



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2023 Patentblatt 2023/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 15/00 (2006.01) **B21B 37/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22184469.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 15/0085; B21B 37/00; B21B 37/46;
B21B 37/58; B21B 37/74; B21B 38/00;
B21B 38/006; B21B 38/04; B21B 2015/0014;
B21B 2273/14; B21B 2273/16; B21B 2273/20;
B21C 51/00

(22) Anmeldetag: **12.07.2022**

(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:
• **Jepsen, Olaf Norman**
57072 Siegen (DE)
• **Ohlert, Joachim**
40237 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(30) Priorität: **23.07.2021 DE 102021207947**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES METALLISCHEN BANDES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines metallischen Bandes, wobei das Band in einer Walzstraße mittels einer Anzahl an Walzgerüsten (2) aus einer Bramme (3) ausgewalzt wird, wobei die zu walzende Bramme (3) aus einzelnen Teilbrammen (3a, 3b) zusammengesetzt wird, wobei das Zusammensetzen der einzelnen Teilbrammen (3a, 3b) in einer Brammenverbindungsvorrichtung (4) erfolgt, in der ein Abschnitt (5) der in Walzrichtung (R) vorne liegenden Teilbramme (3a) sowie ein Abschnitt der in Walzrichtung (R) hinten liegenden Teilbramme (3b) abgetrennt und die beiden Teil-

brammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6) zusammengefügt werden. Um eine verbesserte Überwachung des Herstellungsprozesses des Bandes zu ermöglichen und möglichst frühzeitig auf Fehler beim Vorprodukt (Bramme oder Vorband) zu reagieren, sieht die Erfindung vor, dass nach dem Abtrennen und vor dem Zusammenfügen der beiden Teilbrammen (3a, 3b) eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgt. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen eines metallischen Bandes.

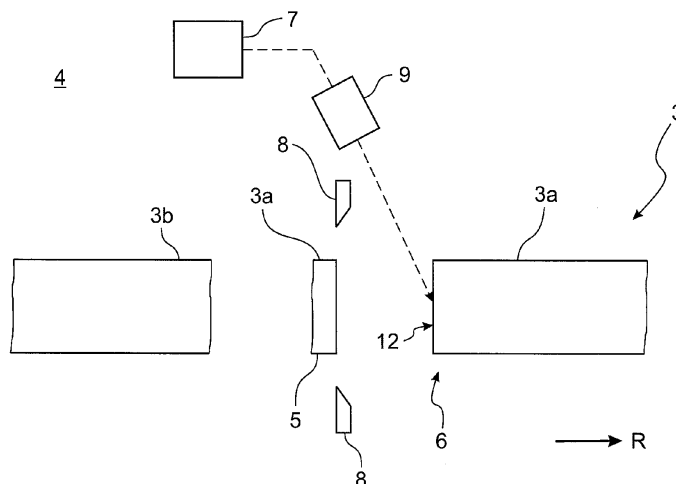


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines metallischen Bandes, wobei das Band in einer Walzstraße mittels einer Anzahl an Walzgerüsten aus einer Bramme ausgewalzt wird, wobei die zu walzende Bramme aus einzelnen Teilbrammen zusammengesetzt wird, wobei das Zusammensetzen der einzelnen Teilbrammen in einer Brammenverbindungsanordnung erfolgt, in der ein Abschnitt der in Walzrichtung vorne liegenden Teilbramme sowie ein Abschnitt der in Walzrichtung hinten liegenden Teilbramme abgetrennt und die beiden Teilbrammen an den Trennstellen zusammengefügt werden. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen eines metallischen Bandes.

[0002] Beispielsweise aus der WO 2017/140886 A1 ist es bekannt, in einer Gieß-Walz-Anlage Stahlbänder dadurch im Semi-Endlos-Walzbetrieb oder im Endlos-Walzbetrieb herzustellen, dass in einer oder in mehreren Gießmaschinen Brammen hergestellt werden, die vor der Walzstraße miteinander verbunden werden. In dem genannten Dokument wird hierzu eine Brammenverbindungsanordnung beschrieben, mit der zwei hintereinander angeordnete Brammen miteinander verbunden werden können. Dies erfolgt hier durch einen Reibschweißvorgang, bei dem die beiden zu verbindenden Brammen relativ zueinander oszillieren und dabei aneinander gepresst werden.

[0003] Wenn hier und nachfolgend von Brammen gesprochen wird, sind hierunter grundsätzlich auch Vorländer zu verstehen, die entsprechend miteinander verbunden werden, um sie in einem kontinuierlich arbeitenden Walzprozess auswalzen zu können.

[0004] Beim Walzen eines Bandes kommt es generell stets darauf an, dass definierte Prozessbedingungen aufrechterhalten werden, so dass ein hohes Maß an Prozesssicherheit sichergestellt werden kann. Gleichmaßen kann hierdurch die Qualität des zu walzenden Bandes gewährleistet werden. Dabei ist es mitunter schwierig, die maßgeblichen Daten zu erfassen, um bevorzugt in einem geregelten Prozess den Walzprozess entsprechend zu beeinflussen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so fortzubilden und eine entsprechende Vorrichtung bereitzustellen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, eine verbesserte Überwachung des Herstellungsprozesses des Bandes zu ermöglichen und möglichst frühzeitig auf Fehler beim Vorprodukt (Bramme oder Vorband) zu reagieren. Damit soll die Qualität des hergestellten Bandes erhöht werden können.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abtrennen und vor dem Zusammenfügen der beiden Teilbrammen eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen an der Trennstelle erfolgt.

[0007] Bevorzugt erfolgt das Walzen in der Walzstraße

in einem kontinuierlichen Prozess.

[0008] Die Vermessung der Teilbramme kann eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme an der Trennstelle umfassen, insbesondere die Erfassung des Querschnittsprofils und/oder der Keiligkeit der Teilbramme.

