



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.07.2018 Patentblatt 2018/30

(51) Int Cl.:
B21D 22/14 (2006.01) B21D 22/18 (2006.01)
B21D 53/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17151935.8**

(22) Anmeldetag: **18.01.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder: **NILLIES, Benedikt**
59227 Ahlen (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(71) Anmelder: **Leifeld Metal Spinning AG**
59229 Ahlen (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DRÜCKWALZEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Druckwalzen, wobei ein Werkstück (5) mittels einer Spindel (12) in Rotation versetzt und mindestens eine Außenrolle (20) an eine Außenseite des Werkstücks (5) zugestellt wird. Unter Materialverdünnung wird ein sich axial erstreckender Mantelbereich des Werkstücks (5) geformt. Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens eine Innenrolle (30) an einer Innenseite des Werkstücks (5) mittels einem Innensupport (40) zugestellt wird, welcher unabhängig von der Außenrolle (20) axial und radial zu der Rotationsachse verfahrbar ist. Mittels einer CNC-Steuerung werden der Innensupport (40) mit der Innenrolle (30) und ein Außensupport mit der Außenrolle (20) individuell verfahren, wobei an dem Mantelbereich ein definierter Wanddickenverlauf mit unterschiedlichen Wanddicken zwischen der mindestens einen Außenrolle (20) und der mindestens einen Innenrolle (30) gebildet wird.

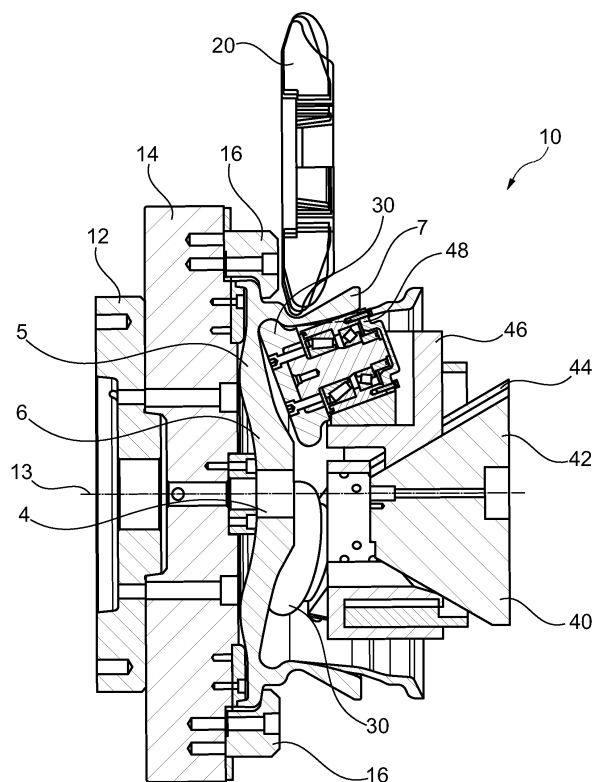


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Drückwalzen, insbesondere eines Fahrzeugrades, wobei ein Werkstück mittels einer Spindel in Rotation um eine Rotationsachse versetzt und mindestens eine Außenrolle mittels eines Außensupports an einer Außenseite des Werkstücks zugestellt wird, wobei unter Materialverdünnung ein sich axial erstreckender Mantelbereich des Werkstücks geformt wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Drückwalzen mit einer Spindel, welche über einen Antrieb rotierend um eine Rotationsachse antreibbar und zum Halten eines Werkstücks ausgebildet ist, mindestens einer Außenrolle, welche an einem Außensupport drehbar gelagert ist, welcher zum Zustellen an das Werkstück axial und radial relativ zu der Rotationsachse verfahrbar ist, und mindestens einer Innenrolle, welche an einer Innenseite des Werkstücks gegenüberliegend zu der Außenrolle zustellbar ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0003] Insbesondere bei Fahrzeugrädern, vorzugsweise aus einem Aluminiummaterial, werden diese gegen ein mittiges Drückfutter drückgewalzt. Das Drückfutter, auch Drückwerkzeug genannt, stellt dabei die Negativform der Innengeometrie der Felge eines Fahrzeugrades dar. Eine Veränderung der Felge bedingt dabei üblicherweise auch eine Änderung des Drückfutters, was kostenaufwändig ist. Ein Herstellen von Fahrzeugrädern oder sonstigen Drückteilen mit einer Innenkontur ist daher häufig nur für hohe Stückzahlen wirtschaftlich.

[0004] Ein Verfahren zum Drückwalzen mit einer erhöhten Flexibilität in der Formgebung ist aus der EP 2 210 682 B1 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird als Drückfutter ein variabler Drückdorn mit einer konischen Außenkontur vorgesehen. Der Drückdorn ist konzentrisch zur Rotationsachse angeordnet. Durch ein axiales Verstellen des Drückdornes kann ein variabler Innendurchmesser an der jeweiligen Umformzone bereitgestellt werden. Dieses Verfahren ist auf bestimmte Innenkonturen jedoch beschränkt.

[0005] Aus der DE 35 45 506 A1 ist ein Werkzeug zum Drückwalzen von hohlzylindrischen Werkstücken bekannt. Gleichzeitig zur Zustellung von Außenrollen an einer Außenkontur des Rohrwerkstücks werden mit einem inneren Rollenträger Innenrollen an eine Außenkontur zugestellt. Zwischen der Außenrolle und der Innenrolle ist ein fester Abstand vorgegeben, welcher den Umfang eines Abstreckdrückwalzens und der zu bildenden Wanddicke des rohrförmigen Werkstücks vorgibt.

[0006] Ein ähnliches Verfahren ist aus der US 3,287,951 bekannt. Dabei sind eine Außenrolle und eine zugeordnete Innenrolle an einem gemeinsamen Rollenträger angeordnet. Die Außenrolle ist über einen mechanischen Stellmechanismus einstellbar, so dass der Abstand zwischen der Innenrolle und der Außenrolle zu Beginn des Umformverfahrens eingestellt werden kann.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Drückwalzen anzugeben, mit welchen eine besonders hohe Formenvielfalt an Werkstücken flexibel und effizient erzeugt werden können.

[0008] Die Aufgabe wird zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Innenrolle an einer Innenseite des Werkstücks mittels eines Innensupports zugestellt wird, welche unabhängig von dem Außensupport axial und radial zu der Rotationsachse verfahrbar ist, und dass mittels einer CNC-Steuerung der Innensupport mit der Innenrolle und der Außensupport mit der Außenrolle individuell verfahren werden, wobei an dem Mantelbereich ein definierter Wanddickenverlauf mit unterschiedlichen Wanddicken zwischen der mindestens einer Außenrolle und der mindestens einer Innenrolle gebildet wird.

