(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 5 月 19 日(19.05.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/076386 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *B23C 5/16* (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081832

(22) 国際出願日: 2015 年 11 月 12 日(12.11.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-230307 2014 年 11 月 13 日(13.11.2014) JP

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒 1008117 東京都千代田区大手町一丁目３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 淺沼　英利 (ASANUMA Hidetoshi); 〒 1008117 東京都千代田区大手町一丁目３番２号 三菱マテリアル株式会社　加工事業カンパニー内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

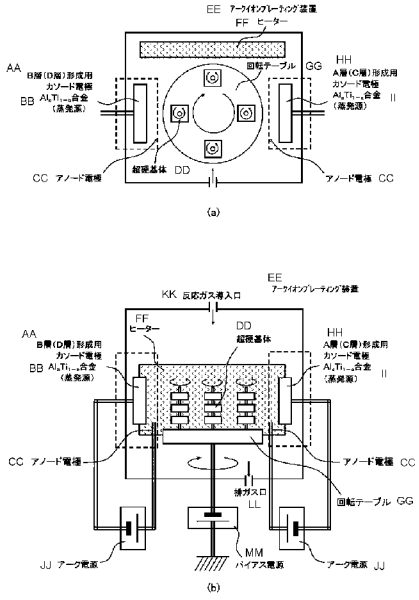
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: SURFACE-COATED CUTTING TOOL

(54) 発明の名称 : 表面被覆切削工具

[図1]



AA Cathode electrode for forming B-layer (D-layer)
BB Al_bTi_{1-b} alloy (evaporation source)
CC Anode electrode
DD Cemented carbide base body
EE Arc ion plating device
FF Heater
GG Rotary table
HH Cathode electrode for forming A-layer (C-layer)
II Al_aTi_{1-a} alloy (evaporation source)
JJ Arc power source
KK Reaction gas introduction port
LL Discharged gas port
MM Bias power source

(57) **Abstract**: Provided is a coated tool which exhibits excellent wear resistance even when used to cut carbon steel, steel alloy, high-hardness steel, or the like under a high-speed cutting condition involving generation of high heat. This surface-coated cutting tool is produced by means of vapor deposition of hard coating layer having a total layer thickness of 0.5-10μm on the surface of a tool base body comprising a WC-based cemented carbide or a TiCN-based cermet. The hard coating layer has a laminated structure wherein A-layer and B-layer are laminated alternately. The A-layer, when expressed by a composition formula $(Al_aTi_{1-a})N$ (where a represents an atom ratio), satisfies $0.50 \leq a \leq 0.75$, and the B-layer, when expressed by a composition formula $(Al_bTi_{1-b})N$ (where b represents an atom ratio), satisfies $0.75 \leq b \leq 0.95$. When the layer thickness of the A-layer as a single layer is denoted as x (nm) and the layer thickness of the B-layer as a single layer is denoted as y (nm), $5y \geq x \geq 3y$ and $250\ (nm) \geq x+y \geq 100\ (nm)$ are satisfied.

(57) 要約: 炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等を、高熱発生を伴う高速切削条件で切削した場合にもすぐれた耐摩耗性を発揮する被覆工具を提供する。 ＷＣ基超硬合金、ＴｉＣＮ基サーメットからなる工具基体の表面に総層厚０．５～１０μｍの硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆切削工具において、硬質被覆層は、Ａ層とＢ層の交互積層構造からなり、Ａ層は、組成式：（Al_aTi_{1-a}）Ｎ（ただし、ａは原子比）で表した場合に、０．５０≦ａ＜０．７５を満足し、Ｂ層は、組成式：（Al_bTi_{1-b}）Ｎ（ただし、ｂは原子比）で表した場合に、０．７５≦ｂ≦０．９５を満足し、Ａ層の一層当たりの層厚をｘ（ｎｍ）、Ｂ層の一層当たりの層厚をｙ（ｎｍ）としたとき、５ｙ≧ｘ≧３ｙ、かつ、２５０（ｎｍ）≧ｘ＋ｙ≧１００（ｎｍ）を満足する表面被覆切削工具。

WO 2016/076386 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 表面被覆切削工具

技術分野

[0001] 本発明は、表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）に関し、さらに詳しくは、例えば、炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高熱発生を伴う高速切削加工において、硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する被覆工具に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、被覆工具には、各種の鋼や高硬度鋼などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるインサート、被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、またインサートを着脱自在に取り付けてソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うインサート式エンドミル工具などが知られている。

そして、耐摩耗性に優れるという点から、炭化タングステン基超硬合金、炭窒化チタン基サーメット等からなる工具基体の表面に、物理蒸着の一種であるアークイオンプレーティング法により、ＡｌとＴｉの複合窒化物（以下、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎで示す）を硬質被覆層として被覆形成した被覆工具が従来から知られている。

[0003] 例えば、特許文献１には、基体の表面に、$Ti_xAl_{1-x}N$および$Ti_yAl_{1-y}N$（０≦ｘ＜０．５、０．５＜ｙ≦１）なる２種類の化合物（Ａ、Ｂ）を交互に繰り返し積層し、その繰り返しの積層周期λを０．５ｎｍ～２０ｎｍとし、全体の膜厚を０．５μｍ～１０μｍとしたアルミニウムリッチな超薄膜積層被覆を形成することにより、高硬度と耐酸化性の両立を実現し、工具の摩耗寿命の延命化を図った切削工具が提案されている。

