



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 264 646 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.7: **B21C 23/00, B21C 29/00**

(21) Anmeldenummer: **01810547.8**

(22) Anmeldetag: **07.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

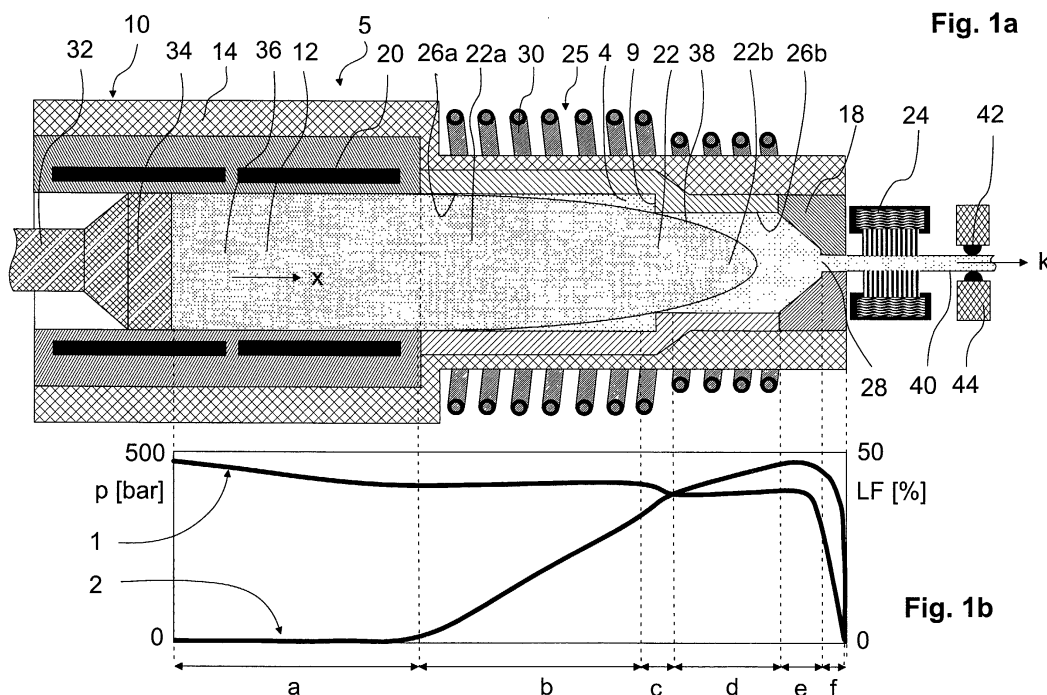
(72) Erfinder:
• **Plata, Mirosław**
1963 Vétroz (CH)
• **Bagnoud, Christophe**
3968 Veyras (CH)
• **Arnold, Grégoire**
3972 Miège (CH)
• **Bolliger, Martin**
3973 Venthône (CH)

(71) Anmelder: **Alcan Technology & Management AG**
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines Metallprofilstranges**

(57) Eine Strangpressvorrichtung zur Herstellung eines Profilstranges aus einem Presskörper (36) aus einem wenigstens teilweise metallischen Werkstoff enthält einen Rezipienten (10) mit einer den Presskörper (36) aufnehmende Rezipientenkammer (12), einen Stempel (32), eine formgebende Umformkammer und/oder eine formgebende Matrize (18) und eine zwischen der Rezipientenkammer (12) und der Matrize (18) oder Umformkammer angeordnete Heizeinrichtung (25). Die Heizeinrichtung (25) enthält eine in Pressrichtung ange-

ordnete, aus einem metallischen Hohlzylinder gebildete Heizkammer (22) mit wenigstens einem ersten und zweiten Heizkammerabschnitt (22a,22b) mit Heizkammerwänden (26a,26b) und Mittel (30) zur induktiven Beheizung der Heizkammerwände (26a,26b). Der erste Heizkammerabschnitt (22a) weist unter Ausbildung einer stufenförmigen Querschnittsverengung einen größeren Querschnittsdurchmesser auf als der in Pressrichtung (x) unmittelbar anschliessende zweite Heizkammerabschnitt (22b).



EP 1 264 646 A1

Beschreibung

[0001] Vorliegende Erfindung betrifft eine Strangpressvorrichtung zur Herstellung eines Profilstranges aus einem Presskörper aus einem wenigstens teilweise metallischen Werkstoff, wobei die Strangpressvorrichtung einen Rezipienten mit einer den Presskörper aufnehmenden Rezipientenkammer, einen Stempel, eine formgebende Umformkammer und/oder Matrize und eine zwischen der Rezipientenkammer und der Matrize oder Umformkammer angeordnete Heizeinrichtung enthält, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Metallprofilstranges.

[0002] Die Herstellung von Metallprofilen mittels Strangpressverfahren ist in der Fachwelt bekannt, wobei jedoch die Fertigung von Grossprofilen aus Aluminiumlegierungen mit einer Breite von mehr als 700 mm mit vielen technischen Problemen behaftet ist.

[0003] Ferner können mit der bekannten Presstechnologie Wanddicken der Profile von weniger als 2 mm kaum realisiert werden. Im Hinblick auf Gewichts- und Kosteneinsparungen wäre es jedoch höchst wünschenswert, die Wandstärken bei Profilen zu verringern, d.h. unter Einhaltung üblicher geometrischer Profiltoleranzen Wandstärken von weniger als 1 mm zu erreichen. Die limitierte Presskraft sowie die durch die Temperaturverteilung und Fliessgeschwindigkeiten begrenzten Möglichkeiten einer gleichmässigen Metallverteilung sind die wesentlichen Faktoren, die bei Anwendung der heutigen Presstechnologie der Herstellung von sehr dünnwandigen Profilen entgegenstehen.

[0004] Der heutigen Presstechnologie sind jedoch auch bei der Herstellung von Profilen mittlerer oder kleinerer Breite hinsichtlich der zu verarbeitenden Werkstoffe sowie der zu erzeugenden Querschnittsdimensionen gewisse Grenzen gesetzt. So sind beispielsweise harte Aluminiumlegierungen mit den heute in konventionellen Strangpressen üblichen Presskräften kaum oder nur sehr schwer zu verpressen. Diese Einschränkung gilt in besonderem Mass für die Herstellung von Hohlprofilen, insbesondere von Mehrkammerhohlprofilen. Hinzu kommen oft ungenügende Masstoleranzen sowie eine schlechte Metallverteilung, die sich vor allem durch eine ungenügende Formfüllung bei Profilpartien mit kleinen Querschnittsdimensionen bemerkbar macht.

