



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.11.2014 Patentblatt 2014/48**

(51) Int Cl.:  
**C21D 7/13 (2006.01)** **C21D 9/46 (2006.01)**  
**C21D 1/52 (2006.01)** **C21D 1/673 (2006.01)**  
**F27D 99/00 (2010.01)**

(21) Anmeldenummer: **14001687.4**

(22) Anmeldetag: **13.05.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder: **Bors, Matthias**  
**82024 Taufkirchen (DE)**

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**  
**Linde AG**  
**Patente und Marken**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

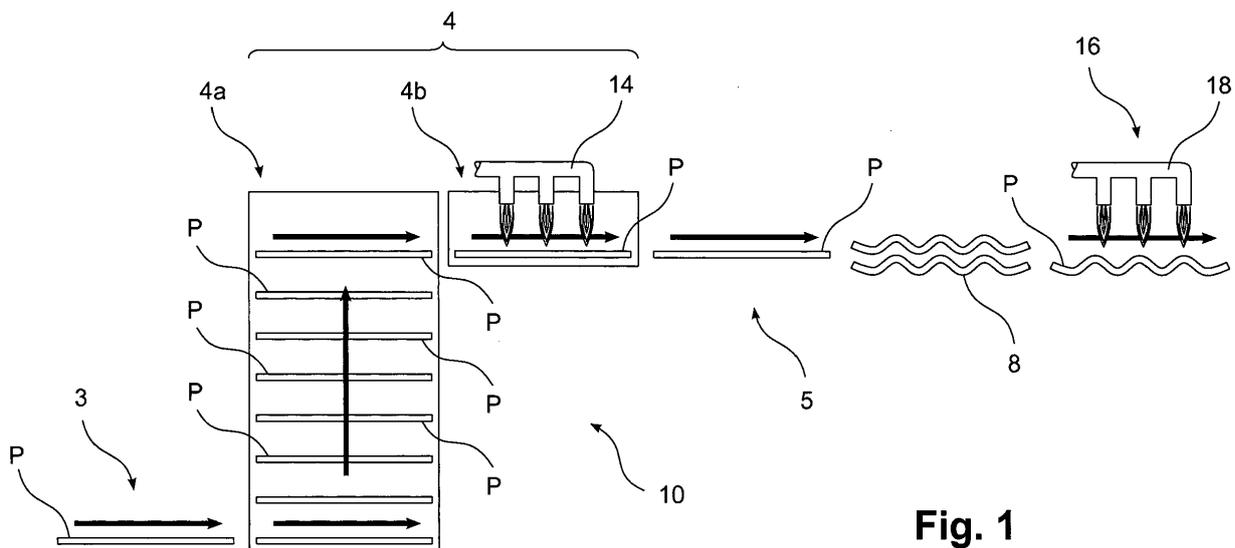
(30) Priorität: **23.05.2013 DE 102013008853**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**  
**80331 München (DE)**

(54) **Anlage und Verfahren zum Warmumformen von Platinen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zum Warmumformen von Platinen (P) mit wenigstens einer Erwärmungseinrichtung (4) und wenigstens einer stromabwärtig der wenigstens einen Erwärmungseinrichtung (4) angeordneten Presseeinrichtung (2), wobei

stromabwärtig der Presseeinrichtung (2) wenigstens eine Nacherwärmungseinrichtung (6) zur wenigstens partiellen Wärmebeaufschlagung der in der Presseeinrichtung umgeformten Platinen vorgesehen ist.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Warmumformen von Platinen, sowie ein entsprechendes Verfahren zum Warmumformen von Platinen.

### Stand der Technik

**[0002]** Die Warmumformung von Blechen ist ein relativ neuer Entwicklungstrend bei der Bauteilfertigung, insbesondere für Fahrzeugkarosserien. Hierbei verwendete Bleche werden im Rahmen dieser Anmeldung, dem gängigen Sprachgebrauch auf dem Gebiet der Formungstechnik entsprechend, auch als "Platinen" bezeichnet. Eine Platine ist in der Regel ein entsprechend zugeschnittenes, ausgestanztes, gefügtes und/oder vorgeformtes Blech. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen können jedoch nicht nur bei entsprechend vorbereiteten Blechen zum Einsatz kommen sondern auch bei den jeweils verwendeten Ausgangsmaterialien. Die Erfindung erstreckt sich daher auf sämtliche Werkstücke bzw. Halbzeuge, die in einem entsprechenden Umformungsverfahren, beispielsweise durch Pressen und/oder Tiefziehen, geformt werden können.

**[0003]** Die Warmumformung ermöglicht es, Bauteile mit hoher Festigkeit und komplexer Geometrie rückfederungsfrei zu produzieren und erlaubt eine signifikante Gewichtsreduzierung bei den hiermit z.B. gefertigten Karosserien sowie eine Erhöhung der Sicherheit, beispielsweise von Insassen eines entsprechenden Fahrzeugs.

