

(19)



(11)

EP 3 655 176 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

04.08.2021 Patentblatt 2021/31

(51) Int Cl.:

B21J 5/02 (2006.01)

B21D 37/16 (2006.01)

B21J 1/06 (2006.01)

B21J 9/02 (2006.01)

B21J 13/02 (2006.01)

C21D 1/673 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18743519.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2018/069830

(22) Anmeldetag: **20.07.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2019/016394 (24.01.2019 Gazette 2019/04)

(54) **SCHMIEDEVERFAHREN, INSBESONDERE LEICHTBAULEGIERUNGSSCHMIEDEVERFAHREN, UND SCHMIEDEPRESSE**

FORGING METHOD, IN PARTICULAR LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION ALLOY FORGING METHOD, AND FORGING PRESS

PROCÉDÉ DE FORGEAGE, NOTAMMENT PROCÉDÉ DE FORGEAGE D'UN ALLIAGE DE CONSTRUCTION LÉGÈRE, ET PRESSE À FORGER

(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

• **KRONER, Andreas**

78244 Gottmadingen (DE)

(30) Priorität: **21.07.2017 DE 102017116556**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

27.05.2020 Patentblatt 2020/22

(74) Vertreter: **Daub, Thomas**

Patent- und Rechtsanwaltskanzlei Daub

Bahnhofstrasse 5

88662 Überlingen (DE)

(73) Patentinhaber: **Leiber Group GmbH & Co. KG**

78576 Emmingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 415 882 EP-A1- 2 583 766

EP-A1- 2 955 237

WO-A1-2010/061007

US-A1- 2015 202 680

(72) Erfinder:

• **SCHWEGLER, Ephraim**

71404 Korb (DE)

EP 3 655 176 B1

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

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schmiedeverfahren, insbesondere ein Leichtbaulegierungsschmiedeverfahren, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Aus EP 3 124 633 A1 und EP 2 644 727 B1 sind bereits Schmiedeverfahren, insbesondere Leichtbaulegierungsschmiedeverfahren, bekannt, die zu einer Herstellung von geschmiedeten Bauteilen vorgesehen sind, insbesondere von geschmiedeten Aluminiumbauteilen.

[0002] Ferner sind aus DE 10 2007 040 597 A1 und DE 27 14 648 A1 bereits Schmiedeverfahren bekannt, bei denen in zumindest einem Verfahrensschritt eine Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug erfolgt.

[0003] Zudem ist aus US 2015/202680 A1 ein gattungsgemäßes Schmiedeverfahren bekannt, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt eine Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug erfolgt, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest eine Pressenstößelposition einer Schmiedepresse in Abhängigkeit von einer Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug geändert wird.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht insbesondere darin, ein gattungsgemäßes Verfahren mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich erzielbarer Werkstoffeigenschaften von geschmiedeten Bauteilen und hinsichtlich einer Prozessstabilität bereitzustellen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnommen werden können.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die Erfindung geht aus von einem Schmiedeverfahren, insbesondere von einem Leichtbaulegierungsschmiedeverfahren, insbesondere zu einer Herstellung von Leichtbaulegierungsbauteilen für den Automobil-, Luftfahrt- und/oder Industriebereich, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt eine Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug, insbesondere in einem Umform-, Stanz- und/oder Kalibrierwerkzeug, erfolgt, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest eine Schmiedepressenkenngroße einer Schmiedepresse, die als eine maximale Pressenkraft und/oder eine Pressenstößelposition ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug geändert wird.

[0006] Es wird vorgeschlagen, dass während einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfkenngröße des Schmiedebauteils zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, näher an

das Schmiedebauteil herangefahren und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug angeordnete Schmiedebauteil wirkende Pressenkraft erhöht wird. Bevorzugt erfolgt eine Abkühlung des Schmiedebauteils direkt im Schmiedewerkzeug, insbesondere in einem unmittelbaren Anschluss an eine Warmumformung des Schmiedebauteils oder bereits während einer Warmumformung des Schmiedebauteils.

[0007] Vorzugsweise ist das Schmiedeverfahren derart auf eine, einem Fachmann bereits bekannte Art und Weise ausgelegt, dass in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens ein zumindest im Wesentlichen gesamter Werkstoffquerschnitt des Schmiedebauteils plastifiziert wird. Bevorzugt erfolgt durch das Schmiedeverfahren eine dreidimensionale Spannungsverteilung im Schmiedebauteil während einer Umformung eines Halbzeugs zum Schmiedebauteil. Vorzugsweise wird ein Halbzeug in Form eines Stranggussmaterials oder eines Strangpressmaterials zu einer Herstellung des Schmiedebauteils mittels des Schmiedeverfahrens genutzt. Bevorzugt ist das Schmiedeverfahren derart ausgestaltet, dass eine möglichst homogene Temperaturverteilung im Schmiedebauteil realisierbar ist, wie beispielsweise mittels eines, einem Fachmann bereits bekannten Schmiedewerkzeugs, das bevorzugt als Vorgesenk ausgebildet ist, insbesondere um lokale Umformgrade im Schmiedebauteil gezielt auf eine, einem Fachmann bereits bekannte Art und Weise zu beeinflussen.

[0008] Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere vor einer Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug, eine Warmumformung des Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug. Das Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil warmumgeformt wird, kann verschieden sein von dem Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil abgekühlt wird oder es kann dasselbe Schmiedewerkzeug sein, in dem das Schmiedebauteil warmumgeformt wird und abgekühlt wird. Bevorzugt ist das Schmiedewerkzeug als Gesenk ausgebildet, wie beispielsweise als Vorgesenk, als Fertiggesenk oder als ein anderes, einem Fachmann als sinnvoll erscheinendes Gesenk. Das, insbesondere als Gesenk ausgebildete, Schmiedewerkzeug kann als Umform-, Stanz- oder Kalibrierwerkzeug ausgebildet sein.

[0009] Bevorzugt erfolgt eine Umformung des Schmiedebauteils in dem, insbesondere als Gesenk ausgebildeten, Schmiedewerkzeug bei einer Umformtemperatur von insbesondere mehr als 300 °C, vorzugsweise mehr als 400 °C, besonders bevorzugt mehr als 490 °C und ganz besonders bevorzugt von weniger als 700 °C. Vorzugsweise erfolgt eine Umformung des Schmiedebauteils in dem, insbesondere als Gesenk ausgebildeten, Schmiedewerkzeug bei einer Umformtemperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 500 °C bis 560 °C. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens, insbesondere vor einer Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug und/oder vor einem als Warmumformung aus-

gebildeten Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens, zumindest ein Halbzeug, das zum Schmieden des Schmiedebauteils genutzt wird, vorgewärmt, insbesondere bis auf eine Temperatur von mehr als 300 °C, vorzugsweise von mehr als 400 °C, besonders bevorzugt von mehr als 490 °C und ganz besonders bevorzugt von weniger als 700 °C. Vorzugsweise erfolgt eine Vorwärmung des Schmiedebauteils mittels einer, einem Fachmann bereits bekannten Vorrichtung, wie beispielsweise einem Ofen o. dgl.

[0010] Bevorzugt erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere vor einer Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug und insbesondere nach einer Vorwärmung des Halbzeugs, eine Übergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Übergabe, des Halbzeugs zu einer Schmiedevorrichtung. Die Schmiedevorrichtung umfasst vorzugsweise zumindest das Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil, insbesondere nach einer Warmumformung, abgekühlt wird. Zusätzlich kann die Schmiedevorrichtung weitere Schmiedewerkzeuge zu einer Bearbeitung des Halbzeugs und/oder des Schmiedebauteils aufweisen, wie beispielsweise ein Schmiedewerkzeug zu einer Vorformung des Halbzeugs, ein Schmiedewerkzeug zu einem Entgraten und/oder Zuschneiden des Schmiedebauteils, ein Schmiedewerkzeug zu einem Kalibrieren des Schmiedebauteils und/oder weitere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Schmiedewerkzeuge. Es ist jedoch auch denkbar, dass das Halbzeug oder das Schmiedebauteil während des Schmiedeverfahrens an unterschiedliche Schmiedevorrichtungen mit voneinander verschiedenen Schmiedewerkzeugen zu einer Vorbearbeitung, Bearbeitung und/oder Nachbearbeitung, wie beispielsweise ein Vorformen, ein Warmumformen, ein Zuschneiden, ein Abkühlen, ein Kalibrieren o. dgl., übergeben werden.

[0011] Bevorzugt erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens ein Warmauslagern des Schmiedebauteils, insbesondere nach einer Abkühlung des Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug, insbesondere zu einer Erreichung eines T4-, T5-, T6- oder T7-Zustands gemäß DIN EN 515. Vorzugsweise erfolgt eine Warmauslagerung des Schmiedebauteils bei einer Temperatur von insbesondere weniger als 280 °C, bevorzugt von weniger als 250 °C und besonders bevorzugt von weniger als 220 °C. Ganz besonders bevorzugt erfolgt eine Warmauslagerung des Schmiedebauteils bei einer Temperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 120 °C bis 250 °C. Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens eine Schmiedebauteilübergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe, des Schmiedebauteils von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagerungsvorrichtung, insbesondere nach einer Abkühlung des Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug. Bevorzugt erfolgt eine Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagerungsvorrichtung bei einer Temperatur, die oberhalb einer Warmauslagerungstemperatur des Schmiedebauteils liegt.

