

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1326/86

(51) Int.Cl.⁵ : C23C 16/30

(22) Anmeldetag: 20. 5.1986

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1990

(45) Ausgabetag: 27. 5.1991

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2-0166216 EP-A1-0093706 WO-A1-82/01897
US-PS4419202 JP-0560-33353 JP-0559-170261
JP-0559-41466 EP-A1-0122529 EP-A1-0083043 US-PS4485149
US-PS4399168 JP-0559-170265
JP-0559-166672 EP-A1-0063386 EP-A1-0032887
US-PS4463033 JP-0560-89574 JP-0559-170264
JP-0559-145781

(73) Patentinhaber:

VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTRUMENTALNY
INSTITUT
MOSKAU (SU).

(72) Erfinder:

GAVRILOV ALEXEI GEORGIEVICH
DOMODEDOVO (SU).
ZHED VIKTOR PETROVICH
MOSKAU (SU).
KURBATOVA ELENA IVANOVNA
MOSKAU (SU).
SINELSCHIKOV ANDREI KARLOVICH
MOSKAU (SU).
SOKOLOVSKAYA EVDOKIA MIKHAILOVNA
MOSKAU (SU).
BOZHUKOV VLADIMIR BORISOVICH
MOSKAU (SU).
BOYARUNAS ALBERT MIKHAILOVICH
KHARKOV (SU).

(54) VERSCHLEISSFESTER ÜBERZUG FÜR EIN SCHNEIDWERKZEUG UND VERFAHREN ZU DESSEN AUFBRINGEN

(57) Der verschleißfeste Überzug für ein Schneidwerkzeug hat mindestens eine Schicht der Legierungskomponenten enthaltenden Einlagerungsphase mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente, der im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase liegt. Dabei dient eine der Legierungskomponenten als Katalysator für die Bildung dieser thermodynamisch besonders stabilen Verbindung. Im Verfahren zum Aufbringen des verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuss wird der Katalysator durch Verdampfen des Kathodenmaterials in das Vakuum eingeführt und die Bildung der Überzugsschicht bei einer Erwärmungstemperatur des Grundkörpers des Schneidwerkzeugs durchgeführt, die für den Verlauf einer katalytischen Reaktion ausreichend ist, bei der ein Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung sichergestellt wird.

AT 392 655 B

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen verschleißfesten Überzug für ein Schneidwerkzeug und auf ein Verfahren zu dessen Aufbringen.

Die vorliegende Erfindung wird für Schneidwerkzeuge, wie Schneidstähle, Bohrer, Fräser für das Drehen, Bohren und Fräsen sowie für andere Arten der Metallbearbeitung verwendet. Sie kann beim Aufbringen eines verschleißfesten Überzuges auf das einem erhöhten Verschleiß ausgesetzte Schneidwerkzeug Anwendung finden.

Einer der Wege zur Erhöhung der Standzeit des Schneidwerkzeugs mit einem verschleißfesten Überzug ist derzeit die Verbesserung der Betriebseigenschaften des eigentlichen verschleißfesten Überzuges des Schneidwerkzeugs. Besonders aussichtsreich ist die Verwendung von Überzügen für das Schneidwerkzeug, die auf Basis von Einlagerungsphasen hergestellt werden, weil sie eine große Härte aufweisen. Bekannt ist ein verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug und ein Verfahren zu dessen Aufbringen, der aus Einlagerungsphasen, und zwar aus Carbonitriden der Metalle der Gruppen IVa bis VIa des Periodensystems der Elemente besteht. Als Grundmaterial des Schneidwerkzeugs werden dabei vorwiegend Hartmetalle beispielsweise auf Basis von Wolframcarbid (WC) verwendet. Der Überzug wird in einem Verfahren über die Gasphase aufgebracht, wobei der Grundkörper des Schneidwerkzeugs auf eine Temperatur von etwa 1000 °C erhitzt wird. Bei diesen Temperaturen tritt eine teilweise Entfestigung des Hartmetalls ein. In diesem Verfahren ist es unmöglich, einen verschleißfesten Überzug auf das Schneidwerkzeug aufzubringen, bei dem der Grundkörper aus leichter schmelzenden Werkzeugstoffen, z. B. aus einem Stahl, besteht. Der genannte Überzug ist auf Basis von Carbonitriden hergestellt und enthält in seiner Zusammensetzung eines der Metalle der Gruppen IVa bis VIa des Periodensystems der Elemente. Um die Betriebseigenschaften des verschleißfesten Überzuges, insbesondere die Verschleißfestigkeit und die Härte, zu verbessern, werden in die Zusammensetzung zweckmäßigerweise Legierungskomponenten eingeführt.

Bekannt ist auch ein verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug, der mindestens eine auf den Grundkörper aufgebrachte Schicht der Legierungskomponenten enthaltenden Einlagerungsphase mit unterschiedlichem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente über die Schichtdicke enthält.

Der Überzug besteht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Molybdäncarbiden und enthält Titan, Zirkonium und Wolfram als Legierungskomponenten. Die Hauptkomponenten der Einlagerungsphase, nämlich Molybdän und Kohlenstoff, bilden dabei in der Überzugsschicht zwei Verbindungen: Molybdäncarbid (Mo_2C) und Molybdänmonocarbide (MoC). Somit sind in der Überzugsschicht neben der thermodynamisch besonders stabilen Phase Mo_2C auch andere, thermodynamisch instabile Phasen, wie MoC , vorhanden.

