

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89109136.5**

51 Int. Cl.4: **B22D 11/06**

22 Anmeldetag: **20.05.89**

30 Priorität: **14.06.88 DE 3820203**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.12.89 Patentblatt 89/51**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

71 Anmelder: **KM-kabelmetal Aktiengesellschaft**  
**Klosterstr. 29**  
**D-4500 Osnabrück(DE)**

72 Erfinder: **Gravemann, Horst, Dipl.-Ing.**  
**Zum Schäferhof 20**  
**D-4500 Osnabrück(DE)**

54 **Verwendung einer aushärtbaren Kupferlegierung.**

57 Für die Herstellung von Gießformen, die beim Gießen einer permanent wechselnden Temperaturbeanspruchung unterliegen, beispielsweise Blöcke von Seitendämmen von Doppelbandgießanlagen oder Gießräder, werden thermisch hochleitfähige Werkstoffe benötigt, die gegenüber einer Thermoschockbehandlung rißunempfindlich sind und zudem eine hohe Warmfestigkeit aufweisen. Erfindungsgemäß wird für diese Anwendung eine Kupferlegierung vorgeschlagen, die neben 1,6 bis 2,4 % Nickel, 0,5 bis 0,8 % Silizium und gegebenenfalls bis zu 0,4 % Chrom und/oder bis zu 0,2 % Eisen noch 0,01 bis 0,20 % Zirkonium enthält. Bedingt durch den zusätzlichen Zirkoniumgehalt wird die Thermoschockempfindlichkeit bisher verwendeter Legierungen beseitigt.

**EP 0 346 645 A1**

### Verwendung einer aushärtbaren Kupferlegierung

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer aushärtbaren Kupferlegierung zur Herstellung von Blöcken für die Seitendämme von Doppelbandgießanlagen, bei denen die Schmelze im Spalt von zwei parallel geführten Bändern erstarrt. Die Seitendämme bestehen bei der beispielsweise aus der US-PS 3 865 176 bekannten Doppelbandgießanlage aus Metallblöcken, die auf einem endlosen Band, zum Beispiel aus Stahl, aufgereiht sind und die sich synchron mit den Gießbändern in Längsrichtung bewegen. Die metallischen Seitendamm-Blöcke (dam blocks) grenzen dabei den durch die Gießbänder gebildeten Gießformhohlraum seitlich ein.

Die Leistungsfähigkeit von Doppelbandgießanlagen hängt entscheidend von der einwandfreien Funktion der aus Blöcken gebildeten Seitendammkette ab. So ist es erforderlich, daß die Blöcke eine möglichst hohe thermische Leitfähigkeit aufweisen, damit die Schmelzbeziehungsweise Erstarrungswärme möglichst rasch abgeführt werden kann. Um einen frühzeitigen Verschleiß der Seitenkanten der Blöcke durch mechanische Beanspruchung zu vermeiden, die zur Spaltbildung zwischen den Blöcken und dann zum Eindringen der Schmelze in diesen Spalt führt, muß der Werkstoff neben einer hohen Härte und Zugfestigkeit auch eine geringe Korngröße aufweisen: Von ganz entscheidender Bedeutung ist schließlich ein optimales Ermüdungsverhalten, welches sicherstellt, daß nach dem Verlassen der Gießstrecke die beim Rückkühlen der Blöcke auftretenden thermischen Spannungen nicht zum Reißen der Blöcke in den Ecken der für die Aufnahme des Stahlbandes eingearbeiteten T-Nut führt. Treten nämlich derartige durch Thermoschock hervorgerufene Risse auf, fällt schon nach kurzer Zeit der betreffende Block aus der Kette heraus, wobei das schmelzflüssige Metall aus dem Gießformhohlraum unkontrolliert auslaufen und Anlagenteile beschädigen kann. Für das Auswechseln des schadhaften Blocks muß die Anlage angehalten und der Gießvorgang unterbrochen werden.

