



(11)

EP 2 212 058 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
28.03.2018 Patentblatt 2018/13

(51) Int Cl.:
B24B 21/02 ^(2006.01) **B24B 21/20** ^(2006.01)
B24B 21/22 ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
13.07.2011 Patentblatt 2011/28

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/008714

(21) Anmeldenummer: **08840276.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/049868 (23.04.2009 Gazette 2009/17)

(22) Anmeldetag: **15.10.2008**

(54) **ANDRÜCKEINRICHTUNG FÜR SCHNEIDMITTEL SOWIE VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR
FINISHBEARBEITUNG VON UMFANGSFLÄCHEN AN ZYLINDRISCHEN
WERKSTÜCKABSCHNITTEN**

PRESSING DEVICE FOR CUTTING MEANS AND APPARATUS AND METHOD FOR FINISHING
CIRCUMFERENTIAL SURFACES ON CYLINDRICAL PARTS OF A WORKPIECE

DISPOSITIF DE PRESSION D'ÉLÉMENTS COUPANTS, DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE FINITION
DE SURFACES PÉRIPHÉRIQUES DE PARTIES CYLINDRIQUES DE PIÈCES D'USINAGE

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

(30) Priorität: **16.10.2007 DE 102007051047**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.08.2010 Patentblatt 2010/31

(73) Patentinhaber: **Nagel Maschinen- und
Werkzeugfabrik GmbH
72622 Nürtingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **WEIGMANN, Uwe-Peter
72622 Nürtingen (DE)**

• **BOSCH, Marcel
72622 Nürtingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 112 811 EP-A- 1 506 839
EP-A- 1 514 640 EP-A- 1 837 121
EP-A2- 1 514 640 DE-A1- 10 332 605
DE-A1- 10 342 139 JP-A- 11 320 374
JP-A- 2004 058 241 US-A- 5 951 377
US-A1- 2003 003 854 US-A1- 2003 003 854**

EP 2 212 058 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Andrückeinrichtung zum Andrücken von Schneidmittel an Umfangsflächen von im Wesentlichen zylindrischen Werkstückabschnitten bei einer Finishbearbeitung, auf eine mit mindestens einer solchen Andrückeinrichtung ausgestatteten Vorrichtung zur Finishbearbeitung sowie auf ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen im Wesentlichen zylindrischer Werkstückabschnitte.

[0002] Das Finishen ist ein Feinbearbeitungsverfahren, mit dem die Umfangsflächen von im Wesentlichen zylindrischen Werkstückabschnitten an Werkstücken wie Kurbelwellen, Nockenwellen, Getriebewellen oder anderen Bauteilen für Kraft- und Arbeitsmaschinen zur Erzeugung einer gewünschten Oberflächenfeinstruktur bearbeitet werden. Beim Finishen wird ein mit körnigem Schneidmittel besetztes Bearbeitungswerkzeug mittels einer Andrückeinrichtung über einen Eingriffswinkel mit einer Andrückkraft an die zu bearbeitende Umfangsfläche angedrückt. Zur Erzeugung der für den Materialabtrag erforderlichen Schnittgeschwindigkeit wird das Werkstück um seine Werkstückachse gedreht. Gleichzeitig wird eine parallel zur Werkstückachse oszillierende Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem an der Umfangsfläche anliegenden Bearbeitungswerkzeug erzeugt. Hierzu kann das Werkstück in eine axiale Oszillationsbewegung versetzt werden. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, dass die Oszillationsbewegung durch das Bearbeitungswerkzeug erzeugt wird. Durch die Kombination der Rotationsbewegung des Werkstückes und der überlagerten Oszillationsbewegung kann ein so genanntes Kreuzschliffmuster erzeugt werden, wodurch die bearbeiteten Werkstückumfangsflächen z.B. als Laufflächen für Gleitlager oder Wälzlager oder dergleichen besonders geeignet sind. Bei dem zu bearbeiteten Werkstückabschnitt kann es sich beispielsweise um ein Hauptlager oder ein Hublager einer Kurbelwelle oder um ein Nockenwellenlager handeln.

[0003] Es können unterschiedliche Bearbeitungswerkzeuge verwendet werden. Beim sogenannten Bandfinishen wird ein Finishband mit Hilfe einer Andrückeinrichtung an die Werkstückoberfläche angedrückt. Ein Finishband hat einen bandförmigen flexiblen Träger, bei dem mit Hilfe eines Bindemittels Schneidkörner auf der dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite aufgebracht sind. Häufig dient ein reißfester, dehnungsarmer Polyesterfilm als Trägermaterial für den Korn-Bindemittelaufbau. Manchmal werden auch Gewebebänder verwendet. Nach Abschluss oder im Verlauf eines Bearbeitungszyklus kann das zur Bearbeitung verwendete Finishband weitergefördert werden, so dass jeweils frisches Schneidmittel zum Materialabtrag zur Verfügung steht. Dadurch können gut reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

[0004] Als Bearbeitungswerkzeug können auch sogenannte Finishsteine verwendet werden. Dabei handelt es sich um im Wesentlichen starre Schneidkörper, bei

denen das körnige Schneidmittel durch Kunstharz oder keramisch oder galvanisch (in Metallmatrix) oder auf andere Weise gebunden ist. Die dem Werkstück zugewandte Seite der Schleifkörper ist häufig entsprechend der Geometrie der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche profiliert, um einen großflächigen Bearbeitungseingriff sicherzustellen.

[0005] Bei herkömmlichen Vorrichtungen zur Finishbearbeitung mittels Bandfinishen werden zum Andrücken eines Finishbandes an die zu bearbeitende Werkstückoberfläche Andrückeinrichtungen mit so genannten Finishschuhen verwendet. Ein Finishschuh hat einen im Wesentlichen C-förmigen Andrückabschnitt, dessen Krümmungsradius unter Berücksichtigung der Dicke des Finishbandes so an den Solldurchmesser des zu bearbeitenden Werkstückabschnittes angepasst ist, dass das Finishband mit Hilfe des Finishschuhes während der Bearbeitung im Wesentlichen flächig an die Umfangsfläche des Werkstücksabschnittes angedrückt wird. Mit solchen im Wesentlichen starren Andrückelementen kann die Kontur des Finishwerkzeuges dem zu bearbeitenden Werkstückabschnitt aufgeprägt werden, sodass eine gezielte Einstellung der Makroform des Werkstückabschnittes möglich ist. Soll ein Werkstückabschnitt mit einem anderen Durchmesser bearbeitet werden, so muss das Andrückelement durch ein Andrückelement mit entsprechend anderem Radius des C-förmigen Abschnittes ausgetauscht werden.

[0006] Aus der EP 0 781 627 B1 ist eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung bekannt, die mit einem Andrückelement ausgerüstet ist, welches derart flexibel ist, dass es sich radial an die zu bearbeitende Oberfläche kreisgeometrisch anpassen kann. Die Flexibilität ist dabei derart ausgelegt, dass sich das Andrückelement nur im Wesentlichen an ein Werkstück mit dem gleichen Durchmesser anlegen kann, wobei aber dieser Durchmesser durch Verspannung des Antriebelementes im Bereich weniger Mikrometer (μm) verändert werden kann. Auch in diesen Fall müssen die Andrückelemente gegen Andrückelemente anderer Dimensionierung ausgetauscht werden, wenn nach Bearbeitung eines ersten Werkstückabschnittes mit einem ersten Durchmesser am gleichen Werkstück oder an einem anderen Werkstück ein Werkstückabschnitt mit einem davon deutlich verschiedenen zweiten Durchmesser bearbeitet werden soll.

[0007] Da der Wechsel der Andrückelemente nicht einfach ist, wurden schon Andrückelemente vorgeschlagen, mit denen Werkstückabschnitte mit unterschiedlich großen Durchmessern bearbeitet werden können.

[0008] Aus der EP 1 506 839 B1 ist ein Andrückelement für eine Bandfinish-Maschine bekannt, das einen C-förmigen Abschnitt hat, mit dem Finishband an eine Werkstückoberfläche angedrückt werden kann. Der C-förmige Abschnitt hat wenigstens zwei teilhohlzylindrische Anlagebereiche, die unterschiedlichen Krümmungsradien besitzen. Die unterschiedlichen Krümmungsradien der beiden Anlagebereiche entsprechen dabei den Solldurchmessern von zwei zu bearbeitenden Werkstückab-

schnitten mit unterschiedlichen Durchmessern. Dadurch können in einer einzigen Bearbeitungsstation Werkstücke bearbeitet werden, die beispielsweise Lagerstellen mit unterschiedlichen Durchmessern haben.

[0009] Aus der DE 136 07 775 A1 ist eine Finishvorrichtung mit Andrückelementen bekannt, die jeweils zwei Kontaktflächen-Abschnitte haben, deren Krümmung etwas geringer ist als die Krümmung der zu bearbeitenden Werkstückkontur. In Folge der geringen Krümmungsunterschiede bilden sich anstelle zweier theoretisch linearer Berührungen an zwei von einander in Umfangsrichtung beabstandeten Bereichen jeweils eine Kontaktzone mit veränderlichem Kontaktdruck und veränderlichem Werkstückabtrag. Durch die elliptische oder spitzbogenförmige Gesamtkontur der Andrückflächen ist es mit solchen Andrückeinrichtungen auch möglich, Werkstückabschnitte mit unterschiedlichen Durchmessern zu bearbeiten, wobei dann jeweils der Umfangsabstand zwischen den sich bildenden Kontaktzonen unterschiedlich wäre.

[0010] US2003-003854 und DE103326605 beschreiben Finish-Vorrichtungen mit Andrückeinrichtungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen an im Wesentlichen zylindrischen Werkstückabschnitten bereitzustellen, die es erlauben, bei geringem apparativen Aufwand Werkstücke mit Werkstückabschnitten unterschiedlicher Durchmesser zu bearbeiten und dabei unabhängig vom Durchmesser der Werkstückabschnitte eine hohe Oberflächengüte zu erzielen.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Erfindung eine Andrückeinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 9 und ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 10 bereit.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Eine Besonderheit der Andrückeinrichtung besteht darin, dass die Andrückeinrichtung zur Bearbeitung von Werkstückabschnitten unterschiedlicher Durchmesser mit einem Durchmesserunterschied von mindestens 0.1 mm stufenlos anpassbar ist. Diese stufenlose Anpassung wird bedingt durch die Konstruktion der Andrückeinrichtung möglich, so dass kein Wechsel von Andrückeinrichtungen notwendig ist, wenn Werkstückabschnitte unterschiedlicher Durchmesser mit einem Durchmesserunterschied von 0.1 mm oder mehr bearbeitet werden sollen. Durch diese Anpassungsfähigkeit der Andrückeinrichtung an stark unterschiedliche Durchmesser ist es möglich, dass sich bei allen Durchmessern im Durchmesserbereich bei der Bearbeitung über den gesamten durch die Andrückeinrichtung definierten Eingriffswinkel eine großflächiger Bearbeitungseingriff zwi-

schen der abrasiven Seite des Finishbandes bzw. den mit Schneidmittel besetzten Schneidkörpern und der Werkstückoberfläche bildet, wodurch Oberflächen hoher Güte erzeugt werden können.

[0015] Die Anpassung der Andrückeinrichtung an den Durchmesser des Werkstückabschnittes erfolgt somit unter Änderung der Geometrie der Andrückeinrichtung, wobei die Andrückeinrichtung konstruktiv für relativ große definierte Geometrieänderungen, d.h. für relativ große Änderungen der Krümmung der durch die Andrückeinrichtung bereitgestellten Andrückfläche ausgelegt ist. Da sich bei erfindungsgemäßen Andrückeinrichtungen die Andrückeinrichtung an den Durchmesser des Werkstückabschnittes stufenlos anpasst bzw. anpassen lässt, ist im gesamten Durchmesserbereich eine großflächige Bearbeitung möglich, wodurch hohe Oberflächengüten erzielbar sind.

[0016] Mit erfindungsgemäßen Andrückeinrichtungen kann in einem vorgegebenen Durchmesserbereich $\Delta D = D_{MAX} - D_{MIN}$ zwischen einem minimalen Durchmesser D_{MIN} und einem maximalen Durchmesser D_{MAX} jeder Durchmesser bearbeitet werden, wobei bei jedem Durchmesser ein flächenhafter Kontakt zwischen Schneidmittel und zu bearbeitender Werkstückoberfläche mit einer vorgesehenen Andrückkraft bzw. Andrückkraftverteilung sichergestellt werden kann.

[0017] Bei manchen Ausführungsformen kann der Durchmesserunterschied mindestens 1% oder mindestens 5% oder mindestens 10% betragen, bei anderen Ausführungsformen auch mindestens 15% oder mindestens 20% oder mehr. Manche Andrückeinrichtungen sind derart ausgelegt, dass in einen Durchmesserbereich mit einem Durchmesserunterschied ΔD von mindestens 0,1 mm oder mindestens 1 mm zwischen einem minimalen und einem maximalen Durchmesser bei einem mittleren Durchmesser zwischen 20 mm und 70 mm jeder Durchmesser bearbeitbar ist. Manche Ausführungsformen sind beispielsweise so ausgelegt, dass in einem Durchmesserbereich zwischen ca. 50mm und ca. 70mm jeder Durchmesser bearbeitet werden kann. Damit sind beispielsweise die meisten Kurbelwellen gängiger PKW-Motoren mit Hilfe eines einzigen Typs von Andrückeinrichtung gut zu bearbeiten. Selbstverständlich können Andrückeinrichtungen auch für andere Durchmesserbereiche ausgelegt sein, beispielsweise für einen Durchmesserbereich mit einem Durchmesserunterschied von mindestens 2mm oder mindestens 8mm oder mindestens 15mm oder mehr, z.B. bei einem mittleren Durchmesser von 20 mm oder 40 mm oder 50 mm oder 60 mm oder mehr. Auf diese Weise kann mit einer einzigen oder mit wenigen Andrückeinrichtungen ein relativ großer Durchmesserbereich abgedeckt werden. Für die Bearbeitung von Wellen kann es beispielsweise sinnvoll sein, einen Durchmesserbereich von ca. 20mm bis ca. 80mm abzudecken. Damit sind beispielsweise Wellen für Kompressoren bearbeitbar, deren mittlere Durchmesser häufig im Bereich um 20mm liegen. Bei Kurbelwellen für PKWs liegen typische Durchmesser häufig in der Grö-

ßenordnung von ca. 50mm, so dass beispielsweise Durchmesserbereiche zwischen 40 und 50mm und/oder 50 und 60mm abgedeckt werden können. Bei Kurbelwellen für Lastkraftwagen liegen die typischen Durchmesser üblicherweise etwas höher, beispielsweise im Bereich um 70mm.

