



(11) **EP 2 268 451 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.10.2012 Patentblatt 2012/44

(51) Int Cl.:
B24B 37/04 ^(2012.01) **B24B 57/04** ^(2006.01)
B24B 9/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09734394.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2009/000190

(22) Anmeldetag: **12.02.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/129765 (29.10.2009 Gazette 2009/44)

(54) **Verfahren zur Oberflächenbearbeitung extrem harter Werkstoffe**

Method for working the surface of a extremely hard material

Procédé pour l'usinage de surface de matériaux extrêmement durs

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **15.02.2008 DE 102008009507**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

(73) Patentinhaber:
• **Höpp, Hardy**
55457 Horrweiler (DE)
• **Günter Effgen GmbH**
55756 Herrstein (DE)

(72) Erfinder:
• **HÖPP, Hardy**
55457 Horrweiler (DE)

• **VON DUNGEN, Jürgen**
69642 Bürstadt (DE)

(74) Vertreter: **Kodron, Felix**
Rheinpatent Kodron & Mackert GbR
Hindenburgplatz 3b
55118 Mainz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/59644 GB-A- 2 025 283
US-A- 5 584 745

• **ANONYMOUS: "Metering system for dispensing
and mixing abrasive powders in lapping
operations" RESEARCH DISCLOSURE, MASON
PUBLICATIONS, HAMPSHIRE, GB, Bd. 353, Nr. 1,
1. September 1993 (1993-09-01), XP007119280
ISSN: 0374-4353**

EP 2 268 451 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung extrem harter Werkstoffe, insbesondere für das Schleifen polykristalliner Diamanten (PKD).

[0002] Polykristalliner Diamant (PKD) ist ein extrem harter Werkstoff, der synthetisch hergestellt aus einer miteinander verwachsenen Masse von Diamantpartikeln in einer Metall-Matrix besteht. Die Verwendung dieses Werkstoffs liegt aufgrund seiner extremen Härte im Bereich des Schneidens und Spanens für eine Vielzahl von Werkstoffen, so auch als Besatz von Bohrköpfen. Weitere vom erfindungsgemäßen Verfahren bearbeitbare Werkstoffe sind zum Beispiel monokristalliner Diamant (MKD) CVD-Diamant sowie im CVD-Verfahren hergestellte Diamanten, Schmuck-Diamanten und polykristallines Bornidrit (PKB).

[0003] Das Bearbeiten von Diamant, beispielsweise das Schleifen von PKDs, erfolgt aufgrund dessen Härte ebenfalls mit Diamant in Form von Diamantpulver enthaltenden Emulsionen. Es handelt sich hierbei um ein sehr zeitaufwendiges Verfahren, bei dem eine große Menge an Diamantschleifmittel eingesetzt werden muß.

[0004] Der Stand der Technik kennt eine Vielzahl stark voneinander abweichender Lösungen für diese technische Herausforderung. So offenbart die DE 100 39 724 C2 ein Verfahren zur Glättung einer synthetisch hergestellten Diamantschicht, bei der der Diamant einer Relativbewegung eines Glättungsmittels ausgesetzt wird. Hierfür wird ein auf eine Temperatur zwischen 600 und 900°C erhitztes Kupferoxid vorgeschlagen. Es handelt sich demnach um eine thermochemische Glättung, die mittels einer Oxidation der Diamantschicht wirkt. Ziel ist hierbei primär die Beschleunigung des Verfahrens.

[0005] Nachteilig ist allerdings der immense Energiebedarf dieses Verfahrens, welches weiterhin keine wirklich schnelle Glättung ermöglicht.

[0006] Die DE 695 08 679 T2 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Diamantwafers sowie eine Vorrichtung zum Polieren der Diamantoberfläche, die auf mechanische Weise Diamantpulver als Schleifmittel einsetzt, welches unter eigenem Abrieb den Wafer poliert. Hierbei wird allerdings eingeräumt, dass hunderte von Stunden dauert, um die gewünschte glatte Oberfläche zu erzielen. Die Schrift offenbart hierbei lediglich konstruktive Merkmale, die eine vollständige und gleichmäßige Bearbeitung gewährleisten sollen.

[0007] Weiterhin ist aus dem Stand der Technik bekannt, Diamantschleifvorrichtungen zu nutzen, in die Diamantabrasivmittel zum Schleifen und Polieren in unterschiedlichen Bindemitteln eingebettet sind. Solche Diamantschleifscheiben können unter anderem eine metallische oder eine keramische Bindung der Diamantabrasivmittel aufweisen, wie beispielsweise offenbart in der US 4,142,869.

