

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juni 2001 (21.06.2001)

PCT

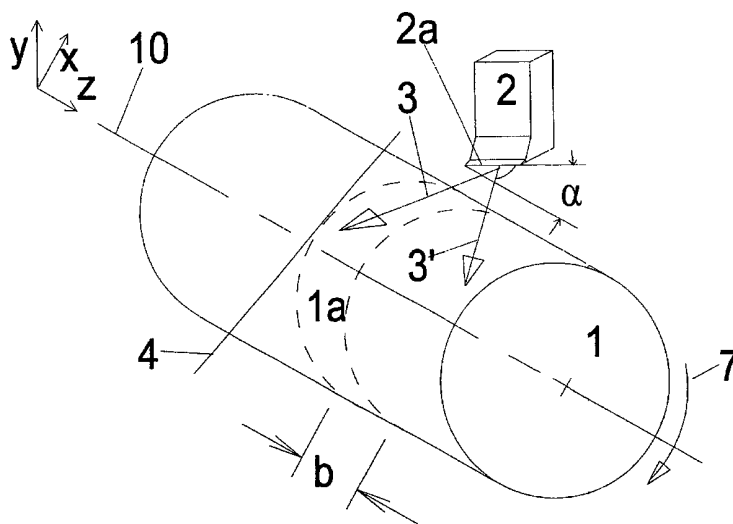
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/43902 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23B** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHREIBER, Leo**
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/12913 [DE/DE]; Filstalstr. 58, 73529 Schwäbisch Gmünd (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: **TROTT, Klaus** [DE/DE]; Thüringerstr. 8, 97638 Mell-
18. Dezember 2000 (18.12.2000) richstadt (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: **HANSMANN & VOGESER**; Albert-
Rosshaupter-Str. 65, 81369 München (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(30) Angaben zur Priorität:
199 61 111.4 17. Dezember 1999 (17.12.1999) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
199 63 897.7 30. Dezember 1999 (30.12.1999) DE BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN**
GMBH [DE/DE]; Stuttgarter Str. 50, 73033 Göppingen
(DE).
Veröffentlicht:
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR SCROLL-FREE MACHINING ROTATIONALLY SYMMETRICAL SURFACES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DRALLFREIEN SPANENDEN BEARBEITUNG VON ROTATIONSSYMMETRISCHEN FLÄCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for machining turning rotationally symmetrical workpieces using an appointed cutting edge. According to the inventive method, the resulting rotationally symmetrical surface has either no scrolling or only an insignificant amount of scrolling with regard to the transport action and abrasive action and/or a particularly high metal removing capacity can be attained when machining the hardened workpiece surfaces. A cutting edge, which is askew with regard to the rotational axis of the workpiece, is guided in a linear advance motion, transversal to the rotational axis, along the rotating workpiece while in contact with the same, whereby the machining parameters, especially the broaching advance and the inclination of the cutting edge, are selected such that the scrolling occurring on the machined surface is minimal with regard to the increase in scrolling and/or the scrolling depth, notably the scrolling depth.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/43902 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur spanenden Bearbeitung von sich drehenden rotationssymmetrischen Werkstücken mit bestimmter Schneide, bei dem die entstehende rotationssymmetrische Oberfläche entweder keinen bzw. einen hinsichtlich transportwirkung und abrasiver Wirkung nur unerheblichen Drall aufweist oder/und bei Bearbeitung der gehärteten Werkstückoberflächen eine besonders hohe Zerspanungsleistung erzielbar ist, wobei eine bezüglich der Rotationsachse des Werkstückes windschiefe Schneide in einer linearen Vorschubbewegung, quer zur Rotationsachse, am rotierenden Werkstück kontaktierend entlang geführt wird, wobei die Bearbeitungsparameter, insbesondere der Räumvorschub, und die Schrägstellung der Schneide, so gewählt werden, dass der an der bearbeiteten Fläche auftretende Drall hinsichtlich Drallsteigung und/oder Dralltiefe minimal wird, insbesondere die Dralltiefe minimal wird.

5 **Verfahren zur drallfreien spanenden Bearbeitung von rotationssymmetrischen Flächen**

I. Anwendungsgebiet

10

Die Erfindung betrifft die spanende Bearbeitung von sich drehenden, insbesondere zentrischen rotationssymmetrischen Flächen, eines metallischen Werkstücks, insbesondere aus Stahl oder aus Grauguß, auch in gehärtetem Zustand mittels geometrisch bestimmter Schneide bzw. Schneiden.

15

II. Technischer Hintergrund

Die Drehbearbeitung von rotationssymmetrischen Teilen sowohl im weichen als
20 auch im gehärteten Zustand mit geometrisch bestimmter Schneide ist Stand der Technik. Teilweise werden dabei die Verfahren Schleifen, Finishen, Honen und ähnliche Verfahren substituiert.

