



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 019 325 B3** 2007.09.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 019 325.3**
 (22) Anmeldetag: **24.04.2006**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **06.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B23Q 7/02 (2006.01)**
B23Q 1/25 (2006.01)
B23F 1/02 (2006.01)
B23F 1/06 (2006.01)
B23F 23/12 (2006.01)

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Felsomat GmbH & Co. KG, 75203
 Königsbach-Stein, DE**

(74) Vertreter:
**Kohler Schmid Möbus Patentanwälte, 70565
 Stuttgart**

(72) Erfinder:
Jäger, Helmut F., 75203 Königsbach-Stein, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 102 56 222 A1

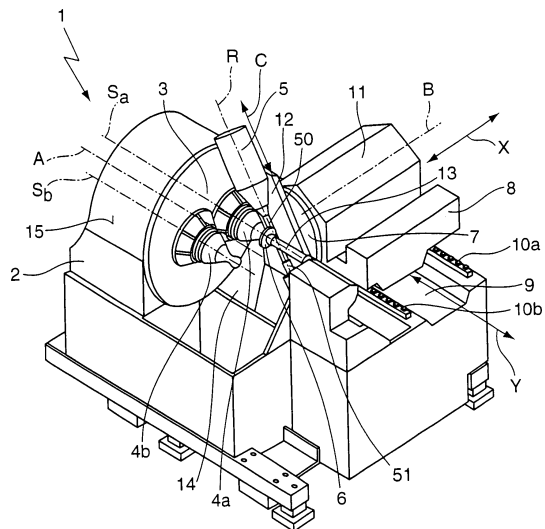
(54) Bezeichnung: **Werkzeugmaschine zur Verzahnungsbearbeitung von Werkstücken**

(57) Zusammenfassung: Eine Werkzeugmaschine (1) zur Verzahnungsbearbeitung von Werkstücken, umfassend

- einen Drehhalter (3), der um eine Hauptachse A rotierbar ist,
- zwei Werkstückspindeln (4a, 4b), die auf dem Drehhalter (3) angeordnet sind, wobei die Werkstückspindeln (4a, 4b) Spindelachsen (S_a , S_b) aufweisen, die parallel zur Hauptachse A ausgerichtet sind, insbesondere wobei die Werkstückspindeln (4a, 4b) symmetrisch um die Hauptachse A angeordnet sind, und
- einen Werkzeughalter (5) für ein Werkzeug (50) zur Bearbeitung eines Werkstückes (6) auf einer der Werkstückspindeln (4a),

ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptachse A des Drehhalters (3) horizontal verläuft.

Mit dieser Werkzeugmaschine kann eine Verschmutzung von Drehhalter und Werkzeugspindeln durch abgetrennte Späne vermindert sowie der konstruktive Aufwand für eine relative Vorschubbewegung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück parallel zu den Spindelachsen verringert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine zur Verzahnungsbearbeitung von Werkstücken, die einen Drehhalter, der um eine Hauptachse A rotierbar ist, zwei Werkstückspindeln, die auf dem Drehhalter angeordnet sind, und einen Werkzeughalter für ein Werkzeug zur Bearbeitung eines Werkstückes auf einer der Werkzeugspindeln umfasst. Dabei weisen die Werkstückspindeln Spindelachsen auf, die parallel zur Hauptachse A des Drehhalters ausgerichtet sind, und die Werkzeugspindeln sind insbesondere symmetrisch um die Hauptachse A angeordnet.

[0002] Eine derartige Werkzeugmaschine ist beispielsweise als Werkzeugmaschine des Typs „Maschine RZ 150“ der Firma „Reishauer AG“ bekannt.

[0003] Mit derartigen Werkzeugmaschinen werden Werkstücke in abspannenden Fertigungsverfahren, bei denen Formen durch Abtrennen von Spänen an Werkstücken ausgebildet werden, bearbeitet. Bei der Verzahnungsbearbeitung wird ein Zahnradkranz durch das Abspannen von regelmäßig beabstandeten Zahnluken an einer Außenoberfläche eines zu bearbeitenden Werkstückes erzeugt. Die Fertigungskosten pro Werkstück und die Wirtschaftlichkeit einer Werkzeugmaschine hängen von der Flächenleistung, d. h. der in einer Zeitspanne abgespannten Oberfläche eines Werkstücks, sowie dem Verhältnis zwischen Hauptzeit und Nebenzeit ab. Hierbei ist die Hauptzeit die Bearbeitungszeit pro Werkstück und die Nebenzeit die Zeit zum Werkstückwechsel.

