

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4116565号
(P4116565)

(45) 発行日 平成20年7月9日(2008.7.9)

(24) 登録日 平成20年4月25日(2008.4.25)

(51) Int.Cl. F I
E 2 1 B 44/00 (2006.01) E 2 1 B 44/00

請求項の数 33 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-551399 (P2003-551399)	(73) 特許権者	597044472
(86) (22) 出願日	平成14年12月5日 (2002.12.5)		サンドビク タムロック オサケ ユキチ
(65) 公表番号	特表2005-511934 (P2005-511934A)		ユア
(43) 公表日	平成17年4月28日 (2005.4.28)		SANDVIK TAMROCK OY
(86) 国際出願番号	PCT/FI2002/000997		フィンランド共和国 エフアイエヌー33
(87) 国際公開番号	W02003/050388		330 タムペレ、ピハティスルンカトゥ
(87) 国際公開日	平成15年6月19日 (2003.6.19)		9
審査請求日	平成17年11月7日 (2005.11.7)	(74) 代理人	100079991
(31) 優先権主張番号	20012418		弁理士 香取 孝雄
(32) 優先日	平成13年12月7日 (2001.12.7)	(72) 発明者	サハ、ヘイッキ
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)		フィンランド共和国 エフアイエヌー33
			340 タムペレ、カルヤコンティエ
			4 シー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 削岩装置運転制御方法および運転制御機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

打撃器と、回転器と、供給器と、洗浄器と、ツールと、該ツールに設置されたビットとを含む削岩装置の運転制御方法であって、該削岩装置では、前記打撃器は前記ツールに対してインパクトエネルギーを発生し、前記回転器はドリル孔内で前記ツールを回転させ、前記供給器はドリル孔内で前記ツールをフィードし、前記洗浄器は前記ツールおよびビットを通じて洗浄剤を供給して分離された切削屑を孔から洗い流す削岩装置の運転制御方法において、

前記供給器の最高許容供給力 (FF_{MAX}) および該供給器の最低許容供給力 (FF_{MIN}) を設定し、

前記打撃器の最高許容打撃力 (PP_{MAX}) および該打撃器の最低許容打撃力 (PP) を設定し、

前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係の上限値および下限値を設定し、該上限値および下限値を、前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係の目標運転範囲の境界値とし、

前記供給器の供給力 (FF) および打撃器の打撃力 (PP) を決定し、

前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係を該供給器の供給力 (FF) および該打撃器の打撃力 (PP) に基づいて決定し、

前記供給器の供給力 (FF) および前記打撃器の打撃力 (PP) は、該供給器の供給力 (FF) と該打撃器の打撃力 (PP) との関係が前記上限値および下限値によって制限された目標

運転範囲内にあるように調整することを特徴とする運転制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) は該供給器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定し、前記打撃器の打撃力 (PP) は該打撃器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定することを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係が目標運転範囲内にある時は、前記打撃器の打撃力 (PP) を増大させることを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) が前記打撃器の打撃力 (PP) に比較して過大である時は、該打撃器の打撃力 (PP) を増大させることを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、前記打撃器の打撃力 (PP) が設定最大値 (PP_{MAX}) にある時は、前記供給器の供給力 (FF) を低減することを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) が前記打撃器の打撃力 (PP) に比較して過小である時は、該供給器の供給力 (FF) を増大させることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) が設定最大値 (FF_{MAX}) にある時は、前記打撃器の打撃力 (PP) を低減することを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の方法において、前記供給器の供給力 (FF) または前記打撃器の打撃力 (PP) は、標準的ステップにより変更し、あるいは P、PI または PID アルゴリズムにより変更することを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、
前記回転器の回転トルク (MM) を決定し、
該回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) を決定し、
該回転器の回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) を設定し、
該回転器の回転トルク (MM) の変化の最高許容値 (MM) を設定し、
前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を前記回転器の回転トルク (MM) または該回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) に基づいて設定することを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法において、前記回転器の回転トルク (MM) または該回転トルク (MM) の変化 (MM) を該回転器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定することを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の方法において、
前記回転器の回転トルク (MM) を該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較し、
前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) の値を該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較し、
前記回転器の回転トルク (MM) が該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) を超過する時または前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) が該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) を超過する時は、前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を低減することを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 9 または 1 0 に記載の方法において、
前記回転器の回転トルク (MM) を該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較し

、
前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) の値を該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較し、

前記回転器の回転トルク (MM) が該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) に多くとも等しくなる時および前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) が該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) に多くとも等しくなる時は、前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) をその設定値 (FF_{MAXSET}) に設定することを特徴とする方法。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし 1 2 のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、

前記洗浄器の洗浄圧 (FP) を決定し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を決定し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) を設定し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) を設定し、

前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を前記洗浄器の洗浄圧 (FP) または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) に基づいて設定することを特徴とする方法。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の方法において、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を該洗浄器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定することを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 または 1 4 に記載の方法において、

前記洗浄器の洗浄圧 (FP) を該洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) が最高許容洗浄圧値 (FP_{MAX}) を超過する時または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) が該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) を超過する時は、前記供給器の最高許容供給力値 (FF_{MAX}) を低減することを特徴とする方法。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 3 または 1 4 に記載の方法において、

前記洗浄器の洗浄圧 (FP) を該洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較し、

該洗浄器の洗浄圧 (FP) が該洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) に多くとも等しくなる時または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) が該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) に多くとも等しくなる時は、前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) をその設定値 (FF_{MAXSET}) に設定することを特徴とする方法。

40

【請求項 1 7】

請求項 1 ないし 1 6 のいずれかに記載の方法において、

穿孔貫通率 (PS) を決定し、

最高許容穿孔貫通率 (PS_{MAX}) を設定し、

最低許容穿孔貫通率 (PS_{MIN}) を設定し、

穿孔貫通率 (PS) を最高許容穿孔貫通率 (PS_{MAX}) と比較し、穿孔貫通率 (PS) が最高許容穿孔貫通率 (PS_{MAX}) を超過する時は、穿孔を中断して再開し、

さらに / あるいは穿孔貫通率 (PS) を最低許容穿孔貫通率 (PS_{MIN}) と比較し、穿孔貫通率 (PS) が最低許容穿孔貫通率 (PS_{MIN}) より低くなる時は、穿孔を中断することを特

50

徴とする方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法において、前記穿孔貫通率 (PS) は、該穿孔貫通率 (PS) を直接測定して決定することを特徴とする方法。

