



(11) **EP 1 867 738 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
C21D 9/56 (2006.01) **F27B 9/02** (2006.01)
F27B 9/38 (2006.01) **F27B 9/39** (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) **C21D 1/18** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07006511.5**

(22) Anmeldetag: **29.03.2007**

(54) **Ofenanlage und Warmformlinie**

Oven assembly and hot forming line

Installation de four et ligne de forme de chauffe

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **13.06.2006 DE 102006027625**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.12.2007 Patentblatt 2007/51

(73) Patentinhaber: **Benteler Automobiltechnik GmbH
33102 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Buschsiewke, Otto**
33102 Paderborn (DE)
• **Mainka, Christoph**
D-33175 Bad Lippspringe (DE)
• **Adelbert, Stefan**
33129 Delbrück (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter**
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 1 433 840 DE-B3- 10 254 695
FR-A- 2 369 228 US-A- 5 923 699
US-A- 5 944 515

- **BANERJEE S N: "Integrated Channel Roller
Hearth Furnace Line Technology", HEAT
TREATING : INCLUDING STEEL HEAT
TREATING IN THE NEW MILLENNIUM ; AN
INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN HONOR OF
PROFESSOR GEORGE KRAUSS ;
PROCEEDINGS OF THE 19TH CONFERENCE, 1 -
4 NOVEMBER 1999, CINCINNATI, OHIO / ASM
INTERNATIONAL HEAT TREATING SOCIETY, 1
November 1999 (1999-11-01), pages 109-113,
XP008133657, ISBN: 978-0-87170-681-2**

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

EP 1 867 738 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Warmformlinie zur Herstellung eines gehärteten Stahlblechprofilbauteils.

[0002] Ofenanlagen zur Erwärmung von Stahlblechen bzw. Stahlblechbauteilen sind in unterschiedlichsten Bauformen bekannt. Sogenannte Durchlauföfen - elektrisch oder gasbeheizt - kommen zur kontinuierlichen Wärmebehandlung von Stahlblechen bzw. Stahlblechbauteilen in großen Mengen zur Anwendung. Aus der DE 1 010 547 B geht ein Durchlaufofen zur Wärmebehandlung von langgestrecktem Wärmegut wie Stangen oder Blechen hervor mit einem Heizkanal, der aus zwei hintereinander angeordneten, austauschbaren Bauabschnitten gebildet ist. Der Einsatz eines Durchlaufofens innerhalb einer Warmformlinie zur Herstellung von gehärteten Stahlblechprofilbauteilen ist beispielsweise in der DE 101 28 200 B4 oder der DE 102 54 695 B3 beschrieben. Solche Durchlauföfen können bis zu einem Temperaturbereich von 1.300° C ausgelegt werden. Auch die Wärmebehandlung unter Schutzgasatmosphäre ist möglich.

[0003] Die US-A-5 923 699 offenbart eine Ofenanlage, um Stahl auf eine beständige Temperatur zu bringen, insbesondere zur Anwendung in Verbindung mit Stahlwalzprozessen. Die Ofenanlage ist modular aufgebaut aus miteinander koppelbaren Ofenmodulen, mit einem Anfangsmodul und einem Endmodul zwischen welche Erweiterungsmodule eingliederbar sind.

[0004] Aus der vorstehend bereits erwähnten DE 102 54 695 B3 ist ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils bekannt. Hierbei wird zunächst aus einem Halbzeug durch ein Kaltumformverfahren ein Bauteil-Rohling geformt. Der Bauteil-Rohling wird dann randseitig auf eine dem herzustellenden Formbauteil näherungsweise entsprechenden Randkontur beschnitten und anschließend der beschnittene Bauteil-Rohling erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug fertig geformt und zugleich pressgehärtet.

[0005] Die FR-A-2 369 228 beschreibt einen Tunnelofen für keramische Waren, wobei der Tunnelofen in Kastenbauweise mit verschiedenen Modulen zusammengestellt werden kann, um einen höheren Durchsatz mit verringertem Zeit- und Arbeitsaufwand zu erreichen.