[0004] Die Anordnung der beiden Werkstückspindeln auf dem Drehhalter dient der Einsparung von Nebenzeit, indem die Bearbeitung eines Werkstückes auf einer der Werkstückspindeln in Bearbeitungsposition und das Be- und Entladen der anderen Werkstückspindel mit einem Werkstück in Transferposition zeitgleich durchgeführt werden, wodurch der gesamte Bearbeitungszyklus und die Taktzeit verkürzt werden. Durch ein Drehen des Drehhalters wechseln die beiden Werkstückspindeln ihre Positionen. Eine Werkstückspindel wird in eine Bearbeitungsposition gedreht bzw. geschwenkt, die andere Werkstückspindel wird aus der Bearbeitungsposition gebracht. Durch eine symmetrische Anordnung der Werkstückspindeln bezüglich der Hauptachse A werden Unwuchtbewegungen der Werkstückspindeln beim Positionswechsel minimiert.

[0005] Bei der aus dem Stand der Technik bekannten Werkzeugmaschine der Reishauer AG, siehe oben, sind die Hauptachse A und die Spindelachsen der auf dem Drehhalter angeordneten Werkstückspindeln in vertikaler Richtung ausgerichtet. In dieser Anordnung fallen die bei der Verzahnungsbearbeitung eines Werkstückes abgetrennten Späne auf die

darunter liegende Werkstückspindel und den Drehhalter und bilden dort Spannester, die später entfernt werden müssen, um Verschmutzungen und damit verbundene Einschränkungen des Drehhalterlaufs und der Spindeläufe sowie deren Antriebe zu verhindern. Die bekannte Werkzeugmaschine ist darüber hinaus wenig gut geeignet für Verzahnungstechniken, die sich durch eine Vorschubbewegung des Werkzeugs auszeichnen, welche parallel zur Werkstückachse bzw. den Spindelachsen verläuft, wie beispielsweise Längs- oder Axialfräsen. Bei der bekannten Werkzeugmaschine erfordert eine solche parallele Vorschubbewegung, die wie die Spindelachsen parallel zur Hauptachse A und somit vertikal ausgerichtet ist, einen vertikalen Hub des Werkzeughalters und/oder der Werkstückspindeln, was einen hohen konstruktiven Aufwand erfordert.

[0006] Die DE 102 56 222 A1 beschreibt eine Wälzfräsmaschine zur Bearbeitung von Spiralkegelrädern. Ein Werkrad ist auf einer horizontal ausgerichteten Werkstückspindel angeordnet, wobei die Werkstückspindel auf einem um eine vertikale Drehachse (P) rotierbaren Spindelträger angeordnet ist. Eine Werkzeugspindel weist einen festen, vorwählbaren Neigungswinkel κ gegenüber einer Orientierungsachse (O) auf, und kann um eine horizontale Achse (T) rotiert werden. Werkstückspindel und Werkzeugspindel können in drei Raumrichtungen linear relativ zueinander verschoben werden.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verschmutzung des Drehhalters und der Werkzeugspindeln durch bei der Verzahnungsbearbeitung eines Werkstückes in der Werkzeugmaschine abgetrennten Späne zu vermindern und den konstruktiven Aufwand für eine relative Vorschubbewegung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück parallel zu den Spindelachsen zu verringern.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Hauptachse A des Drehhalters horizontal verläuft.

[0009] In der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine sind die Hauptachse A des Drehhalters und die Spindelachsen der auf dem Drehhalter angeordneten Werkstückspindeln zumindest annähernd horizontal ausgerichtet. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass bei der Bearbeitung eines Werkstückes, das auf einer der Werkstückspindeln angeordnet, beispielsweise eingeklemmt oder eingespannt, ist, anfallende Späne schwerkraftbedingt in vertikale Richtung frei hinabfallen und somit nicht auf den Drehhalter fallen. An der bzw. an den Werkstückspindeln haftende Späne werden durch die Rotation der Werkstückspindel während der Verzahnungsbearbeitung gelöst oder zumindest soweit gelockert, dass die Bildung von Spannestern verhindert wird. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass bei der erfindungsgemäßen Werk-

zeugmaschine auf zusätzliche Vorrichtungen und/oder Verfahrensschritte zur Beseitigung von Spänen an den Werkstückspindeln und dem Drehhalter weitgehend verzichtet werden kann; wodurch der Bearbeitungszyklus in der Werkzeugmaschine weiter verkürzt und folglich die Taktrate weiter erhöht wird.

[0010] Insbesondere bei der Trockenbearbeitung kommt es nicht zu einer Erwärmung des Maschinenbetts bzw. des Drehhalters durch aufliegende heiße Späne. Eine mit der Erwärmung einhergehende Wärmedehnung und damit Fertigungsungenauigkeit wird effektiv vermieden.

