

(19)



(11)

EP 2 749 659 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.07.2014 Patentblatt 2014/27

(51) Int Cl.:
C21D 7/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13194999.2**

(22) Anmeldetag: **29.11.2013**

(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

- **Niendorf, Thomas**
33098 Paderborn (DE)
- **Rüsing, Christian**
33098 Paderborn (DE)
- **Maier, Hans Jürgen**
30419 Hannover (DE)

(30) Priorität: **07.12.2012 DE 102012111959**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
• **Frehn, Andreas**
33129 Delbrück (DE)

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

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils sowie Kraftfahrzeugbauteil**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils sowie ein erfindungsgemäß hergestelltes Kraftfahrzeugbauteil. Insbesondere wird zur Herstellung des Kraftfahrzeugbauteils eine Stahlblechplatte mit einer Stapelfehlerenergie zwischen 10 und 40 mJ/m² und einen Mangananteil zwischen 10 und 30% bereitgestellt, deren Wirkstoff bei Raumtemperatur zu Zwillingsbildung führt und zumindest partiell ein überwiegend austenitisches Gefüge aufweist. Diese Stahlblechplatte wird zumindest partiell auf eine Temperatur zwischen +30°C und -250°C temperiert und sodann kalt umgeformt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden insbesondere die Streckgrenze und die Zugfestigkeit deutlich gesteigert bei gleichzeitig hoher Duktilität.

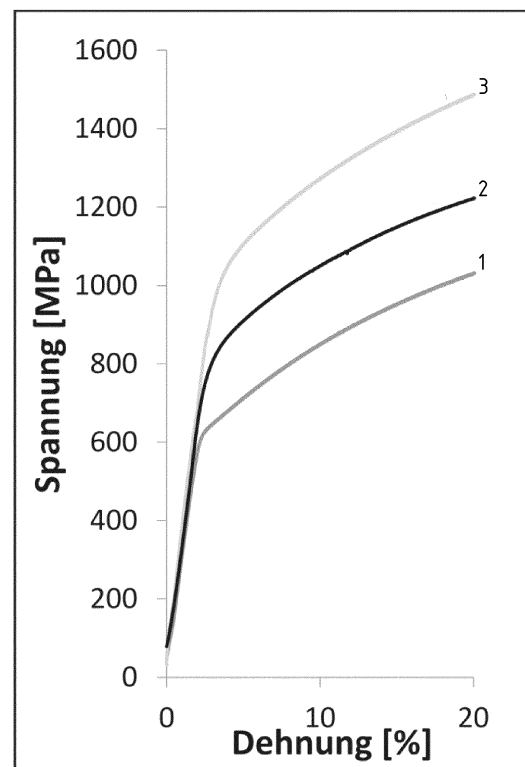


Fig. 1

EP 2 749 659 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils gemäß den Merkmalen in Patentanspruch 1.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeugbauteil gemäß den Merkmalen in Patentanspruch 12.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, selbsttragende Kraftfahrzeugkarosserien aus metallischen Bauteilen herzustellen. Hierzu werden Kraftfahrzeugsäulen, Schweller, Dachholme oder aber auch Längs- bzw. Querträger zunächst hergestellt und dann zu Baugruppen und anschließend zu der kompletten Kraftfahrzeugkarosserie zusammengefügt.

[0004] Im Zuge der Anforderung an ein wirtschaftlich zu betreibendes Kraftfahrzeug wurde in den letzten Jahrzehnten auf gegenüber Stahl alternative Werkstoffe zurückgegriffen. So wurden beispielsweise vorstehende Kraftfahrzeugkarosserien aus Leichtmetall, insbesondere aus Aluminium, hergestellt. Diese sind jedoch mit hohen Produktionskosten aufgrund teurer Rohstoffe und aufwendiger Verarbeitungsverfahren behaftet.

[0005] Weiterhin steigen immer mehr die Anforderungen an die Crashesicherheiten eines Kraftfahrzeuges, unter gleichzeitigem Kostendruck. Mithin sollen ein Kraftfahrzeug und somit auch eine Kraftfahrzeugkarosserie oder aber andere Kraftfahrzeugstrukturbauteile oder Karosseriebauteile besonders leicht sein, eine hohe Crashesicherheit haben und gleichzeitig günstig produzierbar sein.

