(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 00 171 T2** 2005.12.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 369 202 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 00 171.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 253 554.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **05.06.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.12.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **24.11.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.12.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B24D 3/18**
C09K 3/14

(30) Unionspriorität:
2002164982 05.06.2002 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI

(73) Patentinhaber:
Minebea Co., Ltd., Nagano, JP

(74) Vertreter:
Lindner Blaumeier & Kollegen Patent- und Rechtsanwälte, 90402 Nürnberg

(72) Erfinder:
Hokkirigawa, Kazuo, Kitasaku-gun, JP; Akiyama, Motoharu, Kitasaku-gun, JP; Yoshimura, Noriyuki, Kitasaku-gun, JP

(54) Bezeichnung: **Schleifstein für Feinstbearbeitung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Schleifsteine für Feinstbearbeitung wie im Oberbegriff von Anspruch 1 beschrieben, die für die Endbearbeitung des stählernen Materials der inneren Oberflächen von Laufringen, Wälzkörpern und anderen Arten von Gleitoberflächen genutzt werden. Ein Beispiel eines solchen Schleifsteins ist in JP-A-3239475 offenbart.

[0002] Üblicherweise wird eine ebene Oberfläche auf den inneren Oberflächen von Walzenlaufringen, Wälzkörpern und anderen Arten von Gleitoberflächen im Hinblick auf den Reibungskoeffizienten, Hitzeentwicklung, Schmierölrückhaltung und festfresssicherer Betriebsdauer benötigt. Schleifsteine für Feinstbearbeitung wurden zur Bildung dieser ebenen Oberflächen entwickelt, wie im offengelegten japanischen Patent Nr. 3-239475, welches als der nächstgelegene Stand der Technik angesehen wird, vorgetragen. Der im obigen Patent offenbarte Schleifstein für Feinstbearbeitung benutzt im Wesentlichen entweder Siliciumcarbid-, Schmelzkorundschleifkörner oder Mischungen daraus bis zu maximal 80–95% des Volumens, wenn das gesamte Volumen dieser Körner eines Schleifsteins bei 100 erreicht ist, und Schleifkörner aus kubischem Bornitrid mit einer durchschnittlichen Korngröße 5–30 mal größer als die mittlere Schleifkörnergröße für die verbleibenden 5–20%.

[0003] Weiterhin schlägt das offengelegte japanische Patent Nr. 2000-343438 einen glasierten Schleifstein vor, der carbonisierte perlenförmige Körner enthält, welche als ein festes Schmiermittel und nicht als ein Schleifmittel genutzt werden. Sie reduzieren den Schneidwiderstand und erhöhen die Schneidfähigkeit von Diamant- und CBN (kubisches Bornitrid)-Schleifmitteln.

[0004] Dennoch zeigt eine detaillierte elektronenmikroskopische Untersuchung der Oberflächen von stählernen Materialien von inneren Oberflächen von Laufringen, Wälzkörpern, und anderen Arten von Gleitoberflächen, welche mit konventionellen Schleifsteinen für Feinstbearbeitung fertiggestellt wurden, Schleifkörner, die noch immer in der Oberfläche von Gleitoberflächen feststecken, und im Besonderen Korundschleifkörner, welche in der fertiggestellten Oberfläche feststeckten oder herausgefallen waren und Kratzer in der Oberfläche hinterlassen hatten.

[0005] Unabhängig davon, wie klein die Schleifkörner auch sein mögen, Schleifkörner, die festgesteckt in der fertiggestellten Gleitoberfläche verbleiben, sind schwer durch Waschen zu entfernen. Außerdem können die harten Schleifkörner während der Benutzung des Lagers herausfallen, können sich zwischen den Gleitoberflächen befinden, und können die Leistung des Lagers ernsthaft beeinträchtigen. Das Ergebnis ist ein Anstieg fehlerhafter Teile in der Fertigung.

[0006] Die vorliegende Erfindung sah vor, das oben beschriebene Problem des Standes der Technik zu lösen, und ihre Aufgabe ist es, einen Schleifstein für Feinstbearbeitung nach Anspruch 1 und ein Verfahren, einen solchen Schleifstein herzustellen, nach Anspruch 8 zur Verfügung zu stellen.

[0007] Wie in Fig. 1 dargestellt, sind die Körner der RB- und CRB-Keramikfeinkörner Kohlenstoffkörner, die eine Vielzahl kleiner Poren in ihren Oberflächen haben. Wie in Fig. 2 dargestellt erlaubt die molekulare Mikrostruktur, diese Schleifkörner leicht von einer fertiggestellten Struktur zu entfernen.

[0008] Die Vickershärte der RB- und CRB-Keramikfeinkörner, welche den Widerstand im Bezug auf Verbiegen, Verkratzen, Abrieb oder Schneiden angibt, ist nicht gleichbleibend und bewegt sich zwischen 400 und 1500. Wie in Fig. 2 dargestellt, haben diese Feinkörner eine hohe Vickershärte auf molekularem Niveau an den mit „S" markierten Spitzen.

