



(11) **EP 1 618 992 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.2008 Patentblatt 2008/42

(51) Int Cl.:
B24C 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04017330.4**

(22) Anmeldetag: **22.07.2004**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Schleifen und/oder Polieren von Oberflächen**

Device and process for grinding and/or polishing surfaces

Dispositif et procédé de meulage et/ou polissage de surfaces

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.01.2006 Patentblatt 2006/04

(73) Patentinhaber: **FISBA OPTIK AG**
9016 St. Gallen (CH)

(72) Erfinder:
• **Fähnle, Oliver, Dr.**
9000 St. Gallen (CH)

• **Wons, Torsten**
9450 Altstätten (CH)
• **Messelink, Wilhelmus**
9000 St. Gallen (CH)

(74) Vertreter: **Müller, Christoph Emanuel et al**
Hepp, Wenger & Ryffel AG
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 10 113 599 **GB-A- 225 639**
US-A- 5 372 634 **US-A- 5 384 989**
US-A- 5 700 181 **US-A1- 2002 132 568**

EP 1 618 992 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abtragen von Material beim Schleifen und/oder Polieren von Oberflächen von Werkstücken gemäss den unabhängigen Patentansprüchen.

[0002] Es ist bekannt, Oberflächen mit Abrasivmittel-Teilchen, die in einer Flüssigkeit gefördert werden, zu Schleifen oder zu Polieren. Das hat den Vorteil, dass auf ein Schleifwerkzeug verzichtet werden kann.

[0003] Die Abtragsrate hängt einerseits von der Grösse der Abrasivmittel-Teilchen im Strahl ab, und andererseits von der Energie und dadurch von der Geschwindigkeit der Partikel zum Zeitpunkt, wenn sie auf die Oberfläche prallen. Als Abtragsrate wird die Menge des abgetragenen Materials pro Zeit bezeichnet.

[0004] Aus US 5 700 181 sind beispielsweise ein Verfahren zum Schleifen und eine Düse zum Beschleunigen der Abrasiv-Flüssigkeit bekannt. Die Abrasiv-Flüssigkeit wird unter hohem Druck in die Düse gefördert und von dort auf die Oberfläche beschleunigt. Die Beschleunigung findet einerseits in der Düse, andererseits im Spalt zwischen der Düse und dem Werkstück statt.

[0005] Ein ähnliches Verfahren ist aus EP 1 409 199 bekannt. Statt einer Düse wird ein Werkzeug mit einem breiten Auslass verwendet. Die Beschleunigung der Abrasivmittel-Teilchen findet im Spalt zwischen dem Auslass und der Oberfläche statt.

[0006] Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, dass die Oberflächenqualität nicht immer befriedigend ist. Die Oberflächenqualität hängt von der Rauheit und der Sauberkeit der Oberfläche ab (ISO Norm 10110). Als Rauheit wird die mittlere Abweichung der Oberflächenhöhe pro Fläche definiert. Die Sauberkeit ergibt sich aus der Anzahl der Fremdstoffe pro Fläche.

[0007] Besonders bei optischen Elementen, wo äusserste Genauigkeit gefordert wird, ist das Erreichen von guter Oberflächenqualität wichtig.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden, also insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schleifen bzw. Polieren von Oberflächen mit homogenen Schleifbildern zu schaffen. Die Erfindung zielt insbesondere auf das Optimieren der Oberflächenqualität von optischen Bauteilen ab.

[0009] Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung und mit einem Verfahren zum Abtragen von Material beim Schleifen bzw. Polieren von Oberflächen gemäss den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Überraschend hat sich gezeigt, dass durch das Entziehen von Luft aus der Abrasiv-Flüssigkeit homogenere Schleifbilder erreicht werden können.

[0010] Die Vorrichtung zum Abtragen von Material einer Oberfläche eines Werkstücks beim Schleifen bzw. Polieren der Oberfläche mittels Abrasivmittel-Teilchen, die von einer Flüssigkeit gefördert werden, enthält eine Einrichtung zum Einstellen, insbesondere zum Entziehen, des Gasanteils aus der Flüssigkeit.