[0006] Hierzu wurden in den letzten Jahren hochfeste und höchstfeste Stähle entwickelt, die im Vergleich zu Leichtmetallen oder aber Faserverbundwerkstoffen günstig produzierbar sind und gleichzeitig bei geringem Eigengewicht eine besonders hohe Steifigkeit und somit Crashesicherheit aufweisen.

[0007] Beispielsweise ist es somit durch die Warmumform- und Presshärtetechnologie möglich, härtbare Stähle zunächst auf über Austenitisierungstemperatur zu erwärmen und sodann warm umzuformen und zu härten. Hiermit einhergehend sind hohe Festigkeiten bei jedoch beschränkten Duktilitätseigenschaften des Bauteils. Unter Umständen sind aufwendige Wärmenachbehandlungen notwendig, um gezielt in partiellen Bereichen eine Duktilität einzustellen.

[0008] Eine Alternative zu den warmumgeformten und pressgehärteten Stählen sind sogenannte TWIP Stähle, bei denen eine intensive mechanische Zwillingsbildung in austenitischem Stahl bei plastischer Umformung auftritt. Der Vorgang setzt bereits bei geringer Belastung ein und verfestigt den Stahl, bei gleichzeitig hoher Bruchdehnung. Die Zwillingsbildung wirkt dabei für die Versetzungsbewegung wie Korngrenzen im Werkstoffgefüge und somit einer weiteren Formänderung als Widerstand entgegen. Die dehnungsinduzierte Zwillingsbildung verursacht dabei eine höhere Dehnbarkeit. Durch die martensitischen Bereiche ergibt sich gleichzeitig eine hohe

Festigkeit.

[0009] Beispielsweise ist die Herstellung derartiger TWIP Bauteile aus der DE 10 2010 020 373 A1 bekannt.

[0010] Ferner ist aus der WO 2008/078962 A1 eine Stahllegierung bekannt, die zur Verbesserung ihrer Festigkeit martensitische Anteile aufweist.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend vom Stand der Technik, ein Herstellungsverfahren sowie ein Kraftfahrzeugbauteil aufzuzeigen, das effizient herstellbar ist, ein besonders geringes Eigengewicht aufweist und eine hohe Härte bei gleichzeitig hoher Duktilität aufweist.

[0012] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen im Patentanspruch 1 gelöst.

[0013] Der gegenständliche Teil der Aufgabe wird weiterhin mit einem Kraftfahrzeugbauteil gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 12 gelöst.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines metallischen Kraftfahrzeugbauteils ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

- Bereitstellen einer Stahlblechplatte mit einem Mangananteil von 10 bis 30% und einer Stapelfehlerenergie von 5 bis 50 mJ/m², insbesondere 10 bis 40 mJ/m², wobei der Werkstoff der Stahlblechplatte bei Raumtemperatur zur Zwillingsbildung neigt und zumindest partiell ein überwiegend austenitisches Gefüge aufweist,
- Zumindest partielles Temperieren der Stahlblechplatte auf eine Kaltumformtemperatur zwischen +30°C und -250°C,
- Umformen der Stahlblechplatte zu dem Blechbauteil bei im Wesentlichen Kaltumformtemperatur, wobei durch den Kaltumformvorgang zumindest partiell eine Martensitbildung induziert wird,
- Entnahme des Blechbauteils.

[0016] Erfindungsgemäß wird somit vorgesehen, dass ein metallisches Bauteil, insbesondere aus einem hochmanganhaltigen Stahlwerkstoff, ganz besonders bevorzugt aus einem TWIP Stahl, bereitgestellt wird mit einem überwiegend austenitischen Gefüge. Das Bauteil wird dann weiterhin bei einer Temperatur, die im Wesentlichen unterhalb der Raumtemperatur liegt, insbesondere zwischen +30°C und -250°C, ganz besonders bevorzugt zwischen +25°C und -200°C, auf eine Kaltumformtemperatur gekühlt. Im Anschluss an die Kühlung erfolgt eine Kaltumformung der gekühlten Stahlblechplatte zu dem gewünschten Blechbauteil bei der erreichten Kaltumformtemperatur. Das kalt umgeformte Bauteil wird sodann aus dem Umformwerkzeug entnommen.

