

(19)



(11)

EP 3 359 316 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.08.2023 Patentblatt 2023/31

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21J 7/32 ^(2006.01) **B21J 9/18** ^(2006.01)
B21J 13/08 ^(2006.01) **B30B 11/08** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16763255.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21J 9/18; B21J 7/32; B21J 13/08

(22) Anmeldetag: **08.09.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/071192

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/060029 (13.04.2017 Gazette 2017/15)

(54) **SPINDELPRESSE UND VERFAHREN ZUR UMFORMENDEN BEARBEITUNG VON WERKSTÜCKEN**

SPINDLE PRESS AND METHOD FOR SHAPING WORKPIECES

PRESSE À VIS ET PROCÉDÉ POUR L'USINAGE DE PIÈCES PAR MISE EN FORME

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

(30) Priorität: **06.10.2015 DE 102015116974**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.08.2018 Patentblatt 2018/33

(73) Patentinhaber: **Langenstein & Schemann GmbH**
96450 Coburg (DE)

(72) Erfinder:
• **OTTO, Markus**
96486 Lautertal (DE)
• **KRZYZANOWSKI, Kai**
96450 Coburg (DE)
• **HAUSDÖRFER, Siegfried**
96268 Mitwitz (DE)

(74) Vertreter: **Schröer, Gernot H.**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Bankgasse 3
90402 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 1 627 688 DE-C- 883 552
DE-U1- 7 822 648 JP-A- H0 819 826
US-A- 5 095 731 US-A1- 2003 167 938

- "DOPPELDRUCK-KALTPRESSEN HC MIT ROTIERENDEM MATRIZENHALTER ZUR HERSTELLUNG VON SCHRAUBEN, NIETEN UND ANDEREN FORMTEILEN", DRAHT, MEISENBACH, BAMBERG, DE, Bd. 38, Nr. 3, 1. März 1987 (1987-03-01), Seite 211/212, XP002020202, ISSN: 0012-5911

EP 3 359 316 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Spindelpresse, zur umformenden Bearbeitung von Werkstücken sowie ein Verfahren zur umformenden Bearbeitung von Werkstücken unter Verwendung einer derartigen Vorrichtung.

[0002] Für das Umformen von Werkstücken sind schlagende Umformmaschinen wie Hämmer und Spindelpressen, insbesondere Schwungrad-Spindelpressen, bekannt. Beispielhaft wird auf die DE 78 22 648 U1 verwiesen, aus welcher eine gattungsgemäße Spindelpresse zum Schmieden eines Wellenflansches bekannt ist, wobei ein mit Untergesenken zur Aufnahme von Werkstücken ausgebildeter Drehtisch, welcher verschiedene Anfahrpositionen aufweist, fluchtend unterhalb einer an einem Stößel angebrachten und mehrere Obergesenke aufweisenden Werkzeugplatte angeordnet ist.

[0003] In solchen Spindelpressen kann die zur Werkstückumformung erforderliche Umformenergie über eine Spindel und ein Schlagwerkzeug bzw. einen Stößel erzeugt und auf das Werkstück übertragen. Die Spindel kann direkt mit einem Motor oder mit einem form- oder kraftschlüssig verbundenen Schwungrad motorisch angetrieben sein. Die Drehbewegung der Spindel wird über ein steilgängiges Mehrfachgewinde in eine geradlinige Stößelbewegung umgesetzt. Beim schlagartigen Auftreffen des Stößels auf das Werkstück wird die kinetische Energie von Schwungrad, Spindel und Stößel vollständig in Nutz- und Verlustarbeit umgewandelt. Als Antrieb für die Spindel bzw. das Schwungrad wird in der Regel ein elektrischer Antriebsmotor eingesetzt. Mit einem wie z.B. aus DE 78 22 648 U1 bekannten Drehtisch können Werkstücke innerhalb des Bearbeitungsbereichs der Obergesenke zwischen verschiedenen Anfahrpositionen rotiert werden.

[0004] Die US 2003/0167938 A1 beschreibt eine hydraulische Presse mit einem bewegbaren Werkzeugträger, zur Herstellung von z.B. Presslingen, wobei zur Herstellung von kleinen Bauteilen der Werkzeugträger als Drehtisch, und der Werkzeugträger zur Herstellung von vergleichsweise großen Bauteilen als Schiebeschlitzen ausgebildet sein können.

[0005] Dokument US 5,095,731 A beschreibt eine hydraulische Presse zur Herstellung von Patronenhülsen, wobei mehrere unterschiedliche Gesenk-Bearbeitungsstationen einen Drehtisch angeordnet sein können.

[0006] Die DE 1 627 688 A beschreibt eine Presse zur Herstellung von kopfprofilierten Elemente wie Bolzen, Stiften, Stanzstempel und dgl. auf Matrizen, wobei mehrere Matrizen auf einem Drehtisch angeordnet sein können.

[0007] In "DOPPELDRUCK-KALTPRESSEN HC MIT ROTIERENDEM MATRIZENHALTER ZUR HERSTELLUNG VON SCHRAUBEN; NIETEN UND ANDEREN FORMTEILEN", DRAHT, MEISENBACH, BAMBERG, DE, Bd. 38, Nr. 3, 1. März 1987, Seite 211/212 wird eine Doppeldruck-Kaltpresse zur Herstellung von Schrauben, Nieten und dgl. beschrieben, wobei die Doppeldruck-Kaltpresse einen rotierenden Werkzeughalter mit drei Pressmatrizen umfasst, bei dem Vorstaucher, Fertigstaucher und Auswerfer gleichzeitig betreibbar sind.

[0008] Die DE 883 552 A beschreibt eine Gesenkwechselvorrichtung für Freiformschmiedepressen, wobei z.B. zwei Schmiedesättel, beispielsweise ein Flachsattel und Spitzsattel zur Ausführung unterschiedlicher Schmiedeoperationen, auf einem Drehtisch angeordnet sein können.

[0009] Ausgehend davon ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine neuartige Spindelpresse, und ein neuartiges Verfahren zum Umformen eines Werkstücks anzugeben, welche insbesondere eine verbesserte Werkstückführung und, optional, einen verbesserten Werkstückdurchsatz ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Spindelpresse nach Anspruch 1 und ein Verfahren zur umformenden Bearbeitung eines Werkstücks nach Anspruch 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich insbesondere aus den Abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0011] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 1 wird eine Spindelpresse vorgeschlagen, welche einen zur umformenden Bearbeitung wenigstens eines Werkstücks entlang einer Bewegungsachse bewegbar geführten oder gelagerten Bearbeitungskopf mit mehreren verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen umfasst.

[0012] Der Bearbeitungskopf ist an einem Stößel oder Bären der Spindelpresse angebracht oder damit integriert ausgebildet. Der Bearbeitungskopf umfasst eine Werkzeugplatte, welche dazu ausgebildet ist, die mehreren verschiedenen Bearbeitungswerkzeuge daran, z.B. lösbar, zu halten. Die Bewegungsachse kann beispielsweise kollinear zu der sich beim Betrieb der Spindelpresse ergebenden Trajektorie, d.h. der zentralen Bewegungsachse, des Bearbeitungskopfs oder eines damit gekoppelten Stößels oder Bären sein.

[0013] Die vorgeschlagene Spindelpresse umfasst des Weiteren einen dem Bearbeitungskopf gegenüber liegenden Bearbeitungsbereich mit zumindest einer zur Aufnahme und umformenden Bearbeitung des Werkstücks ausgebildeten Bearbeitungsstation.

[0014] Die vorgeschlagene Spindelpresse der Ausgestaltung nach Anspruch 1 umfasst des Weiteren einen Drehtisch mit einer zur Bewegungsrichtung echt parallelen Drehachse. Der Drehtisch umfasst ferner mehrere bezüglich der Drehachse in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnete Unterwerkzeuge. Insgesamt können beispielsweise drei, vier oder mehr Unterwerkzeuge in Umfangsrichtung entlang einer Kreislinie am Drehtisch vorhanden sein.

[0015] Der Drehtisch ist entsprechend der Ausgestaltung nach Anspruch 1 derart ausgebildet bzw. angeordnet und drehbar gelagert, so dass es durch Drehung des Drehtisches um die Drehachse möglich ist, jedes der Unterwerkzeuge in zumindest eine innerhalb des Bearbeitungsbereichs gelegene erste Arbeitsposition zu überführen. Durch Überführen eines der Unterwerkzeuge in eine erste Arbeitsposition und anschließendem Betrieb bzw. anschließender Aktivierung

des Bearbeitungskopfs kann das in der jeweiligen ersten Arbeitsposition befindliche Werkstück umgeformt werden.

[0016] Ferner ist der Drehtisch der Ausgestaltung nach Anspruch 1 derart ausgebildet bzw. angeordnet und drehbar gelagert, so dass es durch Drehung des Drehtisches um die Drehachse möglich ist, jedes der Unterwerkzeuge in zumindest eine, zweite Arbeitsposition zu überführen, welche in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse lateral außerhalb einer oder der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfs gelegen ist. Dabei können der Drehtisch und der Bearbeitungskopf zueinander derart angeordnet und gelagert sein, dass in Axialprojektion parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfes betrachtet die zweite(n) Arbeitsposition(en) so gelegen sind, dass ein in einer jeweiligen zweiten Arbeitsposition befindliches Unterwerkzeug in Richtung quer zur Bewegungsachse außerhalb der Querschnittsfläche angeordnet ist. Beispielsweise kann die Anordnung von Drehtisch und Bearbeitungskopf und deren Ausgestaltung derart umgesetzt sein, dass eine Mittelachse oder eine zur Zuführung und/oder Halterung eines Werkstücks am Unterwerkzeug ausgebildete Bestückungsöffnung lateral außerhalb der Querschnittsfläche gelegen ist.

[0017] Die Bewegungsachse kann beispielsweise parallel zur vertikalen Richtung verlaufen, was insbesondere bedeutet, dass der der Bearbeitungskopf, und ggf. ein damit verbundener oder gekoppelter Stößel oder Bär, beispielsweise bezüglich eines oberen Querhaupts, auf- und abbewegbar angebracht und angeordnet sein kann.

[0018] Ein Stößel der Spindelpresse kann in dessen Axialrichtung, d.h. entlang der Bewegungsachse, z.B. periodisch, vor- und zurückbewegbar angeordnet sein, wobei er durch eine Spindel in Axialrichtung angetrieben bzw. bewegt werden kann. Über die Spindel, insbesondere eine Gewindespindel, die wiederum durch einen geeigneten Aktor, z.B. einen Motor oder ein mit einem Schwungrad gekoppelten Motor, angetrieben werden kann, kann Umformenergie über die Bearbeitungswerkzeuge, insbesondere in Zusammenarbeit mit entsprechenden Gegenwerkzeugen der Unterwerkzeuge, auf ein Werkstück übertragen werden.

[0019] Beim, insbesondere schlagartigen, Auftreffen des Bearbeitungskopfs, sprich der Bearbeitungswerkzeuge auf das Werkstück kann kinetische Energie der Bearbeitungswerkzeuge des Bearbeitungskopfs und/oder des Stößels oder eines Bären in Nutz- und Verlustarbeit zur Umformung des Werkstücks umgewandelt werden.

[0020] Der Bearbeitungsbereich, insbesondere eine Grundfläche desselben, kann die Form eines Kreisringsegments oder eines Kreissegments mit einem Mittelpunktswinkel von zumindest 180° , bevorzugt einem Mittelpunktswinkel von mehr als 180° , beispielsweise mehr als 270° , aufweisen. Entsprechend kann/können die ersten Arbeitspositionen innerhalb eines solchen Kreisringsegments gelegen sein. Die zweite oder zweiten Arbeitspositionen kann/können innerhalb eines Kreisringsegments oder eines Kreissegments mit Mittelpunktswinkel von weniger als 180° , beispielsweise von weniger als 90° , gelegen sein.

[0021] Die Bearbeitungswerkzeuge können bezüglich einer zur Bewegungsachse parallelen Mittelebene der Spindel der Spindelpresse symmetrisch ausgebildet sein. Beispielsweise ist es möglich, dass zwei Bearbeitungswerkzeuge derart angeordnet sind oder angeordnet werden können, dass in Axialprojektion gesehen die Verbindungsachse der Mittelpunkte zweier, insbesondere benachbarter, Bearbeitungswerkzeuge oder Bearbeitungswerkzeugaufnahmen durch den Mittelpunkt des in Axialprojektion durch den Außenumfang der Spindel definierten Spindelkreises verlaufen. Bei solchen Ausgestaltungen, jedoch auch bei anderen hierin beschriebenen Ausgestaltungen, kann in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse gesehen, die Drehachse des Drehtisches lateral außerhalb des Spindelkreises gelegen sein.

[0022] Der Bearbeitungskopf ist am Stößel ausgebildet oder angebracht. Die zumindest eine zweite Arbeitsposition ist in Axialprojektion gesehen bezüglich der Bewegungsachse zumindest teilweise lateral außerhalb einer Querschnittsfläche des Stößels gelegen. Bei der Querschnittsfläche des Stößels kann es sich beispielsweise um eine Querschnittsfläche handeln, welche durch die Abmessungen des Stößels am Bearbeitungsbereich zugewandten Ende definiert ist.

[0023] Die Drehachse des Drehtisches ist von einer parallel zur Bewegungsachse verlaufenden Stößelachse, oder Spindelachse, in einer Richtung quer zur Drehachse beabstandet.

[0024] Ein Versatz oder Abstand zwischen Drehachse des Drehtisches und der, insbesondere zentralen, Stößelachse oder Spindelachse kann beispielsweise zwischen 360 mm und 375 mm betragen, wobei in Ausgestaltungen ein Spindeldurchmesser der Spindel 600 mm, und ein Durchmesser des Drehtisches etwa 1400 mm betragen können.

[0025] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die Spindelachse in Axialprojektion gesehen innerhalb derjenigen Kreislinie gelegen ist, auf welcher die Mittelpunkte der Unterwerkzeuge des Drehtisches gelegen sind. Anders ausgedrückt kann in Ausgestaltungen vorgesehen sein, dass der Abstand zwischen Drehachse und Mittelpunkten der Unterwerkzeuge größer ist als der Abstand zwischen Drehachse und Stößel- oder Spindelachse. Ein Abstand zwischen der Kreislinie und Spindel- oder Stößelachse kann beispielsweise im Bereich zwischen 50 mm und 65 mm liegen, insbesondere bei etwa 57 mm.

[0026] In Ausgestaltungen Kann vorgesehen sein, dass genau drei Unterwerkzeuge am Drehtisch ausgebildet sind, und dass, den Unterwerkzeugen zugewandt, genau vier Umformpositionen oder -stationen am Bearbeitungskopf oder Stößel ausgebildet sind.

[0027] Die Unterwerkzeuge und Bearbeitungs- bzw. Umformstationen können derart eingerichtet sein, dass parallel zur Bewegungsachse, insbesondere Stößelachse, verlaufende Mittelachsen (oder: Längsachsen) der Bearbeitungsstationen oder Bearbeitungswerkzeuge eine durch die Achsen oder Mittelachsen der Unterwerkzeuge definierte Kreislinie

schneiden.

[0028] In Ausgestaltungen, insbesondere nach einem der vorangehenden oder nachfolgenden Ausgestaltungen, können die Unterwerkzeuge am Drehtisch der Spindelpresse entlang einer Kreislinie, d.h. bezüglich der Drehachse M_D kreisförmig, angeordnet sein, und können bezüglich der Drehachse des Drehtisches vorgegebene Winkelabstände zueinander aufweisen, wobei ein Winkelabstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Unterwerkzeugen beispielsweise 60 Grad, 90 Grad oder 120 Grad betragen kann, und wobei die Winkelabstände optional derart gewählt sein können, dass die Unterwerkzeuge gleichverteilt entlang der Kreislinie angeordnet sind.

[0029] In Varianten können beispielsweise die parallel zur Drehachse des Drehtisches verlaufenden Achsen oder Mittelachsen von vier Bearbeitungsstationen auf einer Hälfte bzw. einem Halbkreis der Kreislinie gelegen sein. Zwei der Mittelachsen können beispielsweise die Zentrale der Kreislinie schneiden, und zwei weitere der Mittelachsen können eine Sekante der Kreislinie schneiden.

[0030] In Ausgestaltungen kann bei der vorgeschlagenen Anordnung des Drehtisches eine Drehachse des Drehtisches, um welche dieser an der Spindelpresse drehbar gelagert ist, parallel versetzt zur Mittelachse des Stößels und parallel versetzt zu der in Axialrichtung verlaufenden Mittelachse des Bearbeitungskopfs angeordnet sein. Angemerkt sei an dieser Stelle, dass die Mittelachse des Stößels und die Mittelachse des Bearbeitungskopfs nicht zwingend zueinander fluchtend ausgebildet sein müssen. In beiden vorgenannten Fällen ist die Drehachse des Drehtisches so eingerichtet und positioniert, dass ein Unterwerkzeug in eine im Deckungs- oder Wirkungsbereich der axialen Projektion des Bearbeitungskopfs und/oder des Stößels gelegene erste Arbeitsposition überführbar ist, und dass durch Drehen des Drehtisches das Unterwerkzeug in eine außerhalb, insbesondere außerhalb des Deckungs- oder Wirkungsbereichs, des Bearbeitungsbereichs gelegene und von der ersten verschiedene zweite Arbeitsposition überführbar ist.

[0031] In Varianten kann der Drehtisch scheibenförmig ausgebildet sein, mit einer zur Längsachse des Stößels und/oder des Bearbeitungskopfes radial versetzt angeordneten Drehachse. In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass ein Krümmungsradius des Drehtisches größer, beispielsweise mindestens doppelt so groß, ist wie der Querschnittsradius des Stößels und/oder des Bearbeitungskopfs und/oder der Spindel.

[0032] In Varianten ist es möglich, dass der Drehtisch derart um eine Drehachse gelagert, beispielsweise an einem Umformtisch, angebracht ist, dass der Drehtisch, insbesondere bezüglich dessen Drehachse, exzentrisch zu dem am Umformtisch durch den Stößel und/oder den Bearbeitungskopf definierten Bearbeitungsbereich gelegen ist.

[0033] Mit der vorgeschlagenen Drehtischanordnung, beispielsweise nach Art eines Revolvertellers, ist es in vorteilhafter Weise möglich, die Unterwerkzeugen Arbeitspositionen außerhalb der axialen Projektion des Bearbeitungskopfs und/oder des Stößels, und in bevorzugter Weise außerhalb des Wirkbereichs des Bearbeitungskopfs, zu bestücken oder sonstige Aktionen an bzw. mit ihnen durchzuführen.

