



(10) **DE 10 2014 109 552 B4** 2018.01.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 109 552.9**
(22) Anmeldetag: **08.07.2014**
(43) Offenlegungstag: **14.01.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.01.2018**

(51) Int Cl.: **C21D 8/02** (2006.01)
B21J 5/06 (2006.01)
B21J 1/06 (2006.01)
B21C 37/02 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)
C21D 1/22 (2006.01)
C21D 7/13 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
thyssenkrupp AG, 45143 Essen, DE;
ThyssenKrupp Steel Europe AG, 47166 Duisburg,
DE

(72) Erfinder:
Sikora, Sascha, 44534 Lünen, DE; Lenze, Franz
Josef, Dr., 57368 Lennestadt, DE; Banik, Janko,
58762 Altena, DE

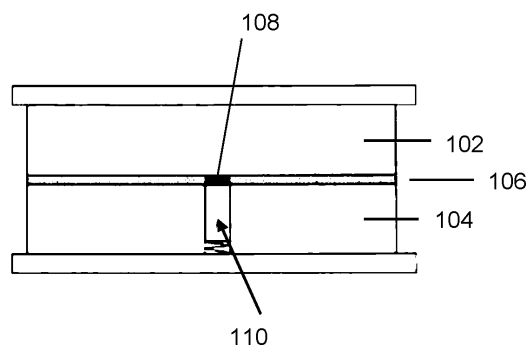
(74) Vertreter:
Kutzenberger Wolff & Partner
Patentanwaltpartnerschaft mbB, 50668 Köln, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2004 038 626 B3

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Warmumformen eines Bauteils (106), dadurch gekennzeichnet, dass in einem lokalen Bereich (108) des Bauteils (106) eine reduzierte Martensithärte durch eine lokale Reduzierung eines auf eine Oberfläche des Bauteils ausgeübten Pressdrucks erzeugt wird, wobei eine Regulierung des lokal reduzierten Pressdrucks mittels eines in einem Unterwerkzeug (104) und/oder in einem Oberwerkzeug (102) eines Härtungswerkzeugs federnd gelagerten Elements (110) erfolgt wobei das federnd gelagerte Element (110) in einem Stempel- und/oder Matrizenbereich des Unterwerkzeugs (104) und/oder des Oberwerkzeugs (102) des Härtungswerkzeugs gelagert ist.

100



Beschreibung

Offenbarung der Erfindung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten, eines Bauteils, insbesondere für ein Fahrzeug.

[0002] Warmumgeformte bzw. pressgehärtete Bauteile werden aufgrund ihrer hohen Festigkeitskennwerte als sicherheitsrelevante Bauteile unter anderem im Fahrzeugbau eingesetzt. Mit zunehmender Flächenpressung steigt die Härte im Werkstoff aufgrund höherer Abkühlgeschwindigkeiten an. Eine zu große Härte im Werkstoff impliziert eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Bruches des aus dem Werkstoff hergestellten Bauteils. Es besteht ein Bedarf an einem zur Serienfertigung geeigneten Verfahren zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten, von Bauteilen, welche in vor-definierten lokalen Bereichen eine reduzierte Härte, und damit eine geringere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Sprödrissigkeit aufweisen.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind bereits einige Presshärte-Methoden zur Erzeugung einer lokal differenzierten Materialhärte bekannt, wie z. B. das partielle Presshärten. Beim Tailored Tempering beispielsweise werden die Presswerkzeuge während der Warmumformung nur partiell erwärmt. Durch eine gezielte Temperaturführung entsteht hierbei lokal ein Mischgefüge mit reduzierten Festigkeiten. Hierbei wird allerdings gezielt eine Martensitbildung des Werkstoffs durch reduzierte Abkühlraten unterdrückt. Es werden lokal Zugfestigkeiten zwischen 500 und 950 MPa eingestellt. Die resultierende Vickers-Härte liegt im Bereich von 170 HV bis 320 HV, was einer Verwendung des Bauteils als Leichtbauelement entgegenstehen kann. Ein weiteres Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech ist aus der Druckschrift DE 10 2004 038 626 B3 bekannt.