[0006] Auch durch die DE 1 433 840 A1 zählt ein Tunnelofen zum Stand der Technik, der aus einzelnen Ofenelementen bzw. Tunnelabschnitten aufgebaut ist. Diese sind auf Laufschielen gelagert und mittels Schraubbolzen nachgiebig-elastisch miteinander verbunden.

[0007] "Integrated Channel Roller Hearth Furnace Line Technology", S.N. Banerjee, Aichelin-Stahl Inc., 19th ASM Heat Treating Society Conference Proceedings, 1999, offenbart einen Rollenherdofen für Massenteile mit integriertem Abschrecksystem, wobei der Rollenherdofen modular aufgebaut ist.

[0008] In der Praxis wird eine Warmformlinie auf eine bestimmte Leistung bzw. Produktionsrate ausgelegt. Hieran orientiert sich auch die Kapazität der Ofenanlage

innerhalb der Warmformlinie. Wegen des großen Investitionsaufwandes versucht man verständlicherweise, eine Überdimensionierung der Ofenanlage zu vermeiden. Auch kann man mitunter am Anfang vor Inbetriebnahme einer Warmformlinie die erforderliche

[0009] Produktionsrate in späteren Jahren nicht zuverlässig genug vorher berechnen. So kommt es vor, dass eine Ofenanlage bzw. eine Warmformlinie aufgrund geänderter Kundenwünsche und gestiegener Nachfrage an ihre Leistungsgrenze stößt. Man steht dann vor der Entscheidung, eine zweite Warmformlinie aufzubauen oder die vorhandene Warmformlinie aufzustocken. Beides ist mit hohem Arbeits- und Investitionsaufwand verbunden.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Warmformlinie zur Herstellung eines gehärteten Stahlblechprofilbauteils zu schaffen, welche eine Umrüstung auf einen höheren Durchsatz mit verringertem Zeit-, Arbeits- und Investitionsaufwand ermöglicht.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 charakterisiert.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Warmformlinie sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 7.

[0013] Kern der Erfindung bildet die Maßnahme, dass die Heizzone der Ofenanlage aus zumindest zwei miteinander trennbar gekoppelten Ofenmodulen gebildet ist sowie der Einsatz einer solchen Ofenanlage in Form eines Durchlaufofens in einer Warmformlinie zur Herstellung eines gehärteten Stahlblechprofilbauteils.

[0014] Die Ofenanlage kann durch Einbau weiterer Ofenmodule nach Art eines Baukastensystems in ihrer Kapazität erweitert werden, um so einem gestiegenen Leistungsbedarf Rechnung zu tragen. Hierfür werden die vorhandenen Ofenmodule getrennt und entsprechende Erweiterungs-Ofenmodule eingebaut.

[0015] Durch Anpassung der Ofenanlage kann folglich auch die Produktionsleistung einer Warmformlinie zur Herstellung von gehärteten Stahlblechprofilen gesteigert werden. Die hierfür erforderlichen Stillstands- und Umbauzeiten sind deutlich geringer als bei der Errichtung einer zweiten Produktionslinie oder dem konventionellen Umbau der vorhandenen Ofenanlage, weil erfindungsgemäß die Aufstockung der Ofenanlage mit standardisierten Ofenmodulen erfolgt. Diese sind mit allen notwendigen Heizeinrichtungen, Fördermitteln, Isolierungen, Luftzu- und/oder Luftableitungen sowie den notwendigen Trenn- und Koppelstellen ausgerüstet.

[0016] Die Erfindung ist nachfolgend mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: Technisch schematisiert eine Ofenanlage sowie ein Erweiterungs-Ofenmodul;

Figur 2: die Ofenanlage mit eingebautem Erweiterungs-Ofenmodul;

Figur 3: einen Ausschnitt aus dem Koppelbereich zwischen zwei Ofenmodulen;

Figur 4: eine Ansicht auf die Darstellung von Figur 3 gemäß dem Pfeil IV;

Figur 5: eine Warmformlinie und

Figur 6: eine Warmformlinie gemäß der Figur 5 mit integrierter Vorformstation.

[0017] Gehärtete Stahlblechprofilbauteile kommen in der Automobilindustrie beispielsweise als A-, B- oder C-Säulen, als Türaufprallträger oder Bumper zur Anwendung. Auch Seitenwandstrukturen einer Kraftfahrzeugkarosserie werden heutzutage warmumformtechnisch hergestellt und im Pressenwerkzeug gehärtet.

