



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 051 375 A1** 2009.01.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 051 375.7**

(22) Anmeldetag: **26.10.2007**

(43) Offenlegungstag: **29.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B23C 1/027** (2006.01)

(66) Innere Priorität:
20 2007 010 461.8 25.07.2007

(71) Anmelder:
Gleason-Pfauter Maschinenfabrik GmbH, 71636 Ludwigsburg, DE; Schuster-Präzision Werkzeug- und Maschinenbau GmbH, 86920 Denklingen, DE

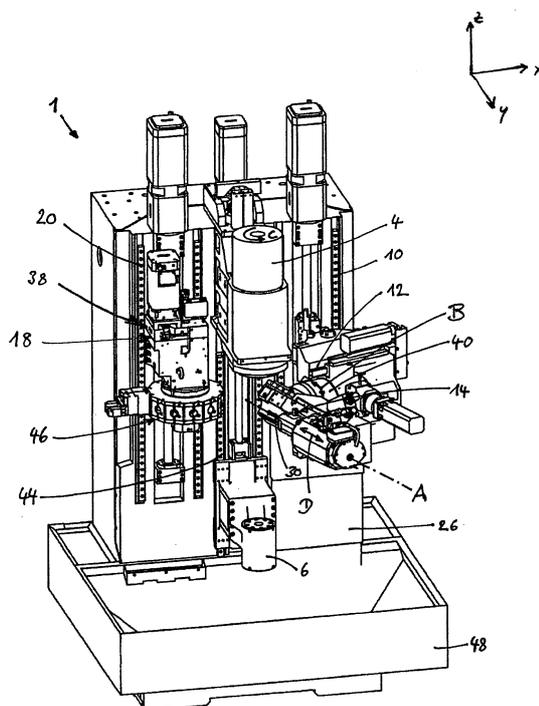
(74) Vertreter:
LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München

(72) Erfinder:
Schuster, Helmut, 86920 Denklingen, DE; Moser, Rudolf, Ried, CH; Kobialka, Claus, Dr.-Ing., 71691 Freiberg, DE; Schmidt, Matthias, Dr.-Ing., 74354 Besigheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bearbeitungsmaschine zum Bearbeiten eines Werkstücks**

(57) Zusammenfassung: Bearbeitungsmaschine zum Bearbeiten eines Werkstücks mit einer Hauptspindelinheit (4) mit einer vertikalen Spindelachse, und einer neben der vertikalen Spindelachse angeordneten Frässpindelinheit (5) zur Aufnahme eines Fräs-Bearbeitungswerkzeugs (30), wobei die Frässpindelinheit (5) mittels einer ersten Führung (10) vertikal (z) verfahrbar ist und mittels einer zweiten Führung (12) senkrecht (x) oder ungefähr senkrecht zur Vertikalen verfahrbar ist, einem in der Hauptspindelinheit (4) eingespannten Werkstück zustellbar ist, und um eine Schwenkachse (B) senkrecht zur Frässpindelachse (A) der Frässpindelinheit (5) schwenkbar ist wobei das Fräs-Bearbeitungswerkzeug (30) eine ein- oder mehrgängige, gewindeförmige Fräseinrichtung ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bearbeitungsmaschine zum Bearbeiten eines Werkstücks mit einer Hauptspindeleinheit.

[0002] Herkömmliche Bearbeitungsmaschinen weisen typischerweise Werkzeugrevolver auf, um ein eingespanntes Werkstück zu bearbeiten. Werkzeugrevolver schränken jedoch die Wahl der Bearbeitungswerkzeuge ein.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Bearbeitungsmaschine vorzusehen, die eine uneingeschränkte, präzise Bearbeitung von Werkstücken ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 15 gelöst.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Gemäß Anspruch 1 weist die Bearbeitungsmaschine eine Hauptspindeleinheit mit einer vertikalen Spindelachse zum Bearbeiten eines Werkstücks auf. Bevorzugt weist die Hauptspindeleinheit einen Drehantrieb zum Antreiben eines eingespannten Werkstücks auf. Dabei kann das Werkstück vertikal stehend oder vertikal hängend eingespannt werden. Weiter weist die Bearbeitungsmaschine eine neben der vertikalen Spindelachse der Hauptspindeleinheit angeordnete Frässpindeleinheit zur Aufnahme eines Fräs-Bearbeitungswerkzeugs auf. Das aufgenommene Werkzeug kann mit der Frässpindeleinheit drehend angetrieben werden. Mittels einer ersten Führung ist die Frässpindeleinheit vertikal verfahrbar und mittels einer zweiten Führung vorzugsweise senkrecht zur Vertikalen verfahrbar. Die Frässpindeleinheit ist einem in der ersten Hauptspindeleinheit eingespanntem Werkstück zustellbar. Weiter ist die Frässpindeleinheit um eine Schwenkachse senkrecht zur Spindelachse bzw. Rotationsachse der Frässpindeleinheit schwenkbar. Die Frässpindeleinheit kann also unter verschiedenen Winkeln einem eingespannten Werkstück zugestellt werden. Das Fräs-Bearbeitungswerkzeug ist dabei eine ein- oder mehrgängige, gewindeförmige Fräseinrichtung.

[0007] Anstelle der vertikalen Hauptspindeleinheit kann eine horizontale Hauptspindeleinheit vorgesehen sein, bei entsprechender Drehung der gesamten Maschinengeometrie.

