



(10) **DE 10 2021 123 380 B3** 2022.12.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 123 380.1**
(22) Anmeldetag: **09.09.2021**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.12.2022**

(51) Int Cl.: **B23Q 39/02 (2006.01)**
B23B 5/48 (2006.01)
B24B 5/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

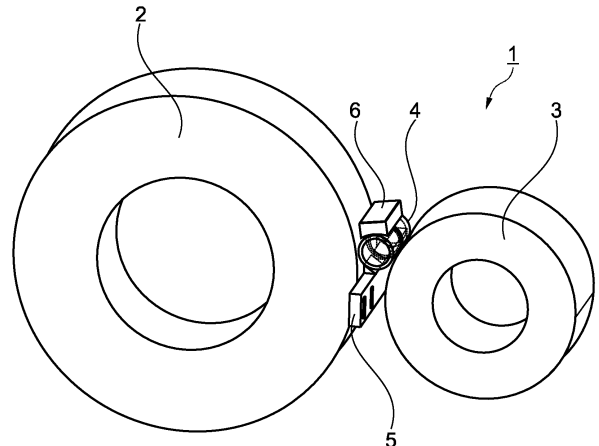
(72) Erfinder:
Kronacher, Tobias, 91074 Herzogenaurach, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	36 15 090	C2
DE	103 16 956	B4
DE	10 2014 115 149	B3
DE	199 20 467	A1
DE	10 2006 055 255	A1
DE	10 2014 014 782	A1
DE	10 2015 106 060	A1
DE	20 2006 021 151	U1
DD	1 43 699	A3
US	1 864 486	A
US	1 949 527	A
EP	2 394 783	A1
EP	3 292 953	A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken (4) in Form einer kombinierten Schleif- und Drehbearbeitung umfasst vier Komponenten, nämlich eine Schleifscheibe (2), eine Regelscheibe (3), eine Auflageschiene (5) und einen Niederhalter (6), von welchen mindestens drei, hierunter die Regelscheibe (3) und die Auflageschiene (5), zur gleichzeitigen Kontaktierung ein und desselben Werkstücks (4) vorgesehen sind. Weiter umfasst die Vorrichtung einen aus der Auflageschiene (5) ausfahrbaren Drehmeißel (7), welcher zur Erzeugung einer umlaufenden Nut (11) in der Außenoberfläche des durch die Regelscheibe (3) angetriebenen Werkstücks (4) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken, wobei die Zerspanung mit geometrisch definierter Schneide und/oder mit geometrisch nicht definierter Schneide erfolgt. Ferner betrifft die Erfindung ein zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Vorrichtung.

[0002] Die DE 10 2014 115 149 B3 offenbart eine kompakte gestaltete spitzenlose Schleifmaschine, welche verschiedene Spindelantriebe zum Antrieb einer Schleifscheibe sowie einer Regelscheibe aufweist. Ferner weist die bekannte spitzenlose Schleifmaschine eine Werkstückauflage zur Aufnahme eines zu bearbeitenden Werkstücks zwischen der Schleifspindel und der Regelspindel auf. Die mit der Schleifscheibe verbundene Schleifspindel ist gegenüber der Regelspindel, welche mit der Regelscheibe verbunden ist, verfahrbar. Die Schleifmaschine nach der DE 10 2014 115 149 B3 soll unter anderem zur Bearbeitung nicht-zylindrischer Werkstücke, worunter neben konischen Werkstücken auch Werkstücke mit Einstichen, Nuten oder Absätzen zu verstehen sind, geeignet sein.

[0003] Eine in der US 1,864,486 A beschriebene Schleifmaschine ist zur Bearbeitung von Werkstücken mit nicht kreisrundem Querschnitt, insbesondere zur Bearbeitung von Nocken, vorgesehen. Auch diese Schleifmaschine ist zum spitzenlosen Schleifen ausgebildet und weist zusätzlich zu einer Schleifscheibe unter anderem eine Regelscheibe auf.