[0018] Die Figuren 5 und 6 zeigen eine schematische Darstellung einer Warmformlinie.

[0019] Zunächst wird ein Stahlblech 1 aus einem abgewinkelten und gerade gerichteten Abschnitt eines Coils 2 aus einem warmformbaren Blech in einer Stanz- bzw. Schneideinrichtung 3 abgeteilt. Das ggf. vorgeformte Stahlblech 1 wird mit einem ersten Manipulator 4 einer Ofenanlage 5 in Form eines Durchlaufofens zugeführt.

[0020] Zur Vorformung des Stahlblechs 1 ist in der Warmformlinie gemäß der Figur 6 dem Durchlaufofen 5 eine Presse 6 vorgeschaltet, in der das Stahlblech 1 vorgeformt und ggf. beschnitten wird. Ansonsten entspricht die Darstellung von Figur 6 der Warmformlinie gemäß der Darstellung in Figur 5.

[0021] Im Durchlaufofen 5 wird das Stahlblech 1 auf eine Temperatur erhitzt wird, die oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur in den austenitischen Zustand liegt. Je nach Stahlsorte liegt diese Temperatur in einem Bereich zwischen 700° C und 1.100° C. Vorteilhafterweise ist die Atmosphäre des Durchlaufofens 5 durch eine gezielte und ausreichende Zugabe eines Schutzgases inertisiert, um ein Verzundern der Stahlblechoberfläche zu verhindern. Ein zweiter Manipulator 7 nimmt das erhitzte Stahlblech 1 auf und legt es in ein Pressenwerkzeug 8 ein. Hier wird das Stahlblech 1 zum Stahlblechprofilbauteil 9 fertig geformt und mittels einer Kühleinrichtung 10 schnell abgekühlt, wodurch ein feinkörnige martensitisches oder bainitisches Werkstoffgefüge eingestellt wird. Hierbei erfolgt eine Härtung des Stahlblechprofilbauteils 9 mit einer gezielten Einstellung der Werkstofffestigkeit. Dem Pressenwerkzeug 8 nachgeschaltet ist ein dritter Manipulator 11, welcher das fertig geformte und gehärtete Stahlblechprofilbauteil 9 aus dem Pressenwerkzeug 8 entnimmt und in einen Container überführt.

[0022] Die Ofenanlage 5 weist in der Grundbauform, wie in Figur 1 dargestellt, eine Einlaufzone E, eine Heizzone H und eine Auslaufzone A auf. Die Einlaufzone E umfasst im Wesentlichen einen Zuführtisch 12 mit integrierten Transportrollen 13. Ebenso weist die Auslaufzone A einen Abzugstisch 14 mit hierin angeordneten Transportrollen 15 auf. Die Heizzone H besteht hierbei aus zwei Ofenmodulen 16, 17, nämlich einem Anfangs-Ofenmodul 16 und einem End-Ofenmodul 17. Diese sind

miteinander trennbar gekoppelt.

[0023] Zur Steigerung des Durchsatzes bzw. der Leistung der Ofenanlage 5 können Erweiterungs-Ofenmodule 18 in die Heizzone H eingegliedert werden. Hierfür werden das Anfangs-Ofenmodul 16 und das End-Ofenmodul 17 getrennt und zwischen diese ein oder mehrere Erweiterungs-Ofenmodule 18 eingebaut. Dies ist anhand der Figuren 1 und 2 verdeutlicht.

[0024] Die Ofenmodule 16, 17, 18 sind über endseitige Flansche 19, 20 mittels Schraubbolzen 21 unter Eingliederung zumindest einer hitzebeständigen Dichtung 22 miteinander gekoppelt, wie in den Figuren 3 und 4 ersichtlich. Die Flansche 19, 20 können zusätzlich noch dicht geschweißt sein. Innenseitig sind die Ofenmodule 16-18 mit einer Isolierauskleidung 27 versehen.