[0011] Aus der horizontalen Lage der Werkstückspindeln ergibt sich der weitere Vorteil, dass eine parallel zu den Spindelachsen gerichtete Vorschubbewegung parallel zur Hauptachse A und folglich horizontal verläuft, mit anderen Worten eine parallele Vorschubbewegung kann bei der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ohne vertikale Hubbewegung erreicht werden. Im Rahmen des parallelen Vorschubs braucht also weder eine massive Werkstückspindel oder gar der Drehhalter, noch der ebenfalls massive Werkzeughalter gegen die Schwerkraft verschoben zu werden. Vielmehr genügt eine ebene Verfahrbewegung beispielsweise des Werkzeughalters, was nur die Überwindung von Reibungskräften erfordert.

[0012] In einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ist der Werkzeughalter entlang einer horizontalen Achse X, die senkrecht zur Hauptachse A verläuft, und entlang einer horizontalen Linearachse Y, die parallel zur Hauptachse A verläuft, verschiebbar.

[0013] In dieser bevorzugten Ausführung kann der Werkzeughalter entlang der Linearachse X an ein auf der Werkstückspindel, die sich in einer Bearbeitungsposition befindet, herangefahren bzw. herangeschoben werden. Nach Fertigbearbeitung eines Werkstückes, am Ende einer Hauptzeit, kann der Werkzeughalter aus seiner Bearbeitungsstellung wieder zurückgefahren werden. Aufgrund der Verfahbarkeit des Werkzeughalters entlang der Linearachse X, welche senkrecht zur Spindelachse liegt, können mit einem in dem Werkzeughalter gehaltenen Werkzeug Abspannverfahren mit senkrechter Vorschubbewegung wie beispielsweise Tauch- oder Radialverfahren durchgeführt werden. Verfahren mit paralleler Vorschubbewegung werden durch die Verfahbarkeit des Werkzeughalters entlang der zur Hauptachse A und den Spindelachsen parallelen Linearachse Y mithilfe der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine durchführbar. Beide Linearachsen X und Y verlaufen horizontal, so dass zum Verschieben des Werkzeughalters entlang dieser Richtungen nur Reibungskräfte überwunden werden müssen. Insbesondere wird

eine Verschiebbarkeit des Werkzeughalters entlang der Werkstück- bzw. Werkstückspindelachse ohne Aufwendung einer Hubkraft erreicht. Durch diese konstruktionstechnische Vereinfachung werden die Anschaffungskosten der Werkzeugmaschine und die Fertigungskosten eines mit der Werkzeugmaschine bearbeiteten Werkstückes reduziert.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ist der Werkzeughalter auf einem Rotationshalter angeordnet, der um eine horizontale Rotationsachse B, welche senkrecht zur Hauptachse A verläuft, rotierbar ist.

[0015] Der Werkzeughalter kann in dieser vorteilhaften Ausgestaltung durch die Anordnung auf dem Rotationshalter gegenüber dem Werkstück in einer Ebene die senkrecht zur Rotationsachse B verläuft, gekippt bzw. geneigt werden. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass mithilfe eines schräggestellten Werkzeuges Zahnräder mit schrägem Profilverlauf und Schneckenräder gefertigt werden können.

[0016] Weiter ist der Werkzeughalter bevorzugt auf einem Werkzeugschlitten angeordnet, wobei der Werkzeugschlitten entlang einer Linearachse C, die senkrecht zur Rotationsachse B liegt, gegenüber dem Rotationshalter verfahrbar.

[0017] Eine derartige zusätzliche Bewegungsrichtung des Werkzeughalters erlaubt einen schnellen Wechsel des aktiven Abschnitts des Fräswerkzeugs, insbesondere während einer Drehung des Drehhalters, sobald ein aktiver Abschnitt des Werkzeugs stumpf geworden ist. Dadurch kann länger mit einem Fräswerkzeug gearbeitet werden.

[0018] Weiter ist die Werkzeugmaschine als eine Fräsvorrichtung, insbesondere mit einem Wälzfräskopf, als eine Wälzschabvorrichtung, insbesondere mit einem Schabrad, oder als eine Schleifvorrichtung ausgebildet.

[0019] Mithilfe einer für ein Wälzverfahren ausgelegten Werkzeugmaschine können an dem Werkstück beliebige Zähnezahlen und Profilveränderungen mit dem gleichen Werkzeug erzeugt werden. Das Wälzfräsen ist zur Vor- und Fertigverarbeitung von Verzahnungen geeignet, wohingegen das Wälzschaben zur Fertigbearbeitung von Werkstücken, insbesondere Zahnrädern, und das Schleifen zur Fertigbearbeitung gehärteter Werkstücke dient.

[0020] In einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ist der Drehhalter als Trommel ausgebildet, insbesondere wobei die Werkstückspindeln aus der Trommel herausragen.