[0004] Die EP 2 394 783 A1 offenbart eine spitzenlose Rundschleifmaschine sowie ein Verfahren zum spitzenlosen Schleifen mit höhenverstellbarer Regelscheibe. Zusätzlich zur Höhenverstellung der Regelscheibe ist auch die Möglichkeit gegeben, die Regelscheibe einem Werkstück seitlich zuzustellen. Eine Werkstückauflage zum Ablegen eines Werkstücks ist in diesem Fall in Höhenrichtung starr angeordnet. Damit soll insbesondere eine Schleifbearbeitung ohne jegliche Profilverzerrungen möglich sein.

[0005] Die DE 10 2014 014 782 A1 offenbart eine Schleifvorrichtung sowie ein Verfahren zum spitzenlosen Einstechschleifen. In diesem Fall wird der Begriff „spitzenloses Einstechschleifen“ gleichbedeutend mit dem Begriff „spitzenloses Außenrundschleifen“ verwendet. Zu bearbeiten ist mit der Vorrichtung nach der DE 10 2014 014 782 A1 eine im Wesentlichen zylinderförmige Oberfläche. Das Werkstück, beispielsweise eine Welle, liegt bei der Schleifbearbeitung auf einem Auflagelineal, welches relativ zur Schleifscheibe sowie zur Regelscheibe der Schleifvorrichtung verschwenkbar ist.

[0006] Eine weitere mögliche Bauform einer Auflageschiene für eine Spitzenlosschleifmaschine ist in der DE 10 2015 106 060 A1 beschrieben. In diesem Fall ist die Auflageschiene an einer Trägerschiene angeordnet, wobei Spannelemente zur Verspannung der Auflageschiene auf der Trägerschiene vorgesehen sind.

[0007] Eine der DE 103 16 956 B4 beschriebene Einlegevorrichtung für eine automatische Werkstückzuführung an einer Spitzenlos-Schleifmaschine weist zusätzlich zu einer Auflageschiene einen Auswerfer oder einen Niederhalter auf. Hierbei ist der Auswerfer oder Niederhalter mit einer Steuerung verbunden.

[0008] Eine Vorrichtung zum automatisierten Herstellen und/oder Bearbeiten radialer Nuten in Werkstücken aus hochfesten Materialien ist zum Beispiel in der DE 20 2006 021 151 U1 beschrieben. Die beschriebene Vorrichtung umfasst eine Schleifscheibe, welche zum gleichzeitigen Schleifen mehrerer Flanken sowie des Nutgrundes einer Nut vorgesehen ist.

[0009] Eine in der EP 3 292 953 A1 beschriebene Schleifmaschine zum Schleifen eines Profils umfasst ein Schrupp-Schleifwerkzeug und zusätzlich ein Schlicht-Schleifwerkzeug. In diesem Fall ist ein Drehtisch als Werkstückträger vorgesehen.

[0010] Die DE 199 20 467 A1 offenbart eine Schleifmaschine mit Hartdreheinrichtung. Es ist somit eine Schleifbearbeitung und eine Drehbearbeitung mit ein und derselben Maschine vorgesehen. Ein Werkstück wird hierbei zwischen Spitzen gespannt.

[0011] Verschiedene Werkzeuge zum Einstechdrehen sind zum Beispiel in den Dokumenten DE 36 15 090 C2 und DE 10 2006 055 255 A1 beschrieben. Im letztgenannten Fall ist eine Schneidplatte form- und kraftschlüssig mit einem Trägerwerkzeug verbunden.

[0012] Die DD 1 43 699 A3 beschreibt eine Einrichtung zum Ausrichten von rotationssymmetrischen Werkstücken in Drehmaschinen. Es wird ein Träger mit prismatischer Auflage verwendet und an der Pinole, an der eine Reitstockspitze befestigt ist, weiterhin ein Gegenhalter mit Rollen befestigt.