[0009] Die obigen Vorteile und Eigenschaften beziehen sich nur auf repräsentative Ausführungsbeispiele. Dies sollte so verstanden werden, dass sie nicht als Einschränkungen der vorliegenden Erfindung, wie sie durch die Ansprüche definiert ist, aufgefasst werden sollen. Zusätzliche Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung treten in der folgenden Beschreibung und in den Ansprüchen hervor.

[0010] Ein vollständiges Verständnis der vorliegenden Erfindung kann aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen erlangt werden. Dabei zeigen:

[0011] Fig. 1 eine elektronenmikroskopische Aufnahme des CRB-Feinkorns, welches in dieser Erfindung verwendet wird,

[0012] Fig. 2 eine schematische Zeichnung des carbonisierten Phenolharzes des CRB-Feinkorns.

[0013] Die vorliegende Erfindung löst die Probleme des Standes der Technik, indem sie einen Schleifstein für Feinstbearbeitung zur Verfügung stellt, der für Präzisionsschleifen geeignet ist und entweder RB- oder CRB-Keramikfeinkörner oder eine Kombination aus beiden enthält, die als Schleifkörner genutzt werden.

[0014] Die RB-Keramikschleifkörner, die in dem Schleifstein für Feinstbearbeitung der vorliegenden Erfindung benutzt werden, sind poröse Kohlenstoffmaterialien, die Reiskleie benutzen, und sind aus Forschung, die von dem ersten Erfinder der vorliegenden Erfindung durchgeführt wurde, Kazuo Hokirigawa, bekannt (siehe: Kinõ Zairyõ [„Functional Materials"], Mai 1997, Vol. 17, Nr. 5, Seite 24–28 sind durch Bezugnahme in dieser Schrift enthalten).

[0015] RB-Keramiken können aus entfetteter Reiskleie gemacht werden, die aus Reiskleie, welche mit einem wärmehärtbaren Harz vermischt wird, und durch Trocknen des resultierenden Presskörpers, erhalten werden kann. Das geformte Material wird dann in einer Inertgasatmosphäre gesintert.

[0016] Jede Art wärmehärtbaren Harz kann verwendet werden. Unter typischen wärmehärtbaren Harzen findet man Phenolharze, Diarylphthalatharze, ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, Polyimidharze, Triazinharze, aber Phenolharze sind besonders geeignet.

[0017] Diese Harze können in Kombination mit Polyamid- und anderen thermoplastischen Harzen verwendet werden, solange eine solche Verwendung nicht über den Rahmen dieser Erfindung hinausgeht.

[0018] Das Mischverhältnis von entfetteter Reiskleie und wärmehärtbarem Harz sollte 50–90 : 50–10 sein, und ist vorzugsweise 70–80 : 30–20.

[0019] Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Abmessungen eines fertiggestellten Körpers, aus RB-keramischem Material gebildet, nach dem Sintern in einer Inertgasatmosphäre um bis zu 25% im Vergleich zu den Abmessungen des druckgeformten Körpers schrumpfen können. Daher ist es schwierig, eine präzise gebildete Gestalt des RB-Keramikkorns, das mit Hilfe des obigen Herstellungsverfahrens gewonnen wurde, zu erhalten.

[0020] Das folgende ist eine kurze Beschreibung des Herstellungsverfahrens für CRB-Keramik.

[0021] Nachdem entfettete Kleie, aus Reiskleie gewonnen, mit einem wärmehärtenden Harz zusammengeknetet wurde und zunächst in einer Inertgasatmosphäre bei 700°C–1000°C gesintert wurde, wird sie in ein carbonisiertes Pulver vermahlen. Nachdem dieses carbonisierte Pulver mit einem wärmehärtbaren Harz zusammengeknetet wurde, wird es wieder bei 600°C bis 900°C hitzebehandelt. Jede Art von wärmehärtbarem Harz kann verwendet werden. Übliche wärmehärtbare Harze sind Phenolharze, Diarylphthalatharze, ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, Polyimidharze, Triazinharze, aber Phenolharze sind besonders geeignet. Es ist vorzuziehen, dass das wärmehärtbare Harz beim ersten Sintern eine Flüssigkeit mit relativ niedrigem Molekulargewicht ist.

[0022] Ein normaler Drehrohrofen wird für das erste Sintern verwendet und die Sinterzeit ist üblicherweise 40–120 Minuten. Das Massenverhältnis des carboniserten Pulvers gemischt mit wärmehärtbarem Harz für das erste Sintern sollte 50–90 : 50–10 sein, doch vorzuziehen ist 70–80 : 30–20.

[0023] Das gemischte und geknetete Material, zusammengesetzt aus dem carbonisierten Pulver und wärmehärtbarem Harz, wird druckgeformt bei einem Druck von 20–30 MPa, und vorzugsweise bei 21–25 MPa. Die Formtemperatur sollte ungefähr 150°C sein.

[0024] Ein elektrischer Ofen, der entsprechend einstellbar ist, wird für die Wärmebehandlung verwendet, und die Wärmebehandlungszeit sollte zwischen 60–360 Minuten liegen.