[0009] Die Vermessung der Teilbramme kann alternativ oder additiv auch eine Erfassung von Eigenschaften der Oberfläche der Teilbramme an der Trennstelle umfassen, insbesondere die Erfassung von Oberflächendefekten und/oder der Mikrostruktur und/oder des Vorhandenseins von Zunder.

[0010] Weiterhin kann die Vermessung der Teilbramme alternativ oder additiv eine Erfassung der Temperatur und/oder der Temperaturverteilung der Teilbramme an der Trennstelle umfassen.

[0011] Schließlich kann die Vermessung der Teilbramme alternativ oder additiv auch eine Erfassung der chemischen Zusammensetzung der Teilbramme an der Trennstelle umfassen, insbesondere des Lösungszustands oder Ausscheidungszustands von Elementen.

[0012] Bevorzugt werden die aus der Vermessung gewonnenen Daten einer Steuerung zugeführt, die aus den Messdaten Steuerungsdaten für den Walzprozess generiert und an die Walzstraße ausgibt.

[0013] Hierbei ist insbesondere dann vorgesehen, dass die an die Walzstraße ausgegebenen Steuerungsdaten solche sind, die Heizelemente oder Kühlelemente vor, in und/oder hinter der Walzstraße betreffen.

[0014] Alternativ oder additiv können die an die Walzstraße ausgegebenen Steuerungsdaten solche sein, die die Walzgeschwindigkeit betreffen.

[0015] Alternativ oder additiv können die an die Walzstraße ausgegebenen Steuerungsdaten auch solche sein, die die Größe der Stiche (d. h. die Größe des Walzspalts) in den einzelnen Walzgerüsten betreffen.

[0016] Schließlich können die an die Walzstraße ausgegebenen Steuerungsdaten alternativ oder additiv auch solche sein, die die Einstellungen der die Geometrie des Bands beeinflussenden Stellglieder, wie Schiebepositionen der Walzen, Biegekräfte auf die Walzen und relative Positionen der Arbeitswalzen zueinander (Geometrie des Walzspalts), betreffen.

[0017] In der Steuerung können Vergleichsdaten gespeichert sein, wobei die Steuerungsdaten generiert werden, indem eine Berücksichtigung der Vergleichsdaten erfolgt. Hierbei ist insbesondere an die Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz gedacht. Beispiele für derartige Methoden der künstlichen Intelligenz sind neuronale Netzwerke, adaptive Algorithmen, evolutionäre Algorithmen, genetische Algorithmen, oder Ähnliches. Bekannt sind hierzu, und müssen daher hier nicht weiter beschrieben werden, beispielsweise Bayes'sche Zuverlässigkeitsnetzwerke (Bayesian belief network), Entscheidungsbäume (decision tree), hidden Markov-Modelle, fallorientierte Überlegung (case-based reasoning), k-nächste Nachbarn, sich selbst organisierende Karten (self-organizing maps), fallorientiertes Lernen (instance-

based learning), Stützvektormaschinen (Support Vector Machine), künstliche Neuronale Netzwerke (ANN: Artificial Neural Network), rekurrente neuronale Netze (RNN: recurrent neural network), tiefe neurale Netze (DNN: deep neural network) oder faltende neuronale Netze (CNN: convolutional neural network). Auch Kombinationen dieser Methoden können zum Einsatz kommen.

[0018] Die Vorrichtung zum Herstellen eines metallischen Bandes, umfassend eine Walzstraße, in der das Band mittels einer Anzahl an Walzgerüsten aus einer Bramme ausgewalzt werden kann, sowie eine Brammenverbindungs-
vorrichtung, mit der die zu walzende Bramme aus einzelnen Teilbrammen zusammengesetzt werden kann, wobei die Brammenverbindungs-
vorrichtung Schneidmittel umfasst, mit denen ein Abschnitt der in Walzrichtung vorne liegenden Teilbramme sowie ein
Abschnitt der in Walzrichtung hinten liegenden Teilbramme abgetrennt werden kann, sowie Verbindungsmittel
zum Zusammenfügen der beiden Teilbrammen an der Trennstelle ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch
Messmittel, mit denen eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen an der Trennstelle erfolgen
kann.

[0019] Die Messmittel können mindestens ein taktiles Messelement umfassen, mit dem eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme an der Trennstelle erfolgen kann. Alternativ oder additiv können die Messmittel auch mindestens ein berührungsloses Messelement, insbesondere ein Lasermessmittel, umfassen, mit dem eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme an der Trennstelle erfolgen kann.

[0020] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Messmittel Temperaturmessmittel sind, mit denen eine Erfassung der Temperatur und/oder der Temperaturverteilung der Teilbramme an der Trennstelle erfolgen kann.

[0021] Die Messmittel stehen bevorzugt mit einer Steuerung in Verbindung, wobei die Steuerung ausgebildet ist, aus den Messdaten der Messmittel Steuerungsdaten für den Walzprozess zu generieren und diese an die Walzstraße auszugeben. In diesem Falle ist bevorzugt vorgesehen, dass die Steuerung mit mindestens einem Heizelement, mit mindestens einem Kühlelement, mit einem Mittel zur Einstellung der Walzgeschwindigkeit und/oder mit mindestens einem Mittel zur Einstellung des Walzspalts eines Walzgerüsts in Verbindung steht.

[0022] Zwischen der Walzstraße und einem in Walzrichtung nachfolgenden Haspel kann mindestens eine Schneidvorrichtung, insbesondere eine Schere, angeordnet sein, wobei mit der mindestens einen Schneidvorrichtung solche Abschnitte des gewalzten Bandes abgeschnitten werden, die Ausschuss sind oder die Material enthalten, welches nicht einer vorgegebenen Spezifikation genügt. Mit der genannten Schneidvorrichtung (Schere) kann vor dem Haspel ein Schnitt vorgenommen werden, mit dem Ausschuss minimiert bzw. nicht spezifikationsgemäßes Material entfernt werden kann.

