



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 686 767 A5

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

51 Int. Cl.⁶: **B 23 D 081/00**
C 22 C 014/00
C 23 C 016/06

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02290/93

73 Inhaber:
Balzers Aktiengesellschaft, 9496 Balzers (LI)

22 Anmeldungsdatum: 29.07.1993

72 Erfinder:
Maushart, Josef, Dipl.-Ing., Solothurn (CH)
Schulz, Hans, Dipl.-Ing., Balzers (LI)

24 Patent erteilt: 28.06.1996

45 Patentschrift
veröffentlicht: 28.06.1996

74 Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG,
Siewerdstrasse 95, Postfach, 8050 Zürich (CH)

54 Beschichtetes Werkzeug und dessen Verwendung.

57 Beschrieben wird ein beschichtetes Werkzeug, das aus einem Cermet-Grundkörper und einer Veredelungsschicht besteht. Die Veredelungsschicht ist eine Verschleiss-Schutzschicht aus (Ti,Me)N, wobei Me (bevorzugt Aluminium) ein Metall ist, das bei einer Temperatur über 700°C ein stabiles Oxid bildet. Diese Werkzeuge können insbesondere als spanabhebende Werkzeuge, wie beispielsweise als Fräser, Bohrer, Gewindebohrer oder Wendschneidplatte ohne Kühlschmierung verwendet werden. Sie weisen gegenüber bekannten beschichteten Cermet-Werkzeugen eine erhöhte Verschleissfestigkeit auf.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein beschichtetes Werkzeug nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie dessen Verwendung nach dem Wortlaut von Anspruch 5.

Cermets sind pulver-metallurgische Werkstoffe mit Hartstoffkomponenten und Bindephase. Üblicherweise ist die wesentliche Hartstoffkomponente eine Titanverbindung, wie TiN, TiC, Ti(C,N). Als Bindephase wird üblicherweise Ni eingesetzt, oft mit Co legiert. Weitere Elemente, die üblicherweise bei Cermets eingebaut sind, sind Mo und Ta.

Eingesetzt als Werkzeugmaterial werden Cermets, im Unterschied zu traditionellen Hartmetallen, also auf der Basis von WC, unbeschichtet. Allerdings ist es beispielsweise aus der EP 0 149 024 bekannt, Cermets-Werkzeugkörper mittels TiC, TiN, TiCN, TiCO, TiNO, TiCNO zu veredeln.

Aus der EP 0 269 525 ist eine solche Veredelung mit Schichten aus TiC, TiN, TiCN oder deren Mischungen bekannt.

Schliesslich schlägt die EP-A 0 440 157 ebenfalls vor, TiN-Veredelungsschichten vorzusehen.

Bezüglich möglicher Zusammensetzungen der Cermet-Materialien der hier angesprochenen Art sei, nicht abschliessend, auf die erwähnten drei Schriften verwiesen, die diesbezüglich als integrierter Bestandteil der vorliegenden Erfindung gelten sollen.

Obwohl die eher selten eingesetzten erwähnten Veredelungsschichten als verschleissmindernde Schichten bezeichnet werden, ist diese ihre Wirkung nicht generell anerkannt. Dies liegt daran, dass mit solchen Schichten wohl ein Schutz der Cermet-Bindephase vor vorzeitigem Verschleiss erreicht wird, nicht aber eine Verbesserung an der Cermet-Hartstoffphase bezüglich Verschleiss. Dies insbesondere nicht bei hohen Temperaturen, wie sie beim Einsatz von Cermet-Werkzeugen, insbesondere Cermet-Schneidwerkzeugen, auftreten, welche üblicherweise trocken, also ohne Kühlemulsion, eingesetzt werden und typischerweise, beispielsweise zum Schlichten, mit hohen Schnittgeschwindigkeiten zum Einsatz kommen.

Die Verschleissfestigkeit an einem Cermet-Werkstoff könnte an sich durch Verringerung des Bindephasenanteils erhöht werden, was aber zu einer geringen Zähigkeit des resultierenden Cermets führt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein beschichtetes Werkzeug eingangs genannter Art zu schaffen, dessen Verschleissfestigkeit gegenüber bekannten beschichteten Cermet-Werkzeugen erhöht ist.

Dies wird durch dessen Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 erreicht.

Durch erfindungsgemässes Vorsehen der (Ti-Me)N-Verschleiss-Schutzschicht wird eine Beschichtung geschaffen, deren Verschleissfestigkeit höher ist als diejenige der Hartstoffphase des Cermets und welche mithin nicht nur dessen Bindephase vor vorzeitigem Verschleiss schützt. Dies, wie erwähnt, insbesondere bei den typischen Cermet-Werkzeug-Einsatzbedingungen, d.h. hohen Temperaturen.

