



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/050260**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 004 438.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/034596**  
(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.2019**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.03.2020**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **20.05.2021**

(51) Int Cl.: **B23B 27/14 (2006.01)**  
**B23B 27/16 (2006.01)**  
**B23B 51/00 (2006.01)**  
**B23C 5/16 (2006.01)**  
**C23C 16/36 (2006.01)**  
**C23C 16/40 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2018-166096**      **05.09.2018**      **JP**

(74) Vertreter:  
**Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und  
Rechtsanwälte, 81675 München, DE**

(71) Anmelder:  
**KYOCERA CORPORATION, Kyoto-shi, Kyoto, JP**

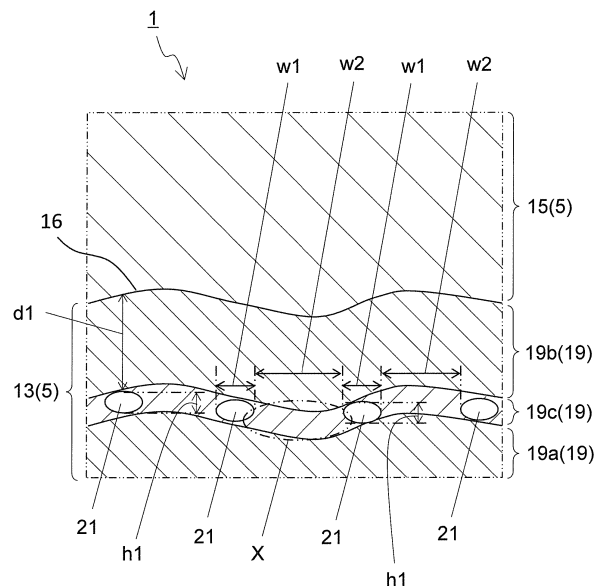
(72) Erfinder:  
**Katsuma, Tadashi, Kyoto-shi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **BESCHICHTETES WERKZEUG UND SCHNEIDWERKZEUG**

(57) Zusammenfassung: Ein beschichtetes Werkzeug der vorliegenden Offenbarung weist ein Basiselement und eine Beschichtungsschicht auf. Die Beschichtungsschicht weist eine Ti(C, N)-Schicht und eine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht auf, die die Ti(C, N)-Schicht bedeckt. Die Ti(C, N)-Schicht weist einen Hohlrumbereich mit einer Mehrzahl von Hohlräumen entlang einer Grenzfläche zwischen der Ti(C, N)-Schicht und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht auf. Der Mittelwert der Breite der Hohlräume ist kleiner als der Mittelwert der Abstände zwischen den zueinander benachbarten Hohlräumen. Die Ti(C, N)-Schicht weist eine erste Ti(C, N)-Schicht auf, die näher am Basiselement angeordnet ist als der Hohlrumbereich. Ein mittleres Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff (C/(C+N)) in der ersten Ti(C, N)-Schicht beträgt 0,50 bis 0,65. Ein Schneidwerkzeug der vorliegenden Offenbarung weist einen Halter, der eine Stabform hat, die sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt, und eine Tasche, die an einer Seite des ersten Endes angeordnet ist, und das oben erwähnte beschichtete Werkzeug auf, das an der Tasche angeordnet ist.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein beschichtetes Werkzeug zur Verwendung in einem Schneidvorgang.

## HINTERGRUND

**[0002]** Als ein beschichtetes Werkzeug zur Verwendung in einem Schneidvorgang, wie z.B. einem Drehvorgang und einem Fräsvorgang, ist ein beschichtetes Werkzeug bekannt, das z.B. im Patentdokument 1 beschrieben ist. Das im Patentdokument 1 beschriebene beschichtete Werkzeug weist eine Konfiguration auf, bei der eine Beschichtungsschicht auf einer Oberfläche eines Basiselements angeordnet ist, das aus Hartmetall oder dergleichen besteht. Die Beschichtungsschicht weist eine Schicht (Titanverbindungsschicht), die eine Verbindung von Titan (Ti) enthält, und eine Schicht (Aluminiumoxidschicht) auf, die Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) enthält. In dem beschichteten Werkzeug, das im Patentdokument 1 beschrieben ist, ist eine Mehrzahl von Hohlräumen an einer Grenzfläche zwischen der Titanverbindungsschicht und der Aluminiumoxidschicht ausgebildet. Es ist beschrieben, dass aufgrund der Mehrzahl von Hohlräumen ein Stoßrelaxationseffekt erzielbar ist.

**[0003]** In Patentdokument 2 ist ein beschichtetes Schneidwerkzeug offenbart, das ein Substrat und eine Oberflächenbeschichtung aufweist, wobei die Beschichtung eine Ti(C, N, O)-Schicht aufweist, die zumindest eine säulenförmige MTCVD-Ti(C, N)-Schicht mit einer durchschnittlichen Kornbreite von 0,05-0,4  $\mu\text{m}$  aufweist, und ein Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff ( $\text{C}/(\text{C}+\text{N})$ ), das in der MTCVD-Ti(C, N)-Schicht enthalten ist, im Durchschnitt 0,50-0,65 beträgt.

## STAND DER TECHNIK DOKUMENTE

## PATENTDOKUMENTE

Patentdokument 1: Japanische ungeprüfte Patentveröffentlichung Nr. 2015-182209

Patentdokument 2: Japanische Patentveröffentlichung Nr. 6238904

## KURZERLÄUTERUNG

**[0004]** Ein beschichtetes Werkzeug der vorliegenden Offenbarung weist ein Basiselement mit einer ersten Fläche und einer auf der ersten Fläche angeordneten Beschichtungsschicht auf. Die Beschichtungsschicht weist eine Ti(C, N)-Schicht und eine  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht auf, die die Ti(C, N)-Schicht bedeckt. In einem Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche weist die Ti(C, N)-Schicht einen Hohlraumbereich mit

einer Mehrzahl von Hohlräumen entlang einer Grenzfläche zwischen der Ti(C, N)-Schicht und der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht auf. Ein Mittelwert der Breiten der Hohlräume in einer Richtung entlang der Grenzfläche ist kleiner als ein Mittelwert der Abstände zwischen den zueinander benachbarten Hohlräumen. Die Ti(C, N)-Schicht weist eine erste Ti(C, N)-Schicht auf, die näher am Basiselement angeordnet ist als der Hohlraumbereich. Ein mittleres Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff ( $\text{C}/(\text{C}+\text{N})$ ) in der ersten Ti(C, N)-Schicht beträgt 0,50 bis 0,65. Ein Schneidwerkzeug der vorliegenden Offenbarung weist einen Halter, der eine Stabform hat, die sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt, und eine Tasche aufweist, die an einer Seite des ersten Endes angeordnet ist, und das oben erwähnte beschichtete Werkzeug auf, das an der Tasche angeordnet ist.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht, die ein beschichtetes Werkzeug der vorliegenden Offenbarung zeigt.

**Fig. 2** ist eine Schnittansicht entlang der Linie A-A in dem in **Fig. 1** dargestellten beschichteten Werkzeug.

**Fig. 3** ist eine vergrößerte Ansicht in der Nähe einer Beschichtungsschicht in dem in **Fig. 2** dargestellten beschichteten Werkzeug.

**Fig. 4** ist eine vergrößerte Ansicht in einem in **Fig. 3** dargestellten Bereich B1.

**Fig. 5** ist eine vergrößerte Ansicht, die eine Ausführungsform des in **Fig. 3** dargestellten Bereichs B1 zeigt.

**Fig. 6** ist eine Draufsicht, die ein Schneidwerkzeug der vorliegenden Offenbarung zeigt.

**Fig. 7** ist eine vergrößerte Ansicht in einem in **Fig. 6** dargestellten Bereich B2.

## AUSFÜHRUNGSFORM

**[0005]** Ein beschichtetes Werkzeug der vorliegenden Offenbarung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Jede der Zeichnungen, auf die im Folgenden Bezug genommen wird, zeigt jedoch zur Vereinfachung der Beschreibung nur die für die Beschreibung notwendigen Hauptelemente in vereinfachter Form. Daher kann das beschichtete Werkzeug jedes Strukturelement aufweisen, das nicht in Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird, dargestellt ist. Abmessungen der Elemente in den einzelnen Zeichnungen sind nicht solche, die die Abmessungen tatsächlicher Strukturelemente und die Abmessungsverhältnisse dieser Elemente getreu darstellen.