[0005] Die Verarbeitung von partikelverstärkten Verbundwerkstoffen aus einer Metallmatrix mit in dieser in disperser Form vorliegenden Partikeln oder Fasern aus nichtmetallischen hochschmelzenden Materialien durch Strangpressen führt zu vergleichbaren Problemen wie die oben erwähnte Verarbeitung harter Legierungen. In WO-A-87/06624, WO-A-91/02098 und WO-A-92/01821 ist die Herstellung dieser sogenannten "Metal Matrix Composites" ausführlich beschrieben. Hierbei werden grundsätzlich zunächst die in die Metallmatrix einzuführenden Partikel homogen in eine Legierungsschmelze eingebracht. Der schmelzflüssige Ver-

bundwerkstoff wird nachfolgend z.B. durch Stranggiesen in ein für die Weiterverarbeitung durch Strangpressen geeignetes Format vergossen.

[0006] Die WO98/19803 schlägt zur Lösung der genannten Probleme ein Strangpressverfahren vor, in welchem der Presskörper im teilfesten/teilflüssigen Zustand zum Profilstrang verformt wird. Zur Erreichung eines teilflüssigen Zustandes wird das Presskörpermaterial vor der Umformung durch die beheizbaren Durchflusskanäle eines Heizelementes gepresst. Das Verpressen des anfänglich noch festen Presskörpermaterials durch die Durchflusskanäle erfordert jedoch sehr grosse Presskräfte und es entsteht ein ausgeprägter Druckabfall im Bereich dieser Durchflusskanäle. Neben den grossen aufzuwendenden Presskräften wird auch die Steuerung des Pressvorganges, bedingt durch den lokal ausgeprägten Druckabfall, erheblich erschwert. Ferner ist die Flüssiganteilverteilung des nach Durchlauf des Heizelementes in teilfestem/teilflüssigen Zustand vorliegenden Presskörpermaterials schwer zu regulieren und in der Regel inhomogen.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das vorgenannte Verfahren zu verbessern, und den Pressdruckabfall im Heizelement zu reduzieren. Ferner soll das Verpressen von Presskörpern aus thixotropen Legierungen im teilfesten/teilflüssigen Zustand unter Erreichung einer möglichst homogenen Verteilung des Flüssiganteils vereinfacht werden.

[0008] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass die Heizeinrichtung eine in Pressrichtung mittelbar oder unmittelbar im Anschluss an den Rezipienten angeordnete, aus einem Hohlkörper gebildete Heizkammer mit wenigstens einem ersten und einem zweiten Heizkammerabschnitt mit Heizkammerwänden und Mittel zur Beheizung der Heizkammerwände enthält und der erste Heizkammerabschnitt jeweils einen grösseren Querschnittsdurchmesser aufweist als der in Pressrichtung x unmittelbar anschliessende zweite Heizkammerabschnitt.

[0009] Weiterbildende Ausführungen der abhängigen Ansprüche sind Teil der Beschreibung.

[0010] Die Heizkammer enthält vorzugsweise weniger als fünf, vorteilhaft weniger als vier, und insbesondere zwei Heizkammerabschnitte. Wenigstens einer der Heizkammerabschnitte, vorzugsweise alle Heizkammerabschnitte, sind von grösserem Querschnittsdurchmesser als der unmittelbar in Pressrichtung x an diesen anschliessenden Heizkammerabschnitt, sinnvollerweise mit Ausnahme des ersten Heizkammerabschnittes. Der Übergangsbereich zwischen zwei Heizkammerabschnitten mit unterschiedlichem Querschnittsdurchmesser zeichnet sich vorzugsweise durch eine sprunghafte, vollumfängliche oder teilumfängliche Querschnittsverengung aus. Die Querschnittsverengung ist in besonders bevorzugter Ausbildung der Erfindung als ein sich über den gesamten Umfang oder einen Teilumfang des Heizkammerquerschnittes erstreckender Absatz oder Stufe ausgebildet. Sind mehrere Heizkam-

merabschnitte vorgesehen, so können in allen oder mehreren Übergangsbereichen zwischen zwei Heizkammerabschnitten eine sprunghafte Querschnittsverengung, z.B. in Form eines Absatzes oder einer Stufe vorgesehen sein, wobei wie oben beschrieben die Querschnittsverengung in Pressrichtung x erfolgt.

[0011] Die Querschnittsverengung kann auch kontinuierlich, z. B. trichterförmig, verlaufen und gegebenenfalls ein Rauheitsmuster aufweisen. Ferner kann eine Querschnittsverengung auch mehrstufig verlaufen.

[0012] Die Querschnittsverengung beträgt vorzugsweise jeweils rund 5 bis 40%, vorteilhaft 15 bis 30% und insbesondere 20 bis 30% des Querschnittsdurchmessers des vorangehenden Heizkammerabschnittes. Die gesamte Heizkammerlänge entspricht vorzugsweise dem 2- bis 4-fachen, insbesondere dem 2,5- bis 3,5-fachen, der Presskörperlänge.

[0013] Die Querschnittsform und der Querschnittsdurchmesser des an die Rezipientenkammer anschließenden ersten Heizkammerabschnittes entspricht im wesentlichen, vorzugsweise exakt, der Querschnittsform und dem Querschnittsdurchmesser der Rezipientenkammer. Der Presskörper liegt vorzugsweise in Form eines Bolzens vor, wobei die Querschnittsform der Rezipientenkammer sowie des an die Rezipientenkammer angrenzenden ersten Heizkammerabschnittes kreiszylinderförmig sind. Die nachfolgenden Heizkammerabschnitte sind vorzugsweise ebenfalls kreiszylinderförmig. Die Querschnittsformen der Heizkammerabschnitte, insbesondere der in Matrizennähe angeordneten Heizkammerabschnitte können auch anders ausgestaltet und z.B. ellipsenförmig sein.

