



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zur temperaturregulierten Materialumformung, bzw. einer zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Materialumformvorrichtung (10) wird unmittelbar nachdem das umgeformte Material (18) die Umformvorrichtung (14) verlässt, die Temperatur (T_1) des umgeformten Materials von einem Pyrometer (28) gemessen und damit eine Nachregelung von Prozessparametern, wie insbesondere der Temperatur (T_0) des zu bearbeitenden Materials (16) oder der Umformgeschwindigkeit (v_x) durchgeführt. Zusätzlich wird die Nachregelung durch mindestens einen zusätzlichen Messwert beeinflusst, wie beispielsweise einer Temperatur (T_2) nach einem Quenching-Schritt (34), einer gemessenen Ofenausgangstemperatur (T_0) oder Temperatur- bzw. Positionsdaten (32) der Umformvorrichtung (14), die während der Umformung des umzuformenden Materials (16) gemessen werden.

Temperaturreguliertes Materialumformverfahren und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur temperaturregulierten Materialumformung, insbesondere zum temperaturregulierten Strangpressen, bei dem, basierend auf der Temperatur des umgeformten Materials unmittelbar nach dem Umformschritt, eine Nachregelung von Prozessparametern erfolgt, wie insbesondere der Eingangstemperatur des zu bearbeitenden Materials und/oder der Umformgeschwindigkeit. Die Erfindung betrifft weiterhin eine temperaturregulierte Materialbearbeitungsvorrichtung mit zumindest einer Heizeinrichtung, zumindest einer Umformvorrichtung und zumindest einer Beeinflussungseinrichtung, welche, basierend auf dem Messwert einer unmittelbar nach einer Umformvorrichtung angeordneten Temperaturmesseinrichtung, wenigstens eine Heizeinrichtung und/oder wenigstens eine Umformvorrichtung beeinflusst. Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung eines Verfahrens zur temperaturregulierten Materialumformung, insbesondere eines temperaturregulierten Materialumformverfahrens der oben genannten Art, sowie die Verwendung einer temperaturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung, insbesondere einer temperaturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung der oben genannten Art.

Bei Materialumformverfahren, wie beispielsweise bei Stanzverfahren, Biegeverfahren und insbesondere bei Strangpressverfahren, hängt die plastische Verformbarkeit des umzuformenden Materials und damit auch die mögliche Geschwindigkeit des Umformvorgangs (was bei Strangpressverfahren der extrudierten Pressgutmenge pro Zeiteinheit entspricht) neben der Materialzusammensetzung des zu verformenden Materials sowie des ausgeübten Drucks, vorwiegend von der Prozesstemperatur ab. Um die Geschwindigkeit der Materialumformung zu erhöhen, wird eine möglichst hohe Temperatur des umzuformenden Materials gewählt. Die Temperatur lässt sich jedoch nicht beliebig erhöhen. So wird die maximal zulässige

ge Temperatur insbesondere von der Schmelztemperatur des
40 umzuformenden Materials nach oben begrenzt. Eine weitere
Begrenzung der zulässigen Temperatur ergibt sich aus der
Bedingung, dass sich das umgeformte Material nicht selbst-
tätig verformen darf, sich also insbesondere nicht unter
seinem Eigengewicht verformen darf. Bei der Wahl der Pro-
45 zesstemperatur ist zusätzlich zu beachten, dass das umzu-
formende Material einerseits beispielsweise durch einen
Kontakt mit der Umformvorrichtung abkühlen kann, anderer-
seits durch den Umformvorgang eine Temperaturerhöhung auf-
treten kann. Letzteres gilt beispielsweise bei Strangpress-
50 verfahren, bei denen durch die Verformung des Materials
beim Extrudieren durch die Extrusionsmatrix hindurch eine
nicht unerhebliche Temperaturerhöhung auftreten kann.

Neben dem erwähnten Einfluss der Temperatur auf die Umform-
55 geschwindigkeit hat die Temperatur auch einen erheblichen
Einfluss auf die stofflichen Eigenschaften des produzierten
verformten Materials, und damit letztlich auf die Pro-
duktqualität, beispielsweise hinsichtlich der Homogenität,
der verbleibenden inneren mechanischen Spannungen usw. der
60 Produkte.

Sowohl im Hinblick auf eine Optimierung der Bearbeitungs-
geschwindigkeit, als auch aus Gründen der Qualitätssiche-
rung besteht ein erhebliches Interesse daran, die Tempera-
65 turen während des Umformprozesses in einem gewünschten Tem-
peraturbereich zu halten. Derartige Verfahren mit einer
vorab definierten und konstant gehaltenen Temperatur des
umgeformten Materials werden als isotherme Umformverfahren
bezeichnet.

70

Die praktische Realisierung isothermer Umformverfahren be-
dingt jedoch die vollständige Kenntnis und Beherrschung al-
ler Prozessparameter und insbesondere sämtlicher thermi-
scher Prozessgrößen, weswegen solche Verfahren mit erhebli-
75 chen technologisch unzureichend gelösten Problemen verbun-
den sind. Solche Probleme können durch Anwendung bekannter

Methoden der Regelungstechnik, wie beispielsweise des simulierten bzw. geregelten isothermen Umformverfahrens verhindert werden.

80

Beim simulierten Umformverfahren wird die Temperatur des umgeformten Materials mittels eines Simulationsmodells im voraus berechnet, wobei die Umformgeschwindigkeit den regelungstechnisch relevanten Prozessparameter darstellt. Der Umformvorgang stellt jedoch ein kompliziertes thermo-mechanisches System mit vielen nicht leicht kontrollierbaren Parametern dar, so dass der Gesamtprozess des Umformverfahrens analytisch nicht vollständig und mit numerischen Methoden nur ungenau beschrieben werden kann. Deshalb eignet sich dieses Verfahren für die Regelung eines Umformverfahrens nicht oder nur unzureichend.

90

Bei geregelten Umformverfahren wird das Herstellen und Aufrechterhalten der als Regelgröße bezeichneten Temperatur des umgeformten Materials mittels eines geschlossenen Regelkreises erreicht, der durch permanenten Vergleich von Soll- und Ist-Wert der Regelgröße, die zur Korrektur notwendige Umformgeschwindigkeit als Stellgröße berechnet. Beispielsweise stellt bei Strangpressverfahren, bei denen ein Pressgut beliebigen Querschnitts (üblicherweise in Form eines zylinderförmigen Blocks) mittels eines Hydraulikstempels unter hohem Druck durch eine mit einer Matrize versehene Öffnung gepresst wird, die Vorschubgeschwindigkeit des Hydraulikstempels die Stellgröße dar.

