

(19)



(11)

EP 3 766 595 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2021 Patentblatt 2021/03

(51) Int Cl.:
B21B 31/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19186746.4**

(22) Anmeldetag: **17.07.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Kellermayr, Roland**
4502 St. Marien (AT)

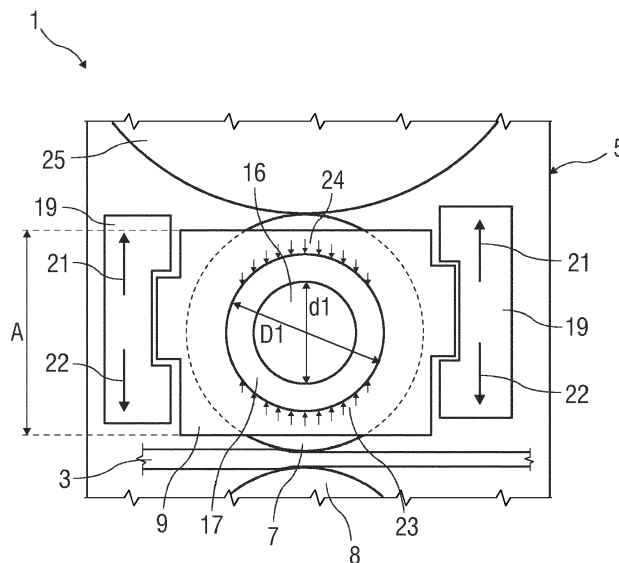
(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(54) KALTWALZEN VON WALZGUT

(57) Die Erfindung betrifft eine Walzvorrichtung (1), ein Verfahren und eine Walzstraße zum Kaltwalzen von Walzgut (3). Die Walzvorrichtung (1) umfasst ein Walzgerüst (5), mehrere Bestückungssätze zum wahlweisen Bestücken des Walzgerüsts (5) mit einem der Bestückungssätze und einen Arbeitswalzenantrieb. Jeder Bestückungssatz umfasst zwei Arbeitswalzen (7, 8), für jede Arbeitswalze (7, 8) zwei Arbeitswalzeneinbaustücke (9) und einen Spindelkopf, der formschlüssig mit einem Arbeitswalzenzapfen (16) der Arbeitswalze (7, 8) verbind-

bar ist, wobei die Arbeitswalzen (7, 8) unterschiedlicher Bestückungssätze voneinander verschiedene Arbeitswalzendurchmesserbereiche aufweisen. Das Walzgerüst (5) weist Halterungen (19) für jeweils ein Arbeitswalzeneinbaustück (9) eines Bestückungssatzes auf. Der Arbeitswalzenantrieb weist zwei Antriebsspindeln auf, die jeweils zum Antreiben einer Arbeitswalze (7, 8) über den der Arbeitswalze (7, 8) zugeordneten Spindelkopf durch Drehungen um eine Längsachse der Antriebsspindel ausgebildet sind.

**FIG 1****EP 3 766 595 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walzvorrichtung, ein Verfahren und eine Walzstraße zum Kaltwalzen von Walzgut.

[0002] Beim Kaltwalzen wird ein Walzgut, beispielsweise ein metallisches Walzband, zwischen zwei Arbeitswalzen hindurchgeführt, die durch einen Walzspalt beabstandet sind. Die Arbeitswalzen sind in einem Walzgerüst angeordnet und werden durch einen Antrieb um ihre Längsachsen gedreht. Häufig sind mehrere Walzgerüste hintereinander angeordnet und bilden eine so genannte Walzstraße, die von dem Walzgut in einer Walzrichtung durchlaufen wird, wobei die Dicke des Walzguts schrittweise reduziert wird. In typischen Anwendungen erhöht sich die Walzgeschwindigkeit von Walzgerüst zu Walzgerüst und die Walzmomente reduzieren sich von Walzgerüst zu Walzgerüst. Die Anzahl der Walzgerüste und die maximale Dickenreduktion können jedoch prozesstechnisch nicht beliebig erhöht werden, da sich die Materialfestigkeit des Walzguts abhängig von der Dickenreduktion erhöht. Dies führt ab gewissen Walzgutfestigkeitswerten und Arbeitswalzendurchmessern zu hohen Abplattungen der Arbeitswalzen und verminderter Dickenreduktion des Walzguts.

[0003] Meist weist ein Walzgerüst neben den Arbeitswalzen so genannte Stützwalzen auf, die die Arbeitswalzen stützen. Jede Walze ist an ihren Enden drehbar auf Lagern montiert, die jeweils von einem so genannten Einbaustück getragen werden, das vertikal verschiebbar in einer Halterung des Walzgerüsts installiert ist. Durch die vertikale Verschiebbarkeit der Einbaustücke können die Positionen der Walzen verändert und einander und der Dicke des Walzguts angepasst werden. Über die Arbeitswalzeneinbaustücke können ferner Biegekräfte auf die Arbeitswalzen ausgeübt werden, mit denen die Arbeitswalzen beim Walzen leicht gebogen werden, um eine gleichmäßige Dicke des Walzguts in axialer Richtung, das heißt entlang der Längsachsen der Arbeitswalzen, zu erzielen.

[0004] Die Arbeitswalzen nutzen sich beim Walzen des Walzguts ab. Daher werden die Arbeitswalzen jeweils nach einer gewissen Walzdauer abgeschliffen. Dadurch verringern sich sukzessive die Walzendurchmesser der Arbeitswalzen. Schließlich werden die Arbeitswalzen ausgetauscht, wenn sich ihre Walzendurchmesser durch das Abschleifen auf einen minimalen Arbeitswalzendurchmesser verkleinert haben.

[0005] Der minimale Arbeitswalzendurchmesser wird bestimmt durch die Walzparameter (Walzmoment, Walzkraft, Walzzüge, Walzgeschwindigkeit) und deren Auswirkung auf die Auswahl der Arbeitswalzenlager und Arbeitswalzenzapfen, an denen die Arbeitswalzen angetrieben werden und die wiederum einen minimalen Innendurchmesser der Arbeitswalzenlager bestimmen. Der Außendurchmesser und die Breite eines Arbeitswalzenlagers bestimmen die Kapazität des Arbeitswalzenlagers. Zu dem Außendurchmesser und der Belastung

des Arbeitswalzenlagers korrespondiert eine empfohlene minimale Wandstärke des Arbeitswalzeneinbaustücks. Somit bestimmen die Dimensionen der Arbeitswalzenlager, die Wandstärken der Arbeitswalzeneinbaustücke und ein Sicherheitsabstand, welcher die Kollision der Arbeitswalzen und Arbeitswalzeneinbaustücke vermeiden soll, den minimalen verwendbaren Durchmesser der Arbeitswalzen. Die Walzparameter werden wiederum von den Materialeigenschaften des Walzguts sowie von dessen Einlaufdicke, Auslaufdicke und Breite bestimmt.

