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

(11) EP 0 633 827 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.10.1998 Patentblatt 1998/41

(21) Anmeldenummer: **93903235.5**

(22) Anmeldetag: **26.01.1993**

(51) Int. Cl.[6]: **B24B 33/08**, B24B 1/04, B06B 3/00

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/00169

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 93/19895 (14.10.1993 Gazette 1993/25)

(54) ULTRASCHALLERREGTES HONWERKZEUG UND VERFAHREN ZU SEINER NACHJUSTIERUNG

ULTRASONICALLY EXCITED HONING TOOL AND PROCESS FOR READJUSTING IT

OUTIL DE HONAGE EXCITE PAR ULTRASONS ET PROCEDE POUR SON RAJUSTAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **02.04.1992 DE 4210928**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.1995 Patentblatt 1995/03

(73) Patentinhaber:
Kopp Verfahrenstechnik GmbH
87474 Buchenberg (DE)

(72) Erfinder:
- **KOPP, Oswald**
  D-7440 Nürtingen 10 (DE)
- **FLORES, Gerhard**
  D-7302 Ostfildern 3 (DE)

(74) Vertreter:
Dreiss, Uwe, Prof. Dr. jur. Dipl.-Ing. M.Sc.
Patentanwälte
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker,
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 671 529 **DE-A- 3 919 895**

- **THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA Bd. 90, Nr. 6, 1991, NEW-YORK, US Seiten 2919 - 2923 , XP000244646 RAEL B. & AL. 'Dynamics of an ultrasonic bonding tool: A case study in p-version finite-element analysis.'**

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).

EP 0 633 827 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein ultraschallerregtes eigenfrequent schwingendes Honwerkzeug mit einer freien Länge, die gleich dem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge der Ultraschallschwingung ist, und mit einem Schneidmittelbelag, dessen Vorhaltekontur in Ruhestellung in Abweichung von der Arbeitskontur im erregten Arbeitszustand derart bestimmt ist, dass sich die Arbeitskontur bei Ultraschallerregung unter Berücksichtigung der Amplitude der radialen Schwingungskomponente aus der Vorhaltekontur ergibt.

Ein derartiges Honwerkzeug ist in der internationalen Anmeldung PCT/EP 91/02064 (EP-555285) beschrieben. Die Anmeldung ist Stand der Technik nach Art. 54 (3) EPÜ. Einzelne Merkmale sind bereits aus der DE-OS 39 19 895.2 bekannt geworden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Honwerkzeug dieser Art derart weiterzuentwickeln, dass die Schneidleistungen weiterhin verbessert werden.

Die Erfindung wird durch die im Patentanspruche 1 angegebenen Merkmale gelöst. Es hat sich gezeigt, dass eine solche Übergangskontur auf das sog. Transformationsverhältnis und das Schwingungsverhalten, sowie als konstruktiver Parameter eine vorteilhafte Wirkung hat.

Die Erfindung betrifft betrifft ferner verschiedene vorteilhafte Weiterbildungen. Diese sind in den Unteransprüchen definiert.

Die Erfindung macht sowohl eine Oberflächenverbesserung als auch eine verbesserte Formkorrektur von Bohrungen möglich. Insbesondere ist die verbesserte Formkorrektur hervorzuheben, da das Arbeiten mit einem erfindungsgemäß gestalteten Werkzeug höhere Abtragleistungen bei extremer Genauigkeit als bei den vorbekannten Werkzeugen ermöglicht.

Eine weitere Variante dieser Hochfrequenz-Honwerkzeuge ist auch bei unrunden Werkstücken anwendbar, so z. B. zur Bearbeitung von ovalen Bohrungen, Trochoiden oder Innenverzahnungen. Diese Werkzeuge werden dann nicht mehr, wie beim Honen üblich, gedreht, sondern nur noch ultraschallerregt und in Längsrichtung in die unrunden Innenformen eingeschoben.

Das in dieser Anmeldung dargestellte Hochfrequenz-Honwerkzeug ist aber auch zur Bearbeitung von Außenkonturen geeignet. Dazu ist ein glockenförmiges Werkzeug notwendig, welches seine unrunde Kontur und die Diamantbeschichtung innen aufweist. Derartige Werkzeuge sind für den Einsatz beim Bearbeiten von Außenverzahnungen und Polygonprofilen brauchbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung und ihrer vorteilhafte Weiterbildungen werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es stellen dar:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel, aufgenommen in einer Spindelanordnung;

Figur 2 das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 in Verbindung mit verschiedenen Wellen- und Konturenverläufen;

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel in der Darstellung entsprechend Figur 2;

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel, gezeigt in einer Nachjustiereinrichtung;

Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel.