Schneidstoffe, die eine ausreichende Lebensdauer, auch für die Bearbeitung
25 gehärteter Werkstücke, bieten, stehen inzwischen in unterschiedlichen Ausführungsformen zur Verfügung.

Eine Bearbeitung nach dem Härten ist in der Regel notwendig, auch wenn die
Vorbearbeitung mit hoher Präzision erfolgt, da nach dem Härteprozeß in der
30 Regel zum Teil erhebliche Härteverzüge auftreten. Ein Prozeß, der die Maß-
Genauigkeit des Werkstückes wieder herstellt, ist somit unerlässlich.

Längsdrehen erzeugt stets eine Oberfläche, die drallbehaftet ist, und zwar gleichgültig, welches Material bearbeitet wird bzw. ob dieses gehärtet oder ungehärtet ist.

5

Diese Oberfläche weist regelmäßige Strukturen auf (Riefen oder gratförmige Erhebungen), die einer Gewindestruktur (Drall) entsprechen und durch den Vorschub des Werkzeuges entlang dem rotierenden Werkstück eine Steigung erzeugen.

10

Dies gilt gleichermaßen für zylindrische, kegelige oder anders geformte Werkstückoberflächen. Es liegen also beispielsweise Formen eines Gewindes oder Teilstücke hiervon auf der zu erzielenden Oberfläche des Werkstückes vor.

15 Der formelmäßige Zusammenhang, der die Gewindetiefe bzw. Rauheit der gewindeartigen Struktur beschreibt, ist in Fig. 3 erläutert.

Da die Zerspanungsdaten, insbesondere bei gehärteten Werkstücken für hohe Oberflächengüten, in der Regel sehr klein sind, kommt es häufig zu einem relativ
20 langsamen Bearbeitungsfortschritt bzw. einer geringen Zerspanungsleistung.

Während die relativ geringe Zerspanungsleistung einen deutlichen wirtschaftlichen Nachteil bedeutet, bereiten die drallbehafteten Oberflächen Probleme bei hierauf anliegenden Dichtungen, insbesondere, wenn sie sich relativ zu der Oberfläche
25 bewegen, zum Beispiel eine drehende Welle innerhalb einer stehenden Dichtung. Dichtungen in diesem Sinne können etwa die bekannten Radialwellendichtringe sein.

Eine derart drallbehaftete Oberfläche fördert mittels der gewindeförmigen Riefen
30 bzw. Grate entlang der Oberfläche Kühlmittel, Schmiermittel, etc. an der anliegenden Dichtung vorbei, von der einen zur anderen Seite in Axialrichtung, so daß die Dichtwirkung der Dichtung erheblich reduziert wird. Insbesondere bei

Maschinen, die z.B. aus hygienischen oder auch aus Umweltschutzgründen ohne Leckage laufen müssen, stellt dies ein ernstzunehmendes Problem dar.

Zusätzlich werden die an der drallbehafteten Oberfläche anliegenden Dichtungselemente an den Berührungslinien oder -flächen durch diese gewindeförmigen Riefen oder Erhebungen vielfach mit der Zeit beschädigt, oder zumindest stark abrasiv beansprucht. Durch diese Abnutzung oder Beschädigung wird ebenfalls oft nach kurzer Zeit die Dichtwirkung erheblich herabgesetzt oder aufgehoben.

10

Betrachtet man die zur Verfügung stehenden spanenden Bearbeitungsverfahren am rotierenden Werkstück unter Betrachtung dieser beiden Problemstellungen, so ergibt sich folgendes Bild:

15 Versucht man beim Drehen von rotationssymmetrischen Flächen die gewindeförmige Ausbildung dadurch zu vermeiden, daß das Werkzeug bezüglich des Werkstückes nur radial (Einstechdrehen) bewegt wird, so entsteht wegen der fehlenden Axialbewegung eine drallfreie Oberfläche. Wenn jedoch die Einstechschneide in axialer Richtung so breit ist wie die insgesamt herzustellende rotationssymmetrische Fläche, treten, besonders bei der Bearbeitung von
20 gehärteten Oberflächen, sehr hohe Schnittkräfte auf und wegen der dynamischen Instabilität ist die Neigung zum Rattern hoch. Diese dynamischen Instabilitäten bzw. das Rattern führen fast schlagartig zu so starken Oberflächenunregelmäßigkeiten, daß hier die Oberfläche ebenfalls zur einwandfreien Abdichtung zu
25 unregelmäßig ist.

