

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Februar 2006 (09.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/012807 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B22D 11/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001660

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juli 2004 (28.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FEDERAL-MOGUL WIESBADEN GMBH & CO.KG** [DE/DE]; Stielstrasse 11, 65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUSSE, Peter** [DE/DE]; Berensberger Winkel 26, 52072 Aachen (DE).
GROTE, Frank [DE/DE]; Osterfeldstrasse 6, 58300

Wetter (DE). **ANDLER, Gerd** [DE/DE]; Königsberger Strasse 18, 65307 Bad Schwalbach (DE).

(74) Anwalt: **FUCHS MEHLER WEISS & FRITZSCHE**; Postfach 4660, 65036 Wiesbaden (DE).

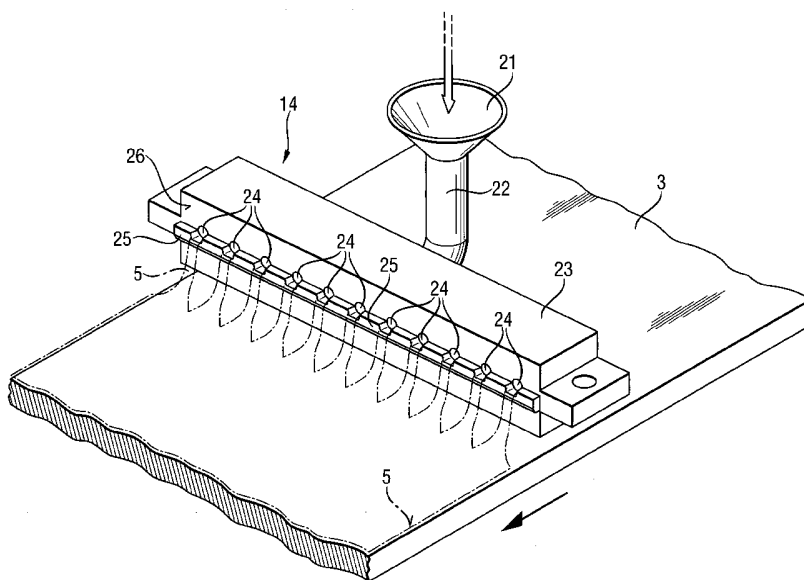
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING A STRIP-SHAPED COMPOSITE MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF FRICTION BEARINGS AND DEVICE FOR CARRYING OUT THE PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BANDFÖRMIGEN VERBUNDWERKSTOFFES FÜR DIE GLEITLAGERHERSTELLUNG UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: A process is disclosed for producing a strip-shaped composite material (4) for the production of friction bearings by continuous casting of a metal alloy (6) onto a strip-shaped substrate (3) that acts as a support material, in particular a steel substrate. The strip-shaped substrate (3) passes continuously through a production line comprising a plurality of processing stations. The strip-shaped substrate (3) is first pre-heated in a separate heating station (12), then passes through a casting station (13) in which the metal alloy (5) is cast upon the substrate, then cooled in a cooling station (16). Also disclosed is a device (1) for carrying out the process. The object of the invention is to provide a process and device which make a more cost-effective

production possible, in particular with higher productivity than in the prior art. This is achieved by a process of the generic type characterised in that the metal alloy (5) is cast in such a quantity that a friction bearing layer (6) is formed whose thickness in comparison with that of the finished friction bearing layer of the strip-shaped composite material (4) shows an upper deviation of maximum 20 %. The device is characterised in that the casting station (13) is equipped with a pouring device (14) with at least one outlet (24) designed in such a way that the metal alloy (5) can be applied to the substrate (3) at least at two points which are mutually spaced apart perpendicularly to the direction of movement of the strip-shaped substrate (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/012807 A1



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).

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

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*

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: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Metalllegierung (5) auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat (3) eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat (3) zunächst in einer separaten Aufheizstation (12) vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation (13) durchläuft, in der es mit der Metalllegierung (5) begossen wird, und darauf folgend in einer Abkühlstation (16) abgekühlt wird und des weiteren eine Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens. Es soll ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitgestellt werden, mit dem kostengünstiger gefertigt werden kann und das insbesondere eine höhere Produktivität aufweist als nach dem Stand der Technik bekannt. Erreicht wird dies durch ein Verfahren der gattungsbildenden Art, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Metalllegierung (5) in einer Menge vergossen wird, mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 20\%$ aufweist. Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Gießstation (13) mit einem Fließr (14) ausgestattet ist, dessen mindestens eine Austrittsöffnung (24) in der Art ausgebildet ist, dass die Metalllegierung (5) an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats (3) beabstandeten Stellen auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann.

**Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen
Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung und Vorrichtung
zur Durchführung des Verfahrens**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Flüssigkeit auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat, insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat zunächst in einer separaten Aufheizstation vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation durchläuft, in der es mit der Flüssigkeit begossen wird, und darauffolgend in einer Abkühlstation abgekühlt wird.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung mittels eines kontinuierlichen Aufgießens einer Flüssigkeit auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat, mit mehreren Bearbeitungsstationen, welche das bandförmige Substrat kontinuierlich durchläuft, wobei die Vorrichtung ausgestattet ist mit einer separaten Aufheizstation, in der das bandförmige Substrat zunächst vorerwärmt wird, mit einer Gießstation, in der das Substrat mit der Flüssigkeit begossen wird, und einer Abkühlstation, in der das mit der Flüssigkeit begossene Substrat abgekühlt wird.

Ein Verfahren der gattungsbildenden Art wird in der deutschen Patentschrift DE-AS 1 063 343 beschrieben, die eine besondere Ausbildung des Muffelofens, mit dem das bandförmige Substrat vorerwärmt wird, zum Gegenstand hat. Die DE-AS 1 063 343 lehrt,

dass eine schnellere Vorerwärmung des Substrats, somit eine Verkürzung der Aufwärmstrecke und folglich eine Reduzierung der für den Transport erforderlichen, am Substrat angreifenden Zugkräfte realisiert werden kann, wenn das Substrat beim Durchlauf durch die induktiv erhitze, gasdichte Glühmuffel neben der indirekten Aufheizung durch Strahlungswärme zusätzlich durch Induktion erhitzt wird, indem mittels eines zusätzlichen Induktionsfeldes ein Strom im Substrat erzeugt wird, der sich direkt in Wärme umwandelt. Hierzu wird der Muffelofen mit einem Muffelkörper aus hochhitzebeständigem, nichtmagnetischen Werkstoff, einer Wärmeisolierung, z.B. aus Schamottsteinen, und einer wassergekühlten Induktionsspule ausgestattet. Der in der DE-AS 1 063 343 beschriebene Muffelofen ist - mittlerweile als freier Stand der Technik - die bevorzugte Vorwärmvorrichtung bei dem in Rede stehenden Verfahren, wobei die Erwärmung vorteilhafterweise unter Schutzgasatmosphäre erfolgt, damit der verwendete Stahl nicht oxidiert.

Auch die DE-AS 1 063 343 geht wie die vorliegende Erfindung von einem Verfahren aus, bei dem das bandförmige Substrat zunächst in einer separaten Aufheizstation vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation durchläuft, in der es mit der Metalllegierung begossen wird, und darauffolgend in einer Abkühlstation abgekühlt wird. Zur Durchführung des Verfahrens kommt eine Vorrichtung der gattungsbildenden Art zum Einsatz.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass ein Schichtverbundwerkstoff, wie ihn beispielsweise ein mit einem Gleitlagerwerkstoff beschichtetes Substrat - vorzugsweise aus Stahl - darstellt, grundsätzlich auch im Walzverfahren hergestellt werden kann. Ein derartiges Verfahren beschreibt beispielsweise die EP 0 681 114 A2. Eine sich an das Plattieren anschließende Wärmebehandlung soll dabei als Folge von Diffusionsvorgängen die Bindefestigkeit zwischen Stahl und

Lagermaterial erhöhen. Bei diesem Verbundsystem handelt es sich im Gegensatz zu dem beanspruchten Verfahren um ein Walzplattierverfahren. Hierbei tritt als Folge des Walzdruckes eine mechanische Haftung durch Verzahnen der Oberflächen der beiden Werkstoffe ein. Eine nachfolgende Diffusionsglühung verstärkt zwar diese Bindung, führt aber nicht zu einer formschlüssigen Verbindung oder gar metallurgischen Bindung, wie dies beim Begießen, also dem Kontakt einer flüssigen Phase mit einer festen Phase, der Fall ist. Ein Walzplattierverfahren ist im Vergleich zu einem Begießungsverfahren zudem kostenintensiver, da das mittels Walzplattieren auf den Stahl aufgebrachte Band zunächst selbst in einem eigenen Gießverfahren hergestellt werden muss. Aus den genannten Gründen, insbesondere zur Erhöhung der Bindung zwischen Trägermaterial und Gleitlagerwerkstoff, werden zunehmend Begießungsverfahren eingesetzt.

Ein Verfahren der gattungsbildenden Art wird ebenfalls in der deutschen Offenlegungsschrift DE 198 01 074 A1 beschrieben. Das Trägermaterial wird auf eine Temperatur von 1000 bis 1100 °C vorgewärmt, um dann mit einer Lagerlegierung auf Kupfer-Zink- oder Kupfer-Aluminiumbasis, die eine Temperatur von 1000°C bis 1250°C aufweist, begossen zu werden. Anschließend wird der Schichtverbundwerkstoff innerhalb von 2 bis 4 Minuten von Gießtemperatur auf 100°C abgekühlt.

Bei den Verfahren nach dem Stand der Technik wird das bandförmige Substrat üblicherweise auf Rollen bevorratet, wobei die Vorrichtung zur Herstellung des bandförmigen Verbundwerkstoffes durch Abwickeln der Rollen kontinuierlich mit dem bandförmigen Trägermaterial versorgt wird. Dabei ist eine Schweißvorrichtung vorgesehen, die das Ende des Trägerbandes der einen Rolle mit dem Anfang des Bandes einer folgenden Rolle gewissermaßen zu einem Endlosband verbindet, wobei

eine aus mehreren Walzen aufgebaute Vorrichtung dafür sorgt, dass die Vorwärmvorrichtung und die sich anschließenden Bearbeitungsstationen während des Verbindungsprozesses in der Schweißvorrichtung weiterhin kontinuierlich mit Trägermaterial versorgt werden, so dass keine Stillstandzeiten auftreten. Hierzu werden die Walzen in der Art bewegt, dass sich der Weg des um die Walzen geführten Trägerbandes durch das Walzenwerk verkürzt und die dadurch freiwerdende Länge an Trägerband für die Versorgung der Anlage während des Schweißvorgangs genutzt werden kann.

Des Weiteren sind bei herkömmlichen Verfahren vor dem Erwärmen des Substrats Bearbeitungsstationen vorgesehen, in denen zum einen das Trägerband vorbehandelt, insbesondere gereinigt, entfettet und zu besserer Haftung der Gleitschicht aufgerauht, werden kann. Zum anderen wird das Trägerband bei den konventionellen Verfahren üblicherweise an seinen Rändern mit einer Bördelung versehen. Diese Bördelung dient der seitlichen Begrenzung des Trägerbandes und soll verhindern, dass die aufgegossene Metalllegierung über die Ränder des Substrats hinausfließt. Somit ist es auch Aufgabe der Bördelung, zu einer Ausbildung einer gleichmäßigen Gleitschichtdicke beizutragen. Die Bördelung, die aus fertigungstechnischen Gründen zur Verbesserung des Aufgießprozesses in das Trägerband eingebracht wird, muss vor der Verarbeitung des Verbundwerkstoffes zu Gleitlagern, Buchsen und Lagerschalen entfernt werden. Dabei kann die Bördelung bei einem Band mit einer Breite von 150 mm bis zu 30 % des Trägerbandes beanspruchen, was zu entsprechend hohen Mengen Materialabfall führt.

Nach dem Stand der Technik wird die Metalllegierung in der Gießstation mittig auf das Substrat aufgebracht und breitet sich ausgehend von der Mitte in einem Fließprozess zu den Seitenrändern des Trägerbandes hin aus. Dieser Fließprozess hat maßgeblichen

Einfluss auf die Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Substrat durch die Anlage gefördert werden kann, denn der Schmelze muss genügend Zeit gewährt werden, damit sie sich gleichmäßig über das Substrat bis zu den Rändern hin verteilen kann, bevor der Abkühlprozess folgen kann. Die Vorschubgeschwindigkeit hat unmittelbar Einfluss auf die Produktivität des Herstellungsverfahrens, weshalb bei der Weiterentwicklung des Verfahrens die Bemühungen grundsätzlich dahingehen sollten, die Vorschubgeschwindigkeit zu steigern und damit kostengünstiger produzieren zu können. Mit den nach dem Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren lassen sich Bandgeschwindigkeiten von maximal $v_B = 3,5 \text{ m/min}$ realisieren.