## &lt;Beschichtetes Werkzeug&gt;

**[0006]** Das beschichtete Werkzeug **1** der vorliegenden Offenbarung weist ein Basiselement **3** und eine Beschichtungsschicht **5** auf, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt. Das Basiselement **3** weist eine erste Fläche **7** (eine obere Fläche in **Fig. 2**), eine zweite Fläche **9**, die an die erste Fläche **7** angrenzt (eine Seitenfläche in **Fig. 2**), und eine Schneidkante **11** auf, die zumindest an einem Teil einer Kammlinie angeordnet ist, an welchem sich die erste Fläche **7** mit der zweiten Fläche **9** schneidet.

**[0007]** Das Basiselement **3** hat in dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel eine viereckige Plattenform, und die erste Fläche **7** hat eine viereckige Form. Die Anzahl der zweiten Flächen **9** beträgt somit vier. Zumindest ein Teil der ersten Fläche **7** ist ein Spanflächenbereich und zumindest ein Teil der zweiten Fläche **9** ist ein Freiflächenbereich. Die Form des Basiselements **3** ist nicht auf die Form einer viereckigen Platte beschränkt, und die erste Fläche **7** kann beispielsweise eine dreieckige, fünfeckige, sechseckige oder kreisförmige Form haben. Alternativ kann das Basiselement **3** außer der Plattenform auch eine säulenartige Form aufweisen.

**[0008]** Die Beschichtungsschicht **5** ist zumindest auf der ersten Fläche **7** des Basiselements **3** angeordnet. Die Beschichtungsschicht **5** kann nur auf der ersten Fläche **7** oder auf einer anderen Fläche als die erste Fläche **7** des Basiselements **3** angeordnet sein. In dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel ist die Beschichtungsschicht **5** zusätzlich zur ersten Fläche **7** auch auf der zweiten Fläche **9** angeordnet. Die Beschichtungsschicht **5** dient dazu, die Eigenschaften des beschichteten Werkzeugs **1** während eines Schneidvorgangs zu verbessern, wie z.B. die Verschleißfestigkeit und die Beständigkeit gegen Ausbrüche.

**[0009]** Die Beschichtungsschicht **5** weist eine Ti(C, N)-Schicht **13** und eine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** auf, wie in **Fig. 3** dargestellt. Die Ti(C, N)-Schicht **13** ist auf der ersten Fläche **7** angeordnet und enthält eine Titanverbindung. Die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** ist auf der Ti(C, N)-Schicht **13** und diese kontaktierend angeordnet und enthält Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**[0010]** Beispiele für die Titanverbindung, die in der Ti(C, N)-Schicht **13** enthalten ist, weisen Titancarbid, -nitrid, -oxid, -carbonitrid, -carbonoxid und -oxycarbonitrid auf. Die Ti(C, N)-Schicht **13** kann so eingerichtet sein, dass sie nur eine der oben genannten Verbindungen enthält, oder sie kann alternativ so eingerichtet sein, dass sie eine Mehrzahl von Arten der oben genannten Verbindungen enthält.

**[0011]** Die Ti(C, N)-Schicht **13** kann aus einer einzigen Schicht ausgebildet sein oder kann alternativ eine Konfiguration haben, bei der mehrere Schich-

ten aufeinander laminiert sind, solange sie eine Titanverbindung enthält. Zum Beispiel kann die Ti(C, N)-Schicht **13** eine Konfiguration haben, in der eine TiN-Schicht **17** und eine TiCN-Schicht **19** aufeinander laminiert sind. Die Haftfähigkeit zwischen dem Basiselement **3** und der Ti(C, N)-Schicht **13** wird höher, wenn die Ti(C, N)-Schicht **13** die TiN-Schicht **17** als eine Schicht enthält, die das Basiselement **3** kontaktiert.

**[0012]** Die TiN-Schicht **17** und die TiCN-Schicht **19** enthalten Titanitrid bzw. Titancarbonitrid als eine Hauptkomponente und können weitere Komponenten enthalten. Der Begriff „Hauptkomponente“ bezeichnet eine Komponente, die unter den Werten der anderen Komponenten den größten Wert in Masse-% hat.

**[0013]** Die Beschichtungsschicht **5** kann nur aus der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** ausgebildet sein oder kann alternativ eine andere Schicht als diese Schichten aufweisen. So kann z.B. eine andere Schicht zwischen dem Basiselement **3** und der Ti(C, N)-Schicht **13** eingefügt sein oder alternativ eine andere Schicht auf der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** liegen.

**[0014]** Die TiCN-Schicht **19** kann eine Konfiguration aufweisen, bei der mehrere Bereiche mit unterschiedlicher Zusammensetzung aufeinander laminiert sind. Zum Beispiel kann die TiCN-Schicht **19** eine Konfiguration aufweisen, bei der ein sogenannter MT (mäßige Temperatur) erster Bereich **19a** und ein sogenannter HT (hohe Temperatur) zweiter Bereich **19b** aufeinander laminiert sind.

**[0015]** In Fällen, in denen die Ti(C, N)-Schicht **13** den ersten Bereich **19a** und den zweiten Bereich **19b** aufweist, kann die Ti(C, N)-Schicht **13** außerdem einen Zwischenbereich **19c** zwischen dem ersten Bereich **19a** und dem zweiten Bereich **19b** aufweisen. Eine Grenze zwischen den Schichten und eine Grenze zwischen den Bereichen kann z.B. durch Betrachtung einer elektronenmikroskopischen Aufnahme (einer rasterelektronenmikroskopischen (REM: Rasterelektronenmikroskop) Aufnahme oder einer transmissionselektronenmikroskopischen (TEM: Transmissionselektronenmikroskop) Aufnahme) bestimmt werden. Die Identifizierung kann anhand des Verhältnisses der Elemente, aus denen die einzelnen Schichten bestehen, sowie anhand von Unterschieden in der Größe oder Ausrichtung eines Kristalls erfolgen.

**[0016]** Die Beschichtungsschicht **5** weist Hohlräume **21** in einem Inneren der Ti(C, N)-Schicht **13** auf, wie in **Fig. 4** dargestellt. Insbesondere weist die Beschichtungsschicht **5** eine Mehrzahl von Hohlräumen **21** auf, die in einem Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** des Basiselements **3** nebeneinander in der Ti(C, N)-Schicht in einer Richtung entlang einer Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** angeordnet sind. Genauer gesagt weist der Zwischenbereich **19c** die Hohlräume **21** auf. In dieser Konfiguration ist in der vorliegenden Offenbarung der Zwischenbereich **19c** ein Hohlraumbereich **19c** und ist in der vorliegenden Offenbarung der erste Bereich **19a** eine erste TiCN-Schicht **19a**.

**[0017]** Im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** ist ein Mittelwert der Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** in einer Richtung parallel zur ersten Fläche **7** kleiner als ein Abstand zwischen den zueinander benachbarten Hohlräumen **21**, nämlich ein Mittelwert der Breiten  $w_2$  am ersten Abschnitt X. Das beschichtete Werkzeug **1** mit dieser Konfiguration kann eine hohe Stoßfestigkeit in den Hohlräumen **21** erhalten, während die Verschlechterung der Festigkeit des ersten Abschnitts X reduziert wird.