Zur Überprüfung der Rißneigung hat sich eine Testmethode bewährt, bei der die Blöcke einer zweiständigen Wärmebehandlung bei 500 °C unterzogen und anschließend in Wasser von 25 °C abgeschreckt werden. Auch bei mehrfacher Wiederholung dieser Thermoschockprüfung, dürfen bei einem geeigneten Material keine Risse im Bereich der T-Nut auftreten.

Als Werkstoff für die Blöcke von Seitendämmen ist in der US-Patentschrift 3 955 615 eine aushärtbare Kupferlegierung beschrieben. Diese aus 1,5 bis 2,5 % Nickel, 0,4 bis 0,9 % Silizium, 0,1 bis 0,5 % Chrom und 0,1 bis 0,3 % Eisen, Rest Kupfer bestehende Legierung wird üblicherweise in Doppelbandgießanlagen zum kontinuierlichen Stranggießen von Kupfer eingesetzt. Allerdings neigen die aus dieser Kupferlegierung hergestellten Seitendammblöcke schon nach relativ kurzer Betriebszeit der Gießanlage zu Ermüdungsrissen im Bereich der T-Nut. Neben dem unbefriedigenden Verhalten bei der Thermoschockprüfung weist die Legierung ferner mit etwa 35 % IACS eine relativ geringe elektrische Leitfähigkeit und damit auch eine zu geringe Wärmeleitfähigkeit auf.

Ungeeignet für die Herstellung von Seitendammblöcken sind schließlich auch Kupferbasislegierungen, die Beryllium enthalten, da Gesundheitsschädigungen bei der Bearbeitung oder beim Nachschleifen der Blöcke nicht mit Sicherheit auszuschließen sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Werkstoff für die Herstellung von Gießformen zur Verfügung zu stellen, der gegenüber einer Thermoschockbehandlung rißunempfindlich und der zudem eine hohe Warmfestigkeit aufweist.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht in der Verwendung einer aushärtbaren Kupferlegierung aus 1,6 bis 2,4 % Nickel, 0,5 bis 0,8 % Silizium, 0,01 bis 0,20 % Zirkonium, Rest Kupfer einschließlich herstellungsbedingter Verunreinigungen und üblicher Verarbeitungszusätze als Werkstoff zur Herstellung von beim Gießen einer permanent wechselnden Temperaturbeanspruchung unterliegenden Gießformen, insbesondere von Blöcken für die Seitendämme von Doppelbandgießanlagen. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit ist ein Zusatz von bis zu 0,4 % Chrom sowie - gegebenenfalls zur Reduzierung des Kornwachstums beim Lösungsglühen - ein Eisenzusatz von bis zu 0,2 % besonders vorteilhaft. Die spezifische Wirkung des Zirkoniums auf die Unempfindlichkeit des Kupferwerkstoffs gegenüber Rißbildung wird durch derartige Zusätze innerhalb der angegebenen Gehaltsbereiche nicht negativ beeinflusst.

Desoxidationsmittel, wie zum Beispiel Bor, Lithium, Magnesium oder Phosphor, bis zu maximal 0,03 % sowie übliche herstellungsbedingte Verunreinigungen haben ebenfalls keinen negativen Einfluß auf die Rißneigung der erfindungsgemäß zu verwendenden Legierung.

Aus der DE-OS 26 34 614 ist zwar schon eine aushärtbare Kupfer-Nickel-Silizium-Zirkonium-Legierung bekannt, deren Zusammensetzung aus 1 bis 5 % Nickel, 0,3 bis 1,5 % Silizium, 0,05 bis 0,35 % Zirkonium, Rest Kupfer besteht. Diese bekannte Legierung soll jedoch zur Herstellung von Gegenständen verwendet werden, die im aushärtbaren Zustand bei Raumtemperatur eine erhöhte Zähigkeit aufweisen

müssen. Aus der Beschreibung geht hervor, daß die Wirkung des Zirkoniums insbesondere dann günstig ist, wenn der Werkstoff zwischen dem Lösungsglühen und dem Aushärten einer Kaltverformung von 10 bis 40 % unterzogen wird.