[0008] Die gewindeförmige Fräseinrichtung weist gewindeförmig oder schneckenförmig angeordnete Fräs- bzw. Schneidzähne auf. Um den vorzugsweise walzenförmigen Grundkörper der Fräseinrichtung kann ein durchgehender Schneidzahn, der eine kontinuierliche Schneidkante ausbildet, vorgesehen sein

oder es können einzelne Schneidzähne, z. B. austauschbare Wendeschneidplatten, verwendet werden um eine Schneidkante auszubilden. Beim Fräsen bildet die Fräseinrichtung mit dem zu bearbeitenden Werkstück ein Schneckengetriebe. In Abhängigkeit der Steigung der Schneidkante der Fräseinrichtung wird die Rotation der Hauptspindeleinheit mit der Rotation der Frässpindeleinheit synchronisiert, damit gleichförmig z. B. Zähne für ein Zahnradgetriebe in das eingespannte Werkstück gefräst werden. Vorzugsweise wird die Synchronisation mittels einer elektronischen Steuerung durchgeführt.

[0009] Vorteilhaft ist die Frässpindeleinheit in zumindest einer vorgegebenen Schwenkstellung um die Schwenkachse positionierbar. Durch das Schwenken der Frässpindeleinheit um die Schwenkachse können beliebige Schrägungswinkel der eingefrästen Zähne eingestellt werden, wie z. B. für Schneckenräder.

[0010] Dabei läßt sich die Schwenkachse der Frässpindeleinheit vorteilhaft mittels einer Feststelleinrichtung feststellen, insbesondere mittels einer Klemmeinrichtung und/oder einer indexierbaren Drehesperreinrichtung.

[0011] Vorteilhaft wird mittels des Schwenkens um die Schwenkachse die Steigung der Schneidkante der Fräseinrichtung beim Fräsen kompensiert, um z. B. Geradverzahnungen für Zahnradgetriebe zu fräsen.

[0012] Besonders vorteilhaft weist die Frässpindel ein Gegenlager, eine Gegenspindel oder eine Führungseinrichtung auf, um ein freies Ende einer eingespannten Fräseinrichtung zu führen. Das Gegenlager ist an der Frässpindel ein gegenüberliegend zu einer Einspanneinrichtung für die Fräseinrichtung angebracht. Das freie Ende der eingespannten Fräseinrichtung wird durch das Gegenlager geführt und ist drehbar gelagert. Dadurch wird die Rotation der Fräseinrichtung während des Fräsen stabilisiert und trotz der seitlichen Belastung der Fräseinrichtung beim Fräsen z. B. durch Frässchläge oder hohe Vorschubgeschwindigkeiten wird die Fräseinrichtung nicht aus ihrer axialen Position ausgelenkt. Eine hohe Präzision bei der Bearbeitung eines eingespannten Werkstücks wird so erreicht.

[0013] Vorteilhaft ist die Frässpindel ein mittels einer horizontalen dritten Führung, die senkrecht zur horizontalen zweiten Führung liegt, axial verschiebbar und einem eingespannten Werkstück zustellbar. Insbesondere wird die Frässpindel ein tangential zum eingespannten Werkstück verschoben (Shiften). D. h. bei einer Verschiebung der Frässpindel ein auf der dritten Führung, in der sog. Shift-Achse, bleibt der Bearbeitungsabstand zwischen dem eingespannten Werkstück und der in der Frässpindel ein

heit eingespannten Fräseinrichtung gleich. Durch das tangentielle Verschieben auf der dritten Führung wird ein momentan zum Fräsen benutzter und evtl. abgenutzter Bereich der Schneidkante aus dem Bearbeitungsbereich herausgeschoben und ein zuvor ungenutzter (scharfer) Bereich der Schneidkante der Fräseinrichtung wird zum weiteren Fräsen verwendet. Durch kontinuierliches oder in gewissen Zeitabständen erfolgendes Verschieben der Fräseinrichtung auf der Shift-Achse kann die gesamte Schneidkante der Fräseinrichtung gleichmäßig genutzt werden. Dadurch wird die Schneidkante der Fräseinrichtung voll ausgenutzt und hohe Standzeiten der Fräseinrichtung können erreicht werden.

[0014] Besonders vorteilhaft kann die Fräseinrichtung aus einem ein- oder mehrgängigen Wälzfräser, Abwälzfräser oder Schälwälzfräser ausgewählt werden.

[0015] Zum Einspannen eines zu bearbeitenden Werkstücks weist die Hauptspindeleinheit eine Einspanneinrichtung auf. Durch das Einspannen des zu bearbeitenden Werkstücks in die Einspanneinrichtung bleibt ein Ende des Werkstücks frei zugänglich und kann mit dem Bearbeitungswerkzeug der Frässpindel einheit bearbeitet werden.

[0016] Besonders vorteilhaft wird ein vertikal eingespanntes Werkstück von oben nach unten bearbeitet, so dass bei der Bearbeitung auftretende Späne direkt nach unten geschleudert werden und nicht in den Bearbeitungsbereich der Fräseinrichtung oder auf die Führungen fallen. Durch die verringerte Verunreinigung wird eine präzisere Bearbeitung eines Werkstücks möglich und zusätzlich werden Wartungszeiten aufgrund von z. B. verunreinigten Führungen verkürzt. Vorteilhaft ist bei der Bearbeitung eines Werkstücks von oben nach unten das Werkstück vertikal stehend eingespannt, um z. B. auftretende Druckkräfte bei der Bearbeitung von der Hauptspindel einheit aufzufangen. Dadurch wird die Position des eingespannten Werkstücks während der Bearbeitung stabilisiert und eine erhöhte Bearbeitungsgenauigkeit erzielt.

[0017] Bevorzugt weist die Bearbeitungsmaschine gegenüberliegend zur ersten Hauptspindel einheit eine vertikal verfahrbare Pinole oder eine vertikal verfahrbare Gegenspindel auf. Durch Verfahren der Pinole oder der Gegenspindel kann ein längliches Werkstück wie z. B. eine Welle eingespannt werden. Dadurch wird während der Bearbeitung vermieden, dass das Werkstück aufgrund von z. B. Frässchlägen oder Hebelkräften aus der eingespannten Position ausgelenkt wird. Mittels einer Gegenspindel kann z. B. bei einer langen Welle eine Stabilisierung bei der Bearbeitung erreicht werden. Oder eine Bearbeitung des zuvor oder danach in der Hauptspindel eingespannten Endes kann durchgeführt werden, wenn

das Werkstück vorübergehend in der Gegenspindel eingespannt ist.

