



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer : **91810961.2**

Int. Cl.⁵ : **C22C 1/00, B22D 11/10,
C22F 3/02**

Anmeldetag : **11.12.91**

Priorität : **21.12.90 CH 4090/90**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
01.07.92 Patentblatt 92/27

Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

Anmelder : **ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG**
Feldeggstrasse 4
CH-8034 Zürich (CH)

Erfinder : **Gabathuler, Jean Pierre**
Friedhofweg 2D
CH-8226 Schleithelm (CH)
Erfinder : **Buxmann, Kurt**
Route de Sion 28
CH-3960 Sierre (CH)

Verfahren zum Herstellen einer Flüssig-Fest-Metallegierungsphase für die Weiterverarbeitung als Werkstoff im thixotropen Zustand.

Eine Legierungsschmelze mit einem erstarrten Anteil an Primärkristallen wird auf einer Temperatur zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der Legierung gehalten. Durch die Erzeugung mechanischer Schwingungen im Frequenzbereich zwischen 10 und 100 kHz in dieser Flüssig-Fest-Metallegierungsphase werden die Primärkristalle zu einzelnen degenerierten Dendriten oder Gusskörnern von im wesentlichen globulitischer Gestalt geformt und verleihen dadurch der Flüssig-Fest-Metallegierungsphase thixotrope Eigenschaften.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Flüssig-Fest-Metallegierungsphase für die Weiterverarbeitung als Werkstoff im thixotropen Zustand, wobei eine Legierungsschmelze mit einem erstarrten Anteil an Primärkristallen auf einer Temperatur zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der Legierung gehalten wird und die Primärkristalle zu einzelnen degenerierten Dendriten oder Gusskörnern von im wesentlichen globulitischer Gestalt geformt werden.

Bei der Herstellung von Metallegierungsphasen mit thixotropen Eigenschaften ist bekannt, die Temperatur einer Legierungsschmelze auf einen Wert zwischen Solidus- und Liquidustemperatur einzustellen und den hierbei entstehenden Legierungsbrei zur Umwandlung der beim Erstarrungsvorgang sich bildenden Dendriten zu im wesentlichen globulitischen Gusskörnern kräftig zu rühren. Dieses Verfahren sowie die Einsatzmöglichkeiten der damit erzeugten Metallegierungsphase mit thixotropen Eigenschaften ist beispielsweise in US-A-3 948 650 und US-A-3 959 651 ausführlich beschrieben. Die Rührwirkung wird auf mechanischem oder elektromagnetischem Weg erzeugt. Die DE-C-25 14 386 offenbart weiterhin ein Verfahren, bei dem eine Legierung in Knüppel- oder Stangenform auf eine Temperatur zwischen Liquidus- und Solidustemperatur erwärmt und ohne Rühren während einigen Minuten bis Stunden auf dieser Temperatur gehalten wird.

Die drei genannten Verfahren weisen jedoch nicht unerhebliche Nachteile auf. Sowohl beim mechanischen als auch beim elektromagnetischen Rühren besteht die Gefahr, dass einerseits auf der Schmelzeoberfläche sich ausbildende Oxidhäute und andererseits durch Wirbelbildung entstehende Luftblasen in die Schmelze eingerührt werden, was sich am Endprodukt durch unerwünschte Einschlüsse bzw. Porosität bemerkbar macht. Zudem lässt sich mit beiden Verfahren keine einheitliche Gusskorngrösse erzielen. Mit einem mechanischen Rührwerk ist überdies ein wirksames Rühren im Bereich der Erstarrungsfrent des Legierungsbreis aus konstruktionsbedingten Gründen nur schwer durchführbar. Die durch das Rühren bedingten Nachteile können zwar beim Verfahren nach DE-C-25 14 386 vermindert werden, jedoch tritt durch die verhältnismässig lange Haltezeit des Legierungsbreis über Solidustemperatur eine unerwünschte Kornvergröberung ein.

