



(11) **EP 1 393 855 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.02.2007 Patentblatt 2007/06

(51) Int Cl.:
B24B 1/00^(2006.01) B24B 13/005^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03102667.7**

(22) Anmeldetag: **28.08.2003**

(54) **Verfahren zum Herstellen von optischen Linsen**

Method for producing an optical lens

Procédé pour fabriquer des lentilles

(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 SK TR

(30) Priorität: **30.08.2002 DE 10240783**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.2004 Patentblatt 2004/10

(73) Patentinhaber: **Schneider GmbH + Co. KG**
35239 Steffenberg (DE)

(72) Erfinder:
• **Schneider, Gunter**
35037, Marburg (DE)

• **Krämer, Klaus**
35232, Dauphtetal-Friedensdorf (DE)
• **Buchenauer, Helwig**
35232, Dauphtetal-Buchenau (DE)

(74) Vertreter: **Thews, Karl et al**
Sartorius, Thews & Thews
Patentanwälte
Augustaanlage 32 (Augusta Carree)
68165 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 849 038 WO-A-01/66308
US-A- 6 074 281

EP 1 393 855 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche mit mindestens einer ersten Bearbeitungsstufe, bei der mindestens ein erster Bearbeitungsschritt mit einem Schneidwerkzeug erfolgt, wobei das Schneidwerkzeug aufgrund der Vorschubgeschwindigkeit nebeneinander liegende Rillen in das Werkstück einarbeitet.

[0002] Ein solches Verfahren ist aus der WO 01/66308 A1 bekannt. Hierbei wird ein im wesentlichen zweistufiges Verfahren beschrieben. In einer ersten Stufe wird das Werkstück mit einem Schneidwerkzeug auf einer kontinuierlichen Bahn bearbeitet, wobei die durch das Schneidwerkzeug generierten Rillen nebeneinander liegen und eine konstante Schrittweite zwischen 0,1 mm und 3 mm, insbesondere zwischen 0,03 mm und 0,05 mm aufweisen. Es ist auch ein zweiter und ein dritter Verfahrensschritt beschrieben, wobei beim ersten Verfahrensschritt zunächst eine Schrittweite des Werkzeugs von 3 mm, in dem darauf folgenden Verfahrensschritt eine Schrittweite von 2 mm und schließlich im dritten Verfahrensschritt eine Schrittweite von 1 mm benutzt wird.

[0003] In der zweiten Stufe wird das Werkstück mittels eines Glättwerkzeugs auf einer kontinuierlichen Bahn bewegt, wobei zwei nebeneinander liegende Wegstrecken eine konstante Schrittweite zwischen 0,2 mm und 3 mm, insbesondere zwischen 0,04 mm und 1,25 mm oder genau 0,625 mm aufweisen.

[0004] In der EP 0 849 038 A2 ist eine Hochgeschwindigkeitsdrehmaschine zum Drehen optisch aktiver Oberflächen beschrieben. Der Werkzeugschlitten ist dabei in radialer und axialer Richtung zur Drehachse des Werkstücks bewegbar. Gemäß Anspruch 2 steigt die Drehzahl bei radialer Zustellung des Werkzeugs zur Gewährleistung einer konstanten Schnittgeschwindigkeit. Wertebereiche betreffend die Drehzahl und den Rillenabstand sind nicht beschrieben.

[0005] Die US 6,074,281 beschreibt ein Polierverfahren, bei dem das Werkstück und das Werkzeug einerseits eine Hubbewegung in Richtung einer ersten Achse relativ zueinander ausführen und andererseits um eine zweite nicht parallele Achse rotatorisch zueinander eine Wechselbewegung zum Polieren ausführen. Eine Angabe über den Abstand der dabei generierten Polierbahnen ist nicht gegeben.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche durch drehende Bearbeitung derart auszubilden, daß eine optimale Oberflächengüte gewährleistet ist.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Zudem ist es von Vorteil, daß in einem zweiten Bearbeitungsschritt der Abstand d auf einen Wert zwischen 0,003 mm und 0,01 mm, insbesondere zwischen 0,008 mm und 0,055 mm, eingestellt bzw. reduziert wird. Ausgehend von dem Wert im ersten Bearbeitungsschritt wird der Abstand d reduziert. Somit wird eine sehr hohe

Oberflächengüte erreicht, die einen geringen Polieraufwand gewährleistet.

