



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 673 424 A5

⑤① Int. Cl.⁵: B 24 D 3/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 2112/87

㉔ Anmeldungsdatum: 04.06.1987

㉓ Priorität(en): 09.06.1986 SU 4070496

㉒ Patent erteilt: 15.03.1990

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.03.1990

㉗ Inhaber:
Institut Problem Nadezhnosti i Dolgovechnosti
Mashin Akademii Nauk Belorusskoi SSR, Minsk
(SU)

㉘ Erfinder:
Dorozhkin, Nil Nikolaevich, Minsk (SU)
Kot, Anatoly Andreevich, Minsk (SU)
Vereschagin, Vitaly Alexeevich, Minsk (SU)
Yarkovich, Alexandr Mikhailovich, Minsk (SU)
Zhornik, Viktor Ivanovich, Minsk (SU)
Shiroky, Igor Vladimirovich, Minsk (SU)

㉙ Vertreter:
Patentanwälte Schaad, Balass & Partner, Zürich

⑤④ **Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges.**

⑤⑦ Das Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Werkzeuges schliesst das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und das Einbringen des Schleifpulvers in den Rohling ein. Das Einbringen des Schleifpulvers erfolgt durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von 200 - 800 kN·s und auf der Seite der Schleifpulverschicht mit einem Hartmetallelement, das mit einer Frequenz von 900 - 2500 s⁻¹ rotiert.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Werkzeuges, das das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und die Einwirkung auf den Rohling auf der Seite dieser Schicht mittels eines Hartmetallelementes zum Einbringen des Schleifpulvers in denselben einschliesst, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbringen des Schleifpulvers durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von 200–800 kN. s und einem Hartmetallelement erfolgt, das mit einer Frequenz von 900–2500 s⁻¹ rotiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftragen einer Schleifpulverschicht auf einen scheibenförmigen Rohling unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser erfolgt, der seinen Ausgangshalbmesser desselben um das 3- bis 10fache übersteigt.

3. Verfahren nach Ansprüchen 1, 2, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Schleifpulver verwendet, das die folgende Zusammensetzung (Vol.-%) besitzt:

Diamantkörner
leichtschmelzendes Metall

20–60
bis 100.

4. Verfahren nach Ansprüchen 1, 2, dadurch gekennzeichnet, dass man eine aus Diamantkörnern bestehende Schleifpulverschicht auf einen vorher mit leichtschmelzendem Metall plattierten Rohling aufträgt.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technologie des Maschinenbaues, genauer auf ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges.

Die nach dem vorliegenden Verfahren hergestellten Werkzeuge, welche zur Bearbeitung von Diamant, Glas, Keramik und anderen harten Stoffen bestimmt sind, können in der Schmuckwarenindustrie, bei der Fertigung von optisch-mechanischen Geräten sowie in der Bauindustrie verwendet werden.

Bekannt ist ein Verfahren zur Herstellung von diamantimprägnierten Facettierscheiben, bei dem man auf die Oberfläche einer Metallscheibe ein diamanthaltiges Ölgemisch aufträgt und das Einbetten durch Einreiben dieses Gemisches mit Hilfe eines Hartmetallelementes, beispielsweise einer Gusseisenlappscheibe, durchführt. Das Einbetten erfolgt bei statischer Belastung des Hartmetallelementes, wobei gleichzeitig dessen Drehung mit einer Frequenz von 2–40 s⁻¹ gewährleistet wird (Epifanov V. I. u. a. «Bearbeitungstechnologie von Diamanten zur Erzeugung von Brillanten», M., Verlag «Vysshaya Shkola», 1982, S. 233).

Jedoch besitzt das bekannte Verfahren eine niedrige Produktivität, weil die Einbettungsoperation 20–30 min in Anspruch nimmt. Darüber hinaus gestattet dieses Verfahren nicht, eine hohe Diamantkörnerkonzentration im Scheibenmetall zu erzielen und sicherzustellen, dass die Diamantkörner beim Betrieb aus der Scheibe nicht ausbrechen. Dies bedingt niedrige Betriebseigenschaften von Facettierscheiben sowie einen erhöhten Verbrauch an teurem Diamantrohstoff.