Bewegt man den Einstechstahl zusätzlich bei breiteren herzustellenden Flächen längs, d.h. in axialer Richtung, wird wieder naturgemäß eine drallbehaftete Oberfläche erzeugt.

30

Es ist daher Stand der Technik und notwendig, daß der erzeugte Drall, insbesondere die gewindeförmigen Drehriefen mit aufwendigen nachfolgenden

Zusatzverfahren ausreichend abgeschwächt oder ganz beseitigt werden müssen, um eine einwandfreie Dichtwirkung zu gewährleisten.

Eine Möglichkeit, den Drall der Oberfläche (Drehriefen) zu vermeiden, könnte das
5 Drehräumverfahren sein, wobei das Räumwerkzeug in tangentialer Richtung am
rotierenden Werkzeug vorbeibewegt wird. Sind die einzelnen Schneiden des
Drehräumwerkzeuges parallel der Rotationsachse des Werkzeuges ausgerichtet,
so entsteht hierbei wieder die Problematik der hohen auf die Schneide wirkenden
Kräfte und damit der Hang zu dynamischen Instabilität und der Neigung zum
10 Rattern.

Bei einer Schrägstellung der Schneide beim Drehräumen, was zur Verminderung
des Druckes auf die Schneide führt, entsteht jedoch eine gewindeförmige
Reststruktur, da die Eingriffspunkte der Schneide am Werkstück unterschiedliche
15 Abstände (Radien) von der Rotationsachse des Werkstückes aufweisen.

Beim Drehräumen mittels eines scheibenförmigen Werkzeuges mit den
Schneiden auf dem Werkzeug-Umfang kommt beim Schrägstellen der in sich
geraden Schneide noch das Problem hinzu, daß dann eine ballig-konvexe statt
20 einer exakt zylindrischen Fläche am Werkstück erzeugt wird.

Weiterhin wird vielfach als zusätzliches Verfahren das Schleifen der Oberflächen
angewendet. Dies bedeutet, daß das Werkstück in der Regel auf einen anderen
Maschinentyp umzulagern ist. Die Stückkosten des Werkstückes werden daher
25 durch die Verlängerung der Prozeßkette, d.h. durch den Einsatz einer weiteren
Maschine, erheblich belastet und das wirtschaftliche Ergebnis somit deutlich
verschlechtert. Weiterhin soll bei der Endbearbeitung der Werkstücke nach
Möglichkeit auf das Schleifen verzichtet werden, da dieses in der Regel als
Naßverfahren geschieht und somit weitere Umwelt- und
30 Entsorgungsproblematiken über den Schleifschlamm entstehen und nach
heutigem Stand das wirtschaftliche Ergebnis weiter belasten.

Hinzu kommt, daß selbst beim Schleifen Drallstrukturen erzeugt werden, die zunächst durch den Abrichtvorgang auf die Schleifscheibe aufgebracht werden und sich schließlich auf dem Werkstück abbilden. Auch beim Finishen, bei dem ein Schleifband oder ein Schleifelement an das Werkstück angelegt wird, entstehen wegen der zusätzlichen Oszillation bzw. Längsbewegung des Finishwerkzeuges relativ zum Werkstück drallbehaftete Oberflächenstrukturen.

III. Darstellung der Erfindung

10

a) Technische Aufgabe

Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, ein Verfahren zur spanenden Bearbeitung von sich drehenden rotationssymmetrischen Werkstücken mit bestimmter Schneide zu schaffen, bei dem die entstehende rotationsymmetrische Oberfläche entweder keinen bzw. einen hinsichtlich Transportwirkung und abrasiver Wirkung nur unerheblichen Drall aufweist oder/und bei Bearbeitung der gehärteten Werkstückoberflächen eine besonders hohe Zerspanungsleistung erzielbar ist.

20

b) Lösung der Aufgabe

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß hat sich herausgestellt, daß das Auftreten und/oder Ausmaß der Gewindeform der entstehenden Oberflächenstruktur durch die Größe der Vorschubgeschwindigkeit der Schneiden in Relation zur vorhandenen Schrägstellung der Schneide zur Rotationsachse des Werkstückes, dem vorgegebenen Durchmesser und der Drehzahl des zu bearbeitenden Werkstückes

so beeinflußt werden kann, daß kein bzw. ein in der Praxis nicht mehr relevanter Drall der bearbeiteten Oberfläche auftritt.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß diese spezifische erfindungsgemäße Art
5 der Räumbearbeitung sehr viel schneller und mit geringerem Aufwand durchzuführen ist als beispielsweise eine Schleif-, Finish- oder Honbearbeitung (oder vergleichbares Verfahren) zur Beseitigung der Drallstruktur der Oberfläche.

