

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6234534号  
(P6234534)

(45) 発行日 平成29年11月22日 (2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日 (2017.11.2)

(51) Int. Cl. F I  
**B 2 8 D 5/00 (2006.01)** B 2 8 D 5/00 Z  
**C O 3 B 33/10 (2006.01)** C O 3 B 33/10

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-212492 (P2016-212492)	(73) 特許権者	390000608
(22) 出願日	平成28年10月31日 (2016.10.31)		三星ダイヤモンド工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2015-211440 (P2015-211440)		大阪府摂津市香露園32番12号
原出願日	平成24年3月29日 (2012.3.29)	(72) 発明者	留井 直子
(65) 公開番号	特開2017-52281 (P2017-52281A)		大阪府吹田市南金田2丁目12番12号
(43) 公開日	平成29年3月16日 (2017.3.16)	(72) 発明者	北市 充
審査請求日	平成28年11月30日 (2016.11.30)		大阪府吹田市南金田2丁目12番12号
		(72) 発明者	福西 利夫
			大阪府吹田市南金田2丁目12番12号
			三星ダイヤモンド工業株式会社内
		審査官	石川 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スクライピングホイール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円周部に沿って稜線が形成され、前記稜線と前記稜線の両側の傾斜面からなる刃先を有するスクライピングホイールであって、

円板の円周に沿って刃先部分が形成されたスクライピングホイール基材と、  
 前記スクライピングホイール基材の刃先表面に形成されたダイヤモンド膜と、  
 前記ダイヤモンド膜で形成された稜線の両側の領域に形成された帯状の第1の研磨面と

、  
 前記第1の研磨面の先端の稜線の両側の領域に形成された前記第1の研磨面の幅よりも幅の狭い帯状の第2の研磨面と、を有し、

前記第1の研磨面が交差した頂角は前記ダイヤモンド膜の傾斜面が交差した頂角よりも大きく、前記第2の研磨面が交差した頂角は前記第1の研磨面が交差した頂角よりも大きく、

前記第2の研磨面の算術平均粗さ R a が前記第1の研磨面の算術平均粗さ R a よりも小さく、

前記第2の研磨面の交差する稜線部分の算術平均粗さ R a が 0 . 0 1 5 μ m 以下であるスクライピングホイール。

【請求項2】

前記ダイヤモンド膜の傾斜面が交差した頂角が 8 0 ~ 1 5 0 ° である請求項1に記載のスクライピングホイール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はセラミック基板やガラス基板等の脆性材料基板をスクライプするためのスクライピングホイールに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来のスクライピングホイールは、超硬合金製又は焼結ダイヤモンド製の円板に対して円周部を両側より互いに斜めに削り込み、円周面にV字形の刃先を形成している。スクライピングホイールは中心に貫通孔を有しており、スクライピング装置のスクライプヘッド等に回転自在に軸着して用いられる。

10

## 【0003】

従来スクライピングホイールの円周面にV字形の刃先を形成するためには、まず円板101の中心に貫通孔102を形成する。図1(a)はこの円板101の側面図を示している。次いで図1(b)に側面図、図1(c)に正面図を示すように、円周部分を両側よりV字状に研磨して刃先部103とする。場合によっては刃先部103を更に細かい粒度の研磨材によって仕上げ研磨して、スクライピングホイール100を構成している。

## 【0004】

特許文献1にはガラス基板を切断するためのガラス切断用刃に関し、その寿命を長くするために、V字形の刃先表面をダイヤモンドで被膜したガラス切断用刃が開示されている。このガラス切断用刃は、ダイヤモンドと相性の良いセラミックで形成された刃先表面にダイヤモンド膜を被覆し、このダイヤモンド膜を表面研磨処理して整形される。このようなガラス切断用刃を用いることにより、刃の寿命が長く、また切断面が平滑となるように硬高度ガラスを切断できると示されている。

20

## 【0005】

また、特許文献2には、光ファイバやガラス基板等を切断する際に滑りや切断品位の悪化を防止するため、超硬合金等の基材にダイヤモンド層を被覆したダイヤモンド被覆切断刃が開示されている。この文献ではダイヤモンド層の表面は被覆後に平滑化処理をしないことを特徴としている。

