓ５１０）及び
・工具部材（２３２，２３４）に配置された検出ユニット（３００）を介して、エネルギ供給の結果として掘削中に前記掘削構造体（２９９）の前記工具部材（２３２，２３４）内を伝搬する波を検出するステップ（ｓ５２０）
を備えた方法において、
・前記波を検出するステップ（ｓ５２０）が、検出ユニット（３００）に対称的に配置された少なくとも二対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）によって前記波を誘導及び／又は容量検出するものであり、各対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）が、前記工具部材（２３２，２３４）の相互に対向する側部に、前記工具部材（２３２，２３４）に隣接して、かつ、一定の距離をおいて配置され、前記波を検出するステップ（ｓ５２０）が、少なくとも二対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）の各対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）からの前記検出を対で処理し、
掘削工程の効率を判定するステップ（ｓ５３０）が、前記工具部材（２３２，２３４）における元の圧力波と反射張力波との間の比較に基づいて、又は前記工具部材（２３２，２３４）において数回繰り返し生じる張力波の特性に基づいて行われる

ことを特徴とする方法。
【請求項２】
打撃及び／又は回転によって前記エネルギを供給するステップ（ｓ５１０）を有する
ことを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
効率を最適化するために前記判定された効率に基づいて前記掘削工程を連続的に制御するステップ（ｓ５４０）を有する
ことを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
掘削工程の効率を判定するシステムであって、
掘削が実行されるべき材料に、工具部材（２３２，２３４）を介してエネルギを伝達する掘削構造体（２９９）と、
掘削構造体（２９９）の工具部材（２３２，２３４）に配置された検出手段（３００）とを備え、
前記検出手段（３００）が、誘導及び／又は容量検出を通して波を検出するように構成された、少なくとも二対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）を備え、
前記少なくとも二対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）が、検出手段（３００）に対称的に配置され、
各対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）が、前記工具部材（２３２，２３４）の相互に対向する側部に、前記工具部材（２３２，２３４）に隣接して、かつ、一定の距離をおいて配置された二つのセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）を備え、
かつ、前記システムが、
少なくとも二対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）からの誘導及び／又は容量検出の結果を受信し、各対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）の検出結果を対で処理するように構成された少なくとも一つの制御ユニット（２００）を備え、
前記少なくとも一つの制御ユニット（２００）が、さらに、前記工具部材（２３２，２３４）における元の圧力波と反射張力波との間の比較に基づいて、又は前記工具部材（２３２，２３４）において数回繰り返し生じる張力波の特性に基づいて、掘削工程の効率を判定するように構成されている
ことを特徴とするシステム。
【請求項５】
前記掘削構造体（２９９）が、打撃及び／又は回転によって前記エネルギを供給するように構成されている
ことを特徴とする請求項４に記載のシステム。
【請求項６】
各対のセンサ手段（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）が、対向して配置されたコイル部材（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）を備え、各コイル部材が、前記波の誘導検出のためにコイル芯として少なくとも一つの永久磁石（３１０：１ａ；３１０：１ｂ；３１０：１ｃ；３１０：１ｄ）を備えている
ことを特徴とする請求項４又は５に記載のシステム。
【請求項７】
前記コイル部材（３１０：１；３１０：２；３１０：３；３１０：４）が、前記工具部材（２３２，２３４）の長手方向と実質的に平行な最短楕円軸を有する実質的に楕円形構造に構成されている
ことを特徴とする請求項６に記載のシステム。
【請求項８】
少なくとも一つの制御ユニット（２００）が、効率の最適化のために判定された効率に基

づいて、前記掘削工程を連続的に制御するように構成されている
ことを特徴とする請求項４～７の何れか一項に記載のシステム。
【請求項９】
請求項４～８の何れか一項に記載のシステムを備えた掘削リグ。
【請求項１０】
コンピュータ可読媒体に格納されたコンピュータプログラム製品であって、電子制御ユニット（２００）又は電子制御ユニット（２００）に接続されたコンピュータ（２１０）にロード可能なプログラムコードを備え、前記コンピュータプログラムが、電子制御ユニット（２００）又は電子制御ユニット（２００）に接続されたコンピュータ（２１０）上で実行される時に、請求項１～３の何れか一項に記載の方法を実行できるように構成されている
ことを特徴とするコンピュータプログラム製品。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、掘削工程の効率を判定するための方法に関する。本発明は、また、本発明による方法を実行するコンピュータ用のプログラムコードから成るコンピュータプログラム製品に関する。本発明は、また、掘削工程の効率を判定するシステム及び該システムを装備した掘削リグに関する。本発明は、また、掘削工程の効率を判定するシステムの検出ユニットに関する。
【背景技術】
【０００２】
岩石、又は他の硬質材料を掘削する時、様々な種類の掘削リグ又は装置が使用され得る。掘削リグは、複数のブームを有し得、各ブームは、摺動可能に配置されたフィーダのスレッジに設けられた削岩機を有する。フィーダは、掘削すべき岩に対して、カッターが設けられた掘削鋼を用いて、制御された方法で圧力を作用させるように配置され得る。さらに、前記削岩機は、打撃に加えて回転運動によって岩石を掘削するように配置され得る。掘削機のオペレータは、例えばトンネルの採掘時又は準備時に、最適な方法で岩石を掘削するように各掘削機の動作を適合させることが望ましい。
【０００３】
衝撃波の形態とエネルギ量は、掘削効率に比例する。前記打撃によって衝撃波が発生するので、対応する掘削機の動作を適応させることができるように掘削工程に関する効率を判定することが重要である。今日、削岩工程の効率を判定するための様々な技術がある。
【０００４】
第一の例によれば、歪み計測器が使用される。歪み計測器は固定手段によって掘削機の掘削鋼に堅固に配置されている。しかしながら、この例は、実際には多くの理由で実験室環境にのみ有用である。第一に、今日の計測器の総動作時間は比較的短い。第二に、歪み計測器と計測器システムとの間にワイヤを設ける必要であるため、この第一の例は現場での使用に適さない。衝撃波が電子機器の劣化を引き起こすので、掘削鋼に歪み計測器に必要な電子機器を設けることは有利ではないことが証明されている。前記歪み計測器から必要な電子機器に情報を送信するために無線技術を使用する応用技術は、満足な性能を提供しない。
【０００５】
第二の例によれば、前記掘削機の前記掘削鋼の周りに巻線を配置する誘導コイル部材が使用される。このため、前記掘削鋼は、前記コイルを介して動作する。この例は、機能的には許容可能であるが、非常に雑音の多い信号を出すため、この方法は正確な結果を提供しない。
【発明の概要】
【０００６】
掘削機の掘削鋼上にワイヤ接続されたセンサを直接設ける上述した欠点がなく、かつ、前

記掘削鋼の衝撃波及び／又は張力波の精度の高い検出を提供する掘削工程の効率を判定する方法を達成する必要がある。

【０００７】

本発明の目的は、掘削工程の効率を判定する新規で有利な方法を提供することにある。

【０００８】

本発明の別の目的は、掘削工程の効率を判定する新規で有利なシステム及び掘削工程の効率を判定する新規で有利なコンピュータプログラムを提供することにある。

【０００９】

本発明の別の目的は、掘削工程の効率を判定するシステムの新規で有利な検出ユニットを提供することにある。

【００１０】

本発明のさらに別の目的は、オペレータのために、判定した掘削工程の効率に基づいて、改善した効率で掘削機の安全で使いやすい操作を達成する方法、システム及びコンピュータプログラムを提供することにある。本発明のさらに別の目的は、掘削工程の効率を、正確に連続して判定することを可能にする方法、システム及びコンピュータプログラムを提供することにある。