[0004] また、特許文献２には、切削工具基体の表面に、０．０５～１μｍの平均

層厚を有し、かつ、組成式：（$Al_{1-x}Ti_x$）Ｎ（ただし、原子比で、ｘは０．４０～０．６５を示す）を満足すると共に、立方晶の結晶構造を有するＡｌとＴｉの複合窒化物層からなる結晶履歴層を介して、２～１５μｍの平均層厚を有し、かつ、 組成式：（$Al_{1-y}Ti_y$）Ｎ（ただし、原子比で、ｙは０．０５～０．２５を示す）を満足すると共に、同じく立方晶の結晶構造を有するＡｌ基複合窒化物層からなる耐酸化性被覆層を物理蒸着することにより、耐摩耗性を向上させることが提案されている。

[0005] さらに、特許文献３には、工具基体表面に（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層からなる硬質被覆層を被覆形成した被覆工具において、厚さ方向にそって、Ａｌ最高含有点（Ｔｉ最低含有点）とＡｌ最低含有点（Ｔｉ最高含有点）とが所定間隔をおいて交互に繰り返し存在し、かつ前記Ａｌ最高含有点から前記Ａｌ最低含有点、前記Ａｌ最低含有点から前記Ａｌ最高含有点へＡｌ（Ｔｉ）含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、さらに、上記Ａｌ最高含有点が、組成式：（Al_xTi_{1-x}）Ｎ（ただし、原子比で、ｘは０．７０～０．９５を示す）、上記Ａｌ最低含有点が、組成式：（Al_yTi_{1-y}）Ｎ（ただし、原子比で、ｙは０．４０～０．６５を示す）、をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記Ａｌ最高含有点とＡｌ最低含有点の間隔が、０．０１～０．１μｍである、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層を１～１５μｍの全体平均層厚で形成することによって硬質被覆層の耐摩耗性を向上させることが提案されている。

[0006] さらに、上記の従来被覆工具が、例えば、図２に概略説明図で示される物理蒸着装置の１種であるアークイオンプレーティング装置に工具基体を装入し、ヒーターで工具基体を、４５０～５００℃の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有するＡｌ－Ｔｉ合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、電流：９０～１００Ａの条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して窒素雰囲気とし、一方、前記工具基体には、例えば、－１００～－２００Ｖのバイアス電圧を印加した条件で、工具基体の表面に蒸発した粒子を蒸着させることにより（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層からなる硬質被覆層が形成されることも知られている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平７－９７６７９号公報

特許文献2：特開２００３－２０５４０５号公報

特許文献3：特開２００３－３２６４０２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年の切削加工装置の自動化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらには低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削加工は高速化の傾向にあるが、上記従来の被覆工具においては、これを炭素鋼、合金鋼などの通常の切削加工条件で行うのに用いた場合には、格別の問題はないが、これを、特に高熱発生を伴う高速切削加工条件で行うのに用いた場合には、硬質被覆層の耐熱性不足、硬さ不足が原因で、摩耗進行がきわめて速く、このため比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

課題を解決するための手段

[0009] そこで、本発明者は、前述のような観点から、炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高熱発生を伴う高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する被覆工具を開発すべく、鋭意研究を行った結果、以下の知見を得た。

[0010] （Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層において、その構成成分であるＡｌは、高温硬さと耐熱性を向上させ、Ｔｉは、高温強度を向上させ、その結果、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層は、すぐれた高温硬さと高温強度を示す。しかし、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層を、

組成式：（Al_bTi_{1-b}）Ｎ

で表した時、Ａｌ含有割合を示すｂの値（但し、原子比）が０．７５以上になると、六方晶構造の（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ結晶粒が形成されるようになるため、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層全体としての硬度が低下し、その結果、耐摩耗性が低下する。

そこで、本発明者は、Ａｌ含有割合を示すｂの値（但し、原子比）が０．７５以上である（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層（以下、「Ｂ層」という場合もある）を単層として形成するのではなく、Ｂ層よりもＡｌ含有割合が少ない立方晶構造を有する（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層（以下、「Ａ層」という場合もある）との交互積層構造として形成し、しかも、上記Ａ層およびＢ層の層厚を、それぞれ適正範囲にコントロールすることによって、Ｂ層の結晶構造を六方晶ではなく立方晶構造に維持し得ることを見出したのである。

つまり、Ａｌ含有割合を高めた場合でも、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層全体を立方晶構造とすることができるため、得られた硬質被覆層は高硬度を有すると同時に耐熱性にすぐれ、これを工具基体表面に被覆形成した被覆工具は、炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高熱発生を伴う高速切削加工ですぐれた耐摩耗性を発揮することを見出したのである。

[0011] 本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、

「（１） 炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に総層厚０．５～１０μｍの硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆切削工具において、