[0017] Während des Kaltumformens erfolgt durch die plastische Verformung eine Umwandlung des im Wesentlichen austenitischen Gefüges in ein zumindest partiell, bevorzugt vollständiges martensitisches Gefüge. Hierdurch werden die Festigkeitseigenschaften des Bauteils entsprechend stark erhöht. Es handelt sich dabei um eine verformungsinduzierte Martensitbildung. Dies bewirkt gleichzeitig die Steigerung der Härte und Umformbarkeit bei plastischer Beanspruchung in der Herstellung des Kraftfahrzeugbauteils und/oder in der Verwendung des Kraftfahrzeugbauteils. Durch einen Siliziumanteil erfolgt eine Mischkristallverfestigung, die die Streckgrenze des Bauteils erhöht. Durch die plastische Formänderung wird der metastabile kohlenstoffreiche Austenit verformungsinduziert in Martensit umgewandelt, wodurch das Kraftfahrzeugbauteil zumindest partiell durch die Zwillingsbildung des TWIP Effektes verfestigt wird.

[0018] Gleichzeitig wird erfindungsgemäß jedoch auch der TRIP Effekt ausgenutzt, der eine besondere Martensitbildung bei Umformung bewirkt. Hier tritt insbesondere der TRIP Effekt bei verformungsinduzierter Martensitbildung ein. Durch den TRIP Effekt wird eine gleichzeitige Steigerung der Härte sowie der Umformbarkeit bei plastischer Beanspruchung bewirkt. Der TRIP Effekt zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sobald der plastische Bereich bei einer Umformung erreicht wird, sich der metastabile kohlenstoffreiche Austenit verformungsinduziert in Martensit umwandelt. Hierdurch wird der Stahl bei plastischer Verformung gezielt verfestigt.

[0019] Besonders bevorzugt wird zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbauteils eine Stahlliegierung verwendet, die nachfolgende Legierungsbestandteile ausgedrückt in Gewichtsprozent aufweist:

- Kohlenstoff (C) max. 2%
- Mangan (Mn) 10 bis 30%
- Silizium (Si) max. 6%
- Aluminium (Al) max. 8%
- Niob (Nb) max. 1 %
- Vanadium (V) max. 1%
- Titan (Ti) max. 1%

[0020] Rest Eisen (Fe) und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

[0021] Durch gezielte Wahl der Legierungsbestandteile, abgestimmt auf die Kaltumformtemperatur, bei der das Bauteil umgeformt wird, besteht die Möglichkeit, das Kraftfahrzeugbauteil zumindest partiell gezielt mit Festigkeitseigenschaften einzustellen.

[0022] Insbesondere wird durch das Abkühlen der

Blechplatine die Stapelfehlerenergie derart gesenkt, dass die durch den TWIP Effekt auftretende Zwillingsbildung auf ein zu vernachlässigendes Maß gesenkt wird. Gleichzeitig steigt jedoch die Umwandlung des metastabilen Austenits in Martensit, wodurch wiederum die Festigkeitseigenschaft des Bauteils gesteigert wird. Insbesondere wird eine gute Festigkeitseigenschaft erreicht, wenn der eingestellte Umformgrad an dem Bauteil zumindest lokal bis auf die Gleichmaßdehnung des verwendeten Legierungswerkstoffes erfolgt.

[0023] Je nach verwendeter Legierungszusammensetzung und darauf abgestellter Kaltumformtemperatur der Blechplatine ist es Ziel, möglichst viel austenitisches Gefüge in Martensit durch die plastische Verformung umzuwandeln. Ein weiterer Steuerparameter ist der Umformgrad selber. Je höher der Umformgrad ist, desto stärker ist die Umwandlung von Austenit in Martensit.