**[0004]** Durch die steigenden Anforderungen an Festigkeit und Steifigkeit von Strukturbauteilen, insbesondere im Fahrzeug, werden zunehmend hoch- und höchstfeste Stähle eingesetzt. Eine Erhöhung der Festigkeit ermöglicht eine Reduktion des Fahrzeuggewichts, was insbesondere einen reduzierten Schadstoffausstoß und Kraftstoffverbrauch ermöglicht. Bei aktuellen Fahrzeugmodellen können durch die Verwendung warmumgeformter Bauteile mehr als 30 kg Gewicht eingespart werden. Bei Warmumformungsverfahren handelt es sich dem Wesen nach um kombinierte Formgebungs- und Vergütungstechniken. Durch den Einsatz entsprechender Stähle, wie beispielsweise von Mangan-Bor-Stählen, können damit Festigkeiten von bis zu 1.500 MPa erzielt werden. Presshärteverfahren umfassen beispielsweise, Platinen auf eine Temperatur zu erwärmen, die oberhalb der vollständigen Austenitisierungstemperatur, z.B. oberhalb von 850°C, liegt, und die Platine anschließend im Werkzeug schnell abzukühlen. Hierdurch bildet sich die gewünschte Martensitstruktur mit der angestrebten Festigkeit. Die Kombination der Umformung mit dem Abschrecken in einem Werkzeug wird bisweilen auch als Press- oder Formhärten bezeichnet.

**[0005]** Bei der Warmumformung höchstfester Werkstoffe für Automobilkarosserien werden z. B. sogenannte Rollenherdöfen für die Vorwärmung der Platinen verwendet. Die Erwärmung derartiger Öfen erfolgt üblicherweise

mittels Strahlrohren, die elektrisch oder durch Gasbrenner erwärmt werden. Um möglichst kurze Prozesszykluszeiten zu erzielen, ist ein gewisser "Vorrat" an vorgewärmten Bauteilen in der Anlage vorteilhaft. Die Wärmebehandlungsdauer für die Temperierung des Stahls stellt einen wesentlichen Parameter dar, der die Taktzeit einer entsprechenden Presse definiert. Rollenherdöfen weisen eine Länge von bis zu 40 Metern auf und benötigen daher entsprechende bauliche Voraussetzungen, inklusive einer effizienten Abfuhr überschüssiger Wärme. Auch Drehtrommelöfen, die alternativ zu Rollenherdöfen zur Vorwärmung von Bauteilen eingesetzt werden, weisen entsprechende Nachteile auf. Auch sie werden mittels Strahlrohren beheizt und sind hinsichtlich ihres Wirkungsgrads eher unbefriedigend.

**[0006]** Pressgehärtete Bauteile zeichnen sich durch ihre hohe Festigkeit und Steifigkeit aus. Wie erwähnt, können hierdurch Blechstärken reduziert und damit Gewicht eingespart werden. Problematisch ist jedoch die geringe Bruchdehnung pressgehärteter Bauteile, die bei nachgeschalteten Fertigungsoperationen, wie z.B. Anschweißen weiterer Teile, zu Rissbildung führen kann. Aus diesem Grund ist es wünschenswert, bestimmte Bereiche z. B. einer Karosseriekomponente pressgehärtet auszubilden, und andere Bereiche der gleichen Komponente so auszubilden, dass diese eine höhere Duktilität aufweisen und somit mehr Energie durch plastische Verformung absorbieren können. Bisherige Ansätze, die zur Erzeugung derartiger lokal unterschiedlicher Eigenschaften, sogenannter "Tailored Properties", verwendet werden, umfassen die gezielte Beeinflussung von Legierungsbestandteilen entsprechender Halbzeuge, die Herstellung sogenannter "Tailored Welded Blanks", also Platinen, die aus unterschiedlichen Werkstoffen gefügt sind, das partielle (örtliche) Erwärmen mittels induktiver oder konduktiver Erwärmungstechnologien, die partielle Temperierung bestimmter Bereiche der Presshärtewerkzeuge durch lokales Beheizen und das Maskieren bestimmter Bauteilbereiche, um die Erwärmung (und damit die Austenitisierung) in einem entsprechenden Rollenherdofen zu unterdrücken. Derartige Verfahren sind jedoch aufwendig, im Ergebnis häufig nicht zufriedenstellend und verursachen übermäßige Kosten.

**[0007]** Somit besteht Bedarf nach verbesserten Möglichkeiten zur Bereitstellung von Platinen mit lokal unterschiedlichen Eigenschaften.

### Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung eine Anlage zum Warmumformen von Platinen, sowie ein entsprechendes Verfahren zum Warmumformen von Platinen mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0009]** Durch die erfindungsgemäß vorgesehene wenigstens partielle Nacherwärmung, welche erst nach

dem Umformen bzw. Presshärten der Platinen in der Presseinrichtung durchgeführt wird, lassen sich in besonders effektiver Weise Platinen bzw. Bauteile mit lokal unterschiedlichen Eigenschaften bereitstellen. Insbesondere können erfindungsgemäß sehr komplexe Formgebungen an beliebigen Stellen mit den gewünschten Materialeigenschaften, z. B. erhöhter Duktilität, bereitgestellt werden.