Angesichts dieser Gegebenheiten haben sich die Erfinder zum Ziel gesetzt, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit welchem eine Metallegierungsphase mit thixotropen Eigenschaften mit möglichst wenig oxidischen Einschlüssen, geringer Porosität und einheitlicher Gusskorngrösse hergestellt und die Behandlungszeit des Legierungsbreis so kurz gehalten werden kann, dass keine wesentliche Kornvergröberung eintritt. Zudem soll das Verfahren einfach durchführbar und kostengünstig sein.

Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass in der Flüssig-Fest-Metallegierungsphase mechanische Schwingungen im Frequenzbereich zwischen 10 und 100 kHz erzeugt werden.

Die vorzugsweise im Ultraschallfrequenzbereich zwischen 18 und 45 kHz liegenden Schwingungen bewirken in der teilerstarrten Schmelze neben der gewünschten Ausbildung feiner, globulitischer Gusskörner von einheitlicher Korngrösse zusätzlich eine Homogenisierung und Entgasung der Schmelze.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens wird darin gesehen, dass der durch die mechanischen Schwingungen erzeugte "Rühreffekt" praktisch bis zur vollständigen Erstarrung des Legierungsbreis aufrechterhalten bleiben kann, dies im Gegensatz zum mechanischen oder elektromagnetischen Rühren, welches infolge zunehmender Viskosität des Legierungsbreis nur bis zu einem Primärkristallanteil von etwa 65 Gew.-% im Legierungsbrei wirksam ist.

Die mechanischen Schwingungen im Legierungsbrei können auf irgendeine Weise erzeugt werden, so beispielsweise über die Kokille durch Ankoppelung eines Schwingungserzeugers am Kokillenrahmen. Bevorzugt erfolgt jedoch die Erzeugung der Schwingungen über die Schwingungsfläche mindestens eines direkt in die Metallschmelze eintauchenden Schwingungserzeugers, wobei die Schwingungsamplitude der Schwingungsfläche zwischen 5 und 100 μm , vorzugsweise zwischen 20 und 60 μm liegt.

Die mechanischen Schwingungen können kontinuierlich oder pulsierend erfolgen, wobei bei pulsierender Schwingung die Pulsdauer bevorzugt zwischen 20 ms und 10 s, insbesondere zwischen 0,1 s und 1 s eingestellt wird und das Verhältnis der Pulsdauer der mechanischen Schwingungen zur Pausendauer zwischen 0,1 und 1 liegt.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist sowohl bei stationären Kokillengiessverfahren wie Kokillen- und Sandguss als auch bei kontinuierlichen Verfahren wie vertikales und horizontales, konventionelles und elektromagnetisches Stranggiessen sowie Bandgiessverfahren aller Art anwendbar.

Beim Stranggiessen beträgt die über die mechanischen Schwingungen in die Schmelze eingebrachte Leistung bevorzugt 2 bis 50 W/cm^2 Strangquerschnitt, insbesondere 5 bis 20 W/cm^2 Strangquerschnitt. Die Schwingungsfläche der/des Schwingungserzeuger/s beträgt bevorzugt 1 bis 100%, insbesondere 10 bis 60% der Strangquerschnittsfläche.

Vorteilhafterweise wird zur Erzeugung der mechanischen Schwingungen ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger eingesetzt, da dessen Amplitude unabhängig von dessen Leistung präzise eingestellt werden kann und zudem grössere Amplituden als bei magnetomechanischen Schwingungserzeugern möglich sind.

Während bei kontinuierlichen Giessverfahren die mechanischen Schwingungen naturgemäss während

des gesamten Erstarrungsvorganges von der Schmelze über den Legierungsbrei bis hin zur vollständigen Erstarrung auf das Metall einwirken, genügt es bei stationären Giessverfahren, die mechanischen Schwingungen kurz vor dem Erstarrungsbeginn in die Schmelze einzuleiten. Zur Erzielung eines optimalen thixotropen Gefüges werden die Schwingungen üblicherweise bis kurz vor Eintritt der vollständigen Erstarrung der Schmelze aufrechterhalten.

