(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 893 384 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.03.2016 Patentblatt 2016/12

(21) Anmeldenummer: **06706173.9**

(22) Anmeldetag: **06.01.2006**

(51) Int Cl.:
B24B 11/06 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/000075

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/079444 (03.08.2006 Gazette 2006/31)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHLEIFEN VON KERAMISCHEN KUGELN**

METHOD AND DEVICE FOR GRINDING CERAMIC SPHERES

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR RECTIFIER DES SPHERES EN CERAMIQUE

(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

(30) Priorität: **27.01.2005 DE 102005004038**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(73) Patentinhaber: **Atlantic GmbH**
53229 Bonn (DE)

(72) Erfinder:
- **PÖTZSCH, Michael**
  53757 St. Augustin (DE)
- **KARB, Walter**
  97525 Schwebheim (DE)
- **HAUBERT, Michael**
  53225 Bonn (DE)
- **STOCK, Karl-Otto**
  53757 St. Augustin (DE)
- **WEBER, Marco**
  50858 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Lenzing Gerber Stute**
Partnerschaft von Patentanwälten mbB
Bahnstraße 9
40212 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 551 125 US-B1- 6 171 179
US-B1- 6 596 395

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 017, Nr. 336 (M-1435), 25. Juni 1993 (1993-06-25) & JP 05 042467 A (TOSHIBA TUNGALOY CO LTD), 23. Februar 1993 (1993-02-23) in der Anmeldung erwähnt**

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).

EP 1 893 384 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schleifen von keramischen Kugeln.

[0002] Unter keramischen Kugeln sollen im Zusammenhang dieser Patentanmeldung Kugeln aus keramischen Materialien wie zum Beispiel Oxidkeramik, Carbiden, Siliziumnitrid, Edel- und Halbedelsteinen, aber auch Glas verstanden werden.

[0003] Das Schleifen von keramischen Kugeln zur Erzielung niedriger Oberflächenrauigkeiten und hoher Güteklassen wird derzeit allgemein mit Vorrichtungen durchgeführt, wie sie auch zur Bearbeitung von Metallkugeln verwendet werden. Dabei werden die Keramikkugeln im eigentlichen Sinne nicht geschliffen, sondern geläppt. Während bei der Bearbeitung von metallischen Kugeln zunächst das Grobschleifen und dann das Feinschleifen mit Schleifscheiben mit gebundenem Schleifkorn vorgesehen ist und eventuell danach das Läppen mit in Pastenform vorliegendem Schleifkorn praktiziert wird, werden keramische Kugeln nicht mit Schleifscheiben bearbeitet, sondern über den gesamten Abtragungsvorgang geläppt. Das Schleifkorn, das in der Schleifpaste vorhanden ist, ist dabei im allgemeinen Diamant.

[0004] Dieser Prozess ist technologisch außerordentlich schwierig durchzuführen, denn die Abtragsleistung liegt in der Größenordnung von maximal 100 µm pro Tag. Der zu realisierende Abtrag von 0,2 - 0,4 mm im Kugeldurchmesser entspricht der Dicke der inhomogenen Grenzschicht und wird z. T. erst in mehreren Tagen Bearbeitungszeit erreicht. Weiter sind nach dem Läppen die Keramikkugeln durch anhaftende Schleifpaste stark verschmutzt. Diese Schleifpaste ist bei den herkömmlichen Verfahren zum Waschen der Kugeln zum Teil nur sehr schwer entfernbar. Der Verschleiß der beiden Metallscheiben ist beim Läppen mit losem Diamantkorn extrem hoch. Schließlich bewirkt auch der sehr hohe Diamantverbrauch eine erhebliche Kostenbelastung des gesamten Verfahrens. In der Konsequenz hat sich die Verwendung von Keramikkugeln insbesondere im Bereich von Kugellagern deshalb nur dort durchgesetzt, wo die Kosten von untergeordneter Bedeutung sind.

