

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

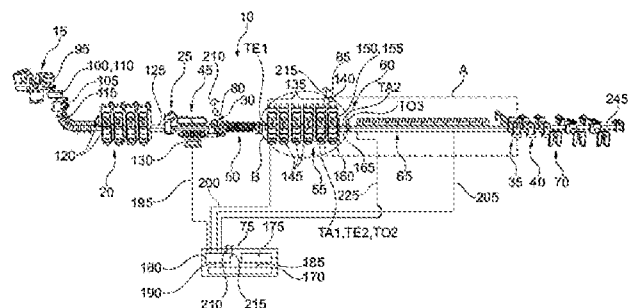
(21)	Anmeldenummer:	A 50855/2021	(51)	Int. Cl.:	B21B 45/02	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	29.10.2021			B21B 37/74	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.02.2023			B21B 1/46	(2006.01)
					C21D 8/02	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: EP 2873469 A1 WO 9929444 A1 DE 202011110913 U1 DE 19911287 C1 EP 0750049 A1 EP 0370575 A1 EP 1662011 A1 DE 102005051052 A1 CN 112024595 A	(71)	Patentanmelder: Primetals Technologies Austria GmbH 4031 Linz (AT)
		(72)	Erfinder: Baumgartner Kerstin Dr. 4224 Wartberg ob der Aist (AT) Fürst Heinz 4210 Gallneukirchen (AT) Grosseiber Simon 4060 Leonding (AT) Lengauer Thomas 4616 Weißkirchen a.d. Traun (AT) Schwarz Gero 4030 Linz (AT)
		(74)	Vertreter: Schweighofer Andreas Dipl.-Ing. 4031 Linz (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands in einer Gieß-Walz-Verbundanlage, ein mit dem Verfahren hergestelltes Dualphasenstahlband und eine Gieß-Walz-Verbundanlage**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands (245), ein Dualphasenstahlband und eine Gieß-Walz-Verbundanlage (10) zur Herstellung des Dualphasenstahlbands. Die Gieß-Walz-Verbundanlage umfasst eine Fertigwalzstraße (55) mit einer ersten Gerüstgruppe (135) und einer zweiten Gerüstgruppe (140) mit wenigstens einem zu einem Gerüstkühler (155) umgebauten zweiten Fertigwalzgerüst (150) sowie eine Kühlstrecke (65) mit einer ersten Kühlstreckengruppe (236) und einer zweiten Kühlstreckengruppe (240). Unmittelbar nach dem Fertigwalzen wird das Fertigwalzband (165) der zweiten Gerüstgruppe zugeführt und auf eine zweite Austrittstemperatur (TA2) zwangsgeköhlt, sodass das Fertigwalzband beim Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe ein überwiegend austenitisches Gefüge aufweist. Dabei ist eine Zwangskühlung in der ersten Kühlstreckengruppe deaktiviert, sodass sich während des Transports ein ferritisches und austenitisches Gefüge ausbildet. In der zweiten Kühlstreckengruppe

wird das Fertigwalzband auf eine vierte Austrittstemperatur (TA4) zwangsgeköhlt, sodass das Fertigwalzband ein dualphasiges Gefüge aus Martensit und Ferrit aufweist.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands (245), ein Dualphasenstahlband (245) und eine Gieß-Walz-Verbundanlage (10) zur Herstellung des Dualphasenstahlbands (245), wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage (10) eine Fertigwalzstraße (55) mit einer ersten Gerüstgruppe (135) mit wenigstens einem ersten Fertigwalzgerüst (145) und einer zweiten Gerüstgruppe (140) mit wenigstens einem zu einem Gerüstkühler (155) umgebauten zweiten Fertigwalzgerüst (150), sowie eine Kühlstrecke (65) mit einer ersten Kühlstreckengruppe (236) und einer zweiten Kühlstreckengruppe (240) aufweist, wobei unmittelbar anschließend an ein Fertigwalzen eines Fertigwalzbands (165) das Fertigwalzband (165) der zweiten Gerüstgruppe (140) zugeführt wird und in der zweiten Gerüstgruppe (140) das Fertigwalzband (165) auf eine zweite Austrittstemperatur (TA2) derartig zwangsgekühlt wird, dass das Fertigwalzband (165) beim Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe (140) ein überwiegend austenitisches Gefüge aufweist, wobei eine Zwangskühlung des Fertigwalzbands (165) in der ersten Kühlstreckengruppe (236) deaktiviert ist wobei während Transports sich in dem Fertigwalzband (165) ein ferritisches und austenitisches Gefüge ausbildet, wobei in der zweiten Kühlstreckengruppe (240) das Fertigwalzband (165) auf eine vierte Austrittstemperatur (TA4) zwangsgekühlt wird, dass nach Verlassen das Fertigwalzband (165) ein dualphasiges Gefüge aus Martensit und Ferrit aufweist.

(FIG 1)

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands in einer
Gieß-Walz-Verbundanlage, ein mit dem Verfahren hergestelltes Dual-
5 phasenstahlband und eine Gieß-Walz-Verbundanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Dual-
phasenstahlbands gemäß Anspruch 1, ein Dualphasenstahlband gemäß
Anspruch 12 und eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung des
10 Dualphasenstahlbands gemäß Anspruch 13.

Aus WO 2019/020492 A1 ist ein Walzgerüst mit einem Gerüstkühler
zum Abkühlen eines Stahlbands bekannt. Ferner ist aus WO
2020/126473 A1 eine Kühlung von einem Metallband in einem Walzge-
15 rüst bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Her-
stellung eines Dualphasenstahlbands mit einer Gieß-Walz-Verbundan-
lage, ein Dualphasenstahlband und eine verbesserte Gieß-Walz-Ver-
20 bundanlage bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gemäß Anspruch 1, mit-
tels eines Dualphasenstahlbands gemäß Anspruch 12 und mittels ei-
ner Gieß-Walz-Verbundanlage gemäß Anspruch 13 gelöst. Vorteilhafte
25 Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Es wurde erkannt, dass ein verbessertes Verfahren zur Herstellung
eines Dualphasenstahlbands mit einer Gieß-Walz-Verbundanlage
dadurch bereitgestellt werden kann, dass die Gieß-Walz-Verbundan-
30 lage eine Fertigwalzstraße und eine Kühlstrecke aufweist. Die Fer-
tigwalzstraße weist eine erste Gerüstgruppe mit wenigstens einem
ersten Fertigwalzgerüst und eine zweite Gerüstgruppe mit wenig-
stens einem zu einem Gerüstkühler umgebauten zweiten Fertigwalzge-
rüst auf. Die Kühlstrecke weist eine erste Kühlstreckengruppe und
35 eine zweite Kühlstreckengruppe auf. Der ersten Gerüstgruppe der
Fertigwalzstraße wird ein heißes Vorwalzband zugeführt, wobei die
erste Gerüstgruppe der Fertigwalzstraße das heiße Vorwalzband zu
einem Fertigwalzband fertigwalzt. Unmittelbar anschließend an das

Fertigwalzen des Fertigwalzbands wird das Fertigwalzband der zweiten Gerüstgruppe zugeführt und in der zweiten Gerüstgruppe wird das Fertigwalzband unter Beibehaltung einer Dicke des Fertigwalzbands auf eine zweite Austrittstemperatur derartig zwangsgekühlt, dass das Fertigwalzband beim Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe ein überwiegend (größer 80 Gewichtsprozent) austenitisches Gefüge aufweist. Das auf die zweite Austrittstemperatur abgekühlte Fertigwalzband wird der ersten Kühlstreckengruppe zugeführt. Eine Zwangskühlung des Fertigwalzbands in der ersten Kühlstreckengruppe ist deaktiviert und das Fertigwalzband wird in der ersten Kühlstreckengruppe zu der zweiten Kühlstreckengruppe transportiert. Während des Transports bildet sich in dem Fertigwalzband überwiegend ein ferritisches und austenitisches Gefüge aus. In der zweiten Kühlstreckengruppe wird das Fertigwalzband auf eine vierte Austrittstemperatur derartig zwangsgekühlt, dass nach Verlassen der zweiten Kühlstreckengruppe das Fertigwalzband ein dualphasiges Gefüge aus Martensit und Ferrit aufweist.

Unter zwangsgekühlt soll in dieser Schrift das aktive Abkühlen, bspw. durch das Aufspritzen eines flüssigen Kühlmittels (meist Wasser), des Stahlbands verstanden werden. Das Zwangskühlen durch unter Druck (vgl. das sog. *Power Cooling*) oder drucklos (vgl. das sog. *laminar cooling*) erfolgen. Im Gegensatz dazu steht das passive Abkühlen des Stahlbands durch reine Konvektion bzw. reine Strahlung. Eine Zwangskühlung ist eine Vorrichtung zum aktiven Abkühlen eines Stahlbands.

Das Verfahren hat den Vorteil, dass ein besonders dünnes Dualphasenstahlband herstellbar ist, das eine besonders hohe Güte aufweist, und gleichzeitig ein Umbauaufwand der Gieß-Walz-Verbundanlage zur Durchführung des Verfahrens besonders geringgehalten ist.

In einer weiteren Ausführungsform wird in der zweiten Gerüstgruppe das Fertigwalzband derart zwangsgekühlt, dass sich eine erste Abkühlgeschwindigkeit eines Kerns des Fertigwalzbands einstellt. Während des Transports des Fertigwalzbands zwischen der zweiten Gerüstgruppe der Fertigwalzstraße und der zweiten Kühlstreckengruppe stellt sich eine zweite Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des

Fertigwalzbands ein. In der zweiten Kühlstreckengruppe wird das Fertigwalzband derart zwangsgekühlt, dass sich eine dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands einstellt. Die zweite Abkühlgeschwindigkeit ist geringer als die erste Abkühlgeschwindigkeit und/oder die dritte Abkühlgeschwindigkeit. Vorzugsweise beträgt die erste Abkühlgeschwindigkeit und/oder die dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands einschließlich 100 K/s bis 2000 K/s, insbesondere 200 K/s bis 1000 K/s. Die dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands beträgt einschließlich 0 K/s bis einschließlich 20 K/s. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass durch die erste hohe Abkühlgeschwindigkeit es zu einer raschen Abkühlung in den (teil-)ferritischen Bereich kommt. Dies wiederum begünstigt die rasche Bildung von homogenen ferritischen Körnern aus dem austenitischen Gefüge. Die geringe zweite Abkühlgeschwindigkeit, gibt dem Gefüge genug Zeit um bei der eingestellten Temperatur den gewünschten Gefügeanteil (50% - 95%) von Austenit in Ferrit umzuwandeln. Die gesamte Zeit in der die zweite Abkühlgeschwindigkeit vorherrscht, wird auch als Haltezeit bezeichnet. Die dritte Abkühlgeschwindigkeit ist notwendig um eine vollständige Umwandlung von Austenit in Ferrit zu vermeiden. Stattdessen wird dank der hohen Abkühlgeschwindigkeit der verbleibende Austenitanteil in ein martensitisches Gefüge umgewandelt. Schlussendlich liegt bei Raumtemperatur ein Gefüge aufweisend Ferrit (50 bis 95 Gewichtsprozent), Martensit (10 Gewichtsprozent bis 50 Gewichtsprozent) vor. Außerdem können noch kleiner gleich 5 Gewichtsprozent an Restaustenit und/oder Bainit vorliegen. Mit anderen Worten kann das Endprodukt bei Raumtemperatur bis einschließlich 5 Gewichtsprozent an Restaustenit, Bainit oder der Summe aus Restaustenit und Bainit enthalten. Das Gefüge wird als Dualphasengefüge, das Endprodukt als Dualphasenstahl bezeichnet.