[0034] Der Bearbeitungskopf kann als Bearbeitungswerkzeuge mehrere Oberwerkzeuge zur umformenden Werkstückbearbeitung aufweisen, wobei die Oberwerkzeuge am Bearbeitungskopf beispielsweise in symmetrischer Anordnung zueinander vorgesehen sein können. Beispielsweise können die Oberwerkzeuge entlang eines Kreisbogens angeordnet sein und/oder innerhalb eines Kreisringsegments gelegen sein.

[0035] Der Drehtisch weist mehrere Unterwerkzeuge auf. Die Unterwerkzeuge, insbesondere die Mittelpunkte oder Zentren derselben, können in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse betrachtet, am Drehtisch beispielsweise entlang einer Kreislinie angeordnet sein. In Ausgestaltungen kann des weiteren vorgesehen sein, dass ein in Axialprojektion betrachtet durch die am Bearbeitungskopf vorhandenen Bearbeitungswerkzeuge, z. B. Oberwerkzeuge, definierter Kreisbogen zumindest teilweise, beispielsweise entlang eines Kreisbogens mit einem Mittelpunktswinkel größer 180°, oder größer als 270°, mit der durch die vorkstucknahmen definierte Kreislinie zusammenfällt.

[0036] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse betrachtet der Bearbeitungsbereich im wesentlichen deckungsgleich ist der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfes und/oder Stößels. Der Bearbeitungsbereich kann im Falle einer Spindelpresse in dessen Dimension beispielsweise definiert sein durch den Kreisdurchmesser der Spindel und/oder des Stößels und/oder Bearbeitungskopfs. Der Bearbeitungsbereich, insbesondere die Ausdehnung des Bearbeitungsbereichs, kann beispielsweise durch die Axialprojektion des Stößelumfanges und/oder des Bearbeitungskopfumfanges und/oder des Spindelkreisumfangs definiert oder festgelegt sein. In Ausgestaltungen kann der Bearbeitungskopfumfang, in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse betrachtet vollständig innerhalb des Stößelumfanges liegen oder deckungsgleich dazu sein.

[0037] Insbesondere bei Ausgestaltungen wie vorangehend erwähnt kann erreicht werden, dass die zumindest eine zweite Arbeitsposition außerhalb des durch die Axialbewegung des Stößels bzw. Bearbeitungskopfes vereinnahmten Wirkbereichs oder Wirkvolumens oder Hubbereichs oder Hubvolumens gelegen ist. Insbesondere können in solchen Fällen Werkstücke in der zweiten Arbeitsposition vergleichsweise einfach zugeführt bzw. vergleichsweise einfach vom Drehtisch entfernt werden, ohne durch etwaige Axialbewegungen und bewegte Massen von Stößel und/oder Bearbeitungskopf beeinträchtigt zu werden.

[0038] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der quer zur Bewegungsachse gemessene Spindeldurchmesser und/oder der Bearbeitungskopfdurchmesser kleiner oder höchstens gleich groß ist/sind wie der Radius oder Durchmesser des Drehtisches.

[0039] Die Mittelpunkte oder Zentren der Bearbeitungswerkzeuge, und der weiteren Werkzeuge in Axialprojektion können bezüglich der Bewegungsachse betrachtet auf einer gemeinsamen Bahn, insbesondere Kreisbahn liegen.

[0040] Ein bezüglich der Axialrichtung gemessener Winkelabstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Oberwerkzeugen bzw. Unterwerkzeugen kann beispielsweise, und insbesondere jeweils, im Bereich zwischen 30 Grad und 120 Grad liegen, insbesondere 30 Grad, 60 Grad oder beispielsweise 90 Grad betragen.

[0041] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der Winkelabstand zwischen benachbarten Bearbeitungswerkzeugen, z.B. Oberwerkzeugen ein ganzzahliger Bruchteil des Winkelabstands zwischen benachbarten Unterwerkzeugen, ist. Anders ausgedrückt, kann der Winkelabstand zweier unmittelbar benachbarter Unterwerkzeuge am Drehtisch ein ganzzahliges Vielfaches des Winkelabstands zwischen zwei benachbarten Bearbeitungswerkzeugen am Bearbeitungskopf betragen. Bevorzugt sind die Bearbeitungswerkzeuge und/oder Unterwerkzeuge gleichverteilt, mit jeweils gleichen Winkelabständen zueinander angeordnet. Beispielsweise kann der Winkelabstand unmittelbar benachbarter Unterwerkzeuge am Drehtisch 120 Grad, und ein Winkelabstand unmittelbar benachbarter Bearbeitungswerkzeuge am Bearbeitungskopf 60 Grad betragen.

[0042] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass zumindest eine der zumindest einen zweiten Arbeitsposition dazu vorgesehen und ausgebildet ist, Pflegemaßnahmen an einer in einer zweiten Arbeitsposition befindlichen Unterwerkzeug durchzuführen.

[0043] In weiteren Ausgestaltungen kann die Spindelpresse eine zur Durchführung zumindest einer entsprechenden Pflegemaßnahme ausgebildete Pflegevorrichtung umfassen, wobei die Pflegevorrichtung beispielsweise dazu ausgebildet sein kann eine Schmierung, Säuberung und/oder Kühlung am jeweiligen Unterwerkzeug durchzuführen.

[0044] In weiteren Varianten der oben und nachfolgend beschriebenen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die Spindelpresse wenigstens einen Axialtrieb oder wenigstens eine Anhebeeinheit umfasst, welche dazu ausgebildet ist, den Drehtisch der Spindelpresse und/oder zumindest ein Unterwerkzeug, und/oder zumindest ein mit einem Unterwerkzeug gekoppeltes Werkzeug und/oder zumindest ein in einem Unterwerkzeug des Drehtisches befindliches Werkstück parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs der Spindelpresse zu verschieben.

[0045] In Ausgestaltungen kann der Axialtrieb oder die Anhebeeinheit beispielsweise zumindest teilweise an oder in einem Umformtisch, an oder in einer zur Montage des Drehtisches am Umformtisch ausgebildeten Drehtischaufnahme und/oder an oder im Drehtisch installiert oder montiert sein. Der Axialtrieb oder die Anhebeeinheit kann beispielsweise zumindest einen, z.B. motorisch getriebenen, hin- und her bewegbar gelagerten Triebstößel umfassen, durch welchen der Drehtisch, das Unterwerkzeug und/oder das Werkstück parallel zur Bewegungsachse bewegbar ist. Im Falle eines vertikal bewegten Bearbeitungskopfs kann der Axialtrieb ausgebildet sein, derart, dass ein in einem Unterwerkzeug befindliches Werkstück beispielsweise in einzelnen Bearbeitungsstationen gegenüber dem Unterwerkzeug oder gegenüber dem Drehtisch angehoben und/oder abgesenkt wird bzw. ist. Beispielsweise kann der Axialtrieb dazu ausgebildet sein, das Werkstück in der einen Arbeitsposition in abgesenktem Zustand bereitzustellen, und in einer anderen, z.B. darauffolgenden Arbeitsposition, in angehobenem Zustand bereitzustellen.

[0046] Ein solcher Axialtrieb ermöglicht es, den Drehtisch, das Unterwerkzeug und/oder ein Werkstück, während, vor oder nach einem Umformschritt und/oder beim Verfahren bzw. Verdrehen des Drehtisches zwischen verschiedenen Arbeitspositionen anzuheben.

[0047] Ein Anheben, beispielsweise beim Wechsel der Arbeitsposition, kann beispielsweise dazu verwendet werden, die beim Verdrehen auftretende Reibung zwischen zueinander bewegten Komponenten, beispielsweise zwischen Drehtisch und Umformtisch, zu verringern. Ein entsprechender Hub des Axialtriebs, insbesondere eines Triebstößels, Auswerfer- oder Anhebestabs oder -stößels des Axialtriebs, kann beispielsweise im Bereich von ca. 2 mm liegen.

[0048] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der oder die Triebstößel des Axialtriebs im Umformtisch, in oder auf welchem der Drehtisch drehbar gelagert ist, an zumindest einer ersten und/oder zweiten Arbeitsposition vorhanden sind. Die Triebstößel können im Umformtisch längsverschiebbar, z.B. parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs bzw. zur Drehachse des Drehtisches, gelagert sein. Der Drehtisch, insbesondere dessen Unterwerkzeuge können derart ausgebildet sein, diese an der dem Umformtisch zugewandten Seite einen oder mehrere Durchbrüche aufweisen, durch welche bei Positionierung in einer mit Triebstößel ausgestatteten Arbeitsposition, die Triebstößel hindurchbewegt werden bzw. hindurchgreifen können, um so das entsprechende Werkstück relativ zum Drehtisch bzw. dem Unterwerkzeug bewegen zu können.

[0049] In Ausgestaltungen kann der Axialtrieb auch derart ausgestaltet sein, dass in zumindest einer Arbeitsposition der Triebstößel im Verhältnis zu weiteren Arbeitspositionen abgesenkt wird, so dass bei einer der Arbeitsposition zugeordneten Umformoperation eine Ausdehnung des Werkstückmaterials in Richtung des abgesenkten Triebstößels möglich ist. Der Triebstößel kann in solchen Ausgestaltungen beispielsweise derart angeordnet und ausgebildet sein, dass dieser gegenüber einem Werkstückauflageniveau, beispielsweise im Umformtisch, versenkt werden kann, wobei das Werkstückauflageniveau beispielsweise durch eine zwischen Umformtisch und Drehtisch ausgebildete Auflagefläche gebildet sein kann. Nach entsprechender Umformung und damit einhergehender Ausdehnung des Werkstückmaterials in Richtung des Triebstößels kann dieser in Richtung Drehtisch bewegt werden, um so das Werkstück, anzuheben, so dass der Drehtisch weitergedreht werden kann und/oder zum Zwecke einer nachfolgenden Entnahme des Werkstücks

aus dem Unterwerkzeug.

[0050] Der Axialtrieb kann beispielsweise derart ausgebildet und eingerichtet sein, dass er ein in der jeweiligen Arbeitsposition befindliches Werkstück relativ zum Drehtisch bewegen, insbesondere anheben bzw. vom Unterwerkzeug abheben, und/oder im Unterwerkzeug bewegen kann. Beispielsweise kann der Axialtrieb derart ausgebildet sein, dass, in zumindest einer Arbeitsposition, ein Werkstück parallel und/oder entgegengesetzt zur Umformbewegung des Stößels bewegt werden kann. Weitere Ausgestaltungen und Varianten des Axialtriebs ergeben sich insbesondere aus der weiter unten gegebenen Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den anhängenden Figuren.

[0051] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die Spindelpresse des Weiteren einen dem Bearbeitungsbe-
reich zugeordneten Umformtisch umfasst, wobei der Drehtisch mittels einer Adaptereinheit oder eines Adapters am Umformtisch befestigt sein kann. Die Adaptereinheit ist derart ausgebildet und mit dem Umformtisch und dem Drehtisch koppelbar, dass die Drehachse des Drehtisches beabstandet zur Spindel- oder Stößelachse, d.h. zur zentralen Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs angeordnet ist, d.h. der Drehtisch ist bezüglich der Bewegungsachse exzentrisch angeordnet.

[0052] In Ausgestaltungen kann der Drehtisch auf dem Umformtisch, beispielsweise auf einer Tischplatte oder Lagerplatte, gleitgelagert angeordnet sein. Eine aus Drehtisch und Tischplatte oder Lagerplatte gebildete Einheit wiederum kann auf einem zugehörigen Umformtisch befestigt sein, beispielsweise mittels Schrauben.

[0053] Die Spindelpresse, umfasst eine zum Antrieb des Bearbeitungskopfes ausgebildete Spindel. Zumindest ein Bearbeitungswerkzeug des Bearbeitungskopfs kann dabei eine parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs verlaufende Mittelnachse aufweisen, welche in Axialprojektion betrachtet lateral innerhalb, am Rand oder unmittelbar benachbart zur Spindelquerschnittsfläche liegt. Ferner kann, alternativ oder kumulativ in Axialprojektion betrachtet eine Verbindungsachse der Mittelpunkte zweier, insbesondere benachbarter, Bearbeitungswerkzeuge oder Bearbeitungswerkzeugaufnahmen des Bearbeitungskopfs durch den Mittelpunkt des in Axialprojektion durch den Außenumfang der Spindel definierten Spindelkreises verlaufen.

[0054] Nach Anspruch 11 ist ein Verfahren zur umformenden Bearbeitung eines Werkstücks unter Verwendung der vorangehend beschriebenen Spindelpresse vorgesehen. Das vorgeschlagene Verfahren umfasst insbesondere die folgenden Schritte:

- a) Überführen eines der Unterwerkzeuge des Drehtisches in eine der zumindest einen, lateral außerhalb der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfs gelegenen zweiten Arbeitsposition durch Drehen des Drehtisches um dessen Drehachse;
- b) Einlegen des Werkstücks in das in der zweiten Arbeitsposition befindliche Unterwerkzeug;
- c) Drehen des Drehtisches um dessen Drehachse derart, dass das Werkstück von der zweiten Arbeitsposition in eine der zumindest einen ersten Arbeitsposition überführt wird;
- d) Aktivieren des Bearbeitungskopfs zur umformenden Bearbeitung des Werkstücks;
- e) optionales Drehen des Drehtisches um dessen Drehachse und Überführen des Werkstücks in eine weitere erste Arbeitsposition;
- f) Überführen des Werkstücks in die zweite Arbeitsposition, oder in eine lateral außerhalb der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfs gelegene weitere zweite Arbeitsposition; und
- g) Entnahme des Werkstücks aus dem in der zweiten oder weiteren zweiten Arbeitsposition befindlichen Unterwerkzeug.

[0055] Wegen Vorteilen und vorteilhaften Wirkungen des Verfahrens wird auf die Ausführungen zur Spindelpresse verwiesen, die entsprechend gelten.

[0056] Sowohl das Einlegen des Werkstücks als auch die Entnahme des Werkstücks nach Umformung können an zweiten Arbeitspositionen, d.h. an Arbeitspositionen außerhalb des Arbeitsbereichs des Stößels und der Oberwerkzeuge, erfolgen. Davon abgesehen kann eine weitere zweite Arbeitsposition, d.h. eine außerhalb des Bearbeitungsbereichs gelegene Arbeitsposition, vorhanden sein, die ausgebildet und vorgesehen ist zur Durchführung von Gesenckpflegemaßnahmen, wie schmieren, Kühlen und/oder Säuberung.

[0057] In Ausgestaltungen, insbesondere des Verfahrens, kann vorgesehen sein, dass der Drehtisch synchron zur Aktivierung oder Deaktivierung des Bearbeitungskopfs, bevorzugt um jeweils einen ganzzahligen Bruchteil eines Vollwinkels, gedreht wird, und wobei die Drehrichtung des Drehtisches während des Bearbeitungszyklus des Werkstücks bevorzugt zumindest einmal umgekehrt wird.

[0058] In Ausgestaltungen, insbesondere des Verfahrens, kann vorgesehen sein, dass während zumindest eines Bearbeitungsschritts und/oder zumindest zwischen zwei Bearbeitungsschritten der Drehtisch und/oder zumindest ein Unterwerkzeug zusammen mit dem Werkstück parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs oder Drehachse des Drehtisches angehoben oder abgesenkt wird/werden. Auf diese Weise kann unter anderem die Kontaktzeit zwischen Werkstück und Werkzeug verringert werden, um beispielsweise den Wärmeeintrag ins Werkzeug zu vermindern. Wegen weiteren Vorteilen wird auf die Ausführungen weiter oben verwiesen.

[0059] In Ausgestaltungen, insbesondere des Verfahrens, kann vorgesehen sein, dass die Unterwerkzeuge bezüglich der Drehachse um einen Winkel von 120 Grad versetzt zueinander angeordnet sind, und ein mit einem Werkstück bestücktes Unterwerkzeug ausgehend von der zweiten Arbeitsposition zur umformenden Bearbeitung des Werkstücks aufeinanderfolgend in mehrere, bezüglich der Drehachse um einen Winkel von versetzt zueinander angeordnete erste Arbeitspositionen überführt wird. Beispielsweise können vier versetzt zueinander angeordnete erste Arbeitspositionen durchfahren werden nach einem Bewegungsmuster, nach welchem das Unterwerkzeug durch Drehung des Drehtisches ausgehend von der oder einer zweiten Arbeitsposition in Draufsicht auf den Drehtisch zunächst um +60 Grad, d.h. in axialer Draufsicht auf den Drehtisch von oben um einen Winkel von 60 Grad gegen den Uhrzeigersinn, gedreht wird, und anschließend aufeinanderfolgend Drehungen um +180 Grad oder -180 Grad, -120 Grad und +60 Grad ausgeführt werden. Durch eine weitere, anschließende Drehung um einen Winkel von -180 Grad oder +180 Grad kann das Werkstück nach abgeschlossener Bearbeitung wieder in die zweite Arbeitsposition zur Entnahme des Werkstücks überführt werden.

[0060] Vor Bestückung eines Unterwerkzeugs mit einem weiteren Werkstück nach einem vorausgehenden Entnahmeschritt kann beispielsweise eine Drehung um einen Winkel von 120 Grad ausgeführt werden, so dass ein unmittelbar zuvor entstücktes Unterwerkzeug unbesetzt bleibt, und beispielsweise für Gesenkpflfegemaßnahmen, wie Abkühlen, Schmierung, Reinigung usw., zur Verfügung steht.

[0061] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass eines der Unterwerkzeuge, insbesondere genau eines der Unterwerkzeuge, während eines vollständigen Betriebszyklus zur Herstellung des Werkstücks, d.h. während eines sämtliche, zur Herstellung des Werkstücks erforderlichen Schritte umfassenden, Betriebszyklus, insbesondere stets, zumindest eines, bevorzugt genau eines, der Unterwerkzeuge unbesetzt ist. In einem nicht mit einem Werkstück bzw. einem zur Herstellung des Werkstücks vorgesehenen Rohling besetzten Zustand kann das Unterwerkzeug abkühlen, bzw. es können Pflegemaßnahmen durchgeführt werden.

[0062] Die Bearbeitungswerkzeuge und Unterwerkzeuge sowie die Drehung des Drehtisches können im Beispiel einer Spindelpresse, welche die vier Umformoperationen i) erstes Kegeln, ii) zweites Kegeln, iii) Vorformschmiedeoperation und iv) Fertigschmiedeoperation umfasst, mit korrespondierenden vier Umformwerkzeugen, derart konfiguriert sein, dass in einer ersten Drehstellung des Drehtellers eine Vorformschmiedeoperation und ein Einlegen eines Werkstücks in ein Unterwerkzeug, in einer um +60° gedrehten Drehstellung ein erstes Kegeln, eine Fertigschmiedeoperation und optional eine Gesenkpflfe, und in einer um weitere -180° gedrehten Drehstellung ein zweites Kegeln und eine Entnahme eines fertig umgeformten Werkstücks möglich ist. Darauf folgend kann der Drehtisch um weitere -120° gedreht werden, und die beschriebenen Drehstellungen können erneut durchfahren werden.