【００１１】

本発明のさらに別の目的は、掘削工程の効率を判定するための、比較的安価で、動作中の費用効果が高いシステムを提供することにある。

【００１２】

本発明のさらに別の目的は、掘削工程の効率を判定するための別の方法、別のシステム及び別のコンピュータプログラムを提供することにある。これらの目的の少なくとも幾つかは、請求項１による掘削工程の効率を判定する方法によって達成される。他の目的は、本発明による方法によって達成される。本発明の方法の特徴による技術的効果及び利点は、本明細書に示されるシステムの対応する特徴に対しても有効である。

【００１３】

本発明の一態様によれば、

・掘削構造体を用いて掘削が実行されるべき材料に工具部材を介してエネルギを伝達するステップと、

・エネルギ供給の結果として、掘削中に前記掘削構造体の前記工具部材を伝播する波を検出するステップと、

・前記工具部材から一定の距離をおいて、前記工具部材に隣接する前記工具部材の相互に対向する側部に配置された少なくとも二つのセンサを用いて前記波を検出するステップであって、前記センサが前記工具部材における前記波の誘導及び／又は容量検出に基づくものであるステップと、

・前記検出結果に基づいて、前記掘削工程の効率を判定するステップと

を有する掘削工程の効率を判定する方法が提供される。

【００１４】

これにより、前記掘削工程の前記効率を判定する、万能で費用効果の高い方法が達成される。この方法は、張力波及び衝撃波の両方を信頼できる方法で検出できる点で万能である。このことは、この方法が、手持ち式又は独立式掘削構造体／掘削機に加えて掘削リグに関して、一連の様々な掘削構造体／掘削機に適用可能であることを示している。工具部材から一定の距離をおいて、前記工具部材に隣接する工具部材の相互に対抗する側部に少なくとも二つのセンサ手段を配置することによって、前記波の非常に正確な検出が達成される。

【００１５】

前記工具部材、例えば、掘削構造体の掘削鋼にセンサを設ける必要なしに、前記工具部材の波を測定することができる点で有利である。

【００１６】

有利には、前記掘削工程は、例えば、岩からの反射又は、張力波と衝撃波と間の割合の最

小化に関して、前記掘削工程の前記判定した効率に基づいて連続的に最適化され得る。
【００１７】
また、前記工具部材の接続が緩んでいるかどうかを判定し、かつ、前記掘削構造体の打撃構造の誤った作用を検出することも可能である。
【００１８】
さらに、この方法は、
・前記工具部材から一定の距離をおいて、前記工具部材に隣接する前記工具部材の相互に対向する側部に対称的に配置された四つのセンサを用いて前記波を検出するステップと、
・前記判定に対する基礎として、前記センサ手段からの結果を対にして処理するステップとを有する。
【００１９】
前記四つのセンサ手段は、有利には、対にして使用され得、それにより、検出の「干渉」が低減されるか、又は除去され得る。これらの干渉は、歪み波、工具部材のぐらつき及び壊れた固定具によって構成され得る。電子制御ユニットの数学的モデルを用いてセンサ手段によって検出された波を処理することによって、工具部材の正確な連続動作が提供され得る。前記工具部材の対向する側部に、センサ手段を対にして配置することにより、圧力波及び張力波の歪み波成分を正確な方法でフィルタリングすることができる。
【００２０】
この方法は、工具部材の横方向の動きが比較的小さい、前記工具部材に沿った好ましい位置に、前記センサを配置するステップを含み得る。このような位置の一つは、有利には、掘削構造体のネックアダプタ、即ち、掘削鋼に掘削機を接続する部分であり得る。この位置は、前記センサ手段を備えた検出装置に関する簡単な接続手順を可能にする。前記センサを前記ネックアダプタに配置することによって、歪み波が現れる程度がより小さくなる。代わりに、前記センサ手段は、前記掘削鋼の一端、即ち、前記カッターの位置、又は、前記掘削鋼の前記ネックアダプタに近い位置に配置され得る。
【００２１】
この方法は、打撃及び／又は回転によって前記エネルギを提供するステップを有し得る。これにより広い用途の方法が達成される。従って、この方法は、岩を粉砕するために打撃エネルギを使用する機械に適用可能である。従って、この方法は、岩を粉砕するために、（送り動作中に）掘削鋼の回転運動によって生じるエネルギを使用する機械に適用可能である。一実施例によれば、本発明に係る方法は、岩を粉砕するために打撃及び回転運動の組み合わせを使用する機械に適用可能である。
【００２２】
この方法は、コイル芯として少なくとも一つの永久磁石を有する対向して配置されたコイル部材を用いて前記波を誘導的に検出するステップを有し得る。前記少なくとも一つの永久磁石は、動作中に振動／移動する前記工具部材の周りに実質的に一定の磁界を発生させるように配置される。これらの動きが前記磁界に影響を及ぼし、前記磁界の変化が、前記少なくとも二つのセンサ手段を用いて検出され得る。前記センサ手段からの電気信号は、前記工具部材の動きを表し、前記信号の内容は、前記掘削工程の前記評価の基礎になる。選択的に、前記工具部材の周りに実質的に一定の磁界を生成するために、永久磁石以外の他のユニット、例えば、直流電磁石が使用され得る。
【００２３】
前記方法は、
・前記工具部材の長手方向と実質的に平行な最短楕円軸を有する実質的に楕円形状に前記コイル部材を配置するステップ
を有し得る。これにより、前記工具部材の前記波の高精度で信頼性の高い検出が達成される。
【００２４】
前記方法は、
・前記工具部材における元の圧力波と反射張力波との間の比較に基づいて前記掘削工程の

前記効率を判定するステップ、又は
・前記工具部材の幾つかの繰り返し発生する張力波の特性に基づいて前記掘削工程の前記効率を判定するステップ
を有し得る。
これにより、本発明の一つの特徴による多用途な方法が有利に達成される。前記工具部材における元の圧力波／衝撃波と対応する張力波／反射波とを比較することによって、効率的な作業が判定され得る。破砕中に岩に対して圧力をかけて当てられたカッターの回転運動が張力波を発生させる場合、衝撃波と比較することなく、これらを分析して前記掘削工程の効率を判定することができる。一実施例によれば、前記掘削工程の前記効率は、反射圧力波の特徴に基づいて判定され得る。

【００２５】
前記方法は、
・前記工具部材におけるねじれ波を検出するセンサ手段の既存の構造に対する一定の回転に対応する対称的配置で位置決めされた付加的なセンサ手段を用いて前記工具部材における波を検出するステップ
を有し得る。既に設けられたセンサ手段と比べて別の方向に向けられたセンサ手段を設けることによって、効率的な方法で前記ねじれ波を検出することが可能になる。

【００２６】
前記方法は、
・効率を最適化するために、このように判定された効率に基づいて前記掘削工程を連続的に制御するステップ
を有し得る。
これにより、例えば、送り圧力、回転速度、打撃周波数及び打撃力等が、改良された粉砕工程、ひいてはより効率的な削岩工程を達成するために、動作中に適合され得る。