Bei herkömmlichen Verfahren wird in der Regel Öl als Kühlmittel in der Abkühlstation verwendet, wie dies auch der DE-AS 1 063 343 zu entnehmen ist. Der Grund hierfür ist darin zu finden, dass Gleitschichtlegierungen älterer Lagergenerationen nahezu ausschließlich bleihaltig waren. Diese bleihaltigen Legierungen erfordern hohe Abkühlraten, um ein homogenes Gefüge zu erhalten, weshalb Öl mit seiner im Vergleich zu Wasser hohen Wärmekapazität als bevorzugtes Kühlmittel eingesetzt wurde. Dabei wird die Unterseite des begossenen Substrats mit Öl bespritzt und auf diese Weise durch erzwungene Konvektion Wärme abgeführt. Nachteilig an dieser Art der Kühlung ist, dass aufgrund der sehr hohen Temperatur des Substrats nach dem Gießvorgang das Öl beim Auftreffen auf der Unterseite verkocht und gegebenenfalls zu einer ungewollten Aufkohlung des Substratbandes führt.

Im Anschluss an den Abkühlvorgang wird der Verbundwerkstoff bei herkömmlichen Verfahren mechanisch in der Art nachbearbeitet, dass einerseits die Unterseite des Substrats geschliffen und die Oberseite der Gleitschicht gefräst wird. Das Schleifen der Unterseite des Substrats dient in erster Linie der Reinigung und der Beseitigung von

Rückständen infolge Ölkühlung, wohingegen das Fräsen der Oberseite der Gleitschicht das Ziel hat, überschüssiges Gleitschichtmaterial abzutragen und die Dicke der Gleitschicht näher an ihr Sollmaß heranzuführen. Wird eine übliche Gleitschichtdicke des endbearbeiteten Verbundwerkstoffes von $0,35 \text{ mm} \pm 0,15 \text{ mm}$ zugrundegelegt, beträgt die Gleitschichtdicke des begossenen Substrats nach der Abkühlung und vor der Nachbearbeitung bei den herkömmlichen Verfahren etwa 2 mm. Bei Verfahren nach dem Stand der Technik wird somit ungefähr eine vier- bis zehnmal so große Menge an Gleitschichtmaterial d.h. Metalllegierung auf das Substrat aufgebracht wie letztlich tatsächlich zur Ausbildung einer ausreichenden Gleitschicht benötigt wird. Das überschüssige Material muss wieder abgetragen werden. Dies führt einerseits zur der Notwendigkeit, eine Nachbearbeitungsstation zum Abtrag des überschüssigen Materials vorzusehen und somit zu zusätzlichen Kosten, und andererseits zu einer erheblichen Abfallmenge an Gleitschichtmaterial, was sich ebenfalls kostensteigernd auf den Produktionsprozess auswirkt.

Am Ende der Fertigungsstraße durchläuft der bandförmige Verbundwerkstoff sogenannte Dressierwalzen, mit denen die Gleitlagerschicht durch Warmwalzen weiter geglättet wird. In Abhängigkeit von der verwendeten Metalllegierung wird eine vorhandene Bördelung vom Verbundmaterial entweder vorher abgetrennt oder bei Metalllegierungen, bei denen beim Aufwickeln die Gefahr besteht, dass die Wicklungen aneinander haften und verkleben, am Verbundband belassen.

Aus der DE 198 61 160 C1 ist ein Schichtverbundwerkstoff in Form eines gießplattierten Stahlbandes bekannt. Um den Schichtverbundwerkstoff auf Endmaß zu bringen, werden 5 bis 15 % der Lagermetalldicke abgefräst.

Die DE 196 51 324 A1 beschreibt ein Verfahren zur Erzeugung von umhüllten Stranggießprodukten. Eine flüssige Metallschmelze, z. B. Stahl, wird mit einem Metall-Flachprodukt, z. B. ebenfalls aus Stahl, in Kontakt gebracht und verschweißt. Als Vorteil dieses Verfahrens wird die frei wählbare End- und Beschichtungsdicke genannt.

Aus der WO 95/17987 geht ein Verfahren hervor, mit dem auf einem Transportband ein endabmessungsnahes Metallband hergestellt wird. Was unter endabmessungsnah verstanden wird, wird nicht mitgeteilt.

Die DE-OS 21 30 421 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von metallischen Verbundmaterialien. Zwei flüssige Metalle werden gleichzeitig zu einer Zerstäubungseinrichtung geleitet, um einen feinen Sprühstrahl aus zerstäubten Teilchen der Metalle zu bilden. Zum Zerstäuben werden Stickstoffstrahlen eingesetzt.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Metalllegierung auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat, insbesondere aus Stahl, bereitzustellen, bei dem das bandförmige Substrat eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat zunächst in einer separaten Aufheizstation vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation durchläuft, in der es mit der Metalllegierung begossen wird, und darauffolgend in einer Abkühlstation abgekühlt wird, und mit dem kostengünstiger gefertigt werden kann und das insbesondere eine höhere Produktivität aufweist als herkömmliche Verfahren.

Eine weitere Teilaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

Gelöst wird die erste Teilaufgabe durch ein Verfahren gemäß einer ersten Alternative, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die Flüssigkeit, mit der eine Gleitlagerschicht ausgebildet wird, in der Gießstation an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats beabstandeten Stellen auf das Substrat aufgebracht wird, wobei die Flüssigkeit in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes höchstens ein Übermaß $\leq 30\%$, insbesondere $\leq 20\%$ aufweist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Flüssigkeit zu einer - gegenüber herkömmlichen Verfahren - dünnen Schicht vergossen wird. Dabei wird bereits beim Aufgießen der Gleitschichtlegierung eine Schichtdicke der Gleitschicht angestrebt, die gegenüber der Gleitlagerschicht des endbearbeiteten, bandförmigen Verbundwerkstoffes ein nur geringes Übermaß aufweist, also schon möglichst nahe an dem Sollmaß der Gleitlagerschicht liegt. Im Vergleich zu den nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren, bei denen nicht selten die vier- bis zehnfache Menge an Metallschmelze zur Ausbildung einer Gleitschicht vergossen werden, bedeutet dies eine erhebliche Materialersparnis und damit eine spürbare Kostensenkung.

Die Kosten werden aber nicht nur infolge der reinen Materialersparnis als solcher gesenkt. Dadurch dass wesentlich weniger Material bereitgestellt und vergossen wird, muss auch wesentlich weniger Gleitlagermaterial aufbereitet d.h. geschmolzen werden, was zu einer erheblichen Energieeinsparung im Rahmen des Schmelzprozesses führt. Ebenso muss auch entsprechend weniger Material abgekühlt werden, wodurch die Kühlstrecke verkürzt und/oder die

Vorschubgeschwindigkeit erhöht und damit die Produktivität gesteigert werden kann.

Zudem entfällt das Abtragen des überschüssigen Materials mittels Fräsen. Das Entfallen dieser Nachbearbeitungsstation verkürzt die Fertigungszeiten weiter und mit dem nicht mehr erforderlichen Bearbeitungsschritt entfallen auch die durch diesen verursachten Kosten.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen von der durch den Aufgießprozess generierten Gleitschicht kein Material mehr abgetragen wird und das bandförmige Verbundmaterial zur Glättung der Oberfläche lediglich eine Vorrichtung mit Dressierwalzen durchläuft.

Dadurch, dass die Flüssigkeit in der Gießstation an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats beabstandeten Stellen auf das Substrat aufgebracht wird, kann sich die vergossene Flüssigkeit schneller als bei herkömmlichen Verfahren, bei denen die Schmelze mittig auf das Substrat aufgebracht wird, verteilen, weil die Wegstrecken, die die Schmelze bis zu den Seitenrändern des Trägerbandes zurückzulegen hat, verkleinert und damit die für den Fließprozess d.h. die Benetzung der Substratoberfläche benötigte Zeit verringert wird. Dies führt dazu, dass die Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Substratband durch die Anlage gezogen wird, erhöht werden und damit kostengünstiger produziert werden kann. Diese konkrete Ausführung des Verfahrens trägt also maßgeblich zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe bei, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem kostengünstiger gefertigt werden kann und das insbesondere eine höhere Produktivität aufweist als herkömmliche Verfahren.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Gießstation ein Fließler verwendet wird, der über mindestens zwei zueinander beabstandete Austrittsöffnungen verfügt, über die die Flüssigkeit jeweils strahlenförmig auf das Substrat aufgebracht wird. Dabei wird der Fließler vorzugsweise in der Art positioniert, dass die Austrittsöffnungen weniger als 50 mm oberhalb der zu benetzenden Substratoberfläche zu liegen kommen, wodurch eine unerwünschte Turbulenz der vergossenen Schmelze vermieden bzw. in vertretbaren Grenzen gehalten wird. Die Turbulenz der durch das Aufgießen erzeugten Schmelzströmung hat Einfluss auf die Qualität der ausgebildeten Gleitschicht und auf deren Oberflächenbeschaffenheit. Je weniger turbulent die Strömung ist, desto weniger variiert die Dicke der Gleitschicht d.h. desto gleichmäßiger kann eine Gleitschicht ausgebildet werden, was sich positiv auf das zu veranschlagende Übermaß an zu vergießender Metalllegierung beim Begießen des Substrats bemerkbar macht und die Nachbearbeitung verringert.

Gelöst wird die erste Teilaufgabe durch ein Verfahren gemäß einer zweiten Alternative, das dadurch gekennzeichnet ist, dass in der Gießstation ein Fließler verwendet wird, der über mindestens eine spaltförmige Austrittsöffnung verfügt, über die die Flüssigkeit in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht wird, und dass die Flüssigkeit, mit der eine Gleitlagerschicht ausgebildet wird, in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes höchstens ein Übermaß $\leq 30\%$, insbesondere $\leq 20\%$ aufweist.

Diese Ausbildung des Fließlers kommt einem Fließler gleich, der über eine Vielzahl von zueinander beabstandeten Austrittsöffnungen verfügt, die gewissermaßen miteinander in Verbindung stehen.

Vorteilhaft sind insbesondere Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Gießstation ein Fließler verwendet wird, der über eine spaltförmige Austrittsöffnung verfügt, die sich über die gesamte Breite des zu begießenden Substrats erstreckt, so dass die Flüssigkeit in Form eines der Breite des bandförmigen Substrats entsprechenden Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht wird.

Hierdurch werden die Wegstrecken, die die Schmelze bis zu den Seitenrändern des Trägerbandes zurückzulegen hat, eliminiert und damit die für den Fließprozess d.h. die Benetzung der Substratoberfläche benötigte Zeit weiter verringert, weshalb die Vorschubgeschwindigkeit weiter gesteigert werden kann.

Vorzugsweise wird die Flüssigkeit, mit der eine Gleitlagerschicht ausgebildet wird, in einer Menge vergossen, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes höchstens ein Übermaß $\leq 10\%$ aufweist.

Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Substrat mit einer Bandgeschwindigkeit $v_B \geq 5$ m/min, vorzugsweise mit einer Bandgeschwindigkeit $v_B \geq 7$ m/min gefördert wird. Dies stellt gegenüber dem Stand der Technik eine Steigerung der Bandgeschwindigkeit und folglich auch der Produktivität von bis zu 100% und mehr dar, wobei die im Stahlband auftretenden Zugkräfte eine vertretbare Größe nicht überschreiten.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Abkühlstation als Kühlmittel Wasser verwendet wird. Insbesondere die leichte Verfügbarkeit, die geringen Kosten und die Umweltverträglichkeit von Wasser führen dazu, dass Wasser bevorzugt als Kühlmittel eingesetzt wird. Wie bereits eingangs beschrieben, wird nach dem Stand der Technik überwiegend Öl als Kühlmittel eingesetzt,

da bleihaltige Lagerlegierungen eine schnelle Abkühlung und damit ein Kühlmittel mit hoher Wärmekapazität benötigen. Auf Blei als Bestandteil des Lagers wird aber zunehmend verzichtet. Die Gründe hierfür sind vielschichtig. Zum einen ist man bemüht, Blei aus der Recyclingkette von Altmetall zu entfernen, wobei ein Zerlegen beispielsweise der Verbrennungskraftmaschine vor der Wiederverwertung zur Entsorgung der bleihaltigen Teile unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht zielführend ist, so dass nur die Verwendung bleifreier Bauteile bei der Fertigung einen Lösungsansatz bietet. Aber auch die gesundheitliche Belastung der Arbeiter mit Bleistäuben während der Fertigung ist ein Grund auf Blei bei der Lagerherstellung zu verzichten.