In einer weiteren Ausführungsform wird eine dritte Oberflächentemperatur, mit der das Fertigwalzband die zweite Gerüstgruppe verlässt, zwischen der zweiten Gerüstgruppe und der Kühlstrecke ermittelt. Die Zwangskühlung in der zweiten Gerüstgruppe wird in Abhängigkeit der dritten Oberflächentemperatur und einer dritten Solltemperatur derart gesteuert, dass die dritte Oberflächentemperatur im Wesentlichen der dritten Solltemperatur entspricht. Die

dritte Solltemperatur ist dabei kleiner als eine Austenit-Ferritumwandlungstemperatur (Ar3-Temperatur). Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass ein besonders kostengünstig und mechanisch hochwertiges Dualphasenstahlband hergestellt werden kann, das besonders wenig Mikrolegierungselemente aufweist.

In einer weiteren Ausführungsform wird eine zweite Oberflächentemperatur, mit der das Fertigwalzband die erste Gerüstgruppe verlässt, ermittelt, wobei die zweite Oberflächentemperatur bei der Steuerung der Zwangskühlung des Fertigwalzbands in der zweiten Gerüstgruppe mitberücksichtigt wird. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass besonders genau die erste Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands mittels der Zwangskühlung in der ersten Gerüstgruppe kontrolliert und gesteuert oder geregelt werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform wird ein Kern des fertiggewalzten Fertigwalzbands mit einer ersten Austrittstemperatur von 830 °C bis 950 °C, insbesondere von 850 °C bis 920 °C, in die zweite Gerüstgruppe der Fertigwalzstraße transportiert. Bei Austritt des Fertigwalzbands aus der zweiten Gerüstgruppe weist der Kern des Fertigwalzbands die zweite Austrittstemperatur von insbesondere 600 °C bis 750 °C, vorzugsweise von 650 °C bis 720 °C, auf. Dadurch ist sichergestellt, dass beim Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe das erstmalig abgekühlte Fertigwalzband mit der zweiten Austrittstemperatur unterhalb der Austenit-Ferritumwandlungstemperatur (Ar3-Temperatur) austritt.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Kern des Fertigwalzbands in einem ersten Zeitintervall von 0,2 Sekunden bis 1 Sekunde von der ersten Austrittstemperatur auf die zweite Austrittstemperatur, vorzugsweise kontinuierlich, abgekühlt.

In einer weiteren Ausführungsform wird innerhalb eines zweiten Zeitintervalls von 3 Sekunden bis 6 Sekunden, insbesondere von 4 Sekunden bis 5 Sekunden, das Fertigwalzband von der zweiten Gerüstgruppe der Fertigwalzstraße über die erste Kühlstreckengruppe in die zweite Kühlstreckengruppe transportiert. Diese Ausgestal-

tung stellt sicher, dass dem Fertigwalzband genügend Haltezeit gegeben ist, sodass sich innerhalb des zweiten Zeitintervalls ein hinreichend großer Anteil von austenitischem Gefüge während der Transportstrecke, in der das Fertigwalzband nicht aktiv zwangsge-
5 kühlt wird, sich in ferritisches Gefüge umwandeln kann, sodass ein dualphasiges Gefüge aus Ferrit und Austenit am Ende des zweiten Zeitintervalls in dem Fertigwalzband vorliegt.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Kern des fertiggewalz-
10 ten Fertigwalzbands mit einer dritten Austrittstemperatur von 580 °C bis 650 °C, insbesondere von 590 °C bis 630 °C, in die zweite Kühlstreckengruppe der Kühlstrecke transportiert. Beim Austritt des Fertigwalzbands aus der zweiten Kühlstreckengruppe weist der Kern des Fertigwalzbands eine vierte Austrittstemperatur von
15 insbesondere 150 °C bis 250 °C, vorzugsweise von 190 °C bis 230 °C, auf. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass nach dem Abkühlen das Fertigwalzband als Dualphasenstahlband mit dem austenitischen und martensitischen Gefüge fertig hergestellt ist. Die Temperatur von 150 °C bis 200 °C, vorzugsweise von 190 °C bis
20 230 °C stellt sicher, dass beim Weitertransport des Fertigwalzbands in unaufgehaspeltem Zustand hin zu einer Haspeleinrichtung verbleibendes Kühlmedium, insbesondere Kühlwasser, von dem Fertigwalzband ablaufen bzw. abdampfen kann, sodass das Fertigwalzband als Dualphasenstahlband auf einem Coil aufgehaspelt werden kann.
25 Insbesondere wird dadurch eine Korrosion des Dualphasenstahlbands in aufgehaspeltem Zustand auf dem Coil vermieden.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Kern des Fertigwalz-
bands innerhalb eines dritten Zeitintervalls von 0,3 Sekunden bis
30 2 Sekunden von der dritten Austrittstemperatur auf die vierte Austrittstemperatur, vorzugsweise kontinuierlich, abgekühlt. Die schnelle Abkühlung stellt die hohe dritte Abkühlgeschwindigkeit sicher und stellt eine im Wesentlichen vollständige Überführung des austenitischen Gefüges in Martensit sicher.

35 In einer weiteren Ausführungsform beträgt eine Dicke des Vorwalzbands beim Eintritt in die erste Gerüstgruppe 6 mm bis 25 mm, ins-

besondere 8 mm bis 10 mm. Die erste Gerüstgruppe reduziert die Dicke des Vorwalzbands zu dem Fertigwalzband auf 0,7 mm bis 2,0 mm, insbesondere 0,7 mm bis 1,3 mm. Dadurch kann ein besonders dünnes Dualphasenstahlband am Ende des Verfahrens sichergestellt werden,
5 das insbesondere zur Karosserieherstellung von Kraftfahrzeugen geeignet ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist die metallische Schmelze eine chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent von
10 C 0,03-0,30 %; Mn 1,0-2,0 %; Si 0,1-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Cr und Mo [kurz Summe von (Cr+Mo)]: 0,2-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Nb und Ti [kurz Summe von (Nb+Ti)]: 0,02-0,1%; P 0-0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen auf.

15

Ein besonders gutes Dualphasenstahlband kann durch das oben beschriebene Verfahren hergestellt werden. Das Dualphasenstahlband weist eine chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent von
C 0,03-0,30 %; Mn 1,0-2,0 %; Si 0,1-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Cr und Mo: 0,2-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Nb und Ti: 0,02-0,1%; P 0-0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen auf. Dabei weist das Fertigwalzband bei Raumtemperatur folgende Mikrostruktur auf (bezogen auf Gewichtsprozent): von einschließlich 50 % - einschließlich 95 % Ferrit, von einschließlich
25 10 % - einschließlich 50 % Martensit, kleiner oder gleich 5 % Restaustenit und/oder Bainit, und gegebenenfalls einen Rest auf. Vorzugsweise ist das Dualphasenstahlband < 1,4 mm dick.

Eine verbesserte Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands mittels des oben beschriebenen Verfahrens weist
30 wenigstens eine Fertigwalzstraße mit wenigstens einer ersten Gerüstgruppe und einer zweiten Gerüstgruppe auf. Ferner weist die Fertigwalzstraße eine Kühlstrecke mit einer ersten Kühlstreckengruppe und einer zweiten Kühlstreckengruppe auf, wobei der Fertigwalzstraße ein Vorwalzband zuführbar ist und die erste Gerüstgruppe ausgebildet ist, das Vorwalzband zu einem Fertigwalzband fertigzuwalzen. Bezogen auf eine Förderrichtung des Fertigwalz-

35

bands ist die zweite Gerüstgruppe der ersten Gerüstgruppe nachgeordnet und weist wenigstens ein zu einem Gerüstkühler umgebautes zweites Fertigwalzgerüst auf. Die zweite Gerüstgruppe ist ausgebildet, unter Beibehaltung einer Dicke des Fertigwalzbands das Fertigwalzband auf eine zweite Austrittstemperatur zwangszukühlen. Bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands ist die erste Kühlstreckengruppe der zweiten Gerüstgruppe nachgeordnet. Eine Zwangskühlung des Fertigwalzbands in der ersten Kühlstreckengruppe ist deaktiviert. Bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands ist die zweite Kühlstreckengruppe der ersten Kühlstreckengruppe nachgeordnet, wobei die zweite Kühlstreckengruppe ausgebildet ist, das Fertigwalzband auf eine vierte Austrittstemperatur zwangszukühlen. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass mit geringem Aufwand ein Dualphasenstahlband mit geringer Dicke auf einer konventionellen Gieß-Walz-Verbundanlage hergestellt werden kann, bei der lediglich das zweite Fertigwalzgerüst zu einem Gerüstkühler umzubauen ist. Dadurch kann mittels einer konventionellen Gieß-Walz-Verbundanlage ein besonders hochwertiges Dualphasenstahlband hergestellt werden. In einem weiteren Betriebszustand kann das zweite Fertigwalzgerüst wieder mit Walzen versehen sein, um beispielsweise ein dickeres Stahlband, beispielsweise mit einer Dicke von größer 1,5 mm mit einer im Wesentlichen einheitlichen Phase herzustellen. Durch die größere Dicke des im Normalbetrieb im weiteren Betriebszustand hergestellten Fertigwalzbands ist die volle Länge der Kühlstrecke notwendig, um das Fertigwalzband auf die vierte Austrittstemperatur abzukühlen, sodass im Normalbetrieb dann auch die erste Kühlstreckengruppe aktiviert ist, um das Fertigwalzband zu kühlen.

In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Kühlstrecke und der zweiten Fertigwalzstraße eine Messstrecke angeordnet. Die Messstrecke weist wenigstens eine Sensoreinrichtung auf, die zumindest ausgebildet ist, eine dritte Oberflächentemperatur des Fertigwalzbands zu erfassen. Die Messstrecke weist ferner einen Rollengang auf, der ausgebildet ist, das Fertigwalzband von der zweiten Fertigwalzstraße zu der ersten Kühlstreckengruppe zu transportieren. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die

Messstrecke mitgenutzt wird, um die Haltezeit sicherzustellen, wobei in dem zweiten Zeitintervall die zweite Austrittstemperatur im Wesentlichen gehalten bzw. das Fertigwalzband mit der zweiten Abkühlgeschwindigkeit geringfügig abgekühlt wird und dadurch ein hoher Umwandlungsgrad eines Teils des austenitischen Gefüges in ferritisches Gefüge ermöglicht wird. Durch das Mitnützen der Messstrecke kann eine Gesamtlänge der Gieß-Walz-Verbundanlage besonders kurz gehalten werden.

10 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer Gieß-Walz-Verbundanlage;

15

FIG 2 einen in FIG 1 markierten Ausschnitt A der Gieß-Walz-Verbundanlage;

FIG 3 die Fertigwalzstraße im Normalbetrieb und nicht-umgebautem Zustand;

20

FIG 4 die in FIG 1 gezeigte Fertigwalzstraße in umgebautem Zustand;

25 FIG 5 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb der in FIG 1 gezeigten Gieß-Walz-Verbundanlage, nachdem der Vorbereitungsschritt durchgeführt wurde;

FIG 6 ein Diagramm einer Temperatur des Fertigwalzbands aufgetragen über der Zeit während des Durchlaufs der Fertigwalzstraße, der Messstrecke und der Kühlstrecke sowie der dritten und vierten Trenneinrichtung; und

30

FIG 7 den in FIG 1 markierten Ausschnitt A der Gieß-Walz-Verbundanlage schematisch während des Durchlaufs des in FIG 5 beschriebenen Verfahrens.

35

FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Gieß-Walz-Verbundanlage 10.

Die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 weist beispielsweise eine Stranggießmaschine 15, eine Vorwalzstraße 20, vorzugsweise eine erste bis vierte Trenneinrichtung 25, 30, 35, 40, eine Zwischenheizung 45, vorzugsweise ein Entzunderer 50, eine Fertigwalzstraße 55, eine Messstrecke 60, eine Kühlstrecke 65, wenigstens eine Haspel-
leinrichtung 70 und ein Steuergerät 75 auf. Zusätzlich kann die
Gieß-Walz-Verbundanlage 10 wenigstens eine erste bis zweite Temperaturmesseinrichtung 80, 85 beispielsweise jeweils ein Pyrometer, aufweisen.