So kann das erfindungsgemäße Drehräumverfahren auf einer normalen Drehma-
10 schine ebenso durchgeführt werden, wie auf einer Drehräummaschine mit beispielsweise scheibenförmigem Werkzeuggrundkörper, sofern die für das erfindungsgemäße Verfahren benutzte Schneide linear und quer, insbesondere lotrecht, zur Rotationsrichtung des Werkstückes, insbesondere in tangentialer Richtung an der zu bearbeitenden rotationssymmetrischen Fläche des Werk-
15 stückes vorbeibewegt werden kann.

Sofern – je nach Verwendung des Werkstückes – die Drallminimierung bzw. Drallfreiheit der zu erzeugenden Oberflächen nicht im Vordergrund steht, können die Bearbeitungsparameter so verändert werden, daß die erzeugte Oberfläche
20 zwar drallbehaftet ist, die Zerspanungsleistung jedoch erheblich gesteigert werden kann, was insbesondere bei der Bearbeitung gehärteter Werkstücke von Bedeutung ist. Damit entsteht unter anderem ein sehr wirtschaftliches Verfahren mit hohen Oberflächengüten.

25

c) Ausführungsbeispiele

Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im folgenden anhand der Figuren beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

30

Fig. 1: Eine perspektivische Darstellung der Bearbeitungssituation,

Fig. 2: Eine Darstellung der Situation der Fig. 1 quer zur Rotationsrichtung 10 und zur Vorschubbewegung 3, und

Fig. 3: eine Darstellung der Situation beim Längsdrehen.

5

Zunächst ist in Fig. 3 dargestellt, wie sich z. B. beim Längsdrehen durch den in Rotationsrichtung des Werkstückes bewegendem Schneidstahl und dessen Schneidenrundung r_E eine gewindeartige Oberfläche ergibt:

- 10 Bei gleichbleibendem Vorschub f , ausgedrückt in mm/Umdrehung des Werkstückes, entsteht eine helixförmige Riefe 5, deren Windungs-Abstand in Richtung der Rotationsachse 10 bei gleichbleibendem Vorschub f konstant ist. Die Tiefe t' dieser Riefen hängt dabei ersichtlich von der Größe des Eckenradius r_E der erzeugenden Schneide ab: Je größer dieser Eckenradius r_E ist, um so flacher
- 15 fallen die Flanken der Riefe aus und damit wird die Tiefe t' um so geringer. Der formelmäßige Zusammenhang lautet:

$$t = \frac{f^2}{8 \cdot r_E}$$

- 20 In der Einstellung wenigstens einer der Kanten der Schneide, insbesondere der Nebenschneide, die zur Schneidenecke hinführen, in möglichst geringem Winkel, vorzugsweise parallel, zur Richtung der Rotationsachse 10, liegt dabei in der Regel die einzige gangbare Möglichkeit, um die Tiefe t' zu minimieren, da der Vorschub f aufgrund vorgegebener Taktzeiten etc. in der Produktion nicht beliebig
- 25 reduziert werden kann.

Demgegenüber zeigen die Figuren 1 und 2 die erfindungsgemäße Situation:

Wie Fig. 1 zeigt, rotiert das Werkstück 1, an dem sich die zu bearbeitende rotationssymmetrische Fläche 1a befindet, um die Rotationsrichtung 10, bei Drehmaschinen oder Drehräummaschinen üblicherweise als Z-Richtung bezeichnet, auf denen die X- und Y-Richtung üblicherweise jeweils lotrecht stehen.

Die zu bearbeitende rotationssymmetrische Fläche 1a besitzt in Z-Richtung 10 eine Breite b, und soll in der Regel als Anlagefläche für einen Radialwellendichtring oder vergleichbares Element bei der späteren Anwendung dienen.

Das Werkzeug 2 wird mit seiner schräg zur Z-Richtung stehenden Schneide 2a in einer Vorschubrichtung 3, die parallel zu einer der Tangentenflächen an der rotationssymmetrischen Fläche 1a ist, so quer zur Richtung der Rotationsachse 10 am Werkstück entlang geführt, dass die einzelnen Schneidenbereiche nacheinander mit in Z-Richtung unterschiedlichen Bereichen der rotationssymmetrischen Fläche 1a in Berührung kommen, wobei die Erstreckung der Schneide 2a in Richtung der Rotationsachse, also in Rotationsrichtung 10, gleich oder größer der Breite b der zu bearbeitenden Fläche a ist. Die Vorschubrichtung 3 des Werkzeuges kann dabei in einer Ebene liegen, die lotrecht zur Rotationsrichtung 10 des Werkstückes ist, also in einer Radialebene des Werkstückes, oder in einer schräg zur Rotationsrichtung 10 liegenden Ebene (Vorschubrichtung 3').