[0018] Die Bearbeitungsmaschine weist bevorzugt einen Maschinengrundkörper auf, insbesondere einen Maschinenrahmen, mit dem die Hauptspindel einheit und/oder die erste Führung oder die zweite Führung starr verbunden sind. Somit liegt eine stabile Ankopplung der Hauptspindel einheit an dem Maschinenrahmen vor. Dadurch werden bei der Bearbeitung entstehende Vibrationen vom schweren Maschinengestell gedämpft und eine präzisere Bearbeitung des Werkstücks ermöglicht.

[0019] Gemäß Anspruch 15 weist eine Bearbeitungsmaschine eine Hauptspindel einheit, eine wie oben beschriebene Frässpindel einheit und zumindest eine Bearbeitungseinrichtung auf. Die Bearbeitungseinrichtung ist neben der Spindelachse der Hauptspindel einheit und gegenüberliegend zu Frässpindel einheit angeordnet. Dabei ist die Bearbeitungseinrichtung mittels einer fünften Führung horizontal und mittels einer vierten Führung vertikal verfahrbar. Insbesondere sind die vierte und die fünfte Führung auf einem Kreuzschlitten angeordnet. Dadurch ist die Bearbeitungseinrichtung einem eingespannten Werkstück zugängbar. Mittels der Frässpindel einheit und der Bearbeitungseinrichtung kann ein eingespanntes Werkstück gleichzeitig von zwei Seiten bearbeitet werden. Daraus ergeben sich geringere Umrüst- und Bearbeitungszeiten je Werkstück.

[0020] Vorteilhaft ist die Bearbeitungseinrichtung bezüglich der vierten Führung hängend angeordnet. Dadurch ergibt sich ebenfalls der Vorteil das Späne und evtl. verwendetes Kühlwasser die Führungen der Bearbeitungseinrichtung nicht verunreinigen.

[0021] Vorteilhaft sind zwei Bearbeitungseinrichtungen, insbesondere zwei gleichartige Bearbeitungseinrichtungen vorgesehen. Dadurch kann das eingespannte Werkstück gleichzeitig mit drei Werkzeugen bearbeitet werden was wiederum die Umrüst- und Bearbeitungszeiten je Werkstück verringert.

[0022] Vorteilhaft ist zumindest eine Bearbeitungseinrichtung eine Drehbearbeitungseinrichtung, ein Werkzeugrevolver, eine Schleifeinrichtung, eine Laser-Härtungsvorrichtung oder eine schwenkbare Spindel einheit. Insbesondere weist die Bearbeitungseinrichtung eine Handhabungseinrichtung auf. Mittels der Handhabungseinrichtung kann ein zu bearbeitendes Werkstück der Hauptspindel einheit zugestellt werden und/oder ein bereits bearbeitetes Werkstück aus der Hauptspindel einheit entnommen werden. Dazu kann vorteilhaft der Hauptspindel einheit eine Werkstückfördereinrichtung zugeordnet sein. Die Werkstückfördereinrichtung kann ein Förderband, einen Palettenspeicher oder einen Roboter aufweisen. Durch die Werkstückfördereinrichtung

können die Werkstücke der Hauptspindeleinheit zeitsparend zugeführt oder von ihr weggeführt werden.

[0023] Die Hauptspindeleinheit ist vorteilhaft mittels ihres Antriebs oder mit einer weiteren Feststelleinrichtung in einer vorgegebenen Drehposition des Werkstücks feststellbar und/oder arretierbar. In vorteilhafter Ausgestaltung spannt die Hauptspindel das Werkstück im mittleren Bereich oder an einem Ende ein.

[0024] Vorteilhafte Ausgestaltungen einer Bearbeitungsmaschine, die im Zusammenhang mit Anspruch 1 beschrieben wurden, können ebenfalls mit einer Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 15 kombiniert werden, und umgekehrt können vorteilhafte Ausgestaltungen einer Bearbeitungsmaschine, die in Zusammenhang mit Anspruch 15 beschrieben wurden, ebenfalls mit einer Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 1 kombiniert werden.

[0025] Anhand der Figuren werden Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) die Perspektivansicht einer bevorzugten Ausgestaltung einer Bearbeitungsmaschine,

[0027] [Fig. 2](#) die Seitenansicht der Bearbeitungsmaschine von [Fig. 1](#),

[0028] [Fig. 3](#) die Vorderansicht der Bearbeitungsmaschine von [Fig. 1](#),

[0029] [Fig. 4](#) die Draufsicht der Bearbeitungsmaschine von [Fig. 1](#),

[0030] [Fig. 5](#) die Perspektivansicht einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung einer Bearbeitungsmaschine.

[0031] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausgestaltung einer Bearbeitungsmaschine 1. An einem Maschinengestell 26 ist im oberen Bereich eine Hauptspindeleinheit 4 angeordnet. Die Hauptspindeleinheit 4 weist einen Drehantrieb mit vertikal (z) verlaufender Rotationsachse (C) bzw. Spindelachse auf. Zudem ist das Gehäuse der Hauptspindeleinheit 4 starr mit dem Maschinengestell 26 verbunden, um eine stabile Ankopplung der Hauptspindeleinheit 4 an das Maschinengestell 26 zu gewährleisten.