## 【0006】

30

特許文献3には、工具母材の表面にダイヤモンド被膜がコーティングされた刃部を有するダイヤモンド被覆工具において、イオンビームを照射してダイヤモンド被膜を研磨する工具が開示されている。この文献には、刃部の先端部分を研磨して元の刃先角よりも大きな刃先角で、且つ刃先幅10~100nmの範囲を先端研磨部とすることで、所定の刃先強度を確保し優れた切れ味が得られることが開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開平04-224128号公報

【特許文献2】特開2011-126754号公報

【特許文献3】特開2012-11475号公報

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

特許文献1に示されているガラス切断用刃は基材をセラミックとし断面形状をV字形としてダイヤモンド膜を被覆し、更に研磨した構成としている。しかし1段階のみの研磨であり、研磨後の面粗さを十分に小さくすることができなかった。特許文献2に記載のダイヤモンド被覆切断刃においても、その表面に平滑化処理がされていないことから、脆性材料基板をスクライプすると基板の端面精度が研磨を行わない場合に比べて悪化し、このために端面強度が劣るといった問題点があった。

50

## 【 0 0 0 9 】

ガラス基板等の脆性材料基板を分断する際には、スクライピングホイールを用いてスクライプした後スクライプラインに沿って分断するが、分断した脆性材料基板端面には傷が残るため圧力が加わったときに端面から破壊されることが多い。スクライピングホイールの円周面に形成されたV字形の刃先に凹凸があると分断したときの脆性材料基板端面に傷が残るため、脆性材料基板の機械的な強度が低下する。また、セラミックス等の硬度が高い脆性材料基板をスクライプする場合には、刃先に凹凸があるとスクライプ時に刃先にカケが生じたり、凹凸の部分からダイヤモンド膜が剥離したりことがある。そのため、スクライピングホイールのV字形の刃先の稜線にはできるだけ凹凸が少ない方が好ましい。

## 【 0 0 1 0 】

また、特許文献3に記載のスクライピングホイールはイオンビームの照射により刃先部を研磨するようにしているが、スクライピングホイールの刃先斜面部は十分に研磨されておらず、比較的粗さが粗いままとなっている。このため、このスクライピングホイールを用いて脆性材料基板をスクライプし分断したと基板の端面強度が劣るといいう問題点があった。又イオンビームを照射しているため、稜線ラインを境として刃先の両側の斜面の粗さが異なってしまったり、稜線を側面視で直線状にすることが難しいという問題点もあった。

## 【 0 0 1 1 】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであって、ダイヤモンド膜を被覆したスクライピングホイールを用いて脆性材料基板をスクライプし分断したときに、分断した基板の端面精度が高く端面強度を大きくすることができるとともに、ダイヤモンド膜の欠けや剥離を防止することができ、スクライピングホイールの長寿命化を図ることができるスクライピングホイール及びその製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 2 】

この課題を解決するために、本発明のスクライピングホイールは、円周部に沿って稜線が形成され、前記稜線と前記稜線の両側の傾斜面からなる刃先を有するスクライピングホイールであって、円板の円周に沿って刃先部分が形成されたスクライピングホイール基材と、前記スクライピングホイール基材の刃先表面に形成されたダイヤモンド膜と、前記ダイヤモンド膜で形成された稜線の両側の領域に形成された帯状の第1の研磨面と、前記第1の研磨面の先端の稜線の両側の領域に形成された前記第1の研磨面の幅よりも幅の狭い帯状の第2の研磨面と、を有し、前記第1の研磨面が交差した頂角は前記ダイヤモンド膜の傾斜面が交差した頂角よりも大きく、前記第2の研磨面が交差した頂角は前記第1の研磨面が交差した頂角よりも大きく、前記第2の研磨面の算術平均粗さ $R_a$ が前記第1の研磨面の算術平均粗さ $R_a$ よりも小さく、前記第2の研磨面の交差する稜線部分の算術平均粗さ $R_a$ が $0.015\mu\text{m}$ 以下とされたものである。