105

Bekannte Regelsysteme bedienen sich jedoch lediglich einer einzelnen Regelgröße, nämlich üblicherweise der Temperatur des umgeformten Materials.

110

Außerdem ermöglichen es derartige bekannte Verfahren zwar, das Verfahren hinsichtlich des Umformvorgangs weitgehend zu optimieren, sie lassen jedoch die Beeinflussung des zu fertigenden Werkstücks durch den Umformschritt vorgelagerte

bzw. dem Umformschritt nachgeordnete Prozessschritte weit-
115 gehend außer Acht.

Insbesondere ist in diesem Zusammenhang ein Abkühlschritt
für das umgeformte Materialstück zu nennen. Ein derartiger
Abkühlschritt wird in der Regel in Form einer raschen Ab-
120 kühlung, einem sogenannten "quenching" durchgeführt.

Die Reduktion der Regelgröße auf nur einen einzelnen Para-
meter führt jedoch in aller Regel zu Einbusen hinsichtlich
der Fertigungsgeschwindigkeit und/oder der Qualität bzw.
125 der Materialeigenschaften der hergestellten Werkstücke.

Zum Teil sind auch Regelungsverfahren bekannt geworden, bei
denen die Regelgröße sofort und unmittelbar auf die Stell-
größe einwirkt (sogenannte „feedforward control loop“-
130 Regelung). Derartige Regelungsmechanismen können die be-
schriebenen Probleme jedoch nur teilweise ausgleichen, und
sind insbesondere für statistische Fluktuationen besonders
anfällig.

135 Der Erfinder hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, ein
Verfahren vorzuschlagen, welches bekannte Verfahren zur
temperaturregulierten Materialumformung verbessert. Insbe-
sondere hat es sich der Erfinder zur Aufgabe gemacht ein
Verfahren vorzuschlagen, mit dem die Umformgeschwindigkeit,
140 die Qualität und/oder die Produkteigenschaften der herge-
stellten Werkstücke verbessert werden kann. Weiterhin hat
es sich der Erfinder zur Aufgabe gemacht, eine zur Durch-
führung des Verfahrens besonders geeignete Vorrichtung vor-
zuschlagen. Schließlich hat es sich der Erfinder zur Aufga-
145 be gemacht, geeignete Verwendungen für die vorgeschlagenen
Verfahren bzw. Vorrichtungen vorzuschlagen.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen
Anspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildun-
150 gen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kom-
binationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der

Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar sein.

Dazu wird vorgeschlagen, ein Verfahren zur temperaturregulierten Materialumformung, insbesondere zum temperaturregulierten Strangpressen, bei dem, basierend auf der Temperatur des umgeformten Materials unmittelbar nach dem Umformschritt, eine Nachregelung von Prozessparametern erfolgt, wie insbesondere der Eingangstemperatur des zu bearbeitenden Materials und/oder der Umformgeschwindigkeit dahingehend weiterzubilden, dass die Nachregelung der Prozessparameter durch zumindest einen zusätzlichen Messwert mit beeinflusst wird. Durch die Berücksichtigung eines bzw. mehrerer zusätzlicher Messwerte kann eine verbesserte Anpassung der Prozessparameter auch im Hinblick auf weitere, dem Umformschritt vorgelagerte bzw. nachgelagerte Bearbeitungsschritte erfolgen, so dass die Fertigungsgeschwindigkeit bzw. die Materialgüte und Qualität der zu fertigenden Produkte weiter verbessert werden kann. Durch die Bereitstellung von einem oder mehreren zusätzlichen Messwerten ist es darüber hinaus möglich, dass ein komplexeres Modell zur Nachregelung der Prozessparameter verwendet werden kann. Ein weiterer nachregelbarer Prozessparameter, an den in diesem Zusammenhang gedacht werden kann, ist eine automatisierte Zuschaltung bzw. Steuerung einer Werkzeugkühlung. Eine derartige Werkzeugkühlung, beispielsweise durch flüssigen Stickstoff, ist an sich bekannt und kann im Zusammenhang mit der Erfindung in analoger Weise genutzt werden. Als Werkzeug ist dabei insbesondere im Fall von Extrusionsverfahren die Extrusionsmatrize zu nennen. Die automatisierte Einschaltung kann beispielsweise beim Überschreiten einer maximalen Ausgangstemperatur und auch unabhängig von einer vorgegebenen Schalterstellung des Bedienpersonals erfolgen. Das Einschalten der Stickstoffkühlung erfolgt dabei vorzugsweise nur während der Materialumformung, da es

ansonsten zu einem zu starken Abkühlen des Werkzeugs kommen
190 könnte.

Von Vorteil ist es, wenn zumindest ein zusätzlicher Messwert ein Temperaturmesswert ist, insbesondere ein berührungslos ermittelter Temperaturmesswert. Da insbesondere
195 die Prozesstemperaturen einen wesentlichen Beitrag zur erreichbaren Umformgeschwindigkeit bzw. zur Qualität und Güte der gefertigten Werkstücke beitragen, ist eine Berücksichtigung eines oder mehrerer Temperaturmesswerte besonders sinnvoll.

200 Insbesondere erweist sich ein zusätzlicher Messwert, der im Anschluss an einen dem Umformschritt nachgeschalteten Abkühlschritt, insbesondere einem Quenching-Schritt, erfolgt, als besonders geeignet, um eine Nachregelung von Prozessparametern beispielsweise zur Sicherstellung einer möglichst hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit sowie einer besonders guten Qualität der hergestellten Produkte zu fördern. Unter „quenching“ ist dabei ein besonders rascher Abkühlschritt, beispielsweise ein rasches Abkühlen unter Verwendung einer Kühlflüssigkeit, zu verstehen.
210

Ebenso kann es von Vorteil sein, wenn die Nachregelung unter Verwendung wenigstens einer speicherprogrammierbaren Steuerung erfolgt. Mit Hilfe einer derartigen speicherprogrammierbaren Steuerung kann kostengünstig eine Vielzahl von Messwerten verarbeitet werden, und es kann eine Vielzahl von Prozessparametern beeinflusst werden. Bei der Nachregelung der Prozessparameter können neben linearen, quadratischen, exponentiellen und logarithmischen Modellen,
220 insbesondere beliebige weitere nicht-lineare Modelle verwendet werden. Weiterhin ist es bei Vorsehen einer speicherprogrammierbaren Steuerung sehr einfach, die Steuerung individuell an den Anwendungszweck anzupassen. Auch ist eine nachträgliche Anpassung des Programms der speicherprogrammierbaren Steuerung (ein "Update") besonders einfach
225 möglich. Die programmierbare Steuerung kann insbesondere

auch mit einer Speichereinrichtung versehen sein, insbesondere einer Speichereinrichtung, bei der der Speicherinhalt auch nach der Unterbrechung der Stromzufuhr erhalten bleibt. Mit einer solchen Speichereinrichtung können be-
230 reits ab Werk bestimmte Ausgangswerte für die bei der Nachregelung der Prozessparameter verwendeten Rechenmodellparameter eingespeist werden. Dadurch kann beispielsweise ein besonders schnelles Einschwingen der zur Materialumformung
235 verwendeten Vorrichtung erreicht werden, so dass beispielsweise weniger Ausschuss produziert wird.