[0032] Zum Einspannen eines hier nicht dargestellten Werkstücks in die Hauptspindeleinheit 4 wird ein Ende des Werkstücks in einem Einspannfutter 8 (siehe [Fig. 3](#)) der Hauptspindel eingeklemmt. Kurze Werkstücke können so auch am nicht eingespannten Ende bearbeitet werden. Für längere Werkstücke, z. B. Wellen, liegt der Hauptspindeleinheit 4 in Achs-

richtung eine Pinole 6 gegenüber. Durch Verfahren der Pinole 6 auf einer vertikalen sechsten Linearführung 44, wird ein Werkstück zwischen der Hauptspindeleinheit 4 und der Pinole 6 eingespannt. Das Einspannen zwischen Einspannfutter 8 und Pinole 6 verhindert ein Ausschlagen oder Nachgeben des eingespannten Werkstücks aufgrund von z. B. Hebelkräfte und Frässchlägen bei der Bearbeitung.

[0033] Eine Werkzeugspindel 5, bzw. eine Frässpindel, ist neben der Spindelachse der Hauptspindeleinheit 4 angeordnet. Mittels einer vertikalen (z) erste Linearführung 10 und einer horizontalen (x) zweiten Linearführung 12 ist die Werkzeugspindel 5 verfahrbar. Mittels der ersten und der zweiten Linearführung 10, 12 kann die Werkzeugspindel 5 gleichzeitig horizontal (x) und vertikal (z) verfahren werden. Durch eine horizontale (y) dritte Linearführung 14, kann die Werkzeugspindel 5 senkrecht zur horizontalen (x) zweiten Linearführung 12 verfahren werden (Shift-Achse). Somit kann ein Werkzeug aus allen Richtungen einem eingespannten Werkstück zugeführt werden. Die Werkzeugspindel 5 ist seitlich, hängend an der zweiten Linearführung 12 angeordnet. Durch die vertikale Anordnung der Hauptspindeleinheit 4 und die hängende Führung der Werkzeugspindel 5 fallen während der Bearbeitung auftretende Späne aus dem Bearbeitungsbereich nach unten heraus ohne die Führungen der Werkzeugspindel 5 zu verunreinigen. Durch die Vertikal-Bearbeitung des Werkstücks fließt auch Kühlwasser senkrecht nach unten, so dass die Führungen und Kreuzschlitten nicht spritzgefährdet sind.

[0034] Die Werkzeugspindel 5 ist um eine Schwenkachse B, die senkrecht zur Spindelachse A der Werkzeugspindel 5 liegt, mittels einer Schwenkeinrichtung 40 schwenkbar. Die Schwenkachse B ist mittels einer Feststelleinrichtung, die eine verriegelbare Hirth-Verzahnung aufweist, in einer vorgegebenen Schwenkposition feststellbar. Ein in der Werkzeugaufnahme 36 (siehe [Fig. 2](#)) der Werkzeugspindel 5 aufgenommenes Fräswerkzeug 30 kann durch Verfahren auf den Linearführungen 10, 12, 14 und das Schwenken um die Schwenkachse B unter einem beliebigen Winkel zur Spindelachse der Hauptspindeleinheit 4 oder radial versetzt zur Hauptspindelachse eingesetzt werden.

[0035] In die Werkzeugaufnahme 36 der Werkzeugspindel 5 ist ein Abwälzfräser 30 mit einer schraubenförmig angeordneten Schneidkante eingespannt, der ein- oder mehrgängig sein kann. Um während des Fräsen von z. B. geraden Zähnen für ein Zahnradgetriebe die Steigung des schraubenförmigen Fräasers zu kompensieren wird die Werkzeugspindel 5 um die Schwenkachse B gedreht. Während des Fräsen ist die Rotation der Hauptspindel 4 in Abhängigkeit der Steigung des Abwälzfräasers 30 und des Umfangs des Werkstücks auf die Rotation der Werkzeugspindel

del abgestimmt. So wird gewährleistet, dass eingefräste Zähne einen gleichmäßigen Abstand zueinander haben. Weiter können mittels Schwenken B des Abwälzfräasers **30** beliebige spiralförmig um das Werkstück umlaufende Zähne für z. B. Schneckenräder gefräst werden.

[0036] Der eingespannte Abwälzfräser **30** wird beim Fräsen nur in einem kleinen Bereich beansprucht und abgenutzt. Mittels der dritten Linearführung **14** wird die Werkzeugspindel **5** bzw. der Abwälzfräser **30** auf einer sogenannten Shift-Achse D, in axialer Richtung zur Werkzeugspindel **5** und tangential zum eingespannten Werkstück verschoben. Beim Verschieben auf der Shift-Achse D bleibt der Bearbeitungsabstand zwischen Fräser **30** und eingespannten Werkstück erhalten, d. h. die Frästiefe oder der Fräswinkel ändert sich nicht. Jedoch wird ein bereits benutzter evtl. abgenutzter Bereich des Fräasers axial aus der Bearbeitungszone herausgefahren und ein unbenutzter (scharfer) Bereich des Fräasers wird zum weiteren Fräsen verwendet. Das Verschieben erfolgt kontinuierlich oder in gewissen Zeitabständen.

[0037] Gegenüber der vertikalen ersten Linearführung **10** ist neben der Hauptspindeleinheit **4** eine vertikale vierte Linearführung **20** angeordnet. Die vertikale vierte Linearführung **20** ist starr mit dem Maschinengestell **26** verbunden. An der vierten Linearführung **20** ist ein Werkzeugrevolver **46** angeordnet. Der Werkzeugrevolver **46** ist auf der vierten Linearführung **20** parallel (z) zur Spindelachse der Hauptspindeleinheit **4** verfahrbar. Mittels einer fünften Linearführung **18** ist der Werkzeugrevolver **46** horizontal (x) verfahrbar. Die vierte Linearführung **20** und die fünfte Linearführung **18** sind als Kreuzschlitten **38** ausgebildet und der Werkzeugrevolver **46** ist auf dem Kreuzschlitten **38** hängend geführt. Zur Bearbeitung eines in der Hauptspindeleinheit **4** eingespannten Werkstücks ist der Werkzeugrevolver **46** dem eingespannten Werkstück zustellbar. Das eingespannte Werkstück kann parallel mit dem Werkzeugrevolver **46** und dem in der Werkzeugspindel **5** eingespannten Abwälzfräser **30** bearbeitet werden.