Betrachtet in Rotationsrichtung 10 des Werkstückes stellt (siehe Fig. 1a) die Vorschubrichtung 3 bzw. 3' jedoch immer eine Tangente an den Soll-Durchmesser der zu bearbeitenden rotationssymmetrischen Fläche dar.

Das Werkstück 1 rotiert während der Bearbeitung in einer Drehrichtung 7 so, dass im Kontaktbereich zwischen Schneide 2a und zu bearbeitender Fläche 1a die Oberfläche des Werkstückes 1 gegen die Schneide 2a läuft.

Die Aufsicht in Y-Richtung der Fig. 2 zeigt den Schrägstellungswinkel α gegenüber der Rotationsrichtung 10 des Werkstückes 1 und die in der Aufsicht im rechten Winkel zu dieser Rotationsrichtung verlaufende Vorschubbewegung 3 der Schneide 2a.

5

Auf Grund der vom rechten zum linken Eck der Schneide 2a der Fig. 2 bei der Bearbeitung ablaufenden Schälbewegung ergibt sich die gewindeartige Oberflächenstruktur gemäß Fig. 2. Diese Oberflächenstruktur wird gebildet durch eine gewindeartige Riefe 5, deren einzelne Windungen unmittelbar in
10 Längsrichtung des Werkstückes aneinander angrenzen, und zwischen sich einen Gewindegat 6 bilden.

Die Riefen 5 sind gegenüber der Realität stark übertrieben dargestellt. Die Tiefe der Riefe 5 wird als Dralltiefe t bezeichnet, während der in Rotationsrichtung 10
15 gemessene Abstand zwischen zwei Windungen des Grates 6 bzw. der Riefen 5 als Drallsteigung s bezeichnet wird.

Die Schneide 2a kann auch entlang einer Vorschubbewegung 3', die quer zur Rotationsachse 10 und insbesondere lotrecht auf der Schneide 2a steht,
20 bezüglich des Werkstückes 1 bewegt werden, wobei dann eine etwas geringere Breite der Schneide 2a erforderlich ist.

Die Drallsteigung s hängt von dem Räumvorschub f_r , der den Fortschritt in Vorschubbewegung 3, gemessen in Millimetern pro Umdrehung des Werkstückes
25 angibt, und von dem Schrägstellungswinkel α wie folgt ab:

$$s = \frac{f_r}{\tan \alpha}$$

Die Dralltiefe t hängt vom bis zu den Tälern zwischen den Graten 6 gemessenen Radius (Kerndurchmesser) des Werkstückes an der zu bearbeitenden Fläche 1a und dem Räumvorschub f wie folgt ab:

5

$$t = -r + \sqrt{r^2 + \frac{f_r^2}{4}}$$

Auf Grund der Darstellung der Fig. 2 wird klar, dass bei Erreichen einer Dralltiefe $t = 0$ oder wenigstens $t < 1 \mu\text{m}$, insbesondere $t < 0,4 \mu\text{m}$, insbesondere $t < 0,2 \mu\text{m}$ die Größe der Drallsteigung s keine Rolle mehr spielt.

10

In erster Linie wird daher beabsichtigt, den Räumvorschub f_r so niedrig wie möglich zu halten, insbesondere so niedrig, daß die Dralltiefe t wesentlich kleiner, insbesondere mindestens um den Faktor 3, besser um den Faktor 5, kleiner, als die Rauhtiefe R_z der so erzeugten Oberfläche wird. Die Rauhtiefe R_z liegt
15 üblicherweise im Bereich zwischen $1,5 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$.

BEZUGSZEICHENLISTE

5		
	1	Werkstück
	1a	rotationssymmetrische Fläche
	2	Werkzeug
10	2a	Schneide
	3, 3'	Vorschubbewegung
	4	Tangente
	5	Riefe
	6	Grat
15	7	Drehrichtung
	8	Arbeitslinie
	10	Z-Richtung, Rotationsachse
	11	X-Richtung
	12	Y-Richtung
20	f	Vorschub
	f_r	Räumvorschub
	α	Schrägstellungswinkel
	r	Werkstückradius
	s	Drallsteigung
25	t	Dralltiefe
	b	Breite der Fläche 1a
	R_z	Rauhtiefe

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Verfahren zum spanenden Bearbeiten von rotationssymmetrischen Flächen (1a) bei rotierendem Werkstück (1),

dadurch gekennzeichnet, dass

10 eine bezüglich der Rotationsachse (10) des Werkstückes (1) windschiefe Schneide (2a) in einer linearen Vorschubbewegung (3, 3'), quer zur Rotationsachse (10), am rotierenden Werkstück (1) kontaktierend entlang geführt wird, wobei die Bearbeitungsparameter, insbesondere der Räumvorschub (f_r), und die Schrägstellung (α) der Schneide, so gewählt werden, dass der an der bearbeiteten Fläche (1a) auftretende Drall hinsichtlich Drallsteigung (s) und/oder
15 Dralltiefe (t) minimal wird, insbesondere die Dralltiefe (t) minimal wird.

