(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 2 395 119 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(51) Int Cl.:
C22C 23/04 *(2006.01)* ***C22C 23/06*** *(2006.01)*
B21C 23/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10163645.4**

(22) Anmeldetag: **21.05.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(71) Anmelder: **Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH**
21502 Geesthacht (DE)

(72) Erfinder:
- **Bohlen, Jan**
  21339, Lüneburg (DE)
- **Letzig, Dietmar**
  21365, Adendorf (DE)
- **Kainer, Karl Ulrich**
  21522, Hohnstorf (DE)
- **Swiostek, Jacek**
  21502, Geesthacht (DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**
Patentanwälte
Beselerstrasse 4
22607 Hamburg (DE)

(54) **Verfahren zur Umformung einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen, dass dadurch gekennzeichnet ist, dass die Magnesiumbasislegierung
(m) 2.0-7.0% Zink,
(n) 0.1-1.0% Zirkon,
(o) 0.0-0.5% Calcium,
(p) 0.8-4.0% Seltenerdelemente,
(q) < 0.30% andere Elemente,
(r) Magnesium als Rest,

enthält. Mit diesem Verfahren lassen sich Magnesiumbasislegierungen mit überraschend hohen Geschwindigkeiten strangpressen.

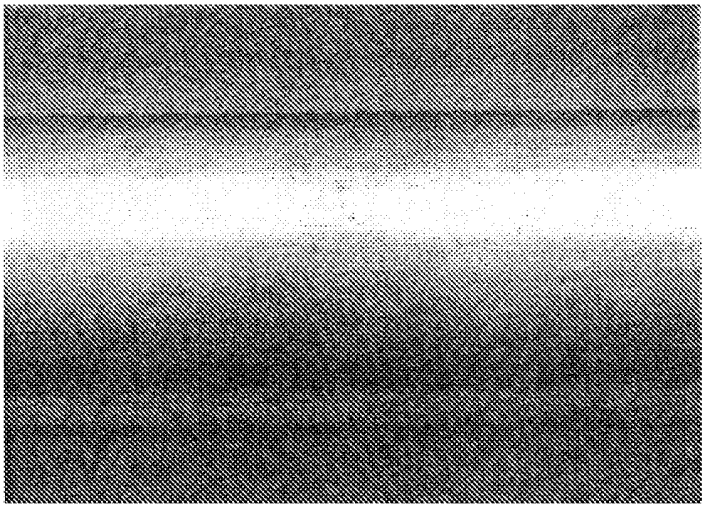


Fig. 2

EP 2 395 119 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen.

[0002] Das Strangpressen ist ein Massivumformverfahren zur Herstellung von Stäben, Drähten, Rohren und anderen Profilen. Bei diesem Verfahren wird ein auf Umformtemperatur erwärmter Pressling (Block) mit einem Stempel durch eine Matrize gedrückt. Die äußere Form des Pressstrangs wird durch die Matrize bestimmt und kann neben Stäben, Drähten und Rohren auch L-fömige Profile, T-förmige Profile, I-fömige Profile und dergleichen einschließen.

[0003] In der Praxis wird das Strangpressen vor allem auf Aluminium und Aluminiumlegierungen (z.B. Kühlkörper-Profile), Kupfer und Kupferlegierungen (Oberleitungen) sowie in zunehmendem Umfang auf Stahl, Magnesium- und Titanlegierungen angewendet. Als Verfahrensvarianten sind direkte, das indirekte und das hydrostatische Strangpressen zu unterscheiden. Beim *direkten Strangpressen* schiebt der Stempel den Block entlang der Innenoberfläche des Rezipienten in Richtung der Matrize. Um diese Relativbewegung zwischen Block und Rezipient zu erzeugen, müssen hohe Reibungskräfte überwunden werden. Die Bewegungsrichtungen von Stempel und austretendem Strang sind gleich. Beim *indirekten Strangpressen* ist der Rezipient an einer Seite verschlossen, von der anderen Seite wird die Matrize auf den Block gepresst, die sich am Kopf eines Hohlstempels befindet. Der Strang tritt durch die Stempelbohrung hindurch. Deren Durchmesser begrenzt somit den Profilumriss. Dieses Verfahren wird in der Praxis realisiert, indem der einseitig verschlossene Rezipient mitsamt dem Block über den feststehenden Hohlstempel mit Matrize gepresst wird. Beim *hydrostatischen Strangpressen* wird die Presskraft vom Stempel nicht unmittelbar, sondern über ein Wirkmedium (Öl) auf den Block aufgebracht. In diesem Verfahren ist der sogenannte *hydrostatische Spannungsanteil* noch höher. Während direktes und indirektes Strangpressen gut etabliert sind, ist das hydrostatische Stangpressen noch nicht so stark verbreitet.