**[0018]** Ein Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff ( $C/(C+N)$ ) in der ersten TiCN-Schicht **19a** der Ti(C, N)-Schicht **13** im beschichteten Werkzeug **1** der vorliegenden Offenbarung beträgt 0,50 bis 0,65. Ferner kann es 0,55 bis 0,62 betragen. Wenn das Verhältnis des in der ersten TiCN-Schicht **19a** enthaltenen Kohlenstoffs in diesem Bereich liegt, kann die Haftfestigkeit mit dem Basiselement **3** oder der TiN-Schicht **17** in der Ti(C, N)-Schicht **13** erhöht werden und wird die Haftfähigkeit zwischen dem Basiselement **3** und der Ti(C, N)-Schicht **13** oder der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** verbessert. Außerdem kann durch ein Verhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff ( $C/(C+N)$ ) in diesem Bereich die Härte der ersten TiCN-Schicht **19a** der Ti(C, N)-Schicht **13** erhöht werden, so dass die Verschleißfestigkeit verbessert und die Lebensdauer des Werkzeugs verlängert werden können.

**[0019]** Das beschichtete Werkzeug **1** der vorliegenden Offenbarung, das diese Konfiguration aufweist, kann aufgrund der Hohlräume **21** den Effekt der Stoßrelaxation erzielen und gleichzeitig die Verschlechterung der Haftfähigkeit zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** verringern. Folglich hat das beschichtete Werkzeug **1** der vorliegenden Offenbarung eine gute Haftfähigkeit, während es die verbesserte Stoßfestigkeit beibehält.

**[0020]** Das Verhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff ( $C/(C+N)$ ), das in der ersten TiCN-Schicht **19a** enthalten ist, kann z.B. durch wellenlängendispersive Röntgenmikrosondenanalyse (WDS) und durch Messung der Zusammensetzung von Kohlenstoff und Stickstoff bestimmt werden.

**[0021]** Beispiele für das in der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** enthaltene Aluminiumoxid sind  $\alpha$ -Aluminiumoxid ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>),  $\gamma$ -Aluminiumoxid ( $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und K-Aluminiumoxid (K-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Wenn die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** unter die-

sen  $\alpha$ -Aluminiumoxid enthält, kann die Wärmebeständigkeit des beschichteten Werkzeugs **1** erhöht werden. Die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** kann so eingerichtet sein, dass sie nur eine der oben genannten Verbindungen enthält, oder sie kann alternativ eine Mehrzahl von Arten der oben genannten Verbindungen enthalten.

**[0022]** Die Identifizierung des in der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** enthaltenen Aluminiumoxids aus den oben genannten Verbindungen kann z.B. durch die Durchführung einer Röntgenbeugungsanalyse (XRD) und die Beobachtung einer Verteilung der Peakwerte ausgewertet werden.

**[0023]** Der Gehalt der Titanverbindung in der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Gehalt des Aluminiumoxids in der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** sind nicht auf einen bestimmten Wert beschränkt. Eine Ausführungsform davon ist eine Konfiguration, in der die Ti(C, N)-Schicht **13** die Titanverbindung als Hauptkomponente und die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** das Aluminiumoxid als Hauptkomponente enthält. Der Begriff „Hauptkomponente“ bezeichnet eine Komponente, die unter den Werten der anderen Komponenten den größten Wert in Masse-% hat.

**[0024]** Die Ti(C, N)-Schicht **13** kann eine andere Komponente als die Titanverbindung enthalten, und die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** kann eine andere Komponente als das Aluminiumoxid enthalten. Zum Beispiel wird die Haftfähigkeit zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** verbessert, wenn die Ti(C, N)-Schicht **13** das Aluminiumoxid und die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** die Titanverbindung enthält.

**[0025]** Bei der Auswertung des Mittelwertes der Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** ist es nicht notwendig, die Breiten  $w_1$  aller im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** vorhandenen Hohlräume **21** auszuwerten, sondern der Mittelwert kann durch einen Mittelwert der Breiten  $w_1$  von etwa 5 bis 10 im Querschnitt nebeneinander angeordneten Hohlräumen **21** ermittelt werden. Zum Beispiel kann ein 10  $\mu$ m großer quadratischer Bereich, der die Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** einschließt, im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** extrahiert werden, und die Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** in dem Bereich können gemessen werden. Ein Mittelwert der Breiten  $w_2$  des ersten Bereichs X kann durch einen Mittelwert der Abstände zwischen etwa 5 bis 10 nebeneinander angeordneten Hohlräumen **21** im Querschnitt ermittelt werden. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung können auch andere Fälle der Ermittlung eines Mittelwerts auftreten. In jedem der Fälle kann ein Mittelwert von etwa 5 bis 10 Werten ermittelt werden.

**[0026]** Die Hohlräume **21** können in der Ti(C, N)-Schicht **13** vorhanden sein. Neben der Konfiguration, bei der die Hohlräume **21** in der Ti(C, N)-Schicht **13** angeordnet sind, wie in **Fig. 4** dargestellt, ist beispielsweise auch eine Konfiguration möglich, bei der die Hohlräume **21** jeweils in der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** angeordnet sind, wie in **Fig. 5** dargestellt. Ein imaginäres Liniensegment entlang der Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** ist in **Fig. 5** durch eine Strich-Punkt-Linie angedeutet, und die in der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** angeordneten Hohlräume **21** können entlang der Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** angeordnet sein.

**[0027]** Die Formulierung, dass „die Hohlräume **21** entlang der Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** angeordnet sind“, bedeutet, dass die Abstände von der Mehrzahl der Hohlräume **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** in einem Bereich von  $\pm 20\%$  eines Mittelwertes davon liegen.

**[0028]** In Fällen, in denen die Ti(C, N)-Schicht **13** Titancarbonitrid als die Titanverbindung und die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15**  $\alpha$ -Aluminiumoxid als das Aluminiumoxid enthält, kann die Haltbarkeit des beschichteten Werkzeugs **1** unter dem Gesichtspunkt der Wärmebeständigkeit und der Haltbarkeit des beschichteten Werkzeugs **1** weiter verbessert werden, wenn die Mehrzahl der Hohlräume **21** in der Ti(C, N)-Schicht **13** angeordnet ist.

**[0029]** Der Grund hierfür ist wie folgt. Die Härte des Titancarbonitrids ist höher, aber seine Stoßfestigkeit ist geringer als die von  $\alpha$ -Aluminiumoxid. Wenn daher die Hohlräume **21** in der Ti(C, N)-Schicht **13** angeordnet sind, kann die Stoßfestigkeit aufgrund der Hohlräume **21** in der Ti(C, N)-Schicht **13** erhöht werden und kann die Haltbarkeit des beschichteten Werkzeugs **1** weiter verbessert werden.

**[0030]** Obwohl keine besonderen Beschränkungen für die Größe der Hohlräume **21** gelten, kann die Größe z.B. auf 20-200 nm eingestellt werden. Der Stoßrelaxationseffekt aufgrund der Hohlräume **21** kann verstärkt werden, wenn die Größe der Hohlräume **21** 20 nm oder mehr beträgt. Es ist einfach, die Festigkeit der Ti(C, N)-Schicht **13** aufrechtzuerhalten, wenn die Größe der Hohlräume **21** 200 nm oder weniger beträgt. Der Begriff „Größe der Hohlräume **21**“ bezeichnet einen Maximalwert der Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7**.

**[0031]** Der Form der Hohlräume **21** sind keine besonderen Beschränkungen gesetzt. Die Stoßfestigkeit kann bei gleichzeitiger Verringerung eines Verhältnisses der Hohlräume **21** weiter erhöht werden, wenn die Breite  $w_1$  in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** größer ist als eine Höhe  $h_1$  in der Richtung

orthogonal zur ersten Fläche **7**, mit anderen Worten, wenn im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** der Mittelwert der Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** größer ist als ein Mittelwert der Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**. Der Grund hierfür ist wie folgt.

**[0032]** Während eines Schneidvorganges eines Werkstücks zur Herstellung eines Schnittprodukts wird die Beschichtungsschicht **5** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7** durch eine Schneidbelastung belastet. Wenn die Hohlräume **21** eine solche Form haben, dass die Breite  $w_1$  in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** größer ist als die Höhe  $h_1$  in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**, kann die Schneidbelastung in einem weiten Bereich der Hohlräume **21** aufgenommen werden, ohne dass die Hohlräume **21** größer als nötig werden. Dadurch ist es möglich, die Stoßfestigkeit weiter zu erhöhen und gleichzeitig das Verhältnis der Hohlräume **21** zu verringern. Der Begriff „Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**“ bezeichnet einen Maximalwert der Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**.

