



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
C21D 1/673 (2006.01) **B21D 22/02** (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16157417.3**

(22) Anmeldetag: **25.02.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder:
• **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)
• **Benteler Maschinenbau GmbH**
33602 Bielefeld (DE)

(72) Erfinder:
• **Hielscher, Christian**
33129 Delbrück (DE)

- **Werneke, Simon**
33142 Büren (DE)
- **Horn, Stefan**
34308 Bad Emstal (DE)
- **Dvorak, Borek**
46605 Jablonec nad Nisou (CZ)
- **Kout, Radovan**
46014 Liberec (CZ)
- **Schaele, Martin**
59439 Holzwickede (DE)

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KRAFTFAHRZEUGBAUTEILS MIT MINDESTENS ZWEI VONEINANDER VERSCHIEDENEN FESTIGKEITSBEREICHEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils (14) mit mindestens zwei Bereichen mit voneinander verschiedener Festigkeit und einer Schutzschicht, welches sich durch folgende Verfahrensschritte auszeichnet:

- Bereitstellen von vorbeschichteten Platinen (2), insbesondere Platinenzuschnitten, aus einer härtbaren Stahllegierung,
- Homogenes Erwärmen auf eine Aufwärmtemperatur, die mindestens größer gleich AC1 Temperatur, bevorzugt größer gleich AC3 Temperatur ist,
- Halten der Aufwärmtemperatur, so dass die Vorbeschichtung mit der Platine (2) durchlegiert,
- Homogene Zwischenkühlung der durchgelegierten Platine (2) auf eine Zwischenkühltemperatur zwischen 450 und 700°C,
- Partielles Erwärmen der Platine (2) von der Zwischenkühltemperatur in Bereichen erster Art (10) auf mindestens AC3 Temperatur und Halten von Bereichen zweiter Art (11) auf im Wesentlichen Zwischenkühltemperatur,
- Warmumformen und Presshärten der partiell temperierten Platine (12) zu dem Kraftfahrzeugbauteil (14), wobei in Bereichen erster Art (10) eine Zugfestigkeit größer 1400MPa und in Bereichen zweiter Art (11) eine Zugfestigkeit kleiner 1050MPa sowie ein dazwischen liegender

Übergangsbereich (19) eingestellt wird.

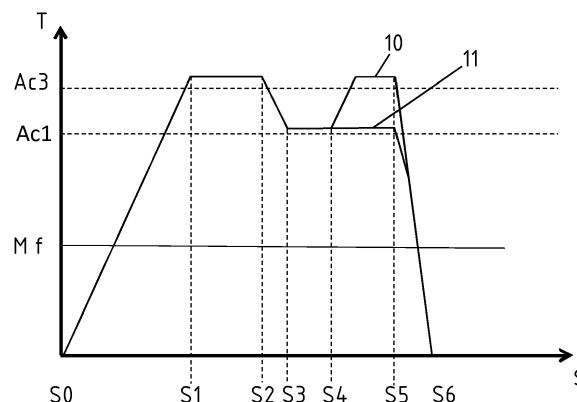


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils mit mindestens zwei Bereichen mit voneinander verschiedener Festigkeit und einer Schutzschicht gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Kraftfahrzeugbauteile mittels Blechumformung herzustellen. Zum einen werden Blechaußenhautbauteile hergestellt, beispielsweise eine Motorhaube oder auch eine Dachhaut. Bei einer selbsttragenden Karosserie werden jedoch auch Kraftfahrzeugstrukturbauteile hergestellt. Diese sind insbesondere Kraftfahrzeugsäulen, Dachholme, Schweller, Querträger oder Längsträger sowie weitere in der Kraftfahrzeugkarosserie verbaute Strukturbauteile.

[0003] Im Zuge der gestiegenen Sicherheitsanforderungen an die Kraftfahrzeugkarosserie selber sowie auch die gesetzlichen Anforderungen an einen geringeren Kraftstoffverbrauch sowie geringeren CO₂ Ausstoß hat sich aus dem Stand der Technik die Warmumform- und Presshärte-technologie durchgesetzt. Hierzu werden Blechbauteile aus einer härtbaren Stahllegierung zunächst auf eine Temperatur über AC3 erwärmt, so dass sich das Werkstoffgefüge austenitisiert. In diesem warmen Zustand wird dann die Platine umgeformt und nach Abschluss der Umformung derart rasch abgekühlt, dass das Werkstoffgefüge gehärtet wird. Insbesondere wird dabei Martensit gebildet.

[0004] In der Folge ist es möglich Bauteile mit geringeren Wandstärken herzustellen, was das Bauteilgewicht senkt, jedoch bei gleichzeitig mindestens gleichbleibender oder höherer Festigkeit.

[0005] Aus der DE 102 08 216 C1 ist es ferner bekannt, Bauteile bereits während des Pressumformens mit Bereichen voneinander verschiedener Festigkeit herzustellen.

[0006] Die Bauteile aus einer härtbaren Stahllegierung sind jedoch gleichsam anfällig gegenüber Korrosion, weshalb es ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt ist, warmumgeformte und pressgehärtete Bauteile mit einer Korrosionsschutzschicht zu versehen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Möglichkeit aufzuzeigen Kraftfahrzeugbauteile kostengünstig mit einem Korrosionsschutz herzustellen, die gezielt scharf berandete Bereiche mit voneinander verschiedenen Festigkeiten aufweisen.

[0008] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungsvarianten des Verfahrens sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils mit mindestens zwei Bereichen mit voneinander verschiedener Festigkeit und einer Korrosionsschutzschicht zeichnet sich durch fol-

gende Verfahrensschritte aus:

- Bereitstellen von vorbeschichteten Platinen, insbesondere Platinenzuschnitten, aus einer härtbaren Stahllegierung,
- Homogenes Erwärmen auf eine Aufwärmtemperatur, die mindestens größer gleich AC1 Temperatur, bevorzugt größer gleich AC3 Temperatur ist,
- Halten der Aufwärmtemperatur, so dass die Vorbeschichtung mit der Platine durchlegiert,
- Homogene Zwischenkühlung der durchlegierten Platine auf eine Zwischenkühltemperatur zwischen 450°C und 700°C, mindestens jedoch kleiner der Aufwärmtemperatur und optional Halten der Zwischenkühltemperatur für einen Zeitraum,
- Partielles Erwärmen der Platine von der Zwischenkühltemperatur +/- 50°C in Bereichen erster Art auf mindestens AC3 Temperatur und Halten von Bereichen zweiter Art auf im Wesentlichen Zwischenkühltemperatur +/- 50°C,
- Warmumformen und Presshärten der partiell temperierten Platine zu dem Kraftfahrzeugbauteil, wobei in Bereichen erster Art eine Zugfestigkeit größer 1400 MPa und in Bereichen zweiter Art eine Zugfestigkeit kleiner 1050 MPa sowie ein dazwischen liegender Übergangsbereich mit einer Breite kleiner 50mm eingestellt werden.

