



(11) **EP 4 337 402 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.07.2024 Patentblatt 2024/31

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/12 (2006.01) **B22D 11/20** (2006.01)
B22D 11/126 (2006.01) **B22D 11/128** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22762109.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/128; B22D 11/12; B22D 11/1213;
B22D 11/126; B22D 11/20

(22) Anmeldetag: **17.08.2022**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2022/072942

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2023/021079 (23.02.2023 Gazette 2023/08)

(54) **TRANSPORTVORRICHTUNG FÜR BRAMMEN, VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER TRANSPORTVORRICHTUNG UND VERWENDUNG EINER TRANSPORTVORRICHTUNG**

TRANSPORT DEVICE FOR SLABS, METHOD FOR OPERATING A TRANSPORT DEVICE, AND USE OF A TRANSPORT DEVICE

DISPOSITIF DE TRANSPORT DE BRAMMES, PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF DE TRANSPORT ET UTILISATION D'UN DISPOSITIF DE TRANSPORT

(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

- **HENKEL, Thomas**
47057 Duisburg (DE)
- **SCHUSTER, Ingo**
47877 Willich (DE)
- **WIEGMANN, Volker**
47055 Duisburg (DE)

(30) Priorität: **18.08.2021 DE 102021121473**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(74) Vertreter: **Richly & Ritschel Patentanwälte PartG mbB**
Sattlerweg 20
51429 Bergisch Gladbach (DE)

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:

- **FERKEL, Hans**
40237 Düsseldorf (DE)
- **REIFFERSCHIED, Markus**
41352 Korschenbroich (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CN-A- 108 723 099 DE-A1- 102020 205 077
JP-A- 2020 138 222 US-A- 4 648 916
US-A1- 2016 076 119

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

EP 4 337 402 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Transportvorrichtung, ein Verfahren zum Betrieb einer Transportvorrichtung und eine Verwendung einer Transportvorrichtung.

[0002] Warmband ist ein wirtschaftlich bedeutsames Zwischenprodukt der Stahlerzeugung. Zur Herstellung werden Brammen durch Warmwalzen bei einer Temperatur oberhalb der Temperatur der Auflösung von Nitritausscheidungen des zugrundeliegenden Stahls zu Warmband umgeformt.

[0003] Die verwendeten Brammen werden nach dem Gießen der Brammen in einem Brammenlager abkühlen gelassen und anschließend einer Oberflächeninspektion unterzogen. Diese Inspektion kann vollständig oder nur teilweise an repräsentativen Brammen einer Schmelze erfolgen. Die geprüften und sofern erforderlich reparierten Brammen werden anschließend zu Walzprogrammen zusammengestellt, in der vorgeplanten Reihenfolge in einem Ofen auf eine Temperatur oberhalb der Temperatur der Auflösung von Nitritausscheidungen des zugrundeliegenden Stahls erwärmt und einem Warmwalzwerk zugeführt. Hierdurch sind der Herstellprozess der Brammen und die Weiterverarbeitung zu Warmband zeitlich entkoppelt und können auch an unterschiedlichen Orten erfolgen.

[0004] Transportvorrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt, insbesondere aus der JP 2020 138222 A und der DE 10 2020 205 077 A1. Die US 2016/0076119 A1 und die CN 108 723 099 A beschreiben ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des α -Anteils eines Metallbandes. Die US 4,648,916 A beschreibt physikalische Abhängigkeiten bei der Umwandlung einer Gefügestruktur von Metall.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dem Stand der Technik eine Verbesserung oder eine Alternative zur Verfügung zu stellen.

[0006] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe eine Transportvorrichtung gemäß Anspruch 1.

[0007] Begrifflich sei hierzu Folgendes erläutert: Zunächst sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Beschreibung unbestimmte Artikel und Zahlenangaben wie "ein", "zwei" usw. im Regelfall als "mindestens"-Angaben zu verstehen sein sollen, also als "mindestens ein...", "mindestens zwei ..." usw., sofern sich nicht aus dem jeweiligen Kontext ausdrücklich ergibt oder es für den Fachmann offensichtlich oder technisch zwingend ist, dass dort nur "genau ein ...", "genau zwei ..." usw. gemeint sein können.

[0008] Im Rahmen dieser Beschreibung sei der Ausdruck "insbesondere" immer so zu verstehen, dass mit diesem Ausdruck ein optionales und/oder bevorzugtes Merkmal eingeleitet wird. Der Ausdruck ist nicht als "und zwar" und nicht als "nämlich" zu verstehen.

[0009] Unter einer "Transportvorrichtung" wird jegliches System verstanden, welches zum Transport von Brammen eingerichtet ist, insbesondere zum Transport

von Brammen zwischen einer Trennvorrichtung zum Abtrennen einer Bramme von einem Gießstrang und einem Ofen, insbesondere einem Nachwärmofen. Bevorzugt weist eine Transportvorrichtung einen Rollgang auf, insbesondere einen elektrisch angetriebenen Rollgang.

[0010] Üblicherweise weist die Gießgeschwindigkeit eines Gießstrangs einer Stranggussanlage einen Wert von kleiner oder gleich 0,14 m/s auf, insbesondere einen Wert von kleiner oder gleich 0,1 m/s. Die Transportvorrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, einen Gießstrang und/oder eine Bramme mit einer Geschwindigkeit entsprechend der Gießgeschwindigkeit aufzunehmen.

[0011] Bevorzugt ist eine Transportvorrichtung dazu eingerichtet, eine Bramme mit einer Geschwindigkeit von größer oder gleich 0,02 m/s in Richtung des Ofens zu transportieren, bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von größer oder gleich 1,0 m/s und besonders bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von größer oder gleich 2,5 m/s oder größer oder gleich 3,5 m/s.

[0012] Zweckmäßig ist die Transportvorrichtung dazu eingerichtet, als Bestandteil eines integrierten Stahlwerks, aufweisend eine Schmelzeerzeugung und eine Warmumformung, insbesondere ein Warmwalzwerk, verwendet zu werden. Vorzugsweise ist die Transportvorrichtung zum Warmeinsatz und/oder zum Direkteinsatz einer mit einer Stranggussanlage urgeformten Bramme in einen Ofen, insbesondere einen Nachwärmofen, eingerichtet.

[0013] Als "Bramme" wird ein Block aus gegossenem Stahl bezeichnet, dessen Breite und Länge ein Mehrfaches seiner Dicke betragen.

[0014] Brammen sind das Vormaterial für Bleche und Bänder, insbesondere für Warmbänder.

[0015] Zweckmäßig weist eine Bramme ein Gewicht von größer oder gleich 8 t auf, bevorzugt von größer oder gleich 10 t und besonders bevorzugt von größer oder gleich 15 t.

[0016] Eine Bramme weist optional eine Dicke von größer oder gleich 110 mm auf, bevorzugt eine Dicke von größer oder gleich 150 mm, weiterhin bevorzugt eine Dicke von größer oder gleich 180 mm und besonders bevorzugt eine Dicke von größer oder gleich 220 mm. Gewöhnlich weist eine Bramme eine Dicke von kleiner oder gleich 300 mm auf.

[0017] Die Breite einer Bramme ist optional größer oder gleich 0,9 m, bevorzugt größer oder gleich 1,5 m und besonders bevorzugt größer oder gleich 2,0 m. Vorzugsweise ist die Breite einer Bramme größer oder gleich 2,5 m, bevorzugt größer oder gleich 3,0 m und besonders bevorzugt größer oder gleich 4,0 m.