Die Stranggießmaschine 15 ist beispielhaft als Bogenstranggießmaschine ausgebildet. Auch eine andere Ausgestaltung der Stranggießmaschine 15 wäre denkbar. Die Stranggießmaschine 15 weist eine Pfanne 95, einen Verteiler 100 und eine Kokille 105 auf. Im Betrieb der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 wird der Verteiler 100 mittels der Pfanne 95 mit einer metallischen Schmelze 110 befüllt.
Die metallische Schmelze 110 kann beispielsweise mittels eines Konverters, beispielsweise in einem Linz-Donawitz-Verfahren, hergestellt werden. Die metallische Schmelze 110 kann beispielsweise Stahl aufweisen. Vom Verteiler 100 strömt die metallische Schmelze 110 in die Kokille 105. In der Kokille 105 wird die metallische Schmelze 110 zu einem Dünnbrammenstrang 115 vergossen. Der teilerstarre Dünnbrammenstrang 115 wird aus der Kokille 105 gezogen und durch die Ausgestaltung der Stranggießmaschine 15 als Bogenstranggießmaschine beispielhaft bogenförmig in eine Horizontale umgelenkt, dabei gestützt und erstarrt. Der Dünnbrammenstrang 115 wird
in Förderrichtung von der Kokille 105 weggefördert.

Von besonderem Vorteil ist hierbei, wenn die Stranggießmaschine 15 den Dünnbrammenstrang 115 im Endlosstrang gießt. In einer Förderrichtung des Dünnbrammenstrangs 115 ist die Vorwalzstraße 20 der Stranggießmaschine 15 nachgeordnet. Dabei folgt in der Ausführungsform die Vorwalzstraße 20 direkt der Stranggießmaschine 15.

Die Vorwalzstraße 20 kann ein oder mehrere Vorwalzgerüste 120 aufweisen, die in der Förderrichtung des Dünnbrammenstrangs 115 hintereinander angeordnet sind. Die Anzahl der Vorwalzgerüste 120 ist im Wesentlichen frei wählbar und ist im Wesentlichen abhängig von einem Format des Dünnbrammenstrangs 115. Auch eine gewünschte Dicke eines Vorwalzbands 125, das die Vorwalzgerüste 120 walzen, spielt hierbei eine Rolle. Dabei sind in der Ausführungsform beispielhaft vier Vorwalzgerüste 120 für die in FIG 1 gezeigte Vorwalzstraße 20 vorgesehen. Die Vorwalzstraße 20 ist ausgebildet, den bei Zuführung in die Vorwalzstraße 20 heißen Dünnbrammenstrang 115 zu dem Vorwalzband 125 zu walzen.

In der Ausführungsform sind beispielhaft die erste und zweite Trenneinrichtung 25, 30 der Vorwalzstraße 20 nachgeordnet bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125. Die zweite Trenneinrichtung 30 ist bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 beabstandet zu der Vorwalzstraße 20 angeordnet. Zwischen der ersten Trenneinrichtung 25 und der zweiten Trenneinrichtung 30 kann eine Ausfördereinrichtung 130 angeordnet sein, um ein von der ersten und zweiten Trenneinrichtung 25, 30 abgetrenntes Dünnbrammenstück auszufördern. Auf die zweite Trenneinrichtung 30 kann auch verzichtet werden. Die erste und zweite Trenneinrichtung 25, 30 können beispielsweise als Trommelscheren oder Pendelscheren ausgebildet sein.

Bezogen auf die Fördereinrichtung des Vorwalzbands 125 folgt in der Ausführungsform beispielhaft auf die zweite Trenneinrichtung 30 die Zwischenheizung 45. Die Zwischenheizung 45 ist beispielhaft als Induktionsofen ausgebildet. Auch eine andere Ausgestaltung der Zwischenheizung 45 wäre möglich. Die Zwischenheizung 45 ist bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 der Fertigwalzstraße 55 und dem Entzunderer 50 vorgeordnet. Der Entzunderer 50 ist der Fertigwalzstraße 55 direkt vorgeordnet und der Zwischenheizung 45 nachgeordnet. Auch kann auf den Entzunderer 55 verzichtet werden.

Die Fertigwalzstraße 55 weist in der Ausführungsform eine erste Gerüstgruppe 135 und eine zweite Gerüstgruppe 140 auf. Die erste

Gerüstgruppe 135 ist bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 der zweiten Gerüstgruppe 140 vorgeordnet. Die erste Gerüstgruppe 135 kann beispielsweise drei bis fünf erste Fertigwalzgerüste 145 aufweisen. Die ersten Fertigwalzgerüste 145 sind bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 hintereinander angeordnet. Dabei schließt sich die erste Gerüstgruppe 135 direkt bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 beispielhaft an den Entzunderer 50 an, sofern der Entzunderer 50 vorgesehen ist. Wird auf den Entzunderer 50 verzichtet, so schließt sich die erste Gerüstgruppe 135 direkt an die Zwischenheizung 45 an.

Die zweite Gerüstgruppe 140 weist in der Ausführungsform beispielsweise ein zweites Fertigwalzgerüst 150 auf. Auch eine andere Anzahl von zweiten Fertigwalzgerüsten 150 wäre möglich. Das erste Fertigwalzgerüst 145 und das zweite Fertigwalzgerüst 150 sind im Wesentlichen identisch beispielhaft ausgebildet. In der Ausführungsform weist beispielhaft das zweite Fertigwalzgerüst 150 eine Umbaumöglichkeit zu einem Gerüstkühler 155 auf. In der Ausführungsform führt in der Funktion des Gerüstkühlers 155 das zweite Fertigwalzgerüst 150 kein Walzverfahren mehr durch.

Zusätzlich kann die zweite Gerüstgruppe 140 einen Zwischenkühler 160 aufweisen. Der Zwischenkühler 160 ist in der Ausführungsform beispielhaft zwischen dem in Förderrichtung letzten ersten Fertigwalzgerüst 145 der ersten Gerüstgruppe 135 und dem zweiten Fertigwalzgerüst 150 angeordnet. Auch kann auf den Zwischenkühler 160 verzichtet werden. Der Gerüstkühler 155 und der Zwischenkühler 160 weisen jeweils wenigstens einen Kühlbalken, vorzugsweise eine Anordnung von Kühlbalken, auf.

Im Betrieb der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 walzen die ersten Fertigwalzgerüste 145 das in die erste Gerüstgruppe 135 zugeführte Vorwalzband 125 zu einem Fertigwalzband 165 fertig. Die Kühlbalken des Gerüstkühlers 155 und/oder des Zwischenkühlers 160 sind jeweils vorzugsweise sowohl oberseitig als auch unterseitig zu dem Fertigwalzband 165 angeordnet, um beidseitig das Fertigwalzband 165 besonders schnell und effektiv abzukühlen.

Das Steuergerät 75 weist eine Steuereinrichtung 170, einen Datenspeicher 175 und eine Schnittstelle 180 auf. Der Datenspeicher 175 ist mittels einer ersten Datenverbindung 185 mit der Steuereinrichtung 170 datentechnisch verbunden. Ebenso ist die Schnittstelle 180 mittels einer zweiten Datenverbindung 190 mit der Steuereinrichtung 170 datentechnisch verbunden.

In dem Datenspeicher 175 sind eine vordefinierte erste Solltemperatur, eine vordefinierte zweite Solltemperatur und eine vordefinierte dritte Solltemperatur abgespeichert. Ferner ist in dem Datenspeicher 175 ein Verfahren zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands 245 abgespeichert, auf dessen Grundlage die Steuereinrichtung 170 die Komponenten der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 steuert.

Die Schnittstelle 180 ist datentechnisch mittels einer dritten Datenverbindung 195 mit der Zwischenheizung 45 datentechnisch verbunden. Eine vierte Datenverbindung 200 verbindet datentechnisch die Fertigwalzstraße 55 mit der Schnittstelle 180. Eine fünfte Datenverbindung 205 verbindet die Kühlstrecke 65 mit der Schnittstelle 180. Die Temperaturmesseinrichtung 80, 85 ist jeweils über eine zugeordnete sechste bzw. siebte Datenverbindung 210, 215 mit der Schnittstelle 180 verbunden. Ferner ist die Messstrecke 60 mittels einer achten Datenverbindung 225 mit der Schnittstelle 180 datentechnisch verbunden. Ferner können weitere Datenverbindungen (in FIG 1 nicht dargestellt) zu den weiten Komponenten der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 zusätzlich vorgesehen sein, sodass ein Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Komponenten der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 und dem Steuergerät 75 möglich ist. Die dritte bis achte Datenverbindung 195, 200, 205, 210, 215, 225 kann beispielsweise Teil eines Industrienetzwerkes sein.

Die erste Temperaturmesseinrichtung 80 ist bezogen auf die Förderrichtung des Vorwalzbands 125 der Zwischenheizung 45 nachgeordnet und vorzugsweise dem Entzunderer 50 vorgeordnet. Die zweite Temperaturmesseinrichtung 85 ist zwischen der ersten Gerüstgruppe 135 und der zweiten Gerüstgruppe 140 angeordnet. Insbesondere ist die

zweite Temperaturmesseinrichtung 85 dem Zwischenkühler 160 bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands 165 vorgeordnet.

FIG 2 zeigt einen in FIG 1 markierten Ausschnitt A der Gieß-Walz-
5 Verbundanlage 10 in symbolischer Darstellung.

Die Messstrecke 60 ist zwischen der Kühlstrecke 65 und der Fertigwalzstraße 55 angeordnet. Die Messstrecke 60 weist eine Sensoreinrichtung 230 und einen Rollengang 235 auf. Der Rollengang 235 ist
10 ausgebildet, das aus der Fertigwalzstraße 55 kommende Fertigwalzband 165 zwischen der Fertigwalzstraße 55 und der Kühlstrecke 65 zu transportieren.

Die Kühlstrecke 65 weist eine erste Kühlstreckengruppe 236 und
15 eine zweite Kühlstreckengruppe 240 auf, wobei die erste Kühlstreckengruppe 236 sich direkt unmittelbar an die Messstrecke 60 anschließt und somit in Förderrichtung bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands 165 der Messstrecke 60 nachgeordnet ist. Die zweite Kühlstreckengruppe 240 schließt sich unmittelbar an die
20 erste Kühlstreckengruppe 236 auf einer der Messstrecke 60 abgewandten Seite an und ist der ersten Kühlstreckengruppe 236 bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands 165 nachgeordnet.

Anschließend an die Kühlstrecke 65 sind beispielhaft die dritte
25 und vierte Trenneinrichtung 35, 40 angeordnet, wobei die dritte und/oder vierte Trenneinrichtung beispielsweise als Trommelschere oder Pendelschere ausgebildet ist. In Förderrichtung bezogen auf das Fertigwalzband 165 ist beispielhaft die Haspeleinrichtung 70 der dritten und vierten Trenneinrichtung 35, 40 nachgeordnet.

30

FIG 3 zeigt die Fertigwalzstraße 55 im Normalbetrieb und nicht-umgebautem, regulärem Zustand. FIG 4 zeigt die in FIG 1 gezeigte Fertigwalzstraße 55 in umgebautem Zustand.

35 Bevor das im Folgenden beschriebene Verfahren durchgeführt wird, wird das zweite Fertigwalzgerüst 150 der zweiten Gerüstgruppe 140 auf die Ausgestaltung als Gerüstkühler 155 in einem Vorbereitungs-

schritt umgebaut. Dazu können Arbeitswalzen aus dem zweiten Fertigwalzgerüst 150 (vgl. FIG 2) entnommen werden und durch den oder die Kühlbalken ersetzt werden. Ferner kann der Kühlbalken so ausgerichtet sein, dass er direkt in Richtung einer Durchführung, durch die das Fertigwalzband 165 durchgeführt wird, gerichtet ist. Durch den Vorbereitungsschritt entspricht der Aufbau der in FIG 2 gezeigten Gieß-Walz-Verbundanlage 10 nicht mehr dem herkömmlichen Aufbau des ersten Fertigwalzgerüsts 145, sondern weicht von dessen Aufbau ab und ist in FIG 3 dargestellt. Durch den Umbau ist die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 besonders geeignet, das im Folgenden beschriebene Verfahren durchzuführen.