[0023] Die erwähnte Messung im Bereich der Trennstelle der Teilbramme kann dabei direkt am (durch den

Schnitt) freigelegten Querschnitt der Teilbramme erfolgen, der durch den Schneidvorgang vor dem Zusammenschweißen vorliegt; genauso kann aber darüber hinaus auch ein weiterer, sich in Walzrichtung anschließender Abschnitt der Teilbramme betrachtet werden (beispielsweise wenn es um die Erfassung der Temperatur der Oberseite und der Unterseite der Teilbramme geht).

[0024] Gemäß dem vorliegenden Konzept werden somit Messinstrumente im Bereich der Brammenverbindungs-
vorrichtung und dort vorzugsweise in unmittelbarer Nähe zu der Trenneinrichtung und der Fügeeinrichtung installiert. Damit kann insbesondere der nicht von der Fügung (Schweißung) beeinflussten Bereich der Bramme, insbesondere der Dünnbramme oder des Vorbandes, betrachtet werden. Wird im Bereich der Trennstelle beispielsweise auf der Oberfläche der Schnittebene die Temperaturverteilung gemessen, so hat diese auch eine wesentliche Aussagekraft für die Bereiche, die nicht in unmittelbarer Nähe der Trennstelle liegen. Somit nutzt das vorgeschlagene Konzept die Möglichkeit der Erfassung von Messwerten, die ohne Verwendung der Brammenverbindungs-
vorrichtung nicht vorliegen würden; vielmehr wird besagte Oberfläche erst aufgrund des Trennschnitts für eine Messung zugänglich.

[0025] Gemäß dem vorliegenden Vorschlag wird also ein Endlos-Walzverfahren ermöglicht, bei dem eine Brammenverbindungs-
vorrichtung zum Einsatz kommt, wobei durch die vorgeschlagene Vorgehensweise homogene Produkteigenschaften im fertigen Band erzielt werden können.

[0026] Vorgesehen ist somit ein Verbinden von (Dünn-)Teilbrammen oder Vorbändern mittels der Brammenverbindungs-
vorrichtung, wobei unter Einsatz zusätzlicher Messeinrichtungen eine besonders vorteilhafte Datenerfassung erfolgen kann und dann gegebenenfalls direkt auf Stellglieder der Walzstraße Einfluss genommen wird, um die technische Anforderung für ausreichend homogene Produkteigenschaften zu erfüllen. Das Verfahren kann in konventionellen Warmbandstraßen oder in Gieß-Walz-Anlagen (CSP-Anlagen) angewendet werden.

[0027] Hierbei wird es möglich, einerseits einen Endlos-Walzprozess mit den bekannten Vorteilen (wie erhöhter Gleichmäßigkeit, Reproduzierbarkeit und Stabilität) zu gewährleisten und andererseits mittels der genannten Messungen und sich anschließenden Berechnungen, Steuerungen bzw. Regelungen auf Prozessstörungen zu reagieren, so dass durch gezielte Prozessänderungen die gewünschten und spezifizierten Produkteigenschaften trotz Abweichungen während der zurückliegenden Prozessstufen sicher und reproduzierbar eingestellt oder übertroffen werden können.

[0028] Als Brammenverbindungs-
vorrichtung kommen insbesondere Reibschweißvorrichtungen zum Einsatz, wie sie in der oben genannten WO 2017/140886 A1 beschrieben sind.

[0029] Mit der Brammenverbindungs-
vorrichtung in einer konventionellen Warmbandstraße oder einer Gieß-

Walz-Anlage können also Vorbänder oder Dünnbrammen verbunden und anschließend gemeinsam gewalzt werden.

[0030] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Anlage zur Herstellung eines metallischen Bandes, wobei hinter zweier Tunnelöfen eine Brammenverbindungsanordnung angeordnet ist sowie hinter derselben eine Walzstraße, und

Fig. 2 schematisch zwei Teilbrammen, die sich in der Brammenverbindungsanordnung befinden, wobei von der vorderen Teilbramme ein Abschnitt abgeschnitten wurde und an dieser Teilbramme ein Messvorgang vorgenommen wird.

[0031] In Figur 1 ist eine Anlage schematisch dargestellt, mit der ein Stahlband produziert werden kann.

[0032] Zunächst wird in zwei Gießmaschinen 10 jeweils eine Bramme hergestellt, die eine gewisse Länge aufweist. Die Brammen gelangen in einen Tunnelofen 11, in dem sie auf einer definierten Temperatur gehalten werden. In Walzrichtung R nachgelagert ist eine Walzstraße 1, die eine Anzahl Walzgerüste 2 aufweist. Zwischen dem Ende des Tunnelofens 11 und der Walzstraße 2 befindet sich eine Brammenverbindungsanordnung 4. Diese dient dazu, die Brammen aus den Tunnelöfen 11 miteinander zu verbinden und sie in die Walzstraße 1 zu leiten, so dass in der Walzstraße ein kontinuierlicher Walzprozess stattfinden kann, der generell vorteilhaft mit Blick auf die Prozessstabilität und die Qualität des herzustellenden Bandes ist.

[0033] Generell gilt, dass beim Einsatz der Brammenverbindungsanordnung folgende drei Produktionsmodi ermöglicht sind:

Zunächst kann im Batch-Modus gefahren werden (Einzelbrammenwalzen, einzelne Brammen aus einer oder mehreren Gießmaschinen).

[0034] Weiterhin kann im Semi-Endlos-Modus gefahren werden (Mehrfachbrammenwalzen, Mehrfach-Brammen aus einer oder mehreren Gießmaschinen). Schließlich kann im Modus des Endlos-Walzens gefahren werden (verschweißte Brammen aus zwei oder mehreren Gießmaschinen).

[0035] Unabhängig vom Verhältnis Summengeschwindigkeit der vorhandenen Stränge und Walzgeschwindigkeit spricht man beim Walzen von verschweißten Brammen von einem Endlos-Walzmodus. Es ändert sich je nach Anzahl der verschweißten Bänder oder Brammen lediglich die Länge der Endlos-Sequenz. Diese ist umso länger, je mehr der Betrag des Quotienten aus Summengießgeschwindigkeit und Walzgeschwindigkeit sich dem Wert "1" nähert.

