



(10) **DE 10 2012 111 271 A1** 2014.05.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 111 271.1**

(22) Anmeldetag: **22.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **22.05.2014**

(51) Int Cl.: **C21D 7/13 (2006.01)**

F27D 17/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Neue Materialien Bayreuth GmbH, 95448,
Bayreuth, DE; Universität Bremen, 28359,
Bremen, DE**

(72) Erfinder:
**Ploshikhin, Vasily, 28359, Bremen, DE;
Prihodovsky, Andrey, 95448, Bayreuth, DE;
Kaiser, Jürgen, 95448, Bayreuth, DE**

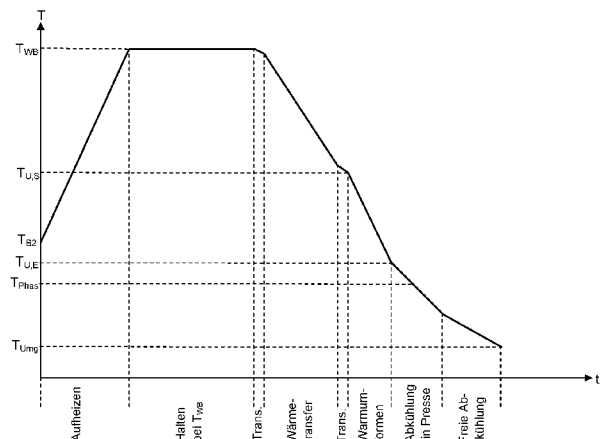
(74) Vertreter:
**Lösch, Christoph, Dipl.-Wirtsch.-Ing., 90411,
Nürnberg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Wärmebehandlung sowie Wärmetransfervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung metallischer Bauteile (10, 20) mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erwärmen eines ersten metallischen Bauteils (10) auf eine Wärmebehandlungstemperatur;
- Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten metallischen Bauteils; wobei die beim Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten metallischen Bauteils (10) frei werdende Wärme zumindest teilweise zum Vorwärmen auf ein zweites metallisches Bauteil (20) übertragen wird und das zweite metallische Bauteil (20) unmittelbar nach dem Vorwärmen bis auf die Wärmebehandlungstemperatur weitererwärmt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung von metallischen Bauteilen. Ferner betrifft die Erfindung eine Wärmetransfervorrichtung zum Übertragen von Wärme von einem ersten metallischen Bauteil auf ein zweites metallisches Bauteil.

[0002] Metallische Bauteile in Sinn der vorliegenden Erfindung sind insbesondere Metallbleche, Blechformteile, Platinen oder Halbzeuge.

[0003] Es gibt eine Reihe von Verfahren zur Wärmebehandlung von metallischen Bauteilen, in deren Verlauf es zunächst zu einem Erwärmen der Ausgangsbaueteile auf die gewünschte Wärmebehandlungstemperatur kommt und sich nach einer bestimmten Haltezeit ein definierter Abkühlprozess anschließt. In vielen Fällen findet anschließend an eine derartige Wärmebehandlung noch ein Umformen der Ausgangsbaueteile zu den gewünschten Endbauteilen statt.

[0004] Beispielsweise werden zur Gewichtsreduzierung in Automobilkarosserien Metallbleche bzw. Blechformteile aus hochfesten Stahllegierungen eingesetzt, die bei gleicher Bauteilfestigkeit eine Auslegung mit geringerer Blechdicke ermöglichen. Hochfeste Bleche bzw. Blechformkörper weisen jedoch bei einer Kaltumformung meist kein ausreichendes Formänderungsvermögen auf. Daher werden zur Umformung von Werkstücken aus hochfesten Blechformkörpern Umformprozesse bei erhöhten Temperaturen, d.h. Warmumformprozesse und/oder Halbwarmumformprozesse, wie beispielsweise das sogenannte Presshärten, eingesetzt. Dafür werden die umzuformenden Blechformkörper (Blechplatinen) in einem Wärmebehandlungsprozess durch Erwärmung auf eine Temperatur oberhalb A_{c3} vollständig austenitisiert (sog. Austenitisierung) und anschließend in ein Presswerkzeug bzw. Umformwerkzeug eingelegt und umgeformt (sog. Warmumformen) und abschließend im Werkzeug gehärtet. Typische Erwärmungstemperaturen liegen hierbei im Bereich von ca. 920°C. Das Umformen der Metallplatinen im Umformwerkzeug erfolgt derart, dass die Umformung abgeschlossen ist, bevor die Blechtemperatur durch Abkühlungsprozesse die Martensitstarttemperatur (M_s), typischerweise ca. 350–400°C, unterschreitet. Bei dem oben beschriebenen Verfahren entfällt der Hauptanteil des Energiebedarfes auf die Erwärmung der Stahlbleche vor dem eigentlichen Umformprozess.

[0005] Ein weiteres Beispiel für eine Wärmebehandlung mit definiertem Abkühlschritt ist die Vorbehandlung für die Aushärtung von so genannten aushärtbaren Aluminiumlegierungen. Dem Lösungsglühen, bei dem das Ausgangsbaueteil zunächst auf die

gewünschte Lösungsglühtemperatur (typischerweise 400–580 °C) erwärmt wird, folgt unmittelbar ein definierter Abschreckprozess nach, bei dem das sich auf der Lösungsglühtemperatur befindende Ausgangsbaueteil abgekühlt wird.

[0006] Den oben dargestellten Prozessen ist gemeinsam, dass zunächst ein Erwärmen des Bauteils auf eine Wärmebehandlungstemperatur erfolgt und anschließend ein Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Bauteils.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur energieeffizienten Wärmebehandlung von metallischen Bauteilen sowie eine Wärmetransfervorrichtung bereitzustellen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Wärmebehandlung von metallischen Bauteilen mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. durch eine Wärmetransfervorrichtung nach Anspruch 10 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Erfindungsgemäß weist das Verfahren zur Wärmebehandlung metallischer Bauteile folgende Verfahrensschritte auf: (1) Erwärmen eines ersten Bauteils auf eine Wärmebehandlungstemperatur; (2) Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Bauteils. Die beim Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden Bauteils frei werdende Wärme wird zumindest teilweise zum Vorwärmen auf ein zweites metallisches Bauteil übertragen wird und das zweite metallische Bauteil wird unmittelbar nach dem Vorwärmen bis auf die Wärmebehandlungstemperatur weitererwärmt.

[0010] Die „ersten“ und „zweiten“ metallischen Bauteile (im Folgenden auch Bleche oder Blechformkörper genannt) unterscheiden sich hierbei in geometrischer Hinsicht nicht bzw. nicht wesentlich voneinander. Im Folgenden werden unter „ersten“ oder auch „heißen“ metallischen Bauteilen diejenigen Bauteile verstanden, die bereits auf die Wärmebehandlungstemperatur erwärmt wurden und sich daher im Wesentlichen auf Wärmebehandlungstemperatur befinden. Unter „zweiten“ oder auch „kalten“ metallischen Bauteilen werden diejenigen Bauteile verstanden, die sich zu Beginn der Wärmeübertragung im Wesentlichen auf Umgebungstemperatur befinden.

[0011] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die thermische Energie, die unmittelbar nach der Wärmebehandlung im ersten metallischen Bauteil vorhanden ist, zumindest teilweise zum Vorwärmen eines oder mehrere weiterer (zweiter) Bauteile ge-

nutzt. Diese bzw. diese vorgewärmten Bauteile werden anschließend weiter bis auf die Wärmebehandlungstemperatur aufgewärmt. Auf diese Weise erhöht sich die Energieeffizienz der Wärmebehandlung.

[0012] In bevorzugter Weise sind die metallischen Bauteile als ebene, d.h. flache, Blechplatinen ausgebildet. Es handelt sich also um Blechplatinen, die eine ebene Form aufweisen. Derartige Blechplatinen eignen sich aufgrund des erzielbaren intensiven Wärmeübertrages besonders gut für das beschriebene Verfahren.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt nach dem Abkühlen des ersten metallischen Bauteils ein Umformen des ersten Bauteils in einem Umformwerkzeug, wobei eine Starttemperatur für das Umformen unterhalb der Wärmebehandlungstemperatur liegt. Außerdem erfolgt das Abkühlen des ersten metallischen Bauteils nur solange wie die Temperatur des metallischen Bauteils oberhalb der Starttemperatur für das Umformen ist.

[0014] Unter einer Starttemperatur für das Umformen wird hierbei diejenige Temperatur verstanden, bei der der Umformvorgang gestartet werden soll. Diese Temperatur variiert je nach eingesetztem Werkstoff und dem gewünschten Umformprozess (Warmumformen, Halbwarmumformen, Kaltumformen). Wesentlich ist nur, dass die Wärmebehandlungstemperatur höher ist als die Starttemperatur für das Umformen.

[0015] In einer derartigen Ausgestaltung des Verfahrens wird somit das sich Wärmbehandlungstemperatur befindende erste metallische Bauteil unter Wärmeübertragung auf ein zweites metallisches Bauteil soweit abgekühlt bis es beinahe die Starttemperatur für das Umformen erreicht. Dann wird das erste metallische Bauteil dem Umformwerkzeug zugeführt und entsprechend umgeformt. Auf diese Weise kann die beim Abkühlen des ersten Bauteils von der Wärmebehandlungstemperatur auf die Starttemperatur des Umformens frei werdende Wärme für das Vorwärmen eines zweiten metallischen Bauteils verwendet werden. Es ist also die Nutzung der im ersten metallischen Bauteil vorhandenen thermischen Energie bis zu einem Grad möglich, der anschließend noch ein erfolgreiches Umformen erlaubt. Handelt es sich um einen Warm- bzw. Halbwarmumformprozess ist also ein Umformen ohne erneute Wärmeenergiezufuhr möglich. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmebehandlungstemperatur und der Starttemperatur für das Umformen ist, desto höher ist auch die potentielle Wärmeenergie, die zum Vorwärmen des zweiten metallischen Bauteils zur Verfügung steht.

[0016] Bei dem Umformwerkzeug handelt es sich um ein Umformwerkzeug, welches für den ge-

wünschten Umformprozess (Kaltumformen, Warmumformen, Halbwarmumformen) geeignet ist.

[0017] Die Wärmeübertragung von dem ersten metallischen Bauteil auf das zweite metallische Bauteil kann auf verschiedenen Arten erfolgen:

[0018] Eine erste Möglichkeit besteht darin, dass die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil auf das zweite Bauteil durch einen direkten Kontakt zwischen dem ersten Bauteil und dem zweiten Bauteil erfolgt (direkter Wärmetransfer). Mit anderen Worten werden die metallischen Bauteile miteinander in Kontakt gebracht und es erfolgt ein unmittelbarer Wärmeaustausch zwischen dem heißen „ersten“ Bauteil und dem kalten „zweiten“ Bauteil. Diese Art der Wärmeübertragung ist konstruktiv einfach gestaltet und eignet sich besonders für metallische Bauteile, die als flache, ebene Blechplatinen ausgebildet sind.