[0038] **Fig. 2** zeigt die Seitenansicht der Bearbeitungsmaschine **1** von **Fig. 1**. Die Achse der Werkzeugspindel **5** ist hier senkrecht zur Spindelachse der Hauptspindeleinheit ausgerichtet. Hier ist gut zu erkennen, dass durch das Verfahren auf der Shift-Achse D unterschiedliche Bereiche des eingespannten Fräasers **30** beim Fräsen genutzt werden. Mittels des Werkzeugrevolvers **46** und der zweiten Spindeleinheit **5** kann ein Werkstück gleichzeitig von mehreren Seiten und auf verschiedenen Höhen bearbeitet werden.

[0039] **Fig. 3** zeigt die Vorderansicht der Bearbeitungsmaschine von **Fig. 1**. Durch die hängende Anordnung des Werkzeugrevolvers **46** und die seitlich,

hängende Anordnung der Werkzeugspindel **5** können bei der Bearbeitung auftretende Späne und auftretendes Kühlwasser direkt in die Auffangwanne **48** fallen, ohne die Führungen der Bearbeitungsmaschine zu verunreinigen. **Fig. 4** zeigt die Draufsicht der Bearbeitungsmaschine **1** von **Fig. 1**.

[0040] **Fig. 5** zeigt eine Perspektivansicht einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung einer Bearbeitungsmaschine. Bei dieser Ausgestaltung ist die Position der Werkzeugspindel **5** mit der Position des Werkzeugrevolvers vertauscht. Die Hauptspindeleinheit **4** ist unten angeordnet, so dass ein eingespanntes Werkstück (nicht gezeigt) vertikal stehend bearbeitet werden kann. Mit dem in der Werkzeugspindel **5** eingespannten Fräs Werkzeug **30** wird ein eingespanntes Werkstück bevorzugt von oben nach unten bearbeitet, so dass bei der Bearbeitung auftretende Späne direkt nach unten fallen bzw. geschleudert werden und nicht wieder in den Bearbeitungsbereich des Fräs Werkzeugs **30** fallen. Die bei der Bearbeitung von oben nach unten auftretenden Druckkräfte bzw. Frässchläge werden von der Hauptspindeleinheit **4** bzw. dem Einspannfutter **8** aufgefangen und gewährleisten so eine stabile Bearbeitungsposition des Werkstücks. Durch diese Stabilität während der Bearbeitung wird wiederum eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit erzielt.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|-----------------------|
| 1 | Bearbeitungsmaschine |
| 4 | Hauptspindeleinheit |
| 5 | Werkzeugspindel |
| 6 | Pinole |
| 8 | Einspannfutter |
| 10 | erste Linearführung |
| 12 | zweite Linearführung |
| 14 | dritte Linearführung |
| 18 | fünfte Linearführung |
| 20 | vierte Linearführung |
| 26 | Maschinengestell |
| 30 | Fräs Werkzeug |
| 36 | Werkzeugaufnahme |
| 38 | Kreuzschlitten |
| 40 | Schwenkeinrichtung |
| 44 | sechste Linearführung |
| 46 | Werkzeugrevolver |
| 48 | Auffangwanne |
| A | Spindelachse |
| B | Schwenkrichtung |
| C | Rotationsrichtung |
| D | Shiftrichtung |

Patentansprüche

1. Bearbeitungsmaschine zum Bearbeiten eines Werkstücks mit einer Hauptspindeleinheit (**4**) mit einer vertikalen Spindelachse, und

einer neben der vertikalen Spindelachse angeordneten Frässpindereinheit (5) zur Aufnahme eines Fräs-Bearbeitungswerkzeugs (30), wobei die Frässpindereinheit (5) mittels einer ersten Führung (10) vertikal (z) verfahrbar ist und mittels einer zweiten Führung (12) senkrecht (x) oder ungefähr senkrecht zur Vertikalen verfahrbar ist, einem in der Hauptspindereinheit (4) eingespannten Werkstück zustellbar ist, und um eine Schwenkachse (B) senkrecht zur Frässpindelachse (A) der Frässpindereinheit (5) schwenkbar ist wobei das Fräs-Bearbeitungswerkzeug (30) eine ein- oder mehrgängige, gewindeförmige Fräseinrichtung ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, wobei die Rotation der Hauptspindereinheit (4) mit der Rotation der Frässpindereinheit (5) synchronisiert ist.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Frässpindereinheit (5) in zumindest einer vorgegebenen Schwenkstellung um die Schwenkachse (B) positionierbar ist.

4. Maschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Frässpindereinheit (5) zumindest eine Feststellereinrichtung zum Feststellen der Frässpindereinheit (5) in zumindest einer vorgegebenen Schwenkposition um die Schwenkachse (B) aufweist.

5. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Feststellereinrichtung eine Klemmeinrichtung und/oder eine indexierbare Dreh Sperreinrichtung, insbesondere eine Hirth-Verzahnung aufweist.

6. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels des Schwenkens um die Schwenkachse (B) eine Steigung der gewindeförmigen Fräseinrichtung beim Fräsen kompensiert wird.

7. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Frässpindereinheit (5) ein Gegenlager, eine Gegenspindel oder eine Führungseinrichtung aufweist, um ein freies Ende eines eingespannten Fräs-Bearbeitungswerkzeugs (30) zu führen.

8. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Frässpindereinheit (5) mittels einer horizontalen (y) dritten Führung (14), senkrecht zur horizontalen (x) zweiten Führung (12), einem eingespannten Werkstück zustellbar ist.

9. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels der dritten Führung (14) das Fräs-Bearbeitungswerkzeug (30) tangential zu einem eingespannten Werkstück verfahrbar ist.

10. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fräseinrichtung aus den folgenden Werkzeugen auswählbar ist: ein- oder mehrgängiger Walzfräser, Abwälzfräser und Schälwälzfräser.

11. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hauptspindereinheit (4) eine Einspanneinrichtung (8) zum Einspannen eines Werkzeugs aufweist.

12. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei gegenüberliegend der Hauptspindereinheit (4) eine vertikal (z) verfahrbare Pinole (6) oder eine vertikal verfahrbare Gegenspindel angeordnet ist.

13. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bearbeitungsmaschine einen Maschinengrundkörper (26) aufweist, insbesondere einen Maschinenrahmen mit dem die Hauptspindereinheit (4) und/oder die erste Führung (10) oder die zweite Führung (12) starr verbunden sind.

14. Bearbeitungsmaschine zum Bearbeiten eines Werkstücks mit einer Hauptspindereinheit (4), einer neben einer Spindelachse der Hauptspindereinheit (4) angeordneten Frässpindereinheit (5) zur Aufnahme eines Fräs-Bearbeitungswerkzeugs (30), wobei die Frässpindereinheit (5) mittels einer ersten Führung (10) vertikal (z) verfahrbar ist und mittels einer zweiten Führung (12) senkrecht (x) oder ungefähr senkrecht zur Vertikalen (z) verfahrbar ist und um eine Schwenkachse (B) senkrecht zur Frässpindelachse (A) der Frässpindereinheit (5) schwenkbar ist, zumindest einer, neben der Spindelachse der Hauptspindereinheit und gegenüberliegend zur Frässpindereinheit (5) angeordneten, Bearbeitungseinrichtung, wobei die Bearbeitungseinrichtung mittels einer fünften Führung (18) horizontal (x) und/oder mittels einer vierten Führung (20) vertikal (z) verfahrbar ist, wobei die Frässpindereinheit (5) und/oder die Bearbeitungseinrichtung einem in der Hauptspindereinheit (4) eingespannten Werkstück zustellbar sind, und wobei das Fräs-Bearbeitungswerkzeug (30) eine ein- oder mehrgängige, gewindeförmige Fräseinrichtung ist.

15. Maschine nach Anspruch 14, wobei die zumindest eine Bearbeitungseinrichtung bezüglich der vierten Führung (20) hängend angeordnet ist.

16. Maschine nach Anspruch 14 oder 15, wobei zumindest zwei Bearbeitungseinrichtungen vorgesehen sind, insbesondere zumindest zwei gleichartige Bearbeitungseinrichtungen.

17. Maschine nach Anspruch 14, 15 oder 16, wobei die zumindest eine Bearbeitungseinrichtung zu-

mindest eine Drehbearbeitungseinrichtung, zumindest einen Werkzeugrevolver (**46**), zumindest eine Schleifeinrichtung, zumindest eine Laser-Härtungsvorrichtung oder zumindest eine schwenkbare Spindel­einheit aufweist.

18. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bearbeitungsmaschine eine Handhabungseinrichtung zum Zustellen oder Entnehmen eines Werkstücks aus der Hauptspindel­einheit (**4**) aufweist.

19. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum stehenden Einspannen eines Werkstücks die vertikale Hauptspindel­einheit (**4**) unten am Maschinengrundkörper (**26**) angeordnet ist und die Bearbeitungsrichtung der Frässpindel­einheit (**5**) im Wesentlichen vertikal von oben nach unten verläuft.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