[0036] Hier kann die Massenflussbedingung herangezogen werden:

$$i_{\text{ENDLOS}} = \frac{i_{\text{MAX}} - i_{\text{MIN}}}{1 - i_G \frac{v_G}{v_W}}$$

5

mit:

i_{ENDLOS} : Anzahl der möglichen Brammen in einer Sequenz beim Endlos-Walzen

10

i_{MAX} : Maximale Anzahl von Brammen im Tunnelofen (Start der Endlos-Walzsequenz)

i_{MIN} : Minimale Anzahl von Brammen im Tunnelofen (Ende der Endlos-Walzsequenz)

i_G : Anzahl der Gießmaschinen

15

v_G : Gießgeschwindigkeit

v_W : Walzgeschwindigkeit

[0037] In Abgrenzung zu den Gieß-Walz-Konzepten besteht also beim Endlos-Walzen keine feste Kopplung zwischen den Prozessstufen Gießen und Walzen. Es kann somit endlos gewalzt werden, ohne dass ein darüberhinausgehender Endlos-Prozess existiert, bei dem das gewalzte Band mit der Bramme der Gießmaschine verbunden ist.

25

[0038] Aus Sicht der gesamten Gieß-Walz-Anlage sind also nur zwei Betriebsmodi in Gebrauch, nämlich der Batch-Modus und der Semi-Endlos-Modus.

30

[0039] Im Unterschied zum Semi-Endlos-Modus, wie er von CSP-Anlagen bekannt ist, kommt es beim Endlos-Walzen nach Verschweißen der Brammen allerdings nicht zu einer Minderung der Produktionsmenge, weil beide Gießstränge mit hoher bzw. unverändert hoher Gießgeschwindigkeit betrieben werden können.

35

[0040] Angestrebt wird generell eine möglichst homogene Eigenschaft des herzustellenden Bandes, sowohl über dessen Länge, dessen Breite und dessen Dicke.

40

[0041] Konstante Prozessbedingungen beim Warmwalzen und dadurch konstante Eigenschaften nach dem Warmwalzen sind charakteristische Merkmale von Endlos-Prozessen und führen grundsätzlich zu erhöhter Prozessstabilität in den darauffolgenden Verarbeitungsschritten und zu höherer Produktqualität danach. Das betrifft u.a. Geometrie, Oberflächenqualität und Materialeigenschaften. Alle diese Eigenschaften sind über Bandlänge, Bandbreite und Banddicke nahezu konstant, was auch beinhaltet, dass die sonst üblichen großen Abweichungen an Bandkopf und Bandende vermieden werden.

45

[0042] Um dies erfindungsgemäß zu gewährleisten, ist folgendes vorgesehen:

50

In Figur 2 ist schematisch dargestellt, wie in der Brammenverbindungsanordnung 4 zwei Brammen 3, nämlich eine in Walzrichtung R vorne liegende Teilbramme 3a und eine in Walzrichtung hinten liegende Teilbramme 3b, miteinander verbunden werden, um dem kontinuierlichen Walzprozess in der Walzstraße 1 zugeführt zu werden.

55

[0043] In der Brammenverbindungsanordnung 4 sind

hierzu Schneidmittel 8 vorgesehen, insbesondere ausgeführt als Stanzschere, mit dem das hintere Ende der Teilbramme 3a sowie das vordere Ende der Teilbramme 3b beschnitten werden kann. Für die vorne liegende Teilbramme 3a ist ein Abschnitt 5 dargestellt, der mittels der Schneidmittel 8 abgetrennt wurde. Hierdurch liegt nunmehr an der Trennstelle 6 eine glatte Stirnfläche 12 der vorderen Teilbramme 3a vor. Analoges gilt für die Teilbramme 3b, was allerdings in Figur 2 nicht dargestellt ist.

[0044] Erfindungswesentlich ist, dass nach dem Abtrennen und vor dem Zusammenfügen der beiden Teilbrammen 3a, 3b, wie in Figur 2 dargestellt, eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen 3a, 3b an der Trennstelle 6 erfolgt. Hierzu wird auf die schematisch angedeuteten Messmittel 9 Bezug genommen, die beispielsweise die Stirnfläche 12 geometrisch vermessen können.

[0045] In ähnlicher Weise ist es aber auch möglich, dass die Messmittel, als Temperaturmessmittel ausgebildet, die den Verlauf der Temperatur über der Breite und der Höhe der Teilbramme 3a erfassen. Dieses Temperaturprofil ist insbesondere vor dem erst noch stattfindenden Verschweißvorgang charakteristisch auch für den weiter vorne liegenden Bereich der Teilbramme 3a.

[0046] Wie in den Figuren dargestellt, liefern die Messmittel 9 Informationen an eine Steuerung 7, die ihrerseits wiederum auf die Walzstraße 1 Einfluss nehmen kann, wie es in Figur 1 angedeutet ist.

[0047] Die Kombination hochauflösender Messverfahren und spezieller Berechnungsverfahren auf der Basis physikalischer Modelle und/oder künstlicher Intelligenz bieten die Möglichkeit, Abweichungen von den vorgegebenen Prozessbedingungen im Rahmen einer Echtzeitanalyse zu detektieren, zu analysieren und zu beheben, also auf unerwartete kontinuierliche oder diskontinuierliche, regelmäßige oder sporadische Prozessstörungen unmittelbar zu reagieren, so dass durch gezielte Prozessänderungen auf der Basis leistungsfähiger Steuerungen und Regelungen die spezifizierten Produkteigenschaften trotz Abweichungen während der zurückliegenden Prozessstufen sicher, reproduzierbar und konstant eingestellt können.

[0048] Im Einzelnen können insbesondere die folgenden Messgrößen, die Einfluss auf die Walzstabilität einerseits und die Produktqualität andererseits haben, per Messmittel 9 erfasst werden:

Es kann die Geometrie der Dünnbramme oder des Vorbandes ermittelt werden, insbesondere das Profil und die Keiligkeit.