[0005] Einen Ansatz zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit findet man in der US-Patentschrift US 6,171,179 B1. Bei der dort vorgestellten Schleifmaschine ist eine Schleifscheibe mit elektrolytisch gebundenem Schleifkorn vorgesehen. Die feststehende Führungsscheibe weist eine Anzahl von Führungsringen auf, die jeweils einzeln hydraulisch belastet sind, um einen möglichst gleichmäßigen Eindruck der Keramikkugeln an die Schleifscheibe zu gewährleisten. In der Praxis hat sich diese Vorrichtung nicht durchgesetzt. Es wird vermutet, dass die Standzeit der Schleifscheibe zu gering ist.

[0006] Aus der japanischen Patentanmeldung JP 05042467 A, die die Gundlage für den Oberbegriff der Ansprüche 1 und 11 bildet, ist ein Verfahren zum Polieren von Siliziumnitridkugeln bekannt, bei dem Polierscheiben mit einem Schleifkorn von 5 - 60 Volumenprozent Cr_2O_3 mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,01 - 3 µm eingesetzt werden. Die Bearbeitung der Kugeln hinsichtlich der Abtragsgeschwindigkeit der Oberfläche ist sehr gering. In einem Versuch wurde ein Abtrag von 60 µm in 50 Stunden erzielt, also etwa 1 µm pro Stunde. Die Oberflächenrauhigkeit, die bei einem zweiten Versuch erzielt wurde, liegt bei Ra = 0,005 µm. Dieses Verfahren, bei dem auch vorgeschlagen wird, einen Teil des Cr_2O_3 durch Diamant zu ersetzen, ist zur Erzielung hoher Oberflächengüten geeignet, die Abtragsleistung ist aber zum Schleifen von Keramikkugeln nach wie vor unbefriedigend.

[0007] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schleifen von keramischen Kugeln zu schaffen, die eine wirtschaftlichere Fertigung von keramischen Kugeln mit der erforderlichen Güte und einer geringen Streuung im Kugeldurchmesser erlaubt.

[0008] Diese Aufgabe wird von einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und von einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0009] Weil das Schleifen mit einer Schleifscheibe mit Schleifkorn in Kunstharzbindung erfolgt, bei der das Schleifkorn zu mehr als 50 % aus Diamant besteht und zu weniger als 5 % aus Cr_2O_3, können hohe Abtragsleistungen bei geringem Verschleiß der Schleifscheibe oder des Schleifbelages erreicht werden. Vorteilhaft ist es, wenn das Schleifkorn frei von Cr_2O_3 ist und insbesondere wenn das Schleifkorn aus reinem Diamant besteht. Dabei wird gegenüber dem nächstkommenden Stand der Technik eine nahezu zehnfache Abtragsleistung erreicht, während die mittlere Oberflächenrauhigkeit um einen Faktor 10 größer ist als im Stand der Technik. Der Anteil an Diamant im Schleifkorn liegt also bei mehr als 50%, insbesondere bei mehr als 90% und besonders bevorzugt ist ein Schleifkorn aus 100% Diamant.

[0010] Vorteilhaft ist die Kunstharzbindung eine heiß gepresste Phenolharzbindung oder Polyimidbindung, wobei vorzugsweise das Porenvolumen nahe Null ist.

[0011] Die Schleifscheibe weist vorzugsweise eine Körnung von D181 (nach FEPA-Standard, mittlerer Teilchendurchmesser = 181 µm) bis D2 (mittlerer Teilchendurchmesser = 2 µm) auf, wobei für das Grobschleifen Körnungen von D181 bis D25 zum Einsatz kommen und für das Feinschleifen Körnungen von D15 bis D2 bevorzugt werden.

[0012] Schleifscheiben unterliegen im Einsatz einer geringen Verformung, wenn sie als Schleifbelag auf einem Trageteller befestigt, insbesondere aufgekittet sind. Der Verschleiß wird weiter verringert, wenn als Kühlschmierstoff ein Honöl zugegeben wird.

[0013] Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass zwei Schleifscheiben im Stone-to-Stone-Verfahren verwendet werden, wobei insbesondere die beiden Schleifscheiben im wesentlichen baugleich sind.

[0014] Weil bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Schleifen von keramischen Kugeln mit einer Schleif-

scheibe mit gebundenem Diamantschleifkorn vorgesehen ist, dass die Schleifscheibe eine Kunstharzbindung, insbesondere eine heiß gepresste Phenolharzbindung aufweist, ist das oben beschriebene Verfahren möglich. Dabei kann die Schleifscheibe auf einen Trageteller aufgekittet sein, so dass die mechanische Stabilität unter dem Verfahrensdruck gefördert und der Materialaufwand zur Herstellung der Scheibe minimiert wird.