[0019] Eine zweite Möglichkeit besteht darin, dass zur Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil auf das zweite Bauteil eine Zwischenplatte verwendet wird, welche auf einer ersten Hauptseite von dem ersten Bauteil und auf einer zweiten Hauptseite von dem zweiten Bauteil kontaktiert wird, sodass ein Wärmetransfer vom ersten Bauteil zum zweiten Bauteil unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte erfolgt. Mit anderen Worten wird zwischen dem heißen „ersten“ Bauteil und dem kalten „zweiten“ Bauteil ein plattenförmiges Bauteil positioniert, das beidseitig von den beiden metallischen Bauteilen kontaktiert wird. Die Wärmeübertragung erfolgt damit zunächst vom ersten Bauteil auf die Zwischenplatte und anschließend von der Zwischenplatte auf das zweite Bauteil. Auch diese Art der Wärmeübertragung eignet sich besonders für metallische Bauteile, die als flache, ebene Blechplatinen ausgebildet sind. Außerdem wird durch das Zwischenschalten der Zwischenplatte ein direkter Kontakt zwischen den metallischen Bauteilen verhindert. Der Wärmetransfer kann durch die Zwischenschaltung eines Wärmespeichers flexibilisiert werden. So ist es beispielsweise möglich, die Zwischenplatte durch Verwendung von einer oder mehreren zusätzlichen Wärmequellen weiter aufzuheizen und auf diese Weise die erzielbare Vorwärmtemperatur der zweiten Blechformkörper zu erhöhen.

[0020] Eine dritte Möglichkeit besteht darin, dass die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil auf das zweite Bauteil unter Verwendung eines Wärmespeichers erfolgt, welcher zunächst durch das erste Bauteil erwärmt wird und anschließend aufgenommene Wärme an mindestens ein zweites Bauteil abgibt. Auch dies führt zu einer Flexibilisierung der Wärmeübertragung. So ist es nicht nötig, dass das erste und das zweite metallische Bauteil zeitgleich an der Wärmeübertragung beteiligt sind. Es ist vielmehr eine zeitliche Entkopplung möglich, d.h. der Wärmespeicher kann zunächst durch ein oder mehrere heiße

„erste“ metallische Bauteile aufgewärmt werden und erst anschließend erfolgt die Übertragung der aufgenommenen Wärme auf ein oder mehrere kalte „zweite“ metallische Bauteile. Auch kann der Wärmespeicher durch zusätzliche Energiequelle weiter aufgewärmt werden und auf diese Weise die Vorwärmtemperatur der zweiten metallischen Bauteile erhöhen.

[0021] In besonders vorteilhafter Weise kann die Temperatur des Wärmespeichers durch eine Temperiereinrichtung gesteuert und/oder geregelt werden. Diese führt zu einer besonders exakten Temperierung des Wärmespeichers und folglich auch der durch den Wärmespeicher vorgewärmten zweiten Blechformkörper.

[0022] Es ist auch möglich, dass die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil auf das zweite Bauteil unter Zwischenschaltung eines Wärmeübertragungsfluids erfolgt, welches durch das erste Bauteil erwärmt wird und welches die aufgenommene Wärme an mindestens ein zweites Bauteil abgibt. Auf diese Weise kann eine räumliche Trennung zwischen dem Abkühlen des ersten metallischen Bauteils und dem Vorwärmen des zweiten metallischen Bauteils erreicht werden. Die von dem ersten „heißen“ metallischen Bauteil auf das Wärmeübertragungsfluid übertragene Wärme kann durch das Fluid zu einer Position geführt werden, an der sich zweite „kalte“ metallische Bauteile befinden und diese dort vorwärmen.

[0023] Werden eine Zwischenplatte, ein Wärmespeicher und/oder ein Wärmeübertragungsfluid eingesetzt, so kann ferner eine Temperiereinrichtung zur Temperierung der Zwischenplatte, des Wärmespeichers und/oder des Wärmeübertragungsfluids vorhanden sein. Diese Temperiereinrichtung besteht insbesondere aus einer entsprechenden Steuer- und/oder Regeleinheit sowie einer Wärmequelle (Energiequelle) und/oder Wärmesenke (Kühlvorrichtung). Auf diese Weise kann der Wärmeübertragungsschritt als eine zusätzliche Wärmebehandlungsstufe für das „erste“ oder das „zweite“ metallische Bauteil dienen, denn durch die exakte Temperierung kann ein gewünschtes Temperaturprofil in den metallischen Bauteilen verwirklicht und dadurch definierte Werkstoffeigenschaften erreicht werden.

[0024] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform erfolgt das Abkühlen der ersten „heißen“ metallischen Bauteile in einer Abkühlvorrichtung in unmittelbarer Nähe des Ausgangs eines Wärmebehandlungsofens. Das Vorwärmen der zweiten „kalten“ metallischen Bauteile erfolgt in einer Vorwärmstation in unmittelbarer Nähe des Eingangs eines Wärmebehandlungsofens. Ein Wärmeübertragungsfluid zirkuliert zwischen der Abkühlvorrichtung und der Vorwärmstation. So ist die räumliche Trennung zwischen dem Abkühlen des ersten Bauteils und dem Vorwärmen des zweiten Bauteils möglich, solange

eine thermische Kopplung über das Wärmeübertragungsfluid gewährleistet ist.

[0025] Bei dem Werkstoff der metallischen Bauteile kann es sich insbesondere um eine Stahllegierung handeln. Insbesondere kann es sich um eine martensitumwandlungsfähigen Stahllegierung bzw. um eine sogenannte hochfeste Stahllegierung, handeln. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wärmebehandlungstemperatur dann 900–950°C und die Starttemperatur für das Umformen 550–650°C. Diese Ausführungsvariante basiert dabei auf der Erkenntnis, dass es für die Durchführung des Warmumformens des Stahlwerkstoffes in der Regel genügt, wenn das dem Umformwerkzeug zugeführte Blech eine Temperatur besitzt, die geringer ist als die eingesetzte Wärmebehandlungstemperatur. So werden beispielsweise zur Austenitisierung von Stahlblechen Temperaturen von ca. 920°C verwendet, während die zu Beginn des Warmumformprozesses benötigte Temperatur ca. 500–600°C beträgt. In Hinblick auf das bevorzugte Ausführungsbeispiel ergibt sich daraus, dass insbesondere die thermische Energie, die der Temperaturdifferenz zwischen Wärmebehandlungstemperatur (z.B. 920°C) und der zu Beginn der Warmumformung benötigten Temperatur (z.B. 500–650°C) entspricht, zum Vorwärmen von weiteren Blechformkörpern zur Verfügung steht. Durch die Nutzung dieser thermischen Energie wird die Energieeffizienz des Gesamtprozesses gesteigert.

[0026] Des Weiteren bringt die Zufuhr von relativ kühlen Blechen in das Umformwerkzeug (z.B. Zufuhr von Blechen mit einer Temperatur von ca. 500–600°C anstelle der Zufuhr von Blechen mit ca. 920°C) den Vorteil mit sich, dass sich der Verschleiß des Umformwerkzeuges aufgrund der geringeren Temperaturunterschiede zwischen kühlen Werkzeug und warmen Blechformkörper verringert.

[0027] Es ist jedoch auch möglich einen anderen metallischen Werkstoff einzusetzen, soweit dieser Werkstoff einer Wärmebehandlung mit definiertem Abkühlschritt nach dem Erwärmen auf die Wärmebehandlungstemperatur unterzogen wird. Insbesondere kann sich bei dem metallischen Werkstoff auch um Aluminium bzw. eine Aluminiumlegierung handeln, besonders bevorzugt kann es sich um eine aushärtbare Aluminiumlegierung handeln. In diesem Fall handelt es sich bei der Wärmebehandlung bevorzugter Weise um ein Lösungsglühen mit anschließendem Abkühl- bzw. Abschreckprozess.

[0028] Das Erwärmen der metallischen Bauteile auf die Wärmebehandlungstemperatur erfolgt typischerweise in einer Erwärmungseinrichtung. Hierbei kann es sich beispielsweise um einen Ofen (z.B. Durchlaufofen, Kammerofen) handeln, der die in diesen eingebrachten Blechformkörper auf die gewünschte Wärmebehandlungstemperatur erwärmt und ggf. für

eine vorgegebene Zeitspanne auf der gewünschten Wärmebehandlungstemperatur hält.

[0029] Die erfindungsgemäße Wärmetransfervorrichtung zum Übertragen von Wärme von einem ersten metallischen Bauteil auf ein zweites metallisches Bauteil, weist eine erste Kontaktplatte, auf welche das erste metallische Bauteil oder das zweite metallische Bauteil auflegbar sind, eine zweite Kontaktplatte, welche parallel zur ersten Kontaktplatte angeordnet ist, eine Zwischenplatte, welche zwischen der ersten Kontaktplatte und der zweiten Kontaktplatte angeordnet ist, eine Schließvorrichtung zum Auseinander- und Zusammenfahren der ersten Kontaktplatte, der zweiten Kontaktplatte und der Zwischenplatte und eine Steuereinrichtung zum temperatur- und/oder zeitgesteuerten Betätigen der Schließvorrichtung auf.

[0030] Durch die erfindungsgemäße Wärmetransfervorrichtung ist ein besonders vorteilhafter Wärmetransfer zwischen dem ersten metallischen Bauteil und dem zweiten metallischen Bauteil möglich. Während des Wärmetransfers von dem ersten metallischen Bauteil auf das zweite metallische Bauteil ist zwischen dem ersten metallischen Bauteil und dem zweiten metallischen Bauteil eine Zwischenplatte positioniert, welche von dem ersten metallischen Bauteil und dem zweiten metallischen Bauteil kontaktiert wird, sodass der Wärmetransfer (Wärmeübertragung) vom ersten metallischen Bauteil zum zweiten metallischen Bauteil unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte erfolgt.

[0031] Durch die Verwendung der Zwischenplatte erfolgt der Wärmetransfer nicht direkt zwischen den ersten und zweiten metallischen Bauteilen, sondern wird durch die Eigenschaften der Zwischenplatte beeinflusst. So kann die sich einstellende Temperatur durch die Dimensionierung der Zwischenplatte eingestellt werden. Auch ermöglicht die Zwischenplatte die Verwendung von beschichteten Blechformkörpern.

[0032] In vorteilhafter Weise bestehen die erste Kontaktplatte und/oder die zweite Kontaktplatte entweder vollständig aus einem Werkstoff mit geringer Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus einem keramischen Werkstoff, oder aus einem metallischen Kern und einer Wärmeisolationsschicht. Die Zwischenplatte besteht hingegen in bevorzugter Weise aus einem Werkstoff mit hoher Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus einer gut wärmeleitenden Stahllegierung, einer Molybdänlegierung oder einer Kupferlegierung.