[0025] Die bevorzugte Temperatur der Wärmebehandlung ist 500°C–1100°C, und die Temperatur sollte langsam bis 500°C angehoben werden. Genauer gesagt sollte die Rate des Temperaturanstiegs 0,5–2°C/Minute sein, und vorzugsweise annähernd 1°C/Minute.

[0026] Außerdem sollte nach Beendigung der Wärmebehandlung die Temperatur langsam auf 500°C abgesenkt werden. Der Ofen darf dann auf natürlichem Wege unter 500°C abkühlen.

[0027] Spezielle Abkühlraten sollten 0,5–4°C/Minute und vorzugsweise annähernd 1°C/Minute sein.

[0028] Dennoch ist es während der Anfertigung der RB- oder CRB-Keramiken, die in dieser Erfindung genutzt werden, nicht so sehr das wichtigste, die Zeitspanne zu kontrollieren, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen, sondern eher, die Temperatur zu kontrollieren und sie für die benötigte Zeitperiode aufrecht zu erhalten.

[0029] Inerte Gase, die während des ersten Sinterns und der Wärmebehandlung genutzt werden können, sind Helium, Argon, Neon oder Stickstoff, obwohl Stickstoff bevorzugt wird.

[0030] Des Weiteren können die oben erwähnten wärmehärtbaren Harze in Kombination mit Polyamid- und anderen wärmehärtbaren Harzen verwendet werden, solange eine solche Benutzung nicht die Kenngrößen der Erfindung überschreitet.

[0031] Der bezeichnendste Unterschied zwischen RB- und CRB-Keramiken ist, dass RB-Keramiken eine Schrumpfrate der Endform von bis zu 25% haben, während CRB-Keramiken eine bessere Qualität haben, da sie eine extrem kleine Schrumpfrate von 3% oder weniger besitzen.

[0032] Im Sinne der vorliegenden Erfindung können entweder RB- oder CRB-Keramiken als Schleifkörner für Präzisionsschleifen verwendet werden.

[0033] Die Eigenschaften von RB-Keramiken und CRB-Keramiken als Schleifkörner sind:
Vickershärte von 400–1500.
Die Stellen hoher Härte auf der Oberfläche eines jeden Korns sind verteilt.
Die Körner können elastisch deformiert werden.
Da die Stellen hoher Härte mit der molekularen Struktur der Körner zusammenhängen, findet man die harten Stellen in einer festgelegten Quote ohne Beziehung zur Teilchengröße.
Sie sind elektrisch leitfähig.
Sie sind reduzierbar.
Ihre gewünschte Korngröße kann mit Hilfe des Mahlverfahrens erhalten werden.
Ihre Härte kann durch Variation der Temperatur der Wärmebehandlung angepasst werden.

[0034] RB- und CRB-Keramikschleifkörner haben unregelmäßige Oberflächen, so dass sie sehr ausdauernd als Schleifmittel sind.

[0035] Eine wichtige Eigenschaft der RB- und CRB-Keramiken, die in dieser Erfindung verwendet werden, ist die Härte dieser Materialien. Im Grunde kann ihre Härte durch Variation der Sinterparameter kontrolliert werden und sie werden im Allgemeinen härter werden, wenn sie bei höheren Temperaturen gesintert werden. Die ersten und zweiten Sintertemperaturen haben einen bedeutenden Effekt auf CRB-Keramiken und man erhält ein hartes Material, wenn es bei Temperaturen von 600°C–900°C gesintert wurde. Die Härte kann angepasst an die Art des Materials, das geschliffen werden soll, seine Benutzung usw. bestimmt werden.

[0036] Der Schleifstein für Feinstbearbeitung in dieser Erfindung muss entweder RB- oder CRB-Keramiken oder eine Kombination beider als Schleifkorn enthalten. Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Schleifsteinen. Die erste Art ist ein Schleifstein, der mit Hilfe eines Bindemittels, welches das Schleifmittel verfestigt, hergestellt ist, um einen Schleifstein für Feinstbearbeitung zu erhalten. Für einen Schleifstein der zweiten Art muss das selbe Herstellungsverfahren für sowohl RB-Keramiken als auch für CRB-Keramiken benutzt werden, so dass, wenn sie zermahlen werden, sie auf Grund des wärmehärtbaren Harzes carbonisiert werden.

[0037] Die Härte der Schleifkörner und die Größe der RB- und CRB-Keramiken, die als Schleifkörner im Schleifstein für Feinstbearbeitung in dieser Erfindung verwendet werden, kann abhängig von der Anwendung und dem Ziel variiert werden, aber sie sind üblicherweise 1–10 μm und bevorzugter Weise 1–3 μm groß.

[0038] Andere Schleifkörner können soweit benötigt mit den RB- und CRB-Keramiken kombiniert werden, und können Diamant, Bornitridschleifmittel wie z. B. CBN und WBN, Zirkonoxid, Siliziumdioxid, Siliziumcarbid, Eisenoxide wie z. B. Fe_2O oder Fe_3O_4, Chromoxide oder Ceroxide beinhalten.