[0008] Hierbei ist problematisch, dass die Qualität und Geschwindigkeit des Schleif- bzw. des Polierprozesses von einer Vielzahl von Parametern abhängig ist, die ei-

nen aufwendigen Betrieb bei hohen Grundkosten und schwankendem Ergebnis verursachen. Die Diamantabrasivmittel sind Abnutzung unterworfen wie auch das Bindemittel, welches nicht elektrolysiert werden darf.

[0009] Ist die zu bearbeitende Oberfläche eine Diamantfläche, so befindet sich auf dessen Oberfläche ein deutlich höherer Diamantgehalt als in der Schleifvorrichtung, beispielsweise einer Diamantschleifscheibe, was zu einer schnellen Abschwächung des Schleifeffekts und somit niedrigen Geschwindigkeiten führt. Es ist beispielsweise bekannt, PKDs auf Schleif- bzw. Poliermaschinen mit einer Gußscheibe mit grober Diamantkörnung zu bearbeiten, wobei eine Laufzeit von 10 - 15 Stunden benötigt wird, um einen Abtrag von 0,8 mm zu erreichen.

[0010] Aus der GB-A-2 025 283 ist ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen bekannt durch eine Verwendung einer rotierenden Schleifscheibe bei Schnittgeschwindigkeiten von 2m/s bis 15 m/s, wobei auch dieses Verfahren im Bezug auf die Abtragsgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit nur unbefriedigende Ergebnisse liefern kann.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es vor diesem Hintergrund, ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines extrem harten Werkstoffs, insbesondere für das Schleifen polykristalliner Diamanten (PKD), zu schaffen, welches einen deutlich schnelleren Abtrag bei gleichmäßigem Abtrag ermöglicht.

[0012] Erreicht wird dies durch ein neues Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die Unteransprüche 2 bis 11 beschreiben vorteilhafte Ausführungen des Verfahrens nach Anspruch 1.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren besteht aus einer Kombination aus Schleifen mit gebundenem Korn und Läppen mit losem Korn in einem definierten Drehzahlbereich und mit einem definierten Andruckbereich des Werkstücks bzw. der Werkstücke.

[0014] Hierfür wird loses Diamant- oder CBN-Pulver während der Bearbeitung auf die Schleifscheibe aufgegeben, wobei dieser Vorgang manuell oder durch eine technische Lösung automatisiert durchgeführt werden kann.

[0015] Dieses Verfahren nutzt die gebundene Diamantscheibe als Träger für das lose Korn des Diamantpulvers. Es wird hierbei explizit nicht mit einem Diamantkorn in Emulsion gearbeitet. Das lose Diamantkorn führt dazu, daß einerseits die Schleifscheibe ständig abgerichtet wird und somit nicht stumpf wird, andererseits das lose Diamantkorn zusätzlich mit schneidet und den Schleifvorgang beschleunigt. Der Abtrag wird hierbei in etwa zu 80% durch loses Diamantkorn und zu 20% durch das in der Schleifscheibe gebundene Diamantkorn erreicht.

[0016] Wesentlich für die verbesserten Abtragswerte ist das Zusammenwirken der Porosität der Scheibenoberfläche mit dem Diamantkorn im Diamantpulver. Die je nach verwendeter Bindung, beispielsweise keramischer oder metallischer, variierende Porosität der Schleifscheibe dient dem Halt des Diamtpulvers auf der

Scheibe und erhöht so die Reibung und den Abtrag am Werkstück. Es besteht somit eine Abhängigkeit zwischen der Korngröße des verwendeten Diamantpulvers und der Porosität, die bei der Auswahl der zu kombinierenden Komponenten zu berücksichtigen ist.

[0017] Bei Ausbleiben der Diamantpulverzugabe wird das die Effizienz anzeigende Schleifgeräusch nach ca. 5 Minuten deutlich leiser, da durch das Werkstück, beispielsweise den polykristallinen Diamanten, das Schleifkorn abgestumpft wird und somit kein signifikanter Abtrag mehr erfolgen kann. Somit ist eine kontinuierliche oder regelmäßig zyklische Zugabe des losen Diamantpulvers erforderlich, um einen gleichbleibend hohen Wirkungsgrad zu erreichen.

[0018] Die Veränderung der Geräusche des Schleifvorgangs kann hierbei zur Regelung der Zugabe an Diamantpulver auf die Schleifscheibe genutzt werden mittels AE-Sensoren. Ein weiterer möglicher Regelparameter ist die Leistungsaufnahme des Antriebs der Schleifscheibe.