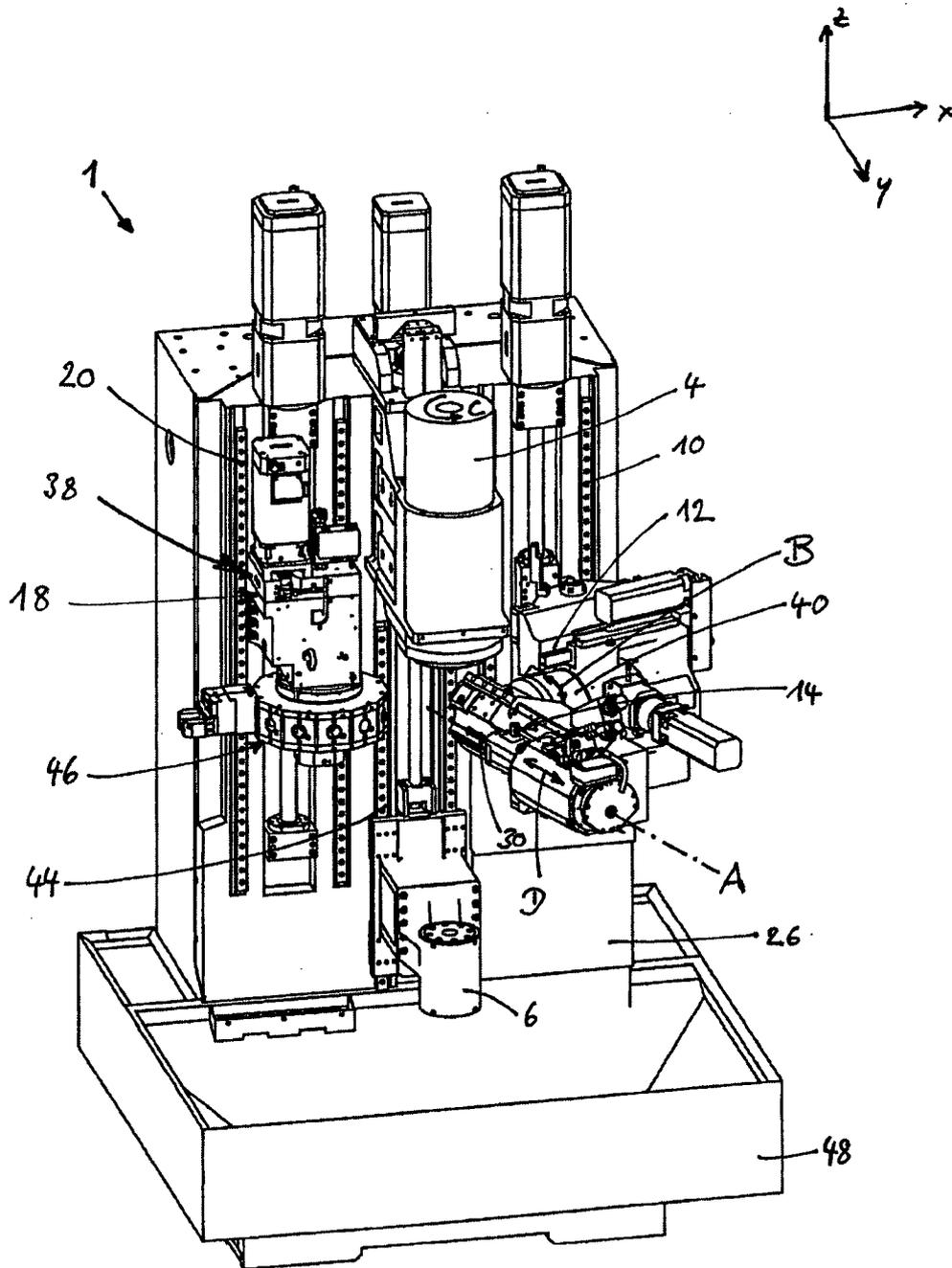


Fig. 1

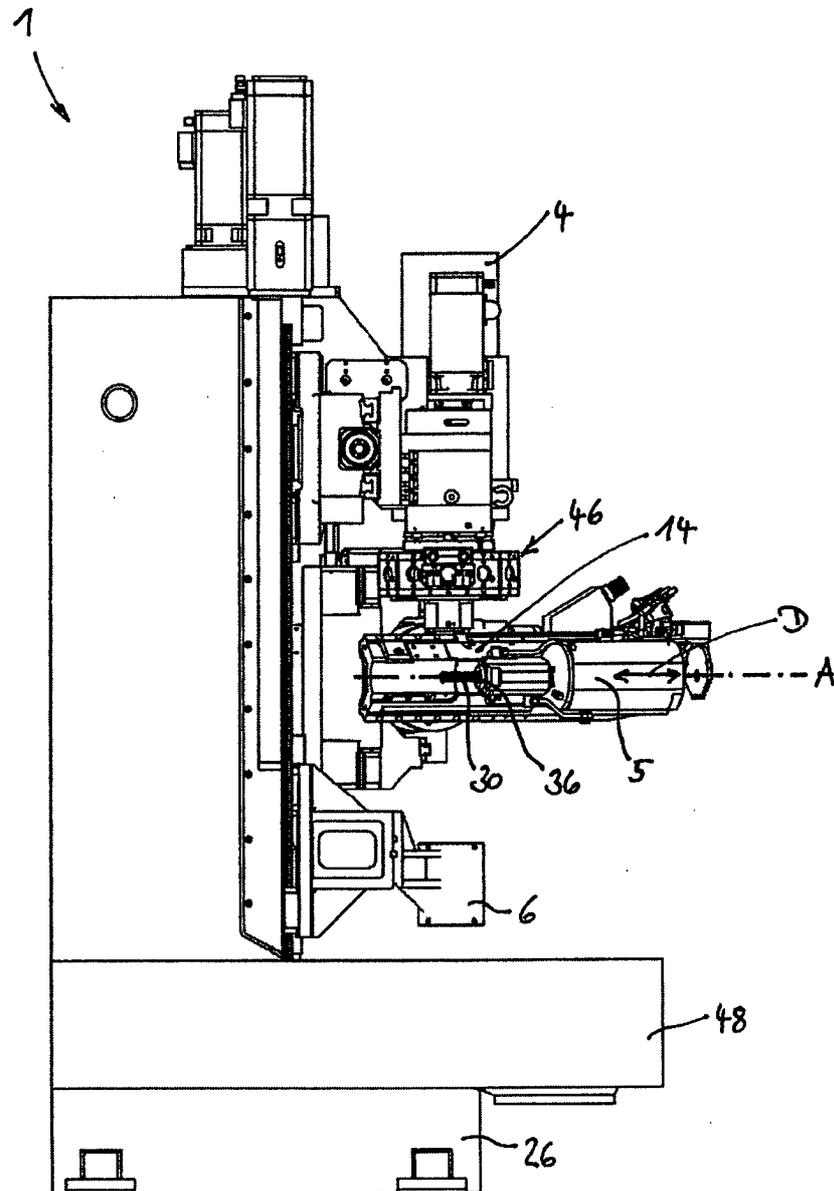


Fig. 2

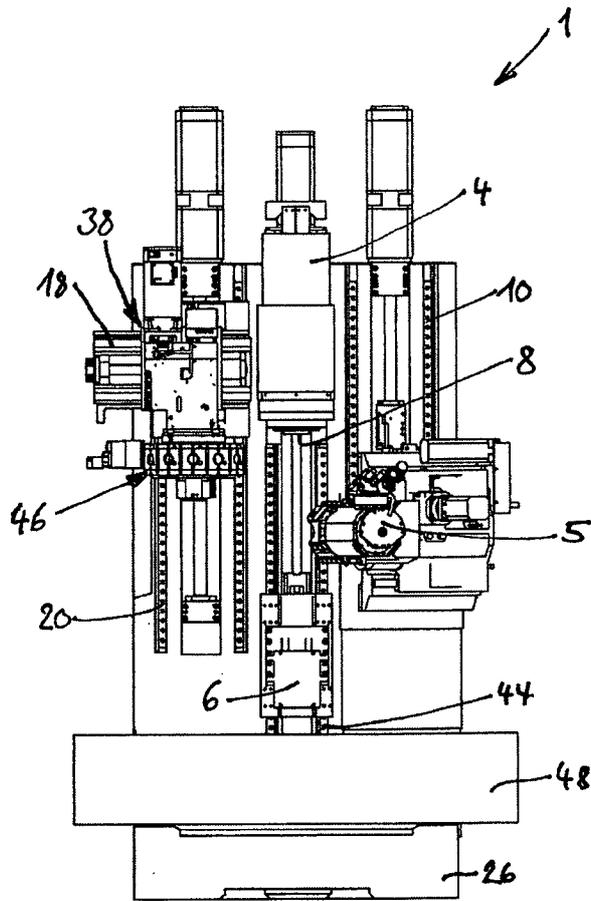


