



(11) **EP 1 992 451 A1**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**  
published in accordance with Art. 158(3) EPC

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.11.2008 Patentblatt 2008/47**

(51) Int Cl.:  
**B24D 17/00 (2006.01) B24D 3/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07747781.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/RU2007/000021**

(22) Anmeldetag: **19.01.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2007/094703 (23.08.2007 Gazette 2007/34)**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(72) Erfinder: **Sukhonos  
Sergey Ivanovich  
Moscow 123181 (RU)**

(30) Priorität: **14.02.2006 RU 2006104283**

(74) Vertreter: **Jeck, Anton  
Jeck - Fleck - Herrmann  
Klingengasse 2  
71665 Vaihingen/Enz (DE)**

(71) Anmelder: **Sukhonos  
Sergey Ivanovich  
Moscow 123181 (RU)**

(54) **SCHLEIFWERKZEUG MIT HOHER KORNKONZENTRATION**

(57) Schleifwerkzeug mit einem Arbeitsteil und einer Halterung, wobei das Arbeitsteil aus einem im Volumen des Arbeitsteils verteilten Schleifkorn in metallisch gebundener Form ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der prozentuale Anteil des Schleifkorns über 50 % des Volumens des Arbeitsteils beträgt und das restliche Volumen mit einem Bindemittel gefüllt ist, dass das Schleifkorn aus natürlichem und künstlichem Diamant, oder Elektrokorund, oder Korund, oder Siliziumkarbid oder Borkarbid zusammengesetzt ist, dass die Schleif-

korngröße 1 bis 2000  $\mu\text{m}$  beträgt, dass als Bindemittel Metall oder Legierungen verschiedener Metalle auf der Basis von Kupfer, Nickel, Mangan, Phosphor, Zink und Germanium verwendet ist, dass das Schleifkorn mit Metall wenigstens 1  $\mu\text{m}$  dick beschichtet ist, wobei die Beschichtung mit dem Bindemittel mittels einer Diffusionsschicht verbunden ist und die Schmelztemperatur des Beschichtungsmetalls nicht niedriger ist als die Schmelztemperatur des Bindemetalls oder der Legierung verschiedener Bindemetalle.

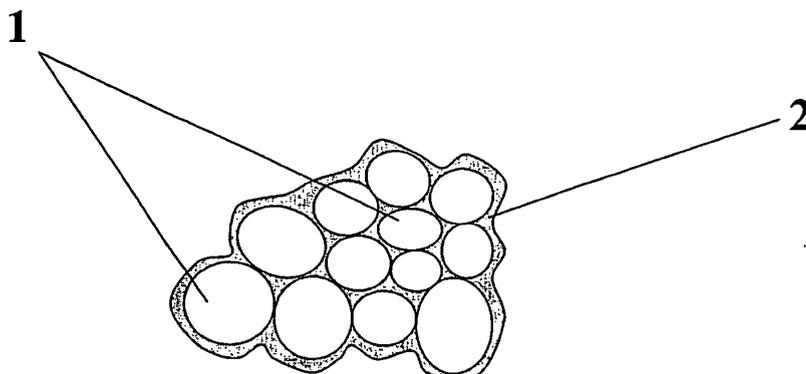


Fig.3

## Beschreibung

**[0001]** Die Einrichtung betrifft ein Schleifwerkzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Das auf diese Weise gefertigte Werkzeug kann zum Schneiden, Bohren und Schleifen verschiedener Stoffe und Oberflächen verwendet werden.

**[0003]** Das Schleifwerkzeug besteht aus einem Arbeitsteil und einer Halterung oder einer Öffnung für das Einschieben der Halterung, die im mittleren Bereich angebracht ist. Das Arbeitsteil ist aus dem auf seinem Umfang verteilten Schleifkorn in metallisch gebundener Form (meistens Diamantenschleifkorn) ausgeführt. Den Schleifwerkzeugen nach dieser Einrichtung sollen alle Bohrer, Fräser, Schleifscheiben und alle anderen Werkzeuge, bei denen das Arbeitsteil Schleifteilchen des Schleifmittels aufweist, zugeordnet werden. Die Schleifmittel, die zur Herstellung des Werkzeuges verwendet werden, sind feste Teilchen (Kornteilchen) verschiedener Zusammensetzung: Diamanten (natürlich und künstlich), Elektrokorund, Korund, Siliziumkarbid, Borkarbid und andere in der Schleiftechnik bekannte Stoffe mit einer Teilchengröße von 1 bis 2000  $\mu\text{M}$ . Bekannt sind Schleifmetallwerkzeuge (Urheberschein der UdSSR Nr. 1703718, Klasse C 25 D 5/02, 1989 und Urheberschein der UdSSR Nr. 1705052, Klasse B 24 D 3/34, 1988.), die im elektrochemischen Verfahren oder mittels Sinterns, incl. Warmnachpressens der Pulverausgangsmaterialien in verschiedenen Schutzmedien, hergestellt werden. Die für diese Zwecke verwendeten Technologien vermindern die Stabilität der Hauptparameter bei Serienproduktion wegen vieler Wechselfaktoren. Das führt in einer Reihe von Fällen zur Verringerung der Qualität der hergestellten Werkzeuge. Das Schleifkorn dieser Werkzeuge ist nicht mit Metall vorbeschichtet. Dieses Metall würde alle oberflächlichen Defekte und Poren des Schleifkorns durchdringen und eine Übergangsschicht für das Bindungsmetall bilden. Es fehlt auch die Diffusionsschicht zwischen dem Bindemittel und dem Beschichtungsmetall. Das alles verringert das Festhalten des Kornes im Arbeitsteil und somit auch die Abschleiffestigkeit.

**[0004]** Bekannt ist ein Schleifwerkzeug (Urheberschein der UdSSR Nr. 2042499, Klasse B 24 D 17/00, 1995), das eine Halterung enthält. Die Halterung ist fest mit dem Arbeitsteil verbunden. Das Arbeitsteil ist aus einem Gemisch von Diamantkorn und von Füllteilchen mit einem metallischen Bindemittel ausgeführt. Der Nachteil dieses Werkzeuges ist der Verlust von Schleifeigenschaften beim Abbröckeln des Diamantkornes aus der Oberfläche des Arbeitsteils. Außerdem sinkt die Abschleiffestigkeit und die Leistung des Werkzeuges, wenn durch das Abbröckeln Hohlräume und Kavernen im Werkzeugkörper gebildet werden. Die Nachteile dieses Verfahrens bestehen auch darin, dass das Schleifkorn mit dem metallischen Bindemittel vorgemischt und verdichtet wird. Dies schließt eine maximal dichte Füllung der Form mit dem Korn aus, da beim Pressen das metallische Bindemittel einen Teil des Raumes von vornherein einnimmt.

Somit verfügt dieses Werkzeug über eine geringere Abschleiffestigkeit und Leistung als das Werkzeug nach der Erfindung. Das Schleifkorn ist nicht mit Metall vorbeschichtet. Dieses Metall würde alle oberflächlichen Defekte und Poren des Schleifkorns durchdringen und eine Übergangsschicht für das Bindungsmetall bilden. Es fehlt auch die Diffusionsschicht zwischen dem Bindemittel und dem Beschichtungsmetall. Dies alles verringert das Festhalten des Schleifkorns im Arbeitsteil und somit auch die Verschleißfestigkeit. Die Senkung der Konzentration durch das Einbringen von Pulverbindemittel und durch das Verdichten verringert die Leistung des Werkzeuges.