2. Verfahren zum spanenden Bearbeiten von rotationssymmetrischen Flächen (1a) bei rotierendem Werkstück (1),

dadurch gekennzeichnet, dass

20 eine bezüglich der Rotationsachse (10) des Werkstückes (1) windschiefe Schneide (2a) in einer linearen Vorschubbewegung (3, 3'), quer zur Rotationsachse (10), am rotierenden Werkstück (1) kontaktierend entlang geführt wird, wobei die Bearbeitungsparameter, insbesondere der Räumvorschub (f), bei der Bearbeitung einer gehärteten rotationssymmetrischen Fläche (1a) so gewählt
25 werden, dass die sich ergebende Zerspanungsleistung maximal wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die lineare Vorschubbewegung (3, 3') in einer Tangentialebene der
30 rotationssymmetrischen Fläche (1a) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schneide (2a) eine in sich gerade Schneide (2a) ist.
- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schrägstellung der Schneide (2a) gegenüber der Rotationsachse (10)
zwischen 0° und 90° , insbesondere zwischen 20° und 50° , beträgt.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Räumvorschub (f_r) relativ zur Schrägstellung (α) der Schneide, dem
Durchmesser der zu bearbeitenden rotationssymmetrischen Fläche (1a) so
gewählt wird, dass die auf der Oberfläche des Werkstückes durch die Bearbeitung
15 entstehenden Riefen (5) hinsichtlich Drallsteigung (s) und Dralltiefe (t) keinen bzw.
einen vernachlässigbar geringen Gewindeeffekt aufweisen.