Vorzugsweise ist das Schmiedeverfahren derart ausgestaltet, dass eine Restwärme in einem Grat des Schmiedebauteils vorteilhaft zu einer Erwärmung des Schmiedebauteils nach einer Abkühlung in dem Schmiedewerkzeug auf eine Warmauslagerungstemperatur genutzt wird.

[0012] Alternativ oder zusätzlich kann die Schmiedepressenkenngroße in Abhängigkeit von einem Abkühlungsstartzeitpunkt geändert werden. Vorzugsweise umfasst die Schmiedepresse eine Wegmessvorrichtung, die dazu vorgesehen ist, zumindest einen Verfahrensweg eines Schmiedepressenstößels und/oder zumindest eines Schmiedewerkzeugteils, insbesondere zumindest einer Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, zu erfassen. Unter "vorgesehen" soll insbesondere speziell verstanden werden. Darunter, dass ein Element und/oder eine Einheit zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist/sind, soll insbesondere verstanden werden, dass das Element und/oder die Einheit diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllen/erfüllt und/oder ausführen/ausführt. Bevorzugt ist die Schmiedepresse derart ausgebildet, dass zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfkenngröße des Schmiedebauteils in einer Position und/oder in einer Kraftereinwirkung auf das Schmiedebauteil anpassbar ist. Erfindungsgemäß wird während einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug, zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfkenngröße des Schmiedebauteils näher an das Schmiedebauteil herangefahren und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug angeordnete Schmiedebauteil wirkende Pressenkraft wird erhöht, insbesondere um einem Kontaktverlust zwischen dem Schmiedebauteil infolge einer durch die Abkühlung bedingte Schrumpfung des Schmiedebauteils entgegenzuwirken.

[0013] Es ist auch denkbar, dass das Schmiedewerkzeugteil, insbesondere die zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, einzeln bewegbar ausgebildete Teilbereiche aufweist, die unabhängig voneinander, insbesondere zusätzlich zu einem Verfahrensweg des gesamten Schmiedewerkzeugteils, insbesondere der zumindest einen Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, bewegbar sind, insbesondere um gezielt einzelne Bereiche des Schmiedebauteils abzukühlen, die beispielsweise eine größere maximale Materialstärke aufweisen als andere Bereiche des Schmiedebauteils, insbesondere zu einer

Erreichung einer weitestgehend homogenen Temperaturverteilung im Schmiedebauteil während einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug. Vorzugsweise sind die einzeln bewegbar ausgebildeten Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs derart ausgebildet, dass diese unabhängig voneinander und/oder unabhängig von einem Grundkörper des Schmiedewerkzeugs bewegbar sind. Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt eine Nachführbewegung der einzelnen Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs in Abhängigkeit von einem durch die Abkühlung des Schmiedebauteils bedingten Schrumpfen des Schmiedebauteils. Bevorzugt erfolgt zumindest einem Verfahrensschritt eine Nachführbewegung der einzelnen Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs oder des gesamten Schmiedewerkzeugs, insbesondere des als Gesenkhälfte ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, in Abhängigkeit von einem durch die Abkühlung des Schmiedebauteils bedingten Schrumpfen des Schmiedebauteils, um vorteilhaft ein Anliegen der einzelnen Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs oder des Schmiedewerkzeugs an einer Außenfläche des im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteils zu einer zuverlässigen Abkühlung zu ermöglichen. Bevorzugt erfolgt in zumindest einem Verfahrensschritt eine Positionsänderung der einzelnen Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs oder des gesamten Schmiedewerkzeugs, insbesondere des als Gesenkhälfte ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, in Abhängigkeit von einem durch die Abkühlung des Schmiedebauteils bedingten Schrumpfen des Schmiedebauteils. Es ist auch denkbar, dass in zumindest einem Verfahrensschritt die einzelnen Teilbereiche des Schmiedewerkzeugs unterschiedlich, insbesondere unterschiedlich schnell, unterschiedlich weit o. dgl., voneinander bewegt werden, insbesondere in Abhängigkeit von einer Abkühlrate von einzelnen Bereichen des Schmiedebauteils.

[0014] Es ist auch denkbar, dass das Schmiedewerkzeug als vollständig verschleißbares Gesenk ausgebildet ist, das zumindest eine Kühlfluidanschlussleitung aufweist, mittels derer ein Kühlfluid in das Schmiedewerkzeug einbringbar ist, das zu einer Abkühlung des im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteils vorgesehen ist. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest eine Kenngröße, wie beispielsweise eine Kühlfluidmenge, eine Kühlfluidtemperatur o. dgl., des Kühlfluids in Abhängigkeit von einer Abkühlung, insbesondere von einem durch die Abkühlung des Schmiedebauteils bedingten Schrumpfen, des Schmiedebauteils geregelt. Erfindungsgemäß umfasst die als Schmiedepresse ausgebildete Schmiedevorrichtung zumindest eine Sensoreinheit zu einer Erfassung einer Abkühlkenngröße des Schmiedebauteils. Erfindungsgemäß umfasst die als Schmiedepresse ausgebildete Schmiedevorrichtung zumindest eine Steuer- und/oder Regeleinheit zu einer Steuerung und/oder Regelung der Kenngröße des Kühlfluids und/oder der Schmiedepressenkenngröße. Die Abkühlkenngröße des Schmiedebauteils kann direkt oder indirekt mittels der

Sensoreinheit erfasst werden. Weitere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltungen des Schmiedeverfahrens sind ebenfalls denkbar.

[0015] Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden. Es kann vorteilhaft eine hohe Prozessstabilität des Schmiedeverfahrens erreicht werden. Es kann eine vorteilhafte Energieeffizienz des Schmiedeverfahrens erreicht werden, insbesondere da durch das Schmiedewerkzeug eine große Kühloberfläche zur Verfügung gestellt werden kann. Es kann vorteilhaft ein geringer Verzug im Schmiedebauteil realisiert werden, insbesondere da eine zumindest im Wesentlichen direkte und schnelle Abkühlung des Schmiedebauteils im fixierten Zustand nach oder während einer Warmumformung durchführbar ist. Es kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden. Es kann vorteilhaft eine hohe Prozessstabilität des Schmiedeverfahrens erreicht werden. Es kann eine vorteilhafte Energieeffizienz des Schmiedeverfahrens erreicht werden, insbesondere da durch das Schmiedewerkzeug eine große Kühloberfläche zur Verfügung gestellt werden kann. Es kann vorteilhaft ein geringer Verzug im Schmiedebauteil realisiert werden, insbesondere da eine zumindest im Wesentlichen direkte und schnelle Abkühlung des Schmiedebauteils im fixierten Zustand nach oder während einer Warmumformung durchführbar ist.

[0016] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass das Schmiedebauteil in dem Schmiedewerkzeug, insbesondere ausgehend von einer Umformtemperatur des Schmiedebauteils von mehr als 400 °C, bevorzugt von mehr als 500 °C und besonders bevorzugt von weniger als 700 °C, auf eine Temperatur von weniger als 300 °C, bevorzugt von weniger als 250 °C, abgekühlt wird, insbesondere direkt in dem Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil, insbesondere ausgehend von einem Halbzeug, warmumgeformt wird. Bevorzugt wird das Schmiedebauteil in dem Schmiedewerkzeug, insbesondere ausgehend von einer Umformtemperatur des Schmiedebauteils von mehr als 400 °C, auf eine Temperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 150 °C bis 180 °C abgekühlt, insbesondere direkt in dem Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil, insbesondere ausgehend von einem Halbzeug, warmumgeformt wird. Das Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil abgekühlt wird, kann verschieden sein von dem Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil warmumgeformt wird oder es kann das selbe Schmiedewerkzeug sein, in dem das Schmiedebauteil warmumgeformt wird und direkt anschließend an die Warmumformung abgekühlt wird. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden. Es kann vorteilhaft eine hohe Festigkeit des Schmiedebauteils realisiert werden. Es kann vorteilhaft eine hohe Duktilität des Schmiedebauteils realisiert werden. Es kann vorteilhaft ein geringer Verzug im

Schmiedebauteil realisiert werden, insbesondere da eine zumindest im Wesentlichen direkte und schnelle Abkühlung des Schmiedebauteils im fixierten Zustand, insbesondere im Schmiedewerkzeug angeordneten und/oder fixierten Zustand, nach oder während einer Warmumformung durchführbar ist.

[0017] Ferner wird vorgeschlagen, dass eine, insbesondere durchschnittliche, Abkühlrate des Schmiedebauteils, insbesondere während der Abkühlung, in dem Schmiedewerkzeug größer ist als 25 K/s. Vorzugsweise ist eine, insbesondere durchschnittliche, Abkühlrate des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug insbesondere größer als 50 K/s, bevorzugt größer als 100 K/s und besonders bevorzugt größer als 200 K/s. Bevorzugt ist eine, insbesondere durchschnittliche, Abkühlrate des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug insbesondere kleiner als 400 K/s, bevorzugt kleiner als 350 K/s und besonders bevorzugt kleiner als 310 K/s. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden.

[0018] Zudem wird vorgeschlagen, dass die Abkühlung des Schmiedebauteils nach einer Umformung, insbesondere einer Warmumformung, des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug erfolgt. Vorzugsweise ist das Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil abgekühlt wird, dasselbe Schmiedewerkzeug, in dem das Schmiedebauteil warmumgeformt wird. Bevorzugt wird das Schmiedebauteil direkt anschließend an die Warmumformung durch das Schmiedewerkzeug in dem Schmiedewerkzeug abgekühlt. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens kann eine vorteilhaft geringe Taktzeit realisiert werden. Es kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden.

