

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1208/93

(22) Anmeldetag: 21. 6.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1995

(45) Ausgabetag: 27.12.1995

(51) Int.Cl.⁶ : **B32B 15/04**
B22F 3/12, C23C 16/30, B23B 27/14

(73) Patentinhaber:

PLANSEE TIZIT GMBH
A-6600 REUTTE, TIROL (AT).

(72) Erfinder:

SCHINTLMEISTER WILFRIED DR.
REUTTE, TIROL (AT).
SCHMID LOTHAR
HÖFEN, TIROL (AT).
WALLGRAM WOLFGANG
BREITENWANG, TIROL (AT).

(54) SCHNEIDWERKSTOFF ZUM FRÄSEN VON METALLEN

(57) Die Erfindung betrifft einen Schneidwerkstoff zum Fräsen von Metallen, der aus einem Hartmetall-Grundkörper und einer mehrlagigen Hartstoff-Beschichtung besteht. Grundkörper und Hartstoffbeschichtung sind speziell aufeinander abgestimmt, wodurch der Schneidwerkstoff in hervorragender Weise sowohl zum Fräsen von Stahl als auch von Eisenguß geeignet ist.

AT 400 320 B

Die Erfindung betrifft einen Schneidwerkstoff zum Fräsen von Metallen, bestehend aus einem Hartmetall-Grundkörper der Zusammensetzung 5,5 - 14 Gew.% Kobalt, bis zu 20 Gew.% von einem oder mehreren Zusatzkarbiden der Metalle der Gruppe IV A und V A des Periodensystems der Elemente, wobei im Falle eines Kobaltgehaltes von weniger als 7,5 Gew.% der Anteil der Zusatzkarbide weniger als 5 Gew.% beträgt, Rest Wolframkarbid, sowie aus einer auf dem Hartmetall-Grundkörper aufgetragenen Beschichtung mit einer Gesamtschichtdicke von 2 - 7 μm und, ausgehend vom Hartmetall-Grundkörper, folgendem Schichtaufbau:

- eine ein- oder mehrlagige Unterlagsschicht mit einer Gesamtschichtstärke von max. 4 μm aus einem oder mehreren Hartstoffen, ausgewählt aus der Gruppe Titankarbid, Titannitrid, Titanoxid, Titanborid oder deren Mischungen; wobei der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht aus ein- oder mehrlagigen Titannitrid- und/oder Titankarbonitridschichten mit einer Gesamtschichtstärke von 0,5 - 4 μm besteht, wahlweise mit Sauerstoff- und/oder Boranteilen.
- eine ein- oder mehrlagige Deckschicht aus einem oder mehreren Oxiden, ausgewählt aus der Gruppe Aluminiumoxid, Zirkonoxid oder deren Mischungen, wahlweise mit Titan- und/oder Boranteilen und wahlweise im Wechsel mit Hartstoffschichten aus der Gruppe Titankarbid, Titannitrid, Titanborid, Titanoxid oder deren Mischungen.

Das Beschichten von Schneidwerkstoffen aus Hartmetall oder anderen Materialien mit Hartstoffschichten zur Verbesserung der Standzeit bei der spanabhebenden Bearbeitung ist seit vielen Jahren bekannt. Insbesondere haben sich Hartstoffschichten aus Titankarbid, Titankarbonitrid, Titannitrid und Aluminiumoxid bewährt, wobei die einzelnen Hartstoffschichten ein unterschiedliches Verschleißverhalten aufweisen. So haben beispielsweise Titannitrid und Aluminiumoxid eine hohe chemische Stabilität gegenüber Eisen und wirken auch als Diffusionsbarriere gegenüber Kohlenstoff und Bindemetall (Kobalt) und vermindern dadurch in Verbindung mit ihrer Oxidationsbeständigkeit den Kolkverschleiß. Titankarbid wiederum weist eine sehr große Härte auf und bewirkt damit einen hohen Widerstand gegen den Freiflächenverschleiß. Da je nach Zerspanungsoperation und Art des zu zerspanenden Werkstoffes unterschiedliche Verschleißbeanspruchungen auftreten, ist es zum Erreichen eines möglichst günstigen Standzeit-Verhaltens daher wichtig, daß der verwendete Schneidwerkstoff sowohl hinsichtlich des Materiales des Grundkörpers als auch hinsichtlich Art und Dicke der verwendeten Hartstoffbeschichtung sorgfältig auf das zu zerspanende Material und auf die Zerspanungsbedingungen abgestimmt wird. Vielfach führt nur eine Kombination verschiedener Hartstoffschichten in Verbindung mit einem ganz speziellen Grundkörper zu dem gewünschten Erfolg.

Die EP 0 392 519 beschreibt beispielsweise einen Schneidwerkstoff aus einem Hartmetall-Grundwerkstoff auf kobaltgebundener Wolframkarbidbasis und einem Überzug mit ein- oder mehrlagigem Hartstoff-Schichtaufbau. Zur Verbesserung der Überzugshaftung weist die Randzone des Grundwerkstoffes einen gegenüber der Kernzone verringerten Kobaltgehalt auf. In den Beispielen dieser Veröffentlichung ist unter anderem auch eine Schneidstoffausführung genannt, bestehend aus einem Grundkörper aus 8 Gew.% Co, 2 Gew.% TaC, Rest WC und einem Überzug der Schichtfolge - anschließend an den Grundkörper: 3 μm starke TiC-Schicht, 1 μm starke TiCN-Schicht und 1 μm starke Deckschicht aus Al_2O_3 .

