



(11) **EP 1 520 643 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.10.2009 Patentblatt 2009/44

(51) Int Cl.:
B22D 11/059^(2006.01) C23C 4/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04021767.1**

(22) Anmeldetag: **14.09.2004**

(54) **Verfahren zum Beschichten eines in einer Strangiessanlage eingesetzten Kokillenkörpers**

Method for coating a mould body used in a continuous casting machine

Procédé pour revêtir une lingotière d'une machine de coulée continue

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **01.10.2003 DE 10345865**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.2005 Patentblatt 2005/14

(73) Patentinhaber: **KME Germany AG & Co. KG 49074 Osnabrück (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hemschemeier, Hans-Jürgen 59320 Enningerloh (DE)**
• **Kolbeck, Dietmar 49439 Steinfeld (DE)**
• **Wobker, Hans-Günter 49565 Bramsche (DE)**
• **Rode, Dirk 49088 Osnabrück (DE)**
• **Piwowar, Hans Dirk 49080 (DE)**
• **Hugenschütt, Gerhard 49191 Belm (DE)**

• **Hauri, Roland 8907 Wettswil (CH)**

(74) Vertreter: **Pietrzykowski, Anja Klosterstrasse 29 49074 Osnabrück (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 774 525 WO-A-98/21379 US-A- 5 958 520

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) & JP 10 230348 A (MISHIMA KOSAN CO LTD; NIPPON STEEL CORP), 2. September 1998 (1998-09-02)**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0135, Nr. 60 (M-906), 13. Dezember 1989 (1989-12-13) & JP 1 233047 A (NOMURA TOKIN:KK), 18. September 1989 (1989-09-18)**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0081, Nr. 80 (M-318), 18. August 1984 (1984-08-18) & JP 59 073152 A (MISHIMA KOUSAN KK), 25. April 1984 (1984-04-25)**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0132, Nr. 44 (M-834), 7. Juni 1989 (1989-06-07) & JP 1 053735 A (KOBE STEEL LTD), 1. März 1989 (1989-03-01)**

EP 1 520 643 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines in einer Stranggießanlage eingesetzten Kokillenkörpers gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Der prinzipielle Aufbau einer Kokille besteht in der Regel aus einer äußeren Stahlkonstruktion und dem eigentlichen formgebenden Teil der Kokille, dem Kokillenkörper, der heute fast ausschließlich aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht. Der den Kokillenkörper stützende Stahlmantel hat die Aufgabe, den Kokillenkörper zu positionieren und den zur Kühlung erforderlichen Wasserkreislauf sicherzustellen. Beim kontinuierlichen Stranguß von Metall kleinerer Formate werden vorwiegend Kokillenrohre eingesetzt.

[0003] Während des Gießens bildet der Gießstrang in dem Kokillenrohr aufgrund des hohen Wärmeentzugs eine Gießstrangschale aus, die beim Verlassen des Kokillenrohrs eine ausreichende Formstabilität aufweisen muss. Aufgrund der Temperaturverringeringung des vergossenen Metalls nimmt der Querschnitt des Gießstrangs mit zunehmender Gießdauer ab. Um einen möglichst kontinuierlichen Kontakt der Gießstrangschale mit der Kokillenrohroberfläche zu gewährleisten, wird der Querschnitt bzw. das Öffnungsmaß des Kokillenrohrs ebenfalls vom Kopf- bis zum Fußende mit einer an die Gießstrangschale angepassten Konizität ausgeführt. Allerdings weisen die unterschiedlichen Metallsorten aufgrund ihrer Zusammensetzung ein voneinander abweichendes Schrumpfungsverhalten auf, so dass die Konizität eines Kokillenrohrs nicht für jede Metallsorte passend ist. Ist die Konizität des Kokillenrohrs oder des Kokillenkörpers zu groß, kann innerhalb des Kokillenrohrs starker Verschleiß auftreten.

[0004] Da die Festigkeit und Härte der Gießstrangoberfläche mit zunehmender Verweilzeit in dem Kokillenrohr zunimmt, ist die Reibung des Gießstrangs gegenüber der Kokillenrohrinnenfläche im Bereich der unteren Kokillenrohrhälfte besonders groß. Dieser Verschleiß bewirkt eine Vergrößerung des Kokillenrohrquerschnitts, wodurch der Gießstrang letztendlich den Kontakt mit der Kokillenrohroberfläche verliert. Eine weitere Kühlung und Führung des vergossenen Stranges wird in diesem Fall nicht mehr durch die Kokille gewährleistet.