[0021] Bei einer Ausführung des Drehhalters als eine bevorzugt massige Trommel werden Schwingungen der Werkzeugspindeln minimiert und somit die Fertigungsgenauigkeit erhöht. Eine Anordnung der Werkstückspindeln auf einer Oberseite der Trommel bietet den Vorteil, dass die Werkstückspindeln in einer Ebene, die senkrecht zur Hauptachse A verläuft, befestigt sind und frei ins Innere der Werkzeugmaschine ragen, so dass Späne an den Werkstückspindeln frei herabfallen und die Werkstückspindeln leicht zugänglich bestückt werden können.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine weist der Drehhalter einen ersten Anschlag und einen zweiten Anschlag auf, wobei an jedem Anschlag sich jeweils eine erste Werkstückspindel an einer Bearbeitungsposition und eine zweite Werkstückspindel an einer Transferposition befindet.

[0023] In dieser Ausführungsform sind die Bearbeitungsposition, in der ein Werkstück auf einer Werkstückspindel mit einem Werkzeug bearbeitet wird, sowie die Transferposition, in der eine Werkstückspindel mit einem Werkstück be- oder entladen werden kann, durch die Anschläge festgelegt. Somit können die Werkstückspindeln in die beiden Positionen durch eine einfache Drehbewegung des Drehhalters gebracht werden, ohne dass zusätzlich gemessen und/oder nachjustiert werden muss.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist an dem Drehhalter ein motorischer Antrieb vorgesehen.

[0025] Mithilfe des Antriebs können die an dem Drehhalter angeordneten Werkstückspindeln in einer kurzen Zeit zwischen der Bearbeitungsposition und der Transferposition wechseln, wodurch der Bearbeitungszyklus weiter verkürzt wird. Im Rahmen der Erfindung lassen sich Positionswechsel der Werkstückspindeln innerhalb von 1 s oder weniger durchführen. Zusammen mit den Zeiten zum Ein- und Ausfahren des Werkzeugs von je 0,5 s oder weniger lässt sich eine Span-zu-Span-Zeit von 2 s und weniger erreichen.

[0026] Weiter sind an den Werkstückspindeln bevorzugt motorische Spindelantriebe vorgesehen.

[0027] Die motorisch angetriebenen Werkstückspindeln können im angetriebenen, um die Spindelachse rotierenden Zustand in die Bearbeitungsposition gebracht werden. Der Werkzeughalter weist in der Regel ebenfalls einen motorischen Antrieb auf, und das rotierende Werkzeug greift drehzahlsynchronisiert in das rotierende Werkstück. Durch einen Positionswechsel der Werkstückspindeln bei laufenden Werkstückspindeln und laufendem Werkzeug wird der gesamte Bearbeitungszyklus, der sich aus der

Bearbeitungszeit und einer Zeit zum Positionswechsel der Werkstückspindeln zusammensetzt, weiter verkürzt.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung weist die Werkzeugmaschine einen Gegenhalter auf, der einer Werkstückspindel in einer Bearbeitungsposition gegenüberliegt, insbesondere wobei der Gegenhalter mittels eines Steuerungsrechners programmierbar ist.

[0029] Durch den Gegenhalter wird die Werkstückspindel gegenüber während der Werkstückbearbeitung auftretenden Querkraften stabilisiert. Der Gegenhalter wird derart programmiert, dass er die Werkstückspindel nach der Bearbeitung zum Positionswechsel freigibt.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ist auf dem Drehhalter zwischen den Werkstückspindeln ein Schutzschild vorgesehen, insbesondere wobei die Hauptachse A durch den Schutzschild verläuft.

[0031] Durch den Schutzschild wird der Drehhalter in Bereiche bzw. Abschnitte mit jeweils einer Werkstückspindel unterteilt. Der als Trennvorrichtung dienende Schutzschild verhindert ein Eindringen von Spänen aus einem Bereich in einen anderen Bereich, so dass gegenseitige Verunreinigungen insbesondere beim Einspannen eines neuen Werkstücks verhindert werden. Bei symmetrisch um die Hauptachse angeordneten Werkstückspindeln ist eine symmetrische Anordnung des Schutzschildes, insbesondere durch die Hauptachse A zur Vermeidung von Unwuchten bei einer Drehbewegung des Drehhalters vorteilhaft.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine eine Entgratvorrichtung zur Bearbeitung eines Werkstückes auf einer Werkstückspindel, die sich an einer Transferposition befindet, auf.

[0033] Mithilfe der Entgratvorrichtung kann ein zuvor in der Bearbeitungsposition bearbeitetes Werkstück vor dem Entladen an der Transferposition nachbearbeitet, nämlich entgratet werden. Gegebenenfalls kann auch noch eine Reinigung des Werkstücks erfolgen. Durch die Entgratvorrichtung lässt sich ein nochmaliges Einspannen des Werkstücks für ein nachfolgendes separates Entgraten einsparen.