【請求項 19】

打撃器と、回転器と、供給器と、洗浄器と、ツールと、該ツールに設置されたビットとを含む削岩装置の運転制御機器であって、該削岩装置では、前記打撃器は前記ツールに対してインパクトエネルギーを発生し、前記回転器はドリル孔内で前記ツールを回転させ、前記供給器はドリル孔内で前記ツールをフィードし、前記洗浄器は前記ツールおよびビットを通じて洗浄剤を供給して分離された切削屑を孔から洗い流す削岩装置の運転制御機器において、該機器は、

10

前記供給器の最高許容供給力 (FF_{MAX}) および該供給器の最低許容供給力 (FF_{MIN}) を設定する手段と、

前記打撃器の最高許容打撃力 (PP_{MAX}) および該打撃器の最低許容打撃力 (PP_{MIN}) を設定する手段と、

前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係の上限値および下限値を、該供給器の供給力 (FF) と該打撃器の打撃力 (PP) との相互関係の目標運転範囲の境界値として設定する手段と、

前記供給器の供給力 (FF) および打撃器の打撃力 (PP) を決定する手段と、

前記供給器の供給力 (FF) と前記打撃器の打撃力 (PP) との関係を該供給器の供給力 (FF) および該打撃器の打撃力 (PP) に基づいて決定する手段と、

20

前記供給器の供給力 (FF) および前記打撃器の打撃力 (PP) を該供給器の供給力 (FF) と該打撃器の打撃力 (PP) との関係が前記上限値および下限値によって制限された目標運転範囲内にあるように調整する少なくとも 1 つの制御ユニットとを含むことを特徴とする運転制御機器。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の機器において、前記削岩装置の運転制御用に、少なくとも、緊急停止状態、穿孔停止状態、穿孔開始状態、正常穿孔状態、穿孔ジャミング状態、および削岩ツールのビットの洗浄孔閉塞状態が制御ユニットで決定されることを特徴とする機器。

【請求項 21】

30

請求項 19 に記載の機器において、該機器は、前記供給器の圧力チャンネルの圧力に基づいて該供給器の供給力 (FF) を決定する少なくとも 1 つの第 1 の圧力センサと、前記打撃器の圧力チャンネルの圧力に基づいて該打撃器の打撃力 (PP) を決定する少なくとも 1 つの第 2 の圧力センサとを含むことを特徴とする機器。

【請求項 22】

請求項 19 ないし 21 のいずれかに記載の機器において、該機器はさらに、前記回転器の回転トルク (MM) および該回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) を決定する手段と、該回転器の回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) および該回転器の回転トルク (MM) の変化の最高許容値 (MM_{MAX}) を設定する手段と、前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を前記回転器の回転トルク (MM) または該回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) に基づいて設定する手段とを含むことを特徴とする機器。

40

【請求項 23】

請求項 22 に記載の機器において、該機器は、前記回転器の回転トルク (MM) および/または該回転トルク (MM) の変化 (MM) を該回転器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定する少なくとも 1 つの第 3 のセンサを含むことを特徴とする機器。

【請求項 24】

請求項 22 または 23 に記載の機器において、該機器は、前記回転器の回転トルク (MM) を該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較し、あるいは、前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) の値を該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) と比較する手段を含むことを特徴とする機器。

50

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の機器において、該機器は、前記回転器の回転トルク (MM) が該回転トルク (MM) の最高許容回転トルク値 (MM_{MAX}) を超過する時または前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) が該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) を超過する時に前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を低減する手段を含むことを特徴とする機器。

【請求項 2 6】

請求項 2 4 に記載の機器において、該機器は、前記回転器の回転トルク (MM) が該回転トルク (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) に多くとも等しくなる時および前記回転器の回転トルク (MM) の変化 (MM) が該回転トルク (MM) の変化 (MM) の最高許容値 (MM_{MAX}) に多くとも等しくなる時に前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) をその設定値 (FF_{MAXSET}) に設定する手段を含むことを特徴とする機器。

10

【請求項 2 7】

請求項 1 9 ないし 2 6 のいずれかに記載の機器において、該機器はさらに、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) および該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を決定する手段と、該洗浄器の洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) および該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) を設定する手段と、前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) を前記洗浄器の洗浄圧 (FP) または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) に基づいて設定する手段とを含むことを特徴とする機器。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の機器において、該機器は、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) および / または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を該洗浄器の圧力チャンネルの圧力に基づいて決定する少なくとも 1 つの第 4 の圧力センサを含むことを特徴とする機器。

20

【請求項 2 9】

請求項 2 7 または 2 8 に記載の機器において、該機器は、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) を該洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較し、あるいは該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) を該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) と比較する手段を含むことを特徴とする機器。

【請求項 3 0】

請求項 2 9 に記載の機器において、該機器は、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) が最高許容洗浄圧値 (FP_{MAX}) を超過する時または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) が該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) を超過する時に前記供給器の最高許容供給力値 (FF_{MAX}) を低減する手段を含むことを特徴とする機器。

30

【請求項 3 1】

請求項 2 9 に記載の機器において、該機器は、前記洗浄器の洗浄圧 (FP) が該洗浄圧 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) に多くとも等しくなる時または該洗浄器の洗浄圧 (FP) の変化 (FP) が該洗浄圧 (FP) の変化 (FP) の最高許容値 (FP_{MAX}) に多くとも等しくなる時に前記供給器の供給力 (FF) の最高許容値 (FF_{MAX}) をその設定値 (FF_{MAXSET}) に設定する手段を含むことを特徴とする機器。

【請求項 3 2】

請求項 1 9 ないし 3 1 のいずれかに記載の機器において、該機器は、穿孔貫通率 (PS) を決定する手段と、最高許容穿孔貫通率 (PS_{MAX}) および最低許容穿孔貫通率 (PS_{MIN}) を決定する手段と、穿孔貫通率 (PS) を最高許容穿孔貫通率 (PS_{MAX}) および最低許容穿孔貫通率 (PS_{MIN}) と比較する手段と、穿孔貫通率 (PS) が最高許容貫通率 (PS_{MAX}) を超過する時に穿孔を中断して再開する手段と、穿孔貫通率 (PS) が最低許容貫通率 (PS_{MIN}) より低くなる時に穿孔を中断する手段とを含むことを特徴とする機器。

40

【請求項 3 3】

請求項 3 2 に記載の機器において、該機器は、前記穿孔貫通率 (PS) を直接測定して該穿孔貫通率 (PS) を決定する少なくとも 1 つの速度検出器を含むことを特徴とする機器。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は打撃器と、回転器と、供給器と、洗浄器と、ツールと、ツール内に設置されたビットを含む削岩装置の運転制御方法に関するものである。本削岩装置では、打撃器はツールに対してインパクトエネルギーを発生し、回転器はドリル孔内でツールを回転させ、供給器はドリル孔内でツールをフィードし、洗浄器は切削屑を孔から洗い流すためにツールおよびビットを通じて洗浄剤を供給する。

