

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4474643号
(P4474643)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 3 B 27/14 (2006.01) B 2 3 B 27/14 A
C 2 3 C 16/40 (2006.01) C 2 3 C 16/40

請求項の数 1 (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2005-14206 (P2005-14206) | (73) 特許権者 | 000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 |
| (22) 出願日 | 平成17年1月21日(2005.1.21) | (74) 代理人 | 100076679 弁理士 富田 和夫 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-198740 (P2006-198740A) | (72) 発明者 | 本間 尚志 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂 研究センター内 |
| (43) 公開日 | 平成18年8月3日(2006.8.3) | (72) 発明者 | 長田 晃 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂 研究センター内 |
| 審査請求日 | 平成19年3月30日(2007.3.30) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬質被覆層が高速連続切削加工ですぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【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、

(a) 下部層が、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層、および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上からなり、かつ3~20μmの全体平均層厚を有するTi化合物層、

(b) 上部層が、1~15μmの平均層厚、および化学蒸着した状態で型の結晶構造を有し、さらに、

組成式： $(Al_{1-x}Cr_x)_2O_3$ 、(ただし、原子比で、X:0.01~0.1)

10

を満足すると共に、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六方晶結晶格子を有する結晶粒個々に電子線を照射して、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(0001)面および(10-10)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にAl、Cr、および酸素からなる構成原子がそれぞれ存在するコランダム型六方最密晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出し、前記構成原子共有格子点間に構成原子を共有しない格子点がN個(ただし、Nはコランダム型六方最密晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からNの上限を28とした

20

場合、4、8、14、24、および26の偶数は存在せず)存在する構成原子共有格子点形態を $N + 1$ で現した場合、個々の $N + 1$ が $N + 1$ 全体に占める分布割合を示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、3に最高ピークが存在し、かつ前記3の $N + 1$ 全体に占める分布割合が60~80%である構成原子共有格子点分布グラフを示すAlとCrの複合酸化物層、

以上(a)および(b)で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる、硬質被覆層が高速断続切削加工ですぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、特に各種の鋼や鋳鉄などの被削材の断続切削加工を、高速切削条件で行った場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具(以下、被覆サーメット工具という)に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、一般に、炭化タングステン(以下、WCで示す)基超硬合金または炭窒化チタン(以下、TiCNで示す)基サーメットで構成された基体(以下、これらを総称して工具基体という)の表面に、

(a)下部層が、Tiの炭化物(以下、TiCで示す)層、窒化物(以下、同じくTiNで示す)層、炭窒化物(以下、TiCNで示す)層、炭酸化物(以下、TiCOで示す)層、および炭窒酸化物(以下、TiCNOで示す)層のうちの1層または2層以上からなり、かつ3~20 μ mの全体平均層厚を有するTi化合物層、

(b)上部層が、1~15 μ mの平均層厚、および化学蒸着した状態で型の結晶構造を有し、さらに、

組成式： $(Al_{1-x}Cr_x)_2O_3$ 、(ただし、原子比で、 $X:0.01\sim0.1$)

を満足するAlとCrの複合酸化物[以下、型 $(Al, Cr)_2O_3$ で示す]層、

以上(a)および(b)で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆サーメット工具が知られており、この被覆サーメット工具が、例えば各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削に用いられることも良く知られるところである。

【0003】

また、上記の被覆サーメット工具において、この硬質被覆層の構成層は、一般に粒状結晶組織を有し、さらに、下部層であるTi化合物層を構成するTiCN層を、層自身の強度向上を目的として、通常の化学蒸着装置にて、反応ガスとして有機炭窒化物を含む混合ガスを使用し、700~950の中温温度域で化学蒸着することにより形成して縦長成長結晶組織をもつようにすることも知られている。

【0004】

さらに、上記の被覆サーメット工具の硬質被覆層を構成する型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層が、格子点にAl、Cr、および酸素からなる構成原子がそれぞれ存在するコランダム型六方最密晶の結晶構造、すなわち図1に型 $(Al, Cr)_2O_3$ の単位格子の原子配列が模式図[(a)は斜視図、(b)は横断面1~9の平面図]で示される結晶構造を有する結晶粒で構成されることも知られている。

【特許文献1】特開昭52-66508号公報

【特許文献2】特開平6-8010号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年の切削装置の高性能化はめざましく、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、上記の従来被覆サーメット工具においては、これを鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削

10

20

30

40

50

加工や断続切削加工に用いた場合には問題はないが、特にこれを断続切削加工を高速加工条件で行うのに用いた場合には、硬質被覆層を構成する型(A1, Cr)₂O₃層が機械的および熱的に十分な耐衝撃性を具備するものでないために、前記硬質被覆層にチッピング(微小欠け)が発生し易くなり、この結果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】

【0006】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、上記の型(A1, Cr)₂O₃層が硬質被覆層の上部層を構成する被覆サーメット工具に着目し、特に前記型(A1, Cr)₂O₃層の耐衝撃性向上を図るべく研究を行った結果、

(a) 従来被覆サーメット工具の硬質被覆層を構成する上部層としての型(A1, Cr)₂O₃層は、例えば、通常の化学蒸着装置にて、

反応ガス組成：容量%で、AlCl₃：2.3～4%、CrCl₃：0.04～0.26%、CO₂：6～8%、HCl：1.5～3%、H₂S：0.05～0.2%、H₂：残り、