[0013] Die US 1 949 527 A beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Hülse, wobei die Bearbeitung der äußeren Oberfläche der Hülse erfolgt, während die Hülse durch diese äußere Oberfläche geführt wird.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, gegenüber dem Stand der Technik weiterentwickelte Möglichkeiten der Bearbeitung von rotierenden Werkstücken mit geometrisch definierter und/oder

geometrisch nicht definierter Schneide anzugeben, wobei insbesondere umlaufenden Nuten erzeugbar sein sollen und ein günstiges Verhältnis zwischen apparativem Aufwand, Bearbeitungsdauer und erzielbarer Präzision, insbesondere unter Bedingungen der Serienfertigung, angestrebt wird.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur spanabhebenden Bearbeitung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ebenso wird die Aufgabe gelöst durch ein Bearbeitungsverfahren nach Anspruch 6. Im Folgenden im Zusammenhang mit dem Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für die Bearbeitungsvorrichtung und umgekehrt.

[0016] Die zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken vorgesehene Vorrichtung ist zur Durchführung einer kombinierten Schleif- und Drehbearbeitung vorgesehen und umfasst eine Schleifscheibe, eine Regelscheibe, eine Auflageschiene und einen Niederhalter, welche zusammenfassend als Komponenten der Bearbeitungsvorrichtung bezeichnet werden. Von den vier genannten Komponenten sind mindestens drei, hierunter die Regelscheibe und die Auflageschiene, zur gleichzeitigen Kontaktierung ein und desselben Werkstücks vorgesehen.

[0017] Die Bearbeitungsvorrichtung umfasst darüber hinaus einen aus der Auflageschiene ausfahrbaren Drehmeißel, welcher zur Erzeugung einer umlaufenden Nut in der Außenoberfläche des durch die Regelscheibe angetriebenen Werkstücks ausgebildet ist.

[0018] Der als Zerspanungswerkzeug vorgesehene Drehmeißel wird zur Bearbeitung des rotierenden Werkstücks genutzt, ohne dieses mit einer gesonderten Vorrichtung, etwa einer rotierenden Spindel, anzutreiben. Vielmehr wird die Regelscheibe, welche das Werkstück beim Schleifen antreibt, auch zum Antrieb des Werkstücks beim Drehen, das heißt beim Zerspanen mit geometrisch definierter Schneide, genutzt. Die Drehbearbeitung, welche insbesondere als Einstechdrehen erfolgt, wird durchgeführt, ohne das Werkstück zu diesem Zweck zu spannen. Es liegt somit eine spitzenlose Drehbearbeitung vor, welche von der Art der Positionierung und des Antriebs des Werkstücks her in prinzipiell gleicher Weise wie ein spitzenloses Schleifen erfolgt.

[0019] Der Vorteil gegenüber einer reinen Schleifbearbeitung liegt insbesondere in dem im Vergleich zum Schleifen wesentlich höheren Zerspanungsvolumen beim Drehen. Ein zusätzlicher Rationalisierungseffekt ist dadurch gegeben, dass jeglicher Aufwand für die Umpositionierung des Werkstücks für den Wechsel von der Schleifbearbeitung zur Drehbe-

arbeitung entfällt. Im Gegensatz zu üblichen Bearbeitungsverfahren, bei denen nach der Zerspanung durch Drehen oder Fräsen eine Schleifbearbeitung erfolgt, liegt im vorliegenden Fall der Beginn der Schleifbearbeitung vor dem Beginn des Drehens. Die durch spanabhebende Bearbeitung mit definierter Schneide, nämlich durch Drehen, zu erzeugende Nut weist beispielsweise eine Tiefe von mehr als 1 mm auf. Die Breite der Nut kann geringer oder größer als deren Tiefe sein. Was den Querschnitt der Nut betrifft, existieren zahlreiche mögliche Varianten. Beispielsweise weist die Nut einen rechteckigen oder einen quadratischen Querschnitt auf. Auch abgerundete Querschnittsformen der Nut sind möglich.

[0020] Der Drehmeißel der Bearbeitungsvorrichtung ist zumindest in Radialrichtung des rotierenden Werkstücks verstellbar. Optional existieren weitere Verstellmöglichkeiten des Drehmeißels. Was den Werkstoff, aus dem der Drehmeißel hergestellt ist, betrifft, kann auf beliebige, prinzipiell bekannte Lösungen zurückgegriffen werden. Beispielsweise handelt es sich bei dem Drehmeißel um ein Werkzeug aus Hartmetall. Sofern das als Drehmeißel verwendete Werkzeug beschichtet ist, kann eine Beschichtung zum Beispiel in an sich bekannter Weise als dotierte oder nicht dotierte Kohlenstoffschicht ausgebildet sein.

