

(19)



(11)

**EP 2 636 482 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.07.2014 Patentblatt 2014/27**

(51) Int Cl.:  
**B24B 19/02 (2006.01) B24B 21/16 (2006.01)**  
**B24B 29/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12158434.6**

(22) Anmeldetag: **07.03.2012**

**(54) Werkstückbearbeitungssystem und Verfahren zur Feinstbearbeitung eines Werkstücks**

Workpiece processing system and method for detailed processing of a workpiece

Système de traitement de pièce usinée et procédé de traitement très fin d'une pièce usinée

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **Wolber, Simon**  
**77761 Schiltach (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.09.2013 Patentblatt 2013/37**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**  
**Patentanwälte**  
**Gerokstrasse 1**  
**70188 Stuttgart (DE)**

(73) Patentinhaber: **Supfina Grieshaber GmbH & Co. KG**  
**77709 Wolfach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 4 333 734 DE-A1- 19 615 946**  
**US-A1- 2009 170 402**

(72) Erfinder:  
• **Waidele, Thomas**  
**77709 Oberwolfach (DE)**

**EP 2 636 482 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Werkstückbearbeitungssystem mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei bekannten Werkstückbearbeitungssystemen werden Feinstbearbeitungswerkzeuge in Form von Finishsteinen verwendet, welche die Oberfläche einer rillenförmigen Vertiefung des Werkstücks finishend bearbeiten. Solche Finishsteine sind aus einem abrasiv wirkenden Material hergestellt, welches gegen die Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung angedrückt wird.

**[0003]** Die bekannten Werkstückbearbeitungssysteme ermöglichen eine hochwertige Bearbeitung von rillenförmigen Vertiefungen, welche beispielsweise als Laufbahn für Wälzlagerkörper dienen.

**[0004]** Eine hochgenaue Bearbeitung der rillenförmigen Vertiefungen ist bei den bekannten Werkstückbearbeitungssystemen relativ zeitaufwändig. Insbesondere ist eine sehr genaue Positionierung des Werkstücks relativ zu der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung erforderlich. Darüber hinaus können nur vergleichsweise kleine Schnittleistungen erzielt werden.

**[0005]** Aus der US 2009/0170402 A1 ist eine Schleifvorrichtung mit einer nachgiebigen Schleifkordel aus Baumwolle bekannt, die eine Beschichtung mit Schleifmaterial aufweist. Weitere Schleifbänder sind aus der DE 196 15 946 A1 und der DE 43 33 734 A1 bekannt.

**[0006]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Werkstückbearbeitungssystem zu schaffen, mit welchem eine hohe Fertigungsqualität und eine kurze Bearbeitungszeit realisierbar sind.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Werkstückbearbeitungssystem ist ein Feinstbearbeitungswerkzeug in Form eines Riemens vorgesehen. Ein solcher Riemen bietet im Unterschied zu einem starren Feinstbearbeitungswerkzeug die Möglichkeit, sich zumindest innerhalb gewisser Grenzen verformen und somit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung anpassen zu können. Die Flexibilität des Riemens ermöglicht auch eine Verringerung der erforderlichen Positioniergenauigkeit zwischen Werkstück und Werkzeug.

**[0009]** Darüber hinaus weist der Riemen einen (abrasiv wirkenden) Wirkabschnitt auf, welcher ein Wirkprofil aufweist, das auf ein Vertiefungsprofil der rillenförmigen Vertiefung abgestimmt ist. Dies bedeutet, dass das Wirkprofil und das Vertiefungsprofil zueinander komplementär sind, sodass im Idealfall die Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung über die gesamte Breite des Vertiefungsprofils hinweg bearbeitbar ist, wenn der Wirkabschnitt mit der rillenförmigen Vertiefung in Eingriff steht. Es ist aber auch möglich, dass das Wirkprofil kleinere Abmessungen hat als das Vertiefungsprofil.

**[0010]** Darüber hinaus ist vorgesehen, dass der Wirkabschnitt des Riemens nicht nur entlang einer Profillinie

mit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung in Kontakt steht, wie dies bei einer Bearbeitung mit einem ebenen Finishband der Fall ist: Wenn ein ebenes Finishband quer zur Bandrichtung gekrümmt verläuft, kann es in einer zu der Bandrichtung parallelen Richtung nicht mehr gekrümmt werden. Wenn ein ebenes Band in einer zu der Bandrichtung parallelen Richtung gekrümmt wird, kann es in einer Richtung quer zu der Bandrichtung nicht mehr gekrümmt werden. Somit ist mit einem ebenen Band lediglich ein Linienkontakt zu einer mehrfach gekrümmten Werkstückoberfläche realisierbar.

**[0011]** Bei dem erfindungsgemäßen Werkstückbearbeitungssystem steht der Wirkabschnitt entlang einer sich längs der rillenförmigen Vertiefung erstreckenden Kontaktfläche in Kontakt mit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung, sodass der Riemen innerhalb eines Umschlingungswinkels in Kontakt mit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung steht.

**[0012]** Die vorstehenden Maßnahmen tragen dazu bei, dass ein Flächenkontakt zwischen dem Feinstbearbeitungswerkzeug und der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche geschaffen werden kann, sodass im Vergleich zu einer Linienberührung höhere Schnittleistungen realisiert werden können.