**[0033]** Insbesondere tendiert die Schneidlast dazu, in einem weiten Bereich der Hohlräume **21** absorbiert zu werden, wenn das Verhältnis des Mittelwertes der Breiten  $w_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7** zum Mittelwert der Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** 1,2 oder mehr beträgt. Wenn das obige Verhältnis 2 oder weniger beträgt, ist es außerdem einfach, einen Verformungsbetrag der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7** sicherzustellen, was zu einer stabilen Absorption der Schneidbelastung in den Hohlräumen **21** führt.

**[0034]** Wenn im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** der Mittelwert der Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7** kleiner ist als  $R_z$ , wobei  $R_z$  eine maximale Höhe der Grenze zwischen der ersten Fläche **7** und der zweiten Fläche **9** ist, kann die Verschlechterung der Haltbarkeit der Beschichtungsschicht **5** in den Ausführungsformen leicht verringert werden.

**[0035]** Das beschichtete Werkzeug **1** der vorliegenden Offenbarung hat die erhöhte Stoßfestigkeit aufgrund der Verformung des ersten Abschnitts **X**, der zwischen den zueinander benachbarten Hohlräumen **21** angeordnet ist, und aufgrund der Verformung der Mehrzahl von Hohlräumen **21** in der Ti(C, N)-Schicht **13**. Wenn ein Mittelwert der Breiten der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7** kleiner ist als  $R_z$ , wird eine imaginäre Linie, die die zueinander benachbarten Hohlräume **21** verbindet, durch ei-

ne Zickzackform angezeigt, die stärker gekrümmt ist als die Breite des Hohlraums **21**.

**[0036]** In Fällen, in denen die imaginäre Linie durch die obige Form angegeben ist, ist es selbst dann, wenn ein Riss an einem der ersten Abschnitte X auftritt, weniger wahrscheinlich, dass der Riss zum ersten Abschnitt X fortschreitet, der zum ersten Abschnitt X mit dem Riss benachbart ist. Es ist daher weniger wahrscheinlich, dass sich die Haltbarkeit der Beschichtungsschicht **5** verschlechtert.

**[0037]** Die Haltbarkeit der Beschichtungsschicht **5** wird auch weniger wahrscheinlich beeinträchtigt, wenn im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** ein Mittelwert der Abstände  $d_1$  von den Hohlräumen **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** größer ist als ein Mittelwert der Breiten  $w_2$  der ersten Abschnitte X. Der Begriff „Abstand  $d_1$  von den Hohlräumen **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15**“ bezeichnet einen Mindestwert des Abstandes von der Grenze **16** zu den Hohlräumen **21**.

**[0038]** Der Grund hierfür ist wie folgt. Da im obigen Fall im Vergleich zu den ersten Abschnitten X ein ausreichender Abstand von den Hohlräumen **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** gewährleistet ist, ist es weniger wahrscheinlich, dass der Riss die Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** erreicht, selbst wenn ein Riss an einem der ersten Abschnitte X auftritt. Die Haftfähigkeit zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** wird weniger wahrscheinlich beeinträchtigt, weil der Riss weniger wahrscheinlich die Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** erreicht.

**[0039]** Die Hohlräume **21** sind in der Ti(C, N)-Schicht **13** angeordnet und sind von der Grenze zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** entfernt. Es ist weniger wahrscheinlich, dass sich die Haftfähigkeit zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** bei erhöhter Stoßfestigkeit in der Beschichtungsschicht **5** verschlechtert, wenn im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** ein Mittelwert der Abstände  $d_1$  der Hohlräume **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** größer ist als ein Mittelwert der Höhen  $h_1$  der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**.

**[0040]** Der Grund hierfür ist wie folgt. Da im Vergleich zur Größe der Hohlräume **21** der Abstand von den Hohlräumen **21** zur Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** ausreichend gewährleistet werden kann, sogar wenn sich die Hohlräume **21** durch das Aufnehmen der Schneidbelastung verformen, wird die Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -

Schicht **15** auch dann nicht verformt oder ist der Verformungsbetrag ausreichend klein. Die Haftfähigkeit zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** wird weniger wahrscheinlich beeinträchtigt, da die Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der  $Al_2O_3$ -Schicht **15** weniger stark verformt wird.

**[0041]** Beispiele für das Material des Basiselements **3** weisen anorganische Materialien auf, wie Hartmetall, Cermet und Keramik. Das Material des Basiselements **3** ist nicht auf diese Materialien beschränkt.

**[0042]** Beispiele für die Zusammensetzung von Hartmetall weisen WC(Wolframcarbide)-Co, WC-TiC (Titancarbide)-Co und WC-TiC-TaC(Tantalcarbide)-Co auf. Insbesondere sind WC, TiC und TaC harte Partikel und ist Co eine Bindephase. Das Cermet ist ein gesinterter Verbundwerkstoff, der durch Zusammenetzen von Metall mit einer keramischen Komponente erhältlich ist. Spezifische Beispiele für das Cermet weisen Verbindungen auf, die hauptsächlich aus TiCN, TiC oder TiN (Titanitrid) gebildet sind.

**[0043]** Das Basiselement **3** kann ein Durchgangsloch **23** aufweisen, das durch die erste Fläche **7** und eine auf einer gegenüberliegenden Seite der ersten Fläche **7** angeordnete Fläche verläuft. Das Durchgangsloch **23** kann zum Einsetzen eines Befestigungselements verwendet werden, das zur Befestigung des beschichteten Werkzeugs **1** an einem Halter vorgesehen ist. Beispiele für das Befestigungselement sind eine Schraube und ein Klemmelement.

**[0044]** Die Größe des Basiselements **3** ist nicht besonders beschränkt. Beispielsweise ist eine Länge einer Seite der ersten Fläche **7** auf etwa 3-20 mm einstellbar. Die Höhe von der ersten Fläche **7** zur Fläche auf der gegenüberliegenden Seite der ersten Fläche **7** ist auf etwa 5-20 mm einstellbar.

#### < Herstellungsverfahren >

**[0045]** Eine der Ausführungsformen eines Verfahrens zur Herstellung des beschichteten Werkzeugs wird im Folgenden beschrieben.

**[0046]** Zunächst wird ein gemischtes Pulver hergestellt, indem in geeigneter Weise Metallpulver, Kohlenstoffpulver oder ähnliches zu anorganischem Pulver, ausgewählt aus Carbide, Nitrid, Carbonitrid und Oxid oder ähnlichem, die in der Lage sind, eine harte Legierung zu bilden, die ein Basiselement **3** durch Sintern bildet, hinzugefügt wird und dann miteinander vermischt werden. Anschließend wird ein Formkörper hergestellt, indem das gemischte Pulver mit Hilfe eines bekannten Formgebungsverfahrens in eine vorbestimmte Werkzeugform geformt wird. Beispiele für das Formgebungsverfahren sind Pressformen, Gießformen, Strangpressen und kaltisostatisches Pres-

sen. Die Herstellung des Basiselements **3** erfolgt durch Sintern des Formkörpers im Vakuum oder in einer nicht oxidierenden Atmosphäre. Die Oberfläche des Basiselements **3** kann dann je nach Bedarf einem Polier- und Honvorgang unterzogen werden.

**[0047]** Anschließend wird eine Beschichtungsschicht **5** auf der Oberfläche des Basiselements **3** durch ein chemisches Dampfphasenabscheidungsverfahren (CVD) abgeschieden.

**[0048]** Im ersten Schritt wird eine TiN-Schicht **17** (Unterschicht) in der Ti(C, N)-Schicht **13** abgeschieden. Ein erstes Mischgas, das als Reaktionsgas verwendet wird, wird durch Mischen von 0,5-10 Vol.-% Titan-tetrachloridgas und 10-60 Vol.-% Stickstoffgas in Wasserstoff (H<sub>2</sub>)-Gas hergestellt. Die Schicht **17** mit Titanitrid wird in einem Temperaturbereich von 830-870°C durch Einleiten des ersten Mischgases bei einem Gaspartialdruck von 10-20 kPa in eine Kammer abgeschieden.