Figur 1 zeigt ein Honwerkzeug 1, das mit seinem durch einen Außenkonus 2 gebildeten oberen Ende in dem Innenkonus 3 eines Schallübertragungskörpers 4 sitzt, der Teil einer Spindelanordnung 5 ist. Zu dieser Spindelanordnung gehört ein Gehäuse 6, das über ein Zahnrad 7 und einen Zahnriemen 8 drehangetrieben wird. Das Zahnrad 7 sitzt auf einem drehgelagerten Wellenstumpf 9. Die Spindelanordnung 5 zusammen mit dem (nicht gezeigten) Drehantrieb des Zahnriemens 9 kann an einer vertikalen Führung auf- und abbewegt werden, so daß das Honwerkzeug gleichzeitig eine Dreh- und eine Hubbewegung, wie durch die Pfeile 10,11 angedeutet, ausführen kann. Auf dem oberen Ende des Schallübertragungskörpers 4 sind zwei Schwingquarze (piezzoelektrische Elemente) 12,13 angeordnet, denen die Erregerspannung über eine Leitung 14 zugeführt wird, die durch eine Öffnung im Gehäuse 6 herausgeführt und dort über Schleifringe ihrerseits mit der erforderlichen Wechselspannung versorgt wird. Oberhalb der Schwingquarze ist eine Ausgleichsmasse 15 angeordnet. Der Schallübertragungskörper 4 weist Flansche 16,17 auf, die im Gehäuse 6 eingespannt sind, die aber - wie zeichnerisch dargestellt - verdünnte Stellen aufweisen, so daß damit der Schallübertragungskörper frei beweglich aufgehängt ist. Das Honwerkzeug 1 ist mit einem Flansch 21 versehen, der zum Abziehen ein Außengewinde aufweist. Bei Erregung der Schwingquarze 12,13 mit einer Erregungsfrequenz im Ultraschallbereich, z.B. zwischen 20 bis 24 kHz, entwickelt eine Ultraschallschwingung mit einer Komponente in axialer Richtung und einer Komponente in radialer Richtung. Rechts neben der Spindelanordnung sind die Amplitude A_A der Schwingungskomponente in axialer Richtung und die Amplitude der Schwingungskomponente A_R in radialer Richtung in ihrer räumlichen Lage im Verhältnis zur Spindelanordnung und Werkzeug aufgezeichnet. Es bildet sich somit im Schallübertragungskörper 4 und im Honwerkzeug eine eigenfrequente Ultraschallschwingung aus, d.h. das Honwerkzeug 1 überträgt die Schwingung nicht als gleichsam als starrer Körper, sondern gerät selbst in Schwingung. Dies erfolgt, wenn seine Länge, wie dargestellt, gleich der halben Wellenlänge (lambda/2) der anregenden Ultraschallschwingung oder einem ganzen Vielfachen (n= 1,2,...) davon ist. Die Einspannung des Honwerkzeugs 1 erfolgt der-

art, daß die Amplitude A_A der Schwingungskomponente in axialer Richtung am Einspannende 30, d.h. in der Einspannebene E, sowie ferner am freien Ende 40 des Werkzeuges jeweils ein Maximum hat, während die Amplitude A_R der Schwingungskomponente f_R in radialer Richtung am Einspannende 30 und am freien Ende 40 jeweils gleich Null ist. Das Honwerkzeug 1 ist im Bereich seiner unteren Hälfte, also zwischen der Stelle L/2 und dem freien Ende 40, somit im Endbereich einer Viertelwellenlänge und mit einem Schneidbelag 20 versehen.

Figur 2 zeigt das Honwerkzeug 1 in vergrößerter Darstellung. Der Schneidbelag 20 soll im Arbeitszustand, d.h. bei Ultraschallerregung, definierte Arbeitskontur K_A aufweisen, nämlich mit einen relativ langen zylindrischen Bereich K_Z und einen sich daran anschließenden konischen Bereich K_K. Diese Arbeitskontur K_A ist in Figur 2 links außen neben dem Honwerkzeug herausgezeichnet. Diese Arbeitskontur bewirkt, daß das Werkzeug, wenn es in eine Bohrung in einem Werkstück eindringt, zunächst mit dem konischen Bereich K_K geführt wird und danach mit dem zylindrischen Bereich K_Z die eigentliche Bearbeitung mit einem Vorwärts- und einem Rückwärtshub durchführt. Um diese Arbeitskontur K_A im ultraschallerregten Betriebszustand zu erhalten, muß man berücksichtigen, daß sich die Kontur des Schneidmittelbelages 20 entlang der Achse durch die Amplitude A_R der Schwingungskomponente f_R in radialer Richtung verändert. Die Arbeitskontur K_A soll sich bei Ultraschallerregung als äußerste Hüllkurve der Schwingungsenden Schneidmittelbelages darstellen. Dies muß durch die in Ruhestellung vorgegebene Kontur des Schneidmittelbelages 20, die "Vorhaltekontur" K_V, berücksichtigt werden. Diese Vorhaltekontur K_V ist ebenfalls in Figur 2 links neben dem Honwerkzeug 1 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß sie von der Stelle L/2, die die halbe Werkzeuglänge angibt, an der die Schwingungskomponente f_R in radialer Richtung ihr Maximum hat, nach außen hin bis zum Ende des Bereiches K_Z leicht zunimmt und von dort dann linear abnimmt. Die Abweichungen im Durchmesser des Werkzeugs im Bereich des Schneidbelags zwischen der Vorhaltekontur K_V und der Arbeitskontur K_A, also $D(K_V) - D(K_A)$ liegen etwa im Bereich deltaD = 6 bis 9 Mikrometer. Die Hälfte dieses Wertes entspricht dann etwa der maximalen bei der Abweichung zu berücksichtigenden Schwingungsamplitude A_R in radialer Richtung. Bei der Auslegung ist noch das Transformationsverhältnis zu berücksichtigen, d.h. die Veränderung der Schwingungsamplitude von der Einspannstelle 30 zum freien Ende 40 aufgrund der Veränderung der Werkzeuggeometrie. Zwischen der Einspannstelle 30, an der der Durchmesser D_1 eingezeichnet ist, und dem Teil des Honwerkzeuges 1, der mit dem Schneidmittelbelag 20 belegt ist, ergibt sich eine Übergangskontur K_{UE}. Auch diese hat Einfluß auf das Transformationsverhältnis und das Schwingungsverhalten und ist als Parameter zur konstruktiven Auslegung des Honwerkzeuges 1 zu betrachten. Verschiedene mögliche Übergangskonturen K_{UE} sind neben dem Honwerkzeug 1 rechts in Figur 2 eingezeichnet.

