

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5201044号
(P5201044)

(45) 発行日 平成25年6月5日 (2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日 (2013.2.22)

(51) Int.Cl.

B23H 7/02 (2006.01)

F1

B23H 7/02

S

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-72212 (P2009-72212)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成21年3月24日 (2009.3.24)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-221354 (P2010-221354A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成22年10月7日 (2010.10.7)	(74) 代理人	100113077
審査請求日	平成22年10月7日 (2010.10.7)		弁理士 高橋 省吾
		(74) 代理人	100112210
			弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	大畑 珠代
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤ電極と被加工物間に電圧を印加して、放電パルスが発生させ、前記ワイヤ電極と被加工物を相対移動させつつ、放電によって被加工物を加工するワイヤ放電加工装置において、

前記ワイヤ電極と前記被加工物間に発生した放電パルスを検出する放電パルス検出装置と、

検出した前記放電パルスが短絡パルスか否かを判別する短絡パルス判別装置と、

所定時間内に発生した連続短絡パルス発生回数を計数する計数装置と、

基準となる連続短絡パルス発生回数を記憶する記憶装置と、

計数した連続短絡パルス発生回数と基準となる連続短絡パルス発生回数とを比較する比較装置と、

上記基準となる連続短絡パルス発生回数と計測された連続短絡パルス発生回数に基づいて、加工送り速度を変更する加工送り速度制御装置、または、放電休止時間を変更する放電休止時間制御装置、と、

を有することを特徴とするワイヤ放電加工装置。

【請求項 2】

所定時間内に発生した短絡パルス数を計数する計数装置を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤ放電加工装置。

【請求項 3】

前記記憶装置に記憶される基準となる値はワイヤ電極のワイヤ径や材質、テーパ角度、被加工物の板厚や材質によって決定されることを特徴とする請求項1に記載のワイヤ放電加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はワイヤ放電加工装置の高精度化に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ワイヤ放電加工装置では、被加工物の板厚が40mm以上のように厚い場合、被加工物の加工面が凹形状または凸形状となる太鼓形状が形成され、ワイヤ走行方向の形状を示す真直精度の悪化を招いていた。これは、加工中にワイヤに働く放電反力と静電引力の不釣り合いによるワイヤ放電加工特有の加工現象と考えられるが、このために、たとえばプレス金型加工（金型を組み合わせて金属板を打ち抜く加工などを行っている）においては、金型の精度が悪くなることによって、精度よく金属板を打ち抜けないなどの問題があった。

10

【0003】

特許文献1では、所定時間毎にワイヤ電極と被加工物との間に生じる放電パルス数と基準と定める放電パルス数との比率を求め、その比率に応じて、放電休止時間、冷却液の量、所定時間内の送り量を制御することで加工精度が向上するとしている。その装置構成は、所定時間毎にワイヤ電極と被加工物間で生じた放電パルス数を計数するパルス数計数装置と、基準放電パルス数記憶装置と比率判断装置と放電休止時間制御装置と液量制御装置と送りパルス演算装置からなる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-130656号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1では、所定時間毎にワイヤ電極と被加工物との間に生じる放電パルス数を計数し、基準放電パルス数との比率に応じて、休止時間、冷却液の液量、加工速度を制御することで加工精度が向上するとしている。しかし、実際には、放電パルス数とワイヤ走行方向の加工精度を示す真直精度とは相関がないことを本願において始めて見出した。すなわち、放電パルス数に応じて送り量を制御しても真直精度は向上しないことが判明した。

30

【0006】

本発明では、放電パルス数の中でも、被加工物の加工面の形状である太鼓形状に特に関係が深いと考えられる、連続して発生する短絡パルス連続個数の束としての連続短絡パルスの発生状況に応じて、加工送り速度を制御し真直精度を向上させることを目的としている。