[0015] Erfindungsgemäß ist auch die Verwendung einer Schleifscheibe mit Diamantschleifkorn in Kunstharzbindung zum Schleifen von keramischen Kugeln, insbesondere in einer konventionellen Kugelschleifmaschine, wie sie zum Schleifen metallischer Kugeln bekannt ist.

[0016] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand der Zeichnung sowie anhand von drei Beispielen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine Vorrichtung zum Kugelschleifen mit einer Schleifscheibe und vertikaler Antriebsachse; und

Figur 2: eine Vorrichtung zum Kugelschleifen im Stone-to-Stone-Verfahren mit vertikaler Achse.

[0017] In der Figur 1 ist das Prinzip des Kugelschleifens auf Maschinen mit vertikaler Antriebsachse veranschaulicht. Die Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung die Vorrichtung zum Kugelschleifen in einer Draufsicht und in einer Seitenansicht. Dabei ist eine feststehende Führungsscheibe 1 vorzugsweise aus Stahlguss vorgesehen. Die Führungsscheibe 1 weist an ihrer Unterseite umlaufende Führungsrillen auf, in denen eine Vielzahl von zu schleifenden Kugeln 2 geführt werden. Von der Unterseite her ist ein Trageteller 3 mit einem darauf angeordneten Schleifbelag 3a vorgesehen, der durch eine Antriebswelle in Rotation zu versetzen ist. Ein Kugelein- und -austritt 4 ist zum Laden und Entladen der Vorrichtung vorgesehen.

[0018] Die Figur 2 zeigt eine Schleifmaschine ähnlich derjenigen, die in der Figur 1 dargestellt wurde. Bei dieser Schleifmaschine ist die feststehende Führungsplatte 1 ebenfalls mit einem Schleifbelag 1a versehen, der dem Schleifbelag 3a der rotierenden Trageplatte 3 gegenüber angeordnet ist. Die zu schleifenden Kugeln 2 sind zwischen den beiden Schleifscheiben 1a und 3a angeordnet.

[0019] Zum Schleifen wird in beiden Ausführungsformen von der Oberseite her ein Druck P auf die feststehende Führungsscheibe 1 ausgeübt. Die Trageplatte 3 wird durch einen Antrieb in Rotation versetzt, so dass die Kugeln 2 sich in den Führungsrillen abwälzen. Die Geschwindigkeitsunterschiede in den verschiedenen Bereichen der Führungsrillen bewirken eine Relativbewegung des Schleifbelags zu der Oberfläche der Keramikkugel. Das in dem Schleifbelag befindliche Schleifkorn führt dann zu einer Abrasion der Oberfläche der Kugel und damit zu einer Verbesserung der Oberflächenqualität und der Kugelform.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren kann dabei sowohl auf einer Kugelschleifmaschine mit vertikaler Antriebswelle als auch auf einer Kugelschleifmaschine mit horizontaler Antriebswelle ausgeführt werden.

[0021] Während des Schleifvorgangs wird als Kühlschmierstoff ein Honöl zugegeben, welches zum einen das Schleifkorn und die keramische Kugel umspült und welches zum anderen auch aus der Oberfläche der Schleifscheiben ausgebrochene Schleifkörner, Bindungspartikel und Kugelabschliff weg transportiert, so dass letztere nicht an der Kugeloberfläche anhaften und den Schleifprozess negativ beeinflussen können.

[0022] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielten Ergebnisse sollen nachfolgend anhand von drei Versuchsbeispielen beschrieben werden.

[0023] Bei den Versuchen 1-3 wurde eine Schleifscheibe mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 4 mm verwendet. Die Schleifscheibe wurde aufgekittet auf einen Trageteller aus Stahl. Als Kühlschmierstoff wurde das Hohnöl EMOL®-O-HON 920 NV des Herstellers ML Lubrication GmbH zugegeben. Die Druckplatte bestand aus Stahl und wies fünf umlaufende Rillen auf. Das Schleifen erfolgte ohne Magazin auf einer Schleifmaschine mit vertikaler Achse.