FIG 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb der in FIG 1 gezeigten Gieß-Walz-Verbundanlage 10, nachdem der in FIG 4 beschriebenen Vorbereitungsschritt durchgeführt wurde. FIG 6 zeigt ein Diagramm einer Temperatur T des Fertigwalzbands 165 aufgetragen über der Zeit während des Durchlaufs der Fertigwalzstraße 55, der Messstrecke 60 und der Kühlstrecke 65 sowie der dritten und vierten Trenneinrichtung 35, 40. FIG 7 zeigt den in FIG 1 markierten Ausschnitt A der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 schematisch während des Durchlaufs des in FIG 5 beschriebenen Verfahrens.

In FIG 6 sind ein erster Graph 400 und ein zweiter Graph 405 aufgetragen. Der erste Graph 400 zeigt einen Temperaturverlauf eines Kerns des Fertigwalzbands 165 und der zweite Graph 405 zeigt einen Verlauf einer Oberflächentemperatur des Fertigwalzbands 165 bei Durchlauf des in FIG 5 erläuterten Verfahrens.

Im Betrieb der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 wird in einem ersten Verfahrensschritt 305 die Kokille 105 (in FIG 1 dargestellt) der Stranggießmaschine 15 mit einem Kaltstrangkopf (nicht dargestellt in FIG 1) verschlossen und durch zusätzliche Dichtmittel abgedichtet. Mit der Pfanne 95 wird die metallische Schmelze 110 in den Verteiler 100 der Stranggießmaschine 15 eingefüllt. Um den Strangguss zu beginnen, wird ein Stopfen von einem Gießroher der Stranggießmaschine 15 entfernt. Die metallische Schmelze 110 weist vorzugsweise eine chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent von

C 0,03-0,30 %; Mn 1,0-2,0 %; Si 0,1-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Cr und Mo: 0,2-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Nb und Ti: 0,02-0,1%; P 0-0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen auf. Auch kann die metallische Schmelze 110 eine andere chemische Zusammensetzung aufweisen.

Die im Folgenden angegebenen Temperaturen und Verfahrensschritte beziehen sich auf die in der Ausführungsform bevorzugte chemische Zusammensetzung des Stahls, um mittels der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 das als Dualphasenstahlband 245 ausgebildete Fertigwalzband 165 herzustellen.

Zu Beginn des Stranggusses umfließt die metallische Schmelze 110 in der Kokille 105 den Kaltstrangkopf und verfestigt sich am Kaltstrangkopf. Der Kaltstrangkopf wird langsam aus der Kokille 105 der Stranggießmaschine 15 in Richtung der Vorwalzstraße 20 gezogen. In Förderrichtung hinter dem Kaltstrangkopf kühlt die mechanische Schmelze 110 in der Kokille 105 an ihren Kontaktflächen zu der Kokille 105 ab und bildet eine Schale des Dünnbrammenstrangs 115 aus. Die Schale umschließt einen noch flüssigen Kern und hält den flüssigen Kern. Am Kokillenausgang kann der Dünnbrammenstrang 115 beispielsweise eine Dicke von 100 mm bis 150 mm betragen.

In der Stranggießmaschine 15 wird der Dünnbrammenstrang 115 umgelenkt und auf dem Weg zur Vorwalzstraße 20 weiter abgekühlt, so dass der Dünnbrammenstrang 115 von außen nach innen hin verfestigt. In der Ausführungsform ist beispielhaft die Stranggießmaschine 15 wie oben erläutert als Bogenstranggießmaschine ausgebildet, sodass durch die Umlenkung des Dünnbrammenstrangs 115 um im Wesentlichen 90° aus der Senkrechten der Dünnbrammenstrang 115 in der Vorwalzstraße 20 im Wesentlichen horizontal verlaufend zugeführt wird.

In einem zweiten Verfahrensschritt 310 wird der Dünnbrammenstrang 115, wie bereits oben erläutert, in der Vorwalzstraße 20 durch die Vorwalzgerüste 120 zu dem Vorwalzband 125 gewalzt.

Eine Kerntemperatur des Kerns des Dünnbrammenstrangs 115 beim Eintritt in die Vorwalzstraße 20 bei der oben genannten chemischen Zusammensetzung beträgt etwa 1300 °C bis 1450 °C. Bei jedem Warmwalzschritt in der Vorwalzstraße 20 wird die Kerntemperatur des
5 Kerns reduziert, sodass beim Austritt das Vorwalzband 125 eine Kerntemperatur von etwa 980 °C bis 1150 °C aufweist.

In einem dritten Verfahrensschritt 315 wird das Vorwalzband 125 durch die erste und zweite Trenneinrichtung 25, 30 geführt, wobei
10 ein Abtrennen des Vorwalzbands 125 nicht durchgeführt wird. Die erste und zweite Trenneinrichtung 25, 30 wird somit nur durchlaufen. Durch Konvektion kühlt das Vorwalzband 125 weiter ab, wobei durch eine Schutzabdeckung die Abkühlung während des Transports zur Zwischenheizung 45 reduziert werden kann.

15 In einem vierten Verfahrensschritt 320 aktiviert die Steuereinrichtung 170 die Zwischenheizung 45 über die dritte Datenverbindung 195, sodass die Zwischenheizung 45, die beispielsweise als Induktionsofen ausgebildet ist, die Kerntemperatur des Vorwalz-
20 bands 125 von etwa 870 °C bis 980 °C beim Eintritt in die Zwischenheizung 45 auf etwa 1050 °C bis 1100 °C erwärmt.

In einem fünften Verfahrensschritt 325 ermittelt die erste Temperaturmesseinrichtung 80, die beispielsweise als erstes Pyrometer
25 ausgebildet ist, eine erste Oberflächentemperatur des aus der Zwischenheizung 45 geführten Vorwalzbands 125. Die erste Temperaturmesseinrichtung 80 stellt eine erste Information über die erste Oberflächentemperatur des Vorwalzbands 125 zwischen der Zwischen-
30 heizung 45 und dem Entzunderer 50 über die sechste Datenverbindung 210 der Schnittstelle 180 bereit, die die erste Information der Steuereinrichtung 170 bereitstellt.

In einem sechsten Verfahrensschritt 330 regelt die Steuereinrichtung 170 eine Heizleistung der Zwischenheizung 45 derartig, dass
35 die ermittelte erste Oberflächentemperatur des Vorwalzbands 125 zwischen der Zwischenheizung 45 und dem Entzunderer 50 im Wesentlichen der ersten Solltemperatur entspricht. Dabei kann die Steuereinrichtung 170 den fünften und sechsten Verfahrensschritt 325,

330 in einer Schleife in einem vordefinierten Zeitintervall regelmäßig wiederholen.

In einem siebten Verfahrensschritt 335 aktiviert die Steuereinrichtung 170 den Entzunderer 50 (sofern vorhanden). Der Entzunderer 50 entzündet das Vorwalzband 125. Dabei kühlt das Vorwalzband 125 beispielsweise um 80 °C bis 100 °C bezogen auf den Kern des Vorwalzbands 125 ab.

10 Mit einer ersten Eintrittstemperatur TE1 wird das Vorwalzband 125 in einem achten Verfahrensschritt 340 zu der ersten Gerüstgruppe 135 der Fertigwalzstraße 55 transportiert. Die erste Eintrittstemperatur TE1 bezogen auf den Kern des Vorwalzbands 125, mit der das Vorwalzband 125 nach dem Entzunderer 50 in die erste Gerüstgruppe
15 135 eintritt, kann zwischen 850 °C und 1060 °C, insbesondere zwischen 920 °C und 980 °C betragen.

In einem neunten Verfahrensschritt 345 wird das Vorwalzband 125 beispielsweise mittels fünf erster Fertigwalzgerüste 145 zu dem
20 Fertigwalzband 165 fertiggewalzt. Die fünf ersten Fertigwalzgerüste 145 haben den Vorteil, dass auf die Walzrollen wirkende Walzkräfte an jedem Walzstich des jeweiligen ersten Fertigwalzgerüst 145 reduziert sind und dadurch ein Verschleiß der Walzen des ersten Fertigwalzgerüsts 145 geringgehalten werden kann. Das Fertigwalzband 165 tritt dabei mit einer Dicke von 0,7 mm bis 2,0 mm,
25 insbesondere 0,7 mm bis 1,3 mm aus der ersten Gerüstgruppe 135 aus. Somit reduziert die erste Gerüstgruppe 135 eine Dicke des Vorwalzbands 125 beim Eintritt in die erste Gerüstgruppe 135 von 6 mm bis 25 mm, insbesondere 8 mm bis 10 mm, auf die 0,7 mm bis
30 2,0 mm Dicke. Dabei kühlt an jedem ersten Fertigwalzgerüst 145 in der ersten Gerüstgruppe 135 das zu dem Fertigwalzband 165 zu walzende Vorwalzband 125 um etwa 50 °C ab.

Eine erste Austrittstemperatur TA1 des Fertigwalzbands 165 nach
35 Durchlaufen der ersten Gerüstgruppe 135 beträgt vorzugsweise 830 °C bis 950 °C, insbesondere 850 °C bis 920 °C. Die erste Austrittstemperatur TA1 ist bezogen auf den Kern des Fertigwalzbands 165.

Mit der ersten Austrittstemperatur TA1 wird das fertiggewalzte Fertigwalzband 165 in einem zehnten Verfahrensschritt 350 weiter in Richtung der zweiten Gerüstgruppe 140 transportiert. Dadurch dass sich die zweite Gerüstgruppe 140 unmittelbar an die erste Gerüstgruppe 135 anschließt, ist eine Zeitdauer vom Austritt der ersten Gerüstgruppe 135 in die zweite Gerüstgruppe 140 minimiert. Insbesondere kann die Zeitdauer durch die unmittelbare Anordnung der zweiten Gerüstgruppe 140 stromabwärtsseitig der ersten Gerüstgruppe 135 nur 0,2 bis 1 Sekunde betragen. Insbesondere kann sich der an die erste Gerüstgruppe 135 anschließende Zwischenkühler 160 räumlich bis auf wenige Meter (< 10 m) bis hin zu etwa 0,5 m Abstand an die erste Gerüstgruppe 135 anschließen.

Durch den räumlich geringen Abstand zwischen der ersten Gerüstgruppe 135 und der zweiten Gerüstgruppe 140 entspricht die erste Austrittstemperatur TA1 im Wesentlichen einer zweiten Eintrittstemperatur TE2, mit der das fertiggewalzte Fertigwalzband 165 in die zweite Gerüstgruppe 140 eintritt.

Ferner wird in dem zehnten Verfahrensschritt 350 mittels der zweiten Temperaturmesseinrichtung 85, die beispielsweise als zweites Pyrometer ausgebildet ist, eine zweite Oberflächentemperatur TO2 des aus der ersten Gerüstgruppe 135 kommenden Fertigwalzbands 165 ermittelt. Die zweite Temperaturmesseinrichtung 85 stellt eine zweite Information, die mit der ersten Austrittstemperatur TA1 korreliert, über die siebte Datenverbindung 215 und die Schnittstelle 180 der Steuereinrichtung 170 bereit. Die Steuereinrichtung 170 kann die zweite Oberflächentemperatur TO2 bei der Steuerung der Zwischenheizung 45 mitberücksichtigen. Die zweite Oberflächentemperatur TO2 korreliert, wie bereits erläutert, mit der ersten Austrittstemperatur TA1, wobei die zweite Oberflächentemperatur TO2 im Wert von der ersten Austrittstemperatur TA1 abweicht. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass die zweite Oberflächentemperatur TO2 sich auf die Oberfläche des Fertigwalzbands 165 und die erste Austrittstemperatur TA1 sich auf den Kern des Fertigwalzbands 165 bezieht. Dadurch dass das Fertigwalzband 165 nur 0,7 mm bis 2,0 mm dick ist, ist jedoch eine Temperaturdifferenz

zwischen der ersten Austrittstemperatur TA1 und der zweiten Oberflächentemperatur gering ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Die Regelung der Zwischenheizung 45 durch die Steuereinrichtung 170 erfolgt in der Ausführungsform beispielhaft derartig, dass die zweite Oberflächentemperatur TO2 bei der Regelung der Zwischenheizung 45 der zweiten Solltemperatur im Wesentlichen entspricht. Auf die zweite Temperaturmesseinrichtung 85 und/oder den zehnten Verfahrensschritt 350 kann aber auch verzichtet werden.