[0024] Besonders vorteilige Festigkeitseigenschaften haben sich gezeigt, wenn eine Blechplatine mit einer Stapelfehlerenergie zwischen 5 und 50 mJ/m², insbesondere von 20 bis 40 mJ/m² als Ausgangsmaterial verwendet wird und anschließend auf die Kaltumformtemperatur abgekühlt wird, wobei insbesondere durch das Abkühlen die Stapelfehlerenergie gezielt innerhalb der Blechplatine auf einen Wert zwischen 15 und 20 mJ/m² verringert wird.

[0025] Die Abkühlung selbst kann dabei mit verschiedenen Abkühlmedien erfolgen, wobei insbesondere flüssiger Stickstoff verwendet wird. Mittels der Hilfe des flüssigen Stickstoffes wird insbesondere auf eine Kaltumformtemperatur zwischen +25°C und -200°C, ganz besonders bevorzugt auf eine Abkühltemperatur die im Bereich von +25°C bis -197°C liegt. Im Rahmen der Erfindung ist durch diese Offenbarung jede Temperatur im letztgenannten Intervall, mithin im Bereich von +25°C bis -197°C, als Kaltumformtemperatur zu verstehen. Mithin ist es möglich, das Bauteil beispielsweise auf eine Kaltumformtemperatur von -180°C, aber auch von -100°C oder jeglichen beliebigen Wert im Intervall von +25°C bis -197°C, abzukühlen. Insbesondere wird die Stahlblechplatine bei Kaltumformtemperatur vorgereckt.

[0026] Insbesondere erfolgt die Abkühlung bzw. das Temperieren im Rahmen der Erfindung mindestens partiell. Hierdurch ist es möglich, die gewünschten Festigkeitseigenschaften gezielt nur bereichsweise innerhalb des Bauteils einzustellen. Die Wärmeleitung innerhalb der Blechplatine selber beispielsweise von einem abgekühlten Bereich zu einem nicht abgekühlten Bereich ist dabei im Rahmen der Erfindung durch schnelle Abkühlzeiten zu vernachlässigen.

[0027] Die Abkühlung selbst kann dabei insbesondere in einer Abkühlstation erfolgen, wobei die abgekühlte Blechplatine nach der Abkühlung in ein Umformwerkzeug transferiert wird, wobei das Umformwerkzeug insbesondere selbst wiederum gekühlt ist. Die Umformung selbst erfolgt dann in dem Umformwerkzeug bei im Wesentlichen der Kaltumformtemperatur. Eine geringe Erwärmung während des Transfers und/oder in dem Um-

formwerkzeug selber ist dabei wiederum im Rahmen der Erfindung zu vernachlässigen.

[0028] In einer Alternative ist es möglich, dass die Blechplatte selbst in dem Umformwerkzeug auf die Kaltumformtemperatur abgekühlt wird und im Anschluss daran direkt kalt umgeformt wird.

[0029] Ferner ist es im Rahmen der Erfindung alternativ auch möglich, dass die Blechplatte zumindest partiell vorgeformt wird, insbesondere findet das Vorformen bei oder oberhalb der Raumtemperatur statt. Im Rahmen der Erfindung wird das Vorformen somit insbesondere in einem Bereich zwischen 0°C und +50°C, ganz besonders bevorzugt bei +20°C bis +30°C durchgeführt. Im Anschluss daran wird dann wiederum die vorgeformte Blechplatte auf die Kaltumformtemperatur abgekühlt und dann kaltendgeformt.

[0030] Weiterhin bevorzugt ist es im Rahmen der Einbindung möglich, dass die vorgeformten Bereiche direkt auf ein Endmaß geformt sind, wobei die Kaltumformung anschließend in von den vorgeformten Bereichen verschiedenen Bereichen erfolgt. Mithin werden weiterhin bevorzugt nur die nicht vorgeformten Bereiche temperiert bzw. abgekühlt und sodann kalt umgeformt. Hierdurch weisen die vorgeformten Bereiche eine geringere Festigkeit auf als die kaltumgeformten Bereiche.