[0039] Das Massenverhältnis von RB-Keramikschleifkörnern und CRB-Keramikkörnern zu anderen Schleifmitteln sollte 50–90 : 50–10 sein und vorzugsweise 50–80 : 50–20.

[0040] Es gibt drei Sorten von Bindemitteln, die in der einen Form des Schleifsteins für Feinstbearbeitung in

dieser Erfindung verwendet werden: Schleifsteine mit Kunstharzbindung, die synthetische Harze verwenden; Schleifsteine mit Metallbindung, die Metalle verwenden; und Schleifsteine mit keramischer Bindung, die keramische Bindungen verwenden.

[0041] Die Bindemittel, die in Kunstharzbindungen zum Befestigen der Schleifkörner verwendet werden, können Oxidharze, Phenolharze, Polyimidharze, Polymerimidharze, ungesättigte Polyesterharze oder andere wärmehärtbare Harze sein.

[0042] Die grundlegende Zusammensetzung einer keramischen Bindung ist 40–70 Gewichts% bezüglich des Bindemittels Siliziumdioxid, 10–20 Gewichts% Korund, 10–20 Gewichts% Boroxid, 2–10 Gewichts% Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid, 2–10 Gewichts% Natriumoxid und/oder Kaliumoxid und kleinere Mengen von Eisenoxid und Zinkoxid. Die durchschnittliche Korngröße in dieser Erfindung beträgt 1–15 μm.

[0043] Da die Erfindung bei Temperaturen von 600°C–900°C druckgesintert ist, muss das keramische Bindungsmaterialpulver, das oben erwähnt wurde, in der Lage sein, bei diesen Sintertemperaturen zu schmelzen. Ein typisches Beispiel des keramischen Bindungsmaterials ist Borquarzglas.

[0044] Das gesinterte Material in dem glasierten Schleifstein dieser Erfindung enthält wenigstens entweder RB- oder CRB-Keramikschleifkörner oder eine Kombination beider, allgemein bekannte Schleifkörner und ein keramisches Bindematerial, so dass dieses keramische Bindematerial als ein Grundgerüst aus keramischen Bindematerial eingeschlossen ist.

[0045] Drucksinterverfahren, die verwendet werden können, beinhalten das klassische Heißdruckverfahren, Heißprägen, das Widerstands-sintern-elektrisch-heizen-Sinterverfahren, Plasmaentladungssintern oder die Heißdruckmethode, in der eine Pumpe zur Verfügung gestellt wird, um Vakuumdrucksintern zu betreiben.

[0046] In Übereinstimmung mit einem ersten Ausführungsbeispiel zur Herstellung der CRB-Keramiken werden 75 kg entfetteter Reiskleie, die aus Reiskleie erhalten wurden, mit 25 kg flüssigem Phenolharz (Resol) zusammengeknetet und auf 50°C–60°C erhitzt. So wird eine homogene Mischung erhalten.

[0047] Die Mischung wird in einem Drehrohrofen in einer Stickstoffatmosphäre für 120 Minuten bei 700°C erhitzt, womit das erste Brennen durchgeführt wird. Das erhaltene carbonisierte Material wird in einer Mahlanlage zu Pulver vermahlen und wird dann durch eine Kugelmühle geführt, um RB-Keramikschleifkörner als ein feines Pulver von 1–5 μm in der durchschnittlichen Korngröße zu erhalten.

[0048] In Übereinstimmung mit einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird RB-Keramik wie im ersten Ausführungsbeispiel vorbereitet, aber die Mischung wird bei 900°C gebrannt, um Schleifkörner mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1–10 μm zu erhalten.

[0049] In Übereinstimmung mit einem dritten Ausführungsbeispiel und um die CRB-Keramik herzustellen, werden 75 kg entfetteter Reiskleie, die aus Reiskleie erhalten wurden, mit 25 kg flüssigem Phenolharz (Resol) zusammengeknetet und auf 50°C–60°C erhitzt. So wird eine homogene Mischung erhalten.

[0050] Die Mischung wird in einem Drehrohrofen in einer Stickstoffatmosphäre für 100 Minuten bei 750°C erhitzt, womit das erste Brennen durchgeführt wird. Das erhaltene carbonisierte Material wird in einer Mahlanlage zu Pulver zermahlen, um ein carbonisiertes Pulver mit einer durchschnittlichen Korngröße von 5–10 μm zu erhalten.

[0051] Die entstehenden 75 kg carbonisiertes Pulver werden mit 25 kg festem Phenolharz (Resol) zusammengeknetet, während auf 100°C–150°C erhitzt wird. Ein homogenes Zwischenproduktmaterial zu CRB-Keramik wird so erhalten.

[0052] Dieses CRB-Keramikzwischenprodukt wird bei 20 MPa druckgeformt, um eine Kugelform von vorzugsweise 3 cm zu erzeugen. Es wird einem zweiten Brennen bei 700°C in einem elektrischen Ofen unter einer Stickstoffatmosphäre für eine Zeitspanne von 3 Stunden unterworfen. Das erhaltene carbonisierte Material wird in einer Mahlanlage zu Pulver zermahlen und wird dann durch eine Kugelmühle geführt, um CRB-Keramikschleifkörner, also ein feines Pulver, von 1–5 μm durchschnittlicher Korngröße zu erhalten.