Die Heterogenität der Phasenzusammensetzung des Überzuges hat zur Folge, daß sich beim Betrieb des Schneidwerkzeugs unter hohen Temperaturen, die in der Schnittzone 600 bis 1000 °C erreichen können, die thermodynamisch instabilen Verbindungen in ihre Bestandteile (Molybdän und Kohlenstoff) aufspalten, wobei Mo_2C gebildet wird. Derartige Umwandlungen, die im Überzug während des Betriebs des Schneidwerkzeugs stattfinden, sind mit der Entstehung wesentlicher Spannungen in der Überzugsschicht verbunden, durch die eine erhöhte Sprödigkeit der Schicht, ihr spontanes Aussplittern und Abspalten hervorgerufen und folglich die Beständigkeit des Überzuges verringert und somit die Standzeit des Schneidwerkzeugs verkürzt werden.

Bekannt ist auch ein Verfahren zum Aufbringen eines verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuß, welches darin besteht, daß eine Bogenentladung zum Verdampfen des Kathodenmaterials im Vakuum erregt, eine Verlagerungsspannung an den Grundkörper des Schneidwerkzeugs angelegt, der Grundkörper durch den Ionenbeschuß des verdampfenden Kathodenmaterials erwärmt und gereinigt, die Verlagerungsspannung auf eine Spannung, bei der die Überzugsschicht gebildet wird, unter gleichzeitiger Erniedrigung der Temperatur des Grundkörpers reduziert und ein Reagensgas, das mit dem verdampfenden Kathodenmaterial unter Bildung einer Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht zusammenwirkt, bis zur Herstellung der vorgegebenen Schichtdicke in das Vakuum geleitet wird.

Die Stufe der Ausbildung einer 5 bis 8 µm dicken Schicht dauert im technologischen Beschichtungszyklus normalerweise 45 bis 60 min. Während dieser Zeit nimmt die Aktivität des Zusammenwirkens der Hauptkomponenten der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht ab, und als Folge werden neben den thermodynamisch stabilen Verbindungen thermodynamisch instabile Verbindungen gebildet. Außerdem erfolgt die Ausbildung der Überzugsschicht bei einer Temperatur von 420 °C, bei der die Diffusion des Reagensgases in das Grundmaterial genügend stark ist, wodurch der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente in der eine Überzugsschicht bildenden Einlagerungsphase verringert wird und thermodynamisch instabile Verbindungen während des Zusammenwirkens mit dem verdampfenden Kathodenmaterial gebildet werden, durch die die Beständigkeit des Überzuges verringert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verschleißfesten Überzug für ein Schneidwerkzeug und ein Verfahren zu dessen Aufbringen zu schaffen, bei denen durch eine erhöhte Homogenität der einen Überzug bildenden Einlagerungsphase die Lebensdauer des verschleißfesten Überzuges und damit die Standzeit des Schneidwerkzeugs verlängert werden.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug, vorzugsweise aus Werkzeugstählen oder nichtmetallischen hochschmelzenden Materialien mit einer oder mehreren auf die Oberfläche des Werkzeugs aufgetragenen Schichten, bestehend aus Einlagerungsphasen auf Basis der Übergangsmetalle Mo, Ti, Zr, Cr, Nb, Cu, V sowie aus Al und Mg und einem nichtmetallischen Zusatzstoff aus

der Gruppe C, N, B, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die Einlagerungsphasen die bestmögliche thermodynamische Stabilität aufweisen, wobei der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der Einlagerungsphase liegt, wobei zumindest eine der Legierungskomponenten ein Katalysator zu deren Bildung ist.

5 Zweckmäßigerweise enthält der verschleißfeste Überzug zusätzliche Schichten entsprechend der Anzahl der Hauptschichten, die sich mit den Hauptschichten abwechseln und jede derselben aus der Einlagerungsphase mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente besteht, wobei die Masse im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase liegt und wobei mindestens eine Legierungskomponente der Einlagerungsphase der vorherigen Hauptschicht ein Katalysator zur Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der nachfolgenden zusätzlichen Schicht ist.

Bei der Herstellung einer Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Titanitrid, Titanoxycarbid, Titancarbid, Titandiborid, Chromnitrid bzw. Niobcarbonitrid wird für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase Molybdän als Katalysator verwendet.

15 Bei der Herstellung einer Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Aluminiumnitrid wird für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase Magnesium als Katalysator verwendet.

Bei der Herstellung einer Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Molybdäncarbid oder Molybdäncarbonitrid wird für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase Niob als Katalysator verwendet.

20 Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zum Aufbringen des verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuß, wobei im Vakuum eine Bogenentladung zum Verdampfen des Kathodenmaterials erregt, eine Verlagerungsspannung an den Grundkörper des Schneidwerkzeuges angelegt, der Grundkörper durch den Beschuß mit den Ionen des verdampfenden Kathodenmaterials erwärmt und gereinigt, die im Grundkörper des Schneidwerkzeuges während des Ionenbeschusses angelegte Spannung (Verlagerungsspannung) auf eine Spannung, bei der eine Überzugsschicht gebildet wird, unter gleichzeitiger Erniedrigung der Temperatur des Grundkörpers reduziert, ein Reagensgas (insbesondere N, CO₂, CH₄), das mit dem verdampfenden Kathodenmaterial unter Bildung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht zusammenwirkt, bis zur Erzeugung einer Schicht mit vorgegebener Dicke in das Vakuum geleitet wird, das dadurch gekennzeichnet ist, daß ein Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der sich durch die Verdampfung des Kathodenmaterials bildenden Überzugsschicht in das Vakuum eingeführt und die Ausbildung der Überzugsschicht bei einer Temperatur des Grundkörpers durchgeführt wird, die für den Verlauf einer katalytischen Reaktion zur Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht ausreichend ist und bei der durch die Diffusionszusammenwirkung des Reagensgases mit dem Grundmaterial ein Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung sichergestellt wird.