[0014] Die Querschnittsformen der Heizkammerabschnitte können in spezieller Ausführung der Erfindung auch dem Profilquerschnitt des Profilstranges angenähert sein. In bevorzugter Ausführung entspricht ein erster Heizkammerabschnitt der Querschnittsform und dem Querschnittsdurchmesser der Rezipientenkammer und die nachfolgenden Heizkammerabschnitte, insbesondere der oder die der Matrize nächst anliegenden Heizkammerabschnitte, weisen eine in Pressrichtung x stufenweise Annäherung ihrer Querschnittsform und ihres Querschnittsdurchmessers an den Profilquerschnitt auf. Die Annäherung der Presskörperform an den Profilquerschnitt vor dem eigentlichen Umformschritt in der Matrize bewirkt eine Reduktion der an der Matrize aufzuwendenden Presskraft zum Verpressen des Presskörpermaterials. Weist ein Heizkammerabschnitt keinen kreiszylinderförmigen Querschnitt auf, so ist unter Querschnittsdurchmesser ein mittlerer Querschnittsdurchmesser zu verstehen.

[0015] Die Heizkammer einer erfindungsgemässen Strangpressvorrichtung zur Herstellung eines rechteckförmigen Profilstranges kann z.B. einen der Rezipientenkammer anliegenden kreiszylinderförmigen ersten Heizkammerabschnitt und einen an die Matrize anstossenden ellipsenförmigen, dem Profilquerschnitt angenäherten Heizkammerabschnitt aufweisen.

[0016] Die Heizkammer wird vorzugsweise durch einen wärmefesten, metallischen Hohlzylinder, insbesondere durch einen Hohlzylinder aus Stahl, ausgebildet. Der Hohlzylinder ist vorzugsweise aus einem ferromagnetischen Stahl und insbesondere aus einem Nickel-Cobalt-Chromstahl.

[0017] Die Rezipientenkammer und insbesondere die Heizkammer sind vorzugsweise mit einer hitzefesten Isolationsverkleidung ummantelt. Die Isolationsverkleidung enthält vorzugsweise einen keramischen Werkstoff oder ist aus einem keramischen Werkstoff geschaffen. Die Isolationsverkleidung ist besonders bevorzugt aus einem mit Kohlenfasern verstärkten keramischen Werkstoff mit hohem Isolationsvermögen.

[0018] Die Beheizung der Heizkammerwände erfolgt vorzugsweise über induktive Erwärmung. Die Heizkammer bzw. der metallische Hohlzylinder der Heizkammer ist dazu vorzugsweise mit einer Induktionswicklung umgeben. Die Induktionsschlaufen sind insbesondere spiralförmig um den mit der Isolationsverkleidung versehenen metallischen Hohlzylinder gelegt. Das angelegte Induktionsfeld bewirkt insbesondere die Erwärmung des metallischen Hohlzylinders und somit der Heizkammerwände. Die Beheizung der Heizkammerwände kann gegebenenfalls auch mittels anderen Heizmethoden, wie Widerstandsheizung, erfolgen.

[0019] Der Rezipient bzw. die Rezipientenkammerwand weist vorzugsweise ebenfalls Heizelemente, wie z.B. Heizdrähte, zur Beheizung des in die Rezipientenkammer eingeführten Presskörpers auf, wobei die Wärmeübertragung über die Rezipientenkammerwand auf den Presskörper erfolgt.

[0020] In besonderer Ausführung der Erfindung weist die innere, dem Presskörpermaterial zugewandte Wand der Heizkammer Reliefstrukturen, vorzugsweise im wesentlichen in Pressrichtung verlaufende Rippen oder Nuten, insbesondere in Pressrichtung ausgerichtete, spiralförmig die Wand umlaufende Rippen bzw. Nuten, auf. Die genannten Rippen, Nuten bzw. Reliefstrukturen tragen zu einer Oberflächenvergrößerung der Heizkammerwände bei und bewirken eine bessere Wärmeübertragung aus den Heizkammerwänden in das Presskörpermaterial. Die Ausrichtung der Reliefstrukturen in Pressrichtung bewirkt geringere Reibungsverluste, wodurch der Druckabfall innerhalb der Heizkammer in Grenzen bleibt.

[0021] Im mittelbaren oder unmittelbaren Anschluss an die Heizkammer folgt vorzugsweise die Matrize mit ihrem formgebenden Matrizendurchbruch. Die Matrize weist vorzugsweise eine trichterförmige Verengung des Querschnittes zur Matrizenöffnung hin auf.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist im Anschluss an die Heizkammer eine, gegebenenfalls ebenfalls beheizte, insbesondere induktiv beheizte, Umformkammer angeordnet, in welcher das vorgewärmte und insbesondere teilflüssige/teilstoffe Presskörpermaterial zu einem Profilstrang verformt wird. Die Umformkammer kann auch als Teil der Heizkammer am

in Pressrichtung x endseitigen Abschnitt der Heizkammer in Form eines weiteren Heizkammerabschnittes ausgebildet sein.

[0023] Im Anschluss an die Umformkammer kann eine gekühlte Kokille vorgesehen sein, in welcher der erwärmte und insbesondere teilflüssige/teilstoffe Profilstrang verfestigt wird. Eine solche Kokille, welche in ihrem Aufbau grundsätzlich einer konventionellen Stranggiesskokille entsprechen kann, ist zweckmässig mit einer Kühleinrichtung zur indirekten Kühlung des durch Kontakt mit der Kokillenwand erstarrenden Metallstranges ausgestattet.

[0024] Bevorzugt geht die Umformkammerwand mit einer stetigen Krümmung in die Kokillenwand über. Zur Herstellung von Hohlprofilen kann die Umformkammer in gleicher Weise wie beim herkömmlichen Strangpressen mit einem entsprechenden Dorneinsatz versehen sein. Zwischen Umformkammer und der gekühlten Kokille ist bevorzugt ein Zwischenelement bzw. -schicht aus einem wärmeisolierenden Material angeordnet.

[0025] Im Anschluss an die Umformkammer oder Kokille ist bevorzugt eine Matrize angeordnet, in welcher der Profilstrang zur Endform verformt wird. Auf die Matrize kann aber in dieser Anwendung optional auch verzichtet werden. Nähere Details zur Anordnung und zum Aufbau von Umformkammer und Kokille sind aus der WO 98/19803 zu entnehmen, welche hiermit in ihrem gesamten Umfang Teil der Offenbarung ist.