Dieses Verfahren ist zur Herstellung von dünnwandigen Schleifscheiben, deren Dicke mit der Diamantkorngrösse vergleichbar ist, wegen Scheibenverformung ungeeignet.

Bekannt ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges, das das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling mit nachfolgender Einwirkung eines Hartmetallstempels auf die gesamte Oberfläche desselben einschliesst. Die

Stempeleinwirkung besitzt einen statischen Charakter und erfolgt bei einem Druck von über 400–500 MPa.

Allerdings gestattet es das bekannte Verfahren nicht, einen höheren Grad der Adhäsion von Diamantkörnern am Rohlingsmetall zu erzielen, weil deren Einbau in dieses nicht vollständig zustande kommt.

Da die Eindringungsrichtung der Diamantkörner mit der Wirkungsrichtung der statischen Belastung übereinstimmt, kann man beim Einbringen der Diamantkörner in den Rohling nur eine Konzentration von höchstens 40 Vol.-% erreichen. Die genannten Faktoren wirken sich auf die Betriebseigenschaften des Werkzeugs nachteilig aus.

Ausserdem setzt dieses Verfahren den Einsatz von energieintensiven Pressausrüstungen voraus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein solches Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges durch entsprechende Wahl von technologischen Parametern für die Operation des Einbringens der Diamantkörner in den Rohling zu entwickeln, das eine hohe Produktivität hätte und hohe Betriebseigenschaften des Schleifwerkzeuges gewährleisten würde.

Diese Aufgabe ist dadurch gelöst, dass ein Verfahren zur Herstellung eines diamantimprägnierten Schleifwerkzeuges vorgeschlagen ist, das das Auftragen einer Diamantkörner enthaltenden Schleifpulverschicht auf einen Rohling und die Einwirkung auf den Rohling auf der Seite dieser Schicht mittels eines Hartmetallelementes zum Einbringen des Schleifpulvers in denselben einschliesst, in dem erfindungsgemäss das Einbringen des Schleifpulvers durch Einwirkung auf den Rohling mit einem Schlagimpuls von 200–800 kN. s und einem Hartmetallelement erfolgt, das mit einer Frequenz von 900–2500 s⁻¹ rotiert.

Derartige Einwirkung auf den Rohling gewährleistet die günstigsten Bedingungen zum maximal vollkommenen Einbringen der Diamantkörner in den Rohling und sicheren Befestigen derselben. In der Folge wird die Herstellung eines dünnwandigen Werkzeuges, beispielsweise einem Trennwerkzeug, mit einer Dicke bis 0,05 mm bei einer Diamantkörnerkonzentration bis zu 60–65 Vol.-% ermöglicht. Ausserdem nimmt die Standzeit des hergestellten Werkzeuges um 40–45%, die Schnittintensität beispielsweise beim Zerspanen von Diamant um 50–55%, die Arbeitsleistung bei der Herstellung desselben um das 3- bis 4-fache zu.

Erfindungsgemäss erfolgt das Auftragen der Schleifpulverschicht auf einen scheibenförmigen Rohling unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser, der den Ausgangshalbmesser desselben um das 3- bis 10-fache übersteigt.

Die Formgebung des Rohlings beim Aufbringen des Schleifpulvers gewährleistet eine optimale Verteilung der Diamantkörner mit Rohlingsvolumen, was die Standzeit des Werkzeuges zu erhöhen erlaubt.

Zweckmässigerweise wird für das Auftragen auf den Rohling ein Schleifpulver verwendet, das die folgende Zusammensetzung besitzt (Vol.-%):

Diamantkörner
leichtschmelzendes Metall

20–60
bis 100,

oder aber eine aus Diamantkörnern bestehende Schleifpulverschicht auf einen vorher mit leichtschmelzendem Metall plattierten Rohling aufgetragen.

