

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4053892号  
(P4053892)

(45) 発行日 平成20年2月27日(2008.2.27)

(24) 登録日 平成19年12月14日(2007.12.14)

(51) Int.Cl.

E 21 B 44/00 (2006.01)

F 1

E 21 B 44/00

A

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-590214 (P2002-590214)  
 (86) (22) 出願日 平成14年5月14日 (2002.5.14)  
 (65) 公表番号 特表2004-521211 (P2004-521211A)  
 (43) 公表日 平成16年7月15日 (2004.7.15)  
 (86) 國際出願番号 PCT/FI2002/000409  
 (87) 國際公開番号 WO2002/092966  
 (87) 國際公開日 平成14年11月21日 (2002.11.21)  
 審査請求日 平成17年4月15日 (2005.4.15)  
 (31) 優先権主張番号 20011021  
 (32) 優先日 平成13年5月15日 (2001.5.15)  
 (33) 優先権主張国 フィンランド(FI)

(73) 特許権者 597044472  
 サンドビク タムロック オサケ ユキチ  
 ュア  
 SANDVIK TAMROCK OY  
 フィンランド共和国 エフアイエヌー33  
 330 タムペレ、ビハティスルンカトウ  
 9  
 (74) 代理人 100079991  
 弁理士 香取 孝雄  
 (72) 発明者 サルミネン、ペッカ  
 フィンランド共和国 エフアイエヌー33  
 330 タムペレ、ピトカニエメンカト  
 ウ 11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 削岩制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

運搬機と、送りビームと、該送りビームに対して可動式のロックドリルと、削岩を制御する制御ユニットとを有する削岩機による削岩工程と、

前記制御ユニットのメモリに削岩用のデフォルトの設定を行なう工程と、

削岩中の削岩機の運転を計測し、削岩の運転パラメータを調節して望ましい制御運転を実現する工程と、

少なくとも 2 つの制御モードを前記制御ユニットに備え、各制御モードに応じて、削岩中に計測される少なくとも 1 つの制御基準と、計測結果の限度値と、少なくとも 1 つの調節可能な運転パラメータとを決定する工程とを含む削岩制御方法において、

前記制御ユニットの運転システムに、様々な制御戦略を有する少なくとも 2 つの同時に有効な制御モードを備え、

ある制御モードを他の制御モードより優先させることによって、優先された制御モードの影響が強まると同時に前記他の制御モードの影響が弱まり、

調節すべき運転パラメータの制御値を前記計測結果に基づいて前記制御ユニットで計算し、これによって、前記優先された制御モードの制御戦略にウェートをおいて自動的に削岩工程を制御することを特徴とする削岩制御方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、

前記制御ユニットにユーザインターフェースを備え、

10

20

該ユーザインターフェースに平面幾何学的な多角形状の運転領域を備え、該運転領域で制御カーソルを動かすことによって制御上の運転ポイントを選択し、該運転領域の各角に1つの制御モードを配置し、前記運転ポイントとそれぞれの角との距離に応じて各制御モードにかける重み係数を計算することを特徴とする方法。

#### 【請求項3】

運搬機と、送りビームと、該送りビームに対して可動式のロックドリルと、削岩制御用のユーザインターフェースを備えた制御ユニットと、少なくとも1つの削岩運転計測用のセンサとを有する削岩機制御システムであって、

運転システムに少なくとも2つの所定の制御モードを備え、

10

各制御モードは、削岩中に計測される少なくとも1つの制御基準と、計測結果の限度値と、少なくとも1つの調節可能な運転パラメータとを決定する削岩機制御システムにおいて、

前記運転システムに、様々な制御戦略を有する少なくとも2つの同時に有効な制御モードを備え、

ある制御モードを他の制御モードより優先させることによって、優先された制御モードの影響が強まると同時に前記他の制御モードの影響が弱まるようにすることが可能である、

前記制御ユニットは、制御モードに応じて決定される運転パラメータを前記計測結果に基づいて自動的に調節し、前記他の制御モードより前記優先された制御モードによる削岩結果にウエートをおくことを特徴とする削岩機制御システム。