[0018] Die Andrückeinrichtung kann so ausgelegt sein, das die Anpassung der Andrückeinrichtung an den Durchmesser des Werkstückabschnittes unter Änderung der Geometrie der Andrückeinrichtung selbsttätig bzw. automatisch stattfindet, wenn das Schneidmittel mit Hilfe der Andrückeinrichtung an die gekrümmte Umfangsfläche des Werkstückabschnittes angedrückt wird. Derartige Andrückeinrichtungen werden im Folgenden auch als "passive" Andrückeinrichtungen bezeichnet und zeichnen sich dadurch aus, dass die beim Andrücken entstehenden Andrückkräfte zur Einstellung des richtigen Durchmessers genutzt werden.

[0019] Bei anderen Varianten ist die Andrückeinrichtung als verstellbare Andrückeinrichtung ausgelegt, deren Andrückgeometrie - bestimmt durch den Krümmungsradius der an die Rückseite des Finishbandes anzudrückenden Andrückfläche(n) - mit Hilfe eines oder mehrerer Stellglieder, z.B. Stellschrauben, automatisch oder durch einen Bediener an den Durchmesser des Werkstückabschnittes stufenlos angepasst werden kann, bevor die Andrückeinrichtung das Schneidmittel an das Werkstück andrückt. Solche Einrichtungen werden im Folgenden auch als "aktive" bzw. "aktiv einstellbare" Andrückeinrichtungen bezeichnet. Der jeweils eingestellte Krümmungsradius der Andrückfläche(n) ist nach der Einstellung in der Regel fest vorgegeben und weitestgehend unveränderlich, so dass solche Andrückeinrichtungen auch zur Formkorrektur bzw. zur Durchmesseränderung des bearbeiteten Werkstückabschnittes genutzt werden können.

[0020] Mit erfindungsgemäßen Andrückeinrichtungen sind Feinbearbeitungsverfahren möglich, bei denen mit derselben Andrückeinrichtung zunächst ein erster Werkstückabschnitt mit einem ersten Durchmesser und danach ein zweiter Werkstückabschnitt mit einem vom ersten Durchmesser verschiedenen zweiten Durchmesser bearbeitet wird, wobei jeweils eine stufenlose Anpassung der Andrückeinrichtung an die jeweiligen Durchmesser erfolgt.

[0021] Die Andrückeinrichtung umfasst mindestens ein biegeelastisches Andrückband, das an zwei mit einem festen Abstand zueinander angeordneten Lagern eines Trägerelementes fixiert ist. Durch die Biegeelastizität des Andrückbandes kann erreicht werden, dass die dem Werkstück zugewandte Vorderseite des Andrückbandes bei jedem Durchmesser innerhalb eines vorgegebenen Durchmesserbereiches großflächig an der Werkstückoberfläche bzw. an der Rückseite des Finishbandes anliegt, um die Andrückkraft auf das Schneidmittel zu übertragen. Das Andrückband kann an seiner Vorderseite auch weitere Elemente zur Übertragung der Andrückkräfte tragen.

[0022] Das Material bzw. eine Materialkombination des Andrückbandes ist in Bandrichtung im Wesentlichen inelastisch, so dass sich die Bandlänge zwischen den Lagern auch unter Belastung nicht wesentlich ändert. Hierdurch ist es möglich, bei unterschiedlichen Durchmessern ggf. auch hohe Andrückkräfte zu übertragen.

[0023] Das Andrückband kann beispielsweise mindestens ein Metallband aus einem federelastischen Metall umfassen, insbesondere aus Federstahl. Dabei ist es möglich, dass das Andrückband ausschließlich durch ein solches Metallband gebildet wird und keine weiteren Elemente aufweist. Es ist jedoch auch möglich, dass zusätzlich zu dem mindestens einen Metallband noch weitere Elemente vorgesehen sind, um beispielsweise der dem Werkstück zugewandten Vorderseite eine besondere Gestaltung und/oder besondere Elastizitätseigenschaften zu verleihen. Beispielsweise kann das Metallband an seiner Vorderseite eine Schicht aus gummielastischem Material aufweisen, um der Andrückseite eine begrenzte elastische Nachgiebigkeit zu verleihen.

[0024] Bei Alternativen besteht das Andrückband im Wesentlichen aus einem Gummimaterial, das durch in Bandrichtung verlaufende inelastische Fasern verstärkt ist. Es ist auch möglich, Kunststoffmaterial bei der Fertigung des Andrückbandes zu verwenden. Mehrere Materialien können in einem Verbundwerkstoff kombiniert sein, um die senkrecht zur Bandrichtung erwünschte Biegeelastizität bei gleichzeitig hoher Zugfestigkeit in Bandrichtung zu erreichen.

[0025] Bei manchen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsformen, die eine Bearbeitung ohne Finishband ermöglichen, ist an einer dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite des Andrückbandes Schneidmittel zur Bearbeitung der Werkstückoberfläche befestigt. Beispielsweise kann eine dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite eine Schneidmittelschicht mit in einer Bindung gebundenen Schneidkörnern tragen. Auf diese Weise erhält das Andrückband eine großflächig abrasive Vorderseite, die sich aufgrund der Biegeelastizität des Andrückbandes an die Werkstückoberfläche großflächig anpassen kann. Es kann sich beispielsweise um eine Schneidmittelschicht handeln, bei der Diamantkörner oder keramische Körner in einer galvanisch aufgetragenen Bindung auf der Vorderseite eines metallischen Andrückbandes vorliegen.

[0026] Bei einer weiteren nicht erfindungsgemäßen Finishvorrichtung ist es auch möglich, dass an der dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite eines Andrückbandes mehrere Schneidkörper mit gegenseitigem Abstand zueinander angeordnet sind. Bei den Schneidkörpern kann es sich beispielsweise um in Bandrichtung mit Abstand zueinander angeordnete Schneidleisten handeln, die durch Löten, Kleben oder auf andere Weise an der Vorderseite befestigt sind. Die leistenförmigen Schneidkörper können sich im Wesentlichen über die gesamte Breite des Andrückbandes erstrecken, ggf. auch nur über einen Teil davon. In der Regel sind drei oder mehr solcher zueinander beabstandeter Schneidkörper

vorgesehen. Die dem Werkstück zugewandten Eingriffsflächen können durch Profilierung der Werkstückgeometrie angepasst sein. Bei manchen Varianten werden sehr viele leistenförmige Schneidkörper in Bandrichtung (Längsrichtung) mit Abstand nebeneinander angebracht, beispielsweise mehr als 3 oder mehr als 5 oder mehr als 10 oder mehr als 15 leistenförmige Schneidkörper, z.B. zwischen 5 und 10 solcher Schneidkörper. Bei Schneidkörpern mit geringer Breite kann ggf. auf eine Profilierung der dem Werkstück zugewandten Eingriffsfläche verzichtet werden, wodurch die Fertigung vereinfacht und kostengünstiger wird. Außerdem können dadurch größere Durchmesserbereiche abgedeckt werden

[0027] Bei manchen nicht erfindungsgemäßen Finishvorrichtungen ist an der dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite des Andrückbandes ein zweidimensional ausgedehntes Feld von relativ kleinen Schneidmittelzonen angeordnet, deren mittlerer Durchmesser wesentlich kleiner ist als die Breite des Andrückbandes quer zur Bandrichtung. Die kleinen Schneidmittelzonen werden im Folgenden auch als "Pads" bezeichnet. Es kann sich dabei um Schneidmittelflecken handeln, die mit Hilfe einer durchlöcherten Maske in einem Beschichtungsprozess auf das metallische Andrückband aufgebracht werden. Die Pads können auch durch kleine Schneidmittelkörper gebildet werden, die durch Kleben, Löten oder auf andere Weise an der Vorderseite des Andrückbandes in der gewünschten Anordnung befestigt werden. Die Schneidmittelzonen können beispielsweise einen Rechteckquerschnitt mit ungleichen oder gleichen Kantenlängen haben, sie können aber auch rund oder oval sein. Vorzugsweise liegt der mittlere Durchmesser einer Schneidmittelzone bei 8mm oder darunter, zum Beispiel im Bereich zwischen ca. 1 mm und ca. 5mm. Der gegenseitige Abstand der Schneidmittelzonen kann in der gleichen Größenordnung liegen, ggf. aber auch darüber oder darunter. Die Schneidmittelzonen sollten sich jedoch nicht berühren. Dadurch kann ein zweidimensional ausgedehntes Feld von Schneidmittelzonen bereitgestellt werden, zwischen denen in mehrere Richtungen schneidmittelfreie Kanäle verlaufen. Der Flächenanteil der Kanäle kann in einer ähnlichen Größenordnung liegen wie der Flächenanteil der Schneidmittelzonen, so dass eine zuverlässige Späneabfuhr gewährleistet ist. Die Schneidmittelzonen können ungleichmäßig oder im Wesentlichen gleichmäßig innerhalb des Feldes verteilt sein. Eine ungleichmäßige Verteilung kann beispielsweise vorteilhaft sein, wenn bestimmte Formen der zu bearbeiteten Werkstücke erzeugt werden sollen. Häufig ist jedoch eine gleichmäßige Verteilung vorteilhaft, um einen entsprechend gleichmäßigen Materialabtrag sicherzustellen.

[0028] Die Bereitstellung eines zweidimensional ausgedehnten Feldes von relativ kleinen Schneidmittelzonen kann unabhängig vom Vorhandensein eines biegeelastischen Andrückbandes auch bei Andrückeinrichtungen für die Finishbearbeitung sinnvoll sein, die eine im Wesentlichen starre Andrückgeometrie haben. Bei-

spielsweise kann ein starres Andrückelement einen im Wesentlichen C-förmigen, weitgehend zylindrisch gekrümmten Andrückabschnitt haben, dessen konkave Innenseite mit einem Feld solcher Schneidmittelzonen belegt ist.

[0029] Bei nicht erfindungsgemäßen Andrückeinrichtungen, die für das Bandfinishen vorgesehen sind, kann die dem Werkstück zugewandte Vorderseite des Andrückbandes im Wesentlichen glatt sein und beispielsweise durch die durch Walzen entstandene Vorderseite eines Metallbandes gebildet werden.

[0030] Für die Bandfinish-Bearbeitung sind erfindungsgemäß an einer dem Finishband zuzuwendenden Vorderseite des Andrückbandes Verrutschsicherungsmittel vorgesehen, die ein Verrutschen des Finishbandes gegenüber dem Andrückband bei angedrückter Andrückeinrichtung erschweren. Hierdurch kann die bei der Bearbeitung erzielbare Oberflächengüte verbessert werden. Die Verrutschsicherungsmittel können durch eine geeignete Rauheit der Vorderseite gebildet sein. Bei manchen Ausführungsformen ist die Vorderseite des Andrückbandes mit feinkörnigem Schneidmaterial belegt, das beispielsweise an einem metallischen Andrückband mit Hilfe einer galvanischen Beschichtung angebracht sein kann. Bei Verwendung von beidseitig mit Schneidmittel beschichtetem Finishband sind gesonderte Verrutschsicherungsmittel in der Regel nicht notwendig.

[0031] Bei manchen Ausführungsformen sind an einer dem Finishband zuzuwendenden Vorderseite des Andrückbandes mehrere in Bandrichtung versetzt angeordnete Andrückelemente aus elastisch nachgiebigem Material angebracht. Hierdurch können höhere Flächenpressungen und damit stärkere Materialabträge erreicht werden.

[0032] Ein biegeelastisches Andrückband kann auf unterschiedliche Weise am zugeordneten Trägerelement befestigt sein. Gemäß der beanspruchten Erfindung haben die Lager am Trägerelement einen festen Abstand zueinander, so dass sich die Anpassungsfähigkeit der Andrückeinrichtung an unterschiedliche Durchmesser ausschließlich aus der Biegeelastizität des Andrückbandes ergibt. Das Andrückband ist zwischen den beiden Festlagern selbsttragend eingespannt, so dass sich im lastfreien Zustand eine an der Vorderseite konkave Bogenform ergibt. Bei solchen Ausführungsformen wird in der Regel die Andrücklänge, mit der das Andrückband an der Rückseite des Finishbandes anliegt bzw. die Eingriffsgröße am Werkstück, bei unterschiedlichen Durchmessern, variieren. Bei nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Varianten ist mindestens eines der Lager beweglich am Trägerelement angeordnet. Beispielsweise kann eines der Lager als Festlager ausgebildet sein, während das andere Lager ein Loslager ist. Die Befestigungsstelle des Andrückbandes kann beweglich, beispielsweise linear verschiebbar oder verschwenkbar, am Trägerelement befestigt sein. Hierdurch kann erreicht werden, dass im vorgesehenen Durchmesserbereich bei unterschiedlichen Durchmessern jeweils

die gleiche Andrücklänge bzw. Eingriffslänge vorliegt, so dass sich bei unterschiedlichen Durchmessern und jeweils gleicher Andrückkraft im Wesentlichen die gleiche Flächenpressung an der Werkstückoberfläche ergibt.

[0033] Bei einer für das Bandfinishen vorgesehenen Ausführungsform umfasst die Andrückeinrichtung zwei mit gegenseitigen Abstand zueinander angeordneten Umlenkeinrichtungen zur Umlenkung eines unter Spannung über die Umlenkeinrichtungen geführten Finishbandes, welches zwischen den Umlenkeinrichtungen einen mit einer Bandspannung geführten Finishbandabschnitt bildet, wobei die Umlenkeinrichtungen in einer Arbeitsstellung der Andrückeinrichtung an gegenüberliegenden Seiten des Werkstückabschnittes derart angeordnet sind, dass der Finishbandabschnitt unter Spannung über einen durch die Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt bestimmten Umschlingungswinkel flächig an der Umfangsfläche anliegt. Die Umlenkeinrichtungen können beispielsweise als drehbare Umlenkrollen beweglich ausgebildet sein. Es ist auch möglich, eine oder mehrere fixierte Umlenkeinrichtungen mit gekrümmten Umlenkonturen vorzusehen. Die Umlenkelemente können beispielsweise durch Metallrollen mit zylindrischer Außenkontur gebildet sein. Es ist auch möglich, dass die Umlenkelemente an einem zur Führung des Finishabschnitts vorgesehenen Außenabschnitt aus einem elastisch nachgiebigen Material bestehen. Insbesondere in solchen Fällen kann ein Umlenkelement auch als Andrückelement dienen, um das Finishband unmittelbar an die Werkstückoberfläche anzudrücken.

[0034] Bei jeder dieser Varianten ist sichergestellt, dass der Finishbandabschnitt über einen durch die Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt bestimmten Umschlingungswinkel unterbrechungsfrei flächig an der Umfangsfläche anliegt, wodurch eine besonders schonende Bearbeitung möglich ist. Der Umschlingungswinkel kann dabei durch Veränderung der Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt eingestellt und stufenlos verändert werden.