[0025] Jedes Ofenmodul 16, 17, 18 ist mit einer Heizeinrichtung 23 ausgerüstet. Die Heizeinrichtung 23 kann elektrisch oder gasbeheizt sein. Des Weiteren ist in jedes Ofenmodul 16, 17, 18 ein Fördermittel 24 integriert zum Transport der Stahlbleche 1 durch das Ofenmodul 16-18. Die Fördermittel 24 umfassen jeweils eine Kette von Ofenrollen 25. Die Fördermittel 24 benachbarter Ofenmodule 16-18 werden aneinander geschlossen, um einen durchgehenden Transportweg bereitzustellen.

[0026] Zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre innerhalb der Ofenanlage 5 ist zumindest ein Ofenmodul 16-18 mit einer Inertgasversorgung 26 ausgestattet.

[0027] Die einzelnen Ofenmodule 16-18 besitzen standardisierte Abmessungen, wobei die Erweiterungs-Ofenmodule 18 zweckmäßigerweise doppelt so lang sind wie ein Anfangs-Ofenmodul 16 oder ein End-Ofenmodul 17. So können beispielsweise ein Anfangs-Ofenmodul 16 und ein End-Ofenmodul 17 zusammen eine 6m-Einheit ergeben. Vorteilhafterweise haben die Erweiterungs-Ofenmodule 18 dann eine Gesamtlänge von 6 m, so dass eine Ofenanlage 5 baukastenmäßig jeweils aus 6m-Einheiten aufgebaut werden kann. Demgemäß entspricht die Länge L_{18} eines Erweiterungs-Ofenmoduls 18 der Gesamtlänge von Anfangs-Ofenmodul 16 und End-Ofenmodul 17.

[0028] Der Aufbau der Ofenanlage 5 aus trennbar miteinander gekoppelten, standardisierten Ofenmodulen 16-18 ermöglicht eine Kapazitätsanpassung bzw. Umrüstung auf einen höheren Durchsatz mit standardisierten Bausteinen. Dies hat logistische und montagetechnische Vorteile. Auf diese Weise kann die Ofenanlage 5 mit vergleichsweise geringem Zeit-, Arbeits- und Investitionsaufwand zur Durchsatzsteigerung aufgerüstet werden.

Bezugszeichen:

[0029]

- | | |
|-----|--------------------|
| 1 - | Stahlblech |
| 2 - | Coil |
| 3 - | Schneideinrichtung |
| 4 - | 1. Manipulator |
| 5 - | Ofenanlage |

- 6 - Presse
- 7 - 2. Manipulator
- 8 - Pressenwerkzeug
- 9 - Stahlblechprofilbauteil
- 10 - Kühleinrichtung
- 11 - 3. Manipulator
- 12 - Zuführtisch
- 13 - Transportrollen
- 14 - Abzugstisch
- 15 - Transportrollen
- 16 - Anfangs-Ofenmodul
- 17 - End-Ofenmodul
- 18 - Erweiterungs-Ofenmodul
- 19 - Flansch
- 20 - Flansch
- 21 - Schraubbolzen
- 22 - Dichtung
- 23 - Heizeinrichtung
- 24 - Fördermittel
- 25 - Ofenrolle
- 26 - Inertgasversorgung
- 27 - Isolierauskleidung

- E - Einlaufzone
- H - Heizzone
- A - Auslaufzone
- L₁₆ - Länge von 16
- L₁₇ - Länge von 17
- L₁₈ - Länge von 18

Patentansprüche

1. Warmformlinie zur Herstellung eines gehärteten Stahlblechprofilbauteils aus einem gegebenenfalls vorgeformten Stahlblech, mit einem 1. Manipulator (4), welcher das Stahlblech (1) einem Durchlaufofen (5) zuführt, in dem das Stahlblech (1) auf eine Temperatur erhitzt wird, die oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur in den austenitischen Zustand liegt, sowie einem 2. Manipulator (7), welcher das erhitzte Stahlblech (1) aufnimmt und in ein Pressenwerkzeug (8) einlegt, in dem das Stahlblech (1) zum Stahlblechprofilbauteil (9) fertig geformt und gekühlt wird, wobei ein 3. Manipulator (11) vorgesehen ist, welcher das Stahlblechprofilbauteil (9) aus dem Pressenwerkzeug (8) entnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchlaufofen (5) aus zumindest zwei miteinander lösbar gekoppelten Ofenmodulen (16-18) besteht und ein Anfangs-Ofenmodul (16) und ein End-Ofenmodul (17) vorgesehen sind, zwischen welche zumindest ein Erweiterungs-Ofenmodul (18) eingliederbar ist.
2. Warmformlinie nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L₁₈) des Erweiterungs-Ofenmoduls (18) der Gesamtlänge des Anfangs-Ofenmoduls (16) und des End-Ofenmoduls (17) ent-

spricht.