Je größer der Durchmesser D_1 an der Einspannstelle im Verhältnis zum Durchmesser D_2 am freien Ende des Honwerkzeuges 1 ist, desto größer ist das Transformationsverhältnis. Man möchte deshalb bei gegebenem Durchmesser des Schneidbelages 20 einen möglichst großen Durchmesser D_1 an der Einspannstelle haben.

Ein derart gestaltetes Honwerkzeug 1 ist in Figur 3 dargestellt. Es unterscheidet sich von dem Honwerkzeug nach Figur 2 dadurch, daß die Aufnahme am Ende des Schallübertragungskörpers 4 durch einen Innenkonus 22 am Honwerkzeug 1 erfolgt, wobei dann entsprechend das Ende des Schallübertragungskörpers 4 mit einem Außenkonus 23 versehen ist. Die Amplituden A_{AO} der Schwingungskomponente f_A in axialer Richtung an der Einspannstelle 30 und die Amplitude A_{A1} am freien Ende 40 sind eingezeichnet. Bei der dargestellten geometrischen Auslegung ergibt sich somit sogar von der Einspannstelle 30 zum freien Ende 40 eine Amplitudenverstärkung, d.h. das Verhältnis $A_{A1}:A_{A0}$ ist größer 1, wie eingezeichnet.

Figur 4 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel ein Honwerkzeug 100, versehen mit einem Schneidbelag 120. Bei Abnutzung des Schneidmittelbelages 120 erfolgt eine Nachjustierung durch plastische Verformung. Zu diesem Zweck ist das Honwerkzeug 100 im Bereich B_{GV} seines größten Verschleißes, der den Übergangsbereich zwischen konischem Bereich K_K und zylindrischen Bereich K_Z einschließt, mit einer bauchigen Innenbohrung 121 versehen. Über im wesentlichen dieselbe axiale Länge erstreckt sich der bauchig verbreiterte Teil 121' der Innenbohrung 121. Zur Nachjustierung bringt man das Honwerkzeug 100 in der dargestellten Weise in einen Einspannkonus 130 ein, der an einem Gegenhalter 131 angeordnet ist. Dann wird in die vordere Öffnung 121'' der Innenbohrung 121 ein Druckstück 140 eingesetzt. Auf dieses Druckstück wird durch eine hydraulische Preßeinrichtung 141, die lediglich strichpunktiert angedeutet ist, Druck ausgeübt. Das Druckstück 140 ragt mit seinem vorderen als Dorn ausgebildeten Ende 140' in die Öffnung 121'' der Bohrung 121 hinein. Anschließend an das vordere Ende 140' weist das Druckstück 140 ein stufenförmig verbreitertes zylindrisches Teil 140'' auf. Der Durchmesser dieses zylindrisches Teils 140'' überdeckt jedoch nicht die gesamte Stirnfläche des vorderen Endes des Honwerkzeuges 100, sondern ist lediglich soweit verbreitert, daß sich eine problemlose Einleitung der von der hydraulischen Preßeinrichtung 141 ausgeübten Kraft in das Honwerkzeug 100 ergibt, jedoch derart, daß im Honwerkzeug 100 selbst Schubspannungen entstehen, die sich durch eine plastische Verformung in radialer Richtung und damit eine Aufweitung des Honwerkzeuges zur Kompensation des Verschleißes abbauen.

Zur Kompensation des Schneidbelages ist es aber

auch möglich, die Eingangsamplitude A_{AO} (vgl. Fig. 3) zu erhöhen, so daß damit - bei gleichbleibenden sonstigen Parametern - auch die Amplitude der Schwingungskomponente in radialer Richtung im Bereich B_{GV} entsprechend erhöht wird.

Eine weitere Möglichkeit der Kompensation des Verschleißes des Schneidbelages besteht darin, die Parameter der Kinematik des Hubvorgangs, insbesondere die Hubgeschwindigkeit (Veränderung der Geschwindigkeit der Hin- und Herbewegung in Richtung des Pfeiles 11; vgl. Fig. 1) zu verändern. Es hat sich gezeigt, daß bei geringer Hubgeschwindigkeit vergleichsweise größere Durchmesserzuwachse erreicht werden können als bei hohen Hubgeschwindigkeiten. Das dürfte daran liegen, daß bei langsamer Bewegung der Schneidbelag sich freischneiden kann und somit ein höherer Materialabtrag, aber auch höhere Rautiefen entstehen.

Ein Werkzeug, wie es z.B. - ohne Drehbewegung - zur Bearbeitung unrunder Formen verwendet werden kann, ist in Figur 5 gezeigt. Das Werkzeug besteht aus einem Einspannkonus 150 und einem Werkzeugkörper 151. Die Übergangskontur zwischen Einspannkonus 150 und Werkzeugkörper 151 ist dabei fast rechtwinklig. Andere mögliche Übergangskonturen sind in Figur 5 links bei (a) dargestellt. Die sich dabei ergebende Amplitude über der Höhe ist bei (b) gezeigt. Auch hier ist sicherzustellen, daß, wie eingezeichnet, die Länge des Werkzeuges gleich der Hälfte der Wellenlänge der erregenden Ultraschallschwingung ist.