[0034] Weiter ist die Entgratvorrichtung bevorzugt an einer Außenmantelfläche des Drehhalters vorgesehen.

[0035] Eine räumliche Anordnung der Entgratvorrichtung oberhalb und/oder seitlich der Werkstückspindel in der Transferposition bietet Vorteile hin-

sichtlich einer Handhabung der Entgratvorrichtung und einer Konstruktionskomplexität der Werkzeugmaschine.

[0036] Bevorzugt weist die Werkzeugmaschine eine Aufspannvorrichtung zum Be- und Entladen einer Werkstückspindel mit einem Werkstück auf, wobei sich die Werkstückspindel an einer Transferposition befindet.

[0037] Mithilfe der Aufspannvorrichtung kann die Zeit zum Be- und Entladen der Werkstückspindel weiter verkürzt werden. Bei einer gekoppelten Betätigung des Drehhalters, der Werkstückspindeln, des Werkzeugs bzw. des Werkzeughalters, ggf. der Entgratvorrichtung und der Aufspannvorrichtung können die Bearbeitungszeit und die Positionswechselzeit, also der gesamte Bearbeitungszyklus, minimiert werden.

[0038] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Figur und der Beschreibung der Zeichnung. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine ist in einem Ausführungsbeispiel in der Figur der Zeichnung gezeigt. Die in der Figur gezeigten Merkmale sind rein schematisch und nicht maßstäblich zu verstehen.

[0039] Es zeigt:

[0040] [Fig. 1](#) eine beispielhafte, erfindungsgemäße Werkzeugmaschine zur Verzahnungsbearbeitung von Werkstücken.

[0041] In [Fig. 1](#) ist in einer schematischen Schrägansicht eine Werkzeugmaschine **1** mit einem Gehäuse **2** gezeigt. Auf einem in der Figur hinteren Abschnitt des Gehäuses **2** ist ein Drehhalter **3** angeordnet, wobei der Drehhalter **3** als Trommel ausgebildet ist und drehbar um eine Hauptachse A gelagert ist. Auf einer zum Inneren der Werkzeugmaschine **1** gerichteten Oberseite des Drehhalters **3** sind eine erste Werkstückspindel **4a** und eine zweite Werkstückspindel **4b** angeordnet. Die Werkstückspindeln **4a** und **4b** ragen aus dem trommelartigen Drehhalter **3** heraus und sind parallel zur Hauptachse A ausgerichtet. Mit anderen Worten die erste Werkstückspindel **4a** weist eine erste Spindelachse S_a , und die zweite Werkstückspindel **4b** weist eine zweite Spindelachse S_b auf, wobei beide Spindelachsen S_a und S_b parallel zur Hauptachse A verlaufen. Die Werkstückspindeln **4a** und **4b** sind symmetrisch auf dem Drehhalter **3**, hier punktsymmetrisch zur Hauptachse A, angeordnet, wodurch Unwuchten beim Bewegen der Werkstückspindeln **4a** und **4b** durch ein Drehen des Drehhalters **3** um die Hauptachse A weitgehend vermieden werden. Die Hauptachse A und infolgedessen auch die Spindelachsen S_a und S_b sind horizontal ausgerichtet.

[0042] Der Drehhalter **3** und die Werkstückspindeln **4a** und **4b** sind motorisch angetrieben. Durch zwei am Drehhalter **3** vorgesehene Anschläge sind eine Bearbeitungsposition und eine Transferposition für die Werkstückspindeln **4a**, **4b** festgelegt. Die beiden Werkstückspindeln **4a**, **4b** wechseln jeweils durch ein Drehen des Drehhalters **3** zwischen der Bearbeitungsposition und der Transferposition. In der Figur befindet sich die erste Werkstückspindel **4a** an der Bearbeitungsposition und die zweite Werkstückspindel **4b** an der Transferposition.

[0043] Neben der ersten Werkstückspindel **4a** ist ein im Wesentlichen zylindrischer Werkzeughalter **5** angeordnet, in dem ein längliches Werkzeug **50**, beispielsweise ein Wälzfräser, eingespannt bzw. befestigt ist. Das in dem Werkzeughalter **5** gehaltene Werkzeug **50** wird durch ein an einer gegenüberliegenden Seite des Gehäuses **2** befestigtes Gegenlager **51** in seiner Lage stabilisiert. In der gezeigten Lage liegt das Werkzeug **50** an einem Werkstück **6** an, welches auf der ersten Werkstückspindel **4a** angeordnet ist. Das Werkzeug **50** ist im Werkzeughalter **5** um eine Werkzeugrotationsachse R rotierbar, insbesondere motorisch.