【0002】

また本発明は、打撃器と、回転器と、供給器と、洗浄器と、ツールと、ツール内に設置されたビットとを含む削岩装置の運転制御機器に関するものである。本削岩装置では、打撃器はツールに対してインパクトエネルギーを発生し、回転器はドリル孔内でツールを回転させ、供給器はドリル孔内でツールをフィードし、洗浄器は切削屑を孔から洗い流すためにツールおよびビットを通じて洗浄剤を供給する。

10

【0003】

削岩装置および削岩機はたとえば鉱山、採石場および土地造成現場において岩盤の穿孔および掘削に使用される。岩盤に孔を開ける場合に、その穿孔条件は様々に変動するであろう。岩塊内の地層によりその硬度が変動し、したがって穿孔抵抗に応じて穿孔上の諸特性を調整しなければならない。穿孔においては、次の4つの機能、すなわち穿孔すべき孔内でドリルを回転させること、打撃器によりドリルシャックを打撃して岩盤を破碎すること、ドリルを供給することおよび穿孔された孔から切削屑を洗い流すことが同時に使用される。打撃器によりドリルシャックを打撃して岩盤を破碎する時は、打撃器のインパクトエネルギーは通常ドリルシャックの延長部として働くドリルロッドを介してドリルビットに伝達され、ドリルロッドが岩盤を叩いてそれを破碎する。このように岩盤の破碎は主としてインパクト効果により生じるが、回転の主要な目的はドリルロッドの外端部においてドリルビットのドリルボタン、またはその他の作業パーツが常に岩盤の新しいスポットを確実に打つようにすることである。

20

【0004】

穿孔条件が変動するために、満足な穿孔結果を得るには異なる削岩機能間の関係が極めて重要である。したがって満足な穿孔結果を得るには運転者の職業的スキルが非常に重要な役割を果たすが、これは変動する穿孔条件下で、特に、異なる削岩機能間の正確な関係を見出すことがきわめて難しい。特に、削岩装置に要求される高度の運転条件により、信頼性のある自動化システム、すなわち測定および制御システムを削岩装置や削岩機に導入することが非常に難しいからである。したがって、満足な穿孔結果を得ることが運転者如何に大きく係っているために、優秀な運転者となるには長い作業経験が必要とされる。一方で、運転者はある装置から他の装置へと移動する場合、良い穿孔結果を得るためには削岩装置の操作についての新たな訓練期間が必要になる。

30

【0005】

本発明は、削岩装置運転制御のための新規な方式を提供することを目的とする。

【0006】

本発明による方法は、供給器の供給力および打撃器の打撃力を決定し、供給器の供給力および打撃器の打撃力に基づき供給器の供給力および打撃器の打撃力を自動的に制御することを特徴とする。

40

【0007】

さらに、本発明による機器は、供給器の供給力および打撃器の打撃力を決定する手段と、供給器の供給力および打撃器の打撃力に基づき自動的に供給器の供給力および打撃器の打撃力を調整する少なくとも1つの制御ユニットとを含むことを特徴とする。

【0008】

本発明の基本思想は、削岩装置のツールに対してインパクトエネルギーを発生する打撃器、ドリル孔内でツールを回転させる回転器、ドリル孔内にツールをフィードする供給器および切削屑を孔から洗い流すためにツールおよびビットを通じて洗浄剤を供給する洗浄

50

器から構成される削岩装置の運転が、供給器の供給力および打撃器の打撃力を決定することとなり供給器の供給力および打撃器の打撃力に基づき自動的に供給器の供給力および打撃器の打撃力を調整することにより制御されることである。本発明の好ましい一実施例は、供給器の供給力および打撃器の打撃力の最高および最低許容値を設定すること、供給器の供給力と打撃器の打撃力との関係に対し上限値および下限値を設定すること、上記の上限値および下限値は供給器の供給力と打撃器の打撃力との相対関係の目標運転範囲の境界値として働き、供給器の供給力および打撃器の打撃力に基づき供給器の供給力と打撃器の打撃力との関係を決定することとなり供給器の供給力および打撃器の打撃力を供給器の供給力と打撃器の打撃力との関係が上記の上限値および下限値により制限された目標運転範囲内になるように調整することを含む。

10

【0009】

本発明の利点は本方式が簡単な手法で適用できることであり、これは必要なセンサ要素とその他の機器とが簡単な手法で適用できるからである。閉ループ制御のため、すなわち測定に基づき穿孔を自動的に制御することにより、削岩装置もまた所要の穿孔条件内で使用することが容易になり、運転者が容易で迅速に異なる削岩装置の使用法を学習することができる。与えられた要求値の代わりに、所定の目標運転範囲内に穿孔を維持することにより、穿孔状況に関連して生じる穿孔制御システムの振動の危険性を大幅に低減することが可能である。本方式は削岩機器が受けるストレスを容易で簡単に低減し、削岩機の正常な運転中または削岩機の誤用による機器の損傷の発生を防止する。

【0010】

以下に本発明の詳細を添付図面を参照して説明する。

20

【0011】

図1は本発明による方式が適用された削岩装置1の非常に簡略化した側面図であり、図2は図1の削岩装置に関連する本発明による方式の概略側面図である。削岩装置1はブーム2を有し、その末端には打撃器4および回転器5を含む削岩機6を搭載した供給ビーム3がある。通常、打撃器4は圧力媒体効果により移動し、ツール7もしくはツール7と打撃器4との間に配置された、たとえばドリルシャンクのような接続部の上端を叩く打撃ピストンを有する。当然のことながら、打撃器4の構造をこれ以外の形式のものにしてもよい。ツール7の後端は削岩機6に接続されていて、ツール7の前端には岩盤破砕用の固定式または脱着可能なビット8が備えられている。一般的に、ビットはボタン8aを有するドリルビットであるが、他のビット構造としてもよい。ツール7およびビット8が削岩機1のドリルを構成する。回転器5はツール7に連続的な回転力を伝達し、その効果によりツール7に接続されたビット8は打撃器の1インパクトの後にその位置を変え、後続のインパクトにより岩盤内の新しいスポットを打撃する。穿孔中は、ビット8は供給器9により岩盤に向けて押し出される。供給器9は供給ビーム3内に設置されていて、それに接続して打撃器4および回転器5が移動可能に配置されている。供給器9は、たとえば供給ビーム3上で打撃器4および回転器5を移動させるために設置された圧力媒体作動形のシリンダとしてよい。しかしながら供給器9の構造および動作原理は変更してもよい。深い孔を穿孔する場合には、すなわちいわゆる延長ロッド穿孔時には、穿孔すべき孔の深さに応じた数のドリルロッド10aないし10cでツール7を構成してビット8と削岩機6との間に配置する。削岩機6は削岩機6のツール7およびビット8を通じて洗浄剤を供給して遊離した切削屑をドリル孔から洗い流す洗浄器11を有する。簡略化のため、図1にはビット8の洗浄孔を図示していない。さらに、図2には供給器9を駆動する供給ポンプ12、打撃器4を駆動するインパクトポンプ13および回転器5を駆動する回転ポンプ14を図示する。これらはそれぞれが駆動する指定の機器に、加圧された圧力流体、好ましくはハイドロリックオイルまたはバイオオイルを供給する。上記のポンプ類は各機器の圧力チャンネル15, 16, 17に配置され、各チャンネルを通じて矢印A方向に圧力流体が上記の機器に供給される。各機器から圧力流体は各機器の戻りチャンネル18, 19, 20を通じて矢印B方向に簡略化のため図示していないコンテナへと還流する。削岩機6はまた洗浄器11の圧力チャンネル22に配置された洗浄ポンプ21を有し、このポンプが