[0018] Je größer die Dicke einer Bramme und/oder die Breite einer Bramme, desto kleiner wird das Verhältnis von der Oberfläche der Bramme zu ihrem Volumen. Mit zunehmender Breite und/oder Dicke kühlt die Bramme langsamer aus. Außerdem diffundiert bei einem kleineren Verhältnis von Oberfläche zu Volumen weniger Kohlenstoff pro Volumen in die Bramme ein.

[0019] Unter einer "Oberfläche der Bramme" wird vorzugsweise ein an die geometrische Oberfläche angrenzender Bereich mit einer Dicke von kleiner oder gleich 5 mm verstanden, bevorzugt ein Bereich mit einer Dicke von kleiner oder gleich 10 mm.

[0020] Der "Ofen", in einem integrierten Stahlwerk oft auch als Nachwärmaggregat bezeichnet, ist dazu eingerichtet, eine Bramme auf eine Temperatur von größer oder gleich der Temperatur der Auflösung von Nitritausscheidungen der Stahlzusammensetzung der Bramme aufzuheizen, insbesondere auf eine mittlere Temperatur der Bramme, welche je nach Legierungszusammensetzung zwischen 950 °C und 1.280 °C liegt. Der Ofen kann ein Hubbalkenofen oder ein Stoßofen sein.

[0021] Vorzugsweise wird unter einer Temperatur eine Durchschnittstemperatur in einem Bereich angrenzend an die Oberfläche der Bramme verstanden, insbesondere in einem Bereich mit einer Dicke von kleiner oder gleich 5 mm und bevorzugt in einem Bereich von kleiner oder gleich 10 mm.

[0022] Unter einem γ -Anteil der Bramme wird der Anteil des Gefügebestandteils Austenit verstanden. Unter einem α -Anteil der Bramme wird der Anteil des Gefügebestandteils Ferrit verstanden. Das Vorkommen eines Gefügebestandteils hängt insbesondere von der Stahlzusammensetzung und der Temperatur ab. Bei der Gefügeumwandlung, welche in Abhängigkeit der Temperatur stattfindet, tritt eine Dichteänderung ein, die zu Rissen führen kann. Bei vergleichsweise kleinen Temperaturen von kleiner oder gleich der Temperatur A_1 weist Stahl einen hohen α -Anteil auf und ist insbesondere für Stahl mit einem Kohlenstoffanteil von maximal 0,02 Gew.-% ferritisch. Bei höheren Temperaturen größer oder gleich der Temperatur A_3 weist der Stahl einen hohen γ -Anteil auf und ist insbesondere für Stahl mit einem Kohlenstoffanteil von maximal 0,02 Gew.-% austenitisch.

[0023] Schmelzeerzeugung und Warmumformung, insbesondere Warmwalzwerk, sind oft an unterschiedlichen Standorten angeordnet, sodass Brammen bei Umgebungstemperatur von Schmelzeerzeugung zur Warmumformung, insbesondere zum Warmwalzwerk, transportiert werden müssen.

[0024] Auch bei einem integrierten Stahlwerk, bei welchem Schmelzeerzeugung und Warmumformung, insbesondere Warmwalzwerk, am gleichen Standort angeordnet sind, ist es üblich Brammen auf Umgebungstemperatur abkühlen zu lassen. Hierfür können unterschiedliche Gründe sprechen. So kann nur nach dem Abkühlen eine optische Inspektion der Bramme auf etwaige Oberflächendefekte durch einen entsprechend qualifizierten Mitarbeiter durchgeführt werden. Ein weiterer Grund liegt in dem organisatorischen Aufbau integrierter Stahlwerke begründet, sodass es wegen zeitlicher oder räumlicher Randbedingungen notwendig sein kann, eine Bramme zwischen dem Gießen der Bramme und dem Warmwalzen zu Warmband abkühlen zu lassen.

[0025] Vor der Warmumformung müssen die Brammen in den vorstehenden Fällen wieder vollständig aus-

gehend von der Umgebungstemperatur auf eine Temperatur von größer oder gleich der Temperatur der Auflösung von Nitritausscheidungen des zugrundeliegenden Stahls erwärmt werden, welche je nach Legierungszusammensetzung zwischen 950 °C und 1.280 °C liegt.

[0026] Weiterhin sind bei integrierten Stahlwerken auch energiesparende Warmeinsatzverfahren und/oder Direkteinsatzverfahren bekannt, bei welchen die Brammen zwischen dem Gießen und der Nacherwärmung in dem Ofen nicht vollständig auskühlen. Hierdurch können Energie eingespart und CO₂-Emissionen reduziert werden, wobei die Brammen beim Warmeinsatzverfahren eine geringere Temperatur aufweisen als bei dem Direkteinsatzverfahren, sodass bei dem Direkteinsatzverfahren mehr Energie und CO₂-Emissionen eingespart werden können.

[0027] Insbesondere beim Direktinsatzverfahren kann es zu charakteristischen Oberflächenfehlern kommen, wenn die gegossenen Brammen bei Oberflächentemperaturen im sogenannten Niedrigzähigkeitsbereich, der je nach Stahlzusammensetzung zwischen 700 °C und 950 °C liegt, in den Ofen vor der Warmwalzanlage eingesetzt werden. Vorzugsweise wird unter einer Oberflächentemperatur eine Temperatur eine Durchschnittstemperatur in einem Bereich angrenzend an die Oberfläche der Bramme verstanden, insbesondere in einem Bereich mit einer Dicke von kleiner oder gleich 5 mm und bevorzugt in einem Bereich von kleiner oder gleich 10 mm.

[0028] Der vorstehende Temperaturbereich für den Niedrigzähigkeitsbereich ist für jede Stahlzusammensetzung unterschiedlich zu definieren und lässt sich aus dem Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild (ZTU) des Materials ablesen und/oder mittels metallkundlicher Simulationsverfahren (Gefügemodelle) berechnen. Aktuelle kommerziell verfügbare Simulationswerkzeuge sind mit ThermoCalc/DICTRA, MatCalc u.a. verfügbar.

[0029] Die beobachtete niedrigere Zähigkeit in diesem Temperaturbereich und die damit zusammenhängende Tendenz der Stähle, beim Wiedererwärmen Risse entlang der Austenitkorngrenzen auszubilden, hängt mit der Dichteänderung bei der Gefügeumwandlung Austenit-Ferrit-Austenit zusammen. Erreicht der abkühlende Stahl seine, für ihn gültige und von der chemischen Zusammensetzung abhängige, Temperatur der Auflösung von Nitritausscheidungen A_3 , so beginnt über die Keimbildung an den ehemaligen Austenitkorngrenzen die Gefügeumwandlung. Aufgrund seiner geringeren Dichte dehnen sich die Ferritanteile aus, werden aber vom festeren Austenitanteil unter Spannung gesetzt, woraufhin ein Kriechen einsetzt.

[0030] Unterbricht man diese Gefügeumwandlung und erwärmt den Stahl wieder, schrumpft der vorher umgewandelte Volumenanteil Ferrit, wodurch Zugspannungen in dem Material wirken. Diese Zugspannungen in Verbindung mit Ausscheidungen von Nitriden und/oder Karbiden im Bereich der umwandelnden Gefügebereiche führen zu einer Schwächung der Korngrenzen und im ungünstigen Fall zum Aufreißen. Je nach Stahlsorte

können diese Korngrenzenschädigungen nur oberflächennah oder tiefergehend sein. So geschädigte Oberflächen heilen im weiteren Verlauf der Verarbeitung nicht mehr aus, sind als Mikrorisse auf den Brammenoberflächen sichtbar und führen zu sehr feinen Oberflächenbeschädigungen am Warmband, sodass es für einige Anwendungen nicht weiter in Frage kommt.

[0031] Um die Oberflächenschäden durch Gefügeumwandlung zu minimieren, bestehen derzeit zwei Ansätze.

