

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3627089号

(P3627089)

(45) 発行日 平成17年3月9日(2005.3.9)

(24) 登録日 平成16年12月17日(2004.12.17)

(51) Int. Cl.⁷B 2 3 H 9/00
B 2 3 C 5/10

F I

B 2 3 H 9/00 A
B 2 3 C 5/10 B

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平10-130548	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成10年5月13日(1998.5.13)	(74) 代理人	100113077 弁理士 高橋 省吾
(65) 公開番号	特開平11-320273	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(43) 公開日	平成11年11月24日(1999.11.24)	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
審査請求日	平成13年8月30日(2001.8.30)	(74) 代理人	100128060 弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	毛呂 俊夫 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボールエンドミル刃先の表面処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属の粉体あるいは金属の加工物の粉末、あるいはセラミックス系材料の粉末を圧縮成形した圧粉体電極、もしくは金属電極を電極として加工液を介在せしめ電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、その放電エネルギーによりワーク表面に電極材料もしくは電極材料が放電エネルギーにより反応して生成される物質からなる被膜を成形するボールエンドミル刃先の放電表面処理方法であって、

断面形状が突型の円弧状の前記電極と、前記ボールエンドミル刃先とを微小間隙をもって対向させて配置させる工程と、

前記電極と前記ボールエンドミル刃先間に放電を発生せしめ、ボールエンドミル刃先を前記電極断面方向に対して横切る方向の前記電極外形表面に沿って移動させる工程と、

を備えた、前記ボールエンドミル刃先に硬質被膜を形成させるボールエンドミル刃先の表面処理方法。

【請求項2】

表面処理を行う途中において、ボールエンドミルを電極外形表面に沿って移動させる加工中、移動に合わせてボールエンドミル自体を回転方向に移動させることを特徴とする請求項1記載のボールエンドミル刃先の表面処理方法。

【請求項3】

高速切削に用いられるボールエンドミルであって、断面形状が突型の円弧状の前記電極と、前記ボールエンドミル刃先とを微小間隙をもって

10

20

対向させて配置させ、両者間に放電を発生せしめ、ボールエンドミル刃先を前記電極断面方向に対して横切る方向の前記電極外形表面に沿って移動させることにより前記ボールエンドミル刃先に硬質被膜を形成させたボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属粉末あるいは金属の化合物の粉末あるいはセラミックスの粉末を圧縮成形した圧粉体電極を電極として、加工液を介在せしめ電極とワークの間にパルス状の放電を発生させ、その放電エネルギーにより、ワーク表面に電極材料あるいは電極材料が放電エネルギーにより反応して生成される物質からなる硬質被膜を形成する放電表面処理装置に関するもので、工具であるボールエンドミルの刃先を放電表面処理することを目的としている。

10

【0002】

【従来の技術】

液中放電によって金属材料の表面をコーティングして、耐食性、耐磨耗性を与える技術は既に特許出願され公知となっている。その技術の骨子は次の通りである。WCとCOの粉末を混合して圧縮成形した電極で液中放電を行うことにより電極材料をワーク表面に堆積させる。この後、別の電極（例えば、銅電極、グラファイト電極）によって、再溶融放電加工を行って、より高い硬度と高い密着力を得る方法である。

【0003】

以下、従来技術について図1を用いて説明する。

WO-CO（タングステンカーバイド-コバルト）の混合圧粉体電極201を用いて、被処理材料（母材S50）であるワーク202との間で液中で放電加工を行いWO-COを堆積させる（一次加工）。ついで銅電極のようなそれほど消耗しない電極によって再溶融加工（二次加工）を行う。一次加工の堆積のままでは、組織は硬度もHv=1410程度であり、また空洞も多かったが、二次加工の再溶融加工によって被覆層の空洞が無くなり、硬度もHv=1750と向上した。

20

【0004】

この方法は鋼材に対しては硬く密着度の良い被覆層が得られる。しかしながら、超硬合金のような焼結材料の表面には強固な密着力を持った被覆層を形成することは困難であった。