[0005] Um den Verschleiß des Kokillenrohrs zu verringern, ist es bekannt, die Innenfläche des Kokillenrohrs mit einer galvanischen Verschleißschutzschicht aus Hartchrom zu versehen. Die Schichtdicke dieser Hartchromschicht beträgt in der Regel 0,05 mm bis 0,12 mm. Aufgrund des galvanischen Abscheidungsprozesses ist die Schichtdicke in den Kokillenrohrecken dünner ausgeführt.

[0006] Aus der JP 1 233047 A ist es bekannt, auf eine Cermet-Beschichtung durch thermisches Spritzen eine weitere Verschleißschutzschicht, beispielsweise aus Chrom, Nickel oder Cobalt aufzubringen.

[0007] Eine weitere Variante zur Aufbringung von Ver-

schleißschutzschichten wird in der JP 10 2300348 A beschrieben. Hier werden Beschichtungen aus verschiedenen Materialien durch thermisches Spritzen, anstatt übereinander nebeneinander angeordnet auf die Innenseite einer Kokille aufgebracht.

[0008] Darüber hinaus ist es bekannt, die Reibung der Gießstrangschale gegenüber der inneren Kokillenrohroberfläche durch zusätzliche Gießhilfsmittel zu reduzieren. Bei bestimmten Kokillenrohrbauformen kann ein Verschleiß des Kokillenrohrecksbereichs durch eine aufwendige Geometrieänderung des Querschnitts erreicht werden, ohne dass dadurch ein Verlust der Gießstrangführung und der Kühlung der Seitenflächen des Gießstranges entsteht.

[0009] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beschichten eines in einer Stranggießanlage eingesetzten Kokillenkörpers aus Kupfer oder einer Kupferlegierung mit einer Innenbeschichtung aus Chrom aufzuzeigen, durch welches eine besonders hohe Verschleißfestigkeit, insbesondere im unteren Bereich des Kokillenkörpers erzielbar ist, sowie einen Kokillenkörper mit diesen Eigenschaften aufzuzeigen.

[0010] Die Lösung des verfahrensmäßigen Teils dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 11.

[0011] Gemäß Patentanspruch 1 wird auf die Innenbeschichtung aus Chrom eine weitere Beschichtung mittels eines thermischen Spritzverfahrens aufgebracht. Die zusätzliche Beschichtung ist eine Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht, deren Schichthärte sich um einen Faktor 0,6 bis 2 von der Schichthärte der Innenbeschichtung unterscheidet. Je nach Härte der Innenbeschichtung aus Chrom kann die Schichthärte der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht in einem Bereich von 650 HV bis 2.000 HV, vorzugsweise in einem Bereich von 1.100 HV bis 1.400 HV liegen. Schichtdicken bis zu 0,2 mm der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht sind möglich, wobei die Schichtdicke vorzugsweise in Gießrichtung zunimmt. Grundsätzlich kann die Schichthöhe auch über die gesamte Erstreckung der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht konstant sein. Eine Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht im Sinne der Erfindung ist eine Beschichtung, die karbidische und oxidische Bestandteile aufweist.

[0012] Die Höhe des beschichteten Bereichs ist abhängig von der Größe des Kokillenkörpers, der im Rahmen der Erfindung grundsätzlich ein einteiliges Kokillenrohr sein kann. Selbstverständlich ist unter dem Begriff Kokillenkörper im Sinne der Erfindung auch eine mehrteilige Gießform, beispielsweise eine Plattenkokille zu verstehen. Die Höhe der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht kann bei Kokillenrohren bis zur Hälfte der Länge des Kokillenrohrs betragen. Die Schichtdickenverteilung kann über ihren horizontalen Verlauf d.h. quer zur Keilform variieren. Insbesondere

kann sich die Schichtdicke auf Seitenflächen eines Kokillenrohrs von der Schichtdicke in den Eckbereichen des Kokillenrohrs unterscheiden. Grundsätzlich ist die Ausführung der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht dem typischen Verschleißbild des Kokillenkörpers angepasst. Daher kann die zusätzliche Verschleißschutzschicht auch nur partiell, z.B. nur in den Eckenbereichen oder nur auf den Seitenflächen des Kokillenkörpers aufgetragen werden.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht ausschließlich in Bereichen aufgetragen wird, in denen sich bei einem galvanischen Abscheidungsprozess signifikant dünnere Innenbeschichtungen ausgebildet haben. Als signifikant sind Abweichungen von mehr als 30 % von der durchschnittlichen Schichtdicke der Innenbeschichtung zu verstehen.