[0035] Bei nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Beispielen wird die Andrückkraft ausschließlich über die Bandspannung des gespannten Finishbandabschnittes bestimmt. Mit Hilfe einer Finishband-Spanneinrichtung zur variablen Einstellung der Bandspannung des Finishbandes lassen sich stufenlos unterschiedliche Bandspannungen und damit unterschiedliche Anpressdrücke einstellen, die in Verbindung mit der Veränderbarkeit des Umschlingungswinkels einen großen Bereich unterschiedlicher Flächenpressungen erlauben.

[0036] Bei manchen nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Beispielen ist vorgesehen, dass die Umlenkelemente derart in die Nähe des Werkstückabschnittes verlagert werden, dass das Finishband durch die Umlenkelemente unmittelbar an die Werkstückoberfläche angedrückt wird. Hierdurch sind im Bereich der

Umlenkelemente höhere Anpresskräfte erzeugbar als allein durch die Bandspannung des Finishbandabschnittes. Es können sich linienhafte Kontaktbereiche ausbilden. Bei Umlenkelementen mit elastisch nachgiebiger Außenfläche können sich auch breitere Kontaktzonen ausbilden, so dass Andruckkraftspitzen vermieden werden.

[0037] Bei den nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Beispielen mit frei gespannten Finishbandabschnitt werden die erzielbaren Anpressdrücke bzw. Flächenpressungen durch die Zugfestigkeit des Finishbandes begrenzt. Bei manchen Ausführungsformen umfasst die Andrückeinrichtung eine gesonderte, an der Rückseite des Finishbandabschnittes angreifende Andrückeinheit zum Andrücken des zwischen den Umlenkeinrichtungen gespannten Finishbandabschnittes an den Werkstückabschnitt. Hierdurch kann die an der Werkstückoberfläche wirksame Andrückkraft von der Bandspannung des Finishbandes entkoppelt werden und es können höhere Anpressdrücke bzw. Flächenpressungen erzielt werden.

[0038] Bei einem nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Beispiel umfasst die Andrückeinrichtung ein zwischen dem Finishband und den Umlenkeinrichtungen geführtes Stützband zur rückseitigen Abstützung des an dem Werkstückabschnitt anliegenden Finishbandes. Mit Hilfe einer Stützband-Spanneinrichtung kann die Bandspannung des Stützbandes variabel und vorzugsweise stufenlos eingestellt werden. Dabei kann das Stützband derart unter Spannung gesetzt werden, dass das Finishband mittels des Stützbandes mit einer durch die Bandspannung des Stützbandes bestimmten Andrückkraft an die Umfangsfläche angedrückt wird. Obwohl ein Teil der Andrückkraft auch aus einer Bandspannung des Finishbandes resultieren kann, ist das Finishband in solchen Fällen in der Regel spannungsfrei und liegt nur am Stützband an.

[0039] Das Stützband ist vorzugsweise aus einem Bandmaterial gefertigt, das eine höhere Zugfestigkeit besitzt als das Material des Finishbandes, so dass höhere Andruckkräfte erzeugbar sind als alleine über die Bandspannung des Finishbandes möglich wären. Es ergeben sich dadurch zusätzliche Freiheiten für die Materialwahl des Finishbandes.

[0040] Die Andrückkraft kann mit Hilfe des Stützbandes oder einer anderen gesonderten Andrückeinheit weggesteuert oder kraftgesteuert erzeugt und damit gezielt vorgegeben werden.

[0041] Bei manchen Verfahrensvarianten der Band-Finishbearbeitung ruht das Finishband während der Bearbeitung, so dass die Schnittgeschwindigkeit ausschließlich durch die Drehbewegung des Werkstückes und die überlagerte axial oszillierende Relativbewegung zwischen Werkstück und Werkzeug (Finishband) erzeugt wird. In regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitintervallen kann ein gebrauchter Finishbandabschnitt durch einen frischen Finishbandabschnitt ersetzt werden, indem in einer Bearbeitungspause mit

entlastetem Finishband das Finishband um eine vorbestimmte Bandvorschubstrecke vorgeschoben wird.

[0042] Bei einer nicht erfindungsgemäßen Weiterbildung einer Finishvorrichtung umfasst die Andrückeinrichtung ein Trägerelement, an dem mindestens zwei mit gegenseitigem Abstand zueinander angeordnete Andrückelemente mit dem Werkstück zuzuwendenden Andrückflächen derart schwenkbar gelagert sind, dass sich die Andrückelemente bei Anliegen der Andruckflächen an einer Rückseite eines am Werkstückabschnitt anliegenden Finishbandes derart beispielsweise im Wesentlichen radial, zum Werkstückabschnitt ausrichten, dass die Andrückflächen im Wesentlichen flächig an der Rückseite des Finishbandes anliegen. Beispielsweise können drei oder mehr unabhängig voneinander schwenkbar gelagerte Andrückelemente vorgesehen sein, die vorzugsweise symmetrisch und/oder in gleichen Umfangsabständen zueinander angeordnet sind. Durch die Verschenkbarekeit der Andrückelemente wird die Anpassungsfähigkeit der Andrückeinrichtung an unterschiedliche Durchmesser gewährleistet. Die unmittelbare Lagerung am Trägerelement erlaubt es, relativ große Anpressdrücke zu erzeugen. Die Andrückelemente können zumindest im Bereich der Andruckflächen mit einem elastisch etwas nachgiebigen Material ausgestaltet sein, um im begrenzten Maße eine Anpassung der Andruckflächen an unterschiedliche Krümmungen der Werkstückoberfläche zu ermöglichen.

[0043] Der Schutzzumfang der Erfindung ergibt sich aus den Patentansprüchen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0044]

Fig. 1 : zeigt eine schematische Teilansicht einer Finishereinrichtung mit zwei zueinander gegenüber angeordneten verschwenkbaren Bearbeitungsarmen, die Andrückeinrichtungen tragen, welche Finishband an einen zylindrischen Werkstückabschnitt einer Kurbelwelle andrücken;

Fig. 2A : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit biegeelastischem Andrückband bei Bearbeitung eines Werkstückabschnittes mit großem Durchmesser;

Fig. 2B : zeigt die in Fig. 2A gezeigte Ausführungsform bei der Bearbeitung eines Werkstückabschnittes mit kleinerem Durchmesser;

Fig. 3 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung, die ein biegeelastisches Andrückband mit werkstückseitigen Andrückelementen umfasst;

Fig. 4 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit einem biegeelastischen Andrückband, das an einer Seite fest und an der gegenüberliegenden Seite beweglich gelagert ist;

Fig. 5A : zeigt ein nicht zur beanspruchten Erfindung gehörendes Beispiel einer Andrückeinrichtung mit einem zwischen Umlenkrollen frei gespannten Fi-

nishbandabschnitt in einer ersten Arbeitsstellung; Fig. 5B : zeigt die in Fig. 5A gezeigte Andrückeinrichtung in einer zweiten Arbeitsstellung mit größerem Umschlingungswinkel;

Fig. 6 : zeigt ein nicht zur beanspruchten Erfindung gehörendes Beispiel einer Andrückeinrichtung mit Umlenkrollen, die zum unmittelbaren Andrücken des Finishbandes an die Werkstückoberfläche genutzt werden;

Fig. 7 : zeigt ein nicht zur beanspruchten Erfindung gehörendes Beispiel einer Andrückeinrichtung mit einem endlosen Stützband;

Fig. 8 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit mehreren verschwenkbaren Andrückelementen, die nicht Ausführungsform der Erfindung ist;

Fig. 9 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit Andrückband für Finishband.

Fig. 10 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit einem Federstahl-Andrückband, das an seiner Vorderseite drei relativ breite Finishsteine trägt, die nicht Ausführungsform der Erfindung ist

Fig. 11 : zeigt eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung mit einem Andrückband, das an seiner Vorderseite viele schmale Finishsteine trägt, und nicht Ausführungsform der Erfindung ist, und

Fig. 12 : zeigt schematisch die Vorderseite eines biegeelastischen Andrückbandes mit einem zweidimensional ausgedehnten Feld kleiner Schneidmittelzonen, das nicht Ausführungsform der Erfindung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0045] In Fig. 1 ist schematisch ein Ausschnitt einer als Bandfinishmaschine ausgelegten Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen im Wesentlichen zylindrischer Werkstückabschnitte an Werkstücken wie Kurbel- oder Nockenwellen gezeigt. Die Vorrichtung ist zur Bearbeitung eines Werkstückes 10 in Form einer Kurbelwelle eingerichtet. Das Werkstück wird von einer nicht gezeigten Dreheinrichtung um seine Hauptachse 11 (Werkstückachse) gedreht und gleichzeitig durch eine Oszillationseinrichtung in eine axial kurzhubig schwingende Bewegung mit Hüben in der Größenordnung einiger Millimeter versetzt. Die Dreheinrichtung kann beispielsweise einen Elektro-Getriebemotor haben, die Oszillationseinrichtung kann einen in Abhängigkeit von der Werkstückdrehung betätigten Kurvenantrieb umfassen. Die Dreheinrichtung und die Oszillationseinrichtung können beispielsweise am Abtriebsende der Kurbelwelle 10 angreifen. Die Oszillationseinrichtung kann auch einen von der Werkstückdrehung unabhängigen Antrieb, z.B. einen pneumatischen oder elektromechanischen Schwinger enthalten.

[0046] Die Bandfinishvorrichtung hat mehrere neben-

einander angeordnete Finisheinheiten, die an einem gemeinsamen Maschinengestell angeordnet sind. Die Einheiten sind jeweils sehr schmal, um gleichzeitig nebeneinander liegende Werkstückabschnitte zu bearbeiten. Die gezeigte Vorrichtung hat mehrere Finisheinheiten zur Bearbeitung von Hauptlagern und dazwischenliegende Finisheinheiten zur Bearbeitung von Pleuellagern der Kurbelwelle 10.

[0047] Die in Fig. 1 ausschnittsweise gezeigte Finisheinheit 15 in Form einer Bearbeitungszange ist dafür vorgesehen, die im Wesentlichen zylindrische Umfangsfläche 12 eines Werkstückabschnitts 13 zu bearbeiten, bei dem es sich hier um ein Hauptlager der Kurbelwelle 10 handelt. Bei entsprechender Aufnahme der Finisheinheit können auch die Hublager bearbeitet werden, wozu Finisheinheiten vorgesehen sind, die der Exzenterbewegung der Hublager folgen. Die Finisheinheit 15 hat zwei Bearbeitungsarme (Finisharme, Druckarme) 15A, 15B, die um nicht gezeigte, parallele Schwenklager derart schwenkbar gelagert sind, dass ihre freien Enden nach innen in Richtung auf das zu bearbeitende Werkstück bzw. nach außen vom Werkstück weg verschwenkbar sind. Die Bearbeitungsarme können hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch aufeinander zu oder voneinander weg bewegt werden. Im Beispielsfall sind die Bearbeitungsarme über einen hydraulischen oder pneumatischen Kraftherzeuger 16 miteinander verbunden, der es erlaubt, die Bearbeitungsarme mit einer vorbestimmten Kraft F (Pfeile) nach innen gegen das Werkstück zu drücken.

[0048] Eine nicht im Detail gezeigte Finishband-Fördereinrichtung stellt ein Finishband 20 bereit, das von einer nicht gezeigten Vorratsrolle in Richtung der Eintrittsseite der Finisheinheit abgezogen und nach Benutzung von der Austrittsseite der Finisheinheit in Austrittsrichtung 22 zu einer Aufwickelrolle für verbrauchtes Finishband geführt wird. Das Finishband 20 umfasst einen weitgehend inkompressiblen, dehnungsarmen Polyesterfilm, der an seiner dem Werkstück zuzuwendenden Vorderseite 21 mit körnigem Schneidmittel besetzt ist. Es sind jedoch auch andere Typen von Finishbändern verwendbar, beispielsweise Finishbänder mit Schneidmittel auf Gewebeunterlage oder Finishbänder mit Schneidmittel auf Papierunterlage. Alle üblichen Schneidmittel können verwendet werden, beispielsweise keramische Schneidkörner aus Aluminiumoxid oder Siliziumkarbid, Diamantschneidkörner oder Schneidkörner aus kubischem Bornitrid odgl..

[0049] An jedem der Bearbeitungsarme 15A, 15B ist im Bereich des freien Endes auf der dem Werkstück zuzuwendenden Seite eine auswechselbare Andrückeinrichtung 50A, 50B befestigt, die jeweils dafür ausgelegt ist, das mit Schneidmittel besetzte Finishband 20 an die Umfangsfläche 12 des Werkstücks so anzudrücken, dass das Finishband an die Umfangsfläche über einen Umschlingungswinkel W mit einer für den Bearbeitungsvorgang vorgesehenen Andrückkraft angedrückt wird. Die beiden in Fig. 1 gezeigten Andrückeinrichtungen

50A, 50B sind im Wesentlichen identisch ausgebildet und spiegelsymmetrisch zueinander ausgerichtet, um diametral gegenüberliegende Bereiche des sich drehenden Werkstückabschnitts zu bearbeiten. Dabei ruht das Finishband während der Bearbeitung, so dass die für den Materialabtrag erforderliche Schnittgeschwindigkeit ausschließlich durch die Rotationsbewegung des Werkstücks in Kombination mit der überlagerten axialen Oszillationsbewegung erzeugt wird, um an der Werkstückoberfläche ein für die Eignung an Gleitlagerfläche vorteilhaftes Kreuzschliffmuster zu erzeugen.

[0050] Aufbau und Funktionsweise der Andrückeinrichtungen 50A und 50B werden im folgenden Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 näher erläutert, wobei Fig. 1 eine Variante der in den Fig. 2 gezeigten Ausführungen darstellt und die Fig. 2 die gleiche Andrückeinrichtung 50 einmal bei der Bearbeitung eines Werkstückabschnitts mit relativ großem Durchmesser (Fig. 2A) und ein anderes Mal bei der Bearbeitung eines Werkstückabschnitts mit im Vergleich dazu deutlich kleinerem Durchmesser (Fig. 2B) zeigt. Die Figuren sind nicht maßstäblich. Typische prozentuale Durchmesserunterschiede können je nach Anwendung z.B. 1 % oder mehr betragen, z.B. 5% oder mehr, 10% oder mehr oder 20% oder mehr. Absolut gesehen können Durchmesserunterschiede in der Größenordnung von einem oder mehreren Millimetern liegen, z.B. bei mehr als 0,5 mm oder mehr als 1 mm oder mehr als 5 mm oder mehr als 10 mm oder mehr als 20 mm.