[0044] Während das Werkstück **6** in der Bearbeitungsposition mithilfe des Werkzeugs **50** bearbeitet wird, wird zeitgleich an der Transferposition die zweite Werkstückspindel **4b** entladen und anschließend mit einem neuen Werkstück beladen. Durch das zeitgleiche, parallele Durchführen von Verfahrensschritten an zwei unterschiedlichen Werkstückspindeln **4a** und **4b** in zwei räumlich getrennten Positionen, der Bearbeitungsposition und der Transferposition, wird der gesamte Bearbeitungszyklus verkürzt, da Hauptzeit und Nebenzeit parallel verlaufen.

[0045] Durch die direkt angetriebenen Werkstückspindeln **4a** und **4b** und das direkt angetriebene Werkzeug **50** können durch hohe Antriebsleistungen und Drehzahlen eine kurze Bearbeitungszeit und somit eine hohe Auslastung der Werkzeugmaschine **1** erreicht werden. Durch ein drehzahlsynchronisiertes Antreiben der ersten Werkstückspindel **4a** beim Eintritt in die Bearbeitungsposition kann auf ein Abbremsen und/oder Verlangsamen des Werkzeugs **50** bzw. des Werkzeughalters **5** verzichtet werden, was zu einer weiteren Verkürzung des Bearbeitungszyklus führt.

[0046] Der Werkzeughalter **5** ist auf einem Rotationshalter **7** angeordnet, welcher um eine horizontale Rotationsachse B rotierbar ist. Der Werkzeughalter **5** ist weiter entlang einer horizontalen Linearachse X, die senkrecht zur Hauptachse A verläuft, und entlang einer horizontalen Linearachse Y, die parallel zur Hauptachse A verläuft, verschiebbar. Hierfür ist die gesamte Werkzeughalteranordnung auf einem flachen Träger **8** angeordnet. Der Träger **8** ist entlang

einer Fahrbahn **9** auf Schienen **10a** und **10b** verschiebbar. Die Schienen **10a** und **10b** sind parallel zur Hauptachse A ausgerichtet. Eine Bewegung des Werkzeughalters **5** entlang der Linearachse X wird dadurch erreicht, dass der Rotationshalter **7** in einem länglichen Rotationshaltergehäuse **11** angeordnet ist, wobei das Rotationshaltergehäuse **11** auf dem Träger **8** in die Richtung der Linearachse X verschiebbar ist. Die Linearachsen X und Y sind wie die Hauptachse A und die Spindelachsen S_a und S_b horizontal ausgerichtet. Somit ist ein Verfahren des Werkzeughalters **5** gegenüber dem Werkstück **6** und der ersten Werkstückspindel **4a** durch lineare Verfahrenen bzw. Bewegungen in einer horizontalen Ebene möglich, woraus sich der Verzicht auf eine vertikale Hubbewegung und somit ein vereinfachter Aufbau der Werkzeugmaschine **1** ergibt.

[0047] Der Werkzeughalter **5** ist zusätzlich auf einem im Wesentlichen rechteckförmigen Werkzeugschlitten **12** angeordnet und mit diesem entlang einer Linearachse C gegenüber dem Rotationshalter **7** verschiebbar. Die Linearachse C liegt senkrecht zur Rotationsachse B. Durch die Bewegungsrichtungen und Freiheitsgrade des Werkzeughalters **5** können Zahnradkränze mit unterschiedlichen Profilformen sowie Zahnzahlen auf dem Werkstück **6** erzeugt werden.

[0048] Gegenüber der ersten Werkstückspindel **4a** ist ein Gegenhalter **13** angeordnet, der auf einer Seite des Gehäuses **2** angeordnet ist, welche dem Drehhalter **3** gegenüber liegt. Der Gegenhalter **13** ist entlang der ersten Spindelachse S_a ausgerichtet und liegt an einer Spitze der ersten Werkstückspindel **4a** an. Er stabilisiert auf diese Weise die erste Werkstückspindel **4a** in der Bearbeitungsposition. Ein Stabilisieren bzw. Verriegeln der ersten Werkstückspindel **4a** in der Bearbeitungsposition bzw. eine entsprechende Freigabe durch den Gegenhalter **13** kann durch eine elektronische Steuerung des Gegenhalters **13** erreicht werden.

[0049] Bei der Bearbeitung des Werkstücks **6** mithilfe der Werkzeugmaschine **1** anfallende Späne fallen schwerkraftbedingt in vertikale Richtung nach unten und werden dort in einer im Gehäuse **2** vorgesehenen, trichterförmigen Spansammelvorrichtung **14** aufgenommen. Die unterhalb der Werkstückspindeln **4a** und **4b** liegende Spansammelvorrichtung **14** ist von außen leicht zugänglich. Durch den Späneabfluss bzw. Späneabfall in vertikaler Richtung wird ein Kontakt von Spänen mit dem Drehhalter **3** und den Werkstückspindeln **4a** und **4b** und insbesondere mit den an ihnen vorgesehenen Antrieben weitgehend verhindert.