[0033] In besonders vorteilhafter Weise ist der Kern als aufschmelzbarer Kern ausgebildet, d.h. der Kern besteht aus einem Material, das bei einer bestimmten, im Bereich der gewünschten Arbeitstemperaturen liegenden Aufschmelztemperatur reversibel aufschmilzt und erstarrt. Durch den Aufschmelzvorgang

wird die Wärmekapazität bei der Aufschmelztemperatur sehr stark erhöht. Es stellt sich somit ein selbstregulierender Effekt hinsichtlich der Kontaktplatten-temperatur ein. Durch den aufschmelzbaren Kern kann somit eine Temperaturregulierung erfolgen. Sowohl die Kontaktplatten als auch die Zwischenplatte können einen derartigen aufschmelzbaren Kern besitzen.

[0034] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Wärmetransfervorrichtung ferner eine Temperiereinrichtung zur Temperierung der ersten Kontaktplatte, der zweiten Kontaktplatte und/oder der Zwischenplatte auf. Eine derartige Temperiereinrichtung kann beispielsweise als Energiequelle ausgebildet sein, die die Kontaktplatten und/oder die Zwischenplatte erwärmt oder als Kühlvorrichtung, die die Kontaktplatten und/oder die Zwischenplatte kühlt.

[0035] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 weist eine Erwärmungseinrichtung zum Erwärmen der metallischen Bauteile auf die Wärmebehandlungstemperatur und eine Wärmetransfervorrichtung zum Übertragen von Wärme von einem ersten metallischen Bauteil auf ein zweites metallisches Bauteil auf.

[0036] Bei der Erwärmungseinrichtung handelt es sich beispielsweise um einen Ofen (z.B. Durchlaufofen, Kammerofen), der die in diesen eingebrachten Blechformkörper auf die gewünschte Wärmebehandlungstemperatur erwärmt, oder um ein ofenfreies Erwärmungsverfahren.

[0037] Bei der Wärmetransfervorrichtung handelt es sich um eine Vorrichtung, die eine Wärmeabfuhr von dem sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten metallischen Bauteils und ein Vorwärmen mindestens eines zweiten metallischen Bauteils erlaubt. Dabei kann es sich um Vorrichtungen handeln, die einen direkten Kontakt zwischen den ersten und zweiten metallischen Bauteilen herstellen und auf diese Weise einen direkten Wärmetransfer zwischen den Blechformkörpern ermöglichen. Es sind jedoch auch Vorrichtungen möglich, die unter Verwendung eines Wärmetauschers, eines Wärmeübertragungsfluids oder eines Wärmespeichers einen indirekten Transfer von thermischer Energie von dem ersten „heißen“ metallischen Bauteil auf ein oder mehrere zweite „kalte“ metallische Bauteile ermöglichen.

[0038] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung ferner eine Abkühlvorrichtung zum weiteren Abkühlen der die Wärmetransfervorrichtung verlassenden metallischen Bauteile sowie eine Vorwärmstation zum Vorwärmen der Bauteile. In besonders vorteilhafter Weise ist die Vorwärmstation über

einen Wärmeübertragungsfluidkreislauf mit der Wärmetransfervorrichtung thermisch gekoppelt.

[0039] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung ferner ein Umformvorrichtung zum Umformen der metallischen Bauteile und eine Transportvorrichtung zum Verfahren der Wärmetransfervorrichtung zwischen der Erwärmungseinrichtung und der Umformvorrichtung auf. Auf diese Weise kann der Wärmetransfer unmittelbar nach dem Verlassen der Erwärmungseinrichtung beginnen und kann während des Transportes der ersten metallischen Bauteils zur Umformvorrichtung erfolgen. Dies führt zu einer Verringerung der benötigten Prozesszeit und damit zu einer Erhöhung der erzielbaren Taktzeiten.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform ist mindestens eine der Erwärmungseinrichtung, der Wärmetransfervorrichtung, der Vorwärmstation und/oder der Abkühlvorrichtung als eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Metallblechen wie in der Patentanmeldung EP 2014777 A1 beschrieben ausgebildet.

[0041] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungsfiguren weiter erläutert. Gleiche oder gleichwirkende Teile sind hierbei in den verschiedenen Zeichnungsfiguren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

[0042] Fig. 1 einen Temperatur-Zeit-Verlauf eines Verfahrens zum Warmumformen nach dem Stand der Technik;

[0043] Fig. 2 einen Temperatur-Zeit-Verlauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit anschließender Warmumformung;

[0044] Fig. 3 Verfahrensschritte einer ersten Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung unter Verwendung einer ersten Wärmetransfervorrichtung;

[0045] Fig. 4 Verfahrensschritte einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung unter Verwendung einer Wärmetransfervorrichtung mit Zwischenplatte;

[0046] Fig. 5 Verfahrensschritte einer dritten Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung;

[0047] Fig. 6 eine vierte Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung;

[0048] Fig. 7 eine Prozesskette zur Durchführung eines Wärmetauschkreislaufs mit anschließendem Umformen;

[0049] Fig. 8 Verfahrensschritte, die in der in Fig. 7 dargestellten Prozesskette durchgeführt werden;

[0050] Fig. 9a und Fig. 9b Ausführungsformen einer Kontaktplatte mit aufschmelzbarem Kern in einer Schnittdarstellung.

[0051] Fig. 1 zeigt einen Temperatur-Zeit-Verlauf eines herkömmlichen Verfahrens zum Warmumformen nach dem Stand der Technik. Zunächst erfolgt ein Aufheizen der umzuförmenden metallischen Bauteile – nämlich Blechformkörper bzw. Bleche – in einer Erwärmungseinrichtung. Hierbei werden die Bleche von Umgebungstemperatur ($T_{Umgebung}$) auf die gewünschte Wärmebehandlungstemperatur (T_{WB}) erwärmt. Ein Beispiel für eine Wärmebehandlungstemperatur wäre die Austenitisierungstemperatur einer umwandlungsfähigen Stahlliegierung. An diese Aufheizphase schließt sich eine Haltphase bei der gewünschten Wärmebehandlungstemperatur an, bis die gewünschte Wärmebehandlungsdauer erreicht ist.

[0052] Nach Beendigung dieser Haltphase werden die Bleche aus der Erwärmungseinrichtung entnommen. Anschließend erfolgt ein Transport der sich auf T_{WB} befindlichen Bleche in das Umformwerkzeug. Während dieser Transportphase kommt es zu einer geringen Abkühlung der Bleche, sodass nach Einlegen der Bleche das Umformen der Bleche bei einer Warmumformstarttemperatur ($T_{U,S}$) beginnt. Diese Warmumformstarttemperatur liegt nur geringfügig unterhalb der Wärmebehandlungstemperatur.

[0053] Das Umformen ist beendet bei einer Warmumformendtemperatur ($T_{U,E}$). Diese liegt oberhalb einer Phasenumwandlungstemperatur (T_{Phas}), welche den Übergang einer gut verformbaren Werkstoffphase zu einer Werkstoffphase mit den gewünschten Werkstoffeigenschaften des Endproduktes darstellt. Ein Beispiel für diese Phasenumwandlungstemperatur wäre die Phasenumwandlung von Austenit zu Martensit.

[0054] Dem eigentlichen Umformen schließt sich eine Abkühlphase an, in dem das bereits umgeformte Blech in dem Umformwerkzeug verbleibt und abgekühlt wird. Nach Beendigung dieser Abkühlung im Werkzeug wird das umgeformte Blech ausgeworfen und kühlt weiter an Luft ab.

[0055] Fig. 2 zeigt einen Temperatur-Zeit-Verlauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Vergleich zu dem in Fig. 1 dargestellten Temperatur-Zeit-Verlauf werden die die Erwärmungseinrichtung verlassenden Bleche einer Wärmetransfervorrichtung zugeführt. Dort erfolgen ein Abkühlen der sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden Bleche und ein Vorwärmen mindestens eines zweiten Blechformkörpers. Mit anderen Worten wird das Zeitintervall „Transport“ aus Fig. 1 durch die

Intervalle „Transport zur Wärmetransfereinrichtung“, „Wärmetransfer“ und „Transport in das Umformwerkzeug“ ersetzt. Während des Wärmetransfers nimmt die Blechtemperatur der sich zu Beginn des Wärmetransfers im Wesentlichen auf Wärmebehandlungstemperatur befindenden Bleche in einem größeren Maß ab als bei dem alleinigen Transport aus **Fig. 1**. Damit ist die Warmumformstarttemperatur ($T_{U,S}$) geringer als die Warmumformstarttemperatur ($T_{U,S}$) aus **Fig. 1**.

[0056] Durch den Wärmetransfer werden die kalten („zweiten“) Bleche vorgewärmt. Auf diese Weise besitzen diese Bleche, wenn sie nach dem Wärmetransfer der Erwärmungseinrichtung zugeführt werden eine Temperatur T_{B2} , die höher liegt als die Umgebungstemperatur. Dadurch verkürzt sich die benötigte Aufheizphase innerhalb der Erwärmungseinrichtung. Die Taktzeit verringert sich entsprechend. Außerdem verringert sich die durch die Erwärmungseinrichtung zuzuführende Wärmeenergie. Die Energieeffizienz des Gesamtprozesses erhöht sich entsprechend.

[0057] Das in **Fig. 2** dargestellt Verfahren zur Warmumformung einer Mehrzahl von metallischen Blechformkörpern besteht damit aus folgenden Intervallen:

- (1) Aufheizen in der Erwärmungseinrichtung: Dieser Aufheizvorgang startet bei einer Blechtemperatur (T_{B2}), die im Vergleich zur Umgebungstemperatur erhöht ist. Damit verkürzt sich die Aufheizphase im Vergleich zum Verfahren aus **Fig. 1**.
- (2) Halten bei Wärmebehandlungstemperatur (T_{WB}).
- (3) Transport des heißen Bleches in die Wärmetransfervorrichtung.
- (4) Wärmetransfer innerhalb einer Wärmetransfervorrichtung, d.h. Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Blechs und Vorwärmen mindestens eines zweiten Blechs.
- (5) Transport des abgekühlten Blechs in das Umformwerkzeug.
- (6) Warmumformen des abgekühlten Blechs.
- (7) Abkühlung des umgeformten Blechs in dem Umformwerkzeug.
- (8) Entnahme des umgeformten Blechs und freie Abkühlung an Luft.

[0058] Das erfindungsgemäße Verfahren wurde in den **Fig. 1** und **Fig. 2** anhand einer Wärmebehandlung mit definiertem Abkühlprozess nach Erreichen der Wärmebehandlungstemperatur und anschließendem Warmumformen beschrieben. Es ist jedoch auch möglich, das Warmumformen durch ein Halbwarmumformen oder ein Kaltumformen zu ersetzen. Die Starttemperatur für das Umformen $T_{U,S}$ verschiebt sich entsprechend in Richtung der Umgebungstemperatur T_{Umg} .

[0059] Auch ist es möglich, auf einen nachfolgenden Umformschritt gänzlich zu verzichten. Wesentlich ist, dass zunächst ein Erwärmen eines ersten metallischen Bauteils auf eine Wärmebehandlungstemperatur T_{WB} und anschließend ein Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur T_{WB} befindenden ersten Bauteils erfolgt, wobei die beim Abkühlen des ersten Bauteils frei werdende Wärme zumindest teilweise zum Vorwärmen auf ein zweites metallisches Bauteil übertragen wird und das zweite metallische Bauteil unmittelbar nach dem Vorwärmen bis auf die Wärmebehandlungstemperatur T_{WB} weitererwärmt wird.