[0011] Somit sieht das Verfahren zunächst vor, vorbeschichtetes Ausgangsmaterial aus einer härtbaren Stahllegierung bereitzustellen. Hierbei kann es sich um ein von einem Coil abgewickelteres Stahlmaterial handeln, welches bereits zu Platinen vereinzelt ist oder aber auch direkt um Platinenzuschnitte. Ein Platinenzuschnitt weist dabei annähernd einen endkonturnahen Beschnitt auf, den das Bauteil nach dem Warmumformen aufweisen soll.

[0012] Dieses Ausgangsmaterial ist vorbeschichtet. Hierbei handelt es sich insbesondere um eine Aluminiumsiliziumbeschichtung. Bei der härtbaren Stahllegierung handelt es sich bevorzugt um einen Bor-Mangan-Stahl.

[0013] Zunächst ist nunmehr vorgesehen, dass das Ausgangsmaterial auf eine Aufwärmtemperatur erwärmt wird, die größer gleich der AC1 Temperatur, bevorzugt größer gleich der AC3 Temperatur des Eisenkohlenstoffdiagramms der härtbaren Stahllegierung ist. Diese Aufwärmtemperatur wird weiterhin bevorzugt für einen Zeitraum gehalten, insbesondere für 90 s bis 300 s. Dabei findet ein Durchlegieren der Vorbeschichtung mit der Platine statt. Dies wird auch als Eindiffundieren der Vorbeschichtung in die Oberfläche der Platine bezeichnet. Die Beschichtung weist bevorzugt eine Schichtdicke zwi-

schen 20 μm und 40 μm auf. Es bildet sich insbesondere eine ausgeprägte intermetallische Phase. Das homogene Erwärmen auf die Aufwärmtemperatur wird insbesondere in einem Durchlaufofen durchgeführt.

[0014] Ist die Aufwärmtemperatur erreicht und insbesondere die Haltephase der Aufwärmtemperatur abgeschlossen, findet eine homogene Zwischenkühlung der durchlegierten Platine mit der Vorbeschichtung auf eine Zwischenkühltemperatur statt. Die Zwischenkühltemperatur beträgt bevorzugt zwischen 450°C und 700°C, sie ist mindestens jedoch kleiner der Aufwärmtemperatur und somit besonders bevorzugt kleiner AC1. Bevorzugt wird auch die Zwischenkühltemperatur $\pm 50^\circ\text{C}$ für eine Haltezeit gehalten. Durch die Zwischenkühlung und insbesondere aufgrund des Temperaturbereiches der Zwischenkühlung lassen sich gezielt ein oder mehrere Werkstoffgefüge einstellen. Wird die Zwischenkühltemperatur bei ca. 500°C gewählt, so wandelt sich das Werkstoffgefüge überwiegend in Bainit um, welches nach dem Abschreckhärten eine Zugfestigkeit von 750 MPa bis 1050 MPa aufweist. Wird die Zwischenkühltemperatur bei ca. 600°C gewählt, bildet sich ein überwiegend ferritisch/perlitisches Gefüge aus, mit einer Zugfestigkeit von ca. 500 MPa bis 750 MPa nach dem Abschreckhärten. Beispielsweise wird zur Einstellung eines bainitischen Werkstoffgefüges auf eine Zwischenkühltemperatur von ca. 500°C mit einer Kühlrate zwischen 3 bis 15°C/Sek. abgekühlt. Die anschließende Haltezeit beträgt bevorzugt 30 s bis 90 s. Um ein ferritisch/perlitisches Werkstoffgefüge zu erhalten, wird mit einer Kühlrate von 3 bis 15°C/Sek. auf eine Temperatur von ca. 600°C abgekühlt und ebenfalls für eine Zeit von 30 s bis 90 s diese Zwischenkühltemperatur gehalten.

[0015] Damit nunmehr Bereiche des Kraftfahrzeugbauteils voneinander verschiedene Festigkeiten aufweisen und insbesondere einige Bereiche hochfeste oder höchstfeste Eigenschaften mit einer Zugfestigkeit größer 1300 MPa, insbesondere größer 1400 MPa aufweisen, wird die homogen zwischengekühlte und durchlegierte Platine partiell von der Zwischenkühltemperatur $\pm 50^\circ\text{C}$ in Bereichen erster Art und somit bereichsweise auf mindestens AC3 Temperatur erwärmt. Die übrigen Bereiche werden Bereiche zweiter Art genannt, welche im Wesentlichen auf der Zwischenkühltemperatur $\pm 50^\circ$ gehalten werden. Das Erwärmen der Bereiche erster Art auf mindestens AC3 Temperatur, bevorzugt auf 930°C bis 980°C, wird bevorzugt derart durchgeführt, dass die Bereiche erster Art vollständig austenitisieren. Ist diese Erwärmung der Bereiche erster Art auf mindestens AC3 Temperatur durchgeführt, so wird die partiell in Bereichen voneinander verschieden temperierte Platine in ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug überführt in diesem temperierten Zustand warmumgeformt und anschließend pressgehärtet. Es wird somit in den Bereichen ersten Art eine Zugfestigkeit größer 1400 MPa und in den Bereichen zweiter Art eine Zugfestigkeit R_m kleiner 1050 MPa eingestellt.