20

#### 【請求項4】

請求項3に記載の制御システムにおいて、

前記制御ユニットはユーザインターフェースを含み、

該制御ユニットのユーザインターフェースは、平面幾何学的な多角形状の運転領域を含み、

該多角形の各角に1つの制御モードが配置され、

前記ユーザインターフェースは制御カーソルを含み、該カーソルの運転領域における位置は、現在選択されている制御上の運転ポイントを表し、

前記制御ユニットは、各制御モードにかける重みを、前記運転ポイントから多角形の各角までの距離に応じて計算することを特徴とする制御システム。

30

#### 【請求項5】

請求項4に記載の制御システムにおいて、運転システムは三角形の運転領域を有することを特徴とする制御システム。

#### 【請求項6】

請求項5に記載の制御システムにおいて、

前記三角形の運転領域の第1の角は、削岩の貫通速度を最適化する制御モードを備え、

前記三角形の第2の角は、掘削すべき穴の直線性を最適化する制御モードを備え、

前記三角形の第3の角は、削岩機の稼動寿命を最適化する制御モードを備えることを特徴とする制御システム。

40

#### 【請求項7】

請求項3ないし6のいずれかに記載の制御システムにおいて、前記制御ユニットはグラフィカルユーザインターフェースを有することを特徴とする制御システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【詳細な説明】

#### 【0001】

本発明は削岩制御方法に関するものである。本方法は、運搬機と、送りビームと、送りビームに対して可動式のロックドリルと、削岩工程を制御する制御ユニットとを有する削岩機による、削岩工程を含む。また本方法は、制御ユニットのメモリに削岩用のデフォルトの設定を行なう工程と、削岩中の削岩機の運転を計測する工程と、削岩の運転パラメー

50

タを調節して望ましい制御運転を実現する工程とを含む。

#### 【0002】

また本発明は、削岩機制御システムに関するものである。削岩機は、運搬機と、送りビームと、送りビームに対して可動式のロックドリルと、削岩制御用のユーザインターフェースを備えた制御ユニットと、少なくとも1つの削岩運転計測用のセンサとを有する。

#### 【0003】

削岩工程には、運搬機と、送りビームと、送りビームに対して可動式のロックドリルとを有する削岩機が利用される。このロックドリルは、ドリルに接続された工具に打撃を加える打撃装置と、工具を回転させる回転装置とを含む。またこのロックドリルは、フラッシング剤を削孔に案内し、削岩による切りくずを削穴から取り除く手段を含む。削岩の運転パラメータには、打撃圧、送り圧、回転圧媒体の流れ方向およびフラッシング圧が含まれ、これらを調節して削岩機の運転を望み通りに制御する。広く使用されている制御装置では、ドリルビットの貫通速度を最大とする目的としている。この制御装置は、ドリルビットの貫通速度を計測する工程と、個々の運転パラメータを経験的に調節して可能な限り高い貫通速度を達成する工程とを含む。一般に使用されている他の制御装置は、ドリルから岩へのエネルギー伝達を最適化することを目的としている。かかる制御装置は、ドリルビットの回転力および/または回転トルクを計測する工程と、これらの変数を個々の運転パラメータを調節することによって所定の限度値以内に保つ工程とを含む。10

#### 【0004】

従来技術による方法の1つの欠点は、個々の運転パラメータをオペレータが調節している時に、削岩状態全体および削岩コスト全体に対する調節手段の効果を、オペレータが知覚できないことである。したがって、個々の絶対値を調節することによって削岩工程を最適化することは、非常に困難である。1個の削岩パラメータを調節すると、ある目的制御基準については肯定的な効果を及ぼし、これは削岩工程の成功を表すが、それは同時に他の目的制御基準については否定的な効果を及ぼす可能性がある。例えば打撃力を増大させれば削岩が促進され、したがって削岩コストが減少するが、同時に、削岩機の稼動寿命が短縮されてしまい、結局、削岩コストが相当に増大してしまう。総じて、現行のシステムでは、好適な調節および削岩状態の制御を行なう上で、オペレータの経験と熟練とに大きく依存している。20