30

40

50

通常水である洗浄剤を矢印A方向に洗浄器 1 1 に供給する。供給ポンプ 1 2、インパクトポンプ 1 3、回転ポンプ 1 4 および洗浄ポンプ 2 1 は通常モータ 1 2 a、1 3 a、1 4 a および 2 1 a により駆動される。簡略化のため、図 2 には打撃器 4、回転器 5、供給器 9 および洗浄器 1 1 の制御に用いる制御バルブは図示していない。削岩装置および削岩機の構造および運転それ自体は当該技術の熟達者には公知であるから、ここではより詳細には説明しない。

【 0 0 1 2 】

穿孔を成功させるためには、穿孔内でのドリルの回転、打撃器によりドリルシャックまたは直接ツール 7 を打撃することによる岩盤の破碎ならびにドリルの供給および洗浄といった異なる穿孔機能が相互に正しい関係にあることが非常に重要である。とりわけ、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP の相互関係 (FF/PP) が正しいことが重要である。本発明による削岩装置 1 の運転制御は、削岩装置 1 または削岩機 6 の運転中の振動の危険性を低減するため、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP との関係 (FF/PP) を、正確に与えられた所要の目標値にさせようとするのではなく、所要の目標運転範囲内に維持することにより具合よく実施される。図 3 にこの原理を図示しているが、ここでは供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP との関係 (FF/PP) に対し、上限値 (FF/PP) OL および下限値 (FF/PP) UL が設定されていて、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP との関係 (FF/PP) は、穿孔を成功裡に達成するために上記の上限値および下限値によって制限された目標運転範囲内に保持する。さらに、図 3 には供給力 FF と打撃力 PP との関係の最高許容値 (FF/PP)_{MAX} および供給力 FF と打撃力 PP との関係の最低許容値 (FF/PP)_{MIN} を図示し、これらは穿孔機器が破損しないための許容範囲を示す。供給器 9 の供給力 FF、またはこれを表わす変数は、供給器 9 の圧力チャンネル 1 5 に接続配置された第 1 の圧力センサ 2 3 または圧力伝送器 2 3 を用いて測定され、また打撃器 4 の打撃力 PP、またはこれを表わす変数は打撃器 4 の圧力チャンネル 1 6 に接続配置された第 2 の圧力センサ 2 4 または圧力伝送器 2 4 を用いて測定される。当然のことながら、数値または商 (FF/PP) にかえて、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP 間の相互関係として数値または商 (PP/FF) を用いてもよく、この場合は必要な制限値は上記の数値または商 (PP/FF) を基づいて決定する。

【 0 0 1 3 】

削岩装置の運転制御においては、打撃器 4 の打撃力 PP をできるだけ高く保つことを目標とする。したがって、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP との関係 (FF/PP) が図 3 に示された上限値 (FF/PP) OL および下限値 (FF/PP) UL によって制限された目標運転範囲内にある間は、打撃力 PP は増大させる。供給力 FF が打撃力 PP に対して過大であることが分かったときは、打撃力 PP は増大させる。しかしながら、打撃力 PP が既に設定された最大値 PP_{MAX} に達していれば、供給力 FF を低減する。これと同様に、供給力 FF が打撃力 PP に関して低すぎることが分かれば供給力 FF を増大させる。供給力 FF が既に設定された最大値 FF_{MAX} に達しているならば、打撃力 PP は低減する。上限値 (FF/PP) OL および下限値 (FF/PP) UL によって制限された目標範囲を超えないように供給力 FF と打撃力 PP との関係 (FF/PP) を調整することは、図 3 のブロック図に示す。

【 0 0 1 4 】

打撃力 PP および供給力 FF の増大または低減は、標準的ステップにより直接に、あるいは P、PI、PID もしくはこれと同等の他のアルゴリズムを用いることにより実行できる。必要に応じて、各状況ごとに異なるアルゴリズムを使用してよく、または異なるパラメータを持つ同一のアルゴリズムを使用してもよい。打撃力 PP の最大許容値 PP_{MAX} および最小許容値 PP_{MIN} は穿孔中は変更されない。供給力 FF の上限値 FF_{MAX} は、回転器 5 の回転トルク MM または洗浄器 1 1 の洗浄圧 FP のいずれかを制御することにより、穿孔中に変更可能である。

【 0 0 1 5 】

上述の方式により、供給器 9 の供給力 FF と打撃器 4 の打撃力 PP との相対的バランスの制御が実施可能となる。供給力 FF の上限値 FF_{MAX} は、回転器 5 の回転トルク MM または洗浄器 1 1 の洗浄圧 FP のいずれかを制御することにより、穿孔中に変更可能である。回転トルク