[0004] Vorteile des Strangpressens sind z. B. die Möglichkeit, Profile auch in kompliziertesten Formen herzustellen, der hohe, in einem Verfahrensschritt erreichbare Umformgrad und die geringen Werkzeugkosten, die das Strangpressen für die Fertigung auch relativ kleiner Mengen interessant machen.

[0005] Der wirtschaftliche Nutzen stranggespresster Profile aus Magnesiumlegierungen hängt in erheblicher Form von der erzielbaren Strangpressgeschwindigkeit ab. Eine Einschränkung der Strangpressgeschwindigkeit ist materialbedingt mit dem Auftreten sogenannter Heißrisse auf der Oberfläche der Profile begründet, die legierungsabhängig auf eine Überhitzung des Profils während des Strangpressens zurückgeführt wird und um so eher auftritt, je höher die Strangpressgeschwindigkeit ist. Wird eine herkömmliche ZK60-Legierung, eine Magnesiumbasislegierung mit etwa 6 Gew.% Zn und kleiner als 1% Zirkon, in einem direkten Strangpressverfahren stranggepresst, so beobachtet man, dass das erhaltene Profil eine von bis zu 100°C höhere Austrittstemperatur gegenüber der Temperatur des Bolzens aufweist. Somit kann es zum lokalen Schmelzen des Werkstoffs kommen, was letztlich als Ursache der Bildung der Heißrisse vermutet wird.

[0006] Eine Reduktion der Überhitzung wird herkömmlicherweise durch Senkung der Strangpresstemperatur und/oder der Strangpressgeschwindigkeit erreicht. Dies ist jedoch insbesondere für höherlegierte und höherfeste Magnesiumlegierungen nur begrenzt möglich.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen zur Verfügung zu stellen, das mit einer hohen Strangpressgeschwindigkeit auf konventionellen Strangpressvorrichtungen durchgeführt werden kann, wobei die Bildung von Heißrissen weitgehend vermieden wird.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Magnesiumbasislegierung

(a) 2.0-7.0% Zink,
(b) 0.1-1.0% Zirkon,
(c) 0.0-0.5% Calcium,
(d) 0.8-4.0% Seltenerdelemente,
(e) < 0.30% andere Elemente,
(f) Magnesium als Rest,

enthält.

[0009] Es wurde überraschend gefunden, dass die sich die erfindungsgemäß verwendeten Legierungen mit deutlich höheren Pressgeschwindigkeiten unter Verwendung konventioneller Strangpressvorrichtungen strangpressen lassen, ohne dass sich an der Profiloberfläche Heißrisse bilden. Die Wirtschaftlichkeit bestehender Verfahren zur Erzeugung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen wird damit stark verbessert. Die erfindungsgemäß verwendeten Magnesiumlegierungen sind z.B. aus der EP 0 791 662 B1 oder der US 6,299,834 B1 bekannt. Es war jedoch nicht bekannt, diese Legierungen in einem Strangpressverfahren zur Herstellung von Profilen zu verwenden.

[0010] Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Strangpressverfahren ein direktes oder ein indirektes Strangpressverfahren.

[0011] Der Gehalt an Zink beträgt vorzugsweise 4 bis 6 Gew.%, der Gehalt an Seltenerdelementen beträgt vorzugsweise 1 bis 3,5 Gew.%, bevorzugter 2 bis 3,5 Gew. %. Bevorzugte Seltenderelemente sind Cer, Lanthan, Neodym, Praseodym und Kombinationen derselben (Mischmetall).