Bezugszeichenliste

1	Honwerkzeug
2	Außenkonus
3	Innenkonus
4	Schallübertragungskörper
5	Spindelanordnung
6	Gehäuse
7	Zahnrad
8	Zahnriemen
9	Wellenstumpf
10,11	Pfeile
12,13	Schwingquarze
14	Leitung
15	Ausgleichsmasse
16,17	Flansche
20	Schneidbelag
21	mit Gewinde versehener Flansch an 1
22	Innenkonus
23	Außenkonus
30	Einspannende
40	freies Ende
A_A	Amplitude in axialer Richtung
A_R	Amplitude in radialer Richtung
f_A	Schwingungskomponente in axialer Richtung
f_R	Schwingungskomponente in radialer Richtung
A_{AO}	Amplitude in axialer Richtung an der Einspannstelle
A_{A1}	Amplitude am freien Ende
K_Z	zylindrischer Bereich der Kontur von 20
K_K	konischer Bereich der Kontur von 20
K_A	Arbeitskontur
K_V	Vorhaltekontur
L/2	Stelle der halben Werkzeug- und Wellenlänge
K_{UE}	Übergangskontur
100	Honwerkzeug
120	Schneidbelag
121	bauchige Innenbohrung
121'	radial verbreiterte Teil von 121
121"	vordere Öffnung von 121
B_{GV}	Bereich größten Verschleißes
130	Einspannkonus
131	Gegenhalter
140	Druckstück
140'	vorderes Ende von 140
140"	zylindrisches Teil von 140
141	hydraulische Presseinrichtung
150	Einspannkonus
151	Werkzeugkörper

Patentansprüche

1. Ultraschallerregtes eigenfrequent schwingendes Honwerkzeug mit einer freien Länge,die gleich dem ganzzahligen (n = 1, 2, ...) Vielfachen der halben Wellenlänge (lambda/2) der Ultraschallschwingung ist, und mit einem Schneidmittelbelag (20), dessen Vorhaltekontur (K_V) in Ruhestellung in Abweichung von der Arbeitskontur (K_A) im erregten Arbeitszustand derart bestimmt ist, dass sich die Arbeitskontur (K_A) bei Ultraschallerregung unter Berücksichtigung der Amplitude (A_R) der radialen Schwingungskomponente (f_R) aus der Vorhaltekontur (K_V) ergibt, wobei zwischen dem Einspannende (30) des Honwerkzeugs (1) und dem mit dem Schneidmittelbelag (20) versehenen Teil des Honwerkzeugs (1) eine sich verjüngende Übergangskontur (K_{UE}) vorgesehen ist.

2. Honwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Übergangskontur (K_{UE}) so bestimmt ist, dass das Amplitudenverhältnis der Amplitude (A_{AO}) der Schwingungskomponente in axialer Richtung am Einspannende (30) zur Amplitude (A_{A1}) derselben Schwingungskomponente am freien Ende (40) eine Verstärkung ($A_{A1} : A_{A0}$ größer 1) ergibt.

3. Honwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einspannende (30) des Honwerkzeuges (1) zur Einspannung am Ende des Schallübertragungskörpers (4) einer Spindelanordnung (5) mit einem Innenkonus (22) versehen ist.

4. Honwerkzeug nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Honwerkzeug (1) mit einem Flansch mit Außengewinde (21) zum Abziehen des Honwerkzeugs versehen ist.

5. Honwerkzeug nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, dass es (100) im Bereich größten Verschleißes (B_{GV}), der vorzugsweise den Übergang zwischen konischem Bereich (K_K) und zylindrischen Bereich einschließt, mit einer bauchigen Innenbohrung (121) versehen ist.

6. Honwerkzeug nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **gekennzeichnet durch** eine unrunde Innen- oder Außenkontur.

7. Verfahren zum Nachjustieren eines Honwerkzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bei Verschleiß, **gekennzeichnet durch** plastische Verformung des Honwerkzeuges in radialer Richtung.

8. Verfahren zur Nachjustierung eines Honwerkzeugs nach Anspruch 5 bei Verschleiß, **dadurch gekennzeichnet**, dass in axialer Richtung auf das Honwerkzeug (100) von einer Preßeinrichtung (141) Druck ausgeübt und es (100) dadurch im Bereich der bauchigen Innenbohrung (121) plastisch in radialer Richtung verformt wird.

9. Verfahren zur Nachjustierung eines Honwerkzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** Erhöhung der Schwingungsamplitude (A_{AO}) an der Einspannstelle.

Claims

1. Ultrasonically excited honing tool oscillating with its eigenfrequency and having a free length equal to an integer (n=1, 2, ...) multiple of the half wave length (lambda/2) of the ultrasonic frequency, provided with a cutting means coating (20), the provided contour (K_V) in inoperative condition being determined to be different form the working contour (K_A) in, the excited working condition such that the working contour (K_A) in ultrasonically excited condition is determined by the provided contour (K_V) and the amplitude (A_R) of the radial oscillation component (f_R), in which between the chuck end (30) of the honing tool (1) and the portion of the honing tool (1), on which said cutting means coating (20) is provided, there is a tapering transition contour (K_{UE}).

2. Honing tool in accordance to claim 1, characterized in that the transition contour (K_{UE}) is determined such that the ratio of the amplitude (A_{AO}) of the oscillation component in axial direction at the chuck end (30) and of the amplitude (A_{A1}) of the same oscillation component at the free end (40) results in an amplification ($A_{A1}:A_{Ao}>1$).