[0063] In einer entsprechenden Ausbildung mit vier Bearbeitungsstationen, d.h. vier ersten Arbeitspositionen, zur Umformung eines Werkstücks können drei Unterwerkzeuge mit einem Winkelabstand von 120 Grad versetzt zueinander angeordnet sein, wobei benachbarte erste Arbeitspositionen, korrespondierend zur Lage der Bearbeitungswerkzeuge, beispielsweise jeweils um einen Winkelabstand von 60 Grad versetzt zueinander angeordnet sein können.

[0064] In Ausgestaltungen kann ein mit einer Spindel der Spindelpresse gekoppelter Stößel relativ zu einem unteren Träger, bzw. Werkzeuggestisch, durch die Spindel geradlinig bewegbar ausgebildet sein, um so eine Umformkraft auf zumindest ein auf dem Drehtisch angeordnetes Werkstück zu übertragen. Bei dem Drehtisch können, z.B. auf einer Kreisbahn, jeweils im gleichem Grunddrehwinkel zueinander in Umfangsrichtung versetzt mehrere Unterwerkzeuge vorhanden sein.

[0065] Der Drehtisch ist, wie bereits erwähnt, um eine Drehachse herum bewegbar gelagert, wobei die Drehachse parallel versetzt zu einer Spindelachse der Spindelpresse, gelegen ist.

[0066] In Ausgestaltungen kann die Kreisbahn derart angeordnet sein, dass sie mit einem Teil eines Kreissektors, oder dass ein Kreisbogen der Kreisbahn, innerhalb eines durch die Spindel oder durch eine Axialprojektion eines von der Spindel definierten Spindelkreises liegt. Der Kreisbogen in dem der Spindelkreis liegt kann beispielsweise einen Winkel von weniger als 90 Grad, oder beispielsweise weniger als 60 Grad überspannen.

[0067] In Ausgestaltungen kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Drehtisch drei Unterwerkzeuge aufweist, für die sechs verschiedene Anfahrpositionen vorgesehen sind, wobei zumindest eine, beispielsweise zwei der sechs Anfahrpositionen als zweite Arbeitspositionen ausgebildet sein können. Das Verhältnis von Anzahl der Unterwerkzeuge und Anzahl der Anfahrpositionen kann, wie im vorliegenden Beispiel ganzzahlig sein, jedoch sind auch nichtganzzahlige Verhältnisse denkbar.

[0068] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei Anfahrpositionen, d. h. zwei Arbeitspositionen, in welche die Unterwerkzeuge durch Drehung des Drehtisches gebracht werden können, als zweite Arbeitspositionen ausgebildet sind. Entsprechende Anfahrpositionen können beispielsweise zur Be- oder Entstückung und/oder zur Gesenkpflfe verwendet werden.

[0069] In Varianten des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Werkstück in zumindest ein auf dem Drehtisch angeordnetes Unterwerkzeug eingelegt wird, und dass der Drehtisch derart um dessen Drehachse bewegt wird, dass das das Werkstück tragende Unterwerkzeug in einer ersten Arbeitsposition positioniert ist, wobei zumindest ein weiteres Unterwerkzeug in einer zweiten Arbeitsposition positioniert ist. Nach Positionierung des Werkstücks im Bearbeitungsbereich durch entsprechende Drehung des Drehtisches kann das jeweilige Werkstück bearbeitet werden,

beispielsweise unter Ausführung eines einzelnen oder mehrerer Bearbeitungsschritte, indem beispielsweise mit auf dem Stößel, z.B. an einer Unterseite des Stößels und/oder an einer Unterseite eines dem Stößel zugeordneten Bearbeitungskopfs, angeordneten Oberwerkzeugen. Zur Bearbeitung kann der Stößel in einer axialen, geradlinigen Bewegung zum Drehtisch hin bewegt werden, so dass das Oberwerkzeug, auf das im Unterwerkzeug befindliche Werkstück einwirken kann, wobei durch die gemeinsame Wirkung von Oberwerkzeug und Unterwerkzeug und durch die vom Stößel erzeugte Kraftwirkung das Werkstück z.B. umgeformt werden kann.

[0070] Durch die Anordnung der Unterwerkzeuge auf dem drehbar gelagerten Drehtisch kann sowohl quantitativ als auch qualitativ eine vergleichsweise hochwertige Bearbeitung von Werkstücken erzielt werden. Eine bezüglich der Transversalen versetzte, d.h. exzentrische, Anordnung von Drehachse des Drehtisches und Spindel, Stößel und/oder Bearbeitungskopf ermöglicht insbesondere, dass ein zu bearbeitendes Werkstück in unterschiedliche Arbeitspositionen gedreht werden kann, einschließlich in zumindest eine zweite Arbeitsposition, welche beispielsweise zum Be- und Entstücken mit Werkstücken verwendet werden kann.

[0071] Die beschriebenen Vorgänge können, beispielsweise während eines Bearbeitungsschritts oder -zyklus, je nach Bedürfnis zeitlich etwa parallel zueinander durchgeführt werden. Beispielsweise kann während ein Werkstück in einem Unterwerkzeug mittels der Krafteinwirkung des Stößels bearbeitet oder umgeformt wird, ein weiteres Werkstück aus einer anderen Werkstückaufnahme in zweiter Arbeitsposition entnommen werden bzw. eine anderes Werkstückaufnahme in zweiter Arbeitsposition kann mit einem Werkstück neu bestückt werden.

[0072] Die Anzahl und Anordnung der Arbeitspositionen oder Anfahrpositionen, und damit insbesondere auch die Anzahl und Anordnung der Unterwerkzeuge kann variabel gestaltet sein, wobei der Drehtisch beispielsweise entsprechende Aufnahmen für Unterwerkzeuge aufweisen kann. Insbesondere die hierin vorgeschlagene erfindungsgemäße exzentrische Anordnung der Drehachse des Drehtisches bezüglich des Bearbeitungsbereiches ermöglicht es, ein auf dem Drehtisch angeordnetes Unterwerkzeug, und damit ein darin aufgenommenes Werkstück, beispielsweise für einen ersten Bearbeitungs- oder Umformvorgang im Bereich eines im Bereich des Spindelkreises der Spindelpresse, d.h. in der Mitte des Bearbeitungsbereichs, angeordneten Bearbeitungswerkzeugs zu positionieren, und in einem anderen Bearbeitungsvorgang das Werkstück des Spindelkreises der Spindelpresse, zu positionieren. Bei entsprechender Positionierung der Arbeitspositionen und Bearbeitungswerkzeuge können Umformoperationen, welche vergleichsweise hohe Umformkräfte erfordern im Bereich bzw. in der Nähe des Spindelkreises ausgeführt werden, während Umformoperationen mit vergleichsweise geringen Umformkräften in Bereiche gelegt werden, die vom Spindelkreis weiter beabstandet sind.

[0073] Indem der Drehtisch bezüglich der Mitte des Bearbeitungsbereichs versetzt gelagert ist, bestehen weit mehr Möglichkeiten zur Variation der von den Unterwerkzeugen bei Drehung des Drehtisches umsetzbaren Bewegungskurven. Insbesondere können Bewegungskurven verwendet werden, welche im Vergleich zum Durchmesser des Stößels, oder Bearbeitungsbereichs einen deutlich größeren, beispielsweise um den Faktor 2 größeren, Krümmungsradius aufweisen als vergleichbare Drehtische mit einer Anordnung konzentrisch zum jeweiligen Bearbeitungskopf. Insbesondere ist es möglich, die Bewegungskurve zu Linearisieren und zu entzerren, so dass auch die Anordnung mehrerer Bearbeitungsstationen vergleichsweise problemlos und flächenoptimiert möglich ist.

[0074] Ein weiterer Vorteil der bezüglich des Bearbeitungsbereichs externen Positionierung von Einlegeposition/en für Werkstücke und/oder der versetzten Anordnung der Drehachse relativ zur Stößelachse kann auch darin gesehen werden, dass es damit möglich ist, den Drehtisch, d.h. die Unterwerkzeuge mit vergleichsweise langen Rohteilen bestücken zu können, ohne dabei gegen den Stößel zu stoßen und/oder mechanische Beschädigungen am Stößel hervorzurufen und/oder ohne dabei in den Aktionsbereich von bewegten Teilen der Spindelpresse eingreifen zu müssen.

[0075] Die hierin erwähnten Bearbeitungswerkzeuge, z.B. Oberwerkzeuge, können gemäß der für das jeweilige Werkstück gewünschten Formgebung gestaltet sein. Beispielsweise können die Oberwerkzeuge als Hohlkegel und dgl. ausgebildet sein. Möglich ist es auch, dass ein Oberwerkzeug als ein zum Greifen des Werkstücks ausgebildeter Manipulator ausgestaltet ist.

[0076] In Ausgestaltungen kann, wie bereits angedeutet, vorgesehen sein, dass die Oberwerkzeuge am Stößel oder Bearbeitungskopf auf einer Kreisbahn angeordnet sind, deren Krümmung der Krümmung der durch die Werkstückaufnahmen definierten Kreisbahn am Drehtisch entspricht.

[0077] Beispielsweise ist es damit möglich, die Unterwerkzeuge mit den eingelegten Werkstücken gemäß des gewünschten Bearbeitungsschrittes exakt unterhalb eines Oberwerkzeugs zur Bearbeitung zu positionieren.

[0078] Es ist vorgesehen, dass der Stößel bzw. Bearbeitungskopf mehrere verschiedene Oberwerkzeuge aufweist, um beispielsweise verschiedene Bearbeitungsschritte an in den Unterwerkzeugen eingelegten Werkstücken realisieren zu können. Erfindungsgemäß ist der Winkelabstand der Unterwerkzeuge am Drehtisch so gewählt, dass Bearbeitungsschritte, insbesondere Umformschritte, zumindest teilweise zeitlich parallel ausgeführt werden.

[0079] Der weiter oben beschriebene Axialtrieb für die Werkstücke und/oder Unterwerkzeuge und/oder die Anhebevorrichtung oder -einheit für den Drehtisch, der/die integriert oder separat ausgebildet sein kann, kann beispielsweise einen oder mehrere Hubzylinder umfassen, welche/r derart eingerichtet ist, dass das Werkstück, das Unterwerkzeug und/oder der Drehtisch, beispielsweise zusammen mit dem Werkstück, in axialer Richtung, beispielsweise parallel zur

Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs oder des Stößels, angehoben und abgesenkt werden kann/können. Beispielsweise kann in Ausgestaltungen der Hydraulikzylinder das Werkstück, das Unterwerkzeug und/oder den Drehtisch bei der Überführung in eine andere Arbeitsposition anheben. Ein Hub kann beispielsweise im Bereich von einigen Millimetern, beispielsweise etwa ca. 2 mm, oder einigen Zentimetern betragen. Insbesondere kann in Ausgestaltungen des Verfahrens vorgesehen sein, dass während zumindest eines Bearbeitungsschritts und/oder zumindest zwischen zwei Bearbeitungsschritten der Drehtisch und/oder das Unterwerkzeug zusammen mit dem Werkstück oder lediglich das Werkstück parallel zur Bewegungsachse angehoben oder abgesenkt wird/werden.

[0080] Durch Anheben des Drehtisches kann bei der Drehung des Drehtisches zwischen verschiedenen Arbeitspositionen oder Anfahrpositionen eine ansonsten beispielsweise auftretende abrasiv schleifende Berührung mit der darunter liegenden Tischplatte vermieden oder zumindest verringert werden. Entsprechendes gilt für die Unterwerkzeuge und/oder Werkstücke.

[0081] Jedem Unterwerkzeug des Drehtisches kann in Ausgestaltungen, beispielsweise integriert in den Umformtisch, z.B. eine eigene Axialtriebeinheit zugeordnet sein, so dass Werkstücke in jeweiligen Arbeitspositionen spezifisch angehoben bzw. abgesenkt werden können. Insbesondere in solchen Ausgestaltungen kann der Axialtrieb beispielsweise in Abhängigkeit von der Art der jeweiligen Arbeitsposition und insbesondere unabhängig von anderen Arbeitspositionen aktiviert oder deaktiviert sein oder werden.

[0082] Die Anhebevorrichtung kann beispielsweise so eingerichtet sein, dass diese unabhängig von konkreten Bearbeitungsschritten und/oder Anfahrpositionen eingesetzt werden kann.

[0083] Insbesondere im Falle eines Umformschrittes kann z.B. der Axialtrieb und/oder die Anhebeeinheit derart aktiviert werden oder sein, dass das Werkstück, das Unterwerkzeug und/oder der Drehtisch beim Umformvorgang selbst auf einem Umformtisch, einer Grund- oder Pressplatte der Spindelpresse abgesetzt ist/sind oder aufliegt/en, so dass die auf Grund der exzentrischen Anordnung der Drehachse ansonsten auf den Drehtisch und die Drehachse wirkenden Drehmomente zumindest reduziert, bevorzugt gänzlich vermieden werden. Bei der hierin vorgeschlagenen Drehtischanordnung ist es insbesondere möglich, dass der Drehtisch eine derartige Anzahl an Unterwerkzeugen aufweist, dass beim ordnungsgemäßen Betrieb in zumindest einem Bearbeitungsschritt zumindest ein Unterwerkzeug unbesetzt ist oder unbesetzt bleiben kann. An dem unbesetzten Unterwerkzeug kann beispielsweise eine Pflegemaßnahme, wie weiter oben bereits erläutert, durchgeführt werden.

[0084] Die Unterwerkzeuge und Umformpositionen können beispielsweise derart gewählt sein, dass bei jedem Schmiede- oder Umformvorgang zumindest eines der Unterwerkzeuge außerhalb des Schmiede- oder Umformbereichs, in einer zweiten Arbeitsposition positioniert ist. Auf diese Weise kann vergleichsweise einfach ein fertig geschmiedetes Werkstück entnommen oder ein Rohling in ein freies Unterwerkzeug eingelegt werden, ohne dass eine dazu verwendete Be- und Entnahmevorrichtung, wie z.B. ein Roboterarm, im unmittelbaren Nahbereich bzw. innerhalb des Bewegungsbereichs des Stößels arbeiten müsste.

[0085] Insbesondere bei drei Unterwerkzeugen und vier Umformpositionen oder -stationen kann eine entsprechende Ausgestaltung, bei welcher stets ein Unterwerkzeug außerhalb des Arbeitsbereichs des Stößels in einer zweiten Arbeitsposition ist, erreicht werden, indem beispielsweise die Länge der Kreislinie des Drehtisches, auf welcher die Unterwerkzeuge gelegen sind, z.B. um 1/6 bis 1/3, insbesondere um 1/4 bis 1/3 größer ist als der von der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfs, bzw. der vom Bearbeitungsbereich bzw. Arbeitsbereich des Stößels überdeckte Kreisbogen dieser Kreislinie.

[0086] Ein unbesetztes Unterwerkzeug kann im unbesetzten Zustand beispielsweise gereinigt, gesäubert, gekühlt usw. werden. Beispielsweise kann nach der Entnahme eines Werkstücks aus einem Unterwerkzeug an diesem eine Gesenkpflge, wie beispielsweise eine Kühlung oder eine Schmierung, realisiert werden, wodurch der Verschleiß am Werkzeug minimiert werden kann und/oder die Herstellungsqualität verbessert werden kann.

[0087] Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile, anhand der Beschreibung von beispielhaften Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

FIG. 1 eine Draufsicht auf einen Drehtisch einer Ausführungsform einer Spindelpresse gemäß der Erfindung,

FIG. 2 eine weitere Draufsicht auf den Drehtisch gemäß Fig. 1,

FIG. 3 eine Draufsicht auf einen Stößel,

FIG. 4 eine Übersicht über verschiedene Stadien eines Werkstücks gemäß eines Ausführungsbeispiels,

FIG. 5 eine Schnittansicht einer Anordnung mit Stößel und Drehtisch gemäß eines Ausführungsbeispiels,

FIG. 6 eine weitere Schnittansicht einer Anordnung mit Stößel und Drehtisch gemäß eines Ausführungsbeispiels,

FIG. 7 eine weitere Schnittansicht einer Anordnung mit Stößel und Drehtisch gemäß eines Ausführungsbeispiels;

FIG. 8 bis FIG. 13 eine Bearbeitungsabfolge von Werkstücken gemäß eines Ausführungsbeispiels; und

FIG. 14 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Spindelpresse.

[0088] Einander entsprechende Teile und Komponenten in FIG. 1 bis FIG. 14 sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0089] Wie insbesondere aus FIG. 14 ersichtlich ist, umfasst die Spindelpresse 13 einen an einem Gestell 14 und einem Querschnitt 15 motorisch angetrieben zur Ausführung einer Auf- und Abbewegung gelagerten Stößel 9, an dessen Unterseite ein Bearbeitungskopf 16 mit zumindest einem oberen Werkzeughalter 10 angeordnet bzw. befestigt ist.

[0090] In Axialprojektion unterhalb des Bearbeitungskopfs 16 bzw. des Stößels 9, deren Durchmesser und Quererstreckung im vorliegenden Fall etwa gleich ist, liegt der Bearbeitungsbereich 17 der Spindelpresse 13.

[0091] Die Spindelpresse 13 umfasst des Weiteren einen unterhalb des Stößels 9 bzw. der zum Antrieb des Stößels 9 vorhandenen (nicht gezeigten) Spindel auf einem unteren Umformtisch oder Träger 5 wie beispielsweise einer Tischplatte angeordneten Drehtisch 1. Der Drehtisch 1 kann beispielsweise gleitgelagert auf der Tischplatte angeordnet sein.

[0092] Der Drehtisch 1 ist um eine Drehachse M_D drehbar gelagert, wobei die Drehachse M_D bezüglich einer Spindelachse M_S der zum Antrieb des Stößels 9 vorhandenen Spindel transversal versetzt, d. h. quer zur Axialrichtung der Spindelachse M_S von dieser beabstandet ist. Im vorliegenden Fall fällt die Spindelachse M_S mit der Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs 16 zusammen.

[0093] Durch diese parallel versetzte Drehachse M_D ist der Drehtisch 1 derart eingerichtet und in einer Transversalebene 18 drehbar gelagert, dass jede der Werkstückaufnahmen 8, d. h. jedes auf dem Drehtisch 1 angeordnete Unterwerkzeug 8, durch Drehung des Drehtisches 1 in eine innerhalb des Bearbeitungsbereichs 17 gelegene erste Arbeitsposition 19, und in zumindest eine außerhalb des Bearbeitungsbereichs 17 gelegene zweite Arbeitsposition 20 überführbar ist.