Vorteilhaft wird die Ausbildung der Überzugsschicht auf dem Grundkörper aus einem Schnellarbeits-Gußstahl bei einer Erwärmungstemperatur des Grundkörpers von 350 bis 400 °C, auf dem Grundkörper aus einem Schnellarbeits-Pulverstahl bei einer Temperatur von 300 bis 350 °C und auf dem Grundkörper aus nichtmetallischen hochschmelzenden Materialien bei einer Temperatur von 550 bis 650 °C durchgeführt.

Vorzugsweise werden als Kathodenmaterial bei der Ausbildung einer Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Titanitrid, Titancarbid, Titanoxycarbid oder Titandiborid molybdänhaltige Titanlegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Chromnitrid molybdänhaltige Chromlegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Niobcarbonitrid molybdänhaltige Nioblegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Aluminiumnitrid magnesiumhaltige Aluminiumlegierungen und aus der Einlagerungsphase auf Basis von Molybdäncarbid oder Molybdäncarbonitrid niobhaltige Molybdänlegierungen als Kathodenmaterial eingesetzt.

50 Die Herstellung sowohl eines einschichtigen als auch eines mehrschichtigen verschleißfesten Überzuges am Schneidwerkzeug aus thermodynamisch besonders stabilen Verbindungen der Einlagerungsphasen mit dem maximalen Enthalpiewert ($-\Delta H^\circ$) gestattet es, optimale physikalisch-mechanische Eigenschaften dieses Überzuges zu erzielen, die während des Betriebs des Schneidwerkzeugs aufrechterhalten bleiben, sowie seine Beständigkeit im Durchschnitt um das 2- bis 4-fache zu erhöhen und damit die Standzeit des Schneidwerkzeugs zu verlängern.

55 Das Verfahren zum Aufbringen eines verschleißfesten Überzuges auf das Schneidwerkzeug gestattet es, einen solchen Überzug zu erhalten, bei dem jede Schicht aus der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung besteht, ohne daß dabei die Kosten zusätzlich erhöht, die technologische Zyklusdauer verlängert und der Verbrauch an teuren Materialien erhöht werden.

Nachstehend wird die vorliegende Erfindung an Hand von konkreten Ausführungsbeispielen erläutert.

60 Der verschleißfeste Überzug für das Schneidwerkzeug enthält mindestens eine Schicht der Einlagerungsphase. Bekanntlich stellt die Einlagerungsphase eine hochschmelzende Verbindung eines Übergangsmetalls mit einem oder mit mehreren Nichtmetallen, beispielsweise C, N, O oder B, dar.

Die Anzahl der Schichten, deren Dicke, Aufeinanderfolge und die Zusammensetzung jeder Schicht können sehr unterschiedlich sein; sie sind auf diesem Gebiet der Technik gut bekannt und hängen von den Anforderungen ab, die an das Werkzeug beim Betrieb gestellt werden.

5 Bekanntlich gestattet es die mehrschichtige Struktur eines Überzuges, im Überzug verschiedene Eigenschaften der Einlagerungsphase zu kombinieren, aus denen die Einzelschichten gebildet werden.

Um die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Einlagerungsphasen zu verbessern, werden diesen Legierungskomponenten zugesetzt. Als Legierungszusätze werden in der Regel derartige Metalle, wie Magnesium, Molybdän, Wolfram, Niob, Chrom und Vanadium verwendet. Dabei soll mindestens eine der Legierungskomponenten der Einlagerungsphase als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung wirken. Das bedeutet, daß jede Schicht aus einer Einlagerungsphase besteht, bei der der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt.

Das Verfahren zum Aufbringen eines verschleißfesten Überzuges auf das Schneidwerkzeug mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuß wird wie folgt durchgeführt. Zunächst wird das Werkstück, d. h. der Grundkörper des Schneidwerkzeugs, in bekannter Weise von Verschmutzungen und Oxidfilmen gereinigt und in eine Vakuumkammer mit darin angeordneten Kathoden eingebracht, deren Anzahl mit der die Überzugsschichten bildenden Einlagerungsphasen übereinstimmt. Jede Kathode enthält ein Übergangsmetall und Legierungskomponenten der Überzugsschichten bildenden Einlagerungsphase. In der Kammer kann eine zusätzliche Kathode angeordnet werden, die nur für die Erwärmung und Reinigung des Grundkörpers eingesetzt wird. Außerdem kann in der Kammer noch eine zusätzliche Kathode aus einem Material vorgesehen werden, das einen Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung, d. h. der Einlagerungsphase des aufzubringenden Überzuges, enthält.

Nach der Beschickung mit Werkstücken wird die Kammer evakuiert und in dieser wird eine Bogenentladung für die Verdampfung des Kathodenmaterials gezündet. Zuerst wird die Oberfläche des Grundkörpers gereinigt und erwärmt. Dafür wird an den Grundkörper eine Verlagerungsspannung angelegt. Es wird die Kathode verdampft, die nur für die Reinigung und Erwärmung eingesetzt wird, und falls diese nicht vorhanden ist, wird die Kathode verdampft, die für das Auftragen der ersten Schicht dient.