[0051] Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden für entsprechende Elemente die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0052] Eine Andrückeinrichtung 50 hat ein starres, im Wesentlichen C-förmiges Trägerelement 60 aus Werkzeugstahl, das mit seiner der C-Öffnung abgewandten Rückseite an den jeweiligen Bearbeitungsarm 15A bzw. 15B fest, aber auswechselbar angeschraubt ist. Das einstückige Trägerelement gliedert sich in einen massiven Trägerabschnitt 61, mit dem das Andrückelement am jeweiligen Bearbeitungsarm befestigt ist, und zwei mit Abstand zueinander angeordnete Schenkelabschnitte 62, 63, die im Einbauzustand dem Werkstück zugewandt sind. Zwischen den freien Enden der Schenkelabschnitte 62, 63 ist ein biegeelastisches Andrückband 70 befestigt, dessen beide Enden jeweils an den freien Ende der zugeordneten Schenkelabschnitte 62, 63 durch Schrauben oder auf andere Weise an den Lagern 72, 73 fixiert sind. Die freie Länge des Andrückbandes zwischen den Lagern 72, 73 ist größer als der lichte Abstand der Lager, so dass sich bereits am unbelasteten Andrückband eine in das Innere des Trägerelementes gerichtete Krümmung derart ausbildet, dass das unbelastete Andrückband eine dem Werkstück zuzuwendende, weitgehend zylindrisch gekrümmte konkave Andrückfläche bietet.

[0053] Das Andrückband 70 ist im Beispielsfall ein Band aus Federstahl mit einer typischen Dicke im Bereich von 0.1 bis 3 mm und einer quer zur Bandrichtung gemessene Breite, die im Wesentlichen der Breite des

Finishbandes 20 entspricht, gegebenenfalls jedoch auch etwas geringer als die Finishbandbreite sein kann. Die dem Finishband zuzuwendende Vorderseite 71 des Andrückbandes 70 trägt eine Verrutschsicherung in Form einer Schicht aus galvanisch gebundenen Diamantkörnern sehr feiner Körnung (beispielsweise D10 oder D20), die dafür sorgt, dass das anzudrückende Finishband im angedrückten Zustand nicht gegenüber dem Andrückelement verrutschen kann. Bei anderen Ausführungsformen besteht das Andrückband im Wesentlichen aus einem Elastomermaterial besteht, das vorzugsweise durch in Bandrichtung verlaufende inelastische Fasern verstärkt ist.

[0054] Für die Führung des Finishbandes in den Raum zwischen dem Andrückband und der Werkstückoberfläche hat die Andrückeinrichtung zwei mit gegenseitigem Abstand zueinander angeordnete Umlenkeinrichtungen 91, 92 in Form von zylindrischen Umlenkrollen, die bei der Variante von Fig. 1 an den jeweiligen Schenkelabschnitten des Trägerelementes gelagert sind, in anderen Fällen jedoch auch außerhalb des Trägerelementes gesondert drehbar gelagert sein können. Die Umlenkrollen können gegenüber dem Trägerelement beweglich gelagert sein, um die Relativposition zwischen Umlenkrollen und Andrückband zu verändern. Das Finishband wird unter Spannung über die Umlenkeinrichtungen geführt und bildet zwischen den Umlenkeinrichtungen eine mit einer Bandspannung gespannten Finishbandabschnitt 21. In den gezeigten Arbeitsstellungen der Andrückeinrichtungen sind die Umlenkrollen an gegenüberliegenden Seiten des Werkstückabschnittes angeordnet. Durch die Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt wird der Umschlingungswinkel W bestimmt, über den das Finishband an der Werkstückoberfläche ohne Unterbrechung flächig anliegt.

[0055] Vor der Bearbeitung des Werkstückabschnittes ist das Finishband bei noch abgehobenen Andrückelementen zwischen Werkstückabschnitt und Andrückelement hindurchgeführt und liegt normalerweise nur an den Umlenkrollen 91, 92 unter Spannung an. Beim Einwärtsschwenken der Bearbeitungsarme legt sich dann das gespannte Finishband um den jeweilig zugewandten Bereich des Werkstückabschnittes, bis das entsprechende Andrückband der Andrückeinrichtung auf die nach außen gewandte Rückseite des Finishbandes aufgedrückt wird. Unter Einwirkung der von den Bearbeitungsarmen bereitgestellten Kraft F passt sich das Andrückband dann unter Änderung seiner Krümmung flexibel dem zu bearbeitenden Durchmesser an und drückt das zwischen Andrückband und Werkstückoberfläche eingeklemmte Finishband großflächig in einem einzigen, zusammenhängenden Andrückbereich an den Werkstückabschnitt an.

[0056] Der Vergleich der Fig. 2A und 2B zeigt anschaulich, dass sich dabei in Abhängigkeit vom Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstückabschnittes unterschiedliche Umschlingungswinkel W und auch unterschiedliche, in Umfangsrichtung gemessene Eingriffslängen L des Finishbandes ergeben. Die Eingriffslänge

ist hierbei die in Umfangsrichtung der Werkstückoberfläche gemessene Länge, mit der das Finishband unter einem durch das Andrückband erzeugten Druck an der Werkstückoberfläche anliegt. Die Bandlänge des in Bandrichtung quasi inelastischen, d.h. dehnungsfesten Andrückbandes zwischen den beiden Festlagern 72 und 73 soll in den Fig. 2A und 2B gleich sein. Bei dem relativ großen Durchmesser in Fig. 2A ergibt sich ein Umschlingungswinkel W_{2A} und eine Eingriffslänge L_{2A} . Bei dem im Vergleich dazu wesentlich kleineren Durchmesser des Werkstücks in Fig. 2B ergibt sich ein etwas größerer Umschlingungswinkel $W_{2B} > W_{2A}$, wobei jedoch die Eingriffslänge L_{2B} aufgrund des geringeren Durchmessers des Werkstückabschnittes kleiner ist als die Eingriffslänge bei größerem Durchmesser ($L_{2B} < L_{2A}$). Dabei bildet sich im Fall relativ kleinerer Durchmesser eine stärkere Krümmung der als Andrückfläche dienenden Vorderseite 71 des Andrückbandes aus als bei größeren Durchmessern. Die von der Werkstückgeometrie abhängigen Umschlingungswinkel und Eingriffslängen werden von der Steuerung der Finishmaschine berücksichtigt, um über eine entsprechend vorgegebene Andrückkraft F die gewünschte Flächenpressung im Eingriffsbereich des Finishbandes einzustellen. Es ist ersichtlich, dass diese Ausführungsform der Andrückeinrichtung in der Lage ist, sich stufenlos an Werkstückabschnitte stark unterschiedlicher Durchmesser anzupassen, wobei sowohl der Umschlingungswinkel W , als auch die Eingriffslänge L in Abhängigkeit vom Durchmesser des Werkstückabschnittes variieren.

[0057] Mit Hilfe derartiger Andrückeinrichtungen, die sich in einem weiten Durchmesserbereich an unterschiedliche Werkstückabschnittsdurchmesser anpassen können, kann eine Finishmaschine aufgebaut werden, bei der alle Finisheinheiten mit identischen Andrückeinheiten ausgestattet sind. Ein Satz von Finisheinheiten kann dabei an relativ großen Hublagerabschnitten angreifen, während dazwischenliegende Finisheinheiten mit identischen Andrückeinheiten an im Vergleich dazu im Durchmesser kleineren Hublagerabschnitten angreifen können.

[0058] Selbstverständlich ist es auch möglich, dass mit der derselben Andrückeinrichtung zunächst ein erster Werkstückabschnitt mit einem ersten Durchmesser und danach (ohne zwischengeschalteten Werkzeugwechsel), am gleichen Werkstück oder an einem anderen Werkstück ein zweiter Werkstückabschnitt mit einem vom ersten Durchmesser verschiedenen zweiten Durchmesser bearbeitet wird, wobei sich die Andrückeinrichtung an die jeweils unterschiedlichen Durchmesser stufenlos anpasst. Der Durchmesserunterschied darf bei vielen Ausführungsformen im Bereich von einem oder mehreren Millimetern und/oder im Bereich von 1 % oder mehr liegen, beispielsweise im Bereich zwischen ca. 50mm und ca. 60mm, aber auch darüber oder darunter.

[0059] Bei passiven, adaptiven Andrückeinrichtungen bestimmt der Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstückabschnittes die Geometrie des Andrückelementes,

wenn dieses in die Andrückstellung gebracht wird. Dabei passt sich das Andrückelement an die Geometrie des Werkstückabschnittes an. Solche Andrückeinrichtungen sind daher in erster Linie zur Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit eines Werkstückabschnittes in Fällen vorgesehen, bei denen eine Formkorrektur nicht erforderlich und auch nicht gewünscht ist. Eine Formkorrektur, insbesondere für kurzzeitige Fehler, ist jedoch in manchen Fällen möglich, da sich das Stützband nicht in alle Richtungen gleichmäßig verformen lässt.

[0060] Bei der Ausführungsform einer Andrückeinrichtung 350 in Fig. 3 tragen entsprechende Elemente die entsprechenden Bezugszeichen wie in den vorangegangenen Figuren, jeweils aus dem Zahlenbereich zwischen 300 und 399.

[0061] Der Grundaufbau der Andrückeinrichtung 350 mit Trägerelement 360 und Andrückband 370 sowie Umlenkrollen 392, 393 und Festlagern 372, 373 ist im Wesentlichen der gleiche wie bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und 2. Im Unterschied zu jenen Ausführungsformen sind jedoch an der dem Finishband zuzuwendenden Vorderseite des Andrückbandes drei in Bandrichtung versetzt angeordnete Andrückelemente 375A, 375B, 375C befestigt, die aus einem elastisch nachgiebigen Material bestehen, beispielsweise aus einem relativ harten Elastomermaterial, wie Vulkollan®. Das Andrückband 370 liegt somit in der Arbeitsstellung nicht direkt an der Rückseite des Finishbandes an, sondern stützt sich über die Andrückelemente an der Rückseite ab, die wiederum das Finishband an definiert vorgegebenen und in Umfangsrichtung versetzten Zonen an die Umfangsfläche des Werkstückabschnittes andrücken. Da die Andrückelemente nur in räumlich begrenzten Bereichen auf das Finishband drücken, können in diesen Bereichen bei gleichen äußerem Anpressdruck F größere Flächenpressungen erzeugt werden als bei großflächiger Anlage eines Andrückbandes. Außerdem ist häufig eine konstantere Flächenpressung möglich. Weiterhin werden die Zuführung von Kühlschmierstoff und die Späneabfuhr erleichtert.

[0062] In einer nicht bildlich dargestellten Variante ist ein metallisches Andrückband an seiner dem Finishband zuzuwendenden Vorderseite mit einer Schicht aus einem Elastomermaterial versehen, so dass ein großflächiger und ununterbrochener Anlagekontakt mit der Finishband-Rückseite möglich ist.

[0063] In Fig. 4 ist eine Ausführungsform einer Andrückeinrichtung 450 gezeigt, die sich in Aufbau und Funktion grundsätzlich von den vorherigen Ausführungsformen unterscheidet. Auch hier hat die Andrückeinrichtung ein im Wesentlichen C-förmiges oder U-förmiges Trägerelement 460 mit einem massiven Basisabschnitt 461 und zwei werkstückzugewandten Schenkel 462, 463. Ein metallisches Andrückband 470 ist an zwei mit Abstand zueinander angeordneten Lagern 472, 473 mit den freien Enden der Schenkel 462, 463 verbunden. Während der links gezeigte Schenkel 462 ein Festlager 472 für das Andrückelement bietet, ist der rechts gezeigte Schenkel

463 als Schwenkarm ausgebildet, der sowohl am Basisabschnitt 461, als auch am zugewandten Endabschnitt des Andrückbandes 470 gelenkig gelagert ist. Hierdurch wird bei einer nicht zu beanspruchten Erfindung gehörenden Variante am rechten Schenkel ein Loslager gebildet und der lichte Abstand der Lagerstellen 472, 473 ist variabel und stellt sich in Abhängigkeit vom Durchmesser des Werkstückabschnittes ein. Durch diese Konstruktion wird auch sichergestellt, dass die Eingriffslänge L entlang des Umfangs des Werkstückabschnittes unabhängig vom Durchmesser im Wesentlichen gleich bleibt, so dass bei gleicher Andrückkraft F an Werkstücken unterschiedlicher Durchmesser im Wesentlichen die gleiche Flächenpressung für das Finishband eingestellt werden kann. Der Umschlingungswinkel W ändert sich dagegen in Abhängigkeit vom Durchmesser des Werkstückabschnittes derart, dass der Umschlingungswinkel zunimmt, je kleiner der Durchmesser wird.

[0064] Bei dieser Variante wurde auf Umlenkrollen zur Führung des Finishbandes in den Bereich zwischen Andrückband 470 und Werkstück verzichtet. Stattdessen sind an den freien Enden des Andrückbandes Umlenkeinrichtungen 492, 493 in Form von kontinuierlich gekrümmten Führungsflächen vorgesehen, auf denen das Finishband anliegt und auf denen es beim Bandtransport in Bearbeitungspausen abgleiten kann. Eine solche Finishbandführung kann auch bei den oben erläuterten Ausführungsformen anstelle der Umlenkrollen vorgesehen sein. Umgekehrt können bei der Ausführungsform in Fig. 4 anstelle der angeformten Führungsflächen auch gesonderte Umlenkrollen vorgesehen sein.

[0065] Die bisher beschriebenen Ausführungsformen sind Beispiele für "passive" Andrückeinrichtungen, die so konstruiert sind, dass sie sich selbsttätig an den zu bearbeitenden Werkstückdurchmesser anpassen. Anhand einer zur beanspruchten Erfindung gehörenden Variante der Ausführungsform von Fig. 4 wird nun ein Ausführungsbeispiel einer "aktiv" einstellbaren Andrückeinrichtung erläutert, die eine Voreinstellung des wirksamen Krümmungsradius des Andrückbandes über einen großen Durchmesserbereich (Durchmesserunterschied ΔD z.B. zwischen 5 mm bis 10 mm) erlaubt. Hierzu kann die beschriebene Variante mit dem frei verschwenkbaren Loslager 473 so modifiziert werden, dass auch das Lager 473 des Andrückbandes ein Festlager wird, wobei jedoch der lichte Abstand zwischen den Festlagern 472, 473 stufenlos auf unterschiedliche Werte fest eingestellt werden kann. Beispielsweise kann zwischen dem massiven Basisabschnitt 461 und dem verschwenkbaren Schenkel 463 eine optionale Verstelleinrichtung 410 in Form eines längenveränderlichen Stellelementes vorgesehen sein. Das eine Ende des Stellelementes ist am Basisabschnitt 461 befestigt, das andere Ende am Schwenkhebel 463 mit Abstand von der Lagerung, mit der der Schwenkhebel 463 am Basisabschnitt 461 befestigt ist. Mit Hilfe einer Stellschraube oder auf andere Weise kann die Länge des Verstellelementes 410 zwischen seinen Befestigungspunkten am Basisabschnitt 461 und am Schwenk-

kann 463 verstellt werden, so dass die Lagerstelle 473 in Richtung Festlager 472 zur Verringerung des gegenseitigen Abstands oder in entgegen gesetzter Richtung zur Erhöhung des gegenseitigen Abstandes verstellt werden kann. Wird der gegenseitige Abstand der Lagerstellen 472, 473 verringert, so verringert sich auch der Krümmungsradius des Andrückbandes 410, so dass Werkstückabschnitte mit kleinerem Durchmesser großflächig bearbeitet werden können. Soll danach ein Werkstückabschnitt mit größerem Durchmesser bearbeitet werden, so wird mit Hilfe der Stelleinrichtung 410 der lichte Abstand zwischen den Festlagerstellen 472, 473 vergrößert, so dass das Andrückband im Sinne einer Streckung seine Krümmung vermindert und ein größerer Krümmungsradius eingestellt wird, der dem größeren Werkstückdurchmesser angepasst wird. Die Betätigung der Verstelleinrichtung 410 kann durch einen Bediener oder, bei geeigneter Konstruktion der Andrückeinrichtung auch automatisch durch die Finishvorrichtung selbst durchgeführt werden.