[0031] Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch weiterhin möglich, dass gezielt Bereiche nur partiell vorgeformt sind, wobei die Vorformung beispielweise als Vorrecken, insbesondere bei Kaltumformtemperatur, ausgeführt wird. Das Vorrecken selbst kann dann auch wiederum partiell durchgeführt werden. Der Umformungsgrad beim Vorrecken beträgt insbesondere 10 bis 90% des Endmaßes. Im Rahmen der Erfindung ist es dann wiederum möglich, die vorgereckten bzw. vorgeformten Bereiche wiederum abzukühlen und kaltumzuformen, wobei durch den Grad des Vorformens bzw. Vorreckens wiederum gezielt der Grad der Martensitbildung eingestellt wird.

[0032] Weiterer Bestandteil der vorliegenden Erfindung ist ein Kraftfahrzeugbauteil, dass nach einem Verfahren mit mindestens einem der zuvor genannten Merkmale hergestellt ist, wobei das Kraftfahrzeugbauteil aus einer TWIP Stahllegierung ausgebildet ist und erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest partielle Bereiche des Bauteils ein im Wesentlichen martensitisches Gefüge aufweisen. Durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren ist es mithin möglich, den TWIP Effekt, mithin die mechanische Zwillingsbildung, zu reduzieren und gleichzeitig in den Bereichen, die bei Kaltumformtemperatur umgeformt wurden, einen höheren Martensitanteil herzustellen.

[0033] Insbesondere ist das Kraftfahrzeugbauteil aus einer Stahllegierung ausgebildet, die bevorzugt hoch manganhaltig ist und nachfolgende Legierungsbestandteile ausgedrückt in Gewichtsprozent aufweist

- Kohlenstoff (C) max. 2%

- Mangan (Mn) 10 bis 30%
- Silizium (Si) max. 6%
- Aluminium (Al) max. 8%
- Niob (Nb) max. 1 %
- Vanadium (V) max. 1%
- Titan (Ti) max. 1%

[0034] Rest Eisen (Fe) und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

[0035] Insbesondere handelt es sich dabei um eine TWIP Stahllegierung, die je nach gewünschten Festigkeitseigenschaften in dem jeweiligen prozentualen Anteil sowie dem Vorhandensein der einzelnen Legierungselemente ausgewählt ist.

[0036] Durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren weist das Kraftfahrzeugbauteil in den martensitischen Bereichen bevorzugt eine Streckgrenze $R_p 0,2$ zwischen 500 und 1500 MPa, insbesondere zwischen 700 und 1300 MPa und ganz besonders bevorzugt zwischen 750 und 1000 MPa auf. Bei einem partiell hergestellten Bauteil weisen die übrigen Bereiche dann eine Streckgrenze zwischen 200 und 800 MPa, insbesondere zwischen 300 und 500 MPa auf.

[0037] Weiterhin bevorzugt weist das Kraftfahrzeugbauteil eine Zugfestigkeit R_m zwischen 500 und 1800 MPa, insbesondere zwischen 800 und 1700 MPa und ganz besonders bevorzugt zwischen 1000 und 1650 MPa auf. Bei einem partiell abgekühlten und umgeformten Bauteil weisen die übrigen Bereiche dann eine Zugfestigkeit R_m von 500 bis 1500 MPa insbesondere von 800 bis 1200 MPa und ganz besonders bevorzugt von 850 bis 1100 MPa auf.

[0038] Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Die schematischen Figuren dienen dem einfachen Verständnis der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 ein Spannungsdehnungsdiagramm eines erfindungsgemäß hergestellten Stahls bei drei verschiedenen Temperaturen.

[0039] In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus vereinfachungsgründen entfällt.

[0040] Figur 1 zeigt ein Spannungsdehnungsdiagramm eines erfindungsgemäß umgeformten Stahls, wobei drei verschiedene Kaltumformtemperaturen gewählt wurden. Zu sehen ist, je niedriger die Kaltumformtemperatur gewählt wurde, desto mehr steigt die Zugfestigkeit. So wurde der Stahl der Kurve 1 bei Raumtemperatur und somit bei im Wesentlichen 20°C umgeformt.

