

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 959 145 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(51) Int Cl.7: **C23C 2/28**

(21) Anmeldenummer: **99109130.7**

(22) Anmeldetag: **08.05.1999**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung der Glühung eines Galvannealing-Prozesses**

Method and apparatus for carrying out the heating of a galvanized process

Procédé et installation pour effectuer le chauffage d'un procédé de recuit après galvanisation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **16.05.1998 DE 19822156**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.11.1999 Patentblatt 1999/47

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Brisberger, Rolf**
47661 Issum (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihlske,
Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 126 696 **FR-A- 1 501 271**
US-A- 3 058 840 **US-A- 3 307 968**
US-A- 4 079 157

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 096, no. 010, 31. Oktober 1996 (1996-10-31) & JP 08 165550 A (NIPPON STEEL CORP), 25. Juni 1996 (1996-06-25)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 007, no. 114 (C-166), 18. Mai 1983 (1983-05-18) & JP 58 034167 A (NIPPON KOKAN KK), 28. Februar 1983 (1983-02-28)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 007, no. 114 (C-166), 18. Mai 1983 (1983-05-18) & JP 58 034168 A (NIPPON KOKAN KK), 28. Februar 1983 (1983-02-28)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 095, no. 005, 30. Juni 1995 (1995-06-30) & JP 07 034213 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 3. Februar 1995 (1995-02-03)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 959 145 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung der Glühung eines Galvannealing-Prozesses, bei dem Bänder und Bleche, insbesondere aus Stahl, nach einem Feuerverzinken einer Glühung unterzogen werden durch Aufheizen des beschichteten Materials mit nachfolgendem Halten auf Glühendtemperatur.

[0002] Wird feuerverzinktes Blech oder Band nach dem Schmelztauchen geglüht (bei Temperaturen oberhalb des Schmelzpunktes von Zink), so nennt man das Produkt Galvannealed-Blech bzw. Band, den Prozeß Galvannealing ("galvanizing" Galvanisieren, Feuerverzinken von Metallen sowie "annealing" = Glühen).

[0003] Der so behandelte Überzug des beschichteten Bandes besteht nur aus Eisen-Zink-Verbindungen mit ca. 10-12% Fe.

[0004] Der Glühung eines Galvannealing-Prozesses geht ein herkömmlicher Feuerverzinkungsprozeß voraus. Hierbei wird die Stahloberfläche zuerst gereinigt. Dann wird eine rekristallisierende Glühung des walzarten Eingangsmaterials in einem Ofen unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt. Das Band wird anschließend auf Verzinkungstemperatur abgekühlt und mittels einer aluminiumhaltigen Zinkschmelze feuerverzinkt. Abschließend wird die überschüssigen Zinkschmelze mittels Luft oder Stickstoff abgestriffen.

[0005] Bei einem so oberflächenbeschichteten Stahlband wird der Galvannealing-Prozeß durch eine sich anschließende Glühung in einem zusätzlichen Ofen vervollständigt.

[0006] Ein solcher Galvannealing-Prozeß ist aus der JP-08-165550 A bekannt. Diese beschreibt ein Feuerverzinkungsverfahren mit zwei Aufwärmritten während der sich anschließenden Glühbehandlung, um ein mit Zink galvanisiertes Blech dahingehend zu verbessern, dass sich die Plattierungsschichten beim Umformen des Blechs nicht abheben (sog. "flaking").

[0007] Hierbei läuft zwischen der Stahlmatrix und dem Zinküberzug ein diffusionsgesteuerter Prozeß ab. In Abhängigkeit von der bei der Glühung eingestellten Temperatur und der Glühzeit bilden sich unterschiedliche FeZn-Phasen gemäß Zink-Eisen-Zustandsdiagramm aus. Die jeweiligen Phasenanteile bestimmen den Gesamteisengehalt des Überzuges.

[0008] Der bei dieser Glühung eingestellte Phasenaufbau ist für die Qualität des Überzuges sowie für die Verwendbarkeit des galvannealing-behandelten Grundwerkstoffes entscheidend, beispielsweise beim späteren Tiefziehvorgang im Preßwerk.

[0009] In konventionellen Anlagen besteht dieser Galvannealing-Ofen aus zwei Zonen: zum einen die Zone zum induktiven Aufheizen des Bandes und zum anderen die sich daran anschließende Zone zum Halten auf der gewünschten Endtemperatur. Die Haltezone wird üblicherweise über widerstandsbeheizte oder gasbefeuerte Ofenteile beheizt.