[0019] Des Weiteren wird, insbesondere in einer alternativen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens, vorgeschlagen, dass die Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug nach einer in einem weiteren Schmiedewerkzeug durchgeführten Umformung, insbesondere einer Warmumformung, des Schmiedebauteils erfolgt, insbesondere nach einer, insbesondere zumindest teilweise automatischen, Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils von dem weiteren Schmiedewerkzeug zu dem Schmiedewerkzeug. Beispielsweise ist es denkbar, dass das Schmiedebauteil in dem als Vorgesenk ausgebildeten weiteren Schmiedewerkzeug warmumgeformt wird, anschließend in dem als Fertiggesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeug erneut, insbesondere ebenfalls oder zusätzlich, warmumgeformt wird und anschließend oder gleichzeitig in dem als Fertiggesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeug abgekühlt wird. Es ist jedoch auch denkbar, dass das Schmiedebauteil in dem als Fertiggesenk ausgebildeten weiteren Schmiedewerkzeug warmumgeformt wird und anschließend in dem als Stanz- und/oder Schnittwerkzeug ausgebildeten Schmiedewerkzeug abgekühlt wird. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens

kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden. Es kann vorteilhaft ein optimierter Prozessablauf, insbesondere in Abhängigkeit von Prozessanforderungen, realisiert werden. Das Schmiedeverfahren kann vorteilhaft besonders flexibel eingesetzt werden.

[0020] Ferner wird, insbesondere in einer alternativen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens, vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe von dem weiteren Schmiedewerkzeug zu dem Schmiedewerkzeug erfolgt. Das Schmiedewerkzeug und das weitere Schmiedewerkzeug können zusammen in einer Schmiedevorrichtung, insbesondere in zumindest einer Schmiedepresse, angeordnet sein oder das Schmiedewerkzeug und das weitere Schmiedewerkzeug können in unterschiedlichen Schmiedevorrichtungen, insbesondere in unterschiedlichen Schmiedepressen, angeordnet sein. Die zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils von dem weiteren Schmiedewerkzeug zu dem Schmiedewerkzeug kann mittels eines Hubbalkensystems, mittels eines Roboters oder mittels einer anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Vorrichtung erfolgen. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils von dem weiteren Schmiedewerkzeug zu dem Schmiedewerkzeug händisch erfolgt. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Schmiedeverfahrens kann vorteilhaft ein optimierter Prozessablauf, insbesondere in Abhängigkeit von Prozessanforderungen, realisiert werden. Das Schmiedeverfahren kann vorteilhaft besonders flexibel eingesetzt werden. Es kann eine vorteilhafte Werkstoffeigenschaft des Schmiedebauteils erreicht werden.

[0021] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt das Schmiedewerkzeug aktiv gekühlt wird. Vorzugsweise wird zumindest zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug dem Schmiedewerkzeug aktiv ein Kühlmedium, insbesondere ein Kühlfluid, wie beispielsweise Kühlwasser, Kühlöl, Graphitemulsion o. dgl., zugeführt. Vorzugsweise umfasst das Schmiedewerkzeug zumindest eine Kühleinheit, die zumindest in ein Schmiedewerkzeugteil des Schmiedewerkzeugs, insbesondere in zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, integriert ist. Vorzugsweise ist das Schmiedewerkzeug als offenes Gesenk ausgebildet. Es kann vorteilhaft eine ungewollte Druckänderung im Schmiedewerkzeug infolge eines Einstromens von Kühlmedium vermieden werden. Es kann vorteilhaft ein Abfließen von Kühlmedium aus dem Schmiedewerkzeug ermöglicht werden, insbesondere zwischen zumindest zwei Gesenkhälften des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs. Es ist jedoch auch denkbar, dass das Schmiedewerkzeug als geschlossenes Gesenk ausgebildet ist. Vorzugsweise wird in zumindest in einem

Verfahrensschritt das Schmiedewerkzeug aktiv gekühlt, wobei eine Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug mittels eines Kühlfluids erfolgt, das in Bohrungskavitäten, insbesondere Kühlkavitäten der Kühleinheit, des Schmiedewerkzeugs konturfolgend durch das Schmiedewerkzeug geleitet wird. Die Kühlkavitäten des Schmiedewerkzeugs können beispielsweise über ein trennendes Verfahren, wie Bohren, Erodieren oder ähnliche, einem Fachmann bekannte Bearbeitungsverfahren, als auch durch einen generativen Werkzeugaufbau hergestellt werden, bei dem die das Kühlfluid leitenden Kühlkavitäten in einem Aufbauprozess eines gewählten generativen Verfahrens herstellbar sind. Insbesondere ist eine Ausgestaltung der Schmiedewerkzeuge in Form eines mehrteiligen Aufbaus angedacht, bei dem die Kühlkavitäten durch halbseitige Ausnehmungen in den einzelnen Werkzeugsegmenten, insbesondere Gesenkhälften, des Schmiedewerkzeugs gebildet sind und durch einen Zusammenbau der Werkzeugsegmente zu einer geschlossenen Kanalstruktur führen. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann vorteilhaft eine hohe Abkühlrate des Schmiedebauteils realisiert werden. Es kann vorteilhaft ein Schmiedebauteil mit einer hohen Festigkeit und einer hohen Duktilität erreicht werden.

[0022] Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt das Schmiedebauteil in dem Schmiedewerkzeug aktiv mit einem Kühlfluid behandelt, insbesondere besprüht, wird. Vorzugsweise umfasst das Schmiedewerkzeug zumindest eine Kühlzuführöffnung, über die das Kühlfluid dem im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteil zumindest während eines Abkühlungsschritts aktiv zuführbar ist. Bevorzugt umfasst das Schmiedewerkzeug eine Vielzahl an Kühlzuführöffnungen, über die das Kühlfluid dem im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteil zumindest während eines Abkühlungsschritts aktiv zuführbar ist. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann vorteilhaft eine hohe Abkühlrate des Schmiedebauteils realisiert werden. Es kann vorteilhaft eine ein Schmiedebauteil mit einer hohen Festigkeit und einer hohen Duktilität erreicht werden.

[0023] Zudem geht die Erfindung aus von einer als Schmiedepresse ausgebildeten Schmiedevorrichtung, insbesondere zu einer Durchführung eines erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens, mit zumindest einem Schmiedewerkzeug, insbesondere einem Umform-, Stanz- oder Kalibrierwerkzeug und mit zumindest einer zumindest teilweise an dem Schmiedewerkzeug angeordneten Kühleinheit, wobei die Schmiedepresse derart ausgebildet ist, dass zumindest eine Schmiedepressenkennggröße und/oder eine Kenngröße eines Kühlfluids in Abhängigkeit von einer Abkühlung eines im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteils geändert wird, und mit zumindest einer Steuer- und/oder Regelungseinheit zu einer Steuerung und/oder Regelung der Kenngröße des Kühlfluids und/oder der Schmiedepressenkennggröße. Es wird vorgeschlagen, dass die Schmiede-

presse zumindest eine Sensoreinheit zu einer Erfassung einer Abkühlkennggröße des Schmiedebauteils aufweist, wobei in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfkenngröße des Schmiedebauteils zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs, näher an das Schmiedebauteil heranfahrbar ist und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug angeordnete Schmiedebauteil wirkende Pressenkraft erhöhbar ist. Die Kühleinheit ist vorzugsweise dazu vorgesehen, das Schmiedewerkzeug aktiv zu kühlen, insbesondere um vorteilhaft von dem im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteil aktiv Wärme abzuführen. Alternativ oder zusätzlich ist die Kühleinheit zu einer aktiven Kühlung des im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteils vorgesehen, wie beispielsweise zu einer Besprühung und/oder Benetzung des im Schmiedewerkzeug angeordneten Schmiedebauteils mittels eines Kühlfluids o. dgl. Es ist denkbar, dass das Schmiedewerkzeug, insbesondere zumindest im Bereich einer Schmiedegravur des Schmiedewerkzeugs, zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug einen vollflächigen Kontakt zum Schmiedebauteil aufweist oder dass das Schmiedewerkzeug, insbesondere zumindest im Bereich einer Schmiedegravur des Schmiedewerkzeugs, zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug einen partiellen Kontakt zum Schmiedebauteil aufweist. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann vorteilhaft eine hohe

[0024] Abkühlrate des Schmiedebauteils realisiert werden. Es kann vorteilhaft ein Schmiedebauteil mit einer hohen Festigkeit und einer hohen Duktilität erreicht werden.

[0025] Des Weiteren wird ein Schmiedebauteil, insbesondere ein Leichtbaulegierungsschmiedebauteil, das mittels eines erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens hergestellt ist, vorgeschlagen. Vorzugsweise ist das Schmiedebauteil aus einer Aluminiumlegierung, einer Titanlegierung oder einer anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Leichtbaulegierung gebildet. Bevorzugt ist das Schmiedebauteil aus einer Legierung, insbesondere einer Aluminiumlegierung, aus der 2000er- (EN AW 2xxx), der 3000er- (EN AW 3xxx), der 4000er- (EN AW 4xxx), der 5000er- (EN AW 5xxx), der 6000er- (EN AW 6xxx), der 7000er- (EN AW 7xxx) oder der 8000er-Reihe (EN AW 8xxx) hergestellt. Bevorzugt ist das Schmiedebauteil insbesondere aus einer technisch nutzbaren Aluminiumlegierung hergestellt, die in ihrer Legierungszusammensetzung mit Werten zumindest einer Reihe aus den EN-AW 1XXXer-8XXXer-Reihen zusammenfällt. Vorzugsweise weist das mittels des erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens hergestellte Schmiedebauteil eine maximale Materialstärke von insbesondere weniger als 200 mm, bevorzugt von weniger als 100 mm und besonders bevorzugt von weniger als 10 mm auf. Ganz besonders bevorzugt weist das mittels des erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens eine ma-

ximale Materialstärke mit einem Wert aus einem Wertebereich von 1 mm bis 200 mm auf. Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann besonders vorteilhaft ein dünnwandiges Schmiedebauteil mit einer hohen Festigkeit und einer hohen Duktilität erreicht werden. Es kann vorteilhaft ein dünnwandiges Schmiedebauteil realisiert werden, das eine hohe Widerstandsfähigkeit aufweist.