Es kann sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Nachregelung der Prozessparameter derart erfolgt, dass zunächst zu-
240 mindest ein Materialabschnitt vollständig umgeformt wird und anschließend, basierend auf den gewonnenen Messwerten, eine Anpassung späterer Materialabschnitte erfolgt. Beispielsweise kann bei einer Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens auf ein Strangpressverfahren zunächst ein Press-
245 gutstück im Wesentlichen vollständig durch die Matrize gepresst werden. Mit dem so gewonnenen Datensatz (beispielsweise zwei an verschiedenen Orten gemessenen Temperaturverläufen in Abhängigkeit von der Zeit oder in Abhängigkeit vom Weg des Hydraulikstempels der Presse, wobei der Hydraulikstempelweg durch einen entsprechenden Messwertaufnehmer
250 registriert wird) kann mit Hilfe eines mathematischen Modells die Abweichung der gemessenen Temperaturverläufe (Istverlauf) von einem Sollverlauf ermittelt werden. Aus diesen kann wiederum ein Korrekturdatensatz zur Ansteuerung
255 des Hydraulikpressstempels ermittelt werden. Die so ermittelte Korrekturfunktion wird anschließend beim Extrudieren des nächsten Pressgutblocks berücksichtigt. Durch eine derartige Korrektur unter Verwendung eines gesamten Datensatzes und nicht nur einer sofortigen Rückkopplung (einer sogenannten „feedforward control loop“-Regelung) kann eine
260 verbesserte Korrekturantwort ermittelt werden, so dass sowohl die Produktionsgeschwindigkeit als auch die Qualität der gefertigten Produkte erhöht werden kann.

265 Als Materialabschnitt sind beispielsweise im Falle von
Pressgutverfahren die verwendeten Pressgutblöcke, bzw. die
aus diesen Pressgutblöcken extrudierten Bereiche der Extrusionsbahn zu verstehen. Im Falle von Biegeverfahren könnte es sich beispielsweise um einen zu biegenden Rohling handeln.
270 Der Begriff Materialabschnitt ist daher im Zusammenhang mit dem jeweils durchgeführten Umformvorgang sowie in einem weiten Sinne zu verstehen.

Möglich ist es auch, dass die Anpassung auf einer Mehrzahl
275 von Materialabschnitten, insbesondere auf einem Materialabschnittszyklus, wie beispielsweise einer Heizofenbeladung, basiert. So ist es denkbar, dass bei einem Strangpressverfahren beispielsweise jeweils eine Dreiergruppe von Pressgutkörpern als Grundlage für die Ermittlung eines Korrekturdatensatzes dient. Die Anzahl der Materialabschnitte kann dabei willkürlich erfolgen. Ebenso ist es denkbar, dass die gewählte Anzahl auf ohnehin vorhandenen Zyklen basiert. Beispielsweise könnte es sein, dass eine Ofenbeladung zur Erhitzung der Pressgutblöcke aus der genannten Anzahl
280 zahl von drei Pressgutblöcken besteht. Die Anzahl könnte sich jedoch auch durch Materialabschnitte an der Ausgangsseite des Umformschrittes ergeben, beispielsweise dass bei einem Extrusionsverfahren das extrudierte Produkt nach einer gewissen Länge abgelängt wird.

290

Es hat sich in der Praxis als günstig erwiesen, wenn der Aufwärmsschritt des umzuformenden Materials in zumindest zwei Teilschritten erfolgt. Dabei kann beispielsweise ein erster Aufwärmsschritt konstant, also ohne Nachregelung erfolgen.
295 Ein zweiter Aufwärmsschritt berücksichtigt dann die erforderliche Änderung der Erwärmung der Pressgutblöcke. Wenn beispielsweise für den ersten Aufwärmsschritt ein Gasofen, und für den zweiten Aufwärmsschritt ein Induktionsofen verwendet wird, so kann es von Vorteil sein, dass eine Änderung von Prozessparametern lediglich am Induktionsofen
300 erfolgt, da dieser leichter steuerbar ist als der Gasofen.

Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn bestimmte Bereiche des Materials, insbesondere des umgeformten Materials, bei der Nachregelung unberücksichtigt bleiben, wie insbesondere im Falle eines Strangpressverfahrens ein Anfangsstück des umgeformten Materials. Dadurch können zum Beispiel anfängliche Einschwingvorgänge bei der Ermittlung der Korrekturfunktion unberücksichtigt bleiben. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn es sich um statistisch fluktuierende Werte handelt, da derartige statistisch fluktuierende Werte üblicherweise eher zu einer Verschlechterung als zu einer Verbesserung der Antwortfunktion beitragen.

In der Praxis hat es sich als günstig erwiesen, wenn zu Beginn des Umformschritts ein erhöhter Umformdruck aufgewendet wird. Dadurch können beispielsweise Einschwingvorgänge gemindert werden. Auch kann die extrudierte Materialbahn gegebenenfalls homogener gestaltet werden, da beispielsweise aufgrund der durch die Druckerhöhung bedingten Temperaturerhöhung zwischenzeitliche Wärmeverluste ausgeglichen werden können. Darüber hinaus kann durch den erhöhten Druck die Anfangsverformung des frisch eingelegten Materialstücks rascher durchgeführt werden. Da insbesondere bei Strangpressverfahren ein nicht unerheblicher Temperaturanteil durch die Materialverformung während des Umformvorgangs in das Werkstück eingebracht wird, ist ein frisch eingelegtes Materialstück in der Regel zunächst relativ kalt und benötigt einen entsprechend erhöhten Umformdruck. In diesem Zusammenhang ist es auch möglich, dass zur Erzeugung des erhöhten Anfangsdrucks zusätzliche Hilfspumpen eingeschaltet werden, bzw. auch Pumpen, die ansonsten zu anderen Zwecken genutzt werden, kurzfristig zur Druckerzeugung für den Umformvorgang genutzt werden.

Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, wenn das Reststück eines umzuformenden Materials im Wesentlichen mit dem Maximaldruck der Materialumformvorrichtung beaufschlagt wird. Dadurch kann es zu einer zusätzlichen Temperaturerhöhung in diesem Restbereich kommen. Dies ist unter Umständen

von Vorteil, da das Zuführen eines neuen Pressgutblocks, und damit die Fortsetzung der Extrusion, eine gewisse Zeitspanne erfordert, während der das Material abkühlt. Als geeignete Werte für das Reststück haben sich beispielsweise
345 Restbereiche von 20, 15, 10 oder 5 Prozent der Gesamtlänge des umzuformenden Materials erwiesen. Jedoch können sich sämtliche Werte, welche zwischen den genannten Werten und 0 Prozent liegen von Vorteil sein.

350 Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn der aufgewendete Umformdruck bei einer nicht nachgeregelten Materialumformung in einem Bereich von 80 bis 95 Prozent, vorzugsweise in einem Bereich von 85 bis 90 Prozent des Maximaldrucks der Materialumformvorrichtung liegt. Bei der Wahl
355 eines derartigen Intervalls kann einerseits ein möglichst hoher Produktdurchsatz erzielt werden. Andererseits steht ein unter normalen Bedingungen ausreichend großer Reservebereich zur Anpassung des Umformdrucks zur Verfügung.

360 Zur besonders vorteilhaften Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens wird weiterhin eine temperaturregulierte Materialbearbeitungsvorrichtung mit zumindest einer Heizeinrichtung, zumindest einer Umformvorrichtung und zumindest einer Beeinflussungseinrichtung, welche, basierend auf
365 dem Messwert einer unmittelbar nach einer Umformvorrichtung angeordneten Temperaturmesseinrichtung, wenigstens eine Heizeinrichtung und/oder wenigstens eine Umformvorrichtung beeinflusst, vorgeschlagen, bei der wenigstens ein zusätzlicher Messwertgeber vorgesehen ist, der wenigstens eine
370 Beeinflussungseinrichtung mit beeinflusst.

Zusätzlich werden zur Weiterbildung der vorgeschlagenen Materialbearbeitungsvorrichtung insbesondere die in den abhängigen Ansprüchen genannten Möglichkeiten vorgeschlagen.

375 Derartige Materialbearbeitungsvorrichtungen weisen die im Zusammenhang mit den vorgeschlagenen Verfahren aufgeführten Eigenschaften und Vorteile in analoger Weise auf.

380 Schließlich wird eine Verwendung eines Verfahrens zur tem-
peraturregulierten Materialumformung, insbesondere eines
temperaturregulierten Materialumformverfahrens der vorab
beschriebenen Art zur Umformung von Aluminium und/oder Alu-
miniumlegierungen vorgeschlagen. Insbesondere Aluminium-
385 legierungen weisen einen relativ niedrigen Schmelzpunkt
auf, so dass eine Begrenzung der auftretenden Temperaturen
nach oben wichtig ist. Darüber hinaus wirken sich bei Alu-
minium bzw. Aluminiumprodukten Schwankungen der Temperatur
oftmals besonders nachteilig auf die Qualität und Güte der
390 gefertigten Produkte aus.

Ebenso wird die Verwendung einer temperaturregulierten Ma-
terialbearbeitungsvorrichtung, insbesondere einer tempe-
raturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung der vor-
395 stehend beschriebenen Art zur Umformung von Aluminium
und/oder Aluminiumlegierungen vorgeschlagen. Aufgrund der
beschriebenen Eigenschaften von Aluminium bzw. Aluminium-
legierungen erweist sich die Verwendung einer solchen tem-
peraturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung gleich-
400 falls als vorteilhaft.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese
405 zeigt in

Fig. 1: den schematischen Aufbau einer Strangpressanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorgeschlagenen Erfindung.

410

In Fig. 1 ist ein Schema einer Strangpressanlage 10 skizziert, welche sich der vorliegenden Erfindung bedient. Bei der Schemazeichnung sind Materialströme mit einem Doppelpfeil, Datenleitungen für Messwerte in Richtung zur zentralen Steuereinheit 12 durch einfache Pfeile und prozessbeeinflussende Steuersignale der zentralen Steuereinheit 12 durch gestrichelte Pfeile dargestellt.

415

Die Strangpressanlage 10 weist eine Strangpresse 14 auf.
420 Die Strangpresse 14 presst in an sich bekannter Weise Aluminiumzylinder 16 (bzw. Zylinder aus einer Aluminiumlegierung) durch eine Matrize 20 hindurch, so dass ein extrudiertes Profil 18 entsteht. Der Querschnitt des entstehenden Profils 18 entspricht beim Pressen kristalliner oder
425 glasartiger Werkstoffen im wesentlichen dem Querschnitt der Matrize 20. Dies gilt jedoch nicht oder nur eingeschränkt für das Strangpressen von Polymeren mit strukturviskosen (Abnahme der Viskosität mit zunehmender mechanischer Beanspruchung), entropie-elastischen (Strangaufweitung) und
430 visko-elastischen (zeitabhängige Kopplung der Viskosität und Elastizität) Eigenschaften. In solchen Fällen ist die Matrize 20 sowie die Anpassungsvorschrift der zentralen Steuereinheit 12 geeignet anzupassen.

435

Die Aluminiumzylinder 16 (bzw. ein Zylinder aus einer Aluminiumlegierung) sind vorliegend auf $T = 480\text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzt, (wobei der genaue Wert von der Legierung abhängt) was einen geeigneten Temperaturwert darstellt. Wichtig ist es, dass das Material auch während des Strangpressvorgangs einen

440 kritischen Wert von etwa $T = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$ (wobei der genaue Wert
von der Legierung abhängt) nicht überschreitet. Ansonsten
könnte es zur Bildung von Sprüngen auf der Oberfläche des
extrudierten Profils 18 kommen. Andererseits darf während
des Strangpressvorgangs eine Minimaltemperatur von etwa $T =$
445 $520\text{ }^{\circ}\text{C}$ (wobei der genaue Wert ebenfalls von der Legierung
abhängt) nicht unterschritten werden, da ansonsten ausrei-
chende mechanische Eigenschaften des extrudierten Profils
18 nicht sichergestellt werden könnten. Darüber hinaus kön-
nen so ggf. auch Nachteile bzgl. der Extrusionsgeschwindig-
450 keit und/oder des aufzuwendenden Pressdrucks vermieden wer-
den.