[0011] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass sich durch Reduktion von Gaseinschlüssen in der Abrasiv-Flüssigkeit wesentlich homogenere Oberflächen mit höherer Qualität beim Schleifen oder Polieren erreichen lassen. Vor allem optische Oberflächen lassen sich auf diese Weise wesentlich verbessern.

[0012] Dieses Gas ist hauptsächlich Luft, weil Luft in natürlicher Weise in Flüssigkeiten enthalten ist. Die Erfindung bezieht sich aber auch auf andere Gase, z.B. CO₂ oder Sauerstoff, die in Flüssigkeiten gebunden, gelöst bzw. gemischt sein können.

[0013] Die Einrichtung zum Entziehen des Gases aus der Flüssigkeit kann unterschiedliche Ausführungen haben. Beispielsweise kann das Gas der Flüssigkeit entzogen werden, indem diese in Vibrationen versetzt wird. Dies kann durch eine mechanische Vibrationseinheit oder auch durch das Erzeugen von Ultraschallschwingungen in der Flüssigkeit erreicht werden.

[0014] Der Gasgehalt in der Flüssigkeit kann auch reduziert werden, indem die Flüssigkeit erwärmt wird oder indem Druck auf die Flüssigkeit ausgeübt wird. Auch eine Membranentgasung mit oder ohne Hilfe eines Unterdrucks kann eingesetzt werden. Bei einer Membranentgasung wird das Gas der Flüssigkeit durch eine Membran entzogen, welche gas- aber nicht flüssigkeitsdurchlässig ist. Membranentgasungen werden beispielsweise in der Turbinenindustrie oder beim Tintenstrahl-Druckverfahren eingesetzt.

[0015] Ebenfalls vorteilhaft kann chemisches Entgasen sein, z.B. durch Anregen einer chemischen Reaktion mit dem in der Flüssigkeit gebundenen Gas. Weitere Möglichkeiten zum Entziehen von Gas aus der Förderflüssigkeit sind dem Fachmann bekannt und ebenfalls im Rahmen der Erfindung anwendbar.

[0016] All diese Möglichkeiten können beliebig miteinander kombiniert werden. Es ist vorteilhaft, mehrere Einrichtungen zum Entziehen des Gases aus der Flüssigkeit zu verwenden, um einen möglichst vollständigen Entzug zu erreichen. Dadurch findet das Schleifen bzw. Polieren homogener statt und die Oberflächenqualität wird besser.

[0017] Die Einrichtungen zum Entziehen des Gases können an verschiedenen Orten der Vorrichtung eingesetzt werden. Bevorzugt findet das Entziehen des Gases in oder an einem Vorratstank für die Flüssigkeit statt. Die Einrichtung zum Entziehen von Gas kann aber auch in oder an einer Förderpumpe oder Förderleitung für das Fördern des Gases angeordnet oder damit verbunden und als separates Element angeordnet sein.

[0018] Das Gas wird vorzugsweise so weit entzogen, dass der Gasanteil in der Abrasiv-Flüssigkeit auf unter 5%, vorzugsweise unter 1% des Volumens reduziert wird.

[0019] Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist bevorzugt zum Erzeugen eines Förderdrucks von weniger als 100 bar, besonders bevorzugt von weniger als 50 bar oder sogar weniger als 20 bar ausgelegt. Im Vergleich zu Hochdruck-Anordnungen wird so beim Fördern Ener-

gie gespart, was sich sowohl ökonomisch als auch ökologisch günstig auswirkt. Eine Reduktion des Förderdrucks lässt sich durch entsprechende, geeignete Anordnungen zum Beschleunigen der Abrasiv-Flüssigkeit erzielen. So kann beispielsweise eine Anordnung zum Beschleunigen der Abrasiv-Flüssigkeit vorgesehen werden, in welcher die Abrasiv-Flüssigkeit vorteilhaft auf eine Geschwindigkeit von über 20 m/s beschleunigt wird. Dadurch erhalten die Abrasivmittel-Teilchen die notwendige Energie, damit Material abgetragen wird. Die Energie der Teilchen wächst quadratisch mit der Geschwindigkeit des Strahls an. Die Aufprallenergie der Abrasivmittel-Teilchen ist aufgrund des Gasentzugs homogener.