[0012] Die Strangpressgeschwindigkeit hängt vom gewünschten Profil ab. Vorteilhaft für die Wirtschaftlichkeit sind Strangpressgeschweindigkeiten von mindestens 3

m/Min, bevorzugter von mindestens 5 m/Min. Das Verfahren wird vorzugsweise bei einer Strangpresstemperatur von 200°C bis 500°C, vorzugsweise 250°C bis 400°C, noch bevorzugter 250°C bis 350°C durchgeführt. Als Strangpresstemperatur wird die Temperatur des Bolzens beim Strangpressen bezeichnet. Die Austrittstemperatur des Profils sollte vorzugsweise 200°C bis 600°C, bevorzugter 350°C bis 450°C betragen.

[0013] Die Erfindung wird anhand des nachfolgenden Beispiels illustriert.

Beispiel:

[0014] Es wurde eine herkömmliche ZK60-Legierung (Legierung 1) mit folgenden Bestandteilen hergestellt: Zn 5,5%, Zr 0,58%, andere Elemente < 0,30%, Magnesium als Rest. Ferner wurde eine erfindungsgemäße Legierung (Legierung 2) mit folgenden Bestanteilen hergestellt: Zn 5,5%, Zr 0,58%, Ce 1,2%, La 0,59%, Nd 0,37%, Pr 0,12%, andere Elemente < 0,30%, Magnesium als Rest.

[0015] Beide Legierungen wurden unter gleichen Bedingungen in einem indirekten Strangpressverfahren bei einer Pressgeschwindigkeit von 3 m/Min, einer Presstemperatur von 300°C (Austrittstemperatur 400°C), einem Pressverhältnis von 25 und mit einem Profildurchmesser von 32 mm stranggepresst.

[0016] Die herkömmliche ZK60-Legierung (Legierung 1) zeigte Heißrisse (Fig. 1) und war für die weitere Verwendung unbrauchbar. Legierung 2 zeigte eine rissfreie Oberfläche (Fig. 2) und hatte ein feineres und homogeneres Gefüge im Inneren als Legierung 1.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magnesiumbasislegierung

   (g) 2.0-7.0% Zink,
   (h) 0.1-1.0% Zirkon,
   (i) 0.0-0.5% Calcium,
   (j) 0.8-4.0% Seltenerdelemente,
   (k) < 0.30% andere Elemente,
   (l) Magnesium als Rest,

   enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Strangpressverfahren um ein direktes oder indirektes Strangpressverfahren handelt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpressgeschwindigkeit größer als 3 m/Min ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpressgeschwindigkeit größer als 5 m/Min ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpresstemperatur 200°C bis 500°C beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpresstemperatur 250°C bis 400°C beträgt.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zur Herstellung von Profilen aus einer Magnesiumbasislegierung durch Strangpressen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magnesiumbasislegierung

   (a) 2.0-7.0% Zink,
   (b) 0.1-1.0% Zirkon,
   (c) 0.0-0.5% Calcium,
   (d) 0.8-4.0% Seltenerdelemente,
   (e) < 0.30% andere Elemente,
   (f) Magnesium als Rest,

enthält, wobei die Strangpressgeschwindigkeit größer als 3 m/Min ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Strangpressverfahren um ein direktes oder indirektes Strangpressverfahren handelt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpressgeschwindigkeit größer als 5 m/Min ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpresstemperatur 200°C bis 500°C beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangpresstemperatur 250°C bis 400°C beträgt.