（ａ）前記硬質被覆層は、Ａ層とＢ層の交互積層構造からなり、

（ｂ）前記Ａ層は、組成式：（Al_aTi_{1-a}）Ｎ（ただし、ａは原子比）で表した場合に、０．５≦ａ＜０．７５を満足し、

（ｃ）前記Ｂ層は、組成式：（Al_bTi_{1-b}）Ｎ（ただし、ｂは原子比）で表した場合に、０．７５≦ｂ≦０．９５を満足し、

（ｄ）前記Ａ層の一層当たりの層厚をｘ（ｎｍ）、前記Ｂ層の一層当たりの層厚をｙ（ｎｍ）としたとき、５ｙ≧ｘ≧３ｙ、かつ、２５０（ｎｍ）≧ｘ＋ｙ≧１００（ｎｍ）を満足することを特徴とする表面被覆切削工具。」

を特徴とする。

[0012] 次に、本発明の被覆工具の硬質被覆層について、より詳細に説明する。

[0013] 硬質被覆層の組成：

硬質被覆層のＡ層を構成する（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ層は、組成式：（Al_aTi

$_{1-a}$）Ｎ（ただし、ａは原子比）で表した場合に、ＡｌのＡｌの含有割合を示すａの値が０．５０未満では、相対的にＴｉの割合が多くなって、すぐれた高温強度は得られるものの十分な硬さを確保することができなくなり、一方、ａの値が０．７５以上となると、高温強度が低下傾向を示すようになることに加えて、六方晶構造の（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ結晶粒が形成されるようになるため、高温硬さが低下し、すぐれた耐摩耗性を発揮することができなくなる。

したがって、本発明では、Ａ層を構成する（Ａｌ$_{a}$Ｔｉ$_{1-a}$）Ｎにおけるａの値を０．５０≦ａ＜０．７５と定めた。

[0014] また、前記Ａ層とともに硬質被覆層の交互積層構造を形成するＢ層は、その組成を組成式：（Ａｌ$_{b}$Ｔｉ$_{1-b}$）Ｎ（ただし、ｂは原子比）で表した場合に、０．７５≦ｂ≦０．９５を満足することが必要である。

上記Ｂ層におけるｂの値を０．７５以上とすることによって、硬質被覆層が高Ａｌ含有量となるため耐熱性が向上する。しかし、ｂの値が０．９５を超えると、Ｔｉ含有量の相対的な減少によって高温強度が低下するとともに、層中に六方晶構造の（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ結晶粒が増加するため、硬さも低下し、耐摩耗性が低下傾向を示すようになる。

したがって、本発明では、Ｂ層を構成する（Ａｌ$_{b}$Ｔｉ$_{1-b}$）Ｎにおけるｂの値を、０．７５≦ｂ≦０．９５と定めた。

[0015] ここで注目すべきことは、上記Ｂ層と同一の組成を有する層（即ち、Ａｌの含有割合が０．７５以上０．９５以下）を、Ａ層との交互積層構造ではなく、それ自体単独の硬質被覆層として形成した場合には、（Ａｌ，Ｔｉ）Ｎ結晶粒の多くが六方晶構造の結晶粒となるため、硬質被覆層の硬さが大幅に低下し、耐摩耗性を発揮することはできない。

しかし、本発明では、上記Ａ層とＢ層の層厚をそれぞれ適正範囲となるように定めて交互積層構造とすることによって、Ｂ層のＡｌ含有割合を０．７５以上０．９５以下と高めた場合であっても、Ｂ層を六方晶ではなく立方晶構造のものとして形成することができる。

[0016] Ａ層とＢ層の交互積層構造からなる硬質被覆層：

交互積層構造を構成するＡ層の一層の平均層厚をｘ（ｎｍ）、また、同じく交互積層構造を構成するＢ層の一層の平均層厚をｙ（ｎｍ）とした場合に、５ｙ≧ｘ≧３ｙとする。

ｘが３ｙ未満であると、硬質被覆層中に占めるＡｌの含有割合が高いＢ層の占める割合が大きくなり、硬さの低い六方晶結晶構造の結晶粒の生成しやすくなって硬質被覆層の硬度が低下し、一方、ｘが５ｙを超えると、Ａｌの含有割合が高いＢ層の占める割合が低下し、十分な耐熱性を発揮することができなくなる。

したがって、本発明では、Ａ層の一層平均層厚ｘとＢ層の一層平均層厚ｙとの関係が、５ｙ≧ｘ≧３ｙを満足するように定める。

[0017] さらに、交互積層構造からなる硬質被覆層がより高い硬度を示すようにするためには、上記Ａ層とＢ層のユニット厚さｘ＋ｙ（即ち、一層のＡ層と一層のＢ層をユニットとした場合の合計層厚）が１００（ｎｍ）以上で２５０（ｎｍ）以下となるようにする。

上記ユニット厚さが１００（ｎｍ）未満である場合には、相対的にＢ層の一層平均層厚ｙが小さくなり、硬質被覆層の耐熱性向上効果が少なくなり、一方、ユニット厚さが２５０（ｎｍ）を超えるようになると、Ｂ層において六方晶構造の結晶粒が生成しやすくなり、その結果、硬質被覆層の硬度低下を招くようになるためである。