[0010] Die Galvannealing-Glühung und somit die Erzielung eines definierten Phasenaufbaus des Überzugmaterials ist insbesondere von den Parametern Temperatur und Zeit abhängig. Diese wichtigen Parameter können durch die Anlagenparameter, die Bänderlauf temperatur in die Zinkschmelze, die Temperatur der Zinkschmelze, die Aluminium-Konzentration in der Zinkschmelze sowie der Dicke der Beschichtung beeinflußt werden. Die wesentlichste Einflußgröße ist der Grundwerkstoff, d.h. die Legierungszusammensetzung des Stahls und dessen Zustand.

[0011] Galvannealing-behandeltes Feinblech findet überwiegend in der Automobilindustrie Verwendung und zeichnet sich durch gute Schweißbarkeit und Lackierbarkeit aus.

[0012] Bisher wurden für dieses Einsatzgebiet fast ausschließlich IF-Stähle als Grundwerkstoff für Tiefzieh-, Sondertiefzieh- und Extratiefziehgüten für eine Galvannealing-Behandlung verwendet.

[0013] Bei IF-Stählen (= Abkürzung für Interstitial Free) handelt es sich um Stähle, die im Eisengitter keine interstitiell gelösten Atome aufweisen. Die C- und die N-Atome werden durch gezielt zulegierte Carbonitridbildner (Ti, Nb, V) abgebunden. IF-Stähle weisen keine nennenswerten Gehalte an festigkeitssteigernden Elementen wie P, Mn oder B auf. Das Element Si kann hingegen zur Verbesserung der Haftung des Galvannealed-Überzuges zulegiert werden (bis ca. 0,10%).

[0014] Um der Forderung nach einer Gewichtsreduzierung von PKWs nachzukommen, werden zunehmend dünnere Bleche eingesetzt, die aber die gleichen Festigkeitseigenschaften wie herkömmliche Bleche aufweisen müssen. Diese Anforderung kann nur mittels Verwendung höherfester Stähle, auch höherfester IF-Stähle, erfüllt werden. Höherfeste IF-Stähle weisen nennenswerte Gehalte obengenannter Elemente auf. Werden nachfolgend höherfeste Stähle erwähnt, sind damit auch höherfeste IF-Stähle, BH-Stähle und TRIP-Stähle gemeint.

[0015] Die beiden Stahlgruppen, IF-Stähle und höherfeste Stähle, weisen allerdings im Verhältnis zum aufgetragenen Zinküberzug ein deutlich unterschiedliches Legierungsverhalten auf, insbesondere hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit. Hierbei läuft die Legierungsbildung bei den höherfesten Stählen wesentlich langsamer ab als bei den IF-Stählen.

[0016] Damit liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Glühung eines Galvannealing-Prozesses vorzuschlagen, der Bleche und Bänder aus unterschiedlichen Grundwerkstoffen, insbesondere aus höherfesten Stählen, ohne Leistungseinbußen unterworfen werden können

[0017] Diese Aufgabe wird mittels der Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 sowie der Vorrichtungsmerkmale des Anspruchs 3 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0018] Kern der Erfindung ist die Anpassung des

Glühzyklusses hinsichtlich der Parameter Temperatur und Zeit an die Grundwerkstoffe, hier insbesondere höherfeste Stähle, zur Berücksichtigung des werkstoffspezifischen Legierungsfortschrittes. Die vorgeschlagene Verfahrenstechnik in Form einer stufenweise Glühbehandlung gibt eine Möglichkeit zum kontrollierten Einstellen der Eigenschaften zwischen Grundwerkstoff und Überzugmaterial sowie des Überzugmaterials selbst.

[0019] Vorteilhafterweise soll diese Glühbehandlung so durchgeführt werden, daß der Aufheizvorgang mit anschließendem Halten auf Endtemperatur durch einen zweiten Haltevorgang auf einer Temperatur unterhalb der Endtemperatur unterbrochen wird.

[0020] Hinsichtlich der Vorrichtungsmerkmale zum Aufbau eines geeigneten Ofens wird vorgeschlagen, daß dieser eine Zone zum induktiven Aufheizen des Bandes sowie eine weitere Zone zum Halten des Bandes auf der Aufwärmtemperatur umfaßt, wobei zwischen der Zone zum induktiven Aufheizen des Bandes und der Endhaltezone mindestens eine weitere Haltezone vorgesehen ist.