[0010] Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, von einem vorgegebenen Drückwerkzeug, welches eine Negativform einer Innenkontur des Werkstücks vorgibt, abzugehen und zum Formen der Innenkontur mindestens eine Innenrolle vorzusehen. Dabei wird die Innenrolle nicht geradlinig parallel zur Außenrolle verfahren, sondern die Innenrolle ist an einem Innensupport gelagert, welcher unabhängig von dem Außensupport axial und radial zur Rotationsachse verfahrbar ist. Es kann so eine nahezu unbegrenzte Formenvielfalt ohne Umbau eines Drückwerkzeuges erzeugt werden.

[0011] Weiter ist nach der Erfindung eine CNC-Steuerung vorgesehen sowie vorzugsweise zusätzlich eine Programmier-Unterstützungssoftware, welche insbesondere offline auf einem PC eingesetzt wird. Mit der Steuerung sind der Innensupport mit der Innenrolle und der Außensupport mit der Außenrolle unabhängig voneinander verfahrbar. Es kann so an der Innenseite und der Außenseite des Werkstücks ein freier Konturenverlauf eingestellt werden. Weiterhin kann durch eine Relativverstellung der Außenrolle zu der zugeordneten Innenrolle der wirksame Formgebungsspalt und damit ein Wanddickenverlauf in dem zu formenden axialen Mantelbereich des Werkstücks mit hoher Formgebungsfreiheit ausgebildet werden. Dabei ist der Begriff Drückwalzen im Sinne der Erfindung breit zu verstehen und umfasst nicht nur ein Umformen mit einer Wanddickenveränderung sondern auch ein Drücken bei gleich bleibender Wanddicke.

[0012] Mit dem Verfahren lassen sich in effizienter Weise Werkstücke selbst in kleinen Stückzahlen oder sogar einzelne Werkstücke herstellen, da eine aufwändige Herstellung eines starren Drückdorns nicht notwendig ist. Vielmehr wird die Kontur durch eine entsprechende Steuerung der Rollen zueinander frei eingestellt.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die mindestens eine Innenrolle und die mindestens eine zugeordnete Außenrolle zum Ausformen des Mantelbereichs radial und axial zueinander verfahren werden. Hierdurch lassen sich ein individueller Verlauf der Innenkontur und Außenkontur sowie ein dazwischen angeordneter Wanddickenverlauf nahezu beliebig einstellen. Die Wanddicke wird dabei nach einer Erkenntnis der Erfindung nicht nur durch einen radialen Abstand der Innenrolle zu der Außenrolle bestimmt. Insbesondere bei einem Abstreckdrückwalzen, bei welchem der Mantelbereich gegenüber einer ursprünglichen Ausgangsdicke verringert wird, kann die Innenrolle oder die Außenrolle der jeweils anderen Rolle axial gezielt voraus- oder nacheilen. Hierdurch wird auch in einer axialen Richtung eine Widerlagerfunktion geschaffen, welche für ein formgenaues Abstrecken wesentlich sein kann.

[0014] Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist es bevorzugt, dass das Werkstück an der Spindel eingespannt wird, wobei ein Freiraum in einem Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs verbleibt. Dieser Mantelbereich ist dabei so groß gestaltet, dass zumindest eine Innenrolle an eine Innenkontur des Mantelbereichs zustellbar ist. Vorzugsweise wird hierzu das Werkstück einseitig an der Spindel eingespannt, etwa mittels eines Drei- oder Mehrbacken-Spannfutters. Andere Spannmechanismen lassen sich verwenden, etwa auch mit einem axialen Spannelement oder Gegenhalteelement, welches an oder durch eine Mittenöffnung an einem Nabenbereich des Werkstücks angesetzt wird.

[0015] Nach einer weiteren erfindungsgemäßen Verfahrensvariante ist es vorteilhaft, dass ein Spannen des Werkstücks an einem Teilbereich des Außenumfangs erfolgt. Hierbei kann das Werkstück von außen über entsprechende Spannbacken zentriert an der Spindel gehalten werden.

[0016] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es bevorzugt, dass das Werkstück vor dem Drückwalzen mit einer Spann- und/oder Zentrierhilfe versehen wird. Bei dem eingesetzten Spannfutter ist in bevorzugter Weise eine Zentrierung zum Zentrieren des Werkstücks beim Spannvorgang vorgesehen. Dazu kann an dem Werkstück eine entsprechende Zentrierhilfe mitangebracht sein, welche insbesondere bei Gussrädern mitangegeben ist. Diese kann etwa derart, beispielsweise mittels Vorsprüngen oder Anschlagkanten, ausgeführt sein, dass diese die Drehmomentübertragung vom Spannfutter auf das Werkstück unterstützen.

[0017] Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist es nach der Erfindung vorgesehen, dass die Spann- und/oder Zentrierhilfe nach dem Drückwalzen von dem Werkstück entfernt wird. Dies kann insbesondere durch eine einfache spanabhebende Bearbeitung erfolgen. Dies kann auch mit einer separaten Maschine, etwa einer Drehmaschine, oder der Drückwalzvorrichtung selbst mit einem spanabhebenden Zusatzwerkzeug erfolgen.

[0018] Für ein besonders schonendes Einspannen ist

es nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass eine Innenspanneinrichtung vorgesehen wird, durch welche ein Nabenbereich des Werkstücks abgedeckt wird. Denn vorzugsweise beginnt die Umformung des Rades in unmittelbarer Nähe zu einem radial verlaufenden Nabenbereich des Werkstücks. Diese können bei bestimmten Fahrzeugfelgen ein Stern oder Felgenspeichen sein. Die Spanneinrichtung weist dabei eine relativ großflächige tellerartige Spannfläche auf, durch welche der besonders gestaltete und vorgeformte Nabenbereich abgedeckt und geschützt wird.

[0019] Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren zum Bilden eines beliebigen Werkstücks mit einem axial verlaufenden, rohrförmigen Mantelbereich verwendet werden. Besonders bevorzugt ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass der Mantelbereich als ein Felgenbett eines Fahrzeugrades mit mindestens einem Hump ausgebildet wird, welcher als eine Verdickung in dem Wanddickenverlauf gebildet wird. Weiter bevorzugt ist das Umformen einer gegossenen Vormform zu einem Felgenrohling, der anschließend zum fertigen Rad weiterbearbeitet wird, insbesondere durch spanabhebende Bearbeitung.