#### 【0005】

本発明は、新規で改善された削岩制御装置を提供することを目的とする。

#### 【0006】

本発明による方法は、様々な制御戦略を有する少なくとも2つの制御モードを制御ユニットに備え、各制御モードに応じて、削岩中に計測される少なくとも1つの制御基準と、計測結果の限度値と、少なくとも1つの調節可能な運転パラメータとを決定し、ある制御モードを他の制御モードより優先させ、調節すべき運転パラメータの制御値を計測結果に基づいて制御ユニットで計算し、これによって、優先された制御モードの制御戦略にウエートをおいて自動的に削岩工程を制御することを特徴とする。

#### 【0007】

さらに本発明による制御システムは、制御ユニットのユーザインターフェースに少なくとも2つの所定の制御モードを備え、各制御モードは固有の制御戦略を有し、削岩中に計測される少なくとも1つの制御基準と、計測結果の限度値と、少なくとも1つの調節可能な運転パラメータとを決定し、ある制御モードを他の制御モードより優先させることができあり、制御ユニットは、制御モードに応じて決定される運転パラメータを計測結果に基づいて自動的に調節し、他の制御モードより優先された制御モードによる削岩結果にウエートをおくことを特徴とする。40

#### 【0008】

本発明の本質的な思想によれば、削岩工程を最適化するために必要な、様々なウエートを有する複数の制御モードを、削岩機の制御ユニットにおいて決定する。各制御モードの制御戦略によれば、1つ以上の臨界的な制御基準を計測し、個々の運転パラメータを、そ50

の制御モードに応じて決定される方法で自動的に調節し、これによってその制御モードにとって望ましい状態を実現する。実際には、制御システムが、計測結果の許容限度値の決定に使用する係数を、制御モードを用いて形成し、個々の運転パラメータを調節する。制御上も必要となる削岩機のデフォルトの設定は、予め制御ユニットに保存し、運転パラメータを調節する上で計算に入れる。

#### 【0009】

計測の対象となる、ある制御モードに応じて決定される制御基準は、削岩工程の1つ以上の運転パラメータを調節した効果を表し、この効果はセンサによって直接計測するか、あるいは、削岩機の制御ユニットにおいて、センサから得られる計測データから計算する。

10

#### 【0010】

本発明には、削岩機のオペレータが行なう削岩工程の制御が制御モードのおかげで容易になるという利点がある。こうした制御モードは、個々の制御動作が削岩状態全体に対してどのように影響を及ぼすかということを明確に記述している。オペレータは、オペレータ自身が最重要視する目的制御基準を最適化する制御モードを選択可能である。さらに、削岩状態または制御対象が変化した場合、オペレータは1つの制御モードから他の制御モードへ、削岩中であっても簡単に切り替えを行なうことが可能である。

#### 【0011】

本発明の実施例の本質的な思想によれば、制御ユニットはユーザインターフェースを含み、このインターフェースにおいて制御モードは平面幾何学的な多角形の角として配置されている。その多角形が有する領域は、したがって、オペレータが調節中に制御カーソル等を動かすことができる、調節可能な運転領域を決定している。運転領域における制御カーソルの位置は、選択した運転ポイントを示す。運転ポイントが多角形のある1つの角、すなわち1つの制御モードに近づくほど、その制御モードの重要性が増すこととなる。運転領域が幾何学的な形状をしているために、ある角の近くへ制御カーソルを移動させると、運転ポイントは他の角、すなわち他の角に配置されている制御モードから離れることとなる。この実施例の利点は、オペレータがオペレータ自身の重視するある制御モードに簡単な方法でウエートを与えることができるることである。このユーザインターフェースは、1つの制御モードを優先することによって、削岩工程の他の目的制御基準にいかなる影響が及ぶかということも、明確に示すこととなる。さらに、1つの制御モードを優先すると他の制御モードの重要性が自動的に減少するため、オペレータは、互いに競合し削岩機の運転に問題を生じる非合理的な制御コマンドを、制御システムに与えることがない。実際には、制御ユニットは制御カーソルの位置を使用して各制御モード用の重み係数を計算し、これら重み係数に基づいて個々の運転パラメータの値を計算する。