**[0005]** Bekannt ist das Patent Russischer Föderation Nr. 240914 für ein Schleifwerkzeug, das miteinander verbundene Vor- und Fertigschleifscheiben enthält. Die Schleifscheiben bestehen aus dem Schleifkorn und dem Bindemittel. Neu daran ist der Umstand, dass dem Bindemittel zusätzlich hohle sphärische Teilchen in einer Menge von 40 - 50 % vom dem durch die Teilchen eingenommenen Volumen des Werkzeuges zugegeben werden. Das Schleifkorn im Kompaktzustand bildet eine dichte Packung und nimmt 50 - 65 % und das organische Bindemittel 35 - 50 % vom Werkzeugvolumen ein. Dabei beträgt die Größe des Schleifkorns in der Vorschleifscheibe 1000 - 1600  $\mu\text{m}$  und die Größe der hohlen sphärischen Teilchen 50 - 80  $\mu\text{m}$ , in der Fertigschleifscheibe 400 - 500  $\mu\text{m}$  bzw. 20 - 25  $\mu\text{m}$ . Der Nachteil dieses Werkzeuges ist der Umstand, dass das organische Bindemittel über keine hohe Festigkeit, Abschleiffestigkeit und Wärmefestigkeit verfügt. Dies verringert die Abschleiffestigkeit des Werkzeuges. Das Korn des Schleifmittels hat keine Diffusionsbindung mit dem Bindemittel. Es ist im Bindemittel mechanisch befestigt. Außerdem stellen die sphärischen Teilchen, die ins organische Bindemittel eingebracht werden, Mikrodefekte dar. Diese Mikrodefekte schwächen zusätzlich die Bindungshärte des Bindemittels. Die Erfindung schränkt den Verwendungsbereich sehr ein. Sie setzt die Anwendung von Schleifteilchen mit einem begrenzten Größenbereich von 1000 bis 1600  $\mu\text{m}$  voraus. Es ist offensichtlich, dass für das Feinbohren, oder zum Beispiel für das Fertigschleifen, solche Körnigkeit nicht anwendbar ist. Es ist unmöglich, aus einem solchen Gemisch dünnwandige Schleifbohrer und ein Werkzeug mit scharfen und feinen Kanten herzustellen. Bekannt ist auch ein Schleifwerkzeug (ein Bohrer) nach dem Patent der Russischen Föderation Nr. 2092302. Dieses Werkzeug enthält ein Arbeitsteil aus einem Gemisch des mittels metallischen Bindemittels fest verbundenen Diamantkorns und der mit dem Korn vergleichbaren Teilchen der Füllmasse, die nach dem Volumen verteilt sind. Es enthält eine Halterung, die im mittleren Bereich des Arbeitsteiles angebracht ist. Die Halterung hat darin Aussparungen für die Unterbringung des Diamantkorns und/oder der Teilchen der Füllmasse. Die Bindung des Diamantkorns an das metallische Bindemittel ist als ein metallischer Film auf der Kornoberfläche ausgeführt. Die Außenoberfläche des Arbeitsteils ist uneben ausge-

führt.

**[0006]** Dieses Werkzeug ist aus den Schleifteilchen und dem metallischen Bindemittel hergestellt, das einen Teil des Werkzeugvolumens einnimmt. Dies verringert die Abschleiffestigkeit und die Leistung des Werkzeugs. Das Schleifkorn ist nicht mit Metall vorbeschichtet. Das Metall würde alle oberflächlichen Defekte und Poren des Schleifkornes durchdringen und eine Übergangsschicht für das Metall des Bindemittels bilden. Es fehlt auch die Diffusionsschicht zwischen dem Bindemittel und der Metallbeschichtung. Das alles verringert das Festhalten des Korns im Werkzeug und folglich auch die Abschleiffestigkeit. Der Nachteil dieses Werkzeugs und aller bekannten Werkzeuge ist auch der, dass das Volumen des Schleifkorns in metallisch gebundener Form höchstens 50 % vom Arbeitsteilvolumen ausmacht (siehe Fig. 1). In Fig. 1 sind mit 1 das Schleifkorn größerer Fraktion, mit 2 das Bindematerial in metallisch gebundener Form und mit 3 das Schleifkorn kleinerer Fraktion bezeichnet. Deshalb verfügen alle oben genannten und bekannten Schleifwerkzeuge mit dem metallischen Bindemittel über eine verringerte Leistung und Abschleiffestigkeit. Eine größere Dichte des Schleifmittels im Arbeitsteil gewährleistet eine größere Abschleiffestigkeit des Werkzeugs. Die Erhöhung der Konzentration um 20 % führt z. B. zur Erhöhung der Abschleiffestigkeit auf 20 %.

**[0007]** Das der Erfindung am nächsten kommende Schleifwerkzeug ist dem Patent der Russischen Föderation Nr. 2113531 zu entnehmen. In diesem Patent enthält das sintergebrannte Diamantmaterial 50 - 99,0 Vol.-% Diamanten, und der Rest ist die Bindephase. Das Diamantmaterial verfügt über einen ausgezeichneten Bruchwiderstand, über Korrosionsstandhaftigkeit, Wärmefestigkeit sowie Abschleiffestigkeit und kann unter verhältnismäßig niedrigem Druck und niedriger Temperatur gesintert werden. Die Bindephase ist durch eine einzige oder eine gemischte Phase aus der Verbindung oder aus dem Gemisch wenigstens eines Elementarstoffes des Periodensystems mit der Phosphorverbindung oder aus der oben beschriebenen Verbindung oder dem Gemisch mit dem Oxid des Elementarstoffes ausgebildet. Der Elementarstoff wird aus den Seltenerdmetallen der Gruppe IIIB, IVA und VIB, aus den Metallen der Eisengruppe, Mn, V, der Alkalimetalle und der Erdalkalimetalle ausgewählt. Nachteil dieses Typs und der Bindungsart des Schleifmittels ist der Umstand, dass der Bindestoff nach dem Patent der Russischen Föderation Nr. 2113531 dem Bruch und der Rissbildung (wie in Fig. 2 gezeigt) ausgesetzt ist, da das Schleifkorn nicht vollständig und nicht gleichmäßig mit dem Bindestoff beschichtet wird. Dies führt zum Abrieb/Verschleiß der Schleifbeschichtung in den einzelnen Teilen des Werkzeugs und zur Senkung der Abschleiffestigkeit des Werkzeugs im Vergleich mit dem Schleifwerkzeug der Erfindung. Zu den Nachteilen der Bindungsart des Schleifmittels nach dem Patent der Russischen Föderation Nr. 2113531 gehört das ungenügend sichere Festhalten des Korns. Die Hauptvoraussetzung für die Erhöhung der Ab-

schleiffestigkeit jedes Werkzeugs ist ein sicheres Festhalten des Korns. Im konventionellen Werkzeug (Warmpressen) wird das Korn im Bindemittel vorzugsweise mechanisch festgehalten. Es leistet nach unterschiedlichen Einschätzungen von 5 bis 10 % seiner Haltbarkeit.