【００２７】
本発明の一つの特徴によれば、打撃がなく、掘削が工具部材を有する掘削構造体によって実行される削岩工程の効率を判定する方法であって、
・掘削中に、前記掘削構造体の前記工具部材を伝搬する、掘削が行われる材料によって生じる波を検出するステップと、
・前記後部剤から一定の距離を置いて隣接する前記工具部材の相互に対向する側面に配置された少なくとも二つのセンサ手段を用いて前記波を検出し、前記センサ手段が、前記工具部材における前記波の誘導及び／又は容量検出に基づくものであるステップと、
・前記検出結果に基づいて、前記掘削工程の前記効率を判定するステップと
を有する方法が提供される。

【００２８】
本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するシステムであって、
・工具部材を介して、掘削が行われるべき材料にエネルギを伝達する手段と、
・エネルギ供給の結果として、掘削中に前記掘削構造体の前記工具部材内を伝搬する波を検出する手段と、
・前記波を検出するための少なくとも二つのセンサ手段であって、前記工具部材から一定の距離を置いて隣接する前記工具部材の相互に対向する側面に配置され、前記工具部材における前記波の誘導及び／又は容量検出に基づくセンサ手段と、
・前記検出結果に基づいて前記掘削工程の前記効率を判定する手段と
を備えたシステムが提供される。

【００２９】
現場での動作中に前記工具部材の波を検出することによって、掘削工程は、実質的に理想的な岩石破砕、効率、掘削鋼の総作業時間又は前記パラメータの組み合わせに対して最適化され得る。

【００３０】
このシステムは、前記工具部材から一定の距離を置いて隣接する前記工具部材の相互に対

向する側面に対称的に配置された四つのセンサ手段を備え、システムは、さらに、前記判定の基礎として、前記センサ手段の結果を、二つを一組として処理する手段を有する。前記センサ手段は、前記工具部材の横方向の動きが比較的小さい、前記工具部材に沿った好ましい位置に設けられ得る。

【００３１】

このシステムは、打撃及び／又は回転を用いて前記エネルギを供給する手段を有し得る。

【００３２】

このシステムは、

・前記波を誘導的に検出するコイル芯として少なくとも一つの永久磁石を備えた対向して配置されたコイル部材

を有し得る。

【００３３】

このシステムは、

・前記工具部材の長手方向と実質的に減孔な最短楕円軸を有する実質的に楕円形状に配置されたコイル部材

を有し得る。

【００３４】

このシステムは、

・前記工具部材における元の圧力波と反射張力波との比較に基づいて前記掘削工程の効率を判定する手段、又は

・前記工具部材における数回繰り返し発生する張力波の特性に基づいて前記掘削工程の前記効率を判定する手段

を有し得る。

【００３５】

このシステムは、

・前記工具部材における波を検出するための付加的なセンサ手段を有し得、

前記センサ手段は、前記工具部材におけるねじれ波を検出するセンサ手段の既存の構造に対する一定の回転に対応する対称的な配置で位置決めされている。

【００３６】

このシステムは、

・効率の最適化のために判定された効率に基づいて前記掘削工程を連続制御する手段

を有し得る。

【００３７】

本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するシステムの検出ユニットであって、前記システムが、エネルギ供給の結果として、掘削中に掘削構造体の工具部材中を伝搬する波を検出する手段を有し、

前記波を検出する少なくとも二つのセンサ手段を備え、前記センサ手段が、前記工具部材から一定の距離を置いて隣接する前記工具部材の相互に対向する側面に配置され、前記センサ手段が、前記工具部材における前記波の誘導及び／又は容量測定に基づくものである検出ユニットが提供される。

【００３８】

本発明の検出ユニットは、既存の掘削構造体に後から設けることができる。検出ユニットによって検出される前記波に関する情報を処理するためのソフトウェア／電子機器／他の装置は、既存の掘削構造体に後から設けられ得る。

【００３９】

検出ユニットは、前記工具部材から一定の距離をおいて隣接する前記工具部材用の孔の相互に対向する側面に対称的に配置された四つのセンサ手段を有する。

【００４０】

検出ユニットは、さらに、前記判定の基礎として、前記センサ手段からの結果を対で処理する手段を有する。これらの手段は、掘削リグの制御ユニットによって構成され得る。

【００４１】
本発明に係る方法及びシステムは、有利には、掘削リグで使用され得る。本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するシステムを備えた掘削リグが提供される。掘削リグは、鉱山用であり得る。本発明の一つの特徴によれば、本発明に係る検出ユニットを備えた掘削リグが提供される。
【００４２】
本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するコンピュータプログラムが提供され、前記コンピュータプログラムは、電子制御ユニット又は電子制御ユニットに接続されたコンピュータに、請求項１～８の何れか一項に従ったステップを実行させるプログラムコードを有する。
【００４３】
本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するコンピュータプログラムが提供され、前記コンピュータプログラムは、コンピュータで読取可能な媒体に記憶され、電子制御ユニット又は電子制御ユニットに接続されたコンピュータに、請求項１～８の何れか一項に従ったステップを実行させるプログラムコードを有する。
【００４４】
本発明の一つの特徴によれば、掘削工程の効率を判定するコンピュータプログラムが提供され、前記コンピュータプログラムは、コンピュータで読取可能な媒体に記憶され、電子制御ユニット又は電子制御ユニットに接続されたコンピュータに、本明細書に記載された方法に従った少なくとも一つのステップを実行させるプログラムコードを有する。
【００４５】
本発明の一つの特徴によれば、請求項１～８の何れか一項に従った方法を実行する、コンピュータで読取可能な媒体に記憶されたプログラムコードを備えたコンピュータプログラム製品が提供され、前記コンピュータプログラムは、電子制御ユニット又は電子制御ユニットに接続されたコンピュータで実行される。
【００４６】
本発明に一つの特徴によれば、請求項１～８の何れか一項に従った方法を実行する、コンピュータで読取可能な不揮発性媒体に記憶されたプログラムコードを備えたコンピュータプログラム製品が提供され、前記コンピュータプログラムは、電子制御ユニット又は電子制御ユニットに接続されたコンピュータ上で実行される。
【００４７】
本発明の別の目的、利点及び新規な特徴は、以下の説明から、そして、発明を実行することによって、当業者に明らかになる。発明の内容を以下に記載するが、本発明が以下の説明に限定されるものではないことは留意されるべきである。ここで教示する内容にアクセスする当業者は、本発明の範囲内で、さらなる応用、変形及び他の分野への組み込みを認識することになる。　本発明並びに、そのさらなる目的及び利点を、より完全に理解するために、以下に記載される詳細な説明は、図面を参照して読まれるべきであり、異なる図面における同じ参照符号は、類似の構成要素を示している。
【図面の簡単な説明】
【００４８】
【図１】本発明の一実施例による掘削リグを概略的に示す図である。
【図２】掘削リグのブームに配置された削岩機を概略的に示す図である。
【図３ａ】本発明の一実施例による検出ユニットを概略的に示す図である。
【図３ｂ】本発明の一実施例による検出ユニットを概略的に示す図である。
【図３ｃ】本発明の一実施例による検出ユニットを概略的に示す図である。
【図３ｄ】本発明の一実施例による検出ユニットを概略的に示す図である。
【図３ｅ】本発明の一実施例によるセンサ手段を概略的に示す図である。
【図４ａ】掘削鋼における波の伝搬を概略的に示す図である。
【図４ｂ】掘削鋼における波の伝搬を概略的に示す図である。
【図５ａ】本発明の一実施例による方法のフローチャートを示す図である。