In einem elften Verfahrensschritt 355 aktiviert die Steuereinrichtung 170 den Zwischenkühler 160 sowie den Gerüstkühler 155 der zweiten Gerüstgruppe 140 der Fertigwalzstraße 55 über die vierte Datenverbindung 200. Der Zwischenkühler 160 und der Gerüstkühler 155 sprühen ein Kühlmedium, beispielsweise Wasser, gegebenenfalls mit einem Additiv, auf das heiße fertiggewalzte Fertigwalzband 165. Dadurch wird das Fertigwalzband 165 in der zweiten Gerüstgruppe 140 zwangsgekühlt.

Vorzugsweise ist ein Volumenstrom des Kühlmediums derartig gewählt, dass innerhalb der zweiten Gerüstgruppe 140 das Fertigwalzband 165 von der zweiten Eintrittstemperatur TE2, die im Wesentlichen der ersten Austrittstemperatur TA1 entspricht, auf eine zweite Austrittstemperatur TA2 von insbesondere $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $750\text{ }^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise von $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $720\text{ }^{\circ}\text{C}$ innerhalb eines ersten Zeitintervalls einschließlich 0,2 Sekunden bis einschließlich 1 Sekunde abgekühlt wird. Die zweite Austrittstemperatur TA2 ist dabei bezogen auf den Kern des Fertigwalzbands 165 und ist kleiner als eine Ferritausscheidungstemperatur (auch als Ar3-Temperatur bezeichnet). Von besonderem Vorteil ist hierbei, wenn die Fördermenge des Kühlmediums derart gewählt ist, dass eine Kühlleistung der zweiten Gerüstgruppe 140 eine erste Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands 165 von wenigstens 100 K/s bis 2000 K/s, insbesondere 200 K/s bis 1000 K/s sicherstellt. Dabei erfolgt die Abkühlung im Kern des Fertigwalzbands 165 in der zweiten Gerüstgruppe 140 über die zweite Gerüstgruppe 140 vorzugsweise kontinuierlich.

Die erste Abkühlgeschwindigkeit wird in der Ausführungsform dadurch sichergestellt, dass vorzugsweise mit der Anordnung aus mehreren Kühlbalken, beispielsweise Vorkühlbalken des Gerüstkühlers 155, ein Volumenstrom von etwa 100 m³/h bis 350 m³/h des Kühlmediums mit einem Druck von 2 bar bis 4 bar auf das Fertigwalzband 165 gespritzt werden. Dies stellt sicher, dass innerhalb der kurzen Durchlaufzeit des Fertigwalzbands 165 beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 10 m/s durch die zweite Gerüstgruppe 140 der Kern des Fertigwalzbands 165 von der zweiten Eintrittstemperatur TE2 von beispielsweise 870 °C bis 910 °C auf die zweite Austrittstemperatur TA2 abgekühlt wird.

Vorteilhafterweise können der Gerüstkühler 155 und der Zwischenkühler 160 derart ausgebildet sein, dass für jeden Kühlbalken jeweils ein durch die Steuereinrichtung 170 steuerbares Steuerventil vorgesehen ist, um vorzugsweise stufenlos und getrennt von dem jeweils anderen Kühlbalken des Zwischenkühlers 160 oder des Gerüstkühlers 155 diese getrennt voneinander anzusteuern. Dadurch ist der Volumenstrom des Kühlmediums stufenlos zwischen 0 % und 100 % durch die Steuereinrichtung 170 für jeden Kühlbalken des Gerüstkühlers 155 und des Zwischenkühlers 160 regelbar.

Durch die rasche und sehr frühe Abkühlung des Fertigwalzbands 165 direkt unmittelbar nach der ersten Gerüstgruppe 135 kann sichergestellt werden, dass die maximal mögliche erste Abkühlgeschwindigkeit mit der hohen zweiten Eintrittstemperatur TE2 begonnen wird.

In einem zwölften Verfahrensschritt 360 wird das Fertigwalzband 165 mit der zweiten Austrittstemperatur TA2 in die Messstrecke 60 transportiert. Beim Austritt ist ein Gefüge des Fertigwalzbands 165 überwiegend, insbesondere größer 80 Gewichtsprozent austenitisch. Ferner wird im zwölften Verfahrensschritt 360 das Fertigwalzband 165 mittels des Rollengangs 235 innerhalb der Messstrecke 60 transportiert.

Des Weiteren ermittelt die Sensoreinrichtung 230, die beispielsweise als drittes Pyrometer ausgebildet ist, eine dritte Oberflächentemperatur TO3, die mit der zweiten Austrittstemperatur TA2

korreliert, nach Austritt des Fertigwalzbands 165 aus der zweiten Gerüstgruppe 140 in der Messstrecke 60. Die Sensoreinrichtung 230 stellt eine dritte Information über die dritte Oberflächentemperatur TO3 über die achte Datenverbindung 225 der Schnittstelle 180 und über die Schnittstelle 180 der Steuereinrichtung 170 bereit.

Die Steuereinrichtung 170 kann bei der Regelung des Volumenstroms des Kühlmediums in der zweiten Gerüstgruppe 140 im elften Verfahrensschritt 355 die Information über die dritte Oberflächentemperatur TO3 mitberücksichtigen. Insbesondere kann die Steuereinrichtung 170 den Volumenstrom des Kühlmediums, der von der zweiten Gerüstgruppe 140 auf das Fertigwalzband 165 gespritzt wird, derart regeln, dass die dritte Oberflächentemperatur TO3 im Wesentlichen der dritten Solltemperatur entspricht. Ferner kann bei der Regelung des Volumenstroms zusätzlich die zweite Oberflächentemperatur TO2 mitberücksichtigt werden, um eine gleichmäßige erste Abkühlgeschwindigkeit in der zweiten Gerüstgruppe 140 sicherzustellen. Dabei kann die Steuereinrichtung 170 den elften und zwölften Verfahrensschritt 355, 360 in einer Schleife in einem vordefinierten Zeitintervall regelmäßig wiederholen.

In dem dreizehnten Verfahrensschritt 365 wird das Fertigwalzband 165 in warmem, teilabgekühltem Zustand in der ersten Kühlstreckengruppe 236 transportiert.

Im dreizehnten Verfahrensschritt 365 deaktiviert oder hält die Steuereinrichtung 170 die ersten Kühlstreckengruppe 236 in deaktiviertem Zustand, sodass beim Durchlaufen des Fertigwalzbands 165 durch die erste Kühlstreckengruppe 236 kein weiteres Kühlmedium auf das Fertigwalzband 165 zum weiteren Zwangskühlen des Fertigwalzbands 165 aufgebracht wird.

Im zwölften und dreizehnten Verfahrensschritt kühlt über die Messstrecke 60 und die erste Kühlstreckengruppe 236 das Fertigwalzband 165 mit einer zweiten Abkühlgeschwindigkeit von der zweiten Austrittstemperatur TA2 ab. Die zweite Abkühlgeschwindigkeit ist deutlich geringer als die erste Abkühlgeschwindigkeit. Die zweite

Abkühlgeschwindigkeit beträgt dabei einschließlich 0 K/s bis einschließlich 20 K/s. Die zweite Abkühlgeschwindigkeit resultiert vor allen Dingen aus der konvektiven Abkühlung des Fertigwalzbands 165 in der ersten Kühlstreckengruppe 236 und auf dem Rollengang 235. Durch die Abkühlung im elften Verfahrensschritt 355 unterhalb der Ferritstarttemperatur wandelt sich ein Teil des austenitischen Gefüges in Ferrit während des Transports, der innerhalb eines zweiten Zeitintervalls von vorzugsweise 3 bis 6 Sekunden, insbesondere 4 bis 5 Sekunden, liegt zwischen dem Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe 140 und dem Eintritt in die zweite Kühlstreckengruppe 240 um. Dadurch bildet sich ein Mischgefüge aus Austenit und Ferrit in dem Fertigwalzband 165 aus, sodass das Fertigwalzband 165 am Ende der zweiten Kühlstreckengruppe 240 als Dualphasenstahlband 245 ausgebildet ist.

Am Ende der ersten Kühlstreckengruppe 236 ist insbesondere die Zusammensetzung des Werkstoffs des Fertigwalzbands 165 wie folgt (bezogen auf Gewichtsprozent): 50 % - 95 % Ferrit, der Rest ist im Wesentlichen Austenit.

Am Ende der ersten Kühlstreckengruppe 236 weist der Kern des Fertigwalzbands 165 eine dritte Austrittstemperatur TA3 auf, die geringer ist als die zweite Austrittstemperatur TA2. Insbesondere kann die dritte Austrittstemperatur TA3 580 °C bis 650 °C, insbesondere 590 °C bis 630 °C betragen. Die dritte Austrittstemperatur TA3 entspricht einer dritten Eintrittstemperatur TE3, mit der das Fertigwalzband 165 in die zweiten Kühlstreckengruppe 240 eintritt, und ist auf den Kern der Fertigwalzbands 165 bezogen.

In einem vierzehnten Verfahrensschritt 370 aktiviert die Steuerungseinrichtung 170, sofern noch nicht aktiviert, die zweite Kühlstreckengruppe 240 über die fünfte Datenverbindung 205.

In der zweiten Kühlstreckengruppe 240 kühlt die Kühlstraße mittels des Kühlmediums das Fertigwalzband 165 von der dritten Eintrittstemperatur TE3 auf eine vierte Austrittstemperatur TA4 ab. Dabei wird in der zweiten Kühlstreckengruppe 240 das Kühlmedium auf das

5 warme, mit der dritten Eintrittstemperatur TE3 / dritten Austrittstemperatur TA3 eintretende, Fertigwalzband 165 aufgespritzt, sodass das Fertigwalzband 165 in der zweiten Kühlstreckengruppe 240 zwangsgeköhlt wird. Die vierte Austrittstemperatur TA4 kann insbesondere 150 °C bis 250 °C, vorzugsweise 190 °C bis 230 °C betragen. Dabei wird insbesondere innerhalb eines dritten Zeitintervalls von weniger als 1 Sekunde das Fertigwalzband 165, insbesondere innerhalb des dritten Zeitintervalls von 0,2 Sekunden bis 0,7 Sekunden, von der dritten Eintrittstemperatur TE3 auf die
10 vierte Austrittstemperatur TA4 mit einer dritten Abkühlgeschwindigkeit abgekühlt. Die dritte Abkühlgeschwindigkeit kann insbesondere 100 K/s bis 2000 K/s, insbesondere 200 K/s bis 1000 K/s betragen. Dabei erfolgt die Abkühlung im Kern des Fertigwalzbands 165 über die zweite Kühlstreckengruppe 240 vorzugsweise kontinuierlich.
15

Die dritte Abkühlgeschwindigkeit wird in der Ausführungsform derart sichergestellt, dass vorzugsweise etwa ein weiterer Volumenstrom von 100 m³/h bis 300 m³/h des Kühlmediums mit einem Druck von
20 2 bar bis 4 bar auf das Fertigwalzband 165 aufgebracht wird. Dies stellt sicher, dass innerhalb des kurzen dritten Zeitintervalls des Fertigwalzbands 165 durch die zweite Kühlstreckengruppe 240 der Kern des Fertigwalzbands 165 von der dritten Eintrittstemperatur TE3 aus die vierte Austrittstemperatur TA4 abgekühlt wird.