[0060] **Fig. 3** zeigt Verfahrensschritte einer ersten Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung unter Verwendung einer ersten Wärmetransfervorrichtung **1**.

[0061] Die Wärmetransfervorrichtung **1** besitzt eine erste Kontaktplatte **2**, auf welche ein umzuformender Blechformkörper auflegbar ist, und eine zweite Kontaktplatte **3**. Die zweite Kontaktplatte **3** ist parallel zur ersten Kontaktplatte **2** angeordnet. Eine Schließvorrichtung **4** dient zum Auseinander- und Zusammenfahren der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3**. Die Schließvorrichtung **4** umfasst eine in den Figuren nicht dargestellte Steuer- und Regleinrichtung, durch die eine temperatur- und/oder zeitgesteuerte Aktivierung der Schließvorrichtung **4** ermöglicht wird. Die erste Kontaktplatte **2** und die zweite Kontaktplatte **3** weisen jeweils eine Wärmeisolationsschicht **5** bzw. **6** auf. Diese Wärmeisolationsschichten **5**, **6** sind aus einem Werkstoff mit im Vergleich zum Werkstoff der restlichen Kontaktplatte geringerer Wärmeleitfähigkeit gefertigt.

[0062] Die Wärmetransfervorrichtung **1** ist verfahrbar ausgeführt, sodass ein Transport der Wärmetransfervorrichtung **1** zwischen einer Erwärmungseinrichtung **60** (vgl. **Fig. 7**) und einer Umformvorrichtung **80** (vgl. **Fig. 7**) möglich ist.

[0063] **Fig. 3** zeigt insgesamt drei Verfahrensschritte, die in der Wärmetransfervorrichtung **1** ablaufen und die zum Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Blechformkörpers und zum Vorwärmen mindestens eines zweiten Blechformkörpers führen. Hierbei erfolgt das Abkühlen bzw. das Vorwärmen durch direkten Wärmetransfer, d.h. durch direkten Kontakt zwischen den Blechen.

[0064] Zunächst erfolgt ein Einlegen eines ersten (heißen), d.h. sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden, Blechs **10** und eines zweiten (kalten), d.h. sich im Wesentlichen auf der Umgebungstemperatur befindenden, Blechs **20** in die Wärmetransfervorrichtung **1**.

[0065] Anschließend werden die erste Kontaktplatte **2** und die zweite Kontaktplatte **3** mit Hilfe der Schließvorrichtung **4** zusammengefahren und aneinander gepresst. Durch den sich ausbildenden direkten Kontakt zwischen dem heißen Blech **10** und dem kalten Blech **20** erfolgt ein direkter Wärmetransfer vom heißen Blech **10** auf das kalte Blech **20**. Hierbei kann durch geeignete Temperaturmessverfahren die aktuelle Temperatur der Bleche **10**, **20** ermittelt werden.

[0066] Nachdem die gewünschte Menge an Wärmeenergie übergegangen ist, erfolgt ein Auseinanderfahren der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3** und eine Entnahme des ersten Blechs **10** und des zweiten Blechs **20**. Dieses Auseinanderfahren kann beispielsweise temperatur- und/oder zeitgesteuert erfolgen. Das entnommene abgekühlte erste Blech **10** wird anschließend der Umformvorrichtung **80** zugeführt, während das vorgewärmte zweite Blech **20** in die Erwärmungseinrichtung **50** eingebracht wird, um auf die Wärmebehandlungstemperatur T_{WB} aufgeheizt zu werden.

[0067] Fig. 4 zeigt Verfahrensschritte einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Wärmebehandlung unter Verwendung einer zweiten Wärmetransfervorrichtung **101**. Diese Wärmetransfervorrichtung **101** unterscheidet sich von der in Fig. 3 gezeigten Wärmetransfervorrichtung **1** insbesondere durch das Vorhandensein einer Zwischenplatte **7**. Die Zwischenplatte **7** ist zwischen der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3** angeordnet und lässt sich durch die Schließvorrichtung **4** gemeinsam mit der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3** auseinander- und zusammenfahren.

[0068] Fig. 4 zeigt insgesamt drei Verfahrensschritte, die in der Wärmetransfervorrichtung **101** ablaufen und die zum Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Blechformkörpers und zum Vorwärmen mindestens eines zweiten Blechformkörpers führen. Hierbei erfolgt das Abkühlen bzw. das Vorwärmen durch einen Wärmetransfer unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte **7**.

[0069] Zunächst erfolgt ein Einlegen eines ersten (heißen) Blechs **10** und eines zweiten (kalten), Blechs **20** in die Wärmetransfervorrichtung **101**. Hierbei wird das erste Blech **10** auf die erste Kontaktplatte **2** und das zweite Blech **20** auf die Zwischenplatte **7** abgelegt.

[0070] Anschließend werden die erste Kontaktplatte **2**, die zweite Kontaktplatte **3** und die Zwischenplatte **7** mit Hilfe der Schließvorrichtung **4** zusammengefahren und aneinander gepresst. Durch den sich ausbildenden Kontakt zwischen dem heißen Blech **10**, der Zwischenplatte **7** und dem kalten Blech **20** erfolgt ein

Wärmetransfer vom heißen Blech **10** unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte **7** auf das kalte Blech **20**. Hierbei kann durch geeignete Temperaturmessverfahren die aktuelle Temperatur der Bleche und/oder der Zwischenplatte ermittelt werden.

[0071] Nachdem die gewünschte Menge an Wärmeenergie übergegangen ist, erfolgen ein Auseinanderfahren der ersten Kontaktplatte **2**, der zweiten Kontaktplatte **3** und der Zwischenplatte **7** sowie eine Entnahme des ersten Blechs **10** und des zweiten Blechs **20**. Dieses Auseinanderfahren kann beispielsweise temperatur- und/oder zeitgesteuert erfolgen. Das entnommene abgekühlte erste Blech **10** wird anschließend dem Umformwerkzeug zugeführt, während das vorgewärmte zweite Blech **20** in die Erwärmungseinrichtung eingebracht wird, um auf die Wärmebehandlungstemperatur aufgeheizt zu werden.

[0072] Fig. 5 zeigt Verfahrensschritte einer dritten Ausführungsform des Verfahrens zum Warmumformen unter Verwendung der ersten Wärmetransfervorrichtung **1**. Hierbei erfolgt das Abkühlen bzw. das Vorwärmen durch Zwischenschaltung eines Wärmespeichers, d.h. durch indirekten Wärmetransfer.

[0073] Fig. 5 zeigt insgesamt fünf Verfahrensschritte, die in der Wärmetransfervorrichtung **1** ablaufen und die zum Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Blechformkörpers und zum Vorwärmen mindestens eines zweiten Blechformkörpers führen.

[0074] Zunächst erfolgt ein Einlegen eines ersten (heißen) Blechs **10** in die Wärmetransfervorrichtung **1** durch ein Auflegen auf die erste Kontaktplatte **2**. Anschließend werden die erste Kontaktplatte **2** und die zweite Kontaktplatte **3** mit Hilfe der Schließvorrichtung **4** zusammengefahren und aneinander gepresst. Durch den sich ausbildenden direkten Kontakt zwischen dem heißen Blech **10** und ersten und zweiten Kontaktplatte **2**, **3** erfolgt ein direkter Wärmetransfer vom heißen Blech **10** auf die ersten und zweiten Kontaktplatte **2**, **3**. Hierbei kann durch geeignete Temperaturmessverfahren die aktuelle Temperatur der des Blechs **10** bzw. der Kontaktplatten **2**, **3** ermittelt werden.

[0075] Nachdem die gewünschte Menge an Wärmeenergie übergegangen ist, erfolgt ein Auseinanderfahren der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3** und eine Entnahme des ersten Blechs **10**. Dieses Auseinanderfahren kann beispielsweise temperatur- und/oder zeitgesteuert erfolgen. Das entnommene abgekühlte erste Blech **10** wird anschließend dem Umformwerkzeug zugeführt.

[0076] Anschließend wird ein zweites (kaltes) Blech **20** der Wärmetransfervorrichtung **1** zugeführt. Daraufhin werden die erste Kontaktplatte **2** und die zwei-

te Kontaktplatte **3** mit Hilfe der Schließvorrichtung **4** zusammengefahren und aneinander gepresst. Durch den sich ausbildenden direkten Kontakt zwischen dem kalten Blech **20** und den ersten und zweiten Kontaktplatte **2, 3** erfolgt ein direkter Wärmetransfer vom den ersten und zweiten Kontaktplatte **2, 3** zum kalten Blech **20**. Das zweite Blech **20** wird auf diese Weise vorgewärmt. Hierbei kann durch geeignete Temperaturmessverfahren die aktuelle Temperatur des Blechs **20** bzw. der Kontaktplatten **2, 3** ermittelt werden.

[0077] Nachdem die gewünschte Menge an Wärmeenergie übergegangen ist, erfolgt ein Auseinanderfahren der ersten Kontaktplatte **2** und der zweiten Kontaktplatte **3** und eine Entnahme des zweiten Blechs **20**. Dieses Auseinanderfahren kann beispielsweise temperatur- und/oder zeitgesteuert erfolgen. Das entnommene vorgewärmte zweite Blech **20** wird anschließend in die Erwärmungseinrichtung eingebracht, um dort auf die Wärmebehandlungstemperatur aufgeheizt zu werden.

[0078] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dienen die erste Kontaktplatte **2** und die zweite Kontaktplatte **3** somit als Wärmespeicher.

[0079] Alternativ kann nach der Entnahme eines ersten heißen Bleches **10** und zeitlich vor dem Einlegen eines kalten Bleches **20** noch ein oder mehrere weitere heiße Bleche eingelegt werden und auf diese Weise der Wärmespeicher weiter aufgeheizt werden. In ähnlicher Weise können nach der Entnahme eines ersten kalten Bleches **20** und zeitlich vor dem Einlegen eines weiteren heißen Bleches **10** noch ein oder mehrere weitere kalte Bleche eingelegt werden und auf diese Weise dem Wärmespeicher weiter Wärme entzogen werden.

[0080] Fig. 6 zeigt einen Verfahrensschritt einer vierten Ausführungsform des Verfahrens zum Warmumformen unter Verwendung einer dritten Wärmetransfervorrichtung **201**. Diese Wärmetransfervorrichtung **201** unterscheidet sich von der in Fig. 4 gezeigten Wärmetransfervorrichtung **101** insbesondere das Vorhandensein einer weiteren Schließvorrichtung **14**. Diese weitere Schließvorrichtung **14** sorgt im Zusammenspiel mit der Schließvorrichtung **4** für ein Auseinander- und Zusammenfahren der ersten Kontaktplatte **12**, der Zwischenplatte **7** und der zweiten Kontaktplatte **13**. Fig. 6 zeigt einen Verfahrensschritt, der in der Wärmetransfervorrichtung **201** abläuft und der zum Abkühlen von sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten Blechformkörper und zum Vorwärmen von zweiten Blechformkörpern führt. Hierbei erfolgt das Abkühlen bzw. das Vorwärmen durch einen Wärmetransfer unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte **7**. Diese Zwischenplatte **7** dient hierbei auch als Wärmespeicher.