30

【0005】

しかし、我々の研究によると、Ti等の硬質炭化物を形成する材料を電極として、被処理材料である金属材料との間に放電を発生させると、再溶融の処理過程無しに強固な硬質膜を被処理材料である金属表面に形成できることがわかった。これは、放電により消耗した電極材料と加工液中の成分である炭素Cが反応してTiCが生成することによる。また、さらに、TiH₂（水素化チタン）など、金属の水素化物の圧粉体電極により、被処理材である金属材料との間に加工液を介在せしめ放電を発生させると、Ti等の材料を使用する場合よりも速く、密着性が良く、硬質膜を形成することが出来ることがわかった。さらに、TiH₂（水素化チタン）等の水素化物に他の金属やセラミックスを混合した圧粉体電極により、被処理材である金属材料との間に放電を発生させると硬度、耐磨耗性等様々な性質を持った硬質被膜を素早く形成することが出来ることがわかっている。硬度についてはHv=2500以上が得られ、従来のPVD、CVDと同程度の性能が得られ、工具に応用した性能試験においても摩耗寿命は前記の従来方式と比較して同程度が確認されている。更に、密着強度が極めて優れており、スクラッチ（剥離強度）試験においても硬質被膜の破壊、剥離を示す音響信号がほとんど検出されない特性を持つことがわかっている。

40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図7は一般的な工作機械用の工具であるボールエンドミルの外形を示す。ボールエンドミ

50

ルは最近の高速切削には不可欠な工具として急速に普及しつつある。先端部は一定の曲率半径Rを持つ形状をしており二枚刃、三枚刃などのものがある。ボールエンドミルの先端はすくい角を持つ刃先で構成され、軸方向にねじれ角度を持って根元のシャンク部へつながる。最近では、金型を含む一般的な機械加工部品において加工対象が極めて硬く、韌性の多い材料が多用される傾向にあり、工具の寿命低下が激しく生産性の阻害要因になっている。このため、工具が寿命に到達すると刃先を工具研削盤などにより研磨加工して刃先を修正し再利用しているが、刃先の硬度を改善させるための硬化処理を併用する場合もある。一般的には化学的蒸着法(CVD)、物理的蒸着法(PVD)などで知られる表面硬化処理がよく採用される。

しかしながら表面硬化処理したものは再研磨加工した段階で剥離あるいは除去されるため、再硬化処理をせずに加工に使用するかまたは表面硬化処理をして使用するかに分かれる。しかしながら、表面硬化処理はコストが高いことと一定の処理期間が必要なため、さらにはある程度の仕掛かりを持つ必要などがあり多くは初回のみ表面硬化処理による工具寿命の延長の恩恵にあづかっているのが現状である。また表面硬化処理は一般的に設備費が高く、専門の業者に委託するケースが多く、身近に設備することが不可能であり納期などの面や小ロットの取り扱いで問題を生じているのが現状である。

【0007】

本発明が提供する放電表面処理装置はこれらの問題を抜本的に解決しボールエンドミルの刃先に簡単に硬質のセラミックス膜を成形し、耐摩耗性、韌性を大きく改善できることから工具の寿命を延長させることが出来るものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

第1の発明のボールエンドミル刃先の表面処理方法は、電極の断面形状を凸型の円弧状に施しその外形表面に接するよう前記ボールエンドミルの刃先を微小間隙をもって対向させて放電せしめ、ボールエンドミル刃先を前記電極断面方向に対して横切る方向の表面に沿って移動させながら放電加工して表面硬化させるものである。

【0009】

第2の発明のボールエンドミル刃先の表面処理方法は、表面処理を行う途中において、ボールエンドミルを電極外形表面に沿って移動させる加工中、移動に合わせてボールエンドミル自体を回転方向に移動させるものである。