Auf diese Weise wird der Grundkörper gereinigt und seine Oberfläche durch den Beschuß mit den Ionen des verdampfenden Kathodenmaterials auf eine Temperatur erwärmt, bei der keine Entfestigung eintritt.

30 Danach wird die an den Grundkörper angelegte Verlagerungsspannung auf einen Wert reduziert, bei dem eine Kondensation des verdampfenden Kathodenmaterials auf dem Grundkörper sichergestellt wird. Als Folge sinkt die Temperatur des Grundkörpers. Dabei wird die Verlagerungsspannung um einen solchen Betrag verringert, daß die Temperatur des Grundkörpers auf einen Wert sinkt, bei dem eine Überzugsschicht gebildet wird. Dann wird der Kammer ein Reagensgas zugeführt, das mit dem verdampfenden Kathodenmaterial unter Bildung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht zusammenwirkt. In die Kammer wird auch ein Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase eingeführt.

Die Verwendung des Katalysators gestattet es, bei Bildung der Überzugsschicht die Konzentration ihrer nichtmetallischen Komponente über die Schichtdicke im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung bei Verhältnissen außerhalb des Gleichgewichtszustandes aufrechtzuerhalten.

40 Der Katalysator wird in das Material der für das Aufbringen des Überzuges eingesetzten Kathode eingeführt oder es wird die zusätzliche Kathode verdampft, deren Material einen Katalysator enthält. Es wird so eine Überzugsschicht gebildet, indem auf dem Grundkörper eine Temperatur aufrechterhalten wird, die für den Verlauf einer katalytischen Reaktion zur Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht ausreichend ist und bei der durch das Diffusionszusammenwirken des Reagensgases mit dem Grundmaterial ein Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung sichergestellt wird. Diese Temperatur soll genügend hoch sein, um die Bildung dieser Verbindung auf der Oberfläche des Grundkörpers zu ermöglichen, und andererseits soll sie unter der Temperatur liegen, bei der das Reagensgas durch das Grundmaterial intensiv aufgenommen wird, wodurch sein Anteil nicht mehr ausreicht, um die thermodynamisch besonders stabile Verbindung zu bilden. Für jedes konkrete Grundmaterial wird diese Temperatur experimentell ermittelt.

Als Reagensgas werden normalerweise Stickstoff, Methan, Sauerstoff bzw. Boran eingesetzt. Die Schichtdicke wird durch die Dauer der Reagensgaszufuhr in die Kammer bestimmt. Bei der Bildung einer Schicht von vorgegebener Dicke wird die Zufuhr des Reagensgases in die Kammer abgebrochen, die Verlagerungsspannung abgenommen und die Bogenentladung ausgeschaltet, wonach das Schneidwerkzeug in der Kammer auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

Zum besseren Verständnis wird die vorliegende Erfindung an Hand der folgenden Ausführungsbeispiele erläutert.

60 Beispiel 1

Es wurden Spiralbohrer mit 5 mm Durchmesser aus Schnellarbeits-Gußstahl folgender Zusammensetzung in %-Masse: C 0,85, Cr 3,6, W 6,0, V 2,0, Mo 5,0, Fe Rest hergestellt. Das von Verschmutzungen vorgereinigte

Los von 10 Bohrern wurde in Spezialkassetten eingebracht, die in der Vakuumkammer einer bekannten Anlage zum Aufbringen eines verschleißfesten Überzuges mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuß drehbar angeordnet wurden.

In der Kammer wurden eine Titankathode für die Reinigung des Schneidwerkzeugs sowie eine Kathode für die Ausbildung eines Überzuges angeordnet, die aus einer molybdänhaltigen Titanlegierung folgender Zusammensetzung in %-Masse: Ti 93, Al 5,0, Mo 1,0, V 1,0 hergestellt worden war. Somit müssen diese Komponenten in der Zusammensetzung des verschleißfesten Überzuges enthalten sein. Bei Erreichen eines Vakuums von $6,65 \cdot 10^{-3}$ Pa in der Vakuumkammer wurde in dieser eine Bogenentladung zum Verdampfen des Werkstoffs der Kathode für die Reinigung des Grundkörpers des Schneidwerkzeugs erregt. An die Bohrer wurde eine negative Verlagerungsspannung von 1100 V für die Beschleunigung von positiv geladenen Titanionen angelegt, mit denen die Reinigung und die Erwärmung des Grundkörpers der Bohrer auf eine Temperatur von 520 °C durch den Beschuß erfolgt, und gleichzeitig wurde die Kassette in Drehung relativ zu den Kathoden mit einer Geschwindigkeit von 6 U/min gebracht. Dann wurde die Verlagerungsspannung auf 200 V reduziert, wobei die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 400 °C gesenkt wurde. Danach wurde die Kathode für die Ausbildung der Überzugsschicht mit der Bogenentladung verdampft. Gleichzeitig wurde ein Reagensgas in die Kammer geleitet und ein Druck von $4 \cdot 10^{-1}$ Pa in der Kammer erzeugt. Als Reagensgas wurde N_2 eingesetzt, das auf dem Grundkörper beim Zusammenwirken mit dem verdampfenden Kathodenmaterial eine Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase (Ti, Al, Mo, V) N bildete, in der der Gehalt an nichtmetallischer Komponente N 15,0 bis 22,0 %-Masse beträgt, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt.

Al, Mo und V sind Legierungskomponenten in dieser Phase, wobei Mo als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung wirkt. Sie sind im Kathodenmaterial für die Bildung der Überzugsschicht enthalten.