[0081] Ähnlich zu der in Fig. 4 beschriebenen Ausführungsform erfolgt ein Einlegen eines ersten (heißen) Blechs **10** und eines zweiten (kalten) Blechs **20** in die Wärmetransfervorrichtung **201**. Hierbei wird das erste Blech **10** auf die erste Kontaktplatte **12** und das zweite Blech **20** auf die Zwischenplatte **7** abgelegt. Allerdings ist durch die Verwendung der Schließvorrichtung **4** und der weiteren Schließvorrichtung **14** ein separates Schließen und Öffnen des aus der ersten Kontaktplatte **12** und der Zwischenplatte **7** gebildeten Zwischenraumes und des aus der zweiten Kontaktplatte **13** und der Zwischenplatte **7** gebildeten Zwischenraumes möglich. Auf diese Weise wird das heiße Blech **10** für einen längeren Zeitraum innerhalb der Wärmetransfereinrichtung **201** gehalten als das kalte Blech **20** und entsprechend später aus der Wärmetransfereinrichtung **201** entnommen. Mit anderen Worten werden weniger heiße Bleche **10** der Wärmetransfervorrichtung **201** zugeführt als kalte Bleche **20**. Damit ist ein Vorwärmen von einer größeren Zahl von kalten Blechen **20** möglich. Allerdings verringert sich auch die erzielbare Vorwärmtemperatur entsprechend.

[0082] Das jeweils entnommene abgekühlte erste Blech **10** wird anschließend dem Umformwerkzeug zugeführt, während das bzw. die vorgewärmten zweiten Bleche **20** in die Erwärmungseinrichtung eingebracht werden, um auf die Wärmebehandlungstemperatur aufgeheizt zu werden.

[0083] Fig. 7 zeigt eine Prozesskette **100** zur Durchführung eines Wärmetauschvorgangs zwischen zwei Blechen mit anschließendem Umformen. Zunächst erfolgt eine Zufuhr von zweiten Blechen **20** in eine Vorwärmstation **50**. Diese Vorwärmstation **50** ist über einen in der Fig. 7 nicht näher dargestellten Wärmeübertragungsfluidkreislauf thermisch mit der Wärmetransfervorrichtung **301** gekoppelt. Es erfolgt somit eine Wärmerückführung von der Wärmetransfervorrichtung **301** zu der Vorwärmstation **50**. Die der Vorwärmstation **50** zugeführten Bleche **20** werden somit durch die bei der Abkühlung der sich bereits auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden Bleche **10** freiwerdende Wärme vorgewärmt.

[0084] Nach Verlassen der Vorwärmstation **50** werden die Bleche unmittelbar der Erwärmungseinrichtung **60** zugeführt, die die Bleche auf die gewünschte Wärmebehandlungstemperatur weitererwärmt und ggf. für eine bestimmte Zeitdauer auf der Wärmebehandlungstemperatur hält.

[0085] Nach Verlassen der Erwärmungseinrichtung **60** werden die sich nun im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden Bleche (es handelt sich damit nun um „erste“ Bleche **10** im Sinn der vorliegenden Anmeldung) einer Wärmetransfervorrichtung **301** zugeführt. In der Wärmetransfervorrichtung **301** wird die bei der Abkühlung der Bleche **10**

freiwerdende Wärme auf ein Wärmeübertragungsfluid (in Fig. 7 nicht dargestellt) übertragen und auf diese Weise auf der Vorwärmstation 50 zugeführt.

[0086] Das Wärmeübertragungsfluid wird hierbei in Kanälen der Kontaktplatten 2, 3 geführt und auf diese Weise durch die von den „ersten“ Blechen 10 abgegebenen Wärme aufgewärmt.

[0087] Nach Verlassen der Wärmetransfervorrichtung 301 werden die Bleche 10 zur weiteren Abkühlung einer Abkühlvorrichtung 70 zugeführt. Diese Abkühlvorrichtung 70 dient der weiteren definierten Abkühlung der Bleche bis auf die gewünschte Starttemperatur für das Umformen.

[0088] Abschließend werden die Bleche nach Verlassen der Abkühlvorrichtung 70 der Umformvorrichtung 80 zugeführt und entsprechend umgeformt.

[0089] Fig. 8 zeigt Verfahrensschritte, die in der in Fig. 7 dargestellten Prozesskette durchgeführt werden. Zunächst erfolgt in der Vorwärmstation 50 ein Vorwärmen der „kalten“ Bleche. An dieses Vorwärmen schließt sich in der Erwärmungseinrichtung 60 unmittelbar das weitere Aufwärmen der Bleche bis auf die Wärmebehandlungstemperatur T_{WB} an. Nach Verlassen der Erwärmungseinrichtung erfolgt in der Wärmetransfervorrichtung 301 ein Vorkühlen, d.h. ein Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur Bleches, wobei die frei werdende Wärme zumindest teilweise zum Vorwärmen eines zweiten Bleches verwendet wird. Die Übertragung der Wärme erfolgt durch ein Wärmeübertragungsfluid, welches die Vorwärmstation 50 thermisch mit der Wärmetransfervorrichtung koppelt. Es erfolgt somit eine Wärmerückführung von der Wärmetransfervorrichtung 301 zu der Vorwärmstation 50. Dort wird die Wärme schließlich auf ein zweites Blech übertragen, um dieses vorzuwärmen.

[0090] Nach Abschluss der Vorkühlung in der Wärmetransfervorrichtung 301 erfolgt in der Abkühlvorrichtung 70 ein weiteres Abkühlen der Bleche bis auf die gewünschte Starttemperatur für das Umformen. Anschließend erfolgt das Umformen (Warmumformen, Halbwarmumformen, Kaltumformen) in der Umformvorrichtung 80.

[0091] Grundsätzlich ist das beschriebene Verfahren bzw. die beschriebene Wärmetransfervorrichtung auch für nichtmetallische Bauteile (insbesondere Bauteile aus polymeren Werkstoffen, z.B. thermoplastische Werkstoffe) einsetzbar. Ggf. müssten die verwendeten Prozessparameter entsprechend an die physikalischen Parameter des verwendeten Werkstoffes (z.B. an die gegenüber von metallischen Werkstoffen geringere thermische Leitfähigkeit von polymeren Werkstoffen) angepasst werden.

[0092] Fig. 9a und Fig. 9b zeigen jeweils eine Schnittdarstellung von Ausführungsformen einer Kontaktplatte mit aufschmelzbarem Kern. Die in Fig. 9a dargestellte Kontaktplatte 501 besitzt einen aufschmelzbaren Kern 503, der sich über den gesamten Innenbereich der Kontaktplatte 501 erstreckt sowie eine Hüllschicht 504. Die in Fig. 9b dargestellte Kontaktplatte 502 besitzt mehrere Segmente, die als getrennt voneinander ausgeführte aufschmelzbare Kerne 503 ausgebildet sind. Umgeben sind die Kerne 503 von einer Hüllschicht 504. Die aufschmelzbaren Kerne 503 besteht aus einem Material, das bei einer bestimmten, im Bereich der gewünschten Arbeitstemperaturen liegenden Aufschmelztemperatur reversibel aufschmilzt und bei Abkühlung wieder entsprechend erstarrt. Durch den Aufschmelzvorgang wird die Wärmekapazität bei der Aufschmelztemperatur sehr stark erhöht. Es stellt sich somit ein selbstregulierender Effekt hinsichtlich der Kontaktplattentemperatur ein. Durch den bzw. die aufschmelzbaren Kerne 503 kann somit eine Temperaturregulierung erfolgen.

Bezugszeichenliste

1, 101, 201, 301	Wärmetransfervorrichtung
2, 12	erste Kontaktplatte
3, 13	zweite Kontaktplatte
4, 14	Schließvorrichtung
5, 6	Wärmeisolationsschicht
7	Zwischenplatte
10	erstes / heißes Blech
20	zweites / kaltes Blech
50	Vorwärmstation
60	Erwärmungseinrichtung
70	Abkühlvorrichtung
80	Umformvorrichtung
100	Prozesskette
501	Kontaktplatte mit einem aufschmelzbaren Kern
502	Kontaktplatte mit mehreren aufschmelzbaren Kernen
503	aufschmelzbarer Kern
504	Hüllschicht

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2014777 A1 [0040]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung metallischer Bauteile (**10**, **20**) mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erwärmen eines ersten metallischen Bauteils (**10**) auf eine Wärmebehandlungstemperatur;
- Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten metallischen Bauteils;

dadurch gekennzeichnet, dass die beim Abkühlen des sich im Wesentlichen auf der Wärmebehandlungstemperatur befindenden ersten metallischen Bauteils (**10**) frei werdende Wärme zumindest teilweise zum Vorwärmen auf ein zweites metallisches Bauteil (**20**) übertragen wird und das zweite metallische Bauteil (**20**) unmittelbar nach dem Vorwärmen bis auf die Wärmebehandlungstemperatur weiter erwärmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die metallischen Bauteile (**10**, **20**) als ebene Blechplatten ausgebildet sind.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei nachfolgend ein Umformen des ersten Bauteils (**10**) in einem Umformwerkzeug erfolgt, wobei eine Starttemperatur für das Umformen unterhalb der Wärmebehandlungstemperatur liegt und wobei das Abkühlen des ersten metallischen Bauteils (**10**) nur solange erfolgt wie die Temperatur des metallischen Bauteils (**10**) oberhalb der Starttemperatur für das Umformen ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil (**10**) auf das zweite Bauteil (**20**) durch einen direkten Kontakt zwischen dem ersten Bauteil (**10**) und dem zweiten Bauteil (**20**) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zur Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil (**10**) auf das zweite Bauteil (**20**) eine Zwischenplatte (**7**) verwendet wird, welche auf einer ersten Hauptseite von dem ersten Bauteil (**10**) und auf einer zweiten Hauptseite von dem zweiten Bauteil (**20**) kontaktiert wird, sodass ein Wärmetransfer vom ersten Bauteil (**10**) zum zweiten Bauteil (**20**) unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte (**7**) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil (**10**) auf das zweite Bauteil (**20**) unter Verwendung eines Wärmespeichers erfolgt, welcher zunächst durch das erste Bauteil (**10**) erwärmt wird und anschließend aufgenommene Wärme an mindestens ein zweites Bauteil (**20**) abgibt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 5 oder 6, wobei die Wärmeübertragung von dem ersten Bauteil (**10**) auf das zweite Bauteil (**20**) unter Zwi-

schenschaltung eines Wärmeübertragungsfluids erfolgt, welches durch das erste Bauteil (**10**) erwärmt wird und welches die aufgenommene Wärme an mindestens ein zweites Bauteil (**20**) abgibt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bauteile (**10**, **20**) aus einer Stahllegierung, insbesondere aus einer martensitumwandlungsfähigen Stahllegierung, bestehen, die Wärmebehandlungstemperatur 900–950°C beträgt und, falls rückbezogen auf Anspruch 3, die Starttemperatur für das Umformen 550–650°C beträgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bauteile (**10**, **20**) aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus einer aushärtbaren Aluminiumlegierung, bestehen und die Wärmebehandlungstemperatur 400–580°C beträgt.