#### Vorteile der Erfindung

**[0010]** Wie bereits zuvor erwähnt, sei der Begriff "Platinen" im Rahmen dieser Anmeldung umfassend verstanden. Der Begriff beinhaltet Bleche, Halbzeuge, gefügte und/oder vorgeformte Komponenten, die in einer entsprechenden Anlage warmumgeformt, insbesondere pressgehärtet, werden.

**[0011]** Ein besonders vorteilhafter Aspekt der Erfindung betrifft die Verwendung eines vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenners oder Brenngas-Sauerstoff-Brenners. Derartige Brennertypen sind grundsätzlich, beispielsweise aus der DE 103 45 411 A1, bekannt. Beispielsweise werden vormischende Brenngas-Sauerstoff-Brenner zum sogenannten Feuerpolieren von Glasteilen, insbesondere Teilen aus Bleikristall oder Kalknatronglas, eingesetzt. Hierbei wird zumindest ein Teil der Oberfläche des Glasteils mit der Brennerflamme erhitzt und aufgeschmolzen. Entsprechende Brenner sind auch als sogenannte Hydropox-Brenner bekannt und werden unter dieser Markenbezeichnung durch die Anmelderin vertrieben.

**[0012]** Vormischende Brenngas-Sauerstoff-Brenner, insbesondere Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner, zeichnen sich durch eine besonders hohe Wärmeübertragungseffizienz aus. Im Gegensatz zu sogenannten außenmischenden Brennern wird einem Brennerkopf eines vormischenden Brenngas-Sauerstoff-Brenners bereits ein Gasgemisch aus Brenngas und Sauerstoff zugeführt und nicht erst in einem entsprechenden Brennerkopf erzeugt. Vormischende Brenner erzeugen besonders harte Flammen, die sich dazu eignen, größere Oberflächenbereiche, die auch Vertiefungen oder andere Unregelmäßigkeiten aufweisen können, aufzuschmelzen. Dies stellt, wie erfindungsgemäß herausgefunden, einen entscheidenden Vorteil gegenüber außenmischenden Brennern dar. In außenmischenden Brennern kann nur eine weiche Flamme erzeugt werden, die insbesondere in Ecken, Löcher oder Vertiefungen einer Oberfläche nicht eindringen kann. Der Einsatz eines vormischenden Brenners ermöglicht damit insbesondere eine lokale Erwärmung von Bereichen, insbesondere von unterschiedlich geformten Bereichen, entsprechender Platinen. Durch längere Erwärmung mittels eines außenmischenden Brenners wäre zwar ebenfalls eine Erzielung hoher Temperaturen möglich, jedoch besteht dabei die Gefahr, dass sich die Platine insgesamt erwärmt, nicht nur in den gewünschten Bereichen.

**[0013]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist die wenigstens eine Nacherwärmungseinrichtung räumlich orientierbar und/oder räumlich verschiebbar ausgebildet. Beispielsweise kann die erfindungsgemäß verwendete Nacherwärmungseinrichtung an einen Industrieroboter montiert sein. Dies erlaubt die exakte Führung und Orientierung der Nacherwärmungseinrichtung entlang bzw. über der Oberfläche der umgeformten Platine, welche hierdurch in den gewünschten Bereichen (partiell) gleichmäßig auf einen gewünschten Temperaturbereich, z. B. zwischen 650 und 850°C, insbesondere 700°C - 800°C, insbesondere etwa 750°C erwärmt werden kann.

**[0014]** Bevorzugt ist die Erwärmungseinrichtung (zur insbesondere vollständigen Erwärmung der Platine vor dem Umformen in der Presseinrichtung) als Austenitisierungseinrichtung ausgebildet. Bevorzugt ist hierbei eine vollständige Austenitisierung. Eine Austenitisierung liefert die gewünschten Werkstoffeigenschaften, mit denen ein anschließendes Pressen unter gleichzeitigem Kühlen bzw. Abschrecken und hieran anschließend eine weitere wenigstens partielle Erwärmung (Nacherwärmung) durchführbar sind. Eine entsprechende Austenitisierungseinrichtung ist zum, insbesondere lokalen, Erwärmen der Platinen auf eine Temperatur von 750 - 1.050°C insbesondere von 800-1.000°C, beispielsweise von 850-950°C, eingerichtet. Eine entsprechende Temperatur richtet sich nach den jeweiligen Werkstoffen und liegt oberhalb einer Austenitisierungstemperatur. Diese liegt beispielsweise bei den erwähnten Mangan-Bor-Stählen bei ca. 850°C. Wird eine entsprechende Platine auf eine Temperatur knapp unterhalb der Austenitisierungstemperatur vorgewärmt, kann die Austenitisierungstemperatur durch einen entsprechenden Brenner insbesondere in vorbestimmten Bereichen der Platine schnell erreicht bzw. überschritten werden. Bei einem derartigen Kühlen während des Pressens bzw. Umformens werden die Platinen bevorzugt auf Temperaturen von 100°C - 200°C abgekühlt, wobei auch eine Kühlung auf irgendeine Temperatur zwischen Raumtemperatur und 250°C möglich ist.