25 Auch dabei kann jeder Kühlbalken der zweiten Kühlstreckengruppe 240 derart ausgebildet sein, dass für diesen jeweils ein durch die Steuereinrichtung 170 steuerbares Steuerventil vorgesehen ist, damit vorzugsweise stufenlos und getrennt von dem jeweils anderen
30 Kühlbalken der zweiten Kühlstreckengruppe 240 diese getrennt voneinander ansteuerbar sind. Dadurch ist ein Volumenstrom des Kühlmediums innerhalb der zweiten Kühlstreckengruppe 240 stufenlos zwischen 0 % und 100 % durch die Steuereinrichtung 170 für jeden der Kühlbalken der zweiten Kühlstreckengruppe 240 regelbar.

35 Durch die rasche Abkühlung des Fertigwalzbands 165 nach dem Transport und durch die Umwandlung des Austenitgefüges zwischen der

dritten Eintrittstemperatur TE3 und der vierten Austrittstemperatur TA4 in Martensit wird sichergestellt, dass sich das dualphasige Gefüge aus Martensit und Ferrit ausbildet. Somit wird das austenitische Gefüge, das am Ende der ersten Kühlstreckengruppe 236 vorliegt, in der zweiten Kühlstreckengruppe 240 durch das zügige Abschrecken mit der dritten Abschreckgeschwindigkeit in Martensit überführt ausgebildet. Dabei wird der überwiegende, vorzugsweise vollständige, vorliegende austenitische Gefügeanteil in Martensit umgewandelt. Die nahezu vollständige Umwandlung ist deshalb möglich, da durch die dünnwandige Ausgestaltung des Fertigwalzbands 165 mit der dritten Abschreckgeschwindigkeit sowohl der Kern als auch oberflächennah das Fertigwalzband 165 abgeschreckt werden kann.

In einem fünfzehnten Verfahrensschritt 370 wird das durch die zweite Kühlstreckengruppe 240 auf die vierte Austrittstemperatur TA4 abgekühlte und als Dualphasenstahlband 245 ausgebildete Fertigwalzband 165 durch die dritte Trenneinrichtung 35 und die vierte Trenneinrichtung 40 hin zu der Haspeleinrichtung 70 geführt. In der Haspeleinrichtung 70 wird das fertiggewalzte und abgekühlte Dualphasenstahlband 245 zu einem Coil aufgewickelt. Dadurch dass die Haspeleinrichtung 70 beabstandet zu der Kühlstrecke 65 angeordnet ist und die vierte Austrittstemperatur TA4 deutlich größer als 100 °C ist, kann zwischen dem Austritt des fertig abgekühlten Dualphasenstahlbands 245 und dem Aufwickeln des abgekühlten Dualphasenstahlbands 245 in der Haspeleinrichtung 70 zu dem Coil überschüssiges Kühlmedium sowohl von dem Fertigwalzband 165 ablaufen als auch abtrocknen, sodass das Dualphasenstahlband 245 vorzugsweise trocken aufgewickelt wird.

Nach dem Aufwickeln des Coils kann die Steuereinrichtung 170 die dritte Trenneinrichtung 35 oder die vierte Trenneinrichtung 40 aktivieren, sodass das kontinuierlich aus der Kühlstrecke 65 geförderte Dualphasenstahlband 245 vom Coil abgetrennt wird und das fertig aufgewickelte Coil entfernt werden kann. Das weitere abgekühlte Dualphasenstahlband 245 kann zu einem neuen Coil aufgewickelt werden. Dazu können mehrere Haspeleinrichtungen 70 in der

Gieß-Walz-Verbundanlage 10 vorgesehen werden. In der Ausführungsform sind beispielhaft drei Haspeleinrichtungen 70 vorgesehen. Alternativ wäre auch denkbar, dass beispielsweise nur zwei Haspeleinrichtungen 70 die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 aufweisen.

5

Die oben beschriebene Gieß-Walz-Verbundanlage 10 und das in FIG 5 beschriebene Verfahren haben den Vorteil, dass das aus der oben beschriebenen chemischen Zusammensetzung der metallischen Schmelze 110 hergestellte Fertigwalzband 165 dualphasig ausgebildet ist und ein überwiegend ferritisches und martensitisches Gefüge aufweist. Insbesondere weist das Dualphasenstahlband 245 die folgende chemische Zusammensetzung auf: von C 0,03-0,30 %; Mn 1,0-2,0 %; Si 0,1-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Cr und Mo: 0,2-1,0 %; Summe der Legierungsbestandteile Nb und Ti: 0,02-0,1%; P 0-0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen auf. Dabei weist das Dualphasenstahlband 245 bei Raumtemperatur folgende Mikrostruktur auf (bezogen auf Gewichtsprozent): von einschließlich 50 % - einschließlich 95 % Ferrit, von einschließlich 10% - 50 % Martensit, kleiner oder gleich 5 % Restaustenit und/oder Bainit und gegebenenfalls einen Rest. Vorzugsweise ist der Ferritanteil größer als der Martensitanteil, der Austenitanteil und gegebenenfalls der Bainitanteil. So kann beispielsweise das Dualphasenstahlband 245 typischerweise rund 90 % Ferrit, 10 % Martensit und Restaustenit aufweisen.

25

Durch das oben beschriebene Verfahren und die oben beschriebene Gieß-Walz-Verbundanlage 10 kann somit das Dualphasenstahlband 245 mit besonders geringer Dicke, insbesondere von 0,7 bis 2,0 mm, insbesondere 0,7 bis 1,3 mm, im Endlosstrangguss hergestellt werden. Dabei wird auch bei einer hohen Geschwindigkeit, beispielsweise von 10 m/s, eine Haltezeit, die dem zweiten Zeitintervall entspricht, zwischen dem Austritt des Fertigwalzbands 165 aus der zweiten Gerüstgruppe 140 bis zum Eintritt in die zweite Kühlstreckengruppe 240 von 3 bis 6 Sekunden, insbesondere von 4 bis 5 Sekunden sichergestellt. Dadurch, dass nur die zweite Kühlstreckengruppe 240 aktiviert und die erste Kühlstreckengruppe 236, die in Förderrichtung des Fertigwalzbands 165 direkt vor der zweiten Kühlstreckengruppe 240 angeordnet ist, deaktiviert ist, kann

35

ebenso die Messstrecke 60 mitgenutzt werden, um die Haltezeit, in der das Fertigwalzband 165 nicht aktiv gekühlt wird, zeitlich zu verlängern. Dadurch wird die Umwandlung des überwiegend austenitischen Gefüges in ein dualphasiges ferritisches und austenitisches Gefüge mit einem hinreichend großen austenitischen Gefügeanteil von 5 % bis 50 % sichergestellt. Dadurch kann das dünne Fertigwalzband 165 mit der oben angegebenen Dicke von 0,7 bis 2,0 mm bei einer räumlich relativ kurzen Gieß-Walz-Verbundanlage 10 hergestellt werden.

Ferner erlaubt die oben beschriebene Ausgestaltung der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 bei der angegebenen Dicke des Dünnbrammenstrangs 115 von 100 mm bis 150 mm eine hohe Gießgeschwindigkeit von 0,08 bis 1,5 m/s, insbesondere von 0,1 m/s.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 auch andersartig als in den FIGN beschrieben ausgebildet sein kann. Insbesondere wäre auch möglich, dass die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 beispielsweise nur drei Vorwalsgerüste 120 und fünf zweite Fertigwalsgerüste 150 aufweist. In dieser Konfiguration wäre dann das in Förderrichtung letzte zweite Fertigwalsgerüst 150 zum Gerüstkühler 155 umgebaut. In dieser Konfiguration sind zwar die Walskräfte an den einzelnen Vorwalsgerüsten und Fertigwalsgerüsten größer als in der in FIG 1 gezeigten Ausgestaltung, jedoch ist diese Gieß-Walz-Verbundanlage 10 räumlich kürzer als die in FIG 1 gezeigte Gieß-Walz-Verbundanlage 10.

Das mittels der Gieß-Walz-Verbundanlage 10 und dem im FIG 5 beschriebenen Verfahren hergestellte Dualphasenstahlband 245 eignet sich insbesondere zur Herstellung von Fahrzeugkarosserieblechen und weist besonders gute Materialeigenschaften durch eine dualphasige Gefügestruktur aus Ferrit und Martensit auf. Das Dualphasenstahlband 245 ist besonders zäh und fest. Des Weiteren weist die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 eine besonders exakte Temperaturführung auf, sodass eine hohe Prozesssicherheit sichergestellt ist.

Dadurch dass ausschließlich der Gerüstkühler 155 bzw. das zweite Fertigwalsgerüst 150 zu dem Gerüstkühler 155 umzubauen ist, um das

oben in FIG 5 beschriebene Verfahren durchzuführen, kann, sofern kein Dualphasenstahlband 245 herzustellen ist, die Gieß-Walz-Verbundanlage 10 konventionell im Normalbetrieb (vgl. FIG 2) betrieben werden, wobei im Normalbetrieb der Zwischenkühler 160 deaktiviert ist und die Kühlstrecke 65 vorzugsweise über ihre gesamte Länge aktiviert ist. Im Normalbetrieb, beispielsweise um ein Fertigwalzband 165 mit einer Stärke von $> 1,4$ mm herzustellen, wird das Fertigwalzband 165 dann von allen Fertigwalzgerüsten 145, 150 gewalzt und die Abkühlung des Fertigwalzbands 165 erfolgt im Wesentlichen in der Kühlstrecke 65 anstatt in der zweiten Gerüstgruppe 140 und der zweiten Kühlstreckengruppe 240.

Bezugszeichenliste

	10	Gieß-Walz-Verbundanlage
	15	Stranggießmaschine
5	20	Vorwalzstraße
	25	erste Trenneinrichtung
	30	zweite Trenneinrichtung
	35	dritte Trenneinrichtung
	40	vierte Trenneinrichtung
10	45	Zwischenheizung
	50	Entzunderer
	55	Fertigwalzstraße
	60	Messstraße
	65	Kühlstrecke
15	70	Haspeleinrichtung
	75	Steuergerät
	80	erste Temperaturmesseinrichtung
	85	zweite Temperaturmesseinrichtung
	95	Pfanne
20	100	Verteiler
	105	Kokille
	110	metallische Schmelze
	115	Dünnbrammenstrang
	120	Vorwalzgerüst
25	125	Vorwalzband
	130	Ausfördereinrichtung
	135	erste Gerüstgruppe
	140	zweite Gerüstgruppe
	145	erstes Fertigwalzgerüst
30	150	zweites Fertigwalzgerüst
	155	Gerüstkühler
	160	Zwischenkühler
	165	Fertigwalzband
	170	Steuereinrichtung
35	175	Datenspeicher
	180	Schnittstelle
	185	erste Datenverbindung
	190	zweite Datenverbindung

	195	dritte Datenverbindung
	200	vierte Datenverbindung
	205	fünfte Datenverbindung
	210	sechste Datenverbindung
5	215	siebte Datenverbindung
	225	achte Datenverbindung
	230	Sensoreinrichtung
	235	Rollengang
	236	erste Kühlstreckengruppe
10	240	zweite Kühlstreckengruppe
	245	Dualphasenstahlband
	305	erster Verfahrensschritt
	310	zweiter Verfahrensschritt
	315	dritter Verfahrensschritt
15	320	vierter Verfahrensschritt
	325	fünfter Verfahrensschritt
	330	sechster Verfahrensschritt
	335	siebter Verfahrensschritt
	340	achter Verfahrensschritt
20	345	neunter Verfahrensschritt
	350	zehnter Verfahrensschritt
	355	elfter Verfahrensschritt
	360	zwölfter Verfahrensschritt
	365	dreizehnter Verfahrensschritt
25	370	vierzehnter Verfahrensschritt
	400	erster Graph
	405	zweiter Graph
	TA1	erste Austrittstemperatur
30	TA2	zweite Austrittstemperatur
	TA3	dritte Austrittstemperatur
	TA4	vierte Austrittstemperatur
	TE1	erste Eintrittstemperatur
	TE2	zweite Eintrittstemperatur
35	TE3	dritte Eintrittstemperatur
	TO2	zweite Oberflächentemperatur
	TO3	dritte Oberflächentemperatur