## 【 0 0 1 3 】

ここで、前記ダイヤモンド膜の傾斜面が交差した頂角が $80\sim 150^\circ$ であるものでもよい。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 4 】

このような特徴を有する本発明によれば、スクライピングホイールの刃先をV字形に研磨すると共に、研磨面にダイヤモンド膜を形成し、その先端部分のみを粗研磨し、その後には仕上げ研磨している。従って刃先として必要な稜線部分の凹凸を少なくすることができる。このためスクライピングホイールを用いて脆性材料基板を分断したときに端面精度が高く端面強度を向上させることができる、という優れた効果が得られる。このような特徴は薄い脆性材料基板をスクライプし、切断するとき特に有効となる。又ダイヤモンド膜を用いているため硬度の高い脆性材料基板をスクライプする場合にもスクライピングホイールの磨耗が少なく、稜線部分の凹凸が少ないことにより、スクライプしたときに膜の稜線部分のカケや膜の剥離が起こりにくいため、スクライピングホイールの寿命を長くする

10

20

30

40

50

ことができる。このような特徴は硬質の脆性材料基板をスクライプするとき特に有効となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は従来例によるスクライピングホイールとその製造過程を示す側面図及び正面図である。

【図2】図2は本発明の実施の形態によるスクライピングホイールの正面図及び側面図である。

【図3】図3は本実施の形態によるスクライピングホイールの製造過程を示す側面図である。

【図4A】図4Aは本実施の形態によるスクライピングホイールの基材上にダイヤモンド膜を生成した状態を示す先端部分の拡大断面図である。

【図4B】図4Bは粗研磨を行ったスクライピングホイールの先端部分を示す拡大断面図である。

【図4C】図4Cは仕上げ研磨を行ったスクライピングホイールの先端部分を示す拡大断面図である。

【図4D】図4Dは他の例による仕上げ研磨を行ったスクライピングホイールの先端部分を示す拡大断面図である。

【図5A】図5Aは本実施の形態の変形例による刃先の研磨前の稜線部分の拡大断面図である。

【図5B】図5Bは本実施の形態の変形例による刃先の研磨後の稜線部分の拡大断面図である。

【図6A】図6Aは本発明の実施例1, 4によるスクライピングホイールの研磨前後の算術平均粗さを示す図である。

【図6B】図6Bは本発明の実施例2, 5によるスクライピングホイールの研磨前後の算術平均粗さを示す図である。

【図6C】図6Cは本発明の実施例3, 6によるスクライピングホイールの研磨前後の算術平均粗さを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図2(a)は本発明の実施の形態によるスクライピングホイールの正面図、図2(b)はその側面図である。又図3(a)~(d)はこの実施の形態のスクライピングホイールの製造過程を示す側面図である。スクライピングホイール10を製造する際には、例えば、超硬合金、又はセラミック製のスクライピングホイール基材となる円板11の中央にまず図3(b)に示すように軸穴となる貫通孔12を形成する。

【0017】

次にこの貫通孔12にモータ等のシャフトを連通して貫通孔12の中心軸を回転軸12aとして回転させつつ、円板11の全円周を両側より研磨して図3(b)に示すように傾斜面と稜線を有する垂直断面V字形に形成し、その斜面を研磨面13とする。このときの頂角は好ましくは80°~150°であり、より好ましくは90°~140°である。80°以下であると稜線先端が加工時に破損しやすく、150°以上であると刃先としての実用性がなくなる傾向にある。

【0018】

次に略V字形の研磨面13にダイヤモンド薄膜を形成する。まず図4Aの刃先の稜線部分の拡大断面図を示すように、ダイヤモンド膜の付着が容易になるように略V字形の研磨面13をあらかじめ粗面にしておく。次にサブミクロン以下の粒径の核となるダイヤモンドを斜面部分に形成した後、化学気相反応によってダイヤモンドの核を成長させ、膜厚が例えば10~30μmのダイヤモンド膜14を形成する。このようなダイヤモンド膜の形成は1回行って単層のダイヤモンド膜としてもよく、又多数回繰り返して行って多層のダイヤモンド膜としてもよい。ここで、ダイヤモンド膜はスクライピングホイール基材の