[0006] So stellt ein relatives weiches Walzgut mit einer großen Breite und Dicke und einer hohen geforderten Dickenreduktion von beispielsweise mehr als 80 Prozent hohe Drehmomentanforderungen speziell an die ersten beiden Walzgerüste einer Walzstraße und bewirkt hohe Temperaturbelastungen der Komponenten der hinteren Walzgerüste. Für ein derartiges Walzen weichen Walzguts sind daher große Arbeitswalzendurchmesser bevorzugt.

[0007] Das Walzen hoch- und höchstfesten Walzguts mit Auslaufdicken von beispielsweise mehr als 0,5 mm führt zu hohen Walzkräften an allen Walzgerüsten und speziell zu einem geringeren Dickenreduktionsvermögen an den hinteren Walzgerüsten (beispielsweise am dritten und vierten Walzgerüst) im Vergleich zu weichem Walzgut. Die Drehmomentanforderungen sind im höheren und höchsten Bereich. Das Walzen sehr dünnen hochfesten Walzguts, beispielsweise zum Herstellen von Elektrobandstahl mit relativ hohem Siliziumgehalt und Auslaufdicken von weniger als 0,5 mm, führt zu hohen spezifischen Walzkräften mit moderaten Drehmomenten. In beiden Fällen führen mittlere und große Arbeitswalzendurchmesser zu hohen Abplattungen der Arbeitswalzen an den hinteren Walzgerüsten, so dass in diesen Fällen insbesondere an den hinteren Walzgerüsten kleine Arbeitswalzendurchmesser bevorzugt sind.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Walzvorrichtung, ein Verfahren und eine Walzstraße anzugeben, die eine Produktion unterschiedlicher Walzprodukte, insbesondere von Walzprodukten unterschiedlicher Härten und Dicken, ermöglichen.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Walzgerüst mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 und eine Walzstraße mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Eine erfindungsgemäße Walzvorrichtung zum Kaltwalzen von Walzgut umfasst ein Walzgerüst, mehrere Bestückungssätze zum wahlweisen Bestücken des Walzgerüsts mit einem der Bestückungssätze und einen Arbeitswalzenantrieb. Jeder Bestückungssatz umfasst zwei Arbeitswalzen und für jede Arbeitswalze zwei der Arbeitswalze zugeordnete Arbeitswalzeneinbaustücke, die jeweils mindestens ein Arbeitswalzenlager für die Arbeitswalze aufweisen, und einen der Arbeitswalze zuge-

ordneten Spindelkopf, der formschlüssig mit einem Arbeitswalzenzapfen der Arbeitswalze verbindbar ist. Die Arbeitswalzen unterschiedlicher Bestückungssätze weisen voneinander verschiedene Arbeitswalzendurchmesserbereiche auf. Das Walzgerüst weist Halterungen auf, die jeweils zum Aufnehmen eines Arbeitswalzeneinbaustücks eines Bestückungssatzes ausgebildet sind. Der Arbeitswalzenantrieb weist zwei Antriebsspindeln auf, die jeweils zum Antreiben einer Arbeitswalze über den der Arbeitswalze zugeordneten Spindelkopf durch Drehungen um eine Längsachse der Antriebsspindel ausgebildet sind.

[0012] Unter dem Arbeitswalzendurchmesserbereich der Arbeitswalzen eines Bestückungssatzes wird ein Bereich verstanden, der die Verwendung der Arbeitswalzen zum Walzen definiert (wenn die Arbeitswalzendurchmesser durch ein weiteres Abschleifen den Arbeitswalzendurchmesserbereich verlassen würden, werden sie nicht mehr verwendet). Das Walzgerüst einer erfindungsgemäßen Walzvorrichtung kann also mit Arbeitswalzen unterschiedlicher Arbeitswalzendurchmesserbereiche bestückt werden. Dazu umfasst jeder Bestückungssatz zu seinen beiden Arbeitswalzen korrespondierende Arbeitswalzeneinbaustücke, um die Arbeitswalzen in das Walzgerüst einzubauen, und für jede Arbeitswalze einen zu ihr korrespondierenden Spindelkopf, über den die Arbeitswalze mit einer Antriebsspindel des Arbeitswalzenantriebs angetrieben werden kann. Damit kann das Walzgerüst vorteilhaft dem jeweiligen Walzgut angepasst werden. So können beispielsweise zum Walzen hochfesten Walzguts Arbeitswalzen kleineren Arbeitswalzendurchmessers eingesetzt werden als zum Walzen relativ weichen Walzguts. Dadurch eignet sich eine erfindungsgemäße Walzvorrichtung für ein großes Produktspektrum herzustellender Walzprodukte. Insbesondere zielt die Erfindung darauf ab, mit derselben Walzvorrichtung profitabel sowohl relativ weiches Walzgut bearbeiten zu können als auch qualitativ hochwertige hochfeste Stahlprodukte mit geringen Dicken, beispielsweise Dicken kleiner als 0,5 mm, herstellen zu können.

[0013] Bei einer Ausgestaltung der Walzvorrichtung sind die Arbeitswalzenlager aller Bestückungssätze als Wälzlager, beispielsweise als Kegelrollenlager, ausgebildet. Vorzugsweise weichen die Innendurchmesser der Arbeitswalzenlager aller Bestückungssätze höchstens zwei Prozent voneinander ab. Dadurch können Arbeitswalzen mit Arbeitswalzenzapfen gleichen Zapfendurchmessers verwendet werden, so dass auch die Spindelköpfe gleiche Innendurchmesser aufweisen und die Arbeitswalzen aller Bestückungssätze mit denselben Antriebsspindeln angetrieben werden können. Die Antriebsspindeln müssen daher bei einer Umrüstung des Walzgerüsts auf Arbeitswalzen eines anderen Arbeitswalzendurchmessers nicht gewechselt werden. Dementsprechend sieht eine weitere Ausgestaltung der Walzvorrichtung vor, dass die Arbeitswalzenzapfen der Arbeitswalzen aller Bestückungssätze identische Zapfendurchmesser und Zapfenformen aufweisen.