[0021] Gemäß einer möglichen Ausgestaltung ist der Drehmeißel in einem Einschnitt zwischen zwei Auflageabschnitten der Auflageschiene angeordnet wobei die die Auflageabschnitte jeweils eine konkave, den Abmessungen des rotierenden Werkstücks angepasste Krümmung aufweisen. Die in axialer Richtung des Werkstücks zu messende Breite eines jeden Auflageabschnitts kann größer als die in derselben Richtung zu messende Breite des Einschnitts sein, so dass insgesamt eine großflächige Abstützung des Werkstücks gegeben ist. Der Einschnitt stellt eine Aussparung in der Auflageschiene dar.

[0022] Der Niederhalter sowie die Auflageschiene sind, optional mit Möglichkeit der Winkeleinstellung, zumindest bei der Drehbearbeitung derart schräg zueinander gestellt, dass sie zur Ausübung einer das Werkstück an die Regelscheibe andrückenden Kraft ausgebildet sind. Insbesondere weisen der Niederhalter und die Auflageschiene bei der Drehbearbeitung dieselbe Winkeleinstellung wie beim Schleifen auf. In jedem Fall stellen die Regelscheibe, die Auflageschiene und der Niederhalter gemeinsam Mittel zur Spannung des Werkstücks dar.

[0023] Im Rahmen des mit der anmeldungsgemäßen Vorrichtung durchführbaren Verfahrens erfolgt allgemein eine spanende Bearbeitung mit geometrisch nicht definierter Schneide durch spitzenloses Schleifen und ohne Veränderung der Werkstückposi-

tionierung zusätzlich eine spanende Bearbeitung mit geometrisch definierter Schneide. Die letztgenannte Bearbeitung wird mittels des aus der Auflageschiene ausfahrenden Drehmeißels, das heißt des Einstechdrehmeißels, durchgeführt, wobei die Werkstückposition während der Drehbearbeitung, das heißt beim Einstechdrehen, in axialer Richtung des Werkstücks blockiert bleibt. Zu dieser Blockierung in axialer Richtung ist ein Axialanschlag der Bearbeitungsvorrichtung nutzbar. Nach Abschluss der Drehbearbeitung fährt der Drehmeißel wieder in seine Ausgangsposition, das heißt in die teilweise oder vollständig in der Auflageschiene versenkte Position, zurück. Um den Drehmeißel translatorisch zu bewegen, können beliebige prinzipiell bekannte Mechanismen, beispielsweise pneumatische, mechanische oder hydraulische Mechanismen, vorhanden sein.

[0024] Es ist die Möglichkeit gegeben, mit der Drehbearbeitung erst nach Abschluss der Schleifbearbeitung zu beginnen, wobei die Schleifbearbeitung in diesem Zusammenhang das Schleifen von Oberflächenabschnitten des Werkstücks außerhalb des mit definierter Schneide zu zerspanenden Bereichs betrifft. Statt eines einzigen Drehmeißels kann die Bearbeitungsvorrichtung auch eine größere Anzahl an Drehmeißeln aufweise. Hierbei kann jeder Drehmeißel zur Erzeugung einer gesonderten Nut vorgesehen sein. Alternativ kann durch verschiedene Drehmeißel ein und dieselbe Nut nacheinander bearbeitet werden, wobei das Werkstück zwischen den einzelnen Bearbeitungsschritten vorzuschieben ist. Bei den verschiedenen, nacheinander durchzuführenden Bearbeitungsschritten kann es sich insbesondere um eine Schrubbearbeitung und um eine Schlichtbearbeitung, mit welcher eine höhere Oberflächenqualität erzeugt wird, handeln. Die Anzahl der pro Werkstück zu erzeugenden Nuten unterliegt grundsätzlich keinen Beschränkungen.