[0066] Anhand der Fig. 5 und 6 werden nicht zur beanspruchten Erfindung gehörende Andrückeinrichtungen 550 bzw. 650 mit jeweils zwei mit gegenseitigem Abstand zueinander angeordneten Umlenkeinrichtungen in Form von Umlenkrollen erläutert, die zur Umlenkung eines unter Spannung über die Umlenkeinrichtung geführten Finishbandes dienen. Das Finishband bildet zwischen den Umlenkeinrichtungen einen mit einer Bandspannung gespannten Finishbandabschnitt. Mit Hilfe einer nicht gezeigten Finishband-Spanneinrichtung kann die Bandspannung des Finishbandes variabel stufenlos eingestellt werden.

[0067] Wie bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 3 sind die Umlenkrollen in den gezeigten Arbeitsstellungen der Andrückeinrichtung an gegenüberliegenden Seiten des Werkstückabschnittes derart angeordnet, dass der zwischen ihnen aufgespannte Finishbandabschnitt unter Spannung flächig an der Umfangsfläche des Werkstückabschnittes anliegt. Wie der Vergleich der Fig. 5A und 5B zeigt, ist dabei der Umschlingungswinkel W , mit dem das Finishband am Werkstückabschnitt unterbrechungsfrei anliegt, durch die Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen 592, 593 und dem Werkstückabschnitt 13 bestimmt in der Weise, dass sich bei gleichem Durchmesser des Werkstückabschnittes ein größerer Umschlingungswinkel (Fig. 5B) ergibt, je weiter das Andrückelement in Richtung Werkstückabschnitt verschoben ist ($W_{5A} < W_{5B}$). Der Umschlingungswinkel, und damit die Eingriffslänge, ist somit durch Veränderung der Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt stufenlos einstellbar. Die im Umschlingungsbereich bzw. im Bereich der Eingriffslänge wirksame Andrückkraft wird bei der Andrückeinrichtung 550 ausschließlich über die Bandspannung des Finishbandes mit Hilfe der Finishband-Spanneinrichtung eingestellt.

[0068] Zur Erhöhung der spezifischen Flächenpressung und der daraus resultierenden Material-Abtrennra-

te können die Umlenkeinrichtungen auch so weit an die Werkstückoberfläche herangeführt werden, dass sie das Finishband unmittelbar an die Werkstückoberfläche andrücken. Dies ist in Fig. 6 anhand der Andrückeinrichtung 650 schematisch dargestellt. Bei Verwendung von nicht-elastischen Rollen, wie sich beispielsweise bei den oben gezeigten Ausführungsformen verwendet werden können, entstehen auf diese Weise zwei mit Umfangsabstand zueinander angeordnete Linienkontakte mit erhöhter Flächenpressung, wobei zwischen den Linienkontakten das Finishband großflächig mit niedrigerer Flächenpressung anliegt. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 bestehen die Umlenkrollen 692, 693 an dem zur Führung des Finishbandes vorgesehenen Außenabschnitt aus einem elastisch nachgiebigen Material, beispielsweise aus einem relativ harten Elastomermaterial. In diesem Fall können durch die übertrieben dargestellte elastische Deformation der Umlenkrollen mehr oder weniger schmale, flächig ausgedehnte Kontaktzonen erhöhter Flächenpressung erzeugt werden.

[0069] Die Flächenpressung im Bereich des Umschlingungswinkels wird bei den Varianten mit frei gespanntem Finishbandabschnitt (siehe Fig. 5A und 5B) durch die Zugfestigkeit des Finishbandes begrenzt. Zur Erhöhung der Flächenpressung in diesem Bereich hat die in Fig. 7 gezeigte nicht zur beanspruchten Erfindung gehörende Variante einer Andrückeinrichtung 750 ein zwischen dem Finishband 20 und den rollenförmigen Umlenkeinrichtungen 792, 793 geführtes Stützband 780 zur rückseitigen Abstützung des an dem Werkstückabschnitt 13 anliegenden Finishbandes. Dieses Stützband bzw. Spannband kann stabiler ausgeführt sein und damit mehr Zugkraft übertragen, so dass die Flächenpressung im Bereich der Umschlingung dadurch erhöht werden kann. Das Stützband 780 ist als Endlosband ausgeführt und hat eine Bandbreite, die geringfügig kleiner ist als die Breite des Finishbandes. Das Stützband wird im Bereich der Umlenkrollen 792, 793 zwischen deren Außenseite und dem Finishband geführt und ist an der werkstückabgewandten Seite über zwei beweglich gelagerte Umlenkrollen 795, 796 geführt, die einer Stützband-Spanneinrichtung zur variablen Einstellung der Bandspannung des Stützbandes zugeordnet sind. Es ist ersichtlich, dass durch Verlagerung der Umlenkrollen 795, 796 relativ zu den anderen Umlenkrollen 792, 793 die Bandspannung des Endlosbandes 780 stufenlos variiert werden kann. Das Spannband kann fixiert, d.h. in Bandrichtung unbeweglich aufgespannt sein, so dass beim Bandtransport des Finishbandes zwischen einzelnen Bearbeitungsstufen das Finishband relativ zum Spannband an diesem entlang verschoben wird. Bei der gezeigten Ausführungsform bewegt sich das Stützband bei einem Bandtransport des Finishbandes gleichläufig mit gleicher Geschwindigkeit mit diesem mit. Hierzu kann eine gesonderte Transporteinrichtung zum Bewegen des Stützbandes vorgesehen sein, die beispielsweise eine der Rollen 795, 796 beim Finishbandvorschub antreibt. Sofern das Finishband beim Bandtransport mit ausreichender Andrück-

kraft an dem Stützband anliegt, kann es auch ausreichen, das Stützband passiv beweglich auszugestalten, so dass das Stützband beim Bandtransport durch das Finishband mitgenommen wird.

[0070] Bei einer Verfahrensvariante werden das Finishband und das Stützband gleichzeitig während des Bearbeitungseingriffes langsam weiterbewegt, so dass während einer Bearbeitungsphase kontinuierlich oder in Stufen frisches, unverbrauchtes Finishband nachgeführt wird. Hierdurch sind besonders gleichmäßige Bearbeitungsergebnisse erzielbar. Außerdem kann ein Teil der Späneabfuhr über das Finishband erfolgen, welches abgetragene Späne beim Weitertransport mitnehmen kann. Zur Erzeugung der Vorschubbewegung des Finishbandes und des daran anliegenden Stützbandes kann die Drehbewegung des Werkstückabschnitts 13 genutzt werden, indem eine der Rollen 795, 796 mit einer kontrolliert ansteuerbaren Bremseinrichtung versehen ist, die der Mitnahmekraft des rotierenden Werkstückabschnittes entgegen wirkt und somit eine Fortbewegung von Finishband/Stützband mit kontrollierter Geschwindigkeit und ggf. mit Pausen ermöglicht. Es ist auch ein aktiver Antrieb der koordinierten Vorschubbewegung von Finishband und Stützband während der Bearbeitung möglich. Hierzu kann mindestens eine der Rollen 795, 796 mit einem entsprechenden Antrieb, beispielsweise einem Elektromotor verbunden sein, der über die Steuerung der Bearbeitungsmaschine nach einem vorgebbaren Programm angesteuert werden kann. Diese kontrollierte Fortbewegung von Finishband und Stützband während einer Bearbeitungsphase kann unabhängig von der beschriebenen Durchmesseranpassung nützlich sein und auch bei Andrückeinrichtungen vorgesehen sein, die nicht für eine stufenlose Anpassung an unterschiedliche Durchmesser eines größeren Durchmesserbereiches ausgelegt sind.

[0071] Bei der nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Andrückeinrichtung 850 in Fig. 8 sind ähnlich wie bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 zwei Umlenkrollen 892, 893 vorgesehen, über deren Relativposition zum Werkstückabschnitt der Umschlingungswinkel bestimmt werden kann. Die Andrückeinrichtung umfasst außerdem ein Trägerelement 860, das an seiner werkstückzugewandten Seite eine C-förmige Aussparung hat. Entlang des Umfangs der Aussparung sind drei mit gegenseitigem Umfangsabstand zueinander angeordnete Andrückelemente 880A, 880B, 880C angebracht. Jedes der Andrückelemente ist gegenüber dem Trägerelement 860 um eine achsparallel zur Werkstückachse ausgerichtete Schwenkachse 881A, 881B, 881C begrenzt verschwenkbar gelagert, wobei diese Verschwenkbarkeit eine im Wesentlichen radiale Ausrichtung der Andrückelemente zum gekrümmten Werkstückabschnitt erlaubt. An den werkstückzugewandten Endbereichen der Andrückelemente sind diese mit einer Elastomerschicht beschichtet, deren werkstückzugewandte Oberfläche eine begrenzt nachgiebige Andrückfläche bildet, mit der das Finishband an die Werkstück-

oberfläche angedrückt wird.

[0072] Durch die pendelnde Lagerung der Andrückelemente wird erreicht, dass sich die Andrückelemente bei Anlegen der Andrückflächen an die Rückseite des über dem Werkstückabschnitt gespannten Finishbandes gegenüber diesem Werkstückabschnitt im Wesentlichen radial so ausrichten, dass die Andrückflächen im Wesentlichen flächig an der Rückseite des Finishbandes anliegen. Je größer hierbei der Durchmesser des Werkstückabschnittes ist, desto geringer wird der relative Schrägwinkel zwischen den Andrückelementen. Durch die Verschwenkbarkeit der Andrückelemente ist eine Anpassung an stark unterschiedliche Werkstückabschnittsdurchmesser möglich, wobei gleichzeitig durch die Elastizität im Bereich der Andrückflächen erreicht wird, dass auch bei unterschiedlichen Krümmungen der Werkstückoberfläche jeweils ein vollflächiger Kontakt zwischen Andrückelement und Finishband vorliegt. Für die Übertragung der Andruckkräfte ist diese Anordnung relativ starr, so dass mit dieser Variante im Bereich der Andrückelemente relativ große Flächenpressungen und damit eine hohe Materialabtragsrate erzielt werden kann. Selbstverständlich können auch mehr als drei Andrückelemente vorgesehen sein, beispielsweise 5, 7 und 9 Andrückelemente oder mehr. Die Anordnungsichte der Andrückelemente muss dabei lediglich berücksichtigen, dass in dem für die Andrückeinrichtung vorgesehenen Durchmesserbereich ausreichend Spielraum für die gegenseitige Verschwenkung der Andrückelemente bleibt. Im Bereich der Andrückflächen können die pendelnd aufgenommenen Andrückelemente auf einen mittleren Durchmesser des angedachten Durchmesserbereichs vorgeschliffen sein, so dass ausgehend von dieser mittleren Krümmung nur geringfügige Flächenformanpassungen beim Andrücken erforderlich sind.

[0073] Fig. 9 zeigt eine weitgehend maßstabsgetreue Darstellung einer Andrückeinrichtung 950 für Finishband 20, die zur Bearbeitung von Werkstückabschnitten mit Durchmessern aus einem Durchmesserbereich zwischen $D_{\text{MIN}} = 50\text{mm}$ und $D_{\text{MAX}} = 58\text{mm}$ stufenlos anpassbar ist, und zwar im Wesentlichen in der Weise, wie es im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben ist. Ein aus Werkzeugstahl gefertigtes Trägerelement 960 hat an seiner dem Werkstückabschnitt 13 zugewandten Seite eine C-förmige Aussparung, die an beiden Seiten durch Stützabschnitte 961 mit halbzyklindrischer Außenkontur begrenzt wird. An den einander abgewandten Außenseiten der Stützabschnitte befinden sich Klemmeinrichtungen 965 zur klemmenden Fixierung der Enden eines Andrückbandes 970 am Trägerelement 860. Hierfür haben die Klemmeinrichtungen jeweils einen Aufnahmeschlitz für das jeweils zugeordnete Ende des Andrückbandes 970 sowie eine Klemmschraube, mit deren Hilfe das eingeführte Andrückband im Aufnahmeschlitz festgeklemmt werden kann. Im eingeklemmten Zustand ist das Andrückband so über die halbzyklindrisch gekrümmten, als Lagerstellen dienenden Stützabschnitte in das Innere der Ausnehmung geführt, dass sich am unbelasteten An-

drückband eine in das Innere des Trägerelementes gerichtete Krümmung ausbildet, wobei die konkavzylindrisch gekrümmte Vorderseite des Andrückbandes als Andrückfläche für das Finishband 20 dient. Das Andrückband 970 ist ein Federstahlband mit ca. 0,3mm Materialstärke. Die strichpunktiierten Kreise am Werkstückabschnitt 13 repräsentieren maßstabsgetreu den minimalen Durchmesser 50mm und den maximalen Durchmesser 58mm von Werkstückabschnitten, die mit Hilfe dieser Andrückeinrichtung bearbeitet werden können.