[0021] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform, die insbesondere für höherfeste Stahlbänder geeignet ist, besteht dieser Ofen aus vier Zonen, nämlich einer ersten Induktionszone mit einer nachfolgenden ersten Haltezone sowie einer zweiten sich daran anschließenden Induktionszone mit nachfolgender zweiter Haltezone.

[0022] Das vorgeschlagene Verfahren der stufenweise durchgeführten Glühbehandlung in einem Galvannealing-Prozeß sowie der vorgeschlagene Aufbau des Glühofens zeigen die folgenden Vorteile:

[0023] Durch die stufenweise durchgeführte Erhöhung der Temperatur wird eine Anpassung der Glühbehandlung an die langsameren Diffusionsprozesse und somit Legierungsgeschwindigkeit in höherfesten Stählen erreicht. Der Legierungsvorgang ist kontrollierbar und regelbar. Dadurch ist eine gleichmäßige Produktqualität unter kontrollierbaren Produktionsbedingungen möglich. Dieses stufenweise Erwärmen zeigt keine Nachteile bei den IF-Stählen.

[0024] Die Glühparameter, insbesondere die Aufheiztemperatur und -geschwindigkeit, sind dem Legierungsablauf der Kombination Stahl/Überzugmaterials angepaßt. Damit kommt es nicht zu einer Überhitzung im Überzugmaterial, ohne daß eine Legierungsbildung eintritt. Weiterhin wird einer möglichen verstärkten Verdampfung von Zink entgegengewirkt. Dieses ist ein wesentlicher Vorteil sowohl für den Betrieb des Galvannealed-Ofens als auch für die Morphologie des Galvannealed-Überzuges.

[0025] Zur Vermeidung einer Überhitzung des Zinküberzugs in herkömmlichen Öfen zur Galvannealing-Behandlung, die nur eine einzige Aufheizzone aus mehreren oder nur einer einzigen Induktionsspule aufweisen, sowie zur Einstellung eines kontrollierten Legierungsvorgangs müßte die Leistung der Induktions-Zone abgesenkt werden. Um aber noch die gewünschte Galvannealing-Temperatur zu erreichen, ist es notwendig,

die Anlagengeschwindigkeit zu vermindern. Dies ist aber mit einer Leistungseinbuße der Feuerverzinkungsanlage verbunden.

[0026] Im Gegensatz hierzu bedeutet das erfindungsgemäße Verfahren sowie der vorgeschlagene Ofen keine Leistungseinbuße der Feuerverzinkungsanlage.

[0027] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Hierbei zeigen:

Figur 1 schematisch den Aufbau einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ofenaufbaus zur Durchführung einer Glühung während eines Galvannealing-Prozesses;

Figuren 2a und b schematisch den Aufbau von herkömmlichen Öfen zur Durchführung einer Glühung während eines Galvannealing-Prozesses;

Figur 3 den Bandtemperaturverlauf über der Zeit bei den verschiedenen Galvannealing-Ofenvarianten nach Figur 1 und Figuren 2a und b.

[0028] Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau der erfindungsgemäßen Galvannealing-Ofenvariante mit unterbrochener Aufheizzone. Der Galvannealing-Ofen 1 umfaßt eine erste Zone 2a zum induktiven Aufheizen. Daran schließt sich eine Haltezone 3a an. Nach dieser Haltezone 3a wird das Band wiederum durch eine Aufheizzone 2b geführt. Anschließend wird in einer zweiten Haltezone 3b das beschichtete Band auf Endtemperatur gehalten.

[0029] Figur 3 zeigt an einem Beispiel die sich bei einem solchen Ofenaufbau ergebende stufenweise verlaufende Aufheizkurve (Kurvenverlauf c). Die Anlagengeschwindigkeit beträgt hierbei 90m/min. Das Band läuft mit einer Anfangstemperatur von 420°C in den Ofen ein und wird schnell in einer ersten Stufe auf 470°C erhitzt. Danach läuft das Band in die erste Haltezone (3a) und wird etwa 7s auf der Zwischentemperatur gehalten. Anschließend findet ein weiterer Aufheizvorgang auf die Glühendtemperatur von 520°C statt.