**[0008]** Es ist Aufgabe der Erfindung, die Leistung und die Abschleiffestigkeit des Schleifwerkzeuges in metallisch gebundener Form zu erhöhen und die Konstruktionsmöglichkeiten zu erweitern.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

**[0010]** Die Schichtdicke der Beschichtung soll über 1 µm betragen, andernfalls können auf der Oberfläche Brüche entstehen. Dies würde zur teilweisen Aufdeckung des Korns und zur Verschlechterung der Kornbefestigung im Werkzeug (wie in Fig. 2 gezeigt) führen. Die Beschichtung wird auf das Schleifkorn (1) bei hoher Temperatur so aufgetragen (s. Fig. 4), dass das Metall (5) alle Poren (3) und Risse (4) auf der Schleifkornoberfläche maximal tief durchdringt und ein "Wurzelsystem" bildet, das die metallische Bindung auf der Oberfläche festhält. Die Metallbeschichtung soll derartig penetrant sein, dass eine Schichtadhäsion von wenigstens 5 MPa gewährleistet wird. Die hohe Adhäsion gewährleistet ein verbessertes Festhalten des Schleifkorns innerhalb des Werkzeuges. Danach wird das auf diese Weise beschichtete Korn in eine Form geschüttet. Die Form wird aus einem Stoff hergestellt, dessen Schmelztemperatur (Bruchtemperatur) höher als die Schmelztemperatur des Bindemetalls (2) sein soll. Das Bindematerial (2) wird in geschmolzenem Zustand in die Form gegossen. Dabei soll die Schmelztemperatur des Metalls (2) niedriger als die Schmelztemperatur des Beschichtungsmetalls (5) des Korns sein, um das Schmelzen des Metalls (2) und die Aufdeckung der Schleifkornoberfläche zu vermeiden. Das Bindemittel kann Metall oder eine Legierung beliebiger Metalle mit einer Schmelztemperatur von über 700° C sein. Von der Art des verwendeten Metalls hängt die Schmelztemperatur der Bindung und somit ihre Härte, Abriebfestigkeit und Wärmebeständigkeit ab. Um ein Werkzeug mit dem erforderlichen Zerstörungswiderstand herstellen zu können, können verschiedene Legierungen mit unterschiedlichen physikalisch-mechanischen Eigenschaften verwendet werden. Ein unterschiedlicher Zerstörungswiderstand ermöglicht ein optimales Selbstschärfen des Werkzeugs im Laufe seines Betriebs. Dabei unterscheiden sich die Verfahren durch die Schmelztemperatur. Das Bindemittel ist ein Metall oder die Legierung beliebiger Metalle mit einer Schmelztemperatur von über 700° C. Als Bindemittel kann zum Beispiel eine Legierung auf der Basis von Kupfer, Nickel, Phosphor mit einer Schmelztemperatur von 700 bis 800° C verwendet werden. Als Beispiel kann die Legierung (Nr. 1) angeführt werden. Sie besteht aus 80 % Kupfer, 17 % Nickel und 3 % Phosphor. Diese Legierung hat eine Schmelztemperatur von 780° C. Das auf dieser Basis hergestellte Diamantschleifwerkzeug wurde zum Schleifen von Zahnprothesen aus einer Kobalt-Chrom-Legie-

rung verwendet. Durch eine niedrige Schmelztemperatur und eine relativ niedrige Festigkeit der Legierung weisen die Schleifspindelträger eine optimale Leistungseigenschaft auf. Sie hatten eine hohe Metallabnahme- geschwindigkeit, und das Selbstschärfen erfolgte bei niedrigen Belastungen im Handbetrieb. Das Bindemittel kann eine Metalllegierung auf Kupfer-, Nickel- und Zinkbasis mit einer Schmelztemperatur von 800 bis 900° C sein. Als Beispiel kann die Legierung (Nr. 2) angeführt werden. Sie besteht aus 55 % Kupfer, 25% Nickel und 20 % Zink. Die Schmelztemperatur beträgt 865° C. Diese Legierung wird zur Herstellung von Diamantschleifspindelträgern verwendet, um Keramikzahnkronen zu bearbeiten. Im Handbetrieb des Diamantschleifwerkzeugs gewährleistet die Komponentenzusammensetzung eine maximale Effektivität und Geschwindigkeit des Fertigschleifens der Oberfläche der Keramikzahnkronen. Diese Legierung gewährleistet eine große Bindungshärte des Werkzeugs und gleichzeitig ein schnelles Selbstschärfen. Dies ermöglicht es, die Schleifgeschwindigkeit um das 1,5-fache im Vergleich zum vorhergehenden Beispiel zu erhöhen. Das Bindemittel kann eine Metalllegierung auf Kupfer-, Nickel- und Germaniumbasis oder eine Legierung auf Kupfer-, Nickel-, Mangan- und Zinnbasis mit einer Schmelztemperatur von 900 bis 1000° C sein. Als Beispiel kann die Legierung (Nr. 3) angeführt werden. Sie besteht aus 80 % Kupfer, 5 % Germanium, 1 % Nickel, 13,5 % Mangan und 0,5 % Zinn. Die Schmelztemperatur der Legierung beträgt 1030° C. Diese Legierung wurde zur Herstellung eines Rollenwerkzeugs für die Glaskantenbearbeitung verwendet. Dank einer harten Zusammensetzung und der höheren Temperatur gewährleistet diese Legierung eine feste Bindung des Diamantkorns im Werkzeug, das die Glaskanten bearbeitet. Die Verwendung der vorhergehenden Legierungen wies in diesem Fall eine niedrige Standhaftigkeit und einen schnellen Verschleiß auf. Somit ist das Werkzeug auf der Basis dieser Legierungen für diesen Arbeitsgang nicht effektiv. Das Werkzeug aus der ersten Legierung bearbeitete nur 60 Meter der Kante mit einer Glasdicke von 5 mm. Das Werkzeug aus der zweiten Legierung bearbeitete 125 Meter. Das Werkzeug aus der dritten Legierung bearbeitete 600 Meter. Das Bindemittel kann eine Metalllegierung auf Kupfer-, Nickel- und Manganbasis mit einer Schmelztemperatur von 1000 bis 1100° C sein. Als Beispiel kann die Legierung (Nr. 4) auf der Basis von 58 % Kupfer, 25 % Nickel und 17 % Mangan angeführt werden. Die Schmelztemperatur beträgt 1095° C. Diese Legierung weist eine hohe Haltbarkeit und Wärmefestigkeit auf. Die daraus hergestellten dünnwandigen Rohrbohrer zum Tiefbohren von Granit, Marmor und Beton sind äußerst leistungsfähig und haltbar. Der Diamantschleifbohrer mit einem Durchmesser von 50 mm und einem Durchmesser von 6 mm bohrt 300 - 500 Meter Granit bis zum vollständigen Bohrerverschleiß. Die Bohrer aus den Legierungen Nr. 1 - 3 konnten bei ähnlichen Bedingungen nur 10-30 Meter durchbohren. Danach erfolgte die Selbstzerstörung. Sie ist dadurch erklärt, dass die Ar-

beitsbedingungen der Bohrer in einem Sackloch sehr hart sind. Bei solchen Bohrungen überschreitet die Belastung auf das Bindemittel dessen Wärme- und Ermüdungsfestigkeitsgrenze wegen schlechter Kühlmittelzufuhr und Schlammabfuhr. Das führt zur vollständigen Zerstörung des Werkzeugs. Dabei ist die Schmelztemperatur der Metallbeschichtung immer höher als die Schmelztemperatur des Bindemetalls (oder der Legierung). Insbesondere hat das verwendete Metall oder die Metalllegierung der Beschichtung eine Schmelztemperatur von über 1400° C. Von der Art des Metalls oder der Legierung, die für die Beschichtung verwendet wird, hängen die Schmelztemperatur und dementsprechend andere Leistungsmerkmale der Beschichtung ab. Als Beschichtung kann insbesondere Nickel oder Nickel mit einer kleinen Beimischungsmenge verwendet werden. In diesem Fall beträgt die Schmelztemperatur der Beschichtung 1400 bis 1600° C. Als Beschichtung kann auch reines Chrom oder Chrom mit einer kleinen Beimischungsmenge verwendet werden. In diesem Fall beträgt die Schmelztemperatur der Beschichtung 1600 bis 1650° C. Als Beschichtung kann reines Molybdän oder Molybdän mit einer kleinen Beimischungsmenge verwendet werden. In diesem Fall beträgt die Schmelztemperatur der Beschichtung 1600 bis 2400° C. Als Beschichtung kann auch reines Wolfram oder Wolfram mit einer kleinen Beimischungsmenge verwendet werden. In diesem Fall beträgt die Schmelztemperatur der Beschichtung 2400 bis 3500° C. Die Auswahl eines konkreten Metalls für die Beschichtung hängt von den Werkzeuganforderungen ab. Je höher die Schmelztemperatur der Beschichtung ist, desto höher kann die Schmelztemperatur für das Bindemittel (Legierung) vorgegeben werden. Von der vorgegebenen Sorte des Schleifmittels hängen Wärmefestigkeit und Bindungshärte des Werkzeugs ab. Je höher die Schmelztemperatur des Bindemetalls ist, desto höher können Bindungshärte und Wärmefestigkeit des Werkzeugs erhalten werden. Eine höhere Bindungshärte des Arbeitsteils gewährleistet eine höhere Abschleiffestigkeit des Werkzeugs. Nicht in allen Fällen wird eine höhere Bindungshärte als positives Ergebnis erzielt. Die Verwendung des Schleifwerkzeugs zum Beispiel als Bohrwerkzeug benötigt einen größeren Raum zwischen den einzelnen Kornteilchen zum Entfernen des Schlammes (des abgenutzten feindispersen Materials). Aber bei der großen Härte des Bindematerials kann dies nicht erreicht werden, da der Verschleiß der Bindung zwischen den einzelnen Kornteilchen einen großen Druck erfordert, der beim Bohren brüchigen Materials nicht immer zulässig ist. In diesem Fall erfolgt der Bindungsver- schleiß langsam, und der freie Raum zum Schlamm- entfernen entsteht in ungenügender Größe. Der Schlamm sammelt sich im Schneidebereich. Dieser Bereich stellt einen ringförmigen Sackhohlraum dar und verhindert so den Kontakt des Schleifkorns mit der zu bearbeitenden Oberfläche. Dadurch kann das Bohren beendet und in ein Gleiten in der Schlamm- schicht umgewandelt werden. Wenn für die Bindung eine richtige

