



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

| | |
|--|---|
| <p>⑳① Gesuchsnummer: 6143/82</p> <p>㉒② Anmeldungsdatum: 23.02.1981</p> <p>㉔④ Patent erteilt: 13.03.1987</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 13.03.1987</p> | <p>㉗⑦ Inhaber: Vsesoyuzny Nauchno-Issledovatel'skiy Instrumentalny Institut, Moskau (SU)</p> <p>㉘⑧ Erfinder: Andreev, Anatoly Afanasievich, Kharkov (SU) Gavrilko, Igor Vasilievich, Kharkov (SU) Gavrilov, Alexei Georgievich, Domodedovo/Moskovskoi oblasti (SU) Vereschaka, Anatoly Stepanovich, Moskau (SU) Zhed, Viktor Petrovich, Moskau (SU) Padalka, Valentin Glebovich, Kharkov (SU) Sinelschikov, Andrei Karlovich, Moskau (SU) Tolok, Vladimir Tarasovich, Kharkov (SU)</p> <p>㉚⑨ Vertreter: Patentanwälte Schaad, Balass, Sandmeier, Alder, Zürich</p> <p>⑧⑥ Internationale Anmeldung: PCT/SU 81/00019 (Ru)</p> <p>⑧⑦ Internationale Veröffentlichung: WO 82/02847 (Ru) 02.09.1982</p> |
|--|---|

⑤④ **Mehrschichtüberzug für spanabhebendes Werkzeug.**

⑤⑦ Der Mehrschichtüberzug für spanabhebendes Werkzeug weist sich abwechselnde unterschiedliche Schichten auf. Die eine Schicht stellt Nitrid oder Karbid eines Metalls der IV. Gruppe des Periodensystems dar. Die andere Schicht ist ein Nitrid, Karbid, Borid oder Silizid eines Metalls der VI. Gruppe des Periodensystems.

Der Mehrschichtüberzug ist vorzugsweise zum Auftragen auf spanabhebende Werkzeuge bestimmt, die zum Bearbeiten von hochlegierten Werkstoffen eingesetzt werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Mehrschichtüberzug für spanabhebendes Werkzeug mit sich abwechselnden unterschiedlichen Schichten, von denen die eine aus einem Nitrid oder Karbid eines Metalls der IV. Gruppe des Periodensystems besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die andere Schicht aus einem Nitrid, Karbid, Borid oder Silizid eines Metalls der VI. Gruppe des Periodensystems besteht.

2. Mehrschichtüberzug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der Schicht, die aus einer Verbindung eines Metalls der IV. Gruppe des Periodensystems besteht, 0,05 bis 0,5 μm und die Schichtdicke der Schicht, die aus einer Verbindung eines Metalls der VI. Gruppe des Periodensystems besteht, 15 bis 40% der Schichtdicke der Schicht, die aus der Verbindung eines Metalls der IV. Gruppe des Periodensystems besteht, beträgt.

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf Mehrschichtüberzüge für spanabhebende Werkzeuge.

Stand der Technik

Bekannt ist ein Mehrschichtüberzug mit sich abwechselnden Schichten aus zwei Legierungsbestandteilen, von denen der eine Nitrid oder Karbid eines Metalls der IV. Gruppe und der andere ein Reinmetall (R. F. Bunshan and Shebaik, Research/development, June, 1975) darstellen.