[0032] Gemäß einer ersten Variante, dem sogenannten Wärmeinsatzverfahren, wird ein Temperaturbereich festgelegt, bei welchem das Gefüge zu mindestens 75 Vol. % umgewandelt ist und somit eine Schädigung entlang ehemaliger Austenitkorngrenzen minimiert ist. Allgemein wird angenommen, dass ein solcher Gefügezustand bei Temperaturen von $A_1 + 20\text{ K}$ erreicht ist, wobei die Temperatur bevorzugt mittels metallkundlichen Simulationsmethoden festgelegt werden kann.

[0033] Gemäß einer zweiten Variante, dem sogenannten Direkteinsatzverfahren, wird über eine Festlegung des noch tolerierbaren Anteils an umgewandelten Ferrits auch eine durch Austenit-Ferrit-Austenit Gefügeumwandlung im Niedrigzähigkeitsbereich hervorgerufene noch tolerierbare Oberflächenschädigung festgelegt.

[0034] Der vorstehend erläuterte Wirkzusammenhang bedingt Kenntnis bei welchen Bedingungen ebendieser tolerierbare α -Anteil (Ferritanteil) an einer Oberfläche der Bramme oder über das Gegenereignis festgelegt mit welchem γ -Anteil (Austenitanteil) an einer Oberfläche der Bramme zum Zeitpunkt des Einsatzes in den Ofen zu rechnen ist. Nur so lassen sich derzeit Oberflächenbeschädigungen auf einen tolerierbaren Bereich begrenzen und gleichzeitig möglichst viel Energie und CO_2 -Emissionen einsparen.

[0035] Jedoch hängt die Gefügeumwandlung von einer Vielzahl von Parametern ab. Über das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen der Bramme und die damit einhergehenden Wärmeübertragungsvorgänge kommt der Geometrie der Bramme eine erste Parametergruppe zu.

[0036] Eine zweite Gruppe von Parametern definiert die Zusammensetzung des Stahls, welche einen Einfluss auf die Temperaturen A_1 und A_3 hat.

[0037] Nicht zuletzt spielen bei der Gefügeumwandlung auch die Umgebungsbedingungen wie Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und andere eine Rolle und definieren eine dritte Gruppe von Parametern.

[0038] Erfindungsgemäß wird eine Transportvorrichtung bereitgestellt, welche bevorzugt ein Mittel zur zumindest mittelbaren Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme aufweist. Es versteht sich, dass anstelle des Mittels zur zumindest mittelbaren Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme auch ein Mittel zur zumindest mittelbaren Bestimmung des α -Anteils an einer Oberfläche der Bramme vorgesehen sein kann und hier gemäß einer alternativen Ausführungsform vorgeschlagen wird. Alles nachfolgend Beschriebene kann unmittelbar für ein Mittel zur zumindest

mittelbaren Bestimmung des α -Anteils überführt werden, wobei vorzugsweise gilt, insbesondere für einen Stahl mit einem Kohlenstoffanteil von weniger oder gleich 0,02 Gew.-%, dass die Summe aus α -Anteil und γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme gleich eins ist.

[0039] Hierzu ist die Transportvorrichtung mit einer Datenerfassungs- und/oder -auswerteeinheit verbunden, wobei die Datenerfassungs- und/oder -auswerteeinheit zumindest mittelbar zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme eingerichtet ist.

[0040] Unter einer "Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit" wird eine elektronische Komponente verstanden, welche zur Verarbeitung und Auswertung von Daten eingerichtet ist. Insbesondere kann eine Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit einen Prozessor aufweisen, welcher für die Datenverarbeitung eingerichtet ist. Eine Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit verfolgt die Zielsetzung eines organisierten Umgangs mit Daten, wobei Informationen aus Daten gewonnen werden können und Daten miteinander verglichen und/oder verändert werden können. Bevorzugt ist die Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit dazu eingerichtet, unter Berücksichtigung der chemischen und/oder physikalischen Wechselwirkungen den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme zu bestimmen.

[0041] Unter anderem wird hier ein computergestütztes Mittel zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme vorgeschlagen, insbesondere unter Verwendung von Verfahren aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz, insbesondere unter Verwendung von neuronalen Netzen.

[0042] Die Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit kann dazu eingerichtet sein, Messwerte, insbesondere simultane Messwerte und/oder eine Zeitreihe von Messwerten, insbesondere eine Zeitreihe von Messwerten einer aktuellen Betriebsperiode der Transportvorrichtung, und/oder Betriebspunktparameter der Transportvorrichtung mit Vergleichswerten, insbesondere mit Erfahrungswerten und/oder mit einem heuristischen Entscheidungsmodell und/oder mit anhand eines mathematischen Modells bestimmten Werten und/oder mit numerischen Simulationswerten, zu vergleichen, für welche jeweils der γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme bereits bekannt ist, sodass durch den Abgleich der γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme durch Zuordnung bestimmt werden kann, insbesondere durch Interpolation zwischen den Vergleichswerten.

[0043] Eine Bramme kühlt von außen nach innen ab und weist daher während sie auskühlt auf der Oberfläche die niedrigsten Temperaturen auf. Da die Umwandlung des γ -Anteils in den α -Anteil bei einer gegebenen Legierung der Bramme und bei konstanten Umweltbedingungen nur von der lokalen Materialtemperatur abhängt, startet die Umwandlung an der Oberfläche der Bramme. Insofern ist es ausreichend den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme zu bestimmen, um von diesem Wert ausgehend auf die zu erwartenden Oberflächendefekte in dem designed aus der Bramme hergestellten Warm-

band schließen zu können.

[0044] Wahlweise weisen die zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme zum Vergleich herangezogenen Daten eine Abhängigkeit zu der stofflichen Zusammensetzung der Bramme und/oder zu der Breite der Bramme und/oder zu der Dicke der Bramme und/oder zu einer Umgebungsbedingung der Transportvorrichtung auf. Bevorzugt stehen der Datenverarbeitungseinheit aktuelle Daten zu der stofflichen Zusammensetzung und/oder zu der Breite der Bramme und/oder zu der Dicke der Bramme und/oder zu einer Umgebungsbedingung der Transportvorrichtung zur Verfügung.

[0045] Zweckmäßig weisen die zum Vergleich herangezogenen Daten eine Abhängigkeit zu einem oder mehreren Betriebspunktparametern der Stranggussmaschine zum Ausformen der Bramme auf, insbesondere zu der Gießgeschwindigkeit und/oder zu der Temperatur der Bramme beim Austreten aus der Gießmaschine und/oder zu einem Temperaturprofil eines Querschnitts der Bramme beim Austreten aus der Gießmaschine. Weiterhin ist die Datenverarbeitungseinheit bevorzugt zum Datenaustausch mit der Stranggussmaschine eingerichtet, sodass die aktuellen Betriebspunktparameter der Stranggussmaschine zur Bestimmung des γ -Anteils verwendet werden können.

[0046] Gemäß einer ersten Ausführungsform eines Mittels zur Bestimmung des γ -Anteils vergleicht die Datenverarbeitungseinheit die ihr zur Verfügung stehenden Daten mit den ihr zur Verfügung stehenden Vergleichsdaten und wählt den nächstliegenden Vergleichsdatensatz aus. Der in dem Vergleichsdatensatz enthaltene γ -Anteil entspricht damit dem bestimmten γ -Anteil für eine Oberfläche der Bramme. Vorzugsweise kann die Datenverarbeitungseinheit zwischen mehreren Vergleichsdatensätzen interpolieren. Zweckmäßig kann die Datenverarbeitungseinheit Vergleichsdatensätze in ein heuristisches Modell für den γ -Anteil überführen, sodass der γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme durch Einsetzen der vorhandenen Daten in das erstellte Modell bestimmt werden kann.