[0004] Ebenso gibt es Ansätze, die Legierungszusammensetzung des Werkzeugstahls so zu verändern, dass lokal der Werkzeugstahl eine reduzierte Wärmeleitfähigkeit aufweist, wodurch lokal die Abkühlgeschwindigkeit des zu pressenden Bauteils sinkt und somit lokal eine geringere Härte erzielt wird. Bei solchen Legierungskonzepten mit lokal reduzierten Wärmeleitfähigkeiten muss nach Stand der Technik erst eine Betriebstemperatur eingestellt werden, um eine reduzierte Abkühlrate des zu härtenden Materials zu erhalten. Aus Produktionssicht stellt dies keinen sicheren Verarbeitungsprozess dar. Daher wurden Ansätze mit speziell für das Presshärten veränderten Legierungszusammensetzungen des Werkzeugstahls bisher nicht großserientechnisch umgesetzt.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein sicheres, reproduzierbares und für die Serienfertigung im großen Rahmen geeignetes Verfahren zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten, eines Bauteils, zur Verfügung zu stellen, welches in vor-definierten lokalen Bereichen des zu formenden Bauteils eine martensitische und/oder eine martensitisch/bainitische Härtung ermöglicht, wobei die resultierende Härte in den vor-definierten lokalen Bereichen gegenüber den sonstigen Bereichen des Bauteils reduziert ist.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

[0007] Gegenüber dem Stand der Technik hat die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung dabei den Vorteil, dass in den vor-definierten lokalen Bereichen eine reduzierte Martensithärte erzielt wird, sodass die Wahrscheinlichkeit einer Wasserstoffversprödung an den vor-definierten lokalen Bereichen signifikant reduziert wird. Dadurch wiederum wird in den vor-definierten lokalen Bereichen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Sprödrissigkeit, die sich insbesondere durch Spannungsspitzen während oder nach dem Zusammenbau des Bauteils mit anderen Bauteilen ergeben können, signifikant reduziert. Denn die an den Martensit-Grenzflächen entstehenden Spannungen können durch Anpassungsverformungen abgebaut werden.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen entnehmbar.

[0009] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass eine Regulierung des lokal reduzierten Pressdrucks mittels eines in einem Unterwerkzeug und/oder in einem Oberwerkzeug eines Härtungswerkzeugs federnd gelagerten Elements erfolgt.

[0010] Durch den Einsatz von federnd gelagerten Werkzeugelementen ist in vorteilhafter Weise eine technische Realisierung der notwendigen Abkühlbedingungen zur Realisierung einer gewünschten Martensitbildung mit gewünschter reduzierter Härte möglich. Durch den Einsatz der federnd gelagerten Elemente wird beim Schließen des Härtungswerkzeugs auf das zu formende Material lokal eine geringere Flächenpressung im Vergleich zu den anderen Bereichen erzielt, wodurch lokal die Abkühlrate gesenkt wird und somit die lokal resultierende Martensithärte geringer ist als in den anderen Bereichen des zu formenden Materials, insbesondere Stahlblechs. Zudem können in vorteilhafter Weise die bisher eingesetzten Werkzeugstähle dabei weiterhin in leicht modifizierter Form weiter genutzt werden.

[0011] Ist sowohl in dem Unterwerkzeug als auch in dem Oberwerkzeug des Härtungswerkzeugs ein federnd gelagerten Elements eingebettet, kann auf einfache und damit in vorteilhafter Weise eine lokale Reduzierung einer Martensithärte auf den beiden gegenüberliegenden Seiten des zu formenden Stahlblechs erzielt werden. Ist die Schichtdicke des zu formenden Stahlblechs gering, kann sogar eine den jeweiligen Querschnitt durchziehende räumliche lokale Reduzierung einer Martensithärte in dem zu formenden Stahlblech erreicht werden. Dadurch kann eine Richtung für die durch Spannungen entstehenden Anpassungsverformungen im resultierenden Bauteil vorbestimmt werden.

[0012] In einer Ausführungsform liegt die der Oberfläche des Bauteils zugekehrte Seite des federnd gelagerten Elements formschlüssig auf der Oberfläche des Bauteils auf und eine Formgenauigkeit im lokalen Bereich stimmt mit einer übrigen Formgenauigkeit in weiteren Bereichen des Bauteils überein.