**[0049]** Der nächste Schritt ist das Abscheiden eines ersten Bereichs **19a** in der Ti(C, N)-Schicht **13**. Der erste Bereich **19a** ist eine erste TiCN-Schicht. Ein zweites Mischgas wird durch Mischen von 1-5 Vol.-% Titan-tetrachloridgas, 0-4 Vol.-% Stickstoffgas und 0, 1-0,5 Vol.-% Acetonitrilgas in Wasserstoffgas hergestellt. Der erste MT-Bereich **19a** wird in einem Temperaturbereich von 800-870°C durch Einleiten des zweiten Mischgases bei einem Gaspartialdruck von 5-12 kPa in die Kammer abgeschieden.

**[0050]** Der nächste Schritt ist das Abscheiden einer Zwischenschicht **19c**. Ein drittes Mischgas wird durch Mischen von 3-30 Vol.-% Titan-tetrachloridgas, 3-15 Vol.-% Methangas, 5-10 Vol.-% Stickstoffgas und 0, 5-5 Vol.-% Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>)-Gas in Wasserstoffgas hergestellt. Der Zwischenbereich **19c** mit einer Dicke von etwa 50-300 nm wird in einem Temperaturbereich von 980-1050°C durch Einleiten des dritten Mischgases bei einem Gaspartialdruck von 6-12 kPa in die Kammer abgeschieden. Im Zwischenbereich **19c** sind Hohlräume **21** ausbildbar, da das dritte Mischgas Kohlendioxidgas enthält. Mit den obigen Bedingungen kann ein beschichtetes Werkzeug **1** hergestellt werden, bei dem ein Mittelwert der Breiten w<sub>1</sub> der Hohlräume **21** in einer Richtung parallel zur ersten Fläche **7** kleiner ist als ein Mittelwert der Abstände w<sub>2</sub> zwischen den Hohlräumen **21**, die in einem Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** zueinander benachbart sind.

**[0051]** Weiter, da die Dicke des Zwischenbereichs **19c** so klein wie etwa 50-300 nm ist, wird es außerdem möglich, die im Zwischenbereich **19c** ausgebildeten Hohlräume **21** in einer Richtung entlang der Grenze **16** zwischen der Ti(C, N)-Schicht **13** und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** auszurichten.

**[0052]** Der nächste Schritt ist das Abscheiden eines zweiten Bereichs **19b** in der Ti(C, N)-Schicht **13**. Ein viertes Mischgas wird durch Mischen von 1-4 Vol.-% Titan-tetrachloridgas, 5-20 Vol.-% Stickstoffgas, 0, 1-10 Vol.-% Methangas und 0,5-10 Vol.-% Kohlendioxidgas in Wasserstoffgas hergestellt. Der zweiten HT-Bereichs **19b** mit einer Dicke von etwa 0,3-3 µm wird in einem Temperaturbereich von 950-1050°C durch Einleiten des vierten Mischgases bei einem Gaspartialdruck von 5-45 kPa in die Kammer abgeschieden.

**[0053]** Der nächste Schritt ist das Abscheiden einer Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15**. Die Abscheidungstemperatur wird auf 950-1100°C und ein Gasdruck auf 5-20 kPa eingestellt. Die Zusammensetzung des Reaktionsgases ist wie folgt. Ein fünftes Mischgas wird durch Mischen von 5-15 Vol.-% Aluminiumtrichlorid-(AlCl<sub>3</sub>)-Gas, 0,5-2,5 Vol.-% Chlorwasserstoff-(HCl)-Gas, 0, 5-5,0 Vol.-% Kohlendioxidgas und 0-1 Vol.-% Schwefelwasserstoff-(H<sub>2</sub>S)-Gas in Wasserstoffgas hergestellt. Die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** wird durch Einleiten des fünften Mischgases in die Kammer abgeschieden.

**[0054]** Danach wird bei Bedarf ein Poliervorgang auf einem Teil der Oberfläche der abgeschiedenen Beschichtungsschicht **5** durchgeführt, an dem die Schneidkante **11** angeordnet ist. Wenn der Poliervorgang durchgeführt wird, ist es weniger wahrscheinlich, dass ein Werkstück an der Schneidkante **11** anschweißt, was dazu führt, dass das beschichtete Werkzeug **1** eine bessere Bruchfestigkeit aufweist.

**[0055]** Das obige Herstellungsverfahren ist eine Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung des beschichteten Werkzeugs **1**. Daher sind die beschichteten Werkzeuge **1** nicht auf solche beschränkt, die nach dem obigen Herstellungsverfahren gefertigt werden. So kann z.B. eine TiN-Schicht oder ähnliches separat auf der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht **15** abgeschieden werden.

**[0056]** Um das beschichtete Werkzeug **1** herzustellen, bei dem im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** der Mittelwert der Breiten w<sub>1</sub> der Hohlräume **21** in der Richtung parallel zur ersten Fläche **7** größer ist als ein Mittelwert der Höhen h<sub>1</sub> der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**, kann eine Zeitanpassung während des Abscheidens des Zwischenbereichs **19c** durchgeführt werden, so dass der Zwischenbereich **19c** in einer Dicke von etwa 50-150 nm abgeschieden wird.

**[0057]** Um das beschichtete Werkzeug **1** herzustellen, bei dem im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche **7** ein Mittelwert der Abstände d<sub>1</sub> von den Hohlräumen **21** zur Grenze **16** größer ist als ein Mittelwert der Höhen h<sub>1</sub> der Hohlräume **21** in der Richtung orthogonal zur ersten Fläche **7**, kann eine Zeitanpassung während des Abscheidens des Zwischen-

bereichs **19c** durchgeführt werden, so dass er in einer Dicke von etwa 50-150 nm abgeschieden wird, und danach kann der zweite Bereich **19b** in der Ti(C, N)-Schicht **13** in einer Dicke von etwa 0,5-3 µm abgeschieden werden.

**[0058]** Zur Herstellung des beschichteten Werkzeugs **1**, bei dem im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche ein Mittelwert der Abstände  $d_1$  der Hohlräume **21** zur Grenze **16** größer ist als ein Mittelwert der Abstände  $w_2$  der zueinander benachbarten Hohlräume **21**, kann der zweite Bereich **19b** in der Ti(C, N)-Schicht **13** dicker abgeschieden werden als der Mittelwert der Abstände  $w_2$  der zueinander benachbarten Hohlräume **21**.

<Schneidwerkzeug>

**[0059]** Ein Schneidwerkzeug **101** einer der Ausführungsformen wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0060]** Wie in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt, weist das Schneidwerkzeug **101** der Ausführungsformen einen Halter **105** mit einem stabförmigen Körper, der sich von einem ersten Ende (einer Oberseite in **Fig. 6**) zu einem zweiten Ende (einer Unterseite in **Fig. 6**) erstreckt, wobei eine Tasche **103** an einer Seite des ersten Endes angeordnet ist und das beschichtete Werkzeug **1** an der Tasche **103** angeordnet ist. Bei dem Schneidwerkzeug **101** der Ausführungsformen ist das beschichtete Werkzeug **1** so angebracht, dass ein Teil der Kammlinie, der als Schneidkante verwendbar ist, aus einem vorderen Ende des Halters **105** vorsteht.

**[0061]** Die Tasche **103** ist ein Teil, der die Befestigung des beschichteten Werkzeugs **1** ermöglicht. Die Tasche **103** weist eine Sitzfläche, die parallel zu einer unteren Fläche des Halters **105** verläuft, und eine seitliche Begrenzungsfläche auf, die relativ zur Sitzfläche geneigt ist. Die Tasche **103** öffnet sich in eine Seite des ersten Endes des Halters **105**.

**[0062]** Das beschichtete Werkzeug **1** ist in der Tasche **103** angeordnet. Eine untere Fläche des beschichteten Werkzeugs **1** kann in direktem Kontakt mit der Tasche **103** stehen. Alternativ kann eine Platte zwischen dem beschichteten Werkzeug **1** und der Tasche **103** gehalten werden.