Aber auch bleihaltige Lagerlegierungen können bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahren mit Wasser abgekühlt werden, da nur dünne Schichten vergossen werden und damit - im Vergleich zu den nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren - wesentlich weniger Materialmasse abgekühlt werden muss, wofür in gewissen Anwendungsfällen die Wärmekapazität von Wasser als ausreichend anzusehen ist.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die eine Vielzahl von Begrenzungswänden aufweisende Abkühlstation mittels Wasser in der Art gekühlt wird, dass die Wärme von den Begrenzungswänden durch Konvektion an das Wasser abgeführt wird, wobei die Abkühlung des begossenen Substrats über Wärmeabgabe durch Wärmestrahlung an die Begrenzungswände der Abkühlstation erfolgt. Bei dieser Ausführungsform kommt das begossene Substrat selbst nicht mit dem Kühlmittel in Berührung. Das Kühlmittel kühlt den Verbundwerkstoff indirekt, indem das Substrat und die auf ihm aufgegossene Gleitschicht Wärme durch Wärmestrahlung an die Begrenzungswände der Abkühlstation abgeben und diese Begrenzungswände dann wiederum durch Wärmeabgabe an das

Kühlmittel gekühlt werden. Insbesondere bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, mit dem dünne Gleitschichten vergossen werden, ist es vorteilhaft die Unterseite des Substrats nicht direkt mit einem Kühlmittelstrahl zu beaufschlagen und damit Gefahr zu laufen, dass sich die Gleitschicht infolge dieser Krafteinwirkung noch nachträglich verformt.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Substrat zur zusätzlichen Abkühlung auf der Unterseite mit einem Schutzgas, vorzugsweise mit einer Wasserstoff-Stickstoff-Mischung, angesprüht wird. Zusammen mit der Abkühlung durch Wärmestrahlung kann durch diese zusätzliche konvektive Wärmeabfuhr mittels Schutzgas die Abkühlrate erhöht werden ohne Gefahr zu laufen, dass der Verbundwerkstoff mit dem Kühlmittel reagiert.

Vorteilhaft können aber in gewissen Anwendungsfällen, in denen sehr hohe Abkühlraten gefordert werden, Ausführungsformen des Verfahrens sein, bei denen in der Abkühlstation als Kühlmittel Öl verwendet wird, wobei das Substrat in der Abkühlstation vorzugsweise auf der Unterseite mit Öl angesprüht wird. Auch eine Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit, die eine schnellere Abkühlung erforderlich machen würde, könnte den Einsatz von Öl als Kühlmittel erforderlich machen.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Gießstation Seitenbegrenzer eingesetzt werden, die das bandförmige Substrat seitlich in der Art begrenzen, dass die aufgegossene Metalllegierung das Substrat seitlich nicht verlassen kann. Damit entfällt die nach dem Stand der Technik vorgesehene Bördelung und mit der Bördelung folglich die Vorrichtung zum Einbringen der Bördelung in das Substrat und ebenso die Vorrichtung zur Abtrennung der Bördelung nach der Fertigung. Des Weiteren führt der Einsatz separater und

externer Seitenbegrenzer zu einer erheblichen Materialeinsparung und damit zu einer Kostensenkung, was auch zur Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe beiträgt.

Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Gießstation als Seitenbegrenzer ein sich mit dem Substrat mitbewegendes Band eingesetzt wird, wobei vorzugsweise als Band ein endloses Band oder ein Einwegband eingesetzt wird. Vorteilhafterweise werden zur Führung des bandförmigen Seitenbegrenzers Spulen bzw. Rollen eingesetzt, wobei auf jeder Seite des Substrats zwei Spulen vorgesehen sind, von denen eine vor der Gießstation und die andere hinter der Abkühlvorrichtung positioniert ist. Die Spulen können dabei auch gleichzeitig als Antrieb genutzt werden, wobei sich das Band vorteilhafterweise mit derselben Geschwindigkeit bewegt wie das Substrat. Im Falle eines Endlosbandes wird das Band an den Spulen bzw. Rollen - ähnlich dem Prinzip einer Kettensäge - jeweils umgelenkt und zurückgeführt, wohingegen beim Einsatz von Einwegband eine Spule, von der das Band abgewickelt wird, zur Bevorratung des Bandes und die andere Spule hinter der Abkühlstation zur Aufnahme des benutzten Bandes d.h. zum Aufwickeln dient.

Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Seitenbegrenzer ein Schild eingesetzt wird. Bei dieser Ausführungsform entfällt die bei dem bandförmigen Seitenbegrenzer notwendige Führungsmechanik mit Rollen.

Die zweite Teilaufgabe, eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahren bereitzustellen, wird gelöst durch eine Vorrichtung mit mehreren Bearbeitungsstationen, welche das bandförmige Substrat kontinuierlich durchläuft, wobei die Vorrichtung ausgestattet ist mit einer separaten Aufheizstation, in der das bandförmige Substrat zunächst vorerwärmt wird, mit einer Gießstation,

in der das Substrat mit der Flüssigkeit begossen wird, und einer Abkühlstation, in der das mit der Flüssigkeit begossene Substrat abgekühlt wird, und die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gießstation mit einem Fließler ausgestattet ist, dessen mindestens zwei Austrittsöffnungen in der Art ausgebildet sind, dass die Flüssigkeit an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats beabstandeten Stellen auf das Substrat aufgebracht werden kann.

Wie bereits oben im Zusammenhang mit dem Verfahren ausführlich erläutert wurde, wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung sichergestellt, dass sich die vergossene Flüssigkeit schneller als bei herkömmlichen Verfahren, bei denen die Schmelze mittig auf das Substrat aufgebracht wird, verteilt, da die Wegstrecken, die die Schmelze bis zu den Seitenrändern des Trägerbandes zurückzulegen hat, verkleinert wird. Dies führt dazu, dass die Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Substratband durch die Anlage gezogen wird, erhöht wird und damit kostengünstiger produziert werden kann.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen der Fließler über mindestens zwei zueinander beabstandete Austrittsöffnungen verfügt, über die die Flüssigkeit jeweils strahlenförmig auf das Substrat aufgebracht wird.

Vorteilhafterweise sind bei Ausführungsformen des Fließlers mit zwei Austrittsöffnungen diese Austrittsöffnungen um die halbe Breite des Substratbandes beabstandet, so dass sich der maximale Fließweg der Schmelze auf ein Viertel der Substratbreite verkleinert. An dieser Stelle sei auch angemerkt, dass die Schmelze nicht durch das sich relativ zum Fließler bewegendes Substratband aus der Einspeisevorrichtung

gezogen wird, sondern die Schmelze gezielt durch Einstellung eines Überdruckes gefördert und vergossen wird.

Gemäß einer zweiten Alternative ist eine Vorrichtung vorgesehen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gießstation mit einem Fließler ausgestattet ist, der über mindestens eine spaltförmige Austrittsöffnung verfügt, über die die Flüssigkeit in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht werden kann.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen der Fließler über eine spaltförmige Austrittsöffnung verfügt, die sich über die gesamte Breite des zu begießenden Substrats erstreckt, so dass die Flüssigkeit in Form eines der Breite des bandförmigen Substrats entsprechenden Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht werden kann. Durch diese besondere Ausbildung des Fließlers werden die von der Flüssigkeit zurückzulegenden Wege weiter verkürzt.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen die Abkühlstation mit einer Wasserkühlung ausgestattet ist, wobei die Wärme vom beschichteten Band über Strahlung abgegeben wird. Wasser ist grundsätzlich schon aus ökologischen Gründen ein bevorzugtes Kühlmittel. Vorzugsweise ist die Abkühlstation zur Kühlung des Substrats mit einer Vorrichtung ausgestattet, mit der die Unterseite des Substrats mit einem Schutzgas, vorzugsweise mit einer Wasserstoff-Stickstoff-Mischung, ansprühbar ist. Diese zusätzliche Kühlung über Konvektion ist insbesondere vorteilhaft zur Erzielung hoher Abkühlraten.

Vorteilhaft sind aber in gewissen Anwendungsfällen auch Ausführungsformen, bei denen die Abkühlstation mit einer Ölkühlung ausgestattet ist, wobei vorzugsweise die Abkühlstation zur Kühlung des Substrats mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, mit der die Unterseite

des Substrats mit Öl ansprühbar ist. Je nach Dicke der vergossenen Gleitschicht bzw. der Dicke des verwendeten Trägermaterials und gegebenenfalls abhängig davon, ob es sich um eine bleihaltige oder bleifreie Lagerlegierung handelt, ist Öl mit seiner gegenüber Wasser höheren Wärmekapazität die bevorzugte Kühlflüssigkeit.

Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen die Gießstation mit Seitenbegrenzern ausgestattet ist, die das bandförmige Substrat seitlich in der Art begrenzen, dass die aufgegossene Metalllegierung das Substrat seitlich nicht verlassen kann. Diese Seitenbegrenzer übernehmen die Aufgabe der nach dem Stand der Technik in das Substrat eingebrachten Bördelung, auf die dann verzichtet werden kann, was zu erheblichen Materialeinsparungen führt. Grundsätzlich sollte eine Seitenbegrenzung vorgesehen werden, da sonst die Schmelze das Substrat über die Seitenränder hinaus verlassen kann und die Schichtdicke zu den Rändern hin progressiv abnehmen würde, so dass diese Randbereiche für eine spätere Gleitlagerherstellung unbrauchbar wären. Gerade bei dem erfindungsgemäßen Vergießen dünner Schichten ist aber die Ausbildung einer gleichmäßigen Schicht erforderlich.

Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen, bei denen der Seitenbegrenzer ein sich mit dem Substrat mitbewegendes Band umfasst, wobei das Band ein endloses Band oder ein Einwegband sein kann. Ebenso kann als Seitenbegrenzer ein Schild eingesetzt werden. Im Hinblick auf diese vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird auf die oben in Zusammenhang mit dem Verfahren gemachten Ausführungen und die Figurenbeschreibung verwiesen.

Bevorzugt werden elastische Seitenbegrenzer vorgesehen, um die Toleranzen der Bandbreite auszugleichen. Außerdem sollte der

Seitenbegrenzer aus einem Material sein, das eine schlechte Benetzbarkeit gegenüber den verwendeten Metallen zeigt bzw. damit beschichtet sein.

Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Band ein keramisches, elastisches Band verwendet wird. Wegen seiner Hochtemperaturfestigkeit, seiner Korrosionsbeständigkeit, seiner schlechten Benetzbarkeit d.h. geringen Klebeneigung mit flüssigem Metall und seiner chemischen Resistenz eignet sich Keramik als Werkstoff im vorliegenden Anwendungsfall besonders. Als keramische Werkstoffe können dabei Karbide, wie SiC und B₄C, Oxide, wie Al₂O₃, BeO und ZrO₂, Nitride, wie AlN, BN und Si₃N₄, oder Boride, wie TiB₂, zum Einsatz kommen. Darüber hinaus erweist sich die Abriebfestigkeit von Keramik dahingehend als vorteilhaft, dass die Schmelze nicht durch abgeriebenes Bandmaterial kontaminiert wird.

Vorzugsweise handelt es sich um ein aus Fasern aufgebautes Band, bei dem die Keramik in Form von Fasern in ein faserförmiges Trägermaterial, beispielsweise Titan, eingebracht wird. Derartige Bänder können bei Temperaturen bis 1300°C eingesetzt werden.

Vorteilhaft sind aber auch Ausführungsformen, bei denen der Seitenbegrenzer ein Schild ist. Dieser Schild wird dann über Halter an den Seiten des Trägerbandes zur Anlage gebracht, wo es während des Aufgießprozesses und des Abkühlprozesses zumindest bis zur Abkühlung der Metalllegierung unter Liquidustemperatur als Seitenbegrenzer dient.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von sieben Zeichnungsfiguren näher erläutert. Hierbei zeigt:

- Fig.1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes, in der Seitenansicht,
- Fig.2a eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Fließers, in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig.2b eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines Fließers, in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig.3a eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Seitenbegrenzung in einer Seitenansicht, teilweise geschnitten,
- Fig.3b, 3c schematische Darstellungen zweier Ausführungsbeispiele der Seitenbegrenzung in der Draufsicht, teilweise geschnitten,
- Fig.3d die in Figur 3a dargestellte Seitenbegrenzung im Querschnitt, und
- Fig.4 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Seitenbegrenzung im Querschnitt,

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung 1 zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes 4 in der Seitenansicht. Das Substratband 3 durchläuft diese Vorrichtung 1 von links nach rechts. Es wird auf Spulen bzw. Rollen 2 bevorratet und mit Hilfe von Antriebswalzen 20 durch die Anlage 1 gefördert.