[0053] In Übereinstimmung mit einer vierten Ausführungsform wird CRB-Keramik wie im zweiten Alternativausführungsbeispiel vorbereitet, aber das erste Brennen wird bei 750°C und das zweite Brennen wird bei

700°C durchgeführt, um Schleifkörner mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1–5 μm zu erhalten.

[0054] In Übereinstimmung mit einem fünften Ausführungsbeispiel werden die Ergebnisse eines Leistungstests des Keramikbindungsschleifsteins in Tabelle 1 gezeigt.

[0055] RB-Keramikschleifkörner der ersten vier Ausführungsbeispiele, CRB-Keramikschleifkörner, kommerziell erhältliche Diamantschleifkörner mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1–2 μm und kommerziell erhältliche CBN-Schleifkörner mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1–2 μm wurden mit einem Keramikbindemittel für Schleifsteine als Bindestoff, in Zusammensetzungen wie in Tabelle 1 (relative Volumina), verwendet und für eine Zeitspanne von 2 Minuten bei 650°C in einer Luftatmosphäre in einem durch elektrische Hitze unter Druck stehendem Feuer erhalten, um einen glasierten Schleifstein zu erhalten.

Tabelle 1

Rohmaterial	Ausf.Bsp. 1	Ausf.Bsp. 2	Ausf.Bsp. 3	Ausf.Bsp. 4	Ausf.Bsp. 5
RB-Schleifkörner nach Beispiel 1		15,0			
RB-Schleifkörner nach Beispiel 2				10,0	10,0
CRB-Schleifkörner nach Beispiel 3	15,0		10,0	22,0	
CRB-Schleifkörner nach Beispiel 4		10,0	10,0		10,0
Diamantschleifkörner	20,0	10,0	15,0	20,0	
CBN-Schleifkörner	20,0	20,0	15,0		30,0
Keramikbindemittel	45,0	45,0	50,0	48,0	50,0

[0056] Wie in Tabelle 2 dargestellt, wurden die Eigenschaften des Schleifsteins für Feinstbearbeitung, der so erhalten wurde, im Hinblick auf die Menge des Feinstschleifens, das Abnutzungsmaß des Schleifsteins und die Oberflächenrauigkeit untersucht. Ein Schleifstein für Feinstbearbeitung nach dem vorherigen Stand der Technik (ein Bornitridstein, der Siliziumoxid- und Korundschleifkörner enthält) wurde als Standard bei 100 festgesetzt. Die Ergebnisse waren wie in Tabelle 2 gezeigt.

[0057] Die Schleif- und Endbearbeitungsbedingungen waren wie folgt: die Feinstbearbeitungsschleifflüssigkeitsflussrate lag bei 1,31/Minute, das Material, das geschliffen wird, ist SUJ-2 (HRC-61), die Radialgeschwindigkeit des Materials, das geschliffen wird, ist 3,0 m/Sekunde, die Zykluszeit ist 10 Sekunden, der Oberflächendruck des Schleifsteins ist 3,0 MPa, die Rauigkeit vor dem Schleifen ist 3S, die Vibrationsfrequenz des Schleifsteins ist 16,7/Sekunde und die Schleifsteinamplitude ist 1,5 mm.

Tabelle 2

	Ausf.Bsp. 1	Ausf.Bsp. 2	Ausf.Bsp. 3	Ausf.Bsp. 4	Ausf.Bsp. 5	Bsp.SdT
Menge der Feinstbearbeitung	125	110	113	120	108	100
Abnutzungsmaß	106	103	103	106	101	100
Oberflächenrauigkeit	90	88	89	91	88	100

[0058] In Übereinstimmung mit alternativen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird ein geformter Schleifstein für Feinstbearbeitung hergestellt, in welchem Schleifkörner und wärmehärtbares Harz zusammen carbonisiert werden.

[0059] Schleifkörner werden aus den RB-Keramiken der ersten vier Ausführungsbeispiele, CRB-Keramikmaterialien, kommerziell erhältliche Diamantschleifkörner (durchschnittliche Korngröße 1–2 μm) und kommerziell

erhältliche CBN-Schleifkörner (durchschnittliche Korngröße 1–2 μm), ausgewählt. Diese Materialien wurden dann mit festem Phenolharz (Resol) bei einer Temperatur von 100°C–150°C zusammengeknetet, um eine plastische, homogene Mischung zu erhalten.