10

20

30

40

50

傾斜面及び稜線に略均一に形成されるため、ダイヤモンド膜の頂角はスクライピングホイール基材の頂角と略等しくなる。このダイヤモンド膜の頂角を第1の頂角  $\theta_1$  とする。頂角  $\theta_1$  は好ましくは  $80^\circ \sim 150^\circ$  であり、より好ましくは  $90^\circ \sim 140^\circ$  である。 $80^\circ$  以下であると稜線先端が加工時に破損しやすく、 $150^\circ$  以上であると刃先としての実用性がなくなる傾向にある。

#### 【0019】

次にダイヤモンド膜14に対して粗研磨を行う。粗研磨では、例えば粒度8000番又はそれ以下の番号の研磨材を用いる。8000番より大きい研磨材の場合は、研磨材の粒径が細かすぎるためダイヤモンド膜14に対して必要な加工度が得られない。この工程では稜線を中心に含む帯状の部分についてのみ第2の頂角  $\theta_2$  ( $\theta_2 > \theta_1$ ) となるように研磨を行う。図4Bはこの先端部分を示す拡大図である。こうして形成した研磨面を第1の研磨面15とする。ここで頂角  $\theta_2$  は  $\theta_1$  に対して  $\theta_1$  だけ大きな値となるように研磨する。 $\theta_1$  は0より大きな値、例えば  $5^\circ$  となるようにする。図4Bの幅  $w_1$  は第1の研磨面15の幅を示しており、幅  $w_1$  の最小値は例えば  $10 \sim 20 \mu\text{m}$  とする。

10

#### 【0020】

次に図4Cに示すように研磨面15の稜線を中央に含むより狭い幅  $w_2$  ( $w_2 < w_1$ ) の帯状の部分についてのみ仕上げ研磨を行う。仕上げ研磨では粗研磨よりも細かい粒度の微粉の研磨材を用いて研磨する。そして研磨した後の稜線から成る円が含まれる面を回転軸12aに対し垂直となるように、また頂角が所望の第3の頂角  $\theta_3$  ( $\theta_3 > \theta_2$ ) となるように研磨する。こうして形成した仕上げによる研磨面を第2の研磨面16とする。ここで研磨材の粒度は好ましくは粒度9000番以上であり、より好ましくは10000番以上であり、さらに好ましくは15000番以上である。仕上げ研磨では粗研磨よりも細かい粒度の微粉の研磨材を用いて研磨するため、第2の研磨面の算術平均粗さは第1の研磨面の算術平均粗さよりも小さくなる。仕上げ研磨工程では研磨後の刃先表面及び稜線の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.03 \mu\text{m}$  以下、好ましくは  $0.015 \mu\text{m}$  以下となるまで研磨する。研磨材の粒度が9000番より小さければ、研磨後の刃先表面及び稜線の算術平均粗さ  $R_a$  を  $0.03 \mu\text{m}$  以下にすることが難しい。このためスクライプ時に膜のカケや剥離が生じやすく、また分断した脆性材料基板端面には傷が残りやすい傾向がある。ここで頂角  $\theta_3$  は  $\theta_2$  に対して  $\theta_2$  だけ大きな値となるように研磨する。 $\theta_2$  は0より大きな値、例えば  $5^\circ$  となるようにする。この仕上げ研磨によりダイヤモンド膜の稜線から成る円を含む面がスクライピングホイール基材の中心軸に垂直となるようにする。尚最終の頂角  $\theta_3$  が大きいものは高いスクライプ荷重で使用するのに適しており、頂角  $\theta_3$  が小さいものは低いスクライプ荷重で使用するのに適している。