反応雰囲気温度：1020～1050、

反応雰囲気圧力：6～10kPa、

の条件(通常条件という)で蒸着形成されるが、これを、

反応ガス組成：容量%で、AlCl₃：6～10%、CrCl₃：0.1～0.65%、CO₂：10～15%、HCl：3～5%、H₂S：0.05～0.2%、H₂：残り、

反応雰囲気温度：1020～1050、

反応雰囲気圧力：3～5kPa、

の条件、すなわち上記の通常条件に比して、反応ガス組成では、AlCl₃、CrCl₃、CO₂、およびHClの含有割合を相対的に高く、かつ雰囲気圧力を相対的に低くした条件(反応ガス成分高含有調整低圧条件)で蒸着形成すると、この結果の反応ガス成分高含有調整低圧条件で形成した型(A1, Cr)₂O₃層(以下、「改質型(A1, Cr)₂O₃層」という)は、高温強度が一段と向上し、機械的熱的にすぐれた耐衝撃性を具備するようになることから、硬質被覆層の上部層が前記改質型(A1, Cr)₂O₃層、下部層が上記Ti化合物層で構成された被覆サーメット工具は、特に激しい機械的熱的衝撃を伴う高速断続切削加工でも、前記硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を示すようになること。

【0007】

(b) 上記の従来被覆サーメット工具の硬質被覆層の上部層を構成する型(A1, Cr)₂O₃層(以下、「従来型(A1, Cr)₂O₃層」という)と上記(a)の改質型(A1, Cr)₂O₃層について、

電界放出型走査電子顕微鏡を用い、図2(a)、(b)に概略説明図で例示される通り、表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射して、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(0001)面および(10-10)面の法線がなす傾斜角[図2(a)には前記結晶面の傾斜角が0度の場合、同(b)には傾斜角が45度の場合を示しているが、これらの角度を含めて前記結晶粒個々のすべての傾斜角]を測定し、この場合前記結晶粒は、上記の通り格子点にAl、Cr、および酸素からなる構成原子がそれぞれ存在するコランダム型六方最密晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出し、前記構成原子共有格子点間に構成原子を共有しない格子点がN個(ただし、Nはコランダム型六方最密晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からNの上限を28とした場合、4、8、14、24、および26の偶数は存在せず)存在する構成原子共有格子点形態をN+1で現し、個々のN+1がN+1全体に占める分布割合を示す構成原子共有格子点分布グラフを作成した場合(この場合前記の結果から、5、9、15、25、および27の構成原子共有格子点形態は存在しないことになる)、上記

10

20

30

40

50

従来型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層は、図5に例示される通り、3の分布割合が30%以下の相対的に低い構成原子共有格子点分布グラフを示すのに対して、前記改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層は、図4に例示される通り、3の分布割合が60~80%のきわめて高い構成原子共有格子点分布グラフを示し、この高い3の分布割合は、反応ガスを構成する $AlCl_3$ 、 $CrCl_3$ 、 CO_2 、および HCl の含有割合、さらに雰囲気反応圧力によって変化すること。

なお、上記の改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層および従来型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層において、相互に隣接する結晶粒の界面における構成原子共有格子点形態のうちの3、7、および11の単位形態を模式図で例示すると図3(a)~(c)に示される通りとなる。

【0008】

(c) 上記の改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層は、型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層自体が具備するすぐれた高温硬さと耐熱性に加えて、上記従来型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層に比して一段と高い高温強度を具備するようになるので、これを硬質被覆層の上部層として蒸着形成してなる被覆サーメット工具は、同下部層である $TiCN$ 層が具備するすぐれた高温強度と相俟って、特に断続切削加工を高速切削条件で行うのに用いた場合にも、同じく前記従来型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層を上部層として蒸着形成してなる従来被覆サーメット工具に比して、硬質被覆層が一段とすぐれた耐チップング性を発揮すること。

以上(a)~(c)に示される研究結果を得たのである。

【0009】

この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、 WC 基超硬合金または $TiCN$ 基サーメットで構成された工具基体の表面に、

(a) 下部層が、 TiC 層、 TiN 層、 $TiCN$ 層、 $TiCO$ 層、および $TiCNO$ 層のうち1層または2層以上からなり、かつ3~20 μm の全体平均層厚を有する Ti 化合物層、

(b) 上部層が、1~15 μm の平均層厚、および化学蒸着した状態で型の結晶構造を有し、さらに、

組成式： $(Al_{1-x}Cr_x)_2O_3$ 、(ただし、原子比で、 $X: 0.01 \sim 0.1$)

を満足すると共に、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六方晶結晶格子を有する結晶粒個々に電子線を照射して、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(0001)面および(10-10)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点に Al 、 Cr 、および酸素からなる構成原子がそれぞれ存在するコランダム型六方最密晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出し、前記構成原子共有格子点間に構成原子を共有しない格子点が N 個(ただし、 N はコランダム型六方最密晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点から N の上限を28とした場合、4、8、14、24、および26の偶数は存在せず)存在する構成原子共有格子点形態を $N+1$ で現した場合、個々の $N+1$ が $N+1$ 全体に占める分布割合を示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、3に最高ピークが存在し、かつ前記3の $N+1$ 全体に占める分布割合が60~80%である構成原子共有格子点分布グラフを示す改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層、