10

20

30

40

50

MMまたは洗浄圧FPの上昇は、穿孔機器のジャミングまたはビットの洗浄孔の閉塞といった現時点または今後発生する問題を明らかにする。穿孔上の問題発生時の制御に用いられる方法では、図5に回転器5の回転トルクMMについて図示するように、回転トルクMMおよび洗浄圧FPには、測定された変数の上限絶対値 MM_{MAX} および FP_{MAX} に加えて、上記の変数の変化率MMおよびFPに対する上限値 MM_{MAX} および FP_{MAX} も設けている。さらに、上記変数の上限絶対値 MM_{MAX} および FP_{MAX} より低い警告制限値 $MMWRN$ および $FPWRN$ が上記変数の絶対値に対して設定されている。必要であれば、上記変数の絶対値および変化率に対して複数の制限値を用いてもよい。本方法により、孔の深さが増大するに伴って生じる洗浄器11の洗浄圧FPおよび回転器5の回転トルクMMの緩慢な上昇に基づく誤作動を回避することができる。穿孔機が実際にジャムまたは閉塞するまでは、回転トルクMMまたは洗浄圧FPに生じた上昇に応じて特定の対策がほどこされる。回転トルクMまたは洗浄圧FPの最高許容値 MM_{MAX} または FP_{MAX} が達成される時には、供給力FFの最高許容値 FF_{MAX} を低減する。また警告制限値を1つも超えていなければ、供給力FFの最高許容値 FF_{MAX} は、上記の穿孔時用に供給力FFに対して設定された最高許容設定値 FF_{MAXSET} まで回復するが、その設定値は、上記の穿孔状態中には、より高いレベルに変更することができない。回転トルクMMおよび洗浄圧FPの機能制御の原理は図6のブロック図に示す通りである。回転器5の回転トルクMM、またはそれを表わす変数は、回転器5の圧力チャンネル17に配置された第3の圧力センサ25または圧力伝達器25を用いて測定され、また洗浄器11の洗浄圧FP、またはそれを表わす変数は洗浄器11の圧力チャンネル22内に配置された第4の圧力センサ26または圧力伝達器26を用いて測定される。

10

20

【0016】

上述した制御に加えて、たとえばドリルが岩盤の空隙に入った時や穿孔の開始時点には、ドリル貫通率PSを制限できるようにすることが必要である。この目的のためには、別個に貫通率PS制御が用いられるが、その演算原理は図7のブロック図に示す。貫通率PSが最高許容貫通率 PS_{MAX} を超過すれば、穿孔は中断されて穿孔開始状態へと進み、この状態では供給速度が制御され打撃力は半分に落とされる。貫通率PSが最低許容貫通率 PS_{MIN} 以下になれば、穿孔は停止される。貫通率PSが極端に低下した場合に削岩機6の使用を防止することにより、貫通率PSが低過ぎるために生じる機器の損傷を低減することができるからである。貫通率PSの最小値と比較する前に貫通率PSの値を打撃力PPに比例するように調整することが可能であり、これによって低過ぎる貫通率PSに対し打撃力PPが高過ぎる結果生じる機器およびこれらのジョイント部の発熱を避けることができる。この発熱は削岩機器を比較的早期に破損させる原因になるからである。ドリル貫通率PSは、たとえば供給器9または打撃器4に接続配置されドリル貫通率PSを直接測定するように設置された速度検出器27を用いて測定することができる。これに代えて、打撃器4のフィードビーム3上における一定時間内の移動距離を、たとえば打撃器に接続配置されたセンサ要素を用いて測定してもよく、これによりドリル貫通率を経過時間および移動距離に基づいて決定することができる。

30

【0017】

実際の制御器は、穿孔停止状態、開始状態、正常穿孔状態、機器ジャミング状態および洗浄孔閉塞状態を含む5状態制御器として構成される。これに加えて、制御器は緊急事態発生時に穿孔を迅速に停止させる緊急停止状態を含む。図8は制御器の上位レベル演算原理を示したブロック図である。

40

【0018】

図9は停止状態の演算原理を示したブロック図である。停止状態においては、相互の停止命令および異なる運転のタイミングは自由に決定することができる。換言すればそれぞれの運転を所望の時間で瞬間的に停止することができる。運転は次のように供給、打撃、回転、洗浄の順序で停止させると都合が良い。停止シーケンスのカウンタ制御はオーバフローバッファを使用し、これによりカウンタはその最大値にまでカウントアップし、停止状態終了と関連してリセットされるまで、その最大値を保持する。

【0019】

50

開始状態は穿孔を最初に開始する時、または手動で中断した後に穿孔を続ける時、また同様に空隙内にドリルが進入した後に穿孔を再開する時に使用される。図10は開始状態の演算原理を示したブロック図である。開始状態においては、回転トルクMMおよび洗浄圧FPの制御がONとなるが、ドリルの供給は速度制御下にある。開始状態から穿孔状態への移行は打撃力PPと供給力FFとのバランスを示す信号に基づいて行われる。

【0020】

図11aおよび図11bは正常穿孔状態の演算原理を示したブロック図であり、流れは図11aから図11bに続いている。図11aおよび図11bを連結する同一の各線はCL1、CL2、CL3およびCL4で示されている。穿孔状態では上述した閉ループ制御が実行され、すなわち削岩機の運転制御は各測定値および制御設定値 FF_{SET} 、 PP_{SET} 、 MM_{SET} および P_{SET} をもとに、供給力FFと打撃器4の打撃力PPとの関係(FF/PP)ができるだけ高く維持されるように自動的に調整される。洗浄圧設定値 FP_{SET} または洗浄流量 FS_{SET} は、固定値を有するように設定してよく、または、たとえば貫通率PSおよび打撃力PPの関数として変更してもよい。これにより洗浄必要量を、ある単位時間内での岩盤物質除去可能量と直接比例関係にある貫通率PSに比例させることができる。打撃力PPには岩盤物質の硬度に関係する。すなわちもし打撃力が比較的低い場合に貫通率PSが高ければ、洗浄量は一般に僅かに増大させればよい。これはこのような場合岩石が柔らかであること、また穿孔された孔の直径が名目値より大きくなること、したがって単位時間内での岩盤物質除去可能量もまたより大になるであろうからである。数式で示せば、

$$\text{洗浄流量} = a1 \times \text{貫通率} + b1 \times \text{打撃力}$$

となる。

【0021】

同様に、回転率RSの設定値 RS_{SET} も一定値に維持するか、またはたとえば打撃周期の関数として変更してよい。各ドリルビットについて2つの連続した打撃の間には特定の、最適な捻り角が存在する。この捻り角は岩盤の硬度によってある程度変更する。数式で示せば、

$$\text{回転率} = a2 \times \text{インパクト周期} + b2 \times \text{打撃力}$$

となる。

【0022】

機器のジャミングの危険性が検出された場合、すなわち回転トルクMMの絶対値または回転トルクの変化率MMのいずれかが設定制限値を超えている場合は、図12のブロック図に図示した穿孔のジャミング状態が適用される。ジャミング状態での目的は削岩機器を事前に設定された距離または復帰限界まで後退させて引き離すことである。同時に回転率RSの設定値 RS_{SET} および打撃力PPが最大値に設定される。機器が引き離されると、穿孔が再開される。もし機器のジャミングをモニタするカウンタに対する設定制限時間内に機器の引離しができなければ、穿孔は停止される。