Im allgemeinen wird die mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Flüssig-Fest-Metallegierungsphase zunächst unter die Solidustemperatur der Legierung -- im allgemeinen auf Raumtemperatur -- abgekühlt.

Hierbei wird die Struktur mit den thixotropen Eigenschaften "eingefroren". Zur Weiterverarbeitung des Materials in einer Druckgiessmaschine oder durch andere Warmumformungsverfahren wie Schmieden oder Pressen wird der thixotrope Zustand der Legierung durch erneutes rasches Aufheizen auf eine Temperatur im Bereich zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der Legierung wieder hergestellt.

Selbstverständlich kann die Flüssig-Fest-Metallegierungsphase mit thixotropen Eigenschaften auch unmittelbar nach deren Erzeugung ohne vorherige vollständige Verfestigung weiterverarbeitet werden. Bei Anwendung kontinuierlicher Giessverfahren wird in diesem Fall der Wärmeentzug derart gesteuert, dass die minimale Temperatur des Breis nicht unter die Solidustemperatur der Legierung absinkt. Anstelle eines festen Stranges wird die Flüssig-Fest-Metallegierungsphase abgezogen und direkt weiterverarbeitet.

Es sei hier noch angemerkt, dass unter dem Begriff Legierung auch die Reinetalle mit herstellungsbedingten Verunreinigungen verstanden werden, also beispielsweise die verschiedenen Qualitäten von Reinaluminium.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist besonders geeignet zum Herstellen thixotroper Aluminiumlegierungen. Grundsätzlich können jedoch alle vergiessbaren Legierungssysteme verarbeitet werden.

Orientierende Versuche an einer Legierung des Typs AlSi7Mg haben gezeigt, dass die Ultraschallbehandlung der Flüssig-Fest-Phase nicht nur zu globulitischen Gusskörnern einheitlicher Korngrösse führt, sondern gleichzeitig eine Kornfeinung beobachtet werden kann. Wird ein thixotropes Gefüge mit noch kleinerer Gusskorngrösse gewünscht, so kann der Schmelze zusätzlich ein Kornfeinungsmittel bekannter Art wie beispielsweise Titanborid zugegeben werden. Die Versuchsergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Kornfeinung (Titanborid)	Ultraschall	
	ohne	mit
ohne	700-1000 μm	ca. 300 μm
mit	300-350 μm	ca. 150 μm