In einer weiteren Ausführungsform ist der Schneidwerkstoff wie oben ausgeführt, jedoch mit dem Unterschied, daß die Al_2O_3 -Schicht nur 0,5 μm stark ausgeführt ist und darauf noch eine 0,5 μm starke TiN-Schicht aufgebracht ist.

Aus den in der Beschreibung genannten Beschichtungsbedingungen ist zu entnehmen, daß die TiCN-Schicht kohlenstoffreich ist. Eine besondere Eignung der genannten Schneidwerkstoffe ist der Beschreibung nicht zu entnehmen.

Die W090/11156 beschreibt einen Schneideinsatz aus einem Grundkörper und einer Hartstoffbeschichtung. Der Grundkörper besteht aus Hartmetall auf Wolframkarbidbasis mit Mischkarbidanteilen und Kobaltgehalten zwischen 6,1 und 6,5 Gew.% mit einer Härte von wenigstens 90,8 bis 91,6 Rockwell A und einer Koerzitiv-Feldstärke von $8,76 \cdot 10^3$ A/m bis $14,32 \cdot 10^3$ A/m.

Die Hartstoffbeschichtung besteht aus einer mindestens 5 μm starken Unterlagsschicht aus einem Karbid und/oder Karbonitrid von einem oder mehreren der Metalle Titan, Hafnium und Zirkon, die direkt auf dem Grundkörper aufgebracht ist, einer auf der Unterlagsschicht angeordneten Aktivschicht mit wechselnden Teilschichten, die zumindest eine Mehrzahl von Aluminiumoxidschichten umfassen, die wiederum jeweils durch Titan-, Zirkon- und/oder Hafniumnitridschichten voneinander getrennt sind, sowie aus einer Oberflächenschicht aus einem Nitrid und/oder Karbonitrid von einem oder mehreren der Metalle Titan, Hafnium und Zirkon, die auf die äußerste Aluminiumoxidschicht aufgebracht ist. Die Gesamtschichtstärke der Hartstoffbeschichtung liegt vorzugsweise zwischen 7,5 μm und 20 μm . Diese Art eines Schneideinsatzes ist zwar sehr gut zum Drehen von unterschiedlichen Materialien auch bei unterbrochenem Schnitt geeignet, für eine echte Fräsbearbeitung ist er jedoch nur schlecht verwendbar.

Die US-A-4 708 037 beschreibt ein Verfahren zur Drehbearbeitung von Stahlwerkstoffen unter Verwendung eines Schneidwerkstoffes aus einem beschichteten Hartmetallsubstrat auf Wolframkarbidbasis mit mind. 70 Gew.% Wolframkarbid, 5 - 10 Gew.% Kobaltbinder und Mischkarbiden als Rest mit einem ganz bestimmten Gefügebau. Über den Schichtaufbau selbst des Schneidwerkstoffes ist nichts spezielles ausgeführt, in den Beispielen ist lediglich eine Beschichtung aus einer TiC-Zwischenschicht und einer TiN-Deckschicht beschrieben.

Die jeweiligen Eigenschaften der unterschiedlichen Hartstoffschichten gelten sowohl für das Drehen als auch für das Fräsen. Die periodischen, thermischen und mechanischen Lastwechsel beim Fräsen erfordern es, daß Grundkörper und Hartstoffschichten hinsichtlich Wärmeleitfähigkeit, Wärmedehnung, E-Modul und Bruchfestigkeit noch sorgfältiger als bei Schneidwerkstoffen zum Drehen aufeinander abgestimmt werden. Insbesondere ist beim Fräsen die Gesamtdicke des Schichtaufbaues in der Praxis aus Gründen der Elastizität und Haftung mit etwa 7 μm begrenzt. Bei Drehwerkzeugen liegt die Gesamtdicke des Schichtaufbaus typischerweise im Bereich zwischen 10 und 12 μm .

Für das Fräsen von Stahl einerseits und Eisengußwerkstoffen andererseits war es bisher üblich, unterschiedliche Schneidstoffsorten sowohl im Hinblick auf den Schichtaufbau als auch bezüglich des Grundmaterials zu verwenden.

Zum Fräsen von Eisengußwerkstoffen wurden in der Regel als Grundmaterial Hartmetallsorten auf einer feinkörnigen Wolframkarbidbasis mit niederem Kobaltgehalt und wenig zusätzlichen Karbiden mit hohen Koerzitivfeldstärken von 200 Oe ($15,92 \cdot 10^3$ A/m) aufwärts sowie mit ein oder mehreren Lagen von insbesondere aluminiumoxidhaltigen Hartstoffschichten verwendet.

Bei der Fräsbearbeitung von Stahlwerkstoffen wurden hingegen in erster Linie Hartmetallsorten auf grobkörniger Wolframkarbidbasis mit vergleichsweise höherem Kobaltgehalt und mehr zusätzlichen Karbiden mit geringen Koerzitivfeldstärken von max. 150 Oe ($11,94 \cdot 10^3$ A/m) mit ein oder mehreren Lagen von Titankarbid, Titankarbonitrid und/oder Titanitrid Hartstoffschichten, jedoch ohne aluminiumoxidhaltige Schichten, eingesetzt.

Diese unterschiedlichen Schneidwerkstoffe für das Fräsen von Stahl und Eisengußwerkstoffen waren notwendig, da die für die Stahlzerspanung optimalen Schneidwerkstoffe beim Fräsen von Eisenguß zu wenig verschleißfest und für plastische Verformung anfällig sind, während die für die Eisenguß-Zerspanung verwendeten Schneidwerkstoffe für die Stahlzerspanung aufgrund der geringeren Zähigkeit vorzeitig durch Bruch ausfallen.