[0009] Vorteilhaft ist es hierzu auch, daß die Vorschubgeschwindigkeit S [mm/s] während eines Bearbeitungsschritts konstant gehalten wird. Die absolute Vorschubgeschwindigkeit S ist konstant und der spezifische Vorschub ist gegenproportional zur Winkelgeschwindigkeit, d. h. der spezifische Vorschub (pro Umdrehung) sinkt mit steigender Winkelgeschwindigkeit.

[0010] Eine zusätzliche Möglichkeit ist gemäß einer Weiterbildung, daß die Abstandsänderung des Abstands d der Rillen sowie die Änderung der Drehzahl ω stetig ist. Der mit dem Radius abfallende Anteil der Schnittgeschwindigkeit wird durch die Erhöhung der Drehzahl ausgeglichen. Je nach Erhöhung der Drehzahl vergrößert oder reduziert sich dabei der Abstand d der Rillen. Die Änderung der Drehzahl gewährleistet eine einfache Antriebssteuerung betreffend die Winkelgeschwindigkeit des Werkstücks und die in radialer Richtung des Werkstücks verlaufende translatorische Bewegung des Werkzeugs.

[0011] Ferner ist es vorteilhaft, daß die Schnittgeschwindigkeit S_c während eines Bearbeitungsschritts in etwa konstant gehalten wird, wobei S_c einen Wert zwischen 1 m/s und 24 m/s, insbesondere zwischen 8 m/s und 14 m/s aufweist und die Schnittgeschwindigkeit S_c über einen Teilradius R_T des Werkstücks konstant gehalten wird, wobei R_T zwischen 0 % und 87,5 %, insbesondere zwischen 0 % und 85 % beträgt bzw. zwischen 12,5 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % des Gesamtradius, gemessen vom Werkstückmittelpunkt, beträgt. Zur Mittelachse des Werkstücks hin müßte die Winkelgeschwindigkeit unendlich groß sein, damit die Schnittgeschwindigkeit konstant gehalten würde. Demnach sinkt die Schnittgeschwindigkeit im Bereich des Werkstückmittelpunktes innerhalb der letzten Millimeter stetig ab.

[0012] Vorteilhaft ist es auch, daß in einer zweiten Bearbeitungsstufe das Werkstück mit einem Polierwerkzeug bearbeitet wird, wobei der Abstand d_p von zwei nacheinander generierten Polierbahnen höchstens zwischen 1 mm und 20 mm, insbesondere zwischen 5 mm und 15 mm groß ist. Das Polierwerkzeug weist einen Durchmesser von etwa 30 mm auf, so daß mit Rücksicht auf die Krümmung der Werkstückoberfläche und bei einem Abstand d_p zwischen 1 mm und 20 mm eine Überdeckung der Polierbahnen gewährleistet ist.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist schließlich vorgesehen, daß mindestens eine kontinuierliche Polierbahn auf dem Werkstück generiert wird, wobei die Polierbahn sich an mindestens einer Stelle K_1 auf dem Werkstück kreuzt und mehrere kontinuierliche Polierbahnen auf dem Werkstück generiert werden, wobei die Polierbahnen sich an mindestens einer Stelle S_1 auf dem Werkstück schneiden. Durch das Kreuzen und das Schneiden der verschiedenen Polierbahnen wird eine optimale Oberflächengüte gewährleistet. Es werden die verschiedensten

Relativbewegungen zwischen dem Polierwerkzeug und der Werkstückoberfläche generiert, die den Abtrag der Rauigkeitsspitzen gewährleisten.