Versuch 1:

[0024] Kugeln aus Zirkonoxid (ZrO_2) in runder Form mit einem Ausgangsmaß von 5,96 mm bis 6,03 mm wurden bearbeitet. In einer Charge befanden sich etwa 140 Kugeln. Das erzielte Endmaß betrug 5,50 mm. Der Abtrag betrug 504 µm bei einer Schleifzeit von 4 Stunden. Die Abtragsleistung betrug folglich etwa 125 µm pro Stunde. Die Tiefe der Rillen in der Schleifscheibe nach Beendigung des Versuchs betrug 0,5 mm.

Versuch 2:

[0025] Kugeln aus ZrO_2 in Tonnenform mit einem Ausgangsmaß von 5,72 mm x 5,25 mm wurden bearbeitet. Insgesamt umfasste die Charge 300 Rohlinge. Das Endmaß betrug 5,15 mm. Der mittlere Abtrag betrug 570 µm bei einer Schleifzeit von 3,75 Stunden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Abtragsleistung von 152 µm pro Stunde. Die Rillentiefe in der Schleifscheibe nach Beendigung des Versuchs betrug 0,94 mm.

Versuch 3:

[0026] Kugeln aus Siliziumnitrid (Si_3N_4) mit einem Ausgangsmaß von 5,34 mm wurden bearbeitet. Es befanden sich 300 Rohlinge in einer Charge. Das Endmaß betrug 5,16 mm. Der durchschnittliche Abtrag betrug 180 µm bei einer Schleifzeit von 3,5 Stunden.

[0027] Die durchschnittliche Abtragsleistung betrug 51 µm pro Stunde. Die Rillentiefe in der Schleifscheibe nach Beendigung des Versuchs betrug 1,10 mm.

[0028] Die angegebenen Rillentiefen sind auf die gleiche Schleifscheibe bezogen, da die gleiche Scheibe bei allen drei Versuchen nacheinander verwendet wurde. Der Versuch 2 begann folglich bereits mit einer Rillentiefe von 0,5 mm, während der Versuch 3 bereits mit einer Rillentiefe von 0,94 mm begann. Die Rillentiefe hat sich deshalb beispielsweise im Versuch 3 nur um 0,16 mm vergrößert.

Versuch 4:

[0029] Kugeln aus Siliziumnitrit (Si_3N_4) mit einem Ausgangsdurchmesser von 6,12 mm wurden bearbeitet. Es wurden in einem Versuch insgesamt 340 Stück bearbeitet. Die Schleifzeit betrug 9 Stunden. Der erreichte Enddurchmesser betrug 5,956 mm. Dies entspricht einem Abtrag von bis zu 120 μm in 9 Stunden. Die erzielte Oberflächenrauheit Ra liegt bei 0,05 μm bis 0,06 μm.

[0030] Die Versuche zeigen, dass auch bei geringer Rillentiefe bereits eine gute Abtragsleistung erzielt wird. Normalerweise beginnt der Abtrag beim Kugelschleifen erst bei Rillentiefen von etwa 20 % des Kugeldurchmessers. Üblicherweise ist auch bei geringen Rillentiefen wie bei den vorliegenden drei Versuchen die Kugelgeometrie relativ schlecht. Die Ergebnisse der drei Versuche zeigen aber, dass bereits bei der sehr geringen Tiefe der Rillen in der Schleifscheibe ein sehr hoher Abtrag, eine gute Rundheit und eine ausgezeichnete Durchmesserstreuung erzielt werden konnte. Der Verschleiß der Schleifscheibe ist im Vergleich mit den hohen Abtragswerten sehr gering. Bemerkenswert ist, dass sich die länglichen, tonnenförmigen Rohlinge im Versuch 2 ebenso gut bearbeiten ließen wie runde Kugelrohlinge.