[0094] Die zweite(n) Arbeitsposition(en) 20 ist (sind) in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse M_S lateral außerhalb der Querschnittsfläche Q des Bearbeitungskopfs 16 gelegen, wobei die Querschnittsfläche Q des Bearbeitungskopfs 16 wie im gezeigten Beispiel mit der Querschnittsfläche Q des Stößels 9 deckungsgleich sein kann. Die erste(n) Arbeitsposition(en) 19 sind in Axialprojektion betrachtet innerhalb der Querschnittsfläche Q angeordnet.

[0095] Zum Antrieb des Drehtisches 1, insbesondere in synchronisierter Weise mit der Auf- und Abwärtsbewegung des Stößels 9, beispielsweise zur Drehung des Drehtisches 1 in einer Bewegung im oder gegen den Uhrzeigersinn, ist eine Antriebseinheit 21 mit dem Drehtisch 1 gekoppelt. Die Antriebseinheit 21 kann des Weiteren einen Anhebeeinheit aufweisen (s. FIG. 5 bis FIG. 7) mit welcher der Drehtisch 1 und/oder die Unterwerkzeuge 8 und/oder die in den Unterwerkzeugen befindlichen Werkstücke 11 in Axialrichtung angehoben und gesenkt werden können.

[0096] FIG. 1 zeigt eine Draufsicht auf den drehbar auf dem unteren Träger 5, beispielsweise einem Umformtisch oder einer Pressplatte, angeordneten Drehtisch 1 als Bestandteil der Spindelpresse 13.

[0097] Innerhalb des Bereichs des Drehtisches 1 ist eine Kreisbahn 2 angedeutet, auf der mehrere Anfahrpositionen 4, bzw. Arbeitspositionen, vorgesehen sind, die entlang der Kreisbahn 2 durch eine Drehbewegung des Drehtisches 1 angefahren werden können.

[0098] Die Kreisbahn 2 ist zudem in mehrere gleichgroße Kreissektoren 3 aufgeteilt, die durch einen Grunddrehwinkel α definiert sind. Diese geben gleichzeitig den Abstand bzw. Öffnungswinkel zwischen den einzelnen Anfahrpositionen 4 an, die an den jeweiligen Enden des Kreisbogens der Kreissektoren 3 angeordnet sind. Der Wert des Grunddrehwinkels α kann an die jeweils erforderliche Anzahl von Anfahrpositionen 4 angepasst sein, beispielsweise 60 Grad, oder auch 90 Grad oder 120 Grad betragen.

[0099] FIG. 2 zeigt die gleiche Darstellung des Drehtisches 1 mit einer beispielhaften Besetzung mit Unterwerkzeugen 8, bzw. Werkstückaufnahmen, auf dem Drehtisch 1. Die Unterwerkzeuge 8 sind zur Beladung oder Bestückung mit (in FIG. 4 dargestellten) Werkstücken 11 gedacht und zum Transport zu einer vorgesehenen Anfahrposition 4, um die Werkstücke 11, z.B. im Bearbeitungsbereich 18, in Zusammenarbeit mit dem Stößel 16, bzw. Oberwerkzeug 22, bearbeiten zu können, beispielsweise zum Zwecke der Umformung der Werkstücke 11.

[0100] FIG. 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Stößel 9 bzw. Bearbeitungskopf 16, der beispielsweise durch Kopplung an eine Spindel (nicht dargestellt) relativ zum unteren Träger 5 zur Bearbeitung eines Werkstücks 11 geradlinig entlang der Bewegungsachse M_S bewegt werden kann. Der Stößel 9 ist nicht auf die gezeigte Formgebung beschränkt und kann beispielsweise auch rund ausgebildet sein.

[0101] Die Darstellung der Spindel, bzw. Stößels 9, bzw. des Bearbeitungsbereichs 17 ist im Ausführungsbeispiel

beschränkt auf eine hier mit Spindelkreis 7 bezeichnete Kreisfläche, die dem Durchmesser der Spindel, bzw. deren Projektion entspricht, wobei die Spindelachse M_S mit dem Schnittpunkt der quer zur Bewegungsachse verlaufenden Stößelachsen A1 und A2 des Stößels 9 übereinstimmt. Der Mittelpunkt des Stößels 9 und der Spindel, bzw. des Spindelkreises 7, fallen im vorliegenden Beispiel somit zusammen.

[0102] Die Kreisbahn 2 läuft um eine Drehachse M_D des Drehtisches 1 herum, die parallel versetzt zur Spindelachse M_S angeordnet ist, derart, dass sich zumindest ein Kreissegment eines Kreissektors 3 stets innerhalb des Spindelkreises 7, insbesondere im Bearbeitungsbereich 17, befindet, während gleichzeitig die Kreisbahn 7 und damit zumindest eine Anfahrposition 4 über den Rand des Stößels 9, insbesondere des Bearbeitungsbereichs 17, hinausragt.

[0103] Der Radius R_D des Drehtisches 1 ist, beispielsweise um das zweifache, größer als der Durchmesser D_S der Spindel und etwa gleich groß oder größer als die Hälfte einer Seitenlänge L des Stößels 9. Der Drehtisch 1 ist, wie in FIG. 3 gezeigt, exzentrisch zur Spindelachse M_S angeordnet, d.h. Spindelachse M_S und Drehachse M_D des Drehtisches 1 sind voneinander beabstandet.

[0104] Die Kreislinie 2 kann, wie insbesondere aus FIG. 1 und 2 entnommen werden kann, auf dem Drehtisch 1 etwas außerhalb der halben Radiuslänge des Drehtisches 1 liegen, wobei der Durchmesser der Unterwerkzeuge 8 etwas kleiner, z.B. um 1/4 kleiner als der Radius des Drehtisches 1 sein kann.

[0105] Somit ist es beispielsweise realisierbar, dass sich während der Bearbeitung ein Unterwerkzeug 8 in mittiger Position unterhalb des Stößels 9 und damit unterhalb eines mit dem Stößel 9 verbundenen Bearbeitungswerkzeugs, befindet so dass eine höchstmögliche Last oder Kraftbelastung auf das Werkstück 11 zur Umformung aufgebracht werden kann. Beispielsweise kann eine bezüglich der Stößelachse M_S vergleichsweise zentriert, beispielsweise innerhalb des Spindelkreises 7, gelegene erste Arbeitsposition 19 zur Endbearbeitung, insbesondere für einen Fertigschmiedevorgang, verwendet werden, während von der Stößelachse M_S weiter beabstandete erste Arbeitspositionen 19 zur Erzeugung von Vorformen und anderen vorgeschalteten Schmiedevorgängen verwendet werden können, bei welchen vergleichsweise kleine Umformkräfte oder Schmiedekräfte auftreten.

[0106] Ein weiteres Unterwerkzeug 8 liegt in Axialprojektion betrachtet außerhalb der Querschnittsfläche Q des Bearbeitungskopfs 16 bzw. des Stößels 9, insbesondere außerhalb des Bearbeitungsbereichs 17, wo das Werkstück 11 beispielsweise in einem Operationsbereich 6 aus dem Unterwerkzeug 8 entfernt werden kann. Respektive kann ein leeres Unterwerkzeug 8 in diesem Operationsbereich 6 mit einem zu bearbeitenden Werkstück 11 bestückt werden, auch z. B. während ein anderes Werkstück 11 an einer ersten Arbeitsposition 19 gerade stattfindenden Umformvorgangs. Auch ist es möglich, an den Unterwerkzeugen 8 an einer im Operationsbereich 6 bzw. außerhalb des Bearbeitungsbereichs 17 gelegenen Anfahrposition, eine Gesenckpflege, beispielsweise zur Säuberung, Schmierung und/oder Kühlung der Unterwerkzeuge 8, vorzunehmen.

[0107] In FIG. 3 ist ferner beispielhaft dargestellt, dass der Stößel 9 mehrere obere Werkzeughalter 10 mit darin eingesetzten Oberwerkzeugen 22 umfasst, die mit den Unterwerkzeugen 8 bei der Bearbeitung zusammenwirken. Zu diesem Zweck sind die oberen Werkzeughalter 10 und Oberwerkzeuge 22 analog zu den Unterwerkzeugen 8 entlang einer Kreisbahn 7 angeordnet. Die Anzahl und Ausführung der Oberwerkzeuge 22 kann je nach Einsatzzweck beliebig variiert werden und ist nicht auf die beispielhafte Darstellung dieser Beschreibung beschränkt. Ober- und Unterwerkzeuge sowie Anfahrpositionen sind bezüglich der Axialrichtung, d.h. in Richtung der Bewegungsachse M_S , fluchtend zueinander ausgebildet, wobei unmittelbar benachbarte Ober- und Unterwerkzeuge bzw. Anfahrpositionen einen Winkelabstand von 120 Grad bzw. 60 Grad aufweisen können.

[0108] FIG. 4 zeigt eine beispielhafte Stadienabfolge bei der umformenden Bearbeitung eines Werkstücks 11 zu einer Flanschswelle. Das Stadium a_0 zeigt das Werkstück 11 in der unbearbeiteten Ausgangsform. In den Stadien a und b unterliegt das Werkstück 11 einem ersten, bzw. einem zweiten Kegelungsprozess. Im Stadium c wird das gekegelte Werkstück vorgeformt, und im Stadium d wird das vorgeformte Werkstück 11 zur endgültigen Form, umfassend einen Schaft mit einem daran ausgebildeten Teller, fertig geschmiedet.

[0109] Die beispielhaft angeordneten oberen Werkzeughalter 10a, 10b, 10c, und 10d in FIG. 3 sind entsprechend dieser Umformungsstadien gestaltet und wirken korrespondierend mit den auf dem Drehtisch 1 angeordneten Unterwerkzeugen 8 zusammen, die die Werkstücke 11 aufnehmen und durch Drehung des Drehtisches 1 in die entsprechende Anfahrposition 4 gebracht werden.

[0110] Wie in Zusammenschau mit FIG. 3 ersichtlich wird, befinden sich die oberen Werkzeughalter 10a und 10b zur Erzeugung der Werkstückstadien a bzw. b im außermittigen Bereich des Stößels 9 und außerhalb des Spindelkreises 7. Mittelachsen der Werkzeughalter 10a und 10b schneiden im gezeigten Beispiel die Zentrale der Kreisbahn 2.

[0111] Bei den Kegelungsprozessen der oberen Werkzeughalter 10a und 10b treten kleinere Umformkräfte als beim Schmieden der Vorform und Endform auf, die in den bezüglich der Spindelachse M_S außermittigen Anfahrpositionen 4 ohne Weiteres aufgenommen werden können.

[0112] Auf Grund der beim Vorformen und Fertigschmieden auftretenden größeren Umformkräfte sind die Werkstückstadien c und d auf Anfahrpositionen 4 innerhalb oder nahe des Randes des Spindelkreises 7 positioniert, um die vergleichsweise größeren Umformkräfte sicher aufnehmen zu können. Zusätzlich ist in FIG. 3 ein Greifwerkzeug 10e dargestellt, welches ausgebildet ist zur Entnahme, bzw. zum Einlegen eines Werkstücks 11 in ein Unterwerkzeug 8 im

Operationsbereich 6.

[0113] In den FIG. 5 bis 7 wird der Aufbau insbesondere von Ober- und Unterwerkzeugen gemäß dem Ausführungsbeispiel genauer veranschaulicht.

[0114] FIG. 5 zeigt den Stößel 9 umfassend die oberen Werkzeughalter 10a und 10b mit Oberwerkzeugen 22, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel Kegelflächen 23 mit unterschiedlichen Kegelwinkeln aufweisen.

[0115] Die Werkstücke 11 sind in die Unterwerkzeuge 8 eingelegt, wobei die Unterwerkzeuge 8 in Werkzeughalterungen 24, beispielsweise Spannfutter und dgl., eingespannt oder festgelegt sind, so dass die Unterwerkzeuge 8 über die Werkzeughalterungen 24 auf dem Drehtisch 1 abgestützt sind. Auf diese Weise können die Werkstücke 11 zusammen mit einer Drehung des Drehtisches 1 gegenüber dem unteren Träger 5, d. h. der Tischplatte, in entsprechende Anfahrpositionen 4 unter die jeweiligen in den oberen Werkzeughaltern 10a bis 10d befindlichen Oberwerkzeuge 22 verfahren werden.

[0116] Der Drehtisch 1 und der untere Träger 5 weisen an jeweiligen Arbeitspositionen, bzw. Anfahrpositionen 4, im vorliegenden Beispiel zentral angeordnete, in der jeweiligen Anfahrposition parallel zur Spindelachse ausgerichtete, axiale Durchbrüche auf.

[0117] Die axialen Durchbrüche können als Verdrängungsvolumen vorgesehen sein, in welches beim Umformvorgang beim Schließen der Umformwerkzeuge überschüssiges Material entweichen kann. Beispielsweise können die Durchbrüche derart ausgebildet sein, dass ein Teil des Werkstücks 11, beispielsweise ein von einem durch die Schmiedevorgänge erzeugten Teller sich erstreckender Schaft des Werkstücks 11, darin aufgenommen werden kann.

[0118] Im unteren Bereich der Durchbrüche, konkret im Kontaktbereich zwischen unterem Träger 5 und Drehtisch 1 ist in zumindest einem der Durchbrüche eine Buchse 26 eingesetzt. Eine jeweilige Buchse 26 ist entlang des jeweiligen Durchbruchs längsverschiebbar gelagert, was in den Figuren durch einen Doppelpfeil verdeutlicht ist.

[0119] Die Buchse 26 liegt zumindest in den Arbeitspositionen der FIG. 5 und FIG. 6 auf einer im unteren Träger 5 eingelassenen Gleitleiste 27 auf, entlang welcher beispielsweise die Buchse 26 bei einer der Drehbewegung des Drehtisches 1 gleiten kann.

[0120] In der Anfahrposition oder Arbeitsposition der FIG. 7, in welcher das Werkstück fertig geschmiedet wird, kann die Gleitleiste z.B. unterbrochen sein, und die Buchse 26 kann bei abgesenktem Anhebestößel 12, so wie in FIG. 7 gezeigt, in eine im unteren Träger 5, d.h. der Tischplatte, eingebrachte Vertiefung 28 oder Ausnehmung, bzw. eine tiefer gelegene Aufnahme eintauchen. Beispielsweise kann die Buchse 26 mit dem Anhebestößel 12 oder Triebstößel 12 gekoppelt sein, so dass die Buchse 26 mit diesem in die Vertiefung 28 zurückgezogen werden kann.

[0121] Die Buchse 26 kann beispielsweise um einen Weg von 10 mm bis 20 mm oder weniger verschiebbar ausgebildet, so dass beispielsweise bei einem Umformvorgang ein Nachschießen von aus dem Umformvolumen verdrängtem Material in Axialrichtung möglich ist. Der Grad der Absenkung der Buchse 26 kann beispielsweise angepasst sein an die bei einem jeweiligen Werkstück erforderlichen Anforderungen betreffend Massenverdrängung oder Materialfluss als Folge eines Umformvorgangs. Der Grad der Absenkung der Buchse 26 kann z.B. über eine entsprechende Stellung des Triebstößels 12 eingestellt werden.

[0122] In der Vertiefung 28 ist eine Schmiedebuchse 29 angeordnet. Die Länge der Schmiedebuchse 29 ist derart gewählt, dass das der Buchse 26 zugewandte Ende der Schmiedebuchse 29 im montierten Zustand wie in FIG. 7 gezeigt, gegenüber dem Rand der Vertiefung 28 zurückversetzt ist, derart, dass der Versatz zwischen dem Ende der Schmiedebuchse 29 und dem Rand der Vertiefung 28 derjenigen Länge entspricht, um welche die Buchse beim Nachschießen in die Vertiefung 28 eintaucht. Die Schmiedebuchse 29 kann, wie in FIG. 7 gezeigt koaxial zur Bewegungsachse bzw. Spindelachse M_S und konzentrisch zum Triebstößel 12 angeordnet sein. Die Schmiedebuchse 29 kann in die Vertiefung auswechselbar eingesetzt sein, so dass Schmiedebuchsen 29 unterschiedlicher Länge eingesetzt werden können, so dass der Grad des Nachschießens durch Einsetzen unterschiedlich langer Schmiedebuchsen in die Vertiefung verändert werden kann. In dem in FIG. 7 gezeigten Betriebszustand, in welchem die Buchse 26 in die Vertiefung 28 eingetaucht ist, liegt die Buchse 26 auf der Schmiedebuchse 29 auf. Insoweit kann die Schmiedebuchse 29 als Tiefenanschlag für die Buchse 26 beim Nachschießen angesehen werden.

[0123] Durch ein Eintauchen der Buchse 26 in die Vertiefung 28, d.h. durch das Absenken der Buchse 26 parallel zur Schmiedeachse, d.h. Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs 16, kann das Volumen des Durchbruchs in welchem die Buchse 26 angeordnet ist, vergrößert werden.

[0124] Eine Vergrößerung des Volumens des Durchbruchs ist insbesondere dann erforderlich bzw. nützlich, wenn ein zugeordneter Schmiede- bzw. Umformvorgang dazu führt oder führen kann, dass Material des bearbeiteten Werkstücks 11 beim Schließen der Schmiedewerkzeuge 8, 22 aus der Umformzone in den Durchbruch entweichen muss, was im gezeigten Beispiel beim Fertigschmieden des Werkstücks 11, konkret des Tellers des Werkstücks 11, in der Anfahrposition nach FIG. 7 auftreten kann.

[0125] Ein Absenken der Buchse 26 ist auch insoweit von Vorteil als auf diese Weise ein Ausgleich für z.B. toleranzbedingte Längenunterschiede der Rohwerkstücke (a_0) erreicht werden kann.

[0126] Nach dem jeweiligen Schmiede- oder Umformvorgang kann die Buchse 26 durch Verfahren des Anhebestößels 12 angehoben werden, derart, dass der Boden der Buchse 26 auf dem Niveau der Oberseite der Gleitleiste 27 ist und

auf dieser gleiten kann, so dass ein Weiterdrehen des Drehtisches 1 möglich ist bzw. wird.

[0127] Gleichzeitig mit dem Anheben der Buchse 26 kann das, z.B. fertig geschmiedete, Werkstück angehoben, und so in eine zur Entnahme geeignete Lage gebracht werden.