[0026] Das erfindungsgemäße Schmiedeverfahren und/oder die erfindungsgemäße Schmiedevorrichtung sollen/soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere können/kann das erfindungsgemäße Schmiedeverfahren und/oder die erfindungsgemäße Schmiedevorrichtung zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten sowie Verfahrensschritten abweichende Anzahl aufweisen. Zudem sollen bei den in dieser Offenbarung angegebenen

[0027] Wertebereichen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als offenbart und als beliebig einsetzbar gelten.

Zeichnungen

[0028] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0029] Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens, das mittels einer erfindungsgemäßen Schmiedevorrichtung durchführbar ist, in einer schematischen Darstellung,
- Fig. 2 Diagramme eines Wärmeverlaufs in einem mittels der erfindungsgemäßen Schmiedevorrichtung geschmiedeten Schmiedebauteil während des erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens im Vergleich zu einem Kraftverlauf in der Schmiedevorrichtung in einer schematischen Darstellung,
- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens, das mittels einer erfindungsgemäßen Schmiedevorrichtung durchführbar ist, in einer schematischen Darstellung und
- Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens, das mittels einer erfindungsgemäßen Schmiedevorrichtung durchführbar ist, in einer schematischen Darstellung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0030] Figur 1 zeigt eine Schmiedeproduktionslinie 30a mit einer Schmiedevorrichtung zu einer Durchführung eines Schmiedeverfahrens 10a, insbesondere eines Leichtbauschmiedeverfahrens, zu einer Herstellung von einem Schmiedebauteil 12a insbesondere zu einer Herstellung von Leichtbaulegierungsbauteilen für den Automobil-, Luftfahrt- und/oder Industriebereich. Es ist jedoch auch denkbar, dass mittels des Schmiedeverfahrens 10a Schmiedebauteile 12a hergestellt werden, die in einem anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Bereich einsetzbar sind, wie beispielsweise einem Flugzeugbereich o. dgl. In der Figur 1 sind einzelne Verfahrensschritte des Schmiedeverfahrens 10a grafisch einem Temperaturverlauf in dem Schmiedebauteil 12a, insbesondere ausgehend von einem Halbzeug 32a bis zu einem fertig geschmiedeten Schmiedebauteil 12a, zugeordnet (vgl. Temperatur-Zeit-Diagramm und entsprechend gestrichelte Zuordnung in Figur 1).

[0031] In zumindest einem, insbesondere ersten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a wird ein Halbzeug 32a einer Vorwärmvorrichtung 34a der Schmiedeproduktionslinie 30a zugeführt, in der das Halbzeug 32a in zumindest einem, insbesondere zweiten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a vorgewärmt wird, insbesondere ausgehend von einer Raumtemperatur des Halbzeugs 32a, insbesondere bis auf eine Temperatur von mehr als 300 °C, vorzugsweise von mehr als 400 °C, besonders bevorzugt von mehr als 490 °C und ganz besonders bevorzugt von weniger als 700 °C. Die Vorwärmvorrichtung 34a weist vorzugsweise eine, einem Fachmann bereits bekannte Ausgestaltung auf, wie beispielsweise eine Ausgestaltung als Vorwärmeofen o. dgl. Vorzugsweise wird das Halbzeug 32a in Form eines Stranggussmaterials oder eines Strangpressmaterials zu einer Herstellung des Schmiedebauteils 12a mittels des Schmiedeverfahrens 10a genutzt.

[0032] In zumindest einem, insbesondere dritten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a, insbesondere nach einer Vorwärmung des Halbzeugs 32a in der Vorwärmvorrichtung 34a, erfolgt eine Übergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Übergabe, des Halbzeugs 32a an eine Schmiedevorrichtung der Schmiedeproduktionslinie 30a. Die Schmiedevorrichtung, insbesondere zu einer Durchführung eines Schmiedeverfahrens 10a, umfasst zumindest ein Schmiedewerkzeug 14a, 16a, insbesondere ein Umform-, Stanz- oder Kalibrierwerkzeug. Die Schmiedevorrichtung ist vorzugsweise als Schmiedepresse 20a ausgebildet. Die Schmiedepresse 20a kann als Spindelpresse, als Hydraulikpresse, als Servopresse oder als eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Presse ausgebildet sein. Die Übergabe des Halbzeugs 32a von der Vorwärmvorrichtung 34a kann manuell, teilaus automatisch oder vollautomatisch erfolgen. Vorzugsweise erfolgt eine vollautomatische Übergabe des Halbzeugs 32a an die Schmiedevorrichtung, insbesondere

mittels einer Übergabevorrichtung 36a der Schmiedeproduktionslinie 30a. Die Übergabevorrichtung 36a kann als Roboter, als Hubbalkenvorrichtung, als Fördervorrichtung o. dgl. ausgebildet sein. Die Schmiedevorrichtung umfasst vorzugsweise zumindest ein Schmiedewerkzeug 14a, insbesondere in einem Umform-, Stanz- und/oder Kalibrierwerkzeug, in dem das Schmiedebauteil 12a abgekühlt werden kann. Die Schmiedevorrichtung umfasst vorzugsweise zumindest ein weiteres Schmiedewerkzeug 16a zu einer Umformung, insbesondere einer Warmumformung, des Schmiedebauteils 12a, insbesondere vor einer Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a. Das Schmiedewerkzeug 14a ist vorzugsweise als Fertiggesenk ausgebildet. Das weitere Schmiedewerkzeug 16a ist bevorzugt als Vorgesenk ausgebildet. Vorzugsweise erfolgt ein Zuschnitt des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a. Das Schmiedewerkzeug 14a ist bevorzugt einteilig mit einem Zuschnittwerkzeug oder einem Stanzwerkzeug ausgebildet.

[0033] In zumindest einem, insbesondere vierten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a erfolgt eine Vorformung des Schmiedebauteils 12a mittels des weiteren Schmiedewerkzeugs 16a. Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem, insbesondere fünften, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a eine Schmiedebauteilübergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe, des Schmiedebauteils 12a von dem weiteren Schmiedewerkzeug 16a an das Schmiedewerkzeug 14a. Die Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils 12a von dem weiteren Schmiedewerkzeug 16a zum Schmiedewerkzeug 14a kann manuell, teilautomatisch oder vollautomatisch erfolgen. Vorzugsweise erfolgt eine vollautomatische Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils 12a von dem weiteren Schmiedewerkzeug 16a zum Schmiedewerkzeug 14a, insbesondere mittels einer an der Schmiedevorrichtung angeordneten Übergabevorrichtung (hier nicht näher dargestellt) der Schmiedeproduktionslinie 30a. Die an der Schmiedevorrichtung angeordnete Übergabevorrichtung kann als Roboter, als Hubbalkenvorrichtung, als Fördervorrichtung o. dgl. ausgebildet sein.

[0034] In zumindest einem, insbesondere fünften, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a erfolgt eine Umformung, insbesondere eine Warmumformung, des Schmiedebauteils 12a in dem, insbesondere als Gesenk ausgebildeten, Schmiedewerkzeug 14a bei einer Umformtemperatur von insbesondere mehr als 300 °C, vorzugsweise mehr als 400 °C, besonders bevorzugt mehr als 490 °C und ganz besonders bevorzugt von weniger als 700 °C. Vorzugsweise erfolgt eine Umformung, insbesondere eine Warmumformung, des Schmiedebauteils 12a in dem, insbesondere als Gesenk ausgebildeten, Schmiedewerkzeug 14a bei einer Umformtemperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 500 °C bis 560 °C.

[0035] In zumindest einem, insbesondere sechsten,

Verfahrensschritt erfolgt eine Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a. Die Abkühlung des Schmiedebauteils 12a erfolgt nach einer Umformung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a. Vorzugsweise erfolgt die Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a nach einer in dem weiteren Schmiedewerkzeug 16a durchgeführten Umformung, insbesondere Vorformung, des Schmiedebauteils 12a. In zumindest einem Verfahrensschritt erfolgt zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe von dem weiteren Schmiedewerkzeug 16a zu dem Schmiedewerkzeug 14a. Die Schmiedevorrichtung umfasst zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a zumindest eine zumindest teilweise an dem Schmiedewerkzeug 14a angeordnete, insbesondere zumindest teilweise in dem Schmiedewerkzeug 14a integrierte, Kühleinheit 24a, 26a. Das Schmiedebauteil 12a wird vorzugsweise direkt anschließend an die in dem Schmiedewerkzeug 14a erfolgte Warmumformung des Schmiedebauteils 12a, insbesondere direkt, in dem Schmiedewerkzeug 14a abgekühlt. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere im sechsten Verfahrensschritt, des Schmiedeverfahrens 10a, wird das Schmiedewerkzeug 14a aktiv gekühlt. Vorzugsweise wird dem Schmiedewerkzeug 14a mittels der Kühleinheit 24a, 26a Kühlfluid zugeführt und durch das Schmiedewerkzeug 14a geleitet. Bevorzugt ist jeweils an einem Schmiedewerkzeugteil des Schmiedewerkzeugs 14a, insbesondere jeweils an zumindest einer Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs 14a, zumindest eine Kühleinheit 24a, 26a angeordnet, die zu einer Kühlung des entsprechenden Schmiedewerkzeugteils, insbesondere der entsprechenden Gesenkhälfte, vorgesehen ist.