10. Wärmetransfervorrichtung zum Übertragen von Wärme von einem ersten metallischen Bauteil (**10**) auf ein zweites metallisches Bauteil (**20**), insbesondere zur Verwendung in einem der Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 9, aufweisend:

- eine erste Kontaktplatte (**2**), auf welche das erste Bauteil (**10**) oder das zweite Bauteil (**20**) auflegbar sind;
- eine zweite Kontaktplatte (**3**), welche parallel zur ersten Kontaktplatte (**2**) angeordnet ist;
- eine Zwischenplatte (**7**), welche zwischen der ersten Kontaktplatte (**2**) und der zweiten Kontaktplatte (**3**) angeordnet ist;
- eine Schließvorrichtung (**4**) zum Auseinander- und Zusammenfahren der ersten Kontaktplatte (**2**), der zweiten Kontaktplatte (**3**) und der Zwischenplatte (**7**); und
- eine Steuereinrichtung zum temperatur- und/oder zeitgesteuerten Betätigen der Schließvorrichtung (**4**).

11. Wärmetransfervorrichtung nach Anspruch 10, wobei die erste Kontaktplatte (**2**) und/oder die zweite Kontaktplatte (**3**) entweder vollständig aus einem Werkstoff mit geringer Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus einem keramischen Werkstoff, bestehen, aus einem metallischen Kern und einer Wärmeisolationsschicht (**5**, **6**) bestehen oder einen aufschmelzbaren Kern aufweisen.

12. Wärmetransfervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei die Zwischenplatte (**7**) aus einem Werkstoff mit hoher Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus einer gut wärmeleitenden Stahllegierung, einer Molybdänlegierung oder einer Kupferlegierung, besteht.

13. Wärmetransfervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, welche ferner eine Temperiereinrichtung zur Temperierung der ersten Kontaktplatte (**2**), der zweiten Kontaktplatte (**3**) und/oder der Zwischenplatte (**7**) aufweist.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, aufweisend:

- eine Erwärmungseinrichtung (60) zum Erwärmen der Bauteile (10, 20) auf die Wärmebehandlungstemperatur;
- eine Wärmetransfervorrichtung (1), insbesondere eine Wärmetransfervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, zum Übertragen von Wärme von einem ersten metallischen Bauteil (10) auf ein zweites metallisches Bauteil (20).

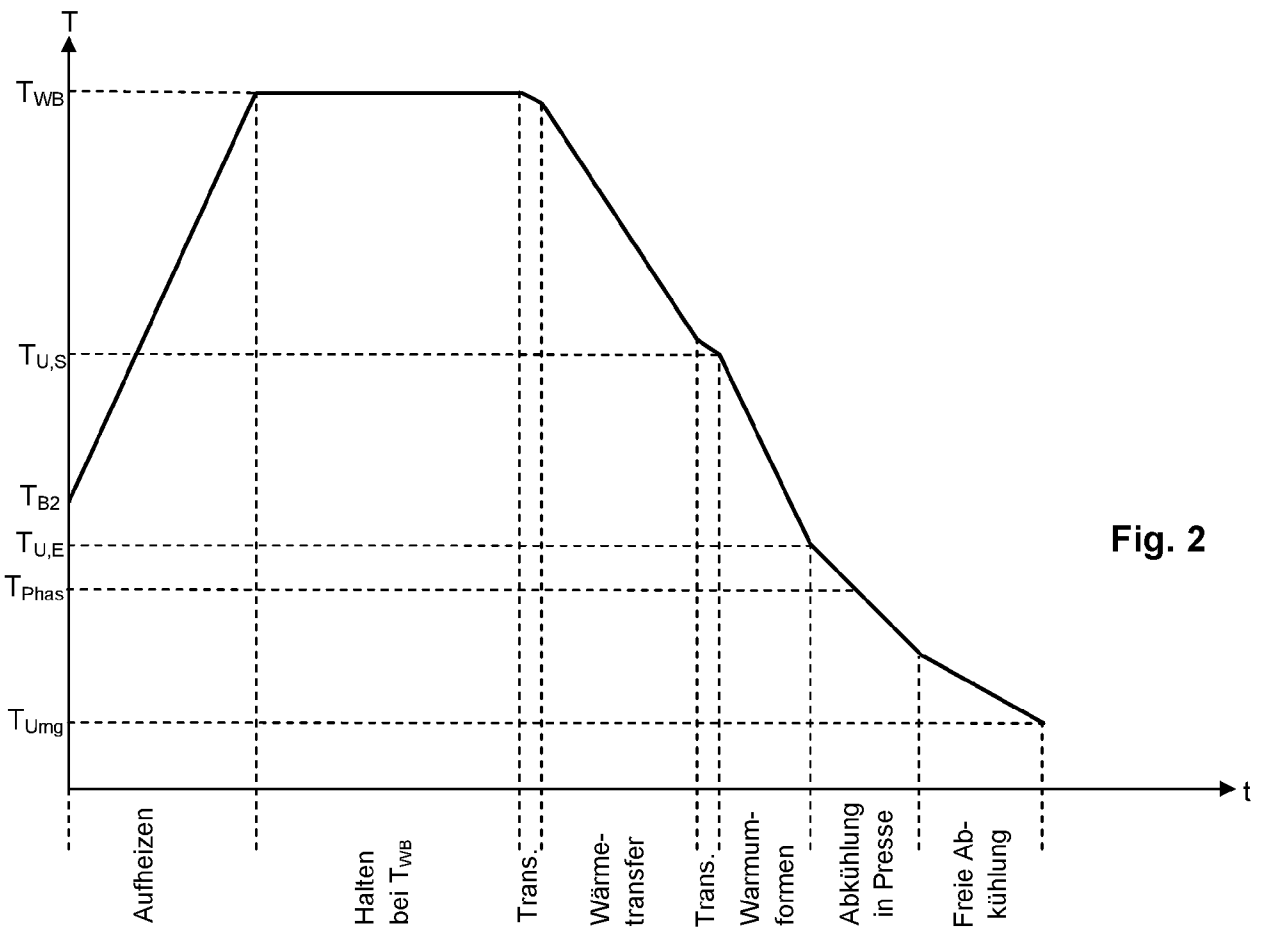
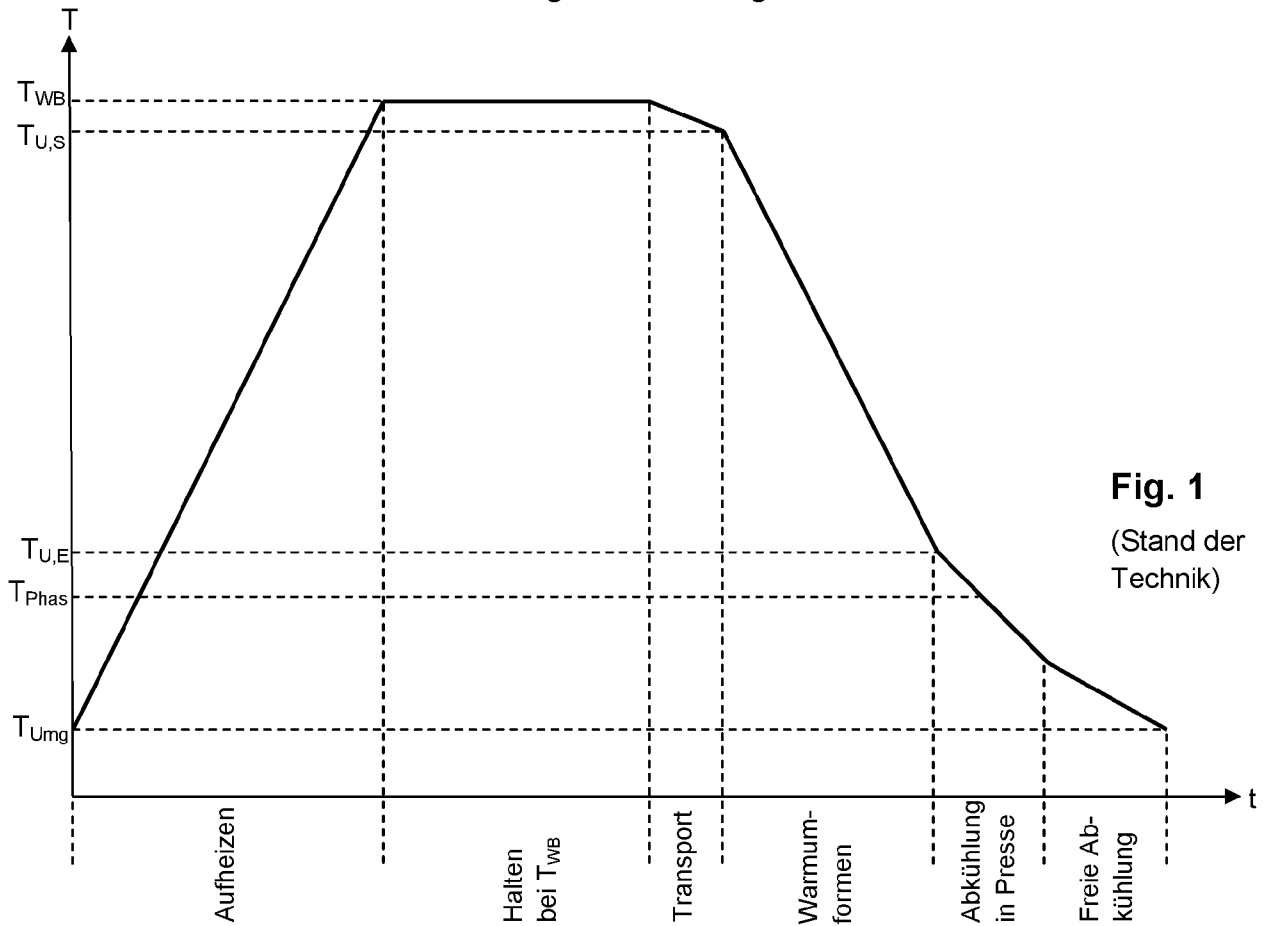
15. Vorrichtung nach Anspruch 14 ferner aufweisend eine Abkühlvorrichtung (70) zum Abkühlen der Bauteile (10, 20) und eine Vorwärmstation (50) zum Vorwärmen der Bauteile (10, 20).