【図５ｂ】本発明の一実施例による方法のフローチャートをより詳細に示す図である。
【図６】本発明の一実施例によるコンピュータを概略的に示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００４９】
図１には、掘削リグ１００が示されている。例示された掘削リグは、一実施例によれば、採掘に適合されている。掘削リグ１００には、本発明によるシステムが設けられており、該システムは、例えば、図２及び図３ａ～図３ｄを参照して、より詳細に説明される。
【００５０】
掘削リグ１００は、オペレータによって制御され得、掘削リグの推進及び／又は動作中に一人以上のオペレータが載ることができる。別の実施例によれば、掘削リグ１００は遠隔操作され得、その場合、地上のコントロールセンタに一人以上のオペレータは配置され得る。別の実施例によれば、掘削リグは、本発明によるシステムにより自立制御及び動作され得る。本明細書において用語「リンク」は、通信リンクを指し、これは、光電子通信ワイヤのような物理的ワイヤ又は、例えば、無線又はマイクロ波リンク等の無線接続のような非物理的接続であり得る。
【００５１】
図２は、掘削構造体２９９を概略的に示しており、該構造体２９９は、削岩機２３０及びカッター２３６を備えた削岩鋼２３４を備え、前記削岩鋼２３４は、ネックアダプタ２３２を用いて前記削岩機２３０に取り外し可能に配置される。前記掘削鋼２３４は、所謂、連結部で、各々ネジ構造を用いて取り付けられる複数の部品を有し得る。本明細書では、ユニットネックアダプタ２３２、掘削鋼２３４及びカッター２３６を工具部材と称する。岩石又は他の材料を採掘するための前記工具部材の動作を、本明細書では掘削工程と称する。
【００５２】
前記削岩機２３０は、岩石又は他の材料を粉砕するのに適した回転速度で、前記削岩鋼２３４を回転するように構成され得る。前記削岩機２３０は、また、岩石又は他の材料を採掘するために前記削岩鋼２３４を通して衝撃波を発生させる打撃構造を有し得る。変形例によれば、前記削岩機２３０は、前記削岩鋼２３４の回転運動に加えて、前記打撃構造を用いた出力振動を達成するように構成される。前記掘削構造体２９９は、独立型手持ち式掘削構造体であり得る。
【００５３】
本実施例によれば、前記掘削構造体２９９は、フィーダ２１０に摺動可能に配置されたスレッジ装置２２０上に配置されている。前記フィーダ２１０は、図１に示されたアーム１１０ａにしっかりと固定されている。本明細書では、前記掘削鋼２３４の送り圧力は、採掘されるべき岩石に対して達成される。
【００５４】
検出ユニット３００は、前記ネックアダプタ２３２の周りに配置される。前記検出ユニットは、例えば、図３ａ～図３ｅを参照して、以下により詳細に説明される。前記検出ユニット３００は、前記ネックアダプタ２３２又は前記削岩鋼２３４の長手方向の適当な位置の周りに配置され得る。好ましくは、前記検出ユニット３００は、前記工具部材の横方向の動きが比較的小さい、前記工具部材に沿った適当な位置に位置決めされる。前記工具部材の動きが比較的小さい位置は、前記カッター２３６に隣接する位置、前記ネックアダプタ２３２に近接する前記掘削鋼２３４の周り、又は前記ネックアダプタ２３２に隣接する前記掘削鋼２３４の周りであり得る。前記検出ユニット３００は、磁気的な干渉に反応するセンサ手段を備えているので、前記検知ユニットを前記削岩機２３０から適当な距離に位置決めするか、又は、掘削リグ１００の磁場を生じさせる他の部材から適当な距離に位置決めすることが有利であり得る。
【００５５】
前記検出ユニット３００を、前記工具部材に強固な方法で配置するために、適当な支持手段が使用され得る。さらに、該当する場合、前記検出ユニット３００の磁気的な影響を低

減するように、前記検出ユニット３００に、適当な磁気遮蔽装置が設けられ得る。
【００５６】
前記検出ユニット３００は、リンクＬ２００を介して第一制御ユニット２００に信号接続される。前記検出ユニット３００は、前記リンク２００を介して前記第一制御ユニット２００に信号Ｓ２００を送信するように構成される。前記信号Ｓ２００は、前記検知ユニット３００によって検知された前記工具部材で発生した波に関する情報を有し得る。
【００５７】
前記第一制御ユニット２００は、リンクＬ２８０を介して提示手段２８０と通信するように構成される。前記第一制御ユニット２００は、前記掘削工程の効率の前記判定に基づく、又は、前記判定に関する情報を有する信号Ｓ２８０を送信するように構成される。一実施例によれば、掘削リグ１００上のオペレータに対する指示が提示され得、前記指示は前記掘削構造体２９９の動作を最適化するための前記判定に基づいて生成される。前記指示は、英数字記号又は、適当な信号若しくは色分け等の形態で提示され得る。
【００５８】
第二制御ユニット２１０は、リンクＬ２１０を介して第一制御ユニット２００と通信するように構成されている。この第二制御ユニット２１０は、第一制御ユニット２００に取り外し可能に接続され得る。第二制御ユニット２１０は、掘削リグ１００の外部制御ユニットであり得る。第二制御ユニット２１０は、本発明による革新的な方法のステップを実行するように構成され得る。第二制御ユニット２１０は、第一制御ユニット２００にソフトウェア、特に、本発明による方法を実行するためのソフトウェアをダウンロードするために使用され得る。第二制御ユニット２１０は、選択的に、掘削リグの内部ネットワークを介して第一制御ユニット２００と通信するように構成してもよい。第二制御ユニット２１０は、例えば、前記掘削工程の前記効率の判定のような、第一制御ユニット２００と実質的に同じ機能を実行するように構成され得る。
【００５９】
図３ａは、本発明の一実施例に係る検出ユニット３００を概略的に示している。前記検出ユニット３００は、実質的に円形の横断面を有し、孔ＩＨを備えた形態であり得る。前記孔ＩＨは、取り囲むべき工具部材に適した寸法を有する。これにより、前記検出ユニット３００は、前記ネックアダプタ２３２又は前記掘削鋼２３４の周りに配置され得る。
【００６０】
一実施例によれば、前記検出ユニット３００は、適当なワイヤを備えた誘導コイルの形態の四つのセンサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３、３１０：４を備えている。これら四つのセンサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３、３１０：４は、前記工具部材２３２，２３４から一定の距離をおいて工具部材に隣接する前記工具部材の相互に対向する側面に配置された二対のセンサ手段として配置され得る。第一対は、第一コイル部材３１０：１及び第二コイル部材３１０：２から成る。第二対は、第三コイル部材３１０：３及び第四コイル部材３１０：４から成る。コイル部材の中心軸は、前記工具部材２３２，２３４の長手方向軸線に対して垂直に配置される。一実施例によれば、前記コイル部材は、前記工具部材２３２，２３４における前記波の誘導測定のために配置される。
【００６１】
前記検出ユニット３００は、処理ユニット３５０を有し得る。前記処理ユニット３５０は、適当な電線を介して、各センサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３、３１０：４と通信するように構成されている。前記処理ユニット３５０は、各センサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３、３１０：４からの電気信号を受信し、これらの信号を、前記リンクＬ２００を介して前記第一制御ユニット２００に送信し得る。前記電気信号は、前記センサ手段を用いて検出された前記工具部材２３２，２３４における波に関する情報を有し得る。これらの電気信号は、前記検知した波を表す電圧変動を表し得る。
【００６２】
一実施例によれば、前記処理ユニット３５０は、様々なセンサ手段からの前記信号を受信し、前記掘削工程の効率の分析及び判定を行う前記第一制御ユニット２００に受信した信