[0128] In FIG. 6 ist der Vorformungsprozess, und in FIG. 7 Fertigschmieden für die Werkstückstadien c bzw. d dargestellt mit jeweiligen Ober- und Unterwerkzeugen dargestellt. An dem Stößel 9 sind hierzu die entsprechend ausgeformten Oberwerkzeuge 22 an korrespondierenden oberen Werkzeughaltern 10c und 10d angeordnet, um das Werkstück 11 bearbeiten zu können. Das in den oberen Werkzeughalter 10c eingesetzte Oberwerkzeug 22 weist eine rechteckige Umformzone 25 auf, und das in den oberen Werkzeughalter 10 d eingesetzte Oberwerkzeug 22 weist eine zur Zielform des Werkstücks 11 entsprechende Negativform als Umformzone 25 auf.

[0129] Zur Erzeugung des jeweiligen Stadiums a, b, c oder d wird der Stößel 9 mittels der Wirkverbindung zu der nicht dargestellten Spindel relativ zur Drehachse M_D des Drehtisches 1 bewegt, um über die Oberwerkzeuge 22 eine Kraft auf die Werkstücke 11 auszuüben, die von den Unterwerkzeugen 8 aufgenommen sind und die auf der Kreisbahn 2 in eine Anfahrposition 4 jeweils exakt unterhalb der entsprechenden Oberwerkzeuge 22 zur umformenden Bearbeitung positioniert werden.

[0130] Wie in den FIG. 5 bis 7 zu erkennen ist, können die Werkstücke 11 in der jeweiligen Anfahrposition 4 in Wirkverbindung mit dem Anhebestößel 12 stehen. Der Anhebestößel 12 kann beispielsweise einen Hubzylinder umfassen, und derart eingerichtet sein, dass ein gezieltes Anheben des Werkstücks 11 möglich ist. Beispielsweise kann das das Werkstück 11 unmittelbar nach einer Umformung angehoben und bei Erreichen der nächsten Umformposition wieder abgesenkt werden. Ferner ist es möglich, dass das Werkstück 11 zumindest während der Bewegung des Werkstücks 11 zwischen den Anfahrpositionen 4 angehoben wird, so dass der umgeformte Abschnitt vom Unterwerkzeug 8 abgehoben ist, wodurch beispielsweise der Wärmeeintrag in das Unterwerkzeug 8 verringert werden kann. Der Anhebestößel 12 kann auch als Auswerferstab oder -stößel eingesetzt werden, um das Werkstück 11 nach Fertigstellung anzuheben, so dass es in der zweiten Arbeitsposition 20 z.B. leichter aus dem Unterwerkzeug 8 entnommen werden kann.

[0131] Der Anhebestößel 12 ist nicht auf den Einsatz für einen parallel versetzt angeordneten Drehtisch 1 beschränkt, sondern kann in gleicher Weise auch für einen zentrisch angeordneten Drehtisch, d.h. einen Drehtisch, dessen Drehachse mit der Spindelachse der Spindelpresse zusammenfällt, verwendet werden. Auch bei einer linearen Förderung der Werkstücke 11, insbesondere bei Umformvorrichtungen ohne Drehtisch kann, kann eine solche Anhebefunktion und Anhebevorrichtung eingesetzt werden.

[0132] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der Drehtisch 1 zusammen mit unteren Werkzeugaufnahmen oder Werkstückaufnahmen 8, und etwaiger darin befindlicher Unterwerkzeuge 8 parallel zur Drehachse M_D bzw. Spindelachse M_S anhebbar ausgebildet ist.

[0133] Durch Anheben des Drehtisches 1 gegenüber beispielsweise der Tischplatte, d. h. dem unteren Träger 5, kann die zwischen Tischplatte und Drehtisch 1 bei einer Drehung des Drehtisches 1 auftretende Reibung zumindest vermindert werden.

[0134] Zum Anheben des Drehtisches kann eine entsprechend ausgebildete Anhebeeinheit beispielsweise eine oder mehrere im oder am unteren Träger 5, d.h. der Tischplatte, aufgenommene Rollen umfassen, welche bei Betätigung den Drehtisch 1 gegenüber dem unteren Träger 5 anheben. Die Anhebeeinheit kann beispielsweise vier Rollen umfassen. Ein Hub der Anhebeeinheit kann in Ausgestaltungen beispielsweise 2 mm betragen.

[0135] FIG. 8 bis FIG. 13 zeigen eine Bearbeitungsabfolge in den Schritten I bis VI von Werkstücken 11 gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei dem entlang der Kreisbahn 2 Unterwerkzeuge 8a, 8b und 8c angeordnet sind. Wie bereits erläutert, befinden sich mehrere Anfahrpositionen 4 an den jeweiligen Stellen des Kreisbogens der Kreissektoren 3 der Kreisbahn 2 auf dem Drehtisch 1, die von den Unterwerkzeugen 8a, 8b und 8c durch entsprechende Drehung des Drehtisches 1 angefahren werden können, um diese mitsamt den eingelegten Werkstücken 11a, 11b, 11c unterhalb eines Oberwerkzeugs 22 gemäß FIG. 3 zum Zwecke der Bearbeitung positionieren zu können.

[0136] In diesem Ausführungsbeispiel beträgt der Grunddrehwinkel α 60 Grad. Es ist nun möglich, den Drehtisch 1 in Drehschritten D mit positiven oder negativen Vielfachen des Grunddrehwinkels α zu bewegen, um dadurch die Unterwerkzeuge 8a, 8b und 8c in die entsprechenden Bearbeitungspositionen zu bringen.

[0137] Eine Abfolge von Bearbeitungsschritten wird nachfolgend für das in FIG. 8 bis FIG. 13 zur besseren Verständlichkeit mit einem Stern gekennzeichnete Werkstück 11 beschrieben.

[0138] Im Schritt I nach FIG. 8 befindet sich das Unterwerkzeug 8a im Operationsbereich 6 und ein Werkstück 11a im Zustand a_0 wird mittels des Greifwerkzeugs 10e in dieses eingelegt. Parallel dazu wird während dieses Schritts ein bereits im Unterwerkzeug 8b eingelegtes und bereits im Werkstückstadium b befindliches Werkstück 11b für das Werkstückstadium c dem Vorformen unterzogen. Wie zu erkennen ist, befindet sich das Unterwerkzeug 8b im Wesentlichen innerhalb des Spindelkreises 7, damit in einer mittigen Position unterhalb des Stößels 9 so dass vergleichsweise hohe Umformkräfte aufgebracht werden können. Das Unterwerkzeug 8c bleibt zunächst unbelegt.

[0139] Beim Werkzeug zum Einlegen des Werkstücks kann beispielsweise ein Roboterarm vorgesehen sein, welcher automatisiert, und synchron mit dem Stößel 9 bzw. dem Umformzyklus oder der Umformbewegungen des Stößels 9, jedoch unabhängig von der konkreten Bewegung des Stößels 9 bewegt werden kann.

[0140] Zur weiteren Bearbeitung im Schritt II nach FIG. 9 wird der Drehtisch 1 in einem Drehschritt D um 1x60 Grad linksum, d.h. +60 Grad, bewegt. Das Unterwerkzeug 8b befindet sich nun in einer zweiten Anfahrposition 4 im Wesentlichen innerhalb des Spindelkreises 7 und das eingelegte Werkstück 11b wird für das Werkstückstadium d durch das Oberwerkzeug 22 des oberen Werkzeughalters 10d zur finalen Form fertig geschmiedet. Parallel wird das ins Unterwerkzeug 8a eingelegte Werkstück 11a dem ersten Kegeln für das Werkstückstadium a durch das Oberwerkzeug 22 des oberen Werkzeughalters 10a unterzogen. Gleichzeitig kann an dem unbelegten Unterwerkzeug 8c eine Gesenkpflge, z.B. Abkühlung, Schmierung, Säuberung usw., erfolgen.

[0141] Für die Bearbeitung im Schritt III nach FIG. 10 wird der Drehtisch 1 in einem Drehschritt D um 3x60 Grad rechtsum, d.h. -180 Grad, bewegt. Möglich wäre an dieser Stelle z.B. auch eine Drehung um 3x60 Grad linksum, d.h. +180 Grad. Das Unterwerkzeug 8a ist nunmehr in einer Anfahrposition 4 unterhalb des Oberwerkzeugs 22 des oberen Werkzeughalters 10b zum zweiten Kegeln des Werkstücks 11b für das Werkstückstadium b. Das Unterwerkzeug 8b hingegen befindet sich im Operationsbereich 6 zur Entnahme des fertigen Werkstücks.

[0142] Für den Schritt IV nach FIG. 11 wird der Drehtisch in einem Drehschritt D von 2x60 Grad rechtsum, d.h. -120 Grad, bewegt, so dass das bisher unbesetzte Unterwerkzeug 8c mit einem unbearbeiteten Werkstück 11c mittels des Greifwerkzeugs 10e belegt werden kann, während sich das Unterwerkzeug 8a innerhalb des Spindelkreises 7 befindet zum Vorformen des eingelegten Werkstücks 11.

[0143] Das im Schritt III geleerte Unterwerkzeug 8b bleibt auch in den Folgeschritten V und VI weiterhin unbesetzt, um auch bei diesem, beispielsweise in Schritt V, eine Gesenkpflge realisieren zu können. In den weiteren unbesetzten Positionen kann das Unterwerkzeug 8b bzw. Gesenk für einen darauffolgenden Vorgang abkühlen.

[0144] Nach dem Vorformen zum Werkstückstadium c (vgl. FIG. 11) wird der Drehtisch um 1x60 Grad linksum, d. h. +60 Grad, gedreht, und wird so unter das in die obere Werkzeugaufnahme 10d eingesetzte Oberwerkzeug 22 positioniert, wo das Werkstück 11a durch Betätigung des Oberwerkzeugs 22 zum Werkstückstadium d fertig geschmiedet wird.

[0145] Nach dem Fertigschmieden erfolgt eine weitere Drehung des Drehtisches 1 um 3x60 Grad rechtsum, d. h. -180 Grad, wodurch das Werkstück 11a in die zweite Arbeitsposition gebracht wird, in der es vom Unterwerkzeug 8a entnommen werden kann.

[0146] In weiteren Bearbeitungsschritten kann die Bearbeitung und Umformung von weiteren Werkstücken analog zu den oben erläuterten Schritten I bis VI wiederholt werden. Beispielsweise kann nach Entnehmen des Werkstücks 11a nach Schritt VI der FIG. 13 der Drehtisch um 2x60 Grad rechtsherum, d. h. -120 Grad, weitergedreht werden, und das dann in der zweiten Arbeitsposition 20 befindliche Unterwerkzeug 8 bestückt werden. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass das Unterwerkzeug 8a dem ein fertig geschmiedetes Werkstück 11a entnommen wird zunächst unbesetzt bleibt um beispielsweise daran eine Gesenkpflge durchführen zu können.

[0147] In Ausgestaltungen und Varianten der hierin vorgeschlagenen Spindelpresse kann ein Durchmesser der Spindel beispielsweise 600 mm betragen. Die Spindelpresse kann beispielsweise so ausgelegt sein, dass die Spindel einen maximalen Hub von ca. 550 mm aufweist. Eine zur Aufnahme von Oberwerkzeugen ausgebildete Trägerplatte 16 kann quer zur Spindelachse Ms eine Breite und/oder Länge von ca. 1250 mm aufweisen, wobei ein Mittenabstand zwischen benachbarten Werkzeugaufnahmen für Oberwerkzeuge bei etwa 425 mm liegen kann. Eine Dicke des unteren Trägers, d.h. der Tischplatte, kann bei einer Dicke des Drehtisches von ca. 400 mm bei etwa 250 mm liegen.

[0148] Mit der hierin vorgeschlagenen Spindelpresse und Ausgestaltungen derselben, insbesondere mit der vorgeschlagenen Anordnung des Drehtisches und/oder mit dem vorgeschlagenen Axialtrieb ist es insbesondere möglich, eine angemessene Gesenkpflge jedes einzelnen Unterwerkzeugs 8a bis 8c durchzuführen, während ausreichend Werkstücke in der jeweils erforderlichen Reihenfolge ohne Zeitverluste parallel bearbeitet bzw. bestückt, bzw. entnommen werden können.

Bezugszeichenliste

[0149]

1	Drehtisch
2	Kreisbahn
3	Kreissektor
4	Anfahrposition
5	unterer Träger
6	Operationsbereich
7	Spindelkreis
8, 8a, 8b, 8c	Unterwerkzeug
9	Stößel
10, 10a...10d	oberer Werkzeughalter
10e	Greifwerkzeug

11, 11a, 11b, 11c	Werkstück
12	Anhebestößel, Triebstößel
13	Spindelpresse
14	Gestell
5 15	Querhaupt
16	Bearbeitungskopf
17	Bearbeitungsbereich
18	Transversalebene
19	erste Arbeitsposition
10 20	zweite Arbeitsposition
21	Antriebseinheit
22	Oberwerkzeug
23	Kegelfläche
24	Werkzeughalter
15 25	Umformzone
26	Buchse
27	Gleitleiste
28	Vertiefung
29	Schmiedebuchse
20 A1, A2	Stößelachsen
M_D	Drehachse Drehtisch
M_S	Spindelachse Stößel, Bewegungsachse
α	Grunddrehwinkel
D	Drehschritt
25 $a_0, a \dots d$	Werkstückstadien
I...VI	Bearbeitungsschritte
R_D	Radius Drehtisch
D_S	Durchmesser Spindel
30 Q	Querschnittsfläche

Patentansprüche

1. Spindelpresse (13) umfassend:

- 35 a) einen zur umformenden Bearbeitung wenigstens eines Werkstücks (11) entlang einer Bewegungsachse bewegbar geführten Bearbeitungskopf (16) umfassend eine Werkzeugplatte mit mehreren verschiedenen, daran gehaltenen Bearbeitungswerkzeugen (22), wobei
- 40 a') die Spindelpresse (13) einen Stößel (9) umfasst und der Bearbeitungskopf (16) am Stößel (9) ausgebildet oder angebracht ist, und
- b) einen dem Bearbeitungskopf (16) gegenüber liegenden Bearbeitungsbereich (17) mit zumindest einer zur umformenden Bearbeitung des Werkstücks (11) ausgebildeten Bearbeitungsstation, und umfassend des Weiteren
- 45 c) einen Drehtisch (1) mit einer zur Bewegungsrichtung parallelen Drehachse (M_D), wobei die Drehachse (M_D) von der parallel zur Bewegungsachse verlaufenden Spindel- oder Stößelachse (M_S) in einer Richtung quer zur Drehachse (M_D) beabstandet ist, und mehreren bezüglich der Drehachse (M_D) in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordneten Unterwerkzeugen (8), wobei
- d) der Drehtisch (1) drehbar gelagert ist, wobei
- 50 e) der Winkelabstand der Unterwerkzeuge (8) am Drehtisch (1) derart gewählt ist, dass Umformschritte, zumindest teilweise zeitlich parallel ausführbar sind, und wobei
- f) die Bearbeitungswerkzeuge (22) derart positioniert sind, dass Umformoperationen, welche vergleichsweise hohe Umformkräfte erfordern im Bereich der Stößelmitte, und Umformoperationen mit vergleichsweise geringen Umformkräften in von der Stößelmitte weiter beabstandeten Bereichen ausführbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehtisch (1) derart ausgebildet ist, dass jedes der Unterwerkzeuge (8) durch Drehung des
- 55 Drehtisches (1) in zumindest eine innerhalb des Bearbeitungsbereichs (17) gelegene erste Arbeitsposition (19), und in zumindest eine, zweite Arbeitsposition (20) überführbar ist, welche in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse (M_S) lateral außerhalb einer Querschnittsfläche (Q) des Bearbeitungskopfs (16) gelegen ist.

2. Spindelpresse (13) nach Anspruch 1, wobei der Drehtisch (1) und Bearbeitungskopf (16) derart ausgestaltet sind, dass ein zur Zuführung und/oder Halterung eines Werkstücks (11) ausgebildetes Unterwerkzeug (8) in der zweiten Arbeitsposition (20) lateral außerhalb der Querschnittsfläche (Q) des Bearbeitungskopfs (16) gelegen ist.
- 5 3. Spindelpresse (13) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zumindest eine zweite Arbeitsposition (20) in Axialprojektion bezüglich der Bewegungsachse (M_S) des Weiteren lateral außerhalb einer Querschnittsfläche (Q) des Stößels (9) gelegen ist.
- 10 4. Spindelpresse (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend den Drehtisch (1) mit Unterwerkzeugen (8), wobei die Unterwerkzeuge (8) am Drehtisch (1) der Spindelpresse (13) entlang einer Kreislinie (2) angeordnet sind, und bezüglich der Drehachse (M_D) des Drehtisches (1) vorgegebene Winkelabstände zueinander aufweisen, wobei ein Winkelabstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Unterwerkzeugen (8) bevorzugt 60 Grad, 90 Grad oder 120 Grad beträgt, und wobei die Unterwerkzeuge (8) bevorzugt gleichverteilt entlang der Kreislinie (2) angeordnet sind, und/oder wobei optional die Spindel- oder Stößelachse in Axialprojektion betrachtet innerhalb derjenigen Kreislinie (2) gelegen ist, auf welcher die Mittelpunkte der Unterwerkzeuge (8) des Drehtisches (1) gelegen sind.
- 15 5. Spindelpresse (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zumindest eine der zumindest einen zweiten Arbeitsposition (20) dazu vorgesehen und ausgebildet ist, Pflegemaßnahmen an einem in der einen zweiten Arbeitsposition (20) befindlichen Unterwerkzeug (8) durchzuführen, wobei die Spindelpresse (13) optional eine zur Durchführung zumindest einer entsprechenden Pflegemaßnahme ausgebildete Pflegevorrichtung umfasst, wobei die Pflegevorrichtung optional dazu ausgebildet ist eine Schmierung, Säuberung und/oder Kühlung am jeweiligen Unterwerkzeug (8) durchzuführen.
- 20 6. Spindelpresse (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend wenigstens einen Axialtrieb (12) oder wenigstens eine Anhebeeinheit (12), welcher/welche dazu ausgebildet ist, den Drehtisch (1) der Spindelpresse (13) und/oder zumindest ein Unterwerkzeug (8) und/oder zumindest ein im Unterwerkzeug (8) befindliches Werkstück (11) parallel zur Bewegungsachse des Bearbeitungskopfs (16) der Spindelpresse (13) zu verschieben, wobei der Axialtrieb (12) oder die Anhebeeinheit (12) bevorzugt zumindest teilweise an oder in einem Umformtisch (5), an oder in einer zur Montage des Drehtisches (1) am Umformtisch (5) ausgebildeten Drehtischaufnahme und/oder an oder im Drehtisch (1) installiert ist, wobei der Axialtrieb (12) oder die Anhebeeinheit (12) optional zumindest einen hin- und her bewegbar gelagerten Triebstößel (12) umfasst durch welchen der Drehtisch (1), die Werkstückaufnahme (8), das Unterwerkzeug (8) und/oder das Werkstück (11) parallel zur Bewegungsachse bewegbar ist.
- 25 7. Spindelpresse (13) nach Anspruch 6, umfassend zumindest einen Triebstößel (12), wobei der Drehtisch (1), auf einem Umformtisch (5) angeordnet ist, welcher an der dem Drehtisch (1) zugewandten Seite einen oder mehrere Durchbrüche (28) aufweist, durch welche der zumindest eine Triebstößel (12) hindurchbewegt bzw. hindurchgreifen kann, so dass das entsprechende Werkstück (11) bei Positionierung in einer mit Triebstößel (12) ausgestatteten Arbeitsposition relativ zum Drehtisch (1) bzw. zum Unterwerkzeug (8) bewegt werden kann.
- 30 8. Spindelpresse (13) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Axialtrieb (12) derart ausgestaltet ist, dass in zumindest einer Arbeitsposition (8) der Triebstößel (12) im Verhältnis zu weiteren Arbeitspositionen (8) absenkbar ist, so dass bei einer der Arbeitsposition (8) zugeordneten Umformoperation eine Ausdehnung des Werkstückmaterials in Richtung des abgesenkten Triebstößels (12) möglich ist, wobei der Triebstößel (12) optional derart angeordnet und ausgebildet ist, dass dieser gegenüber einem Werkstückauflageniveau versenkt werden kann, und dass nach entsprechender Umformung und damit einhergehender Ausdehnung des Werkstückmaterials in Richtung des Triebstößels (12) der Triebstößel (12) in Richtung Drehtisch (1) bewegt werden kann.
- 35 9. Spindelpresse (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend einen dem Bearbeitungsbereich (17) zugeordneten Umformtisch (5), oder, wenn abhängig von Patentanspruch 6 oder 7, den Umformtisch (5) nach einer Ausgestaltung nach Anspruch 6 bzw. nach Anspruch 7, wobei der Drehtisch (1) mittels einer Adaptereinheit am Umformtisch (5) befestigt ist, wobei die Adaptereinheit derart ausgebildet und mit dem Umformtisch (5) und dem Drehtisch (1) koppelbar ist, dass die Drehachse (M_D) des Drehtisches (1) beabstandet zur Spindel- oder Stößelachse (M_S) angeordnet ist.
- 40 10. Spindelpresse (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend eine zum Antrieb des Bearbeitungskopfes (16) ausgebildete Spindel, wobei zumindest ein Bearbeitungswerkzeug (22) des Bearbeitungskopfs (16) eine parallel zur Bewegungsachse (M_S) verlaufende Mittenachse aufweist, welche in Axialprojektion betrachtet lateral innerhalb, am Rand oder unmittelbar benachbart zur Spindelquerschnittsfläche (7) liegt, und/oder wobei in Axialprojektion
- 45 50 55