[0049] Es kann die Oberflächenbeschaffenheit der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden, insbesondere Oberflächendefekte, die Beschaffenheit und die Gleichmäßigkeit von Zunder.

[0050] Es kann die Temperaturverteilung auf der Ober- und Unterseite der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden.

[0051] Es kann die Temperaturverteilung auf der Ober- und Unterseite der Dünnbramme oder des Vorbandes

nach der Entzunderung der Oberfläche erfasst werden.

[0052] Es kann die Temperaturverteilung in der Schnittebene (Stirnfläche) der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden.

5 **[0053]** Es kann die chemische Zusammensetzung auf der Ober- und Unterseite und/oder in der Schnittebene (Stirnfläche) der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden.

10 **[0054]** Es kann die Mikrostruktur auf der Ober- und Unterseite und/oder in der Schnittebene (Stirnfläche) der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden.

[0055] Es kann der Lösungszustand bzw. Ausscheidungszustand bestimmter Elemente auf der Ober- und Unterseite und/oder in der Schnittebene (Stirnfläche) der Dünnbramme oder des Vorbandes erfasst werden.

15 **[0056]** Für die Untersuchung des Bereichs nahe der Schweißnaht bzw. an der Trennstelle kann ein Messtaster eingesetzt werden, möglich ist auch der Einsatz eines Lasers, der auf die Oberfläche und die Schnittfläche projiziert wird. Damit können Unterschiede zu einem Referenzzustand ermittelt werden, insbesondere hinsichtlich möglicher Verformungen.

[0057] Im Rahmen einer detaillierten Analyse der so gewonnenen Messwerte können insbesondere unter Verwendung physikalischer Modelle und/oder verschiedenartiger Methoden künstlicher Intelligenz Rückschlüsse auf den Prozess gezogen werden; es können auch die Auswirkungen auf die Bandedigenschaften und soweit möglich auf die späteren Produkteigenschaften prognostiziert und die Notwendigkeit von Interventionen bewertet werden.

[0058] Insbesondere können Antworten auf folgende Fragen abgeleitet werden:

Betreffend die Geometrie: Wie wirken sich die gemessenen Anomalien hinsichtlich Profil und Keiligkeit und die daraus mittels Berechnungen abgeleiteten relevanten Größen, mit deren Hilfe der Zustand des Bands im Hinblick auf Profil und Planheit und teilweise auch Bandlauf und Walzstabilität umfassend charakterisiert werden kann, auf das Verhalten während der folgenden Prozessschritte und die Eigenschaften von Zwischen- und Endprodukt aus?

[0059] Betreffend die Temperatur: Wie wirken sich die gemessenen Temperaturverteilungen und die daraus mittels Berechnungen abgeleiteten relevanten Größen, mit deren Hilfe der Zustand des Bands im Hinblick auf Profil und Planheit und teilweise auch Bandlauf und Walzstabilität umfassend charakterisiert werden kann, auf das Verhalten während der folgenden Prozessschritte und die Eigenschaften von Zwischen- und Endprodukt aus?

[0060] Betreffend die Werkstoffeigenschaften: Wie wirken sich die gemessenen Abweichungen der Werkstoffeigenschaften und die daraus mittels Berechnungen abgeleiteten relevanten Größen, mit deren Hilfe der Zustand des Bands im Hinblick auf Umformfestigkeit und Verformbarkeit, auf Verfestigungs- und Entfestigungsverhalten und teilweise auch auf Bandlauf und Walzsta-

bilität umfassend charakterisiert werden kann, auf das Verhalten während der folgenden Prozessschritte und die Eigenschaften von Zwischen- und Endprodukt aus?

[0061] Im Falle der Detektion eines Oberflächenfehlers kann beim Abwickeln des Coils die Stelle zum Zeitpunkt einer Messung mittels Tracking ermittelt werden. Aufgrund der Analyse der Messung können gegebenenfalls Aussagen zum Ursprung bzw. Entstehungszeitpunkt des Defekts getroffen werden. Dies ist gegebenenfalls erst nach der Analyse zahlreicher ähnlicher bzw. verwandter Vorgänge möglich, so dass an dieser Stelle insbesondere geeignete Methoden und Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz zum Einsatz kommen, die die Ableitung geeigneter Maßnahmen und Eingriffe ermöglichen, sofern ausreichend große Mengen an Messwerten vorliegen und demzufolge zunehmend wiederkehrende Muster erkannt werden können.

[0062] Wie bereits erläutert, werden die erfassten Messwerte vom Messmittel 9 zur Steuerung 7 geleitet und hier verarbeitet. Mit Hilfe der verfügbaren Stellglieder, auf die die Steuerung 7 einwirkt, können dann insbesondere die folgenden Interventionen vorgenommen werden:

Heizelemente (wie beispielsweise induktive Heizungen oder Strahlrohre) oder Kühlelemente wie beispielsweise Zwischengerüstkühlungen können dazu verwendet werden, Temperaturunterschiede über der Bandlänge auszugleichen und damit die Walzbedingungen möglichst konstant zu halten.

[0063] Heizelemente (wie beispielsweise induktive Heizungen oder Strahlrohre) oder Kühlelemente wie beispielsweise Zwischengerüstkühlungen können dazu verwendet werden, Temperaturabweichungen infolge eines nicht korrekten bzw. genauen Setups auszugleichen.

[0064] Heizelemente (wie beispielsweise induktive Heizungen oder Strahlrohre) oder Kühlelemente wie beispielsweise Zwischengerüstkühlungen können dazu verwendet werden, Temperaturabweichungen infolge Prozessabweichungen oder Prozessstörungen (z.B. Ofentemperatur, Verweildauer im Ofen) oder allgemein Prozessabweichungen (z.B. chemische Zusammensetzung, Geometrie) auszugleichen oder abzumildern.

[0065] Heizelemente (wie beispielsweise induktive Heizungen oder Strahlrohre) oder Kühlelemente wie beispielsweise Zwischengerüstkühlungen können dazu verwendet werden, regelmäßige oder sporadische Temperaturdiskontinuitäten, die aus den vorgelagerten Prozessschritten resultieren (z.B. Einspannungen beim Schneiden und Schweißen der beiden Teilbrammen 3a, 3b; Auflagebereiche im Wiedererwärmofen) auszugleichen oder abzumildern.