40

なお、本発明では、放電加工にて慣用される一般的な判断基準に基づいて発生させた放電パルスが短絡状態で発生したか否かを判定する。判定基準としては、例えば無負荷時間が一定以下であることをもって判定するが、その他の基準、例えば放電中の電圧が一定レベル以下であるとか、放電発生前に印加したチェックパルスの電圧が一定レベル以下である、もしくは流出する電流が一定レベル以上であるとか、放電発生前の休止時間中のインピーダンスが一定値以下であるとか、をもって判定してもよい。

【0007】

本発明では、短絡パルス連続個数とは、短絡パルスが連続して発生した場合において何回連続して発生したかを示す数を言い、連続短絡パルス発生回数とは、連続して発生する短絡パルスをひとつの束として数え、その束の数を言う。（図1参照）。

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係るワイヤ放電加工装置は、ワイヤ電極と被加工物間に発生した放電パルスを検出する放電パルス検出装置と、検出した放電パルスが短絡パルスか否かを判別する判別装置と、所定時間内に発生した連続短絡パルス発生回数を計数する計数装置と、基準となる連続短絡パルス発生回数を記憶する記憶装置と、計数した連続短絡パルス発生回数と基準となる連続短絡パルス発生回数を比較する比較装置を備え、基準となる連続短絡パルス発生回数と計測された連続短絡パルス発生回数との偏差が小さくなるように加工送り速度を変更する手段を有することを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0009】

この発明によれば、所定時間内に発生する連続短絡パルス発生回数に応じて、加工送り速度が変更されるので、被加工物の加工面に形成される太鼓形状が改善され真直精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】短絡パルス連続個数と連続短絡パルス発生回数の概念を示す図である。

【図2】実施の形態1に示すワイヤ放電加工装置の構成を説明する図である。

【図3】連続短絡パルス発生回数と加工送り速度との関係を示す図である。

【図4】連続短絡パルス発生回数と被加工物の加工面の形状との関係の一例を示す図である。

20

【図5】実施の形態2に示すワイヤ放電加工装置の構成を説明する図である。

【図6】実施の形態3に示すワイヤ放電加工装置の構成を説明する図である。

【図7】実施の形態4に示すワイヤ放電加工装置の構成を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態1.

図2は、この発明の実施の形態1によるワイヤ放電加工装置を示す構成図である。図2において、ワイヤ放電加工装置は、ワイヤ電極と被加工物間に放電パルスを供給する放電パルス発生装置1、ワイヤ電極2、放電パルスを検出する放電パルス検出装置4、放電パルスが短絡パルスか否かを判別する短絡パルス判別装置5、所定時間内に発生した連続短絡パルスの発生回数を計数する計数装置6、基準となる連続短絡パルス発生回数を記憶する記憶装置7、計数された連続短絡パルス発生回数と基準となる連続短絡パルス発生回数とを比較する比較装置8、加工送り速度を変更させる加工送り速度制御装置9から構成されており、上記ワイヤ放電加工装置により、被加工物3が所望の形状に加工される。

30

【0012】

本発明において、ワイヤ電極と被加工物との間のパルスは放電パルス検出装置4で信号として検出され、放電パルス検出装置4から出力された当該信号は、短絡パルス判別装置5に入力され、短絡パルスか否かが判別される。この短絡パルス判別装置5から出力された短絡パルス信号は計数装置6に入り、所定時間内に発生した連続短絡パルスの発生回数が計数される。計数装置6で計数された信号は、比較装置8に入る。比較装置8では、基準となる連続短絡パルス発生回数が記憶されている記憶装置7からも信号が入力され、これら2つの信号がこの比較装置8で比較される。比較装置8から出力された加工送り速度を制御する信号は加工送り速度制御装置9に入り、加工送り速度を比較装置8から得られた偏差を小さくするように制御する。

40

【0013】

次に、本発明の原理について図3を用いて説明する。図3は、連続短絡パルス発生回数と加工送り速度との関係を示す図である。図中の曲線は、例えば、被加工物の板厚が一定とした場合において、太鼓形状が発生しない場合の連続短絡パルス発生回数と加工送り速度との関係を示すものである。図中、横軸の連続短絡パルス発生回数 N_r は、基準となる連