Gemäss Wortlaut von Anspruch 2 wird, mindestens im heutigen Zeitpunkt, bevorzugterweise die Verschleiss-Schutzschicht aus TiAlN gebildet. TiAlN ist ein metastabiler Werkstoff, der bei einer Temperatur über 700°C, entsprechend üblichen Cermet-Werkzeug-Einsatzbedingungen, ein stabiles Oxid bildet. Als Abscheidungsverfahren für das erfindungsgemäss eingesetzte Verschleiss-Schutzschicht-Material, und insbesondere auch TiAlN, kommen praktisch nur Plasmaabscheidungsverfahren in Frage, seien dies PECVD-Verfahren oder reaktive PVD-Verfahren, wie reaktives Sputterbeschichten, reaktives Verdampfungsbeschichten, ion plating. Die eingesetzten Plasmen werden dabei DC- oder AC-gespiesen oder mittels einer Mischung DC+AC.

Durch Kombination metallischer, kovalenter und ionischer Bindungskräfte bei erfindungsgemässen Einsatz der Verschleiss-Schutzschicht ergeben sich die hervorragenden Eigenschaften des erfindungsgemässen Werkzeuges.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Leistungsvergleich unterschiedlich beschichteter Hartmetall-Schafffräser bei Zerspanen mit und ohne Kühlemulsion;

Fig. 2 die Standwege von unbeschichteten, beschichteten und insbesondere erfindungsgemäss beschichteten Cermet-Schafffräsern in Abhängigkeit von Schnittgeschwindigkeit.

Es wurden Hartmetall-Schafffräser je mit TiN, TiCN, TiAlN beschichtet.

Als Hartmetall-Grundmaterial wurde eingesetzt: Feinstkornsorte K10 mit 6%Co-Anteil, Rest WC (Wolframcarbid).

Die Schichtdicke betrug 3,0 µm.

Prozessbeschreibung:

Alle Werkzeuge wurden mit folgender Prozedur gereinigt:

- 1) Waschen mit einem alkalischen Reinigungsmittel,
- 2) Spülen mit einem deionisierten Wasser,
- 3) Trocknen.

Danach wurden die Werkzeuge in speziellen Halterungen in die entsprechenden Beschichtungsanlagen gebracht.

Der Beschichtungsprozess besteht aus den Teilschritten:

- 1) Vakuumherzeugung
- 2) Aufheizen der Werkzeuge
- 3) Ionenätzen der Werkzeuge
- 4) Beschichten der Werkzeuge
- 5) Abkühlen der Werkzeuge

Die Schritte 1 bis 3 und 5 sind für alle Schichtarten identisch und werden gemeinsam beschrieben.

Nachdem die Vakuumkammer geschlossen ist,

wird ein Vakuum mit einem Druck von 2×10^{-5} mbar erzeugt.

Daraufhin wird in der Kammer ein Argondruck von 25×10^{-4} mbar eingestellt und zwischen einem als Kathode geschalteten Filament und den Werkzeugen eine Entladung gezündet. Die Werkzeuge werden dabei durch den Elektronenbeschuss aufgeheizt. Der Heizprozess ist beendet, wenn die Werkzeuge eine Temperatur von 450°C erreicht haben.

Im nächsten Prozessschritt wird in der Anlage der Argondruck auf 15×10^{-4} mbar reduziert und eine Entladung zwischen dem oben beschriebenen Filament und einer Anode gezündet. Aus dem auf diese Weise erzeugten Plasma werden Argonionen extrahiert und auf die Werkzeuge hin beschleunigt, die auf einem gegenüber dem Plasma negativen Potential liegen. Die Argonionen sputtern die obersten Atomlagen der Werkzeugoberfläche ab, wodurch eine sauerstofffreie Oberfläche entsteht, die Voraussetzung für eine gut haftende Schicht ist.

Die Abscheidung der binären Schichten TiN und TiCN erfolgt durch Verdampfung, die der ternären Schichten durch eine Kombination von Verdampfung und Sputtern.

Bei der Verdampfung wird zwischen einem als Anode geschalteten Tiegel und einem Filament eine Entladung gezündet. Der Argondruck entspricht dem Druck während der oben beschriebenen Ätzbehandlung. Die Entladung dient dem Aufschmelzen des Titans und der Ionisierung des Metaldampfes. Der ionisierte Metaldampf wird auf die Werkzeuge hin beschleunigt, indem die Werkzeuge auf ein negativeres Potential als das Plasma gelegt werden.