Bei den genannten Temperaturen ist zu beachten, dass sich
im Zuge des Strangpressverfahrens die ursprüngliche Tempe-
455 ratur der Aluminiumzylinder 16 ändern kann. Die Bilanz des
Energiehaushaltes ergibt sich aus der Differenz aller zuge-
führten Energien (mechanische Arbeit und Wärme) und der ab-
geführten Energie (plastische Verformung, Wärmeleitung).
Dabei bezieht sich der für den Warmumformprozess wesentli-
460 che Energiehaushalt auf den Teil des Pressgutblocks 16, der
momentan plastisch verformt wird. Die resultierende Tempe-
ratur des extrudierten Profils 18 beim Austritt aus der Ma-
trize 20 kann beispielsweise durch die Vorheiztemperatur
der Aluminiumzylinder 16 und die Prozessgeschwindigkeit ge-
465 zielt beeinflusst werden.

Die Erhitzung der Aluminiumzylinder 16 erfolgt im vorlie-
genden Beispiel durch eine zweistufige Erhitzung in zwei
unterschiedlichen Öfen 22 und 24. Der erste Aufheisschritt
470 erfolgt in einem Gasofen 22. Ein Gasofen 22 ist insbesonde-
re aufgrund der relativ niedrigen Energiekosten von Vor-
teil. Die Aluminiumblöcke 16 müssen dabei jedoch eine län-
gere Zeit im Gasofen 22 verweilen, damit sich auch die in-
neren Bereiche des Aluminiumblocks 16 durch die Wärmelei-
475 tung des Materials ausreichend erhitzen können. Nachdem
beispielsweise eine Temperatur von $T = 480\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht wur-
de, werden die Blöcke in einen Induktionsofen 24 überführt,

wo die zweite Stufe der Erwärmung, im vorliegenden Fall auf
T = 500 °C erfolgt. Der Induktionsofen 24 ist insbesondere
480 deshalb vorteilhaft, weil er die Aluminiumblöcke 16 gleich-
mäßig, also auch deren innenliegende Bereiche, erwärmen
kann. Darüber hinaus ist eine Beeinflussung des Heizvor-
gangs (und damit der Temperatur, mit der die Aluminiumblö-
cke 16 den Induktionsofen 24 verlassen), besonders einfach
485 und variabel möglich.

Nach dem Verlassen des Induktionsofens 24 wird die Tempera-
tur T_0 der Aluminiumblöcke 16 von einem Pyrometer 26 gemes-
sen, bevor die Aluminiumblöcke 16 in die Strangpresse 14
490 eingelegt werden. Die gewonnenen Temperaturdaten 27 (T_0)
werden über eine Datenleitung an die zentrale Steuereinheit
12 übermittelt. Hier sind selbstverständlich auch andere
Einrichtungen wie z.B. Temperaturmesseinrichtungen mit
Thermoelementen denkbar.

495 Auch während des Verlaufs des Extrusionsvorgangs in der
Strangpresse 14 können Messwerte 32 ermittelt und an die
zentrale Steuereinheit 12 übertragen werden. Dabei kann es
sich beispielsweise um Temperaturmesswerte und/oder um Weg-
500 daten handeln, die anzeigen, wie weit sich der Hydraulik-
pressstempel bereits vorwärts bewegt hat. Auch können
Kraft- bzw. Druckmesswerte übertragen werden, die bei-
spielsweise auch an der Matrize 20 aufgenommen werden kön-
nen.

505 Im Wesentlichen unmittelbar nach dem Verlassen der Matrize
20 wird die Temperatur T_1 („pre-quenching“-Temperatur T_1)
des extrudierten Profils 18 von einem weiteren Pyrometer 28
berührungslos gemessen. Die vom Pyrometer 28 gemessenen
510 Temperaturdaten 29 werden ebenfalls an die zentrale Steuer-
einheit 12 übermittelt. Anschließend wird das extrudierte
Profil 18 in einer Quenching-Anlage 34 rasch abgekühlt.
Nach dem Verlassen der Quenching-Anlage 34 wird die Tempe-
ratur T_2 des extrudierten Profils 18 nochmals von einem
515 weiteren Pyrometer 30 gemessen. Die derart gewonnenen Tem-

peraturdaten nach dem Quenching-Schritt („post-quenching“-Temperatur T_2) 31 werden ebenfalls an die zentrale Steuereinheit 12 übermittelt.

520 Die zentrale Steuereinheit vergleicht die eingehenden Daten 27, 29, 31, 32 mit den in der zentralen Steuereinheit 12 gespeicherten Solldaten. Aufgrund der ermittelten Unterschiede errechnet die zentrale Steuereinheit 12, basierend auf einem mathematischen Modell, Korrekturwerte für die
525 Prozessparameter. Die entsprechend abgeänderten Prozessparameter werden über Steuerleitungen 36 an die unterschiedlichen Vorrichtungen 22, 24, 14, 34 der Strangpressanlage 10 übertragen.

530 So kann durch eine entsprechende Veränderung der Extrusionsgeschwindigkeit v_x , der Presskörpertemperatur T_0 und der Presskörperverformung die Temperatur des extrudierten Profils 18 angepasst werden.

535 Wenn beispielsweise die Temperatur T_2 nach dem Abkühlschritt 34 („post-quenching“-Temperatur T_2) einen bestimmten Wert überschreitet, wird die Pressgeschwindigkeit v_x automatisch verringert. Diese Beeinflussung der Pressgeschwindigkeit v_x , basierend auf der „post-quenching“-
540 Temperatur T_2 , erfolgt im vorliegenden Beispiel durch eine direkte unmittelbare Rückkopplung („feedforward control loop“). Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt jedoch keine Veränderung der nicht-nachgeregelten Standardgeschwindigkeit $v_{x,0}$ der Strangpresse 14, solange
545 mit einem neuen Aluminiumzylinder 16 eine bestimmte Extrusionslänge L noch nicht erreicht wurde. Ebenso wird die Pressgeschwindigkeit v_x automatisch - und unabhängig von den gemessenen „pre-quenching“- und „post-quenching“-Temperaturwerten 29 und 31 - erhöht, sobald 90 Prozent des
550 in der Strangpresse 14 befindlichen Aluminiumzylinders 16 verpresst sind.