[0014] Ein Durchmesser Verhältnis eines Außendurchmessers zu einem Innendurchmesser eines Arbeitswalzenlagers kann mit abnehmendem Arbeitswalzendurchmesserbereich der Arbeitswalzen der Bestückungssätze abnehmen. Beispielsweise beträgt ein Durchmesser Verhältnis eines Außendurchmessers zu einem Innendurchmesser der Arbeitswalzenlager wenigstens eines Bestückungssatzes höchstens 1,32. Die Abnahme des Durchmesser Verhältnisses der Arbeitswalzenlager mit dem Arbeitswalzendurchmesser berücksichtigt, dass die Summe des Außenradius der Arbeitswalzenlager und der Wandstärke der Arbeitswalzeneinbaustücke auf den dem Walzgut zugewandten Seiten kleiner sein muss als der minimale Arbeitswalzenradius, da andernfalls die Arbeitswalzenlager der beiden sich gegenüberliegenden Arbeitswalzen im Walzgerüst zusammenstoßen beziehungsweise sich im Wege stehen würden. Ein möglichst geringes Durchmesser Verhältnis ermöglicht, insbesondere bei vorgegebenem Innendurchmesser der Arbeitswalzenlager, eine möglichst geringe Bauhöhe der Arbeitswalzeneinbaustücke und damit kleine Arbeitswalzendurchmesser. Kleine Arbeitswalzendurchmesser eignen sich wiederum zum Walzen hoch- und höchstfesten Walzguts, insbesondere in hinteren Walzgerüsten einer Walzstraße wie oben bereits ausgeführt wurde. Kleine Arbeitswalzendurchmesser erleichtern außerdem das Biegen der Arbeitswalzen, da die zum Biegen erforderlichen Biegekräfte reduziert werden.

[0015] Bei einer weiteren Ausgestaltung der Walzvorrichtung ist ein Verhältnis einer Höhe eines Arbeitswalzeneinbaustücks zu einem Außendurchmesser eines Arbeitswalzenlagers wenigstens eines Bestückungssatzes kleiner als 1,09. Auch diese Ausgestaltung der Walzvorrichtung zielt auf die Reduzierung der Arbeitswalzendurchmesser durch Reduzierung der Höhe der Arbeitswalzeneinbaustücke. Bei vorgegebenem Innendurchmesser der Arbeitswalzenlager wird die Reduzierung der Höhe eines Arbeitswalzeneinbaustücks insbesondere in Kombination mit der oben genannten Reduzierung des Durchmesser Verhältnisses des Außendurchmessers zu einem Innendurchmesser des Arbeitswalzenlagers ermöglicht.

[0016] Bei einer weiteren Ausgestaltung der Walzvorrichtung ist eine minimale Wandstärke eines Arbeitswalzeneinbaustücks wenigstens eines Bestückungssatzes auf der dem Walzgut zugewandten Seite des Arbeitswalzeneinbaustücks kleiner als sechs Prozent eines Außendurchmessers eines Arbeitswalzenlagers des Arbeitswalzeneinbaustücks.

[0017] Bei einer weiteren Ausgestaltung der Walzvorrichtung ist eine minimale Wandstärke eines Arbeitswalzeneinbaustücks wenigstens eines Bestückungssatzes auf einer dem Walzgut zugewandten Seite höchstens so groß wie eine minimale Wandstärke auf einer von dem Walzgut abgewandten Seite des Arbeitswalzeneinbaustücks.

[0018] Die vorgenannten Ausgestaltungen der Walzvorrichtung berücksichtigen, dass sich mit abnehmen-

den Arbeitswalzendurchmessern die Arbeitswalzeneinbaustücke einander annähern und damit die Gefahr wächst, dass die Arbeitswalzeneinbaustücke kollidieren beziehungsweise sich im Wege stehen. Eine Reduzierung der minimalen Wandstärken der Arbeitswalzeneinbaustücke auf deren dem Walzgut zugewandten Seiten vergrößert den Abstand der Arbeitswalzeneinbaustücke voneinander und ermöglicht dadurch eine weitere Reduzierung der Arbeitswalzendurchmesser, ohne dass die Arbeitswalzeneinbaustücke kollidieren beziehungsweise sich im Wege stehen.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Kaltwalzen von Walzgut mit einer Walzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche wird das Walzgerüst mit einem Bestückungssatz bestückt, der in Abhängigkeit von dem Walzgut ausgewählt wird. Dadurch werden insbesondere die Arbeitswalzendurchmesser der zum Walzen verwendeten Arbeitswalzen der Festigkeit, Breite, Einlaufdicke und/oder Auslaufdicke des Walzguts angepasst.

[0020] Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Walzgerüst mit einem Bestückungssatz bestückt, der in Abhängigkeit von einer Position der Walzvorrichtung in einer Walzstraße ausgewählt wird. Unter der Position einer Walzvorrichtung in einer (mehrgerüstigen) Walzstraße wird die Position verstanden, die das Walzgerüst der Walzvorrichtung in einer Abfolge aller Walzgerüste der Walzstraße einnimmt, in der das Walzgut die Walzgerüste durchläuft. Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens berücksichtigt, dass sich entlang der Walzstraße die Festigkeit und Dicke des Walzguts sowie die Walzgeschwindigkeit und die erforderlichen Walzmomente ändern, wodurch wiederum die für den Walzprozess vorteilhaftesten Arbeitswalzendurchmesser der Arbeitswalzen einer Walzvorrichtung von der Position der Walzvorrichtung in der Walzstraße abhängen können.

[0021] Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für wenigstens einen Bestückungssatz eine Biegungsgrenze für Positivbiegungen der Arbeitswalzen in Abhängigkeit von einer minimalen Wandstärke der Arbeitswalzeneinbaustücke auf den dem Walzgut zugewandten Seiten der Arbeitswalzeneinbaustücke festgelegt und die Arbeitswalzen werden nicht mehr als die Biegungsgrenze positiv gebogen. Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zielt insbesondere auf die oben genannte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Walzvorrichtung, bei der minimalen Wandstärken von Arbeitswalzeneinbaustücken auf dem Walzgut zugewandten Seiten reduziert werden. Eine Reduzierung dieser Wandstärken bewirkt eine Reduzierung der Belastbarkeit der Arbeitswalzeneinbaustücke bei Positivbiegungen der Arbeitswalzen. Die vorgenannte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens berücksichtigt dies durch eine entsprechende Begrenzung von Positivbiegungen der Arbeitswalzen.

[0022] Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfin-

dungsgemäßen Verfahrens werden die Arbeitswalzen wenigstens eines Bestückungssatzes in Abhängigkeit von einer Balligkeit der Arbeitswalzen negativ gebogen. Auch diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zielt auf eine Entlastung der Arbeitswalzeneinbaustücke bei Biegungen der Arbeitswalzen auf ihren dem Walzgut zugewandten Seiten, indem statt diese Seiten besonders belastenden Positivbiegungen bevorzugt mit einer Balligkeit der Arbeitswalzen zusammenwirkende Negativbiegungen der Arbeitswalzen durchgeführt werden, was eine geeignet gestaltete Balligkeit der Arbeitswalzen voraussetzt.