[0013] Dadurch lässt sich in vorteilhafter Weise erreichen, dass die Formgenauigkeit des zu formenden Stahlblechs beibehalten bleibt, da in dem formgebenden Werkzeug bei vollem Kontakt abgekühlt wird.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass die Regulierung des lokal reduzierten Pressdrucks mittels einer Gasdruckfeder und/oder einer Tellerfeder und/oder einer Elastofeder als federnd gelagertes Element realisiert wird.

[0015] Durch den Einsatz einer Gasdruckfeder lässt sich in vorteilhafter Weise eine vom Federnweg nahezu unabhängige Kraft erzeugen, wobei der Platzbedarf gering ist und gleichzeitig eine Möglichkeit gegeben ist, gleich einen Dämpfungsmechanismus in die Feder integrieren zu können.

[0016] Durch den Einsatz von Tellerfedern kann in Abhängigkeit von einer Konfigurationsart der Federnweg variiert werden: wird der Federteller als Federpaket zusammengestellt, so kann die Federkraft der einzelnen Tellerfeder mit der Anzahl der Tellerfedern multipliziert werden, d. h. hohe Federkraft bei kurzem Federnweg; wird der Federteller als Federsäule zusammengestellt, so ist die Federkraft der einzelnen Tellerfeder gleich der Federkraft der gesamten Federsäule, d. h. geringe Federkraft bei langem Federnweg. Dadurch lassen sich auf einfache Weise die federnd gelagerten Werkzeugelemente an die zum Presshärten eingesetzten Werkzeugstähle hinsichtlich deren Dimensionierung anpassen.

[0017] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass das federnd gelagerte Element in einem Stempel- und/oder Matrizenbereich des Unterwerkzeugs und/oder des Oberwerkzeugs des Härtungswerkzeugs gelagert ist.

[0018] Dadurch wird in vorteilhafter Weise schon vorhandener Bauraum ausgenutzt, sodass kein weiterer Bauraum beansprucht werden muss.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass eine hydraulische Einrichtung in das Unterwerkzeug und/oder in das Oberwerkzeug des Härtungswerkzeugs eingebettet ist.

[0020] Dadurch lässt sich in vorteilhafter Weise eine Feinregulierung des lokal auf das zu formende Stahlblech ausgeübten Pressdrucks realisieren.

[0021] Die vorliegende Erfindung umfasst weiter eine Vorrichtung zum Warmumformen gemäß Anspruch 5.

[0022] Die Vorrichtung ermöglicht es in vorteilhafter Weise, einer spröden Martensitausbildung in vordefinierten lokalen Bereichen des Bauteils mit einer reduzierten Martensithärte entgegenzuwirken.

[0023] Erfindungsgemäß umfasst die Vorrichtung folgende Mittel:

- ein Unterwerkzeug, welches dazu ausgebildet ist, auf seiner Oberseite ein Bauteil formschlüssig aufzunehmen;
- ein Oberwerkzeug, welches dazu ausgebildet ist, bei einem Schließen der Vorrichtung mit seiner Unterseite in Richtung gegen die Oberseite des Unterwerkzeugs gedrückt zu werden,

wobei das Unterwerkzeug und/oder das Oberwerkzeug eine Aussparung aufweist, welche dazu ausgebildet ist, ein federnd gelagertes Element aufzunehmen.

[0024] In einer Ausführungsform ist das federnd gelagerte Element dazu ausgebildet, mit seiner der Oberfläche des Bauteils zugekehrten Seite das Bauteil formschlüssig zu umgeben.

[0025] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Aussparung einen Stempel- und/oder Matrizenbereich umfasst.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass das federnd gelagerte Element eine Gasdruckfeder und/oder eine Tellerfeder und/oder eine Elastofeder umfasst.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass eine hydraulische Einrichtung in das Unterwerkzeug und/oder in das Oberwerkzeug der Vorrichtung eingebunden ist.

[0028] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung, sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnung. Die

Zeichnung illustriert dabei lediglich beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung, welche den wesentlichen Erfindungsgedanken nicht einschränken.

Kurze Beschreibung der Figur

[0029] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten, eines Bauteils.