[0036] In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere im sechsten Verfahrensschritt, des Schmiedeverfahrens 10a, wird das Schmiedebauteil 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a aktiv mit einem Kühlfluid behandelt, insbesondere besprüht und/oder umströmt. Es ist jedoch auch denkbar, dass das Schmiedewerkzeug 14a alternativ oder zusätzlich mit einem Kühlfluid durchströmt wird, insbesondere zu einer vorteilhaft Wärmeabführung aus dem Schmiedebauteil 12a und/oder dem Schmiedewerkzeug 14a. Bevorzugt wird das Schmiedebauteil 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a, insbesondere ausgehend von einer Umformtemperatur des Schmiedebauteils 12a von mehr als 400 °C, auf eine Temperatur von weniger als 300 °C abgekühlt. Insbesondere wird das Schmiedebauteil 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a, insbesondere ausgehend von einer Umformtemperatur des Schmiedebauteils 12a von mehr als 400 °C, auf eine Temperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 150 °C bis 180 °C abgekühlt, insbesondere direkt in dem Schmiedewerkzeug 14a, in dem das Schmiedebauteil 12a warmumgeformt wurde/wird. Eine Abkühlrate des Schmiedebauteils 12a in dem

Schmiedewerkzeug 14a ist größer als 25 K/s, insbesondere infolge einer Wärmeübertragung einer Wärme des Schmiedebauteils 12a an das Schmiedewerkzeug 14a und/oder das Kühlfluid. Vorzugsweise ist eine Abkühlrate des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a insbesondere größer als 50 K/s, bevorzugt größer als 100 K/s und besonders bevorzugt größer als 200 K/s. Bevorzugt ist eine Abkühlrate des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a insbesondere kleiner als 400 K/s, bevorzugt kleiner als 350 K/s und besonders bevorzugt kleiner als 310 K/s.

[0037] In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere im sechsten Verfahrensschritt, des Schmiedeverfahrens 10a wird zumindest eine Schmiedepressenkenngroße, insbesondere eine maximale Pressenkraft und/oder eine Pressenstoßelposition, der als Schmiedepresse 20a ausgebildeten Schmiedevorrichtung geändert (vgl. hierzu auch Figur 2). Vorzugsweise kann die Schmiedepressenkenngroße in Abhängigkeit von einem Abkühlungsstartzeitpunkt und/oder von zumindest einer durch die Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a bedingte Kenngroße des Schmiedebauteils 12a, insbesondere eine Schrumpfenkenngroße des Schmiedebauteils 12a, geändert werden. Vorzugsweise umfasst die Schmiedepresse 20a eine Wegmessvorrichtung 38a, die dazu vorgesehen ist, zumindest einen Verfahrensweg eines Schmiedepressenstoßels und/oder zumindest eines Schmiedewerkzeugteils, insbesondere zumindest einer Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs 14a, zu erfassen. Bevorzugt ist die Schmiedepresse 20a derart ausgebildet, dass zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs 14a, in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils 12a bedingte Schrumpfenkenngroße des Schmiedebauteils 12a in einer Position und/oder in einer Krafteinwirkung auf das Schmiedebauteil 12a anpassbar ist. Bevorzugt wird, insbesondere während einer Abkühlung des Schmiedebauteils 12a im Schmiedewerkzeug 14a, zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs 14a, in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils 12a bedingte Schrumpfenkenngroße des Schmiedebauteils 12a näher an das Schmiedebauteil 12a herangefahren und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug 14a angeordnete Schmiedebauteil 12a wirkende Pressenkraft wird erhöht, insbesondere um einem Kontaktverlust zwischen dem Schmiedebauteil 12a infolge einer durch die Abkühlung bedingte Schrumpfung des Schmiedebauteils 12a entgegenzuwirken. Es ist jedoch auch denkbar, dass eine auf das im Schmiedewerkzeug 14a angeordnete Schmiedebauteil 12a wirkende Pressenkraft in Abhängigkeit von einem Abkühlungsstartzeitpunkt reduziert wird, insbesondere um eine Kühlwirkung des Schmiedewerkzeugs 14a auf das im Schmiedewerkzeug 14a angeordnete Schmiedebauteil 12a gezielt zu beein-

flussen.

[0038] Bevorzugt erfolgt in zumindest einem, insbesondere achten Verfahrensschritt, des Schmiedeverfahrens 10a ein Warmauslagern des Schmiedebauteils 12a, insbesondere nach einer aktiven Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a, insbesondere zu einer Erreichung eines T4-, T5-, T6- oder T7-Zustands gemäß DIN EN 515 des Schmiedebauteils 12a. Vorzugsweise erfolgt eine Warmauslagerung des Schmiedebauteils 12a bei einer Temperatur von insbesondere weniger als 280 °C, bevorzugt von weniger als 250 °C und besonders bevorzugt von weniger als 220 °C. Ganz besonders bevorzugt erfolgt eine Warmauslagerung des Schmiedebauteils 12a bei einer Temperatur mit einem Wert aus einem Wertebereich von 120 °C bis 250 °C. Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem, insbesondere siebten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10a eine Schmiedebauteilübergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe, des Schmiedebauteils 12a von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagerungsvorrichtung 28a, insbesondere nach einer, insbesondere aktiven, Abkühlung des Schmiedebauteils 12a im Schmiedewerkzeug 14a. Bevorzugt erfolgt eine Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils 12a von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagerungsvorrichtung 28a mittels einer weiteren Übergabevorrichtung 40a der Schmiedeproduktionslinie 30a. Die weitere Übergabevorrichtung 40a ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen analog zur Übergabevorrichtung 36a ausgebildet. Bevorzugt erfolgt eine Schmiedebauteilübergabe des Schmiedebauteils 12a von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagerungsvorrichtung 28a bei einer Temperatur, die oberhalb einer Warmauslagerungstemperatur des Schmiedebauteils 12a liegt. Vorzugsweise ist das Schmiedeverfahren 10a derart ausgestaltet, dass eine Restwärme in einem Grat des Schmiedebauteils 12a vorteilhaft zu einer Erwärmung des Schmiedebauteils 12a nach einer, insbesondere aktiven, Abkühlung des Schmiedebauteils 12a in dem Schmiedewerkzeug 14a auf eine Warmauslagerungstemperatur genutzt wird. Nach der Warmauslagerung des Schmiedebauteils 12a können weitere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Verfahrensschritte folgen.

[0039] Figuren 3 und 4 zeigen weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung. Die nachfolgenden Beschreibungen und die Zeichnungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen, wobei bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, grundsätzlich auch auf die Zeichnungen und/oder die Beschreibung der anderen Ausführungsbeispiele, insbesondere der Figuren 1 und 2, verwiesen werden kann. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele ist der Buchstabe a den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 und 2 nach-

gestellt. In den Ausführungsbeispielen der Figuren 3 und 4 ist der Buchstabe a durch die Buchstaben b und c ersetzt.

[0040] Figur 3 zeigt eine Schmiedeproduktionslinie 30b mit einer Schmiedevorrichtung zu einer Durchführung eines Schmiedeverfahrens 10b, insbesondere eines Leichtbauschmiedeverfahrens, zu einer Herstellung von einem Schmiedebauteil 12b, insbesondere zu einer Herstellung von Leichtbaulegierungsbauteilen, für den Automobil-, Luftfahrt-, oder Industriebereich. Es ist jedoch auch denkbar, dass mittels des Schmiedeverfahrens 10b Schmiedebauteil 12b hergestellt werden, die in einem anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Bereich einsetzbar sind, wie beispielsweise einem Flugzeugbereich o. dgl. In der Figur 3 sind einzelne Verfahrensschritte des Schmiedeverfahrens 10b grafisch einem Temperaturverlauf in dem Schmiedebauteil 12b, insbesondere ausgehend von einem Halbzeug 32b bis zu einem fertig geschmiedeten Schmiedebauteil 12b, zugeordnet (vgl. Temperatur-Zeit-Diagramm und entsprechend gestrichelte Zuordnung in Figur 3). Die in Figur 3 dargestellte Schmiedeproduktionslinie 30b und das damit durchführbare Schmiedeverfahren 10b unterscheidet sich von der in der Figur 1 dargestellten Schmiedeproduktionslinie 30a und von dem damit durchführbaren Schmiedeverfahren 10a dadurch, dass die Schmiedeproduktionslinie 30b eine Schmiedevorrichtung umfasst, die zumindest drei Schmiedewerkzeuge 14b, 16b, 18b, insbesondere ein Umform-, ein Stanz- und/oder ein Kalibrierwerkzeug, umfasst.