Als um so überraschender ist es bei der vorliegenden Erfindung anzusehen, daß Zirkonium im lediglich ausgehärteten, und vor dem Aushärten nicht kaltverformten Zustand die Thermoschockempfindlichkeit der bekannten Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung praktisch beseitigt. Durch ergänzende Untersuchungen wurde außerdem festgestellt, daß die Warmfestigkeit der erfindungsgemäß zu verwendenden Legierung bei 500 °C diejenige der bisher für die Herstellung von Blöcken von Seitendämmen eingesetzten Werkstoffe deutlich übertrifft.

Es hat sich ferner herausgestellt, daß weitere Verbesserungen der mechanischen Eigenschaften erreicht werden können, wenn ein Teil des Zirkoniumgehalts durch bis zu 0,15 % mindestens eines Elements aus der Gruppe Cer, Hafnium, Niob, Titan und Vanadium ersetzt ist.

Anhand von einigen Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im folgenden noch näher erläutert. An drei erfindungsgemäß zu verwendenden Legierungen (Legierungen A, B, C) und drei Vergleichslegierungen (Legierungen D, E, F) wird gezeigt, wie kritisch die Zusammensetzung der jeweiligen Beispiellegierungen ist, um die gewünschte Eigenschaftskombination zu erreichen. Die Zusammensetzung der Beispiellegierungen ist in Tabelle 1 jeweils in Gew.% angegeben.

Tabelle 1

Leg.	Zusammensetzung in Gew.%					
	Ni	Si	Cr	Fe	Zr	Cu
A	2,12	0,70			0,03	Rest
B	2,06	0,63	0,24		0,09	Rest
C	1,94	0,58	0,29	0,12	0,15	Rest
D	1,82	0,63				Rest
E	1,95	0,69	0,28			Rest
F	1,87	0,72	0,38	0,12		Rest

Die Legierungen A und D wurden im Vakuumofen, die übrigen Legierungen wurden an Luft in einem Mittelfrequenzofen erschmolzen, jeweils zu Rundblöcken mit einem Durchmesser von 173 mm abgegossen und zu Stangen des Formats 55 x 55 mm stranggepreßt. Nach einem Lösungsglühen bei 790 bis 810 °C wurden die Stangen vier Stunden lang bei 480 °C ausgehärtet. An den Beispiellegierungen wurden jeweils die Zugfestigkeit  $R_m$  bei Raumtemperatur, die Brinellhärte HB (2,5/62,5), die elektrische Leitfähigkeit sowie die Warmfestigkeit ( $R_m$  bei 500 °C) ermittelt.

An Blöcken der Abmessung 50 x 50 x 40 mm wurde schließlich das Thermoschockverhalten überprüft. Hierzu wurden die Blöcke zunächst zwei Stunden bei 500 °C gehalten und dann in Wasser von 25 °C abgeschreckt. Ob die Blöcke nach dem Thermoschocktest Risse aufwiesen oder rißfrei waren, konnte in der Regel mit bloßem Auge festgestellt werden. Ergänzend wurde die T-Nut der Blöcke mit einem Mikroskop bei 10-facher Vergrößerung überprüft. Die Ausdehnung der festgestellten Risse, die sämtlich von der T-Nut der Blöcke ausgingen, lag hauptsächlich im Bereich von 1 bis 7 mm, in Einzelfällen erreichten die Risse sogar eine Länge von über 20 mm.