Das im Gemenge vorhandene leichtschmelzende Metall bzw. die Vorplattierung des Rohlings mit einem leichtschmelzenden Metall gestattet es, den Gehalt von Diamantkörnern mit einer Grösse über 200–500 µm im Werkzeuggefüge bis auf die höchstmögliche Konzentration zu steigern.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird folgenderweise durchgeführt:

Man bringt auf den Rohling eine Diamantkörner enthaltende Schleifpulverschicht auf. Über dem Rohling wird in der unmittelbaren Nähe der Schleifpulverschicht ein Hartmetallelement, z. B. eine Wolframkarbidplatte, angeordnet und dasselbe mit einer Frequenz von 900–2500 s⁻¹ in Drehung versetzt. Man lässt auf den Rohling von der entgegengesetzten Seite her einen Schlagimpuls von 200–800 kN. s einwirken, der über die gesamte Oberfläche des Rohlings wirkt und eine sehr schnelle Bewegung desselben in Richtung auf das Hartmetallelement zu und den Zusammenstoß mit demselben gewährleistet.

Die Einwirkung eines Schlagimpulses der angegebenen Stärke auf den Rohling gewährleistet unter Bedingungen seiner Berührung mit dem rotierenden Hochgeschwindigkeits-Hartmetallelement das Eindringen der Diamantkörner in das Rohlingsmetall längs einer komplizierten Bahn bis auf eine Tiefe, die zum sicheren Festhalten derselben ausreichend ist. Dies gestattet es, die Konzentration der Diamantkörner im Werkzeug zu erhöhen, das Ausbrechen derselben aus dem Werkzeug während des Betriebes zu vermeiden und dadurch die Betriebseigenschaften desselben zu verbessern.

Ausserdem trägt die kurzzeitige Einwirkung des Schlagimpulses beim qualitätsgerechten Einbringen der Diamantkörner zur Erhöhung der Produktivität des Prozesses bei.

Das Aufbringen des Pulvermaterials auf die Rohlingsoberfläche kann durch freie Formung, durch Aufstäuben, mit Verwendung eines Netzes erfolgen. Dabei geschieht das Auftragen des Schleifpulvers auf den scheibenförmigen Rohling zweckmässigerweise unter gleichzeitiger Erteilung demselben einer Kugelsegmentform mit einem Halbmesser, der den Ausgangshalbmesser des Rohlings um das 3- bis 10fache übersteigt. Dies erlaubt es, die Diamantkörner im Rohling dank plastischem Fliessen des Rohlingsmetalls während des Einbringens fester anzubringen.

Über der oberen Grenze des Segmenthalbmessers ist keine Verbesserung der Betriebseigenschaften des Werkzeuges zu verzeichnen, unter der unteren Grenze aber wird es unmöglich, dem Rohling diese Form ohne Wellenbildung zu erteilen.

Je nach der funktionalen Bestimmung des Werkzeuges gestattet es das Verfahren, das Schleifpulver mit verschiedenem Gehalt an Diamantkörnern mit einem weiteren Korngrössenbereich zu verwenden.

Erfindungsgemäss wird es vorgeschlagen, ein Schleifpulver der folgenden Zusammensetzung (Vol.-%) zu verwenden:

Diamantkörner	20–60
leichtschmelzendes Metall	bis 100.

Das leichtschmelzende Metall erfüllt bei der Strukturbildung des Werkzeugmaterials die Funktion eines Bindemittels, das die Diamantkörner mit einer Grösse von über 200–250 µm fest anzubringen erlaubt.

Ein ähnlicher Effekt wird auch beim vorherigen Plattieren der Rohlingsoberfläche mit einem leichtschmelzenden Metall erreicht. Dabei ist vorzusehen, dass die Plattierschichtdicke die Hälfte der minimalen Grösse der Diamantkörner nicht übersteigt, weil sonst kein Effekt ihrer maximalen Eindringung in den Rohling eintreten kann.

Nachstehend sind konkrete Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens angeführt.