3. Honing tool in accordance to claim 1 or 2 characterized in that the chuck end (30) of the honing tool (1) is provided with an interior cone (22) for being clamped by the end of a sound transmission body (4) of a spindle assembly (5).

4. Honing tool in accordance to claim 1, 2 or 3, characterized in that the honing tool (1) is provided with a flange (1) with an outer thread (21) for pulling off the honing tool.

5. Honing tool in accordance to claim 1 or one of the following, characterized that in the area of greatest wear (B_{GV}), which preferably includes the transition between the conical area (K_K) and the cylindrical area, it (100) is provided with a bellied interior bore (121).

6. Honing tool in accordance to claim 1 or one of the following, characterized by a non-circular interior or exterior contour.

7. Method for readjusting of a honing tool in accordance to one of the claims 1 to 6, when wear has occurred, characterized by plastic deformation of the honing tool in radial direction.

8. Method for readjustment of a honing tool in accordance to claim 5 when wear has occurred, characterized in that pressure is applied to the honing tool (100) in axial direction by a pressuring device (141) in such a manner that it (100) thereby is deformed plastically in radial direction in the area of its bellied interior bore (121).

9. Method for readjustment of a honing tool in accordance to one of claims 1 to 6, characterized by increasing the oscillation amplitude (A_{AO}) at the chuck end.

Revendications

1. Outil d'honage excité par ultrasons et oscillant à fréquence propre, avec une longueur libre égale à un multiple entier (n = 1, 2, ...) de la demi-longueur d'onde (lambda/2) de l'onde ultrasonore, présentant un revêtement du moyen coupant (20), dont le contour dérivé (K_V) en position de repos, différent du contour de travail (K_A) en état excité de travail, est déterminé de telle sorte que le contour de travail (K_A) sous excitation ultrasonore s'obtienne à partir du contour dérivé (K_V) en tenant compte de l'amplitude (A_R) de la composante d'oscillation radiale (F_R), un contour intermédiaire (K_{UE}) éffilé étant prévu entre l'extrémité de fixation (30) de l'outil d'honage (1) et la partie de l'outil d'honage (1)

munie du revêtement de découpe (20).

2. Outil d'honage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le contour intermédiaire (K_{UE}) est déterminé de telle façon que le rapport de l'amplitude (A_{A0}) de la composante d'oscillation en direction axiale à l'extrémité de fixation (30) à l'amplitude (A_{A1}) de la même composante oscillante à l'extrémité libre (40) produise une amplification ($A_{A1} : A_{A0} > 1$).

3. Outil d'honage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'extrémité de fixation (30) du dit outil (1) est munie d'un cône intérieur (22) en vue de sa fixation à l'extrémité d'un transducteur de son (4) d'un assemblage de broche (5).

4. Outil d'honage selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que l'outil d'honage (1) est muni d'un flasque avec filetage extérieur (21) pour le démontage de l'outil.

5. Outil d'honage selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes, caractérisé en ce qu'il (100) est muni, dans la zone de plus grande usure (B_{GV}), laquelle comprend de préférence la zone de transition entre zone conique (K_K) et zone cylindrique, d'un alésage intérieur (121) ventru.

6. Outil d'honage selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes, caractérisé par un contour intérieur ou extérieur non circulaire.

7. Procédé pour réajuster un outil d'honage selon l'une des revendications 1 à 6 après usure, caractérisé par une déformation plastique de l'outil d'honage en direction radiale.

8. Procédé pour réajuster un outil d'honage selon la revendication 5, après usure, caractérisé par le fait que l'on exerce une pression en direction axiale sur l'outil d'honage (100) à l'aide d'un dispositif de pression (141) et que l'outil (100) subit de ce fait une déformation plastique en direction radiale dans la zone d'alésage intérieur ventru (121).

9. Procédé pour réajuster un outil d'honage selon l'une de revendications 1 à 6, caractérisé par une augmentation de l'amplitude d'oscillation (A_{AO}) à l'extrémité de fixation.