**[0013]** Die Umschlingung zwischen dem Riemen und dem Werkstück und der hierdurch bedingte Flächenkontakt führt zu einer Verbesserung der Rundheitswerte und zu einer Reduzierung der Welligkeit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung.

**[0014]** Insgesamt können somit hohe Fertigungsqualitäten und kurze Bearbeitungszeiten realisiert werden. Das erfindungsgemäße Werkstückbearbeitungssystem eignet sich insbesondere für Werkstücke in Form von Gewindespindeln oder Innenringen eines Wälzlagers, oder auch für Außenringe eines Wälzlagers.

**[0015]** Für eine gleichmäßige Abnutzung des Wirkabschnitts des Riemens und für eine weitere Verbesserung der Schnittleistung wird vorgeschlagen, dass eine Riemen-Antriebseinrichtung zum Antrieb des Riemens in einer Riemenlaufrichtung vorgesehen ist. Eine solche Riemen-Antriebseinrichtung kann beispielsweise durch ein Riemen-Antriebsrad gebildet sein, welches motorisch angetrieben ist.

**[0016]** Bevorzugt ist es ferner, wenn eine Umschlingungswinkel-Einstelleinrichtung zur Einstellung eines mit der Länge der Kontaktfläche korrespondierenden Umschlingungswinkels des Riemens um die Werkstückachse vorgesehen ist. Dies ermöglicht eine einfache Steuerung von Fertigungsparametern, welche die Rundheit und/oder Welligkeit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung beeinflussen und von Fertigungsparametern, welche Einfluss auf die zu erzielende Schnittleistung haben.

**[0017]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Anpresseinrichtung zur Einstellung eines Anpressdrucks, mit welchem der Riemen mit seinem Wirkabschnitt auf die Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung drückt, vorgesehen. Auch hierdurch können wichti-

ge Fertigungsparameter in einfacher Weise beeinflusst werden.

**[0018]** Vorzugsweise ist eine Umlenkeinrichtung zur Umlenkung des Riemens vorgesehen, wodurch eine einfache Vorgabe einer Führungsbahn des Riemens ermöglicht wird.

**[0019]** Vorzugsweise ist eine Lageeinstelleinrichtung zur Einstellung der Lage der Umlenkeinrichtung relativ zu dem Werkstück vorgesehen. Die Lageeinstelleinrichtung bewirkt beispielsweise eine Veränderung der Lage der Umlenkeinrichtung oder von Teilen der Umlenkeinrichtung, wodurch in einfacher Weise eine Umschlingungswinkel-Einstelleinrichtung und/oder eine Anpress-einrichtung bereitgestellt werden kann.

**[0020]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Drehantriebseinrichtung zum Drehantrieb des Werkstücks um die Werkstückachse vorgesehen. Dies ermöglicht eine einfache Bearbeitung der um die Werkstückachse umlaufenden, rillenförmigen Vertiefung und eine Nachführung des Umschlingungswinkels längs der rillenförmigen Vertiefung.

**[0021]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Antriebseinrichtung zum Antrieb des Werkstücks oder des Riemens in einer zu der Werkstückachse parallelen Richtung vorgesehen. Eine solche Antriebseinrichtung ist insbesondere vorteilhaft für Werkstücke, bei welchen sich eine rillenförmige Vertiefung schraubenartig um das Werkstück herum erstreckt. Beispielsweise wird das Werkstück in einer zu der Werkstückachse parallelen Richtung verschoben, und zwar abgestimmt auf eine Drehgeschwindigkeit des Werkstücks, sodass der Wirkabschnitt des Riemens in kontinuierlichem Eingriff mit der sich schraubenartig erstreckenden, rillenförmigen Vertiefung gehalten wird.

**[0022]** Bevorzugt ist es ferner, wenn der Riemen innerhalb einer Riemenebene verläuft und wenn eine Schwenkeinrichtung zur Einstellung eines Winkels zwischen der Riemenebene und der Werkstückachse vorgesehen ist. Dieser Winkel beträgt beispielsweise zumindest in etwa 90° für den Fall, dass es sich bei dem Werkstück um ein Innenlager eines Wälzlagers handelt. Wenn das Werkstück durch eine Gewindespindel gebildet ist, weicht der Winkel um die Steigung des Gewindes von einem rechten Winkel ab.

**[0023]** Zur Beeinflussung der Flankengeometrie der rillenförmigen Vertiefung ist es auch möglich, bewusst von den vorstehend genannten Ausgangswerten für Winkel zwischen der Riemenebene und der Werkstückachse abzuweichen, beispielsweise um in einem Flankenbereich einen höheren Anpressdruck zu erzielen.

**[0024]** Eine besonders einfache Handhabung des Werkstückbearbeitungssystems ergibt sich, wenn der Riemen in Form eines Endlosriemens ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine endlos umlaufende Führung des Riemens und insbesondere einen Verzicht auf Vorratsrollen.

**[0025]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine durch den

Verlauf des Riemens innerhalb einer Riemenebene begrenzte Fläche außerhalb des Werkstücks angeordnet ist. Dies ermöglicht eine einfache Handhabung, Einrichtung und Wartung des Riemens einerseits und eine einfache Positionierung des Werkstücks andererseits. Es ist aber auch möglich, das Werkstück innerhalb der genannten Fläche anzuordnen.