号を送信するためだけに設けられる。一実施例によれば、前記処理ユニット３５０は、前記受信した信号を処理し、前記掘削工程の効率の前記判定を実行するために必要な電子機器／ソフトウェアを備える。前記掘削工程の前記判定は、従って、前記処理ユニット３５０だけで実行することができ、また、前記第一制御ユニット２００（又は第二制御ユニット２１０）だけで実行することもでき、また、前記処理ユニット３５０で部分的に、かつ、前記第一制御ユニット２００で部分的に実行することもできる。

【００６３】

一実施例によれば、前記工具部材２３２，２３４における波によって生じる磁場の変動の前記検出は、外部磁場なしで実行される。前記センサ手段の永久磁石は増幅のために使用される。

【００６４】

一実施例によれば、前記工具部材２３２，２３４の波によって生じる磁場の変動の前記検出は、印加した外部磁場を用いて実行される。前記センサ手段の永久磁石は増幅のために使用される。このことは、図３ｅを参照してより詳細に説明される。

【００６５】

一実施例によれば、前記センサ手段は、前記工具部材２３２，２３４における前記波を容量検知するために配置された、例えば、プレート式コンデンサのようなコンデンサ部材を有する。これは、前記誘導部材が前記工具部材２３２，２３４の波を検知する方法と対応するような適当な方法で配置され得る。

【００６６】

第一制御ユニット２００は、前記工具部材から検知した波に基づいて、前記掘削工程の効率を判定するように構成される。第一制御ユニット２００は、一実施例によれば、前記判定された効率に基づいて前記掘削構造体の動作を制御するように構成される。例えば、掘削構造体２００の送り圧力が制御され得る。また、例えば、前記掘削鋼２３４の回転速度が制御され得る。また、例えば、前記削岩機２３０の打撃周波数が制御され得る。また、例えば、前記掘削工程のフラッシングのような他の機能も制御され得る。一実施例によれば、前記第一制御ユニット２００は、前記判定された効率に基づいて前記掘削構造体の動作を自動制御するように構成される。別の実施例によれば、前記制御ユニット２００は、掘削構造体２９９のオペレータに、前記判定した効率に基づいて前記掘削構造体２９９の動作を適合することに関する情報を、前記提示手段２８０によって、連続的に又は断続的に提示するように構成される。

【００６７】

前記掘削構造体２９９の制御動作は、前記工具部材の岩石からの衝撃波反射を最小限に抑えることを含み得る。反射波の最小エネルギが提示されるところで、最大エネルギが岩石に伝達される。前記掘削構造体２９９の動作の制御は、前記工具部材の張力波と圧力波との間の一定の割合に向けて最適化することを目的とし得る。さらに、前記検出した波の分析は、前記掘削鋼２３４の連結部の幾つかが緩んでいるかどうかを判定するために使用され得る。さらに、工具部材の前記検出した衝撃波は、前記削岩機２３０の打撃構造の状態を判定するために使用され得る。さらに、工具部材の検出した衝撃波は、掘削構造体２９９の減衰システムの状態を判定するために使用され得る。これにより減衰システムの能力の性能の基準が決められ得る。

【００６８】

図３ｂは、本発明の一実施例による前記検出ユニット３００の横断面図を概略的に示している。前記検出ユニット３００は、例えば、プラスチック又は他の適当な材料から成る外側包囲部材を有し得る。前記検出ユニット３００は、センサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３及び３１０：４並びに処理ユニット３５０を包囲する適当な衝撃減衰材料を有し得る。前記衝撃減衰材料は、例えば、電気的及び熱的に絶縁するように機能を有し、良好な衝撃減衰特性を示すゲルから成り得る。

【００６９】

図３ｃは、本発明の別の実施例による検出ユニット３００を概略的に示している。この実

施例によれば、前記検知ユニット３００は、誘導コイル部材３１０：１及び３１０：２の形態の二つのセンサ手段を有する。これらの誘導コイル部材は、前記工具部材２３２，２３４の長手方向軸線に、その各軸線が直交するように径方向に対向して配置される。本発明の方法は、二つのセンサ部材だけでも良好に動作うるが、前記工具部材２３２，２３４の波の検出の信頼性は、センサ部材の数と共に向上する。前記センサ部材は対にして配置すること、即ち、２の倍数、例えば、四つ、六つ又は八つのセンサ部材を配置することが有利であることに留意するべきである。各対は、図３ｄに例示するように、相互に対向して配置され得る。図３ｄでは、４対のセンサ手段が４５°の内角Ｖで配置されている。本発明による方法は、前記掘削工程の効率を判定するためのコンピュータ処理がより複雑になるとしても、奇数のセンサ部材、例えば、３つ、５つ又は７つのセンサ部材を設ける場合にも適用できることに留意するべきである。センサ手段を対で処理することによって、前記検出波の特性の判定がより高い信頼性で処理され得る。　これは、対向して位置決めされた二つのセンサ手段で検出した波の振幅が正規化され得ることによる。これは、探知波のエネルギ量を判定するための有利な方法である。

【００７０】

一実施例によれば、前記工具部材におけるねじれ波を検知するセンサ手段の既存の構造に対する一定の回転に対応する対称的な構造で配置された付加的なセンサが設けられる。これら付加的なセンサ手段は、センサ手段３１０：１等と実質的に同一であり得る。付加的なセンサ手段は、既に設けられている前記センサ手段に対応する方法で対を成して配置され得る。これらの付加的なセンサ手段（例えば、誘導コイル部材）を既存のセンサ手段とは異なる向きで配置することによって、工具部材２３２，２３４のねじれ波が効果的な方法で検出され得る。付加的なコイル部材は、前記工具部材２３２，２３４の径方向と平行な中心軸だけを提示するものではない。言い換えれば、付加的なコイル部材は、前記工具部材２３２，２３４の長手方向に対して垂直な中心軸を提示しない。

【００７１】

図３ｄは、本発明の一実施例による検出装置３００を概略的に示している。この実施例によれば、四対のセンサ手段が、前記工具部材２３２，２３４から一定の距離をおいて、工具部材に隣接した前記工具部材の相互に対向する側部に対称的に配置されている。ここで、センサ手段３１０：１及び３１０：２は第一対を構成する。ここで、センサ手段３１０：３及び３１０：４は第二対を構成する。ここで、センサ手段３１０：５及び３１０：６は第三対を構成する。ここで、センサ手段３１０：７及び３１０：８は第四対を構成する。

【００７２】

始めに、前記対の一方においてセンサ手段を用いて検出される波の振幅を判定し、これらを正規化することによって、前記波の特性を正確に判定することができるようになる。これにより、関連する検出波に対する正規化された振幅が決められ、その後、全ての検出された振幅の加算及び平均値判定が実行される。この処理は、第一制御ユニット２００を用いて実行される。