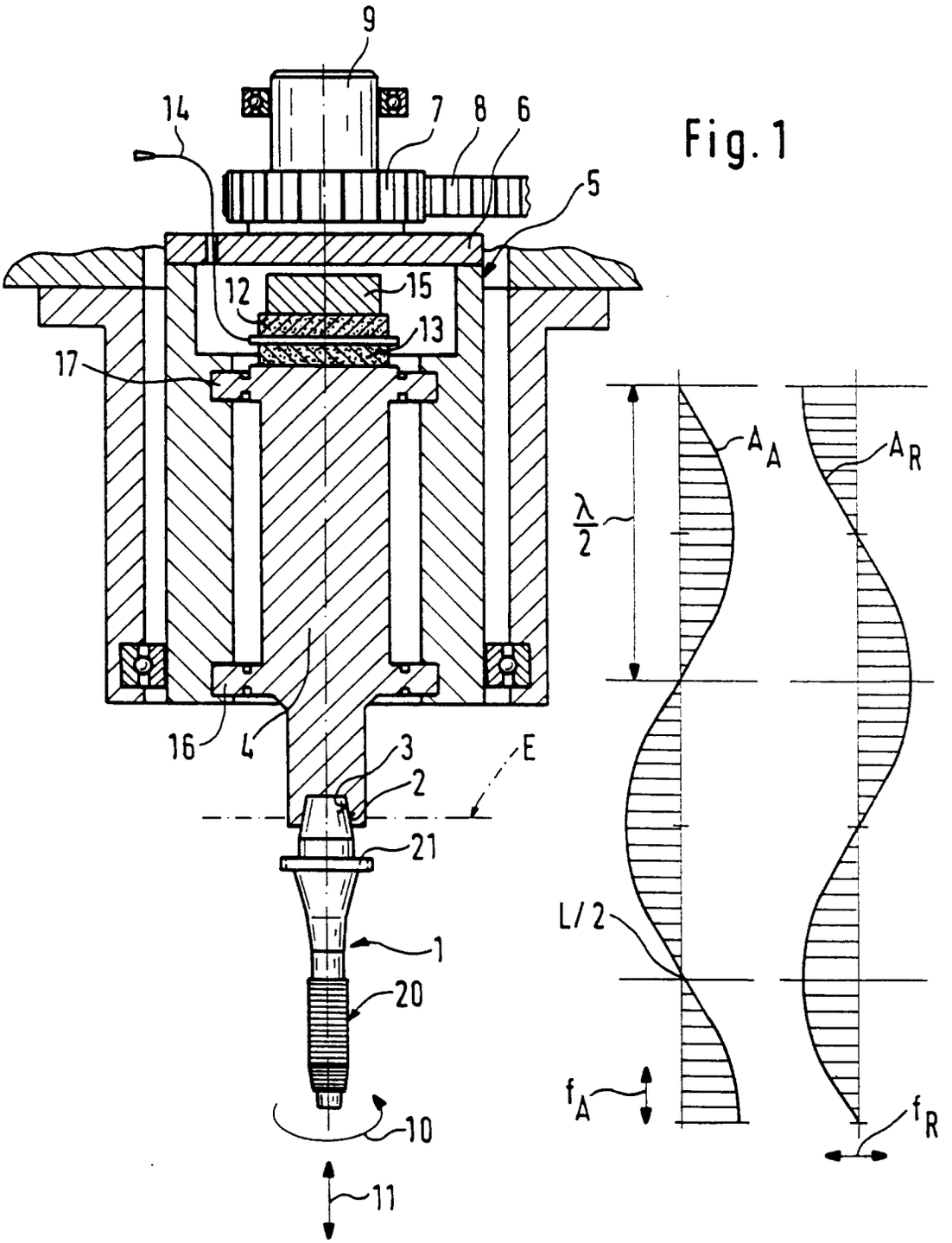

9
14
7
8
6
5
12
15
13
17
16
4
3
2
E
21
1
20
10
11
A_A
A_R
$\frac{\lambda}{2}$
L/2
f_A
f_R