[0014] Das Auftragen der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht muss sehr sorgfältig und gleichmäßig erfolgen, um die gewünschte Konizität des Kokillenkörpers beizubehalten. Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn das Auftragen der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht mit Hilfe eines roboter gesteuerten Beschichtungskopfs erfolgt, dessen Orientierung die Richtung eines Beschichtungsstrahls bestimmt, wobei der Beschichtungskopf eine Steuerkurve durchfährt, beginnend bei einem Startpunkt, in welchem der Beschichtungsstrahl in einem Winkelbereich größer als 40°, insbesondere in einem Winkelbereich von 40° bis 60° zu der zu beschichtenden Fläche steht und in einem Umkehrpunkt endend, in welchem der Beschichtungskopf in einem Winkel kleiner oder gleich 40°, insbesondere kleiner oder gleich 20° zu der zu beschichtenden Fläche steht, wobei die in Richtung des Beschichtungsstrahls gemessene Strahlänge während des Durchfahrens der Steuerkurve im wesentlichen konstant gehalten wird. Die Steuerkurve kann selbstverständlich in beide Richtungen durchfahren werden. Es handelt sich bei der Steuerkurve vorzugsweise um einen Abschnitt eines Asts einer parabelförmigen Steuerkurve. Das heißt, der Verlauf zwischen Umkehrpunkt und Startpunkt ist streng monoton steigend bzw. fallend, je nachdem wie Start- und Umkehrpunkt gegenüber der zu beschichtenden Fläche orientiert sind. Die maximale Länge des Beschichtungsstrahls ist abhängig von den Betriebsparametern und liegt vorzugsweise in einem Bereich von 250 mm bis 400 mm. In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Beschichtungskopf im Startpunkt z. B. 300 mm von der zu beschichtenden Fläche entfernt sein, wobei der Beschichtungsstrahl in einem 45°-Winkel auf die zu beschichtende Fläche gerichtet ist. Dieser Winkel nimmt beim Durchfahren der Steuerkurve kontinuierlich ab bis zum Erreichen des Umkehrpunkts. Bei einer konstanten Ausbringungsmenge von z.B. 80 g/min und bei einer konstanten Verfahrensgeschwindigkeit des Beschichtungskopfes überstreicht der Beschichtungsstrahl bei kleinen Winkeln, also bei Annäherung an den Umkehrpunkt während einer konstanten Zeiteinheit eine größere Fläche als bei

größeren Winkeln, d.h. wenn sich der Beschichtungskopf in der Nähe des Startpunkts befindet. Durch den streng monotonen Verlauf der Steuerkurve ergibt sich ein bei diesen Betriebsparametern kontinuierlich zunehmender bzw. abnehmender Schichtdickenverlauf der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht.

[0015] Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, wenn eine Steuerkurve gewählt wird, bei welcher der Umkehrpunkt zwischen dem Startpunkt und einem fiktiven Endpunkt liegt und bei welcher die Tangente der Steuerkurve im fiktiven Endpunkt parallel zu der zu beschichtenden Fläche verläuft. Der Endpunkt bildet gewissermaßen den Scheitelpunkt oder auch Sattelpunkt einer Parabel. Die Tangenten der Steuerkurve im Startpunkt sowie im Umkehrpunkt entsprechen den Richtungen des Beschichtungsstrahls in den jeweiligen Punkten. Durch die Lage des Umkehrpunkts wird die maximale Einbringungstiefe bzw. -höhe der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht ausgehend vom unteren Rand des Kokillenkörpers bestimmt.