[0025] Gemäß einer möglichen Verfahrensvariante wird vor Beginn der Drehbearbeitung ein Abstand zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück hergestellt, wobei das Werkstück ununterbrochen durch die Regelscheibe angetrieben wird. In alternativer Verfahrensführung erfolgt die Drehbearbeitung zumindest teilweise simultan mit der Schleifbearbeitung.

[0026] Bei den Werkstücken handelt es sich insbesondere um massive oder hohle Bauteile mit kreiszylindrischer Querschnittsform. Zum Beispiel werden Führungs- oder Dichtungshülsen als Werkstücke bearbeitet. Ebenso ist die Bearbeitung von Wellen möglich, welche Dichtungsnuten aufweisen.

[0027] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen, jeweils in schematisierter Darstellung:

Fig. 1 eine Bearbeitungsvorrichtung zum Schleifen und Drehen in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 die Bearbeitungsvorrichtung in stirnseitiger Ansicht,

Fig. 3 Komponenten der Bearbeitungsvorrichtung in perspektivischer Ansicht,

Fig. 4 die Anordnung nach **Fig. 3** in Seitenansicht.

[0028] Eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnete, in den Figuren nur ansatzweise dargestellte Bearbeitungsvorrichtung weist den Grundaufbau einer spitzenlosen Schleifmaschine auf und umfasst eine Schleifscheibe 2 sowie eine Regelscheibe 3. Hinsichtlich des prinzipiellen Aufbaus und der Funktion von Spitzenlosschleifmaschinen wird auf den eingangs zitierten Stand der Technik verwiesen.

[0029] Ein zu bearbeitendes, im vorliegenden Fall hohles Werkstück 4 weist eine zylindrische Grundform auf. Die Bearbeitungsvorrichtung 1 ist zur kombinierten Schleif- und Drehbearbeitung zahlreicher gleichartiger Werkstücke 4 im Einstichverfahren konzipiert.

[0030] Das Werkstück 4 befindet sich bei der Schleifbearbeitung auf einer Auflageschiene 5 und wird zugleich von einem Niederhalter 6 kontaktiert. In der Auflageschiene 5 befindet sich ein Drehmeißel 7, welcher während der reinen Schleifbearbeitung vom Werkstück 4 abgehoben, das heißt in der Auflageschiene 5 versenkt, ist.

[0031] Spätestens nach Abschluss der Schleifbearbeitung wird der Vorschub des Werkstücks 4 durch eine nicht dargestellte Anschlagvorrichtung gestoppt. Da das Werkstück 4 hierbei nicht durch ein Futter, wie es bei Drehmaschinen üblicherweise verwendet wird, eingespannt ist, erst recht nicht beidseitig, wird auch in diesem Bearbeitungsstadium von einer spitzenlosen Bearbeitung gesprochen. Während das Werkstück 4 durch die Regelscheibe 3 angetrieben wird, fährt aus der Auflageschiene 5 ein Drehmeißel 7 aus, mit welchem eine in den **Fig. 3** und **Fig. 4** erkennbare Nut 11 in der ansonsten mit 12 bezeichneten zylindrischen Oberfläche des Werkstücks 4 erzeugt wird.

[0032] Der Drehmeißel 7 befindet sich in einem Einschnitt 8 zwischen zwei Auflageabschnitten 9, 10 der Auflageschiene 5. Die Oberflächen der Auflageabschnitte 9, 10 weisen eine konkav gekrümmte, auf den Durchmesser des Werkstücks 4 abgestimmte Oberfläche auf. Während der Drehbearbeitung mittels des Drehmeißel 7 wird das Werkstück 4, welches durch die Regelscheibe 3 angetrieben wird, durch die Auflageschiene 5 und den Niederhalter 6 abgestützt.

Die Schleifscheibe 2 ist bei diesem Vorgang vom Werkstück 4 abgehoben. Alternativ kann die Schleifbearbeitung während der Drehbearbeitung fortgesetzt werden. In jedem Fall wird nach der Herstellung der Nut 11 der Vorschub des Werkstücks 4, das heißt dessen Bewegung in axialer Richtung, wieder frei gegeben, so dass das nächste Werkstück 4 in die in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** dargestellte Position gelangen kann.