1 / 3

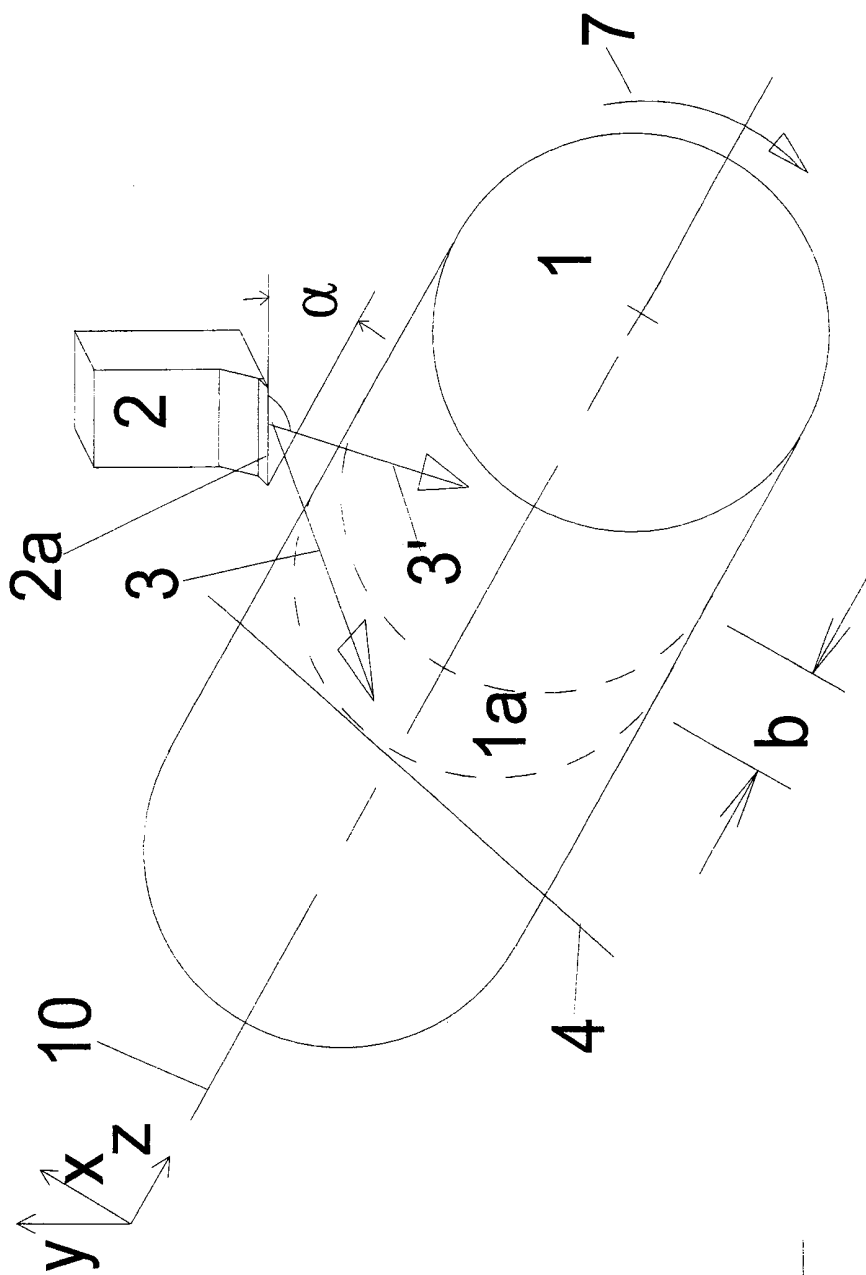


Fig. 1

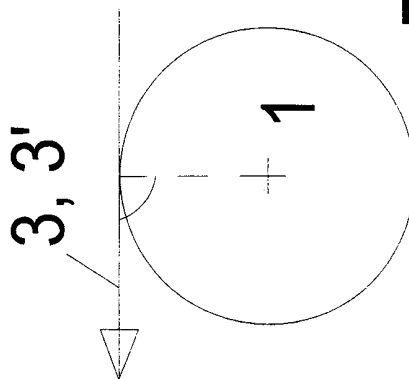


Fig. 1a