Bei der Abscheidung der TiN-Schicht wird kurz nach Beginn der Verdampfung von Titan Stickstoff mit einem Partialdruck von 4×10^{-4} mbar in die Prozesskammer eingelassen. Bei diesem Druck bildet sich eine stöchiometrische TiN-Schicht aus.

Bei der Abscheidung der TiCN-Schicht wird wie bei der TiN-Schicht kurz nach Beginn der Verdampfung Stickstoff mit einem Partialdruck von 4×10^{-4} mbar in die Prozesskammer eingelassen. Nachdem etwa $1/3$ der gewünschten Schichtdicke von $3 \mu\text{m}$ aufgebracht ist, wird mit einer Rampenfunktion ein kohlenstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Acetylen, eingelassen. Hierdurch entsteht eine TiCN-Schicht mit einer gradierten Stickstoff/Kohlenstoffzusammensetzung.

Die Abscheidung von TiAlN erfolgt durch eine Kombination eines Aufdampf- und Sputterprozesses. Der Prozessbeginn entspricht dem der Abscheidung von TiN. Nachdem eine etwa $0,2 \mu\text{m}$ dicke TiN-Schicht abgeschieden wurde, wird parallel zum Aufdampfprozess ein Sputterprozess begonnen, bei dem ein Target, bestehend aus Titan und Aluminium, verwendet wird. Durch eine Erhöhung des Argondruckes auf 30×10^{-4} mbar wird die Rate des aus dem Tiegel verdampften Titans stark reduziert, so dass die Zusammensetzung der Schicht in etwa der Zusammensetzung des Targets entspricht. Wie bei der TiN-Abscheidung beträgt der Partialdruck des Stickstoffes 4×10^{-4} mbar.

Nachdem die gewünschten Schichtdicken von $3 \mu\text{m}$ aufgebracht sind, werden die Prozesse durch

Abschalten der entsprechenden Stromversorgungen abgeschaltet.

Die Werkzeuge werden dann im Vakuum auf eine Temperatur von 150°C abgekühlt, die Anlage geflutet und die Werkzeuge entnommen.

Mit den so beschichteten Hartmetall-Schaftfräsern wurde die Legierung 1.7225 (42CrMo₄), die auf eine Festigkeit $R_m = 900\text{N/mm}^2$ vergütet war, bearbeitet. Die Zerspanungsbedingungen waren:

Schnittgeschwindigkeit: v : 200 m/min
Vorschub pro Zahn: f_z : 0,05 mm
radiale Zustellung: a_e : 0,5 mm
axiale Zustellung: a_p : 12 mm

Alle Fräser hatten einen Durchmesser von 12 mm.

Fig. 1 zeigt anhand der Verschleissmarkenbreite das Resultat.

Zerspant wurde mit und ohne Kühlemulsion. Während bei der Verwendung von Kühlemulsion die TiCN-beschichteten Fräser die besten Resultate erbrachten, war bei trockenem Zerspanen für die TiAlN-beschichteten Fräser mit Abstand der geringste Verschleiss zu beobachten.

Erfindungsgemäss wurde dieses Ergebnis auf Werkzeuge übertragen, die typischerweise ohne Kühlemulsion eingesetzt werden, nämlich auf Werkzeuge mit einem Cermet-Grundkörper.

Es wurden nun Schaftfräser mit einem Cermet-Grundkörper der folgenden Zusammensetzung: 85% TiCN, 5% Mo₂C, 10% C₆N₄, Co gemäss denselben Verfahrensbedingungen wie in der vorab angeführten Prozessbeschreibung mit der gleichen Schichtdicke TiN-, TiCN- und TiAlN-beschichtet.

In Fig. 2 ist die Abhängigkeit des Standweges von der Schnittgeschwindigkeit für die TiN-, TiCN- und TiAlN-beschichteten Cermet-Schaftfräser und von unbeschichteten Cermet-Schaftfräsern dargestellt. Wiederum wurde die Legierung 1.7225 (42CrMo₄) zerspant, auf eine Festigkeit $R_m = 900\text{N/mm}^2$ vergütet. Die Zerspanungsbedingungen waren:

radiale Zustellung a_e : 0,5 mm
axiale Zustellung a_p : 12 mm
Vorschub pro Zahn f_z : 0,045 mm

Alle Fräser hatten einen Durchmesser von 12 mm.

Als Standzeitkriterium wurde in jedem Falle eine maximale Verschleissmarkenbreite von $150 \mu\text{m}$ an den Schneiden bzw. eine maximale Verschleissmarkenbreite von $200 \mu\text{m}$ an den Ecken zugelassen. Mit Abstand zeigten die TiAlN-beschichteten Cermet Grundkörper-Werkzeuge die besten Resultate.