Bezugszeichenliste

1	Bearbeitungsvorrichtung
2	Schleifscheibe
3	Regelscheibe
4	Werkstück
5	Auflageschiene
6	Niederhalter
7	Drehmeißel
8	Einschnitt
9	Auflageabschnitt
10	Auflageabschnitt
11	Nut
12	zylindrische Oberfläche

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken (4) in Form einer kombinierten Schleif- und Drehbearbeitung, umfassend vier Komponenten, nämlich eine Schleifscheibe (2), eine Regelscheibe (3), eine Auflageschiene (5) und einen Niederhalter (6), von welchen mindestens drei, hierunter die Regelscheibe (3) und die Auflageschiene (5), zur gleichzeitigen Kontaktierung ein und desselben Werkstücks (4) vorgesehen sind, und mit einem aus der Auflageschiene (5) ausfahrbaren Drehmeißel (7), welcher zur Erzeugung einer umlaufenden Nut (11) in der Außenoberfläche des durch die Regelscheibe (3) angetriebenen Werkstücks (4) ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehmeißel (7) in Radialrichtung des rotierenden Werkstücks (4) verstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehmeißel (7) in einem Einschnitt (8) zwischen zwei Auflageabschnitten (9, 10) der Auflageschiene (5) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auflageabschnitte (9, 10) jeweils eine konkave, den Abmessungen des

rotierenden Werkstücks (4) angepasste Krümmung aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Niederhalter (6) sowie die Auflageschiene (5) derart schräg zueinander gestellt sind, dass sie zur Ausübung einer das Werkstück (4) an die Regelscheibe (3) andrückenden Kraft ausgebildet sind.

6. Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von rotierenden Werkstücken (4) mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine spanende Bearbeitung mit geometrisch nicht definierter Schneide durch spitzenloses Schleifen erfolgt und ohne Veränderung der Werkstückpositionierung zusätzlich eine spanende Bearbeitung mit geometrisch definierter Schneide durch den aus der Auflageschiene (5) ausfahrenden Drehmeißel (7) durchgeführt wird, wobei die Werkstückposition während der Drehbearbeitung, das heißt beim Einstichdrehen, in axialer Richtung des Werkstücks (4) blockiert bleibt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehbearbeitung nach Abschluss der Schleifbearbeitung, zumindest soweit diese das Schleifen von Oberflächenabschnitten (12) des Werkstücks (4) außerhalb des mit definierter Schneide zu zerspanenden Bereichs (11) betrifft, erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Beginn der Drehbearbeitung ein Abstand zwischen der Schleifscheibe (2) und dem Werkstück (4) hergestellt wird, wobei das Werkstück (4) ununterbrochen durch die Regelscheibe (3) angetrieben wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehbearbeitung zumindest teilweise simultan mit der Schleifbearbeitung erfolgt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