[0014] Zudem ist es vorteilhaft, dass das Schneidwerkzeug während der Bearbeitung in Richtung seiner Drehachse translatorisch verfahren und die Richtung der translatorischen Bewegung des Schneidwerkzeugs pro Umdrehung des Werkstücks mindestens einmal geändert wird, wobei die Frequenz der translatorischen Bewegung zwischen 12,5 Hz und 100 Hz, insbesondere zwischen 30 Hz und 70 Hz, ist. Somit sind neben der Herstellung von sphärischen Flächen auch die Herstellung asphärischer Flächen und die Herstellung von Freiflächen gewährleistet.

[0015] Hierzu ist es vorteilhaft, dass die translatorische Bewegung als Hub- bzw. Senkbewegung ausgeführt wird. Der radiale Grundvorschub erfolgt hierbei in horizontaler Richtung, wobei dieser Bewegung die translatorische Hub- bzw. Senkbewegung überlagert ist.

[0016] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 den Verlauf von zwei Polierbahnen,

Figur 2 eine Ansicht der Maschine,

Figur 3 einen Querschnitt durch die Maschine.

[0017] Die in Figur 1 dargestellte Polierbahn 21 entsteht durch Aufsetzen des Polierwerkzeugs am äußeren Rand des rotierenden, ellipsenförmigen Werkstücks 23. Nach dem Aufsetzen des Werkzeugs wird dieses radial zur Mitte 24 des Werkstücks 23 und über die Mitte 24 hinaus verfahren. Die Überlagerung von der translatorischen Bewegung des Polierkopfes in radialer Richtung des Werkstücks 23 und die Rotation des Werkstücks 23 ergibt die in Figur 1 dargestellten Polierbahnen 21, 22. Die Polierbahn 21 weist die Kreuzungspunkte K_1 und K_2 mit sich selbst auf. In Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit des Werkstücks 23 und der translatorischen Bewegung des Polierkopfes werden verschiedene, sich ähnelnde Polierbahnen, wie zum Beispiel die Polierbahn 22 generiert.

[0018] Gemäß Figur 1 ist die zweite Polierbahn 22 vorgesehen, die neben den Kreuzungspunkten mit sich selbst mehrere Schnittpunkte S_1 , S_2 , S_3 und S_4 mit der ersten Polierbahn 21 aufweist.

[0019] Mit der nachstehend beschriebenen Vorrichtung wird das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt:

[0020] Die verschiedenen Möglichkeiten des Massenausgleichs wurden nicht dargestellt, ebenso nicht die zusätzlichen Bestückungsmöglichkeiten des Werkzeugschlittens 17.

[0021] Alle Bewegungen der Maschine werden von einer Hochleistungselektronik gesteuert und geregelt. Die drei Maschinenachsen (C-, X- und Z-Achse) sind mitein-

ander verknüpft.

[0022] Der Maschinenkörper besteht aus einem unteren Maschinenbett 1, auf dem sich rechts und links zwei senkrechte Seitenteile 2 aufbauen. In dem Maschinenbett 1 ist die Werkstückspindel 3 gelagert, die an ihrem oberen Ende eine Aufnahme 4 für das Werkstück 5 aufweist. Die Werkstückspindel 3 wird von einem Elektromotor 6 angetrieben und kann wahlweise kontinuierlich umlaufen oder sie kann durch Achsumschaltung in eine gesteuerte Rundachse (C-Achse) verwandelt werden.

[0023] Die beiden Seitenteile 2 tragen an ihrem oberen Ende zwei waagrechte, hintereinander liegende Führungsrohre 7, auf denen die Kugelumlauf Führungen 8 laufen. Diese ermöglichen die radiale Werkzeugbewegung (X-Achse) und tragen die Traverse 9. An der Traverse 9 ist rechts und links je ein Führungsrohr 10 befestigt und außerdem trägt es das Zwischenstück 11 zur Aufnahme des Primärteils 12 des Linearmotors mit den Statorwicklungen.