【0010】

第3の発明の高速切削に用いられるボールエンドミルは、断面形状が突型の円弧状の前記電極と、前記ボールエンドミル刃先とを微小間隙をもって対向させて配置させ、両者間に放電を発生せしめ、ボールエンドミル刃先を前記電極断面方向に対して横切る方向の前記電極外形表面に沿って移動させることにより前記ボールエンドミル刃先に硬質被膜を形成させたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図2は本発明の第1の実施の形態のボールエンドミル表面処理装置の概念を示す構成図である。図において、1は圧粉体電極、2はワーク、3は加工槽、4は加工液、5は圧粉体電極1とワーク2に印加する電圧及び電流のスイッチングを行うスイッチング素子、6はスイッチング素子5のオン、オフを制御する制御回路、7は電源、8は抵抗器、9は成形された一次硬質被膜である。

【0012】

次に、本実施の形態のボールエンドミル表面処理装置による表面処理について説明する。図3において、120はボールエンドミル110を放電表面処理加工するために成形されたTiH₂(水素化チタン)系の圧粉体からなる電極で、図に示すようにその断面は円弧状の形状をなす。121は前記電極120を支持する台である。

111は前記電極を支持する回転装置でC軸と呼ばれる。112は電極にサーボ送りを与

10

20

30

40

50

える主軸、113は駆動用のボールネジ、114は主軸112を案内支持するガイド、115はギヤ、116は送り制御用のモーターである。117は加工液を供給するポンプ、118は加工液タンクである。

この構成において、TiH₂(水素化チタン)系の圧粉体電極120とボールエンドミル110を主軸112を用いて適切な間隙(10数ミクロン)に制御しつつ圧粉体電極120とボールエンドミル110の間にパルス状の放電を発生させる。

放電を発生させながらボールエンドミルの刃面110aを圧粉体電極120の円弧状の外形表面に沿って電極断面を横切る方向(図中の左右方向)にテーブルもしくは電極側を相対的に移動させる。すると放電のエネルギーによりTiH₂(水素化チタン)系の圧粉体電極120が消耗し、電極120の主成分であるTiを中心とした硬質被膜が加工液中の炭素成分と反応してボールエンドミルの刃面に付着し、硬質被膜をボールエンドミル表面に形成する。この硬質被膜は硬度が非常に高くHv=2500~3000が得られる。更に、密着強度が極めて高く、スクラッチ試験等ではその音響信号(破壊を示す音響信号)が検出できないくらいの強度を有する事がわかっている。

【0013】

さらに、発明の詳細について説明する。

図6はボールエンドミルと電極の断面を示すもので、図において125はボールエンドミルの刃先110aの第一外周逃げ角(1)、126は第二外周逃げ角(2)である。127はすくい角(3)、128は電極とボールエンドミルとが放電加工するために必要な間隙を持って対向している放電ギャップを示すもので極間と呼ぶ。このような配置構成において、圧粉体電極120に対して、ボールエンドミルの第一外周逃げ角125の刃面を電極の外部表面に平行になるようにC軸装置111を使って設定する。この時の電極に対するボールエンドミルの位置を図6の角度1(122a)とする。角度1の位置から電極の円弧表面に沿って電極を横切るように角度2、角度3とX軸およびZ軸の軸移動制御しながら円弧状を放電表面処理しながら移動すると、前記図6において示した第一外周逃げ角の刃面に硬質のセラミックス膜を均一に成形することが出来る。

この状態ではボールエンドミルの刃面の半分を処理したことになり、残りの半分を同様に処理するためにはそのまま、角度3の位置から角度4、角度5へと移動する方法と、角度1から角度3に処理が完了した時点で改めてボールエンドミル角度5に設定し直し、角度4、角度3へと移動させる方法もある。移動の手順は工具の目的に応じて使い分ければよく特に固定する必要はない。このように放電加工により硬化処理を施せばボールエンドミルの刃面全部にわたり(約180度の範囲)均一に加工処理することが出来る。

図4の放電軌跡120aはこの状態を示すもののほぼ真横に横切るようにボールエンドミルを移動させると図の(1)のように放電軌跡が残る。

図7の刃先形状でもわかるように刃面は一般的に軸方向に一定の曲率でねじられており、単純に円弧状の突型の電極表面を横切るだけでは、前記の第一外周逃げ角の刃面全体に対して均一な加工処理は困難であり、電極表面を移動しつつボールエンドミル自体を一定の比率で回転させる必要がある。このように工具ボールエンドミルの移動に同期させながら角度を変更させることは極めて有効である。ボールエンドミルの角度1においてねじれ角度は角度2、角度3に移動する際、1から3へ変更するのである。