[0016] In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Beschichtungskopf beim Durchfahren der Steuerkurve zwischen Startpunkt und Umkehrpunkt und zurück gleichzeitig quer zum Beschichtungsstrahl und parallel zu der zu beschichtenden Fläche verfahren wird, so dass im Ergebnis eine oszillierende, insbesondere eine Zick-Zack-förmige Raumkurve von dem Beschichtungskopf durchfahren wird. Die Raumkurve kann je nach seitlicher Verfahrensgeschwindigkeit natürlich auch mäandrierend oder z.B. auch sinuskurvenförmig sein, wobei bei einem mehrfachen Durchfahren der Raumkurven eine Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Raumkurven vorgesehen sein kann, um einen gleichmäßigen Auftrag der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht zu gewährleisten. Die quasi seitliche Verschiebung des Beschichtungskopfes ermöglicht es, auch größere Flächen gleichmäßig mit definierter Schichtdickenverteilung zu beschichten. Eine gleich bleibende Schichtdicke kann allerdings nur durch eine Robotersteuerung des Beschichtungskopfes gewährleistet werden. Das bedeutet, dass die Steuerkurve und Vorschubgeschwindigkeit in der thermischen Beschichtungsanlage programmiert sind und diese programmtechnisch festgelegten Steuerkurven ein- oder mehrfach abgefahren werden. Grundsätzlich ist es zweckmäßig, die Raumkurven mehrfach abzufahren. In erfindungsgemäßer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Raumkurve in Abhängigkeit von der gewünschten Schichtdicke je aufzutragenden 0,1 mm 5 bis 15-fach durchfahren wird. Das bedeutet, dass für eine Schichtdicke von 0,2 mm am Austrittsende des Gießstrangs 10 bis 30 Durchgänge zum Auftragen der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht erforderlich sind.

[0017] Grundsätzlich ist es selbstverständlich möglich, weitere Parameter des Beschichtungsverfahrens zu variieren, wobei es jedoch zweckmäßig ist, ein konstantes Ausbringungsvolumen zu wählen und bei konstanter Verfahrensgeschwindigkeit lediglich den Steuerkurvenver-

lauf zu variieren. Da insbesondere im Bereich der Umkehrpunkte und der Startpunkte die relative Verweildauer des Beschichtungskopfs größer ist als im mittleren Bereich zwischen den Umkehrpunkten und den Startpunkten, kann vorgesehen sein, dass die Verfahrgeschwindigkeit des Beschichtungskopfes eine Funktion seiner Position auf der Steuerkurve ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Verfahrgeschwindigkeit des Beschichtungskopfes bei einer Richtungsumkehr erhöht ist.

[0018] Die Dicke der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht kann in Gießrichtung zunehmen, wobei an der Kokilleninnenseite vor dem Auftragen der Innenbeschichtung der Dicke und dem Dickenverlauf der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht entsprechende Aussparungen gebildet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die gewünschte Konizität des Kokillenrohrs beizubehalten. Die maschinelle Anpassung der Geometrie des Kokillenrohrs muss vor dem Auftragen der Innenbeschichtung aus Chrom erfolgen.

[0019] Eine optimale Anpassung der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht an die gewünschte Endkontur des Kokillenkörpers kann erreicht werden, wenn die Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht nachträglich formgebend mechanisch bearbeitet wird. Hierzu können einzelne Bereiche der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht mit Werkzeugen mit geometrisch bestimmter oder unbestimmter Schneide zerspant werden.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere dazu geeignet, Kokillenrohre lediglich im Bereich ihrer Eckradien zu beschichten oder die Eckradien bewusst auszusparen und die übrigen Innenflächen des Kokillenrohrs zu beschichten. Durch Anwendung des beschriebenen Verfahrens von beiden Öffnungsseiten eines Kokillenrohrs her kann auch eine durchgehende Beschichtung des Kokillenrohrs erreicht werden. Dadurch ist im unteren Bereich des Kokillenrohrs ein sehr guter Verschleißschutz gegeben, während im oberen Bereich des Kokillenrohrs eine zusätzliche Diffusionssperre durch die Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht geschaffen wird.

[0021] Bei der Erfindung wird die Innenbeschichtung aus Chrom, insbesondere aus Hartchrom mit einer zusätzlichen Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht versehen, die mittels eines thermischen Spritzverfahrens aufgebracht wird. Hierzu wird ein robotergesteuerter Beschichtungskopf eingesetzt. Die Schichthärte der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht unterscheidet sich um einen Faktor von 0,6 bis 2 von der Schichthärte der Innenbeschichtung. Sie liegt vorzugsweise um einen Faktor 1,2 bis 1,4 über der Schichthärte der Innenbeschichtung. Die Innenbeschichtung kann ganz oder teilweise mit der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht bedeckt sein.

[0022] Als Schutzschicht werden mittels thermischen Spritzverfahrens aufgebracht typische Verschleißschutzschichten angewendet. Als besonders geeignet haben sich folgende Metall-Keramik-Schichten erwiesen:

WC mit einer Metall-Matrix auf Basis von Co oder CoCr,

WCWB mit einer Metall-Matrix auf Basis von Co oder CoCr,

CrC-Schichten mit NiCr-Matrix sowie

CoCrW(Ni)-Schichten.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines Kokillenkörpers in Form eines Kokillenrohrs mit eingezeichnetem Verlauf des nicht näher dargestellten Beschichtungsstrahls und

Figur 2 den Verlauf des Beschichtungskopfes relativ zu einer zu beschichtenden Fläche.