[0041] Vorzugsweise wird das Schmiedebauteil 12b, insbesondere nach einer, insbesondere direkten, Abkühlung im Schmiedewerkzeug 14b, das vorzugsweise als Fertiggesenk ausgebildet ist, in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10b an ein zusätzliches Schmiedewerkzeug 18b, das vorzugsweise als Stanz- und/oder Schnittwerkzeug ausgebildet ist, übergeben. Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem, insbesondere nach einer Bearbeitung mit dem zusätzlichen Schmiedewerkzeug 18b durchgeführten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10b eine Schmiedebauteilübergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe, des Schmiedebauteils 12b von der Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagevorrichtung 28b. Hinsichtlich weiterer Merkmale, Funktionen und/oder Verfahrensschritte der Schmiedeproduktionslinie 30b und des damit durchführbaren Schmiedeverfahrens 10b darf auf die Beschreibung der in der Figur 1 dargestellten Schmiedeproduktionslinie 30a und des damit durchführbaren Schmiedeverfahrens 10a verwiesen werden.

[0042] Figur 4 zeigt eine Schmiedeproduktionslinie 30c mit einer Schmiedevorrichtung zu einer Durchführung eines Schmiedeverfahrens 10c, insbesondere eines Leichtbauschmiedeverfahrens, zu einer Herstellung von einem Schmiedebauteil 12c, insbesondere zu einer Herstellung von Leichtbaulegierungsbauteilen, für den

Automobil-, Luftfahrt-, oder Industriebereich. Es ist jedoch auch denkbar, dass mittels des Schmiedeverfahrens 10c Schmiedebauteil 12c hergestellt werden, die in einem anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Bereich einsetzbar sind, wie beispielsweise einem Flugzeugbereich o. dgl. In der Figur 4 sind einzelne Verfahrensschritte des Schmiedeverfahrens 10c grafisch einem Temperaturverlauf in dem Schmiedebauteil 12c, insbesondere ausgehend von einem Halbzeug 32c bis zu einem fertig geschmiedeten Schmiedebauteil 12c, zugeordnet (vgl. Temperatur-Zeit-Diagramm und entsprechend gestrichelte Zuordnung in Figur 4). Die in Figur 4 dargestellte Schmiedeproduktionslinie 30c und das damit durchführbare Schmiedeverfahren 10c unterscheidet sich von der in der Figur 1 dargestellten Schmiedeproduktionslinie 30a und von dem damit durchführbaren Schmiedeverfahren 10a dadurch, dass die Schmiedeproduktionslinie 30c eine Schmiedevorrichtung mit zumindest einem Schmiedewerkzeug 14c und mit zumindest einem weiteren Schmiedewerkzeug 16c sowie zumindest eine weitere Schmiedevorrichtung, die als Schmiedepresse 22c ausgebildet ist, mit zumindest einem zusätzlichen Schmiedewerkzeug 18c, das vorzugsweise als Stanz- und/oder Schnittwerkzeug ausgebildet ist, aufweist. Bevorzugt ist die weitere Schmiedevorrichtung als Schmiedepresse 22c ausgebildet ist. Vorzugsweise wird das Schmiedebauteil 12c, insbesondere nach einer Umformung, insbesondere einer Warmumformung, im Schmiedewerkzeug 14c, das vorzugsweise als Fertiggesenk ausgebildet ist, in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10c an die weitere Schmiedevorrichtung übergeben, insbesondere zumindest teilweise automatisch, insbesondere mittels einer zusätzlichen Übergabevorrichtung 42c der Schmiedeproduktionslinie 30c. Bevorzugt wird das Schmiedebauteil 12c, insbesondere nach einer Umformung, insbesondere einer Warmumformung, im Schmiedewerkzeug 14c, das vorzugsweise als Fertiggesenk ausgebildet ist, in zumindest einem Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10c an das zusätzliche Schmiedewerkzeug 18c, das vorzugsweise als Stanz- und/oder Schnittwerkzeug ausgebildet ist, übergeben. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere nach einer Übergabe des Schmiedebauteils 12c an das zusätzliche Schmiedewerkzeug 18c, erfolgt eine Abkühlung des Schmiedebauteils 12c in dem zusätzlichen Schmiedewerkzeug 18c. Die Abkühlung des Schmiedebauteils 12c erfolgt bevorzugt nach einer Umformung des Schmiedebauteils 12c in dem Schmiedewerkzeug 14c. Die Abkühlung des Schmiedebauteils 12c in dem zusätzlichen Schmiedewerkzeug 18c erfolgt nach einer in dem Schmiedewerkzeug 14c und dem weiteren Schmiedewerkzeug 16c durchgeführten Umformung des Schmiedebauteils 12c.

[0043] Vorzugsweise erfolgt in zumindest einem, insbesondere nach einer Abkühlung in dem zusätzlichen Schmiedewerkzeug 18c durchgeführten, Verfahrensschritt des Schmiedeverfahrens 10c eine Schmiedebau-

teilübergabe, insbesondere eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe, des Schmiedebauteils 12c von der weiteren Schmiedevorrichtung an eine, einem Fachmann bereits bekannte Warmauslagevorrichtung 28c. Hinsichtlich weiterer Merkmale, Funktionen und/oder Verfahrensschritte der Schmiedeproduktionslinie 30c und des damit durchführbaren Schmiedeverfahrens 10c darf auf die Beschreibung der in der Figur 1 dargestellten Schmiedeproduktionslinie 30a und des damit durchführbaren Schmiedeverfahrens 10a verwiesen werden.

Bezugszeichen

[0044]

- 10 Schmiedeverfahren
- 12 Schmiedebauteil
- 14 Schmiedewerkzeug
- 16 Schmiedewerkzeug
- 18 Schmiedewerkzeug
- 20 Schmiedepresse
- 22 Schmiedepresse
- 24 Kühleinheit
- 26 Kühleinheit
- 28 Warmauslagevorrichtung
- 30 Schmiedeproduktionslinie
- 32 Halbzeug
- 34 Vorwärmvorrichtung
- 36 Übergabevorrichtung
- 38 Wegmessvorrichtung
- 40 Übergabevorrichtung
- 42 Übergabevorrichtung

Patentansprüche

1. Schmiedeverfahren, insbesondere Leichtbaulegierungsschmiedeverfahren, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt eine Abkühlung eines Schmiedebauteils in einem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18), insbesondere in einem Umform-, Stanz- und/oder Kalibrierwerkzeug, erfolgt, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest eine maximale Pressenkraft und/oder eine Pressenstoßposition einer Schmiedepresse (20, 22) in Abhängigkeit von einer Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18), geändert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während einer Abkühlung des Schmiedebauteils im Schmiedewerkzeug in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfenkenngröße des Schmiedebauteils zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs (14, 16, 18), näher an das Schmiedebauteil herangefahren und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) angeordnete

Schmiedebauteil wirkende Pressenkraft erhöht wird.

2. Schmiedeverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmiedebauteil in dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18), insbesondere ausgehend von einer Umformtemperatur des Schmiedebauteils von mehr als 400 °C, auf eine Temperatur von weniger als 300 °C abgekühlt wird.
3. Schmiedeverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abkühlrate des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) größer ist als 25 K/s.
4. Schmiedeverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlung des Schmiedebauteils nach einer Umformung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) erfolgt.
5. Schmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug (14) nach einer in einem weiteren Schmiedewerkzeug (16, 18) durchgeführten Umformung des Schmiedebauteils erfolgt.
6. Schmiedeverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt zu einer Abkühlung des Schmiedebauteils in dem Schmiedewerkzeug (14) eine zumindest teilweise automatische Schmiedebauteilübergabe von dem weiteren Schmiedewerkzeug (16, 18) zu dem Schmiedewerkzeug (14) erfolgt.
7. Schmiedeverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt das Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) aktiv gekühlt wird.
8. Schmiedeverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt das Schmiedebauteil in dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) aktiv mit einem Kühlfluid behandelt, insbesondere besprüht, wird.
9. Schmiedepresse, insbesondere zu einer Durchführung eines Schmiedeverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest einem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18), insbesondere einem Umform-, Stanz- oder Kalibrierwerkzeug, und mit zumindest einer zumindest teilweise an dem Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) angeordneten Kühleinheit (24, 26), wobei die Schmiedepresse derart ausgebildet ist, dass zumindest eine Schmiedepressenkenngröße und/oder eine Kenngröße eines Kühlfluids in Abhängigkeit von einer Abkühlung ei-

nes im Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) angeordneten Schmiedebauteils (12) geändert wird, und mit zumindest einer Steuer- und/oder Regeleinheit zu einer Steuerung und/oder Regelung der Kenngröße des Kühlfluids und/oder der Schmiedepressenkenngröße, **gekennzeichnet durch** zumindest eine Sensoreinheit zu einer Erfassung einer Abkühlkenngröße des Schmiedebauteils, wobei in Abhängigkeit von einer durch eine Abkühlung des Schmiedebauteils bedingte Schrumpfkenngröße des Schmiedebauteils zumindest ein Schmiedewerkzeugteil, insbesondere zumindest eine Gesenkhälfte des als Gesenk ausgebildeten Schmiedewerkzeugs (14, 16, 18), näher an das Schmiedebauteil heranfahrbar ist und/oder eine auf das im Schmiedewerkzeug (14, 16, 18) angeordnete Schmiedebauteil wirkende Pressenkraft erhöhbar ist.

Claims

1. Forging method, in particular lightweight construction alloy forging method, wherein in at least one method step a cooling of a forging component is effected in a forging tool (14, 16, 18), in particular in a forming, punching and/or calibration tool, wherein in at least one method step at least a maximum press force and/or a press piston position of a forging press (20, 22) are/is changed depending on a cooling of the forging component in the forging tool (14, 16, 18), **characterised in that** during a cooling of the forging component in the forging tool, depending on a shrinkage parameter of the forging component on account of a cooling of the forging component, at least one forging tool part, in particular at least one die half of the forging tool (14, 16, 18) realized as a die, is moved closer to the forging component and/or a press force which acts onto the forging component arranged in the forging tool (14, 16, 18) is increased.
2. Forging method according to claim 1, **characterised in that** the forging component is cooled in the forging tool (14, 16, 18), in particular starting from a forming temperature of the forging component of more than 400°C, down to a temperature of less than 300°C.
3. Forging method according to claim 1 or 2, **characterised in that** a cooling rate of the forging component in the forging tool (14, 16, 18) is greater than 25 K/s.
4. Forging method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the cooling of the forging component is effected after a forming of the forging component in the forging tool (14, 16, 18).