[0060] Diese homogene Mischung wurde bei 30 MPa druckgeformt, um eine rechtwinklige Form 4 mm × 9 mm × 6 mm zu bilden. Diese Form wurde dann in einem elektrischen Ofen in einer Stickstoffatmosphäre gesintert, wobei die Temperatur mit einer Geschwindigkeit von annähernd 1°C/Minute bis hin zu 500°C erhöht wurde. Die Temperatur wurde anschließend mit einer Rate von 2°C/Minute weiter erhöht, bis eine Brenntemperatur von 700°C erreicht war. Bei dieser Temperatur wurde für eine Stunde gebrannt. Die Temperatur wurde dann mit einer Rate von 1°C/Minute auf 500°C reduziert, danach durfte der Ofen selbsttätig auskühlen. Es wurden carbonisierte gesinterte Schleifsteine mit den Zusammensetzungen, die in Tabelle 3 gezeigt werden, erhalten.

Tabelle 3

Rohmaterial	Ausf.Bsp. 6	Ausf.Bsp. 7	Ausf.Bsp. 8	Ausf.Bsp. 9	Ausf.Bsp. 10
RB-Schleifkörner nach Beispiel 1	15,0				
RB-Schleifkörner nach Beispiel 2		15,0			25,0
CRB-Schleifkörner nach Beispiel 3	15,0		20,0	45,0	
CRB-Schleifkörner nach Beispiel 4		25,0	25,0		
Diamantschleifkörner	20,0	10,0	15,0	20,0	
CBN-Schleifkörner	20,0	20,0	15,0		30,0
Keramikbindemittel	30,0	30,0	25,0	35,0	35,0

[0061] Wie in Tabelle 4 gezeigt, wurden die Eigenschaften des Schleifsteins für Feinstbearbeitung, der so erhalten wurde, im Hinblick auf die Menge des Feinstschleifens, das Abnutzungsmaß des Schleifsteins und Oberflächenrauigkeit untersucht. Ein Schleifstein für Feinstbearbeitung nach dem vorherigen Stand der Technik (ein Bornitridstein, der Siliziumdioxid- und Korundschleifkörner enthält) wurde als Standard bei 100 festgesetzt. Die Ergebnisse waren wie folgt:

Tabelle 4

	Ausf.Bsp. 6	Ausf.Bsp. 7	Ausf.Bsp. 8	Ausf.Bsp. 9	Ausf.Bsp. 10	Bsp.SdT
Menge der Feinstbearbeitung	130	116	116	122	110	100
Abnutzungsmaß	111	104	103	107	102	100
Oberflächenrauigkeit	92	91	90	92	87	100

[0062] Obwohl die Erfindung hierin mit Verweisen auf spezielle Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist festzuhalten, dass diese Ausführungsbeispiele lediglich illustrativ für die Prinzipien und Anwendungen der vorliegenden Erfindung sind. Es ist daher einsichtig, dass zahlreiche Veränderungen zu den illustrativen Ausführungsbeispielen durchgeführt werden können und dass andere Anordnungen erdacht werden können, ohne vom Sinn und der Tragweite der vorliegenden Erfindung wie beschrieben durch die beigefügten Ansprüche abzuweichen.

Patentansprüche

1. Schleifstein für Feinstbearbeitung umfassend erste Schleifkörner und ein Bindemittel, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Schleifkörner ein Material umfassen, das aus der Gruppe bestehend aus RB, näm-

lich Reiskleiekeramikfeinkörnern, und CRB, nämlich carbonisierten Reiskleiekeramikfeinkörnern, gewählt ist.

2. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schleifkörner mit zweiten Schleifkörnern kombiniert sind, die aus der Gruppe bestehend aus Diamantschleifkörnern, Bornitridschleifkörnern, Zirkonschleifkörnern, Siliziumdioxidschleifkörnern, Siliziumcarbidschleifkörnern, Eisenoxidschleifkörnern, Chromoxidschleifkörnern und Ceroxidschleifkörnern gewählt sind.

3. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schleifkörner ausschließlich mit Diamantschleifkörnern kombiniert sind.

4. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schleifkörner ausschließlich mit Bornitridschleifkörnern kombiniert sind.

5. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schleifkörner eine Durchschnittskorngröße von 1 bis 5 μm und die zweiten Schleifkörner eine Durchschnittskorngröße von 1 bis 2 μm aufweisen.

6. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel aus der Gruppe umfassend eine keramische Bindung, eine Kunstharzbindung und eine metallische Bindung gewählt ist.

7. Schleifstein für Feinstbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schleifkörner ein Material gewählt aus der Gruppe bestehend aus RB-Keramikfeinkörnern und CRB-Keramikfeinkörnern, Diamantschleifkörnern und Bornitridschleifkörnern umfassen, und wobei das Bindemittel eine keramische Bindung umfasst.

8. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung, umfassend die Schritte:
– Zusammenkneten eines Materials gewählt aus der Gruppe bestehend aus RB-Keramikfeinkörnern und CRB-Keramikfeinkörnern bei gleichzeitiger Erwärmung;
– Auswählen eines oder mehrerer Schleifkörner aus der Gruppe bestehend aus Diamantschleifkörnern, Bornitridschleifkörnern, Zirkonschleifkörnern, Siliziumdioxidschleifkörnern, Siliziumcarbidschleifkörnern, Eisenoxidschleifkörnern, Chromoxidschleifkörnern und Ceroxidschleifkörnern;
– Auswählen eines oder mehrerer wärmehärtbarer Harze aus der Gruppe bestehend aus Phenolharz, Diarylphthalatharz, ungesättigtem Polyesterharz, Epoxydharz, Polyimidharz und Triazinharz;
– Vermischen des Materials, des Schleifkorns und des wärmehärtbaren Harzes zur Bildung einer Mischung;
– Gießen der Mischung in eine Form;
– Druckformen der Mischung;
– Entfernen der Mischung von der Form;
– Wärmebehandlung der Mischung bei einer Temperatur von 600°C bis 900°C; und
– Abkühlen der Mischung.

9. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das wärmehärtbare Harz ein Phenolharz umfasst, wobei nur Diamantschleifkörner mit dem Material gewählt aus der Gruppe bestehend aus RB-Keramikfeinkörnern und CRB-Keramikfeinkörnern kombiniert werden.

10. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das wärmehärtbare Harz ein Phenolharz umfasst, wobei nur Bornitridschleifkörner mit dem Material gewählt aus der Gruppe bestehend aus RB-Keramikfeinkörnern und CRB-Keramikfeinkörnern kombiniert wird.

11. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die RB-Keramikfeinkörner und die CRB-Keramikfeinkörner ein Massenverhältnis von 50–80 : 50–20 zu den Diamantschleifkörnern aufweisen.

12. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die RB-Keramikfeinkörner und die CRB-Keramikfeinkörner ein Massenverhältnis von 50–80 : 50–20 zu den Bornitridschleifkörnern aufweisen.

13. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 9, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die RB-Keramikfeinkörner und die CRB-Keramikfeinkörner jeweils eine Durchschnittskorngröße von 1 bis 5 μm und die Diamantschleifkörner eine Durchschnittskorngröße von 1 bis 2 μm aufweisen.

14. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsteins für Feinstbearbeitung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bornitridschleifkörner eine Durchschnittskorngröße von 1 bis 2 μm aufweisen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