**[0026]** Der Riemen weist einen sich längs des Riemens erstreckenden Tragabschnitt zum Tragen des Wirkabschnitts auf. Dies hat den Vorteil, dass der Wirkabschnitt im Hinblick auf seine abrasive Wirkung optimiert werden kann und der Tragabschnitt im Hinblick auf eine gewünschte Flexibilität und Verformbarkeit des Riemens. Der Tragabschnitt ist aus einem Kunststoffmaterial, beispielsweise einem Elastomer, insbesondere aus Gummi oder auch aus Polyurethan hergestellt. Der Wirkabschnitt ist beispielsweise aus CBN (kubisch kristallines Bornitrid), aus Aluminiumoxid oder Siliziumcarbid hergestellt.

**[0027]** Es ist möglich, dass der Wirkabschnitt den Tragabschnitt im Profil vollständig umhüllt. Es ist aber auch möglich, dass der Wirkabschnitt den Tragabschnitt nicht vollständig umhüllt und dass der Wirkabschnitt zwischen dem Tragabschnitt und der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung angeordnet ist. Dies ermöglicht es, den Tragabschnitt zur Führung, zum Antrieb und/oder zur Umlenkung des Riemens nutzen zu können und die zur Führung, zum Antrieb und/oder zur Umlenkung des Riemens vorgesehenen Bauteile, beispielsweise Führungsrollen, Antriebsrollen und/oder Umlenkrollen, nicht mit dem abrasiv wirkenden Material des Wirkabschnitts beaufschlagen zu müssen.

**[0028]** Hierdurch kann einem vorzeitigen Verschleiß dieser Bauteile vorgebeugt werden.

**[0029]** Es versteht sich, dass der Riemen im Profil verschiedene Querschnitte aufweisen kann. Beispielsweise ist der Riemen im Querschnitt kreisförmig, oval, elliptisch, trapezförmig oder rechteckförmig. Der Wirkabschnitt und der Tragabschnitt können auch jeweils eine der vorstehend genannten Formen aufweisen, welche jeweils paarweise auch miteinander kombinierbar sind.

**[0030]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Feinstbearbeitung eines Werkstücks, das eine Werkstückaußenseite aufweist, in welcher mindestens eine um eine Werkstückachse umlaufende, rillenförmige Vertiefung eingebracht ist.

**[0031]** Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Feinstbearbeitung eines Werkstücks anzugeben, mit welchem eine hohe Fertigungsqualität und eine kurze Bearbeitungszeit realisierbar sind.

**[0032]** Diese Aufgabe wird bei einem vorstehend genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Feinstbearbeitung der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung ein Feinstbearbeitungswerkzeug in Form eines Riemens verwendet wird, der einen sich längs des Riemens erstreckenden Wirkabschnitt aufweist, dass der Wirkabschnitt ein auf ein Vertiefungsprofil

der rillenförmigen Vertiefung abgestimmtes Wirkprofil aufweist und dass der Wirkabschnitt entlang einer sich längs der rillenförmigen Vertiefung erstreckenden Kontaktfläche in Kontakt mit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung gebracht wird.

**[0033]** Ausgestaltungen und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens sind zum Teil bereits vorstehend im Zusammenhang mit den Ausgestaltungen und Vorteilen des erfindungsgemäßen Werkstückbearbeitungssystems erläutert worden.

**[0034]** Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines eingangs beschriebenen Werkstückbearbeitungssystems zur Durchführung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens.

**[0035]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

**[0036]** In den Zeichnungen zeigen :

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Werkstückbearbeitungssystems;

Fig. 2 eine Vorderansicht des Werkstückbearbeitungssystems gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht des Werkstückbearbeitungssystems gemäß Fig. 1; und

Fig. 4 bis 7 Querschnitte verschiedener Ausführungsformen eines Riemens zur Verwendung bei einem Werkstückbearbeitungssystem gemäß Fig. 1.

**[0037]** Ein in der Zeichnung insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnetes Werkstückbearbeitungssystem umfasst ein Werkstück 12 und ein Feinstbearbeitungswerkzeug in Form eines Riemens 14.

**[0038]** Das Werkstück 12 erstreckt sich entlang einer Werkstückachse 16 und weist eine sich um die Werkstückachse 16 erstreckende Werkstückaußenseite 18 auf. Die Werkstückaußenseite 18 ist vorzugsweise rotationssymmetrisch, insbesondere zylindrisch oder kegelförmig.

**[0039]** In die Werkstückaußenseite 18 ist eine um die Werkstückachse 16 umlaufende, rillenförmige Vertiefung 20 eingebracht. Diese Vertiefung ist beispielsweise mittels eines Gewindewirbelverfahrens hergestellt. Die rillenförmige Vertiefung 20 erstreckt sich endlos umlaufend, oder, wie in dem Ausführungsbeispiel dargestellt, schraubenartig entlang der Außenseite 18 des Werkstücks 12.

**[0040]** Die rillenförmige Vertiefung 20 weist eine Oberfläche 22 auf, mit einem Vertiefungsprofil 24, das beispielsweise eine konkave Krümmung aufweist.

**[0041]** Vorzugsweise umfasst das Bearbeitungssystem 10 eine Drehantriebseinrichtung 26, beispielsweise

einen Antriebsmotor, zum Drehantrieb des Werkstücks 12 um die Werkstückachse 16 in einer ersten Drehrichtung 28 und/oder in einer hierzu entgegengesetzten zweiten Drehrichtung 30 (vergleiche Figur 2).