Tabelle: mittlerer Gusskorndurchmesser in AlSi7Mg

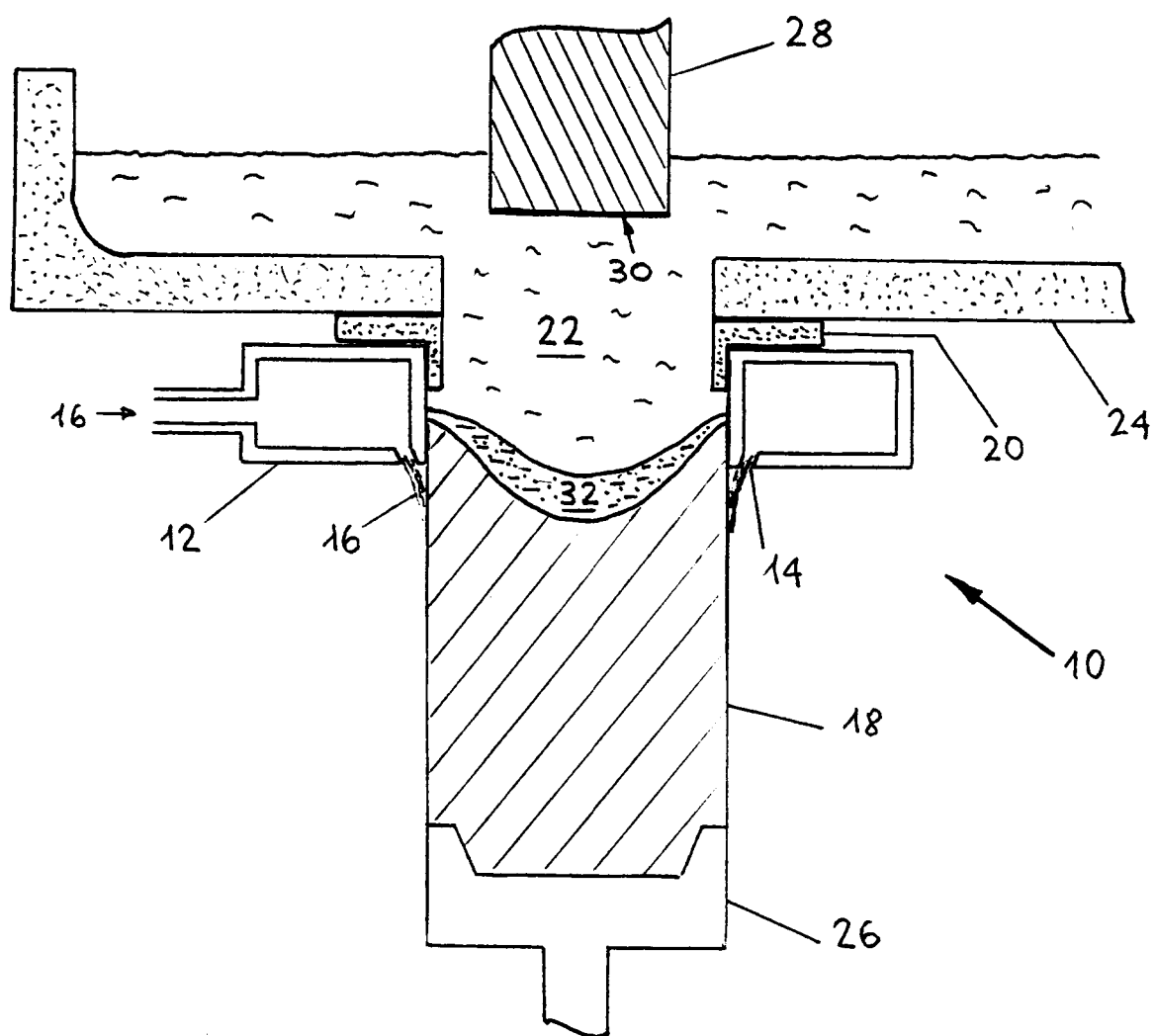
Das erfindungsgemässe Verfahren wird nachstehend anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Eine vertikale Stranggiessanlage 10 weist eine ringförmig angeordnete, innengekühlte Kokille 12 auf, deren spaltförmige Öffnung 14 zum Aufbringen von Kühlmittel 16 auf die Oberfläche des aus der Kokille 12 austretenden Stranges 18 dient. Oberhalb der Kokille 12 ist ein Aufsatz 20 aus feuerfesten, wärmeisolierendem Werkstoff zur Bildung eines sogenannten Hot-Top angeordnet. Das flüssige Metall 22 wird der Kokille 12 über eine Giessrinne 24 zugeführt. Der Strang 18 wird mittels eines Anfahrbodens 26, der die Kokille 12 bis zum Giessstart geschlossen hält, kontinuierlich abgesenkt.