Es sind eine Schneidstation 7 und eine Schweißstation 8 vorgesehen, die das Ende des Trägerbandes bzw. des Substrats 3 der einen Rolle 2 mit dem Anfang des Bandes 3 einer nachfolgenden Rolle 2 gewissermaßen zu einem Endlosband verbindet, wobei eine aus mehreren Walzen aufgebaute Vorrichtung 9 dafür sorgt, dass die Aufheizstation 12 bzw. die sich anschließenden Bearbeitungsstationen 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18 und 19 während des Verbindungsprozesses in der Schweißstation 8 weiterhin kontinuierlich mit Trägermaterial 3 versorgt werden, so dass keine Stillstandzeiten auftreten. Hierzu werden die Walzen in der Art bewegt, dass sich der Weg des um die Walzen geführten Trägerbandes bzw. Substrats 3 durch das Walzenwerk 9 verkürzt und die dadurch freiwerdende Länge an Substrat 3 für die Versorgung der Anlage 1 während des Schweißvorgangs genutzt werden kann.

Vor dem Erwärmen des Substrats 3 in der Aufheizstation 12 sind noch zwei weitere Bearbeitungsstationen 10, 11 vorgesehen. Zunächst durchläuft das Trägerband bzw. das Substrat 3 eine Anordnung von Richtwalzen 10, welche das auf den Spulen bzw. Rollen 2 bevorratete Substrat 3 in die für den Aufgießprozess gewünschte Form bringen. Daran schließt sich eine Reinigungsstation 11 an, in der das Trägerband bzw. das Substrat 3 vorbehandelt, insbesondere gereinigt, entfettet und zu besserer Haftung der Gleitschicht aufgeraut, wird. Eine Vorrichtung zum Anbringen der Bördelung am Trägerband bzw. am Substrat 3 entfällt bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, da externe Seitenbegrenzer zum Einsatz kommen.

Nach dem Erwärmen des Substrats 3 in der Aufheizstation 12 mittels einem induktiven Muffelofen auf ungefähr 1100°C mündet das Trägerband bzw. das Substrat 3 in die Gießkammer 15. Hier wird die überhitzte Metalllegierung 5, die in etwa dieselbe Temperatur aufweist

wie das vorgewärmte Substrat 3, mittels eines Fließers 14 auf dieses aufgebracht.

Die Metalllegierung 5 breitet sich ausgehend von den Aufbringstellen, in denen sie auf das Substrat aufgebracht wurde, in einem Fließprozess zu den Seitenrändern des Trägerbandes bzw. des Substrates 3 hin aus. Dieser Fließprozess hat maßgeblichen Einfluss auf die Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Substrat 3 durch die Anlage 1 gefördert werden kann, denn der Schmelze muss genügend Zeit gewährt werden, damit sie sich gleichmäßig über das Substrat 3 bis zu den Rändern hin verteilen kann, bevor der Abkühlprozess folgt. Die Vorschubgeschwindigkeit hat unmittelbar Einfluss auf die Produktivität des Herstellungsverfahrens. Mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren - insbesondere aufgrund der besonderen Ausbildung des Fließers 14 - lassen sich Bandgeschwindigkeiten von $v_B > 7 \text{ m/min}$ realisieren.

Im Anschluss an die Gießstation 13 durchläuft das Trägerband bzw. das Substrat 3 mit der auf ihm vergossenen Metalllegierung 5 die Abkühlstation 16, eine Nachbearbeitungsstation 17, in der beispielsweise eine Reinigung stattfindet, und eine Vorrichtung mit Dressierwalzen 18, in denen die Gleitschicht 6 des hergestellten Verbundwerkstoffes 4 geglättet wird, um am Ende der Fertigungsstraße abermals auf einer Spule bzw. Rolle 2 aufgewickelt und bevorratet zu werden. Der endlos hergestellte Verbundwerkstoff 4 wird mittels Schneidestation 19 entsprechend der gewünschten Größe der Rollen 2 abgelängt.

Figur 2a zeigt schematisch eine erste Ausführungsform eines Fließers 14 in einer perspektivischen Darstellung. Der Fließer 14 wird mittels eines Zuführkanals 22 aus der Speiservorrichtung 21 mit einer überhitzten Metalllegierung 5 versorgt. Der Zuführkanal 22 mündet

mittig in den Fließerkopf 23. Die sich im Innern des Fließers 14 über die gesamte Breite des Fließerkopfes 23 ausbreitende Metallschmelze wird über insgesamt elf Austrittsöffnungen 24 strahlenförmig auf das Substrat 3 aufgebracht. Dabei sind die Austrittsöffnungen 24 regelmäßig zueinander beabstandet und an der Stirnseite 26 des Fließers 14 positioniert.

Der Fließer 14 wird vorzugsweise in der Art positioniert, dass die Austrittsöffnungen 24 weniger als 50 mm oberhalb der zu benetzenden Oberfläche des Substrats 3 zu liegen kommen, wodurch eine unerwünschte Turbulenz der vergossenen Schmelze vermieden bzw. in vertretbaren Grenzen gehalten wird. Zudem ist ein so genannter Kamm 25 an der Stirnseite 26 vorgesehen, um die aus den Austrittsöffnungen 24 austretende Schmelzströmung weiter zu leiten. Dies hat sich als vorteilhaft bei der Ausbildung einer gleichmäßigen Gleitschicht herausgestellt. Der Fließer 14 kann in einer bevorzugten Ausführungsform auch direkt beheizt werden, um ein Abkühlen der Schmelze und ein Verstopfen der Austrittsöffnungen 24 zu vermeiden.

Figur 2b zeigt schematisch eine zweite vorteilhafte Ausführungsform eines Fließers 14 in einer perspektivischen Darstellung. Dieser Fließer 14 ist mit einer spaltförmigen Austrittsöffnungen 24 versehen, über die die geschmolzene Metalllegierung in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat 3 aufgebracht wird. Die spaltförmige Austrittsöffnung 24 erstreckt sich über die gesamte Breite des zu begießenden Substrats 3, so dass die geschmolzene Metalllegierung 5 in Form eines der Breite des bandförmigen Substrats 3 entsprechenden Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht wird. Hierdurch werden die Wegstrecken, die die Schmelze bis zu den Seitenrändern des Trägerbandes bzw. des Substrats 3 zurückzulegen hat, eliminiert und damit die für den Fließprozess d.h. die Benetzung der Substratoberfläche 3 benötigte

Zeit weiter verringert, weshalb die Vorschubgeschwindigkeit weiter gesteigert werden kann.

Figur 3a zeigt in einer schematischen Darstellung eine erste Ausführungsform einer Seitenbegrenzung 27 in einer Seitenansicht, teilweise geschnitten. Der in der Gießkammer 15 positionierte Fließer 14 wird von der Speiservorrichtung 21 über den Zuführkanal 22 mit überhitzter Metallschmelze 5 versorgt und trägt über eine spaltförmige Austrittsöffnung 24 die geschmolzene Legierung 5 auf das bandförmige Substrat 3 auf.

In der Gießstation 13 werden externe Seitenbegrenzer 27 eingesetzt, die das bandförmige Substrat 3 seitlich in der Art begrenzen, dass die aufgegossene Metalllegierung 5 das Substrat 3 seitlich nicht über die Ränder hinaus verlassen kann. Damit entfällt die nach dem Stand der Technik vorgesehene Bördelung und mit der Bördelung folglich die Vorrichtung zum Einbringen der Bördelung in das Substrat und ebenso die Vorrichtung zur Abtrennung der Bördelung nach der Fertigung. Des Weiteren führt der Einsatz separater und externer Seitenbegrenzer zu einer erheblichen Materialeinsparung und damit zu einer Kostensenkung.

Bei der in Figur 3a dargestellten Ausführungsform werden Bänder 28, 29 als Seitenbegrenzung 27 eingesetzt, wie aus den Figuren 3b und 3c, welche die in Figur 3a dargestellte Seitenbegrenzung in der Draufsicht zeigt, leicht ersichtlich ist.

Dabei zeigt Figur 3b sowohl die Ausführungsform, bei der ein Endlosband 29 als bandförmiger Seitenbegrenzer 27 zum Einsatz kommt und die Figur 3c zeigt die Ausführungsform, bei der ein Einwegband 28 als bandförmiger Seitenbegrenzer 27 dient.

Zur Führung der bandförmigen Seitenbegrenzer 27 werden Spulen 31 bzw. Rollen 31a eingesetzt, wobei auf jeder Seite des Substrats 3 zwei Spulen 31 bzw. Rollen 31a vorgesehen sind, von denen eine vor der Gießstation 13 und die andere hinter der Abkühlvorrichtung positioniert ist. Die Spulen 31 bzw. Rollen 31a können dabei auch gleichzeitig als Antrieb genutzt werden, wobei sich das Band 28, 29 vorteilhafterweise mit derselben Geschwindigkeit wie das Substrat 3 bewegt. Im Falle eines Endlosbandes 29 wird das Band 29 an den Rollen 31a – ähnlich dem Prinzip einer Kettensäge – jeweils umgelenkt und zurückgeführt, wohingegen beim Einsatz von Einwegband 28 eine Spule 31, von der das Band 28 abgewickelt wird, zur Bevorratung des Bandes 28 und die andere Spule 31 hinter der Abkühlstation zur Aufnahme des benutzten Bandes 28 d.h. zum Aufwickeln dient.

Gut zu erkennen ist, wie sich die Metallschmelze 5 ausgehend vom Fließler 14 über das Substrat 3 bis hin zu den Rändern d.h. den Seitenbegrenzern 27 verteilt.

Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Band ein keramisches, elastisches Band verwendet wird. Wegen seiner Hochtemperaturfestigkeit, seiner Korrosionsbeständigkeit, seiner schlechten Benetzbarkeit d.h. geringen Klebeneigung mit flüssigem Metall und seiner chemischen Resistenz eignet sich Keramik als Werkstoff im vorliegenden Anwendungsfall besonders.

Vorzugsweise handelt es sich um ein aus Fasern aufgebautes Band, bei dem die Keramik in Form von Fasern in ein flexibles Trägermaterial, beispielsweise Titan, eingebracht wird. Derartige Bänder können bei Temperaturen bis 1300°C eingesetzt werden.

Die Führung der bandförmigen Seitenbegrenzer 27 übernimmt eine Seitenführungsmechanik 30, wie sie in Figur 3d dargestellt ist, die die in

Figur 3a dargestellte Seitenbegrenzung 30 im Querschnitt zeigt. Dabei führt die Seitenführungsmechanik 30 das Band 28, 29 seitlich an die Ränder des Substratbandes heran. Zudem dient die Seitenführungsmechanik 30 auch dazu die Bänder 28, 29 in der erforderlichen Höhe an den Rändern des Substrats 3 zur Anlage zu bringen und zu halten. Durch die Verwendung eines elastischen Materials für den Seitenbegrenzer 27 lassen sich die Breitentoleranzen des Substrates 3 ausgleichen.

Figur 4 zeigt in einer schematischen Darstellung eine zweite Ausführungsform der Seitenbegrenzung 27 im Querschnitt. Als Seitenbegrenzer 27 wird ein Schild 32 eingesetzt. Bei dieser Ausführungsform entfällt die Seitenführungsmechanik 30 sowie die Rollen 31, die Spulen 31a nebst den Seitenbegrenzern 27 bzw. den Bändern 28 und 29.

Die Schilde 32 sind in Haltern 33 gelagert und werden mittels dieser Halter 33 bewegt, wobei die Führung 34 der Einstellung der begießbaren Breite dient. Ähnlich wie die Bänder werden sie an die Ränder des Substrats 3 herangeführt, damit die flüssige Metallschmelze 5 nicht das Substrat 3 über die Ränder hinaus verlassen kann.

Die Kühlung wird in zwei Schritten bewerkstelligt. In einem ersten Schritt, der sich direkt an den Gießkasten anschließt, wird das Band auf ca. 900 – 950°C abgekühlt. Bei dieser Temperatur ist die Legierung hinreichend erstarrt, so dass man die Seitenbegrenzer abnehmen kann. In einem zweiten Schritt wird das Band dann auf ca. 300°C abgekühlt.