Bedingt durch diese erforderliche große Zahl von unterschiedlichen Schneidwerkstoffen ergibt sich beim Anwender ein hoher logistischer Aufwand. Es besteht somit der Wunsch, die Vielfalt der in der Praxis angebotenen Schneidwerkstoffe auf ein überschaubares Minimum einzuschränken.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine beschichtete Hartmetallsorte zum Fräsen zur Verfügung zu stellen, die sowohl die vorteilhafte Bearbeitung von Stahl als auch von Eisengußwerkstoffen mit hohen Standzeiten ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der Grundkörper eine Koerzitiv-Feldstärke mit Werten zwischen $6,37 \cdot 10^3$ und $14,32 \cdot 10^3$ A/m aufweist und daß der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht stickstoffreich ist bei einem Stickstoff-Mindestanteil von 40 Atom%.

Für den erfindungsgemäßen Schneidwerkstoff ist wesentlich, daß zum einen die mittlere Korngröße des Grundkörpers und der Anteil der neben dem Wolframkarbid vorhandenen zusätzlichen Karbide genau aufeinander abgestimmt sind und daß überraschenderweise zum anderen erst wenn der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht aus einer ein- oder mehrlagigen Titanitrid- oder einer stickstoffreichen Titankarbonitridschicht besteht, in Kombination mit einer oxidischen Deckschicht Verschleiß Eigenschaften erreicht werden, die den Schneidwerkstoff in hervorragender Weise sowohl zum Fräsen von Stahl als auch von Eisenguß geeignet machen.

Die speziell abgestimmte mittlere Korngröße des Grundkörpers ist durch die Koerzitiv-Feldstärke innerhalb spezieller Grenzen charakterisiert. Die Koerzitiv-Feldstärke läßt sich leichter und eindeutiger ermitteln als die geometrische mittlere Korngröße selbst. Diese Charakterisierung ist zielführend, da die Koerzitiv-Feldstärke des Grundkörpers für jeweils stofflich gleichartiges und anteilmäßig vergleichbares Bindemittel praktisch ausschließlich von der Korngröße des Grundkörpers bestimmt wird. Die Messung der Koerzitiv-Feldstärke erfolgt rasch und einfach auf bekannte Weise mittels eines Koerzimeters am gesinter-ten Grundkörper.

Ein besonders vorteilhafter Schneidstoff ergibt sich, wenn im Falle eines Zusatzkarbid-Anteils von 5 - 15 Gew.% und eines Kobalt-Anteils von 8 - 12 Gew.% die mittlere Korngröße des Grundkörpers so eingestellt wird, daß die Koerzitiv-Feldstärke Werte zwischen $7,96 \cdot 10^3$ und $12,73 \cdot 10^3$ A/m aufweist. Bei einem Zusatzkarbid-Anteil von weniger als 3 Gew.% und einem Kobaltgehalt von 5,5 - 7 Gew.% wird die mittlere Korngröße des Grundkörpers vorteilhafterweise so eingestellt, daß die Koerzitiv-Feldstärke zwischen

9,55.10³ und 12,73.10³ A/m liegt.

Insbesondere hat es sich bewährt, wenn die Unterlagsschicht aus einer oder mehreren Lagen aus Titankarbonitrid mit oder ohne unmittelbar am Grundkörper angeordneter Titannitridschicht besteht und eine Gesamtschichtstärke von 0,5 - 4 µm aufweist.

5 Für die Unterlagsschicht ist es vorteilhaft, wenn der unmittelbar an die Deckschicht angrenzende Bereich einen ein- oder mehrlagigen Schichtaufbau, bestehend aus Titannitrid und/oder Titankarbonitrid mit einem Stickstoffgehalt von mindestens 45 Atom% und einer Gesamtschichtstärke von 0,5 - 3 µm, aufweist.

Als Deckschicht wiederum ist eine ein- oder mehrlagige Aluminiumoxidschicht, gegebenenfalls im Wechsel mit einer Titanoxinitrid- oder Titanoxikarbonitridschicht mit einer Gesamtschichtstärke zwischen 0,5
10 und 5 µm von Vorteil.

Für die Herstellung des Grundkörpers des Schneidwerkstoffes ist es empfehlenswert, das Wolframkarbidpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1,5 µm und 8 µm, das Kobaltpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1 µm und 3 µm und die Zusatzkarbidpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1 µm und 3 µm im Attritor zwischen 5 und 15 Stunden zu mahlen, zu pressen sowie bei 1400 - 1500 °C
15 zwischen 30 und 120 Minuten zu sintern und den Grundkörper anschließend mittels CVD-, Plasma-CVD- oder PVD-Verfahren zu beschichten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Herstellungsbeispielen und Zerspanungstests näher erläutert.

Die Figuren 1, 2a, 3a und 4 zeigen den Freiflächenverschleiß einzelner, nach den Herstellungsbeispielen gefertigter Muster nach vergleichenden Zerspanungstests in Form von Balkendiagrammen, wobei die eng schraffierten Balken die Verschleißmarkenbreite am Eckenradius und die weiter schraffierten Balken die Verschleißmarkenbreite an der Hauptschneide wiedergeben. Die punktierten Balken der Figuren 2b und 3b stellen den aufgetretenen Kolkverschleiß dar.

25 HERSTELLUNGSBEISPIELE

Zur Untersuchung des Verschleißverhaltens wurden eine Anzahl unterschiedlicher Muster von Wendeschneidplatten nach Tabelle 1 hergestellt.