Der Werkstoff wurde in der Kurve 2 bei $-110,15^{\circ}\text{C}$ umgeformt und weist eine deutlich höhere Zugfestigkeit gegenüber der Umformung bei Raumtemperatur auf. Das Bauteil gemäß der Kurve 3 wurde bei $-196,15^{\circ}\text{C}$ umgeformt und weist eine nochmals deutlich gesteigerte Zugfestigkeit auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Kraftfahrzeugbauteils, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Stahlblechplatte mit einem Mangananteil von 10 bis 30% und einer Stapelfehlerenergie von 5 bis 50 mJ/m^2 , insbesondere 10 bis 40 mJ/m^2 , wobei der Werkstoff der Stahlblechplatte bei Raumtemperatur zu Zwillingsbildung neigt,
- Zumindest partielles Temperieren der Stahlblechplatte auf eine Kaltumformtemperatur zwischen $+30^{\circ}\text{C}$ und -250°C ,
- Umformen der Stahlblechplatte zu dem Blechbauteil bei im Wesentlichen Kaltumformtemperatur, wobei **durch** den Kaltumformvorgang zumindest partiell eine Martensitbildung induziert wird,
- Entnahme des Blechbauteils.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Stahlblechplatte verwendet wird, die aus einer Stahllegierung ausgebildet ist, die nachfolgende Legierungsbestandteile ausgedrückt in Gewichtsprozent aufweist:

- Kohlenstoff (C) max. 2%
- Mangan (Mn) 10 bis 30%
- Silizium (Si) max. 6%
- Aluminium (Al) max. 8%
- Niob (Nb) max. 1%
- Vanadium (V) max. 1 %
- Titan (Ti) max. 1 %
- Rest Eisen (Fe) und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Stahlblechplatte aus einem TWIP Stahl verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das überwiegend austenitische Gefüge durch die Umformoperation in martensitisches Gefüge umgewandelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlblechplatte mit einer Stapelfehlerenergie von 20 bis

40 mJ/m^2 abgekühlt wird auf die Kaltumformtemperatur, wobei sich durch das Abkühlen die Stapelfehlerenergie auf 15 bis 20 mJ/m^2 verringert.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abkühlung flüssiger Stickstoff verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kaltumformtemperatur zwischen $+25^{\circ}\text{C}$ und -200°C , insbesondere im Bereich von $+25^{\circ}\text{C}$ und -197°C liegt, insbesondere wird die Stahlblechplatte bei Kaltumformtemperatur vorgereckt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlung der Stahlblechplatte in einer Abkühlstation erfolgt und die abgekühlte Stahlblechplatte in ein Umformwerkzeug transferiert wird, wobei das Umformwerkzeug insbesondere gekühlt ist.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlblechplatte in dem Umformwerkzeug auf die Kaltumformtemperatur abgekühlt wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlblechplatte zumindest partiell vorgeformt wird, insbesondere findet das Vorformen bei oder oberhalb der Raumtemperatur statt.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgeformten Bereiche auf Endmaß geformt sind, wobei die Kaltumformung anschließend in von den vorgeformten Bereichen verschiedenen Bereichen erfolgt.

12. Kraftfahrzeugbauteil, hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens Patentanspruch 1, wobei das Kraftfahrzeugbauteil aus einer TWIP Stahllegierung ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest partielle Bereiche des Bauteils ein im Wesentlichen martensitisches Gefüge aufweisen.

13. Kraftfahrzeugbauteil nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nachfolgende Legierungsbestandteile, ausgedrückt in Gewichtsprozent aufweist:

- Kohlenstoff (C) max. 2%
- Mangan (Mn) 10 bis 30%
- Silizium (Si) max. 6%
- Aluminium (Al) max. 8%
- Niob (Nb) max. 1%
- Vanadium (V) max. 1 %

- Titan (Ti) max. 1%

Rest Eisen (Fe) und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

5

14. Kraftfahrzeugbauteil nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die martensitischen Bereiche ein Streckgrenze $R_{p0,2}$ zwischen 500 und 1500 MPa, insbesondere zwischen 700 und 1300 MPa und ganz besonders bevorzugt zwischen 750 und 1000 MPa aufweisen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