Härte gewählt ist, die den optimalen Verschleiß des Metalls im Raum zwischen den Kornteilchen gewährleistet, wird der Schlamm den gebildeten Hohlräumen zugeführt und verhindert das Bohren nicht. Das Eingießen des Bindemetalls im Schmelzzustand gewährleistet eine bessere Adhäsion mit der Oberfläche der Schleifkornteilchen. Erstens dringt das Metall im Schmelzzustand in die Oberflächenstruktur des Schleifkorns besser ein, und zweitens bildet es eine stärkere Diffusionsschicht mit dem Beschichtungsmetall des Korns (5). Das Verpacken des Korns in die Form erfolgt daher (s. Fig. 3) so, dass jedes Kornteilchen den unmittelbaren Kontakt mit einer maximal großen Anzahl anderer Kornteilchen hat. Jedenfalls soll die Kontaktanzahl jedes Kornteilchens mehr als 2 aufweisen. Dies wird durch eine höhere Dichte beim Verpacken des Korns (höhere Konzentration) erreicht. Dabei ist die Dicke der Kontaktzone zwischen den Kornteilchen gleich der Dicke zweier Schichten des Beschichtungsmetalls (5). Bevorzugt ist eine Variante, bei der innerhalb des Schleifwerkzeugs jedes Kornteilchen den Kontakt mit mindestens vier anderen Kornteilchen hat und die Dicke der Kontaktzone nicht die Dicke zweier Schichten des Beschichtungsmetalls übertrifft. Bevorzugt ist auch eine Variante, bei der die Kornteilchen des Schleifmittels durchschnittlich mehr als acht Kontakte mit benachbarten Kornteilchen haben. Für bestimmte Arbeitsarten des Werkzeugs ist eine bevorzugte Variante das Verpacken hauptsächlich symmetrischer Schleifkornteilchen, die eine sphärische Form haben. In diesem Fall wird die Kontaktanzahl 12 (3 Kornteilchen haben den Kontakt mit jedem Kornteilchen von unten, mit 3 Kornteilchen von oben und mit 6 Kornteilchen von den beiden Seiten) erreicht. Ein derartiges Verpacken des Schleifkorns gewährleistet eine maximal hohe Kontaktanzahl der Kornteilchen miteinander und gibt der Struktur des Werkzeugs Gleichmäßigkeit und Festigkeit. Die Dichte des Verpackens wird durch eine spezielle Prozedur erreicht, zum Beispiel mittels Vibration der Form mit den frei geschütteten Kornteilchen. Dabei stellt eine Packungsmöglichkeit für das Schleifkorn in länglicher Form dar. In einem anderen Fall haben die Kornteilchen eine Nadelform, die eine höhere Schleiffähigkeit gewährleistet. Diese Form ermöglicht es, nicht nur die dichteste Packung des Korns in der Form zu schaffen, sondern auch das Korn optimal für jede konkrete Art des Werkzeugs räumlich auszurichten. Das Schleifkorn, das eine längliche Form hat, ist innerhalb des Arbeitsteils des Werkzeugs in bestimmter Weise ausgerichtet. Das Korn innerhalb des Arbeitsteils des Werkzeugs kann maximal verdichtet werden, und der durchschnittliche Abstand (mit einer Streuung von höchstens 25 %) zwischen den Kornteilchen stimmt genau mit dem durchschnittlichen Durchmesser der Kornteilchen der Hauptfraktion überein. Eine höhere Konzentration des Schleifkorns gewährleistet eine höhere Leistung des Werkzeugs im Vergleich zum Werkzeug mit geringerer Konzentration unter sonst gleichen Umständen. Außerdem nimmt die Haltbarkeit des Werkzeugs durch die größere Schleifkornanzahl zu.

Darüber hinaus werden die Kornteilchen durch eine feste Adhäsion des Beschichtungsmetalls mit dem Schleifkorn und durch die Diffusionsschicht zwischen diesem Beschichtungsmetall 5 und dem Bindungsmetall 2 innerhalb des Werkzeugkörpers besser festgehalten. Dies gewährleistet folgende positiven Eigenschaften:

höhere Haltbarkeit jedes einzelnen Kornteilchens, was die Erhöhung der gesamten Werkzeughaltbarkeit zur Folge hat;

höhere Kantenhaltbarkeit, was ermöglicht, dass das Werkzeug mit sehr scharfen Arbeitskanten bis hin zur Dicke eines Schleifkornteilchens verwendet werden kann;

längere Aufrechterhaltung der vorgegebenen Ausgangsform des Werkzeugs.

**[0011]** Die Oberfläche des Werkzeugs kann regelmäßige (zum Beispiel spiralförmige) und unregelmäßige Erhebungen in beliebiger Höhe und Konfiguration aufweisen. Diese Erhebungen sichern eine bessere Entfernung des abgenutzten Materials, eine effizientere Bearbeitung und bessere Kühlungsbedingungen. Dabei kann die Breite der Erhebungen in Richtung der Arbeitsoberfläche bis zur Größe eines Schleifkornteilchens, das zur Herstellung des Werkzeugs verwendet wird, abnehmen. Dies ermöglicht es, Schneidwerkzeuge aus einem Schleifkorn zu schaffen. Das feste diffuse Anhaften des Korns in den Spitzen der Erhebungen des Arbeitsteils gewährleistet eine langzeitige Arbeit des Korns und verhindert sein schnelles Abbröckeln. Eine der Ausführungen des Werkzeugs sieht vor, dass die Spitzen aller Schleifkornteilchen auf der Oberfläche im gleichen Abstand von der Drehachse angeordnet sind. Diese Anordnung gewährleistet eine minimale Vibration während der Arbeit des Werkzeugs, eine gleichmäßige Teilnahme aller Kornteilchen an der Arbeit und ein regelmäßiges Abnehmen der zu bearbeitenden Oberfläche (ohne einzelne Kratzer und Ausbrüche). Das drehende Schleifwerkzeug kann mit Öffnungen im Arbeitsteil ausgeführt werden. Die Öffnungen können sich bezüglich der Drehachse sowohl senkrecht als auch unter verschiedenen Winkeln befinden. Ein Zylinderfräser kann z. B. mit Hilfe von Öffnungen in Drehrichtung und von anderen Öffnungen in entgegengesetzter Richtung ausgelegt werden. Dies ermöglicht es, gleichzeitig durch die ersten Öffnungen den Schlamm abzuführen und durch die anderen Öffnungen das Kühlmittel zuzuführen. Das drehende Schleifwerkzeug kann eine mehrschichtige (in der Höhe) Konstruktion haben. Die Konstruktion besteht aus mehreren, in der Zusammensetzung unterschiedlichen Schleifschichten. Jede erfüllt eine eigene Bearbeitungsart. Dazwischen gibt es keinen Spielraum bzw. keine Zwischenschicht, da sie in einer Form gleichzeitig hergestellt werden. Beispielsweise hat ein Bohrer die Korngröße von 200  $\mu\text{m}$  und ein Senker eine von 125  $\mu\text{m}$ . Das Her-