30

35

40

45

50

55

TABELLE 1

5

| Muster | WSP-Geometrie | Grundkörper Zusammensetzung (Gew.%) | Grundkörper Koerzitiv- feldstärke (A/m) | Schichtaufbau ausgehend vom Grundkörper mit Schichtdicken in μm | | |
|--------|-------------------|---|---|---|-----------------------|--|
| 10 | erfindungsgemäß | A1 | SPKN 1203 EDR | 11 Co; 4 TiC; 5,6 TaC; 2,4 NbC; Rest WC | 11,94.10 ³ | Ti(C _{0,7} N _{0,3}) 1,3; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 0,5; TiN 1; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; (H ₂ S im Beschichtungs- gas für die Al ₂ O ₃ -Schichten) |
| | | A2 | SPKN 1203 EDR | 6 Co; 0,2 TiC; 0,28 TaC; 0,12 NbC; Rest WC | 10,74.10 ³ | wie A1 |
| | | A3 | SPKN 1203 EDR | wie A2 | 10,74.10 ³ | wie A1, nur ohne H ₂ S im Beschichtungsgas für die Al ₂ O ₃ -Schichten |
| | | A4 | SPKN 1203 EDR | wie A1 | 11,94.10 ³ | Ti(C _{0,7} N _{0,3}) 1,3; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 0,5; Ti(C _{0,15} N _{0,85}) 1; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9 |
| | | A5 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | wie A1 |
| | | A6 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | wie A1, nur ohne H ₂ S im Beschichtungsgas für die Al ₂ O ₃ -Schichten |
| 30 | Stand der Technik | B1 | SPKN 1203 EDR | wie A1 | 11,94.10 ³ | Ti(C _{0,7} N _{0,3}) 1,2; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 1,2; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; (H ₂ S im Beschichtungsgas für die Al ₂ O ₃ -Schichten) |
| | | B2 | SPKN 1203 EDR | wie A1 | 11,94.10 ³ | Ti(C _{0,7} N _{0,3}) 1,2; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 1,2; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; Ti(CNO) 0,2; Al ₂ O ₃ 0,9; TiN 0,8 |
| | | B3 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | wie B1 |
| | | B4 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | wie B1, nur ohne H ₂ S im Beschichtungsgas für die Al ₂ O ₃ -Schichten |
| | | C1 | SPKN 1203 EDR | wie A1 | 11,94.10 ³ | TiC 1,3; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 0,7; TiN 1 |
| | | C2 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | wie C1 |
| | | C3 | SEHW 1204 AFSN | wie A1 | 11,94.10 ³ | TiC 2; Ti(C _{0,4} N _{0,6}) 1,5; TiN 1,5 |
| | | D | SPKN 1203 EDR | 10,3 Co; 1,5 TiC; 2,88 TaC; 0,98 NbC; Rest WC | 10,42.10 ³ | TiCN 2; TiN 1; TiCN 0,25; TiN 1 |
| | | E | SPKN 1203 EDR | 10,89 Co; 0,05 TiC; 0,08 TaC; 0,11 NbC; Rest WC | 10,82.10 ³ | TiN 0,5; TiCN 4; TiN 0,5 |
| | | F | SEHW 1204 AFSN | 10,98 Co; 0,41 TiC; 0,14 TaC; 0,15 NbC; Rest WC | 11,14.10 ³ | TiN 0,5; TiCN 2; Al ₂ O ₃ 2 |
| 40 | | G | SPKN 1203 EDR | 6 Co; Zusatzkarbide < 0,5; Rest WC | 27,06.10 ³ | wie A1 |

45 Zur Beschichtung nach dem CVD-Verfahren wurden die Wendeschneidplatten in einen Rezipienten eingebaut, unter Schutzgas aufgeheizt und unter Normaldruck die einzelnen Schichten mit den folgenden Parametern aufgebracht:

50

55

AT 400 320 B

Muster A1, A2, A5

Ti(C_{0,7}N_{0,3})-Schicht

5

10

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 68,5 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 3,1 Vol.% N ₂ 6,2 Vol.% CH ₄ 19,9 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1020 °C 17 min. |

15

Ti(C_{0,4}N_{0,6})-Schicht

20

25

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 67,2 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 6,1 Vol.% N ₂ 4,9 Vol.% CH ₄ 19,5 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1010 °C 7 min. |

30 TiN-Schicht

35

40

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 46,5 Vol.% H ₂ 2,0 Vol.% TiCl ₄ 42,2 Vol.% N ₂ 9,3 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 995 °C 10 min. |

Ti(CNO)-Schichten, jeweils pro Schicht

45

50

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 64 Vol.% H ₂ 2,2 Vol.% TiCl ₄ 8,1 Vol.% N ₂ 4,7 Vol.% CH ₄ 0,05 Vol.% CO ₂ 20,95 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1010 °C 5 min. |

55

AT 400 320 B

Al₂O₃-Schichten, jeweils pro Schicht

5

10

| | |
|--------------------------|---|
| Gaszusammensetzung: | 4,66 Vol.% H ₂ 42,7 Vol.% N ₂ 4,3 Vol.% HCl 2,1 Vol.% CO ₂ 46,1 Vol.% Ar 0,08 Vol.% BCl ₃ 0,06 Vol.% H ₂ S |
| Beschichtungstemperatur: | 1010 °C |
| Beschichtungszeit: | 35 min. |

15

Muster A3, A6

Gleiche Beschichtungsbedingungen wie bei den Mustern A1, A2, A5 mit Ausnahme der Al₂O₃-Schichten, die unter den folgenden Bedingungen abgeschieden wurden:

20

25

30

| | |
|--------------------------|---|
| Gaszusammensetzung: | 8,76 Vol.% H ₂ 50,9 Vol.% N ₂ 4,78 Vol.% HCl 3,5 Vol.% CO ₂ 31,9 Vol.% Ar 0,16 Vol.% BCl ₃ |
| Beschichtungstemperatur: | 1050 °C |
| Beschichtungszeit: | 65 min. |

Muster A4

35

Gleiche Beschichtungsbedingungen wie bei den Mustern A1, A2, A5 mit der Ausnahme, daß die stickstoffreiche Ti(C_{0,15}N_{0,85})-Schicht anstelle der TiN-Schicht unter den folgenden Bedingungen abgeschieden wurde:

40

45

| | |
|--------------------------|---|
| Gaszusammensetzung: | 70,2 Vol.% H ₂ 2,4 Vol.% TiCl ₄ 15,3 Vol.% N ₂ 1,9 Vol.% CH ₄ 10,2 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: | 990 °C |
| Beschichtungszeit: | 12 min. |

50

55

AT 400 320 B

Muster B1, B3

Ti(C_{0,7}N_{0,3})-Schicht

5

10

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 68,5 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 3,1 Vol.% N ₂ 6,2 Vol.% CH ₄ 19,9 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1020 °C 16 min. |

15

Ti(C_{0,4}N_{0,6})-Schicht

20

25

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 67,2 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 6,1 Vol.% N ₂ 4,9 Vol.% CH ₄ 19,5 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1010 °C 13 min. |

30

Ti(CNO)-Schichten und Al₂O₃-Schichten wie bei den Mustern A1, A2, A5.

Muster B2

Gleiche Beschichtungsbedingungen wie bei Mustern B1, B3 mit Ausnahme der zusätzlichen TiN-Deckschicht:

35

40

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 68 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 29,7 Vol.% N ₂ |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 920 °C 25 min. |

45

Muster B4

Ti(C_{0,7}N_{0,3})-Schicht und Ti(C_{0,4}N_{0,6})-Schicht wie bei Mustern B1,B3.
Ti(CNO)-Schichten und Al₂O₃-Schichten wie bei Mustern A3,A6.

50

55

AT 400 320 B

Muster C1, C2

TiC-Schicht

5

10

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 75,4 Vol.% H ₂ 2,6 Vol.% TiCl ₄ 11 Vol.% CH ₄ 11 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1030 °C 10 min. |

15

Ti(C_{0,4}N_{0,6})-Schicht

20

25

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 73,9 Vol.% H ₂ 2,5 Vol.% TiCl ₄ 8,1 Vol.% N ₂ 4,7 Vol.% CH ₄ 10,8 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1030 °C 12 min. |

TiN-Schicht

30

35

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 68 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 29,7 Vol.% N ₂ |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 920 °C 28 min. |

40

Muster C3

TiC-Schicht

45

50

55

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 77,1 Vol.% H ₂ 2,6 Vol.% TiCl ₄ 9,1 Vol.% CH ₄ 11,2 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1030 °C 25 min. |

Ti(C_{0,4}N_{0,6})-Schicht:

5

10

| | |
|--|--|
| Gaszusammensetzung: | 73,9 Vol.% H ₂ 2,5 Vol.% TiCl ₄ 8,1 Vol.% N ₂ 4,7 Vol.% CH ₄ 10,8 Vol.% Ar |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 1030 °C 25 min. |

15

TiN-Schicht:

20

| | |
|--|---|
| Gaszusammensetzung: | 68 Vol.% H ₂ 2,3 Vol.% TiCl ₄ 29,7 Vol.% N ₂ |
| Beschichtungstemperatur: Beschichtungszeit: | 920 °C 45 min. |

25

Muster D, E, F

Bei diesen Mustern handelte es sich um zugekaufte, am Markt erhältliche Konkurrenzprodukte.

30 Zerspanungstests

In einem ersten Zerspanungstest wurde Sphäroguß GGG50, Härte 230 HB, mit einer Schnittgeschwindigkeit von 400 m/min., einem Vorschub von 0,25 mm/U und einer Schnitttiefe von 2 mm jeweils unter Verwendung der Muster-Wendeschneidplatten A1, A2, A3, C1, D und E über eine Länge von 800 mm trockengefräst und der Verschleiß der einzelnen Muster miteinander verglichen.

Aus Figur 1 ist der Freiflächenverschleiß der einzelnen Muster zu entnehmen, wobei die eng schraffierten Balken die Verschleißmarkenbreite am Eckenradius und die weiter schraffierten Balken die Verschleißmarkenbreite an der Hauptschneide wiedergeben.

Die erfindungsgemäßen Muster A1, A2, A3 zeigten gegenüber den Mustern C1, D und E, die keine oxidische Deckschicht aufweisen, einen deutlich geringeren Freiflächenverschleiß. Der Kolkverschleiß war bei allen Mustern vernachlässigbar klein.

In einem zweiten Zerspanungstest wurde Kohlenstoffstahl (CK60) mit einer Schnittgeschwindigkeit von 320 m/min., einem Vorschub von 0,35 mm/U und einer Schnitttiefe von 3 mm jeweils unter Verwendung der Muster-Wendeschneidplatten A5, A6, B3, B4, C2, C3 und F über eine Länge von 800 mm trockengefräst und der aufgetretene Verschleiß der einzelnen Muster miteinander verglichen.

Aus Figur 2a ist der Freiflächenverschleiß zu entnehmen.

Es ist klar zu erkennen, daß durch die TiN-Schicht unterhalb der Deckschicht der erfindungsgemäßen Muster A5 und A6 der Freiflächenverschleiß gegenüber den Mustern B3, B4 und F deutlich herabgesetzt wurde.