[0047] Gemäß einer zweiten Ausführungsform eines Mittels zur Bestimmung des γ -Anteils steht die Datenverarbeitungseinheit im Datenaustausch mit zumindest einem Sensor und verwendet einen Messwert des Sensors zum Bestimmen des γ -Anteils, insbesondere durch Abgleich mit vorhandenen Vergleichsdaten welche einem Messwert des zumindest einen Sensors einen γ -Anteil zuordnen. Es versteht sich, dass Datenverarbeitungseinheit für diese Funktion auch die Daten von mehreren Sensoren gleichzeitig verwenden kann, insbesondere von zwei, drei, vier oder mehr Sensoren.

[0048] Gemäß der Erfindung eines Mittels zur Bestimmung des γ -Anteils weist die Transportvorrichtung eine Messeinrichtung auf, welche zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme eingerichtet ist. Eine

Messeinrichtung beruht auf einer Messung der Temperatur einer Oberfläche der Bramme und/oder in nicht beanspruchten Ausführungsformen:

auf einer Bestimmung der Ummagnetisierungsverluste der Bramme und/oder der Ummagnetisierungsverluste an der Oberfläche der Bramme und/oder unter Auswertung der Hysteresekarakteristik der Ummagnetisierungsverluste und/oder auf einem molekülspektroskopischen Verfahren, insbesondere auf einem schwingungsspektroskopischen Verfahren, insbesondere auf einem infrarotspektroskopischen Verfahren, und/oder auf einem Ultraschallprüfverfahren und/oder auf einem Röntgendiagnostikverfahren.

[0049] Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorstehenden Ausführungsformen auch miteinander kombiniert werden können ohne den beschriebenen Aspekt zu verlassen.

[0050] Die Transportvorrichtung ermöglicht durch ein Mittel zur mittelbaren oder unmittelbaren Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme vorteilhaft eine Minimierung der erwartbaren Oberflächenschäden an dem designiert aus der Bramme hergestellten Warmband und/oder eine Reduzierung des Energiebedarfs zur Erwärmung der Bramme auf eine Temperatur von größer oder gleich der Temperatur der Auflösung von Nitritauscheidungen der Bramme, wodurch auch CO₂-Emissionen vermindert werden können. Beide genannten Zielsetzungen können dabei ausdrücklich auch synergetisch in einem gesamtheitlichen Optimum erreicht werden.

[0051] Stellt die Transportvorrichtung einen γ -Anteil fest, der zu nicht mehr tolerierbaren Oberflächendefekten in dem designiert aus der Bramme hergestellten Warmband führt, so kann die Transportvorrichtung zum automatischen Ausschleusen der entsprechenden Bramme eingerichtet sein.

[0052] Damit kann die Transportvorrichtung dabei unterstützen ein Stahlband zur Verfügung zu stellen, welches für eine Weiterverarbeitung zu Fertigprodukten mit optisch anspruchsvollen Oberflächen, wie sichtbare Automobilbauteile, Verpackungsblech, Haushaltsgeräte bzw. nicht-kornorientierte Elektrobleche, vorgesehen ist.

[0053] Erfindungsgemäß ist die Transportvorrichtung dazu eingerichtet, die Bramme mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % zu dem Ofen zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %.

[0054] Dabei ist vorgesehen, dass die Bramme bei Ankunft an dem Ofen bewertet einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % aufweist, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %. Vorzugsweise weist die Bramme bei Ankunft an dem Ofen bewertet einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 92,5 % auf, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der

Bramme von größer oder gleich 97 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 98 %.

[0055] Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass die vorstehenden Werte für den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme nicht als scharfe Grenzen zu verstehen sein sollen, sondern vielmehr in ingenieurmäßigem Maßstab über- oder unterschritten werden können sollen, ohne den beschriebenen Aspekt der Erfindung zu verlassen. Mit einfachen Worten sollen die Werte einen Anhalt für die Größe des hier vorgeschlagenen γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme liefern.

[0056] Die hier vorgeschlagenen Werte für den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme bei Ankunft an dem Ofen stehen in einem direkten Zusammenhang zu den zu erwartenden Oberflächendefekten an dem designiert aus der Bramme hergestellten Warmband, da vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Bramme mit Ankunft an dem Ofen auch unmittelbar in den Ofen verbracht wird und somit vor dem Ofen designiert die tiefste Temperatur nach dem Gießen erreicht. Mit anderen Worten liefern die Werte für den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme bei Ankunft an dem Ofen eine Aussage über den tolerierbaren Oberflächenschaden des Warmbands.

[0057] Optional ist vorgesehen, dass der Wert für den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme bei Ankunft an dem Ofen an die designierte Verwendung des Warmbands angepasst werden kann, wodurch der Energiebedarf und gekoppelt hierzu auch die CO_2 -Emission für einige Anwendungsfälle weiter gesenkt werden können.

[0058] Zweckmäßig kann eine Bewertung des γ -Anteils entlang einer designierten Transportstrecke der Transportvorrichtung erfolgen, wobei mit einem Mittel zum Bestimmen des γ -Anteils dieser an einer Stelle bestimmt wird und eine Veränderung des γ -Anteils anhand eines Modells vorgenommen werden kann, sodass an jeder Stelle der Bramme entlang der Transportvorrichtung der aktuelle γ -Anteil bestimmt werden kann. Zweckmäßig basiert das Modell auf einer Bewertung der Veränderung der Oberflächentemperatur der Bramme entlang der Transportstrecke der Transportvorrichtung. Weiterhin zweckmäßig kann das Modell von einer Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit der Transportvorrichtung verwendet werden.

[0059] Erfindungsgemäß ist die Transportvorrichtung dazu eingerichtet die Bramme mit einer Geschwindigkeit zu dem Ofen zu transportieren, die dazu vorgesehen ist, dass die Bramme mit dem spezifizierten Wert für den γ -Anteil am Ofen ankommt.

[0060] Besonders bevorzugt ist die Transportvorrichtung damit zur Einsparung von Energie und/oder zur Reduktion von CO_2 -Emissionen eingerichtet, da die Bramme mit einem möglichst großen Anteil der ersten Wärme in den Ofen eingesetzt werden kann.

[0061] Optional ist die Transportvorrichtung dazu eingerichtet, die Bramme mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,8 % zu dem Ofen zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an

der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,5 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,2 %.

[0062] Vorzugsweise kann hierdurch erreicht werden, dass die Bramme nicht mit einer zu hohen Temperatur in den Ofen eingesetzt wird, da aus einer Temperatur die dem Niedrigzähigkeitsbereich der Bramme zugeordnet werden kann beim Einsetzen in den Ofen charakteristischen Oberflächenfehler entstehen können.

[0063] Erfindungsgemäß weist das Mittel zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme eine Messeinrichtung auf, wobei es sich bei der Messeinrichtung um eine Temperaturmesseinrichtung handelt.

[0064] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Temperaturmesseinrichtung dazu eingerichtet eine Oberflächentemperatur der Bramme zu erfassen, welche als Durchschnittstemperatur in einem Bereich angrenzend an die Oberfläche der Bramme zu verstehen ist, insbesondere in einem Bereich mit einer Dicke von kleiner oder gleich 5 mm und bevorzugt in einem Bereich von kleiner oder gleich 10 mm.

[0065] Hier wird eine Transportvorrichtung vorgeschlagen, die eine Messeinrichtung aufweist, die zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme eingerichtet ist, insbesondere eine Temperaturmesseinrichtung. Erfindungsgemäß weist die Transportvorrichtung eine Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit aufweisen, welche in Kombination mit der Messeinrichtung durch Vergleich des gemessenen Wertes mit Vergleichsdaten dazu eingerichtet ist, den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme zu bestimmen.