[0031] Die gute Abtragsleistung und der geringe Verschleiß der Schleifscheibe bzw. des auf die Trageplatte aufgekitteten Schleifbelags sind auf die Kunstharzbindung des Schleifkorns zurückzuführen. Bei dieser Bindung wird im Gegensatz zu der elektrolytischen Bindung im Stand der Technik eine geringfügige elastische Bewegung des Schleifkorns in der Bindungsmatrix gewährleistet. Durch diese Elastizität kann das Schleifkorn bei Spitzenbelastungen, wie sie durch die ausgesprochen harten keramischen Kugeln auftreten können, im mikroskopischen Bereich ausweichen. Die Standzeit der Schleifscheibe erhöht sich dadurch erheblich. Die Abtragsleistung wird ebenfalls verbessert, weil die Kugeln während des Schleifvorgangs in der Schleifscheibe Rillen ausbilden. Die Tiefe der Rillen ist relativ gering. Sie ist aber größer als bei elektrolytisch gebundenen Schleifscheiben, die praktisch keine Rillen ausbilden können.

[0032] Schließlich ist bei elektrolytisch gebundenem Diamantschleifkorn auf einer metallischen Trägerplatte zu erwarten, dass eine Beschädigung der Bindung zu einem Ausbrechen ganzer Bereiche der Bindung und damit zum Ausfall der Schleifscheibe führt, was bei einer Schleifscheibe in Kunstharzbindung, bedingt durch ihren Selbstschärfmechanismus, nicht der Fall ist. Im Ergebnis waren die geschliffenen Kugeln von der Rundheit und der Durchmesserstreuung her gut. Die Abtragsleistung liegt um mindestens eine Größenordnung über den Abtragsleistungen bei bekannten Verfahren. Die Oberflächenrauhigkeit wurde nur in einem Fall untersucht. Hier kann vorgesehen sein, dass nach dem Grob- und Feinschleifen noch ein Läppen vorzusehen ist.

[0033] Das neuartige Verfahren und die neuartige Vorrichtung zum Schleifen von keramischen Kugeln ermöglichen nicht nur hohe Abtragsleistungen bei guten Schleifergebnissen, sondern auch eine Verwendung von Schleifmaschinen, die den modernen rationellen Methoden zugänglich sind. So ist zum Beispiel die Verwendung von Magazinen für die Kugelzuführung möglich. Der Einsatz von Kühlschmierstoffen bewirkt die technologische Beherrschbarkeit der Schleifprozesse und erlaubt das Zuschalten entsprechender Filtereinrichtungen, wodurch das Verfahren äußerst umweltfreundlich gestaltet werden kann. Auch die Reinigung der Kugeln nach dem Schleifen ist besonders einfach und kann in konventionellen Kugelwaschmaschinen durchgeführt werden, da sich nicht die für das Läppen typischen Anhaftungen der Schleifpaste ausbilden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen von Kugeln aus keramischen Materialien wie zum Beispiel Oxidkeramik, Carbiden, Siliziumnitrid, Edel- und Halbedeisteinen und/oder Glas in einer Kugelschleifmaschine, wobei das Schleifen mit einer Schleifscheibe (3a) mit Schleifkorn in Kunstharzbindung erfolgt,
   dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn zu mehr als 50 % aus Diamant und zu weniger als 5 % aus Cr_2O_3 besteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifkorn zu mehr als 90% aus Diamant besteht.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schleifkorn zu 100% aus Diamant besteht.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunstharzbindung eine heiß gepresste Phenolharz- bzw. Polyimidbindung ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Führungsscheibe (1) eine Stahlbzw. Gussscheibe verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleifscheibe (3a) eine Körnung von D181 bis D2 aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheibe (3a) auf einem Trageteller (3) befestigt ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kühlschmierstoff ein Honöl bzw. eine Schleifemulsion zugegeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Schleifscheiben (3a, 1a) im Stone-to-Stone-Verfahren verwendet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Schleifscheiben (3a, 1a) im wesentlichen baugleich sind.

11. Vorrichtung zum Schleifen von Kugeln aus keramischen Materialien wie zum Beispiel Oxidkeramik, Carbiden, Siliziumnitrid, Edel- und Halbedeisteinen und/oder Glas mit einer Schleifscheibe mit gebundenem Diamantschleifkorn, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheibe (3a) eine Kunstharzbindung, insbesondere eine heiß gepresste Phenolharzbindung aufweist, wobei das Schleifkorn zu mehr als 50 % aus Diamant und zu weniger als 5 % aus Cr_2O_3 besteht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheibe (3a) auf einem Trageteller (3) befestigt ist.