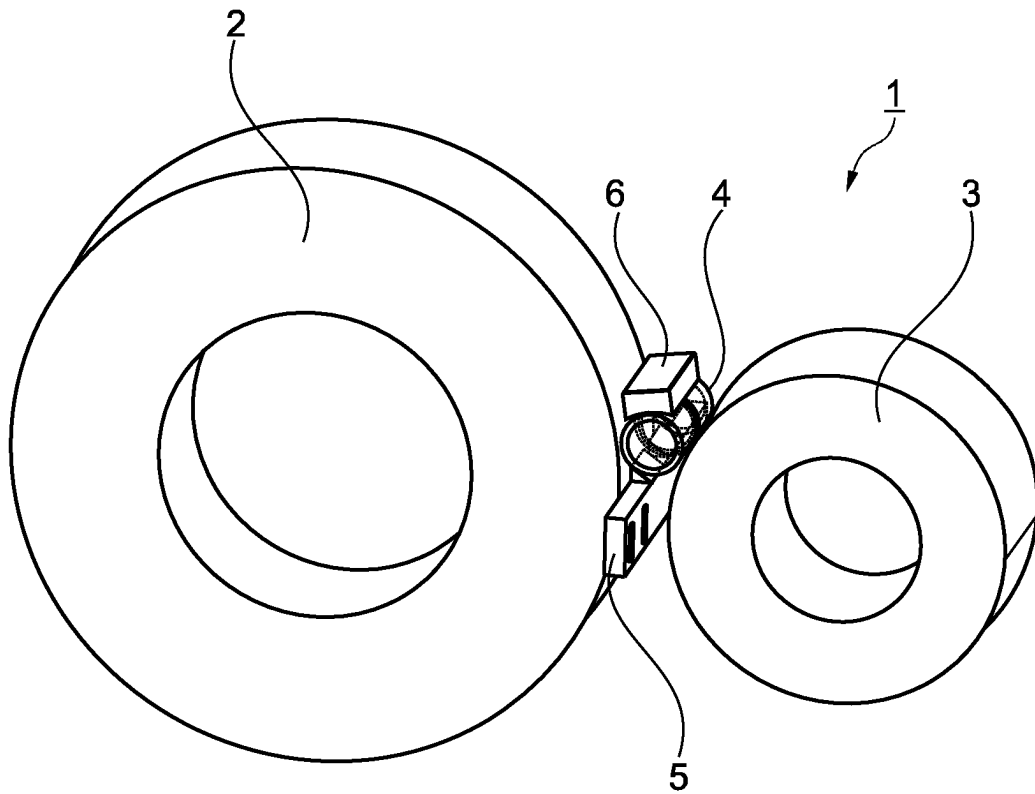


Fig. 1

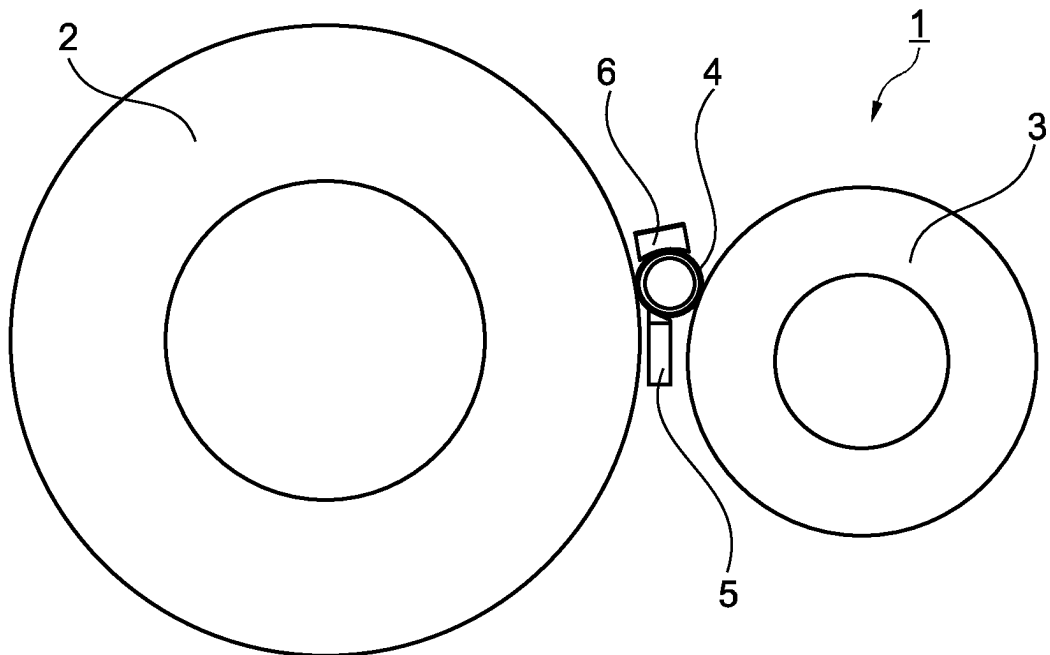


Fig. 2