[0024] Mit 1 ist in Figur 1 ein Kokillenkörper in Form eines Kokillenrohrs bezeichnet, der in nicht näher dargestellter Weise bereits mit einer Innenbeschichtung aus Hartchrom versehen ist. Auf diese Innenbeschichtung wird mittels eines thermischen Spritzverfahrens eine Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht aufgebracht, deren Schichthärte sich um einen Faktor 0,6 bis 2 von der Schichthärte der Innenbeschichtung aus Hartchrom unterscheidet. Die eingezeichnete Zick-Zack-förmige Raumkurve 2 verdeutlicht den Verlauf eines nicht näher dargestellten Beschichtungskopfes während des Beschichtungsvorgangs. Die Raumkurve 2 wird in Abhängigkeit von der gewünschten Schichtdicke mehrmals von rechts nach links und von links nach rechts durchfahren gemäß dem in X-Richtung weisenden Pfeil P_2 , wobei eine oszillierende Bewegung ausgeführt wird, wie der Pfeil P_1 verdeutlicht. Jeder einzelne Ast der Raumkurve 2 erstreckt sich zwischen einem Startpunkt und einem Umkehrpunkt 4, die beide auf einer Steuerkurve 5 liegen.

[0025] Figur 2 zeigt den möglichen Verlauf einer Steuerkurve 5, relativ zu einer zu beschichtenden Fläche 6. Der zwischen dem Startpunkt 3 und dem Umkehrpunkt 4 liegende Bereich der Steuerkurve 5 entspricht einem Ast der Zick-Zack-förmigen Raumkurve 2 der Figur 1. Die Steuerkurve 5 besitzt einen parabelförmigen Verlauf, wobei der Scheitelpunkt der fiktiven Parabel ein fiktiver Endpunkt 7 ist, der in der Bildebene oberhalb der zu beschichtenden Fläche 6 liegt. Eine Tangente T, die durch den fiktiven Endpunkt 7 verläuft, liegt parallel zu der zu beschichtenden Fläche 6, die in diesem Ausführungsbeispiel eine gerade Ebene ist. Aus der Darstellung wird deutlich, dass der Umkehrpunkt 4 gewissermaßen außerhalb der zu beschichtenden Fläche 6 bzw. des Kokillenkörpers 1 liegt. Eine Tangente T_1 durch den Umkehrpunkt 4 verdeutlicht die Richtung des Beschichtungsstrahls 9 sowie dessen Länge L bis zum Auftreffen auf

der zu beschichtenden Fläche 6. Die Tangente T_1 schließt mit der zu beschichtenden Fläche einen Winkel α_1 ein, der kleiner als 20° ist. Der Winkel α_2 zwischen der Tangente T_2 durch den Startpunkt 3 des Beschichtungskopfes schließt mit der zu beschichtenden Fläche 6 einen Winkel α_2 ein, der in diesem Ausführungsbeispiel etwa 40° beträgt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Beschichtungskopf kontinuierlich, zwischen dem Startpunkt 3 und dem Umkehrpunkt 4 hin und her verfahren (Pfeil P_1) und gleichzeitig quer zum Beschichtungsstrahl 8 sowie parallel zu der zu beschichtenden Fläche 6 verlagert, so dass sich der Zick-Zack-förmige Verlauf der Raumkurve 2 ergibt, wie er in Figur 1 dargestellt ist.

Bezugszeichenaufstellung:

[0026]

- 1 - Kokillenkörper
- 2 - Raumkurve
- 3 - Startpunkt v. 5
- 4 - Umkehrpunkt v. 5
- 5 - Steuerkurve
- 6 - zu beschichtende Fläche
- 7 - Endpunkt v. 5
- 8 - Beschichtungsstrahl

- α_1 - Winkel zwischen T_1 und 6
- α_2 - Winkel zwischen T_2 und 6
- L - Länge v. 8
- T - Tangente durch 7
- T_1 - Tangente durch 4
- T_2 - Tangenten durch 3