[0074] Die in den Fig. 10 und 11 gezeigten nicht zur beanspruchten Erfindung gehörenden Andrückeinrichtungen sind für Finishvorrichtungen vorgesehen, die nicht mit Finishband arbeiten, sondern mit Schleifkörpern (sog. Finishsteinen), deren mit Schneidmittel besetzten Vorderflächen direkt auf die zu bearbeitende Werkstückoberfläche aufgedrückt werden. Das Trägerelement 1060 der Andrückeinrichtung 1050 in Fig. 10 hat den gleichen Aufbau wie das Trägerelement 960 aus Fig. 9. Auch die Klemmeinrichtungen 1065 zum Einklemmen der Enden des Andrückbandes 1070 haben den gleichen Aufbau. Das Andrückband ist ein Federstahlband mit ca. 0,3mm Materialstärke und trägt an seiner dem Werkstückabschnitt 13 zugewandten Vorderseite drei mit gegenseitigem Abstand angeordnete Schneidstoffkörper in Form von Diamantleisten 1080, deren Länge in Querrichtung des Andrückbandes im Wesentlichen der Breite des Andrückbandes in Querrichtung entspricht. Die Breite der Diamantleisten (gemessen in Längsrichtung des Antriebbandes) ist jeweils so bemessen, dass der Eingriffswinkel in Umfangsrichtung einer einzigen Diamantleiste im Bereich zwischen ca. 10° und ca. 20°, beispielsweise bei 15° liegt. Die dem Werkstück zugewandte Vorderflächen sind jeweils mit einer konkavzylindrischen Profilierung versehen, so dass jede der Diamantleisten über ihre gesamte Breite an der Werkstückoberfläche großflächig anliegt. Der gegenseitige Abstand der Diamantleisten ist größer als die Breite der Diamantleisten in Bandrichtung und kann beispielsweise zwischen 120% und 200% dieser Breite betragen. Die drei Schneidstoffkörper 1070 decken insgesamt einen Eingriffswinkel von ca. 135° ab. Häufig liegt der Gesamteingriffswinkel zwischen 90° und 150°. Durch die Biegeelastizität des Andrückbandes ist eine Anpassungsfähigkeit der Andrückeinrichtung an Werkstückabschnitte unterschiedlichen Durchmessers gegeben, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass bei gegebener Profilierung der abrasiven Vorderseiten der Schneidstoffkörper bei allen Durchmessern des Durchmesserbereichs ein relativ großflächiger Arbeitseingriff stattfindet. Dank der großen Zwischenräume zwischen den einzelnen Schneidstoffkörpern sind die Zuführung von Kühlschmierstoff und die Späneabfuhr sehr wirkungsvoll möglich, so dass auch bei hohen Andruckkräften und entsprechend großem Materialabtrag eine störungsfreie Bearbeitung sichergestellt ist.

[0075] Bei der in Fig. 11 dargestellten Andrückeinrichtung 1150 sind das Trägerelement 1160 und die Klemm-

einrichtungen 1165 identisch wie bei den Ausführungsformen von Fig. 9 und 10. Auch bei dieser Ausführungsform trägt das Federstahl-Andrückband 1170 an seiner dem Werkstück zugewandten Vorderseite mehrere Schneidstoffkörper 1180, die auf das metallische Andrückband beispielsweise aufgelötet oder aufgeklebt sein können. Im Unterschied zur Ausführungsform von Fig. 10 sind jedoch wesentlich mehr leistenförmige Schneidstoffkörper vorgesehen, nämlich neuen relativ schmale Diamantleisten, deren Eingriffswinkel in Umfangsrichtung jeweils deutlich weniger als 10° beträgt. Alternativ können anstelle der Diamantleisten z.B. auch harte, keramische Honsteine oder Honleisten verwendet werden. Der gegenseitige Abstand zwischen den Schneidstoffkörpern in Bandrichtung ist geringer als die Breite der Schneidstoffkörper und kann beispielsweise zwischen 50% und 90% dieser Breite betragen. Der gegenseitige Abstand sollte so bemessen sein, dass sich die einzelnen Schneidstoffkörper auch bei der größtmöglichen vorgesehenen Krümmung (kleinstmöglicher vorgesehener Krümmungsradius des Werkstückabschnittes) im Bereich der Eingriffsseiten nicht berühren. Auch hier kann über den Gesamt-Eingriffsbereich von beispielsweise 90° bis 150° mit hohen Flächenpressungen gearbeitet werden und es ist durch die zwischen den Leisten ausgebildeten, in Querrichtung verlaufenden Kanäle eine wirksame Kühlschmierstoffzufuhr und Späneabfuhr gewährleistet. Da die dem Werkstück zugewandten, abrasiven Vorderseiten der Schneidstoffkörper jedoch nur eine relativ geringe Breite in Umfangsrichtung haben, kann hier auf eine Profilierung zur Anpassung an die Krümmung der Werkstückaußenseite verzichtet werden. Daher sind solche Ausführungsformen in der Herstellung besonders kostengünstig und können auch über einen größeren Durchmesserbereich verwendet werden. Die Anpassungsfähigkeit der Andrückeinrichtung an unterschiedliche Werkstückdurchmesser ist in jedem Fall durch die Biegeelastizität des Andrückbandes gegeben.

[0076] Fig. 12 zeigt die dem Werkstück zuzuwendende Vorderseite eines metallischen biegeelastischen Andrückbandes 1270. An der Vorderseite ist ein zweidimensional ausgedehntes Feld von relativ kleinen, im Wesentlichen quadratischen Schneidmittelzonen 1280 angeordnet, deren mittlerer Durchmesser im Beispielsfall zwischen 3 und 5 mm beträgt und damit wesentlich kleiner ist als die Breite B des Andrückbandes quer zur Bandrichtung (hier ca. 25 bis 30 mm). Die gleichmäßig verteilten Schneidmittelzonen (Schneidmittelpads) sind kleine Beschichtungsflecken mit galvanisch gebundenen Diamantkörnern, die mit Hilfe einer durchlöchernten Maske in einem Beschichtungsprozess auf das metallische Andrückband aufgebracht werden. Bei anderen Ausführungsformen können die Schneidmittelzonen bzw. Pads auch durch aufgeklebte oder aufgelötete Schneidleistenabschnitte gebildet sein. Der gegenseitige Abstand der Schneidmittelzonen beträgt z.B. zwischen 3mm und 5mm, so dass ein zweidimensional ausgedehntes Feld

von Schneidmittelzonen gebildet wird, zwischen denen in Längsrichtung und in Querrichtung des Andrückbandes schneidmittelfreie Kanäle 1285 verlaufen. Der Flächenanteil der Kanäle liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie der Flächenanteil der Schneidmittelzonen, so dass eine zuverlässige Kühlschmierstoffzufuhr und Späneabfuhr gewährleistet ist. Das Feld von Schneidmittelzonen kann z.B. an Stelle der Schneidkörper 1080 oder 1180 bei den Ausführungsbeispielen in Fig. 10 oder 11 vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Andrückeinrichtung zum Andrücken von Schneidmittel an Umfangsflächen (12) von im Wesentlichen zylindrischen Werkstückabschnitten (13) bei einer Finishbearbeitung derart, dass das Schneidmittel an eine Umfangsfläche über einen Eingriffswinkel mit einer Andrückkraft angedrückt wird, wobei die Andrückeinrichtung (50, 350, 450, 950) zum Andrücken von Finishband (20) an die Umfangsfläche vorgesehen ist, wobei die Andrückeinrichtung mindestens ein biegeelastisches Andrückband (70, 370, 470, 970) umfasst, das in Bandrichtung im Wesentlichen inelastisch ist und an zwei mit einem festen Abstand zueinander angeordneten Lagern (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) eines Trägerelementes (60, 360, 460, 960) fixiert ist, wobei das Andrückband in Bandrichtung derart inelastisch ist, dass sich die Bandlänge zwischen den Lagern auch unter Belastung nicht wesentlich ändert, und die Andrückeinrichtung zur Bearbeitung von Werkstückabschnitten unterschiedlicher Durchmesser mit einem Durchmesserunterschied von mindestens 0.1 mm stufenlos anpassbar ist, wobei das Andrückband zwischen den als Festlager ausgebildeten Lagern (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) selbsttragend eingespannt ist, so dass sich im lastfreien Zustand eine an der Vorderseite konkave Bogenform ergibt, das Andrückband mindestens ein Metallband (70, 370, 470, 970) aus einem federelastischen Metall umfasst, oder im Wesentlichen aus einem Elastomermaterial besteht, das durch in Bandrichtung verlaufende inelastische Fasern verstärkt ist, und an einer Vorderseite des Andrückbandes Verrutschungsmittel vorgesehen sind, die ein Verrutschen des Finishbandes gegenüber dem Andrückband bei angedrückter Andrückeinrichtung erschweren.
2. Andrückeinrichtung nach Anspruch 1, worin das Andrückband (70, 370, 470, 970) ausschließlich durch ein Metallband gebildet ist, insbesondere aus Federstahl.
3. Andrückeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Vorderseite des Andrück-

bandes mit feinkörnigem Schneidmaterial belegt ist.

4. Andrückeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin an einer Vorderseite des Andrückbandes eine Schicht aus gummielastischem Material zur Erzeugung einer begrenzten elastischen Nachgiebigkeit einer Andrückfläche angebracht ist, oder worin an einer Vorderseite des Andrückbandes (370) mehrere in Bandrichtung versetzt angeordnete Andrückelemente (375A, 375B, 375C) aus elastisch nachgiebigem Material angebracht sind.
5. Andrückeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin der Durchmesserunterschied mindestens 1 % beträgt und/oder worin die Andrückeinrichtung (50, 350, 450, 950) derart ausgelegt ist, dass in einen Durchmesserbereich mit einem Durchmesserunterschied von mindestens 0,1 mm zwischen einem minimalen und einem maximalen Durchmesser bei einem mittleren Durchmesser zwischen 20 mm und 70 mm jeder Durchmesser bearbeitbar ist.
6. Andrückeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Andrückeinrichtung (50, 350, 950) so konstruiert ist, dass die stufenlose Anpassung bedingt durch die Konstruktion der Andrückeinrichtung bei Andrücken der Andrückeinrichtung an den Werkstückabschnitt selbsttätig erfolgt oder worin die Andrückeinrichtung als verstellbare Andrückeinrichtung (450) ausgelegt ist und eine Andrückgeometrie der Andrückeinrichtung mit Hilfe einer Verstelleinrichtung (410) an den Durchmesser des Werkstückabschnittes stufenlos anpassbar ist.
7. Andrückeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Andrückeinrichtung zwei mit gegenseitigem Abstand zueinander angeordnete Umlenkeinrichtungen (92, 93; 392, 393; 492, 493) zur Umlenkung eines unter Spannung über die Umlenkeinrichtungen geführten Finishbandes (20) umfasst, welches zwischen den Umlenkeinrichtungen einen mit einer Bandspannung gespannten Finishbandabschnitt bildet, wobei die Umlenkeinrichtungen in einer Arbeitsstellung der Andrückeinrichtung an gegenüberliegenden Seiten des Werkstückabschnittes (13) derart angeordnet sind, dass der Finishbandabschnitt unter Spannung über einen durch die Relativposition zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt bestimmten Umschlingungswinkel flächig an der Umfangsfläche anliegt, wobei vorzugsweise mindestens eines der Umlenkelemente als Umlenkrolle (92, 93; 392, 393) ausgebildet ist.
8. Andrückeinrichtung nach Anspruch 7, worin der Umschlingungswinkel durch Veränderung der Relativ-

position zwischen den Umlenkeinrichtungen und dem Werkstückabschnitt einstellbar ist.

9. Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen im Wesentlichen zylindrischer Werkstückabschnitte an Werkstücken mit:

einer Dreheinrichtung zur Erzeugung einer Drehbewegung des Werkstückes um eine Werkstückachse;

einer Oszillationseinrichtung zur Erzeugung einer parallel zur Werkstückachse (11) ausgerichteten oszillierenden Relativbewegung zwischen dem Werkstück und mindestens einer Andrückeinrichtung (50A, 50B) zum Andrücken von Schneidmitteln an die Umfangsfläche (12) derart, dass das Schneidmittel an die Umfangsfläche über einen Eingriffswinkel mit einer Andrückkraft angedrückt wird;

dadurch gekennzeichnet, dass die Andrückeinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgelegt ist.

10. Verfahren zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen im Wesentlichen zylindrischer Werkstückabschnitte an Werkstücken, bei dem an einem Finishband vorgesehenes Schneidmittel mittels einer Andrückeinrichtung über einen Eingriffswinkel mit einer Andrückkraft an die Umfangsfläche angedrückt wird und zur Erzeugung von Materialabtrag das Werkstück um eine Werkstückachse gedreht und eine parallel zur Wertstückachse oszillierende Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem Schneidmittel erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Andrückeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 verwendet wird und dass mit derselben Andrückeinrichtung zunächst ein erster Werkstückabschnitt mit einem ersten Durchmesser und danach ein zweiter Werkstückabschnitt mit einem vom ersten Durchmesser verschiedenen zweiten Durchmesser bearbeitet wird, wobei ein Durchmesserunterschied zwischen dem ersten Durchmesser und dem zweiten Durchmesser mindestens 0,1 mm beträgt und wobei eine stufenlose Anpassung der Andrückeinrichtung an die Durchmesser erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, worin das Finishband während der Bearbeitung eines Werkstückabschnittes in Bandlaufrichtung ruht, sodass die für den Materialabtrag erforderliche Schnittgeschwindigkeit ausschließlich durch die Drehbewegung des Werkstückes und die relative Oszillationsbewegung zwischen Werkstück und Finishband erzeugt wird.

Claims

- Pressing device for pressing cutting means onto circumferential surfaces (12) of substantially cylindrical workpiece portions (13) during a finishing operation in such a way that the cutting means is pressed onto a circumferential surface with a pressing force over a contact angle, the pressing device (50, 350, 450, 950) being provided for pressing finishing belt (20) onto the circumferential surface, wherein the pressing device comprises at least one elastically flexible pressing band (70, 370, 470, 970), which is substantially inelastic in the band direction and is fastened to two bearings (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) of a carrier element (60, 360, 460, 960) that are arranged at a defined distance from one another, wherein the pressing band is inelastic in the band direction such that the band length between the bearings does not alter substantially even under load, and the pressing device is steplessly adaptable for the machining of workpiece portions of differing diameters that have a diameter difference of at least 0.1 mm, wherein the pressing band is constrained in a self-supporting manner between the bearings (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) realized as a fixed bearing such that a concave arc shape is obtained on the front side when in the load-free state, the pressing band comprises at least one metal band (70, 370, 470, 970) composed of a spring-elastic metal, or is composed, substantially, of an elastomer material that is reinforced by inelastic fibers extending in the band direction, and anti-slip means, which impede slippage of the finishing belt relative to the pressing band when the pressing device is pressed on, are provided on a front side of the pressing band.
- Pressing device according to Claim 1, wherein the pressing band (70, 370, 470, 970) is composed exclusively of a metal band, in particular made of spring steel.
- Pressing device according to any one of the preceding claims, wherein the front side of the pressing band is provided with fine-grain cutting material.
- Pressing device according to any one of the preceding claims, wherein a layer of rubber-elastic material is applied on a front side of the pressing band for the purpose of producing a limited elastic resilience of a pressing surface, or wherein a plurality of pressing elements (375A, 375B, 375C), which are composed of elastically resilient material and arranged in an offset manner in the band direction, are applied on a front side of the pressing band (370).
- Pressing device according to any one of the preceding claims, wherein the diameter difference is at least 1 % and/or wherein the pressing device (50, 350,

450, 950) is designed in such a way that each diameter can be machined in a diameter range having a diameter difference of at least 0.1 mm between a minimum and a maximum diameter in the case of a mean diameter between 20 mm and 70 mm.