**[0042]** Für eine Verlagerung des Werkstücks 12 in einer zu der Werkstückachse 16 parallelen Richtung ist vorzugsweise eine Antriebseinrichtung 32, beispielsweise in Form eines Antriebschlittens, vorgesehen.

**[0043]** Der Riemen 14 ist in Form eines Endlosriemens ausgebildet und mittels einer Riemen-Antriebseinrichtung 34 antreibbar. Die Riemen-Antriebseinrichtung umfasst beispielsweise ein mit dem Riemen 14 in Reibkontakt stehendes Antriebsrad 36, dessen Drehung eine erste Riemenlaufrichtung 38 oder eine hierzu entgegengesetzte zweite Riemenlaufrichtung 40 vorgibt.

**[0044]** Zur Verbesserung des Reibkontakts zwischen dem Riemen 14 und dem Antriebsrad 36 kann das Antriebsrad 36 einen rillenförmigen Antriebsabschnitt 42 aufweisen.

**[0045]** Zur Vorgabe einer Verlaufsbahn des Riemens 14 umfasst das Werkstückbearbeitungssystem 10 eine Umlenkeinrichtung 44, welche mindestens eine Umlenkrolle 46 zur Umlenkung des Riemens 14 umfasst.

**[0046]** Vorzugsweise sind zwei Umlenkrollen 46, 48 vorgesehen, welche bezogen auf einen mit dem Werkstück 12 in Eingriff stehenden Abschnitt des Riemens 14 auf einander gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.

**[0047]** Zur Verbesserung des Halts des Riemens 14 an der Umlenkeinrichtung 44 kann die Umlenkrolle 46 oder können die Umlenkrollen 46, 48 einen rillenförmigen Umlenkabschnitt 50 aufweisen.

**[0048]** Der in Form eines Endlosriemens ausgebildete Riemen 14 begrenzt innerhalb einer Riemenenebene 52 (vergleiche Figur 3) eine Fläche 54 (vergleiche Figur 2). Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Antriebseinrichtung 34 und die Umlenkeinrichtung 44 innerhalb der Fläche 54 und das Werkstück 12 außerhalb der Fläche 54 angeordnet.

**[0049]** Zur Einstellung eines Abstands zwischen den Umlenkachsen 60 der Umlenkrollen 46 und 48 ist eine Lageeinstelleinrichtung 56 vorgesehen. Hierdurch kann eine Relativlage der Umlenkeinrichtung 44 zu dem Werkstück 12 verändert werden.

**[0050]** Ferner ist eine Anpresseinrichtung 58 vorgesehen, mittels welcher ein Abstand zwischen der Werkstückachse 16 und der Umlenkachse 60 einer Umlenkrolle 46, 48 zu der Werkstückachse 16 eingestellt werden kann. Hierdurch wird der Anpressdruck des Riemens 14 eingestellt.

**[0051]** Die Lageeinstelleinrichtung 56 und die Anpresseinrichtung 58 bilden gemeinsam eine Umschlingungswinkel-Einstelleinrichtung, mittels welcher die Größe eines Umschlingungswinkels 62 einstellbar ist, in welchem der Riemen 14 das Werkstück 12 um dessen Werkstückachse 16 herum umschlingt. Der Umschlingungswinkel 62 kann beispielsweise zwischen ungefähr 2° und ungefähr 90°, vorzugsweise zwischen ungefähr 5° und unge-

fähr 45°, betragen.

[0052] Zur Einstellung eines Winkels 64 zwischen der Werkstückachse 16 und der Riemenebene 52 kann eine Schwenkeinrichtung 66 vorgesehen sein, welche beispielsweise das Werkstück 16 verschwenkt oder den Riemen 14 gemeinsam mit der Antriebseinrichtung 34 und der Umlenkeinrichtung 44.

[0053] Der Riemen 14 weist einen Wirkabschnitt 68 auf, welcher auf der Außenseite des Riemens 14 vorgesehen ist und aus einem abrasiv wirksamen Material besteht. Der Wirkabschnitt 68 ist vorzugsweise an einem Tragabschnitt 70 gehalten, welcher beispielsweise aus einem Elastomer hergestellt ist. Der Wirkabschnitt 68 weist ein Wirkprofil 72 auf (vergleiche Figuren 4 bis 7), welches zu dem Vertiefungsprofil 24 der rillenförmigen Vertiefung 20 komplementär ausgebildet ist.

[0054] Der Wirkabschnitt 68 steht innerhalb des Umschlingungswinkels 62 längs der rillenförmigen Vertiefung 20 gesehen innerhalb einer Kontaktfläche 74 (vergleiche Figur 2) in Kontakt mit der Oberfläche 22 der rillenförmigen Vertiefung 20.

[0055] Zur finishenden Bearbeitung der Oberfläche 22 wird das Werkstück mittels der Drehantriebseinrichtung 26 in eine Drehbewegung versetzt. Gleichzeitig wird das Werkstück 12 parallel zu der Werkstückachse 16 mittels der Antriebseinrichtung 32 verschoben. Währenddessen wird der Riemen 14 mittels der Riemen-Antriebseinrichtung 34 umlaufend angetrieben, sodass die rillenförmige Vertiefung 20 entlang ihrer gesamten, umlaufenden Länge finishend bearbeitet wird. Während der gesamten finishenden Bearbeitung der rillenförmigen Vertiefung 20 steht der Wirkabschnitt 68 des Riemens 14 über die (sich verlagernde) Kontaktfläche 74 in Kontakt.