Neben der beschriebenen unmittelbaren Rückkopplung erfolgt bei der in Fig. 1 dargestellten Strangpressanlage 10 zusätzlich noch eine Messung eines im Wesentlichen vollständigen Presszyklusses eines Aluminiumzylinders 16. Basierend auf dem ermittelten Datensatz wird von der zentralen Steuereinheit 12 ein Korrekturdatsatz, beispielsweise für die Öfen 22, 24 ermittelt, so dass die Temperatur T_0 der zu extrudierenden Aluminiumzylinder 16 entsprechend angepasst wird. Eine derartige Veränderung der Temperatur T_0 , die auf einem kompletten Pressdatsatz basiert, ist in der Regel weniger anfällig für kurzfristige bzw. statische Schwankungen. Es ist auch möglich, eine Korrektur der Prozessparameter aufgrund einer Aufintegration und Mittelung der gemessenen Datensätze einer bestimmten Anzahl von Aluminiumzylindern 16 vorzunehmen (beispielsweise von drei Aluminiumzylindern 16). Dadurch können Schwankungen nochmals verringert werden.

So wird bei der in Fig. 1 dargestellten Strangpressanlage 10 die Temperatur des Induktionsofens 24 derart eingestellt, dass der resultierende Extrusionsdruck p im Bereich von 85 bis 90 Prozent des maximalen Drucks $p_{\max}$, den die Strangpresse 14 ausüben kann, liegt. Dabei wird berücksichtigt, dass nach der Extrusion einer bestimmten Länge L des extrudierten Profils 18 eine minimale Temperatur $T_{1,\min}$ unmittelbar nach dem Verlassen der Matrice 20 („pre-quenching“-Temperatur T_1) überschritten werden muss. Wenn der aufzuwendende Extrusionsdruck p einen bestimmten Wert, im vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Wert von 90 Prozent des maximalen Drucks $p_{\max}$ überschreitet, so werden automatisch zusätzliche Hydraulikpumpen eingeschaltet, um den erforderlichen Druck aufzubringen. Es ist auch möglich, dass Hydraulikpumpen, die ansonsten zu anderen Zwecken dienen, kurzfristig durch Ventile umgeschaltet werden, so dass diese in Fällen erhöhtem Druckbedarfs der Druckerhöhung im Hydraulikpresszylinder dienen.

590 Weiterhin wird bei der vorliegend dargestellten Strangpress-
sanlage 10 die Temperatur des Gasofens 22 derart einge-
stellt, dass die mittlere Pressgeschwindigkeit $\bar{v}_x$ einer ma-
ximalen Pressgeschwindigkeit $v_{x,operator}$, die vom Maschinen-
führer gewählt wird, möglichst nahe kommt, wobei die „pre-
595 quenching“-Temperatur T_1 unmittelbar nach dem Verlassen der
Matrize 20 in einem vorgegebenen Intervall liegen muss.

Weiterhin erfolgt im dargestellten Ausführungsbeispiel über
die Steuerdaten eine Regelung einer nicht näher dargestell-
600 ten Kühlvorrichtung für die Extrusionsmatrize 20. Wenn die
Temperaturen des extrudierten Profils 18 („pre-quenching“-
Temperatur T_1 bzw. „post-quenching“-Temperatur T_2) einen
gewissen Temperaturwert überschreiten, so wird die Matrize
20 durch Zuführen einer bestimmten Menge flüssigen Stick-
605 stoffs gekühlt. Die Kühlung erfolgt dabei derart, dass die
Stickstoffkühlung nur während einer laufenden Pressung er-
folgt, um so die Matrize 20 in einer Extrusionspause, bei-
spielsweise während ein neuer Aluminiumzylinder 16 in die
Strangpresse 14 eingelegt wird, nicht zu stark abkühlen zu
610 lassen.

Die Stickstofffüllung kann dabei derart ausgeführt werden,
dass eine Kühlung bei Überschreiten bestimmter Temperatur-
grenzwerte auch dann erfolgt, wenn diese vom Maschinenfüh-
615 rer nicht eingeschaltet wurde.

Natürlich ist es auch möglich, dass die Matrize 20 einen
Temperatursensor aufweist, der gegebenenfalls über die zen-
trale Steuereinheit 12 eine Rückwirkung auf die Stick-
620 stoffkühlung haben kann.

Auf diese Weise wird der von der Strangpresse 14 erzielbare
Druck p_{max} bestmöglich ausgenutzt, um eine maximale Produk-
tivität zu ermöglichen.

625

625

PATENTANSPRÜCHE

630

635

640

645

650

655

660

1. Verfahren zur temperaturregulierten Materialumformung, insbesondere zum temperaturregulierten Strangpressen, bei dem, basierend auf der Temperatur (T_1) des umgeformten Materials (18) unmittelbar nach dem Umformschritt (14), eine Nachregelung von Prozessparametern (36) erfolgt, wie insbesondere der Eingangstemperatur (T_0) des zu bearbeitenden Materials (16) und/oder der Umformgeschwindigkeit (v_x),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nachregelung (36) durch zumindest einen zusätzlichen Messwert (T_2) mit beeinflusst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest ein zusätzlicher Messwert ein Temperaturmesswert (T_2) ist, insbesondere ein berührungslos (30) ermittelter Temperaturmesswert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Messwert (T_2) im Anschluss an einen dem Umformschritt (14) nachgeschalteten Abkühlschritt (34), insbesondere einem Quenching-Schritt, erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachregelung (36) unter Verwendung wenigstens einer speicherprogrammierbaren Steuerung (12) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachregelung (36) der Prozessparameter derart erfolgt, dass zunächst zumindest ein Materialabschnitt (16) vollständig umgeformt wird, und anschließend, basierend auf den ge-

wonnenen Messwerten (T_0, T_1, T_2), eine Anpassung späterer Materialabschnitte (16) erfolgt.

665 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassung auf einer Mehrzahl von Materialabschnitten (16), insbesondere auf einem Materialabschnittszyklus, wie beispielsweise einer Heizofenbeladung, basiert.

670

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufwärmsschritt des umzuformenden Materials in zumindest zwei Teilschritten (22, 24) erfolgt.

675

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bestimmte Bereiche des Materials (16, 18), insbesondere des umgeformten Materials (18), bei der Nachregelung (36) unberücksichtigt bleiben, wie insbesondere bei einem Strangpressverfahren (14) ein Anfangsstück des umgeformten Materials (18).

680

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zu Beginn des Umformschritts (14) ein erhöhter Umformdruck aufgewendet wird.

685

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reststück eines umzuformenden Materials (16) im Wesentlichen mit dem Maximaldruck der Materialumformvorrichtung (14) beaufschlagt wird.