13. Verwendung einer Schleifscheibe (3a) mit Diamantschleifkorn in Kunstharzbindung zum Schleifen von Kugeln aus keramischen Materialien wie zum Beispiel Oxidkeramik, Carbiden, Siliziumnitrid, Edel- und Halbedelsteinen und/oder Glas, wobei das Schleifkorn zu mehr als 50 % aus Diamant und zu weniger als 5 % aus Cr_2O_3 besteht.

Claims

1. Method for grinding spheres made from ceramic materials such as oxide ceramics, carbides, silicone nitride, precious and semi-precious stones and/or glass in a sphere grinder, wherein the grinding is carried out by means of a grinding wheel (3a) with an abrasive grain bound in a synthetic resin, **characterised in that** more than 50% of the abrasive grain consists of diamond and less than 5% of the abrasive grain consists of Cr_2O_3.

2. Method according to Claim 1, **characterised in that** more than 90% of the abrasive grain consists of diamond.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** 100% of the abrasive grain consists of diamond.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the synthetic resin bond is a hot-pressed phenolic resin bond or a polyimide bond.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** a steel disc or cast iron disc is used as a guide washer (1).

6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the grinding wheel (3a) features a grain size between D181 and D2.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the grinding wheel (3a) is mounted on a support plate (3).

8. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** a honing oil or grinding emulsion is added as a cutting fluid.

9. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** two grinding wheels (3a, 1 a) are used in the stone-to-stone method.

10. Method according to Claim 9, **characterised in that** both of the grinding wheels (3a, 1 a) are essentially structurally identical.

11. Device for grinding spheres made from ceramic materials such as oxide ceramics, carbides, silicone nitride, precious and semi-precious stones and/or glass featuring a grinding wheel with bound diamond abrasive grain, **characterised in that** the grinding wheel (3a) features a synthetic resin bond, in particular a hot-pressed phenolic resin bond, wherein more than 50% of the abrasive grain consists of diamond and less than 5% of the abrasive grain consists of Cr_2O_3.

12. Device according to Claim 11, **characterised in that** the grinding wheel (3a) is mounted on a support plate (3).

13. Use of a grinding wheel (3a) with a diamond abrasive grain bound in a synthetic resin for grinding spheres made from ceramic materials such as oxide ceramics, carbides, silicone nitride, precious and semi-precious stones and/or glass, wherein more than 50% of the abrasive grain consists of diamond and less than 5% of the abrasive grain consists of Cr_2O_3.

Revendications

1. Procédé pour rectifier des sphères en céramique, se composant par exemple d'oxyde céramique, de carbures, de nitrure de silicium, de pierres précieuses et semi-précieuses et/ou de verre, dans une rectifieuse à sphères, où la rectification est effectuée avec une meule (3a) à grains abrasifs dans un liant à base de résine synthétique, **caractérisé en ce que** le grain abrasif se compose au minimum de 50 % de diamant et au maximum de 5 % de Cr_2O_3.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le grain abrasif se compose au minimum de 90 % de diamant.

3. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le grain abrasif se compose à 100 % de diamant.

4. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liant à base de résine synthétique est un liant à base de résines phénoliques et polyimides pressées à chaud.

5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un disque d'acier ou un disque de fonte est utilisé en tant que disque de guidage (1).

6. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la meule (3a) présente un grain allant de D181 à D2.

7. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la meule (3a) est fixée sur un plateau de support (3).

8. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une huile de honage ou une émulsion de meulage est ajoutée en tant que lubrifiant refroidisseur.