[0066] Bevorzugt ist die Messeinrichtung, insbesondere die Temperaturmesseinrichtung, benachbart zu der Trennvorrichtung angeordnet.

[0067] Begrifflich sei hierzu Folgendes erläutert: "Benachbart" meint im Zusammenhang mit dieser Beschreibung, dass ein Wirkbereich der Messeinrichtung näher an dem Objekt, hier der Trennvorrichtung, angeordnet ist, als an dem von dem Objekt abgewandten Ende der Transportvorrichtung.

[0068] Vorzugsweise ist der Wirkbereich der Messeinrichtung kleiner oder gleich 1 m von der Trennvorrichtung entfernt angeordnet.

[0069] Durch die bezogen auf die Streckenlänge der Transportvorrichtung frühzeitige Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme kann der Transport der Bramme hinsichtlich seiner Transportgeschwindigkeit frühestmöglich geplant werden, sodass etwaige Ziele mit dem Erreichen des Ofens erfüllt werden können.

[0070] Optional ist die Messeinrichtung, insbesondere die Temperaturmesseinrichtung, benachbart zu dem Ofen angeordnet.

[0071] Hierdurch kann eine messwertgestützte Erfolgskontrolle durchgeführt werden, wobei festgestellt werden kann, ob die Bramme mit einer hinreichenden Geschwindigkeit von der Transportvorrichtung zu dem Ofen transportiert worden ist.

[0072] Zweckmäßig erlaubt eine benachbart zu dem

Ofen angeordnete Messeinrichtung eine kaskadierte Regelung der Transportvorrichtung, insbesondere hinsichtlich Drehzahl und/oder Drehmoment einer Rolle der Transportvorrichtung.

[0073] Optional ist die Messeinrichtung auf der Strecke der Transportvorrichtung zwischen der Trennvorrichtung und dem Ofen angeordnet. In Kombination mit dem vorbeschriebenen Modell zur Bestimmung der Veränderung des γ -Anteils kann so vorzugsweise ausgehend von einem an einer beliebig ausgewählten Stelle bestimmten Messwert der γ -Anteil an jeder anderen Stelle entlang der Strecke der Transportvorrichtung bestimmt werden.

[0074] Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform weist der elektrisch angetriebene Rollgang eine Drehzahlregelung und/oder eine Drehmomentenregelung auf.

[0075] Ob der elektrisch angetriebene Rollgang eine Drehzahlregelung und/oder eine Drehmomentenregelung aufweist, kann von dem Betriebspunkt der Transportvorrichtung und der jeweiligen Zielsetzung der Transportvorrichtung abhängig sein. Jedenfalls ist die hier vorgeschlagene Transportvorrichtung zu einer Drehzahlregelung und/oder eine Drehmomentenregelung eingerichtet.

[0076] Bevorzugt weist die Transportvorrichtung eine erste Abdeckvorrichtung auf, wobei die erste Abdeckvorrichtung benachbart zu der Trennvorrichtung angeordnet ist.

Begrifflich sei hierzu Folgendes erläutert:

[0077] Eine "Abdeckvorrichtung" ist eine Vorrichtung, die dazu eingerichtet ist, dass eine Bramme ihre thermische Energie nicht verliert oder bestmöglich beibehält, sodass diese bezogen auf ihre mittlere Temperatur nicht auskühlt oder verglichen zu dem Zustand ohne Abdeckvorrichtung weniger stark auskühlt.

[0078] Vorzugsweise ist eine Abdeckvorrichtung dazu eingerichtet, die auf das Volumen der Bramme bezogene mittlere Temperatur der Bramme nicht zu erhöhen.

[0079] Wahlweise weist eine Abdeckvorrichtung eine Messeinrichtung zum Bestimmen des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme auf, wodurch auch der Betrieb der Abdeckvorrichtung gesteuert und/oder geregelt werden kann.

[0080] Zweckmäßig ist eine Abdeckvorrichtung eine rein passiv wirkende Haube für die Transportvorrichtung, insbesondere eine isolierte Haube, welche weiterhin bevorzugt auf ihrer Unterseite offen ausgestaltet ist.

[0081] Alternativ ist eine Abdeckvorrichtung eine aktive Abdeckvorrichtung, optional mit beheizten Seitenwänden, insbesondere mit elektrisch und/oder gasbefeuert beheizten Seitenwänden.

[0082] Besonders bevorzugt kann eine Abdeckvorrichtung auch aktiv gekühlt werden.

[0083] Zweckmäßig weist eine Transportvorrichtung eine erste Art einer Abdeckvorrichtung benachbart zu der Trennvorrichtung auf, welche dazu eingerichtet ist,

dass der Gießstrang bis zum Abtrennen der Bramme bezogen auf seine Längserstreckung bestmöglich eine homogene Temperatur bewahren kann. Die erste Art der Abdeckvorrichtung kann dabei den etwaig von der vergleichsweise geringen Gießgeschwindigkeit ausgehenden Temperaturinhomogenitäten auf einer Oberfläche der Bramme entgegenwirken.

[0084] Optional weist eine Transportvorrichtung eine zweite Art einer Abdeckvorrichtung auf, die zum Kühlen der Bramme eingerichtet ist. Auf diese Weise kann der γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme soweit abgesenkt werden, dass die Bramme mit einem Warmeinsatzverfahren in den Ofen eingebracht werden kann, wodurch Oberflächenschäden von der Austenit-Ferrit-Austenit Gefügeumwandlung überwiegend entkoppelt werden können. Vorzugsweise ist eine zweite Art der Abdeckvorrichtung nachfolgend zu einer ersten Art der Abdeckvorrichtung angeordnet.

[0085] Vorzugsweise weist die Transportvorrichtung benachbart zu dem Ofen eine dritte Art einer Abdeckvorrichtung auf, welche dazu eingerichtet ist, dass eine Bramme, welche auf den Einsatz in den Ofen warten muss, nicht weiter abkühlt, sodass der γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme vor dem Ofen nicht weiter fällt.

[0086] Dieser Aspekt ist insbesondere im Zusammenspiel mit einem Direkteinsatzverfahren besonders vorteilhaft.

[0087] Es versteht sich, dass jede Art der Abdeckvorrichtung beliebig mit jeder Art der Abdeckvorrichtung kombiniert werden kann ohne den beschriebenen Aspekt zu verlassen.

[0088] Optional weist die Transportvorrichtung eine Ausgleisvorrichtung auf.

Begrifflich sei hierzu Folgendes erläutert:

[0089] Eine "Ausgleisvorrichtung" ist dazu eingerichtet, eine Bramme auf dem Weg zwischen der Trennvorrichtung und dem Ofen auszugleisen, sodass diese den Ofen nicht erreicht.

[0090] Vorzugsweise ist eine Ausgleisvorrichtung dazu eingerichtet, eine Bramme abhängig von ihrem γ -Anteil an einer Oberfläche auszugleisen, insbesondere, wenn zu hohe Oberflächendefekte eines designiert aus der Bramme ausgeformten Warmbands zu erwarten sind.

[0091] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe ein Verfahren zum Betrieb einer Transportvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, wobei die Transportvorrichtung eine Bramme nach dem Abtrennen der Bramme von einem Gießstrang mit einem γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % zu einem Ofen transportiert, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %, insbesondere Verfahren zur Erzeugung von aus der Bramme designiert ausgeformtem Warmband

mit verringerten Oberflächendefekten und/oder zur energieeffizienten Erzeugung von aus der Bramme designed ausgeformtem Warmband.

[0092] Dabei ist vorgesehen, dass die Bramme bei Ankunft an dem Ofen bewertet einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % aufweist, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %.