[0050] Das Be- und Entladen der zweiten Werkstückspindel **4b** kann mithilfe einer Aufspannvorrichtung verkürzt werden. Die Hauptzeit, d. h. die Zeit zur Bearbeitung des Werkstückes **6** in der Bearbeitungs-

position, kann zudem zur Nachverarbeitung eines zuvor dort bearbeiteten Werkstücks in der Transferposition genutzt werden. Hierfür ist eine Entgratvorrichtung vorteilhaft, die bevorzugt an einer Außenmantelfläche **15** des Drehhalters **3** befestigt ist. Eine auf der Außenmantelfläche **15** angeordnete Entgratvorrichtung greift seitlich, insbesondere von oben, an ein Werkstück auf der zweiten Werkstückspindel **4b** und behindert somit nicht die Zugänglichkeit der Transferposition. Durch Hauptzeit-paralleles Entgraten sowie Be- und Entladen wird die Wirtschaftlichkeit der Werkzeugmaschine **1** weiter erhöht.

[0051] Durch einen Schutzschild oder eine Trennwand (nicht dargestellt) zwischen den auf dem Drehhalter **3** angeordneten Werkstückspindeln **4a**, **4b** wird der Kontakt zwischen im Bearbeitungsprozess anfallenden Spänen und nicht bearbeiteten Werkstücken und den entsprechenden Werkstückspindeln vermieden und eine Abfuhr der Späne in die Spansammelvorrichtung **14** sichergestellt.

[0052] Weitere horizontale Anordnungen von zwei oder mehreren Werkstückspindeln auf einem horizontal ausgerichteten Drehhalters sind denkbar. Erfindungsgemäß können insbesondere auch drei Werkstückspindeln, beispielsweise in Winkelabständen von 120° bei gleichem radialen Abstand um die Hauptachse A verteilt, auf einem horizontal ausgerichteten Drehhalter angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine (**1**) zur Verzahnungsbearbeitung von Werkstücken, umfassend
 – einen Drehhalter (**3**), der um eine Hauptachse A rotierbar ist,
 – zwei Werkstückspindeln (**4a**, **4b**), die auf dem Drehhalter (**3**) angeordnet sind, wobei die Werkstückspindeln (**4a**, **4b**) Spindelachsen (S_a , S_b) aufweisen, die parallel zur Hauptachse A ausgerichtet sind, insbesondere wobei die Werkstückspindeln (**4a**, **4b**) symmetrisch um die Hauptachse A angeordnet sind, und
 – einen Werkzeughalter (**5**) für ein Werkzeug (**50**) zur Bearbeitung eines Werkstückes (**6**) auf einer der Werkstückspindeln (**4a**),
dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptachse A des Drehhalters (**3**) horizontal verläuft.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeughalter (**5**) entlang einer horizontalen Linearachse X, die senkrecht zur Hauptachse A verläuft, und entlang einer horizontalen Linearachse Y, die parallel zur Hauptachse A verläuft, verschiebbar ist.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeughalter (**5**) auf einem Rotationshalter (**7**) angeordnet ist, der

um eine horizontale Rotationsachse B, welche senkrecht zur Hauptachse A verläuft, rotierbar ist.

4. Werkzeugmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeughalter (**5**) auf einem Werkzeugschlitten (**12**) angeordnet ist, wobei der Werkzeugschlitten (**12**) entlang einer Linearachse C, die senkrecht zur Rotationsachse B liegt, gegenüber dem Rotationshalter (**7**) verfahrbar ist.

5. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine als eine Wälzfräsvorrichtung, insbesondere mit einem Wälzfräskopf, als eine Wälzschabvorrichtung, insbesondere mit einem Schabrad, oder als eine Schleifvorrichtung ausgebildet ist.

6. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehhalter (**3**) als Trommel ausgebildet ist, insbesondere wobei die Werkstückspindeln (**4a**, **4b**) aus der Trommel herausragen.

7. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehhalter (**3**) einen ersten Anschlag und einen zweiten Anschlag aufweist, wobei an jedem Anschlag sich jeweils eine erste Werkstückspindel (**4a**) an einer Bearbeitungsposition und eine zweite Werkstückspindel (**4b**) an einer Transferposition befindet.

8. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Drehhalter (**3**) ein motorischer Antrieb vorgesehen ist.

9. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an den Werkstückspindeln (**4a**, **4b**) motorische Spindelantriebe vorgesehen sind.

10. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine einen Gegenhalter (**13**) aufweist, der einer Werkstückspindel (**4a**) in einer Bearbeitungsposition gegenüberliegt, insbesondere wobei der Gegenhalter (**13**) mittels eines Steuerungsrechners programmierbar ist.

11. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Drehhalter (**3**) zwischen den Werkstückspindeln (**4a**, **4b**) ein Schutzschild vorgesehen ist, insbesondere wobei die Hauptachse A durch das Schutzschild verläuft.

12. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine eine Entgratvorrichtung zur Bearbeitung eines Werkstückes auf einer Werk-

stückspindel (**4b**), die sich an einer Transferposition befindet, aufweist.

13. Werkzeugmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Entgratvorrichtung an einer Außenmantelfläche (**15**) des Drehhalters (**3**) vorgesehen ist.

14. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine eine Aufspannvorrichtung zum Be- und Entladen einer Werkstückspindel (**4b**) mit einem Werkstück aufweist, wobei sich die Werkstückspindel (**4b**) an einer Transferposition befindet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

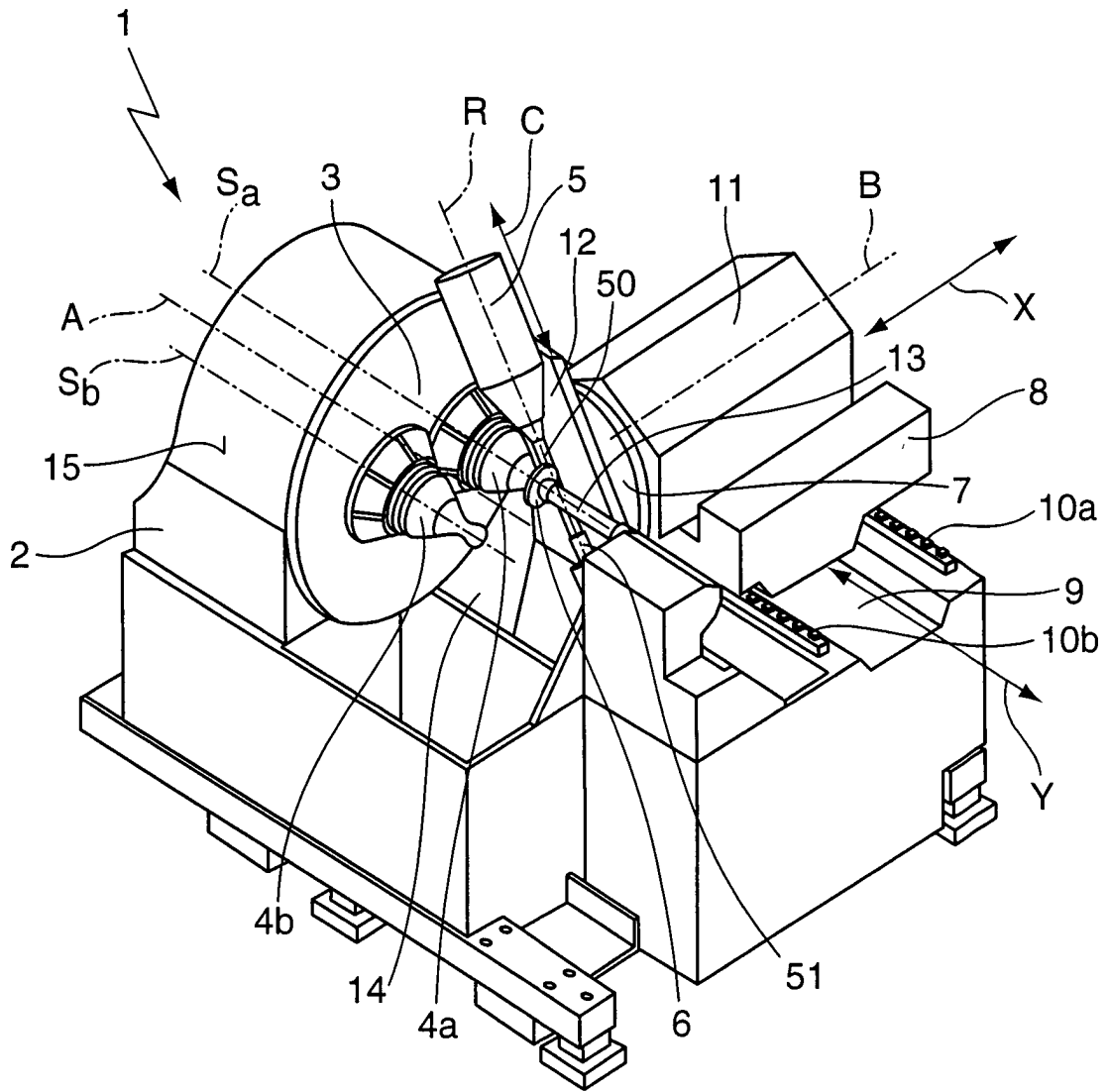


Fig. 1