Ausführungsformen der Erfindung

[0030] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung **100** zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten, eines Bauteils **106** schematisch dargestellt. Die Vorrichtung besteht aus einem Oberwerkzeug **102** und einem Unterwerkzeug **104**, zwischen welche das zu formende Bauteil **106** beim Prozess des Warmumformens, insbesondere beim Presshärten, angeordnet wird.

[0031] In das Unterwerkzeug **104** eingebettet ist ein Element **110**, welches im Vergleich zu der sonstigen Oberfläche des Unterwerkzeugs **104** einen reduzierten Pressdruck auf einen lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** während des Prozesses des Presshärtens ausübt. Durch die Ausübung eines reduzierten Pressdrucks im lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** verändern sich die Abkühlbedingungen dahingehend, dass die Abkühlrate im Vergleich zum sonstigen Bereich der Oberfläche des Unterwerkzeugs **104** verringert wird. Durch die verringerte Abkühlrate im lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** wird erreicht, dass die resultierende Martensithärte im lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** im Vergleich zu den sonstigen Bereichen des Bauteils **106** reduziert wird.

[0032] Die Ausübung einer reduzierten Flächenpressung im lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** wird dadurch erreicht, dass das in das Unterwerkzeug **104** eingebettete Element **110** federnd gelagert ist. In einer Ausführungsform der Erfindung kann das federnd gelagerte Element **110** als eine Gasdruckfeder oder eine Tellerfeder oder eine Elastofeder ausgebildet sein. Auch auf dem hydraulischen Prinzip basierende Einrichtungen können im Presstisch eingebunden sein. Bei allen Ausführungsformen kann über die Federnkraft die auf den lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** wirksame Flächenpressung reguliert werden.

[0033] Das federnd eingelagerte Element **110** ist erfindungsgemäß in dem Oberwerkzeug **102** eingebettet. Erfindungsgemäß sind im Unterwerkzeug **104** und/oder im Oberwerkzeug **102** federnd eingelagerte Elemente **110** eingebettet. In allen Ausführungsformen schließt die zum Bauteil **106** gerichtet Kontaktfläche formschlüssig an diesem an, sodass einerseits im formgebenden Werkzeug **100** bei vollem Kontakt abgekühlt wird und andererseits eine Formge-

naugigkeit beim Presshärten beibehalten wird. Erfindungsgemäß ist das federnd gelagerte Element **110** im Stempel- und/oder Matrizenbereich des Werkzeugs angeordnet.

[0034] Eine wesentliche bauliche Veränderung von bisher genutzten Press-Werkzeugen ist somit nicht erforderlich. Die beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung **100** zum Presshärten erfüllen die Kriterien der Reprozierbarkeit, der Steuerbarkeit und der Sicherheit, sodass sich das resultierende erfindungsgemäße Verfahren zum Presshärten in Serienfertigung im großen Rahmen eignet. Durch eine gezielte Regulierung des im lokalen Bereich **108** des Bauteils **106** durch das federnd gelagerte Element **110** ausgeübten Pressdrucks kann der Härtegrad der lokalen Martensitausbildung gezielt eingestellt werden, sodass entsprechend den lokalen Materialanforderungen, welche durch Spannungsspitzen während oder nach dem Zusammenbau des Bauteils **106** mit anderen Komponenten vorgegeben sind, einer unerwünschten Wasserstoffsprödigkeit gezielt entgegengewirkt werden kann.

Bezugszeichenliste

100	Vorrichtung zum Warmumformen, insbesondere zum Presshärten
102	Oberwerkzeug
104	Unterwerkzeug
106	Bauteil
108	lokaler Bereich mit reduzierter Härte
110	federnd gelagertes Element

Patentansprüche

1. Verfahren zum Warmumformen eines Bauteils (**106**), **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem lokalen Bereich (**108**) des Bauteils (**106**) eine reduzierte Martensithärte durch eine lokale Reduzierung eines auf eine Oberfläche des Bauteils ausgeübten Pressdrucks erzeugt wird, wobei eine Regulierung des lokal reduzierten Pressdrucks mittels eines in einem Unterwerkzeug (**104**) und/oder in einem Oberwerkzeug (**102**) eines Härtungswerkzeugs federnd gelagerten Elements (**110**) erfolgt wobei das federnd gelagerte Element (**110**) in einem Stempel- und/oder Matrizenbereich des Unterwerkzeugs (**104**) und/oder des Oberwerkzeugs (**102**) des Härtungswerkzeugs gelagert ist.

2. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die der Oberfläche des Bauteils (**106**) zugekehrte Seite des federnd gelagerten Elements (**110**) formschlüssig auf der Oberfläche des Bauteils (**106**) aufliegt und eine Formgenauigkeit im lokalen Bereich (**108**) mit einer übrigen Formgenauigkeit in weiteren Bereichen des Bauteils (**106**) übereinstimmt.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Regulierung des lokal reduzierten Pressdrucks mittels einer Gasdruckfeder und/oder einer Tellerfeder und/oder einer Elastofeder als federnd gelagertes Element (**110**) realisiert wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei eine hydraulische Einrichtung in das Unterwerkzeug (**104**) und/oder in das Oberwerkzeug (**102**) des Härtungswerkzeugs eingebettet ist.

5. Vorrichtung (**100**) zum Warmumformen eines Bauteils (**106**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (**100**) dazu ausgebildet ist, in dem Bauteil (**106**) gezielt einen lokalen Bereich (**108**) mit einer reduzierten Martensithärte durch eine lokale Reduzierung eines auf eine Oberfläche des Bauteils ausgeübten Pressdrucks zu erzeugen, wobei die Vorrichtung (**100**) folgende Mittel umfasst:

- ein Unterwerkzeug (**104**), welches dazu ausgebildet ist, auf seiner Oberseite ein Bauteil (**106**) formschlüssig aufzunehmen;
- ein Oberwerkzeug (**102**), welches dazu ausgebildet ist, bei einem Schließen der Vorrichtung (**100**) mit seiner Unterseite in Richtung gegen die Oberseite des Unterwerkzeugs (**104**) gedrückt zu werden, wobei das Unterwerkzeug (**104**) und/oder das Oberwerkzeug (**102**) eine Aussparung aufweist, welche dazu ausgebildet ist, ein federnd gelagertes Element (**110**) aufzunehmen, wobei die Aussparung einen Stempel- und/oder Matrizenbereich umfasst.

6. Vorrichtung (**100**) nach Anspruch 5, wobei das federnd gelagerte Element (**110**) dazu ausgebildet ist, mit seiner der Oberfläche des Bauteils (**106**) zugekehrten Seite das Bauteil (**106**) formschlüssig zu umgeben.

7. Vorrichtung (**100**) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei das federnd gelagerte Element (**110**) eine Gasdruckfeder und/oder eine Tellerfeder und/oder eine Elastofeder umfasst.

8. Vorrichtung (**100**) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei eine hydraulische Einrichtung in das Unterwerkzeug (**104**) und/oder in das Oberwerkzeug (**102**) der Vorrichtung (**100**) eingebunden ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

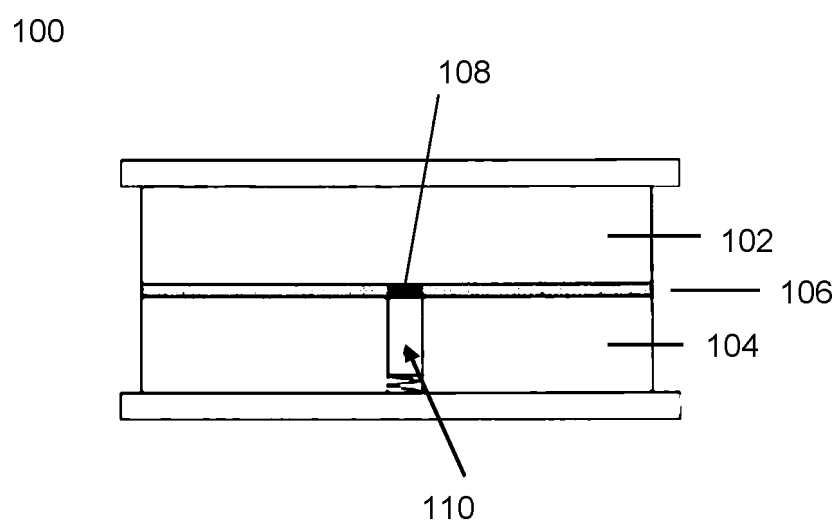


Fig. 1