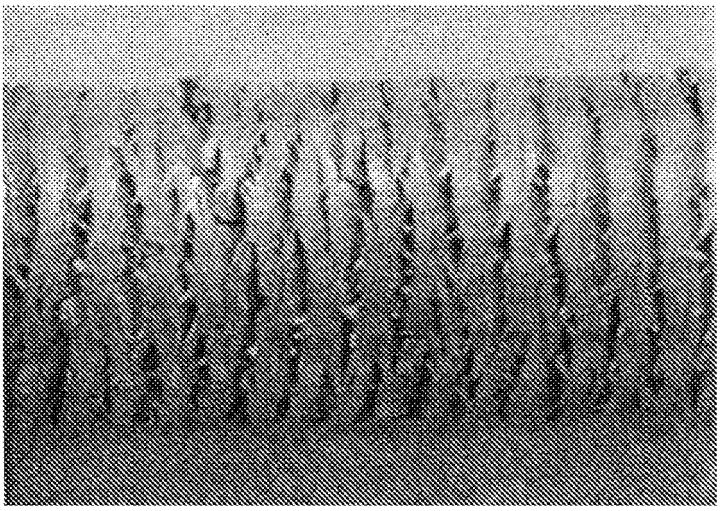


Fig. 1

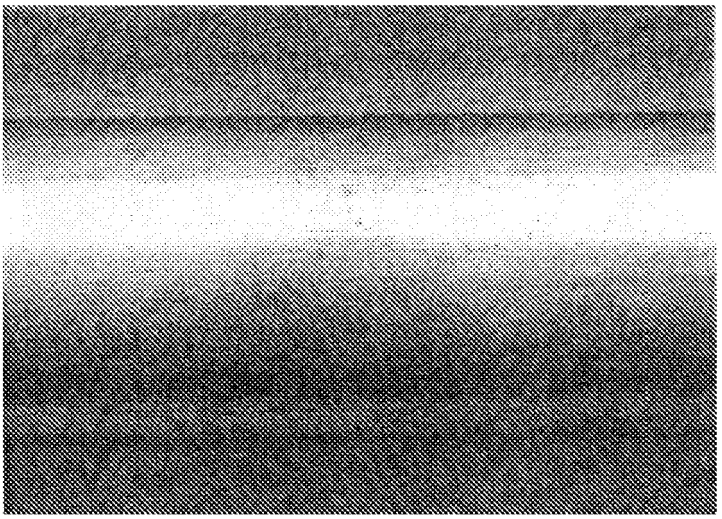


Fig. 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 16 3645

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	LI LIN, ZHENG LIU, LIJIA CHEN, FENG LI: "Tensile Properties and Strengthening Mechanisms of Mg-Zn-Zr Alloys" METALS AND MATERIALS INTERNATIONAL, Bd. 10, Nr. 6, 2004, Seiten 507-512, XP002593466 * Seite 507 - Seite 508 *	1-6	INV. C22C23/04 C22C23/06 B21C23/00
X	S.M. HE, L.M. PENG, X.Q. ZENG, W.J. DING, Y.P. ZHU: "Comparison of the microstructure and mechanical properties of a ZK60 alloy with and without 1.3 wt.% gadolinium addition" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, Nr. A433, 2006, Seiten 175-181, XP002593467 * Seite 175 - Seite 176 *	1-6	
A	H.E. Friedrich, B.L. Mordike: "Magnesium Technology" 2006, Springer Verlag , Heidelberg , XP002593468 ISBN: 3-540-20599-3 * Seite 294 - Seite 298 *	3,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C B21C
A	EP 1 574 590 A1 (GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG [DE]) 14. September 2005 (2005-09-14) * das ganze Dokument *	1-6	
A	US 6 299 834 B1 (HORIE TOSHIO [JP] ET AL) 9. Oktober 2001 (2001-10-09) * das ganze Dokument *	1-6	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	23. September 2010	Zimmermann, Frank

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

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 10 16 3645

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.

23-09-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1574590 A1	14-09-2005	AT 360711 T	15-05-2007
		AU 2005221782 A1	22-09-2005
		CA 2559400 A1	22-09-2005
		WO 2005087962 A1	22-09-2005
		JP 2007535408 T	06-12-2007
		US 2009044589 A1	19-02-2009
US 6299834 B1	09-10-2001	JP 2001059125 A	06-03-2001

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0791662 B1 **[0009]**
- US 6299834 B1 **[0009]**