[0024] Die Traverse 9 ist außerdem mit einer Koppelstange 13 verbunden, die die Verbindung zu einem konventionellen Vorschubantrieb 14 herstellt. Mit diesem konventionellen Vorschubantrieb 14 wird die radiale Werkzeugzustellung (in horizontaler Richtung) angetrieben (X-Achse).

[0025] Auf den vertikalen Führungsrohren 10 laufen rechts und links je zwei Kugelumlauf Führungen 15, die ihrerseits den beweglichen Sekundärteil 16 des Linearmotors tragen und damit die axiale Bewegung ermöglichen (Z-Achse). An dem Sekundärteil 16 des Linearmotors ist der Werkzeugschlitten 17 befestigt, der im dargestellten Beispiel drei Werkzeuge trägt. Das rechte Werkzeug 18 dient zum Bearbeiten der Kontur des Werkstücks 5, während das linke Werkzeug 19 zum Anarbeiten von Fasen am Werkstück 5 dient. Das mittlere Werkzeug 20 ist das Polierwerkzeug.

[0026] Die Funktion der Maschine ist wie folgt:

[0027] Das Werkstück 5 wird mittels Werkstückspindel 3 in schnelle Umdrehung versetzt. Anschließend wird der Werkzeugschlitten 17 mittels Sekundärteil 16 des Linearmotors in der Z-Achse soweit vertikal nach unten gefahren und mittels konventionellem Vorschubantrieb 14 in der X-Achse soweit horizontal verfahren, dass die Spitze des Werkzeuges 18 den äußeren Rand des Werkstückes 5 gerade berührt. Während anschließend der Vorschubantrieb 14 für eine gleichmäßige Vorschubbewegung von Werkzeugschlitten 17 und Werkzeug 18 in horizontaler, d. h. radialer Richtung sorgt (X-Achse), wird der Werkzeugschlitten 17 mit dem Werkzeug 18 von dem Sekundärteil 16 des Linearmotors in vertikaler, d. h. axialer Richtung (Z-Achse), oszillierend so bewegt, dass die gewünschte Kontur am Werkstück 5 entsteht. Dieser Arbeitsgang kann - falls erforderlich - anschließend mit hoher Schnittgeschwindigkeit bei sehr kleinen Zustellbewegungen in der X-Achse wiederholt werden, um die gewünschte Oberflächenqualität zu erreichen. Anschließend wird die Linse mit Werkzeug 19 am Umfang bearbeitet und mit Werkzeug 20 poliert. Alle Bewegungen in

den drei Achsen sind miteinander verknüpft, d. h. sie hängen voneinander ab.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Maschinenbett
2	Seitenteil
3	Werkstückspindel
4	Werkstückaufnahme
5	Werkstück
6	Elektromotor
7	Führungsrohr
8	Kugelumlauführung
9	Traverse
10	Führungsrohr
11	Zwischenstück
12	Primärteil
13	Koppelstange
14	Vorschubantrieb
15	Kugelumlauführung
16	Sekundärteil
17	Werkzeugschlitten
18	Werkzeug
19	Werkzeug
20	Werkzeug
21	Polierbahn
22	Polierbahn
23	Werkstück
24	Mittelpunkt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche eines Werkstücks mit mindestens einer Bearbeitungsstufe, bei der mindestens ein Bearbeitungsschritt mit einem Schneidwerkzeug erfolgt, wobei das Schneidwerkzeug aufgrund der Vorschubgeschwindigkeit nebeneinander liegende, in Umfangsrichtung verlaufende Rillen in das Werkstück einarbeitet, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- a) im ersten Bearbeitungsschritt wird die Drehzahl des Werkstücks von einem Startwert ω_s zu Beginn der Bearbeitung auf einen Endwert ω_e gegen Ende der Bearbeitung erhöht, wobei ω_s einen Wert zwischen 750 U/min und 6000 U/min oder zwischen 750 U/min und 3000 U/min und ω_e einen Wert zwischen 750 U/min und 6000 U/min, zwischen 750 U/min und 3000 U/min oder zwischen 1500 U/min und 6000 U/min hat,
- b) der Abstand d von zwei nebeneinander liegenden Rillen wird von einem Startwert d_s zu Beginn der Bearbeitung auf einen Endwert d_e gegen Ende der Bearbeitung des Werkstücks