50

続短絡パルス数であり、被加工物の板厚や材質、ワイヤ電極のテーパ角度、ワイヤ径、材質などによって決定される。なお、この曲線の傾きは、連続短絡パルス発生回数に応じた加工送り速度や、被加工物板厚、加工条件によっても異なる。

【0014】

被加工物の板厚が40mm以上のように厚い場合、加工中にワイヤに働く放電反力と静電引力の不釣り合いによるワイヤのたわみが生じやすいため、被加工物の加工面の形状が、図3の上部に示すような凹形状または凸形状となる。すなわち、加工送り速度がある一定値である場合において考えると、連続短絡パルス発生回数が、 N_r より小さい場合で×印の条件下では、凹形状が生じ、逆に、 N_r より大きい場合で×印の条件下では、凸形状が生じる。このような凹形状または凸形状となる太鼓形状は、ワイヤ走行方向の形状精度を示すバロメータであり、太鼓形状が形成されるということは、被加工物の真直精度がよくないことを示している。

10

【0015】

そこで、上記太鼓形状が生じないようにするため、ある加工速度下において、連続短絡パルス発生回数をモニタしつつ加工送り速度の制御を行なう。すなわち、連続短絡パルス発生回数が基準の N_r より増加した場合には、当該発生回数が図中の N_r より大きい側にある×印の場合と想定されるため、図中の曲線に合うように、加工送り速度を遅くし、逆に、連続短絡パルス発生回数が減少すると、同様に図中の N_r より小さい側にある×印の場合と想定されるため、図中の曲線に合うように、加工送り速度を速くする。このようにして、被加工物の加工面に太鼓形状が形成されない連続短絡パルス発生回数になるように加工送り速度を制御する。

20

【0016】

図4は加工量一定で加工送り速度を変化させて行った実験の結果の一例を示したものである。

この図において、中段に示す図は、被加工物の加工面の加工状況を示す実測データであり、横軸は、加工面の凹凸形状について、その凹凸の大きさを任意スケールで示したものであり、縦軸は、ワイヤ走行方向のワイヤの長さを任意スケールで表したものである。また、下段の横軸は、最も高精度の真直加工が実現できた場合をNとして、1秒当りの連続短絡パルス発生回数を任意スケールで示したものである。

30

【0017】

連続短絡パルス発生回数が所定の発生回数より多くなると、被加工物の加工面が凸形状になっており、反対に連続短絡パルス発生回数が所定の発生回数より少なくなると、被加工物の加工面が凹形状となっていることがわかる。

加工送り速度が、基準となる連続短絡パルス発生回数Nとなる加工送り速度よりも速くなると短絡パルスが増加し、被加工物の加工面の形状は凸形状となり、基準となる連続短絡パルス発生回数Nとなる加工送り速度よりも遅くなると短絡パルスが減少し、被加工物の加工面の形状が凹形状になるため、被加工物の真直精度が悪化する。

【0018】

また、前段加工時（ここで前段加工とは、通常加工は複数ステップに分けて実施されるが、初回の加工ステップを除いて、その各々の加工ステップの1つ手前の加工ステップにおける加工のことを意味する）に加工の取り残しがあり、加工量が増えるなどの外乱が生じた場合、加工量が増加すると短絡パルスも加工量の増加に伴い発生しやすくなるため、真直精度に影響を与えることが判った。したがって、連続短絡パルス発生回数に応じた加工送り速度に設定することで被加工物の高精度の真直加工が実現できると考えられる。

40

【0019】

次に本発明の動作を、図2にしたがって説明する。放電パルス発生装置1でワイヤ電極2と被加工物3間で放電パルスを発生させる。ワイヤ電極2と被加工物3間で発生した放電パルスは、放電パルス検出装置4で検出され、検出された放電パルスは短絡パルス判別装置5で短絡パルスか否かが判別される。判別された短絡パルスの中から、連続短絡パルス発生回数が計数装置6にて計数される。計数された連続短絡パルス発生回数は、記憶装