3. Warmformlinie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ofenmodule (16-18) über endseitige Flansche (19, 20) unter Eingliederung einer Dichtung (22) miteinander gekoppelt sind.
4. Warmformlinie nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Ofenmodul (16-18) mit einer Heizeinrichtung (23) ausgerüstet ist.
5. Warmformlinie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedes Ofenmodul (16-18) ein Fördermittel (24) integriert ist, zum longitudinalen Transport des Stahlblechs (1) durch das Ofenmodul (16-18).
6. Warmformlinie nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördermittel (24) benachbarter Ofenmodule (16-18) miteinander koppelbar sind.
7. Warmformlinie nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Ofenmodul (16-18) mit einer Inertgasversorgung (26) ausgestattet ist.

Claims

1. Hot forming line for the production of a hardened, steel sheet structure, from a possibly pre-formed steel sheet, with a 1. manipulator (4), wherein the steel sheet (1) is supplied to a continuous oven (5), in which the steel sheet (1) is heated to a temperature which is above the structural transformation temperature of austenite, and a 2. manipulator (7) which receives the heated steel sheet (1) and inserts it in a press tool (8) in which the steel sheet (1) is finally formed and cooled into a steel sheet structure (9), whereby a 3. manipulator is provided (11), wherein the steel sheet structure (9) is extracted from the press tool (8), is **characterized in that** the continuous oven (5) consists of at least two detachably linked oven modules (16-18) and an initial oven module (16) and an end oven module (17) is provided, between which can be inserted at least one oven extension module (18).
2. Hot forming line according to claim 1, is **characterized in that** the length (L₁₈) of the oven extension module (18) corresponds to the overall length of the initial oven module (16) and the end-oven module (17).
3. Hot forming line according to claim 1 or 2, is **characterized in that** wherein the oven modules and the extension module (16-18) are coupled to one another.

er via end flanges (19, 20), respectively, with a seal (22) being placed between the end flanges.