Fig. 1

Fig. 2

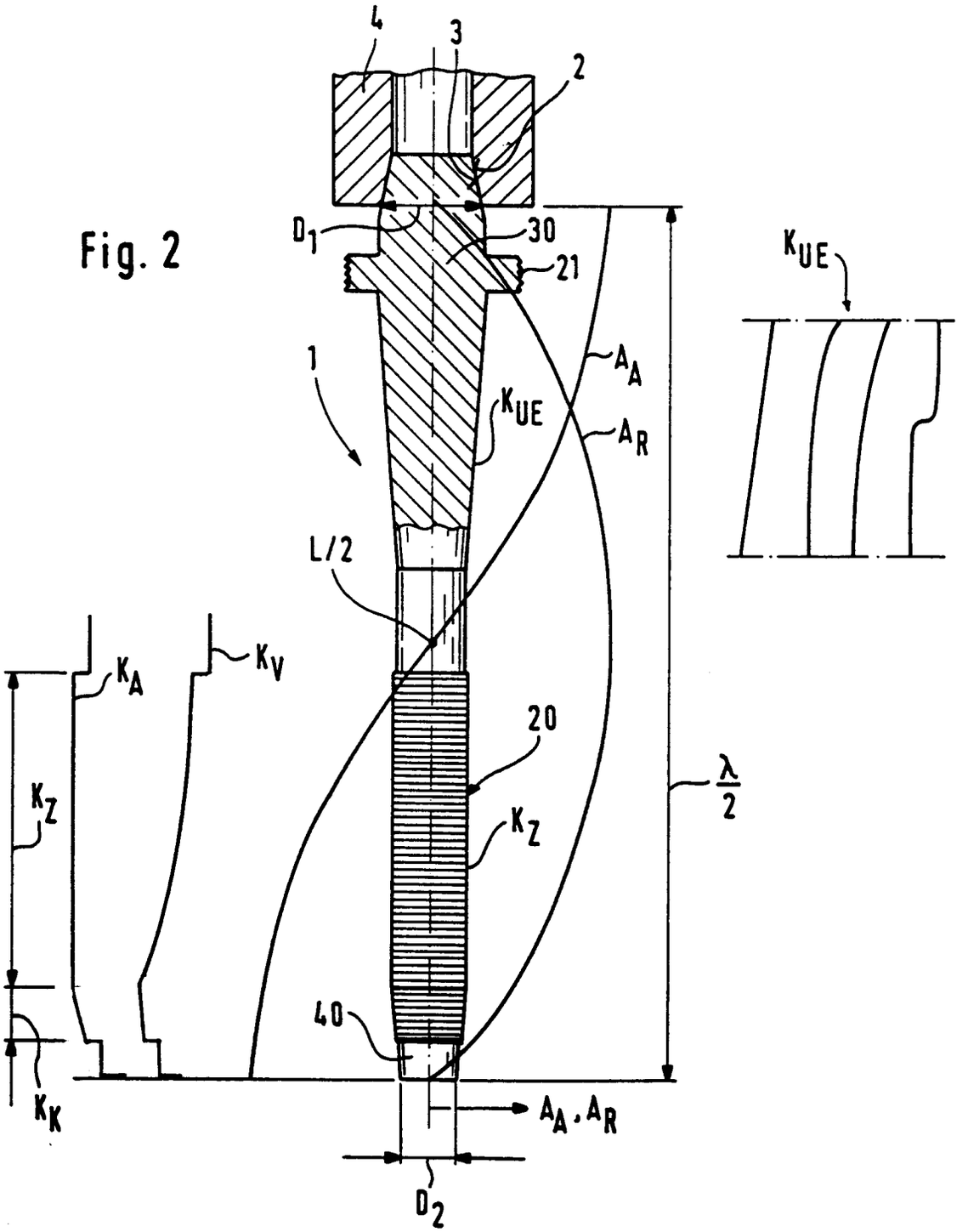
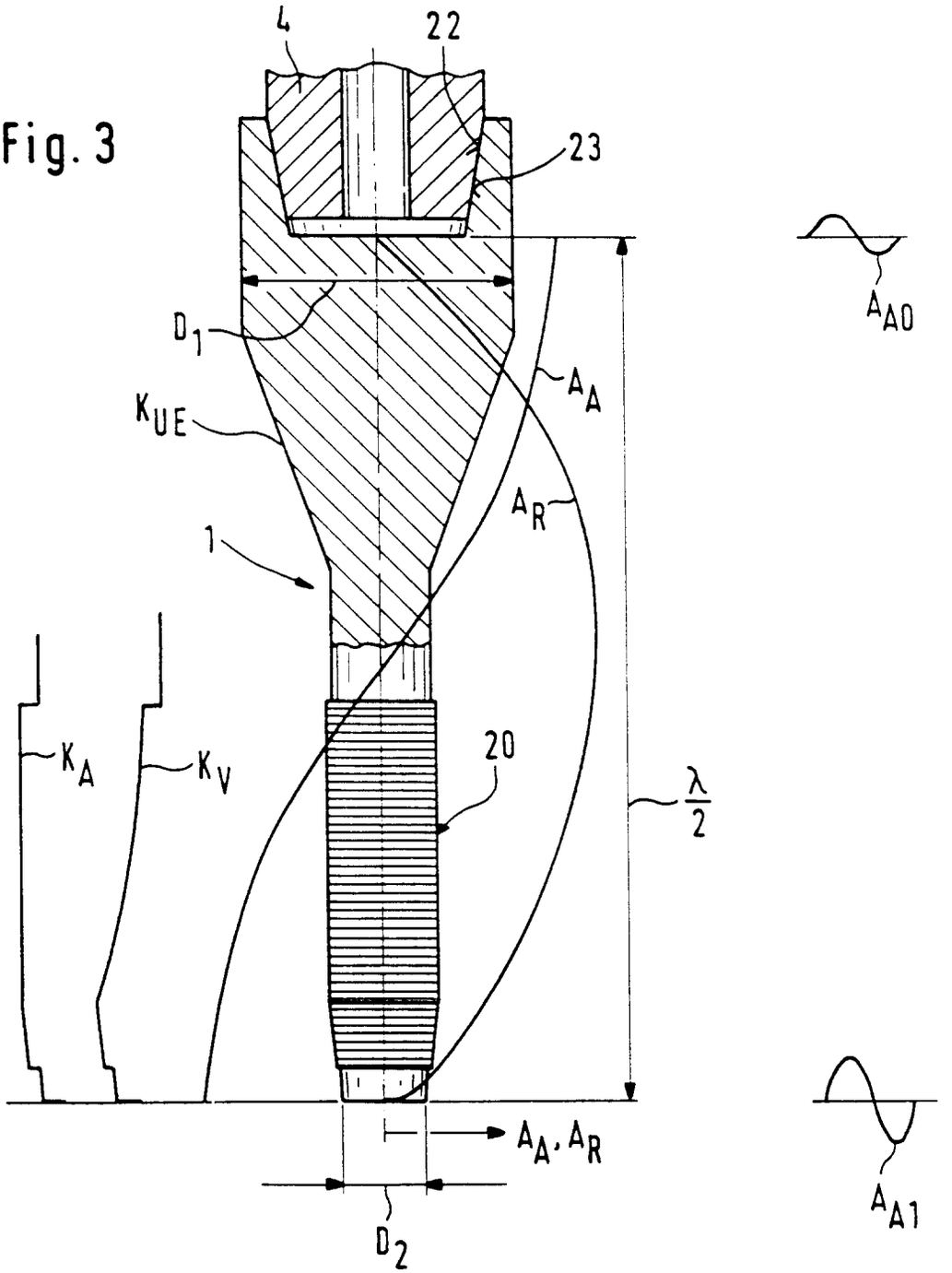