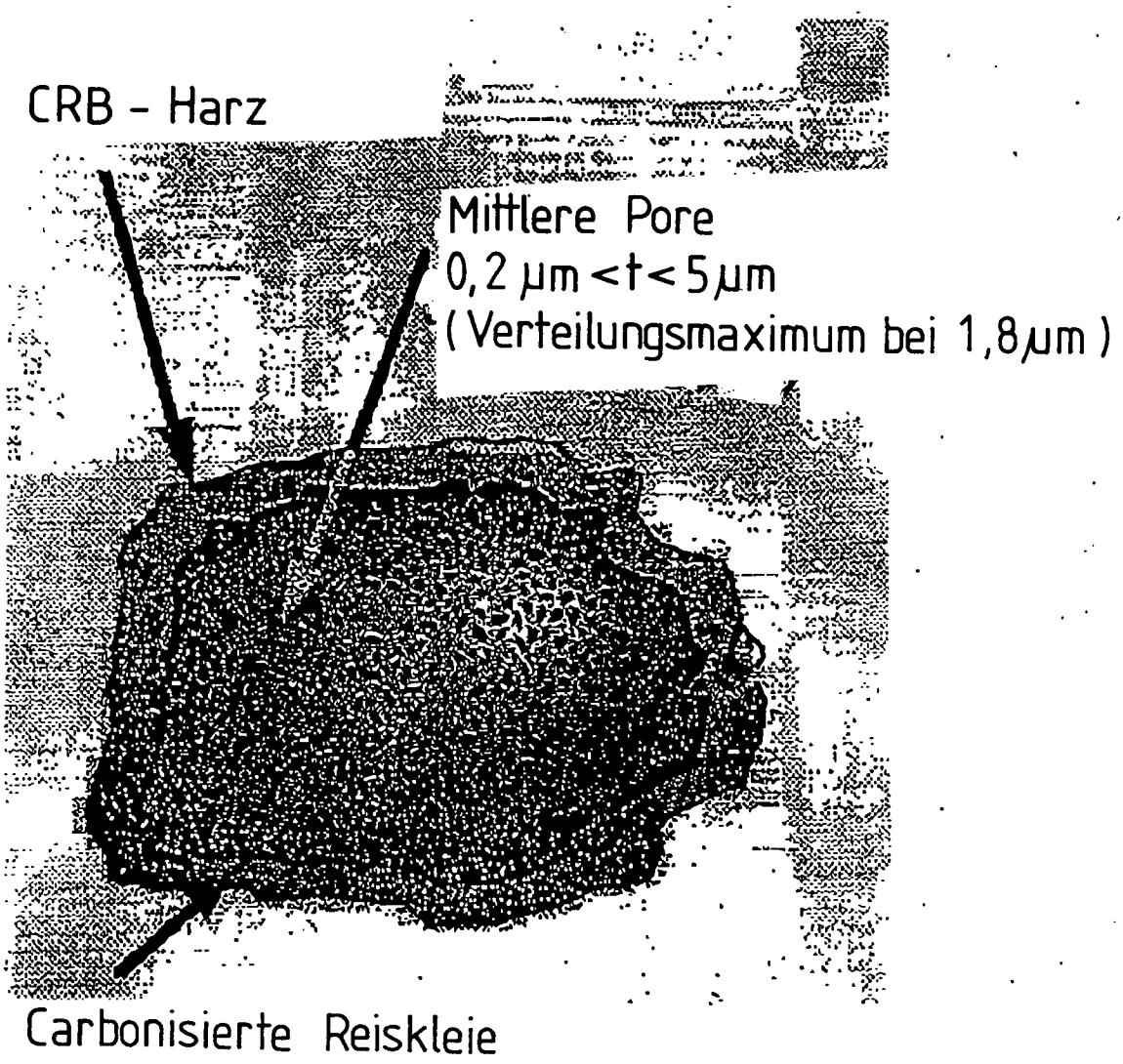


FIG. 1

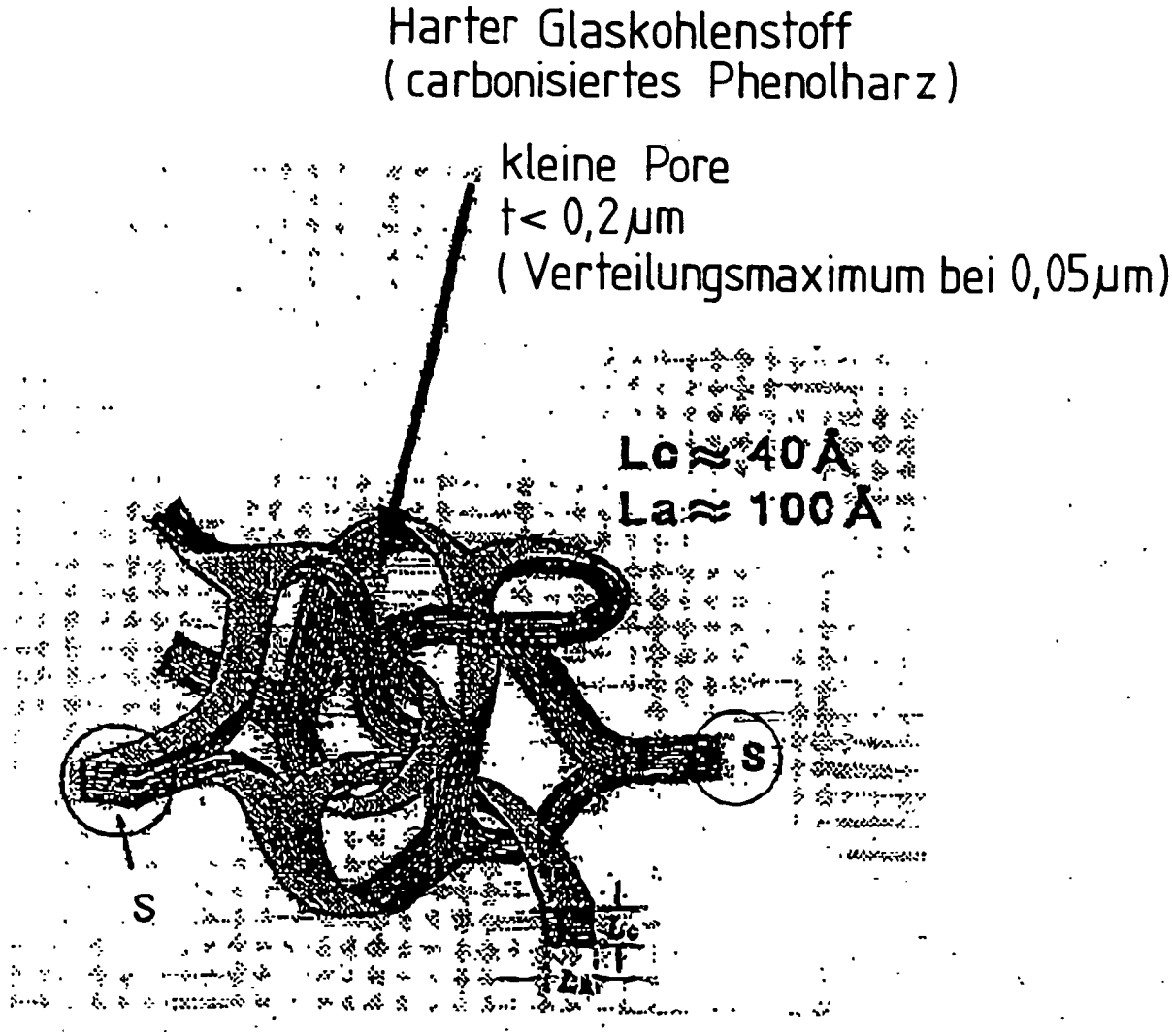

Harter Glaskohlenstoff
(carbonisiertes Phenolharz)
kleine Pore
t< 0,2µm
(Verteilungsmaximum bei 0,05µm)
Lc≈40Å
La≈100Å
S
S

FIG. 2