[0023] Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für wenigstens einen Bestückungssatz eine Axialverschiebung der Arbeitswalzen relativ zueinander in Abhängigkeit von einer Breite und Dicke des Walzguts eingestellt. Dadurch können die Bandkanten des Walzguts entlastet werden, beispielsweise um Kantenrisse der Bandkanten zu vermeiden, die ohne eine Entlastung der Bandkanten beim Walzen von kantenrissgefährdetem Walzgut, beispielsweise von Elektrobandstahl mit einem Siliziumgehalt von mindestens zwei Prozent, auftreten können. Außerdem kann durch eine derartige gegenseitige Axialverschiebung der Arbeitswalzen verhindert werden, dass sich Mittelbereiche der Arbeitswalzen, in denen die Arbeitswalzen ihren maximalen Arbeitswalzendurchmesser annehmen, beim Walzen sehr dünnen Walzguts im Bereich außerhalb des Walzguts berühren.

[0024] Eine erfindungsgemäße Walzstraße weist wenigstens eine erfindungsgemäße Walzvorrichtung auf. Die Vorteile einer derartigen Walzstraße ergeben sich aus den oben genannten Vorteilen einer erfindungsgemäßen Walzvorrichtung. Insbesondere ermöglicht eine erfindungsgemäße Walzstraße die Umrüstung der erfindungsgemäßen Walzvorrichtungen in Abhängigkeit von dem jeweiligen Walzgut, das heißt die Anpassung der Bestückung der Walzgerüste dieser Walzvorrichtungen an das Walzgut, und damit eine Bearbeitung unterschiedlichen Walzguts beziehungsweise die Herstellung unterschiedlicher Walzprodukte mit derselben Walzstraße.

[0025] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

FIG 1 eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Walzvorrichtung im Bereich einer Arbeitswalze,

FIG 2 Arbeitswalzen und ein zwischen den Arbeitswalzen durchgeführtes Walzgut,

FIG 3 einen Arbeitswalzenzapfen, einen Spindelkopf

und eine Antriebsspindel in einer Schnittdarstellung,

FIG 4 ein Arbeitswalzeneinbaustück eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Walzvorrichtung,

FIG 5 schematisch eine Walzstraße mit vier Walzvorrichtungen.

[0026] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0027] Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Walzvorrichtung 1 zum Kaltwalzen von Walzgut 3. Die Walzvorrichtung 1 umfasst ein Walzgerüst 5, mehrere Bestückungssätze zum wahlweisen Bestücken des Walzgerüsts 5 mit einem der Bestückungssätze und einen Arbeitswalzenantrieb. Jeder Bestückungssatz umfasst zwei Arbeitswalzen 7, 8 und für jede Arbeitswalze 7, 8 zwei der Arbeitswalze 7, 8 zugeordnete Arbeitswalzeneinbaustücke 9 und einen der Arbeitswalze 7, 8 zugeordneten Spindelkopf 11. Die beiden Arbeitswalzen 7, 8 eines Bestückungssatzes weisen einen gleichen Arbeitswalzendurchmesserbereich auf, die Arbeitswalzen 7, 8 unterschiedlicher Bestückungssätze weisen voneinander verschiedene Arbeitswalzendurchmesserbereiche auf.

[0028] Figur 2 zeigt die Arbeitswalzen 7, 8 eines Bestückungssatzes und ein zwischen den Arbeitswalzen 7, 8 durchgeführtes Walzgut 3 mit einer Breite b. Der Arbeitswalzendurchmesser D einer Arbeitswalze 7, 8 ist ein maximaler Durchmesser der Arbeitswalze 7, 8 und wird von der Arbeitswalze 7, 8 in einem Mittelbereich 13 angenommen, der annähernd kreiszylindrisch und in der Regel ballig oder flaschenförmig geschliffen ist. Ein Ende des Mittelbereichs 13 jeder Arbeitswalze 7, 8 weist eine Fase 15 auf, wobei die Fasen 15 der beiden Arbeitswalzen 7, 8 einander gegenüberliegend angeordnet werden. Jeder Endbereich einer Arbeitswalze 7, 8 ist als ein Arbeitswalzenzapfen 16 ausgebildet, dessen Zapfendurchmesser d kleiner als der Arbeitswalzendurchmesser D ist. Die Zapfendurchmesser d der Arbeitswalzen 7, 8 aller Bestückungssätze stimmen überein.

[0029] In Figur 2 sind die Arbeitswalzen 7, 8 gegeneinander derart axial verschoben, dass die Fasen 15 der beiden Arbeitswalzen 7, 8 jeweils im Bereich einer der beiden seitlichen Bandkanten des Walzguts 3 angeordnet sind. Dadurch werden die Bandkanten des Walzguts 3 beim Walzen entlastet, beispielsweise um Kantenrisse der Bandkanten zu vermeiden, die ohne eine Entlastung der Bandkanten beim Walzen von kantenrissgefährdetem Walzgut 3, beispielsweise von Elektrobandstahl mit einem Siliziumgehalt von mindestens zwei Prozent, auftreten können. Außerdem kann durch eine derartige gegenseitige Axialverschiebung der Arbeitswalzen 7, 8 verhindert werden, dass sich die Mittelbereiche 13 der Arbeitswalzen 7, 8 beim Walzen sehr dünnen Walzguts 3 im Bereich außerhalb des Walzguts 3 berühren.

[0030] Jedes Arbeitswalzeneinbaustück 9 weist ein Ar-

beitswalzenlager 17 für einen Arbeitswalzenzapfen 16 einer Arbeitswalze 7, 8 auf. Das Arbeitswalzenlager 17 ist ein Wälzlager, beispielsweise ein Kegelrollenlager, mit einem Innendurchmesser d1, der zu dem Zapfendurchmesser d des Arbeitswalzenzapfens 16 korrespondiert, und einem Außendurchmesser D1. Die Innendurchmesser d1 der Arbeitswalzenlager 17 aller Bestückungssätze sind zumindest annähernd identisch; beispielsweise weichen sie höchstens zwei Prozent voneinander ab. Die Außendurchmesser D1 der Arbeitswalzenlager 17 der verschiedenen Bestückungssätze können sich dagegen signifikant voneinander unterscheiden. Beispielsweise nimmt ein Durchmesser Verhältnis $D1/d1$ des Außendurchmessers D1 zu dem Innendurchmesser d1 eines Arbeitswalzenlagers 17 mit abnehmendem Walzendurchmesser D der Arbeitswalzen 7, 8 der Bestückungssätze ab. Beispielsweise beträgt dieses Durchmesser Verhältnis für wenigstens einen Bestückungssatz, insbesondere für Bestückungssätze mit kleinen Arbeitswalzendurchmessern D, höchstens 1,32. Ferner ist ein Verhältnis $A/D1$ einer Höhe A eines Arbeitswalzeneinbaustücks 9 zu dem Außendurchmesser D1 des Arbeitswalzenlagers 17 des Arbeitswalzeneinbaustücks 9 für wenigstens einen Bestückungssatz, insbesondere für alle Bestückungssätze, vorzugsweise kleiner als 1,09.