Eine entsprechende Anlage weist vorteilhafterweise ferner wenigstens eine Beladeeinrichtung zum Beladen der Anlage mit den Platinen und/oder wenigstens eine Transfer-einrichtung zum Transferieren der Platinen in die wenigstens eine Presseinrichtung der Anlage und/oder wenigstens eine Transfereinrichtung zum Transferieren der Platinen zu der Nacherwärmungseinrichtung auf.

**[0015]** Vorteilhafterweise umfasst die wenigstens eine Erwärmungseinrichtung wenigstens einen Paternosterofen. Als Paternosteröfen, die grundsätzlich bekannt sind, können beispielsweise vertikale Paternosteröfen zum Einsatz kommen, die eine verbesserte Energieeffizienz aufweisen und insbesondere den Vorteil bieten, herkömmliche Rollenherdöfen, die, wie erwähnt groß bauen und daher entsprechende bauliche Gegebenheiten voraussetzen, ersetzen zu können. Paternosteröfen sind beispielsweise elektrisch oder mit Brennstoff be-

**[0016]** Vorteilhafterweise umfasst die wenigstens eine Erwärmungseinrichtung wenigstens einen Paternosterofen. Als Paternosteröfen, die grundsätzlich bekannt sind, können beispielsweise vertikale Paternosteröfen zum Einsatz kommen, die eine verbesserte Energieeffizienz aufweisen und insbesondere den Vorteil bieten, herkömmliche Rollenherdöfen, die, wie erwähnt groß bauen und daher entsprechende bauliche Gegebenheiten voraussetzen, ersetzen zu können. Paternosteröfen sind beispielsweise elektrisch oder mit Brennstoff be-

heizbar und in entsprechenden Temperaturbereichen betreibbar, so dass eine effiziente und zuverlässige Erwärmung gewährleistet ist.

**[0017]** Die jeweils einzustellenden Temperaturen richten sich nach dem jeweiligen Material der Platinen. Beispielsweise liegt, wie erwähnt, die vollständige Austenitisierungstemperatur von Mangan-Bor-Stählen bei ca. 850°C. Der Fachmann kann entsprechende Temperaturen einfach aus zur Verfügung stehenden Materialkennzahlen ableiten.

**[0018]** Es erweist sich als vorteilhaft, auch die Erwärmungseinrichtung mit wenigstens einem vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner oder Brenngas-Sauerstoff-Brenner auszubilden. Hiermit ist auch eine sehr effektive, insbesondere auch bereichsweise Erwärmung von Platinen möglich.

**[0019]** Obwohl eine derartige Erwärmungseinrichtung, insbesondere Austenitisierungseinrichtung, Erwärmungseinrichtung im Rahmen der vorliegenden Erfindung bevorzugt für eine vollständige Austenitisierung einer Platine eingesetzt wird, ist es auch möglich, sie zum partiellen Erwärmen, insbesondere Austenitisieren, also zum Erwärmen oder Austenitisieren bestimmter Regionen bzw. lokaler Bereiche von Platinen ausgebildet sein. Wenigstens eine Brennerflamme eines vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenners kann dabei auf die zum partiellen Erwärmen, insbesondere Austenitisieren vorgesehene(n) Region(en) gerichtet werden. Eine entsprechende Brenneranordnung ermöglicht damit insbesondere eine definierte, lokale Austenitisierung von Regionen, in denen, beispielsweise durch Presshärten, anschließend eine hohe lokale Festigkeit erzielt werden kann. In den nicht austenitisierten Bereichen ist hingegen eine ausreichende Duktilität des Werkstoffs nach dem Presshärten gewährleistet. So wäre es z.B. denkbar, eine gewünschte Duktilität in ersten Bereichen der Platine mittels einer derartigen teilweisen Erwärmung durch die Erwärmungseinrichtung, also vor dem Umformen, und in zweiten Bereichen der Platine mittels Erwärmung durch die Nacherwärmungseinrichtung, also nach dem Umformen, bereitzustellen.

**[0020]** Vorteilhafterweise ist eine Erwärmungseinrichtung, insbesondere eine Austenitisierungseinrichtung, in einer entsprechenden Anlage mit einer Vorwärmeinrichtung in Form einer baulichen Einheit vorgesehen. Dies ermöglicht kompakte, klein bauende und energieeffizient betreibbare Anlagen, die beispielsweise nur noch eine Wärme- bzw. Temperaturisolierung benötigen.

**[0021]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst, Platinen in eine erfindungsgemäße Anlage, zu laden, die Platinen in einer Erwärmungseinrichtung, insbesondere einer Austenitisierungseinrichtung zumindest lokal zu erwärmen bzw. zu austenitisieren, in einer Presseinrichtung durch Pressen umzuformen und anschließend wenigstens partiell in einer Nacherwärmungseinrichtung zu erwärmen. Wie erläutert kann es sich bei dem Pressverfahren um ein Presshärteverfahren handeln.