**[0063]** Das beschichtete Werkzeug **1** ist so angebracht, dass der als Schneidkante nutzbare Teil der Kammlinie aus dem Halter **105** nach außen vorsteht. Das beschichtete Werkzeug **1** ist in der Ausführungsform mit einer Schraube **107** am Halter **105** befestigt. Insbesondere ist das beschichtete Werkzeug **1** so am Halter **105** befestigt, dass Schraubenteile miteinander in Eingriff gebracht werden, indem die Schraube **107** in das Durchgangsloch **23** des beschichteten

Werkzeugs **1** und ein vorderes Ende der Schraube **107** in ein in der Tasche **103** ausgebildetes Schraubenloch (nicht dargestellt) eingesetzt wird.

**[0064]** Als Halter **105** sind z.B. Stahl und Gusseisen verwendbar. Von diesen Materialien wird vorzugsweise hochzäher Stahl verwendet.

**[0065]** Die Ausführungsformen haben die Schneidwerkzeuge für den Einsatz im sogenannten Drehvorgang dargestellt und beschrieben. Beispiele für den Drehvorgang sind die Innendurchmesserbearbeitung, die Außendurchmesserbearbeitung und der Einstechvorgang. Die Schneidwerkzeuge sind nicht auf solche beschränkt, die für den Drehvorgang verwendet werden. Zum Beispiel sind die beschichteten Werkzeuge **1** der obigen Ausführungsformen auf die Schneidwerkzeuge für den Einsatz im Fräsvorgang anwendbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	beschichtetes Werkzeug
<b>3</b>	Basiselement
<b>5</b>	Beschichtungsschicht
<b>7</b>	Erste Fläche
<b>9</b>	Zweite Fläche
<b>11</b>	Schneidkante
<b>13</b>	Ti(C, N)-Schicht
<b>15</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Schicht
<b>16</b>	Grenze (Grenze zwischen Ti(C, N)-Schicht und Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Schicht)
<b>17</b>	TiN-Schicht
<b>19</b>	TiCN-Schicht
<b>19a</b>	Erster Bereich, erste Ti(C, N)-Schicht
<b>19b</b>	Zweiter Bereich
<b>19c</b>	Zwischenbereich, Hohlraumbereich
<b>21</b>	Hohlraum
<b>23</b>	Durchgangsloch
<b>101</b>	Schneidwerkzeug
<b>103</b>	Tasche
<b>105</b>	Halter
<b>107</b>	Befestigungsschraube

#### Patentansprüche

1. Ein beschichtetes Werkzeug, aufweisend: ein Basiselement mit einer ersten Fläche und eine auf der ersten Fläche angeordnete Beschichtungsschicht, wobei



die Beschichtungsschicht eine Ti(C, N)-Schicht und eine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht aufweist, die die Ti(C, N)-Schicht bedeckt,

die Ti(C, N)-Schicht einen Hohlraumbereich aufweist, der in einem Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche eine Mehrzahl von Hohlräumen entlang einer Grenzfläche zwischen der Ti(C, N)-Schicht und der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht aufweist,

ein Mittelwert von Breiten der Hohlräume in einer Richtung entlang der Grenzfläche kleiner ist als ein Mittelwert der Abstände zwischen den zueinander benachbarten Hohlräumen,

die Ti(C, N)-Schicht eine erste Ti(C, N)-Schicht aufweist, die näher am Basiselement angeordnet ist als der Hohlraumbereich, und

ein mittleres Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff (C/(C+N)) in der ersten Ti(C, N)-Schicht 0,50 bis 0,65 beträgt.

einen Halter, der eine Stabform hat, die sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt, und eine Tasche aufweist, die an einer Seite des ersten Endes angeordnet ist, und

das beschichtete Werkzeug gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, das an der Tasche angeordnet ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

2. Das beschichtete Werkzeug gemäß Anspruch 1, wobei im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche ein Mittelwert der Breiten der Hohlräume in einer Richtung parallel zur ersten Fläche kleiner ist als ein Mittelwert der Abstände zwischen den in der Richtung parallel zur ersten Fläche benachbarten Hohlräumen.

3. Das beschichtete Werkzeug gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Ti(C, N)-Schicht Titancarbonitrid aufweist und die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht  $\alpha$ -Aluminiumoxid aufweist.

4. Das beschichtete Werkzeug gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche ein Mittelwert der Breiten der Hohlräume in einer Richtung parallel zur ersten Fläche größer ist als ein Mittelwert der Höhen der Hohlräume in einer Richtung orthogonal zur ersten Fläche.

5. Das beschichtete Werkzeug gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche ein Mittelwert der Abstände von den Hohlräumen zur Grenze größer ist als ein Mittelwert der Höhen der Hohlräume in einer Richtung orthogonal zur ersten Fläche.

6. Das beschichtete Werkzeug gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei im Querschnitt orthogonal zur ersten Fläche ein Mittelwert der Abstände von den Hohlräumen zur Grenze größer ist als ein Mittelwert der Abstände zwischen den Hohlräumen, die in einer Richtung parallel zur ersten Fläche zueinander benachbart sind.

7. Das beschichtete Werkzeug gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das durchschnittliche Atomverhältnis von Kohlenstoff zur Summe von Kohlenstoff und Stickstoff (C/(C+N)) in der ersten (C, N) Schicht 0,55 bis 0,62 beträgt.