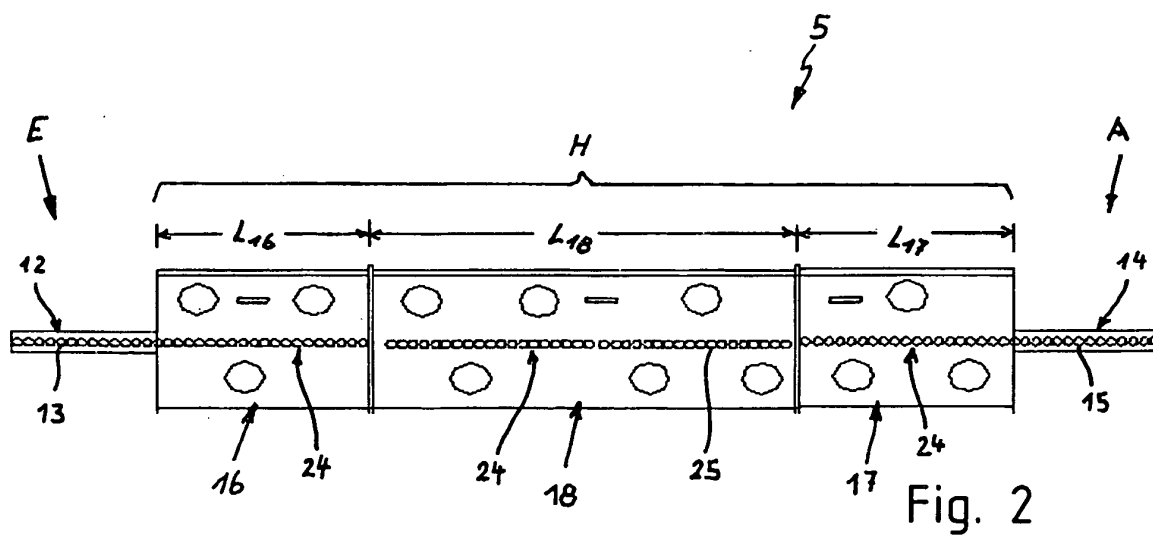
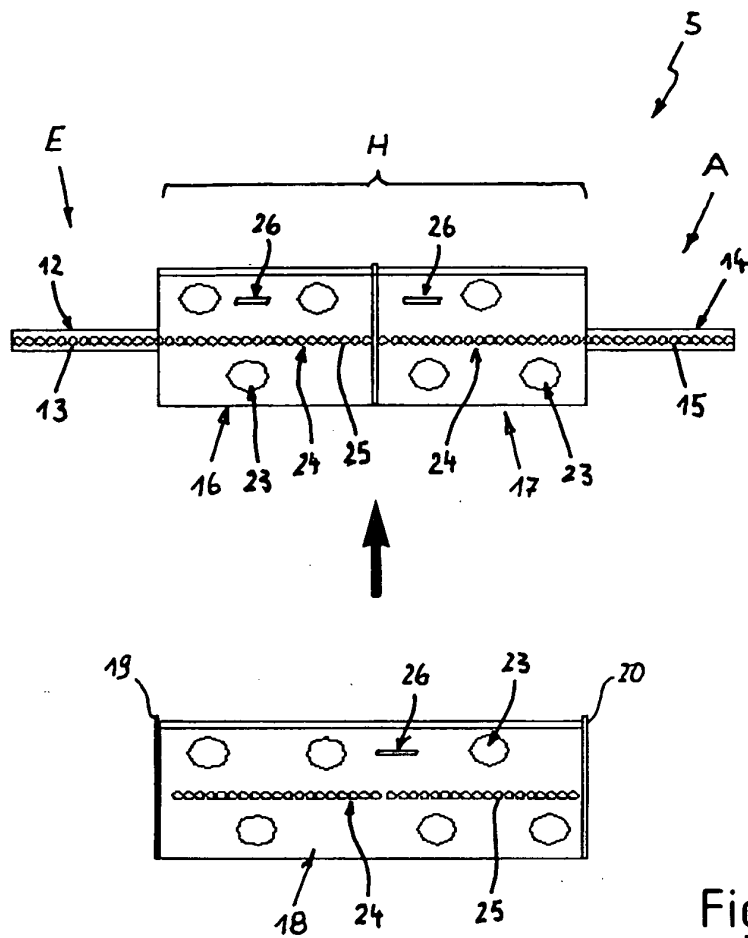
4. Hot forming line according to one of claims 1 to 3, is **characterized in that** each oven module (16-18) is equipped with a heating unit (23).
5. Hot forming line according to one of claims 1 to 4, is **characterized in that** in each oven module (16-18) a conveyor is incorporated (24), to transport the steel sheet (1) longitudinally through the oven modules (16-18).
6. Hot forming line according to claim 5, is **characterized in that** the conveyor (24) of adjacent oven modules (16-18) can be coupled to one another.
7. Hot forming line according to one of claims 1 to 6, is **characterized in that** at least one oven module (16-18) is equipped with an inert gas supply (26).

des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** chaque module de four (16-18) est équipé d'un dispositif de chauffage (23).

- 5 5. Ligne de forme de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'un** moyen de transport (24) est intégré dans chaque module de four (16-18) pour le transport longitudinal de la tôle d'acier (1) par le module de four (16-18).
- 10 6. Ligne de forme de chauffe selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les moyens de transport (24) de modules de four contigus (16-18) peuvent être couplés l'un à l'autre.
- 15 7. Ligne de forme de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'au** moins un module de four (16-18) est équipé d'une alimentation en gaz inerte (26).
- 20