**[0022]** Die erfindungsgemäße Anlage zum Warmum-

formen von Platinen, und das erfindungsgemäße Verfahren profitieren gleichermaßen von den zuvor erläuterten Vorteilen.

**[0023]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0024]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

15 Figurenbeschreibung

**[0025]**

20 Figur 1 zeigt eine Anlage zum Warmumformen von Platinen gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

25 Figur 2 zeigt einen Brennkopf zum Einsatz in einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

30 Figur 3 zeigt ein Verfahren zum Warmumformen von Platinen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines Ablaufschemas.

35 **[0026]** In den Figuren tragen gleiche oder gleichwirkende Elemente ggf. identische Bezugszeichen und werden der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

40 **[0027]** Figur 1 zeigt eine Anlage zum Warmumformen von Platinen gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Die Anlage ist insgesamt mit 10 bezeichnet. Sie verfügt über eine Beladungseinrichtung 3, in der entsprechende Platinen P, beispielsweise ausgestanzte Blechstücke, in Pfeilrichtung (unterer horizontaler Pfeil) in eine entsprechende Anlage geladen werden können. Eine Erwärmungseinrichtung 4 ist vorgesehen, die einen schematisch dargestellten Paternosterofen 4a aufweist. Die Platinen P werden in Pfeilrichtung in einen unteren Bereich der Erwärmungseinrichtung 4 eingebracht, nach oben angehoben (mittels vertikalem Pfeil veranschaulicht) und während des Anhebens kontinuierlich erwärmt. Es ist möglich, die Platinen in dem Paternosterofen 4a derart zu erwärmen, dass sie austenitisieren. In der Figur 1 dargestellt ist jedoch eine Ausführungsform, bei der die Erwärmungseinrichtung 4 eine stromabwärtig des Paternosterofens 4a vorgesehene Austenitisierungseinrichtung 4b aufweist. In diesem Fall dient der Paternosterofen zur Vorerwärmung der Platinen.

55 **[0028]** In einem oberen Bereich des Paternosterofens 4a verlassen die Platinen P diesen erneut in Pfeilrichtung (oberer horizontaler Pfeil). Sie durchlaufen anschließend

die Aus-tenitisierungseinrichtung 4b, die einen Brenner 14 aufweist, der vorliegend als dreiflam-miger Brenner symbolisiert ist. Der Brenner 14 kann eine beliebige Anzahl von Bren-nerflammen aufweisen. Der Brenner 14 kann auch mobil ausgebildet sein und unter-schiedliche Bereiche einer Platine P nacheinander beaufschlagen. Hierzu können ent-sprechende Bewegungseinrichtungen vorgesehen sein, die beispielsweise auch unter Verwendung einer entsprechenden Steuerung vollautomatisch angesteuert werden können. Die Platinen P durchlaufen die Austenitisierungseinrichtung 4b in Pfeilrichtung und werden dort auf eine Temperatur (z. B. 900°C) erwärmt, die oberhalb einer Austenitisierungstemperatur des entsprechenden Werkstoffs liegt.

**[0029]** Die Platinen P gelangen anschließend in eine Transfereinrichtung 5 und werden durch diese zu einem Presswerkzeug 8 transferiert. Das Presswerkzeug 8 formt die Platinen in der gewünschten Weise um, wobei gleichzeitig mit der Umformung eine Abkühlung der Platinen auf etwa 200°C oder weniger erfolgt.

**[0030]** Durch diese Abkühlung bzw. Abschreckung, welche vorzugsweise mit einer Rate von größer 30 K/sec erfolgt, entsteht in den austenisierten Bereichen der Platine ein Martinsit- bzw. Härtegefüge.

**[0031]** Wie erwähnt, weisen die umgeformten Platinen in diesem Zustand eine Temperatur von etwa 200°C auf. In diesem Zustand werden die umgeformten Platinen nun mittels einer Nacherwärmungseinrichtung 16, welche wenigstens einen vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner 18 oder Brenngas-Sauerstoff-Brenner aufweist, partiell wärmebeaufschlagt. Hierdurch wird an den wärmebeaufschlagten Stellen der umgeformten Platine das Härtegefüge zu einem Mischgefüge umgewandelt, welches verbesserte Eigenschaften beispielsweise bzgl. Dehnbarkeit besitzt.

**[0032]** Die Nacherwärmungseinrichtung 16 kann beispielsweise an einen (nicht dargestellten) Industrieroboter montiert sein, womit eine dreidimensionale Verfahrbarkeit und Orientierbarkeit der Brenner 18 bereitstellbar ist. Dies erlaubt die exakte Führung der Brenner 18 entlang der Bauteiloberfläche, welche hierdurch in den gewünschten Bereichen gleichmäßig auf Temperaturen zwischen etwa 650 und 850°C erwärmt werden kann. Die hierdurch bereitgestellte Gefügeveränderung führt z.B. zu einer Verringerung der Härte sowie Zunahme der Dehnung bzw. Dehnbarkeit. In durchgeführten Versuchen konnten z. B. Verbesserungen der Dehnwerte um bis zu 18 Prozent realisiert werden.