[0066] Heizelemente (wie beispielsweise induktive Heizungen oder Strahlrohre) oder Kühlelemente wie beispielsweise Zwischengerüstkühlungen können dazu verwendet werden, Abweichungen hinsichtlich der Menge und/oder der Beschaffenheit des gebildeten Zunders auszugleichen oder abzumildern.

[0067] Eine Erhöhung oder eine Reduzierung der Walzgeschwindigkeit können Temperaturunterschiede über der Bandlänge ausgleichen und damit die Walzbedingungen möglichst konstant halten oder das Temperaturniveau insgesamt erhöhen oder absenken.

[0068] Wenn also beispielsweise an der Trennstelle eine zu geringe Temperatur an der Oberseite und/oder Unterseite der Teilbramme festgestellt wird oder eine zu geringe Temperatur gemittelt über den vermessenen Querschnitt der Stirnfläche der Teilbramme, kann dieses Messergebnis nach Zuleitung zu der Steuerung 7 von dieser dahingehend verarbeitet werden, dass die Walzgeschwindigkeit erhöht wird, um ein zu starkes Abkühlen der zu walzenden Bramme zu verhindern. Im umgekehrten Fall (zu hohe Temperatur) kann die Walzgeschwindigkeit herabgesetzt werden.

[0069] Eine Veränderung der Abnahmeverteilung in der Fertigstraße kann durchgeführt werden, um das Verfestigungs- und Entfestigungsverhalten zu beeinflussen und damit den Einfluss von Abweichungen von Temperatur, chemischer Zusammensetzung, Mikrostruktur und Lösungszustand bzw. Ausscheidungszustand bestimmter Elemente auszugleichen oder abzumildern.

[0070] Stellglieder wie Schiebepositionen der Walzen, Biegekräfte auf die Walzen und relative Positionen der Arbeitswalzen zueinander (Geometrie des Walzspalts) können dazu verwendet werden, die Geometrie des Bandes im Walzspalt und die Massenflussverhältnisse im Walzspalt und in der Folge die Stabilität des Walzprozesses zu beeinflussen, um Abweichungen beispielsweise im Hinblick auf Profil und Planheit auszugleichen oder abzumildern.

[0071] Die in die Brammenverbindungsrichtung integrierte Schneidmittel können auch genutzt werden, um Material, das entweder aus prozessbedingten Übergangsbereichen stammt (z.B. Wechsel von Geometrie oder Werkstoff, Prozesse des Anfahrens o.ä.) oder aus anderweitigen Gründen nicht den Anforderungen und Spezifikationen entspricht (d.h. Ausschuss), vor dem Walzen zu entfernen.

[0072] Die Schneidmittel (Schiere) vor dem Haspel, die nach dem Endlos-Walzen in der Walzstraße 1 das fertige Band in Einzelstücke teilt und so wieder einen diskontinuierlichen Prozess einleitet, kann so eingesetzt werden, dass sich der Bereich des Bandes, der in Folge des Schweißprozesses die größten Abweichungen von den geforderten Eigenschaften aufweist, in demjenigen Teil des Coils befindet, der später entfernt und nicht verwendet wird, d.h. in der Regel die äußeren Windungen. Darüber hinaus kann Material durch diese wie auch durch die weiter vorne angeordneten Scheren entfernt werden, welches die jeweiligen Anforderungen nicht erfüllt bzw. in den Folgeprozessen nicht sinnvoll verwendet werden kann.

[0073] Nachdem das Gießen und Walzen bei dem vorliegenden Konzept nicht fest gekoppelt sind, kann die Walzgeschwindigkeit erhöht oder abgesenkt werden, falls dies zum Erreichen der geforderten Produkteigen-

schaften notwendig sein sollte. Endlos-Walzen ist also auch möglich, wenn die Walzgeschwindigkeit höher oder niedriger liegt als die Summengießgeschwindigkeit.

[0074] Zur Nomenklatur sei bezüglich des verwendeten Begriffs der Bramme noch folgendes angemerkt: Dieser Begriff ist hier allgemein zu verstehen.

[0075] Meist wird der Begriff "Bramme" für das Material vor dem Vorgerüst verwendet, danach sind es Vorbänder. In und nach der Fertigstraße wird dann von Bändern gesprochen. In einer CSP-Anlage werden aus Dünnbrammen Bänder. Im vorliegenden Falle ist vornehmlich das Material vor der Fertigstraße gemeint. Allerdings können auch Brammen im eigentlichen Sinne erfindungsgemäß behandelt werden.

Bezugszeichenliste:

[0076]

- 1 Walzstraße
- 2 Walzgerüst
- 3 Bramme oder Vorband
- 3a Teilbramme
- 3b Teilbramme
- 4 Brammenverbindungsrichtung
- 5 Abschnitt der vorne liegenden Teilbramme
- 6 Trennstelle
- 7 Steuerung
- 8 Schneidmittel (Stanzschere)
- 9 Messmittel
- 10 Gießmaschine
- 11 Tunnelofen
- 12 Stirnfläche

R Walzrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines metallischen Bandes, wobei das Band in einer Walzstraße (1) mittels einer Anzahl an Walzgerüsten (2) aus einer Bramme (3) ausgewalzt wird, wobei die zu walzende Bramme (3) aus einzelnen Teilbrammen (3a, 3b) zusammengesetzt wird, wobei das Zusammensetzen der einzelnen Teilbrammen (3a, 3b) in einer Brammenverbindungsrichtung (4) erfolgt, in der ein Abschnitt (5) der in Walzrichtung (R) vorne liegenden Teilbramme (3a) sowie ein Abschnitt der in Walzrichtung (R) hinten liegenden Teilbramme (3b) abgetrennt und die beiden Teilbrammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6) zusammengefügt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Abtrennen und vor dem Zusammenfügen der beiden Teilbrammen (3a, 3b) eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzen in der Walzstraße (1) in einem kontinuierlichen Prozess erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vermessung der Teilbramme (3a, 3b) eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) umfasst, insbesondere die Erfassung des Querschnittsprofils und/oder der Keiligkeit der Teilbramme (3a, 3b).