[0031] Zum Walzen eines Walzguts 3 mit der Walzvorrichtung 1 wird das Walzgerüst 5 mit den Arbeitswalzeneinbaustücken 9 und Arbeitswalzen 7, 8 eines Bestückungssatzes bestückt. Das Walzgerüst 5 weist dazu vier Halterungen 19, die jeweils ein Arbeitswalzeneinbaustück 9 aufnehmen und in denen die Arbeitswalzeneinbaustücke 9 vertikal verschiebbar sind, beispielsweise durch (nicht dargestellte) Hydraulikzylinder. Insbesondere können über die Halterungen 19 Biegekräfte auf die Arbeitswalzen 7, 8 ausgeübt werden. Durch eine Biegekraft in einer von dem Walzgut 3 weg gerichteten ersten Biegekrafttrichtung 21 kann eine Arbeitswalze 7, 8 positiv gebogen werden. Dabei wird insbesondere eine dem Walzgut 3 zugewandte erste Lastzone 23 des Arbeitswalzeneinbaustücks 9 belastet, wobei in Figur 1 dabei wirkende Kräfte durch Pfeile in der ersten Lastzone 23 dargestellt sind. Durch eine Biegekraft in einer zu dem Walzgut 3 hin gerichteten zweiten Biegekrafttrichtung 22 kann eine Arbeitswalze 7, 8 negativ gebogen werden. Dabei wird insbesondere eine von dem Walzgut 3 abgewandte zweite Lastzone 24 des Arbeitswalzeneinbaustücks 9 belastet, wobei in Figur 1 dabei wirkende Kräfte durch Pfeile in der zweiten Lastzone 24 dargestellt sind.

[0032] Die Walzvorrichtung 1 des in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels weist ferner Stützwalzen 25 auf, die oberhalb und unterhalb der Halterungen 19 angeordnet und vertikal verschiebbar sind, so dass ihre Positionen den Arbeitswalzendurchmessern D und Positionen der Arbeitswalzen 7, 8 anpassbar sind.

[0033] Figur 3 zeigt den Arbeitswalzenzapfen 16 einer Arbeitswalze 7, 8, den der Arbeitswalze 7, 8 zugeordneten Spindelkopf 11 und eine Antriebsspindel 27 des Ar-

beitswalzenantriebs der Walzvorrichtung 1 in einer Schnittdarstellung. Der Spindelkopf 11 ist rohrartig ausgebildet. Ein dem Arbeitswalzenzapfen 16 zugewandtes Ende des Spindelkopfs 11 bildet eine Öffnung, deren Querschnitt zu einem Querschnitt des Endes des Arbeitswalzenzapfens 16 korrespondiert und in die das Ende des Arbeitswalzenzapfens 16 hineinragt. Der Querschnitt des Endes des Arbeitswalzenzapfens 16 ist nicht kreisförmig, sondern hat beispielsweise die Form eines Kreises, aus dem zwei durch eine Punktspiegelung am Kreismittelpunkt des Kreises auseinander hervorgehende Kreissegmente herausgeschnitten sind. Dadurch sind der Spindelkopf 11 und das Ende des Arbeitswalzenzapfens 16 formschlüssig miteinander verbunden.

[0034] In das andere Ende des Spindelkopfes 11 ragt ein Ende der Antriebsspindel 27 hinein. Dieses Ende der Antriebsspindel 27 weist eine Außenverzahnung 29 auf, die zu einer Innenverzahnung 31 an einer Innenoberfläche des Spindelkopfes 11 korrespondiert, so dass Drehungen der Antriebsspindel 27 um ihre Längsachse auf den Spindelkopf 11 und über den Spindelkopf 11 auf den Arbeitswalzenzapfen 16 übertragen werden und die Arbeitswalze 7, 8 antreiben. Die Drehungen der Antriebsspindel 27 werden durch eine (nicht dargestellte) Antriebseinheit des Arbeitswalzenantriebs, beispielsweise durch einen Motor, erzeugt.

[0035] Eine Wandstärke, ein Außendurchmesser und die Innenverzahnung 31 des Spindelkopfes 11 sind auf das maximale Drehmoment des Arbeitswalzenantriebs für den Antrieb der Arbeitswalze 7, 8, der der Spindelkopf 11 zugeordnet ist, ausgelegt. Der Spindelkopf 11 ist ferner derart gestaltet, dass ein Winkel zwischen den Längsachsen der Antriebsspindel 27 und des Spindelkopfes 11 verstellbar ist, um eine Positionsänderung der Arbeitswalze 7, 8, beispielsweise nach einem Abschleifen der Arbeitswalze 7, 8, auszugleichen.

[0036] Figur 4 zeigt ein Arbeitswalzeneinbaustück 9 eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Walzvorrichtung 1. Das Arbeitswalzeneinbaustück 9 weist auf einer dem Walzgut 3 zugewandten Seite 33 eine minimale Wandstärke W1 auf, die kleiner als eine minimale Wandstärke W2 auf der von dem Walzgut 3 abgewandten Seite 34 ist. Beispielsweise ist die minimale Wandstärke W1 auf der dem Walzgut 3 zugewandten Seite 33 kleiner als sechs Prozent des Außendurchmessers D1 des Arbeitswalzenlagers 17 des Arbeitswalzeneinbaustücks 9. Bei Verwendung derartiger Arbeitswalzeneinbaustück 9 wird vorzugsweise eine Biegungsgrenze für Positivbiegungen der Arbeitswalzen 7, 8 in Abhängigkeit von der minimalen Wandstärke W1 der Arbeitswalzeneinbaustücke 9 auf den dem Walzgut 3 zugewandten Seiten festgelegt und die Arbeitswalzen 7, 8 werden nicht mehr als die Biegungsgrenze positiv gebogen.