[0056] Es ist auch möglich, den Umschlingungswinkel 62 so zu verkleinern, dass ein Kontakt zwischen dem Wirkabschnitt 68 des Riemens 14 und der Oberfläche 22 der rillenförmigen Vertiefung 20 auf einen linienförmigen Kontakt reduziert ist. Hierfür kann zusätzlich oder anstelle der Umlenkrollen 46 und 48 eine Kontaktrolle zu verwenden, welche den Riemen 14 von seiner Rückseite her im Bereich des linienförmigen Kontakts mit einer Kontaktkraft beaufschlägt.

[0057] Das Werkstückbearbeitungssystem 10 ermöglicht eine hochgenaue und schnelle finishende Bearbeitung der Oberfläche 22 der rillenförmigen Vertiefung 20.

## Patentansprüche

1. Werkstückbearbeitungssystem (10), umfassend ein Werkstück (12) mit einer Werkstückaußenseite (18), in welcher mindestens eine um eine Werkstückachse (16) umlaufende, rillenförmige Vertiefung (20) eingebracht ist, und umfassend ein Feinstbearbeitungswerkzeug zur Feinstbearbeitung der Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20), wobei das Feinstbearbeitungswerkzeug in Form eines Riemens (14) ausgebildet ist, der einen sich längs des

Riemens (14) erstreckenden Wirkabschnitt (68) aufweist, der entlang einer sich längs der rillenförmigen Vertiefung (20) erstreckenden Kontaktfläche (74) in Kontakt mit der Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20) steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirkabschnitt (68) ein auf ein Vertiefungsprofil (24) der rillenförmigen Vertiefung (20) abgestimmtes Wirkprofil (72) aufweist, dass das auf das Vertiefungsprofil (24) der rillenförmigen Vertiefung (20) abgestimmte Wirkprofil (72) in Kontakt mit der Oberfläche der rillenförmigen Vertiefung (20) steht und dass der Riemen (14) einen sich längs des Riemens (14) erstreckenden, aus einem Kunststoffmaterial hergestellten Tragabschnitt (70) zum Tragen des Wirkabschnitts (68) aufweist.

2. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Riemen-Antriebseinrichtung (34) zum Antrieb des Riemens (14) in einer Riemenlaufrichtung (38, 40).
3. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Umschlingungswinkel-Einstelleinrichtung zur Einstellung eines mit der Länge der Kontaktfläche korrespondierenden Umschlingungswinkels (62) des Riemens (14) um die Werkstückachse (16).
4. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Anpresseinrichtung (58) zur Einstellung eines Anpressdrucks, mit welchem der Riemen (14) mit seinem Wirkabschnitt (68) auf die Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20) drückt.
5. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Umlenkeinrichtung (44) zur Umlenkung des Riemens (14).
6. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine Lageeinstelleinrichtung (56) zur Einstellung der Lage der Umlenkeinrichtung (44) relativ zu dem Werkstück (12).
7. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Drehantriebseinrichtung (26) zum Drehantrieb des Werkstücks (12) um die Werkstückachse (16).
8. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Antriebseinrichtung (32) zum Antrieb des Werkstücks (12) oder des Riemens (14) in einer zu der Werkstückachse (16) parallelen Richtung.

9. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Riemen (14) innerhalb einer Riemenebene (52) verläuft und dass eine Schwenkeinrichtung (66) zur Einstellung eines Winkels (64) zwischen der Riemenebene (52) und der Werkstückachse (16) vorgesehen ist.
10. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Riemen (14) in Form eines Endlosriemens ausgebildet ist.
11. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine durch den Verlauf des Riemens (14) innerhalb einer Riemenebene (52) begrenzte Fläche (54) außerhalb des Werkstücks (12) angeordnet ist.
12. Werkstückbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirkabschnitt (68) zwischen dem Tragabschnitt (70) und der Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20) angeordnet ist.
13. Verfahren zur Feinstbearbeitung eines Werkstücks (12), das eine Werkstückaußenseite (18) aufweist, in welcher mindestens eine um eine Werkstückachse (16) umlaufende, rillenförmige Vertiefung (20) eingebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Feinstbearbeitung der Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20) ein Feinstbearbeitungswerkzeug in Form eines Riemens (14) verwendet wird, der einen sich längs des Riemens (14) erstreckenden Wirkabschnitt (68) aufweist, dass der Wirkabschnitt (68) ein auf ein Vertiefungsprofil (24) der rillenförmigen Vertiefung (20) abgestimmtes Wirkprofil (72) aufweist und dass der Wirkabschnitt (68) entlang einer sich längs der rillenförmigen Vertiefung (20) erstreckenden Kontaktfläche (74) in Kontakt mit der Oberfläche (22) der rillenförmigen Vertiefung (20) gebracht wird.
14. Verwendung eines Werkstückbearbeitungssystems (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 13.

## Claims

1. A workpiece processing system (10), comprising a workpiece (12) that has an exterior side (18) in which at least one groove-shaped indentation (20) is made in a circle about the workpiece axis (16), and comprising a detailed-processing tool for the detailed processing of the surface (22) of the groove-shaped indentation (20), whereby the detailed-processing

tool is configured as a belt (14), which has a working segment (68) that extends along the belt (14) and which is in contact with the surface (22) of the groove-shaped indentation (20) along a contact surface (74) that extends along the groove-shaped indentation (20), **characterized in that** the working segment (68) has a working profile (72) that is adjusted to the indentation profile (24) of the groove-shaped indentation (20), that the working profile (72) that is adjusted to the indentation profile (24) of the groove-shaped indentation (20) is in contact with the surface of the groove-shaped indentation (20), and that the belt (14) has a supporting segment (70) that is made of plastic and extends along the belt (14) so as to support the working segment (68).