【0023】

洗浄孔閉塞状態の演算原理は、図13のブロック図に図示する。洗浄孔閉塞の危険性がある場合は、ジャミング状態の場合と同様の手順を適用するが、回転率RSの設定値 RS_{SET} に代えて、洗浄圧FPの設定値または洗浄流量FSを変更する。

【0024】

本発明による方式を実施するため削岩機1には制御ユニット28を設け、これは上述した所要の諸機能を実行可能なマイクロプロセッサ、信号プロセッサ、プログラブル論理回路または類似のデータプロセッシングユニットとしてよい。制御ユニット28は測定データ、または処理を進めることによりそこから決定されるデータをもとに、フィードポンプ12を駆動するモータ12a、打撃ポンプ13を駆動するモータ13a、回転ポンプ14を駆動するモータ14aおよび洗浄ポンプ21を駆動するモータ21aを制御する制御変数FFCO、PPCO、MMCOおよびFPCOを決定する。制御ユニット28はまた、設定値および制限値、すなわち制御およびモニタすべき変数の最高値および最低値を設定するために使用される。制御ユニット28は複数のユニットとしてもよく、この場合は削岩装置1を制御する

演算を、相互間に設けられたデータ伝送バスを通じて通信可能な異なる制御ユニットに分配することができる。

【0025】

本発明による方式は短い孔と同様に長い孔の穿孔にも適用可能である。本方式は簡単な手法で適用可能であるが、これは必要なセンサ要素とその他の機器が簡単な手法で適用できるからである。閉ループ制御すること、すなわち測定に基づき穿孔を自動的に制御することにより、削岩機もまた所要の穿孔条件内で使用することが容易になり、運転者は容易で迅速に異なる削岩機の使用法を学習することができる。本方式は打撃器のインパクトにより発生し削岩機に及ぼされるストレスを容易な手法により低減し、削岩装置の正常な運転中または削岩装置の誤用により機器が損傷またはジャミングを受けたり、またビットの洗淨孔が閉塞されたりすることを防止する。

10

【0026】

上記の図面および関連する仕様は本発明の思想を説明するものにすぎない。本発明の詳細は特許請求の範囲内で変更可能である。圧力媒体は好ましくはたとえばハイドロリックオイルまたは水のような圧力流体である。しかしながら、使用する圧力媒体を圧搾空気とすることも可能であり、この場合は削岩装置の構造は一般的な空圧式削岩装置の構造と同様であるが、その演算原理および制御原理は本願に記載の方式と全く同一のものである。