Von der Aufwärmung bis zur zweiten Abkühlungsstufe befindet sich das Band in einer Schutzgasatmosphäre aus Wasserstoff 4 – 5 Vol.-% in Stickstoff. Der Stickstoff ist vor allen Dingen notwendig, um eine

Oxidation des Stahlbandes zu verhindern. Der Wasserstoff hat eine günstige Wärmekapazität und wird verstärkt bei der Abkühlung eingesetzt.

Die Abkühlung im ersten Schritt geschieht derart, dass um das Band herum Kühlwasser geführt wird und zusätzlich von unten auf das Band geblasen wird, und zwar hauptsächlich mit Wasserstoff. D.h., dass oberhalb des Bandes über Strahlung gekühlt wird und unterhalb des Bandes mit Konvektion. Im zweiten Abkühlungsschritt wird das gesamte Band über Konvektion gekühlt.

Im Anschluss an die Abkühlstation 16 durchläuft das Trägerband bzw. das Substrat 3 mit der auf ihm vergossenen Metalllegierung 5 eine Nachbearbeitungsstation 17, in der beispielsweise eine Reinigung stattfindet, und eine Vorrichtung mit Dressierwalzen 18, in denen die Gleitschicht des hergestellten Verbundwerkstoffes 4 geglättet wird, um am Ende der Fertigungsstraße abermals auf einer Spule bzw. Rolle 2 aufgewickelt und bevorratet zu werden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---|
| 1 | Vorrichtung zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes |
| 2 | Rolle |
| 3 | Substrat |
| 4 | Verbundwerkstoff |
| 5 | Metalllegierung |
| 6 | Gleitlagerschicht |
| 7 | Schneidstation |
| 8 | Schweißstation |
| 9 | Vorrichtung, Walzenwerk |
| 10 | Richtwalzen |
| 11 | Reinigungsstation |
| 12 | Aufheizstation |
| 13 | Gießstation |
| 14 | Fließer |
| 15 | Gießkammer |
| 16 | Abkühlstation |
| 17 | Nachbearbeitungsstation |
| 18 | Dressierwalzen |
| 19 | Schneidstation |
| 20 | Antriebswalzen |
| 21 | Speiservorrichtung |
| 22 | Zuführkanal |
| 23 | Fließerkopf |
| 24 | Austrittsöffnung |
| 25 | Kamm |
| 26 | Stirnseite |
| 27 | Seitenbegrenzer |
| 28 | Einwegband |

- 29 Endlosband
- 30 Seitenführungsmechanik
- 31 Spule
- 31a Rolle
- 32 Schild
- 33 Halter
- 34 Führung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metalllegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat (3) eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat (3) zunächst in einer separaten Aufheizstation (12) vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation (13) durchläuft, in der es mit der Flüssigkeit (5) begossen wird, und darauf folgend in einer Abkühlstation (16) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit (5), mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, in der Gießstation (13) an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats (3) beabstandeten Stellen auf das Substrat (3) aufgebracht wird, wobei die Flüssigkeit in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 30\%$ aufweist.
2. Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metalllegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat (3) eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat (3) zunächst in einer separaten Aufheizstation (12) vorerwärmt wird, anschließend eine

Gießstation (13) durchläuft, in der es mit der Flüssigkeit (5) begossen wird, und darauf folgend in einer Abkühlstation (16) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit (5), mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, in der Gießstation (13) an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats (3) beabstandeten Stellen auf das Substrat (3) aufgebracht wird, wobei die Flüssigkeit in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 20\%$ aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Gießstation (13) ein Fließler (14) verwendet wird, der über mindestens zwei zueinander beabstandete Austrittsöffnungen (24) verfügt, über die die Flüssigkeit (5) jeweils strahlenförmig auf das Substrat (3) aufgebracht wird.
4. Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metalllegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat (3) eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat (3) zunächst in einer separaten Aufheizstation (12) vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation (13) durchläuft, in der es mit der Flüssigkeit (5) begossen wird, und darauf folgend in einer Abkühlstation (16) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Gießstation (13) ein Fließler (14) verwendet wird, der über mindestens eine spaltförmige Austrittsöffnung (24) verfügt, über

die die Flüssigkeit (5) in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat (3) aufgebracht wird, und dass die Flüssigkeit (5), mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 30\%$ aufweist.

5. Verfahren zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) für die Gleitlagerherstellung durch kontinuierliches Aufgießen einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metallegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), insbesondere aus Stahl, bei dem das bandförmige Substrat (3) eine mehrere Bearbeitungsstationen umfassende Produktionsstraße kontinuierlich durchläuft, wobei das bandförmige Substrat (3) zunächst in einer separaten Aufheizstation (12) vorerwärmt wird, anschließend eine Gießstation (13) durchläuft, in der es mit der Flüssigkeit (5) begossen wird, und darauf folgend in einer Abkühlstation (16) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Gießstation (13) ein Fließler (14) verwendet wird, der über mindestens eine spaltförmige Austrittsöffnung (24) verfügt, über die die Flüssigkeit (5) in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat (3) aufgebracht wird, und dass die Flüssigkeit (5), mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 20\%$ aufweist.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Gießstation ein Fließler (14) verwendet wird, der über eine spaltförmige Austrittsöffnung (24) verfügt, die sich über die gesamte Breite des zu begießenden Substrats (3) erstreckt, so

dass die Flüssigkeit (5) in Form eines der Breite des bandförmigen Substrats (3) entsprechenden Schmelzfilms auf das Substrat (3) aufgebracht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit (5), mit der eine Gleitlagerschicht (6) ausgebildet wird, in einer Menge vergossen wird, dass deren Dicke im Vergleich zu der endbearbeiteten Gleitlagerschicht des bandförmigen Verbundwerkstoffes (4) höchstens ein Übermaß $\leq 10\%$ aufweist.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (3) mit einer Bandgeschwindigkeit $v_B \geq 5$ m/min gefördert wird.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (3) mit einer Bandgeschwindigkeit $v_B \geq 7$ m/min gefördert wird.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abkühlstation (16) als Kühlmittel Wasser verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eine Vielzahl von Begrenzungswänden aufweisende Abkühlstation (16) mittels Wasser in der Art gekühlt wird, dass die Wärme von den Begrenzungswänden durch Konvektion an das Wasser abgeführt wird, wobei die Abkühlung des begossenen Substrats (3) über Wärmeabgabe durch Wärmestrahlung an die Begrenzungswände der Abkühlstation (16) erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (3) zur zusätzlichen Abkühlung auf der Unterseite mit einem Schutzgas angesprüht wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (3) zur zusätzlichen Abkühlung auf der Unterseite mit einer Wasserstoff-Stickstoff-Mischung angesprüht wird.
14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abkühlstation (16) als Kühlmittel Öl verwendet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat in der Abkühlstation(16) auf der Unterseite mit Öl angesprüht wird.
16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Gießstation (13) Seitenbegrenzer (27) eingesetzt werden, die das bandförmige Substrat (3) seitlich in der Art begrenzen, dass die aufgegosene Flüssigkeit das Substrat (3) seitlich nicht verlassen kann.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Seitenbegrenzer (27) ein sich mit dem Substrat (3) mitbewegendes Band eingesetzt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Band ein endloses Band (29) eingesetzt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Band ein Einwegband (28) eingesetzt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Seitenbegrenzer (27) ein Schild (32) eingesetzt wird.
21. Vorrichtung zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung mittels eines kontinuierlichen Aufgießens einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metalllegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), mit mehreren Bearbeitungsstationen, welche das bandförmige Substrat (3) kontinuierlich durchläuft, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens gemäß des Anspruchs 1, wobei die Vorrichtung ausgestattet ist mit einer separaten Aufheizstation (12), in der das bandförmige Substrat (3) zunächst vorerwärmt wird, mit einer Gießstation (13), in der das Substrat (3) mit der Flüssigkeit begossen wird, und einer Abkühlstation (16), in der das mit der Flüssigkeit (5) begossene Substrat (3) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießstation (13) mit einem Fließler (14) ausgestattet ist, dessen mindestens zwei Austrittsöffnungen (24) in der Art aufgebildet sind, dass die Flüssigkeit (5) an mindestens zwei senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Substrats (3) beabstandeten Stellen auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann.
22. Vorrichtung (1) nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fließler (14) über mindestens zwei zueinander beabstandete Austrittsöffnungen (24) verfügt, über die die Flüssigkeit (5) jeweils strahlenförmig auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann.
23. Vorrichtung zur Herstellung eines bandförmigen Verbundwerkstoffes für die Gleitlagerherstellung mittels eines

kontinuierlichen Aufgießens einer Flüssigkeit, insbesondere einer Metalllegierung (5), auf ein bandförmiges, als Trägermaterial dienendes Substrat (3), mit mehreren Bearbeitungsstationen, welche das bandförmige Substrat (3) kontinuierlich durchläuft, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens gemäß des Anspruchs 3, wobei die Vorrichtung ausgestattet ist mit einer separaten Aufheizstation (12), in der das bandförmige Substrat (3) zunächst vorerwärmt wird, mit einer Gießstation (13), in der das Substrat (3) mit der Flüssigkeit begossen wird, und einer Abkühlstation (16) in der das mit der Flüssigkeit (5) begossene Substrat (3) abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießstation (13) mit einem Fließler (14) ausgestattet ist, der über mindestens eine spaltförmige Austrittsöffnung (24) verfügt, über die die Flüssigkeit (5) in Form eines Schmelzfilms auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann.

24. Vorrichtung (1) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fließler (14) über eine spaltförmige Austrittsöffnung (24) verfügt, die sich über die gesamte Breite des zu begießenden Substrats (3) erstreckt, so dass die geschmolzene Flüssigkeit (5) in Form eines der Breite des bandförmigen Substrats (3) entsprechenden Schmelzfilms auf das Substrat aufgebracht werden kann.
25. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 21 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlstation (16) mit einer Wasserkühlung ausgestattet ist.
26. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 21 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlstation (16) zur Kühlung des Substrats (3) mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, mit der die

Unterseite des Substrats (3) mit einem Schutzgas, vorzugsweise mit einer Wasserstoff-Stickstoff-Mischung, ansprühbar ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlstation (16) zur Kühlung des Substrats (3) mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, mit der die Unterseite des Substrats (3) mit einer Wasserstoff-Stickstoff-Mischung ansprühbar ist.
28. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlstation (16) mit einer Ölkühlung ausgestattet ist.
29. Vorrichtung (1) nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlstation (16) zur Kühlung des Substrats (3) mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, mit der die Unterseite des Substrats (3) mit Öl besprühbar ist.
30. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießstation (13) mit Seitenbegrenzern ausgestattet ist, die das bandförmige Substrat (3) seitlich in der Art begrenzen, dass die ausgegossene Flüssigkeit (5) das Substrat (3) seitlich nicht verlassen kann.
31. Vorrichtung (1) nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Seitenbegrenzer (27) ein sich mit dem Substrat (3) mitbewegendes Band umfasst.
32. Vorrichtung (1) nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Band ein endloses Band (29) ist.
33. Vorrichtung (1) nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Band ein Einwegband (28) ist.