したがって、本発明では、Ａ層とＢ層のユニット厚さｘ＋ｙを、２５０（ｎｍ）≧ｘ＋ｙ≧１００（ｎｍ）を満足するように定める。

[0018] 硬質被覆層の総層厚：

前記交互積層構造からなる硬質被覆層の総層厚が０．５μｍ未満であると、長期の使用にわたって十分な耐摩耗性を発揮することができず、一方、総層厚が１０μｍを超えると、切削加工時にチッピング、欠損、剥離等の異常損傷を発生しやすくなることから、硬質被覆層の総層厚は、０．５～１０μｍと定めた。

発明の効果

[0019] 本発明の被覆工具によれば、工具基体表面に形成された硬質被覆層が、組成式：（Al_aTi_{1-a}）Ｎ（ただし、ａは原子比であって、０．５０≦ａ＜０．７５を満足する）で表されるＡ層と、組成式：（Al_bTi_{1-b}）Ｎ（ただし、ｂは原子比であって、０．７５≦ｂ≦０．９５を満足する）で表されるＢ層との交互積層構造として構成され、さらに、Ａ層の一層当たりの層厚ｘ（ｎｍ）と、Ｂ層の一層当たりの層厚ｙ（ｎｍ）が、５ｙ≧ｘ≧３ｙ、かつ、２５０（ｎｍ）≧ｘ＋ｙ≧１００（ｎｍ）の関係を満足することから、硬質被覆層はすぐれた耐熱性と高硬度を有し、その結果、炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高熱発生を伴う高速切削加工においても、チッピング、欠損、剥離等の異常損傷を発生知ることなく、長期の使用に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮するものである。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明被覆工具および比較被覆工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアークイオンプレーティング装置を示し、（ａ）は概略平面図、（ｂ）は概略正面図である。

[図2]従来技術を説明する従来のアークイオンプレーティング装置の概略説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] つぎに、本発明の被覆工具を実施例により具体的に説明する。

なお、ここでは、炭化タングステン（ＷＣ）基超硬合金を工具基体とする被覆工具について述べるが、炭窒化チタン（ＴｉＣＮ）基サーメットを工具基体とした場合も同様である。

実施例 １

[0022] 原料粉末として、いずれも１～３μｍの平均粒径を有するＷＣ粉末、ＶＣ粉末、Cr_3C_2粉末、、およびＣｏ粉末を用意し、これら原料粉末を、表１に示される配合組成に配合し、ボールミルで７２時間湿式混合し、乾燥した後、１００ＭＰａの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を６Ｐａの真空中、温度：１４００℃に１時間保持の条件で焼結し、焼結後、ＩＳＯ規格

・ＣＮＭＧ１２０４０８のインサート形状をもったＷＣ基超硬合金製の工具基体Ａ－１～Ａ－３を形成した。

[0023] また、原料粉末として、いずれも０．５～２μｍの平均粒径を有するＴｉＣＮ（重量比でＴｉＣ／ＴｉＮ＝５０／５０）粉末、Mo_2C粉末、ＺｒＣ粉末、ＮｂＣ粉末、ＴａＣ粉末、ＷＣ粉末、Ｃｏ粉末、およびＮｉ粉末を用意し、これら原料粉末を、表２に示される配合組成に配合し、ボールミルで２４時間湿式混合し、乾燥した後、１００ＭＰａの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を２ｋＰａの窒素雰囲気中、温度：１５００℃に１時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にＲ：０．０３のホーニング加工を施してＩＳＯ規格・ＣＮＭＧ１２０４０８のインサート形状をもったＴｉＣＮ基サーメット製の工具基体Ｂ－１～Ｂ－３を形成した。

[0024] （ａ）ついで、前記工具基体Ａ－１～Ａ－３、Ｂ－１～Ｂ－３のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図１に示されるアークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部に沿って装着し、前記回転テーブルを挟んで対向する位置に、Ａ層形成用ＡｌーＴｉ合金およびＢ層形成用ＡｌーＴｉ合金からなるカソード電極（蒸発源）を配置し、

（ｂ）まず、装置内を排気して０．１ Ｐａ以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を６００℃に加熱した後、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に－１０００Ｖの直流バイアス電圧を印加し、かつ、ＡｌーＴｉ合金（カソード電極）とアノード電極との間に１００Ａの電流を流してアーク放電を発生させ、もって工具基体表面をボンバード洗浄し、

（ｃ）次に装置内雰囲気を０．５～９．０Ｐａの窒素雰囲気に保持して、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に－２０～－１５０Ｖの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極（蒸発源）であるＡ層形成用のＡｌ－Ｔｉ合金電極とアノード電極との間に５０～２５０Ａの電流を流してアーク放電を発生させて所定層厚のＡ層を形成し、次いで、Ｂ層形成用のＡｌ－Ｔｉ合金電極とアノード電極との間に５０～２５０Ａの電流を流してアーク放

電を発生させて所定層厚のＢ層を形成し、これを交互に繰り返し行うことにより、表３に示される目標組成、目標層厚のＡ層とＢ層の交互積層構造からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、

本発明被覆工具としての表面被覆インサート（以下、本発明被覆インサートと云う）１～１０を製造した。

[0025] また、比較の目的で、

（ａ）前記工具基体Ａ－１～Ａ－３、Ｂ－１～Ｂ－３のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図１に示されるアークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部に沿って装着し、前記回転テーブルを挟んで対向する位置に、カソード電極として異なる組成を有するＡｌ－Ｔｉ合金（以下、それぞれを、Ｃ層形成用Ａｌ－Ｔｉ合金，Ｄ層形成用Ａｌ－Ｔｉ合金）を配置し、