Die Figur 2b zeigt den Kolkverschleiß, der bei den erfindungsgemäßen Mustern A5 und A6 ebenfalls etwas geringer als gegenüber den Mustern B3, B4, C2, C3 und F war.

In einem dritten Zerspanungstest wurde Kohlenstoffstahl (CK60) mit einer Schnittgeschwindigkeit von 270 m/min., einem Vorschub von 0,25 mm/U und einer Schnitttiefe von 2 mm jeweils unter Verwendung der Muster-Wendeschneidplatten A1, A4, B1, B2, C1 und D über eine Länge von 800 mm trockengefräst und der Verschleiß der einzelnen Muster miteinander verglichen.

Aus Figur 3a ist der Freiflächenverschleiß zu entnehmen. Die Figur 3b zeigt wiederum den Kolkverschleiß, der bei den erfindungsgemäßen Mustern A1 und A4 sehr gering war, während bei den Mustern B1, B2, C1 und D ein starker Kolk festzustellen war.

Aus einem Vergleich der ersten und dritten Zerspanungstests ist zu ersehen, daß das dem Stand der Technik entsprechende Muster D gegenüber dem erfindungsgemäßen Muster A1 beim Fräsen von Stahl einen zwar auch erhöhten, aber noch im Rahmen liegenden Freiflächenverschleiß aufweist, während der Freiflächenverschleiß von Muster D beim Fräsen von Sphäroguß gravierend über dem Freiflächenverschleiß des Musters A1 liegt.

In einem vierten Zerspanungstest wurde Kohlenstoffstahl (CK60) mit einer Schnittgeschwindigkeit von 220 m/min., einem Vorschub von 0,30 mm/U und einer Schnitttiefe von 3 mm jeweils unter Verwendung der Muster-Wendeschneidplatten A1, A2 und G über eine Länge von 800 mm trockenengefräst und der Verschleiß der einzelnen Muster miteinander verglichen.

Aus Figur 4 ist der Freiflächenverschleiß zu entnehmen.

Durch diesen Test ist klar der Einfluß der Korngröße auf das Zerspanungsverhalten zu ersehen.

Das Muster G mit einem feinkörnigen Grundwerkstoff mit einer Koerzitiv-Feldstärke von $27,06 \cdot 10^3$ A/m, aber gleichem Schichtaufbau wie die erfindungsgemäßen Muster A1 und A2 ist durch Schneidkantenbruch vorzeitig ausgefallen, woraus zu ersehen ist, daß feinkörniges Grundmaterial für Zerspanungsaufgaben mit einer hohen Zähigkeitsforderung an das Grundmaterial nicht einsetzbar ist.

Die Beispiele stellen besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dar. Diese ist jedoch nicht darauf beschränkt.

Wesentlich für die Erfindung ist das Zusammenwirken von speziell abgestimmtem Grundmaterial und Schichtaufbau. Gewisse Abweichungen im Schichtaufbau, die das Verschleißverhalten praktisch nicht beeinflussen, wie beispielsweise eine bis zu 1 μm starke Titanitridschicht zur Farbgebung über der oxidischen Deckschicht, liegen ebenfalls im Bereich der Erfindung.

Patentansprüche

1. Schneidwerkstoff zum Fräsen von Metallen, bestehend aus einem Hartmetall-Grundkörper der Zusammensetzung 5,5 - 14 Gew.% Kobalt, bis zu 20 Gew.% von einem oder mehreren Zusatzkarbiden der Metalle der Gruppe IV A und V A des Periodensystems der Elemente, wobei im Falle eines Kobaltgehaltes von weniger als 7,5 Gew.% der Anteil der Zusatzkarbide weniger als 5 Gew.% beträgt, Rest Wolframkarbid, sowie aus einer auf dem Hartmetall-Grundkörper aufgetragenen Beschichtung mit einer Gesamtschichtdicke von 2 - 7 μm und, ausgehend vom Hartmetall-Grundkörper, folgendem Schichtaufbau:
 - eine ein- oder mehrlagige Unterlagsschicht mit einer Gesamtschichtstärke von max. 4 μm aus einem oder mehreren Hartstoffen, ausgewählt aus der Gruppe Titankarbid, Titanitrid, Titanoxid, Titanborid oder deren Mischungen; wobei der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht aus ein- oder mehrlagigen Titanitrid- und/oder Titankarbonitridschichten mit einer Gesamtschichtstärke von 0,5 - 4 μm besteht, wahlweise mit Sauerstoff- und/oder Boranteilen
 - eine ein- oder mehrlagige Deckschicht aus einem oder mehreren Oxiden, ausgewählt aus der Gruppe Aluminiumoxid, Zirkonoxid oder deren Mischungen, wahlweise mit Titan- und/oder Boranteilen und wahlweise im Wechsel mit Hartstoffschichten aus der Gruppe Titankarbid, Titanitrid, Titanborid, Titanoxid oder deren Mischungen,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper eine Koerzitiv-Feldstärke mit Werten zwischen $6,37 \cdot 10^3$ und $14,32 \cdot 10^3$ A/m aufweist und daß der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht stickstoffreich ist bei einem Stickstoff-Mindegteanteil von 40 Atom%.
2. Schneidwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Grundkörper eine Koerzitiv-Feldstärke mit Werten zwischen $7,96 \cdot 10^3$ und $12,73 \cdot 10^3$ A/m aufweist, der Zusatzkarbidanteil 5 - 15 Gew.% und der Kobaltanteil 8 - 12 Gew.% beträgt.
3. Schneidwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Grundkörper eine Koerzitiv-Feldstärke mit Werten zwischen $9,55 \cdot 10^3$ und $12,73 \cdot 10^3$ A/m aufweist, der Zusatzkarbidanteil weniger als 3 Gew.% und der Kobaltanteil 5,5 - 7 Gew.% beträgt.
4. Schneidwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Unterlagsschicht eine oder mehrere-Titankarbonitridschichten mit einer Gesamtschichtstärke von 0,5 - 4 μm aufweist.