Beispiel 1

Man stellt Trennschleifscheibe zum Zersägen von Diamantkristallen her. Als Rohlinge werden Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 80 mm und einer Dicke von 0,08 mm verwendet.

Das Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 20/16 µm wird mit Hilfe eines Klebers auf die Rohlingsoberfläche gleichmässig aufgetragen. Der Rohling wird auf der Oberfläche eines vorher auf einer Kupferplatte untergebrachten elastischen Elementes aus Polyurethan angeordnet. Hierbei sind das elastische Element und die Platte axial verschiebbar. In der unmittelbaren Nähe der Kupferplatte wird ein flacher Induktor einer magnetischen Impulsanlage angeordnet. Über der Rohlingsoberfläche wird eine Platte aus einem Hartmetall von Typ WC-CO angebracht und dieselbe in axiale Drehung mit einer Frequenz bis 900–2500 s⁻¹ versetzt. Danach erfolgt die Entladung des kapazitiven Speichers der magnetischen Impulsanlage auf den flachen Induktor, wodurch eine impulsartige Schlageinwirkung auf den Rohling mittels des elastischen Elements und der Kupferplatte gewährleistet wird. Die Schlagimpulsstärke erreicht 200–800 kN. s.

Dank dem Zusammenstoß des Rohlings mit der Hartmetallplatte wird das Eindringen der Diamantkörner in den Rohling und deren Befestigen in diesem erreicht.

In der nachstehenden Tabelle 1 sind Betriebscharakteristiken der hergestellten Trennschleifscheiben je nach den Prozessparametern angeführt.

Tabelle 1

Kennwerte	Drehzahl der Hartmetallplatte s ⁻¹ bei einem Schlagimpuls von 200 kN.s			Schlagimpulsstärke kN.s bei einer Drehzahl der Hartmetallplatte von 900 s ⁻¹			
	1500	2000	2500	200	400	600	800
Zersägungsintensität mm ² /h	34,1	35,2	35,4	32,4	35,2	38,3	38,9
Gesamte Zersägungsfläche, mm ²	43,2	45,6	45,9	41,9	42,2	42,4	42,8
Relative Rohstoffverluste, %	2,5	2,6	2,5	2,5	2,4	2,5	2,6

Beispiel 2

Man stellt Trennschleifscheiben zum Zersägen von Diamantkristallen her. Als Rohling benutzt man Bronzescheiben mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Wandstärke von 0,05 mm.

Das Diamantpulver wird auf die Rohlingsoberfläche nach der Methode der freien Formung gleichmässig aufgetragen.

In einen Behälter mit beweglicher Kupferplatte werden ein Element aus Polyurethan und ein Rohling nacheinander eingebracht. Über dem Behälter ordnet man eine Hartmetallplatte mit

konkaver sphärischer Oberfläche mit einem Halbmesser von 150 bis 500 mm an. Auf die Kupferplatte lässt man dann ein impulsartiges magnetisches Feld mit einer Stärke von 6.10⁸ A/m einwirken.

Dadurch wird dem Rohling eine Kugelsegmentform bei gleichzeitiger teilweiser Eindringung der Diamantkörner in denselben erteilt.

Darauf tauscht man die Platte mit sphärischem Profil gegen eine Platte mit flachem Profil ein, die mit einer Frequenz von

1000 s⁻¹ rotiert, wonach erneut eine magnetische Impulseinwirkung auf die Kupferplatte erfolgt. Die Stärke des auf den Rohling wirkenden Schlagimpulses beträgt 450 kN.s.

In der nachstehenden Tabelle 2 sind Betriebscharakteristiken der hergestellten Trennschleifscheiben je nach dem Halbmesser des Kugelsegmentes des Rohlings angeführt.

Tabelle 2

Kennwerte	Halbmesser des Rohlingskugelsegmentes, mm					
	150	200	300	350	400	500
Zersägungsintensität mm ² /h	33,2	34,8	35,3	36,2	36,7	36,9
Gesamte Zersägungsfläche, mm ²	40,5	42,3	43,1	43,3	43,5	43,8
Relative Rohstoffverluste, %	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4

Beispiel 3

Man stellt Schleifscheiben zum Trennen von tafelförmigem Hartgewebe mit 40 mm Dicke her.