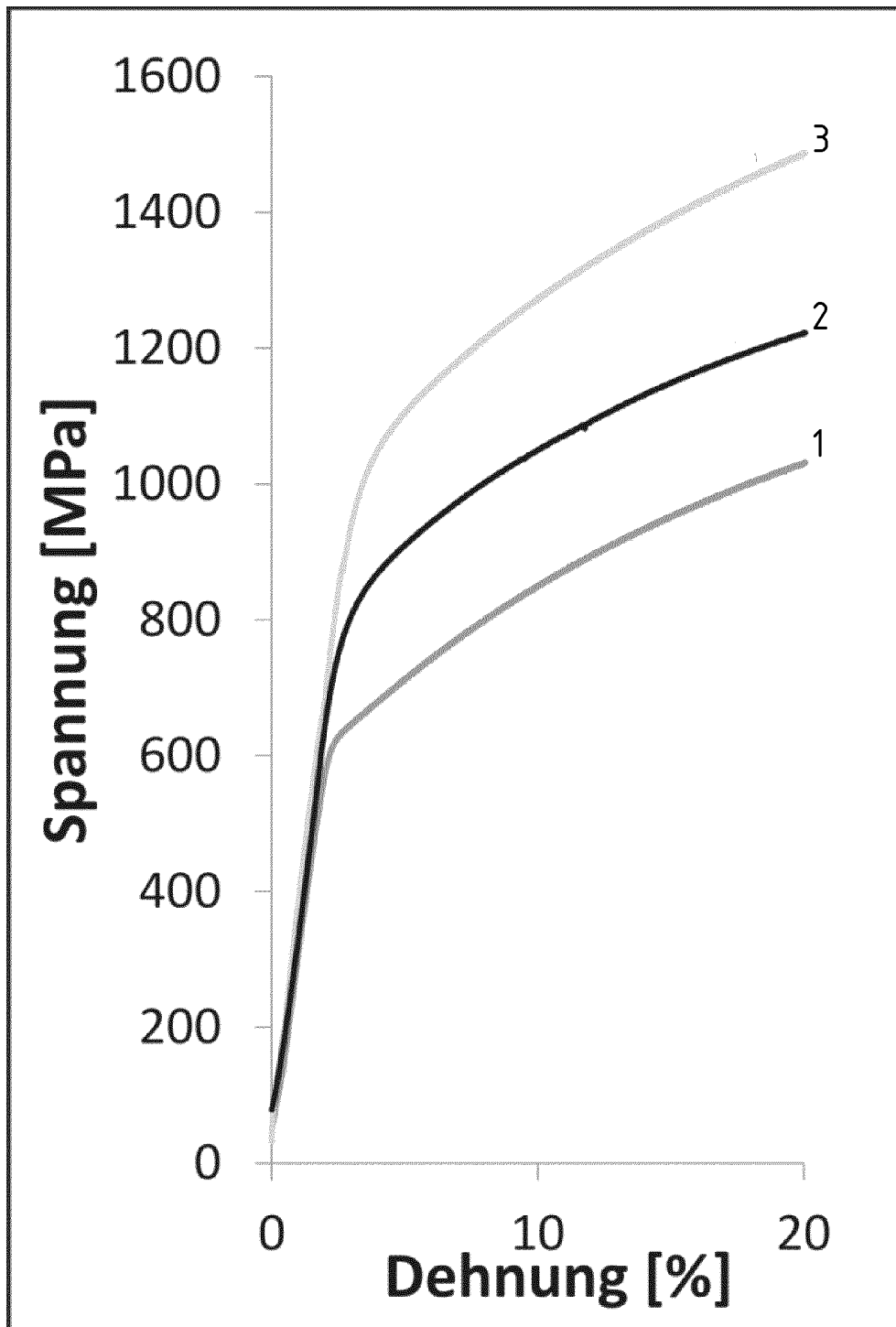


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 4999

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,P	WO 2013/124283 A1 (UNIV FREIBERG TECH BERGAKAD [DE]) 29. August 2013 (2013-08-29) * Seite 4, Absatz 1 - Seite 7, Absatz end *	1-5, 12-14	INV. C21D7/02 C21D6/005 C21D6/04
X	GRÄSSEL O ET AL: "Phase transformations and mechanical properties of Fe-Mn-Si-Al TRIP steels", JOURNAL DE PHYSIQUE IV, EDITIONS DE PHYSIQUE. LES ULIS CEDEX, FR, Bd. 7, Nr. C05, 1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 383-388, XP002081702, ISSN: 1155-4339 * das ganze Dokument *	1-5	
A		12-14	
X	O Graè Ssel ET AL: "High strength Fe Mn (Al, Si) TRIP/TWIP steels development properties application", International Journal of Plasticity, 1. Januar 2000 (2000-01-01), Seiten 1391-1409, XP055101318, Gefunden im Internet: URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749641900000152/pdf?md5=f2f99a2158bc0d4f088fab6c590b5256&pid=1-s2.0-S0749641900000152-main.pdf * Seite 7 - Seite 14; Abbildung 7 *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D
A		12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. April 2014	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 : nichtschriftliche 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	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 4999

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	CURTZE S ET AL: "Dependence of tensile deformation behavior of TWIP steels on stacking fault energy, temperature and strain rate", ACTA MATERIALIA, ELSEVIER, OXFORD, GB, Bd. 58, Nr. 15, 1. September 2010 (2010-09-01), Seiten 5129-5141, XP027145622, ISSN: 1359-6454 [gefunden am 2010-07-01]	1-5	
A	* Seite 6, linke Spalte - Seite 11; Tabelle 5 *	14	
X	----- A. SAEED-AKBARI ET AL: "Derivation and Variation in Composition-Dependent Stacking Fault Energy Maps Based on Subregular Solution Model in High-Manganese Steels", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A, Bd. 40, Nr. 13, 17. Oktober 2009 (2009-10-17), Seiten 3076-3090, XP055101313, ISSN: 1073-5623, DOI: 10.1007/s11661-009-0050-8	1-3	