Die Mikrohärtigkeit der Nitrid- und Karbidschichten der IV. Gruppe beträgt 2200–3000 kp/mm^2 und die der Reinmetallschichten 600–900 kp/mm^2 . Das Vorhandensein der weichen Schichten (aus Reinmetall) verhindert eine Bildung von Rissen in spröden Schichten und trägt im ganzen zur Erhöhung der Festigkeit von Überzügen bei. Unter den Bedingungen der wechselnden Belastungen weisen solche Überzüge bei der Bearbeitung von Baustählen einen guten Bruchwiderstand auf, sie bröckeln auch bei Nachschleifen des Werkzeugs nach einer der Arbeitsflächen nicht ab. Jedoch ist die Standzeit des Werkzeugs beim Schneiden schwerbearbeitbarer (hochlegierter) Werkstoffe nicht hoch, da infolge einer Haftung zwischen dem Werkstoff des Überzugs und dem des Werkstücks ein adhäsiver Verschleiss des Werkzeugs festzustellen ist. Zur Verstärkung des Prozesses der Haftung tragen die erhöhte Temperatur in der Schnittzone (infolge einer geringen Wärmeleitfähigkeit dieser Werkstoffe) und geringe Schnittgeschwindigkeiten, die beim Schneiden schwerbearbeitbarer Werkstoffe üblich sind. Plastische aktive Reinmetalle zeichnen sich durch eine leichtere Haftung mit dem zu bearbeitenden Werkstoff aus als deren harte und passivere Verbindungen. Deshalb führt das Vorhandensein der Reinmetallschichten im Überzug zu einem intensiveren adhäsiven Verschleiss des Überzugs im ganzen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mehrschichtüberzug für spanabhebende Werkzeuge bereitzustellen, deren Legierungsbestandteile so beschaffen sind, dass sie bei der Gewährleistung einer hohen Festigkeit des Überzugs eine verminderte Haftfähigkeit gegenüber dem Werkstoff des Werkstücks, auch beim Schneiden schwerbearbeitbarer Werkstoffe, aufweisen, wodurch es gestattet wird, den adhäsiven Verschleiss des Überzugs zu vermindern und dessen Verschleissfestigkeit im ganzen zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass in dem Mehrschichtüberzug für das spanabhebende Werkzeug mit sich abwechselnden unterschiedlichen Schichten aus zwei Legie-

rungsbestandteilen, in welchem die eine Schicht aus einem Nitrid oder Karbid eines Metalls der IV. Gruppe des Periodensystems besteht, gemäss der Erfindung die andere Schicht des Überzugs aus einem Nitrid, Karbid, Borid oder Silizid eines Metalls der VI. Gruppe des Periodensystems besteht.

Es ist zweckmässig, dass die Schichtdicke der Verbindung eines Metalls der IV. Gruppe gleich 0,05 bis 0,5 μm ist und die Schichtdicke der Verbindung eines Metalls der VI. Gruppe 15 bis 40% von der Schichtdicke der Verbindung des Metalls der IV. Gruppe ausmacht.

Ein Mehrschichtüberzug, der aus den Legierungsbestandteilen gemäss der Erfindung besteht und dabei die in der Erfindung genannte bevorzugte Schichtdicke aufweist, zeichnet sich durch eine schwache adhäsive Wechselwirkung mit dem zu bearbeitenden Werkstoff aus, wodurch der Verschleiss des Überzugs vermindert und die Verschleissfestigkeit des spanabhebenden Werkzeugs, das mit einem solchen Überzug versehen ist, sich erhöht.

Die hohe Mikrohärtigkeit der Karbide und Nitride eines Metalls der IV. Gruppe verhindert bei der Bearbeitung schwerbearbeitbarer Werkstoffe plastische Verformungen, die relativ zu den Oberflächen des Überzuges normal sind. Der verfestigende Überzug enthält bevorzugt bis 500 sich abwechselnde Schichten der Verbindungen von Metallen der IV. und der VI. Gruppen, die durch Phasengrenzflächen getrennt sind. Die Phasengrenzfläche stellt eine Ausflusstelle für die sich bei der Bildung von Mikrorissen in der Ober-schicht beim Schneiden frei machende Energie dar und vermindert die Wahrscheinlichkeit einer Fortpflanzung der Mikrorisse in die unteren Schichten.

Durch das Vorhandensein der Verbindungen eines Metalls der VI. Gruppe, das bevorzugt in dünneren Schichten liegt, wird ein Verschleisswiderstand gewährleistet, während die Produkte des Verschleisses, die in der Schnittzone unter Einwirkung von hohen Temperaturen oxydieren, die Rolle eines festen Schmiermittels erfüllen und die Reibung, die Schnittkraft und die Temperatur an der Schneide des Werkzeugs vermindern; ausserdem erzeugen Oxide von Molybdän, Chrom, Wolfram eine passive Barriere, die eine adhäsive Wechselwirkung zwischen dem Überzug und dem zu bearbeitenden Werkstoff verhindert und den Verschleiss des Überzugs im ganzen vermindert.

Die Schichtdicke der Metallverbindungen wurde experimentell unter Berücksichtigung der Gewährleistung optimaler Schmiereigenschaften und einer adhäsiven Wechselwirkung zwischen dem Überzug und dem zu bearbeitenden Werkstoff ermittelt.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Der erfindungsgemässe Mehrschichtüberzug lässt sich technologisch einfach, z. B. nach einem bekannten Verfahren zur Stoffkondensation mit Ionenbeschuss erhalten.