[0030] In den Figuren 2a und b ist schematisch der Aufbau von herkömmlichen Galvannealing-Öfen gezeigt. Beide Varianten bestehen aus einer ersten Zone zum induktiven Aufheizen 2 sowie einer zweiten, sich anschließenden Zone 3, zum Halten des Bandes auf Endtemperatur. Bekannte Anlagen mit induktiver Bänderwärmung weisen im induktiven Heizabschnitt 2 entweder mehrere Induktionsspulen 2a,b,c,d, in der Regel 4-7 Spulen, auf (Figur 2a) oder umfassen nur noch eine einzige Induktionsspule 2 (Figur 2b). Diese einzige Spule 2 besitzt die gleiche installierte Leistung wie die bisherigen mehreren Spulen zusammen. Der Unterschied besteht in der wesentlich geringeren Bandfläche im In-

duktor, wodurch die spezifische Leistung bzw. Leistungsdichte signifikant erhöht wird, was sich in einer höheren Aufheizrate bemerkbar macht.

[0031] Die Temperatur-Zeit-Verläufe der Glühbehandlungen nach den Ofenvarianten der Figuren 2a und b sind ebenfalls in Figur 3 dargestellt. Im Gegensatz zu dem erfindungsgemäßen Ofen wird die Glühendtemperatur schnell erreicht. Dies ist günstig für IF-Stähle, deren Durchlegierungspunkt bereits nach kürzerer Zeit erreicht wird.

[0032] Bei höherfesten Stählen wird der Durchlegierungspunkt auch aufgrund höherer Legierungsgehalte im Stahl erst nach längerem Glühen erreicht. Um eine Überhitzung des Überzuges zu vermeiden und einen kontrollierten Legierungsablauf zwischen Grundwerkstoff und Überzugmaterial sowie im Überzugmaterial selbst einzustellen, wird eine Zwischenglühung eingeführt mit anschließendem Aufheizen auf Glühendtemperatur. Ferner wird hiermit einer möglichen Verdampfung von Zink im Galvannealing-Ofen entgegengewirkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung der Glühung eines Galvannealing-Prozesses, bei dem Bänder und Bleche aus Stahl nach einem Feuerverzinken einer Glühung unterzogen werden durch *stufenweises* Aufheizen des beschichteten Materials mit nachfolgendem Halten auf Glühendtemperatur, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** zur Behandlung von Stählen unterschiedlicher Legierungszusammensetzungen, die im Verhältnis zum aufgetragenen Zinküberzug ein unterschiedliches Legierungsverhalten zeigen, während der Glühung die Aufheizzschritte von mindestens einem weiteren Halteschritt unterbrochen werden, wobei das feuerverzinkte Band oder Blech aus Stahl in einem ersten Aufheizzschritt schnell erhitzt wird und danach in eine erste Haltezone zur Durchführung eines Halteschritts mit einer im Verhältnis zu dem Aufheizzschritt längeren Dauer einläuft und anschließend einem zweiten schnellen Aufheizzschritt unterworfen wird, wobei die Beheizung während der Aufheizzschritte induktiv und die Beheizung während der jeweiligen Halteschritte mittels Widerstands- oder Gasbeheizung erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** der Aufheizzvorgang mit anschließendem Halten auf Endtemperatur durch eine Haltestufe auf einer Temperatur unterhalb der Endtemperatur unterbrochen wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung der Glühung eines Galvannealing-Prozesses nach Anspruch 1,

bei dem Bänder und Bleche aus Stahl nach einem Feuerverzinken einer Glühung unterzogen werden durch *stufenweises* Aufheizen des beschichteten Materials mit nachfolgendem Halten auf Glühendtemperatur, umfassend eine Zone zum induktiven Aufheizen des Bandes oder Bleches aus Stahl sowie eine weitere Zone zum Halten des Bandes oder Bleches auf Endtemperatur, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** die Zone zum induktiven Aufheizen des Bandes (2a, 2b) von mindestens einer weiteren Haltezone (3a) unterbrochen ist, mit einer ersten Aufheizzzone (2a) zum schnellen Erhitzen des feuerverzinkten Bandes oder Blechs aus Stahl, mit einer sich anschließenden Haltezone zur Durchführung eines Halteschritts mit einer im Verhältnis zu dem Aufheizzschritt längeren Dauer und mit einer zweiten Aufheizzzone (2b) zum schnellen Erhitzen des Bandes oder Blechs, wobei die Aufheizzonen (2a, 2b) induktiv beheizt sind und wobei die jeweilige Haltezone (3a) widerstands- oder gasbeheizt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** eine erste Induktionszone (2a) mit nachfolgender erster Haltezone (3a) sowie eine zweite sich daran anschließende Induktionszone (2b) mit nachfolgender zweiter Haltezone (3b) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** die Zonen zum induktiven Aufheizen (2a, 2b) aus mehreren Induktionsspulen bestehen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** die Zonen zum induktiven Aufheizen (2a, 2b) aus einer Induktionsspule besteht.