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines in einer Stranggießanlage eingesetzten Kokillenkörpers (1) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, wobei der Kokillenkörper (1) zumindest teilweise mit einer Innenbeschichtung aus Chrom versehen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Innenbeschichtung mittels eines thermischen Spritzverfahrens eine Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht aufgebracht wird, deren Schichthärte sich um einen Faktor 0,6 bis 2 von der Schichthärte der Innenbeschichtung unterscheidet, wobei das Auftragen der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht mit Hilfe eines robotergesteuerten Beschichtungskopfes erfolgt, dessen Orientierung die Richtung eines Beschichtungsstrahls (8) bestimmt, wobei der Beschichtungskopf eine Steuerkurve (5) durchfährt, beginnend bei einem Startpunkt (3), in welchem der Beschichtungsstrahl (8) in einem Winkelbereich von 40° bis 90° zu der zu beschichtenden Fläche (6) steht, und endend in einem Umkehrpunkt (4), in welchem der Beschich-

tungskopf in einem Winkel kleiner oder gleich 40° zu der zu beschichtenden Fläche (6) steht, wobei die in Richtung des Beschichtungsstrahls (8) gemessene Strahllänge (L) während des Durchfahrens der Steuerkurve (5) konstant gehalten wird.

- 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umkehrpunkt (4) zwischen dem Startpunkt und einem fiktiven Endpunkt (7) der Steuerkurve (5) liegt, wobei eine Kurventangente (T) im fiktiven Endpunkt (7) parallel zu der zu beschichtenden Fläche (6) verläuft.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschichtungsstrahl (8) im Startpunkt (3) in einem Winkelbereich von 40° bis 60° zu der zu beschichtenden Fläche (6) steht.
- 4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschichtungsstrahl (8) im Umkehrpunkt (4) in einem Winkel (α_1) kleiner oder gleich 20° zu der zu beschichtenden Fläche steht.
- 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschichtungskopf beim Durchfahren der Steuerkurve (5) zwischen Startpunkt (3) und Umkehrpunkt (4) und zurück gleichzeitig quer zum Beschichtungsstrahl (8) und parallel zu der zu beschichtenden Fläche (6) verfahren wird, so dass eine oszillierende Raumkurve (2) durchfahren wird.
- 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumkurve (2) in Abhängigkeit von der gewünschten Schichtdicke und in Abhängigkeit von dem pulverförmigen Spritzzusatz je aufzutragenden 0,1 mm 5-fach bis 15-fach durchfahren wird.
- 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschwindigkeit der Beschichtungskopfes eine Funktion seiner Position auf der Steuerkurve (5) ist.
- 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht nur in Bereichen aufgetragen wird, in denen eine galvanisch abgeschiedene Innenbeschichtung aus Chrom eine Schichtdicke besitzt, die um zumindest 30% geringer ist, als die durchschnittliche Schichtdicke der Innenbeschichtung.
- 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der Metall-Keramik-Verschleißschutzschicht in Gießrichtung zunimmt, wobei an der Kokillenninnenseite vor dem Auftragen der Innenbeschichtung der Dicke und

dem Dickenverlauf der Metall-Keramik-Verschleißschuttschicht entsprechende Aussparungen gebildet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Form der Metall-Keramik-Verschleißschuttschicht nach ihrem Auftragen durch ein mechanisches Bearbeitungsverfahren an eine Sollkontur angepasst wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Kokillenrohr die Metall-Keramik-Verschleißschuttschicht von beiden Öffnungsseiten her eingebracht wird, so dass eine durchgängige Metall-Keramik-Verschleißschuttschicht aufgetragen wird.

Claims

1. Method for coating a chill mould body (1) using a continuous casting system and made of copper or a copper alloy, the chill mould body (1) being provided at least partially with an internal coating of chromium, **characterised in that** a metal-ceramic wear protection layer is applied to the internal coating by means of a thermal spraying method, the layer hardness of which differs by a factor of 0.6 to 2 from the layer hardness of the internal coating, the application of the metal-ceramic wear protection layer taking place with the aid of a robot-controlled coating head, the orientation of which determines the direction of a coating jet (8), the coating head travelling through a control curve (5), beginning with a starting point (3), at which the coating jet (8) is in an angle range of 40° to 90° with respect to the face (6) to be coated, and ending at a reversal point (4), at which the coating head is at an angle of less than or equal to 40° with respect to the face (6) to be coated, the jet length (L) measured in the direction of the coating jet (8) being kept constant during travel through the control curve (5).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the reversal point (4) lies between the starting point and a notional end point (7) of the control curve (5), a curve tangent (T) in the notional end point (7) running parallel to the face (6) to be coated.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the coating jet (8) at the starting point (3) is in an angle range of 40° to 60° with respect to the face (6) to be coated.
4. Method according to claim 1 to 3, **characterised in that** the coating jet (8) at the reversal point (4) is at an angle (α_1) of less than or equal to 20° with respect

to the face to be coated.