Fig. 3

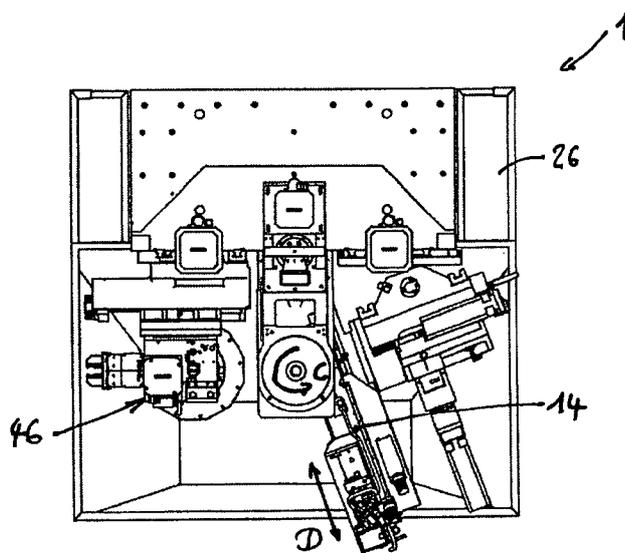


Fig. 4

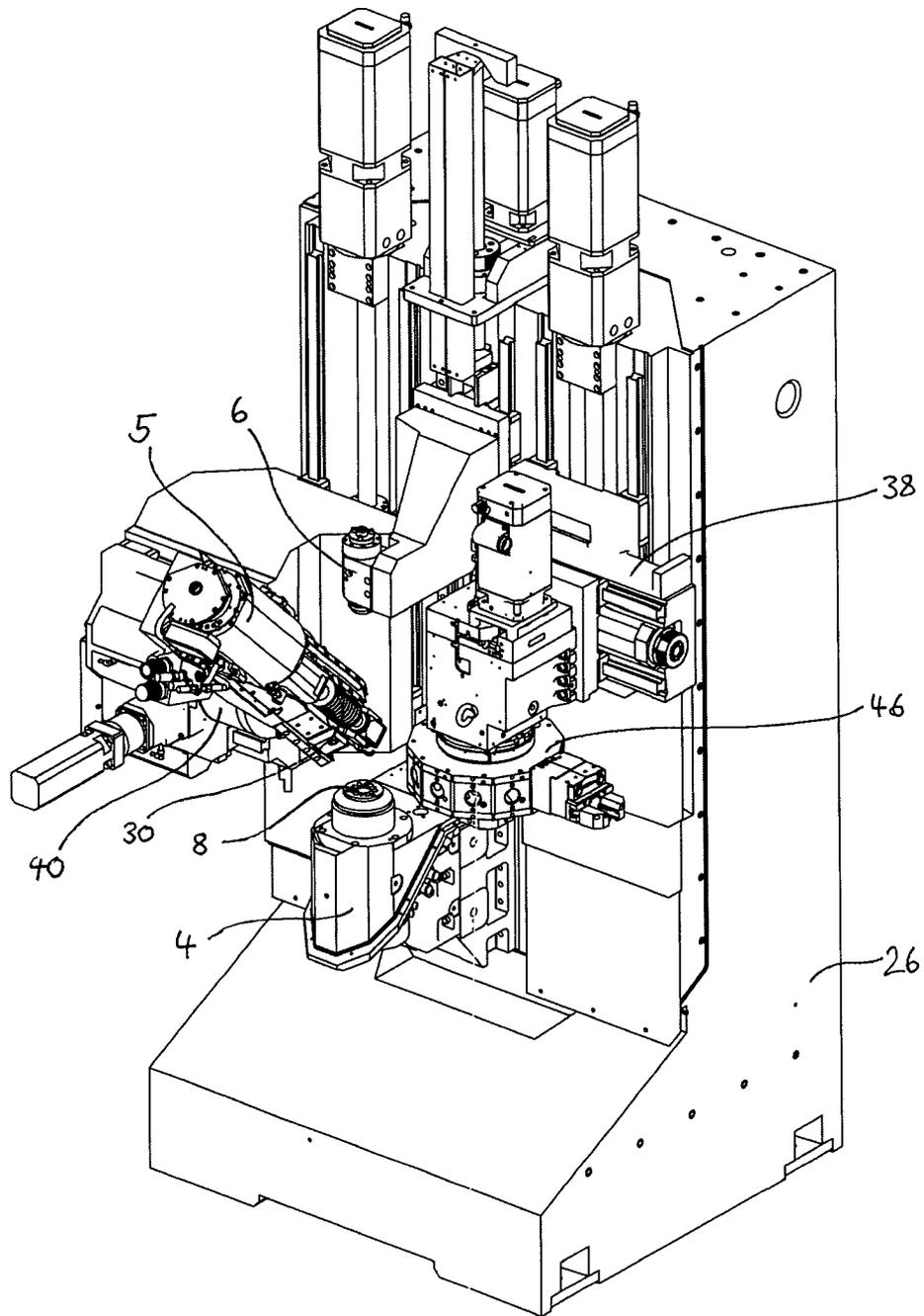


Fig. 5