（ｂ）まず、装置内を排気して０．１ Ｐａ以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を６００℃に加熱した後、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に－１０００Ｖの直流バイアス電圧を印加し、かつ、Ａｌ－Ｔｉ合金（カソード電極）とアノード電極との間に１００Ａの電流を流してアーク放電を発生させ、もって工具基体表面をボンバード洗浄し、

（ｃ）次に装置内雰囲気を０．５～９．０Ｐａの窒素雰囲気に保持して、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に－２０～－１５０Ｖの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極（蒸発源）であるＣ層形成用Ａｌ－Ｔｉ合金電極とアノード電極との間に５０～２５０Ａの電流を流してアーク放電を発生させて所定組成のＣ層を蒸着形成し、次いで、Ｄ層形成用Ａｌ－Ｔｉ合金電極とアノード電極との間に５０～２５０Ａの電流を流してアーク放電を発生させて所定組成のＤ層を蒸着形成することにより、表４に示される目標組成、目標層厚の交互積層からなる硬質被覆層を蒸着形成し、

比較被覆工具としての表面被覆インサート（以下、比較被覆インサートと云う）１～５を製造した。

[0026] 次いで、本発明被覆インサート１～１０、比較被覆インサート１～５につ

いて、その硬質被覆層の交互積層構造を示す各層の組成を、硬質被覆層縦断面を、透過型電子顕微鏡を用いてのエネルギー分散型Ｘ線分析法により測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

また、上記の硬質被覆層の交互積層構造を示す各層の平均層厚を、透過型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均値（５ヶ所の平均値）を示した。

表３、表４に、これらの測定値を示す。

[0027] 次に、本発明被覆インサート１～１０および比較被覆インサート１～５について、以下の切削条件で切削試験を行い、いずれの高速切削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

切削条件Ａ：

被削材：ＪＩＳ・ＳＣＭ４４０（ＨＢ３３０）の丸棒、

切削速度：　２２０ｍ／ｍｉｎ．、

切り込み：　０．２ｍｍ、

送り：　　０．２８ｍｍ／ｒｅｖ．、

切削時間：　５分、

の条件での合金鋼の連続高速切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、１６５ ｍ／ｍｉｎ．、０．２５ ｍｍ／ｒｅｖ．）。

切削条件Ｂ：

被削材：ＪＩＳ・Ｓ４５Ｃ（ＨＢ２５０）の丸棒、

切削速度：　２００ ｍ／ｍｉｎ．、

切り込み：　０．２ ｍｍ、

送り：　　０．３３ ｍｍ／ｒｅｖ．、

切削時間：　５分、

の条件での炭素鋼の連続高速切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、１５０ ｍ／ｍｉｎ．、０．２５ ｍｍ／ｒｅｖ．）。

切削条件Ｃ：

被削材：ＪＩＳ・ＳＫＤ６１（ＨＲＣ６０）の丸棒、

切削速度：　１１０　ｍ／ｍｉｎ．、

切り込み：　０．２　ｍｍ、

送り：　　０．２８　ｍｍ／ｒｅｖ．、

切削時間：　３分、

の条件での高硬度鋼の連続高速切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、７０　ｍ／ｍｉｎ．、０．１　ｍｍ／ｒｅｖ．）。

表５に、この測定結果を示す。

[0028] [表1]

種別		配合組成（質量%）			
		Co	VC	Cr_3C_2	WC
工具基体	A−1	12	−	1	残
	A−2	6	1	−	残
	A−3	10	−	0.5	残

[0029] [表2]

種別		配合組成（質量%）							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo_2C	WC	TiCN
工具基体	B−1	12	5	−	10	−	10	16	残
	B−2	9	5	−	11	2	−	−	残
	B−3	10	4	1	8	−	10	10	残

[0030]

[表3]

種別		工具基体記号	A層		B層		A層、B層のx, yの関連			総層厚（μm）
			A層の組成（aの値）	一層当たりの平均層厚xの値（nm）	B層の組成（bの値）	一層当たりの平均層厚yの値（nm）	x/yの値	（x+y）の値	ユニット積層回数	
本発明被覆インサート	1	A−1	0.50	80	0.90	20	4.0	100	38	3.80
	2	A−2	0.74	90	0.95	20	4.5	110	90	9.90
	3	A−3	0.65	150	0.75	40	3.8	190	50	9.50
	4	A−1	0.70	200	0.75	50	4.0	250	40	10.0
	5	A−2	0.50	90	0.80	30	3.0	120	60	7.20
	6	A−3	0.73	185	0.85	55	3.4	240	4	0.96
	7	B−1	0.74	85	0.90	25	3.4	110	60	6.60
	8	B−2	0.70	76	0.95	24	3.2	100	5	0.50
	9	B−3	0.69	185	0.90	55	3.4	240	15	3.60
	10	B−1	0.68	200	0.85	40	5.0	240	3	0.72

[0031] [表4]