stellverfahren besteht darin, dass in die Form zuerst eine ganz genau gemessene Menge des Kornes mit 200 µm aufgeschüttet und dann eine spezielle Zusammensetzung eingegossen wird. Diese Zusammensetzung bildet eine dünne Zwischenschicht, die verhindert, dass sich die Schichten beim Aufschütten und der Rüttelverdichtung der zweiten Schicht vermischen. Die eingegossene Zwischenschicht bildet einen feinen Film, der das Vermischen der unteren Kornschicht mit der oberen Schicht verhindert. Im Laufe der Erwärmung der Form vor dem Sintern dunstet diese Zwischenschicht aus. Das Schleifwerkzeug kann eine beliebig benötigte Höhe der feinen Zwischenschicht oder der Wand haben, da das Korn zuerst ohne Pressen frei aufgeschüttet wird. Das Pressen wird immer von einem Bogeneffekt begleitet. Dieser Umstand beschränkt die Möglichkeit, dünne Wände mit großer Höhe zu fertigen. Die Dicke der Schicht oder der Wand (h) kann einen Durchmesser von 3 Kornteilchen (und mehr) und die Höhe für die geforderte Konstruktionsgröße aufweisen. Diese Möglichkeit, das volumetrisch gefüllte Schleifwerkzeug mit feinen Wänden herzustellen (weniger als drei Durchmesser des Kornes,  $h = 3d$ , d ist der Schleifkorndurchmesser der Hauptfraktion), gewährleistet die Einsparung von Schleifmittel für einen Peripheriefräser genauer Größe. Für einen langen Bohrer mit relativ feinen Wänden wird Energie beim Bohren gespart (dünnerer Schnitt). Feine und brüchige Platten können gebohrt werden, ohne zerdrückt zu werden. Dabei wird die Höhe L (oder/und die Länge) des Arbeitsteils des Werkzeugs exakt nach der Formel  $L = k \cdot h$ , in der der Koeffizient k von 5 bis 500 variiert werden kann, bestimmt. Wenn ein Werkzeug mit Erhebungen auf der Arbeitsoberfläche (Scheiben, dünnwandige Bohrer) benötigt wird, soll die Dicke nach der Formel  $h = 3d$  mit d = Durchmesser des Schleifkorns (mit der Beschichtung) der Hauptfraktion des Werkzeugarbeitsteils gewählt werden, um ein Verstopfen der Arbeitsoberfläche zu vermeiden. Peripheriescheiben können zum Schneiden minimaler Dicke und großer Tiefe ohne Ausbrüche und mit sauberer Oberfläche verwendet werden. Das Fehlen von Ausbrüchen und die saubere Oberfläche werden durch regelmäßiges Verpacken des Kornes und gleichen Abstand seiner Spitzen von der Scheibendrehebene gewährleistet. Diese Kantenform (ca. 3 Durchmesser des Schleifkornteilchens) verhindert ein Verstopfen der Oberfläche, da die seitlichen Kornteilchen abgerissen werden und die Kante eine spitze (bis zur Dicke eines Kornteilchens) Form gewinnt. Falls eine metallische und nicht metallische Halterung (zum Beispiel aus Verbundwerkstoff oder Keramik) auf dem der Arbeitsteil befestigt wird, besitzt die Halterungsoberfläche regelmäßige und nicht regelmäßige Erhebungen und Vertiefungen beliebiger Abmessungen und Konfigurationen und kann als Verschlussbefestigung (zum Beispiel Schwalbenschwanz (Fig. 5) angebracht sein.

**[0012]** Die Erhebungen und Vertiefungen erbringen eine größere Kontaktfläche und die Verschlussbefestigung ein höheres mechanisches und diffuses Anhaften zwi-

5 schen dem Arbeitsteil und der Halterung. Dabei kann die Oberfläche der Halterung mit der vorgegebenen Unebenheit ausgeführt werden. Die Größe der Unebenheit ist mit der Größe der Kornteilchen vergleichbar (etwas größer). Dies gewährleistet erstens die Vergrößerung der Kontaktfläche und verhindert zweitens zusätzlich das Ablösen des Arbeitsteils von der Halterung im Laufe des Drehens, da die Kornteilchen, die in die Vertiefungen eingreifen, einen mechanischen Durchdrehwiderstand schaffen. Dabei wird eine Diffusionsschicht zwischen dem Bindungsmetall und dem Halterungsmaterial im Laufe der Werkzeugfertigung gebildet. Die Schichtbildung wird durch die Auswahl passender Stoffe und die Verfahrensweise der Herstellung gewährleistet. Das Schleifkorn mit dem o. g. Typ der Beschichtung ist vom Anmelder geschaffen. Das Kornaussehen mit unterschiedlichen Beschichtungstypen ist in Fig. 6 gezeigt, in der das beschichtete Schleifkorn 8 und das unbeschichtete Schleifkorn 1 (in diesem Fall Diamant), bezeichnet sind.

**[0013]** Eine weitere Ausführung der Beschichtung des Schleifkorns wird in dem Fall verwendet, wenn die Schleifkornoberfläche keine Risse, Poren und Defekte hat. In diesem Fall wird eine spezielle Technologie zur Metallbeschichtung verwendet. In dieser Technologie wird im Kontaktbereich des Metalls mit der Schleifkornoberfläche eine Diffusionsschicht gebildet, die ein festes Anhaften durch physikalisch-chemische Bindungen gewährleistet.

**[0014]** Eine weitere Variante des Schleifwerkzeugs sieht vor, dass das Bindemetall alle Defekte des mit dem Metall beschichteten Kornes so ausfüllt, dass ein mechanisches Anhaften der Deckungsschicht mit dem Schleifkorn gewährleistet wird. Die Arbeitsoberfläche des Werkzeugs kann verschiedene Vertiefungen und Erhebungen haben, die der besseren Zufuhr des Kühlmittels (einschließlich Luft) zum Bearbeitungsbereich und der Abfuhr des abgenutzten Materials aus diesem dienen. Dabei können die Erhebungen auf der Werkzeugoberfläche eine nach jeder umlaufenden Linie in Richtung der Arbeitsoberfläche enger werdende Form haben, die mit einer scharfen Kante endet. Die Kantendicke überschreitet nicht den 3-fachen Durchmesser des Schleifkorns der Hauptfraktion, die den Arbeitsteil des Werkzeugs ausbildet. Alle oben beschriebenen Konstruktionen und Ausführungen der Werkzeuge, die die angegebene Dichte des Schleifmittels im Arbeitsteilvolumen des Werkzeugs und eine Diffusionsschicht in der Schleifkornbeschichtung haben, werden durch eine höhere Abschleiffestigkeit und eine hohe Bindungshärte, die in den Eigenschaften die Leistungsmerkmale aller bekannten Schleifwerkzeuge mit metallischer Bindung übertreffen, charakterisiert.