[0016] Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen,

dass ein Übergangsbereich zwischen den Bereichen erster Art und zweiter Art eine Breite kleiner 50 mm aufweist. Insbesondere kann dies dadurch erreicht werden, dass das partielle Erwärmen der Bereiche erster Art auf mindestens AC3 Temperatur in einer besonders kurzen Zeit durchgeführt wird, insbesondere mit einer Heizrate größer 30°C/Sek. Die Zeit für das Erwärmen beträgt bevorzugt weniger als 20 s, insbesondere weniger als 15 s, besonders bevorzugt weniger als 10 s. Die in der Platine auftretende Wärmeleitung von Bereichen erster Art zu Bereichen zweiter Art findet aufgrund der Kürze der Zeit nur im geringen Maße statt, so dass ein scharf borderierter Übergangsbereich mit dem anschließenden Warmumformen und Presshärten erreicht wird. Die Taktzeit für das Warmumformen und Presshärten beträgt bevorzugt ca. 10 s bis 20 s, insbesondere 15 s. Weiterhin wird insbesondere eine relativ kurze Transferzeit zwischen Abschluss der Zwischenkühlung bzw. Beenden der Haltezeit der Zwischenkühlung und dem Warmumform- und Presshärtewerkzeug realisiert. Als Transferzeit sind bevorzugt 2 s bis 15 s vorgesehen.

[0017] Besonders bevorzugt wird weiterhin das homogene Erwärmen auf Aufwärmtemperatur in einem Durchlaufofen durchgeführt. Das homogene Zwischenkühlen auf Zwischenkühltemperatur sowie das gegebenenfalls optionale Halten der Zwischenkühltemperatur wird bevorzugt ebenfalls in einem Durchlaufofen durchgeführt. Dieser Durchlaufofen für das Zwischenkühlen ist bevorzugt als Durchlaufofenmodul ausgebildet und insbesondere direkt an den Durchlaufofen des Erwärmens auf Aufwärmtemperatur angeschlossen. Alternativ kann das Zwischenkühlen auch in einem Kammerofen durchgeführt werden. Weiterhin alternativ wäre es möglich eine separate Kühlstation zu verwenden. Als dritte Variante ist es möglich auch an Luft abzukühlen. Das an Luft abkühlen kann als passives Zwischenkühlen an Luft erfolgen. Insbesondere wird bei einem passiven Zwischenkühlen an Luft anschließend eine aktive Haltephase der Zwischenkühltemperatur durchgeführt. Aktiv bedeutet unter Verwendung eines Heizmittels. Diese aktive Haltephase kann beispielsweise wiederum in einem Kammerofen, einem Etagenofen oder auch einem Pufferofen durchgeführt werden. Weiterhin wird für das gesamte homogene Erwärmen und homogene Zwischenkühlen ein Durchlaufofenmodul eingesetzt, wobei in dem Durchlaufofenmodul eine Kühlstation bzw. Kühlplatten integriert sind, um die Zwischenkühlung durchzuführen.

[0018] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können somit insbesondere Strukturbauteile für Kraftfahrzeuge hergestellt werden, die kleinflächige, streifenartige und/oder inselartige weiche Bereiche, mithin Bereiche zweiter Art aufweisen sollen. Dies können beispielsweise Triggerstreifen oder Seitenwandinseln sein, so dass gezielte Solldeformationsstellen im Falle eines Fahrzeugcrashes zuerst verformt werden. Auch können Koppelstellen, insbesondere Koppelflansche der Bauteile zur Koppelung zweier Kraftfahrzeugbauteile miteinander mit Bereichen zweiter Art mithin weichen Bereichen ausgebil-

det sein, so dass im Falle eines Kraftfahrzeugcrashs und einer Deformation ein Abreißen der Koppelungsstellen in diesen Bereichen vermieden wird sowie die Rissneigung entlang von späteren Fugestellen reduziert wird.

[0019] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es weiterhin möglich eine Breite des Übergangsbereiches kleiner 40 mm, insbesondere kleiner 30 mm und besonders bevorzugt kleiner 25 mm einzustellen. Es können somit sehr scharf berandete Bereiche mit voneinander verschiedener Festigkeit abgegrenzt werden.

[0020] Die Bereiche zweiter Art, insbesondere die weichen Bereiche sind dabei bevorzugt jedoch bezogen auf die Gesamtfläche des Kraftfahrzeugbauteils nur eine kleine Fläche abdeckend bzw. einnehmend ausgebildet. Der überwiegende Teil des Kraftfahrzeugbauteils soll ein gehärtetes Werkstoffgefüge mithin Bereiche erster Art aufweisen. Bevorzugt weist mehr als 70%, insbesondere mehr 80% und besonders bevorzugt mehr als 90% des Kraftfahrzeugbauteils Bereiche erster Art auf.

[0021] Weiterhin besonders bevorzugt kann die Zwischenkühlung auf die Zwischenkühltemperatur mehrstufig und somit mindestens zweistufig durchgeführt werden. Eine erste Stufe der Zwischenkühlung weist eine höhere Abkühlrate gegenüber einer zweiten Stufe mit einer geringeren Abkühlrate auf. Dies bedeutet, dass die Temperatur stärker abnimmt in der ersten Stufe des Zwischenkühlens. In der zweiten Stufe des Zwischenkühlens wird weniger Temperatur über einen längeren Zeitraum abgenommen. An das mindestens zweistufige Zwischenkühlen kann sich dann wiederum eine Haltephase auf Zwischenkühltemperatur anschließen.

[0022] Je nach Durchführung des Zwischenkühlens wird somit ein überwiegend bainitisches Gefüge eingestellt oder ein überwiegend ferritisch/perlitisches Gefüge. Es kann jedoch auch bei dem Zwischenkühlen ein Mischgefüge aus Ferrit, Perlit und Bainit eingestellt werden.

[0023] Im Anschluss an das Zwischenkühlen wird dann das partielle Erwärmen durch insbesondere Kontakterwärmen der Bereiche erster Art durchgeführt. Gleichzeitig werden die Bereiche zweiter Art insbesondere auf im Wesentlichen der Zwischenkühltemperatur gehalten. Das partielle Erwärmen findet besonders bevorzugt durch Kontakterwärmung statt. Hierzu werden Kontaktplatten auf die Oberfläche der durchlegierten Platine aufgelegt. Es findet eine Konduktion mithin Wärmeleitung von der Kontaktplatte in die Platine statt. Die Kontaktplatte weist dazu bevorzugt eine Temperatur auf, die größer gleich der AC3 Temperatur ist. Die Kontaktplatte selbst wird erwärmt durch Induktion, durch Wärmestrahlung, insbesondere durch Brennererwärmung. Auch kann ein Heizmittel beispielsweise eine Heizpatrone oder Heizdraht der Kontaktplatte zugeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Kontaktplatte selbst als elektrische Widerstandsheizung ausgebildet ist. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die Kontaktplatte erwärmt sich die Kontaktplatte somit selber. Wird die Kontaktplatte auf die Platine aufgelegt, findet eine Wärmeleitung von der Kontaktplatte in die Platine statt und

zwar wenigstens in den zu austenitisierenden Bereichen erster Art.