20

#### 【0012】

以下、添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。

#### 【0013】

明確のため、各添付図面は本発明を簡便化した形態で示している。同様の参照符号は同様の部位を示す。

30

#### 【0014】

図1に示す削岩機は、運搬機1と、運搬機に搭載された電源ユニット2と、制御室3と、運搬機に対して可動式でありこの実施例では3本設けられている削岩棒4とを含む。各削岩棒4の自由端には送りビーム5が備えられ、送りビームにはロックドリル6が可動式に配設されている。ロックドリル6と、送りビーム5と、削岩棒4とにより、削岩ユニット7というユニットを形成している。明確化のため、図1には、ドリルロッド8およびドリルビット9の移動用の装置など、削岩に必要な補助的な装置は一切示していない。削岩機はさらに、運搬機1に配置された制御ユニット10を含み、これは好ましくは制御室内で削岩機の制御装置に接続されている。制御ユニット10は計測データを受信し、計測データは例えば打撃圧、送り圧、送り方向、送り速度、回転速度、回転圧、回転圧媒体の流れ方向、フランシング剤の流れ方向、音圧の強さ、および削岩ユニット7内に配置されたセン

40

50

サ11からライン11aに沿って伝達される振動などである。制御ユニットは制御ライン21を介して削岩ユニット7に制御コマンドを転送し、削岩ユニット7を制御する。

#### 【0015】

図2は削岩機の制御ユニット10を示す。制御ユニット10は、制御ユニットのメモリヘデータ入力を行なうためのキーパッド12を含む。例えば、ドリル、ドリルロッド、ドリルビット等に関するデータなど、削岩機のデフォルトの設定は、キーパッドを介して制御ユニットへ供給可能である。あるいは、デフォルトの設定は、適当な読み取り装置13によって例えばメモリディスクから読み出し可能であり、または削岩機の外部のユニットから有線もしくは無線データ通信方式で転送可能である。図2に示す制御ユニットは、4つの制御モードM1～M4を含み、所望の制御モードを選択スイッチ14によって選択可能である。この実施例ではオペレータは同時に1つの制御モードのみを選択し、その制御モードの制御戦略が制御ユニットによって採用されて削岩工程を制御する。10

#### 【0016】

図2に示す制御モードM1～M4は、例えば次の制御戦略によって決定してよい。

#### 【0017】

M1=削岩効率モード。このモードでは削岩工具が岩を貫通する速度を計測する。削岩効率モードM1は、貫通速度が最高となるよう運転パラメータを調節する工程を含む。したがって、目的制御基準は最高貫通速度である。あるいは、削岩工程を実質的に一定の貫通速度で進めることを、削岩効率モードにおける目的制御基準としてもよい。制御ユニットは、例えば、送り力、打撃力および回転トルクを変化させることによって、貫通速度を調節する。20

#### 【0018】

M2=品質モード。このモードでは例えば、削岩工具に作用する回転トルクを計測する。品質モードM2は、回転トルクが所定の限度内に保たれるよう、運転パラメータを調節する工程を含む。また、送り力を計測し、送りを調節して削岩中の送り過剰を回避することも可能である。なぜなら、送り過剰が生じると、通常、掘削すべき穴が真っ直ぐにならないからである。穴の十分な直線性は、品質モードにおける目的制御基準の1つとしてよく、これは打撃力を低くすることによって得られるものである。削岩の品質を示す1つの性質は、削岩部材間を接合するネジ付きの接続部品を取り外す際の容易さとしてよい。これら接続部品は、削岩中の送り過剰が回避されると、より容易に取り外しやすくなる。30

#### 【0019】

M3=コストモード。このモードでは例えば、削岩機で生じる振動を計測する。コストモードM3は、振動が最小限となるよう、運転パラメータを調節する工程を含む。コストモードは振動の許容限度値を決定する。振動を減少させれば、削岩機の稼動寿命が延びるため、交換部品のコストと、修理によって生じてしまう遊び時間とを最小限にできる。このモードにおける目的制御基準は、削岩機の稼動寿命である。振動を最小限に抑えるため、送り不足および送り過剰の両方を回避し、削岩中に高い打撃力および回転トルクを与えないようにすることを目的とする。

#### 【0020】

M4=最適化モード。本モードでの制御は運転パラメータを一度に1つずつ自動的に調節する。本モードは、調節中の運転パラメータによる計測値の変化を計測する工程を含む。計測値は所定の限度値を有する。1個の運転パラメータを調節することによって、ある計測値に所定の許容領域を充足させると、その調節値はロックされる。そして新しい運転パラメータが選択され、これを調節することによって、上記計測値に所定の許容領域を充足させる。本モードの調節は、このように、連続的なサイクルとして継続される。40