以上(a)~(c)で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる、硬質被覆層が高速断続切削加工ですぐれた耐チップング性を発揮する被覆サーメット工具に特徴を有するものである。

【0010】

以下に、この発明の被覆サーメット工具の硬質被覆層の構成層において、上記の通りに数値限定した理由を説明する。

(a) 下部層の Ti 化合物層

10

20

30

40

50

Ti化合物層は、改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層の下部層として存在し、自身の具備するすぐれた高温強度によって硬質被覆層の高温強度向上に寄与するほか、工具基体と改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層のいずれにも強固に密着し、よって硬質被覆層の工具基体に対する密着性を向上させる作用を有するが、その平均層厚が $3\mu m$ 未満では、前記作用を十分に発揮させることができず、一方その平均層厚が $20\mu m$ を越えると、特に高熱発生を伴う高速切削では熱塑性変形を起し易くなり、これが偏摩耗の原因となることから、その平均層厚を $3\sim 20\mu m$ と定めた。

【0011】

(b) 上部層の改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層

上記の改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層において、この構成成分であるAlは層の高温硬さおよび耐熱性を向上させ、同Cr成分にはAl成分との共存において、さらに一段と耐熱性を向上させる作用を有するが、Crの含有割合を示すX値が原子比で 0.01 未満では前記作用に所望の向上効果を確保することができず、一方同X値が 0.1 を越えると高温強度に低下傾向が現れるようになることから、前記X値を $0.01\sim 0.1$ と定めた。

10

また、上記の改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層の構成原子共有格子点分布グラフにおける3の分布割合は、上記の反応ガスを構成する $AlCl_3$ 、 $CrCl_3$ 、 CO_2 、および HCl の含有割合、さらに雰囲気反応圧力を調整することによって $60\sim 80\%$ とすることができるが、この場合3の分布割合が 60% 未満では、高速断続切削加工で、硬質被覆層にチッピングが発生しない、すぐれた高温強度向上効果を確保することができず、したがって3の分布割合は高ければ高いほど望ましいが、3の分布割合を 80% を越えて高くすることは層形成上困難であることから、3の分布割合を $60\sim 80\%$ と定めた。

20

さらに、上記改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層は、上記の通り型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層自体のもつすぐれた高温硬さと耐熱性に加えて、さらに一段とすぐれた高温強度を有するようになるが、その平均層厚が $1\mu m$ 未満では前記改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層の有する前記の特性を硬質被覆層に十分に具備せしめることができず、一方その平均層厚が $15\mu m$ を越えると、偏摩耗の原因となる熱塑性変形が発生し易くなり、摩耗が加速するようになることから、その平均層厚を $1\sim 15\mu m$ と定めた。

【0012】

なお、切削工具の使用前後の識別を目的として、黄金色の色調を有するTiN層を、必要に応じて硬質被覆層の最表面層として蒸着形成してもよいが、この場合の平均層厚は $0.1\sim 1\mu m$ でよく、これは $0.1\mu m$ 未満では、十分な識別効果が得られず、一方前記TiN層による前記識別効果は $1\mu m$ までの平均層厚で十分であるという理由からである。

30

【発明の効果】

【0013】

この発明被覆サーメット工具は、各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、強い機械的熱的衝撃を伴う断続切削加工を高速切削条件で行うのに用いた場合にも、硬質被覆層の上部層を構成する改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層が、 $(Al, Cr)_2O_3$ 自身のもつすぐれた高温硬さと耐熱性に加えて、一段とすぐれた高温強度を具備することから、すぐれた耐チッピング性を発揮し、使用寿命の一層の延命化を可能とするものである。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

つぎに、この発明の被覆サーメット工具を実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0015】

原料粉末として、いずれも $2\sim 4\mu m$ の平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、 Cr_3C_2 粉末、TiN粉末、Ta₂N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、さらに

50

ワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、98MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を5Paの真空中、1370~1470の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、切刃部にR:0.07mmのホーニング加工を施すことによりISO・CNMG160412に規定するスローアウェイチップ形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A~Fをそれぞれ製造した。

【0016】

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(質量比でTiC/TiN=50/50)粉末、Mo₂C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、98MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を1.3kPaの窒素雰囲気中、温度:1540に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR:0.07mmのホーニング加工を施すことによりISO規格・CNMG160412のチップ形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体a~fを形成した。

【0017】

ついで、これらの工具基体A~Fおよび工具基体a~fのそれぞれを、通常の化学蒸着装置に装入し、まず、表3(表3中の1-TiCNは特開平6-8010号公報に記載される縦長成長結晶組織をもつTiCN層の形成条件を示すものであり、これ以外は通常の粒状結晶組織の形成条件を示すものである)に示される条件にて、表4に示される組み合わせおよび目標層厚でTi化合物層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成し、ついで、同じく表3に示される条件で改質型(Al, Cr)₂O₃層(a)~(f)のうちのいずれかを同じく表4に示される組み合わせおよび目標層厚で硬質被覆層の上部層として蒸着形成することにより本発明被覆サーメット工具1~13をそれぞれ製造した。

【0018】

また、比較の目的で、表5に示される通り、硬質被覆層の上部層として、表3に示される条件で従来型(Al, Cr)₂O₃層を形成する以外は同一の条件で従来被覆サーメット工具1~13をそれぞれ製造した。