[0024] Alternativ ist es möglich, dass das partielle Erwärmen in einem mindestens zwei Zonen aufweisenden Ofen durchgeführt wird. Auch ist es möglich Kühlplatten bzw. Temperierplatten in einen Ofen zu integrieren bzw. auf die Platine aufzulegen, so dass die Kühlplatten die Bereiche zweiter Art auf der Zwischenkühltemperatur gehalten werden und in dem Ofen Bereiche erster Art auf eine Temperatur größer gleich AC3 erwärmt werden. Der Ofen kann als Durchlaufofen ausgebildet sein, jedoch auch als Kammerofen, Etagenofen oder auch Pufferofen.

[0025] Wiederum alternativ ist es möglich, dass die Bereiche erster Art direkt mittels Laserstrahlung erwärmt werden. Dies ist insbesondere sinnvoll wenn besonders großflächige Bereiche zweiter Art vorgesehen sind, die folglich nicht auf über AC3 erwärmt werden sollen.

[0026] Insbesondere ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren somit möglich in den weichen Bereichen, mithin Bereichen zweiter Art eine Zugfestigkeit zwischen 750 MPa und 1050 MPa einzustellen, was einem bainitischem Gefüge mit martensitischem Anteil entspricht. Es ist weiterhin möglich in den weichen Bereichen eine Zugfestigkeit zwischen 600 MPa und 750 MPa einzustellen, was einem ferritisch/perlitischen Gefüge Anteilen entspricht.

[0027] Insbesondere werden somit Kraftfahrzeugbauteile als Strukturbauteile hergestellt. Dies sind bevorzugt Kraftfahrzeugsäulen, ganz besonders bevorzugt A-Säulen oder B-Säulen. Es können jedoch auch Längsträger hergestellt werden. Weiterhin können Holme, insbesondere Dachholme oder auch Schweller hergestellt werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können jedoch auch Fahrwerksbauteile hergestellt werden. Insbesondere werden Koppelflansche, Solld deformationsstellen, Koppelbereiche, Lochränder, Triggerstreifen und/oder Seitenwandinseln als Bereiche zweiter Art mithin weichere Bereiche ausgebildet.

[0028] Besonders bevorzugt wird als Warmumform- und Presshärtewerkzeug ein mehrfachfallendes Werkzeug eingesetzt. Insbesondere ein zweifachfallendes oder vierfachfallendes Werkzeug. Dies bedeutet, dass bei einer Bewegung zwei Bauteile gleichzeitig umgeformt werden und nach Abschluss der Umformung die zwei Bauteile ebenfalls gleichzeitig pressgehärtet werden. Bei einem vierfachfallenden Werkzeug werden bei einer Schließbewegung vier Platinen zu Bauteilen gleichzeitig umgeformt und alle vier Bauteile im Anschluss pressgehärtet.

[0029] Weiterhin besonders bevorzugt können für ein zweifachfallendes Warmumform- und Presshärtewerkzeug zwei einzelne Temperierstationen eingesetzt werden. Als Temperierstation kann sowohl eine Kühlstation zum Zwischenkühlen als auch eine partielle Erwärmungsstation zum partiellen Erwärmen auf über AC3 bezeichnet werden. Dies bedeutet, dass für ein zweifachfallendes Warmumform- und Presshärtewerkzeug zwei

einzelne Zwischenkühlstation und/oder zwei einzelne Erwärmungsstationen eingesetzt werden. Für ein vierfach fallendes Warmumform- und Presshärtewerkzeug können zwei jeweils doppelt fallende Temperierstationen eingesetzt werden, mithin zwei zweifachfallende Kühlstationen und zwei zweifachfallende partielle Erwärmungsstationen.

[0030] Bevorzugt arbeiten die Temperierstationen im Presskontakt des Warmumform- und Presshärtewerkzeuges.

Figur 1 eine erfindungsgemäße Warmformlinie zur Durchführung des Verfahrens mit Kontakterwärmung,

Figur 2 eine alternative Ausgestaltungsvariante zu Figur 1 mit Zweizonenofenerwärmung,

Figur 3 eine Veranschaulichung des Übergangsgebietes und

Figur 4 ein Zeit-Temperaturdiagramm zur Durchführung des Verfahrens.

[0031] In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen entfällt.

[0032] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Warmformlinie 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Zunächst wird eine Platine 2 in Form eines Platinenzuschnitts und hier insbesondere für eine B-Säule bereitgestellt. Diese durchläuft einen Durchlaufofen 3, wobei in einer ersten Aufwärmzone 4 des Durchlaufofens 3 die Platine 2 auf eine Temperatur größer gleich AC1, insbesondere größer gleich AC3 Temperatur erwärmt wird. Mithin spätestens am Ende 5 der Aufwärmzone 4 des Durchlaufofens 3 weist die Platine 2 die Aufwärmtemperatur auf. Sie kann jedoch auch die Aufwärmtemperatur vor Erreichen des Endes 5 aufweisen und behält dann für die restliche Zeit der Aufwärmzone 4 die Aufwärmtemperatur bei. Dabei liegt die Vorbeschichtung mit der Platine 2 durch, so dass am Ende 5 der Aufwärmzone 4 die Beschichtung vollständig mit der Platine 2 durchgelegt ist.

[0033] Daran anschließend folgt eine Zwischenkühlzone 6, in der die Platine 2 auf eine Temperatur zwischen 450°C und 700°C abgekühlt wird, mindestens jedoch kleiner der Aufwärmtemperatur. Am Ende 7 der Zwischenkühlzone 6 weist die homogen zwischengekühlte Platine 8 die Zwischenkühltemperatur auf.