Die Schichten der genannten Legierungsbestandteile werden in einem technologischen Zyklus aufgetragen. Zu diesem Zweck wird das Schneidwerkzeug in einer Vakuumkammer auf einem drehbaren Untersatz aufgestellt. Ausserdem gibt es in der Kammer Katoden aus schwerschmelzbaren Metallen der IV. und der VI. Gruppen. An das Werkzeug wird nun ein negatives Potential angelegt, und es entstehen im Raum zwischen dem Werkzeug und den Katoden elektrische Bogenentladungen. Im Ergebnis werden aus den Katoden Atome der metallischen Phase ausgelöst, die sich in der Bogenbrennzone ionisieren. Die erzeugten positiven Ionen werden durch Einwirkung des negativen Potentials des Werkzeugs beschleunigt, und, indem sie sich gegen dessen Oberfläche stossen, bewirken sie eine Reinigung seiner Oberfläche und deren Erhitzung.

Nach der Erreichung der erforderlichen Temperatur an der Oberfläche des Werkzeugs lässt man in die Arbeitskammer ein Reagensgas (Stickstoff oder Methan, oder Silan, oder Boran) einströmen, und auf das Werkzeug setzt sich eine verschleissfeste hitzebeständige Verbindung aus schwer-schmelzbaren Metallen ab.

Die Erfindung soll an Hand folgender Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Beispiel 1

Verwendet wurde ein Meissel mit dreikantigen Wegwerf-schneidplatten aus einem Hartmetall der P,K-Gruppe nach ISO, der in der oben beschriebenen Weise mit einem 20 µm starken Mehrschichtüberzug versehen wurde. Der Überzug setzte sich aus den sich abwechselnden Schichten von TiN-Mo₂N bei Schichtdicken von 0,05 µm, 0,015 µm entsprechend zusammen.

Die Prüfungen wurden beim Drehen in Längsrichtung mit einer hochlegierten warmfesten Legierung durchgeführt, die in Gew.% aus C-0,03 ÷ 0,07; Si < 0,5; Mn < 0,4; Cr-13 ÷ 16; Ni-73; Ti-2,5; Al-1,45 ÷ 1,2; Mo-2,8 ÷ 3,2; Co-1,9 ÷ 2,2; Fe-Rest bestand.

Schnittbedingungen:

Schnitttiefe t : 0,3-0,5 mm, Schnittgeschwindigkeit V = 37,6 m/min, Vorschub S = 0,15 mm/U.

Die Standzeit des Meissels mit dem Mehrschichtüberzug betrug 20,2 min.

Ähnlich wurden Beispiele 2-9 durchgeführt, nur wurden hier Legierungsbestandteile des Mehrschichtüberzugs und deren Dicken innerhalb der in der vorliegenden Erfindung genannten Grenzen geändert.

Die Prüfergebnisse der Beispiele 1 bis 9 sind in der Tabelle 1 angegeben.

Zum Erhalten vergleichbarer Ergebnisse wurden ausserdem ähnliche dem im Beispiel 1 beschriebenen Meissel mit bekannten Überzügen aus sich abwechselnden Schichten von TiN und Ti mit einer Gesamtschichtstärke von 20 µm geprüft. Die Prüfergebnisse für die Meissel mit bekannten Überzügen sind in der gleichen Tabelle 1 unter den Nummern 10 und 11 angegeben.

Tabelle 1

| Lfd. Nr. | Legierungsbestandteile der Überzugsschichten | Schichtdicke, in µm | Standzeit des Werkzeugs |
|----------|--|---------------------|-------------------------|
| 1 | TiN Mo ₂ N | 0,05 0,015 | 20,2 |
| 2 | TiN Mo ₂ N | 0,08 0,028 | 25,7 |
| 3 | TiN Mo ₂ N | 0,1 0,02 | 19,6 |
| 4 | ZrN Mo ₂ C | 0,5 0,15 | 26,3 |
| 5 | TiC CrN | 0,3 0,1 | 20,3 |
| 6 | HfC WC | 0,1 0,03 | 26,5 |
| 7 | ZrC Mo ₂ B | 0,4 0,1 | 20,8 |
| 8 | ZrN MoSi ₂ | 0,2 0,03 | 19,1 |
| 9 | TiN CrB ₂ | 0,3 0,1 | 23,4 |
| 10 | TiN Ti | 0,55 0,15 | 5,1 |
| 11 | TiN Ti | 2,5 0,5 | 4,7 |

Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass der Meissel mit dem erfindungsgemässen Mehrschichtüberzug den Meisseln mit dem bekannten Mehrschichtüberzug aus TiN und Ti an Standzeit um ein 4- bis 5faches überlegen ist.