verändert, wobei d_s einen Wert zwischen 0,05 mm und 0,2 mm, 0,05 mm und 0,1 mm oder 0,15 mm und 0,2 mm und d_e einen Wert zwischen 0,05 mm und 0,2 mm, 0,05 mm und 0,1 mm oder 0,15 mm und 0,2 mm hat.

5

2. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, daß** in einem zweiten Bearbeitungsschritt der Abstand d von zwei nebeneinander liegenden Rillen auf einen Wert zwischen 0,003 mm und 0,01 mm oder zwischen 0,008 mm und 0,055 mm eingestellt wird.

10

3. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch, daß** die Vorschubgeschwindigkeit S in radialer Richtung des Werkstücks konstant gehalten wird.

15

4. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1, 2 oder 3, **gekennzeichnet dadurch, daß** die Abstandsänderung des Abstandes d der Rillen stetig ist.

20

5. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **gekennzeichnet dadurch, daß:**

25

a) die Schnittgeschwindigkeit S_c während eines Bearbeitungsschritts in etwa konstant gehalten wird, wobei S_c einen Wert zwischen 1 m/s und 24 m/s, insbesondere zwischen 5 m/s und 12 m/s aufweist,

30

b) die Schnittgeschwindigkeit S_c von außen nach innen über einen Teilradius R_T des Werkstücks konstant gehalten wird, wobei R_T zwischen 0 % und 87,5 % oder zwischen 0 % und 85 % des Gesamtradius beträgt.

35

6. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch, daß** in einer zweiten Bearbeitungsstufe das Werkstück (23) mit einem Polierwerkzeug bearbeitet wird, wobei der Abstand d_p von zwei nacheinander generierten, benachbarten Polierbahnen (21, 22) in radialer Richtung höchstens zwischen 1 mm und 20 mm oder zwischen 5 mm und 15 mm groß ist.

40

45

7. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch, daß:**

50

a) mindestens eine kontinuierliche Polierbahn (21) auf dem Werkstück (23) generiert wird, wobei sich die Polierbahn (21) an mindestens einer Stelle K_1 auf dem Werkstück kreuzt,

55

b) mehrere kontinuierliche Polierbahnen (21,

22) auf dem Werkstück (23) generiert werden, wobei sich die Polierbahnen (21, 22) an mindestens einer Stelle S_1 auf dem Werkstück (23) schneiden.

8. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 1, 2 oder 3, **gekennzeichnet dadurch, daß**

a) das Schneidwerkzeug während der Bearbeitung in Richtung seiner Drehachse translatorisch verfahren wird,
 b) die Richtung der translatorischen Bewegung des Schneidwerkzeugs pro Umdrehung des Werkstücks mindestens einmal geändert wird,
 c) die Frequenz der translatorischen Bewegung zwischen 12,5 Hz und 100 Hz **oder** zwischen 30 Hz und 70 Hz, ist.

9. Verfahren zum Herstellen einer optisch aktiven Oberfläche nach Anspruch 8, **gekennzeichnet dadurch, daß** die translatorische Bewegung als Hub- bzw. Senkbewegung ausgeführt wird.

Claims

1. A procedure for manufacturing an optically active surface of a workpiece with at least one processing stage, in which at least one processing step is conducted using a cutting tool, whereby the cutting tool, due to the advance speed, works in adjacent grooves which run in the direction of the circumference into the workpiece, **characterized in that**

a) in the first processing step, the rotational speed of the workpiece is increased from an initial value ω_s at the start of processing to an end value ω_e towards the end of processing, whereby ω_s has a value of between 750 rpm and 6000 rpm or between 750 rpm and 3000 rpm, and ω_e has a value of between 750 rpm and 6000 rpm, between 750 rpm and 3000 rpm or between rpm and 6000 rpm

b) the distance d between two adjacent grooves is modified by an initial value d_s at the start of processing to an end value d_e towards the end of processing the workpiece, whereby d_s has a value of between 0.05 mm and 0.2 mm, 0.05 mm and 0.1 mm or 0.15 mm and 0.2 m, and d_e has a value of between 0.05 mm and 0.2 mm, 0.05 and 0.1 mm, or 0.15 mm and 0.2 mm.