【図面の簡単な説明】

【0027】

20

【図1】本発明による方式が適用される削岩装置の概略側面図である。

【図2】図1の削岩装置に関連する本発明による方式の概略側面図である。

【図3】削岩装置中の打撃器および供給器制御の目標運転範囲の設定原理の概略図である。

【図4】削岩装置の打撃器および供給器の運転を目標の運転範囲内に維持する削岩装置の制御原理を示すブロック図である。

【図5】削岩装置の回転器および洗淨器の運転をモニタする原理の概略図である。

【図6】回転器の回転トルクおよび洗淨器の洗淨圧力を制御する演算原理を示すブロック図である。

【図7】穿孔貫通率を制御する演算原理を示すブロック図である。

30

【図8】削岩装置の上位レベル制御の演算原理を示すブロック図である。

【図9】削岩装置の停止状態の演算原理を示すブロック図である。

【図10】削岩装置の開始状態の演算原理を示すブロック図である。

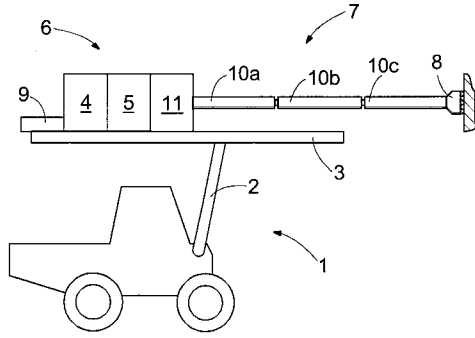
【図11a】削岩装置の正常穿孔状態の演算原理を示すブロック図である。

【図11b】削岩装置の正常穿孔状態の演算原理を示すブロック図である。

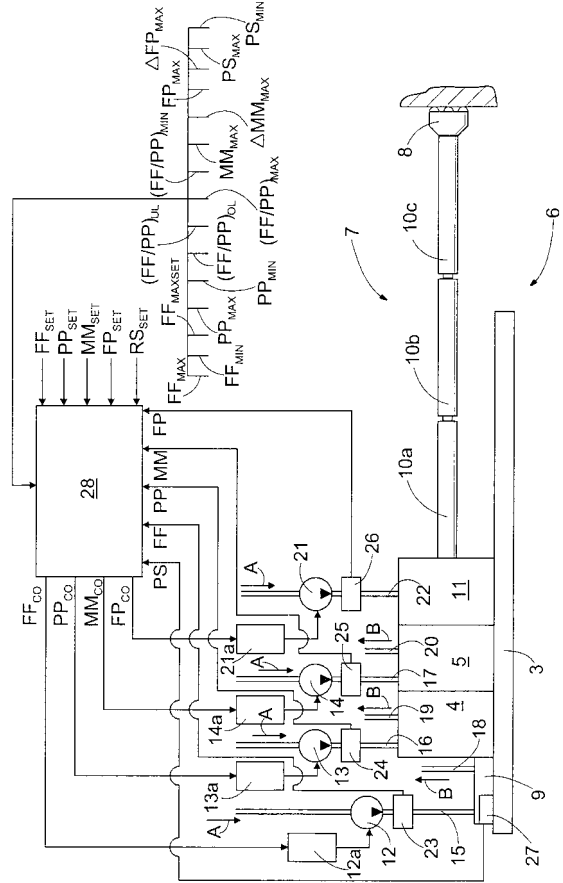
【図12】削岩装置のジャミング状態の演算原理を示すブロック図である。

【図13】削岩装置における洗淨孔の閉塞状態の演算原理を示すブロック図である。

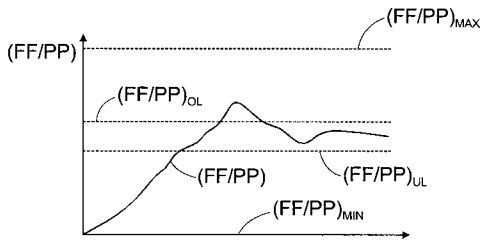
【図1】



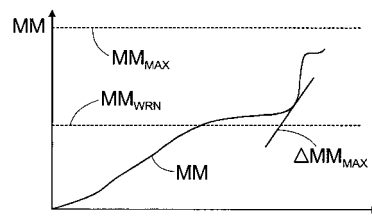
【図2】



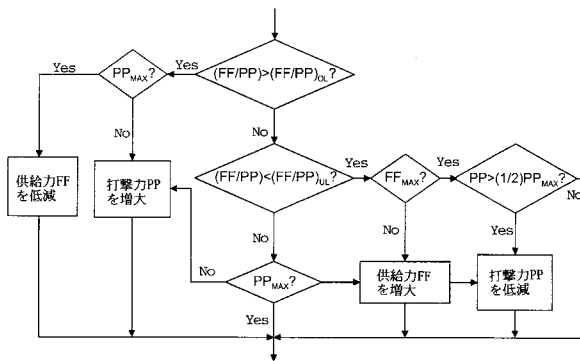
【図3】



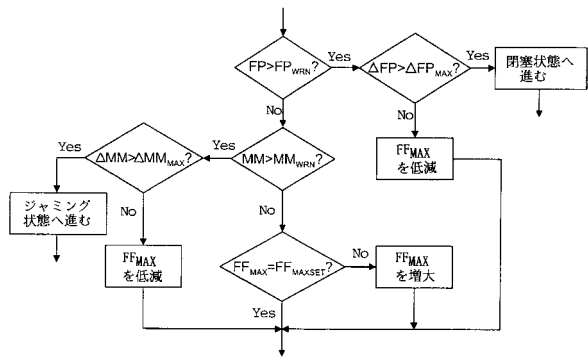
【図5】



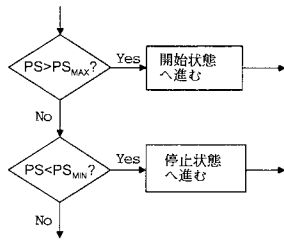
【図4】



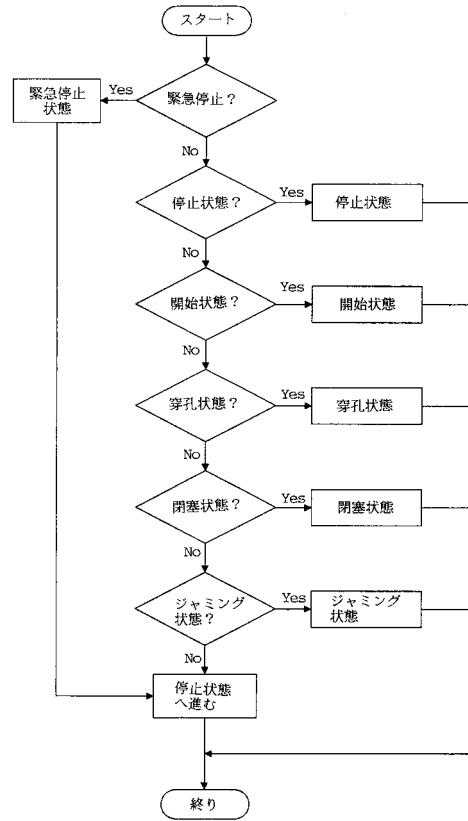
【図6】



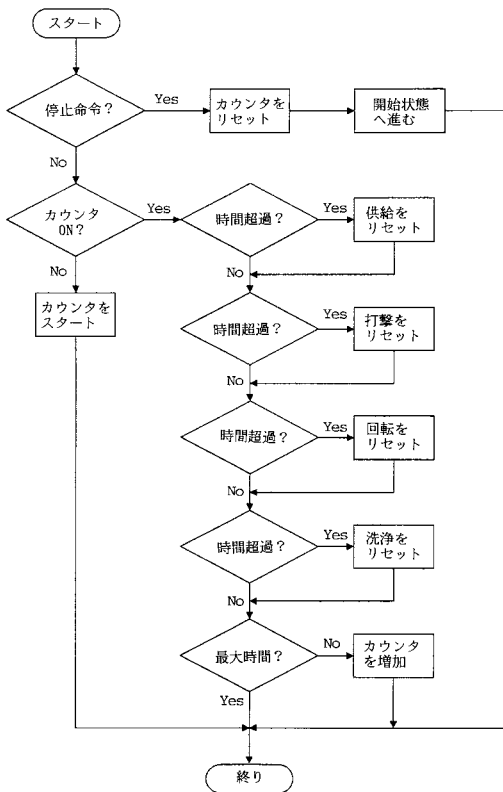
【図7】



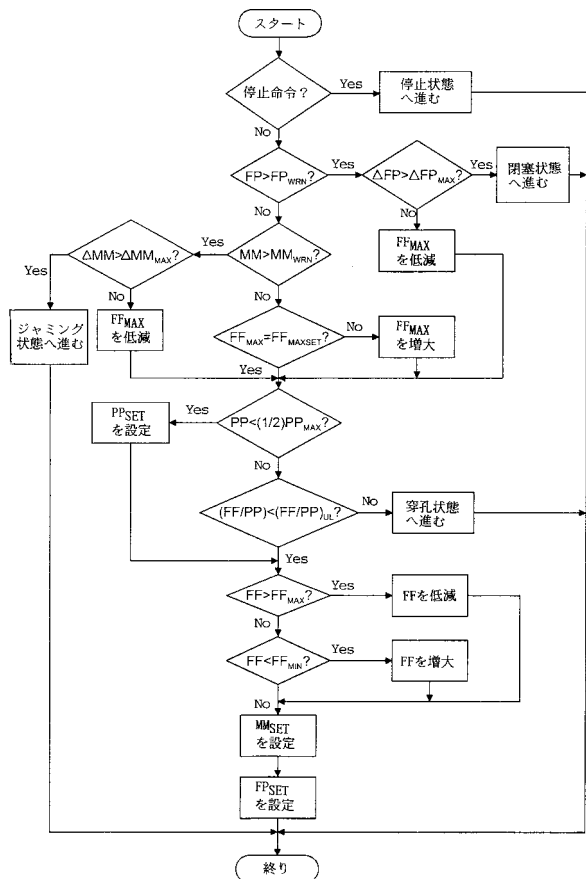
【図8】



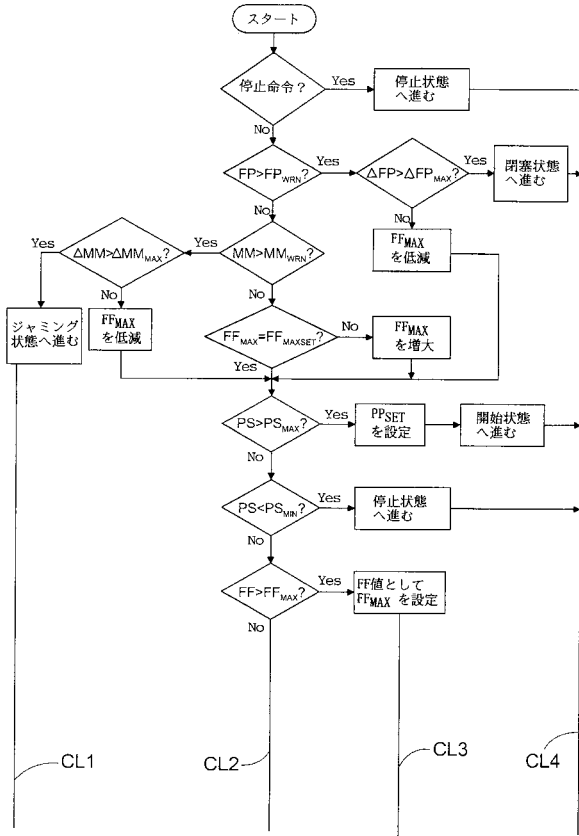
【図9】



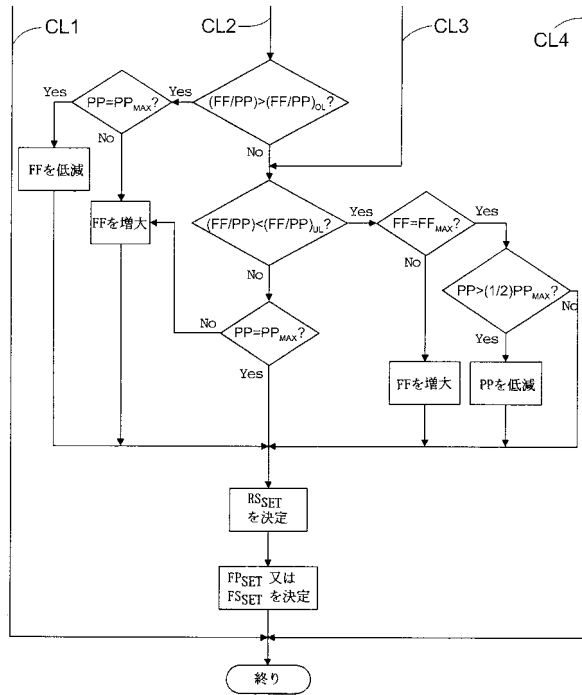
【図10】



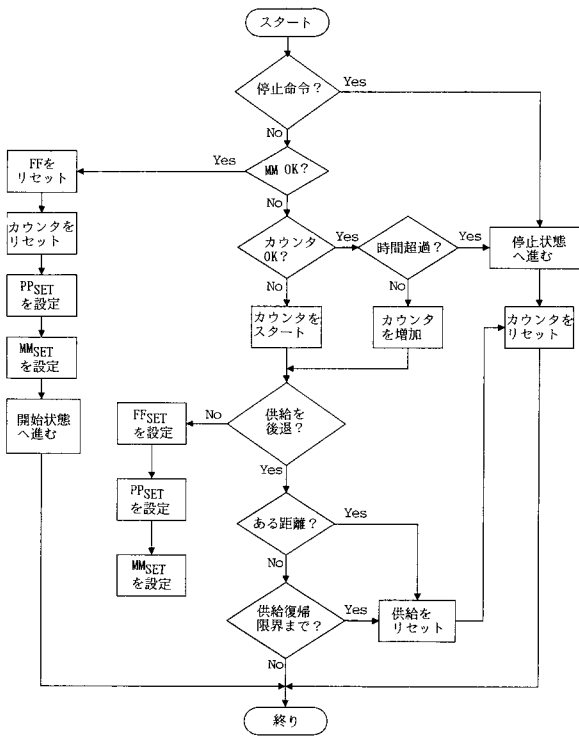
【図11a】



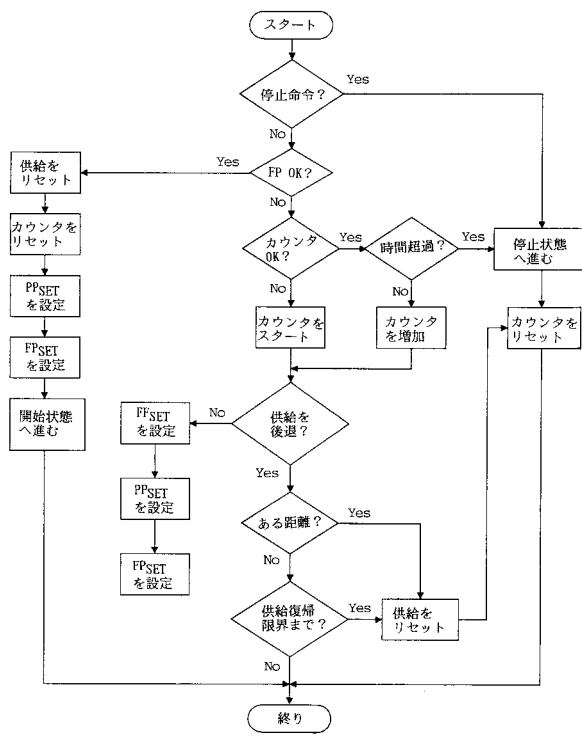