【0019】

ついで、上記の本発明被覆サーメット工具1~13および従来被覆サーメット工具1~13の硬質被覆層の上部層を構成する改質型(Al, Cr)₂O₃層および従来型(Al, Cr)₂O₃層のそれぞれについて、電界放出型走査電子顕微鏡を用いて、構成原子共有格子点分布グラフをそれぞれ作成した。

すなわち、上記構成原子共有格子点分布グラフは、上記の改質型(Al, Cr)₂O₃層および従来型(Al, Cr)₂O₃層の表面を研磨面とした状態で、電界放出型走査電子顕微鏡の鏡筒内にセットし、前記研磨面に70度の入射角度で15kVの加速電圧の電子線を1nAの照射電流で、前記表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に照射して、電子後方散乱回折像装置を用い、30×50μmの領域を0.1μm/stepの間隔で、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(0001)面および(10-10)面の法線がなす傾斜角を測定し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出し、前記構成原子共有格子点間に構成原子を共有しない格子点がN個(ただし、Nはコランダム型六方最密晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からNの上限を28とした場合、4、8、14、24、および26の偶数は存在せず)存在する構成原子共有格子点形態をN+1で現した場合、個々のN+1がN+1全体に占める分布割合を求めることにより作成した。

【0020】

この結果得られた各種の改質型(Al, Cr)₂O₃層および従来(Al, Cr)₂O₃層の構成原子共有格子点分布グラフにおいて、N+1全体(上記の結果から3、7

10

20

30

40

50

、 11、 13、 17、 19、 21、 23、 および 29 のそれぞれの分布割合の合計)に占める 3 の分布割合をそれぞれ表 4 , 5 にそれぞれ示した。

【 0 0 2 1 】

上記の各種の構成原子共有格子点分布グラフにおいて、表 4 , 5 にそれぞれ示される通り、本発明被覆サーメット工具の改質 型 (A l , C r)₂O₃層は、いずれも 3 の占める分布割合が 60 ~ 80 % である構成原子共有格子点分布グラフを示すのに対して、従来被覆サーメット工具の従来 型 (A l , C r)₂O₃層は、いずれも 3 の分布割合が 30 % 以下の構成原子共有格子点分布グラフを示すものであった。

なお、図 4 は、本発明被覆サーメット工具 9 の改質 型 (A l , C r)₂O₃層の構成原子共有格子点分布グラフ、図 5 は、従来被覆サーメット工具 8 の従来 型 (A l , C r)₂O₃層の構成原子共有格子点分布グラフをそれぞれ示すものである。

10

【 0 0 2 2 】

また、この結果得られた本発明被覆サーメット工具 1 ~ 13 および従来被覆サーメット工具 1 ~ 13 の硬質被覆層の構成層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて測定 (縦断面測定) したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均層厚 (5 点測定の平均値) を示した。

【 0 0 2 3 】

つぎに、上記の本発明被覆サーメット工具 1 ~ 13 および従来被覆サーメット工具 1 ~ 13 各種の被覆サーメット工具について、いずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

20

被削材：J I S ・ S C M 4 1 5 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：3 2 0 m / m i n、

切り込み：2 m m、

送り：0 . 2 m m / r e v、

切削時間：1 0 分、

の条件 (切削条件 A という) での合金鋼の乾式高速断続切削試験 (通常の切削速度は 1 5 0 m / m i n)、

被削材：J I S ・ F C 2 5 0 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：4 3 0 m / m i n、

切り込み：1 . 5 m m、

送り：0 . 1 5 m m / r e v、

切削時間：1 0 分、

の条件 (切削条件 B という) での鋳鉄の乾式高速断続切削試験 (通常の切削速度は 2 0 0 m / m i n)、さらに、

30

被削材：J I S ・ S 4 0 C の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：3 8 0 m / m i n、

切り込み：1 . 5 m m、

送り：0 . 2 m m / r e v、

切削時間：1 0 分、

の条件 (切削条件 C という) での炭素鋼の乾式高速断続切削試験 (通常の切削速度は 1 8 0 m / m i n) を行い、いずれの切削試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表 6 に示した。

40

【 0 0 2 4 】

【表 1】

| 種別 | | 配合組成 (質量%) | | | | | | | | | |
|------------------|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|----|
| | | Co | TiC | ZrC | VC | TaC | NbC | Cr ₃ C ₂ | TiN | TaN | WC |
| 工 具 基 体 | A | 7 | — | — | — | — | — | — | — | — | 残 |
| | B | 5.7 | — | — | — | 1.5 | 0.5 | — | 1.2 | — | 残 |
| | C | 5.7 | 2.3 | — | — | — | — | 1 | — | — | 残 |
| | D | 8.5 | — | 0.5 | — | — | — | 0.5 | — | — | 残 |
| | E | 12.5 | 2 | — | — | — | — | — | 1 | 2 | 残 |
| | F | 9.8 | — | — | 0.2 | — | 4 | 0.8 | — | — | 残 |