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15 ferner aufweisend:

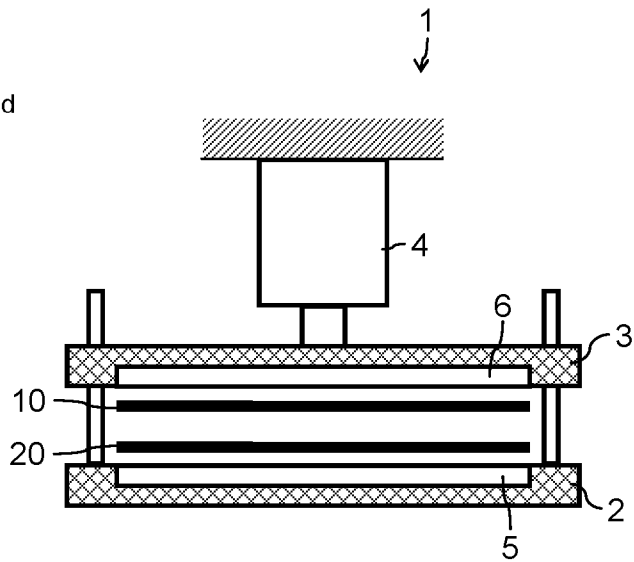
- ein Umformvorrichtung (80) zum Umformen der Bauteile (10, 20); und
- eine Transportvorrichtung zum Verfahren der Wärmetransfervorrichtung (1) zwischen der Erwärmungseinrichtung (60) und der Umformvorrichtung (80).

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

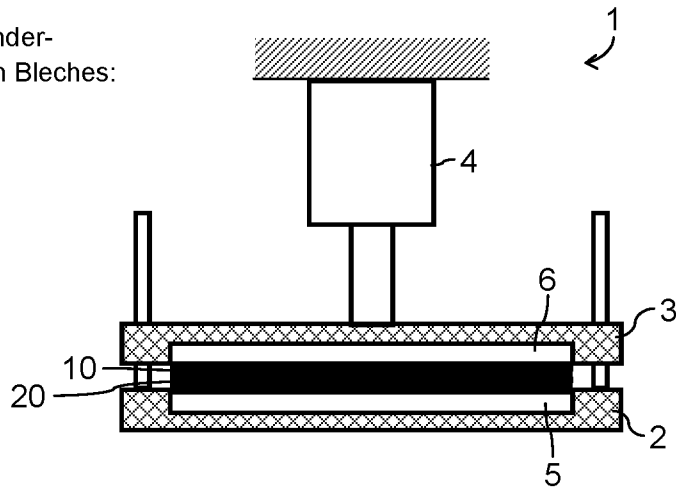
Anhängende Zeichnungen



Einlegen eines ersten (heißen) und eines zweiten (kalten) Bleches:



Wärmetransfer durch Aufeinanderpressen des heißen und kalten Bleches:



Weitertransport des abgekühlten und des aufgewärmten Bleches:

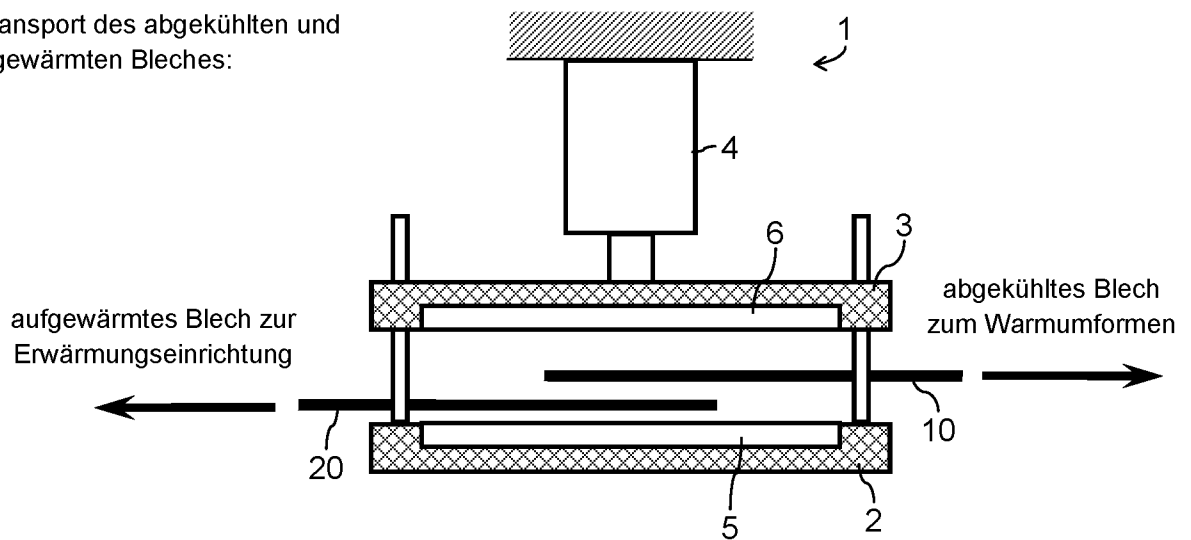
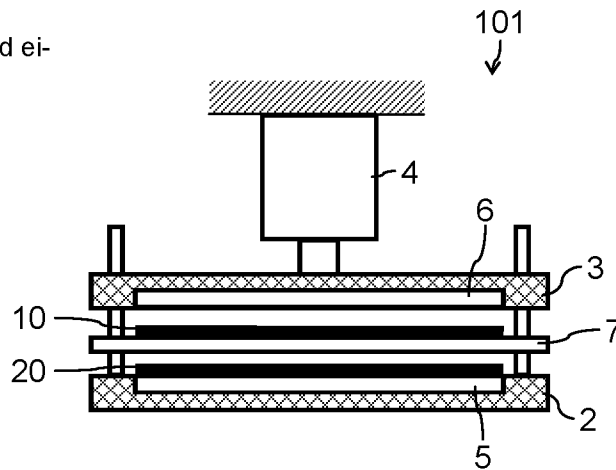
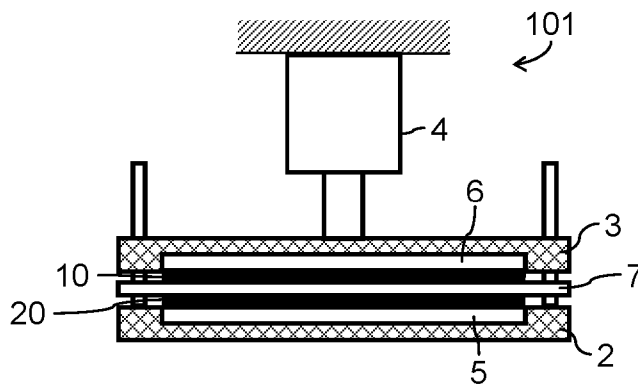


Fig. 3

Einlegen eines ersten (heißen) und eines zweiten (kalten) Bleches:



Wärmetransfer unter Zwischenschaltung der Zwischenplatte:



Weitertransport des abgekühlten und des aufgewärmten Bleches:

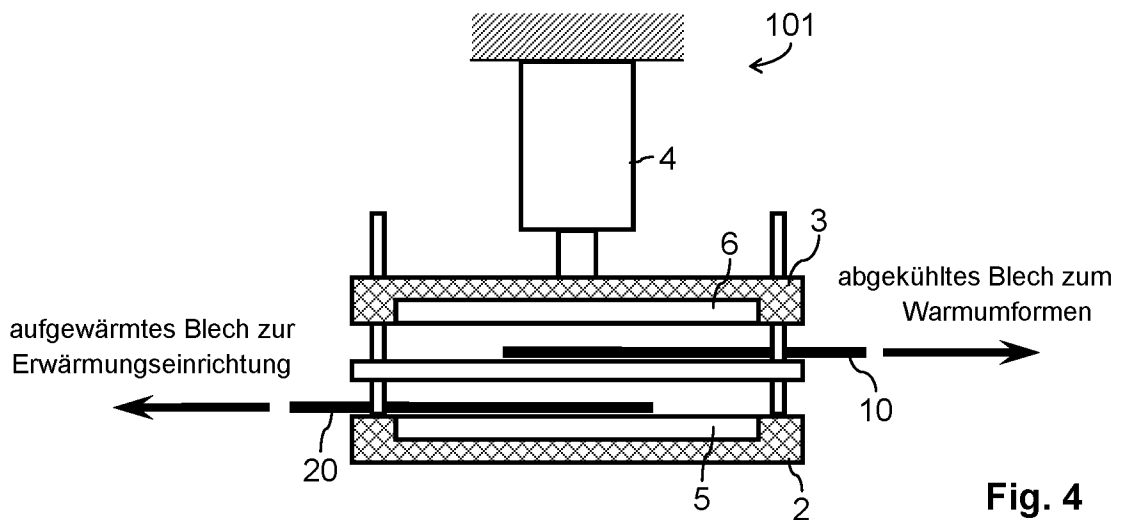
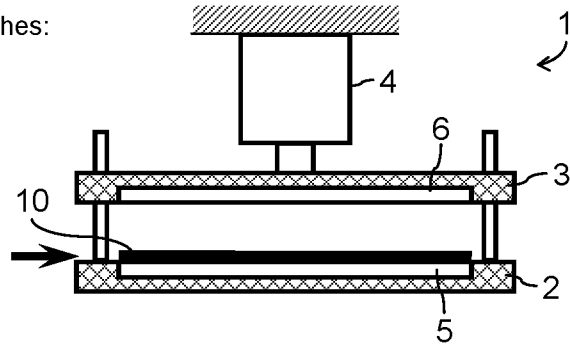
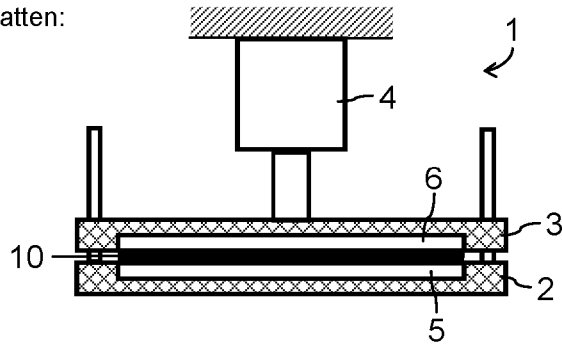


Fig. 4

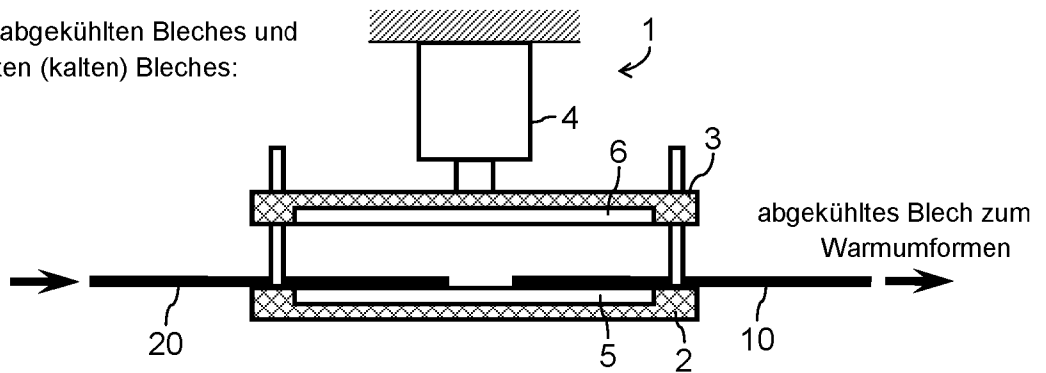
Einlegen eines ersten (heißen) Bleches:



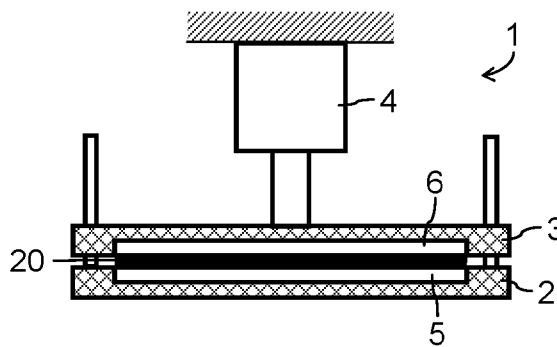
Wärmespeicherung in den Kontaktplatten:



Weitertransport des abgekühlten Bleches und Einlegen eines zweiten (kalten) Bleches:



Abgabe der gespeicherten Wärme an das kalte Blech:



Weitertransport des aufgewärmten Bleches und Einlegen eines weiteren heißen Bleches:

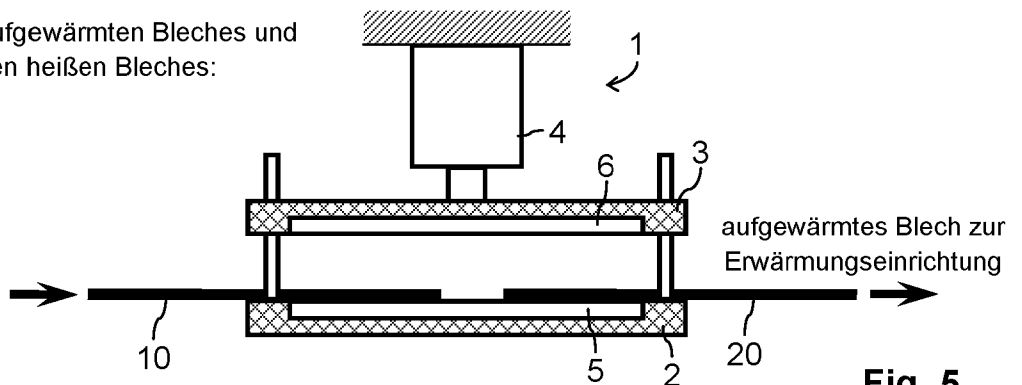


Fig. 5

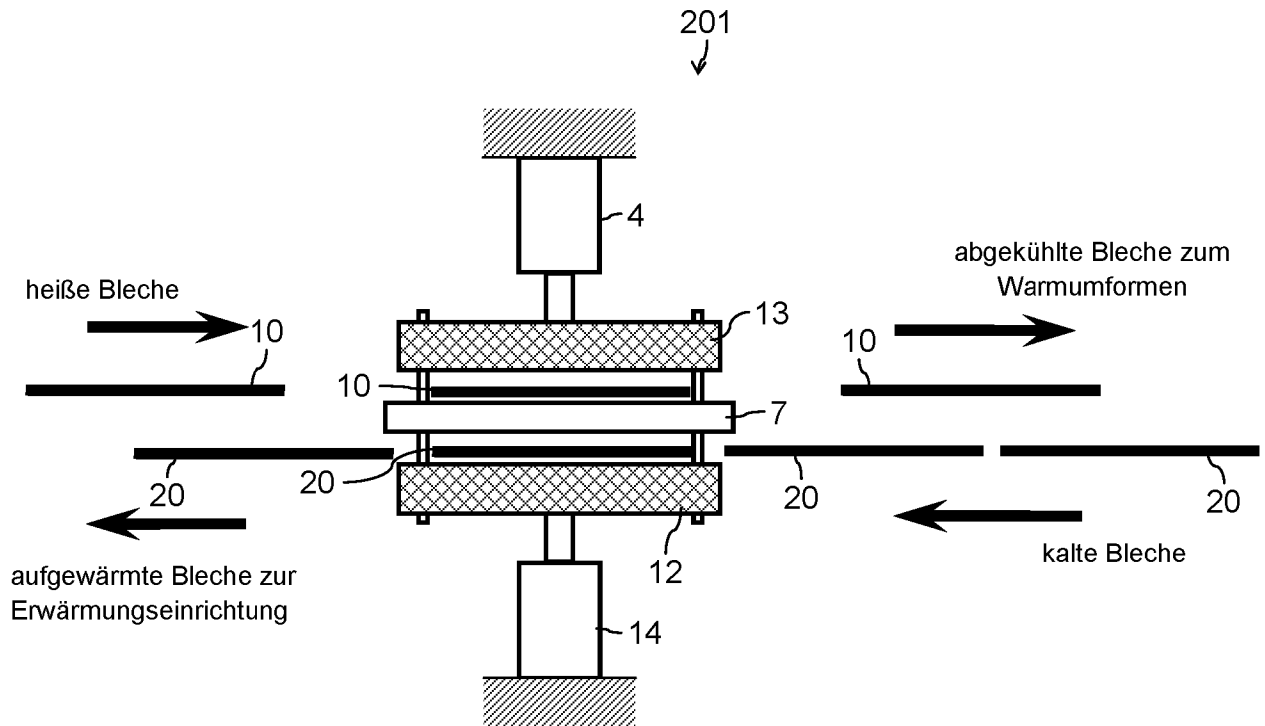


Fig. 6

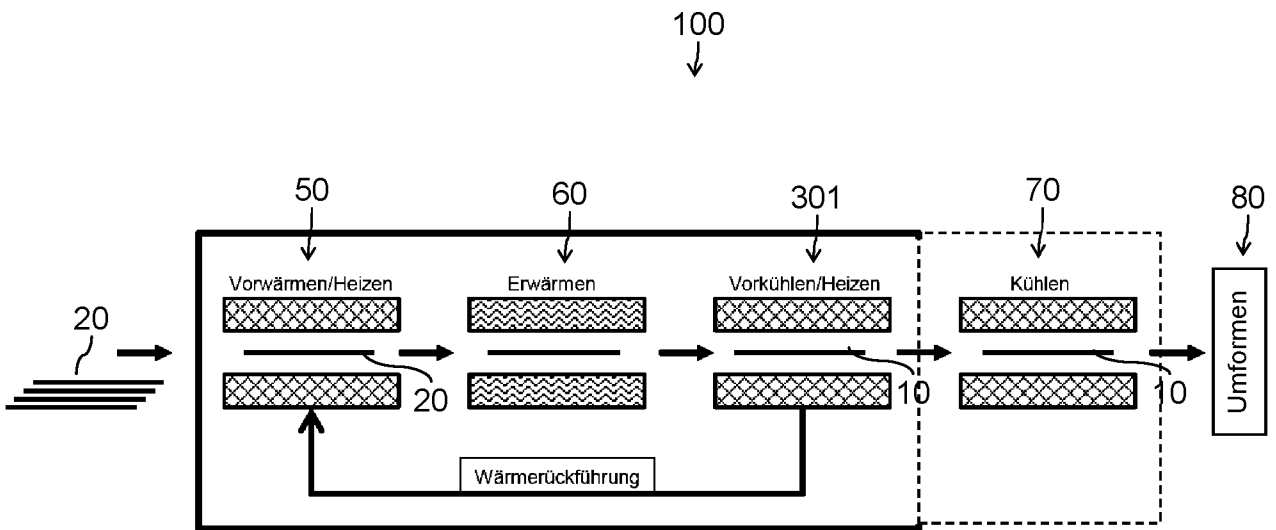


Fig. 7

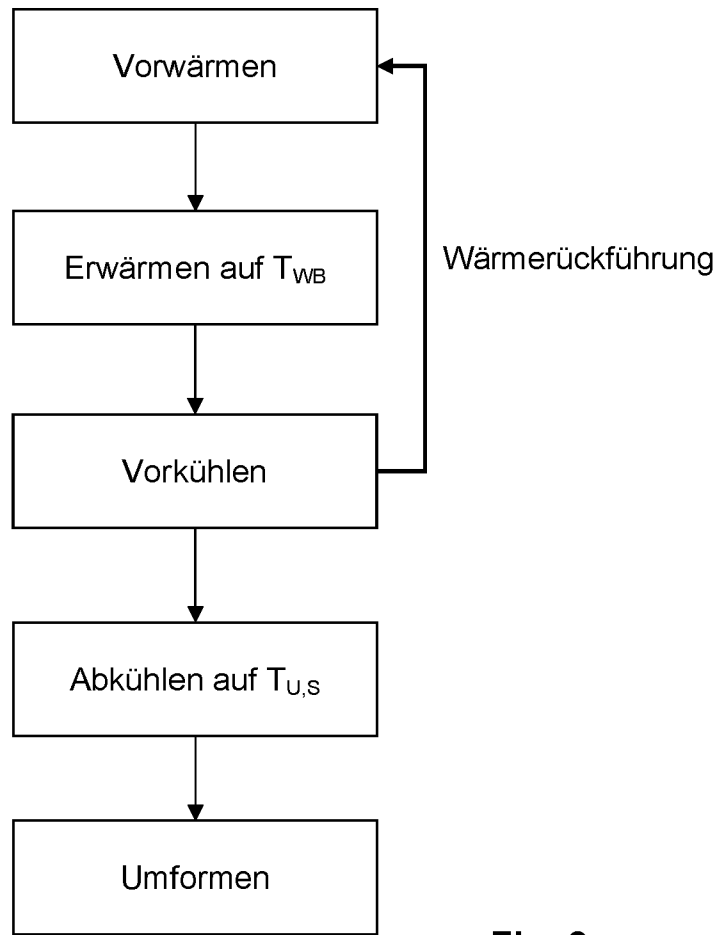


Fig. 8

501
↓

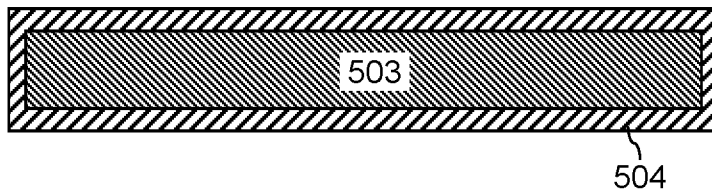


Fig. 9a

502
↓

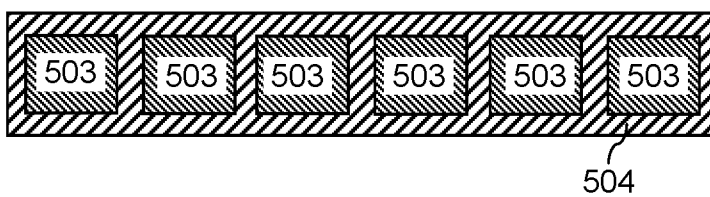


Fig. 9b