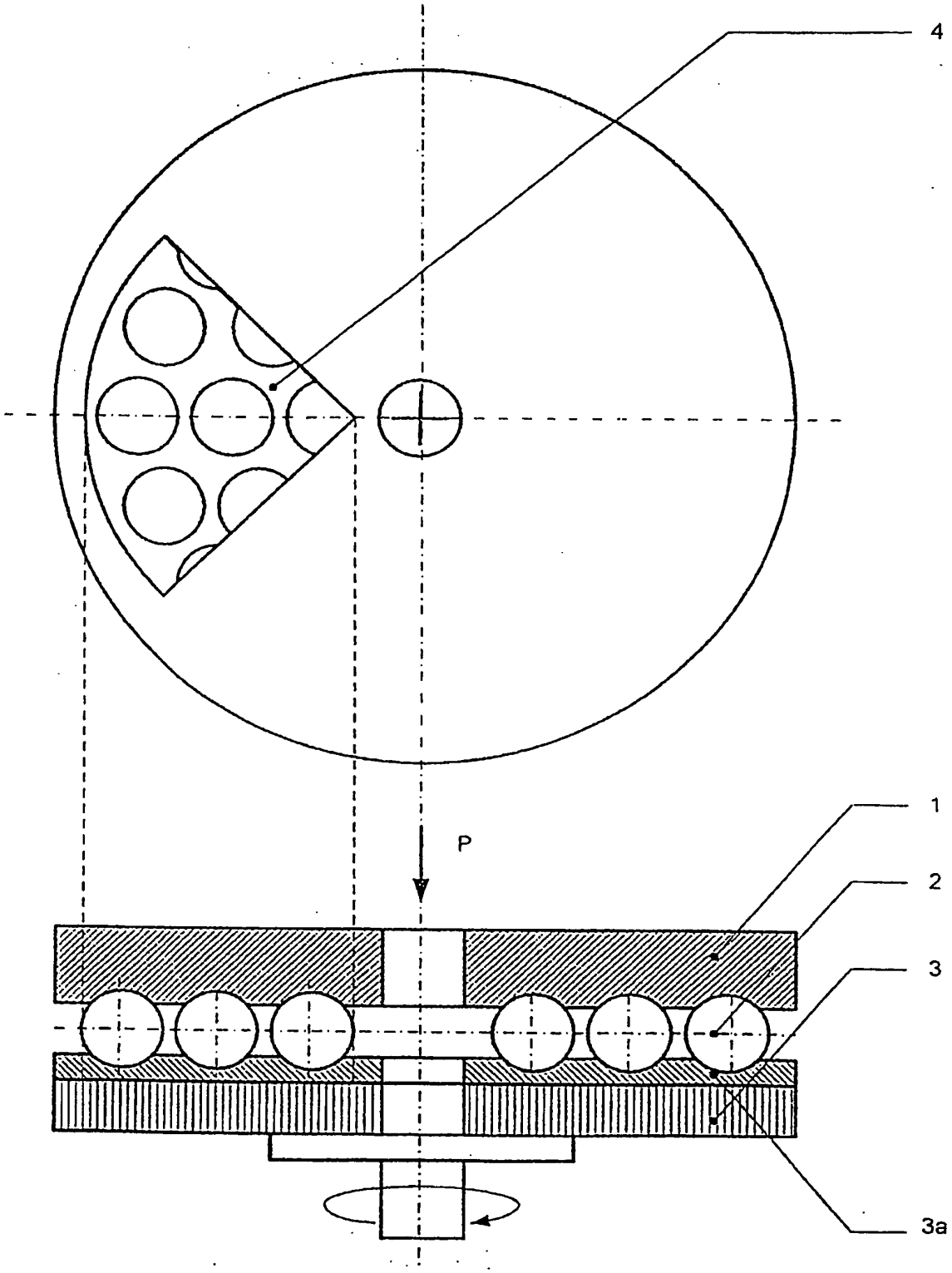
9. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux meules (3a, 1a) sont utilisées en un procédé « Stone-to-Stone ».

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les deux meules (3a, 1 a) sont essentiellement de construction identique.