[0020] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann so ein weitgehend gewichtsoptimiertes Fahrzeugrad hergestellt werden, bei welchem der Wanddickenverlauf des Felgenbettes an die tatsächliche Belastung des Fahrzeugrades im Betrieb angepasst ist. Dabei werden Bereiche mit geringer Belastung mit einer geringen Wanddicke ausgebildet, während stark belastete Bereiche mit einer entsprechend großen Wandverdickung ausgeformt werden. Zusätzlich kann ein Hump, also ein Wulst zur Fixierung des Reifens an dem Felgenbett, ebenfalls in einfacher Weise durch eine Wandverdickung entlang des Felgenbettes ausgebildet werden. Der Hump stellt dabei eine radial nach außen vorragende ringförmige Erhöhung an dem Felgenbett dar.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es dabei, dass zum Bilden eines Humps und/oder Hornbereichs die Innenrolle und die Außenrolle gleichzeitig relativ zueinander in radialer und axialer Richtung verfahren werden. In entsprechender Weise können auch die seitlichen Felgenhörner ausgeformt werden. Zum Formen der Felgenhörner können auch weitere und andere Innenrollen mit einer geänderten und angepassten Außenkontur zum Einsatz kommen. Entsprechendes gilt für die Verwendung konturierter Außenrollen zum Bilden der Felgenhörner. Durch die frei programmierbaren Innen- und Außenrollen wird zudem ein schrittweises Umformen der Felgenkontur möglich, so dass gezielt in bestimmten Bereichen der Felge höhere Kaltverfestigungen und/oder Gefügeveränderungen herbeigeführt werden. Hierdurch sind Stabilitätssteigerungen und/oder Gewichtsreduzierungen an dem Werkstück möglich.

[0022] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Drückwalzen ist dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Innenrolle an einem Innensupport drehbar gelagert ist, welche unabhängig zu dem Außensupport axial und

radial zu der Rotationsachse verfahrbar gelagert ist, und dass eine CNC-Steuerung zum individuellen Verfahren des mindestens einen Innensupports mit der Innenrolle und des mindestens einen Außensupports mit der Außenrolle vorgesehen ist, wobei zwischen der Innenrolle und der Außenrolle ein Wanddickenverlauf des Werkstücks einstellbar ist.

[0023] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens eingesetzt werden. Es können dabei die zuvor beschriebenen Vorteile erzielt werden.

[0024] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass mehrere Innenrollen und Außenrollen vorgesehen sind, wobei jeweils eine Innenrolle einer Außenrolle zugeordnet ist. Vorzugsweise sind dabei mehrere Innenrollen, vorzugsweise drei Innenrollen, an einem gemeinsamen Rollenträger angeordnet. Gegenüber diesem gemeinsamen Rollenträger oder Innensupport können die einzelnen Innenrollen schwenkbar relativ zur Drehachse verstellbar sein. Hierdurch kann eine gezielte Ausformung der verschiedenen Konturbereiche des Werkstückes erzielt werden. Je nach Anwendung können bei einer weiteren bevorzugten Ausführung separat axial und/oder radial zueinander verstellbare Innenrollen oder Innensupporte vorgesehen sein.

[0025] Nach einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es bevorzugt, dass an der Spindel eine Spanneinrichtung zum Spannen des Werkstücks angeordnet ist, wobei ein Freiraum in einen Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs des Werkstücks verbleibt. In diesem Freiraum ist der mindestens eine Innensupport einfahrbar, so dass eine Innenkontur des Mantelbereichs des Werkstücks durch die mindestens eine Innenrolle ausgeformt werden kann.

[0026] Für eine hocheffiziente Fertigung ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, dass eine Steuereinrichtung mit einem Datenspeicher vorgesehen ist, in welchem für verschiedene Werkstückformen Datensätze zum Verfahren der Innenrolle und der Außenrolle hinterlegt sind. Auf diese Weise kann von einem Maschinenbediener der jeweils gewünschte Datensatz für eine bestimmte Werkstückgestaltung aufgerufen werden. Ohne einen aufwändigen Umbau können so effizient verschiedene Werkstücke auf einer Drückwalzvorrichtung hergestellt werden. Die Vorrichtung mit der Steuereinrichtung ist über eine Datenfernverbindung, insbesondere einem Internetanschluss, versehen. Auf diese Weise können neue oder aktualisierte Datensätze zu bestehenden oder neuen Werkstücken in den Datenspeicher der Maschine übertragen werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist so für einen hochflexiblen Einsatz bei Projekten der Industrie 4.0 vorsehbar.

[0027] Weiterhin ist eine besonders gute Konturierung nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreichbar, dass mindestens eine der Rollen mit einem Hilfsantrieb zum drehenden Antreiben der Rolle versehen ist. Dabei können sowohl die Innenrollen als auch die Au-

ßenrollen mit einem jeweiligen Rollenantrieb versehen sein. Hierdurch können die Innen- und/oder die Außenrollen beschleunigt werden, bevor sie mit dem umzuformenden Werkstoff des rotierenden Werkstücks in Berührung kommen. Hierdurch wird einem Aufbacken auf den Rollen und/oder einem erhöhten Verschleiß der Rollen entgegengewirkt. Der Rollenantrieb ist in einer bevorzugten Ausführung mit einer Freilauf- oder Drehzahlregleinrichtung ausgeführt, die eine automatische Anpassung der Umfangsgeschwindigkeit der Rolle zum Bauteil ermöglicht.

[0028] Zum Ausstoßen aus der Spanneinrichtung kann ein Auswerfer, insbesondere ein axial verstellbarer Auswerfer, zum Einsatz kommen. Das Auswerfen ist vorzugsweise als eine gesteuerte Bewegung ausgeführt. Vorzugsweise ist die Vorrichtung zum Drückwalzen als vertikale Maschine mit hängender oder alternativ stehender Spindel ausgeführt, so dass die Werkstückzentrierung erleichtert wird. Bei der Ausführung mit vertikal hängender Spindel kann der Gegenhalter der Spanneinrichtung auch die Funktion der Be- und Entladung übernehmen.

[0029] Die Innen- und/oder Außensupporte sind vorzugsweise als unabhängig steuerbare Supporte ausgeführt, die lediglich elektrisch synchronisiert werden. Die Außenrolle wird vorzugsweise in einem Winkel von 0 bis 15° zur Rotationsachse angestellt, während die Innenrollen vorzugsweise von 0 bis 45° angestellt werden und über einen vorzugsweise deutlich größeren Rollenradius an der Umformung mitwirken. Die Zustellung der Außen- und Innenrollen erfolgt vorzugsweise über zwei linear arbeitende Kreuzsupporte. Alternativ kann der Einsatz von mindestens zwei Innenrollen auf den Kreuzsupport verzichtet werden, indem die Rollen über Keilschieber gleichzeitig verschoben oder angestellt werden.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine Teilquerschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung beim Formen eines Fahrzeugrades in einem Anfangsstadium;

Fig. 2: eine Teilquerschnittsansicht der Vorrichtung von Fig. 1 beim Herstellen eines Fahrzeugrades in einem Endstadium;

Fig. 3: eine Teilquerschnittsansicht einer weiteren Vorrichtung beim Herstellen eines Fahrzeugrades in einem Anfangsstadium und

Fig. 4: eine Teilquerschnittsansicht der Vorrichtung von Fig. 3 beim Herstellen eines Fahrzeugrades in einem Endstadium.