Claims

1. Method of carrying out the annealing of a galvannealing process, in which strips and sheets of steel after a hot galvanising are subjected to an annealing by heating, in steps, the coated material with subsequent maintenance at annealing temperature, **characterised in that** for treatment of steels of different alloy compositions, which have a different alloying behaviour in relation to the applied zinc coating, during the annealing the heating steps of at least one further maintaining step are interrupted, wherein the hot-galvanised strip or sheet of steel is rapidly heated in a first heating step and thereafter

enters into a first holding zone for performance of a maintaining step with a duration longer in relation to the heating step and subsequently is subjected to a second rapid heating step, wherein the heating takes place inductively during the heating steps and the heating takes place by means of resistance or gas heating during the respective maintaining steps.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the heating process with subsequent maintenance at final temperature is interrupted by a maintaining stage at a temperature below the final temperature.
3. Device for performance of the annealing of a galvanealing process according to claim 1, in which strips and sheets of steel after a hot-galvanising are subjected to an annealing by heating, in steps, of the coated material with subsequent maintenance at annealing temperature, comprising a zone for inductive heating of the strip or sheet of steel and a further zone for maintenance of the strip or sheet at final temperature, **characterised in that** the zone for inductive heating of the strip (2a, 2b) is interrupted by at least one further maintaining zone (3a), with a first heating zone (2a) for rapid heating of the hot-galvanised strip or sheet of steel, with a subsequent maintaining zone for performance of a maintaining step with a duration longer in relation to the heating step and with a second heating zone (2b) for rapid heating of the strip or sheet, wherein the heating zones (2a, 2b) are inductively heated and wherein the respective maintaining zones (3a) are resistance-heated or gas-heated.
4. Device according to claim 3, **characterised in that** a first induction zone (2a) with a downstream first maintaining zone (3a) as well as a second induction zone (2b), which adjoins thereat, with a downstream second maintaining zone (3b) are provided.
5. Device according to claim 4, **characterised in that** the zones for inductive heating (2a, 2b) consist of several induction coils.
6. Device according to claim 5, **characterised in that** the zones for inductive heating (2a, 2b) consist of an induction coil.

Revendications

1. Procédé pour réaliser le recuit d'un procédé de galvanisation dans lequel des bandes et des tôles en acier sont soumises, après une galvanisation à chaud, à un recuit par chauffage graduel du matériau revêtu avec un maintien consécutif à la température finale du recuit, **caractérisé en ce que** pour

le traitement d'aciers présentant différentes compositions d'alliage, qui présentent un comportement d'alliage différent par rapport au revêtement de zinc appliqué, l'étape de chauffage est interrompue pendant le recuit pendant au moins une autre étape de maintien, la bande ou la tôle en acier galvanisée à chaud étant chauffée rapidement dans une première étape de chauffage, puis introduite dans une première zone de maintien pour la réalisation d'une étape de maintien, présentant une durée plus longue par rapport à l'étape de chauffage, est soumise à une deuxième étape de chauffage rapide, le chauffage pendant l'étape de chauffage étant réalisé par induction et le chauffage pendant chaque étape de maintien étant réalisé au moyen d'un chauffage à résistances ou au gaz.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le processus de chauffage avec un maintien consécutif à la température finale est interrompu par une étape de maintien à une température inférieure à la température finale.
3. Dispositif pour réaliser le recuit d'un procédé de galvanisation selon la revendication 1, dans lequel des bandes et des tôles en acier sont soumises, après une galvanisation à chaud, à un recuit par chauffage graduel du matériau revêtu avec un maintien consécutif à la température finale du recuit, comprenant une zone pour le chauffage par induction de la bande ou de la tôle en acier ainsi qu'une autre zone pour le maintien de la bande ou de la tôle à la température finale, **caractérisé en ce que** la zone pour le chauffage par induction de la bande (2a, 2b) est interrompue par au moins une autre zone de maintien (3a), comprenant une première zone de chauffage (2a) pour le chauffage rapide de la bande ou de la tôle galvanisée en acier, une zone de maintien consécutive pour réaliser une étape de maintien, présentant une durée plus longue par rapport à l'étape de chauffage, et une deuxième zone de chauffage (2b) pour le chauffage rapide de la bande ou de la tôle, les zones de chauffage (2a, 2b) étant chauffées par induction et chaque zone de maintien (3a) étant chauffée par résistance ou au gaz.
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on** a prévu une première zone par induction (2a) avec une première zone de maintien (3a) consécutive ainsi qu'une deuxième zone par induction (2b) consécutive avec une deuxième zone de maintien (3b) consécutive.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les zones pour le chauffage par induction (2a, 2b) sont constituées de plusieurs bobines d'induction.

6. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les zones pour le chauffage par induction (2a, 2b) sont constituées d'une bobine d'induction.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

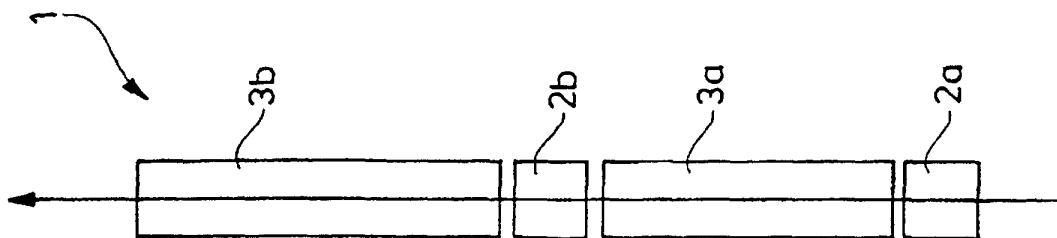


Fig.2

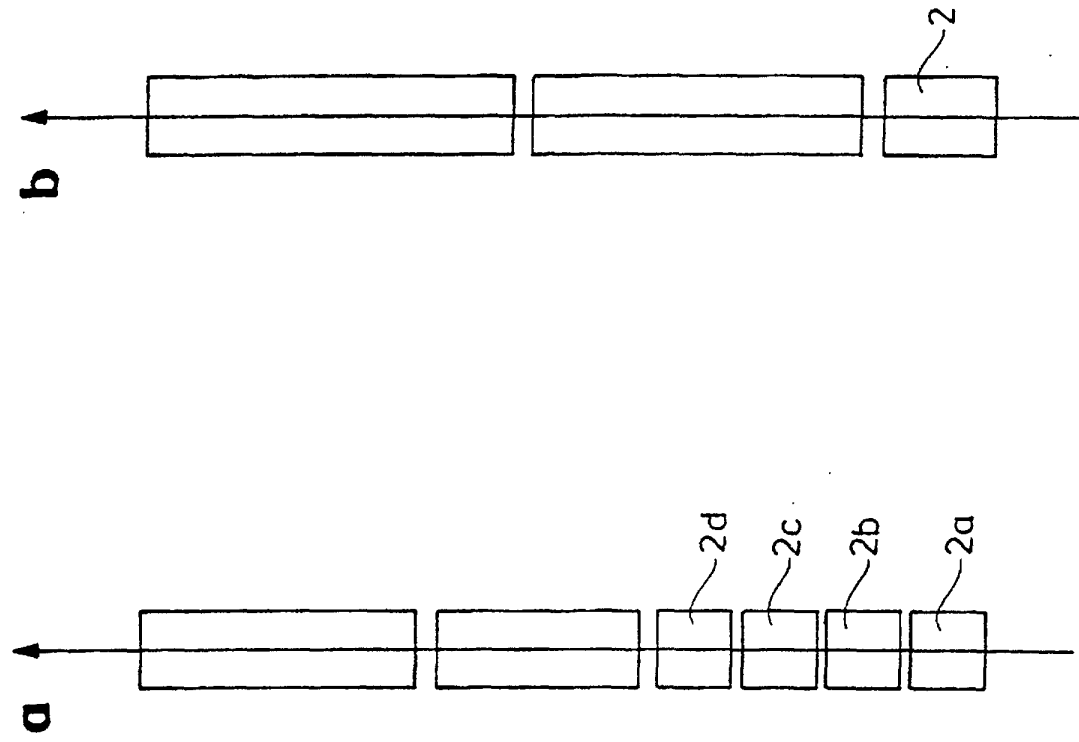


Fig. 3

Erreichen des Durchlegierungspunktes → IF-Stähle → Höherfeste-Stähle