50

置 7 に記憶されている基準となる連続短絡パルス発生回数と、比較装置 8 にて比較される。比較結果から基準となる連続短絡パルス発生回数と計数された連続短絡パルスの発生回数との偏差を小さくするように、加工送り制御装置 9 によって加工送り速度を変更する。なお、基準となる連続短絡パルス発生回数は、被加工物の板厚から決定される。

【0020】

短絡パルス以外のパルスが発生すると、そこで短絡パルス連続個数はリセットされる。ただし、連続の個数は 2 個以上に限るものではなく、3 個以上、4 個以上としてもよい。

【0021】

凹形状となる場合、短絡パルスの発生が減少し、所定時間内の連続短絡パルス発生回数も少なくなり、基準となる連続短絡パルス発生回数よりも 2 割ほど減少する。逆に凸形状となる場合、短絡パルスの発生が増加し、所定時間内の連続短絡パルス発生回数も多くなり、基準となる連続短絡パルス発生回数よりも 2 割ほど増加する。

10

【0022】

以上において、計数する所定時間は、1 sec ごとでもよいし、1 msec などの短い時間ごとに移動平均をとるなど平均化処理をしてもよい。

【0023】

また、基準となる連続短絡パルス発生回数は、ワイヤ電極のワイヤ径やテーパ角度、被加工物の板厚、材質によって異なる。したがって、加工途中で板厚が変化するような被加工物を加工する場合においても、高真直加工(真直度の精度が通常の加工と比較にならない位、精度の高い加工。例えば真直誤差 1 μ m 程度以下の加工のこと。以下同様。)を実現することができる。

20

【0024】

さらに、計数装置での計数は連続短絡パルス発生回数の計数に限定されるものではなく、短絡パルス数や短絡パルス連続個数などでもよい。

【0025】

実施の形態 2 .

図 5 に本発明の実施の形態 2 で述べるワイヤ放電加工装置を示す。実施の形態 1 の図 2 に演算装置 10 を追加したものである。本実施の形態の装置の構成は、実施の形態 1 と同様なものであるが、計数装置 6 から出力された信号は、直接、比較装置 8 に入力されるのではなく、演算装置 10 を通った後、比較装置 8 に入る点が異なっている。

30

【0026】

実施の形態 2 に示すワイヤ放電加工装置においては、発生した短絡パルス連続個数を計数する。すなわち、実施の形態 1 と同様にして短絡パルス判別装置 5 から得られた短絡パルスの連続する個数を計数装置 6 にて所定時間毎に計数する。計数装置 6 にて計数された短絡パルス連続個数から、演算装置 10 にて短絡パルス連続個数の平均値が求められる。演算装置 10 で求められた平均値と、記憶装置 7 に記憶されており、板厚によって決定される基準となる短絡パルス連続個数とを比較装置 8 で比較し、その偏差が小さくなるように加工送り速度制御装置 9 にて加工送り速度を制御する。

【0027】

たとえば、上記の短絡パルス連続個数の所定時間当たり平均値は、凹形状では 2 ~ 3 個が多いのに対し、凸形状では、5 ~ 6 個に増加する。これらの所定時間当たりの平均値を基準値と比較し、偏差が少なくなるように加工送り速度制御装置 9 にて加工送り速度を変更する。

40

【0028】

短絡パルス連続個数を計数する時間は、およそ 300 msec ~ 1 sec であり、300 msec ~ 1 sec 間の短絡パルス連続個数の平均値を算出する。しかしながら、計数する時間に制限はなく、もっと短いたとえば 1 msec ~ 50 msec 間の平均値を移動平均するなどの平均化処理をしてもよい。比較する基準の短絡パルス連続個数は、ワイヤ電極のワイヤ径やその材質、テーパ角度、被加工物の板厚やその材質などにより変化し、ある定数に限られるものではない。

50

【0029】

以上により、被加工物の加工面が太鼓形状になり、短絡パルス連続個数が基準となる短絡パルス連続個数と異なる場合、計数した短絡パルス連続個数と、基準となる短絡パルス連続個数との偏差を小さくするように加工送り速度を変更するので、被加工物の加工面に太鼓形状がない高真直加工が実現できる。

【0030】

実施の形態3.