Das Reagensgas wurde während 60 min bis zur Bildung einer 6 µm dicken Schicht des verschleißfesten Überzuges in die Kammer geleitet.

Dann wurde die Verlagerungsspannung vom Grundkörper abgenommen, die Zufuhr des Reagensgases abgebrochen, die Bogenentladung ausgeschaltet und die Kammer mit den darin angeordneten Bohrern auf Raumtemperatur abgekühlt.

Das Los von 10 Bohrern mit der verschleißfesten Beschichtung wurde beim Bohren von Löchern in Stahl folgender Zusammensetzung: C 0,42 bis 0,49 %-Masse, Fe Rest, auf einer Senkrechtbohrmaschine bei folgenden Bohrbedingungen: Geschwindigkeit $V = 45$ m/min, Vorschub $s = 0,18$ mm/U, Bohrtiefe $l = 3d$, wobei d der Bohrerdurchmesser ist, geprüft. Das Kriterium der Abstumpfung war das Quietschen des Bohrers. Die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 335.

Beispiel 2

Die Bohrer wurden wie in Beispiel 1 hergestellt und auf den Grundkörper des Schneidwerkzeugs wurde ein einschichtiger verschleißfester Überzug ähnlich wie in Beispiel 1 aufgebracht, ausgenommen daß für die Bildung des Überzuges zwei Kathoden, eine aus einer Legierung auf Basis von Titan folgender Zusammensetzung in %-Masse: Ti 91,0, Al 5,0, V 4,0, und die andere aus Mo eingesetzt wurden. Als Reagensgas wurde CO_2 verwendet, das beim Zusammenwirken mit dem Kathodenmaterial eine Einlagerungsphase (Ti, Al, V, Mo) CO bildete. Der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente, d. h. der Gesamtgehalt an C und O, beträgt in dieser Einlagerungsphase 14,0 bis 19,0 %-Masse, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung. Dabei wirkt Molybdän als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung. Molybdän wurde durch die Verdampfung der zusätzlichen Kathode in das Vakuum eingeführt. Außerdem wurde die an den Grundkörper bei der Bildung des Überzuges angelegte Verlagerungsspannung nach der Erwärmung des Grundkörpers auf einen Wert von 190 V und die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 350 °C reduziert.

Das Los von Bohrern mit dem verschleißfesten Überzug wurde ähnlich wie in Beispiel 1 geprüft. Prüfergebnis: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 350.

Beispiel 3

Es wurde ein Los ähnlicher Bohrer, wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt und ein 6 µm dicker mehrschichtiger Überzug in Form von 500 einander abwechselnden Schichten aus zwei Legierungskomponenten enthaltenden Einlagerungsphasen aufgebracht. Dafür wurden in der Vakuumkammer zwei Kathoden für die Bildung der Überzugsschichten angeordnet. Die eine Kathode bestand aus einer molybdänhaltigen Titanlegierung folgender Zusammensetzung (%-Masse): Ti 93, Al 5,0, Mo 1,0.

Die andere Kathode war aus einer magnesiumhaltigen Aluminiumlegierung folgender Zusammensetzung (%-Masse): Al 98,5, Si 0,5, Mg 0,5, Cu 0,5 hergestellt worden.

Die Bedingungen für die Überzugsbildung sind ähnlich wie in Beispiel 1 mit der Ausnahme, daß die Verlagerungsspannung nach der Erwärmung des Grundkörpers auf 195 V und die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 380 °C reduziert wurde.

Die Bildung des Überzuges aus einander abwechselnden Schichten der zwei Einlagerungsphasen erfolgte durch

die Verlagerung der Bohrer relativ zu den Kathoden. In der Stellung, wo sich der Bohrer in der Verdampfungszone der Kathode aus der molybdänhaltigen Titanlegierung befindet, werden auf diesem Überzugsschichten gebildet, die aus der Einlagerungsphase (Ti, Al, Mo, V) N bestehen, in welcher der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente N 15,0 bis 22,0 %-Masse beträgt, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt. Dabei dient Mo als Katalysator für die Bildung der genannten Verbindung. In der Stellung, wo sich der Bohrer in der Verdampfungszone der Kathode aus der magnesiumhaltigen Aluminiumlegierung befindet, werden auf diesem Überzugsschichten aus der Einlagerungsphase (Al, Mg, Cu, Si) N mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente von 21,2 bis 21,3 %-Masse, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung, gebildet. Dabei dient Mg als Katalysator für die Bildung der genannten Verbindung.

Das Los der Bohrer mit der verschleißfesten Beschichtung wurde ähnlich wie in Beispiel 1 getestet. Prüfergebnis: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 460.

Beispiel 4

Es wurde ein Los von ähnlichen Bohrern wie in Beispiel 1 hergestellt und ein 6 µm dicker mehrschichtiger Überzug in Form von 450 einander abwechselnden Schichten aus zwei Einlagerungsphasen aufgebracht, deren eine Legierungskomponenten enthielt.

Dafür wurden in der Vakuumkammer zwei Kathoden für die Bildung der Überzugsschichten angeordnet. Die eine Kathode bestand aus einer molybdänhaltigen Titanlegierung mit der gleichen Zusammensetzung wie in Beispiel 1. Die andere Kathode war aus Chrom hergestellt worden.