【００７３】

図３ａは、本発明の一実施例による前記検出ユニット３００のコイル部材３１０：１を概略的に示している。この実施例によれば、前記コイル部材３１０：１は、四つの永久磁石３１０：１ａ、３１０：１ｂ、３１０：１ｃ及び３１０：１ｄを備え、これら永久磁石は、後部部材２３２，２３４の波によって生じる変動を増幅するためにコイル部材の配線内に配置されている。任意の数の永久磁石が前記コイル部材３１０：１に配置され得る。好ましくは、検出装置３００の全てのコイル部材が、実質的に同様な数の永久磁石を有する。

【００７４】

一実施例によれば、検出装置のコイル部材は、楕円形断面を呈する。前記楕円形状は、前記工具部材内を伝搬する波のフランクをより正確に検出するために有利である。楕円形の軸間の比率が高いほど、前記フランクのより正確な検出が可能になる。前記コイル部材は、また、本発明の実施例によれば円形断面を呈し得ることも留意されるべきである。別の実施例によれば、検出装置３００のコイル部材は、楕円形以外の形状、例えば矩形形状を

呈し得る。
【００７５】
図４ａは、前記工具部材２３２、２３４内の波の伝搬の略図を概略的に示している。この実施例によれば、前記カッターは、掘削するべき材料に接触していない。工具部材は自由端（カッター）を有する。これにより、秒単位で与えられる時間Ｔの関数としての量Ｑが表される。Ｑは、前記工具部材２３２、２３４におけるひずみと関連し、それに比例する量を表す。波に対する振幅Ｑは、前記検出装置を用いて測定され得る。量Ｑは、検出される波の振幅に比例する。この実施例では、削岩機２３０の打撃構造によって生じる衝撃波が、第一の時点Ｔ１においてどのように検出されるかが示されている。波の持続時間はＴ２－Ｔ１である。この衝撃波は、工具部材のカッターにおいて反射され、（対応する衝撃波と反対方向に伝搬する）張力波が時点Ｔ３で現れ、この張力波は持続時間Ｔ４－Ｔ３を有する。
【００７６】
図４ｂは、前記工具部材２３２，２３４における波の伝搬の略図を概略的に示しており、ここでは、前記カッター２３６は、掘削すべき材料に当たる位置にある。前記工具部材は回転されている。対応する方法で、衝撃波が表れている。この衝撃波は削岩機２３０の打撃構造によって生じ、第一の時点Ｔ１で検出されている。衝撃波の持続時間はＴ２－Ｔ１である。この衝撃波によって、前記材料が破壊され、（対応する衝撃波と反対方向に伝搬する）対応する張力波が時点Ｔ３で現れ、該張力波は持続時間Ｔ４－Ｔ３を有する。前記衝撃波及び対応する張力波のエネルギ量を分析することによって、前記掘削工程が実際にどれほど効果的であるかが判定され得る。この分析を行う方法は幾つかある。一実施例によれば、各波の振幅は、エネルギ量の各尺度を得るために、時間Ｔに関して積分され得る。
【００７７】
図５ａは、本発明の一実施例による掘削工程の効率を判定する方法のフローチャートを概略的に示している。この方法は、第一ステップｓ５０１を有する。
ステップｓ５０１は、
・工具部材２３２，２３４を介してエネルギを、掘削構造体２９９を用いて掘削が実行されるべき材料に伝達するステップと、
・エネルギ供給の結果として、掘削中に前記掘削構造体２９９の前記工具部材２３２、２３４内を伝搬する波を検出するステップと、
・前記工具部材２３２、２３４から一定の距離をおいて、工具部材に隣接する前記工具部材２３２，２３４の相互に対向する側部に配置された少なくとも二つのセンサ手段３１０：１、３１０：２を用いて波を検出し、前記センサ手段が前記工具部材２３２，２３４における前記波の誘導及び／又は容量検知に基づくセンサであるステップと、
・前記検出結果に基づいて、前記掘削工程の前記効率を判定するステップと
を有する。
ステップｓ５０１の後に、方法は終了／リターンする。
【００７８】
図５ｂは、本発明の一実施例による掘削工程の効率を判定する方法のフローチャートを概略的に示している。この方法は、第一のステップｓ５１０を有する。ステップｓ５１０は、工具部材２３２，２３４を介して、掘削構造体２９９を用いて掘削が実行される材料にエネルギを伝達するステップを有する。前記エネルギは、前記削岩機及び／又は前記工具部材２３２，２３４の回転運動によって与えられ得る。前記掘削構造体２９９に送り圧力が印加されることに留意されるべきである。ステップｓ５１０の後に、次のステップｓ５２０が実行される。
【００７９】
ステップｓ５２０は、エネルギ供給の結果として、掘削中に前記掘削構造体２９９の前記工具部材２３２，２３４内で伝搬する波を検知するステップを有する。これらの波は、圧力波及び対応する岩石反射波であり得る。これらの波は、ねじれ波を有し得る。波の検出は、本発明に係る検出装置３００を用いて実行される。前記波は、少なくとも二つのセン

サ手段３１０：１、３１０：２によって検知され得る。これらのセンサ手段は、前記工具部材２３２，２３４から一定の距離を置いて、前記工具部材に隣接する前記工具部材２３２，２３４の相互に対向する側部に配置される。また、これらのセンサ手段３１０：１，３１０：２は、前記工具部材２３２，２３４における前記波の誘導及び／又は容量検知に基づくものである。ステップｓ５２０の後に、次のステップｓ５３０が実行される。

【００８０】

ステップｓ５３０は、前記検出結果に基づいて、前記掘削工程の前記効率を判定するステップを有する。これは、様々な方法で実行され得る。一実施例によれば、掘削工程の前記効率は、前記工具部材２３２，２３４における元の圧力波と反射張力波との間の比較に基づいて判定される。これにより、これらの波の間のエネルギ量の差が決められ得る。この差が、掘削工程の効率を示す。別の実施例によれば、前記掘削工程の前記効率は、前記工具部材における幾つかの繰り返し発生する張力波の特性に基づいて判定され得る。これは、掘削構造体２９９によって打撃が提供されない場合に適用され得る。前記工具部材２３２、２３４の相互に対向する側部に対称的に配置された四つのセンサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３及び３１０：４を用いて、前記波が検知される場合、前記センサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３及び３１０：４からの結果は、前記判定の基礎として対で処理され得る。ステップｓ５３０の後、次のステップｓ５４０が実行される。

【００８１】

ステップｓ５４０は、効率の最適化のために、判定された効率に基づいて前記掘削工程を連続的に制御するステップを有する。一実施例によれば、これは、前記第一制御ユニット２００を用いて自動的に実行され得る。一実施例によれば、掘削構造体２９９のオペレータが、前記提示手段２８０に提示された指示に基づいて前記掘削工程を制御し得る。ステップｓ５４０の後、方法は終了／リターンされる。

【００８２】

図６を参照すると、装置６００の一態様の概略図が示されている。図２に示された制御ユニット２００及び２１０は、一態様では、装置６００を有し得る。この装置６００は、不揮発性メモリ６２０、データ処理ユニット６１０及び読取／書込メモリ６５０を備えている。不揮発性メモリ６２０は、装置６００の記号を制御するコンピュータプログラム、例えば、オペレーティングシステムが記憶された第一メモリ要素６３０を有する。装置６００は、さらに、バスコントローラ、シリアル通信ポート、Ｉ／Ｏ手段、Ａ／Ｄコンバータ、日時入力及び送信ユニット、イベントカウンタ及び割込みコントローラ（図示せず）を有する。また、不揮発性メモリ６２０は、第二メモリ要素６４０を有する。