5. Forging method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the cooling of the forging component in the forging tool (14) is effected after a forming of the forging component carried out in a further forging tool (16, 18).
6. Forging method according to claim 5, **characterised in that** in at least one method step, for a cooling of the forging component in the forging tool (14), an at least semiautomated forging component transfer is effected from the further forging tool (16, 18) to the forging tool (14).
7. Forging method according to one of the preceding claims, **characterised in that** in at least one method step the forging tool (14, 16, 18) is cooled actively.
8. Forging method according to one of the preceding claims, **characterised in that** in at least one method step the forging component in the forging tool (14, 16, 18) is actively treated, in particular sprayed, with a cooling fluid.
9. Forging press, in particular for an execution of a forging method according to one of the preceding claims, with at least one forging tool (14, 16, 18), in particular a forming, punching or calibration tool, and with at least one cooling unit (24, 26), which is at least partly arranged on the forging tool (14, 16, 18), wherein the forging press is implemented in such a way that at least a forging press parameter and/or a parameter of a cooling fluid are/is changed depending on a cooling of a forging component arranged in the forging tool (14, 16, 18), and with at least one control and/or regulation unit for a control and/or regulation of the parameter of the cooling fluid and/or of the forging press parameter, **characterised by** at least one sensor unit for capturing a cooling parameter of the forging component wherein, depending on a shrinkage parameter of the forging component on account of a cooling of the forging component, at least one forging tool part, in particular at least one die half of the forging tool (14, 16, 18) realized as a die, can be moved closer to the forging component and/or a press force which acts onto the forging component arranged in the forging tool (14, 16, 18) is augmentable.

Revendications

1. Procédé de forgeage, notamment procédé de forgeage d'un alliage à construction légère, où dans au moins une étape de procédé s'effectue un refroidissement d'un composant de forgeage dans un outil à forgeage (14, 16, 18), en particulier

- dans un outil à formage, à poinçonnage et/ou à calibration,
où dans au moins une étape de procédé au moins une force de presse maximale et/ou une position de poussoir-presse d'une presse à forger (20, 22) sont/est changé en dépendance à un refroidissement du composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14, 16, 18),
caractérisé en ce que pendant un refroidissement du composant de forgeage dans l'outil à forgeage, en dépendance à un paramètre de retraite du composant de forgeage relié à un refroidissement du composant de forgeage, au moins une partie d'outil à forgeage, en particulier au moins une demi-matrice de l'outil à forgeage (14, 16, 18) réalisé comme matrice, est approché au composant de forgeage et/ou une force de presse agissant sur le composant de forgeage disposé dans l'outil à forgeage (14, 16, 18) est augmentée.
2. Procédé de forgeage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le composant de forgeage est refroidi dans l'outil à forgeage (14, 16, 18), en particulier à partir d'une température de formage du composant de forgeage de plus de 400°C, à une température de moins de 300°C.
 3. Procédé de forgeage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une vitesse de refroidissement du composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14, 16, 18) est plus de 25 K/s.
 4. Procédé de forgeage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidissement du composant de forgeage s'effectue après un formage du composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14, 16, 18).
 5. Procédé de forgeage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le refroidissement du composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14) s'effectue après un formage du composant de forgeage exécuté dans un autre outil à forgeage (16, 18).
 6. Procédé de forgeage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** dans au moins une étape de procédé, pour un refroidissement du composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14), un transfert au moins semi-automatique de composant de forgeage est effectué de l'autre outil à forgeage (16, 18) à l'outil à forgeage (14).
 7. Procédé de forgeage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans au moins une étape de procédé l'outil à forgeage (14, 16, 18) est activement refroidi.
 8. Procédé de forgeage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans au moins une étape de procédé le composant de forgeage dans l'outil à forgeage (14, 16, 18) est activement traité, en particulier aspergé, avec un fluide refroidissant.
 9. Presse à forger, notamment pour une exécution d'un procédé de forgeage selon l'une des revendications précédentes, avec au moins un outil à forgeage (14, 16, 18), en particulier un outil à formage, à poinçonnage ou à calibration, et avec au moins une unité de refroidissement (24, 26) disposée au moins partiellement sur l'outil à forgeage (14, 16, 18), où la presse à forger est réalisée de façon qu'au moins un paramètre de presse à forger et/ou un paramètre d'un fluide refroidissant est changé en dépendance à un refroidissement d'un composant de forgeage (12) disposé dans l'outil à forgeage (14, 16, 18), et avec au moins une unité de commande et/ou de régulation pour commander et/ou réguler le paramètre du fluide refroidissant et/ou le paramètre de presse à forger, **caractérisé par** au moins une unité de capteur pour capturer un paramètre de refroidissement du composant de forgeage, où en dépendance à un paramètre de retrait du composant de forgeage relié à un refroidissement du composant de forgeage, au moins un outil à forgeage, en particulier au moins une demi-matrice de l'outil à forgeage (14, 16, 18) réalisé comme matrice, peut être approché au composant de forgeage et/ou une force de presse agissant sur le composant de forgeage disposé dans l'outil à forgeage (14, 16, 18) peut être augmentée.