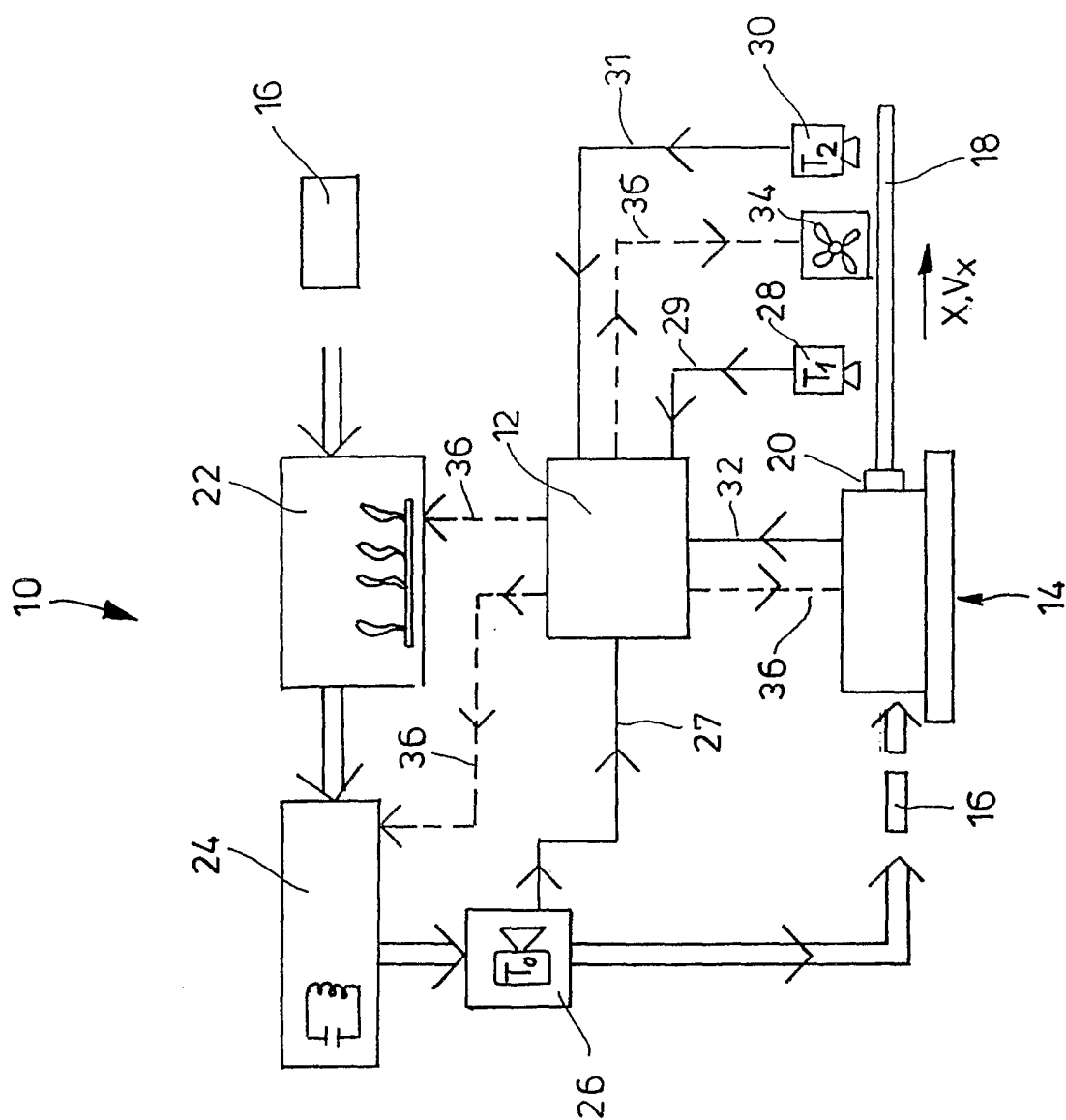
690

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der aufgewendete Umformdruck bei einer nicht nachgeregelten Materialumformung in einem Bereich von 80 bis 95 Prozent, vorzugsweise in einem Bereich von 85 bis 90 Prozent

695

- 700 des Maximaldrucks der Materialumformvorrichtung (14) liegt.
12. 705 Temperaturregulierte Materialbearbeitungsvorrichtung (10), aufweisend zumindest eine Heizeinrichtung (22, 24), zumindest eine Umformvorrichtung (14) und zumindest eine Beeinflussungseinrichtung (12), welche, basierend auf dem Messwert (29) einer unmittelbar nach einer Umformvorrichtung (14) angeordneten Temperaturmesseinrichtung (28), wenigstens eine Heizeinrichtung (22, 24) und/oder wenigstens 710 eine Umformvorrichtung (14) beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zusätzlicher Messwertgeber (26, 31) vorgesehen ist, der wenigstens eine Beeinflussungseinrichtung (12) mit beeinflusst.
- 715 13. Materialbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zusätzlicher Messwertgeber als Temperaturmesseinrichtung, vorzugsweise als berührungslose Temperaturmesseinrichtung (26, 31) ausgebildet ist. 720
14. 725 Materialbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zusätzlicher Messwertgeber (30) derart angeordnet und ausgebildet ist, dass er das umgeformte Material (18) nach einer der Umformvorrichtung (14) nachgeschalteten Abkühleinrichtung (34) misst.
- 730 15. Materialbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Beeinflussungseinrichtung als speicherprogrammierbare Steuerung (12) ausgebildet ist.

16. Materialbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Beeinflussungseinrichtung, insbesondere eine speicherprogrammierbare Steuerung (12), eine Speichervorrichtung zur Speicherung von Beeinflussungsdaten aufweist.
17. Materialbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Beeinflussungseinrichtung (12) zu mindest ein Integrationsmittel und/oder zumindest ein Mittelwertbildungsmittel aufweist.
18. Materialbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Beeinflussungseinrichtung (12) derart ausgebildet und eingerichtet ist, dass diese die Umformvorrichtung (14) in einem von der Beeinflussungseinrichtung (12) unbeeinflussten Neutralbetrieb derart ansteuert, dass die Umformvorrichtung (14) eine Kraft auf das zu bearbeitende Werkstück (16) ausübt, die 80 bis 95 Prozent, vorzugsweise 85 bis 90 Prozent der Maximalkraft, die die Umformvorrichtung (14) auf das zu bearbeitende Werkstück (16) ausüben kann, beträgt.
19. Verwendung eines Verfahrens zur temperaturregulierten Materialumformung, insbesondere eines temperaturregulierten Materialumformverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, zur Umformung von Aluminium und/oder Aluminiumlegierungen.
20. Verwendung einer temperaturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung (10), insbesondere einer temperaturregulierten Materialbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, zur Umformung von Aluminium und/oder Aluminiumlegierungen.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/010975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B21C31/00 B21C29/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 34 04 054 A (PROIZV OB URALMAS ; URAL ELEKTROMECHANICESKIJ I IN (SU)) 14 August 1985 (1985-08-14)	1,2,4-6, 8,12,13, 15-17, 19,20
Y	page 10, line 15 - page 11, line 11 page 12, line 21 - line 28 page 13, line 34 - line 37 page 14, line 28 - line 30 -----	3,7, 9-11,14, 18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 13, 5 February 2001 (2001-02-05) & JP 2000 271634 A (KOBE STEEL LTD), 3 October 2000 (2000-10-03) abstract ----- -/--	3,14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 January 2005