[0031] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum Drückwalzen gemäß Fig. 1 weist eine drehend über ei-

nen nicht dargestellten Antrieb angetriebene Spindel 12 auf. Die Spindel 12 dreht um eine mittige Rotationsachse 13, welche in dem ausgeführten Darstellungsbeispiel horizontal verläuft. In gleicher Weise kann die Spindel 12 mit der Rotationsachse 13 vertikal gerichtet sein, wobei ein Werkstück 5 dann auf der Spindel 12 aufliegt oder bei einer hängenden Spindelanordnung an einer oben liegenden Spindel 12 gespannt wird.

[0032] Über eine an der Spindel 12 angebrachte plattenförmige Spanneinrichtung 14 mit axial wirkenden Spannklaue 16 kann ein Werkstück 5 lösbar und drehfest sowie zentrisch zur Rotationsachse 13 mit der Spindel 12 verbunden werden. Das Werkstück 5 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Vorform eines Fahrzeugrades. Die Vorform ist vorzugsweise durch Gießen oder Schmieden aus einem Metallwerkstoff gefertigt. Das rotationssymmetrische Werkstück 5 weist einen im Wesentlichen radial verlaufenden Nabenbereich 6 mit einer Mittenöffnung 4 und einen sich im Wesentlichen axial erstreckenden trommelförmigen Mantelbereich 7 auf. Mit den Spannklaue 16 wird das Werkstück 5 einseitig an seinem Außenumfang an der Spindel 12 befestigt.

[0033] Nach dem Einspannen wird die Spindel 12 mit dem Werkstück 5 in Rotation versetzt. Vorzugsweise drei Außenrollen 20, von denen nur eine Außenrolle 20 dargestellt ist, werden mittels nicht dargestellten Außensupporten radial an die Außenseite des Mantelbereichs 7 des Werkstücks 5 zugestellt. Gleichzeitig wird ein Innensupport 40 mit drei um 120° versetzt zueinander angeordneten Innenrollen 30 in einen mittigen Freiraum innerhalb des trommelförmigen Mantelbereichs 7 zugestellt. Dabei werden die Innenrollen 30 zunächst angrenzend an den radialen Nabenbereich 6 an eine Innenseite des Mantelbereichs 7 angelegt.

[0034] Der Innensupport 40 weist einen zentrischen und konischen Mittenträger 42 auf, an dessen Außenseite Linearführungen 44 für Schlitten 46 angeordnet sind. An den linear verfahrbaren Schlitten 46 sind Rollenhalter 48 verschwenkbar gelagert. In den topfartigen Rollenhaltern 48 sind die Innenrollen 30 über Wälzlager drehend gelagert. Die Innenrollen 30 können über die schwenkbaren Rollenhalter 48 während des Drückwalzvorganges verschwenkt werden sowie radial und/oder axial mittels des Schlittens 46 und des Innensupports 40 verfahren werden. In entsprechender Weise können die Außenrollen 20 an einem nicht dargestellten Außensupport verschwenkbar sowie radial und axial verfahrbar gelagert sein.

[0035] Das Verfahren der Außenrolle 20 und der Innenrolle 30 erfolgt über eine nicht dargestellte CNC-Steuerung und Stellantriebe, anhand abgespeicherter Daten zum Formen des gewünschten Werkstücks 5. Wie aus Fig. 2 zu entnehmen ist, kann der Mantelbereich 7 des Werkstücks 5 zu einem Felgenbett mit einem Hump 8 geformt werden, welcher eine Verdickung im Wanddickenverlauf des Mantelbereichs 7 darstellt. Der endgeformte Mantelbereich 7 ist gegenüber dem Mantelbereich 7 des Ausgangswerkstücks 5 gelangt und hinsicht-

lich der Wanddicke verdünnt. Es kann eine nahezu beliebige Außenkontur sowie eine Innenkontur mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 erzeugt werden.

[0036] Die zweite Ausführungsform gemäß den Figuren 3 und 4 entspricht im Wesentlichen dem Aufbau der ersten erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 und 2.

[0037] Im Unterschied zur ersten Ausführungsform ist bei der Vorrichtung 10 gemäß Fig. 3 eine geänderte Innenrolle 30 mit einem ringförmigen Radialvorsprung 32 und einem im vorderen Bereich angrenzenden Widerlagerabschnitt 34 vorgesehen. Der radial vorstehende Radialvorsprung 32 an der Innenrolle 30 kann zum Ausformen einer Innenkontur entlang der Innenseite eines Mantelbereichs 7 des Werkstücks 5 im Zusammenspiel mit der radial außen angreifenden Außenrolle 20 dienen. Der vordere Widerlagerabschnitt 34 kann zum Ausbilden eines Felgenhorns am freien Ende des ausgeformten Felgenbettes eingesetzt werden, wie anschaulich in Fig. 4 dargestellt ist. Der Widerlagerabschnitt 34 kann dabei insbesondere eine Negativform der inneren Kontur des Felgenhorns und zum Aufnehmen der Umformkräfte der Außenrolle 20 ausgebildet sein. In entsprechender Weise können unterschiedliche Außenrollen 20 mit einer angepassten Außenkontur an dem Mantelbereich 7 zugestellt werden. Insbesondere kann eine Außenrolle 20 eine Außenkontur entsprechend der gewünschten Formgebung des auszuformenden Felgenhorns aufweisen.

[0038] Zusätzlich ist bei der zweiten Ausführungsform gemäß den Figuren 3 und 4 zum Spannen des Werkstücks 5 neben der bereits zuvor beschriebenen Spanneinrichtung 14 mit axial verfahrbaren Spannklaue 16 zum Spannen des Werkstücks 5 an der radialen Außenseite auch ein axial verfahrbarer Gegenhalter 18 vorgesehen. Insbesondere nach einer anfänglichen Konturierung des Mantelbereichs 7 kann der Gegenhalter 18 in den mittigen Freiraum des trommelförmigen Mantelbereichs 7 axial gegen den Nabenbereich 6 des Werkstücks 5 gedrückt werden. Hierdurch kann eine zusätzliche axiale Einspannung und Zentrierung des Werkstücks zumindest während eines Endstadiums des Drückwalzprozesses erfolgen. Der Gegenhalter 18 kann ein tellerförmiges Anlageelement 19 aufweisen, welcher an eine Konturierung des Nabenbereichs 6 des Werkstücks 5 angepasst ist.

[0039] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 sowie dem darauf durchführbaren Verfahren können Werkstücke 5 mit einer großen Formenvielfalt eines Wandbereichs 7 ohne Umbaumaßnahmen gebildet werden.