[0026] Zur Abkühlung des aus der Matrize austretenden Profilstranges können Mittel zur Direktkühlung mit z.B. einem Kühlmittel, vorzugsweise eine Kühleinrichtung mit vollständiger Verdampfung eines auf den Profilstrang aufgetragenen Kühlmittels, vorgesehen sein.

[0027] Da der Druck auf den Presskörper, d.h. die Presskraft, z.B. infolge der bei Spezialzusätzen erforderlichen hohen Rezipiententemperatur von bis zu 600°C nicht beliebig erhöht werden kann, ist in einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemässen Vorrichtung vorgesehen, das Verpressen des Presskörpers zum Profilstrang durch eine am Profilstrang angreifende Zugkraft zu unterstützen. Zum Anlegen einer Zugkraft k an den Profilstrang kann z.B. eine Auszieheinrichtung vorgesehen sein.

[0028] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines Profilstranges aus einem Presskörper aus einem wenigstens teilweise metallischen Werkstoff, wobei der Presskörper in die Rezipientenkammer eines Rezipienten eingeführt und mittels Stempel unter Ausübung eines Pressdruckes über eine formgebende Umformkammer und/oder Matrize zu einem Profilstrang verpresst wird, wobei das Presskörpermaterial vor dem Verpressen zu einem Profilstrang vorgewärmt und insbesondere in einen teilfesten/teilflüssigen Zustand gebracht wird.

[0029] Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Presskörper aus der Rezipientenkammer in die Heizkammer einer Heizeinrichtung geführt wird und über induktiv beheizte Heizkammerwände vorgewärmt

wird und die Heizkammer wenigstens einen ersten und zweiten Heizkammerabschnitt enthält, und der in Pressrichtung x zweite Heizkammerabschnitt unter Ausbildung einer Querschnittsverengung einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als der vorangehende erste Heizkammerabschnitt und an der Querschnittsverengung entgegen der Pressrichtung x eine strömungsarme Zone ausgebildet wird, in welcher vorgewärmtes und insbesondere teilflüssiges oder flüssiges Presskörpermaterial zurückgehalten wird.

[0030] Das Vorwärmen des Presskörpers in der Heizkammer dient der Erweichung des Presskörpers bzw. der Erhöhung seiner Duktilität und bei thixotropen Legierungen der Überführung des Presskörpers in einen teilfesten/teilflüssigen Zustand.

[0031] Der Presskörper wird vorzugsweise in der Rezipientenkammer auf eine Temperatur von kleiner oder gleich der Solidustemperatur erwärmt oder, sofern dieser bereits vorgewärmt ist, weiter aufgeheizt oder auf seiner Vorwärmtemperatur gehalten. Die erfindungsgemässe Vorrichtung erlaubt jedoch insbesondere nicht vorgewärmte Presskörper zu verarbeiten.

[0032] Mittels Stempel wird der Presskörper unter Anwendung eines Pressdruckes von der Rezipientenkammer kontinuierlich in die Heizkammer geführt, wobei der Stempel vorzugsweise nur bis ans Ende der Rezipientenkammer vorgefahren wird. Die Vortriebsgeschwindigkeit kann z.B. rund 5-10 mm/s betragen.

[0033] Der Presskörper wird über die Kontaktflächen zur induktiv beheizten Heizkammerwand weiter aufgeheizt, vorzugsweise auf eine Temperatur, die über der Solidustemperatur liegt. Die induktive Leistung ist so ausgelegt, dass vorzugsweise nur der metallische Hohlzylinder der Heizkammer und gegebenenfalls die an die Heizkammerwand angrenzende Randzone des Presskörpermaterials direkt induktiv aufgeheizt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass der gesamte Presskörperquerschnitt induktiv aufgeheizt wird.

[0034] Bei fortschreitendem Aufheizprozess bildet sich vorzugsweise als Erstes im Bereich der Heizkammerwände ein Schmelzprodukt mit einem hohen Flüssiganteil aus. In der sogenannten "toten Zone" der sprunghaften Querschnittsverengung zwischen zwei Heizkammerabschnitten, d.h. im strömungsarmen Raum vor der Querschnittsverengung, wird die in Heizkammerwandnähe gebildete Phase des Presskörpermaterials mit hohem Flüssiganteil zurückgehalten während das noch feste oder halbfeste Presskörpermaterial mit geringerem Flüssiganteil aus der Querschnittsmitte in den nachfolgenden, verengten Heizkammerquerschnitt fliesst und weiter aufgeheizt wird.

[0035] Die erfindungsgemässe Vorrichtung bewirkt eine effiziente und gleichmässige Aufheizung des Presskörpermaterials vom Querschnittsrand bis in die Querschnittsmitte und somit eine homogene Verteilung des Flüssiganteils über den gesamten Querschnitt des teilflüssigen/teilfesten Presskörpermaterials im Bereich des Umformkammer- oder Matrizeneintritts. Das teil-

flüssige bis flüssige Presskörpermaterial in der "toten Zone" der Querschnittsverengung verbessert zudem den Wärmeaustausch zwischen Heizkörperwand und Presskörpermaterial.

[0036] In einer ersten Ausführung der erfindungsgemässen Vorrichtung fliesst das teilflüssige/teilstoffe Presskörpermaterial aus der Heizkammer in den formgebenden Querschnitt der Matrize und wird zu einem Profilstrang endgeformt. Unmittelbar beim Austritt aus der Matrize wird der Profilstrang mittels Kühleinrichtung direkt und/oder indirekt gekühlt und gegebenenfalls mittels einer Auszieheinrichtung unter Anwendung einer Zugkraft zur weiteren Bearbeitung weiter befördert.

[0037] In einer zweiten Ausführung der erfindungsgemässen Vorrichtung wird das teilfeste/teilflüssige Presskörpermaterial von der Heizkammer durch eine unmittelbar anschliessende, separat oder als Teil der Heizkammer ausgebildete Umformkammer geführt und zu einem Profilstrang geformt. In einer an die Umformkammer anschliessenden Kokille wird der Profilstrang gekühlt und zur teilweisen oder vollständigen Erstarrung gebracht. Optional wird der teilweise oder vollständig erstarrte Profilstrang in einer nachfolgenden Matrize endgeformt.