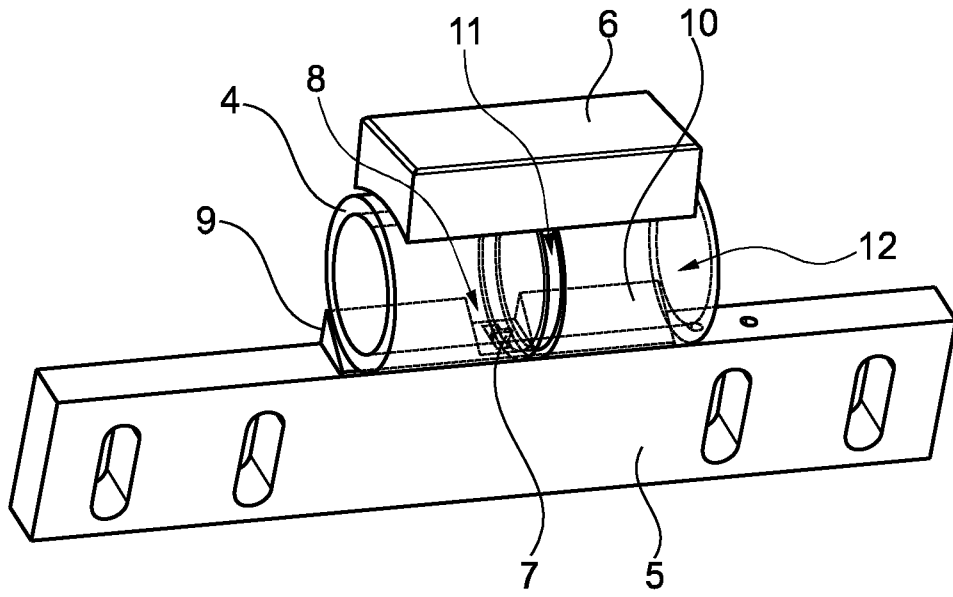


Fig. 3

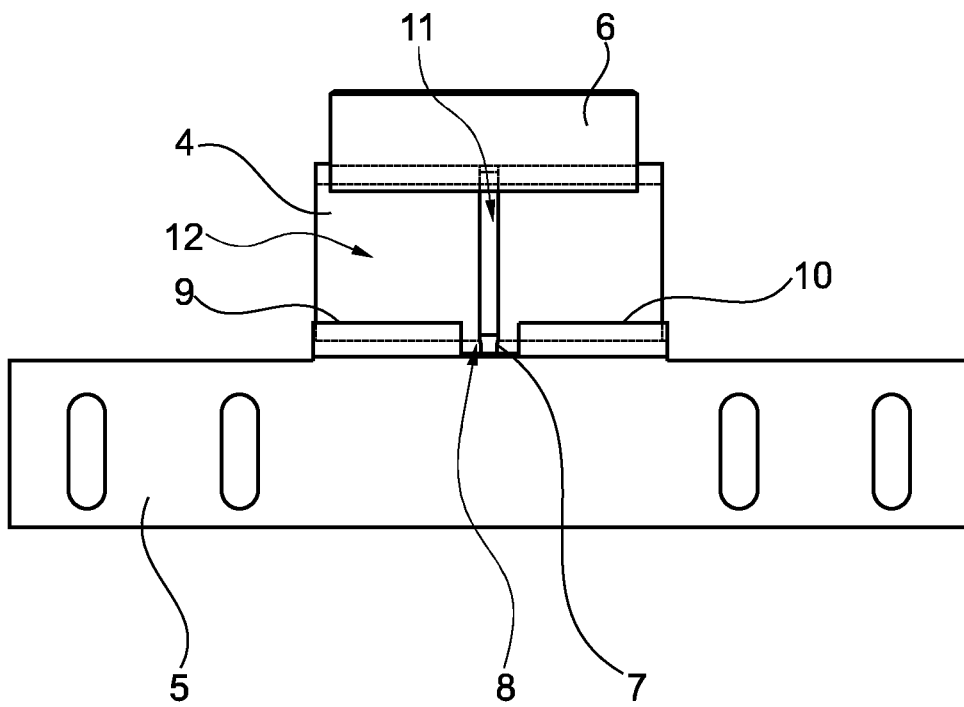


Fig. 4