Fig. 3



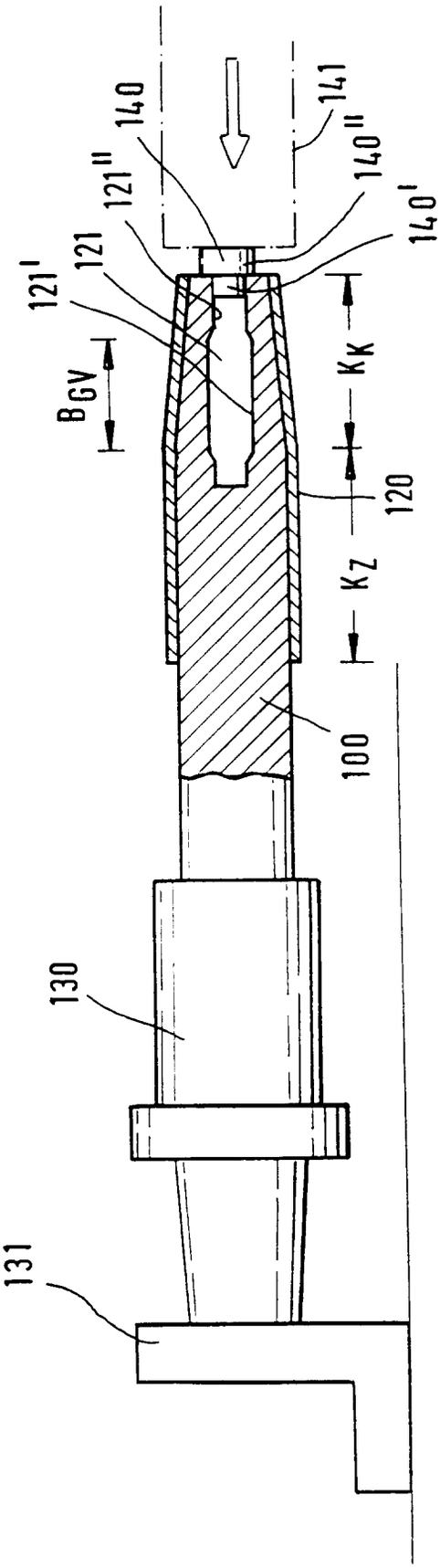


Fig. 4

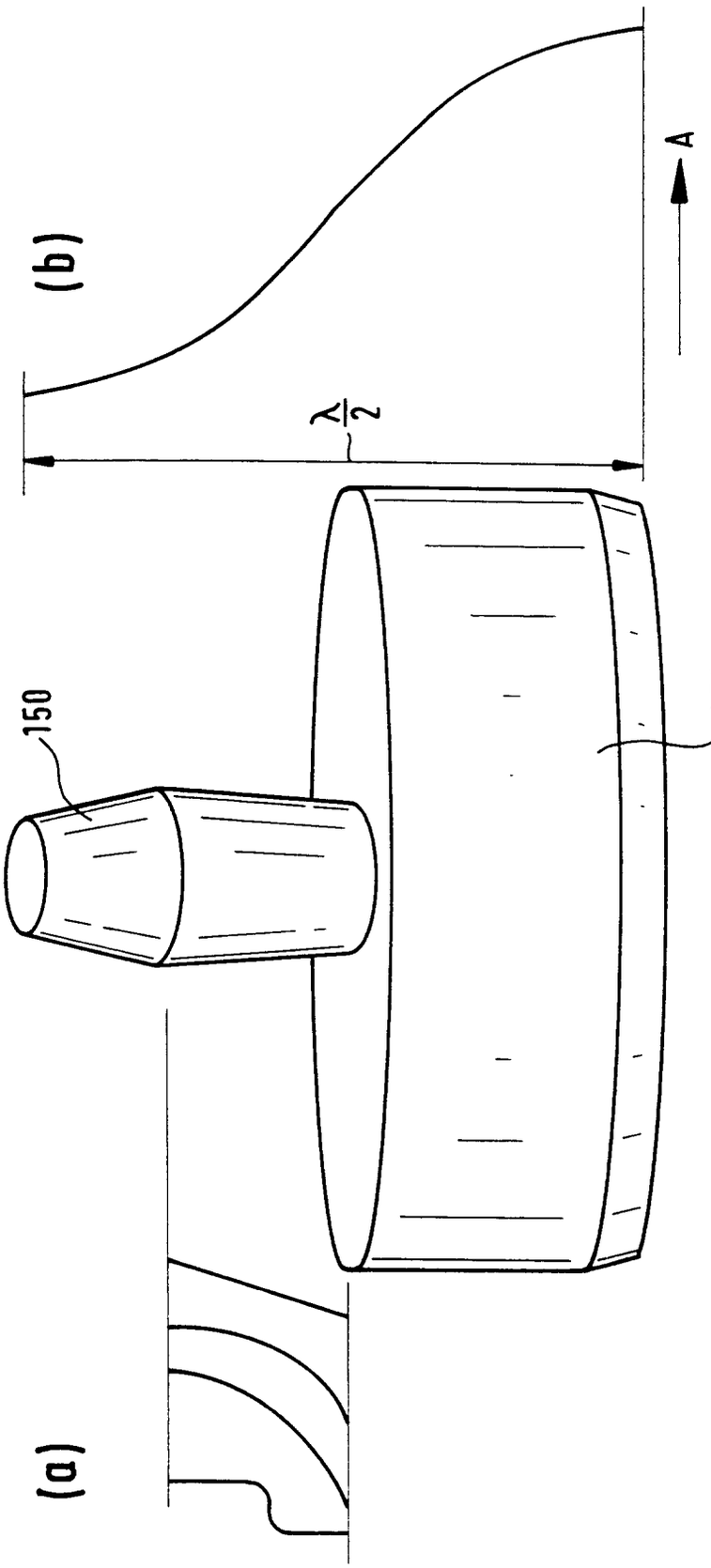


Fig. 5