Revendications

1. Ligne de forme de chauffe pour la fabrication d'un composant de profilé durci à partir d'une tôle d'acier éventuellement préformée, avec un premier manipulateur (4) qui amène la tôle d'acier (1) à un four à passage continu (5), dans lequel la tôle d'acier (1) est chauffée à une température qui est supérieure à la température de conversion de la structure dans l'état austénitique, de même qu'un deuxième manipulateur (7) qui reçoit la tôle d'acier chauffée (1) et l'introduit dans un outil de pressage (8), dans lequel la mise en forme de la tôle d'acier (1) en composant de profilé en tôle d'acier est terminée et le composant est refroidi, un troisième manipulateur (11) étant prévu, lequel retire le composant de profilé en tôle d'acier (9) de l'outil de pressage (8), **caractérisée en ce que** le four à passage continu (5) se compose d'au moins deux modules de four (16-18) couplés de manière amovible l'un à l'autre et un module de four de départ (16) et un module de four de fin (17) sont prévus, entre lesquels au moins un module de four d'extension (18) peut être incorporé.
2. Ligne de forme de chauffe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la longueur (L_{18}) du module de four d'extension (18) correspond à la longueur totale du module de four de départ (16) et du module de four de fin (17).
3. Ligne de forme de chauffe selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les modules de four (16-18) sont couplés l'un à l'autre par des brides (19, 20) côté extrémité en incorporant un joint (22).
4. Ligne de forme de chauffe selon l'une quelconque