[0020] Die Beschleunigungsanordnung kann beispielsweise eine oder mehrere Düsen aufweisen.

[0021] Die Anordnung zum Beschleunigen der Abrasiv-Flüssigkeit kann auch eine Anordnung zum Einstellen des Abstands zwischen mindestens einer Austrittsöffnung der Flüssigkeit und der Oberfläche enthalten. Die Beschleunigung ist dann zwischen der mindestens einen Austrittsöffnung und der Oberfläche in Abhängigkeit des Querschnitts einer Flüssigkeitszufuhr-Öffnung und dem Querschnitt des Spalts zwischen der Oberfläche und der mindestens einen Austrittsöffnung einstellbar. Je kleiner der Spalt im Vergleich zum Querschnitt der Flüssigkeitszufuhr-Öffnung ist, desto stärker ist die Beschleunigung der Abrasiv-Flüssigkeit. Beispielsweise könnte die Anordnung gemäss EP 1 409 199 gestaltet sein.

[0022] Die Abrasivmittel-Teilchen haben vorzugsweise einen durchschnittlichen Korndurchmesser von unter 50 µm, vorzugsweise 1 bis 10 µm. Die Korngrösse variiert aber je nach Anwendung.

[0023] Die Förderflüssigkeit ist bevorzugt vorwiegend Wasser. Andere bekannte Flüssigkeiten liegen aber ebenfalls im Rahmen der Erfindung. Beispielsweise könnten Flüssigkeiten auf Öl- oder Alkoholbasis verwendet werden.

[0024] Weiter ist es denkbar, eine Anordnung zum Regeln des Gasentzugs vorzusehen. Beispielsweise könnte der Gasanteil in der Flüssigkeit laufend gemessen und die Intensität des Gasentzugs dementsprechend eingestellt werden. Der Gasanteil in der Flüssigkeit kann beispielsweise über die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt werden.

[0025] Beim Verfahren zum Abtragen von Material einer Oberfläche eines Werkstücks zum Schleifen bzw. Polieren der Oberfläche mit Abrasivmittel-Teilchen, die von einer Flüssigkeit gefördert werden, wird die Oberflächenbeschaffenheit durch den Entzug von Gas aus der Abrasiv-Flüssigkeit verbessert. Üblicherweise ist das Gas Luft, aber auch andere Gase sind denkbar.

[0026] Es ist ein Vorteil des Verfahrens, dass die Oberflächenqualität eines Werkstücks auf einfache Weise deutlich verbessert werden kann. Insbesondere im Bereich der Optik sind äusserst glatte und saubere Oberflächen von grösster Wichtigkeit. Die Oberflächenqualität kann ausserdem ohne wesentlichen zusätzlichen Kostenaufwand verbessert werden.

[0027] Besonders vorteilhaft wird das Gas in der Flüssigkeit auf einen Anteil von unter 5%, vorzugsweise unter 1% des Volumens reduziert.

[0028] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen Vorrichtung in einer ersten Ausführungsform, und
Figur 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen Vorrichtung in einer zweiten Ausführungsform.

[0029] In einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung 1 wird das Werkstück 2 mit einer Halterung 8 in einem geschlossenen Behälter 11 gehalten. Die Halterung 8 ist entlang einer horizontalen Achse verschiebbar und um eine vertikale Achse drehbar. Dies ist mit den Pfeilen B angedeutet.

[0030] Die Oberfläche S, welche geschliffen und poliert werden soll, befindet sich auf der Oberseite des Werkstücks 2.