[0034] Die homogen zwischengekühlte Platine 8 wird sodann in eine Kontakterwärmungsstation 9 überführt, wobei durch Schließen der Kontakterwärmungsstation 9 die Platine 2 durch bereichsweisen Kontakt mit den Kontaktplatten 9a partiell auf eine Temperatur in Bereichen erster Art 10 von mindestens AC3 erwärmt wird. In Bereichen zweiter Art 11 weist die Platine 2 eine Temperatur

auf, die im Wesentlichen der Zwischenkühltemperatur +/- 50°C entspricht. Insbesondere wird dies dadurch erreicht, dass der Bereich erster Art 10 einen direkten Anlagenkontakt mit Kontaktplatten 9a der Kontakterwärmungsstation 9 aufweist. Die Bereiche zweiter Art 11 liegen nicht direkt an den Kontaktplatten 9a an, mithin ist eine Vertiefung 9d als isolierender Luftspalt 9b dazwischen angeordnet. Die Kontaktplatten 9a werden selbst durch ein Heizmittel 9c, beispielsweise einen Induktor erwärmt. Die Bereiche erster Art 10 und die Bereiche zweiter Art 11 an der temperierten Platine 12 sind nach dem Warmumformen und Presshärten gleichzusetzen mit den Bereichen erster Art 10 mit hoher Festigkeit und den Bereichen zweiter Art 11 mit einer demgegenüber geringeren Festigkeit.

[0035] Die partiell temperierte Platine 12 wird unmittelbar anschließend in ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug 13 überführt und durch Warmumformen und Presshärten zu dem Kraftfahrzeugbauteil 14 mit zwei Bereichen mit voneinander verschiedener Festigkeiten umgeformt. Hier veranschaulicht ist die Herstellung einer B-Säule, wobei der Platinenzuschnitt an die Endkontur der B-Säule nach dem Umformen angepasst ist sowie die B-Säule nach der Umformung im Querschnitt ein hutförmiges Profil aufweist. Es ist jedoch auch möglich Holme, Längsträger sowie andere Kraftfahrzeugstrukturbauteile mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herzustellen.

[0036] Figur 1 zeigt weiterhin ein Warmumform- und Presshärtewerkzeug 13, hier insbesondere dargestellt als zweifachfallendes Werkzeug. Dies bedeutet, dass mit einer Schließbewegung zwei Bauteile gleichzeitig umgeformt und pressgehärtet werden. Es kann bevorzugt auch ein vierfach fallendes Werkzeug eingestellt werden. Auch die Kontakterwärmungsstation 9 kann zweifachfallend, bevorzugt vierfachfallend ausgebildet sein.

[0037] Figur 2 zeigt eine alternative Ausgestaltungsvariante zu Figur 1, wobei hier im Unterschied zur Kontakterwärmungsstation 9 ein Zonenofen 15 eingesetzt ist. Der Zonenofen 15 weist eine erste Zone 16 mit höherer Temperatur, insbesondere größer gleich AC3 Temperatur auf und eine zweite Zone 17 mit geringerer Temperatur auf, wobei die geringere Temperatur der Zwischenkühltemperatur +/- 50°C entspricht. In dem Zonenofen 15 kann beispielsweise ein Schott 18 oder ähnliches angeordnet sein, so dass die auf Zwischenkühltemperatur sich befindende Platine 8 in voneinander verschiedenen Bereichen entsprechend temperiert wird. Auch hierdurch wird eine partiell temperierte Platine 12 mit einem Bereich erster Art 10 und einem Bereich zweiter Art 11 hergestellt, die anschließend warmumgeformt und pressgehärtet wird. Der Zonenofen 15 muss nicht als Zweizonenofen, er kann auch als Mehrfachzonenofen ausgebildet sein, je nach geometrischer Vorgabe der Lage der Bereiche erster Art 10 und zweiter Art 11. Der Zonenofen 15 kann als Durchlaufofen betrieben werden. Er kann jedoch auch, insbesondere zur Platzersparnis als Etagenofen, mithin mehrstöckig ausgebildet sein. Auch kann er als mehrstöckiger Durchlaufofen ausgebil-

det sein. In der ersten Zone 16 weist der Ofen besonders bevorzugt eine deutlich höhere Innenraumtemperatur auf, insbesondere größer 1000°C.

[0038] Figur 3 zeigt eine Veranschaulichung der Bereiche erster und zweiter Art 10, 11 sowie einen dazwischenliegenden Übergangsbereich 19. Der Übergangsbereich 19 erstreckt sich mit einer Breite zwischen Bereich erster Art 10 und Bereich zweiter Art 11. Die Breite beträgt erfindungsgemäß bevorzugt weniger als 50 mm. Der Bereich zweiter Art 11 ist hier als Inselbereich oder Binnenbereich ausgebildet. Er ist folglich vollständig von dem Bereich erster Art 10 umschlossen. Der Bereich erster Art 10 weist im Rahmen der Erfindung bevorzugt eine Zugfestigkeit größer 1400 MPa, insbesondere größer 1500 MPa auf. Die Zugfestigkeit sollte bei ca. 2000 MPa begrenzt sein. Sollte es jedoch durch eine Stahllegierung möglich sein größere Zugfestigkeiten zu erreichen, wäre dies auch im Sinne dieser Erfindung.

[0039] Figur 4 zeigt einen schematischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei die einzustellende Temperatur T in Grad Celsius dargestellt ist auf der Y-Achse und die Zeit in Sekunden dargestellt ist auf der X-Achse jedoch leider nicht Maßstabgetreu. Zunächst wird beim Zeitpunkt S0 die Platine 2 bereitgestellt bei Raumtemperatur. Diese wird dann in den Durchlaufofen 3 verbracht und bis zum Zeitpunkt S1 auf die Aufwärmtemperatur, hier dargestellt bei ca. AC3, erwärmt. Die exemplarisch gezeigten Erwärmungsverläufe können in der Realität linear, progressiv, degressiv oder in Mischformen verlaufen. Diese sind hier nur zur Veranschaulichung entsprechend durch gerade Linien und nicht maßstabgetreu dargestellt. Die Zeit zum Erwärmen beträgt ca. 300 bis 400 s, insbesondere 320 bis 380 s, bevorzugt 350 bis 370 s und insbesondere 360 s. Dies kann auch bereits das Halten der Aufwärmtemperatur bis zum Zeitpunkt S2 mit beinhalten. Zum Zeitpunkt S2 wird die homogen erwärmte und durchlegierte Platine 8 zum homogenen Zwischenkühlen überführt und homogen auf die Zwischenkühltemperatur abgekühlt. Dies wird in einer Zeit bevorzugt zwischen 30 s und 200 s, bevorzugt 50 s bis 100 s durchgeführt. Die homogen zwischengekühlte Temperatur verlässt somit zum Zeitpunkt S3 die Zwischenkühlstation und wird in eine partielle Erwärmungsstation übergeben, beispielsweise in eine Kontakterwärmungsstation 9. Dies ist zum Zeitpunkt S4 dargestellt. Bevorzugt ist die Transferzeit von S3 bis S4 möglichst kurz.