【００８３】

掘削構造体２９９を用いて掘削が実行されるべき材料に、工具部材２３２，２３４を介してエネルギを伝達する掘削工程の効率を判定するためのルーチンを有するコンピュータプログラムＰが提供される。

【００８４】

コンピュータプログラムＰは、エネルギ供給の結果として、掘削中に、前記掘削構造体２９９の前記工具部材２３２、２３４内を伝搬する波を検出するルーチンを有し得る。

【００８５】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２，２３４から一定の距離をおいて前記工具部材に隣接する前記工具部材２３２，２３４の相互に対向する側部に配置された少なくとも二つのセンサ手段３１０：１及び３１０：２を用いて前記波を検出するルーチンを有し得、ここで、前記センサ手段３１０：１及び３１０：２は、前記工具部材２３２、２３４における前記波の誘導及び／又は容量検出に基づくものである。

【００８６】

コンピュータプログラムＰは、前記検出の結果に基づいて、前記掘削工程の前記効率を判定するルーチンを有し得る。

【００８７】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２、２３４から一定の距離をおいて、前

記工具部材に隣接する前記工具部材２３２，２３４の相互に対向する側部に対称的に配置された四つのセンサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３及び３１０：４を用いて前記波を検知するルーチンを有し得る。

【００８８】

コンピュータプログラムＰは、前記判定の基礎として、前記センサ手段３１０：１、３１０：２、３１０：３及び３１０：４からの結果を、対（３１０：１、３１０：２；３１０：３、３１０：４）で処理するルーチンを有し得る。

【００８９】

コンピュータプログラムＰは、前記波を検出するルーチンを有し得、ここでは、前記センサは、前記工具部材２３２，２３４に沿った、前記工具部材２３２，２３４の横方向の動きが比較的小さい好ましい位置に配置される。

【００９０】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２、２３４の動作を制御し、それにより、打撃及び／又は回転を用いて前記エネルギを提供するルーチンを有し得る。

【００９１】

コンピュータプログラムＰは、コイル芯として少なくとも一つの永久磁石３１０：１ａを備え、対抗して配置されたコイル部材３１０：１、３１０：２を用いて前記波を誘導検出するルーチンを有し得る。

【００９２】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２，２３４における元の圧力波と反射張力波との比較に基づいて前記掘削工程の前記効率を判定するルーチンを有し得る。

【００９３】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２，２３４において数回繰り返し生じる張力波の特性に基づいて前記掘削工程の前記効率を判定するルーチンを有し得る。

【００９４】

コンピュータプログラムＰは、前記工具部材２３２，２３４におけるねじれ波を検知するセンサ手段の既存の構造に対する一定の回転に応じた対称的な構造で配置された付加的なセンサ手段によって、前記工具部材２３２，２３４における波を検知するルーチンを有し得る。

【００９５】

コンピュータプログラムＰは、効率の最適化のために判定した効率に基づいて前記掘削工程を連続的に制御するルーチンを有し得る。

【００９６】

コンピュータプログラムＰは、実行可能な形態、又は、圧縮された形態で、メモリー６６０及び／又は読込／書込メモリ６５０に記憶され得る。

【００９７】

データ処理ユニット６１０が特定の機能を実行すると述べられている場合、それは、データ処理ユニット６１０が、メモリ６６０に格納されたプログラムの特定の部分又は読込／書込メモリ６５０に格納されたプログラムの特定の部分を実行することを意味する。

【００９８】

データ処理ユニット６１０は、データバス６１５を介してデータポート６９９と通信可能である。不揮発性メモリ６２０は、データバス６１２を介してデータ処理ユニット６１０と通信をするためのものである。セパレートメモリ６６０は、データバス６１１を介してデータ処理ユニット６１０と通信をするためのものである。読込／書込メモリ６５０は、データバス６１４を介してデータ処理ユニット６１０と通信するように構成されている。リンクＬ２００、Ｌ２１０及びＬ２８０は、例えば、データポート６９９（図２参照）に接続され得る。データポート６９９でデータが受信されると、それらのデータは一時的に第二メモリ要素６４０に格納される。受信した入力データが一時的に格納されると、データ処理ユニット６１０は、上述したようにコードを実行する準備を行うことになる。一実施例によれば、データポート６９９で受信された信号は、前記工具部材における圧力波及

び張力波のエネルギ量に関する情報を有する。一実施例によれば、データポート６９９で受信された信号は、前記工具部材におけるねじれ波に関する情報を有する。データポート６９９で受信された信号は、装置６００によって、前記掘削工程の前記効率を判定するために使用され得る。

【００９９】

本明細書で説明した方法の一部は、メモリ６６０又は読込／書込メモリ６５０に格納されたプログラムを実行するデータ処理ユニット６１０を用いて装置６００によって実行され得る。装置６００がプログラムを実行する時に、本明細書で説明した方法が実行される。

【０１００】

本発明の好ましい実施例の上記説明は、例示的目的及び説明目的のために提供される。記載した変形例に本発明を限定することも排他的であることも意図していない。多くの改良及び変形が当業者には自明である。実施例は、本発明の原理及びそれらの実際的な用途を最もよく説明するために選択されて記載されたものであり、それにより、当業者が様々な実施形態について、意図する用途に適した様々な改良と共に、本発明を理解することを可能にするものである。