betrachtet eine Verbindungsachse der Mittelpunkte zweier, insbesondere benachbarter, Bearbeitungswerkzeuge (22) oder Bearbeitungswerkzeugaufnahmen durch den Mittelpunkt des in Axialprojektion durch den Außenumfang der Spindel definierten Spindelkreises (7) verlaufen.

11. Verfahren zur umformenden Bearbeitung eines Werkstücks (11) mit einer Spindelpresse (13) nach einem der vorangehenden Ansprüche mit folgenden Schritten:

- a) Überführen eines der Unterwerkzeuge (8) des Drehtisches (1) in eine der zumindest einen, lateral außerhalb der Querschnittsfläche (Q) des Bearbeitungskopfs (16) gelegenen zweiten Arbeitsposition (20) durch Drehen des Drehtisches (1) um dessen Drehachse (M_D);
- b) Einlegen des Werkstücks (11) in das in der zweiten Arbeitsposition (20) befindliche Unterwerkzeug (8);
- c) Drehen des Drehtisches (1) um dessen Drehachse (M_D) derart, dass das Werkstück (11) von der zweiten Arbeitsposition (20) in eine der zumindest einen ersten Arbeitsposition (19) überführt wird;
- d) Aktivieren des Bearbeitungskopfs (16, 10) zur umformenden Bearbeitung des Werkstücks (11);
- e) optionales Drehen des Drehtisches (1) um dessen Drehachse (M_D) und Überführen des Werkstücks (11) in eine weitere erste Arbeitsposition (19),
- f) Überführen des Werkstücks (11) in die zweite Arbeitsposition (20), oder in eine lateral außerhalb der Querschnittsfläche des Bearbeitungskopfs (16) gelegene weitere zweite Arbeitsposition (20); und
- g) Entnahme des Werkstücks (11) aus dem in der zweiten (20) oder weiteren zweiten Arbeitsposition (20) befindlichen Unterwerkzeug (8), wobei
- h) Umformoperationen, welche vergleichsweise hohe Umformkräfte erfordern im Bereich der Stößelmitte, und Umformoperationen mit vergleichsweise geringen Umformkräften in von der Stößelmitte weiter beabstandeten Bereichen ausgeführt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei

- a) der Drehtisch (1) synchron zur Aktivierung oder Deaktivierung des Bearbeitungskopfs (16, 10), bevorzugt um jeweils einen ganzzahligen Bruchteil eines Vollwinkels, gedreht wird, und wobei die Drehrichtung des Drehtisches (1) während des Bearbeitungszyklus des Werkstücks (11) bevorzugt zumindest einmal umgekehrt wird, und/oder
- b) zumindest eines der Unterwerkzeuge (8), insbesondere ein Unterwerkzeug (8), während eines vollständigen Betriebszyklus zur Herstellung des Werkstücks, insbesondere stets, zumindest eines, bevorzugt genau eines, der Unterwerkzeuge (8) unbesetzt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Unterwerkzeuge (8) bezüglich der Drehachse (M_D) um einen Winkel von 120 Grad versetzt zueinander angeordnet sind, und ein mit einem Werkstück (11) bestücktes Unterwerkzeug (8) ausgehend von der zweiten Arbeitsposition (20) zur umformenden Bearbeitung des Werkstücks (11) aufeinanderfolgend in mehrere, bezüglich der Drehachse (M_D) um einen Winkel von 60 Grad versetzt zueinander angeordnete erste Arbeitspositionen (19) überführt wird, wobei bevorzugt vier versetzt zueinander angeordnete erste Arbeitspositionen (19) durchfahren werden nach einem Bewegungsmuster, nach welchem das Unterwerkzeug (8) durch Drehung des Drehtisches (1) ausgehend von der zweiten Arbeitsposition (20) um +60 Grad, +180 Grad oder -180 Grad, -120 Grad und +60 Grad gedreht wird, und anschließend durch eine Drehung um einen Winkel von -180 Grad oder +180 Grad wieder in die zweite Arbeitsposition (20) zur Entnahme des Werkstücks (11) überführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei zumindest eine der zumindest einen zweiten Arbeitsposition (20) dazu vorgesehen ist Pflegemaßnahmen an einem in der einen zweiten Arbeitsposition (20) befindlichen Unterwerkzeug (8) durchzuführen und wobei das Verfahren des Weiteren die Durchführung einer Pflegemaßnahme an einem in der einen zweiten Arbeitsposition (20) befindlichen Unterwerkzeug (8) umfasst, wobei die Pflegemaßnahme optional eine Schmierung, Säuberung und/oder Kühlung des Unterwerkzeugs (8) umfasst.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei während zumindest eines Bearbeitungsschritts und/oder zumindest zwischen zwei Bearbeitungsschritten der Drehtisch (1) und/oder das Unterwerkzeug (8) zusammen mit dem Werkstück (11) oder lediglich das Werkstück (11) parallel zur Bewegungsachse angehoben oder abgesenkt wird/werden.

Claims

1. Spindle press (13) comprising:

- a) a machining head (16) guided movably along an axis of movement for the forming machining of at least one workpiece (11), comprising a tool plate with a plurality of different machining tools (22) mounted thereon, wherein a') the spindle press (13) comprises a plunger (9) and the machining head (16) is formed or attached to the plunger (9), and
- b) a machining area (17) opposite the machining head (16) with at least one machining station designed for forming machining of the workpiece (11), and further comprising
- c) a rotary table (1) with an axis of rotation (M_D) parallel to the direction of movement, the axis of rotation (M_D) being spaced from the spindle or plunger axis (M_S) running parallel to the axis of movement in a direction transverse to the axis of rotation (M_D), and a plurality of lower tools (8) arranged offset from one another in the circumferential direction with respect to the axis of rotation (M_D), wherein
- d) the turntable (1) is rotatably mounted, wherein
- e) the angular spacing of the lower tools (8) on the rotary table (1) is selected in such a way that forming steps can be carried out at least partially in parallel, and wherein
- f) the machining tools (22) are positioned in such a way that forming operations which require comparatively high forming forces can be carried out in the region of the plunger center, and forming operations with comparatively low forming forces can be carried out in regions further away from the plunger center,

characterized in that

the rotary table (1) is designed in such a way, that each of the lower tools (8) can be transferred by rotation of the rotary table (1) into at least one first working position (19) located within the machining area (17), and into at least one second working position (20), which, in axial projection with respect to the axis of movement (M_S), is located laterally outside a cross-sectional area (Q) of the machining head (16).

2. Spindle press (13) according to claim 1, wherein the rotary table (1) and machining head (16) are configured in such a way that a lower tool (8) designed for feeding and/or holding a workpiece (11) is located laterally outside the cross-sectional area (Q) of the machining head (16) in the second working position (20).
3. Spindle press (13) according to claim 1 or 2, wherein the at least one second working position (20) in axial projection with respect to the axis of movement (M_S) is further located laterally outside a cross-sectional area (Q) of the plunger (9).
4. Spindle press (13) according to one of the claims 1 to 3, comprising the rotary table (1) with sub-tools (8), wherein the sub-tools (8) are arranged on the rotary table (1) of the spindle press (13) along a circular line (2) and have predetermined angular distances from one another with respect to the axis of rotation (M_D) of the rotary table (1), wherein an angular distance between two directly adjacent sub-tools (8) is preferably 60 degrees, 90 degrees or 120 degrees, and wherein the sub-tools (8) are preferably arranged equally distributed along the circular line (2), and/or wherein optionally the spindle or plunger axis, viewed in axial projection, is located within that circular line (2) on which the centers of the sub-tools (8) of the rotary table (1) are located.
5. Spindle press (13) according to one of claims 1 to 4, wherein at least one of the at least one second working position (20) is provided and designed to perform maintenance measures on a lower tool (8) located in the one second working position (20), wherein the spindle press (13) optionally comprises a maintenance device designed to perform at least one corresponding maintenance measure, wherein the maintenance device is optionally designed to perform lubrication, cleaning and/or cooling on the respective lower tool (8).
6. Spindle press (13) according to one of claims 1 to 5, comprising at least one axial drive (12) or at least one lifting unit (12), which is/are designed to, to displace the rotary table (1) of the spindle press (13) and/or at least one lower tool (8) and/or at least one workpiece (11) located in the lower tool (8) parallel to the axis of movement of the machining head (16) of the spindle press (13), wherein the axial drive (12) or the lifting unit (12) preferably at least partially on or in a forming table (5), on or in a turntable mount designed for mounting the turntable (1) on the forming table (5) and/or on or in the turntable (1), the axial drive (12) or the lifting unit (12) optionally comprising at least one reciprocatingly mounted drive plunger (12) by means of which the turntable (1), the workpiece mount (8), the lower tool (8) and/or the workpiece (11) can be moved parallel to the axis of movement.

7. Spindle press (13) according to claim 6, comprising at least one drive plunger (12), wherein the rotary table (1) is arranged on a forming table (5) which, on the side facing the rotary table (1), has one or more apertures (28) through which the at least one drive plunger (12) can move or engage, so that the corresponding workpiece (11) can be moved relative to the rotary table (1) or to the lower tool (8) when positioned in a working position equipped with a drive plunger (12).
8. Spindle press (13) according to claim 6 or 7, wherein the axial drive (12) is designed in such a way that in at least one working position (8) the drive plunger (12) can be lowered in relation to further working positions (8), so that during a forming operation associated with the working position (8) an expansion of the workpiece material in the direction of the lowered drive plunger (12) is possible, wherein the drive plunger (12) is optionally arranged and designed in such a way that it can be lowered relative to a workpiece support level, and that after corresponding forming and associated expansion of the workpiece material in the direction of the drive plunger (12), the drive plunger (12) can be moved in the direction of the rotary table (1).
9. Spindle press (13) according to any one of claims 1 to 8, comprising a forming table (5) associated with the processing area (17), or, if dependent on patent claim 6 or 7, the forming table (5) according to an embodiment according to claim 6 or according to claim 7, wherein the rotary table (1) is attached to the forming table (5) by means of an adapter unit, wherein the adapter unit is designed and can be coupled to the forming table (5) and the rotary table (1) in such a way that the axis of rotation (M_D) of the rotary table (1) is arranged at a distance from the spindle or plunger axis (M_S).
10. Spindle press (13) according to one of the claims 1 to 9, comprising a spindle designed to drive the machining head (16), wherein at least one machining tool (22) of the machining head (16) has a center axis running parallel to the axis of movement (M_S), which axis, viewed in axial projection, lies laterally inside, at the edge of or directly adjacent to the spindle cross-sectional surface (7), and/or wherein, viewed in axial projection, a connecting axis of the centers of two, in particular adjacent, machining tools (22) or machining tool holders extends through the center point of the spindle circle (7) defined by the outer circumference of the spindle in axial projection.
11. Method for forming processing of a workpiece (11) with a spindle press (13) according to one of the preceding claims, comprising the following steps:
- a) transferring one of the lower tools (8) of the rotary table (1) into one of the at least one second working positions (20) located laterally outside the cross-sectional area (Q) of the machining head (16) by rotating the rotary table (1) about its axis of rotation (M_D);
 - b) inserting the workpiece (11) into the lower tool (8) located in the second working position (20);
 - c) rotating the rotary table (1) about its axis of rotation (M_D) in such a way that the workpiece (11) is transferred from the second working position (20) to one of the at least one first working positions (19);
 - d) activation of the machining head (16, 10) for forming machining of the workpiece (11);
 - e) optional rotation of the rotary table (1) about its axis of rotation (M_D) and transfer of the workpiece (11) to a further first working position (19),
 - f) transferring the workpiece (11) to the second working position (20), or to a further second working position (20) located laterally outside the cross-sectional area of the machining head (16); and
 - g) removing the workpiece (11) from the lower tool (8) located in the second (20) or further second working position (20), wherein
 - h) forming operations requiring comparatively high forming forces are carried out in the area of the plunger center, and forming operations with comparatively low forming forces are carried out in areas further away from the plunger center.
12. Method according to claim 11, wherein
- a) the rotary table (1) is rotated synchronously with the activation or deactivation of the machining head (16, 10), preferably by an integral fraction of a full angle in each case, and wherein the direction of rotation of the rotary table (1) is preferably reversed at least once during the machining cycle of the workpiece (11), and/or
 - b) at least one of the lower tools (8), in particular one lower tool (8), is unoccupied during a complete operating cycle for producing the workpiece, in particular always, at least one, preferably exactly one, of the lower tools (8).
13. Method according to claim 11 or 12, wherein the lower tools (8) are arranged offset from one another by an angle of 120 degrees with respect to the axis of rotation (M_0), and a lower tool (8) equipped with a workpiece (11) is

transferred successively, starting from the second working position (20), into a plurality of first working positions (19) arranged offset from one another by an angle of 60 degrees with respect to the axis of rotation (M_0) for the forming machining of the workpiece (11), wherein preferably four first working positions (19) arranged offset relative to one another are traversed according to a movement pattern according to which the lower tool (8) is rotated by +60 degrees, +180 degrees or -180 degrees, -120 degrees and +60 degrees by rotation of the rotary table (1) starting from the second working position (20), and is then transferred again by rotation through an angle of -180 degrees or +180 degrees into the second working position (20) for removal of the workpiece (11).

14. Method according to any one of claims 11 to 13, wherein at least one of the at least one second working position (20) is provided for performing maintenance measures on a lower tool (8) located in the one second working position (20), and wherein the method further comprises performing a maintenance measure on a lower tool (8) located in the one second working position (20), wherein the maintenance measure optionally comprises lubricating, cleaning and/or cooling the lower tool (8).

15. Method according to one of claims 11 to 14, wherein during at least one machining step and/or at least between two machining steps the rotary table (1) and/or the lower tool (8) is/are raised or lowered together with the workpiece (11) or only the workpiece (11) parallel to the axis of motion.

Revendications

1. Presse à vis (13) comprenant

a) une tête d'usinage (16) guidée de manière mobile le long d'un axe de déplacement pour l'usinage par déformation d'au moins une pièce (11), comprenant une plaque porte-outils avec plusieurs outils d'usinage (22) différents qui y sont fixés, dans laquelle

a') la presse à vis (13) comprend un coulisseau (9) et la tête d'usinage (16) est formée ou montée sur le coulisseau (9), et

b) une zone d'usinage (17) opposée à la tête d'usinage (16) avec au moins un poste d'usinage conçu pour l'usinage par déformation de la pièce à usiner (11), et comprenant en outre

c) une table tournante (1) avec un axe de rotation (M_D) parallèle à la direction de déplacement, l'axe de rotation (M_D) étant espacé de l'axe de broche ou de coulisseau (M_S) s'étendant parallèlement à l'axe de déplacement dans une direction transversale à l'axe de rotation (M_D), et plusieurs outils inférieurs (8) disposés de manière décalée les uns par rapport aux autres dans la direction circonférentielle par rapport à l'axe de rotation (M_D), où

d) une table tournante (1) est montée de manière à pouvoir tourner, dans lequel

e) la distance angulaire des outils inférieurs (8) sur la table tournante (1) est choisie de telle sorte que des étapes de formage peuvent être exécutées au moins partiellement en parallèle dans le temps, et dans lequel

f) les outils d'usinage (22) sont positionnés de telle sorte que des opérations de formage nécessitant des forces de formage comparativement élevées peuvent être exécutées dans la zone du centre du coulisseau et que des opérations de formage nécessitant des forces de formage comparativement faibles peuvent être exécutées dans des zones plus éloignées du centre du coulisseau, **caractérisé en ce que** la table tournante (1) est conçue de telle sorte, que chacun des outils inférieurs (8) peut être amené, par rotation de la table rotative (1), dans au moins une première position de travail (19) située à l'intérieur de la zone d'usinage (17), et dans au moins une deuxième position de travail (20) qui, en projection axiale par rapport à l'axe de déplacement (M_S), est située latéralement à l'extérieur d'une surface de section transversale (Q) de la tête d'usinage (16).