2. A procedure for manufacturing an optically active surface according to claim 1, **characterized in that** in a second processing step, the distance d between two adjacent grooves is set to a value between 0.003 mm and 0.01 mm or between 0.008 mm and 0.055

mm.

3. A procedure for manufacturing an optically active surface according to either of claims 1 or 2, **characterized in that** the advance speed S is kept constant in the radial direction of the workpiece.

4. A procedure for manufacturing an optically active surface according to any one of claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the modification of the distance d of the grooves is constant.

5. A procedure for manufacturing an optically active surface according to any one of claims 1, 2, 3 or 4, **characterized in that**

a) the cutting speed S_C during a processing step is kept approximately constant, whereby S_C comprises a value of between 1 m/s and 24 m/s, in particular, between 5 m/s and 12 m/s

b) the cutting speed S_C is kept constant from the outside inwards via a partial radius R_T of the workpiece, whereby R_T is between 0 % and 87.5 % or between 0 % and 85 % of the total radius

6. A procedure for manufacturing an optically active surface according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** in a second processing stage, the workpiece (23) is processed using a polishing tool, whereby the distance d_p between two polishing tracks (21, 22) which are generated in succession and adjacent to each other is between 1 mm and 20 mm in the radial direction at the most, or is between 5 mm and 15 mm.

7. A procedure for manufacturing an optically active surface according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that**

a) at least one continuous polishing track (21) is generated on the workpiece (23), whereby the polishing track (21) intersects on at least one point K_1 on the workpiece

b) several continuous polishing tracks (21, 22) are generated on the workpiece (23), whereby the polishing tracks (21, 22) intersect on at least one point S_1 on the workpiece (23).

8. A procedure for manufacturing an optically active surface according to any one of claims 1, 2 or 3, **characterized in that**

a) the cutting tool is moved in a translatory manner during processing in the direction of its rotational axis

b) the direction of the translatory movement of the cutting tool is changed at least once for each revolution of the workpiece

c) the frequency of the translatory movement is between 12.5 Hz and 100 Hz or between 30 Hz and 70 Hz.

9. A procedure for manufacturing an optically active surface according to claim 8, **characterized in that** the translatory movement is conducted as a lifting or lowering movement.

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active d'une pièce à usiner avec au moins une phase d'usinage, pour laquelle au moins une étape d'usinage est effectuée avec un outil de coupe, ledit outil de coupe creusant dans la pièce à usiner en raison de la vitesse d'avance des rainures voisines les unes des autres suivant la direction du périmètre, **caractérisé par** les étapes de procédé suivantes :

a) au cours de la première étape d'usinage, la vitesse de rotation de la pièce à usiner est augmentée à partir d'une valeur initiale ω_s au début de l'usinage jusqu'à une valeur finale ω_e vers la fin de l'usinage, ω_s ayant une valeur entre 750 t/min et 6000 t/min ou entre 750 t/min et 3000 t/min et ω_e ayant une valeur entre 750 t/min et 6000 t/min, entre 750 t/min et 3000 t/min ou entre 1500 t/min et 6000 t/min,

b) l'écart d entre deux rainures voisines l'une de l'autre est modifié d'une valeur initiale d_s au commencement de l'usinage à une valeur finale d_e vers la fin de l'usinage de la pièce à usiner, d_s ayant une valeur entre 0,05 mm et 0,2 mm, 0,05 mm et 0,1 mm ou 0,15 mm et 0,2 mm et d_e ayant une valeur entre 0,05 mm et 0,2 mm, 0,05 mm et 0,1 mm ou 0,15 mm et 0,2 mm.

2. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, au cours d'une deuxième étape d'usinage, l'écart d entre deux rainures voisines l'une de l'autre est réglé sur une valeur entre 0,003 mm et 0,01 mm ou entre 0,008 mm et 0,055 mm.

3. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la vitesse d'avance S est maintenue constante en direction radiale de la pièce à usiner.

4. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon les revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la modification de l'écart d des rainures est constante.

5. Procédé pour la fabrication d'une surface optique-

ment active selon les revendications 1, 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce que** :

a) la vitesse de coupe S_C est maintenue approximativement constante pendant une étape d'usinage, S_C présentant une valeur entre 1 m/s et 24 m/s, en particulier entre 5 m/s et 12 m/s,

b) la vitesse de coupe S_C est maintenue constante de l'extérieur vers l'intérieur sur un rayon partiel R_T de la pièce à usiner, R_T représentant entre 0 % et 87,5 % ou entre 0 % et 85 % du rayon total.

6. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon les revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la pièce à usiner (23) est usinée avec un outil de polissage au cours d'une deuxième étape d'usinage, l'écart d_p entre deux parcours de polissage (21, 22) voisins générés l'un après l'autre posédant en direction radiale une valeur entre 1 mm et 20 mm ou entre 5 mm et 15 mm, au maximum.

7. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon les revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** :

a) au moins un parcours de polissage (21) continu est généré sur la pièce à usiner (23), le parcours de polissage (21) se croisant lui-même en au moins un emplacement K_1 sur la pièce à usiner,

b) plusieurs parcours de polissage (21, 22) continus sont générés sur la pièce à usiner (23), les parcours de polissage (21, 22) se recoupant en au moins un emplacement S_1 sur la pièce à usiner (23).

8. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon les revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** :

a) l'outil de coupe est déplacé de façon translatrice dans la direction de son axe de rotation pendant l'usinage,

b) la direction du mouvement de translation de l'outil de coupe est modifiée au moins une fois par rotation de la pièce à usiner,

c) la fréquence du mouvement de translation se situe entre 12,5 Hz et 100 Hz ou entre 30 Hz et 70 Hz.

9. Procédé pour la fabrication d'une surface optiquement active selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le mouvement de translation est exécuté comme mouvement de levage ou encore comme mouvement d'abaissement.