**[0033]** Die Brenner 18 können in beliebigen Geometrien (auch mit kleinen Durchmessern beispielsweise für Schweißpunktbereiche) gefertigt werden, und sind somit in der Lage, unterschiedlichste Bereiche an einem Bauteil bzw. einer umgeformten Platine P zu erwärmen. Der Energieübergang ist hierbei sehr effizient, und die Behandlungsdauer kann auf wenige Sekunden beschränkt werden.

**[0034]** Es bestehen deutliche Vorteile gegenüber anderen Erwärmungstechnologien, wie beispielsweise der

Induktionserwärmung, die bei dreidimensionaler Geometrien bzw. Platinenformen nicht angewendet werden kann, da beispielsweise Innenradien nicht zielgerecht erwärmt werden können.

**[0035]** Auch gegenüber herkömmlichen lasergestützten Verfahren weist das erfindungsgemäße Verfahren Vorteile auf. Lasergestützte Verfahren sind zwar generell in der Lage, ähnliche Aufgaben zu verrichten, müssen jedoch aufgrund der hohen Energiedichte und der relativ kleinen Brennfläche mit deutlichen höherem Verfahrensaufwand betrieben werden, um beispielsweise größere zusammenhängende Bereiche zu erwärmen, was derartige Verfahren in der Praxis relativ ineffektiv macht.

**[0036]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich partielle Bereiche einer Platine, insbesondere einer dreidimensional umgeformten Platine, beispielsweise gehärteter Platinen aus UHS-Stahl, nachträglich in sehr variantenreicher und effektiver Weise erwärmen, wobei die Dehnung des Werkstoffes auf einen für eine gezielte Deformation ausreichenden Wert erhöht werden kann.

**[0037]** Mittels der erfindungsgemäß eingesetzten Brenner können Brennflecke beispielsweise einer Fläche von bis zu 10 bis 20 cm<sup>2</sup> zur Verfügung gestellt werden. Als besonders bevorzugt erweisen sich Brenner, mittels der Brennflächen einer Größe von 2 cm x 2 cm oder 4 cm x 2 cm zur Verfügung gestellt werden können.

**[0038]** In Figur 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäß einsetzbaren Brennerkopfes dargestellt.

**[0039]** Ein erfindungsgemäß einsetzbarer vormischender Brennerkopf ist in Figur 2 mit 22 bezeichnet.

**[0040]** Mit einem erfindungsgemäß verwendeten vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner, der über einen Kanal 221 verfügt, über den eine Wasserstoff-Sauerstoff-Mischung dem Brennerkopf 22 zugeführt wird, kann eine sehr harte Brennerflamme erzeugt werden, die eine sehr gute Energieübertragung gewährleistet. Insbesondere sind z. B. mit Ausnehmungen oder komplexeren Konturen ausgebildete Bereiche zuverlässiger mit der nötigen Wärme beaufschlagbar. Die entsprechende Gasmischung strömt hier also bereits als Gemisch aus Brenndüsen 223 aus und wird dort entzündet.

**[0041]** Figur 3 zeigt einen Ablaufplan eines Verfahrens 100 gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung. In einem ersten Verfahrensschritt 101 werden entsprechende Platinen P aus einem Blech ausgestanzt. Diese werden in einem Verfahrensschritt 102, beispielsweise mittels einer Beladungseinrichtung, in eine erfindungsgemäße Warmumformanlage geladen. Dies kann kontinuierlich erfolgen. In einem Schritt 103 werden die Platinen P in der Anlage vorgewärmt, wozu die zuvor erläuterten Mittel zum Einsatz kommen können. In einem Schritt 104 erfolgt eine Austenitisierung, wie ebenfalls zuvor erläutert. Nach der Austenitisierung werden die Platinen P in einem Schritt 105 durch eine Transfereinrichtung in ein Presswerkzeug transferiert und dort in einem Schritt 106 umgeformt bzw. gepresst und gleichzeitig abgeschreckt.

Nach Abschrecken im Presswerkzeug werden die pressgehärteten Platinen, welche in diesem Zustand komplexe dreidimensionale Formen aufweisen können, mittels einer Nacherwärmungseinrichtung, insbesondere einem vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff- oder Brenngas-Sauerstoff-Mischer, in der gewünschten Weise partiell erwärmt (Schritt 107), wodurch in den erwärmten Bereichen ein Mischgefüge mit gewünschten Eigenschaften (z.B. verbesserter Dehnungsfähigkeit) bereitgestellt werden kann.