[0037] Figur 5 zeigt schematisch eine Walzstraße 35 mit vier erfindungsgemäßen Walzvorrichtungen 1. Die Walzvorrichtungen 1 sind entlang einer Walzrichtung 37, in der das Walzgut 3 die Walzstraße 35 durchläuft, hintereinander angeordnet. Vorzugsweise sind alle Walz-

vorrichtungen 1 der Walzstraße 35 gleichartig hinsichtlich der Antriebsspindeln 27, Spindelköpfe 11, Arbeitswalzenzapfen 16 der Arbeitswalzen 7, 8 und Arbeitswalzeneinbaustücke 9 ausgebildet, so dass diese Komponenten zwischen den Walzvorrichtungen 1 austauschbar sind. Dies vereinfacht vorteilhaft die Ersatzteilverhaltung und erhöht die Profitabilität der Walzstraße 35.

[0038] Erfindungsgemäß wird das Walzgerüst 5 einer Walzvorrichtung 1 mit einem Bestückungssatz bestückt, der in Abhängigkeit von dem Walzgut 3, insbesondere von dessen Festigkeit, Breite b, Einlaufdicke und/oder Auslaufdicke sowie von einer Position der Walzvorrichtung 1 in der Walzstraße 35 ausgewählt. Beispielsweise werden im Falle einer in Figur 5 gezeigten viergerüstigen Walzstraße 35 zur Herstellung von dünnem, hoch- und höchstfestem Walzgut 3, beispielsweise von Elektrobandstahl mit Siliziumgehalt, die Walzgerüste 5 der beiden hinteren Walzvorrichtungen 1 mit Arbeitswalzen 7, 8 bestückt, deren Arbeitswalzendurchmesser D kleiner sind als die Arbeitswalzendurchmesser D der Arbeitswalzen 7, 8, mit denen die Walzgerüste 5 der beiden vorderen Walzvorrichtungen 1 bestückt werden. Beispielsweise werden die beiden hinteren Walzvorrichtungen 1 mit Arbeitswalzen 7, 8 mit Arbeitswalzendurchmessern D von höchstens 350 mm bis 430 mm (abhängig von der Breite b des Walzguts 3) bestückt und die beiden vorderen Walzvorrichtungen 1 werden mit Arbeitswalzen 7, 8 mit Arbeitswalzendurchmessern D von höchstens 400 mm bis 490 mm (abhängig von der Breite b des Walzguts 3) bestückt.

[0039] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0040]

1	Walzvorrichtung
3	Walzgut
5	Walzgerüst
7, 8	Arbeitswalze
9	Arbeitswalzeneinbaustück
11	Spindelkopf
13	Mittelbereich
15	Fase
16	Arbeitswalzenzapfen
17	Lager
19	Halterung
21, 22	Biegekrachtrichtung
23, 24	Lastzone
25	Stützwalze
27	Antriebsspindel
29	Außenverzahnung
31	Innenverzahnung

33, 34	Seite
35	Walzstraße
37	Walzrichtung
A	Höhe
b	Breite
D	Arbeitswalzendurchmesser
d	Zapfendurchmesser
D1	Außendurchmesser
d1	Innendurchmesser
W1, W2	minimale Wandstärke

Patentansprüche

1. Walzvorrichtung (1) zum Kaltwalzen von Walzgut (3), die Walzvorrichtung (1) umfassend
 - ein Walzgerüst (5),
 - mehrere Bestückungssätze zum wahlweisen Bestücken des Walzgerüsts (5) mit einem der Bestückungssätze und
 - einen Arbeitswalzenantrieb, wobei
 - jeder Bestückungssatz zwei Arbeitswalzen (7, 8) und für jede Arbeitswalze (7, 8) zwei der Arbeitswalze (7, 8) zugeordnete Arbeitswalzeneinbaustücke (9), die jeweils mindestens ein Arbeitswalzenlager (17) für die Arbeitswalze (7, 8) aufweisen, und einen der Arbeitswalze (7, 8) zugeordneten Spindelkopf (11), der formschlüssig mit einem Arbeitswalzenzapfen (16) der Arbeitswalze (7, 8) verbindbar ist, aufweist, wobei die Arbeitswalzen (7, 8) unterschiedlicher Bestückungssätze voneinander verschiedene Arbeitswalzendurchmesserbereiche aufweisen,
 - das Walzgerüst (5) Halterungen (19) für jeweils ein Arbeitswalzeneinbaustück (9) eines Bestückungssatzes aufweist und
 - der Arbeitswalzenantrieb zwei Antriebsspindeln (27) aufweist, die jeweils zum Antreiben einer Arbeitswalze (7, 8) über den der Arbeitswalze (7, 8) zugeordneten Spindelkopf (11) durch Drehungen um eine Längsachse der Antriebs- spindel (27) ausgebildet sind.
2. Walzvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Arbeitswalzenlager (17) aller Bestückungssätze als Wälzlager ausgebildet sind.
3. Walzvorrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei die Innendurchmesser (d1) der Arbeitswalzenlager (17) aller Bestückungssätze höchstens zwei Prozent voneinander abweichen.
4. Walzvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Arbeitswalzenzapfen (16) der Arbeitswalzen (7, 8) aller Bestückungssätze identische Zapfendurchmesser (d) und Zapfenformen aufweisen.
5. Walzvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei ein Durchmesser Verhältnis eines Außendurchmessers (D1) zu einem Innendurchmesser (d1) eines Arbeitswalzenlagers (17) mit abnehmendem Arbeitswalzendurchmesserbereich der Bestückungssätze abnimmt.
6. Walzvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei ein Durchmesser Verhältnis eines Außendurchmessers (D1) zu einem Innendurchmesser (d1) der Arbeitswalzenlager (17) wenigstens eines Bestückungssatzes höchstens 1,32 beträgt.
7. Walzvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei ein Verhältnis einer Höhe (A) eines Arbeitswalzeneinbaustücks (9) zu einem Außendurchmesser (D1) eines Arbeitswalzenlagers (17) wenigstens eines Bestückungssatzes kleiner als 1,09 ist.
8. Walzvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei eine minimale Wandstärke (W1) eines Arbeitswalzeneinbaustücks (9) wenigstens eines Bestückungssatzes auf der dem Walzgut (3) zugewandten Seite (33) des Arbeitswalzeneinbaustücks (9) kleiner als sechs Prozent eines Außendurchmessers (D1) eines Arbeitswalzenlagers (17) des Arbeitswalzeneinbaustücks (9) ist.
9. Walzvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine minimale Wandstärke (W1) eines Arbeitswalzeneinbaustücks (9) wenigstens eines Bestückungssatzes auf einer dem Walzgut (3) zugewandten Seite (33) höchstens so groß wie eine minimale Wandstärke (W2) auf einer von dem Walzgut (3) abgewandten Seite (34) des Arbeitswalzeneinbaustücks (9) ist.
10. Verfahren zum Kaltwalzen von Walzgut (3) mit einer Walzvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Walzgerüst (5) mit einem Bestückungssatz bestückt wird, der in Abhängigkeit von dem Walzgut (3) ausgewählt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Walzgerüst (5) mit einem Bestückungssatz bestückt wird, der in Abhängigkeit von einer Position der Walzvorrichtung (1) in einer Walzstraße (35) ausgewählt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei für wenigstens einen Bestückungssatz eine Bieugrenze für Positivbiegungen der Arbeitswalzen (7, 8) in Abhängigkeit von einer minimalen Wandstärke (W1) der Arbeitswalzeneinbaustücke (9) auf den dem Walzgut (3) zugewandten Seiten (33) der Arbeitswalzeneinbaustücke (9) festgelegt wird und die Arbeitswalzen (7, 8) nicht mehr als die Bieugrenze positiv gebogen werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Arbeitswalzen (7, 8) wenigstens eines Bestückungssatzes in Abhängigkeit von einer Balligkeit der Arbeitswalzen (7, 8) negativ gebogen werden.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei für wenigstens einen Bestückungssatz eine Axialverschiebung der Arbeitswalzen (7, 8) relativ zueinander in Abhängigkeit von einer Breite und Dicke des Walzguts (3) eingestellt wird.