20

30

#### 【0021】

スクライピングホイールは、砥石などの研磨材によって研磨される。スクライピングホイールの刃先に形成されたダイヤモンド膜の一方の傾斜面を砥石によって粗研磨又は仕上げ研磨を行う。砥石によって加工することにより、傾斜面をスクライピングホイールの全周にわたって同一の角度で研磨することが容易となる。一方の面の粗研磨又は仕上げ研磨を終えると、他方の面についても同様に研磨する。このように、特に砥石を用いた研磨によれば、頂角  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  を所望の値に認定したり、スクライピングホイールの稜線を側面視で直線にしたりすることが容易となる。さらに、確実に所望の幅 ( $w_1$  又は  $w_2$ ) の領域を研磨することが容易にできる。

40

#### 【0022】

このように刃先を2段のV字状とすることでスクライピングホイールとして必要な刃先のダイヤモンドの先端部分のみ仕上げ研磨とし、加工面積を減らすことで加工時間を短縮しつつ、刃先の稜線の凹凸を少なくすることができる。尚この実施の形態では、 $w_2 > w_1$  とし、図4Cに示すように仕上げ研磨後には第2の研磨面16の両側に第1の研磨面15が残るものとしているが、図4Dに示すように第1の研磨面15を第2の研磨面16で完全に置き換えるように仕上げ研磨してもよい。この場合には幅  $w_3$  は  $w_1$  以上 (好ましくは  $w_3 = w_1$ ) となる。

50

## 【0023】

このように研磨することによって従来の焼結ダイヤモンドによるスクライピングホイールに比べ、脆性材料基板に接する部分の全てがダイヤモンドとなるため、スクライピングホイールの耐摩耗性を向上させることができる。又脆性材料基板に接する部分の全てがダイヤモンド膜となるためスクライブに寄与する刃先部分及び稜線の粗さを細かくすることができる。更にイオンビームによる研磨とは異なり、稜線の両側を同一の条件で研磨することができるため、研磨した両側の研磨面の粗さは同等とすることができ、また稜線を側面視で直線状にすることが容易である。従ってこのスクライピングホイールを用いて脆性材料基板、例えばガラス基板やセラミックス基板をスクライブし、分断すると、脆性材料基板の切断面の端面精度が向上し、これに伴い端面強度も向上させることができるという効果が得られる。更に刃先及び稜線の粗さを細かくすることにより、硬度の高い基板をスクライブする場合においてもダイヤモンド膜が剥離し難くなるという効果が得られる。そのため本発明のスクライピングホイールはセラミックス基板をスクライブするのに好適である。

10

## 【0024】

尚ここで示した研磨材の粒度は一例であり、この粒度に限定されるものでないことはいうまでもない。

## 【0025】

次に本実施の形態の変形例について説明する。この変形例では図5Aに刃先部の先端部分の拡大図を示すように、研磨面13を形成した後、さらに稜線をスクライピングホイールの回転軸12aと平行に研磨して、スクライピングホイールの回転軸12aに平行となるように基材の稜線部分に断面が平坦な円周面20を設けておく。円周面20の幅は例えば2~10 $\mu$ m程である。そしてこの後本実施の形態と同様に、円周面20を有する研磨面13にCVD法によってダイヤモンド膜14のコーティングを行う。ここで、第1の頂角1は、ダイヤモンド膜14の傾斜面の延長線がなす角度である。このコーティング後に図5Bに示すように円周部分を研磨して、第1の研磨面、第2の研磨面及び稜線を形成する。こうすれば本実施の形態と比較して稜線部分のダイヤモンド膜の厚さを厚くすることができ、スクライピングホイールの耐摩耗性、耐剥離性を向上させることができる。

20

## 【実施例】

## 【0026】

次に本発明の実施例によるスクライピングホイールの研磨前の状態と研磨後の状態について説明する。この実施例はいずれも外径2mmの超硬合金のスクライピングホイール基材に対し、実施例1, 2, 3は粒径が5 $\mu$ m程度のダイヤモンド膜、実施例4, 5, 6は粒径が0.5 $\mu$ m程度のダイヤモンド膜を形成したものである。実施例1, 4はいずれも研磨前の刃先の頂角1が110°であり、粗研磨では8000番の研磨材を用いて粗研磨終了後に頂角2が115°となるように研磨し、仕上げ研磨では15000番の研磨材を用いて仕上げ研磨の終了後に頂角3が120°となるように研磨したものである。研磨後のダイヤモンド膜14の稜線付近の最も薄い部分の厚さは例えば20 $\mu$ mとする。この2つの例について、稜線部分、及びそこから一定距離離れた稜線に平行なライン上の傾斜面における算術平均粗さRaは図6Aに示すものであった。