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vermessung der Teilbramme (3a, 3b) eine Erfassung von Eigenschaften der Oberfläche der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) umfasst, insbesondere die Erfassung von Oberflächendefekten und/oder der Mikrostruktur und/oder des Vorhandenseins von Zunder.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vermessung der Teilbramme (3a, 3b) eine Erfassung der Temperatur und/oder der Temperaturverteilung der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vermessung der Teilbramme (3a, 3b) eine Erfassung der chemischen Zusammensetzung der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) umfasst, insbesondere des Lösungszustands oder Ausscheidungszustands von Elementen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus der Vermessung gewonnenen Daten einer Steuerung (7) zugeführt werden, die aus den Messdaten Steuerungsdaten für den Walzprozess generiert und an die Walzstraße (1) ausgibt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an die Walzstraße (1) ausgegebenen Steuerungsdaten solche sind, die Heizelemente oder Kühlelemente vor, in und/oder hinter der Walzstraße (1) betreffen.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an die Walzstraße (1) ausgegebenen Steuerungsdaten solche sind, die die Walzgeschwindigkeit betreffen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an die Walzstraße (1) ausgegebenen Steuerungsdaten solche sind, die die Größe der Stiche in den einzelnen Walzgerüsten (2) betreffen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuerung (7) Vergleichsdaten gespeichert sind und dass die Steuerungsdaten generiert werden, indem eine Berücksichtigung der Vergleichsdaten erfolgt, insbesondere unter Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz. 5
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Walzstraße (1) und einem in Walzrichtung (R) nachfolgenden Haspel mindestens eine Schneidvorrichtung, insbesondere eine Schere, angeordnet ist, wobei mit der mindestens einen Schneidvorrichtung solche Abschnitte des gewalzten Bandes abgeschnitten werden, die Ausschuss sind oder die Material enthalten, welches nicht einer vorgegebenen Spezifikation genügt. 10 15
13. Vorrichtung zum Herstellen eines metallischen Bandes, umfassend eine Walzstraße (1), in der das Band mittels einer Anzahl an Walzgerüsten (2) aus einer Bramme (3) ausgewalzt werden kann, sowie eine Brammenverbindungsanordnung (4), mit der die zu walzende Bramme (3) aus einzelnen Teilbrammen (3a, 3b) zusammengesetzt werden kann, wobei die Brammenverbindungsanordnung (4) Schneidmittel (8) umfasst, mit denen ein Abschnitt (5) der in Walzrichtung (R) vorne liegenden Teilbramme (3a) sowie ein Abschnitt der in Walzrichtung (R) hinten liegenden Teilbramme (3b) abgetrennt werden kann, sowie Verbindungsmittel zum Zusammenfügen der beiden Teilbrammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** Messmittel (9), mit denen eine Vermessung zumindest einer der beiden Teilbrammen (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgen kann. 20 25 30 35 40
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messmittel (9) mindestens ein taktiles Messelement umfasst, mit dem eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgen kann. 45
15. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messmittel (9) mindestens ein berührungsloses Messelement, insbesondere ein Lasermessmittel, umfasst, mit dem eine Erfassung geometrischer Größen der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgen kann. 50
16. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messmittel (9) Temperaturmessmittel sind, mit denen eine Erfassung der Temperatur und/oder der Temperaturverteilung der Teilbramme (3a, 3b) an der Trennstelle (6) erfolgen kann. 55
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messmittel (9) mit einer Steuerung (7) in Verbindung stehen, wobei die Steuerung (7) ausgebildet ist, aus den Messdaten der Messmittel (9) Steuerungsdaten für den Walzprozess zu generieren und diese an die Walzstraße (1) auszugeben.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (7) mit mindestens einem Heizelement, mit mindestens einem Kühlelement, mit einem Mittel zur Einstellung der Walzgeschwindigkeit und/oder mit mindestens einem Mittel zur Einstellung des Walzspalts eines Walzgerüsts (2) in Verbindung stehen.