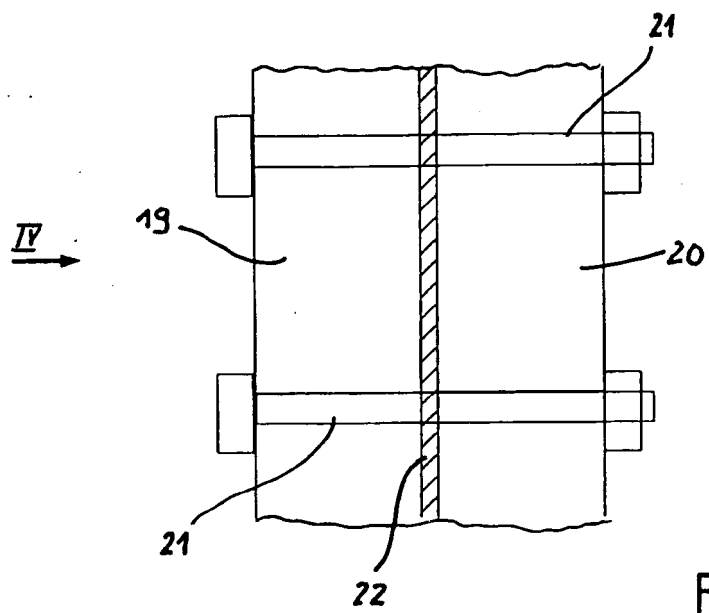


Fig. 3

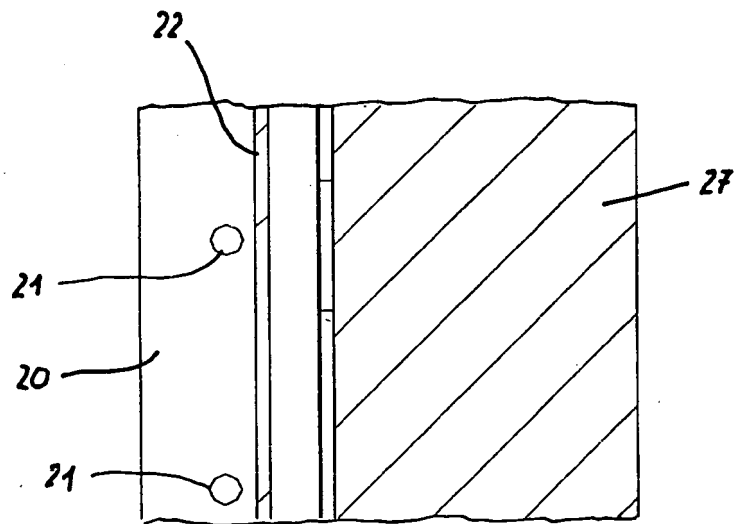


Fig. 4

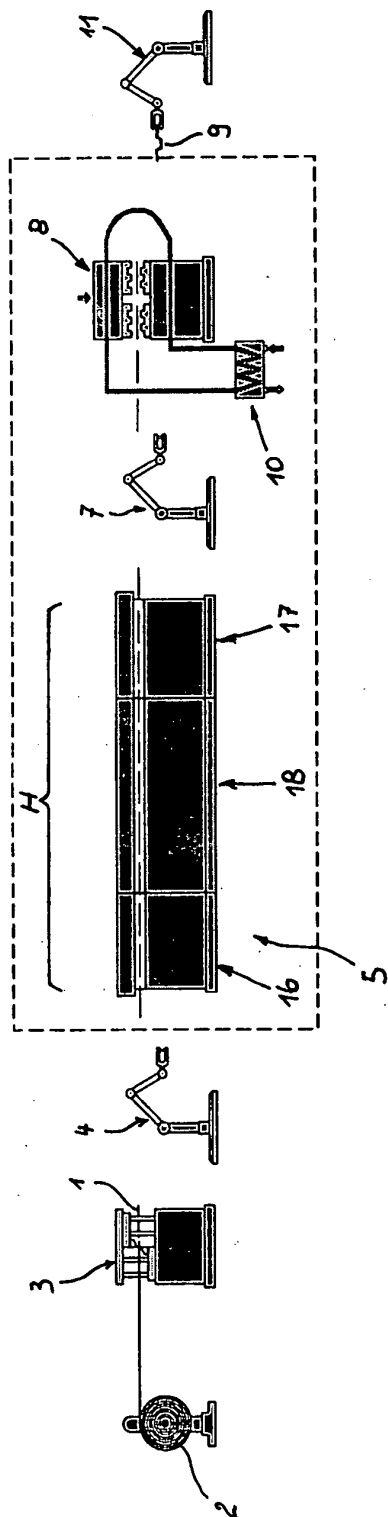


Fig. 5

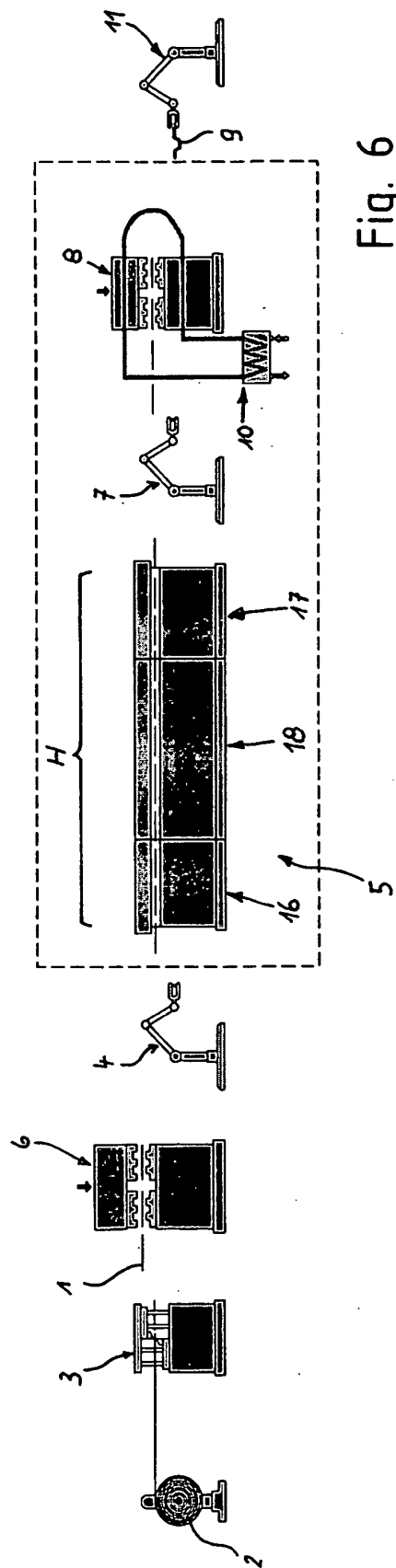


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1010547 B [0002]
- DE 10128200 B4 [0002]
- DE 10254695 B3 [0002] [0004]
- US 5923699 A [0003]
- FR 2369228 A [0005]
- DE 1433840 A1 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Integrated Channel Roller Hearth Furnace Line Technology. **S.N. BANERJEE**. 19th ASM Heat Treating Society Conference Proceedings. Aichelin-Stahl Inc, 1999 [0007]