Die Verhältnisse für die Ausbildung des Überzuges sind ähnlich wie in Beispiel 1. Der Überzug aus 450 einander abwechselnden Schichten der zwei Einlagerungsphasen wurde durch die Verlagerung der Bohrer relativ zu den Kathoden ähnlich wie in Beispiel 3 hergestellt, wobei die Drehgeschwindigkeit der Kassette 5,5 U/min betrug.

Bei der Verdampfung der Kathode aus der molybdänhaltigen Titanlegierung wurden Überzugsschichten gebildet, die aus der Einlagerungsphase wie in Beispiel 1 bestanden.

Beim Verdampfen der Chromkathode wurden Überzugsschichten aus der Einlagerungsphase CrN gebildet, in der der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente N 21,1 bis 21,5 %-Masse beträgt, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt. Dabei dient Mo, das in der Zusammensetzung der vorherigen Schicht enthalten ist, als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase CrN der nachfolgenden Schicht.

Das Los der Bohrer mit der verschleißfesten Beschichtung wurde ähnlich wie in Beispiel 1 geprüft. Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 465.

Beispiel 5

Ein Los von Bohrern wurde aus einem Schnellarbeits-Pulverstahl als Grundkörper hergestellt, dessen Zusammensetzung in Beispiel 1 angegeben ist. Auf die Bohrer wurde ein 6 µm dicker mehrschichtiger Überzug in Form von 500 einander abwechselnder Schichten aus zwei Legierungskomponenten enthaltenden Einlagerungsphasen aufgebracht.

Dafür wurden in der Vakuumkammer zwei Kathoden für die Bildung der Überzugsschichten angeordnet; die Zusammensetzung der einen Kathode war ähnlich wie in Beispiel 1. Die andere Kathode bestand aus einer niobhaltigen Molybdänlegierung folgender Zusammensetzung (%-Masse): Ti 1,0, Zr 0,5, Nb 1,5, C 0,5, Mo 96,5.

An die Bohrer wurde eine Verlagerungsspannung von 1000 V zur Beschleunigung von positiv geladenen Ti-Ionen angelegt, durch die der Grundkörper der Bohrer gereinigt und durch den Beschuß auf eine Temperatur von 500 °C erwärmt wurde, und gleichzeitig wurde die Kassette mit einer Geschwindigkeit von 6 U/min in Drehung relativ zu den Kathoden gebracht.

Danach wurde die Verlagerungsspannung auf 180 V reduziert. Dabei wurde die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 300 °C gesenkt.

Dann wurde das Kathodenmaterial für die Bildung der Überzugsschichten mittels einer Bogenentladung verdampft. Gleichzeitig wurde Methan CH₄ in die Vakuumkammer geleitet und in dieser ein Druck von 4·10⁻¹ Pa erzeugt. Das Methan bildet beim Zusammenwirken mit dem verdampfenden Kathodenmaterial einen Überzug aus einander abwechselnden Einlagerungsphasen (Ti, Al, Mo, V) C und (Mo, Ti, Zr, Nb)₂C auf dem Grundkörper.

In der Einlagerungsphase (Ti, Al, Mo, V) C dienen Al, Mo und V als Legierungskomponenten, wobei Mo als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente C von 12,5 bis 19,0 %-Masse, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung, wirkt.

In der Einlagerungsphase (Mo, Ti, Zr, Nb)₂C dienen Ti, Zr, Nb als Legierungskomponenten, wobei Nb als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente C von 5,5 bis 5,8 %-Masse wirkt, der im Homogenitätsbereich der

thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt. Das Reagensgas wurde 60 min lang bis zur Bildung eines 6 µm dicken Überzuges zugeführt. Danach wurde die Verlagerungsspannung vom Grundmaterial abgenommen, die Methanzufuhr abgestellt, die Bogenentladung ausgeschaltet und die Kammer mit den darin angeordneten Bohrern auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Los der Bohrer wurde ähnlich wie in Beispiel 1 geprüft.
5 Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 290.

Beispiel 6

Ein Los von Bohrern wurde aus einem Schnellarbeits-Pulverstahl als Grundkörper hergestellt, dessen Zusammensetzung in Beispiel 1 angegeben ist.

10 Für das Aufbringen des Überzuges aus 500 einander abwechselnder Schichten aus zwei Einlagerungsphasen wurden Kathoden eingesetzt, deren Zusammensetzung der in Beispiel 5 angegebenen identisch ist, und als Reagensgas Stickstoff N₂ verwendet. An die Bohrer wurde eine negative Verlagerungsspannung von 1000 V angelegt und der Grundkörper des Schneidwerkzeugs auf eine Temperatur von 500 °C erwärmt. Danach wurde die Verlagerungsspannung auf 190 V reduziert, wobei die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 350 °C
15 gesenkt wurde.

Der auf den Grundkörper des Schneidwerkzeugs aufgebrauchte verschleißfeste Überzug enthielt die einander abwechselnden Schichten der Einlagerungsphase (Ti, Al, Mo, V) N, die mit den im Beispiel 1 beschriebenen identisch waren, sowie Schichten der Einlagerungsphase (Mo, Ti, Zr, Nb)₂CN mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente von 6,5 bis 6,6 %-Masse, der im Homogenitätsbereich der thermodynamisch
20 besonders stabilen Verbindung liegt. In dieser Phase sind Ti, Zr, Nb Legierungskomponenten, wobei Nb als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dient.

Das Los der Bohrer wurde ähnlich wie in Beispiel 1 geprüft. Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 410.