Sämtliche Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Leg.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	HB	Leitf. %IACS	R <sub>m</sub> (500 °C) N/mm <sup>2</sup>	Verhalten nach Thermoschocktest
A	660	186	41,4	286	rißfrei
B	656	191	42,2	372	rißfrei
C	635	185	43,4	335	rißfrei
D	635	179	34,5	219	rissig
E	653	181	39,7	247	rissig
F	642	184	37,2	233	rissig

Der Gegenüberstellung ist zu entnehmen, daß die erfindungsgemäß zu verwendenden Legierungen A, B und C bei vergleichbaren Festigkeitseigenschaften bei Raumtemperatur sowohl in ihren elektrischen Eigenschaften als auch insbesondere im Warmfestigkeits- und im Thermoschockverhalten insgesamt günstigere Werte aufweisen als die Vergleichslegierungen D, E und F.

Die erfindungsgemäß zu verwendende Kupferlegierung eignet sich daher hervorragend für sämtliche Gießformen, die beim Gießvorgang einer permanent wechselnden Temperaturbeanspruchung unterliegen. Dies sind neben den Blöcken für die Seitendämme von Doppelbandgießanlagen vor allem Gießräder und Gießbänder, ferner Druckgießformen und Druckkolben für Druckgießmaschinen.

#### Ansprüche

1. Verwendung einer aushärtbaren Kupferlegierung aus 1,6 bis 2,4 % Nickel, 0,5 bis 0,8 % Silizium, 0,01 bis 0,20 % Zirkonium, Rest Kupfer einschließlich herstellungsbedingter Verunreinigungen und üblicher Verarbeitungszusätze als Werkstoff zur Herstellung von Gießformen, die beim Gießen einer permanent wechselnden Temperaturbeanspruchung unterliegen, insbesondere von Blöcken für die Seitendämme von Doppelbandgießanlagen.

2. Verwendung einer Kupferlegierung gemäß Anspruch 1, die außerdem noch bis zu 0,4 % Chrom und/oder bis zu 0,2 % Eisen enthält, für den in Anspruch 1 genannten Zweck.

3. Verwendung einer Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** einen Zirkoniumgehalt von 0,03 bis 0,15 % für den in Anspruch 1 genannten Zweck.

4. Verwendung einer Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 2 oder 3, die 1,9 bis 2,25 % Nickel, 0,55 bis 0,65 % Silizium, 0,20 bis 0,30 % Chrom, 0,08 bis 0,15 % Zirkonium, Rest Kupfer einschließlich herstellungsbedingter Verunreinigungen und üblicher Verarbeitungszusätze enthält, für den in Anspruch 1 genannten Zweck.

5. Verwendung einer Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der ein Teil des Zirkoniumgehalts durch bis zu 0,15 % mindestens eines Elements aus der Gruppe Cer, Hafnium, Niob, Titan und Vanadium ersetzt ist, für den in Anspruch 1 genannten Zweck.

6. Verwendung einer Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, die zunächst bei 700 bis 900 °C geglüht dann abgeschreckt und anschließend einer 0,5 bis 10-stündigen Aushärtungsbehandlung bei 350 bis 520 °C unterworfen wird, für den in Anspruch 1 genannten Zweck.



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	US-A-3 955 615 (J.M.A. DOMPAS) * Anspruch 11 * ---	1,2	B 22 D 11/06
A	GB-A-2 099 339 (R. BALON et al.) * Ansprüche 1-12 * ---	1,2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 377 (C-392)[2434], 16. Dezember 1986, Seite 67 C 392; & JP-A-61 170 532 (KOBE STEEL LTD) 01-08-1986 ---	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 12, Nr. 33 (C-472)[2880], 30. Juni 1988, Seite 126 C 472; & JP-A-62 182 239 (MITSUBISHI METAL CORP.) 10-08-1987 ---	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 209 (C-186)[1353], 14. September 1983, Seite 41 C 186 (CHIYUETSU GOUKIN CHIYUUKOU K.K.) 27-06-1983 -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 22 D C 22 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27-07-1989	Prüfer MAILLIARD A.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			