このように、本実施例によれば電極形状を突型の円弧形状にその外部表面を形成し、ボールエンドミル刃先を前記電極に沿って移動させ、あるいは必要に応じてC軸装置を用いてボールエンドミル自体の角度を移動させながら刃先表面に放電表面処理を施し、TiC系の炭化物硬質被膜を形成せしめることによりボールエンドミルの寿命を大きく改善することが可能となる。さらに、波及的な効果として簡単に加工処理が出来ること、通常使用されている放電加工装置を用いることが出来ること、外部の専門業者へ委託する手間が不要になるなどの多くの特徴がある。

【0014】

実施の形態2.

図7においては、電極120を円柱状にした実施例を示すもので、台121をVブロック

10

20

30

40

50

状に変更している。このように変更すれば電極が加工によって消耗しても回転させて反対側を使用することが出来ること、ならびに消耗によって形状の補正を必要としても、外形が円形であれば加工しやすく最初よりも電極の外形寸法は小径になるもののVブロック状の台121によって支持が確実になるため、作業性の向上と電極を最後まで使用することが出来、材料の有効利用を図ることが出来る。電極外形の変更はボールエンドミルの軌跡プログラムを変更すればそのまま加工することが出来、加工のプログラム管理も容易であり何回も電極を使用することが出来る。

図8は電極と工具であるボールエンドミルの配置を逆にしたものの実施例を示す。円柱状の電極120を主軸の先端に取り付け、ボールエンドミルはテーブル上に横向きに配置し、角度割り出し装置を設ける。この割り出し装置130はボールエンドミルの角度を加工の進行に応じて割り出しするもので電極の位置制御と連動して電極に刃面の第一外周逃げ角が平行になるよう常に角度制御するものである。工具を横向きに配置することにより、電極は同図(a)に示すごとく先端の刃先R面に沿ってXY軸の同時2軸制御しながら円弧運動を行い加工する。この電極の円弧運動軌跡に応じて前記角度割り出し装置130によりボールエンドミル自体の角度を徐々に変化させ、常に第一外周逃げ角の刃面が電極の外形表面に接するように位置制御をする。このように構成すれば電極の成形が円柱であるため容易であることと、工具を基準とした加工手順となり作業性が大きく改善できる効果がある。更に、工具を横向きに配置することは視認性に優れ作業性が大きく改善できる。

【0015】

【発明の効果】

第1の発明のボールエンドミル刃先の表面処理方法は、ボールエンドミル刃先表面に放電表面処理を施し、炭化物硬質皮膜を形成せしめボールエンドミルの寿命を大きく改善できることが可能となる。

【0016】

第2の発明のボールエンドミル刃先の表面処理方法は、ボールエンドミル自体の角度制御を行うことにより複雑な曲面をもつ刃先への処理を容易かつ確実にすることが出来、結果としてボールエンドミルの寿命を大きく改善できることが可能となる。

【0017】

第3の発明のボールエンドミルは、ボールエンドミル刃先表面に放電表面処理を施すことで炭化物硬質皮膜を形成せしめ、ボールエンドミルの寿命を大きく改善できることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の硬質皮膜形成技術の原理図である。

【図2】本発明の基本原理図である。

【図3】本発明の対象であるボールエンドミルの加工原理を示す図である。

【図4】ボールエンドミルによる加工原理を示す図である。

【図5】本発明の電極およびボールエンドミルの基本位置構成図である。

【図6】本発明の断面図を示す図である。

【図7】本発明の他の実施形態を示す図である。

【図8】本発明の更に他の実施例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 圧粉体電極（一次処理用電極）、2 ワーク、3 加工槽、4 加工液、
 5 スイッチング素子、6 制御回路、7 電源、8 抵抗器、
 9 硬質皮（膜下地硬質被膜）、110 ボールエンドミル、
 111 C軸装置、112 主軸、120 電極、121 台、122 角度
 125 第一外周逃げ角、126 第二外周逃げ角、127 すくい角、
 128 極間、130 角度割り出し装置。