[0038] Das Presskörpermaterial weist beim Verlassen der Heizkammer, d.h. bei Eintritt in die formgebende Umformkammer oder Matrize, vorzugsweise einen homogenen Anteil an Flüssigphase von höchstens 70%, vorteilhaft von 20-60%, und insbesondere von 40-50%, auf. Der genau anzustrebende Flüssiganteil des Presskörpermaterials zur Umformung ist abhängig von der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Werkstoffes und dem Profilquerschnitt des herzustellenden Profilstranges.

[0039] Der Profilstrang wird nach Austritt aus der Matrize zweckmässig aktiv gekühlt, vorzugsweise durch vollständiges Verdampfen eines auf den Profilstrang aufgespritzten Kühlmittels. Durch die Kühlung mit vollständiger Verdampfung des Kühlmittels wird verhindert, dass flüssiges Kühlmittel in Richtung auf das heisse und gegebenenfalls noch in teilflüssigem Zustand vorliegende Metall zurückfliessen kann. Mit dieser Massnahme kann die Kühleinrichtung möglichst nahe bei der Matrize angeordnet werden.

[0040] Mit erfindungsgemässer Vorrichtung können beispielsweise folgende Werkstoffe verarbeitet werden:

- Knetlegierungen des Aluminiums, beispielsweise naturharte Aluminiumknetwerkstoffe oder aushärtbare Aluminiumknetlegierungen;
- Legierungen, insbesondere Aluminium- und Magnesiumlegierungen, im thixotropen Zustand, wie Hartlegierungen vom Typ AlMg oder MgAl;
- Legierungen auf der Basis von Magnesium oder Kupfer im thixotropen Zustand;

- nicht-thixotrope Hartlegierungen aus Aluminium oder Magnesium, insbesondere aus einer AlMg- oder MgAl-Legierung;

- 5 - Legierungen auf der Basis von Aluminium oder Magnesium mit metallischen oder nichtmetallischen Anteilen hochschmelzender Partikel und/oder Fasern (Metal Matrix Composites). Bevorzugte nichtmetallische Zusätze sind keramische Werkstoffe wie Metalloxide, Metallnitride und Metallkarbide. Beispiel derartiger Werkstoffe sind Siliziumkarbid, Aluminiumoxid, Borkarbid, Siliziumnitrid und Bornitrid. Mit den genannten Zusätzen können u.a. die Härte und die Steifigkeit des Werkstoffes beeinflusst werden.

[0041] Der Einsatz von vorgewärmten Presskörpern bzw. von Presskörpern im teilfesten/teilflüssigen Zustand hat gegenüber der Verwendung herkömmlicher, vollkommen erstarrter Pressbolzen den Vorteil, dass die Umformung mit wesentlich geringerer Presskraft erfolgen kann.

[0042] Mit dem erfindungsgemässen Verfahren lassen sich bei gleichbleibender Presskraft Werkstoffe zu 25 Profilen verarbeiten, die über konventionelles Strangpressen kaum oder nur sehr unwirtschaftlich herstellbar sind. Ferner ist bei vorliegender Vorrichtung der Pressdruckabfall zwischen Rezipientenkammer und Marizenöffnung gering, so dass allein dadurch geringere Pressdrücke erforderlich sind. Als Folge daraus können im Vergleich zur konventionellen Herstellungsweise vergleichbare Profildimensionen auf kleineren Anlagen verpresst werden.

[0043] Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung lassen sich Legierungen, insbesondere Hartlegierungen und Verbundmaterialien aller Art kostengünstig zu qualitativ hochwertigen Produkten verarbeiten. Ferner können mit erfindungsgemässer Vorrichtung sehr dünnwandige Profile bzw. Profile mit sehr dünnen Wandabschnitten mit Wanddicken von beispielsweise weniger als 2 mm, insbesondere von weniger als 1 mm hergestellt werden. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können Klein- und Grossprofile verschiedenster Breiten und insbesondere Grossprofile von grosser Breite, beispielsweise mit einer Breite von grösser 500 mm, insbesondere von grösser 700 mm, hergestellt werden. Bestehende Strangpressanlagen können überdies mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand zu erfindungsgemässen Strangpressvorrichtungen umgerüstet werden.

[0044] Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a: einen Querschnitt durch einen Ausschnitt einer erfindungsgemässen Strangpressvorrichtung;

Fig. 1b: eine Graphik mit dem Verlauf des Pressdruck-

kes p und des Flüssiganteils LF des Presskörpermaterials innerhalb der Strangpressvorrichtung.

[0045] Eine erfindungsgemässe, in einem Ausschnitt dargestellte Strangpressvorrichtung 5 gemäss Fig. 1a enthält einen Rezipienten 10 mit einer Rezipientenkammer 12 von kreiszylinderförmigem Querschnitt. Der Rezipient 10 weist ferner Heizelemente 20 in Form von Heizdrähten zur Beheizung des in der Rezipientenkammer 12 eingeführten Presskörpers 36 auf. Der Presskörper 36 wird mittels Stempel 32 bzw. mittels dessen Pressscheibe 34 in Pressrichtung x vorgetrieben. Im unmittelbaren Anschluss an die Rezipientenkammer 12 folgt die Heizeinrichtung 25 mit einer Heizkammer 22 von kreiszylinderförmigem Querschnitt, bestehend aus einem ersten Heizkammerabschnitt 22a und einem zweiten Heizkammerabschnitt 22b. Der Durchmesser des ersten Heizkammerabschnitts 22a entspricht dem Durchmesser der Rezipientenkammer 36. Vom ersten Heizkammerabschnitt 22a zum zweiten Heizkammerabschnitt 22b tritt eine Querschnittsverengung 9 auf, wobei der Durchmesser des zweiten Heizkammerabschnitts 22b rund 25% geringer ist als der Durchmesser des ersten Heizkammerabschnitts 22a. Die Querschnittsverengung 9 ist als vollumfängliche, ringförmige Stufe bzw. Absatz ausgebildet.