34. Vorrichtung (1) nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Seitenbegrenzer (27) ein Schild (32) ist.

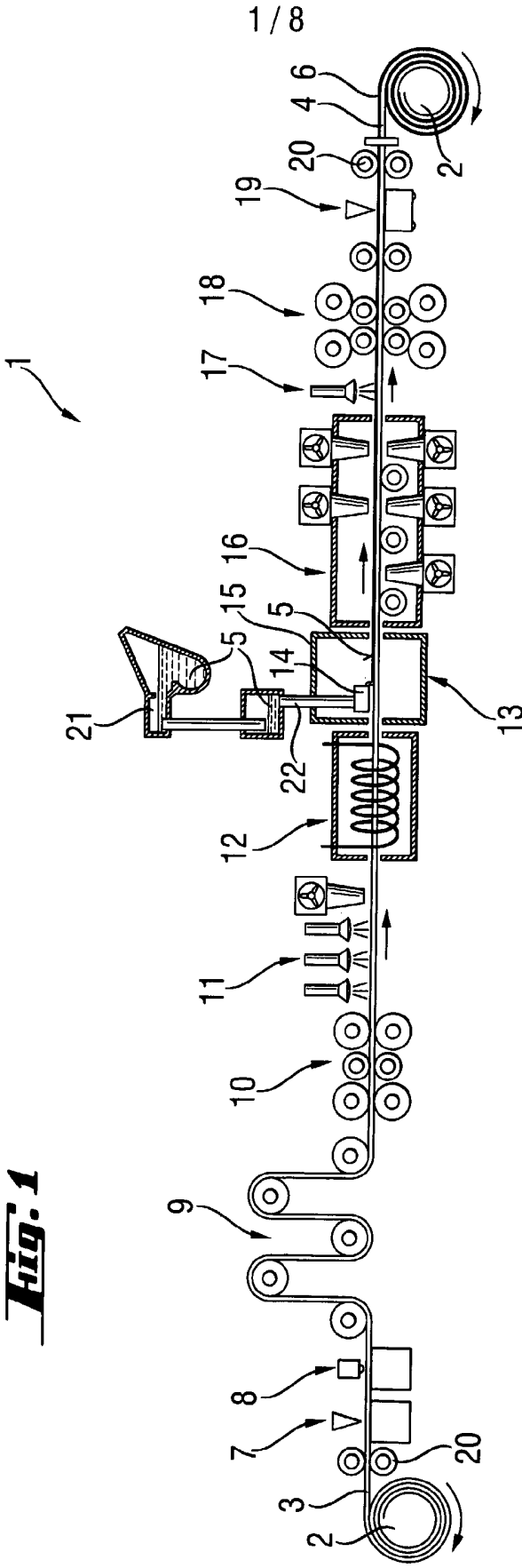
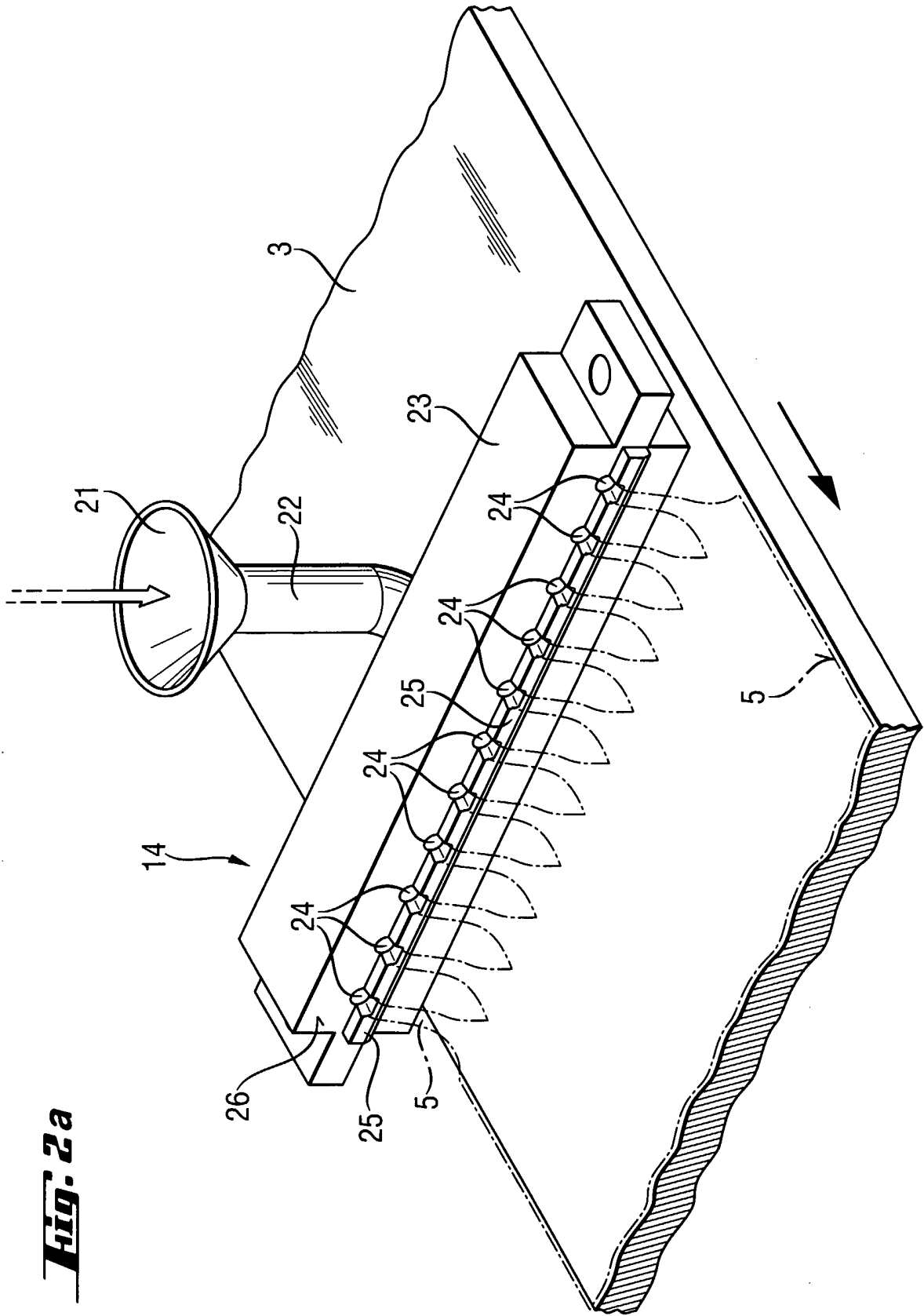
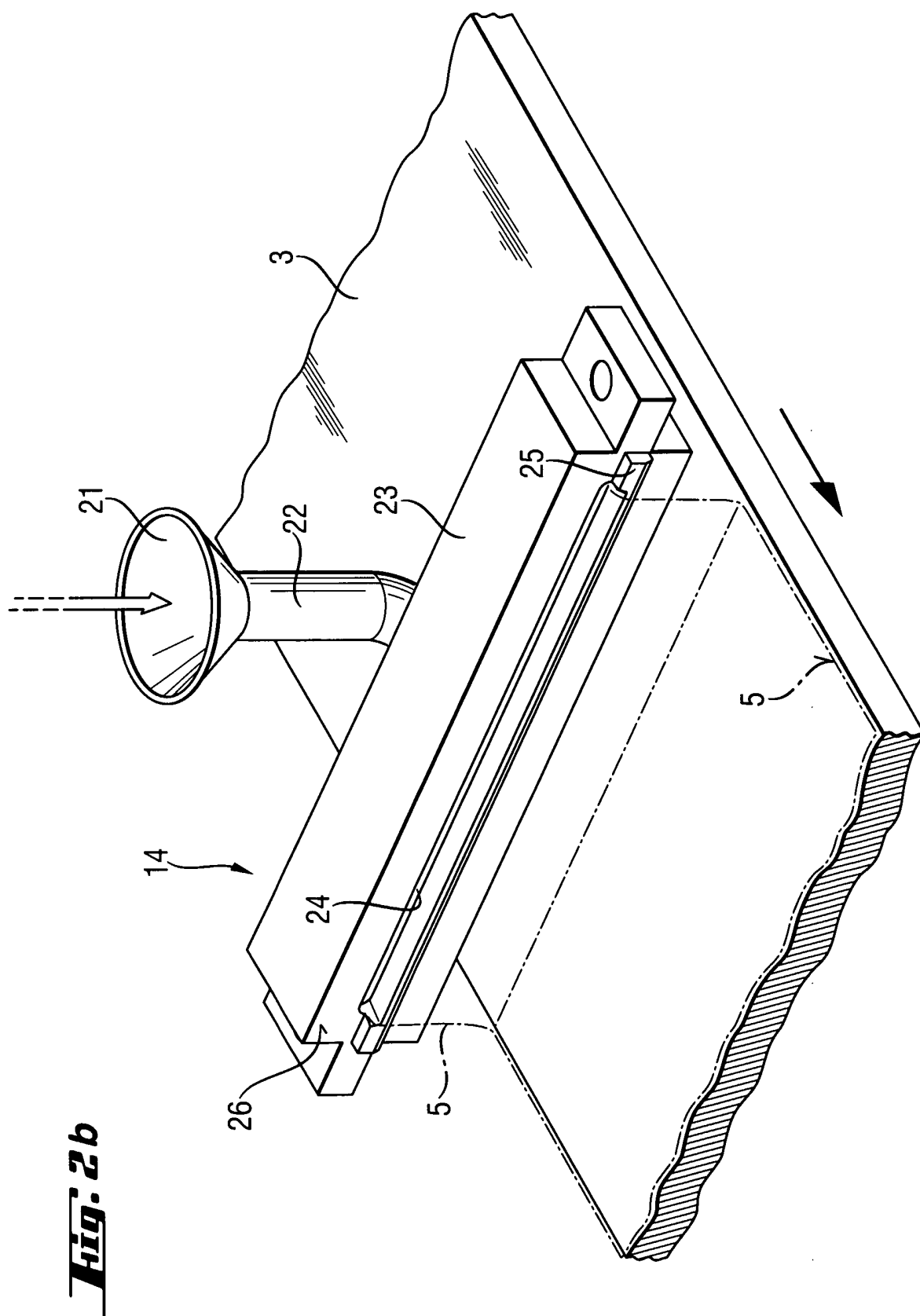


Fig. 1



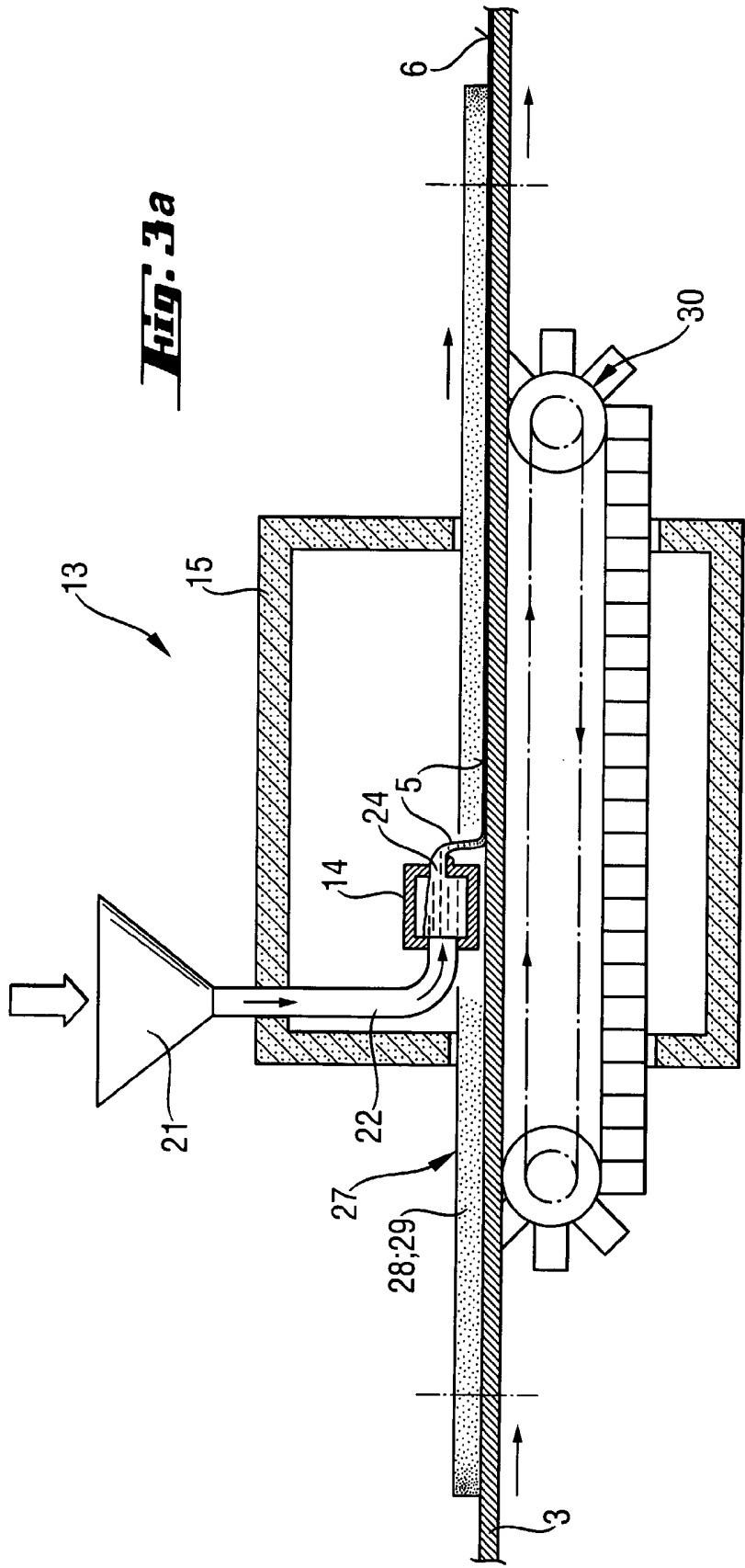
ERSATZBLATT (REGEL 26)