Beispiel 7

Der Überzug mit der gleichen Zusammensetzung wie in Beispiel 6 wurde auf das gleiche Schneidwerkzeug wie in Beispiel 6 aufgebracht, ausgenommen daß die Verlagerungsspannung bei der Bildung des Überzuges auf 185 V und die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 320 °C reduziert wurden.

Das Los der Bohrer wurde ähnlich wie in Beispiel 1 geprüft. Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einem Bohrer gebohrten Löcher betrug 380.
30

Beispiel 8

Ein Los von 10 Schneidplatten wurde aus einer Zusammensetzung auf Basis einer hochschmelzenden Verbindung BN mit einer Härte von HV 5500 bis 9500 hergestellt, und eine Schicht des verschleißfesten Überzuges wurde ähnlich wie in Beispiel 1 aufgebracht, ausgenommen daß für die Reinigung und Erwärmung des Grundkörpers des Schneidwerkzeuges sowie für die Bildung des Überzuges die gleiche Kathode eingesetzt wurde, die aus einer molybdänhaltigen Titanlegierung folgender Zusammensetzung (%-Masse): Mo 1,0, Al 5,03, V 1,0, Zr 2,0, Ti 91 hergestellt worden war. An den Grundkörper des Schneidwerkzeugs wurde eine Verlagerungsspannung von 1500 V angelegt, wobei auf 680 °C erwärmt wurde. Die Verlagerungsspannung wurde
40 auf 280 V und die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 550 °C reduziert. Als Reagensgas wurde Stickstoff N₂ eingesetzt, der auf dem Grundmaterial beim Zusammenwirken mit dem verdampfenden Kathodenmaterial eine Einlagerungsphase (Ti, Mo, Al, V, Zr) N mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente N von 15,5 bis 22,0 %-Masse bildete, der im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung liegt.

45 Mo, Al, V, Zr dienen in dieser Einlagerungsphase als Legierungskomponenten, wobei Mo als Katalysator bei der Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung wirkt.

Das Los der Schneidplatten mit der verschleißfesten Beschichtung wurde bei der Schlichtbearbeitung von Stahl folgender Zusammensetzung in %-Masse: C 0,36 bis 0,44, Si 0,17 bis 0,37, Mn 0,50 bis 0,80, Cr 0,80 bis 1,10, Fe Rest, geprüft. Mit einem mit den Schneidplatten bestückten Bohrmeißel wurden Bohrungen im Spindelstock einer Drehbank bei folgenden Schnittwerten fertiggebohrt:
50

n - Spindeldrehzahl - 100 U/min,
s - Vorschub - 0,3 mm/U,
t - Schnitttiefe - 0,5 mm.

55

Die Standzeit der Schneidplatten wurde nach der Anzahl der Werkstücke beurteilt, die mit jeder Platte bis zu ihrem technologischen Verschleiß bearbeitet worden waren.

Die durchschnittliche Anzahl der mit einer Schneidplatte fertiggebohrten Bohrungen betrug 140.

Beispiel 9

60 Ein Los von 10 Schneidplatten wurde aus einer Zusammensetzung auf Basis der hochschmelzenden

Verbindung TiB_2 mit einer Härte von HRA 86-92 hergestellt und eine Schicht des verschleißfesten Überzuges wurde ähnlich wie in Beispiel 1 aufgebracht, ausgenommen daß als Kathodenmaterial für die Bildung der Überzugsschicht eine molybdänhaltige Nioblegierung folgender Zusammensetzung in %-Masse: Mo 4,0, Zr 1,0, C 0,12, Nb 94,82 eingesetzt wurde. An den Grundkörper des Schneidwerkzeuges wurde eine Verlagerungsspannung von 1500 V unter Erwärmung auf 680 °C angelegt. Die Verlagerungsspannung wurde auf 350 V und die Erwärmungstemperatur des Grundmaterials auf 650 °C reduziert.

Als Reagensgas wurde Stickstoff verwendet, der auf dem Grundkörper beim Zusammenwirken mit dem verdampfenden Kathodenmaterial einen Überzug aus der Einlagerungsphase $(Nb, Zr, Mo)_2CN$ bildete. Der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente CN beträgt 6,0 bis 7,0 %-Masse, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung.

Mo und Zr sind in dieser Einlagerungsphase Legierungskomponenten, wobei Mo als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dient.

Das Los der Schneidplatten mit der verschleißfesten Beschichtung wurde ähnlich wie in Beispiel 8 geprüft. Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einer Schneidplatte fertiggebohrten Bohrungen betrug 100.

Beispiel 10

Ein Los von 10 Schneidplatten wurde aus einer Zusammensetzung auf Basis der hochschmelzenden Verbindung TiC, d. h. mit einer Härte HRA von 88 bis 94, hergestellt und eine Überzugsschicht wurde ähnlich wie in Beispiel 1 aufgebracht, ausgenommen daß als Kathodenmaterial für die Bildung der Überzugsschicht eine molybdänhaltige Titanlegierung folgender Zusammensetzung in %-Masse: Al 5,0, Mo 1,0, V 1,0, Zr 2,0, Ti 91 verwendet wurde.

An den Grundkörper des Schneidwerkzeuges wurde eine Verlagerungsspannung von 1500 V angelegt, wobei auf eine Temperatur von 680 °C erwärmt wurde. Die Verlagerungsspannung wurde auf 300 V reduziert und die Erwärmungstemperatur des Grundkörpers auf 600 °C gesenkt. Als Reagensgas wurde Boran B_4H_{10} eingesetzt, das auf dem Grundkörper beim Zusammenwirken mit dem verdampfenden Kathodenmaterial einen Überzug aus der Einlagerungsphase $(Ti, Al, Mo, V, Zr) B_2$ bildete; der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente B_2 beträgt 31,0 bis 31,2 %-Masse, d. h. im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung. Al, Mo, V, Zr sind Legierungskomponenten in der genannten Einlagerungsphase wobei Mo als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dient.