6. Pressing device according to any one of the preceding claims, wherein the pressing device (50, 350, 950) is so designed that the stepless adaptation is effected in a self-acting manner, as a result of the design of the pressing device, upon the pressing device being pressed onto the workpiece portion, or wherein the pressing device is designed as an adjustable pressing device (450), and a pressing geometry of the pressing device can be steplessly adapted to the diameter of the workpiece portion by means of an adjusting device (410).
7. Pressing device according to any one of the preceding claims, wherein the pressing device comprises two deflection devices (92, 93; 392, 393; 492, 493), arranged with a mutual spacing in relation to one another, for deflecting a finishing belt (20) guided under tension via the deflection devices, which finishing belt constitutes a finishing belt portion guided with a belt tension between the deflection devices, the deflection devices being arranged on opposing sides of the workpiece portion (13), the pressing device being in a working position, in such a way that the finishing belt portion, under tension, over a wrap contact angle determined by the relative position between the deflection devices and the workpiece portion, bears flatly on the circumferential surface, preferably at least one of the deflection elements being realized as a deflection roller (92, 93; 392, 393).
8. Pressing device according to Claim 7, wherein the wrap contact angle can be set through alteration of the relative position between the deflection devices and the workpiece portion.
9. Apparatus for finishing circumferential surfaces of substantially cylindrical workpiece portions on workpieces, having:

a rotary device for generating a rotary motion of the workpiece about a workpiece axis;
an oscillation device for generating an oscillating relative motion, aligned parallelwise in relation to the workpiece axis (11), between the workpiece and at least one pressing device (50A, 50B) for pressing cutting means onto the circumferential surface (12) in such a way that the cutting means is pressed onto the circumferential surface with a pressing force over a contact angle;

characterized in that the pressing device is designed according to any one of the preceding

claims.

10. Method for finishing circumferential surfaces of substantially cylindrical workpiece portions on workpieces, wherein a cutting means provided on a finishing belt is pressed onto the circumferential surface, by means of a pressing device, with a pressing force over a contact angle and, for the purpose of generating removal of material, the workpiece is rotated about a workpiece axis, and there is generated, oscillating parallelwise in relation to the workpiece axis, a relative motion between the workpiece and the cutting means, **characterized in that** at least one pressing device according to any one of Claims 1 to 8 is used and **in that** the same pressing device is used to machine firstly a first workpiece portion, of a first diameter, and subsequently to machine a second workpiece portion, of a second diameter that differs from the first diameter, a diameter difference between the first diameter and the second diameter being at least 0.1 mm, and a stepless adaptation of the pressing device to the diameters being effected.
11. Method according to Claim 10, wherein the finishing belt rests in the belt running direction during the machining of a workpiece portion, such that the cutting speed necessary for the removal of material is generated exclusively by the rotary motion of the workpiece and the relative oscillating motion between the workpiece and the finishing belt.

Revendications

1. Dispositif de pressage pour presser des éléments coupants sur des surfaces périphériques (12) de portions de pièces (13) essentiellement cylindriques lors d'un usinage de finition, de telle sorte que l'élément coupant soit pressé contre une face périphérique sur un angle d'engagement avec une force de pression, le dispositif de pressage (50, 350, 450, 950) étant prévu pour presser une bande de finition (20) contre la surface périphérique, dans lequel le dispositif de pressage comprend au moins une bande de pressage (70, 370, 470, 970) flexible élastique qui n'est essentiellement pas élastique dans la direction de la bande et qui est fixée sur deux paliers (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) disposés à distance préfixée l'un de l'autre d'un élément de support (60, 360, 460, 960), dans lequel la bande de pressage est inélastique dans la direction de bande de telle manière que la longueur de la bande entre les paliers ne s'altère pas essentiellement même sous charge, et le dispositif de pressage pouvant être adapté en continu pour l'usinage de portions de pièces de différents diamètres avec une différence de diamètres d'au moins 0,1 mm, dans le-

- quel la bande de pressage est contrainte de façon autoportante entre les paliers (72, 73, 372, 373, 472, 473, 961) réalisés sous forme de palier fixe de telle sorte qu'une forme concave résulte sur le côté avant dans l'état non chargé, la bande de pressage comprend au moins une bande métallique (70, 370, 470, 970) en un métal élastique à ressort, ou est formée essentiellement d'un matériau élastomère, renforcé par des fibres non élastiques s'étendant dans la direction de la bande, et des moyens de protection contre le glissement sont prévus sur un côté avant de la bande de pressage, lesquels rendent difficile un glissement de la bande de finition par rapport à la bande de pressage lorsque le dispositif de pressage est pressé.
2. Dispositif de pressage selon la revendication 1, dans lequel la bande de pressage (70, 370, 470, 970) est formée exclusivement par une bande métallique, en particulier en acier à ressort.
 3. Dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le côté avant de la bande de pressage est revêtu de matériau coupant à grains fins.
 4. Dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel sur un côté avant de la bande de pressage est appliquée une couche de matériau en plastique élastomère, pour produire une flexibilité élastique limitée d'une surface de pressage, ou dans lequel plusieurs éléments de pressage (375A, 375B, 375C) disposés de manière décalée dans la direction de la bande, en matériau élastiquement flexible, sont appliqués sur un côté avant de la bande de pressage (370).
 5. Dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la différence de diamètre vaut au moins 1% et/ou dans lequel le dispositif de pressage (50, 350, 450, 950) est conçu de telle sorte que chaque diamètre puisse être usiné dans une plage de diamètres avec une différence de diamètres d'au moins 0,1 mm entre un diamètre minimal et un diamètre maximal pour un diamètre moyen compris entre 20 mm et 70 mm.
 6. Dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de pressage (50, 350, 950) est construit de telle sorte que l'adaptation continue ait lieu automatiquement du fait de la construction du dispositif de pressage lors du pressage du dispositif de pressage contre la portion de pièce ou dans lequel le dispositif de pressage est conçu sous forme de dispositif de pressage réglable (450) et une géométrie de pressage du dispositif de pressage peut être adaptée en continu à l'aide d'un dispositif de réglage (410) au diamètre de la portion de pièce.
 7. Dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de pressage comprend deux dispositifs de déviation (92, 93 ; 392, 393 ; 492, 493) disposés à une distance mutuelle l'un de l'autre, pour dévier une bande de finition (20) guidée sous tension sur les dispositifs de déviation, laquelle forme entre les dispositifs de déviation une portion de bande de finition tendue avec une tension de bande, les dispositifs de déviation étant disposés dans une position de travail du dispositif de pressage contre des côtés opposés de la portion de pièce (13) de telle sorte que la portion de bande de finition s'applique sous tension à plat contre la surface périphérique sur un angle d'enveloppement déterminé par la position relative entre les dispositifs de déviation et la portion de pièce, au moins l'un des éléments de déviation étant de préférence réalisé sous forme de poulie de renvoi (92, 93 ; 392, 393).
 8. Dispositif de pressage selon la revendication 7, dans lequel l'angle d'enveloppement peut être ajusté en modifiant la position relative entre les dispositifs de déviation et la portion de pièce.
 9. Dispositif d'usinage de finition de surfaces périphériques de portions de pièces essentiellement cylindriques de pièces, comprenant :
 - un dispositif de rotation pour produire un mouvement de rotation de la pièce autour d'un axe de la pièce ;
 - un dispositif d'oscillation pour produire un mouvement relatif oscillant orienté parallèlement à l'axe de la pièce (11) entre la pièce et au moins un dispositif de pressage (50A, 50B) pour presser des éléments coupants contre la surface périphérique (12) de telle sorte que l'élément coupant soit pressé contre la surface périphérique sur un angle d'engagement avec une force de pressage ;
 - caractérisé en ce que** le dispositif de pressage est conçu selon l'une quelconque des revendications précédentes.
 10. Procédé d'usinage de finition de surfaces périphériques de portions de pièces essentiellement cylindriques de pièces, dans lequel un élément coupant prévu sur une bande de finition est pressé au moyen d'un dispositif de pressage sur un angle d'engagement avec une force de pression contre la surface périphérique et pour produire un enlèvement de matière la pièce est tournée autour d'un axe de pièce et un mouvement relatif oscillant parallèlement à l'axe de la pièce est produit entre la pièce et l'élément coupant, **caractérisé en ce**

qu'au moins un dispositif de pressage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 est utilisé et **en ce qu'**avec le même dispositif de pressage, d'abord une première portion de pièce est usinée avec un premier diamètre et ensuite une deuxième portion de pièce est usinée avec un deuxième diamètre différent du premier diamètre, une différence de diamètre entre le premier diamètre et le deuxième diamètre valant au moins 0,1 mm et une adaptation en continu du dispositif de pressage aux diamètres ayant lieu.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la bande de finition repose dans la direction d'avance de la bande pendant l'usinage d'une portion de pièce de telle sorte que la vitesse de coupe nécessaire pour l'enlèvement de matière soit produite exclusivement par le mouvement de rotation de la pièce et le mouvement d'oscillation relatif entre la pièce et la bande de finition.