[0031] In einem Flüssigkeitstank 12 befindet sich die Flüssigkeit 3, in diesem Beispiel Wasser. Dem Wasser 3 sind Abrasivmittel-Teilchen 5 in einer Konzentration von 10 % des Gewichts zugegeben. Als Abrasivmittel-Teilchen 5 werden Teilchen aus Silizium-Karbid mit einer durchschnittlichen Korngrösse von 7 µm eingesetzt. Die Abrasiv-Flüssigkeit 3 wird mit einer Pumpe 7 in Richtung der Pfeile 6 durch die Förderleitung 10 gefördert. Der Förderdruck beträgt 12 bar.

[0032] Die Förderleitung 10 führt in den Innenraum des Behälters 11. Dort wird das Wasser 3 in einer mit einer Düse 9 auf ca. 40 m/s beschleunigt. Die Düse 9 ist auf die Oberfläche S gerichtet, die mit der Haltevorrichtung 8 darunter bewegt wird.

[0033] Das verwendete Wasser 3 wird über einen Abfluss 13 wieder in den Tank 12 geführt. Die Abrasivmittel-Teilchen 5 befinden sich also in einem geschlossenen Kreislauf, welcher mit den Pfeilen 6 angedeutet ist. Dadurch wird der Materialverbrauch wesentlich reduziert.

[0034] Damit das Wasser 3 möglichst wenig Gaseinschlüsse, insbesondere Luft, aufweist, wird es mit einer Heizung 4 erwärmt. Da die Löslichkeit von Luft im Wasser mit zunehmender Temperatur sinkt, bilden sich Luftbläschen, die aufsteigen und das Wasser verlassen. Geeignet ist eine Wassertemperatur von 70 °C. Wenn empfindliche Werkstücke, z.B. optische Werkstücke aus Glas, bearbeitet werden, wird das Wasser vorteilhaft vor der Düse 9 wieder auf Raumtemperatur abgekühlt. Dadurch werden Spannungen im Werkstück vermieden, die zu Verformungen oder Rissen führen könnten. Zum Abkühlen wird beispielsweise ein Kühlelement, das mit einer durchlaufenden Kühlflüssigkeit gekühlt wird, um die Leitung 10 gelegt.

[0035] Eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung 1 ist in Figur 2 dargestellt.

Wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 befindet sich die Abrasiv-Flüssigkeit 3 auch bei dieser Ausführungsform in einem geschlossenen Kreislauf, der durch die Pfeile 6 angedeutet ist. Die verwendete Flüssigkeit 3 ist wiederum Wasser.

[0036] Zur Beschleunigung des Wassers 3 auf die Oberfläche S des Werkstücks 2 wird in diesem Beispiel keine Düse 9 (Figur 1) verwendet. Statt dessen tritt die Abrasiv-Flüssigkeit 3 durch einen Förderkopf 14 aus. Die Beschleunigung des Wassers 3 findet im Spalt 15 statt, der zwischen dem Kopf 14 und der Oberfläche S gebildet wird. Zur Regulierung des Spalts 15 ist die Haltevorrichtung 8 wie mit den Pfeilen B angedeutet auch in eine vertikale Richtung verschiebbar. Die Beschleunigung ist umso grösser, je kleiner die Fläche des Spalts im Vergleich zur Querschnittsfläche der Förderleitung 10 ist. Das Verhältnis der Querschnittsfläche der Förderleitung zur Fläche des Spalts beträgt in diesem Beispiel 10 : 1.

[0037] Zum Entziehen von Gas aus dem Wasser 3 werden im Tank 12 Ultraschall-Wellen 17 erzeugt. Die Ultraschall-Quellen 16 sind an den Innenwänden des Tanks 12 befestigt. Das Gas wird durch die Ultraschall-Wellen 17 aus dem Wasser 3 verdrängt. Je nach Bauart wäre es auch möglich, die Quellen 16 auf der Aussen- seite des Tanks 12 zu befestigen. Dann würden der gesamte Tank 12 in Ultraschall-Schwingungen versetzt werden.

[0038] Selbstverständlich sind andere Ausführungsformen der Erfindung realisierbar. Die hier erwähnten Beispiele dienen nur zur Erläuterung und haben keine einschränkende Wirkung.