30

40

## 【0027】

実施例2, 5はいずれも研磨前の刃先の頂角1が125°であり、8000番の研磨材を用いて粗研磨後に頂角2が130°、15000番の研磨材を用いて仕上げ研磨後に頂角3が135°となるように研磨したものである。この2つの例について、稜線部分、及びそこから一定距離離れた稜線に平行なライン上の傾斜面における算術平均粗さRaは図6Bに示すものであった。

## 【0028】

又実施例3, 6はいずれも研磨前の刃先の頂角1が140°であり、8000番の研磨材を用いて頂角2が粗研磨後に145°、15000番の研磨材を用いて仕上げ研磨後に頂角3が150°となるように研磨したものである。この2つの例について、稜線

50

部分、及びそこから一定距離離れた稜線に平行なライン上の傾斜面における算術平均粗さ  $R_a$  は図 6 C に示すものであった。

【 0 0 2 9 】

実施例 1 ~ 6 は、いずれも仕上げ研磨時には表面が欠けることなく研磨加工が可能であった。いずれの実施例も仕上げ研磨後の研磨面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.022 \mu\text{m}$  以下であり、実施例 1 における傾斜面の値を除いて  $0.015 \mu\text{m}$  以下であった。実施例 4 ~ 6 は実施例 1 ~ 3 よりも算術平均粗さが小さくなる。これは実施例 1 ~ 3 の場合粒径が大きいため、研磨前の膜表面の算術平均粗さも大きくなってしまふからであると考えられる。しかし、この場合も仕上げ研磨を行うことにより、仕上研磨後の算術平均粗さ  $R_a$  を十分低くすることができるため、このスクライビングホイールを用いてスクライプ後に切断したときに、脆性材料基板の端面精度を向上させることができる。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 0 】


本発明のスクライビングホイールは、脆性材料基板をスクライプするスクライプ装置に用いることができ、特に薄い脆性材料基板をスクライプするスクライプ装置に有効である。

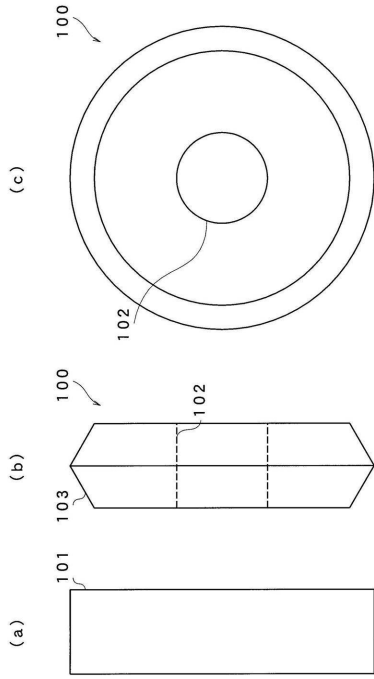
【符号の説明】


【 0 0 3 1 】

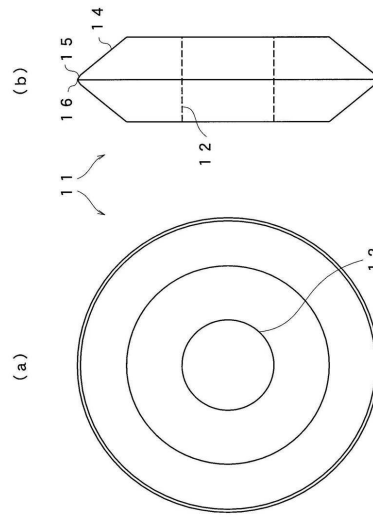
- 1 0 スクライビングホイール
- 1 1 円板
- 1 2 貫通孔
- 1 2 a 回転軸
- 1 3 研磨面
- 1 4 ダイヤモンド膜
- 1 5 第 1 の研磨面
- 1 6 第 2 の研磨面