[0093] Es versteht sich, dass sich die vorstehend beschriebenen Vorteile der Transportvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung unmittelbar auf das hier vorgeschlagene Verfahren zum Betrieb der Transportvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung erstrecken.

[0094] Der γ -Anteil wird an der Oberfläche der Bramme unter Verwendung einer Messeinrichtung bestimmt.

[0095] Eine Messeinrichtung beruht auf einer Messung der Temperatur einer Oberfläche der Bramme und/oder in nicht beanspruchten Ausführungsformen:

auf einer Bestimmung der Ummagnetisierungsverluste der Bramme und/oder auf einem molekülspektroskopischen Verfahren, insbesondere auf einem schwingungsspektroskopischen Verfahren, insbesondere auf einem infrarotspektroskopischen Verfahren, und/oder auf einem Ultraschallprüfverfahren und/oder auf einem Röntgendiagnostikverfahren.

[0096] Zweckmäßig beschleunigt die Transportvorrichtung die Bramme nach einem Abtrennen von dem Gießstrang, vorzugsweise wird die Bramme derart beschleunigt, dass ihre Geschwindigkeit auf der Strecke von der Trennvorrichtung zum Ofen zunimmt.

[0097] Der Gießstrang weist eine Gießgeschwindigkeit von kleiner oder gleich 6 m/min auf. Eine schnellere Gießgeschwindigkeit kann zu einer Zunahme von Oberflächenschäden der Bramme führen. Hingegen bedingt die vergleichsweise geringe Geschwindigkeit des Gießstrangs, dass eine mit dieser Geschwindigkeit von der Transportvorrichtung zum Ofen transportierte Bramme vergleichsweise viel Zeit zum Abkühlen hat. Schon alleine deswegen ist es sinnvoll die Bramme von dem Gießstrang mittels einer Trennvorrichtung abzutrennen und anschließend auf ihrem Weg zu dem Ofen zu beschleunigen, insbesondere unter Verwendung der Transportvorrichtung.

[0098] Zweckmäßig weist die Transportvorrichtung einen elektrisch angetriebenen Rollgang auf, der zur Beschleunigung der Bramme auf ihrem Weg zum Ofen genutzt werden kann.

[0099] Vorteilhaft ist der elektrisch angetriebene Rollgang geregelt, wobei als Regelgröße der bei Ankunft an dem Ofen bewertete γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme verwendet werden kann. Diese kann vorzugsweise mit einer vorstehend erläuterten Messeinrichtung bestimmt werden.

[0100] Als Stellgröße kann die Drehzahl einer Rolle und/oder das Drehmoment einer Rolle dienen.

[0101] Mit dem vorgeschlagenen elektrisch angetriebenen Rollgang aufweisend eine Regelung aufweisend den bei Ankunft an dem Ofen bewertete γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme als Regelgröße kann vorteilhaft erreicht werden, dass eine Bramme durch die Regelung kontrolliert, auch bei sich ändernden Randbedingungen kontrolliert, mit einem γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % den Ofen erreicht, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %. Hierdurch können Oberflächendefekte an der Bramme verhindert oder vermindert werden, sodass das designed hieraus ausgewalzte Warmband für eine Weiterverarbeitung zu Fertigprodukten mit optisch anspruchsvollen Oberflächen, wie sichtbare Automobilbauteile, Verpackungsblech, Haushaltsgeräte bzw. nicht-komorientierte Elektrobleche, bevorzugt verwendet werden kann.

[0102] Da vorgesehen ist, dass die Bramme zwischen dem Abtrennen von dem Gießstrang bis zum Erreichen des Ofens eine auf das Volumen der Bramme gemittelte mittlere Temperatur von größer oder gleich 700 °C aufweist, bevorzugt eine mittlere Temperatur von größer oder gleich 720 °C, weiterhin bevorzugt eine mittlere Temperatur von größer oder gleich 730 °C und besonders bevorzugt eine mittlere Temperatur von größer oder gleich 740 °C, kann der Energiebedarf zum Erwärmen der Brammen auf die bevorzugte Temperatur für das Warmwalzen reduziert werden, wodurch auch CO₂ Emissionen reduziert werden können.

[0103] Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Gegenstand des zweiten Aspekts mit dem Gegenstand des vorstehenden Aspekts der Erfindung vorteilhaft kombinierbar ist, und zwar sowohl einzeln oder in beliebiger Kombination kumulativ.

[0104] Nach einem dritten Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe eine Verwendung einer Transportvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung zum Transport einer Bramme nach dem Abtrennen der Bramme von einem Gießstrang zu einem Ofen mit einem γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 %, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %, insbesondere Verwendung zur Erzeugung von aus der Bramme designed ausgeformtem Warmband mit verringerten Oberflächendefekten und/oder zur energieeffizienten Erzeugung von aus der Bramme designed ausgeformtem Warmband.

[0105] Dabei ist vorgesehen, dass die Bramme bei Ankunft an dem Ofen bewertet einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % aufweist, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %.

[0106] Es versteht sich, dass sich die vorstehend be-

schriebenen Vorteile der Transportvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung unmittelbar auf die Verwendung der Transportvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung erstrecken.

[0107] Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Gegenstand des dritten Aspekts mit den Gegenständen der vorstehenden Aspekte der Erfindung vorteilhaft kombinierbar ist, und zwar sowohl einzeln oder in beliebiger Kombination kumulativ.

[0108] Nach einem vierten Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe ein Verfahren zur Erzeugung von aus einer Bramme designiert ausgeformtem Warmband mit verringerten Oberflächendefekten und/oder zur energieeffizienten Erzeugung von aus der Bramme designiert ausgeformtem Warmband aufweisend die Schritte:

- Gießen eines Stahlstrangs aufweisend eine bestimmte Stahllegierung;
- Abtrennen einer Bramme von dem Stahlstrang mit einer Trennvorrichtung;
- Bestimmen eines γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme; und
- Regelung einer Transportgeschwindigkeit der Bramme zu einem Ofen in Abhängigkeit des bestimmten γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Transportvorrichtung.

[0109] Mit dem vorstehenden Verfahren kann vorteilhaft Warmband mit verringerten Oberflächendefekten hergestellt werden und/oder Energie und damit auch CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Warmband eingespart werden.

[0110] Bevorzugt weist die Bramme einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 90 % auf, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von größer oder gleich 99 %.

[0111] Weiterhin bevorzugt weist die Bramme einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,8 % auf, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,5 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme von kleiner oder gleich 99,2 %.

[0112] Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Gegenstand des vierten Aspekts mit den Gegenständen der vorstehenden Aspekte der Erfindung vorteilhaft kombinierbar ist, und zwar sowohl einzeln oder in beliebiger Kombination kumulativ.

[0113] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den erläuterten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer Transportvorrichtung.

[0114] In der nun folgenden Beschreibung sind einzelne Merkmale, die in Zusammenhang mit einer Ausführungsform beschrieben wurden, auch separat in anderen Ausführungsformen verwendbar.

5 [0115] Die Transportvorrichtung 100 für Brammen 150 zwischen einer Trennvorrichtung 110 zum Abtrennen einer Bramme 150 von einem Gießstrang (nicht dargestellt) und einem Ofen 120, wobei die Transportvorrichtung 100 einen elektrisch angetriebenen Rollgang (nicht dargestellt) aufweist, wobei die Bramme 150 einen α -Anteil und/oder einen γ -Anteil aufweist, in Figur 1 weist ein Mittel 130 zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme 150 auf.

10 [0116] Die Transportvorrichtung 100 ist dazu eingerichtet, die Bramme 150 mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von größer oder gleich 90 % zu dem Ofen 120 zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von größer oder gleich 99 %.