Die Schneidplatten mit der verschleißfesten Beschichtung wurden ähnlich wie in Beispiel 8 geprüft. Prüfergebnisse: die durchschnittliche Anzahl der mit einer Schneidplatte bearbeiteten Bohrungen betrug 160.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug, vorzugsweise aus Werkzeugstählen oder nichtmetallischen hochschmelzenden Materialien mit einer oder mehreren auf die Oberfläche des Werkzeugs aufgetragenen Schichten, bestehend aus Einlagerungsphasen auf Basis der Übergangsmetalle Mo, Ti, Zr, Cr, Nb, Cu, V sowie aus Al und Mg und einem nichtmetallischen Zusatzstoff aus der Gruppe C, N, B, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlagerungsphasen die bestmögliche thermodynamische Stabilität aufweisen, wobei der Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der Einlagerungsphase liegt, wobei zumindest eine der Legierungskomponenten ein Katalysator zu deren Bildung ist.

2. Verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzliche Schichten entsprechend der Anzahl der Hauptschichten enthält, die sich mit den Hauptschichten abwechseln und jede derselben aus der Einlagerungsphase mit einem Gehalt an der nichtmetallischen Komponente besteht, wobei die Masse im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase liegt und wobei mindestens eine Legierungskomponente der Einlagerungsphase der vorherigen Hauptschicht ein Katalysator zur Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der nachfolgenden zusätzlichen Schicht ist.

3. Verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Überzugsschicht aus einer Einlagerungsphase auf Basis von Titanitrid, Titanoxycarbid, Titancarbid, Titandiborid, Chromnitrid oder Niobcarbonitrid als Katalysator für die Bildung der

thermodynamisch besonders stabilen Verbindung Molybdän vorhanden ist.

4. Verschleißfester Überzug für ein Schneidwerkzeug nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Überzugsschicht aus einer Einlagerungsphase auf Basis von Aluminiumnitrid als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase Magnesium vorhanden ist.

5. Verschleißfester Überzug nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Überzugsschicht aus einer Einlagerungsphase auf Basis von Molybdäncarbid oder Molybdäncarbonitrid als Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung dieser Einlagerungsphase Niob vorhanden ist.

6. Verfahren zum Aufbringen des verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug nach Anspruch 1 mittels Kondensation eines Materials durch Ionenbeschuß, wobei im Vakuum eine Bogenentladung zum Verdampfen des Kathodenmaterials erregt, eine Verlagerungsspannung an den Grundkörper des Schneidwerkzeuges angelegt, der Grundkörper durch den Beschuß mit den Ionen des verdampfenden Kathodenmaterials erwärmt und gereinigt, die am Grundkörper des Schneidwerkzeuges während des Ionenbeschusses angelegte Spannung (Verlagerungsspannung) auf eine Spannung, bei der eine Überzugsschicht gebildet wird, unter gleichzeitiger Erniedrigung der Temperatur des Grundkörpers reduziert, ein Reagensgas (insbesondere N, CO₂, CH₄), das mit dem verdampfenden Kathodenmaterial unter Bildung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht zusammenwirkt, bis zur Erzeugung einer Schicht mit vorgegebener Dicke in das Vakuum geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Katalysator für die Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der sich durch die Verdampfung des Kathodenmaterials bildenden Überzugsschicht in das Vakuum eingeführt und die Ausbildung der Überzugsschicht bei einer Temperatur des Grundkörpers durchgeführt wird, die für den Verlauf einer katalytischen Reaktion zur Bildung der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung der Einlagerungsphase der sich bildenden Überzugsschicht ausreichend ist und bei der durch die Diffusionszusammenwirkung des Reagensgases mit dem Grundmaterial ein Gehalt an der nichtmetallischen Komponente im Homogenitätsbereich der thermodynamisch besonders stabilen Verbindung sichergestellt wird.

7. Verfahren zum Aufbringen des verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausbildung der Überzugsschicht auf dem Grundkörper aus einem Schnellarbeits-Gußstahl bei einer Erwärmungstemperatur des Grundkörpers von 350 bis 400 °C, auf dem Grundkörper aus einem Schnellarbeits-Pulverstahl bei einer Temperatur von 300 bis 350 °C und auf dem Grundkörper aus nichtmetallischen hochschmelzenden Materialien bei einer Temperatur von 550 bis 650 °C durchgeführt wird.

8. Verfahren zum Aufbringen des verschleißfesten Überzuges auf ein Schneidwerkzeug nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Ausbildung einer Überzugsschicht aus der Einlagerungsphase auf Basis von Titanitrid, Titancarbid, Titanoxycarbid oder Titandiborid molybdänhaltige Titanlegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Chromnitrid molybdänhaltige Chromlegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Niobcarbonitrid molybdänhaltige Nioblegierungen, aus der Einlagerungsphase auf Basis von Aluminiumnitrid magnesiumhaltige Aluminiumlegierungen und aus der Einlagerungsphase auf Basis von Molybdäncarbid oder Molybdäncarbonitrid niobhaltige Molybdänlegierungen als Kathodenmaterial eingesetzt werden.