Über der Kokille taucht ein Schwingungserzeuger 28 mit Schwingungsfläche 30 in das flüssige Metall 22 ein. Die von der Schwingungsfläche 30 des Schwingungserzeugers 28 auf das flüssige Metall 22 übertragenen mechanischen Schwingungen führen in der breiigen Zone 32 zwischen dem flüssigen Metall 22 und dem erstarrten Strang 18 zur Ausbildung globulitischer Gusskörner und damit zur Flüssig-Fest-Metallegierungsphase mit thixotropen Eigenschaften.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Flüssig-Fest-Metallegierungsphase im für die Weiterverarbeitung als Werkstoff thixotropen Zustand, wobei eine Legierungsschmelze mit einem erstarrten Anteil an Primärkristallen auf einer Temperatur zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der Legierung gehalten wird und die Primärkristalle zu einzelnen degenerierten Dendriten oder Gusskörnern von im wesentlichen globulischer Gestalt geformt werden, dadurch gekennzeichnet, dass in der Flüssig-Fest-Metallegierungsphase mechanische Schwingungen im Frequenzbereich zwischen 10 und 100 kHz erzeugt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der mechanischen Schwingungen im Ultraschallbereich zwischen 18 und 45 kHz liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung der mechanischen Schwingungen über die Schwingungsfläche mindestens eines direkt in die Metallschmelze eintauchenden Schwingungserzeugers erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsamplitude der Schwingungsfläche zwischen 5 und 100 μm , vorzugsweise zwischen 20 und 60 μm liegt.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanischen Schwingungen pulsierend erfolgen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Pulsdauer der mechanischen Schwingungen zur Pausendauer zwischen 0,1 und 1 liegt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer zwischen 20 ms und 10 s, vorzugsweise zwischen 0,1 s und 1 s eingestellt wird.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass beim kontinuierlichen Stranggießen die über die mechanischen Schwingungen in die Metallschmelze eingebrachte Leistung 2 bis 50 W/cm^2 Strangquerschnitt, vorzugsweise 5 bis 20 W/cm^2 Strangquerschnitt beträgt.
9. Verfahren nach Anspruch 3 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsfläche der/des Schwingungserzeuger/s 1 bis 100%, vorzugsweise 10 bis 60% der Strangquerschnittsfläche beträgt.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung der mechanischen Schwingungen mit einem piezoelektrischen Schwingungserzeuger erfolgt.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 81 0961

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 5, Nr. 57 (M-64)[729], 18. April 1981; & JP-A-56 11 134 (SHIN NIPPON SEITETSU) 04-02-1981 * Zusammenfassung *	1,2	C 22 C 1/00 B 22 D 11/10 C 22 F 3/02
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 5, Nr. 155 (M-90)[827], 30. September 1981; & JP-A-56 84 156 (KAWASAKI SEITETSU) 09-07-1981 * Zusammenfassung *	1,2	
X	US-A-4 564 059 (DOBATKIN et al.) * Patentansprüche 1,4,10-12,17,18; Beispiel 4, Absatz 1 *	1-3,8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 260 (M-180)[1138], 18. Dezember 1982; & JP-A-57 154 350 (FURUKAWA DENKI KOGYO) 24-09-1982 * Zusammenfassung; Patentschrift, Seiten 2,3 *	1-3	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 4, Nr. 88 (M-17)[570], 24. Juni 1980; & JP-A-55 45 558 (SHIN NIPPON SEITETSU) 31-03-1980 * Zusammenfassung; Patentschrift, Seiten 2,3 *	1,2	C 22 C B 22 D C 22 F
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 160 (M-312)[1597], 25. Juli 1984; & JP-A-59 56 952 (FURUKAWA DENKI KOGYO) 02-04-1984 * Zusammenfassung; Patentschrift, Seiten 2,3 *	1,2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-03-1992	Prüfer LIPPENS M.H.
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 81 0961

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-C- 933 779 (SEEMANN et al.) * Patentansprüche 1,3,6,8,9 * ---	1-3	
Y	SCIENCE ET VIE, Nr. 467, August 1956, Seiten 80-83; "Les générateurs d'ultrasons" * Seiten 80-83 * ---	1,2	
Y	FR-A-2 375 938 (LANGENECKER PHYSIKALISCHE VERSUCHSANSTALT) * Patentansprüche 1,2,5,8; Seite 4, Zeilen 26-33 * ---	1,3	
Y	DE-A-3 405 356 (BATTELLE-INSTITUT e.V.) * Patentansprüche 1-5; Figuren 1,2 * ---	1,3	
A	FR-A- 823 995 (REIS) * Zusammenfassung, Punkte 1,2,4 * ---	1,5,6	
A	DE-C- 687 903 (M. VON ARDENNE) * Patentanspruch 1 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-03-1992	Prüfer LIPPENS M.H.
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			