[0039] Die Luft lässt sich auch entziehen, wenn z.B. Ultraschall-Sender 16 mit der Leitung 10 oder der Pumpe 7 verbunden sind. Dann muss in der Leitung 10 eine Öffnung zum Entzug der vom Wasser getrennten Luft vorgesehen sein.

[0040] Auch durch Beigabe von Chemikalien in den Tank 12 lässt sich das Wasser entgasen. Da viele chemische Reaktionen bevorzugt bei erhöhter Temperatur stattfinden, ist die Beigabe insbesondere in einer Anordnung nach Figur 1 sinnvoll. Mit der Heizung 4 wird das Wasser auf eine Temperatur von 70 °C gebracht. Der Gesamtgehalt an Luft im Wasser kann somit auf ca. 1 % des Gesamtvolumens reduziert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Abtragen von Material einer Oberfläche (S) eines Werkstücks (2) beim Schleifen und/oder Polieren der Oberfläche (S) mittels Abrasivmittel-Teilchen (5), die von einer Flüssigkeit (3) gefördert werden, mit einer Anordnung (9; 14, 15) zum Beschleunigen eines Abrasiv-Flüssigkeits-Strahls (3) auf die Oberfläche (s), **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung (4; 16, 17) zum Einstellen des Gasanteils in der Flüssigkeit (3), insbesondere Entziehen von Gas (4), ins-

besondere Luft, aus der Flüssigkeit (3).

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (4; 16, 17) zum Entziehen des Gases (4) aus der Flüssigkeit (3) mit einem Tank (12) für die Flüssigkeit (3), mit einer Pumpe (7) zum Fördern der Flüssigkeit (3) und/oder mit einer Förderleitung (10) für die Flüssigkeit (3) verbunden ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (4; 16, 17) zum Entziehen von Gas (4) eine Vibrationseinrichtung (16, 17), eine Pumpanordnung, eine Erwärmungsanordnung (4) und/oder chemische Mittel umfasst.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) zum Erzeugen eines Förderdrucks von weniger als 100 bar, vorzugsweise weniger als 50 bar, ausgelegt ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrasiv-Flüssigkeit (3) auf eine Geschwindigkeit von über 20 m/s beschleunigbar ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (9; 14, 15) zum Beschleunigen mindestens eine Düse (9) aufweist.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (9; 14, 16) zum Beschleunigen des Abrasiv-Flüssigkeits-Strahls (3) eine Anordnung (B) zum Einstellen des Abstands zwischen mindestens einer Austrittsöffnung (14) der Flüssigkeit (3) und der Oberfläche (S) enthält und die Beschleunigung zwischen der mindestens einen Austrittsöffnung (14) und der Oberfläche (S) in Abhängigkeit von Querschnitt einer Flüssigkeitszufuhr-Öffnung und dem Querschnitt des Spalts (15) zwischen der Oberfläche und der mindestens einen Austrittsöffnung (14) einstellbar ist.
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) zur Verwendung von Abrasivmittel-Teilchen (5) mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von 5 bis 50 µm ausgelegt ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkeit (3) vorwiegend Wasser ist.
10. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vor-

richtung (1) zum Entziehen des Gases (4) auf einen Gasgehalt von unter 5%, vorzugsweise unter 1% des Volumens ausgelegt ist.