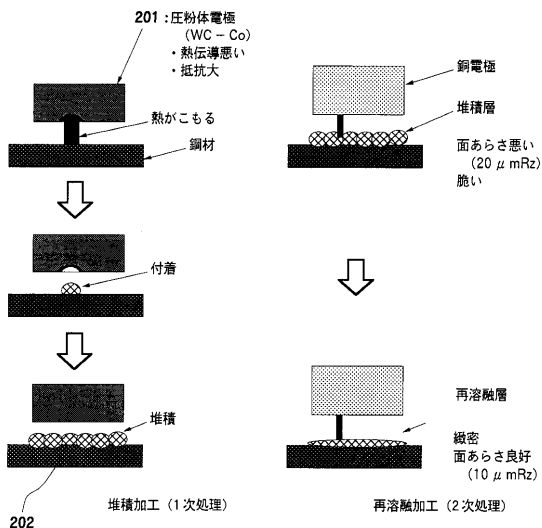
10

20

30

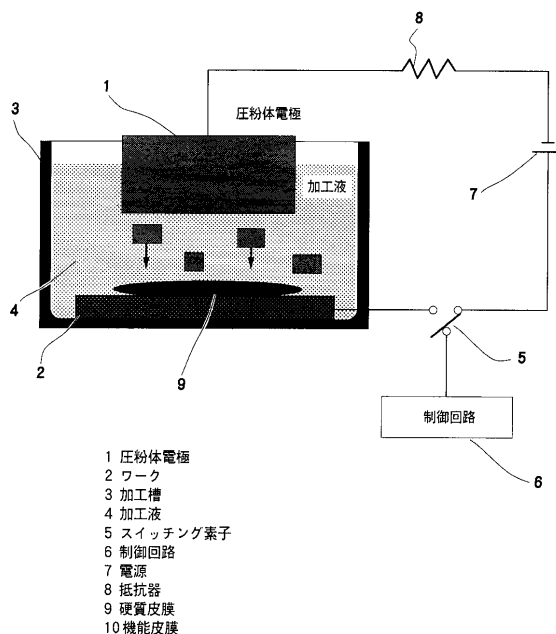
40

【 図 1 】



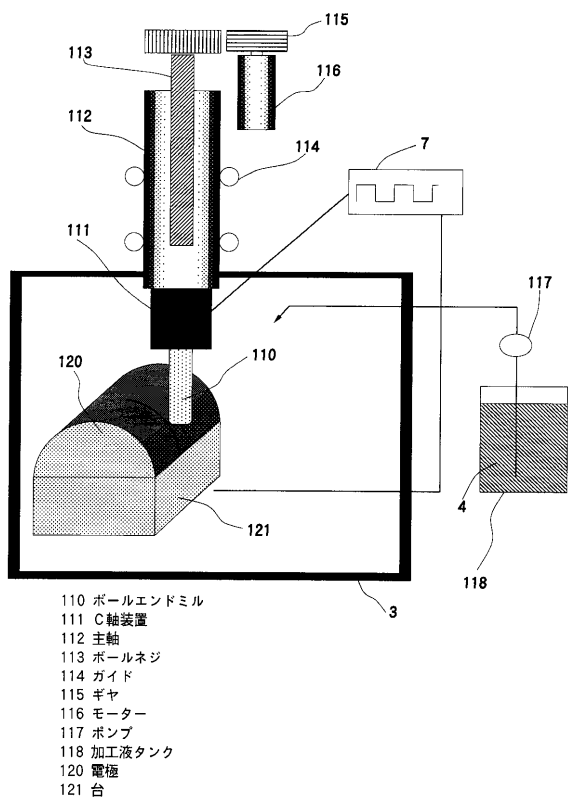
・1次処理、2次処理が必要。
 ・超硬 (WC-Co) に対しては効果がない。

【 図 2 】



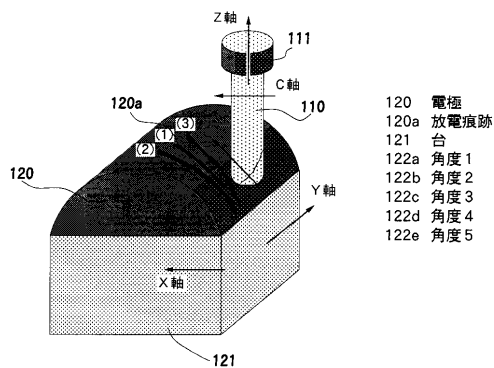
- 1 圧粉体電極
- 2 ワーク
- 3 加工槽
- 4 加工液
- 5 スwitching素子
- 6 制御回路
- 7 電源
- 8 抵抗器
- 9 硬質皮膜
- 10 機能皮膜

【 図 3 】



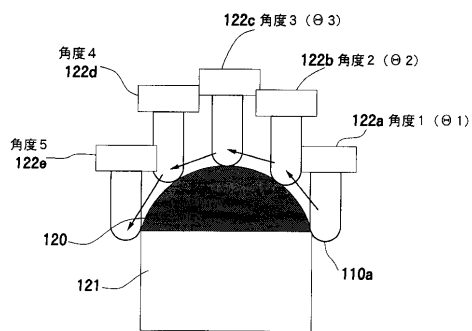
- 110 ボールエンドミル
- 111 C軸装置
- 112 主軸
- 113 ボールネジ
- 114 ガイド
- 115 ギヤ
- 116 モーター
- 117 ポンプ
- 118 加工液タンク
- 120 電極
- 121 台

【 図 4 】