[0040] Diese Verfahren ermöglicht erstmals das mehrmalige, stufenweise Drückwalzen, bis die finale Endgeometrie bzw. vollständige Gefügeveränderung erzielt wurde.

[0041] Bevorzugt Drückwalzen von Gussrädern bei Temperaturen bis zum 400 °C. Wärmebehandlungen der Räder können sich unmittelbar an den Drückwalzvorgang anschließen.

[0042] Darüber hinaus kann das Verfahren auch für

die Kaltumformung von Aluminium-schmiederäder, als auch für Stahlräder eingesetzt werden.

[0043] Auch der Einsatz einer speziellen Programmieroberfläche oder der Einsatz einer Off-line-Programmierunterstützungssoftware ist bevorzugt, um die komplexen Programme einfache und schneller erstellen zu können, sowie diese vor Einsatz durch Simulation zu überprüfen und zu optimieren.

[0044] Alternativ ist auch eine Kombination aus flexiblen Innenrollen mit einem partiell wirkenden kurzem Dorn möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Drückwalzen, insbesondere eines Fahrzeugrades, wobei ein Werkstück (5) mittels einer Spindel (12) in Rotation um eine Rotationsachse (13) versetzt und mindestens eine Außenrolle (20) mittels eines Außensupports an einer Außenseite des Werkstücks (5) zugestellt wird, wobei unter Materialverdünnung ein sich axial erstreckender Mantelbereich (7) des Werkstücks (5) geformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Innenrolle (30) an eine Innenseite des Werkstücks (5) mittels eines Innensupports (40) zugestellt wird, welcher unabhängig von dem Außensupport axial und radial zu der Rotationsachse (13) verfahrbar ist, und **dass** mittels einer CNC-Steuerung der Innensupport (40) mit der Innenrolle (30) und der Außensupport mit der Außenrolle (20) individuell verfahren werden, wobei an dem Mantelbereich (7) ein definierter Wanddickenverlauf mit unterschiedlichen Wanddicken zwischen der mindestens einen Außenrolle (20) und der mindestens einen Innenrolle (30) gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Innenrolle (30) und die mindestens eine zugeordnete Außenrolle (20) zum Ausformen des Mantelbereichs (7) radial und axial zueinander verfahren werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (5) an der Spindel (12) eingespannt wird, wobei ein Freiraum in einem Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs (7) verbleibt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spannen des Werkstücks (5) an einem Teilbereich des Außenumfangs erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (5) vor dem Drückwalzen mit einer Spann- und/oder Zentrierhilfe versehen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spann- und/oder Zentrierhilfe nach dem Drückwalzen von dem Werkstück (5) entfernt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Innenspanneinrichtung (14) vorgesehen wird, durch welche ein Nabenbereich (6) des Werkstücks (5) abgedeckt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantelbereich (7) als ein Felgenbett eines Fahrzeugrades mit mindestens einem Hump (8) ausgebildet wird, welcher als eine Verdickung in dem Wanddickenverlauf gebildet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bilden eines Humps (8) und/oder Hornbereichs die Innenrolle (30) und die Außenrolle (20) gleichzeitig relativ zueinander in radialer und in axialer Richtung verfahren werden.
10. Vorrichtung zum Drückwalzen, insbesondere nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit
 - einer Spindel (12), welche über einen Antrieb rotierend um eine Rotationsachse (13) antreibbar und zum Halten eines Werkstücks (5) ausgebildet ist,
 - mindestens einer Außenrolle (20), welche an einem Außensupport drehbar gelagert ist, welcher zum Zustellen an das Werkstück (5) axial und radial relativ zu der Rotationsachse (13) verfahrbar ist, und
 - mindestens einer Innenrolle (30), welche an eine Innenseite des Werkstücks (5) gegenüberliegend zu der Außenrolle (20) zustellbar ist,**dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Innenrolle (30) an einem Innensupport (40) drehbar gelagert ist, welcher unabhängig zu dem Außensupport axial und radial zu der Rotationsachse (13) verfahrbar gelagert ist, und **dass** eine CNC-Steuerung zum individuellen Verfahren des mindestens einen Innensupports (40) mit der Innenrolle (30) und des mindestens einen Außensupports mit der Außenrolle (20) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere Innenrollen (30) und Außenrollen (20) vorgesehen sind, wobei jeweils eine Innenrolle (30) einer Außenrolle (20) zugeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass an der Spindel (12) eine Spanneinrichtung (14) zum Spannen des Werkstücks (5) angeordnet ist, wobei ein Freiraum in einem Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs (7) des Werkstücks (5) verbleibt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Steuereinrichtung mit einem Datenspeicher vorgesehen ist, in welchem für verschiedene Werkstückformen Datensätze zum Verfahren der Innenrolle (30) und der Außenrolle (20) hinterlegt sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens eine der Rollen (20, 30) mit einem Hilfsantrieb zum drehenden Antreiben der Rolle (20, 30) versehen ist.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Drückwalzen, insbesondere eines Fahrzeugrades,

wobei ein Werkstück (5) mittels einer Spindel (12) in Rotation um eine Rotationsachse (13) versetzt und mindestens eine Außenrolle (20) mittels eines Außensupports an einer Außenseite des Werkstücks (5) zugestellt wird, wobei unter Materialverdünnung ein sich axial erstreckender Mantelbereich (7) des Werkstücks (5) geformt wird und

wobei mindestens eine Innenrolle (30) an eine Innenseite des Werkstücks (5) mittels eines Innensupports (40) zugestellt wird, welcher unabhängig von dem Außensupport axial und radial zu der Rotationsachse (13) verfahrbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens eine Außenrolle (20) zugestellt wird, wobei jeweils eine Innenrolle (30) einer Außenrolle (20) zugeordnet ist,

dass zwischen Außenrolle (20) und zugeordneter Innenrolle (30) ein Formgebungsspalt gebildet wird und

dass mittels einer CNC-Steuerung der Innensupport (40) mit der Innenrolle (30) und der Außensupport mit der Außenrolle (20) individuell verfahren werden, wobei eine Verstellung relativ zwischen Außenrolle (20) und zugeordneter Innenrolle (30) und damit des Formgebungsspalts erfolgt, wobei an dem Mantel-

bereich (7) ein definierter Wanddickenverlauf mit unterschiedlichen Wanddicken zwischen den Außenrollen (20) und den zugeordneten Innenrollen (30) gebildet wird.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die mindestens eine Innenrolle (30) und die mindestens eine zugeordnete Außenrolle (20) zum Ausformen des Mantelbereichs (7) radial und axial zueinander verfahren werden.

10

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Werkstück (5) an der Spindel (12) eingespannt wird, wobei ein Freiraum in einem Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs (7) verbleibt.

15

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Spannen des Werkstücks (5) an einem Teilbereich des Außenumfangs erfolgt.