### Patentansprüche

1. Anlage zum Warmumformen von Platinen (P) mit wenigstens einer Erwärmungseinrichtung (4) und wenigstens einer stromabwärtig der wenigstens einen Erwärmungseinrichtung (4) angeordneten Presseeinrichtung (2) zur Umformung der Platinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärtig der Presseeinrichtung (2) wenigstens eine Nacherwärmungseinrichtung (16) zur wenigstens partiellen Wärmebeaufschlagung der in der Presseeinrichtung umgeformten Platinen (P) vorgesehen ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nacherwärmungseinrichtung (16) wenigstens einen vormischenden Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner oder einen vormischenden Brenngas-Sauerstoff-Brenner (18) aufweist.
3. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nacherwärmungseinrichtung (16) räumlich verschiebbar und/oder orientierbar ausgebildet ist.
4. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Erwärmungseinrichtung (4) als Austenitisierungseinrichtung ausgebildet ist.
5. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, die ferner wenigstens eine Beladeeinrichtung (3) zum Beladen der Anlage mit Platinen und/oder wenigstens eine Transfereinrichtung zum Transferieren der Platinen in die wenigstens eine Presseeinrichtung und/oder wenigstens eine Transfereinrichtung zum Transferieren der umgeformten Platinen zu der wenigstens einen Nacherwärmungseinrichtung (16) aufweist.
6. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmungseinrichtung (4) wenigstens einen Paternosterofen umfasst.
7. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmungseinrichtung wenigstens einen vormischenden Was-

ser-Sauerstoff-Brenner oder einen vormischenden Brenngas-Sauerstoff-Brenner aufweist.

8. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Presseeinrichtung (8) derart ausgebildet ist, dass die Platinen während ihrer Umformung auf eine Temperatur zwischen Raumtemperatur und 300°C, insbesondere 150 bis 250°C oder weniger als 200°C abgekühlt werden.
9. Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Nacherwärmungseinrichtung (16) erwärmte Bereiche der umgeformten Platine auf Temperaturen von etwa 650 bis 850°C, insbesondere 700 bis 800°C, insbesondere um 750°C erwärmt werden.
10. Verfahren zum Warmumformen von Platinen, bei denen die Platinen in einer Anlage nach einem der vorstehenden Ansprüche geladen, in einer Erwärmungseinrichtung der Anlage auf eine Austenitisierungstemperatur erwärmt werden, in einer Presseeinrichtung umgeformt und hierbei abgekühlt werden, und anschließend in einer Nacherwärmungseinrichtung wenigstens partiell auf eine Temperatur von 650 bis 850°C, insbesondere 700 bis 800°C, insbesondere 750°C, erwärmt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** beschichtete Platinen warm umgeformt werden, insbesondere dass mit Aluminiumsilizium oder Zink beschichtete Platinen warm umgeformt werden.