5. Schneidwerkstoff nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Grundkörper und den Titankarbonitridschichten eine Titannitridschicht angeordnet ist.
- 5 6. Schneidwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der an die Deckschicht angrenzende Bereich der Unterlagsschicht aus ein- oder mehrlagigen Titannitrid- und/oder Titankarbonitridschichten mit einer Gesamtschichtstärke von 0,5 - 3 μm besteht, wobei die Stickstoffgehalte der einzelnen Lagen mind. 45 Atom% betragen.
- 10 7. Schneidwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Deckschicht eine einlagige Aluminiumoxidschicht mit einer Schichtstärke von 0,5 - 5 μm ist.
8. Schneidwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Deckschicht eine mehrlagige Aluminiumoxidschicht jeweils im Wechsel mit einer Titanoxinitrid- oder Titanoxikarbonitridschicht, mit einer Gesamtschichtstärke zwischen 0,5 und 5 μm ist.
- 15 9. Verfahren zur Herstellung eines Schneidwerkstoffes nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Herstellung des Hartmetall-Grundkörpers das Wolframkarbidpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1,5 μm und 8 μm , das Kobaltpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1 μm und 3 μm und die Zusatzkarbidpulver mit einer mittleren Korngröße zwischen 1 μm und 3 μm im Attritor zwischen 5 und 15 Stunden gemahlen, gepreßt und bei 1400 - 1500 °C zwischen 30 und 120 Minuten gesintert werden und daß der Grundkörper anschließend mittels CVD-, Plasma-CVD- oder PVD-Verfahren beschichtet wird.
- 20