Beispiel 10

Auf einen in Fischgrätenform gezahnten Fräser Ø 80 × 45 aus einer Legierung, die in Gew.% aus W-18, V-2, Co-8 und Fe-Rest, bestand, wurde nach dem beschriebenen Verfahren ein Mehrschichtüberzug aus TiN-Mo₂N mit einer Gesamstärke von 20 µm bei Schichtdicken von 0,05, 0,015 µm entsprechend aufgetragen.

Der Fräser wurde geprüft, als Bearbeitungswerkstoff wurde eine Legierung gewählt, die in Gew.% aus Cr-20, Mn < 1, Ti < 1 und Fe-Rest bestand.

Schnittbedingungen:

Drehzahl n = 18 U/min
Vorschub S = 31,5 mm/min
Schnitttiefe t = 4 mm

Mit nur einem Fräser mit dem erfindungsgemässen Überzug wurden 44 Werkstücke bearbeitet.

Bei den Prüfungen eines ähnlichen Fräasers mit einem bekannten Überzug aus sich abwechselnden Schichten von TiN-Ti erwies es sich, dass der Fräser zum Bearbeiten von nur 8 Werkstücken geeignet war.

Beispiel 11

Ähnlich wie im Beispiel 10. Der Unterschied bestand nur darin, dass als Legierungsbestandteile für den Mehrschichtüberzug ZrN-MoC bei Schichtdicken von 0,5, 0,15 µm entsprechend verwendet wurden.

Die Prüfungen ergaben, dass mit dem Fräser, der mit einem solchen Überzug versehen war, 42 Werkstücke bearbeitet werden konnten, d. h., die Standzeit war hier um das 5fache höher als bei dem Fräser mit einem bekannten Mehrschichtüberzug.

Beispiel 12

Ähnlich wie im Beispiel 10. Der Unterschied bestand nur darin, dass als Legierungsbestandteile für den Mehrschichtüberzug HfC-WC bei Schichtdicken von 0,1, 0,03 µm entsprechend verwendet wurden. Die Prüfungen ergaben, dass mit dem Fräser, der mit einem solchen Überzug versehen war, 49 Werkstücke bearbeitet werden konnten, d. h., die Standzeit war hier etwa 6 Mal so hoch.

Beispiel 13

Auf eine Räumnadel 150 × 25 × 30 aus einer Legierung, die in Gew.% aus W-18, Fe-Rest bestand, wurde nach dem beschriebenen Verfahren ein Mehrschichtüberzug aufgetragen, der sich aus sich abwechselnden Schichten aus TiC-CrC mit einer Gesamstärke von 20 µm bei Schichtdicken von 0,3 bis 0,1 µm zusammensetzte.

Die Räumnadel wurde geprüft. Als Bearbeitungswerkstoff diente ein nichtrostender Stahl, der in Gew.% aus C-0,13 ÷ 0,18; Si < 0,6; Mn < 0,6; Cr-11 ÷ 13; Ni-1,5 ÷ 2,0; W < 1; Mo-1,35 ÷ 1,65; V-0,18 ÷ 0,3; Nb-0,3; Fe-Rest bestand.

Nur eine Räumnadel genügte zum Bearbeiten von 197 Werkstücken.

Zum Vergleich wurde eine ähnliche Räumnadel geprüft, die mit einem bekannten Mehrschichtüberzug aus TiN-Ti versehen war. Die Räumnadel mit dem bekannten Überzug war zum Bearbeiten von nur 45 Werkstücken geeignet, ihre Standzeit war also um das 4,5 fache geringer.

Beispiel 14

Ähnlich wie im Beispiel 13. Der Unterschied bestand nur darin, dass als Legierungsbestandteile des Mehrschichtüberzugs ZrN – MoSi₂ bei Schichtdicken von 0,2, 0,03 µm entsprechend dienten. Mit nur einer Räumnadel konnten 165 Werkstücke bearbeitet werden, die Standzeit war hier also um das 3,1 fache höher als bei der Räumnadel mit einem bekannten Mehrschichtüberzug.

4

Gewerbliche Verwertbarkeit

Der erfindungsgemässe Mehrschichtüberzug kann mit Erfolg zum Auftragen auf beliebige spanende Werkzeuge, wie Bohrer, Fräser, Meissel u. ä. verwendet werden. Dadurch lässt sich die Standzeit der Werkzeuge, die insbesondere zum Bearbeiten von hochlegierten (schwerbearbeitbaren) Stählen und Hartmetallen eingesetzt werden, erhöhen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65