10

【0025】

【表 2】

| 種別 | | 配合組成 (質量%) | | | | | | | |
|------------------|---|------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|------|------|
| | | Co | Ni | ZrC | TaC | NbC | Mo ₂ C | WC | TiCN |
| 工 具 基 体 | a | 12 | 6 | — | 10 | — | 10 | 16 | 残 |
| | b | 7 | 7 | — | 5 | — | 7.5 | — | 残 |
| | c | 5 | — | — | — | 1 | 6 | 10 | 残 |
| | d | 9 | 6 | — | 11 | 2 | — | — | 残 |
| | e | 8 | 5 | 1 | 8 | — | 10 | 10 | 残 |
| | f | 11 | 6.5 | — | 10 | — | 9.5 | 14.5 | 残 |

20

30

【0026】

| 種 別 | 硬質被覆層 | 組成(数字は原子比を示す) | 形成条件 (反応雰囲気中の圧力はkPa, 温度は℃を示す) | |
|---|-------|--|--|----------------|
| | | | 反応ガス組成 (容量%) | 反応雰囲気 圧力 温度 |
| TiC層 | | TiC | TiCl ₄ : 4. 2%, CH ₄ : 8. 5%, H ₂ : 残 | 7 1020 |
| TiN層(第1層) | | TiN | TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 30%, H ₂ : 残 | 30 900 |
| TiN層(その他層) | | TiN | TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 35%, H ₂ : 残 | 50 1040 |
| I-TiC _{0.5} N _{0.5} 層 | | TiC _{0.5} N _{0.5} | TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 20%, CH ₃ CN: 0. 6%, H ₂ : 残 | 7 900 |
| TiCN層 | | TiC _{0.5} N _{0.5} | TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : 残 | 12 1020 |
| TiCO層 | | TiC _{0.5} O _{0.5} | TiCl ₄ : 4. 2%, CO: 4%, H ₂ : 残 | 7 1020 |
| TiCNO層 | | TiC _{0.3} N _{0.3} O _{0.4} | TiCl ₄ : 4. 2%, CO: 3%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : 残 | 20 1020 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(a) | | (Al _{0.99} Cr _{0.01}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 4%, CrCl ₃ : 0. 04%, CO ₂ : 8%, HCl: 1. 5%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 8 1020 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(b) | | (Al _{0.975} Cr _{0.025}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 3. 9%, CrCl ₃ : 0. 1%, CO ₂ : 8%, HCl: 1. 5%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 10 1020 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(c) | | (Al _{0.96} Cr _{0.04}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 3. 4%, CrCl ₃ : 0. 14%, CO ₂ : 7. 5%, HCl: 2%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 9 1020 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(d) | | (Al _{0.945} Cr _{0.055}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 3. 3%, CrCl ₃ : 0. 19%, CO ₂ : 7. 5%, HCl: 2%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 7 1030 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(e) | | (Al _{0.93} Cr _{0.07}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 2. 8%, CrCl ₃ : 0. 21%, CO ₂ : 7%, HCl: 2%, H ₂ S: 0. 15%, H ₂ : 残 | 7 1030 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(f) | | (Al _{0.915} Cr _{0.085}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 2. 7%, CrCl ₃ : 0. 26%, CO ₂ : 6%, HCl: 3%, H ₂ S: 0. 1%, H ₂ : 残 | 8 1040 |
| 従来α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(g) | | (Al _{0.9} Cr _{0.1}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 2. 3%, CrCl ₃ : 0. 25%, CO ₂ : 6%, HCl: 3%, H ₂ S: 0. 05%, H ₂ : 残 | 6 1050 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(a) | | (Al _{0.99} Cr _{0.01}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 10%, CrCl ₃ : 0. 1%, CO ₂ : 15%, HCl: 5%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 3 1020 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(b) | | (Al _{0.975} Cr _{0.025}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 9. 3%, CrCl ₃ : 0. 24%, CO ₂ : 14. 2%, HCl: 4. 5%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残 | 3. 4 1020 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(c) | | (Al _{0.96} Cr _{0.04}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 8. 6%, CrCl ₃ : 0. 36%, CO ₂ : 13. 4%, HCl: 4%, H ₂ S: 0. 15%, H ₂ : 残 | 3. 7 1030 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(d) | | (Al _{0.945} Cr _{0.055}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 7. 9%, CrCl ₃ : 0. 45%, CO ₂ : 12. 5%, HCl: 4%, H ₂ S: 0. 1%, H ₂ : 残 | 4. 1 1030 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(e) | | (Al _{0.93} Cr _{0.07}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 7. 3%, CrCl ₃ : 0. 55%, CO ₂ : 11. 7%, HCl: 3. 5%, H ₂ S: 0. 1%, H ₂ : 残 | 4. 4 1040 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(f) | | (Al _{0.915} Cr _{0.085}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 6. 6%, CrCl ₃ : 0. 6%, CO ₂ : 10. 8%, HCl: 3. 5%, H ₂ S: 0. 05%, H ₂ : 残 | 4. 7 1040 |
| 改質α型(Al, Cr) ₂ O ₃ 層(g) | | (Al _{0.9} Cr _{0.1}) ₂ O ₃ | AlCl ₃ : 6%, CrCl ₃ : 0. 65%, CO ₂ : 10%, HCl: 3%, H ₂ S: 0. 05%, H ₂ : 残 | 5 1050 |