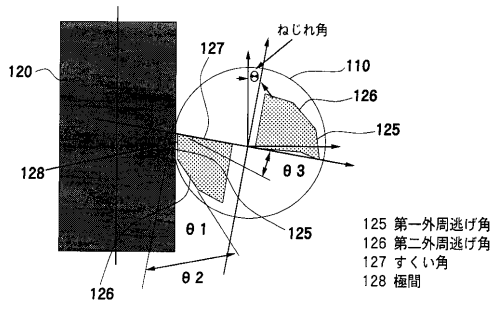


- 120 電極
- 120a 放電痕跡
- 121 台
- 122a 角度1
- 122b 角度2
- 122c 角度3
- 122d 角度4
- 122e 角度5

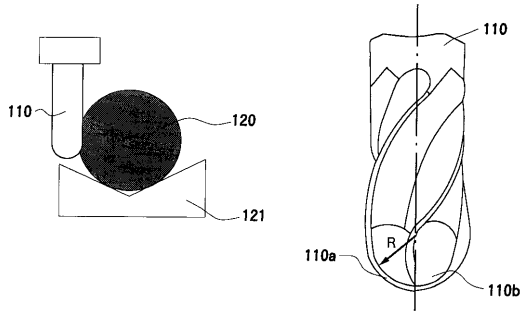
【 図 5 】



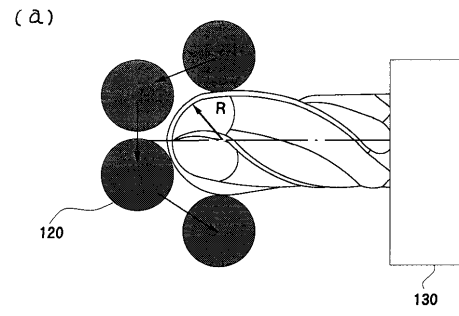
【 図 6 】



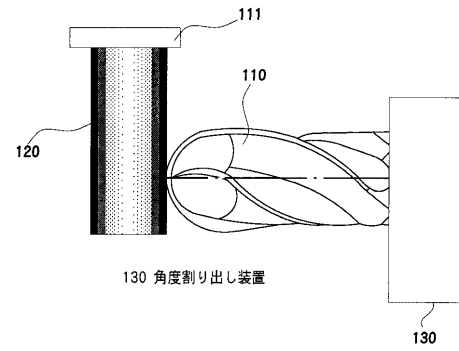
【 図 7 】



【 図 8 】



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 昭弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 紀本 孝

(56)参考文献 特開平10-000512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B23H 9/00

B23C 5/10

C23C 26/00