2. The workpiece processing system (10) as recited in Claim 1, **characterized by** a belt drive device (34) for driving the belt (14) in a running direction (38, 40) of the belt.
3. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized by** a device for adjusting the wrap angle (62) of the belt (14) about the workpiece axis (16) in accordance with the length of the contact surface.
4. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized by** a pressing device (58) for adjusting the contact pressure with which the belt (14) presses its working segment (68) against the surface (22) of the groove-shaped indentation (20).
5. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized by** a deflecting device (44) for deflecting the belt (14).
6. The workpiece processing system (10) as recited in Claim 5, **characterized by** a position adjusting device (56) for adjusting the position of the deflecting device (44) relative to the workpiece (12).
7. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized by** a rotational drive device (26) for rotationally driving the workpiece (12) about the workpiece axis (16).
8. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized by** a drive device (32) for driving the workpiece (12) or the belt (14) in a direction that is parallel to the workpiece axis (16).
9. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized in that** the belt (14) runs within a belt plane (52) and that a pivoting device (66) is provided for adjusting the an-

gle (64) between the belt plane (52) and the workpiece axis (16).

10. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized in that** the belt (14) is configured as an endless belt.
11. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized in that** a surface (54) that is bordered by the path of the belt (14) within a belt plane (52) is arranged outside the workpiece (12).
12. The workpiece processing system (10) as recited in any of the preceding claims, **characterized in that** the working segment (68) is arranged between the supporting segment (70) and the surface (22) of the groove-shaped indentation (20).
13. A method for the detailed processing of a workpiece (12) that has an exterior side (18) in which at least one groove-shaped indentation (20) is made in a circle about the workpiece axis (16), **characterized in that** for the detailed processing of the surface (22) of the groove-shaped indentation (20) a detailed-processing tool is used in the form of a belt (14), which has a working segment (68) that extends along the belt (14), that the working segment (68) has a working profile (72) that is adjusted to an indentation profile (24) of the groove-shaped indentation (20), and that the working segment (68) is brought in contact with the surface (22) of the groove-shaped indentation (20) along a contact surface (74) that extends along the groove-shaped indentation (20).
14. A use of a workpiece processing system (10) as recited in any of Claims 1 to 12 for implementing the method as recited in Claim 13.

## Revendications

1. Système d'usinage de pièce (10), comprenant une pièce (12) ayant une surface extérieure de pièce (18) dans laquelle est ménagé au moins un creux en forme de cannelure (20) qui s'étend autour d'un axe de pièce (16), et comprenant un outil de superfinition destiné à superfinir la surface (22) du creux en forme de cannelure (20), ledit outil de superfinition étant réalisé sous forme d'une courroie (14) qui présente un tronçon actif (68) qui s'étend le long de ladite courroie (14) et qui est en contact, le long d'une surface de contact (74) s'étendant le long dudit creux en forme de cannelure (20), avec la surface (22) du creux en forme de cannelure (20), **caractérisé par le fait que** ledit tronçon actif (68) présente un profil efficace (72) qui est accordé à un profil de creux (24) du creux en forme de cannelure (20), que le profil efficace (72)

accordé au profil de creux (24) du creux en forme de cannelure (20) est en contact avec la surface du creux en forme de cannelure (20) et que ladite courroie (14) présente un tronçon de support (70) en une matière synthétique qui s'étend le long de la courroie (14) et qui est destiné à supporter ledit tronçon actif (68).

2. Système d'usinage de pièce (10) selon la revendication 1, **caractérisé par** un dispositif d'entraînement de courroie (34) destiné à entraîner la courroie (14) dans un sens de déplacement de courroie (38, 40).
3. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif de réglage de l'angle d'enroulement destiné à régler un angle d'enroulement (62) de la courroie (14) autour de l'axe de pièce (16), qui correspond avec la longueur de la surface de contact.
4. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif de pression (58) destiné à régler une pression d'appui avec laquelle la courroie (14) se presse, par son tronçon actif (68), contre la surface (22) du creux en forme de cannelure (20).
5. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif de renvoi (44) pour changer la direction de ladite courroie (14).
6. Système d'usinage de pièce (10) selon la revendication 5, **caractérisé par** un dispositif de réglage de position (56) destiné à régler la position dudit dispositif de renvoi (44) par rapport à ladite pièce (12).
7. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif d'entraînement en rotation (26) destiné à entraîner en rotation ladite pièce (12) autour de l'axe de pièce (16).
8. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif d'entraînement (32) destiné à entraîner la pièce (12) ou la courroie (14) dans une direction parallèle à l'axe de pièce (16).
9. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ladite courroie (14) s'étend à l'intérieur d'un plan de courroie (52) et que l'on prévoit un dispositif de pivotement (66) destiné à régler un angle (64) entre ledit plan de courroie (52) et ledit axe de pièce (16).