【表 4】

| 種別 | 工具 基体 記号 | 硬質被覆層(下部層の括弧内数字:目標層厚: μm) | | | | | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----|
| | | 下部層 (Ti化合物層) | | | | 上部層 [改質 α 型 $(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$ 層] | | | |
| | | 第1層 | 第2層 | 第3層 | 第4層 | 記号 | 目標 層厚 (μm) | Σ 3の 分布 割合 (%) | |
| 本 発 明 被 覆 サ ー メ ツ ト 工 具 | 1 | a | TiN (1) | I-TiCN (17.5) | TiN (1) | TiCNO (0.5) | (f) | 6 | 64 |
| | 2 | A | TiCN (1) | I-TiCN (8.5) | TiCO (0.5) | — | (b) | 11 | 76 |
| | 3 | b | TiN (1) | I-TiCN (4) | TiC (4) | TiCNO (1) | (f) | 3 | 62 |
| | 4 | B | TiC (1) | I-TiCN (9) | — | — | (d) | 7 | 71 |
| | 5 | c | TiN (1) | I-TiCN (4.5) | TiCNO (0.5) | — | (g) | 1 | 60 |
| | 6 | C | TiN (0.5) | I-TiCN (1.5) | TiC (0.5) | TiCNO (0.5) | (e) | 8 | 68 |
| | 7 | d | TiN (0.5) | I-TiCN (10) | TiC (2) | TiCNO (0.3) | (a) | 12 | 80 |
| | 8 | D | TiN (1) | TiCN (19) | — | — | (d) | 4 | 70 |
| | 9 | e | TiC (0.5) | I-TiCN (9) | TiCO (0.5) | — | (b) | 12 | 78 |
| | 10 | E | TiN (1) | TiC (1) | TiCN (7) | TiCO (1) | (a) | 15 | 79 |
| | 11 | f | TiN (1) | TiC (1) | I-TiCN (8) | — | (e) | 9 | 67 |
| | 12 | F | TiC (1) | I-TiCN (4) | TiCNO (1) | — | (c) | 13 | 72 |
| | 13 | D | TiCN (0.5) | TiC (2) | TiCNO (0.5) | — | (c) | 10 | 75 |

【 0 0 2 8 】

10

20

30

【表 5】

| 種別 | 工具 基体 記号 | 硬質被覆層 | | | | | | | |
|---|----------------|-------------------|-----|-----|-----|--|------------------------|----------------------------|----|
| | | 下部層 (Ti化合物層) | | | | 上部層 [従来 α 型(Al, Cr) $_2$ O $_3$ 層] | | | |
| | | 第1層 | 第2層 | 第3層 | 第4層 | 記号 | 目標 層厚 (μ m) | Σ 3の 分布割合 (%) | |
| 従 来 被 覆 サ ー メ ツ ト 工 具 | 1 | 本発明被覆サーメット工具1に同じ | | | | (a) | 6 | 23 | 10 |
| | 2 | 本発明被覆サーメット工具2に同じ | | | | (g) | 11 | 24 | |
| | 3 | 本発明被覆サーメット工具3に同じ | | | | (b) | 3 | 27 | |
| | 4 | 本発明被覆サーメット工具4に同じ | | | | (e) | 7 | 25 | |
| | 5 | 本発明被覆サーメット工具5に同じ | | | | (c) | 1 | 28 | |
| | 6 | 本発明被覆サーメット工具6に同じ | | | | (d) | 8 | 30 | 20 |
| | 7 | 本発明被覆サーメット工具7に同じ | | | | (f) | 12 | 19 | |
| | 8 | 本発明被覆サーメット工具8に同じ | | | | (b) | 4 | 24 | |
| | 9 | 本発明被覆サーメット工具9に同じ | | | | (d) | 12 | 26 | |
| | 10 | 本発明被覆サーメット工具10に同じ | | | | (g) | 15 | 21 | 30 |
| | 11 | 本発明被覆サーメット工具11に同じ | | | | (c) | 9 | 23 | |
| | 12 | 本発明被覆サーメット工具12に同じ | | | | (f) | 13 | 21 | |
| | 13 | 本発明被覆サーメット工具13に同じ | | | | (a) | 10 | 25 | |

【 0 0 2 9 】

【表 6】

| 種 別 | 逃げ面摩耗幅(mm) | | | 種 別 | 切削試験結果 | | | | |
|--------------|------------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|-------|-------|
| | 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) | | |
| 本発明被覆サーメット工具 | 1 | 0.19 | 0.18 | 0.19 | 従来被覆サーメット工具 | 1 | 2.8分※ | 1.3分※ | 2.2分※ |
| | 2 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | | 2 | 4.8分※ | 3.0分※ | 3.7分※ |
| | 3 | 0.20 | 0.21 | 0.20 | | 3 | 6.2分※ | 3.7分※ | 4.9分※ |
| | 4 | 0.17 | 0.17 | 0.18 | | 4 | 6.1分※ | 3.8分※ | 5.1分※ |
| | 5 | 0.22 | 0.21 | 0.23 | | 5 | 6.6分※ | 4.6分※ | 5.1分※ |
| | 6 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | | 6 | 6.9分※ | 4.4分※ | 5.7分※ |
| | 7 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | | 7 | 2.0分※ | 0.8分※ | 1.4分※ |
| | 8 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | | 8 | 3.1分※ | 1.9分※ | 2.6分※ |
| | 9 | 0.09 | 0.12 | 0.11 | | 9 | 5.2分※ | 3.3分※ | 4.0分※ |
| | 10 | 0.10 | 0.09 | 0.10 | | 10 | 1.9分※ | 0.6分※ | 1.7分※ |
| | 11 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | | 11 | 4.2分※ | 2.9分※ | 3.5分※ |
| | 12 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | | 12 | 3.5分※ | 2.2分※ | 2.9分※ |
| | 13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | | 13 | 5.6分※ | 3.5分※ | 4.3分※ |