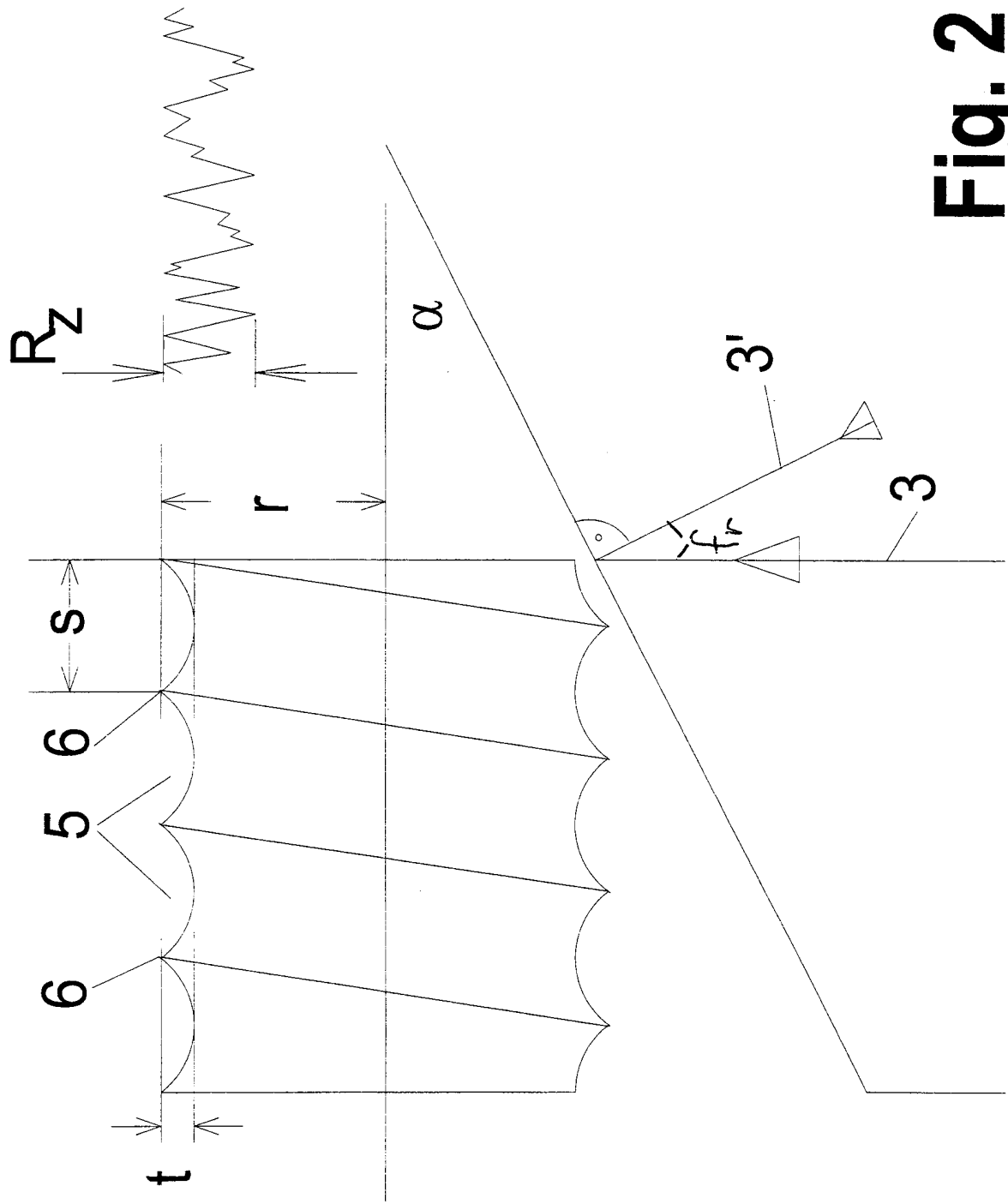


Fig. 2

3 / 3

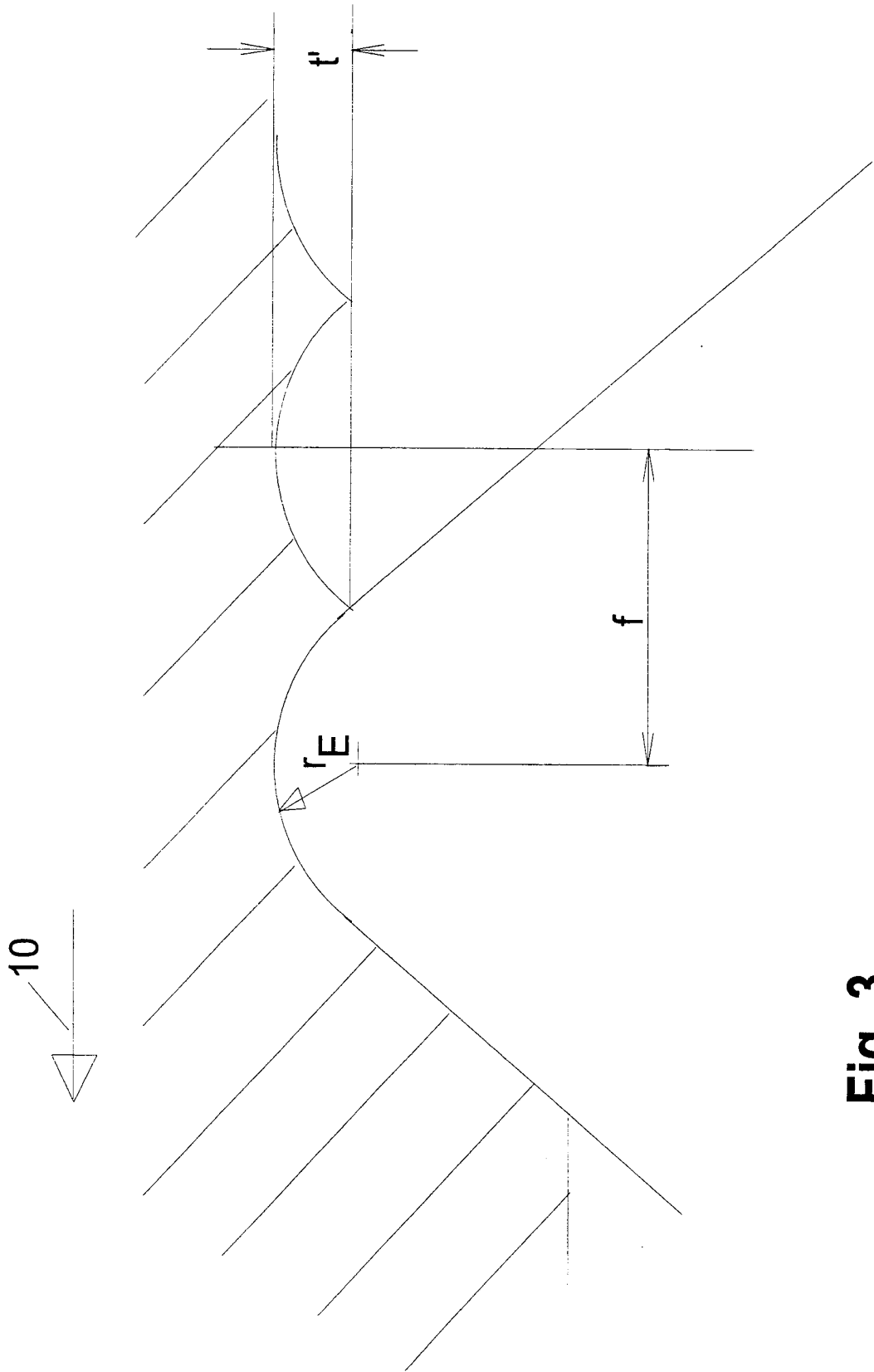


Fig. 3