11. Verfahren zum Abtragen von Material einer Oberfläche (S) eines Werkstücks (2) zum Schleifen und/oder Polieren der Oberfläche (S) mit Abrasivmittel-Teilchen (5), die von einem Flüssigkeitsstrahl (3) gefördert werden, welcher auf die Oberfläche (S) beschleunigt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass der Gasanteil in der Flüssigkeit eingestellt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abrasiv-Flüssigkeit (3) Gas (4), insbesondere Luft, entzogen wird und/oder dass eine Flüssigkeit (3) mit einem reduzierten Gasanteil verwendet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas (4) auf einen Anteil von unter 5%, vorzugsweise unter 1% des Volumens reduziert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Abrasivmittel-Teilchen (5) mit einem durchschnittlichen Korn-durchmesser von 5 bis 50 μm die Oberfläche (S) geschliffen und/oder poliert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Förderdruck der Abrasiv-Flüssigkeit (3) zum Schleifen und/oder Polieren bei unter 100 bar, vorzugsweise unter 50 bar, konstant gehalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Flüssigkeit (4) vorwiegend Wasser verwendet wird.
17. Verwendung einer Flüssigkeit (3) mit reduziertem Gasanteil, insbesondere mit einem Gasanteil von unter 5%, besonders vorteilhaft unter 1% des Volumens, als Abrasiv-Flüssigkeits-Strahl (3) mit Abrasivmittel-Teilchen (5), welcher auf eine Oberfläche (S) eines Werkstücks (2) beschleunigt wird, zur Erhöhung der Oberflächenqualität des Werkstücks (2).

Claims

1. Apparatus (1) for removing material from a surface (S) of a workpiece (2) during grinding and/or polishing of the surface (S) by means of abrasive particles (5) which are delivered by a liquid (3), with an arrangement (9; 14, 15) for accelerating an abrasive liquid jet (3) onto the surface (S), **characterized by**

a device (4, 16, 17) for setting the gas content in the liquid (3), in particular for removing gas (4), in particular air, from the liquid (3).

2. Apparatus (1) according to Claim 1, **characterized in that** the device (4, 16, 17) for removing the gas (4) from the liquid (3) is connected to a tank (12) for the liquid (3), to a pump (7) for delivering the liquid (3) and/or to a delivery line (10) for the liquid (3).
3. Apparatus (1) according to Claim 2, **characterized in that** the device (4; 16, 17) for removing gas (4) comprises a vibration device (16, 17), a pump arrangement, a heating arrangement (4) and/or chemical agents.
4. Apparatus (1) according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the apparatus (1) is designed to generate a delivery pressure of less than 100 bar, preferably less than 50 bar.
5. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the abrasive liquid (3) can be accelerated to a velocity of over 20 m/s.
6. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the acceleration arrangement (9; 14, 15) has at least one nozzle (9).
7. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the arrangement (9; 14, 15) for accelerating the abrasive liquid jet (3) includes an arrangement (B) for setting the distance between at least one outlet opening (14) for the liquid (3) and the surface (S), and the acceleration can be set between the at least one outlet opening (14) and the surface (S) as a function of the cross section of a liquid feed opening and the cross section of the gap (15) between the surface and the at least one outlet opening (14).
8. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the apparatus (1) is designed to use abrasive particles (5) with a mean grain diameter from 5 to 50 μm .
9. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the liquid (3) is predominantly water.
10. Apparatus (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the apparatus (1) is designed for removing gas (4) to a gas content of less than 5%, preferably less than 1% of the volume.
11. Process for removing material from a surface (S) of a workpiece (2) for grinding and/or polishing the surface (S) using abrasive particles (5) which are deliv-

ered by a liquid jet (3) that is accelerated onto the surface (S), **characterized in that** the gas content in the liquid is set.

12. Process according to Claim 11, **characterized in that** gas (4), in particular air, is removed from the abrasive liquid (3) and/or that a liquid (3) with a reduced gas content is used. 5
13. Process according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the gas (4) is reduced to a content of less than 5%, preferably less than 1% of the volume. 10
14. Process according to one of Claims 11 to 13, **characterized in that** the surface (S) is ground and/or polished with abrasive particles (5) with a mean grain diameter of from 5 to 50 μm . 15
15. Process according to one of Claims 11 to 14, **characterized in that** the delivery pressure of the abrasive liquid (3) is kept constant at less than 100 bar, in particular less than 50 bar, for grinding and/or polishing. 20
16. Process according to one of Claims 11 to 15, **characterized in that** the liquid (4) used is predominantly water. 25
17. Use of a liquid (3) with reduced gas content, in particular with a gas content of less than 5%, particularly advantageously of less than 1% of the volume, as an abrasive liquid jet (3) with abrasive particles (5), which is accelerated onto the surface (S) of a workpiece (2), to enhance the surface quality of the workpiece (2). 30