2. Presse à vis (13) selon la revendication 1, dans laquelle la table tournante (1) et la tête d'usinage (16) sont configurées de telle sorte qu'un outil inférieur (8) conçu pour l'amenée et/ou le maintien d'une pièce (11) est situé latéralement à l'extérieur de la surface de section transversale (Q) de la tête d'usinage (16) dans la deuxième position de travail (20).

3. Presse à vis (13) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle ladite au moins une deuxième position de travail (20) est en outre située latéralement à l'extérieur d'une surface de section transversale (Q) du coulisseau (9) en projection axiale par rapport à l'axe de déplacement (M_S).

4. Presse à vis (13) selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant la table tournante (1) avec des sous-outils (8), les sous-outils (8) étant disposés sur la table tournante (1) de la presse à vis (13) le long d'une ligne circulaire (2), et présentant des écarts angulaires prédéterminés les uns par rapport aux autres par rapport à l'axe de rotation

(M_D) de la table tournante (1), un écart angulaire entre deux sous-outils (8) directement voisins étant de préférence de 60 degrés, 90 degrés ou 120 degrés, et les sous-outils (8) étant de préférence répartis uniformément le long de la ligne circulaire (2), et/ou l'axe de la broche ou du coulisseau étant situé, en option, vu en projection axiale, à l'intérieur de la ligne circulaire (2) sur laquelle sont situés les centres des sous-outils (8) de la table rotative (1).

- 5 5. Presse à vis (13) selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle au moins l'une des au moins une deuxième position de travail (20) est prévue et configurée pour effectuer des mesures d'entretien sur un outil inférieur (8) se trouvant dans ladite une deuxième position de travail (20), la presse à vis (13) comprenant en option un dispositif d'entretien configuré pour effectuer au moins une mesure d'entretien correspondante, le dispositif d'entretien étant configuré en option pour effectuer une lubrification, un nettoyage et/ou un refroidissement sur l'outil inférieur (8) respectif.
- 10 6. Presse à vis (13) selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant au moins un entraînement axial (12) ou au moins une unité de levage (12), qui est conçu(e) à cet effet, à déplacer la table tournante (1) de la presse à vis (13) et/ou au moins un outil inférieur (8) et/ou au moins une pièce (11) se trouvant dans l'outil inférieur (8) parallèlement à l'axe de déplacement de la tête d'usinage (16) de la presse à vis (13), l'entraînement axial (12) ou l'unité de levage (12) étant de préférence au moins en partie sur ou dans une table de formage (5), sur ou dans un logement de table rotative conçu pour le montage de la table rotative (1) sur la table de formage (5) et/ou sur ou dans la table tournante (1), l'entraînement axial (12) ou l'unité de levage (12) comprenant en option au moins un poussoir d'entraînement (12) logé de manière mobile en va-et-vient par lequel la table rotative (1), le logement de pièce (8), l'outil inférieur (8) et/ou la pièce (11) peuvent être déplacés parallèlement à l'axe de déplacement.
- 15 7. Presse à vis (13) selon la revendication 6, comprenant au moins un coulisseau (12), la table tournante (1) étant disposée sur une table de formage (5) qui présente, sur le côté tourné vers la table tournante (1), un ou plusieurs ajours (28) à travers lesquels le au moins un poussoir d'entraînement (12) peut se déplacer ou être déplacé. de sorte que la pièce à usiner (11) correspondante peut être déplacée par rapport au plateau tournant (1) ou à l'outil inférieur (8) lorsqu'elle est positionnée dans une position de travail équipée d'un poussoir (12).
- 20 8. Presse à vis (13) selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle l'entraînement axial (12) est conçu de telle sorte que, dans au moins une position de travail (8), le poussoir (12) peut être abaissé par rapport à d'autres positions de travail (8), de sorte que, lors d'une opération de formage associée à la position de travail (8), une dilatation du matériau de la pièce est possible en direction du poussoir abaissé (12), le poussoir d'entraînement (12) étant disposé et conçu en option de telle sorte qu'il puisse être abaissé par rapport à un niveau d'appui de la pièce, et qu'après un formage correspondant et une dilatation correspondante du matériau de la pièce en direction du poussoir d'entraînement (12), le poussoir d'entraînement (12) puisse être déplacé en direction de la table rotative (1).
- 25 9. Presse à vis (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant une table de formage (5) associée à la zone d'usinage (17), ou, si elle dépend de la revendication 6 ou 7, la table de formage (5) selon une configuration selon la revendication 6 ou l'autre. selon la revendication 7, la table tournante (1) étant fixée à la table de formage (5) au moyen d'une unité d'adaptation, l'unité d'adaptation étant réalisée et pouvant être couplée à la table de formage (5) et à la table tournante (1) de telle sorte que l'axe de rotation (M_D) de la table rotative (1) est disposé à distance de l'axe de la broche ou du coulisseau (M_S).
- 30 10. Presse à vis (13) selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant une broche conçue pour l'entraînement de la tête d'usinage (16), au moins un outil d'usinage (22) de la tête d'usinage (16) présentant un axe médian s'étendant parallèlement à l'axe de déplacement (M_S), lequel, vu en projection axiale, est situé latéralement à l'intérieur, au bord ou directement à proximité de la surface de la section transversale de la broche (7), et/ou dans lequel, vu en projection axiale, un axe de liaison des centres de deux outils d'usinage (22) ou logements d'outils d'usinage, en particulier voisins, passe par le centre du cercle de la broche (7) défini en projection axiale par la périphérie extérieure de la broche.
- 35 11. Procédé d'usinage par déformation d'une pièce (11) avec une presse à vis (13) selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes:
 - 40 a) transférer de l'un des outils inférieurs (8) de la table rotative (1) dans l'une de la au moins une deuxième position de travail (20) située latéralement à l'extérieur de la surface de section (Q) de la tête d'usinage (16) par rotation de la table rotative (1) autour de son axe de rotation (M_D);
 - 45 b) mettre en place de la pièce (11) dans l'outil inférieur (8) se trouvant dans la deuxième position de travail (20);
 - 50
- 55

c) faire tourner la table tournante (1) autour de son axe de rotation (M_D) de telle sorte que la pièce à usiner (11) soit transférée de la deuxième position de travail (20) à l'une des au moins une première position de travail (19);
 d) activer la tête d'usinage (16, 10) pour l'usinage par déformation de la pièce à usiner (11);
 e) en option, faire tourner le plateau tournant (1) autour de son axe de rotation (M_D) et transférer la pièce (11) dans une autre première position de travail (19),
 f) transférer de la pièce à usiner (11) dans la deuxième position de travail (20), ou dans une autre deuxième position de travail (20) située latéralement en dehors de la surface de section transversale de la tête d'usinage (16); et
 g) prélever la pièce à usiner (11) de l'outil inférieur (8) se trouvant dans la deuxième position de travail (20) ou dans une autre deuxième position de travail (20), où
 h) des opérations de formage nécessitant des forces de formage comparativement élevées sont effectuées dans la zone du centre du coulisseau, et des opérations de formage nécessitant des forces de formage comparativement faibles sont effectuées dans des zones plus éloignées du centre du coulisseau.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel

a) la table tournante (1) est tournée de manière synchrone pour l'activation ou la désactivation de la tête d'usinage (16, 10), de préférence à chaque fois d'une fraction entière d'un angle complet, et le sens de rotation de la table tournante (1) étant de préférence inversé au moins une fois pendant le cycle d'usinage de la pièce (11), et/ou
 b) au moins un des sous-outils (8), en particulier un sous-outil (8), est inoccupé pendant un cycle de fonctionnement complet pour la fabrication de la pièce, en particulier toujours, au moins un, de préférence exactement un, des sous-outils (8).

13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, dans lequel les outils inférieurs (8) sont décalés les uns par rapport aux autres d'un angle de 120 degrés par rapport à l'axe de rotation (M_0), et un outil inférieur (8) équipé d'une pièce à usiner (11) est transféré successivement dans plusieurs premières positions de travail (19) décalées les unes par rapport aux autres d'un angle de 60 degrés par rapport à l'axe de rotation (M_0), en partant de la deuxième position de travail (20) pour l'usinage par déformation de la pièce à usiner (11), de préférence quatre premières positions de travail (19) décalées les unes par rapport aux autres étant traversées selon un modèle de mouvement selon lequel l'outil inférieur (8) est tourné de +60 degrés, +180 degrés ou -180 degrés, -120 degrés et +60 degrés par rotation de la table tournante (1) en partant de la deuxième position de travail (20), et est ensuite transféré à nouveau dans la deuxième position de travail (20) par une rotation d'un angle de -180 degrés ou +180 degrés pour le prélèvement de la pièce (11).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel au moins l'une desdites au moins une deuxième position de travail (20) est prévue pour effectuer des opérations d'entretien sur un sous-outil (8) situé dans ladite une deuxième position de travail (20), et dans lequel le procédé comprend en outre l'exécution d'une opération d'entretien sur un sous-outil (8) situé dans ladite une deuxième position de travail (20), ladite opération d'entretien comprenant éventuellement une lubrification, un nettoyage et/ou un refroidissement dudit sous-outil (8).

15. Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, dans lequel, pendant au moins une étape d'usinage et/ou au moins entre deux étapes d'usinage, la table tournante (1) et/ou l'outil inférieur (8) est/sont soulevé(s) ou abaissé(s) avec la pièce (11) ou uniquement la pièce (11) parallèlement à l'axe de déplacement.