Als erfindungsgemäss beschichtete Werkzeuge kommen insbesondere spanabhebende Werkzeuge, insbesondere Fräser, Wendeschneidplatten und gegebenenfalls Gewindebohrer, in Frage. Interessant ist, vor allem aus ökologischen Gründen, dass mit den erfindungsgemässen Werkzeugen, insbesondere mit der bevorzugten TiAlN-Beschichtung, eine leistungsfähige spanabhebende Verarbeitung bei Verzicht auf Kühlschmierstoff möglich wird.

Patentansprüche

1. Beschichtetes Werkzeug, bestehend aus einem Cermet-Grundkörper und einer Veredelungsschicht, dadurch gekennzeichnet, dass die Veredelungsschicht eine Verschleiss-Schutzschicht aus (Ti,Me)N ist, wobei Me ein Metall ist, das bei einer Temperatur über 700°C ein stabiles Oxid bildet. 5
2. Beschichtetes Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Me Aluminium ist. 10
3. Beschichtetes spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1.
4. Als Fräser, Wendeschneidplatte, Gewindebohrer oder Bohrer ausgebildetes Werkzeug nach Anspruch 1. 15
5. Verwendung eines beschichteten spanabhebenden Werkzeuges nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ohne Kühlschmierung.
6. Verfahren für das spanabhebende Bearbeiten eines Werkstückes, umfassend die Schritte des – Vorsehens eines spanabhebenden Werkzeuges, hergestellt auf der Basis von einem Cermet aufweisenden Grundkörper, beschichtet mittels einer verschleissfesten Beschichtung, bestehend aus (Ti, Me)N, wobei Me ein Metall ist, das ein stabiles Oxid bildet bei einer Temperatur oberhalb 700°C, und 20
- Schneiden des besagten Werkstückes ohne die Verwendung einer Kühlungs- und Schmierungsflüssigkeit am Arbeitsbereich des Schneidens. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die besagte Verschleiss-Schutzschicht Aluminium als Metall umfasst. 30

35

40

45

50

55

60

65

Fig 1

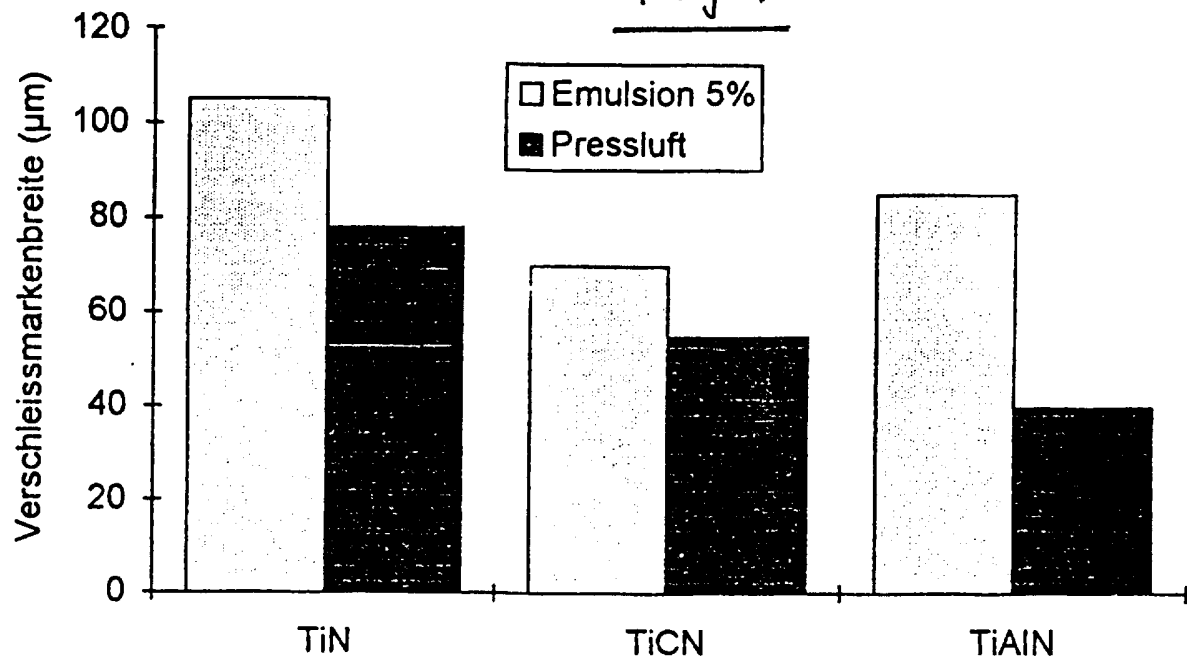


Fig 2