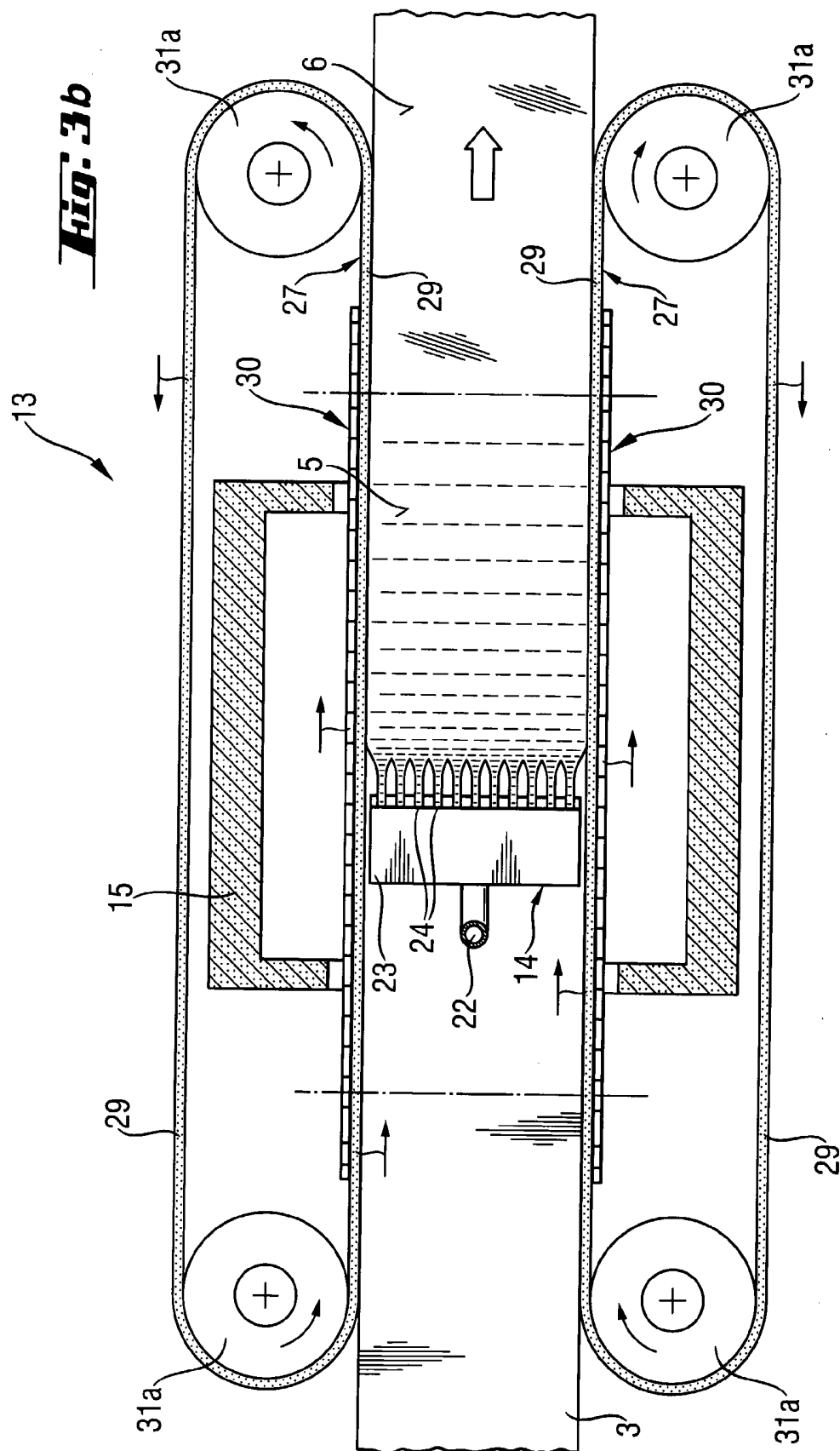
3 / 8

**Fig. 2b**

ERSATZBLATT (REGEL 26)

4 / 8





6 / 8

Fig. 3c

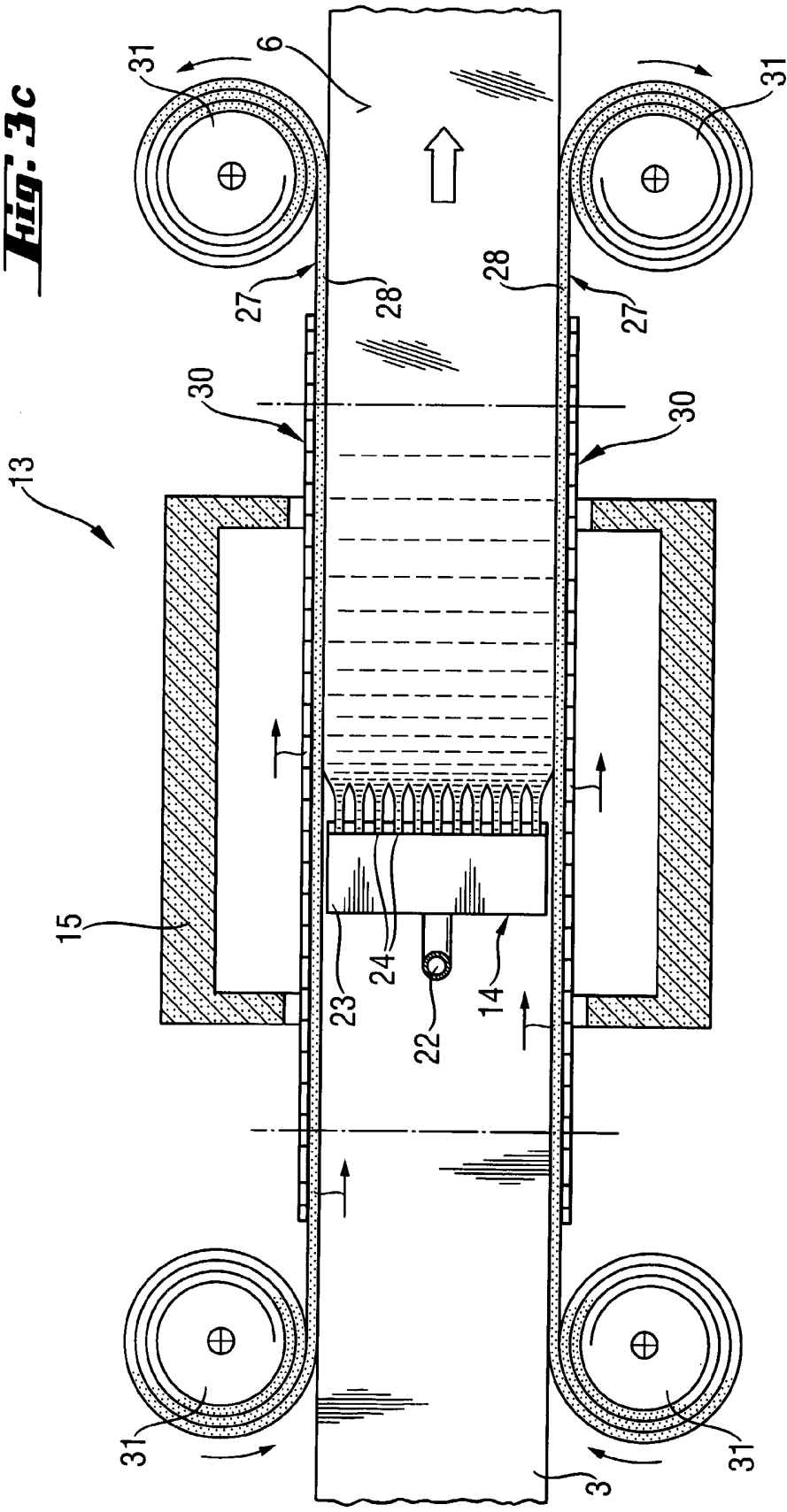
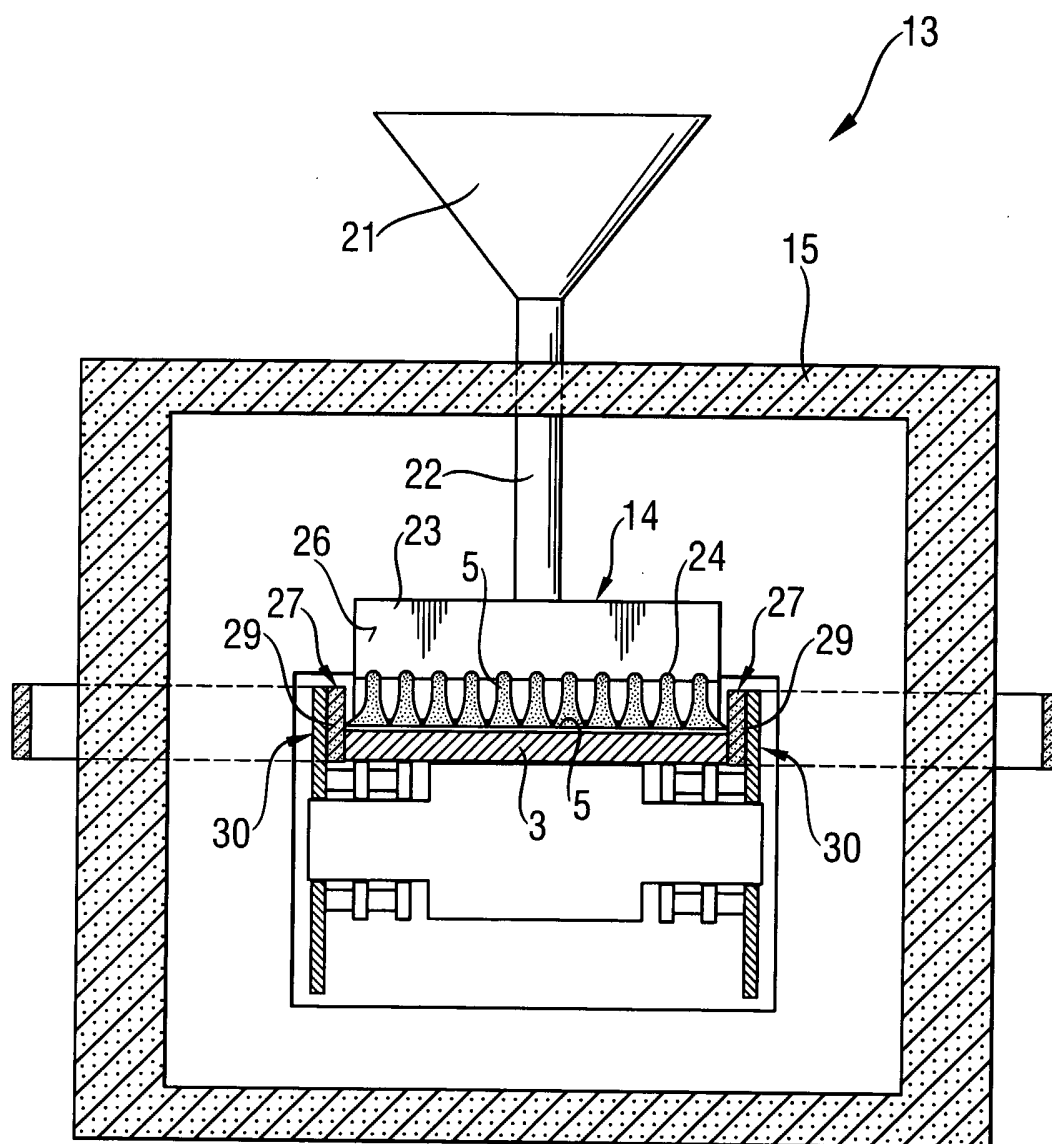
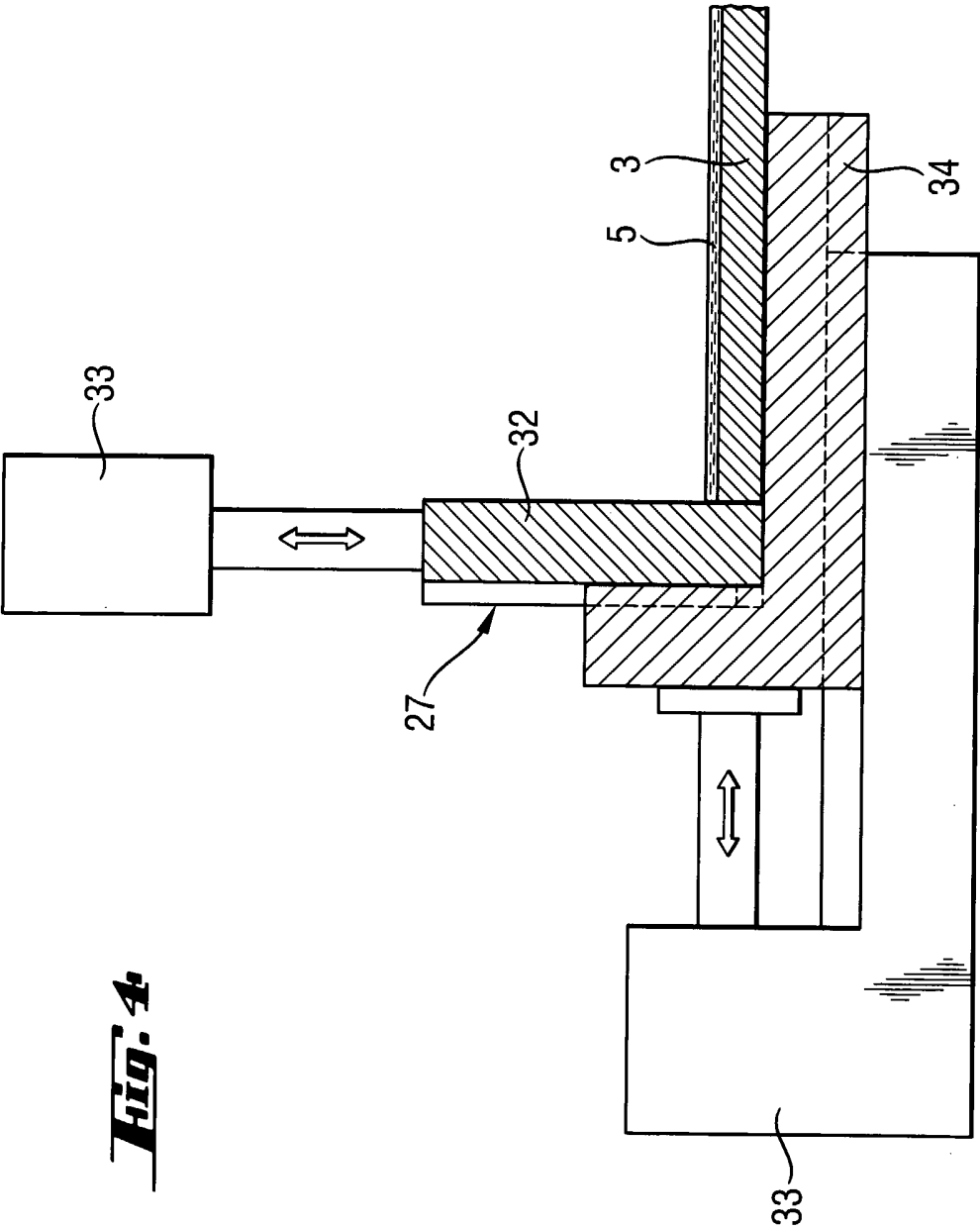