[0040] Der Erwärmungsschritt von Zwischenkühltemperatur auf partielle Erwärmungstemperatur ist vom Zeitpunkt S3 bis S5 dargestellt. Von S4, Beginn der partiellen Temperierung bis S5, Abstellen der partiellen Temperierung dauert es in der Regel weniger als 20 s, insbesondere weniger als 15 s, bevorzugt weniger als 10 s, ganz besonders bevorzugt 8 s. Zum Zeitpunkt S5 wird dann die partiell temperierte Platine 12 in das Warmumform- und Presshärte Werkzeug 13 übergeben und warmumgeformt und pressgehärtet. Die Bereiche erster Art 10 werden dabei von der Erwärmungstemperatur mithin

größer gleich der AC3 Temperatur abgeschreckt und die Bereiche zweiter Art 11 von der Zwischenkühltemperatur +/- 50°C, hier dargestellt im Bereich von AC1 abgeschreckt. Zum Zeitpunkt S6 ist die Presshärtung beendet, wobei die Temperatur des pressgehärteten Bauteils bei der Entnahme aus dem Presswerken zwischen Raumtemperatur, mithin ca. 20°C und 200°C beträgt.

Bezugszeichen:

[0041]

- 1 - Warmformlinie
- 2 - Platine
- 3 - Durchlaufofen
- 4 - Aufwärmzone zu 3
- 5 - Ende zu 4
- 6 - Zwischenkühlzone zu 3
- 7 - Ende zu 6
- 8 - homogen zwischengekühlte Platine
- 9 - Kontakterwärmungsstation
- 9a - Kontaktplatte
- 9b - Luftspalt
- 9c - Heizmittel
- 9d - Vertiefung
- 10 - Bereich erster Art
- 11 - Bereich zweiter Art
- 12- partiell temperierte Platine
- 13 - Warmumform- und Presshärte Werkzeug
- 14 - Kraftfahrzeugbauteil
- 15 - Zonenofen
- 16 - erste Zone zu 15
- 17 - zweite Zone zu 15
- 18 - Schott zu 15
- 19 - Übergangsbereich zwischen 10 und 11
- 20- Breite zu 19

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils (14) mit mindestens zwei Bereichen mit voneinander verschiedener Festigkeit und einer Schutzschicht, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen von vorbeschichteten Platinen (2), insbesondere Platinenzuschnitten, aus einer härtbaren Stahllegierung,
- Homogenes Erwärmen auf eine Aufwärmtemperatur, die mindestens größer gleich AC1 Temperatur, bevorzugt größer gleich AC3 Temperatur ist,
- Halten der Aufwärmtemperatur, so dass die Vorbeschichtung mit der Platine (2) durchlegiert,
- Homogene Zwischenkühlung der durchlegierten Platine (2) auf eine Zwischenkühltemperatur

- zwischen 450 und 700°C, Partielles Erwärmen der Platine (2) von der Zwischenkühltemperatur in Bereichen erster Art (10) auf mindestens AC3 Temperatur und Halten von Bereichen zweiter Art (11) auf im Wesentlichen Zwischenkühltemperatur, 5
- Warmumformen und Presshärten der partiell temperierten Platine (12) zu dem Kraftfahrzeugbauteil (14), wobei in Bereichen erster Art (10) eine Zugfestigkeit größer 1400MPa und in Bereichen zweiter Art (11) eine Zugfestigkeit kleiner 1050MPa sowie ein dazwischen liegender Übergangsbereich (19) eingestellt wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das homogene Erwärmen auf Aufwärmtemperatur in einem Durchlaufofen (3) durchgeführt wird und/oder dass das homogene Zwischenkühlen auf Zwischenkühltemperatur in einem Durchlaufofen (3) oder in einem Kammerofen durchgeführt wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergangsbereich (19) mit einer Breite (20) kleiner 50 mm, insbesondere kleiner 40 mm, bevorzugt kleiner 30 mm, besonders bevorzugt kleiner 25 mm eingestellt wird. 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Vorbeschichtung einer AlSi Beschichtung verwendet wird. 30
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die homogene Zwischenkühlung mehrstufig durchgeführt wird. 35
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Stufe der Zwischenkühlung mit einer höheren Abkühlrate gegenüber einer zweiten oder weiteren Stufen mit einer geringeren Abkühlrate durchgeführt wird. 40
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Zwischenkühlung ein überwiegend bainitisches Gefüge eingestellt wird oder dass mit der Zwischenkühlung ein überwiegend ferritisch/perlitisches Gefüge eingestellt wird. 45
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das partielle Erwärmen durch Kontakterwärmung durchgeführt wird, insbesondere durch Kontaktplatten (9a) oder Walzen. 50
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das partielle Erwärmen in einem mindestens zwei Zonen (16, 17) unterschiedlicher Temperatur aufweisenden Ofen durchgeführt wird. 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmumformen und Presshärten in einem zweifach oder vierfach fallenden Warmumform- und Presshärtewerkzeug (13) durchgeführt wird und insbesondere ein zweifachfallendes oder vierfachfallendes Kontakterwärmungswerkzeug (9) eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Bereichen zweiter Art (11) eine Zugfestigkeit zwischen 750 und 1050MPa oder eine Zugfestigkeit zwischen 600 und 750MPa eingestellt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kraftfahrzeugbauteil Strukturbauteile hergestellt werden, insbesondere Kraftfahrzeugsäulen, Längsträger, Holme oder Schweller oder dass Fahrwerksbauteile hergestellt werden.