Fig. 1

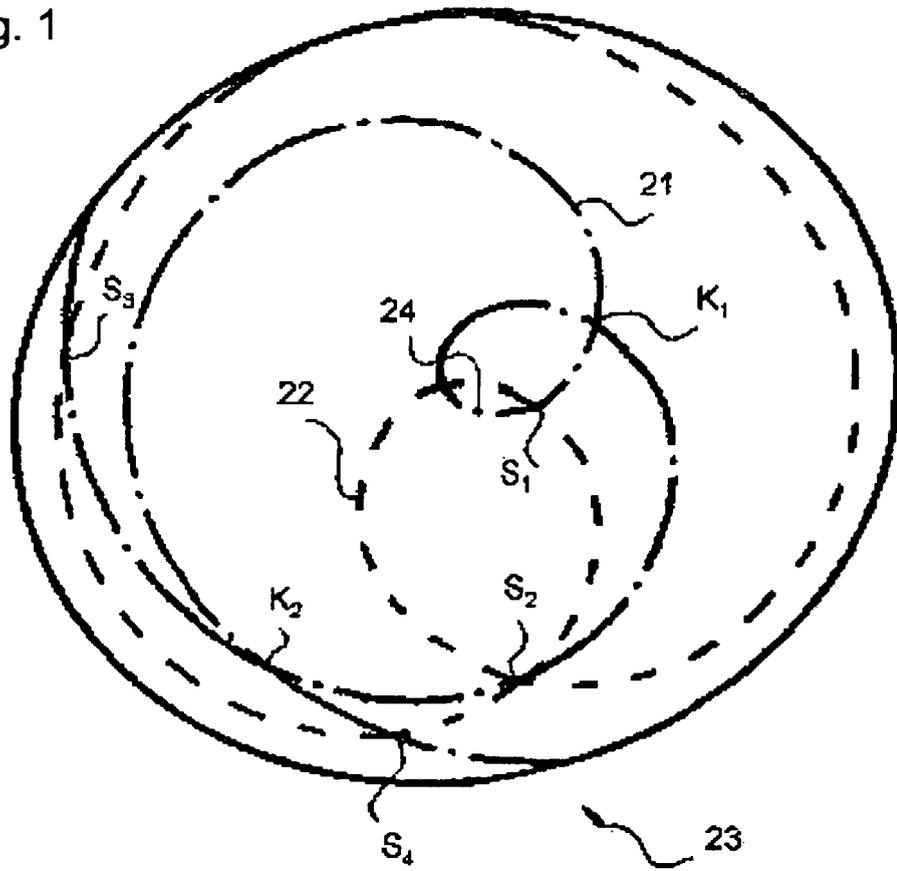


Fig. 2

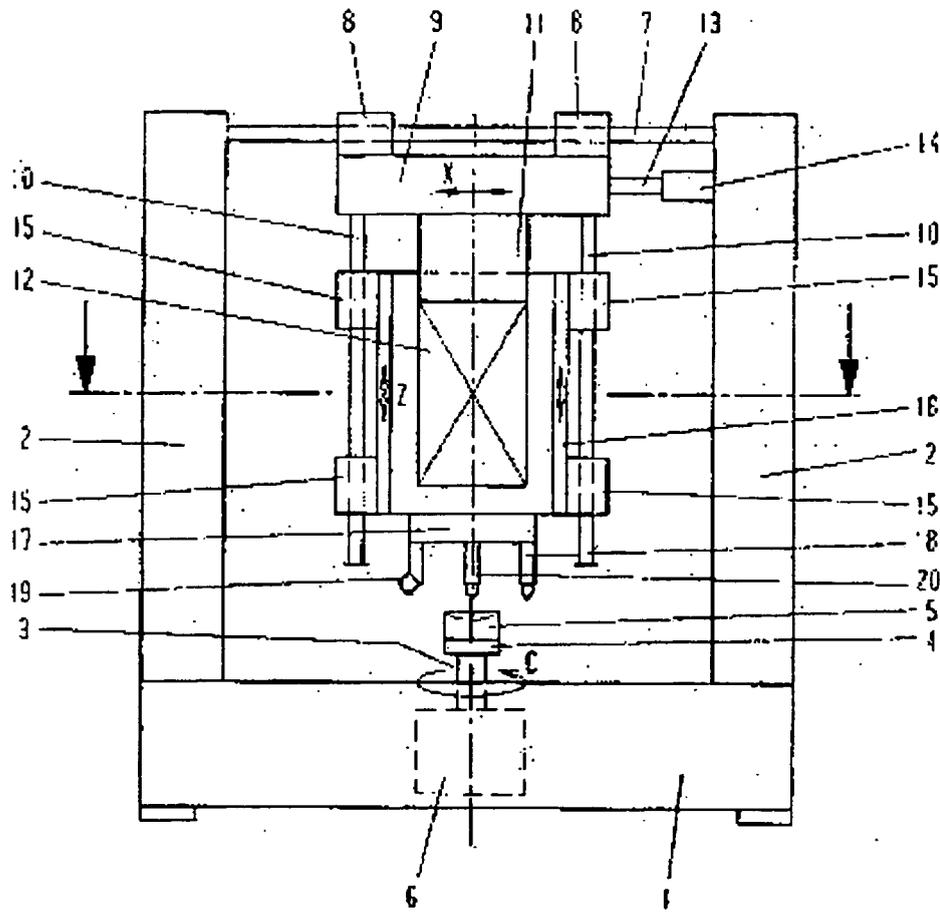


Fig. 3