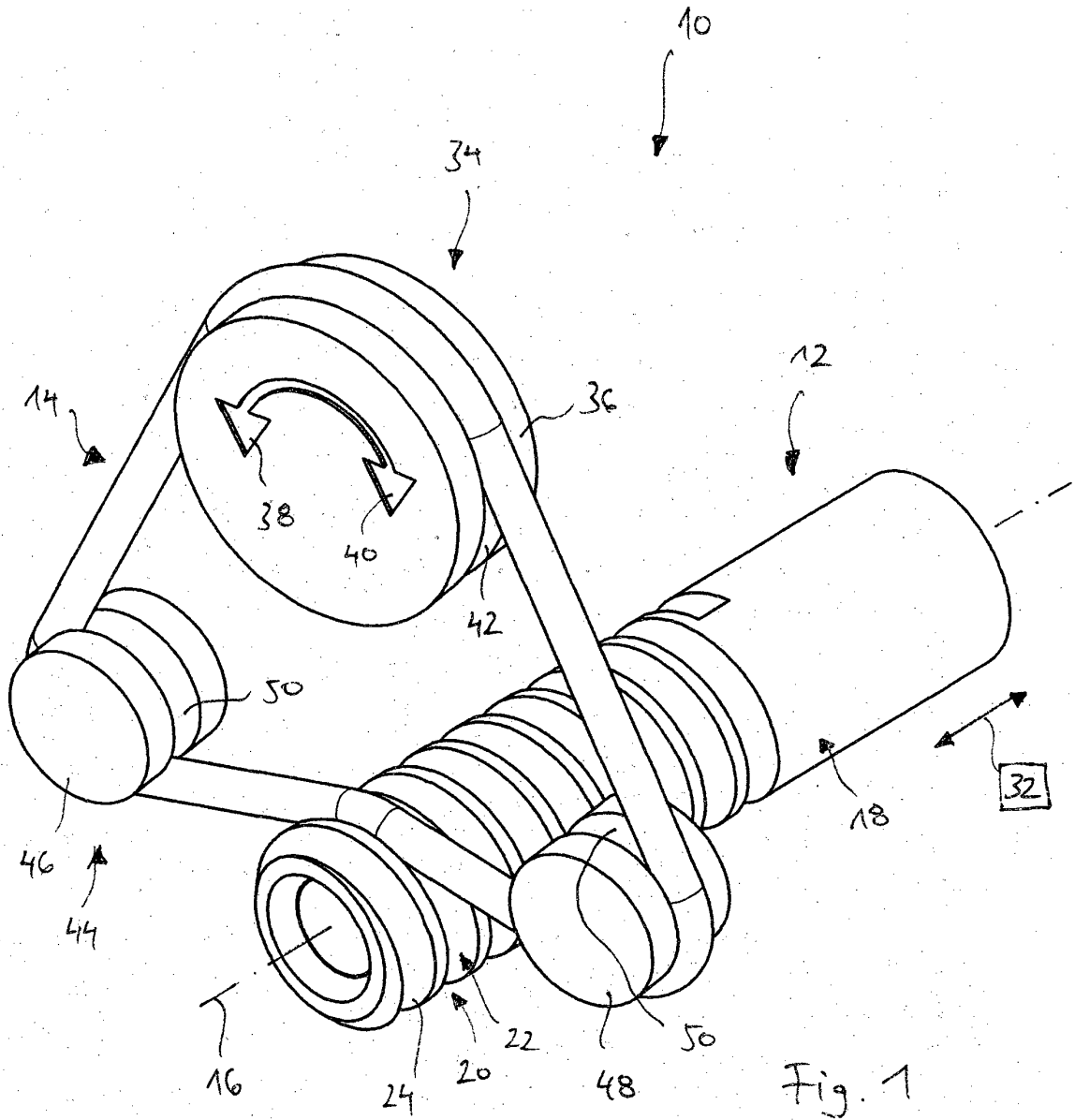
10. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ladite courroie (14) est réalisée sous forme d'une courroie sans fin. 5
11. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'**une surface (54) délimitée par le tracé de la courroie (14) à l'intérieur d'un plan de courroie (52) est disposée à l'extérieur de la pièce (12). 10
12. Système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ledit tronçon actif (68) est disposé entre le tronçon de support (70) et la surface (22) du creux en forme de cannelure (20). 15
13. Procédé de super finition d'une pièce (12) qui présente une surface extérieure de pièce (18) dans laquelle est ménagé au moins un creux en forme de cannelure (20) qui s'étend autour d'un axe de pièce (16), **caractérisé par le fait que**, pour la super finition de la surface (22) du creux en forme de cannelure (20), on utilise un outil de super finition sous forme d'une courroie (14) qui présente un tronçon actif (68) s'étendant le long de ladite courroie (14), que ledit tronçon actif (68) présente un profil efficace (72) qui est accordé à un profil de creux (24) du creux en forme de cannelure (20) et que ledit tronçon actif (68) est mis en contact, le long d'une surface de contact (74) s'étendant le long dudit creux en forme de cannelure (20), avec la surface (22) du creux en forme de cannelure (20). 20  
25  
30  
35
14. Utilisation d'un système d'usinage de pièce (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 13. 40