Revendications

1. Dispositif (1) d'enlèvement de matière d'une surface (S) d'une pièce (2) lors du meulage et/ou du polissage de la surface (S) au moyen de particules de substance abrasive (5) qui sont transportées par un liquide (3), comprenant un agencement (9 ; 14, 15) pour accélérer un jet de liquide abrasif (3) sur la surface (S), **caractérisé par** un appareil (4 ; 16, 17) pour ajuster la proportion de gaz dans le liquide (3), en particulier pour prélever du gaz (4), notamment de l'air, du liquide (3). 40
2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'appareil (4 ; 16, 17) pour prélever du gaz (4) du liquide (3) est connecté à un réservoir (12) pour le liquide (3), à une pompe (7) pour refouler le liquide (3) et/ou à une conduite de transport (10) pour le liquide (3). 45
3. Dispositif (1) selon la revendication 2, **caractérisé** 50

en ce que l'appareil (4 ; 16, 17) pour prélever du gaz (4) comprend un appareil vibrant (16, 17), un agencement de pompe, un agencement de chauffage (4) et/ou des moyens chimiques.

4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le dispositif (1) est conçu pour produire une pression de refoulement inférieure à 100 bars, de préférence inférieure à 50 bars. 5
5. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liquide abrasif (3) peut être accéléré à une vitesse supérieure à 20 m/s. 10
6. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement (9 ; 14, 15) pour l'accélération présente au moins une buse (9). 15
7. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement (9 ; 14, 16) pour l'accélération du jet de liquide abrasif (3) comprend un agencement (B) pour ajuster la distance entre au moins une ouverture de sortie (14) du liquide (3) et la surface (S), et l'accélération entre l'au moins une ouverture de sortie (14) et la surface (S) peut être ajustée en fonction de la section transversale d'une ouverture d'alimentation en liquide et de la section transversale de la fente (15) entre la surface et l'au moins une ouverture de sortie (14). 20
8. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif (1) est conçu pour l'utilisation de particules de substance abrasive (5) ayant un diamètre de particules moyen de 5 à 50 μm . 25
9. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liquide (3) est principalement de l'eau. 30
10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif (1) pour prélever du gaz (4) est conçu pour une teneur en gaz inférieure à 5 %, de préférence inférieure à 1 % du volume. 35
11. Procédé d'enlèvement de matière d'une surface (S) d'une pièce (2) pour meuler et/ou polir la surface (S) avec des particules de substance abrasive (5), qui sont transportées par un jet de liquide (3), qui est accéléré à la surface (S), **caractérisé en ce que** la proportion de gaz dans le liquide est ajustée. 40
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en** 45

ce que l'on extrait du liquide abrasif (3) du gaz (4), en particulier de l'air, et/ou **en ce que** l'on utilise un liquide (3) ayant une proportion de gaz réduite.