【図面】

【図１】

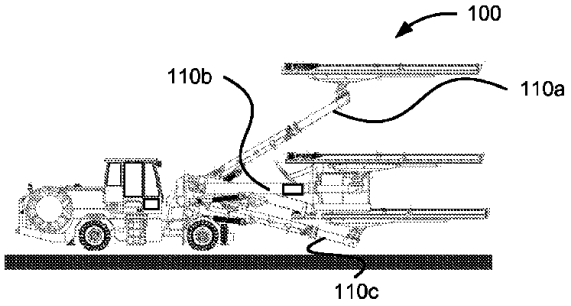


Fig. 1

【図２】

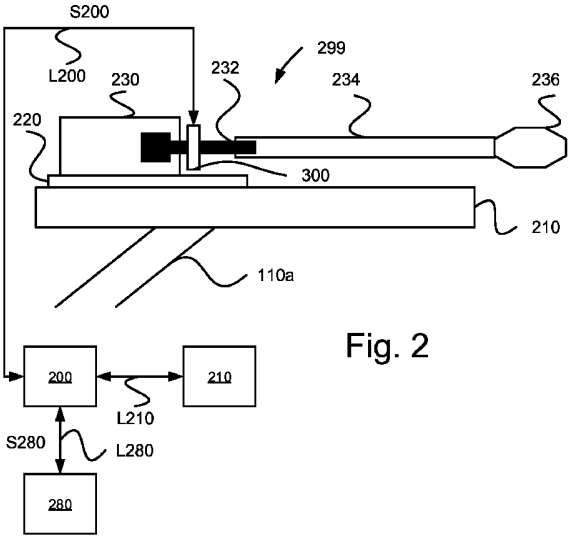


Fig. 2

【図３ａ】

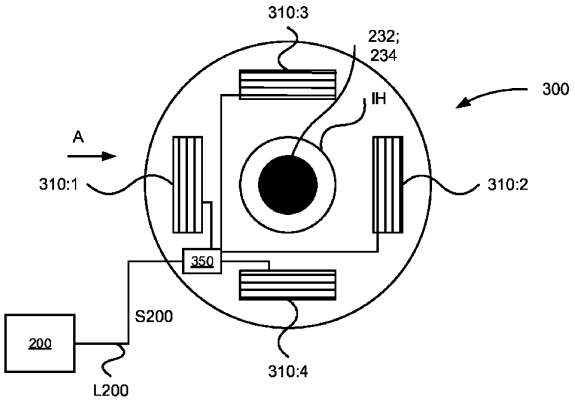


Fig. 3a

【図３ｂ】

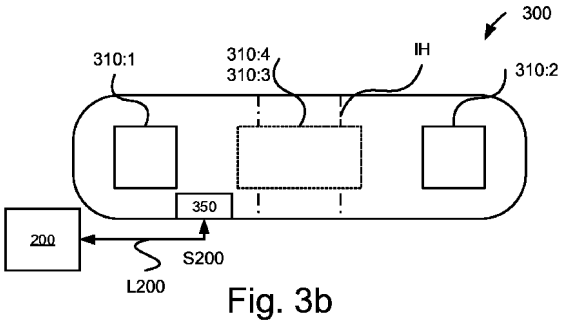


Fig. 3b

【図３ｃ】

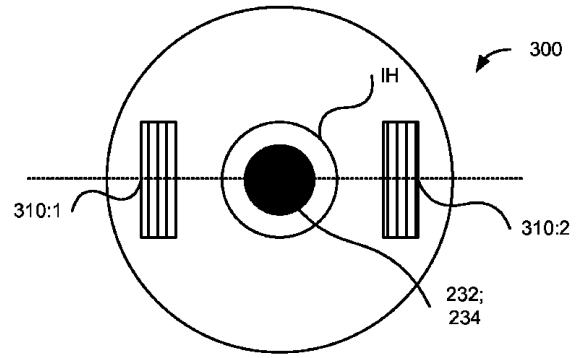


Fig. 3c

【図３ｄ】

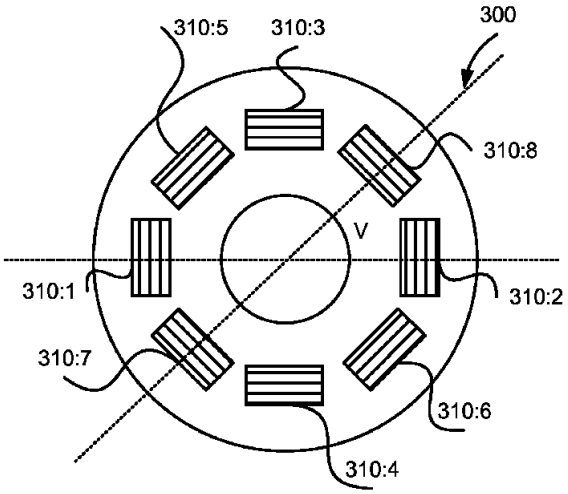


Fig. 3d

【図３ｅ】

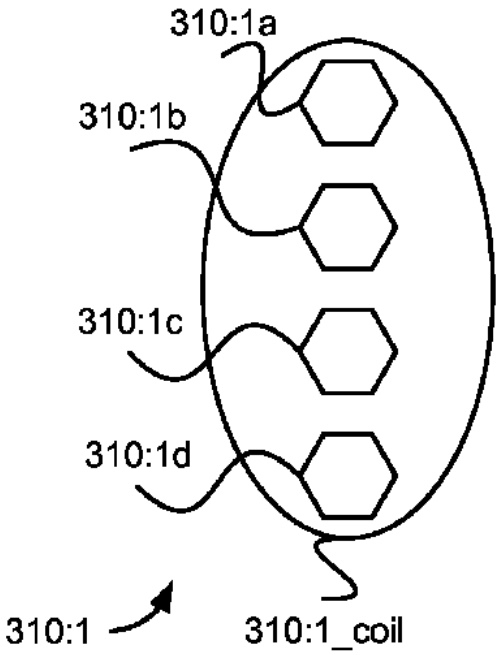


Fig. 3e

【図４ａ】

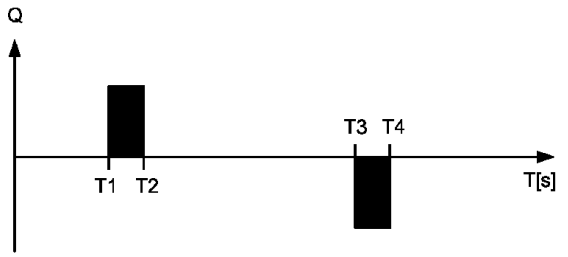


Fig. 4a

【図４ｂ】

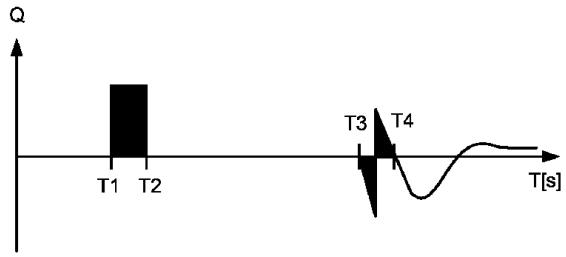


Fig. 4b

【図５ａ】

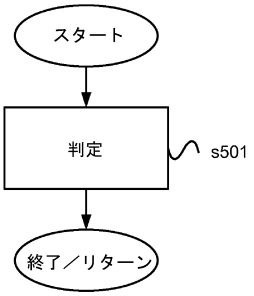


Fig. 5a

【図５ｂ】

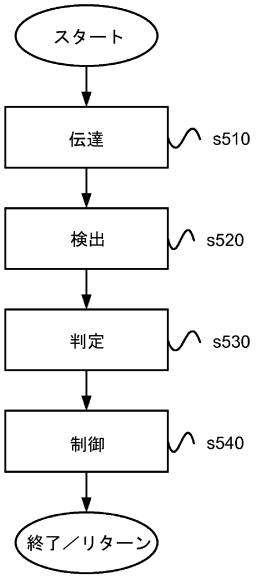


Fig. 5b

【図６】

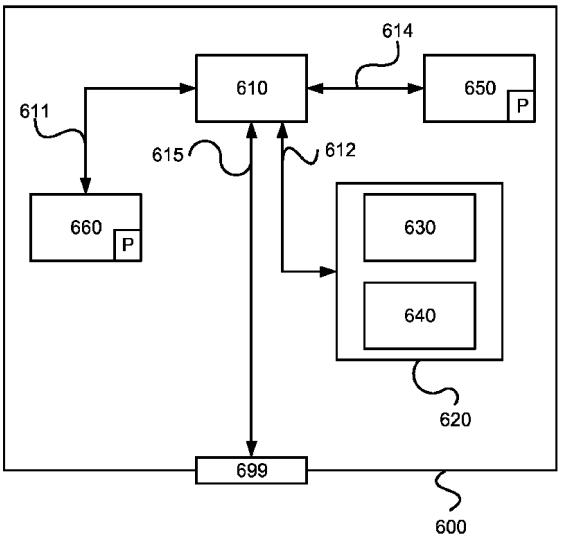


Fig. 6

フロントページの続き

ルー，ドリヴヴエゲン　１８ビイ

審査官　湯本 照基

(56)参考文献
特表２０１２－５０４１９７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００８／００３５３７６（ＵＳ，Ａ１）
特表２００９－５２４０１３（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５０４４７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２２８１２５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－００１７９２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－２３７２１７（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５４２５８７（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５１４８００（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｅ２１Ｂ　４４／００