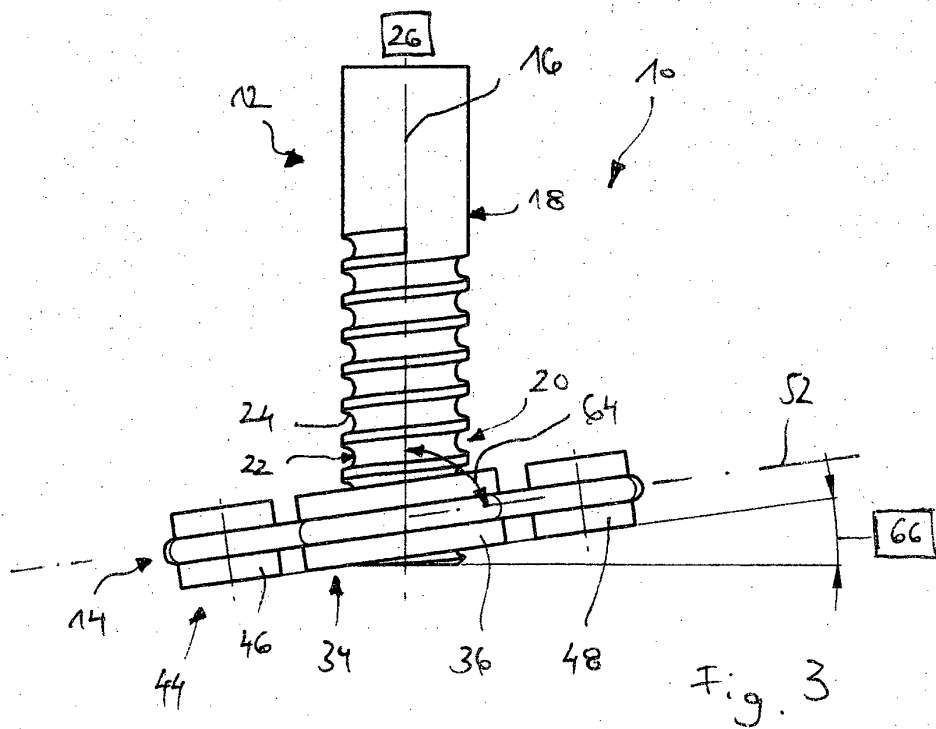
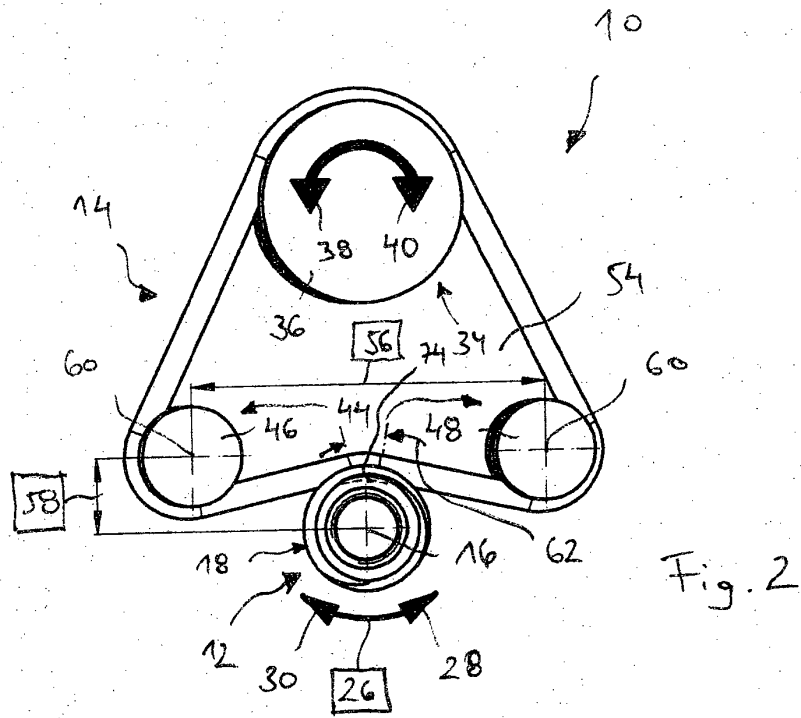
45

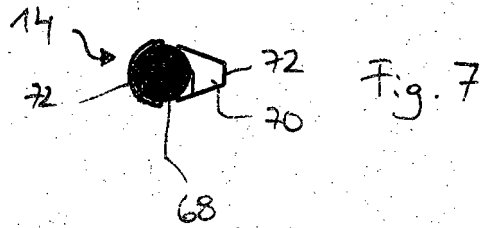
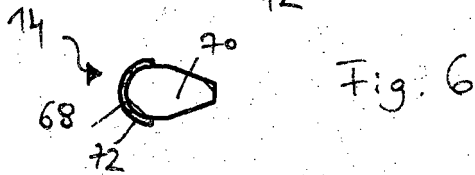
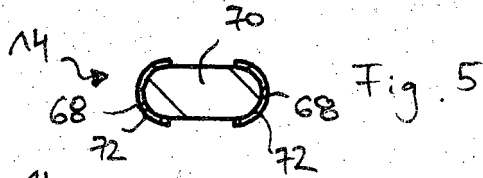
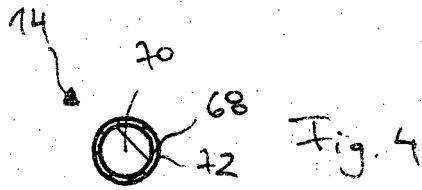
50

55

60







**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 20090170402 A1 [0005]
- DE 19615946 A1 [0005]
- DE 4333734 A1 [0005]