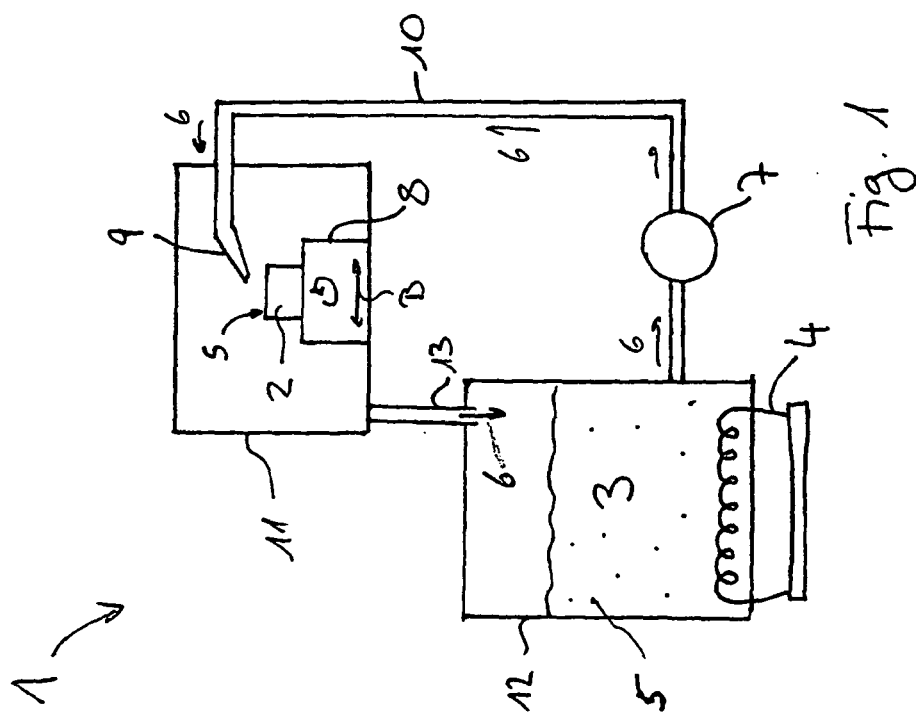
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caracté-** 5
risé en ce que le gaz (4) est réduit à une proportion inférieure à 5 %, de préférence inférieure à 1 % du volume.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** l'on meule et/ou 10
polit la surface (S) avec des particules de substance abrasive (5) ayant un diamètre de particules moyen de 5 à 50 μm . 15
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** la pression de re-
foulement du liquide abrasif (3) pour le meulage et/ou le polissage est maintenue constante en des- 20
sous de 100 bars, de préférence en dessous de 50 bars.
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme 25
liquide (4) principalement de l'eau.
17. Utilisation d'un liquide (3) ayant une proportion de gaz réduite, en particulier ayant une proportion de gaz inférieure à 5 %, particulièrement préférable- 30
ment inférieure à 1 % du volume, en tant que jet de liquide abrasif (3) avec des particules de substance abrasive (5), lequel est accéléré sur une surface (S) d'une pièce (2),
afin d'améliorer la qualité de la surface de la pièce 35
(2).

40

45

50

55



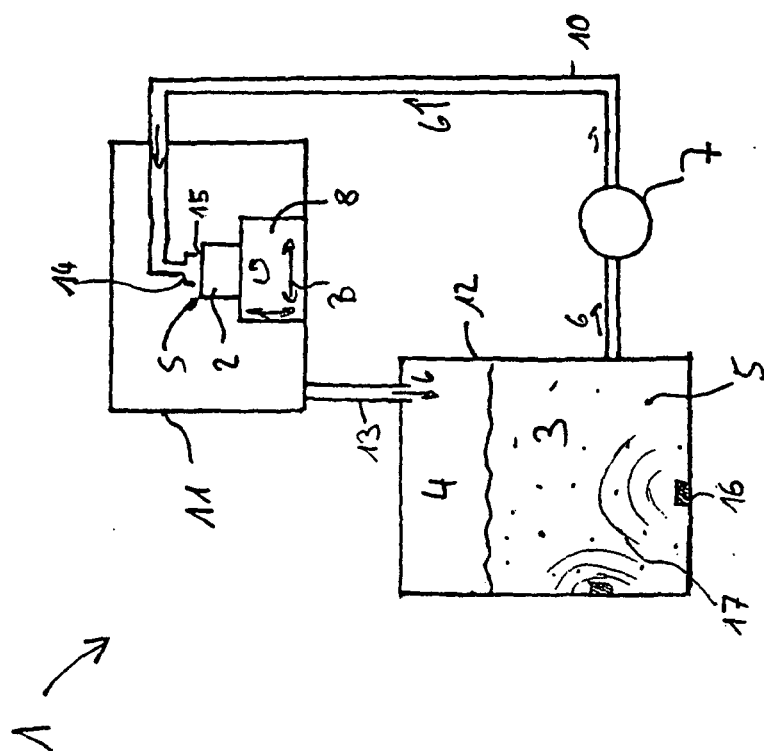


Fig. 2

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 5700181 A [0004]
- EP 1409199 A [0005] [0021]