種別		工具基体記号	硬質被覆層							
			C層		D層		C層、D層のx, yの関連			総層厚（μm）
			C層の組成（aの値）	一層当たりの平均層厚xの値（nm）	D層の組成（bの値）	一層当たりの平均層厚yの値（nm）	x/yの値	（x+y）の値	ユニット積層回数	
比較被覆インサート	1	A−1	0.60	40	0.90	20	2.0	60	10	0.6
	2	A−2	0.30	90	0.50	20	4.5	110	50	5.5
	3	A−3	0.78	120	0.95	30	4.0	150	40	6
	4	B−1	0.65	90	0.70	20	4.5	110	10	1.1
	5	B−2	0.60	150	0.85	200	0.8	350	30	10.5

[0032]

[表5]

種別		逃げ面摩耗幅(mm)			種別		逃げ面摩耗幅(mm)		
		切削条件(A)	切削条件(B)	切削条件(C)			切削条件(A)	切削条件(B)	切削条件(C)
本発明被覆インサート	1	0.21	0.23	0.23	比較被覆インサート	1	4.0*	4.2*	3.5*
	2	0.21	0.22	0.25		2	4.3*	4.8*	3.6*
	3	0.20	0.24	0.28		3	4.6*	4.5*	3.7*
	4	0.18	0.26	0.27		4	4.5*	4.3*	3.8*
	5	0.22	0.23	0.26		5	4.1*	4.3*	3.7*
	6	0.19	0.24	0.23					
	7	0.18	0.25	0.22					
	8	0.22	0.25	0.27					
	9	0.20	0.23	0.24					
	10	0.20	0.26	0.28					

比較被覆インサートの欄の*印は、切刃部に発生した異常損傷が原因で寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

実施例 2

[0033] 実施例１と同様、いずれも１～３μｍの平均粒径を有するＷＣ粉末、ＶＣ粉末、Cr_3C_2粉末、およびＣｏ粉末からなる原料粉末を、表１に示される配合組成に配合し、ボールミルで７２時間湿式混合し、乾燥した後、１００ＭＰａの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を６Ｐａの真空中、温度：１４００℃に１時間保持の条件で焼結し、直径が１３ｍｍの工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部の直径×長さが１０ｍｍ×２２ｍｍの寸法、並びにねじれ角３０度の４枚刃スクエア形状をもったＷＣ基超硬合金製の工具基体（エンドミル）Ａ－１～Ａ－３をそれぞれ製造した。

[0034] ついで、これらの工具基体（エンドミル）Ａ－１～Ａ－３の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図１に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、実施例１と同一の条件で、表６に示される目標組成、目標層厚のＡ層とＢ層の交互積層構造からなる硬質被覆層を蒸着形

成することにより、本発明被覆工具としての本発明表面被覆超硬製エンドミル（以下、本発明被覆エンドミルと云う）１～６をそれぞれ製造した。

[0035] また、比較の目的で、前記工具基体（エンドミル）Ａ－１～Ａ－３の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図１に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、実施例１と同様の工程で、表７に示される目標組成、目標層厚の交互積層からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、比較被覆工具としての表面被覆超硬製エンドミル（以下、比較被覆エンドミルと云う）１～５をそれぞれ製造した。

[0036] 次いで、本発明被覆エンドミル１～６、比較被覆エンドミル１～５について、その硬質被覆層の交互積層構造を示す各層の組成を、硬質被覆層縦断面を、透過型電子顕微鏡を用いてのエネルギー分散型Ｘ線分析法により測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

また、上記の硬質被覆層の交互積層構造を示す各層の平均層厚を、透過型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均値（５ヶ所の平均値）を示した。

表６、表７に、これらの測定値を示す。

[0037] つぎに、本発明被覆エンドミル１～６および比較被覆エンドミル１～５について、

被削材－平面寸法：１００ｍｍ×２５０ｍｍ、厚さ：５０ｍｍの、ＪＩＳ・ＳＣＭ４４０（ＨＢ３３０）の板材、

切削速度：　２４０ｍ／ｍｉｎ．、

溝深さ（切り込み）：１５ｍｍ、

テーブル送り：　８２０ｍｍ／ｍｉｎ．、

の条件（切削条件Ｄ）でのクロムモリブデン鋼の湿式高速溝切削加工試験（通常の切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、１９０ｍ／ｍｉｎ．、６５０ｍｍ／ｍｉｎ．）、を行い、切刃部の外周刃の逃げ面摩耗幅が使用寿命の目安とされる０．１ｍｍに至るまでの切削溝長を測定した。

この測定結果を表６、表７にそれぞれ示した。

[0038] [表6]

種別		工具基体記号	A層		B層		A層、B層のx, yの関連			総層厚(μm)	切削試験結果 切削溝長(m)
			A層の組成(aの値)	一層当たりの平均層厚xの値(nm)	B層の組成(bの値)	一層当たりの平均層厚yの値(nm)	x/yの値	(x+y)の値	ユニット積層回数		
本発明被覆エンドミル	1	A—1	0.65	80	0.95	20	4.0	100	5	0.5	120
	2	A—2	0.50	100	0.95	20	5.0	120	50	6.0	130
	3	A—3	0.74	140	0.75	40	3.5	180	40	7.2	125
	4	A—1	0.55	200	0.90	50	4.0	250	40	10.0	120
	5	A—2	0.50	99	0.80	33	3.0	132	25	3.3	135
	6	A—3	0.68	90	0.85	30	3.0	120	50	6.0	135