Fig. 3d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

DE2004/001660

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D11/00

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 B22D B05C B05D C23C B32B

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 666 840 A (CONCAST STANDARD AG) 31 August 1988 (1988-08-31) page 5, line 1 - line 11; claims 1,2 -----	1-34
Y	US 3 599 705 A (HARMIN A MCDOUGAL ET AL) 17 August 1971 (1971-08-17) claims 1,2; figure 1 -----	1-34
Y	US 4 479 528 A (MARINGER ET AL) 30 October 1984 (1984-10-30) claim 1; figures 1-9 -----	1-34
X	DE 44 28 741 C1 (GLYCO-METALL-WERKE GLYCO B.V. & CO KG, 65201 WIESBADEN, DE; ACCESS AAC) 22 February 1996 (1996-02-22) claim 11; figure 1 ----- -/--	4-34

☒ 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

10 March 2005

Date of mailing of the international search report

31/03/2005

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

Lombois, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

/DE2004/001660

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 31 849 C1 (GLYCO AG, 6200 WIESBADEN, DE; ACCESS E.V., 5100 AACHEN, DE) 28 January 1993 (1993-01-28) claim 11; figure 1 -----	4-34
X	US 3 432 293 A (ANTHONY D. MICHAEL ET AL) 11 March 1969 (1969-03-11) column 3, line 1 - line 59; figure 1 -----	4-34
X	GB 437 199 A (THE CLEVELAND GRAPHITE BRONZE COMPANY) 23 October 1935 (1935-10-23) claims 1-5; figure 9 -----	4-34
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 266 (M-620), 28 August 1987 (1987-08-28) -& JP 62 068656 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 28 March 1987 (1987-03-28) abstract; figures 1,5 -----	4-34
X	WO 02/40883 A (FEDERAL-MOGUL CORPORATION) 23 May 2002 (2002-05-23) page 7 - page 8; figure 5 -----	4-34
A	EP 0 029 471 A (BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE) 3 June 1981 (1981-06-03) claims 1-3; figure 1 -----	1-34
A	US 2 203 679 A (EDWARDS GEORGE) 11 June 1940 (1940-06-11) claim 1; figures 5,6 -----	1-34

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/DE2004/001660

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 666840	A	31-08-1988	CH 666840 A5	31-08-1988
			BR 8306228 A	19-06-1984
			CA 1229464 A1	24-11-1987
			DD 225360 A5	31-07-1985
			EP 0111728 A2	27-06-1984
			JP 59113960 A	30-06-1984
			US 4650618 A	17-03-1987
			US 4776383 A	11-10-1988
			ZA 8308391 A	27-06-1984
US 3599705	A	17-08-1971	NONE	
US 4479528	A	30-10-1984	AT 389252 B	10-11-1989
			AT 205281 A	15-04-1989
			AU 542805 B2	14-03-1985
			AU 6997881 A	12-11-1981
			BG 45213 A3	14-04-1989
			BR 8102821 A	02-02-1982
			CA 1180873 A1	15-01-1985
			DE 3165199 D1	06-09-1984
			EP 0040069 A1	18-11-1981
			ES 8303951 A1	16-05-1983
			HU 180410 B	28-03-1983
			JP 1744645 C	25-03-1993
			JP 4028464 B	14-05-1992
			JP 57004361 A	09-01-1982
			KR 8500589 Y2	11-04-1985
			MX 155278 A	12-02-1988
			NO 811574 A ,B,	10-11-1981
			PL 231050 A1	01-02-1982
			RO 84488 A1	21-06-1984
			SU 1386020 A3	30-03-1988
			YU 96081 A1	31-12-1987
DE 4428741	C1	22-02-1996	AT 408849 B	25-03-2002
			AT 135895 A	15-08-2001
			FR 2723864 A1	01-03-1996
			GB 2292701 A ,B	06-03-1996
			JP 8168709 A	02-07-1996
			US 5728429 A	17-03-1998
DE 4131849	C1	28-01-1993	AT 152940 T	15-05-1997
			WO 9305906 A1	01-04-1993
			DE 59208496 D1	19-06-1997
			EP 0558739 A1	08-09-1993
US 3432293	A	11-03-1969	NONE	
GB 437199	A	23-10-1935	NONE	
JP 62068656	A	28-03-1987	NONE	
WO 0240883	A	23-05-2002	AU 1780902 A	27-05-2002
			BR 0115368 A	06-01-2004
			EP 1334285 A1	13-08-2003
			JP 2004514097 T	13-05-2004
			WO 0240883 A1	23-05-2002
			US 2003207769 A1	06-11-2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/DE2004/001660

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0240883	A	US 2002104876 A1	08-08-2002
EP 0029471	A	03-06-1981 EP 0029471 A1	03-06-1981
		JP 56086669 A	14-07-1981
US 2203679	A	11-06-1940 NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001660

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B22D11/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B22D B05C B05D C23C B32B

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 666 840 A (CONCAST STANDARD AG) 31. August 1988 (1988-08-31) Seite 5, Zeile 1 - Zeile 11; Ansprüche 1,2 -----	1-34
Y	US 3 599 705 A (HARMIN A MCDUGAL ET AL) 17. August 1971 (1971-08-17) Ansprüche 1,2; Abbildung 1 -----	1-34
Y	US 4 479 528 A (MARINGER ET AL) 30. Oktober 1984 (1984-10-30) Anspruch 1; Abbildungen 1-9 -----	1-34
X	DE 44 28 741 C1 (GLYCO-METALL-WERKE GLYCO B.V. & CO KG, 65201 WIESBADEN, DE; ACCESS AAC) 22. Februar 1996 (1996-02-22) Anspruch 11; Abbildung 1 ----- -/--	4-34

☒ 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2005

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

Lombois, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

DE/DE2004/001660

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 31 849 C1 (GLYCO AG, 6200 WIESBADEN, DE; ACCESS E.V., 5100 AACHEN, DE) 28. Januar 1993 (1993-01-28) Anspruch 11; Abbildung 1 -----	4-34
X	US 3 432 293 A (ANTHONY D. MICHAEL ET AL) 11. März 1969 (1969-03-11) Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 59; Abbildung 1 -----	4-34
X	GB 437 199 A (THE CLEVELAND GRAPHITE BRONZE COMPANY) 23. Oktober 1935 (1935-10-23) Ansprüche 1-5; Abbildung 9 -----	4-34
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 011, Nr. 266 (M-620), 28. August 1987 (1987-08-28) -& JP 62 068656 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 28. März 1987 (1987-03-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,5 -----	4-34
X	WO 02/40883 A (FEDERAL-MOGUL CORPORATION) 23. Mai 2002 (2002-05-23) Seite 7 - Seite 8; Abbildung 5 -----	4-34
A	EP 0 029 471 A (BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE) 3. Juni 1981 (1981-06-03) Ansprüche 1-3; Abbildung 1 -----	1-34
A	US 2 203 679 A (EDWARDS GEORGE) 11. Juni 1940 (1940-06-11) Anspruch 1; Abbildungen 5,6 -----	1-34

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

DE2004/001660

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
CH 666840	A	31-08-1988	CH	666840 A5	31-08-1988
			BR	8306228 A	19-06-1984
			CA	1229464 A1	24-11-1987
			DD	225360 A5	31-07-1985
			EP	0111728 A2	27-06-1984
			JP	59113960 A	30-06-1984
			US	4650618 A	17-03-1987
			US	4776383 A	11-10-1988
			ZA	8308391 A	27-06-1984

US 3599705	A	17-08-1971	KEINE		

US 4479528	A	30-10-1984	AT	389252 B	10-11-1989
			AT	205281 A	15-04-1989
			AU	542805 B2	14-03-1985
			AU	6997881 A	12-11-1981
			BG	45213 A3	14-04-1989
			BR	8102821 A	02-02-1982
			CA	1180873 A1	15-01-1985
			DE	3165199 D1	06-09-1984
			EP	0040069 A1	18-11-1981
			ES	8303951 A1	16-05-1983
			HU	180410 B	28-03-1983
			JP	1744645 C	25-03-1993
			JP	4028464 B	14-05-1992
			JP	57004361 A	09-01-1982
			KR	8500589 Y2	11-04-1985
			MX	155278 A	12-02-1988
			NO	811574 A ,B,	10-11-1981
			PL	231050 A1	01-02-1982
			RO	84488 A1	21-06-1984
			SU	1386020 A3	30-03-1988
			YU	96081 A1	31-12-1987

DE 4428741	C1	22-02-1996	AT	408849 B	25-03-2002
			AT	135895 A	15-08-2001
			FR	2723864 A1	01-03-1996
			GB	2292701 A ,B	06-03-1996
			JP	8168709 A	02-07-1996
			US	5728429 A	17-03-1998

DE 4131849	C1	28-01-1993	AT	152940 T	15-05-1997
			WO	9305906 A1	01-04-1993
			DE	59208496 D1	19-06-1997
			EP	0558739 A1	08-09-1993

US 3432293	A	11-03-1969	KEINE		

GB 437199	A	23-10-1935	KEINE		

JP 62068656	A	28-03-1987	KEINE		

WO 0240883	A	23-05-2002	AU	1780902 A	27-05-2002
			BR	0115368 A	06-01-2004
			EP	1334285 A1	13-08-2003
			JP	2004514097 T	13-05-2004
			WO	0240883 A1	23-05-2002
			US	2003207769 A1	06-11-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

DE/DE2004/001660

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0240883 A		US 2002104876 A1	08-08-2002
EP 0029471 A	03-06-1981	EP 0029471 A1	03-06-1981
		JP 56086669 A	14-07-1981
US 2203679 A	11-06-1940	KEINE	