8. Ein Schneidwerkzeug, aufweisend:

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

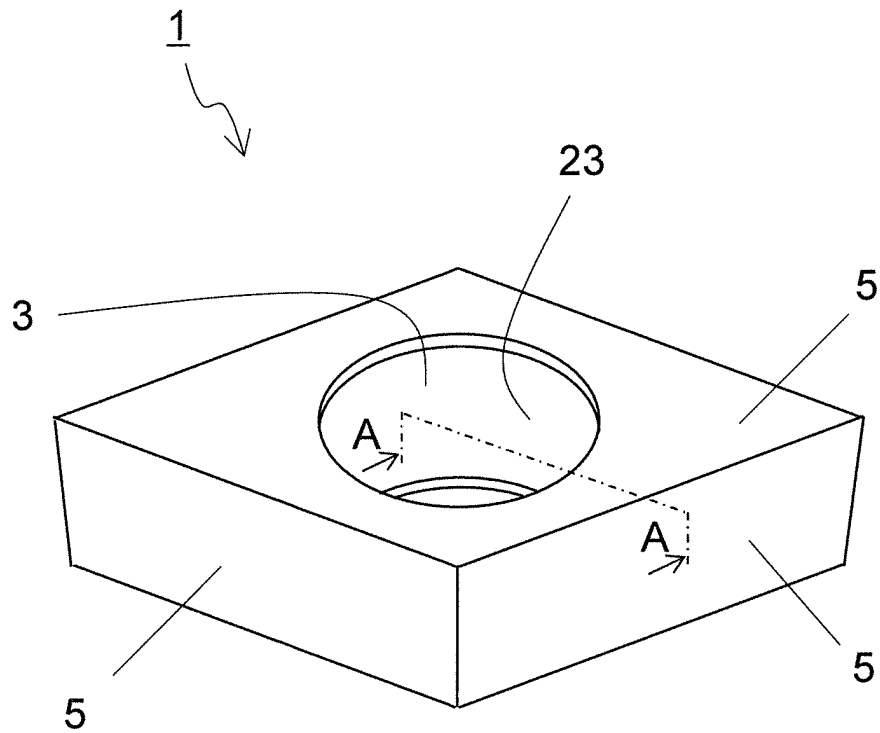


FIG. 2

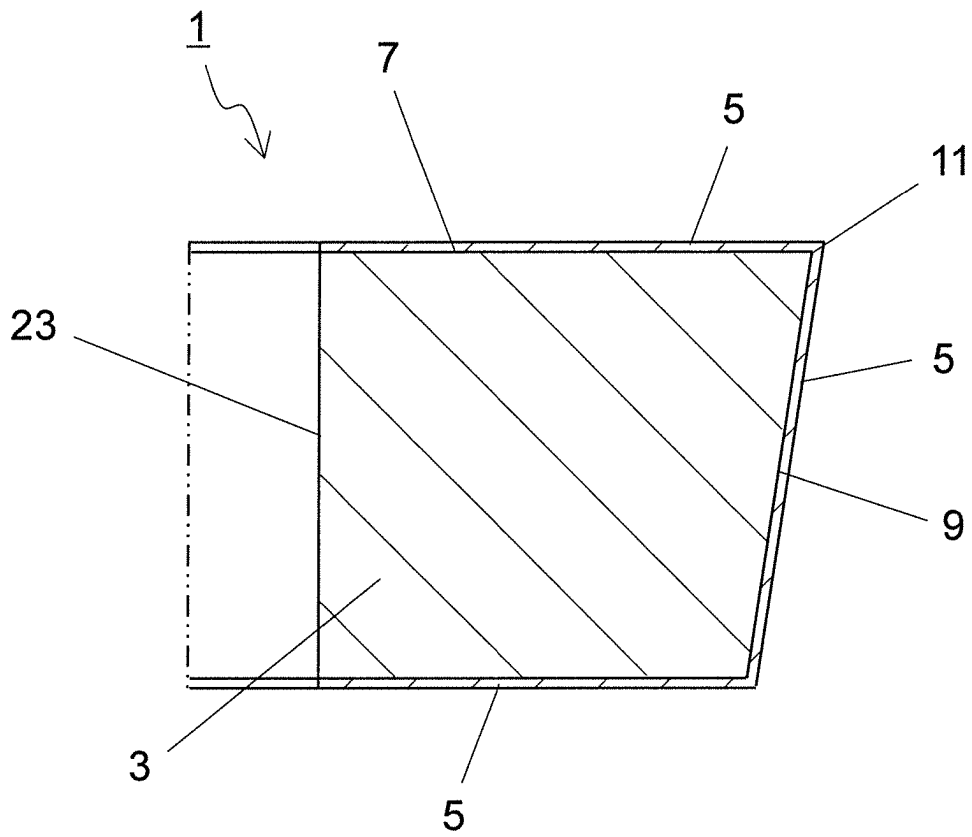


FIG. 3