図6は本発明の実施の形態3で述べるワイヤ放電加工装置を示す。実施の形態1の図2で示された加工送り速度制御装置9の代わりに放電休止時間制御装置11を設けたものである。

10

【0031】

実施の形態3における装置の原理を以下に説明する。被加工物の板厚が40mm以上のように厚い場合、加工中のワイヤに働く放電反力と静電引力の不釣り合いによりワイヤのたわみが生じ、被加工物の加工面が凹形状または凸形状となる太鼓形状が形成される。この太鼓形状の形成により、ワイヤ走行方向の形状精度を示す真直精度が悪化する。放電周波数が低くなると、連続短絡パルス発生回数が少なくなって被加工物の加工面は凸形状となり、放電周波数が高くなると、連続短絡パルス発生回数が多くなり、被加工物の加工面は凹形状となることも今回始めて判った事項である。したがって、基準となる連続短絡パルス発生回数と計数された連続短絡パルスの発生回数との偏差を小さくするように放電休止時間を制御し、放電周波数を変更することで高真直加工を実現することができる。

20

【0032】

実施の形態3における装置の動作は、実施の形態1と同様にして比較装置8から得られた偏差を小さくするように放電休止時間制御装置11にて放電休止時間を制御し、放電周波数を変更するので、被加工物の加工面に太鼓形状がない高真直加工が実現できる。

【0033】

実施の形態4.

図7は本発明の実施の形態4で述べるワイヤ放電加工装置を示す。実施の形態2の図5で示された加工送り速度制御装置9のかわりに放電休止時間制御装置11を設けたものである。

【0034】

30

実施の形態2と同様に所定時間内に発生した短絡パルス連続個数を計数し、演算装置10で計数した短絡パルス連続個数の平均値を算出する。演算装置10で求められた平均値と記憶装置7に記憶される基準となる短絡パルス連続個数とを比較装置8で比較し、偏差を小さくするように放電休止時間制御装置11にて放電休止時間を制御し、放電周波数を変更することで、高真直加工を実現することができる。

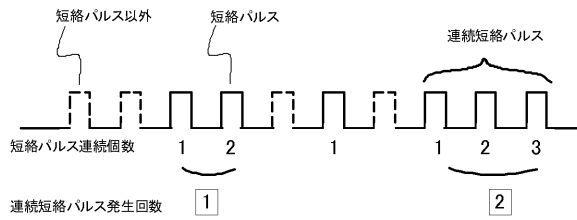
【符号の説明】

【0035】

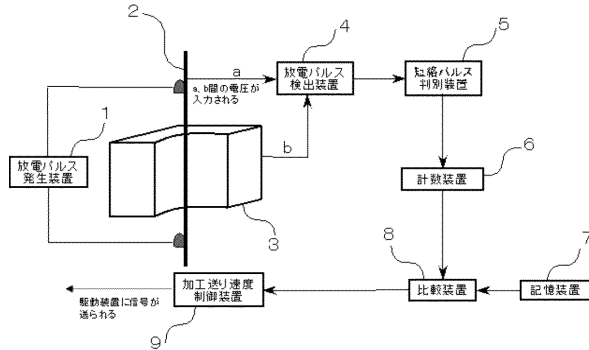
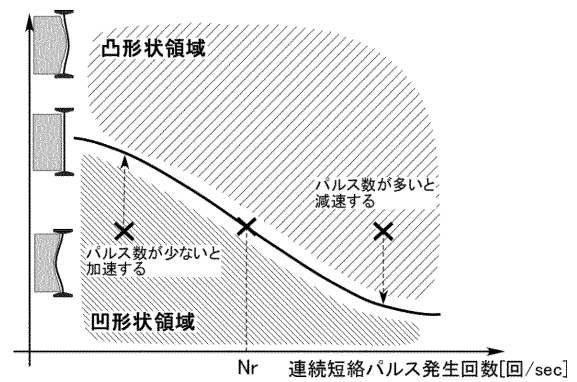
1 放電パルス発生装置、2 ワイヤ電極、3 被加工物、4 放電パルス検出装置、5 短絡パルス判別装置、6 計数装置、7 記憶装置、8 比較装置、9 加工送り速度制御装置、10 演算装置、11 放電休止時間制御装置。