(表中、※印は硬質被覆層に発生したチップングが原因で使用寿命に至るまでの切削時間を示す)

【0030】

表4～6に示される結果から、本発明被覆サーメット工具1～13は、いずれも硬質被覆層の上部層が、 γ の分布割合が60～80%の構成原子共有格子点分布グラフを示す改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層で構成され、機械的熱的衝撃がきわめて高い鋼や鋳鉄の高速断続切削でも、前記改質型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層が自身の具備するすぐれた高温硬さおよび耐熱性に加えて、一段とすぐれた高温強度を有し、すぐれた耐チップング性を発揮することから、硬質被覆層のチップング発生が著しく抑制され、すぐれた耐摩耗性を示すのに対して、硬質被覆層の上部層が、 β の分布割合が30%以下の構成原子共有格子点分布グラフを示す従来型 $(Al, Cr)_2O_3$ 層で構成された従来被覆サーメット工具1～13においては、いずれも高速断続切削では硬質被覆層の耐機械的衝撃性が不十分であるために、硬質被覆層にチップングが発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【0031】

上述のように、この発明の被覆サーメット工具は、各種の鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削加工や断続切削加工は勿論のこと、特に高い高温強度が要求される高速断続切削加工でも硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を示し、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものであるから、切削装置の高性能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。

【図面の簡単な説明】

【0032】

10

20

30

40

50

【図1】 型(A1, Cr)₂O₃層を構成するコランダム型六方最密晶の単位格子の原子配列を示す模式図にして、(a)は斜視図、(b)は横断面1~9の平面図である。

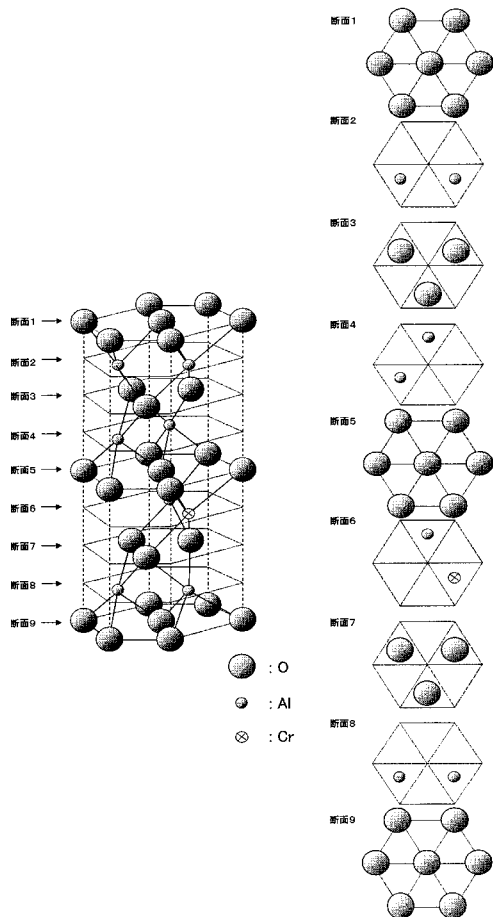
【図2】 型(A1, Cr)₂O₃層における結晶粒の(0001)面および(10-10)面の傾斜角の測定態様を示す概略説明図である。

【図3】 相互に隣接する結晶粒の界面における構成原子共有格子点形態の単位形態を示す模式図にして、(a)は 3、(b)は 7 (c)は 11の単位形態をそれぞれ示す図である。

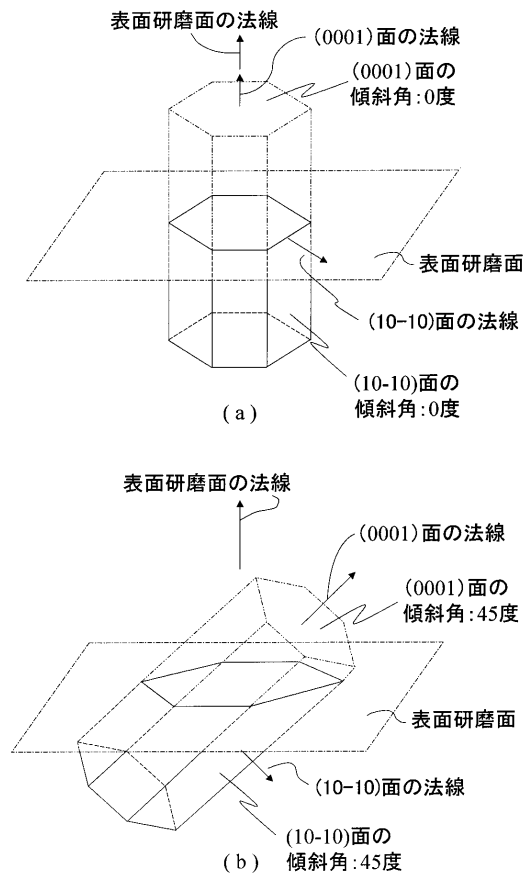
【図4】 本発明被覆サーメット工具9の改質 型(A1, Cr)₂O₃層の構成原子共有格子点分布グラフである。