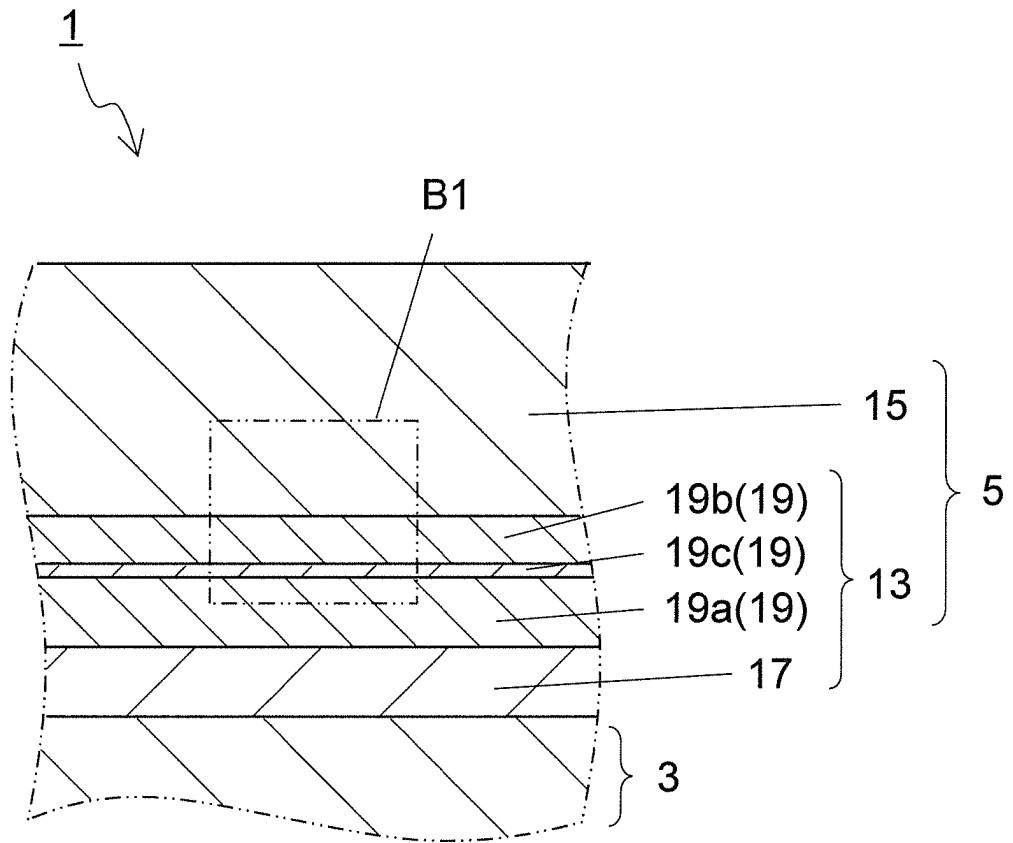


FIG. 4

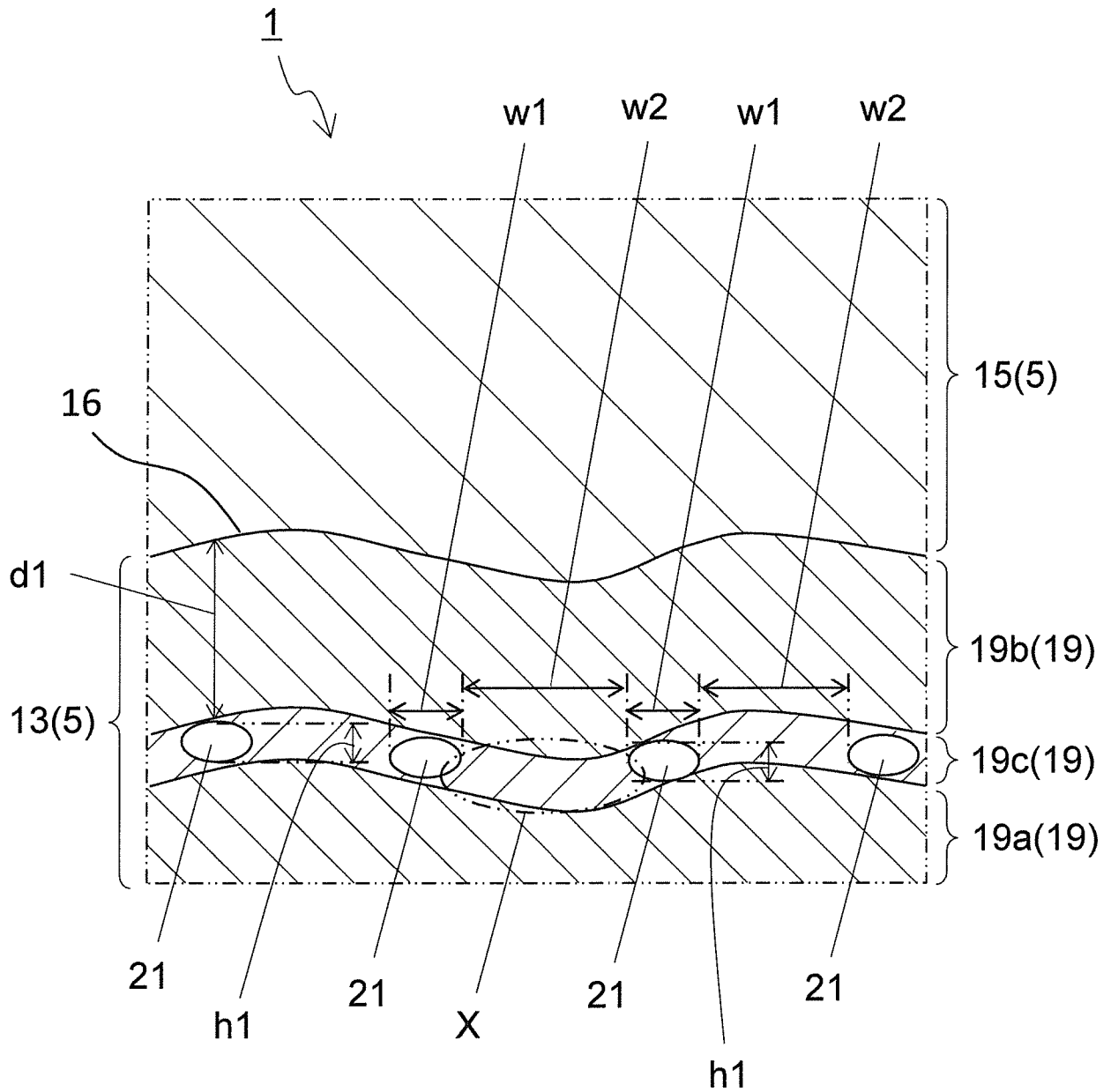


FIG. 5

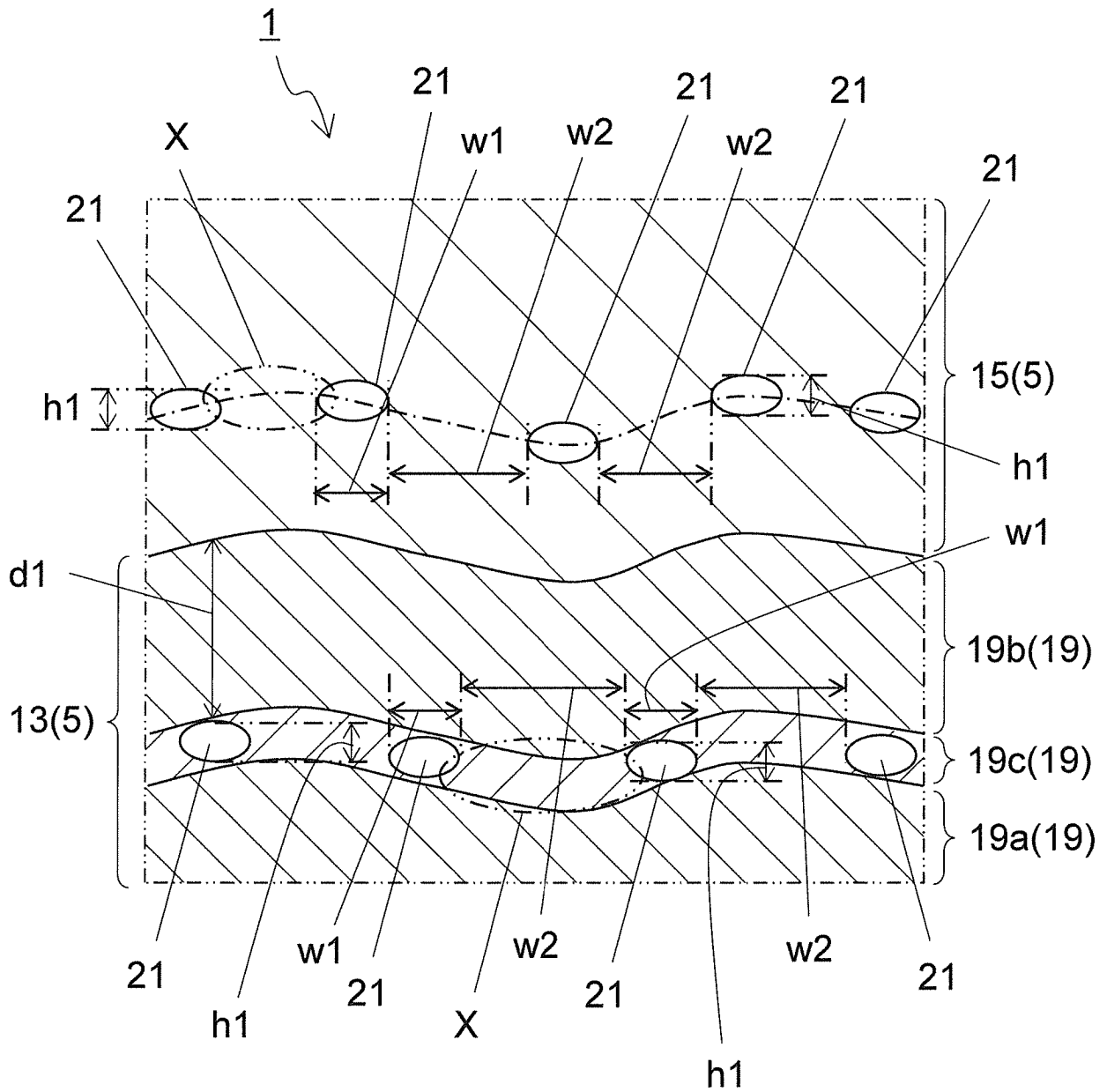


FIG. 6

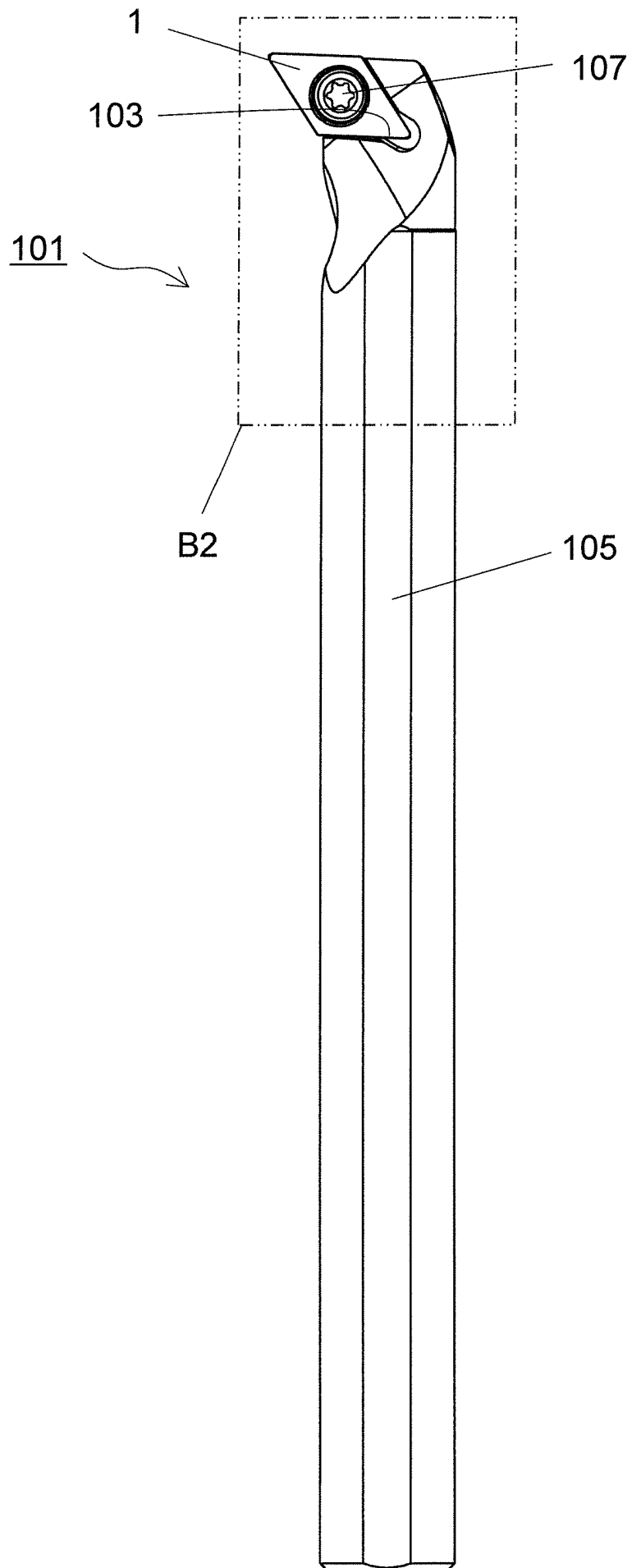


FIG. 7