40

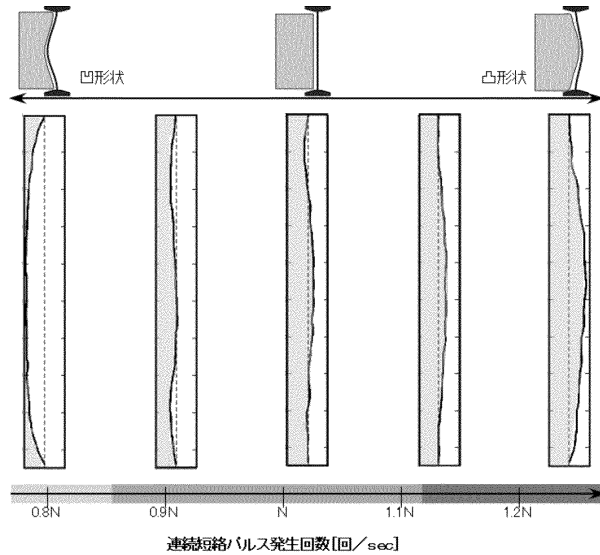
【図 1】



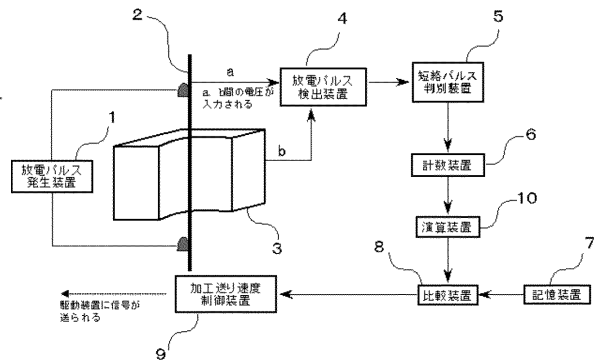
【図 2】

【図 3】
加工送り速度

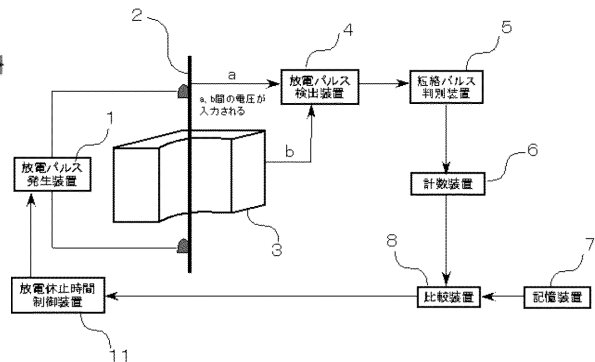
【図 4】



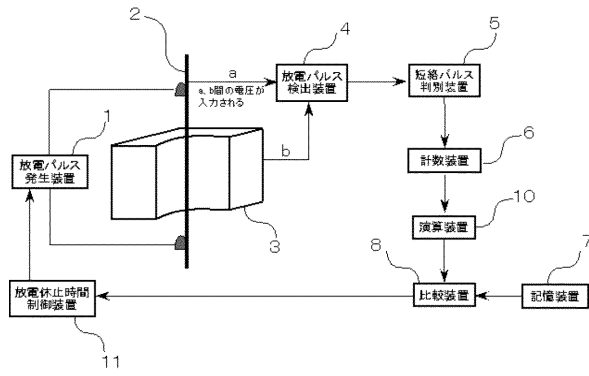
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 小野寺 康雄
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 三宅 英孝
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 佐藤 達志
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 青木 正博

- (56)参考文献 特開昭61-214922 (JP, A)
特開昭61-088770 (JP, A)
特開平08-118146 (JP, A)
特開2002-254250 (JP, A)
特開平04-057620 (JP, A)
特開昭62-297018 (JP, A)
特開2010-173040 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23H 7/02