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

25

30

35

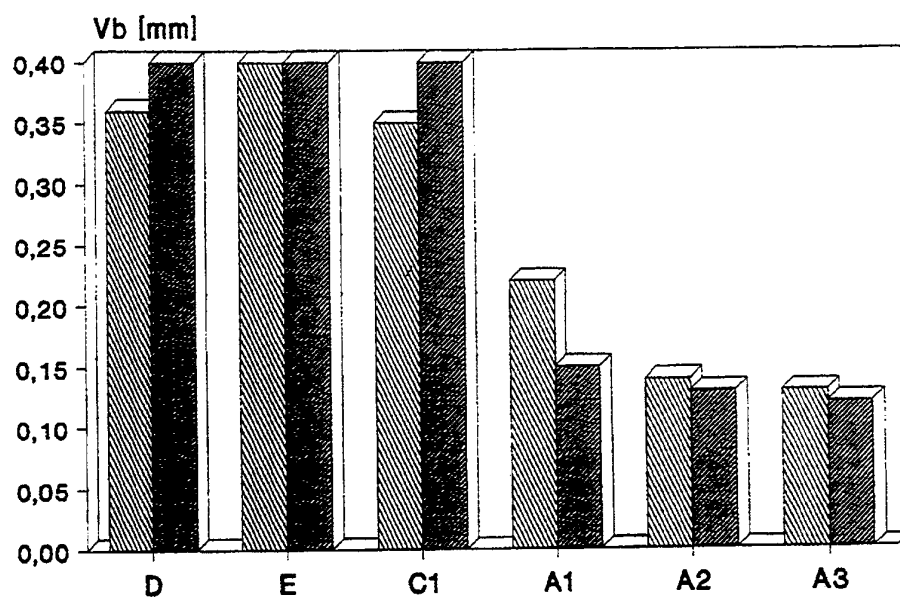
40

45

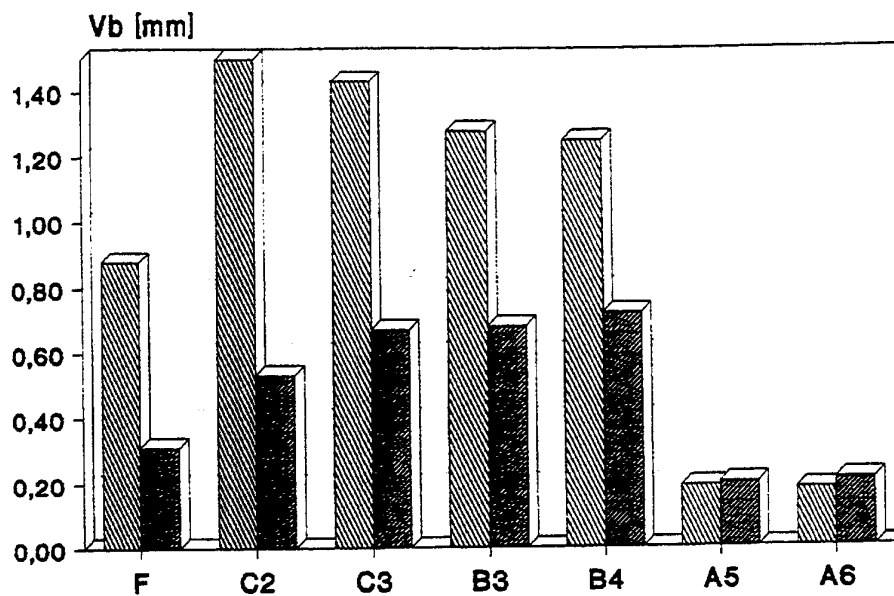
50

55

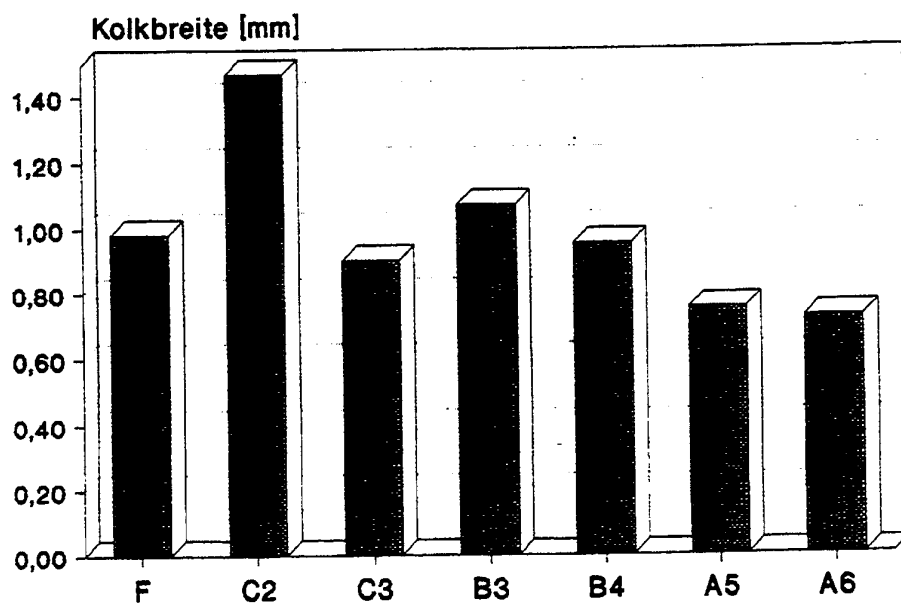
Figur 1



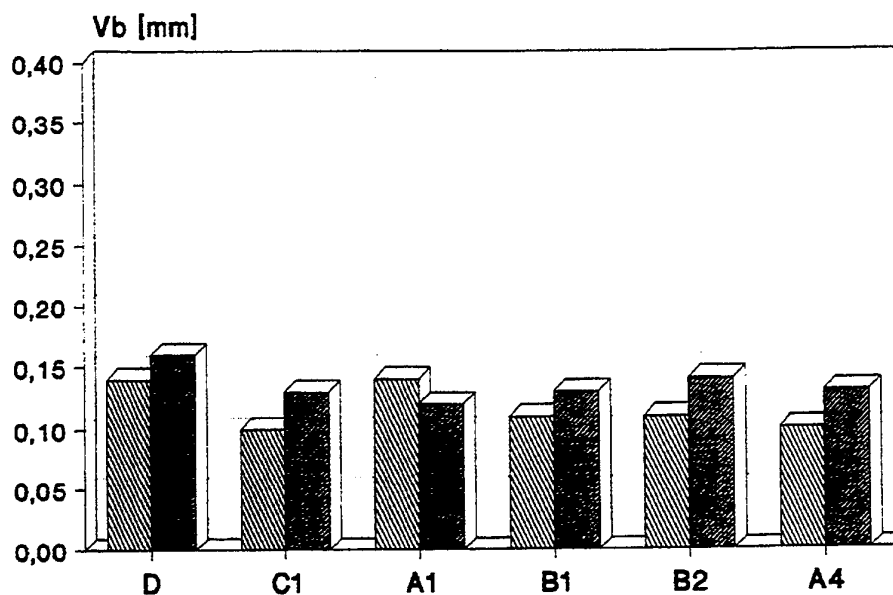
Figur 2a



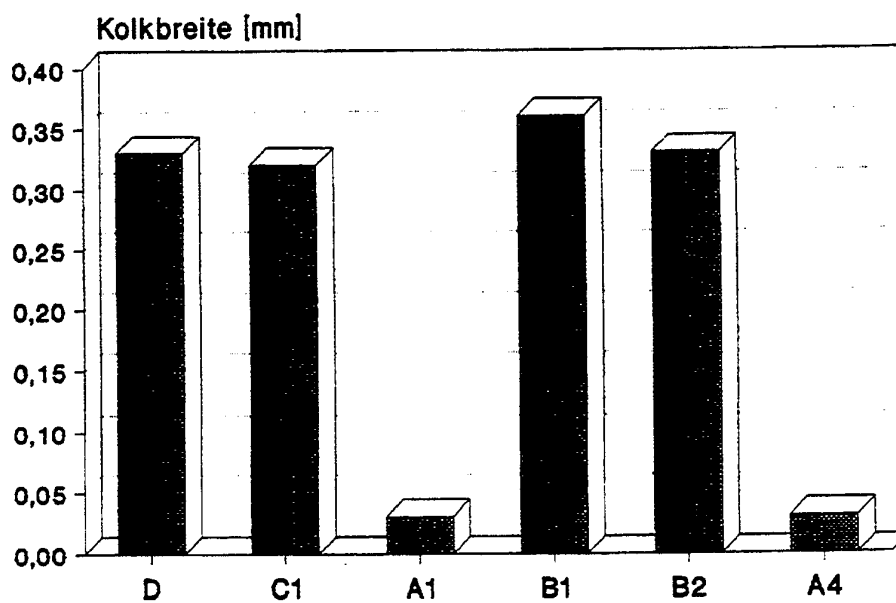
Figur 2b



Figur 3a



Figur 3b



Figur 4