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Dualphasenstahlbands (245) in einer Gieß-Walz-Verbundanlage (10),
- 5 - wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage (10) eine Fertigwalzstraße (55) mit einer ersten Gerüstgruppe (135) mit wenigstens einem ersten Fertigwalzgerüst (145) und einer zweiten Gerüstgruppe (140) mit wenigstens einem zu einem Gerüstkühler (155) umgebauten zweiten Fertigwalzgerüst
- 10 (150), sowie eine Kühlstrecke (65) mit einer ersten Kühlstreckengruppe (236) und einer zweiten Kühlstreckengruppe (240) aufweist,
- wobei der ersten Gerüstgruppe (135) der Fertigwalzstraße (55) ein heißes Vorwalzband (125) zugeführt wird, dass die
- 15 erste Gerüstgruppe (135) der Fertigwalzstraße (55) zu einem Fertigwalzband (165) fertigwalzt,
- wobei unmittelbar anschließend an das Fertigwalzen des Fertigwalzbands (165) das Fertigwalzband (165) der zweiten Gerüstgruppe (140) zugeführt wird und in der zweiten Ge-
- 20 rüstgruppe (140) das Fertigwalzband (165) unter Beibehaltung einer Dicke des Fertigwalzbands (165) auf eine zweite Austrittstemperatur (TA2) derartig zwangsgekühlt wird, dass das Fertigwalzband (165) beim Austritt aus der zweiten Gerüstgruppe (140) ein überwiegend austenitisches Ge-
- 25 füge aufweist,
- wobei das auf die zweite Austrittstemperatur (TA2) abgekühlte Fertigwalzband (165) der ersten Kühlstreckengruppe (236) zugeführt wird,
- wobei eine Zwangskühlung des Fertigwalzbands (165) in der
- 30 ersten Kühlstreckengruppe (236) deaktiviert ist und das Fertigwalzband (165) in der ersten Kühlstreckengruppe (236) zu der zweiten Kühlstreckengruppe (240) transportiert wird,
- wobei während des Transports sich in dem Fertigwalzband
- 35 (165) überwiegend ein ferritisches und austenitisches Gefüge ausbildet,
- wobei in der zweiten Kühlstreckengruppe (240) das Fertigwalzband (165) auf eine vierte Austrittstemperatur (TA4)

derartig zwangsgekühlt wird, dass nach Verlassen der zweiten Kühlstreckengruppe (240) das Fertigwalzband (165) ein dualphasiges Gefüge aus Martensit und Ferrit aufweist.

- 5 2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei in der zweiten Gerüstgruppe (140) das Fertigwalzband (165) derart zwangsgekühlt wird, dass sich eine erste Abkühlgeschwindigkeit eines Kerns des Fertigwalzbands (165) einstellt,
 - 10 – wobei sich während des Transports des Fertigwalzbands (165) zwischen der zweiten Gerüstgruppe (140) der Fertigwalzstraße (55) und der zweiten Kühlstreckengruppe eine zweite Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands (165) einstellt,
 - 15 – wobei in der zweiten Kühlstreckengruppe (240) das Fertigwalzband (165) derart zwangsgekühlt wird, dass sich eine dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands (165) einstellt,
 - 20 – wobei die zweite Abkühlgeschwindigkeit geringer ist als die erste Abkühlgeschwindigkeit und/oder die dritte Abkühlgeschwindigkeit,
 - wobei vorzugsweise die erste Abkühlgeschwindigkeit und/oder die dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands (165) einschließlich 100 K/s bis 2000 K/s, insbesondere 200 K/s bis 1000 K/s beträgt,
 - 25 – wobei die dritte Abkühlgeschwindigkeit des Kerns des Fertigwalzbands (165) einschließlich 0 K/s bis einschließlich 20 K/s beträgt.
- 30 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei eine dritte Oberflächentemperatur, mit der das Fertigwalzband (165) die zweite Gerüstgruppe (140) verlässt, zwischen der zweiten Gerüstgruppe (140) und der Kühlstrecke (65) ermittelt wird,
 - 35 – wobei die Zwangskühlung in der zweiten Gerüstgruppe (140) in Abhängigkeit der dritten Oberflächentemperatur und einer dritten Solltemperatur (TS3) derart gesteuert wird,

dass die dritte Oberflächentemperatur im Wesentlichen der dritten Solltemperatur (TS3) entspricht,

- wobei die dritte Solltemperatur (TS3) kleiner als die Austenit-Ferritumwandlungstemperatur (Ar3-Temperatur) ist.

5

4. Verfahren nach Anspruch 3,

- wobei eine zweite Oberflächentemperatur, mit der das Fertigwalzband (165) die erste Gerüstgruppe (140) verlässt, ermittelt wird,

10

- wobei die zweite Oberflächentemperatur bei der Steuerung der Zwangskühlung des Fertigwalzbands (165) in der zweiten Gerüstgruppe (140) mitberücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15

- wobei ein Kern des fertiggewalzten Fertigwalzbands (165) mit einer ersten Austrittstemperatur (TA1) von 830 °C bis 950 °C, insbesondere von 850 °C bis 920 °C, in die zweite Gerüstgruppe (140) der Fertigwalzstraße (55) transportiert wird,

20

- wobei bei Austritt des Fertigwalzbands (165) aus der zweiten Gerüstgruppe (140) der Kern des Fertigwalzbands (165) die zweite Austrittstemperatur (TA2) von insbesondere 600 °C bis 750 °C, vorzugsweise von 650 °C bis 720 °C, aufweist.

25

6. Verfahren nach Anspruch 5,

- wobei der Kern des Fertigwalzbands (165) in einem ersten Zeitintervall von 0,2 Sekunden bis 1 Sekunde von der ersten Austrittstemperatur (TA1) auf die zweite Austrittstemperatur (TA2), vorzugsweise kontinuierlich, abgekühlt wird.

30

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei innerhalb eines zweiten Zeitintervalls von 3 Sekunden bis 6 Sekunden, insbesondere von 4 Sekunden bis 5 Sekunden, das Fertigwalzband (165) von der zweiten Gerüstgruppe (140) der Fertigwalzstraße (55) über die erste

35

Kühlstreckengruppe (236) in die zweite Kühlstreckengruppe (240) transportiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 5 - wobei der Kern des fertiggewalzten Fertigwalzbands (165) mit einer dritten Austrittstemperatur (TA3) von 580 °C bis 650 °C, insbesondere von 590 °C bis 630 °C, in die zweite Kühlstreckengruppe (240) der Kühlstrecke (65) transportiert wird,
- 10 - wobei beim Austritt des Fertigwalzbands (165) aus der zweiten Kühlstreckengruppe (240) der Kern des Fertigwalzbands (165) eine vierte Austrittstemperatur (TA4) von insbesondere 150 °C bis 250 °C, vorzugsweise von 190 °C bis 230 °C, aufweist.

15

9. Verfahren nach Anspruch 8,

- wobei der Kern des Fertigwalzbands (165) innerhalb eines dritten Zeitintervalls von 0,2 Sekunden bis 1 Sekunde von der dritten Austrittstemperatur (TA3) auf die vierte Austrittstemperatur (TA4), vorzugsweise kontinuierlich, abgekühlt wird.

20

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 25 - wobei eine Dicke des Vorwalzbands (125) beim Eintritt in die erste Gerüstgruppe (135) 6 mm bis 25 mm, insbesondere 8 mm bis 10 mm, beträgt,
- wobei die erste Gerüstgruppe (135) die Dicke des Vorwalzbands (125) zu dem Fertigwalzband (165) auf 0,7 mm bis 2,0 mm, insbesondere 0,7 mm bis 1,3 mm, reduziert.

30

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 35 - wobei die metallische Schmelze (110) eine chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent von C 0,03 bis 0,30 %; Mn 1,0 bis 2,0 %; Si 0,1 bis 1,0 %; Summe von (Cr+Mo): 0,2 bis 1,0 %; Summe von (Nb+Ti): 0,02 bis 0,1%; P 0 bis 0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen.

12. Dualphasenstahlband (245), hergestellt mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

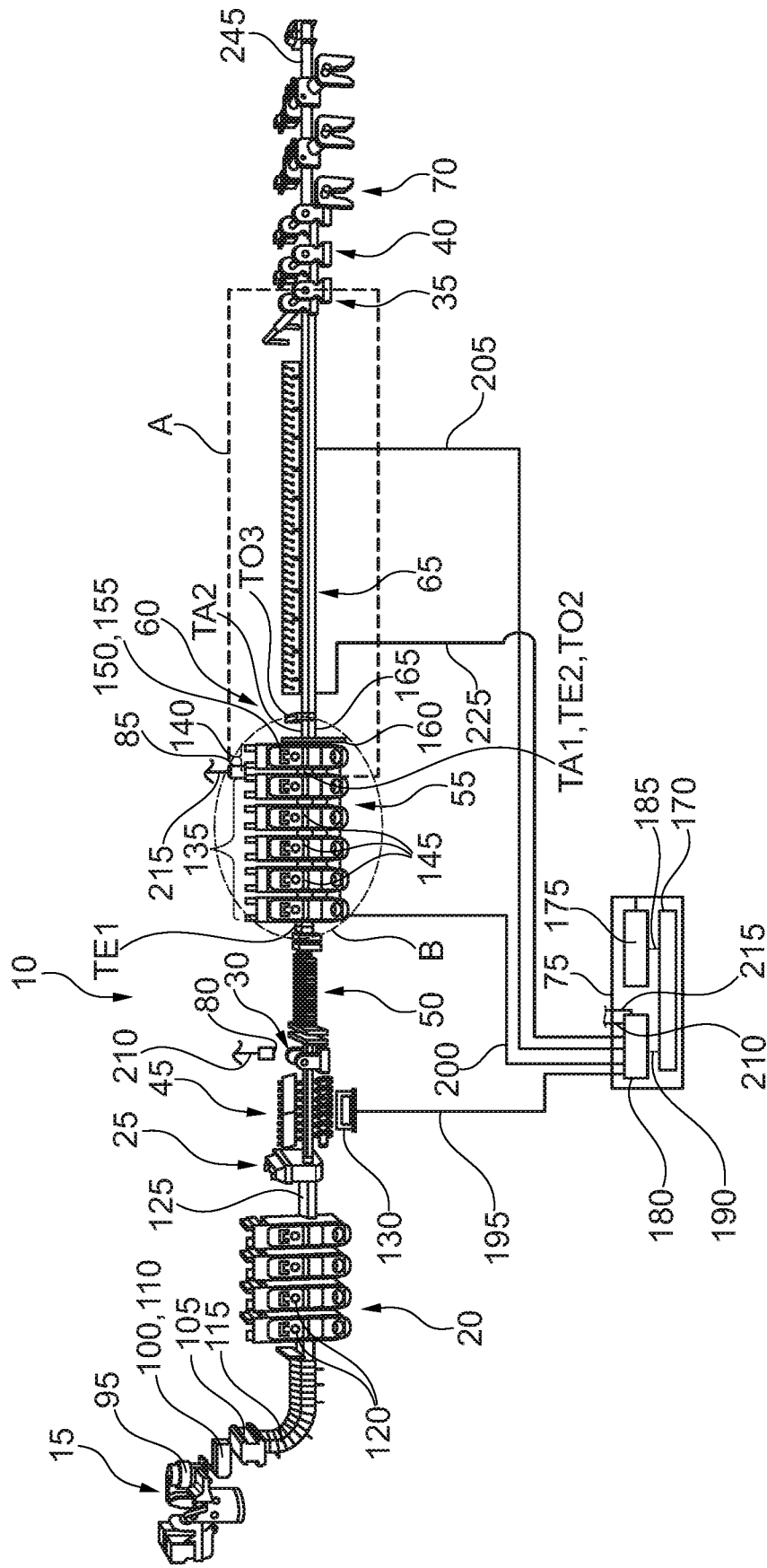
- mit einer chemischen Zusammensetzung in Gewichtsprozent von C 0,03 bis 0,30 %; Mn 1,0 bis 2,0 %; Si 0,1 bis 1,0 %; Summe von (Cr+Mo): 0,2 bis 1,0 %; Summe von (Nb+Ti): 0,02 bis 0,1%; P 0 bis 0,02; Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen,
- wobei das Fertigwalzband bei Raumtemperatur folgende Mikrostruktur bezogen auf Gewichtsprozent aufweist: von einschließlich 50 % bis einschließlich 95 % Ferrit, von einschließlich 10% bis einschließlich 50 % Martensit, kleiner oder gleich 5 % Restaustenit und/oder Bainit.