[0046] Der erste Heizkammerabschnitt 22a weist eine Länge von rund 2/3 und der zweite Heizkammerabschnitt 22b von rund 1/3 der gesamten Heizkammerlänge auf. Die Heizkammer 22 wird durch einen hohlzylinderförmigen Stahlkörper ausgebildet. Sowohl die Wände der Rezipientenkammer 36 als auch der Heizkammer 22 sind aussenseitig mit einer hitzebeständigen Isolation 14 aus oder mit keramischen Werkstoffen ummantelt.

[0047] Der hohlzylinderförmige Stahlkörper der Heizkammer 22 ist von einer Induktionsspule 30 umgeben, durch welche die entsprechende Induktionsleistung zur Erwärmung der Heizkammerwände (26a, 26b) erfolgt. Der metallische Hohlzylinder der Heizeinrichtung 25 wird z.B. auf eine Temperatur von rund 600 - 700°C erwärmt. Das Presskörpermaterial wird in der Heizkammer 22 in einen teilflüssigen/teilsten Zustand gebracht, wobei im ersten Heizkammerabschnitt 22a der Flüssiganteil im Bereich der Heizkammerwände am höchsten ist. Diese Phase von teilflüssigem Presskörpermaterial im Bereich der Heizkammerwand 26a wird an der Querschnittsverengung 9 im sogenannten Strömungsschatten 4, auch "tote Zone" genannt, zurückgehalten während aus der Querschnittsmitte festes Presskörpermaterial in den zweiten Heizkammerabschnitt 22b einfliesst. Dieser Vorgang ist durch die Darstellung einer schematischen Erweichungsfront 38 angedeutet, welche Presskörpermaterial mit hohem Flüssiganteil an der Peripherie von solchem mit niedrigem Flüssiganteil im Zentrum trennt.

[0048] Im Anschluss an die Heizkammer 22 ist eine

Matrize 18 angeordnet, durch dessen Matrizenöffnung 28 das Presskörpermaterial in den formgebenden Querschnitt geführt wird. Der aus der Matrize 18 austretende Profilstrang 40 wird durch eine Kühleinrichtung 24 geführt und durch ein Kühlmittel aktiv gekühlt. Beim Austritt des Profilstranges 40 aus der Matrize 18 ist ferner eine Auszieheinrichtung 44 angeordnet. Über Treibrollen 42 wird an dem austretenden Profilstrang 40 in Pressrichtung x eine Zugkraft k zur Unterstützung des Pressvorganges angelegt.

[0049] In Fig. 1b sind anhand einer Modellrechnung für die in Fig. 1a beschriebene Anordnung ermittelte Verlauf des Pressdruckes (p) 1 und des Flüssiganteils (LF) 2 im Presskörpermaterial innerhalb der Pressvorrichtung 5 dargestellt, wobei a dem Streckenabschnitt in der Rezipientenkammer 12, b dem Streckenabschnitt im ersten Heizkammerabschnitt 22a, c dem Streckenabschnitt an der Querschnittsverengung 9, d dem Streckenabschnitt im zweiten Heizkammerabschnitt 22a, e dem Streckenabschnitt des trichterförmigen Matrizen-einlaufs und f dem Streckenabschnitt des Matrizen-durchbruchs entspricht.

[0050] In beispielhafter Vorrichtung wird mit einem Pressdruck des Stempels 32 von rund 500 bar gearbeitet. Der Pressdruck weist bis zur Matrizenöffnung 28 keinen markanten Abfall aus. Lediglich im Bereich der Querschnittsverengung 9 ergibt sich auf kleiner Distanz ein geringfügiger Abfall des Pressdruckes.

[0051] Die Temperatur des Presskörpermaterials liegt in der Rezipientenkammer 12 unter oder bei der Solidustemperatur, so dass noch keine Flüssigphase ausgebildet ist. In der Heizkammer 22 wird der Flüssiganteil insbesondere im Randbereich kontinuierlich erhöht, wobei das Presskörpermaterial im Bereich der Matrize einen homogenen Flüssiganteil von rund 45-50% erreicht.

Patentansprüche

1. Strangpressvorrichtung zur Herstellung eines Profilstranges aus einem Presskörper (36) aus einem wenigstens teilweise metallischen Werkstoff, wobei die Strangpressvorrichtung (5) einen Rezipienten (10) mit einer den Presskörper (36) aufnehmenden Rezipientenkammer (12), einen Stempel (32), eine formgebende Umformkammer und/oder Matrize (18) und eine zwischen der Rezipientenkammer (12) und der Matrize (18) oder Umformkammer angeordnete Heizeinrichtung (25) enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinrichtung (25) eine in Pressrichtung mittelbar oder unmittelbar im Anschluss an den Rezipienten (10) angeordnete, aus einem Hohlkörper gebildete Heizkammer (22) mit wenigstens einem ersten und zweiten Heizkammerabschnitt (22a, 22b) mit Heizkammerwänden (26a, 26b) und Mittel (30) zur Beheizung der Heizkammerwände (26a,

26b) enthält und der erste Heizkammerabschnitt (22a) jeweils einen grösseren Querschnittsdurchmesser aufweist als der in Pressrichtung x unmittelbar anschliessende zweite Heizkammerabschnitt (22b).

5

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizkammer aus einem metallischen Hohlkörper gebildet ist und die Heizeinrichtung (25) Mittel (30) zur induktiven Beheizung der Heizkammerwände (26a, 26b), insbesondere die Heizkammerwände (26a, 26b) umgebende Induktionswicklungen (30) enthält. 10
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Heizkammerabschnitt (22a) über eine Querschnittsverengung (9) in den zweiten Heizkammerabschnitt (22b) übergeht und die Querschnittsverengung (9) im Übergang zwischen dem ersten (22a) und dem in Pressrichtung x nachfolgenden zweiten Heizkammerabschnitt (22b) mit kleinerem Querschnittsdurchmesser ein, vorzugsweise vollumfänglicher und ringförmiger, Absatz oder Stufe (9) ist. 20
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnittsdurchmesser des an die Rezipientenkammer (12) anschliessende Heizkammerabschnitts (22a) im wesentlichen, vorzugsweise exakt dem Querschnittsdurchmesser der Rezipientenkammer (12) entspricht. 30
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizkammer (22) aus weniger als fünf, vorzugsweise weniger als vier, und insbesondere aus zwei Heizkammerabschnitten (22a, 22b) besteht, wobei der einzelne Heizkammerabschnitt (22b) jeweils von kleinerem Durchmesser ist als der entgegen der Pressrichtung x voran liegende Heizkammerabschnitt (22a) und die Querschnittsverengung im Übergang zweier Heizkammerabschnitte (22a, 22b) ein stufenförmiger Übergang (9) ist. 40
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizkammer (22) aus zwei Heizkammerabschnitten (22a, 22b) besteht und der erste Heizkammerabschnitt (22a) einer Länge von rund 2/3 und der zweite Heizkammerabschnitt (22b) mit kleinerem Querschnittsdurchmesser einer Länge von rund 1/3 der gesamten Heizkammerlänge entspricht. 50
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnittsdurchmesser des auf einen ersten Heizkammerabschnitt (22a) in Pressrichtung x unmittelbar nachfol-