[0039] [表7]

種別		工具基体記号	硬質被覆層								切削試験結果 切削溝長(m)
			C層		D層		C層、D層のx, yの関連			総層厚(μm)	
			C層の組成(aの値)	一層当たりの平均層厚xの値(nm)	D層の組成(bの値)	一層当たりの平均層厚yの値(nm)	x/yの値	(x+y)の値	ユニット積層回数		
比較被覆エンドミル	1	A—1	0.55	20	0.90	40	0.5	60	10	0.6	41
	2	A—2	0.80	80	0.75	20	4.0	100	50	5.0	46
	3	A—3	0.78	90	0.70	30	3.0	120	80	9.6	45
	4	A—1	0.50	90	0.98	20	4.5	110	50	5.5	48
	5	A—2	0.50	150	0.85	40	3.8	190	60	11.4	46

[0040] 表５～７に示される結果から、本発明被覆工具は、工具基体の表面にそれぞれ所定の組成、層厚のＡ層とＢ層の交互積層構造からなる硬質被覆層が形成されていることによって、硬質被覆層がすぐれた耐熱性と高硬度を有することから炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高速切削加工において、チッピング、欠損、剥離等の異常損傷の発生を招くことなく、長期の使用に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮する。

これに対して、硬質被覆層を構成する層のいずれかが本発明で規定した組成、層厚等から外れる比較被覆工具においては、耐摩耗性が十分でなく、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

産業上の利用可能性

[0041] 前述のように、本発明の被覆工具は、炭素鋼、合金鋼、高硬度鋼等の高速

切削加工ばかりでなく、一般的な被削材の切削加工においても、すぐれた耐摩耗性を発揮し、長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置の自動化、並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

請求の範囲

[請求項1] 炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に総層厚０．５～１０μｍの硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆切削工具において、

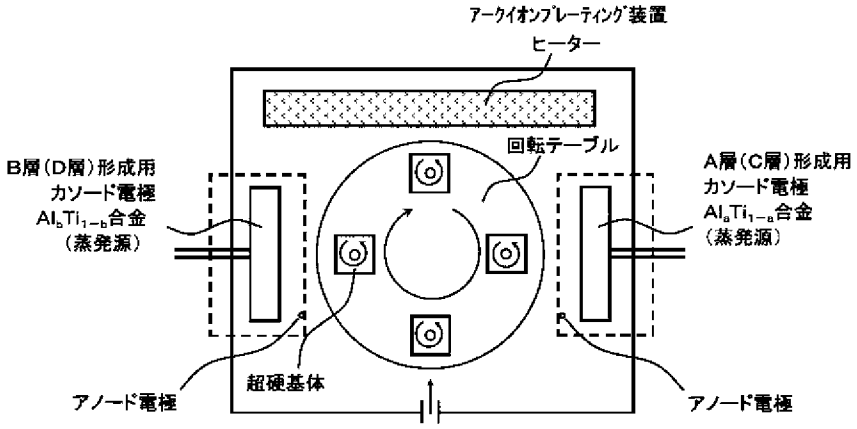
（ａ）前記硬質被覆層は、Ａ層とＢ層の交互積層構造からなり、

（ｂ）前記Ａ層は、組成式：（Al_aTi_{1-a}）Ｎ（ただし、ａは原子比）で表した場合に、０．５０≦ａ＜０．７５を満足し、

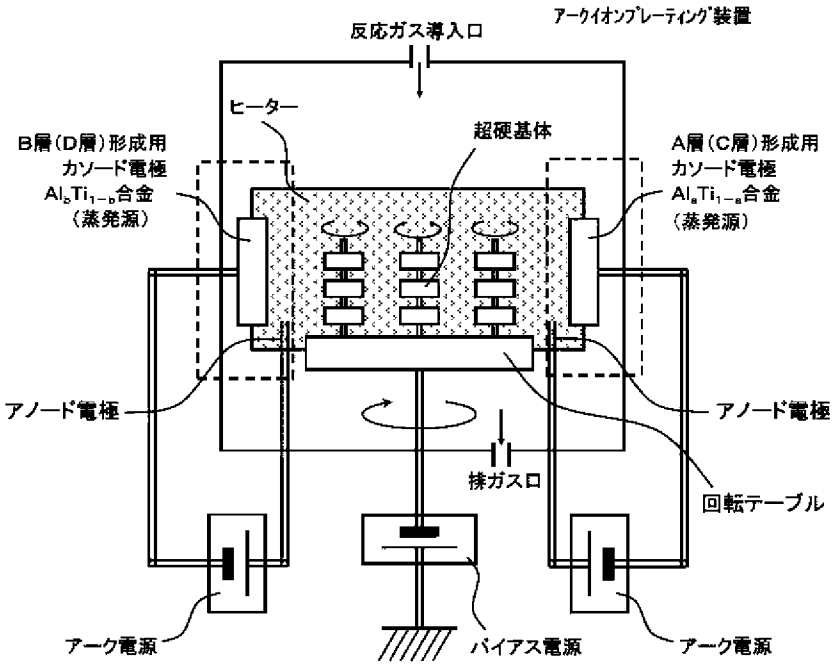
（ｃ）前記Ｂ層は、組成式：（Al_bTi_{1-b}）Ｎ（ただし、ｂは原子比）で表した場合に、０．７５≦ｂ≦０．９５を満足し、