15 [0117] Weiterhin ist die Transportvorrichtung 100 ist dazu eingerichtet, die Bramme 150 mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von kleiner oder gleich 99,8 % zu dem Ofen 120 zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von kleiner oder gleich 99,5 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme 150 von kleiner oder gleich 99,2 %.

20 [0118] Hierzu weist die Transportvorrichtung 100 eine Messeinrichtung 140 auf, welche benachbart zu der Trennvorrichtung 110 angeordnet ist.

35 Patentansprüche

1. Transportvorrichtung (100) für Brammen (150) zwischen einer Trennvorrichtung (110) zum Abtrennen einer Bramme (150) von einem Gießstrang und einem Ofen (120), wobei die Transportvorrichtung (100) einen elektrisch angetriebenen Rollgang aufweist, wobei die Bramme (150) einen α -Anteil und/oder einen γ -Anteil aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 40 die Transportvorrichtung (100) ein Mittel (130) zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme (150) aufweist, wobei das Mittel zur Bestimmung des γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme (150) eine Temperaturmesseinrichtung (140) aufweist, wobei die Transportvorrichtung (100) eine Datenverarbeitungs- und -auswerteeinheit aufweist, welche in Kombination mit der Temperaturmesseinrichtung (140) durch Vergleich des gemessenen Wertes mit Vergleichsdaten dazu eingerichtet ist, den γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme zu bestimmen, wobei Transportvorrichtung dazu eingerichtet ist, die Bramme unter Verwendung einer Regelung der Transportgeschwindigkeit zu dem Ofen
 50
 55

- zu transportieren, die dazu vorgesehen ist, dass die Bramme mit dem spezifizierten Wert für den γ -Anteil am Ofen ankommt, wobei die Transportvorrichtung (100) dazu eingerichtet ist, die Bramme (150) mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 90 % zu dem Ofen (120) zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 99 %.
2. Transportvorrichtung (100) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportvorrichtung (100) dazu eingerichtet ist, die Bramme (150) mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von kleiner oder gleich 99,8 % zu dem Ofen (120) zu transportieren, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von kleiner oder gleich 99,5 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von kleiner oder gleich 99,2 %.
3. Transportvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (140), insbesondere die Temperaturmesseinrichtung, benachbart zu der Trennvorrichtung (110) angeordnet ist.
4. Transportvorrichtung (100) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (140), insbesondere die Temperaturmesseinrichtung, benachbart zu dem Ofen (120) angeordnet ist.
5. Transportvorrichtung (100) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch angetriebene Rollgang eine Drehzahlregelung und/oder eine Drehmomentenregelung aufweist.
6. Transportvorrichtung (100) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportvorrichtung (100) eine erste Abdeckvorrichtung aufweist, wobei die erste Abdeckvorrichtung benachbart zu der Trennvorrichtung (120) angeordnet ist.
7. Transportvorrichtung (100) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportvorrichtung (100) eine Ausgleisvorrichtung aufweist.
8. Verfahren zum Betrieb einer Transportvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportvorrichtung (100) eine Bramme (150) nach dem Abtrennen der Bramme (150) von einem Gießstrang mit einem γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 90 % zu einem Ofen (120) transportiert, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 99 %.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) unter Verwendung einer Messeinrichtung (140) bestimmt wird.
10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportvorrichtung (100) die Bramme (150) nach einem Abtrennen von dem Gießstrang beschleunigt.
11. Verwendung einer Transportvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Transport einer Bramme (150) nach dem Abtrennen der Bramme (150) von einem Gießstrang zu einem Ofen (120) mit einem γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 90 %, bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt mit einem γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 99 %.
12. Verfahren zur Erzeugung von aus einer Bramme (150) designiert ausgeformtem Warmband aufweisend die Schritte:
- Gießen eines Stahlstrangs aufweisend eine bestimmte Stahlliegierung;
 - Abtrennen einer Bramme (150) von dem Stahlstrang mit einer Trennvorrichtung (110);
 - Bestimmen eines γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme (150); und
 - Regelung einer Transportgeschwindigkeit der Bramme (150) zu einem Ofen (120) in Abhängigkeit des bestimmten γ -Anteils an einer Oberfläche der Bramme (150) unter Verwendung einer Transportvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bramme (150) einen γ -Anteil an einer Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 90 % aufweist, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 95 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von größer oder gleich 99 %.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bramme (150) einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150)

von kleiner oder gleich 99,8 % aufweist, bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von kleiner oder gleich 99,5 % und besonders bevorzugt einen γ -Anteil an der Oberfläche der Bramme (150) von kleiner oder gleich 99,2 %.

Claims

1. Transport device (100) for slabs (150) between a separating device (110) for separating a slab (150) from a casting strand and a furnace (120), wherein the transport device (100) has an electrically driven roller table, wherein the slab (150) has an α fraction and/or a γ fraction,

characterized in that

the transport device (100) has a means (130) for determining the γ fraction on a surface of the slab (150),

wherein the means for determining the γ fraction on a surface of the slab (150) comprises a temperature measuring device (140),

wherein the transport device (100) comprises a data processing and evaluation unit which, in combination with the temperature measuring device (140), by comparing the measured value with comparison data, is configured to determine the γ fraction on a surface of the slab, wherein the transport device is configured to transport the slab to the furnace by controlling the transport speed, which is provided so that the slab arrives at the furnace with the specified value for the γ fraction, wherein the transport device (100) is configured to transport to the furnace (120) the slab (150) with a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 90%, preferably with a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 95% and particularly preferably with a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 99%.

2. Transport device (100) according to Claim 1, **characterized in that** the transport device (100) is configured to transport to the furnace (120) the slab (150) with a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.8%, preferably with a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.5%, and more preferably with a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.2%.
3. Transport device (100) according to any of Claims 1 or 2, **characterized in that** the measuring device (140), in particular the temperature measuring device, is arranged adjacent to the separating device (110).

4. Transport device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the measuring device (140), in particular the temperature measuring device, is arranged adjacent to the furnace (120).

5. Transport device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the electrically driven roller table comprises a speed control and/or a torque control.

6. Transport device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the transport device (100) comprises a first covering device, wherein the first covering device is arranged adjacent to the separating device (120).

7. Transport device (100) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the transport device (100) comprises a derailment device.

8. Method for operating a transport device (100) according to any of Claims 1 to 7, **characterized in that** the transport device (100) transports a slab (150) to a furnace (120) after separating the slab (150) from a casting strand having a γ fraction on a surface of the slab (150) of greater than or equal to 90%, preferably having a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 95%, and more preferably having a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 99%.

9. Method according to Claim 8, **characterized in that** the γ fraction on the surface of the slab (150) is determined using a measuring device (140).

10. Method according to either of Claims 8 or 9, **characterized in that** the transport device (100) accelerates the slab (150) after separating from the casting strand.

11. Use of a transport device (100) according to any of Claims 1 to 7 for transporting a slab (150) to a furnace (120) after the slab (150) has been separated from a casting strand with a γ fraction on a surface of the slab (150) of greater than or equal to 90%, preferably having a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 95% and particularly preferably having a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 99%.

12. Method for producing hot strip formed from a designated slab (150), comprising the steps of:

- Casting a steel strand comprising a particular steel alloy;
- Separating a slab (150) from the steel strand with a separating device (110);
- Determining a γ fraction on a surface of the

slab (150); and

- Controlling a transport speed of the slab (150) to a furnace (120) as a function of the determined γ fraction on a surface of the slab (150) using a transport device (100) according to any of Claims 1 to 7.