20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Werkstück (5) vor dem Drückwalzen mit einer Spann- und/oder Zentrierhilfe versehen wird.

25

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Spann- und/oder Zentrierhilfe nach dem Drückwalzen von dem Werkstück (5) entfernt wird.

30

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Innenspanneinrichtung (14) vorgesehen wird, durch welche ein Nabenbereich (6) des Werkstücks (5) abgedeckt wird.

35

40

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Mantelbereich (7) als ein Felgenbett eines Fahrzeugrades mit mindestens einem Hump (8) ausgebildet wird, welcher als eine Verdickung in dem Wanddickenverlauf gebildet wird.

45

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Bilden eines Humps (8) und/oder Hornbereichs die Innenrolle (30) und die zugeordnete Außenrolle (20) gleichzeitig relativ zueinander in radialer und in axialer Richtung verfahren werden.

50

10. Vorrichtung zum Drückwalzen nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit

55

- einer Spindel (12), welche über einen Antrieb

rotierend um eine Rotationsachse (13) antreibbar und zum Halten eines Werkstücks (5) ausgebildet ist,

- mindestens einer Außenrolle (20), welche an einem Außensupport drehbar gelagert ist, welcher zum Zustellen an das Werkstück (5) axial und radial relativ zu der Rotationsachse (13) verfahrbar ist, und 5
- mindestens einer Innenrolle (30), welche an eine Innenseite des Werkstücks (5) gegenüberliegend zu der Außenrolle (20) zustellbar ist, und 10
- wobei die mindestens eine Innenrolle (30) an einem Innensupport (40) drehbar gelagert ist, welcher unabhängig zu dem Außensupport axial und radial zu der Rotationsachse (13) verfahrbar gelagert ist, 15

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens eine Außenrolle (20) vorgesehen ist, wobei jeweils eine Innenrolle (30) einer Außenrolle (20) zugeordnet ist, 20

dass zwischen der Außenrolle (20) und der zugeordneten Innenrolle (30) ein Formgebungsspalt gebildet ist und

dass eine CNC-Steuerung zum individuellen Verfahren des mindestens einen Innensupports (40) mit der Innenrolle (30) und des mindestens einen Außensupports mit der Außenrolle (20) vorgesehen ist, wobei zum Bilden eines definierten Wanddickenverlaufs mit unterschiedlichen Wanddicken an einem Mantelbereich des Werkstücks (5) eine Verstellung relativ zwischen der Außenrolle (20) und der zugeordneten Innenrolle (30) und des Formgebungsspalt bewirkbar sind. 25 30 35

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass an der Spindel (12) eine Spanneinrichtung (14) zum Spannen des Werkstücks (5) angeordnet ist, wobei ein Freiraum in einem Mittenbereich radial innerhalb des Mantelbereichs (7) des Werkstücks (5) verbleibt. 40

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, 45

dass eine Steuereinrichtung mit einem Datenspeicher vorgesehen ist, in welchem für verschiedene Werkstückformen Datensätze zum Verfahren der Innenrolle (30) und der Außenrolle (20) hinterlegt sind. 50

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens eine der Rollen (20, 30) mit einem Hilfsantrieb zum drehenden Antreiben der Rolle (20, 30) versehen ist. 55