FIG 1

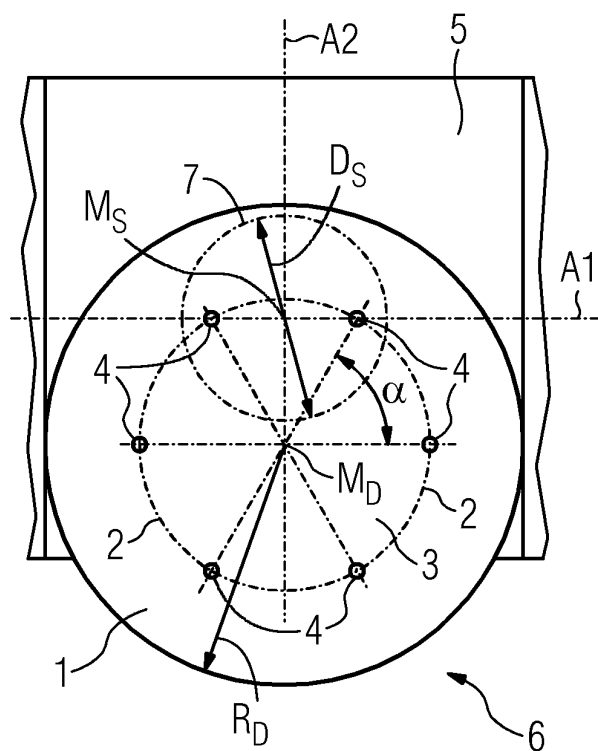


FIG 2

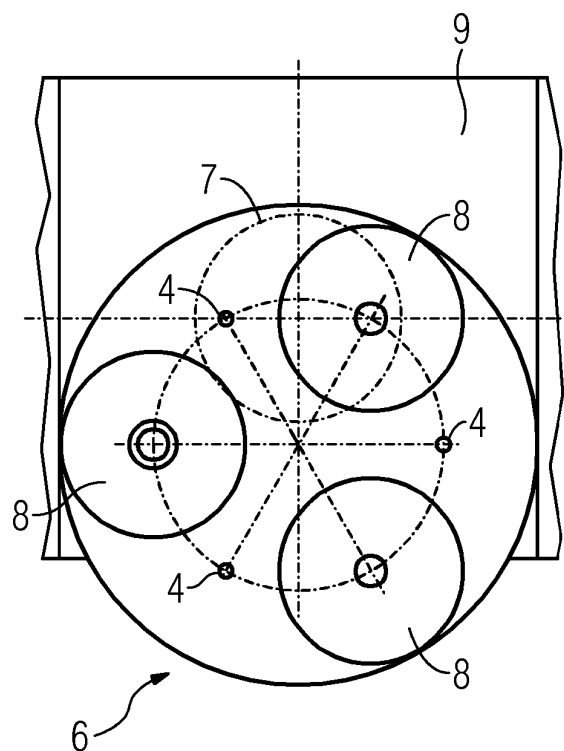


FIG 3

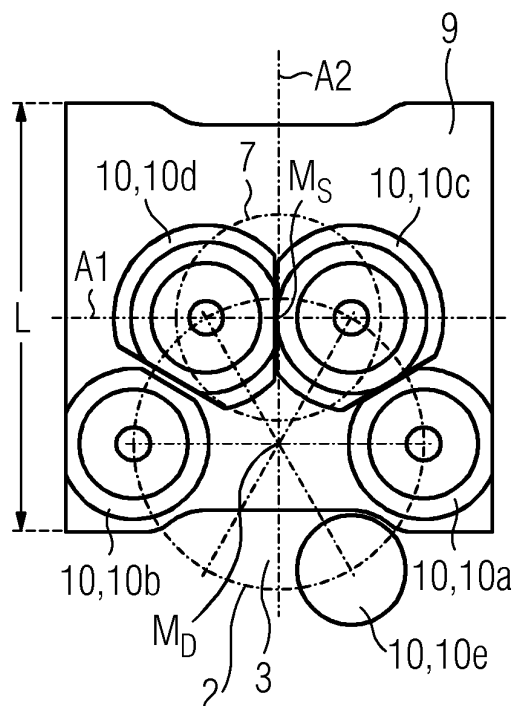


FIG 4

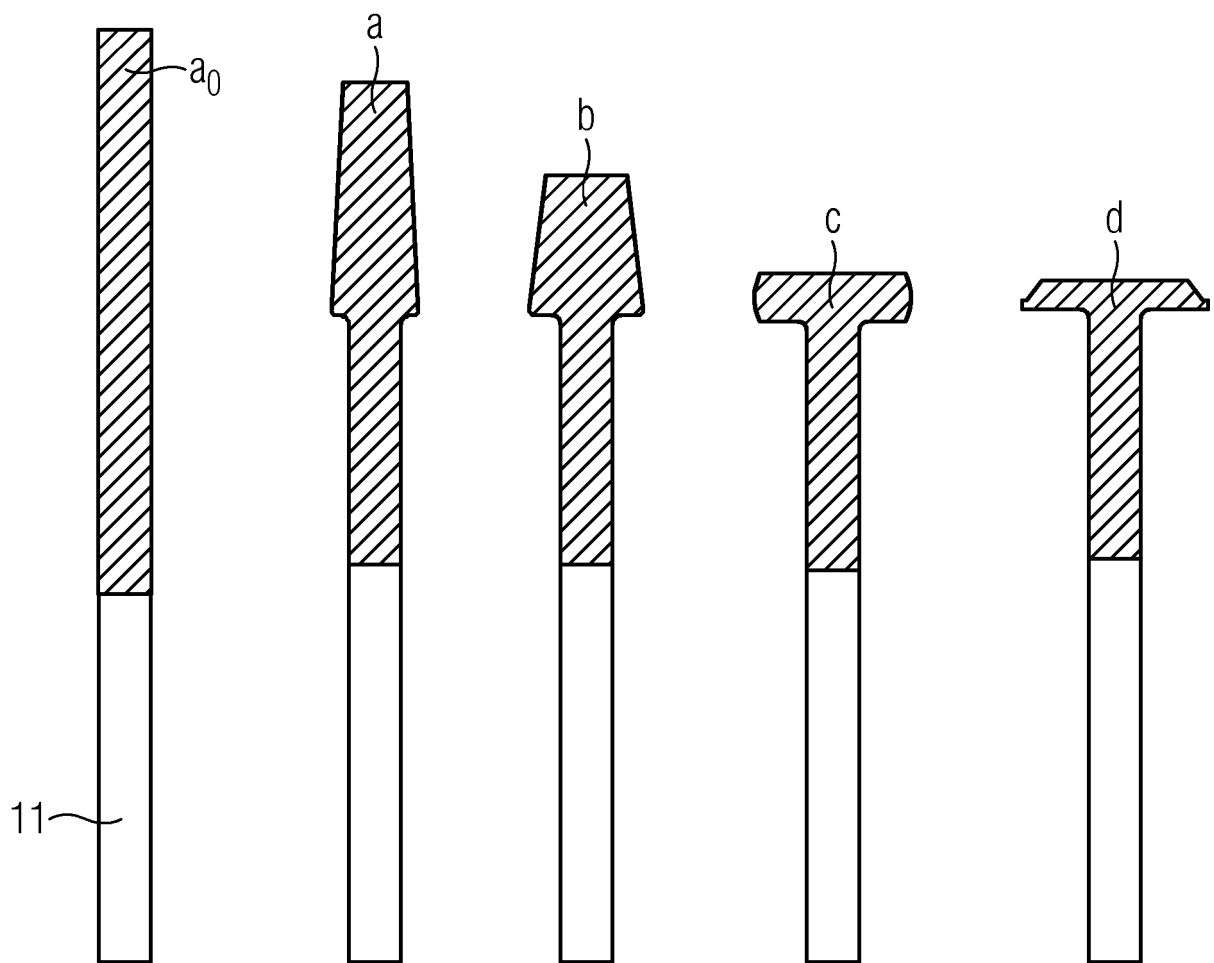


FIG 5

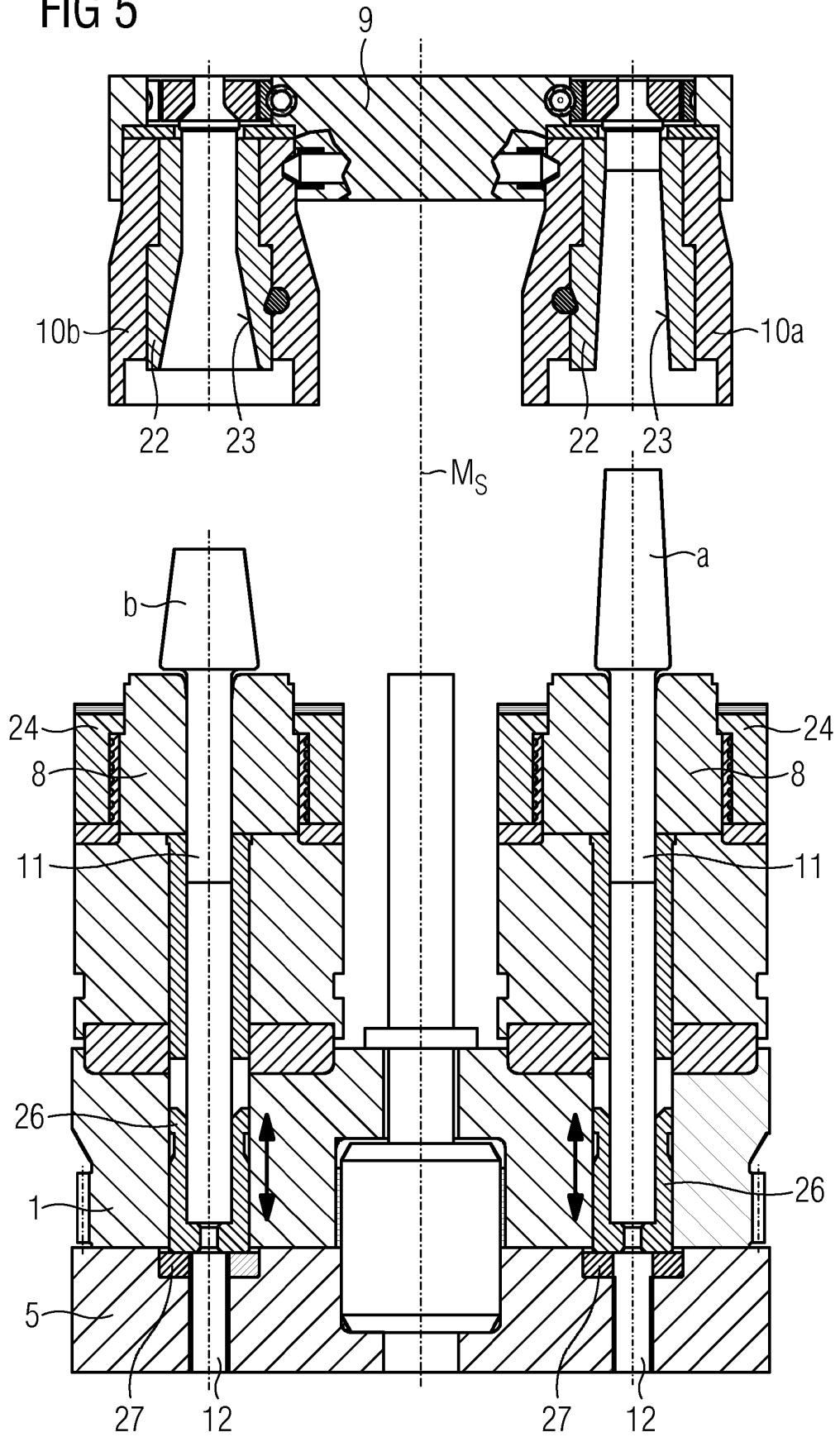


FIG 6

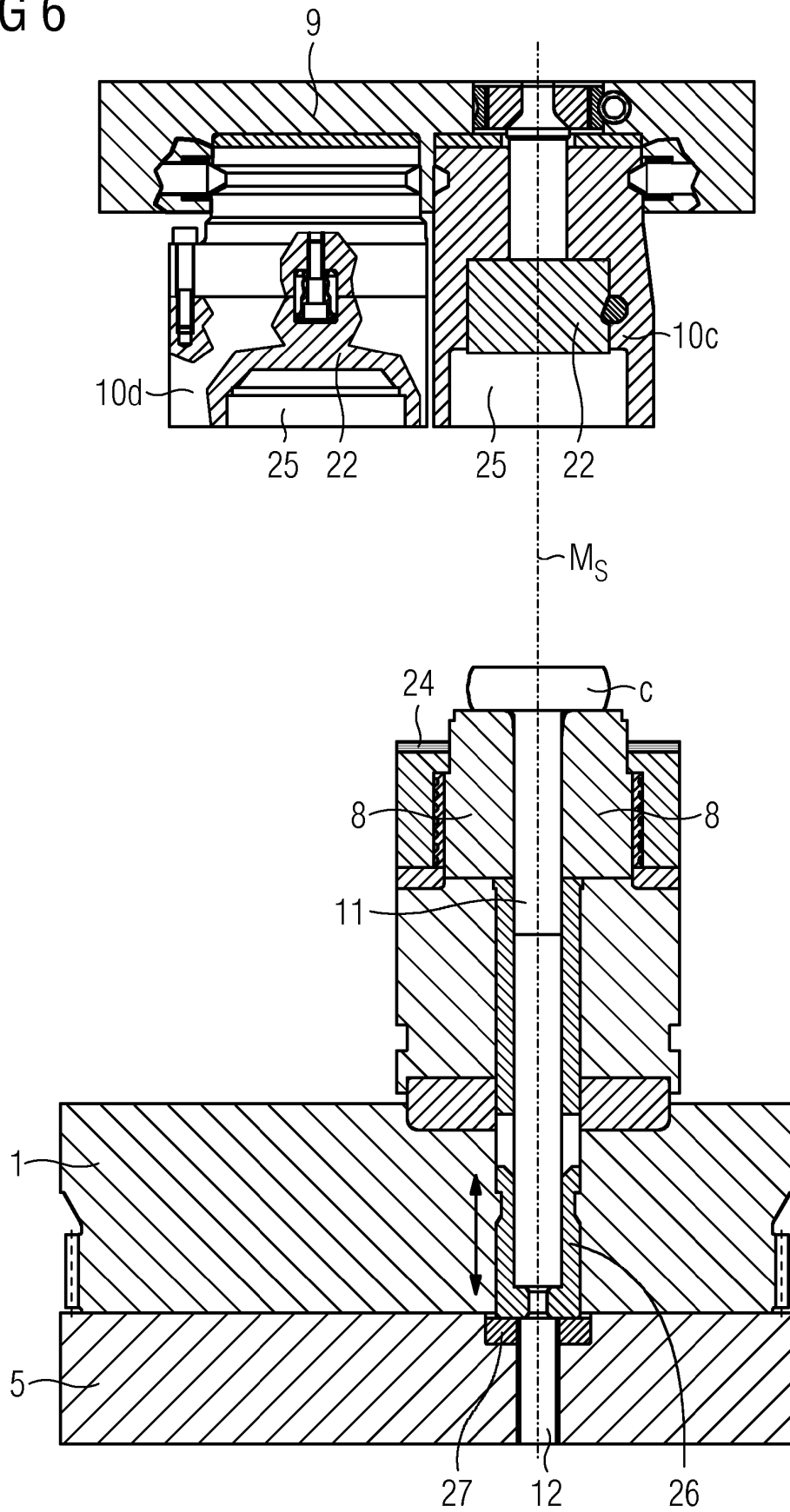


FIG 7

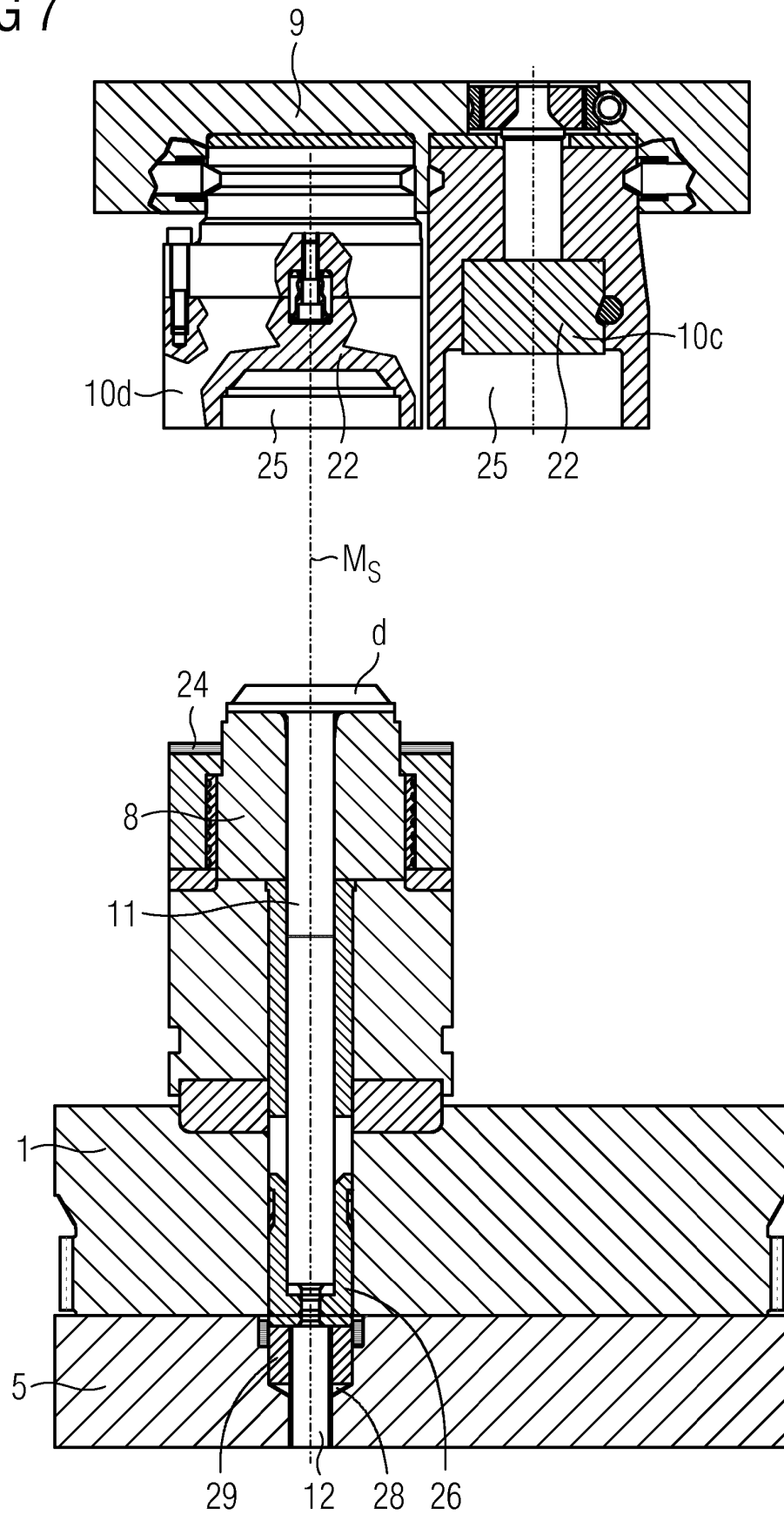


FIG 8

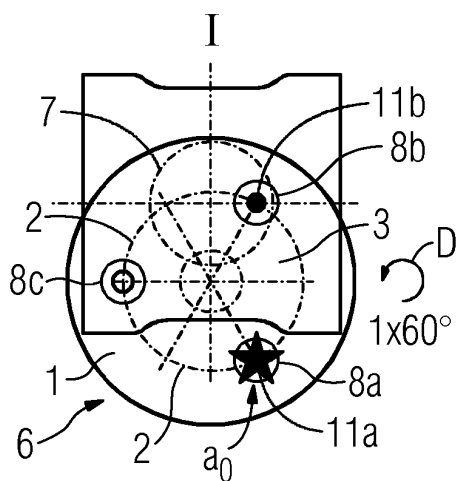


FIG 9

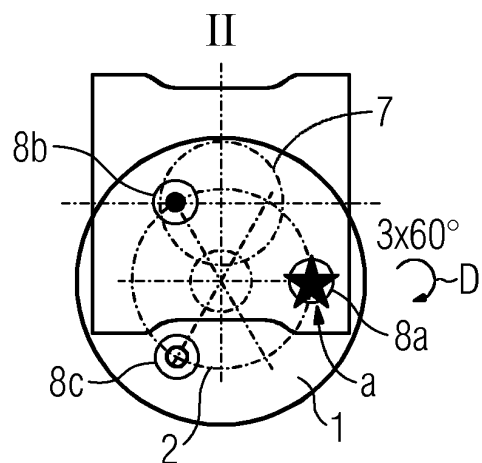


FIG 10

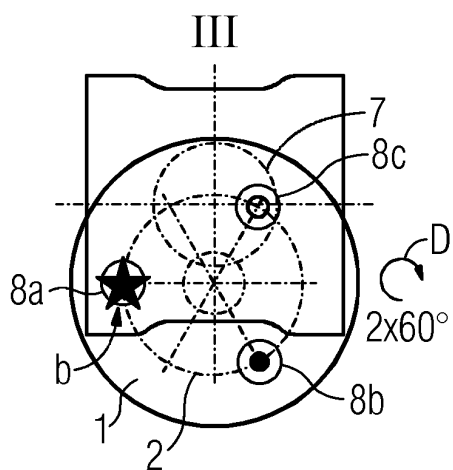


FIG 11

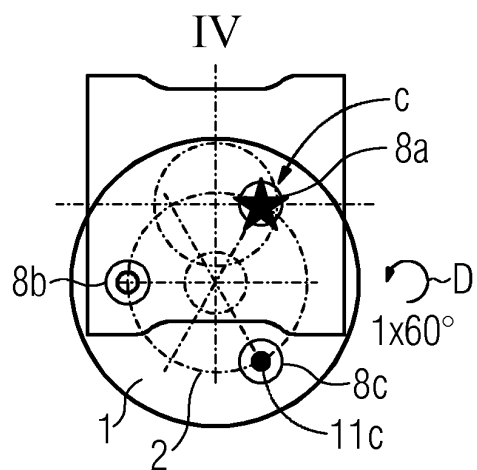


FIG 12

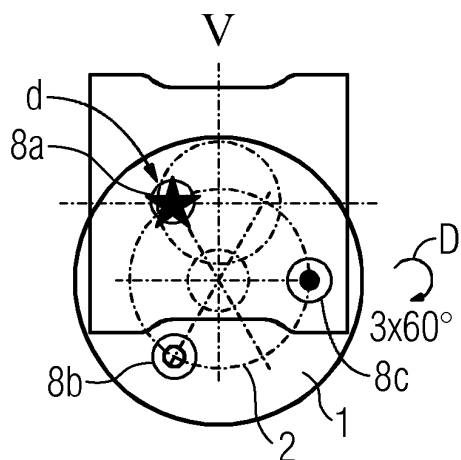


FIG 13

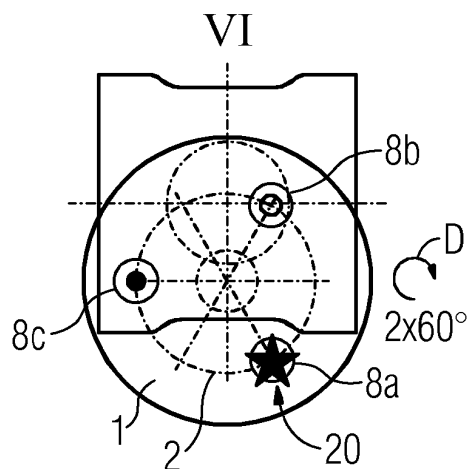
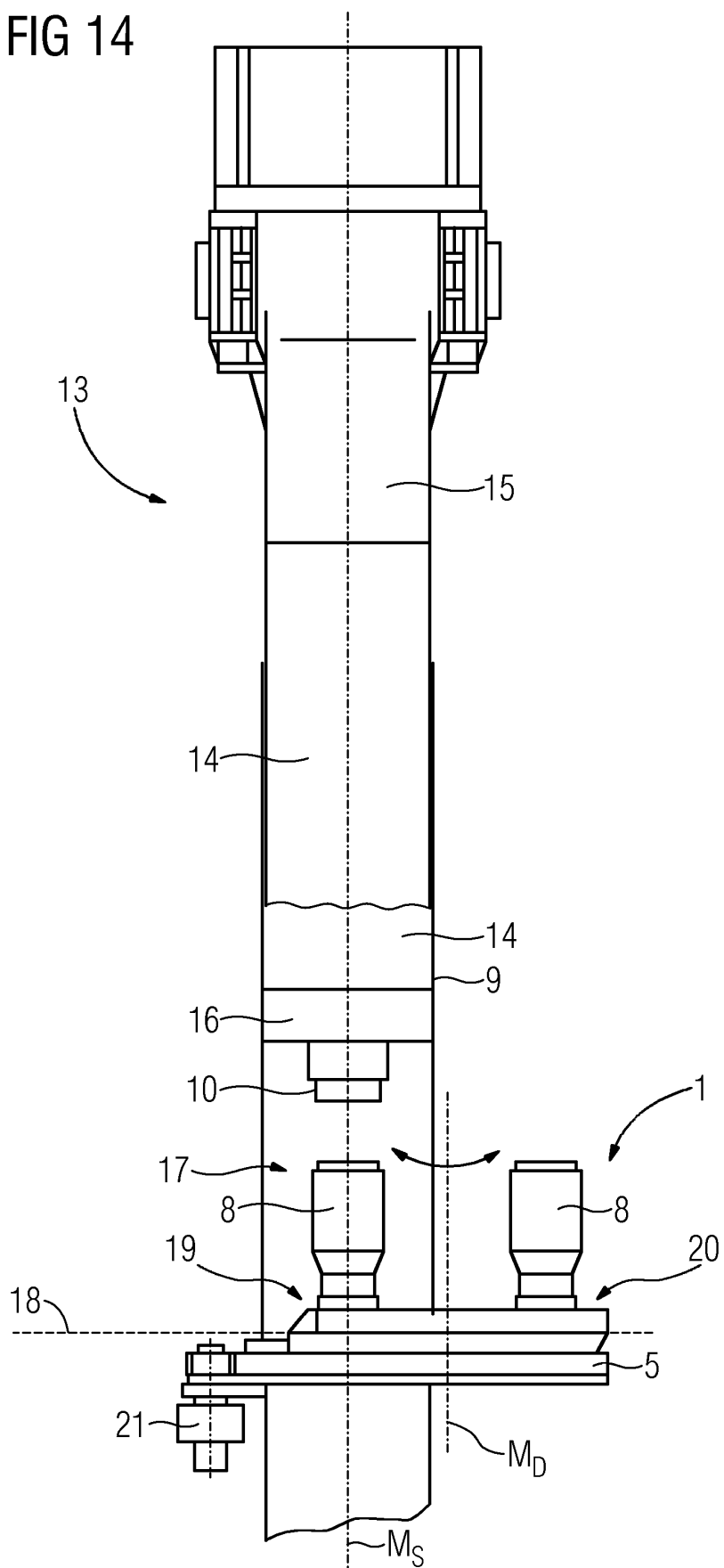


FIG 14



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

- DE 7822648 U1 [0002] [0003]
- US 20030167938 A1 [0004]
- US 5095731 A [0005]
- DE 1627688 A [0006]
- DE 883552 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- DOPPELDRUCK-KALTPRESSEN HC MIT ROTIERENDEM MATRIZENHALTER ZUR HERSTELLUNG VON SCHRAUBEN; NIETEN UND ANDEREN FORMTEILEN. DRAHT, MEISENBACH, BAMBERG, DE, 01. März 1987, vol. 38 (3), 211, , 212 [0007]