20

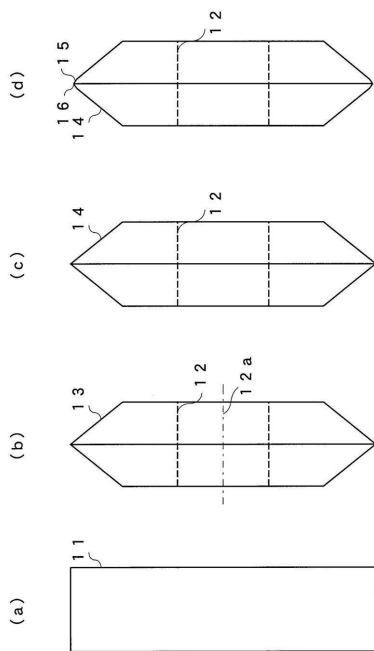
【 1】




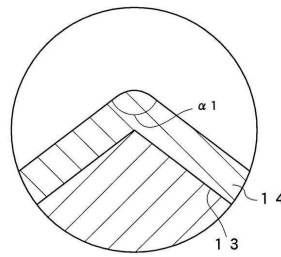
【 2】




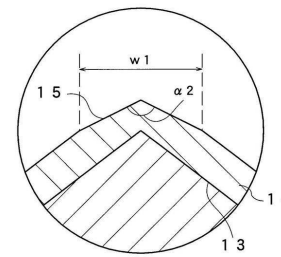
【 3】



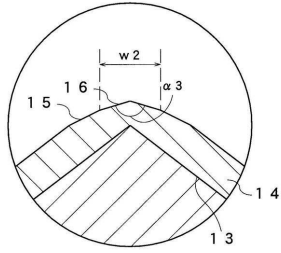
【 4 A】



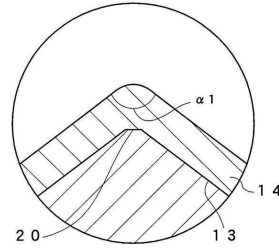
【 4 B】



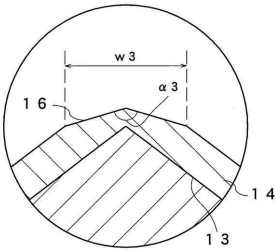
【図 4 C】



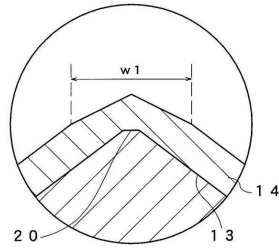
【図 5 A】



【図 4 D】



【図 5 B】



【図 6 A】

		研磨前	粗研磨	仕上研磨
刃先角度		110°	115°	120°
算術平均粗さ Ra (μm)	稜線	実施例 1	0.239	0.038
		実施例 4	0.098	0.024
	傾斜面	実施例 1	0.280	0.055
		実施例 4	0.283	0.018

【図 6 B】

		研磨前	粗研磨	仕上研磨
刃先角度		125°	130°	135°
算術平均粗さ Ra (μm)	稜線	実施例 2	0.179	0.036
		実施例 5	0.081	0.011
	傾斜面	実施例 2	0.199	0.031
		実施例 5	0.081	0.010

【図 6 C】

		研磨前	粗研磨	仕上研磨
刃先角度		140°	145°	150°
算術平均粗さ Ra (μm)	稜線	実施例 3	0.028	0.011
		実施例 6	0.059	0.009
	傾斜面	実施例 3	0.014	0.011
		実施例 6	0.070	0.007

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-011475(JP,A)  
特開2011-213589(JP,A)  
特開2008-272863(JP,A)  
特開2005-046935(JP,A)  
国際公開第2007/004700(WO,A1)  
特開平04-224128(JP,A)  
特開2011-126754(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B28D 5/00  
B28D 5/02  
B28D 1/24  
C03B 33/10  
C03B 33/02