Als Rohling benutzt man Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 1,0 mm.

Ein Gemenge, das aus Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 315/250 µm und Zinnpulver mit einer Teilchengröße von 300–320 µm besteht, wird auf die Rohlingsoberfläche gleichmäßig aufgestäubt. Über dem Rohling wird in der unmittelbaren Nähe der Schleifpulverschicht eine flache Hartmetallplatte (WC-CO) angebracht und mit einer Frequenz von 1500 s⁻¹ in Drehung versetzt. Auf den Rohling lässt man dann von der entgegengesetzten Seite her einen Schlagimpuls von 650 kN.s einwirken, der durch eine Wasserschlaganlage erzeugt wird.

setzten Seite her einen Schlagimpuls von 650 kN.s einwirken, der durch eine Wasserschlaganlage erzeugt wird.

²⁰ Infolge des Zusammenstosses des Rohlings mit der Hartmetallplatte wird das Eindringen der Diamantkörner in denselben gewährleistet. Das Festhalten der Diamantkörner im Rohling wird dank deren tiefer Eindringung und dem eingeschmolzenen Zinn erreicht, das die Funktion eines Lötmittels erfüllt.

²⁵ In der nachstehenden Tabelle 3 sind Betriebskennzahlen der hergestellten Schleifscheiben je nach dem spezifischen Verhältnis von Diamantkörnern und Zinn bei einer Schnittgeschwindigkeit von 60 m/s und einer Zustellung von 0,6 mm je Umdrehung angeführt.

Tabelle 3

Kennwerte	Spezifischer Gehalt an Diamantkörnern im Gemenge (Rest ist Zinn), Vol.-%				
	20	30	40	50	60
Verschleissfestigkeit, mg/m ²	0,41	0,55	0,60	0,69	0,72
Gesamte Bearbeitungsfläche, m ²	8020	8350	9126	9200	9280

Beispiel 4

Man stellt Scheiben zum Trennen von Hartgewebe mit 50 mm Dicke her.

Als Rohlinge benutzt man Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 1,0 mm. Vorher wurden die Rohlinge mit einer Zinnschicht mit einer Dicke von 18 µm plattiert. Das Gemenge, das aus einem Gemisch von Diamantpulvern mit einer Körnigkeit von 400/250 und einer Körnigkeit von 63/40 sowie aus Zinnpulver besteht (Verhältnis der Bestandteile im Gemenge jeweils 30:30:40), wird auf die Rohlingsoberfläche aufgetragen. Danach erfolgen Operationen, die den im Beispiel 3 beschriebenen ähnlich sind.

Die Verschleissfestigkeit der hergestellten Scheiben beträgt 0,83 mg/m², die Bearbeitungsfläche des Hartgewebes –9290 m².

Beispiel 5

Man stellt Schleifscheiben zum Schleifen von Diamantkristallen her. Das Diamantpulver mit einer Körnigkeit von 50/40 µm wird auf einen stählernen Rohling aufgetragen. In der unmittelbaren Nähe der mit dem Diamantpulver bedeckten Rohlingsoberfläche wird eine Hartmetallplatte (WC-CO) angebracht und mit einer Frequenz von 2200 s⁻¹ in Drehung versetzt. Von der entgegengesetzten Seite her lässt man auf den Rohling einen Schlagimpuls von 750 kN.s einwirken, der durch eine Druckluftschlaganlage erzeugt wird.

⁵⁰ Nach dem Zusammenstoß mit der rotierenden Platte bildet sich in der oberflächennahen Rohlingsschicht eine diamantthaltige Schicht mit einer Diamantkörnerkonzentration von bis 60 Vol.-% aus.

⁵⁵ Das hergestellte Werkzeug besitzt eine Schleifintensität von 1,9–2,0 mg/min.