[0019] Ein weiterer wesentlicher technischer Aspekt ist die Erhöhung der Standarddrehzahl auf eine Schnittgeschwindigkeit von 2 bis 15 m/sec. Diese Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit bewirkt eine deutliche Verbesserung der Schleifgeschwindigkeit, wobei diese nicht beliebig durch eine Erhöhung der Drehzahl steigerbar ist. Vielmehr bewegt sich die ideale Schnittgeschwindigkeit im Bereich von ca. 5 m/sec.

[0020] Die grundsätzliche Drehzahlerhöhung führt zu einer Verdopplung des Abtrages. Als Zuschlag sollte hierbei nur reines Wasser verwendet werden, da sonst die Griffigkeit der Schleifscheibe verloren geht und die Poren mit Schmiermittel getränkt sind.

[0021] Es ist grundsätzlich zu berücksichtigen, daß neben den beispielhaft genannten Schleifscheiben, bzw. der genannten Körnung, andere Varianten auch möglich sein können, um vorteilhafte Abtragswerte zu erreichen, die auf der Lehre der Erfindung basieren.

[0022] Eine mögliche Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens weist als Merkmale zum einen eine Diamant-Schleifscheibe auf, die mit bis 15 m/sec rotiert, um so die Beschleunigung des Abtrags zu erreichen. Eine besonders vorteilhafte Schnittgeschwindigkeit liegt bei etwa 5 m/sec.

[0023] Desweiteren weist die Vorrichtung einen Werkstückhalter zur Aufnahme mehrerer zu bearbeitender Werkstücke auf sowie eine Zufuhrvorrichtung zur Aufgabe des Diamantpulvers, da dieses ja über den gesamten Schleifprozeß zugegeben werden muß.

[0024] Eine vorteilhafte Bauform sieht hierbei eine Zufuhrvorrichtung für das Diamantpulver vor, die zyklisch arbeitet in einer Taktung von einer Aufgabe alle 3 Minuten. Die zyklische Aufgabe hat sich hierbei als vorteilhaft gegenüber einem stetig kontinuierlichen Zugabestrom herausgestellt.

[0025] Eine Diamant-Schleifscheibe mit einer Diamantkörnung zwischen D46 und D1001 hat sich ebenfalls als zweckmäßig ergeben, da diese Körnung ein gutes Zusammenwirken mit dem losen Korn des Diamant-

pulvers gezeigt hat.

[0026] Desweiteren ist von Vorteil, einer Zufuhrvorrichtung zur automatisierten Zufuhr von Wasser auf die Diamant-Schleifscheibe vorzusehen. Die Zugabe des Wassers bewirkt eine Mobilisierung und Aktivierung des losen Korns des Diamantpulvers unter gleichzeitiger Vermeidung des Zusetzens der Poren in der Schleifscheibe. So kann eine unerwünschte Sättigung der Schleifscheibe vermieden werden.

[0027] Schließlich ist es zweckmäßig, einen definierten Andruck der Werkstücke auf die Schleifscheibe durch eine hydraulische oder pneumatische Andruck-Vorrichtung über den Werkstückhalter aufzubringen. So kann der Andruck exakt eingestellt werden, um eine optimale Abtragseffizienz in Abhängigkeit des zu bearbeitenden Werkstücks sowie der weiteren Schleifparameter zu erreichen.

Patentansprüche

- Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen, insbesondere von polykristallinen Diamanten, unter Verwendung von Diamant- oder CBN-Pulver, wobei
 - die Oberfläche der Werkstücke durch eine kombinatorische Verwendung einer rotierenden Schleifscheibe mit dieser zugeführtem losem Diamant- oder CBN-Pulver
 - unter einem Andruck von zumindest 250 g/cm² bis 5000 g/cm²
 - und bei einer Schnittgeschwindigkeit von 2 m/sec bis 15 m/sec geschliffen und abgetragen wird.
- Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine keramisch oder metallisch gebundene Diamantschleifscheibe verwendet wird.
- Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine keramisch gebundene Diamantschleifscheibe mit einer Diamantkörnung im Bereich von D46 bis D1001 verwendet wird.
- Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine CBN-Schleifscheibe verwendet wird.
- Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der vorhergegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

monokristallines, polykristallines Diamantpulver oder CBN-Pulver in einem Korngrößenbereich von 0 - 252 µm als Pulver regelmäßig, geregelt oder kontinuierlich zugeführt wird.

6. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der vorhergegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Diamantpulver in einer Dosierung von ca. 1 g/min. zugeführt wird.

7. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der vorhergegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Diamantpulver zyklisch in einer Taktung von 3 Minuten zugeführt wird.

8. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leistungsaufnahme der Schleifscheibe zur Regelung der Pulverzugabe erfasst und einer Regelungssteuerung zugeführt wird.

9. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schleifgeräusche zur Regelung der Pulverzugabe mittels Acoustic-Emission-Sensoren erfasst und einer Regelungssteuerung zugeführt werden.

10. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der vorhergegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Werkstücke mit einem Andruck von etwa 2.200 g/cm² auf die Schleifscheibe angedrückt werden.

11. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von extrem harten Werkstoffen nach einem der vorhergegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

während des Schleifvorgangs die Schleifscheibe zur Mobilisierung des zugeführten Diamantpulvers zyklisch oder kontinuierlich mit Wasser besprüht wird.

Claims

1. Process for processing surfaces of extremely hard materials, in particular polycrystalline diamonds using diamond or CBN powder whereby:

- the surface of the workpiece is ground and removed by means of the combined use of a rotating abrasive disk with the addition of loose diamond or CBN powder

- at a pressure of a minimum of 250 g/cm² to 5000 g/cm²

- at a cutting speed of 2 m/sec to 15 m/sec.

2. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with Claim 1

characterized in that:

a ceramic or metal bound diamond abrasive disk is used

3. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with Claims 1 or 2.

characterized in that:

a ceramic bound diamond abrasive disk with a diamond grain size in the region of D46 to D1001 is used.

4. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with Claim 1,

characterized in that:

a CBN abrasive disk is used.

5. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with one of the preceding claims,

characterized in that:

monocrystalline, polycrystalline diamond powder or CBN powder with a grain size range of 0-252 µm is added as powder at regular intervals, controlled or continuously.

6. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with one of the preceding claims,

characterized in that:

the diamond powder is added at a dosage rate of ca. 1 g/min

7. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with one of the preceding claims,

characterized in that:

the diamond powder is added cyclically at an Increment of 3 minutes.

8. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with Claims 1 to 5,

characterized in that:

the power input of the abrasive disk is recorded for the regulation of the addition of powder and fed into a regulatory control.

9. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with Claims 1 to 5, **characterized in that:**

The grinding noise is recorded for regulation of the addition of powder by means of acoustic-emission sensors and fed into a regulatory control.

10. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that:**

the workpiece is pressed onto the abrasive disk with a pressure of ca. 2,200 g/cm²

11. Process for processing surfaces of extremely hard materials in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that:**

during the grinding process, the abrasive disk is sprayed cyclically or continuously with water in order to mobilize the diamond powder added.

Revendications

1. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs, notamment de diamants polycristallins, à l'aide de poudre de diamant ou de poudre CBN, sachant que

- la surface des pièces est poncée et usinée grâce à l'utilisation combinée d'une meule abrasive rotative avec l'ajout de poudre de diamant ou de poudre CBN libre
- avec une pression d'au moins 250 g/cm² à 5 000 g/cm²
- et à une vitesse de coupe de 2 m/sec à 15 m/sec.

2. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une meule abrasive diamant à liant céramique ou métallique est utilisée.

3. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** une meule abrasive diamant à liant céramique avec

des g rains de diamant compris entre D46 et D1001 est utilisée.

4. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une meule abrasive CBN est utilisée.

5. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** de la poudre de diamant monocristalline, polycristalline ou de la poudre CBN est ajoutée de manière régulière, régulée ou continue sous forme de poudre avec une grosseur de grain comprise entre 0 et 252 µm.

6. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la poudre de diamant est ajoutée avec un dosage d'environ 1 g/min.

7. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la poudre de diamant est ajoutée de manière cyclique à une cadence de 3 minutes.

8. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la puissance absorbée de la meule abrasive est mesurée en vue de réguler l'ajout de poudre et est transmise à la commande de régulation.

9. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les bruits de ponçage sont mesurés à l'aide de capteurs d'émission acoustique en vue de réguler l'ajout de poudre et sont transmis à la commande de régulation.

10. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les pièces sont appuyées sur la meule abrasive avec une pression d'environ 2 200 g/cm².

11. Procédé d'usinage de surface de matériaux extrêmement durs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

pendant le processus de rectification, de l'eau est vaporisée sur la meule abrasive de manière cyclique ou continue afin de mobiliser la poudre de diamant ajoutée.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10039724 C2 [0004]
- DE 69508679 T2 [0006]
- US 4142869 A [0007]
- GB 2025283 A [0010]