#### 【0021】

目的の制御基準を達成するには、一定の計測可能な制御基準を達成しなければならない。。

#### 【0022】

図3は他の制御ユニット10を示す。制御ユニット10はキーパッド12および読み取り装置13を含

み、これらによって制御ユニットにデフォルトのデータを供給する。制御ユニットはさらに、スクリーン15およびグラフィカルユーザインターフェースを含む。スクリーン15は多角形の運転領域16を表示し、これは、制御カーソル17を矢印キー18によって動かすことが可能な領域である。あるいは、マウス、ポインティングポールまたはタッチスクリーンなどの他の誘導装置によってカーソルを動かしてもよい。運転領域16における制御カーソル17の位置は、制御システムの現在の運転ポイントを決定する。この実施例では、運転領域16は三角形であり、三角形の各角20がそれぞれ1つの制御モードを表す。この三角形は3つの制御モードM1、M2およびM3を有する。制御カーソル17を動かすことによって、オペレータは、1つの制御モードに対して、他の2つの制御モードより重みをかけることができる。制御カーソル17が三角形の中央19に位置する場合、各角20までの距離は等しく、各制御モードは、したがって、等しく重み付けされる。制御カーソル17が1つの角20に向かって移動すると、その角までの距離は縮まる反面、三角形の他の2つの角までの距離は伸びることとなる。制御システムは、カーソル17から三角形のそれぞれの角20までの距離に応じて、制御モードM1、M2およびM3にかける重みを計算する。

#### 【0023】

本制御システムによって使用される重み係数は、次のように決定可能である。

- ・カーソルからの最大距離Rを、式  $R = \sqrt{((X1-X0)^2 + (Y1-Y0)^2)}$  によって計算する。
- ・ある角までの直線距離を最大距離Rから減じることにより、重み係数C0、C1、C2を以下のように計算する。

$$C0 = R - \sqrt{((XX-X0)^2 + (YY-Y0)^2)}$$

20

$$C1 = R - \sqrt{((XX-X1)^2 + (YY-Y1)^2)}$$

$$C2 = R - \sqrt{((XX-X2)^2 + (YY-Y2)^2)}$$

そして次に、

- ・計測データの限度値を計算し、重み係数C0、C1、C2によって個々の運転パラメータの制御値を計算する。

#### 【0024】

さらに、グラフィカルユーザインターフェースによって、オペレータは、制御ユニット10のメモリから得られた運転領域16のそれぞれの角20に対応する所望の制御モードM1～M3を選択可能である。また制御ユニットは様々な運転領域16を保存可能であり、それらのうちからオペレータは1つの運転領域を選択可能である。

30

#### 【0025】

図4はさらに他の制御ユニット10を示す。この制御ユニットでは、4つの制御モードM1、M2、M3およびM4が四角形として配置されている。この実施例では、制御カーソル17はジョイスティック等の機械的な誘導装置であり、四角形の運転領域16内における案内装置の位置によって、制御システムの運転ポイントが決定される。図3に示す装置と同様に、この制御システムも、カーソルと個々の制御モードとの距離を利用して、各制御モードについて、運転ポイントに対応する重み係数を計算し、その後、それらの係数によって、削岩用の運転パラメータを計算する。

#### 【0026】

運転領域16は、例えば、使用する制御モードの数に応じて、他の形状としてもよい。最も簡単な形状としては、運転領域を線分としてよく、2つの制御モードがその線分の両端点に配置される。制御カーソルを線分の一端に向かって動かすと、同時に、他端までの距離は長くなるため、他端に位置する制御モードの重みは減少する。

40

#### 【0027】

さらに付け加えるなら、制御モードにおいて言及した、計測される制御基準は、上述したものに加えて、例えば、削岩の騒音、シャンクの動作状態、削岩機の温度、またはドリルロッドの歪みとしてよい。