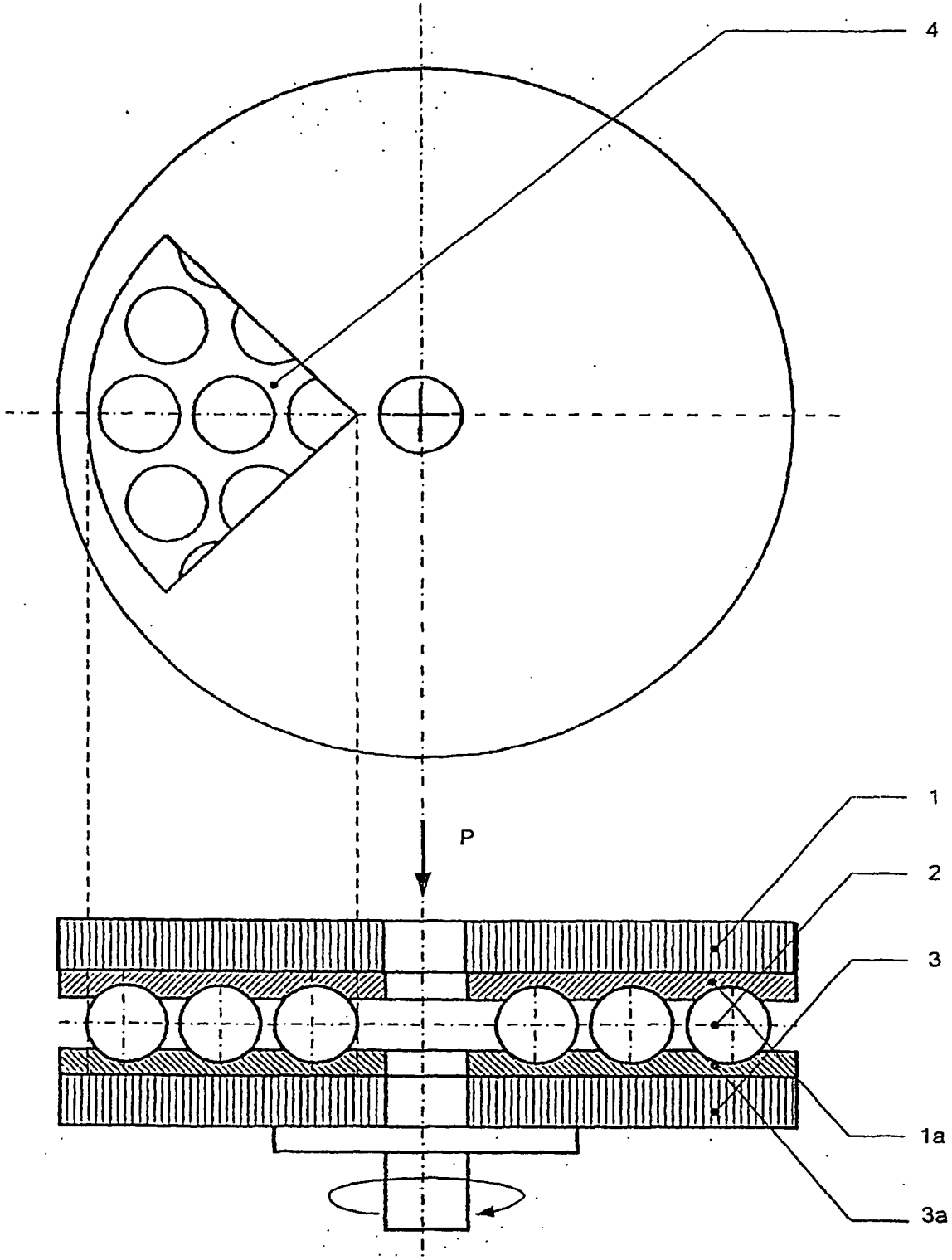
11. Dispositif pour rectifier des sphères en céramique, se composant par exemple d'oxyde céramique, de carbures, de nitrure de silicium, de pierres précieuses et semi-précieuses et/ou de verre, avec une meule avec des grains abrasifs diamantés liés, **caractérisé en ce que** la meule (3a) présente un liant à base de résine synthétique, en particulier un liant à base de résines phénoliques pressées à chaud, où le grain abrasif se compose au minimum de 50 % de diamant et au maximum de 5 % de Cr_2O_3.

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la meule (3a) est fixée sur un plateau de support (3).

13. Utilisation d'une meule (3a) avec des grains abrasifs diamantés dans un liant à base de résine synthétique pour la rectification de sphères en céramique se composant par exemple d'oxyde céramique, de carbures, de nitrure de silicium, de pierres précieuses et semi-précieuses et/ou de verre, où le grain abrasif se compose au minimum de 50 % de diamant et au maximum de 5 % de Cr_2O_3.



Figur 1



Figur 2

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

- US 6171179 B1 **[0005]**
- JP 05042467 A **[0006]**