5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the coating head on travelling through the control curve (5) between the starting point (3) and reversal point (4) and back, is simultaneously moved transversely with respect to the coating jet (8) and parallel to the face (6) to be coated, so an oscillating space curve (2) is travelled through.
6. Method according to claim 5, **characterised in that** the space curve (2) is travelled through as a function of the desired layer thickness and as a function of the powdery spray addition, 5 to 15 times for each 0.1 mm to be applied.
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the speed of the coating head is a function of its position on the control curve (5).
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the metal-ceramic wear protection layer is only applied in regions in which an electroplated internal coating made of chromium has a layer thickness, which is less by at least 30% than the average layer thickness of the internal coating.
9. Method according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the thickness of the metal-ceramic wear protection layer increases in the casting direction, wherein recesses corresponding to the thickness and the thickness course of the metal-ceramic wear protection layer are formed on the inside of the chill mould before the application of the internal coating.
10. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the geometrical form of the metal-ceramic wear protection layer is adapted to a desired contour by a mechanical machining method after its application.
11. Method according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** in a chill mould tube, the metal-ceramic wear protection layer is introduced from both opening sides, so a continuous metal-ceramic wear protection layer is applied.

Revendications

1. Procédé pour revêtir une lingotière (1) en cuivre ou en alliage de cuivre dans une installation de coulée en continu, procédé selon lequel la lingotière (1) est munie au moins en partie d'un revêtement intérieur en chrome, **caractérisé en ce qu'**

- on applique sur le revêtement intérieur, une couche anti-usure métal-céramique par un procédé de pulvérisation thermique, la dureté de la couche étant différente selon un coefficient allant de 0,6 jusqu'à 2 par rapport à la dureté du revêtement intérieur, l'application de la couche de protection anti-usure de métal-céramique étant faite à l'aide d'une tête de revêtement commandée par un automate et dont l'orientation définit la direction du jet de revêtement (8), la tête de revêtement parcourant une courbe de commande (5) en commençant à un point de départ (3) pour lequel le jet de revêtement (8) se trouve dans une plage angulaire de 40° à 90° par rapport à la surface (6) à revêtir et se termine par un point d'inversion (4) dans lequel la tête de revêtement fait un angle inférieur ou égal à 40° par rapport à la surface (6) à revêtir, la longueur de jet (L) mesurée dans la direction du jet de revêtement (8) est maintenue constante pendant le passage de la courbe de commande (5).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le point d'inversion (4) se situe entre le point de départ et un point final fictif (7) de la courbe de commande (5), et la tangente (T) de la courbe au point final fictif (7) est parallèle à la surface (6) à revêtir.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le jet de revêtement (8) au point de départ (3) se trouve dans une plage angulaire de 40° à 60° par rapport à la surface (6) à revêtir.
 4. Procédé selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** au point d'inversion (4) le jet de revêtement (8) fait un angle (α_1) inférieur ou égal à 20° par rapport à la surface à revêtir.
 5. Procédé selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la tête de revêtement est déplacée au passage de la courbe de commande (5) entre le point de départ (3) et le point d'inversion (4) et en retour, en même temps transversalement au jet de revêtement (8) et parallèlement à la surface à revêtir (6) pour avoir une courbe oscillante (2) en trois dimensions.
 6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la courbe en trois dimensions (2) est parcourue de 5 à 15 fois en fonction de l'épaisseur souhaitée de la couche et de la relation entre l'additif de projection en forme de poudre suivant l'épaisseur de 0,1 mm appliquée.
 7. Procédé selon les revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la vitesse de la tête de revêtement est une fonction de sa position sur la courbe de commande (5).
 8. Procédé selon les revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la couche de protection anti-usure métal-céramique n'est appliquée que dans les zones dans lesquelles une couche intérieure de chrome déposée par voie galvanique possède une épaisseur de couche qui est d'au moins 30 % inférieure à l'épaisseur de couche moyenne du revêtement intérieur.
 9. Procédé selon les revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la couche anti-usure métal-céramique augmente dans la direction de coulée et le côté intérieur de la lingotière, avant d'appliquer la couche intérieure, on forme des dégagements correspondant en épaisseur et au profil d'épaisseur de la couche anti-usure métal-céramique.
 10. Procédé selon les revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** après son application, par un procédé d'usinage mécanique on adapte la forme géométrique de la couche de protection anti-usure métal-céramique à un contour de consigne.
 11. Procédé selon les revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** dans le cas d'une lingotière tubulaire, la couche anti-usure métal-céramique s'introduit par les ouvertures des deux côtés pour appliquer une couche de protection contre l'usure métal-céramique, continue.