A	* Seite 1, rechte Spalte * * Seite 4, rechte Spalte - Seite 5, linke Spalte *	12,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. April 2014	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 Patentedokument, 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 03.82 (P4C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 4999

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	T. NIENDORF ET AL: "Deformation mechanisms in high-manganese steels showing twinning-induced plasticity: Fine-grained material and single crystals at ambient and cryogenic temperatures", SCRIPTA MATERIALIA, Bd. 67, Nr. 11, 1. Dezember 2012 (2012-12-01), Seiten 875-878, XP055112636, ISSN: 1359-6462, DOI: 10.1016/j.scriptamat.2012.08.011 * das ganze Dokument *	1-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X,P	WO 2013/064698 A2 (UNIV FREIBERG TECH BERGAKAD [DE]) 10. Mai 2013 (2013-05-10)	1-3	
A,P	* Seite 2, Absatz 3 - Seite 3, Absatz 6 * * Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 1 * * Seite 7, Absatz 6 - Seite 8, Absatz 2 *	4-6,8-12	
A	EP 0 889 144 A1 (MAX PLANCK INST EISENFORSCHUNG [DE] THYSENKRUPP STAHL AG [DE]) 7. Januar 1999 (1999-01-07) * das ganze Dokument *	1-4, 12-14	
A	WO 2009/090228 A1 (UNIV FREIBERG TECH BERGAKAD [DE]; WEISS ANDREAS [DE]; SCHELLER PIOTR []) 23. Juli 2009 (2009-07-23) * Seite 1 - Seite 4 *	1-4, 12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. April 2014	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 : nichtschriftliche 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 03.82 (P04C03)

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

EP 13 19 4999

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.

11-04-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013124283 A1	29-08-2013	KEINE	
WO 2013064698 A2	10-05-2013	KEINE	
EP 0889144 A1	07-01-1999	AT 220731 T	15-08-2002
		DE 19727759 A1	07-01-1999
		EP 0889144 A1	07-01-1999
		ES 2179400 T3	16-01-2003
		JP 2002507251 A	05-03-2002
		US 6387192 B1	14-05-2002
		WO 9901585 A1	14-01-1999
WO 2009090228 A1	23-07-2009	DE 102008005806 A1	10-09-2009
		WO 2009090228 A1	23-07-2009

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 102010020373 A1 [0009]
- WO 2008078962 A1 [0010]