Date of mailing of the international search report

20/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barrow, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT /EP2004/010975

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 325 694 A (JENISTA DAVID R) 5 July 1994 (1994-07-05) column 3, line 8 - line 54; claim 1 -----	7
Y	EP 0 747 144 A (SHCHERBA VALERY NIKOLAEVICH ; SVINAREV ALEXANDR KUZMICH (RU); ALFEROV) 11 December 1996 (1996-12-11) page 8, line 54 - page 9, line 26 page 16, line 42 - line 59 -----	9-11,18
X	US 3 670 542 A (KEMPPINEN AUVO I ET AL) 20 June 1972 (1972-06-20) column 2, line 65 - column 3, line 54 column 4, line 19 - line 50 -----	1,2,4,5, 9,11-13, 15-20
X	US 5 596 895 A (BREDAL TORBEN) 28 January 1997 (1997-01-28) column 3, line 31 - line 56 column 4, line 34 - column 5, line 16 column 5, line 39 - line 45 -----	1,2,4-6, 9,11-13, 15-17, 19,20
A	GB 655 652 A (DOW CHEMICAL CO) 25 July 1951 (1951-07-25) page 1, line 87 - page 2, line 7 page 3, line 44 - line 56 -----	9,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0060, no. 36 (M-115), 5 March 1982 (1982-03-05) & JP 56 151118 A (FUJISASH CO), 24 November 1981 (1981-11-24) abstract -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT /EP2004/010975

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3404054	A	14-08-1985	DE 3404054 A1	14-08-1985
JP 2000271634	A	03-10-2000	NONE	
US 5325694	A	05-07-1994	CA 2100200 A1	16-09-1994
EP 0747144	A	11-12-1996	RU 2105621 C1	27-02-1998
			EP 0747144 A1	11-12-1996
			WO 9513150 A1	18-05-1995
US 3670542	A	20-06-1972	NONE	
US 5596895	A	28-01-1997	DK 46492 A	07-10-1993
			AT 181262 T	15-07-1999
			AU 3949493 A	08-11-1993
			DE 69325367 D1	22-07-1999
			DE 69325367 T2	16-12-1999
			DE 636054 T1	24-08-1995
			WO 9319862 A1	14-10-1993
			EP 0636054 A1	01-02-1995
			JP 3258325 B2	18-02-2002
			JP 7508465 T	21-09-1995
GB 655652	A	25-07-1951	NONE	
JP 56151118	A	24-11-1981	JP 1471987 C	27-12-1988
			JP 63007850 B	18-02-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT /EP2004/010975

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B21C31/00 B21C29/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 34 04 054 A (PROIZV OB URALMAS ; URAL ELEKTROMECHANICESKIJ I IN (SU)) 14. August 1985 (1985-08-14)	1,2,4-6, 8,12,13, 15-17, 19,20
Y	Seite 10, Zeile 15 - Seite 11, Zeile 11 Seite 12, Zeile 21 - Zeile 28 Seite 13, Zeile 34 - Zeile 37 Seite 14, Zeile 28 - Zeile 30 -----	3,7, 9-11,14, 18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 13, 5. Februar 2001 (2001-02-05) & JP 2000 271634 A (KOBE STEEL LTD), 3. Oktober 2000 (2000-10-03) Zusammenfassung ----- -/--	3,14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barrow, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 325 694 A (JENISTA DAVID R) 5. Juli 1994 (1994-07-05) Spalte 3, Zeile 8 – Zeile 54; Anspruch 1 -----	7
Y	EP 0 747 144 A (SHCHERBA VALERY NIKOLAEVICH ; SVINAREV ALEXANDR KUZMICH (RU); ALFEROV) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) Seite 8, Zeile 54 – Seite 9, Zeile 26 Seite 16, Zeile 42 – Zeile 59 -----	9-11,18
X	US 3 670 542 A (KEMPPINEN AUVO I ET AL) 20. Juni 1972 (1972-06-20) Spalte 2, Zeile 65 – Spalte 3, Zeile 54 Spalte 4, Zeile 19 – Zeile 50 -----	1,2,4,5, 9,11-13, 15-20
X	US 5 596 895 A (BREDAL TORBEN) 28. Januar 1997 (1997-01-28) Spalte 3, Zeile 31 – Zeile 56 Spalte 4, Zeile 34 – Spalte 5, Zeile 16 Spalte 5, Zeile 39 – Zeile 45 -----	1,2,4-6, 9,11-13, 15-17, 19,20
A	GB 655 652 A (DOW CHEMICAL CO) 25. Juli 1951 (1951-07-25) Seite 1, Zeile 87 – Seite 2, Zeile 7 Seite 3, Zeile 44 – Zeile 56 -----	9,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0060, Nr. 36 (M-115), 5. März 1982 (1982-03-05) & JP 56 151118 A (FUJISASH CO), 24. November 1981 (1981-11-24) Zusammenfassung -----	10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010975

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3404054	A	14-08-1985	DE	3404054 A1	14-08-1985
JP 2000271634	A	03-10-2000	KEINE		
US 5325694	A	05-07-1994	CA	2100200 A1	16-09-1994
EP 0747144	A	11-12-1996	RU	2105621 C1	27-02-1998
			EP	0747144 A1	11-12-1996
			WO	9513150 A1	18-05-1995
US 3670542	A	20-06-1972	KEINE		
US 5596895	A	28-01-1997	DK	46492 A	07-10-1993
			AT	181262 T	15-07-1999
			AU	3949493 A	08-11-1993
			DE	69325367 D1	22-07-1999
			DE	69325367 T2	16-12-1999
			DE	636054 T1	24-08-1995
			WO	9319862 A1	14-10-1993
			EP	0636054 A1	01-02-1995
			JP	3258325 B2	18-02-2002
			JP	7508465 T	21-09-1995
GB 655652	A	25-07-1951	KEINE		
JP 56151118	A	24-11-1981	JP	1471987 C	27-12-1988
			JP	63007850 B	18-02-1988