genden zweiten Heizkammerabschnittes (22b) 5 bis 40%, vorzugsweise 15 bis 30%, insbesondere 20 bis 30%, kleiner ist als der Querschnittsdurchmesser des vorangehenden Heizkammerabschnitts (22a).

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizkammer (22) aus einem metallischen Hohlzylinder, vorzugsweise aus einem Stahl, insbesondere aus einem Chromstahl, besteht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens der oder die der Umformkammer oder Matrize (18) nächstliegende Heizkammerabschnitte in ihrer Querschnittsform dem herzustellenden Profilquerschnitt angeglichen ist und vorzugsweise ein erster Heizkammerabschnitt der Querschnittsform und dem Querschnittsdurchmesser der Rezipientenkammer entspricht und die nachfolgenden Heizkammerabschnitte, insbesondere der oder die der Matrize nächst anliegenden Heizkammerabschnitte eine in Pressrichtung x stufenweise Annäherung ihrer Querschnittsform und ihres Querschnittsdurchmessers an den Profilquerschnitt aufweisen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rezipientenkammer (12) und insbesondere der metallische Hohlzylinder der Heizkammer (22) mit einer hitzebeständigen Isolationsverkleidung (14), insbesondere mit einer Isolationsverkleidung (14) aus einem oder mit einem keramischen Werkstoff, ummantelt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere, dem Presskörpermaterial zugewandte Wandfläche der Heizkammer Reliefstrukturen, vorzugsweise im wesentlichen in Pressrichtung x verlaufende Rippen oder Nuten, insbesondere in Pressrichtung x ausgerichtete, spiralförmig die Wand der Heizkammer umlaufende Rippen oder Nuten aufweist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abkühlung des aus der Matrize (18) austretenden Profilstranges (40) Mittel zur Direktkühlung, vorzugsweise eine Kühleinrichtung (24) mit vollständiger Verdampfung des auf den Profilstrang (40) aufgetragenen Kühlmittels, vorgesehen sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Anlegen einer Zugkraft (k) an den Profilstrang (40) im Anschluss an die Matrize (18) und Kühleinrichtung (24) eine Auszieheinrichtung (44) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Anschluss an die Heizeinrichtung eine, vorzugsweise beheizte Umformkammer zum Pressen eines Profilstranges vorgesehen ist oder die Umformkammer Teil der Heizeinrichtung ist, und im Anschluss an die Umformkammer eine Kokille mit aktiver und/oder passiver Kühleinrichtung vorgesehen ist und in Pressrichtung x nach der Kokille vorzugsweise eine Matrize zur Endformung des Profilstranges angeordnet ist. 5
15. Verfahren zur Herstellung eines Profilstranges (40) aus einem Presskörper (36) aus einem wenigstens teilweise metallischen Werkstoff nach Anspruch 1, wobei der Presskörper (36) in die Rezipientenkammer (12) eines Rezipienten (10) eingeführt und mittels Stempel (32) unter Ausübung eines Pressdruckes über eine formgebende Umformkammer und/oder Matrize (18) zu einem Profilstrang (40) verpresst wird, und das Presskörpermaterial vor dem Verpressen zu einem Profilstrang (40) vorgewärmt wird, 10
- dadurch gekennzeichnet, dass** der Presskörper (36) aus der Rezipientenkammer (12) in die Heizkammer (22) einer Heizeinrichtung (25) geführt und über induktiv beheizte Heizkammerwände (26a, 26b) vorgewärmt wird und die Heizkammer (22) wenigstens einen ersten und zweiten Heizkammerabschnitt (22a, 22b) enthält, und der in Pressrichtung x zweite Heizkammerabschnitt (22b) unter Ausbildung einer Querschnittsverengung (9) einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als der vorangehende erste Heizkammerabschnitt (22a) und an der Querschnittsverengung entgegen der Pressrichtung x eine strömungsarme Zone ausgebildet wird, in welcher vorgewärmtes Presskörpermaterial zurückgehalten wird. 20
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Presskörpermaterial vorgewärmt und in einen teilfesten/teilflüssigen Zustand gebracht wird und das Presskörpermaterial beim Eintritt in die formgebende Umformkammer oder Matrize vorzugsweise einen Anteil an Flüssigphase von höchstens 70%, insbesondere von 20-60%, und vorteilhaft von 40-50%, enthält. 25
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Profilstrang (40) nach Austritt aus der Matrize (18) aktiv gekühlt wird, vorzugsweise durch vollständiges Verdampfen eines auf den Profilstrang aufgespritzten Kühlmittels. 30
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Presskörper (36) aus einer thixotropen Legierung, insbesondere aus einer thixotropen Aluminium- oder Magnesiumlegierung, aus einer nichtthixotropen Hartlegierung aus Aluminium oder Magnesium, insbesondere aus einer AlMg- oder MgAl-Legierung, oder aus einem partikel- oder faserverstärkten Aluminium- oder Magnesiumwerkstoff besteht. 35
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Presskörpermaterial im vorgewärmten Zustand in einer Umformkammer zu einem Profilstrang verpresst, durch eine gekühlte Kokille geführt und verfestigt und durch eine Matrize geführt und endgeformt wird. 40