25

30

35

40

45

50

55

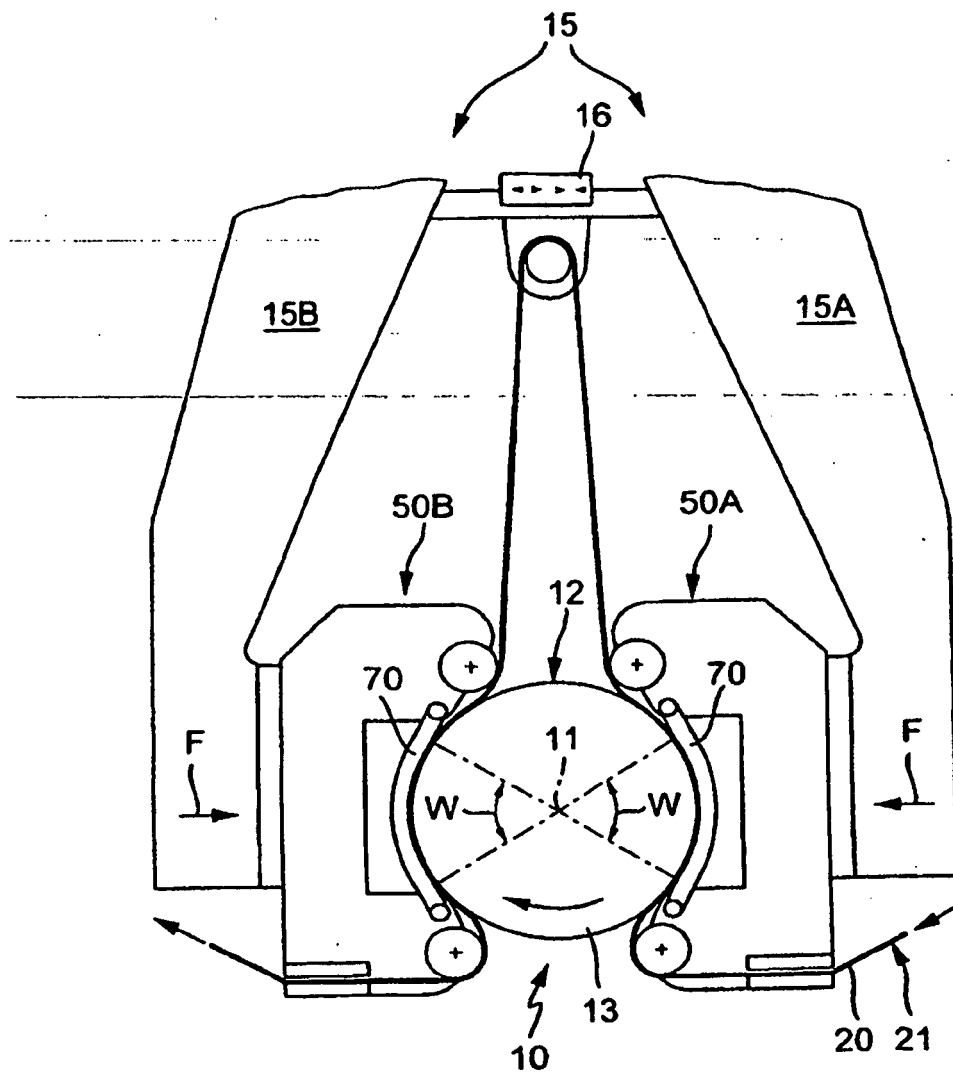
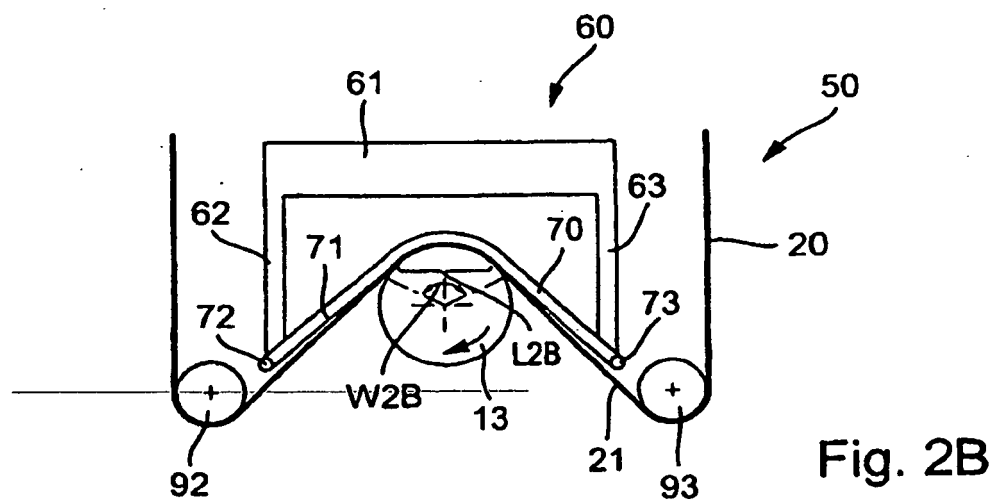
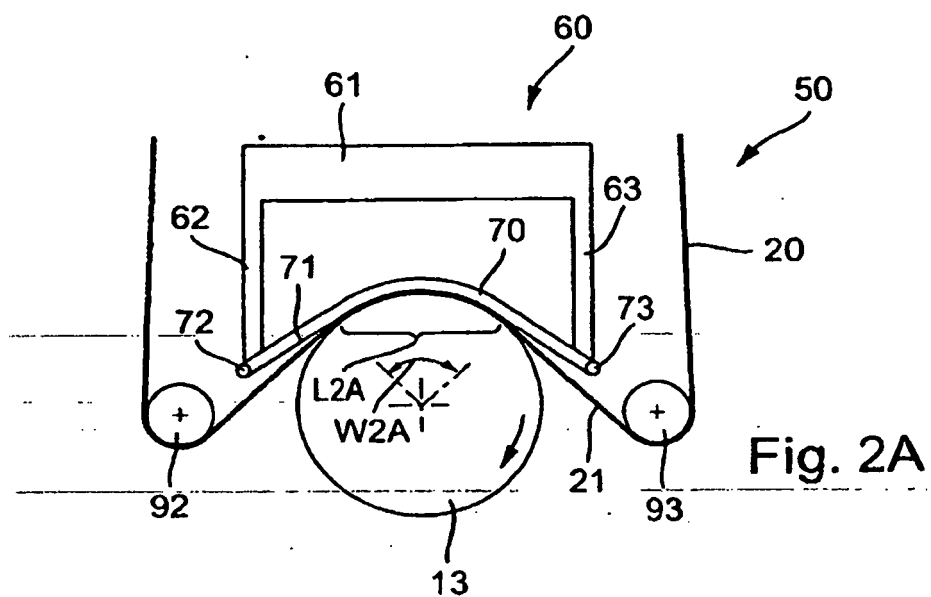
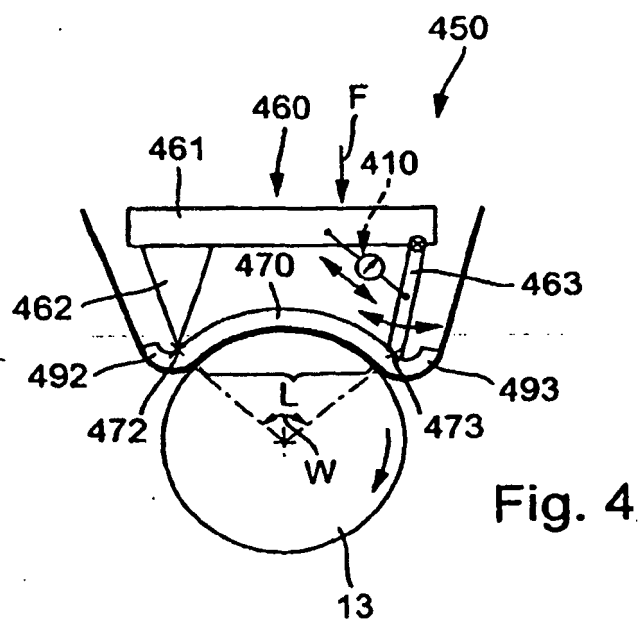
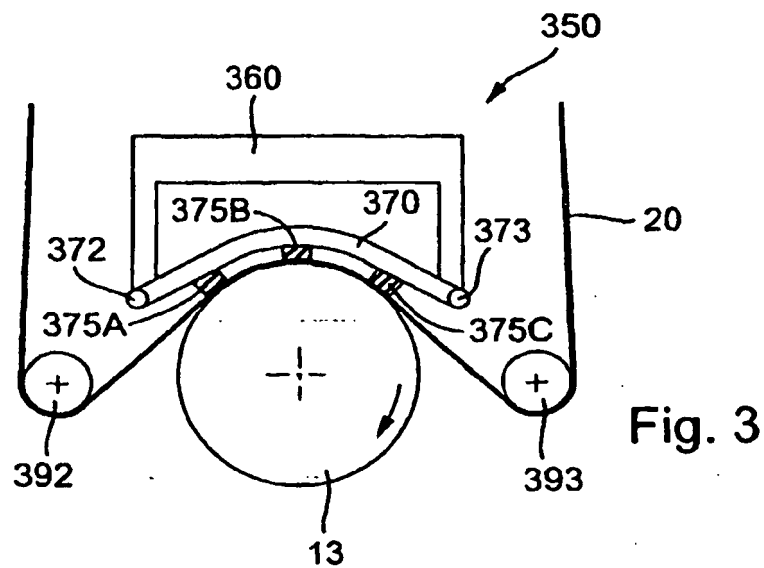
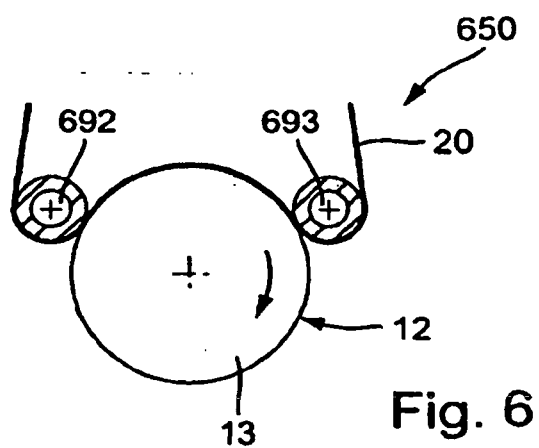
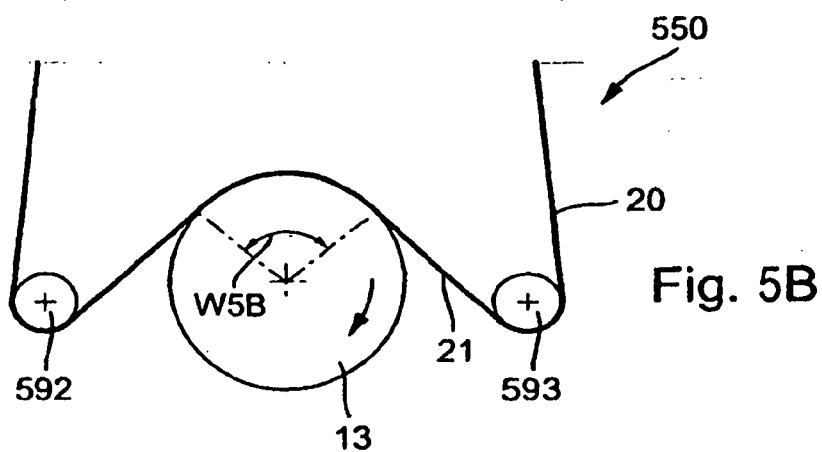
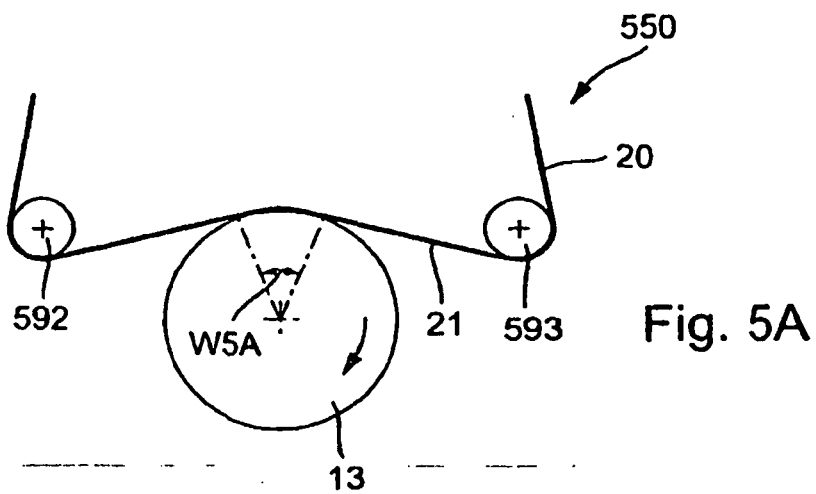
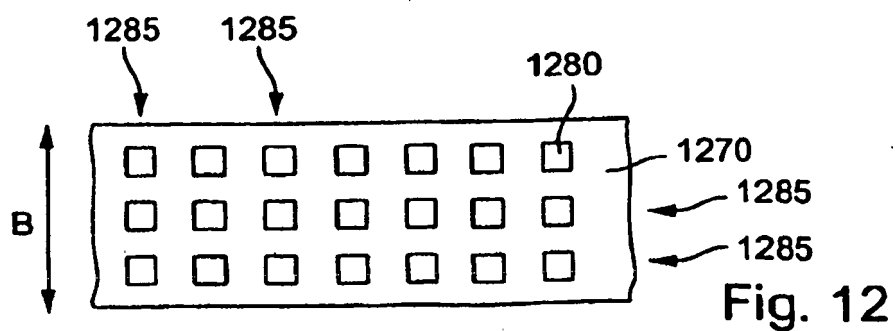
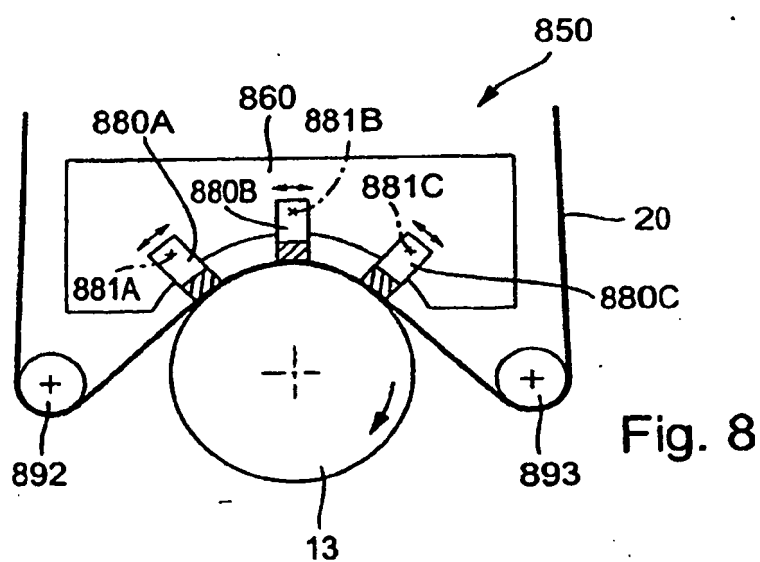
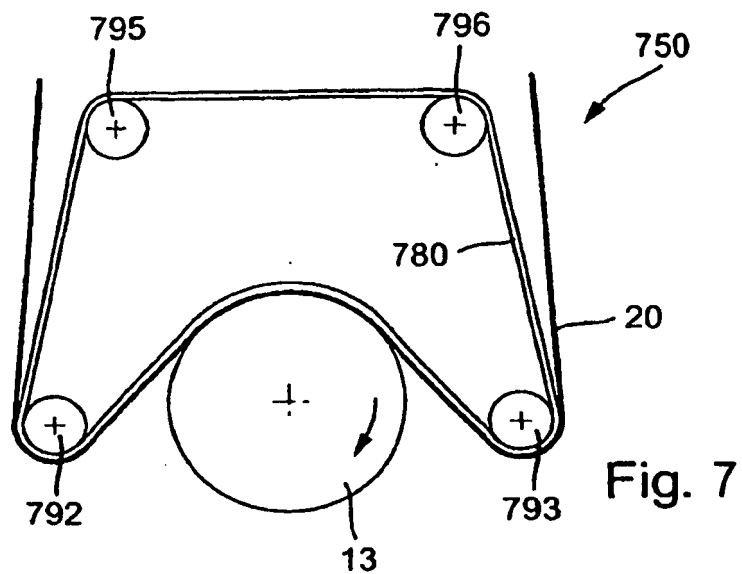


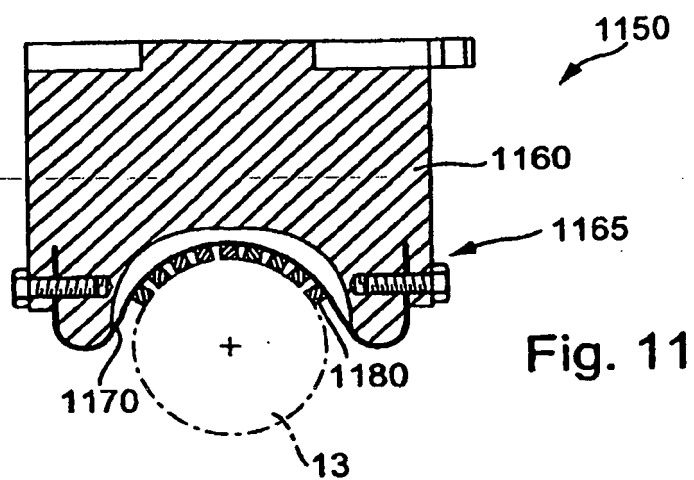
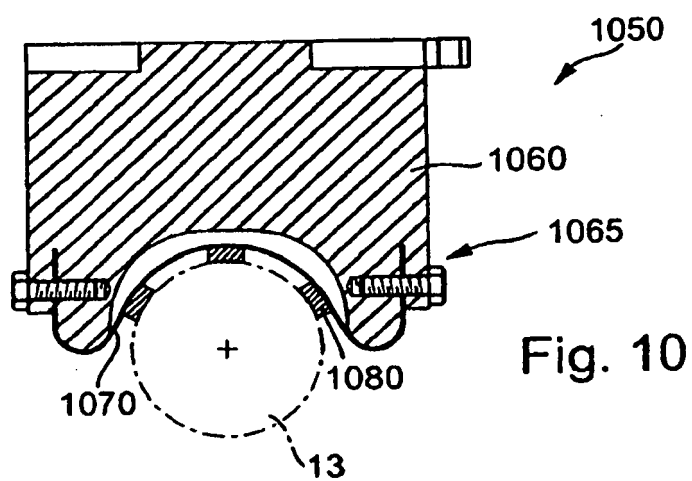
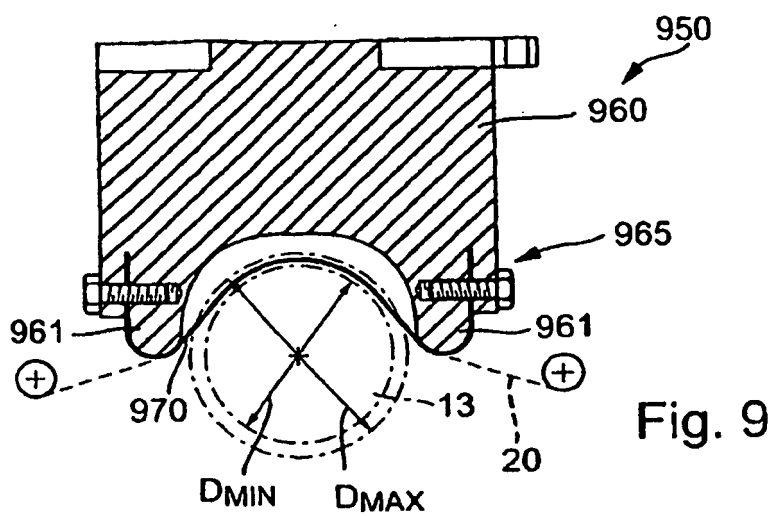
Fig. 1











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

- EP 0781627 B1 [0006]
- EP 1506839 B1 [0008]
- DE 13607775 A1 [0009]
- US 2003003854 A [0010]
- DE 103326605 [0010]