（ｄ）前記Ａ層の一層当たりの層厚をｘ（ｎｍ）、前記Ｂ層の一層当たりの層厚をｙ（ｎｍ）としたとき、５ｙ≧ｘ≧３ｙ、かつ、２５０（ｎｍ）≧ｘ＋ｙ≧１００（ｎｍ）を満足することを特徴とする表面被覆切削工具。

[図1]

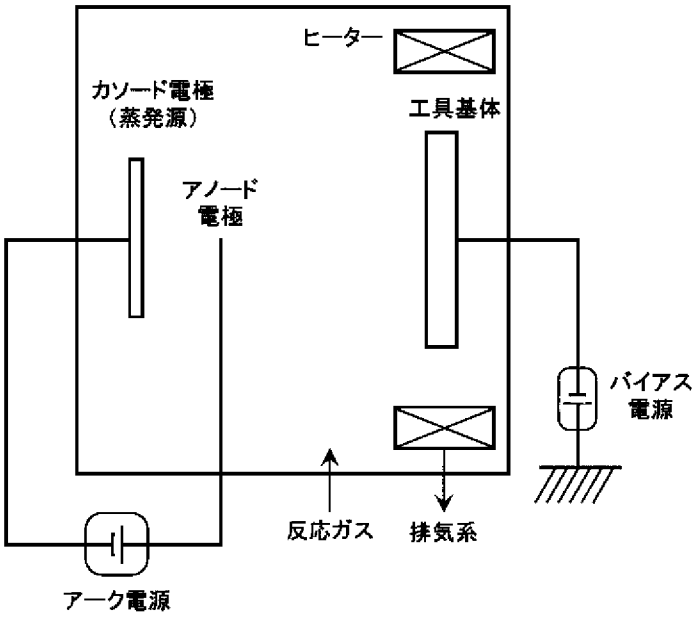

アークイオンプレーティング装置
ヒーター
回転テーブル
B層(D層)形成用
カソード電極
Al_bTi_{1-b}合金
(蒸発源)
A層(C層)形成用
カソード電極
Al_aTi_{1-a}合金
(蒸発源)
アノード電極
超硬基体
アノード電極

(a)


アークイオンプレーティング装置
反応ガス導入口
ヒーター
超硬基体
B層(D層)形成用
カソード電極
Al_bTi_{1-b}合金
(蒸発源)
A層(C層)形成用
カソード電極
Al_aTi_{1-a}合金
(蒸発源)
アノード電極
アノード電極
排ガス口
回転テーブル
アーク電源
バイアス電源
アーク電源

(b)

[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/081832

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B27/14(2006.01)i, *B23B51/00*(2006.01)i, *B23C5/16*(2006.01)i, *C23C14/06*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23B27/14, B23B51/00, B23C5/16, C23C14/06, B23P15/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-196365 A (Sandvik Intellectual Property AB.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text; all drawings & US 2007/0141346 A1 & EP 1795628 A1 & KR 10-2007-0061456 A	1
A	JP 2003-508242 A (Sandvik AB.), 04 March 2003 (04.03.2003), entire text; all drawings & US 2002/0051887 A1 & WO 2001/016388 A1	1
A	JP 2003-334704 A (Mitsubishi Materials Kobe Tools Corp.), 25 November 2003 (25.11.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 January 2016 (13.01.16)	26 January 2016 (26.01.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/081832

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-211304 A (Mitsubishi Materials Kobe Tools Corp.), 29 July 2003 (29.07.2003), entire text; all drawings & US 2005/0129986 A1 & EP 1470879 A1 & CN 1642682 A	1
A	JP 2002-254229 A (MMC Kobelco Tool Co., Ltd.), 10 September 2002 (10.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1
A	JP 11-61380 A (Kobe Steel, Ltd.), 05 March 1999 (05.03.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1
A	JP 7-97679 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 11 April 1995 (11.04.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０８１８３２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B27/14(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)n

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B27/14, B23B51/00, B23C5/16, C23C14/06, B23P15/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-196365 A (サンドビック　インテレクチュアル　プロパティー　アクティエボラーグ) 2007.08.09, 全文,全図 & US 2007/0141346 A1 & EP 1795628 A1 & KR 10-2007-0061456 A	1
A	JP 2003-508242 A (サンドビック　アクティエボラーグ) 2003.03.04, 全文,全図 & US 2002/0051887 A1 & WO 2001/016388 A1	1
A	JP 2003-334704 A (三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社) 2003.11.25, 全文,全図 (ファミリーなし)	1

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１３．０１．２０１６	２６．０１．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	３Ｃ	５０７２
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	齊藤　彬 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４		

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-211304 A (三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社) 2003.07.29, 全文, 全図 & US 2005/0129986 A1 & EP 1470879 A1 & CN 1642682 A	1
A	JP 2002-254229 A (エムエムシーコベルコツール株式会社) 2002.09.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
A	JP 11-61380 A (株式会社神戸製鋼所) 1999.03.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
A	JP 7-97679 A (住友電気工業株式会社) 1995.04.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1