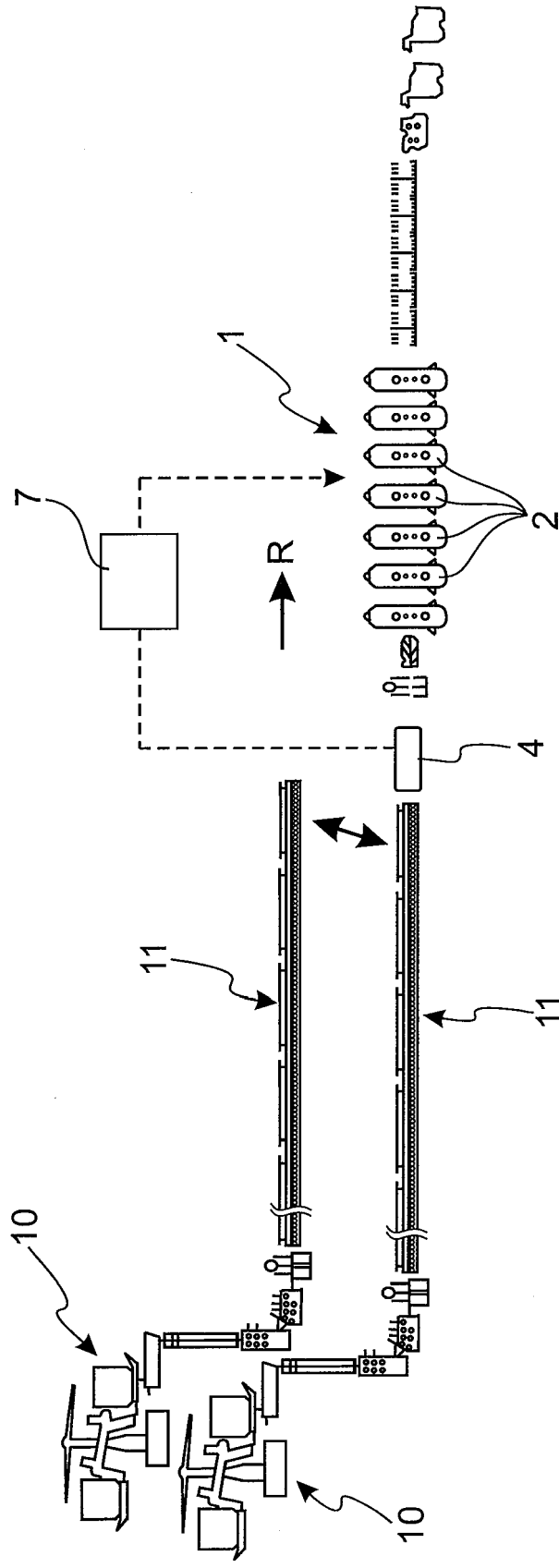


Fig. 1

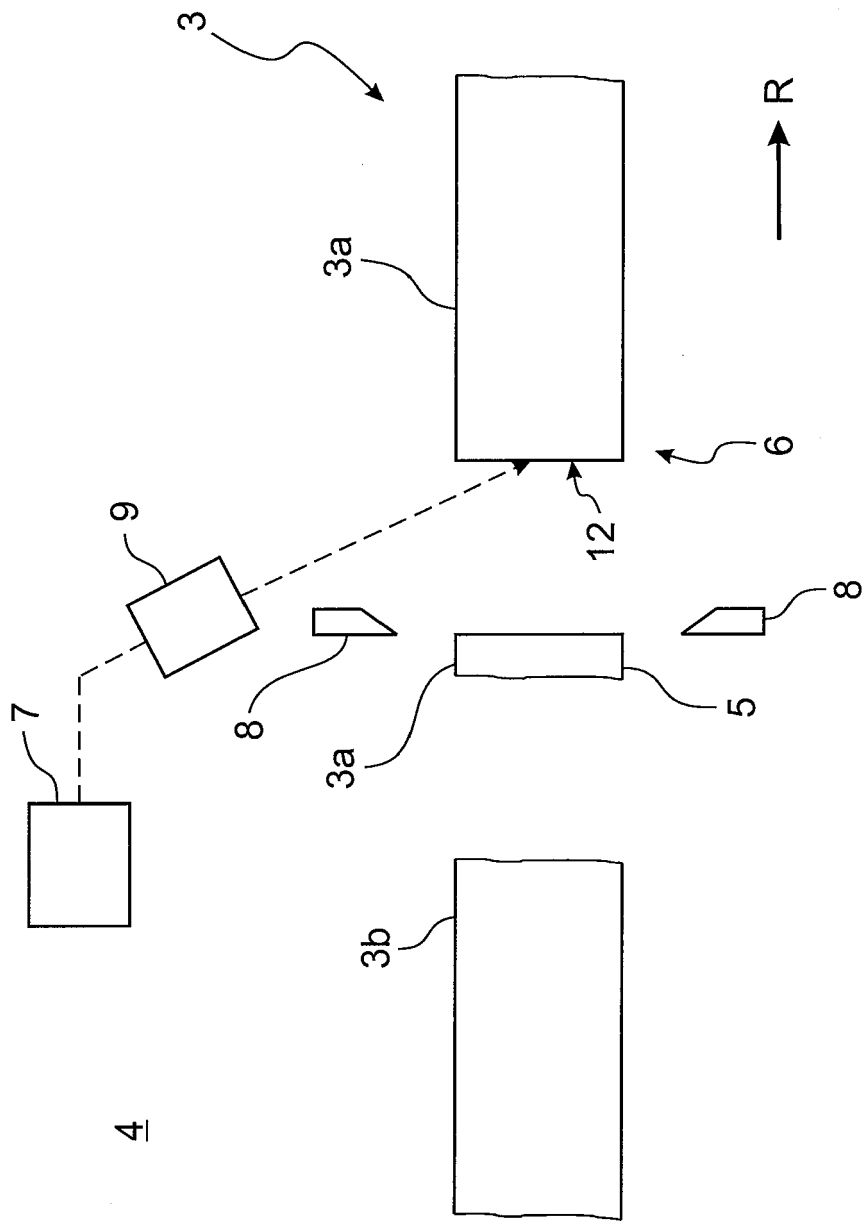


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 4469

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2019/030392 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 14. Februar 2019 (2019-02-14)	1-6, 13-16	INV. B21B15/00
Y	* Seite 12, Zeile 4 - Zeile 15; Ansprüche	12	B21B37/00
A	1-2, 5, 9-10, 18-20; Abbildungen 1-2, 4 *	7-11, 17, 18	

Y	JP H04 28416 A (KAWASAKI STEEL CO) 31. Januar 1992 (1992-01-31) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	12	

X	WO 2017/140886 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 24. August 2017 (2017-08-24) * Seite 8, Zeile 16 - Zeile 26; Ansprüche 1, 4-5, 9-11, 16; Abbildung 1 *	1, 13	

X	KR 2013 0073740 A (POSCO [KR]) 3. Juli 2013 (2013-07-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3a-3d *	1, 13	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21L B21B B21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. November 2022	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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 18 4469

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

16-11-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019030392 A1	14-02-2019	DE 102017213986 A1	14-02-2019
		EP 3664943 A1	17-06-2020
		JP 6997859 B2	18-01-2022
		JP 2020530398 A	22-10-2020
		WO 2019030392 A1	14-02-2019

JP H0428416 A	31-01-1992	JP 2975053 B2	10-11-1999
		JP H0428416 A	31-01-1992

WO 2017140886 A1	24-08-2017	WO 2017140886 A1	24-08-2017
		WO 2017140891 A1	24-08-2017

KR 20130073740 A	03-07-2013	KEINE	

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

- WO 2017140886 A1 [0002] [0028]