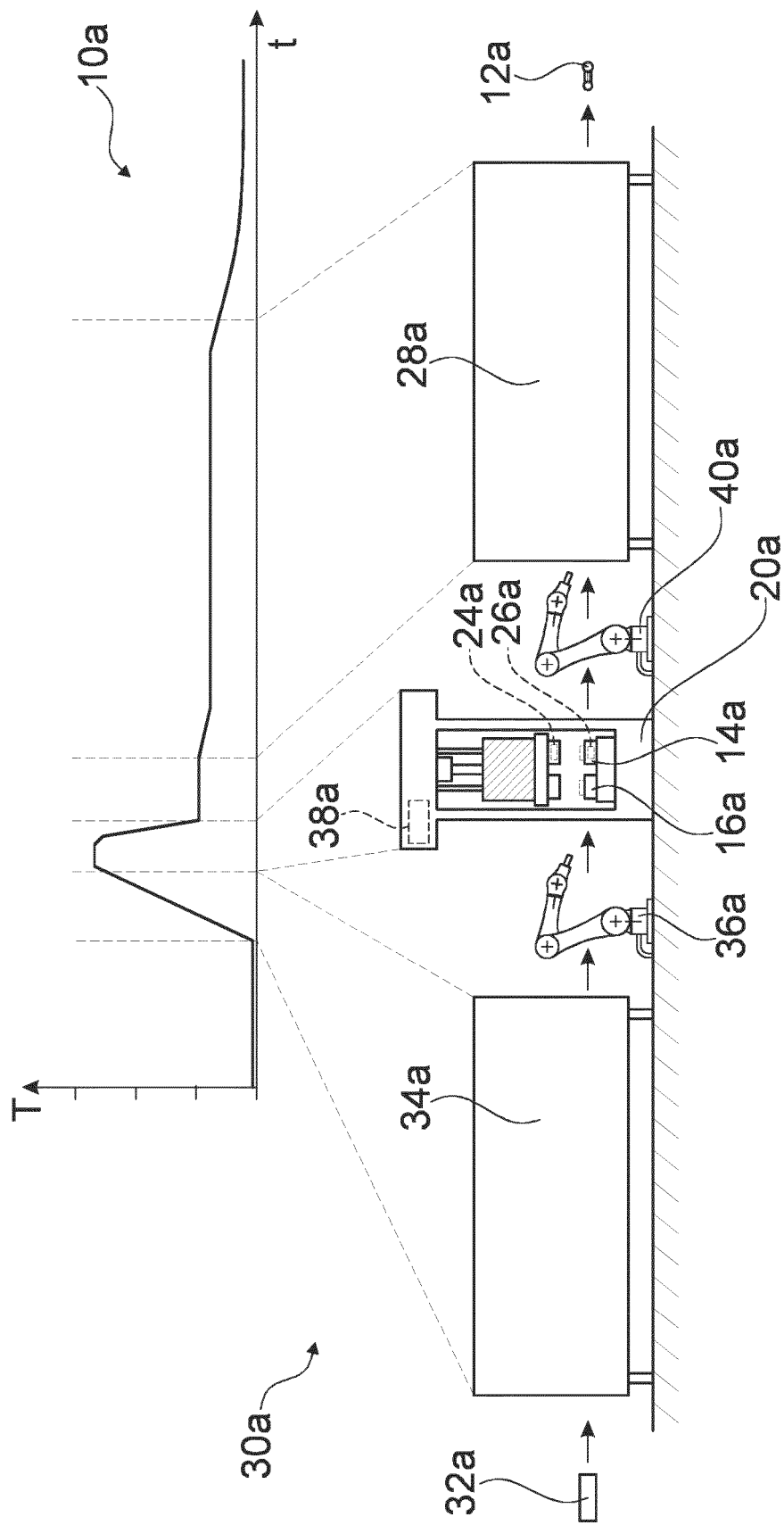


Fig. 1

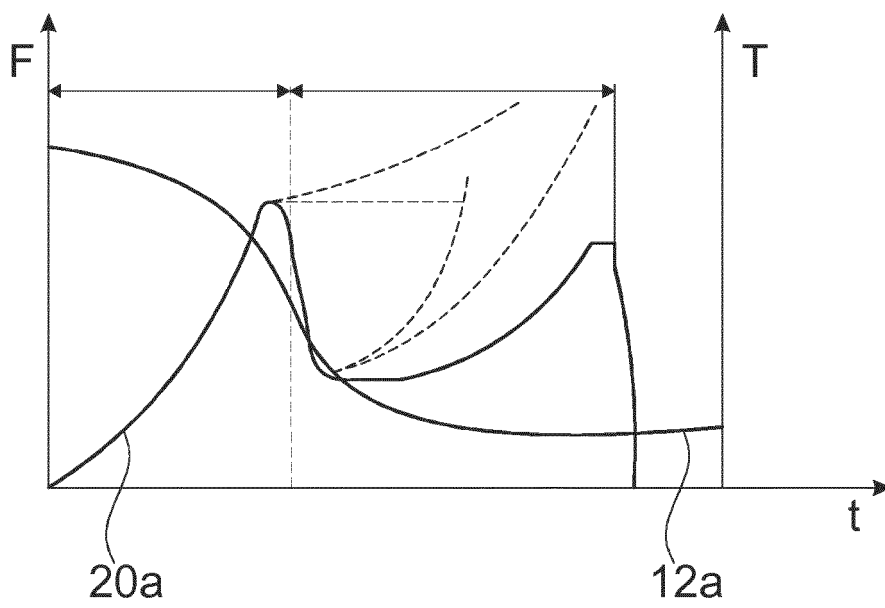


Fig. 2

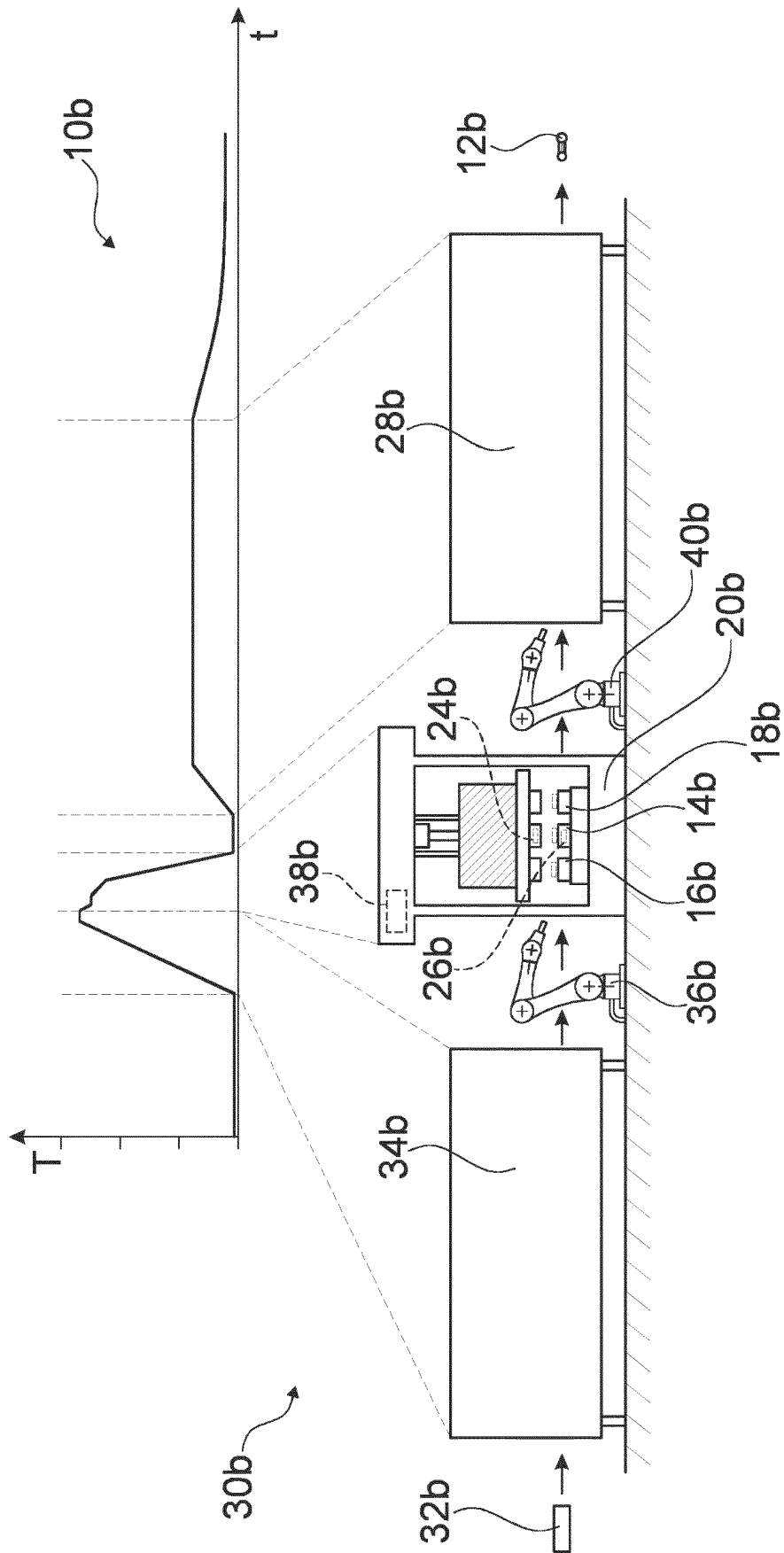


Fig. 3

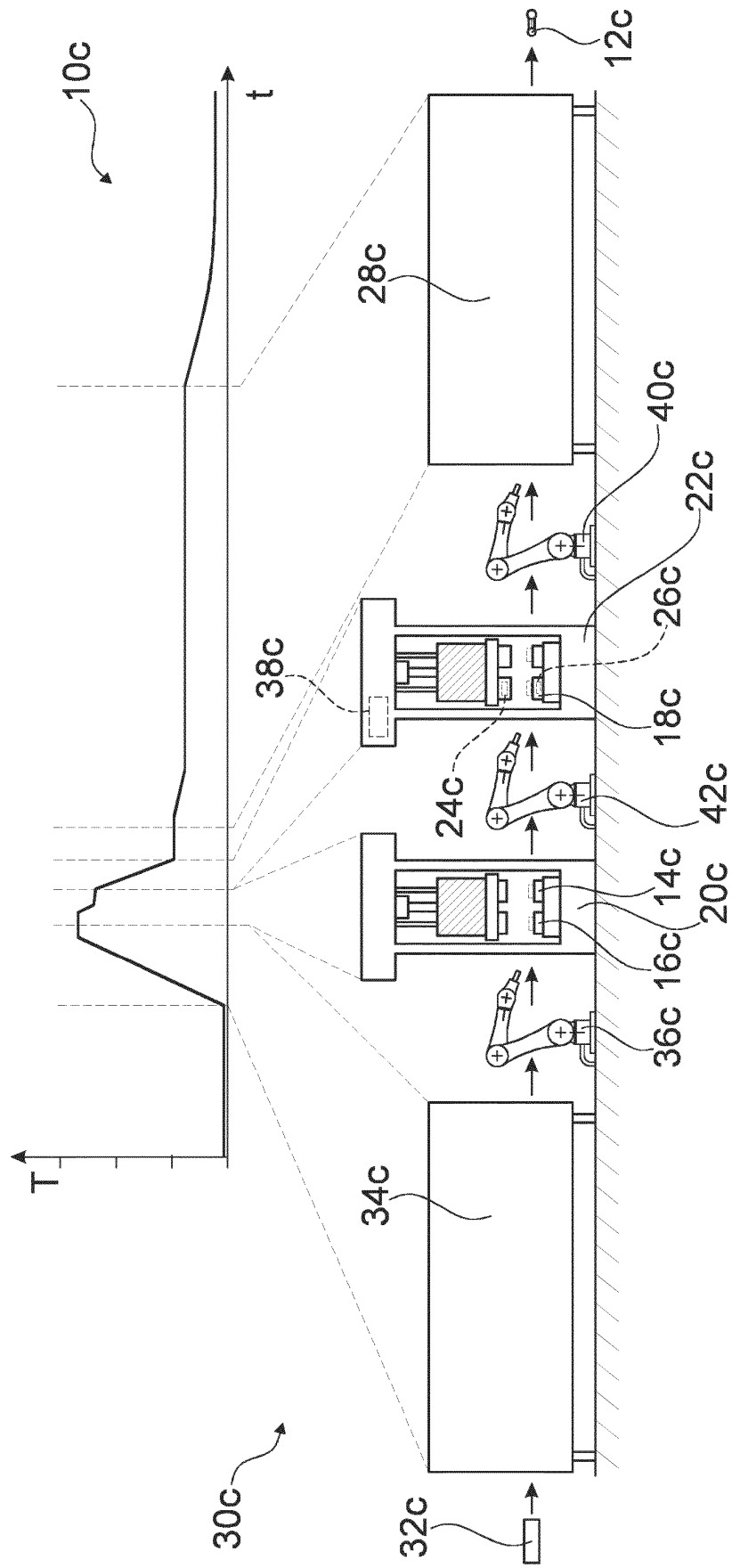


Fig. 4

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

- EP 3124633 A1 [0001]
- EP 2644727 B1 [0001]
- DE 102007040597 A1 [0002]
- DE 2714648 A1 [0002]
- US 2015202680 A1 [0003]