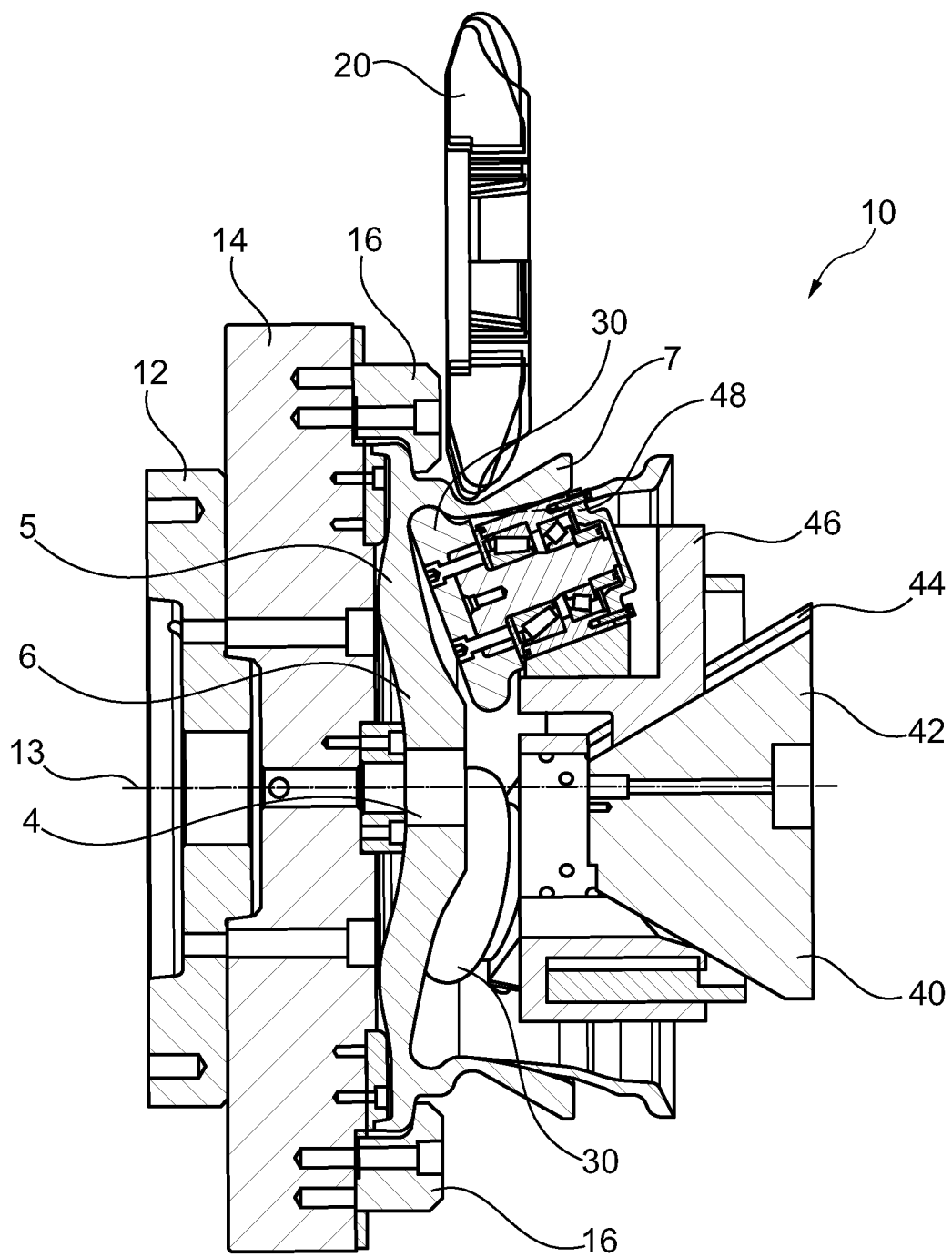


Fig. 1

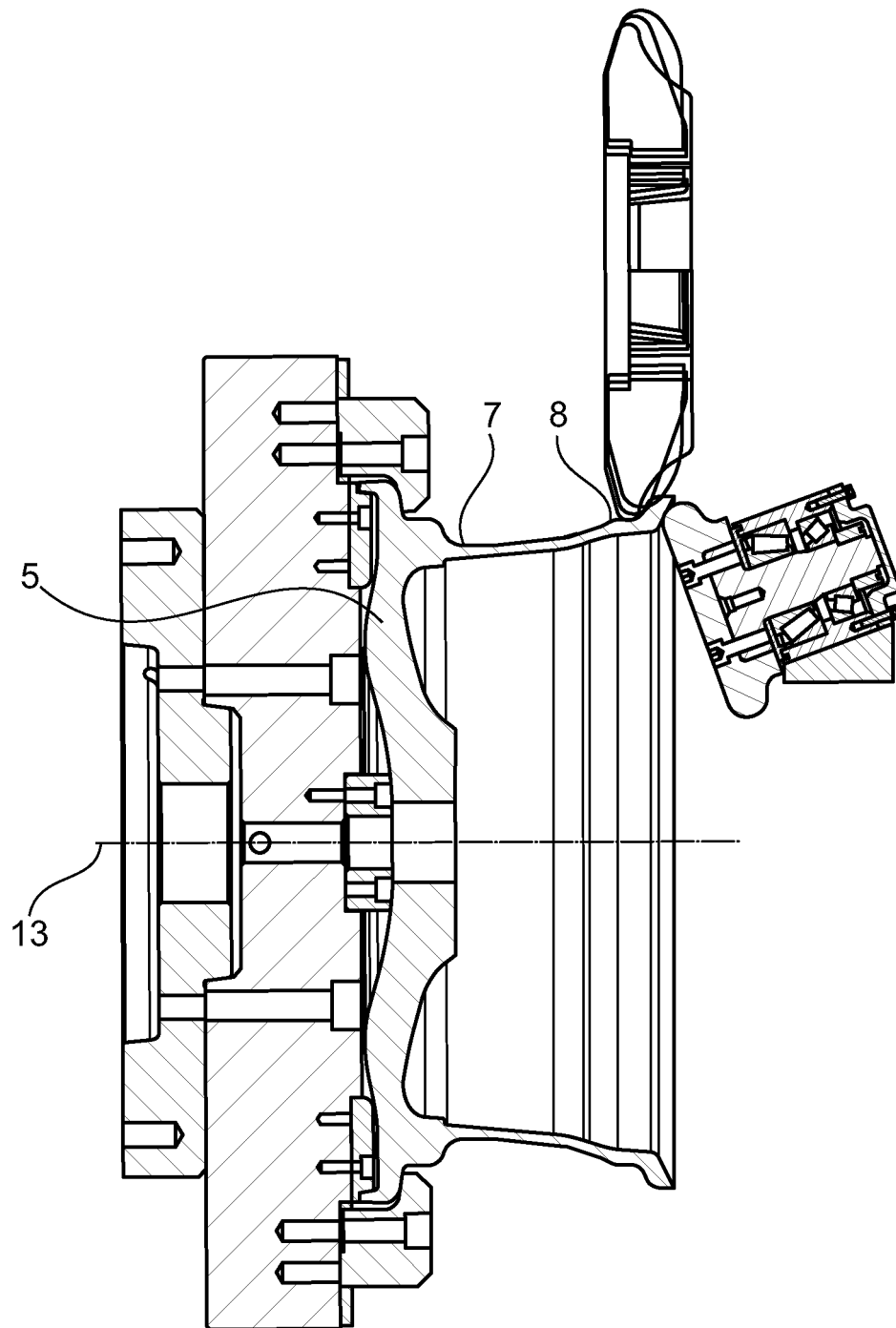


Fig. 2

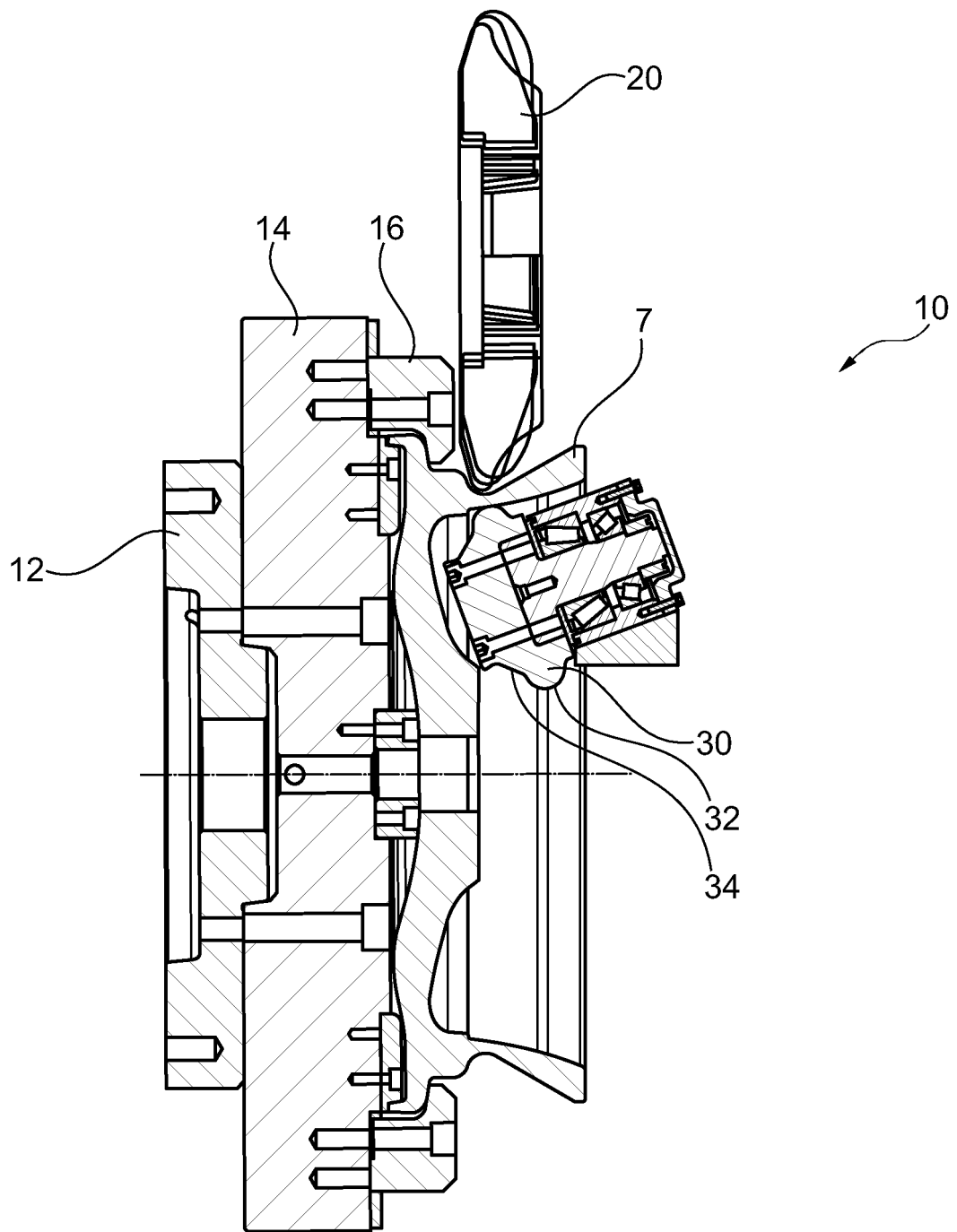


Fig. 3

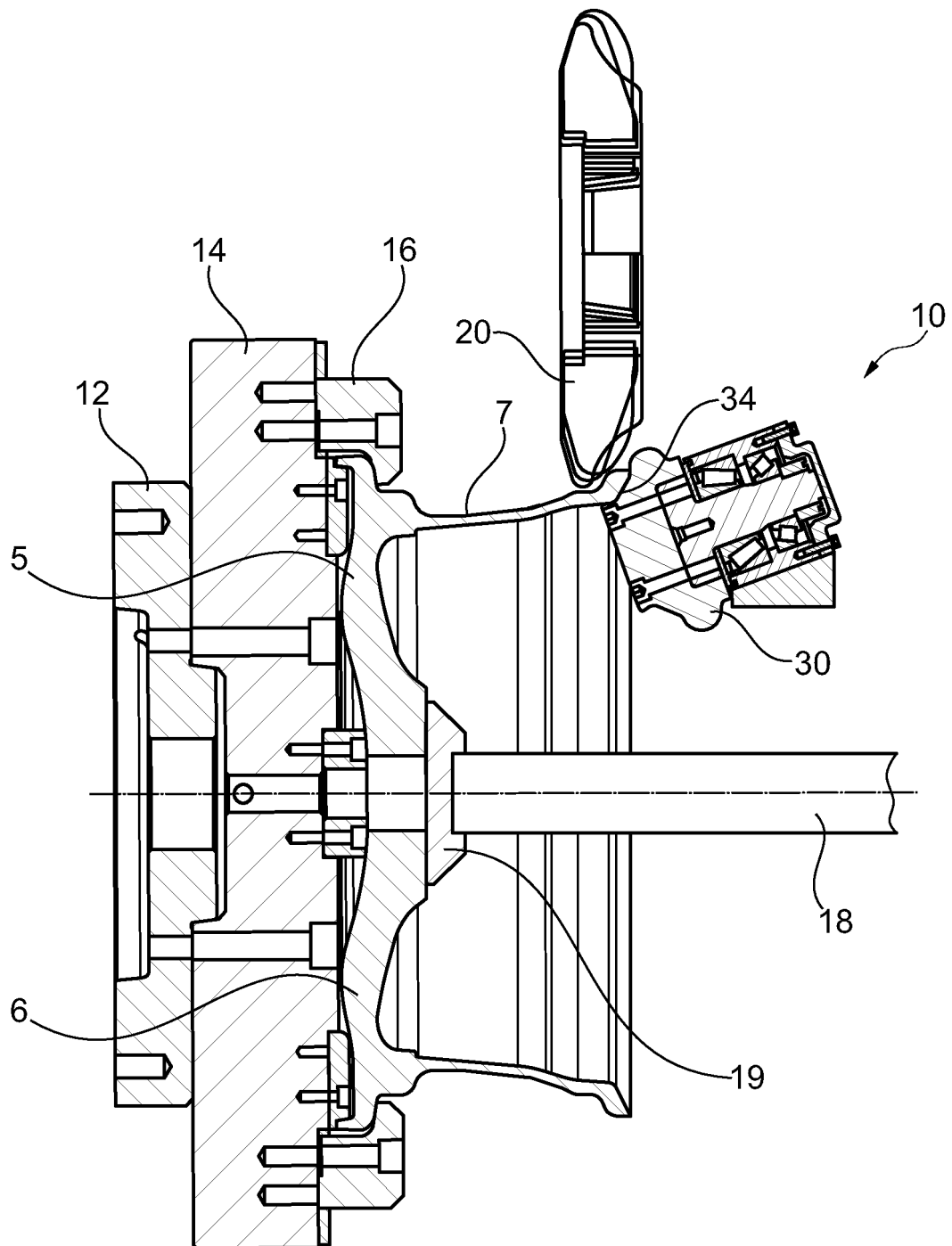


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 1935

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2012/042221 A1 (CAMBRIDGE ENTPR LTD [GB]; ALLWOOD JULIAN M [GB]; MUSIC OMER [BA]) 5. April 2012 (2012-04-05) * Seite 9, Zeile 17 - Seite 10, Zeile 25 * * Seite 11, Zeile 19 - Zeile 27 * * Seite 16, Zeile 22 - Zeile 23 * * Seite 18, Zeile 16 - Zeile 18; Ansprüche; Abbildungen *	1-14	INV. B21D22/14 B21D22/18 B21D53/30
A	DE 10 2011 117034 A1 (RONAL AG [CH]) 2. Mai 2013 (2013-05-02) * Absatz [0022]; Abbildungen *	1,10	
A	DE 10 2010 000004 A1 (WF MASCHINENBAU BLECHFORMTECH [DE]) 7. Juli 2011 (2011-07-07) * Absatz [0025] - Absatz [0035]; Abbildungen *	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Juni 2017	Prüfer Pieracci, Andrea
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 1935

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-06-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2012042221 A1	05-04-2012	CN 103108709 A CN 105382073 A EP 2621647 A1 JP 5838214 B2 JP 2013538692 A KR 20130099133 A US 2013152652 A1 WO 2012042221 A1	15-05-2013 09-03-2016 07-08-2013 06-01-2016 17-10-2013 05-09-2013 20-06-2013 05-04-2012
20	DE 102011117034 A1	02-05-2013	DE 102011117034 A1 EP 2771137 A1 EP 3189909 A1 TW 201338889 A US 2014283572 A1 WO 2013060451 A1	02-05-2013 03-09-2014 12-07-2017 01-10-2013 25-09-2014 02-05-2013
25	DE 102010000004 A1	07-07-2011	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2210682 B1 [0004]
- DE 3545506 A1 [0005]
- US 3287951 A [0006]