【図11b】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 ケスキニバ、 マルック
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 4 0 0 タムペレ、 イソニエメンカトゥ 2 0
- (72)発明者 コスキマキ、 アンツェィ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 3 4 0 タムペレ、 ルンコカトゥ 1 7 シー 1 8
- (72)発明者 ランタラ、 エサ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 4 1 5 0 キヨロンラハティ、 アホランティエ 4
- (72)発明者 ボイスティ、 タパニ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 1 0 0 タムペレ、 タムベッラン エスプラナディ
6 ディー 9
- (72)発明者 ペルトネン、 ベサ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 3 0 0 タムペレ、 ハランシルマンカトゥ 1 0 シー
- 6
- (72)発明者 ニエミ、 ヤアッコ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 5 8 0 タムペレ、 ピイディスタヤンカトゥ 8
- (72)発明者 ケムツパイネン、 ティモ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 2 0 0 タムペレ、 ハメエンピイスト 3 8 エー
3
- (72)発明者 ウイット、 ベサ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 7 2 0 タムペレ、 パリクヤ 4
- (72)発明者 レムメツェィ、 パウリ
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 3 3 8 2 0 タムペレ、 ナレイコンカトゥ 1 8 シー
1

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 米国特許第 3 6 7 0 8 2 6 (U S , A)
米国特許第 3 6 6 9 1 9 7 (U S , A)
米国特許第 3 6 6 6 0 2 5 (U S , A)
国際公開第 0 0 / 0 8 3 0 3 (W O , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
E21B 44/00