13. Gieß-Walz-Verbundanlage (10) zur Herstellung eines Dualphasenstahlbands (245) mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

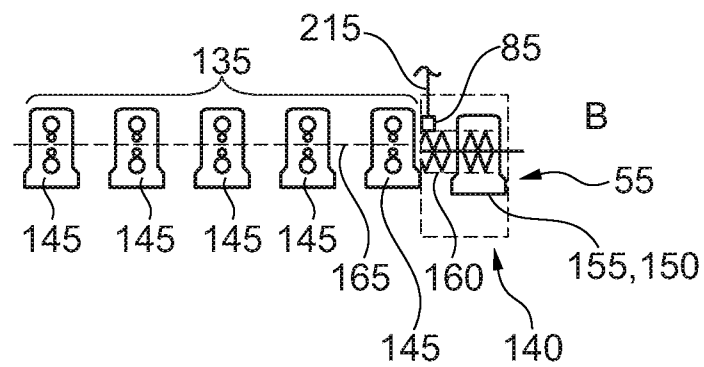
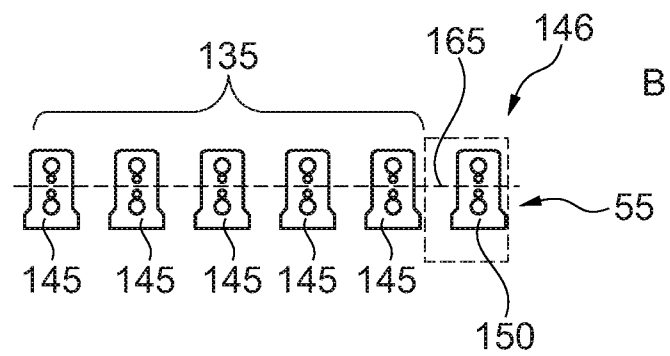
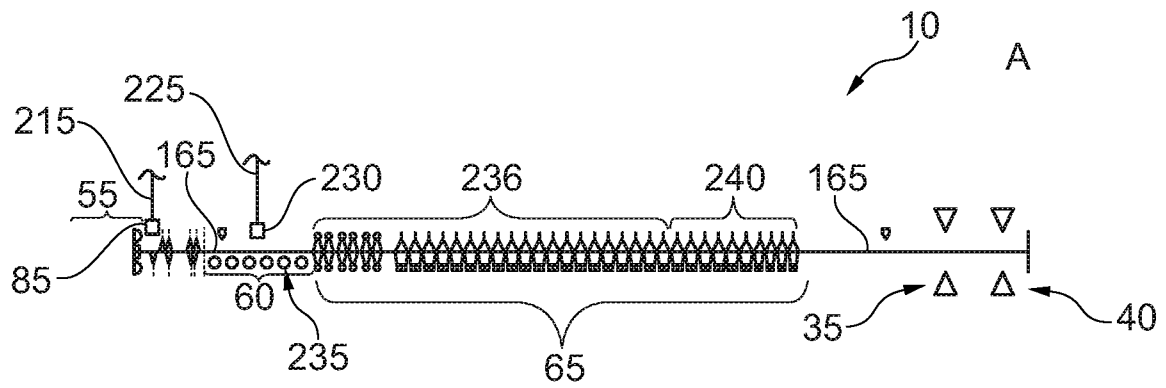
- aufweisend eine Fertigwalzstraße (55) mit wenigstens einer ersten Gerüstgruppe (135) und einer zweiten Gerüstgruppe (140), und einer Kühlstrecke (65) mit einer ersten Kühlstreckengruppe (236) und einer zweiten Kühlstreckengruppe (240),
- wobei der Fertigwalzstraße (55) ein Vorwalzband (125) zuführbar ist und die erste Gerüstgruppe (135) ausgebildet ist, das Vorwalzband (125) zu einem Fertigwalzband (165) fertigzuwalzen,
- wobei bezogen auf eine Förderrichtung des Fertigwalzbands (165) die zweite Gerüstgruppe (140) der ersten Gerüstgruppe (135) nachgeordnet ist und wenigstens ein zu einem Gerüstkühler (155) umgebautes zweites Fertigwalzgerüst (150) aufweist,
- wobei die zweite Gerüstgruppe (140) ausgebildet ist, unter Beibehaltung einer Dicke des Fertigwalzbands (165) das Fertigwalzband (165) auf eine zweite Austrittstemperatur (TA2) zwangszukühlen,
- wobei bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands (165) die erste Kühlstreckengruppe (236) der zweiten Gerüstgruppe (140) nachgeordnet ist,

- wobei eine Zwangskühlung des Fertigwalzbands (165) in der ersten Kühlstreckengruppe (236) deaktiviert ist,
- wobei bezogen auf die Förderrichtung des Fertigwalzbands (165) die zweite Kühlstreckengruppe (240) der ersten Kühlstreckengruppe (236) nachgeordnet ist,
- wobei die zweite Kühlstreckengruppe (240) ausgebildet ist, das Fertigwalzband (165) auf eine vierte Austrittstemperatur (TA4) zwangszukühlen.

- 10 14. Gies-Walz-Verbundanlage (10) nach Anspruch 13,
- wobei zwischen der Kühlstrecke (65) und der zweiten Fertigwalzstraße (55) eine Messstrecke (60) angeordnet ist,
 - wobei die Messstrecke (60) wenigstens eine Sensoreinrichtung (230) aufweist, die zumindest ausgebildet ist, eine
 - 15 dritte Oberflächentemperatur des Fertigwalzbands (165) zu erfassen,
 - wobei die Messstrecke (60) einen Rollengang (235) aufweist, der ausgebildet ist, das Fertigwalzband (165) von der
 - 20 zweiten Fertigwalzstraße (55) zu der ersten Kühlstreckengruppe (236) zu transportieren.



7



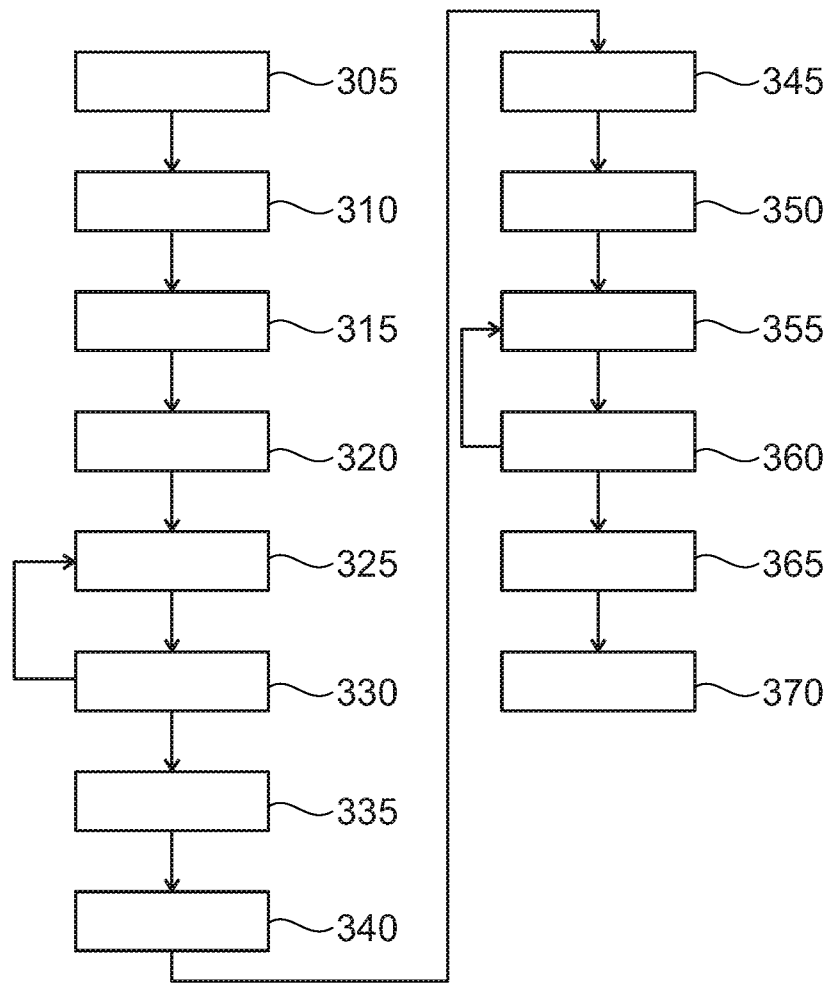


Fig. 5

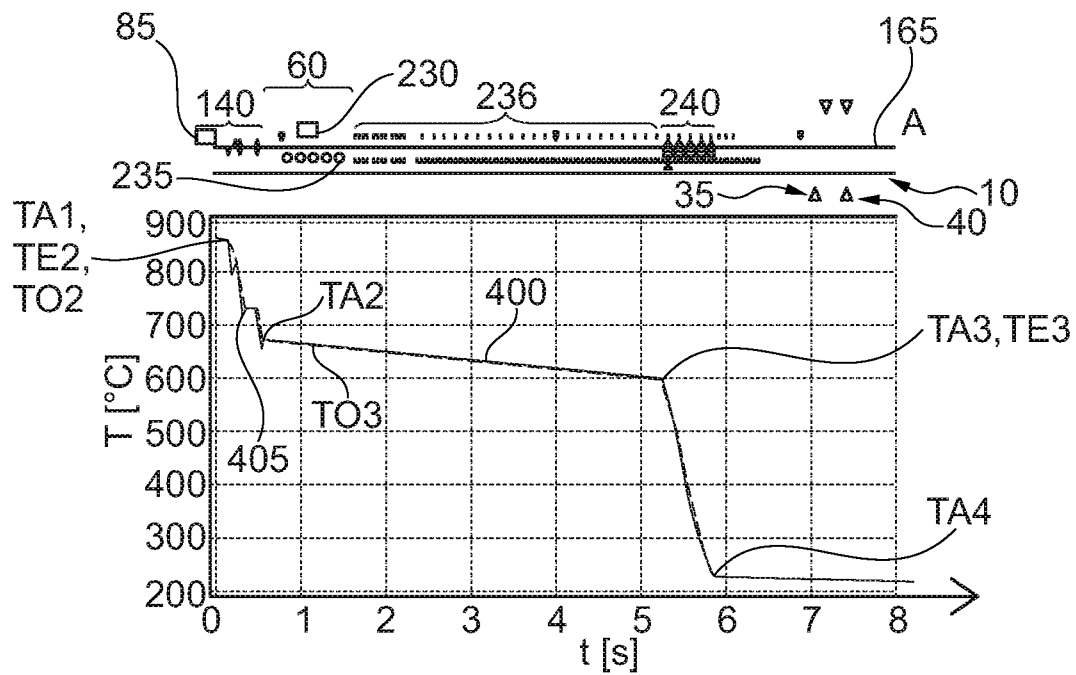


Fig. 6