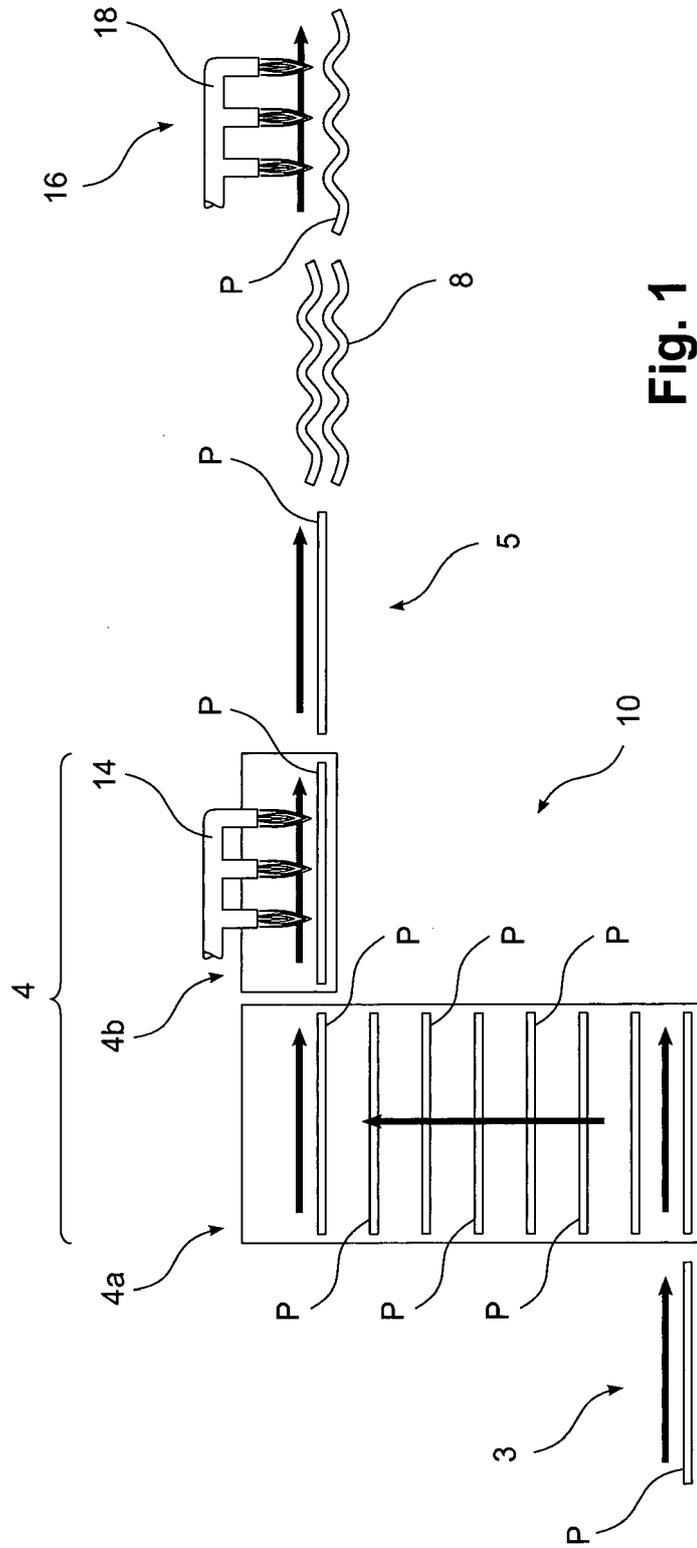
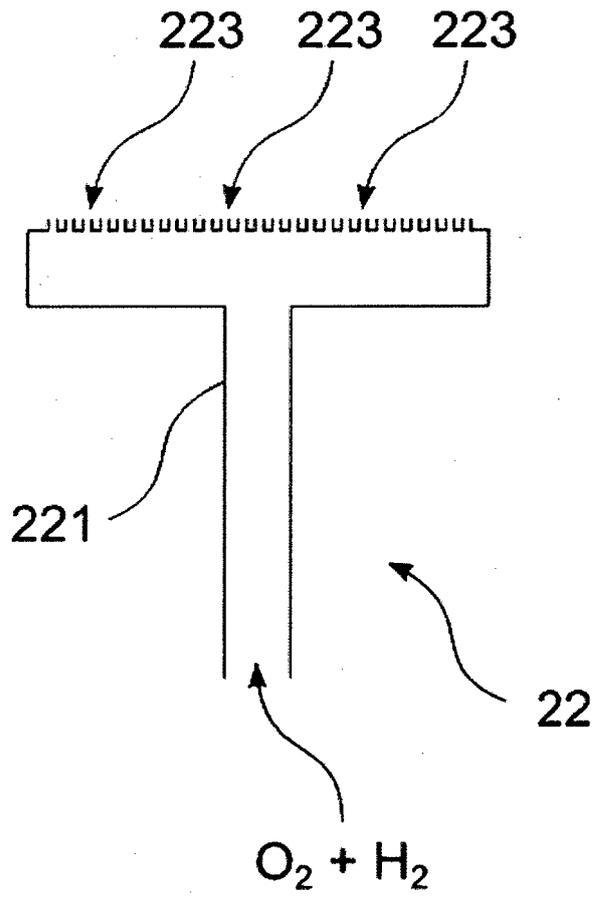
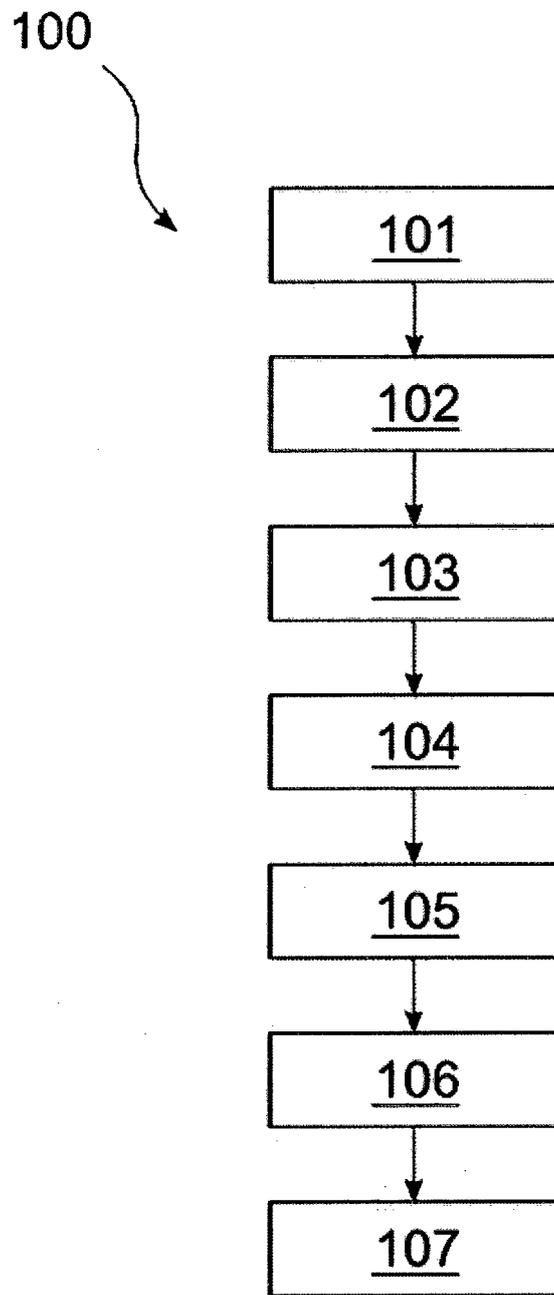


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**

**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 10345411 A1 [0011]