Fig. 1a

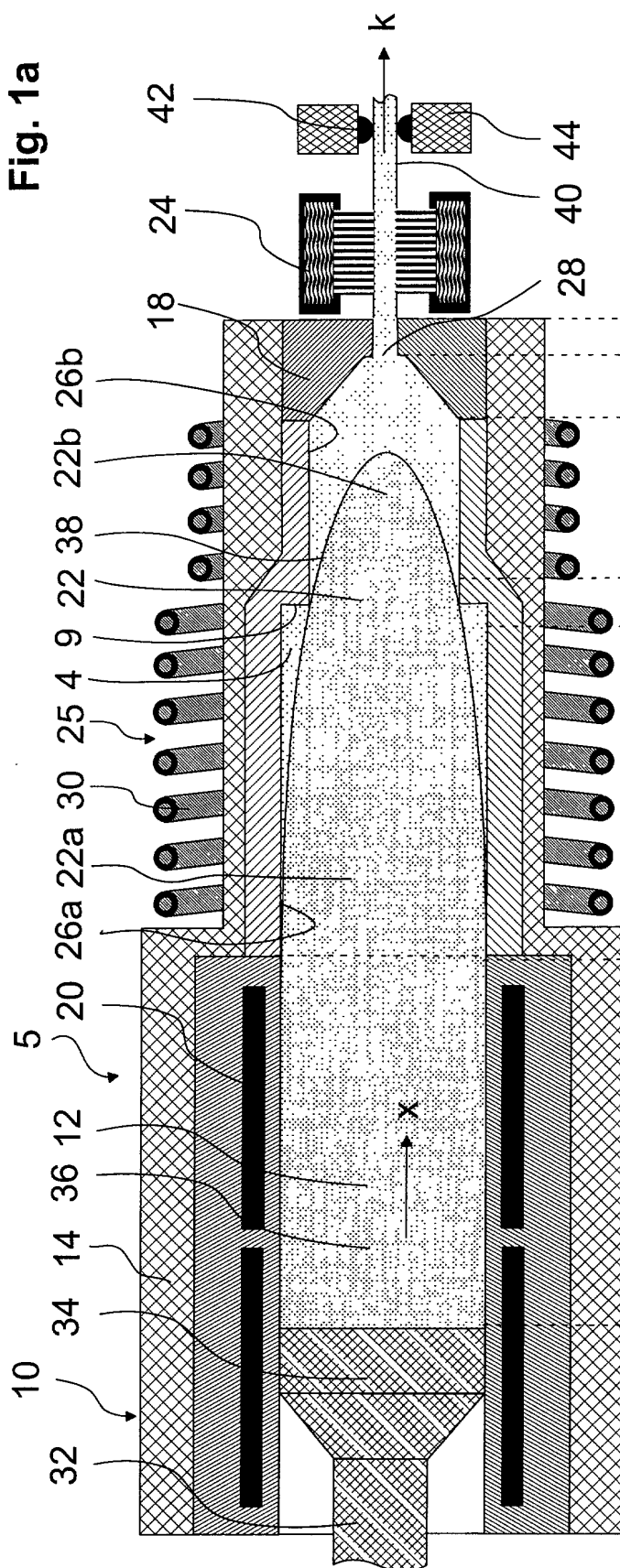
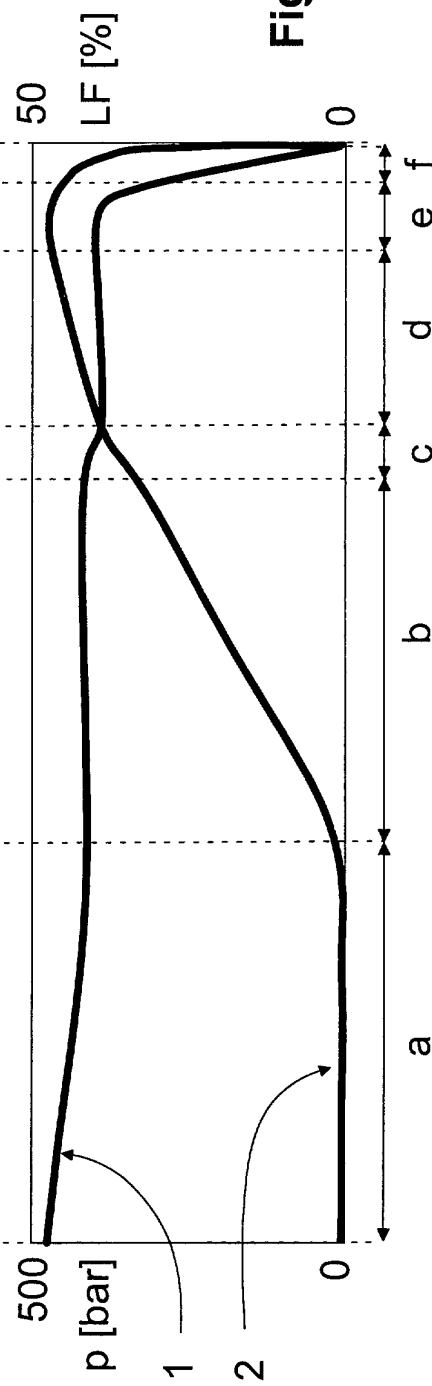


Fig. 1b





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0547

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	EP 0 839 589 A (ALUSUISSE LONZA SERVICES AG) 6. Mai 1998 (1998-05-06) * das ganze Dokument *	1,12, 14-19	B21C23/00 B21C29/00
A	GB 1 340 122 A (FUCHS GMBH) 12. Dezember 1973 (1973-12-12) * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 28; Abbildung 1 *	1,2,8	
A	US 3 668 748 A (DIVECHA AMARNATH P ET AL) 13. Juni 1972 (1972-06-13) * das ganze Dokument *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) & JP 08 243634 A (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD), 24. September 1996 (1996-09-24) * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 103 (M-0941), 26. Februar 1990 (1990-02-26) & JP 01 309717 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 14. Dezember 1989 (1989-12-14) * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B21C C22C B30B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 6. November 2001	Prüfer Ritter, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 01 81 0547

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0839589 A	06-05-1998	EP 0839589 A1	06-05-1998
		WO 9819803 A1	14-05-1998
		EP 0935504 A1	18-08-1999
		JP 2001503678 T	21-03-2001
		NO 992170 A	04-05-1999
GB 1340122 A	12-12-1973	DE 2008230 A1	02-09-1971
		FR 2083082 A5	10-12-1971
US 3668748 A	13-06-1972	KEINE	
JP 08243634 A	24-09-1996	KEINE	
JP 01309717 A	14-12-1989	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82