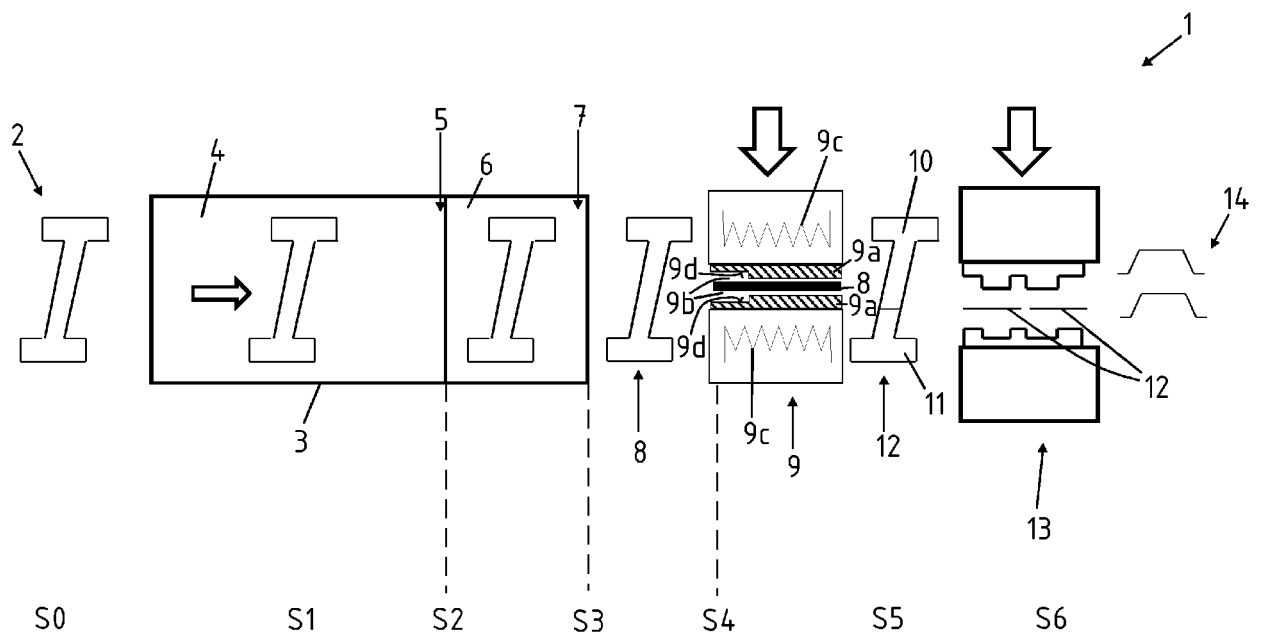


Fig. 1

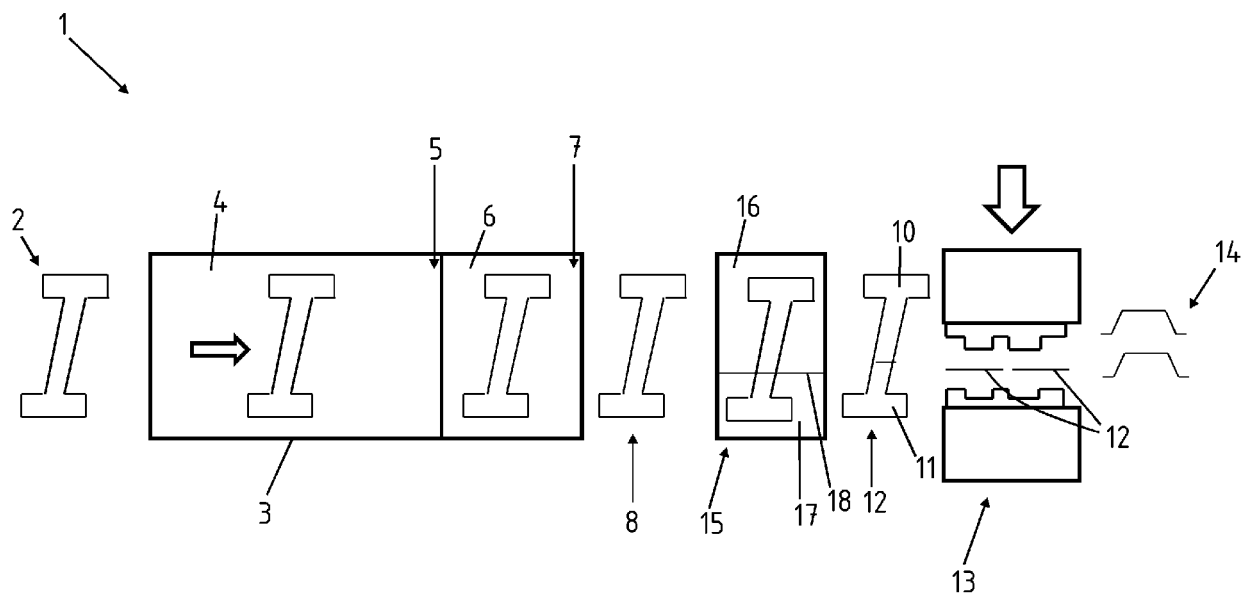


Fig. 2

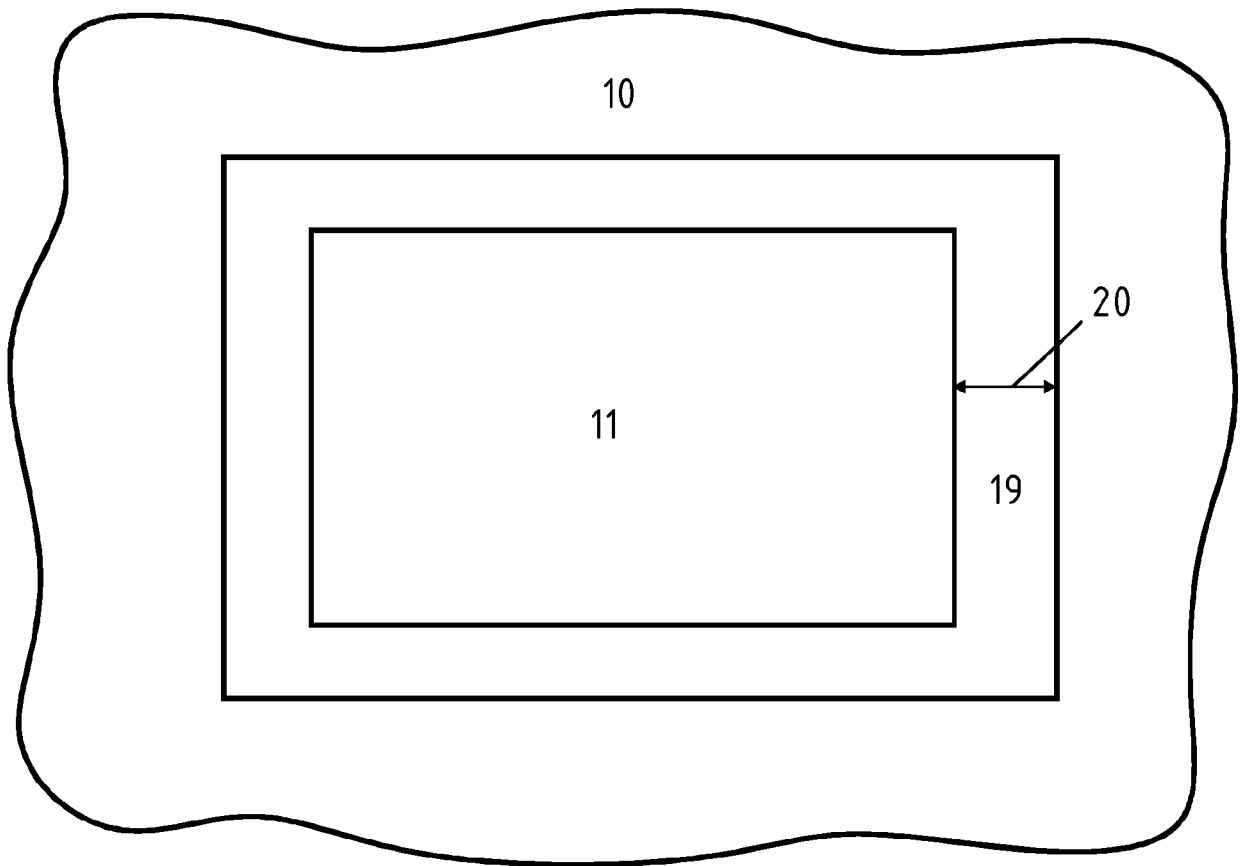


Fig. 3

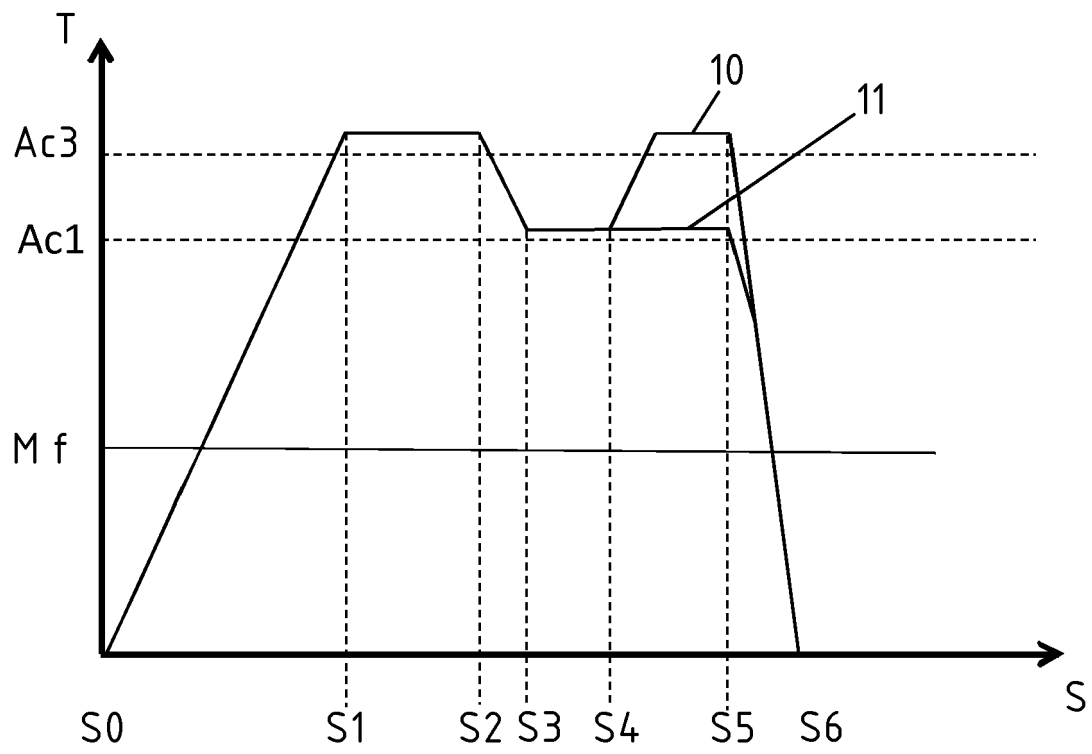


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 15 7417

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 905 346 A1 (SCHWARTZ GMBH [DE]) 12. August 2015 (2015-08-12) * das ganze Dokument * * Absätze [0013], [0029]; Ansprüche 1,6-11; Abbildung 2 *	1,2,4, 7-12	INV. C21D1/673 B21D22/02 B21D22/20
A	DE 20 2012 000616 U1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 29. Februar 2012 (2012-02-29) * Absatz [0041] - Absatz [0042]; Abbildung 5 *	7	
A	EP 2 497 840 A1 (SCHWARTZ EVA [DE]) 12. September 2012 (2012-09-12) * Absätze [0014], [0015], [0023] - [0026], [0030]; Ansprüche 11,15 *	1	
A	DE 10 2007 057855 B3 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) * Absatz [0034] - Absatz [0035]; Abbildung 3 *	1	
A	DE 10 2010 004081 B3 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 24. März 2011 (2011-03-24) * Ansprüche 1,2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D B21D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. August 2016	Prüfer Lilimpakis, Emmanuel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 15 7417

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2905346 A1	12-08-2015	DE 202014010318 U1 EP 2905346 A1 WO 2015110456 A1	01-04-2015 12-08-2015 30-07-2015
DE 202012000616 U1	29-02-2012	KEINE	
EP 2497840 A1	12-09-2012	CN 103534364 A EP 2497840 A1 JP 2014513206 A KR 20140044797 A US 2014083572 A1 WO 2012120123 A1	22-01-2014 12-09-2012 29-05-2014 15-04-2014 27-03-2014 13-09-2012
DE 102007057855 B3	30-10-2008	CN 101796202 A DE 102007057855 B3 EP 2227570 A1 RU 2010126492 A US 2010300584 A1 WO 2009067976 A1	04-08-2010 30-10-2008 15-09-2010 10-01-2012 02-12-2010 04-06-2009
DE 102010004081 B3	24-03-2011	CZ 305430 B6 DE 102010004081 B3 FR 2954915 A1 US 2012006089 A1	16-09-2015 24-03-2011 08-07-2011 12-01-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 10208216 C1 [0005]