55

## Patentansprüche

1. Schleifwerkzeug mit einem Arbeitsteil und einer Hal-

- terung, wobei das Arbeitsteil aus einem im Volumen des Arbeitsteils verteilten Schleifkorn in metallisch gebundener Form ausgebildet ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der prozentuale Anteil des Schleifkorns (1) über 50 % des Volumens des Arbeitsteils (6) beträgt und das restliche Volumen mit einem Bindemittel (2) gefüllt ist,  
**dass** das Schleifkorn (1) aus natürlichem und künstlichem Diamant oder Elektrokorund, oder Korund, oder Siliziumkarbid oder Borkarbid zusammengesetzt ist,  
**dass** die Schleifkorngröße 1 bis 2000  $\mu\text{m}$  beträgt,  
**dass** als Bindemittel (2) Metall oder Legierungen verschiedener Metalle auf der Basis von Kupfer, Nickel, Mangan, Phosphor, Zinn und Germanium verwendet ist,  
**dass** das Schleifkorn (1) mit Metall wenigstens 1  $\mu\text{m}$  dick beschichtet ist, wobei die Beschichtung (8) mit dem Bindemittel (2) mittels einer Diffusionsschicht verbunden ist und die Schmelztemperatur des Beschichtungsmetalls (5) nicht niedriger ist als die Schmelztemperatur des Bindemetalls (2) oder der Legierung verschiedener Bindemetalle.
2. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schmelztemperatur des Bindemetalls (2) im Bereich von 700 bis 2400° C liegt.
  3. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Beschichtungsmetall (5) eine Schmelztemperatur von 1400 bis 3500° C hat.
  4. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** jedes Kornteilchen des Schleifkorns (1) innerhalb des Schleifwerkzeugs Kontakt mit mindestens vier anderen Kornteilchen hat und  
**dass** die Dicke der Kontaktzone zwei Schichten des Beschichtungsmetalls (5) nicht überschreitet.
  5. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Schleifkorn (1) im Arbeitsteil (6) des Werkzeugs maximal verdichtet ist und der durchschnittliche Abstand zwischen den einzelnen Kornteilchen der Hauptfraktion mit dem durchschnittlichen Durchmesser des Kornes der Hauptfraktion gleich ist.
  6. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Spitzen aller Schleifkornteilchen (1) auf der Oberfläche im gleichen Abstand von der Drehachse angeordnet sind.
  7. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schleifkornteilchen (1) durchschnittlich mit acht benachbarten Kornteilchen Kontakt haben.
  8. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** hauptsächlich symmetrisches Schleifkorn (1) verwendet ist und **dass** das Schleifkorn (1) sphärische Form hat und die Anzahl der Kontakte zwischen den benachbarten Kontaktteilchen durchschnittlich 12 ist.
  9. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Schleifkorn (1) eine längliche Form hat und **dass** die Schleifkörner (1) in dem Arbeitsteil (6) des Werkzeuges in einer Richtung ausgerichtet sind.
  10. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Schleifkorn (1) im Arbeitsteil (6) schichtweise angeordnet ist, wobei jede Schicht eine eigene Korngröße und Sorte von Schleifmittel hat.
  11. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sich das Beschichtungsmetall (5) in allen Poren (3), Rissen (4) und Defekten der Oberfläche des Schleifkorns (1) befindet und die Beschichtung (8) auf dem Schleifkorn mechanisch anhaftet.
  12. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Adhäsion der Beschichtung auf dem Schleifkorn (1) mindestens 5 MPa beträgt.
  13. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Arbeitsteil (6) durch die Diffusionsschicht mit der Halterung (7) verbunden ist.
  14. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Halterung (7) und die Diffusionsschicht Vertiefungen und Erhebungen aufweisen, die die Verbindungsfläche vergrößern und die Verbindung mit dem Arbeitsteil (6) gewährleisten.
  15. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vertiefungen und die Erhebungen der Halterung (7) und der Diffusionsschicht die Form eines Verschlusses bilden.
  16. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Oberfläche der Halterung (7) eine Unebenheit aufweist, die mit der Korngröße des Schleifkorns

(1) vergleichbar ist.

17. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Oberfläche des Arbeitsteils (6) Vertiefungen und Erhebungen aufweist, die die Zufuhr von Kühlmittel, einschließlich Luft, in den Arbeitsbereich und die Abfuhr des abgenutzten Materials aus diesem gewährleisten. 5  
 10
18. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Erhebungen auf der Oberfläche des Arbeitsteils (6) eine enger werdende Form besitzen, wobei sich die Erhebung auf der Oberfläche nach jeder umlaufenden Linie in Richtung der Arbeitsoberfläche verengt und mit einer scharfen Kante endet, und 15  
**dass** die Dicke der Kanten den Durchmesser des Schleifkorns (1) der Hauptfraktion überschreitet, wobei die Hauptfraktion den Arbeitsteil (6) des Werkzeugs bildet. 20
19. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,** 25  
**dass** das Arbeitsteil (6) des Werkzeugs Öffnungen aufweist, durch die dem Bearbeitungsbereich Kühlmittel zugeführt und das abgenutzte Material aus diesem abgeführt werden. 30
20. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Arbeitsteil (6) des Werkzeuges Nuten oder Öffnungen aufweist, wobei ein Teil der Nuten oder Öffnungen zur Drehachse schräg gestellt ist und die Abfuhr des abgenutzten Materials gewährleistet, während der andere Teil der Nuten oder Öffnungen in entgegengesetzter Richtung schräg gestellter ist und die Zufuhr des Kühlmittels gewährleistet. 35  
 40
21. Schleifwerkzeug nach Anspruch 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Arbeitsteil (6) des Werkzeugs eine Dicke  $h$  aufweist, wobei  $h = 3$  ist und  $d$  den Durchmesser des Schleifkorns (1) (mit der Beschichtung) der Hauptfraktion des Arbeitsteils (6) des Werkzeugs darstellt und 45  
**dass** die Höhe (und/oder Länge)  $L$  des Arbeitsteils (6) nach der Formel  $L = k \cdot h$  bestimmt ist und  $k = 5 : 500$  ist. 50  
 55