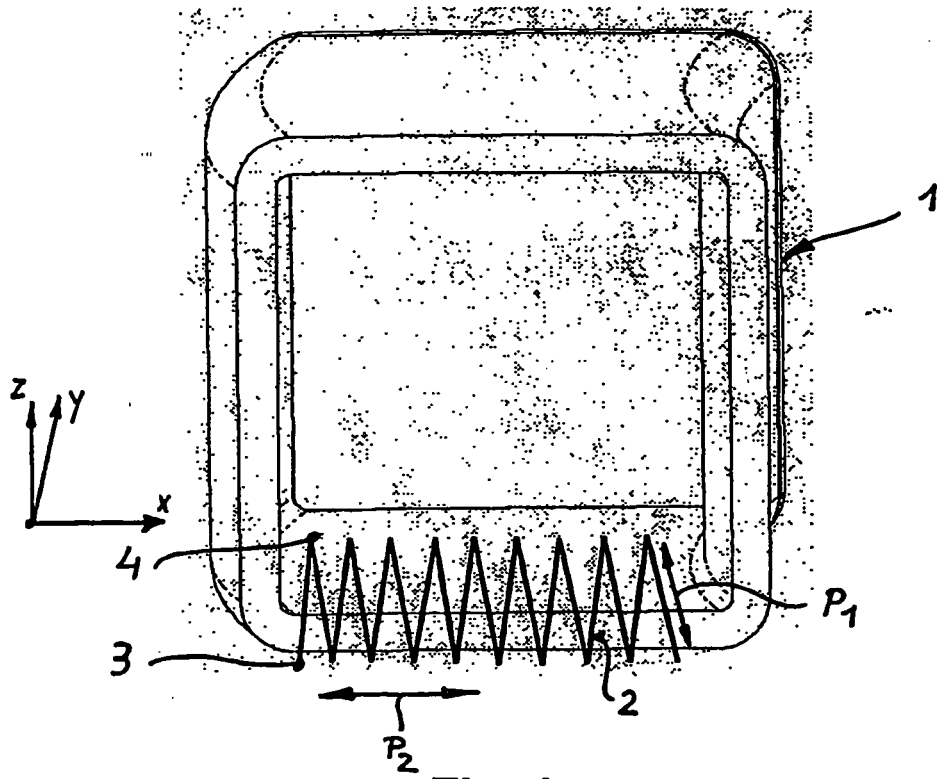


Fig. 1

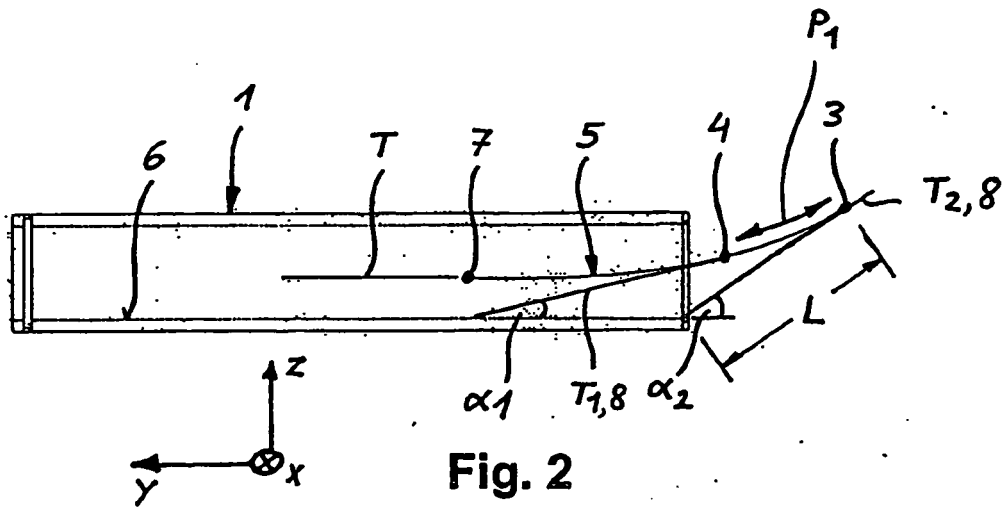


Fig. 2

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

- JP 1233047 A [0006]
- JP 102300348 A [0007]