【図5】 従来被覆サーメット工具8の従来 型(A1, Cr)₂O₃層の構成原子共有格子点分布グラフである。

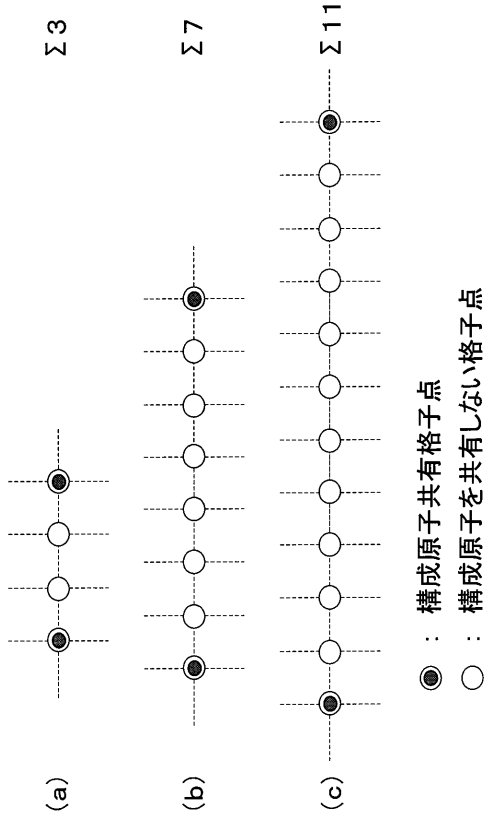
【図1】



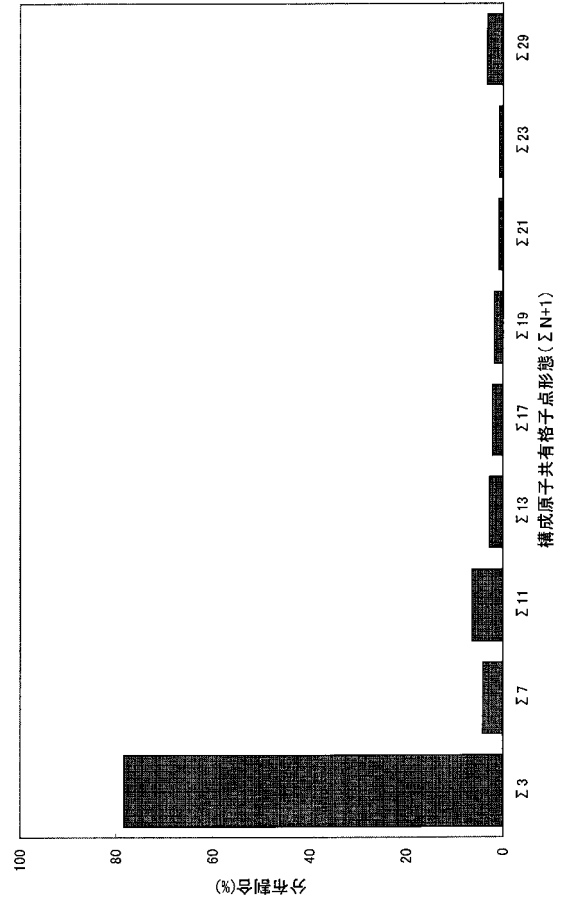
【図2】



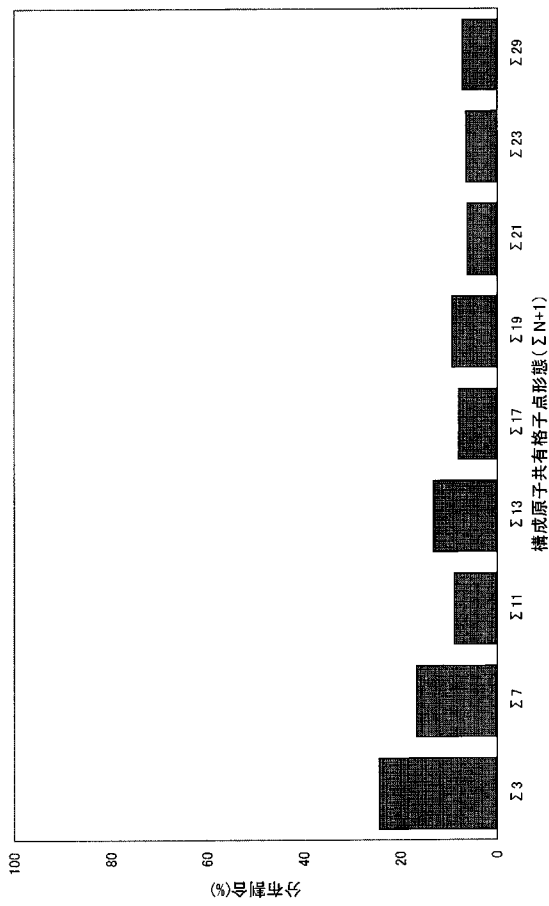
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 恵滋

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

(72)発明者 早樋 拓也

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

審査官 小川 真

(56)参考文献 特開昭52-66508(JP,A)

特開平5-208326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14

B23B 51/00

B23C 5/16

B23P 15/28

C23C 16/40

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

Science Direct