13. Method according to Claim 12, **characterized in that** the slab (150) has a γ fraction on a surface of the slab (150) of greater than or equal to 90%, preferably a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 95% and more preferably a γ fraction on the surface of the slab (150) of greater than or equal to 99%.

14. Method according to any of Claims 12 or 13, **characterized in that** the slab (150) has a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.8%, preferably a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.5% and more preferably a γ fraction on the surface of the slab (150) of less than or equal to 99.2%.

Revendications

1. Dispositif de transport (100) de brames (150) entre un dispositif de séparation (110) pour séparer une brame (150) d'une barre de coulée et un four (120), le dispositif de transport (100) présentant un chemin de roulement entraîné électriquement, la brame (150) présentant une proportion α et/ou une proportion γ ,
caractérisé en ce que

le dispositif de transport (100) comporte un moyen (130) pour déterminer la proportion γ sur une surface de la brame (150), dans lequel le moyen de détermination de la proportion γ sur une surface de la brame (150) comporte un dispositif de mesure de température (140), dans lequel le dispositif de transport (100) présente une unité de traitement et d'évaluation des données qui, en combinaison avec la Dispositif de mesure de température (140) est configuré en comparant la valeur mesurée avec des données comparatives pour déterminer la proportion γ sur une surface de la brame, le dispositif de transport étant configuré pour transporter la brame vers le four en utilisant une régulation de la vitesse de transport prévue pour que la brame arrive avec la valeur spécifiée pour la proportion γ sur le four, le dispositif de transport (100) étant configuré pour transporter la brame (150) avec une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 90 % vers le four (120), de préférence avec une proportion γ sur la surface de la brame (150) supé-

rieure ou égale à 95 % et plus particulièrement avec une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 99 %.

2. Dispositif de transport (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (100) est agencé pour transporter la brame (150) jusqu'au four (120) avec une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,8 %, de préférence avec une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,5 % et plus préférentiellement avec une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,2 %.

3. Dispositif de transport (100) selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure (140), en particulier le dispositif de mesure de température, est disposé de manière adjacente au dispositif de séparation (110).

4. Dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure (140), en particulier le dispositif de mesure de température, est disposé de manière adjacente au four (120).

5. Dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le train de rouleaux à entraînement électrique présente une régulation de la vitesse de rotation et/ou une régulation du couple.

6. Dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (100) comprend un premier dispositif de recouvrement, le premier dispositif de recouvrement étant disposé de manière adjacente au dispositif de séparation (120).

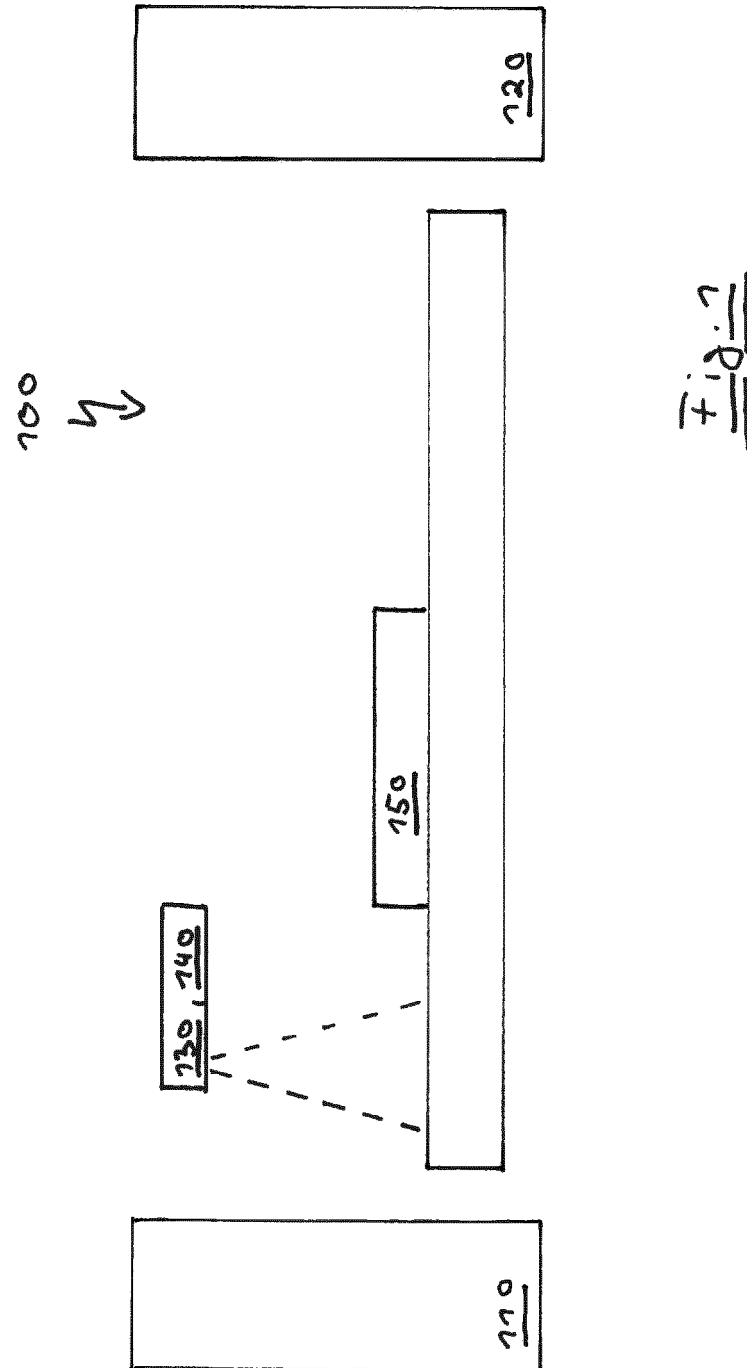
7. Dispositif de transport (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (100) présente un dispositif de déversoir.

8. Procédé pour faire fonctionner un dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (100) transporte une brame (150) vers un four (120) après la séparation de la brame (150) d'une barre de coulée avec une proportion γ sur une surface de la brame (150) supérieure ou égale à 90 %, de préférence avec une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 95 % et de manière particulièrement préférée avec une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 99 %.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce**

que la proportion γ à la surface de la brame (150) est déterminée en utilisant un dispositif de mesure (140).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (100) accélère la brame (150) après une séparation de la coulée continue. 5
11. Utilisation d'un dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 pour le transport d'une brame (150) après séparation de la brame (150) d'une barre de coulée vers un four (120) ayant une proportion γ sur une surface de la brame (150) supérieure ou égale à 90 %, de préférence une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 95 % et plus préférentiellement une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 99 %. 10
15
20
12. Procédé de production d'une bande thermoformée désignée à partir d'une brame (150) comprenant les étapes suivantes :
 - coulée d'un brin d'acier comportant un alliage d'acier spécifique ; 25
 - séparation d'une brame (150) du brin d'acier à l'aide d'un dispositif de séparation (110) ;
 - détermination d'une proportion γ sur une surface de la brame (150) ; et 30
 - régulation d'une vitesse de transport de la brame (150) vers un four (120) en fonction de la proportion γ déterminée sur une surface de la brame (150) à l'aide d'un dispositif de transport (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7. 35
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la brame (150) présente une proportion γ sur une surface de la brame (150) supérieure ou égale à 90 %, de préférence une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 95 % et plus préférentiellement une proportion γ sur la surface de la brame (150) supérieure ou égale à 99 %. 40
45
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la brame (150) présente une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,8 %, de préférence une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,5 % et plus préférentiellement une proportion γ à la surface de la brame (150) inférieure ou égale à 99,2 %. 50
55



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

- JP 2020138222 A [0004]
- DE 102020205077 A1 [0004]
- US 20160076119 A1 [0004]
- CN 108723099 A [0004]
- US 4648916 A [0004]