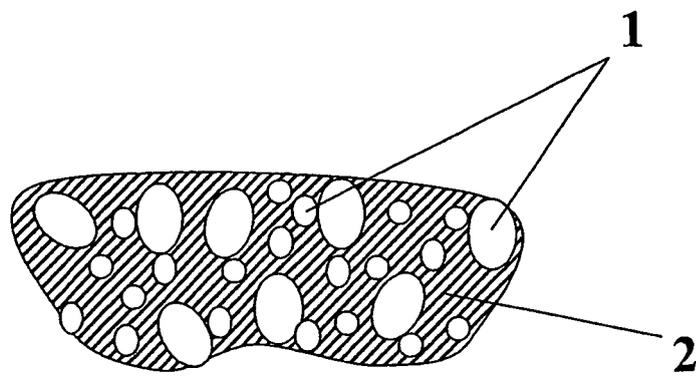


Fig. 1

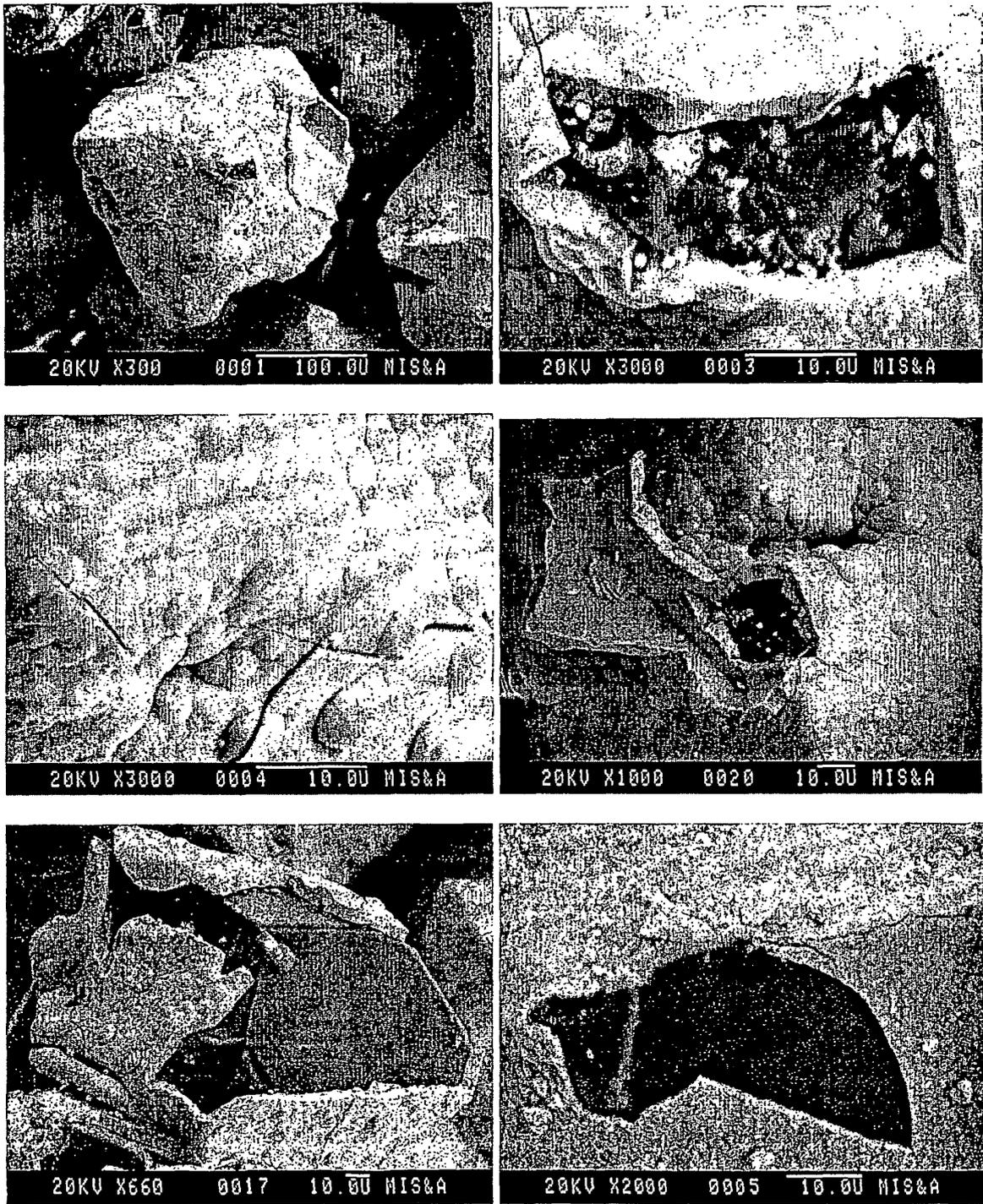


Fig. 2

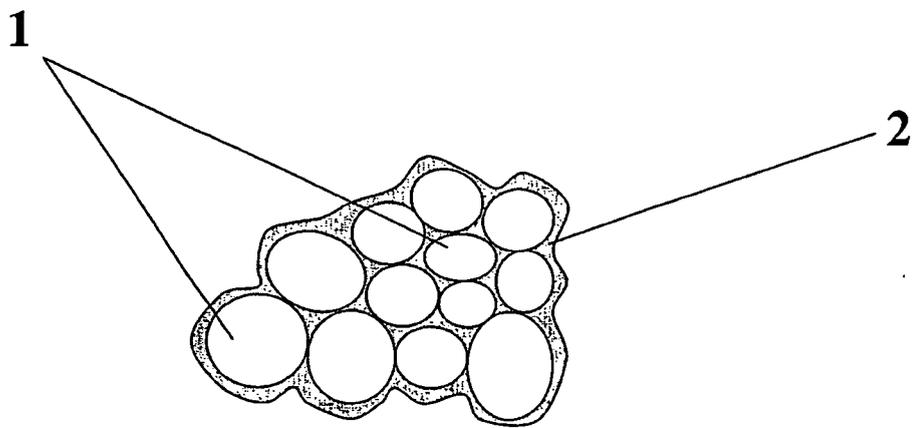


Fig.3

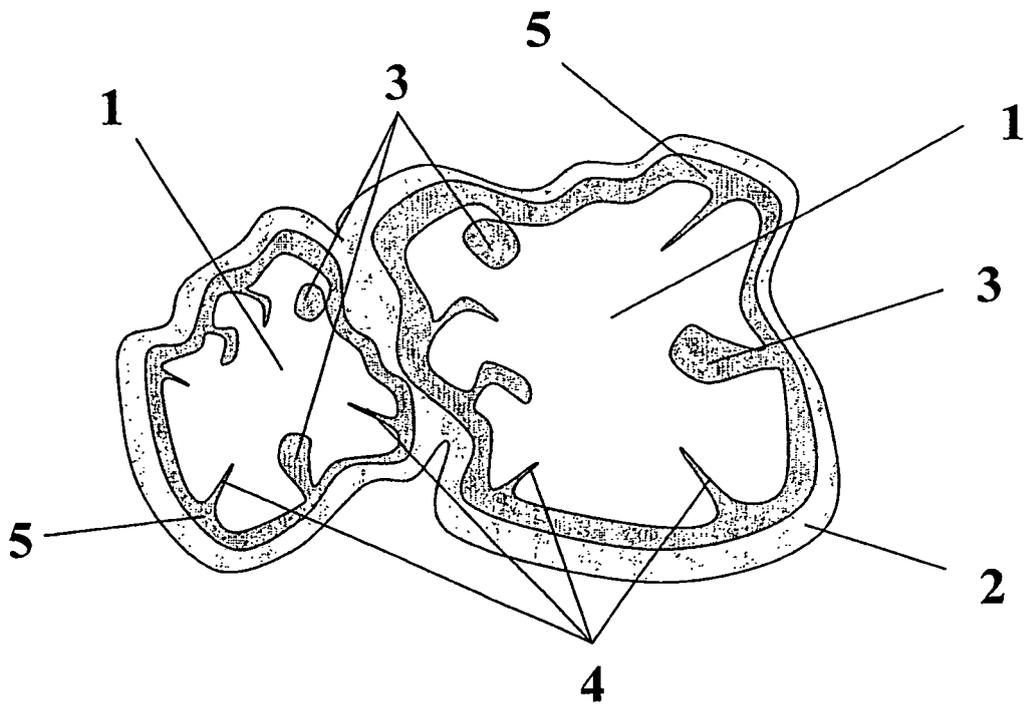


Fig.4

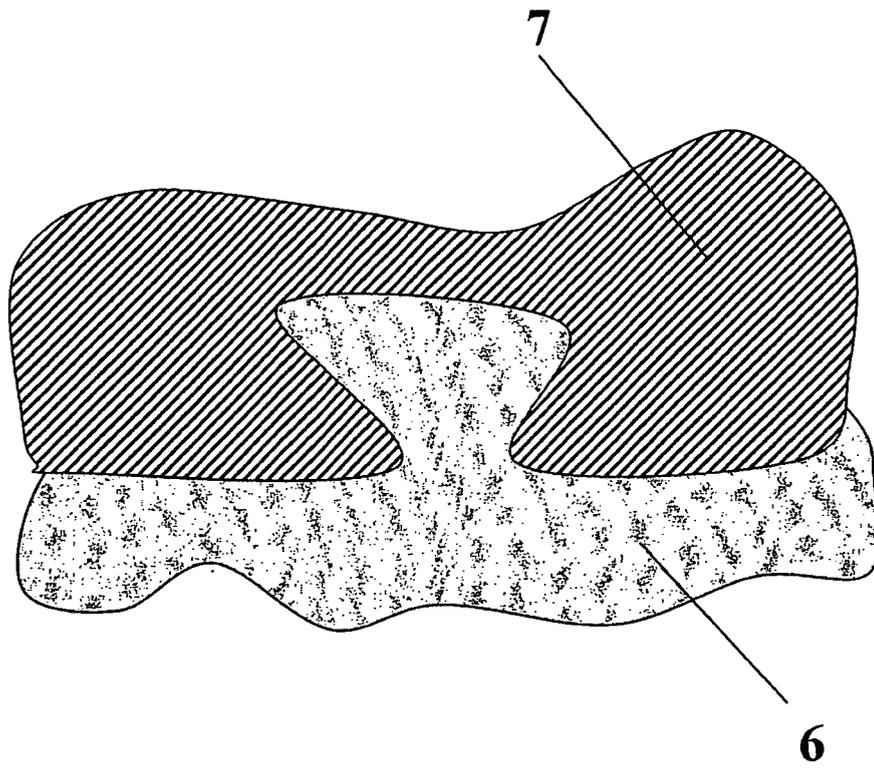


Fig. 5

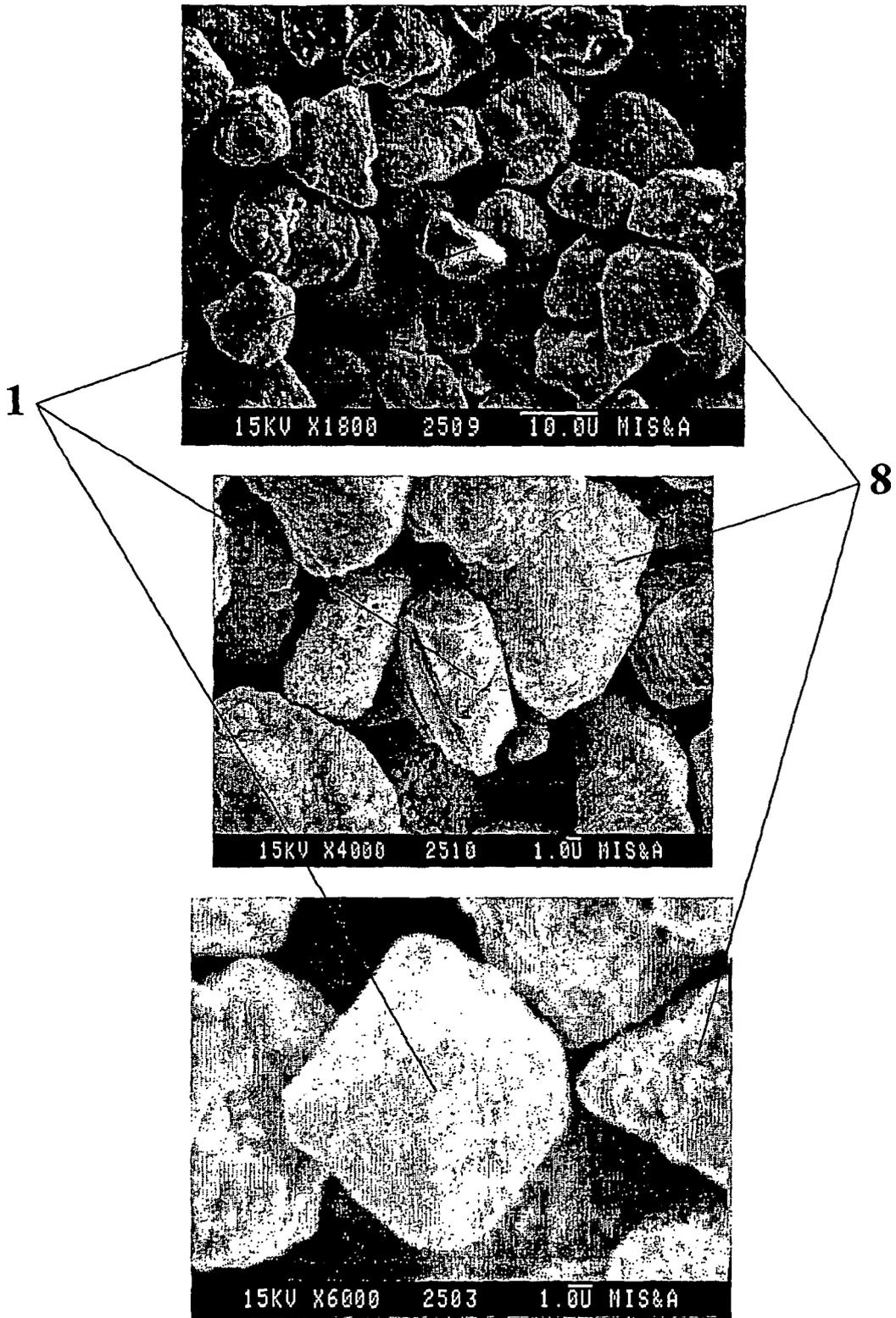


Fig. 6

**EP 1 992 451 A1**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2007/000021

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  B24D 17/00 (2006.01)                  B24D 3/00 (2006.01)                  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>                  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  B24D 17/00, B24D 3/00-3/10, C09K 3/00, 3/14, B22F 3/00, 3/24, 3/26                  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                  Esp@cenet, PAJ, RUPAT, RUPAT_ OLD</p>														
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y X</td> <td>RU 21 13531 C1 (SUMITOMO ELEKTRIK INDUSTRIZ, LTD.) 20.05.1998, the abstract, the claims</td> <td>1-14, 16-17 15, 18-21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>RU 20922302 C1 (SUKHONOS SERGEI MIKHAILOVICH) 10.10.1997, page 3, left column, lines 62-63, right column, lines 5-49, the claims</td> <td>1-14, 16-17 15, 18-21</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>DE 3316650 A1 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) 10.11.1983, the abstract, figures 4, 3a, 3b and the claims</td> <td>4-6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y X	RU 21 13531 C1 (SUMITOMO ELEKTRIK INDUSTRIZ, LTD.) 20.05.1998, the abstract, the claims	1-14, 16-17 15, 18-21	Y A	RU 20922302 C1 (SUKHONOS SERGEI MIKHAILOVICH) 10.10.1997, page 3, left column, lines 62-63, right column, lines 5-49, the claims	1-14, 16-17 15, 18-21	Y	DE 3316650 A1 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) 10.11.1983, the abstract, figures 4, 3a, 3b and the claims	4-6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y X	RU 21 13531 C1 (SUMITOMO ELEKTRIK INDUSTRIZ, LTD.) 20.05.1998, the abstract, the claims	1-14, 16-17 15, 18-21												
Y A	RU 20922302 C1 (SUKHONOS SERGEI MIKHAILOVICH) 10.10.1997, page 3, left column, lines 62-63, right column, lines 5-49, the claims	1-14, 16-17 15, 18-21												
Y	DE 3316650 A1 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) 10.11.1983, the abstract, figures 4, 3a, 3b and the claims	4-6												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&amp;” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention													
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art													
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family													
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search                  15 June 2007</p>		<p>Date of mailing of the international search report                  12 July 2007</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/                  RU                  Facsimile No.</p>		<p>Authorized officer                  Telephone No.</p>												

EP 1 992 451 A1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/RU 2007/000021

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SU 637244 A (VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I KONSTRUKTORSKO-TEKHNOLOGICHESKY INSTITUT PRIRODNY ALMAZOV I INSTRUMENTA) 18.12.1978	1-21
A	GB 1321807 A (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LIMITED) , 04.07,1973, the claims	1-21

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

**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**

- SU 1703718 [0003]
- SU 1705052 [0003]
- SU 2042499 [0004]
- RU 240914 [0005]
- RU 2092302 [0005]
- RU 2113531 [0007] [0007] [0007]