#### 【0028】

加圧媒体によってロックドリルおよび／または送り手段が運転される場合、その圧力と、装置に作用する加圧媒体の流れ方向とが計測される。これに対応して、運転パラメータ

50

は、打撃圧と、送り圧と、送り方向と、回転圧と、回転方向と、フラッシング剤の圧力および流れ方向とを含む。一方、削岩機が電動式である場合は、電圧および電流などの電気的な値をセンサが計測する。これに対応して、削岩機が電動式である場合は、運転パラメータも電気的な制御変数となる。

**【0029】**

添付図面およびそれらに関する記載は本発明の思想を述べたものにすぎない。本発明の詳細は特許請求の範囲において改変可能である。したがって、本発明はあらゆるタイプの削岩に適用可能である。

**【図面の簡単な説明】**

**【0030】**

10

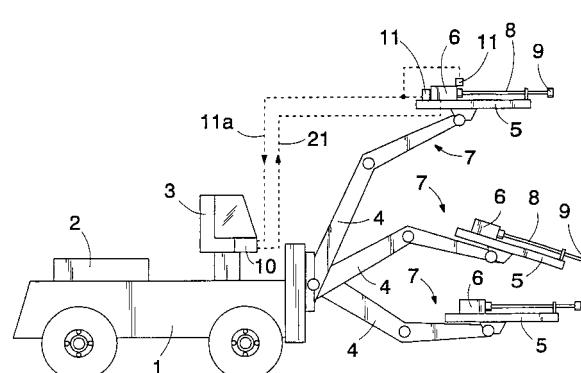
**【図1】** 削岩機の概略側面図である。

**【図2】** 本発明による制御ユニットおよびそのユーザインターフェースの概略図である。

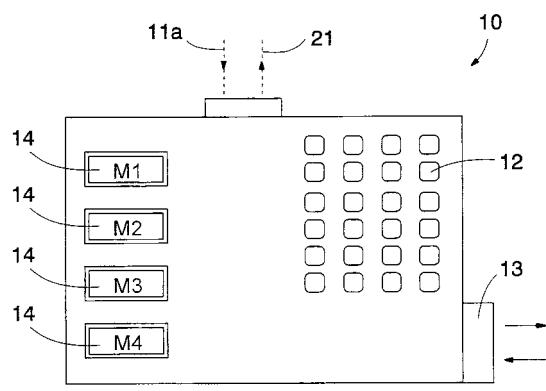
**【図3】** 本発明による他の制御ユニットおよびそのユーザインターフェースの概略図である。

**【図4】** 本発明による第3の制御ユニットおよびそのユーザインターフェースの概略図である。

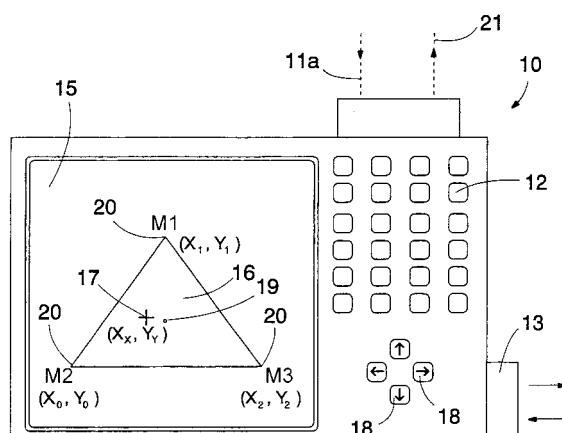
**【図1】**



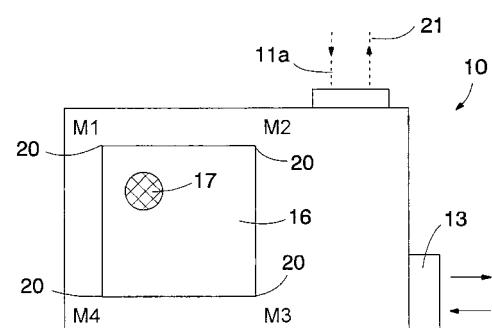
**【図2】**



**【図3】**



**【図4】**



---

フロントページの続き

(72)発明者 サハ、ヘイッキ  
フィンランド共和国 エフアイエヌ - 33340 タムペレ、カルヤコンティエ 4 シー

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特表平09-509459(JP,A)  
特開平10-147958(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
E21B 44/00