10

15. Walzstraße (35) mit wenigstens einer Walzvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

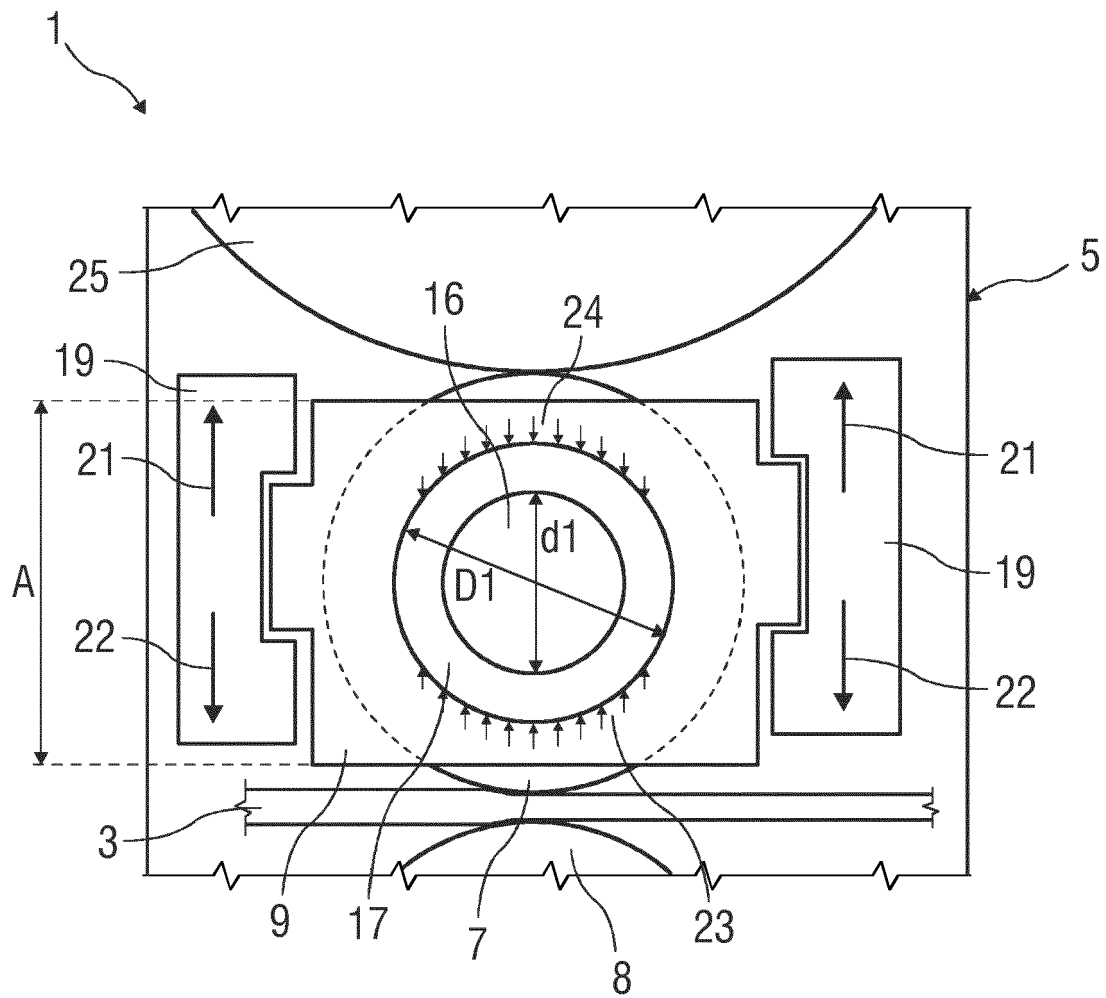


FIG 1

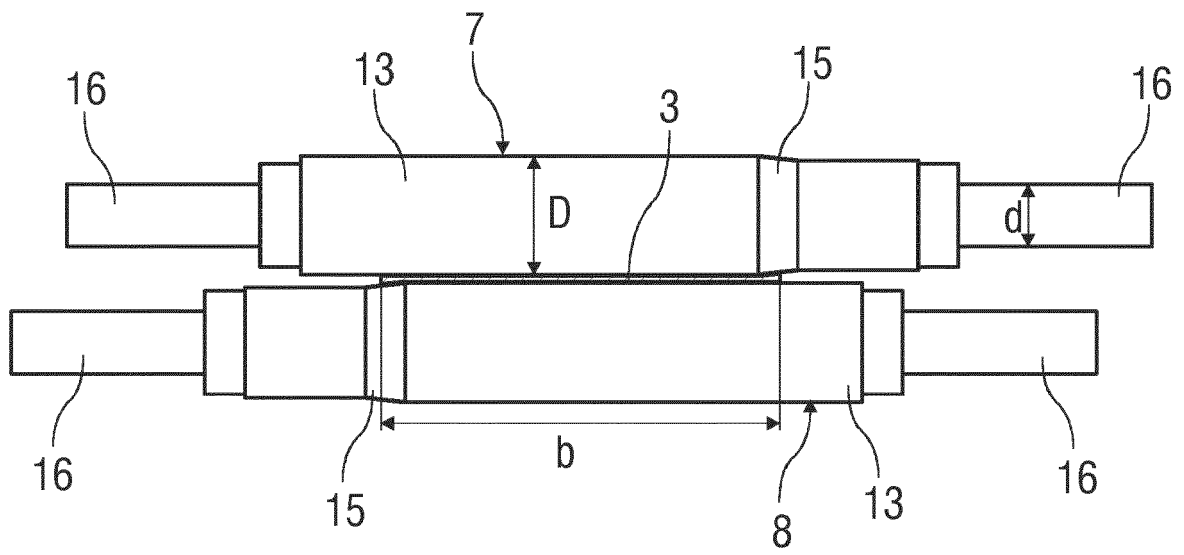


FIG 2

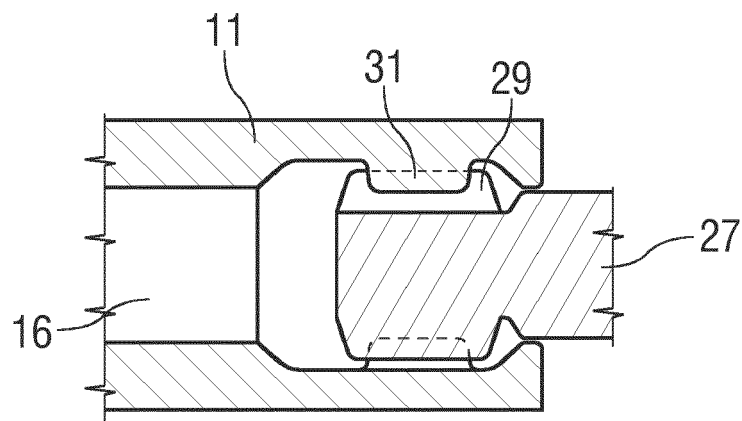


FIG 3

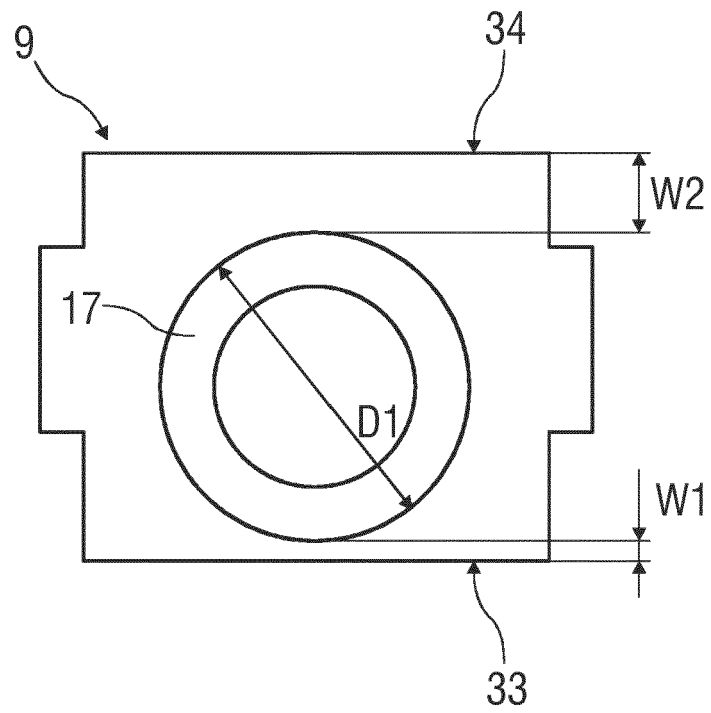


FIG 4

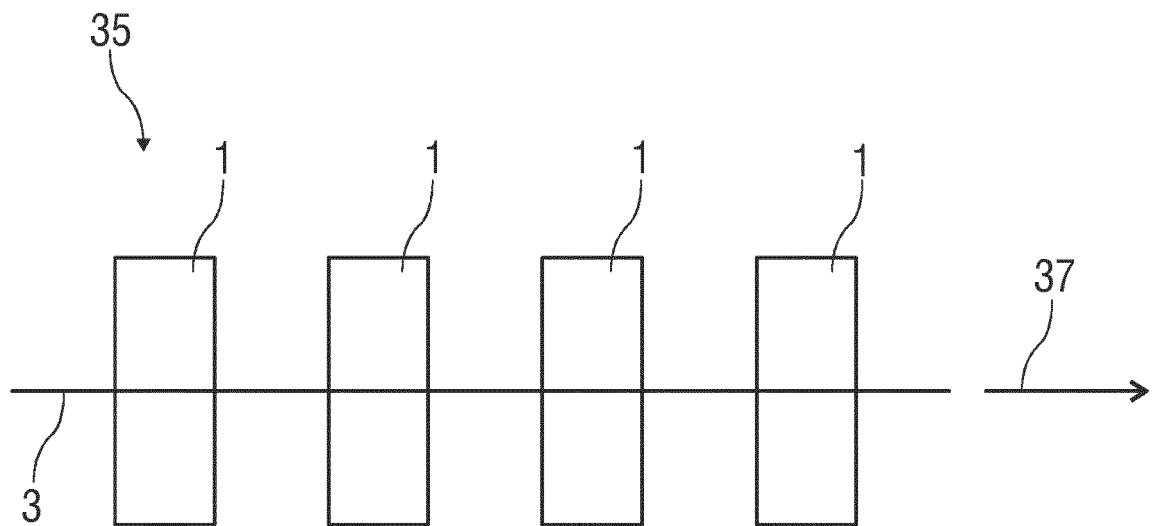


FIG 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 18 6746

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	US 5 927 127 A (KLAMMA KLAUS [DE] ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) * Ansprüche 1,4; Abbildungen 1,2a *	1,10-15	INV. B21B31/10
X	CN 109 647 894 A (HENG YANG XINCHENGHE HEAVY MACHINERY EQUIPMENT MFG CO LTD) 19. April 2019 (2019-04-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,6 *	1-10	
X	JP S61 37306 A (HITACHI LTD) 22. Februar 1986 (1986-02-22) * Abbildungen 6-7 *	1,10	
X	DE 856 735 C (SCHULTE ERICH) 24. November 1952 (1952-11-24) * Anspruch 1; Abbildungen 1-2 *	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Dezember 2019	Prüfer Forciniti, Marco
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 19 18 6746

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.

16-12-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5927127	A	27-07-1999	US 5746081 A	05-05-1998
				US 5927127 A	27-07-1999
				US 6216516 B1	17-04-2001
15	-----			-----	
	CN 109647894	A	19-04-2019	KEINE	
	-----			-----	
	JP S6137306	A	22-02-1986	KEINE	
	-----			-----	
20	DE 856735	C	24-11-1952	KEINE	
	-----			-----	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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